



**Mehr Wert.  
Mehr Vertrauen.**

TÜV SÜD Industrie Service GmbH · Westendstraße 199 · 80686 München · Deutschland

Landratsamt Nürnberger Land  
Sachgebiet 21.1 / Immissionsschutz  
Waldluststraße 1  
91207 Lauf an der Pegnitz

## **Betrachtung von Störfallauswirkungen von Dennoch-Szenarien durch Ausbreitungsberechnungen auf Basis des Leitfadens KAS-55 zur Detailbewertung möglicher Domino-Effekte zwischen den Betriebsbereichen der bioplusLNG GmbH und der Linde Gas Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG am Standort Röthenbach**

Die bioplusLNG GmbH plant am Standort Röthenbach an der Pegnitz die Errichtung und den Betrieb einer Verflüssigungsanlage für Biogas (Methan) und Abfüllung in Tankkraftwagen. Hierzu hat die Open Grid Europe GmbH im Auftrag der bioplusLNG GmbH am 28.07.2023 beim Landratsamt Nürnberger Land Antragsunterlagen zum BImSchG-Genehmigungsverfahren eingereicht. Teil der Antragsunterlagen ist ein Gutachten zum allgemeinen Gefahrenschutz der TÜV SÜD Industrie Service GmbH mit Stand vom 28.07.2023.

Von Seiten des Landratsamtes Nürnberger Land, Sachgebiet 21 – Umwelt- und Naturschutz, wurden am 31.07.2023 per E-Mail die Antragstellung bestätigt und das Vorliegen eines Domino-Effekts i. S. v. § 15 Abs. 1 Satz 1 der 12. BImSchV festgestellt, da sich in direkter Nachbarschaft des Betriebsbereichs der bioplusLNG GmbH ein Betriebsbereich der Linde Gas Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG befindet. Auf Wunsch des Landratsamtes hat die TÜV SÜD Industrie Service GmbH in einer Stellungnahme vom 06.11.2023 die zusätzlichen Anforderungen, die unter Berücksichtigung der Feststellung des Domino-Effekts an die Anlage bzw. die Nachbarschaft zu stellen sind, dargelegt. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei, dass mögliche Wechselwirkungen im Sinne des § 15 der 12. BImSchV bei der Erstellung oder der Fortschreibung der Konzepte zur Verhinderung von Störfällen der beiden Betreiber zu berücksichtigen sind. Hierzu sollen für beide Betreiber vernünftigerweise auszuschließende Szenarien, sogenannte Dennoch-Szenarien, auf Basis des Leitfadens KAS-55 betrachtet werden. Die Betreiber können damit den Dennoch-Störfall des jeweils benachbarten Betriebsbereiches als Gefahrenquelle in ihrem Konzept zur Verhinderung von Störfällen berücksichtigen, geeignete Gegenmaßnahmen auf Basis einer Risikobewertung festlegen und soweit erforderlich mit dem benachbarten Betrieb abstimmen bzw. diese in den Alarm- und Gefahrenabwehrplänen berücksichtigen.

Datum: 04.10.2024

Unsere Zeichen:  
IS-AN1-MUC/sh

Dieses Dokument besteht  
aus 7 Seiten.  
Seite 1 von 7

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

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände.

**Sitz: München**  
Amtsgericht München HRB 96 869  
USt-IdNr. DE129484218  
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV  
unter [tuvsud.com/impressum](http://tuvsud.com/impressum)

**Aufsichtsrat:**  
Reiner Block (Vors.)  
**Geschäftsführer:**  
Ferdinand Neuwieser (Sprecher)  
Thomas Kainz  
Simon Kellerer

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH**  
Niederlassung München  
Abteilung Anlagensicherheit &  
Störfallvorsorge  
Westendstraße 199  
80686 München  
Deutschland  
Telefon: +49 89 5791-3561

[tuvsud.com/de-is](http://tuvsud.com/de-is)  
Tel. Zentrale: 089 5190-4001

**TÜV®**



## 1. Dennoch-Szenario bioplusLNG GmbH

Auf Basis des Dokuments „LNG-VERFLÜSSIGUNGS-ANLAGENPROJEKT KONFORMITÄT MIT EN 13645“ der Firma SIAD MACCHINE IMPIANTI kann als abdeckendes Freisetzungsszenario das Topevent 3 „Accidental Release from CB7000 – Cold Box (HX7000 - Primary Heat Exchanger)“ ermittelt werden. Die detaillierten Berechnungsparameter für die Freisetzung von LNG aus dem Wärmetauscher HX7000 sind in der nachfolgenden Tabelle 1 dargelegt. Für die Berechnung wird vereinfachend angenommen, dass der Apparat HX7000 reines Methan in flüssiger Phase enthält. Die tatsächliche Zusammensetzung des LNG ist wie folgt angegeben: Methan: 88,23 mol-%; Ethan: 7,01 mol-%; Propan: 1,57 mol-%; Stickstoff: 2,47 mol-%; Butan: 0,45 mol-%. Aufgrund des hohen Anteils von Methan wird das Ergebnis der Ausbreitungsberechnung aus der Sicht des Sachverständigen durch diese Vereinfachung nicht relevant beeinflusst.

Das Methan (LNG) wird als tiefkalt verflüssigtes Medium freigesetzt, weshalb keine Zweiphasenströmung für die Berechnung des Massenstroms berücksichtigt wird. Weiterhin ergibt das Spray-Modell von Papadourakis (geeignet für Freisetzungen von Medien unterhalb Siedetemperatur) für die gewählten Randbedingungen keinen Rainout-Anteil, was durch eine Berechnung mit dem Spray-Modell von Fauske bestätigt wurde. Aus diesem Grund wird konservativ davon ausgegangen, dass keine Lachenbildung erfolgt. Die Ausbreitung des Methans (LNG) erfolgt aufgrund der niedrigen Temperatur als Schwergas bodennah. Alle Berechnungsparameter können der nachfolgenden Tabelle 1 entnommen werden.

Die Berechnung erfolgt mit dem anerkannten Programmpaket ProNuSs in der Version 9.47.4.

*Tabelle 1: Berechnungsparameter für die Freisetzung von LNG am HX7000<sup>1</sup>*

Parameter	Wert	Parameter	Wert
Stoff	Methan	Spray-Modell	Papadourakis (Ergebnis: keine Lachenbildung)
Normdichte	0,8042 kg/m <sup>3</sup>	Umgebungstemperatur	20 °C
Temperatur	105,15 K / -168 °C	Ausbreitungsberechnung	VDI 3783 Blatt 2 (Schwergas)
Druck	43,15 bar <sub>abs</sub>	Ausbreitungsgebiet	XIX: Gleichförmige Bebauung Typ 1 (umgebende Flächen bebaut oder bewaldet)
Leckfläche	490 mm <sup>2</sup> nach KAS-55	Resultierende untere Zünddistanz	100 m
Ausflussziffer	0,62 <sup>2</sup>	Resultierende zündfähige Masse	235 kg
Resultierender Massenstrom	18,329 kg/s	Modell für Gaswolkenexplosion	Multi-Energy-Modell

<sup>1</sup> „LNG-VERFLÜSSIGUNGS-ANLAGENPROJEKT KONFORMITÄT MIT EN 13645“; SIAD MACCHINE IMPIANTI; 24.03.2023

<sup>2</sup> nach DECHEMA Statuspapier Auswirkungsbetrachtungen bei störungsbedingten Stoff- und Energiefreisetzungen in der Prozessindustrie, 2017



Parameter	Wert	Parameter	Wert
Freisetzungsdauer	600 s	Kategorie nach Kinsella	3 <sup>3</sup>

Als Ergebnis wurde eine untere Zünddistanz von 98 m und eine zündfähige Masse von 221 kg ermittelt. Bei einer zeitverzögerten Zündung des freigesetzten Methans (LNG) kommt es zu einer Gaswolkenexplosion. Der Explosionsüberdruck in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungspunkt wird in Abbildung 1 dargestellt.

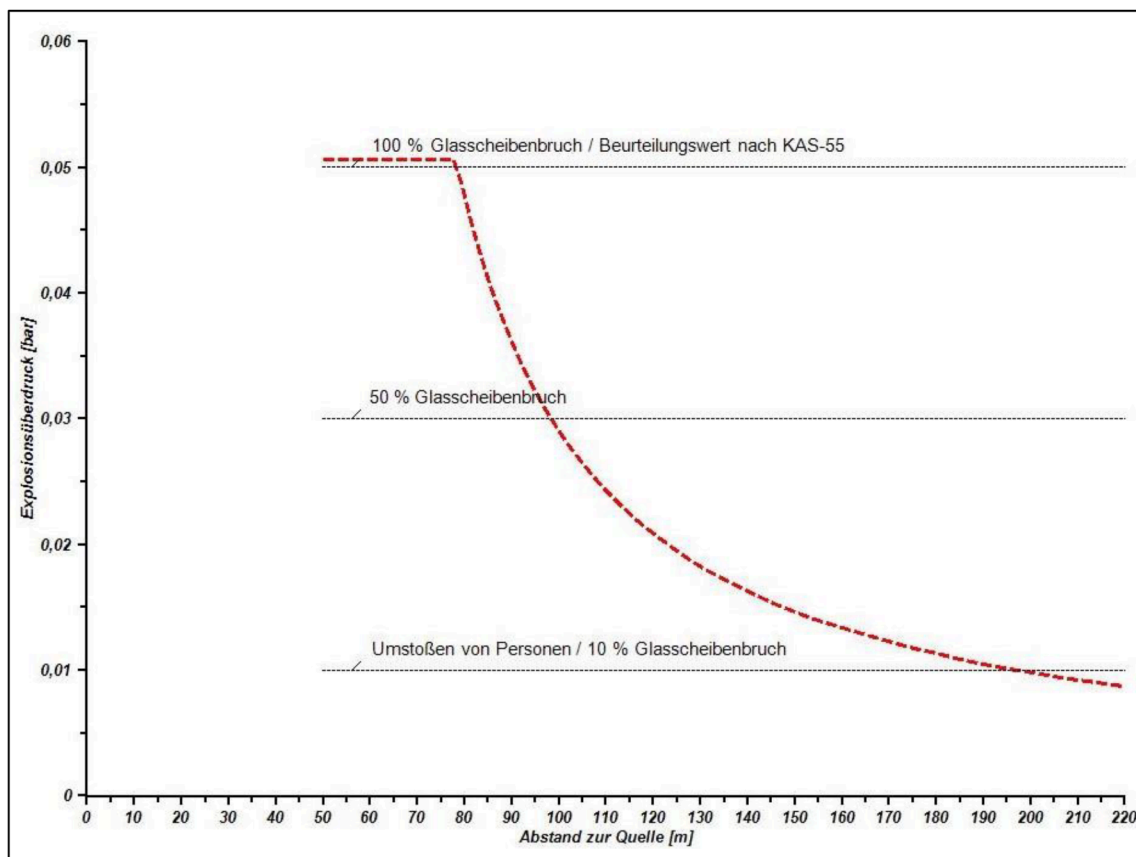


Abbildung 1: Explosionsüberdruck in Abhängigkeit der Entfernung zum Freisetzungsort

Der Beurteilungswert für die Beurteilung der Personenschäden infolge der Druckwirkung im Falle einer Gaswolkenexplosion in Höhe von 0,05 bar wird in einer Entfernung von ca. 78 Metern zum Freisetzungsort unterschritten.

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt mögliche Schäden durch die Druckwirkungen einer Explosion in Abhängigkeit des Explosionsüberdrucks.

Tabelle 2: Schäden durch Druckwirkungen gemäß Nr. 9 Anhang Beurteilungswerte des Leitfadens KAS-55

Schadensbild	$\Delta p$ in bar
Umstoßen von Personen	0,01
10 % Glasscheibenbruch	0,01

<sup>3</sup> Einordnung auf Basis der Matrix von Kinsella: Zündungsenergie gering, Verblockung gering, Verdämmung gering

Schadensbild	$\Delta p$ in bar
75 % Glasscheibenbruch	0,03
100 % Glasscheibenbruch	0,05
Beurteilungswert nach dem Leitfaden KAS-55	0,05
Verbeulen von Stahlblechplatten	0,1
Beurteilungswert nach dem Leitfaden KAS-18	0,1
Untere Grenze Trommelfellriss	0,175

Für das betrachtete Szenario einer Freisetzung von Methan (LNG) durch eine Leckage von 490 mm<sup>2</sup> (DN 25) ergibt sich demnach eine Entfernung von ca. 80 Metern vom Freisetzungspunkt bis zur Unterschreitung des Beurteilungswerts von 0,05 bar im Falle einer Gaswolkenexplosion. Es ist zu beachten, dass die untere Explosionsgrenze für dieses Szenario erst in einer Entfernung von ca. 100 m vom Freisetzungspunkt unterschritten wird.

Die Reichweiten von 80 und 100 Metern ausgehend vom Freisetzungspunkt (Wärmeübertrager HX7000 / Cold Box) sind in der nachfolgenden Abbildung 2 dargestellt. Auf dem benachbarten Betriebsbereich der Firma Linde wird der Beurteilungswert des Leitfadens KAS-55 für das betrachtete Dennoch-Szenario nicht erreicht. Dennoch ist bei den Gebäuden der Firma Linde, die sich direkt an der Grenze der Betriebsbereiche befinden, mit bis zu 50 % Glasscheibenbruch zu rechnen.



Abbildung 2: Darstellung der Entfernung von 80 und 100 m vom Freisetzungsort (HX7000 / Cold-Box)



## 2. Dennoch-Szenario LINDE Gas Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG

Für den Betriebsbereich der LINDE Gas Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG stellt die Freisetzung von flüssigem Sauerstoff das abdeckende Freisetzungsszenario dar. Die Handhabung von flüssigem Sauerstoff erfolgt unter anderem in der Cold-Box, verbindenden Rohrleitungen und den Lagertanks am Standort Röthenbach.

Der Sauerstoff wird als tiefkalt verflüssigtes Medium freigesetzt, weshalb keine Zweiphasenströmung für die Berechnung des Massenstroms berücksichtigt wird. Weiterhin wird konservativ davon ausgegangen, dass keine Lachenbildung erfolgt. Das Spray-Modell von Papadourakis (geeignet für Freisetzen von Medien unterhalb Siedetemperatur) ergibt nur für Leckagen in einer Höhe von weniger als drei Meter über dem Boden einen Rainout-Anteil, der zur Ausbildung einer Lache führen würde. Aufgrund der niedrigen Siedetemperatur des flüssigen Sauerstoffs kann bei dem berechneten Freisetzungsmassenstrom die Lachenbildung aus der Sicht des Sachverständigen vernachlässigt werden. Die Ausbreitung des Sauerstoffs erfolgt aufgrund der niedrigen Temperatur als Schwergas bodennah. Alle Berechnungsparameter können der nachfolgenden Tabelle 3 entnommen werden.

Die Berechnung erfolgt mit dem anerkannten Programmpaket ProNuSs in der Version 9.47.4.

*Tabelle 3: Berechnungsparameter für die Freisetzung von Sauerstoff*

Parameter	Wert	Parameter	Wert
Stoff	Sauerstoff	Spray-Modell	Papadourakis (Ergebnis: vernachlässigbare Lachenbildung)
Normdichte	1,428 kg/m <sup>3</sup>	Umgebungstemperatur	20 °C
Temperatur	105,15 K / -186 °C	Ausbreitungsberechnung	VDI 3783 Blatt 2 und anschließend Blatt 1 (Schwergas mit Übergang zu dichteneutralem Gas)
Druck	2 bar <sub>abs</sub>	Ausbreitungsgebiet	XIX: Gleichförmige Bebauung Typ 1 (umgebende Flächen bebaut oder bewaldet)
Leckfläche nach KAS-55	490 mm <sup>2</sup>	häufigste Windgeschwindigkeit	1 m/s <sup>4</sup>
Ausflussziffer	0,62 <sup>2</sup>	Bebauungs- / Inversionshöhe	50 m
Resultierender Massenstrom	6,54 kg/s	Bodenrauigkeit	z <sub>0</sub> = 1,2 m (sehr rau)
Freisetzungsdauer	600 s	Höhe des Aufschlagpunktes	1,5 m

<sup>4</sup> DWD 1981-2000: häufigste Windgeschwindigkeit 0,8 m/s für den Standort Röthenbach (mind. 1 m/s gemäß VDI 3783 Blatt 1); ermittelt mit dem Programm ProNuSs

Im Fall einer Störung des Betriebes ergeben sich für Sauerstoff aus dem EIGA Position Paper PP-14-August-2006 „Definitions of Oxygen Enrichment/Deficiency Safety Criteria“ die folgenden Beurteilungswerte:

- Unter 25 % O<sub>2</sub> (50.600 ppm zusätzlich) „For cases of leakage, venting or uncontrolled release of oxygen into the outdoor atmosphere, there is no risk of harm in clouds containing up to 25 % O<sub>2</sub>.“
- Über 35 % O<sub>2</sub> (177.200 ppm zusätzlich) “there is an anticipated lethal risk from atmospheres with concentrations of 35 % O<sub>2</sub> and higher,”

Da im Leitfaden KAS-18 kein eigener Beurteilungswert für Stoffe mit brandfördernden Eigenschaften (hier: Sauerstoff) angegeben ist, wird auf Basis der vorangehenden Ausführungen eine Sauerstoffkonzentration von 25 % für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes zugrunde gelegt. Dies entspricht einem zusätzlichen O<sub>2</sub>-Anteil von 5,06 % sowie dem O<sub>2</sub>-Anteil aus der Luft von 19,94 % und einem Restanteil aus Stickstoff und weiteren Spurengasen von 75 %.

Als Ergebnis wurde, wie in Abbildung 3 dargestellt, eine Reichweite von 33 m (mittlere Ausbreitungssituation) bzw. 54 m (ungünstigste Ausbreitungssituation) bis zur Unterschreitung der Konzentration von 25,06 % O<sub>2</sub> (zusätzlich zum O<sub>2</sub>-Anteil der Luft von 19,94 %) ermittelt.

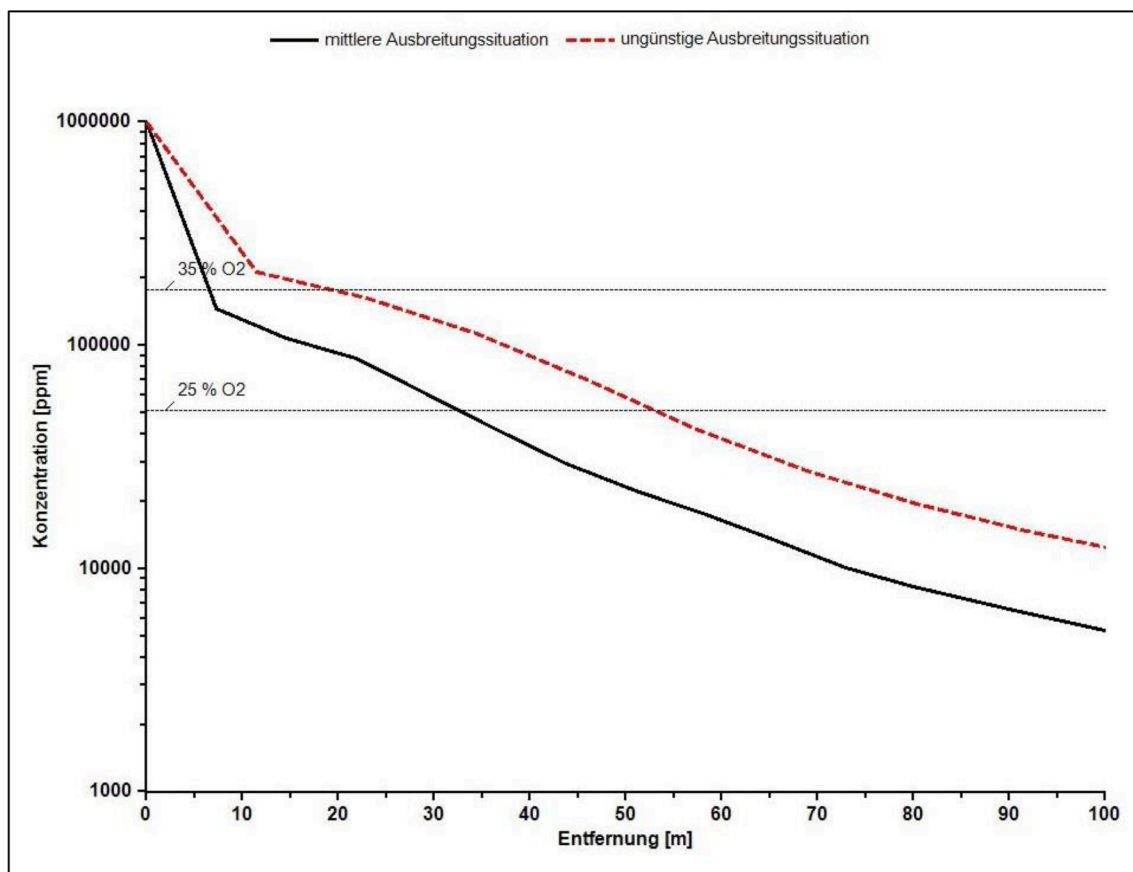


Abbildung 3: Sauerstoffkonzentration in Abhängigkeit der Entfernung vom Freisetzungsort

Alle Anlagenteile und Rohrleitungen der Firma LINDE, die flüssigen Sauerstoff enthalten, befinden sich in einer Entfernung von mindestens 75 m zum benachbarten Betriebsbereich der Firma bioplusLNG GmbH. Demnach ist für das betrachtete Szenario weder für eine mittlere noch für eine ungünstige Ausbreitungssituation eine Überschreitung der Beurteilungswerte auf dem Betriebsbereich der Firma bioplusLNG GmbH zu erwarten.



### 3. Fazit

Das Landratsamt Nürnberger Land, Sachgebiet 21 – Umwelt- und Naturschutz hat am 31.07.2023 per E-Mail das Vorliegen eines Domino-Effekts i.S.v. § 15 Abs. 1 Satz 1 der 12. BImSchV festgestellt. Im vorliegenden Bericht der TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurden mögliche Störfallauswirkungen von Dennoch-Szenarien durch Ausbreitungsberechnungen auf Basis des Leitfadens KAS-55 ermittelt.

Die Ergebnisse der Auswirkungsbetrachtungen in den Kapiteln 2 und 3 legen mögliche Auswirkungen zwischen den Betriebsbereichen der bioplusLNG GmbH und der Linde Gas Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG am Standort Röthenbach dar. Anhand der Ergebnisse können die Betreiber nach eigener Einschätzung freiwillig zusätzliche Maßnahmen zur Risikoreduzierung treffen. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass sich aus den durchgeführten Auswirkungsbetrachtungen keine Notwendigkeit zusätzlicher Maßnahmen ergibt.

München, den 04.10.2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Florian Kraus'.

Unterschrift

Herr Florian Kraus

Bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29b  
BImSchG  
IS-AN12-MUC

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Niederlassung München  
Abteilung Anlagensicherheit und Störfallvorsorge

Westendstraße 199  
80686 München - Deutschland

Phone: +49 89 5791-1497

[florian.kraus@tuvsud.com](mailto:florian.kraus@tuvsud.com)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sebastian Hönle'.

Unterschrift

Herr Sebastian Hönle

Bekannt gegebener Sachverständiger nach  
§ 29b BImSchG  
IS-AN12-MUC

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Niederlassung München  
Abteilung Anlagensicherheit und Störfallvorsorge

Westendstraße 199  
80686 München - Deutschland

Phone: +49 160 90915023

[sebastian.hoenle@tuvsud.com](mailto:sebastian.hoenle@tuvsud.com)