



# **Die Membranbruchsicherung beim Sicherheits-Absperrventil**

**Dipl.-Ing. Rudolf Fischer**

Sonderdruck aus  
"GWf Gas/Erdgas" 05/1993

# Die Membranbruchsicherung beim Sicherheitsabsperrentil

Rudolf Fischer

**Schlagwörter:** Sicherheitsabsperreinrichtung, Sicherheitsabsperrentil (SAV) ohne Hilfsenergie, SAV mit Hilfsenergie, Kontrollgerät, Vergleichermembran, Membranschaden, Schaltventil, Selbstausslösung, Nachrüstung

Sicherheitsabsperreinrichtungen, die in Anlagen der öffentlichen Gasversorgung eingesetzt werden, müssen seit Mitte 1989 mit der sog. Membranbruchsicherung ausgestattet sein. Das bedeutet, daß die Geräte bei einem Schaden an der Vergleichermembran selbsttätig schließen müssen. Alternativ dazu können im Druckbereich bis PN 4 die SAV auch mit eingangsdruckfesten Vergleichermembranen ausgestattet werden. Eine Verpflichtung zur Nachrüstung von Altgeräten besteht nicht; im Einzelfall ist sie allerdings ohne größere Kosten möglich.

## 1. Allgemeines/Regelwerk

Eine der wesentlichsten Zielsetzungen des DVGW-Regelwerkes ist es, das Sicherheitsniveau in der öffentlichen Gasversorgung ständig zu verbessern. Dieser Prämisse folgend wurde in die im Juli 1984 neu erschienene DIN 3381 [1] eine Forderung aufgenommen, wonach eine Sicherheitsabsperreinrichtung bei einem Schaden an der Membran, die den Schließvorgang auslöst, selbsttätig schließen muß.

Zur Realisierung dieser sog. Membranbruchsicherung wurde der Industrie eine Übergangsfrist von fünf Jahren eingeräumt.

Die DIN 3381 hat Gültigkeit für alle Sicherheitseinrichtungen, die in Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar eingesetzt werden. Ausgenommen sind allerdings SAV in HTB-Ausführung (höhere thermische Belastbarkeit). Für diese Geräte wurde im Mai 1990 die Entwurfsfassung der DIN 33822 [2] herausgegeben, die seit diesem Zeitpunkt als Grundlage für die Typprüfung der HTB-Geräte dient.

In der für Eingangsdrücke bis 4 bar gültigen DIN 33822 wird für die SAV eine Selbstausslösung bei Membranbruch nicht gefordert. Statt dessen ist festgelegt, daß „die Vergleichermembranen der SAV so ausgelegt und/oder eingebaut sein müssen, daß sie festigkeitsmäßig dem max. Eingangsdruck widerstehen“.

Für Sicherheitsabsperreinrichtungen in HTB-Ausführung nach DIN 33822 wurden somit in bezug auf die Vergleichermembran im Kontrollgerät andere Anforderungen gestellt als für SAV nach DIN 3381. Diese Unterschiedlichkeit ist sachlich nicht zu begründen. Der zuständige DVGW-Arbeitskreis hat daher festgelegt, daß bei Sicherheitsabsperreinrichtungen nach DIN 3381 im Druckbereich bis PN 4 alternativ zur Membranbruchsicherung auch eine eingangsdruckfeste Vergleichermembran zur Anwendung kommen kann.

Dieser Beschluß wurde dem Gasfach als Nachtrag zur DIN 3381 im gwf-Gas/Erdgas [3] zur Kenntnis ge-

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

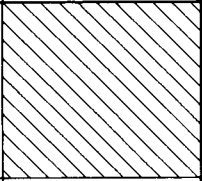
bracht: „Für Sicherheitsabsperreinrichtungen für Eingangsdrücke bis 4 bar gilt als gleichwertig, wenn die Vergleichermembran so ausgelegt und/oder eingebaut ist, daß sie festigkeitsmäßig dem max. Eingangsdruck widersteht.“

Ab Juni 1989 sind also in Anlagen der öffentlichen Gasversorgung nur noch SAV mit der sog. Membranbruchsicherung einzusetzen. Bei Eingangsdrücken bis 4 bar können alternativ dazu auch SAV mit eingangsdruckfesten Vergleichermembranen Anwendung finden (s. *Bild 1*).

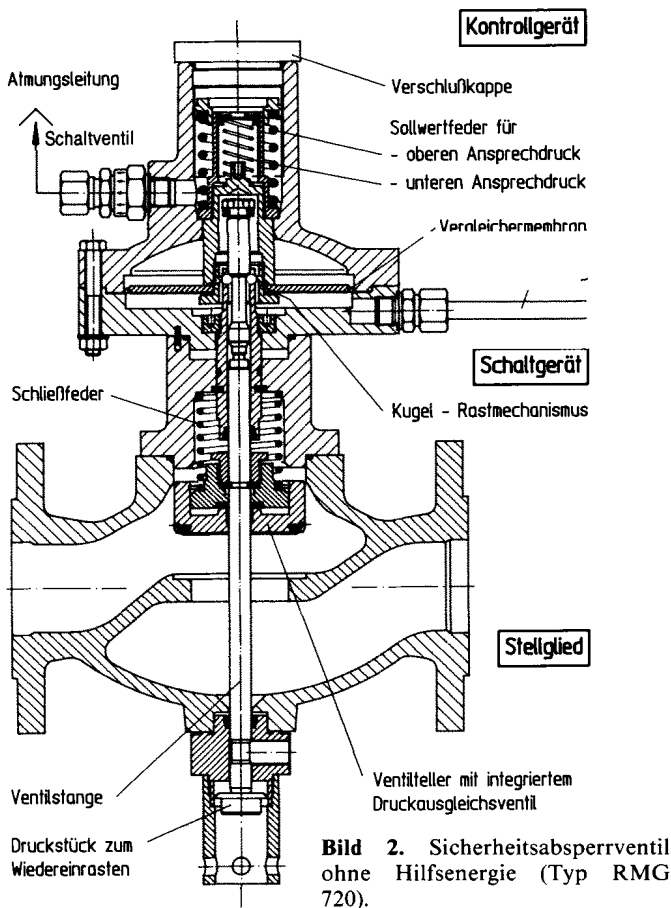
In den neuen Bundesländern ist gem. dem DVGW-Rundschreiben G10/1990 [4] ab dem 3. Okt. 1990 das Regelwerk des DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. als anerkannte Regel der Technik anzuwenden. Ab diesem Termin müssen also in neu konzipierten Anlagen ebenfalls SAV eingesetzt werden, die die vorstehenden Anforderungen erfüllen.

## 2. Konstruktive Lösungen

Die Membranbruchsicherung stellt keine technische Neuerung dar. Auch vor der Herausgabe der DIN 3381 wurden bereits Konstruktionen am Markt angeboten, bei denen ein Bruch der Vergleichermembran das auto-

		Sicherheitsabsperreinrichtung nach	
		DIN 3381	DIN 33822
Druckstufe	PN 100	Membranbruchsicherung	
	PN 4		
	PN 0,1	Membranbruchsicherung oder eingangsdruckfeste Vergleichermembran	eingangsdruckfeste Vergleichermembran

**Bild 1.** Anforderungen an die Vergleichermembran.



**Bild 2.** Sicherheitsabsperrentil ohne Hilfsenergie (Typ RMG 720).

matische Schließen des SAV zur Folge hatte. Darauf wird auch in einer Fußnote zum Abschn. 3.2.4 der DIN 3381 hingewiesen, in der es heißt: „Für die Erfüllung dieser Funktion gibt es Konstruktionen bei Sicherheitsabsperreinrichtungen mit Fremdenergie (Hilfsenergie) und für alle übrigen Sicherheitsabsperreinrichtungen, soweit sie einen unteren Einstellbereich haben.“

Ähnlich wie bei den Gas-Druckregelgeräten unterscheiden wir auch bei den SAV zwischen Geräten, die ohne Hilfsenergie, und Geräten, die mit Hilfsenergie arbeiten [5 bis 8]:

Beim SAV, das ohne Hilfsenergie arbeitet, wird die zum Entriegeln des Schaltgerätes erforderliche Kraft von dem zu überwachenden Druck selbst aufgebracht.

Im Gegensatz dazu wird bei Geräten, die mit Hilfsenergie arbeiten, die zur Auslösung des Schließvorganges erforderliche Kraft mit Hilfe eines Verstärkerventiles und eines nachgeordneten Druck/Kraft-Umformers aus dem zu überwachenden Druck gebildet. Die Auslösekraft kann allerdings auch von einer Fremdenergie (z. B. von elektrischer Energie) geliefert werden.

In gleicher Weise wie bei den Gas-Druckregelgeräten gilt auch für die Sicherheitsabsperrentile, daß Geräte, die mit Hilfsenergie arbeiten, eine höhere Genauigkeit haben als solche ohne Hilfsenergie.

## 2.1 SAV ohne Hilfsenergie

In **Bild 2** ist das typische Beispiel eines ohne Hilfsenergie arbeitenden SAV dargestellt: Der zu überwachende

Druck wird über die Meßleitung der Vergleichermembran im Kontrollgerät zugeschaltet. Die so erzeugte Kraft vergleicht sich mit der Kraft der Sollwertfedern und entriegelt das Schaltgerät, wenn entweder die Ist-Kraft die Soll-Kraft überschreitet (oberer Ansprechdruck/Drucküberschreitung) oder wenn sie die Soll-Kraft unterschreitet (unterer Ansprechdruck/Druckmangel).

Ein mit der Druckmangelauslösung ausgestattetes SAV wird aber nicht nur beim Erreichen des unteren Ansprechdruckes geschlossen. Es löst auch dann aus, wenn sich am Vergleichs unabhängig von der absoluten Druckhöhe ein Differenzdruck einstellt, der gleich oder kleiner ist als der eingestellte untere Ansprechdruck.

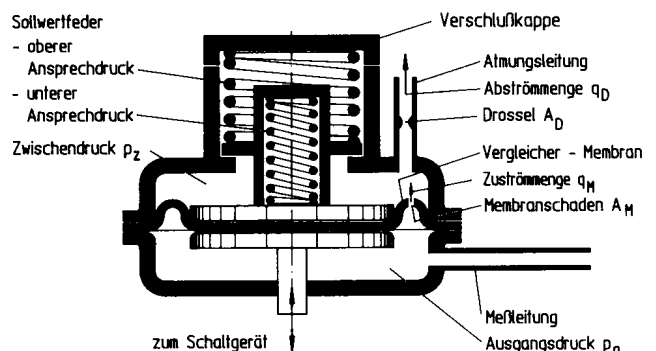
Diese Vorgänge sind Basis für die Aussage in der bereits erwähnten Fußnote zum Abschn. 3.2.4 der DIN 3381, wonach die Forderung nach Selbstausslösung bei Membranbruch als erfüllt gilt, wenn das betreffende SAV mit einer Druckmangelauslösung ausgestattet ist. Dabei geht man davon aus, daß ein Membranbruch den zur Auslösung über Druckmangel erforderlichen Druckausgleich am Vergleichs zur Folge hat. Die Ausbildung des Druckausgleichs wird vielfach durch die Bedrosselung der Atmungsleitung unterstützt.

Bei der vorgenannten Lösung ist allerdings zu beachten, daß ein Membranschaden jede beliebige Größe annehmen kann. Es sind daher auch Membrandefekte denkbar, die am Vergleichs einen Differenzdruck erzeugen, der gerade noch nicht ausreicht, das SAV über die Druckmangelauslösung zu schließen. Ein solcher Schaden kann, wenn er nicht rechtzeitig entdeckt wird, eine erhebliche Verschiebung des oberen Ansprechdruckes  $p_{so}$  zur Folge haben:

In **Bild 3** ist der Vergleichs eines ohne Hilfsenergie arbeitenden SAV noch einmal in einer Prinzipskizze dargestellt:

Bei einem Membranschaden  $A_M$  strömt Gas aus dem Raum unterhalb der Vergleichermembran (Ausgangsdruck  $p_a$ ) in den Raum oberhalb der Membran und baut dort gegen die Atmungsdruckdrossel  $A_D$  den Zwischendruck  $p_z$  auf.

Das sich dabei einstellende Gleichgewicht zwischen der über die Schadensstelle  $A_M$  zuströmenden Gasmenge  $q_M$  und der über die Drossel  $A_D$  abströmenden Gasmenge  $q_D$  erlaubt es, die sich ergebenden Abhängigkeiten mathematisch zu beschreiben:



**Bild 3.** Kontrollgerät eines SAV ohne Hilfsenergie.

$$q_M = q_D \quad (1)$$

$$A_M \cdot C \cdot \sqrt{p_z (p_a - p_z)} = A_D \cdot C \cdot \sqrt{p_{amb} (p_z - p_{amb})}$$

Mit dem Atmosphärendruck  $p_{amb} = 1 \text{ bar}$  ergibt sich aus Gl. (1):

– für den Querschnitt der Schadensstelle

$$A_M = A_D \cdot \sqrt{\frac{p_z - 1}{p_z (p_a - p_z)}} \quad (2)$$

– und für den Zwischendruck

$$p_z = \frac{p_a - \left(\frac{A_D}{A_M}\right)^2}{2} + \sqrt{\left[\frac{p_a - \left(\frac{A_D}{A_M}\right)^2}{2}\right]^2 + \left(\frac{A_D}{A_M}\right)^2} \quad (3)$$

Die Beeinflussung des oberen Ansprechdruckes  $p_{so}$  durch einen Membranschaden, der die Druckmangelauslösung gerade noch nicht zur Folge hatte, soll an einem Beispiel dargestellt werden:

Ausgangsdruck  $p_a = 50 \text{ mbar}$   
 $(p_{a \text{ abs}} = 1,05 \text{ bar}),$   
 oberer Ansprechdruck  $p_{so} = 80 \text{ mbar},$   
 unterer Ansprechdruck  $p_{su} = 20 \text{ mbar}.$

Es wird angenommen, daß der zum Zeitpunkt 1 (s. Bild 4) auftretende Membranschaden in Federraum des Vergleichers einen Zwischendruck von  $p_z = 29 \text{ mbar}$  ( $p_{z \text{ abs}} = 1,029 \text{ bar}$ ) aufbaut. Der jetzt an der Vergleichermembran wirksame Differenzdruck von  $p_a - p_z = 50 - 29 = 21 \text{ mbar}$  ist geringfügig größer als der untere Ansprechdruck von  $p_{su} = 20 \text{ mbar}$ ; das SAV kann also über Druckmangel noch nicht ausgelöst werden.

Für die vorgenannten Daten war gem. Gl. (2) ein Membranschaden von  $A_M = 1,16 \cdot A_D$  erforderlich.

Es wird jetzt angenommen, daß der Membranschaden nicht erkannt wurde und daß ab dem Zeitpunkt 2 infolge eines Defektes am Regelgerät der Ausgangsdruck ansteigt. Mit  $(A_D/A_M)^2 = 0,74$  und Gl. (3) kann die Abhängigkeit des Differenzdruckes an der Vergleichermembran  $p_a - p_z$  vom Ausgangsdruck  $p_a$  berechnet werden.

Die in Bild 4 dargestellten Ergebnisse zeigen eine beträchtliche Verschiebung des oberen Ansprechdruckes: Statt beim eingestellten Sollwert von 80 mbar wird das SAV erst bei einem Ausgangsdruck von ca. 200 mbar (Zeitpunkt 3) geschlossen.

Die Größe der Abweichung ist abhängig von den gegebenen Druckwerten. Würde man z.B. den unteren SAV-Ansprechdruck nicht auf 20 mbar, sondern auf lediglich 10 mbar einstellen, so ist für die Grenzbeurteilung ein Membranschaden von  $A_M = 1,85 \cdot A_D$  erforderlich. Dadurch wird der obere Ansprechdruck sogar von 80 mbar nach ca. 460 mbar verschoben.

Der in DIN 3381 für SAVs ohne Hilfsenergie vorgeschlagene Weg zur Realisierung der Selbstausslösung bei Membranbruch kann also erhebliche Veränderungen des oberen Ansprechdruckes zur Folge haben. Um diesen Nachteil auszuschalten, wurde ein Schaltventil (s. Bild 5) entwickelt, das die Fest-Drossel in der Atmungsleitung des Sicherheitsabsperrentiles ersetzt.

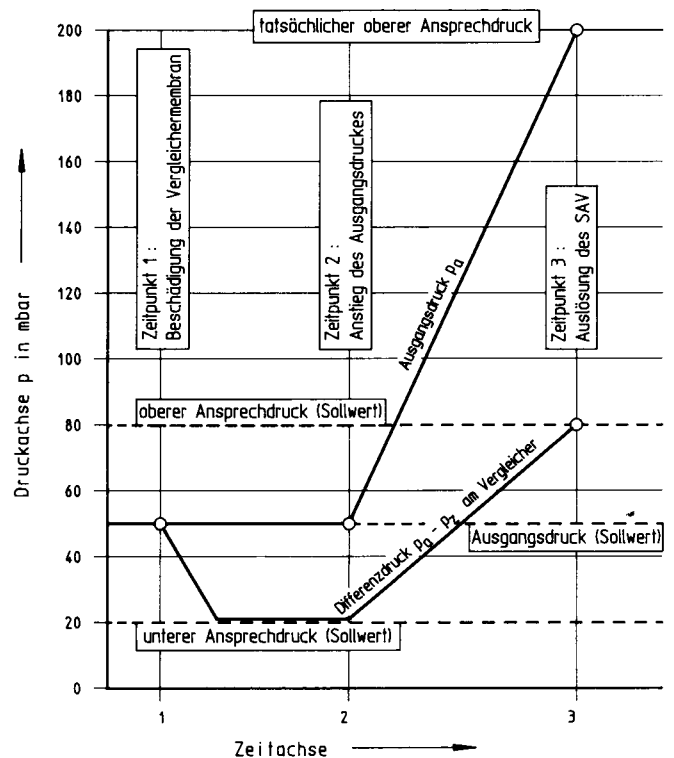


Bild 4. Verschiebung des SAV-Ansprechdruckes bei einem Membranschaden.

Das Schaltventil kontrolliert den Druck im Raum oberhalb der Vergleichermembran. Wenn sich in diesem Raum infolge eines Membrandefektes ein Druck in der Größenordnung von ca. 10 mbar aufbaut, bewegt sich der Ventilteller des Schaltventiles gegen die Sollwertfeder in die Schließposition. Die Strömung über die Atmungsleitung wird unterbunden; an der Vergleichermembran ergibt sich zwangsläufig ein vollständiger Druckausgleich, der das Sicherheitsabsperrentil über den unteren Ansprechdruck zur Auslösung bringt.

Bei Anwendung des Schaltventiles kann sich somit der obere Ansprechdruck auch unter ungünstigsten Bedingungen lediglich um die genannten ca. 10 mbar zu höheren Werten verschieben. Die Installation des Schaltventiles setzt allerdings voraus, daß sich in der Meßleitung keine Drosselstellen befinden.

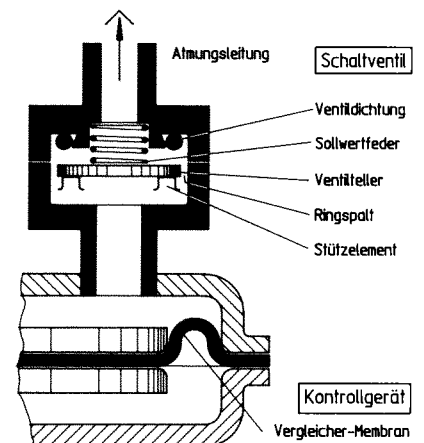
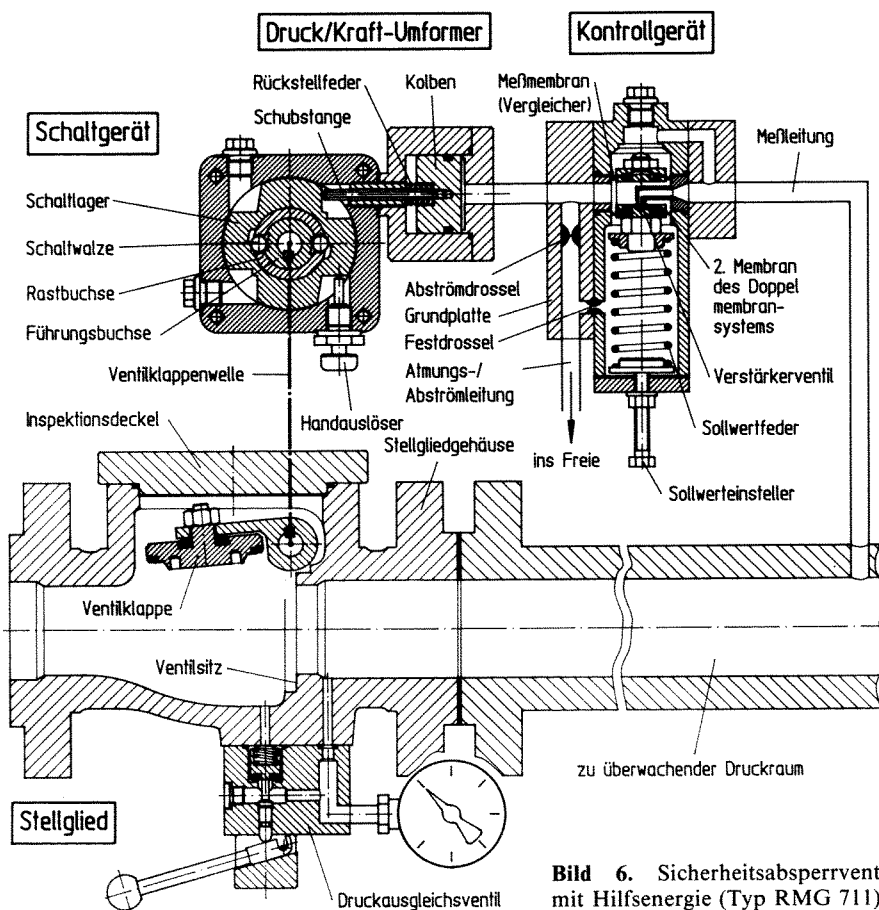


Bild 5. Schaltventil (Typ RMG 919) für die Atmungsleitung von SAV-Kontrollgeräten ohne Hilfsenergie.



**Bild 6.** Sicherheitsabsperrentil mit Hilfsenergie (Typ RMG 711).

Werden beim Schaltventil der Ringspalt und die Sollwertfeder so aufeinander abgestimmt, daß der Schließvorgang bei einem Gasaustritt von 30 l pro Stunde (bezogen auf Luft im Normzustand) erfolgt, kann auf die Verlegung einer Atmungsleitung verzichtet werden. Schaltventile dieser Art haben allerdings eine sehr hohe Ansprechempfindlichkeit, so daß es sich als vorteilhaft erweisen kann, beim Öffnen des SAV von Hand für eine zusätzliche Beatmung des Membranraumes (z. B. durch Abschrauben der Verschlußkappe) zu sorgen.

## 2.2 SAV mit Hilfsenergie

Bestimmte Sicherheitseinrichtungen, die mit Hilfsenergie arbeiten, haben die Forderung nach Selbstauslösung bei einem Membranschaden bereits erfüllt, bevor die DIN 3381 erschienen ist (s. *Bild 6*).

Der zu überwachende Druck wird der Vergleichermembran im Kontrollgerät zugeschaltet und mit der Kraft der Sollwertfeder verglichen. Überschreitet der Ist- den eingestellten Soll-Wert, so öffnet das Verstärkerventil, das eingangsseitig ebenfalls mit dem zu überwachenden Druck verbunden ist. Der sich jetzt aufbauende Druck wird auf den Kolben des Druck/Kraft-Umformers geführt und erzeugt die zum Entriegeln des Schaltgerätes erforderliche Kraft.

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

Die untere Membran des Doppel-Membran-Systems ist normalerweise nicht druckbeaufschlagt, aber selbst wenn auch diese Membran beschädigt wird, bleibt die Normalfunktion und die Selbstauslösung bei Membranbruch erhalten, da in die Atmungsleitung eine zusätzliche Festdrossel eingebaut wurde.

## 3. Nachrüstung

Ab Mitte 1989 dürfen in Gas-Druckregelanlagen der öffentlichen Gasversorgung nur noch Sicherheitsabsperrentile eingebaut werden, die entweder mit einer Membranbruchsicherung oder – bei Geräten im Druckbereich bis PN 4 – mit einer eingangsdruckfesten Vergleichermembran ausgestattet sind.

Sicherheitsabsperrentile, die vor dem genannten Termin eingebaut wurden, können unverändert weiter betrieben werden. Eine Verpflichtung zur Nachrüstung mit den Einrichtungen zur Selbstauslösung oder mit einer eingangsdruckfesten Vergleichermembran ist weder in der

DIN 3381 noch in anderen DVGW-Unterlagen enthalten. Es bleibt also der Entscheidung des Betreibers überlassen, ob er eine solche Nachrüstung vornehmen will oder nicht. Dazu dürfen einige Anmerkungen gemacht werden:

Die heute zum Einsatz kommenden Membran-Werkstoffe zeigen ein hohes Maß an Betriebssicherheit. Die wenigen festgestellten Membranschäden sind zumeist auf mechanische oder chemische Einflüsse und in selteneren Fällen auf Herstellungsfehler zurückzuführen.

Bei Sicherheitsabsperrentilen, die ohne Hilfsenergie arbeiten, wird die Selbstauslösung bei Membranbruch sehr oft über den unteren Ansprechdruck und ein zusätzliches Schaltventil in der Atmungsleitung realisiert. Bei den meisten SAV-Konstruktionen ist eine solche Nachrüstung vor Ort ohne größere Kosten möglich. Die zusätzliche (oft nicht gewünschte) Druckmangelauslösung ist für den normalen Betrieb nicht störend, da sie auf einen sehr niedrigen Wert eingestellt werden kann.

Bei SAV, die mit Hilfsenergie arbeiten, kann man davon ausgehen, daß ein mit einem Doppel-Membran-System ausgerüstetes Kontrollgerät die Anforderungen auf Selbstauslösung erfüllt. Alle einmembranigen Kontrollgeräte lassen sich nicht nachrüsten; sie müssen auf neue Kontrollgeräte umgestellt werden.

Vor einer Nachrüstung ist in jedem Fall mit dem Gerätehersteller Rücksprache zu nehmen. Bei den Herstellerfirmen steht i. d. R. gerätespezifisches Informationsmaterial zur Verfügung [9].

#### 4. Zusammenfassung

Die 1984 herausgegebene DIN 3381 schreibt vor, daß Sicherheitsabsperrentile bei einem Schaden an der Vergleichermembran selbsttätig schließen müssen.

Für die Realisierung dieser Forderung wurde der Industrie eine Übergangszeit von fünf Jahren eingeräumt.

SAV in HTB-Ausführung nach DIN 33822 sind mit eingangsdruckfesten Vergleichermembranen auszustatten. Durch einen Nachtrag zur DIN 3381 kann diese Ausführungsform im Druckbereich bis PN 4 alternativ auch bei DIN 3381-Geräten Anwendung finden.

Die Empfehlung in DIN 3381, bei SAV ohne Hilfsenergie die Selbstauslösung bei Membranbruch lediglich über den unteren Ansprechdruck zu realisieren, kann bei ganz bestimmten Schadensfällen eine erhebliche Verschiebung des oberen Ansprechdruckes zur Folge haben. Um diesen Nachteil auszuschalten, ist es zweckmäßig, in der Atmungsleitung statt einer Fest-Drossel ein Schaltventil anzuordnen.

Die Nachrüstung von Altgeräten wurde vom DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. nicht vorgeschrieben; die Entscheidung bleibt dem Betreiber überlassen. Bei einer Vielzahl von Geräten ist die Nachrüstung ohne größere Kosten möglich. Da die einzelnen Gerätehersteller sehr unterschiedliche Lösungen realisiert haben, ist es erforderlich, vor einer solchen Maßnahme mit den zuständigen Herstellern Rücksprache zu nehmen.

#### Literatur

- [1] DIN 3381: Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar, Sicherheitsabblase- und Sicherheitsabsperreinrichtungen. Hrsg. vom Deutschen Normenausschuß. Aug. Juni 1984.
- [2] DIN 33822: Gas-Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen der Gasinstallation für Eingangsdrücke bis 4 bar. Hrsg. vom Deutschen Normenausschuß. Entwurf Mai 1990.
- [3] Erweiterung der DIN 3381, Aug. Juni 1984: Sicherheitseinrichtungen für Gasversorgungsanlagen mit Betriebsdrücken bis 100 bar. *gwf-Gas/Erdgas* 131 (1990) Nr. 12, S. 574.
- [4] DVGW-Rundschreiben G10/1990: Regelung für die neuen Bundesländer bezüglich der Anwendung des DVGW-Regelwerkes im Bereich der Gasversorgung.
- [5] *John, M.*: Sicherheitsmaßnahmen bei Gasleitungen. *3R international* 24 (1985) Nr. 5/6, S. 259/267.
- [6] *John, M.*: Absicherung von Gasleitungen durch absperrende und abblasende Sicherheitseinrichtungen. *gwf-gas/erdgas* 122 (1981) Nr. 3, S. 111/118.
- [7] *Fischer, R.*: Neue Geräte für die Gas-Druckregelung. *3R international* 26 (1987) Nr. 8, S. 516/521.
- [8] *Fischer, R.*: Maximal möglicher Betriebsdruck in einem Gasleitungssystem unter Berücksichtigung der Druckabsicherung am Eingang. *3R international* 28 (1989) Nr. 4, S. 178/184.
- [9] RMG-Technische Information TI 31/91: Sicherheitsabsperrentile – Nachträglicher Einbau der Selbstauslösung bei Membranbruch. RMG Regel + Messtechnik GmbH Kassel.