



## Sicherheitsarmaturen in Gasverbrauchsanlagen

Klaus Reusch  
KÜHME Armaturen GmbH, 44894 Bochum / Germany  
Tel.: +49 (0) 234 / 298 02 – 0  
[info@kuehme.de](mailto:info@kuehme.de)



**Veröffentlicht in:**  
Armaturen in Wärmekraftwerken,  
Wolfgang Mönning  
Vulkan-Verlag GmbH 2011, Essen  
ISBN 978-3-8027-2753-5

# Sicherheitsarmaturen für Gasverbrauchsanlagen

**Klaus Reusch**

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 vier 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.

## Anlagenplanung und Ausrüstung

### *Planung*

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

- EN 12952-8 Wasserrohrkessel, Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe [2]
- EN 12953-7 Großwasserraumkessel, Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe [3]

- DVGW-Regelwerke [4]
- DIN EN 676 Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe [5]

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

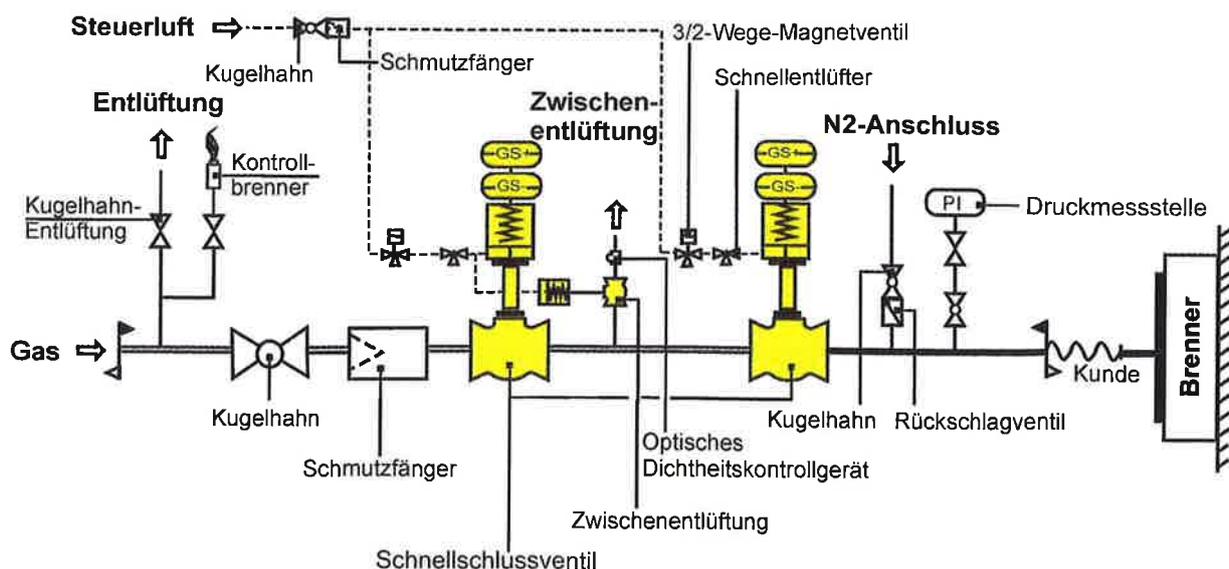
## Ausrüstung

Für die Ausrüstung von Gasverbrauchsanlagen sind grundsätzlich nur geprüfte und zugelassene Bauteile vorzusehen. Die Sicherheits-Absperreinrichtungen für Gasverbrauchsanlagen müssen nach EN 161 [6] oder DIN 3394 Teil 1 [7] typgeprüft sein und eine Produkt-Identifikations-Nr. (PIN-Nr.) bzw. eine DVGW-Register-Nr. tragen.

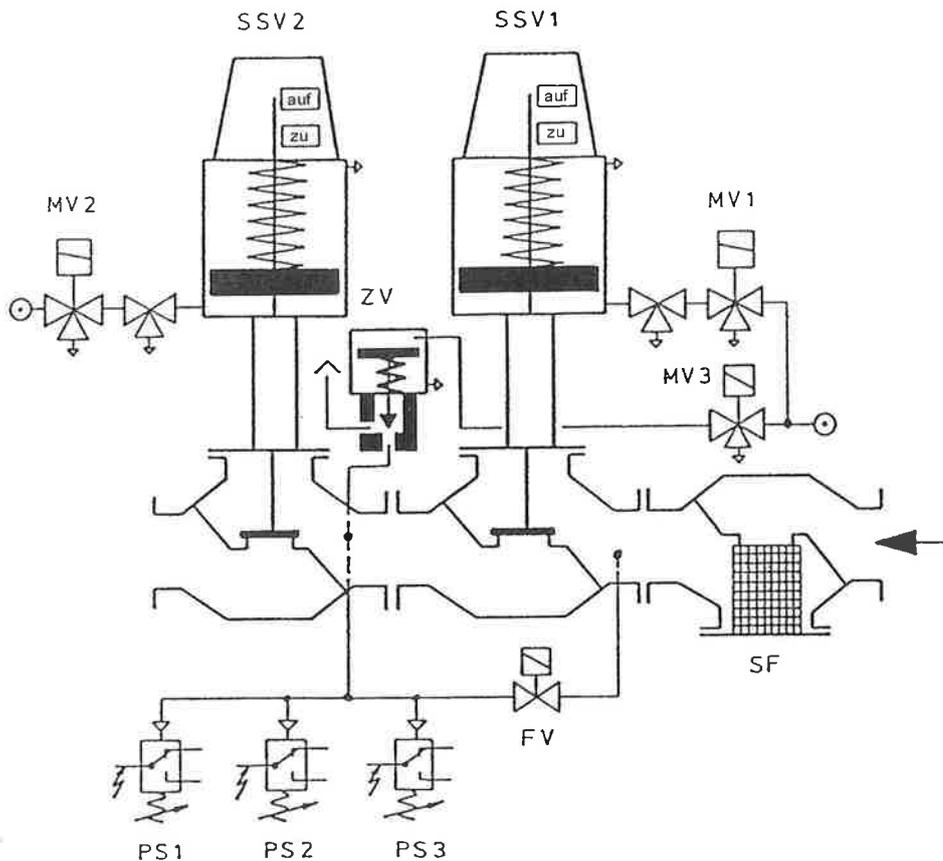
Vor Gasbrennern sind zwei hintereinander geschaltete Sicherheits-Absperreinrichtungen mit einer Zwischenentlüftung oder einer zuverlässigen Dichtheitskontrolleinrichtung vorzusehen (**Bild 1**). Eine der hintereinander geschalteten Sicherheits-Absperreinrichtungen muss die Schnellschlussfunktion mit einer Schließzeit von kleiner einer 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 13611 [8] eine Schmutzfangeinrichtung (Schmutzfänger oder Filter) vorzusehen, damit die Sicherheitsfunktion nicht durch Verunreinigungen beeinträchtigt werden kann.

Bei Gasverbrauchsanlagen ohne ständige Beaufsichtigung ist eine Dichtheitskontrolleinrichtung zwischen den zwei Sicherheits-Absperreinrichtungen zu installieren.



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



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

ren, die bei Feststellung einer unzulässigen Leckrate die Freigabe der Zündung und das Öffnen der Sicherheits-Absperrvorrichtungen verhindert (**Bild 2**).

## Sicherheitstechnische Anforderungen an Sicherheits-Absperrvorrichtungen

### Allgemeine Bauanforderungen

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

### Gehäuse der Absperrvorrichtungen

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  $2 \times 10^6$  Lastspielen bei warmverformten Federn – unter Betriebsbedingungen – standhalten.

### ***Elektrische Ausrüstungsteile***

Elektrische Ausrüstungsteile wie Magnetspulen, Kontakte, Antriebsmotoren usw. müssen den einschlägigen Normen bzw. VDE-Bestimmungen [9] 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  $1 \text{ dm}^3$  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  $\text{dm}^3$  und eine Messdauer von fünf Minuten.

### ***Temperaturbeständigkeit***

Sicherheits-Absperreinrichtungen müssen mindestens für eine Umgebungstemperatur von  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  bis  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  und für den Einsatz in Freiluftanlagen mindestens für eine Umgebungstemperatur von  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  bis  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  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  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  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  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  Umgebungstemperatur sowie dem höchsten Arbeitsdruck muss die Sicherheitsarmatur noch einwandfrei öffnen.



**Bild 3:**  
Sicherheits-Absperreinrichtungen

- Sicherheits-Absperrrichtungen 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-Absperrrichtungen 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.

## Bauarten von Sicherheitsarmaturen für Gasverbrauchsanlagen

### Ventile

Die am häufigsten eingesetzten Sicherheits-Absperrrichtungen sind Ventile mit folgenden Antriebsvarianten (**Bilder 3a, b, c**):

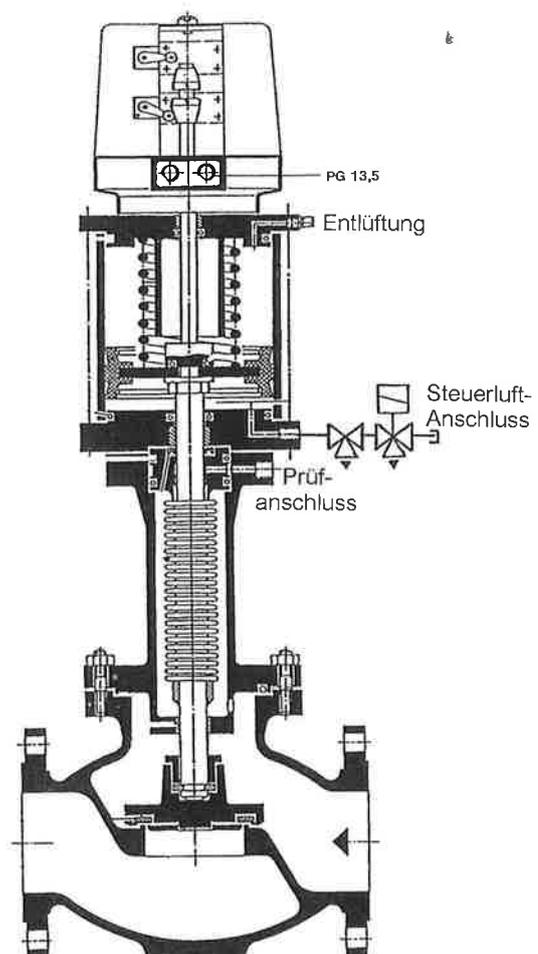
- elektro-magnetisch
- elektro-pneumatisch
- elektro-hydraulisch

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

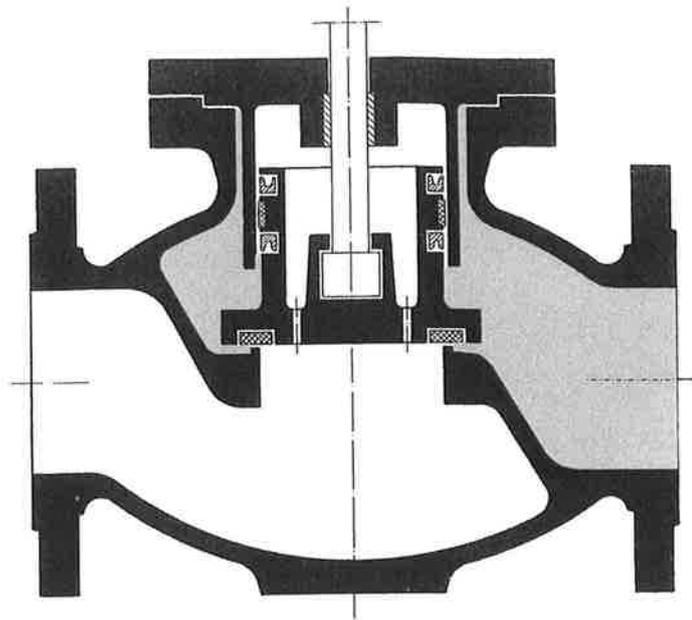
Als Beispiel wird der konstruktive Aufbau eines Sicherheits-Absperrventils mit elektro-pneumatischem Antrieb gezeigt (**Bild 4**). Das Ventil besteht aus drei Baugruppen:

- 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



**Bild 4:** Sicherheits-Absperrventil mit elektro-pneumatischem Antrieb



**Bild 5:** Ventil in druckentlasteter Ausführung

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 Stelltriebskräfte und somit auch die Belastung aller kraftübertragenden Bauteile.

Die Steuerung der elektro-pneumatischen Ventile erfolgt durch ein 3/2-Wege-Magnetventil in der Steuerluftzuleitung zum Antrieb (s. Bild 4). 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 weniger als einer Sekunde.

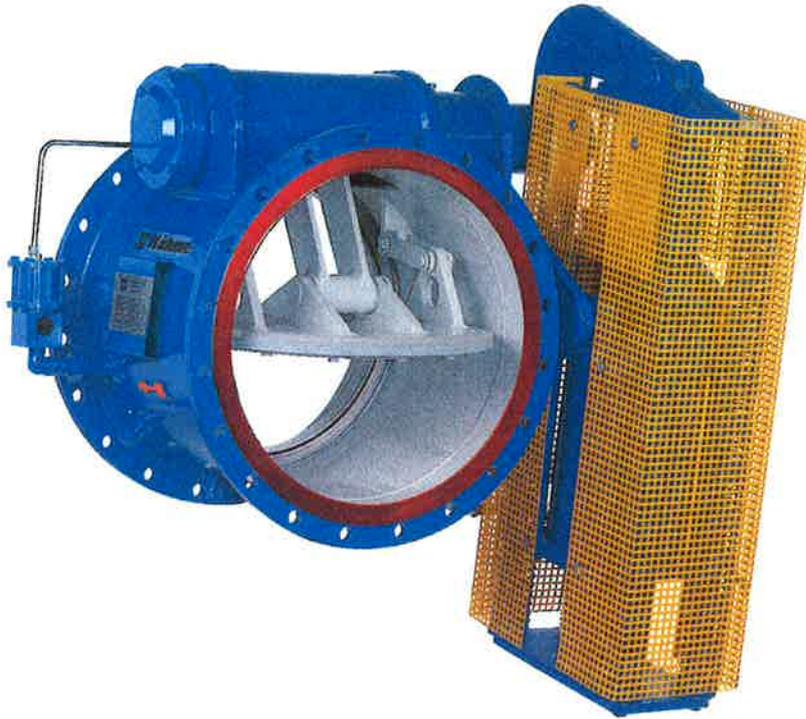
Bei großen Antrieben wird zusätzlich zum Magnetventil ein Schnellentlüftungsventil installiert.

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 Ventilmennweiten und hohen Gasdrücken wie zum Beispiel zur Sicherheitsabspernung von Gasturbinen verwendet.

### **Klappen**

Sicherheitsabsperklappen werden vorwiegend bei Gasverbrauchsanlagen mit niedrigen Gasdrücken und großen Anschlussnennweiten eingesetzt. Diese Anla-

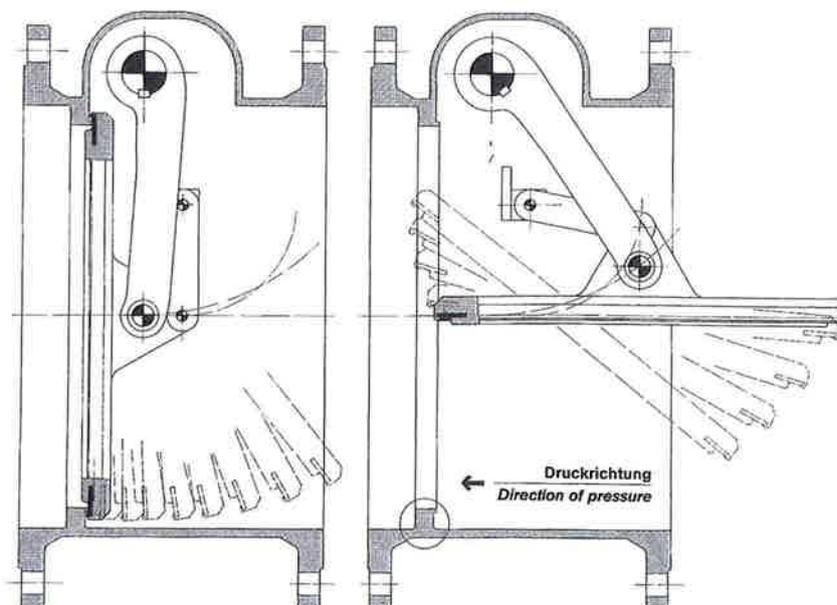


**Bild 6:**  
Lenkhebelklappe PKIII/D

gen werden häufig mit gasförmigen Brennstoffen wie Koksofengasen, Gichtgasen oder Prozessgasen betrieben. Besonders geeignet für diesen Anwendungsfall sind Lenkhebelklappen (**Bild 6**).

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

Dieses Dichtsystem ermöglicht klar definierte hohe Dichtkräfte. Die Klappen schließen in Flussrichtung, so dass bei geschlossener Klappe der Gasdruck als

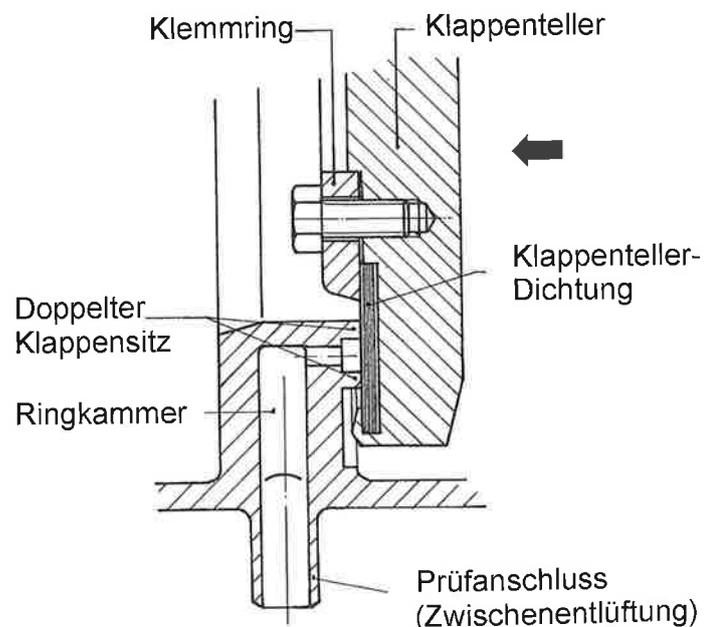


**Bild 7:**  
Schließvorgang der  
Lenkhebelklappe

zusätzliche Anpresskraft auf das Klappenblatt wirkt. Durch die Kinematik der Lenkhebel wird nur eine Drehbewegung von  $36^\circ$  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 Sicherheitsabsperrrklappen vorwiegend um Sonderfeuerungen mit niedrigen Betriebsdrücken kleiner 200 mbar handelt, kann nach EN 12952-8 [2] anstelle von zwei hintereinander geschalteten 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 Einzelsitzausführung entsprechend größere Schließkräfte, die durch verstärkte Schließfedern oder Schließgewichte aufgebracht werden.

## Betriebserfahrung und Verfügbarkeit

Die Betriebserfahrung hat gezeigt, dass die nach DIN EN 161 [6] und DIN 3394 [7] geprüften Sicherheitsabsperreinrichtungen sehr zuverlässig arbeiten. Dass die Sicherheitsarmaturen heute diesen hohen Zuverlässigkeitsgrad haben, verdanken wir den bereits 1971 und 1973 in der DIN 3391 (heute DIN EN 13611 [8]) und DIN 3394 [7] festgelegten hohen sicherheitstechnischen Anforderungen und Prüfungen. Hinzu kommt die Erfahrung der Hersteller, die ständige Weiterentwicklung sowie verbesserte Qualitätssicherungssysteme nach ISO 9001:2008 [10]. Durch ihrer hohen Zuverlässigkeit und des geringen Wartungsaufwandes der Sicherheitsarmaturen haben die Gasverbrauchsanlagen eine hohe Verfügbarkeit.

### Normen und Richtlinien

- [1] DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit
- [2] EN 12952-8: Wasserrohrkessel, Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe
- [3] EN 12953-7: Großwasserraumkessel, Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe
- [4] DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
- [5] DIN EN 676: Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe
- [6] DIN EN 161: Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gas-Geräte
- [7] DIN 3394 Teil 1: Automatische Stellgeräte
- [8] DIN EN 13611: Sicherheits-, Regel- und Steuereinrichtungen für Gasbrenner und Gasgeräte
- [9] VDE: Verein Deutscher Elektrotechniker
- [10] DIN ISO 9001:2008: Qualitätsmanagementsysteme