

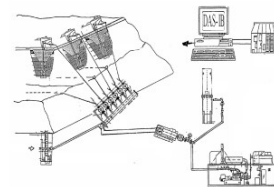
DAS – IB GmbH
DeponieAnlagenbauStachowitz
LFG - & Biogas - Technology

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- Sachverständigentätigkeit (u.a. nach § 29a BImSchG und öffentlich bestellt und vereidigter Sachverständiger bei der IHK zu Kiel)

Technischer Sitz:
Preetzer Str. 207
D 24147 Kiel

Kaufmännischer Sitz /
Rechnungsanschrift:
Flintbeker Str. 55
D 24113 Kiel



Tel. # 49 / 431 / 683814
Fax # 49 / 431 / 2004137

www.das-ib.de
email auf Anfrage

Synergien nutzen und

Dessau 2008
Bio- und
Deponiegas
Fachtagung
mit Ausstellung
22. / 23. April
Seminare 21. und
23./24. April



voneinander lernen II

Aus der Begutachtung zur Schadensverursachung der Havarie des Gasspeichers am 19. 2 2008 an der Biogasanlage von Toni Baumann für andere zum lernen ... und vermeiden

Die Biogasanlage der Familie yx besteht aus einem Hauptfermenter und einem Nachgärer, der gleichzeitig als Endlagervolumen dient.

Auf den beiden Fermentern befindet sich jeweils ein Gasdom, in dem jeweils eine Über-Unterdruck-Sicherung mit Flüssigkeit als Sperrvorlage intern und damit frostsicher eingebaut ist.

Das in den Fermentern entstehende Biogas wird über Rohrleitungen DN 200 Ø über eine erdverlegte Kondensatstrecke abgeleitet.

Am tiefsten Punkt der Gasleitung befindet sich ein sogenannter Kondensatschacht zur Ableitung von auskondensiertem Wasserdampf aus dem sich in der Gasleitung abkühlenden warmen und nassen Biogas. Von diesem Kondensatschacht steigt die Gasleitung wieder am BHKW-Gebäude an und ist an dieser Stelle mit einem außen zu betätigenden Gashauptschieber absperrbar.

Über dem BHKW und Elektro-Schaltraum befindet sich über einer F90-Decke im Dachboden des Gebäudes der ca. 132 m³ Volumen (Herstellerangaben!) fassende kissenförmige Gasspeichersack aus gewebeverstärktem PVC.

Dieser Gasspeichersack hat am 19.2.2008 um ca. 15 00 Uhr durch einen offensichtlich unkontrollierten Druckanstieg die Dachkonstruktion angehoben und dabei durch die Innendruck-Sprengwirkung sehr stark beschädigt.

Zustand der BGA bei meinem Einreffen am 19.2. 2008 gegen 17:30h:

Die beiden BHKW waren nicht in Betrieb.

Fa. S. (Hersteller der Anlage) hatte ein Bypassrohr zur Umgehung des Gassackes aus PVC-U hergestellt und angeschlossen.

Der Kondensatschacht war bis ca. 60 cm unter die obere Öffnung mit Wasser gefüllt, welches gerade mit einer Tauchmotorpumpe abgepumpt wurde.

An dem Nachgärer war zur Druckentlastung die Notzugangsöffnung am Gasdom geöffnet. Dort strömte das produzierte Gas drucklos aus.

Eine Verpuffung, Brand, Explosion oder sonstiges pyrophysikalisches Ereignis mit thermischer Oxydationsreaktion fand **nicht** statt.

Zur Schadensentstehung

Die BGA xc ist eine NAWARO BGA die täglich mit **13,3** Mg Biomasse und **3** m³ Rindergülle gefüttert wird.

Sitz: Kiel
Amtsgericht Kiel HRB 5879
Geschäftsführer: Wolfgang H. Stachowitz
USt-IdNr.: DE218812158
Freistellungsbescheinigung zum Steuerabzug bei Bauleistungen gem. § 48b Abs. 1 Satz 1 des EStG unter der Nr. 08600163

Postgiroamt Hamburg
BLZ 200 100 20
Kto. Nr.: 101 33 202
BIC PBNKDEFF
IBAN DE66 2001 0020 0010 1332 02

Daraus entsteht nach meinen Berechnungen die auf den Gasertragswerten der KTBL und der bayerischen Landesanstalt für Agrarökonomie basieren eine Gasertragsleistung von 110 Nm³/h mit einem Gehalt von ca.54 % Methan.

Input-Stoffe	Menge /Tag in Mg FM /d
Rindermist	0,30
Rindergülle	3,00
Schweinegülle	0,00
Hühnerkot	1,00
Stroh	0,00
Maissilage	7,00
Körnergetreide	0,00
Rasenschnitt	0,00
GPS	2,00
Hülsenfruchtgemenge	0,00
Grassilage	3,00
Gesamtmenge	16,3

Die beiden BHKW haben bei Vollast einen rechnerischen Gasverbrauch von 120 Nm³. Produktion und Verbrauch sind im Normalbetrieb sehr gut übereinstimmend.

Die Regelung erfolgte über einen Infrarot-Abstandsmess-Sensor, der die Füllstände des Gassackes an die BHKW-Steuerung meldete. Bei über 80% Füllstand schaltete das kleinere BHKW vollautomatisch zu und bei Füllstand unter 30% schaltete es ab.

Am 18. 2. 2008 wurde am kleineren der beiden BHKW der Abgaswärmetauscher undicht. Daher musste dieser Motor zu Reparaturzwecken stillgelegt werden. Als Gasverbraucher wurde der 190 kW-Motor weiterbetrieben. Gleichzeitig wurde die Fütterung von 16,3 Mg/d auf 9,5 Mg/d reduziert.

Damit sollte erreicht werden, dass die Fermenter weniger Biogas produzieren um den Wegfall des 2. BHKW als Gasverbraucher auszugleichen.

Offensichtlich lief über die im Kondensatschacht zusätzlich eingebaute Überdrucksicherung der Kondensatschacht voll, was die ÜDS außer Funktion setzte.

Der Ableitungsschlauch der in den Kondensatschacht hineingestellten Tauchmotorpumpe war zum Zeitpunkt meines Eintreffens abgeknickt und konnte daher das überschüssige Kondensat nicht abpumpen. Daher war durch den Pegelanstieg die Überdrucksicherung die nach Herstellerangaben und qwe -Bericht (Prüfung: Frau Dipl. Ing. yxc) auf einen Ansprechdruck von 3 mbar = 30 mm Wassersäule eingestellt war, außer Funktion gesetzt.

Damit wirkte der an den Fermentern eingestellte Überdruck von 4 mbar am Nachgärer bis 5 mbar am Hauptfermenter voll auf den Gasspeichersack. Durch den ausgefallenen Motor war die Gasproduktion trotz Fütterungsrücknahme höher als die Verwertung durch den verbleibenden Gasmotor.

Bei einem Druck von nur 4 mbar (= 40 mm Wassersäule) im Gassack drücken pro m² Gebäudehülle von innen ein Druck der einen Gewicht von ca. 40 kg/m² entspricht. In Summe drücken dann 6,6 Mg Hubkraft von innen an die Dachkonstruktion.

Berechnung Innenfläche Gasspeicher			
Innenflächen	Breite	Länge	Fläche
Boden	6,50 m	10,00 m	65,00 m ²
Seite nord	1,20 m	10,00 m	12,00 m ²
Seite süd	1,20 m	10,00 m	12,00 m ²
Dach nord	3,80 m	10,00 m	38,00 m ²
Dach süd	3,80 m	10,00 m	38,00 m ²

Gesamtinnenfläche		165,00 m ²
Druck bei	4,0 mbar	40,00 kp/m ²
Hubkraft des KissenSpeichers ca.		6.600 kg

Diesen Kräften konnte die Dachkonstruktion nicht widerstehen. Nach Augenzeugenberichten waren die Dachflächen im Moment der höchsten Ausdehnung bis zu 2 m über der normalen Firsthöhe angehoben. Nach Druckabfall durch Beschädigung des Gassackes am Anschlussflansch senkte sich die Dachkonstruktion wieder fast in ihre Normalposition zurück.



Bild 1 Klaffende Lücke am First



Bild 2 Aufgerissene Dachkonstruktion



Bild 3 Durch Verbiegung beschädigte Gasleitung am Druckerhöhungsgebläse.



Bild 5

Beschädigter Kissenspeicher-Gassack und Notfall-Bypass aus PVC-U zur Umfahrung des Gasspeichers.

Einen Tag nach der Havarie verursachte eine nicht näher bestimmbare Restmenge Kondenswasser die noch in dem Gassack verblieben war, einen erheblichen Wasserschaden, da dieses Wasser im Gaslagerraum aus dem beschädigten Sack auslief und die F90-Decke (Spanplattenboden innen, Holzbalken-Tragkonstruktion und von unten mehrschichtig mit Ri-Gips-Trockenbauplatten verkleidet) durchfeuchtete.

Ursachen der Havarie

Der Grund des Kippens der Tauchmotorpumpe im Kondensatschacht ist nachträglich nicht mehr feststellbar. Durch die gekenterte Tauchmotorpumpe war im $\frac{3}{4}$ „ Ableitungsschlauch ein Knick der verhinderte, dass das anfallende Gaskondensat in das Endlager/Nachgärer abgeleitet werden konnte.



Bild 6 Geknickter Schlauch im Kondensatschacht

Dadurch war die angeblich (Daten im qwe -Prüfbericht) auf 3 mbar eingestellte Überdrucksicherung im Kondensatschacht weit überflutet. Somit wurde kurzfristig der höher eingestellte Druck der Über-Unterdrucksicherung in den Fermentergasdomen auf den Gasspeichersack wirksam, da das 2. BHKW als zusätzlicher Gasverbraucher fehlte.

Die Überdrucksicherungen an den Gasdomen funktionierten in einem Test bei geschlossener Gasleitung einwandfrei. Der genaue Betriebsdruck konnte jedoch nicht gemessen werden, da an den Gasdomen ein Gasprobennahmeanschluss fehlt.

Der Wasserfüllstand in den ÜUS ist bei diesem Typ Gasdom nur sehr schwer erkennbar, der derzeitige Betriebsinnendruck der Gasräume im Fermenter ist im Gegensatz zu den meisten anderen Über-Unterdrucksicherungen nicht ablesbar.

Ein Gasraumdruck in Fermentern von 4 bis 5 mbar gilt als sehr hoch. Die meisten Biogasanlagen werden bei einem Maximaldruck von nur 2 mbar = 20 mm Wassersäule über Atmosphäre (nahezu drucklos) betrieben.

Die ÜUS hatte in der Nacht vom 18. zum 19.2. ständig überschüssiges Gas abgeblasen. In dieser klaren Nacht war es ca. -5 bis -10° kalt. Es ist daher mit Sicherheit Kondensat in den Abblaserohren entstanden.

Die Entwässerung von Sperrflüssigkeitsüberschuß erfolgt bei dieser im Gasdom integrierten ÜUS innerhalb gegen den anstehenden Gasdruck und täuscht daher optisch dem Betreiber einen Wassermangel vor. Bei Überdruck ist ein Teil der Sperrflüssigkeitsmenge in Richtung Abblaserohr verdrängt. Der Betreiber hat daher nach eigenen Angaben Wasser in die Sperrflüssigkeitsvorlage nachgefüllt und so ohne es zu ahnen einen weiteren Druckanstieg über die Verschiebung des Ansprechdruckes nach oben provoziert. Im Fall von Unterdruck muss sofort Sperrflüssigkeit nachgefüllt werden. Bei Überdruck muß überschüssiges Sperrwasser nach Außen und nicht entgegen dem angestiegenen Innendruck abfließen, sonst führt dieser Umstand zu einem weiteren Druckanstieg über die ursprünglich als x mm Wassersäule eingestellte Maß hinaus. Diese Fehlkonstruktion an der ÜUS war mitursächlich an der Havarie beteiligt.

Die Anordnung einer Überdrucksicherung im Kondensatschacht ist unüblich und entspricht auch nicht der AU 69 Sicherheitsregel 2.8.4

2.8.4 Kondensatabscheider und Sicherheitseinrichtungen müssen stets zugänglich sein.

Druckvorlagen mit Sperrflüssigkeit in Über- und Unterdrucksicherungen sowie in Kondensat- und Schmutzabscheidern müssen leicht und gefahrlos, ohne in Schächte oder Gruben einsteigen zu müssen, zu kontrollieren und zu warten sein.

Druckvorlagen mit Sperrflüssigkeit sind so auszuführen, dass beim Ansprechen die Sperrflüssigkeit nicht austreten kann, sondern selbsttätig wieder zurückfließt. Um Gasaustritt zu vermeiden, muss bei Sperrflüssigkeitsvorlagen, die als Kondensatabscheider und nicht als Über-/Unterdrucksicherung dienen, die Flüssigkeitsvorlage mindestens dem 5fachen Ansprechdruck der Überdrucksicherung entsprechen.

Nach den Hinweisen in der Montage- und Betriebsanleitung für Überdrucksicherung der Gasstrecke bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen von Stefan Leitenbacher, Wimmern 35, 83317 Teisendorf auf Seite 5 unten steht:

Hinweise

- Das Ableitungsrohr der Überdrucksicherung sollte am Ende mit einem Bogen versehen werden. Der Bogen verhindert, dass Regen oder Schnee in die Überdrucksicherung eindringen kann und somit die eingestellte Wassersäule verändern kann. Eine Abdeckung des Endes des Ableitungsrohres ist nicht zulässig.
- Die Überdrucksicherung sollte nicht in Verbindung mit dem Kondenswasserabscheider (tiefster Punkt des Gassystems) betrieben werden, sondern getrennt von diesem. Da sich durch Abkühlung des Gases Kondenswasser bildet besteht auch hier die Möglichkeit der Veränderung der Wassersäule, was ein falsches Ansprechverhalten der Überdrucksicherung zur Folge hätte.

Unklare Hinweise: sollte nicht oder darf nicht?

Jedenfalls wurde dieses Teil trotzdem an den tiefsten Punkt der Gasleitung in den Kondensatschacht eingebaut.

Sicherheitsregel AU 69:

2.8.6.1 Jeder gasdichte Behälter, in dem Biogas erzeugt wird, ist mit mindestens einer Sicherheitseinrichtung gegen Drucküber- und -unterschreitung auszurüsten. Das im Anforderungsfall austretende Gas muss gefahrlos abgeleitet werden. Die Zuverlässigkeit und Eignung der Sicherheitseinrichtung ist durch Bauteilkennzeichen oder Einzelprüfung nachzuweisen. Durch einen separaten Unterdruckwächter im Gassystem oder eine gleichwertige Maßnahme muss sichergestellt werden, dass vor Ansprechen der Unterdrucksicherung ein zwangsläufiges Abschalten der Gasverbrauchseinrichtungen und eine Störmeldung erfolgt.

Die Überdruck- und Unterdrucksicherungen innerhalb der Anlage sind so auszuführen, anzuordnen und zu überwachen und die Biogasanlage insgesamt ist so zu betreiben, dass sämtliche Betriebszustände in den Fermentern sicher beherrscht werden. Schaumbildung stellt eine Betriebsstörung dar und muss durch betriebsorganisatorische Maßnahmen verhindert werden. Zerstörungen durch Schaumbildung müssen z. B. durch eine Berstsicherung, eine Druckentlastungssicherung oder ausreichenden Speicher Raum verhindert werden. Die Eignung der Über-/Unterdrucksicherung ist durch eine nachvollziehbare Berechnung und Funktionsbeschreibung nachzuweisen. Bei Ausführung als Tauchung darf diese nicht leer laufen, austrocknen oder einfrieren.

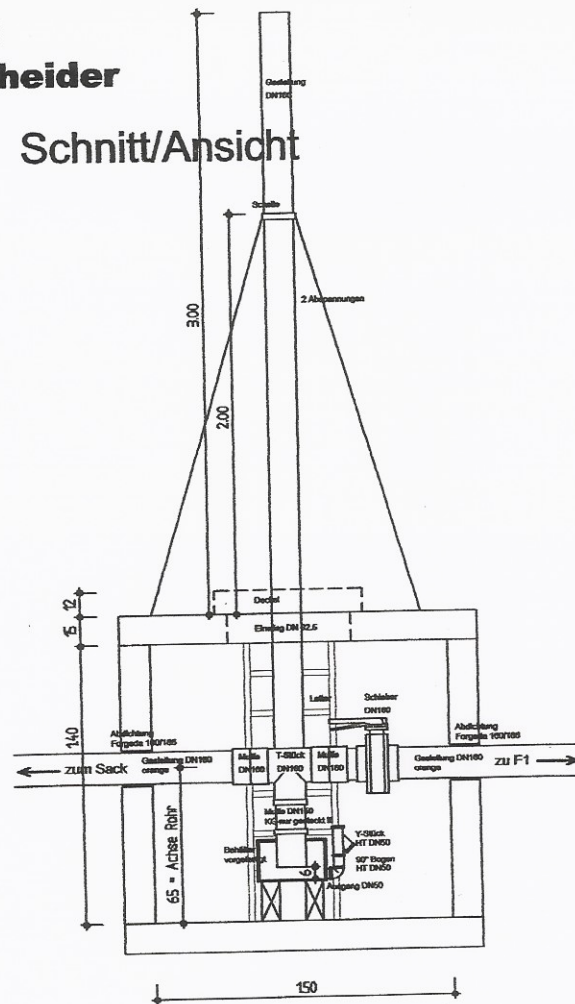
In der Betriebsanleitung ist darauf hinzuweisen, dass die Sicherheitseinrichtungen nach Betriebsstörungen immer und im Normalbetrieb einmal wöchentlich überprüft werden.

Über die Zuverlässigkeit und Eignung ist weder eine Bauteilkennzeichnung oder der Nachweis einer Einzelprüfung vorhanden. Wie in AU 69 § 2.8.6.1 vorgeschriebene **nachvollziehbare Berechnungen** und eine klare Funktionsbeschreibung liegen nicht vor.

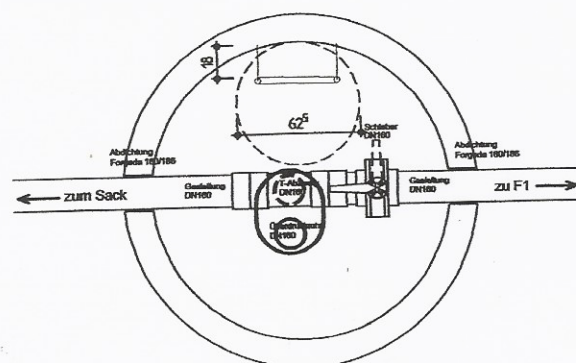
Weder für die ÜUS an den Gasdomen, noch für die zusätzliche ÜS im Kondensatschacht. Daß diese ÜS vom ausführenden GU trotz des Hinweises in der Dokumentation bewusst an dieser unzulässigen (*sollte nicht...*) tiefsten Stelle im Kondensatschacht eingebaut wurde, zeigt die Prinzipskizze des Kondensatschachtes der Fa. S:

Detail Gasschacht mit Kondensatabscheider

Schnitt/Ansicht



Grundriss



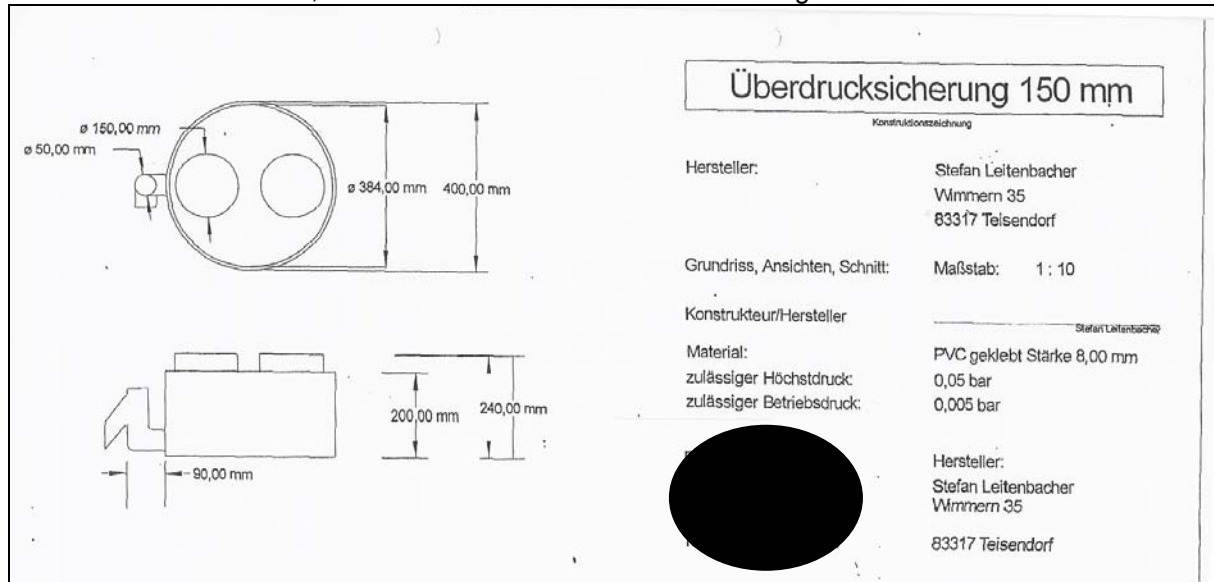
(Original leider schräg kopiert)

Bei Pegelstandsanstieg im Kondensatschacht z.B. durch Pumpenausfall oder dem plötzlichen Rückfluss einer im erhöht eingebauten Gassack längerfristig angesammelten Kondenswassermenge x musste diese Überdrucksicherung (die Eigenschaft als Unterdrucksicherung ist an keiner Stelle der Dokumentation beschrieben) versagen.

Eine Einbauposition oder Installationsanweisung für eine Kondensatpumpe ist in der Dokumentation nicht enthalten.

Die CE-Konformitätserklärung für dieses sicherheitsrelevante Teil hätte von der installierenden bzw. in Betrieb nehmenden Person ausgefüllt und unterzeichnet werden müssen. Das ist nicht erfolgt!

Es ist nicht nachvollziehbar, bei welchem Druck welche Abblaseleistung diese ÜS besitzt.



Funktionsprinzip und Leistungsdaten sind der Dokumentation nicht zu entnehmen.

Möglicherweise ist auch der verwendete Gasspeichersack im Verhältnis zur Raumgröße zu groß. Der havarierte Gasspeichersack wurde zur nachträglichen Vermessung sichergestellt.

Mit freundlichem Gruß

Anton-Rupert Baumann 15.02.2008
Unabhängiger Sachverständiger für Biogasanlagen

Sachkundig nach §19 WHG (Zert. TÜV Südwest), befähigte Person für Biogas-Gefahren- und Risikoanalyse nach § 4(2) DepV und TRBS 1203 für 94/9EU Betr.SichV. (Zert. DAS-IB)
Immissionsschutzbeauftragter nach BImSchG § 53(2) (Zert. B.E.W. NRW)

Weitere beiläufig entdeckte Sicherheitsmängel der BGA.**1. Geklebte Sichtscheiben an den Gasdomen.**

Diese Gasdome wurden vom Hersteller as GmbH für dauerhaft technisch dicht erklärt. Mir sind aber mehrere Fälle bekannt, bei denen sich diese Verklebung gelöst hat und Gas ausgetreten ist. Nur geflanschte und geschraubte oder über geprüfte Ringraumdichtungen eingebaute Bullaugen dürfen als dauerhaft technisch dicht erklärt werden. In der Regel mit einer wiederkehrenden Prüfpflicht verbunden.



Bild 8 Gasdom mit Zone 2 und unzulässiger Elektroinstallation

2. Unzulässige Verwendung nicht exgeschützter Elektroinstallation in der Ex-Zone 2 am Gasdom des Hauptfermenters.

3. Nicht ausreichende Quer- oder Diagonallüftung des Gasspeicher-Lagerraumes nach Sicherheitsregel. Die Fugen der umlaufenden Firstbelüftung waren durch die vollständige Innenauskleidung des Gaslagerraumes außer Funktion. Die verwendete Türe ist weitgehend dicht. (Vorschlag zur Lösung: Das Drahtglas aus der Türe entfernen und durch ein netztier- und insektensicheres Drahtgewebe ersetzen. Auf der anderen Giebelseite ein Loch mit 500 x 500 einschneiden und ebenfalls mit feinmaschigem Edelstahldrahtgewebe verschließen. Dann ist eine diagonale Querlüftung sofort möglich.)

2.4.3 Be- und Entlüftung von Gaslagerräumen

Aufstellräume für den Gasspeicher müssen eine wirksame Lüftung (Querlüftung) haben. Eine Diagonallüftung ist anzustreben. Die Zuluftöffnung ist im Bereich des Fußbodens, die Abluftöffnung unter der Decke anzuordnen.

Die Zuluft- und Abluftöffnungen müssen jeweils folgende Mindestquerschnitte haben:

Gasspeichervolumen	Querschnitt
bis 100 m ³	700 cm ²
bis 200 m ³	1000 cm ²
über 200 m ³	2000 cm ²

4. Die Batteriepole beider BHKW sind nicht abgedeckt. Kurzschlussgefahr!

Ich empfehle dringend die festgestellten Mängel zum Erhalt des Versicherungsschutzes zu beseitigen.

Mit freundlichem Gruß



Anton-Rupert Baumann
Unabhängiger Sachverständiger für Biogasanlagen

20.02.2008

Sachkundig nach §19 WHG (Zert. TÜV Südwest), befähigte Person für Biogas-Gefahren- und Risikoanalyse nach § 4(2) DepV und TRBS 1203 für 94/9EU Betr.SichV. (Zert. DAS-IB)
Immissionsschutzbeauftragter nach BImSchG § 53(2) (Zert. B.E.W. NRW)



Mitglied im
Fachverband
Biogas e.V.

BIOGASBERATUNG BIOLOGIE und SICHERHEIT

Anton-Rupert Baumann

Rätikonweg 43
D-88239 Wangen im Allgäu
Tel: 07528 6662 Fax:07528 6715

GSM: 0171 3398124

Betriebssicherheits-, Explosionschutz-, und Immissionsschutzbeauftragter
Unabhängiger Sachverständiger für Biogasanlagen