



EURISG

European Industrial Sizing Group

EURISG Sizing Recommendation Report

ESR_101

Stand: **21.06.2019**

Definition des Auslegungsfalls für die Absicherung
von verschiedenen Druckgeräten bei der Durch-
strömung mit Gasen und Flüssigkeiten

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.

CSE - ENGINEERING CENTER OF SAFETY EXCELLENCE GMBH MIT SITZ IN PFINZTAL

GESCHÄFTSFÜHRER:
Prof. Dr. Jürgen Schmidt
Prof. Dr. Jens Denecke

HRB NR. 722490
Amtsgericht Mannheim
Umsatzsteuer-ID: DE300689965

DEUTSCHE BANK IN NEUSTADT
IBAN DE41 5467 0024 0033 6164 00
BIC DEUTDE33

Revisionen

Dateiname	Änderungen	Datum
ESR101_170717_Definition_Auslegungsfall	Ersterstellung CSE-Engineering	17.07.2017
ESR101_170913_Definition_Auslegungsfall	Überarbeitung des Gesamtkonzepts; Szenarien wurden möglichst apparateunabhängig formuliert	13.09.2017
ESR101_171206_Definition_Auslegungsfall	Ergänzung der Kapitel „Überfüllen mit Gas“, „Entleeren von Flüssigkeiten und Gasen“, „Einblocken von Flüssigkeit	06.12.2017
ESR101_181203_Definition_Auslegungsfall	Aufteilung des Kapitels „Entleeren von Flüssigkeiten und Gasen“ in zwei getrennte Kapitel, Ergänzung des Kapitels „Chemische Reaktionen“	03.12.2018
ESR101_190621_Definition_Auslegungsfall	Ergänzung des Kapitels „Fehlfunktion eines Regelventils“	21.06.2019

Inhaltsverzeichnis

Revisionen	2
1 Einleitung	4
2 Definition des Auslegungsfalls	4
3 Typische Störungen in Apparaten	6
3.1 Mechanischer Energieein- / austrag	7
3.1.1 Überfüllen mit Flüssigkeit.....	7
3.1.2 Überfüllen mit Gas	8
3.1.3 Entleeren von Flüssigkeiten aus Lagertanks.....	9
3.1.4 Entleeren von Gasen aus Druckbehältern	10
3.1.5 Fehlfunktion eines Regelventils	11
3.2 Thermischer Energieeintrag.....	13
3.2.1 Einblocken von Flüssigkeit.....	13
3.2.2 Brand / Unterfeuerung.....	14
3.2.3 Chemische Reaktionen.....	15
4 Literaturverzeichnis	17
A Symbole und Einheiten	19

1 Einleitung

Die Sicherheit von chemischen und petrochemischen Anlagen kann durch verschiedene sicherheitstechnische Einrichtungen, z. B. Druckentlastungseinrichtungen, gewährleistet werden. Diese müssen so dimensioniert sein, dass sie den mindestens abzuführenden Massenstrom aus dem jeweiligen Apparat sicher abführen können. Dazu wird üblicherweise im Rahmen einer HAZOP oder eines Sicherheitsgesprächs der Auslegungsfall (Worst-Case-Szenario) definiert.

Oft können in der HAZOP aber nicht alle relevanten Randbedingungen ermittelt werden, da dem HAZOP-Team nicht bekannt ist, welche Größen für die Auslegung der sicherheitstechnischen Einrichtung festgelegt sein müssen. Umgekehrt weiß das HAZOP-Team nicht immer um die Besonderheiten der Druckentlastungseinrichtung. Daher soll dieser Bericht zur Reduktion von Fehlern im Bereich der Schnittstelle zwischen HAZOP / Szenariodefinition und ingenieurtechnischer Auslegung einer Druckentlastungseinrichtung beitragen. Für den Fall der Überdruckabsicherung gibt es einige typische Szenarien, sie sind beispielhaft im Hinblick auf die Schnittstelle zur HAZOP aufgeführt.

2 Definition des Auslegungsfalls

Die Definition des Auslegungsfalls für den abzuführenden Massenstrom im betreffenden Apparat wird im Regelfall mit einer Gefahren- und Wirkungsanalyse (PAAG/HAZOP) für die Anlage oder deren Komponenten festgelegt. Dabei muss grundsätzlich jeweils ein (unabhängiger) Fehler betrachtet und bewertet werden (Einzelfehler-Toleranzprinzip). In Einzelfällen und insbesondere bei hohen Risiken sollten jedoch auch mehrere (voneinander unabhängige) Fehler gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander unterstellt werden. Grundsätzlich sollte die Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb des Apparates jedoch nicht unnötig zur vermeintlich sicheren Seite festgelegt werden, denn auch eine überdimensionierte Sicherheitseinrichtung führt beim Ableiten der Stoffströme häufig zu schwer abschätzbaren Risiken. Beispielsweise sind für überdimensionierte Sicherheitseinrichtungen neben dem größeren zündfähigen Bereich und höheren Konzentrationen bei toxischen Stoffen auch dynamische Kräfte auf das Notentlastungssystem sowie die nachgeschalteten Apparate [1] zu beachten.

Im Zentrum des Auslegungsfalls steht für den auslegenden Ingenieur der abzuführende Massen- bzw. Enthalpiestrom, der mindestens durch die Druckentlastungseinrichtung abströmen muss, um den Apparat zu schützen. Im Allgemeinen wird der mindestens abzuführende Massen- bzw. Enthalpiestrom auf Basis des Auslegungsfalls über die Bilanzierung aller ein- und austretenden Stoff- und Energieströme aus einem beliebigen Apparat berechnet (siehe Abbildung 1).

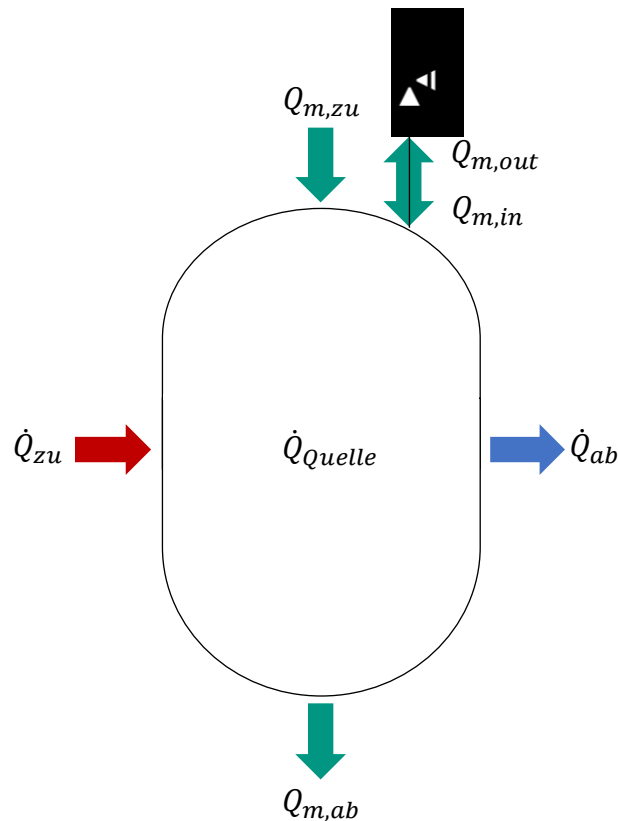


Abbildung 1: Ein- und Ausgetragene Stoff- Energieströme eines beliebigen Apparats.

Grundsätzlich können in einen Apparat Massenströme ein- ($Q_{m,zu}$) / bzw. ausgetragen ($Q_{m,ab}$) werden. Der Massenstrom, der mindestens über eine mechanische Schutzeinrichtung aus dem Apparat abgeführt werden muss, ist $Q_{m,out}$, der Massenstrom, der zur Beatmung eines Apparates erforderlich ist, ist $Q_{m,in}$. Die Masse m_{KV} innerhalb des Apparats (innerhalb des Kontrollvolumens) kann sich zeitlich ändern.

Die Berechnung des abzuführenden Massenstroms $Q_{m,out}$ für den Auslegungsfall erfolgt mit der Kontinuitätsgleichung, wobei $Q_{m,i}$ einen beliebigen Massenstrom darstellt.

$$\frac{dm_{KV}}{dt} = \sum \pm Q_{m,i} + Q_{m,in} - Q_{m,out} \quad (1)$$

Mit dem Massenstrom wird immer auch innere Energie transportiert und Verschiebearbeit geleistet. Diese Größen werden als Enthalpiestrom zusammengefasst. Neben dem massegebundenen Energietransport können auch Wärmeströme in einen Behälter ein- (\dot{Q}_{zu}) / bzw. ausgetragen (\dot{Q}_{ab}) werden. Weitere Energieströme können in Form von Quelltermen (\dot{Q}_{Quelle}) oder einem mechanischen Energieeintrag P , beispielweise einer Rührerleistung, berücksichtigt werden. Alle Energieströme werden mit dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik bilanziert: