Juni 2016

DVS – Deutscher Verband
für Schweißen und
verwandte Verfahren e. V.

IGV IndustrieGaseVerband e.V.

VDMA

Verband Deutscher
Maschinen- und
Anlagenbau e. V.

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Positionspapier der Verbände DVS, IGV und VDMA

Auslegung von Überdruckabsicherungen bei Flaschen- und Bündelanlagen (ortsbewegliche Druckgasbehälter) für zentrale Gasversorgungen mit Industriegasen

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe "Technische Gase"

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Juni 2016

Inhalt:

1. Einleitung

2. Anwendungsbereich

3. Grundlagen

4. Begriffe
4.1. Abblaseventile
4.1.1. Abblaseventile Flaschendruckregler
4.1.2. Abblaseventile Hauptstellendruckregler
4.2. Sicherheitsventile, Berstscheibenabsicherungen und Kombinationen

5. Versagens-Szenarien „Druckregler“
5.1. Regeleinsatz nicht blockiert, geringe Beschädigung des Elastomers
5.2. Regeleinsatz nicht blockiert, mittlere, schwere Beschädigung des Elastomers
5.3. Regeleinsatz nicht blockiert, Elastomer fehlt
5.4. Regeleinsatz blockiert

6. Mögliche Überdruckabsicherungen
6.1. Verwendung einer Überdruckabsicherung
6.1.1. Verwendung eines Abblaseventils
6.1.2. Verwendung eines Sicherheitsventils
6.1.3. Verwendung einer Berstscheibenabsicherung
6.2. Verwendung von Kombinationen von Überdruckabsicherungen
6.2.1. Verwendung eines Sicherheitsventils und einer Berstscheibenabsicherung
6.2.2. Verwendung eines Abblaseventils und eines Sicherheitsventils
6.2.3. Verwendung eines Abblaseventils und einer Berstscheibe

7. Herstellerangaben

8. Planung/Konstruktion

9. Prüfungen

10. Verbände

11. Literatur

1. Einleitung

Die Auslegung von Überdruckabsicherungen bei Flaschen- und Bündelanlagen für zentrale Gasversorgungen führt immer wieder zu Diskussionen unter den Herstellern, Prüfern und Betreibern. Worst-Case Betrachtungen bzw. Berechnungen mit max. Vordruck und freien Bohrungsquerschnitten etc. werden oft realitätsfern interpretiert und geben oftmals unrealistische Gasmengen für die Überdruckabsicherungen vor. Aus diesem Grund haben sich Fachexperten der drei Fachverbände DVS, IGV und VDMA zu diesem Thema intensiv ausgetauscht und die Ergebnisse in dem Positionspapier festgehalten.

Grundlegend ist eingangs noch zu erwähnen, dass das bevorratete Gas bei Flaschen- und Bündelanlagen aufgrund Flascheninhalt, Gasdichte, Temperatur und Druck volumetrisch begrenzt ist und nicht unbegrenzt über längere Zeiträume zur Verfügung steht wie bei Cryo-Tankanlagen (Kaltvergasern) mit nachgeschalteten Luft- oder beheizten Verdampfern.

2. Anwendungsbereich

Das Positionspapier beschreibt die Auslegungsmöglichkeiten von Überdruckabsicherungen für Flaschen- und Bündelanlagen für zentrale Gasversorgungen von Industriegasen, incl. verflüssigter Gase, z. B. Kohlendioxid, ausgenommen Flüssiggase nach DIN 51622 (1) im Bereich der DVGW und Acetylen.

Inhaltlich kann das Positionspapier auch für Sondergase in Flaschen bzw. Bündeln herangezogen werden. Zu beachten sind hierbei jedoch zusätzliche spezielle Anforderungen an die Werkstoffe, besondere Maßnahmen hinsichtlich der Freisetzung bzw. Nichtfreisetzung von gesundheitsschädlichen Gasen etc.

Das Positionspapier bezieht sich auf die gesamte Gasversorgung incl. der Versorgungsrohrleitungen von der Gasquelle bis zu den Entnahmestellen. Die Endgeräte werden bei den nachfolgenden Betrachtungen nicht berücksichtigt.

3. Grundlagen

Flaschen- und Bündelanlagen sind in aller Regel aufgebaut mit einem Hochdruckteil incl. der Anschlussschlauchleitungen an Druckgasflaschen bzw. Bündeln, einem Hauptstellendruckregler, einer Überdruckabsicherung und einem Hauptabsperrventil.

Die Gasversorgungsanlagen dienen zum Verwenden von inerten, korrosiven, toxischen, brennbaren und brandfördernden Gasen im gasförmigen Zustand.

Dabei muss der dem Druckregler nachgeschaltete Versorgungsteil gemäß der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG (2) (ab dem 19.07.2016 DGR 2014/68/EU (3)) vor einer unzulässigen Drucküberschreitung gegenüber dem festgelegten maximal zulässigen Druck PS geschützt werden, sofern das nachgeschaltete Versorgungsteil nicht für den maximalen Vordruck ausgelegt ist. Die Einrichtungen zur Druckbegrenzung im nachgeschalteten Versorgungsteil sind so auszulegen, dass der Druck nicht betriebsmäßig den maximal zulässigen Druck PS überschreitet. Eine vorübergehende Drucküberschreitung ist auf 10 % des höchstzulässigen Drucks zu begrenzen (4). Druckbegrenzungseinrichtungen können zum Beispiel Sicherheitsventile, Berstscheibenabsicherungen oder meß- und regeltechnische Schutzeinrichtungen (SRMCR) sein (5) oder Kombinationen von diesen.

Die nachfolgenden Vorgaben beziehen sich auf den Schutz einer Gasversorgungsanlage gegenüber Drucküberschreitung.

Dabei wird angenommen, dass alle druckbeaufschlagten Armaturen und Rohrleitungen einen höheren Betriebsdruck aufweisen als der Öffnungsdruck der Überdruckschutzeinrichtungen.

Sind mehrere Druckstufen hintereinander angeordnet, ist jeder Gasversorgungsabschnitt hinsichtlich

Druckabsicherung zu bewerten und ggfs. eine eigene Druckabsicherungen vorzusehen.

Dabei reicht es bei Standardanlagen den Einfehlerfall anzunehmen. Diese unzulässigen Drucküberschreitungen können nur hinter dem Ausgang eines Druckreglers auftreten – und auch nur im Versagensfalle des Druckreglers.

Hinweis:

Bei allen Gasversorgungseinrichtungen ist in der Regel eine Rekondensation (Verflüssigung durch Temperaturreduzierung) aus Sicherheitsgründen zu vermeiden. Deshalb ist darauf zu achten, dass auch nach einer Druckstufe die Kondensationstemperatur nicht unterschritten wird, insbesonders bei Rohrleitungen, die im Freien verlegt werden.

In vielen Anwendungsfällen muss die Grundsicherung durch eine geeignete Druckabsicherung ergänzt werden, da z. B. Verbraucher oder Armaturen eine niedrigere Druckbeständigkeit aufweisen. Diese Druckabsicherung ist nicht Gegenstand dieses Positionspapiers.

Die Absicherung mit einem Sicherheitsventil hat einen höheren Stellenwert als die Absicherung mit einem Abblaseventil. Bei der Auswahl der geeigneten Druckabsicherung sollte das Gefährdungspotential berücksichtigt werden.

Bei Verwendung von Abblaseventilen sollte ein entsprechender Eignungsnachweis, welcher eine zur Baumusterqualifizierung gleichwertige Qualität dieser Abblaseventile nachweist – Einbeziehung einer unabhängigen notifizierten Prüfstelle bzgl. Konstruktion des Abblaseventiles – vorhanden sein.

Aufgrund der unterschiedlichen Bauarten und Wartungsbedingungen des Abblase- bzw. Sicherheitsventils kann die wiederkehrende Prüffrist beim Sicherheitsventil ein längeres Intervall gegenüber dem Abblaseventil haben.

4. Begriffe

4.1. Abblaseventile

4.1.1. Abblaseventile Flaschendruckregler

Die Anforderungen an Abblaseventile für Flaschendruckregler sind beschrieben in DIN EN ISO 2503 (6).

Die Mindestabblaseleistung des Abblaseventils muss gleich oder größer als der Nenngasdurchfluss des Druckreglers bei zweifachem Nennhinterdruck sein.

4.1.2. Abblaseventile Hauptstellendruckregler

Die Anforderungen an Abblaseventile für Hauptstellendruckregler sind in der früheren Ausgabe 11/2001 der DIN EN ISO 7291 (7) wie folgt beschrieben:

Die Abblaseleistung des Abblaseventils muss bei zweifachem Nennhinterdruck mindestens die Hälfte des Nenngasdurchflusses des Druckreglers betragen.

Hinweis:

Die derzeit geltende DIN EN ISO 7291 (8) beschreibt nicht mehr die detaillierten technischen Anforderungen an ein Abblaseventil.

4.2. Sicherheitsventile, Berstscheibenabsicherungen und Kombinationen

Die Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck sind beschrieben in DIN EN ISO 4126 Teil 1, 2, 3, 6 und 7.

Folgende Normen beschreiben diese Ausrüstungsteile:
Teil 1 Sicherheitsventile (9)
Teil 2 Berstscheibeneinrichtungen (10)
Teil 3 Sicherheitsventile und Berstscheibeneinrichtungen in Kombination (11)
Teil 6 Berstscheibeneinrichtungen; Anwendung, Auswahl und Einbau (12)
Teil 7 Allgemeine Daten (13).

Nach der Druckgeräterichtlinie (5) gelten u. a. Sicherheitsventile und Berstscheibenabsicherungen als „Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion“. Diese fallen unter die Kategorie IV und werden unter Überwachung einer notifizierten Stelle hergestellt und geprüft.

5. Versagens-Szenarien „Druckregler“

Eine Druckerhöhung im Hinterdruckbereich des Druckreglers kommt zustande, wenn beispielsweise das Elastomer (Dichtung) des Regeleinsatzes beschädigt wurde. Ursache dafür sind meist harte Partikel, Zunder, Eisenoxide oder Späne, Materialermüdung und Verschleiß.

Dadurch können folgende Fälle auftreten:

5.1. Regeleinsatz nicht blockiert, geringe Beschädigung des Elastomers

Dieser Umstand führt in aller Regel zu einem sog. „Nachsteiger“.

Der Hinterdruck steigt kontinuierlich langsam an und wird bspw. vom Abblaseventil des Druckreglers (Bauart gemäß DIN EN ISO 2503 (6) und der früheren DIN EN ISO 7291 (7)) sicher begrenzt.

5.2. Regeleinsatz nicht blockiert, mittlere, schwere Beschädigung des Elastomers

Dieser Umstand führt zu einem allmählichen bis schnellen Anstieg des Hinterdrucks. In diesem Fall ist die maximale Abblasmenge gleich der Nennleistung des Druckreglers.

5.3. Regeleinsatz nicht blockiert, Elastomer fehlt

Je nach Bauart des Regeleinsatzes schließt dieser beinahe metallisch dicht oder es verbleibt ein definierter Restspalt.

Im ersten Fall ist die Abblasmenge kleiner als die Nennleistung des Druckreglers. Bei einem Restspalt kann die Versagensleistung rechnerisch über das Verhältnis des maximalen Vordrucks zum Hinterdruck sowie über die maximale Spaltöffnungsfläche des Regeleinsatzes bzw. empirisch über Versuch ermittelt werden.

Die Versagensleistungen der Druckregler können in der Regel bei den Herstellern eingeholt werden.

5.4. Regeleinsatz blockiert

Der Regeleinsatz ist dauerhaft in voller Offenstellung. Dies führt unabhängig vom Zustand des Elastomers zur maximalen Gasmenge im Worst Case Fall.

Die Ermittlung der Versagensleistung kann rechnerisch über das Verhältnis des maximalen Vordrucks zum Hinterdruck sowie über die maximale Spaltöffnungsfläche des Regeleinsatzes bzw. empirisch über Versuch ermittelt werden.

Die Versagensleistungen der Druckregler können in der Regel bei den Herstellern eingeholt werden.

6. Mögliche Überdruckabsicherungen

6.1. Verwendung einer Überdruckabsicherung

6.1.1. Verwendung eines Abblaseventils

Sofern die Abblasleistung des Abblaseventils eines Druckreglers größer ist als die Versagensleistung des Druckreglers ist die Verwendung eines Abblaseventils technisch ausreichend. Dies kann Anwendung finden bei den Szenarien Nr. 5.1 bis 5.4 sofern das Abblaseventil die notwendige Leistung vor Erreichen des maximalen zulässigen Drucks PS des nachgeschalteten Versorgungsteils sicher abführt.

6.1.2. Verwendung eines Sicherheitsventils

Die Abblasleistung des Sicherheitsventils muss mindestens so groß sein, dass die Versagensleistung des Druckreglers gemäß Szenario Nr. 5.4 „Regeleinsatz ist blockiert in voller Offenstellung“ abgeführt wird.

6.1.3. Verwendung einer Berstscheibenabsicherung

Die Abblasleistung der Berstscheibe muss mindestens so groß sein, dass die Versagensleistung des Druckreglers gemäß Szenario Nr. 5.4 „Regeleinsatz ist blockiert in voller Offenstellung“ abgeführt wird.

Beim Einsatz einer Berstscheibe bei Gasen ist darauf zu achten, dass der Zustand der Berstscheibe (gebrochen oder intakt) jederzeit von zusätzlichen Einrichtungen (z. B. elektronische Druck- oder Gasflussüberwachung) abgeleitet werden kann. Diese Maßnahme gilt nicht für Gase, die über Abblasleitung sicher abgeführt werden können.

6.2. Verwendung von Kombinationen von Überdruckabsicherungen

6.2.1. Verwendung eines Sicherheitsventils und einer Berstscheibenabsicherung

Um Sicherheitsventile in kleiner Bauart einsetzen zu können, muss zusätzlich eine Berstscheibe vorgesehen werden, die die Differenzleistung zum Szenario Nr. 5.4 absichert.

Zu beachten ist, dass der Ansprechdruck des Sicherheitsventils kleiner fest zu legen ist, als der Ansprechdruck (untere Toleranz) der Berstscheibe.

Beim Einsatz einer Berstscheibe bei Gasen ist darauf zu achten, dass der Zustand der Berstscheibe (gebrochen oder intakt) jederzeit von zusätzlichen Einrichtungen (z. B. elektronische Druck- oder Gasflussüberwachung) abgeleitet werden kann. Diese Maßnahme gilt nicht für Gase, die über Abblasleitung sicher abgeführt werden können.

6.2.2. Verwendung eines Abblaseventils und eines Sicherheitsventils

Die Abblasleistung des Abblaseventils zusammen mit der Abblasleistung des Sicherheitsventils muss mindestens so groß sein, dass die Versagensleistung des Druckreglers gemäß Szenario Nr. 5.4 „Regeleinsatz ist blockiert in voller Offenstellung“ abgeführt wird.

6.2.3. Verwendung eines Abblaseventils und einer Berstscheibe

Um Abblaseventile der Druckregler einsetzen zu können, muss zusätzlich eine Berstscheibe vorgesehen werden, die die Differenzleistung zum Szenario Nr. 5.4 absichert.

Zu beachten ist, dass der Ansprechdruck des Abblaseventils kleiner fest zu legen ist als der Ansprech-

druck (untere Toleranz) der Berstscheibe.

Beim Einsatz einer Berstscheibe bei korrosiven, toxischen, giftigen und hochreinen Gasen ist darauf zu achten, dass der Zustand der Berstscheibe (gebrochen oder intakt) jederzeit von zusätzlichen Einrichtungen (z. B. elektronische Druck- oder Gasflussüberwachung) abgeleitet werden kann.

7. Herstellerangaben

Von den Herstellern der Druckregler ist neben den standardmäßigen technischen Daten auch die Versagensleistung anzufordern. Diese ist gemäß dem Versagens-Szenario 5.4 mit maximalen Vordruck zu ermitteln und in Nm^3/h anzugeben.

8. Planung/Konstruktion

Entsprechend der spezifischen Eigenschaften des verwendeten Prozessgases bzw. der Umgebungsbedingungen, ist es gerade bei brennbaren, brandfördernden sowie toxischen oder korrosiven Gasen unerlässlich, dass die durch die Überdrucksicherung austretende Gasmenge sicher durch Abblaseleitungen abgeführt wird.

Bei Zusammenführung von Abblaseleitungen sind die Staudrücke zu berücksichtigen.

Bei der Planung ist fest zu legen:

- Einbauort des Sicherheitsventils und ggfs. der Berstscheibe
- Auslegung und Bau der Abblasleitung (neben den Regelwerken, z. B. AD 2000 Merkblatt A1 und A2 (14) (15) sind auch die Empfehlungen und Vorgaben der Hersteller von Überdruckabsicherungen zu berücksichtigen)

Ein besonderes Augenmerk ist u. a. auf das Ende der Abblasleitung zu legen, z. B.

- Ex-Zonenausweisung bei entzündlichen Gasen
- Gefahrenvermeidung bei erstickenden oder bei brandfördernden Gasen
- Risiko einer Vereisung und Querschnittsverengung durch Nestbau von Insekten oder ähnliche Dinge
- Einbindung der Abblasleitung in den Blitzschutz
- Regenschutz

9. Prüfungen

Überdruckabsicherungen sind vor Inbetriebnahme und wiederkehrend regelmäßig zu prüfen.

Bei Abblaseventilen wird empfohlen vor der Erstinbetriebnahme und später bei jeder Änderung des Öffnungsdrucks eine Einstellbescheinigung auszustellen.

Das Einstellen von Öffnungs- bzw. Abblasedrücken an Sicherheitsventilen kann nur von einer notifizierten Stelle oder einer anerkannten unabhängigen Prüfstelle erfolgen.

Die wiederkehrenden Prüfungen von Überdruckabsicherungen sind hinsichtlich Art und Prüfungsfrequenz in einer Gefährdungsbeurteilung durch den Arbeitgeber gemäß der Betriebssicherheitsverordnung (16) festzulegen.

Hinweise zu Prüfern, Prüffristen und Prüfumfängen sind im DVS Merkblatt 0221 (17), insbesondere in den Tabellen 1-3 beschrieben.

Während bei Berstscheiben keine Prüfungen vorgenommen werden können, sind bei Sicherheits- und Abblaseventilen folgende Prüfungen bzw. Maßnahmen erforderlich:

- Wartung oder Erneuerung nach fünf Jahren, bei normalem einschichtigen Betrieb
  Hinweis:
  Die Hersteller geben in der Regel eine Nutzungsdauer von 5 Jahren an.
- Anlüften nach Herstellerempfehlung mind. einmal jährlich, bei normalem einschichtigen Betrieb (im eingebauten Zustand nur bei den Sicherheits- bzw. Abblaseventilen möglich, die über eine entsprechende Einrichtung verfügen)
  Hinweis:
  Ein zu häufiges Anlüften kann auf Dauer zu erhöhtem Verschleiß der Dichtflächen führen.
- Ansprechdruck im eingebauten Zustand ermitteln (nicht in jedem Anwendungsfall machbar)
- Ansprechdruck nach einem Ausbau ermitteln
- Nach dem Prüfen des Sicherheits- und Abblaseventiles ist auf das dichte Schließen zu achten und eine Dichtheitsprüfung durchzuführen

Alle durchgeführten Maßnahmen einschließlich der Ermittlung der Öffnungs- bzw. Ansprechdrücke sind zu protokollieren.

Besonders die Ansprechdrücke bei dem ersten Anfahren des Ansprechdruckes können Grundlage für mögliche Verlängerung der Fristen wiederkehrender Prüfungen sein.

10. Verbände

DVS
Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.
Arbeitsgruppe AGW1 „Technische Gase“
Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf

IGV
Industriegaseverband e. V.
Expertengruppe EG-D „Druckgasbehälter“
Französische Straße 8
10117 Berlin

VDMA
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.
Fachverband „Schweiß- und Druckgastechnik“
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt/Main

11. Literatur

1. **DIN.** DIN 51622. *Flüssiggase; Propan, Propen, Butan, Buten und deren Gemische; Anforderungen.* s. l.: Beuth Verlag, 1985-12.
2. **Europäisches Parlament und Rat.** Richtlinie 97/23/EG, Anhang I, Abs. 1. [Online] 1997.
3. —. DGR 2014/68/EU, Anhang I, Abs. 1. *verbindlich gültig ab 19.7.2016.* [Online] 2014.
4. —. DGR 2014/68/EU, Anhang I, Abs. 2.11.2 mit 7.3. *verbindlich gültig ab 19.07.2016.* [Online] 2014.
5. —. DGR 2014/68/EU, Kapitel 1, Art. 2, Pkt. 4. *verbindlich gültig ab 19.07.2016.* [Online] 2014.
6. **ISO.** DIN EN ISO 2503. *Gasschweißgeräte – Druckregler und Druckregler mit Durchflussmessgeräten für Gasflaschen für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse bis 300 bar (30 MPa).* s. l.: Beuth Verlag, 2015-12.
7. —. DIN EN ISO 7291. *Gasschweißgeräte – Hauptstellendruckregler für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse bis 30 MPa (300 bar).* s. l.: Beuth Verlag, 2001-11.
8. —. DIN EN ISO 7291. G*asschweißgeräte – Hauptstellendruckregler für Schweißen, Schneiden und verwandte Prozesse bis 30 MPa (300 bar) .* s. l.: Beuth Verlag, 2015-12.
9. —. DIN EN ISO 4126 Teil 1. *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck – Teil 1: Sicherheitsventile.* s. l.: Beuth Verlag, 2013-12.
10. —. DIN EN ISO 4126 Teil 2. *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck – Teil 2: Berstscheibeneinrichtungen.* s. l.: Beuth Verlag, 2003-05.
11. —. DIN EN ISO 4126 Teil 3. *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck – Teil 3: Sicherheitsventile und Berstscheibeneinrichtungen in Kombination.* s. l.: Beuth Verlag, 2006-06.
12. —. DIN EN ISO 4126 Teil 6. *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck – Teil 6: Berstscheibeneinrichtungen, Anwendung, Auswahl und Einbau.* s. l.: Beuth Verlag, 2014-10.
13. —. DIN EN ISO 4126 Teil 7. *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck – Teil 7: Allgemeine Daten.* s. l.: Beuth Verlag, 2013-12.
14. **Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter.** AD 2000 Merkblatt A1. *Sicherheitseinrichtung gegenüber Drucküberschreitung - Berstsicherungen.* s. l.: Beuth Verlag, 2006.
15. —. AD 2000-Merkblatt A2. *Sicherheitseinrichtung gegenüber Drucküberschreitung – Sicherheitsventile.* s.l. : Beuth Verlag, 2006.
16. **Bundesregierung.** BetrSichV, Abs. 3, §15. *verbindlich gültig ab 01.06.2015.* [Online] 2015.
17. **DVS e. V.** DVS Merkblatt 0221. *Gasversorgungsanlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren – Empfehlungen für Prüffristen, Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnischen Bewertung.* s.l. : DVS Media, 2011-11.