

Ventildesign und Auswahl von Entlüftungsventilen

Herkömmliche Lagertanks machen optisch einen sehr robusten Eindruck, sind aber tatsächlich in Relation zu ihrem Volumen nicht viel dickwandiger als eine Getränkedose. Aus diesem Grund sind sie sehr anfällig gegen das Auftreten von Druck und Vakuum. Bereits nach nur geringer und kurzer Überschreitung der maximal zulässigen Tankdrücke können sie Schaden nehmen. Aus diesem Grund muss gewährleistet werden, dass die entstehenden/auftretenden Drücke niemals die maximal zulässigen Tankdrücke überschreiten. Würden die Tanks permanent atmosphärisch be- und entlüftet werden, entstünde Emission.

Emissionen entstehen grundsätzlich durch Arbeitsverlust (Verdrängung von Gas aus dem Gasraum bei Befüll- oder Entleervorgängen), durch Standverlust (witterungsbedingte Atmungsleistungen bei Änderungen in Druck und Temperatur), durch Betriebsverlust (Leckagen an Flanschverbindungen, Ventilen, Schiebern oder Dichtungen von Pumpen) und durch Reinigungsvorgänge und Revisionen. Um dem Anspruch an das Emissionsschutzgesetz (u.a. BImSchG, VDI 3479:2010) gerecht zu werden, setzt man sogenannte Atmungsventile ein. Diese Ventile sorgen dafür, dass im Falle von kritischem Überdruck oder Vakuum der Tank um die adäquate Menge be- oder entlüftet wird, der Tank aber zugleich geschlossen und dicht ist, wenn keine kritischen Prozessbedingungen herrschen.

Um Ventile bedarfsgerecht auszulegen und ein Atmungsventil hinsichtlich Einstelldruck und Öffnungsverhalten korrekt zu betreiben, müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden: Auslegungsszenarien, Tankbaunorm, Be- und Entlüftung und die Notentlüftung. Der erste Schritt zur Auslegung eines Atmungsventils ist daher die Berechnung der erforderlichen Leistungen. Zur Bestimmung der Leistungen können unterschiedliche Normen herangezogen werden, die die beschriebenen Faktoren unterschiedlich gewichten. In Deutschland werden Tanks oft nach der TRGS-509 (frühere TRbF20) gerechnet, international bestimmt man die erforderlichen Atmungsleistungen eher nach der ISO28300/API2000 6th Edition oder API200 5th Edition (ISO28300 Annex A) oder auch API2000 7th Edition. Alle Normen basieren auf einem ähnlichen Rechenmodell, variieren jedoch bzgl. der Gewichtung der Einflussfaktoren. Diese Einflussfaktoren sind die Befüll- und Entnahmelastungen der Pumpen, die witterungsbedingte Thermik, mögliche Gegendrücke, als auch weitere Einflussfaktoren wie nachgeschaltete Verbrennungsanlagen, Gasrückgewinnungsanlagen, oder Stickstoffüberlagerungssysteme.

Grundsätzlich muss der Betreiber vorgeben, nach welcher Norm die Tankatmungsleistung dimensioniert werden soll. Das Entstehen von Überdruck erfordert Entlüftung. Überdruck entsteht durch Druckanstieg herbeigeführt durch die Einlagerung (Befüllung) aufgrund thermischer Ausdehnung (insbesondere bei Großtanks), durch externes Feuer, durch Versagen des Regelventils (z.B. bei Stickstoffbeschleierung), durch Ausgasen gelöster Bestandteile, durch chemische Reaktionen und durch das Absinken des Atmosphärendrucks. Das Entstehen von Unterdruck erfordert Belüftung. Unterdruck kann durch das Auslagern von Produkten (Entleeren), durch Abkühlung (z.B. bei Gewitterregen), durch extrem hohe Auslaufmengen (z.B. Riss in der Rohrleitung), durch Kondensation oder durch Anstieg des Atmosphärendrucks entstehen. Wenn die erforderliche Leistung bestimmt wurde, gilt es, den Einstelldruck (der Über- bzw. Unterdruck, der auf dem Typenschild vermerkt ist) der Armaturen zu bestimmen. An der Stelle müssen verschiedene Ventilteller-Technologien betrachtet werden.

Wir unterscheiden zwischen dem Vollhubteller mit einer erforderlichen Drucksteigerung von unter 10 % und dem Proportionalteller mit einer erforderlichen Drucksteigerung von 40 - 100 %. Der Vollhubteller wird somit seinen Vollhub (Drucksteigerung nach dem Ansprechen bis zum Erreichen der erforderlichen Nennleistung) nach einem Druckanstieg von 10% über dem Ansprechdruck (der Einstelldruck und Herstellertoleranz bei 0 bar Gegendruck, somit Kräftegleichgewicht) erreichen. Der Proportionalteller wird seinen Vollhub bei 40 - 100% über dem Ansprechdruck erreichen. Wichtig zu beachten ist allerdings auch der Schließdruck (das Ventil ist wieder geschlossen und dicht) des Ventils. Ein optimiertes und qualitativ „besseres“ Ventil, das grundsätzlich eine möglichst geringe Drucksteigerung (10 - 40%) fordert und zugleich einen frühzeitigen (90 - 95%) Schließdruck realisieren kann, vermindert die Emissionen auf ein

Mindestmaß, verringert die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre und trägt damit zur Sicherheit der Anlage bei.

Wichtig zu beachten ist, dass je nach angewandter Tankbaunorm unterschiedlich mit Tankdrücken umgegangen wird. So kennt die API-Auslegung den MAWP (maximal zulässige Betriebsdruck), der für die Zwecke der (Not-)Entlüftung dann auch überschritten werden darf.

Sobald der Einstelldruck bestimmt wurde, gilt es, die richtige Armatur zu wählen. Die Herausforderung dabei besteht darin, dass Hersteller über verschiedene Arten von Ventilen in unterschiedlichen Nennweiten verfügen. Hier bedarf es an Erfahrung, die richtige Armatur für den jeweiligen Anwendungsfall zu bestimmen. Manche Ventile leisten bei einer gewissen Nennweite nur kleine Volumenströme und sind kostengünstig, andere hingegen leisten bei gleicher Nennweite sehr große Volumenströme und sind somit natürlich teurer. Es gilt auch, die Position und Art des Ventils zu bestimmen. So unterscheidet man grundsätzlich zwischen End- und Rohrleitungsarmaturen, diese wiederum können als Überdruck-, Unterdruck- oder kombiniertes Über- und Unterdruckventil ausgeführt werden.

Die Art der Schutzfunktion ist ebenfalls zu berücksichtigen. Daher bedarf es der Bestimmung, ob bei einer endständigen Armatur Zusatzanforderungen wie z.B. Schutz vor Deflagration, Kurzzeit- oder Dauerbrand gestellt werden. Das Erfordernis von flammendurchschlagsicheren Armaturen wird auch durch den Flammpunkt der gelagerten Stoffe bestimmt. Ist der Flammpunkt eines Stoffes $< 55\text{ °C}$, spricht man von sogenannten entzündlichen Stoffen und der Einsatz von Flammensperren wird gefordert.

Weitere Entscheidungsmerkmale für den Einsatz von flammendurchschlagsicheren Armaturen findet man in den zugrunde liegenden Normen z.B. TRGS 723/724, 2014/34/EU, CEN/TR 16793 oder DIN SPEC 26056. Die Normen bezüglich der Berechnung der Atmungsleistungen sind an dieser Stelle nicht ausschlaggebend.

Ein weiteres Kriterium bei der Auslegung der Armatur ist die Art der Abdichtung am Ventilteller. Hier unterscheidet man zwischen weichdichtend (z.B. Perbunan oder PTFE) und metallisch dichtend. Je besser die Abdichtung, desto geringer sind die möglichen Leckraten unterhalb des Einstelldruckes. Ventile mit metallisch eingeschliffenen Ventiltellern haben die geringstmögliche Leckrate. Dabei ist zu beachten, dass die Anforderungen an die Leckrate, die von der ISO28300/API2000 gestellt werden, nur Minimalanforderungen sind. Es sollte das Ziel eines jeden Betreibers sein, Armaturen einzusetzen, die die niedrigsten Leckraten haben. Hinsichtlich der VOC-Emissionsschutzentscheidung wird der „Path to Net Zero“ in den kommenden Jahren immer relevanter werden.

Je nach Höhe des Einstelldrucks werden die Ventile gewichtsbelastet oder federbelastet ausgeführt. Der Vorteil der gewichtsbelasteten Ventile liegt darin, dass bereits niedrigste Drücke (ab 1 mbar Einstelldruck) realisiert werden können. Problematisch werden die gewichtsbelasteten Ventile bei höheren Einstelldrücken (das ist abhängig von der Bauart und Nennweite des Ventils) auf Grund des hohen erforderlichen Belastungsgewichts. Gerade bei großen Tanks kommt es bei gewichtsbelasteten Ventilen schnell dazu, dass die maximale Dachlast erreicht wird. Um Gewicht zu sparen, setzt man auf federbelastete Ventile. Hierbei wird die Gegenkraft nicht mehr durch ein Gewicht, sondern durch eine Feder gewährleistet. Federbelastete Ventile werden immer bei höheren Drücken (ab ca. 100 mbar) Einstelldruck bevorzugt.

Eine weitere Option, die man bei der Wahl des Atmungsventils berücksichtigen sollte, ist der Werkstoff. Um gegen das Produkt beständig zu sein, werden metallische Werkstoffpaarungen wie Stahl und Edelstahl, aber auch Kunststoffe wie z.B. Polypropylen oder Polyethylen gewählt. Auch hochlegierte Werkstoffe wie Hastelloy® sind keine Seltenheit. In manchen Fällen macht es auch Sinn, die Ventile von innen zu beschichten. So bietet z.B. eine ECTFE-Beschichtung die Möglichkeit, eine hohe Oberflächengüte zu realisieren, wodurch sich klebrige oder auch polymerisierende Stoffe viel langsamer ablagern.

Weitere Optionen für Ventile sind Beheizungssysteme. Zähflüssige oder klebrige Stoffe können dem Ventil zusetzen, wodurch es in seiner Atmungsfunktion eingeschränkt wird. Das kann im

schlimmsten Fall zum Aufbau von unzulässigen Drücken führen, wodurch der Tank Schaden nehmen könnte. Um die Bildung dieser Ablagerungen zu vermeiden, werden verschiedene Technologien an Heizungssystemen verwendet, je nachdem, wie hoch der erforderliche Wärmeeintrag sein soll. Man wählt hier zwischen Ventilen mit Doppelmantel (für Dampf- oder Warmwasserbeheizungen) oder auch elektrischen Beheizungen samt wärmedämmender Isolierung und Verkleidung. Die Heizsysteme müssen natürlich auch den entsprechenden ATEX-Anforderungen gerecht werden, sofern der Betreiber eine Explosions-Zone deklariert hat. Wenn der gelagerte Stoff große Mengen an Wasser (z.B. Biogas) enthält, dann sollte auch über die Nutzung eines Kondensatablasses diskutiert werden. Hierbei kann das Kondensat z.B. seitlich an der Armatur austreten und die Gefahr wird vermieden, dass besonders in kalten Regionen das Kondensat in der Armatur gefriert und das Ventil somit nicht mehr öffnen kann.

Martin Hundt
KITO Armaturen GmbH
martin.hundt@huckauf.de



Über den Autor:

Martin Hundt beschäftigt sich seit 15 Jahren mit dem Thema Anlagensicherheit, schwerpunktmäßig im Bereich der Auslegung, Installation und dem Betrieb von Sicherheitsarmaturen (Flammendurchschlagsicherungen, Atmungsventile und Berstscheiben). Sein praxisnahes Fachwissen hat er sich in dieser Zeit in den deutschen Anlagen (Petrochemie, Chemie, Öl & Gas etc.) angeeignet. Er ist seit 2018 Mitglied in den nationalen Normungsausschüsse „Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung“ und „Flammendurchschlagsicherungen und Tanklüftungseinrichtungen“