

MITTEILUNGEN DES FACHVERBANDES KATHODISCHER KORROSIONSSCHUTZ E.V.

E 13001 F

September 1999

Nr. 33

Korrosion und Korrosionsschutz erdverlegter Gashochdruckleitungen – Teil 4

Fachreferat, gehalten von Dr. rer. nat. H. - G. Schöneich, Ruhrgas Aktiengesellschaft, Essen,
auf der Jahreshauptversammlung 1998 des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e. V. in Würzburg

2.3.3 Wasserstoff-induzierte Rißbildung

Tab. 7 beschreibt die grundlegenden Eigenschaften der Was-

serstoff-induzierten Rißbildung und die Korrosionsschutz-
maßnahmen.

Wasserstoff-induzierte Rißbildung	Korrosionssystem	Korrosionsschutz	Bemerkungen
Werkstoffe Rohr	Rohrleitungsstähle mit „hard spots“ und HV > 400 hochfeste Stähle mit Streckgrenzen > 1000 MPa	Lokalisierung von „hard spots“ z. B. durch einen Stress-test Stähle mit derartig hohen Streckgrenzen sollen für den Rohrleitungsbau nicht eingesetzt werden.	
Umhüllung	Das Umhüllungsmaterial hat keinen Einfluß		Korrosion An einem „hard spot“ muß die Umhüllung beschädigt sein, so daß der Boden in Kontakt mit der Stahloberfläche kommt.
Medium	Ein spezifisches Medium ist nicht erforderlich.		Korrosion Ein Wasserstoff-induzierter Schaden kann unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Bodens und unabhängig von der Einstellung des kathodischen Korrosionsschutzes auftreten /15/. Der absorbierte Wasserstoff ergibt sich aus der elektrochemischen Reaktion von Wassermolekülen zu H _{ad} .
Betriebsbedingungen	Besondere Betriebsbedingungen sind nicht erforderlich.		

Tab. 7: Ursachen der Wasserstoff-induzierten Rißbildung und Korrosionsschutzmaßnahmen

Wichtige Merkmale der Wasserstoff-induzierten Rißbildung sind:

- In Böden, die Sulfid enthalten, könnte Wasserstoff-induzierte Rißbildung bei relativ niedrigen pH-Werten (pH ≈ 5,5) auftreten. Dieser Vorgang ist bei Rohrleitungsstählen unabhängig von der Stahlqualität. Die maximale Anfälligkeit liegt im Potentialbereich des kathodischen Korrosionsschutzes; das bedeutet, daß mit der Veränderung seiner Einstellung kein Schutz erzielt werden kann. Im Falle des Überschlusses sinkt die Anfälligkeit deutlich /15/. Diese Korrosionsart braucht nicht in Betracht gezogen zu werden, da das kritische Medium (niedriger pH-Wert, hohe Sulfidkonzentration S⁻) in der Praxis nicht vorkommt.
- Sogar im Falle kathodischen Überschlusses (Schutzstromdichte 1000A/m²) ist Wasserstoff-induzierte Rißbildung unwahrscheinlich, wenn eine Dehnung des Stahls im plastischen Bereich vermieden wird. Im Gegensatz dazu ist mit Bruchbildung zu rechnen, wenn der Wasserstoff während eines Verformungsprozesses angeboten wird, der Dehnung/Relaxation mit plastischem Fließen beinhaltet /15/. Dieser Mechanismus kann zur near neutral pH Spannungsrißkorrosion beitragen.

3 Schlußfolgerung

Erdverlegte Gashochdruckleitungen unterliegen einer Korrosionsgefährdung, die von verschiedenen Korrosionsarten ausgeht. Es stehen Korrosionsschutzmaßnahmen zur Verfügung, mit denen die Korrosionsgeschwindigkeit auf technisch vernachlässigbare Werte in der Größenordnung von 10 m/a vermindert werden kann. Diese Schlußfolgerung wird sowohl durch Laboruntersuchungen als auch durch den sicheren und langjährigen Betrieb (40 Jahre und mehr) von Gashochdruckleitungen untermauert.

Literatur

/15/ W. Schwenk; „Investigation into the cause of corrosion cracking in high pressure gas transmission pipelines“; 3R international 33 (1994) 343 - 349

Abstract

This paper describes the known types of external corrosion which may affect high pressure gas pipelines. The following corrosion mechanisms are considered: Corrosion due to differential aeration elements, galvanic elements and stray currents, alternating current corrosion, high- and near neutral pH stress corrosion cracking and hydrogen induced cracking. A concept is used which takes into account the corrosion system consisting of materials (pipe, coating), medium (soil, ground-water etc.) and operating conditions (temperature, mechanical stress, cathodic protection, interference etc.). The relevant corrosion protection measures are separately addressed for each type of corrosion. The considerations may be transferred to external corrosion of steel pipelines for transport of arbitrary products.

Die elektrische Trennung im ex-Bereich

Fachreferat, gehalten von Ing. Claus Behringer, Hamburg,

auf der Jahreshauptversammlung 1999 des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e. V. in Rostock-Warnemünde

Die elektrische Trennung im ex-Bereich ist in der TRbF 521/6.51 (2) und in der AfK-Empfehlung Nr.5/5+8 beschrieben. Dort heißt es wörtlich:

TRbF 521/6.51(2)

Isolierstücke müssen den mechanischen, thermischen und chemischen Anforderungen am Einbauort genügen und einer Prüfspannung von 5 kV nach DIN 57303/ VDE 0303 standhalten.

AfK-Empfehlung Nr.5

5.

Isolierstücke sind durch explosionsgeschützte Funkenstrecken zu überbrücken. Die Funkenstrecken sollen unmittelbar parallel zu den Isolierstücken angeordnet werden ...

(Anmerkung: Das heißt, jede Rohrleitung ist mit einer Funkenstrecke zu versehen)

8.

Isolierstücke sind gegen zufälliges überbrücken, z.B. gegen überbrücken durch Werkzeuge, zu sichern. Im Freien oder in feuchten Räumen sind Isolierstücke gegen Feuchtigkeit und Schmutz zu schützen.

Wenn auch die Zahl der Unfälle und Schäden – die bekannt geworden sind – klein ist, bedarf es bei den Montagen großer Sorgfalt und Sachkunde. Verantwortlich für diese Arbeiten ist die Fachfirma Kathodischer Korrosionsschutz, denn die Abnahme oder Übergabe der Anlage erfolgt nach TRbF 521. Der Rohrleitungsbetrieb, der in den meisten Fällen die elektrische Trennung einbaut, muß also gemäß TRbF 521 arbeiten.

Eine vorbildliche Trennung ist auf Bild –1– zu ersehen. (Hier noch ohne Funkenstrecke.)

Einwandfreier Kathodenanschluß auf der geschützten Seite, Anschluß der ungeschützten Seite an das Erdungssystem, ausreichend starke Isolierscheiben an den Flanschenbolzen und eine gute Abdeckung der Flanschenblätter gegen zufälliges überbrücken.

Leider sehen die Trennstellen nicht immer so aus.

Im Falle eines Fehlers an den Isolierstellen wird das gesamte System geerdet und der kathodische Korrosionsschutz unwirksam. Die Fehlersuche ist aufwendig und kost-

spielig. Abgesehen von einer durchgeschlagenen Funkenstrecke sind die Gründe für eine Erdung ungeeignetes Material bei den Isolierbolzen. In Bild –2– wurden die Flanschenbolzen in die Isolierhülsen gesteckt und durch die Flanschenbohrungen getrieben. Kaputt schon vom Moment der Montage.

In Bild –3– wurde ein Schrumpfschlauch verwendet, der ebenfalls schon beim Einbau beschädigt wurde.

Eine Trümmerlandschaft ungeeigneten Materiales zeigt Bild –4–. Zerschlagene Schrumpfschläuche und nicht beständige Isolierringe.

In die Flanschen baut der Rohrleitungsbauer Maschinenschrauben nach DIN 601 ein. Die Toleranz in den Bohrungen der Flanschblätter beträgt 1,5 – 2,0 mm. Die vorhandene Schraube mit einer zuverlässigen Umhüllung (eine harte Hülse mit 1 mm Wandung) paßt nicht mehr durch die Bohrung des Flanschblattes. Der Bolzen muß um eine Dimension im Durchmesser kleiner werden. Zum Ausgleich für den reduzierten Querschnitt ist ein Bolzen mit erhöhter Festigkeit nach DIN931 zu verwenden. Dann kommen auf die jeweiligen Außenseiten die Unterlegscheiben und Isolierringe. Durch Hochspannungsprüfungen wurde ermittelt, daß die Isolierscheibe mindestens 8 mm stark sein muß, um überspringende Funken vom Flanschblatt zum Schraubenkopf bzw. Mutter zu vermeiden. Sicherer sind allerdings 10 mm starke Scheiben. Es ist empfehlenswert vor und hinter der Isoscheibe eine (Stahl)-Unterlegscheibe anzuordnen, damit beim starken Anziehen der Bolzen die Isolierscheibe nicht verformt wird. Die Flanschdichtung ist in aller Regel nicht auszuwechseln. Besteht die Gefahr, daß sich Wasser zwischen den Flanschblättern ansammeln kann, sollte der Zwischenraum mit Silikonkautschuk ausgefüllt werden.

Als Isoliermaterial hat sich bei uns „HP IV“ (früher Pertinax) bewährt. Rohre als Isolierhülse gibt es in handelsüblichen Größen. Z.B. auf einen Bolzen M14 paßt ein Rohr 14x16 mm. Das Rohr ist paßgenau zur Hülse abzulängen, sodaß es in beide Isoscheiben hineinragt.

Schrumpfschlauch kann auch verwendet werden, doch Vorsicht beim Einbau, damit das Gewinde den Schrumpfschlauch nicht beschädigt. Die Isolierscheiben sollten aus Plattenmaterial gefräst sein. Bei gewickelten Scheiben besteht die Gefahr der Verformung beim Anziehen der Schrauben. Bild –5–.

Funkenstrecken

Funkenstrecken werden von verschiedenen Herstellern angeboten (Dehn, OBO, Wickmann u.a.). Der Einbau erfolgt nach der AfK-Empfehlung Nr.5. Bei mehreren elektrisch getrennten Rohrleitungen ist für jede Trennstelle eine Funkenstrecke vorzusehen. Es ist nicht möglich, mehrere getrennte Rohrleitungen mit einem Brückenseil zusammenzuschließen, um Funkenstrecken einzusparen. Die Isolierstrecke ist dabei so kurz wie möglich zu überbrücken; das Seil soll möglichst ohne Schleife angeschlossen werden. Bild –6–.

Bei den Funkenstrecken ist auf richtige Montage zu achten. Es muß eine kraftschlüssige Verbindung zum Flanschblatt hergestellt werden. Fett Schmutz oder Farbe auf dem Flanschblatt ist vor Anbau des Anschlußbügels zu entfernen. Abwischen genügt nicht, hier ist Schaben gefordert.

In Bild –7– ist hinter dem Anschlußbügel am ausgehenden Rohr ein schwarzer Fleck zu sehen. Das ist ein freier Überschlag (im ex-Bereich!!), weil das Flanschblatt dick mit nicht leitender Farbe gestrichen wurde. Hätte im Moment dieses Überschlages zündfähige Atmosphäre angestanden, wäre es hier zur Verpuffung oder Explosion gekommen.

Nach Arbeiten durch andere Gewerke (z.B. Maler) sind die Trennstellen und Funkenstreckenanschlüsse zu kontrollieren, damit es nicht zu solchen unwirksamen Montagen kommt, wie in Bild –8– zu sehen ist.

Im Falle einer Erdung sind auch die Funkenstrecken zu prüfen. Werden beide Seiten an die Gossenbrücke angeschlossen, muß ein Widerstand von $> 1000 \text{ Ohm}$ zu messen sein. Bei geringeren Werten ist die Funkenstrecke zu erneuern. Eine besondere Stellung nimmt das „Isolierstück SHD“ der Firma Franz Schuck GmbH in Steinheim ein. Es handelt sich dabei um ein Bauteil geprüftes Einschweiß Isolierstück mit integrierter Ringfunkenstrecke. Eine im Isolierstück am gesamten Umfang verlaufend angeordnete Funkenstrecke ermöglicht einen zerstörungsfreien Hochspannungsüberschlag. Selbst Blitzeinschläge können somit in der Regel gefahrlos abgeleitet werden. Nach einem PTB-Bericht kann das Isolierstück in ex-gefährdeten Bereichen ohne externe Funkenstrecke eingesetzt werden. Bild –9–.

Für erdverlegte Trennflansche und Isolierstücke wird keine Funkenstrecke gefordert.

Sicherung gegen zufälliges Überbrücken

Isolierstücke sind gegen zufälliges Überbrücken, z.B. durch Werkzeuge, zu sichern. Sie sind auch gegen Feuchtigkeit und Schmutz zu schützen. Das kann in vielfältiger Art erfolgen.

Durch Abwickeln mit Iso- oder plastischen Bändern, durch Verkleiden mit Kunststofffolien, durch Anbringen von Kunststoff-Halbschalen und durch Verkleiden mit geschlitzten Rohrabschnitten.

Die einfachste Form ist das Abwickeln mit Iso-oder plastischen Bändern. Hierbei ist zu bedenken daß die Bänder im Freien verspröden und die Klebkraft im Laufe der Zeit einbüßen.

Das Verkleiden mit Kunststofffolien empfiehlt sich bei großflächigen Abdeckungen und bei nahe liegenden nicht geschützten Bauteilen. Bild –10–. Kunststoff-Halbschalen werden von der Industrie angeboten. Sie überdecken den Isolierflansch und werden mit Stahlklammern auf den Rohrleitungen festgehalten. Bei dieser Methode können Platzprobleme mit den Funkenstreckenbügeln auftreten.

Die geschlitzten Rohrabschnitte eignen sich besonders dann, wenn die Montage fertig ist. Bild –1–.

Bei der Überbrückung der Isolierflansche durch abgelegtes Werkzeug o.ä. besteht die Gefahr der Funkenbildung (im ex-Bereich) und die Erdung der Schutzanlage. Sorgfältiges Arbeiten ist hier in Verbindung mit Sachverstand erforderlich.

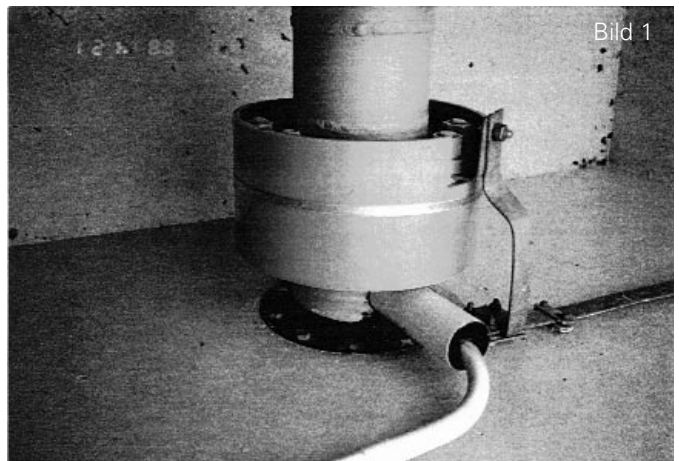


Bild 1

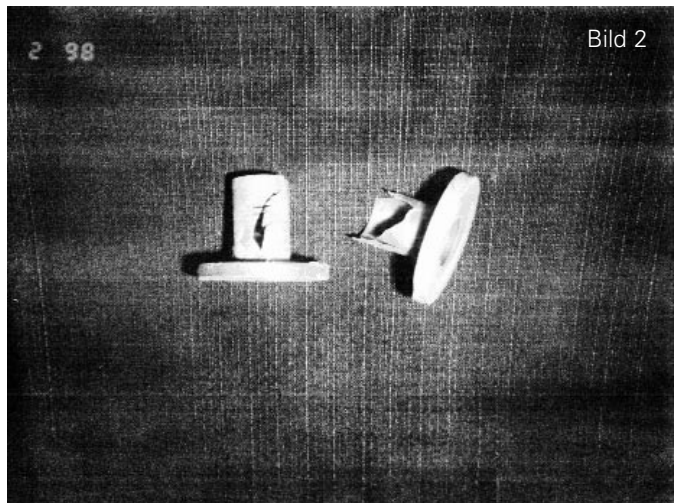


Bild 2



Bild 3



Bild 4

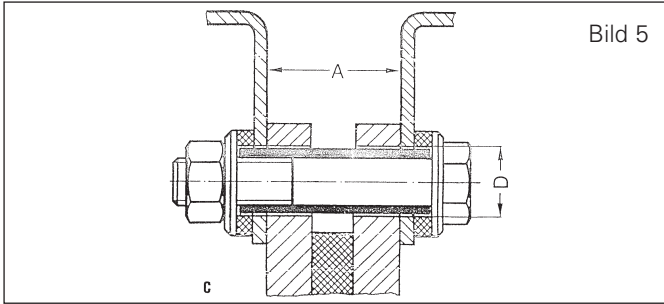


Bild 5

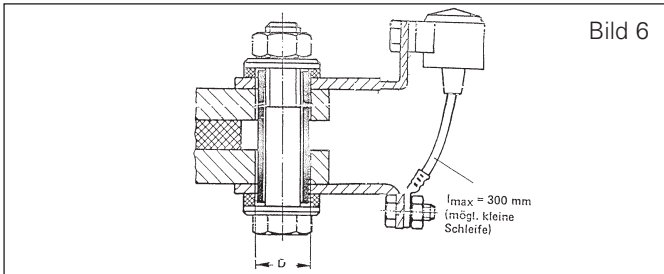


Bild 6

Fachverband Kathodischer Korrosionsschutz e.V.
 Postfach 6004, 73717 Esslingen
 PVSt., DPAG, Entgelt bezahlt

E 13001

Impressum: Die Mitteilungen des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e.V. werden vom Fachverband Kathodischer Korrosionsschutz e.V., Sitz Esslingen a. N., Postfach 6004, 73717 Esslingen, Telefon (07 11) 91992720, Telefax (07 11) 91992777 herausgegeben und erscheinen vierteljährlich. Der Bezugspreis ist durch den Mitgliedsbeitrag abgegolten. Für den Inhalt verantwortlich: Hans J. Spieth, Postfach 6050, 73717 Esslingen. Redaktion: Dipl.-Phys. W. v. Baeckmann, Essen, Hans J. Spieth, Esslingen. Für namentlich gekennzeichnete Beiträge trägt der Verfasser die Verantwortung. Nachdruck mit Quellenangabe und Übersendung von zwei Belegexemplaren erwünscht.

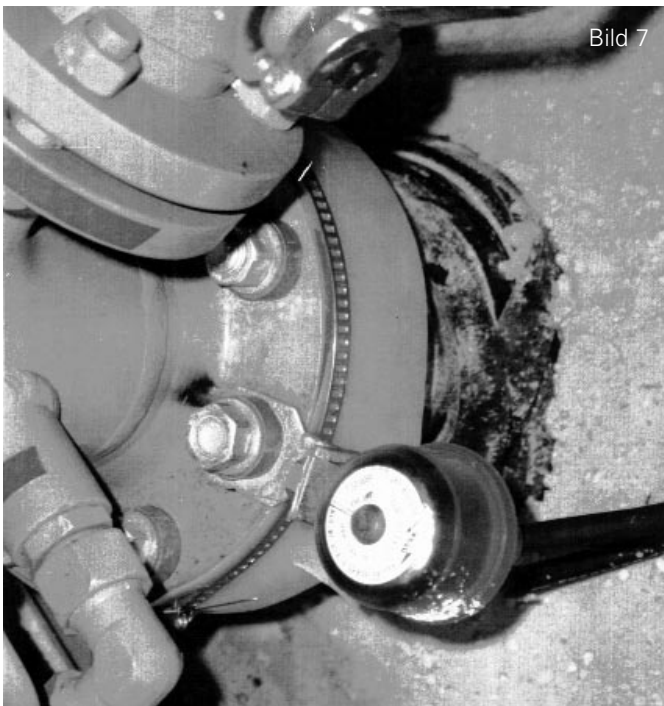


Bild 7

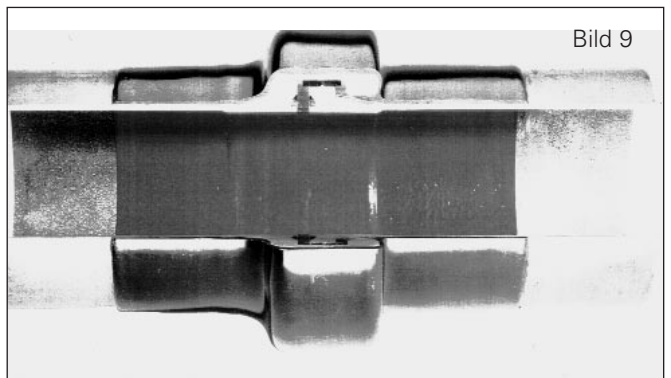


Bild 9



Bild 8

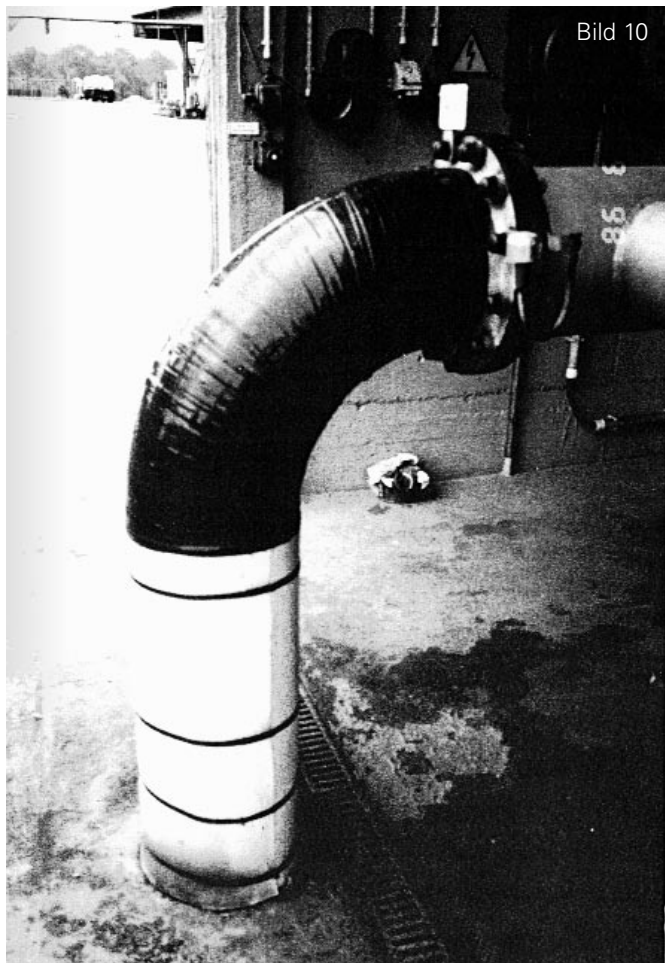


Bild 10