

# Explosionen, Brände und

## Biogasanlagen wollen mit Sorgfalt behandelt werden

➤ Auf einer Fachveranstaltung im Frühjahr 2008 in Hannover waren sich die meisten Experten einig, dass Schadensfälle in Biogasanlagen in den letzten Jahren stark zugenommen haben. Neben den, in den Medien herausgestellten, Unglücksfällen mit Todesfällen und größeren Schäden durch Brand oder Explosion sind es aber auch viele kleinere Schadensfälle, die teilweise durch Stillstand der Anlage großen wirtschaftlichen Schaden angerichtet haben. Im Folgenden werden neuere Schadensfälle, deren Ursachen und Ansätze zur Vermeidung dargestellt.

### Explosionen

Die Explosionsgefahren in Biogasanlagen sind allgemein bekannt. Biogas enthält zwischen 40 und 70 Vol.-% Methan  $\text{CH}_4$ , das aber erst bei Verdünnung und gleichzeitiger Anwesenheit von Sauerstoff zündfähig wird. Kommt es zu einer Explosion, setzt Methan abhängig von der Konzentration der Methanmenge und den baulichen Gegebenheiten eine große Zerstörungskraft frei. Die Gefahrenabwehr ist deshalb eindeutig gesetzlich geregelt und wird in den meisten Anlagen wirksam realisiert. Stichworte sind das Explosionsschutzdokument gemäß BetrSichV [1] mit der notwendigen Risiko- und Gefahrenanalyse

sowie die daraus resultierende Zoneneinteilung mit den entsprechenden Maßnahmen. Trotzdem kommt es durch unglückliches Zusammentreffen verschiedener Umstände in Deutschland mehrmals jährlich zu Explosionen und teilweise zu Folgebränden.

### Explosionen im Normalbetrieb

Als erstes Beispiel sei hier die Explosion mit Folgebrand im Betriebsraum einer Biogasanlage im März 2007 erwähnt. Bei der eingehenden Untersuchung des Schadenfalles durch einen Sachverständigen nach § 29a BImSchG wurde als wahrscheinliche Ursache folgendes festgestellt: Durch ein Leck in der Gasspeicherfolie und eine Fehlinterpretation der Gasfüllanzeige wurde die Gasproduktion vom Betreiber stark gesteigert. Die Überdruck/Unterdrucksicherung gewährleistet nicht die gefahrungsfreie Abführung der brennbaren Gase. Die Einstellwerte der Sicherheitseinrichtungen waren nicht definiert und dokumentiert. Die Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen durch Verschmutzung infolge Schaumbildung und/oder Überfüllvorgänge eingeschränkt. Letztendlich wurde das Biogas gegen das Stützlufthegebläse des Tragluftdaches gedrückt und gelangte so in den Betriebsraum. Dort und in den Nebenräumen bildete

Havarierte Biogasanlage im Allgäu 2007. Foto: Udo Dietrich



# Vergiftungen

sich ein explosives Methan/Luft-Gemisch. Zum Zeitpunkt der automatischen Zuschaltung eines Rührwerkantriebes kam es zur Explosion. Bei einem weiteren Fall aus dem Allgäu vom November 2007, kam es ebenfalls zu einer heftigen Explosion, die die in den Hang gebaute 65-kW-Anlage stark beschädigte. Die Anlage war bereits seit drei Jahren in Betrieb. In der Zeit vor der Explosion waren keine Reparaturen gemacht worden und keine Störungen aufgetreten. Allerdings hatte sich drei Stunden vor der Explosion das Blockheizkraftwerk nach einigen Fehlermeldungen automatisch abgeschaltet. Schadensursache war wahrscheinlich ein Leck am Gaslager, wodurch Biogas austrat und durch eine nicht verfüllte Öffnung der Gaseinspeisung ins Untergeschoss gelangte. Hier bestanden wiederum Öffnungen zum darüber liegenden Elektroschaltschrank und den BHKW-Raum. Die Zündung erfolgte wahrscheinlich im Schaltschrank durch das, durch die Zeitschaltuhr gesteuerte, Schütz des Rührwerkes. Glücklicherweise kam es bei beiden Ereignissen zu keinen Personenschäden. Mit einer konsequenten baulichen Trennung der Betriebsbereiche und einer automatischen Gaswarneinrichtung in den normalerweise gasfreien Nebenräumen wären beide Ereignisse mit hoher Wahrscheinlichkeit vermeidbar gewesen.

## Anfahrvorgänge und Reparaturen

Eine kritische Phase bei den Biogasanlagen sind Anfahr- und Abfahrvorgänge, insbesondere im Zusammenhang mit Reparaturen. Beim Anfahren der Biogasanlage sind alle freien Volumina zunächst mit Luft gefüllt. Erst mit dem Einsetzen der Gasbildung wird die Luft durch die entstehenden Gase verdrängt. Dabei kommt es zeitlich und räumlich begrenzt mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit zu zündfähigen Methankonzentrationen. Ähnliches geschieht, wenn beim Entleeren von Anlagen Luft in diese einströmt oder Behälter nicht komplett von Gas und Substrat entleert werden. So geschehen bei einer heftigen Explosion beim Einbau einer Transportschnecke in den nicht komplett entleerten Fermenter einer 245-kW-Biogasanlage. Ein Bodensatz von lediglich 20 cm aktivem Substrat hatte den Fermenter mit einem explosives Gasmisch gefüllt. Als der Betreiber das große Stahlteil durch eine Öffnung in den Fermenter einbringen wollte, kam es zum Kontakt mit einer offen liegenden Stahlbewehrung. Wahrscheinlich löste der hierbei erzeugte Schlagfunken die Explosion aus. Nur durch glückliche Umstände kam es zu keinem Personenschaden. Noch größeres Glück hatte der Mitarbeiter einer Kernbohrfirma bei einer Explosion im Februar 2008 auf einer landwirtschaftlichen Biogasanlage bei Ochsenhausen/Oberschwaben. Zum Einbau eines Schauglases wurde eine 300 mm Bohrung in den Gasraum

einer aktiven landwirtschaftlichen Biogasanlage niedergebracht. Diese Bohrung wurde von einem Schacht aus durchgeführt, der unzureichend mit einem Schlauch von 50 mm Durchmesser bewettert wurde. Ein beim Betreiber vorhandenes, einsatzbereites Gaswarngerät „Dräger Multiwarn“ wurde nicht verwendet. Nach dem Durchbruch der Bohrung füllte sich der Schacht mit Biogas und als zur Demontage des Bohrgeräts ein Elektro-Schlagschrauber eingesetzt wurde, kam es zur Explosion und zu einem Brand des Gases im Schacht. Der Mitarbeiter im Schacht gelang es, seine in Brand geratene Kleidung zu löschen. Wegen des Abbrandes an der Bohröffnung konnte er den Schacht zunächst nicht verlassen. Erst die Feuerwehr konnte das Feuer löschen und den Mann befreien. Er kam mit einigen verengten Haaren und einem Schock davon. Dieses extreme Beispiel zeigt, wie leichtsinnig grundlegende Vorschriften des Arbeitsschutzes missachtet und Gefahren durch gefährliche Gase ignoriert werden.

## Brandschäden

Brände können als Folge einer Explosion auftreten. Häufiger entstehen Brände jedoch im Bereich des Blockheizkraftwerks als eigenständiges Schadensbild. Die hohe Leistungsdichte der Aggregate und die betriebsbedingt sehr heiße Auspuffanlage erlauben keine Fehler, wie z.B. durch unzureichende Belüftung oder zu geringe Abstände zu brennbaren Materialien. So wurden in letzter Zeit mehrere Brände gemeldet, bei denen sich brennbare Schallschutzauskleidungen aus Noppenschäumstoff entzündeten. Auch wurde in einem Fall eine Holzdecke durch Wärmeleitung über die Halterung der Auspuffanlage in Brand gesetzt. Nach Änderungen an der Anlage, insbesondere bei Leistungssteigerung, sollte sehr genau geprüft werden, ob der Abgasweg sich in ausreichendem Abstand zu brennbaren Materialien befindet. Obwohl die Installation von Brandmeldern in Blockheizkraftwerken nach den derzeitigen Regelungen nicht vorgeschrieben ist, könnten Detektions- und Löschsyste me die Schadenshäufigkeit und Schadenshöhe sicherlich reduzieren.

## Unfälle durch Gasvergiftung und Erstickung

Bekannte giftige Gase in Biogasanlagen sind Schwefelwasserstoff  $H_2S$ , Kohlendioxid  $CO_2$ , Kohlenmonoxid  $CO$  und Ammoniak  $NH_3$ . Nach §3 der BetrSichV ist jeder Betreiber einer Biogasanlage verpflichtet, die Gefährdung durch toxische Gase in die Gefährdungsbeurteilung seines Explosionsschutzdokumentes aufzunehmen und wirksame



Schacht der explodierten Biogasanlage bei Ochsenhausen 2008.  
Foto: Anton-Rupert Baumann



Anmischbehälter mit tödlicher H<sub>2</sub>S-Konzentration 2007. Foto: R. Lange



Blick über eine moderne Biogasanlage. Foto: A. Scheibner

Gegenmaßnahmen einzuleiten. Trotzdem kommt es durch unerwartete Betriebszustände oder Fehlverhalten von Personen regelmäßig zu gefährlichen Situationen mit giftigen Gasen. Viel zu häufig auch mit Personenschaden, so wie 2005 im niedersächsischen Rhadereistedt. Hier waren vier Menschen bei der Beschickung einer Biogasanlage mit tierischen Nebenprodukten durch H<sub>2</sub>S ums Leben gekommen. H<sub>2</sub>S ist deswegen so problematisch, weil hohe gefährliche Konzentrationen vom menschlichen Geruchssinn unzureichend wahrgenommen werden. Nur in niedrigen Konzentrationen hat H<sub>2</sub>S den typischen Geruch nach faulen Eiern. Mittlerweile wurden die Auflagen bei der Verarbeitung von Bioabfällen und Tiernebenprodukten deutlich verschärft [2]. Es kommt aber auch in „normalen“ landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu Unfällen mit H<sub>2</sub>S. So kam im Oktober 2007 ein erfahrener Servicetechniker zu Tode, als er bei einer Reparaturarbeit in einen freistehenden Anmischbehälter für Schweinegülle und Getreideschrot einstieg. Wie später festgestellt wurde, konnte sich durch im Anmischbehälter verbliebenes Substrat eine sofort tödliche Gaskonzentration von 2200 bis 2600 ppm H<sub>2</sub>S bilden. Zusätzlich wurden 500 pm Kohlenmonoxid und ein reduzierter Sauerstoffgehalt von etwa 17 Vol.-% gemessen. Überhaupt werden geschlossene Behälter, Gruben und Schächte in Biogasanlagen von Experten als „Todesfallen“ bezeichnet. Neben H<sub>2</sub>S und CH<sub>4</sub> findet man hier regelmäßig gefährliche Konzentrationen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Dieses Gas ist mit bis zu 50 Vol.-% im Biogas enthalten und kann sich wegen seiner hohen Dichte im unteren Teil von Schächten und Behältern anreichern. Weniger bekannt ist, dass CO<sub>2</sub> in praktisch jedem abgeschlossenem Raum durch bakterielle Zersetzung von organischem Material gefährlich werden kann. Da bei einer solchen Zersetzung der Luftsauerstoff verbraucht wird, entsteht zusätzlich noch eine Erstickungsgefahr durch Aufzehrung des Luftsauerstoffes. Diese Kombination war und ist Ursache für viele tödliche Unfälle auch in der traditionellen Landwirtschaft. Sind Bereiche mit potenziell gefährlichen Gaskonzentrationen regelmäßig zu betreten, ist der Einbau von stationären Gaswarneinrichtungen üblich. Bei nur gelegentlicher Begehung sind gefährdete Räume durch

„Freimessen“ mit tragbaren Mehrgasmessgeräten zu überprüfen. Sind die festgestellten Gaskonzentrationen gefährlich und eine aktive Belüftung nicht möglich, sind beim Einstieg Atemschutzgeräte einzusetzen.

### Kleinere Schäden

Unbeachtet von den Medien gibt es laut Daten eines bekannten Versicherers relativ viele kleinere Schäden an den Rührwerken, dem Foliendach, den Blockheizkraftwerken und der Steuerungstechnik. Bei 50 % der Schadenfälle liegen die Aufwendungen des Versicherers unter 10.000 €. Entschädigungen von mehr als 50.000 € wurden nur bei etwa 5 % aller Schäden gezahlt. Typische Schadensszenarien sind der Bruch an der Eintragschnecke, Schäden am Schub-Boden oder Defekte an Förderpumpen. An einem Fermenter trat z.B. ein Bruch eines Zentralrührwerks auf. Es gab Schäden an Foliendächern, z.B. durch Sturm, Materialfehler und fehlerhafte Verklebungen. Am Blockheizkraftwerk traten neben den bereits dargestellten Brandschäden diverse Motorschäden auf durch z.B. Übersäuerung des Motoröls, Überhitzung des Motors und schwankende Gasqualität. Interessant ist die überproportionale Zunahme der Schadenhäufigkeit mit dem Alter der Biogasanlagen. Von den Anlagen aus 2006 hatten bisher 20 % mindestens einen Schadenfall. Bei Anlagen aus 2005 war der Prozentsatz 30 %, während der Wert für 2004 auf 60 % steigt. Der Versicherer führt diese Entwicklung auf die unterschiedliche Qualität der Bauausführung sowie Unterschiede in der Betriebsführung zurück. Man darf auf die weitere Entwicklung der Schäden und der Versicherungsprämien gespannt sein.

### Umweltschäden

In letzter Zeit sind eine Reihe von Gewässerschäden aufgetreten. So sind z.B. durch Öffnung eines Schiebers eines Lagerbehälters durch Unbekannte ca. 1000 m<sup>3</sup> Substrat ausgelaufen, mit Schäden beim Nachbarbetrieb und Verunreinigung eines Baches. Die Schadenshöhe betrug ca. 60.000 €. Weitere Schadensursachen waren falscher Anschluss eines



Überlaufbeckens oder Versagen eines Überlaufrohres. Die Höhe der Schäden könnte sich durch Änderungen im Haftungsrecht zukünftig deutlich erhöhen. Seit November 2007 ist das neue Umweltschadensgesetz in Kraft. Hierdurch werden auch Schäden an der Umwelt (Biodiversität, Boden, Gewässer) einschließlich der Sanierungsmaßnahmen ersatzpflichtig. Die Haftung gilt auch für Schäden auf dem eigenen Grundstück. Der Betreiber der Anlage hat im Schadensfall die Behörden zu informieren, welche die notwendigen Maßnahmen festlegt. Neu ist auch, dass Vereinigungen wie Naturschutzverbände die zuständigen Behörden zum Handeln verklagen können. Viele Biogasanlagen haben durch einen naturnahen Standort, Schutzgebiets- und Wassernähe und teilweise fehlende Geländesicherung ein erhöhtes Risiko für Umweltschäden. Auch wurde bei existierenden Biogasanlagen das Prinzip des anlagenbezogenen Gewässerschutzes vielfach unzureichend umgesetzt. Bei einwandigen Behältern, lösbaren Verbindungen unterhalb des Flüssigkeitsspiegels oder fehlendem Rückhaltevolumen ist bei Erkennung einer Leckage ein Umweltschaden eventuell schon eingetreten. Betreibern von Biogasanlagen ist deshalb eine Überprüfung der Anlage und des Versicherungsschutzes in Richtung möglicher Umweltschäden zu empfehlen.

## Regeln und Checklisten zur Vermeidung zukünftiger Schäden

Von verschiedener Seite werden zurzeit Anstrengungen unternommen, die Schadenshäufigkeit in Biogasanlagen zu verringern. So plant der Fachverband Biogas noch für dieses Jahr die Veröffentlichung der überarbeiteten „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen“, auch bekannt als AU69. [3] Die Neuausgabe der AU 69 soll die geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen, Erfahrungen aus Unfällen, die Weiterentwicklung der Technik sowie die unterschiedlichen Bauausführung von Biogasanlagen berücksichtigen.

Neu aufgenommen wird ein Kapitel „Gefährdungsbeurteilung“, welche Gefährdungen durch Gefahrstoffe (Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid) und Biostoffe (Bakterien, Pilze) behandelt, jeweils auf Basis von bereits existierenden

technischen Regeln. Im Bereich Explosionsschutz ist die 2002 neu in Kraft getretene Betriebssicherheitsverordnung neu aufzunehmen, einschließlich Prüfpflichten, Überarbeitung der Ex-Zonen und das Explosionsschutzdokument. Dabei sollen die verschiedenen Betriebszustände von Biogasanlagen wie Anfahrphase, Normalbetrieb, Reparatur- und Wartungsarbeiten separat betrachtet werden. Neu aufgenommen wird auch die Behandlung der Zündquelle „Blitz“, die Weiterentwicklung der Technik der Folienbefestigung bei Tragluftdächern sowie die technische Ausstattung von Kondensatschächten. Im Bereich Anlagentechnik und Prüfungen ist eine Vorgabe für die Dichtheitsprüfung von Foliengasspeichern geplant. Die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) arbeitet ebenfalls an der Herausgabe eines kompakten Merkblattes, in dem die bei Prüfungen gefundenen Defizite, die Ursachen von Betriebsstörungen sowie zugehörige Abhilfemaßnahmen ins Netz gestellt werden sollen. In einem zweiten Teil soll es eine Auflistung von Ereignissen in Biogasanlagen geben.

Ein weiterer, sehr praxisnaher Vorschlag zur Erhöhung des Sicherheitsstandards in Biogasanlagen wurde von einer im Bereich Biogas tätigen Beratungs- und Planungsfirma zusammen mit weiteren Sachverständigen erarbeitet. Diese „Sicherheitsregeln für Biogasanlagen auf Basis der BetrSichV“ wurden auf verschiedenen Veranstaltungen zur Diskussion gestellt und sind im Internet zugänglich. [4]

Biogasanlagen haben seit der ersten dokumentierten Nutzung in einem Leprakrankenhaus in Mumbai/Indien vor gut 100 Jahren eine stürmische technische Entwicklung durchlaufen, hauptsächlich forciert durch Firmen im deutschsprachigen Raum. Durch den Trend zu mehr Leistung mit dem Ziel höherer Wirtschaftlichkeit und durch neue Einsatzstoffe ist eine Vielzahl unterschiedlicher Bauformen von Biogasanlagen entstanden. Deren Komplexität stellt an Errichter, Genehmigungsbehörden und Betreiber in der täglichen Praxis teilweise hohe Anforderungen. Bei allein in Deutschland laufenden ca. 3.800 Anlagen kommen die verstärkten Anstrengungen zur Erhöhung des Sicherheitsniveaus hoffentlich rechtzeitig, um weitere größere Schadensfälle zu vermeiden. 

### Literatur

- [1] Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV vom 27. September 2002 (BGBl. I S. 3777), [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/betrnichv/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/betrnichv/gesamt.pdf)
- [2] Zur Sicherheit bei Biogasanlagen, Annahmehbereiche in Biogasanlagen... Risiko und Wechselwirkungen von Einsatzstoffen... Umweltbundesamt Juni 2006, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fpdf-1/3097.pdf>
- [3] Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen (Arbeitsunterlage 69, Stand 5.9.2002), herausgegeben vom Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, Hauptstelle für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Kassel
- [4] Sicherheitsregeln für Biogasanlagen auf Basis der BetrSichV, Stand März 2008, herausgegeben von DAS-IB GmbH [http://www.das-ib.de/mitteilungen/Sicherheitsregeln\\_BGA.pdf](http://www.das-ib.de/mitteilungen/Sicherheitsregeln_BGA.pdf)
- [5] Aktuelle Schadensfälle in Biogasanlagen, Tagungsbuch Hannover 7. April 2008, DAS-IB GmbH, ISBN-Nr. 3-938775-07-6, [www.das-ib.de/mitteilungen/BGA\\_Schaeden\\_H.pdf](http://www.das-ib.de/mitteilungen/BGA_Schaeden_H.pdf)

## Dipl. Ing. Günter Bendisch



Fachjournalist Sicherheitstechnik  
Ebner-Eschenbach-Str. 12C, 23562 Lübeck  
Tel. 0451-6191188  
[info@safety-report.de](mailto:info@safety-report.de)  
Günter Bendisch arbeitet als freier Journalist. Auf Basis seiner langjährigen Tätigkeit in der Sicherheitstechnik hat er sich auf die Themen Arbeitsschutz, Gaswarnung/Gasanalytik, Explosionsschutz, Sicherheitskonzepte, funktionale Sicherheit und Anlagenbau spezialisiert.