



Gutachten zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes nach KAS 18 i. V. m. KAS-32

Vorhaben:	Wesentliche Änderung der Biogasanlage 3 - BGA 3 Neichen als Nebenanlage der Schweinmastanlage
Schwerpunkt:	Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes für die BGA 3 Neichen basierend auf der Ausbreitung von Schwefelwasserstoff als toxischer Stoff, den Auswirkungen einer Gaswolkenexplosion und eines Abbrandes einer Gaswolke
Standort:	 – Biogasanlage 3 Neichen Neichen, Ernst-Thälmann-Straße 14 04687 Trebsen Flurstück 67/3 Gemarkung Neichen

Betreiber des Betriebsbereiches

**Landwirtschafts-
betrieb Olaf Kupfer**


Neichen, Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen

Stand: 2026-02-20

Bearbeiter



**Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH**

Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Gutachten-Nr.:

SHN-2026-DJ-02-20

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	
Betreiber:		
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 2 -

Auftrag: Erarbeitung eines Gutachtens zur

- Ermittlung der störfallrelevanten Masse an Biogas,
- Berechnung des angemessenen Sicherheitsabstandes zu schutzwürdigen Objekten, basierend auf der Ausbreitung von toxischen Stoffen (hier: H₂S) sowie einer Explosion (Druckwelle) und resultierender Wärmestrahlung

im Rahmen der geplanten Änderung der landwirtschaftlichen BGA 3 Neichen

Auftragserteilung: 16.12.2025

Auftragsbearbeitung: Dezember 2025 - Februar 2026

Auftraggeber: Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Neichen, Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen

Ansprechpartner des Auftraggebers: [REDACTED]

Auftragnehmer: Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz
Tel./Fax: +49 (371) 27195-30 / -20
E-Mail: jonies@ib-shn.de

Umfang: 45 Seiten DIN A4 sowie Anhänge

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	
Betreiber:		
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 3 -

0	Verzeichnisse
----------	----------------------

0.1 Inhaltsverzeichnis

0	VERZEICHNISSE.....	3
0.1	Inhaltsverzeichnis.....	3
0.2	Abbildungsverzeichnis.....	4
0.3	Tabellenverzeichnis	4
1	EINLEITUNG	5
1.1	Veranlassung	5
1.2	Aufgabenstellung	6
1.3	Grundlagen	7
1.4	Mitarbeiter/Mitwirkung.....	8
1.5	Ortsbesichtigung.....	8
2	STANDORT UND UMGEBUNG DES BETRIEBSBEREICHS	9
2.1	Umgebung der Anlage	9
2.2	Bauplanungsrechtliche Ausweisung des Standortes	10
2.3	Benachbarte Schutzobjekte	10
2.3.1	Definition von Schutzobjekten i. S. d. § 3 Abs. 5d BImSchG	10
2.3.2	Ermittlung und Entfernung der nächsten schutzbedürftigen Gebiete.....	12
2.4	Wetterlage.....	13
3	BETRIEBSBEREICH „SMA MIT BGA 3 NEICHEN“	14
3.1	Allgemeine Beschreibung	14
3.2	Darstellung der aktuellen Genehmigungssituation	16
3.3	Gefährliche Stoffe nach Anhang I der 12. BImSchV	17
3.3.1	Stoffeigenschaften Biogas	17
3.3.2	Beurteilungswerte.....	22
4	ERMITTLUNG DES ACHTUNGSABSTANDES.....	23
5	ERMITTLUNG DES ANGEMESSENEN SICHERHEITSABSTANDES	26
5.1	Vorgehensweise der Einzelfallbetrachtung.....	26
5.2	Auswahl der Szenarien.....	27
5.3	Randbedingungen	27
5.4	Ausbreitungsberechnung zur Gasfreisetzung	31
5.4.1	Toxische Gefährdung.....	32
5.4.2	Explosionsgefährdung.....	34
5.5	Auswirkungsbetrachtung infolge der Zündung einer Biogaswolke.....	34
5.5.1	Explosionsdruck	35
5.5.2	Wärmestrahlung	37
6	AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE	41
7	ZUSAMMENFASSUNG	44

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	
Betreiber:		
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 4 -

0.2 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:	ANLAGENSTANDORT DER BGA MIT BGA 3 NEICHEN.....	10
ABBILDUNG 2:	LAGE DES BETRIEBSBEREICHES „SMA MIT BGA 3 NEICHEN“	13
ABBILDUNG 3:	WERKSPLANAUSSCHNITT DER BIOGASANLAGE 3 NEICHEN.....	16
ABBILDUNG 4:	STOFFDATEN DES BIOGASES.....	18
ABBILDUNG 5:	H ₂ S- KONZENTRATION BEI DER FREISETZUNG VON 18,6 KG/S BIOGAS.....	24
ABBILDUNG 6:	DARSTELLUNG DER EXPLOSIONSFÄHIGEN ATMOSPHERE	24
ABBILDUNG 7:	GÄRRESTLAGER 1 - ERMITTLUNG DER GASFÖRMIGEN FREISETZUNG	32
ABBILDUNG 8:	GÄRRESTLAGER 1 - H ₂ S- KONZENTRATION	33
ABBILDUNG 9:	GÄRRESTLAGER 1 - CH ₄ - KONZENTRATION.....	34
ABBILDUNG 10:	GÄRRESTLAGER 1 - EXPLOSIONSDRUCK	36
ABBILDUNG 11:	EINGABE UND ERGEBNIS IM MODUL FREISTRAHLFLAMME PRONUSS.....	38
ABBILDUNG 12:	STRAHLUNGSINTENSITÄT ABBRAND EINER GASWOLKE IN LEE	39
ABBILDUNG 13:	DARSTELLUNG ANGEMESSENER SICHERHEITSABSTAND BGA 3 NEICHEN.....	42
ABBILDUNG 14:	DARSTELLUNG DES ABSTANDES WÄRMESTRAHLUNG FREISTRAHLFLAMME	43

0.3 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	ANGABEN ZUM ANLAGENSTANDORT.....	9
TABELLE 2:	MAX. BIOGASVOLUMINA UND -MASSE INNERHALB DER BGA 3 NEICHEN	17
TABELLE 3:	DARSTELLUNG DER INPUTSTOFFE FÜR DIE BGA 3 – NEICHEN	19
TABELLE 4:	STICKSTOFF- UND SCHWEFELGEHALT DER INPUTSTOFFE, ALLGEMEIN.....	20
TABELLE 5:	AEGL- WERTE UND ERPG-2-WERT.....	22
TABELLE 6:	BEURTEILUNGSWERT FÜR EXPLOSIONSDRUCK.....	37
TABELLE 7:	PERSONENSCHÄDEN	37
TABELLE 8:	SCHÄDEN AN GLASSCHEIBEN	37
TABELLE 9:	BEURTEILUNGSWERT FÜR DIE WÄRMESTRAHLUNG	37
TABELLE 10:	WÄRMESTRAHLUNG - ABSTAND BEI EINEM GASWOLKENABBRAND	40

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	
Betreiber:		
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 5 -

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Der Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer betreibt im Ortsteil Neichen der Gemeinde Trebsen in Sachsen eine immissionsschutzrechtliche genehmigte Schweinemastanlage (SMA) mit landwirtschaftlicher Biogasanlage (BGA).

Im Rahmen der geplanten Änderung der BGA 3 Neichen soll die gasdichte Abdeckung der Gärrestlager erfolgen. Auf Grund der neuen Gasspeicher erhöht sich die max. vorhandene Menge an Biogas innerhalb der BGA 3 Neichen auf 47.983 kg.

Die Anlage unterlag bisher nicht der Störfall-Verordnung, wird allerdings aufgrund der Änderungen einen Betriebsbereich der unteren Klasse darstellen. Durch das Vorhaben wird der Mengenschwellwert zur oberen Klasse unterschritten.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach § 16 BImSchG der Schweinemastanlage mit Biogasanlage wird das vorliegende Gutachten nach § 29 a BImSchG durch einen Sachverständigen nach § 29 b BImSchG zur Ermittlung des angemessenen Abstandes erarbeitet, da bisher noch kein angemessener Sicherheitsabstand ermittelt worden ist und innerhalb des Achtungsabstandes von 200 m ein benachbartes Schutzobjekt unterstellt werden kann (die vorhandene Wohnnutzung im Außenbereich der Ortslage sowie der Ortsrand, die innerhalb des Achtungsabstandes von 200 m gelegen sind, stellen zwar kein Schutzobjekt im Sinne des § 50 BImSchG dar, da die zusammenhängende Bruttowohnfläche von 5.000 m bei Weitem nicht erreicht wird, dennoch werden diese Wohnnutzungen nachfolgend betrachtet).

Auf Grund der störfallrelevanten Änderung ergeben sich folgende Aspekte:

- für die Anlage ist ein Achtungsabstand im Sinne der KAS-18 festzulegen,
- innerhalb dieses Achtungsabstandes (hier 200 m nach KAS 32 in Verbindung mit einer auf die Mauerkrone geschraubten Klemmschiene als Befestigung der Gasspeicher) wird ein schutzwürdiges Objekt im Sinne des § 50 BImSchG unterstellt,
- unter Nutzung der Detailkenntnisse zum geplanten Vorhaben und der vorhandenen Anlagentechnik wird der angemessene Abstand ermittelt und
- auf Basis des ermittelten angemessenen Sicherheitsabstandes wird dann geprüft, ob schutzwürdige Objekte innerhalb dieses Bereiches gelegen sind bzw. ob andere Auswirkungen auf die Nachbarbebauung gegeben sind.

Die Richtlinie 96/82/EG des Rates zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen („Seveso-II-Richtlinie“) fordert mit ihrem Artikel 12, dass zwischen Betrieben, die unter den Anwendungsbereich dieser Richtlinie fallen, und schutzbedürftigen Gebieten „angemessene Abstände“ langfristig gewahrt bleiben mit dem Ziel, schwere Unfälle zu verhüten und ihre Folgen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu begrenzen. Dieses Schutzziel findet sich auch im Artikel 13 der „Seveso-III-Richtlinie“ und wird im deutschen Recht im Wesentlichen durch § 50 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) umgesetzt.

Als Arbeitshilfe für die Umsetzung dieser Forderung hat die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) den Leitfaden KAS-18 verabschiedet. Dieser Leitfaden schlägt Abstände für Planungen vor und unterscheidet dabei zwischen Abstandsempfehlungen

- ohne Detailkenntnisse über das den jeweiligen Stoff betreffende Szenario und
- mit Detailkenntnissen über den Betriebsbereich und sein Umfeld.

Grundsätzlich wird mit dem Leitfaden empfohlen, für die Ermittlung von Abständen eines Betriebsbereiches zu schützenswerten Objekten eine konkrete Einzelfallbetrachtung vorzunehmen, wenn die dazu erforderlichen Daten vorhanden sind. Davon ausgehend können dann Annahmen

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 6 -

für hypothetische Störfälle getroffen sowie deren Auswirkungen berechnet und beschrieben werden. Diese Herangehensweise wird im KAS-18 als „Planung mit Detailkenntnissen“, die damit ermittelten Abstände werden als „angemessene Abstände“ bezeichnet. (Hinweis: mittlerweile als „angemessener Sicherheitsabstand“ bezeichnet).

Für den Fall, dass keine belastbaren Detailkenntnisse vorliegen, beschreibt der Leitfaden KAS-18 als Alternative die Festlegung von „Achtungsabständen“. Diese werden dort stoffbezogen mit Anhang 1 konkretisiert.

1.2 Aufgabenstellung

Der Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer betreibt am Standort Trebsen Ortsteil Neichen unter anderem eine immissionsschutzrechtlich genehmigte Schweinemastanlage mit landwirtschaftlicher Biogasanlage. Die Biogasanlage unterlag bisher nicht der Störfallverordnung und war deshalb nicht als Betriebsbereich gemäß dieser Verordnung klassifiziert. Auf Grund der geplanten gasdichten Abdeckung der beiden Gärrestlager erhöht sich die störfallrelevante Masse auf 47.983 kg Biogas.

Auf Grund der geplanten wesentlichen Änderung der Biogasanlage wird im Rahmen des Antrages nach § 16 BImSchG eine gutachterliche Stellungnahme erarbeitet, in der der angemessene Sicherheitsabstand des Betriebsbereiches (inkl. des geplanten Vorhabens) im Sinne des § 50 BImSchG nach den Vorgaben des Leitfadens KAS-18 ermittelt wird. Zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes wird die Arbeitshilfe KAS-32 genutzt, welche konkrete Hinweise zur Ermittlung des Achtungsabstandes sowie des angemessenen Abstandes für Biogasanlagen enthält (Hinweis: im Rahmen der KAS-18 sowie KAS-32 wird noch die Bezeichnung „angemessenem Abstand“ verwendet).

Basierend auf dem Ergebnis des angemessenen Sicherheitsabstandes wird betrachtet, ob sich benachbarte schutzbedürftige Gebiete i. S. d. § 50 BImSchG innerhalb des Abstandes befinden und ggf. die Auswirkungen auf diese Gebiete bewertet.

Das Ziel dieses Gutachtens ist die Auswirkungen des Betriebsbereiches durch schwere Unfälle auf schutzbedürftige Gebiete i. S. d. § 50 Satz 1 BImSchG zu betrachten und den ausreichenden Abstand zu prüfen. Bei Einhaltung oder Überschreitung des angemessenen Sicherheitsabstandes kann davon ausgegangen werden, dass hinreichend Vorsorge getroffen wurde, um die Auswirkungen von schweren Unfällen so weit wie möglich zu begrenzen, und dem planerischen Schutzziel nach § 50 BImSchG entsprochen wird.

An dieser Stelle wird explizit darauf hingewiesen, dass die Behälter zwar untereinander absperrenbar sind, aber unter Umständen die Absperreinrichtungen im Störfall nicht erreichbar sind. Aus dem Grund wurde nach dem vollständigen Entleeren des größten Gasspeichers ein Nachströmen von Biogas aus dem benachbarten Behälter betrachtet. Siehe hierzu recht detaillierte Ausführungen im Abschnitt 5.3.

Ein Dominoeffekt beschreibt die gegenseitigen Auswirkungen zwischen mehreren Betriebsbereichen, die vorliegend nicht gegeben sind. Es handelt sich um einen Betriebsbereich, in dessen Nachbarschaft keine anderen Betriebsbereiche bekannt sind. Zudem liegt die Beurteilung des Dominoeffektes im Zuständigkeitsbereich der Behörde, die dies gegenüber den Betreibern festzustellen hat.

Das Nachströmen von Biogas aus einem benachbarten Behälter stellt keine Erhöhung des Gefahrenpotentials dar, da dieses Nachströmen geringere Volumenströme als die ermittelte Freisetzungsmenge aufweist. Sollte durch den mehrfachen nachteiligen Umstand von Riss der Folie mit Freisetzung von Biogas dann auch noch eine ursachenunabhängige Zündung erfolgen (Gegenstand des vorliegenden Gutachtens), und hierdurch ein benachbarter Gasspeicher nachfolgend beschädigt werden, sind dies zwei unmittelbar nacheinander ablaufende Szenarien, die auf Grund der Berücksichtigung des größten Behältervolumens nicht zu größeren angemessenen Sicherheitsabständen führen, da konservativ der ermittelte Abstand um alle Behälter mit Gasspeicher

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 7 -

festgelegt wird. Die bereits berücksichtigte freigesetzte Menge ist schon wesentlich mehr Masse, als praktisch auftreten kann. Hierfür wird nochmals explizit auf die ausführlichen Beschreibungen im Abschnitt 4 verwiesen, die dies recht deutlich machen sollten.

Ein Wert der Wärmestrahlung von $1,6 \text{ kW/m}^2$ bezieht sich auf eine Einwirkzeit durch einen Dauerbrand über einen längeren Zeitraum. Innerhalb des nachfolgenden Gutachtens wird ausführlich beschrieben, dass der Abbrand der extern gezündeten Gaswolke bereits nach wenigen Sekunden erfolgt ist. Dem Ansatz von lediglich $1,6 \text{ kW/m}^2$ als Schmerzgrenze für einen Dauerbrand kann deshalb analog einer Vielzahl von Gutachten nach KAS-18/32 durch den Sachverständigen nicht gefolgt werden. Vorliegend wird deshalb auf den Sachverständigenkonsens von 2 bzw. 4 Sekunden Einwirkdauer des Abbrandes abgestellt, da ein Dauerbrand der komplett freigesetzten großen Biogasmenge ausgeschlossen werden kann (die freigesetzte Menge an Biogas brennt sofort in 1 bis 2 Sekunden ab).

Zusätzlich wird angemerkt, dass weder innerhalb der KAS-18 noch der KAS-32 vorgeschrieben ist, dass für Biogas und dem dortigen Abbrand der Gaswolke eine Bestrahlungsstärke von $1,6 \text{ kW/m}^2$ anzusetzen ist, sondern vielmehr wird hier empfohlen, dass dieser Wert verwendet werden kann, wobei immer auf einen Dauerbrand abgestellt wird. Innerhalb der Tabelle 9 im Anhang 4 des Leitfadens KAS-18 werden die hier verwendeten Werte für die hier zutreffenden Bestrahlungsstärken explizit dargestellt (2 bzw. 4 Sekunden mit $11,7$ bzw. $19,9 \text{ kW/m}^2$).

Sollte ein Dauerbrand für Biogas betrachtet werden müssen, kann dieser nur unmittelbar am Behälter mit deutlich geringeren Massen an Abbrand erfolgen, als der hier nachfolgend betrachtete Abbrand der kompletten freigesetzten Gaswolke. Dies wiederum würde zu geringeren Abständen führen.

1.3 Grundlagen

Für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Gesetze, Leitfäden sowie Unterlagen verwendet:

- [1] BImSchG: Bundes-Immissionsschutzgesetz, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
und deren Verordnungen, insbesondere 12. BImSchV - Störfall-Verordnung, Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- [2] VDI 3783 Blatt 1 - Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen - Sicherheitsanalyse
- [3] VDI 3783 Blatt 2 - Umweltmeteorologie; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzungen schwerer Gase; Sicherheitsanalyse
- [4] Kommission für Anlagensicherheit, KAS-18 Leitfaden Empfehlung für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG, 3. überarbeitete Fassung, Januar 2025
- [5] Kommission für Anlagensicherheit, KAS-32 Arbeitshilfe, Szenarienspezifische Fragestellung zum Leitfaden KAS-18, 2. überarbeitete Fassung, November 2015
- [6] Leitfaden für die Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes, Herausgeber: LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz, Stand Juni 2018)

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 8 -

- [7] Bedienungsanleitung zum Programm zur Numerischen Störfallsimulation ProNuSs 9 (hier Version 9.52.7 verwendet), Dr.-Ing. Bernd Schalau
- [8] GESTIS-Stoffdatenbank - Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsmedizin, online
- [9] Ermittlung der störfallrelevanten Masse Biogas für die BGA 3 Neichen, SHN GmbH, Stand 03.02.2026
- [10] Richtwertsammlung Düngerecht, abgestimmt mit den Ländern Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, Ausgabe 2020
- [11] Hinweise und Definitionen zum „angemessenen Sicherheitsabstand“ nach § 3 Absatz 5c BImSchG, UMK-Umlaufbeschlüsse 51/2022, LAI Beschluss TOP 10.1 146. LAI, Fassung vom 13.09.2022
- [12] Habib, A. K., Kluge, M.: Ausflussziffer und Brandverhalten von Rissen in der Folienabdeckung von Biogasanlagen in Technische Sicherheit Bd. 9 (2019), Nr. 07/08
- [13] Quelle für alle verwendeten Luftbilder und topographische Karten: Landesamt für Geobasisinformation Sachsen (GeoSN)

1.4 Mitarbeiter/Mitwirkung

Seitens des Gutachters bzw. der Firma Ingenieure SHN GmbH wurde das vorliegende Gutachten durch Herrn Dipl.-Ing. (FH) Denny Jonies, M. Sc. (Bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29 b BImSchG für Explosionsschutz und Brandschutz) und Herrn Lukas Lindner, B. Sc. bearbeitet.

1.5 Ortsbesichtigung

Am 20.06.2025 erfolgte zur Ermittlung der Grundlagen für die Berechnung des angemessenen Sicherheitsabstandes eine Begehung des geplanten Anlagengeländes sowie die Besichtigung des Umfelds der Biogasanlage durch den Sachverständigen (Biogasanlage noch nicht vorhanden).

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 9 -

2 Standort und Umgebung des Betriebsbereichs

2.1 Umgebung der Anlage

Der Betriebsbereich „BGA 3 Neichen“ liegt im Außenbereich und befindet sich nördlich des Ortsteils Neichen. Die verwaltungsmäßige Einordnung der Biogasanlage ist in Tabelle 1 dargestellt.

TABELLE 1: ANGABEN ZUM ANLAGENSTANDORT

Einordnung	Verwaltungsbereich
Bundesland	Sachsen
Landkreis	Landkreis Leipzig
Gemeinde	Trebsen
Gemarkung/Flur	Neichen
Flurstücke	15/8, 15/10, 15/17, 67/3, 67/4, 67/5 (BGA befindet sich ausschließlich auf Flurstück 67/3 (Teilfläche), die anderen Flurstücke sind die bestehende Schweinemastanlage)
Höhenlage	ca. 125 m (Angabe: DHHN2016)
Ostwert	Nordwert
33U 344 564	56 84 885

Der Standort liegt in einem sehr ländlich ausgeprägten Umfeld. In unmittelbarer Umgebung des Betriebsbereiches befinden sich landwirtschaftlich genutzte Flächen. Westlich der Biogasanlage betreibt Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kuper die Schweinemastanlage, die gemeinsam mit der Biogasanlage immissionsschutzrechtlich genehmigt ist. Die nächstgelegenen Wohnnutzungen des Ortsteils Neichen befinden sich südlich des Betriebsbereiches in einer Entfernung von ca. 5 m, wobei dieser Abstand der seit Jahrzehnten vorhandene, geringe Abstand zwischen der Schweinemastanlage und deren Anlagengrenze zu den Wohnnutzungen im Außenbereich darstellt. Die störfallrelevanten Anlagenteile der zu ändernden Biogasanlage sind in einer deutlich größeren Entfernung zu den nächsten Wohnnutzungen. In Abbildung 1 ist der Standort der SMA mit der landwirtschaftlichen BGA 3 Neichen dargestellt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 10 -

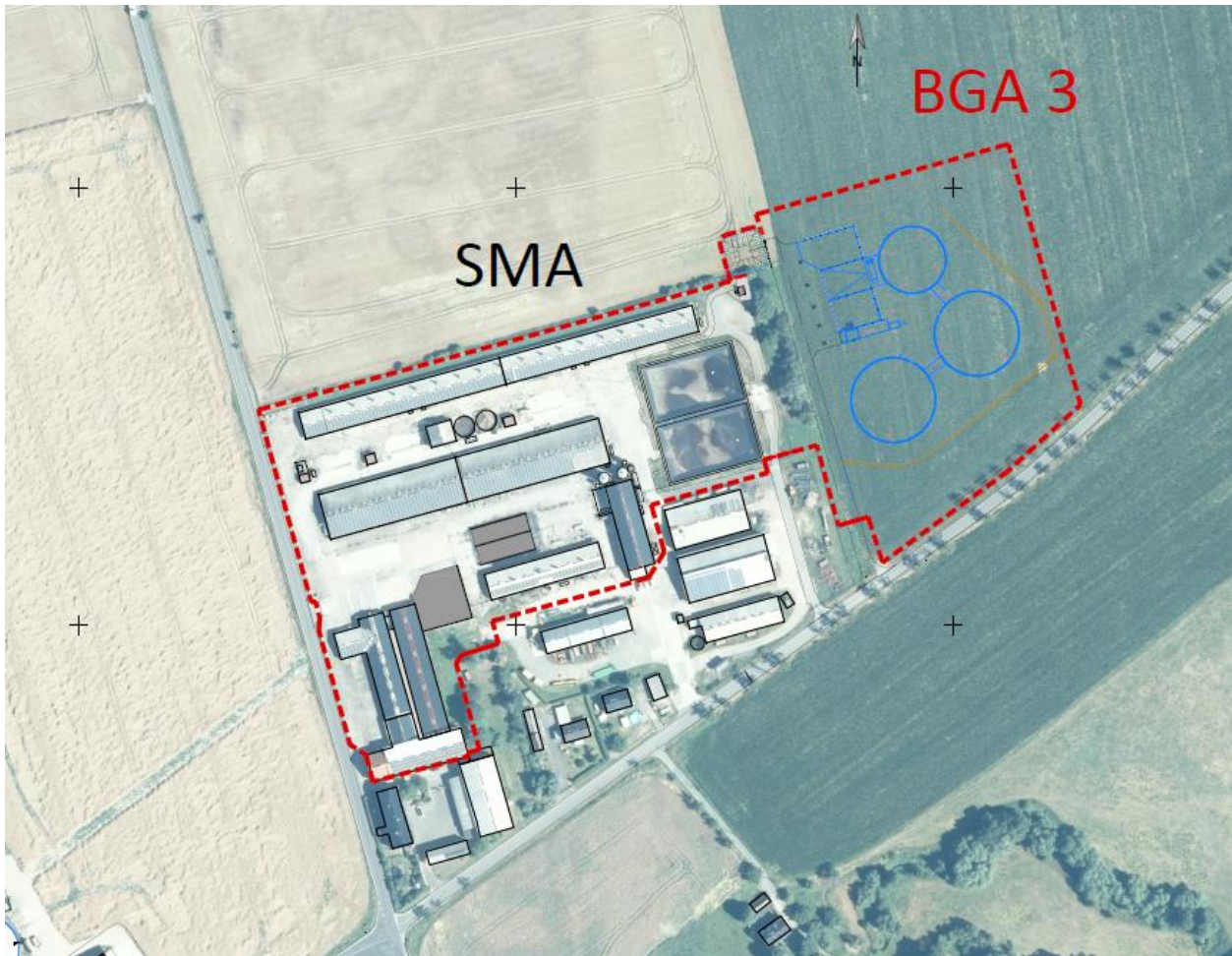


ABBILDUNG 1: ANLAGENSTANDORT DER BGA MIT BGA 3 NEICHEN

2.2 Bauplanungsrechtliche Ausweisung des Standortes

Die SMA mit der BGA 3 Neichen befindet sich im unbeplanten Außenbereich und stellt nach § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB ein privilegiertes Vorhaben dar. Im Flächennutzungsplan der Stadt Trebsen (wirksam seit: 14.06.2019) ist der Standort der BGA als Fläche für die Landwirtschaft ausgewiesen.

2.3 Benachbarte Schutzobjekte

2.3.1 Definition von Schutzobjekten i. S. d. § 3 Abs. 5d BImSchG

Nach § 3 Abs. 5d BImSchG sind benachbarte Schutzobjekte „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“.

Unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete sind:

- Natura 2000-Gebiete gemäß §§ 31, 32 BNatSchG,
- Naturschutzgebiet gemäß § 23 BNatSchG,
- Nationalparke und nationale Naturmonumente gemäß § 24 BNatSchG und
- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten gemäß § 25 BNatSchG sowie

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 11 -

- gesetzlich geschützte Biotope gemäß § 30 BNatSchG, sofern ihre Fläche mehr als 1.000 m² beträgt.

Als schutzbedürftige Gebiete im Sinne des § 50 Satz 1 BImSchG werden nach Leitfaden KAS-18 folgende Bereiche eingestuft:

- Baugebiete im Sinne der BauNVO, mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen, wie Reine Wohngebiete (WR), Allgemeine Wohngebiete (WA), Besondere Wohngebiete (WB), **Dorfgebiete (MD)**, Mischgebiete (MI) und Kerngebiete (MK), Sondergebiete (SO), sofern der Wohnanteil oder die öffentliche Nutzung überwiegt, wie zum Beispiel Campingplätze, Gebiete für großflächigen Einzelhandel, Messen, Schulen/Hochschulen und Kliniken.
- Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen, wie
 - Anlagen für soziale, kirchliche, kulturelle, sportliche und gesundheitliche Zwecke, wie zum Beispiel Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser,
 - öffentlich genutzte Gebäude und Anlagen mit Publikumsverkehr, zum Beispiel Einkaufszentren, Hotels, Parkanlagen. Hierzu gehören auch Verwaltungsgebäude, wenn diese nicht nur gelegentlich Besucher (zum Beispiel Geschäftspartner) empfangen, die der Obhut der zu besuchenden Person in der Weise zuzuordnen sind, dass sie von dieser Person im Alarmierungsfall hinsichtlich ihres richtigen Verhaltens angehalten werden können.
- wichtige Verkehrswege zum Beispiel Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen. Was wichtige Verkehrswege sind, hängt letztendlich von deren Frequentierung ab.

Die Abstandsempfehlungen des Leitfadens KAS-18 „beziehen sich nur auf den Menschen bzw. dessen Leben und körperliche Unversehrtheit als zu schützende Rechtsgüter“.¹

Auf Grund dessen wird der angemessene Sicherheitsabstand in diesem Gutachten auf schutzbedürftige Gebiete i. S. d. § 50 Satz 1 BImSchG mit dem Schutzziel „Mensch“ als Voraussetzung ermittelt.

¹ [5]

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 12 -

2.3.2 Ermittlung und Entfernung der nächsten schutzbedürftigen Gebiete

Hinsichtlich der Ermittlung von benachbarten Schutzobjekten i. S. d. § 3 Abs. 5d BImSchG wurde auf die Informationen des Geodatenportals Sachsen² sowie den vorliegenden Flächennutzungsplan zurückgegriffen.

Das nächstgelegene Schutzobjekt des Betriebsbereiches „BGA 3 Neichen“ sind die Wohnnutzungen des Ortsteils Neichen, welche südlich des Betriebsbereiches in einer Entfernung von ca. 5 m (Abstand zur bestehenden Schweinemast, nicht neue BGA) im Außenbereich liegen. Der angegebene Abstand bezieht sich auf die minimale Entfernung zwischen dem nächsten Wohnhaus (hier: Pyrnaer Straße 1a) und der äußeren Grenze des Betriebsbereiches (hier Bereich vorhandene Schweinemast). Der Abstand zur den sicherheitsrelevanten Anlagenteilen der geänderten Biogas-erzeugung ist deutlich größer.

Weitere Schutzobjekte sind in einem Umkreis von 200 m um den Betriebsbereich nicht vorhanden. Der Umkreis von 200 m wurde aufgrund des Achtungsabstandes von Biogas bei einer Leckgröße von 0,60 m² gewählt (da Befestigung Gasspeicher mittels Klemmschiene auf Mauerkrone).

Es befindet sich unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes folgendes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete im Achtungsabstand:

- FFH-Gebiet „Döllnitz und Mutzschener Wasser“ in einer Entfernung von ca. 150 m.

In der Abbildung 2 ist der Betriebsbereich (rot gestrichelt) und der Achtungsabstand von 200 m um den Betriebsbereich (pink) dargestellt.

² [13]

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 13 -

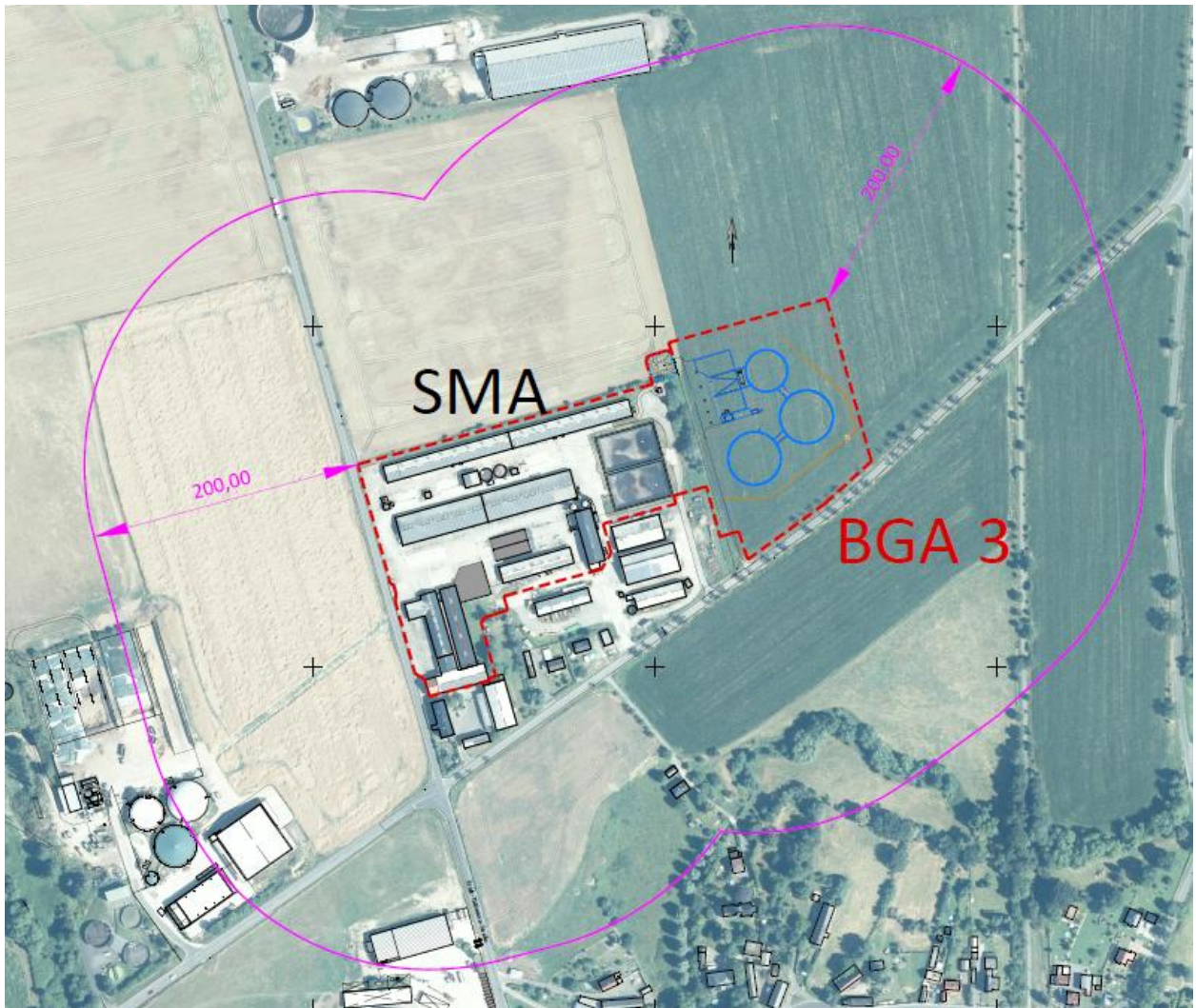


ABBILDUNG 2: LAGE DES BETRIEBSBEREICHES „SMA MIT BGA 3 NEICHEN“]

2.4 Wetterlage

Zur Ermittlung der mittleren Windgeschwindigkeit am Standort Neichen wird auf das Programm „ProNuSs®9“ implementierte Tool basierend auf den Wetterdaten des DWD von 1981 bis 2000 zurückgegriffen.

Unter Angabe des konkreten Standortes mit den WGS84- Koordinaten (Länge: 51.294488 (N), Breite: 12.770845°(E)) wurde eine mittlere Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m von 3,3 m/s ermittelt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 14 -

3 Betriebsbereich „SMA mit BGA 3 Neichen“

3.1 Allgemeine Beschreibung

In der Biogasanlage 3 Neichen findet das biologische Vergärungsverfahren mit dem Ziel der Biogaserzeugung statt. Dabei werden nachwachsende Rohstoffe (hier v. A.: Gras, Getreide, Mais) und Wirtschaftsdünger (hier: Rinder- und Schweinegülle sowie Rinderfestmist) unter anaeroben Bedingungen vergoren und Biogas erzeugt. In der Biogasanlage werden zukünftig im Schnitt 96,6 t/d eingesetzt.

Das erzeugte Biogas wird mittels Gasleitung zu einer externen Biogasaufbereitungsanlage transportiert, die nicht Gegenstand des Betriebsbereichs ist.

Die immissionsschutzrechtlich genehmigte Tierhaltung mit der landwirtschaftlichen Biogasanlage besteht aus folgenden Anlagenbereichen:

- Mastschweine - Haltung/Aufzucht von mehr als 2.000 Mastschweinplätzen (Einstufung in Nr. 7.1.7.1 (G/E) des Anhangs 1 der 4. BImSchV),
- Biogasanlage mit einer Durchsatzkapazität von mehr als 1,2 Mio. Normkubikmetern pro Jahr, aber weniger als 100 Tonnen je Tag (Einstufung in Nr. 8.6.3.2 (V) des Anhangs 1 der 4. BImSchV)
- Gasspeicher mit einer geplanten Lagermenge bis zu 50 Tonnen (Einstufung in Nr. 9.1.1.2 (V) des Anhangs 1 der 4. BImSchV)
- Gülle- und Gärrestlager mit einer Lagerkapazität von mehr als 6.500 Kubikmetern (Einstufung in Nr. 9.36 (V) des Anhangs 1 der 4. BImSchV)

Die Biogasanlage wird in folgende Betriebseinheiten untergliedert:

- BE 05 - Rohstoffbereitstellung
- BE 06 - Biogaserzeugung
- BE 07 - Gärrestlagerung
 - mit Gasspeicher auf Gärrestlager 1 (BE 7.2)
 - mit Gasspeicher auf Gärrestlager 2 (BE 7.4)
- BE 08 - Biogaslageranlage
 - mit Gasspeicher auf Fermenter (BE 8.1)

Rohstoffbereitstellung

Die Schweinegülle wird aus den benachbarten Stallanlagen mittels Güllepipeline in die Biogasanlage eingebracht, die Bereitstellung der weiteren Inputstoffe erfolgt mobil mittels Güllefass bzw. Anhänger. Für die Bereitstellung zur Zugabe der feststoffreichen Co-Substrate (Festmist) ist ein Feststoffdosierer vorhanden, welcher die Feststoffe nach vorgegebenen Intervallen direkt in den Fermenter zudosiert. Die Dosierung erfolgt in kleinen Dosierschritten. Die Beschickung des Feststoffdosierers erfolgt mittels mobiler Technik (Radlader) vom anlagenzugehörigen Festmistzwischenlager.

Biogaserzeugung

Der anaerobe Abbauprozess findet im ca. 38 - 40°C warmen Fermenter statt. Unterschiedliche, ubiquitär anzutreffende Bakterienstämme bauen schrittweise organische Bestandteile im Ausgangsmaterial ab und erzeugen im letzten Umwandlungsprozess Biogas. Auf die detaillierte Beschreibung der Methanproduktion wird verzichtet, da dies ein allgemein bekannter und beherrschbarer Prozess ist. Um die Prozesstemperatur von 38 - 40°C erreichen zu können, wird die Behälterwand des Fermenters beheizt (Bodenplatte isoliert). Zur Wärmedämmung ist der Fermenter außen mit einer Isolierung versehen. Die Isolierung besteht aus einer Styrodur- Dämmschicht (im Erdreich) bzw. Styropor (oberhalb) mit einer Trapezblechverkleidung als UV- und Wetterschutz. Um einen reibungslosen Gärverlauf gewährleisten zu können, sind in den Behältern

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 15 -

verschiedene Öffnungen vorhanden. Neben den diversen Rohrleitungsöffnungen ist an den Behältern ebenfalls eine Überdruck-/ Unterdrucksicherung vorhanden. Das Substrat wird innerhalb der Behälter durch Rührwerke des Typs Paddelgigant homogenisiert. Die entsprechenden Wanddurchführungen befinden sich immer unterhalb des minimalen Substratspiegels. Durch Zugabe von neuem Substrat wird ausgefaultes Substrat in die gasdichten Gärrestlager abgeführt.

Dass entstandene Gas wird mit einem geringen Überdruck von ca. 3 mbar im Doppelmembrangasspeicher des Fermenters und der beiden Gärrestlager gesammelt, wodurch auch eine Gleichmäßigung / Homogenisierung des Biogases bewirkt wird, und anschließend zur externen BGAA gefördert. Um Korrosionsprobleme zu vermeiden, wird in der Biogasanlage ausschließlich Edelstahl bzw. zugelassene Kunststoffmaterialien eingesetzt.

Die Befestigung des Gasspeichers des Fermenters erfolgt mittels geschraubter Klemmschiene auf der Mauerkrone. Die Entschwefelung des Biogases erfolgt über einen kontrollierten Sauerstoffeintrag durch einen Sauerstoffgenerator in den Gasspeicher des Fermenters. Die große, spezifische Oberfläche der eingebauten Unterkonstruktion (Spanngurte/ Netz) dient einem optimalen Stoffaustausch und einer großen Siedlungsfläche für die Mikroorganismen (Schwefelbakterien). Bei der Mikroorganismenpopulation handelt es sich um Bakterien der Gattung Thiobacillus und Sulfolobus. Bakterien der Gattung Thiobacillus und Sulfolobus sind chemolithotrophe Bakterien, die als Kohlenstoffquelle Kohlendioxid verwenden. Kohlendioxid ist in der Regel bis zu 40 Vol.-% im Biogas enthalten. Diese Organismen sind in der Lage, unter Sauerstoffzufuhr Schwefelwasserstoff zum Schwefel bzw. zum Sulfat zu oxidieren.

Die Sauerstoffeinblasung wird mittels Regler vor dem Durchflussmesser eingestellt. Regelgröße ist der Biogasdurchsatz (relativ konstante Betriebsverhältnisse in Bezug auf den H₂S-Gehalt und Biogasverbrauch) oder alternativ die Sauerstoffkonzentration des Biogases vor Verlassen des Anlagengeländes zur externen BGAA. Stellgröße ist der zuzuführende Volumenstrom (zur Sauerstoffzufuhr). Die eingeblasene Sauerstoffmenge wird im Behälter gleichmäßig verteilt. Nach dem Gebläse sitzt ein Magnetventil und ein Rückschlagventil innerhalb der Dosierleitung, so dass im Falle eines Ausfalls des Gebläses kein Biogas aus dem Gasspeicher gedrückt wird. Im Falle eines steigenden Sauerstoffgehaltes im Biogas bzw. bei Nichtabnahme von Biogas durch die externe BGAA erfolgt eine Reduzierung der Sauerstoffzugabe bis hin zum Abschalten des Entschwefelungsgebläses (Schließen Magnetventil).

Die Gasentnahme erfolgt aus dem Doppelmembran- Gasspeicher der Behälter (Fermenter und beide Gärrestlager sind pendelnd oberhalb des maximalen Substratfüllstandes verbunden). Mittels Gasleitung erfolgt der Transport zur Gastrocknung (Gaskühler) mit Kondensatabscheidung. Die Gasleitung ist mit einem Gefälle von mind. 1% verlegt. Das in der Gastrocknung anfallende Kondensatwasser wird über den Kondensatwasserschacht und eine Leitung dem Gärrestlager wieder zugeführt. Anschließend erfolgt die Restentschwefelung in den beiden Aktivkohlefiltern und Verdichtung des Biogases auf 300 mbar. Darüber hinaus erfolgt im Schaltanlagenraum die Gasanalyse.

Gärrestlagerung

Die beiden Gärrestlager sind als Rundbehälter aus Stahlbeton errichtet und jeweils mit einem gasdichten kugelsegmentförmigen Doppelmembrangasspeicher abgedeckt. Durch die jeweiligen Stützluftgebläse wird im Zwischenraum der doppelten Dachfolie ein Überdruck erzeugt, sodass ein sturm- und schneefestes Tragluftdach entsteht. Die Gasspeicherfolie kann sich darunter ungehindert auf und ab bewegen. Die Befestigung des Gasspeichers erfolgt bei beiden Gärrestlagern mittels geschraubter Klemmschiene.

In den Gärrestlagern erfolgt zur Erreichung der erforderlichen Lagerkapazität die Lagerung von Gärrückstand. Zur Abtrennung des flüssigen Teils des Gärrestes wird ein Separator installiert. Die Separation erfolgt mittels einer Pressschnecke. Diese drückt das Substrat durch ein Spaltfiltersieb gegen einen Presskegel, wodurch der flüssige Teil des Substrats abfließen kann. Der feste Teil des Gärrestes wird nach vorn aus dem Separator herausgefördert. Jährlich werden 32.474 t Gärrest

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 16 -

dem Separator zugeführt. Für die Lagerung des separierten festen Gärrestes (ca. 1.350 t/a) wird eine Zwischenlagerung (dreiseitig umwandet bis zur Lagerhöhe und überdacht) für 6 Monate errichtet. Dort erfolgt die Lagerung bis zur landwirtschaftlichen Verwertung.

Die Behälter für den flüssigen Gärrest sind ebenfalls aus Stahlbeton und zukünftig gasdicht (mit Doppelmembrangasspeicher, bisher nur mit emissionsminderndem Foliendach genehmigt) abgedeckt. Hinsichtlich des Gasspeichers wird auf die Ausführungen weiter oben verwiesen. Direkt an die Gärrestlager schließt sich eine Entnahmestation für die Ausbringung des Gärrestes an.

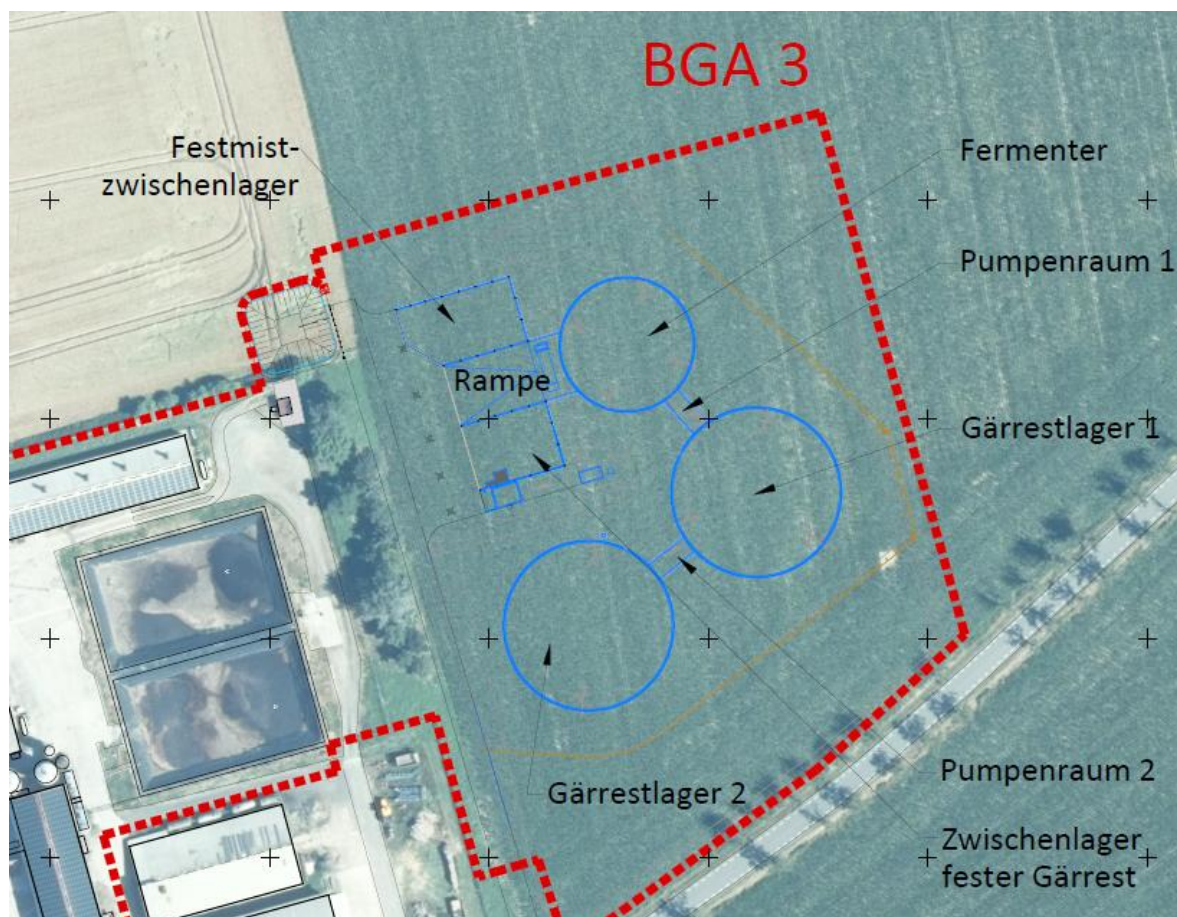


ABBILDUNG 3: WERKSPLANAUSSCHNITT DER BIOGASANLAGE 3 NEICHEN

3.2 Darstellung der aktuellen Genehmigungssituation

Die Schweinemastanlage (SMA) wurde am 27.12.1990 nach § 6 Art. 1 Umweltrahmengesetz als LPG Trebsen angezeigt. Am 30.06.1995 erfolgte die Genehmigung gem. des damaligen § 15 BImSchG der SMA unter der Firma Neichener Schweinemast GmbH durch die Landesdirektion Sachsen. Darauf folgte eine Anzeige nach § 15 BImSchG am 22.01.1998 zur Weiternutzung der vorhandenen Güllebehälter mit der Entscheidung der nicht erforderlichen immissionschutzrechtlichen Genehmigungsbedürftigkeit. Gleiches Ergebnis erzielten die Anzeige nach § 15 BImSchG am 09.07.2001, die Änderung der Abdeckung der Güllebehälter mit Strohhäcksel betreffend, sowie die Errichtung eines Zweikammerflachsilos vom 15.03.2006.

Am 04.11.2025 erfolgte die Genehmigung nach § 16 BImSchG zur Neuerrichtung der Biogasanlage Neichen 3, welche primär in diesem Gutachten betrachtet wird.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 17 -

3.3 Gefährliche Stoffe nach Anhang I der 12. BImSchV

In der folgenden Übersicht sind die Mengen aufgeführt, die im Sinne eines Störfallszenarios relevant sein können und einen sicherheitsrelevanten Anlagenbereich (SRA) darstellen bzw. in diesem vorhanden sind. Kleinere Mengen der Stoffe (hier: Rohrleitungen), die offensichtlich nicht zu einer größeren Störfallrelevanz beitragen können, wurden *informativ* mit aufgeführt, so dass die Summe der Volumina und der Masse mit der Berechnung der störfallrelevanten Masse identisch ist.

Es wird ausschließlich das im Sinne der Störfallverordnung durch den Bestandteil Methan als entzündbares Gas eingestufte Biogas betrachtet (Nr. 1.2.2 des Anhangs 1 der 12. BImSchV). Für die Berechnung der max. Masse wird auf die beigefügte Berechnung der störfallrelevanten Masse (UBA Version 1.3) zurückgegriffen.

Neben der nach Störfallrecht zu nutzenden Dichte von max. 1,3 kg/m³ wird parallel die ermittelte Gasdichte des betreffenden Biogases bei dem genutzten max. Methangehalt von max. 60 % bei 20 °C angegeben. In Tabelle 2 ist die maximale Biogasmenge für die betrachtete Biogasanlage 3 Neichen angegeben.

TABELLE 2: MAX. BIOGASVOLUMINA UND -MASSE INNERHALB DER BGA 3 NEICHEN

Behälter	Biogas- volumen	Masse Biogas 1,3 kg/m ³	Masse Biogas 1,1412 kg/m ³
[-]	[m ³]	[kg]	[kg]
<i>Rohrleitungen³</i>	14,3	50	43,13
<i>Aktivkohlefilter</i>	4,3	5,6	4,9
Fermenter, Freibord h = 0,70 m	494,8	643,2	564,7
Fermenter, Doppelmembrangasspeicher h = 9,00 m	3.562,6	4.631,4	4.065,6
Gärrestlager 1, h = 10 m, Mindestfüllstand h = 0,25 m	11.057,6	14.374,9	12.618,9
Gärrestlager 1, Doppelmembrangasspeicher h = 8,30 m	5.006,0	6.507,8	5.712,8
Gärrestlager 2, h = 10 m, Mindestfüllstand h = 0,25 m	11.057,6	14.374,9	12.618,9
Gärrestlager 2, Doppelmembrangasspeicher h = 8,30 m	5.006,0	6.507,8	5.712,8
Summe	36.200,9	47.095,6	41.341,7

3.3.1 Stoffeigenschaften Biogas

Am Standort der BGA 3 Neichen setzt sich das Biogas aufgrund der Inputstoffe aus einem Methangehalt 56 – 58 Vol.-% (Sauerstoffeinblasung und 100 % Feuchtsättigung im Biogas) und Kohlendioxid 44 – 42 Vol.-% zusammensetzen, sodass konservativ für die Auswirkungsbetrachtung ein Methangehalt von 60 Vol.-% angenommen wird. Die Stoffdaten des Biogases sind in Abbildung 4 für die BGA 3 Neichen dargestellt und wurden mit dem Programm ProNuSs ermittelt. Die Gasdichte ist temperatur- und druckabhängig.

Die Stoffdaten gelten für eine Temperatur von 20°C sowie für einen Überdruck von 4,5 mbar. Der Überdruck stellt dabei einen konservativen Ansatz dar. Die Überdrucksicherungen an den Gas speichern lösen bei max. 3,5 mbar aus.

³ Pauschale Angabe für Masse bei Dichte 1,3 kg/m³, da keine Leitung > 100 m³, siehe Berechnung im Anhang

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 18 -

Stoffdaten	
Ausgewähltes Gasgemisch: Biogas_60_40_600	CAS-Nr.: 999-999-999
Temperatur: 293,15 K / 20 °C	Überdruck: 0,0045 bar / Absolutdruck: 1,0175 bar

Flüssigkeitsdichte [kg/m³]	0,00	krit. Temperatur [K]:	236,24
Gasdichte [kg/m³]	1,1412	krit. Druck abs [bar]:	57,162
Normdichte [kg/m³]	1,2164	Siedetemperatur [°C]	-127,74
Molare Masse (Flüssigphase) [g/mol]	0,0	Schmelztemperatur [°C]	-140,76
Molare Masse (Gasphase) [g/mol]	27,25	kin. Viskosität (Flüssigphase) 10 ⁻⁷ [m²/s]:	0
Wärmekapazität (Flüssigphase) [kJ/kgK]:	0	kin. Viskosität (Gasphase) 10 ⁻⁷ [m²/s]:	115,8
Wärmekapazität (Gasphase) [kJ/kgK]:	1,3275	dyn. Viskosität (Flüssigphase) 10 ⁻⁶ [Pa s]:	0
Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]:	0	dyn. Viskosität (Gasphase) 10 ⁻⁶ [Pa s]:	13,21
Realgasfaktor:	0,997	Wärmeleitfähigkeit (Flüssigphase) 10 ⁻³ [W/m K]:	0,0
Isentropenexponent:	1,298	Wärmeleitfähigkeit (Gasphase) 10 ⁻³ [W/m K]:	25,56
spez. Gaskonstante [J/kg K]:	305,13	Oberflächenspannung 10 ⁻³ [N/m]:	0,0
Untere Explosionsgrenze [Vol.-%]	4,4	max. Explosionsdruck [bar-abs]:	0,0
Obere Explosionsgrenze [Vol.-%]	16,5	KG-Wert [bar m/s]:	0,0
Unterer Heizwert [MJ/kg]	30,2		

ABBILDUNG 4: STOFFDATEN DES BIOGASES (CH₄-GEHALT: 60%, CO₂-GEHALT: 40%, H₂S 600 PPM)

3.3.1.1 Biogas - Explosionsgefährdung

Störfallrelevant wirkt im Fall Biogas vor allem die Fähigkeit zur Bildung von explosionsfähigen Gemischen mit der Umgebungsluft. Hauptverantwortlich dafür ist der Bestandteil Methan (CH₄). Nachfolgend sind die relevanten Explosionsgrenzen von Methan dargestellt⁴:

UEG_{Methan} (untere Explosionsgrenze) 4,4 Vol.-%

OEG_{Methan} (obere Explosionsgrenze) 17 Vol.-%

Die untere und obere Explosionsgrenze von Biogas mit der Zusammensetzung von 60 % CH₄ werden mit Hilfe der Berechnungsmethode der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM, Abteilung 2 „Chemische Sicherheitstechnik“) wie folgt ermittelt:

$$UEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO_2}}{x_{CH_4}} \right) \cdot UEG_{CH_4,CO_2} \quad (1)$$

$$OEG_{Biogas} = \left(1 + \frac{x_{CO_2}}{x_{CH_4}} \right) \cdot OEG_{CH_4,CO_2} \quad (2)$$

Die beiden Werte für UEG_{CH₄,CO₂} bzw. OEG_{CH₄,CO₂} wurden für das vorliegende Methan-Kohlendioxid-Verhältnis aus dem Explosionsdreieck für Methan abgelesen. Die relevanten Explosionsgrenzen von Biogas mit der Zusammensetzung von Methan mit 60 Vol.-% sind⁵:

⁴ Quelle: <https://gestis.dguv.de/data?name=010000>

⁵ Quelle: Stoffdatenbank des Programms „ProNuSs“, vgl. [8]

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 19 -

UEG_{Biogas} (untere Explosionsgrenze) = 7,7 Vol.-% (mit UEG_{CH₄, CO₂} 4,6 Vol.-%)

OEG_{Biogas} (obere Explosionsgrenze) = 20,8 Vol.-% (mit OEG_{CH₄, CO₂} 12,5 Vol.-%)

Im Rahmen einer Freisetzung von Biogas kann sich dieses in größerem Maße ausbreiten und durch eine Zündquelle zu einer Explosion gebracht werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Ausbreitung im freien Raum zu keinem relevanten Druckaufbau führen kann (das Biogas wird im Normalbetrieb mit < 3,0 mbar_ü gelagert). Die Überdrucksicherungen an den gasdichten Behältern der BGA 3 Neichen lösen bei einem Druck von 3,5 mbar_ü aus.

3.3.1.2 Biogas - Toxizität

Der innerhalb von Biogas in geringen Mengen vorkommende Schwefelwasserstoff hat für sich gesehen sehr giftige (akut toxische) Eigenschaften. Durch die hohe Dichte von Schwefelwasserstoff ($\rho = 1,536 \text{ kg/m}^3$ unter Normalbedingungen) sammelt sich das Gas am Boden (in reiner Form), in Verbindung mit Methan und Kohlendioxid im Biogas neigt es eher nach oben zu steigen. Schwefelwasserstoff betäubt die Geruchsrezeptoren, weshalb eine Erhöhung der Konzentration nicht mehr über den Geruch wahrgenommen wird. Der Schwellenwert für die Betäubung der Geruchsrezeptoren kann mit ca. 200 ppm angegeben werden. Hingegen hat dieser Geruch aber auch positive Eigenschaften, da dadurch austretendes Biogas wahrgenommen werden kann.

Wie bereits im Abschnitt 3.1 dargestellt, ist im vorliegenden Fall davon auszugehen, dass innerhalb des zwischengelagerten Biogases (vor allem in den Gasspeichern) max. 250 ppm ($\cong 0,025 \text{ Vol.-%}$) vorliegen. Dies begründet sich durch die biologische Entschwefelung mittels Sauerstoffeinblasung in die Gasspeicher des Fermenters und des ersten Gärrestlagers und anschließender permanenter Analyse des Gases, so dass keine hohen oder sehr hohen Konzentrationen an Schwefelwasserstoff überhaupt entstehen können. Hinsichtlich einer konkreten Ermittlung der zukünftigen Schwefelwasserstoffkonzentration innerhalb des Biogases wird auf die nachfolgenden Ausführungen verwiesen.

Entsprechend aktueller Einstufung⁶ ist das Biogas nicht in die Gefahrenkategorie H332 (Acute Tox. 4) oder höher einzuordnen. Dies begründet sich mit einer Einstufung durch das MLUK Brandenburg aus einer Mitteilung von 2021 (Betrachtung aus 2013, erneute Abstimmung im Februar 2024), dass keine toxische Einstufung vorliegt, da diese erst ab $\geq 2,2\% \text{ H}_2\text{S}$ im Biogas greifen würde. Für das derzeit anfallende Biogas liegen für die Anlage spezifischen Messwerte bereits vor. Auf Grundlage der regelmäßig gemessenen Gaszusammensetzung sowie den Erfahrungswerten des Betreibers ist festzustellen, dass der max. Schwefelgehalt innerhalb des bestehenden Gasspeicher des Fermenters zwischen 400 und 500 ppm liegt. Diese Angabe bezieht sich auf die aktuelle Inputstoffzusammensetzung sowie auf die Luftzugabe in den Gasraum des Fermenters. Die Inputmengen werden, wie in der Tabelle 3 dargestellt ist, geändert.

TABELLE 3: DARSTELLUNG DER INPUTSTOFFE FÜR DIE BGA 3 – NEICHEN

Inputstoffe	[t/a]
Rindergülle (Anlieferung von MVA)	6.205
Schweinegülle (Rohrleitung von SMA)	10.858
Festmist	18.210
Summe	35.273

Im Rahmen des geplanten Vorhabens werden die Entschwefelungsprozesse nicht geändert. Da es sich um ein biologisches System handelt, bei dem auch Schwankungen eintreten können, wird

⁶ Datenblatt Biogas GisChem, BG Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien der BG RCI und der BGHM, Download am 01.08.2025, Stand 31.07.2025, ergänzt am 01.08.2025 (Korrektur Einstufung Toxizität), siehe Anhang, nach ausführlicher Rücksprache und Prüfung mit dem Fachamt Brandenburg und aktueller Diskussion TRAS 120

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 20 -

konservativ für die weitere Berechnung des angemessenen Sicherheitsabstandes ein H₂S-Gehalt von **500 ppm in den Gasspeichern der BGA 3 Neichen** angenommen. Bei dieser Annahme wird die geringfügige Änderung der Inputzusammensetzung sowie die Erhöhung der Inputmenge mitberücksichtigt.

Ungeachtet dessen erfolgt eine Herleitung des möglichen Schwefelwasserstoffgehaltes im erzeugten Biogas auf Basis der Inputstoffe, um den konservativ angenommenen Wert von 0,05 Vol.-% auch theoretisch als sehr konservativen Ansatz betrachten zu können. Die folgende Herleitung erfolgt auf Basis der Richtwertsammlung Düngerecht, abgestimmt mit den Ländern Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen - gültig für Brandenburg -, Ausgabe 2020 [10].

Innerhalb dieser Richtwertsammlung Düngerecht sind die Nährstoffgehalte verschiedener nachwachsender Rohstoffe sowie Wirtschaftsdünger enthalten - jedoch nicht explizit für den Nährstoff Schwefel, sondern für Stickstoff und andere Nährstoffe. Allgemein bekannt ist dennoch, dass in Wirtschaftsdüngern das Stickstoff-Schwefel-Verhältnis 10:1 beträgt. Siehe hierzu auch entsprechende Veröffentlichung der Landwirtschaftskammer Schleswig- Holstein:

- „Der Schwefelgehalt in Wirtschaftsdüngern beträgt ca. 10% vom angegebenen N-Gehalt, bei Geflügelwirtschaftsdünger fällt der S-Gehalt etwas niedriger aus.“⁷

Hierbei liegt in Wirtschaftsdüngern der Schwefel zum Großteil (> 80%) in organisch gebundener Form vor und ist auch durch Abbauprozesse nur schwer erschließbar (nur über Mineralisierungsvorgänge), weshalb in der Landwirtschaft die Schwefelversorgung der Böden vorwiegend mittels Mineralstoffdünger erfolgt.

Für die nachwachsenden Rohstoffe ist bei der Ernte das angestrebte Stickstoff-Schwefel-Verhältnis 12:1. Konservativ wird hier ebenfalls mit einem Verhältnis von 10:1 gerechnet, woraus sich folgende Werte für den Stickstoffgehalt (aus Richtwertbroschüre Brandenburg [10]) und dem resultierenden Schwefelgehalt (1/10 vom Stickstoffgehalt) ergeben.

Für Silagen, insbesondere Maissilage, ergeben sich niedrigere Werte, weshalb für alle Silagen durchgängig der höhere Wert für Ganzpflanzensilage mit 5,6 kg N/t FM verwendet wird. Grundsätzlich kann jedoch festgehalten werden, dass für Festmist aus der Rinder- und Schweinehaltung die ähnlichen Werte zutreffen, wie für Silage, so dass die Mengen an Silage und Festmist beliebig substituiert werden könnten, ohne dass sich Änderungen an zu erwartenden Schwefelgehalt des Biogases ergeben. In Tabelle 4 sind die Stickstoff- und Schwefelgehalte von Inputstoffen dargestellt.

TABELLE 4: STICKSTOFF- UND SCHWEFELGEHALT DER INPUTSTOFFE, ALLGEMEIN

Inputstoff	Stickstoff-Gehalt	Schwefel-Gehalt
[-]	[kg/t FM]	[kg/t FM]
Rindergülle	3,8	0,38
Schweinegülle	7,5	0,75
Rindermist	6,1	0,61

Basierend auf der Inputzusammensetzung und den jeweiligen Inputstoffmengen wird massegeachtet die Gesamtmasse an Schwefel innerhalb des Gärsubstrat ermittelt.

Für die Inputmengen ergibt sich so eine Schwefelfracht von 59,2 kg S/d.

⁷ https://www.lksh.de/fileadmin/PDFs/Landwirtschaft/Duengung/Naehrstoffgehalte_organischer_Duenger.pdf online abgerufen am 28.12.2023

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 21 -

Im Rahmen des Biogasprozesses wird der Bestandteil Eiweiß/ Protein, der den Schwefel beinhaltet, zu ca. 20-50% abgebaut, so dass nur aus diesem Teil auch Schwefelwasserstoff freigesetzt werden kann. Der restliche Schwefel bleibt innerhalb der festen Substanz (Trockensubstanz) des Gärrestes gebunden. Konservativ wird hier nicht der Mittelwert, sondern der max. Wert von 50 % als Umsatz des Schwefels durch den Biogasprozess verwendet. Hieraus resultiert eine Schwefelfracht, die als Schwefelwasserstoff umgesetzt werden könnte, von 29,6 kg/d.

Da der Gasertrag ebenfalls eine Rolle spielt, wird aus der möglichen Schwefelfracht und dem möglichen Biogasertrag der Schwefelwasserstoffgehalt berechnet. Dabei wird der Anteil an Schwefel mit 1,063 multipliziert, um die Masse an Schwefelwasserstoff statt Schwefel zu ermitteln (Faktor für Umrechnung molare Masse Schwefelwasserstoff und Schwefel). Zudem wurde mittels Dichte von 1,20 kg/m³ vom Gewichtsanteil auf den Volumenanteil umgerechnet, um den Anteil in ppm zu ermitteln.

- Schwefelfracht: 29,6 kg/d
- Umrechnungsfaktor H₂S: 1,063
- Biogasertrag: 2,28 Mio. Nm³/a bzw. 6.234 Nm³/d
- Biogasertrag: 7.480 kg/d; Umrechnung über 1,2 kg/m³
- max. H₂S- Gehalt: 0,421 Masse.-% (mit Faktor 1,063 s.h. oben)

Der praktische Schwefelwasserstoffgehalt **wird deutlich unter diesen Annahmen liegen**, da die Umsetzung des Schwefels mit 50% viel größer als der realistische Durchschnitt von 30-35% unterstellt wird. Zudem ist das praktisch vorliegende Biogas 100% wasserdampfgesättigt, was einerseits zur Erhöhung des Biogasvolumens führt und andererseits zur Bindung/Lösung von Schwefelwasserstoff in die wässrige Phase (Umwandlung schwefelige Säure, Abtropfen in Gärrest).

Der maximale Wert ohne Gegenmaßnahmen könnte demnach bei 0,421 Masse-% liegen. Vorliegend ist das Ziel des Anlagenbetriebs jedoch, diese Konzentration von Schwefelwasserstoff gar nicht erst entstehen zu lassen, da sowohl für den wirtschaftlichen Betrieb der Aktivkohlefilter als auch für den Betrieb der Biogasaufbereitungsanlage das Biogas nahezu bzw. zu 100% entschwefelt sein muss. Jegliche Entschwefelung erst am Ende des Biogasproduktionsprozesses bedeutet größeren Aufwand und damit höhere Kosten, weshalb die Betriebsweise in jedem Fall darauf abstellt, die Entstehung des Schwefelwasserstoffes bereits im Biogasprozess zu unterbinden bzw. noch prozessintern größtmöglich zu entschwefeln.

Dies erfolgt in der vorhandenen Anlage durch kontinuierliche Sauerstoffeinblasung mittels Sauerstoffgenerator. Im dadurch ablaufenden biologischen Prozess wird der Schwefelwasserstoff zu elementarem Schwefel und Wasser umgesetzt, sodass die Konzentration von Schwefelwasserstoff deutlich reduziert wird. Die Entschwefelungsrate beträgt hierbei 95 % und mehr, wobei im nachfolgenden eine Wirksamkeit von nur 90 % unterstellt wird. Dies geschieht, weil es sich in diesem Fall um einen biologischen Prozess handelt, welcher nicht zu einer sofortigen Umsetzung führt wie beispielsweise bei der Zugabe von Eisenhydroxid ö. ä.

- max. H₂S- Gehalt, theoretisch: 0,421 Masse-%
- interne Entschwefelung: mind. 90 %
- max. H₂S- Gehalt, praktisch: 421 ppm

Auch wenn an allen vorherigen Stellen bereits konservative Annahmen getroffen wurden, wird der ermittelte max. Schwefelwasserstoffgehalt deutlich erhöht, was zu folgendem Ansatz führt:

- **max. H₂S- Gehalt, genutzt: 421 ppm → 600 ppm**

An der Stelle sei erwähnt, dass hiermit mehrere Störungen bzw. Havarien innerhalb der Biogaserzeugung als gleichzeitig auftretend betrachtet werden (schlechte, nicht gewollte, Entschwefelung und damit höhere Schwefelwasserstoffkonzentrationen und Austritt des erzeugten Biogases durch Riss der Folie).

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 22 -

Erfahrungsgemäß werden im Gasspeicher der beiden Gärrestlager Reduzierungen bis auf **unter 100 ppm** erreicht und hier sicher bis unter 150 ppm erwartet. Da es sich um ein biologisches System handelt, bei dem auch Schwankungen eintreten können, wird **konservativ** für die weitere Berechnung des angemessenen Sicherheitsabstandes eine Schwefelwasserstoffkonzentration von 600 ppm angenommen.

Untersuchungen des LfULG Sachsen untermauern den oben ermittelten Schwefelwasserstoffgehalt durch erfolgte Gasanalyse für ähnliche Anlagen und Inputzusammensetzungen.

3.3.2 Beurteilungswerte

Zur Beurteilung einer Gefahrensituation werden Beurteilungswerte herangezogen. Die wichtigsten Beurteilungswerte stellen dabei die AEGL-Werte und die ERPG-Werte dar. Basierend auf dem Leitfaden KAS-18 ist für die Bewertung von toxischen Gefährdungen der ERPG-2-Wert heranzuziehen. Zur Vollständigkeit wird sowohl auf die AEGL-Werte und auf die ERPG-2-Werte eingegangen.

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

Die AEGL-Werte sind toxikologisch begründete Spitzenkonzentrationswerte von Schadstoffen, die wichtige Beurteilungswerte zur Bewertung einer Gefahrensituation sind. Die Angabe der AEGL-Werte sind für verschiedene relevante Expositionszeiträume angegeben und für folgende drei verschiedene Effekt-Schweregrade⁸:

- AEGL-1: Schwelle zum spürbaren Unwohlsein
- AEGL-2: Schwelle zu schwerwiegenden, lang andauernden oder fluchtbehindernden Wirkungen
- AEGL-3: Schwelle zur tödlichen Wirkung

Im Unterschied zu den AEGL-Werten wird bei den ERPG-Werten nur eine Expositionszeit von einer Stunde berechnet. Die AEGL-Werte sowie der ERPG-2-Wert sind für den Stoff Schwefelwasserstoff in der Tabelle 5 aufgeführt.

TABELLE 5: AEGL- WERTE UND ERPG-2-WERT (ANGABEN IN PPM)

Expositionszeitraum	10 min	30 min	1 h	4 h	8 h
Schweregrad					
Schwefelwasserstoff					
AEGL-1	0,75	0,60	0,51	0,36	0,33
AEGL-2	41	32	27	20	17
AEGL-3	76	59	50	37	31
ERPG-2-Wert	≥ 60 min: 30 ppm				

⁸ <https://www.umweltbundesamt.de/aegl-stoerfallbeurteilungswerte-definition-methodik>

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 23 -

4 Ermittlung des Achtungsabstandes

Im vorliegenden Fall wird mit störfallrelevantem Biogas umgegangen. Ohne Berücksichtigung der hier aber bekannten Zusammensetzung des Biogases (insbesondere des deutlich geringeren Schwefelwasserstoffgehaltes) sowie der vorhandenen max. Mengen an Biogas, die im Schadensfalls austreten könnten, ergibt sich unter Berücksichtigung der konservativen Ansätze ein Achtungsabstand von 200 m für den Gasspeicher des Gärrestlagers 2 (vgl. KAS-32 Abschnitt 1.3), für die anderen gasdichten Behältern 200 m (Befestigung mittels auf die Mauerkrone geschraubter Klemmschiene).

Die Basis der Ermittlung eines Achtungsabstandes ist die Festlegung einer Muster-Biogaszusammensetzung und die Ermittlung eines Abstandes, der unter allen konservativen Ansätzen und ohne Detailkenntnisse zu Anlagentechnik einen entsprechenden Schutz gewährt.

Das verwendete Szenario soll einen größeren Massenstrom freisetzen, als dies bei einem vernünftigerweise nicht auszuschließenden Szenario wie z. B. einer Flanschleckage oder dem Ansprechen einer Druckentlastungseinrichtung der Fall ist. Das Szenario soll nicht die gesamte zusammenhängende Masse innerhalb kurzer Zeit freisetzen, da solche Szenarien für externe Notfallplanungen (erweiterte Pflichten) genutzt werden. Aus diesem Grund werden Freisetzungen aus Rissen von mehreren Metern Länge bei sehr großen Behältern (Gasspeicher mit nur 3,0 mbar Überdruck) als plausibel angesehen. Hieraus basierend erfolgte die Ermittlung eines Achtungsabstandes unter den folgenden „unrealistischen“ Rahmenbedingungen entsprechend der Vorgaben des Leitfadens KAS-32 (ohne Berücksichtigung der Detailkenntnisse zur vorhandenen Anlage):

- Methan-Gehalt 75%, Kohlendioxid 23%, Schwefelwasserstoff-Gehalt im Biogas 2% (20.000 ppm)
- Betriebsüberdruck 5 mbar, Betriebstemperatur 20°C
- Ausflussziffer für einen Folienriss 1,0
- Risslänge 3,0 m und mittlere Breite 0,2 m = 0,6 m² Leckfläche
- resultierende Freisetzung 18,6 kg/s Biogas
- Freisetzungsdauer 10 min
- Biogas als dichteneutrales Gas betrachtet
- Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 3 m/s
- indifferente Temperaturschichtung und keine Inversion
- Bodenrauigkeit 0,5 m (wenig rau)
- waagerechte Linienquelle entsprechende Risslänge
- Freisetzungshöhe 6 m, Aufschlagpunkt 2 m über Gelände

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 24 -

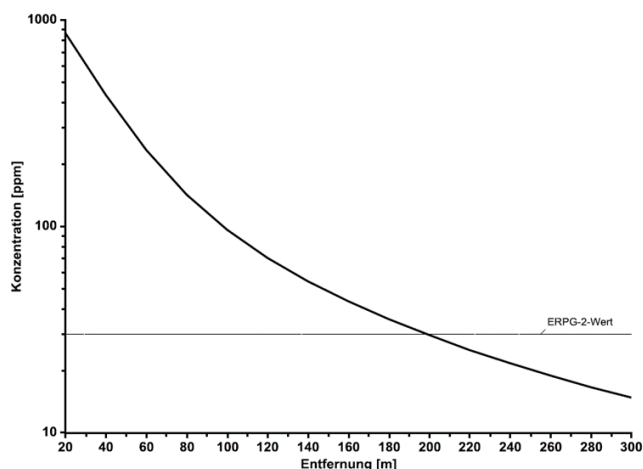


ABBILDUNG 5: H₂S- KONZENTRATION BEI DER FREISETZUNG VON 18,6 KG/S BIOGAS [5]Basierend auf den vorgenannten Konventionswerten wurde seitens der KAS ein Achtungsabstand ermittelt, der aus dem akut toxischen Inhaltsstoff Schwefelwasserstoff (Annahme von „unrealistischen“ 20.000 ppm im Biogas) resultiert und 200 m/250 m beträgt.

Die Ausbreitung eines Freistrahls mit einem Massenstrom von 18,6 kg/s über einen Zeitraum von 10 min führt bei einem Biogas mit 75 % Methan zu einem Bereich mit dem Vorliegen eines explosionsfähigen Gas-Luft-Gemisches von bis zu 60 m, wobei der horizontal unterstellte Austrittswinkel bei Biogasanlagen nie zutreffen wird, sondern der Freistrah, wenn überhaupt, mind. 75° nach oben geht.

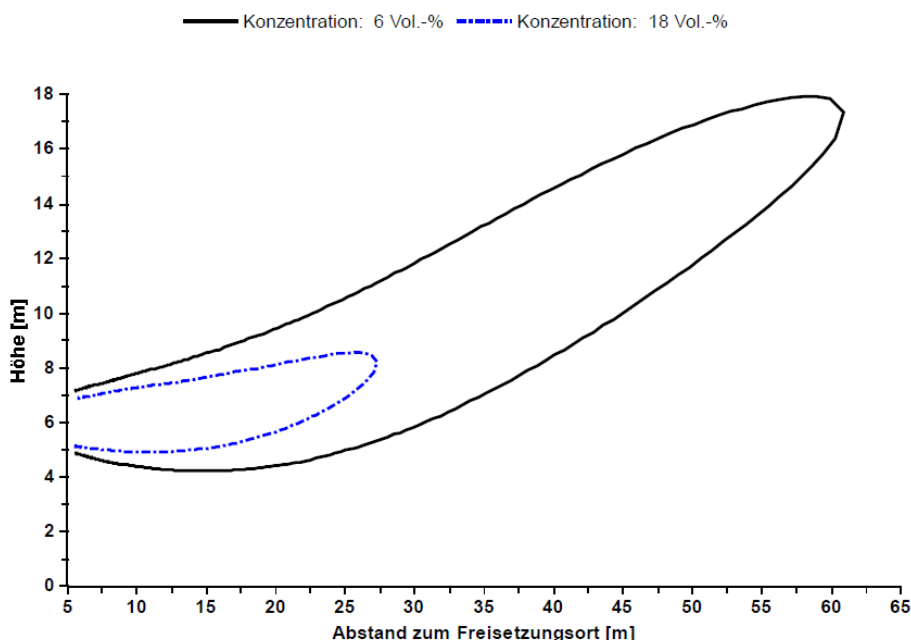


ABBILDUNG 6: DARSTELLUNG DER EXPLOSIONSFÄHIGEN ATMOSPHERE [5]Bei einer Freisetzungshöhe von 6 m und einer Freisetzung in Richtung eines freien unbebauten Geländes, kann die Expansion der Gaswolke in alle Richtungen erfolgen und es ist nur ein sehr geringer Explosionsüberdruck zu erwarten. Wird die Biogaswolke gezündet, so brennt diese in wenigen Sekunden ab. Durch die kurze Bestrahlungsdauer sind nur Personen gefährdet, die sich im Nahbereich der Gaswolke aufhalten.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 25 -

Es ergibt sich nach KAS-18 ein Gefährdungsbereich von ca. 90 m, der somit geringer ist als die oben ermittelten 200 m für die toxische Gefährdung durch Schwefelwasserstoff.

Da am Standort der Achtungsabstandes von 200 m zum nächsten Schutzobjekt (betroffene Wohnnutzungen im zum Wohnen dienenden Gebietes des Ortes Neichen) nicht eingehalten wird, erfolgt eine weitere Betrachtung. Der angemessene Sicherheitsabstand wird dabei auf Grundlage detaillierter Kenntnisse zur Anlage ermittelt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 26 -

5 Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes

5.1 Vorgehensweise der Einzelfallbetrachtung

Der § 50 Satz 1 BImSchG begründet bei raumbedeutsamen Planungen (hier gasdichte Abdeckung der Gärrestlager) keinen generellen Vorrang für schutzbedürftige Gebiete vor anderen öffentlich-rechtlichen oder privaten Belangen im Sinne des BauGB (vgl. KAS-18). Das kann im Einzelfall bedeuten, dass andere Planungsziele überwiegen können. In jedem Fall muss aber auf die Belange des Immissionsschutzes Rücksicht genommen werden und mögliche irreversible Schädigungen von Personen in Folge der Auswirkungen schwerer Unfälle in Betriebsbereichen mit hohem Gewichtungsmaß abgewogen werden.

Innerhalb des Achtungsabstandes von 200 m um den Betriebsbereich liegt ein Schutzobjekt (hier: Annahme der Wohnnutzungen im Außenbereich an der Anlagengrenze zur Schweinemast, Abstand ca. 5 m vom Betriebsbereich, sowie nördlicher Ortsrand von Neichen), sodass der angemessene Sicherheitsabstand nachfolgend ermittelt wird.

Szenarien im Leitfaden KAS-18

- Vernünftigerweise nicht auszuschließende Gefahrenquellen können zu Störfällen führen, die grundsätzlich zu verhindern sind, indem entsprechende Vorkehrungen getroffen werden. → Diese sind durch den Stand der Sicherheitstechnik vom Betreiber einer Störfallanlage umzusetzen.
- Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können zu Dennoch-Szenarien führen, deren Eintreten zwar nicht zu verhindern ist, gegen deren Auswirkungen zusätzliche störfallauswirkungsbegrenzende Vorkehrungen zu treffen sind. Das Versagen von störfallverhindernden Maßnahmen stellt beispielsweise eine vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquelle dar, die zu einem Dennoch-Szenario führen kann. → Die auswirkungsbegrenzende Maßnahme in Form der Einhaltung eines gewissen Abstandes ist Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.
- Vernünftigerweise auszuschließende Gefahrenquellen können jedoch auch so unwahrscheinlich sein, dass sie jenseits der Erfahrung und Berechenbarkeit liegen. Gegen diese exceptionellen Störfälle sind keine anlagenbezogenen Vorkehrungen zu treffen.

Ziel des Artikels 13 der Seveso-III-Richtlinie ist, Menschen und besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete vor den Auswirkungen eines Störfalls mit großen Auswirkungen, dessen Eintreten aber durch die vorhandene Sicherheitstechnik unwahrscheinlich ist, mittels eines Sicherheitsabstandes zu schützen. Dem entsprechend werden die im Leitfaden KAS-18 beschriebenen Störfallablaufsznarien als Dennoch-Szenarien entsprechend der genannten Definition eingestuft.

Bei den Festlegungen von Abstandsempfehlungen für die Bauleitplanung ohne Detailkenntnisse standen bisher immer Prozessanlagen im Fokus. Diese Ansätze lassen sich auf eine Biogasanlage (Biogaserzeugung) mit deren Anlagenkonzeption, Werkstoffen und Betriebsbedingungen jedoch nicht ohne Weiteres übertragen (vgl. Abschnitt 1.1 der Arbeitshilfe KAS-32).

Auf Grund der vorhandenen Detailkenntnisse zur Betriebsweise und der vorhandenen wie auch geplanten Anlagentechnik sowie der Inputstoffe der BGA 3 Neichen kann bei der weiterführenden Begutachtung der erforderlichen Abstände der angemessene Sicherheitsabstand ermittelt werden.

Aussagen zur vorhandenen Anlagentechnik, zu den bereits eingesetzten bzw. geplanten Substraten sowie zur Betriebs-/Verfahrensweise wurden bereits gemacht. Es wird auf diese vorangegangenen Abschnitte verwiesen.

Die Bestimmung des angemessenen Sicherheitsabstandes erfolgt entsprechend den Vorgaben des Leitfadens KAS-18 mit den für Störfallausberechnungen in Deutschland üblicher-

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 27 -

weise eingesetzten Modellen. In Rahmen dieses Gutachtens wird die Berechnung der Ausbreitung mit dem Programm „ProNuSs“ (Version 9.52), welches zur numerische Störfallsimulation dient, durchgeführt.

5.2 Auswahl der Szenarien

Auf Grund des gehandhabten Stoffgemisches „Biogas“ sind zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes folgende beide Szenarien zu betrachten:

- Freisetzung des toxischen Biogases und Ausbreitung (Gesundheitsgefährdung) und
- Brand bzw. Explosion von brennbarem Gas (Wärmestrahlung und Explosionsdruck)

Die wesentlichen biogasführenden Anlagenteile am Standort der BGA 3 Neichen sind der Fermenter, sowie die Gärrestlager 1 und 2. Da nicht alle am Standort vorhandenen und gasdicht abgedeckten Behälter die gleichen Maße aufweisen, wird für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes der Behälter mit dem größten Gasspeicher als Grundlage angenommen.

Die Befestigung der Gasspeicher erfolgt am Standort beim Fermenter, Gärrestlager 1 und Gärrestlager 2 mittels geschraubter Klemmschiene.

Für die Szenarien werden daher auf Basis der Gasspeichergröße stellvertretend (da identischer Aufbau) für beide Gärrestlager das Gärrestlager 1 gewählt.

- Gärrestlager 1 mit Gasspeicher, Befestigung mittels geschraubter Klemmschiene
→ Leckfläche 0,6 m²

Da die ermittelten Abstände zwischen den Behältern innerhalb der BGA 3 Neichen nur geringfügig voneinander abweichen, wird konservativ der für das Gärrestlager 1 ermittelte angemessene Sicherheitsabstand auch auf die beiden anderen Behälter übertragen.

Als relevante Szenarien wird daher die Freisetzung von Biogas aus dem Gärrestlager 1 (Gärrestlager 2 identisch) betrachtet. Aufgrund der störfallrelevanten Eigenschaft von Biogas werden die Auswirkungen einer möglichen Zündung einer Biogaswolke untersucht. In Folge dessen werden die Gefährdungen eines Bereiches mit explosionsgefährlicher Wolke aus Biogas und Luft als Funktion des Abstandes zur Freisetzungsquelle dargestellt. Zusätzlich werden die möglichen Druckwellenauswirkungen einer Explosion der freigesetzten Gaswolke sowie die Wärmestrahlung beim Abbrand der Gaswolke betrachtet und dargelegt. Darüber hinaus werden die Auswirkungen der toxischen Gefährdung durch die Leckage mit Austritt von Biogas bei dem Gärrestlagern ermittelt und bewertet.

Zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes im Sinne des § 50 BImSchG für den Betriebsbereich „BGA 3 Neichen“ werden die Auswirkungen folgender Szenarien berechnet:

- Szenario 1:
 - Gasfreisetzung durch Leckage am Gasspeicher des Gärrestlager 1 und Betrachtung der hieraus resultierenden Gefährdung durch toxische Stoffe bzw. einer Explosionsgefährdung
- Szenario 2:
 - die Zündung einer Biogaswolke als Dennoch-Szenario und resultierende Auswirkungen Druck und Wärmestrahlung.

5.3 Randbedingungen

Für die Vorgehensweise zur Ermittlung des angemessenen Abstandes werden im Leitfaden KAS-18 sowie KAS-32 folgende Empfehlung und Randbedingungen ausgesprochen, die in diesem Gutachten berücksichtigt werden:

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 28 -

- Der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und Abriss sehr großer Rohrleitungen sind im Rahmen der Bauleitplanung nicht zu berücksichtigen, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich sind.
- Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind zu berücksichtigen, soweit sie durch die zugrundeliegenden Ereignisse nicht gestört sind.
- Die Szenarien sind je nach störfallrelevanter Eigenschaft der Stoffe für Stofffreisetzungen, Brand und Explosion getrennt zu betrachten. Für die Auswirkungsbetrachtungen gelten dabei folgende Randbedingungen:
 - der Massenstrom ist entsprechend den Betriebsbedingungen und unter Voraussetzung eines Folienrisses (Ausflussziffer: 1,0) zu berechnen,
 - es ist eine mittlere Wetterlage nach VDI-Richtlinie 3783 mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion zu betrachten (häufigste Windgeschwindigkeit für den Standort),
 - als Beurteilungswerte sind die gleichen Werte heranzuziehen, die für die Herleitung der Achtungsabstände verwendet wurden.
- Die Berechnung basiert auf einer Freisetzungsdauer von 10 min.

Für die Berechnungen der Szenarien werden folgende Bedingungen, welche für den Betriebsbereich „BGA 3 Neichen“ spezifisch sind, angenommen:

Freisetzungsbedingungen

Umgebungstemperatur	20°C
Betriebsüberdruck	4,5 mbar (konservative Annahme)
Ausflussziffer	1,0
Freisetzungsdauer	10 min $\hat{=}$ 600 s
Freisetzungsart	gasförmig
Stoff	Biogas mit folgender Zusammensetzung CH ₄ -Gehalt: 60,00 Vol.-% CO ₂ -Gehalt: 40,00 Vol.-% H ₂ S-Gehalt: 600 ppm ($\hat{=}$ 0,06 Vol.-%) (konservativ)

Gasausbreitung

Gasausbreitung nach VDI 3783 Blatt 1	Biogas wird als dichteneutrales Gas betrachtet
mittlere Windgeschwindigkeit Standort	3,30 m/s
Temperaturschichtung	indifferent, keine Inversion
Bebauungshöhe/ Inversionshöhe	20 m
Quellgeometrie	waagerechte Linienquelle entsprechend Risslänge
Freisetzungshöhe	8,00 m
Höhe des Aufschlagpunktes	2 m
Bodenrauigkeit	0,5 m (wenig rau: relativ ebenes Gelände, Mittelwert Ackerland, Ortschaft in weiterem Umkreis)

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 29 -

Grundlage zur Berechnung des gasförmigen Massenstroms

Zur Untersuchung der bei einem Dachhaut-Riss freiwerdenden Gasmenge muss zunächst der Ausflussmassenstrom berechnet werden. Dieser wurde unter Berücksichtigung der Ausflussfunktion sowie der Ausflussziffer nach der folgenden Beziehung berechnet:

$$\dot{m} = A \cdot \Psi \cdot K_{dq} \cdot \sqrt{2 \frac{p_0^2}{R \cdot T \cdot Z}} \quad (3)$$

mit

A - Austrittsfläche in mm²

Ψ - Ausflussfunktion (dimensionslos)

K_{dq} - Ausflussziffer Gasphase (dimensionslos)

p_0 - Druck in Pa

R - universelle Gaskonstante in kJ/(kg · K)

T - Temperatur in K

Z - Realgasfaktor (dimensionslos)

Auf Grund des hier angenommenen Überdruckes im Gasraum der Behälter (mit Gasspeicher) von max. 4,5 mbar (eigentlich nur bis zu 3,0 mbar, spätestens bei 3,5 mbar Abblasen Überdrucksicherung) wird von einem unterkritischen Druckverhältnis ausgegangen. Weiterhin ist die Ausflussziffer zur Berechnung des Ausflussmassenstromes relevant. Die Ausflussziffer beschreibt die Geometrie des Lecks. Diese liegt i.d.R. zwischen 0,38 (scharfkantig, d.h.: hohe Reibungsverluste und verringerter Massenstrom) und z.B.: 0,92 (runde Düse d.h.: wenig Reibungsverluste und erhöhter Massenstrom).

Da für den Riss einer flexiblen Folie keine Werte bekannt sind, wird konservativ eine Ausflussziffer von 1 (Maximalwert, konform zur KAS-32) angenommen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass der errechnete Ausflussmassenstrom im gesamten Zeitraum konstant bleibt. Was bedeutet, dass konservativ angenommen wird, dass sich der geringe Überdruck nicht sofort abbaut, sondern in einem Zeitfenster konstant bleibt (bis der jeweilige Behälter/ Gasspeicher vollständig leer ist, was ebenfalls nicht passieren würde, daher eine konservative Annahme ist).

Hinweis:

*Bei einem Überdruck im Inneren der Gasspeicher von 3,5 mbar würde es im Falle einer Leckage zu einem Druckausgleich (Druckabfall des Gasspeichers) kommen bis das Innere den Druck der Umgebung angenommen hat. Bei einem Gasvolumen im ungünstigsten Zustand von hier bis zu max. 5.006 m³ (aufgesetzter kugelsegmentförmiger Gasspeicher des Gärrestlagers 1 und 2) würde dieser Druckausgleich ein Entweichen von **ca. 17 m³** bedeuten und innerhalb weniger Sekunden (1-2 s) erfolgt sein. Anschließend würde auf Grund des fehlenden Überdruckes im Gasbereich des Behälters lediglich ein diffuser Massenstrom an Biogas austreten, **der keinesfalls der hier unterstellten größeren Mengen entspricht**, sondern deutlich darunterliegt.*

In Rücksprache mit Herrn Dr. Schalau (relevanter Mitarbeiter der BAM für die entsprechenden KAS-Leitfäden) vom 18.12.2017 wird durch diese bestätigt, dass „Der Betriebsüberdruck verringert sich bis auf den Druck, der durch das Gewicht der beiden Folien entsteht.“ Dies ist gleichzusetzen mit dem praktischen Fall, dass innerhalb der ersten 2 Sekunden ca. 14 m³ Biogas austreten und dann der Gewichtsdruck der Biogasmembran von 0,1 mbar der „Antrieb“ für das weitere Entleeren der Gasspeicherfolien ist.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 30 -

Konservativ wird jedoch aktuell davon ausgegangen, dass durch die Stützluft und das Eigengewicht der Gasspeichermembran dennoch der komplette Inhalt des Gasspeichers innerhalb einer sehr kurzen Zeit freigesetzt wird, was jedoch praktisch nicht möglich ist, was wie folgt begründet werden kann.

1. *Riss der Folien, wobei nur ein Riss der äußeren Folie noch keine unmittelbaren Konsequenzen für die Freisetzung von Biogas hätte → wenn nur die innere Folie reißt, wären die Freisetzungsraten ebenfalls gering und nur am Auslass der Stützluft zutreffend → konservativ wird unterstellt, dass beide Folien gleichzeitig an gleicher Stelle reißen!
Wenn dies so eintreten würde, dann verpufft auch der Stützluftdruck in die Atmosphäre und sorgt nicht dafür, dass der Gasspeicher innerhalb kurzer Zeit leer gedrückt wird. → Damit bleibt ausschließlich das Eigengewicht der Gasspeicherfolie, die den Gasspeicher leer drückt, was aber deutlich länger dauern wird und nicht zu den unterstellten Freisetzungsraten führen wird.*
2. *Die Doppelmembrangasspeicher müssen bezüglich Ihres Stützluftdruckes deutlich unterhalb des Bereiches des Ansprechens der Überdrucksicherung betrieben werden. Vorliegend sollen die Überdrucksicherungen auf 3,5 mbar_ü eingestellt werden (üblicher Wert und am Standort der beiden Biogasanlage bereits praktiziert). Dies bedeutet, dass die Stützluft mit einem Druck von ca. 1,5 bis max. 2,5 mbar arbeitet, da sich sonst der Gasspeicher im Inneren nie heben würde, sondern durch die Stützluft bereits ein Druck aufgebaut werden würde, dass die Überdrucksicherung anspringt. Es kann also davon ausgegangen werden, dass nach einem Riss/Leckage nie ein Überdruck von 3,5 mbar vorherrscht, sondern dieser unter 2,5 mbar liegen wird. Seitens des Herstellers der Doppelmembrangasspeicher wurde mitgeteilt, dass ein Gasspeicher von ca. 2.000 m³ nach Herausrutschen des Klemmschlauchs über eine Länge von 5 m ca. 6-12 h benötigt, um seinen kompletten Inhalt zu verlieren. **Die hier berücksichtigte Freisetzung in den ersten Sekunden liegt also beim ca. 100fachen der tatsächlich zu erwartenden Freisetzung.***

Nach kurzzeitigem Austritt dieser größeren Gasmengen wird einerseits durch das weiterhin produzierte Biogas (jedoch in nicht relevanten Mengen in den gasdichten Gärrestlager, sondern in den jeweiligen vorgeschalteten Fermentern) und andererseits durch den Gasdruck der benachbarten Gasspeicher weiteres Biogas nachströmen.

Eine äußerst konservative Berechnung, die auf der Annahme der max. durch die Gasverbindungsleitung strömenden Biogasmengen unter Antrieb eines permanenten Vordruckes von 4,5 mbar_ü führt dies zu max. 1.960 m³/h (die stündliche Biogasproduktion in diesem Behälter liegt deutlich unter diesem Wert), was einer nachfolgenden Freisetzung von 0,54 m³/s bzw. 0,65 kg/s Biogas entsprechen würde.

Konservativ wird hier jedoch davon ausgegangen, dass permanent ein Massenstrom von 1,0 kg/s Biogas nachströmt. Entsprechend KAS-Leitfaden wird die Freisetzung über max. 10 min betrachtet, da längere Austrittszeiten zu keiner höheren Konzentration mehr führen.

Hinweis:

Derartig große Mengen an nachströmendem Biogas aus den Verbindungsleitungen, wie hier konservativ berücksichtigt, können praktisch nicht bestätigt werden. Hier sind deutlich geringere Mengen beim Ausgleich der Gasspeicher beobachtet worden. Zudem fällt der Gasdruck im benachbarten Gasspeicher ebenfalls sehr schnell ab, so dass der Vordruck von 3 mbar nicht gleichbleibend vorherrscht. Zudem könnte auch die sich ablegende Gasspeicherfolie des havarierten Gasspeichers zu einem Verschluss der nach oben gerichteten Gasverbindungsleitung führen, so dass nur deutlich geringere Mengen an Biogas nachströmen können.

Vielmehr kann praktisch davon ausgegangen werden, dass Mengen in Größenordnungen der einfachen bis doppelten Biogasproduktion der Anlage austreten, nicht aber innerhalb der geringen Zeiten die hier konservativ berücksichtigte Biogasmenge. Aus diesem Grund sind die nachfolgenden Berechnungen als äußerst überschätzend anzusehen. Die praxisrelevanteren Berechnungen sind ebenfalls dargestellt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 31 -

5.4 Ausbreitungsberechnung zur Gasfreisetzung

Als Szenario 1 wird die Gasfreisetzung durch Leckage an den Gasspeichermembran des Gärrestlagers 1 (entspricht auch GRL 2) betrachtet und die hieraus resultierende Gefährdung durch toxische Stoffe oder eine Explosionsgefährdung ermittelt und bewertet.

Zudem wird die hieraus resultierende Explosionsgefährdung ermittelt und bewertet. Es wird angenommen, dass

- zunächst die Wetterschutzplane versagt und
- anschließend die darunterliegende Gasspeicherhaube ohne Benennung der Ursache aufreißt und
- somit ein Leck von der Dimension 3,00 m x 0,20 m (Leckfläche von 0,60 m²) beim Gärrestlager 1 verursacht (Befestigung mittels geschraubter Klemmschiene).
- Zudem handelt es sich entsprechend der Richtlinie VDI 3783 Blatt 1 um eine Flächenquelle, da die Quellhöhe (Ausdehnung) mit 0,2 m jedoch kleiner als 1,0 m (als minimale Vorgabe) ist, geht die Richtlinie VDI 3783 1 an dieser Stelle von einer waagerechten Linienquelle mit $X_q=0$ und $Z_q=0$ aus). Die Dimensionierung des Lecks entspricht den derzeit geltenden Anforderungen des Leitfadens der Kommission für Anlagensicherheit KAS-32 und wurde zur vorliegenden Untersuchung herangezogen.

Die Betrachtung ist Ursachen-unabhängig, dennoch kann zum Beispiel Materialversagen verantwortlich gemacht werden. Weiterhin wird unterstellt, dass ein solches Leck nicht innerhalb kurzer Zeit durch das Betriebspersonal zu schließen ist, bevor sich das Biogas vollständig entleert hat. Es sei darauf hingewiesen, dass das Versagen beider Schutzfolien bzw. das Lösen der Schraubverbindungen beider Folien als ein sehr seltenes, aber Ersteres als ein schon eingetretenes Szenario angenommen werden muss. Nachfolgend sind, die für das Szenario spezifischen Quellparameter für die Ermittlung des angemessenen Abstandes dargestellt:

Quellparameter

Leckfläche:	0,6 (Befestigung mittels geschraubter Klemmschiene)
max. Biogasvolumen:	5.006 m ³
max. Biogasmenge:	5.713 kg
Freisetzungshöhe:	8,00 m

Berechnung des Ausflussmassenstroms

Der Ausflussmassenstrom wurde unter Berücksichtigung der Ausflussfunktion (vgl. Gleichung 1) und den Randbedingungen der Berechnungen (vgl. Abschnitt 5.3) berechnet.

In den folgenden Abbildungen sind die Eingabedaten für die Berechnung der gasförmigen Freisetzung als Grundlage der Ausbreitungsrechnung nach VDI 3781 Blatt 1 dargestellt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 32 -

Modellierung

Druckverlustberechnung durchführen

Instationäre Berechnung durchführen

Stoffwerte

Stoffname: Biogas_60_40_600

Temperatur [K / °C]: 293.15 / 20 Absolutdruck [bar]: 1.018 Überdruck [bar]: 0.004

Sicherheitsventil- bzw. Leckgrößen

Leckfläche [m²]:

Ausflussziffer:

Anzahl der Sicherheitsventile / Lecks:

Ergebnisse

Gasförmiger Massenstrom [kg/s]:

ABBILDUNG 7: GÄRRETLAGER 1 - ERMITTLUNG DER GASFÖRMIGEN FREISETZUNG

Es wird der maximale ermittelte Massenstrom von 19,1793 kg/s über einen Zeitraum von 300 s und anschließend 1 kg/s über einen Zeitraum von 300 s freigesetzt.

Setzt man sich mit dem Aufbau der hier zu betrachtenden Gasspeicher und den vorliegenden Stoffeigenschaften auseinander, so wird deutlich, dass der nach der Gleichung 1 berechnete Ausflussmassenstrom nicht für den gesamten Zeitraum konstant bleiben wird/kann, sondern mit dem einhergehenden Druckabbau sehr deutlich abfällt.

Es ist davon auszugehen, dass das Biogas auf Grund der Druckentspannung auf den Umgebungsdruck zunächst kurzzeitig austritt und nach erfolgtem Druckabbau im weiteren Verlauf mit einem deutlich geringeren Volumenstrom freigesetzt wird und sich in Windrichtung verteilt.

Dieser Zeitpunkt des erfolgten Druckabbaus im Gärrestlager ist unter Annahme einer isothermen Zustandsänderung eines idealen Gases erreicht, wenn ca. 17 m³ spontan freigesetzt wurden (sehr, sehr wenig Volumen bzw. Masse, wobei hier noch mit einem max. Druck von 4,5 mbar statt gegebener max. 3,5 mbar, da Abblasen der Überdrucksicherung, gerechnet wurde). Dieser Zeitpunkt wäre mit dem nach Gleichung 1 berechneten Massestrom bereits nach kurzer Zeit nach Beginn der Freisetzung erreicht (1-2 Sekunden). Konservativ wird nun jedoch angenommen, dass der Austrittsmassenstrom durch die Gewichtskraft der zusammenfallenden Dachhaube und das Stützluftgebläse unterstützt wird und dadurch der berechnete Ausflussmassenstrom solange konstant bleibt, bis sich die Dachspeicherhaube vollständig entleert und auf der Zwischendecke/ Mittelstütze ablegt.

Dabei kann ausgeschlossen werden, dass auch das darunter befindliche Biogas innerhalb des Stahlbetonbehälters (max. Freibord bis Höhe minimaler Restfüllstand) freigesetzt wird, was physikalisch nicht wahrscheinlich ist. Bei Freisetzung dieses Biogases würde ein Vakuum im Behälter entstehen und es gibt keinerlei Antrieb, dass auch das Biogas aus dem Stahlbetonbehälter über das Gasspeicherdach freigesetzt wird.

5.4.1 Toxische Gefährdung

Da im vorliegenden Fall der BGA 3 Neichen die beiden Gärrestlager mit konservativ angenommenen 600 ppm H₂S- Gehalt im Biogas für die Beurteilung der Situation relevant sind (analog Fermenter), erfolgt hierfür die Berechnung für Schwefelwasserstoff.

Für die Ermittlung der toxischen Gefährdung wird das komplette Gasvolumen der jeweiligen Gasspeicher des Gärrestlagers 1 (identisch mit Gärrestlager 2) innerhalb sehr kurzer Zeit freigesetzt (unrealistisch, aber konservativ; dass jeweils zurückbleibende Gasvolumen des zylindrischen Behältermantels (größerer Teil des vorhandenen Biogasvolumens) wird dann auf Grund des dichte-neutralen Charakters von Biogas nicht oder nur sehr langsam an die Umgebung freigesetzt). Darüber hinaus wird als weitere Freisetzungsrates nach vollständigem Entleeren der Gasspeicher eine

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 33 -

Masse von 1 kg/s unterstellt, was einem Nachströmen aus den benachbarten Gasspeichern bei ebenfalls unterstelltem gleichbleibendem Vordruck/Druckdifferenz von 4,5 mbar über die Verbindungsleitung entspricht. Dabei wird ebenfalls unterstellt, dass der Massenstrom konstant bleibt, obwohl dieses Volumen durch den Druckabfall deutlich abnimmt.

Als Kriterium für die Bewertung toxischer Gefahren wird im Leitfaden KAS-18 die Verwendung des ERPG-2-Wertes zur Flächennutzungsplanung empfohlen, u. a. da die Expositionsdauer von einer Stunde für die Zielrichtung der Flächennutzungsplanung als ausreichend zu bewerten ist. Auf Grund der hier unterstellten sehr schnellen Freisetzung des Biogases (nur wenige Sekunden) könnte auch auf den AEGL-2-Wert abgestellt werden, welcher irreversible Schädigungen in einem Expositionszeitraum von 10 Minuten beschreibt. Konservativ wird auf den niedrigeren ERPG-2-Wert abgestellt.

In der Abbildung ist das Ergebnis der Schwefelwasserstoffkonzentration in einer Höhe von 2 m über dem Boden in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort dargestellt.

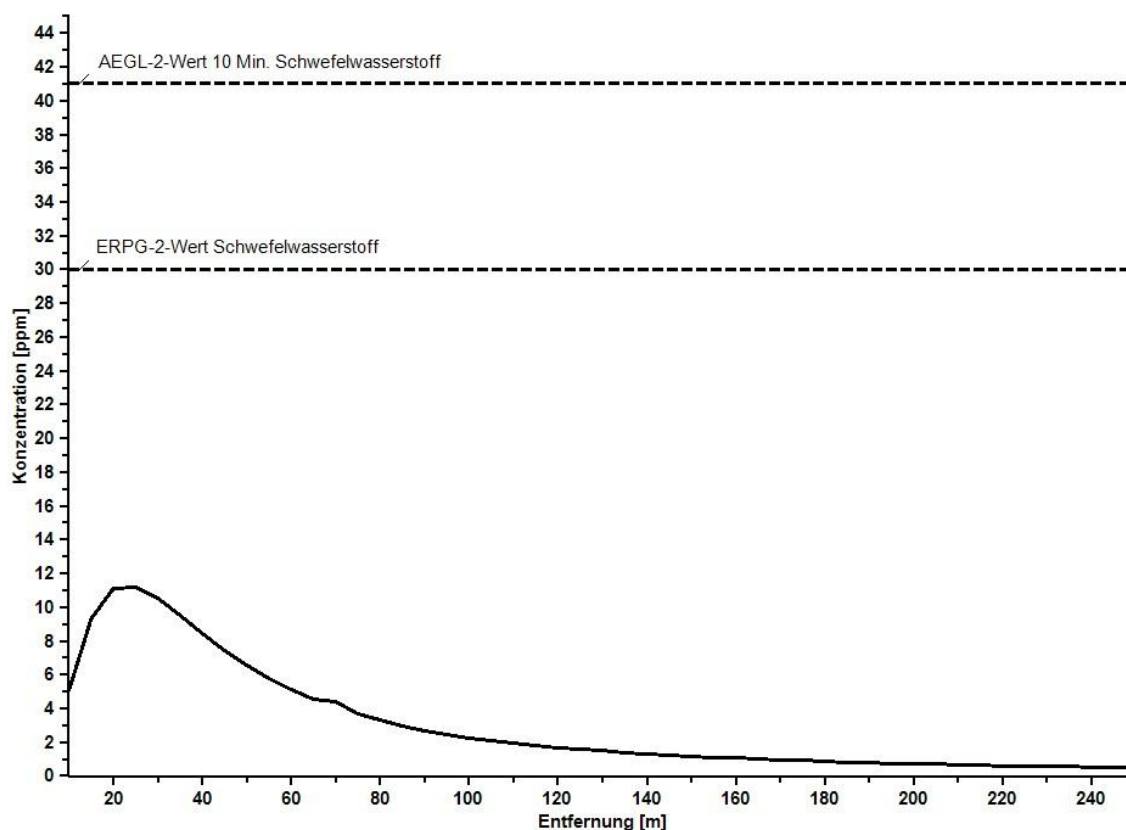


ABBILDUNG 8: GÄRRETLAGER 1 - H₂S- KONZENTRATION, MITTLERE WETTERSITUATION

Wie in der graphischen Darstellung zur Schwefelwasserstoffkonzentration zu erkennen ist, wird der ERPG-2-Wert bei der mittleren Ausbreitungssituation deutlich unterschritten. Es erfolgt keine Bewertung für einen Abstand von weniger als 20 m, da hier die Anwendungsgrenzen des Gauß-Fahnenmodells erreicht sind.

Da der ERPG-2-Wert für H₂S von 30 ppm bei einer Freisetzung aus dem Gärrestlager 1 deutlich unterschritten ist, wird für die toxische Gefährdung kein angemessener Sicherheitsabstand festgelegt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 34 -

5.4.2 Explosionsgefährdung

Die Freisetzung des enthaltenen Methans als Bestandteil des Biogases in einer Höhe von 8,00 m (Gärrestlager 1) über dem Erdboden (2 m Höhe) zeigt, dass bodennah die untere Explosionsgrenze bei Leckage am Gasspeicher des Gärrestlagers 1 nicht erreicht wird und somit kein explosionsfähiges Biogas-Luft-Gemisch in Bodennähe vorliegen wird (vgl. Abbildung 9).

Die Berechnung (nach VDI 3783 Blatt 1) hat ergeben, dass bei einer Freisetzung der maximalen Gasmenge der Gasspeicher der Behälter aus einem Leck mit den beschriebenen Dimensionen, die UEG bereits im Nahbereich unterschritten ist. Es wird von Berechnung in dichter Entfernung vom Freisetzungsort abgesehen, da das zu erwartende Rechenergebnis in solch geringen Entfernungen nicht mehr repräsentativ sind. Es wird darauf hingewiesen, dass das Rechenmodell der VDI 3783 nicht für Nahbereiche geeignet ist und überschätzte Ergebnisse liefert.

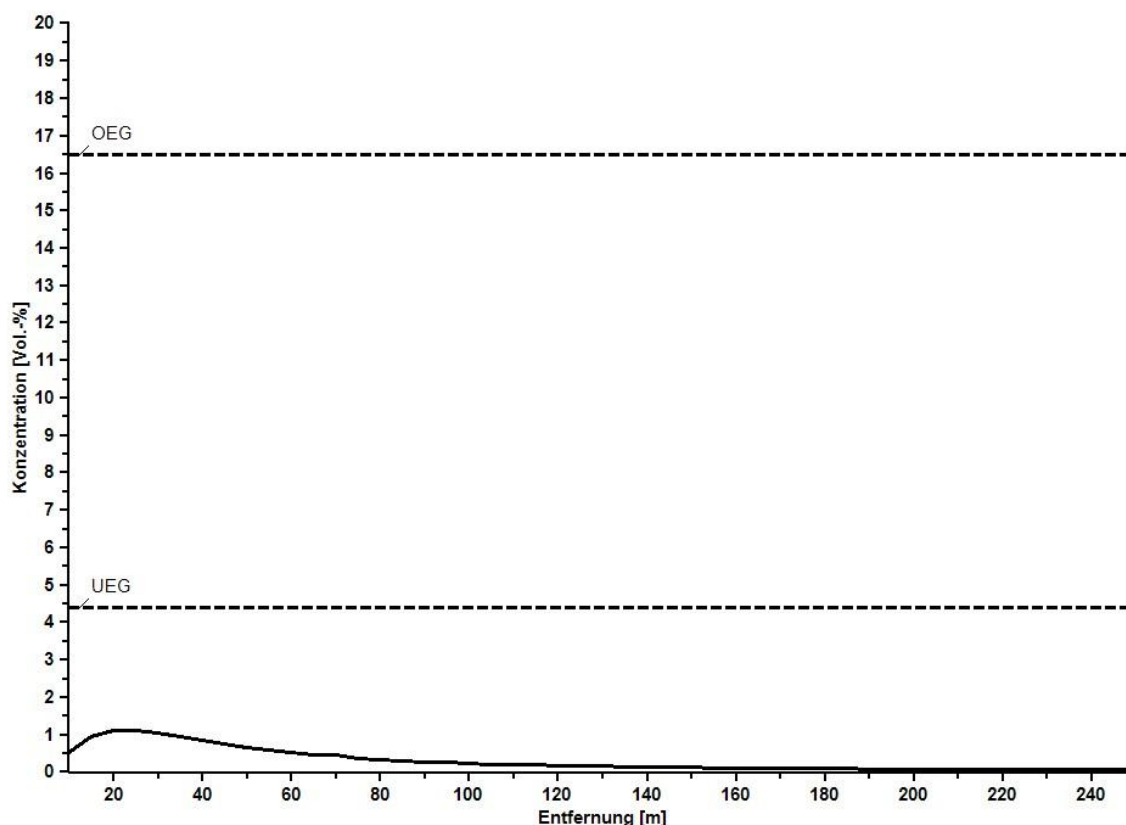


ABBILDUNG 9: GÄRRESTLAGER 1 - CH₄- KONZENTRATION , MITTLERE WETTERSITUATION

5.5 Auswirkungsbetrachtung infolge der Zündung einer Biogaswolke

Im Szenario 2 wird die Zündung einer Biogaswolke untersucht, beidem die Auswirkungen hinsichtlich Explosionsdruck und Wärmestrahlung betrachtet werden.

Die vorangegangenen Berechnungen haben aufgezeigt, dass die untere Explosionsgrenze (UEG) im Bodenbereich (Höhe von 2 m) bei verwendeter Ausbreitungsrechnung bereits im Nahbereich des betrachteten Gärrestlagers nicht überschritten wird. Zudem haben die Berechnungen auch ergeben, dass in einer Höhe von 3,5 bis 9,5 m über Gelände die Gaskonzentration bis ca. 20 m vom Behälter entfernt zündfähig sein kann. Die Ermittlung der explosionsfähigen Masse erfolgt hierbei mit dem Programm AustalHaz.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 35 -

Konservativ kann angenommen werden, dass sich das Biogas im unmittelbaren Nahbereich der Behälterwand aufkonzentriert. Da Biogas primär als extrem entzündbar einzustufen ist, werden im Folgenden die Auswirkungen der Entzündung einer zuvor freigesetzten Gaswolke untersucht.

Ausgehend von einer wirksamen Zündung der freigesetzten Biogaswolke innerhalb der Explosionsgrenzen kann eine Explosion der freigesetzten Biogasmenge unterstellt werden. Dabei ist der Begriff Explosion als Oberbegriff für eine Deflagration und eine Detonation zu verstehen. Da im vorliegenden Fall von einer unverdämmten Gaswolkenexplosion auszugehen ist, wird in Verbindung mit dem Begriff Explosion eine Deflagration als schneller, unverdämmter Wolkenabbrand betrachtet.

Im Folgenden soll der hierdurch erzeugte Explosionsüberdruck und die Wärmestrahlungsauswirkung als primäre Auswirkungen ermittelt und untersucht werden. Dazu werden daher zunächst die Spitzenüberdrücke, welche bei Zündung der freigesetzten Biogaswolke möglich sind, berechnet und quantitativ dargestellt.

5.5.1 Explosionsdruck

Zur Untersuchung des Ablaufes einer Gaswolkenexplosion wird das Multi-Energy-Modell nach TNO verwendet. Die Berechnung der Explosionsüberdrücke wird mit ProNuSs 9.52 durchgeführt, in welchem das genannte Modell implementiert ist.

Da es zu keiner relevanten Verblockung durch sehr hohe Gebäude kommt, entstehen bei der Explosion der Gaswolke im Nahbereich der Behälter oder der Gasspeicher selbst keine nennenswerten Explosionsdrücke. Die Einflüsse der Turbulenz werden beim TNO-Modell durch die Wahl entsprechender Kategorien berücksichtigt, welche ansteigend von 1 bis 10 unterschiedliche Turbulenzgerade darstellen. Die Kategorie 1 hat einen geringen maximalen Explosionsüberdruck, während die Kategorie 10 eine starke Detonation beschreibt.

Zur Wahl der passenden Kategorie des Multi-Energy-Modells wird im ProNuSs-Handbuch als Hilfestellung die Matrix von Kinsella angegeben. Darin können die vor Ort angefundene Merkmale der Geländeausprägung in dem Merkmalen Verblockung und Verdämmung berücksichtigt werden. Mit dieser Matrix wird unter den drei Parametern geringer Zündenergie, geringe Verblockung und geringe Verdämmung die Kategorie 1 - 3 empfohlen. Konservativ wird die Kategorie 3 gewählt.

Wie bereits beschrieben wird die Biogasmenge nicht spontan in Größenordnungen freigesetzt, sondern innerhalb eines längeren Zeitfensters. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Verdünnung an den Wolkenrändern bereits weit fortgeschritten ist und sich einige Gasmengen im Randbereich der Biogaswolke bereits deutlich unterhalb der UEG verdünnt haben. Daher wird ein großer Teil der Gasmenge nicht mehr an der Entzündung teilnehmen. Dies wird im Berechnungsprogramm ProNuSs 9.52 zur Ermittlung der explosionsfähigen Masse berücksichtigt. Es wurde durch das Programm eine explosionsfähige Masse von 19 kg. Als Wolkendurchmesser wird ein Wert von 20 m verwendet.

Anhand der folgenden Abbildungen wird deutlich, dass der Explosionsdruck als gering einzuschätzen ist.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 36 -

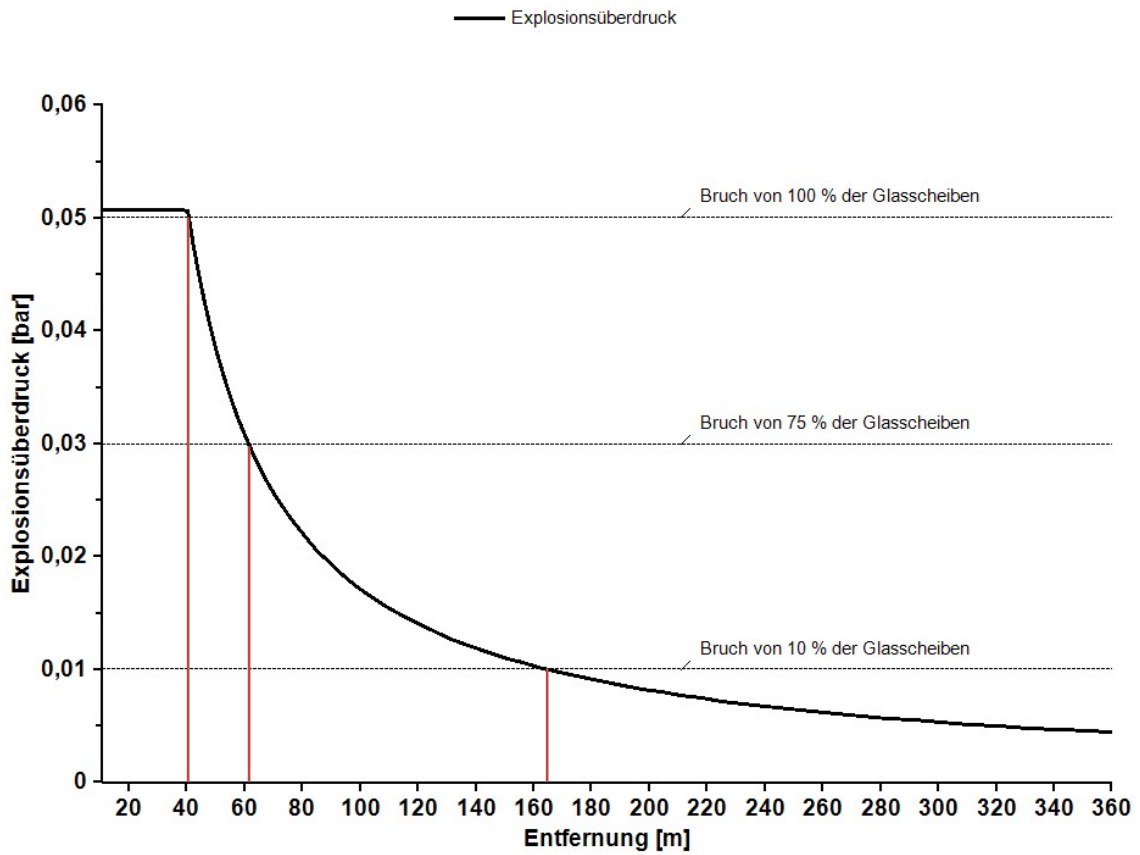


ABBILDUNG 10: GÄRRESTLAGER 1 - EXPLOSIONSDRUCK AUF GRUNDLAGE DES MULTI-ENERGY-MODELLS, KAT.3

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 37 -

Bewertung möglicher Auswirkungen

Der Beurteilungswert für eine Explosion (Spitzendruck) kann der Tabelle 6 entnommen werden.

TABELLE 6: BEURTEILUNGSWERT FÜR EXPLOSIONSDRUCK

Effekt	Beurteilungswert	Bemerkung
Explosionsdruck	0,1 bar	<ul style="list-style-type: none"> • mittlerer Grenzwert für Flächennutzungsplanung gemäß KAS-18

Zur Beurteilung möglicher Auswirkungen durch Explosionsdruck werden folgende Schadensbilder, die dem Programm-Handbuch entnommen worden und auf Forschungsberichten des Umweltbundesamtes (UBA) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), herangezogen.

TABELLE 7: PERSONENSCHÄDEN

Personenschaden	Druck	Gärrestlager 1	Gärrestlager 2
Grenzwert gemäß KAS-18	0,1 bar	nicht erreicht	
untere Grenze Trommelfellriss	0,175 bar	nicht erreicht	
untere Grenze für Lungenschäden	0,85 bar	nicht erreicht	
untere Grenze für ernste Lungenschäden	1,85 bar	nicht erreicht	
untere Letalitätsgrenze	2,05 bar	nicht erreicht	

TABELLE 8: SCHÄDEN AN GLASSCHEIBEN

Schaden	Druck	Entfernung zu Gärrestlager 1
Bruch von 10 % der Scheiben	0,01 bar	40 m
Bruch von 75 % der Scheiben	0,03 bar	60 m
Bruch von 100 % der Scheiben	0,05 bar	160 m

Da die Grenze der Empfehlung des KAS-18-Leitfadens nicht erreicht wird, ist für den Explosionsdruck kein angemessener Sicherheitsabstand festzusetzen, der auszuweisen ist.

5.5.2 Wärmestrahlung

Der Leitfaden KAS-18 der Kommission für Anlagensicherheit empfiehlt eine Bestrahlungsstärke von 1,6 kW/m² als Grenze für nachteilige Wirkungen. Dieser Wert gilt für Brände **mit beliebig langen Einwirkzeiten** (unbestimmt lange Branddauer und daher auf längere Einwirkzeiten anzusetzen).

TABELLE 9: BEURTEILUNGSWERT FÜR DIE WÄRMESTRAHLUNG

Effekt	Beurteilungswert	Bemerkung
Wärmestrahlung	1,6 kW/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für Menschen gemäß KAS-18 • Wert gilt für Brände mit beliebig langen Einwirkzeiten (unbestimmt lange Branddauer)

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 38 -

Bei der Untersuchung von Wärmestrahlungsauswirkungen bei einer Gaswolkenexplosion ist die Branddauer bzw. Dauer der Strahlungseinwirkung zu berücksichtigen. Bei Biogas (Methan) beträgt die Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen 20 m/s bis 40 m/s im Freiraum ohne nennenswerte Hindernisse. Damit wäre die freigesetzte Biogaswolke nach maximal ca. 1-2 Sekunden vollständig abgebrannt. Für diese Einwirkzeiten setzt der Leitfaden KAS-18 die Grenzwerte 11,7 kW/m² bei 4 Sekunden und 19,9 kW/m² bei 2 Sekunden Strahlungsdauer bis zum Erreichen der Schmerzgrenze ungeschützter Personen fest.

Mittels des Moduls „Freistrahlf Flamme“ wurden die Dimensionen der deflagrierende Gaswolke unter Zuhilfenahme des Windmodells nach VDI 3783 Blatt 8 ermittelt. Daraus folgt eine Flammenlänge von 33,6 m, sowie ein mittlerer Flammendurchmesser von 11,8 m (siehe Abbildung 11).

The screenshot shows the 'Freistrahlf Flamme' software interface with the following sections and values:

- Stoffdaten:** Stoffname: Biogas_60_40_600; Absolutdruck [bar]: 1,018; Temperatur [K]: 293,15
- Umgebungsbedingungen:** Windgeschwindigkeitsprofil: VDI 3783 Blatt 8; Windgeschwindigkeit [m/s]: 1,7; Anemometerhöhe [m]: 10; Bodenrauigkeit: 0,20: Straßen, Eisenbahn; Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung; Städtis; Ausbreitungsklasse: indifferent bis leicht stabil (III/1; Pasquill: D); Umgebungstemperatur [°C]: 20; relative Luftfeuchtigkeit [%]: 75; Windrichtung [°]: 270
- Modellparameter:** Gasförmige Freisetzung; Sonnenstrahlung [kW/m²] addieren: ; Wärmeabsorption der Luft berücksichtigen: ; Freistrahlf Flamme mit Strahlungsschutz: ; Modell: Kohlenwasserstoffe
- Eingangsdaten:** Massenstrom [kg/s]: 19,1793; Durchmesser [mm]: 874,04; Austrittswinkel zur Horizontalen [°]: 90; Austrittsrichtung [°]: 270; Höhe der Austrittsstelle über Erdgleiche [m]: 8
- Aufpunkte:** Linien in Lee, Luv und Quer zur Flamme; Höhe des Aufpunkts über Erdgleiche [m]: 1; max. Entfernung [m]: 200; Position des Empfängers: optimal
- Ergebnisse:** Flammenlänge, gemessen vom Austritt [m]: 33,6; mittlerer Flammendurchmesser [m]: 11,8

ABBILDUNG 11: EINGABE UND ERGEBNIS IM MODUL FREISTRABLFLAMME PRONUSS

Da die Freistrahlf Flamme für das Szenario bei Biogasanlagen eher ungeeignet ist, wurde auch der Abbrand der freigesetzten Biogaswolke berechnet. Das Abmaß der Wolke resultiert aus Szenario 2 (418,97 kg explosionsfähige Masse), die neben dem Behälter mit einer Ausdehnung von 20 m Gaswolkenlänge sowie 4,90 m Gaswolkendurchmesser und ca. 8,00 m Höhe der Mittellinie der Gaswolke über dem Erdboden abbrennen. Dieser Abbrand dauert nur ca. 1-2 Sekunden. Das Ergebnis 1 m über Erdboden ist in ersichtlich. Als Strahlungsintensität des hier vorliegenden Biogases wurde ein Wert von 100 kW/m² verwendet, welcher als übliche Konvention gilt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 39 -

Strahlungsintensität in Lee

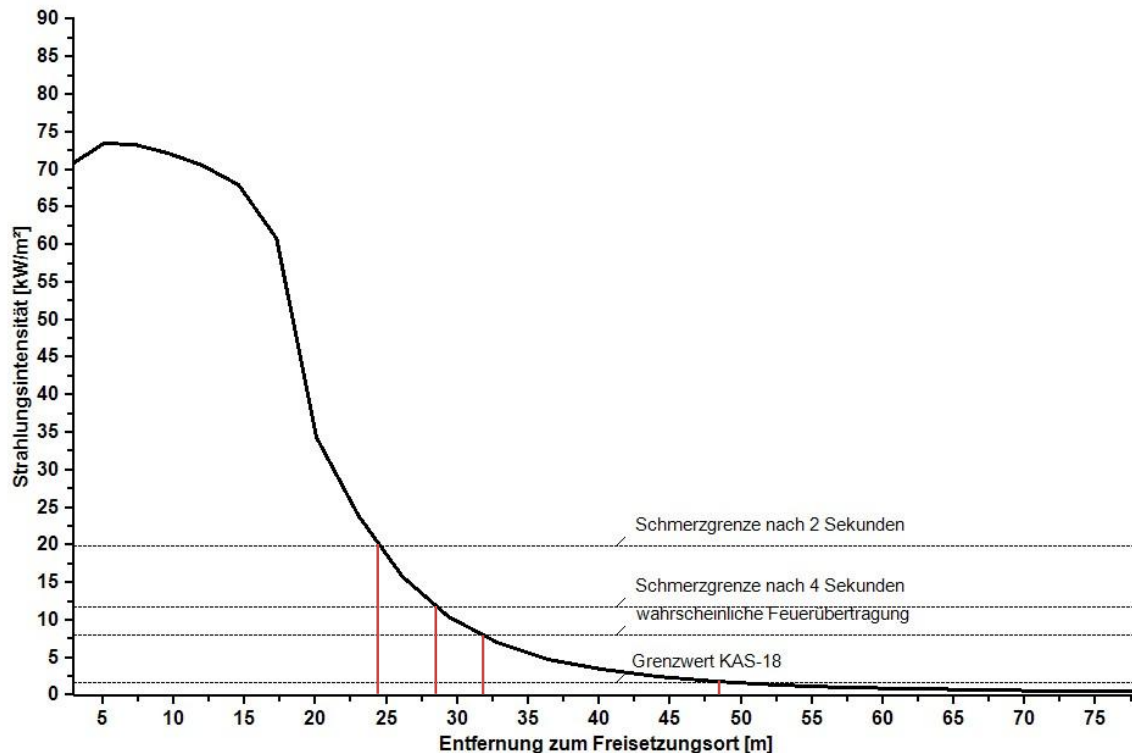


ABBILDUNG 12: STRAHLUNGSINTENSITÄT ABBRAND EINER GASWOLKE IN LEE

5.5.2.1 Auswertung Gaswolkenabbrand

Der Bereich einer intensiven Wärmestrahlung, die bei ungeschützten Personen und einer Einwirkdauer von max. 2 Sekunden zu Schmerzen führen kann, wird mit einer Entfernung von weniger als 25 m erwartet. Für eine Einwirkdauer von bis zu 4 Sekunden wäre ebenfalls ein Abstand von 30 m zu empfehlen. Eine Betrachtung für einen Wert von nur 1,6 kW/m² ist aus Sicht des Sachverständigen für den Abbrand einer Gaswolke nicht relevant, da dieser Abbrand nach ca. 2 Sekunden vorbei ist und damit keine beliebige Branddauer unterstellt werden kann.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 40 -

5.5.2.2 Zusammenfassung Wärmestrahlung

TABELLE 10: WÄRMESTRAHLUNG - Abstand bei einem Gaswolkenabbrand

Auswirkung	Strahlungsintensität	Gärrestlager 1*
Grenzwert gemäß KAS-18 für nachteilige Auswirkungen	1,6 kWh/m ²	50
Grenze für wahrscheinliche Feuerübertragung	8,0 kWh/m ²	35
Schmerzgrenze 4 Sekunden	11,7 kWh/m ²	30
Schmerzgrenze 2 Sekunden	19,9 kWh/m ²	25

* .. aufgerundet auf volle 5 m

Aus Sicht des Sachverständigen wird für das realistische Szenario der größere Wert für eine kurzzeitige Wärmestrahlung von bis zu 4 Sekunden mit 30 m um die beiden Gärrestlager 1 und 2, sowie den Fermenter herangezogen.

An dieser Stelle erfolgt nochmals der Hinweis, dass eine Freistrahlf Flamme für eine Biogasanlage ein unrealistisches Szenario ist.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 41 -

6 Auswertung der Ergebnisse

Im Rahmen der Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes im Sinne des Leitfadens KAS-18 in Verbindung mit der Arbeitshilfe KAS-32 wurden basierend auf den vorhandenen Detailkenntnissen die Auswirkungen eines Leckes am Doppelmembrangasspeicher des Gärrestlager 1 betrachtet. Es zeigt sich, dass auf Basis der vorhandenen Anlagenausführung ein nur sehr geringes Gefährdungspotential von der vorhandenen und geplanten Anlagenausführung (hier: u.a. gasdichte Abdeckung der beiden Gärrestlager) ausgeht bzw. ausgehen kann.

Die Zusammensetzung der Inputstoffe, die interne chemische und biologische Entschwefelung im direkten Biogaserzeugungsprozess führen dazu, dass für den akut toxischen Schwefelwasserstoff unter konservativer Annahme von 600 ppm und unter Maßgabe einer sehr hohen Freisetzungsrate durch ein unterstelltes Leck mit 0,6 m² bei gleichzeitig langanhaltendem Druck von 4,5 mbar_ü zur Freisetzung des Biogases wird im Nachbereich der Behälter der ERPG-2-Wert von Schwefelwasserstoff in einer Höhe von 2,0 m nicht erreicht.

- **Es ist keine Festlegung eines angemessenen Sicherheitsabstandes erforderlich.**

Die Gefährdung aus der Freisetzung einer explosionsfähigen Gaswolke ist ebenfalls als gering einzuschätzen. Die Zündung der maximalen Gaswolke führt nicht zum Erreichen von Explosionsdrücken, die eine Gesundheitsgefährdung nach sich ziehen würden. Die untere Grenze für einen Riss des Trommelfells mit 0,175 bar Überdruck wird nicht erreicht. Auch der nach KAS-18 genannte Grenzwert von 0,1 bar wird nicht erreicht. Dies begründet sich damit, dass das Biogas in den großen Gasspeichern nahezu drucklos gespeichert wird und die Freisetzung in Richtung der schutzwürdigen Objekte unverdämmt / unverblickt erfolgen würde. Die Zündung der Gaswolke kann somit nicht zu einem relevanten Druckaufbau führen, sondern „verpufft“ in der freien Atmosphäre. Für die Auswirkungen des Explosionsdrucks einer Gaswolke ist folgender angemessener Sicherheitsabstand festzulegen:

- **Es ist keine Festlegung eines angemessenen Sicherheitsabstandes erforderlich.**

Im Rahmen der Ermittlung der Auswirkungen durch die Wärmestrahlung ist festzustellen, dass bei einer zu erwartenden Einwirkzeit von 2 Sekunden sowie 4 Sekunden bis zu einer Entfernung von 30 m eine nachteilige Auswirkung erfolgen kann. Da die Flamme nur 1-2 Sekunden wirkt, ist der Wert des KAS-18-Leitfadens für eine längere Einwirkdauer nicht anzuwenden. Es ergibt sich folgender konservativer angemessener Sicherheitsabstand:

- **30 m um den Fermenter und die beiden Gärrestlager 1 und 2**

Die ermittelten angemessenen Sicherheitsabstände sind in der Abbildung 13 dargestellt.

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 42 -

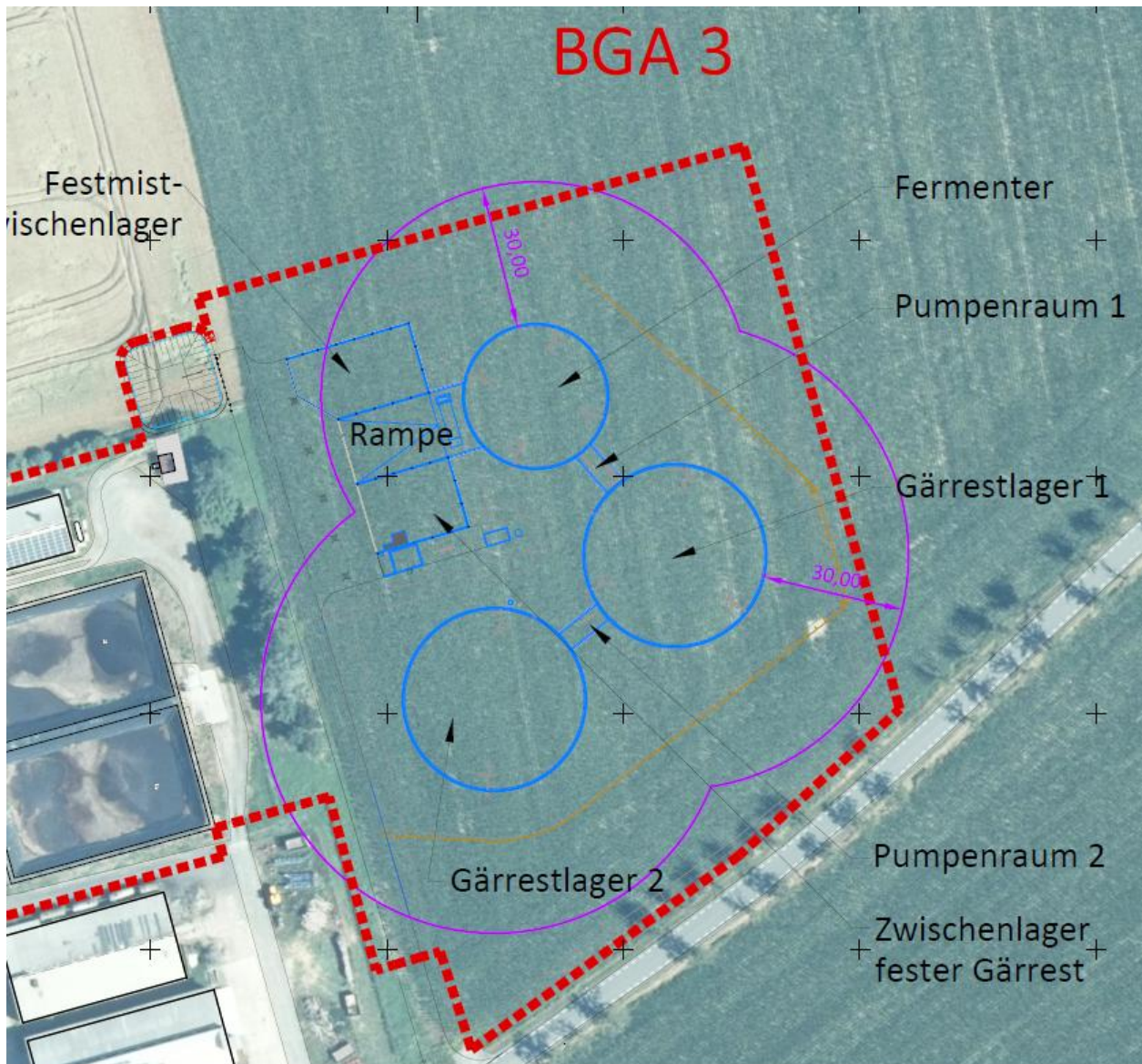


ABBILDUNG 13: DARSTELLUNG ANGEMESSENER SICHERHEITSABSTAND BGA 3 NEICHEN

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 43 -

Rein **informativ** ist in Abbildung 14 der ausgewiesene angemessene Sicherheitsabstand von 50 m um die Gärrestlager 1 und 2 sowie den Fermenter dargestellt, der sich auf Basis der unrealistischen Annahme eines Dauerbrandes der Freistrahlf Flamme ergeben würde. **Dieser Fall kann nicht eintreten, da es keinen Dauerbrand von vielen Stunden geben kann.**

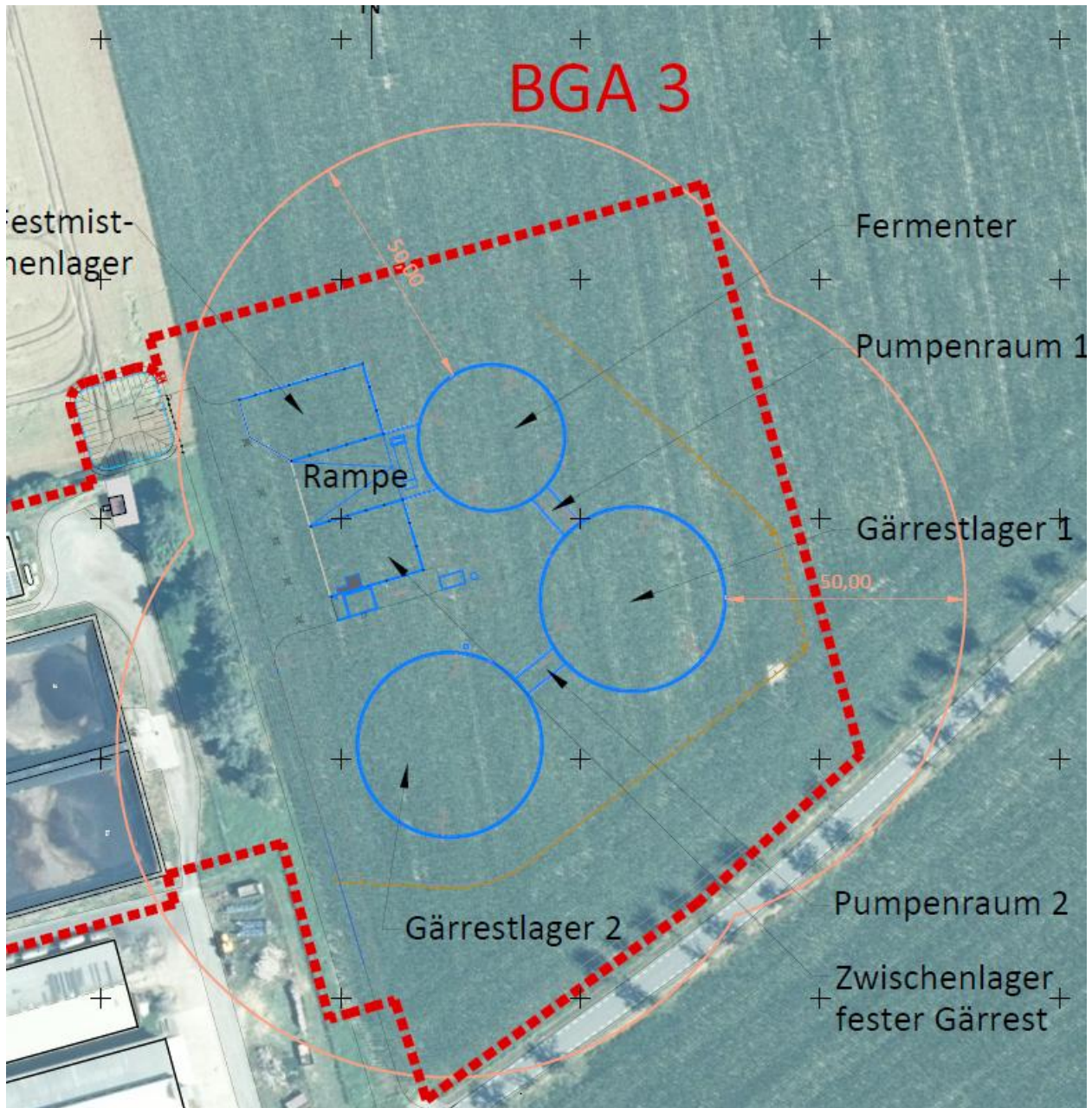


ABBILDUNG 14: DARSTELLUNG DES ABSTANDES WÄRMESTRAHLUNG FREISTRAHLFLAMME

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 44 -

7 Zusammenfassung

Im Rahmen des Genehmigungsverfahren nach § 16 BImSchG der BGA 3 Neichen wurde aufgrund der wesentlichen Änderung (Änderung von SRA sowie Mengenerhöhung an Biogas) das Gutachten zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes erstellt. Die SMA Neichen als Hauptanlage mit der Nebenanlage BGA 3 Neichen stellt einen Betriebsbereich der unteren Klasse dar und unterliegt daher den Grundpflichten der Störfall-Verordnung. Durch das Vorhaben werden die Mengenschwelle zur oberen Klasse nicht überschritten, so dass zukünftig weiterhin die Grundpflichten anzuwenden sind.

Im Rahmen der Erstellung des Gutachtens wurden die Auswirkungen der geplanten Anlagenerweiterung des Betriebsbereiches „BGA 3 Neichen“, das betrifft insbesondere gasdichte Abdeckung der beiden Gärrestlager 1 und 2, auf die Schutzobjekte i. S. d. § 50 BImSchG geprüft. Hierfür standen relevante Planungsunterlagen sowie weitere Unterlagen des Betreibers „Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer“ und dem Planungsbüro „agriKomp GmbH“ zur Verfügung.

Die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes unter Berücksichtigung des Leitfadens KAS-18 i. V. m. der Arbeitshilfe KAS-32 hat zum Ergebnis, dass

- für die toxische Wirkung des Biogases durch den enthaltenen Schwefelwasserstoff kein angemessener Sicherheitsabstand um die Gasspeicher,
- für relevante Auswirkungen durch die Wärmestrahlung ein angemessener Sicherheitsabstand um die Gasspeicher des Fermenters und beider Gärrestlager von 30 m und
- für die Auswirkungen durch Druck bei einer Gaswolkenexplosion kein angemessener Sicherheitsabstand

festzulegen ist.

Ausgehend davon, dass durch Dennoch-Szenarien zwar Biogas freigesetzt, aber hierdurch keine gesundheitlichen Schäden zu erwarten sind, ist aus Sicht des Sachverständigen kein Konflikt im Sinne des Störfallrechts und des BImSchG gegeben.

Durch das vorliegende Gutachten konnte nachgewiesen werden, dass zwischen der vorhandenen Biogasanlage einschließlich der geplanten Änderung und schutzwürdigen Objekten (hier: Wohnnutzungen Außenbereich und nördlicher Ortsrand Neichen) keine Konfliktpotentiale bestehen. Der ermittelte angemessene Sicherheitsabstand von 30 m, der aus der Betrachtung der Wärmestrahlung eines Wolkenabbrandes stammt, wird zu möglichen Schutzobjekten sicher eingehalten.

ingenieure 
 bau-anlagen-umwelttechnik

Chemnitz, 2026-02-##



.....
 Dipl.-Ing. (FH) Denny Jonies, M. Sc.
 Sachverständiger § 29b BImSchG
 Ingenieure
 Bau- Anlagen- Umwelttechnik SHN GmbH

Projekt:	Ermittlung angemessener Sicherheitsabstandes KAS 18/32	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Betreiber:	Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer	
Bearbeiter:	Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH	

- Seite 45 -

Anhang

- | | |
|------------------|---|
| 14 Seiten DIN A4 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 1
Ein- und Ausgabedaten ProNuSs: Gärrestlager 1 |
| entfällt hier | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 2 - Störfallberechnung UBA
siehe Antragsunterlagen BImSchG, Abschnitt 6 |
| 4 Seiten DIN A4 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 3 - Sicherheitsdatenblatt Biogas
(Hinweis: die hierin dargestellte Einstufung der Toxizität von Biogas wurde nach Abstimmung mit dem MLUK Brandenburg korrigiert, Acute Tox. 4 trifft erst ab $\geq 2,2$Vol.-% Schwefelwasserstoff zu) |
| 1 Seite DIN A3 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 4 - Übersichtsplan der SMA und BGA 3 |
| 1 Seite DIN A3 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 5 - Betriebsbereich der SMA und BGA 3 mit Achtsungsabstand nach KAS 32 |
| 1 Seite DIN A3 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 6 - Werksplanausschnitt der BGA 3 |
| 1 Seite DIN A3 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 7 - Werksplanausschnitt der BGA 3 mit angemessenen Sicherheitsabständen |
| 1 Seite DIN A3 | <ul style="list-style-type: none"> • Anlage 8 - Werksplanausschnitt der BGA 4 mit Abstand nach KAS 18 Wärmestrahlung einer Freistrahlf Flamme |

**Gutachten zur Ermittlung des angemessenen
Sicherheitsabstandes nach KAS 18 i. V. m. Kas 32
Wesentliche Änderung der Biogasanlage 3 Neichen als
Nebenanlage der Schweinemastanlage**

Betreiber: Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer

Bearbeiter: Dipl.-Ing.(FH) Denny Jonies, M. Sc.

Inhaltsverzeichnis

1	Titel Szenario	3
1.1	Stoffdaten	4
1.2	Gasförmige Freisetzung	5
1.3	VDI 3783 Blatt 1	6
1.4	Gasexplosion im Freien	9
1.5	Freistrahflamme	10
1.6	Abbrand einer Gaswolke	13

Titel Szenario

Beschreibung:

Stoffdaten

Titel Szenario

Stoff und Betriebszustand

Stoffname: Biogas_60_40_600

CAS-Nr.: 999-999-999

Temperatur: 20,00 °C

Absolutdruck: 1,0175 bar

Zusammensetzung Gasphase

Stoffkomponente	Anteil in Vol.-%	Anteil in Massen.-%
Methan	60,0	35,32
Kohlendioxid	40,0	64,61
Schwefelwasserstoff	0,06	0,08

Allgemeine Stoffdaten

Normdichte: 1,22 kg/m³
 Molare Masse: 0,0 g/mol
 Siedetemperatur: -127,74 °C
 Schmelztemperatur: -140,76 °C
 Verdampfungsenthalpie: 0 kJ/kgK
 Realgasfaktor: 0,997 -
 Isentropenexponent: 1,298 -
 Unterer Heizwert: 30,2 MJ/kg
 Oberflächenspannung: $0,0 \cdot 10^{-3}$ N/m

Stoffdaten Gasphase

Dichte: 1,14 kg/m³
 Wärmekapazität: 1,3275 kJ/kgK
 kin. Viskosität: $115,8 \cdot 10^{-7}$ m²/s
 Wärmeleitfähigkeit: $25,56 \cdot 10^{-3}$ W/m K

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Gasförmige Freisetzung

Titel Szenario

Vorgaben

Behälterleckage oder Freisetzung aus einem Sicherheitsventil / Berstscheibe

Leckfläche: 0,6m²

Ausflussziffer: 1 -

Anzahl der Austrittsöffnungen: 1 -

Ergebnisse

Gasförmiger Massenstrom: 19,179 kg/s

VDI 3783 Blatt 1

Titel Szenario

Vorgaben

Standortparameter

mittlere Windgeschwindigkeit: 3,29999995231628 m/s
 Bebauungshöhe / Inversionshöhe: 20 m
 Bodenrauigkeit: wenig rau

Quellgeometrie

Höhe: 0 m
 Breite: 3 m
 Tiefe: 0 m
 Freisetzungshöhe: 8 m
 Freistrahllänge: 0 m

Emissionsverlauf

Freigesetzter Massenstrom in kg/s	Zeitdauer in s
19,1793003082275	300
1	300

VDI 3783 Blatt 1

Titel Szenario

Ergebnisse

mittlere Ausbreitungssituation

x	y	z	c	c	Dosis	W
in m	in m	in m	in mg/m ³	in ppm	in mg s / m ³	-
10,00	0,00	2,00	9,74E+03	8,45E+03	3,06E+06	0,00
20,00	0,00	2,00	2,13E+04	1,85E+04	6,72E+06	0,00
30,00	0,00	2,00	2,02E+04	1,75E+04	6,36E+06	0,00
40,00	0,00	2,00	1,62E+04	1,41E+04	5,12E+06	0,00
50,00	0,00	2,00	1,26E+04	1,10E+04	3,98E+06	0,00
60,00	0,00	2,00	9,86E+03	8,56E+03	3,11E+06	0,00
70,00	0,00	2,00	8,44E+03	7,33E+03	2,46E+06	0,00
80,00	0,00	2,00	6,30E+03	5,47E+03	1,99E+06	0,00
90,00	0,00	2,00	5,19E+03	4,50E+03	1,63E+06	0,00
100,00	0,00	2,00	4,35E+03	3,78E+03	1,37E+06	0,00
110,00	0,00	2,00	3,72E+03	3,23E+03	1,17E+06	0,00
120,00	0,00	2,00	3,23E+03	2,80E+03	1,02E+06	0,00
130,00	0,00	2,00	2,85E+03	2,48E+03	8,92E+05	0,00
140,00	0,00	2,00	2,52E+03	2,19E+03	7,90E+05	0,00
150,00	0,00	2,00	2,24E+03	1,95E+03	7,06E+05	0,00
160,00	0,00	2,00	2,02E+03	1,75E+03	6,37E+05	0,00
170,00	0,00	2,00	1,87E+03	1,62E+03	5,75E+05	0,00
180,00	0,00	2,00	1,66E+03	1,44E+03	5,22E+05	0,00
190,00	0,00	2,00	1,51E+03	1,31E+03	4,77E+05	0,00
200,00	0,00	2,00	1,38E+03	1,20E+03	4,37E+05	0,00
210,00	0,00	2,00	1,27E+03	1,11E+03	4,02E+05	0,00
220,00	0,00	2,00	1,18E+03	1,02E+03	3,71E+05	0,00
230,00	0,00	2,00	1,09E+03	9,46E+02	3,44E+05	0,00
240,00	0,00	2,00	1,01E+03	8,79E+02	3,20E+05	0,00
245,00	0,00	2,00	9,78E+02	8,49E+02	3,08E+05	0,00
250,00	0,00	2,00	9,44E+02	8,20E+02	2,98E+05	0,00

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

VDI 3783 Blatt 1

Titel Szenario

ungünstige Ausbreitungssituation

x	y	z	c	c	Dosis	W
in m	in m	in m	in mg/m³	in ppm	in mg s / m³	-
10,00	0,00	2,00	3,31E+04	2,87E+04	1,04E+07	0,00
20,00	0,00	2,00	5,49E+04	4,77E+04	1,73E+07	0,00
30,00	0,00	2,00	5,56E+04	4,83E+04	1,75E+07	0,00
40,00	0,00	2,00	5,97E+04	5,18E+04	1,81E+07	0,00
50,00	0,00	2,00	5,44E+04	4,72E+04	1,71E+07	0,00
60,00	0,00	2,00	4,83E+04	4,19E+04	1,52E+07	0,00
70,00	0,00	2,00	4,19E+04	3,63E+04	1,32E+07	0,00
80,00	0,00	2,00	3,61E+04	3,14E+04	1,14E+07	0,00
90,00	0,00	2,00	3,14E+04	2,73E+04	9,91E+06	0,00
100,00	0,00	2,00	2,78E+04	2,41E+04	8,78E+06	0,00
110,00	0,00	2,00	2,52E+04	2,19E+04	7,95E+06	0,00
120,00	0,00	2,00	2,32E+04	2,01E+04	7,32E+06	0,00
130,00	0,00	2,00	2,16E+04	1,87E+04	6,80E+06	0,00
140,00	0,00	2,00	2,02E+04	1,75E+04	6,36E+06	0,00
150,00	0,00	2,00	1,89E+04	1,64E+04	5,98E+06	0,00
160,00	0,00	2,00	1,79E+04	1,55E+04	5,65E+06	0,00
170,00	0,00	2,00	1,70E+04	1,47E+04	5,36E+06	0,00
180,00	0,00	2,00	1,62E+04	1,40E+04	5,10E+06	0,00
190,00	0,00	2,00	1,54E+04	1,34E+04	4,87E+06	0,00
200,00	0,00	2,00	1,48E+04	1,28E+04	4,67E+06	0,00
210,00	0,00	2,00	1,42E+04	1,23E+04	4,49E+06	0,00
220,00	0,00	2,00	1,37E+04	1,19E+04	4,32E+06	0,00
230,00	0,00	2,00	1,32E+04	1,15E+04	4,17E+06	0,00
240,00	0,00	2,00	1,28E+04	1,11E+04	4,03E+06	0,00
245,00	0,00	2,00	1,26E+04	1,09E+04	3,96E+06	0,00
250,00	0,00	2,00	1,24E+04	1,07E+04	3,90E+06	0,00

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Gasexplosion im Freien

Titel Szenario

Vorgaben

Modell: Multi-Energy Modell

Explosionsfähige Masse: 418,97 kg

Wolkendurchmesser (UZD): 20 m

Kategorie: 3 -

Ergebnisse

Abstand in m	Überdruck in bar	Überdruck mit Reflexion in bar
11,0	0,0507	0,1035
24,2	0,0507	0,1035
42,5	0,0476	0,0971
67,7	0,0268	0,0541
102,7	0,0167	0,0336
151,2	0,0109	0,0220
218,2	0,0074	0,0149
311,0	0,0051	0,0103
439,5	0,0036	0,0072
617,3	0,0025	0,0051

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Freistrahflamme

Titel Szenario

Vorgaben

Eingabedaten

Modell: Punktstrahler: Kohlenwasserstoffe

Massenstrom:	19,1793	kg/s
Durchmesser:	874,04	mm
Austrittswinkel:	90	°
Höhe der Austrittsstelle über Erdgleiche:	8	m
Höhe der bestrahlten Stelle über Erdgleiche:	1	m
Rußanteil der Flamme:	0	%
Emissionsverhältnis des Empfängers:	0,9	

Umgebungsbedingungen

Geschwindigkeitsprofil: VDI 3783 Blatt 8

Ausbreitungsklasse: indifferent bis leicht stabil (III/1; Pasquill: D)

Bodenrauigkeit: 0,20: Straßen, Eisenbahn; Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung; Städtische Grünflächen

Windgeschwindigkeit:	1,7	m/s
Anemometerhöhe:	10	m
Umgebungstemperatur:	20	°C
relative Luftfeuchtigkeit:	75	%

Ergebnisse

Abstand der Flamme zum Austrittspunkt:	9,02E-02	m
Flammenlänge:	33,5	m
mittlerer Flammendurchmesser:	11,8	m

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Freistrahlf Flamme

Titel Szenario

Strahlungsintensität in Lee

Abstand in m	Strahlungsintensität in kW/m ²
2,00	24,99
11,85	23,22
23,62	14,98
37,69	7,95
54,50	3,97
74,60	2,04
98,61	1,10
127,31	0,62
161,61	0,36

Strahlungsintensität in Luv

Abstand in m	Strahlungsintensität in kW/m ²
-2,00	21,23
-11,85	11,28
-23,62	5,92
-37,69	3,27
-54,50	1,88
-74,60	1,11
-98,61	0,68
-127,31	0,42
-161,61	0,27

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Freistrahlf Flamme

Titel Szenario

Strahlungsintensität Quer zur Flamme

Abstand in m	Strahlungsintensität in kW/m ²
-2,00	22,95
-11,85	15,15
-23,62	8,42
-37,69	4,57
-54,50	2,52
-74,60	1,43
-98,61	0,83
-127,31	0,50
-161,61	0,31

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Abbrand einer Gaswolke

Titel Szenario

Vorgaben

Abbrand einer Gaswolke über Erdgleiche

Gaswolkenlänge:	20	m
Gaswolkendurchmesser:	4,9	m
Höhe der Mittellinie der Gaswolke:	8	m
Strahlungsintensität:	100	kW/m ²
Emissionsverhältnis des Strahlers:	0,9	-
Emissionsverhältnis des Empfängers:	0,9	-
Höhe (Mittelpunkt) des Empfängers über dem Erdboden:	1	m

Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur:	20	°C
relative Luftfeuchte:	75	%
Wärmeabsorbtion der Luft wird berücksichtigt		

Ergebnisse

Bestrahlungsstärke in Luv

Abstand zum Freisetzungsort in m	Bestrahlungsstärke in kW/m ²
7,0	16,00
11,3	9,14
16,1	5,38
21,3	3,30
27,1	2,10
33,4	1,39
40,4	0,94
48,2	0,65
56,7	0,46
61,3	0,39

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

Abbrand einer Gaswolke

Titel Szenario

Bestrahlungsstärke Quer zur Windrichtung

Abstand zur Fahnenachse in m	Strahlungsintensität in kW/m ²
6,5	47,49
13,1	21,57
20,7	9,91
29,6	4,93
39,9	2,66
51,8	1,52
60,7	1,07
70,6	0,77
81,5	0,56
93,5	0,41

Bestrahlungsstärke in Lee

Abstand zum Freisetzungsort in m	Bestrahlungsstärke in kW/m ²
3,0	70,79
9,6	72,21
17,3	60,84
26,2	15,79
32,8	6,91
40,2	3,34
48,3	1,79
57,3	1,04
67,1	0,65
78,0	0,42

berechnet mit: ProNuSs 9.52.7 am 19.02.2026

**GEFAHR**

Extrem entzündbares Gas. (H220)

Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. (P210)

Behälter dicht verschlossen halten. (P233)

An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten. (P403 + P235)

GHS-Einstufung

Entzündbare Gase (Kapitel 2.2) - Kategorie 1A (Flam. Gas 1A), H220

Die GHS-Einstufung und Kennzeichnung beruht auf Hersteller- und Literaturangaben.

Für Schwefelwasserstoff im Biogas-Gemisch werden aufgrund der toxikologischen Wirkungen folgende Konzentrationsgrenzwerte empfohlen:

Akute Toxizität inhalativ - Acute Tox. 4, H332: C ≥ 2,2 %

Charakterisierung

Biogas ist ein farbloses, je nach Zusammensetzung nach faulen Eiern oder auch stechend riechendes, in Wasser unlösliches Gas, das aus der anaeroben Zersetzung von Biomasse wie z.B. Gülle, Klärschlamm, Bioabfall entsteht. Es enthält im Allgemeinen zwischen 40 % und 75 % Methan sowie zwischen 20 % und 50 % Kohlendioxid sowie, je nach vergorenem Material, Schwefelwasserstoff als Spurengas in Konzentrationen von 10 ppm bis zu maximal 1 % (meist 0,01 % - 0,4 %).

Alle Prozentangaben beziehen sich auf Volumen-Prozente.

Als weitere Spurengase können verschiedene Ester, organische Schwefelverbindungen, Alkylbenzole und Ammoniak (bis zu 30 ppm) sowie Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenmonoxid und ggf. Schwebstoffe Bestandteile von Biogas sein.

Für die Eigenschaft als Brennstoff ist allerdings im Wesentlichen der Gehalt an Methan und Kohlendioxid wichtig.

Biogas ist als Prozessgas üblicherweise nur innerhalb der geschlossenen Anlage vorhanden, es kann bei Undichtigkeiten oder Überdruck in der Anlage (Störung) jedoch aus der Biogasanlage entweichen.

Der charakteristische Geruch des Biogases sorgt dafür, dass schon geringste Undichtigkeiten wahrgenommen werden (Warnwirkung).

Meistens wird das Gas direkt im angeschlossenen Blockheizkraftwerk zur Strom- und Energiegewinnung verfeuert. Selten wird es auch abgefüllt oder über längere Biogasleitungen an andere Abnehmer verkauft.

Zündtemperatur: ca. 700 °C

Untere Explosionsgrenze: ca. 6 Vol.-%

Obere Explosionsgrenze: ca. 22,0 Vol.-%

Die Stoffdaten (Zündtemperatur, Explosionsdaten) wurden der Literatur entnommen und können im Einzelfall je nach spezifischer Biogaszusammensetzung abweichen.

Biogas

Branche: Chemie

Grenzwerte und weitere nationale Einstufungen**Kohlendioxid**

Arbeitsplatzgrenzwert ([AGW](#)): 9100 mg/m³ bzw. 5000 ml/m³ (ppm)

Spitzenbegrenzung: Überschreitungsfaktor (ÜF) 2; Kategorie für Kurzzeitwerte (II)

Das Produkt aus Überschreitungsfaktor und Überschreitungsdauer muss eingehalten werden: ÜF 2 x 15 min = 30 min (berechne Produkt (tatsächliche Überschreitungsfaktor) x min). Max. 4 Überschreitungen pro Schicht, max. 60 min.

Schwefelwasserstoff

Arbeitsplatzgrenzwert ([AGW](#)): 7,1 mg/m³ bzw. 5 ml/m³ (ppm)

Spitzenbegrenzung: Überschreitungsfaktor (ÜF) 2; Kategorie für Kurzzeitwerte (I)

Der messtechnische Mittelwert über 15 Minuten darf den 2-fachen [AGW](#) nicht überschreiten.

Bemerkung Y ([TRGS 900](#)): Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung der Grenzwerte ([AGW](#) und ggf. [BGW](#)) nicht befürchtet zu werden.

WGK: Die Wassergefährdungsklasse von Biogas ist abhängig vom Gehalt an wassergefährdenden Stoffen (z.B. Schwefelwasserstoff, Ammoniak) und muss anhand der entsprechenden Konzentrationen festgelegt werden.

Bei der WGK handelt es sich um eine Selbsteinstufung.

Messung / Ermittlung

Die Grenzwerteinhaltung für diese Stoffgemische ist nach [TRGS 402](#), Abschnitt 5.2.1 (2) auf der Basis der Grenzwerte der Inhaltsstoffe zu bewerten.

Explosionsgefahren / Gefährliche Reaktionen

Biogas ist je nach Zusammensetzung wenig leichter bis

wenig schwerer als Luft und bildet mit Luft explosionsfähige Atmosphäre.

Bei Vorhandensein von [Zündquellen](#), z.B. heiße Oberflächen, offene Flammen, mechanisch erzeugte Funken, elektrische Geräte, elektrostatische Aufladungen und Blitzschlag, ist mit erhöhter Explosionsgefahr zu rechnen.

Zersetzt sich bei Erhitzen/Verbrennen in gefährliche Gase (z.B. Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid, Formaldehyd).

Die Werkstoffbeständigkeit hängt stark vom Gehalt an Spurengasen wie z.B. Schwefelwasserstoff ab.

Schwefelwasserstoff greift - vor allem bei Anwesenheit von Feuchtigkeit - folgende Werkstoffe an: die meisten Metalle mit Ausnahme von bestimmten Edelstahl, viele Kunststoffe mit Ausnahme von z.B. PE, PTFE, PP oder Polyisobutylen.

Gesundheitsgefährdung

Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen.

Vorübergehende Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Benommenheit können auftreten.

Kann Gesundheitsstörungen wie Atemnot, Lungenödem, Nervenschaden, Herzrhythmusstörung verursachen.

Bleibende Gesundheitsschäden wie Hirnleistungsstörung möglich.

Bei höheren Konzentrationen besteht Erstickungsgefahr.

Je nach Schwefelwasserstoffgehalt des Biogases sind akute schwere Vergiftungen mit Gefahr von Bewußtlosigkeit und Tod möglich.

Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen

Für Biogasleitungen und Vorratsbehälter sowie Gärreaktoren und das Blockheizkraftwerk gilt, soweit sich diese in geschlossenen Räumen befinden:

Räume sind so zu lüften (siehe Mindeststandards), dass kein Sauerstoffmangel oder gefährliche Gaskonzentrationen entstehen können.

Die Behälter und Leitungen sind als [technisch dicht](#) auszuführen, jeder gasdichte Behälter, in dem Biogas erzeugt wird, ist mindestens mit einer Sicherheitseinrichtung gegen Drucküber- und -unterschreitung auszurüsten.

Die Zuverlässigkeit und Eignung dieser Sicherungen ist durch Bauteilkennzeichnung oder Einzelprüfung nachzuweisen. Die Eignung ist zudem durch nachvollziehbare Berechnung und Funktionsbeschreibung für jeden Betriebszustand zu belegen.

Sicherheitseinrichtungen müssen nach Betriebsstörungen immer und im Normalbetrieb einmal wöchentlich überprüft werden.

Im Falle eines zu erwartenden Volumenstroms bei Störungen über 20 m³/h ist zusätzlich zur Gasüberdrucksicherung eine Fackel einzubauen oder der Volumenstrom anders zu begrenzen (z.B. weitere Gasverbraucher).

Die Abblaseleitungen müssen entweder mindestens 3 m über dem Boden und mindestens 5 m von Gebäuden und Verkehrswegen entfernt sein oder 1 m über dem Dach oder dem Behälterrand münden.

Beim Befüllen und Entleeren des Gärbehälters sowie beim Öffnen und Schließen der Gasventile auf Druckschwankungen achten, nach Möglichkeit ist der Aufbau von Über- und Unterdrücken zu vermeiden.

Im Gär- und Nachgärbehälter Füllstand nicht überschreiten - z.B. durch Einbau eines entsprechenden frostfreien Überlaufs ins Güllelager.

Gärtemperatur überwachen, bei zu geringer Biogasproduktion ggf. im Blockheizkraftwerk auf andere Energieträger wie z.B. Erdgas oder Diesel umsteigen, um eine genügend hohe Heizleistung zu gewährleisten.

Bei manueller Steuerung: Rühr- bzw. Mischintervalle im Gärbehälter so wählen, dass keine Schwimmdecke oder Sinkschicht entsteht.

Regelmäßig Gasmagnetventile und Zwischenräume der selbstschließenden Gasabsperrentile auf Funktion, Dichtheit und Verschmutzung prüfen.

Befüllöffnungen gegen Hineinstürzen sichern - z.B. durch Einspülrinnen, fest installierte Roste, abgedeckte Befülltrichter in mindestens 1,30 m Höhe über dem Boden.

Bei Befülltrichtern einen Bedienstand zum sicheren Führen des Spülschlauchs einrichten. Auf die Gasgefahren in unmittelbarer Nähe der Befüllleinrichtung hinweisen.

Bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen ([Befahren](#)) sind besondere Schutzmaßnahmen zu beachten.

Brand- und Explosionsschutz

Es ist sicherzustellen, dass die Anlage [technisch dicht](#) ist. Kann dies nicht dauerhaft gewährleistet werden, sind weitere Maßnahmen erforderlich, z.B. technische Lüftung, Gasmess- und -warngeräte.

Störungs- und Alarmsignale müssen automatisch weitergeleitet und Notfunktionen ausgelöst werden.

Ggf. Anlagenkomponenten inertisieren.

Explosionsgefährdete Bereiche in [Zonen](#) einteilen und im [Explosionsschutzdokument](#) ausweisen.

Weitere Hinweise zur [Zoneneinteilung](#) in Biogasanlagen finden Sie in der [Technischen Information 4](#) der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft im Anhang 11.

Bei Entschwefelung des Biogases durch Luftzugabe ist sicherzustellen, dass der Luftanteil maximal auf 12 Vol-%, im Regelfall auf 6 Vol-% beschränkt wird. Sonst besteht in der gesamten Anlage Explosionsgefahr.

Arbeitsbereich abgrenzen! Verbotsschilder P003 "Keine offene Flamme; Feuer, offene [Zündquelle](#) und Rauchen verboten" und Warnzeichen D-W021 "Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" anbringen!

Von [Zündquelle](#) fernhalten, nicht rauchen, offene Flammen vermeiden.

Schlagfunken und Reibfunken vermeiden.

Nur [explosionsgeschützte Geräte entsprechend](#) der [Zoneneinteilung](#) verwenden.

Erden aller Teile, die sich gefährlich aufladen können. Prüffristen für Erdungseinrichtungen nach den gesetzlichen bzw. betrieblichen Erfordernissen, z.B. unter Berücksichtigung der Korrosion, festlegen.

Arbeiten mit Zündgefahr (z.B. Feuerarbeiten, Heißenarbeiten, Schweißen, insbesondere bei Wartung und Reparatur) nur mit schriftlicher Erlaubnis ausführen.

Arbeiten in ex-gefährdeten Bereichen nur nach Freimessung durchführen.

Hygienemaßnahmen

Einatmen von Dämpfen vermeiden!

Nicht in einer Biogas-Wolke aufhalten - auch Augen und Haut vor Kontakt mit Biogas schützen!

Straßen- und Arbeitskleidung getrennt aufbewahren gemäß [Gefährdungsbeurteilung](#)!!

Persönliche Schutzmaßnahmen

Handschutz: Gegen mechanische Beanspruchung z.B. beschichtete Handschuhe, ansonsten Handschutz auf andere Gefahrstoffe, mit denen gegebenenfalls umgegangen wird, abstimmen.

Bei empfindlicher Haut kann Hautschutz empfehlenswert sein, z.B. gerbstoffhaltige Hautschutzmittel.

Atemschutz: Bei Grenzwertüberschreitung nur umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät, wenn ausreichende Belüftung nicht möglich ist.

Es wird empfohlen, Schlauch- oder Behältergeräte zu verwenden.

Eine Situation, in der es insbesondere zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff und damit zur Erfordernis von Atemschutz kommen kann, ist die Bewegung des Substrats.

Filtergeräte sind unwirksam, Erstickungsgefahr durch Sauerstoffmangel.

Körperschutz: Antistatische Schutzkleidung, z.B. Kleidung aus Baumwolle und ableitfähige Arbeitsschutzschuhe.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Tätigkeiten mit Biogas ist, sofern eine Exposition besteht, arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten ([Angebotsvorsorge](#)).

Für die arbeitsmedizinische Vorsorge können die folgenden DGUV Empfehlungen herangezogen werden:

Schwefelwasserstoff

Je nach Exposition sowie eingesetzten Substraten ggf. zusätzlich:

Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung (z.B. Umgang mit Risikomaterial).

Falls aufgrund der [Gefährdungsbeurteilung](#) das Tragen von Atemschutz notwendig ist, ist arbeitsmedizinische Vorsorge ggf. nach der DGUV Empfehlung Atemschutzgeräte durchzuführen.

Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche ab 15 Jahren dürfen hiermit nur beschäftigt werden:

wenn dieses zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich, der Arbeitsplatzgrenzwert unterschritten und die Aufsicht durch einen Fachkundigen sowie betriebsärztliche oder sicherheitstechnische Betreuung gewährleistet ist.

Schadensfall

Bei störungsbedingtem Gasaustritt - wenn gefahrlos möglich - Gaszufuhr absperren oder Leck schließen.

Bei der Schadensbeseitigung immer persönliche Schutzausrüstung tragen: umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät, wenn ausreichende Belüftung nicht möglich ist.

Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Löschpulver, Kohlendioxid.

Bei Brand nicht löschen, bevor das Leck geschlossen ist, da die Gefahr der Entstehung einer explosionsfähigen Wolke besteht!

Bei Brand entstehen gefährliche Gase/Dämpfe (z.B. Kohlenmonoxid).

Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen.

Berst- und Explosionsgefahr durch Druckanstieg in Behältern bei Erwärmung.

Brandbekämpfung größerer Brände nur mit umgebungsluftunabhängigem Atemschutzgerät!

Erste Hilfe

Nach Einatmen: Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen.

Bei Atemnot Sauerstoff inhalieren lassen.

Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit Beatmungsgerät, auf jeden Fall Stoffkontakt bzw. Einatmen des Stoffes/Produktes vermeiden (Selbstschutz).

Unmittelbar nach dem Unfall, auch bei fehlenden Krankheitszeichen, ein inhalatives Steroid ([Dosieraerosol](#)) einatmen lassen.

Dosierung, Art der Anwendung und weitere Behandlung nach betriebsärztlicher Anordnung.

Entsorgung

Eine Entsorgung von Biogas ist i.d.R. nicht nötig, da sämtliches Biogas entweder im Blockheizkraftwerk verwertet wird oder als Produkt verkauft werden kann.

Im Störfall oder bei zu großer Produktion kann Biogas entweder über eine Abblaseleitung in die Umwelt abgegeben werden oder muss - bei Volumenströmen über 20 m³/h - über eine Gasfackel verbrannt werden (vgl. Technische Schutzmaßnahmen).

Lagerung

Gasspeicher müssen gasdicht und beständig gegenüber Biogas und - je nach Standort - UV-Licht, Temperatur und Witterung sein.

Insbesondere sind folgende Anforderungen zu erfüllen: Reißfestigkeit von Folien u.ä.: mind. 500 N/5 cm oder Zugfestigkeit mind. 250 N/5 cm, Gasdurchlässigkeit bezogen auf Methan maximal 1000 cm³/(m² d bar) sowie eine Temperaturbeständigkeit von - 30 °C bis + 50 °C.

Eine unzulässige Änderung des Innendrucks muss durch jederzeit wirksame Sicherheitseinrichtungen verhindert werden. Aufstellräume für Gasspeicher müssen über eine wirksame Lüftung verfügen (vgl. Technische Schutzmaßnahmen).

Türen müssen nach außen aufschlagen und abschließbar sein.

Es gelten Mindestschutzabstände zu sonstigen Anlagen, Verkehrswegen sowie zu anderen Einrichtungen der Biogasanlage (z.B. Blockheizkraftwerk).

Feuerbeständige Wände und Türen ([Feuerwiderstandsklasse F 90](#) bzw. T 90) aus nicht brennbaren Baustoffen können diese Sicherheitsabstände ersetzen.

Verbotszeichen D-P006 "Zutritt für Unbefugte verboten" anbringen.

Verbotszeichen P003 "Keine offene Flamme; Feuer, offene [Zündquelle](#) und Rauchen verboten" aufstellen!

Gaslager sind vor mechanischer Beschädigung zu schützen, z.B. zum Schutz vor Anfahren durch Fahrzeuge durch Anfahrerschutz, Abschrankung, Warndreiecke.

Freiliegende Gasspeicher und Folienhauben aus flexiblem Material sind gegen mechanische Beschädigung z.B. durch einen Schutzzaun zu schützen, der als nicht durchsteigbare Umwehrung mit einer Höhe von mind. 1,50 m ausgeführt sein muss.

Zusätzliche Anforderungen an Räume mit ortsfesten Lagerbehältern: Selbstschließende Türen (falls diese nicht unmittelbar ins Freie führen), Bauteile müssen schwer entflammbar oder nicht brennbar sein (ausgenommen Fenster), feuerhemmende ([F 30](#)) Abtrennung von angrenzenden Räumen, von Räumen mit Brandlasten feuerbeständige ([F 90](#)) Abtrennung, von Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen außerdem gasdichte und öffnungslose Abtrennung.

Behälter und Rohrleitungen aus z.B. Edelstahl, Polyethylen, Polypropylen oder Teflon sind geeignet.

Lagerbehälter mit Beheizung müssen zusätzlich zum Sicherheitsventil mit einem für den Betriebszweck geeigneten Druck- oder Temperaturbegrenzer ausgerüstet sein.

Die Dichtheit von Anschlüssen/Flanschen an Lagerbehältern ist regelmäßig zu überwachen ([Dichtheitsüberwachung](#)).

Copyright

by BG RCI & BGHM, 31.07.2025
geändert SHN-DJ, 01.08.2025

Übersichtsplan der SMA und BGA 3

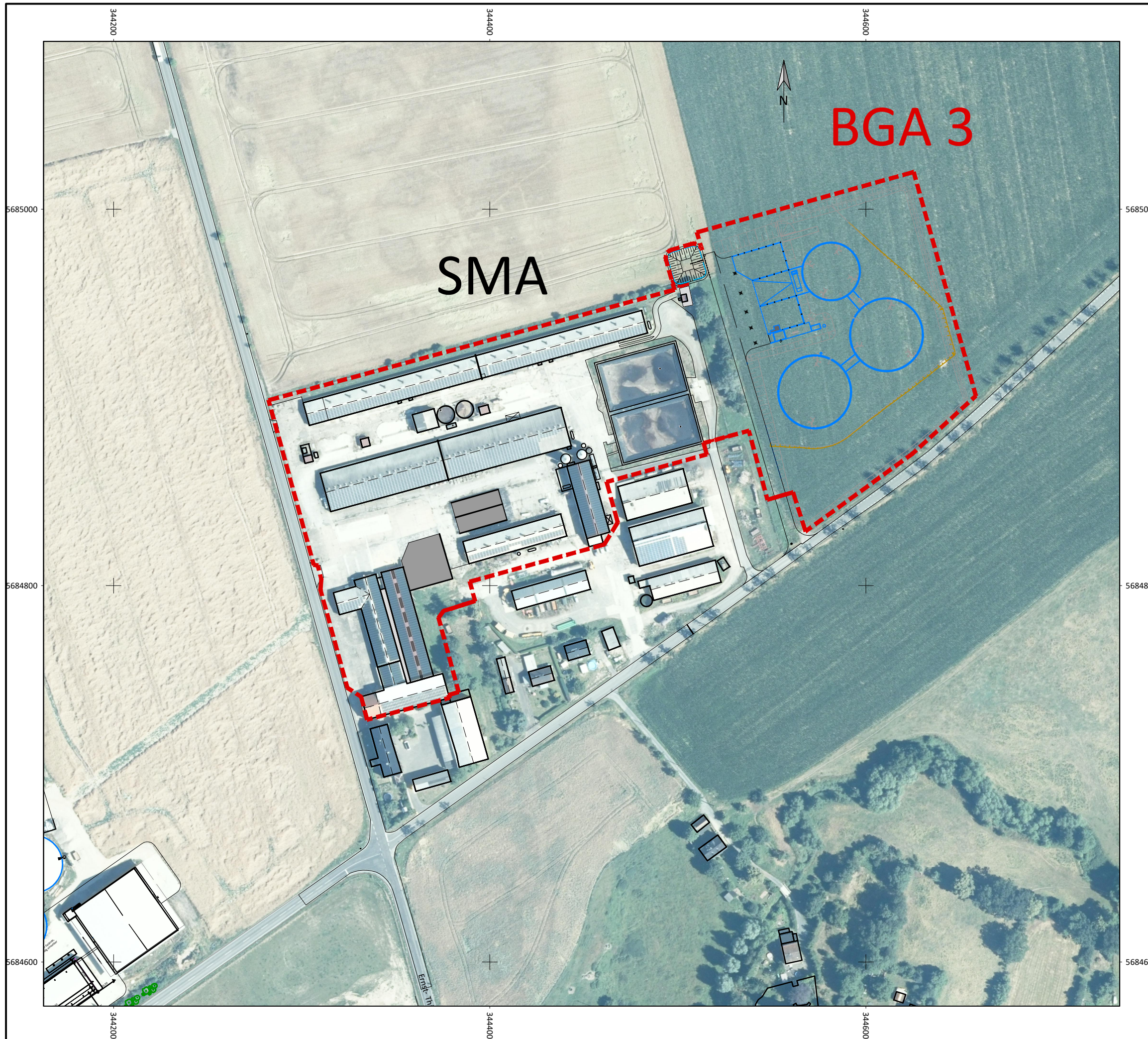
M. 1:2.000



betreffender Betriebsbereich
UTM - Koordinaten der Zone 33
(bezogen auf ETRS89/ WGS84)



Anlagenteile BGA



Antragsteller:

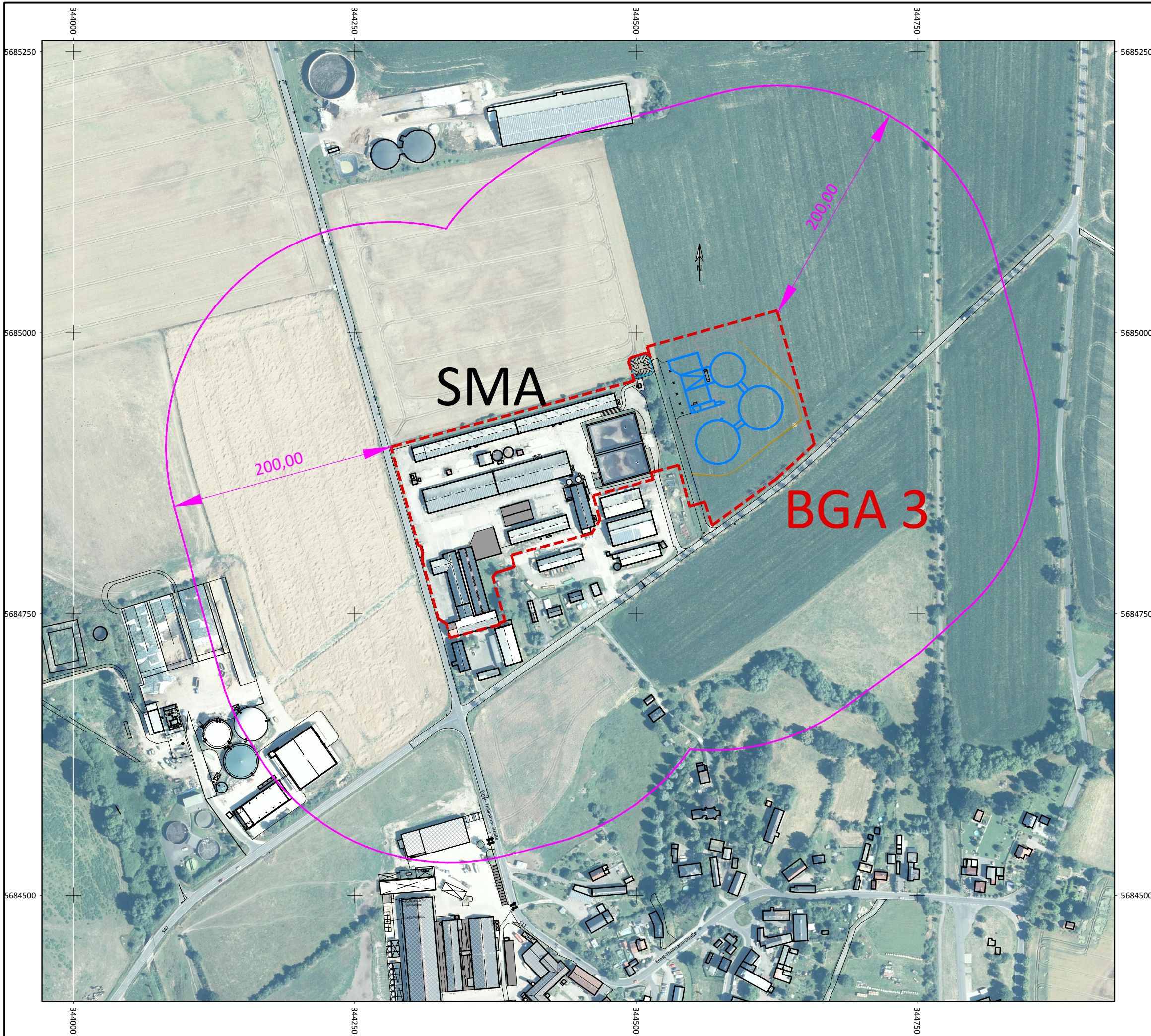
Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Neichen
Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen

Bearbeiter:

ingenieure **shn**
bau-anlagen-umweltechnik

Telefon: +49 371 27195-0
Fax: +49 371 27195-20
E-Mail: info@ib-shn.de
Internet: www.ib-shn.de

Brückenstraße 13
09111 Chemnitz



Betriebsbereich
der SMA und BGA 3
- Achtungsabstand nach KAS 32 -

- betreffender Betriebsbereich
UTM - Koordinaten der Zone 33
(bezogen auf ETRS89/ WGS84)
- Anlagenteile BGA
- Achtungsabstand
nach KAS 18 i. V. m. KAS 32

Antragsteller:
Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Neichen
Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen

Bearbeiter:
ingenieure shn
bau-anlagen-umweltechnik
Telefon: +49 371 27195-0
Fax: +49 371 27195-20
E-Mail: info@ib-shn.de
Internet: www.ib-shn.de
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Werksplanausschnitt
der BGA 3

M. 1:1.000

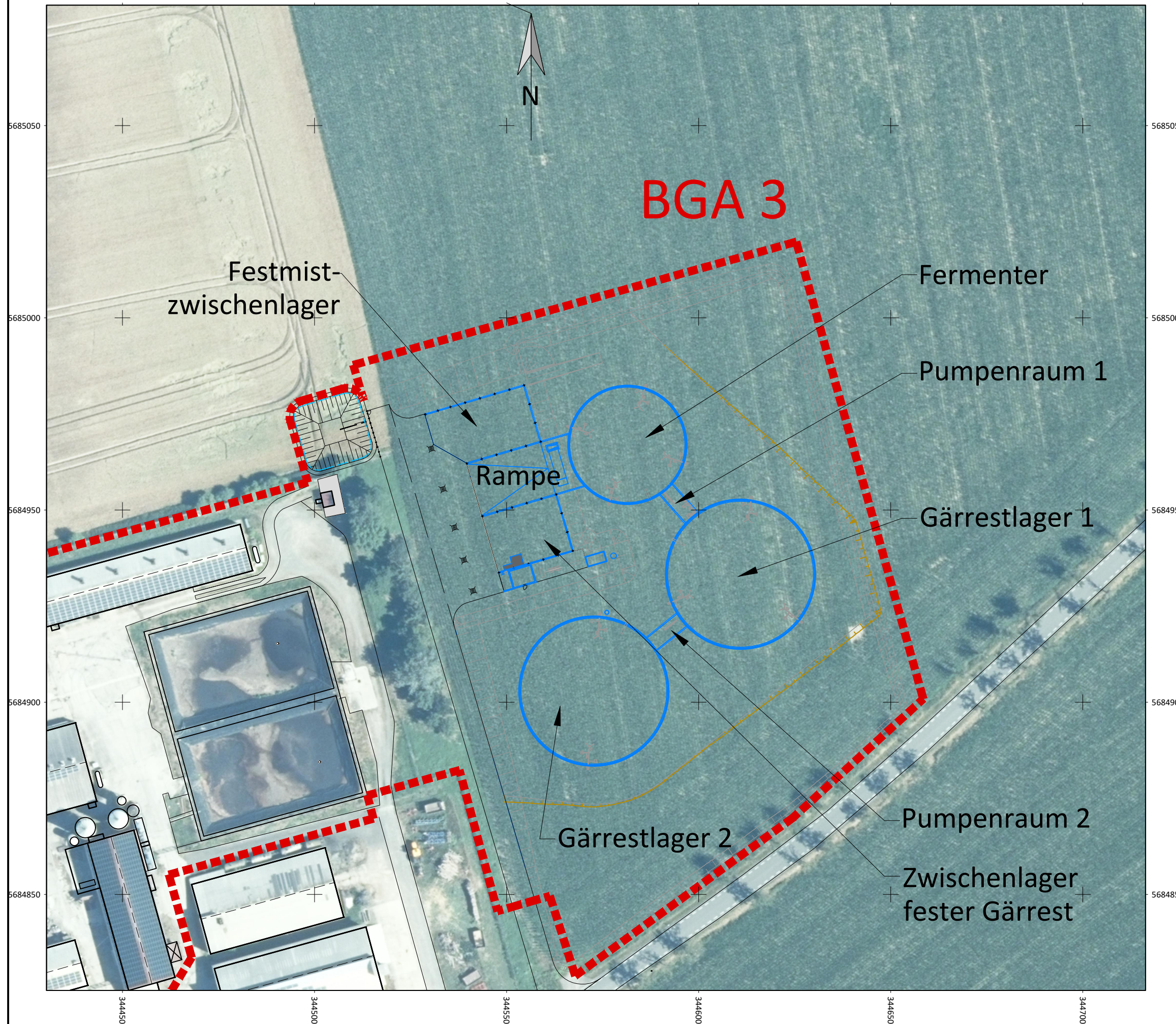


betreffender Betriebsbereich
UTM - Koordinaten der Zone 33
(bezogen auf ETRS89/ WGS84)



Anlagenteile BGA

BGA 3



Antragsteller:

Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Neichen
Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen


Bearbeiter:

ingenieure **shn**
bau-anlagen-umweltechnik

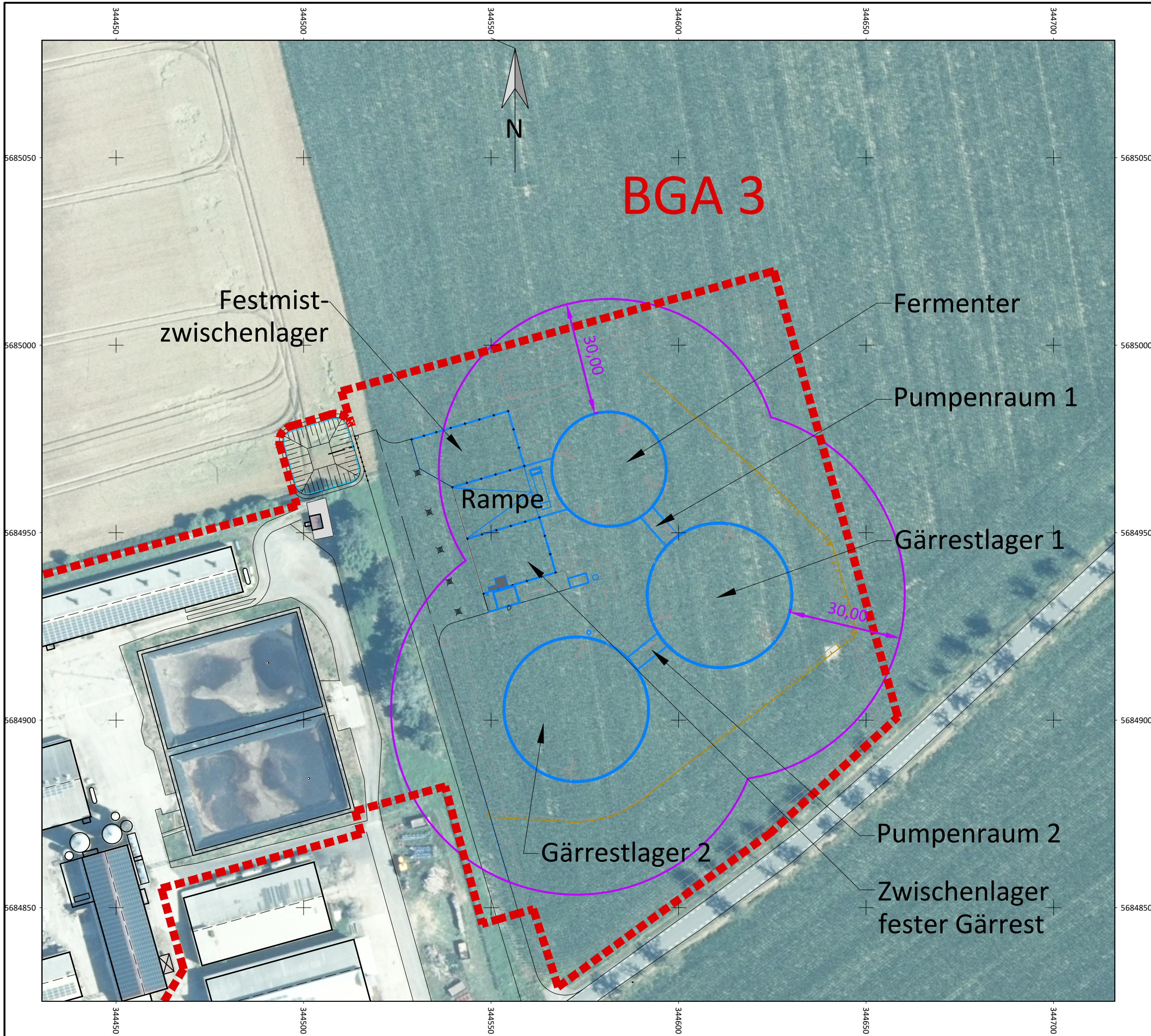
Telefon: +49 371 27195-0
Fax: +49 371 27195-20
E-Mail: info@ib-shn.de
Internet: www.ib-shn.de

Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Werksplanausschnitt der BGA 3
mit angemessenen
Sicherheitsabständen
M. 1:1.000

-  betreffender Betriebsbereich
UTM - Koordinaten der Zone 33
(bezogen auf ETRS89/ WGS84)
-  Anlagenteile BGA
-  angemessener Sicherheitsabstand
um die Behälter: Fermenter,
Gärrestlager 1 + 2 von 30,0m




BGA 3

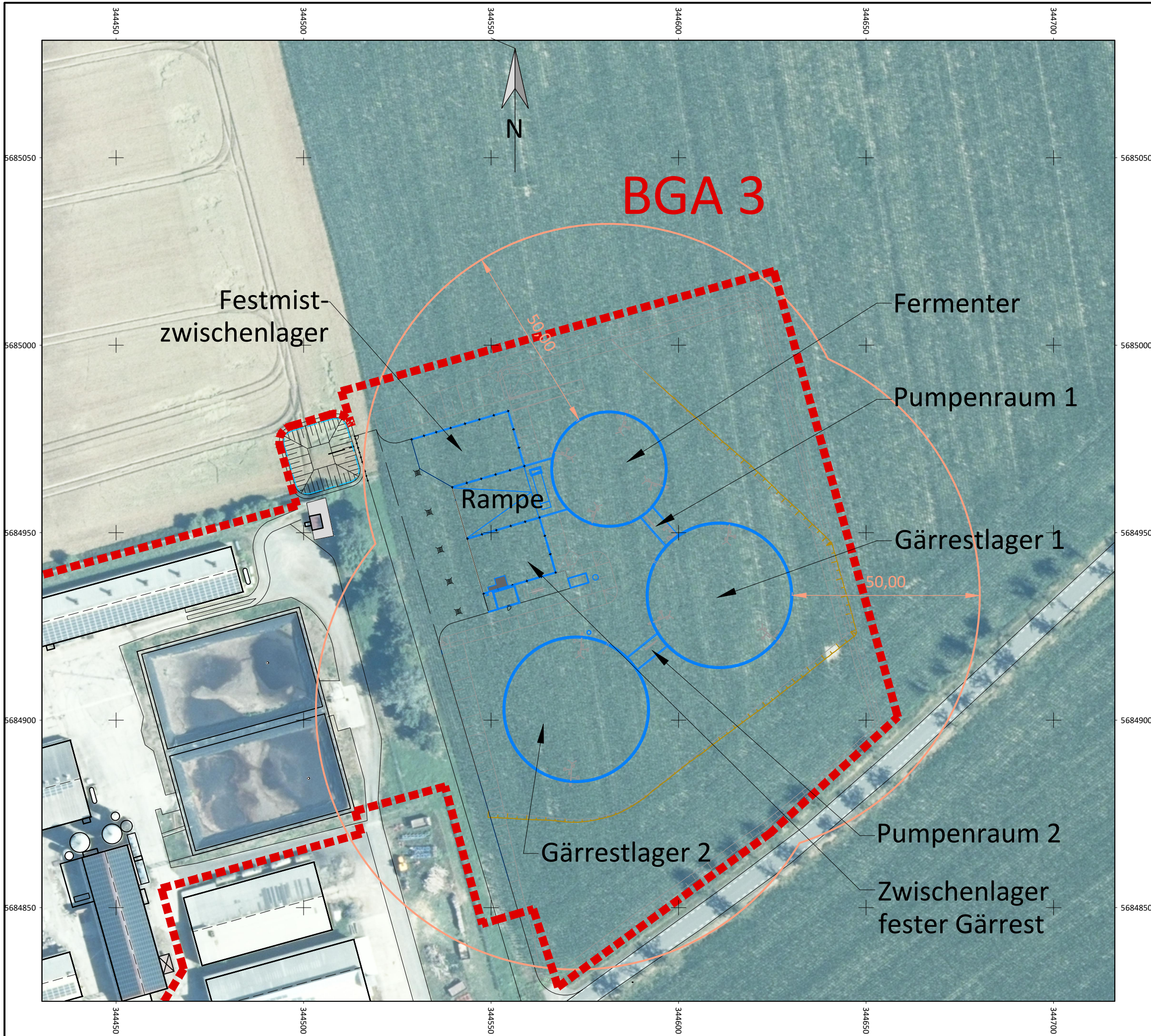


Antragsteller:
Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Neichen
Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen

Bearbeiter:
ingenieure shn
bau-anlagen-umweltechnik
Telefon: +49 371 27195-0
Fax: +49 371 27195-20
E-Mail: info@ib-shn.de
Internet: www.ib-shn.de
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Werksplanausschnitt der BGA 3
mit Abstand Wärmestrahlung
einer Freistrahlf Flamme
M. 1:1.000

-  betreffender Betriebsbereich
UTM - Koordinaten der Zone 33
(bezogen auf ETRS89/ WGS84)
-  Anlagenteile BGA
-  Abstand Wärmestrahlung einer
Freistrahlf Flamme nach KAS 18



Antragsteller:
Landwirtschaftsbetrieb Olaf Kupfer
Neichen
Ernst-Thälmann-Straße 13a
04687 Trebsen

Bearbeiter:
ingenieure shn
bau-anlagen-umweltechnik
Telefon: +49 371 27195-0
Fax: +49 371 27195-20
E-Mail: info@ib-shn.de
Internet: www.ib-shn.de
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz