



Mengenregelventile

Dipl.-Ing. Rudolf Fischer

Sonderdruck aus
"GW Gas/Erdgas" 02/1995

Mengenregelventile

Rudolf Fischer

Schlagwörter: Durchflußregelung, Bezugsoptimierung, Stellglied, Ventilkennlinie, Druckausgleich, Geräuschreduzierung, elektrischer Stellantrieb, elektronischer Regler, Auswahlrelais, Text-Meldeeinheit, elektrische Leistungseinheit

Die Gas-Versorgungsgesellschaften nutzen in immer stärkerem Maße das hinter den Gas-Übernahmestationen gegebene Rohrleitungsvolumen zum Zwecke der Bezugsoptimierung. Die Aufgabe der Übernahmestation wandelt sich damit von der reinen Druckregelung zur kombinierten Durchfluß- und Druckregelung. Um die Speicherkapazität des Leitungssystems vollständig zu nutzen, wird eine durch die Arbeitsweise des Regelgerätes bedingte Druckdifferenz zwischen dem Ein- und dem Ausgangsraum nicht akzeptiert. Es müssen daher Regelgeräte zur Anwendung kommen, die mit Fremdenergie arbeiten. Nachfolgend werden elektrisch betriebene Stellgeräte einschl. der zugehörigen Einrichtungen zur elektronischen Ansteuerung vorgestellt.

Die Aufgabe von Gas-Übernahmestationen hat sich in der letzten Zeit deutlich gewandelt: Während die Anlagen früher Zeit lediglich die Aufgabe hatten, den hohen Transportdruck auf einen geringeren Weiterleitungs- oder Verteilungsdruck zu reduzieren, werden ihr heute in zunehmendem Maße auch Aufgaben der Bezugsoptimierung und damit der Mengenregelung zugeordnet [1; 2]. Voraussetzung dazu ist allerdings, daß hinter der Anlage ein größeres geometrisches Leitungsvolumen vorhanden ist. Bei Vorgängen der Bezugsoptimierung ist es erwünscht, die Speicherkapazität der nachgeschalteten Systeme bestmöglich zu nutzen, d.h. das Gas muß mit dem höchstmöglichen Druck eingespeichert werden können. Für den Betrieb herkömmlicher Regelgeräte ist eine Druckdifferenz zwischen dem Ein- und dem Ausgangsraum [3] erforderlich. Diese Druckdifferenz ist vielfach in Anlagen, die zur Bezugsoptimierung und damit zur Netzspeicherung herangezogen werden, nicht akzeptabel. Aus diesem Grunde müssen Regelgeräte eingesetzt werden, die mit Fremdenergie arbeiten. Die nachfolgend beschriebenen Mengenregelventile werden von elektrischen Stellmotoren über die zugeordneten elektronischen Regelkreise betätigt.

1. Technisches Regelwerk

Die Richtlinien für die Planung und den Bau von Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 4 bar sind im DVGW-Arbeitsblatt G 491 [4] festgelegt. Die in diesen Anlagen enthaltenen Einrichtungen zur Gasmessung müssen gem. den Festlegungen im DVGW-Arbeitsblatt G 492 II [5] ausgeführt sein.

Nach G 491 Abschn. 5.14 können Gas-Druckregelanlagen durch Einrichtungen zur Durchflußregelung und -begrenzung ergänzt werden. Allgemeine Anforderungen an diese Einrichtungen sind im DVGW-Arbeitsblatt G 492 II unter Abschn. 5.3.5 formuliert: „Die für die Durchflußregelung eingesetzten Stellgeräte, z.B. Schieber, Ventile und Klappen, mit eigenem elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Stellantrieb müssen ein den Betriebserfordernissen angepaßtes Öffnungsverhalten aufweisen, verschleißfest sein und eine möglichst vibrations- und schallarme Drosselung ermöglichen.“

Gasdruckregelgeräte, die in Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491 eingesetzt werden sollen, müssen der DIN 3380 [6] entsprechen; die Norm-Konformität hat der Hersteller durch das DIN-DVGW-Prüfzeichen nachzuweisen. Ein direkter Hinweis darauf, daß auch für die Geräte zur Mengenregelung und -begrenzung eine DIN-DVGW-Zulassung nachgewiesen werden muß, ist weder in G 491 noch in G 492 II enthalten.

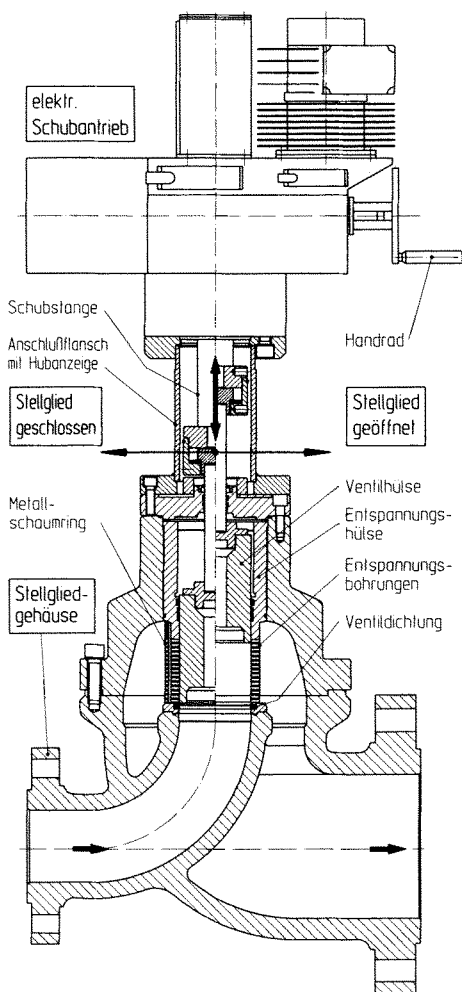
Die Geräte zur Durchflußregelung bzw. -begrenzung haben in den meisten Fällen auch Aufgaben der Druckregelung zu erfüllen: Wenn im nachgeschalteten Leitungssystem der von der Versorgungssicherheit bestimmte untere Grenzdruck oder der von der Festigkeit bestimmte obere Grenzdruck erreicht wird, muß die Durchflußregelung automatisch in den Vorgang der Druckregelung übergehen.

Wie bereits ausgesagt, ist für die zur Druckregelung eingesetzten Geräte eine DIN-DVGW-Zulassung zwingend erforderlich. In die dazu notwendige Typprüfung werden von den Herstellern normalerweise auch die Aufgaben der Durchflußregelung und -begrenzung mit einbezogen. Als Prüfgrundlage dienen dabei die allgemeinen Anforderungen der DIN 3380.

2. Gerätebeispiele

Die *Bilder 1, 2 und 3* zeigen verschiedene Stellgeräte, die von einem elektrischen Stellantrieb betätigt werden. Allen Ausführungsformen ist gemeinsam, daß im Stellglied eine Ventilhülse zur Anwendung kommt, die einen vollständigen Ein- und Ausgangsdruckausgleich gewährleistet. Dadurch ist – unabhängig vom Differenzdruck am Stellglied – eine weitgehend konstante Antriebsleistung erforderlich. Zudem wird durch Weichdichtungen im Stellglied in der Schließposition ein vollständiger Nullabschluß erreicht. Alle Geräte sind selbstverständlich mit Einrichtungen zur Geräuschreduzierung ausgestattet.

Die Geräte gem. den *Bildern 1 und 2* haben ein Stellglied, das auf dem Gehäuse aufgesetzt ist. Dadurch sind



besondere Wartungsvorteile gegeben: Bei der Überprüfung verbleibt das Stellgliedgehäuse in der Strecke, die Entspannungsgarnitur kann von der Kopfseite aus dem Gehäuse herausgezogen werden.

Beim Gerät gem. *Bild 1* wird die Ventilhülse über einen Schubantrieb in die erforderliche Regelposition gefahren. Die Druckreduzierung erfolgt über die in der Entspannungshülse angebrachten Bohrungen. Durch die damit erreichte Strahlaufteilung wird gegenüber herkömmlichen Geräten eine Schallreduzierung von ca. 15 dB (A) erreicht. Um die Bohrungen der Entspannungshülse kann optional ein zusätzlicher Metallschaumring gelegt werden. Damit verbessert sich die Geräuschreduzierung auf ca. 30 dB (A); der Durchflusskoeffizient des Gerätes wird allerdings um ca. 10% eingeschränkt.

Beim Gerät gem. *Bild 2* wird statt eines Schubantriebes ein elektrischer Drehantrieb verwendet. Die Drehbewegungen der Antriebsspindel bewirken über das Verstellgewinde die erforderliche Positionierung der Ventilhülse. Unterhalb des Stellgliedgehäuses ist ein Sicherheitsabsperrentventil (SAV) angeordnet. Im Bedarfsfall wird die Ventilklappe des SAV geschlossen und somit die Verbindung zwischen Ein- und Ausgangsraum bleibend unterbrochen.

Das Mengenregelventil gem. *Bild 3* hat einen axialen Durchgang. Der Stellantrieb ist über die Kupplung mit der Schneckenwelle verbunden. Die Schnecke greift in das an der Ventilhülse befestigte Schneckenrad ein. Die Ventilhülse selbst ist in einer Gewindebuchse gelagert. Die Drehbewegungen des Stellantriebes werden über das Schneckengetriebe auf die Ventilhülse übertragen und durch das Verstellgewinde in den jeweils erforderlichen Ventilhub umgesetzt.

Auch dieses Stellgerät ist serienmäßig mit einem schallreduzierenden Ausgangsteil ausgerüstet. Die Prinzipien der mehrstufigen Entspannung der Strahlaufteilung und der lokalen Begrenzung des Entspannungsvorganges [7] garantieren gegenüber herkömmlichen Geräten eine Geräuschreduzierung von ca. 20 dB (A).

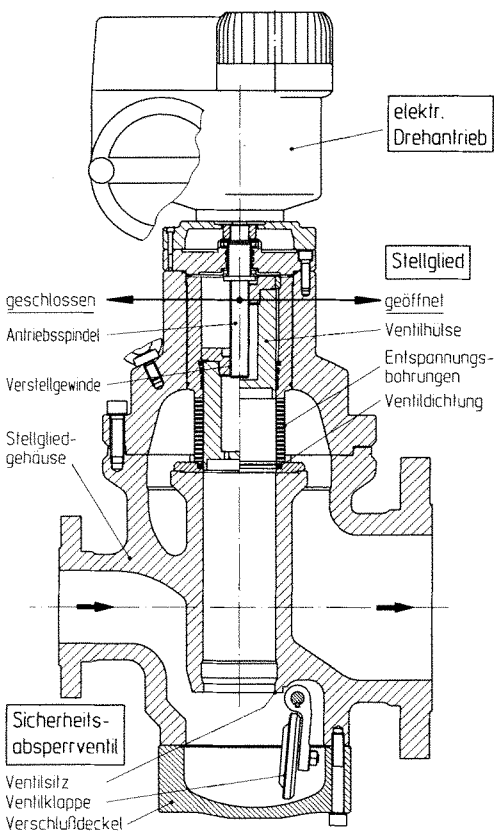


Bild 2. Stellglied mit Drehantrieb und integriertem SAV (Typ RMG 530/711).

3. Ventilkennlinie

Bei allen zuvor beschriebenen Geräten kommt eine kombinierte gleichprozentig-lineare Ventilkennlinie (s. *Bild 4*) zur Anwendung. Diese Kennlinie [8] wird bei den Geräten gem. den *Bildern 1* und *2* durch die besondere Anordnung der Entspannungsbohrungen und bei dem Gerät gem. *Bild 3* durch die Profilierung des Ventilkegels realisiert.

Es besteht die Möglichkeit, den Ventilquerschnitt durch besondere Entspannungshülsen bzw. besondere Ventilkegel auf 75 oder 50% der max. Fläche zu reduzieren. Die in *Bild 4* dargestellte prozentuale Abhängigkeit zwischen Ventilhub und Ventilfläche bleibt auch für diese Ausführungsformen erhalten. Die Geräte können so in einfacher Weise an stark wechselnde Leistungsanforderungen (z. B. Sommer/Winter-Betrieb) angepaßt werden.

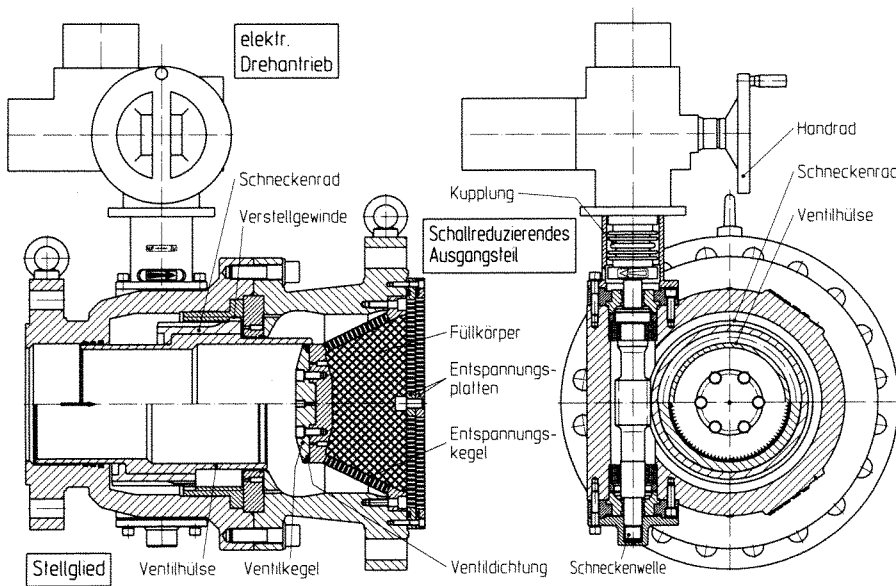


Bild 3. Stellglied mit axialem Durchgang und elektr. Stellantrieb (Typ RMG 530).

4. Stellantriebe

Die Anschlußflansche für die Stellantriebe sind an den Stellgliedern entsprechend den Vorgaben der DIN ISO 5210 [9] ausgeführt. Damit können an den Geräten Stellantriebe beliebiger Fabrikate angeflanscht werden, wenn diese die gerätespezifischen Anforderungen bezüglich der Antriebsleistung erfüllen. Die Antriebsdrehzahl bzw. Schubgeschwindigkeit des Motors wird entsprechend der gewünschten bzw. erforderlichen Stellgeschwindigkeit des Stellgliedes gewählt.

Die Stellantriebe sind grundsätzlich entsprechend den Ex-Vorschriften ausgeführt und mit einstellbaren Weg-

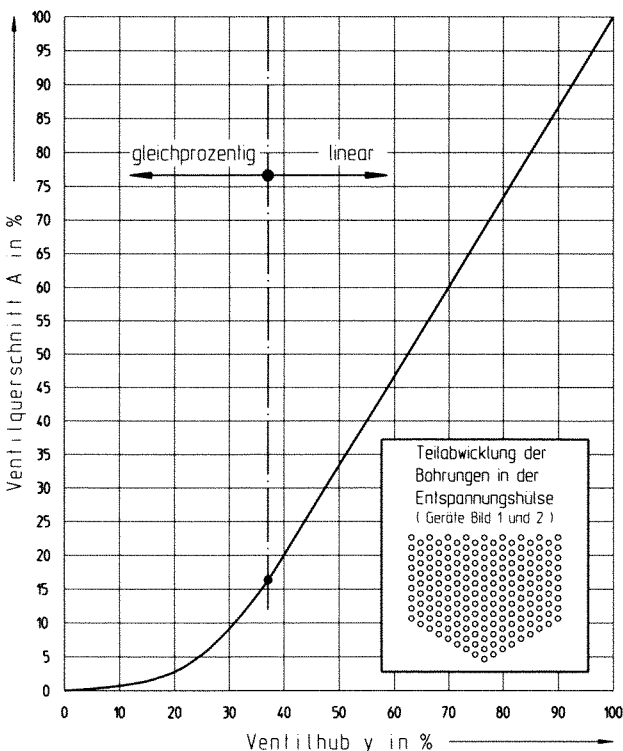


Bild 4. Ventilkennlinie.

und Drehmoment-Endschaltern ausgerüstet. Für die Stellungsanzeige steht ein Widerstandssignal zur Verfügung. Optional kann die Stellungsanzeige aber auch mit einem 0/4-20 mA-Signal ausgeführt werden.

Für die manuelle Betätigung des Stellgliedes ist am elektrischen Stellantrieb jeweils ein entsprechendes Handrad angebracht.

5. Elektronische Ansteuerung

Als Beispiel ist die Ansteuerung des Mengenregelventils für eine kombinierte Durchfluß-/Druck-Regelung in *Bild 5* dargestellt:

Es kommt ein frei programmierbarer elektronischer Mehrfachregler zur Anwendung, mit dem sich auch sehr komplexe Aufgabenstellungen und Betriebsweisen realisieren lassen. Der Ist-Wert des Gaszählers wird im elektronischen Regler mit dem vorgegebenen Soll-Wert verglichen. Das der Regelabweichung entsprechende Stellsignal wird in der Textmeldeeinheit mit evtl. anstehenden Betriebs- und Störmeldungen verknüpft und an die Leistungseinheit weitergegeben. Dadurch wird über den Stellmotor die Offenstellung des Stellgliedes i. S. einer Angleichung des Ist-Durchflusses an den Soll-Durchfluß verändert. Diese Stellbefehle werden so lange wiederholt, bis die Regelabweichung abgebaut ist.

Sollte beim Vorgang der Durchflußregelung der Druck im ausgangsseitigen Leitungssystem den am zweiten Regelkreis eingestellten Grenzwert erreichen, leitet das Auswahlrelais die Signale dieses Reglers zur Leistungseinheit durch; die Durchflußregelung geht stoßfrei in eine Druckregelung über.

Für beide Regelkreise können die Sollwerte selbstverständlich über Fernwirksysteme verändert werden. Die Regler sind mit sog. Rampenfunktionen ausgestattet; damit kann die gewünschte Geschwindigkeit für die Sollwertänderung fest vorgegeben werden.

Als Leistungseinheit kommt bei der Ansteuerung von Stellantrieben mit Drehstrommotoren ein Thyristor-Schaltverstärker zur Anwendung, der aufgrund seiner kontaktlosen Ausführung verschleißfrei und damit wartungsfrei arbeitet.

Alternativ zur Leistungseinheit kann ein für den Ex-Bereich zugelassener Frequenzumrichter Anwendung finden. Abhängig vom Druckgefälle am Mengenregelventil oder aber auch von der Größe der Sollwertabweichung des zugehörigen elektronischen Reglers kann die Ansteuerungsfrequenz für den Motor um den Faktor 5 verändert werden. Dies bedeutet, daß bei einer großen Regelabweichung oder bei geringem Druckgefälle die

Position des Stellgliedes mit der max. möglichen Stellgeschwindigkeit verändert wird.

Eine kleiner werdende Regelabweichung oder ein größer werdendes Druckgefälle reduziert die Ansteuerfrequenz für den Motor und setzt damit die Stellgeschwindigkeit herab. Mit Hilfe des Frequenzumrichters ist somit eine besonders feinfühligte Ansteuerung der jeweils erforderlichen Sollposition möglich.

Der bei den Geräten gem. den *Bildern 1* und *2* einsetzbare Schubmotor arbeitet mit 230-Volt-Wechselspannung. Die zugehörige Leistungselektronik verändert bei kontinuierlicher Positionierung stufenlos das Motordrehmoment so lange, bis ein Kräfteausgleich zwischen Regelantrieb und Armatur besteht. Dies hat ebenfalls eine hohe Ansprechempfindlichkeit und Positioniergenauigkeit bei kurzen Stellzeiten zur Folge.

Die Textmeldeeinheit enthält eine Logikplatine, welche die Informationen des Stellantriebes, des elektronischen Reglers und der Leistungselektronik verarbeitet und überwacht. Die Textmeldeeinheit fungiert somit als Bindeglied zwischen den vorgenannten elektronischen Komponenten. Die nachfolgend aufgeführten Betriebs- und Störmeldungen werden im Klartext angezeigt und stehen zur Fernübertragung auf Wunsch zur Verfügung:

- Überstrom,
- Phasenfehler,
- Drehmoment,
- Motortemperatur,
- Reglerstörung,
- Ventil offen,
- Ventil geschlossen,
- Ventil öffnet,
- Ventil schließt,
- Durchfluß oder Ausgangsdruck maximal,
- Durchfluß oder Ausgangsdruck minimal.

Bei Störungen gem. den ersten drei Meldungen bleibt das Regelventil in der letzten Position stehen. Die Störmeldung „Motortemperatur“ ist zweifach aufgeteilt: Die erste Grenztemperatur wird als Signal angezeigt; das Regelventil bleibt jetzt allerdings noch voll funktionsfähig. Wird hingegen die zweite Motor-Grenztemperatur überschritten, verbleibt das Regelventil bis zur Abkühlung und Quittierung in der letzten Ventilstellung stehen. Bei der Meldung „Reglerstörung“ nimmt

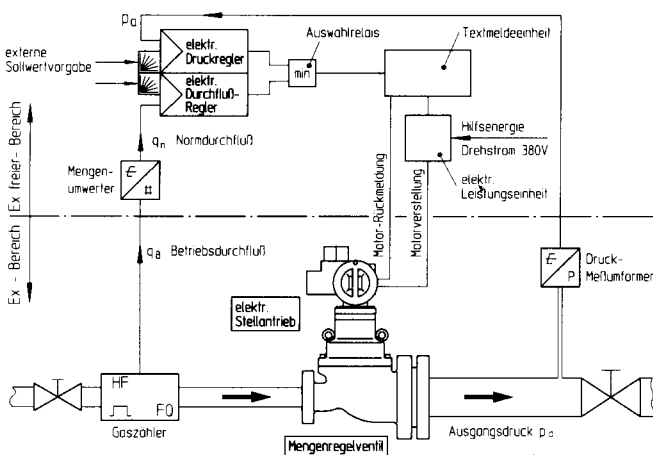
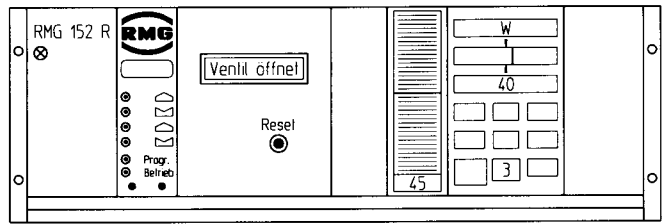


Bild 5. Durchflußregelung mit Ausgangsdruck-Überwachung.



① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

Pos.	Benennung	Grundaufbau	Optionen	Bemerkung
0	Baugruppenträger 19"	X		Gehäuse für RMG 152
1	Netzteil, 230V, 50Hz/24V DC		X	
2	Meßumformer für Stellsignal		X	Stellungsanzeige
3	Text-Meldeeinheit, Steuerelektronik	X		z. B. Störmeldung
4	Kaltleitermeßumformer	X		Thermistorrelais
5	Balkenanzeige		X	Druck oder Durchfluß
6	Elektr. Regler	X		Druck- und Durchflußregler
7	Reglerausgangskarte	X		Schallverstärker

Bild 6. Elektronische Regeleinheit (Typ RMG 152 R).

das Mengenregelventil die Regelfunktion selbsttätig wieder auf, sobald der Fehler nicht mehr vorliegt.

Auf der Logikplatine kann mittels einer Steckbrücke festgelegt werden, welche der fünf o.g. Störmeldungen als Sammelstörmeldung über einen potentialfreien Kontakt übertragen werden soll.

Handelt es sich um Fehler, die sich selbsttätig beheben (erste Motor-Grenztemperatur, Phasenfehler oder Reglerstörung), werden diese – auch nachdem der Fehler nicht vorliegt – auf der Klartextanzeige so lange gemeldet, bis die Resettaste gedrückt wurde. Um kenntlich zu machen, daß die Fehler zwischenzeitlich behoben wurden, werden sie in der Klartextanzeige in besonderer Form kenntlich gemacht. Bei den Fernwirksignalen werden Fehler nur so lange übertragen, wie sie auch tatsächlich vorliegen.

Die elektronischen Regler und die Textmeldeeinheit werden zweckmäßigerweise in einem entsprechenden Baugruppenträger zusammengefaßt (s. *Bild 6*). In diesem Baugruppenträger lassen sich, erforderlichenfalls, weitere elektronische Bauteile anordnen:

- das zur Energieversorgung erforderliche Netzteil,
- der Meßumformer für das Stellsignal des Mengenregelventils,
- die Balkenanzeigen für die Regelgrößen Druck und Durchfluß.

6. Praktischer Einsatz

In der praktischen Anwendung haben sich die vorgestellten Mengenregelventile im Zusammenwirken mit den Einrichtungen zur elektronischen Ansteuerung bewährt. Für den Anwender hat sich dabei als besonders vorteilhaft herausgestellt:

- die hochgenaue Positionierung der jeweiligen Ventilposition durch die feinfühlig drehende Verstellbewegung,
- der vollständige Druckausgleich am Stellglied durch die Verwendung einer Hülsenkonstruktion,
- das günstige Geräuschverhalten durch den serienmäßigen Einbau von Einrichtungen zur Schallreduzierung,
- die Flexibilität der elektrischen Regler durch freie Programmierbarkeit,
- die Klartextanzeige der Betriebszustände durch die Textmeldeeinheit,
- die Möglichkeiten der überlagerten Prozeßführung (z. B. Bezugsoptimierung) durch die externen Reglereingänge.

Besonders wichtig ist, daß die einzelnen Gerätekomponenten optimal aufeinander abgestimmt sind und eine komplette Funktionseinheit bilden, die dem Betreiber ein Minimum an Schnittstellen garantiert.

Literatur

- [1] *Könneker, E. u. Fischer, R.*: Mengenregelung und Bezugsoptimierung in mittleren und kleineren Gas-Übernahmestationen. *gwf-gas/erdgas* 125 (1984) Nr. 8, S. 323/327.
- [2] *Pflüger, K.-H.*: Elektronische Systeme in Regelanlagen. *gwf-gas/erdgas* 134 (1993) Nr. 8, S. 385/389.
- [3] *Fischer, R.*: Regler für Gas-Druckregelgeräte mit Hilfsenergie. *gwf-gas/erdgas* 119 (1978) Nr. 2, S. 63/70.
- [4] DVGW Arbeitsblatt G 491: Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke über 4 bis 100 bar – Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme. Hrsg. vom DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. Aug. März 1992.
- [5] DVGW Arbeitsblatt G 492 II: Anlagen für die Gasmengenmessung mit einem Betriebsdruck über 4 bar bis 100 bar. Hrsg. vom DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. Aug. Dez. 1988.
- [6] DIN 3380: Gas-Druckregelgeräte mit Eingangsdrücken bis 100 bar. Hrsg. vom Deutschen Normenausschuß. Aug. Okt. 1994.
- [7] *Fischer, R.*: Entwicklung eines Gas-Druckregelgerätes unter besonderer Berücksichtigung schalltechnischer Gesichtspunkte. *gas wärme international* 27 (1978) Nr. 2/3, S. 103/108.
- [8] *Samal, E.*: Durchflußregelung. Wahl der zweckmäßigsten Kennlinienform des Stellventiles. *Regelungstechnische Praxis und Prozeß-Rechentechnik*, Nr. 4/1970.
- [9] DIN ISO 5210 Teil 1: Anschlüsse von Drehantrieben an Armaturen, Flanschabmessungen. Hrsg. vom Normenausschuß Armaturen (NAA) im DIN, Deutsches Institut für Normung e.V. Aug. Sept. 1982.