



Zweiphasenströmung durch Sicherheitsventile – was ist zu tun?

Bei der schnellen Entlastung eines unter Druck stehenden Behälters über eine dampfraumseitig angeordnete Entspannungsleitung, eine Berstscheibe oder ein Sicherheitsventil kann es durch das Aufwallen der siedenden Flüssigkeit zu einer Zweiphasenströmung aus Dampf und mitgerissener Flüssigkeit kommen. Auch ein in der Flüssigkeit gelöstes Gas kann sich durch die Druckentlastung entlösen und ein vollständiges Aufwallen verursachen – wie beim Öffnen einer Sektflasche, wenn sich beim Öffnen schlagartig Kohlendioxid-Blasen bilden und die Flüssigkeit aus der Flasche drücken.



Die durch das Aufwallen eventuell entstehende Zweiphasenströmung führt zu den folgenden Herausforderungen:

1. Die mitgerissene Flüssigkeit wird evtl. in die Umgebung freigesetzt, was insbesondere bei brennbaren oder toxischen Stoffen kritisch sein kann. Um die Freisetzung von Flüssigkeit in die Umgebung zu vermeiden, sollten grundsätzlich bei brennbaren oder toxischen Stoffen Flüssigkeitsabscheider, z.B. Zyklonabscheider, eingesetzt werden.
2. Durch die Flüssigkeit vergrößern sich die Druckverluste im Abblaseleitungssystem. Unter Umständen kann sich die Flüssigkeit auch aufstauen und die entstehende Pfropfenströmung Druckstöße verursachen. Die Druckverluste in der Abblaseleitung bei Zweiphasenströmung müssen bei der Auslegung berücksichtigt werden.
3. Die Flüssigkeit versperrt einen Teil der Entlastungsöffnung und verringert so den Gasmengenstrom, über den der größte Teil an Energie in Form von Verdampfungswärme aus dem Behälter ausgetragen wird. Zur Kompensation des gleichen Druckanstiegs im Behälter sind dann größere Entlastungsquerschnitte erforderlich als bei der reinen Gasströmung. Zur Auslegung von Sicherheitsventilen für Zweiphasenströmungen gibt es seit Oktober 2010 die Norm ISO 4126 Teil 10, in der insbesondere auch die Bedingungen in der chemischen Industrie berücksichtigt werden.

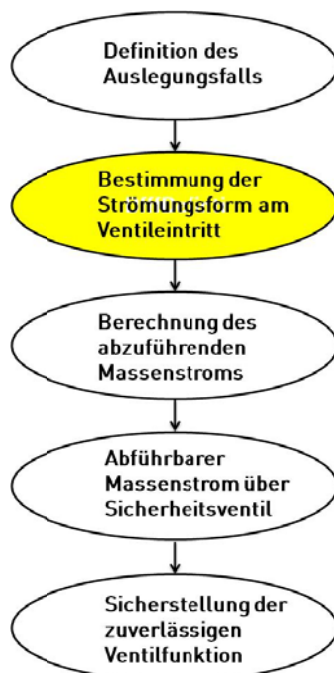


Abb. 1: Schritte bei der Auslegung von Sicherheitsventilen

In der ISO 4126-10 wird erstmals auch der gesamte Ablauf der Auslegung beschrieben. Die einzelnen Schritte sind in Abbildung 1 dargestellt. Ein wesentlicher Schritt besteht in der Festlegung, ob unter den gegebenen Bedingungen überhaupt eine Zweiphasenströmung auftreten kann oder doch mit einer reinen Gasströmung gerechnet werden kann. Diese Entscheidung hängt im Wesentlichen von der Schaumbildungsneigung und Viskosität des Stoffsystems, von der Dampfproduktionsgeschwindigkeit und vor allem dem Füllgrad des Behälters ab. Bei schäumenden und höher viskosen ($> 100 \text{ mPa}\cdot\text{s}$) Systemen muss schon bei niedrigen Füllgraden mit einer Zweiphasenströmung gerechnet werden. Bei den anderen Stoffsystemen lässt aus der Abbildung 2 ein Grenzfüllgrad ablesen, bei dessen Überschreiten mit einer Zweiphasenströmung zu rechnen ist. Die Entscheidung, ob der Füllgrad des Behälters so hoch ist, dass bei der Druckentlastung eine Zweiphasenströmung auftritt, kann nunmehr schnell getroffen werden.

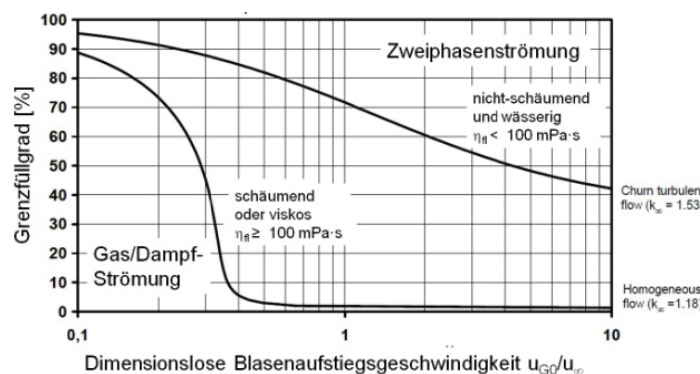


Abb. 2: Grenzkurven zur Festlegung der Strömungsform nach ISO 4126-10

Falls wir Sie bei einer ähnlichen Fragestellung unterstützen können, sprechen Sie uns an. Unsere Experten helfen Ihnen gerne.