

## Zwei Varianten der Absicherung von Erdgas-Vorwärmanlagen nach DVGW-Merkblatt G 499

Frank Triesch

**Schlagwörter:** Erdgasvorwärmanlagen, Wasserkreislauf, Leckgas, Druckanstieg, Doppelrohr-Sicherheits-Wärmeübertrager, Sicherheitseinrichtungen

Neben den im DVGW-Merkblatt G 499 angeführten möglichen Formen der Absicherung von Erdgas-Vorwärmanlagen gegen Gaseintritt und Druckanstieg im Heizwasserkreislauf werden zwei weitere Varianten zur Diskussion gestellt: die Ausführung des Gasvorwärmers als Doppelrohrapparat, gekoppelt mit einem geprüften wartungsfreien Leckageschalter für den selektiven Nachweis von Heizwasser oder Erdgas im Leckageraum, und die Nachrüstung bestehender Gasvorwärmer mit einer normenkonformen Sicherheitseinrichtung zum Nachweis und zur Ausschleusung von Erdgas aus dem Heizwasser. Die alternativen Varianten werden den herkömmlichen Formen der Absicherung gegenübergestellt.

Das Merkblatt G 499 „Erdgas-Vorwärmung in Gasanlagen“ [1; 2] schließt eine Lücke im Regelwerk des DVGW. Im Werdegang und seiner Einstufung als Merkblatt spiegelt sich jedoch die Schwierigkeit dieser häufig als Randproblem betrachteten Materie wider.

Der Autor hatte in seiner bisherigen Tätigkeit die Gelegenheit, sich intensiv mit den verschiedenen Varianten der Absicherung von Gasvorwärmern gegen Gaseintritt und Druckanstieg im Heizwasserkreislauf auseinanderzusetzen. Eine Analyse der mit diesen Verfahren verbundenen Nachteile führte zu zwei alternativen Lösungen der Absicherung jeweils für neue und vorhandene Anlagen, die nunmehr in die Fertigung übergehen. Beide Lösungen sind normenkonform zum DVGW-Merkblatt G 499 und sollten als solche in dieses einfließen.

### 1. Herkömmliche Lösungen

Im DVGW-Merkblatt G 499 werden drei Varianten der Absicherung des Heizwasserkreislaufes gegen Gaseintritt und Druckanstieg angeführt:

- Der Heizwasserkreislauf wird offen ausgeführt. Bei Undichtheiten in den Heizwasserkreislauf eintretendes Gas wird über ein am Wärmeübertrager angebrachtes Sicherheitsstandrohr sicher ins Freie abgeführt.

- Der Heizwasserkreislauf wird geschlossen ausgeführt. Bei Undichtheiten eintretendes Gas führt zu einem Druckanstieg. Dadurch öffnen auf dem Mantel des Wärmeübertragers angebrachte Sicherheitsabblaseventile oder Berstscheiben, und das austretende Medium – ein Gas/Wasser-Gemisch – wird über eine Abblaseleitung sicher ins Freie abgeführt.
- Der Wärmeübertrager wird im Mantelraum auf den höchstzulässigen Druck des Rohrtraumes ausgelegt. Bei Undichtheiten eintretendes Gas führt zu einem Druckanstieg im Heizwasserkreislauf. Der Druckanstieg löst am Vor- und Rücklaufstutzen des Wärmeübertragers angebrachte Sicherheitsabsperrentile aus, die ebenfalls dem höchstzulässigen Auslegungdruck im Rohrtraum standhalten (s. *Bild 1*).

Darüber hinaus werden Maßnahmen zum Nachweis von Leckgasen im Wasserkreislauf und zu deren gefahrlosem Ableiten empfohlen.

Werden mit der selben Wärmequelle neben der Gasvorwärmung auch z. B. Gebäude beheizt, so sind die unterschiedlichen Heizkreise hydraulisch voneinander zu trennen. Dies kann durch Wasser-/Wasser-Wärmeübertrager erfolgen (s. *Bild 1*).

### 2. Nachteile der herkömmlichen Lösungen

Die herkömmlichen Lösungen weisen wesentliche Nachteile auf.

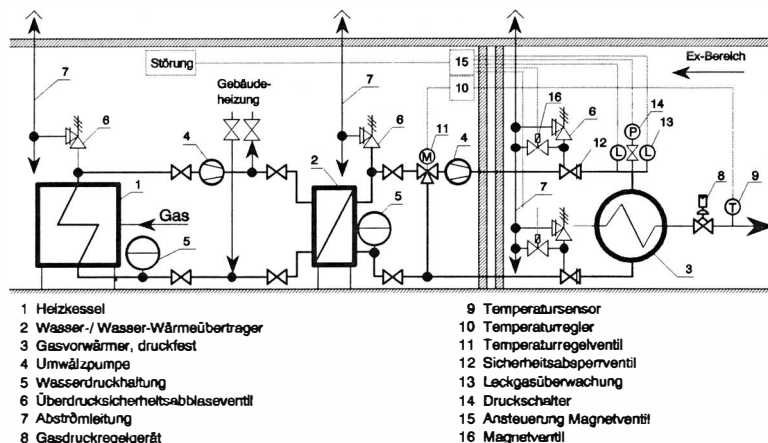
Offene Wasserkreisläufe binden Luftsauerstoff, der zur Innenkorrosion und zur Schädigung korrosionsgefährdeter Anlagenteile, auch der Wärmeübertrager, führt. Aus diesem Grund wird diese Form der Absicherung nicht mehr gewählt.

Sicherheitsabblaseventile sind regelmäßig zu überprüfen, da die Spannkraft der verwendeten Federn mit der Zeit nachläßt, und der Ventil Sitz von innen verkrusten könnte, so daß der Ansprechdruck im Betrieb nur für eine vergleichsweise kurze Zeitspanne garantiert werden kann.

Die Auslegung der Sicherheitsabblaseventile oder Berstscheiben bleibt umstritten, da die Bestimmung des abzuführenden Quellstromes vom Regelwerk nicht vorgegeben wird. Meist wird die Ausströmung aus einem vollständig geborstenen Rohr des Wärmeübertragers (zwei freie Querschnitte) mit einer Ausflussschiff  $\alpha = 0,5$  angenommen. Weiter wird davon ausgegangen, daß aus dem Sicherheitsabblaseventil oder der Berstscheibe reines Gas austritt.

Auf der Grundlage dieser praktisch nicht belegten Annahmen erhalten die Ventilsitze oder Berstscheiben bei höheren Differenzen zwischen den Auslegungsdrücken auf der Rohr- und Mantelseite des Wärmeübertragers rel. große Durchmesser, die Ventile werden schwer und unhandlich.

Wegen ihrer praktisch nicht exakt definierbaren Auslegung bleibt auch die Wirkungsweise der Sicherheitsabblaseventile und Berstscheiben umstritten. Zum Beispiel wird aus dem freiwerdenden Sicherheitsquerschnitt zuerst immer ein Gas-/Wasser-Gemisch mit einem höheren als dem für reines Gas zugrundegelegten Widerstandsbeiwert austreten. Dadurch könnte der Druckanstieg im Mantelraum des Wärmeübertragers nicht schnell genug abgebaut werden.



**Bild 1.** Derzeit gebräuchlichste Form der Absicherung des Heizwasserkreislaufes von Gasvorwärmanlagen mit Sicherheitsabsperrventilen und druckfestem Mantel des Wärmeübertragers sowie hydraulischer Trennung vom Heizsystem.

Im übrigen ist aufgrund des gesicherten Wissenstandes in der Werkstofftechnik unter Fachleuten allgemein akzeptiert, daß es in der Praxis aufgrund des Leck-vor-Brech-Verhaltens der verwendeten Werkstoffe an Rohrbündelwärmeübertragern nicht zu einem vollständigen Bersten eines oder mehrerer Rohre kommen kann [3]. Fertigungsmängel werden bei der Druck- und Dichtheitsprüfung vor der Inbetriebnahme festgestellt. In der Praxis wurden lediglich Korrosionsschäden bekannt, die sich über eine längere Zeit durch geringfügige Leckgasmengen ankündigten und anfänglich nicht mit einem wesentlichen Druckanstieg im Heizwasserkreislauf verbunden waren, da der Gasdruck im entstandenen Leck abgebaut wurde.

Wegen der angeführten Nachteile wird gegenwärtig nahezu ausschl. die Variante der Absicherung eines druckfest ausgelegten Wärmeübertragers mit Sicherheitsabsperrventilen am Heizwasservor- und -rücklaufstutzen realisiert. Dabei kommen sowohl elektromagnetische Schnellschlußventile als auch fremdenergiefreie Differenzdrucksicherheitsventile mit einem einstellbaren Schließpiloten zum Einsatz [4; 5]. Aber auch diese Form der Absicherung (s. *Bild 1*) weist Schwächen auf:

Die Sicherheitsabsperrventile sind regelmäßig zu überprüfen und neu einzustellen. Bei internen Verschmutzungen der vom gesamten Heizwasser durchströmten Ventile sind diese zu zerlegen und zu reinigen. Im Wasserkreislauf ist nur ein geringer Druck von etwa 1,3 bar zulässig. Dies erfordert spezielle Umwälzpumpen und um ca. 60% größere Ausdehnungsgefäße.

Leckgase werden nur über eine zusätzliche Niveauüberwachung in den Domen der dazu meist stehend angeordneten Wärmeübertrager erfaßt. Die fremdenergiefreien Sicherheitsabsperrventile können von der Niveauüberwachung nur über parallel zu den Steuerpiloten angeordnete Magnetventile ausgelöst werden. Damit ist das Prinzip der Fremdenergiefreiheit aufgehoben.

Die Sicherheitsabsperrventile werden erst seit kurzem mit elektrischen Stellungsanzeigen ausgerüstet, um bei

ihrem Ansprechen ein elektrisches Signal abzugeben. Bisher erfolgte dies durch einen gesonderten Druckschalter.

Durch die Unterbrechung der Gasvorwärmung beim Ansprechen der Sicherheitsabsperrventile würde die Möglichkeit bestehen, daß das dem Wärmeübertrager nachgeschaltete Gasdruckregelgerät von außen einfriert und ggf. auch von innen durch Hydrate blockiert wird. Die Folge könnte ein unzulässiger Druckanstieg im nachgeordneten Gasnetz sein, das entsprechende Sicherheitsabblasseventil (nicht dargestellt) würde ansprechen. Aus diesem Grund werden Gasvorwärmer dieser Bauart meist redundant ausgeführt.

Die Steuerpiloten und parallel geschalteten Magnetventile emittieren bei ihrem Ansprechen ein Gas-/Wasser-Gemisch, was sicher ins Freie und in die Kanalisation abgeführt werden muß.

Bei der Verwendung von Frostschutzmitteln sind diese aufzufangen. Ein Absenken des Druckes im Wärmeübertrager bewirkt ein erneutes Öffnen der Sicherheitsabsperrventile. Unvorhersehbare Folgen können entstehen.

Die hydraulische Trennung unterschiedlicher Wärmeverbraucher wie z. B. für die Gebäudeheizung erfordert zusätzliche Wasser-/Wasser-Wärmeübertrager, Umwälzpumpen und Druckhalteanlagen für den abgetrennten Heizkreislauf (s. *Bild 1*).

Dies ist mit einem erhöhten Platzbedarf, einem verschlechterten Wirkungsgrad des Heizkessels und somit wirtschaftlichen Nachteilen verbunden. In Summe erfordert eine in dieser Form abgesicherte Gasvorwärmanlage bedeutende Investitionen und hohe ständige Betriebs- und Wartungskosten.

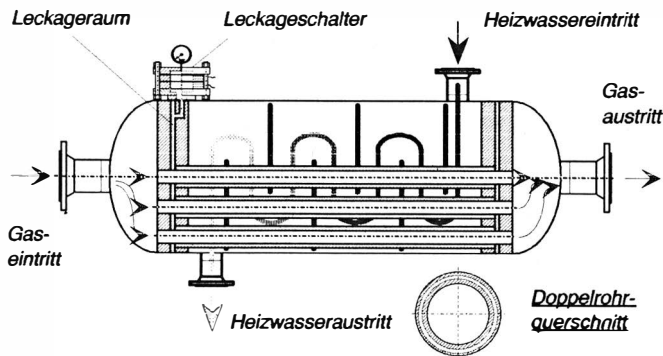
### 3. Ziel

Ziel war die Entwicklung von alternativen Varianten der Absicherung von Gasvorwärmern, die gegenüber den bekannten Formen der Absicherung eine höhere Sicherheit bei möglichst geringem Aufwand gewährleisten. Dabei sind Emissionen zu vermeiden, die Anlagen sollten einen geringen Wartungsaufwand gewährleisten und dafür geschlossen und korrosionsfrei ausgeführt sein. Auch für bestehende Anlagen sollte ohne Austausch der Wärmeübertrager eine Alternative gefunden werden, die zu Normenkonformität und mehr Sicherheit führt.

### 4. Lösung

#### 4.1 Anwendung der Doppelrohrtechnik für die Erdgasvorwärmung

Bisher wurden Doppelrohr-Sicherheits-Wärmeübertrager überwiegend zur Kühlung von Transformatorenöl und in der chemischen Industrie eingesetzt. Bei diesen



**Bild 2.** Doppelrohr-Sicherheits-Wärmeübertrager und Doppelrohrquerschnitt.

Anwendungen ist die Vermischung der am Wärmeübergang beteiligten Medien bei evtl. Leckagen des Wärmeübertragers sicher zu verhindern. Bei Doppelrohr-Apparaten ist das eigentliche Rohrbündel von einem zweiten äußeren Rohrbündel umgeben (s. *Bild 2*).

Auch das äußere Rohrbündel besitzt Kammern, die zwischen den Böden des inneren und äußeren Bündels gebildet werden. Diese Kammern sammeln hermetisch die Rohrzwischenräume und bilden den sog. Leckageraum. Der Leckageraum bleibt nach der Druck- und Dichtheitsprüfung mit Stickstoff bei atmosphärischem Druck befüllt und wird durch den Leckageschalter dicht verschlossen. Durch thermische Einflüsse von -20 bis 110°C pendelt der Absolutdruck des Stickstoffs in diesem abgeschlossenen Raum von ca. 0,89 bis 1,35 bar. Gesonderte Druckabsicherungen sind somit nicht erforderlich.

Um den thermischen Widerstand des mit Stickstoff befüllten Doppelrohr-Ringraumes zu verringern, wird jedes Innenrohr nach seiner Montage einzeln hydraulisch mit Drücken bis zu 500 bar aufgeweitet und liegt danach dicht an der Innenwand des jeweiligen Außenrohres an. Spezielle kapillarähnliche Kanäle an dieser Innenwand (s. *Bild 2*) gewährleisten jedoch, daß bei einer Leckage das eintretende Medium bis in die Sammelkammern gelangt und zu einem Druckanstieg im Leckageraum führt, so daß der Leckageschalter ausgelöst werden kann.

Gegenwärtig wird an einem Verfahren gearbeitet, das zu einer Verringerung des verbleibenden Wärmeübergangswiderstandes führen soll, der derzeit noch eine ca.

20%ige Flächenvergrößerung gegenüber einem Einfach-Rohrbündel bewirkt.

Auf eine hydraulische Trennung verschiedenartiger Heizkreise kann nunmehr verzichtet werden, da der Eintritt von Leckgas in den Heizwasserkreislauf sicher verhindert wird (s. *Bild 3*).

4.1.1 Leckageschalter

Wird ein Doppelrohr-Sicherheits-Wärmeübertrager z. B. durch Korrosion undicht, so ist das eingedrungene Medium im Leckageraum sicher nachzuweisen. Dies erfolgt bisher bei der Trafoölkühlung durch Schwimmerschalter in Kopplung mit Membranausdehnungsgefäßen, die außen an die Leckageräume angeschlossen werden. In der chemischen Industrie kommen auch Druckschalter und konduktive Sensoren zum Einsatz.

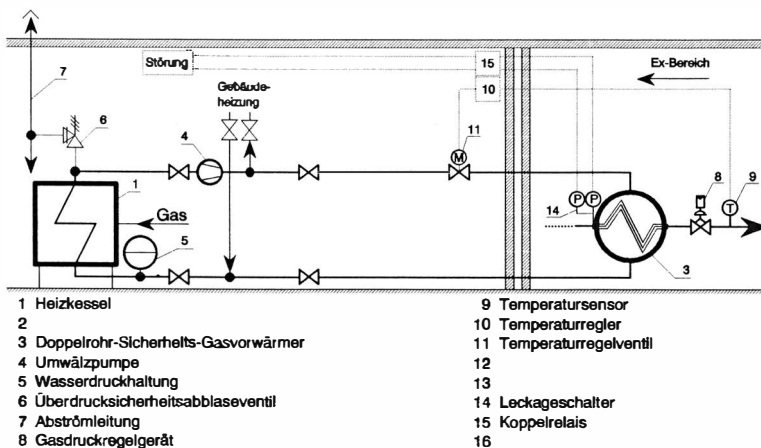
Für den selektiven Nachweis von Heizungswasser oder Erdgas im Leckageraum wurde ein spezieller Leckageschalter entwickelt (s. *Bild 4*). Er besteht aus zwei Berstscheiben-/Leckanzeigerkombinationen in einer geschlossenen Einspannvorrichtung.

Der Leckageschalter wird aus Edelstahl 1.4571 gefertigt. Die Einspannvorrichtung des Leckageschalters ist für den höchstzulässigen Druck von 130 bar ausgelegt und gewährleistet bei diesem Druck auch Dichtheit. Dadurch kann bei einer Leckage weder Heizungswasser noch Erdgas aus dem Leckageraum und -schalter entweichen.

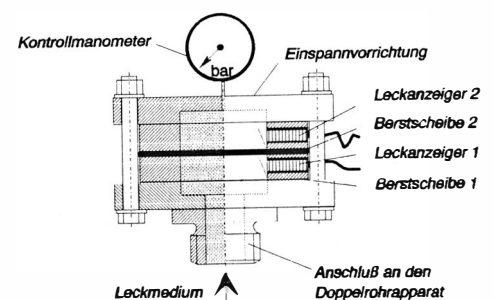
Die Berstscheiben sprechen nacheinander bei 1 und bei 10 bar (+/- 10%) an. Mit dieser Ausführung werden die auftretenden Druckstufen nach DIN von 15, 25, 40, 63 und 100 bar und nach ANSI von 150, 300, 400 und 600 abgedeckt. Höhere Drücke sind als Sonderausführung realisierbar.

Die Berstscheiben lösen Leckanzeiger aus. Diese geben ein sicherheitsgerichtetes Signal. Durch die Reihenschaltung der beiden Berstscheiben-/Leckanzeigerkombinationen ist das Signal redundant. Die Leckanzeiger werden von Koppelrelais eigensicher gespeist, so daß der Leckageschalter auch in allen explosionsgefährdeten Zonen bis hin zur Zone 1 eingesetzt werden kann.

Das sicherheitsgerichtete Signal wird in eine besetzte Warte geführt. Es kann gleichzeitig zu einer automatischen Außerbetriebnahme der betroffenen und Umschaltung auf eine Reserveanlage genutzt werden. Da



**Bild 3.** Ausführung einer Erdgas-Vorwärmanlage mit Doppelrohr-Sicherheits-Wärmeübertrager.



**Bild 4.** Leckageschalter.

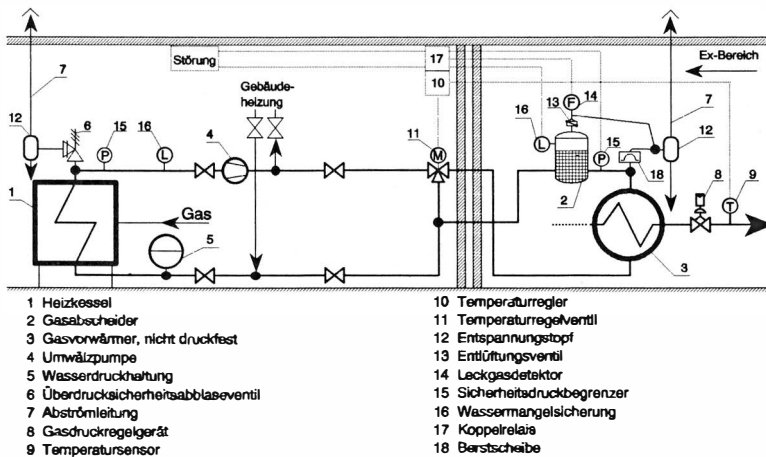


Bild 6. Ausführung einer Erdgas-Vorwärmanlage mit Sicherheitseinrichtung.

Apparates zu verhindern. Damit verlieren auch die Schwierigkeiten bei der Auslegung des Ventilquerschnittes oder Berstscheibendurchmessers an Bedeutung.

Auf eine hydraulische Trennung verschiedenartiger Heizkreise kann verzichtet werden, da das Leckgas durch seine Abscheidung und Ausschleusung vom Heizwasser nicht bis in andere Wärmeverbraucher transportiert werden kann (s. Bild 6).

Neben der Erfüllung der sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Aufgabenstellung kann nicht außer acht bleiben, daß die z.T. mit dem Heizwasser in Berührung kommenden mechanischen und elektrischen Bauteile zur Erhaltung ihrer sicherheitsgerichteten Funktion einer regelmäßigen Überprüfung und ggf. Wartung bedürfen.

Die Schalter sowie das Sicherheitsventil sind als sicherheitsgerichtete Ausrüstungen prüfbar ausgelegt und ent-

sprechen dabei den Bedingungen der DIN 4751 für sicherheitstechnische Ausrüstungen von Wasserheizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C [8].

Durch diese Normenkonformität ist es möglich, diese kompakte Sicherheitseinrichtung auch an jedem Heizkessel oder indirekten Wärmeerzeuger einzusetzen und damit Montagezeit zu sparen.

#### Literatur

- [1] DVGW-Merkblatt G 499: Erdgas-Vorwärmung in Gasanlagen. Hrsg. vom DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Aug. 1994.
- [2] *Staudinger, W.*: Planung, Bau und Betrieb von Erdgasvorwärmanlagen. gwf- Gas/Erdgas 130 (1989) Nr. 3, S. 132/137.
- [3] *Friedel, L. u. Westphal, F.*: Modelle für die Berechnung der Leckraten aus druckführenden Apparaten und Rohrleitungen in Chemieanlagen. Dechema-Monographien Band 107 – VCH Verlagsgesellschaft (1987), S. 261/292.
- [4] *Weidner, G.*: Die Absicherung der Wasserseite von Vorwärmern in Gas-Druckregelanlagen. Sonderdruck aus gaswärme international (1978) Nr. 12, S. 3/6.
- [5] *Fischer, R.*: Absicherung des Wärmeaustauschers bei der Erdgas-Vorwärmung. gwf-Gas/Erdgas 135 (1994) Nr. 5, S. 264/269.
- [6] AD-Merkblatt A 1: Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung-Berstsicherungen. Hrsg. von der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e. V. Aug. 1988.
- [7] Vorrichtung zur Absicherung von Wärmeübertragern, Gebrauchsmuster, Rollnummer G 92 09 305.1, Hauptklasse F 28 F 9/00, 08.07.92, 29.10.92, 10.12.92.
- [8] DIN 4751 Teil 2: Wasserheizungsanlagen/Sicherheitstechnische Ausrüstung. Geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wasserheizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C. Hrsg. vom Deutschen Institut für Normung e. V. Aug. 1993.

(Manuskripteingang: 6. 7. 1994)