



# **Mengenregelung und Bezugsoptimierung in mittleren und kleineren Gas-Übernahmestationen**

**Dipl.-Ing. Rudolf Fischer, Eckhard Könnecker**

# Mengenregelung und Bezugsoptimierung in mittleren und kleineren Gas-Übernahmestationen

Eckhard KÖNNEKER und Rudolf FISCHER

**Schlagwörter:** Mengenregelung, Bezugsoptimierung, rechnergeführte Netzsteuerung, Durchflußregelgeräte

*Für Bezugsspitzen hat das Gasversorgungsunternehmen (GVU) hohe Leistungspreise an den Gaslieferanten zu zahlen. Um den Gasbezug zu vergleichmäßigen, verfügen die größeren GVUs heute in der Regel über eine rechnergeführte Netzsteuerung [1]. Ein speziell auf die Bedürfnisse mittlerer und kleinerer GVUs zugeschnittenes Mengenregelsystem zur Bezugsoptimierung wird unter Einbeziehung der erforderlichen Durchflußregelgeräte beschrieben. Das System ist besonders anwenderfreundlich ausgeführt. Die Bedienung erfolgt im Dialogverkehr; aktuelle Betriebsdaten werden auf einem Display angezeigt. Unerwünschte, weil teure Bezugsspitzen lassen sich vermeiden. Der zur Sicherstellung der Gasversorgung erforderliche Mindestdruck behält oberste Priorität.*

Die Gaslieferanten bzw. Gastransportgesellschaften sind an einer möglichst gleichmäßigen Gasabnahme durch die GVUs interessiert. Bei einer zeitlich konstanten Entnahme aus dem Transportsystem kann das wirtschaftliche Optimum erreicht werden, da dann einerseits die Leitungen nicht überdimensioniert werden müssen und andererseits die Erzeugungs- und Förderanlagen ihre günstigste Auslastung erfahren. Leider ist jedoch bei den Endverbrauchern nur in den seltensten Fällen eine konstante Abnahme gegeben; in der Regel ist die Verbrauchsstruktur starken Schwankungen unterworfen. Das gilt sowohl für die tageszeitliche als auch für die saisonale Abnahmecharakteristik. Industriekunden bedingen eine starke Abhängigkeit von der jeweiligen Arbeitszeit und von der Konjunktur; Heizgaskunden bewirken erhebliche jahreszeitliche Schwankungen. Insgesamt ist eine zunehmende Schwankungsbreite in der Gasabnahme festzustellen. Hier dürfen beispielhaft die Werte der Hamburger Gaswerke benannt werden: Während im Jahre 1973 das Verhältnis zwischen der minimalen und der max. Stundenabgabe noch bei ca. 1:5 lag, mußte im Jahre 1983 bereits ein Verhältnis von nahezu 1:20 herrschen werden [2].

Das Interesse, die Bezugsspitzen möglichst zu vermeiden bzw. abzubauen, spiegelt sich in den Verträgen wieder, die der Gaslieferant mit dem GVV abschließt. Neben dem sog. Arbeitspreis (proportional zum Gasbezug) wird für die Abnahmespitzen ein Leistungspreis berechnet. Dieser Leistungspreis ist in der Regel so hoch, daß sich daraus ein Anreiz ergibt, Investitionen für die Reduzierung von Bezugsspitzen zu tätigen.

---

Dipl.-Ing. Eckhard Könniker, WÄGA Wärme-Gastechnik GmbH, Osterholzstr. 45, 3500 Kassel-Bettenhausen, und Dipl.-Ing. Rudolf Fischer, Regel + Messtechnik GmbH, Osterholzstr. 45, 3500 Kassel-Bettenhausen

## Einsatzmöglichkeit für Mengenregelsysteme

Mengenregelsysteme zur Bezugsoptimierung können überall dort Anwendung finden, wo die Möglichkeit besteht, den Gasbezug zu vermindern, ohne dabei gleichzeitig auf der Abnehmerseite einen Versorgungengpaß hervorgerufen. Für die Gasmengen, die über den optimierten Gasbezug hinauslaufen, muß ein geeigneter Ersatz vorgehalten werden. Dieser Ersatz können eine oder sämtliche der nachfolgenden Maßnahmen sein:

- Ausnutzung des Speichervolumens des vorhandenen Rohrnetzes,
- Errichtung eines Speicherbehälters (Kugel oder Zylinder),
- Einsatz einer Flüssiggas/Luft-Mischanlage,
- kurzzeitige Reduzierung der Gasabgabe durch Herausnahme abschaltbarer Verbraucher.

Der Umfang der einzelnen Maßnahmen und damit die Höhe der Bezugsspitzenreduzierung ist für jeden Anwendungsfall eigens festzulegen und wird im wesentlichen durch drei Faktoren bestimmt:

- Tarifzeitraum (Stunden- oder Tagestarif),
- spezifische, zeitliche Netzbelastung (Regenerationsmöglichkeit des Speichervolumens),
- Höhe der abzudeckenden Spitze.

Die Höhe der abzudeckenden Spitze wird durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung ermittelt, welche die Kosten der o.a. Ersatzmaßnahmen inkl. des Mengenregelsystems zur Ersparnis durch nicht in Anspruch genommene Bezugsleistung ins Verhältnis setzt.

In dieser Wirtschaftlichkeitsberechnung waren Mengenregelsysteme ein wesentlicher und meist zu großer Faktor, wenn sie bei mittleren und kleinen Gas-Übernahmestationen zur Anwendung kommen sollten.

Mit dem Mengenregelsystem MRS 100 mit Bezugsoptimierung wird nachfolgend ein System beschrieben, welches speziell für den Einsatz in Gas-Druckregel- und

Tabelle. Gegenüberstellung des Jahresleistungspreises ohne Mengenregelung sowie mit Mengenregelung und Speicher

| Jahresleistungspreis ohne Mengenregelung             |             |
|--|-------------|
| Jahresbezug ca.                                      | 119 Mio kWh |
| Spitzenbezug/Stunde ca.                              | 49 000 kWh  |
| Stunden-Leistungspreis                               | 20 DM/kWh   |
| Jahres-Leistungspreis ca.                            | 980 000 DM  |
| Jahresleistungspreis mit Mengenregelung und Speicher |             |
| Jahresbezug ca.                                      | 119 Mio kWh |
| Spitzenbezug/Stunde ca.                              | 41 400 kWh  |
| Stunden-Leistungspreis                               | 20 DM/kWh   |
| Jahres-Leistungspreis ca.                            | 828 000 DM  |
| Spitzenbezugsverminderung/Std.                       | 7 600 kW    |
| Jahres-Leistungspreisverminderung                    | 152 000 DM  |

Gas-Meßanlagen zugeschnitten ist und mit dem eine wirtschaftliche Anwendung auch bei geringeren Vertragsmengen möglich wird.

Die obige Tabelle zeigt die Leistungspreisrechnung vor und nach dem Einsatz eines Mengenregelsystems unter Berücksichtigung der Neueinrichtung einer Speicheranlage:

Aufgrund der Auswertung von Belastungskurven über mehrere Jahre wird ein erforderliches Speichervolumen entsprechend ca. 47 000 kWh ermittelt; das entspricht einem Volumen von ca. 5000 m<sup>3</sup>. Daraus ergibt sich bei einem nutzbaren Druckpolster von ca. 7 bar ein geometrisches Speicherbehältervolumen von ca. 750 m<sup>3</sup>.

Die gesamte Investition für Mengenregelsystem, Mengenregelventil, Behälter und bauliche Maßnahmen beträgt ca. 0,5 Mio DM, so daß eine Amortisation in weniger als vier Jahren erreicht wird.

## Mengenregelsystem

### Systemüberblick

In dem Mengenregelsystem MRS 100 (s. Bild 1) sind eine Vielzahl von Funktionen enthalten wie z. B. Meßwertfassung, Zählerschutz, Zählereichgrenzen-Überwachung, Ausgangsdruckregelung etc., die weit über die Hauptaufgabe, die Bezugsoptimierung, hinausgehen. Für die Er-

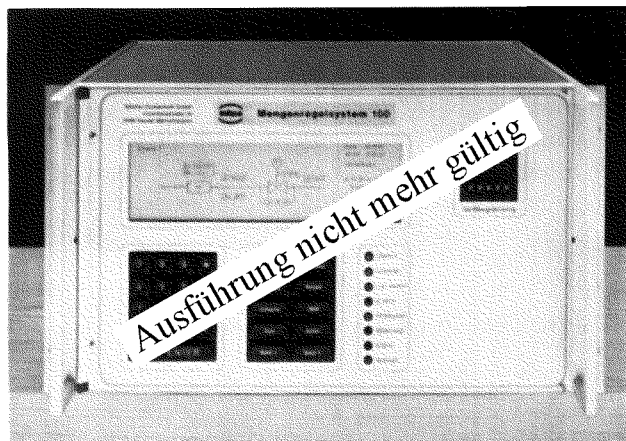


Bild 1. WÄGA-Mengenregelsystem MRS 100 als 19"-Einschub mit LCD-Graphik-Display, Ziffern- und Funktionstastenblöcken sowie doppelter Tarifbegrenzung.

füllung dieser Aufgabe ist jedoch jede der einzelnen Funktionen von Bedeutung und deshalb im System integriert.

Um das Innenleben des Mengenregelsystems dennoch übersichtlich zu gestalten, ist es als Einplatinenrechner konzipiert worden. Als Nebeneffekt wird damit noch eine leichte Wartung ermöglicht, und Software-Erweiterungen können durch Austausch der zentralen Platine vorgenommen werden (s. Bild 2).

Die recht umfangreiche Betriebsführung des MRS 100 ist programmierbar. Damit ist es möglich, das System den Parametern jeder Mengenregelstrecke ohne besonderen Aufwand anzupassen. Die Programmierung erfolgt im Dialog mit Hilfe der Ziffern- und Funktionstastenblöcke für die Eingabe und dem LCD-Graphik-Display als Ausgabe (s. Bild 1).

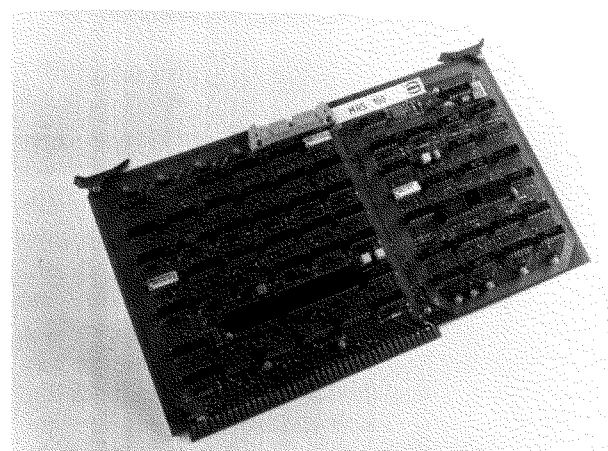


Bild 2. Zentralplatine des WÄGA-Mengenregelsystems MRS 100.

Die Bedienung des Gerätes ist in drei Programmier- und Programmgebiete aufgeteilt, von denen zwei eine Benutzersicherung haben. Der Ablauf gestaltet sich wie folgt:

Im ersten Programmierbereich werden alle erforderlichen Basisdaten der Mengenregelanlage gespeichert. Das Rechnerbetriebssystem beginnt nach dem Start des Programmier-Modus damit, dem Bediener Frage für Frage aus einem Fragenkatalog im Klartext auf dem LCD-Graphikdisplay vorzulegen. Zu jeder Frage werden die möglichen Antworten – evtl. mit Freiraum für Daten – angezeigt. Der Bediener wird von einem Cursor (Lichtzeichen) geführt, der automatisch an die Stelle springt, an der die Antwort erwartet wird. Die Daten und die Ja/Nein-Antworten werden durch den Ziffern-Tastenblock eingegeben. Der Programmier-Modus (PRGM) ist durch einen Schlüsselschalter gesichert, so daß eine Veränderung der Basisdaten nicht unbeabsichtigt oder unbefugt erfolgen kann.

Ein zweiter Programmierbereich bezieht sich auf Systemgrenzen – Sollwerte –, die des öfteren verändert werden können (z. B. Durchfluß-Sollwert, Ausgangsdruck-Minimum). Auch dieser Programmierbereich, der ebenfalls im Dialog arbeitet, ist durch einen Schlüsselschalter gesichert.

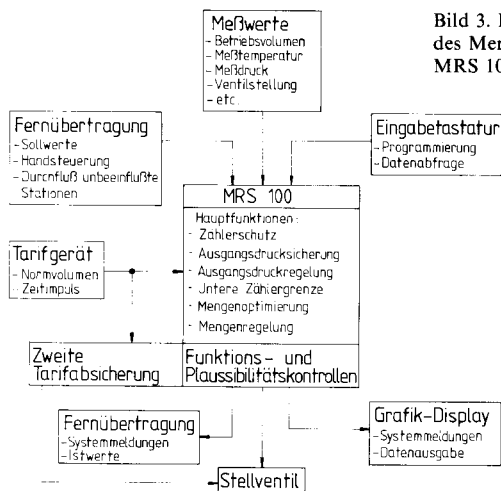


Bild 3. Blockschaltbild des Mengenregelsystems MRS 100.

Ein dritter Programmbereich dient nur der Information und ist ohne Schlüsselschalter auch dem Wartungspersonal zugänglich. Die Datenabfrage wird durch „Menütechnik“ unterstützt und erleichtert. Mit jeder Taste auf dem Funktionstastenblock wird ein Menü der angewählten Funktion im Klartext auf das Display gebracht. Die Auswahl aus diesem Menü wird über den Zifferntastenblock getroffen. Danach erlischt das Menü, und die gewünschte Information erfolgt im Klartext. Diese Auswahl kann wiederholt werden, bis die 16 Zeilen des Display gefüllt sind; danach wird für jede neue Zeile die jeweils erste gelöscht.

Eine umfassende kurze Information bietet ein lebendes Fließschema, das laufend den aktuellen Betriebszustand der Mengenregelanlage mit einigen wichtigen Daten anzeigt.

Selbstverständlich werden Störungen der Peripherie oder des Systems und Überschreitung irgendwelcher Grenzen im Klartext angezeigt und teilweise durch LED-Anzeigen unterstützt. Alle Störungen werden als Warnung an die Fernübertragung weitergegeben. Soweit es vertretbar ist, kann bei Ausfall von Meßwerten mit dem letzten Durchschnittswert weitergearbeitet werden.

### Funktionen

Aus der Vielzahl von Funktionen und der sich daraus ergebenden Verknüpfungen werden nachfolgend die wichtigen näher beschrieben (s. Bild 3).

#### Durchflußmengenregelung

Die Normdurchflußmenge wird aus Betriebsdurchfluß (hochfrequente Impulse), Druck (0 bis 20 mA) und Temperatur (0 bis 20 mA) unter Berücksichtigung der Kompressibilität entsprechend der Gasart errechnet. Zur Regelung der Durchflußmenge wird dieser errechnete Wert mit dem je nach Ausrüstung fest vorgegebenen oder durch den Optimierungsbaustein ermittelten Sollwert der Durchflußmenge verglichen.

Bei dieser Regelung können außerdem Mengen aus nicht beeinflussbaren Stationen berücksichtigt werden. Hierzu werden die niederfrequenten Impulse, die der Normdurchflußmenge der einzelnen Stationen entsprechen, zum Istwert addiert bzw. vom Istwert subtrahiert.

#### Bezugsmengenoptimierung

Innerhalb der Tarifperiode, z. B. einer Stunde, wird zyklisch die Differenz zwischen vorgegebenem Periodenendwert (Sollwert) und integriertem Istwert ermittelt.

Dieser Wert wird auf die Restzeit der Abrechnungsperiode projiziert und ergibt somit den momentanen optimierten Sollwert. Damit wird ein Minderbezug am Anfang einer Periode (z. B. wegen Druckausgleich) oder eine Sollwertüberschreitung (z. B. zur Netzdruckhaltung) gegen Ende der Abrechnungsperiode ausgeglichen, sofern vom Netz hierfür die Voraussetzungen gegeben sind. Die durch die Optimierung errechnete mögliche Bezugsmenge wird auf dem Display angezeigt.

#### Bezugsmengenüberwachung pro Tarifzeitraum

Aus Sicherheitsgründen wird diese Bezugsmenge getrennt von der bereits beschriebenen Regelung nochmals überwacht. Diese zweite Absicherung hat eine eigene Stromversorgung und ist räumlich getrennt auf einer eigenen Platine untergebracht. Sie arbeitet auch, wenn die Hauptplatine nicht eingesteckt ist.

Hierzu werden die niederfrequenten Impulse des Mengenumwerter (Tarifgerät) aufsummiert und mit der vorgegebenen Menge pro Tarifzeitraum verglichen. Wird vor Beendigung des Tarifzeitraumes die vorgegebene Menge erreicht, so wird bis zum Beginn der neuen Verrechnungsperiode der Gasbezug eingestellt.

#### Eichgrenzenüberwachung des Durchflußmeßgerätes

Durch das Rechnerprogramm wird bei geschlossenem Regelventil ermittelt, ob die Soll-Durchflußmenge über der unteren Eichgrenze des Zählers liegt. Erst wenn dies der Fall ist, wird das Regelventil geöffnet. Bei geöffnetem Regelventil wird laufend die Momentanbelastung ermittelt und bei Unterschreitung der Eichgrenze das Mengenregelventil geschlossen.

#### Überlastungsschutz für Zähler

Ist die Belastungsgrenze des Zählers erreicht, so wird die Mengenregelung ausgeschaltet und mit einer Belastungsregelung zwischen programmierbaren Grenzen unterhalb der max. Zählerbelastung weitergefahren und eine Warnmeldung ausgegeben.

#### Schaufelradüberwachung

In das Mengenregelsystem kann zusätzlich eine Schaufelradüberwachung des Zählers integriert werden. Hierfür muß je ein Schaufel- und Referenzrad-Impulsgeber vorhanden sein.

#### Ausgangsdrucküberwachung/Ausgangsdruckregelung

Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist eine Ausgangsdrucküberwachung serienmäßig integriert. Nach Erreichen des ersten Ausgangsdruckgrenzwertes wird eine Alarmmeldung ausgegeben. Am zweiten Grenzwert wird automatisch von Mengenregelung auf Druckhaltung umgeschaltet. Dies kann durch intermittierendes Aufpuffern bis zum ersten Grenzwert oder durch Umschalten von Mengenregelung auf Ausgangsdruckre-

gelung erfolgen. Letzteres gleicht die Netzbelastung aus, ohne daß durch Druckanhebung eine unnötig hohe Verbrauchsspitze gefahren wird.

In Verbindung mit der Bezugsmengenoptimierung rechnet das MRS 100 während des Zeitraumes der Ausgangsdruckregelung laufend aus, welche Durchflusssmengen bei Verbrauchern mit entsprechenden Verträgen abgeschaltet werden sollten, damit der Sollwert nicht überschritten wird.

#### Interne Echtzeituhr

Zur Einhaltung der Tarifperiode ist das Regelsystem mit einer Echtzeituhr ausgerüstet. Zeitimpulse der internen Uhr werden auch ausgegeben. Außerdem ist es möglich, durch externe Synchronisierungsimpulse die Echtzeituhr mit fremden Systemen (Tarifanlage) zu synchronisieren.

#### LCD-Graphikdisplay

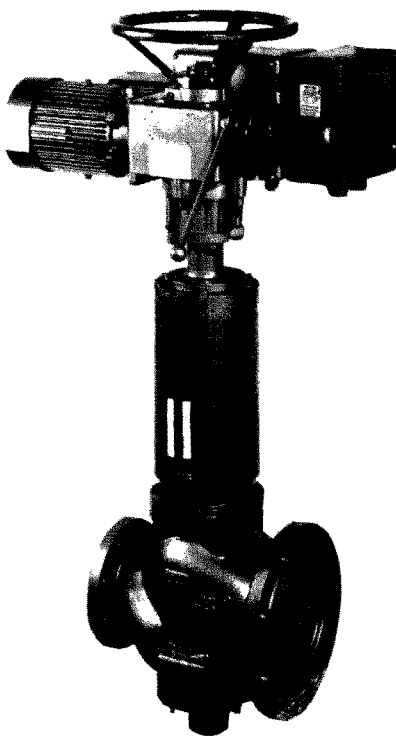
Durch alphanumerische Anzeige von Funktionen und Meßwerten sowie durch anwenderfreundliche Menütechnik ist der Dialog mit dem Mengenregelsystem ohne Programmierkenntnisse durchzuführen. Fließschemen mit den Betriebszuständen sowie Belastungskurven lassen sich mit der Graphikanzeige darstellen.

### Mengenregelventile

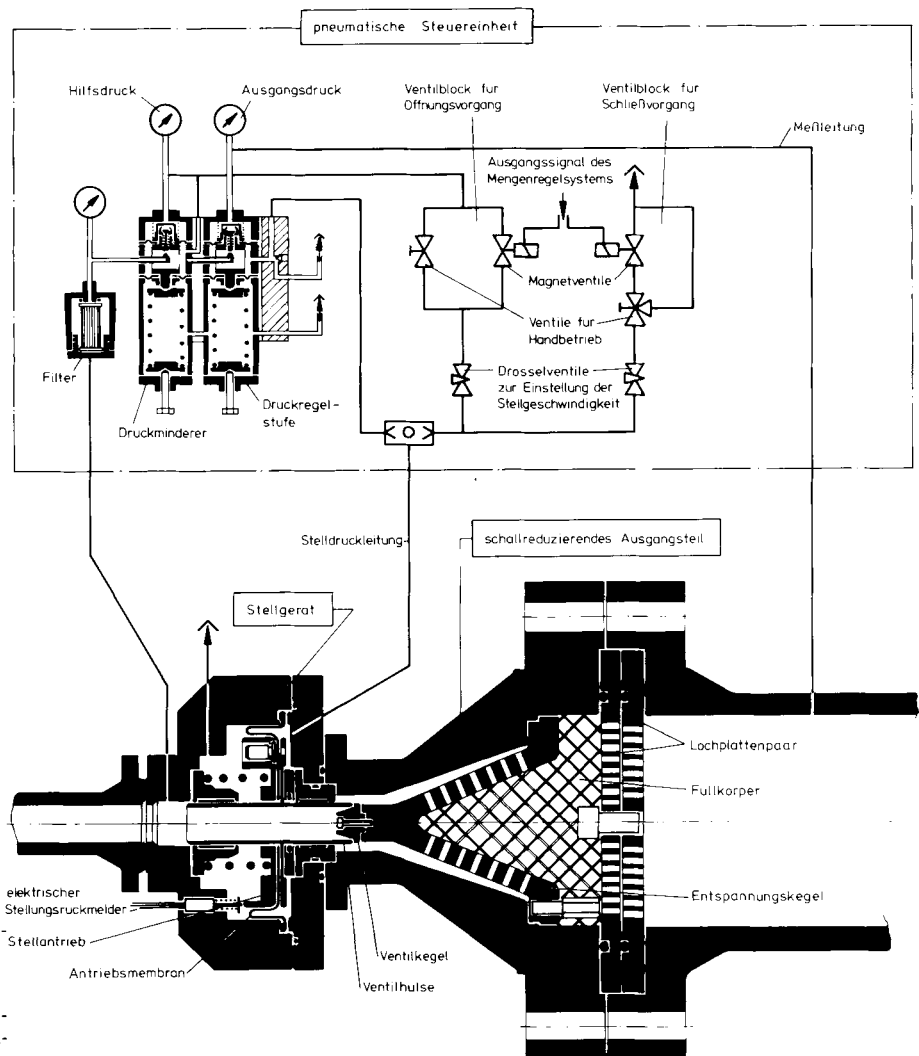
Für die Erfüllung der vorbeschriebenen Aufgaben sind Regelgeräte erforderlich, an die besondere Anforderungen gestellt werden:

- Hohe Betriebssicherheit,
- gleichzeitige Verwendbarkeit für Durchfluß- und Druckregelungen,
- dichter Abschluß bei Nullverbrauch,
- günstiges Geräuschverhalten,
- im Einzelfall auch Rückflußsicherheit und Stellungsanzeige.

In *Bild 4* ist ein solches Gerät mit elektrischem Stellantrieb dargestellt. *Bild 5* zeigt die Schnittzeichnung eines anderen Gerätetypes, diesmal mit pneumatischem Stellantrieb. Das Schnittbild soll dazu dienen, einige Besonderheiten zu erläutern: Das Stellglied wird von einer Ventilhülse und einem fest im Gehäuse angeordneten Ventilkegel gebildet. Eine solche Ventilkonstruktion gewährleistet durch die axial gehaltene Strömung ein hohes Durchflußvermögen, durch die kombinierte quadratisch/lineare Kennlinie ein großes Stellverhältnis, durch das elastische Material des Ventilkegels dichten Abschluß bei Nullverbrauch und durch die Ventilhülse einen weitgehenden Druckausgleich. Der Stellantrieb ist konzentrisch zur Ventilhülse angeordnet und direkt mit dieser verbunden. Die jeweilige Ventilstellung kann durch eine opti-



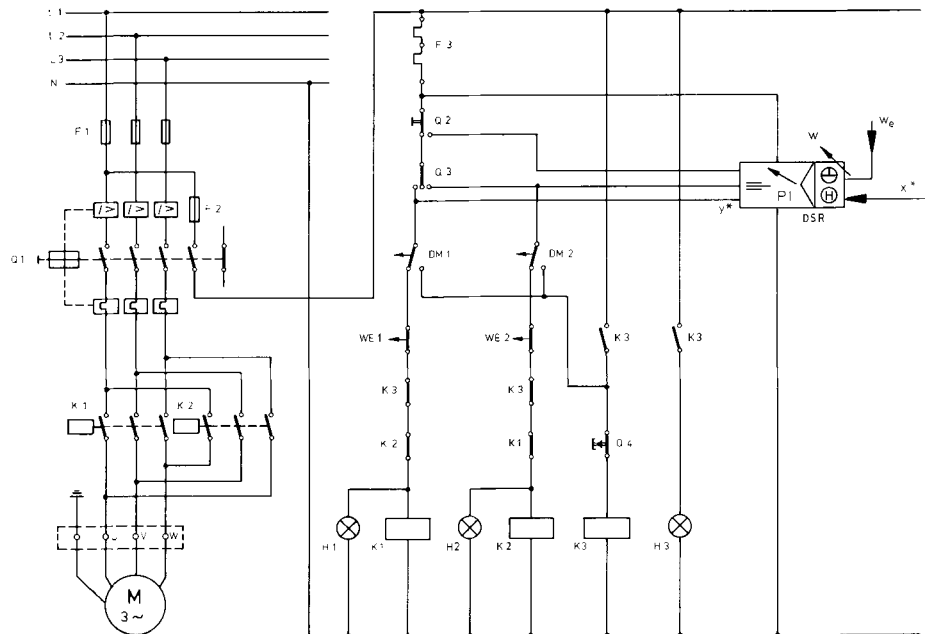
▲ Bild 4. Mengenregelventil RMG 419 mit elektrischem Schubantrieb.



► Bild 5. Mengenregelventil RMG 512 mit schallreduzierendem Ausgangsteil und pneumatischer Steuereinheit.

Bild 6. Elektrische Steuereinheit.

- F1 Leitungssicherungen
- F2 Steuerleitungssicherung
- F3 Thermoventil
- Q1 Motorschutzschalter
- Q2 Umschalter Hand-Automatik
- Q3 Umschalter Linkslauf-Aus-Rechtslauf
- Q4 Entstörungstaster
- K1 Schütz Linkslauf
- K2 Schütz Rechtslauf
- K3 Schütz Störungsmeldung
- H1 Meldeleuchte Linkslauf
- H2 Meldeleuchte Rechtslauf
- H3 Meldeleuchte Störung
- DM1 Drehmomentschalter Linkslauf
- DM2 Drehmomentschalter Rechtslauf
- WE1 Wegenschalter Linkslauf
- WE2 Wegenschalter Rechtslauf
- DSR Dreipunktschrittregler



sche Einrichtung und falls erforderlich auch durch einen elektrischen Stellungsrückmelder angezeigt werden.

In die Ventilkonstruktion wurden besondere Maßnahmen zur Geräuschreduzierung integriert. Dabei kommt das Prinzip der mehrstufigen Entspannung (durch drei hintereinander geschaltete Entspannungsstufen), das Prinzip der Strahlaufteilung (durch einen schlitzzprofilierten Ventilkegel und eine Vielzahl von Entspannungsbohrungen) und das Prinzip der lokalen Begrenzung des Entspannungsvorganges (durch Füllkörper zwischen der zweiten und dritten Entspannungsstufe und durch die Vergrößerung der Ausgangs-Nennweite) zur Anwendung [3]. Gegenüber herkömmlichen Geräten wird durch diese Maßnahme eine Geräuschreduzierung von 20 bis 25 dB erreicht.

#### Pneumatische Steuereinheit

Wie bereits ausgesagt, hat das in *Bild 5* dargestellte Regelgerät einen pneumatischen Stellantrieb. Der erforderliche Stelldruck wird mit Hilfe der im gleichen Bild skizzierten Steuereinheit aus dem Eigenmedium gebildet. Der Druck vor dem Regelgerät wird in einem Druckminderer auf einen konstanten Hilfsdruck reduziert. Zwei Magnetventile, die von den Ausgangssignalen des Mengenregelsystem angesteuert werden, bilden durch Zu- und Abströmvorgänge aus diesem Hilfsdruck den jeweils erforderlichen Stelldruck. Die für den Öffnungs- und Schließvorgang gewünschte Stellgeschwindigkeit kann mit Hilfe entsprechender Drosselventile unabhängig voneinander vorgegeben werden. Umgangsarmaturen zu den Magnetventilen erlauben einen manuellen Eingriff vor Ort. Steuergas-Verbrauch ist lediglich bei Stelldruckänderungen gegeben.

Die Magnetventile können so verschaltet werden, daß das Mengenregelventil bei Stromausfall entweder die gegebene Öffnungsposition in etwa beibehält (Druckänderungen im Leitungssystem können die Ventilstellung beeinflussen) oder aber in die Schließstellung verfahren wird.

Parallel zu den Magnetventilen ist eine Druckregelstufe angeordnet, die ihre Energie ebenfalls dem Hilfsdruckraum entnimmt. Der Sollwert dieser Regelstufe ist auf den Grenzdruck eingestellt, der im nachgeschalteten Leitungssystem aus Gründen der Versorgungssicherheit nie unterschritten werden darf. Damit ist eine Sicherheitsfunktion gegeben. Sollte bei Ausfall der elektrischen Ansteuerung oder infolge einer Fehlbedienung der Druck im Leitungssystem den vorgegebenen unteren Grenzdruck erreichen, wird die Versorgung durch den automatischen Übergang auf die Druckregelung aufrechterhalten.

#### Elektrische Steuereinheit

Das in *Bild 4* gezeigte Durchflußregelgerät ist mit einem elektrischen Schubantrieb ausgerüstet. Bei einem solchen Gerät bleibt natürlich beim Ausfall der elektrischen Energie die zuletzt gegebene Ventilstellung erhalten. Für den Betrieb kommt eine Steuereinheit gem. *Bild 6* zur Anwendung. Die Schützenschaltung für Rechts- und Linkslauf wird von den Ausgangssignalen des vorbeschriebenen Mengenregelsystems angesteuert. Sind reine Durchfluß- oder Druckregelaufgaben zu erfüllen, kann die Ansteuerung auch über den im *Bild* dargestellten Dreipunktschrittregler erfolgen.

Die Steuereinheit ist mit einem Schalter ausgerüstet, der die Umstellung vom Automatikbetrieb auf Handbetrieb ermöglicht. Die jeweiligen Betriebszustände werden von Meldeleuchten angezeigt.

#### Literatur

- [1] Krull, W.: Gasnetzsteuerung und Gasspeicherung. NEUE DELIWA-Zeitschrift, Nr. 9/1981.
- [2] Stahlknecht, R.: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der kommunalen Gasversorgung – dargestellt am Beispiel Hamburg. NEUE DELIWA-Zeitschrift, Nr. 5/1984.
- [3] Fischer, R.: Entwicklung eines Gas-Druckregelgerätes unter besonderer Berücksichtigung schalltechnischer Gesichtspunkte. Gas-Wärme-International, Nr. 2/3/1978.

(Manuskripteingang: 6. 6. 84)