

Auch wenn die letzten beiden Punkte für elektrische Anlagen und Verbrauchsgereäte in Wohnungen noch nicht realisiert sind, bleibt doch zu hoffen, daß durch konsequente Umsetzung und Anwendung des Schutzkonzeptes die Zahl der tödlichen Elektrounfälle weiter vermindert werden kann.

#### Literaturhinweise:

[1] Rolf Hotopp, Klaus-Joachim Oehms  
Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme nach DIN VDE 0100 Teil 410 und Teil 540  
VDE-Schriftenreihe Band 9 (Aus-

gabe 1983)  
VDE-Verlag GmbH

- [2] Dr. Gottfried Biegelmeier  
Die Wirkung des elektrischen Stromes auf den Menschen und der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers  
etz-Report 20 (1985)  
VDE-Verlag GmbH
- [3] Karl-Heinz Krefter  
Zusatzschutz - Dritte Schutzebene gegen gefährliche Körperströme  
etz Bd. 108 (1987) Heft 3, S. 84-86
- [4] Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme  
Bilderdienst-Blatt 3.2.2 der Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e. V. Frankfurt/Main

- [5] Amtliche Mitteilungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Nr. 2 - April 1991
- [6] DIN VDE 0100 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V“  
Teil 410 „Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme“  
Ausgabe November 1983  
VDE-Verlag GmbH
- [7] IEC 64(Secretariat)353, revision of Publication 479: Effects of current passing through the human body; part 1: Effects of alternating current in the range of 15 to 100 Hz  
Ausgabe April 1982

# Mögliche Fehler bei der Beurteilung lockerer Schraubverbindungen nach einem Brand

Dr. rer. nat. Ulrich Schmidtchen, Dipl.-Ing. Wolfgang Meyer

## 1 Problemstellung

Bei der Ermittlung einer Brandursache muß oft die Rolle von brennbaren Gasen geklärt werden. Das erfordert die Untersuchung der Reste von Gasflaschen oder anderen Vorratsbehältern und ihren Armaturen oder von Geräten und ihren Verbindungselementen und Anschlüssen. Eine zentrale Rolle für deren Sicherheit oder ggf. für die Brandursache spielt naturgemäß die Dichtheit der Schraubverbindungen. Nicht selten findet man bei der Untersuchung, daß eine solche Verbindung so locker ist, daß sie sich mit der Hand öffnen läßt.

Die Mitarbeiter der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) werden oft aufgefordert, Gutachten für Gerichte oder die Staatsanwaltschaft zu erstellen, wenn die Rolle von Armaturen für brennbare Gase bei der Entstehung eines Brandes unklar ist. Dabei stellen sie mit einer gewissen Regelmäßigkeit fest, daß im Fall einer lockeren Verbin-

dung nahezu automatisch auf Fahrlässigkeit des Benutzers oder gar Vorsatz geschlossen wird. In diesem Beitrag soll die Frage diskutiert werden, ob das berechtigt ist.

## 2 Brandversuche der BAM an Flüssiggas-Armaturen

Im Rahmen eines umfangreichen BMFT-Forschungsvorhabens zur Sicherheit im Umgang mit Flüssiggas [3] wurden von der BAM Brandversuche verschiedener Art durchgeführt. Dabei wurden sowohl ganze Tanks als auch einzelne Armaturen dem Feuer ausgesetzt. Das Ziel war, vom Standpunkt der Feuer-sicherheit geeignete Konstruktionen, Werkstoffe und Schutzmaßnahmen aufzufindig zu machen und zu erproben. Ein Teil des Vorhabens war dem Verhalten der Rohrleitungen, Armaturen und Verbindungen gewidmet [1; 2]. Tankarmaturen verschiedener Art wurden Temperaturen zwischen 200 und 300°C ausgesetzt, wobei sie gewöhnlich versagten.

Nach dem Abkühlen wurde regelmäßig festgestellt, daß Schraubverbindungen, die vor dem Versuch sachgemäß hergestellt und auf Dichtheit geprüft worden waren, erhebliche Lecks aufwiesen. Die Lecks traten nicht während der hei-

Ben Phase, sondern erst beim Abkühlen auf.

Diese Erscheinung ist eine Folge der thermischen Verformungen während der Erwärmung. Die beiden verschraubten Teile haben bei der Erwärmung das Bestreben, sich auszudehnen. Durch den Druck, den sie im Gewinde aufeinander ausüben, werden sie jedoch daran gehindert und verformen sich gegenseitig. So lange es dabei bleibt, ist dies für die Dichtheit der Verbindung sogar vorteilhaft. Bei der Abkühlung jedoch schrumpfen beide Teile wieder, wobei die Mutter nicht im gleichen Maß auf die alte Form zurückgeht wie die Schraube. Daher wird das Gewinde locker. Sind die Teile einer hohen Temperatur ausgesetzt gewesen, läßt sich die Dichtheit auch durch Nachziehen nicht wieder herstellen.

Diese Beobachtung ist für die Brandbekämpfung bedeutsam, weil aus einer solchen Verbindung an einem abgekühlten Behälter für Flüssiggas oder andere brennbare Gase plötzlich sehr viel größere Gasmengen austreten können als vorher. Aus diesem Grund kommt der Sicherung des Objekts nach dem Brand, also der Brandwache, besondere Bedeutung zu. Die Erscheinung kann aber auch bei der Ermittlung der Brandursache auf eine falsche Spur führen.

Es wurde allerdings bei den Experimenten nie beobachtet, daß sich die ver-

schraubten Teile völlig voneinander lösten, obwohl sie unter Druck standen. Der Lockerungseffekt vermag nicht die gesamte Gewindetiefe zu überwinden, die gewöhnlich zwischen 1 und 2 mm liegt. Nur in der Nähe des Schmelzpunktes der metallischen Werkstoffe (bei Messing z. B. zwischen 800 und 900 °C) könnte das Gewinde weich werden, so daß die Teile voneinander abreißen. Die Versuchstemperaturen von unter 300 °C reichten dafür nicht aus.

### 3 Anwendung auf Schraubverbindungen für Flüssiggasventile

Das häufigste brennbare Gas ist Flüssiggas (ein Sammelname für Gemische aus Propan und anderen C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Kohlenwasserstoffen nach DIN 51 622 [6]). Es liegt sowohl nach umgesetzter Menge als auch nach Anzahl der umlaufenden Behälterweit an der Spitze der industriellen Druckgase. Darüber hinaus wird es oft im Haushalt und in der Freizeit verwendet und gelangt damit in die Hände von Personen, bei denen ein unsachgemäßer Gebrauch aus Unkenntnis oder Fahrlässigkeit wahrscheinlicher ist als bei dem Personal eines Industriebetriebes. Darum sollen die für Flüssiggas verwendeten Ventilausgänge nach DIN 477 Teil 1 [4] hier stellvertretend für die Schraubverbindungen allgemein behandelt werden.

### 3.1 Verbindungen ohne Dichtung

Abb. 1 zeigt den Anschluß Nr. 4 nach DIN 477. Er wird für Acetylen, Butan oder Propan verwendet, sofern die Flaschen einen Fassungsraum von höchstens 1 Liter haben (auch als „Handwerkeranschluß“ bekannt). Er zeichnet sich dadurch aus, daß er keine besondere Dichtung hat. Ein Stutzen mit kugeligem Vorderteil wird in einen kegelförmigen Ventilausgang hineingedrückt, so daß sich beide Teile entlang eines Kreises berühren. Dort entsteht ein hoher Druck, der für die Dichtheit ausreicht. Eine Überwurfmutter hält beides zusammen. Diese Art der Metall-auf-Metall-Dichtung ist auch als „Bull-Nose“-Form bekannt.

Nach dem gleichen Prinzip sind auch Anschlüsse und Verbindungen von Schläuchen für das Schweißen usw. nach DIN 8542 [5] gestaltet, so daß diese Anschlußform einen weiten Anwendungsbereich hat. Anschlüsse für brennbare Gase haben ein Linksgewinde und eine Rille in der Überwurfmutter.

Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen BAM-Experimenten an Armaturen für größere Tanks hat hier das Gewinde selbst keine Dichtfunktion, sondern die Dichtheit wird zwischen Entnahmestutzen und einer Fläche des Ventilkörpers hergestellt. Der Effekt hängt jedoch nicht davon ab, an welcher Stelle die Verbindung mit dem Gas Kontakt hat, so daß sich die dort gewonnenen Ergebnisse unmittelbar auf diesen Fall übertragen lassen. Somit ist nach einem Feuer regelmäßig damit zu rechnen, daß eine solche Verbindung locker ist. Dies stimmt auch mit den Beobachtungen bei von der BAM untersuchten Brandfällen überein, worauf in Gutachten wiederholt hingewiesen werden mußte.

### 3.2 Verbindungen mit Dichtung

Der in Abb. 1 gezeigte Anschluß ohne Dichtung ist unter den DIN-Anschlüssen eine Besonderheit, aber im Rahmen der europäischen Vereinheitlichung der Normen wird dieses Prinzip auch in ganz Europa bald regelmäßig benutzt werden.

Gegenwärtig werden für normale Flüssiggasbehälter die Anschlüsse Nr. 1 und 2 aus DIN 477 mit Dichtung benutzt. Abb. 2 zeigt den Anschluß Nr. 1, der außer für Flüssiggas noch für die meisten anderen brennbaren Gase zugelassen ist (jedoch nicht z. B. für Acetylen, das wegen seiner besonderen Eigenschaften eine eigene Anschlußart hat). Hier ist eine Dichtung vorhanden, die gewöhnlich aus Hartfaser besteht und durch die Wulst des Stutzens vor dem Herunterfallen bewahrt wird.

Was vorstehend über die Lockerung des Gewindes bei Anschlüssen ohne Dichtung gesagt worden ist, gilt natürlich grundsätzlich auch hier. Dieser Effekt wird aber noch dadurch verstärkt, daß die Dichtung der Hitze gewöhnlich nicht standhält. Das verbreitete rote Hartfasermaterial z. B. verbrennt zu schwarzen Krümeln. Zusätzlich zur Lockerung des Gewindes kann sich der Stutzen dann auch noch im Ventil in Richtung der Achse vor- und zurückbewegen.

Für Flüssiggasflaschen bis maximal 33 Liter, die für Koch-, Heiz- und Beleuchtungszwecke verwendet werden, ist neben dem in Abb. 2 gezeigten allgemeinen Anschluß für brennbare Gase auch noch der sog. „Haushaltsanschluß“ zugelassen, den Abb. 3 zeigt (der aber ebenso oft auch im gewerblichen Bereich zur Anwendung kommt). Hier wird die Überwurfmutter nicht mit dem Schraubenschlüssel, sondern mit der Hand festgezogen; wegen des geringeren Anzugsmoments der Verbindung ist der Dichtring nicht aus Hartfaser o. ä., son-

dern aus einem elastischen Material. Außerdem sorgt seine Form dafür, daß er unverlierbar in den Ventilausgang integriert bleibt.

Bezüglich der Lockerung dieses Anschlusses nach einem Feuer gilt das gleiche wie für den vorwiegend gewerblich genutzten Anschluß Nr. 1.

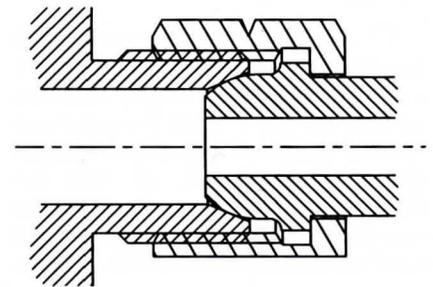


Abb. 1: DIN-Anschluß Nr. 4 für sehr kleine Flaschen

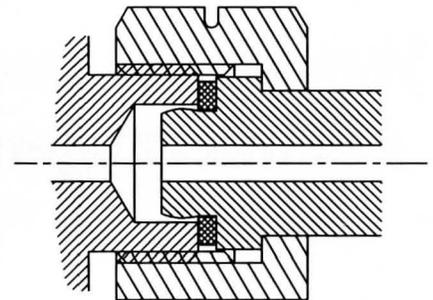


Abb. 2: DIN-Anschluß Nr. 1 für brennbare Gase

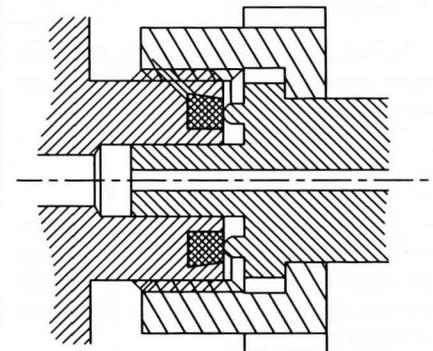


Abb. 3: DIN-Anschluß Nr. 2 für Haushaltsflaschen

## 4 Schlußfolgerungen

Umfangreiche Versuchsreihen der BAM über die Einwirkung hoher Temperaturen auf Armaturen für Flüssiggas haben unter anderem ergeben, daß die Schraubverbindungen nach dem Versuch gewöhnlich locker waren. Es handelt sich dabei um eine normale Folge der thermischen Verformungen, die bei der Erwärmung und besonders bei der Abkühlung auftritt.

Wenn folglich nach einem Feuer eine Schraubverbindung an einem Ventil, Gerät oder Schlauch für brennbare Gase locker vorgefunden wird, läßt sich daraus allein grundsätzlich nichts über fahrlässigen Umgang oder vorsätzliche Manipulationen ableiten. Dadurch könnte leicht ein unbegründeter Verdacht entstehen, den der Betroffene nur mit Mühe oder gar nicht entkräften kann.

Eine regelrecht geöffnete Verbindung läßt sich durch solche Erscheinungen jedoch nicht erklären. Um die Teile voneinander zu lösen, wären Temperaturen in der Gegend des Schmelzpunktes des Materials erforderlich, so daß das Gewinde weich wird und die Teile voneinander abreißen. Das kann man aber den Gewinden danach deutlich ansehen.

Es ist dann nicht mehr möglich, die Teile auch nur provisorisch zusammenzuschrauben.

## 5 Quellen

- [1] BMFT-Vorhaben „Ermittlung sicherheitstechnischer Kriterien zur Flüssiggastechnologie und Herleitung geeigneter Sicherheitsstandards“, Förderkennzeichen 01 RG 8402
- [2] BAM-Bericht Nr. 01501: „Ermittlung sicherheitstechnischer Kriterien zur Flüssiggastechnologie und Herleitung geeigneter Sicherheitsstandards“, Berlin, Dezember 1988; hier: K.-P. Gebauer, E. Behrend: „Untersuchung von Brand-
- schutzmaßnahmen - Verhalten von Ausrüstungsteilen für Flüssiggasbehälter bei hohen Temperaturen“, Fachband 5.7, Berlin, Oktober 1987
- [3] E. Behrend, K.-P. Gebauer: „Verhalten von Armaturen für Flüssiggas-Lagerbehälter unter Brandeinwirkung“, *TÜ Technische Überwachung* 29 (1988) 120-2
- [4] DIN 477 Teil 1 - „Gasflaschenventile für Prüfdrücke bis max. 300 bar; Bauformen, Baumaße, Anschlüsse, Gewinde“
- [5] DIN 8542 - „Schlauchanschlüsse und Schlauchverbindungen für Geräte zum Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“
- [6] DIN 51622 - „Flüssiggase; Propan, Propan, Butan, Buten und deren Gemische; Anforderungen“

# Verschlüsse und Abschottungen in Wänden mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer

## Haustechnik- Kabelabschottungen

Dipl.-Ing. (FH) Josef Mayr

### 1 Einführung

Gebäude werden nach dem „Abschottungsprinzip“ [1] durch abschottende Bauteile wie

- Komplextrennwände,
  - Brandwände,
  - Treppenraumwände,
  - feuerbeständige Wände und Decken,
  - feuerhemmende Wände und Decken
- in einzelne, brandschutztechnisch getrennte Abschnitte unterteilt. Zu diesen Abschnitten zählen
- Komplexe,
  - Brandabschnitte,
  - Brandbekämpfungsabschnitte,
  - feuerbeständig oder feuerhemmend abgetrennte Geschosse und Räume sowie
  - für Flucht und Rettung notwendige Flure und Treppenträume.

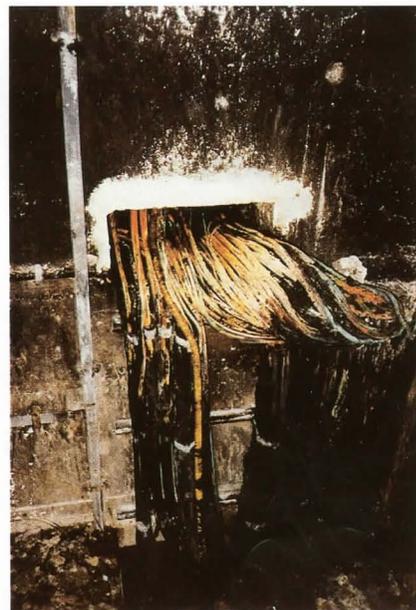
Die Brandsicherheit eines Gebäudes wird durch abschnittsübergreifende oder -verbindende

- Rohre,
- Leitungen,

- Kanäle und
  - Installationsschächte und -kanäle
- erheblich beeinträchtigt, wenn durch sie **Feuer und/oder Rauch** in andere Abschnitte übertragen werden, siehe Bild 1. Aus diesen Gründen wird in der Musterbauordnung und sinngemäß auch in den Länderbauordnungen verlangt:

*„Leitungen dürfen durch Brandwände, Trennwände zwischen Wohngebäuden, Treppenraumwände, feuerbeständige Trennwände und feuerbeständige Decken nur hindurchgeführt werden, wenn eine Übertragung von Feuer und Rauch nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind.“ [2]*

Neben den Brandgefahren, die von Rohrleitungen, Installationsschächten und -kanälen sowie Lüftungsanlagen und -leitungen ausgehen, sind auch elektrische Anlagen und Leitungen auf vielfältige Weise am Brandgeschehen beteiligt. Im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes für die Haustechnik sollte deshalb geprüft werden, wie die Entstehung von Bränden bei elektrischen Kabeln verhindert und eine Brandausbreitung begrenzt werden kann. Hierbei sind die folgenden vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen von Bedeutung [3]:



**Bild 1**  
Eine Kabelabschottung war nicht vorhanden. Feuer und Rauch konnten sich ungehindert in den angrenzenden Brandabschnitt ausbreiten.

- a. Vermeidung der Brandübertragung durch Kabeldurchführungen in andere Abschnitte.
- b. Vermeidung der Brandweiterleitung durch die Kabel.