

EURISG

European Industrial Sizing Group

EURISG Sizing Case Report

ESC_109

Stand: **20.06.2018**

Schallemissionen an Abblaseleitungen

Vertraulichkeit | Nutzung | Haftung

Dieses Dokument ist erstellt und Eigentum der CSE-Engineering Center of Safety Excellence GmbH. Es ist vertraulich zu behandeln und darf nicht ohne schriftliche Genehmigung der CSE-Engineering und dem Einverständnis der Teilnehmer der EURISG Gruppe an Dritte weitergegeben werden. Dies gilt für die elektronische Weitergabe ebenso wie für eine Kopie des Dokuments. Die Ergebnisse des Dokumentes dürfen ohne schriftliche Genehmigung weder zitiert noch vervielfältigt werden. Jede Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit des Dokuments wird ausgeschlossen. Es gelten die Compliance Richtlinien der EURISG-Gruppe.

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung.....	5
2.	Motivation und rechtliche Rahmenbedingungen	7
3.	Theorie	8
3.1.	Geräuschursachen	8
3.2.	Schalldruckpegel	8
3.3.	Schallleistungspegel.....	8
3.4.	Ausbreitung von Schall.....	9
3.4.1.	Allgemeine Lösung der Wellengleichung	9
3.4.2.	Gestörte Schallausbreitung.....	9
3.5.	A-Bewertung des Schalldruckpegels.....	11
3.6.	Frequenzspektrum.....	12
4.	Herangehensweise.....	13
4.1.	Immissionsgrenzwerte	14
4.1.1.	Lärm- und Vibrations- Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV).....	14
4.1.2.	TRLV Lärm Teil 1.....	15
4.1.3.	VDI 2085	15
4.1.4.	TA-Lärm	15
4.1.5.	Umweltbundesamt	16
4.2.	Berechnung der Schallleistung	16
4.2.1.	ISO 4126-9	16
4.2.2.	VDI 2713	16
4.2.3.	Methode nach Bopp&Reuther.....	17
4.3.	Berechnung des Schalldruckpegels	17
4.3.1.	ISO 4126-9	17
4.3.2.	API 521	18
4.3.3.	VDI 2713	18
4.3.4.	Methode nach Bopp&Reuther.....	19
4.3.5.	DIN ISO 9613-2.....	20
4.4.	Dämpfung des Schalls nach DIN ISO 9613-2	20
4.4.1.	Anwendungsbereich	20
4.4.2.	Randbedingungen	21

4.4.3. Berechnungsvorgaben	21
5. Ergebnisse.....	27
5.1. Ergebnisse der unbewerteten Schalldruckpegel	28
5.2. A-bewertete Schalldruckpegel ohne Dämpfung.....	28
5.3. A-bewertete Schalldruckpegel mit Dämpfung nach DIN ISO 9613-2..	29
5.4. Darstellung der Ergebnisse in der Ebene.....	35
5.4.1. Schalldruckpegel bei einer Distanz von 10 m	35
5.4.2. Schalldruckpegel bei einer Distanz von 200 m	36
5.4.3. Schalldruckpegel bei einer Distanz von 2000 m.....	38
6. Abschätzung der Lebensdauer von Rohrleitungen bei vibrationsinduzierten Ermüdungsbrüchen	40
6.1. Berechnung des Schalldruckpegels für die Abschätzung des Ermüdungsverhaltens	40
6.2. Berechnung des Ermüdungsverhaltens	42
6.3. Ergebnisse zur Abschätzung des Ermüdungsverhaltens	43
7. Diskussion	44
8. Lessons learned	47
9. Verwendete Symbole und Einheiten	48
10. Literaturverzeichnis	52
11. Anlagen	54
A Luftabsorptionskoeffizient.....	54
B Bodeneffekt	54
C Bedingung für Reflexionen.....	55
D Abschirmung A_{bar}	56
E Bewuchs	58
F Industriegelände	59
G Berechnung des Schalldruckpegels nach DIN EN 60534-8-3.....	59
H Begriffsdefinitionen der Immissionsrichtlinien.....	63

1. Aufgabenstellung

Während einer Notentlastung kann es im Sicherheitsventil sowie in der turbulenten Grenzschicht des mit hohen Machzahlen ausströmenden Gases mit der Umgebungsluft zu massiven Geräuschemissionen kommen.

Nach der LärmVibrationsArbSchV [1] können bereits ab 85 dB Gehörschäden auftreten [2] und nach TA-Lärm gehört es zu den Grundpflichten des Betreibers dafür zu sorgen, dass von der Anlage ausgehende Geräusche keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorrufen [3]. Daher ist es wichtig die auftretenden Schallemissionen zu quantifizieren. Zusätzlich können schallinduzierte Vibrationen Anlagenkomponenten nachhaltig beschädigen, sodass eine Abschätzung der Auswirkungen des Schalls auf Abblaseleitungen notwendig ist.

In diesem Report soll auf Basis des CSE-Report ESC 103 der A-bewertete Schalldruckpegel einer bestehenden Sicherheitsventil-Abblaseleitung bei der Notentlastung von Stickstoff in einer Entfernung von 10, 200 und 2000 m von der Schallquelle berechnet werden. Die Dämpfungswerte werden bei einer Bandmittenfrequenz von 500 Hz ermittelt. Die ventilspezifische Geometrie kann bei der Berechnung unberücksichtigt bleiben. Zusätzlich wird eine Abschätzung der Auswirkungen von schallinduzierten Vibrationen durchgeführt. Dabei wird ermittelt, ob der Schalldruckpegel den Grenzwert von 155 dB nach API 521 [4] überschreitet und dadurch die Integrität der Rohrleitung gefährdet wird (Ermüdung).

Bei der Schallausbreitung im Freien müssen geometrische Faktoren wie die Entfernung zwischen Schallquelle und Empfänger sowie deren Höhe über dem Boden berücksichtigt werden. Außerdem sind Dämpfung von Schall durch Luftabsorption, Bodeneffekte, Bewuchs, Bebauung und Industriegelände sowie Reflexionen bei der Berechnung mit einzubeziehen [5].

In **Tabelle 1-1** sind die Daten zur Berechnung spezifiziert. Die geometrischen Abmessungen der Leitungen sowie die Umgebungsbedingungen sind in **Abbildung 1-1** gegeben. Alle erforderlichen Stoffdaten für die Berechnungen sind selbst zu bestimmen.

Tabelle 1-1: Daten für die Berechnung

▪ Medium:	Stickstoff (überhitzt)
▪ Molare Masse Stickstoff M :	28,01 kg/kmol
▪ Abführbarer Massenstrom $Q_{m,max}$:	2326 kg/h
▪ Innendurchmesser Abblaseleitung d_i :	40 mm
▪ Temperatur Auslass T_2 :	491,85 K
▪ Umgebungstemperatur T_b :	294,15 K
▪ Druck Auslass p_2 :	2,87 bar
▪ Umgebungsdruck p_b :	1 bar
▪ Bodenfaktor G :	0
▪ Relative Luftfeuchte ϕ :	0,7

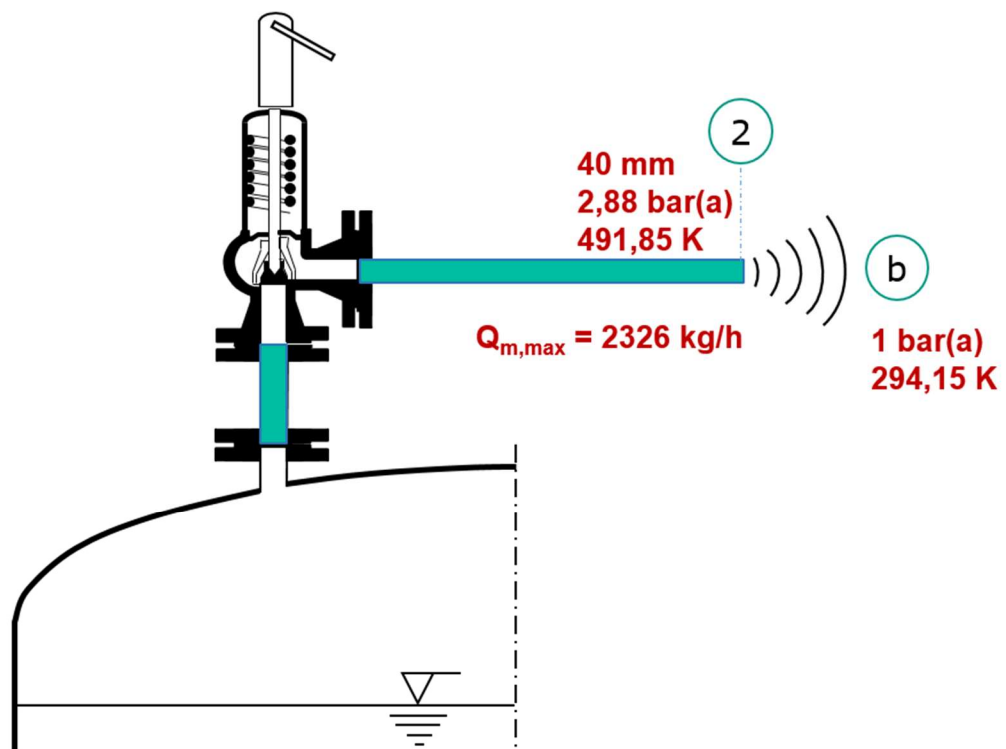


Abbildung 1-1: Vorgabe für die Berechnung der Schallemissionen beim Austritt aus einer Abblaseleitung in die Umgebung.

Die Ergebnisse dieses Reports basieren auf einer Praktikumsarbeit des CSE-Center of Safety Excellence und werden der EURISG-Gruppe zur Verfügung gestellt.