

Erdgas- Verflüssigungsanlage- Renzenhof – Auslegung Entspannsystem

Sören Honsel | TZG | 09.06.2023



Einleitung

Auf dem OGE Standort Renzenhof wird die Errichtung einer Erdgas-Verflüssigungsanlage für Bio-LNG verfolgt.

Dies macht auch die Auslegung eines Entspannsystems für die geplante Anlage erforderlich.

- Es wird von Notentspannungen ausgegangen, für die Entspannziele nach API STD 521 gelten.
- Die Dimensionierung der Sicherheitsventile, Massenstrombegrenzende Blenden sowie die Berechnung des transienten Entspannvorgangs und der maximal auftretenden Massenströme über den geplanten Ausbläser ist durch den Anlagelieferanten SIAD nach API STD 521 erfolgt.
- Referenzierte Dokumente:
 - GTS19_854_0A: CRITERIA FOR SIZING VENT SYSTEM
 - PTRDS49_3A0A: Vent – Datasheet
- Derzeit plant der Anlagelieferant SIAD einen Ausbläser mit einer Höhe von 20 m und 8“ (0,2 m) Austrittsdurchmesser.

Strömungssimulation

Die Berechnung des transienten Entspannvorgangs sowie die Ermittlung der maximal auftretenden Massenströme über den Ausbläser ist durch den Anlagenlieferanten SIAD nach API STD 521 erfolgt.

Folgende Notentspannszenarien wurden seitens SIAD bewertet:

- | | | |
|-----------|--|--|
| 1. | Production section fire condition | $[\dot{m}_{max.} = 2,742 \text{ kg/s; } T = 178^\circ\text{C; gasförmig}]$ |
| 2.1 | Emergency plant shutdown LNG | $[\dot{m}_{max.} = 2,767 \text{ kg/s; } T = -159^\circ\text{C; gasförmig}]$ |
| 2.2 | Emergency plant shutdown NG | $[\dot{m}_{max.} = 2,86 \text{ kg/s; } T = -15,1^\circ\text{C; gasförmig}]$ |
| 3. | Emergency vent from HV715 valve | $[\dot{m}_{max.} = 3,02 \text{ kg/s; } T = -159^\circ\text{C; gasförmig}]$ |
| 4. | Emergency vent from PSV530 | $[\dot{m}_{max.} = 1,865 \text{ kg/s; } T = 20^\circ\text{C; gasförmig}]$ |
| 5. | Storage section fire condition | $[\dot{m}_{max.} = 1,613 \text{ kg/s; } T = -138,65^\circ\text{C; gasförmig}]$ |

Maßgeblich zur Auslegung des Ausbläfers ist das Szenario, welches den höchsten Massenstrom bedingt. Daher wird für die folgende Effektanalyse das **Szenario 3** mit 3,02 kg/s bei -159 °C herangezogen.

Effektanalyse | Auslegungsgrundlagen

- Bei der Ausbläserauslegung müssen die im Fall einer Zündung der Gasfahne auftretenden Wärmestrahlungsimmissionen berücksichtigt werden.
- Da der Ausbläser auf dem Stationsgelände aufgestellt werden soll, kann der Grenzwert von $6,3 \text{ kW/m}^2$ in 2,5 m Reichhöhe für Personen mit PSA auf Betriebsgeländen herangezogen werden. Hierbei wird von ebenem Gelände ausgegangen.
- Höhere Strömungsgeschwindigkeiten an der Mündung führen zu geringeren Immissionen am Boden, da die Flamme dann weniger von Seitenwind abgelenkt wird. Ein kleinerer Mündungsdurchmesser führt zu höheren Geschwindigkeiten und ermöglicht so grundsätzlich niedrigere Ausbläser.
- Höhere Geschwindigkeiten führen jedoch zu größerem Lärm. Da für Notentspannungen ausgelegt wird, finden Lärmgrenzwerte gemäß TA Lärm 7.1 keine Anwendung. Die maximalen Machzahlen und damit die Durchmesser der Ausbläser müssen deshalb auf einer anderen Grundlage ermittelt werden.
- Gemäß SERA.5005 Buchstabe f der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 923/2012 darf sich der egB eines Ausbläfers maximal 150 m über dessen Mündung hinaus erstrecken.

Effektanalyse | Auslegungsgrundlagen

- Eine Notentspannung sollte keine dauerhafte Gehörschädigung bei anwesenden Personen verursachen können.
- Es wird davon ausgegangen, dass sich die Personen nicht länger als 10 s im relevanten Bereich der Ausbläserumgebung aufhalten bzw. innerhalb dieser Zeit ihr Gehör schützen können.
- Daraus ergibt sich ein Schallpegel von 115 dB(A), der in 2,5 m Höhe nicht überschritten werden sollte.
- Die Effektberechnung wird mit der Software Shell FRED 6.1 durchgeführt.
- Derzeit verfolgt der Anlagenbauer SIAD einen **Ausbläser mit einer Höhe von 20 m und 8“ (0,2 m) Austrittsdurchmesser**. Die Effekte für diese Ausbläsergeometrie werden im folgendem dargestellt.

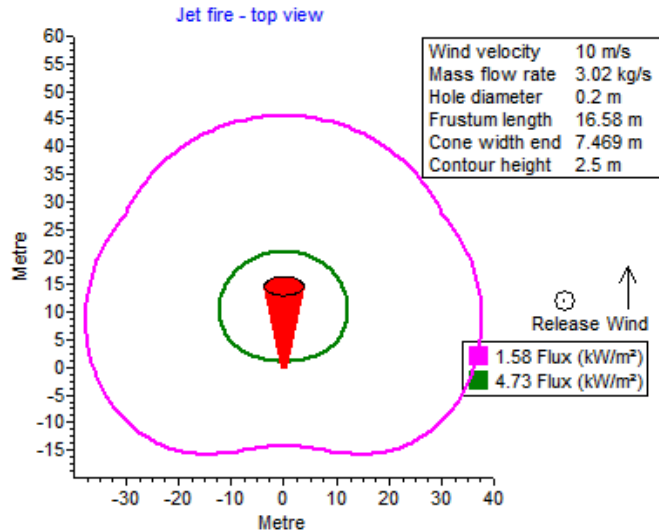
Tages-Lärmexpositionspegel (Halbierungsparameter) für den unteren Auslösewert $L_{EX,8h} = 80$ dB(A)

80 dB(A) in 8 h
= 83 dB(A) in 4 h
= 86 dB(A) in 2 h
= 89 dB(A) in 1 h
= 92 dB(A) in 30 min
= 95 dB(A) in 15 min
= 98 dB(A) in 7,5 min
= 101 dB(A) in 3,8 min

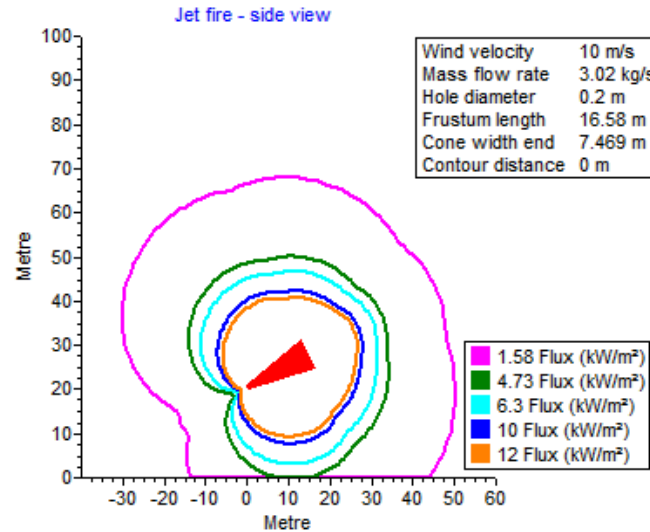
Quelle: DGUV | 209-023



Wärmestrahlung



No contours >= 6.3 kW/m²



Bei einer **Ausbläserhöhe von 20 m** und einem **Durchmesser 8“ (0,2 m)** wird der **6,3 kW/m²-Grenzwert** in Reichhöhe von 2,5 m in der gesamten Umgebung eingehalten.

Die Gefahr einer Feuerübertragung in der Einflusszone um den Ausbläser besteht bei Vegetation (10 kW/m²) ab einer Höhe von 8 m und auf Gebäude (12 kW/m²) ab einer Höhe von 9 m.

Explosionsgefährdeter Bereich (egB)

egB:

$$R = 27 \text{ m}$$

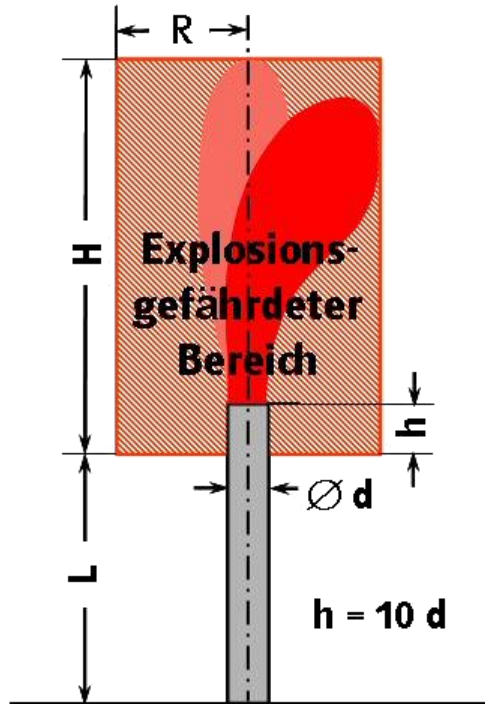
$$H = 27,5 \text{ m}$$

$$L = 18 \text{ m}$$

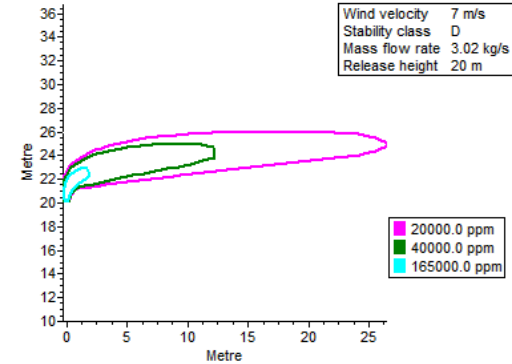
$$h = 2 \text{ m}$$

$$H-h = 25,5 \text{ m} < 150 \text{ m}^{*1}$$

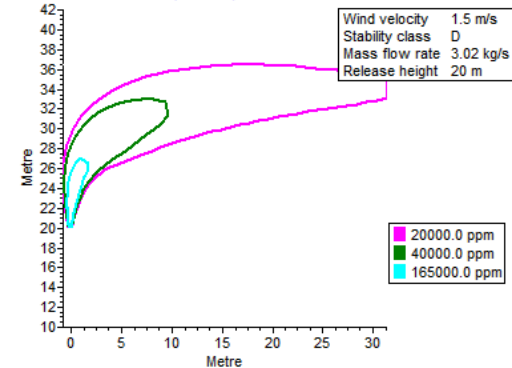
$$\text{Ex-Zone} = 2^{*2}$$



Steady state dispersion - side view
(Methane)



Steady state dispersion - side view
(Methane)



*1 SERA 5005 (Standardised European Rules of the Air): Mindestflughöhe über Erhebungen = 150 m
*2 Es ist nur selten und kurzzeitig mit einer explosionsfähigen Atmosphäre im ausgewiesenen egB zu rechnen. Gemäß RN 353-004 Kapitel 4.1 ist der egB daher als Zone 2 zu deklarieren.

Schallimmissionen

- Die maximalen Schallimmissionen in Ausbläsernähe (ohne Zündung) in 2,5 m Höhe betragen 45 dB(A)
- Eine dauerhafte Gehörschädigung auch bei dauerhafter Exposition ist bei 45 dB(A) auszuschließen
- Diese Angaben beziehen sich ausschließlich auf das auftretende Mündungsgeräusch (maximale Machzahl nach Expansion des Strahls $Ma = 0,2$)

Fazit

Der geplante Ausbläser auf der Verflüssigungsanlage Renzenhof mit einer Höhe von 20 m und 8“ (0,2 m) Austrittsdurchmesser kann unter Berücksichtigung von Immissionen und egB ohne Einschränkungen errichtet werden.