

**Stellungnahme nach KAS-18
zu angemessenen Abständen
nach BImSchG und StörfallV
für ein Flüssiggas-Verbrauchslager der Firma
PRIMAGAS Energie GmbH
Luisenstraße 113
47799 Krefeld**

Auftraggeber:

**Schindeldorf GbR
Grundstücksentwicklung
Im Westpark 15
35435 Wettenberg**

Erstellt durch: Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger
(ö.b.u.v. Sachverständiger)
Lindenstr. 34
D-71292 Friezheim
Tel. (0173) 3400-560
info@protechservices.de
protechservices.de

Inhalt

1. Allgemeines Abkürzungsverzeichnis	4
2. Begriffsbestimmungen und Definitionen	5
3. Aufgabenstellung, Geltungsbereich und Ziel	7
4. Anforderungen an angemessene Abstände und deren Berechnung	11
4.1. Grundlagen zur Verhinderung von schweren Unfällen nach StörfallV	11
4.2. Grundlagen zu Abständen	12
4.3. Abstände bei Planungen mit Detailkenntnissen.....	14
4.4. Grundlagen Gasausbreitungen, Gaswolkenexplosionen und Brände.....	17
5. Kurzbeschreibung Standort	18
5.1. Lagerbehälteranlagen 2 x 230 m ³ (2 x 106,5 t).....	21
5.2. Lagerbehälteranlage 167 m ³ (82,5 t)	23
5.3. TKW-Station	25
5.4. Verdampfer- und Druckregelanlage	26
5.5. Angrenzender Grundstücksteil Schindeldorf GbR	28
6. Betriebsspezifische Schadensorte und Dennoch-Störfallszenarien zur Abstandsermittlung	32
7. Kritische Immissions-Toleranzwerte	36
7.1. Toleranzwerte für Brände.....	37
7.2. Erkenntnisquellen Toleranzwerte für Brände.....	41
7.3. Toleranzwerte für Gaswolkenexplosionen.....	42
7.4. Toleranzwerte für Toxizität.....	45

8. Berechnung Immissionen hypothetischer Dennoch-Störfälle	46
8.1. Behälteranschlüsse.....	52
8.1.1. Schwergasausbreitung.....	52
8.1.2. Brand- und Wärmeauswirkungen	54
8.1.3. Druckauswirkungen.....	56
8.1.4. Angemessener Sicherheitsabstand	58
8.2. TKW.....	59
8.2.1. Schwergasausbreitung.....	59
8.2.2. Brand- und Wärmeauswirkungen	61
8.2.3. Druckauswirkungen.....	63
8.2.4. Angemessener Sicherheitsabstand	65
9. Ergebnis und Bewertung angemessene Sicherheitsabstände	68
10. Referenzdokumente	75
10.1. Leitfaden für die Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes.....	75

1. Allgemeines Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen	Erklärungen
BAGAP	Betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des BImSchG
DG-RL	Druckgeräterichtlinie
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
ExSD	Explosionsschutzdokument
GefBu	Gefährdungsbeurteilung
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung)
HD	Hochdruck
KAS	Kommission für Anlagensicherheit
ND	Niederdruck
SFK	Störfallkommission (heute KAS, Kommission für Anlagensicherheit)
SMS	Sicherheitsmanagement (zum Konzept zur Verhinderung von Störfällen)
SRA	Sicherheitsrelevante Anlagenteile
SRB	Sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereichs
StörfallV	Störfall-Verordnung (12. BImSchV)
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
ZÜS	Zugelassene Überwachungsstelle

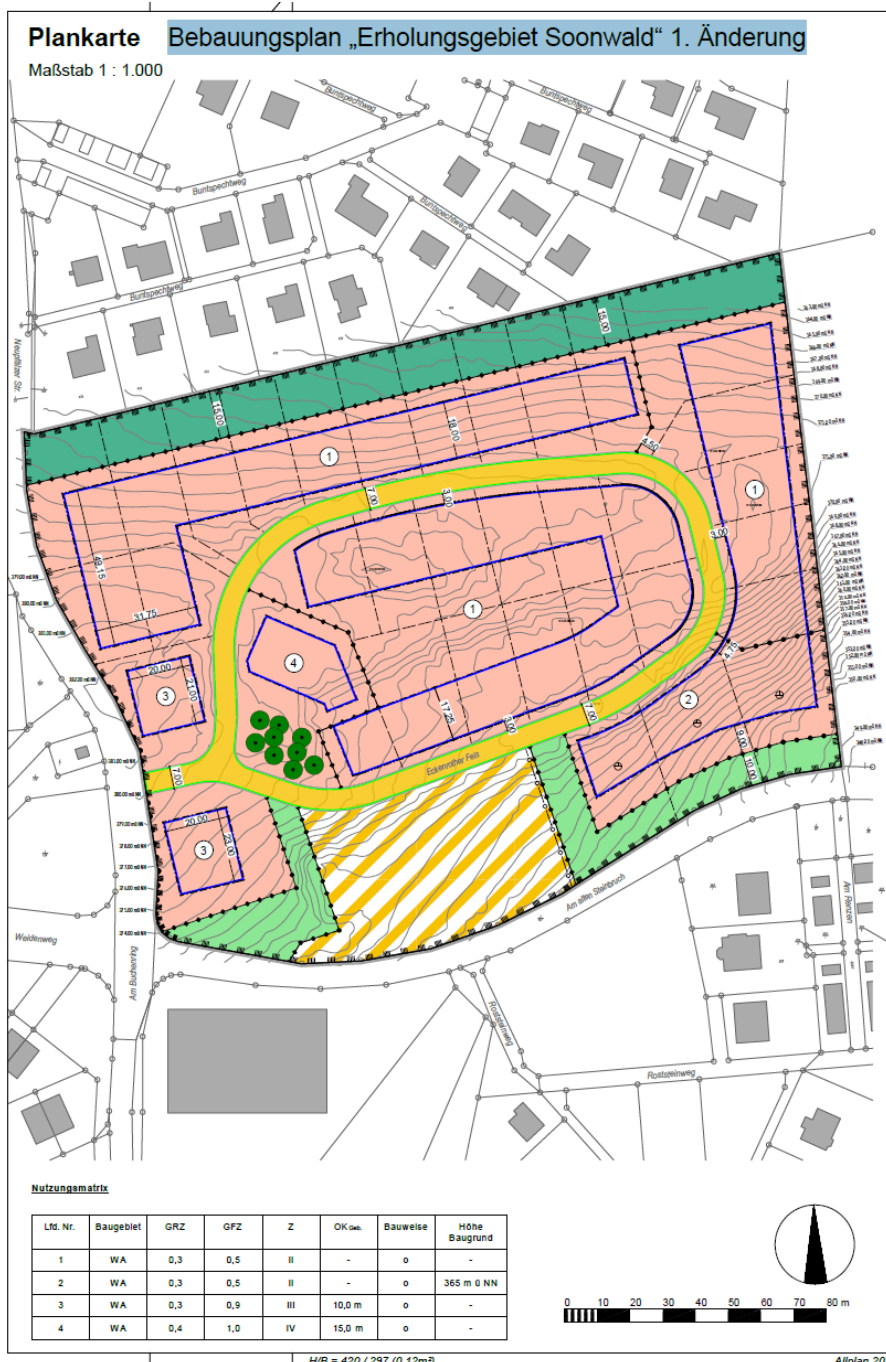
2. Begriffsbestimmungen und Definitionen

Begriffe	Definitionen
Angemessener Sicherheitsabstand	<p>Gemäß § 3 (5c) BImSchG ist der angemessene Sicherheitsabstand im Sinne jenes Gesetzes 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, dient.</p> <p>Der angemessene Sicherheitsabstand ist anhand störfallspezifischer Faktoren zu ermitteln.</p> <p>Die Wahrung angemessener Sicherheitsabstände stellt gemäß § 3 (5) StörfallV keine Betreiberpflicht dar.</p>
Betriebsbereich	<p>Gemäß § 3 (5a) BImSchG ist ein Betriebsbereich der gesamte unter der Aufsicht eines Betreibers stehende Bereich, in dem gefährliche Stoffe im Sinne des Artikels 3 Nummer 10 der Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates (ABl. L 197 vom 24.7.2012, S. 1) in einer oder mehreren Anlagen einschließlich gemeinsamer oder verbundener Infrastrukturen oder Tätigkeiten auch bei Lagerung im Sinne des Artikels 3 Nummer 16 der Richtlinie in den in Artikel 3 Nummer 2 oder Nummer 3 der Richtlinie bezeichneten Mengen tatsächlich vorhanden oder vorgesehen sind oder vorhanden sein werden, soweit vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass die genannten gefährlichen Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen anfallen; ausgenommen sind die in Artikel 2 Absatz 2 der Richtlinie 2012/18/EU angeführten Einrichtungen, Gefahren und Tätigkeiten, es sei denn, es handelt sich um eine in Artikel 2 Absatz 2 Unterabsatz 2 der Richtlinie 2012/18/EU genannte Einrichtung, Gefahr oder Tätigkeit.</p>

Begriffe	Definitionen
Dennoch-Störfälle	Vernünftigerweise ausschließbare Dennoch-Störfälle sind Ereignisse, die aufgrund einer Ausweitung einer Betriebsstörung, die trotz störfallverhindernder Maßnahmen, insbesondere infolge des Versagens dieser Maßnahmen bzw. aufgrund des Wirksamwerdens einer vernünftigerweise auszuschließenden Gefahrenquelle oder des zeitgleichen Wirksamwerdens mehrerer voneinander unabhängiger Gefahrenquellen, eine ernste Gefahr hervorrufen.
Schutzobjekte	Gemäß § 3 (5d) BImSchG sind benachbarte Schutzobjekte im Sinne jenes Gesetzes 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.
Störfallrelevante Errichtung und Betrieb	Gemäß § 3 (5b) BImSchG ist eine störfallrelevante Errichtung und ein Betrieb oder eine störfallrelevante Änderung einer Anlage oder eines Betriebsbereichs eine Errichtung und ein Betrieb einer Anlage, die Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs ist, oder eine Änderung einer Anlage oder eines Betriebsbereichs einschließlich der Änderung eines Lagers, eines Verfahrens oder der Art oder physikalischen Form oder der Mengen der gefährlichen Stoffe im Sinne des Artikels 3 Nummer 10 der Richtlinie 2012/18/EU, aus der sich erhebliche Auswirkungen auf die Gefahren schwerer Unfälle ergeben können. Eine störfallrelevante Änderung einer Anlage oder eines Betriebsbereichs liegt zudem vor, wenn eine Änderung dazu führen könnte, dass ein Betriebsbereich der unteren Klasse zu einem Betriebsbereich der oberen Klasse wird oder umgekehrt.

3. Aufgabenstellung, Geltungsbereich und Ziel

Das vorliegende Dokument wurde für die Schindeldorf GbR Grundstücksentwicklung in Wettberg erstellt (im Weiteren Schindeldorf GbR genannt). Am 23.01.2023 beauftragte deren Vertreter, Herr Reiner Deubel, den Unterzeichner mit der Erstellung einer Stellungnahme. Grund der Beauftragung ist Änderung des Bebauungsplans „Erholungsgebiet Soonwald“ 1 am Buchenring in 55442 Schindeldorf, in welchem durch die Schindeldorf GbR Wohnbebauung entwickelt werden soll. Der folgende Plan zeigt das gegenständliche Gebiet.

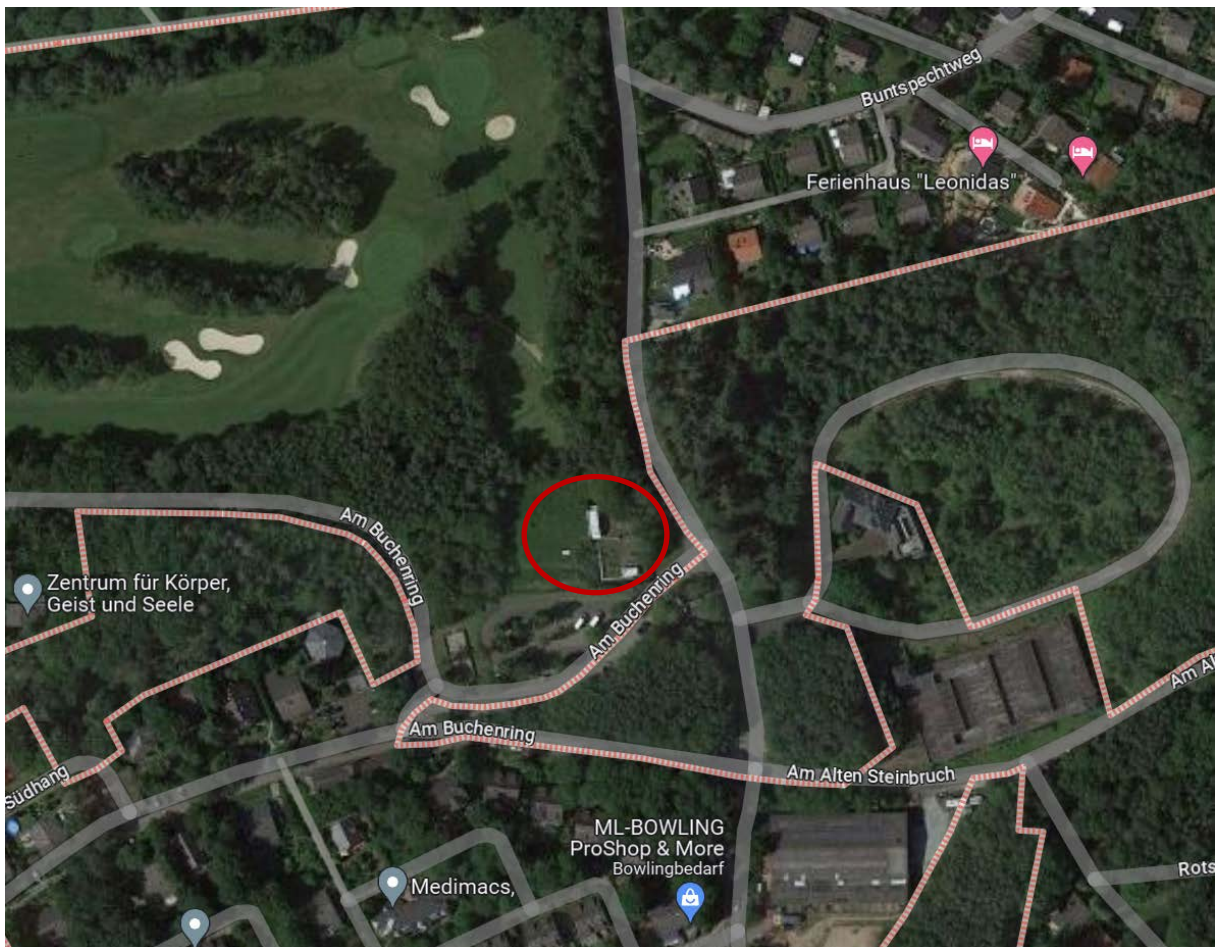


Das folgende Luftbild zeigt die Einbettung des gegenständlichen Gebiets am östlichen Rand des Ortes Schindeldorf.



Westlich, bzw. auf der anderen Straßenseite der Straße „Am Buchenring“, befindet sich ein Flüssiggaslager der Firma PRIMAGAS Energie GmbH, Luisenstraße 113 in 47799 Krefeld, welches den erweiterten Pflichten der StörfallIV unterliegt, also eine Lagerkapazität an Flüssiggas in einer Menge von > 200 t besitzt. Das Flüssiggas dient der Versorgung des Ortes Schindeldorf mit Heizgas.

Das folgende Luftbild zeigt die Lage des Flüssiggaslagers mit erdgedeckten Flüssiggasbehältern. Nähere Beschreibungen siehe Kapitel 5 „Kurzbeschreibung Standort“.



Quelle: Google Maps

Das Flüssiggas-Verbrauchslager befindet sich auf dem Flurstück Flur 7 Nr. 4/32 der Gemarkung Schindeldorf. Die Informationen nach § 8a und § 11 der Störfallverordnung (12. BImSchV) in ihrer derzeit aktuellen Fassung befinden sich in der Anlage zur Begründung des o.g. Bebauungsplanes.

Gemäß BImSchG und StörfallV sind für Flüssiggaslager, die der StörfallV unterliegen, sog. angemessene Abstände nach dem Leitfaden KAS-18 zu ermitteln, die im Zuge der Bauleitplanung, wie der Erstellung oder Änderung eines Bebauungsplanes, eine Rolle spielen. Weitere Informationen dazu siehe Kapitel 4 „Anforderungen an angemessene Abstände und deren Begründung“.

Da diese angemessenen Abstände offensichtlich bisher nicht näher festgestellt wurden, wurde die Schindeldorf GbR im Zuge der Änderung des Bebauungsplanes behördlicherseits aufgefordert, ausgehend vom Betriebsgelände der Firma PRIMAGAS, eine Stellungnahme nach dem Leitfaden KAS-18 der Kommission für Anlagensicherheit zu angemessenen

Abständen zwischen der vorhandenen Flüssiggasanlage und schutzwürdigen Objekten zu erarbeiten und damit zu empfehlen, wie hinreichende Abstände eingehalten werden können.

Die letztliche Abwägung und Festlegung dieser Abstände erfolgt durch die zuständigen Baubehörden. Das vorliegende Dokument stellt die v.g. Stellungnahme mit dem Ziel dar, die räumlichen Ausdehnungen dieser angemessenen Abstände analytisch als Hilfestellung und Empfehlung für die zuständige Baubehörde zu bestimmen.

Da die Bestimmung der Abstände von der konkreten Technik und Sicherheitstechnik des Flüssiggaslagers von PRIMAGAS abhängig ist, war hier das Einverständnis und die Kooperation von PRIMAGAS erforderlich. Auf Anfrage des Unterzeichners gewährte PRIMAGAS der Schindeldorf GbR und dem Unterzeichner bei einem Orstermin am 27.02.2023 großzügig und sehr kooperativ Zugang zu ihrem Flüssiggaslager, um die technischen Gegebenheiten, die für die Erstellung der vorliegenden Stellungnahme erforderlich waren, aufzunehmen. Weiterhin wurden in diesem Zusammenhang Pläne und Beschreibungen zu den Flüssiggasanlagen von PRIMASGAS elektronisch dem Unterzeichner übermittelt. Die technischen Gegebenheiten können Kapitel 5 „Kurzbeschreibung Standort“ entnommen werden, die maßgebend für die Berechnungen der vorliegenden Stellungnahme waren.

In der Stellungnahme wurde auch der LAI-Leitfaden für die Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes vollumfänglich berücksichtigt (siehe Kapitel „Referenzdokumente“).

Ein Gutachten sollte aus sich selbst heraus verständlich sein. Dies bedingt daher auch die Darstellung des Hintergrundes, warum ein Gutachten erstellt wurde und auf welcher Basis.

Deshalb enthält dieses Dokument, gerade für Leser, die sich möglicherweise erstmalig mit dem Thema befassen oder detailliertere Informationen wünschen, gegebene Regelwerksgrundlagen zur Thematik Störfallvorsorge und Abstände erläuternd dargestellt. Für den informierten, im Thema befindlichen Leser, sind diese Kapitel jeweils am Anfang gekennzeichnet, damit sie beim Lesen ggf. übersprungen werden können.

Das Gutachten gilt nur für den betrachteten lokalen Bereich um das Flüssiggaslager von PRIMASGAS in Schindeldorf und nur für Dennoch-Störfälle nach dem Leitfaden KAS-18, die rein hypothetischen Charakter haben.

4. Anforderungen an angemessene Abstände und deren Berechnung

Hinweis: Dieses Kapitel stellt Grundlagen der Thematik Störfallvorsorge und Abstände erklärend dar und ist für Leser gedacht, die sich möglicherweise erstmalig mit dem Thema befassen oder detailliertere Informationen wünschen. Für die eigentlichen Berechnungen der angemessenen Sicherheitsabstände siehe Kapitel 8. „Berechnung Immissionen hypothetischer Dennoch-Störfälle“.

4.1. Grundlagen zur Verhinderung von schweren Unfällen nach StörfallIV

Artikel 1 der Richtlinie des Rates 2012/18/EU (Seveso-III-Richtlinie), in Deutschland umgesetzt durch die StörfallIV, verpflichtet die Mitgliedstaaten zur Verhütung schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen und zur Begrenzung der Unfallfolgen für Mensch und Umwelt (hier in Bezug auf die betrachteten Gasanlagen), um auf abgestimmte und wirksame Weise in der ganzen Gemeinschaft ein hohes Schutzniveau zu gewährleisten.

Nach Artikel 5 ist es allgemeine Betreiberpflicht, „alle notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um schwere Unfälle mit gefährlichen Stoffen zu verhüten und deren Folgen für Mensch und Umwelt zu begrenzen“. Dies hat durch den Betreiber für **vernünftigerweise nicht ausschließbare Störfälle** durch Einsatz von entsprechend ausreichenden

1. **Technischen Sicherheitseinrichtungen,**
2. **Organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen und**
3. **Sicherheitsabständen**

zu erfolgen. Sie bilden in ihrer Gesamtheit den Stand der Sicherheitstechnik ab. Die v.g. Maßnahmen und Einrichtungen waren Grundlage für die immissionsschutzrechtliche Genehmigung der untersuchten Gasanlagen und werden daher in vorliegendem Dokument als gegeben vorausgesetzt. Auch der Nachweis von ausreichenden Sicherheitsabständen nach dem technischen Regelwerk ist für einen Betrieb zu führen (z.B. mit einer Ausbreitungsrechnung), so dass diese hinreichend gegeben erscheinen.

Annahme in dieser Stellungnahme ist weiterhin das regelwerkskonforme Vorhandensein der Dokumentation nach StörfallV des Betriebsbereichs. Dazu gehören insbesondere das Konzept zur Verhinderung von Störfällen (bei oberer Klasse auch ein Sicherheitsbericht, hier gegeben), die Gefährdungsbeurteilung, der betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrplan (BAGAP) und das Sicherheitsmanagementsystems (SMS) zum Konzept zur Verhinderung von Störfällen.

Die sicherheitstechnischen Festlegungen dieser Dokumente werden als funktionierende Grundlage für den Stand der Sicherheitstechnik vorausgesetzt.

4.2. Grundlagen zu Abständen

Gemäß § 3 (5c) BImSchG ist der angemessene Sicherheitsabstand 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, dient. Der angemessene Sicherheitsabstand ist anhand störfallspezifischer Faktoren zu ermitteln.

Die Wahrung angemessener Sicherheitsabstände stellt gemäß § 3 (5) StörfallV keine Betreiberpflicht dar.

Gemäß BImSchG hat die zuständige Behörde für die Errichtung und den Betrieb, wie auch ggf. für eine (wesentliche) Änderung eines Betriebs nach StörfallV festzustellen, wie groß der sog. angemessene Sicherheitsabstand zu Schutzobjekten ist und, ob durch eine störfallrelevante Errichtung und den Betrieb oder die störfallrelevante Änderung einer Anlage der angemessene Sicherheitsabstand zu benachbarten Schutzobjekten erstmalig unterschritten, räumlich noch weiter unterschritten oder eine erhebliche Gefahrenerhöhung ausgelöst wird. Analoges gilt für Änderungen im betriebsfremden Umfeld des Betriebsbereichs, das von den angemessenen Sicherheitsabständen tangiert wird.

Soweit es zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands erforderlich ist, kann die zuständige Behörde ein Gutachten zu den Auswirkungen verlangen, die bei schweren Unfällen durch die Anlage hervorgerufen werden könnten. Die vorliegende Stellungnahme stellt ein solches Gutachten dar.

Einer separaten Betrachtung bedarf es nicht, soweit dem Gebot, den angemessenen Sicherheitsabstand zu wahren, bereits auf Ebene einer raumbedeutsamen Planung oder Maßnahme durch verbindliche Vorgaben Rechnung getragen worden ist.

Denn, entsprechend § 50 BImSchG, sind bauleitplanerische Entwicklungen und Ansiedlungen in der Nachbarschaft von Anlagen nach StörfallV ebenfalls einer störfallrechtlichen Betrachtung zu unterwerfen und Störfallrisiken in Form von angemessenen Abständen abzuschätzen und zu bewerten.

Gemäß § 50 BImSchG sind bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen 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. Detailliert sind im Leitfaden KAS-18 folgende Gebiete genannt:

- a. Baugebiete i. S. d. BauNVO, mit dauerhaftem Aufenthalt von Menschen, wie Reine Wohngebiet (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 z. B. Campingplätze, Gebiete für großflächigen Einzelhandel, Messen, Schulen/Hochschulen, Kliniken.
- b. Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen, wie
 - Anlagen für soziale, kirchliche, kulturelle, sportliche und gesundheitliche Zwecke, wie z. B. Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser,
 - öffentlich genutzte Gebäude und Anlagen mit Publikumsverkehr, z. B. Einkaufszentren, Hotels, Parkanlagen. Hierzu gehören auch Verwaltungsgebäude, wenn diese nicht nur gelegentlich Besucher (z. B. 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.

- c. Wichtige Verkehrswege z. B. Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen. Was wichtige Verkehrswege sind, hängt letztendlich von deren Frequentierung ab. Orientierungswerte zur Einstufung von Verkehrswegen finden sich in Ref. Nr. B 18 der Fragen und Antworten zur Richtlinie 96/82/EG (Seveso-II-Richtlinie). Sie dienen als Orientierungshilfe zur Auslegung der Richtlinie zur Beherrschung der Gefahren bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen. Sie sind jedoch nicht verpflichtend und schließen eine andere vernünftige Auslegung nicht aus.

Hintergrund der vorliegenden Abstandsuntersuchung ist also der immissions- und störfallrechtliche Schutzgedanke aus den Regelwerken BImSchG und StörfallIV. Die vorliegende Stellungnahme betrachtet Wechselwirkungen von sicherheitsrelevanten Anlagenteilen (SRA) eines Betriebsbereichs mit dem Umfeld des Betriebsbereichs und berechnet daraus hinreichende **Abstände auf Basis von angenommenen, rein hypothetischen Dennoch-Störfällen**.

Die Begutachtung wurde anhand der für die Beurteilung von Störfallrisiken anerkannten Vorschriften und Regelwerken durchgeführt. Hier gelten zunächst die EU-Leitlinien für die Flächennutzungsplanung im Rahmen von Artikel 13 der Seveso-III-Richtlinie 2012/18/EU, die weiterhin in Deutschland durch den Leitfaden KAS-18 der deutschen Kommission für Anlagensicherheit konkretisiert werden. Der Leitfaden KAS-18 wird in diesem Dokument als wesentliche Grundlage verwendet und zitiert.

4.3. Abstände bei Planungen mit Detailkenntnissen

Ist die Errichtung oder der Betrieb eines Betriebsbereichs, wie im vorliegenden Fall, bereits gegeben oder die Veränderung von Bebauung von Gebieten in der Nachbarschaft bestehender Betriebsbereiche vorgesehen, sind gemäß KAS-18 angemessene Abstände als sog. Einzelfallbetrachtung mit Detailkenntnissen zu ermitteln.

Das vom Betriebsbereich ausgehende Gefahrenpotenzial ist im vorliegenden Fall genauer bekannt bzw. beurteilbar. Will man Abstände mit Detailkenntnissen konkretisieren, so ist,

ausgehend von der konkreten Lage und Beschaffenheit des Betriebsbereiches in einer Einzelfallprüfung zu erläutern, inwieweit z.B. eine herannahende, schutzwürdige Bebauung als erträglich zugelassen werden könnte. Dabei sollten aus städtebaulicher Sicht (Trennungsgrundsatz nach § 50 BImSchG) und aus Gründen des „Bestandsschutzes“ für den Betreiber einer Anlage nach StörfallV und sein Interesse auf betriebliche Entwicklung, bestimmte Mindestabstände nicht unterschritten werden.

Im Übrigen: Die sich durch Abstandsempfehlungen (angemessene Sicherheitsabstände) ergebenden „Zwischenzonen“ sind nicht als von der Bebauung komplett freizuhalten Fläche zu verstehen. Innerhalb dieser Abstände können weniger schutzwürdige Nutzungen als die in § 50 Satz 1 BImSchG genannten durchaus vorgesehen werden.

Abstandsempfehlungen sind als Richtwerte zu verstehen. Sie basieren auf typisierten Annahmen, die nachfolgend näher beschrieben werden. Ausschlaggebend für die Ermittlung der Abstandsempfehlung sind neben der Toxizität, Wärmestrahlungsbelastung und Druckbelastung, ausgedrückt über die entsprechenden Störfallbeurteilungswerte, stoffspezifische Eigenschaften wie der Dampfdruck und die typischen Prozessbedingungen, unter denen die Gefahrstoffe gehandhabt werden, wie Konzentration, Druck und Temperatur.

Dies ergibt letztlich unterschiedliche hypothetische Freisetzungsraten für die betrachteten repräsentativen Szenarien, die zu definieren bzw. zu wählen sind. Aus diesem Grund ergibt sich keine einfache Relation zwischen Stoffausbreitung, Toxizität, Wärmestrahlungsbelastung und Druckbelastung zur Abstandsempfehlung, sondern sie werden jeweils detailliert betrachtet.

Für die Vorgehensweise werden im Leitfaden KAS-18 folgende allgemeine Vorgaben für die einer Einzelfallbetrachtung zugrunde zu legenden Ereignisse ausgesprochen:

- Der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss sehr großer Rohrleitungen sind beim Land-Use-Planning nicht zu berücksichtigen, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich sind.
- Bei Lagerung in Transportgebinden und Lagerung in Druckgefäßen ist mit der Freisetzung des Inhalts eines Transportgebindes oder eines Druckgefäßes (z. B. einer Gasflasche, eines Fasses) zu rechnen. Dabei ist bei Druckgefäßen der Abriss des

Ventils (Leckgröße 80 mm²) und bei Transportgebinden mit Flüssigkeit (Leckgröße 490 mm²) die völlige Entleerung mit anschließender Lachenverdunstung zu unterstellen.

- Bei Prozessanlagen und bei Lageranlagen ist davon auszugehen, dass Leckagen aus vorhandenen Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. auftreten können. In der Regel wird als Ausgangspunkt der Überlegung von einer Leckfläche von 490 mm² (entspricht einem Äquivalentdurchmesser von 25 mm) ausgegangen. In einer Einzelfallbetrachtung kann jedoch, falls erforderlich, unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Technik, die zugrunde zu legende Leckfläche individuell bestimmt werden.
- Als minimale Grundannahme wird empfohlen, dass eine Leckfläche von 80 mm², entsprechend einem Äquivalentdurchmesser von 10 mm, nicht unterschritten wird.
- Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind zu berücksichtigen, soweit sie durch die zugrunde liegenden Ereignisse nicht gestört sind.
- Die Szenarien sind je nach störfallrelevanter Eigenschaft der Stoffe für Stofffreisetzungen, Brand und Explosion getrennt zu betrachten.
- Für die Auswirkungsbetrachtungen gilt, dass der Massenstrom entsprechend den Betriebsbedingungen und unter Voraussetzung eines scharfkantigen Lecks (Ausflussziffer: 0,62) zu berechnen ist. Die Umgebungstemperatur ist mit 20 °C anzusetzen. Es ist eine mittlere Wetterlage mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion zu betrachten. Es ist für den Betriebsbereich die häufigste Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung zu ermitteln (z.B. DWD) und für die Berechnungen zu verwenden.
- Als Beurteilungswerte sind folgende Werte heranzuziehen: ERPG-2-Wert für Toxizität, 1,6 kW/m² für Wärmestrahlung und 0,1 bar für Druckauswirkungen.
- Der Ausbreitungsradius bis zum Beurteilungswert des abdeckenden Ereignisses entspricht dem angemessenen Abstand des Einzelfalles.

- Existieren für die Anlage aus anderen Rechtsvorschriften vorgeschriebene Mindestabstände (z.B. SprengG, technische Regelwerke), so sind diese zu berücksichtigen, wenn sie größer als die empfohlenen angemessenen Abstände sind (siehe dazu Ausführungen weiter oben in diesem Kapitel).

4.4. Grundlagen Gasausbreitungen, Gaswolkenexplosionen und Brände

Bei der Ermittlung von angemessenen Abstandsempfehlungen für Gaseläger wird in Deutschland eine deterministische Vorgehensweise gewählt, die im Einklang mit dem praktizierten Störfallrecht steht. Generische Abstände (allgemein gültige Abstände), wie sie z.B. bei Sprengstoffen angewendet werden, gelten für Gaseläger derzeit nicht.

Auf diese Weise wird ein Rahmen geschaffen, dessen Voraussetzungen und Annahmen nachprüfbar sind. Dabei spielen für entzündbare Gase folgende Szenarien eine Rolle:

- Gasausbreitungen mit sofortiger oder späterer Zündung (Gaswolkenexplosionen und Brände mit Druck und Wärmeauswirkungen).
- Freisetzung toxischer Stoffe (bei Brenngasen i.d.R. nicht relevant, da nicht toxisch).

Brände werden unter dem Aspekt der Wärmestrahlungsbelastung betrachtet. Die Erfahrung zeigt, dass bei Brenngasen toxische Effekte durch die Brandgase für die Abstandsbemessung i.d.R. vernachlässigbar sind.

Gaswolkenexplosionen mit Zündung sind unter dem Aspekt der Druckwellen und der durch sie bedingten Auswirkungen zu betrachten.

Trümmerwurf wird aufgrund des bekannten Unfallgeschehens in Deutschland im Rahmen der Abstandsbemessung gemäß KAS-18 nicht berücksichtigt.

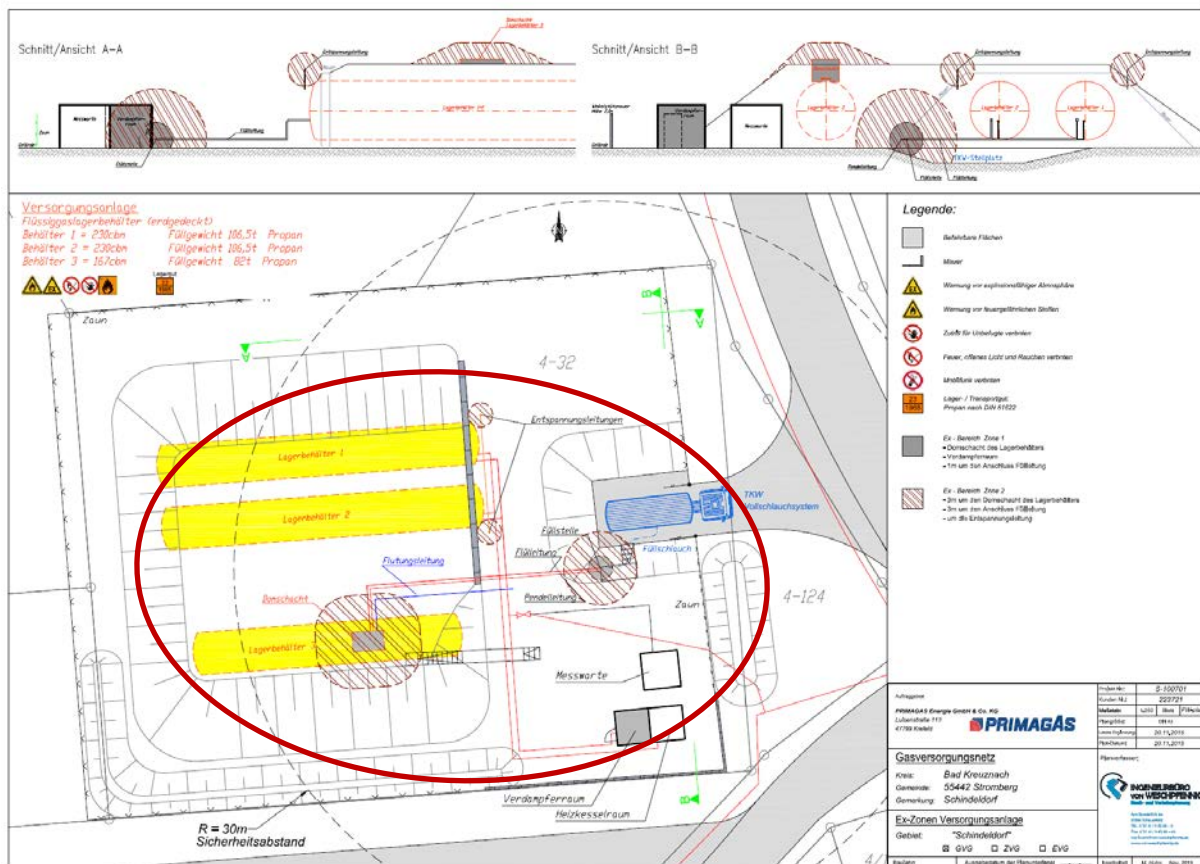
5. Kurzbeschreibung Standort

Das folgende Foto zeigt die Zufahrt zum Betriebsbereich von PRIMAGAS mit den drei Flüssiggas-Lagerbehälteranlagen im Hintergrund. Es handelt sich um den Blick in Richtung Westen.



Das folgende Foto zeigt den rückseitigen Betriebsbereich mit den erdgedeckten Lagerbehältern und einem Schutzwall rechts. Es handelt sich um den Blick in Richtung Osten.





Der vorstehende Lageplan stellt den gesamten Betriebsbereich nach StörfallIV des Flüssiggaslagers von PRIMAGAS dar, in dem sich sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA, rot umrandet) befinden.

Es handelt sich dabei im Wesentlichen um die drei unterirdischen Lagerbehälteranlagen mit insgesamt 295 t (2 x 106,5 t + 1 x 82 t) Flüssiggas, eine Verdampfer- und Druckregelanlage sowie eine Füllanlage für die Anlieferung von Flüssiggas mit Straßentankwagen (TKW).

Weiterhin befindet sich eine Heizungsanlage für die Erzeugung von Warmwasser für die Flüssiggas-Verdampfer sowie ein Messstand auf dem Gelände. Die Einrichtungen können dem folgenden Plan und den Bildern in den folgenden Kapiteln entnommen werden.

Die größten Rohrleitungsdimensionen der Anlagen unter Flüssigphase betragen DN 80 an den Flüssiggasbehältern und der TKW-Station. Es handelt sich dabei um die Entnahmeleitungen an den beiden Behältern 230 m³ sowie die Füllleitungen von der TKW-Station zu allen drei Behältern.

In der Verdampferstation beträgt die max. Rohrleitungsdimension unter Flüssigphase lediglich DN 50. Anhand des vorstehenden R+I-Fließbildes sind die Dimensionen und Prozesse nachvollziehbar. Die sicherheitsrelevanten Anlagenteile (SRA) können den folgenden Kapiteln bildlich detaillierter entnommen werden.

5.1. Lagerbehälteranlagen 2 x 230 m³ (2 x 106,5 t)

Bei den beiden Lagerbehälteranlagen mit 230 m³ geometrischem Inhalt handelt es sich um erdgedeckte Lagerbehälter mit einer brandschutzbeschichteten freien Behälterstirnseite, an der sich die Behälteranschlüsse befinden. Die Behälterstirnseiten sind mit einem Wetterschutzdach aus Trapezblech versehen.



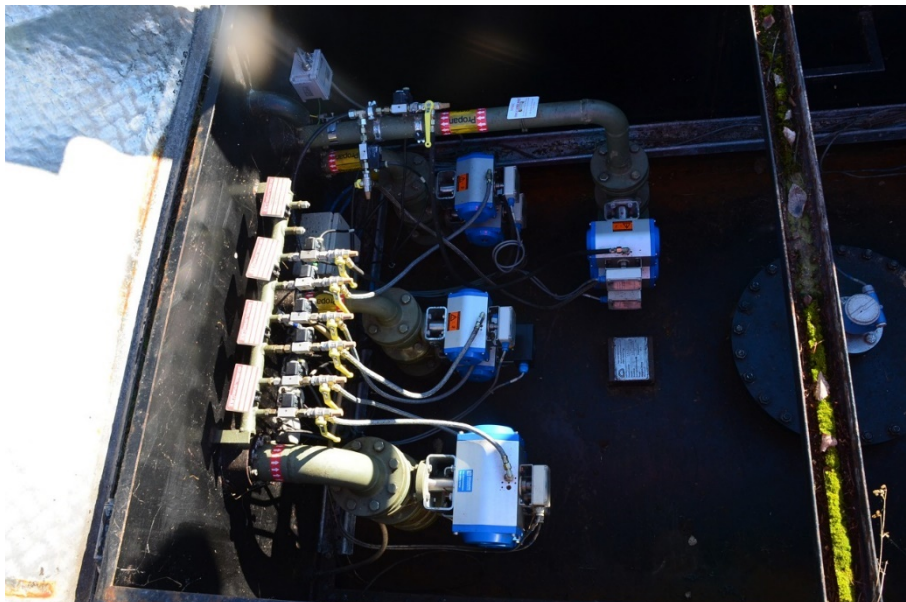
Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase



5.2. Lagerbehälteranlage 167 m³ (82,5 t)

Bei der Lagerbehälteranlage mit 167 m³ geometrischem Inhalt handelt es sich um einen vollständig erdgedeckten Lagerbehälter mit einem Domschacht, in dem sich die Behälterausrüstung befindet.



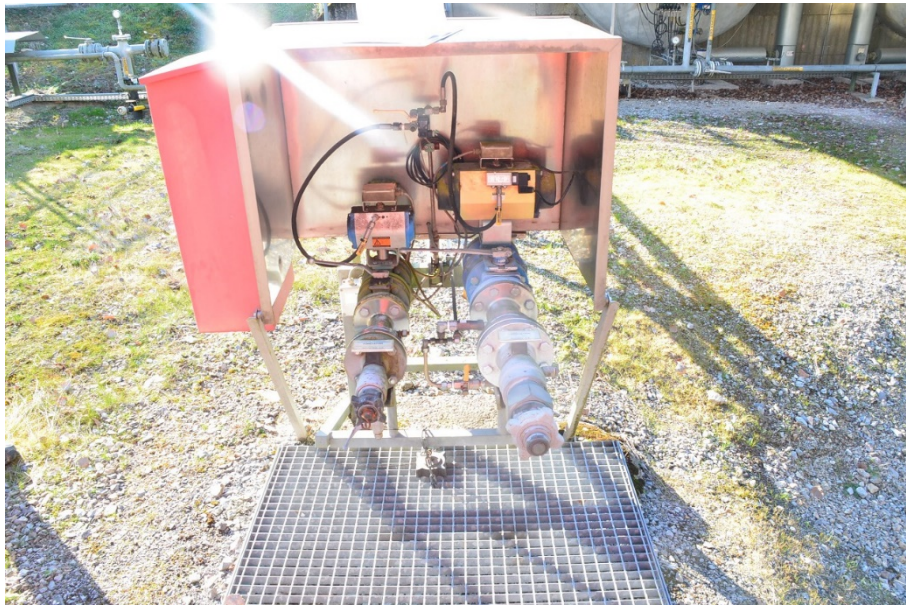
Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase



5.3. TKW-Station

Die TKW-Station befindet sich vorgelagert, vor den Stirnseiten der Lagerbehälter, im Einfahrtsbereich des Betriebsgeländes. Es kommen lt. Betreiber nur sog. Klein-TKW (keine Sattelzüge) bis ca. 11 t Füllgewicht zum Einsatz. Die Befüllung findet lt. Betreiber nur im Vollschauchsystem statt.



Im Bodenbereich vor der TKW-Station befindet sich eine Radmulde, als Schutz vor unbeabsichtigtem Fortrollen von TKW während der Befüllung.



5.4. Verdampfer- und Druckregelanlage

Die Verdampfer- und Druckregelstation ist in einem Fertiggebäude, im Foto rechts, untergebracht. Beim linken Fertiggebäude handelt es sich um den Messstand.



6.0 Flüssiggas-Verdampferanlage

Pos.	St.	Benennung
6.01	1	<p>Flüssiggas-Verdampfer indirekt warmwasserbeheizt Leistung 1.500 kg/h Flüssiggas Ausführung nach DIN 30696, TRB 801/25 Berechnung, Herstellung und Prüfung gem. den AD-Merkblättern und der Druckbehälter-Verordnung.</p> <p>Berechnungsdruck: gasseitig 25 bar wassersseitig 10 bar Berechnungstemperatur: 100 °C</p> <p>Stehender Rohrbündelwärmetauscher Propan in den Rohren Wasser im Mantelraum</p> <p><u>Anschlüsse:</u></p> <p>Eingang Flüssigphase: DN 50 / PN 40 Ausgang Gasphase: DN 50 / PN 40 Sicherheitsventil: DN 25 / PN 40 Überflutungsschutz: DN 32 / PN 40 WW - Vor- und Rücklauf: DN 65 / PN 16</p>

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase



5.5. Angrenzender Grundstücksteil Schindeldorf GbR

Das vom Flüssiggaslager in östlicher Richtung genau gegenüber auf der anderen Straßenseite liegende Gebiet, für welches der Bebauungsplan geändert werden soll, ist derzeit großteils bewaldet und besitzt eine „Ringstraße“. Auf dem Gelände befindet sich ein größeres Gebäude (vormals geplantes Hotel) und in südliche Richtung ein Parkhaus / Parkdeck.



Die folgenden Fotos zeigen den bewaldeten Bereich vom Flüssiggaslager aus gesehen, wobei das Gelände jenseits der Straße in Richtung Osten abschüssig ist.





Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Das folgende Foto zeigt den Blick von der im Bebauungsplan als „Ringstraße“ dargestellten Weg (siehe nächstes Foto) in Richtung Flüssiggaslager, welches in der Mitte des Fotos noch leicht erkennbar ist.



Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Das folgende Foto zeigt den Straßenbereich vor der Einfahrt zum Flüssiggaslager (links). Die Straße fällt an dieser Stelle in Richtung Norden steiler ab.



6. Betriebsspezifische Schadensorte und Dennoch-Störfallszenarien zur Abstandsermittlung

Bei der vorliegenden Erarbeitung der Abstandsempfehlungen für die Flüssiggasanlage wurde davon ausgegangen, dass Betriebsbereiche schon wegen der sich aus der StörfallIV ergebenden Betreiberpflichten ein hohes Sicherheitsniveau gewährleisten müssen. So ist bereits im Zulassungsverfahren nachzuweisen, dass die jeweiligen Anlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik errichtet und betrieben werden. Weiterhin stellen die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen hohe Anforderungen an den Betrieb von Flüssiggasanlagen, z. B. durch vorgeschriebene wiederkehrende Prüfungen durch Sachverständige von zugelassenen Überwachungsstellen, ein Sicherheitsmanagementsystem usw.

Deshalb wird vernünftigerweise hinsichtlich der Freisetzung von gefährlichen Stoffen i.d.R. davon ausgegangen, dass wegen der nach dem Stand der Sicherheitstechnik gefertigten und nach gesetzlich vorgeschriebenen Prüfpflichten überwachten, sicherheitsrelevanten Anlagenteilen (SRA) ein Spontanversagen von Behältern/Armaturen oder der vollständige Abriss von großen Rohrleitungen im Rahmen der angemessenen Abstandsempfehlungen ausgeschlossen werden können, da sie für die Frage des Land-Use-Planning hinreichend unwahrscheinlich sind.

Gemäß KAS-18 bzw. Kapitel 4.3 „Abstände bei Planungen mit Detailkenntnissen“ soll bei Lager- und Umschlaganlagen davon ausgegangen werden, dass Leckagen aus vorhandenen Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. auftreten können, die als Ausgangspunkt der Überlegung eine Leckfläche von 490 mm² haben könnten.

- Austrittsfläche 490 mm² (entspricht Querschnitt einer DN 25 Anschlussleitung)

Abweichungen hiervon können im Einzelfall aufgrund von spezifischer Anlagenauslegungen, Anlagenart und/oder Betriebserfahrung vorgenommen werden bzw. nötig sein.

Um den unterschiedlichen Größen von Flüssiggaslägern, deren Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. Rechnung zu tragen, die nach Ansicht des Unterzeichners nicht alle pauschal, völlig unabhängig von der Größe mit DN 25 betrachtet werden sollten, sollen in einer Einzelfallbetrachtung, unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Technik, die zugrunde zu legende Leckflächen bestimmt werden.

Aufgrund langjähriger Betriebserfahrungen und z.B. aus der Analyse des deutschen Störfallgeschehens (vergleiche ZEMA-Berichte der Zentralen Störfallmelde- und Auswertestelle im Umweltbundesamt (<http://www.umweltbundesamt.de/zema>) in den letzten Jahren, können für Freisetzungen an Flüssiggas-Verbrauchslägern (> 200 t) Quellterme wie nachfolgend als realitätsnah angenommen bzw. abgeleitet werden. Dabei handelt es sich um eine Konvention.

Für die einzelnen Anlagenteile können jeweils **Quellterm-Nennweiten verwendet werden, die 25% der maximal in der Anlage auftretenden Nennweiten betragen**, soweit es sich um fest verrohrte Verbindungen handelt. An Anlagenteilen, **an denen Schlauchleitungen verwendet werden, wurde mit 50% der maximal auftretenden Nennweiten gerechnet**.

Für die Flüssiggas-TKW soll die Grundannahme des Leitfadens KAS-18 eines Lecks der Größe DN 25 herangezogen werden.

Diese Festlegung (Konvention) erscheint im Sinne der Einzelfallbetrachtung des Leitfadens KAS-18 und daher mit diesem konform, weil aufgrund der spezifischer Anlagenauslegung und der Betriebserfahrung mit vergleichbaren Anlagen gerechtfertigt.

Die Konvention erscheint damit auch dahin gehend den Maßgaben des Leitfadens KAS-18 zu entsprechen, dass nicht der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der Abriss der größten Rohrleitungen beim Land-Use-Planning zu berücksichtigen sind, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich erscheinen.

Für die vorliegende Betrachtung ergeben sich damit die folgenden **Mengen und Quelltermgrößen unter Flüssigphase**. Die Gasphase führenden Leitungen sind damit abgedeckt, da ihr transportiertes Volumen etwa um den Faktor 260mal kleiner ist als das der Flüssigphase führenden Leitungen.

Hypothetischer Schadensort	Max. Nennweite	50% max. QT-Nennweite (bei Schlauchverbindungen) Austrittsfläche	25% max. QT-Nennweite Austrittsfläche	Ausbreitungssituation (gem. KAS-18)	Verdämmung
Behälteranschlüsse	DN 80	-	DN 20 314 mm ²	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19	teilverdämmt, Hindernisdichte mittel (7,7) Reaktivität niedrig
TKW-Station (Schläuche)	DN 50	DN 25 490 mm ²	-	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19	unverdämmt, Hindernisdichte mittel (2,7) Reaktivität niedrig
TKW	Grundannahme gem. KAS-18 DN 25 490 mm ²	-	-	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19	unverdämmt, Hindernisdichte mittel (2,7) Reaktivität niedrig

Aufgrund der sich für die TKW und die Schläuche der TKW ergebende identische, hypothetische Nennweite, können die weiteren Berechnungen dafür zusammengefasst werden, da auch die Verdämmungen und Obstruktionen im Umfeld identisch sind. Auch die anlagenseitige Betrachtung einer DN 80-Dimension an der TKW-Station ist damit abgedeckt, da diese nur einen hypothetischen Leckdurchmesser von DN 20 ergäbe, was durch eine DN 25-Betrachtung bereits abgedeckt ist.

Bedingt durch die räumliche Nähe der Verdampferstation zu den anderen Stationen, mit größeren Nennweiten, kann eine Betrachtung dieser vernachlässigt werden, da sie durch die Betrachtungen der anderen Stationen vom Radius sicher abgedeckt ist. Dies gilt auch unter der Berücksichtigung der räumlichen und topografischen Gegebenheiten sowie von Verdämmungen.

Die Ausbreitungssituationen ergeben sich ansonsten durch die betriebsspezifischen, baulichen und topografischen Gegebenheiten, die wie in der Tabelle genannt anlagenscharf eingestuft bzw. abgeschätzt wurden. Einer hypothetischen Emission bzw. Gasausbreitung in den v.g. Bereichen stehen im Umfeld gewisse Hindernisse im Wege, die modelliert eine lockere Bebauung darstellen sollen (siehe dazu auch Fotos in den vorhergehenden Kapiteln).

Von den Rohrleitungen bestünde in der Modellierung die Möglichkeit, dass sich Schwergas luftgetragen ausbreiten könnte. Beim Ausströmen in Bodennähe sind die Topografie, Wände, Bebauungen usw. als Schutzzäune im Sinne der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 bei der Berechnung zu betrachten (z.B. Hünengrab). Auch abschüssiges Gelände kann dabei eine Rolle spielen.

Wie bei den Ausbreitungsbedingungen von Gas, ergeben sich auch in Bezug auf das Druckverhalten bei Zündung (z.B. bei Verdämmungen) unterschiedliche Verhältnisse, die durch die betriebsspezifischen baulichen und topografischen Gegebenheiten (wie z.B. Gebäude, Fahrzeuge, Mauern, Erdwall usw.) verursacht sein können.

Geht man bei den Rohrleitungen davon aus, dass ein hypothetisches Austreten von entzündbarem Gas im bodennahen Bereich erfolgt, so stellen die Hünengräber, der Schutzwall, die Gebäude und die Einhausungen sowie ggf. ein TKW selbst Obstruktionen dar, die modelliert eine un- oder teilverdämmte Situation mit umliegender mittlerer Hindernisdichte ergeben können.

Im Bereich der TKW-Station, bzw. des TKW, soll von einer hypothetisch unverdämmten Situation mit mittlerer Hindernisdichte ausgegangen werden, weil sich dort keine signifikanten höheren Obstruktionen im direkten Umfeld befinden.

7. Kritische Immissions-Toleranzwerte

Hinweis: Dieses Kapitel stellt Grundlagen der Thematik Immissions-Toleranzwerte erklärend dar und ist für Leser gedacht, die sich möglicherweise erstmalig mit dem Thema befassen oder detailliertere Informationen wünschen. Für die eigentlichen Berechnungen und Betrachtungen der angemessenen Abstände siehe Kapitel 8. „Berechnung Immissionen hypothetischer Dennoch-Störfälle“.

Um die später berechneten, hypothetischen Auswirkungen abschätzen und einordnen zu können, ist es erforderlich, kritische Immissions-Toleranzwerte in ihrem Kontext und mit ihren Parametern zu kennen. Diese sind im Folgenden allgemein dargestellt.

Richtschnur für die Festlegung von kritischen Immissions-Toleranzwerten sind die Definitionen der StörfallV wie eine Emission, ein Brand oder eine Explosion, die sich aus einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs in einem Betriebsbereich oder einer Anlage ergeben könnten und die unmittelbar oder später innerhalb oder außerhalb des Betriebsbereichs oder der Anlage zu einer ernsten Gefahr oder zu Sachschäden führen können und bei denen ein oder mehrere gefährliche Stoffe beteiligt sein können.

Eine erste Gefahr liegt vor wenn,

- das Leben von Menschen bedroht wird oder schwerwiegende Gesundheitsbeeinträchtigungen von Menschen zu befürchten sind,
- die Gesundheit einer großen Zahl von Menschen beeinträchtigt werden kann oder
- die Umwelt, insbesondere Tiere und Pflanzen, der Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- oder sonstige Sachgüter geschädigt werden können, falls durch eine Veränderung ihres Bestandes oder ihrer Nutzbarkeit das Gemeinwohl beeinträchtigt würde.

Aus der Analyse der Begriffsdefinitionen der StörfallV kann geschlossen werden, dass die Beeinträchtigung einer großen Anzahl von Menschen i. S. des § 2 Nr. 4 b StörfallV für die Auswahl der relevanten humankritischen Toleranzwerte für die Belastung durch

Wärmestrahlung, Explosionsdruckwirkungen und/oder Toxizität maßgeblich ist. Aber es könnten auch kritische Toleranzwerte auf Objekte zu betrachten sein (z.B. andere Anlagen des Betriebsbereichs), die möglicherweise in Folge zu weiteren v.g. humankritischen Werten sich entwickeln könnten, wenn Folgeereignisse zu befürchten wären.

7.1. Toleranzwerte für Brände

Für die Bewertung der zulässigen Wärmebelastungen auf Objekte und Menschen (Leben von Menschen bedroht bzw. schwerwiegende gesundheitliche Beeinträchtigungen mit irreversiblen Schäden) ist es erforderlich, die kritischen, humankritischen und letalen Größen zu kennen.

Diese sind bei der thermischen Bestrahlung u.a. **abhängig von der Expositions- bzw. Belastungszeit**. Für die Auswirkungen auf den Menschen sind daher aufgrund des zeitlichen Faktors, der für kurze Brennzeiten bei der Zündung von Gaswolken maßgebend ist, **die reinen Bestrahlungsstärken nicht alleine aussagekräftig**.

Für die Wärmestrahlung ist bei **beliebiger Bestrahlungsdauer** bereits bei einem Grenzwert von **1,6 kW/m²** die Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für Menschen erreicht (zum Vergleich: **Solarkonstante ca. 1,4 kW/m²**). Die hinsichtlich der Zulässigkeit kritischen Bestrahlungsstärken **beliebiger Dauer** auf Menschen und Objekte, sind in der folgenden Tabelle beispielhaft angegeben.

Zu schützendes Objekt	Kritische Bestrahlungsstärke bei beliebiger Dauer (kW/m ²)
Grenze für nachteilige Wirkungen	1,6
Empfindliche Gebäude: Krankenhäuser, Altenheime, Schulen, Wohnhäuser	2,0
Öffentliche Straßen	4,5
Grenze für wahrscheinliche Feuerübertragung	8,0
Ungekühlte Lagertanks	10,0
Fabrikgebäude: Leitwarten, Standortstätten	12,6

Zu schützendes Objekt	Kritische Bestrahlungsstärke bei beliebiger Dauer (kW/m ²)
Gekühlte Lagertanks	37,8

Da es sich bei der hier vorliegenden Art von Gasbränden nur um zeitlich sehr begrenzte **Ereignisse mit kurzer Branddauer** handelt und eben **nicht** um eine beliebige Bestrahlungsdauer, sollen gemäß KAS-18, Anhang 4, Kapitel 4 „Belastungen durch Wärmestrahlung“, entsprechende Überlegungen und Übertragungen wie folgt gemacht werden.

Eine Bestrahlungsstärke von 10,5 kW/m² bei einer Exposition über 40 s, markiert die Schwelle der **“lebensbedrohenden gesundheitlichen Auswirkungen”**, die für einen einzelnen Menschen maßgeblich ist. **Brandzeiten von Gaswolken sind jedoch in der Regel deutlich kürzer (im Sekundenbereich).**

In der Literatur^{1,2} werden daher Dosiswerte angegeben, die zu bestimmten Auswirkungen führen. Die Dosen, die statistisch zu 1% bzw. 50% Todesfällen führen sind wie folgt:

$$1\% \text{ tödliche Dosis } q = 1050 \text{ s } (W/m^2)^{4/3} 10^{-4}$$

$$50\% \text{ tödliche Dosis } q = 2300 \text{ s } (W/m^2)^{4/3} 10^{-4}$$

1. UBA F&E 29748 428 Ermittlung und Berechnung von Störfallablaufszenerarien nach Maßgabe der 3. Störfallverwaltungsvorschrift W. Kaiser, P. Rogazewski, M. Schindler, TÜV Anlagentechnik GmbH, Band 1 Anhang 3 Methodische Hinweise zur Abschätzung von Auswirkungen UBA Texte 15/00.

2. BAM: Mustersicherheitsanalyse nach Störfall-Verordnung für eine Sprengstofffabrik. Forschungsbericht 104 09 211, UBA-FB 92-026, 1992

Die folgende Formel beschreibt den Zusammenhang zwischen Wärmestrahlung, Expositionszeit und Dosis.

$$\text{Wärmestrahlung} = \sqrt[4]{\left(\frac{\text{Dosis } q}{\text{Expositionszeit}}\right)^3}$$

Als kritische Bezugs- bzw. Bewertungsgröße für die Betrachtung „**Leben von Menschen bedroht**“ bzw. schwerwiegende gesundheitliche Beeinträchtigungen mit irreversiblen Schäden, kann der Radius 1% Todesfälle angesehen werden, da er, statistisch gesehen, gerade beginnend die letale humankritische Größe definiert.

Als kritische Bezugs- bzw. Bewertungsgröße „**Gesundheitsbeeinträchtigungen**“ kann z.B. der **maximale Radius der Blasenbildung** als humankritische Größe herangezogen werden.

Für Werte über ca. 50 kW/m² muss für Menschen berücksichtigt werden, dass der Expositionszeitfaktor dann keine Rolle mehr spielt, da es dann in jedem Fall zu Verbrennungen 3. Grades kommt.

Für längere Expositionsdauern bzw. andere Belastungsgrenzen sind die aus einschlägiger Literatur entnommen Werte in der nachfolgenden Tabelle exemplarisch gezeigt. Die Werte zeigen kritische, flächenbezogene Bestrahlungsstärken auf Menschen.

Einwirkungen auf die menschliche Haut je Zeiteinheit	Werte
Max. Stärke bei unbestimmter Bestrahlungsdauer	1,3 kW/m ²
Schmerz nach 10 s bis 20 s	4 kW/m ²
Schmerz nach 3 s und Blasen nach 10 s bis 12 s	10 kW/m ²
Verbrennungen 3 Grades (auch bei kurzzeitiger Exposition)	50 - 65 kW/m ²

Die **Abhängigkeit der Zeitdauer t bis zum Erreichen der Schmerzgrenze bei der Bestrahlungsstärke P** ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Zeit bis zum Erreichen der Schmerzgrenze bei Menschen (t in sek.)	Bestrahlungsstärke (kW/m ²)
2 s	19,9
4 s	11,7
6 s	9,5
9 s	6,9

Zeit bis zum Erreichen der Schmerzgrenze bei Menschen (t in sek.)	Bestrahlungsstärke (kW/m ²)
16 s	4,7
30 s	2,9
40 s	2,3
60 s	1,7

Für Sekundar-Betrachtung von Wärmeauswirkungen können auch die Bestrahlungsstärken auf Objekte und deren Verhalten bei Brandeinwirkungen relevant sein. Durch die auftreffende Wärmestrahlung kommt es zur Erwärmung von Oberflächen. Bei ausreichender Intensität und Dauer kann es in der Folge zur Selbstentzündung und zu Bränden kommen. Die **Selbstentzündungsbedingungen ohne Schutzmaßnahmen und andere Effekte** sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Stoffe	Selbstentzündung oder Versagen bei Bestrahlungsstärke...	Selbstentzündung oder Versagen nach Einwirkzeit in Sekunden...
Ungestrichenes, dunkles Holz	34 kW/m ²	900 s (15 min)
Gestrichenes Holz	17-25 kW/m ²	900 s (15 min)
Ungestrichene, poröse Holzfaserplatte	25 kW/m ²	900 s (15 min)
Duroplastischer Kunststoff	84 kW/m ²	900 s (15 min)
Textilien	34 kW/m ²	900 s (15 min)
Baumwollgewebe	24 kW/m ²	900 s (15 min)
Versagen von Stahlkonstruktionen	42 kW/m ²	900 s (15 min)
Sperrholz	17 kW/m ²	600 s (10 min)
Platzen von Fensterscheiben	5 kW/m ²	6 s

Stoffe	Selbstentzündung oder Versagen bei Bestrahlungsstärke...	Selbstentzündung oder Versagen nach Einwirkzeit in Sekunden...
Papier	8 kW/m ² bzw. 13 kW/m ²	8 s bzw. 5 s
Kunstfaser	7 kW/m ²	sofort
Schmieröl an Maschinen	9,2 kW/m ²	sofort

7.2. Erkenntnisquellen Toleranzwerte für Brände

Gemäß v.g. Kapitel kann im Falle von Wärmestrahlung die Grenze für eine nachteilige Wirkung auf Menschen schon bei einer Strahlungsintensität von 1,6 kW/m² beginnen. Dies gilt jedoch nur bei langer Bestrahlungsdauer, sehr viel länger als die im vorliegenden Fall anzunehmenden Brandzeiten von wenigen Sekunden, weshalb der genannte Ansatz über die „Dosis“ dem Unterzeichner sinnvoller erscheint, wie er z.B. auch in Österreich behördlich Anwendung findet.

Behördlicherseits besteht aus Erfahrung z.B. in Baden-Württemberg (hier nur im Vergleich als reine Erkenntnisquelle) teilweise auch der Wunsch, abweichend von v.g. Dosis mit einem festen Grenzwert zu rechnen bzw. diesen als Maßgabe zu verwenden, wie dies auch im Falle der Toleranzwerte für Drücke geschieht.

Bezüglich der Immissions-Toleranzwerte für Brände teilten behördliche Stellen dem Unterzeichner im Rahmen anderer Gutachten mit, dass für Gasbrände mit kurzen Strahlungsdauern im Einzelfall auch Werte zwischen 1,6 kW/m² und kleiner 10,5 kW/m² zu Grunde gelegt werden können (für Brandzeiten < 5 s)

Auswirkungen mit einer Wärmestrahlung größer 10,5 kW/m², selbst für die Dauer weniger Sekunden, könnten z.B. in Baden-Württemberg im Hinblick auf den Schutz der Allgemeinheit jedoch nicht befürwortet werden.

Darüber hinaus soll von dem v.g. Wert von 10,5 kW/m² noch ein Sicherheitsabschlag von 2 kW/m² abgezogen werden. Zu beachten wäre, dass bei der Untersuchung die Dimension des Feuerballs zu bestimmen ist und die hierdurch erzeugte Wärmestrahlung für einen kurzen Zeitraum von 5 Sekunden eine Wärmeeinwirkung von 8 kW/m² nicht übersteigt. Für eine

beliebige Dauer einer Wärmestrahlung wäre weiterhin bzw. ohnehin der Wert von 1,6 kW/m² aus KAS-18 anzusetzen.

Behörden in anderen Bundesländern verwenden aus Erfahrung abweichend davon teils nochmals andere Maßgaben. Aufgrund dieser Unterschiede wurden im vorliegenden Gutachten als reine Erkenntnisquelle nur zum Vergleich **auch der Abstand für einen Grenzwert von 8 kW/m² und 1, 6 kW/m² zusätzlich ermittelt** und die Ergebnisse in der Zusammenfassung bewertet.

7.3. Toleranzwerte für Gaswolkenexplosionen

Toleranzwerte für Druckwirkungen können vereinfacht anhand des positiven Spitzenüberdrucks der Stoßwelle in Ausbreitungsrichtung abgeschätzt werden. Dabei wird zunächst außer Acht gelassen, dass auch die Dauer und Form des Druckimpulses im Zeitverlauf eine Rolle spielen und dass auch Schäden durch den dem Überdruck folgenden Unterdruck, der erheblich länger anhält, verursacht werden können.

Die folgende Tabelle zeigt humankritische Explosionsdrücke bzw. die entsprechenden Auswirkungen auf den Menschen.

Auswirkungen auf Menschen	Werte
Unangenehme Knallwirkung tiefer Frequenz	1,5 mbar
Sehr lauter Knall	3 mbar
Sicher für Personen in Gebäude, abseits Fenster	7 mbar
Verletzung durch Glassplitter möglich	14-32 mbar
Mensch wird umgeworfen	150-200 mbar
Untere Grenze Trommelfellriss	175 mbar
Lungenschäden möglich	500 mbar
Zerstörung der Lunge möglich	1000 mbar

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Auswirkungen auf Menschen	Werte
Trommelfellriss	1400-2100 mbar
Untere Letalitätsgrenze	2000 mbar
Tod durch Druckwelle möglich	>2500 mbar

Für humankritische Immissions-Toleranzwerte kann gemäß der v.g. Tabellen konservativ davon ausgegangen werden, dass bei den Wirkungen von Explosionen eine Grenze zu irreversiblen Gesundheitsschäden bei ca. **100 mbar** liegen könnte. Dies ist auch im Leitfaden KAS-18 so festgelegt. Im Zusammenhang mit Personenschäden ist zu beachten, dass auch Glassplitter, Sprengstücke, Wurfstücke und Trümmer Verletzungen verursachen können.

Die folgende Tabelle zeigt kritische Explosionsdrücke bei Auswirkung auf Gebäude.

Auswirkungen auf Gebäude	Werte
Beginn Glasbruch	2 mbar
Schäden an Fensterrahmen, Türen, Dächern	5 mbar
Zerstörung einiger Fensterscheiben (ca. 10%)	10 mbar
Geringe Schäden an Dächern	20 mbar
Zerstörung von ca. 50% der Fensterscheiben	15-25 mbar
Zerstörung von ca. 75% der Fensterscheiben	30 mbar
Zerstörung von ca. 100% der Fensterscheiben	50 mbar
Gelegentliche Beschädigung von Fensterrahmen, Risse im Mauerputz	35 mbar
Zerstörung der Dächer und Wände von Holzhäusern	60 mbar
Zerstörung Seitenwandverkleidungen	75 mbar
Beschädigung des Außenputzes	85 mbar

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Auswirkungen auf Gebäude	Werte
Zerstörung gemauerter Wände	100 mbar
Leichte bis mittlere Gebäudeschäden, Zerstörung von Wänden aus Ziegel- und Schlackesteinen	120 mbar
Zerstörung von 20 bis 30 cm dicken Ziegelsteinausfachungen	150 mbar
Mittlere Schäden an Fachwerkgebäuden	200 mbar
Zerstörung 24er Mauerwerk	250 mbar
Mittlere bis schwere Gebäudeschäden	350 mbar
Nahezu vollständige Zerstörung üblicher Gebäude	400 mbar
Zerstörung 50er Mauerwerk	500 mbar
Eisenbahnwaggons kippen um	500 mbar
i.d.R. vollkommene Zerstörung von Gebäuden	700 mbar

Die folgende Tabelle zeigt kritische Explosionsdrücke bei Auswirkung auf Objekte.

Auswirkungen auf Objekte	Werte
Stahlblechplatten verbeult	75 mbar
Stahlrahmen von Skelettgebäuden leicht verformt	95 mbar
Öltanks aufgerissen	215 mbar
Zerstörung von Stahlbetonwänden	350 mbar
Eisenbahnwaggons kippen um	500 mbar
99 % Schaden an Tanks mit konischem Dach	550 mbar
Beladenen Güterwagen kippen um	600 mbar

Auswirkungen auf Objekte	Werte
Beladene Güterwagen zerstört, 99 % Schaden an horizontal gelagerten Druckkesseln, chemischen Reaktoren und Wärmetauschern	750 mbar

Als kritischer Immissions-Toleranzwert für die Betrachtung einer hypothetischen Druckauswirkung auf Objekte, kann ebenfalls ein Wert von ca. 100 mbar dienen.

7.4. Toleranzwerte für Toxizität

Für die Betrachtung der vorliegenden Gefahrstoffe Propan / Butan (Brenngase, nicht toxisch) und die hypothetischen, humankritische Auswirkungen dieser Gefahrstoffe, spielen toxische Aspekte keine Rolle. Toleranzwerte für Toxizität erscheinen daher hier nicht relevant und werden nicht weiter betrachtet.

8. Berechnung Immissionen hypothetischer Dennoch-Störfälle

Bei den betrachteten Szenarien handelt es sich um die Annahme von sog. hypothetischen Dennoch-Störfällen. Wie bereits erwähnt ist vernünftigerweise auszuschließen, dass solche Massen spontan oder kontinuierlich freigesetzt werden (daher kein „vernünftigerweise nicht ausschließbarer Störfall“).

Bei der Betrachtung von Dennoch-Störfällen für Schwergase (hier nur Flüssiggas) erscheinen drei Radien relevant, die letztlich zur Bemessung des gesuchten angemessenen Abstands führen, da sie Gefährdungsradien bzw. Gefährdungsbereiche bilden könnten.

- 1. Radius / Bereich der Gasausbreitung**
- 2. Radius der (human)kritischen Wärmeauswirkungen bei Zündung einer Gaswolke**
- 3. Radius der (human)kritischen schädlichen Druckauswirkungen bei Zündung einer Gaswolke**

Da es sich um eine „Worst-Case-Betrachtung“ handeln soll, ist der Wert relevant, der den größten Radius erzeugt. Dies ist abhängig von den Anlagen, den Bebauungen und der Topografie des Umfeldes und soll daher betriebsspezifisch individuell ermittelt werden.

Für alle drei Fälle ist es dabei wichtig, die Grenzwerte zu beachten, die zur Anwendung kommen sollen. Die Grenzwerte sind im Leitfaden KAS-18 bzw. im Kapitel „Kritische Immissions-Toleranzwerte“ dargestellt und können mit den Ergebnissen abgeglichen werden.

Flüssiggas ist ein sog. Schwergas. Seine Dichte beträgt in gasförmigem Zustand ca. 2 kg/m^3 , was dazu führt, dass es i.d.R. nach einer Freisetzung nach unten sinkt. Bei einem hypothetischen Dennoch-Störfall würde zunächst Gas unverbrannt an einem der genannten Anlagenteile (SRA) emittiert. Durch den Austritt des Flüssiggases würde es zu einer Vermischung mit der Umgebungsluft kommen, falls die Gaswolke nicht vorher zündet.

Die Ausbreitung eines Gases bis zu einer Grenze, an der das Gas so weit mit Umgebungsluft vermischt ist, dass es nicht mehr zündfähig ist, stellt die erste Abstandsbemessung dar. Die untere Explosionsgrenze (UEG) bildet damit den Rand des Ausbreitungsbereichs, an dem sich eine zündfähige Gaswolke damit hinreichend aufgelöst hat, so dass keine signifikante Gefährdung (Zündgefährdung) mehr von ihr ausgeht.

Bei einer **gasförmigen** Freisetzung von Flüssiggas aus einem ortsfesten oder ortsbeweglichen Druckgerät bzw. einer Rohrleitung / einer Armatur kann davon ausgegangen werden, dass dies impulsbehaftet unter erhöhtem Druck erfolgt, so dass sich ein Freistrahle bildet. Durch die Einmischung von Luft wird die untere Explosionsgrenze nach einer gewissen Entfernung unterschritten. Die explosionsfähige Masse innerhalb des Freistrahls stellt sich entsprechend den Umgebungsbedingungen (Bebauung und Topografie) ein, ist jedoch im Vergleich zu Austritten von Flüssigphase sehr viel geringer.

Größere Schwergaswolken, bei denen **Flüssigphase** mit entsprechend großer explosionsfähiger Masse austritt, sind bei der Freisetzung mit gegenüber Luft höherer Dichte zu erwarten. Dieses Szenario ist an der vorliegenden Anlage hypothetisch möglich. Entsprechend wurde dieser Fall als „Worst Case“ angesetzt. Es war daher kein Freistrahle zu berechnen, da dessen Szenario durch das Schwergaswolken-Szenario mit abgedeckt ist.

Es wurde bei den folgenden Betrachtungen konservativ davon ausgegangen, dass die gesamte freigesetzte Masse nahezu umgehend verdampft (ohne wesentliche Lachenbildung, da unter erhöhtem Druck austretend) und eine lokale zündfähige Schwergaswolke bildet. Dies gilt auch dann noch, falls sich vereinzelt Teile in einer Lache sammeln würden.

Die Berechnung der Schwergasausbreitung erfolgt gemäß KAS-18 nach der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 für ein Gelände-Modell, welches der tatsächlichen Topografie am Standort am nächsten kommt oder im Leitfaden KAS-18 vorgegeben ist. Als Ergebnis dieser Berechnungen wird die untere Zünddistanz (UEG) ermittelt.

Das VDI-Programm liefert eine mittlere Ausbreitungssituation bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s und eine ungünstige Ausbreitungssituation bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s.

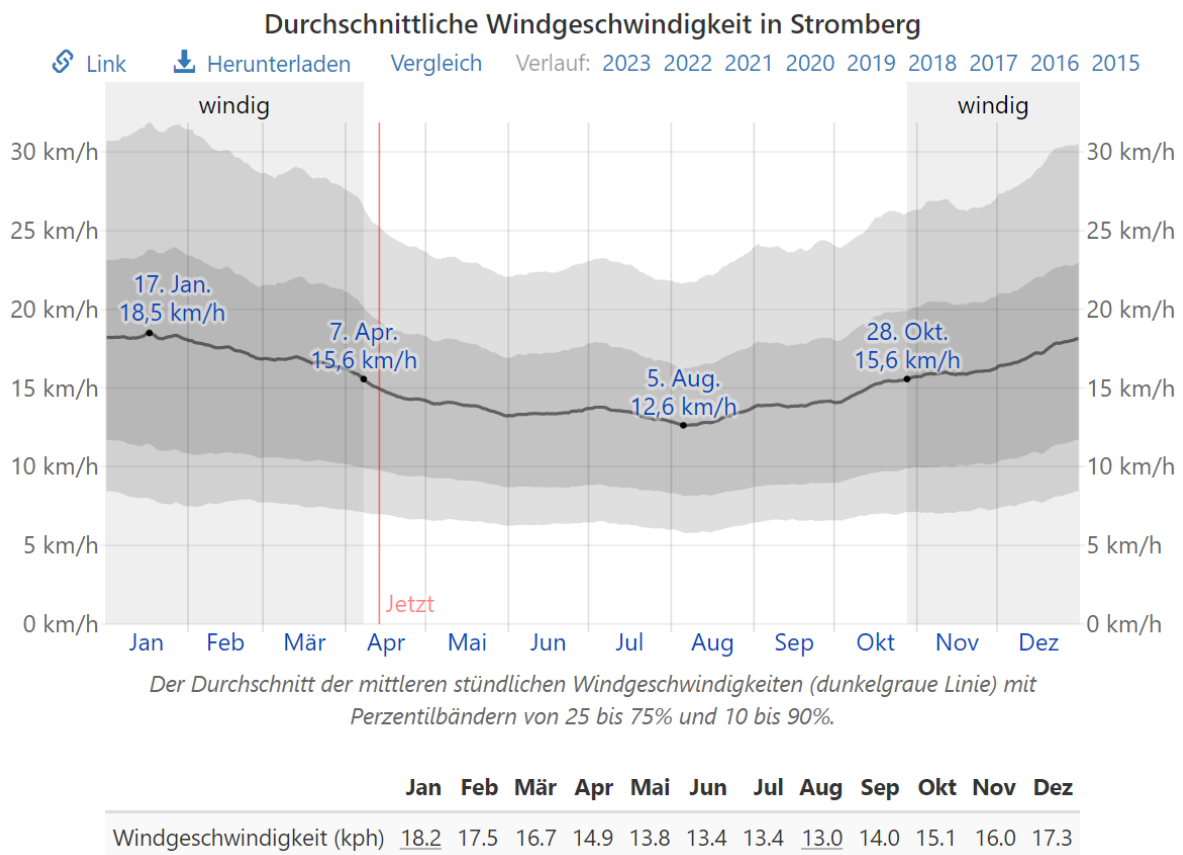
Gemäß KAS-18 soll die sog. **mittlere Wetterlage** für die Ausbreitungssituation nach VDI-Richtlinie 3783 angewendet und dazu für den Betriebsbereich die häufigste

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

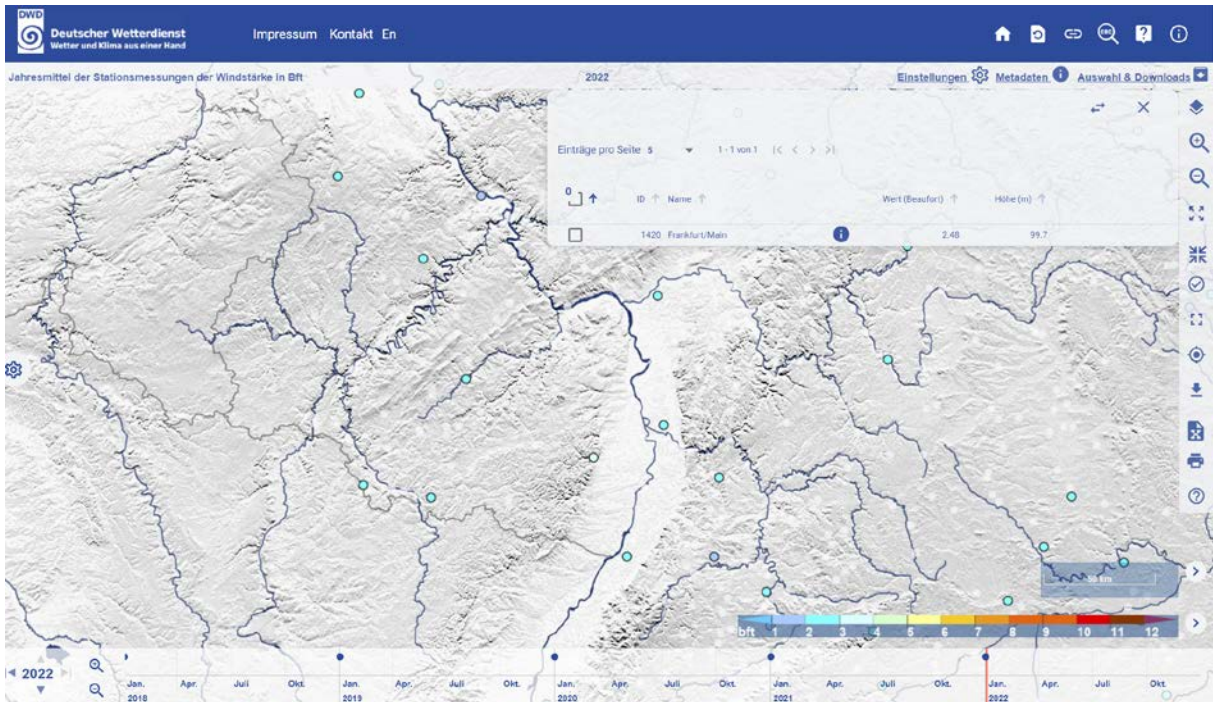
Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung ermittelt und für die Berechnungen verwendet werden (führt dann zu v.g. mittlerer oder ungünstiger Ausbreitungssituation).

Gemäß der im folgenden genannten Quellenangabe beträgt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Schindeldorf über das Jahr grob zwischen ca. 13 km/h und 18 km/h (3,6 – 5,0 m/s).



Quelle: <https://de.weatherspark.com>

Vergleichend dazu, die mittlere Wetterlage (Windstärke) für den Standort Frankfurt (nächstgelegene Stationsmessung) ergibt sich im Jahresmittel 2022 der Stationsmessung gemäß dem Deutschen Wetterdienst DWD wie folgt zu 2,48 Bft. Dies entspricht gemäß der u.g. Tabelle im Mittel ca. 3,4 m/s.



Quelle: <https://cdc.dwd.de/portal>

Die folgende Tabelle zeigt die Umrechnung der Windstärke von Beaufort (Bft) in Windgeschwindigkeiten, u.a. in m/s.

Windstärke in Bft	Bezeichnung	mittlere Windgeschwindigkeit			
		kn	m/s	m/s Mittel	km/h
0	Windstille, Flaute	0 – < 1	0,0 – < 0,3	0 – 1	0 – 1
1	leiser Zug	1 – < 4	0,3 – < 1,6	0,95	1 – 5
2	leichte Brise	4 – < 7	1,6 – < 3,4	2,50	6 – 11
3	schwache Brise	7 – < 11	3,4 – < 5,5	4,45	12 – 19
4	mäßige Brise	11 – < 16	5,5 – < 8,0	6,75	20 – 28
5	frische Brise	16 – < 22	8,0 – < 10,8	9,40	29 – 38
6	starker Wind	22 – < 28	10,8 – < 13,9	12,35	39 – 49
7	steifer Wind	28 – < 34	13,9 – < 17,2	15,55	50 – 61

Windstärke in Bft	Bezeichnung	mittlere Windgeschwindigkeit			
		kn	m/s	m/s Mittel	km/h
8	stürmischer Wind	34 – < 41	17,2 – < 20,8	19,00	62 – 74
9	Sturm	41 – < 48	20,8 – < 24,5	22,65	75 – 88
10	schwerer Sturm	48 – < 56	24,5 – < 28,5	26,50	89 – 102
11	orkanartiger Sturm	56 – < 64	28,5 – < 32,7	30,60	103 – 117
12	Orkan	≥ 64	≥ 32,7	≥ 32,7	≥ 118

Entsprechend der o.g. **mittleren Wetterlage** ist damit für den vorliegenden Betriebsbereich mit der **mittleren Ausbreitungssituation (3 m/s)** zu rechnen, da die mittlere Wetterlage mit den o.g. Daten einen Wert von mehr als 3 m/s und größer für die Windgeschwindigkeit ergibt.

Ein Wert von 1 m/s, der Voraussetzung für die ungünstige Ausbreitungssituation wäre, erscheint nicht hinreichend gegeben.

Solange eine über einen Zeitraum ausströmende Gaswolke sich ausbreitet und zündfähig ist, besteht die Möglichkeit, dass diese tatsächlich zündet. Diese Zündung würde mit einer entsprechenden Wärme- und Druckauswirkung einhergehen. Daher ist es, wie oben genannt, relevant zu wissen, wie groß die zündfähige Masse im Ausbreitungsgebiet ist.

Die Berechnungen der Brand- und Wärmeauswirkungen erfolgten mit Hilfe des **Programmsystems 8FeuEx Ver. 4.0** unter Grundlage der **Modelle nach Hymes und TNO**. Diese Modelle haben sich für Berechnungen von Gaswolkenzündungen bewährt.

Betrachtet werden also die sich gemäß Ausbreitungsrechnung nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 ergebenden zündfähigen Massen. Im Sinne einer konservativen Abschätzung wird angenommen, dass sich die Gaswolken in einem stabilen Zustand befinden, d.h. dass die Gasmasse im zündfähigen Bereich ihre maximale Größe erreicht hat und konstant bleibt. Dies wird durch die hinreichend lang gewählte Ausströmdauer sichergestellt.

In der Regel würden die größten Auswirkungen erzielt, wenn die Gasmasse in der Nähe der Quelle, kurze Zeit nach der Freisetzung gezündet würde. Da auch nicht für jeden einzelnen

Fall vorhersagbar ist, welcher Teil der hypothetischen Gaswolke sich nun in welche Windrichtungen entfernt, soll gelten, dass für den Zündmittelpunkt einer solchen Gaswolke der Ort der Quelle herangezogen wird. Mit zunehmendem Abstand würde sich die zur Zündung zur Verfügung stehende Gasmasse reduzieren.

Dies gilt dann auch für die Radiusberechnung der Druckauswirkungen der zündenden Gaswolke, wobei hier noch berücksichtigt werden muss, in welche Art die Zündung erfolgt. Anlagen, Gebäude, Verdämmungen und die Topografie spielen dabei eine Rolle.

Die Berechnung der Druckauswirkungen erfolgte ebenfalls mit Hilfe des Programmsystems 8FeuEx Vers. 4.0 unter Grundlage des **Modells nach Pförtner**. Dieses Modell hat sich für Berechnungen von Druckauswirkungen bewährt. Für die Berücksichtigung der Verdämmungen und Hindernisdichten werden die folgenden „Korrekturfaktoren“ (Typische Werte nach Baker für niedrige Reaktivität) des Rechenprogramms nach Pförtner verwendet, die der unterschiedlichen Explosionsdruckentwicklung Rechnung tragen.

Art der Zündung	Korrekturfaktor Hindernisdichte niedrig	Korrekturfaktor Hindernisdichte mittel	Korrekturfaktor Hindernisdichte hoch
unverdämmt	1,0	2,7	4,0
teilverdämmt	1,6	7,7	11,0
deckenverdämmt	2,1	12,7	17,9

Typische Werte nach Baker für niedrige Reaktivität

Bei der Bewertung der Berechnungsergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die berechneten Entfernungen keine absoluten Werte darstellen, sondern von den ausgewählten Modellen und der Genauigkeit der Berechnungsverfahren abhängig sind. Berechnungen mit anderen Programmen können Abweichungen ergeben.

Im Leitfaden KAS-18 finden sich die folgenden, nicht näher individualisierten Werte für den Leitstoff Propan, die sich nur auf eine Gasausbreitung und die Toleranzwerte für Explosionsdrücke für verschiedene Rohrnennweiten mit korrespondierenden Leckflächen beziehen.

Propan (Explosion)

Leckfläche in mm ² / äquivalente Rohrnennweite	Massenstrom in kg/s	untere Zünddistanz in m	explosionsfähige Masse in kg	Entfernung in m bei 0,03 bar	Entfernung in m bei 0,1 bar
80 / DN 10	1,27	37	17	52	-
178 / DN 15	2,54	44	28	67	-
314 / DN 20	4,52	55	56	95	48
490 / DN 25	7,06	66	95	124	60
804 / DN 32	11,57	80	172	167	78
1257 / DN 40	18,07	96	293	219	100
1963 / DN 50	28,24	114	501	288	126

8.1. Behälteranschlüsse

Gemäß Kapitel „Betriebsspezifische Schadensorte und Dennoch-Störfallszenarien zur Abstandsermittlung“ wird für die Flüssiggaslagerbehälteranlagen folgendes Szenario mit den genannten Randbedingungen berechnet.

Hypothetischer Schadensort	Max. Nennweite	max. QT-Nennweite Austrittsfläche	Ausbreitungssituation	Verdämmung
Behälteranschlüsse	DN 80	DN 20 314 mm ²	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19	teilverdämmt, Hindernisdichte mittel (7,7) Reaktivität niedrig

8.1.1. Schwergasausbreitung

Störfallszenario

Betrachteter Quellterm	DN 20
Betrachtete Leckfläche:	314 mm ²
Temperatur des Gefahrstoffs:	20 °C
Betriebsüberdruck:	Dampfdruck bei 20° C
Aggregatzustand:	flüssig

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Störfallszenario

Ausflusszahl:	0,62 (scharfkantig)
Freisetzungsdauer:	10 Minuten
Lachenbildung:	wird vernachlässigt
Massenstrom Propan	4,52 kg/s (gem. KAS-18)
Schwergasausbreitung n. VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2. Betrachtung der unteren Zünddistanz und der explosionsfähigen Masse für eine mittlere / ungünstige Ausbreitungssituation	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19

Lockere Bebauung Typ I Nr. 19:

DER STÖRFALL WURDE GEMÄSS ABSCHNITT 3.3 DER RICHTLINIE VDI 3783 -BLATT 2- ALS KONTINUIERLICHER STÖRFALL BEHANDELT.

ES IST MIT FOLGENDEN UNTEREN ZÜNDSTÄNDEN ZU RECHNEN:

MITTLERE AUSBREITUNGSSITUATION: 48.9 M
UNGUENSTIGSTE AUSBREITUNGSSITUATION: 72.0 M

DIE POTENTIELL ZÜNDFAEHIGE MASSE IM AUSBREITUNGSBEIT BETRAEGT IM MITTLEREN FALL .463E+02 KG, UND IM UNGUENSTIGSTEN FALL .104E+03 KG.

DIE DIMENSIONEN DER IM AUSBREITUNGSBEIT STEHENDEN HINDERNISSE BE-
RECHNEN SICH MIT HILFE DER CHARAKTERISTISCHEN LAENGE LCC = .90 M
(C) ME/KLM

Ergebnis der Schwergasausbreitungsberechnung von Flüssiggas

Leckfläche in mm ² / äquivalente Rohrnennweite	Massenstrom in kg/s	untere Zünddistanz in m (mittlere ABS)	zündfähige Masse im Ausbreitungsgebiet in kg (mittlere ABS)
314 mm ² / DN 20	4,52 kg/s	49 m	46 kg

Die nicht spezifisch betrachteten Werte des Leitfadens KAS-18 betragen für die o.g. Ausbreitung 55 m für eine untere Zünddistanz mit einer explosionsfähigen Masse von 56 kg.

8.1.2. Brand- und Wärmeauswirkungen

Im Folgenden wurden die Auswirkungen der hypothetischen Zündung der v.g. **Flüssiggasmasse von 46 kg** berechnet. Das Ergebnis der Brandauswirkungen liefert die folgenden Werte.

STÖRFALL-AUSWIRKUNGEN BEIM AUSTRITT BRENNBARER/GIFTIGER GASE UND DÄMPFE

Programm: 8FEUEX V 4.0 WIN Revision: April 2004
W Ä R M E S T R A H L U N G E I N E S F E U E R B A L L S (nach HYMES)
Stand: 29.04.1997 Datum/Zeit: 13.04.2023 16:30:04

TITEL: Berechnung angem. Abstände n. StörfallV Schindeldorf GbR
ORT : PRIMAGAS Lager Schindeldorf
AUSSTRÖMENDER STOFF: Propan

EINGABEWERTE:
unterer Heizwert des Gases 46355,00 [kJ/kg]
ausgetretene Gasmasse 46,00 [kg]

Strahlungsanteil (Emissionsfaktor)
der Verbrennungswärme 0,40 [--]

atmosphärischer Schwächungsfaktor 0,00 [1/km]

Entfernung des ersten Gebäudes 50,00 [m]
Entfernung des zweiten Gebäudes 75,00 [m]

ERGEBNIS DER BERECHNUNG (nach Hymes)
Feuerballdurchmesser 20,78 [m]
Feuerballbrennzeit 1,61 [sec]
Maximale Steighöhe 24,15 [m]

Minimaler Radius der Blasenbildung 18,68 [m]
Maximaler Radius der Blasenbildung 31,42 [m]
Radius 50% Todesfälle <für k = 0> 12,57 [m]
Radius 1% Todesfälle <für k = 0> 16,87 [m]

Wärmestrahlung bei kritischen Gebäude 14,68 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei zweitem krit. Gebäude 6,52 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei dritten krit. Gebäude 4,00 [KW/m²]

ERGEBNIS DER BERECHNUNG (nach TNO)
Feuerballdurchmesser 22,49 [m]
Feuerballbrennzeit 2,30 [sec]
Maximale Steighöhe 24,15 [m]

Minimaler Radius der Blasenbildung 21,35 [m]
Maximaler Radius der Blasenbildung 35,90 [m]
Radius 50% Todesfälle <für k = 0> 14,37 [m]
Radius 1% Todesfälle <für k = 0> 19,28 [m]

Wärmestrahlung bei kritischen Gebäude 14,68 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei zweitem krit. Gebäude 6,52 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei dritten krit. Gebäude 4,00 [KW/m²]

Abstand 1. krit. Gebäude = 50 m, 2. = 75 m, 3. = 100 m

Die Wärmebelastung über die Brandzeit ist wie nachfolgend dargestellt. Relevant für die späteren Betrachtung der humankritischen Auswirkungen sind die Grenzwerte „Radius 1% Todesfälle“ und der „max. Radius der Blasenbildung“ (siehe dazu Kapitel „Kritische Immissions-Toleranzwerte“). Außerhalb des Bereichs „max. Radius der Blasenbildung“ wäre es für Menschen wahrscheinlich, keine letalen und auch keine kritischen Brandverletzungen zu erleiden.

Für die Beschädigungen von Objekten sind die Wärmestrahlungswerte in den berechneten Abständen mit den entsprechenden kritischen Tabellenwerten des Kapitels „Kritische Immissions-Toleranzwerte“ zu vergleichen. Die Berechnung lieferte folgendes Ergebnis, wobei konservativ nur die schlechtesten Werte (nach TNO) aufgerundet dargestellt sind.

Wärmestrahlungen für ca. 2,3 s:

Gezündete Gasmasse	Feuerball-Durchmesser	Radius 1% Todesfälle	Max. Radius Blasenbildung	Grenzwert 8 kW/m ²	Grenzwert 1,6 kW/m ²
46 kg Propan mittlere Ausbreitungssituation	23 m	20 m	36 m	69 m	150 m

Wärmestrahlungen für ca. 2,3 s:

Gezündete Gasmasse		Wärmestrahlung in 50 m Entfernung	Wärmestrahlung in 75 m Entfernung	Wärmestrahlung in 100 m Entfernung
46 kg Propan mittlere Ausbreitungssituation	Propan	15 kW/m ²	7 kW/m ²	4 kW/m ²

Der kritische Immissions-Toleranzwert „max. Radius der Blasenbildung“ wird für eine gezündete Gasmasse von 46 kg Flüssiggas in etwa 36 m Entfernung vom Zündort erreicht. Vergleichend dazu wird der Wert von 8 kW/m² in ca. 69 m erreicht. Eine Grenze von 1,6 kW/m² liegt in ca. 150 m Entfernung von den hypothetischen Austrittsstellen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Strahlungswerte nur bei ungehinderter, direkter Exposition, ohne jede Abschattung erreicht würden. Der Leitfaden KAS-18 nennt keine beispielhaften Werte für ein Wärmestrahlungsszenario für Propan.

8.1.3. Druckauswirkungen

Im Folgenden wurden die Auswirkungen der hypothetischen, **teilverdämmten Zündung mit mittlerer Hindernisdichte und niedriger Reaktivität** (Korrekturfaktor 7,7) der o.g. **Flüssiggasmasse von 46 kg** berechnet. Das Ergebnis der Druckauswirkungen liefert die folgenden Werte.

STÖRFALL-AUSWIRKUNGEN BEIM AUSTRITT BRENNBARER/GIFTIGER GASE UND DÄMPFE

Programm: 8FEUEX V 4.0 WIN

Revision: April 2004

ERGEBNIS DER EXPLOSIONSDRUCK-BERECHNUNG (nach Dr. PFÖRTNER)

Stand: 20.6.2001

Datum/Zeit: 13.04.2023 16:37:25

TITEL: Berechnung angem, Abstände n. StörfallV Schindeldorf GbR
ORT: PRIMAGAS Lager Schindeldorf
AUSSTRÖMENDER STOFF: Propan

EINGABEWERTE:

laminare, relative Flammengeschwindigkeit:	0,50	[m/s]
Temperatur des Brennstoffes:	20,00	[°C]
Molekulargewicht des Brennstoffes:	44,10	[kg/mol]
Flammentemperatur :	2397,00	[°C]
ausgetretene Gasmasse:	46,00	[kg]
Schallgeschwindigkeit im Gemisch:	345,00	[m/s]
Gaskonzentration in Wolke:	5,00	[%]
explosionsfähiger Wolkenanteil:	0,30	[---]
Entfernung des 1.Gebäudes:	50,00	[m]
Entfernung des 2.Gebäudes:	100,00	[m]
Entfernung des 3.Gebäudes:	150,00	[m]
Turbulenzfaktor ft:	4,10	[---]
Verdämmungs-Korrekturfaktor ft.k:	7,70	[---]
Gewählter Turbulenzfaktor	4,10	[---]

ERGEBNISSE:

Gasdichte des Brennstoffes:	1,83	[kg/m³]
Gasdichte des Gas-/Luft-Gemisch:	1,24	[kg/m³]
Temperatur des Gas-/Luft-Gemisch:	20,00	[°C]
Gewählter Turbulenzfaktor:	4,10	[---]
Expansionsfaktor bei rho - 1 :	9,11	[--]
bei rho - 1 :	0,14	[kg/m³]
turbul. Flammengeschwindigkeit :	2,05	[m/s]
absolut. Flammengeschwindigkeit (Lit. 1) :	26,68	[m/s]
Druck am Explosionsschwaden-Rand	540,68	[mbar]
bei Wolkendurchmesser :	8,31	[m]
Explosionsschwadendurchmesser :	17,37	[m]
Explosionsdruck beim 1.Gebäude :	93,90	[mbar]
Explosionsdruck beim 2.Gebäude :	46,95	[mbar]
Explosionsdruck beim 3.Gebäude :	31,30	[mbar]

Abstand 1. krit. Gebäude = 50 m, 2. = 100 m, 3. = 150 m

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Die Druckbelastungen der Zündung an den angenommenen Aufpunkten im Umfeld ergeben sich wie in folgender Tabelle dargestellt.

Gezündete Gasmasse	Druckauswirkung in 50 m Entfernung	Druckauswirkung in 100 m Entfernung	Druckauswirkung in 1500 m Entfernung
46 kg Propan mittlere Ausbreitungssituation	94 mbar	47 mbar	31 mbar

Der kritische Immissions-**Toleranzwert von 100 mbar** wird für eine gezündete Gasmasse von 46 kg Propan unter den gegebenen Bedingungen **in ca. 48 m** erreicht.

Der nicht weiter spezifisch betrachtete Toleranzwert von 100 mbar wird für eine DN 20-Leckage und eine zündfähige Masse von 55 kg Propan gemäß Leitfaden KAS-18 in einem Abstand von 48 m erreicht.

8.1.4. Angemessener Sicherheitsabstand

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse aus den Berechnungen der vorherigen Kapitel zusammenfassend dargestellt. Daraus ergibt sich, dass für die Berechnungen des Flüssiggaslagerbehälters die abstandsbestimmende Größe der Wert der Gasausbreitung mit einem Radius von **49 m** sein könnte, den der Unterzeichner für angemessen und hinreichend erachtet.

Da die Gasausbreitung die abstandsbestimmende Größe erscheint, ist eine Betrachtung der im Ausbreitungsgebiet vorhandenen Hindernisse (Hünengrab, Gebäude, Mauer usw.) bereits durch die „lockere Bebauung“ ergebnisrelevant berücksichtigt.

Für den 167 m³-Behälter und seinen Domschacht gilt, dass durch die erhöhte Lage dessen, eine radiale hypothetischen Ausbreitung auch in Richtung Westen hinreichend realitätsnah erscheint, wenngleich das umliegende Gelände in jene Richtung etwas ansteigt.

Hypothetischer Schadensort	Gasausbreitung (UEG)	Wärmeauswirkung max. Radius Blasenbildung	Wärmeauswirkung 8 kW/m ²	Wärmeauswirkung 1,6 kW/m ²	Druckauswirkungen (100 mbar)
Behälteranschlüsse und Pumpenstation	49 m	36 m	69 m	150 m	48 m

Aufgrund der Ausführungen im Kapitel „Kritische Immissionstoleranzwerte“ empfiehlt der Unterzeichner im vorliegenden Fall den Wert von **49 m** als angemessenen Sicherheitsabstand zu wählen.

8.2. TKW

Gemäß Kapitel „Betriebsspezifische Schadensorte und Dennoch-Störfallszenarien zur Abstandsermittlung“ wird für die TKW und die TKW-Station folgendes Szenario mit den genannten Randbedingungen berechnet.

Hypothetischer Schadensort	Max. Nennweite	max. QT-Nennweite Austrittsfläche	Ausbreitungssituation	Verdämmung
TKW bzw. TKW-Station	-	DN 25 490 mm ²	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19	unverdämmt, Hindernisdichte mittel (2,7) Reaktivität niedrig

8.2.1. Schwergasausbreitung

Störfallszenario

Betrachteter Quellterm	DN 25
Betrachtete Leckfläche:	490 mm ²
Temperatur des Gefahrstoffs:	20 °C
Betriebsüberdruck:	Dampfdruck bei 20° C
Aggregatzustand:	flüssig
Ausflusszahl:	0,62 (scharfkantig)
Freisetzungsdauer:	10 Minuten
Lachenbildung:	wird vernachlässigt
Massenstrom Propan	7,06 kg/s (gem. KAS-18)
Schwergasausbreitung n. VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2. Betrachtung der unteren Zünddistanz und der explosionsfähigen Masse für eine mittlere / ungünstige Ausbreitungssituation	Lockere Bebauung Typ I Nr. 19

Lockere Bebauung Typ I Nr. 19:

DER STÖRFALL WURDE GEMÄSS ABSCHNITT 3.3 DER RICHTLINIE UDI 3783
-BLATT 2- ALS KONTINUIERLICHER STÖRFALL BEHANDELT.

ES IST MIT FOLGENDEN UNTEREN ZÜENDDISTANZEN ZU RECHNEN:

MITTLERE	AUSBREITUNGSSITUATION:	58.4 M
UNGUENSTIGSTE	AUSBREITUNGSSITUATION:	86.1 M

DIE POTENTIELL ZÜENDFÄHIGE MASSE IM AUSBREITUNGSGBIET BETRÄGT IM
MITTLEREN FALL .791E+02 KG, UND IM UNGUENSTIGSTEN FALL .177E+03 KG.

DIE DIMENSIONEN DER IM AUSBREITUNGSGBIET STEHENDEN HINDERNISSE BE-
RECHNEN SICH MIT HILFE DER CHARAKTERISTISCHEN LÄENGE LCC = 1.07 M
(C) ME/KLM

Ergebnis der Schwergasausbreitungsberechnung

Leckfläche in mm ² / äquivalente Rohrinnenweite	Massenstrom in kg/s	untere Zünddistanz (mittlere ABS) in m	zündfähige Masse im Ausbreitungsgebiet (mittlere ABS) in kg
490 mm ² / DN 25	7,06 kg/s	58 m	79 kg

Die nicht spezifisch betrachteten Werte des Leitfadens KAS-18 betragen für die o.g. Ausbreitung 66 m für eine untere Zünddistanz mit einer explosionsfähigen Masse von 95 kg.

8.2.2. Brand- und Wärmeauswirkungen

Im Folgenden wurden die Auswirkungen der hypothetischen Zündung der v.g. **Flüssiggasmasse von 79 kg** berechnet. Das Ergebnis der Brandauswirkungen liefert die folgenden Werte.

STÖRFALL-AUSWIRKUNGEN BEIM AUSTRITT BRENNBARER/GIFTIGER GASE UND DÄMPFE

Programm: 8FEUEX V 4.0 WIN Revision: April 2004
W Ä R M E S T R A H L U N G E I N E S F E U E R B A L L S (nach HYMES)
Stand: 29.04.1997 Datum/Zeit: 13.04.2023 16:48:12

TITEL: Berechnung angem. Abstände n. StörfallV Schindeldorf GbR
ORT : PRIMAGAS Lager Schindeldorf
AUSSTRÖMENDER STOFF: Propan

EINGABEWERTE:
unterer Heizwert des Gases 46355,00 [kJ/kg]
ausgetretene Gasmasse 79,00 [kg]

Strahlungsanteil (Emissionsfaktor)
der Verbrennungswärme 0,40 [--]

atmosphärischer Schwächungsfaktor 0,00 [1/km]

Entfernung des ersten Gebäudes 80,00 [m]
Entfernung des zweiten Gebäudes 100,00 [m]

ERGEBNIS DER BERECHNUNG (nach Hymes)

Feuerballdurchmesser 24,89 [m]
Feuerballbrennzeit 1,93 [sec]
Maximale Steighöhe 28,95 [m]

Minimaler Radius der Blasenbildung 23,94 [m]
Maximaler Radius der Blasenbildung 40,26 [m]
Radius 50% Todesfälle <für k = 0> 16,11 [m]
Radius 1% Todesfälle <für k = 0> 21,62 [m]

Wärmestrahlung bei kritischen Gebäude 8,22 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei zweitem krit. Gebäude 5,26 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei dritten krit. Gebäude 4,00 [KW/m²]

ERGEBNIS DER BERECHNUNG (nach TNO)

Feuerballdurchmesser 26,81 [m]
Feuerballbrennzeit 2,65 [sec]
Maximale Steighöhe 28,95 [m]

Minimaler Radius der Blasenbildung 26,95 [m]
Maximaler Radius der Blasenbildung 45,32 [m]
Radius 50% Todesfälle <für k = 0> 18,14 [m]
Radius 1% Todesfälle <für k = 0> 24,33 [m]

Wärmestrahlung bei kritischen Gebäude 8,22 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei zweitem krit. Gebäude 5,26 [KW/m²]
Wärmestrahlung bei dritten krit. Gebäude 4,00 [KW/m²]

Abstand 1. krit. Gebäude = 80 m, 2. = 100 m, 3. = 120 m

Die Wärmebelastung über die Brandzeit ist wie nachfolgend dargestellt. Relevant für die späteren Betrachtung der humankritischen Auswirkungen sind die Grenzwerte „Radius 1% Todesfälle“ und der „max. Radius der Blasenbildung“ (siehe dazu Kapitel „Kritische Immissions-Toleranzwerte“). Außerhalb des Bereichs „max. Radius der Blasenbildung“ wäre es für Menschen wahrscheinlich, keine letalen und auch keine kritischen Brandverletzungen zu erleiden.

Für die Beschädigungen von Objekten sind die Wärmestrahlungswerte in den berechneten Abständen mit den entsprechenden kritischen Tabellenwerten des Kapitels „Kritische Immissions-Toleranzwerte“ zu vergleichen. Die Berechnung lieferte folgendes Ergebnis, wobei konservativ nur die schlechtesten Werte (nach TNO) aufgerundet dargestellt sind.

Wärmestrahlungen für ca. 2,65 s:

Gezündete Gasmasse	Feuerball-Durchmesser	Radius 1% Todesfälle	Max. Radius Blasenbildung	Grenzwert 8 kW/m ²	Grenzwert 1,6 kW/m ²
79 kg Propan mittlere Ausbreitungssituation	27 m	25 m	45 m	80 m	180 m

Wärmestrahlungen für ca. 2,65 s:

Gezündete Gasmasse		Wärmestrahlung in 80 m Entfernung	Wärmestrahlung in 100 m Entfernung	Wärmestrahlung in 120 m Entfernung
79 kg Propan mittlere Ausbreitungssituation	Propan	8 kW/m ²	5 kW/m ²	4 kW/m ²

Der kritische Immissions-Toleranzwert „max. Radius der Blasenbildung“ wird für eine gezündete Gasmasse von 79 kg Flüssiggas in etwa 45 m Entfernung vom Zündort erreicht. Vergleichend dazu, der Wert von 8 kW/m² wird in ca. 80 m erreicht. Eine Grenze von 1,6 kW/m² liegt in ca. 180 m Entfernung von den hypothetischen Austrittsstellen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Strahlungswerte nur bei ungehinderter, direkter Exposition, ohne jede Abschattung erreicht würden. Der Leitfaden KAS-18 nennt keine beispielhaften Werte für ein Wärmestrahlungsszenario für Propan.

8.2.3. Druckauswirkungen

Im Folgenden wurden die Auswirkungen der hypothetischen, **unverdämmten Zündung mit mittlerer Hindernisdichte und niedriger Reaktivität** (Korrekturfaktor 2,7) der o.g. **Flüssiggasmasse von 79 kg** berechnet. Das Ergebnis der Druckauswirkungen liefert die folgenden Werte.

STÖRFALL-AUSWIRKUNGEN BEIM AUSTRITT BRENNBARER/GIFTIGER GASE UND DÄMPFE

Programm: 8FEUEX V 4.0 WIN

Revision: April 2004

ERGEBNIS DER EXPLOSIONSDRUCK-BERECHNUNG (nach Dr. PFÖRTNER)

Stand: 20.6.2001

Datum/Zeit: 13.04.2023 16:55:39

TITEL: Berechnung angem. Abstände n. StörfallV Schindeldorf GbR
ORT: PRIMAGAS Lager Schindeldorf
AUSSTRÖMENDER STOFF: Propan

EINGABEWERTE:

laminare, relative Flammengeschwindigkeit:	0,50	[m/s]
Temperatur des Brennstoffes:	20,00	[°C]
Molekulargewicht des Brennstoffes:	44,10	[kg/mol]
Flammentemperatur :	2397,00	[°C]
ausgetretene Gasmasse:	79,00	[kg]
Schallgeschwindigkeit im Gemisch:	345,00	[m/s]
Gaskonzentration in Wolke:	5,00	[%]
explosionsfähiger Wolkenanteil:	0,30	[---]
Entfernung des 1.Gebäudes:	10,00	[m]
Entfernung des 2.Gebäudes:	15,00	[m]
Entfernung des 3.Gebäudes:	20,00	[m]
Turbulenzfaktor ft:	4,37	[---]
Verdämmungs-Korrekturfaktor ft.k:	2,70	[---]
Gewählter Turbulenzfaktor	4,37	[---]

ERGEBNISSE:

Gasdichte des Brennstoffes:	1,83	[kg/m ³]
Gasdichte des Gas-/Luft-Gemisch:	1,24	[kg/m ³]
Temperatur des Gas-/Luft-Gemisch:	20,00	[°C]
Gewählter Turbulenzfaktor:	4,37	[---]
Expansionsfaktor bei rho - 1 :	9,11	[--]
bei rho - 1 :	0,14	[kg/m ³]
turbul. Flammengeschwindigkeit :	2,18	[m/s]
absolut. Flammengeschwindigkeit (Lit. 1) :	29,73	[m/s]
Druck am Explosionsschwaden-Rand bei Wolkendurchmesser :	104,61	[mbar]
Explosionsschwadendurchmesser :	9,96	[m]
Explosionsschwadendurchmesser :	20,80	[m]
Explosionsdruck beim 1.Gebäude :	104,61	[mbar]
Explosionsdruck beim 2.Gebäude :	72,52	[mbar]
Explosionsdruck beim 3.Gebäude :	54,39	[mbar]

Abstand 1. krit. Gebäude = 10 m, 2. = 15 m, 3. = 20 m

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

Die Druckbelastungen der Zündung an den angenommenen Aufpunkten im Umfeld ergeben sich wie in folgender Tabelle dargestellt.

Gezündete Gasmasse	Druckauswirkung in 10 m Entfernung	Druckauswirkung in 15 m Entfernung	Druckauswirkung in 20 m Entfernung
79 kg Propan (mittlere Ausbreitungssituation)	105 mbar	73 mbar	54 mbar

Der kritische Immissions-**Toleranzwert von 100 mbar** wird für eine gezündete Gasmasse von 79 kg Propan unter den gegebenen Bedingungen **bei ca. 12 m** erreicht. Der nicht weiter spezifisch betrachtete Toleranzwert von 100 mbar wird für eine DN 25-Leckage und eine zündfähige Masse von 96 kg Propan gemäß Leitfaden KAS-18 in einem Abstand von 60 m erreicht.

8.2.4. Angemessener Sicherheitsabstand

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse aus den Berechnungen der vorherigen Kapitel zusammenfassend dargestellt. Daraus ergibt sich, dass für die Berechnungen der TKW, bzw. der TKW-Station, die abstandbestimmende Größe der Wert der Gasausbreitung mit einem Radius von **58 m** sein könnte, den der Unterzeichner für angemessen und hinreichend erachtet.

Durch das von der TKW-Station zunächst östlich in Richtung Straße und dann weiter in nördliche Richtung deutlich abschüssige Gelände, könnte eine Gasausbreitung in jene Richtungen auch durch die Schwerkraft befördert werden. In südliche Richtung ist diese Straße zunächst ansteigend.

Da im Falle der Betrachtung der TKW-Station die Gasausbreitung die abstandsbestimmende Größe darstellt, wurde eine spezifische Betrachtung der Gasausbreitung mit Berücksichtigung der im Ausbreitungsgebiet vorhandenen Höhenunterschiede zusätzlich beachtet.

Da diese Höhenunterschiede quantitativ mit der VDI-Richtlinie 3783 nicht genauer modelliert werden können, wurde zusätzlich zum sog. Typ 19 „lockere Bebauung“ eine Ausbreitung mit einem sog. Schutzzaun in Luv fern von der Quelle berechnet. Dies erscheint hinreichend realitätsnah, wenn man nur den hypothetischen Fließweg des Gases von der TKW-Station entlang der Zufahrt zum Betriebsbereich und weiter die Straße talwärts Richtung Stromberg betrachtet, mit einem Ausbreitungshindernis bzw. sog. Schutzzaun i.S.d. VDI-Richtlinie 3783.

Diesen „Schutzzaun“ stellen modelliert und realitätsnah die Höhenunterschiede an der TKW-Station und das Hünengrab der Behälter westlich der TKW-Station dar, in Luv von der hypothetischen Quelle. Als Ergebnis ergibt sich ein Abstand von ca. 87 m, der für einen hypothetischen Kriechweg des Gases zu berücksichtigen wäre.

DER STÖRFALL WURDE GEMÄSS ABSCHNITT 3.3 DER RICHTLINIE UDI 3783
-BLATT 2- ALS KONTINUIERLICHER STÖRFALL BEHANDELT.

ES IST MIT FOLGENDEN UNTEREN ZUENDDISTANZEN ZU RECHNEN:

MITTLERE	AUSBREITUNGSSITUATION:	86.6 M
UNGUENSTIGSTE	AUSBREITUNGSSITUATION:	125.1 M

DIE POTENTIELL ZUENDFÄHIGE MASSE IM AUSBREITUNGSGBEIT BETRÄGT IM
MITTLEREN FALL $.142E+03$ KG, UND IM UNGUENSTIGSTEN FALL $.252E+03$ KG.

DIE DIMENSIONEN DER IM AUSBREITUNGSGBEIT STEHENDEN HINDERNISSE BE-
RECHNEN SICH MIT HILFE DER CHARAKTERISTISCHEN LÄNGE $LCC = 1.07$ M
(C) ME/KLM

Unter Berücksichtigung des Abstandes der TKW-Station von der Straße von ca. 15 m Fließweg, verblieben somit noch rund 72 m hypothetische Ausbreitungsentfernung, die in nördliche Richtung sich straßenabwärts bzw. talwärts ergäben. Das folgende Foto zeigt diesen Bereich. Die grafische Darstellung kann dem folgenden Luftbild und dem Kapitel „Ergebnis und Bewertung angemessene Sicherheitsabstände entnommen werden.





Quelle: Google Maps

In der folgenden Tabelle sind die Werte aus den Berechnungen der v.g. Kapitel für die TKW bzw. die TKW-Station zusammengefasst.

Hypothetischer Schadensort	Gasausbreitung (UEG)	Wärmeauswirkung max. Radius Blasenbildung	Wärmeauswirkung 8 kW/m ²	Wärmeauswirkung 1,6 kW/m ²	Druckauswirkungen (100 mbar)
TKW	58 m	45 m	80 m	180 m	12 m
Korrekturwert Straße talwärts Richtung Stromberg, nördliche Richtung	87 m				

Aufgrund der Ausführungen im Kapitel „Kritische Immissionstoleranzwerte“ empfiehlt der Unterzeichner im vorliegenden Fall den Wert von **58 m** als angemessenen Sicherheitsabstand zu wählen. In nördliche Richtung talwärts wird ein Korridor mit einer gestreckten Länge von ca. 87 m empfohlen. Da bereits der größte Teil des gestreckten hypothetischen Fließweges durch den Radius von 58 m abgedeckt ist, bedeutet die zusätzliche Betrachtung der topografischen Verhältnisse de facto lediglich eine gerinfügige Ausdehnung des für angemessen erachteten Abstandes in nördliche Richtung von ca. 14 m.

9. Ergebnis und Bewertung angemessene Sicherheitsabstände

Für die zukünftige Entwicklung oder Änderung der Nutzung des Areals um das Flüssiggasverbrauchslager der Firma PRIMAGAS in Schindeldorf wurde für die Schindeldorf GbR in Wettenberg eine Berechnung und Betrachtung von angemessenen Sicherheitsabständen im Sinne des § 50 BImSchG und der StörfallV nach Leitfaden KAS-18 durchgeführt.

Dabei waren die Stoffe, die Mengen und die technischen Bestandsanlagen / Druckgeräte hinreichend bekannt. Daher konnte in vorliegendem Gutachten für die Empfehlung von Abständen eine konkrete Einzelfallbetrachtung mit einer ortsspezifischen hypothetischen Gefährdungsbetrachtung durchgeführt werden. Es wurden repräsentative Szenarien betrachtet. Die Ereignisse stellen rein **hypothetische Dennoch-Störfälle** dar.

Bei der Bewertung des Einzelfalles wurde der Stand der Sicherheitstechnik der Anlagen (z.B. gemäß den Genehmigungsunterlagen, dem Konzept zur Verhinderung von Störfällen, dem Sicherheitsbericht usw.) als gegeben vorausgesetzt.

Die mittlere Wetterlage des Standortes wurde wie genannt gemäß DWD berücksichtigt.

Für die SRA im Betriebsbereich des PRIMAGAS-Lagers existieren bereits aus anderen Rechtsvorschriften vorgeschriebene Mindestabstände (Sicherheitsabstand gemäß dem technischen Regelwerk, Betrachtungen zu exzeptionellen Störfällen, z.B. aus Sicherheitsanalyse 1998 LNT). Diese wurden bei der Betrachtung als Erkenntnisquelle berücksichtigt.

Für die Einzelfallbetrachtung wurden die folgenden weiteren Prämissen zugrunde gelegt:

- Der Verlust des gesamten Inventars, der Verlust der größten zusammenhängenden Menge, Behälterbersten und der vollständige Abriss der größten Rohrleitungen wurden bei der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt, da sie bei Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu unwahrscheinlich sind.
- Da es sich bei den Flüssiggaslagerbehälteranlagen von PRIMAGAS um eine Verbrauchsanlage handelt, wurde davon ausgegangen, dass hypothetische Leckagen

aus vorhandenen Rohrleitungen, Armaturen, Sicherheitseinrichtungen etc. auftreten könnten. Für die Flüssiggaslagerbehälteranlagen wurde als Ausgangspunkt der Überlegung nach KAS-18 eine DN 25-Leckage mit einer Leckfläche von 490 mm² angedacht, jedoch weiterhin eine betriebs- und anlagenspezifische Anpassung vorgenommen. Die gemäß KAS-18 als minimale geltende Grundannahme einer Leckage von 80 mm² (DN 10) wurde dabei nicht unterschritten.

- Unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Technik wurden die zugrunde gelegten max. Rohrleitungsdimensionen ermittelt, die Leckfläche verifiziert und die Aufpunkte von möglichen Quellen lokalisiert.
- Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen (z.B. Ausbreitungshindernisse) wurden für die Berechnungen gemäß den Ausbreitungsmodellen nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 2 berücksichtigt. Außerdem wurden die spezifische Topografie und die Bebauungssituationen in Bezug auf mögliche Verdämmungen bei hypothetischer Zündung von Gaswolken ortsspezifisch abgeschätzt und bei den Berechnungen berücksichtigt. Analoges gilt für die Reaktivität des Stoffes.
- Die Betrachtung der Szenarien wurde jeweils getrennt für Stoffausbreitungen, Brand und Druck vorgenommen.
- Als Beurteilungswerte wurden die Abstandsempfehlungen und humankritischen Immissions-Toleranzwerte des Leitfadens KAS-18 **gewertet** berücksichtigt.

Die Ausbreitungsradien bis zum Beurteilungswert der gewählten Ereignisse entsprechen dem empfohlenen, angemessenen Sicherheitsabstand des Einzelfalles. Bei Einhaltung oder Überschreitung der Abstandsempfehlungen kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die durch einen schweren Unfall im Betriebsbereich hervorgerufenen Auswirkungen unter den getroffenen hypothetischen Annahmen für den Menschen nicht zu einer ernststen Gefahr i. S. d. § 2 Nr. 4 der Störfall-Verordnung führen.

Es haben sich gemäß den v.g. Kapiteln Abstandswerte bzw. Radien von den Quellen (Anlagenteilen) ergeben, die in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt sind. Der jeweils größte Wert des

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

- Radius der max. Gasausbreitung, des
- Radius der Wärmestrahlung und des
- Radius der Druckbelastungsgrenze 100 mbar

bildet den empfohlenen, angemessenen Sicherheitsabstand. Der jeweils treibende Wert ist in der folgenden Tabelle rot markiert.

Hypothetischer Schadensort	Gasausbreitung (UEG)	Wärmeauswirkung max. Radius Blasenbildung	Wärmeauswirkung 8 kW/m ²	Wärmeauswirkung 1,6 kW/m ²	Druckauswirkungen (100 mbar)
Behälteranschlüsse	49 m	36 m	69 m	150 m	48 m
TKW bzw. TKW-Station	58 m	45 m	80 m	180 m	12 m
Korrekturwert Straße talwärts Richtung Stromberg, nördliche Richtung	87 m				

Es kann festgestellt werden, dass der im Wesentlichen treibende Radius jener der TKW-Station (Füllanlage) mit 58 m ist. Da der Radius der DN-80 Behälteranschlüsse 49 m ist, werden diese vom Radius 58 m fast vollständig eingehüllt. Lediglich nach Südwesten ergibt der Radius von 49 m um den Domschacht des 167 m³-Behälters eine leichte Vergrößerung des Kreises um die TKW-Station.

Auch die Betrachtung der speziellen Topografie in Bezug auf die Straße talwärts Richtung Stromberg vergrößert durch den ermittelten hypothetischen Fließweg den Radius von 58 m um die TKW-Station leicht nach Norden.

Die Ergebnisse liefern das nachstehende Abstandsbild. Die vorzunehmende Gesamtbewertung gemäß dem betrachteten Einzelfall kann damit zu dem Ergebnis führen, dass die hypothetischen Auswirkungen im vorgenannten Sinne für eine planerische Festsetzung abstandsbestimmend sein können.



Quelle: Google Earth

Während Gasausbreitungen windgetrieben sich wechselnd in verschiedene Richtungen ausbreiten können und Druckwellen stets dreidimensional wirken, ist es bei den berechneten Wärmestrahlungen so, dass diese **nur nicht abgeschattet**, also wenn sie direkt auf die menschliche Haut oder ein Objekt treffen, wirken.

Menschen die z.B. durch Gebäude, Höhenunterschiede, Wände, dichte Bewaldung / Bewuchs, sonstige Hindernisse o.ä. abgeschattet, ohne direkten Blick auf einen Feuerball und außerhalb dessen stehend, werden eine Wärmestrahlung eventuell nicht kritisch wahrnehmen. Das bedeutet, sie ist für sie dann möglicherweise nicht relevant bzw. gefährdend.

Auf die alternativ und zusätzlich berechneten Abstände in Bezug auf weitere Erkenntniswerte (8 kW/m^2 und $1,6 \text{ kW/m}^2$) wird verwiesen. Diese Berechnungen können jeweils den Unterkapiteln des Kapitel 8 entnommen werden.

Einen Immissions-Toleranzwert von $1,6 \text{ kW/m}^2$ hält der Unterzeichner für vorliegende Betrachtung von hypothetischen Gasbränden sehr kurzer Dauer (ohne Folgeereignis gleichen Ausmaßes an Wärmebelastung) nicht für relevant. Dieser Beurteilungswert erscheint auch durch den Leitfaden KAS-18 so nicht absolut vorgegeben, sondern eine zeitliche Wertung der Einwirkdauer ist auch im Leitfaden berücksichtigt (siehe dazu Anhang 4, Nr. 4 KAS-18). Auch der starre Wert von 8 kW/m^2 , wie er teilweise anderswo praktiziert wird, erscheint nicht zwingend objektiv, da der max. Radius der Blasenbildung faktisch bedeutet, dass eine relevante Verletzungsgefahr (erste Gefahr im Sinne des Regelwerkes) von exponierter, unbedeckter menschlicher Haut vernünftigerweise außerhalb dieses Radius unter den gegebenen Parametern nicht mehr zu erwarten wäre.

Innerhalb der gezeigten Radien des Abstandsbildes erscheinen derzeit nach hiesigem Verständnis und Kenntnisstand keine besonders schutzwürdigen Objekte im Sinne des Leitfadens KAS-18 (s.a. Kapitel 4.2). Innerhalb der Radien befinden sich derzeit augenscheinlich folgende betriebsfremde Einrichtungen:

- Wald bzw. Bewaldung
- Öffentliche Straßen und Parkplätze
- Kleine Teile eines Golfplatzes
- Einzelne Gebäude



In Bezug auf die geplante Änderung des v.g. Bebauungsplans, könnten zukünftig Teile des nördlichen Baufeldes 3 und des östlichen Baufeldes 1 **teilweise** durch den angemessenen Abstand tangiert sein.

Abhängig von den baurechtlichen Vorschriften in Rheinland-Pfalz wären diese Teilbereiche nach hiesigem Verständnis nicht zwingend besonders schutzwürdige Objekte i.S. des Leitfadens KAS-18, wenn sie innerhalb des angemessenen Sicherheitsabstands gemäß § 3 Absatz 5c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) eines Betriebsbereichs im Sinne von § 3 Absatz 5a BImSchG liegen. Beispielhaft sei hier praktiziertes Recht aus der Landesbauordnung BW angeführt, wo dies nicht für die Errichtung von einem oder mehreren Gebäuden gilt, wenn die Größe der dem Wohnen dienenden Nutzungseinheiten insgesamt nicht mehr als 5.000 m² Brutto-Grundfläche beträgt und für baulichen Anlagen, die öffentlich zugänglich sind, erstmals oder zusätzlich nicht die gleichzeitige Nutzung durch mehr als 100 Personen zu erwarten ist. Die konkrete Festlegung und Abwägung obliegt jedoch der zuständigen Baubehörde in Rheinland-Pfalz.

Es wird empfohlen in Zukunft nicht unmittelbar an den tangierten Grenzen des o.g. Radius eine schutzwürdige Nutzung zuzulassen, sondern Distanzbereiche/Puffer zumindest gemäß dem v.g. Luftbild zu berücksichtigen, in denen ggf. eine eingeschränkte, betriebsfremde Nutzung stattfinden kann.

Es gilt gemäß KAS-18, dass sich durch Abstandsempfehlungen ergebende "Zwischenzonen" (Radien in v.g. Luftbild) nicht als von der Bebauung komplett freizuhaltende Fläche verstehen, sondern innerhalb dieser Abstände weniger schutzwürdige Nutzungen als die in § 50 Satz 1 BImSchG genannten durchaus vorgesehen werden können.

Projiziert man die Auswirkungsbetrachtungen auf v.g. konkretes Umfeld des Standorts, so werden für Planungen folgende Empfehlungen ausgesprochen:

1. Auf betriebsfremden Flächen, die vom o.g. Radius tangiert werden, sollten zukünftig keine besonderen Schutzobjekte oder andere Einrichtungen mit einer großen Anzahl von Menschen geplant werden. Als **Beispiele** können genannt werden:
 - Einrichtungen mit einer Vielzahl von Menschen wie z.B. Krankenhäuser, Altenheime, Schulen, Veranstaltungsgebäude, Einkaufszentren usw.
 - Verkehrswege mit hoher Verkehrsdichte.

Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

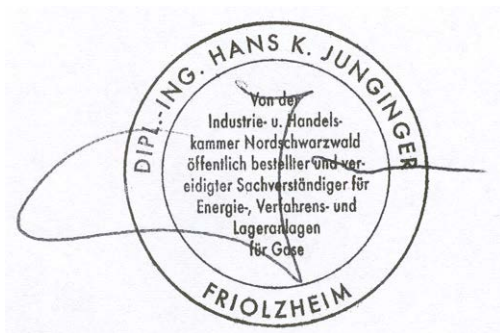
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Energie-, Verfahrens- und Lageranlagen für Gase

- Wohngebiete mit dichter Bebauung o.ä.

2. Außerhalb der unter Punkt 1 genannten Flächen erscheinen auch besonders schutzwürdige Objekte und Einrichtungen mit einer größeren Anzahl von Menschen nach Abwägung möglich.

Die genannten Empfehlungen können nur einen Rahmen vorgeben. Eine zuständige Behörde hat sich - soweit sie sich auf die vorliegende Ausarbeitung stützt - jeweils davon zu überzeugen, dass die vorgenommenen Betrachtungen auf den zu beurteilenden Einzelfall bei einer Entwicklung der Flächen übertragbar sind.

Ausarbeitung erstellt von:



Dipl.-Ing. Hannes K. Junginger

Lindenstr. 34

D-71292 Friolzheim

Tel. (0173) 3400-560

hannes.junginger@protech.de

10. Referenzdokumente

10.1. Leitfaden für die Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes

Folgendes Referenzdokument wurde bei der Erstellung der vorliegenden Stellungnahme berücksichtigt.



Leitfaden für die Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes

(Stand Juni 2018)

Gutachten zur Ermittlung angemessener Sicherheitsabstände dienen den Genehmigungs- und Planungsbehörden als wichtige Unterlagen für deren Entscheidungen. Gemäß aktueller Rechtsprechung muss die Ermittlung angemessener Sicherheitsabstände gerichtlich voll überprüfbar sein. Im Folgenden werden Anforderungen an Struktur, Umfang und Detailtiefe formuliert, die gewährleisten sollen, dass die Gutachten zur Ermittlung angemessener Sicherheitsabstände aus sich heraus verständlich sind und alle dafür erforderlichen Informationen enthalten. Der Informationsgehalt muss so hoch sein, dass eindeutig nachvollziehbar ist, warum die betrachteten Stoffe und Szenarien als abdeckend für die Ermittlung der angemessenen Sicherheitsabstände ausgewählt wurden.

Sofern bestimmte Angaben Betriebsgeheimnisse enthalten, sind diese als solche zu kennzeichnen, um dem im Falle einer Veröffentlichung bzw. Weitergabe des Gutachtens Rechnung zu tragen.

1 Allgemeine Angaben

- Deckblatt mit Titel des Gutachtens
- Auftraggeber mit Anschrift
- ggf. Betreiber mit Anschrift, sofern nicht mit Auftraggeber identisch
- Standort des Betriebsbereichs
- Ansprechpartner des Auftraggebers und ggf. des Betreibers
- Auftragnehmer mit Anschrift
- Ersteller des Gutachtens und Mitwirkende
- Auftragsnummer
- Datum des Gutachtens
- Inhaltsverzeichnis

2 Veranlassung und Aufgabenstellung

- Darstellung des Grundes für die Erstellung des Gutachtens (Bezug zum konkreten Anlass, z. B. Änderung der bauplanungsrechtlichen Ausweisung, Baugenehmigungsverfahren in der Nachbarschaft des Betriebsbereichs, Vorhaben im Betriebsbereich)
- Beschreibung der Aufgabenstellung des Auftraggebers und ggf. Abstimmung mit der zuständigen Behörde.
- Angaben zur Qualifikation und Eignung des Erstellers (z. B. Sachverständiger im Sinne von § 29a BImSchG)



3 Beschreibung der Umgebung des Betriebsbereiches

- Darstellung der Plansituation (z.B. Regionalplan, Flächennutzungsplan, Bebauungsplan)
- Darstellung der Umgebung des Betriebsbereichs mit
 - Tatsächlicher, zulässiger oder vorgesehener Nutzung (Bereiche und Entwicklungen, die die Wahrscheinlichkeit des Eintritts oder die Auswirkungen eines Störfalls vergrößern können)
 - Schutzobjekte (s. § 3 (5d) BImSchG)
 - Angabe der Entfernung der Schutzobjekte von der Betriebsbereichsgrenze
 - bildlicher und maßstäblicher Darstellung (z. B. Kartenauszug, Satellitenbild) :

4 Beschreibung des Betriebsbereichs

Allgemeine Beschreibung

- Benennung der vorliegenden Betreiberunterlagen, der verwendeten Literatur; ggf. Angaben zu durchgeführten Vor-Ort-Terminen und/oder telefonischen Konsultationen mit Datum, beteiligte Personen
- Darstellung der Einordnung als Betriebsbereich (obere Klasse /untere Klasse) und seiner Grenzen
- Darstellung der aktuellen Genehmigungssituation der für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes relevanten Anlagen
 - Darstellung der vorhandenen/ genehmigten Anlagen, Lagereinrichtungen und Prozesse/Verfahren, von denen aufgrund des Stoffinhalts eine Gefährdung außerhalb des Betriebsgeländes hervorgerufen werden könnte einschließlich Umschlag und Transport
- Darstellung der zukünftigen Entwicklungen im Betrieb, soweit diese einen konkreten Planungsstand haben
- Standortbesonderheiten (einschließlich ggf. der Nähe zur Staatsgrenze und benachbarte Betriebsbereiche)

Beschreibung der vorhandenen gefährlichen Stoffe nach Anhang I der 12. BImSchV

- Gefahrenkategorien einschließlich Zuordnung mit den Gesamtmengen
- für die Betrachtung relevante Anlagen- und Prozessparameter im bestimmungsgemäßen Betrieb (Druck, Temperatur, größte zusammenhängende Masse, Gebindegröße etc.)
- verwendete Beurteilungswerte für toxische Wirkung, Druckwirkung und Wärmestrahlung



5 Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes

Gefährdungen durch die vorhandenen gefährlichen Stoffe

- Allgemeine Aussagen zu Gefährdungen, die durch die im Betriebsbereich vorhandenen Stoffe hervorgerufen werden können
- Begründung, warum bestimmte Gefährdungen bei der Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes nicht berücksichtigt werden (z.B. Bagatellschwelle)
- ggf. Ableitung eines Erfordernisses für gesonderte Betrachtungen, z. B. für spezielle Anlagenarten
- Angaben und Begründung zu allen Eingangsgrößen und Beurteilungswerten, die von Werten in Verwaltungsvorschriften oder spezifischen Leitlinien (KAS 18) abweichen.

Angaben zu den betrachteten Szenarien für die luftgetragene Freisetzung gefährlicher Stoffe, Wärmestrahlung und Druckwirkung

- Darstellung der Stoffe und Orte, an denen es zu einer relevanten Freisetzung, einem Brand oder einer Explosion mit erheblicher Wärmestrahlung bzw. Druckwirkung kommen kann
- Angaben und Begründung zu den ausgewählten Szenarien mit Bezug zu den Stoffmengen, den relevanten Stoffdaten und den betrieblichen Bedingungen
- Angaben zu den verwendeten Eingangsparametern für die Modellierungen
 - Ausbreitung (u.a. Angaben zum ermittelten Quellterm),
 - Wärmestrahlung (u.a. Größe der Brandfläche),
 - Explosionsdruck (u.a. explosionsfähige Masse)
- Tabellarische und/oder grafische Darstellung der Ergebnisse (Immissionskonzentration, Wärmestrahlung, Explosionsdruck) in Abhängigkeit von den Entfernungen zum Freisetzungs- bzw. Explosionsort
- Angabe der Entfernungen, in denen die jeweiligen Beurteilungswerte für das betrachtete Szenario unterschritten werden (mit maßstäblicher Darstellung).
- Zusammenfassung der Aussagen, die sich aus den durchgeführten Berechnungen mit Bezug zu den Schutzobjekten (s. Kap. 1.3) ergeben

6 Anlagen

- Die Berechnungen (Softwarerechenprotokolle usw.) sind beizufügen
- Stoffdaten aller vorhandenen/genehmigten Stoffe, tabellarisch
- Angaben zur verwendeten Software (incl. Versionen, Betriebssystem etc.).



7 Zusammenfassung

Die wesentlichen Aspekte des Gutachtens sollten abschließend übersichtlich zusammengefasst werden. Dies sind:

- Grund der Anfertigung des Gutachtens
- Ergebnisse der durchgeführten Betrachtungen, ggf. Angaben zu Unsicherheiten und Fehlergrenzen
- Angaben zu ermittelten angemessenen Sicherheitsabständen mit Bezug zu den Entfernungen zu Schutzobjekten
- Maßstäbliche Darstellung des/der angemessenen Sicherheitsabstandes/-abstände in einer Karte auch in digitaler Form zur Eingabe in Geoinformationssysteme.
- ggf. Hinweise auf Maßnahmen zur Reduzierung des angemessenen Sicherheitsabstands

Das Gutachten ist abzuschließen mit:

- Datum
- Name(n) und Unterschriften des(r) Ersteller(s).