

Gutachten

zur Ermittlung des angemessenen Abstandes mittels Ausbreitungs- und Auswirkungsbetrachtung in Anwendung der KAS-18 und KAS-32

Auftraggeber: Blumendorf Bio-Energie GmbH&Co.KG
Blumendorf 15
23843 Bad Oldesloe

Standort: Blumendorf 11
23843 Bad Oldesloe
Gemarkung: Blumendorf
Flur: 6 Flurstücke: 352
Bundesland: Niedersachsen

Genehmigungsbehörde: Landesamt für Umwelt (LfU) in Lübeck
4. BImSchV: 1.4, 9.1

Bearbeiter: *EC Umweltgutachter und Sachverständige
Kremp & Partner PartG mbB*
Teerofen Haus 3, 19395 Karow
Tel.: 038738-73443
info@ec-umweltgutachter.de

Bericht-Nr.: 20260304 Bad Oldesloe KAS
Seitenanzahl: 24 Seiten + Anlagen

Rostock, den 04.03.2026



Dipl.-Ing. (FH) Manfred Kremp
Sachverständiger gem. §29b BImSchG für
Anlagen 1.2; 1.4; 1.15; 7.27 8.6; 8.13; 9.1; 9.36
Sachverständiger nach AwSV
Befähigte Person gem. BetrSichV
Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3.1 und 3.3

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Rechtliche Einordnung	3
2.1 Schutzbedürftige Gebiete i.S.d. §50 Satz 1 BImSchG	4
2.2 Grenzen der Betrachtung	6
3. Beschreibung des Betriebsbereiches	7
3.1 Standortgegebenheiten	7
3.2 Anlagenbeschreibung	8
3.3 Gasspeicher und Betrachtung nach 12. BImSchV	9
3.4 Beurteilungsgrundlagen und Modellbeschreibung	10
4. Angemessener Sicherheitsabstand / Klemmschiene	11
4.1 Ausbreitungsberechnung durch ausströmendes Gas	11
4.2 Betrachtung der toxischen Atmosphäre / toxische Gefährdung	13
4.3 Betrachtung der Explosionsgefährdung	15
4.4 Ermittlung der Auswirkung einer Explosion der explosionsfähigen Atmosphäre	17
4.5 Ermittlung der Bestrahlungsstärke durch eine Freistrahlf Flamme	18
5. Auswirkungen auf benachbarte Schutzobjekte im Sinne des Naturschutzes	21
5.1 Toxische Auswirkungen	21
5.2 Explosionsgefährdung	22
5.3 Bestrahlungsstärke durch eine Freistrahlf Flamme	22
5.4 Fazit zu Auswirkungen auf benachbarte Schutzobjekte im Sinne des Naturschutzes	22
6. Zusammenfassung	23
7. Anlagen	24
8. Literaturverzeichnis	24

1. Aufgabenstellung

Die Betreiberin plant die Errichtung einer Anlage zur Energieversorgung. Diese Anlage besteht im Wesentlichen aus Gasspeichern für aufbereitetes Biogas, BHKW-Anlagen und Wärmespeichern sowie eine zentrale für die Wärmeverteilung. In diesem Zusammenhang ist für den geplanten Standort eine Abstandsbetrachtung nach KAS 18 / 32 durchzuführen. Die Gasversorgung erfolgt über eine angrenzende Biogasanlage. Für diese wurde bereits eine Betrachtung nach KAS 18 / 32 vorgenommen. Eine erneute Betrachtung der Biogasanlage findet nicht statt.

Die nachstehenden Betrachtungen beziehen sich ausschließlich auf die neu geplante Anlage zum gegenwärtigen Planungsstand.

In Anwendung des §50 BImSchG sind bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen die Flächen für bestimmte Nutzungen (Betriebsbereiche und schutzwürdige Nutzung, wie Wohngebäude, öffentliche Gebäude) so anzuordnen, dass die Auswirkungen schwerer Unfälle so weit wie möglich vermieden werden. In Umsetzung dieser Forderung ist der potentielle Umkreis einer Anlage, in dem relevante und gefährliche Auswirkungen möglich sind, zu bestimmen. Hierzu empfehlen die Leitfäden KAS-18 (3) und KAS-32 (4) Achtungsabstände zwischen Betriebsbereichen einer Störfallanlage und schutzwürdige Nutzung je nach Anlagentyp 200 bis 250 m.

Die Abstände zu den nächstgelegenen Wohngebäuden / schutzbedürftige Objekte sind im Abschnitt 3.1 beschrieben.

2. Rechtliche Einordnung

Mit Umsetzung der Richtlinie 2012/18/EU (5) erfolgte die Anpassung des BImSchG und seiner Verordnungen. Insbesondere dann, wenn eine Anlage, die einen Betriebsbereich gemäß der 12. BImSchV hat, sind bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen die Vorgaben des §50 BImSchG zu berücksichtigen. Ziel ist es, dass für eine bestimmte Nutzung vorgesehene Flächen einander so zugeordnet und abgegrenzt werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen und Auswirkungen von schweren Unfällen im Sinne des Artikels 3 Nummer 13 der Richtlinie 2012/18/EU in Betriebsbereichen (siehe 12. BImSchV) auf Wohngebiete und sonstige schutzbedürftige Gebiete so weit wie möglich vermieden werden.

Für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes gibt es bisher keine verwaltungsrechtliche Festlegung. Als Empfehlungen wurde durch die Kommission für Anlagensicherheit für Abstandsermittlung zwischen Betriebsbereichen nach Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung in Umsetzung § 50 BImSchG der Leitfaden KAS-18 herausgegeben. Für spezielle Fragestellungen und Anlagentypen wurde mit dem Leitfaden KAS-32 explizit die Bewertung von Biogasanlagen im Kapitel 1 behandelt.

In Anwendung des Leitfadens KAS-18, Kap. 3.2 wird ein zweistufiges Vorgehen bei der Bestimmung der Abstände für Planungen im Umfeld von Betriebsbereichen vorgeschlagen. Unterschieden wird in:

- Achtungsabstände: Abstandsempfehlungen für Neuplanungen oder Erweiterungen von Betriebsbereichen ohne Detailkenntnisse auf der Grundlage der geplanten gefährlichen Stoffe und deren Mengen
- Angemessener Abstand: Bei Unterschreitung eines Achtungsabstandes soll, ausgehend von der Lage und Beschaffenheit eines Betriebsbereiches systematisch beurteilt werden, welcher Abstand bei einer konkreten Planung angemessen ist. Grundlage sind detaillierte Kenntnisse des Betriebsbereiches, Vorkehrungen und Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen sowie deren Begrenzung.

Für Biogasanlagen / Gasspeicher mit Biogas werden im Leitfaden KAS-32, Kap. 1.3.2 und 1.3.3 folgende Achtungsabstände ohne Detailkenntnisse, jedoch in Abhängigkeit der Befestigungsart des Gasspeichers vorgeschlagen:

- 250 m bei Befestigung mittels Klemmschlauchsystem,
- 200 m bei anderen dauerhaft festen Verbindungen des Gasspeichers.

Sind innerhalb dieser Abstände Schutzobjekte vorhanden oder bestehen konkrete Planungen an einem Betriebsbereich, die zu einer Unterschreitung des Achtungsabstandes führen, soll eine Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstandes zu benachbarte Schutzobjekten erfolgen. Für Biogasanlagen werden im Leitfaden KAS-32, Kap. 1.4 Empfehlungen als Parameter der Ausbreitungsrechnung gemacht.

Für die vorliegende Einzelfallbetrachtung erfolgt die Ermittlung des in §3 Abs. 5c BImSchG definierten angemessenen Sicherheitsabstandes in Anwendung der Leitfäden KAS-18 und KAS-32. Entsprechend wird nachfolgend nur noch der Begriff des angemessenen Abstandes, als gleichbedeutend mit dem angemessenen Sicherheitsabstand verwendet. Die Einzelfallbetrachtung umfasst die systematische Beurteilung des Betriebsbereiches, die Untersuchung der Gefährdung durch ein Szenario sowie die numerische Abstandsermittlung unter dem vorgegebenen Schadensszenario. Dazu wird die Ausbreitung des freigesetzten Gases unter Zuhilfenahme anerkannter Berechnungsmethoden quantifiziert. Es werden folgende Punkte ermittelt:

- Austritt des Gases aus der Gasspeicherleckage,
- Ausbreitung toxischer Atmosphäre (durch Schwefelwasserstoff im Rohgas),
- Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre und Auswirkungen einer Gasexplosion,
- Gefährdung durch Wärmestrahlung von austretendem Gas als Freistrahlf Flamme.

2.1 Schutzbedürftige Gebiete i.S.d. §50 Satz 1 BImSchG

Gemäß §3 Abs. 5d BImSchG sind „benachbarte Schutzobjekte im Sinne dieses Gesetzes ... ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete, öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete, Freizeitgebiete, wichtige Verkehrswege und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete.“.

Konkretisierend erfolgt die Definition von Schutzobjekten im Leitfaden KAS18 Abs. 2.1.2 sowie in den LAI Hinweisen und Definitionen zum „angemessenen Sicherheitsabstand“ nach § 3 Absatz 5c BImSchG vom 13.09.2022:

2 a) Definition der ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete

Ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienende Gebiete im Sinne des § 3 Absatz 5d BImSchG sind Gebiete, in denen die Größe der dem Wohnen dienenden Nutzungseinheiten insgesamt mehr als 5.000 m² Bruttogrundfläche beträgt, soweit Landesbaurecht nichts anderes bestimmt.

Einzelne Wohngebäude werden in der Regel nur dann erfasst, wenn sie einem Wohngebiet vergleichbare Dimensionen aufweisen.

2 b) Definition der öffentlich genutzten Gebäude und Gebiete

Öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete im Sinne des § 3 Absatz 5d BImSchG sind bauliche Anlagen, die öffentlich zugänglich sind und die für die gleichzeitige Nutzung durch mehr als 100 Besucher bestimmt sind soweit Landesbaurecht nichts anderes bestimmt.

Hierzu können Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen, wie:

- Anlagen für soziale, kirchliche, kulturelle, sportliche und gesundheitliche Zwecke, wie z. B. Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser,
- Öffentlich genutzte Gebäude und Anlagen mit Publikumsverkehr, z. B. Einkaufszentren, Verbrauchermärkte, Schnellrestaurants, Parkanlagen, Flughafenterminals, Bahnhöfe oder Busbahnhöfe gehören.

...

2 c) Definition Freizeitgebiete

Freizeitgebiete sind Gebiete, die der Erholung dienen. In Art. 13 Abs. 2 der Seveso-III-Richtlinie wird der Begriff Erholungsgebiete benutzt.

Freizeitgebiete im Sinne des § 3 Absatz 5d BImSchG sind Gebiete, die dazu bestimmt sind, von einer unbestimmten Anzahl von Personen zur Gestaltung ihrer Freizeit genutzt zu werden und in denen sich regelmäßig mehr als 100 Personen gleichzeitig aufhalten. Dazu können unter anderem Flächen für Volksfeste, Jahrmärkte oder Musikkonzerte sowie

- Gelände für Freilichtveranstaltungen, Sportplätze, Autokinos, Freizeitparks, Vergnügungsparks, *Abenteuerspielplätze (Robinson-Spielplätze, Aktiv-Spielplätze)*, Kinderspielplätze
- Sonderflächen für Freizeitaktivitäten, z.B. Grillplätze, Campingplätze, Kleingartengebiete, Badeplätze, Sommerrodelbahn (*Aufzählung in Anlehnung an Ziffer 1 der Freizeitlärm-Richtlinie der LAI vom 06.03.2015*) zählen.

2 d) Definition Wichtige Verkehrswege

Der Vorschlag der Kommission (FAQ zu Dir. 2012/18/EC-Seveso-III vom 1.3.2016, No. 5, Ref. 034), an dem die Mitgliedstaaten inklusive Deutschlands mitgearbeitet haben, kann herangezogen werden. Der Kommissionsvorschlag lautet:

Verkehrswege mit Verkehrsdichten oberhalb der folgenden Werte sollten jedenfalls als „wichtige Verkehrswege“ betrachtet werden:

- Autobahnen (zulässige Höchstgeschwindigkeit > 100 km/h) mit mehr als 200.000 PKW in 24 Stunden oder mehr als 7.000 PKW in der verkehrsreichsten Stunde,
- Andere Straßen (zulässige Höchstgeschwindigkeit < 100 km/h) mit mehr als 100.000 PKW in 24 Stunden oder mehr als 4.000 PKW in der verkehrsreichsten Stunde,
- Schienenwege mit mehr als 250 Personenzügen in 24 Stunden oder mehr als 60 Personenzügen in der verkehrsreichsten Stunde (beide Fahrtrichtungen).

2 e) Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete

Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete im Sinne von § 3 Abs. 5d BImSchG sind folgende Gebiete, sofern sie zu Betriebsbereichen benachbart sind, sich demnach außerhalb des Betriebsbereichs befinden:

1. Natura 2000-Gebiete gemäß §§ 31, 32 BNatSchG,
2. Naturschutzgebiete gemäß § 23 BNatSchG,
3. Nationalparke, nationale Naturmonumente gemäß § 24 BNatSchG,
4. Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten gemäß § 25 BNatSchG,
5. gesetzlich geschützte Biotope gemäß § 30 BNatSchG, sofern sie Gebietscharakter besitzen.

2.2 Grenzen der Betrachtung

Die Ermittlung der angemessenen Abstände erfolgt gem. den Leitfäden KAS 18/32. Die Grenzen der Betrachtung liegen jedoch im Gasdruck der Gasspeichersysteme. Üblicherweise werden Gasausbreitungen mit einem Gasdruck von über einem bar ermittelt. Bei der Anlage ist der Gasdruck mit bis zu 5,0 mbar(ü) angegeben.

Bei einer Leckage fällt der Gasspeicher (Tragluftdach) relativ schnell in sich zusammen. Hierdurch stellt sich schnell ein Druckausgleich zwischen der Umgebung und dem Gasspeichersystem ein, so dass es nicht zu einem Gasaustritt in Form eines Freistrahles, sondern eher zu einem herauswabern kommt. Dadurch wird das gesamte Ausbreitungsverhalten des Gases beeinflusst.

Die Praxis zeigt, dass bei Brandereignissen austretendes Biogas abbrennt und sich keine Freistrahlf Flamme bildet. Die Flamme ist durch den Auftrieb dominiert. Durch den ggf. entstehenden Abbrand der Gasspeicherfolie vergrößert sich die Leckagefläche und der Freistrahl ist beendet.

Bei einem Brandversuch eines Gasspeichersystems der BAM (Artikel Ausflussziffer und Brandverhalten von Rissen in der Folienabdeckung von Biogasanlagen – Technische Sicherheit Bd. 9 (2019) Nr. 07/08 – Juli/August) wurde bestätigt, dass sich eine Freistrahlf Flamme nicht ausbildet. Die bei dem Brandversuch prognostizierte Freistrahlf Flamme mit einer Länge von 40-60 m folgte nach ca. 1 m dem thermischen Auftrieb.

Die folgende Ermittlung der Ausbreitungssituation des Gases wird gem. KAS 18/32 auf die Gasspeicher und dem Schadensbild gemäß der Beschreibung in Kapitel 3.4 abgestellt.

Ein Rohrleitungsabriss z.B. an der Gasverwertung ist gem. den vorgegebenen Szenarien der KAS 18/32 nicht vorgesehen, da dies als unwahrscheinlich einzustufen ist. Die Rohrleitung ist gem. TRGS 722 technisch dicht bzw. auf Dauer technisch dicht ausgeführt und überwiegend unterirdisch verlegt. Die Rohrleitungen sind an den Stellen, in denen ein Anfahren möglich ist, durch einen Anfahrerschutz geschützt. Die Gefahr / Wahrscheinlichkeit eines Rohrleitungsabrisses der Gasleitung ist aufgrund der Bauart als sehr gering einzustufen.

Die Leckagegröße eines Rohrleitungsabrisses (DN 300) beträgt ca. 0,071 m² und ist damit deutlich kleiner als die Fläche eines Schadens am Gasspeicher (0,6 m² bzw. 1,0 m² gem. KAS 32). Die bei einem Leck in der Gasleitung ausströmende Gasmenge ist so gering, dass es nur lokal, direkt am Gasleck selbst zur Bildung eines explosionsfähigen Gemisches kommen könnte. Die Ausdehnung der Gaswolke (untere Explosionsgrenze) beträgt < 5 m (nicht nachweisbar) um die Austrittsöffnung und wird durch die Umgebungsluft auf ein unbedenkliches Maß verdünnt. Zusätzlich wird bei einem vollständigen Rohrleitungsabriss die Anlage nicht mehr mit Gas versorgt und es kommt zur Abschaltung der Anlage mit Alarmierung des Betreibers durch Rufweiterleitung auf dessen Mobiltelefon. Der Betreiber oder sein Vertreter wird unmittelbar informiert und kann die notwendigen Schritte einleiten.

Die Rohrleitung und der Gasverdichter sind technisch dicht bzw. auf Dauer technisch dicht ausgeführt. Der Maschinenraum der Anlage ist mit einer Gaswarneinrichtung ausgerüstet welche bei 20% der UEG (Untere Explosionsgrenze) einen Voralarm (Warnung) und einen Hauptalarm bei 40% der UEG und folglich eine Abschaltung der Anlage und des Gasverdichters sowie ein Einschalten der technischen Lüftung bewirkt. Die Gaszufuhr wird unterbrochen.

Die technische Lüftung sorgt für eine ausreichende Verdünnung, sodass es nicht zur Bildung eines zündfähigen Gemisches innerhalb des Maschinenraumes kommt. Die austretende Gasmenge innerhalb des Maschinenraums z.B. durch Leckagen ist deutlich kleiner als ein beschriebener vollständiger Rohrleitungsabriss im Freien. Durch die technische Lüftung wird die Gasmenge im Maschinenraum so weit verdünnt, dass keine Gefahren in unmittelbarer Nähe zum Maschinenraum entstehen können.

Im Folgenden wird die Betrachtung auf die Gasspeicher mit deren spezifischen Befestigungssystemen abgestellt.

Tabelle 1: Umgebende Nutzungen der Anlage*

Ausrichtung	Umgebende Nutzung	Abstand (ca.)*
Norden	Agrarflächen	Angrenzend
Osten	Agrarflächen Gewerbegebiet „Rögen“ geplant	Angrenzend 100 m
SÜD OST	Gewerbegebiet	400 m
Süden	Biogasanlage bis Gasspeicher	210 m
Westen	Agrarflächen BAB 21	Angrenzend 550 m

* Die Abstände zwischen der umgebenden Nutzung (Tabelle 1) und den Gasspeichern sind auf den jeweils am nächsten liegenden Gasspeicher gegenüber dem betrachteten Objekt bezogen.

In Anwendung des §3 Abs. 5d BImSchG sind folgende benachbarte Schutzobjekte innerhalb des Achtungsabstandes von 250 m:

- Wohnnutzung: nicht vorhanden
- öffentlich genutzte Gebäude/Gebiete Ggf. innerhalb des geplanten Gewerbegebietes
- Freizeitgebiete: nicht vorhanden
- wichtige Verkehrswege: nicht vorhanden
- Naturschutz: nicht vorhanden

3.2 Anlagenbeschreibung

Die Biogasgewinnung erfolgt in einer externen Biogasanlage. Nach einer Aufbereitung wird das gereinigte Biogas zu den Gasspeichern gefördert und bis zur energetischen Verwertung zwischengelagert.

Der neue Anlagenstandort soll nach dem gegenwärtigen Planungsstand über zwei Gasspeicher mit jeweils 45.000 m³ Fassungsvermögen und insgesamt 13 BHKW-Anlagen verfügen. Für die Wärmeverteilung ist eine Zentrale sowie 2 Pufferspeicher mit Warmwasser geplant.

Die Verwertung des Biogases erfolgt in den BHKW-Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme.

Die Gasspeicher werden ebenerdig auf einem Fundament errichtet.

3.3 Gasspeicher und Betrachtung nach 12. BImSchV

Gemäß den vorliegenden Unterlagen und der Berechnung zur Anwendbarkeit der Störfallverordnung können folgende Gefahrstoffe in den nachstehenden Mengen gelagert werden:

Tabelle 2: Lagermengen der Gefahrstoffe gem. 12 BImSchV

Stoff (Nr. 12 BImSchV)	Lagerkapazität in m ³	Lagerkapazität in kg
Biogas (1.2.2)	91.800 m ³	119.340 kg

In der KAS 32 wird für die Gaszusammensetzung bei Anlagen eine konservative Gaszusammensetzung vorgeschlagen, insbesondere wenn für die betrachtete Anlage keine speziellen Kenntnisse zur Gaszusammensetzung vorliegen. Für die Anlage liegen Daten der Einsatzstoffe und deren Gaspotentiale vor. Auf Basis dieser Daten wurde seitens des Betreibers eine Gaszusammensetzung ermittelt und für die Ausbreitungsberechnung angenommen.

Tabelle 3: Gaszusammensetzung auf Basis von Betreiberdaten / für Ausbreitungsrechnung

Gaszusammensetzung (Volumenanteil)		Betreiberdaten	Berechnungsgrundlage
Methan	CH ₄	52,00 %	52,00 %
Kohlendioxid	CO ₂	45,79 %	45,75 %
Sauerstoff	O ₂	0,20 %	0,50 %
Stickstoff	N	2,00 %	1,00 %
Schwefelwasserstoff	H ₂ S	0,015 %	0,050 %
	Entspricht	150 ppm	500 ppm

Die Werte basieren auf der derzeitigen Beschickung der Anlage. Änderungen der Gaszusammensetzung aufgrund geänderter Eingangsstoffe können nicht betrachtet werden.

Hinsichtlich des Anteils an Schwefelwasserstoff erfolgte eine Anpassung des Wertes auf 500 ppm für die Berechnungsgrundlage. Durch unterschiedliche Eingangsstoffe kann es zu einer Konzentration an H₂S kommen. Dieser Wert erreicht jedoch nicht die Werte der KAS 32 Abschnitt 1.3.1 mit max. 2 Vol. %.

3.4 Beurteilungsgrundlagen und Modellbeschreibung

Im Leitfaden KAS 32 werden als Leckagen des Gasspeichers unterschiedliche Ansätze vorgeschlagen. Folgendes Schadenszenario wird gewählt:

- Gemäß KAS 18 soll ein s.g. Dennoch-Störfall zugrunde gelegt werden. Dabei wird ein Störfall unterstellt, deren Auslöser (Gefahrenquellen) für den Normalbetrieb durch Verhinderungsmaßnahmen vernünftigerweise ausgeschlossen sind. Beim Dennoch-Störfall wird unterstellt, dass es trotzdem zu dem Schaden kommt oder zwei gleichzeitige Störungen zu dem Störfall führen.
- Als Dennoch-Störfall wird eine Gasfreisetzung durch einen Gasfolienriss angesetzt, dabei werden die regelmäßige Kontrolle der Gasspeicherdächer und das Ansprechen einer Druckentlastungseinrichtung als Verhinderungsmaßnahmen nicht berücksichtigt, so dass der Störfall eintreten kann.
- Für Behälter mit folgender Befestigung der Gasspeicher gilt:
 - für verschraubte Befestigung der Gasspeicherdächer (Klemmschiene) soll eine Leckgröße von $0,6 \text{ m}^2$ angesetzt werden. Das entspricht einer Leckagegröße der Länge von $3,0 \text{ m}$ und einer Breite von $0,2 \text{ m}$.
 - für klemmschlauchbasierte Befestigung der Gasspeicherdächer soll eine Leckgröße von $1,0 \text{ m}^2$ angesetzt werden. Das entspricht einer Leckagegröße der Länge $4,0 \text{ m}$ und Breite von $0,25 \text{ m}$.
- Für das größtmögliche Schadensausmaß, wird bei dem Stofffreisetzungsszenario die Freisetzung der gesamten, miteinander verbundenen Gasräume der Anlage unter stationären Bedingungen durch den Riss unterstellt. In der Austrittsberechnung wird von einer konstanten Ausflussrate ausgegangen, da durch das Eigengewicht der Gasspeicherfolie bei abnehmendem Füllstand der Druck nahezu konstant bleiben wird.
- Der angegebene Gasdruck basiert auf Angaben des Betreibers i.V.m. den Einstellwerten der Überdrucksicherung an den Gasspeichern. Die Gastemperatur beträgt durchschnittlich 20°C .
- Die minimale Freisetzungshöhe H_F ergibt sich aus der spezifischen Anlagenkonfiguration. Dabei ist der Gasspeicher mit der geringsten Höhe über Bodenniveau entscheidend. Höhere Freisetzen bewirken eine bessere Durchmischung mit der Umgebungsluft und somit geringere Schadgasgehalte in der relevanten Bodennähe.

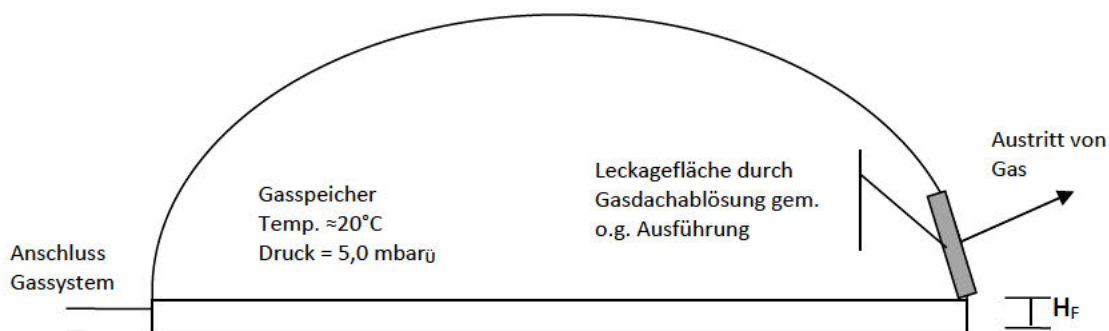


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Gasspeicher mit vorgegebener Leckage

4. Angemessener Sicherheitsabstand / Klemmschiene

4.1 Ausbreitungsberechnung durch ausströmendes Gas

Die Betrachtung bezieht sich auf die Befestigung mittels verschraubter Schienen (Klemmschienen).

Für die Bestimmung des angemessenen Abstandes ist die Ausströmung von Gas und die Möglichkeit der Bildung einer toxischen Gefährdung und einer explosionsgefährlichen Atmosphäre sowie die Freistrahlf Flamme zu betrachten.

Zur Berechnung des angemessenen Abstandes wird das Programm ProNuSs 9 (8) zur Ausbreitungs- und Auswirkungsberechnung genutzt, welches auf einem numerischen Verfahren auf der Grundlage der VDI 3783 entwickelt wurde. Die Ausbreitungsrechnung wurde mit ProNuSs9 nach VDI 3783 Blatt 1 durchgeführt. Die Ausbreitungssituation wird dabei im Nahbereich des Gasspeichers bis zu einer Entfernung von 250 m ermittelt.

Die Gasfreisetzung aus den Gasspeichern werden folgende Freisetzungsbedingungen in Anwendung der KAS 32 mit folgenden Eingabeparametern in ProNuSs9 berechnet.

Stoffeigenschaften

- Temperatur: 20°C
- Druck: 0,0050 bar_ü
- Gaszusammensetzung: siehe Kap. 3.3
- Gasdichte: aus ProNuSs Datenbank,
abweichend der Betrachtung nach UBA mit 1,3 kg/m³

Freisetzungsparameter

- Leckfläche: 0,6 m² aufgrund der Befestigung mittels Klemmschienen
- Ausflussziffer: 1
- Massenstrom: 20,904 kg/s Ergebnis der Gasfreisetzung

Freisetzungsbedingungen

- Gasvolumen: 91.800 m³
- Zeitdauer: 5.362 sec
- Freisetzungshöhe: 0,0 m (geringster Abstand des Gasspeichers zum Boden)
- Quellgeometrie: 3 m Linienquelle mit einer Austrittsbreite
- Höhe des Aufschlagpunktes: 2 m (2 m für Menschen)
- mittlere Windgeschwindigkeit: 3 m/s
- Bebauungshöhe / Inversionshöhe: 20 m
- Bodenrauigkeit: 0,5 m

Das zur Verfügung stehende korrespondierende Gassystem, mit einer Menge von 91.800 m³, ergibt bei Ansatz einer konstanten Ausflussrate eine Austrittsdauer von 5.362 sec (89,4 min) bis das Gasspeichersystem vollständig geleert ist.

Jeder Gasspeicher ist mit Sicherheitseinrichtungen wie bspw. die Verriegelung einzelner Gasspeicher bei der Feststellung von Leckagen ausgestattet werden. Die Anlage soll mit einem aktiven Gasmanagement ausgestattet

werden. Jeder Gasspeicher soll zudem mit Sicherheitseinrichtungen wie bspw. die Verriegelung einzelner Gasspeicher bei der Feststellung von Leckagen ausgestattet werden.

Unter Beachtung des aktiven Gasmanagementsystems und der Möglichkeit zur Verriegelung der einzelnen Gasspeicher wird die nachstehende Betrachtung auf die größte absperrbare Einheit mit 45.000 m³ abgestellt. Bei Ansatz einer konstanten Ausflussrate ergibt es eine Austrittsdauer von 2.628 sec (43,8 min) bis der Gasspeicher vollständig geleert ist.

Bei der Massenstromermittlung wird deutlich, dass der Austrittsmassenstrom unabhängig der Gasmenge in den Gasspeichern ist, sondern sich ausschließlich aus der Gasdichte (abhängig von der Gaszusammensetzung), der Rissgröße und dem Gasspeicherinnendruck ergibt. Die detaillierten Berechnungen sowie die Massenstromermittlung sind in Anlage 1 zu finden.

In der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 1 wird bei einer mittleren Ausbreitungssituation eine indifferente Temperaturschichtung ohne Inversion betrachtet. Bei einer ungünstigen Ausbreitungssituation wird die ungünstigste Wetterlage, durch Variation der Temperaturschichtungen und unter Berücksichtigung einer Inversionsschicht angesetzt.

Entsprechend der Vorgabe in Kap. 1.4.2 der KAS 32 soll bei der Ausbreitungsbewertung die mittlere Wetterlage – damit die mittlere Ausbreitungssituation der VDI 3783 Blatt 1 angesetzt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Berechnung unterhalb eines Abstandes von 5 m um die Leckagestelle nicht möglich ist (Systemgrenzen von ProNuSs). Es ist bei einem Gasaustritt in unmittelbarer Nähe zur Freisetzungquelle immer mit einer Gefährdung durch toxische Gase oder die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen.

4.2 Betrachtung der toxischen Atmosphäre / toxische Gefährdung

Eine toxische Atmosphäre / toxische Gefährdung entsteht primär durch den Anteil Schwefelwasserstoffes im freigesetzten Gas. Grundlage für die Betrachtung ist die Gaszusammensetzung des Betreibers gem. Tabelle 3.

Schwefelwasserstoff wird in der 12. BImSchV als akut toxisch eingestuft. Gemäß der KAS 18 soll zur Quantifizierung der Gefährlichkeitsschwelle der ERPG-2-Wert¹ sowie der AEGL-2-Wert² herangezogen werden. Der ERPG-2-Wert berücksichtigt eine Expositionsdauer von einer Stunde. Zusätzlich wurde der AEGL-2 Grenzwert für 10 Minuten als Beschreibung, der für Menschen gefährlichen Gaskonzentration, bei deren Überschreitung mit irreversiblen Schäden zu rechnen ist.

Tabelle 4: Werte der toxischen Gefährdung durch Schwefelwasserstoff (H₂S)

Grenzwert	H ₂ S Konzentration	Zul. Einwirkzeit
GW	5 ppm	Dauerhaft
ERPG-2 Wert	30 ppm	≤ 60 min
AEGL-2 Wert	41 ppm	≤ 10 min
Toxische bis tödliche Wirkung	> 500 ppm	Kurzzeitig

In der nachstehenden Abbildung sind die toxische Atmosphäre / toxische Gefährdung mit den Schwellenwerten der o.g. Tabelle dargestellt.

¹ Der ERPG-2-Wert (Emergency Response Planning Guideline) ist ein Konzentrationsleitwert für die Notfallplanung, bei deren Konzentrationsunterschreitung davon ausgegangen wird, dass beinahe sämtliche Personen mit einer Einwirkzeit < 1 Stunde, keine bzw. nur leichte, vorübergehend nachteilige gesundheitliche Auswirkungen erleiden.

² Der AEGL-2-Wert gibt für eine Einwirkzeit > 10 min die luftgetragene Schadstoffkonzentration an, bei der die Allgemeinbevölkerung irreversible oder andere schwerwiegende andauernde Gesundheitseffekte erleiden kann.

mittlere Ausbreitungssituation

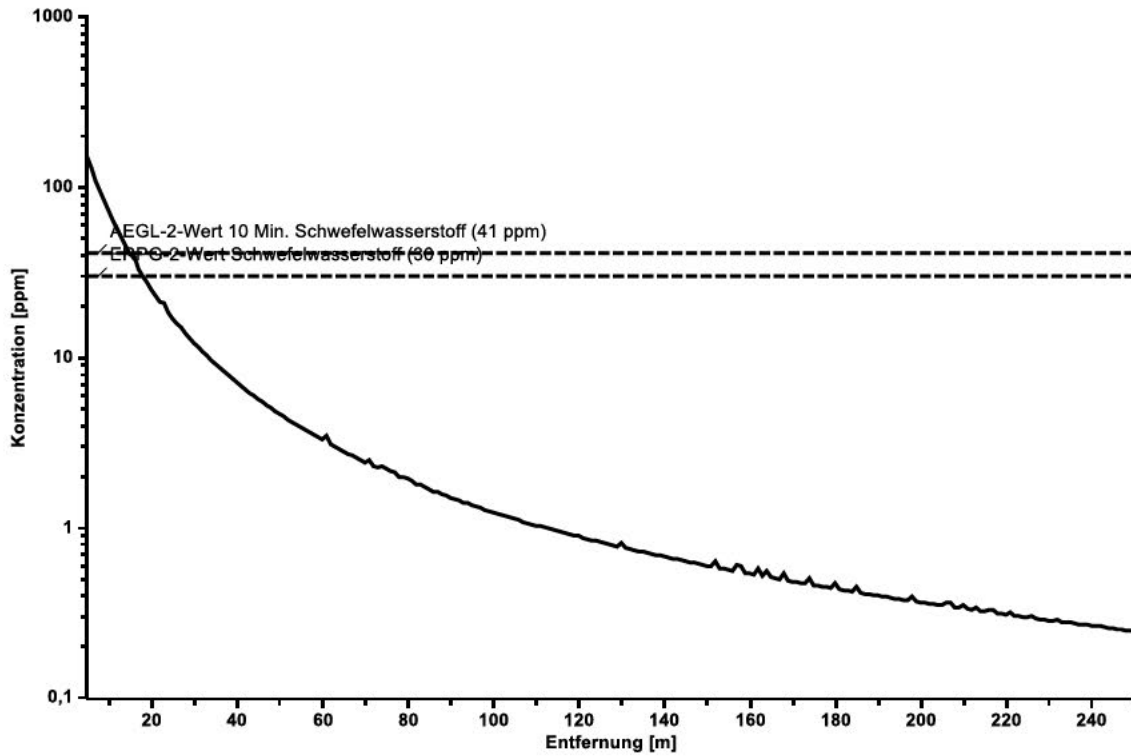


Abbildung 3: Ausbreitungssituation Schwefelwasserstoff gem. Gaszusammensetzung
Berechnung mittels Modul VDI 3783 Blatt 1 / mittlere Ausbreitungssituation

Im Ergebnis der Betrachtung für die toxische Auswirkung von Schwefelwasserstoff kann folgendes zusammengefasst werden:

Tabelle 5: toxische Auswirkung von Schwefelwasserstoff

Austritt Schwefelwasserstoff		
Unterschreiten des ERPG-2 Wertes (30 ppm)	18,0 m	mittlere Ausbreitungssituation
Unterschreiten des ERPG-2 Wertes (30 ppm)	46,9 m	ungünstige Ausbreitungssituation

Bei einer mittleren Ausbreitungssituation wird der ERPG-2-Wert (30 ppm) bis zu einem Abstand um die Freisetzungquelle von 18,0 m überschritten.

Eine Gefährdung von Schutzobjekten durch Schwefelwasserstoff ist unter Beachtung einer mittleren Ausbreitungssituation nicht zu erwarten. Generell ist bei Leckagen im Nahbereich mit erhöhter Vorsicht, unter Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung, zu agieren.

4.3 Betrachtung der Explosionsgefährdung

Eine explosionsfähige Atmosphäre durch freigesetztes Gas ergibt sich primär durch den Bestandteil Methan. Methan bildet mit der Umgebungsluft eine explosionsfähige Atmosphäre, die durch eine untere- und eine obere Explosionsgrenze begrenzt wird. Diese Grenzwerte werden als Gefährdungskriterien verwendet und dargestellt.

Das im Gas enthaltene Methan ist zur Bildung von explosionsfähigen Gemischen mit der Umgebungsluft fähig. Die Explosionsgrenzen für Methan unter atmosphärischen Bedingungen sind gem. GESTIS-Stoffdatenbank CAS-Nr. 74-82-8 wie folgt definiert:

- Untere Explosionsgrenze (UEG) 4,4 Vol.-%
- Obere Explosionsgrenze (OEG) 17,0 Vol.-%

Aufgrund der Zusammensetzung des Gases mit den Hauptbestandteilen Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂) verändern sich die o.g. Explosionsgrenzen. Die Bestimmung der tatsächlichen Explosionsgrenzen nach DIN EN 1839 (6) kann über das Explosionsdiagramm des Systems Methan/Kohlendioxid/Luft oder über die Berechnung der Zusammensetzung erfolgen. Bei der Berechnung gilt:

- $UEG_{Gas} = (1 + \text{Anteil } CO_2 / \text{Anteil } CH_4) \times UEG_{CH_4, CO_2}$
- $OEG_{Gas} = (1 + \text{Anteil } CO_2 / \text{Anteil } CH_4) \times OEG_{CH_4, CO_2}$

Die Werte für UEG_{CH_4, CO_2} und OEG_{CH_4, CO_2} ergeben sich aus dem folgenden Diagramm als Methananteil am Schnittpunkt mit dem Explosionsbereich.

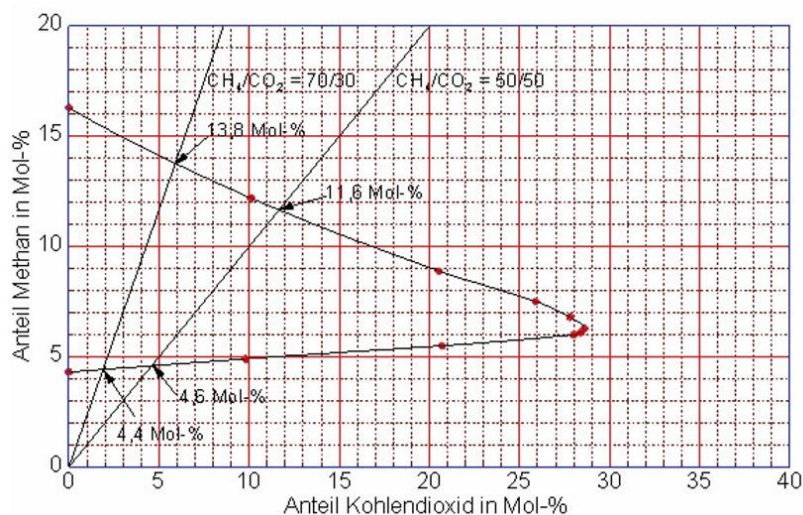


Abbildung 4: Kohlendioxid-Methan-Diagramm des Explosionsbereiches in kartesischen Koordinaten aus dem Dreistoffdiagramm für den Explosionsbereich Methan-Kohlendioxid-Luft-Gemischen (7)

In Umrechnung der Bestandteile des Gasgemisches gem. Tabelle 3 (Gaszusammensetzung) ergeben sich folgende Werte:

Untere Explosionsgrenze	UEG Gas	$(1 + CO_2/CH_4) \cdot 4,5$	8,5 %
Obere Explosionsgrenze	OEG Gas	$(1 + CO_2/CH_4) \cdot 11,5$	21,6 %

Die Bewertung der Explosionsgrenzen in der Umgebungsluft erfolgt für die definierte Höhe des Aufschlagpunktes in Höhe von 2 m. Diese konservative Annahme ergibt sich aus der Umgebungssituation, da in dieser Höhe mit unbestimmten Zündquellen durch Personen zu rechnen ist.

In der nachstehenden Abbildung sind der Konzentrationsverlauf und die untere-/ obere Explosionsgrenzen für das konkrete Gasgemisch dargestellt.

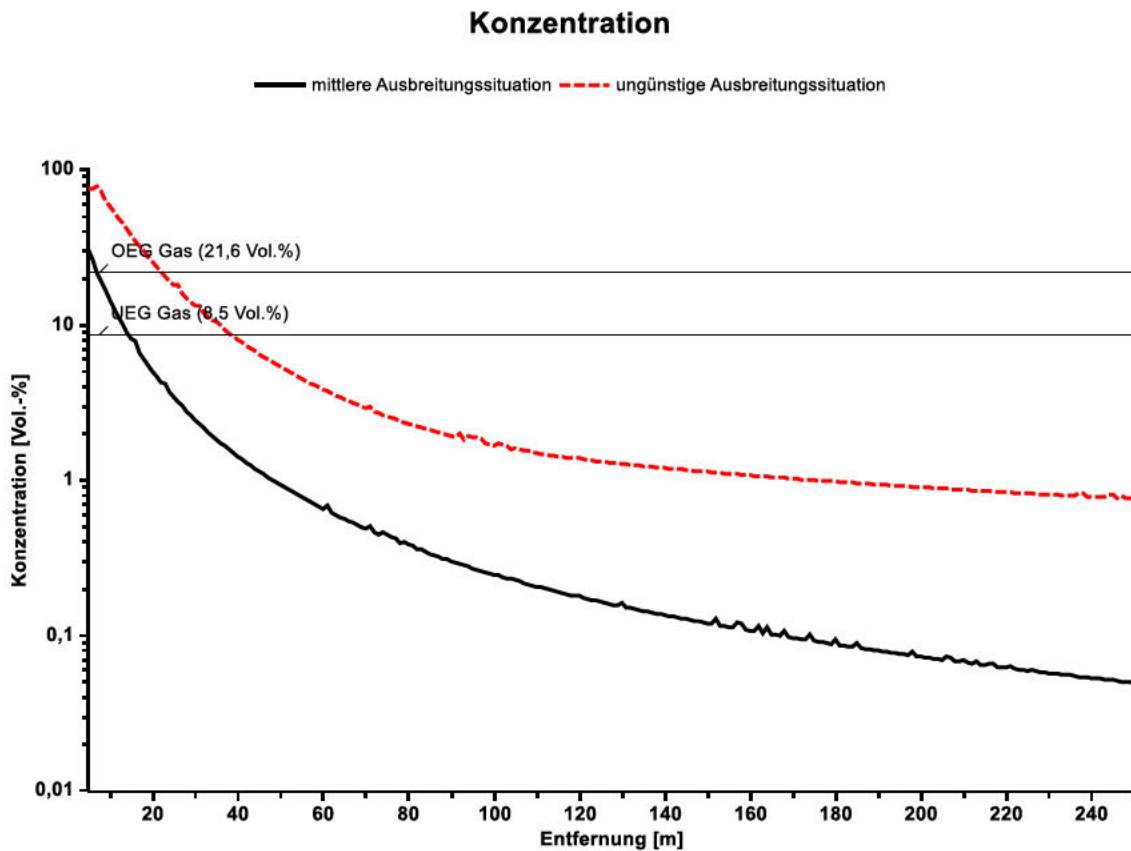


Abbildung 5: Ausbreitungssituation Gasaustritt /
 Berechnung mittels Modul VDI 3783 Blatt 1 / Konzentrationsverlauf in %

Bei einer mittleren Ausbreitungssituation gemäß VDI 3783 Blatt 1 konnte die Gefahr der Bildung einer explosionsgefährlichen Atmosphäre (Überschreiten des unteren Explosionsgrenze) bei einem potenziellen Gasaustritt um die Gasspeicher nicht ermittelt werden. Im Ergebnis der Betrachtung für Explosionsgefährdung kann folgendes zusammengefasst werden:

Tabelle 6: Abstände zur Überschreitung der unteren Explosionsgrenze

Explosionsfähige Atmosphäre		
Unterschreiten der UEG	14,5 m	mittlere Ausbreitungssituation
Unterschreiten der UEG	38,7 m	ungünstige Ausbreitungssituation

Generell ist bei einer Leckage mit äußerster Vorsicht um die Gasspeicher zu agieren, da aufgrund der niedrigen Drücke eine Verwirbelung mit der Luft kaum stattfindet. Bei Gasaustritt ist im Anlagenumfeld immer mit der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen.

4.4 Ermittlung der Auswirkung einer Explosion der explosionsfähigen Atmosphäre

Da es im Nahbereich des Gasspeichers eine Explosionsgefahr aufgrund der Überschreitung der unteren Explosionsgrenze gibt, erfolgt im Anschluss eine Ermittlung möglicher Auswirkungen einer Explosion der Gaswolke. Aus der Ausbreitungsberechnung ergeben sich folgende Werte zur Gaswolke:

- Maximal explosionsfähige Masse: 77,87 kg
- Maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke: 15,0 m (untere Zünddistanz)
- Kategorie: 4 (gem. KAS 18)

Explosionsüberdruck

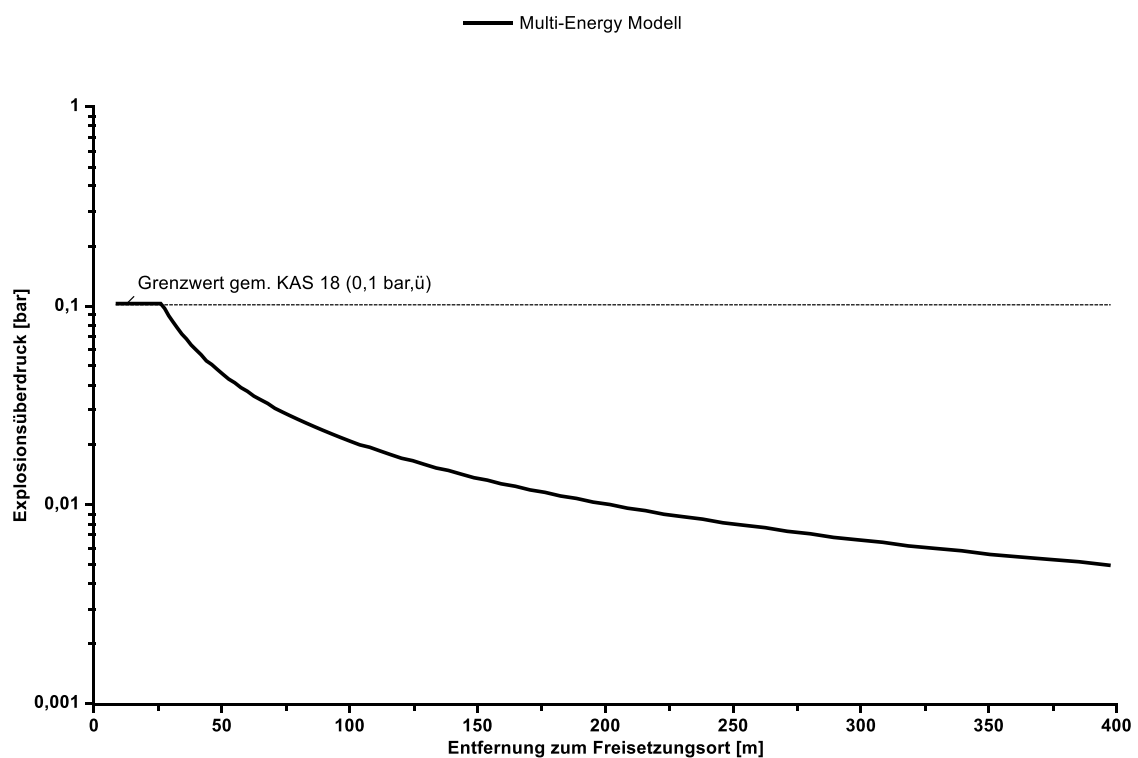


Abbildung 6: Explosionsdruck bei einer Entzündung des austretenden Methangasanteils nach Erreichen der maximalen Ausdehnung der UEG / Schäden bei ungestörter Ausbreitung der Druckwelle.

Die Modelauswahl „Multi-Energy Modell“ erfolgt programmspezifisch, unter Festlegung der Kategorie in Abhängigkeit der Anlagengegebenheit. Insbesondere durch die geringe Verblockung liegt der Explosionsdruck bei einer Zündung der Gaswolke bei ihrer maximalen Ausdehnung unterhalb der Grenze für dauerhafte Schädigungen von Personen (untere Grenze Trommelfellriss: 0,175 bar).

Der Vorgabewert der KAS 18, mit dem Ansatz eines Grenzwertes für den Explosionsdruck von 0,1 bar,ü, wird bis zu einer Entfernung von 26,5 m erreicht. Nach dieser Entfernung nimmt der Explosionsdruck auf ein unbedenkliches Maß ab. Eine Gefährdung von Schutzobjekten durch die Gasausbreitung und die Folge einer Explosion ist unter Beachtung einer mittleren Ausbreitungssituation nicht zu erwarten.

4.5 Ermittlung der Bestrahlungsstärke durch eine Freistrah-Flamme

Die Gefährdung der Umgebung im Falle eines Brandes in der Anlage hat die höchste Intensität, wenn das austretende Gasgemisch als Freistrah entweicht, sich entzündet und als s.g. Freistrahflamme abbrennt.

Die Berechnung der Brandintensität und insbesondere die dabei entstehende Strahlungswärme der Freistrahflamme erfolgt mit ProNuSs9.

Im Leitfaden KAS 18 sind im Anhang 4, Kap. 4 Werte für eine mögliche Selbstentzündung von Materialien in Abhängigkeit der Einwirkdauer angegeben. Aus der Tabelle 7, Anh. 4, KAS 18 sind folgende Werte zur Bestrahlungsstärke und einer möglichen Selbstentzündung zu entnehmen:

Tabelle 7: Selbstentzündungsbedingungen ohne Schutzmaßnahmen (nach Tabelle 7/8, Anh. 4, KAS-18)

Wirkung/Entzündung	Bestrahlungsstärke (kW/m ²)	Einwirkdauer (s)
Grenze für nachteilige Wirkung	1,6	-
Empfindliche Gebäude: Krankenhäuser, Altenheime, Schulen, Wohnhäuser	2,0	-
Öffentliche Straßen	4,5	-
Platzen von Fensterscheiben	5,0	6
Kunstfaser	7,0	Sofort
Grenze für wahrscheinliche Feuerübertragung	8,0	-
Anstrichfarbe an Anlagenteilen	12,2	-
Ungestrichene Holzfaserverplatte	25,0	900
Ungekühlte Lagertanks	10,0	900
Gekühlte Lagertanks	37,8	900

Gemäß der KAS-18, Anhang 4 Nr. 2 wird für die Wärmestrahlung mit einem Grenzwert von 1,6 kW/m² die Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für den Menschen erreicht. Ab einer Bestrahlungswärme von 5,0 kW/m² ist das Platzen von Fensterscheiben zu erwarten, ab 7,0 kW/m² besteht die Gefahr der Selbstentzündung bei Kunstfasern.

Der Grenzwert gem. KAS 18 mit 1,6 kW/m² geht von einer unbestimmten Branddauer aus und ist daher auf längere Einwirkzeiten anzuwenden. Der Abbrand einer Gaswolke ist jedoch durch kurze Branddauern geprägt. Hierfür sieht die KAS 18 die Grenzwerte von 11,7 kW/m² bei 4 sec. und 19,9 kW/m² bei 2 sec. Strahlungsdauer vor.

Als Eingabewerte werden die unten angegebenen Freisetzungsberechnungen in der Ausbreitungsrechnung verwendet.

Freisetzungsbedingungen

- Leckagedurchmesser: 874 mm (bei 0,6 m² Fläche – Klemmschiene)
- Austrittswinkel: 45 °
- Höhe der bestrahlten Stelle über Erdboden: 1,0 m (Personenmitte außerhalb der Umwallung)
- mittlere Windgeschwindigkeit: 3 m/s
- Umgebungstemperatur: 20 °C

Für die Freistrahlf Flamme sind die Parameter Gasdruck, Geometrie der Leckage und der daraus resultierende Massenstrom, die Austrittshöhe und der Austrittswinkel entscheidend. Als Austrittswinkel wurden 45 ° angesetzt, da die Flamme schnell einen thermischen Auftrieb folgt.

Die Größe des Gasspeichers hat keinen Einfluss auf die Berechnung. Daher ist das Ergebnis auf den am dichtesten liegenden Gasspeicher anzuwenden.

Im Ergebnis der Berechnung ergeben sich die Bestrahlungsstärken gemäß der nachfolgenden Abbildung.

Bestrahlungsstärke Lee / Luv [kW/m²]

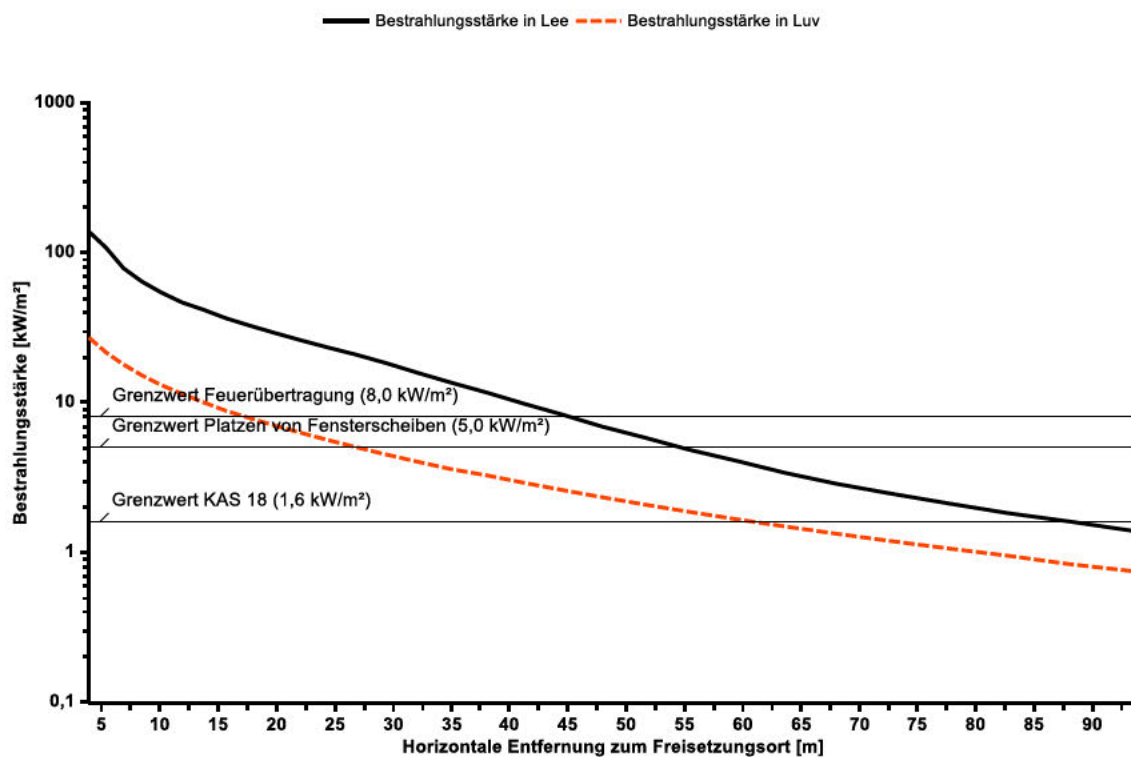


Abbildung 7: Darstellung der Bestrahlungsstärke durch eine Freistrahlf Flamme in Luv / Lee

Im Ergebnis der Ermittlung der Bestrahlungsstärke infolge der Freistrahlf Flamme ergeben sich folgende Abstände um die Gasspeicher.

Tabelle 8: Bestrahlungsstärke in kW/m² bezogen auf die o.g. Grenzwerte / Abstände

Bestrahlungsstärke / Abstand	1,6	2,0	5,0	8,0	kW/m ²
Bestrahlungsstärke - Wirkrichtung in Lee:	87,9	79,9	54,8	45,1	m
Bestrahlungsstärke - Wirkrichtung in Luv:	60,8	52,8	27,0	17,5	m

Für ungeschützte Personen wird bei einer Beaufschlagungshöhe von 1 m und einer Bestrahlungsstärke von 2,3 kW/m² in Tabelle 9, Anh. 4, KAS 18 eine Zeitdauer t_{str} bis zum Erreichen der Schmerzgrenze von 40 Sekunden angegeben. Innerhalb dieser Zeit soll sich eine Person in Sicherheit bringen.

Bis zu einer Bestrahlungsstärke von 5 kW/m² ist ein kurzfristiger Feuerwehreinsatz möglich. In besonderen Schutzanzügen sind auch noch Belastungen mit 8 kW/m² zulässig.

Für die Wärmestrahlung einer Freistrah-Flamme im Schadensfall (Dennoch-Störfall) ergibt sich für den Grenzwert nachteiliger Auswirkungen (1,6 kW/m²) ein Abstand von 87,9 m vom dichtesten Gasspeicher.

Gem. den Ausführungen zu Schutzobjekten im Abschnitt 2.1 und den Abständen gem. Abschnitt 3.1 befinden sich keine Schutzobjekte innerhalb des berechneten Abstandes. Für Wohngebäude ist für die Betrachtung der Grenzwert für empfindliche Gebäude mit 2,0 kW/m² heranzuziehen. Damit liegen die Wohngebäude innerhalb des berechneten angemessenen Abstandes. Eine Bewertung der Gebäude und Auswirkungen eines Dennoch-Szenarios hat innerhalb der Anlagendokumentation (Konzept zur Verhinderung von Störfällen / Brandschutzdokumentation) zu erfolgen.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einem Brandereignis in unmittelbarer Nähe zur Anlage mit hohen Strahlungsintensitäten zu rechnen ist. Die Grenzwerte von 11,7 / 19,9 kW/m² werden in unmittelbarer Nähe überschritten und können zu Personenschäden führen.

Bezogen auf die Wärmestrahlung einer Freistrahflamme befinden sich keine Schutzobjekte innerhalb des ermittelten Bereiches.

5. Auswirkungen auf benachbarte Schutzobjekte im Sinne des Naturschutzes

Im §3 Abs. 5d BImSchG sind neben den Schutzobjekten mit einem Aufenthalt von Menschen auch „unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvollen oder besonders empfindlichen Gebiete“ als benachbarte und zu betrachtende Schutzobjekte definiert.

Grundsätzlich ist für die Beurteilung der Auswirkungen auf Schutzobjekte im Sinne des Naturschutzes voranzustellen, dass die Ermittlung des angemessenen Abstandes gemäß Leitfaden KAS 18, die Ausbreitung und die Auswirkung eines Störfalles (gem. 12. BImSchV) in der Anlage bewertet wird, der als einmaliges Ereignis eintreten könnte und damit keine dauerhafte Wirkung der Anlage darstellt. Hinsichtlich der einmaligen Wirkung ist daher insbesondere für die Naturräume zu bewerten, ob und wie eine dauerhafte Schädigung des Naturraumes eintreten kann.

Bei der betrachteten Anlage handelt es sich um eine Optimierung der Deponiegasverwertungsanlage (Schwachgasbehandlungsanlage, BHKW-Anlage und Gasspeicher). Gemäß einschlägigen Datenbanken (GisChem-Datenbank) ist Biogas als entzündbarer Stoff einzustufen, nicht aber als umweltgefährlicher bzw. umwelttoxischer Stoff. Eine grundsätzliche Umweltgefährlichkeit des Biogases als Gasgemisch ist damit nicht gegeben.

In der Einzelbetrachtung von Methan und Schwefelwasserstoff sind ebenfalls umwelttoxische Gefahren nicht genannt. Damit ist selbst nach einem einmaligen Schadensereignis eine dauerhafte Schädigung der angrenzenden Naturräume nicht zu erwarten. Für die fachliche Bewertung einer Gefährdung bzw. Beeinträchtigung definiert der Leitfaden KAS 18 Grenz- und Beurteilungswerte für das Schutzgut "Mensch".

Für naturschutzfachliche Räume gibt es für ein derartiges Einzelereignis keine konkreten Vorgabewerte. In den einschlägigen, rechtlichen Vorgaben für naturschutzrelevante Bereiche werden lediglich Grenzwerte definiert, die bei einer dauerhaften Beeinträchtigung eine Wirkung auf die jeweiligen Naturräume verhindern sollen. Für ein einmaliges Störfallereignis sind diese Werte nicht geeignet.

Im Folgenden erfolgt daher eine Einzelbetrachtung der Ausbreitungen und Auswirkungen der Störungsszenarien aus der Einzelfallbetrachtung.

5.1 Toxische Auswirkungen

Als Grenzwert für den Menschen wird der EPRG-2-Wert angesetzt. Bis zu dieser Konzentration ist davon auszugehen, dass "beinahe sämtliche Personen mit Einwirkzeit <1h keine bzw. nur leichte vorübergehend nachteilige gesundheitliche Auswirkungen erleiden".

Bezogen auf Tiere, die mit Schwefelwasserstoff in Berührung gekommen sind, verweist die GESTIS-Stoffdatenbank auf eine Studie, wonach 10 ppm Schwefelwasserstoff durch Ratten ohne Effekte toleriert wurden. Damit reagieren Nagetiere weniger empfindlich auf Schwefelwasserstoff als der Mensch.

Nach Literaturangaben ist ein Wert von 600 ppm für Vögel tödlich. In Anbetracht der Tatsache, dass es hier keine weiterführenden Literaturangaben gibt, scheint der EPRG-2-Wert (30 ppm) als Grenzwert für naturschutzfachliche Belange gleichfalls angemessen.

5.2 Explosionsgefährdung

Der Umkreis der Anlage, indem bei einer Gasfreisetzung eine explosionsgefährliche Atmosphäre auftreten kann, ist für den Menschen als auch gleichfalls für Flora und Fauna ein gefährdeter Bereich. Wenn aufgrund der Eigenart der Anlage in einem Störfall eine explosionsgefährliche Atmosphäre im Umkreis möglich ist, so kann es zur Entzündung und Explosion dieser Atmosphäre, unabhängig möglicher Zündquellenbetrachtung, kommen.

In der KAS 18 wird der Grenzwert für den Explosionsdruck mit 0,1 bar bewertet. Dies erfolgt unabhängig von den Schutzgütern. Bei dem Schutzgut "Mensch" gilt als gefährlicher Wert ein Explosionsdruck von 0,175 bar für eine Schädigung des Trommelfells. Entsprechend kann der Wert von 0,1 bar auch für naturschutzfachliche Bereiche als Grenzwert angesetzt werden.

5.3 Bestrahlungsstärke durch eine Freistrahlf Flamme

Diese Wirkung bewertet die Wärmebelastung im Umfeld der Anlage infolge eines Gasaustrittes und sofortiger Zündung und Verbrennen des Gases in Form einer sogenannten Freistrahlf Flamme. Der Grenzwert der KAS 18 wird mit einer Bestrahlungsstärke von 1,6 kW/m² angesetzt. Eine belästigende Wirkung wird bei einem Wert von 1,3 kW/m² gesehen, was dem Wert einer maximalen Sonneneinstrahlung entspricht.

In Übertragung des Wertes auf die Fauna ist zu berücksichtigen, dass bei einem derartigen Vorfall, insbesondere bei Wirbeltieren, ein Fluchreflex einsetzt. Da insbesondere für die Fauna auch hier kein Wert für eine nachhaltige Schädigung vorliegt, ist es an dieser Stelle plausibel, auch den Wert von 1,6 kW/m² anzusetzen, der für den Menschen als Grenze für nachteilige Bewirkungen gilt.

Für die Flora ist festzuhalten, dass eine Bestrahlungsstärke von >8 kW/m² als Grenze für eine wahrscheinliche Feuerübertragung gilt. Wird ein Wert von 1,6 kW/m² angesetzt, wird es zur Abtrocknung der Flora im relevanten Bereich kommen. Eine nachhaltige Schädigung durch dieses Einmalereignis ist jedoch auch hier nicht erkennbar.

5.4 Fazit zu Auswirkungen auf benachbarte Schutzobjekte im Sinne des Naturschutzes

In Summe der genannten Ausführungen ist es daher plausibel, die konservativen, für das Schutzgut „Mensch“ angesetzten Grenzwerte auch für naturschutzrelevante Bereiche anzuwenden. Dies gilt insbesondere deshalb, weil ein derartiges Einmalereignis durch die Gasfreisetzung und gegebenenfalls Entzündung nur kurzfristig auf einen Naturraum wirkt, ohne dass hier nachhaltig über das Schadensereignis hinausgehende Schadstoffe zurückbleiben.

6. Zusammenfassung

Die Ermittlung des angemessenen Abstandes erfolgt aus der Ausbreitungsrechnung gemäß KAS 32 und VDI 3783 Blatt 1 bei mittlerer Ausbreitungssituation. In Anwendung, der im Leitfaden KAS 18 vorgegebenen Bewertungsgrößen, sind die Abstände, ausgehend von der Anlage ermittelt, bis zu der ein Gefährlichkeitsmerkmal noch zu erwarten ist. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 9: Ableitung des angemessenen Abstandes

Parameter	Wert	Abstand
Lagerkapazität Biogas / max. austretende Masse	gem. 12. BImSchV	119.340 kg
Lagerkapazität Biogas / max. austretende Masse	gem. ProNuSs9	112.088 kg
Größte absperrbar Einheit Biogas / max. austretende Masse	gem. ProNuSs9	54.945 kg
Dauer bis zum Austreten des Gasvolumens	sec	2.628 s
Zone toxischer Stoffe (Schwefelwasserstoff, ERPG-2-Wert)	30 ppm	18,0 m
Ausbreitung explosionsfähiger Stoffe (Biogas, UEG)	8,5%	38,7 m
Explosionsdruck	0,1 bar	26,5 m
Wärmestrahlung einer Freistrah-Flamme (Lee)	1,6 kW/m ²	87,9 m
Wärmestrahlung einer Freistrah-Flamme (Lee)	8,0 kW/m ²	45,1 m
Angemessenen Abstandes (größter Abstand)		87,9 m

Die in der Tabelle 9 genannten Lagerkapazitäten für das Biogas weichen von den Berechnungen der Gasmengen zur Prüfung der Anwendung der 12. BImSchV (gem. Tabelle 2) ab. Hintergrund der Abweichung ist, dass die Berechnung der Gasmenge in der Software ProNuSs9 auf der Grundlage der Gaszusammensetzung erfolgt, die relevant für die Ermittlung der angemessenen Abstände in Bezug auf die einzelnen Gefährlichkeitsmerkmale ist.

Die in der Tabelle ermittelten Abstände beziehen sich immer auf den am dichtesten liegenden Gasspeicher.

Durch den Schwefelwasserstoffgehalt im Rohgas konnte im Schadensfall (Dennoch-Störfall) eine Überschreitung des Grenzwertes für die benachbarten Objekte ausgeschlossen werden.

Die Ausbreitung explosionsfähiger Stoffe liegt für eine mittlere Ausbreitungssituation oberhalb der unteren Explosionsgrenze und die Folge einer Explosion und der Überschreitung des zulässigen Grenzwertes von 0,1 bar,ü liegt bei einem Achtungsabstand von ca. 26,5 m um die Freisetzungquelle.

Für die Wärmestrahlung einer Freistrah-Flamme im Schadensfall (Dennoch-Störfall) ergibt sich für den Grenzwert nachteiliger Auswirkungen (1,6 kW/m²) ein Abstand von 87,9 m vom Gasspeicher der Gärbehälter. Bezogen auf die Feuerübertragung wurde ein angemessener Abstand von 45,1 m ermittelt.

Gem. den Ausführungen zu Schutzobjekten im Abschnitt 2.1 und den Abständen gem. Abschnitt 3.1 befinden sich keine Schutzobjekte innerhalb des berechneten Abstandes. Für Wohngebäude und öffentliche Gebäude ist für die Betrachtung der Grenzwert für empfindliche Gebäude mit 2,0 kW/m² heranzuziehen. Innerhalb des berechneten angemessenen Abstandes liegen keine empfindlichen Gebäude.

Als Ergebnis der Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstandes, konnte gezeigt werden, dass gem. Abschnitt 3.1 und in Anwendung des §3 Abs. 5d BImSchG sowie der Leitfaden KAS 18 / 32 sich innerhalb der Grenzkonzentrationen und Gefahrenmerkmale (angemessenen Abstandes) hinsichtlich

- der toxischen Gefährdung durch Schwefelwasserstoff,
- der Explosionsgefährdung durch Gasaustritt,
- einer möglichen Gaswolkenexplosion oder

- einer Freistrahlf Flamme des austretenden Gases

keine Schutzobjekte gemäß §3 Abs. 5d BImSchG befinden. Die benachbarten Objekte befinden sich außerhalb des angemessenen Abstandes. Bei der Planung sollten angemessenen Abstände für das neue Gewerbegebiet berücksichtigt werden.

Die Auswirkung und der Schutz der benachbarten Objekte sind in der Anlagenplanung und der sicherheitstechnischen Dokumentation zu benennen und zu beschreiben, insbesondere im Brandschutzkonzept, Explosionsschutzdokument und im Konzept zur Verhinderung von Störfällen / Definition des Sicherheitsmanagementsystem (gem. §8 der 12. BImSchV).

7. Anlagen

- Anlage 1: detaillierte Eingabewerte zur Ausbreitungsrechnung
- Anlage 2: Lageplan der Anlage

8. Literaturverzeichnis

1. Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. 17. Mai 2013, in aktueller Fassung.
2. 12. BImSchV: Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfallverordnung). , in akt. Fassung.
3. Kommission für Anlagensicherheit beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit . *Leitfaden 18 – Empfehlung für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfallverordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung §50 BImSchG.* letzte Änd. November 2013.
4. Kommission für Anlagensicherheit beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. *Leitfaden 32 – Arbeitshilfe, Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18.* , November 2015.
5. Seveso III-Richtlinie. *Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen.* s.l., 4. Juli 2012.
6. DIN EN 1839. *Bestimmung der Explosionsgrenzen von Gasen und Dämpfen und Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) für brennbare Gase und Dämpfe.* , April 2017.
7. Schröder, V., Molnarne, M. Die Explosionsgrenzen von Biogas in Luft. *TÜ Bd. 49 (2008) Nr. 1/2.* Jan./Feb 2008.
8. Dr.-Ing B. Schalau. ProNuSs9® - Softwaresystem zur numerischen Störfallsimulation auf der Grundlage der VDI 3783 Blatt 1 und Blatt 2. , 2018. Version 9.20.1.

Betriebsbereich:	Energieanlage
Betreiber:	Blumendorf Bio-Energie GmbH&Co.KG Blumendorf 15 23843 Bad Oldesloe
Vorhaben:	Ermittlung des angemessenen Abstandes nach KAS-32

Anlage	Gasspeichervolumen (störfallrelevante Gasmenge)	
Volumen zum Zeitpunkt t=0	91.800 m³	Ermittlung gem. Störfallkonzept
	45.000 m ³	Einzelvolumen des größten Gasspeichers
	(Konservativer Ansatz, da die Austrittsmenge i.W. durch den Innendruck und die Austrittsfläche bestimmt wird. Die Gasmenge hat nur minimalen Einfluss.)	

Gaszusammensetzung (Volumenanteil)	Biogas gem. Daten des Betreibers		
		Betreiber	Berechnungsgrundlage
Methan	CH4	52,00 %	52,00 %
Kohlendioxid	CO2	45,79 %	45,75 %
Sauerstoff	O2	0,20 %	0,20 %
Stickstoff	N	2,00 %	2,00 %
Schwefelwasserstoff	H2S	0,015 %	0,050 %
	entspricht	150 ppm	500 ppm

Berechnung Störfallszenario:

Beschreibung:	Riss in Gasspeicher des Gassystems Gasaustritt aus gesamten Gasraum der Anlage Austritt durch korrespondierendes Gassystem
----------------------	---

Parameter des Austritts:

Stoffdaten:	Druck:	0,0050 bar (ü)	entspricht	5,0 mbar ÜD
	Temperatur:	20 °C		
	Gasdichte:	1,221 kg/m ³		
	(ProNuSs bei T und p, entsp. Gaszusammensetzung)			

Berechnung mit ProNuSs Berechnung "gasförmige Freisetzung" aus einem Leck

Art der Dachbefestigung	verschraubter Gasspeicher	gem. Leitfaden KAS 32
Leckage (Länge x Breite)	3 x 0,2 m	
Leckfläche	0,6 m ²	
entsp. Durchmesser	874 mm	
Ausflussziffer	1,0	

Ergebnis Austrittsrate **20,904 kg/s**

Die Austrittsrate wird als Konstante angenommen und wirkt, bis das Volumen der Gasspeicherhauben geleert ist.
(Begründung: Durch Stützluftgebläse und Eigenmasse der Gasspeicherfolie erfolgt keine relevante Druckabnahme im Gasspeicherraum).

Austrittsvolumen	45.000 m ³	Gasvolumen gem. Störfallbetrachtung
Austrittsmasse	54.945 kg	(gem. Gasdichte ProNuSs)
Austrittsdauer	2.628 s	43,8 min

Betriebsbereich:	Energieanlage
Betreiber:	Blumendorf Bio-Energie GmbH&Co.KG
	Blumendorf 15
	23843 Bad Oldesloe
Vorhaben:	Ermittlung des angemessenen Abstandes nach KAS-32

Ausbreitungsberechnung**VDI 3783 Blatt 1**

Massenstrom	20,904 kg/s	
Zeitdauer	2.628 s	
Quellgeometrie	Linienquelle	
Quellenbreite	3,0 m	(Risslänge)
Freisetzungshöhe	0,00 m	(Rissmitte, niedrigster Gasspeicher)
Standortparameter:		
Windgeschwindigkeit	3 m/s	
Bebauungshöhe / Inversionshöhe	20 m	
Bodenrauigkeit	0,5 m	
Aufschlagpunkt		
max. Entfernung	250 m	
Schrittweite	1 m	
Entfernung des 1. Aufschlagpunktes	5 m	Systemgrenze von ProNus
Höhe des Aufschlagpunktes ü. Erdgleiche	2 m	
Austritt Schwefelwasserstoff		
Unterschreiten des ERPG-2 Wertes (30 ppm)	18,0 m	mittlere Ausbreitungssituation
Unterschreiten des ERPG-2 Wertes (30 ppm)	46,9 m	ungünstige Ausbreitungssituation

Explosionsgefährdung**Ermittlung der Auswirkungen einer Explosion der Gaswolke (>UEG)**

Berechnung der Explosionsgrenzen			
Untere Explosionsgrenze	UEG Biogas	8,5 %	$(1 + \text{CO}_2/\text{CH}_4) * 4,5$
obere Explosionsgrenze	OEG Biogas	21,6 %	$(1 + \text{CO}_2/\text{CH}_4) * 11,5$
Entfernung bis Unterschreiten der UEG		14,5 m	mittlere Ausbreitungssituation
Entfernung bis Unterschreiten der UEG		38,7 m	ungünstige Ausbreitungssituation
Wetterlage			
Temperaturschichtung:		indifferent	ohne Inversion
Modellansatz:	Ausbreitung der Gaswolke und Zündung nach Erreichen der maximalen Ausdehnung der unteren Explosionsgrenze		
Multi-Energy-Modell	Kat. 4		
Zündenergie gering:	aus Stoffdaten Methan: Explosionsgruppe II A; Temperaturklasse T1;		
Verblockung gering:	Hindernisse im Bereich der Gaswolke, jedoch Anteil < 30% des betrachteten Bereiches		
Verdämmung hoch	Explosion wird durch den Boden und 2 seitige Wände (Behälter) begrenzt		
Maximal explosionsfähige Masse		77,87 kg	
Ausdehnung der explosionsfähigen Gaswolke		15,0 m	
Grenzwert Explosionsdruck KAS 18 (0,1 bar)		26,5 m	

Betriebsbereich:	Energieanlage
Betreiber:	Blumendorf Bio-Energie GmbH&Co.KG
	Blumendorf 15
	23843 Bad Oldesloe
Vorhaben:	Ermittlung des angemessenen Abstandes nach KAS-32

Freistrahlf Flamme**Ermittlung der Auswirkungen einer Freistrahlf Flamme**

Quellengeometrie	Loch Vorgabe aus ProNus			
Leckfläche	0,6 m ²			
entsp. Durchmesser	874 mm			
Austrittswinkel	45 ° Aufgrund der Thermik			
Freisetzungshöhe	0 m			
Höhe der bestrahlten Stelle	1 m (Körpermitte gem. Pronus)			
Windgeschwindigkeitsprofil	VDI 3783 Blatt 8			
Windgeschwindigkeit	3 m/s			
Anemometerhöhe:	25 m			
Bodenrauigkeit	0,5 m			
Ausbreitungsklasse	indifferent bis leicht stabil (III/1; Pasquill: D)			
Ergebnisse der Freistrahlf Flamme				
Flammenlänge	34,6 m			
Flammendurchmesser	10,9 m			
maximale Strahlungsintensität	138 kW/m ²			
Bestrahlungsstärke / Abstand	1,6	2,0	5,0	8,0 kW/m ²
Bestrahlungsstärke - Wirkrichtung in Lee:	87,9	79,9	54,8	45,1 m
Bestrahlungsstärke - Wirkrichtung in Luv:	60,8	52,8	27,0	17,5 m

Zusammenfassung der Berechnung

Parameter	Wert	Abstand
Lagerkapazität Biogas / max. austretende Masse	gem. 12. BImSchV	119.340 kg
Lagerkapazität Biogas / max. austretende Masse	gem. ProNuSs9	112.088 kg
Größte absperrbare Einheit Biogas / max. austretende Masse	gem. ProNuSs9	54.945 kg
Dauer bis zum Austreten des Gasvolumens	sec	2.628 s
Zone toxischer Stoffe (Schwefelwasserstoff, ERPG-2-Wert)	30 ppm	18,0 m
Ausbreitung explosionsfähiger Stoffe (Biogas, UEG)	8,5%	38,7 m
Explosionsdruck	0,1 bar	26,5 m
Wärmestrahlung einer Freistrahlf Flamme (Lee)	1,6 kW/m ²	87,9 m
Wärmestrahlung einer Freistrahlf Flamme (Lee)	8,0 kW/m ²	45,1 m
Angemessenen Abstandes (größter Abstand)		87,9 m

Lageplan

zur Errichtung einer Heizzentrale.

Antragsteller:

Blumendorf Bio-Energie GmbH&Co.KG
vertreten durch Herrn Martin Buchholz
Blumendorf 11, 23843 Bad Oldesloe
Bauort: FINr.352, Flur 6, Gmkg. Blumendorf



Antragsteller/Vertreter:

Entwurfsverfasser:

Sewald GmbH&Co.KG
Fahrbichstr. 20
D-83530 Schnaitsee
Franz Xaver Sewald
bauvorlageberechtigt gem.Art.61 Abs.3 BayBO
Mitglied im Verein Deutscher Ingenieure e.V.
Dipl.Ing.(FH) Architekt
Hermann Namberger
bauvorlageberechtigt gem.Art.61 Abs.2.2 BayBO
Bayer.Architektenkammer Nr.130419

T: 08074 221 | F: 08074 917 657-6
info@sewald-planung.de | www.sewald-planung.de

PLANUNG
UND
BERATUNG
SEWALD
FÜR
BIOGAS-
ANLAGEN

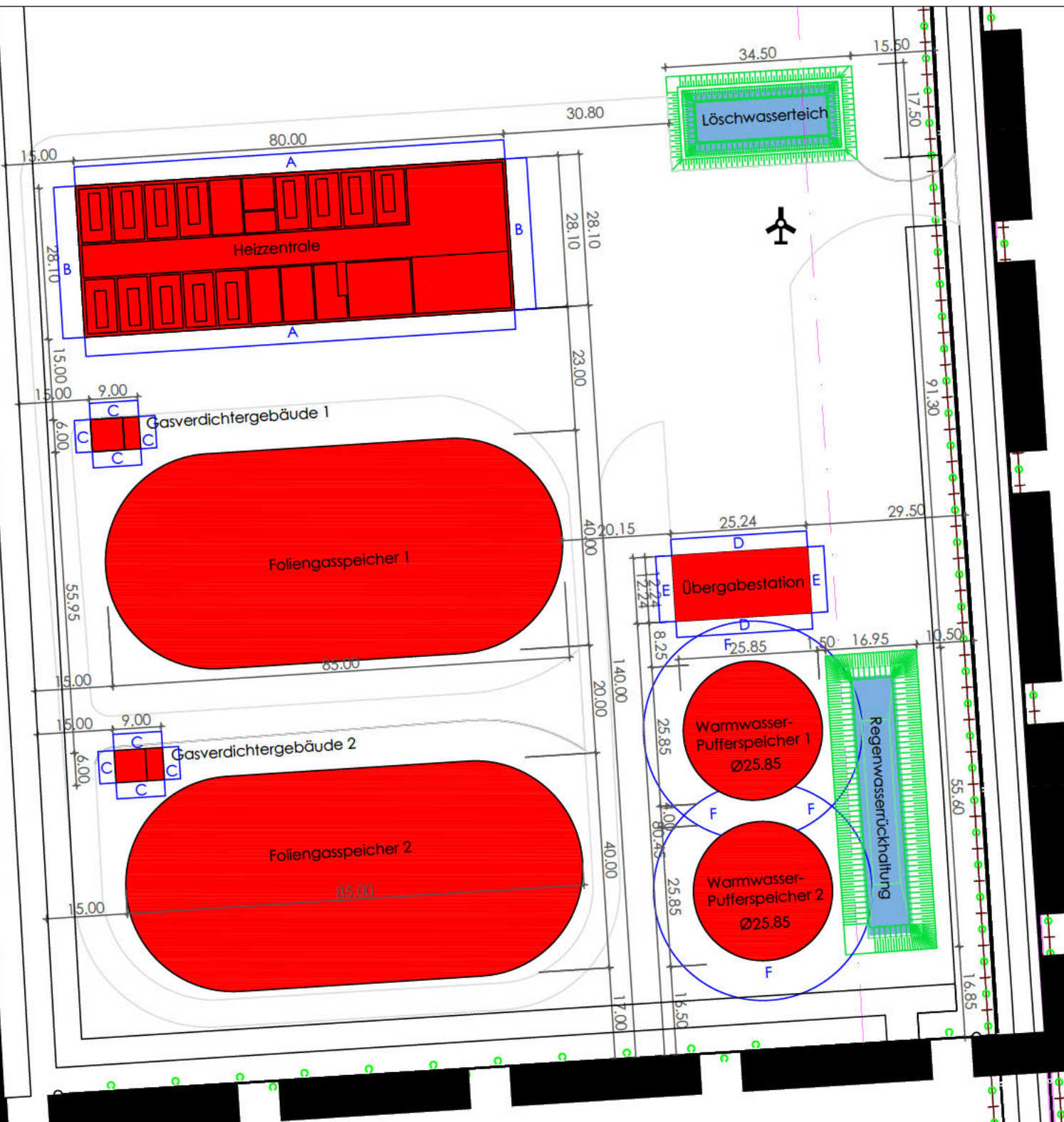
geä.:

von:

18.02.2026

M= 1:1000

PlanNr. 2026-0898-1



Berechnung Abstandsflächen SH

Bezeichnung	Höhe	Faktor	Ergebnis	gewählt
A	8,84	0.4	3.54	
B	10,06	0.4	4.02	
C	3,15	0.4	1.26	3,00
D	5,30	0.4	2.12	3,00
E	5,77	0.4	2.31	3,00
F	18,45	0.4	7.38	

