

## Einzelfallbetrachtung

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

Betreiber des Betriebsbereiches: Biogas Ruhwinkel GmbH & Co. KG  
Dorfstraße 17  
24601 Ruhwinkel

Standort: Ruhwinkler Straße, 24601 Ruhwinkel  
Bundesland: Schleswig-Holstein

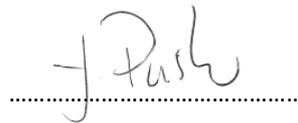
Bearbeiter: **EC Umweltgutachter und Sachverständige  
Kremp & Partner PartG mbB**  
Teerofen Haus 3, 19395 Karow  
Tel.: 038738-73443  
Fax: 038738-73887  
info@ec-umweltgutachter.de

Bericht-Nr.: 20220812 KAS Ruhwinkel  
Seitenanzahl: 26 Seiten + Anlagen  
Datum: 22.08.2022



**Dipl.-Ing. (FH) Manfred Kremp**

Sachverständiger gem. §29b BImSchG für  
Anlagen 1.2; 1.4; 1.15; 8.6; 8.13; 9.1; 9.36  
Sachverständiger nach WHG



**M.Eng. Josefina Puskeiler**

Sachverständige gem. §29b BImSchG für  
Anlagen 1.2; 1.4; 1.15; 1.16; 7.24; 7.27; 8.6.2; 8.6.3; 8.13;  
9.1; 9.36  
Sachverständige nach AwSV  
Sachverständige für Druckbehälter

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Rechtliche Einordnung</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Beschreibung des Betriebsbereiches</b> .....	<b>5</b>
3.1 Standortgegebenheiten .....	5
3.2 Anlagenbeschreibung Biogasanlage .....	7
3.3 Gasspeicher und Betrachtung nach 12 BImSchV .....	8
3.4 Beurteilungsgrundlagen und Modellbeschreibung .....	10
<b>4. Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes</b> .....	<b>14</b>
4.1 Ausbreitungsberechnung durch ausströmendes Biogas .....	15
4.2 Ermittlung der Auswirkung einer Explosion der explosionsfähigen Atmosphäre .....	19
4.3 Ermittlung der Bestrahlungsstärke durch eine Freistrah-Flamme .....	20
<b>5. Auswirkungen auf benachbarte Schutzobjekte im Sinne des Naturschutzes</b> .....	<b>23</b>
<b>6. Zusammenfassung</b> .....	<b>25</b>
<b>7. Anlagen</b> .....	<b>26</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>26</b>

## 1. Aufgabenstellung

Die Biogas Ruhwinkel GmbH & Co. KG betreibt am Standort 24601 Ruhwinkel, Ruhwinkler Straße eine nach dem BImSchG (1) genehmigte Biogasanlage.

Aufgrund der geänderten Planung der angrenzenden Bebauung gem. 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 6 beauftragte die zuständige Behörde, dass eine Abstandsbetrachtung gem. KAS 18 / 32 notwendig wird.

Die Anlage fällt aufgrund der Biogasmenge in den Gasspeichern der Anlage, insbesondere im Falle der geleerten Gärrestspeichern (Gärrestlager), in den Anwendungsbereich der 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (12. BImSchV / Störfallverordnung) (2). Die Anlage ist mit der kalkulierten Gasspeichermenge als Betriebsbereich der „unteren Klasse“ gemäß §2 Abs 1 der 12.BImSchV einzustufen.

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 vorgesehenen 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.

Im §3 Abs. 5a-5d BImSchG werden die hierfür relevanten Begriffe definiert. Der §3 Abs. 5c definiert den angemessene Sicherheitsabstand unkonkret und lediglich in der Form, dass es *„der Abstand zwischen einem Betriebsbereich ... und einem benachbarten Schutzobjekt, der zur gebotenen Begrenzung der Auswirkungen auf das benachbarte Schutzobjekt, welche durch schwere Unfälle im Sinne des Artikels 3 Nummer 13 der Richtlinie 2012/18/EU hervorgerufen werden können...“* ist. 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<sup>1</sup> und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete.“*

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

---

<sup>1</sup> Wichtige Verkehrswege z. B. Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen. Was wichtige Verkehrswege sind, hängt letztendlich von deren Frequentierung ab. Orientierungswerte zur Einstufung von Verkehrswegen finden sich in Ref. Nr. B18 der „Fragen und Antworten zur Richtlinie 96/82/EG (Seveso-II-Richtlinie)“.

Leitfaden KAS-32 explizit die Bewertung von Biogasanlagen im Kapitel 1 behandelt.

In Anwendung des Leitfaden 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 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 Biogases aus der Gasspeicherleckage,
- Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre und Auswirkungen einer Gasexplosion,
- Ausbreitung toxischer Atmosphäre (durch Schwefelwasserstoff im Biogas),
- Gefährdung durch Wärmestrahlung von austretendem Biogas als Freistrahlf Flamme.

Eine Betrachtung der Abstände hinsichtlich möglicher emissionsrechtlicher Grenzwerte sowie die Bestimmungen des Entwurfs der TA Abstand sind nicht Bestandteil einer sicherheitstechnischen Bewertung.

### 3. Beschreibung des Betriebsbereiches

Das vorliegende Dokument wurde auf Basis der nachstehenden Dokumente und Unterlagen des Betreibers erstellt. Hierfür wurde die Dokumentation elektronisch und in gedruckter Form durch den Betreiber übermittelt.

- Lageplan aus "Änderungsantrag nach §16 BImSchG bezugnehmend auf Bau- + Betriebsgenehmigung G20/2012/050 LLUR Flintbek"
- Gasspeichervolumen aus "Änderungsantrag nach §16 BImSchG bezugnehmend auf Bau- + Betriebsgenehmigung G20/2012/050 LLUR Flintbek"

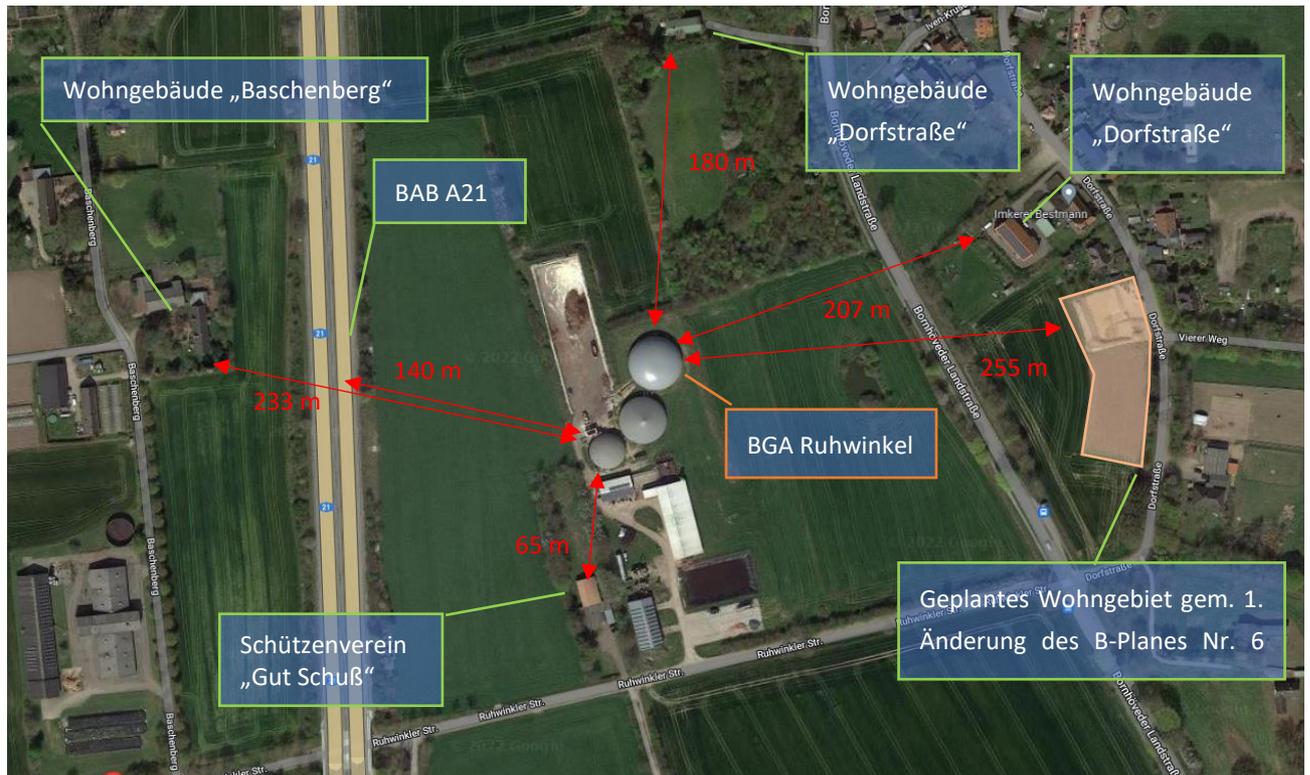
#### 3.1 Standortgegebenheiten

Die Biogasanlage befindet sich in Ruhwinkel, einer Landgemeinde im Kreis Plön in Schleswig-Holstein, südlich der Gemeinde Wankendorf und nördlich der Gemeinde Bornhöved.

Tabelle 1: Umgebende Nutzungen der Anlage

Ausrichtung	Umgebende Nutzung	Abstand *
Norden	Agrarflächen Wohngebäude „Dorfstraße „	angrenzend ca. 180 m
Osten	Agrarflächen Wohnbebauung „Dorfstraße“ Geplantes Wohngebiet gem. 1. Änderung des B-Planes	angrenzend ca. 207 m ca. 255 m
Süden	Vereinsgebäude Schützenverein „Gut Schuß“ Landstraße „Ruhwinkler Straße“ Agrarflächen	ca. 65 m ca. 125 m ca. 134 m
Westen	Agrarflächen Bundesautobahn A21 Wohnbebauung „Baschenberg“	angrenzend ca. 140 m ca. 233 m

\* Die Abstände zwischen der Nutzung und der Biogasanlage sind auf den jeweils dichtesten Gasspeicher gegenüber dem betrachteten Objekt bezogen.



Luftbild des Anlagenstandortes und Umgebung, Quelle: GoogleMaps

Aufgrund der Leitfäden KAS-18 (3) und KAS-32 (4) betragen die Achtungsabstände zwischen Betriebsbereichen einer Störfallanlage und schutzwürdige Nutzung je nach Anlagentyp 200 bis 250 m. Schutzobjekte die außerhalb dieses Bereiches liegen, werden nicht weiter betrachtet.

In Anwendung des §3 Abs. 5d BImSchG sind konkrete benachbarter Schutzobjekte damit folgende:

- Wohnnutzung: In östlicher Richtung ca. 207 m entfernt  
In westlicher Richtung ca. 233 m entfernt
- öffentlich genutzte Gebäude/Gebiete Schützenverein „Gut Schuß“ in südlicher Richtung ca. 65 m entfernt
- Freizeitgebiete: nicht vorhanden
- wichtige Verkehrswege: BAB A21 in westlicher Richtung ca. 140 m entfernt  
(Gemeindestraße ist mit <10.000 PKW in 24h nicht relevant)
- Naturschutz: keine

Die unmittelbar angrenzenden Gebäude, die der Anlage zugehörig sind, stellen keine benachbarten Schutzobjekte in Anwendung des §3 Abs. 5d BImSchG dar.

Die Wohngebäude des geplanten Wohngebietes gem. 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 6 liegen außerhalb des Achtungsabstandes.

### **3.2 Anlagenbeschreibung Biogasanlage**

Die Biogasgewinnung in der Biogasanlage erfolgt durch Vergärung nachwachsender Rohstoffe (Silage) und tierischer Exkrememente (Gülle). Das entstehende Biogas wird aufgefangen, zwischengespeichert und anschließend im BHKW zur Erzeugung von Strom und Wärme am Standort genutzt.

Der Biogasanlage besteht aus den folgenden Hauptkomponenten:

- Feststoffdosierer als Schubboden
- 1 x Fermenter mit Foliendach
- 1 x Nachgärer mit Foliendach
- 1 x Endlager mit Foliendach
- 1 x BHKW im Gebäude
- Gasaufbereitung mit AK-Filter, Kühlung, Verdichter
- Gasfackel
- Trafostation

Sämtliche Behälter sind stehende zylindrische Stahlbetonbehälter, die teilweise in das Erdreich eingelassen sind.

Die Zuführung der Einsatzstoffe erfolgt über ein Eintragungssystem. Die Einsatzstoffe werden anschließend im geschlossenen System in den Fermenter geleitet. In dem Fermenter erfolgen die Vergärung und die Produktion des Biogases. Der Fermenter wird mit einem konstanten Füllstand betrieben.

Das Gärrestlager dient der Nachvergärung und Lagerung der Gärreste bis zur landwirtschaftlichen Verwertung.

Die Verwertung des Biogases erfolgt direkt in der Anlage durch Aufbereitung des Gases und der anschließenden Verwertung im BHKW zur Erzeugung von Strom und Wärme.

### 3.3 Gasspeicher und Betrachtung nach 12 BImSchV

Der Fermenter und das Gärrestlager sind mit einer gasdichten Abdeckung in Form eines Doppelfoliendaches geschlossen und eingebunden in das gasdichte System der Biogasanlage. Die bestehenden Gasspeicher sollen zukünftig gegen neue, größere Gasspeicher ausgetauscht werden.

Die Gasspeicher der Behälter sind gem. Angebot der Fa. Baur nach der Erneuerung mit Klemmschläuchen an der Behälterwand befestigt.

Durch die gasseitige Verbindung der einzelnen Behälter wird aus den jeweiligen Freiborden und den Gasspeichern ein korrespondierendes Gassystem gebildet, einschließlich der Komponenten der Gasreinigung und Gasverwertung.

Bei einem maximalen Füllstand der Behälter mit Substrat ergibt sich das kleinste Gasspeichervolumen innerhalb der Biogasanlage. Die maximale Gasmenge in den Niederdruckgasspeichern in der Anlage ergibt sich, wenn die Gärreste entnommen und die Gärrestspeicher geleert sind.

Das Gassystem der Anlage hat ein Gasspeichervolumen gemäß der nachfolgenden Tabelle.

Behälter Bezeichnung	Daten der Gärbehälter		
	Fermenter	Nachgärer	Gärrestlager
Abdeckung	gasdicht	gasdicht	gasdicht
∅ Innen	21,00 m	28,00 m	32,00 m
Höhe	6,05 m	5,50 m	6,00 m
Freibord	0,50 m	0,50 m	0,50 m
Restfüllstand	5,55 m	5,50 m	0,00 m
Volumen <sub>Brutto</sub>	2.095 m <sup>3</sup>	3.387 m <sup>3</sup>	4.825 m <sup>3</sup>
Volumen <sub>netto</sub>	1.922 m <sup>3</sup>	3.079 m <sup>3</sup>	4.423 m <sup>3</sup>
Gasvolumen inkl. Freibord	634 m <sup>3</sup>	864 m <sup>3</sup>	1985,29 m <sup>3</sup>
Gasvolumen inkl. Behälter*	634 m <sup>3</sup>	3.943 m <sup>3</sup>	6408,65 m <sup>3</sup>

maximales Gasvolumen Behälter + Gashauben	10.986 m <sup>3</sup>
Berücksichtigung Rohrleitung (2%-Regel)	220 m <sup>3</sup>
maximales Gasvolumen im Gassystem	11.206 m <sup>3</sup>
Biogasmasse bei Ansatz der Dichte von 1,3 kg/m <sup>3</sup>	14.567 kg

#### Bezug zur Störfallverordnung

Biogas gilt als entzündbares Gas und wird in Nr. 1.2.2 des Anhangs 1, der Störfallverordnung (12. BImSchV) eingeordnet. Der im Biogas enthaltene Schwefelwasserstoff wird aufgrund der toxischen Wirkung in Nr. 2.41 des Anhangs 1, der Störfallverordnung (12. BImSchV) eingeordnet. Der durchschnittliche Anteil von Schwefelwasserstoff im Rohgas beträgt 0,01 %.

Mengenschwellen Anhang 1, 12. BImSchV:	Spalte 5:
1.2.2 entzündbares Gas	50.000 kg
2.41 Schwefelwasserstoff	20.000 kg

Die Mengenschwelle der Nr. 1.2.2 des Anhangs 1, Spalte 4 wird überschritten, die der Spalte 5 wird nicht erreicht. Die Anlage wird als Anlage der unteren Klasse eingestuft. Die Anforderungen der Störfallverordnung sind umzusetzen, jedoch nicht die Vorschriften gem. §§ 9 -12 der Störfallverordnung.

Die Mengenschwellen für akut toxische Gase gem. Nr. 2.41 Anhang 1 der 12 BImSchV, zutreffend für Schwefelwasserstoff werden durch die Durchschnittlichen Gehalte von 0,01 % bezogen auf den Rohgasgehalt nicht erreicht.

\*Maximale Gasspeichermenge berechnet auf vollständige Entleerung des Gärrestlagers abzgl. Restfüllstand.

Die Hinweise des UBA und deren Erläuterungen zur Berechnung der vorhandenen Masse von hochentzündlichem Biogas in Biogasanlagen zur Prüfung der Anwendung der StörfallV wurden berücksichtigt.

Tabelle 2: Gasspeichervolumen der Biogasanlage

Die ausführliche und nachvollziehbare Kalkulation des Biogasvolumens, ermittelt auf der Grundlage der Berechnungstabelle „Anwendbarkeit der Störfallverordnung“ des BMU - Version 1.3, ist in Anlage 2 angefügt.

In der KAS 32 wird für die Gaszusammensetzung bei Anlagen mit nachwachsenden Rohstoffen eine konservative Gaszusammensetzung vorgeschlagen, insbesondere wenn für die betrachtete Anlage keine speziellen Kenntnisse zur Gaszusammensetzung vorliegen. Da es sich bei der bewerteten Anlage jedoch um eine Bestandsanlage handelt und im Betriebstagebuch der Anlage fortlaufend die Gaszusammensetzung in den Behältern erfasst wird, kann im Folgenden davon ausgegangen werden, dass hier die geforderten speziellen Kenntnisse vorliegen.

Betreiberseitig wurde eine Gaszusammensetzung in Auswertung der durchschnittlichen Monatsdaten zusammengestellt. Für die Ausbreitungsberechnung wurde folgende Gaszusammensetzung angenommen.

Tabelle 3: Biogaszusammensetzung auf Basis von Messungen

Gaszusammensetzung	
CH4 - Methan	50,0 %
CO2 - Kohlendioxid	48,50 %
O2 - Sauerstoff	0,5 %
N - Stickstoff	1,0 %
H2S - Schwefelwasserstoff	0,002 %
entsprechend	20 ppm

Der geringe Schwefelwasserstoffgehalt von 20 ppm im Gassystem resultiert aus der biologischen Entschwefelung innerhalb des Gassystems durch Zudosierung von Luft. Im Sinne einer konservativen Betrachtung wird aber für die Ausbreitungsrechnung ein Wert von 100 ppm Schwefelwasserstoff angesetzt.

Tabelle 4: Biogaszusammensetzung für Ausbreitungsrechnung

Gaszusammensetzung	
CH4 - Methan	50,00 %
CO2 - Kohlendioxid	48,49 %
O2 - Sauerstoff	0,50 %
N - Stickstoff	1,00 %
H2S - Schwefelwasserstoff	0,01 %
entsprechend	100 ppm

### 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 wird ein s.g. Dennoch-Störfall zugrunde gelegt. 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 Biogasfreisetzung 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:
  - Verschraubte Befestigung der Gasspeicherdächer soll eine Leckgröße von 0,6 m<sup>2</sup> angesetzt werden. Das entspricht einer Leckagegröße der Länge von 3,0 m und einer Breite von 0,2 m.
  - Klemmschlauch Befestigung der Gasspeicherdächer soll eine Leckgröße von 1,0 m<sup>2</sup> angesetzt werden. Das entspricht einer Leckagegröße der Länge 4,0 m und einer Breite von 0,25 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 Gasdruck von 3 mbar basiert auf Angaben des Betreibers i.V.m. den Einstellwerten der Überdrucksicherung an den Behältern. Die Gastemperatur beträgt durchschnittlich 20°C.
- Die minimale Freisetzungshöhe HF ergibt sich bei dem Gärrestelager der Anlage und beträgt 3 m (Höhe Gasspeicherbefestigung über Bodenniveau). Höhere Freisetzungen bewirken eine bessere Durchmischung mit der Umgebungsluft und somit geringere Schadgasgehalte in der relevanten Bodennähe.

Das Szenario ist schematisch in Abbildung 3 dargestellt.

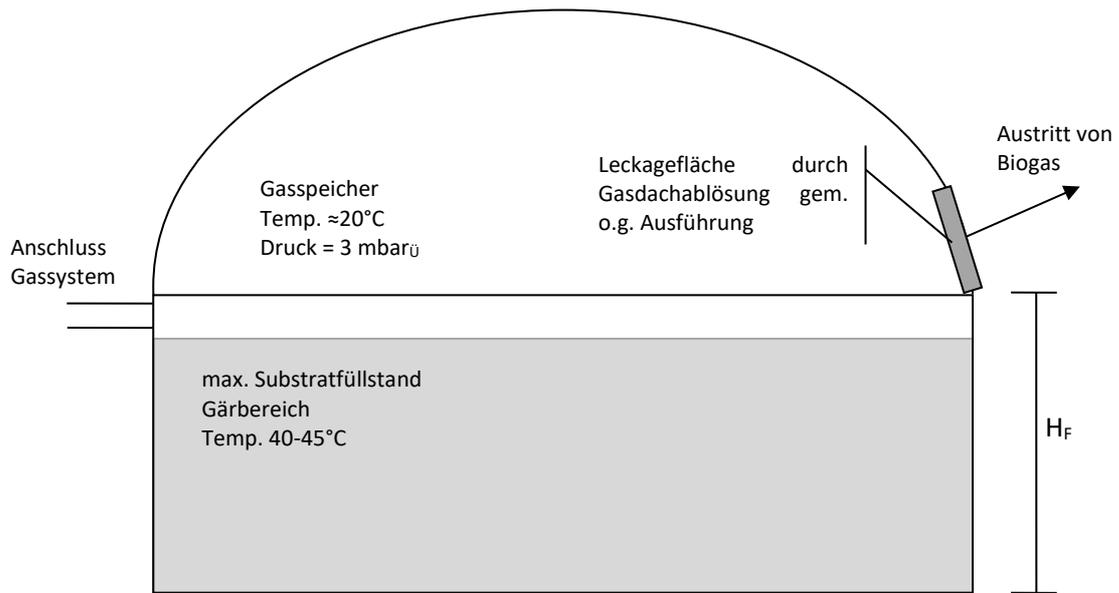


Abbildung 1: Systemdarstellung des Schadensszenarios

## Explosionsgefährdung

Das im Biogas 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 Vol.-%

Aufgrund der Zusammensetzung von Biogas mit den Hauptbestandteilen Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) 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:

- $UEG_{\text{Biogas}} = (1 + \text{Anteil CO}_2/\text{Anteil CH}_4) \times UEG_{\text{CH}_4, \text{CO}_2}$
- $OEG_{\text{Biogas}} = (1 + \text{Anteil CO}_2/\text{Anteil CH}_4) \times OEG_{\text{CH}_4, \text{CO}_2}$

Die Werte für  $UEG_{\text{CH}_4, \text{CO}_2}$  und  $OEG_{\text{CH}_4, \text{CO}_2}$  ergeben sich aus dem folgenden Diagramm als Methananteil am Schnittpunkt mit dem Explosionsbereich.

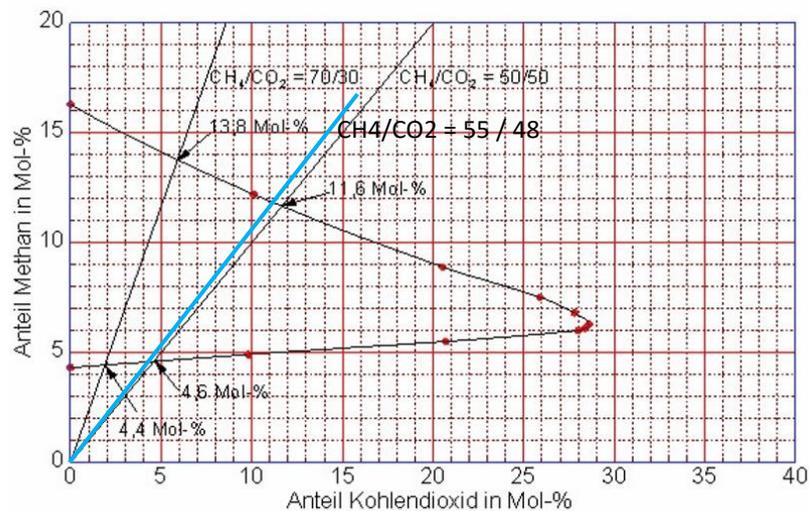


Abbildung 2: Kohlendioxid-Methan-Diagramm des Explosionsbereiches in kartesischen Koordinaten aus dem Dreistoffdiagramm für den Explosionsbereich Methan-Kohlendioxid-Luft-Gemischen (7)

In Umrechnung der Bestandteile des Biogases (50% CH<sub>4</sub>-Anteil, 48% CO<sub>2</sub>-Anteil) ergeben sich für das Gasgemisch folgende Werte:

●	UEG Biogas =	$(1 + 48/50) \cdot 4,5$	=	8,8 %
●	OEG Biogas =	$(1 + 48/50) \cdot 11,8$	=	23,1 %

### Toxische Gefährdung

Für die toxische Gefährdung wird der enthaltene Schwefelwasserstoff betrachtet. Schwefelwasserstoff wird in der 12. BImSchV als akut toxisch eingestuft. Gemäß der KAS 18 soll zur Quantifizierung der Gefährlichkeitsschwelle der der EPRG-2-Wert<sup>2</sup> sowie der AEGL-2-Wert<sup>3</sup> herangezogen werden.

Tabelle 5: Werte der toxischen Gefährdung durch Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S)

	H <sub>2</sub> S Konzentration	Zul. Einwirkzeit
AGW	5 ppm	Dauerhaft
EPRG-2 Wert	30 ppm	≤ 60 min
AEGL-2 Wert	41 ppm	≤ 10 min
Toxische bis tödliche Wirkung	> 500 ppm	kurzzeitig

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.

---

<sup>2</sup> Der EPRG-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.

<sup>3</sup> 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.

#### **4. Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes**

Die folgende Betrachtung zur Ausbreitungssituation des Biogases wird gem. KAS 18/32 auf die Gasspeicher abgestellt.

Ein Rohrleitungsabriss z.B. am BHKW 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 200) beträgt ca. 0,031 m<sup>2</sup> und ist damit deutlich kleiner als die Fläche eines Schadens am Gasspeicher (0,6 m<sup>2</sup> bzw. 1,0 m<sup>2</sup> 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 das BHKW nicht mehr mit Gas versorgt und es kommt zur Abschaltung der BHKW-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 Aufstellungsraum der BHKW-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 BHKW-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.

#### 4.1 Ausbreitungsberechnung durch ausströmendes Biogas

Für die Bestimmung des angemessenen Abstandes ist die Ausströmung von Biogas und die Möglichkeit der Bildung einer explosionsgefährlichen Atmosphäre sowie einer toxischen Gefährdung zu betrachten. Die Ausbreitungsrechnung wurde mit ProNuSs9 nach VDI 3783 Blatt 1 durchgeführt. Die Ausbreitungssituation wird dabei im Nahbereich des Behälters bis zu einer Entfernung von 300 m ermittelt.

Als Eingabewerte der Rechnung werden folgende Freisetzungsbedingungen in Anwendung der KAS 32 in der Ausbreitungsrechnung verwendet.

Die Gasfreisetzung von Biogas aus den Gasspeichern durch den beschriebenen Störfall wird für mit folgenden Eingabeparametern in ProNuSs9 berechnet:

##### 1. Stoffeigenschaften

- Temperatur: 20°C
- Druck: 0,003 bar,ü
- Gaszusammensetzung: siehe Kap. 3.2
- Gasdichte: aus ProNuSs Datenbank, abweichend der Betrachtung nach UBA mit 1,3 kg/m<sup>3</sup>

##### 2. Freisetzungsparameter

- Leckfläche: 1,0 m<sup>2</sup> aufgrund der Befestigung mittels Klemmschlauch
- Ausflussziffer: 1

Als Ergebnis der Freisetzung ergab sich ein maximaler Massenstrom Biogas von 27,31 kg/s der durch den beschriebenen Riss unter stationären Annahmen entweichen kann.

Das zur Verfügung stehende Biogas des korrespondierenden Gassystems gem. Tabelle 2 mit einer Menge von 11.206 m<sup>3</sup>, welches bei einer Leckage ausströmen kann, ergibt bei Ansatz einer konstanten Ausflussrate von 27,31 kg/s eine Austrittsdauer von 512 s (8,5 min) bis das Gasspeichersystem vollständig geleert ist. Die detaillierten Berechnungen sowie die Massenstromermittlung sind in Anlage 1 und 3 zu finden.

Aus den Eingangsdaten der Massenstromermittlung wird deutlich, dass diese unabhängig der Biogasmenge in den Gasspeichern ist, sondern sich ausschließlich aus der Gasdichte (abhängig von der Gaszusammensetzung), der Rissgröße und dem Gasspeicherinnendruck ergibt.

##### Freisetzungsbedingungen

- Massenstrom Biogas: 27,31 kg/s
- Zeitdauer: 512 s
- Freisetzungshöhe: 3 m
- Quellgeometrie: 4 m Linienquelle mit einer Austrittsbreite
- Höhe des Aufschlagpunktes: 2 m
- mittlere Windgeschwindigkeit: 3 m/s
- Bebauungshöhe / Inversionshöhe: 20 m
- Bodenrauigkeit: 0,5 m

Die Ausbreitungssituation des Biogasaustrittes im Nahbereich des Behälters ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Dabei werden mit der mittleren und der ungünstigen Ausbreitungssituation unterschiedliche Temperaturschichtungen in der Atmosphäre, Windgeschwindigkeiten u.a. berücksichtigt.

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 grundsätzlich die mittlere Wetterlage – damit die mittlere Ausbreitungssituation der VDI 3783 Blatt 1 angesetzt werden.

Im Diagramm sind die untere Explosionsgrenze von 8,8 % und die obere Explosionsgrenze von ca. 23,1 % für das konkrete Biogasgemisch gekennzeichnet.

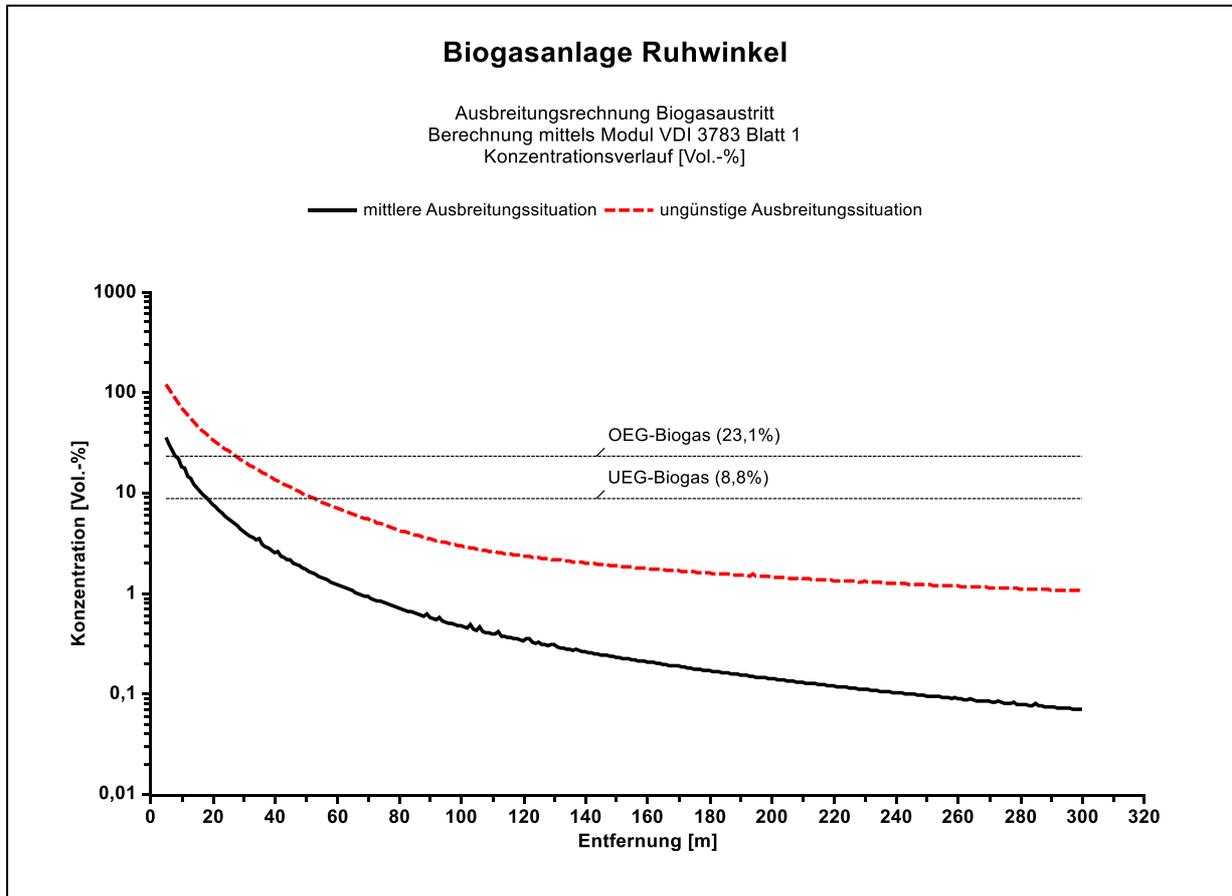


Abbildung 3: Ausbreitungssituation Biogasaustritt

### Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre

Eine explosionsfähige Atmosphäre durch freigesetztes Biogas 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 Gefährungskriterien verwendet und dargestellt.

Entsprechend wird aus der Ausbreitungssituation des Biogases über den Methangasgehalt die Methanausbreitung als Komponente des Gasgemisches bestimmt.

Die Bewertung des Methangehaltes 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.

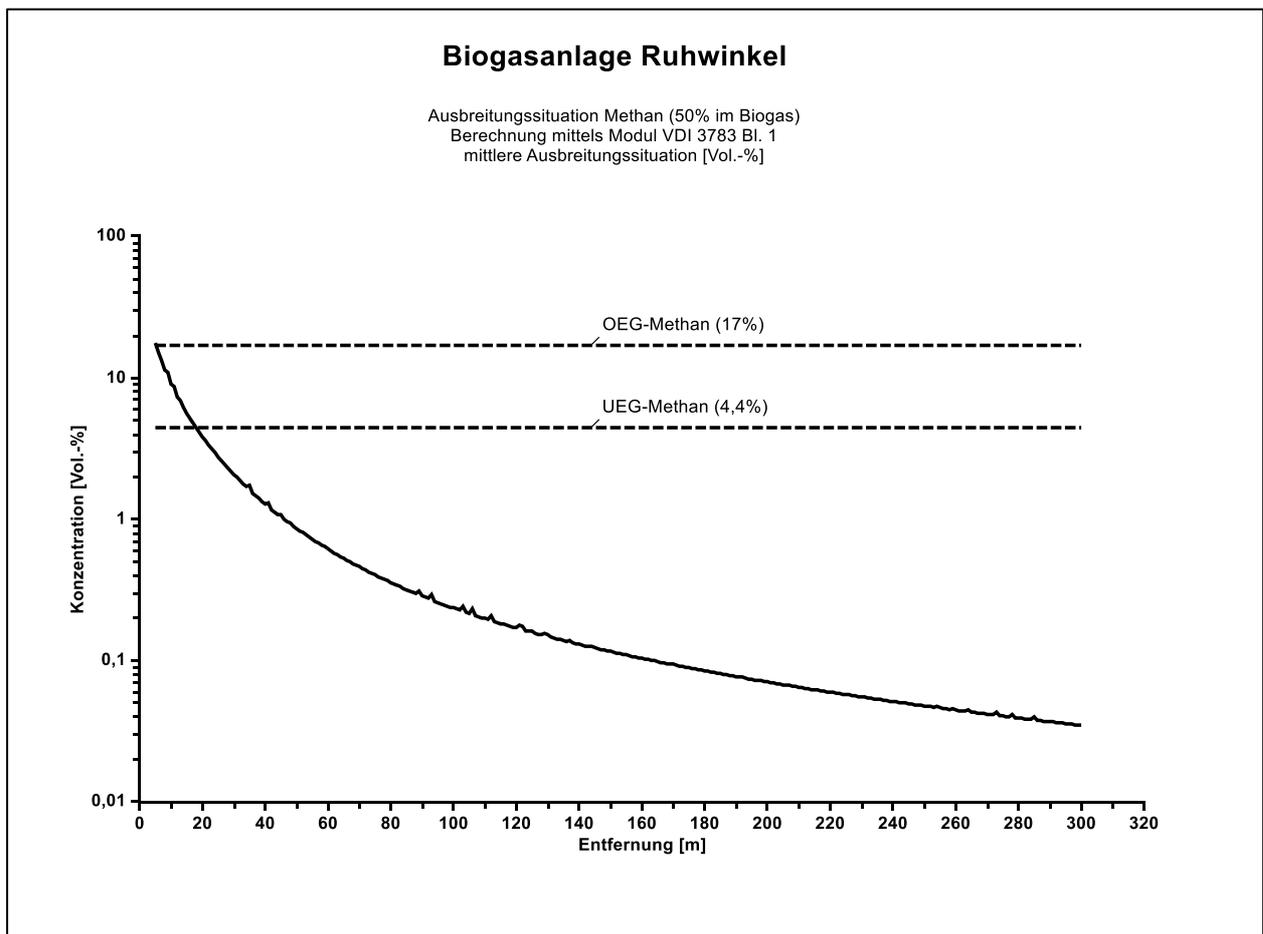


Abbildung 4: Ausbreitungssituation Methan

Aus der Ausbreitungsrechnung ergibt sich für die Freisetzung von Biogas durch einen Riss der beschriebenen Größe in der Gasspeicherfolie, unter den getroffenen Annahmen der Ausströmung, der sich ergebenden Ausbreitung entsprechend der Methankonzentration im Biogas für den Nahbereich der Anlage, bei einer mittlerer Ausbreitungssituation gemäß VDI 3783 Blatt 1 eine Gefahr der Bildung einer explosionsgefährlichen Atmosphäre bei einem potentiellen Gasaustritt bis zu einer Entfernung von 18,12 m um die Gasspeicher.

### Entstehung einer toxischen Atmosphäre

Eine toxische Gefährdung durch freigesetztes Biogas kann primär durch den Bestandteil Schwefelwasserstoff entstehen. Der Schwefelwasserstoffgehalt im Biogas wurde für einen Störfall mit 100 ppm angenommen.

Für die Ermittlung der toxischen Atmosphäre wird aus der Ausbreitungssituation des Biogases über den Gehalt an Schwefelwasserstoff die Ausbreitungssituation sowie die Abstände entsprechend der Gefährdungskriterien gemäß Tabelle 5 bestimmt.

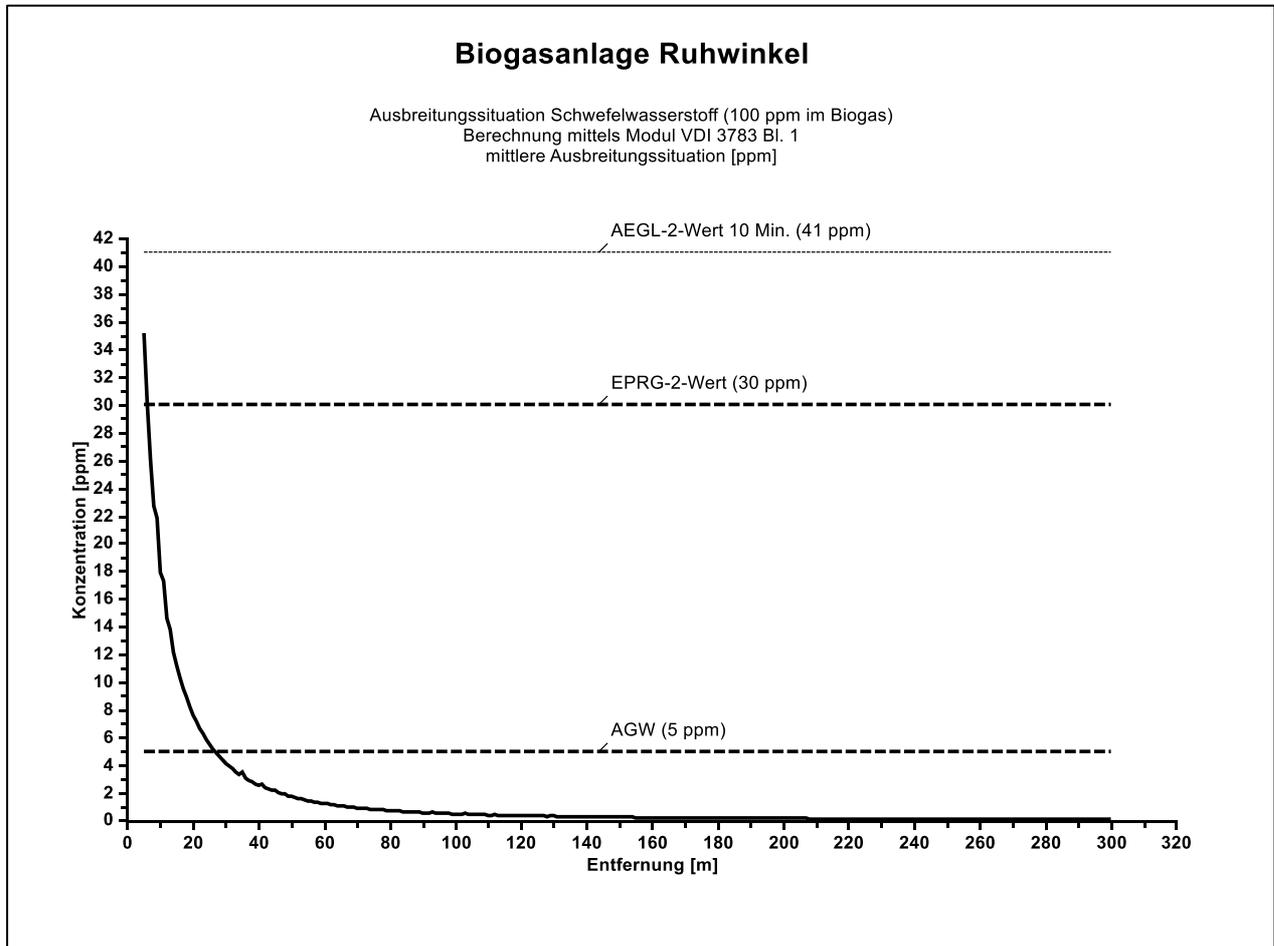


Abbildung 5: Ausbreitungssituation Schwefelwasserstoff

Als Kriterium zur Bewertung toxischer Gefahren wird der in der KAS 18 empfohlene ERPG-Wert herangezogen. Dieser 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, dargestellt.

Die Darstellung zeigt, dass Konzentrationen oberhalb des ERPG-2-Wertes bei mittlerer Ausbreitungssituation in einer Entfernung von bis zu 6,03 m um die Gasspeicher erreicht werden.

## 4.2 Ermittlung der Auswirkung einer Explosion der explosionsfähigen Atmosphäre

Da es im Nahbereich des Behälters 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 als Berechnungsgrundlage folgende Werte zur Gaswolke:

- Maximal explosionsfähige Masse: 116,8 kg
- Maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke: 28,0 m

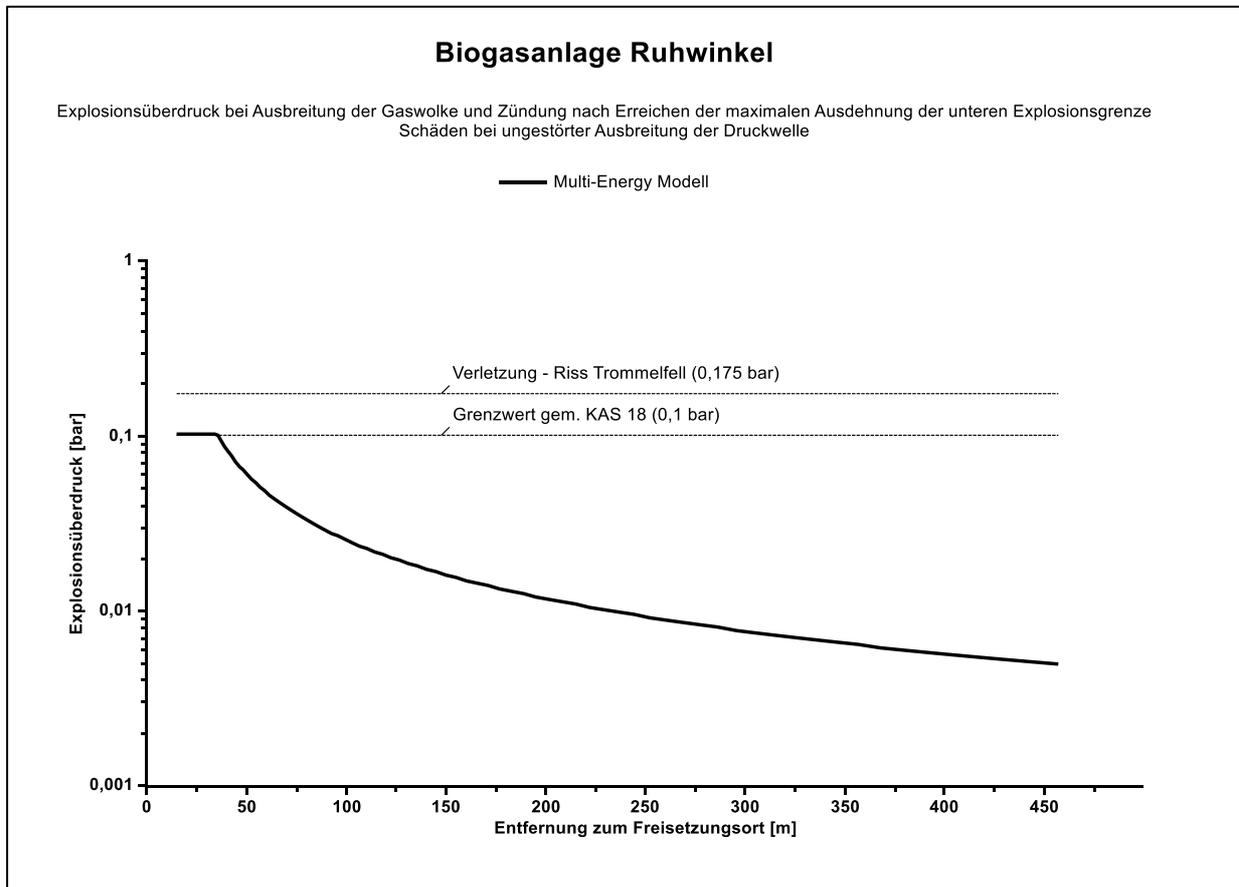


Abbildung 6: Explosionsdruck bei einer Entzündung des austretenden Methangasanteils

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, wird bis zu einer Entfernung von 35,79 m erreicht. Nach dieser Entfernung nimmt der Explosionsdruck auf ein unbedenkliches Maß ab.

Da die benachbarten Objekte sich in deutlich größerer Entfernung befinden, liegt eine Gefährdung dieser Objekte nicht vor.

### 4.3 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 Biogasgemisch als Freistrah entweicht, sich entzündet und als s.g. Freistrahflamme abbrennt. Mit ProNuSs9 kann die Brandintensität und insbesondere die dabei entstehende Strahlungswärme der Freistrahflamme berechnet werden. Als Eingabewerte werden die unten angegebenen Freisetzungsbewingungen in der Ausbreitungsrechnung verwendet.

#### Freisetzungsbewingungen

- Massenstrom Biogas: 27,31 kg/s
- Leckagedurchmesser: 1128 mm (bei 01,0 m<sup>2</sup> Fläche)
- Austrittswinkel: 45 °
- Höhe der Austrittsstelle über Erdboden: 3 m
- Höhe der bestrahlten Stelle über Erdb.: 2,0 m
- mittlere Windgeschwindigkeit: 3 m/s
- Umgebungstemperatur: 20 °C

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

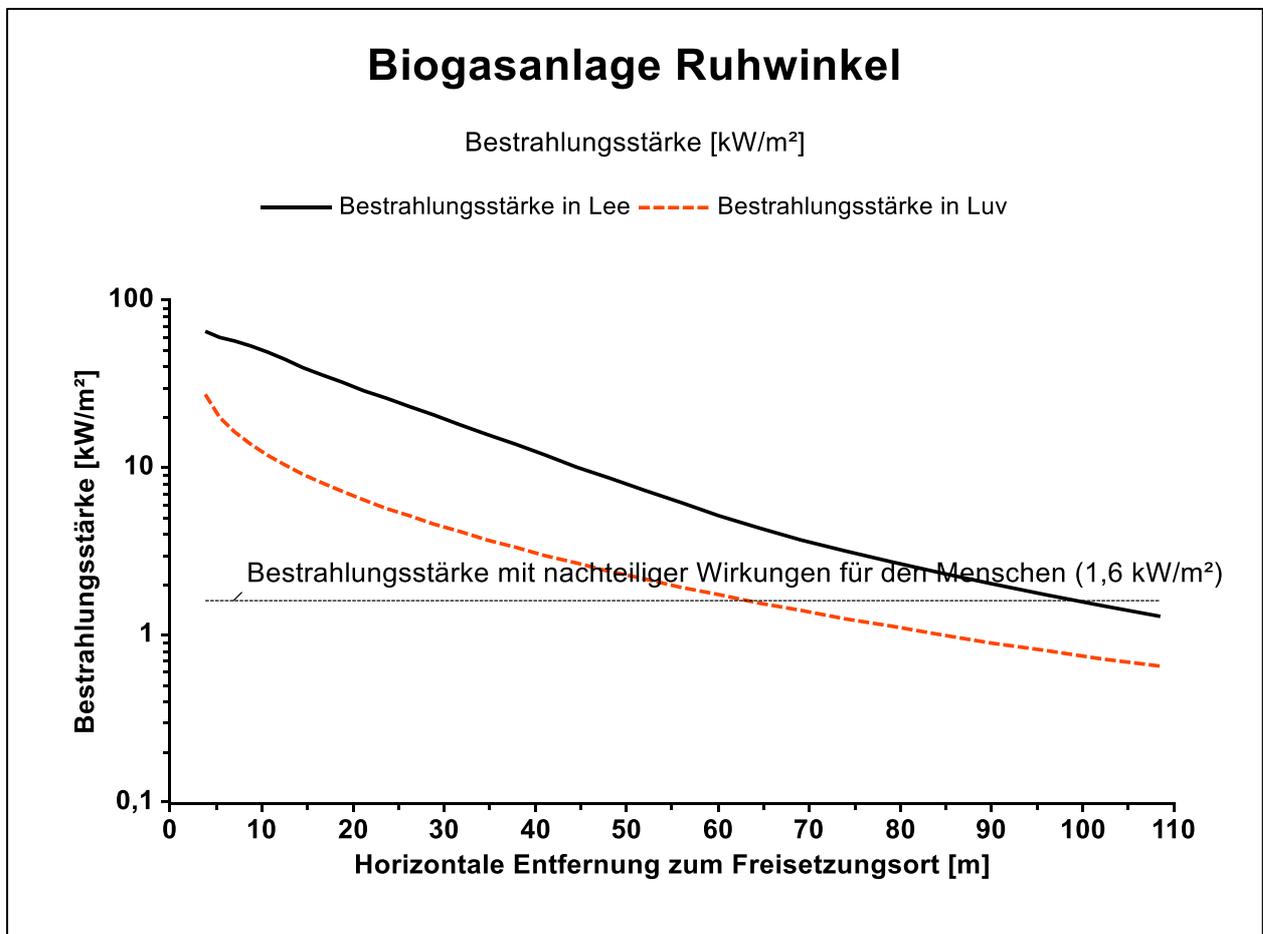


Abbildung 7: Darstellung der Bestrahlungsstärke durch eine Freistrah-Flamme in Luv / Lee

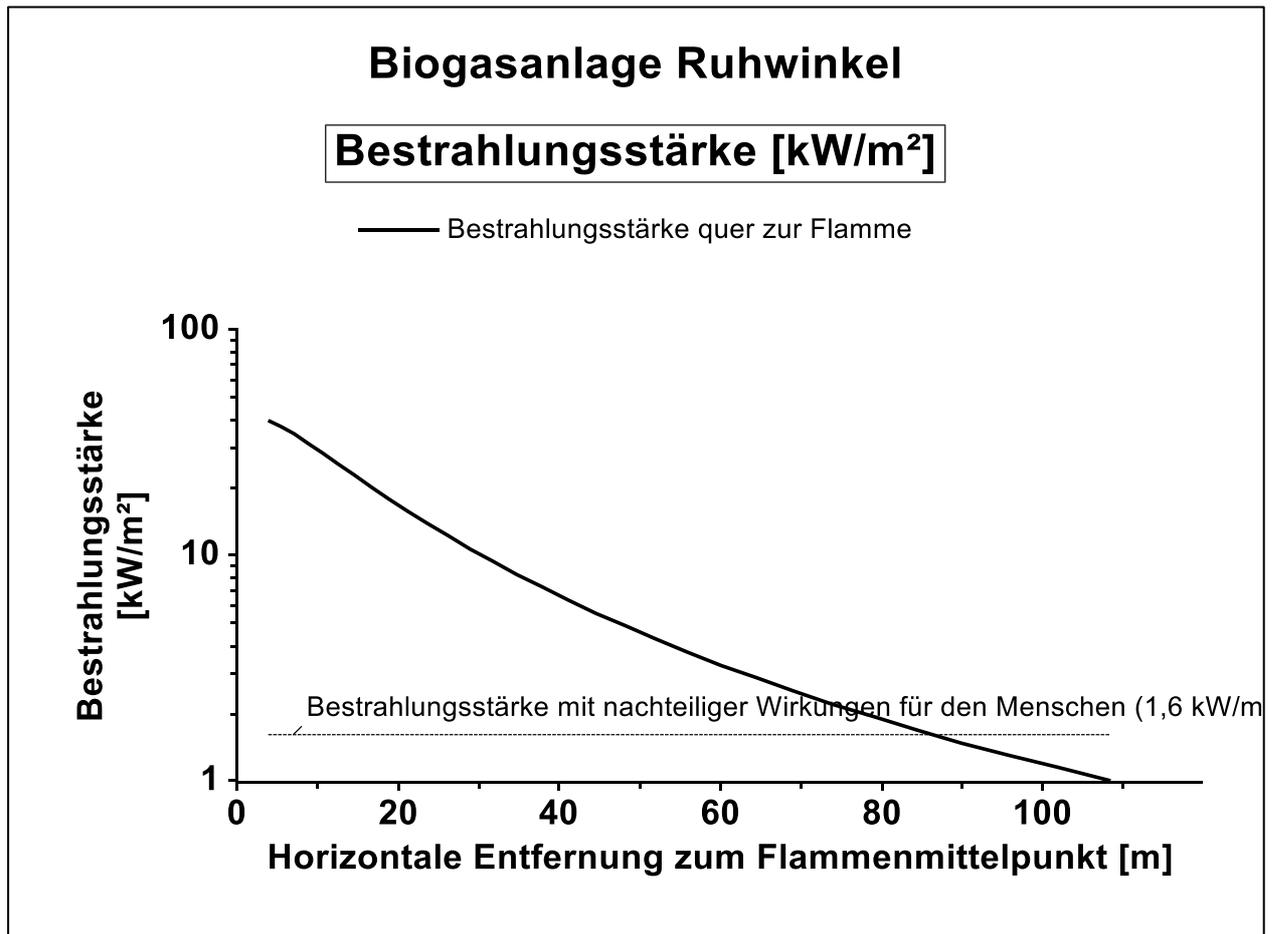


Abbildung 8: Darstellung der Bestrahlungsstärke durch eine Freistrah-Flamme Quer zur Flamme

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

Im Ergebnis der Ermittlung der Bestrahlungsstärke infolge der Freistrahflamme ergeben sich folgende Abstände um die Gasspeicher, die mit einer Bestrahlungsstärke von  $1,6 \text{ kW/m}^2$  nachteiliger Wirkungen für den Menschen bewirken:

- Wirkrichtung quer zur Flamme: 86,62 m
- Wirkrichtung in Lee (in Windrichtung): 99,14 m

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

Tabelle 6: Selbstentzündungsbedingungen ohne Schutzmaßnahmen (nach Tabelle 7, Anh. 4, KAS-18)

Wirkung/Entzündung	Bestrahlungsstärke (kW/m <sup>2</sup> )	Einwirkdauer (s)
Platzen von Fensterscheiben	5,0	6
Kunstfaser	7,0	sofort
Anstrichfarbe an Anlagenteilen	12,2	-
Ungestrichene Holzfaserplatte	25,0	900

Für ungeschützte Personen wird bei einer Bestrahlungsstärke von 2,3 kW/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> ist ein kurzfristiger Feuerwehreinsatz möglich. In besonderen Schutzanzügen sind auch noch Belastungen mit 8 kW/m<sup>2</sup> zulässig.

Aus den somit vorliegenden Daten ist abzuleiten, dass Personen im Freien sich bei einem Brandereignis mit einer möglichen Freistrahlausbreitung unmittelbar in Sicherheit bringen müssen. Gebäude bieten hier einen ausreichenden Schutz.

Benachbarte Schutzobjekte liegen außerhalb des Gefährdungsbereiches.

## 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, 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 Biogasanlage. Der zu bewertende störfallrelevante Stoff (12. BImSchV) ist Biogas. 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.

### Explosionsgefährdung

Der Umkreis der Anlage, indem bei einem Austritt von Biogas eine explosionsgefährliche 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.

### **Toxische Auswirkungen**

Als Grenzwert für den Menschen wird der PRG-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 PRG-2-Wert (30 ppm) als Grenzwert für naturschutzfachliche Belange gleichfalls angemessen.

### **Bestrahlungsstärke durch eine Freistrah-Flamme**

Diese Wirkung bewertet die Wärmebelastung im Umfeld der Anlage infolge eines Gasaustrittes und sofortiger Zündung und Verbrennen der Biogasanlage in Form einer sogenannten Freistrahflamme. Der Grenzwert der KAS 18 wird mit einer Bestrahlungsstärke von 1,6 kW/m<sup>2</sup> angesetzt. Eine belastigende Wirkung wird bei einem Wert von 1,3 kW/m<sup>2</sup> 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 Fluchtreflex 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/m<sup>2</sup> anzusetzen, der für den Menschen als Grenze für nachteilige Bewirkungen gilt.

Für die Flora ist festzuhalten, dass eine Bestrahlungsstärke von >8 kW/m<sup>2</sup> als Grenze für eine wahrscheinliche Feuerübertragung gilt. Wird ein Wert von 1,6 kW/m<sup>2</sup> angesetzt, wird es zur Abtrocknung der Flora im relevanten Bereich kommen. Eine nachhaltige Schädigung durch dieses Einmalereignis ist jedoch auch hier nicht erkennbar.

### **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 Biogasaustritt und gegebenenfalls Entzündung nur kurzfristig auf einen Naturraum wirkt, ohne dass hier nachhaltig über das Schadensereignis hinausgehende Schadstoffe zurückbleiben.

## 6. Zusammenfassung

Für die bestehende Biogasanlage Ruhwinkel beauftragte die zuständige Behörde, dass eine Abstandsbetrachtung gem. KAS 18 / 32 notwendig wird.

Als Ergebnis der geforderten Einzelfallbetrachtung zur Ermittlung des angemessenen Abstandes, konnte gezeigt werden, dass in Anwendung der Leitfäden KAS 18 / 32 sich innerhalb der Grenzkonzentrationen und Gefahrenmerkmale hinsichtlich

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

Schutzobjekte gemäß §3 Abs. 5d BImSchG befinden. Der Schießstand (Schützenverein „Gut Schuß“) stellt ein Schutzobjekt im Sinne des BImSchG dar und befindet sich innerhalb des angemessenen Abstandes.

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

Tabelle 7: Ableitung des angemessenen Abstandes aus den Bewertungsgrößen

Parameter	Wert	Abstand
Lagerkapazität Biogas		14.567 kg
Zone explosionsfähiger Stoffe (Methan, UEG)	4,4 % CH <sub>4</sub>	18,12 m
Zone toxischer Stoffe (Schwefelwasserstoff, ERPG-2-Wert)	30 ppm	6,03 m
Maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke	-	28,0 m
Explosionsdruck	0,1 bar	35,79 m
Wärmestrahlung einer Freistrahlfamme (Lee)	1,6 kW/m <sup>2</sup>	99,14 m
<b>Angemessenen Abstandes</b> (größter Abstand)		<b>99,14 m</b>

In Auswertung der einzelnen Parameter ergibt sich für die Wärmestrahlung einer Freistrahlfamme im Schadensfall (Dennoch-Störfall) ein Abstand von 99,14 m von den Gasspeichern. Dieser sollte als angemessener Abstand gemäß §50 BImSchG angesetzt werden.

Der Schießstand (Schützenverein „Gut Schuß“) stellt ein Schutzobjekt im Sinne des BImSchG dar und befindet sich innerhalb des angemessenen Abstandes.

Die Wohngebäude des geplanten Wohngebietes gem. 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 6 liegen außerhalb des Achtungsabstandes und außerhalb des angemessenen Abstandes.

## 7. Anlagen

- Anlage 1: Kalkulationstabelle der detaillierten Eingabewerten zur Ausbreitungsrechnung
- Anlage 2: Ermittlung der Biogasmenge gem. Berechnungstabelle „Anwendbarkeit der Störfallverordnung“ des BMU, Version 1.3
- Anlage 3: Rechenlaufprotokoll – ProNuSs9
- Anlage 4: 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 6

## 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.

<b>Betriebsbereich:</b>	<b>Biogasanlage Ruhwinkel</b>
Betreiber:	Biogas Ruhwinkel GmbH & Co.KG
Vorhaben:	Ermittlung des angemessenen Abstandes nach KAS-32

<b>Anlage</b>	Gasspeichervolumen (max.)	
Ermittlung gem. Anlage 2		
Summe (max)		11.206 m <sup>3</sup>
<b>Gaszusammensetzung</b>	CH4	50,000 %
	CO2	48,490 %
	O2	0,500 %
	N	1,000 %
	H2S	0,010 %
	entsp.	100 ppm

**Berechnung Störfallszenario:**

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

**Parameter des Austritts:**

Stoffdaten:	Biogas NaWaRo mit o.g. Zusammensetzung		
Druck:	0,003 bar (ü)	ent.	3,0 mbar ÜD
Temperatur:	20 °C		
Dichte:	1,2474 kg/m <sup>3</sup>	Quelle ProNuSs bei T und p, entsp.	Gaszusammensetzung

**Stoffmenge:**

**Volumen zum Zeitpunkt t=0**                      **11.206 m<sup>3</sup>**    Austrittsvolumen (störfallrelevante Gasmenge)

(Konservativer Ansatz, da die Austrittsmenge i.W. durch den Innendruck und die Austrittsfläche bestimmt wird. Die Gasmenge hat nur minimalen Einfluss.)

**Berechnung mit ProNuSs** Berechnung "gasförmige Freisetzung" aus einem Leck

Behältervolumen	11.206 m <sup>3</sup>	
Leckage	3 m Länge x 0,2 m Breite	Riss
Leckfläche	0,6 m <sup>2</sup>	
Ausflussziffer	1,0	

**Ergebnis Austrittsrate**                      **27,31 kg/s**

Die Austrittsrate wird als Konstante angenommen und wirkt, bis das Volumen der Gasspeicherhauben geleert ist.

(Begründung des Ansatzes: durch Stützluftgebläse und Eigenmasse der Gasspeicherfolie erfolgt keine relevante Druckabnahme im Gasspeicherraum)

Austrittsvolumen	11.206 m <sup>3</sup>	Volumen der Gashauben (inkl. Freibord)
Austrittsmasse	13.978 kg	(gem. Gasdichte ProNuSs)
Austrittsdauer	512 s	entspricht                      8,5 min

**Betriebsbereich:** **Biogasanlage Ruhwinkel**  
 Betreiber: Biogas Ruhwinkel GmbH & Co.KG  
 Vorhaben: Ermittlung des angemessenen Abstandes nach KAS-32

**Ausbreitungsberechnung****VDI 3783 Blatt 1**

Massenstrom	27,3100 kg/s	
Zeitdauer	512 s	
Quellgeometrie	Linienquelle	
Quellenbreite	3,0 m	(Risslänge)
Freisetzungshöhe	3,0 m	(Rissmitte)
<b>Standortparameter:</b>		
Windgeschwindigkeit	3 m/s	
Bebauungshöhe / Inversionshöhe	20 m	
Bodenrauigkeit	0,5 m	
<b>Aufschlagpunkt</b>		
max. Entfernung	300 m	
Schrittweite	1 m	
Höhe des Aufschlagpunktes ü. Erdgleiche	2 m	
<b>Wetterlage</b>		
Temperaturschichtung:	indifferent	ohne Inversion

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

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; Mindestzündenergie 0,29 mJ	
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	116,84 kg	
Maximale Länge der explosionsfähigen Gaswolke	28,00 m	

# Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallIV auf Biogasanlagen

Bitte die Hinweise zur Anwendung unter "Erläuterungen" beachten!

Version 1.3

Die Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallIV muss in zwei Schritten erfolgen:

**1. Die Volumina an Biogas werden errechnet und mit der Dichte des Biogases multipliziert.**

Hierzu finden Sie Hilfen auf den nachfolgenden Blättern. Zumindest in den Blättern "Fermenter" und "Gärrestlager" müssen Anzahl und Abmessungen eingetragen werden. Das Volumen eines separaten Gaslagers ist auf diesem Blatt einzutragen. Für Rohrleitungen wird 2% des sonstigen Volumens angenommen, falls im Blatt "Rohrleitungen" keine Eintragung erfolgt. Sofern eine Hydrolysestufe vorhanden ist, ist das Volumen an vorhandenem Hydrolysegas auf diesem Blatt einzutragen. Das Ergebnis des Schrittes 1. wird unten angezeigt (siehe Text in den Zeilen 44 bis 46).

**2. Die Massen der sonstigen "vorhandenen" Stoffe müssen ggf. geprüft werden.**

Dies ist in dieser Arbeitshilfe nicht integriert und muss manuell oder mit Hilfe anderer, geeigneter Programme erfolgen.

Eine Eingabe wird von Ihnen erwartet bei den Feldern:


Eine Eingabe ist möglich (mit Nachweis) bei den Feldern:

Anlage/ Betriebsbereich:	Biogas Ruhwinkel GmbH & Co. KG
Straße:	Dorfstraße 17
PLZ:	24601
Ort:	Ruhwinkel

NR.:	
HW:	
RW:	

## 1. Prüfung der Anwendbarkeit aufgrund des Vorhandenseins hochentzündlicher Gase

	Volumen m <sup>3</sup>	relevante Masse kg
Fermenter	634	825
Gasspeicher	0	0
Gärrestlager	10.351	13.457
Rohrleitungen	220	286
sonstiges		0
Biogas	11.206	14.567
Maximal mögliche/zulässige Dichte Biogas	1,3 kg/m <sup>3</sup>	
	Volumen m <sup>3</sup>	relevante Masse kg
Hydrolyse	0	0
Maximal mögliche/zulässige Dichte an Hydrolysegas	1,0 kg/m <sup>3</sup>	
"Vorhandenes" Biogas		14.567 kg

Anwendbarkeit der StörfallIV wg. des Vorhandenseins hochentzündlicher Gase:

Grundpflichten, sonstige Stoffe prüfen!

## **Hinweise:**

### **Die StörfallV definiert das Vorhandensein von Stoffen wie folgt:**

#### **Vorhandensein gefährlicher Stoffe:**

das tatsächliche oder vorgesehene Vorhandensein gefährlicher Stoffe oder ihr Vorhandensein, soweit davon auszugehen ist, dass sie bei einem außer Kontrolle geratenen industriellen chemischen Verfahren anfallen, und zwar in Mengen, die die in Anhang I genannten Mengenschwellen erreichen oder überschreiten

#### **Anhang I Nr. 4 Satz 1:**

Die für die Anwendung der einschlägigen Vorschriften zu berücksichtigenden Mengen sind die Höchstmengen, die zu irgendeinem Zeitpunkt vorhanden sind oder vorhanden sein können.

#### **Der Begriff Betriebsbereich wird in § 3 Abs. 5a BImSchG wie folgt definiert:**

Ein Betriebsbereich ist der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich, in dem gefährliche Stoffe im Sinne des Artikels 3 Nr. 4 der Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen (ABl. EG 1997 Nr. L 10 S. 13), geändert durch die Richtlinie 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2003 (ABl. EU Nr. L 345 S. 97), in einer oder mehreren Anlagen einschließlich gemeinsamer oder verbundener Infrastrukturen und Tätigkeiten einschließlich Lagerung im Sinne des Artikels 3 Nr. 8 der Richtlinie in den in Artikel 2 der Richtlinie bezeichneten Mengen tatsächlich vorhanden oder vorgesehen sind oder vorhanden sein werden, soweit davon auszugehen ist, dass die genannten gefährlichen Stoffe bei einem außer Kontrolle geratenen industriellen chemischen Verfahren anfallen; ausgenommen sind die in Artikel 4 der Richtlinie 96/82/EG angeführten Einrichtungen, Gefahren und Tätigkeiten.

#### **Weitere Hinweise in der Vollzugshilfe des BMU zur StörfallV zu entnehmen:**

[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/vollzugshilfe\\_stoerfall\\_vo.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/vollzugshilfe_stoerfall_vo.pdf)

Grundsätzlich kann das Volumen in Rohrleitungen mit 2 % des Volumens der anderen Anlagenteile angenommen werden. (Diese Berechnung erfolgt automatisch, falls im Blatt Rohrleitung keine Eintragung erfolgt.) In Anlagen, deren Teile nahe beieinander aufgestellt sind (keine gasführenden Rohrleitungen länger als 100 m) kann der Rohrleitungsinhalt mit 50 kg angenommen werden. (dann ist 50 (kg) manuell in G32 einzutragen!)

#### **Hinweis des AISV:**

Auf seiner 118. Sitzung hat der AISV sich dafür ausgesprochen, auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas störfallrechtlich der Nr. 11 des Anhangs I der Störfall-Verordnung zuzuordnen. Dies trifft für Gase zu, die die Anforderungen für die Netzeinspeisung (DVGW 262) erfüllen.





Berechnung des freigesetzten Massenstroms aus einem Leck oder Sicherheitsventil

Datum: 12 Aug 2022 ; 10:23:06

Programm Version: 9.34.0

Stoffdaten:

Ausgewählter Stoff: Biogas Ruhwinkel  
 Bearbeitungsdatum: 12.08.2022  
 Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 29,8  
 Isentropenexponent [-]: 1,251  
 Realgasfaktor [-]: 0,996  
 Temperatur [K]: 293,15  
 (Dampf)-Druck [bar-abs]: 1,016  
 Überdruck [bar]: 0,003  
 Gasdichte [kg/m<sup>3</sup>]: 1,2474  
 Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 1,39  
 Untere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 4,4  
 Obere Explosionsgrenze [Vol.-%]: 16,5  
 Unterer Heizwert [MJ/kg]: 25,16  
 Diffusionskoeffizient in Luft [m<sup>2</sup>/s]: 1,811e-05  
 Temperaturklasse: Keine Angabe  
 Explosionsgruppe: Keine Angabe

Gasgemisch:

Stoffname	Stoffanteil	Massenanteil	Volumenanteil
	Mol.-%	Masse-%	Vol.-%
Methan	50,000	26,909	50,000
Kohlendioxid	48,490	71,602	48,490
Sauerstoff	0,500	0,537	0,500
Stickstoff	1,000	0,940	1,000
Schwefelwasserstoff	0,010	0,011	0,010

Eingabedaten:

Leckfläche [m<sup>2</sup>]: 1,00  
 Ausflußziffer [-]: 1,00  
 Anzahl der Lecks: 1

Ergebnisse:

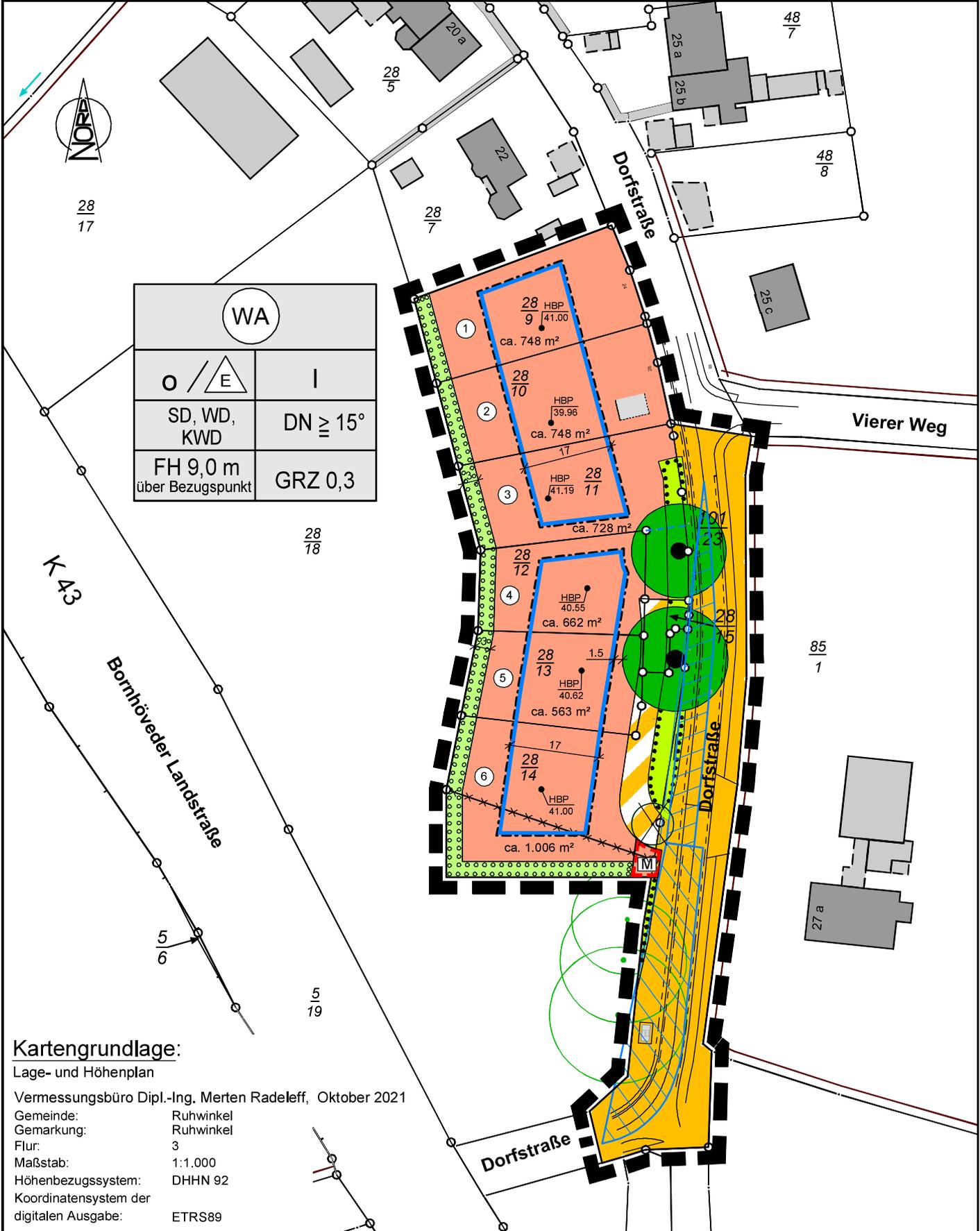
Massenstrom [kg/s]: 2,7310E+01

# Gemeinde Ruhwinkel

## 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 6



für das Gebiet am südlichen Ortsrand westlich der Dorfstraße



**Kartengrundlage:**

Lage- und Höhenplan

Vermessungsbüro Dipl.-Ing. Merten Radeleff, Oktober 2021

Gemeinde: Ruhwinkel  
 Gemarkung: Ruhwinkel  
 Flur: 3  
 Maßstab: 1:1.000  
 Höhenbezugssystem: DHHN 92  
 Koordinatensystem der digitalen Ausgabe: ETRS89

# ZEICHENERKLÄRUNG

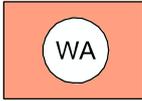
ES GILT DIE PLANZEICHENVERORDNUNG 1990 - PlanzV 90 - zuletzt geändert am 14. Juni 2021

PLANZEICHEN

ERLÄUTERUNGEN / RECHTSGRUNDLAGE

## I. PLANUNGSRECHTLICHE FESTSETZUNGEN

1. Art der baulichen Nutzung  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB, § 16 BauNVO)



Allgemeine Wohngebiete  
(§ 4 BauNVO)

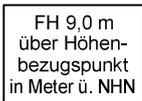
2. Maß der baulichen Nutzung  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB, § 16 BauNVO)



Grundflächenzahl (GRZ)  
(§ 19 BauNVO)



Zahl der Vollgeschosse als Höchstmaß  
(§ 20 BauNVO)

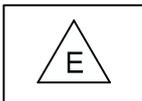


Höhe baulicher Anlagen in Meter über einem Bezugspunkt,  
als Höchstmaß:  
Firsthöhe z.B. FH 9,0 m gemessen über Höhenbezugspunkt über NHN

3. Bauweise, Baulinien, Baugrenzen  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB, §§ 22 und 23 BauNVO)



Offene Bauweise  
(§ 22 Abs. 2 BauNVO)



Nur Einzelhäuser zulässig



Baugrenze  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB, § 23 Abs. 3 BauNVO)

6. Verkehrsflächen  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB)

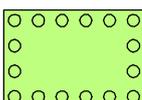


öffentliche Straßenverkehrsfläche



private Verkehrsfläche

13. Planungen, Nutzungsregelungen, Maßnahmen und Flächen  
für Maßnahmen zum Schutz, Pflege und Entwicklung  
von Natur und Landschaft (§ 9 Abs. 1 Nr. 20, 25 BauGB)



Umgrenzung von Flächen zum Anpflanzen von Bäumen, Sträuchern und  
sonstige Bepflanzungen  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 25 Buchstabe a) BauGB)

# ZEICHENERKLÄRUNG

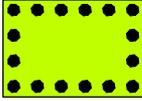
ES GILT DIE PLANZEICHENVERORDNUNG 1990 - PlanzV 90 - zuletzt geändert am 14. Juni 2021

**PLANZEICHEN**

**ERLÄUTERUNGEN / RECHTSGRUNDLAGE**

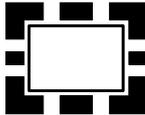


Bäume erhalten  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 25 Buchstabe b) BauGB)

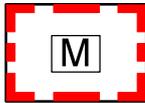


Umgrenzung von Flächen mit Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern  
(§ 9 Abs. 1 Nr. 25 Buchstabe b)

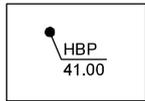
**15. Sonstige Planzeichen**



Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplanes  
(§ 9 Abs. 7 BauGB)



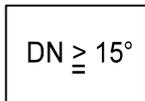
Stellort für Müllgefäße



Höhenbezugspunkt in Meter ü. NHN  
(§§ 16 Abs. 2 + 3 und 18 BauNVO)

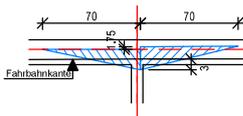


Zulässige Dachformen: Satteldach, Walmdach und Krüppelwalmdach  
(§ 9 Abs. 4 BauGB, i.V.m. § 84 LBO Schl.-H)



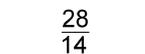
Dachneigung der Hauptgebäude größer oder gleich 15°  
(§ 9 Abs. 4 BauGB, i.V.m. § 84 LBO Schl.-H)

**II. HINWEISE UND NACHRICHTLICHE ÜBERNAHMEN**

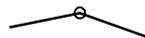


Sichtdreieck nach Richtlinie RAS 06, Ziffer 6.3.9.3  
Sichtfelder auf bevorrechtigte Radfahrer bzw. Fußgänger  
(Bereiche mit blauer Schraffur sind von der Bebauung freizuhalten)

**III. DARSTELLUNGEN OHNE NORMCHARAKTER**



Flurstücksbezeichnung



Flurstücksgrenze



Vorgeschlagene Flurstücksgrenze



Künftig entfallende Flurstücksgrenze



Künftig entfallender Baum



Nummerierung der Grundstücke

**Darstellung baulicher Anlagen außerhalb des Geltungsbereiches:**



Vorhandene bauliche Anlagen als Hauptgebäude / Nebengebäude und sonstige bauliche Anlagen



Bäume außerhalb des Geltungsbereiches

**IV. NUTZUNGSSCHABLONEN**

Art der baulichen Nutzung	
Bauweise / Hausform	Zahl der Vollgeschosse
Zulässige Dachformen	Zulässige Dachneigung
Firsthöhe in Meter über Bezugspunkt	Grundflächenzahl (GRZ)