



Armaturen in der Gastechnik

Dipl.-Ing. Friedhelm Kütz

Sonderdruck aus
"Industriearmaturen", Heft 03/1994

Armaturen in der Gastechnik

Dipl.-Ing. Friedhelm Kütz

* 25. März 1952

RMG Regel + Messtechnik GmbH, Kassel;
Tel. 0561/5007-209

Zusammenfassung

Die in den öffentlichen Gasversorgungsanlagen zum Einsatz kommenden Regelgeräte und Sicherheitseinrichtungen müssen den Bestimmungen und Normen des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches entsprechen.

Es werden Geräte mit und ohne Hilfsenergie angeboten. Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Ausführungsarten wurden ausführlich beschrieben.

Herausgestellt wurden Geräte, die sich durch besondere Wartungsfreundlichkeit, günstiges Kleinlastverhalten und hohe Ansprechgenauigkeit auszeichnen.

Für den Einsatz in der Gastechnik wird eine große Vielzahl von Armaturen angeboten, die den besonderen Anforderungen der jeweiligen Gasart Rechnung tragen müssen. Im nachfolgenden werden Regelgeräte und Sicherheitseinrichtungen vorgestellt, die in der öffentlichen Gasversorgung Anwendung finden [1]. Die Gasversorgung in der Bundesrepublik wird heute vom Erdgas dominiert. Um den Erdgastransport wirtschaftlich vornehmen zu können, muß das Gas hoch verdichtet werden. Gas-Druckregelanlagen haben die Aufgabe, den hohen Transportdruck ein- oder mehrstufig auf den jeweiligen Weiter-Verteilungsdruck oder aber auf den beim Endverbraucher gewünschten Druck zu reduzieren.

Eine der wesentlichen Zielsetzungen in der heutigen Zeit sind Geräte, die konstruktiv besonders wartungsfreundlich und geräuscharm ausgebildet sind. Zusätzliche normative Anforderungen – wie z.B. die Membranbruchsicherung beim SAV – werden durch entsprechende Maßnahmen, von der Industrie realisiert.

Gas-Druckregelgeräte mit und ohne Hilfsenergie

Gas-Druckregelgeräte (GDR) müssen gemäß den Festlegungen in den DVGW-Arbeitsblättern G 490 und 491

[2 und 3] den Bestimmungen der DIN 3380 [4] bzw. der DIN 33822 [5] entsprechen. Sie werden nach ihrem konstruktiven Aufbau in Geräte mit und ohne Hilfsenergie unterschieden.

Gas-Druckregelgeräte ohne Hilfsenergie

Bei Gas-Druckregelgeräten, die ohne Hilfsenergie arbeiten, wird die zum Verstellen des Stellgliedes erforderliche Energie von der Regelgröße selbst, das heißt vom Ausgangsdruck, geliefert. Der Ausgangsdruck wird auf die Unterseite der Vergleichermembran geleitet. Die sich bei einer Änderung des Ausgangsdruckes ergebende Kraftänderung reicht aus, das Verstellen des Stellgliedes zu ermöglichen. Bei Gas-Druckregelgeräten ohne Hilfsenergie sind der Regler, der Stelltrieb und das Stellglied konstruktiv zusammengefaßt (Bild 1). Im Stellgliedgehäuse kann ein zusätzliches Sicherheitsabsperrventil integriert sein (Bild 2).

Für das Stellglied wirkt die Kraft der Sollwertfeder in Öffnungsrichtung und die an der Membran anstehende Kraft des Ausgangsdruckes in Schließrichtung. Bei einem Ungleichgewicht zwischen diesen Kräften wird der Ventilteller vom Stelltrieb in größere oder kleinere Öffnungspositionen bewegt:

Es kommt dadurch zu einer ständigen Angleichung der Regelgröße (Ausgangsdruck) an die Führungsgröße (Kraft der Sollwertfeder).

Die mathematischen Zusammenhänge lassen sich wie folgt darstellen [6].

Kraft der Sollwertfeder $c \cdot s$

Ausgangsdruckkraft $p_a \cdot A_M$

$$\Delta p_a \cdot A_M = c \cdot \Delta s$$

$$\Delta p_a = \Delta s \cdot \frac{c}{A_M}$$

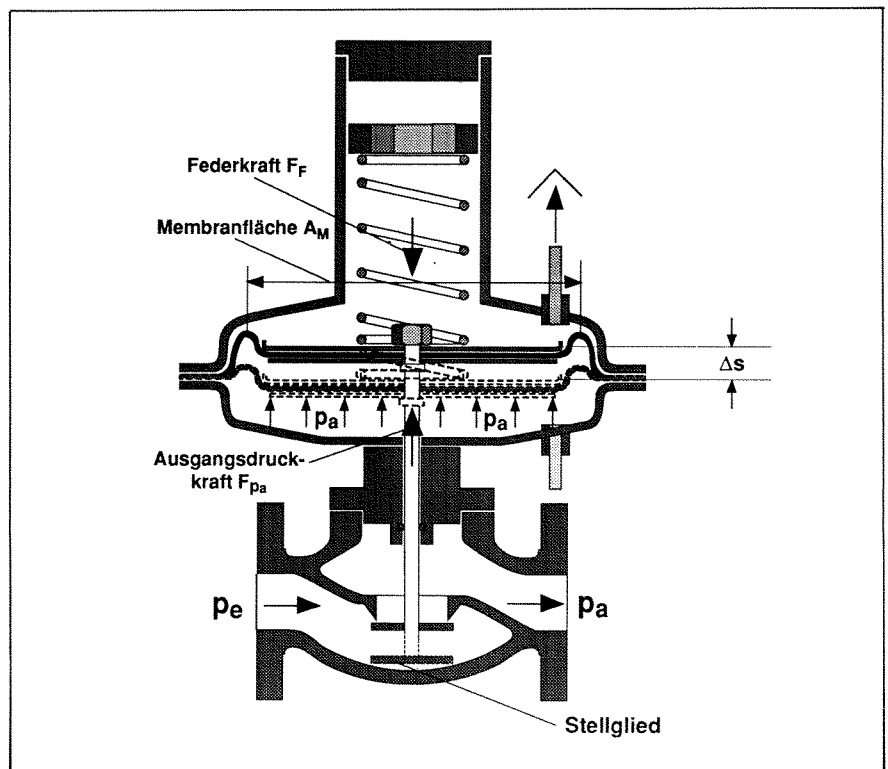


Bild 1: Federbelastetes Gas-Druckregelgerät ohne Hilfsenergie (Typ RMG 320)

Aufgrund der linearen Kennlinie der Sollwertfeder besteht ein proportionaler Zusammenhang zwischen der Ausgangsdruckänderung Δp_a und dem Ventilhub Δs . Federbelastete Geräte haben somit ein sogenanntes Proportional-Verhalten (P-Verhalten).

Gas-Druckregelgeräte mit Hilfsenergie

Der Einsatz von federbelasteten Regelgeräten ist aus konstruktiven und physikalischen Gründen (Größe der Membranfläche und Größe der Federkraft) auf Eingangsdrücke bis etwa 16 bar und auf Ausgangsdrücke bis etwa 1 bar begrenzt. Zudem ist durch das P-Verhalten eine eingeschränkte Regelgenauigkeit gegeben.

Bei höheren Ein- und Ausgangsdrücken und bei größeren Anforderungen an die Regelgenauigkeit werden Geräte mit Hilfsenergie eingesetzt [8]. Bei diesen Geräten kommen zwei überlagerte Regelkreise zur Anwendung.

Diese werden als Hilfs- und Hauptregelkreis bezeichnet. Die Vermaschung von Hilfs- und Hauptregelkreis bewirkt bei den Geräten durch den Hilfsregelkreis eine hohe Stellgeschwindigkeit [7] und durch den Hauptregelkreis die hohe Regelgenauigkeit. Durch die Kombination der beiden Regelkreise stellt sich bei den Geräten, die mit Hilfsenergie arbeiten, ein angenähertes PI-Verhalten ein: Die durch den P-Anteil hervorgerufene Abweichung vom Sollwert wird durch den hinzukommenden I-Anteil des Hauptregelkreises weitgehend kompensiert.

In Bild 5 und 6 sind Geräte dargestellt, die sich durch einfachen Aufbau, geringen Wartungsaufwand und Teilearmut auszeichnen. Hervorzuheben ist auch die Integrierung des Reglers, wodurch auf die Verlegung separater Steuerleitungen verzichtet werden kann. Bei den für den Mittel- und Hochdruckbereich eingesetzten Regelgeräten ist die Drosselmembran das einzige Verschleißteil. Durch Lösen der Schraubenverbindungen an den Komponenten Stellgliedgehäuse und Regler bzw. Deckel kann die Membrane sofort einer visuellen Kontrolle unterzogen oder ausgetauscht werden. Das Stellgliedgehäuse bleibt weiterhin in der Strecke.

Der Eingangs-, der Ausgangs- und der Stelldruckraum werden durch die Membrane voneinander getrennt. Das Aufsatz 13, Seite 2

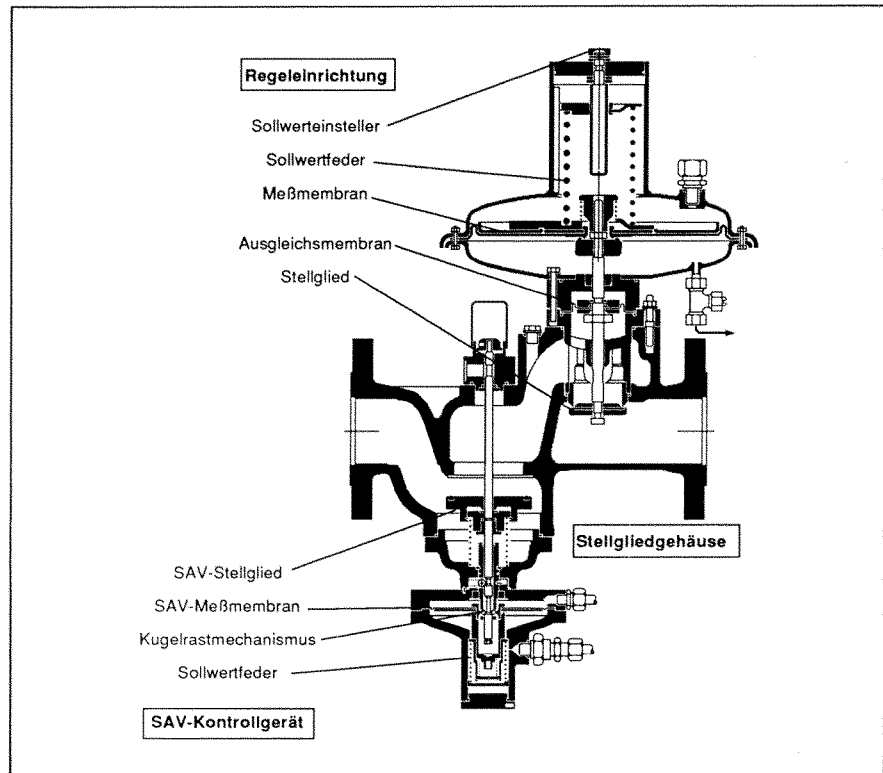


Bild 2: Gas-Druckregelgerät ohne Hilfsenergie mit integriertem SAV (Typ RMG 330)

Gerät ist mit einem Entspannungskörper ausgestattet, der mit geometrisch unterschiedlich angeordneten Schlitzen versehen ist. Diese konstruktive Maßnahme ermöglicht bereits bei kleinsten Durchflüssen ein stabiles Regelverhalten.

Bei den Regelgeräten gemäß den Bildern 3 und 4 wird die hohe Stellgeschwindigkeit durch den Hilfs-Regelkreis (Aufschaltung des Ausgangsdruckes auf die Unterseite der An-

triebsmembran) bedingt. Dieser Hilfs-Regelkreis ist bei den Geräten nach Bild 5 und 6 nicht gegeben. Die Geräte haben trotzdem ein ausgezeichnetes dynamisches Verhalten, was durch den konstruktiv besonders klein ausgebildeten Stelldruckraum erreicht wurde. Die Stellmembrane liegt, wie bereits erwähnt, auf dem Drosselkörper auf.

Zusätzlich zu den Schlitzen ist für den erforderlichen Nullabschluß eine Dichtkante mit integriert. Beim Öff-

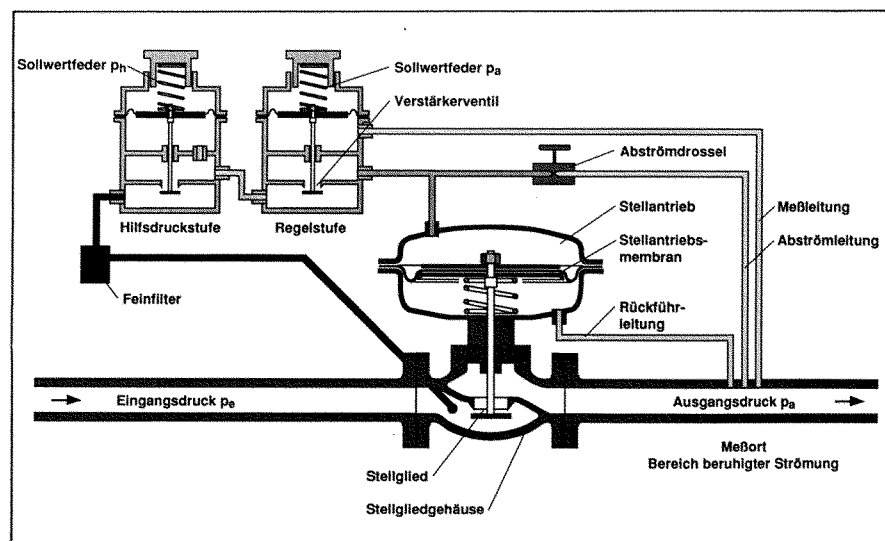


Bild 3: Gas-Druckregelgerät mit Hilfsenergie (Typ RMG 322)

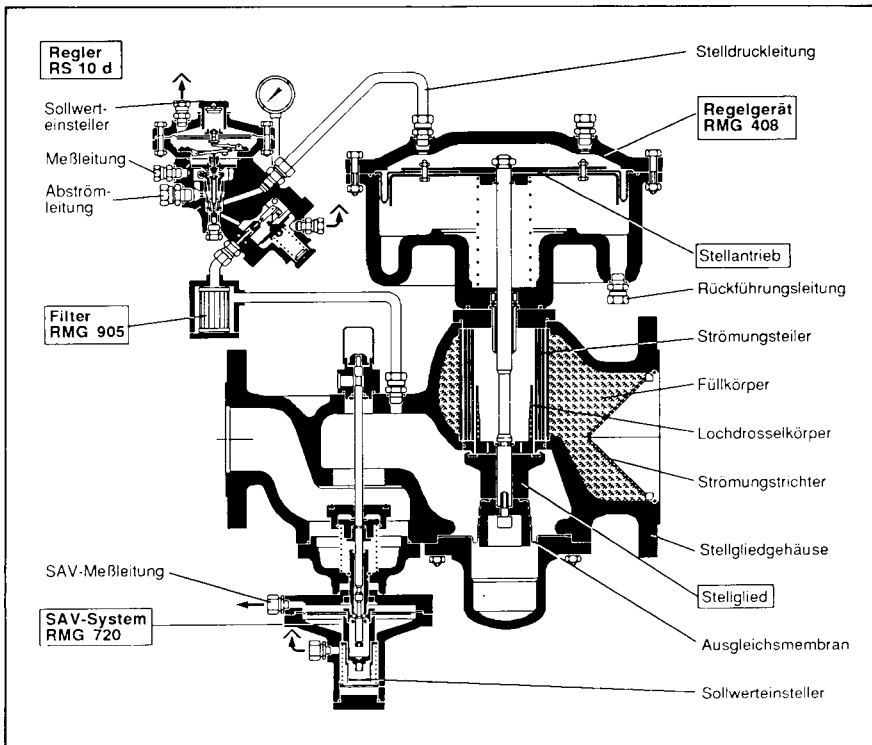


Bild 4: Gas-Druckregelgerät mit Hilfsenergie und Einrichtungen zur Geräuschreduzierung (Typ RMG 408)

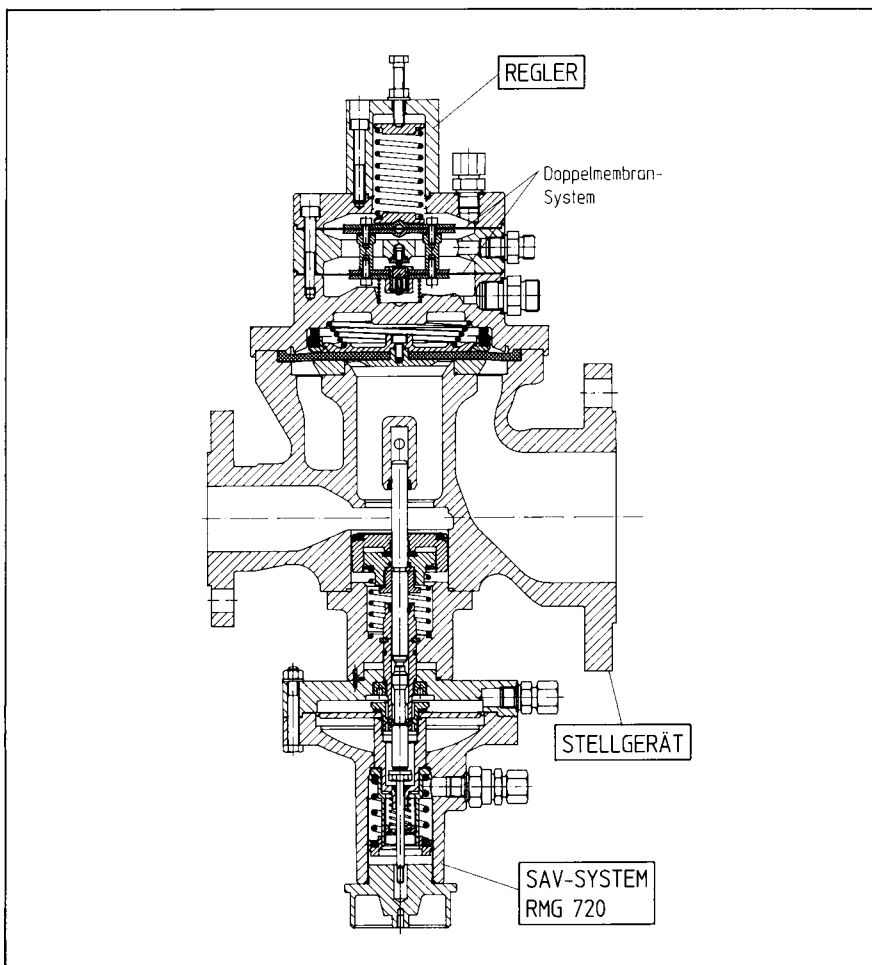


Bild 5: Gas-Druckregelgerät mit Drosselmembran und integriertem Regler (Typ RMG 402)

nungsvorgang wird der Stelldruck, der sich oberhalb der Drosselmembran befindet, von dem Regler soweit abgebaut, daß der auf der Unterseite anstehende Eingangsdruck die Membrane vom Drosselkörper anhebt und den für die Ausgangsdruckangleichung erforderlichen Querschnitt freigibt. Die Membrane legt sich während des Öffnungsvorganges gegen den Membrandeckel und gibt im Bereich der Dichtkante den größtmöglichen Querschnitt frei. Sie ist somit beim Drosselvorgang keiner Beanspruchung ausgesetzt, die Verschleißbedingungen könnte.

Bei den in den Bildern 5 und 6 dargestellten Geräten kommen Regler zur Anwendung, bei denen das Verstärkerventil zwischen einem Doppelmembransystem angeordnet ist. Der nachteilige Einfluß reibungsbehafteter Abdichtelemente auf die Regelgenauigkeit wird durch diese Anordnung vermieden.

Die Regler der dargestellten Gas-Druckregelgeräte mit Hilfsenergie (Bilder 3, 4 und 6) sind zweistufig ausgeführt. Die erste Stufe wird bei diesen Geräten als Hilfsdruckstufe und die zweite als die eigentliche Regelstufe eingesetzt. Die Hilfsdruckstufe ermöglicht es, die Regelstufe mit einer konstanten Hilfsenergie zu versorgen. Damit kann die Reglerverstärkung an die Erfordernisse der Regelstrecke angepaßt werden. Zudem wird der Einfluß von Eingangsdruckänderungen auf die Regelgenauigkeit minimiert.

Bild 5 zeigt ein Regelgerät mit integriertem Regler, dessen Doppelmembransystem ähnlich wie bei den vorherbeschriebenen Reglern aufgebaut ist. Das Unterscheidungsmerkmal besteht darin, daß der Regler einen automatischen Eingangsdruck-Ausgleich besitzt, dessen Wirkungsweise eine Hilfsdruckstufe einspart.

Das bei den ein- bzw. zweistufigen Reglern gemäß Bild 5 und 6 zur Anwendung kommende Wirkprinzip unterscheidet sich vom Prinzip der Regler nach Bild 3 und 4 durch die Anordnung der Drossel. Während bei den zuerst genannten Reglern das Vordrosselprinzip zur Anwendung kommt, sind die anderen Regler mit einer Nachdrossel ausgeführt (Bild 7).

Beim Vordrosselprinzip ist das Verstärkerventil hinter dem Drosselorgan angeordnet. Ein geschlossenes Verstärkerventil läßt den hinter der Drossel abgenommenen Stelldruck bis auf den Eingangsdruck ansteigen; das

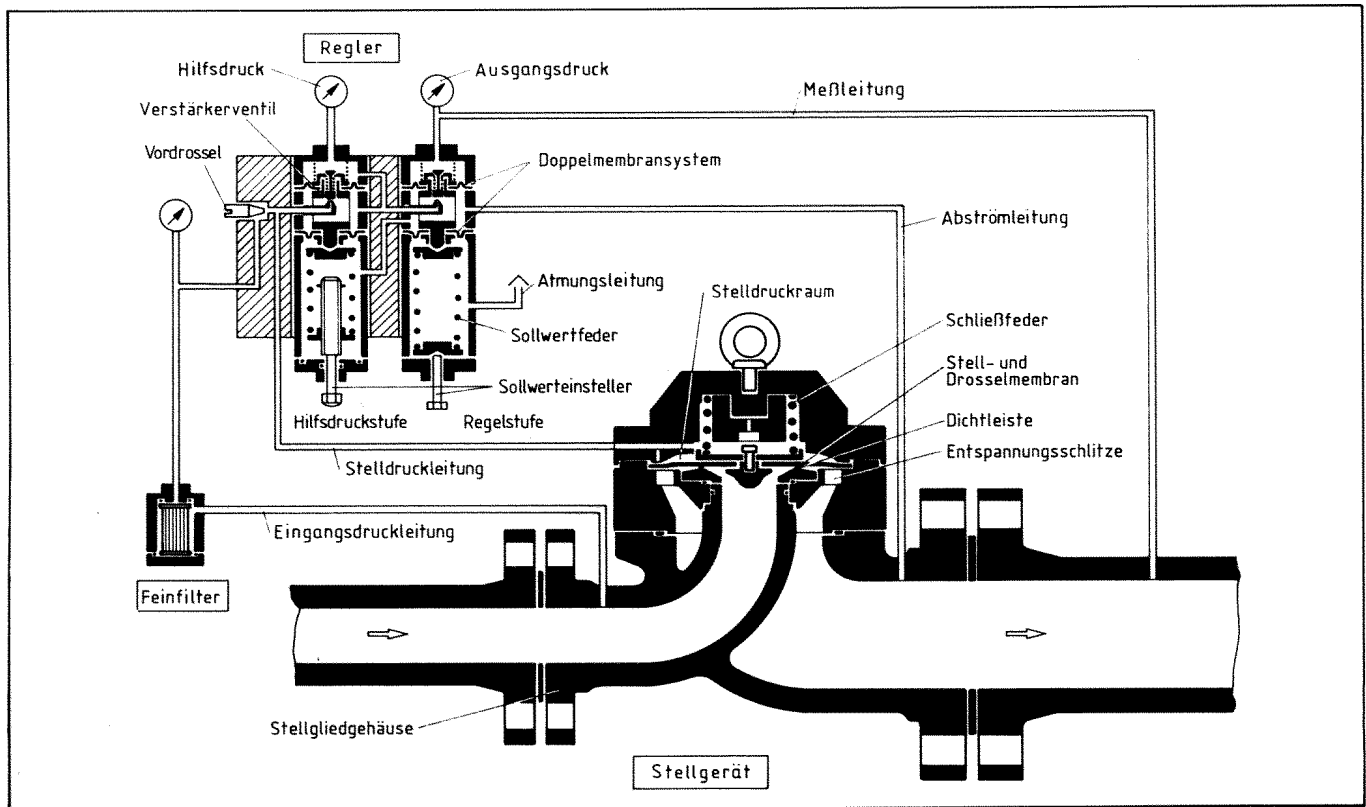


Bild 6: Gas-Druckregelgerät mit Drosselmembran (Typ RMG 502)

zugehörige Stellgerät wird ebenfalls geschlossen. Durch Öffnen des Verstärkerventils wird der Stelldruck um einen bestimmten Betrag unter dem Eingangsdruck abgebaut. Der so erzeugte Differenzdruck bewirkt die erforderliche Öffnungsbewegung an der Drosselmembran des Stellgliedes.

Im Gegensatz dazu befindet sich bei den Reglern mit dem Nachdrosselprinzip das Verstärkerventil vor dem Drosselorgan. Hier wird bei geschlossenem Verstärkerventil der ebenfalls zwischen beiden Elementen abgegriffene Stelldruck bis auf den Ausgangsdruck abgebaut und so das zugehörige Stellgerät in Schließrichtung gefahren. Für die Öffnung des Stellgerätes muß bei dieser Reglerart der Stelldruck über den Ausgangsdruck angehoben werden.

Sicherheitseinrichtungen

Sicherheitsabsperrventil (S A V)

Bei den Sicherheitsabsperrventilen handelt es sich um selbsttätig arbeitende Geräte gemäß DIN 3381 [9], die im normalen Betriebsfall geöffnet sind. Sie sollen in den Gas-Druckregelanlagen nach den DVGW-Arbeitsblättern G 490 und G 491 verhindern, daß ein unzulässiges Ansteigen

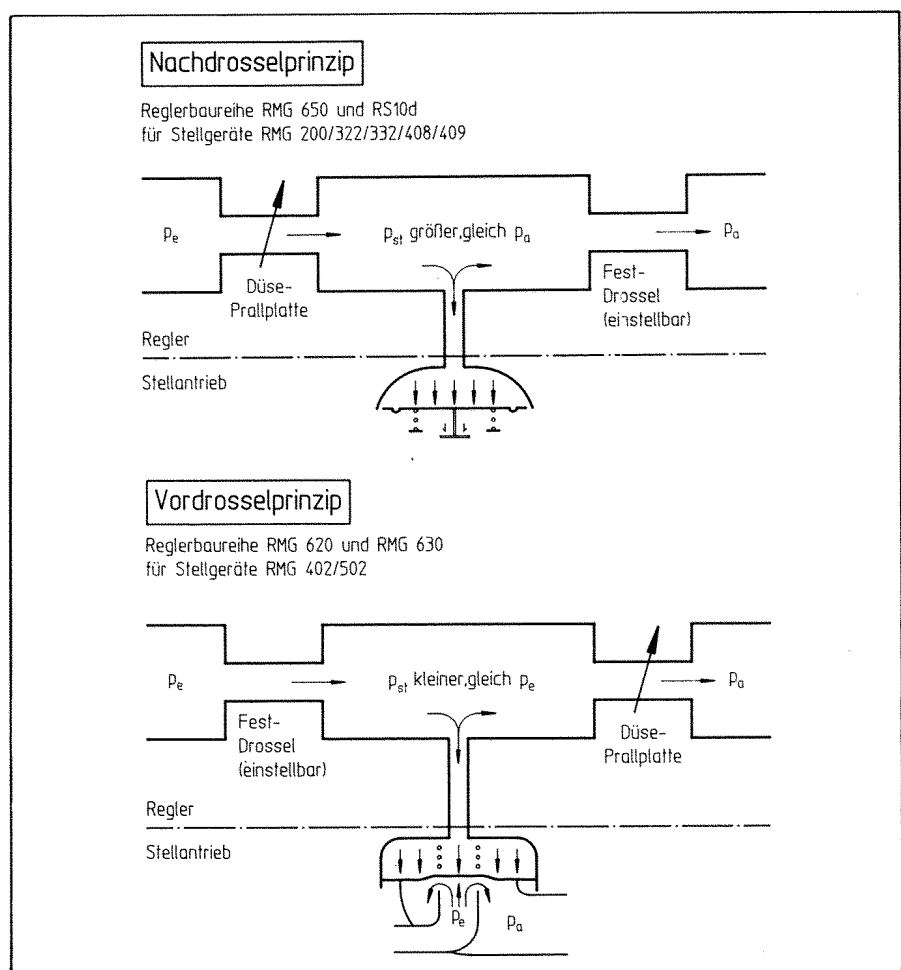


Bild 7: Reglerausführungen nach dem Vor- und dem Nachdrosselprinzip

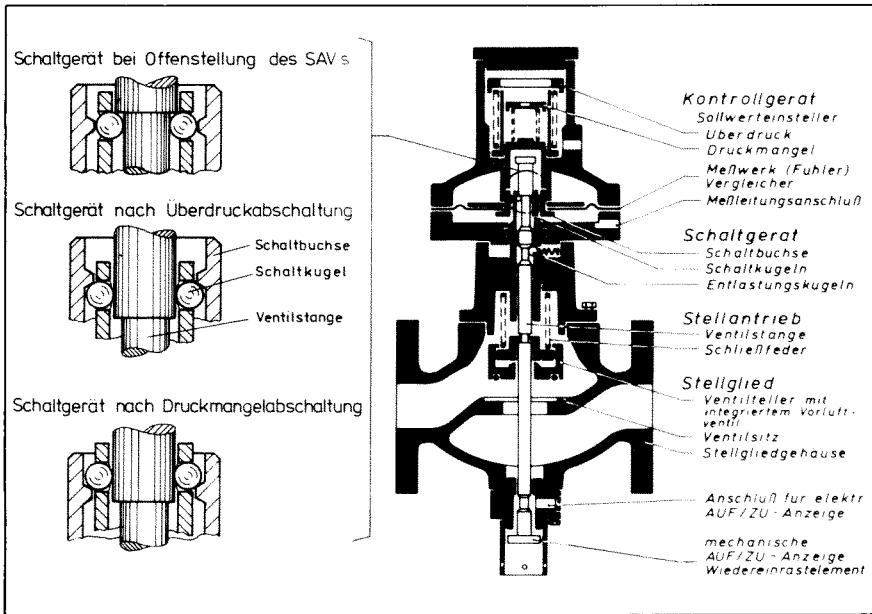


Bild 8: Sicherheitsabsperrentil ohne Hilfsenergie (Typ RMG 720)

des Ausgangsdruckes hinter den Regelgeräten eintritt. Gegebenenfalls sind sie zusätzlich mit einer Druckmangelabschaltung ausgerüstet, die bei einem unzulässigen Unterschreiten des Ausgangsdruckes den Gasdurchfluß selbsttätig absperrt. Die Anordnung der SAV erfolgt immer vor den Gas-Druckregelgeräten. Es

wird unterschieden in Geräte mit und ohne Hilfsenergie. Sind besondere Anforderungen an die Ansprechgenauigkeit gestellt, so kommen Sicherheitsventile mit Hilfsenergie zur Anwendung.

Beim SAV ohne Hilfsenergie wird die zur Auslösung erforderliche Kraft von dem zu überwachenden Druck

selbst aufgebaut. Bei Geräten mit Hilfsenergie dient der zu überwachende Druck nur für das Ansprechen des Verstärkerventils. Das so erzeugte Ausgangssignal löst über einen Druck-Kraft-Umformer das SAV aus.

Sicherheitsabsperrentile müssen konstruktiv so gestaltet sein, daß sie bei einem Schaden an der Vergleichermembrane selbsttätig auslösen.

Sicherheitsabsperrentile ohne Hilfsenergie

Das in Bild 8 dargestellte SAV besteht aus den Bauelementen Stellglied, Stellantrieb, Schaltgerät und dem Kontrollgerät. Der zu überwachende Ausgangsdruck wird unmittelbar zum Auslösen des Gerätes herangezogen. Es ist für Abschaltungen bei Drucküberschreitung als auch zur Auslösung bei Druckmangel eingerichtet.

Der zu überwachende Druck wird über die Meßleitung auf die Unterseite des Vergleichers geführt. Ist kein unzulässiges Ansteigen bzw. Abfallen des zu überwachenden Druckes zu verzeichnen, so ist die gebildete Kraftkomponente kleiner als die Kraft der Sollwertfeder für die Druckmangelabschaltung, aber größer als die Kraft der Sollwertfeder für die Druckmangelabschaltung. Bei der Offenstellung des SAV befindet sich die Vergleichermembrane und damit der Kugelrastmechanismus in der Nullposition. Überschreitet der zu überwachende Druck den eingestellten oberen Ansprechdruck oder wird der untere Ansprechdruck erreicht, so wird das Schaltgerät entriegelt und die Ventilstange für den Schließvorgang freigegeben.

Vor der Öffnung des SAV ist zuerst die Störungsursache zu ermitteln und zu beseitigen und der Ausgangsdruck auf den normalen Betriebsdruck einzustellen. Danach muß über das im Stellglied integrierte Vorlüftventil oder über ein separates Ventil Druckausgleich am Ventilteller hergestellt werden; erst dann kann das SAV geöffnet werden.

Sicherheitsabsperrentile mit Hilfsenergie

Bild 9 zeigt ein SAV, das mit Hilfsenergie arbeitet. Das Stellgerät ist besonders wartungsfreundlich aufgebaut. Es kann bei Überprüfungsarbeiten in der Strecke verbleiben, da die Ventilklappe aus dem Gehäuse her-

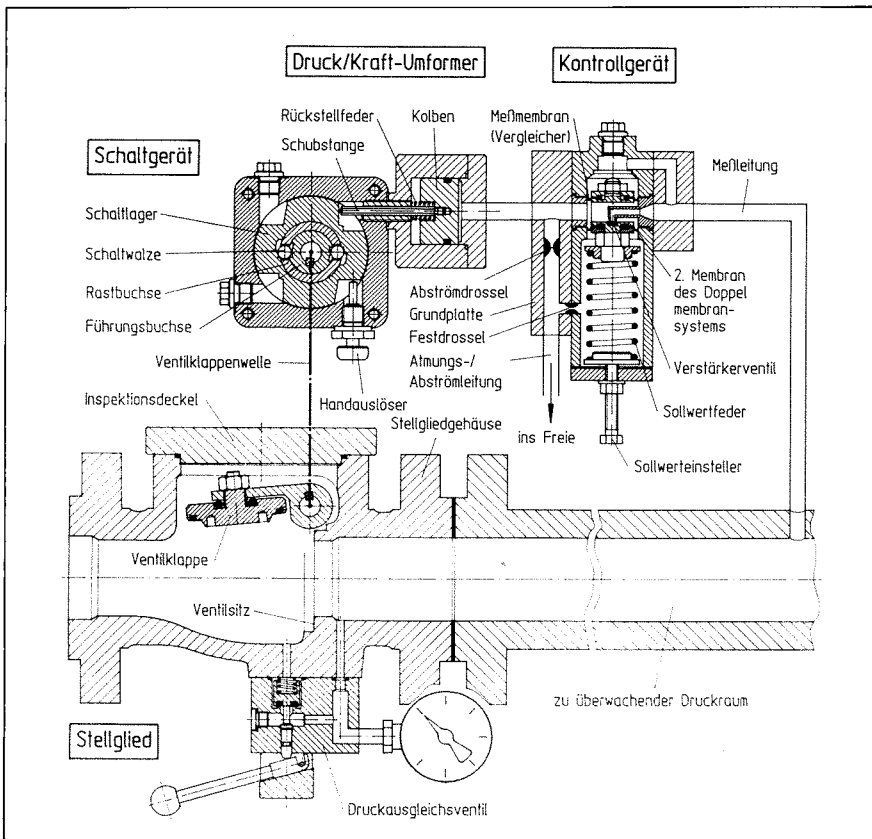


Bild 9: Sicherheitsabsperrentil mit Hilfsenergie (Typ RMG 711)

ausgeschwenkt werden kann. Das Gerät besteht im wesentlichen aus den Komponenten Stellgerät, Schaltgerät und dem Kontrollgerät. Im Gegensatz zu den Geräten ohne Hilfsenergie findet hier eine Trennung zwischen dem Meßvorgang (Kontrollgerät) und dem Schaltvorgang (Schaltgerät) statt. Der zu überwachende Druck wird nicht zur direkten Auslösung des Schaltgerätes herangezogen, sondern zur Betätigung des Verstärkerventils im Kontrollgerät, dessen Ausgangssignal das Ansprechen des Auslösemechanismus bewirkt. Hierdurch können hohe Verstärkerfaktoren realisiert werden. Durch die dargestellte Anordnung des Verstärkerventils im Kontrollgerät wird ein negativer Einfluß reibungsbehafteter Abdichtelemente vermieden.

Der zu überwachende Druck wird dem Kontrollgerät über die Meßleitung zugeführt. Es erfolgt der Soll-/Istwert-Vergleich. Wird der Grenzwert des Ansprechpunktes überschritten, so wird ein Druckimpuls auf den Druck-/Kraft-Umformer geschaltet.

Um ein Öffnen bzw. Wiedereinrasten des SAV zu ermöglichen, ist der Leitungsbereich zwischen Kontroll- und Schaltgerät über eine Drossel mit der Atmosphäre verbunden. Durch diese Anordnung kann sich der Schaltdruck nach dem Schließen des Verstärkerventils im Kontrollgerät automatisch abbauen. Der Wiedereinrastvorgang erfolgt in identischer Weise wie bei dem Gerät ohne Hilfsenergie.

Gemäß den Forderungen der DIN 3381 müssen Sicherheitseinrichtungen bei einem Membranschaden selbsttätig auslösen [10]. Bei Sicherheitsabsperrentilen ohne Hilfsenergie wird dies über den unteren Ansprechpunkt (Druckmangel) und ein zusätzliches in der Atmungsleitung des Kontrollgerätes angeordnetes Schaltventil erreicht.

Bei einer SAV-Ausführung mit Hilfsenergie sind solche Zusatzeinrichtungen nicht erforderlich: Bei einer Beschädigung der Vergleichermembran

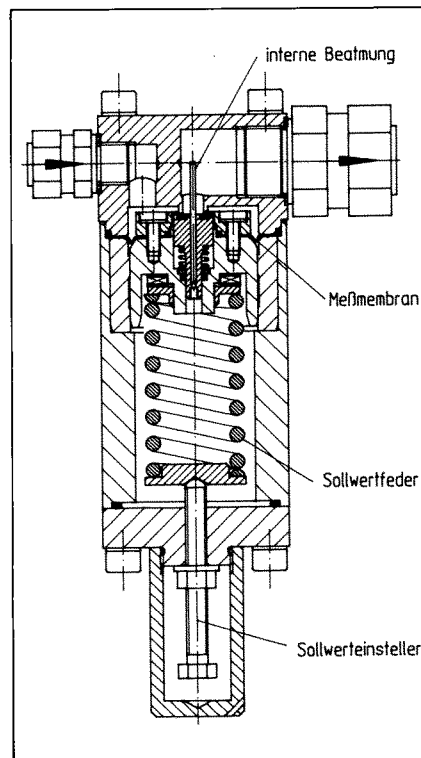


Bild 10: Sicherheitsabblaseventil (Typ RMG 832)

wird der zu überwachende Druck unter Umgehung des Verstärkerventils direkt auf den Druck-/Kraft-Umformer geschaltet und so das SAV ausgelöst.

Sicherheitsabblaseeinrichtung (SBV)

Beim SBV handelt es sich um eine Sicherheitseinrichtung, die im Gegensatz zum SAV nicht den Gasstrom unterbricht, sondern bei Drucküberschreitung öffnet und Gas in die Atmosphäre abströmen läßt. Es schließt selbsttätig, sobald sich der Druck unterhalb des Ansprechdruckes befindet.

Das in Bild 10 dargestellte SBV kann sowohl als Leckgas-SBV als auch als Haupt-Sicherheitseinrichtung Anwendung finden. Ein Leckgas-SBV

soll verhindern, daß bei kleineren Leckagen des Regelgerätes die Hauptsicherheitseinrichtung (SAV) zur Auslösung gebracht wird. Der zu überwachende Druck wird auf die Oberseite der Vergleichermembran geschaltet. Es erfolgt ein Vergleich zwischen der Kraft des Druckes und der Kraft der Sollwertfeder. Bei einer Überschreitung des Sollwertes wird die Membrane mit der Ventildichtung vom Ventilsitz angehoben; ein Überströmen von der Eingangs- in die Ausgangsleitung und somit ins Freie kann erfolgen.

Schrifttum

- [1] Eberhard, R.; Hüning, R.: Handbuch der Gasversorgungstechnik. Oldenbourg-Verlag (1984), München
- [2] G 490 "Technische Regeln für Bau und Ausrüstung von Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 100 mbar bis einschließlich 4 bar
- [3] G 491 "Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke über 4 bis 100 bar – Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme"
- [4] DIN 3380 "Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 100 bar"
- [5] DIN 33822 "Gas-Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen der Gasinstallation für Eingangsdrücke bis 4 bar"
- [6] Fischer, R.: Gas-Druckregelung – Gerätetechnik. Gastechnischer Brief Nr. 6, Zentrale für Gasverwendung e.V., Frankfurt
- [7] Fischer, R.: Dynamisches Verhalten von Gas-Druckregelgeräten mit Hilfsenergie. gwf-gas/erdgas 133 (1992) Nr. 8, S. 377–381
- [8] Fischer, R.: Regler für Gas-Druckregelgeräte mit Hilfsenergie. gwf-gas/erdgas 119 (1978) Nr. 2, S. 63–70
- [9] DIN 3381 "Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar – Sicherheitsabblase- und Sicherheitsabsperreinrichtungen"
- [10] Fischer, R.: Die Membranbruchsicherung beim Sicherheitsabsperrentil. gwf-gas/erdgas 134 (1993) Nr. 5, S. 251–255