

Gutachten zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes für den Betriebsbereich der Biogasanlage des landwirtschaftlichen Betriebes Emmy & Dirk Schwarten in Schuby

Auftraggeber

Anschrift Landwirtschaftlicher Betrieb Emmy & Dirk Schwarten
Langredder 9
24850 Schuby

Standort der Anlage

Anschrift Landwirtschaftlicher Betrieb Emmy & Dirk Schwarten
Langredder 9
24850 Schuby

Auftragnehmer

Anschrift Inherent Solutions Consult GmbH & Co. KG
Bemeroder Straße 71
30559 Hannover

Telefon: +49 511 8076 5910
Fax: +49 511 8076 5911
Email: info@inherent-solutions.net

Sachverständige

Dipl.-Ing. Maik Bäumer

Mobil: +49 171 298 1975
Email: maik.baeumer@inherent-solutions.net

Dr. Michaela Jahn

Email: michaela.jahn@inherent-solutions.net

Auftrags-Nr. 2020-457-0114

Hannover, den 23.01.2021
(Revision 1)

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	2
2. Grundlagen für die Ermittlung angemessener Abstände	3
2.1. Prüfgrundlagen.....	3
2.2. Anforderungen aus dem Leitfaden KAS-18	3
2.3. Anforderungen aus der Arbeitshilfe KAS-32	4
2.4. Erläuterung der ERPG-Werte	4
2.5. Programm zur Ermittlung angemessener Abstände	4
3. Kurzbeschreibung der Anlage und der örtlichen Lage	5
4. Ableitung der Szenarien.....	6
4.1. Bestimmung der Freisetzungsrates von Schwefelwasserstoff.....	6
4.2. Szenario Gasausbreitung.....	7
4.3. Szenario Explosion	8
4.4. Szenario Brand	10
5. Empfehlung eines angemessenen Sicherheitsabstandes	12
6. Zusammenfassung	13
Anhang I.....	14
Anhang II.....	16

1. Aufgabenstellung

Der landwirtschaftliche Betrieb Emmy & Dirk Schwarten plant den Bebauungsplan für ihre Biogasanlage anpassen zu lassen. Aufgrund des Inventars an Biogas unterliegt der Betrieb dem Geltungsbereich der Störfall-Verordnung (untere Klasse) und bildet einen Betriebsbereich.

Nach § 50 in Verbindung mit § 3 Abs. 5c Bundes-Immissionsschutzgesetz soll zwischen Betriebsbereichen, die der Störfall-Verordnung unterliegen und schutzbedürftigen Nutzungen in der Nachbarschaft ein angemessener Sicherheitsabstand eingehalten werden, um die Auswirkungen eines Störfalles zu minimieren. Darüber hinaus dient der angemessene Sicherheitsabstand der zuständigen Behörde auch als Grundlage im Genehmigungsverfahren bei der Bewertung von zukünftig geplanten Anlagenänderungen.

Der landwirtschaftliche Betrieb Emmy & Dirk Schwarten beauftragte daher die Inherent Solutions Consult GmbH & Co. KG mit der Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes als Einzelfallbetrachtung für den Betriebsbereich der Biogasanlage.

Die Revision des Gutachtens vom 18.12.2020 wurde erforderlich, da der Betreiber anhand von Messergebnissen Konzentrationen von Schwefelwasserstoff im Rohgas nachgewiesen hat, die eine Neubewertung des angemessenen Sicherheitsabstandes ermöglichen.

2. Grundlagen für die Ermittlung angemessener Abstände

2.1. Prüfgrundlagen

Das Gutachten wurde auf Grundlage folgender Vorschriften und Regelwerke erstellt:

- /1./ Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert am 19. Juni 2020
- /2./ Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Mai 2017, zuletzt geändert am 19. Juni 2020
- /3./ Leitfaden KAS-18: Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG, verabschiedet im November 2010
- /4./ Arbeitshilfe KAS-32: Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18, verabschiedet im November 2015
- /5./ Ulrich Hauptmanns „Prozess- und Anlagensicherheit“, Springer-Verlag Berlin, 2013

Für die Erstellung des Gutachtens wurden Unterlagen des Betreibers verwendet. Die Begehung des Betriebsbereiches erfolgte am 03.12.2020 durch die Sachverständige. Aus den zur Verfügung gestellten Informationen konnten Rückschlüsse auf die Ausführung und den Zustand der Anlage sowie auf die Umgebungssituation gezogen werden.

2.2. Anforderungen aus dem Leitfaden KAS-18

Der Leitfaden „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG“ der Kommission für Anlagensicherheit (KAS-18) soll den für die Bauleitplanung verantwortlichen Planungs- und Immissionsschutzbehörden eine Arbeitshilfe für die Beurteilung angemessener Abstände zwischen Betriebsbereichen einerseits und schutzbedürftigen Gebieten andererseits geben.

Durch Anwendung des Leitfadens werden die Abstände nach anerkannten und bundesweit akzeptierten Kriterien und Vorgehensweisen ermittelt. Die Behörden erhalten eine nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage. Dies betrifft insbesondere die Quantifizierung der Leckfläche und die Ausbreitungsbedingungen.

Der Leitfaden definiert in Abschnitt 3.2 - Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen - folgende Randbedingungen für die der Abstandsermittlung zugrundeliegenden Ausbreitungsrechnungen:

- Berücksichtigung der auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen, sofern sie durch das zugrunde gelegte Ereignis nicht beeinträchtigt werden
- Beurteilungswerte:
 - ERPG-2-Wert für H₂S: 30 ppm
 - kritische Bestrahlungsstärke: 1,6 kW/m²
 - maximaler Explosionsdruck: 0,1 bar
- Umgebungstemperatur: 20 °C
- mittlere Wetterlage mit indifferenter Temperaturschichtung ohne Inversion.

2.3. Anforderungen aus der Arbeitshilfe KAS-32

KAS-32 bietet eine Arbeitshilfe für die Umsetzung der Anforderungen aus KAS-18, indem für spezielle Anlagentypen spezifische Szenarien abgeleitet und empfohlen werden. In Abschnitt 1.4 werden Empfehlungen zur Szenarienauswahl bei Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen für Biogasanlagen gegeben. Die Randbedingungen für eine Leckage am flexiblen Dach lassen sich wie folgt angeben:

- Leckfläche: 1 m² bei Befestigung des flexiblen Daches mittels Klemmschlauch
- Berechnung des Massenstromes entsprechend der Betriebsbedingungen (Druck, Gaszusammensetzung usw.)
- Ausflussziffer: 1
- Berechnung der Explosionswirkungen mit dem Multi-Energy-Modell
- Berücksichtigung der Verdämmung der Gaswolke gemäß den örtlichen Gegebenheiten
- keine Berücksichtigung des Brandes der Dachfolie.

2.4. Erläuterung der ERPG-Werte

ERPG-Werte werden vom Emergency Response Planning (ERP) Committee der AIHA Guideline Foundation der American Industrial Hygiene Association (AIHA) veröffentlicht. Bei den Emergency Response Planning Guidelines (ERPG) handelt es sich um Kurzzeitwerte, die zur Beurteilung von Störfallauswirkungen geeignet sind.

Der ERPG-2-Wert beschreibt die maximale luftgetragene Konzentration unterhalb derer angenommen wird, dass Individuen dieser eine Stunde ausgesetzt werden können, ohne dass ihnen irreversible oder andere gravierende Gesundheitseffekte widerfahren, die ihre Fähigkeit beeinträchtigen, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Der ERPG-3-Wert beschreibt die maximale luftgetragene Konzentration unterhalb derer angenommen wird, dass Individuen dieser eine Stunde ausgesetzt werden können, ohne dass lebensbedrohende Gesundheitseffekte auftreten oder sich entwickeln können.

2.5. Programm zur Ermittlung angemessener Abstände

Für die Berechnungen wird das Programmsystem ProNuSs 9 in der Version 9.26.0 eingesetzt. ProNuSs 9 bietet die Möglichkeit, alle erforderlichen Berechnungen mit den in den vorgenannten Leitfäden angegebenen Methoden zu berechnen. Bei Bedarf können Randbedingungen und Ausgangsparameter variiert werden, um die tatsächliche Anlagensituation und die vorhandenen Umgebungsbedingungen ausreichend zu berücksichtigen. Für die Berechnungen wurde ein DELL-Computer mit folgenden Parametern eingesetzt:

- Prozessor: Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50 GHz 2.70 GHz
- Anzahl der Kerne: 1
- Installierter Arbeitsspeicher: 8,00 GB
- Betriebssystem: Windows 10 Pro, 64-Bit-Betriebssystem

3. Kurzbeschreibung der Anlage und der örtlichen Lage

Der Betriebsbereich der Biogasanlage befindet sich westlich der Gemeinde Schuby im Landkreis Schleswig-Flensburg in Schleswig-Holstein. Die Zufahrt zur Biogasanlage erfolgt über die westlich vom Betriebsbereich gelegene Straße Friedrichsfeld oder östlich über die Straße Langredder.

An den Betriebsbereich der Biogasanlage grenzt der landwirtschaftliche Betrieb inklusive des Milchviehbetriebes. Weitergehend befinden sich angrenzend zu in alle Himmelsrichtungen landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Innerhalb des Geländes des landwirtschaftlichen Betriebes befindet sich das Betriebsleiterhaus sowie eine Werkswohnung.

Die nächstgelegenen Wohnhäuser außerhalb des landwirtschaftlichen Betriebsgeländes befinden sich nord-westlich in einer Entfernung von ca. 60 m bzw. 90 m.

In einer Entfernung von ca. 200 m liegt ein heilpädagogischer Kindergarten. Der Gasthof Jägerkrug befindet sich nördlich des Betriebsbereiches in einer Entfernung von ca. 320 m.

Im näheren Umkreis liegen keine unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvollen oder besonders empfindliche Gebiete, siehe Abbildung 4 im Anhang I.

Innerhalb des Betriebsbereiches befinden sich u. a. folgende Anlagen bzw. Anlagenteile, die sich auf zwei Produktionslinien verteilen:

- drei Fermenter,
- ein Nachgärer,
- zwei Gärproduktlager,
- ein Fahrsilo mit Silagelagerflächen,
- eine Rübenmusslagune,
- drei Feststoffeinträge,
- zwei Annahmebehälter,
- eine Notgasfackel,
- ein Gasverdichter,
- sechs Blockheizkraftwerke,
- vier Trafo,
- ein Nasskühlturm,
- eine Gärrestverdampfung,
- Schaltanlagen,
- Rohrleitungen sowie Nebeneinrichtungen.

Für die Ausbreitungsrechnungen ist eine mittlere Ausbreitungssituation zu berücksichtigen. Die mittlere Ausbreitungssituation wird durch die mittlere Windgeschwindigkeit des Standortes und eine indifferente Wetterlage ohne Inversionsschichten bestimmt. Die mittlere Windgeschwindigkeit am Standort beträgt nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD) 3,6 – 4,5 m/s (10 m über Grund). Dementsprechend wurde für die Ausbreitungsrechnungen konservativ eine Windgeschwindigkeit von 3,6 m/s angenommen.

4. Ableitung der Szenarien

Für die Ermittlung der angemessenen Abstände werden die Randbedingungen aus dem Leitfaden KAS-18 und der Arbeitshilfe KAS-32 zugrunde gelegt. Die Quellterme und Ausbreitungsbedingungen werden an die vorhandenen Umgebungsbedingungen und Betriebsbedingungen angepasst. Damit wird sichergestellt, dass räumlich abdeckende Szenarien betrachtet und der jeweils notwendige Abstand bestimmt wird.

Aufgrund der besonderen Bedingungen in der Biogasanlage werden folgende Szenarien betrachtet:

- Freisetzung eines toxischen Gases (H_2S),
- Brand des freigesetzten Gases,
- Explosion des freigesetzten Gases.

Der angemessene Abstand ist der Abstand, bei dem der für das jeweilige Szenario relevante Störfallbeurteilungswert unterschritten wird. Im Einzelnen sind das:

- für das Szenario Gasausbreitung: der ERPG-2-Wert für H_2S von 30 ppm,
- für das Szenario Gasexplosion: ein Explosionsdruck von 0,1 bar,
- für das Szenario Brand: eine Bestrahlungsstärke von 1,6 kW/m².

4.1. Bestimmung der Freisetzungsrates von Schwefelwasserstoff

Das Biogas der Anlage wird aus Rindergülle, Rindermist und nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Durch regelmäßige Zugabe von Eisen(II)-Chlorid-Lösung wird das Biogas im Fermenter entschwefelt. Eine Feinentschwefelung des Biogases findet mittels Aktivkohlefilter statt. Die Gasqualität wird täglich nach dem Aktivkohlefilter gemessen.

Stichprobenweise Untersuchungen des Rohgases vor dem Aktivkohlefilter haben H_2S -Konzentrationen von 80 bis 100 ppm ergeben. Aufgrund der Erfahrungen der Sachverständigen mit vergleichbaren Anlagen sind diese Messwerte plausibel. Durch die ausschließliche Verwertung von Gülle, Mist und nachwachsenden Rohstoffen sowie durch Zugabe von Eisen(II)-Chlorid kann die Schwefelwasserstoffkonzentration im Rohgas minimiert werden. Es wird in diesem Zusammenhang empfohlen, dass durch regelmäßige Messungen die Schwefelwasserstoffkonzentration im Rohgas ermittelt und dokumentiert wird.

Für die Ausbreitungsrechnungen haben die Sachverständigen eine Schwefelwasserstoffkonzentration von 500 ppm gewählt, um mögliche Abweichungen der Konzentration durch Störungen im Verfahren mit abzudecken.

Für die Berechnungen wurde der Eintrag Biogas aus der Stoffdatenbank von ProNuSs verwendet, der eine Methankonzentration von 75 % ansetzt. Die tatsächliche Methankonzentration bei der Biogasanlage beträgt jedoch nach Angaben des Betreibers nur ca. 52 %.

Die Druckentlastungseinrichtungen öffnen nach Angaben des Betreibers bei einem Druck von 3,5 mbar. Für die folgende Freisetzungsberechnung wurde im Interesse einer konservativen Abschätzung ein **Überdruck von 3,5 mbar** für die Behälter angenommen.

Entsprechend KAS-32 wird eine **Leckfläche von 1 m²** an den flexiblen Gasspeicherdächern angenommen, da die Befestigung mittels Klemmschlauch erfolgt.

Für die Ermittlung der Freisetzungsrates werden daher folgende Annahmen getroffen:

- Max. Überdruck im System: 3,5 mbar
- Temperatur: 20 °C
- Leckfläche: 1 m²
- Ausflussziffer: 1
- gewählter Stoff: Biogas laut Stoffliste ProNuSs
- H₂S-Konzentration: 5.000 ppm.

Die unter den vorgenannten Bedingungen ermittelte Biogas-Freisetzungsrates beträgt 25,855 kg/s. Thermodynamische Effekte aus der Abkühlung des sich entspannenden Gases können aufgrund der geringen Drücke vernachlässigt werden. Die **H₂S-Freisetzungsrates von ca. 0,01293 kg/s** ergibt sich unter der Annahme von 5.000 ppm Schwefelwasserstoff im Biogas bei maximalem Überdruck.

4.2. Szenario Gasausbreitung

Aufgrund der Freisetzungsbedingungen, insbesondere des geringen Innendruckes und der Größe der Leckstelle, wird kein Freistrahle berücksichtigt. Da das Biogas gegenüber Luft dichte-neutral ist, wird für die Ausbreitungsrechnung das Modell der Richtlinie VDI 3783 Blatt 1 verwendet. Die Anwendung erfolgt aufgrund der örtlichen Bebauungssituation auch für Entfernungen von weniger als 100 m, obwohl die Ergebnisse in diesem Bereich nicht validiert sind.

Die Höhe der Freisetzung wird entsprechend der Behälterwandhöhe zu Gelände-Oberkante auf 5 m für alle Behälter festgelegt, da die Behälter teilweise in den Boden eingelassen wurden.

Die für die Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegten Rahmenbedingungen und Annahmen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Freisetzungsrates: 0,01293 kg/s H₂S
- Quelle: 1 m x 1 m (Gärrestlager)
- Höhe der Freisetzung: 5 m
- Rauigkeitslänge (Z₀): 0,2 m
- Freisetzungsdauer: 600 s (konservative Annahme zur Ausbildung einer stabilen Ausbreitungssituation)
- Aufpunkthöhe: 2 m
- mittlere Ausbreitungssituation: 3,6 m/s Windgeschwindigkeit (10 m Höhe, konservative Annahme), indifferente Wetterlage, keine Inversion.

Unter diesen Bedingungen wurden, die in Abbildung 1 dargestellten Aufpunktkonzentrationen ermittelt.

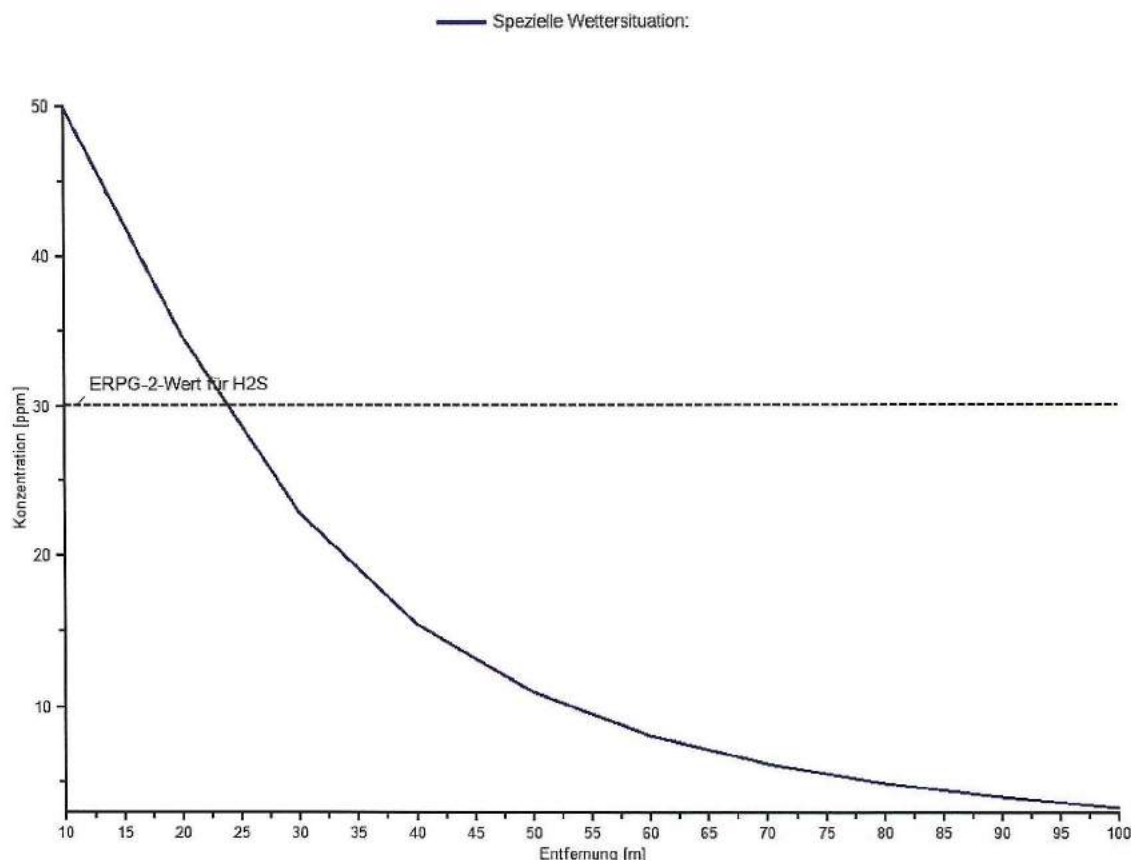


Abbildung 1: Konzentrationsverlauf H₂S in Abhängigkeit von der Entfernung

Abbildung 1 kann entnommen werden, dass der ERPG-2-Wert für Schwefelwasserstoff in einer Entfernung von weniger als 25 m unterschritten wird.

4.3. Szenario Explosion

Biogas ist trotz des hohen CO₂-Gehaltes als hochentzündlich eingestuft worden, d. h., dass im Falle einer Freisetzung eine Zündung und Explosion nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Daher werden für die oben beschriebene Freisetzung die Auswirkungen einer Gaswolkenexplosion ermittelt.

Um die Freisetzungsstelle können sich explosionsfähige Konzentrationen einstellen. In Höhe der Freisetzung sind keine elektrischen Einrichtungen, die eine Zündung der Gaswolke hervorrufen können, vorhanden. Ebenso kann eine Zündung aufgrund von unterschiedlichen elektrischen Potentialen oder elektrostatischer Aufladung vernünftigerweise ausgeschlossen werden. Für die Abstandsermittlung ist es jedoch unerheblich, ob und durch welche Zündquelle die explosionsfähige Gaswolke gezündet wird.

Die Ausdehnung der explosionsgefährdeten Gaswolke hängt insbesondere von der Freisetzungsrates und den Ausbreitungsbedingungen ab. Daher wird die Gaswolkenexplosion mit dem

Programm ProNuSs berechnet. Für die Berechnungen wurde der Eintrag Biogas aus der Datenbank von ProNuSs verwendet, der einen Anteil von 75 % Methan berücksichtigt. In der betrachteten Biogasanlage beträgt nach Angaben des Betreibers dieser Anteil jedoch nur max. 55 %, sodass die explosionsfähige Masse und die Explosionsauswirkungen überschätzt werden.

Auf Basis der Richtlinie VDI 3783 Blatt 1 wurden die Parameter der Gaswolke ermittelt. Unter den in den Abschnitten 4.1 und 4.2 genannten Rahmenbedingungen für die maximale Freisetzungsrate von 25,855 kg/s weist die Gaswolke folgende Parameter auf:

- Explosionsfähige Masse: 82,45 kg
- Untere Zünddistanz der Gaswolke: 23 m.

Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der Ausbreitungsbedingungen kein Freistrahler berücksichtigt und die Gaswolke mit dem Wind transportiert wird.

Entsprechend KAS-32 wird die Explosion mit dem Multi-Energy-Modell berechnet. Das Modell berücksichtigt, dass bei Gaswolkenexplosionen die Gefährdung neben den Stoffeigenschaften insbesondere von der Verdämmung der Gaswolke sowie der Flammengeschwindigkeit abhängig ist. In Bereichen, in denen die Gaswolke durch z. B. Gebäude begrenzt wird (Verdämmung) oder durch andere Hindernisse (z. B. Rohrleitungen) Turbulenzen erzeugt werden und somit die Flammengeschwindigkeit beeinflusst wird (Verblockung), kommt es zu einer Erhöhung des Explosionsüberdruckes.

Das Modell beruht auf einem Satz von zehn empirischen Kurven für den Spitzenüberdruck. Dabei wird die Stärke der Explosion durch eine Zahl zwischen 1 (geringe Verpuffung) und 10 (starke Detonation) beschrieben.

Die Auswahl der Druckkurve erfolgt entsprechend /5./ in Abhängigkeit folgender Parameter:

- Dimension der Flammenausbreitung,
- Reaktivität des entzündbaren Gases,
- Dichte der Hindernisse.

Im Rahmen dieses Gutachtens wird eine dreidimensionale Flammenausbreitung berücksichtigt, da sich die Flamme vom Entstehungsort kugel- oder halbkugelförmig ausbreiten kann. Die Flammenbeschleunigung und der Überdruck sind geringer als bei ein- oder zweidimensionalen Ausbreitungsarten, wie sie in Rohrleitungen oder zwischen zwei eng zusammenstehenden großen Gebäuden vorkommen können.

Die Reaktivität von Methan wird aufgrund der laminaren Flammengeschwindigkeit mit gering angegeben.

Die Verdämmung ist abhängig vom Freisetzungsort. Erfolgt die Freisetzung z. B. zwischen eng stehenden Gebäuden mit großen Wandflächen so wird die Verdämmung höher sein, als wenn die Freisetzung auf einer freien, unbebauten Fläche erfolgt. Aufgrund der Freisetzungshöhe und der örtlichen Gegebenheiten wird die Gaswolke lediglich durch den Boden und evtl. eine Behälterwand begrenzt. Somit wäre nur eine geringe Verdämmung anzunehmen. Aus konservativen Gründen wird jedoch angenommen, dass mindestens partiell eine hohe Verdämmung vorhanden ist. Somit ergibt sich Kurve 3 für den Explosionsdruck.

Darüber hinaus werden mögliche Reflexionen der Explosionsdruckwelle an großflächigen Hindernissen berücksichtigt, die zu einer Druckerhöhung führen können.

Unter diesen Annahmen wurden, die in Abbildung 2 dargestellten Explosionsdrücke ermittelt.

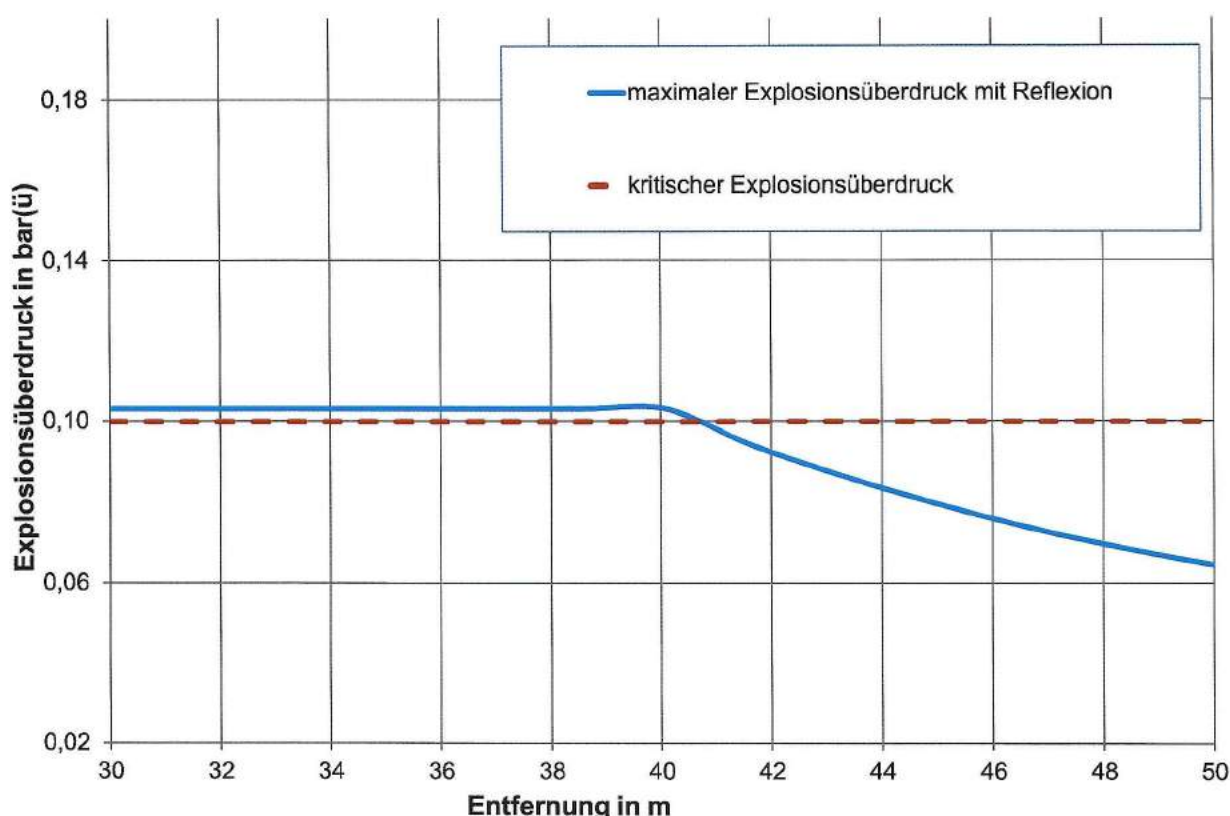


Abbildung 2: Explosionsüberdruck der Gaswolkenexplosion in Abhängigkeit zur Entfernung

Der Abbildung 2 kann entnommen werden, dass der für Menschen kritische Explosionsüberdruck von 0,1 bar(ü) nach ca. 41 m unterschritten wird.

4.4. Szenario Brand

Bei einer Zündung von freigesetztem Biogas ergeben sich Gefahren für Menschen und Schutzobjekte nicht nur aus den Explosionsüberdrücken, sondern auch aus der Wärmestrahlung der abbrennenden Gaswolke. Die Wirkungen sind nicht nur von der Bestrahlungsstärke, sondern auch von der Bestrahlungsdauer abhängig. So kann davon ausgegangen werden, dass bei einer Gaswolkenexplosion außerhalb der Gaswolke die Bestrahlungsdauer zu gering ist, um irreversible Schäden zu verursachen. Daher wird zur Abschätzung der Gefahren aus einem Gasbrand angenommen, dass die Gaswolke unmittelbar nach Beginn der Freisetzung gezündet wird und dann kontinuierlich abbrennt.

Für die Abmessungen der Gaswolke werden die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung herangezogen. Demnach beträgt die Länge der Gaswolke ca. 23 m bei einem Durchmesser von etwa 5 m. Für die Ermittlung der Wärmestrahlung wird vorausgesetzt, dass die Gaswolke jeweils ihre

maximale Ausdehnung erreicht, bevor sie gezündet wird. In der Praxis wird die Flamme nach der Zündung kleiner werden, da der Gasstrom durch das Leck nicht ausreicht, um diese Ausdehnung für einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten. Diese Annahme wurde in Brandversuchen bestätigt, die im Merkblatt M-001 des Fachverbandes Biogas und durch einem Brandversuch der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) dokumentiert wurden. Im Interesse einer konservativen Abschätzung wird jedoch mit den Abmessungen der anfänglichen Gaswolke weiter gerechnet. Als Ergebnis wurden die in der Abbildungen 3 dargestellten Bestrahlungsstärken in Abhängigkeit von der Entfernung ermittelt. Es werden jeweils die Windrichtungen Lee, Luv und Quer betrachtet.

Abbildung 3 kann entnommen werden, dass bei einer Leckage im Foliendach der gasführenden Behälter die für die Beurteilung der thermischen Auswirkungen auf Menschen relevante kritische Bestrahlungsstärke von $1,6 \text{ kW/m}^2$ in ca. 55 m Entfernung unterschritten wird.

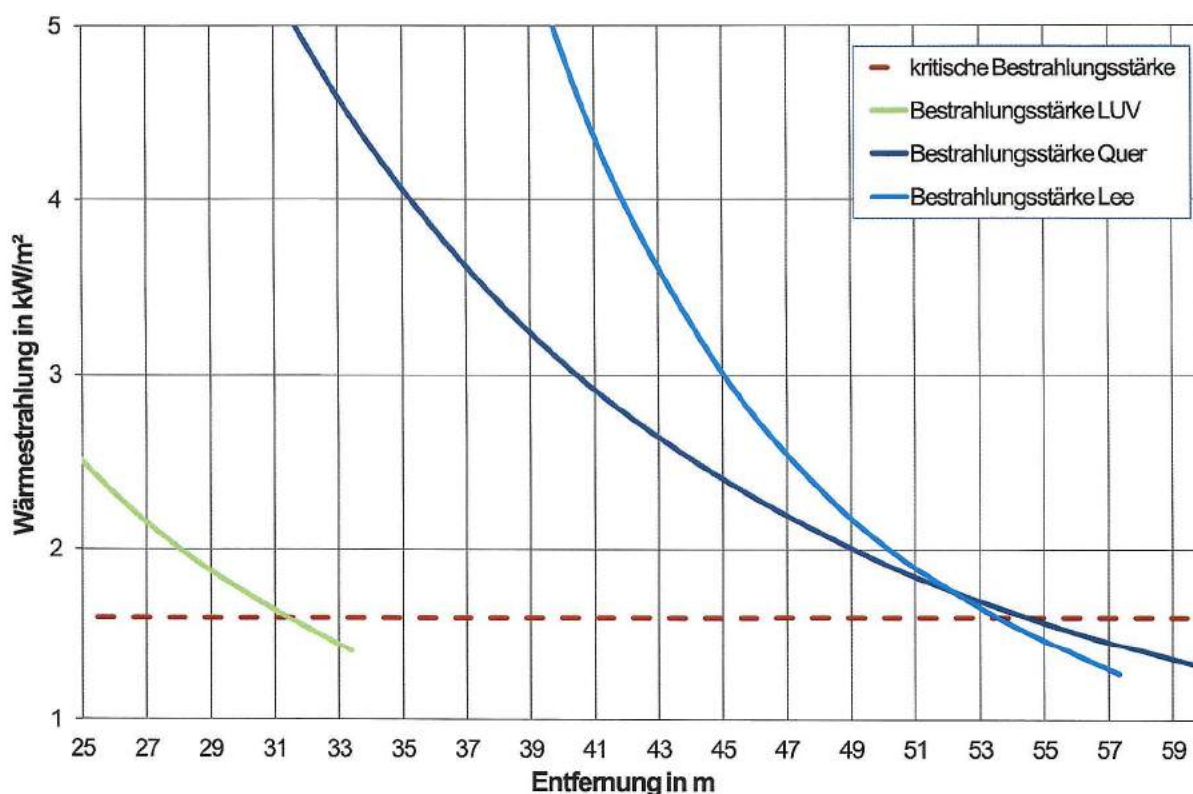


Abbildung 3: Bestrahlungsstärken in Abhängigkeit von der Entfernung

5. Empfehlung eines angemessenen Sicherheitsabstandes

Die Ergebnisse der Berechnungen für die einzelnen Szenarien aus Abschnitt 4 sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Ergebnisse der Berechnungen der Entfernung

lfd. Nr.	Beschreibung	Beurteilungswert	Entfernung bis zum Beurteilungswert
1	Ausbreitung von H ₂ S	30 ppm	25 m
2	Gaswolkenexplosion	0,1 bar	41 m
3	Wärmestrahlung	1,6 kW/m ²	55 m

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Szenarien abstandsrelevant sind.

Abstandsbestimmend ist jedoch das Szenario Wärmestrahlung, da die Entfernung zum Beurteilungswert am größten ist. Der ermittelte sichere Abstand beträgt ca. 55 m für Personen.

Durch das Vorgehen bei der Szenarienableitung wurden die Abstände unabhängig von der Himmelsrichtung ermittelt und sind damit für die Umgebung der Anlage abdeckend.

Die Ermittlung des erforderlichen Abstandes erfolgt für eine spezielle, ausgewählte Situation unter sehr engen Bedingungen. Jede Abweichung (z. B. Wetterlage) führt zu Veränderungen in den ermittelten Abständen. Um zusätzliche Sicherheit zu schaffen, kann der ermittelte maximale Abstand aufgerundet. Die Kommission für Anlagensicherheit hat keine Rundungsregeln vorgegeben. Die Sachverständigen empfehlen daher einen

angemessenen Sicherheitsabstand von mindestens 70 m

um die Biogasanlage für zukünftige Bebauungen einzuhalten, der von der Grenze des Betriebsbereiches gemessen wird. Dieser Abstand ist geeignet, um die Auswirkungen von Störfällen auf Menschen und andere Schutzobjekte zu minimieren. Abbildung 5 im Anhang I zeigt eine Abstandskarte, in der der empfohlene Abstand als Näherung dargestellt ist.

Da die Szenarien auf Grundlage des Leitfadens KAS-18 und der Arbeitshilfe KAS-32 abgeleitet wurden, können sie als abdeckend für die Ermittlung des angemessenen Abstandes betrachtet werden.

Der ermittelte Abstand setzt voraus, dass die Anlage jederzeit dem Stand der Technik und der Sicherheitstechnik entspricht. Bei Änderungen an der Anlage oder neuen Erkenntnisse zur Freisetzung von Biogas oder zur Beurteilung von Störfallauswirkungen sollten die Szenarien und die Abstände überprüft und fortgeschrieben werden.

Innerhalb des empfohlenen Sicherheitsabstandes befinden sich keine unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvollen Gebiete. Bei einzelnen Wohnhäusern handelt es sich nicht um ein überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiet und damit nicht um Schutzobjekte im Sinne § 3 Abs. 5c BImSchG.

Die Sachverständigen empfehlen auf die Ansiedlung von Schutzobjekten (z. B. auch öffentlich genutzte Gebäude, Anlagen mit Publikumsverkehr und wichtige Verkehrswege siehe § 50 Satz 1 BImSchG und 2.1.2 KAS-18) innerhalb des ermittelten Abstandes vor dem Hintergrund des gegenseitigen Rücksichtnahmegebotes zu verzichten.

6. Zusammenfassung

Der landwirtschaftliche Betrieb Emmy und Dirk Schwarten beauftragte die Inherent Solutions Consult GmbH & Co. KG mit der Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes für ihre Biogasanlage in Schuby.

Unter Berücksichtigung der Grundsätze, Empfehlungen und Konventionen des Leitfadens KAS-18 sowie der Arbeitshilfe KAS-32 wurden Szenarien für die Anlagenteile der Biogasanlage abgeleitet und die Auswirkungen ermittelt, um eine nachvollziehbare und belastbare Basis für die Beurteilung des Betriebsbereiches sowie für zukünftige Flächennutzungsplanungen zu haben. Aufgrund des Gefahrenpotentials und der allgemeinen Erfahrungen werden die flexiblen Folien-dächer als Freisetzungsort gewählt.

Als Ergebnis der Berechnungen wird empfohlen, dass der

Sicherheitsabstand auf 70 m

festgelegt wird.

Die Sachverständigen empfehlen, dass der vorgenannte Sicherheitsabstand gemeinsam mit der Genehmigungsbehörde und den regionalen Planungsbehörden besprochen und als maßgeblich für die künftige Bauleitplanung vereinbart werden. Dabei sollte auch ein gemeinsames Verständnis über die Bedeutung der Sicherheitsabstände erzielt werden. Ein Heranrücken schutzbedürftiger Gebiete und Objekte an den Betriebsbereich sollte im Interesse des konfliktarmen Miteinanders nur maximal bis an den o. g. Sicherheitsabstand zugelassen werden. Anderenfalls wird eine weitere erfolgreiche Entwicklung des Standortes ggf. in Frage gestellt.

Hannover, 23.01.2021



Maik Bäumer

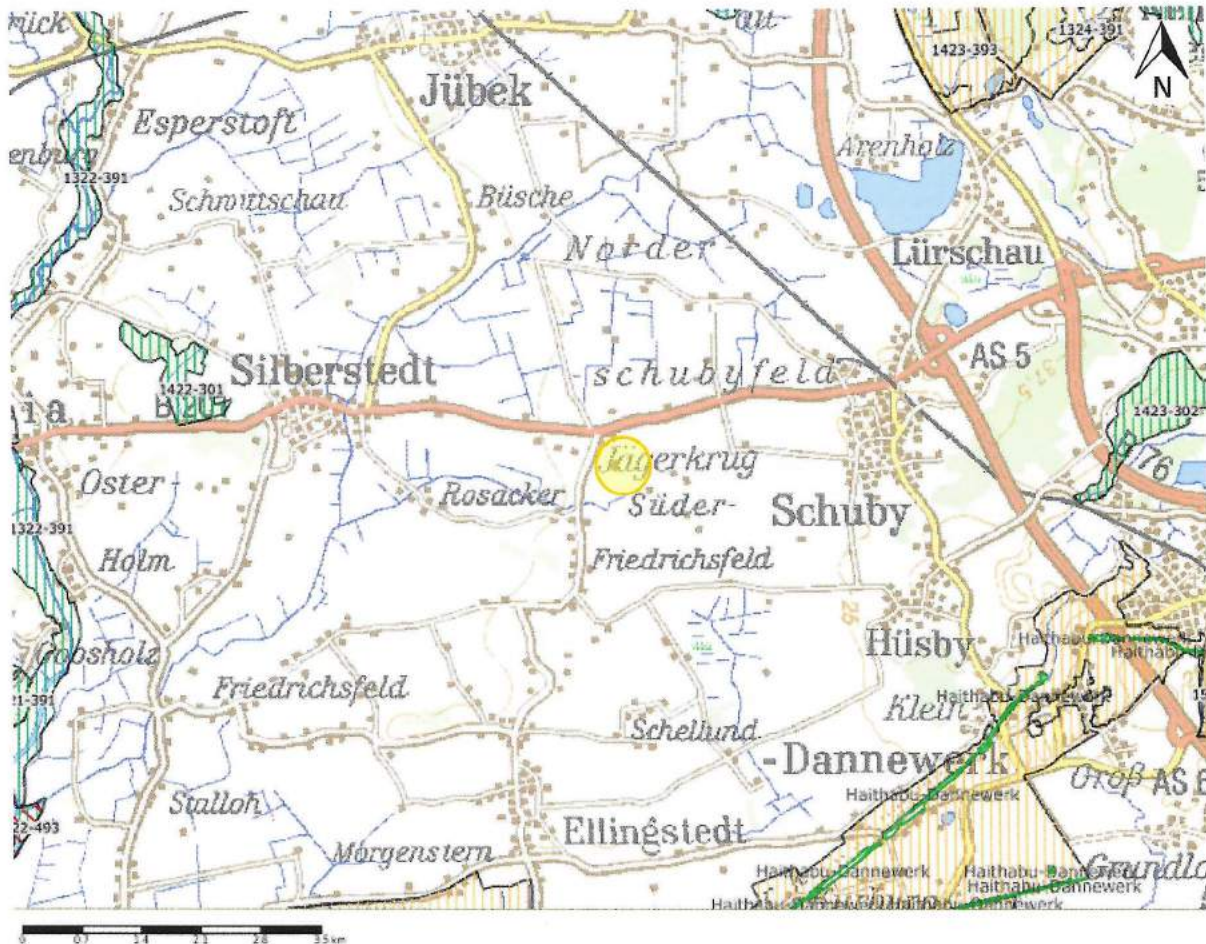
bekannt gegeben als Sachverständiger
nach § 29b Bundes-Immissionsschutzgesetz



gez. Dr. M. Jahn

Sachverständige für Anlagensicherheit

Anhang I



Legende

-  Naturschutzgebiete
-  Landschaftsschutzgebiete
-  EU-Vogelschutzgebiete
-  FFH-Gebiete
-  TK200 in Farbe
-  Land

Abbildung 4:
Auszug aus Landwirtschafts- und Umweltatlas;
Quelle: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und
ländliche Räume Schleswig-Holstein;
Stand: Dezember 2020

zum Gutachten zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes für die Biogasanlage des landw. Betriebes Emmy & Dirk Schwarten



Abbildung 5: Abstandskarte (nicht exakt eingemessen); Quelle: Google Maps
Stand: Dezember 2020;

Anhang II

Detaillierte Informationen zu den Berechnungen

Massenstrom

Programm Version:	9.26.0
Ausgewählter Stoff:	Biogas-75%CH ₄ -1%H ₂ S-24%CO ₂
Temperatur [K]:	293,15
(Dampf)-Druck [bar-abs]:	1,0165
Überdruck [bar]:	0,0035
Gasdichte [kg/m ³]:	0,96
Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]:	1,5634
Untere Explosionsgrenze [Vol.-%]:	6,0
Obere Explosionsgrenze [Vol.-%]:	18,0
Unterer Heizwert [MJ/kg]:	26,51
Diffusionskoeffizient in Luft [m ² /s]:	1,933·10 ⁻⁵
Temperaturklasse:	Keine Angabe
Explosionsgruppe:	Keine Angabe

Gasgemisch:

Stoffname	Stoffanteil	Massenanteil	Volumenanteil
	Mol.-%	Masse-%	Vol.-%
Methan	75,000	52,457	75,000
Schwefelwasserstoff	1,000	1,486	1,000
Kohlenstoffdioxid	24,000	46,057	24,000

Eingabedaten:

Leckfläche [m ²]:	1,00
Ausflußziffer [-]:	1,00
Anzahl der Lecks:	1
Massenstrom [kg/s]:	25,855

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 und 2

Standortparameter:	
Rauhigkeitsklasse [-]:	2,00
Rauhigkeitshöhe [m]:	0,20
mittlere Bebauungshöhe [m]:	20,0
Quellparameter der Linienquelle:	
Quellabmessungen:	
XQ [m]:	0,0
YQ [m]:	1,0
ZQ [m]:	1,0
Quellhöhe [m]:	5,00
Emissionsdauer [s]:	600,0
Quellstärke g/m ² /s:	12,9300
Freigesetzte Masse [g]:	77580,00
Aufpunktkoordinaten:	
XA [m]=	10,0
YA [m]=	0,0
ZA [m]=	2,0

Berechnungen für Aufpunkte mit Quellentfernungen unter 100 m oder Aufpunkte neben der Fahnenachse ($YA < > 0$) entsprechen nicht der Richtlinie 3783 Blatt 1.

Ausbreitungsklasse [-]: 2,00
Schichtung: indifferent
keine Inversion
Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe [m/s]: 3,6

Berechnung einer Gasexplosion im Freien

Gewählte Modelle: Multy-Energy-Modell
Berechnung mit Reflexion
Explosionsfähige Masse [kg]: 82,45
Untere Zünddistanz der Gaswolke [m]: 23,00
Kategorie [-]: 3,00
Verbrennungsenergie [MJ]: 2185,50
Schallgeschwindigkeit Luft [m/s]: 343,00
Explosionsklasse: 3

Wärmestrahlung einer Gaswolkenexplosion über Erdgleiche

Umgebungstemperatur [°C]: 20,00
Emissionsverhältnis des Strahlers [-]: 0,90
Emissionsverhältnis des Empfängers [-]: 0,90
Höhe des Empfängers [m]: 1,00
Gaswolkenlänge [m]: 23,00
Gaswolkendurchmesser [m]: 5,00
Höhe der Mittellinie der Gaswolke [m]: 5,00
Wärmeabsorption durch die Luft wird berücksichtigt.
relative Luftfeuchtigkeit [%]: 75,00
Bestrahlungsstärke in sicherer Entf. [kW/m²]: 1,60
Strahlungsintensität [kW/m²]: 100,00
Mittlere Temperatur des Strahlers [K]: 1184,27