

Sonderdruck



Gesundheits Ingenieur

Haustechnik · Bauphysik · Umwelttechnik

Matthias Hofmann

**Kritische Anmerkungen
zur Verwendung von Kunststoffrohren
in der Gas-Hausinstallation**



Kritische Anmerkungen zur Verwendung von Kunststoffrohren in der Gas-Hausinstallation

Matthias Hofmann

1. Einleitung

Mit der technischen Regel für Gasinstallationen DVGW-TRGI 2008 wurden in Deutschland erstmalig Kunststoffrohrleitungen in der Gas-Hausinstallation zugelassen. In dieser Stellungnahme werden die vorgesehenen Sicherheitskonzepte und -einrichtungen kritisch betrachtet.

Gegen die Verwendung von Kunststoffrohren als Gas-Innenleitungen bestehen keine bauaufsichtlichen Bedenken. Nach Einschätzung des DVGW bieten sie sogar die gleiche Brand- und Explosionssicherheit wie Metallleitungen. Der Autor hat jedoch erhebliche Zweifel, ob die von der TRGI 2008 für Kunststoffrohrleitungen vorgesehene Sicherheitskette in einem realen Brandfall tatsächlich greifen wird.

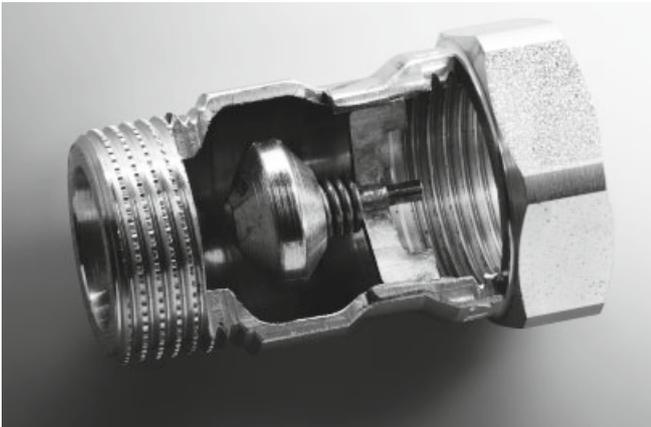


Bild 1. TAE in offenem Zustand (Modell G2206T, Viega Attendorn).

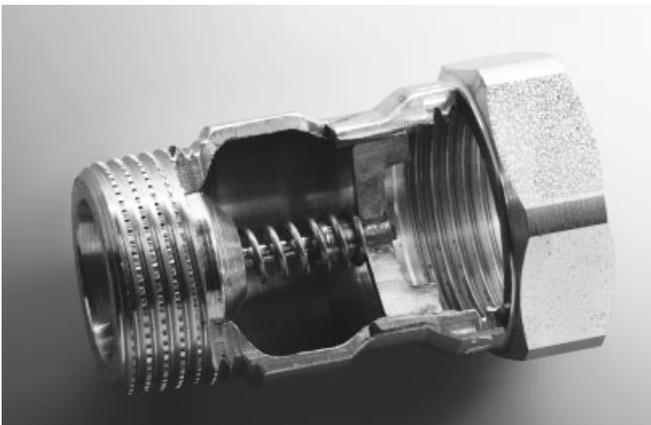


Bild 2. TAE in geschlossenem Zustand (Modell G2206T, Viega Attendorn).

2. Über den Autor

Der Autor war bis 2004 technischer Referent beim Fachverband SHK Bayern und ist seither öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sanitärtechnik und das Gas- und Wasserinstallateurhandwerk.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass es sich bei dieser Stellungnahme nicht um eine Auftragsarbeit, sondern um eine persönliche und subjektive Einschätzung handelt. Die Ausarbeitung dieser Stellungnahme wurde nicht bezahlt und es werden damit keinerlei wirtschaftliche Interessen verfolgt.

3. Bisherige HTB-Qualität

Bislang müssen die Rohrleitungen einschließlich ihrer Bauteile und Verbindungen, die in eine Gas-Innenleitung eingebaut werden, grundsätzlich „höher thermisch belastbar“ sein, also eine so genannte HTB-Qualität aufweisen.

Diese HTB-Qualität wird meist durch eine Ofenprüfung (650 °C über einen Zeitraum von 30 Minuten) nachgewiesen. Alternativ kann die HTB-Qualität auch durch das Einhalten von bestimmten Werkstoff- und Konstruktionsanforderungen nachgewiesen werden (z. B. bestimmte Wandstärken bei Rohrleitungen).

Sonstige Bauteile, die keine HTB-Qualität aufweisen (z. B. Gaszähler oder das Gasheizgerät selbst), müssen durch eine vorgeschaltete „thermisch auslösende Absperr-einrichtung“, eine so genannte TAE, abgesichert werden.

Die TAE ist eine Absperr-einrichtung, deren Ventilspindel mit einem Lot an einem Steg befestigt ist. Wenn dieses Lot mit einer Temperatur von mehr als ca. 96 °C beaufschlagt wird, schmilzt es und der Ventilteller wird von einer vorgespannten starken Feder auf den Ventilsitz gedrückt (Bilder 1 und 2). Eine TAE schließt vollständig und muss nach dem Auslösen ausgebaut und erneuert werden.

Alternativ zur TAE können Bauteile ohne HTB-Qualität auch mit einem baulichen Schutz versehen werden (Kapselung).

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hofmann, München, E-Mail: info@svmh.de, www.svmh.de – Von der Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Sanitärtechnik – Von der Handwerkskammer für München und Oberbayern öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Gas- und Wasserinstallateurhandwerk

4. Kunststoffrohre in der TRGI 2008

Neben dieser bisherigen Sicherheitsphilosophie (die nach wie vor zulässig ist und angewendet werden darf), wurde nun für Kunststoffrohrleitungen ein neues System geschaffen. Kernstück dieser neuen Sicherheitsphilosophie ist der Gasströmungswächter (*Bild 3*). Man geht davon aus, dass die Kunststoffleitung im Brandfall verbrennen wird, so dass Gas austritt und der Gasströmungswächter schließt (*Bild 4*).

Darauf aufbauend billigt die neue TRGI 2008 den Kunststoffrohrleitungen automatisch die gleiche Brand- und Explosionssicherheit wie den metallenen Rohrleitungen zu, wenn

- ein belastungsangepasster Gasströmungswächter Typ K (GS-K) vorgeschaltet wird,
- ein Rohrleitungssystem mit spezifischen Bruchverhaltensanforderungen (DVGW VP 625/626) verwendet wird und
- die Leitungsführung und Dimensionierung speziell darauf abgestimmt wird.

5. HTB-Qualität von Kunststoffrohren

Da die TRGI 2008 den Kunststoffleitungen die gleiche Brand- und Explosionssicherheit wie den metallenen Rohrleitungen zubilligt, wird auch davon gesprochen, dass diese damit HTB-Qualität aufweisen. Aus sachverständiger Sicht ist dies nicht korrekt.

Nach DIN EN 1775 wird ein Bauteil als höher thermisch belastbar bezeichnet, wenn (vereinfacht ausgedrückt) bei einer Temperatur von 650 °C über eine Zeitdauer von 30 Minuten nur eine bestimmte Leckrate auftritt. Bauteile von Kunststoffrohrleitungen können diese Anforderung naturgemäß nicht erfüllen.

Allerdings wurden die DVGW-Prüfungen nach VP 625 und VP 626 an die Prüfungen der DIN EN 1775 angelehnt. Somit kann man argumentieren, dass die so geprüften Bauteile mit diesen Prüfungen die HTB-Qualität nachweisen. Aus sachverständiger Sicht ist dies aber nicht der Fall.

Während die DIN EN 1775 zum Nachweis der HTB-Qualität die Beständigkeit (Dichtheit/Leckrate) eines Bauteils fordert, prüfen die DVGW-Prüfungen nach VP 625 und VP 626 die Art und Weise, in der ein Bauteil versagt. Nun kann das Versagen des Bauteils auf eine ganz bestimmte Art und Weise (nämlich plötzlich schlagartig, anstatt langsam schleichend) sicher nicht dem Standhalten eines Bauteils gleichgesetzt werden.

Selbstverständlich ist durch die Baumusterprüfungen nachgewiesen, dass diese ganz bestimmte Versagensart in Verbindung mit einer Sicherheitsarmatur, die eben darauf reagiert, in einer bestimmten Prüfanordnung das gleiche Schutzziel erreicht wie die HTB-Qualität. Trotzdem handelt es sich aber nicht um eine solche.

Seitens des DVGW wird auch in den Vorworten der DVGW-Blätter VP 625 und VP 626 deutlich herausgehoben, dass es sich bei PE-X und Mehrschichtverbundrohren um „nicht erhöht temperaturbeständige Gasleitungen“ handelt.

Bild 3.

Funktionsprinzip eines Gasströmungswächters. Die Federkraft (F) und die Kraft des Hinterdrucks (P_2) hält den Ventilteller des Gasströmungswächters bei üblichem Betrieb offen. Übersteigt der Volumenstrom (V_N) einen bestimmten Wert (Schließvolumenstrom), so drückt der dynamische Druck (P_1) den Ventilteller auf den Ventilsitz und stoppt die Gaszufuhr.

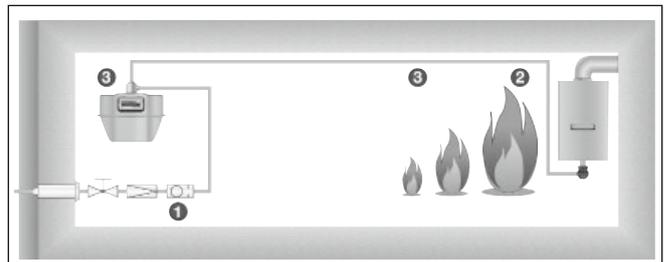
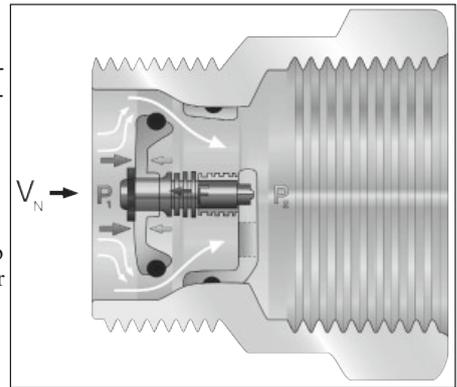


Bild 4. Prinzip der dreistufigen Sicherheitskette für Kunststoffrohre in der Gas-Hausinstallation nach TRGI 2008. Im Brandfall soll der Gasströmungswächter (1) die Gaszufuhr absperren. Dies geschieht nur, wenn der Schließvolumenstrom überschritten wird. Damit dies geschehen kann muss das Kunststoffrohr so versagen, dass eine ausreichend große Leckageöffnung („vorleckfreier Bruch“) entsteht (2). Weiterhin muss die verbleibende Rohrleitung (3) noch soweit intakt sein, dass der Schließvolumenstrom auch tatsächlich transportiert werden kann.

Die nach TRGI 2008 geforderte Brand- und Explosionssicherheit kann über verschiedene Wege erreicht werden. Einer davon ist die HTB-Qualität. Ein anderer ist die neue Sicherheitsphilosophie für Kunststoffrohre. Beide Wege sind nach DIN EN 1775 möglich.

6. Gasströmungswächter

Ein Gasströmungswächter ist ein Ventil, das durch eine Feder (manchmal auch durch das Eigengewicht des Ventiltellers) offen gehalten wird. Übersteigt die Strömungsgeschwindigkeit im Gasströmungswächter einen bestimmten Wert, so drückt der dynamische Druck den Ventilteller auf den Ventilsitz und stoppt die Gaszufuhr (*Bild 3*). Da über eine Überströmöffnung weiterhin eine geringe Gasmenge austritt und das Ventil wieder in Arbeitsstellung bringt, muss ein ausgelöster Gasströmungswächter nicht ausgebaut werden.

Bisher wurden Gasströmungswächter ausschließlich zum Schutz vor Manipulation eingesetzt. Dieses Schutzziel impliziert, dass ein ausreichender Schutz nie erreicht wird, da man sich gegen vorsätzliche Manipulation letztendlich nicht schützen kann. Es muss jedem Fachmann klar sein, dass – abhängig von der ausströmenden Gasmenge – ein Gasströmungswächter bei vorsätzlich herbei-

geführten Gasaustritt zwar schalten kann, aber nicht unbedingt schalten muss.

Beim Einsatz von Kunststoffrohren in der Gas-Hausinstallation ist der Gasströmungswächter nun aber das zentrale Bauteil zur Sicherstellung der Brand- und Explosionssicherheit. Haftungsrechtlich ist dies eine ganz andere Kategorie, als der Schutz vor vorsätzlicher Manipulation. Bislang ging es um einen zusätzlichen Schutz gegen vorsätzliche Fremdeinwirkung, nunmehr geht es um die Eigensicherheit einer technischen Anlage.

Ein Fehler in der Dimensionierung wäre in diesem Fall nicht mehr nur funktionsrelevant, sondern sicherheitsrelevant. Er kann daher sogar strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen. Aus sachverständiger Sicht lässt sich ein Dimensionierungsfehler im Schadensfall relativ leicht nachweisen. Die Aufbewahrung aller Berechnungsunterlagen wird deswegen empfohlen!

Der Gasströmungswächter als zentrales Bauteil für die Brand- und Explosionssicherheit bei Kunststoffleitungen spricht bauartbedingt nur dann an, wenn der dynamische Druck in seinem Gehäuse eine bestimmte Größe erreicht, also wenn mindestens der so genannte Schließvolumenstrom strömt (Bild 3). Sollten sich Störfälle mit kleineren Volumenströmen ereignen, schaltet der Gasströmungswächter nicht. Aus sachverständiger Sicht wird geraten, den Auftraggeber auf diese physikalische Besonderheit hinzuweisen. Denn auch wenn die TRGI 2008 davon ausgeht, dass der Schließvolumenstrom immer erreicht wird – wer übernimmt dafür die Gewährleistung?

Weiterhin sei angemerkt, dass die TRGI 2008 für den Gasströmungswächter weder eine einmalige Funktionsprüfung bei Inbetriebnahme, noch eine regelmäßige Prüfung alle 12 Jahre vorsieht. Nach Einschätzung des DVGW „decken die ausreichend getroffenen Zertifizierungs-Vorausbedingungen die Forderung an die sichere Betriebsbereitschaft ab“, wie auch in vielen anderen Fällen, z. B. bei der TAE.¹

Bei der TAE ist es allerdings eine vorgespannte starke Feder, die den Ventilkegel schließt (Bilder 1 und 2). Beim Gasströmungswächter wirkt nur die relativ geringe Kraft des Fließdrucks. Im realen Störfall muss diese zusätzlich die ggf. vorhandenen Reibkräfte eines seit Jahren nahezu unbewegten Führungsstifts überwinden.

Aus sachverständiger Sicht wird empfohlen, sich die Wartungsfreiheit des Gasströmungswächters – als zentrales Bauteil zur Sicherstellung der Brand- und Explosionssicherheit – vom Hersteller schriftlich bestätigen zu lassen, insbesondere im Hinblick auf sich ändernde Gasqualitäten (z. B. Verunreinigungen, Zusatz von Biogas usw.).

7. Vorleckfreier Bruch

Die TRGI 2008 geht davon aus, dass nach DVGW VP 625/626 geprüfte und fachgerecht verlegte Kunststoffrohre im Brandfall entweder mindestens 30 Minuten ausreichend dicht bleiben oder sich schlagartig öffnen. Letzteres wird als „vorleckfreier Bruch“ bezeichnet. Dieser muss eine so große Öffnung freigeben, dass mindestens

der notwendige Schließvolumenstrom des Gasströmungswächters austritt. Der Eintritt eines vorleckfreien Bruchs stellt damit den zweiten zentralen Bestandteil der Brand- und Explosionssicherheit bei Kunststoffleitungen dar.

In der Technik ist es grundsätzlich üblich, dass die Funktions- und Arbeitsweise von sicherheitstechnisch relevanten Bauteilen nachvollziehbar ist. Zumindest ein Sachverständiger sollte das zu Grunde liegende Funktionsprinzip verstehen können. Bislang wurde aber noch kein nachvollziehbarer physikalischer Mechanismus publiziert, der zum Eintritt des vorleckfreien Bruchs führt.

Von den Rohrerstellern wird auf Anfrage lediglich mitgeteilt, dass die entsprechenden DVGW-Prüfungen bestanden sind und damit ein ausreichender Nachweis erbracht sei. Seitens des DVGW wird auf „umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen“¹ verwiesen, deren Ergebnisse in die Prüfungsanforderungen eingeflossen sind. Konkret heißt es: „Durch welche Konstruktionsdetails die Hersteller der Kunststoffsysteme die Anforderungen erfüllen ist, wie auch bei anderen Bauteilen in der Gasinstallation, dem jeweiligen Hersteller überlassen. Ausschlaggebend ist die Erfüllung der Prüfanforderungen.“¹

7.1 Anforderungen der Baumusterprüfungen

Die Baumusterprüfung zur Erlangung der DVGW-Zertifizierung erfolgt für Mehrschichtverbundrohre und deren Verbinder auf Basis der DVGW-Blätter W 542, W 534, VP 632 und VP 625, für PE-X Rohre und deren Verbinder auf Basis der DVGW-Blätter W 544, W 534, VP 624 und VP 626. Durchsucht man diese Unterlagen, so stellt man fest, dass konkrete Anforderungen zur thermisch bedingten Leckage lediglich in den Blättern VP 625 und VP 626 gestellt werden. Für frei und verdeckt verlegte Rohrleitungen sind folgende Prüfungen vorgesehen (vereinfachte Beschreibungen):

Bei PE-X Systemen muss nach DVGW VP 626 ein 30 cm langes PE-X Rohr über zwei Winkelverbinder mit Innengewinde an zwei 1 Meter langen Stahlrohren befestigt und zusätzlich nochmals mit einem Draht „eigengewichtsentlastet“ werden (Bild 5).

Bei Mehrschichtverbundrohren werden nach DVGW VP 625 zwei 1 Meter lange Verbundrohre mit einem 90° Winkelverbinder verbunden und anschließend bei kleinstem zulässigen Biegeradius zu einem U-Probekörper gebogen. Zusätzlich wird der Winkelverbinder noch mit einem Draht „eigengewichtsentlastet“ (Bild 6).

Diese Konstruktionen müssen bei einer Ofenprüfung (30 Minuten bei 350°C bzw. 650°C) entweder innerhalb der Toleranzgrenzen dicht sein oder schlagartig versagen.

Für Installationen unter Estrich wird jeweils eine weitere Prüfung verlangt.

7.2 Sachverständige Fragen zum vorleckfreien Bruch

7.2.1 Fehlender physikalischer Mechanismus

Der Nachweis des Auftretens eines vorleckfreien Bruchs basiert auf Baumusterprüfungen. Physikalisch nachvollziehbare Prinzipien werden nicht angegeben. Ein Sachver-

¹ Anlage 2 einer E-Mail des DVGW vom 15.01.2010.

ständigiger kann daher nur „glauben“, dass sich ein solcher Bruch *auch* im Praxisfall einstellen wird. Verstehen oder überprüfen kann er es nicht.

Die bestandenen Prüfungen nach DVGW VP 625 und VP 626 besagen zweifelsfrei, dass sich bei den Prüfungen ein vorleckfreier Bruch einstellt. Da kein einheitliches, nachvollziehbares Prinzip hinter dem „Bestehen“ der Prüfungen steht, stellen sie jedoch den alleinigen Nachweis dar, dass sich der vorleckfreie Bruch auch in der Praxis ausbilden wird.

Vergleicht man die Prüfungen mit tatsächlichen Installationen, so stellt man (zumindest im Bereich der frei und verdeckt verlegten Leitungen) wenig Parallelen fest (Bilder 5 und 6). Aus sachverständiger Sicht stellt sich daher die Frage, ob diese Prüfungen einen physikalisch nachvollziehbaren Mechanismus ersetzen können.

7.2.2 Bruchverhalten ohne Eigengewichtsentlastung

Bei den Prüfungen zur thermisch bedingten Leckage von frei und verdeckt verlegten Leitungen nach DVGW VP 625 und VP 626 werden die Bauteile jeweils in der Mitte „eigengewichtsentlastet“ (Bilder 5 und 6). Nach Auskunft des DVGW stellt dies die schärfste Bedingung dar, denn „*der senkrecht angebrachte Verbinder oder der waagrecht eingebaute Verbinder ohne Eigengewichtsentlastung könnten die Öffnungsgeschwindigkeit beim Bruch fälschlich unterstützen*“.²

Trotzdem ist es der Praxisfall, dass Rohre und Formstücke ihrem Eigengewicht und den daraus resultierenden Hebelkräften ausgesetzt sind. Aus sachverständiger Sicht ist deshalb im Brandfall mit Verformungen und abfallenden Verbindern zu rechnen.

Selbstverständlich „könnten“ diese nun die Öffnungsgeschwindigkeit beim Bruch unterstützen. Genauso gut „könnten“ sie aber auch die bei diesen Temperaturen weichen Rohrleitungen mitziehen und verformen, so dass nur Teilöffnungen entstehen und der Gasströmungswächter nicht schaltet.

Um den Eintritt eines vorleckfreien Bruchs in einem realen Brandfall mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit erwarten zu können, muss zumindest sichergestellt werden, dass einwirkende Kräfte (z. B. Zug- und Biegekräfte von abfallenden Verbindern) dessen Bildung nicht wesentlich be- oder verhindern können. Dies wurde bislang aber weder behauptet noch nachgewiesen.

Aus sachverständiger Sicht ist daher unklar, ob bzw. wie sichergestellt ist, dass sich der in der Baumusterprüfung einstellende vorleckfreie Bruch auch in der Praxis einstellen wird. Natürlich kann dies der Fall sein. Aber mit welcher Wahrscheinlichkeit und unter welchen Umständen?

7.2.3 Bruchverhalten bei Biege- und Temperaturbeanspruchung

Im Brandfall wird sich die Länge von Rohrleitungen durch Temperatureinflüsse verändern. Dies wird zu Span-

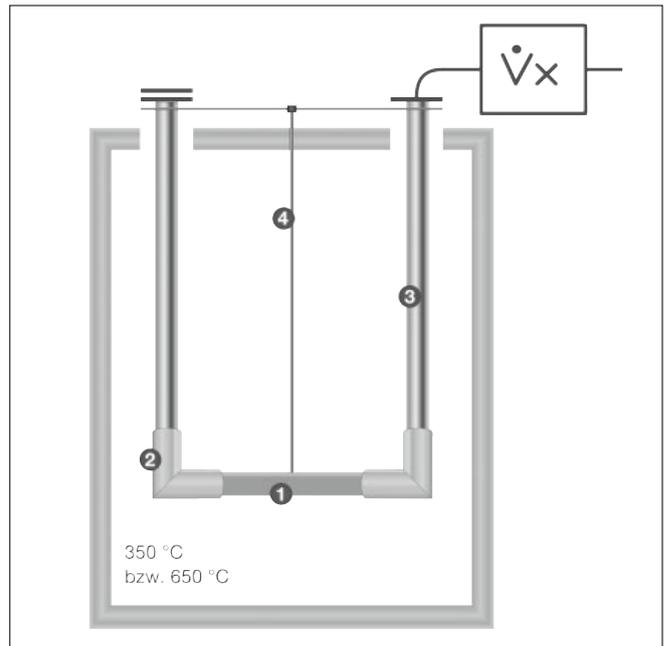


Bild 5. Versuchsaufbau der Baumusterprüfung zur thermisch bedingten Leckage nach DVGW VP 626 – PE-X Rohre. Ein ca. 30 cm langes PE-X Rohrstück (1) und zwei ca. 1 m lange Stahlrohre (3) werden mit zwei 90°-Übergangsverbindern mit einseitigem Muffengewinde (2) zu einem U-förmigen Bauteil verbunden. Dieses Bauteil wird in den Prüfofen eingebracht. Das 30 cm lange PE-X Rohrstück (1) wird zusätzlich „eigengewichtsentlastet“. In der Norm wird dafür z. B. ein Aufhängedraht (4) vorgeschlagen. Andere Arten der „Eigengewichtsentlastung“ sind auch zulässig.

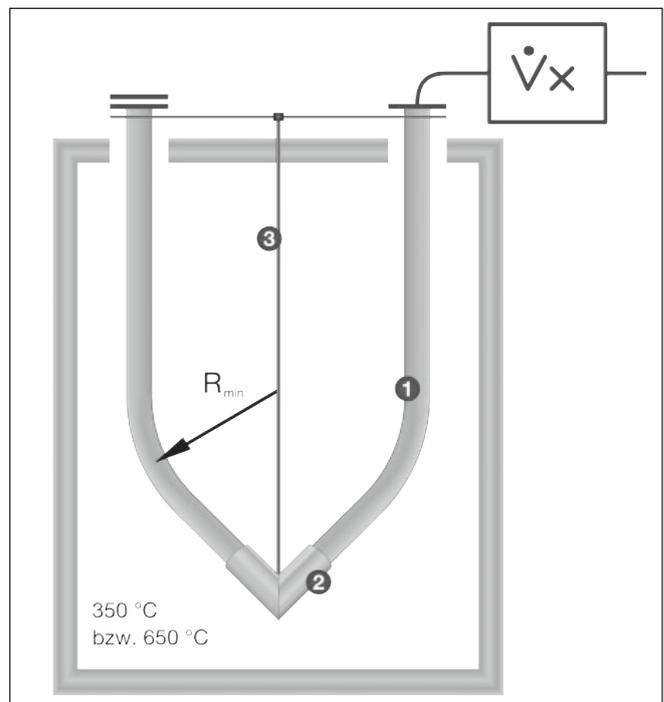


Bild 6. Versuchsaufbau der Baumusterprüfung zur thermisch bedingten Leckage nach DVGW VP 625 – Mehrschichtverbundrohre. Zwei ca. 1 Meter lange Verbundrohre (1) werden mit einem 90° Winkelverbinder (2) verbunden und anschließend bei kleinstem zulässigem Biegeradius (R_{\min}) zu einem U-förmigen Probekörper gebogen. Dieses Bauteil wird in den Prüfofen eingebracht. Der 90° Winkelverbinder wird zusätzlich „eigengewichtsentlastet“. In der Norm wird dafür z. B. ein Aufhängedraht (3) vorgeschlagen. Andere Arten der „Eigengewichtsentlastung“ sind auch zulässig.

² Anlage 2 einer E-Mail des DVGW vom 15.01.2010.

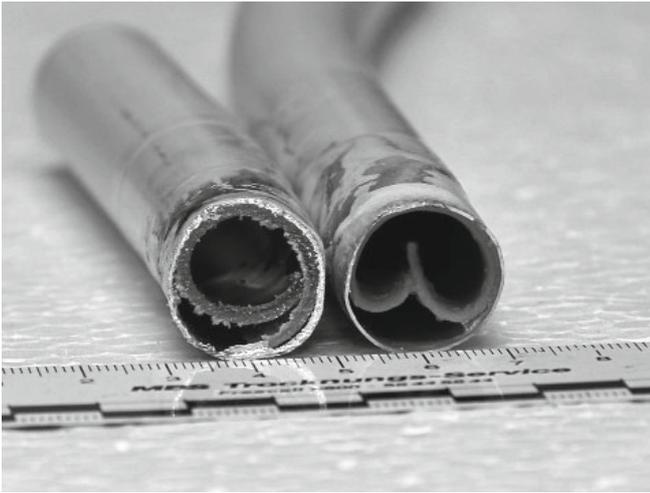


Bild 7. Gelöster Inliner nach thermischer Beanspruchung.

nungen innerhalb des Rohrsystems führen. Es muss also mit Kräften gerechnet werden, die die Rohrleitung in das Formstück (z. B. Bogen oder T-Stück) einbringt.

Nach Auskunft des DVGW sind „diese Konstellationen in zusätzlichen aufwendigen Absicherungsversuchen (unterschiedlich installierte Leitungen an/in Brandmauern) durchgeführt worden. Die gesetzten Schutzzielanforderungen wurden jeweils eingehalten. Die ausreichende Anforderungserfassung durch die Bedingungen in der Baumusterprüfung wurde bestätigt“.¹

Aber für zukünftig zu prüfende Systeme werden keine „zusätzlichen aufwändigen Absicherungsversuche“ mehr verlangt. Welche Erkenntnisse können dann aus den alten Versuchen gezogen werden, wenn es sich gar nicht um das konkret zu prüfende Rohrsystem handelt? Auch sind dem Autor keine Versuche bekannt, in denen das Bruchverhalten eines T-Stücks untersucht wurde, was im Brandfall ja in besonderem Maße von Biegebeanspruchungen betroffen sein wird (Kräfteeinwirkung von drei Seiten).

Bei der Baumusterprüfung werden nur die Prüfungen nach DVGW VP 625 und VP 626 verlangt. Diese sind in Bezug auf das Bruchverhalten bei Biege- und Temperaturbeanspruchung aber nicht aussagekräftig, da weder nennenswerte Längenänderungen noch Biegebeanspruchungen auftreten.

7.2.4 Fehlende Prüfung der Rohrleitung

Die Anforderungen an die thermisch bedingte Leckage der Rohrleitung selbst sind in den DVGW-Blättern VP 624 und VP 632 festgelegt. Dort wird jedoch lediglich auf die Prüfungen nach DVGW VP 625 und VP 626 verwiesen. Somit liegt nur eine Prüfung der Verbindungsstellen vor, nicht jedoch der Rohrleitung selbst.

Gerade wegen der Erleichterung bei Verlegung in Hohlräumen (Ziffer 5.3.7.4 der TRGI 2008) und wegen der bei Kunststoffrohren praktizierten Verteilerinstallation (anstatt T-Stück-Installation) ist jedoch mit langen Rohrstrecken ohne Verbindungsstellen zu rechnen.

Die Ergebnisse der Prüfungen von VP 625 (2 × 1 Meter Rohrlänge) und VP 626 (30 cm Rohrlänge) können auf diesen Fall sicher nicht übertragen werden. Welches

Bruchverhalten weisen die Rohre in solchen Fällen auf? Können zumindest für diesen Bereich nachvollziehbare physikalische Prinzipien angegeben werden? Welchen Einfluss hat die Art und Weise der Befestigung (Rohrschellenabstand, einfaches Auflegen ohne Befestigung) auf die Ausbildung des vorleckfreien Bruchs?

Ohne die Beantwortung dieser Fragen kann kein Fachmann absehen, ob im realen Brandfall ein vorleckfreier Bruch zu erwarten sein wird oder nicht.

8. Wegstrecke bis zum vorleckfreien Bruch

Zwischen dem Gasströmungswächter und dem sich im Brandfall hoffentlich einstellenden vorleckfreien Bruch können sich viele Meter Rohrleitung befinden. Der Gasströmungswächter wird aber nur schließen, wenn durch sein Gehäuse tatsächlich so große Gasmengen strömen, dass der Schließvolumenstrom erreicht wird (Bild 3). Dies wiederum kann nur der Fall sein, wenn die Rohrleitung zwischen Gasströmungswächter und vorleckfreiem Bruch noch in der Lage ist, diesen Volumenstrom auch zu transportieren (Bild 4).

Die Funktionsfähigkeit der Rohrleitung zwischen dem Gasströmungswächter und einem aufgetretenen vorleckfreien Bruch stellt damit den dritten zentralen Bestandteil der Brand- und Explosionssicherheit bei Kunststoffleitungen dar. Wie aber wird diese im Brandfall sichergestellt?

PE-X Rohre verlieren bei Temperaturen oberhalb von ca. 150 °C ihre Festigkeit. Abhängig von den auf sie einwirkenden Kräften (z. B. Eigengewicht von Rohrleitung, Formstücken, usw.) und von der Beschaffenheit des Auflagers (z. B. Rohrschelle, Aufliegen auf dem Boden oder sonstigen Konstruktionen) können Verformungen auftreten. Die bei diesen Temperaturen auftretenden Längenausdehnungen verstärken die Tendenz zur Verformung zusätzlich. Sobald sich eine Rohrleitung aber verformt (z. B. durchhängt oder eindellt), erhöht sich der Strömungswiderstand und der Volumenstrom vermindert sich.

Bei Temperaturen oberhalb von ca. 110 °C haftet bei Mehrschichtverbundrohren der Kleber des Medienrohres (Inliner) nicht mehr am Tragrohr (Bild 7). Ein gelöster Inliner kann den Rohrquerschnitt durch Blasenbildung, Aufreißen, Einfallen oder sonstige Veränderung seiner Lage vermindern. Auch in diesem Fall wird der Volumenstrom verringert.

Abhängig von den Temperaturen, der Dauer und der betroffenen Fläche kann sich eine Kunststoffleitung während einer Brandentwicklungsphase so verändern, dass die Durchleitung eines hohen Volumenstroms nicht sicher gewährleistet ist. Um das Erreichen des Schließvolumenstroms am Gasströmungswächter in einem realen Brandfall mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit erwarten zu können, muss die Grenztemperatur bekannt sein, bis zu der sich die Materialeigenschaften des Kunststoffrohrsystems nicht wesentlich ändern. Weiterhin muss ein Konzept vorliegen, wie die Funktionsfähigkeit der Rohrleitung bei höheren Temperaturen sichergestellt wird.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist unklar, ob bzw. wie sichergestellt ist, dass die Rohrleitung zwischen dem

Gasströmungswächter und einem auftretenden vorleckfreien Bruch bei einem beliebigen Brandfall in der Lage sein wird, den notwendigen Schließvolumenstrom zu transportieren. Natürlich kann dies der Fall sein. Aber mit welcher Wahrscheinlichkeit und unter welchen Umständen?

9. Untersuchungen des GWI

Als Beweis für die Funktionsfähigkeit der neuen Sicherheitsphilosophie für Kunststoffrohre werden vom DVGW „zahlreiche zusätzlich und entwicklungsbegleitend durchgeführte Untersuchungen, wie z. B. Branduntersuchungen an Nachbauten von Praxisinstallationen im Brandversuchsofen der MPA Dortmund sowie Einzelversuche des Prüflabor GWI, Essen und auch durch Hersteller“³ angeführt. Im Wesentlichen sind dies

- das Pilotprojekt an der MPA Dortmund/NRW in Erwitte, 1998
(„Demonstrationshaus, Mehrfamilienhaus mit 2 × 3 Geschossen in Solingen“)

Im Rahmen dieses Pilotprojekts wurden auch Musterzulassungen ausgesprochen, die damals von einigen Herstellern bereits als „DVGW-Zulassung“ beworben wurden (siehe z. B. Zeitschrift SBZ, Ausgabe 17/2000, Seite 22).

- die Studie über Metallverbundrohre im Muffelofen des Gas-Wärme-Instituts, 1999
(„Sicherheitstechnische Wertung des Einsatzes von Kunststoff-Metall-Verbundrohren für die kostenoptimierte Gasunterverteilung in Wohngebäuden“)

Die Ergebnisse dieser Studie flossen in die DVGW-Blätter VP 625 und VP 632 ein.

- die Studie über PE-X Rohre im Muffelofen des Gas-Wärme-Instituts, 2001
(„Nichtmetallene Gasinstallation/Sicherheitstechnische Wertung des Einsatzes von PE-X-Rohren, Verbindungstechniken und sekundären Sicherheitseinrichtungen in der Gasinstallation“)

Die Ergebnisse dieser Studie flossen in die DVGW-Blätter VP 626 und VP 624 ein.

- Zusätzliche Brandversuche an der MPA Dortmund/NRW in Erwitte 2002/2003
(„Ergänzende brandtechnische Bewertung von Elementen der nichtmetallinen Gasinstallation mit Leitungen aus Kunststoff und Verbundmaterialien“)

Da die Bauaufsicht die Verwendung von Kunststoffrohren in der Gas-Hausinstallation zu diesem Zeitpunkt bereits akzeptiert hatte, wurden die Ergebnisse dieser vierten Studie „verabredungsgemäß nicht mehr mit den bauaufsichtlichen Gremien ausgetauscht“ (Abschlussbericht zum DVGW-F&E-Vorhaben G 5/02/05).

Daneben gab es zahlreiche begleitende Forschungsvorhaben, z. B. zum möglichen Einsatz von Gassensoren, zu den in der Praxis aufgetretenen Störungen der Gasströmungswächter, zur neuen Berechnungsmethode der Rohrleitungsdimensionierung und zum dynamischen Verhalten von Gasdruckregelgeräten.

Im Abschlussbericht zum DVGW-F&E-Vorhaben G 5/02/05 („Absicherung von nichtmetallinen Rohrleitungen und Verbindern in der Gasinstallation“) aus dem Jahr 2006 sind die Ergebnisse dieser Forschungsvorhaben zusammengetragen.

An dieser Stelle werden nun die Ergebnisse der zusätzlichen Brandversuche an der MPA Dortmund/NRW in Erwitte 2002/2003 genauer betrachtet. In fünf Brandversuchen wurden zwei PE-X-Rohrsysteme und drei Verbundrohrsysteme von vier verschiedenen Herstellern untersucht. Je Rohrsystem wurden dabei sechs Rohrstränge mit unterschiedlichen Putzüberdeckungen getestet. Das Ergebnis dieser Versuche ist auf Seite 16 des Abschlussberichts zum DVGW-F&E-Vorhaben G 5/02/05 dargestellt (Bild 8).

Es wurden zwei PE-X Rohrsysteme getestet, eines vom Hersteller „a“ und eines vom Hersteller „e“. Beim Hersteller „a“ (erster Block von Bild 8) erfüllten alle sechs Stränge die gestellten Anforderungen – beim Strang „3“ durchaus punktgenau. Beim Hersteller „e“ (fünfter Block von Bild 8) erfüllten nur vier der sechs Stränge die gestellten Anforderungen. Die Stränge „2“ und „3“ versagten während der Prüfzeit (nach 25 min bzw. 27,5 min), ohne dass ein Gasströmungswächter geschaltet hat bzw. hätte.

Es wurden drei Verbundrohrsysteme getestet, eines vom Hersteller „a“, eines vom Hersteller „b“ und eines vom Hersteller „d“. Beim Hersteller „a“ (zweiter Block von Bild 8) erfüllten alle sechs Stränge die gestellten Anforderungen. Bei den Herstellern „b“ und „d“ (dritter und vierter Block von Bild 8) erfüllten jeweils nur fünf der sechs Stränge die gestellten Anforderungen. Die beiden Stränge „6“ versagten jeweils während der Prüfzeit (nach 25 min bzw. 27 min), ohne dass ein Gasströmungswächter geschaltet hätte.

Würde man fordern, dass ein Rohrsystem die gestellten Anforderungen bei allen sechs Strängen erfüllen muss, so könnte man zu dem Schluss kommen, dass 50% der PE-X Rohrsysteme und 66% der Verbundrohrsysteme die Prüfung nicht bestanden haben oder zumindest Verbundrohrsysteme nicht für eine Aufputzmontage freigegeben werden können.

Das prüfende Gas-Wärme-Institut bezeichnet die Unterschreitung der erforderlichen Prüfdauer um 8%, 10% und 17% jedoch als „annähernd erfüllt“ (Bild 8) und kommt so zu dem Schluss, dass „bei allen untersuchten Systemen der verschiedenen Hersteller entweder das Schutzziel 1 oder das Schutzziel 2 eingehalten bzw. annähernd eingehalten werden. Generell werden die Brandversuche in Erwitte als praxisgerecht und sehr aussagekräftig angesehen, ein weiterer bzw. ergänzender Untersuchungsbedarf wurde seitens der Projektbegleitgruppe nicht gesehen“ (Bild 8).

Im Laufe der Ausarbeitung der TRGI 2008 wurden die Randbedingungen für den Einsatz des Gasströmungs-

Tabelle 3.2: Brandversuche in Erwitte: Ergebnisse / Bewertung

Hersteller a, System 1, PE-X Rohr 20 x 2,8 (Untersuchung im Juli 2003)						
Strang	Putzüberdeckung	Elemente	Beobachtung	Schutzziel 1	Schutzziel 2	
6	0 cm	ger. Verb.	nach 24 min Druckabfall, deutlicher Peak	-	entspr. GS hätte geschaltet	
5	1,5 cm	ger. Verb.	nach 40 min Druckabfall bis auf "Null"	30 l / 30 min erfüllt	-	
4	0 cm	ger. Verb.	nach 24 min Druckabfall, deutlicher Peak	-	entspr. GS hätte geschaltet	
3	1,5 cm	Eckverb.	nach 30 min Druckabfall bis auf "Null"	30 l / 30 min erfüllt	GS hätte nicht geschaltet	
2	1 cm	ger. Verb.	nach 34 min Druckabfall bis auf "Null"	30 l / 30 min erfüllt	GS hätte nicht geschaltet	
1	Aufputz	ger. Verb. + GS	nach 22,5 min langsamer Druckabfall	-	GS hat geschaltet	

Hersteller a, System 2, Verbundrohr 20 x 2,9 (Untersuchung im Juli 2003)						
Strang	Putzüberdeckung	Elemente	Beobachtung	Schutzziel 1	Schutzziel 2	
6	0 cm	ger. Verb.	nach 64 min Druckabfall	30 l / 30 min erfüllt	entspr. GS hätte geschaltet	
5	1,5 cm	ger. Verb.	nach 40 min Druckabfall bis auf "Null"	30 l / 30 min erfüllt	GS hätte nicht geschaltet	
4	0 cm	ger. Verb.	während 70 min kein Druckabfall	-	-	
3	1,5 cm	Eckverb.	während 70 min kein Druckabfall	-	-	
2	1 cm	ger. Verb.	während 70 min kein Druckabfall	-	-	
1	Aufputz	ger. Verb. + GS	nach 24,5 min langsamer Druckabfall	-	GS hat geschaltet	

Hersteller b, Verbundrohr 20 x 2,25 (Untersuchung im März 2002)						
Strang	Putzüberdeckung	Elemente	Beobachtung	Schutzziel 1	Schutzziel 2	
1	0 cm	ger. Verb.	nach 55 min Aufplatzen der Leitung	-	entspr. GS hätte geschaltet	
2	1 cm	ger. Verb.	nach 55 min Druckabfall	30 l / 30 min erfüllt	-	
3	2 cm	Eckverb.	während 67 min kein Druckabfall	-	-	
4	2 cm	ger. Verb.	während 67 min kein Druckabfall	-	-	
5	2 cm	Gassteckdose	während 67 min kein Druckabfall	-	-	
6	Aufputz	ger. Verb. + GS	nach 25 min Druckabfall, schwacher Peak	30 l / 30 min annähernd erfüllt	GS hätte nicht geschaltet	

Hersteller d, Verbundrohr 20 x 2,6 (Untersuchung im März 2002)						
Strang	Putzüberdeckung	Elemente	Beobachtung	Schutzziel 1	Schutzziel 2	
1	0 cm	ger. Verb.	während 42 min kein Druckabfall	-	-	
2	1 cm	ger. Verb.	während 42 min kein Druckabfall	-	-	
3	2 cm	Eckverb.	während 42 min kein Druckabfall	-	-	
4	2 cm	ger. Verb.	während 42 min kein Druckabfall	-	-	
5	2 cm	ger. Verb. + GS	während 42 min kein Druckabfall	-	-	
6	Aufputz	ger. Verb.	nach 27 min Druckabfall, schwacher Peak	30 l / 30 min annähernd erfüllt	GS hätte nicht geschaltet	

Hersteller e, PE-X Rohr 20 x 2,7 (Untersuchung im März 2002)						
Strang	Putzüberdeckung	Elemente	Beobachtung	Schutzziel 1	Schutzziel 2	
1	0 cm	ger. Verb. + GS	nach 27 min Druckabfall	-	GS hat geschaltet	
2	0 cm	ger. Verb.	nach 25 min Druckabfall	30 l / 30 min annähernd erfüllt	-	
3	1 cm	ger. Verb.	nach 27,5 min Druckabfall	30 l / 30 min annähernd erfüllt	-	
4	2 cm	Eckverb.	nach 45 min Druckabfall	30 l / 30 min erfüllt	-	
5	2 cm	ger. Verb.	nach 47 min Druckabfall	30 l / 30 min erfüllt	-	
6	Aufputz	ger. Verb.	nach 20 min Druckabfall, deutlicher Peak	-	GS hätte geschaltet	

Die Auswertung macht deutlich, dass bei allen untersuchten Systemen der verschiedenen Hersteller entweder das Schutzziel 1 oder das Schutzziel 2 eingehalten bzw. annähernd eingehalten werden.

Generell werden die Brandversuche in Erwitte als praxisgerecht und sehr aussagekräftig angesehen, ein weiterer bzw. ergänzender Untersuchungsbedarf wurde seitens der Projektbegleitgruppe nicht gesehen.

wächters verändert. Dies wird auf Seite 19 des Abschlussberichts zum DVGW-F&E-Vorhaben G 5/02/05 wie folgt kommentiert:

„Diese für die Betriebssicherheit der gesamten Anlage notwendigen Veränderungen erhöhen den maximalen Schließdurchfluss. Zum Ansprechen des Gasströmungswächters ist folglich eine größere Gasmenge erforderlich. Durch die Gesamtsystembetrachtung kann aber nicht unbedingt der Schluss abgeleitet werden, dass sich die Sicherheit deutlich verringert.“

Für Verbundrohre kommt der Bericht schließlich zu folgender Schlussfolgerung (ebenfalls Seite 19 des Berichts):

„Je größer der Durchmesser des Verbundrohres, um so größer sind auch die möglichen Leckstellen an den Verbindern vor dem vollständigen Bruch. Bei gleichem Schließdurchfluss des Gasströmungswächters wächst mit dem Rohrdurchmesser die Wahrscheinlichkeit, dass sich bei einem Schwelbrand über längere Zeit eine Leckstelle bildet, die einen Gasvolumenstrom knapp unterhalb dieses Schließdurchflusses durchlässt.“

10. Bewertung

Aus Sicht des DVGW und der Hersteller wurden zur Einführung von Kunststoffrohren in der Gas-Hausinstallation Schutzziele formuliert und entsprechende Bauteilprüfungen entwickelt. Dies wurde mit der Bauaufsicht abgesprochen und in das technische Regelwerk übernommen. Da mit den neuen Kunststoffrohren die gleichen Schutzziele eingehalten werden wie mit den Metallrohren, besteht weder ein Unterschied noch sind sicherheitstechnische Bedenken gegeben.

Aus sachverständiger Sicht ist jedoch jeder Planer und Errichter einer Gasinstallation für deren Sicherheit selbst verantwortlich. Im Falle eines Versagens der Sicherheitskette wird die bauaufsichtliche Zulassung des Systems nur eine untergeordnete Rolle spielen. Es wird ausschließlich gefragt werden, warum die Sicherheitskette im konkreten Fall nicht gegriffen hat und ob dies ein Fachmann im Vorfeld hätte erkennen können. Möglicherweise wird man auch fragen, ob das zweifelsfrei zugelassene System den anerkannten Regeln der Technik entsprach und ob es sich *„für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Besteller nach der Art des Werkes erwarten kann“* (BGB §633).

11. Wahrscheinlichkeitsbetrachtung

Die TRGI 2008 sieht zur Gewährleistung der Brand- und Explosionssicherheit von Kunststoffrohren in der Gas-Hausinstallation eine Sicherheitskette vor, die auf dem Zusammenwirken von drei Vorgängen beruht (*Bild 4*):

– Ausbildung eines vorleckfreien Bruchs

– Erreichen des Schließvolumenstroms
– Verschluss durch den Gasströmungswächter

Kommt es bei einem der drei Vorgänge zu einer Störung, versagt die komplette Sicherheitskette. Im Rahmen der Baumusterprüfungen (*Bilder 5 und 6*) funktioniert diese Sicherheitskette.

Für die Praxis kann das Risiko derartiger Systeme z. B. durch eine Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse (FMEA) bewertet werden.

Um auf einfache Weise ein Gefühl für die Wahrscheinlichkeit des Funktionierens der Sicherheitskette in einem beliebigen Brandfall zu bekommen, können den Vorgängen jeweils Einzelwahrscheinlichkeiten zugeordnet und diese dann miteinander multipliziert werden.

Literatur

- DVGW Arbeitsblatt G 600 „Technische Regel für Gasinstallationen DVGW-TRGI“, Ausgabedatum April 2008.
- DVGW Prüfordnung VP 625 „Rohrverbinder und Rohrverbindungen für Gas-Innenleitungen aus Mehrschichten-Verbundrohr nach DVGW-VP 632 – Anforderungen und Prüfungen“, Ausgabedatum Mai 2005.
- DVGW Prüfordnung VP 626 „Rohrverbinder und Rohrverbindungen für Gas-Innenleitungen aus vernetztem Polyethylen (PE-X) nach DVGW-VP 624; Anforderungen und Prüfungen“, Ausgabedatum Mai 2005.
- DVGW Prüfordnung VP 632 „Mehrschichten-Verbundrohre aus Kunststoff/Al/Kunststoff für die Trinkwasser- und Gasinstallation; Gas-Innenleitungen mit einem Betriebsdruck kleiner/gleich 100 mbar“, Ausgabedatum Mai 2005.
- DVGW Prüfordnung VP 624 „Kunststoffrohre aus vernetztem Polyethylen (PE-X) für die Trinkwasser- und Gasinstallation; Gasinnenleitungen mit einem Betriebsdruck kleiner/gleich 100 mbar“, Ausgabedatum Mai 2005.
- Absicherung von nichtmetallinen Rohrleitungen und Verbindern in der Gasinstallation, Abschlussbericht zum DVGW-F&E-Vorhaben (Projektnummer G 5/02/05).
- DVGW Arbeitsblatt W 542 „Mehrschichtverbundrohre in der Trinkwasser-Installation – Anforderungen und Prüfungen“, Ausgabedatum August 2009.
- DVGW Arbeitsblatt W 534 „Rohrverbinder und Rohrverbindungen in der Trinkwasser-Installation“, Ausgabedatum Mai 2004.
- DVGW Arbeitsblatt W 544, „Kunststoffrohre in der Trinkwasser-Installation“, Ausgabedatum Mai 2007.
- DIN EN 1775 „Gasversorgung – Gasleitungsanlagen für Gebäude – Maximal zulässiger Betriebsdruck kleiner oder gleich 5 bar – Funktionale Empfehlungen“, Ausgabedatum Oktober 2007.
- DIN EN 60812 „Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA)“, Ausgabedatum November 2006.
- DIN EN 45020 „Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten – Allgemeine Begriffe“, Ausgabedatum März 2007.
- Produktunterlagen Fa. Viega, Attendorf TAE Modell G 2206 T.
- Fachzeitschrift gwf-Gas/Erdgas, 138 (1997) Nr. 8.
- Zeitschrift SBZ, Ausgabe 17/2000.

³ Anlage 2 einer E-Mail des DVGW vom 15.01.2010.