ANLAGE 6

TÜV NORD Systems

Einzelfallbetrachtung

mittels Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnungen für die Biogasanlage der Behrens GbR

Standort: Gemarkung: Wohnste
PLZ / Ort: 27419 Wohnste

Betreiber: Behrens GbR
Heckenweg 3
27419 Klein Wohnste

Bearbeiter: TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
Region Rostock
Trelleborger Straße 15
18107 Rostock

Sachverständige:	Dipl.-Ing. (FH) Zöfel	Dipl.-Ing. (FH) Rottluff
Telefon:	(0381) 7703 473 (0160) 888 0404	(0381) 7703 472 (0160) 8880 404
Fax:	(0381) 7703 462	(0381) 7703 462
Email:	czoefel@tuev-nord.de	trottluff@tuev-nord.de

Das vorliegende Dokument umfasst 38 Textseiten. Eine Vervielfältigung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers (Betreiber) und der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG.

Rostock, 10.06.2013

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Aufgabenstellung **3**

2 Verwendete Unterlagen und Erkenntnisquellen **4**

3 Örtliche Lage **5**

4 Analyse möglicher Gefahren für die Umgebung und Nachbarschaft **7**

4.1 Stoffliche Risiken Biogas 7

4.2 Stoffeigenschaften Chlorwasserstoff 9

4.3 Bildung eines Störfall-Szenarios 10

5 Berechnungen **12**

5.1 Berechnungsgrundlagen 12

5.2 Berechnung von Auslegungs-Störfallauswirkungen 12

5.2.1 Gasfreisetzung durch Dachhautleckagen 13

5.2.2 Gasfreisetzung durch größere Dachhautleckage 15

5.3 Betrachtung von Dennoch-Störfallauswirkungen 18

5.3.1 Ermittlung der Ausbreitung einer zündfähigen Atmosphäre im Dennoch-Störfall bei kompletter Entfernung der Dachhaut 19

5.3.2 Auswirkungen durch Zündung der Biogaswolke im Dennoch-Störfall 25

5.3.3 Ermittlung der Ausbreitung einer toxischen Atmosphäre im Dennoch-Störfall bei kompletter Entfernung der Dachhaut 29

5.3.4 Brand der Behälterdachhäute 31

6 Bewertung der Auswirkungen **35**

7 Schlussfolgerungen **37**

1 Aufgabenstellung

Die Behrens GbR plant am Standort

PLZ / Ort: 27419 Wohnste

die Änderung und Erweiterung einer Biogasanlage zur Erzeugung und thermischen Verwertung von Biogas, welche den Grundpflichten der Störfallverordnung (12. Bundeimmissionsschutzverordnung) unterliegt. Die betreffende Biogasanlage wird im vorliegenden Dokument als Biogasanlage der Behrens GbR benannt.

Die Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste ist eine genehmigungspflichtige Anlage gemäß 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4.BImSchV). Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) zur wesentlichen Änderung der Biogasanlage der Behrens GbR hat der Betreiber der Anlage Angaben zu den Auswirkungen, welche sich aus größeren Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes ergeben können, zu machen.

Zur Quantifizierung der Auswirkungen im größtmöglichen Störfall beauftragte die Behrens GbR die TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, nachfolgend TÜV NORD genannt, im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung mit der rechnerischen Abstandsermittlung der Auswirkungen von Auslegungs- und Dennoch-Störfällen in der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste.

Im Rahmen der Einzelfallbetrachtung soll die rechnerische Abstandsermittlung unter dem Szenario der Freisetzung der größten zusammenhängenden Menge an Biogas in der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste umfassen.
Dabei werden die toxischen Risiken und die Gefährdungen einer Gaswolkenexplosion untersucht, welche in Folge einer größeren Gasfreisetzung entstehen können. Die Ausbreitung der freigesetzten Gaswolke und deren Auswirkungen werden unter Zuhilfenahme anerkannter Berechnungsmethoden quantifiziert.

Als Grundlage für die Betrachtung dient der Leitfaden KAS 18 /5/ der Kommission für Anlagensicherheit. Dieser gibt Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsberei-

chen nach der Störfallverordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung des § 50 BImSchG.
Durch die vorliegende Untersuchung werden Detailkenntnisse über Entfernungen gewonnen, in welchen mit keiner Gefährdung im Dennoch-Störfall zu rechnen ist.

Es wird darauf hingewiesen, dass nur die Einflüsse untersucht werden, welche gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen auf Personen in den angrenzenden bewohnten Flächen und Wohnbebauungen haben. Geruchs- und Schallemissionen wurden in separaten Stellungnahmen untersucht und sind nicht Bestandteil der Einzelfallbetrachtung.

2 Verwendete Unterlagen und Erkenntnisquellen

Folgende Verordnungen und Richtlinien werden u.a. als Erkenntnisquelle in ihren jeweils aktuellsten Fassungen verwendet:

/1/ Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und ihre Verordnungen (BImSchV)
/2/ 12. BImSchV – Störfallverordnung
/3/ VDI 3783 Blatt 1 – Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen – Sicherheitsanalyse
/4/ TNO – Yellow Book
/5/ Leitfaden KAS 18 (ersetzt SFK/TAA – GS – 1) Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen

Als Grundlage der Abstandsbetrachtung und der dazu gehörigen Berechnung standen den Sachverständigen folgende Unterlagen und Informationen zur Verfügung:

/U1/ Lageplan, Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste; M 1:500; Ersteller: LET Biogastechnik GbR; Stand 23.05.2012
/U2/ Geruchsgutachten der Biogasanlage der Behrens GbR; Ersteller: TÜV NORD Umweltschutz; Stand: 07.02.2013
/U3/ Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallV auf Biogasanlagen; Gasmengenberechnung

Weiterhin wurden folgende Informationsquellen herangezogen:

/U4/ GESTIS Stoffdatenbank
/U5/ Sicherheitsdatenblatt Biogas
/U6/ Pronuss 7- Programmbeschreibung

3 Örtliche Lage

Bemerkung

Alle erwähnten Abstandsangaben beziehen sich auf den äußeren Radius des nächstgelegenen Gasbehälters/Fermenters zum jeweiligen Objekt/Gebäude.

Abstandsbetrachtungen zu außerbetrieblichen Gebäuden/Objekten

Der Standort der Biogasanlage der Behrens GbR befindet sich im nordöstlich gelegenen Außenbereich der Ortschaft Klein Wohnste, deren erste Wohnbebauungen in westlicher Richtung nach ca. 160 anzufinden sind. Diese Wohnbebauung stellt zudem das Objekt mit der geringsten Entfernung zum nächst gelegenen Gärbehälter, als sicherheitsrelevantes Anlagenteil der Biogasanlage Behrens GbR, dar. Hinter dem benannten Wohngebäude sind weitere Einzell-Wohnbebauungen in westlicher Richtung entlang der Ortsstraße „hohe Luft“ anzufinden“ Der Ortskern von Klein Wohnste wird nach ca. 700 m südwestlicher Richtung erreicht.

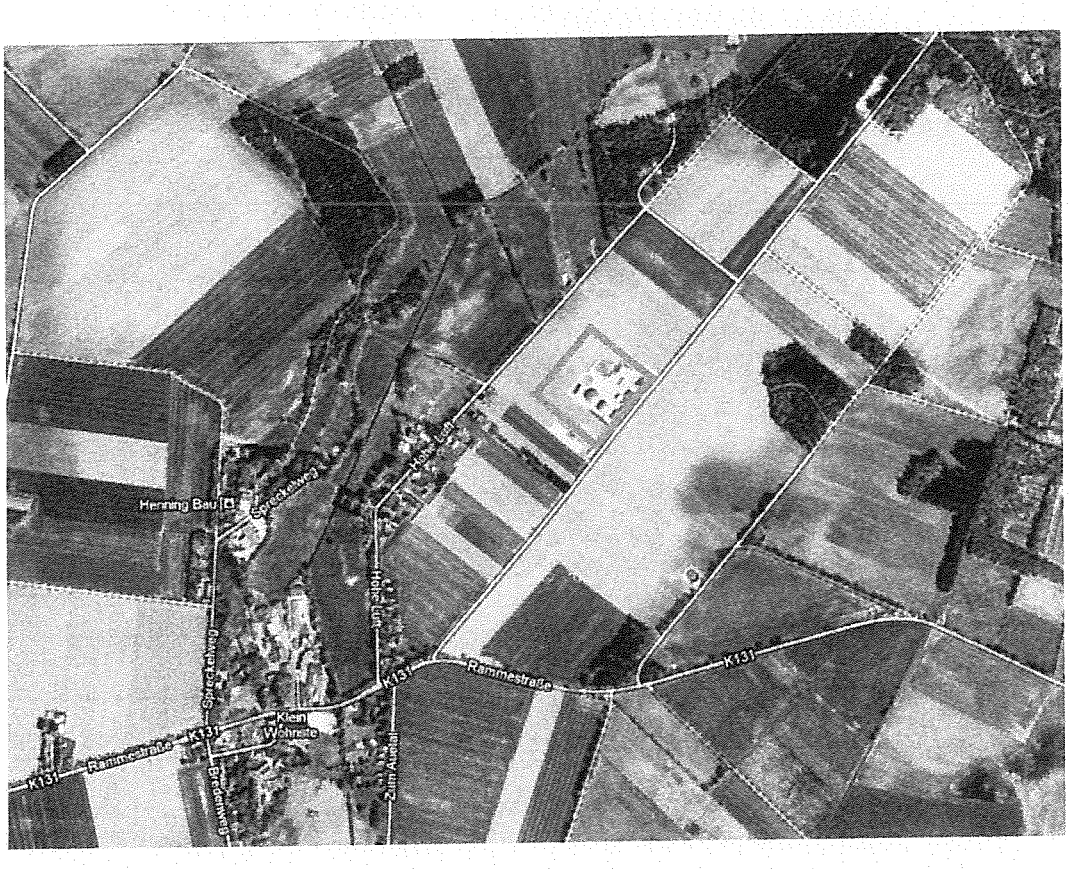

Bild 1: Örtliche Lage /Ausschnitt Google Maps/

Als weitere nennenswerte Ortschaft in näherer Umgebung ist Wohnste zu benennen, deren Ortskern in ca. 1.800 m erreicht wird.

In den Nord-Ost-Süd-Richtungen ist das Anlagengelände weitestgehend unbebaut und wird überwiegende land- und forstwirtschaftlich genutzt.

<u>Abstandsbetrachtungen zu Infrastruktur/Verkehrsflächen</u>

Nördlich vom Standort verläuft die Ortstraße „Hohe Luft" als niederfrequentrierter Verkehrsweg in ca. 130 m. Die Kreisstraße K131 („Rammestraße") verläuft in der kürzesten Entfernung von ca. 580 m in Südlicher Richtung.

Die Zufahrt zum Anlagenstandort erfolgt über die südlich angrenzende Zuwegung, welche wiederum von der Kreisstraße K131 („Rammestraße") befahren werden kann.

Weitere Verkehrswege mit größerem Verkehrsaufkommen sind nicht vorhanden.

4 Analyse möglicher Gefahren für die Umgebung und Nachbarschaft

Ausgehend vom Verwendungszweck und der Lagercharakteristik der Anlage gehen die primären Gefahrenpotentiale durch folgende Schadensszenarien aus:

- Biogasfreisetzung durch Risse verschiedener Größe der Gasspeicherfolie,
- Biogasfreisetzung durch Versagen der Gasspeicherfolie,
- Biogasfreisetzung durch Überdrucksicherungen

sowie

- in Brand geraten der Dachhautfolie.

An allen zu betrachtenden Szenarien ist gasförmiges Biogas beteiligt, welches aufgrund der Eigenschaften und der vorhandenen Menge als einzig störfallrelevant auf dem Betriebsgelände Wohnste einzustufen ist.
Die Ursachen, bzw. die Verhinderung solcher Unfälle sind nicht Bestandteil des vorliegenden Dokumentes.

4.1 Stoffliche Risiken Biogas

Die Angaben zur Zusammensetzung von Biogas sind im Sicherheitsdatenblatt /U5/ enthalten. Biogas besteht demnach im Durchschnitt zu ca. 50-60 % aus Methan und ca. 40-50 % aus Kohlendioxid /U5/.[1] Darüber hinaus enthält es einen geringen Teil an Schwefelwasserstoff, das als sehr giftig eingestuft ist. Aufgrund des im Biogas enthaltenen Methangases wird Biogas als hochentzündlich eingestuft und fällt unter die Nr. 8 der Störfall-Verordnung /2/.

Explosionsgefährdung
Störfallrelevant wirkt bei Biogas vor allem die Fähigkeit zur Bildung explosionsfähiger Gemische mit der Umgebungsluft. Hauptverantwortlich dafür ist der Bestandteil Methan (CH_4).

[1] Diese Werte sind als Standardwerte einzustufen. Auf der untersuchten Biogasanlage angenommen Werte können davon unterscheiden und sind in den Randbedingungen zur Berechnung explizit dargestellt.

Stoffeigenschaften Methan als Bestandteil von Biogas

Explosionsgrenzen CH_4:	UEG (untere Explosionsgrenze) 4,4 Vol. %
	OEG (obere Explosionsgrenze) 17 Vol. %

Methan ist dem R-Satz - R12 - hochentzündlich zuzuordnen.

Toxische Gefährdung

Als weiterer kritischer Bestandteil ist Schwefelwasserstoff im Biogas enthalten, das den folgenden R-Sätzen unterliegt:

R12 – Hochentzündlich,
R26 - Sehr giftig beim Einatmen,
R50 - Sehr giftig für Wasserorganismen.

Demzufolge fällt Schwefelwasserstoff unter die Stoffnummern 1, 8 und 9a, der Stoffliste im Anhang I der Störfallverordnung.

In der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste können durch die Entschwefelung während des Fermentationsprozesses Schwefelwasserstoffkonzentrationen von max. 20 ppm im Rohbiogas erreicht werden.

Schwefelwasserstoff wird als sehr giftig eingestuft. Im Hinblick auf die störfallrelevanten Gefahren durch Schwefelwasserstoff sind daher besonders die toxischen Risiken zu berücksichtigen. Aufgrund des geringen Anteils an Schwefelwasserstoff im Verhältnis zum Methan im Biogas, wird die Explosionsfähigkeit von Schwefelwasserstoff nicht separat untersucht und durch die Betrachtung der Explosion von Methan mit abgedeckt.

In den Regelwerken und Richtlinien werden folgende Werte zur Quantifizierung der Toxizität von Schwefelwasserstoff in der Atemluft verwendet:

		H_2S Konzentration	zul. Einwirkzeit
Giftigkeit:	AEGL-2 Wert	41 ppm	≥ 10 min
	EPRG-2 Wert	30 ppm	≥ 60 min
	Tödliche Wirkung	ab 500 ppm	kurzzeitig

Definitionen

Der ERPG-2 Wert beschreibt die maximale luftgetragene Konzentration unterhalb derer angenommen wird, dass Individuen dieser 1 Stunde ausgesetzt werden können, ohne dass ihnen irreversible oder andere gravierende Gesundheitseffekte widerfahren.

Der AEGL-2-Wert ist die Konzentration in Luft, bei der angenommen wird, dass empfindliche Personen exponiert sein können, ohne dass irreversible oder andere ernste Gesundheitsbeeinträchtigungen auftreten oder dass die Fähigkeit zur Flucht beeinträchtigt wird.

4.2 Stoffeigenschaften Chlorwasserstoff

Toxische Gefahren

Chlorwasserstoff kann auf dem Betriebsbereich der Behrens GbR in Wohnste nur als Verbrennungsprodukt bei der Verbrennung einer Behälterdachhaut vorkommen. Ein solches Szenario gehört nicht zu bestimmungsgemäßen Betrieb und ist ausschließlich als Dennoch-Störfall zu betrachten.

Chlorwasserstoff unterliegt den folgenden R-Sätzen:

R23 – Giftig beim Einatmen,

R35 - Verursacht schwere Verätzungen.

Die toxischen Gefahren können wie folgt eingestuft werden:

			Einwirkzeit
Giftigkeit:	AEGL-2-Wert	100 ppm	≥ 10 min
	EPRG-2-Wert	20 ppm	≥ 60 min

Da Chlorwasserstoff nur als Verbrennungsprodukt im Dennoch-Störfall vorkommt, kann es somit nicht als ständig vorgehaltender Stoff deklariert werden. Die mögliche Menge an Chlorwasserstoff auf dem Betriebsgelände ist abhängig von der verwendeten Folienzusammensetzung und der Menge (Dachfläche) der Folien. Weiterhin ist zu beachten, dass das Auftreten von Chlorwasserstoff auf dem Betriebsgelände nicht in sofortiger Form erfolgt, sonder in zeitlicher Abhängigkeit der Verbrennungsfunktion (Brandbeschleunigung, Brandgeschwindigkeit). Ergänzend beeinflussen weitere Fragestellungen nach Ort des Brandherdes und die Anzahl der Brandnester die mögliche Menge des Freigesetzen Chlorwasserstoffes.

4.3 Bildung eines Störfall-Szenarios

Im Rahmen dieser Einzelfallbetrachtungen werden die Auswirkungen untersucht, die zu erwarten sind, wenn trotz Störfallverhinderungsmaßnahmen in der Biogasanlage der Behrens GbR

- Auslegungsstörfälle

oder

- Dennoch-Störfälle

auftreten.

In Zuge dieser Untersuchungen werden quantitative Berechnungen unabhängig der Eintrittswahrscheinlichkeiten vorgenommen. Zu diesem Zweck wird unterstellt, dass in der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste

- die größte zusammenhängende Menge an Biogas bei einem vollständigen und spontanen Versagen der Dachhaut unkontrolliert freigesetzt wird,
- Biogas durch ein definiertes Leck an der Dachhaut kontinuierlich freigesetzt wird,
- das freigesetzte Biogas im Freiraum gezündet wird

und

- die Dachhaut unkontrolliert vollständig abbrennt.

Die größte zusammenhängende Menge an Biogas ist die, welche in der Biogasanlage der Behrens GbR jeweils in den neu errichteten Gärproduktlägern 1 und 2 vorgehalten werden kann. Diese beiden Behältertypen besitzt ebenfalls die größte Dachhhautfläche, welche bei Annahme eines Brandes die größten Gefährdungspotentiale hinsichtlich auftretender Brandgase beinhält.
Die Betrachtung der Störfallverhinderungsmaßnahmen ist nicht Bestandteil dieser Stellungnahme.

5 Berechnungen

5.1 Berechnungsgrundlagen

Primärer Bestandteil der Abstandsbetrachtung ist die Ausbreitungsberechnung der freigesetzten Gaswolke, in der Konzentrationen von toxischen und brennbaren Bestandteilen vorhanden sind.
In Folge dessen können die toxischen Risiken und die Gefährdungen einer explosiven Zone als Funktion des Abstandes zur Freisetzungsquelle dargestellt werden. Zusätzlich werden die Druckwellenauswirkungen einer möglichen Zündung der freigesetzten Gaswolke betrachtet und dargelegt. Es werden die mittleren Ausbreitungsbedingungen gemäß VDI 3783 angewendet.
Die Einzelfallbetrachtung der Ausbreitung von freigesetzten Gasen und Brandgasen in der Biogasanlage der Behrens GbR erfolgt mit den Programmen STOER und Pronuss in der Version 7.
Diesen Programmen ist zur Berechnung der Gasausbreitung die Richtlinie VDI 3783 implementiert. Die Berechnungen der Auswirkungen des Explosionsdruckes einer Biogaswolkenexplosion erfolgt nach dem international anerkannten TNO-Multi-Eneregy-Modell.

Die Sachverständigen weisen darauf hin, dass Berechnungsergebnisse, die mit dem Rechenmodell der Richtlinie VDI 3783-Blatt 1 berechnet wurden für Entfernungen < 100 m nicht mehr durch Ausbreitungsversuche verifiziert sind. Die Ergebnisse wurden durch das verwendete Programm linear interpoliert und stellen konservative Kalkulationen dar.

Es wird zusätzlich darauf hingewiesen, dass die betrachteten Stofffreisetzungen ursachenunabhängig angenommen werden. Somit wird bei den im Folgenden beschriebenen Szenarien nicht betrachtet, ob die Freisetzung verfahrenstechnisch oder durch Eingriffe Unbefugter verursacht wurde.

5.2 Berechnung von Auslegungs-Störfallauswirkungen

Zu den Störfällen, welche durch vernünftigerweise nicht auszuschließenden Gefahrenquellen verursacht werden, gehören kleinere Freisetzungen von störfallrelevanten Stof-

fen (in diesem Fall wurde Biogas als störfallrelevanter Stoff identifiziert) und Freisetzungen durch größere Leckagen, welche im Sinne einer Gefahrenanalyse denkbar wären.

Betriebsbedingte Gasaustritte d.h. vernünftiger Weise nicht auszuschließende Freisetzungen von Gasen in kleineren Mengen im störungsfreien Betrieb, werden mit Berücksichtigung des Explosionsschutzes inklusive der Einteilung in explosionsgefährliche Bereiche und der automatischen Überwachung mit Gaswarnsystem hinreichend betrachtet. Dagegen wird zur Szenarienbildung unterstellt, dass größere Mengen an gefährlichen Stoffen aus eigentlich technisch dichten Anlagenteilen unkontrolliert in die Umgebung austreten.
Eine größere Leckage der Gasspeicherfolie, welche die Abgrenzung eines größeren Speichervolumens an störfallrelevanten Stoffen zu Umgebung darstellt, ist im Lebenszyklus einer Biogasanlage nicht vollkommen auszuschließen.

5.2.1 Gasfreisetzung durch Dachhautleckagen

Im Folgenden werden die Explosions- und die toxischen Gefährdungen durch eine kontinuierliche Biogasfreisetzung aus einem größeren Leck an der Dachhaut eines Gasspeichers untersucht.
Dabei wird angenommen, dass zunächst die Wetterschutzplane versagt und anschließend die darunterliegende Gasspeicherhaube ohne Benennung der Ursache aufreißt und somit ein Leck verursacht.
Es sei darauf hingewiesen, dass das Versagen beider Schutzfolien als ein sehr unwahrscheinliches Szenario angenommen werden muss. Dieses soll dennoch zur weiteren Untersuchung herangezogen werden.

Der durch den weiterführenden Fermentationsprozess erzeugte Biogasvolumenstrom wird nun ungehindert als kontinuierlicher Volumenstrom in die Umgebung freigesetzt.

Die vorliegende Untersuchung wird anhand von drei Volumenströmen vorgenommen. Von diesen Volumenströmen ist der Biogasvolumenstrom 1 der zu erwartende Volumenstrom einer Anlage dieser Größenordnung. Die Biogasvolumenströme 2 und 3 sind weit überdimensioniert, um eine konservative Beurteilung zu ermöglichen.

Randbedingungen und Eingabeparameter für die Ausbreitungsberechnung:

Quellparameter

- Biogasvolumenstrom 1 (geplant) = 450 m³/h
- Biogasvolumenstrom 2 (überdimensioniert 1) = 900 m³/h
- Biogasvolumenstrom 3 (überdimensioniert 2) = 2.000 m³/h
- Freisetzungsdauer (jeweils) 600 Sekunden[2]

Quelldimensionen:

- Es wird ein Riss mit den Abmaßen: 18 m Länge (Behälterradius) und 1 m Breite angenommen

Umgebungsparameter

- Umgebungstemperatur: 20 °C
- Windgeschwindigkeit:
  - mittlere Ausbreitungssituation: 3 m/s
- Witterung: kein Regen
- Rauigkeit der Umgebung: 2 (z0=0,2 m)
- Stabilitätsklasse: different
- Mittlere Bebauungshöhe: 10 m
- Freisetzungshöhe: 6 m

Stoffeigenschaften der kritischen Hauptbestandteile im Biogas:

- Methan[3]: (Bestandteil mit 52 Vol. %)
  - UEG (untere Explosionsgrenze): 4,4 Vol.%
  - OEG (obere Explosionsgrenze): 17 Vol.%
- Schwefelwasserstoff[4]: (Bestandteil mit 200 ppm)
  - Molmasse: 34,08 g/mol
  - Dichte bei 0 °C: 1,53 kg/m³
  - Relative Gasdichte 1,18

    (Dichteverhältnis zu trockener Luft bei gl. Temp. und gleichem Druck)

Die Ausbreitungsrechnung wird weiterhin nach VDI 3783 Blatt 1 durchgeführt.

[2] Entsprechend KAS 18
[3] Quelle: GESTIS Stoffdatenbank
[4] Quelle: GESTIS Stoffdatenbank

Ergebnisse der kontinuierlichen Gasfreisetzung/Leckage

Die Berechnung nach der Richtlinie VDI 3783 hat ergeben, dass bei dem größten der vorgebenden Biogasvolumenströme (2.000 m³/h) aus einem Leck mit den beschriebenen Dimensionen, die UEG bereits bei Entfernungen > 20 m um ein vielfaches unterschritten ist.

Aus diesen Berechnungen wird die Aussage abgeleitet, dass Explosionsgefährdungen sowie Gefahren durch toxische Inhaltsstoffe, bei den vorgebenden Leckagen (Anriss beider Folienhaben über den gesamten Behälterradius) bei Entfernungen > 20 m nicht zu erwarten sind.
Es wird von Berechnungen in dichterer Entfernung vom Freisetzungsort abgesehen, da die zu erwartenden Rechenergebnisse in solch geringen Entfernungen nicht mehr repräsentativ sind. Es wird darauf hingewiesen, dass das Rechenmodell der VDI 3783 nicht für Nahbereiche geeignet ist (vgl. dazu Abschnitt 5.1).

5.2.2 Gasfreisetzung durch größere Dachhautleckage

Als größtmögliches Szenario eines Auslegungs-Störfalles wird zur weiteren Untersuchung unterstellt, dass die Dachhaut großflächiger versagt („aufreißt") und somit einen Öffnungsquerschnitt am Rand des Behälters freigibt, durch welches der Biogasinhalt nun ungehindert an die Umgebung freigesetzt werden kann.
Es wird angenommen, dass ca. 30% der gesamten Zylinder-Kreisfläche freiliegen.
Zur weiteren konservativen Betrachtung, erfolgt die Untersuchung an den Gärproduktlägern 1 und 2, da in diesen das größte Biogasvolumen und damit ebenfalls das größte Gefährdungspotential auf dem Betriebsgelände zu erwarten sind.

Dieser Störfall ist bereits als sehr unwahrscheinlich zu werten und stellt bereits die Abgrenzung zu einem Dennoch-Störfall dar.

Aufgrund des dichteneutralen Charakters von Biogas, sowie dem nur geringen Überdruck im Behälter wird angenommen, dass das Biogas in einem Zeitfenster von ca. 10 Minuten (600 Sekunden) vollständig über die Öffnung im Membrandach eines Gärproduktlagers an die Umgebung abgegeben wird. Der Freisetzungs-Volumenstrom kann

dabei für die gesamte Zeitdauer als konstant angenommen werden. (gemäß Definition für *kontinuierliche Freisetzung* aus VDI 3783 - Blatt1).

Das gleichzeitige Aufreißen mehrerer Dachhäute der benachbarten Gasspeicher ohne Abbrand der Gasmenge ist nicht vorstellbar.

Randbedingungen und Eingabeparameter für die Ausbreitungsberechnung:

Umgebungsparameter

- Umgebungstemperatur:	20 °C
- Windrichtung:	alle Richtungen möglich
- Mittlere Windgeschwindigkeit:	3 m/s
- Witterung:	kein Regen
- Rauhigkeit der Umgebung:	2 (z_0=0,2 m)
- Stabilitätsklasse:	indifferent
- Mittlere Bebauungshöhe:	10 m

Quellparameter (Gärproduktlager I)

- Biogasvolumen:	ca. 6.059 m³
- Biogasmenge:	ca. 7.876 kg[5]
- Quellradius:	ca. 16 m
- Freisetzungshöhe[6]:	6 m
- Öffnungsfläche (ca. 30%):	ca. 241 m² (L 10 m/B 24,1 m)
- Freisetzungsdauer:	ca. 10 Minuten (600 Sek.)

Stoffeigenschaften der kritischen Hauptbestandteile Biogas

• Methan[7] (52 Vol. %)	
- UEG (untere Explosionsgrenze):	4,4 Vol.%
- OEG (obere Explosionsgrenze):	17 Vol.%

(Dichteverhältnis zu trockener Luft bei gl. Temp und gleichem Druck)

[5] Es wird eine Dichte von 1,3 kg/m³ angenommen.
[6] Entspricht dem Behälterrand üOK
[7] Quelle: GESTIS Stoffdatenbank

Die Ausbreitungsrechnung wird mit dem Programm Pronuss7 nach VDI Richtlinie 3783-Blatt 1 durchgeführt.

Als weitere Parameter werden angenommen:

- Die Umgebung wird für die Berechnung als eben angenommen.
- Für die Bodenrauhigkeit wird entsprechend der vorliegenden Umgebungsverhältnisse die Klasse 2 gewählt.

Ergebnisse Explosionsgefährdungen durch Biogasfreisetzung

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Explosionsgefährdungen durch Biogas (Erreichen UEG) für die mittlere Ausbreitungssituation sind im Bild 2 dargestellt.

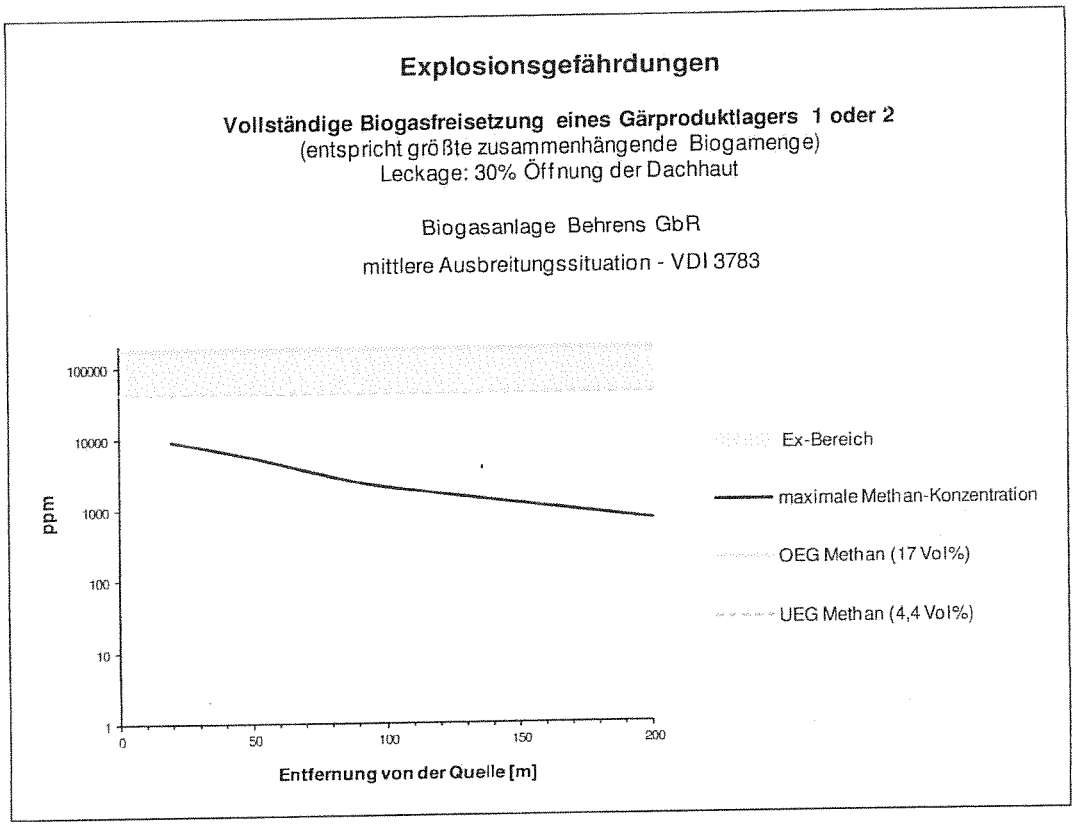

Bild 2: Methankonzentration in Entfernung von der Quelle (Gärproduktlager 1 oder 2)

Auswertung Szenario 3: Ausbreitung zündfähiger Atmosphäre

Die Berechnung nach der Richtlinie VDI 3783-1 hat ergeben, dass bei der 100%-Freisetzung der maximalen Gasmenge des Gärproduktlagers 1 oder 2 aus einem Leck

mit den beschriebenen Dimensionen, die UEG bereits bei Entfernungen > 20 m um ein vielfaches unterschritten ist.
Aufgrund dieser Beobachtungen wird die Aussage getroffen, dass Explosionsgefährdungen bei Entfernungen > 20 m nicht zu erwarten sind. Es wird von Berechnungen in dichterer Entfernung vom Freisetzungsort abgesehen, da die zu erwartenden Rechenergebnisse in solch geringen Entfernungen nicht mehr repräsentativ sind. Es wird darauf hingewiesen, dass das Rechenmodell der VDI 3783 für Nahbereiche konservative Ergebnisse liefert (vgl. Abschnitt 5.1).

5.3 Betrachtung von Dennoch-Störfallauswirkungen

Im Folgenden werden Abstandsbetrachtungen unter der Verwendung von Dennoch-Störfallablaufszenarien vorgenommen.

<u>Definition von Dennoch-Störfällen:</u>
„Unter Dennoch-Störfällen werden Störfälle verstanden, die von vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquellen ausgehen und deren Eintritt daher durch störfallverhindernde Maßnahmen nach § 3 Abs. 1 StörfallV in der Regel nicht verhindert werden kann.“ /SFK-GS 26/

Die Dennoch-Störfälle sind insbesondere für die Planung von Alarm- und Gefahrenabwehrmaßnahmen, für die Katastrophenschutzplanung und auch für Flächenänderungsnutzungsverfahren (land-use-planing) von Bedeutung.

In der vorliegenden Untersuchung wird zur Quantifizierung möglicher Gefahren von solchen Szenarien Gebrauch gemacht, da durch die Verwendung von Dennoch-Störfällen die größtmöglichen Auswirkungen abgeschätzt werden können. Somit wird eine sehr konservative Betrachtungsweise ermöglicht.

5.3.1 Ermittlung der Ausbreitung einer zündfähigen Atmosphäre im Dennoch-Störfall bei kompletter Entfernung der Dachhaut

Die weitere Untersuchung unkontrollierter Biogas-Freisetzungen und die Ermittlung möglicher exponierter Bereiche erfolgt unter der Annahme eines sog. Dennoch-Störfalles. Im Rahmen dieser Betrachtungen werden die Auswirkungen untersucht, die zu erwarten sind, wenn große Mengen an Biogas bei einer Störung trotz Störfallverhinderungsmaßnahmen unkontrolliert freigesetzt und gezündet werden.

Als Dennoch-Störfall wird die Komplettfreisetzung eines der beiden gasdichten Gärproduktlager 1 oder 2 der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste angenommen.
Analog zu den vorherigen Szenarien erfolgt die Berechnung ohne Betrachtung der Eintrittswahrscheinlichkeiten eines solchen Ereignisses.
Erschwerend wird angenommen, dass das freigesetzte Gärproduktlager zum Zeitpunkt der Komplettfreisetzung vollständig gelehrt vorliegt und der Inhalt somit zu 100 % aus Biogas besteht.

Es wird angenommen, dass die Dachhaut eines der beiden Gärproduktläger 1 oder 2 ursachenunabhängig komplett entfernt und der Biogasinhalt ungehindert in die Umgebung freigesetzt wird. Dabei wird unterstellt, dass das im Dachraum befindliche Gasvolumen oberhalb der Behälterkrone gemäß der Definition *spontaner Freisetzung* der VDI 3783-1 innerhalb einer Sekunde an die Umgebung freigesetzt wird. Weiterhin wird konstruiert, dass das restliche, im nach oben offenen Behälter verbleibende Gasvolumen nun aufgrund des dichteneutralen Charakters von Biogas, sowie dem nur geringen Überdruck im Behälter innerhalb eines Zeitfensters von ca. 30 Sekunden vollständig an die Umgebung abgegeben wird (gem. Definition für *kontinuierliche Freisetzung* aus VDI 3783 - Blatt1).
Beide Freisetzungsabschnitte bilden zusammenhängend ein Freisetzungsszenario, mit welchem die Berechnung nach der Richtlinie VDI 3783-1 durchgeführt wird.

Randbedingungen und Eingabeparameter für die Ausbreitungsberechnung
Zur quantitativen Abschätzung der Auswirkungen im Dennoch-Störfall werden die mittleren Ausbreitungssituationen gemäß VDI 3783 gewählt, da die Freisetzung der ge-

samten Gasmenge bei gleichzeitigem Vorhandensein von nahezu Windstille (1 m/s) und Inversionswetterlage bezüglich der Wahrscheinlichkeit des Auftretens als exzeptioneller Störfall bewertet werden muss.

Umgebungsparameter

- analog der vorhergegangenen Berechnungen

Quellparameter (Gärproduktlager 1)

- Biogasvolumen:	ca. 6.059 m^3
- Biogasmenge:	ca. 7.876 kg[8]
o davon Biogasmasse in Dachhaube	ca. 1.604 kg
o davon Biogasmasse in Zylinder	ca. 6.273 kg
- Quellradius:	16 m
- Quellhöhe:	9 m

Stoffeigenschaften der kritischen Hauptbestandteile im Biogas:

- analog der vorhergegangenen Berechnungen

Die Ausbreitungsrechnung wird weiterhin mit dem Programm Pronuss 7 nach VDI 3783 Blatt 1 durchgeführt.

Ergebnisse Explosionsgefährdungen durch Biogasfreisetzung

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Explosionsgefährdungen durch Biogas (Erreichen UEG) für die mittlere Ausbreitungssituation sind im 3 dargestellt.

[8] Es wird eine Dichte von 1,3 kg/m^3 angenommen.

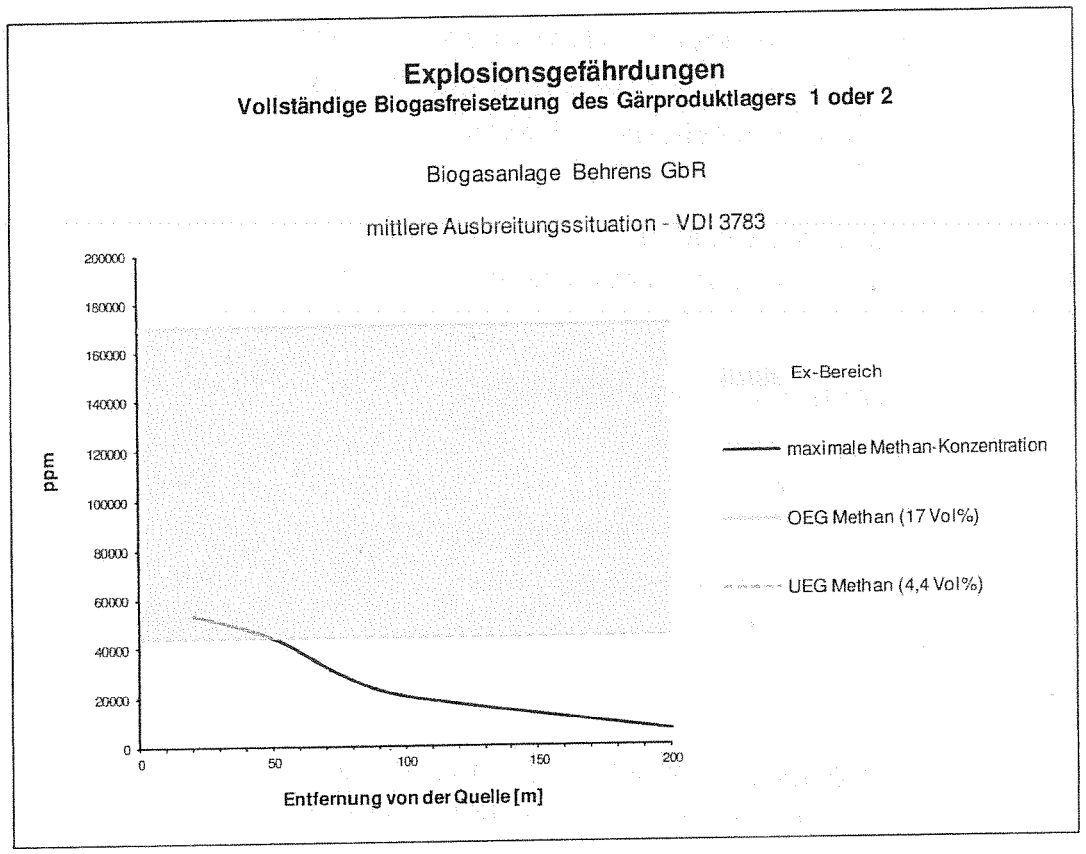

Bild 3: Methankonzentration in Entfernung von der Quelle (Gärproduktlager 1 oder 2)

Auswertung Szenario 1: Ausbreitung zündfähiger Atmosphäre

Bei der 100%-Freisetzung der maximalen Gasmenge eines der freigesetzten Gärproduktlager besteht Explosionsgefahr in Windrichtung innerhalb von maximal ca. 50 m vom äußeren Rand des freigesetzten Gärproduktlagers.

Bild 4 stellt die möglichen exponierten Bereiche graphisch dar. Im Bild 4 ist nur die mögliche Ausbreitung des nördlichen Gärproduktlagers dargestellt, da dieser die geringste Entfernung zum nächstgelegenen außerbetrieblichen Objekt aufweist. Diese Entfernungen können auf das weitere Gärproduktlager übertragen werden.
Die graphische Auswertung dient zur Untersuchung der möglichen Gefährdungen in den äußeren Nachbarbereichen. Es wird darauf hingewiesen, dass eine gleichzeitige Freisetzung mehrerer Behälter nicht zu befürchten ist.

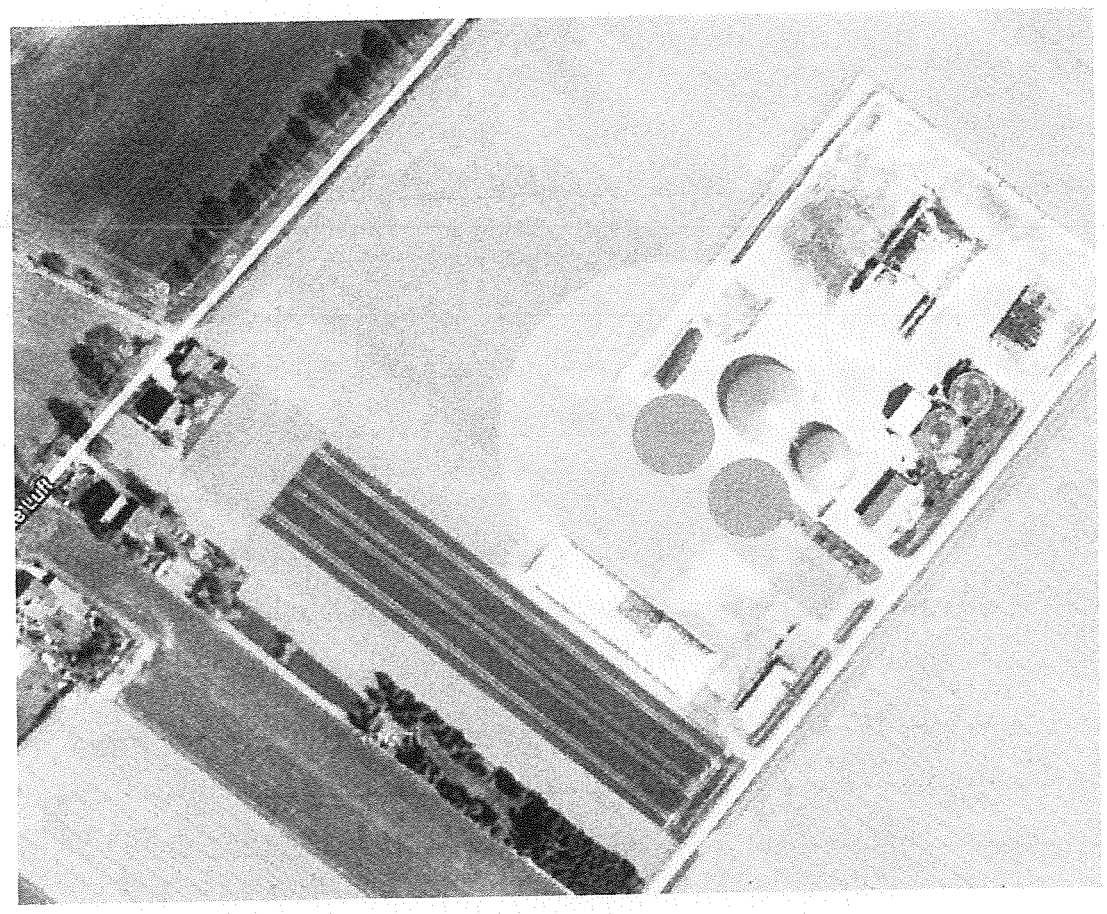

Bild 4: Ausbreitung der explosionsgefährlichen Atmosphäre ausgehend des nördlichen Gärproduktlagers – schemenhaft Windrichtungsunabhängig /Quelle: Google Maps/

Es ist zu beachten, dass das Bild 4 windrichtungsunabhängig dargestellt ist. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass nicht alle im Radius befindlichen Gebiete gleichzeitig einer explosionsgefährlichen Atmosphäre ausgesetzt sind, sondern nur einzelne Bereiche, welche sich zum Zeitpunkt der Freisetzung innerhalb der Windeinzugsrichtung befinden. Dabei ist eine Ausbreitungszone in elliptischer Form in Windrichtung zu erwarten.

Die explosionsfähige Zone kann unter den beschriebenen Randbedingungen und entsprechender Windrichtung aus Nordosten, bei Freisetzung eines der Gärproduktlager1 oder 2 über die westlichen bzw. südlichen Betriebsgrenzen hinausgehen.

Eine Zündung in diesem Bereich wäre unter den unwahrscheinlichen Randbedingungen des beschriebenen Dennoch-Störfalles, und dem gleichzeitigen Eintreten mehrerer

Randbedingungen nicht vollkommen auszuschließen. Die Folgen einer solchen Zündung werden im folgenden Abschnitt ermittelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass dieses Szenario sehr konservative Randbedingungen beschreibt, welche zusätzlich gleichzeitig eintreten müssen (Windrichtung, geringe Windgeschwindigkeit, 100% Gasinhalt im freigesetzten Gärproduktlager).
Es ist ebenfalls davon auszugehen, dass bereits zuvor eine Zündung auf dem Biogasanlagengelände erfolgt und in Folge essen nicht zu einer größeren Ausbreitung bis über die Betriebsanlagengrenzen hinaus kommt.
Mit weiterem Blick auf die Nachbarschaft ist festzustellen, dass sich im aktuellen Planungsstand keine schutzbedürftigen Gebiete im Sinne des § 50 Satz 1 BImSchG sowie Leitfaden KAS 18 innerhalb dieser Entfernungen einer möglichen explosionsfähigen Atmosphäre angesiedelt sind.

Berücksichtigung der Windrichtung

Mit Blick auf die Nachbarschaft werden die ersten schutzbedürftigen Objekte in ca. 180 m westlicher Richtung erreicht.
Die Hauptwindrichtung für den Standort wurde gemäß DWD Bremen 2004 mit Süd-West festgestellt. Damit liegen diese Objekte nicht innerhalb der Haupteinzugsrichtung.

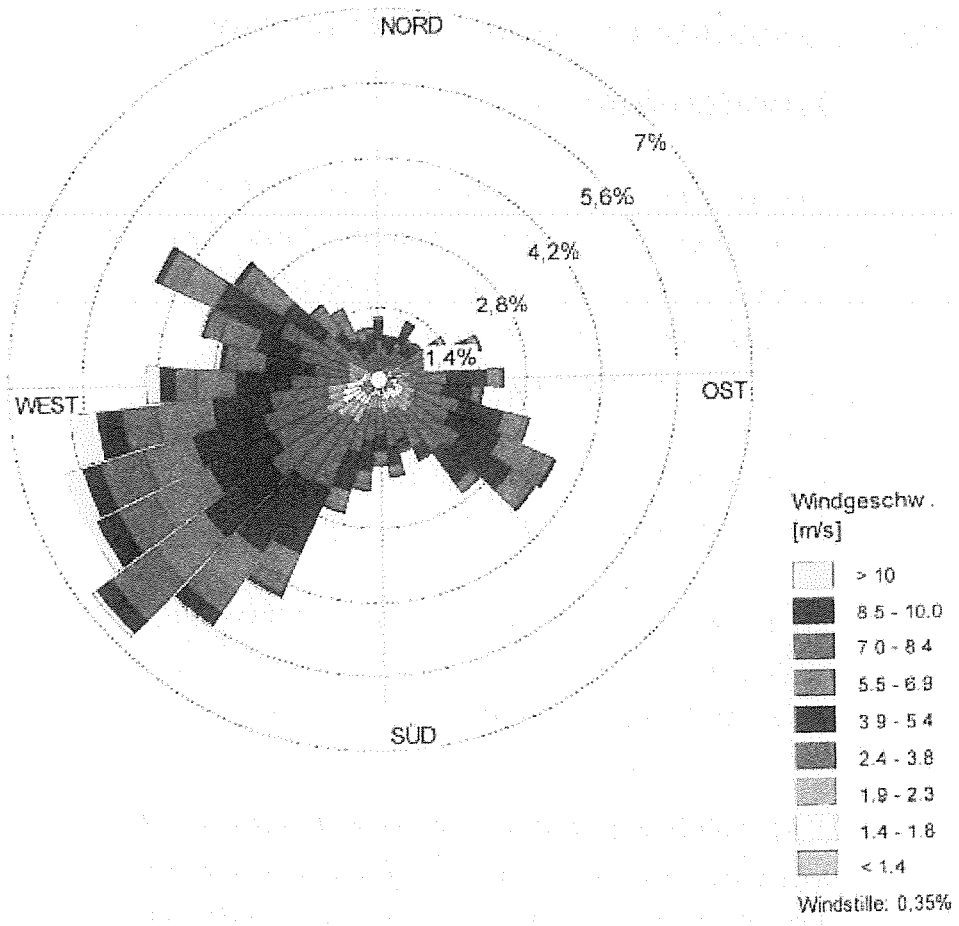

Bild 5: Windrichtungsverteilung
/Quelle: Geruchsgutachten; TÜV NORD Umweltschutz; 112UBP085/

Die Objekte mit der kürzesten Entfernung zum Standort liegen somit außerhalb und teilweise entgegen der Hauptwindrichtung. Im Bereich der Hauptwindrichtung sind primär unbebaute landwirtschaftliche Flächen anzufinden.

5.3.2 Auswirkungen durch Zündung der Biogaswolke im Dennoch-Störfall

Unter sehr konservativen Randbedingungen wird angenommen, dass sich ausgehend der beschriebenen Freisetzung eines der beiden Gärproduktlager 1 oder 2, eine Biogaswolke größeren Ausmaßes im Außenbereich aufkonzentriert hat.
Ausgehend einer wirksamen Zündung der freigesetzten Biogaswolke ist der dabei erzeugte Explosionsüberdruck als primäre Auswirkungen mit schädigender Beeinflussung zu benennen.
Im Folgenden werden daher die Spitzenüberdrücke, welche bei Explosion der freigesetzten Biogaswolke möglich sind, berechnet und quantitativ dargestellt.

Zur Untersuchung des Ablaufes einer Gaswolkenexplosion wird das Multi-Energy-Modell nach TNO verwendet. Die Berechnung der Explosionsüberdrücke wird mit dem Programm Pronuss 7 durchgeführt, in welchem das genannte Modell implementiert ist.

TNO/Multi-Energy-Modell - Randbedingungen und Vorbetrachtungen
Gaswolken, die wie in diesem Fall ursachenunabhängig explodieren, entwickeln im Freien nur sehr geringe Explosionsdrücke. Haupteinflussparameter ist der Grad der Turbulenz, der mit zunehmender Größe die Flammengeschwindigkeit und damit den Explosionsdruck ansteigen lässt. Diese Einflüsse der Turbulenz werden beim TNO-Modell durch die Wahl entsprechender Kategorien berücksichtigt, welche ansteigend von 1 bis 10 unterschiedliche Turbulenzgerade darstellen. Die Kategorie 1 hat einen geringen maximalen Explosionsüberdruck, während die Kategorie 10 eine starke Detonation beschreibt.
Die wesentliche Fragestellung zur Berechnung ist die Wahl einer zum Szenario korrespondierenden Kategorie. Aufgrund der Gasfreisetzung aus dem Gärproduktlager I in einer Höhe von ca. 9-10 m und den bisher bekannten Bebauungsplänen des Betriebsgeländes ist bei der Modellrechnung nicht mit einer nennenswerten Verdämmung durch angrenzende Bebauung zu rechnen. Im Pronuss-Handbuch /U6/ wird als Hilfestellung die Matrix von Kinsella angegeben. Mit dieser Matrix wird unter den drei Parametern geringer Zündenergie, geringe Verblockung und geringe Verdämmung die Kategorie 2-3 empfohlen. Konservativ wird die Kategorie 3 gewählt.

Randbedingungen und Eingabeparameter für die Explosionsdruckberechnung

Lage der Zündqelle

- Es wird angenommen, dass die Zündung bei einer Entfernung von ca. 20 m hinter der Zylinderwandung erfolgt. Dies beruht auf die Feststellungen, dass im Bereich von 50 m die ausgetretene Biogaswolke noch zündfähig ist und dass bereits auf dem Betriebsgelände der Biomasseanlage mehrere Zündquellen vorhanden sind um die Gasmenge wirksam zu zünden.

Quellparameter

- Max. Biogasvolumen GPL 1 oder 2: ca. 6.059 m^3
- Molmasse: 16,10 g/mol
- Flammenfrontgeschwindigkeit: 3,5 m/s

Eigebeparameter TNO/Multi-Energy-Modell

- Kategorie: 3

Zur Berechnung wird mit dem Programm Pronuss v7 ein Gasgemisch, bestehend aus 50% Methan und ca. 50% Kohlendioxid und unter Berücksichtigung der vorhergegangenen Ergebnisse einer Ausbreitungsberechnung untersucht.

Ergebnisse der Explosionsdruckberechnung

Die folgenden Abstandsangaben beziehen sich auf den Abstand vom Rand des Gärproduktlagers und berücksichtigen die Drift der Gaswolke.

Zusammenfassend ist der Explosionsdruckverlauf als Funktion über der Entfernung vom Behälterrand im Bild 6 dargestellt.

Explosionsüberdruck - Gärproduktlager 1 oder 2 - Biogasanlage Behrens GbR

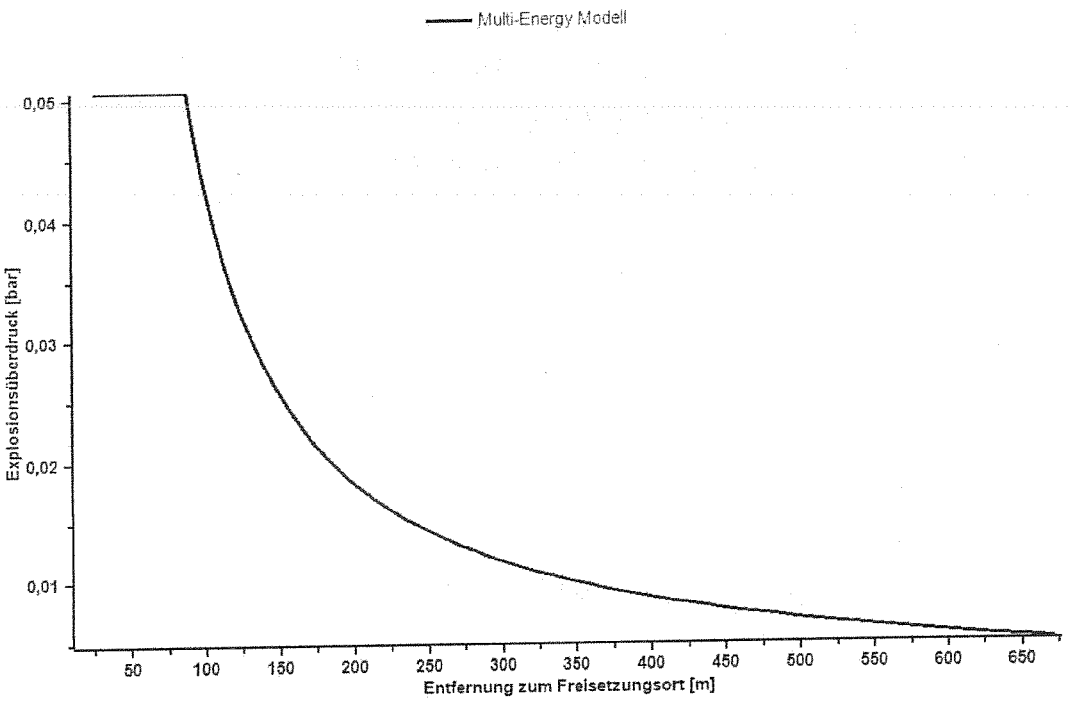

Bild 6: Explosionsüberdrücke – Gärproduktlager 1 oder 2

<u>Bewertung möglicher Auswirkungen durch Explosionsdruck:</u>

Folgende Schadensbilder sind dem Programm-Handbuch /U6/ entnommen und basieren auf Forschungsberichten des Umweltbundesamtes (UBA) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

Tabelle 1: Glasschäden

Glasschäden		
Bruch von 10 % der Scheiben	0,01 bar	345 m
Bruch von 75 % der Scheiben	0,03 bar	132 m
Bruch von 100 % der Scheiben	0,05 bar	89 m

Tabelle 2: Personenschäden

Personenschäden		
Grenzwert gemäß KAS 18	0,1 bar	Nicht erreicht
Untere Grenze Trommelfellriss	0,175 bar	Nicht erreicht
Untere Grenze für Lungenschäden	0,85 bar	Nicht erreicht
Untere Grenze für ernste Lungenschäden	1,85 bar	Nicht erreicht
Untere Letalitätsgrenze	2,05 bar	Nicht erreicht

Nach einer angenommenen Zündung liegt die Grenze für schwere Glasschäden bei ca. 89 m und für 75 % Scheibenbruch bei ca. 132 m.
Auswirkungen, welche mit „kein Funktionswert" gekennzeichnet sind, sind in dem dargestellten Szenario nicht zu erwarten. Der Toleranzbelastungswert für Spitzenüberdrücke ist gemäß dem Leitfaden KAS 18 /5/ mit 0,1 bar definiert.

Mit dieser Betrachtung sind keine der benachbarten Objekte direkt betroffen. Nicht vollkommen auszuschließen sind dennoch geringe Glasbrüche an leichten Fensterscheiben bei gleichzeitig auftretender Windrichtung aus Richtung Osten.

Die auftretenden Überdrücke erreichen selbst in näherer Entfernung keine Werte, welche Gesundheit von im Freien befindlichen Personen oder Passagiere eines PKW direkt negativ beeinflussen. Glasbruch kann an außerbetrieblichen Bebauungen in näherer Umgebung in Abhängigkeit der Scheibengröße und Stabilität nicht ausgeschlossen werden. Höhere Auswirkungen sind dagegen nicht zu erwarten.

Es wird darauf hingewiesen, dass die errechneten Werte für den ungehinderten Wirkungsweg zwischen Donator und Akzeptor gelten. Durch natürliche sowie künstliche Hindernisse wie. Z.B.: Wälle, Wände o.ä. können diese Werte abgeschwächt werden.

5.3.3 Ermittlung der Ausbreitung einer toxischen Atmosphäre im Dennoch-Störfall bei kompletter Entfernung der Dachhaut

Die toxischen Eigenschaften von Biogas werden primär durch den Schwefelwasserstoffanteil im freigesetzten Gasvolumen bestimmt. Daher soll im folgenden durch die Ausbreitungsberechnungen Gefährdungsbereiche bestimmt werden, innerhalb derer bestimmte gesundheitsschädliche Auswirkungen auf Personen angenommen werden müssen.

Diese Berechnung basiert ebenfalls auf der Annahme der vollständigen Freisetzung eines der beiden Gärproduktlager 1 oder 2 in der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste.

Randbedingungen und Eingabeparameter für die Ausbreitungsberechnung
Zur quantitativen Abschätzung der Auswirkungen im Dennoch-Störfall werden die mittleren Ausbreitungssituationen gemäß VDI 3783 gewählt.

Umgebungsparameter

- analog der vorhergegangenen Berechnungen

Quellparameter (Gärproduktlager 1 oder 2)

- analog der vorhergegangenen Berechnungen

Stoffeigenschaften der kritischen Hauptbestandteile im Biogas:

- analog der vorhergegangenen Berechnungen
- Folgende Stoffparameter werden hinzu geführt:

- Schwefelwasserstoff[9] (200 ppm)
  - Molmasse: 34,08 g/mol
  - Dichte bei 0 °C: 1,5355 kg/m³
  - Relative Gasdichte 1,18

Als Kriterium toxischer Gefahren wird im Leitfaden /KAS 18/ die Verwendung des ERPG-Wertes zur Flächennutzungsplanung empfohlen, u.a. da die Expositionsdauer von einer Stunde für die Zielrichtung der Flächennutzungsplanung als ausreichend zu bewerten ist. Da eine Exposition jedoch bereits bei geringeren Zeitdauern zu Schädigungen führen kann, wird in dieser Einzelfallbetrachtung zusätzlich der AEGL-2-Wert für 10 Minuten zur Beschreibung der für Menschen gefährlichen Gaskonzentrationen, bei deren Überschreitung mit irreversiblen Schäden zu rechnen ist, als Grenzschwelle dargestellt.

Für die Berechnung der Schwefelwasserstoffkonzentrationen als Funktion über die Entfernung zur Freisetzungsquelle wird konservativ eine Quellkonzentration von 200 ppm Schwefelwasserstoff verwendet. Die Ergebnisse der Berechnungen für die toxischen Gefährdungen durch Schwefelwasserstoff als Bestandteil des größten freigesetzten Volumens von Biogas, für die mittlere Ausbreitungssituation, sind im Bild 7 dargestellt.

[9] Quelle: GESTIS Stoffdatenbank

Ergebnisse toxischer Gefährdungen durch Biogasfreisetzung im Dennoch-Störfall

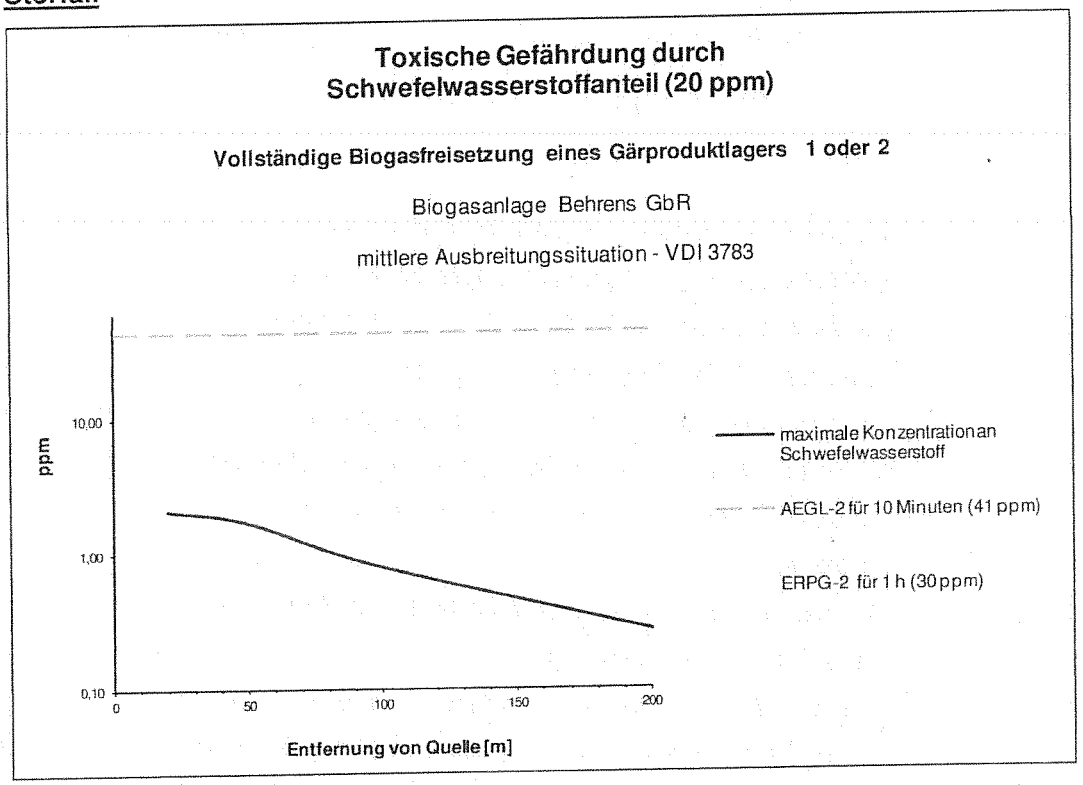

Bild 7: Schwefelwasserstoffkonzentrationen in Entfernung von der Quelle (Gärproduktlager 1 oder 2)

Auswertung: Toxische Gefahren (Bild 7)

Aufgrund von Maßnahmen zur Verminderung des Schwefelwasserstoffanteils im Rohbiogas ist eine toxische Gefährdung oberhalb des ERPG-2-Wertes für eine Stunde sowie des AEGL-2-Wertes für 10 Minuten selbst bei sehr geringen Abständen von der Ausbreitungsquelle nicht zu erwarten.

Somit ergeben sich auch für die dicht angrenzenden Objekte keine unmittelbaren Gefahren durch toxische Auswirkungen einer Gasfreisetzung.

5.3.4 Brand der Behälterdachhäute

Hierbei wird ein Abbrand der Dachhaut (Gasspeicherfolie mit Wetterschutzplane) eines der Gärproduktlager 1 oder 2 angenommen. Diese beiden Behälter besitzen auf dem

Betriebsgelände der Behrens GbR die größte Dachfläche und stellen somit die größte Brandlast dar.
Ohne Detailkenntnisse der auf der Biogasanlage der Behrens GbR in Wohnste verwendeten Folie, wird unterstellt, dass eine Dachhautfolie mit einem PVC-Anteil verwendet wird, da bei Verbrennung dieser Folienart Chlorwasserstoff als Brandprodukt freigesetzt wird. Bei Abbrand einer auf PE-basierender Folie ist nicht mit Entstehung von toxischen Brandgasen zu rechnen.

Die Grundlage der folgenden Berechnungen bilden die Ergebnisse von Brandversuchen, die der TÜV NORD an Dachhäuten auf PVC-Basis vornehmen ließ. Die dabei untersuchte Folie entspricht einem Folientyp, welcher dem heutigen Stand der Technik entspricht und auf vergleichbaren Biogasanlagen mit gasdichten Gärbehältern verwendet wird.
Da keine genaueren Informationen über die in der Biogasanlage der Behrens GbR installierte Folie vorliegen, werden die Untersuchungsergebnisse der o.g. Brandversuche herangezogen. Aus diesen Untersuchungen ist ersichtlich, dass die Folie ohne unterstützende Gasfeuerung abbrennt. Dieser Brandfall wird als worst-case bei den folgenden Berechnungen angenommen.

Bei den o.g. Laboruntersuchungen wurde festgestellt, dass beim Abbrand der PVC-Folie je Kilogramm 175 g HCL-Gase entstehen. Für die außerbetriebliche Auswirkungsbetrachtung ist die toxische Wirkung dieses Gefahrstoffes als primär zu benennen.

Modellbildung für die Chlorwasserstofffreisetzung beim Brand der Dachhaut

Ausgehend von den vorhergehenden Betrachtungen bei der Explosion und nach Auswertung der Brandversuche ist vorstellbar, dass die Dachhaut eines der beiden Gärproduktlager 1 oder 2 an mehreren Stellen aufreißt und das austretende Gas entzündet wird.

Dies brennt in einer gewissen Zeit ab und liefert so die Zündfeuerung für die Folien.
Es wird für die worst-case Betrachtung von einem vollständigen Abbrand der Folie ausgegangen.
Konservativ wird bei der vorliegenden Berechnung von doppelten Schadstoffwerten ausgegangen, um Fehlmessungen auszugleichen und eine konservative Betrachtungsweise zu erlangen.

Es wird idealisiert der Abbrand einer Dachhaut angenommen. Wird die für einen Brand einer Dachhaut ermittelte Zunahme der spezifischen Abbrand- und Ausbreitungsbeschleunigung von ca. 0,28 cm^2/s^2 und vereinfacht der gleichmäßige Abbrand von zeitgleich 5 Brandnestern zugrunde gelegt, so ist nach ca. 28 Minuten die Dachhaut abgebrannt. Dabei wird die maximale Schadstofffreisetzung idealisiert nach der Hälfte der Abbrandzeit erreicht.

Für die Ausbreitungsberechnung mit Pronuss v7 wurden wieder die Randbedingungen aus dem Freisetzungsszenario angenommen.

Randbedingungen und Eingabewerte

- Material:	PVC-Gewebe
- Fläche:	ca. 986 m^2

Der Konzentrationsverlauf ist Bild 8 zu entnehmen.

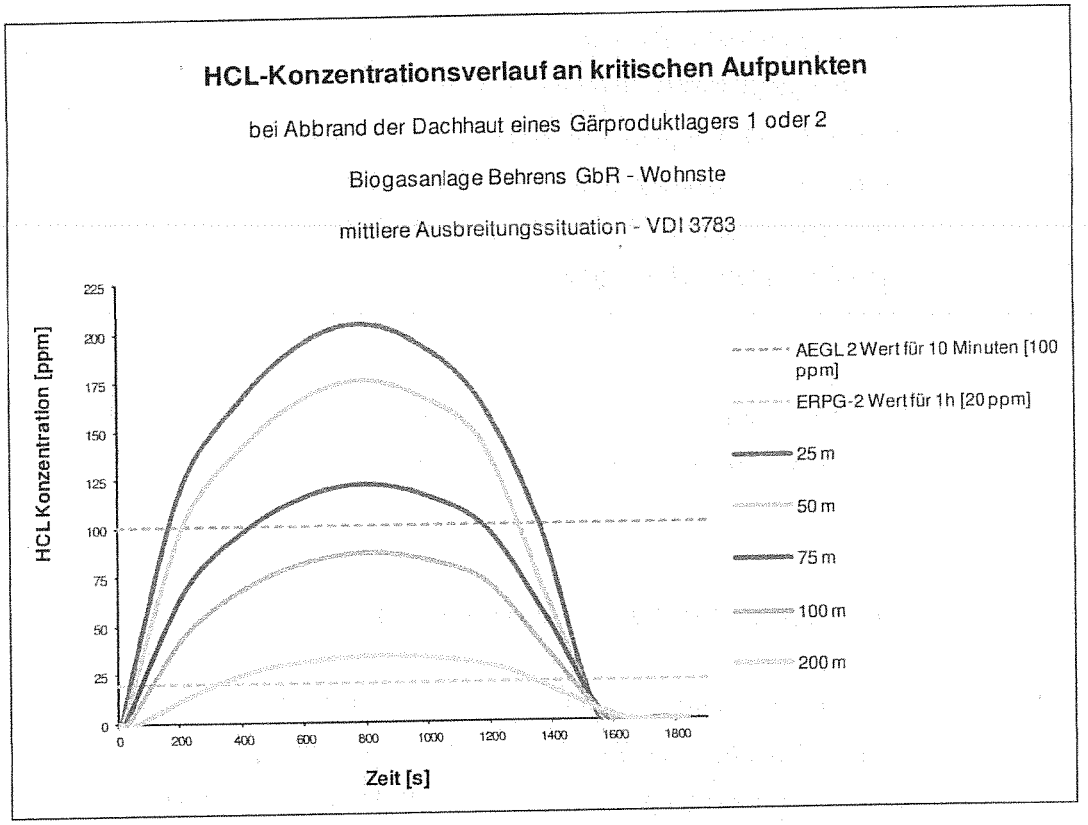

Bild 8: HCL-Konzentration in Brandgaswolke bei Abbrand der PVC-beschichteten Dachhaut eines Gärproduktlagers 1 oder 2

Auswertung Brandszenarien

Der AEGL-2-Wert beschreibt schwerwiegende schädliche Wirkungen in einem Expositionszeitraum von 10 Minuten. Bild 8 macht deutlich, dass sich im Freien befindliche Personen im Radius von < 25 m vom Rand des im Brand befindlichen Gärproduktlagers 1 oder 2 für ca. 17 Minuten dem AEGL 2-Wert ausgesetzt sind. Im Bereich von bis zu ca. 75 m beträgt der Expositionszeitraum bis zum Unterschreiten des AEGL-2-Wertes noch ca. 15 Minuten. Ab ca. 90 m wird der AEGL 2-Wert nicht mehr für einen längeren Zeitraum erreicht.

Mit Blick auf die angrenzende Nachbarschaft (Lageplan /U 1/) ist festzustellen, dass sich keine außerbetrieblichen Objekte innerhalb des AEGL-2-Wert für mehr als 10 Minuten befinden.

Der ERPG-Wert für 60 Minuten ist in diesem Fall nicht zu betrachten, da sich der Brand aufgrund fehlenden Brennmaterials nicht länger als ca. 28 Minuten halten kann.

Es ist zu erwähnen, dass die genannten Gefährdungsradien nur für den Aufenthalt im Freien geltend sind. Während eines Aufenthalts in geschlossenen Räumen ist von geringeren Gefährdungen auszugehen. Es ist ebenfalls anzunehmen, dass ein großflächiger Brand der Dachhaut optisch sehr gut wahrnehmbar ist und somit als Warnsignal auf die betroffenen Personen wirkt. Betroffene Personen haben somit ausreichende Möglichkeiten sich innerhalb von < 10 Minuten aus dem gefährdeten Gebiet zu entfernen.

Die auftretenden Wärmestrahlungen sind ausgehend des beschriebenen Brandszenarios von geringer Auswirkung auf die nähere Umgebung.

6 Bewertung der Auswirkungen

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Auswirkungen sowohl von Auslegung-Störfällen, als auch von unwahrscheinlicheren Dennoch-Störfällen unter den beschriebenen Szenarien einer Komplettfreisetzung von Biogas sowie dem Abbrand von Behälterdachhäuten untersucht.
Die Sachverständigen weisen darauf hin, dass diese Auswirkungen nur durch das Zusammenwirken mehrerer konservativer Randbedingungen erreicht werden. Im Folgenden werden die Sachverständigen eine zusätzliche Betrachtung, aus Sicht der getroffenen Annahmen und allgemeiner Gesichtspunkte, zu den Berechnungsergebnissen geben. Die unter konservativen Gesichtspunkten getroffenen Randbedingen [**RBxx**] werden wie folgt bewertet:

RB01 Das komplette Entfernen der Dachhaut eines Gärproduktlagers ist vernünftigerweise auszuschließen.

RB02 Das gleichzeitige Wirksamwerden von:

1. Komplettversagen der Dachhaut eines Gärproduktlagers,
2. bei gleichzeitig entleerten Gärproduktlager, was einem 100%igen Anteil an Gas entspricht,

kann als unwahrscheinlich angenommen werden.

RB03 Die ermittelten Abstände berücksichtigen die Strömung der Wolke bis zu einer Entfernung von ca. 50 m. Real ist eine Zündung der Wolke bereits vorher

beim Erreichen einer Zündquelle zu erwarten. Somit können sich die kritischen Abstände verringern.

BR04 Die toxische Zone kann sich real nur für einen Zeitraum von <10 Minuten im Freiraum halten, da sie zuvor durch Windeinfluss verdünnt wird.

Die Sachverständigen weisen darauf hin, dass die ermittelten Entfernungen windrichtungsunabhängig dargestellt sind.

RB05 Die ermittelten Entfernungen gelten nur für Objekte, die sich zum Zeitpunkt der Freisetzung innerhalb der Windeinzugsrichtung befinden.

RB06 Die Hauptwindrichtung am Standort ist gemäß DWD aus Südwestlicher Richtung zu erwarten. In dieser Richtung sind primär unbebaute Agrarflächen anzufinden. Die nächstgelegenen außerbetrieblichen Objekte befinden sich außerhalb, bzw. entgegen der Hauptwindrichtung.

7 Schlussfolgerungen

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die unter den beschriebenen Szenarien von Dachhautleckagen und einer Komplettfreisetzung von Biogas sowie dem Abbrand von Behälterdachhäuten zu erwartenden Auswirkungen untersucht.

Diese Auswirkungen lassen sich unter den beschriebenen Randbedingungen eines Dennoch-Störfalles wie folgt quantifizieren:

- Zündwillige Atmosphäre bei Dachhautleckage:	nicht erreicht
- Gefährdung durch Wärmestrahlung bei 100% Freisetzung:	50 m
- Zündwillige Atmosphäre bei 100% Freisetzung:	50 m
- Toxische Gefahren bei 100% Freisetzung (0,5 h):	nicht erreicht
- Glasbruch 10 % bei Zündung im Freiraum:	345 m
- Glasbruch 75 % bei Zündung im Freiraum:	132 m
- Glasbruch 100 % bei Zündung im Freiraum:	89 m
- Toxische Gefahren bei Abbrand der Dachhaut:	nicht erreicht

Diese Werte gelten jeweils in Windrichtung und vom Rand des jeweiligen Gärbehälters. Dabei ist wiederholend zu erwähnen, dass die nächstgelegenen Objekte nicht bzw. entgegen der Hauptwindrichtung Süd-West befinden.

Nach Auswertung der Ergebnisse der rechnerischen Einzelfallbetrachtung kommen die Sachverständigen zu der Erkenntnis, dass keines der aufgeführten benachbarten Schutzobjekte innerhalb der ermittelten Grenzkonzentrationen gemäß dem Leitfaden KAS 18 für

- Explosions- und
- toxische Risiken

liegt.

Zu den Berechnungsergebnissen ist zusätzlich zu erwähnen, dass diese als sehr konservativ zu betrachten sind (siehe Randbedingungen Abschnitt 6). Dies wird auch durch die Annahmen gemäß dem Leitfaden KAS 18 /5/, Kapitel 3.2, unterstützt, wo der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss sehr großer Rohrleitungen beim land-use-planing nicht zu berücksichtigen sind, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik als zu unwahrscheinlich zu betrachten sind.

Dipl.-Ing. (FH) Rottluff
Nach § 29a BImSchG
bekanntgegebener Sachverständiger der
TÜV NORD Systems
GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. (FH) Zöfel
Sachverständiger der
TÜV NORD Systems
GmbH & Co. KG

Rostock, 10.06.2013