



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Ermittlung der angemessenen Sicherheitsabstände zwischen dem geplanten Betriebsbereich der Fa. Open Grid Europe und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung

Anlage: LNG-Anlage
(4. BImSchV Nr. 9.1.1.1, Verfahrensart G)

Standort: Betriebsstelle Renzenhof

Auftraggeber: Open Grid Europe GmbH
Kallenbergstraße 5
45141 Essen

Prüfumfang: Ermittlung angemessener Sicherheitsabstände

Bestellzeichen: 4510260805 vom 07.04.2022

Datum: 08.06.2022

Auftragsnummer: 22642847

Unsere Zeichen:
IS-AN1-MUC/sal

Bericht-Nr. SVO 2022-074

Sachverständige: Roland Salomon
(Sachverständiger gemäß § 29 b BImSchG)
Tobias Kaiser
(Hilfspersonal gemäß §11 der 41. BImSchV)

Das Dokument besteht aus
19 Seiten.
Seite 1 von 19

Telefon-Durchwahl: (0 89) 57 91-27 57 (Salomon)
0151 722 20 46 36 (Kaiser)

Die auszugsweise Wiedergabe
des Dokumentes und die
Verwendung zu Werbezwecken
bedürfen der schriftlichen
Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service
GmbH.

Telefax-Durchwahl: (0 89) 57 91-17 75

E-Mail: roland.salomon@tuvsud.com
tobias.kaiser@tuvsud.com

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Aufgabenstellung und rechtliche Grundlagen | 3 |
| 2 | Vorliegende Unterlagen | 5 |
| 3 | Örtliche Lage | 6 |
| 4 | Ermittlung angemessener Sicherheitsabstand nach KAS-18 für die LNG-Anlage | 7 |
| 4.1 | Allgemeines | 7 |
| 4.2 | Brand- und Explosionswirkungen | 11 |
| 4.2.1 | Vorbemerkungen | 11 |
| 4.2.2 | Angaben zur Freisetzung von gasförmigem Erdgas | 12 |
| 4.2.3 | Angaben zur Freisetzung von LNG mit Bildung einer Schwergaswolke | 15 |
| 4.2.4 | Brand- und Explosionswirkungen | 16 |
| 4.3 | Gesamtbewertung | 18 |
| 5 | Zusammenfassung | 18 |
| 6 | Anhang | 19 |



1 Aufgabenstellung und rechtliche Grundlagen

Es ist geplant, auf dem Betriebsgelände der Open Grid Europe GmbH (im folgenden OGE genannt) in Röthenbach an der Pegnitz, Röthenbachtal 1, eine LNG-Anlage zu errichten und zu betreiben.

Die geplante LNG-Anlage ist als „Anlage zur Lagerung von brennbaren Gasen in Behältern mit einem Fassungsvermögen von mehr als 30 Tonnen“ gemäß Nummer 9.1.1.1 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV genehmigungspflichtig nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Zur „BImSchG-Anlage“ gehören beispielsweise die Verflüssigungsanlage mit Befüllen des Lagerbehälters und der Lagerbehälter bis zum Kugelhahn in der Entnahmeleitung zur Befüllanlage für Tankfahrzeuge.

Weiterhin liegt ein Betriebsbereich nach § 3 Abs. 5a BImSchG vor, da die in Anhang I der Störfall-Verordnung für Erdgas (Stoff Nr. 2.1 nach Stoffliste) genannten Mengenschwellen (Spalte 4: 50.000 kg) überschritten werden. Dies hat zur Folge, dass im Zuge nachbarschaftlicher Planungen z. B. von § 50 BImSchG eine planerische Abwägung durchgeführt werden muss.

Ein Betriebsbereich ist dabei als der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehenden Bereich zu verstehen, in dem gefährliche Stoffe in einer oder mehreren Anlagen einschließlich gemeinsamer oder verbundener Infrastrukturen und Tätigkeiten tatsächlich vorhanden oder vorgesehen sind.

Die OGE beauftragte in Abstimmung mit dem Landratsamt Nürnberger Land die TÜV SÜD Industrie Service GmbH mit der Ermittlung der sogenannten angemessenen Sicherheitsabstände im Hinblick auf die Freisetzung von LNG sowie Brand- und Explosionsereignisse.

Die rechtliche Grundlage basiert in erster Linie auf § 50 BImSchG „Planung“, Satz 1, der wie folgt lautet:

„Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sind die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen und von schweren Unfällen im Sinne des Artikels 3 Nummer 13 der Richtlinie 2012/18/EU in Betriebsbereichen hervorgerufene Auswirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete, insbesondere öffentlich genutzte Gebiete, wichtige Verkehrswege, Freizeitgebiete und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete und öffentlich genutzte Gebäude so weit wie möglich vermieden werden. ...“



Der angemessene Sicherheitsabstand ist nach § 3 Abs. 5c BImSchG folgendermaßen definiert:

„Der angemessene Sicherheitsabstand im Sinne dieses Gesetzes ist der Abstand zwischen einem Betriebsbereich oder einer Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist, und einem benachbarten Schutzobjekt, der zur gebotenen Begrenzung der Auswirkungen auf das benachbarte Schutzobjekt, welche durch schwere Unfälle im Sinne des Artikels 3 Nummer 13 der Richtlinie 2012/18/EU hervorgerufen werden können, beiträgt. Der angemessene Sicherheitsabstand ist anhand störfallspezifischer Faktoren zu ermitteln.“

Die geplante LNG-Anlage ist nach dem § 4 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) eine genehmigungsbedürftige Anlage. Nach § 5 BImSchG sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Außerdem hat der Betreiber einer genehmigungsbedürftigen Anlage nach § 5 BImSchG Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen zu treffen, insbesondere durch den Stand der Technik entsprechende Maßnahmen.

Der Betreiber eines Betriebsbereichs, der unter die StörfallV fällt, hat die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern (Störfallverhinderung) sowie vorbeugend Maßnahmen zu treffen, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten (Störfallbegrenzung).

Ein Mittel der Störfallbegrenzung sind dabei Sicherheitsabstände. Artikel 13 der Richtlinie des Rates 2012/18/EU (Seveso-III-Richtlinie) fordert von den Mitgliedsstaaten dafür Sorge zu tragen, dass zwischen Betriebsbereichen, die unter die StörfallV fallen, und Schutzgütern - wie z. B. Wohngebieten, öffentlich genutzten Gebäuden, wichtigen Verkehrswegen - ein angemessener Abstand gewahrt bleibt. Die Anforderungen des Artikels 13 der Seveso-III-Richtlinie werden in Deutschland im Wesentlichen durch das Immissionsschutzrecht (vgl. § 3 Abs. 5c BImSchG) und das Bauplanungsrecht umgesetzt.

Bei den folgenden Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass seitens des zukünftigen Betreibers der Anlage die Betreiberpflichten nach § 5 BImSchG und die Grundpflichten und erweiterten Pflichten nach StörfallV eingehalten werden.



2 Vorliegende Unterlagen

Für die Bewertung lagen folgende Unterlagen den Sachverständigen vor:

- Berechnungsparameter für die geplante LNG-Anlage (E-Mails vom 14.04.2022 und 04.05.2022)

Als Bewertungsgrundlagen werden folgende Veröffentlichungen herangezogen:

- KAS 18 – Leitfaden:
Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung §50 BImSchG (2. überarbeitete Fassung)
- Arbeitshilfe KAS-32
Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18, November 2015
- Fachkommission Städtebau:
Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Art. 13 Seveso-III-Richtlinie im baurechtlichen Genehmigungsverfahren in der Umgebung von unter die Richtlinie fallenden Betrieben vom 18. April 2018

Weiterhin ist der Begriff „benachbarte Schutzobjekte“ im BImSchG mit Bekanntmachung vom 06.12.2016 (vgl. § 3 BImSchG Nr. 5c bzw. 5d) folgendermaßen legal definiert:

(5d) Benachbarte Schutzobjekte im Sinne dieses Gesetzes sind 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.

Auf Basis dieser gesetzlichen Vorgaben wird seit September 2016 an der Erstellung einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift über den angemessenen Sicherheitsabstand (TA Abstand, § 48 Abs. 1 BImSchG) unter Beteiligung der Länder in Arbeitsgruppen auf Bundesebene gearbeitet.

Das Immissionsschutzrecht in Deutschland verfolgt in erster Linie einen anlagenbezogenen Ansatz und im Unterschied zum Baurecht keinen planerischen, d.h. flächenbezogenen Ansatz.

3 Örtliche Lage

Die Betriebsstelle der OGE liegt im Industriegebiet Röthenbach zwischen den Orten Schwaig bei Nürnberg und Diepersdorf in der Nähe des Autobahnkreuzes Nürnberg. Das Gelände ist über die Schwaiger Straße und die Werkseinfahrt Röthenbachtal zu erreichen.

Die Lage des Betriebsgeländes (siehe rote Markierung) sowie die örtlichen Gegebenheiten können dem nachfolgenden Ausschnitt entnommen werden (Quelle: BayernAtlas <https://geportal.bayern.de/bayernatlas>):



Die nähere Umgebung des Betriebsgeländes stellt sich folgendermaßen dar:

- Im Norden:
Bayerische Staatsforsten (Bannwald)
- Im Westen:
Autobahn A9 Nürnberg – Berlin, ca. 180 m entfernt
auf der anderen Seite der Autobahn Gewerbegebiete
- Im Süden:
Hundeplatz des ADRK e.V.
Öffentliche Straße LAU 15 von Schwaig b. Nürnberg nach Diepersdorf
- Im Osten:
unmittelbar benachbart das Betriebsgelände der Fa. Linde AG (ebenfalls Betriebsbereich nach § 3 Abs. 5a BImSchG)
Parkplatz zum Naherholungsgebiet Birkensee (öffentlich, ca. 200 m entfernt)

Die nächstliegende Wohnbebauung liegt mit dem Ortsteil Renzenhof ca. 1 km nordöstlich.

Die Anordnung der LNG-Anlagen mit ihren Anlagenteilen liegt noch nicht fest. Es ist geplant, die Anlagenteile der LNG-Anlage auf dem unbebauten Gelände (ca. 70 m x 70 m) unterzubringen (siehe rot markiertes Quadrat, Quelle: Google Maps vom 19.05.2022):



4 Ermittlung angemessener Sicherheitsabstand nach KAS-18 für die LNG-Anlage

4.1 Allgemeines

In der geplanten LNG-Anlage wird sowohl mit gasförmigem Erdgas als auch mit tiefkalt verflüssigtem Erdgas (LNG für Liquefied Natural Gas) umgegangen.

Erdgas besteht zum Hauptteil aus Methan und kann, abhängig von der jeweiligen Herkunft, auch Anteile weiterer Komponenten, wie z.B. Ethan, Propan, Stickstoff, Kohlendioxid, enthalten.

Stoffbedingt ist Erdgas (Methan) im Hinblick auf Brand- und Explosionsereignisse zu bewerten. Da Erdgas nicht als toxisch eingestuft ist, bleiben Betrachtungen zu toxischen Auswirkungen außer Acht.

Tiefkalt verflüssigtes Erdgas (LNG) wird unter Druck gelagert. Kaltes, freigesetzte LNG (Siedepunkt = $-161,5\text{ °C}$) hat bei atmosphärischem Druck eine relative Dichte von ca. 1,8 und ist somit schwerer als Luft und verbleibt in Bodennähe (spezifisches Gewicht von LNG bei -160 °C = 442 kg/m^3). Es sammelt sich an tiefliegenden und schlecht belüfteten Orten, verdrängt dabei die Umgebungsluft und kann Erstickungen verursachen.

Die Haut kann bei Kontakt mit der kalten Flüssigkeit oder dem kalten Dampf erfrieren (sog. Kälteverbrennung). Auch beim Berühren von kalten Oberflächen (Leitungen, Absperrschieber, aber auch sehr stark abgekühlte Kleidungsstücke) besteht Erfrierungsgefahr.

Während der Verdampfung von großen Mengen LNG kondensieren die kalten Dämpfe an der Luftfeuchtigkeit und sind als weiße Wolke sichtbar. Die Sichtbarkeit der LNG-Wolke hängt von der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit ab. Bei einer Luftfeuchtigkeit größer als 50 % befindet sich der zündbare Anteil der Wolke vollständig innerhalb der sichtbaren Wolke. Bei einer niedrigeren Luftfeuchtigkeit kann sich die brennbare Wolke auch (teilweise) außerhalb der sichtbaren Wolke befinden. Der kalte Dampf beginnt aufzusteigen, wenn er von der Außenluft auf mehr als -110 °C erwärmt wird (aus PGS 33).

Erdgas (LNG bzw. CNG) ist ein brennbares, farb- und geruchloses Gas. Es ist unter Normalbedingungen (Umgebungstemperatur und atmosphärischer Druck) leichter als Luft und verflüchtigt sich daher nach oben.

1 m³ LNG entspricht ca. 570 m³ gasförmiges Erdgas. 1 m³ gasförmiges Erdgas kann bis zu 20 m³ explosionsfähiges Gas-Luftgemisch bilden.

Erdgas (LNG, CNG) hat gemäß GESTIS-Stoffdatenbank folgende Gefahrenhinweise nach GHS:

H220: Extrem entzündbares Gas.

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

Folgende Gefahrensymbole sind nach dem GHS zu verwenden:



Signalwort: "Gefahr"

Wesentliche sicherheitstechnische Kenndaten¹ bzgl. der Explosionsgefährlichkeit von Methan sind:

- | | |
|-----------------------|----------------------------------------|
| • Einstufung nach GHS | H-Satz: H220 (Extrem entzündbares Gas) |
| • Zündtemperatur | 595 °C |
| • Temperaturklasse | T1 |
| • Explosionsgruppe | IIA |

¹ Quelle: GESTIS Stoffdatenbank (<https://dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank>)



- Explosionsgrenzen 4,4 Vol.-% (29 g/m³) bis 17 Vol.-% (113 g/m³)
- Dichteverhältnis zu trockner Luft: 0,56
- Mindestzündenergie. 0,29 mJ

Gasförmiges Erdgas (Methan) ist etwa 2-mal leichter als Luft und somit leicht flüchtig.

Im Brandfall geschieht hauptsächlich eine Umsetzung zu Kohlendioxid und Wasser. Die im Brandfall entstehenden Mengen sind stark von den Brandbedingungen (Temperatur, Luftzufuhr) abhängig, so dass mit einer großen Schwankungsbreite in den Entstehungsraten gerechnet werden muss. Erfahrungsgemäß muss jedoch nicht mit der Bildung von für die Umgebung relevanten Mengen an Kohlenmonoxid und Stickoxiden beim Abbrand von Erdgas gerechnet werden. Es kann weiterhin bei einem voll entwickelten Brand wegen des damit verbundenen großen thermischen Auftriebs davon ausgegangen werden, dass eine von diesen Stoffen ausgehende ernste Gefahr für die Umgebung nicht zu besorgen ist.

Es sind bei der geplanten LNG-Anlage dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechende Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen entsprechend § 3 (2) der StörfallV zu treffen und die Genehmigungsvoraussetzungen nach dem BImSchG zu erfüllen. Dies wird separat zukünftig im Rahmen eines BImSchG-Genehmigungsverfahrens geprüft.

Nach § 3 (3) der StörfallV hat der Betreiber außerdem vorbeugend Maßnahmen zu treffen, um die Auswirkungen von Störfällen so gering wie möglich zu halten. Zur Festlegung dieser Maßnahmen sind Störfälle zu betrachten, deren Ursachen vernünftigerweise auszuschließen sind. Diese Szenarien werden als „Dennoch-Szenarien“ bezeichnet, da sie trotz der dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechenden Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen „dennoch“ auftreten können.

Die unterstellten Ursachen von Dennoch-Störfällen können von einer größeren Rohrleitungsleckage bis zum Verlust des größten Behälterinventars reichen. Die Reichweiten von Dennoch-Störfällen sind größer als die Reichweiten von Störfällen aufgrund von vernünftigerweise nicht auszuschließenden Gefahrenquellen, die zur Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit herangezogen werden (z.B. Ermittlung des Sicherheitsabstandes aufgrund einer leckagebedingten Freisetzung nach Strohmeier-Leck)..

Im Folgenden wird ungeachtet der o.g. Vorgaben auftragsgemäß eine Auswirkungsbetrachtung nach dem Leitfaden KAS-18 für die LNG-Anlage durchgeführt.

Die Konventionen nach dem Leitfaden KAS-18 werden als „ursachenunabhängig“ festgelegt. Dies bedeutet, dass die Ursache für eine Stofffreisetzung und die unmittelbare Zündung (der sich bildenden Schwergaswolke) sich nicht aus einer anlagenbezogenen konkret abgeleiteten Situation abgeleitet wird. Die im folgenden untersuchten Szenarien wurden ausschließlich im Sinne der Konventionen nach Leitfaden KAS-18 zur Ermittlung des „angemessenen Sicherheitsabstandes“ als Vorsorgeabstand herangezogen.

Grundlage für die Beurteilung von Abständen zwischen Betriebsbereichen, die unter die StörfallV fallen, und Schutzgütern bildet derzeit der Leitfaden KAS-18 „Empfehlungen für Abstände



zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung - Umsetzung § 50 BImSchG“, Stand Nov. 2010 (mit 1. /2. Korrektur), der Kommission für Anlagensicherheit (KAS) beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Ergänzend hierzu liegt eine Arbeitshilfe KAS-32 „Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18“ mit Stand Nov. 2014 vor.

Nach dem Leitfaden KAS-18 bilden Szenarien wie der Verlust des größten Behälterinventars vornehmlich die Grundlage für die Notfallplanung, die sich aufgabengemäß an den größten zu unterstellenden Szenarien orientieren muss. Für die Beurteilung von Abständen zwischen Betriebsbereichen und Schutzgütern in der Nachbarschaft sind nach dem Leitfaden KAS-18 Dennoch-Szenarien zu betrachten, die per Konvention nicht so groß sein müssen wie diejenigen, die für die Notfallplanung zu betrachten sind.

Im Leitfaden KAS-18 wird bei Abständen für die Bauleitplanung unterschieden zwischen

- Achtungsabständen, die ohne Detailkenntnisse des Betriebsbereichs ermittelt werden. Hierbei wird wegen des nach den Bestimmungen des BImSchG, der StörfallV sowie den sonstigen zu berücksichtigenden Vorschriften und Regelwerken zu gewährleistenden hohen Sicherheitsniveaus davon ausgegangen, dass ein Spontanversagen von Behältern oder der Abriss von größeren Rohrleitungen für die vorliegenden Empfehlungen auszuschließen sind. Zur Ermittlung von Achtungsabständen wird in der Regel pauschal eine Leckfläche von 490 mm² unterstellt.
- Angemessenen Abständen², denen Detailkenntnisse über die technische Ausführung der Anlagen und ihre Lage innerhalb des Betriebsbereiches zugrunde liegen. Für Lager- und Prozessanlagen können nach dem Leitfaden KAS-18 auch kleinere Lecks angenommen werden, wobei als minimale Leckfläche 80 mm² nicht unterschritten werden sollte.

Entsprechend der o.g. Unterscheidung sind die ohne Detailkenntnisse ermittelten „Achtungsabstände“ in der Regel größer als die mit Detailkenntnissen ermittelten „angemessenen Abstände“.

Für eine Explosion des brennbaren Gases Flüssiggas ergibt sich nach dem Leitfaden KAS-18, Anhang 1, Bild 1, als *Achtungsabstand* eine Entfernung von 200 m (pauschale „Abstandsklasse I“). Für Propan wird im KAS-Leitfaden ein Abstand zur Unterschreitung des Grenzwertes von 0,1 bar von 126 m ermittelt.

Analog der Vorgehensweise für Propan im KAS-18 werden im Folgenden Auswirkungsbetrachtungen für LNG sowie für gasförmiges Erdgas durchgeführt.

² Inzwischen gemäß § 3 (5d) BImSchG als „angemessene Sicherheitsabstände“ bezeichnet.



4.2 Brand- und Explosionswirkungen

4.2.1 Vorbemerkungen

Im Folgenden sollen für den vorliegenden, im Sinne der StörfallV gefährlichen Stoff Erdgas (Methan) angemessene Sicherheitsabstände im Hinblick auf Brand- und Explosionsgefahren ermittelt werden. Die diesbezüglichen Betrachtungen erfolgen nach dem Leitfaden KAS-18.

Bei der Einzelfallbetrachtung werden die in KAS-18 ausgesprochenen Empfehlungen (vgl. dort unter Kapitel 3.2) berücksichtigt. Die Ermittlung der angemessenen Sicherheitsabstände erfolgte unter folgenden standardisierten Randbedingungen:

- Die Leckfläche wird im Allgemeinen mit maximal 490 mm² (entspricht einem Äquivalentdurchmesser von 25 mm) angenommen.
- In Einzelfallbetrachtungen wird zusätzlich unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Technik die zugrunde zu legende Leckfläche bestimmt.
- Der Massenstrom wird entsprechend den Betriebsbedingungen und unter Voraussetzung eines scharfkantigen Lecks (Ausflussziffer: 0,62) berechnet.
- Die Umgebungstemperatur wird mit 20 °C angesetzt.
- Die Berechnungen wurden bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3 m/s durchgeführt.
- Die Freisetzungsdauer beträgt allgemein 10 Minuten.
- Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen werden berücksichtigt, soweit sie durch die zugrundeliegenden Ereignisse nicht gestört sind (z.B. Aufstellung in einem Gebäude und bei entsprechender Ausführung der Einhausung).
- Die Reichweiten von Explosionsdruckwellen werden mit dem Explosionsmodell von Wiekema ermittelt.
- Der Radius bis zur Unterschreitung des Beurteilungswertes des abdeckenden Ereignisses entspricht dem angemessenen Abstand des Einzelfalles.
- Folgende Beurteilungswerte werden für die Ermittlung der angemessenen Sicherheitsabstände verwendet:
 - Immissions-Toleranzwert für die Wärmestrahlung von 1,6 kW/m², d.h. Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für den Menschen
 - Toleranzwert für die Belastung durch eine Druckwelle von 0,1 bar (Gaswolkenexplosion mit Zersplittern von Fensterscheiben, Zerstörung gemauerter Wände).
- Die Auswirkung durch Trümmerflug wird im Rahmen des Leitfadens KAS-18 aus Gründen der Systematik nicht näher betrachtet, vgl. dort unter 2.3 b).
- Aus KAS-18 in Verbindung mit KAS-32 lässt sich ferner ableiten, dass keine sogenannten „Dominoeffekte“ (Folgeereignisse) betrachtet werden.
- Der Verlust des gesamten Inventars, der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss sehr großer Rohrleitungen sind bei der Bauleitplanung (Land-use-planning) nicht zu berücksichtigen, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich sind.



Unter Beachtung der oben genannten Konventionen werden unter Berücksichtigung der am Standort für die LNG-Anlage geplanten Stoffpotenziale in Verbindung mit den örtlichen Gegebenheiten folgende abdeckende Dennoch-Ereignis untersucht:

- Freisetzung von gasförmigem Erdgas
- Freisetzung von tiefkalt verflüssigtem Erdgas

4.2.2 Angaben zur Freisetzung von gasförmigem Erdgas

Folgende Parameter wurden bei den Berechnungen zugrunde gelegt:

| Eingabedaten zum Szenario | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Szenario | Leckage mit einer Leckfläche von 490 mm ² (gemäß Konvention nach KAS-18) |
| Leckfläche | 490 mm ² |
| Max. Betriebsdruck | 43 bar _ü |
| Ausflussziffer | 0,62 |
| Anzahl der Lecks | 1 |
| Freisetzungsdauer | 600 s |
| Freisetzungsrichtung | horizontal |
| Austrittshöhe | 10 m |
| Aufpunkthöhe | 2 m |
| Umgebungstemperatur / Stofftemperatur: | 20 °C |
| Bodenrauigkeit | wenig rau (z ₀ = 0,5 m) |
| Wetterlage gemäß VDI-Richtlinie 3783 | Indifferente Temperaturschichtung |
| Berechnungsprogramm | ProNuSs 9 - Programmpaket zur numerischen Störfallsimulation |

Für das o.g. Szenario wurden nachfolgende Berechnungsergebnisse ermittelt:

| Berechnungsergebnisse zum Szenario „Freisetzung von gasförmigem Methan“ | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Leckmassenstrom (gasförmig) | 2,378 kg/s |
| Maximale zündfähige Masse in der Gaswolke bei mittlerer Ausbreitungssituation | 0,041 kg |
| Maximale Länge der zündfähigen Gaswolke (Freistrah)l) | 5,4 m |
| Durchmesser der zündfähigen Gaswolke (Freistrah)l) | 1,3 m |
| Reichweite bis zur Unterschreitung des Beurteilungswertes von 0,1 bar im Fall einer Gaswolkenexplosion | < 2 m |
| Reichweite bis zur Unterschreitung des Beurteilungswertes von 1,6 kW/m ² im Fall eines Abbrandes der Gaswolke (Freistrah)l) | 33 m |

Die nachfolgenden Diagramme zeigen für das betrachtete Szenario den Freistrah, den ermittelten Konzentrationsverlauf bei der Gasfreisetzung, den entfernungsabhängigen Druckverlauf bei einer Gaswolkenexplosion und den Verlauf der Strahlungswerte bei einem Abbrand der Gaswolke.

Diagramm 4.2.2-1: Konzentrationsverlauf UEG – OEG im Freistrah

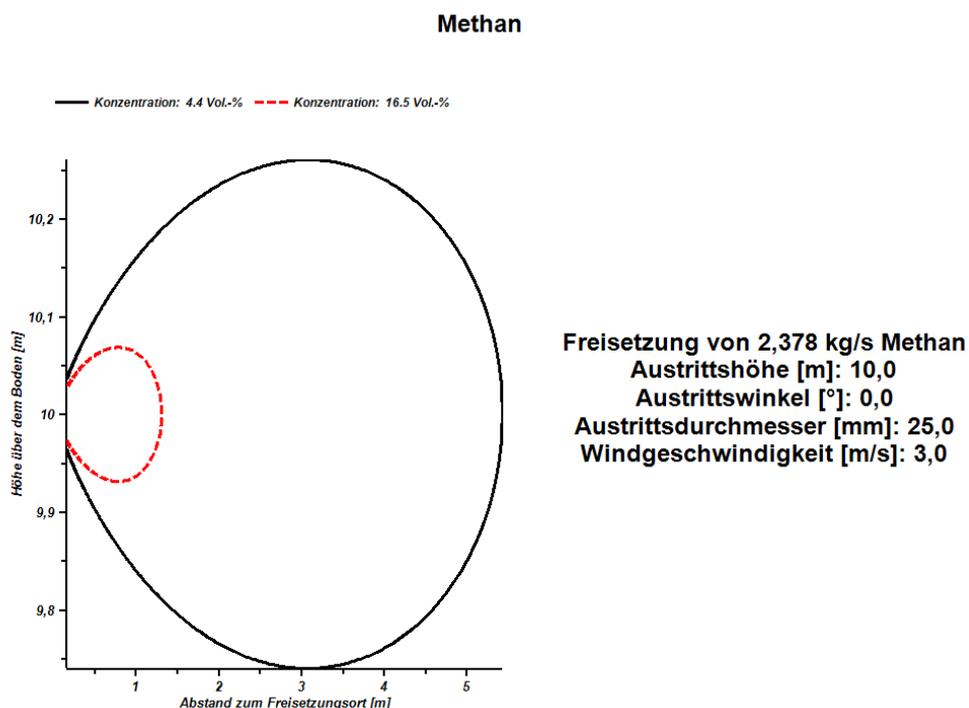


Diagramm 4.2.2-2: Explosionsüberdruck bei Gaswolkenexplosion

Explosionsüberdruck

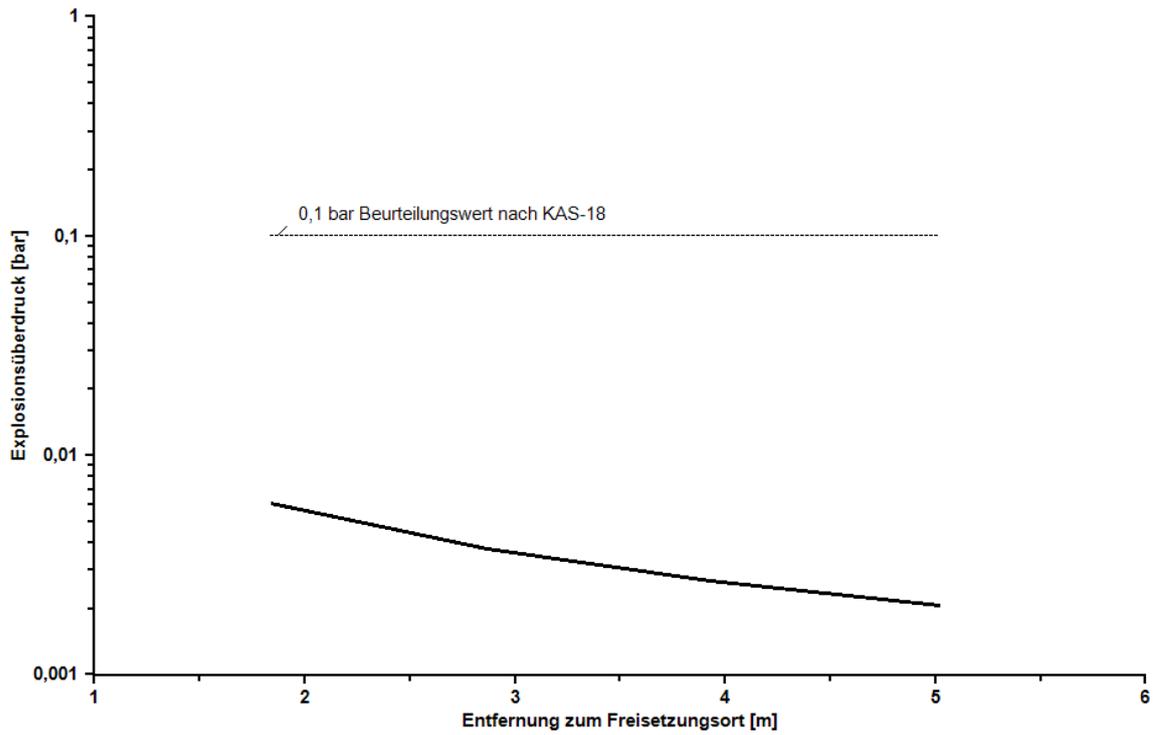
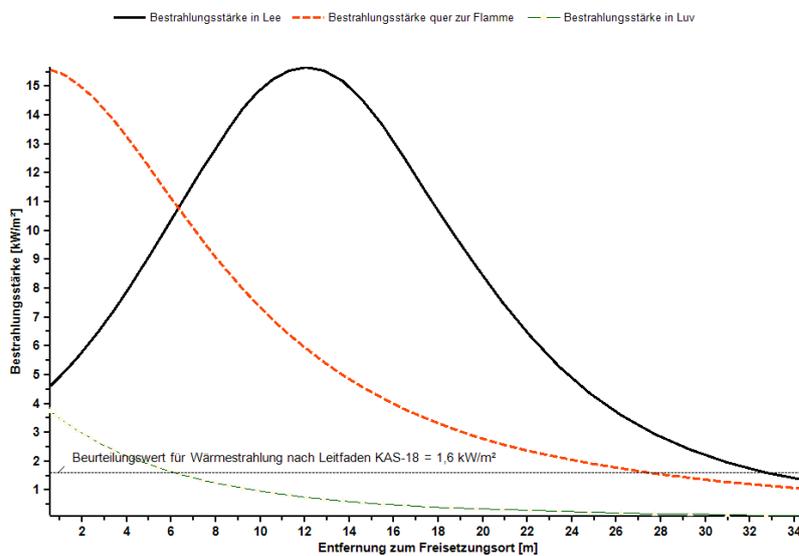


Diagramm 4.2.2-3: Bestrahlungsstärke bei Abbrand der Gaswolke





4.2.3 Angaben zur Freisetzung von LNG mit Bildung einer Schwergaswolke

Konkret wurden folgende Eingabewerte für das verwendete Programm ProNuSs 9 für die Ermittlung des Massenstroms zugrunde gelegt:

| | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Eingabeparameter | |
| Betriebstemperatur | -162 °C |
| Betriebsdruck | 6 bar _ü Förderdruck in den Leitungen |
| Leckfläche | 490 mm ² |
| Freisetzung | drucklos verflüssigt |
| Ausflussziffer | 0,62 |
| Austrittsdauer | 600 sec |
| Massenstrom | 6,738 kg tiefkalt verflüssigtes LNG/s |
| Freisetzungsrichtung | horizontal |
| Umgebungstemperatur | 20 °C |
| Wetterlage gemäß VDI-Richtlinie 3783 | Indifferente Temperaturschichtung |
| Ausbreitungsgebiet gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 2 | Ebenes Gelände ohne Hindernisse |

Es wird darauf hingewiesen, dass LNG auch bei einem Druck von bis 42,19 bar_ü in der Anlage vorkommen kann, jedoch sind die Volumina weitaus geringer. Das Volumen ist mit 0,4 m³ so gering, dass der Anfangsmassenstrom von 17,46 kg/s zwar über den obigen liegt, aber dieser schnell absinkt und darunter liegt (z.B. 1,736 kg/s als LNG-Produktionsstrom). Der obige Massenstrom ist somit als abdeckend für die Betrachtung einer Freisetzung von LNG einzustufen.

Mit dem ermittelten Massenstrom wird für eine Prozesstemperatur von -162 °C (hier: Siedetemperatur von Erdgas als LNG) eine Berechnung nach VDI 3783 Blatt 2 durchgeführt (vgl. Kapitel 3 KAS-18 Kapitel 1.1.7).

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Berechnung als Schwergas | Ja |
| Ausbreitungsgebiet VDI 3783 Blatt 2 | Ausbreitungsgebiet I Ebenes Gelände ohne Hindernisse |

Für die o.g. Randbedingungen erhält man folgende Berechnungsergebnisse:

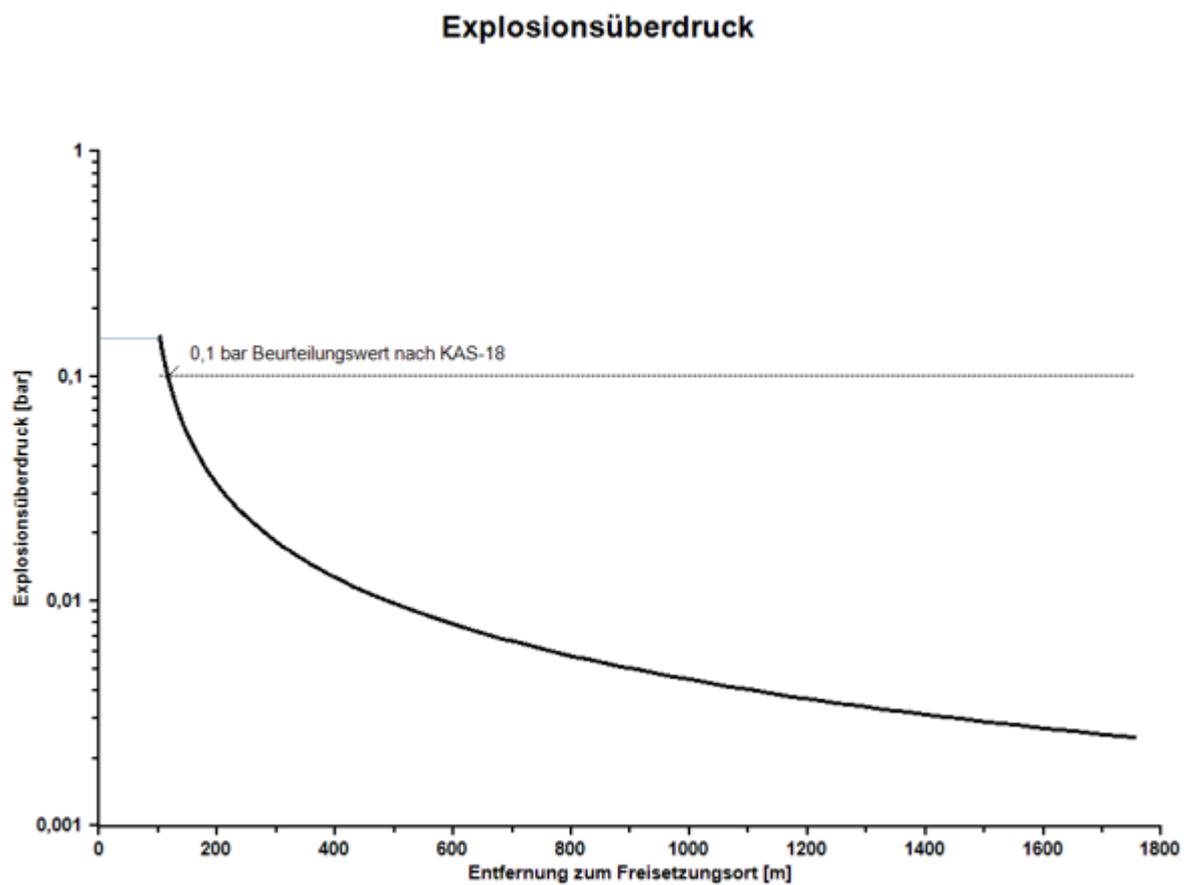
| | |
|-----------------------------------------------------|------------|
| Berechnungsergebnisse | LNG |
| Untere Zünddistanz (mittlere Ausbreitungssituation) | 150,32 m |
| Zündfähige Masse (mittlere Ausbreitungssituation) | 182,92 kg |

4.2.4 Brand- und Explosionswirkungen

Bei einer etwaigen Zündung des gefährlichen explosionsfähigen Gemisches in der Schwergaswolke (vgl. Kapitel 4.2.3) kommt es zu einer Wärmestrahlung (Abbrand einer Schwergaswolke) und zu einer Druckwelle.

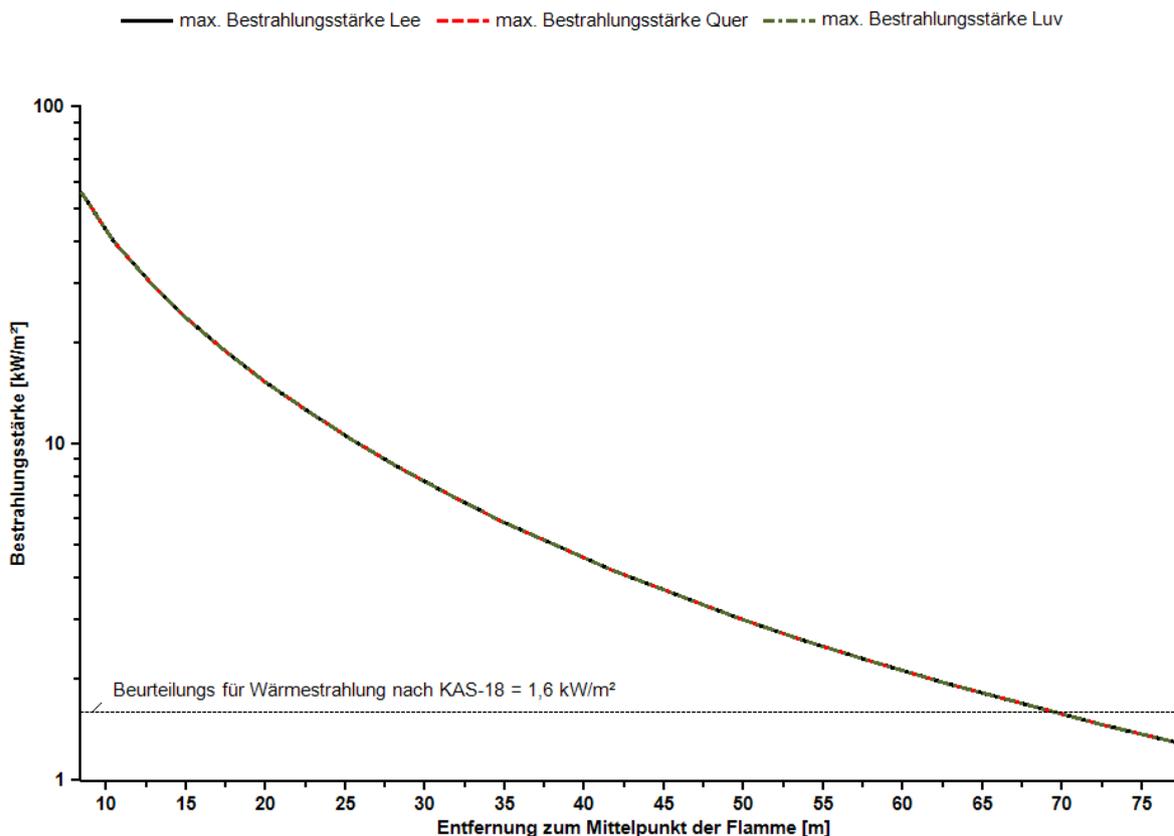
Der Beurteilungswert nach KAS-18 für Druckwellen von 0,1 bar wird in einer Entfernung von ca. **116,6 m** zum Freisetzungsort erreicht (Schadensbild: Zerstörung gemauerter Wände).

Diagramm 4.2.4-1: Explosionsüberdruck bei Schwergaswolkenexplosion



Der Beurteilungswert nach KAS-18 für Wärmebelastung von $1,6 \text{ kW/m}^2$ wird in ca. 70 m unterschritten:

Diagramm 4.2.4-2: Bestrahlungsstärke bei Abbrand der Schwergaswolke



Zur Beurteilung der Belastungen durch die Strahlung bei Explosionen ist die Einwirkungsdauer mit zu betrachten. Bei Explosionen liegt die Dauer der Einwirkung der Strahlung im Bereich von 0,5 bis 15 Sekunden (vgl. Anhang 4 KAS-18 Kapitel 4 Belastungen durch Wärmestrahlung).

Der Beurteilungswert nach KAS-18 für Wärmestrahlung, der mit $1,6 \text{ kW/m}^2$ angegeben wird, ist jedoch bei Explosionen nicht relevant, da dieser nur bei längerer Einwirkungsdauer, d.h. bei einem längeren Brandereignis in Folge einer Explosion, zu berücksichtigen wäre.

Bei einer Bestrahlungsstärke von $10,5 \text{ kW/m}^2$ kommt es nach 10 bis 12 Sekunden beispielsweise zur Blasenbildung auf der Haut. Bei einer Einwirkungszeit von 16 Sekunden ist bis zum Erreichen der Schmerzgrenze eine Bestrahlungsstärke von $4,7 \text{ kW/m}^2$ erforderlich (vgl. Tabelle 9 in Anhang 4 KAS-18 Leitfaden). Aus diesem Grunde ist für die Festlegung des angemessenen Sicherheitsabstands bei brennbaren Gasen das Ergebnis der Druckwellenberechnung maßgebend.



Industrie Service

4.3 Gesamtbewertung

Zusammenfassend ist somit für die LNG-Anlage das Ergebnis der Explosionsbetrachtung (analog der Vorgehensweise für Propan im KAS-18 Leitfaden) ausschlaggebend. Der angemessene Sicherheitsabstand wird für die LNG-Anlage mit 117 m festgelegt.

Hinweis: Da sich der Leitfaden KAS-18 nicht auf die externe Notfallplanung bezieht, sind die hier gemachten Angaben zu angemessenen Abständen im Rahmen der Bauleitplanung nicht als Beurteilungsmaßstab für externe Notfallplanungen heranzuziehen.

Als Beurteilungswert für Druckwellen wurde gemäß den Konventionen im Leitfaden KAS-18 ein Wert von 0,1 bar herangezogen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass auch bei niedrigeren Explosionsüberdrücken, d.h. in größeren Entfernungen, gemäß Literaturquellen noch Schäden auftreten können (z.B. Bruch von Glasscheiben bei 0,03 bar).

5 Zusammenfassung

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde durch die Fa. Open Grid Europe GmbH beauftragt, vom geplanten Betriebsbereich in Röthenbach an der Pegnitz, Röthenbachtal 1 durch Errichtung und Betrieb einer LNG-Anlage ausgehende angemessene Sicherheitsabstände im Sinne des BImSchG/der Störfallverordnung unter Berücksichtigung des Leitfadens KAS-18 zu ermitteln.

Die hierzu durchgeführten Berechnungen erfolgten auf der Grundlage des Leitfadens KAS-18 im Hinblick auf Brand- und Explosionsereignisse.

Die Betrachtung ergab, dass in Anlehnung an den Leitfadens KAS-18 die in Kapitel 4ff. dargelegten Abstände im Hinblick auf die Bauleitplanung bzw. als angemessene Sicherheitsabstände zu beachten sind. Der angemessene Sicherheitsabstand wird für die LNG-Anlage mit 117 m festgelegt.

Die Abstände gehen grafisch aus einer dem Gutachten beigelegten Zeichnungen hervor (siehe Kapitel 6 Anhang).

Anlagensicherheit und Störfallvorsorge

Handwritten signature of Roland Salomon in blue ink.

.....
Roland Salomon
Sachverständiger gemäß §29b BImSchG

Handwritten signature of Tobias Kaiser in blue ink.

.....
Tobias Kaiser
Hilfspersonal gemäß §11 der 41. BImSchV

6 Anhang

Angemessenen Sicherheitsabstände für die geplante LNG-Anlage in Röthenbach an der Pegnitz, Röthenbachtal 1, Renzenhof

