

Elektrostatische Entladungen bei Absperrblasen in Gas-Rohrleitungen

# So vermeiden Sie Entladungsblitze!

Zum vorübergehenden Absperrern von Gasleitungen werden in der Regel **Absperrblasen** eingesetzt. Beim Rutschen einer solchen Blase in einer Gasleitung aus Kunststoff können aber zündwirksame elektrostatische Entladungen auftreten. Im Rahmen eines Forschungsprojektes mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig wurden neue Schutzmaßnahmen für betroffene Betriebe entwickelt.

**F**ür Arbeiten im Versorgungsnetz müssen Gasleitungen oftmals provisorisch abgesperrt werden. Da in den Versorgungsnetzen Absperrarmaturen in der Regel weit auseinanderliegen, werden hierbei zum Sperren auch sogenannte Rohrsperrsysteme eingesetzt.

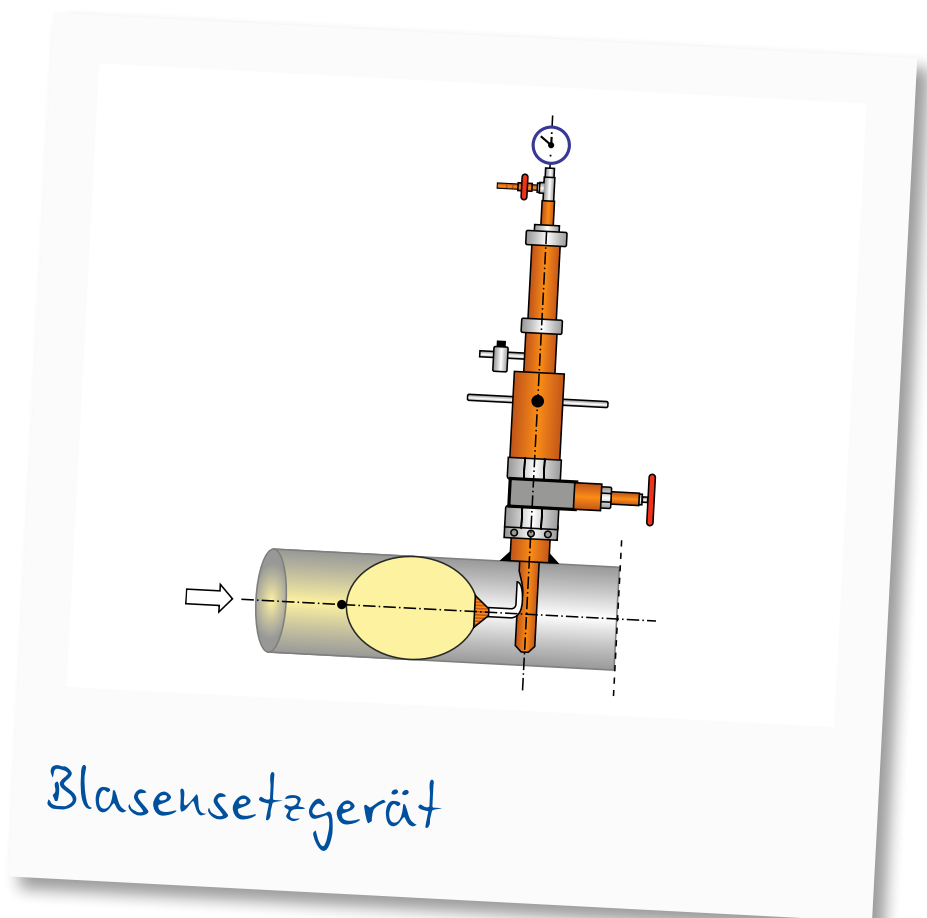
Die Sperrung von Gasleitungen (Stahl, Guss, Polyethylen und Polyvinylchlorid) in Nieder- und Mitteldrucknetzen erfolgt dabei mithilfe von Absperrblasen, die über Blasensetzgeräte gesetzt und gezogen werden können.

Absperrblasen gibt es für Nennweiten ab DN 50. Durchmesserabhängig kann bis zu einem Betriebsdruck von 4 bar gesperrt werden. Es gibt verschiedene Bauarten von Blasensetzgeräten:

- Einfachblasensetzgerät (Abbildung 1)
- Doppelblasensetzgerät
- Zweifachblasensetzgerät.

Durch diese Technik lässt sich die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gas-Luft-Gemische bei Arbeiten an Gasleitungen im gefährdeten Bereich erheblich reduzieren. Dabei wird auf die zu bearbeitende Rohrleitung entweder eine Aufschweißmuffe geschweißt oder eine Blasensetzschelle montiert. Auf dieses Teil wird dann eine Schleuse gesetzt, die mit einem Kugelhahn verschlossen wird. Durch diese Schleuse wird ohne Gasaustritt die Rohrleitung angebohrt. Danach werden die Bohrspäne (Stahl und Guss) entfernt.

Anschließend wird das Blasensetzgerät auf die Schleuse montiert, die Blase(n) in die Rohrleitung eingeführt und mit Luft oder Inertgas befüllt, sodass der Gasfluss im Rohr unterbunden bzw. abgesperrt ist. Jetzt kann die Leitung getrennt und dann an ihr gearbeitet werden. Nach Aufhebung der Sperrung und Zurückziehen der



Blasensetzgerät

Abbildung 1: Blasensetzgerät zum provisorischen Sperren einer Gasleitung

Absperrblasen wird über die Schleuse ein Stopfen in das Innengewinde der Muffe bzw. Schelle eingeschraubt und das Rohrgas dicht verschlossen. Die Schleuse kann dann zurückgebaut werden.

## Elektrostatische Entladungen beobachtet

Bei einer Vorführung zum Arbeiten mit dem Rohrsperrsystem wurde in einem transparenten Kunststoffrohr beobachtet, dass elektrostatische Entladungsblitze

an der Rohrinneiseite auftreten können, wenn eine Absperrblase aufgrund zu geringen Blaseninnendruck in der abgedichteten, unter Druck stehenden Leitung im Rohr zu rutschen beginnt.

Diese elektrostatischen Entladungsblitze sind zündwirksam und können ein an dieser Stelle vorhandenes Gas-Luft-Gemisch entzünden.

Diese Beobachtung wurde in einem Forschungsvorhaben näher untersucht. Aus den Untersuchungsergebnissen wurden

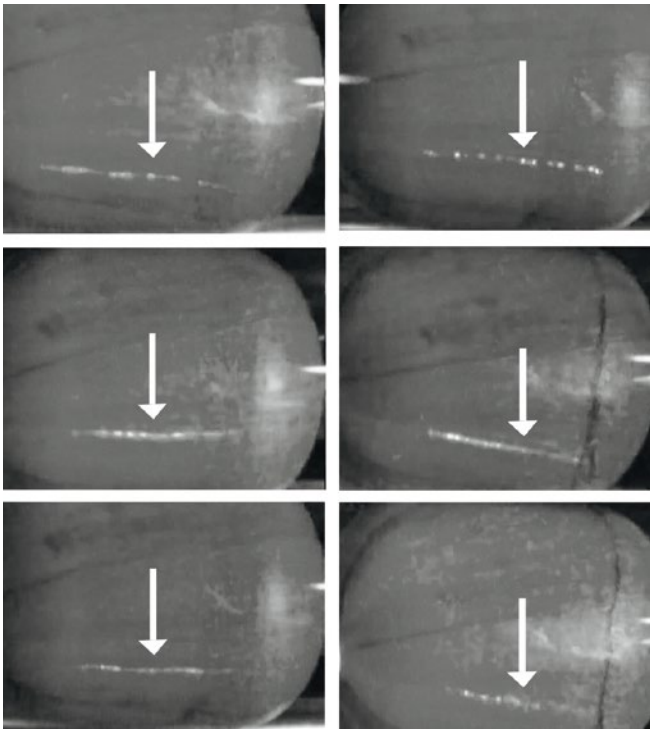


Abbildung 2: Bilder von diversen Entladungen im Hellen

dann Schutzmaßnahmen zur Vermeidung der Funkenbildung hergeleitet, die insbesondere beim Rutschen von Absperrblasen in Gasleitungen aus Kunststoff auftreten.

### Versuchsergebnisse

Die Versuche wurden in einer klimatisierten Stahlkammer mit Geräten und Blasen zweier Hersteller durchgeführt (Doppelblasensetzgerät, Zweifachblasensetzgerät). Für die Messungen standen

- ein Handcoulombmeter Typ HMG 10/01 der Fa. Schnier, Rommelsbach,
- eine Minifeldmühle Typ PFM.711A der Fa. Prostat, Bensenville, sowie
- ein Oszilloskop TDS3032B mit 1 Giga-sample/s der Fa. Tektronix, Beaverton, zur Verfügung. Die Versuche fanden wegen der besseren Sichtbarkeit in transparenten PMMA Röhren sowie zum Vergleich in Gasröhren aus PE und PVC mit Stoff- und Gummiblasen statt.

Bereits bei den ersten Versuchen bei einer relativen Luftfeuchte von 30 Prozent wurde festgestellt, dass bei Rutschvorgängen von isolierenden Blasen in isolierenden Röhren helle Lichtblitze zusammen mit lauten Knistergeräuschen auftreten (Abb.2). Dem Betrachter erscheinen diese Entladungen als ein schwach leuchtendes diffuses Lichtband, das vor der Blase auf der Überdruckseite links auftritt und zu einem Tripelpunkt Blase-Wand-Luft führt. Von da aus verläuft es

hell leuchtend, unverzweigt und fast gerade entlang einer 8 cm bis 9 cm langen Kontaktfläche Blase-Wand bis zu einem zweiten Tripelpunkt Blase-Wand-Luft auf der drucklosen Seite rechts. Ferner erscheint gelegentlich unmittelbar daneben ein Leuchtpunkt auf dem geerdeten metallenen Blasenpol, an der die Blase befestigt ist und mit deren Hilfe die Blase verschoben werden kann.

Dieser Verlauf ließ sich mit einer Hochgeschwindigkeitskamera (250 Bilder/s) bestätigen (Abbildungen 2–4). Bei einigen Entladungen sind die beobachteten diffusen Vorentladungen, wenn auch nur schwer, zu sehen (Abbildung 4). Die Leuchtpunkte auf der Metallscheibe können nicht sicher erkannt werden, auch

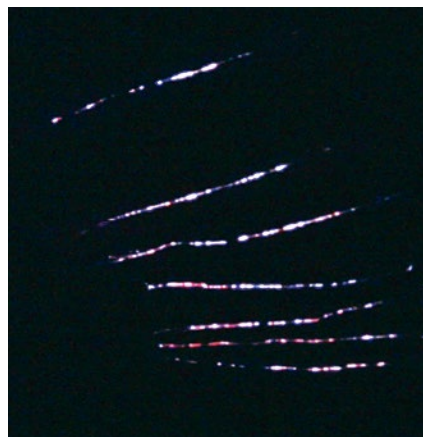


Abbildung 3: Kumulierte Bilder diverser Entladungen im Dunkeln

wenn Abbildung 4 dieses nahelegt. Abbildung 2 deutet darauf hin, dass die Entladungen in einer Mikrofalte stattfinden, und dass nach weiterem Rutschen der Blase erneut Entladungen in derselben Mikrofalte auftreten können.

Bei den Beobachtungen handelt es sich somit um Gleitentladungen. Sie entstehen und enden an der Grenze zweier Isolierstoffe mit unterschiedlichem Aggregatzustand zwischen zwei Elektroden mit hohem Potenzialunterschied, z. B. an der Oberfläche eines Feststoffisolators zwischen zwei Elektroden in Luft. Typische technische Anordnungen, bei denen Gleitentladungen auftreten können, sind

- Durchführungen,
- Kabelenden und
- andere Austrittsstellen von elektrischen Kabeln,

bei denen spannungsführende Leiter in Kontakt mit einem Isolator und Luft stehen und gleichzeitig in einer gewissen Entfernung ein weiterer Tripelpunkt Isolator-Luft-Leiter mit Erdkontakt vorliegt.

Die Versuchsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Im transparenten PMMA-Rohr wurden mit isolierenden Blasen Entladungen von bis zu 140 nC auf der Rohraußenseite gemessen. Hierbei wurden die Entladungen auf der Rohrinneinnenseite noch wesentlich stärker eingeschätzt. Mehr als 60 nC gelten als potenziell zündwirksam für aliphatische Kohlenwasserstoffe einschließlich Erdgas. Die beobachteten Entladungen sind somit als zündwirksam anzusehen.
2. Die Höhe der Entladungen ist abhängig von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte. Je trockener das Klima und



Abbildung 4: Detailaufnahme einer weiteren beobachteten Entladung

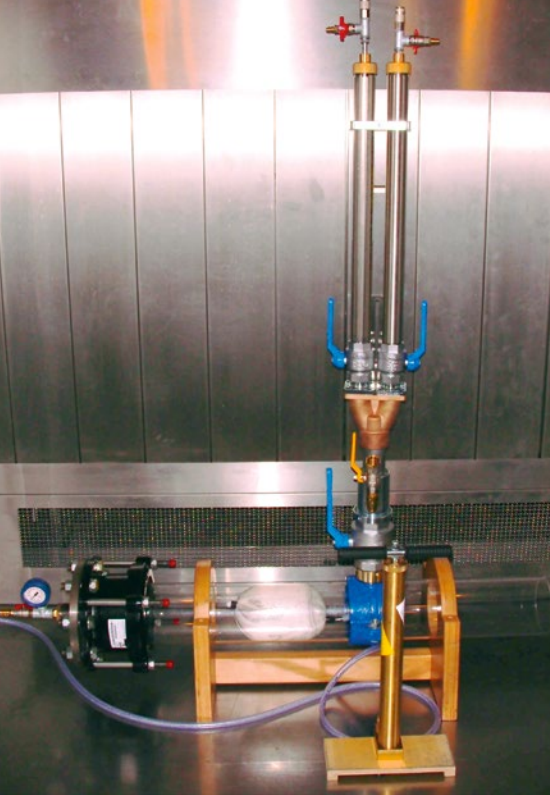


Abbildung 5: Versuchsaufbau hütz+baumgarten PMMA-Rohr mit Stoffblase

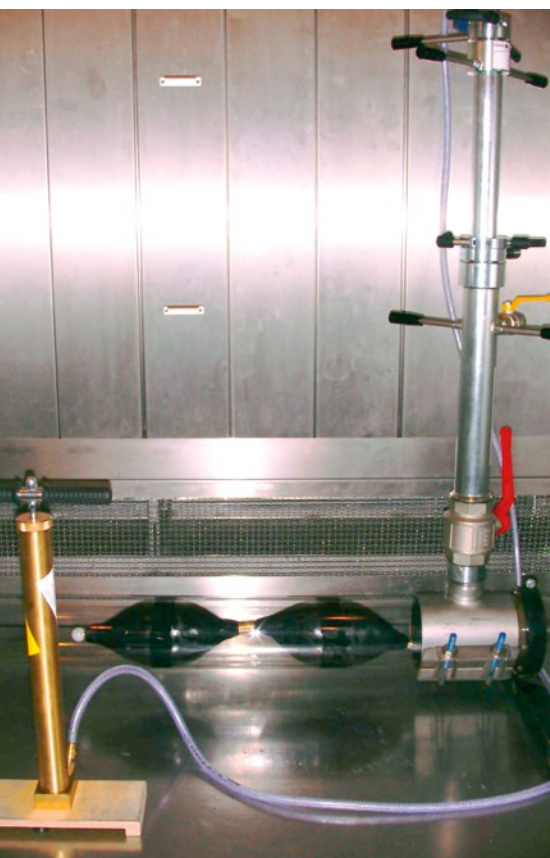


Abbildung 6: Versuchsaufbau Städtler und Beck, PMMA-Rohr mit MDA-Blasen

je niedriger die Temperatur, umso stärker sind die Entladungen. Der Höchstwert von 140 nC ergab sich bei einer Temperatur von knapp über dem Gefrierpunkt und einer relativen Luftfeuchte von 10 %. Bei 25 °C wurden immerhin noch 74 nC, bei 35 °C 60 nC bei unveränderter relativer Luftfeuchte gemessen.

3. Mit zunehmender Feuchte nehmen die Entladeenergien schnell ab. Bei einer relativen Feuchte von mehr als 50 Prozent sind keine zündwirksamen Entladungen mehr zu erwarten.
4. Die Entladeenergien nehmen in der Reihenfolge PVC > PMMA > PE ab. Somit sind im PVC-Rohr sogar mehr als 140 nC zu erwarten. Da die Blase jedoch in dem undurchsichtigen Rohr nicht zu lokalisieren war, konnte dieser Wert experimentell nicht bestätigt werden.
5. Die antistatisch wirksamen Blasen von hütz+baumgarten (MDS-Blase mit mind. 2 % Antistatikum) sowie Städtler und Beck (MDA-Blase) sowie alle Stoffblasen beider Hersteller ergaben im Experiment keine messbare Entladung (0 nC).
6. Mit dem Oszilloskop ließ sich bestätigen, dass Entladungen typischerweise in Intervallen von wenigen 100 ms auftreten. Die Entladeenergie einer Einzelentladung konnte jedoch nicht gemessen werden, da das Oszilloskop selbst im höchsten Messbereich übersteuerte.
7. Mit der Feldmühle wurde festgestellt, dass die Oberfläche der Blase beim Auftreten zündwirksamer Entladungen ein Potenzial von weit über 25 kV annimmt. Bei antistatisch wirksamen Blasen beträgt das Oberflächenpotenzial jedoch höchstens 4 kV.
8. Bei beiden Herstellern lädt sich das Blasensetzgerät samt Schleuse (Abbildungen 5 und 6) hoch elektrostatisch auf (max. 300 nC). Das metallene Blasensetzgerät/Schleuse muss daher bei beiden Herstellern z. B. durch einen Metallstab in der Erde oder durch Anschluss an den elektrischen Schutzleiter geerdet werden, um Zündgefahren und elektrische Schläge zu vermeiden.
9. Die bisher verwendeten nicht antistatischen Blasen weisen eine hohe Rutschfestigkeit auf, sodass sich ein auch aus anderen Gründen unerwünschtes Rutschen leicht betriebsmäßig verhindern lässt. Langfristig müssen diese Blasen jedoch durch antistatische Blasen ersetzt werden.

### Schlussfolgerungen

Blasensetzgeräte für Gasleitungen müssen so beschaffen sein, dass eine Entzündung explosionsfähiger Gasatmosphäre und eine Verletzung von Mitarbeitern durch einen elektrischen Schlag verhindert werden. Hierzu sind folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Das Blasensetzgerät muss durch einen Anschluss an den elektrischen Schutzleiter oder an einen metallenen Pflock im Erdreich sicher geerdet werden. Hinweis: Eine vollwertige elektrische Erdung gemäß den einschlägigen elektrischen Regeln ist nicht erforderlich.
2. Verwendete Blasen müssen einen Oberflächenwiderstand von höchstens 100 GΩ aufweisen, gemessen bei 1.000 V und höchstens 30 Prozent relativer Luftfeuchte. Eine Überschreitung dieses Wertes ist nur dann gestattet, wenn die Blasen sich im Experiment selbst unter kritischen Bedingungen nicht elektrostatisch aufladen lassen. Hinweis: Im Experiment wurde unter kritischen Bedingungen festgestellt, dass sich alle Stoffblasen sowie die MDS-Blase von hütz+baumgarten mit mindestens zwei Prozent Antistatikum und die MDA-Blase von Städtler und Beck nicht elektrostatisch aufladen.
3. Ältere Blasen dürfen weiterhin verwendet werden, sofern ein Rutschen der Blase bei gleichzeitig anwesenden Gas-Luft-Gemischen sicher betriebsmäßig vermieden wird. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Info“. Hinweis: Diese Bedingung ist bei beiden Herstellern erfüllbar.
4. Die verwendeten Blasen müssen über einen Widerstand von höchstens 100 MΩ mit dem Blasensetzgerät verbunden sein.

Dr. Ulrich von Pidoll,  
Physikalisch-Technische  
Bundesanstalt, Bundesallee 100,  
38116 Braunschweig

Dr. Albert Seemann,  
BG Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse

### info

Weitere Informationen unter  
[www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode 14447362.

Kooperationspartner:

- hütz + baumgarten GmbH & Co. KG, Remscheid
- Städtler + Beck GmbH, Speyer