



2. Forum Industriearmaturen

23. Oktober 1997

4. Armaturen in Gasversorgungssystemen

4.1 Sicherheitsarmaturen für Gasverbrauchsanlagen

Referent: K. Reusch, KÜHME Armaturen GmbH, Bochum



Sicherheitsarmaturen für Gasverbrauchsanlagen

1. Einleitung

Gasverbrauchsanlagen sind Anlagen, die mit Gasfeuerungen betrieben werden.

Hierzu gehören vor allem:

- Kraftwerke mit gasbefeuelten Dampfkesseln
- Gasturbinen-Kraftwerke
- Heizkraftwerke
- Dampf- und Heißwassererzeuger
- Industrieöfen
- Gasheizungsanlagen

Die Anlagen werden vorwiegend mit Gasen nach DVGW-Arbeitsblatt G 260 [1] betrieben, die in 4 Gasfamilien zusammengefaßt sind:

- Die erste Gasfamilie umfaßt wasserstoffreiche Gase: Stadtgas und Ferngas
- Die zweite Gasfamilie umfaßt methanreiche Gase: natürliche Erdgase, synthetische Erdgase sowie deren Austauschgase
- Die dritte Gasfamilie umfaßt Flüssiggase
- Die vierte Gasfamilie umfaßt Kohlenwasserstoff-Luft-Gemische, die aus Flüssiggasen bzw. Erdgasen und Luft hergestellt werden.

Weiterhin werden Anlagen auch mit gasförmigen Brennstoffen außergewöhnlicher Zusammensetzung betrieben.

Hierzu gehören:

- Gichtgase, Koksofengase, Wasserstoff, Prozeßgase,
- Synthesegase, Biogase sowie Gasgemische

Alle Gasverbrauchsanlagen müssen mit Sicherheitsarmaturen ausgerüstet sein, die unter Berücksichtigung der Größe und Betriebsart der Anlage sowie der verwendeten Gasart einen sicheren und zuverlässigen Betrieb gewährleisten.

2. Anlagenplanung und Ausrüstung

Planung

Bei der Projektierung und Planung von Gasverbrauchsanlagen sind die einschlägigen Vorschriften und technischen Regelwerke anzuwenden. Das sind z. B.:

- TRD 412 *Gasfeuerungen an Dampfkesseln* [2]
- DVGW-Regelwerke [3]
- DIN 4 788 Teil 1 und 2 *Gasbrenner* [4]

Bei der Planung von Gasverbrauchsanlagen für gasförmige Brennstoffe mit außergewöhnlicher Zusammensetzung sind die anzuwendenden Vorschriften und Regelwerke mit dem zuständigen Gutachter abzustimmen.

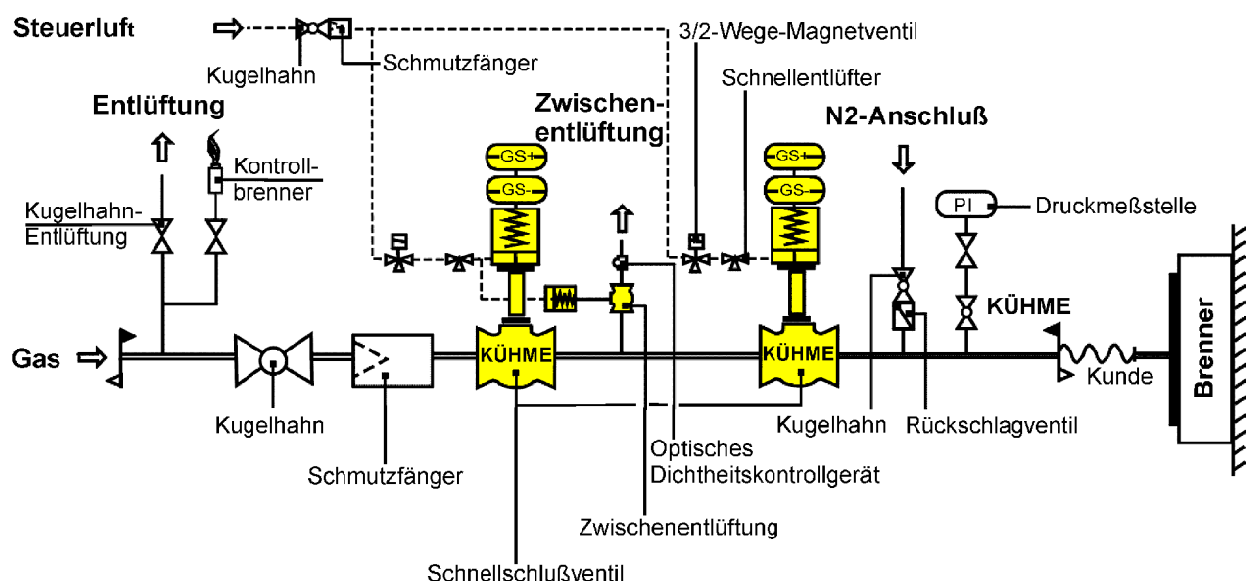
Ausrüstung

Für die Ausrüstung von Gasverbrauchsanlagen sind grundsätzlich nur DVGW-geprüfte und -zugelassene Bauteile vorzusehen.

Die Sicherheits-Absperreinrichtungen für Gasverbrauchsanlagen müssen nach EN 161 [5] oder DIN 3 394 Teil 1 [6] typgeprüft sein und eine DVGW-Register-Nr. tragen.

Vor Gasbrennern sind zwei hintereinander geschaltete Sicherheits-Absperreinrichtungen mit einer Zwischenentlüftung oder einer zuverlässigen Dichtheitskontroll-einrichtung vorzusehen (Bild 1).

Bild 1: *Fließschema einer Gas-Brenner-Armaturenstation*

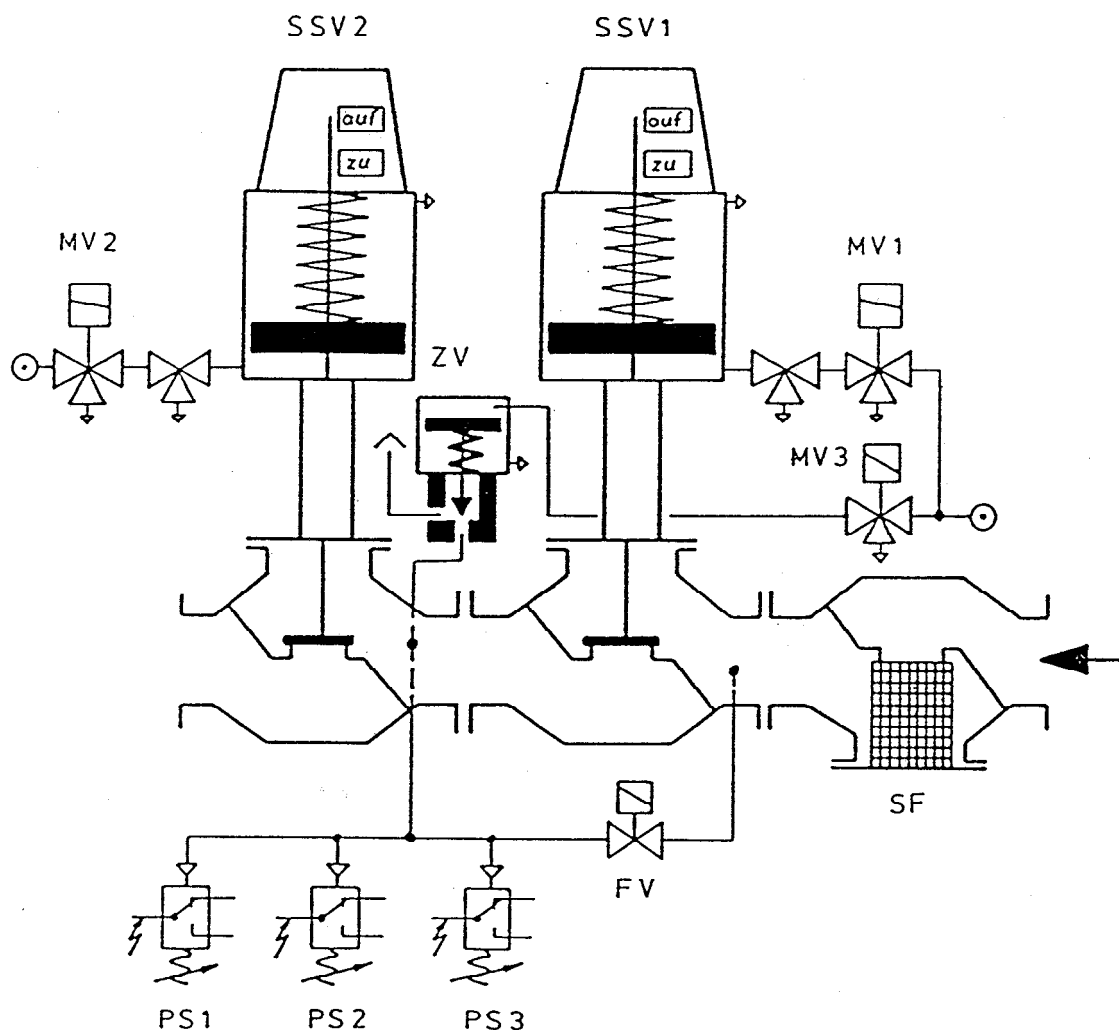


Eine der hintereinander geschalteten Sicherheits-Absperreinrichtungen muß die Schnellschlußfunktion mit einer Schließzeit von kleiner als eine Sekunde gewährleisten. Die zweite Sicherheits-Absperreinrichtung kann auch als Stellglied für die Feuerungsleistung verwendet werden und darf eine Schließzeit von fünf Sekunden nicht überschreiten.

Vor den Sicherheits-Absperreinrichtungen ist entsprechend den Festlegungen in DIN 3 391 [7] eine Schmutzfangeinrichtung (Schmutzfänger oder Filter) vorzusehen, damit die Sicherheitsfunktion nicht durch Verunreinigungen beeinträchtigt werden kann.

Bei Gasverbrauchsanlagen ohne ständige Beaufsichtigung ist eine Dichtheitskontroll-einrichtung zwischen den zwei Sicherheits-Absperreinrichtungen zu installieren, die bei Feststellung einer unzulässigen Leckrate die Freigabe der Zündung und das Öffnen der Sicherheits-Absperrvorrichtungen verhindert (Bild 2).

Bild 2: Schematische Darstellung einer automatischen Dichtheitskontrolle zwischen zwei Sicherheits-Absperreinrichtungen



3. Sicherheitstechnische Anforderungen an Sicherheits-Absperreinrichtungen

Allgemeine Bauanforderungen

Sicherheits-Absperrereinrichtungen müssen bei Ausfall der Stellantriebsenergie oder bei Versagen eines für die Wirkungsweise wichtigen Bauteils die Gaszufuhr selbsttätig absperren.

Gehäuse der Absperrereinrichtungen

Gehäuse oder Teile der Gehäuse, die einen gasführenden Raum gegenüber der Atmosphäre abschließen, müssen aus metallischen Werkstoffen hergestellt sein.

Gehäuse müssen mindestens für die Nenndruckstufe PN 1 ausgelegt sein. Der Nachweis der Festigkeit ist für Gehäuse über PN 16 und DN 80 zu führen, wenn die in den Normen für vergleichbare Absperrarmaturen festgelegten Mindestwanddicken unterschritten werden.

Bauteile zum Erzeugen oder Übertragen der Schließkraft

Bauteile, die Schließkraft erzeugen oder übertragen, müssen so ausgelegt sein, daß die Bruchbelastung mindestens das Fünffache der höchstmöglichen Betriebsbelastung beträgt.

Federn zum Erzeugen der Schließkraft

Federn, die Schließkraft erzeugen, müssen auf Dauerfestigkeit bei dynamischer Beanspruchung berechnet und ausgeführt sein.

Können Federn nicht berechnet werden, müssen diese einer dynamischen Beanspruchung von 10^7 Lastspielen für kaltverformte Federn bzw. von 2×10^6 Lastspielen bei warmverformten Federn – unter Betriebsbedingungen – standhalten.

Elektrische Ausrüstungsteile

Elektrische Ausrüstungsteile wie Magnetspulen, Kontakte, Antriebsmotore usw. müssen den einschlägigen Normen bzw. VDE-Bestimmungen [8] entsprechen.

Die Schutzart muß mindestens IP 54 und für den Einsatz in Freiluftanlagen mindestens IP 65 entsprechen.

Dichtheit

Die äußere Dichtheit wird nach dem Druckabfall beurteilt. Der zulässige Wert beträgt 0,6 mbar Druckabfall – bezogen auf ein Prüfvolumen von einem dm³ und eine Meßdauer von fünf Minuten.

Die innere Dichtheit wird nach dem Druckanstieg beurteilt. Der zulässige Wert beträgt 0,3 mbar Druckanstieg – bezogen auf ein Prüfvolumen von einem dm³ und eine Meßdauer von fünf Minuten.

Temperaturbeständigkeit

Sicherheits-Absperreinrichtungen müssen mindestens für eine Umgebungstemperatur von 0 °C bis 60 °C und für den Einsatz in Freiluftanlagen mindestens für eine Umgebungstemperatur von -15 °C bis 60 °C geeignet sein.

Funktionsverhalten

Das Funktionsverhalten muß unter verschiedenen Betriebsbedingungen sichergestellt sein:

- In dem vom Hersteller angegebenen Umgebungstemperaturbereich
- Bei einer elektrischen Unterspannung von 85 % der Nennspannung und bei mindestens 60 °C Umgebungstemperatur sowie dem höchsten Arbeitsdruck muß die Sicherheitsarmatur noch einwandfrei öffnen.
- Bei Abfall der hydraulischen oder pneumatischen Stellantriebsenergie auf 85 % des vom Hersteller angegebenen Steuerdruckes und bei 60 °C Umgebungstemperatur sowie dem höchsten Arbeitsdruck muß die Sicherheitsarmatur noch einwandfrei öffnen.
- Sicherheits-Absperreinrichtungen müssen geschlossen haben, wenn die Abfallspannung auf 15 % der Nennspannung absinkt bzw. der hydraulische oder pneumatische Steuerdruck auf 15 % des vom Hersteller angegebenen Steuerdruckes abfällt.

Sicherheits-Absperreinrichtungen mit Auslösung über Magnetkupplung müssen bei Abfall auf 10 % der Nennspannung geschlossen sein.

Zeitverhalten

Die Summe aus Totzeit und Schließdauer darf eine Sekunde nicht überschreiten.

4. Bauarten von Sicherheitsarmaturen für Gasverbrauchsanlagen

Ventile

Die am häufigsten eingesetzten Sicherheits-Absperreinrichtungen sind Ventile mit den Antriebsvarianten (Bild 3):

Bild 3: *Sicherheits-Absperreinrichtungen*

- elektro-magnetisch



- elektro-pneumatisch



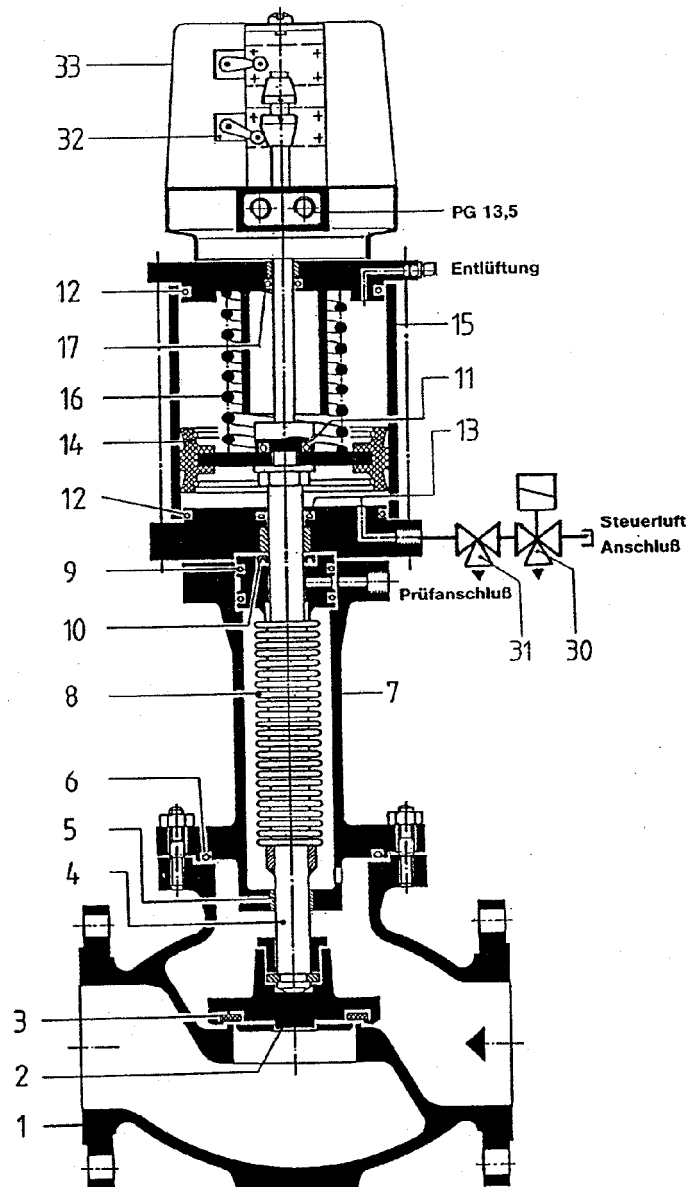
- elektro-hydraulisch



Ventile haben gegenüber anderen Bauarten den Vorteil von hohen Dichtkräften, kurzen Schließzeiten durch kleinen Hub sowie gleiche Wirkrichtung von Ventilspindel, Schließfeder und Antrieb.

Als Beispiel wird der konstruktive Aufbau eines Sicherheits-Absperrventiles mit elektro-pneumatischem Antrieb gezeigt (Bild 4).

Bild 4: Sicherheits-Absperrventil mit elektro-pneumatischem Antrieb



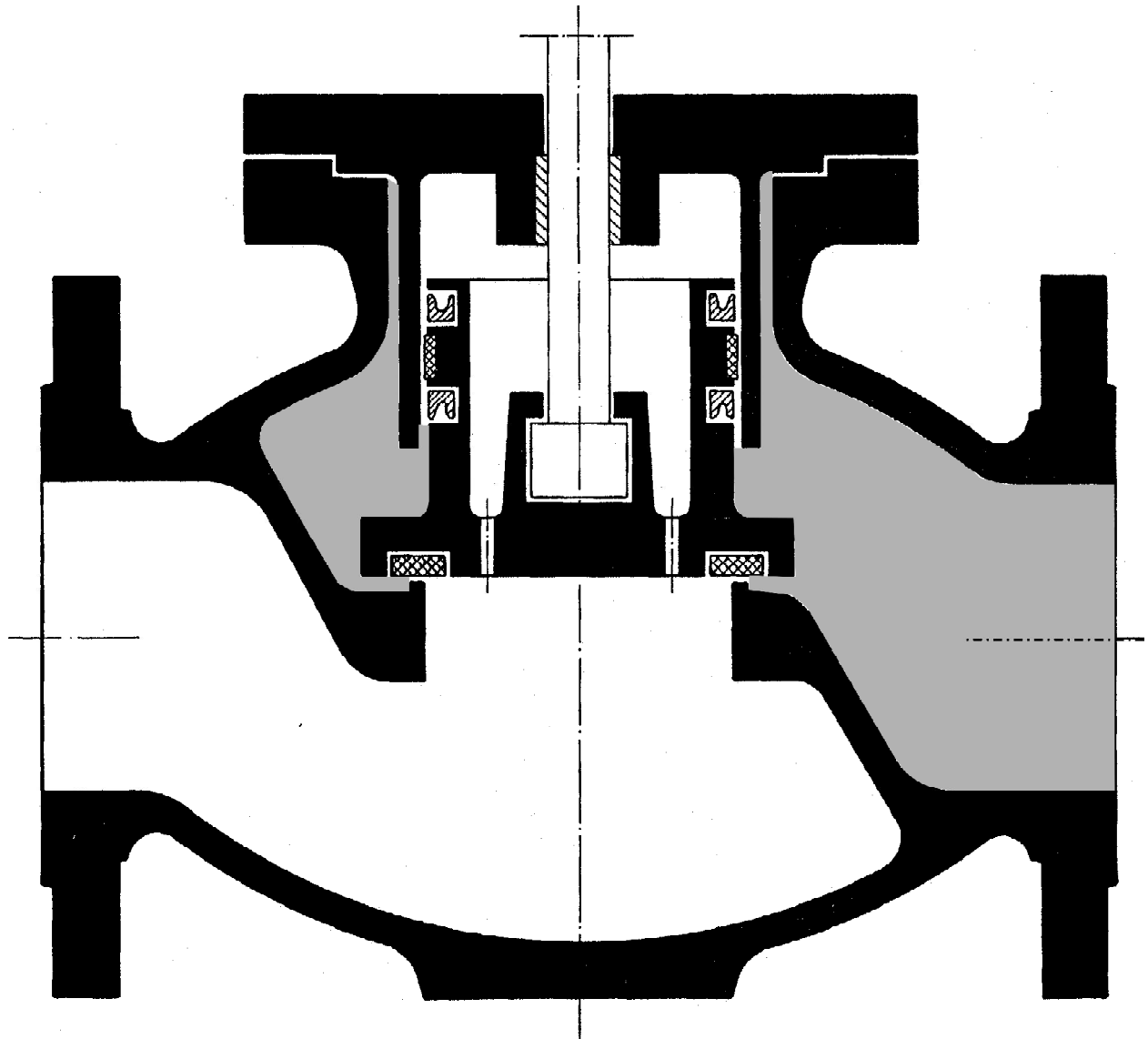
Das Ventil besteht aus drei Baugruppen:

- Gehäuse mit Ventilsitz aus Edelstahl und Ventilteller mit elastischer Abdichtung
- Zwischenaufbau mit Spindel und stopfbuchsloser Spindelabdichtung durch Edelstahlfaltenbalg mit nachgeschaltetem Nutring und Prüfanschluß für die Überprüfung der Dichtheit
- Pneumatischer Kolbenantrieb mit Schließfeder und oberer Spindel zur Stellungsanzeige AUF/ZU

Die Größe des Antriebs wird bestimmt durch den maximalen Gasdruck, der in Flußrichtung das Ventil in der Schließstellung belastet sowie durch die Höhe des vorhandenen Steuerluftdruckes.

Bei großen Ventilmennweiten und hohen Gasdrücken kommen Ventile in druckentlasteter Ausführung zur Anwendung (Bild 5). Die Druckentlastung besteht aus einem Kolben, der mit dem Ventilteller eine Einheit bildet und in einer Zylinderbüchse läuft. Durch die Druckentlastung reduzieren sich die benötigten Stellantriebskräfte und somit auch die Belastung aller kraftübertragenden Bauteile.

Bild 5: Ventil in druckentlasteter Ausführung



Die Steuerung der elektro-pneumatischen Ventile erfolgt durch ein 3/2-Wege-Magnetventil in der Steuerluftzuleitung zum Antrieb (Bild 2). Bei erregtem Magnetventil wird der Kolbenantrieb mit Steuerluft beaufschlagt und öffnet das Ventil. Bei Abfall der Steuerspannung wird die Luft vom Antrieb zur Atmosphäre entspannt und das Ventil schließt durch Federkraft in kleiner als einer Sekunde.

Bei großen Antrieben wird zusätzlich zum Magnetventil ein Schnellentlüftungsventil installiert.

Zur Signalisierung der Ventilstellung sind die Sicherheitsventile mit Endlagenschaltern ausgerüstet.

Ventile mit elektro-hydraulischen Antrieben sind vom konstruktiven Aufbau sowie sicherheitstechnisch mit den elektro-pneumatisch gesteuerten Ventilen vergleichbar.

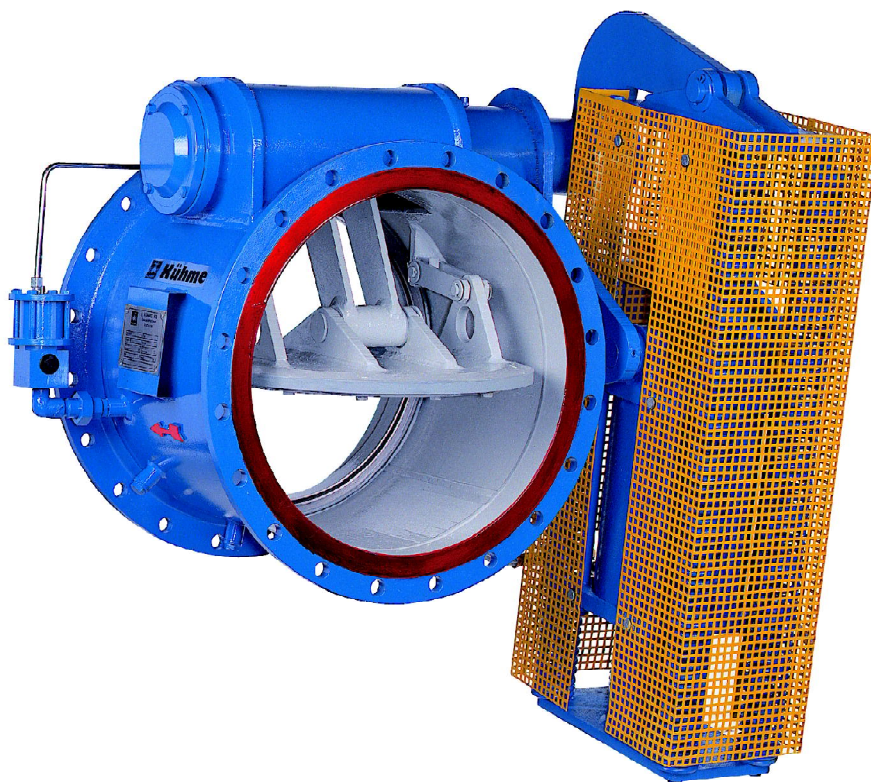
Elektro-hydraulische Ventile werden bei großen Ventillinnweiten und hohen Gasdrücken wie z.B. zur Sicherheitsabspernung von Gasturbinen verwendet.

Klappen

Sicherheitsabsperklappen werden vorwiegend bei Gasverbrauchsanlagen mit niedrigen Gasdrücken und großen Anschlußnennweiten eingesetzt. Diese Anlagen werden häufig mit gasförmigen Brennstoffen wie Koksofengas, Gichtgas oder Prozeßgas betrieben.

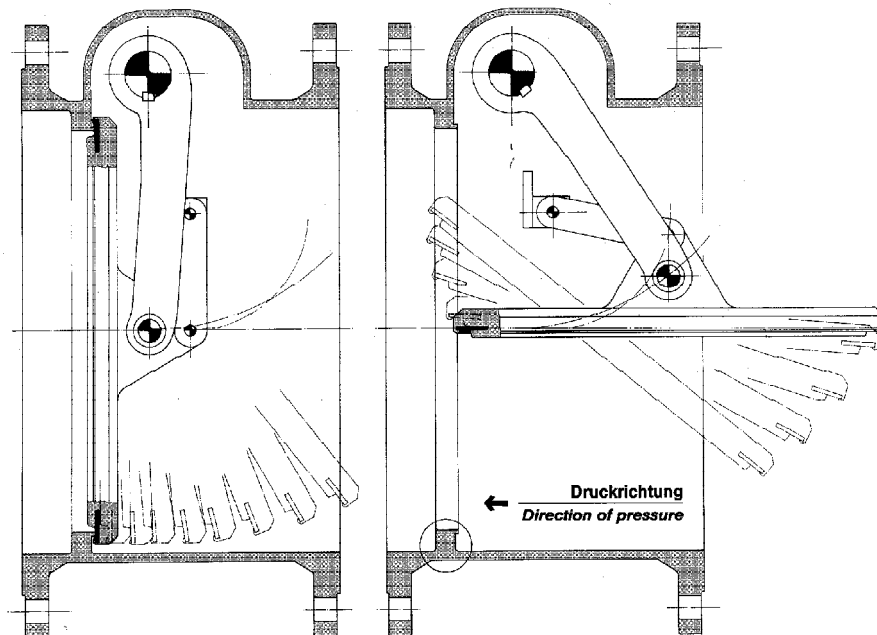
Besonders geeignet für diesen Anwendungsfall sind Lenkhebelklappen (Bild 6).

Bild 6: *Lenkhebelklappe PKIII/D*



Bei Lenkhebelklappen setzt das Klappenblatt beim Schließvorgang planparallel auf den Sitzring im Klappengehäuse auf, ähnlich wie ein Ventil (Bild 7).

Bild 7: Schließvorgang der Lenkhebelklappe

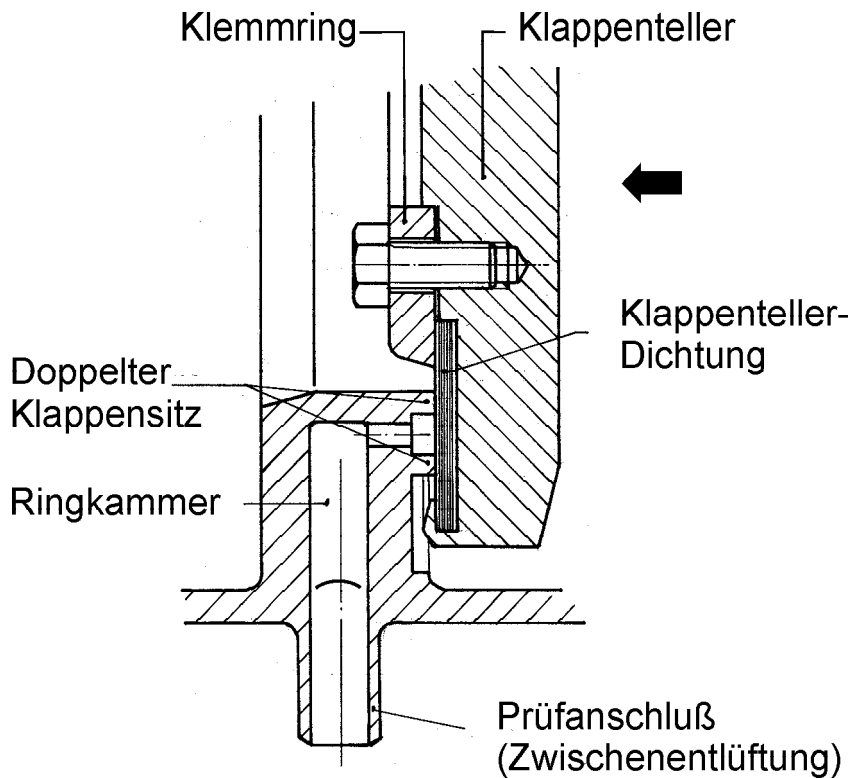


Dieses Dichtsystem ermöglicht klar definierte hohe Dichtkräfte. Die Klappen schließen in Flußrichtung, so daß bei geschlossener Klappe der Gasdruck als zusätzliche Anpreßkraft auf das Klappenblatt wirkt. Durch die Kinematik der Lenkhebel wird nur eine Drehbewegung von 36° an der Klappenwelle benötigt um die Klappenendstellungen zu erreichen. Hierdurch wird nur ein Antrieb mit kurzem Stellhub benötigt, wodurch sehr kurze Sicherheits-Schließzeiten erreicht werden können. Es wurden bei Klappen der Nennweite 1000 mm Gesamtschließzeiten von kleiner als drei Sekunden gemessen, wobei 90 % des Klappenöffnungsquerschnittes bereits nach einer Sekunde geschlossen waren.

Lenkhebelklappen werden mit pneumatischen oder hydraulischen Zylindern betätigt. Die Sicherheitsstellung wird durch die Kraft von Schließfedern oder bei sehr großen Klappen durch Schließgewicht erreicht. Die Steuerung erfolgt durch Magnetventile in der Steuerleitung der Antriebszylinder.

Da es sich beim Einsatz von großen Sicherheitsabsperklappen vorwiegend um Sonderfeuerungen mit niedrigen Betriebsdrücken kleiner 200 mbar handelt, kann nach TRD 412 [2] anstelle von zwei hintereinandergeschalteten Sicherheitsarmaturen nur eine selbsttätige Sicherheitsabsperreinrichtung mit zwei getrennten Dichtflächen und Zwischenentlüftung eingesetzt werden (Bild 8).

Bild 8: Doppelsitz der Lenkhebelklappe



Die Lenkhebelklappe in Doppelsitzausführung erfüllt die sicherheitstechnischen Anforderungen durch zwei getrennte, konzentrisch angeordnete Sitzringe mit einem Ringraum zwischen den Sitzen, der bei geschlossener Klappe über ein Zwischenentlüftungsventil mit der Atmosphäre verbunden wird. Die Doppelsitzklappe benötigt gegenüber der Einsitzausführung entsprechend größere Schließkräfte, die durch verstärkte Schließfedern oder Schließgewichte aufgebracht werden.

Betriebserfahrung und Verfügbarkeit

Die Betriebserfahrung hat gezeigt, daß die nach DIN 3 394 [6] geprüften Sicherheitseinrichtungen sehr zuverlässig arbeiten.

Das die Sicherheitsarmaturen heute diesen hohen Zuverlässigkeitsgrad haben, verdanken wir den bereits 1971 und 1973 in der DIN 3 391 [7] und DIN 3 394 [6] festgelegten hohen sicherheitstechnischen Anforderungen und Prüfungen.

Hinzu kommt die Erfahrung der Hersteller, die ständige Weiterentwicklung sowie verbesserte Qualitätssicherungssysteme nach DIN ISO 9 001 [9].

Durch die hohe Zuverlässigkeit und den geringen Wartungsaufwand der Sicherheitsarmaturen haben die Gasverbrauchsanlagen eine hohe Verfügbarkeit.

Normen und Richtlinien

- | | |
|-----------------------------|--|
| [1] DVGW-Arbeitsblatt G 260 | Gasbeschaffenheit |
| [2] TRD 412 | Gasfeuerungen an Dampfkesseln |
| [3] DVGW | Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. |
| [4] DIN 4 788 Teil 1 und 2 | Gasbrenner |
| [5] DIN EN 161 | Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gasgeräte |
| [6] DIN 3 394 Teil 1 | Automatische Stellgeräte |
| [7] DIN 3 391 | Stellgeräte und Mehrfachstellgeräte für gasförmige Brennstoffe |
| [8] VDE | Verein Deutscher Elektrotechniker |
| [9] DIN ISO 9 001 | Qualitätsmanagementsysteme |