Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/a8536d1c-b339-3591-8af8-80de135cfe6b

| Bibliografie | |
|---|---|
| **Titel** | Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung Druckbehälter Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen (TRB 610) |
| **Amtliche Abkürzung** | TRB 610 |
| **Normtyp** | Technische Regel |
| **Normgeber** | Bund |
| **Gliederungs-Nr.** | keine FN |

# Anlage 6 TRB 610 - Bemessung der Abblaseleistung von Sicherheitsventilen bei Wärmeeintrag in einen Lagerbehälter infolge Wärmestrahlung (1)

Wird bei Lagerbehältern die zul. Betriebstemperatur - höchstmögliche Temperatur des Beschickungsgutes (siehe TRB 801, Nr. 27 Absch. 3.5) z.B. durch Wärmestrahlung bei einem Brand, überschritten, so wird auf Grund des Anstieges des Dampfdruckes des Gases der Ansprechdruck des Sicherheitsventiles überschritten. Die höchsten Temperaturen stellen sich - abhängig vom Wärmeeintrag - an der nicht mit verflüssigtem Gas gekühlten Behälteroberfläche ein, da an diesen Stellen eine Wärmeabfuhr nur durch die Gasphase erfolgt. An diesem Teil der Behälterwandung darf höchstens die zulässig Werkstofftemperatur erreicht werden. Diese Temperatur ergibt sich aus der Berechnung mit dem Sicherheitsbeiwert S = 1 gegen die Streckgrenze (s. Anlage 5). Abgeleitet aus den geometrischen Verhältnissen bei der Bestrahlung eines Behälters mit einer Wärmequelle und der konservativen Annahme, daß

- auf den Lagerbehälter nur Wärme einstrahlt, keine Wärme durch Strahlung oder Konvektion abgegeben wird und
- der Behälter auf der Querschnittsfläche A = d × 1 gleichmäßig mit dem hohen Wert der senkrechten Einstrahlung am Äquator bestrahlt wird,

erhält man aus der Wärmebilanz den entsprechenden verdampfenden Massestrom des verflüssigten Gases. Diesen Massestrom muß das Sicherheitsventil in der Lage sein abzuführen. Mit weiteren Annahmen zur sicheren Seite hin erhält man folgende Gleichung:

| | |
|---|---|
| | $m' = 1{,}063 \times t_{1,64} \times A/r\ l0_{-3}$ |
| mit | m' = abzuführender Massestrom [kg/sec] |
| | t = zulässige Werkstofftemperatur [°C] |
| | A = bestrahlte Behälterfläche = d × l |
| | d = Durchmesser des Behälters [m] |
| | l = Lange des Behälters [m] |
| | r = Verdampfungswärme des Gases [kJ/kg] |

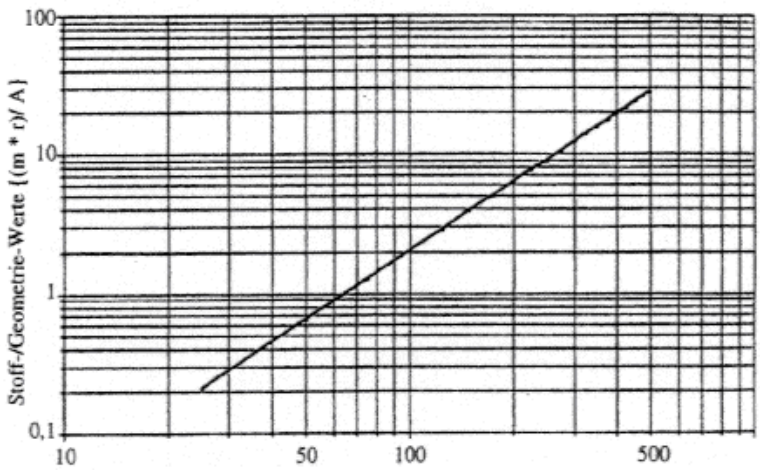
Stellt man die Gleichung um zu

$(m' \times r) / A = 1{,}063 \,.\, t^{1,64}\ l0^{-3}$

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

erhält man das nachfolgende Diagramm.

**Diagramm** zu Anlage 6: Mengenbemessungen für Abblaseleistungen von Sicherheitsventilen bei durch Wärmebelastung beaufschlagten Behältern




Ergeben sich danach zu große Sicherheitsventile, so ist eine genauere Berechnung mit den entsprechenden Randbedingungen erforderlich (s. Literatur Anlage 5).

Beispiele:

Erforderliche Abblaseleistung eines Sicherheitsventiles an einem

**1. Lagerbehälter für Propan**

Die hypothetische Brandlast soll zu der zulässigen Werkstofftemperatur (Oberflächentemperatur im Bereich der Gasphase) von 250 °C am Lagerbehälter führen, was bei

- Bemessung des Abstandes zur Brandlast nach Anlage 5,
- Dauerbelastung durch die Wärmestrahlung und
- abblasendem Sicherheitsventil

eine Temperatur von 42 °C in der Flüssigphase des Gases ergibt (s. GWI-Bericht; die Kühlung durch Verdampfung des Gases hält die Flüssigphase auf der Temperatur von 42 °C; bei einer Bemessung des Sicherheitsventiles mit den oben zugrunde gelegten Vorgaben ist immer eine dem Abblasedruck des Gases - d.h. dem Einstelldruck des Sicherheitsventiles - entsprechende Temperatur gegeben.).

| | |
|---|---|
| Einstelldruck des Sicherheitsventiles: | p = 15,6 bar |
| Verdampfungsenthalpie von Propan bei 42 °C: | r = 309 kJ/kg |
| Länge des Behälters: | 1 = 4,8 m |
| Durchmesser des Behälters: | d = 1,25 m |

Aus der Gleichung bzw. dem Diagramm ergibt sich bei 250 °C

$$(m' \times r) / A = 9{,}1,$$

daraus folgt die über das Sicherheitsventil abzuführende Menge mit

$$m' = 9{,}l \times A/r = 9{,}l \times 6/309$$

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

| | |
|---|---|
| Einstelldruck des Sicherheitsventiles: | p = 15,6 bar |
| | = 0,177 kg/sec |
| | = 636 kg/h |

**2. Lagerbehälter für Ammoniak**

Die hypothetische Brandlast soll zu der zulässigen Werkstofftemperatur von 260 °C am Lagerbehälter führen (s.a. Erläuterung in Beispiel 1).

| | |
|---|---|
| Einstelldruck des Sicherheitsventiles: | p = 15,4 bar |
| Verdampfungsenthalpie von Ammoniak bei 42 °C: | r = 1091 kJ/kg |
| Länge des Behälters: | l = 6,0 m |
| Durchmesser des Behälters: | d = 1,5 m |

Aus der Gleichung bzw. dem Diagramm ergibt sich bei 260 °C

(m' × r) / A = 9,71,

daraus folgt die über das Sicherheitsventil abzuführende Menge mit

| | |
|---|---|
| m' | = 9,71 × A/r = 9,71 × 6/1091 |
| | = 0,08 kg/sec |
| | = 288 kg/h |

Fußnoten

(1) Red. Anm.: Außer Kraft am 1. Januar 2013 durch die Bek. vom 17. Oktober 2012 (GMBl S. 902)

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH