



# **Maximal möglicher Betriebsdruck in einem Gas-Leitungssystem unter Berücksichtigung der Druckabsicherung im Eingang**

**Dipl.-Ing. Rudolf Fischer**

# Maximal möglicher Betriebsdruck in einem Gas-Leitungssystem unter Berücksichtigung der Druckabsicherung am Eingang

## Maximum service pressure in a gas main determined by the safety devices at the inlet

## Pression de service maximale dans une canalisation de gaz en fonction des dispositifs de sécurité à l'entrée

Von R. Fischer<sup>1)</sup>

### Allgemeines

Druckführende Leitungssysteme müssen durch selbsttätig arbeitende Sicherheitseinrichtungen gegen ein Überschreiten des zulässigen Grenzdruckes geschützt werden. Die an allen Einspeisestellen anzuordnenden Sicherungseinrichtungen können bei Gas-Druckregelanlagen absperrend, abblasend und gegebenenfalls auch druckregelnd arbeiten. Bei Druckerhöhungsanlagen (Kompressoranlagen) werden normalerweise abschaltende Einrichtungen vorgesehen.

Für die Staffelung der Sicherheitseinrichtungen ist eine über dem normalen Betriebsdruck liegende Druckzone erforderlich, deren Bandbreite von der Anzahl der vorgeschriebenen Geräte, ihren Ansprechtoleranzen und den erforderlichen bzw. gewählten Staffelungsabständen bestimmt wird. Die obere Grenze dieser Zone kann bis auf den Druck angehoben werden, der im abzuschließenden System bei einer Störung maximal auftreten darf. Der untere Wert der Druckzone stellt die Grenze für den normalen Betriebsdruck im Leitungsnetz dar.

Der höchstmögliche Druck, mit dem eine Gasleitung gefahren werden kann, wird also nicht nur durch die im technischen Regelwerk genannten Grenzdrücke für den Störfall sondern auch von der Breite der für die Staffelung der Sicherheitseinrichtungen erforderlichen Druckzone und somit von der Qualität der verwendeten Sicherheitseinrichtungen bestimmt.

Es wird sehr oft angestrebt, ein Leitungssystem mit dem höchstmöglichen Betriebsdruck zu fahren, da ein hoher Druck folgende Vorteile bedingt:

- Die Strömungsgeschwindigkeit wird herabgesetzt und damit werden die Strömungsverluste reduziert.
- Die Transportkapazität eines Netzes wird erhöht.
- Ein Rohrnetz kann für gleichen Durchfluß in kleinerer Nennweite ausgeführt werden.
- Bei Heranziehung des Leitungssystems zur Gasspeicherung wird die Speicherkapazität vergrößert.

Bis zu welcher Grenze der Druck in einem Leitungsnetz angehoben werden kann, soll im nachfolgenden für eine Gas-Druckregelanlage unter besonderer Berücksichtigung der Art und der Genauigkeit der Sicherheitseinrichtungen und unter Beachtung der erforderlichen Staffelungsabstände erläutert werden.

### Vorschriften für die Absicherung gegen Drucküberschreitung

Im technischen Regelwerk des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) sind die gültigen Vorschriften für die Absicherung eines Leitungssystems gegen unzulässigen Druckanstieg festgelegt. Für die in Gas-Druckregelanlagen vorzusehenden Sicherheitseinrichtungen gelten die DVGW-Arbeitsblätter G 490 und G 491 „Technische Regeln für Bau und Ausrüstung von Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 100 mbar bis einschließlich 4 bar (G 490) bzw. mit Eingangsdrücken über 4 bar bis einschließlich 100 bar“ (G 491). Bei Verdichteranlagen sind die Festlegungen im DVGW-Arbeits-

blatt G 497 „Bau und Betrieb von Gasverdichterstationen an Gasleitungen, Gaserzeugungs- und Gasspeicheranlagen mit einem Betriebsüberdruck von mehr als 1 bar und Antriebsleistungen von mehr als 100 kW“ verbindlich.

Wie die Absicherung in einer Gas-Druckregelanlage vorzunehmen ist, zeigt Bild 1. Die Darstellung läßt erkennen, daß mehrere Alternativen in der Absicherungsart möglich sind. Dem Sicherheitsabsperrentil kommt jedoch eine besondere Bedeutung zu: In Anlagen nach G 491 ist es als erste Hauptsicherheitseinrichtung zwingend vorgeschrieben. Zudem wird normalerweise auch beim Zweitgerät genauso wie bei der Sicherheitseinrichtung für G 490-Anlagen auf die Sicherheitsabsperrentile zurückgegriffen.

Die zur Anwendung kommenden Sicherheitseinrichtungen müssen gemäß den Bestimmungen in den DVGW-Arbeitsblättern G 490 und G 491 den Regeln der DIN 3381 „Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar; Sicherheitsabblase- und Sicherheitsabsperreinrichtungen“ entsprechen und nach der Typprüfung eine DIN-DVGW-Registernummer erhalten haben.

Bei Verdichteranlagen ist im Gegensatz zur Gas-Druckregelanlage keine Festlegung auf bestimmte Sicherheitsgeräte erfolgt. Man beschränkt sich auf die allgemeine Forderung, daß „der Verdichter mit einer Einrichtung ausgerüstet sein muß, die ein Überschreiten des maximal zulässigen Enddruckes verhindert“. Die heute vielfach angewandte Technik sieht Druckschalter vor, die bei Erreichen des eingestellten Grenzwertes die Anlage dadurch außer Betrieb nehmen, daß sie die in der Brenngasleitung für die Antriebsmaschine angeordneten Sicherheitsabsperrentile zur Auslösung bringen.

### Vorschriften zur Einstellung der Sicherheitseinrichtungen

Sicherheitseinrichtungen verhindern ein unzulässiges Ansteigen des Druckes im Leitungssystem. Bezüglich des Grenzwertes, auf den der Druck im Störfall maximal ansteigen darf, wird in G 490 und G 491 ausgesagt, daß „bei der Einstellung der Sicherheitseinrichtungen gegen Überdruck der Druckbereich zwischen dem höchstzulässigen Betriebsdruck  $p_{a\text{ zul}}$  und seinem 1,1-fachen Wert unter Beachtung der Ansprechtoleranzen der Sicherheitseinrichtungen herangezogen werden kann“. Der höchstzulässige Betriebsdruck  $p_{a\text{ zul}}$  entspricht normalerweise der Druckstufe PN, in der das Leitungssystem ausgeführt ist. Er kann jedoch niedriger liegen, wenn im Leitungssystem Bauelemente mit geringerer Druckfestigkeit installiert sind.

Die G 497 enthält, wenn auch in allgemeinerer Form, eine inhaltlich identische Aussage mit der Formulierung „Die Gasleitungen und die mit ihr verbundenen Anlagen müssen gegen eine Drucküberschreitung so geschützt sein, daß eine Überschreitung des zulässigen Betriebsdruckes um mehr als 10 % verhindert wird“.

Für die Absicherung eines Leitungssystems darf also gemäß dem technischen Regelwerk des DVGW auch der Druckbereich zwischen der jeweiligen Nenndruckstufe PN und dem 1,1-fachen dieses Wertes herangezogen werden (Bild 2). Gegen eine solche Handhabung bestehen auch aus der Sicht der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e.V. (VdTÜV) keine sicherheitstechnischen Bedenken.

<sup>1)</sup> Ing. (grad.) Rudolf Fischer, Regel + Meßtechnik GmbH, Kassel.  
Dank an Dipl.-Phys. R. Eberhard, Kaiserslautern, für die Durchsicht des Manuskriptes und die fachlichen Anregungen.

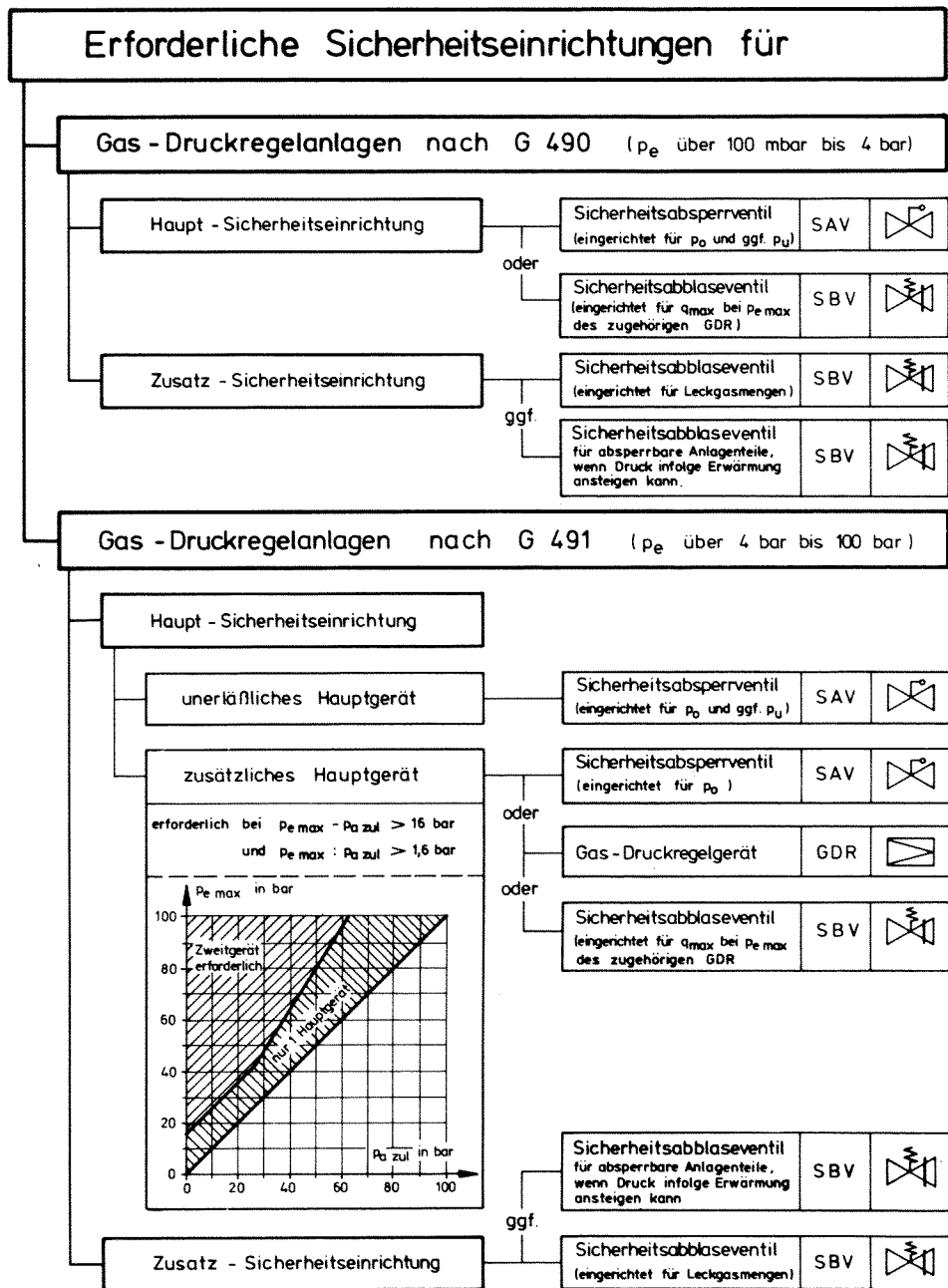


Bild 1: Sicherheitseinrichtungen für Gas-Druckregelanlagen  
 Fig. 1: Safety devices for gas pressure regulating stations  
 Fig. 1: Dispositifs de sécurité pour postes de détente de gaz

Es muß jedoch eindeutig darauf hingewiesen werden, daß unter normalen Bedingungen die Nenndruckstufe die absolute Grenze für den Betriebsdruck darstellt. Lediglich im Störfall wird eine Überschreitung der Druckstufe um höchstens 10 % zugestanden. Der Grenzwert im Störfall entspricht damit dem Druck, mit dem die Dichtheitsprüfung des Leitungssystems durchgeführt wurde.

Die mögliche Ausnutzung des Druckbereiches zwischen dem höchstzulässigen Betriebsdruck  $p_{zul}$  und seinem 1,1-fachen Wert für die Staffelung der Sicherheitseinrichtungen darf also unter keinen Umständen zu einer verkappten Erhöhung des Betriebsdruckes herangezogen werden. Dieser Aussage wird allerdings auch durch entsprechende Festlegungen in G 490/491 Rechnung getragen. So ist unter Punkt 5.2.1 ausgesagt: „Es muß beachtet werden, daß der Schließdruck des zugehörigen Gas-Druckregelgerätes  $\leq p_{a zul}$  ist.“ Der sich bei Nullverbrauch im Ausgangsraum einstellende Druck ist also in der Regel als ein „normaler“ Betriebszustand anzusehen.

### Kenndaten von Sicherheitseinrichtungen

Für die Sollwerteneinstellung und die Staffelung der Sicherheitseinrichtungen sind neben den betrieblichen Anforderungen und den Festlegungen im technischen Regelwerk auch gerätespezifische Gegebenheiten zu beachten. Dazu zählt die Ansprechgenauigkeit und zum Beispiel auch die erforderliche Druckabsenkung, um nach dem Ansprechen einer Sicherheitsabsperreinrichtung (SAV) ein einwandfreies Wiedereinrasten und nach dem Ansprechen einer Sicherheitsabblaseeinrichtung (SBV) das vollständige Schließen des Gerätes zu gewährleisten.

Die von einer Sicherheitseinrichtung zu erwartende Ansprechgenauigkeit wird durch eine Prozentzahl gekennzeichnet. Diese Zahl gibt an, mit welcher positiven oder negativen Abweichung zwischen tatsächlichem Ansprechdruck und eingestelltem Sollwert bei einer Wiederholungsschaltung maximal gerechnet werden muß. Während die heute noch gültige DIN 3380, Blatt 3 „Gas-Druckregler und ihre Sicherheitseinrichtungen für Stadtgas und Ferngas“ nur jeweils eine Ansprechtoleranz benennt,

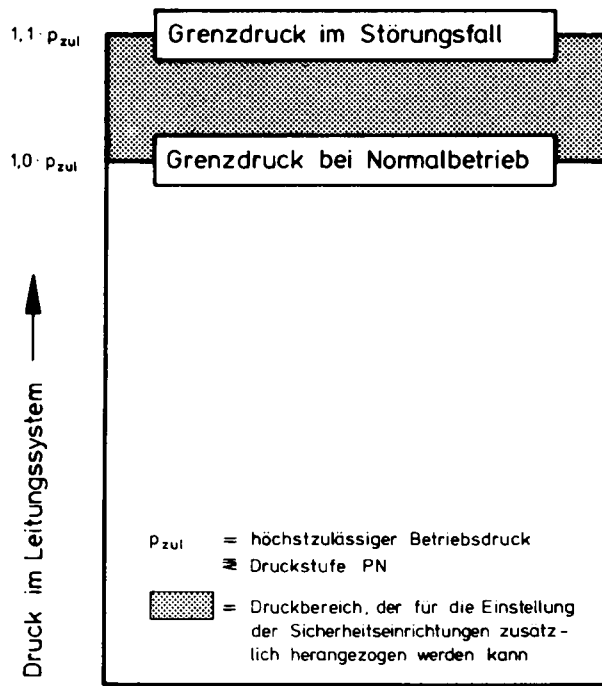


Bild 2: Grenzdrücke in einem Leitungssystem  
 Fig. 2: Limit pressures in a gas main  
 Fig. 2: Pressions de limite dans une canalisation de gaz

ist im Entwurf der Nachfolge-Norm DIN 3381 durch die Einteilung in sogenannte Ansprechdruckgruppen AG eine für die Praxis ausreichende Differenzierung geschehen (Tafel 1).

Anders sieht es jedoch bei der Frage aus, welche Druckänderungen bei Sicherheitseinrichtungen für deren erweitertes Funktionsverhalten erforderlich sind:

Tafel 1: Ansprechdruckgruppen und erforderliche Druckänderung bei Sicherheitseinrichtungen  
 Table 1: Response pressure groups and pressure changes required for safety devices  
 Tableau 1: Classes de précision et changements de pression prescrits pour dispositifs de sécurité

	Sicherheitsabsperreinrichtung (SAV) für Drucküberschreitung		Sicherheitsabblaseeinrichtung (SBV)
	Druckmangel	Druckmangel	
Ansprechgenauigkeit nach DIN 3380, Blatt 3	+ 10 % + + 1 mbar - 10 %	± 15 %	± 15 %
Ansprechdruckgruppe nach DIN 3381, Entwurf Beispiel: AG 10 ± 10 %	AG 10 AG 5 AG 2,5 AG 1	AG 30 AG 15 AG 5	AG 10 AG 5 AG 2,5 AG 1
Erforderliche Druckabsenkung	zum Wiedereinrasten: s. Herstellerangabe		zum Schließen: nach DIN 3381: - 10 %
Erforderliche Druckerhöhung		zum Wiedereinrasten: s. Herstellerangabe	zum vollen Öffnen: s. Herstellerangabe

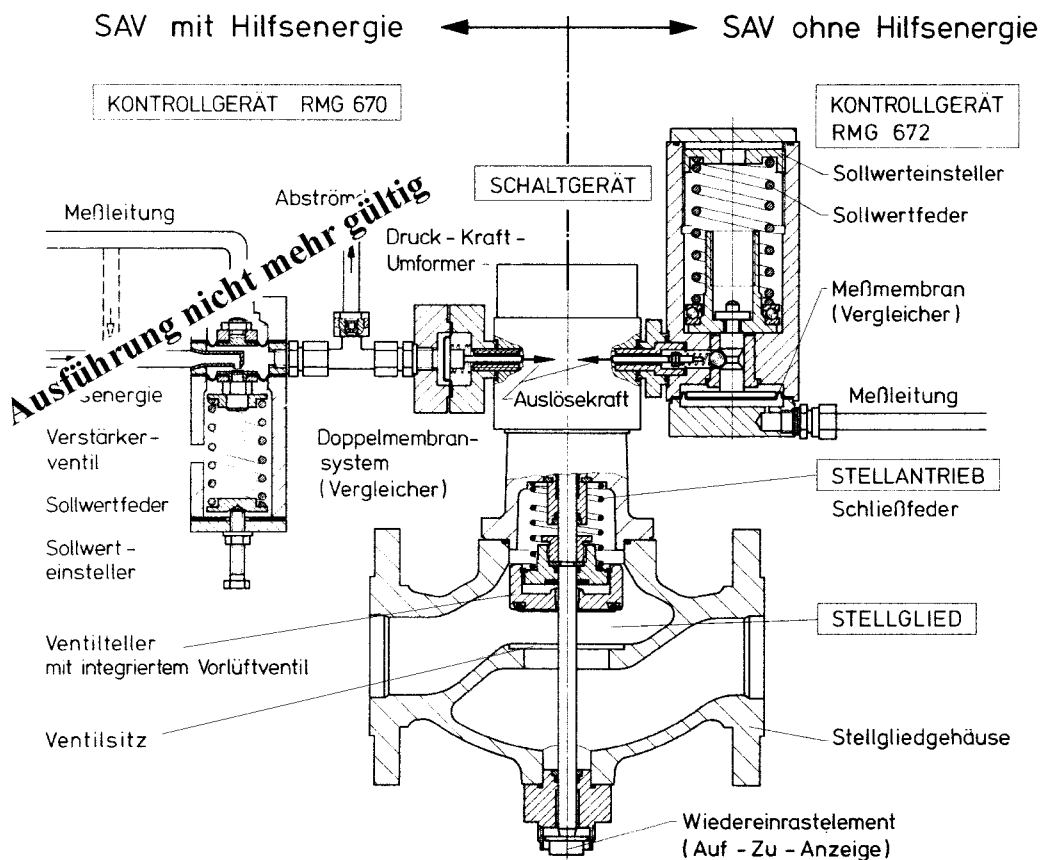


Bild 3: Sicherheitsabsperventil RMG 721 in Ausführung mit und ohne Hilfsenergie  
 Fig. 3: Safety shut-off valve RMG 721, direct acting and pilot operated  
 Fig. 3: Clapet de sécurité RMG 721, à action directe et piloté

Für Sicherheitsabblaseeinrichtungen (SBV) ist in DIN 3381 festgelegt, daß die Geräte bei einer Druckabsenkung von 10 % unter den eingestellten Ansprechdruck wieder „dicht“ sein müssen (erlaubte Restleckage 30 l/h). Für die bei Anwendung eines SBV als Hauptsicherheitseinrichtung wichtige Aussage, welcher Druckanstieg vom Ansprechen bis zur vollständigen Öffnung erforderlich ist, sind jedoch keine Normfestlegungen gegeben. Diese Lücke sollte geschlossen werden, obwohl die Sicherheitsabblaseeinrichtung nur selten als Hauptsicherheitseinrichtung eingesetzt wird und der Anwender selbstverständlich die Möglichkeit hat, den Wert beim Hersteller zu erfragen. Ähnliches trifft für die Sicherheitsabsperreinrichtungen (SAV) zu. Auch hier kann bezüglich der Benennung von Druckänderungen, die das von Hand vorzunehmende Wiedereinrasten ermöglichen, nicht auf Normaussagen zurückgegriffen werden.

Natürlich birgt das Fehlen dieser Werte kein sicherheitstechnisches Risiko. Es sollte jedoch überprüft werden, ob nicht in Analogie zu der bei Gas-Druckregelgeräten bewährten Angabe von Regel- und Schließdruckgruppe auch bei den Sicherheitsabsperreinrichtungen neben der Ansprechdruckgruppe eine Wiedereinrastdruckgruppe und bei den Sicherheitsabblaseeinrichtungen eine Öffnungsdruckgruppe eingeführt wird.

#### Ausführungsbeispiele von Sicherheitsabsperreinrichtungen

Genau wie bei den Gas-Druckregelgeräten unterscheiden wir auch bei den Sicherheitseinrichtungen zwei Funktionsprinzipien:

- Geräte, die ohne Hilfsenergie arbeiten, und
- Geräte, die mit Hilfsenergie arbeiten.

Bei der erstgenannten Gruppe wird der zu überwachende Druck direkt für den Auslösevorgang herangezogen.

Die rechte Hälfte von Bild 3 zeigt beispielhaft ein Sicherheitsabsperventil für Überdruckabschaltung, das *ohne* Hilfsenergie arbeitet: Im Kontrollgerät wird der auf die Meßmembran wirkende Druck gegen die vorgegebene Kraft der Sollwertfeder geschaltet. Bei Erreichen des Sollwertes wird eine Hubbewegung eingeleitet, die den Auslösevorgang bewirkt. Für das Durchfahren des Auslösehubes ist eine Kraft erforderlich, die nur durch ein entsprechendes Ansteigen des zu überwachenden Druckes erzeugt werden kann.

Bei den Sicherheitseinrichtungen, die *mit* Hilfsenergie arbeiten, wird der zu überwachende Druck nicht zur unmittelbaren Auslösung, sondern zur Betätigung eines Verstärkers herangezogen und erst dessen Ausgangssignal bewirkt das Ansprechen der Geräte. Als Hilfsenergie für die Versorgung des Verstärkers kann dabei, wie in der linken Hälfte von Bild 3 gezeigt, auch der zu überwachende Druck selbst dienen.

Eine vergleichende Gegenüberstellung, wie in Abhängigkeit des Druckanstieges die erforderliche Auslösekraft erzeugt wird, ist für beide Geräte in Bild 4 dargestellt. Es ist erkennbar, daß das mit Hilfsenergie arbeitende Kontrollgerät eine wesentlich steilere Kennlinie (höhere Verstärkung) aufweist und demzufolge bei gleicher mittlerer Auslösekraft und gleichem Toleranzbereich mit höherer Ansprechgenauigkeit, aber auch mit einer geringeren Wiedereinrastdifferenz  $\Delta p$  arbeitet. Die besten in der DIN 3381 genannten Ansprechdruckgruppen AG 1 und AG 2,5 können in der Regel nur durch Sicherheitsabsperventile eingehalten werden, die mit Hilfsenergie arbeiten. Diese Aussage gilt in gleicher Weise auch für Sicherheitsabblaseventile.

#### Druckstaffelungssystem für eine zweischielige Gas-Druckregelanlage

Die prinzipielle Vorgehensweise bei der SollwertEinstellung der Regelgeräte und der Sicherheitseinrichtungen in einer zweischieligen Gas-Druckregelanlage ist aus Bild 5 ersichtlich. Dabei wurden die der jeweiligen Regel-, Schließ- und Ansprechdruckgruppe entsprechenden Abweichungen vom Sollwert durch ein schraffiertes Band symbolisiert.

Der Sollwert des Regelgerätes der Reserveschiene ist so einzustellen, daß der Schließdruck des Gerätes noch unter dem Toleranzband des Gas-Druckregelgerätes der Betriebschiene liegt. Die Leckgas-Sicherheitsabblaseeinrichtungen haben die Aufgabe, ein Ansprechen der Hauptsicherheitseinrichtungen zu verhindern, wenn bei Nullverbrauch geringfügige Leckagen infolge nicht völlig dicht schließender Gas-Druckregelgeräte auftreten. Sie sind daher im Sollwert niedriger als die Sicherheitsabsperventile einzustellen. Andererseits muß der Sollwert natürlich über dem Schließdruck des Regelgerätes der Betriebschiene liegen, damit ein Ansprechen unter normalen Betriebsbedingungen vermieden wird. Die Leckgas-Sicherheitsabblase-

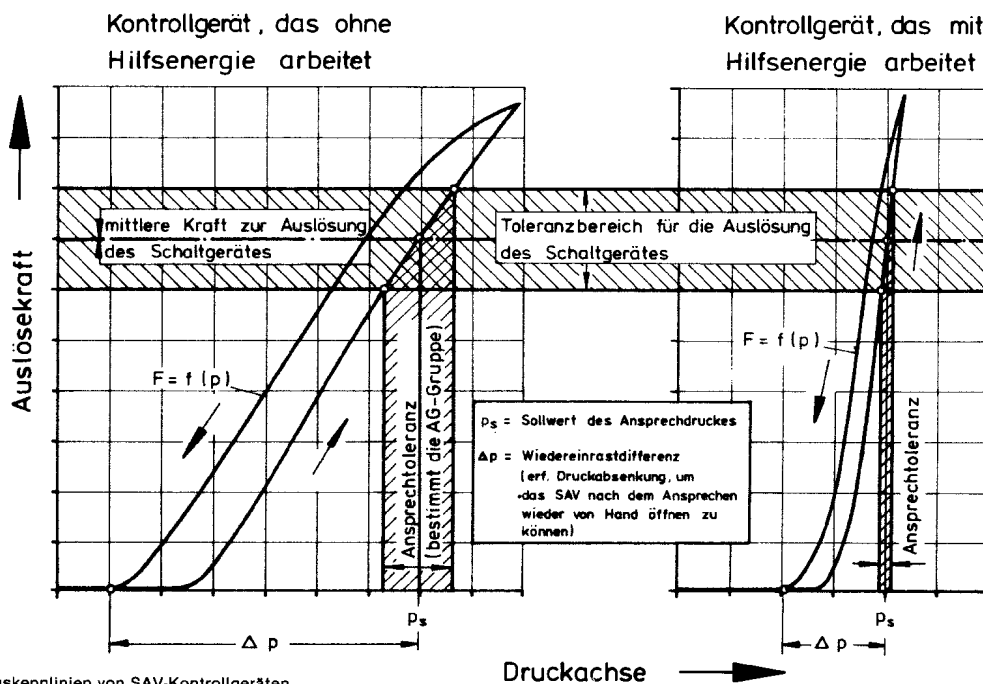


Bild 4: Verstärkungskennlinien von SAV-Kontrollgeräten  
 Fig. 4: Characteristic lines of safety shut-off valves  
 Fig. 4: Lignes caractéristiques de clapets de sécurité

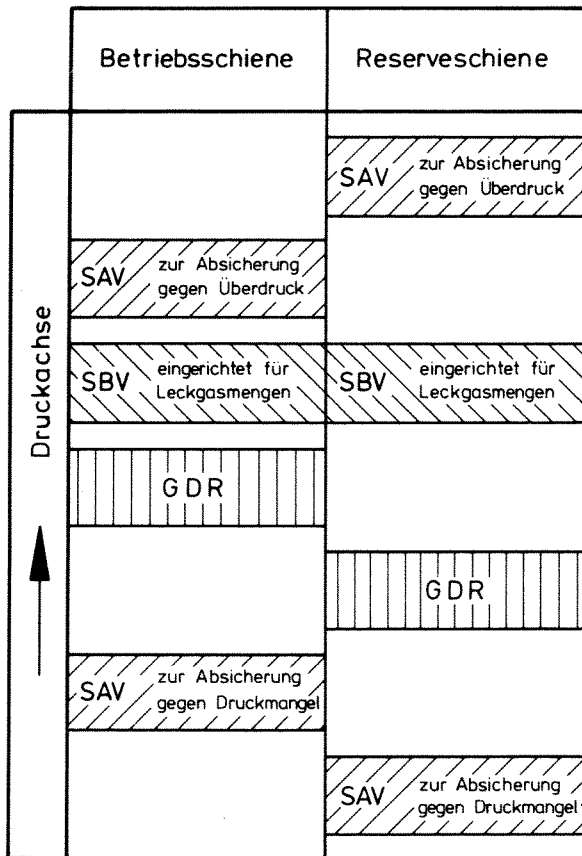


Bild 5: Druckstaffelung einer zweischienigen Gas-Druckregelanlage  
 Fig. 5: Setpoint pressure graduation of a twostream gas pressure regulating station  
 Fig. 5: Tarage et échelonnement des différentes pressions d'un poste de détente de gaz à deux lignes

einrichtungen in Betriebs- und Reserveschiene können auf den gleichen Sollwert eingestellt werden.

Im Gegensatz dazu ist bei den Sicherheitsabsperreinrichtungen eine differenzierte Sollwertvorgabe bei Betriebs- und Reserveschiene erforderlich: Bei einem Defekt am Regelgerät der Betriebsschiene und einem damit verbundenen Druckanstieg oder Druckabfall dürfen natürlich nur die Sicherheitsabsperreinrichtungen in dieser Schiene den Gaszufluß sperren. Die Sicherheitsabsperreinrichtungen der Reserveschiene müssen daher bezüglich der Überdruckabschaltung immer oberhalb und bezüglich der Druckmangelabschaltung unterhalb der SAV-Sollwerte der Betriebsschiene eingestellt sein.

Zu den Abständen, die zwischen den Toleranzbändern der einzelnen Geräte erforderlich sind, kann keine pauschale Aussage gemacht werden. Es ist selbstverständlich, daß hier die dynamischen Anforderungen berücksichtigt werden müssen: Kurze Regelstrecken vor Feuerungsanlagen verlangen weitere Abstände als Anlagen, die in größere Versorgungsnetze einspeisen. Bei der Wahl der Abstände sollte man sich jedoch immer von dem Grundsatz leiten lassen: Je größer die Differenz, um so sicherer wird eine gegenseitige Beeinflussung der Geräte vermieden.

### Beispiel für eine Druckstaffelung

Für eine nach G 491 gebaute zweischienige Gas-Druckregelanlage soll im nachstehenden die Druckstaffelung der Regelgeräte und der Sicherheitseinrichtungen vorgenommen werden. Dabei ist anzustreben, das ausgangsseitige Rohrnetz mit einem möglichst hohen Betriebsdruck zu fahren. Unter diesem Gesichtspunkt wurden Sicherheitseinrichtungen und Regelgeräte mit hoher Ansprech- bzw. hoher Regelgenauigkeit ausgewählt.

Für die Sollwert-Festlegungen kann von folgenden Randbedingungen ausgegangen werden:

- Der maximal mögliche Eingangsdruck  $p_{e \max}$  beträgt 67 bar.
- Das angeschlossene Rohrleitungssystem ist nach PN 16 ausgeführt ( $p_{zul} = 16$  bar).
- Als Haupt-Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung wurden jeweils zwei Sicherheitsabsperrentile (SAV) eingebaut. Die Geräte arbeiten mit Hilfsenergie und haben die Ansprechdruckgruppe AG 1. Um ein sicheres Wiedereinrasten von Hand zu gewährleisten, muß der Druck nach einem Auslösevorgang um mindestens 2,5 % unter den Sollwert abgesenkt werden.
- Eine Druckmangelabsicherung ist nicht vorgesehen, da im gewählten Beispiel keine sicherheitstechnische Notwendigkeit besteht.
- Die Leckgas-Sicherheitsabblaseventile sind federbelastet. Sie haben eine Ansprechgenauigkeit von AG 2,5. Damit die Geräte nach dem Ansprechen wieder vollständig schließen, muß der Druck um 0,6 bar ( $\approx$  etwa 3,5 %) unter den Sollwert abgesenkt werden. Der in der DIN 3381 festgelegte Grenzwert von 10 % wird also nur zum Teil ausgenutzt.
- Die verwendeten Gas-Druckregelgeräte arbeiten ebenfalls mit Hilfsenergie. Ihre Regelgruppe wird vom Hersteller mit RG 2,5 benannt. Bei dem relativ hohen Ausgangsdruck liegt der Schließdruck nur um 5 % über dem eingestellten Sollwert. Auch hier wird also das Toleranzband der günstigsten Schließdruckgruppe SG 10 (s. DIN 3380) nur zur Hälfte benötigt.
- Der Schließdruck (Nullverbrauch) wird als normaler Betriebszustand berücksichtigt.
- Das nachgeschaltete Leitungssystem ist ein großvolumiges kommunales Ringnetz mit langsam verlaufenden Verbrauchsänderungen. Mit dynamisch bedingten Regelabweichungen, die über die Grenzen der Regelgruppe hinausgehen, muß also nicht gerechnet werden.

Bei der Bestimmung der Sollwerte für die einzelnen Geräte empfiehlt es sich, nach einem Schema ähnlich Bild 6 vorzugehen. Zunächst sind die Kenndaten der verwendeten Gerätetypen einzutragen. Dazu zählt neben den Ansprech-, den Regel- und den Schließdruckgruppen auch die erforderliche Druckabsenkung, um nach einem Ansprechvorgang die SAV's wieder einrasten und SBV's vollständig schließen zu können. Das weitere Vorgehen kann dann eigentlich rein schematisch geschehen. Dabei wurde bezüglich der Druckangaben nur mit einer Stelle hinter dem Komma gearbeitet; die Toleranzwerte wurden grundsätzlich nach oben aufgerundet.

Zum Druckstaffelungs-Beispiel in Bild 6 dürfen folgende Anmerkungen gemacht werden:

- Die obere Toleranzgrenze des Sicherheitsabsperrentiles der Reserveschiene darf mit dem höchstzulässigen Grenzdruck im Störfall (17,6 bar) zusammentreffen. Im Beispiel wurde jedoch zwischen beiden Werten eine Differenz belassen, die noch einmal der positiven Ansprechdruckabweichung der SAV (0,2 bar) entspricht.
- Normalerweise ist zwischen den Toleranzbändern der einzelnen Geräte ein deutlicher Abstand vorzusehen. Um einen möglichst hohen Betriebsdruck zu erreichen, wurde im Beispiel die obere Toleranzgrenze der Sicherheitsabblaseeinrichtungen auf den unteren Toleranzwert der Sicherheitsabsperreinrichtung der Betriebsschiene gelegt (16,4 bar). Durch diese Maßnahme könnte es zwar im theoretisch ungünstigsten Fall dazu kommen, daß die Sicherheitsabsperreinrichtung der Betriebsschiene gleichzeitig mit den beiden Leckgas-SBV's anspricht. Ein sicherheitswidriger Zustand wäre damit aber nicht verbunden.
- Es ist erkennbar, daß das Sicherheitsabblaseventil für Leckgas im Vergleich zum Sicherheitsabsperrentil einen relativ breiten Druckbereich beansprucht. Durch die Wahl einer Sicherheitsabblaseeinrichtung, die mit Hilfsenergie arbeitet,

# Druckstaffelungen - Diagramm

Gas - Druckregelanlage Osterholzstraße Kassel  
 Ausgangs - Leitung: Druckstufe PN 16  
 höchstzulässiger Betriebsdruck  $p_{zul}$  16 bar

Gerätegruppe	Gerätedaten	Druckstaffelung (Werte in bar)	
		Betriebsschiene	Reserveschiene
Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung	<b>SAV</b> Typ: <u>RMG 710</u> mit Kontrollgerät <u>RMG 670</u> Ansprechdruckgruppe AG <u>1</u> erf. Druckabsenkung zum Wiedereinrasten von Hand $\Delta p =$ <u>  </u> bar $\Delta p \hat{=} -2,5$ %	Grenzdruck im Störfall $1,1 \cdot p_{zul} = 17,6$	
	<b>SBV (für Leckgas)</b> Typ: <u>RMG - S 32a</u> Ansprechdruckgruppe AG <u>2,5</u> erf. Druckabsenkung zum vollst. Schließen $\Delta p =$ <u>-0,6</u> bar $\Delta p \hat{=} -3,5$ %		
Gas - Druckregelgeräte	<b>GDR</b> Typ: <u>RMG 500</u> mit Regler <u>RMG 650</u> Schließdruckgruppe SG <u>10 *</u> Regelgruppe RG <u>2,5</u> *Gerät arbeitet jedoch mit + 5 %	Grenzdruck bei Normalbetrieb $1,0 \cdot p_{zul} = 16,0$	
Sicherheitseinrichtung gegen Druckmangel	<b>SAV</b> Typ: <u>ist nicht vorgesehen</u> Ansprechdruckgruppe AG <u>  </u> erf. Druckerhöhung zum Wiedereinrasten von Hand $\Delta p =$ <u>  </u> bar $\Delta p \hat{=}$ <u>  </u> %		

Bild 6: Druckstaffelungs-Beispiel für eine zweiseitige Gas-Druckregelanlage

Fig. 6: Example of setpoint pressure graduation of a two stream gas pressure regulating station

Fig. 6: Exemple de tarage et d'échelonnement des différentes pressions d'un poste de détente de gaz à deux lignes

könnte dieser Bereich eingeschränkt und damit der Betriebsdruck weiter angehoben werden.

- Für die Einstellung des Regelgerätes der Betriebsschiene ist die zum Wiedereinrasten der SAV's (von Hand) und die zum vollständigen Schließen der SBV's erforderliche Druckabsenkung zu beachten. Dabei ist der niedrigste Druckwert, in diesem Fall der der SBV (15,4 bar), maßgebend. Der Sollwert des Regelgerätes wurde so eingestellt, daß die Schließdruckgrenze mit diesem Wert zusammenfällt.

Im gewählten Beispiel kann das nach PN 16 ausgeführte Rohrnetz mit einem maximalen Soll-Betriebsdruck von 14,6 bar gefahren werden. Die Erläuterungen lassen erkennen, daß Möglichkeiten bestehen, diesen Wert noch weiter anzuheben.

Bei Beachtung der Forderung, daß der Schließdruck des Gas-Druckregelgerätes den höchstzulässigen Betriebsdruck von 16,0 bar nicht überschreiten darf, ergibt sich jedoch bei einem Gerät mit einem Schließdruck von 5 % als maximale Grenze für den Soll-Betriebsdruck ein Wert von 15,2 bar.

Wenn die Anlage ständige Gasabnahme hat und nicht mit dem Schließdruck gerechnet werden muß, besteht im Grenzfall die Möglichkeit, die positive Regelabweichung bis an die Nenn-druckstufe heranzuführen. Der Sollwert des Gas-Druckregelgerätes mit der Regelgruppe RG 2,5 könnte also auf 15,6 bar eingestellt werden. Der Schließdruck würde jetzt allerdings bis auf 16,4 bar ansteigen und damit über dem höchstzulässigen Betriebsdruck im Leitungssystem liegen. Da aber gemäß Voraussetzung Nullverbrauch nicht eintritt und die nach G 495 vorgeschriebene Schließdruckprüfung gegen die erste ausgangsseitige Absperrarmatur geschieht, also in einem Rohrleitungsbereich stattfindet, der in der Druckstufe der Eingangsseite ausgeführt ist, können auch bei einer solchen Grenzbeachtung keine sicherheitswidrigen Zustände eintreten.

### Schrifttum

- [1] DIN 3380 Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 100 bar.
- [2] DIN 3380, Blatt 3 Gas-Druckregler und ihre Sicherheitseinrichtungen für Stadtgas und Ferngas — Sicherheitseinrichtungen

- [3] DIN 3381 (Entwurf) Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar; Sicherheitsabblase- und Sicherheitsabsperreinrichtungen.
- [4] G 490 Technische Regeln für Bau und Ausrüstung von Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 100 mbar bis einschließlich 4 bar.
- [5] G 491 Technische Regeln für Bau und Ausrüstung von Gas-Druckregelanlagen mit Eingangsdrücken über 4 bar bis einschließlich 100 bar.
- [6] G 495 Gas-Druckregelanlagen und Anlagen für die Großgasmessung — Überwachung und Wartung —.
- [7] G 497 Bau und Betrieb von Gasverdichterstationen an Gasleitungen, Gaserzeugungs- und Gasspeicheranlagen mit einem Betriebsüberdruck von mehr als 1 bar und Antriebsleistungen von mehr als 100 kW.
- [8] Eberhard, R.: Ausgangsdruck von Regelanlagen unter Berücksichtigung der Absicherung gegen unzulässigen Druckanstieg in den nachgeschalteten Systemen. gwf-gas/erdgas, Heft 3/1973.
- [9] Eberhard, R.: Überlegungen bei der Planung von Gas-Übernahmestationen. Neue DELIWA Zeitschrift, Heft 12/1975.
- [10] Weidner, G.: Gas-Druckregelung und Sicherheit. Die Industriefeuerung, Heft 5/1975.
- [11] John, M.: Absicherung von Gasleitungen durch absperrende und abblasende Sicherheitseinrichtungen. gwf gas/erdgas Heft 3/81.

### Zusammenfassung

Unter normalen Betriebsbedingungen stellt die Nenndruckstufe die absolute Grenze für den zulässigen Betriebsdruck in einem Leitungssystem dar. Für den Störfall wird jedoch im technischen Regelwerk eine Überschreitung der Druckstufe bis maximal 10 % zugelassen. Dabei darf der Druckbereich zwischen Nenndruckstufe PN und seinem 1,1-fachen Wert für die Staffelung der vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen herangezogen werden.

Mit welchem maximalen Druck ein Leitungssystem in der Praxis gefahren werden kann, wird jedoch nicht nur vom technischen Regelwerk sondern auch von der Ansprechgenauigkeit, der Rückschaltdifferenz und den Staffelungsabständen der Sicherheitseinrichtungen bestimmt. In einem Druckstaffelungsbeispiel für eine zweischienige Gas-Druckregelanlage wird aufgezeigt, daß sich der Betriebsdruck bei Verwendung von Sicherheitseinrichtungen mit höchster Ansprechgenauigkeit und Wahl geringster Staffelungsabstände zwar recht nahe an die theoretische Druckgrenze (Nenndruckstufe) heranführen läßt, sein Sollwert diese Grenze aber nie erreichen kann.

### Summary

Under normal service conditions the nominal pressure constitutes the absolute limit of the maximum permissible service pres-

sure in a gas main. According to technical rules, however, it is permitted in case of failure to exceed the nominal pressure by 10 % at the maximum.

This increase should lie within the pressure range between the nominal pressure PN and 1.1 times its value for the setpoint graduation of the safety devices in question. The maximum pressure to be practically permitted for a gas main is not only determined by the technical rules, but also by the response precision, the re-arming differential and the setpoint pressure graduation of the safety devices.

The example of pressure graduations of a 2-stream gas pressure regulating station demonstrates that the use of safety devices of highest response precision under smallest possible graduation differentials allows the service pressure to come very close to the theoretical limit of the nominal pressure, but at the same time it shows that its setpoint can never fully reach this limit.

### Résumé

Sous des conditions de service normales la pression nominale constitue la limite absolue de la pression de service admissible dans une canalisation de gaz. Selon les prescriptions techniques cependant il est permis d'excéder la pression nominale de 10 % au maximum en cas de pannes.

Cette augmentation devrait se situer entre la pression nominale PN et 1,1 fois sa valeur pour le tarage et l'échelonnement des dispositifs de sécurité en question. La pression maximale qui peut être permise en application pratique est déterminée non seulement par les prescriptions techniques, mais aussi par la précision de réponse, le différentiel de ré-enclenchement et par le tarage et l'échelonnement des différents dispositifs de sécurité.

L'exemple de tarage et d'échelonnement des pressions d'un poste de détente de gaz à deux lignes montre que l'utilisation de dispositifs de sécurité à précision de réponse maximale et qui fonctionne sous un échelonnement de pressions minimal permet de rapprocher la pression de service de très près à la limite théorique de la pression nominale, mais elle montre aussi que sa valeur de consigne ne peut jamais atteindre cette limite parfaitement.