

# Isolierstücke: Stand der Technik

Josef Schrammel und Jürgen Heim

Isolierstücke werden weltweit in Gas-, Öl- oder auch Wasserpipelines eingesetzt, um die metallene Leitfähigkeit einer Rohrleitung bzw. eines Systems des kathodischen Korrosionsschutzes zu unterbrechen und Anlagen wie Verdichtungsstationen, Tanks oder Pumpstationen usw. vor Hochspannungen zu schützen. Weitere Einsatzgebiete sind u.A. die Einteilung einer durch kathodischen Korrosionsschutz geschützten Rohrleitung in sinnvolle Abschnitte zur leichteren Eingrenzung zur Auffindung von Fehlern (Korrosion), die Unterbrechung von Streuströmen (Hochspannungsleitungen, Oberleitungen) oder die Trennung metallischer Rohrleitungen unterschiedlicher Werkstoffe.

Da die Bauteile gleichzeitig hohen elektrischen und mechanischen Ansprüchen genügen müssen, sind bei Einsatz und Auswahl von Isolierstücken im Wesentlichen die Einsatzbedingungen (Druck, Temperatur), das Betriebsmedium und der Einsatzort (Unterflur, Überflur) maßgebend. Die rechnerische Auslegung erfolgt nach den europäischen Regelwerken (ÖNORM, DIN, VdTÜV, DVGW, ÖVGW) oder ASME-Regelwerken. Weiters gibt es Vorgaben von Netzbetreibern.

## Anforderungen an Isolierstücke

Isolierstücke müssen hohen Anforderungen an Sicherheit und Funktion genügen: Sie unterliegen der ÖVGW PG 424 (1.0) Dezember 2008<sup>1</sup>, sind einer Bauteilprüfung nach VdTÜV-Merkblatt *Isolierstücke 100* zu unterziehen und müssen gleichzeitig alle wesentlichen Sicherheitsanforderungen aus Anhang I der DGRL 2014/68/EU erfüllen.

Um die metallene Leitfähigkeit zu unterbrechen, wird ein großer elektrischer Isolationswiderstand von üblicherweise 100 kΩ gefordert.

<sup>1</sup> Die PG 424 wurde bei Redaktionsschluss überarbeitet und soll durch den QS G424 ersetzt werden.



Gegen Überspannungen sind die Komponenten standardmäßig mit einer Spannungsfestigkeit von bis zu 5.000 Volt abgesichert. Isolierstücke sollten möglichst spannungsfrei in der Rohrleitung eingebaut werden. Zusätzliche Beanspruchungen durch Axialkräfte, Biege- und Torsionsmomente können ergänzend zu der Belastung aus dem Innendruck bei der Dimensionierung berücksichtigt werden. Es gilt die Isolierstücke so zu gestalten, dass bei Bruch der drucktragenden Teile eine Klammerwirkung erhalten bleibt, die ein Entweichen des Mediums verhindert [VdTÜV].

## Aufbau von Isolierstücken

Isolierstücke (Isolierkupplungen) sind vollverschweißte, kraftschlüssige Bauteile, die aus zwei Rohrabschnitten bestehen und eine hohe Biegesteifigkeit aufweisen. Die beiden Hälften des Bauteiles werden voneinander elektrisch isoliert. Der Isolierring besteht aus einem Glasgewebe, einem Glasfilamentgewebe, einem Glasfasermaterial oder einem glasfaserverstärkten Kunststoff. Das Material des Isolierringes muss dem in der Rohrleitung transportierten Medium angepasst sein, um diesem möglichst lange zu widerstehen. Dies gilt besonders für kritische, gasförmige (z.B. Sauerstoff, Wasserstoff) und aggressive/korrosive/giftige (z.B. Industriegas, Butan, Propan, Ammoniak) Medien.

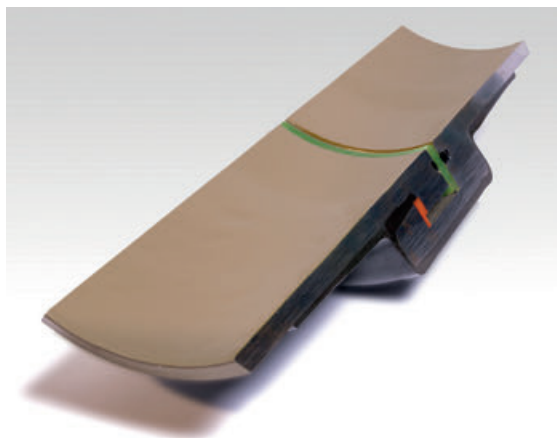


Abb. 1  
Schnitt durch SHD Isolierstück mit Ringfunkenstrecke und Beschichtung System VETCO®

Bei hohen Spannungen bzw. Spannungsspitzen (z.B. Blitzschlag) kommt es im Regelfall zu einer punktuellen Funkenbildung. Durch die Hitzeentwicklung könnte die innenliegende Isolierung verbrennen und ein elektrisch leitender Kohlefaden entstehen. Da derartig belastete Isolierstücke die Funktion der Isolierung nicht mehr erfüllen, müssen diese getauscht werden. Bei unterirdischen Rohrleitungen ist das kostspielig.

#### *Ringfunkenstrecke*

Um die Zerstörung bei Hochspannungen zu verhindern, wurde die Ringfunkenstrecke entwickelt und patentiert. Durch die Ringform erfolgt der Spannungsabbau umlaufend über eine größere Fläche, die Hitzeentwicklung ist geringer, die Isolation und die Funktionalität bleiben erhalten. Beim Einsatz in EX-Zonen ist zusätzlich eine externe Ringfunkenstrecke gemäß ATEX-Richtlinie zwingend vorgeschrieben. Diese wird an Laschen, die an den Flanschen angeschweißt sind, verschraubt.

#### *Beschichtungen*

Isolierstücke werden in der Regel innen und außen beschichtet. Während die Außenbeschichtung den Schutz vor Korrosion übernimmt, ist die Innenbeschichtung ein wichtiger Faktor für die fehlerfreie Funktion und Lebensdauer (Abb. 1).

Für die fertig montierten Bauteile einer Isolierkupplung hat sich neben der Innenbeschichtung für Standardanwendungen mit 2-Komponenten-Epoxidharz eine Hochdruck

und -temperatur beständige Epoxidpulverbeschichtung bewährt. Durch die hohe Abriebfestigkeit gewährt diese Innenbeschichtung auch beim Molchen gegen Verunreinigung oder zur Zustandsprüfung einen langfristigen Schutz.

Das Medium bestimmt die Länge der notwendigen Isolierung. Beim Einbau von Isolierstücken in die Rohrleitung ist darauf zu achten, dass die Innenbeschichtung nicht beschädigt wird. Das gilt insbesondere für Schweißanschlüsse.

#### *Magnetisierung/Entmagnetisierung*

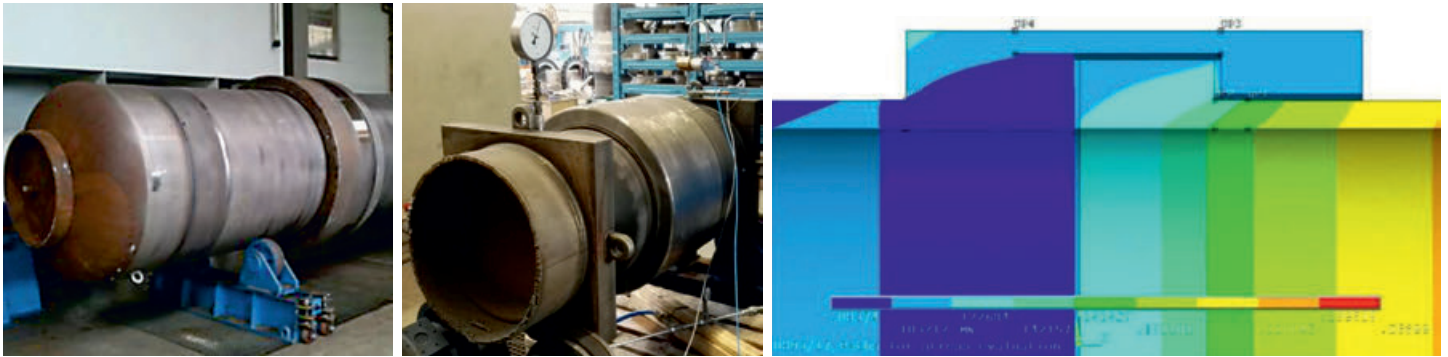
Rohrleitungen müssen regelmäßig inspiziert werden, um minimale Risse oder Wanddickenänderung durch Korrosion rechtzeitig zu entdecken und beheben zu können, bevor Undichtheiten oder andere Schäden entstehen. Diese Inspektion erfolgt bei großen Rohrleitungen mit Magnetstreifflussmolchen (MFL-Molch), die mit mehreren Sensoren ausgestattet durch die Leitung gedrückt werden und mehrere GB an Daten sammeln. Durch diese MFL-Molchung kann es u.A. zur Magnetisierung von Leitungseinbauten und dadurch bei diesen zur Anhäufung metallischer Partikel kommen.

In einem derzeit laufenden Forschungsprojekt, welches im Auftrag der ÖVGW von der TU-Graz in Zusammenarbeit mit österreichischen Netzbetreibern und namhaften Herstellern durchgeführt wird, werden mögliche Einflussgrößen der Magnetisierung und Entmagnetisierung erforscht. Erste Ergebnisse zeigen, dass eine nahezu restlose Entmagnetisierung erreicht werden kann. Dies ist für eingebaute elektrische Trennstellen ohne bzw. bereits defekter Innenbeschichtung von Bedeutung.

Hochwertige Innenbeschichtungen unterstützen durch ihre erhöhte elektrische Durchschlagsfestigkeit die Funktionsfähigkeit der Isolierstücke trotz MFL-Molchung.

#### **Bauteilprüfung nach VdTÜV-Merkblatt Isolierstücke 100**

Das VdTÜV-Merkblatt *Isolierstücke 100* ist die Prüfgrundlage, nach der alle Isolierstücke ge-



prüft werden müssen. Mit Herausgabe des neuesten Merkblattes Ausgabe 02.2016 wurden im Wesentlichen erhöhte Zusatzkräfte festgelegt, denen Isolierstücke standhalten müssen. Bisher wurden Bauteilprüfungen an Isolierstücken häufig an kleinen Nennweiten durchgeführt. Für die nachfolgend beschriebene aktuelle Baumusterprüfung hat der Hersteller insbesondere große Baumuster vorgesehen. Speziell der Biegeversuch bei statischem Innendruck sowie der Innendruckschwellversuch stellten große Herausforderungen dar, was Konzeption, Aufbau, Durchführung und Kosten der Versuche anbelangt.

Die speziellen an bestimmten Baumustern durchgeführten Prüfungen gemäß VdTÜV-Merkblatt 100 (Ausgabe 02.2016) seien nachstehend zusammengefasst [VdTÜV]:

- Zerstörungsfreie Prüfung der druckbelasteten Schweißnähte mittels Röntgen- oder Ultraschallprüfung; wenn nicht möglich, dann Oberflächenrissprüfung
- Hydrostatische Festigkeitsprüfung / Prüfdruck = max. zulässiger Druck  $\times S/1,1$
- Dichtheitsprüfung bei Raumtemperatur und maximal zulässigem Druck mit Luft
- Prüfung der Isolationswirkung / Elektrischer Isolationswiderstand = 100 k $\Omega$ , Spannungsfestigkeit = 5.000 V
- Prüfung der Berstsicherheit an mindestens drei Baumustern / Es muss mindestens der 4-fache Nenndruck erreicht werden / Messung des Isolationswiderstands am Versuchsende
- Innendruckschwellversuch an mindestens drei Baumustern / Prüffrequenz  $\geq 15$

Lastwechsel/min, Mindestlastspielzahl = 10.000, Prüfdruck = max. zulässiger Druck  $\times 1,43$  / Messung des Isolationswiderstands am Versuchsende

- Biegeversuch bei statischem Innendruck an mindestens drei Baumustern / 125-maliges Aufbringen einer Biegekraft entsprechend der elastischen Biegelinie für Gasfernleitungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt G 463 bei einem Innendruck von 75 % des maximal zulässigen Drucks unter Drehung des Isolierstücks um jeweils 90° nach 25 Lastwechseln / Dichtheitsprüfung unter Biegebeanspruchung nach jeweils 25 Lastwechseln / Messung des Isolationswiderstands am Versuchsende

### Hydrostatische Festigkeitsprüfung

Bei der hydrostatischen Festigkeitsprüfung wird das Isolierstück mit der vollen Axialkraft, entsprechend dem Innendruck, belastet. Zunächst wird der volle Prüfdruck aufgebracht und gehalten. Anschließend folgt ein 3-maliges Aufbringen von 85 % des Prüfdrucks mit allmählicher Zwischenentlastung auf ein niedriges Druckniveau. Am Ende wird wieder der volle Prüfdruck aufgebracht und 30 Minuten gehalten. Bei der Prüfung der Berstsicherheit wird dann der 4-fache Nenndruck aufgebracht und gehalten. Es dürfen sich keine bleibenden Verformungen ergeben [VdTÜV]. (Abb. 2)

### Innendruckschwellversuch

Ein Innendruckschwellversuch an großen Baumustern bei einer hohen Prüffrequenz bedingt ein sehr schnelles Befüllen, Verdichten und Entleeren des Wasservolumens im Behältnis.

Abb. 2 Baumuster der Festigkeitsprüfung bzw. beim Berstversuch

Abb. 3 Baumuster mit bereits abgetrennten Rohren beim Innendruckschwellversuch

Abb. 4 FEM-gestützte Nachrechnung eines Baumusters [TÜV]

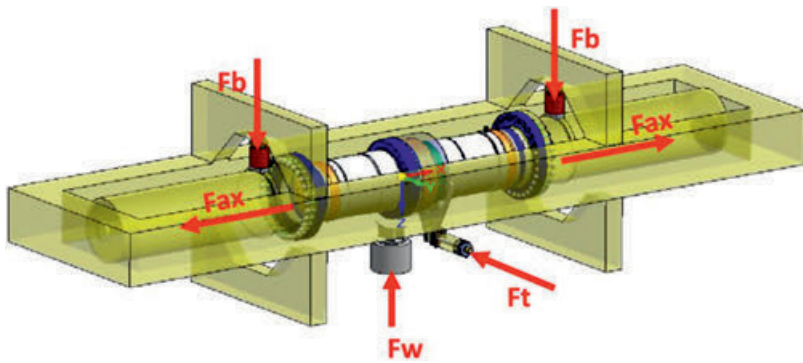


Abb. 5  
Typenprüfung an großem Isolierstück bei gleichzeitiger Belastung durch Innendruck, sowie Biege- und Torsionsmoment (Darstellung im CAD)

Durch die axialen und radialen Verformungen des Baumusters bei Prüfdruck sowie durch Kompression des Wassers, die hier bereits eine tragende Rolle spielt, muss die Versuchspumpe einen bedeutenden Teil an Wasservolumen wiederkehrend austauschen. (Abb. 3)

#### Biegeversuch

Beim Biegeversuch wurde eine sehr hohe Kraft generiert, welche notwendig ist, die Biegekraft entsprechend der elastischen Biegelinie für Gasfernleitungen im Prüfkörper zu erzeugen. Um im Versuch eine Biegelinie zu generieren, die der elastischen Biegelinie für Gasfernleitungen möglichst gut entspricht, darf der Prüfaufbau keine großen Steifigkeitssprünge aufweisen.

#### Weitere Überprüfungen, FEM-Berechnungen

Ob die Baumuster den Belastungen der speziellen Druck- und Biegeprüfungen standhalten können, wurde durch Finite Elemente Methode Berechnungen (FEM) ermittelt. Die in den analytischen Berechnungen bestimmten Spannungen und Verformungen wurden mittels FEM verifiziert. (Abb. 4)

Für die Teile eines Isolierstücks aus anderen Werkstoffen als Stahl (z.B. GFK) fordert der VdTÜV einen gesonderten Eignungsnachweis. Diesen Nachweis konnte der Hersteller durch ausführliche Versuchsreihen, in denen die Komponenten entsprechenden Belastungsuntersuchungen unterzogen wurden, erbringen [VdTÜV]. Die eingesetzten Isoliermaterialien (Isolierringe) weisen dabei die nachfolgend angeführten Eigenschaften auf, durch die sie

sich besonders für den Einsatz in Isolierstücken eignen (Abb. 5):

- Sehr hohe zulässige Grenzflächenpressung
- Große Biegesteifigkeit
- Hoher Verformungswiderstand gegen Innendruck bei gleichzeitig großem Dichtigkeitsanspruch
- Großer elektrischer Isolationswiderstand.

#### Fazit

Isolierstücke mit Ringfunkenstrecke sind wichtige sicherheitsrelevante Einbauten in Rohrleitungen, die nach dem VdTÜV-Merkblatt *Isolierstücke 100* geprüft werden müssen. Die Franz Schuck GmbH führte diese Prüfung nach der Merkblatt-Ausgabe 02.2016 als erster Armaturenhersteller erfolgreich an großen Nennweiten durch und erhielt somit die Verlängerung der Zertifizierung für Isolierstücke bis einschließlich Nennweite DN1400 / Nenndruck PN300.

Die in Forschung und Entwicklung ermittelten Ergebnisse können am hauseigenen Prüfstand, auf dem umfassende Versuche möglich sind, verifiziert werden, wodurch die Eignung der Isolierstücke für die hohen Anforderungen im Einsatz nachgewiesen wird.

#### Quellen

[VdTÜV]: Verband der TÜV e.V.: Richtlinien für die Bauteilprüfung von Isolierstücken im Geltungsbereich der Richtlinie 97/23/EG (Druckgeräterichtlinie) bzw. 2014/68/EU (Neufassung der Druckgeräterichtlinie) VdTÜV-Merkblatt BP ISOL 100-RL, Berlin, 02.2016

[TÜV]: TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Abteilung Druckbehälteranlagen Filderstadt

[Franz Schuck GmbH]: Jürgen Heim, Produktentwicklung

#### Weitere Informationen

Ing. Josef Schrammel  
Bammer Handels GmbH  
A-3003 Gablitz, Linzerstraße 89–91  
E-Mail: office@bammer-gmbh.at  
www.bammer-gmbh.at