



# **Funktionsleitungen von Gas-Druckregelgeräten und Sicherheitseinrichtungen**

**Dipl.-Ing. Rudolf Fischer**

Sonderdruck aus  
"GWf Gas/Erdgas" 09/1990

# Funktionsleitungen von Gas-Druckregelgeräten und Sicherheitseinrichtungen

Rudolf Fischer

**Schlagwörter:** Meßleitungen, Atmungsleitungen, Abblaseleitungen, Prüflleitungen, DVGW-Vorschriften, Installationshinweise, Zusatz-Einrichtungen

Die Funktionsleitungen der Gas-Druckregelgeräte und der Sicherheitseinrichtungen sind sehr wichtige Installationselemente. Von der sachgerechten Montage dieser Leitungen werden die einwandfreie Funktion der Geräte und die Bedienungssicherheit der Anlage im wesentlichen Maße mitbestimmt. Nachfolgend werden für die wichtigsten Funktionsleitungen die Anforderungen aus dem DVGW-Regelwerk benannt und Installationsbeispiele sowie Zusatz-Einrichtungen aufgezeigt.

## 1. Allgemeines

Bei Gas-Druckregelgeräten und Sicherheitseinrichtungen werden unter dem Begriff „Funktionsleitungen“ alle Leitungen zusammengefaßt, die i.d.R. erst am Einbauort zu installieren sind und für die Funktion der Geräte, für ihre Überprüfung sowie für die Unterbindung von Gasaustritt in den Aufstellungsraum bei Schäden an Vergleichermembranen erforderlich sind.

Bei den Funktionsleitungen handelt es sich um sehr wichtige Installationselemente, bei deren Verlegung neben allgemeinen technischen Regeln auch die Herstellerangaben und die Festlegungen im DVGW-Regelwerk zu beachten sind.

Die DVGW-Arbeitsblätter G 491 [1] und G 496 [2] werden z.Z. überarbeitet. Bezüglich der Funktionsleitungen wurde gegenüber früheren Ausgaben eine stärkere Systematisierung und eine mehr ins Detail gehende Beschreibung der Anforderung vorgenommen.

Funktionsleitungen werden danach in drei Gruppen, die Wirkleitungen, die Leitungen zur Atmosphäre und die Prüflleitungen, unterteilt (s. *Tabelle*). Die Grundanforderungen an die Funktionsleitungen sind in beiden Arbeitsblättern gleichlautend wie folgt formuliert:

„Funktionsleitungen müssen so angeordnet und dimensioniert werden, daß die bestimmungsgemäße Funktion der Sicherheitseinrichtungen, Druckregelgeräte und Meßgeräte sichergestellt wird. Dabei sind die Herstellervorschriften zu beachten.“

An dieser Stelle sei vermerkt, daß die nachfolgenden genannten Detailanforderungen den Entwurfsfassungen der DVGW-Arbeitsblätter G 491 und G 496 entnommen wurden. Grundlegende Änderungen in den Formulierungen sind nicht mehr zu erwarten, zumal die Einspruchsverhandlungen zur G 491 abgeschlossen sind. Trotzdem muß auf die Beachtung der endgültigen Fassung der genannten DVGW-Arbeitsblätter hingewiesen werden.

Vortrag, gehalten anlässlich des Gaskurses 1990 am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe am 29.3.1990.

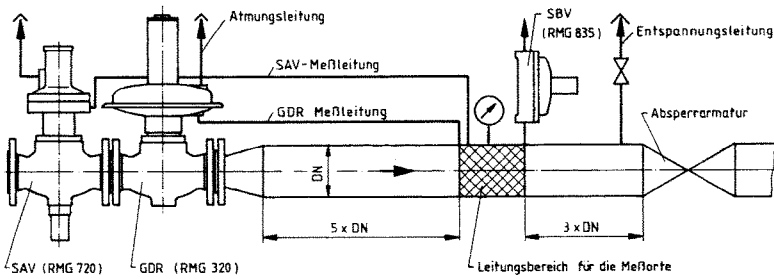
Dipl.-Ing. Rudolf Fischer, RMG Regel + Meßtechnik GmbH.

## 2. Meßleitungen

Eine der wichtigsten Funktionsleitungen ist die Meßleitung. Sie verbindet den Regler des Gas-Druckregelgerätes bzw. das Kontrollgerät der Sicherheitseinrichtung mit dem Meßort. Die Regelgeräte und die Sicherheitseinrichtungen können nur dann mit der gewünschten Präzision arbeiten, wenn ihnen über die Meßleitung die tatsächlich in der Regelstrecke vorhandenen Drücke mit genügender Genauigkeit zugeleitet werden. Insofern sind nicht nur Anforderungen an die Meßleitung selbst, sondern auch an die Ausbildung und Anord-

**Tabelle.** Unterteilung der Funktionsleitungen.

Gruppe	Einzel-Leitung	Erläuterung (z. T. Beispiele)
Wirkleitungen	Meßleitung	verbindet Meßort mit Regler bzw. Kontrollgerät
	Abströmleitung	bei GDR mit Hilfsenergie: Leitung über die das Steuergas in den Ausgangsraum abströmt
	Rückführleitung	bei GDR mit Hilfsenergie: verbindet Unterseite des Stellantriebes mit Ausgangsraum
Leitungen zur Atmosphäre	Atmungsleitung	Verbindet eine Seite des Vergleichers mit der Atmosphäre
	Abblaseleitung	Ausgangsleitung bei Sicherheitsabblaseventilen. Leitung bei Geräten, deren Funktion ein Abströmen von Gas nach außen erfordert
	Entspannungsleitung	Leitung zum Druckabbau in einzelnen Anlagenbereichen
	Entleerungsleitung	Entnahmeleitung bei Flüssigkeitsabscheidern
Prüflleitungen		Leitungen zur Funktionsprüfung der Sicherheitseinrichtungen



**Bild 1.** Regelschiene mit unabsperrbaren Meßleitungen.

nung des Meßortes sowie an die dort gegebenen Strömungsverhältnisse zu stellen.

Zunächst sollen die Anforderungen gemäß den genannten DVGW-Arbeitsblättern aufgelistet werden:

- Meßleitungen zu Sicherheitseinrichtungen und zu Gas-Druckregelgeräten sind für jedes Gerät getrennt zu verlegen.
- Jede Meßleitung erhält einen eigenen Meßort.
- Am Meßort müssen Strömungsverhältnisse herrschen und der Meßort muß so ausgebildet sein, daß die funktionsgerechte Übertragung der Meßwerte sichergestellt ist.
- Die Meßorte sind so anzuordnen, daß ein Eindringen von Staub und Flüssigkeiten in die Meßleitung vermieden wird.

Neben diesen für Gas-Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen gleichermaßen gültigen Forderungen wird für die Haupt-Sicherheitseinrichtungen zusätzlich folgendes vorgeschrieben:

- Meßleitungen zu Sicherheitseinrichtungen müssen in ihrem gesamten Verlauf sichtbar sein.
- Meßleitungen zu Sicherheitseinrichtungen sind grundsätzlich vor der ersten eingangsdruckfesten Absperrrmatur hinter dem Gas-Druckregelgerät unabsperribar anzuschließen (s. Bild 1).

Durch das Wort „grundsätzlich“ bleibt allerdings die Möglichkeit offen, diese Meßleitungen auch umschaltbar auszuführen, d. h. einen weiteren Meßort hinter der ersten Absperrrmatur anzuordnen (s. Bild 2). In einem solchen Fall wird gem. den Ausführungsbeispielen im DVGW-Arbeitsblatt G 491 die Verwendung eines Drei-Wege-Kugelhahnes mit negativer Überdeckung empfohlen (s. Bild 7).

Bezüglich der Platzierung einer solchen Armatur wird ausgesagt:

- Gegebenenfalls erforderliche Armaturen in Funktionsleitungen müssen so nah wie möglich an der Anschlußstelle angeordnet sein.

Die Forderung, wonach der Meßort so auszubilden ist, daß die funktionsgerechte Übertragung der Meßwerte sichergestellt ist, verlangt die Beachtung einer Reihe weiterer Punkte [3 bis 7]:

Die Druckmessung geschieht normalerweise durch eine in die Rohrwandung eingebrachte Bohrung. Es ist bekannt, daß der durch Anbohrung der Rohrleitungs-

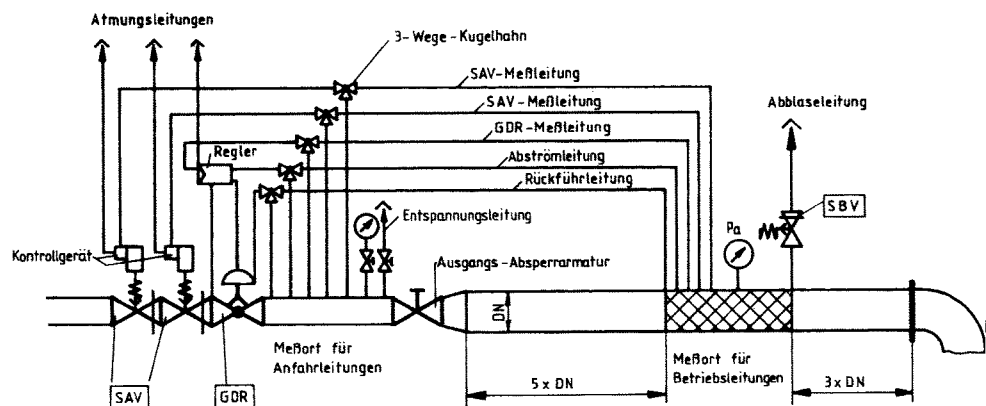
wandung gemessene Druck bei strömenden Medien nicht genau dem Druck in der Leitung entspricht: Die Druckentnahme an der Wandung mißt nicht den statischen Druck im Gasstrom, sondern einen höheren Druck, weil in der Grenzschicht an der Wandung die Strömungsgeschwindigkeit Null ist und sich somit die kinetische Energie der Strömung zu einem Teil in potentielle Energie umgesetzt hat. Zudem bestehen im Bereich der Bohrung kleine lokale Störungen und damit Druckänderungen, die mitgemessen werden.

Bei großen Anbohrungen setzt sich der ablösende Wirbel in Druck um und erhöht die Anzeige. Das gleiche geschieht, wenn sich unmittelbar hinter der Anbohrung Grat befindet. Grat vor der Bohrung bewirkt einen Sog, liefert also eine zu kleine Druckmessung. Normale Wandrauigkeiten des Rohres können bei der Beurteilung der Meßgenauigkeit vernachlässigt werden.

Durch die Anbohrung sind also eine Vielzahl von Faktoren gegeben, die die Genauigkeit der Druckmessung negativ beeinflussen können. Aus der praktischen Erfahrung ist aber bekannt, daß die Messung dann genügend genau ist, um die gewünschten Regel- und Ansprechdruckgruppen zu gewährleisten, wenn für die Ausbildung und Anordnung der Meßbohrung folgende Bedingungen eingehalten werden.

- Die Bohrungen sind senkrecht zur Rohrachse anzuordnen.
- Der Mündungsbereich der Bohrung ist möglichst scharfkantig, aber gratfrei auszuführen. Die zur Beseitigung des Grates erforderliche Verrundung sollte kleiner als  $\frac{1}{10}$  des Bohrungsdurchmessers sein.
- Werden Meßeinsätze in die Rohrleitung eingeschweißt, müssen sie bündig mit der inneren Rohrwandung ausgerichtet sein.
- Um das Eindringen von Staub und Kondensat zu vermeiden, sind die Meßorte im oberen Bereich der Rohrleitung anzuordnen.
- Die Strömungsgeschwindigkeit am Meßort sollte 20 m/s nicht wesentlich überschreiten.
- Vor der Meßstelle ist ein ungestörter Strömungsverlauf von ca.  $5 \times DN$  einzuhalten. Nach der Meßstelle ist ein ungestörter Strömungsverlauf von ca.  $3 \times DN$  vorzusehen (s. Bilder 1 und 2).

Die Angaben bezüglich der Länge des ungestörten Strömungsverlaufes vor und hinter dem Meßort sind natürlich als Anhaltswerte zu betrachten und in starkem



**Bild 2.** Regelschiene mit umschaltbaren Wirkleitungen.

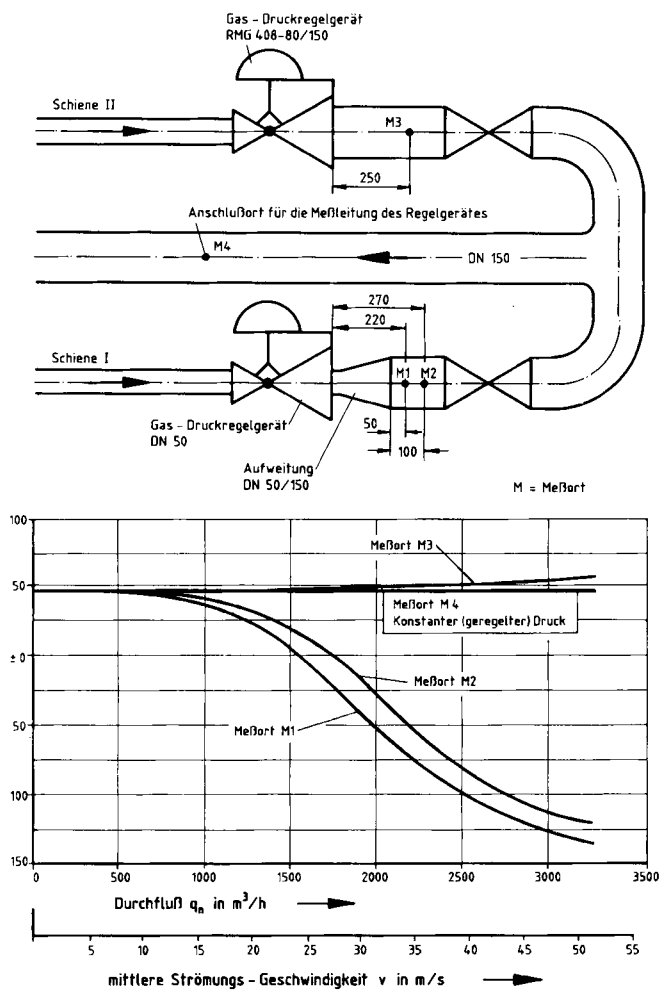


Bild 3. Druckmessungen hinter Gas-Druckregelgeräten.

Maße von der Art der Störung und tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit abhängig.

Die nachfolgend vorgestellten Meßergebnisse\* zeigen Installationssituationen, bei denen in der Schiene I die Einhaltung der empfohlenen Abstände notwendig ist, während die Schiene II eine deutliche Reduzierung dieser Abstände erlaubt (s. Bild 3): In der Schiene I war ein Gas-Druckregelgerät der Nennweite DN 50, mit nachgeordneter Aufweitung DN 50/150, eingebaut. Zwei Meßstellen, M1 und M2, befanden sich 50 mm bzw. 100 mm hinter dieser Aufweitung.

In Schiene II kam ein Gas-Druckregelgerät mit Aufweitung und integrierten Elementen zur Geräuschreduzierung und damit zur Gleichrichtung der Strömung zur Anwendung. Eine Meßstelle M3 befand sich  $1,6 \times DN$  (250 mm) hinter diesem Gerät.

Während der Messungen wurde der Ausgangsdruck von 45 mbar am Meßort M4 in der Sammelleitung konstant gehalten (geregelt).

Die im Diagramm des Bildes 3 dargestellte Abhängigkeit des Druckes vom Durchfluß bzw. von der Strömungsgeschwindigkeit zeigt für die Meßorte M1 und M2 einen stark ausgeprägten Absaugeffekt. Mit steigendem Durchfluß reduziert sich der Druck bis zu Unterdrücken von fast 150 mbar. Dabei ist zu beachten, daß der Absaugeffekt bereits bei der oben empfohlenen Grenze für die Strömungsgeschwindigkeit von 20 m/s sehr deutlich gegeben war. Beide Meßorte sind somit für den Anschluß der Wirkleitungen – insbesondere der Meß- und Rückführleitungen – völlig ungeeignet. Ein an dieser Stelle angeschlossenes Gas-Druckregelgerät würde zwangsläufig „durchgehen“ müssen.

\* Die Messungen wurden zusammen mit der Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG, Dortmund, durchgeführt.

Am Meßort M3 wurden Drücke festgestellt, die bis zu Strömungsgeschwindigkeiten von 20 m/s weitgehend mit dem geregelten Druck (Meßort M4) übereinstimmen. Erst bei höheren Geschwindigkeiten und damit höheren Durchflüssen wurde richtigerweise ein durch den Strömungswiderstand bedingter Druckanstieg festgestellt. Der nur ca.  $1,6 \times DN$  hinter einem Gas-Druckregelgerät mit Aufweitung und Einbauten zur Vergleichmäßigung der Strömung angeordnete Meßpunkt M3 ist also für den Anschluß von Wirkleitungen geeignet. Gemäß Bild 4 wird bei Regelgeräten dieser Art für den Meßort ein Abstand von 2 bis  $2,5 \times DN$  empfohlen.

Auch die Länge des ungestörten Strömungsverlaufes hinter einer Meßstelle kann im Einzelfall deutlich reduziert werden: Folgt z. B. hinter dem Meßort als strömungsstörendes Element ein Kugelhahn, dessen freier Durchgang identisch ist mit dem Querschnitt der Rohrleitung, so ist eine Verkürzung der ungestörten Rohrleitungslänge auf  $1,5 \times DN$  durchaus ausreichend.

Bezüglich der Dimensionierung der Meßleitungen und des Durchmessers der Anbohrungen in der Rohrleitung sind die Herstellerangaben zu beachten, damit die gewünschten Reaktionsgeschwindigkeiten der Geräte gewährleistet bleiben.

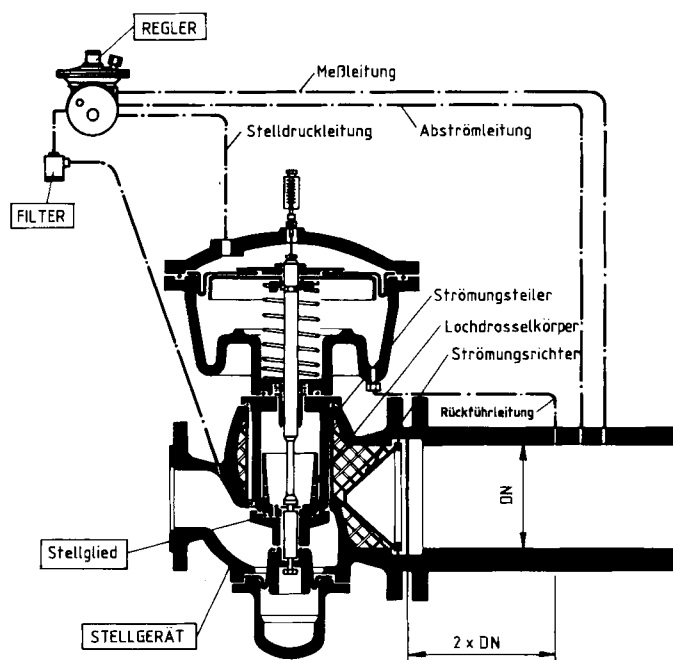


Bild 4. Verkürzte ungestörte Rohrleitung bei einem Regelgerät mit Aufweitung und Strömungsrichter (Typ RMG 409).

### 3. Atmungsleitungen

Atmungsleitungen verbinden die Atmungsöffnung eines Regelgerätes bzw. einer Sicherheitseinrichtung mit der Atmosphäre. Die Leitungen stellen den Druckausgleich bei atmosphärischen Druckänderungen und bei Stellungsänderungen der Vergleichermembran infolge der bestimmungsgemäßen Bewegungen sicher. Atmungsleitungen können bei Störungen am Vergleichergasführend werden.

Die Anforderungen an die Atmungsleitungen sind ebenfalls in den DVGW-Arbeitsblättern G 491 und G 496 definiert:

- Atmungsleitungen sind bei umbauten Anlagen ins Freie zu führen.
- Die Austrittsöffnungen sind so anzuordnen, daß zündfähige Gasgemische nicht in begehbare Bereiche, benachbarte Räume oder in die Nähe von Zündquellen gelangen können.
- Austrittsöffnungen müssen gegen Verstopfen gesichert sein.
- Atmungsleitungen dürfen nicht mit Abblase- und Entspannungsleitungen zusammengeführt werden.
- Werden Atmungsleitungen verschiedener Geräte in Sammelleitungen zusammengefaßt, darf die Funktion der angeschlossenen Geräte nicht beeinträchtigt werden.
- Auf die Verlegung von Atmungsleitungen kann verzichtet werden, wenn bei Gas-Druckregelgeräten und Sicherheitseinrichtungen selbsttätig wirkende Einrichtungen eingesetzt werden, die im Störfall den Gasaustritt in den Aufstellungsraum bezogen auf 30 l/h Luft im Normzustand begrenzen.

Bezüglich der Dimensionierung von Atmungsleitungen war früher festgelegt, daß sie „keinesfalls kleiner als DN 15“ ausgeführt sein dürfen. Diese Regelung, die vornehmlich bei Geräten mit einer Drosselbohrung im Atmungsanschluß eine Überdimensionierung darstellte, ist durch neue Festlegungen in DIN 3381 [8] und in der Entwurfsfassung der neuen DIN 3380 [9] überholt. Danach ist die Bemessung der Atmungsleitung entsprechend den Herstellerangaben vorzunehmen. Sie muß allerdings (aus Festigkeitsgründen) einen Außendurchmesser von mindestens 10 mm aufweisen.

Werden Atmungsleitungen gruppenweise zusammengefaßt, darf bei einem Abströmvorgang infolge Membrandefekt die Funktion der weiteren angeschlossenen Geräte nicht beeinträchtigt werden. Als Anhaltswert für die Dimensionierung einer solchen Sammelleitung kann eine in der Praxis vielfach angewandte Ausführungsform dienen: Dabei wird der freie Querschnitt der Sammelleitung mindestens fünf Mal so groß ausgeführt wie die Summe der freien Querschnitte der angeschlossenen Atmungsleitungen.

Bei Haupt-Sicherheitseinrichtungen ist es empfehlenswert, die jeweilige Atmungsleitung eigenständig ins Freie zu führen.

Bei den vorgenannten selbsttätig wirkenden Einrichtungen, die eine Atmungsleitung ersetzen können, handelt es sich um Sicherheitsmembranen, Atmungsventile oder sog. Schaltventile. Diese Einrichtungen begrenzen bei einer Störung an der Vergleichermembran den Gasaustritt in den Aufstellungsraum für das jeweilige Gerät auf 30 l/h (bezogen auf Luft im Normzustand).

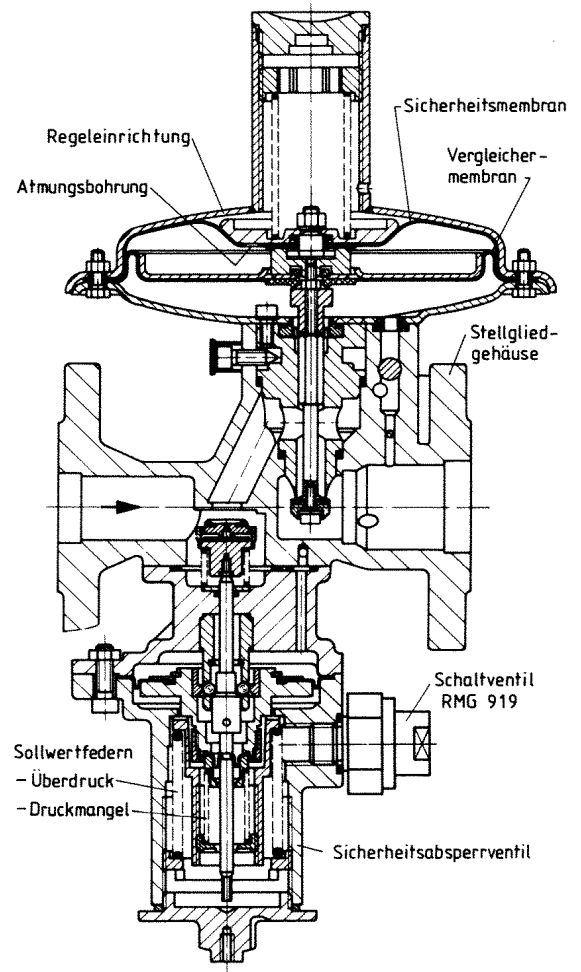
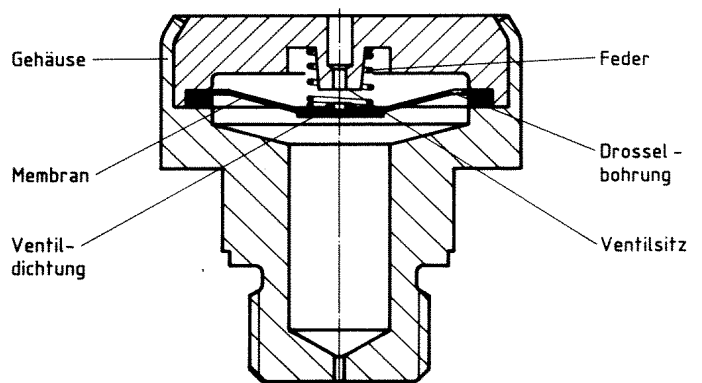


Bild 5. Gas-Druckregelgerät RMG 300 mit Sicherheitsmembran und Schaltventil.



Funktionsdiagramm

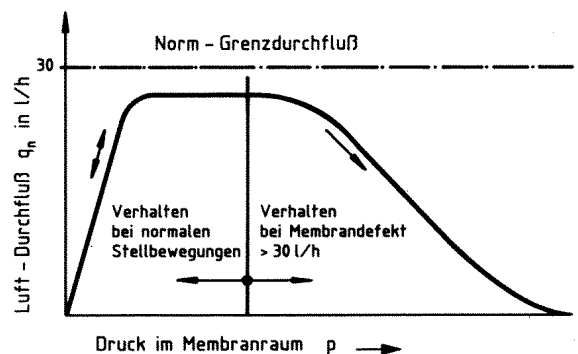


Bild 6. Atmungsventil (Typ RMG 915).

Die Sicherheitsmembran findet bei federbelasteten Gas-Druckregelgeräten Anwendung. Bei einem Defekt an der Meßmembran legt sich die Sicherheitsmembran – wie in *Bild 5* dargestellt – gegen die Wandungen des Membrangehäuses. Damit wird zum einen die in der Sicherheitsmembran vorhandene Atmungsbohrung verschlossen und der Gasaustritt limitiert; zum anderen ist die Membran jetzt in der Lage, auch höchste Drücke schadlos aufzunehmen.

Das Atmungsventil (s. *Bild 6*) arbeitet wie ein Durchfluß-Regelgerät. Die Drosselbohrung in der Regelmembran und die Kraft der Öffnungsfeder sind so aufeinander abgestimmt, daß die vorgeschriebene Durchflußbegrenzung gewährleistet ist.

Ein Atmungsventil kann sowohl bei Gas-Druckregelgeräten mit Hilfsenergie als auch bei Gas-Druckregelgeräten, die ohne Hilfsenergie arbeiten, zur Anwendung kommen. Zu beachten ist jedoch, daß ein solches Ventil auch dann anspricht, wenn bei Stellbewegungen der Luftaustausch zwischen Membran und Atmosphäre die Grenze von 30 l/h überschreitet.

Durch ein Atmungsventil wird also die Stellgeschwindigkeit eines Gas-Druckregelgerätes negativ beeinflusst. Speziell bei Gas-Druckregelgeräten, die ohne Hilfsenergie arbeiten und für schnelle Regelstrecken (z. B. Feuerungsanlagen) vorgesehen sind, kann daher die Anwendung eines Atmungsventiles nicht empfohlen werden. Hier sollten entweder Geräte mit Sicherheitsmembran Anwendung finden oder aber es müssen Atmungsleitungen verlegt werden.

Aufgrund neuer Normvorgaben in DIN 3381 [8], wonach ein Sicherheitsabsperrventil mit einer Einrichtung zur Selbstauslösung bei Membranbruch ausgestattet sein muß, kann die Anwendung von Atmungsventilen bei SAV-Kontrollgeräten (SAV = Sicherheitsabsperrventil) nicht mehr empfohlen werden. Statt dessen kann bei Geräten, die zur Erfüllung der Forderung nach Selbstauslösung mit einer Druckmangel-Abschaltung ausgestattet sind, ein sog. Schaltventil (s. *Bild 5*) eingesetzt werden. Dieses Ventil überwacht den Druck im Membranraum. Sobald sich infolge eines Membrandefektes ein bestimmter Druck aufbaut, schließt das Ventil weitgehend, es kommt zum Druckausgleich an der Meßmembran und das SAV wird über die Druckmangel-Auslösung geschlossen. Das Schaltventil ist so dimensioniert, daß der in den Normen festgelegte Grenz-Gasaustritt von 30 l/h nicht überschritten wird.

#### 4. Prüflleitungen

Prüflleitungen sollen es dem Bedienungspersonal einer Gas-Druckregelanlage ermöglichen, das Ansprechverhalten der eingebauten Sicherheitseinrichtungen in zyklischen Abständen zu kontrollieren.

Nach den DVGW-Arbeitsblättern G 491 und G 496 werden an die Prüflleitungen folgende Anforderungen gestellt:

- Durch Prüflleitungen dürfen keine fest installierten Verbindungen um Sicherheitseinrichtungen entstehen.
- Wenn für die Prüfung der Sicherheitseinrichtungen nur der Druck in der Meßleitung verändert werden soll, ist sicherzustellen, daß entsprechend konstruierte Armaturen (z. B. Zwangseinrichtungen) verwendet werden, die sicherstellen, daß nach Beendigung des Prüfvorganges die Sicherheitseinrichtungen ihre Funktion in vollem Umfang wieder erfüllen.

In der Praxis ist ein Trend erkennbar, wonach die Prüfschaltungen nicht mehr fest in der Anlage installiert, sondern nur noch für den Prüfvorgang angeschlossen werden. Damit ist eine größere Übersichtlichkeit in der normal arbeitenden Anlage gegeben.

Wird die Funktionsprüfung mit Eigenmedium – aus dem Eingangsdruck – durchgeführt, ist der Druck hinter dem Sicherheitsabsperrventil abzugreifen.

Wenn bei der Prüfung des Ansprechverhaltens von Sicherheitseinrichtungen der Druck nur in der zum Kontrollgerät gehenden Meßleitung angehoben werden soll, kann ein Prüfventil entsprechend *Bild 7* zur Anwendung kommen. Dieses DVGW-zugelassene Ventil gewährleistet, „daß nach Beendigung des Prüfvorganges die Sicherheitseinrichtungen ihre Funktion in vollem Umfang wieder erfüllen“:

Für die Durchführung der Funktionsprüfung wird der Zwei-Wege-Kugelhahn geschlossen. Über eine der beiden Schraubkupplungen kann danach der Druck mittels einer entsprechenden Prüfvorrichtung angehoben werden. Die zweite Schraubkupplung erlaubt den Anschluß eines Kontrollmanometers.

Nach Beendigung des Prüfvorganges wird durch Öffnen des Kugelhahnes die normale Betriebsstellung wieder hergestellt. Sollte diese Umschaltung versehentlich unterbleiben, so gewährleistet das integrierte Überdruckventil, daß sich der zu überwachende Druck jederzeit zum Kontrollgerät durchschalten kann. Die

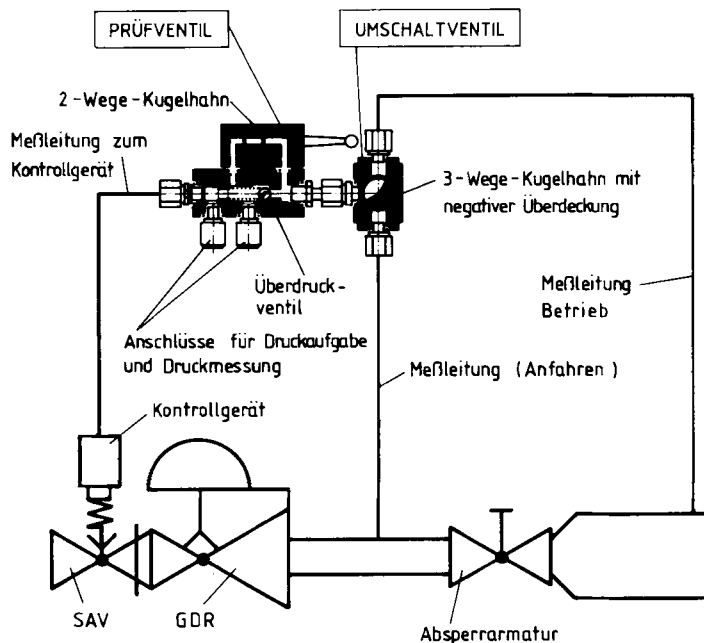


Bild 7. Prüfventil RMG 914 in Kombination mit Drei-Wege-Umschaltventil.

Funktion der Sicherheitseinrichtung ist bei Anwendung des Prüfventils somit auch dann gegeben, wenn der Kugelhahn nach der Prüfung versehentlich nicht wieder geöffnet wurde.

Das in *Bild 7* zusätzlich dargestellte Umschaltventil wurde in die DVGW-Zulassung des Prüfventils einbezogen. Es handelt sich dabei um einen Drei-Wege-Kugelhahn mit einer Überschneidung der Schaltwege. Durch diese sog. negative Überdeckung kann es in keiner Schaltstellung zu einer vollständigen Unterbrechung der Meßanschlüsse kommen (s. dazu auch Abschn. 2.).

## 5. Zusammenfassung

Die sachgerechte Planung und Montage der Funktionsleitungen von Gas-Druckregelgeräten und Sicherheitseinrichtungen ist mitbestimmend für die einwandfreie Funktion der Geräte und die Bedienungssicherheit der Anlage.

Im DVGW-Regelwerk werden neben dem Grundsatz, wonach Funktionsleitungen „so angeordnet und dimensioniert sein müssen, daß die bestimmungsgemäße Funktion der Geräte sichergestellt ist“, weitere Detailanforderungen definiert.

Regelgeräte und Sicherheitseinrichtungen können nur auf die Drucksignale reagieren, die ihnen über die Meßleitungen zugeführt werden. Der Meßort muß also den Geräten immer zugeschaltet sein; für seine Ausbildung sind bestimmte Gesetze der Strömungsmechanik zu beachten. Atmungsleitungen haben die Aufgabe, im Störfall einen unzulässigen Gasaustritt in den Aufstellungsraum zu verhindern. Sie müssen zusätzlich sicherstellen, daß der Atmosphärendruck als Referenz-

größe unverfälscht am Vergleicher ansteht. Die Zusammenfassung der Atmungsleitung mit Leitungen, über die Abblasevorgänge stattfinden, ist daher unzulässig. Prüfleitungen von Sicherheitseinrichtungen sollen so ausgebildet sein, daß auch unter Berücksichtigung von möglichen Bedienungsfehlern die „Sicherheitseinrichtungen nach Beendigung des Prüfvorganges ihre Funktion in vollem Umfang wieder erfüllen.“

Für die Umsetzung dieser Forderungen hat die Industrie eine Reihe sinnvoller Hilfseinrichtungen entwickelt.

### Literatur

- [1] DVGW-Arbeitsblatt G 491: Bau und Ausrüstung von Gas-Druckregelanlagen für Eingangsdrücke von mehr als 4 bar bis 100 bar. Hrsg. vom DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (neue Ausgabe erscheint in der 2. Hälfte 1990).
- [2] DVGW-Arbeitsblatt G 496: Rohrleitungen in Gasanlagen. Hrsg. vom DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. Ausg. 1986.
- [3] VDE/VDI-Richtlinie 3512, Blatt 3: Meßanordnungen für Druckmessungen. Hrsg. vom Verein Deutscher Ingenieure. Ausg. 1971.
- [4] Gramberg, A.: Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle. Berlin: Springer-Verlag 1956.
- [5] Eck, B.: Technische Strömungslehre. Berlin: Springer-Verlag 1981.
- [6] Götte, K., Hart, H. und Jeschke, G.: Taschenbuch Betriebsmeßtechnik. 2. Aufl. Berlin: VEB-Verlag Technik.
- [7] Faltin, H.: Meßverfahren und Meßgeräte der Kraft- und Wärmewirtschaft. Halle: VEB Wilhelm Knapp-Verlag 1955.
- [8] DIN 3381: Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar. Hrsg. vom Deutschen Normenausschuß. Ausg. Juni 1984.
- [9] DIN 3380: Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 100 bar. Hrsg. vom Deutschen Normenausschuß. (neue Ausgabe erscheint in der 2. Hälfte 1990).