



Einzelfallprüfung

zur Bestimmung des angemessenen
Sicherheitsabstandes

für einen externen Gasspeicher
der

Bioenergie Saaletal GmbH & Co KG

Quanthof 8

31020 Salzhemmendorf

Projektnummer WY 23 K0009

Stand: 24.11.2025

horst weyer und partner gmbh

Schillingsstraße 329

52355 Düren

Tel.: +49 (0) 2421 – 69 09 11 52

E-Mail: k.woersdoerfer@weyer-gruppe.com

Web: www.weyer-gruppe.com

Dr. Klaus Wörsdörfer

Bekannt gegebene Sachverständige

nach § 29b BImSchG



Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung.....	3
2.	Aufgabenstellung	4
3.	Angaben zu den Sachverständigen	4
4.	Unterlagen	5
4.1	Prüfgrundlagen, Betreiberunterlagen	5
4.2	Rechtsgrundlagen, Regelwerke, Programme, Quellen.....	5
5.	Ermittlung angrenzender schutzbedürftiger Nutzung	6
6.	Freisetzungsszenarien.....	8
7.	Ausbreitung und Explosion von Methan	10
8.	Freistrah-Flamme	14
9.	Ausbreitung von Schwefelwasserstoff	16
10.	Abschlussformel	19
11.	Anhang.....	20



1. Zusammenfassung

Im Zuge der Bauplanung eines externen Gasspeichers wurden verschiedene Szenarien betrachtet, um den angemessenen Sicherheitsabstand im Sinne von § 3 Absatz 5c BImSchG zu ermitteln. Es wurde ein Austritt des störfallrelevanten Stoffes Biogas untersucht. Hierbei wurden die örtlichen und prozesstechnischen Detailkenntnisse einbezogen. Dabei ergaben sich folgende Erkenntnisse:

Explosion

Die Explosionsereignisse, die aus der ausgetretenen Biogaswolke resultieren, führen zu keinen Explosionsdrücken, die als ernste Gefahr einzustufen sind.

Brand

Die Auswirkung des Abbrandes eines Biogas-Freistrahls, in Hinblick auf die Wärmestrahlung, führt im Bereich von ca. 69 m einer ernsten Gefahr.

H₂S-Ausbreitung

Die Ausbreitung von Schwefelwasserstoff führt zu keinen Konzentrationen, die als ernste Gefahr einzustufen sind.

Die bei den Ausbreitungsberechnungen der Einzelfallbetrachtung ermittelten Abstände sind in der nachfolgenden Tabelle für die betrachteten Einzel-Szenarien zusammengefasst.

Tabelle 1: Ermittelte maximale Abstände der Szenarien

Kriterium / Szenario	Grenzwert	Sicherheitsabstand
Gaswolkenexplosion	100 mbar	Wert wird nicht erreicht
Wärmestrahlung: Freistrahlf Flamme	1,6 kW/m ²	69 m
Schwefelwasserstoffausbreitung	30 ppm	Wert wird nicht erreicht

Aus dem Szenario „Freistrahlf Flamme“ resultiert somit ein abstandsbestimmender angemessener Sicherheitsabstand von ca. 69 m. Dieser ist in Anhang 1 graphisch dargestellt.

Der Sportplatz liegt innerhalb des angemessenen Sicherheitsabstandes. Da dieser im südlichen Drittel nur unregelmäßig genutzt wird, kann eine Betroffenheit jedoch ausgeschlossen werden.

Die numerischen Ergebnisse sind wegen der notwendigen Reproduzier- und Vergleichbarkeit exakt angegeben. Es ist zu beachten, dass es sich um grobe Näherungswerte handelt, die auf konservativen Annahmen beruhen.



2. Aufgabenstellung

Die Bioenergie Saaletal GmbH plant die Errichtung eines Gasspeichers an einem externen BHKW-Standort, da die aktuelle Biogasleitung von der BGA zum externen Standort nicht ausreichend dimensioniert ist.

Die Anlage befindet sich im Landkreis Hameln-Pyrmont in Niedersachsen. Flurstücke 80/9 und 77/2 der Flur 3 Gemarkung Oldendorf.

Im Rahmen der Genehmigung der Errichtung des Gasspeichers soll die Zulässigkeit hinsichtlich der Auswirkung von Störungen auf schutzbedürftige Gebiete ermittelt werden. Mit Hilfe dieses Gutachtens soll geprüft werden, ob die Empfehlungen gemäß dem Leitfaden KAS-18 in Verbindung mit der Arbeitshilfe KAS-32 für diese Anlage eingehalten werden können. Es ist zu ermitteln, welcher angemessene Sicherheitsabstand sich unter Berücksichtigung der Detailkenntnisse ergibt.

Die wesentliche Gefahr beim Betrieb geht von der Freisetzung von Biogas mit anschließendem Brand bzw. Explosionsereignis aus. Darüber hinaus bestehen Gefährdungen durch den im Biogas enthaltenen Schwefelwasserstoff (H_2S), der als akut toxisch Kategorie 2 beim Einatmen eingestuft ist.

Auf Grund einer fehlerhaften Darstellung des Landschaftsschutzgebietes Saaletal erfolgte hier eine Überarbeitung der Einzelfallprüfung WY23K0009 vom 20.02.2023. Die Änderungen sind in blauer Schrift dargestellt.

3. Angaben zu den Sachverständigen

Von Seiten der horst weyer und partner gmbh wurde die Einzelfallbetrachtung von

- Frau Britt Michelsen M.Sc.
Sachverständige nach § 29b BImSchG
(Fachgebiete: 1, 3 und 13)

am 20.02.2023 erstellt und durch

- Dr. Klaus Wörsdörfer
Sachverständige nach § 29b BImSchG
(Fachgebiete: 1, 2, 3, 11, 12, 13, 15, 16)

am 24.11.2025 aktualisiert.



4. Unterlagen

4.1 Prüfgrundlagen, Betreiberunterlagen

Die folgenden Unterlagen des Betreibers wurden für die Beurteilung herangezogen:

[U1] Skizze Olga Erweiterung, Biogas Saaletal GmbH, 13.01.2023

4.2 Rechtsgrundlagen, Regelwerke, Programme, Quellen

Die folgenden Rechtsgrundlagen wurden für die Beurteilung herangezogen:

- [R1] BImSchG, Bundes Immissionsschutzgesetz; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
- [R2] 12. BImSchV, Störfall-Verordnung
- [R3] KAS-18, Leitfaden, Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG, Kommission für Anlagensicherheit
- [R4] KAS-32 Arbeitshilfe, szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18, 2. überarbeitete Fassung
- [R5] Arbeitshilfe – Berücksichtigung des Art. 13 Seveso-III Richtlinie im baurechtlichen Genehmigungsverfahren
- [R6] KAS-47, Jahresbericht der KAS 2017, 22. Juni 2018
- [R7] GESTIS Stoffdatenbank, online, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
- [R8] ProNuSs 9.41.2, Programm zur Berechnung der Auswirkungen von Stoff- und Energiefreisetzungen, ProNuSs Engineering GmbH
- [R9] Effects 11.5.1, Based upon the Yellow Book CPR14E, Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung
- [R10] A. Habib und M. Kluge, Ausflussziffer und Brandverhalten von Rissen in der Folienabdeckung von Biogasanlagen, Technische Sicherheit, Bd. 9 Nr. 07/08, Juli/August 2019
- [R11] [Umweltkarte Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz](#)



5. Ermittlung angrenzender schutzbedürftiger Nutzung

Abbildung 1 zeigt die nähere Umgebung des externen Standortes.

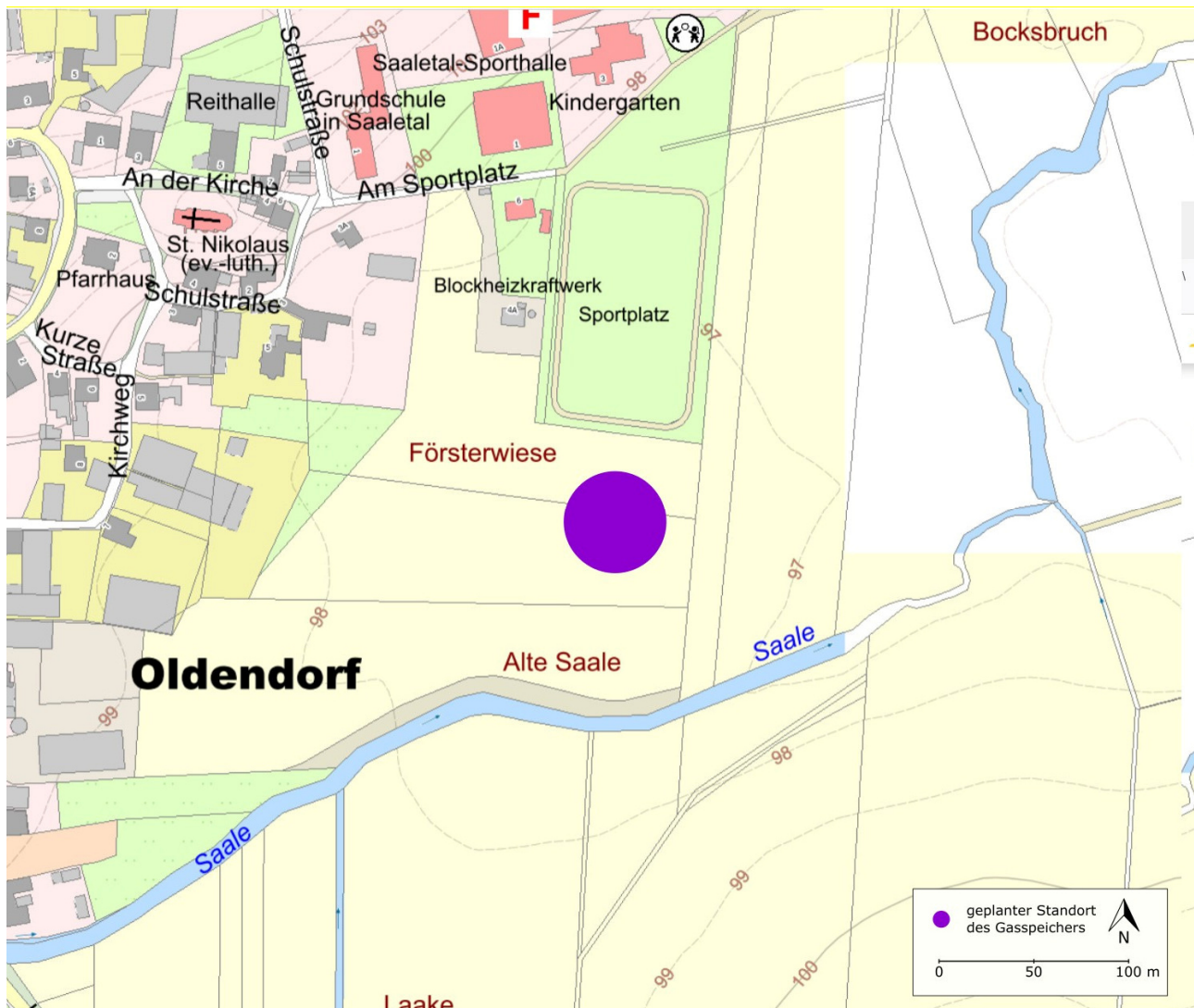


Abbildung 1: © Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Ergänzt um die Position des externen Gasspeichers

Der Leitfaden KAS-18 [R3] (Stand 2010) konkretisiert die Anforderungen aus dem § 50 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Die Abstandsempfehlungen in Kap. 3.1 des KAS-18 bieten einen Anhalt dafür, ob durch ein weiteres Zusammenrücken von Betriebsbereich und schutzbedürftigem Gebiet der Planungsgrundsatz des § 50 Satz 1 BImSchG gefährdet sein kann. Die Abstandsempfehlungen sind in diesem Sinne als Achtungsabstände zu verstehen.

Die Achtungsabstände werden von der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) als unabhängiges Gremium formuliert. Die aktuellen Abstandsempfehlungen finden sich im Anhang 1 des Leitfadens KAS-18. Die pauschalen Festlegungen des Leitfadens KAS-18 hängen vom Vorhandensein verschiedener gefährlicher Stoffe ab, deren störfallbedingte Freisetzung angenommen wird. Auf Basis



einer Einzelfallprüfung durch Ausbreitungsberechnungen kann jedoch ein abweichender Abstand, der sogenannte angemessene Sicherheitsabstand, ermittelt werden. Das vorliegende Gutachten dient im Wesentlichen dazu, diesen Abstand festzulegen.

Da bei bestimmten Anlagentypen die im KAS-18 definierten Randbedingungen nur eingeschränkt übertragbar sind, wurde seitens der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) die Arbeitshilfe KAS-32 (Stand 2015) erarbeitet, die bei der Anwendung szenarienspezifischer Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18 unterstützen soll. Der KAS-32 definiert Achtungsabstände sowie Randbedingungen für die Ermittlung angemessener Sicherheitsabstände für spezielle Anlagentypen, wie Tanklärger, Biogasanlagen oder Galvaniken.

Werden die Achtungsabstände im Einzelfall unterschritten, ist ausgehend von der konkreten Lage und Beschaffenheit des Betriebsbereiches systematisch zu beurteilen, welcher Abstand im konkreten Planungsfall angemessen ist (angemessener Sicherheitsabstand). Dabei werden die getroffenen Vorkehrungen und Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen und zu deren Begrenzung berücksichtigt.

In der im November 2014 erarbeiteten Fassung des KAS-32 wurde der Achtungsabstand bei Biogasanlagen auf 200 m festgelegt. In einer überarbeiteten Fassung vom November 2015 wird ein Achtungsabstand von 250 m empfohlen, sofern bekannt ist, dass die Befestigung der Folie mit Hilfe der Klemmschlauchtechnik erfolgt oder nicht ausgeschlossen werden soll.

Dadurch, dass die Gasspeicherfolie verschraubt ist, ergibt sich für den Gasspeicher ein Achtungsabstand von 200 m.

Gemäß KAS-18 sind insbesondere folgende Gebiete, Nutzungen und/oder Objekte als schutzbedürftig einzustufen:

- Baugebiete mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen, wie reine Wohngebiete, Allgemeine Wohngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete und Kerngebiete.
- Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensiblen 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, Hotels, Parkanlagen
- Wichtige Verkehrswege z. B. Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen.

Wohngebiete sind hierbei laut der Fachkommission für Städtebau nicht ausschließlich im Sinne der Gebietskategorien der BauNVO zu verstehen. Sie sind dahingehend zu definieren, dass es sich um Flächen handeln muss, die zumindest überwiegend dem Wohnen dienen oder die in einer Weise



genutzt werden, die unter Gesichtspunkten des Immissions- und Störfallschutzes ähnlich wie das Wohnen eines besonderen Schutzes bedürfen. Daher werden einzelne Wohngebäude in der Regel nur dann erfasst, wenn sie einem Wohngebiet vergleichbare Dimensionen aufweisen.

Wie in der Abbildung 1 dargestellt, liegt das nächste Wohngebiet in einer Entfernung von ca. 100 m und somit im Achtungsabstand des Gasspeichers.

Zudem befindet sich eine Grundschule, ein Kindergarten, eine Sporthalle, ein Sportplatz und ein Sportclub im Achtungsabstand der Anlage, wodurch eine Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes notwendig ist.

Der § 50 BImSchG sieht zudem „unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete“ als schutzbedürftige Gebiete an. Um eine Einschätzung von möglichen Störfallauswirkungen auf Naturschutzgebiete geben zu können, wurde von der Kommission für Anlagensicherheit ein AK Natur gegründet. Die Ergebnisse des AK Natur zeigen, dass eine stoffspezifische Festlegung von angemessenen Sicherheitsabständen basierend auf der Wirkung von chemischen Stoffen auf Ökosysteme unmöglich erscheint. Es liegen nur vereinzelt Werte zur Auswirkung einzelner Stoffe auf die Flora vor. Entsprechend dieser Werte kann gefolgert werden, dass die Flora mitunter wesentlich empfindlicher auf chemische Stoffe als der Mensch reagiert. Ob dies zu einer dauerhaften Schädigung führt, ist allerdings nicht belastbar feststellbar. Für die Betrachtungen in diesem Gutachten wurden dementsprechend ausschließlich die Grenzwerte des Leitfadens KAS-18 und KAS-32, welche die Beeinträchtigung einer großen Anzahl von Menschen berücksichtigen, verwendet.

In einer Entfernung von ca. 80 m befindet sich das Landschaftsschutzgebiet Saaletal. Dieses liegt somit innerhalb des Achtungsabstandes des Gasspeichers.

Die Orientierungswerte zur Einstufung von Verkehrswegen können der „Fragen und Antworten zur Richtlinie 96/82/EG (Seveso-II-Richtlinie)“ unter der Ref. Nr. B 18 entnommen werden. Es befinden sich keine wichtigen Verkehrswege im Achtungsabstand des Gasspeichers.

6. Freisetzungsszenarien

Zur Bestimmung der Gefahren wurde die Freisetzung von Biogas aus einem Riss in der Gasspeicherfolie unterstellt. Infolge dieser Freisetzung wurden dann die resultierenden Gefahren durch Brand- bzw. Explosionsereignisse sowie der Ausbreitung des im Biogas enthaltenen Schwefelwasserstoffs (H_2S) ermittelt.

Dabei wurden die nachfolgenden Szenarien erarbeitet:

1) Zünddistanz und Gaswolkenexplosion:

Aus einem Riss in der Gasspeicherfolie tritt Biogas aus. Es bildet sich anschließend eine zündfähige Wolke aus Biogas und Umgebungsluft. Die maximale Ausdehnung der Gaswolke - bezogen auf die untere Explosionsgrenze - wurde ermittelt. Die Wolke wird gezündet und die sich ergebenden Explosionsüberdrücke in der Umgebung berechnet.



2) Brand:

Es wurde angenommen, dass sich das ausströmende Biogas sofort entzündet, ohne vorher eine zündfähige Mischung mit der Umgebungsluft zu bilden. Die Wärmestrahlung dieses somit ausgebildeten Freistahlbrands auf die Umgebung wurde berechnet.

3) H₂S-Ausbreitung:

Aus einem Riss in der Gasspeicherfolie tritt Biogas mit einem Anteil von 10 ppm H₂S aus. Die Ausbreitung des toxischen Gases H₂S wurde bewertet.

Grundsätzliche Annahmen:

- Durchmesser des Gasspeicher: 53,9 m (mit 38.000 m³ Biogas)
- Austritthöhe: 0,2 m
- Befestigung: Die Gasspeicherfolien sind verschraubt
- max. Druck im Gasspeicher: 5 mbar

Aus der Betriebserfahrung kann davon ausgegangen werden, dass das Biogas einen Anteil von maximal ca. 53 Vol. % Methan enthält.

Entsprechend der Vorgabe des KAS-32 wird für die verschraubten Dächer eine Lochgröße von 0,6 m² angenommen.

Entsprechend der Vorgaben des KAS-32 wird ein Austritt des gesamten Biogases mit einem Druck von 5 mbar betrachtet. Realistisch ist davon auszugehen, dass sich der Überdruck in weniger als einer Sekunde abbaut und danach nur noch die Gewichtskraft der Biogasfolie sowie die Diffusion für einen Austritt von Biogas sorgen.

Die Ausbreitungsberechnungen wurden mit dem Programm EFFECTS [R9] der niederländischen TNO, sowie ProNuSs [R8] der ProNuSs Engineering GmbH durchgeführt.

In dem in der VDI-Richtlinie 3783 dargestellten Gauß-Modell, welches in diesem Gutachten zur Berechnung der Ausbreitung toxischer Gase verwendet wurde, wird die Turbulenz der Strömung durch experimentell ermittelte Streuungen erfasst. Die Experimente wurden für Quellentfernungen zwischen 100 m und 10.000 m durchgeführt. Bei kleineren Entfernungen werden die Streuungen interpoliert.



7. Ausbreitung und Explosion von Methan

Bei diesem Ereignis wurde unterstellt, dass durch einen Riss in der Gasspeicherfolie Biogas austritt. Das Gas breitet sich in der Atmosphäre aus und bildet abhängig von den atmosphärischen Bedingungen mit der Umgebungsluft ein explosionsfähiges Gemisch.

Die für die Berechnung des Austrittsmassenstroms gemäß ISO 4126-10 wesentlichen Parameter sind in der Tabelle 2 und der Tabelle 3 zusammengefasst.

Im ersten Schritt wurden die Stoffdaten des freigesetzten Biogases abgeschätzt.

Tabelle 2: Parameter Biogas

Parameter	Wert Berechnung	Einheit	Kommentar
Volumenanteil Methan im Biogas x_{CH_4}	0,53	-	
Volumenanteil Kohlenstoffdioxid im Biogas x_{CO_2}	0,47	-	
Gegendruck, absolut P_0	1,01325	bar _{absolut}	Atmosphärendruck
Abblasedruck, absolut P_{ab}	1,01825	bar _{absolut}	5 mbar – maximaler Überdruck in den Gasspeichern
Temperatur T_{innen}	40	°C	Fermentationstemperatur
Molmasse Methan M_{CH_4}	16,04	$\frac{g}{mol}$	
Durchschnittliche Molmasse des Gasgemischs M_{Gem}	28,6	$\frac{g}{mol}$	berechnet
Isentropenexponent $\kappa = c_p/c_v$ des Gasgemischs	1,4	-	konservative Annahme

Im zweiten Schritt wurde dann der Austrittsmassenstrom, wie in Tabelle 3 dargestellt, berechnet.

Tabelle 3: Massenstrom Methan

Parameter	Berechnung	Wert	Einheit	Kommentar
Druckverhältnis	$\frac{P_0}{P_{ab}}$	0,995	-	
Durchflusskoeffizient	$C = \sqrt{\frac{\kappa}{\kappa - 1} \left[\left(\frac{P_0}{P_{ab}} \right)^{\frac{2}{\kappa}} - \left(\frac{P_0}{P_{ab}} \right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa}} \right]}$	0,0699	-	aus AD-A2 oder ISO 4126-10
Ausflussziffer K_{dr}		1	-	aus KAS-32



Parameter	Berechnung	Wert	Einheit	Kommentar
Spezifisches Volumen v	$v = R \cdot \frac{T_{innen}}{M_{Gem} \cdot p_{ab}}$	0,876	$\frac{m^3}{kg}$	
Massenstromdichte	$\dot{m} = K_{dr} \cdot C \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_{ab}}{v}}$	33,7	$\frac{kg}{s \cdot m^2}$	
Leckfläche A		0,6	m^2	
Austrittsmassenstrom	$\dot{m}_{total} = \dot{m} \cdot A$	20,2	$\frac{kg}{s}$	
Massenstrom Methan	$\dot{m}_{CH_4} = \frac{\dot{m}_{total}}{M_{Gem}} \cdot x_{CH_4} \cdot M_{CH_4}$	5,9	$\frac{kg}{s}$	

Um sicher zu gehen, dass sich der quasi-stationäre Zustand ausbildet, wird in der weiteren Berechnung von einer kontinuierlichen Freisetzung ausgegangen. Die Auswirkungen sind somit unabhängig vom Gasvolumen gleich. Aus einem Behälter mit einem größeren variablen Gasvolumen würde zwar länger Gas ausströmen, da sich der quasi-stationäre Zustand aber bereits früher einstellt, führt ein längeres Ausströmen nicht zu einer Vergrößerung des explosionsfähigen Volumens. Die Ergebnisse gelten somit unabhängig von der späteren Größe des geplanten Gasspeichers, unter der Voraussetzung, dass sich die Austritthöhe nicht verändert.

Entsprechend der Vorgabe des KAS-32 wird eine mittlere Wetterlage mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion betrachtet. Die angenommene Windgeschwindigkeit beträgt 3 m/s. Die Berechnungen wurden in dem Programm EFFECTS [R9] durchgeführt, da die VDI-Richtlinie 3783 aufgrund der geringen Dichte von Methan (bei den vorliegenden Prozessbedingungen) es nicht ermöglicht die Ausdehnung der explosionsfähigen Wolke zu bestimmen.

In Tabelle 4 sind die Eingabedaten und Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung zusammengestellt. Die maximale Ausdehnung wird unter der konservativen Annahme eines konstant maximalen Austritts erreicht.

Tabelle 4: Eingabedaten und Ergebnisse

Eingabedaten	
Stoff	Methan
Freisetzung	Kontinuierlich
Austrittsrate [kg/s]	5,9
Freisetzungshöhe [m]	0,2
Umgebungstemperatur [°C]	20
Stabilitätsklasse nach Pasquill	D (Neutral)
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3
Beschreibung der Rauigkeitslänge	Büsche, verschiedene Hindernisse
Ergebnisse	
Explosionsfähige Masse [kg]	41
Länge der explosionsfähigen Wolke [m]	62



Die entstehende Gaswolke wird gezündet und die Druckwirkungen (Explosionsüberdruck) werden bewertet. Dabei wurde unterstellt, dass das Explosionsereignis im Freifeld erfolgt (unverdämmt) und die Zündung durch eine Quelle mit niedriger Energie (z.B. durch einen Funken, Flamme, heiße Oberfläche, etc.) erfolgt.

In Tabelle 5 sind die entsprechenden Eingabedaten aufgeführt.

Tabelle 5: Eingabedaten (Explosion im Freien)

Eingabedaten	
Stoff	Methan
Gesamtmasse im explosionsfähigen Bereich [kg]	41
Stärke der Explosion (1=sehr schwache Explosion, 10=Detonation)	3 (Schwache Explosion, unverdämmt)
Entfernung Freisetzungspunkt und Mittelpunkt der explosionsfähigen Wolke [m]	31

In Abbildung 2 ist der mit dem Multi-Energy-Modell berechnete Druckverlauf in Abhängigkeit der Quellentfernung des Explosionsereignisses dargestellt.

Die Berechnung des Druckverlaufs zeigt, dass bei dem gewählten Szenario bezüglich des Explosionsdrucks der relevante Grenzwert (100 mbar) für eine ernste Gefahr nicht überschritten wird.

Eine Betroffenheit der angrenzenden schutzbedürftigen Gebiete kann somit ausgeschlossen werden.

Tabelle 6: Ergebnisse Explosionsdruck

Unterschrittener Grenzwert	Auswirkungen	Unterschritten in m Abstand vom Behälterrand
175 mbar	Untere Grenze Trommelfellriss	Wert wird nicht erreicht
100 mbar (Grenzwert KAS-18)	Zerstörung gemauerten Wänden	Wert wird nicht erreicht
30 mbar	Bruch von 75 % der Scheiben	62

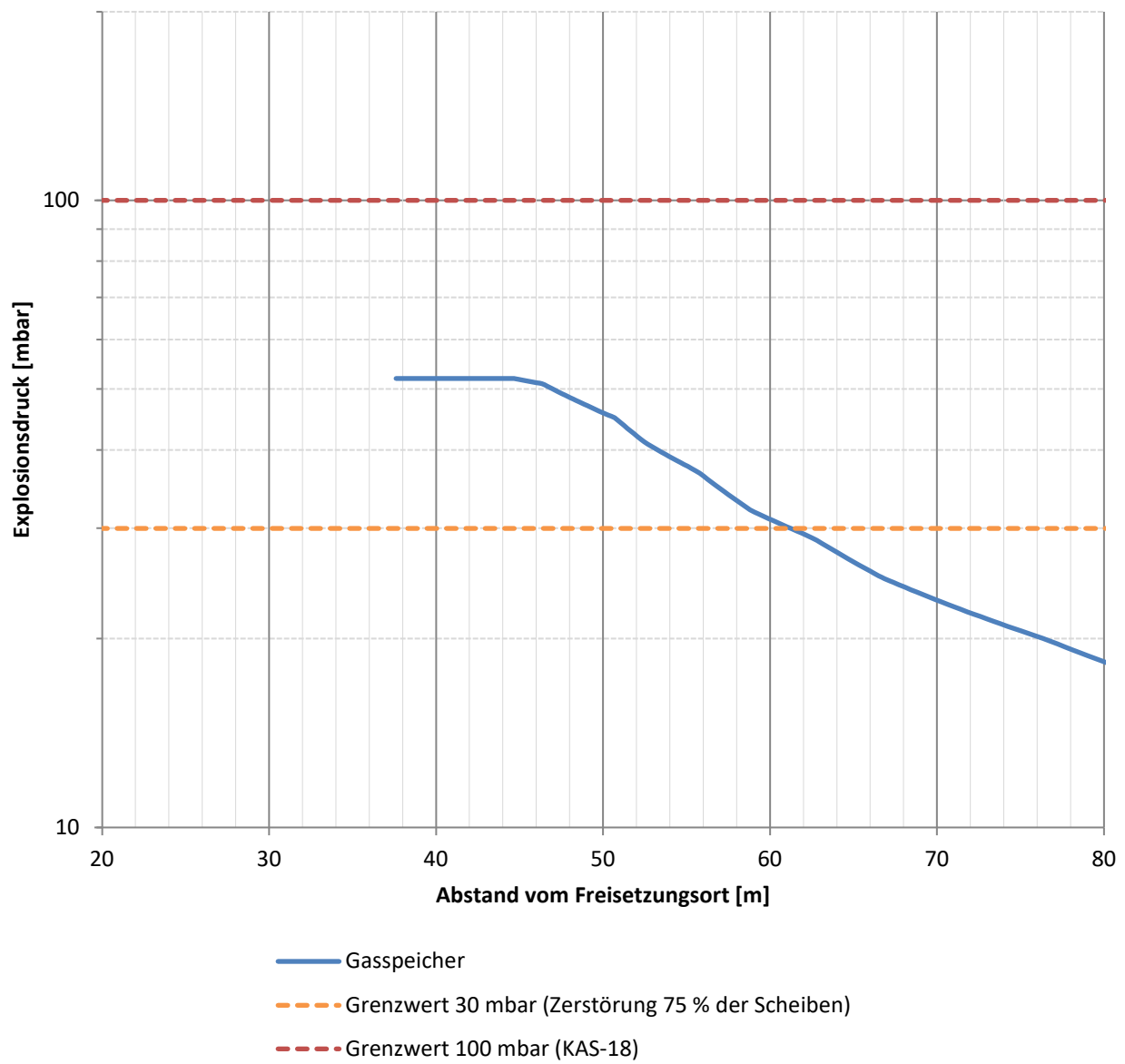


Abbildung 2: Explosionsdruck in Abhängigkeit von der Entfernung zum Freisetzungsort



8. Freistrah-Flamme

Die Bestrahlungsstärke durch eine Freistrahflamme wird mit dem Programm ProNuSs ermittelt, da es die Möglichkeit bietet, das Johnson-Modell zu verwenden. Dieses wurde speziell für horizontal austretende Methan-Freistrahflammen entwickelt. Es wird, wie schon bei dem Explosions-Szenario, davon ausgegangen, dass sich das Biogas aus einem 0,6 m² großen Leck ausbreitet.

Dabei werden die in Tabelle 7 dargestellten Werte verwendet. Zudem wird angenommen, dass die Flamme rußlos verbrennt. Es wurden die Wärmestromdichten einer waagerechten Freistrahflamme untersucht. Hierbei handelt es sich um eine konservative Annahme, da ein größerer Winkel der Flamme den angemessenen Sicherheitsabstand reduzieren würde.

Tabelle 7: Eingabedaten der Freistrahflamme

Eingabedaten	
Stoff	Methan
Freisetzung	Kontinuierlich
Massenstrom [kg/s]	5,9
Lochdurchmesser [mm]	874 (Äquivalent für eine Lochfläche von 0,6 m ²)
Freisetzungshöhe [m]	1,4 (hierbei handelt es sich um die minimale Höhe, die nötig ist, damit sich eine horizontale Freistrahflamme ausbilden kann)
Austrittswinkel zur Horizontalen [°]	0
Umgebungstemperatur [°C]	20
Exponent des Geschwindigkeitsprofils	0,28
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3
Ausbreitungsklasse	Indifferent
Anemometerhöhe [m]	10

Tabelle 8 und Abbildung 3 zeigen das Ergebnis der Berechnung der Wärmestrahlung durch eine Freistrahflamme.

Tabelle 8: Ergebnisse der Wärmestrahlung durch die Freistrahflamme

Unterschrittener Grenzwert	Auswirkungen	Unterschritten in m Abstand vom Behälterrand
10,5 kW/m ²	Tödliche Verbrennungen in 40 s	61
3 kW/m ²	Schmerzgrenze nach 30 s	66
1,6 kW/m² (Grenzwert KAS-18)	Beginn der nachteiligen Wirkung auf Menschen	69

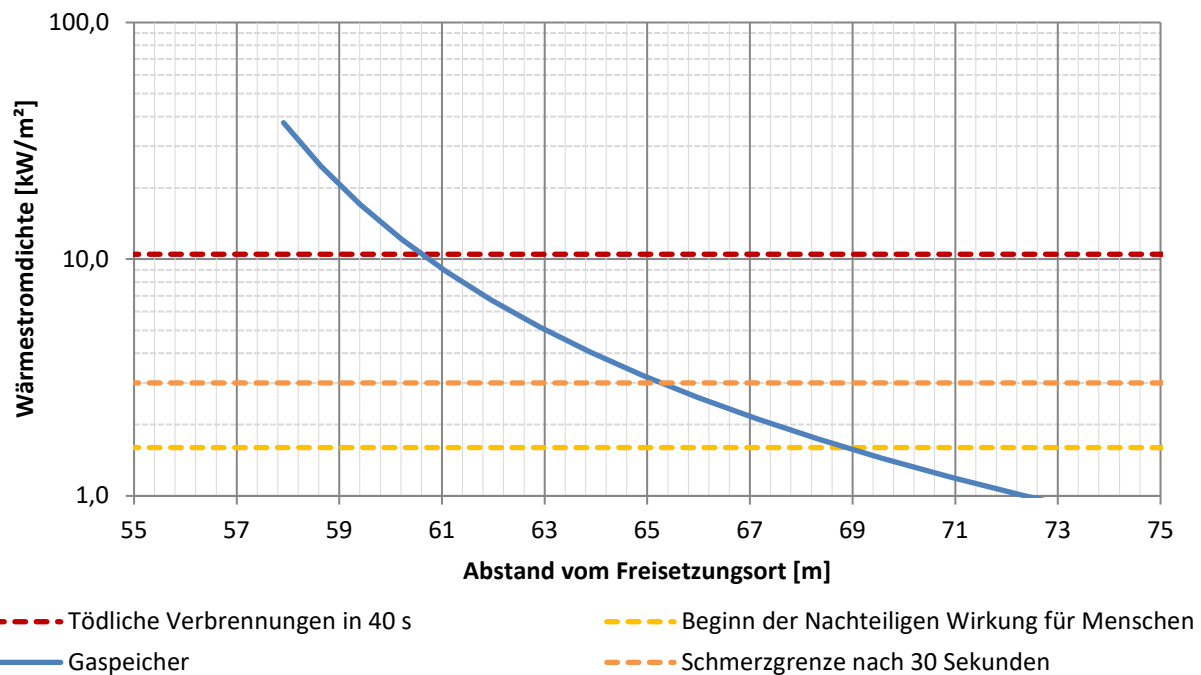


Abbildung 3: Wärmestrahlung in Abhängigkeit vom Freisetzungsort durch eine Freistrah-Flamme

Der angemessene Sicherheitsabstand wird in einer Entfernung von 69 m um den geplanten Gasspeicher unterschritten.

Der untere Bereich des Sportplatzes befindet sich innerhalb des angemessenen Sicherheitsabstandes. Ausschließlich das obere Drittel des Sportplatzes wird regelmäßig genutzt, während das untere Drittel nicht verwendet wird und somit nicht als schutzbedürftig eingestuft wird. Das mittlere Drittel wird gelegentlich für Veranstaltungen genutzt. Laut §50 BImSchG können sowohl Gebäude als auch Gebiete als schutzbedürftig sein. Die Häufigkeit der Nutzung wird hierbei nicht thematisiert. Der KAS-18 unterscheidet allerdings u.a. zwischen Baugebieten mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen und Gebäuden zum nicht dauerhaften Aufenthalt von Menschen. Die gelegentliche Nutzung als Veranstaltungsfläche fällt somit nicht unter die im KAS-18 genannten Definition von schutzbedürftigen Gebieten und wird in diesem Gutachten auch nicht als solche gewertet.

Eine Betroffenheit von schutzbedürftigen Gebieten durch die Freistrah-Flamme kann somit ausgeschlossen werden.



9. Ausbreitung von Schwefelwasserstoff

Im Rahmen dieser Betrachtung wurde unterstellt, dass Biogas mit dem darin enthaltenen Schwefelwasserstoff aus einem Riss in der Gasspeicherfolie austritt und sich entsprechend der vorliegenden atmosphärischen Bedingungen ausbreitet. Entsprechend der Vorgabe des KAS-32 wird eine mittlere Wetterlage nach VDI Richtlinie 3783 mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion betrachtet. Die angenommene Windgeschwindigkeit beträgt 3 m/s.

Die Menge an Schwefelwasserstoff im Biogas hängt von dem Proteinanteil der Inputstoffe sowie der Behandlung im Fermenter ab. Tierische Inputstoffe haben hierbei einen höheren Proteinanteil als pflanzliche.

Das Biogas wird durch einen Aktivkohlefilter aufbereitet, bevor es in dem Gasspeicher geleitet wird. Aus der Betriebserfahrung kann davon ausgegangen werden, dass die Schwefelwasserstoffkonzentration maximal 2 ppm beträgt.

Konservativ wird in der Berechnung ein Schwefelwasserstoffgehalt von 10 ppm verwendet. In der Tabelle 9 sind die Stoffdaten des freigesetzten Biogases dargestellt.

Tabelle 9: Parameter Biogas

Parameter	Wert	Einheit	Kommentar
Molmasse Schwefelwasserstoff	34	$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$	
Durchschnittliche Molmasse des Gasgemischs M_{Gem}	29,2	$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$	berechnet
$\kappa = c_p/c_v$ des Gasgemischs	1,4	-	konservative Annahme

Mit Hilfe der in der Tabelle 9 sowie den in Tabelle 2 dargestellten Parametern und Berechnungen lässt sich nun der in Tabelle 10 dargestellte Austrittsmassenstrom berechnen.

Tabelle 10: Massenstrom Schwefelwasserstoff

Parameter	Berechnung	Wert	Einheit
Anteil Schwefelwasserstoff im Biogas $x_{\text{H}_2\text{S}}$		10	ppm
Austrittsmassenstrom Biogas aus dem Gasspeicher	$\dot{m}_{\text{total}} = \dot{m} \cdot A$	20,22	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$
Massenstrom Schwefelwasserstoff aus dem Gasspeicher	$\dot{m}_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{\dot{m}_{\text{total}}}{M_{\text{Gem}}} \cdot x_{\text{H}_2\text{S}} \cdot M_{\text{H}_2\text{S}}$	0,24	$\frac{\text{g}}{\text{s}}$



Tabelle 11 zeigt die weiteren Eingabeparameter, die für eine Berechnung in ProNuSs notwendig sind. Um sicher zu gehen, dass sich der quasi-stationäre Zustand ausbildet, wird von einer kontinuierlichen Freisetzung ausgegangen.

Tabelle 11: Eingabedaten H₂S-Ausbreitung gemäß KAS-32

Eingabedaten	
Stoff	Schwefelwasserstoff
Freisetzungsart	Kontinuierlich
Massenaustrittsrate [g/s]	0,24
Freisetzungshöhe [m]	0,2
Umgebungstemperatur [°C]	20
Stabilitätsklasse nach Pasquill	D (Neutral)
Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3
Beschreibung der Rauigkeitslänge	Glatt
Aufpunkthöhe [m]	2

Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung von Schwefelwasserstoff. Als Beurteilungsgrundlage des angemessenen Sicherheitsabstandes dient laut KAS-32 der ERPG-2 Wert (Emergency Response Planning Guidelines) von 30 ppm.

Der ERPG-2-Wert ist die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde exponiert werden könnten, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden, bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Wie Abbildung 4 zeigt, wird der ERPG-2 Grenzwert nicht erreicht. Eine Betroffenheit der angrenzenden schutzbedürftigen Gebiete kann somit ausgeschlossen werden.

Tabelle 12: Ergebnisse Schwefelwasserstoffausbreitung

Unterschrittener Grenzwert	Grenzwert	Unterschritten in m Abstand vom Behälterrand
30 ppm	ERPG-2 Wert	Wert wird nicht erreicht

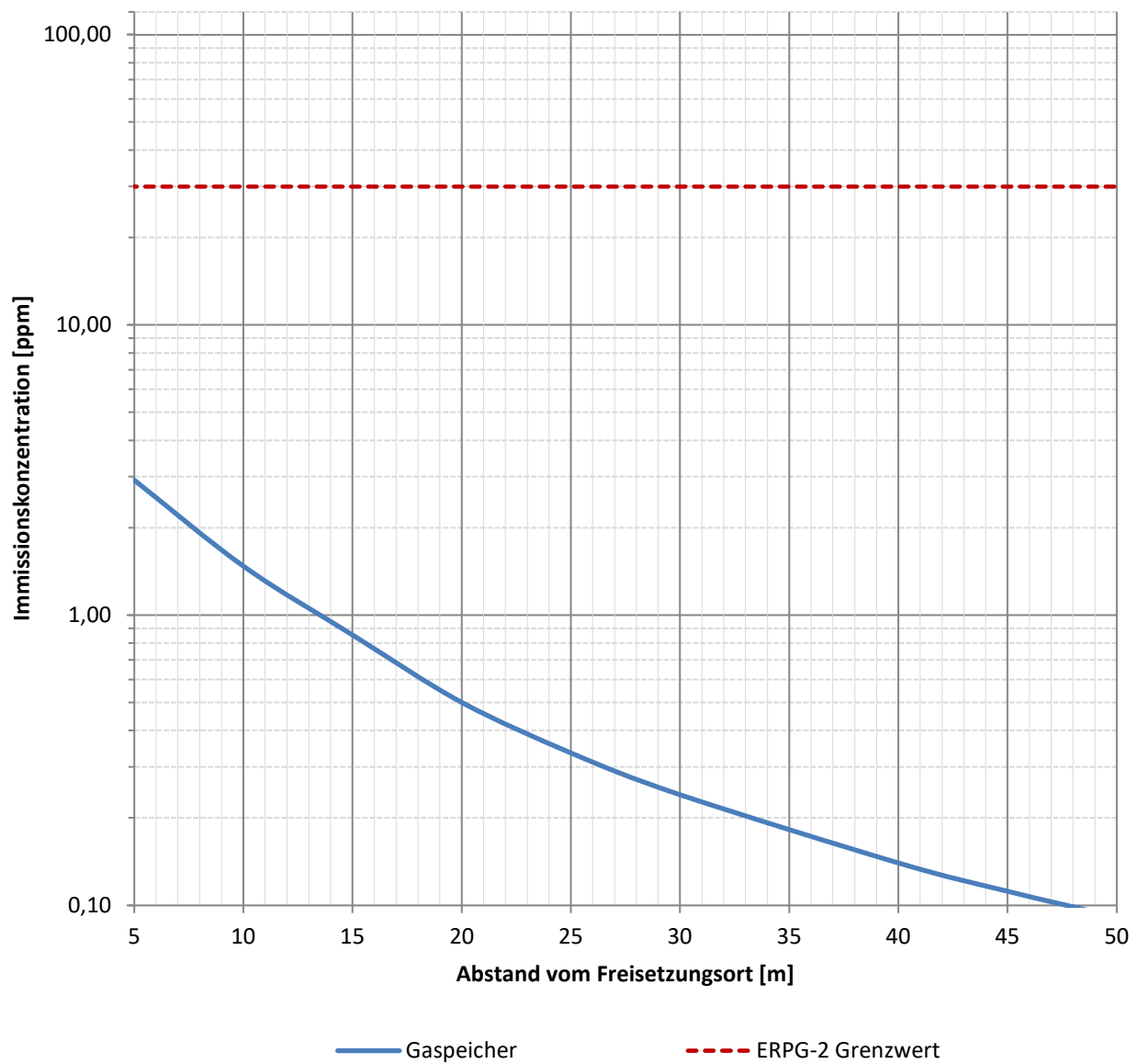


Abbildung 4: H₂S-Konzentration in Abhängigkeit der Quellentfernung (in 2 m Höhe)



10. Abschlussformel

Abschließend weist die Sachverständige darauf hin, dass die im vorliegenden Sachverständigen-gutachten getroffenen Aussagen eigenständig, unparteiisch und ohne Ergebnisweisung nach bes-tem Wissen und Gewissen vorgenommen worden sind.

Sämtliche Abbildungen in dieser gutachterlichen Stellungnahme dienen der Illustration und sind un-gefähr. Im Zweifelsfalle sind die Flächen, die in die angemessenen Abstände fallen, anhand einer Kartengrundlage zu ermitteln. Hierzu sind die benannten Abstände ausgehend von der jeweiligen Lage der Gefahrenschwerpunkte des Betriebsbereichs zu übertragen.

Quickborn, den 24.11.2025

Dr. Klaus Wörsdörfer

Sachverständige nach § 29b BImSchG



11. Anhang

Anhang 1

Umhüllender angemessener Sicherheitsabstand

