

Neue Korrosionsmessprobe mit Ultraschallsensor für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung durch Wechselstrom an Transportleitungen.

Fachreferat, gehalten von Herr Dipl.-Ing. Bruno Leutner, Hannover, auf der Jahreshauptversammlung 1999 des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e. V. in Rostock

Für die Untersuchungen an wechselstrombeeinflussten Transportleitungen wurde eine Korrosionsprobe mit Ultraschallsensor für die Erfassung und Beurteilung der Wechselstromkorrosion, sowie für die Kontrolle und den Nachweis der Wirksamkeit von installierten Schutzmaßnahmen, entwickelt.

1. Aufgabe der Messproben bei der Untersuchung und Beurteilung der Korrosionsgefährdung durch Wechselstrom.

Für die Beurteilung und Abschätzung der Korrosionsgefahr durch Wechselstrom, verursacht durch parallelverlaufende Hochspannungsfreileitungen oder elektrifizierte Wechselstrombahnen, werden in der Praxis Messproben eingesetzt.

Die Messproben sind zur Zeit die einzige Möglichkeit, um die Wechsel- und Gleichstromdichten an der Rohrleitung mit vertretbarer Genauigkeit zu ermitteln.

Sie bestehen aus einem isolierten Flacheisen mit einer definierten Fehlstelle von 1 cm² und einem Messanschluß zum messen der elektrischen Daten wie AC und DC Stromdichten und dem Ausbreitungswiderstand an der Fehlstelle.

Die Korrosionsproben werden unmittelbar an der Rohrleitung in der 6 Uhr Position eingebaut und im Messpfahl elektrisch leitend mit der Rohrleitung verbunden.

An dieser Verbindung werden die Gleich- und Wechselströme (DC und AC) gemessen, die an der Fehlstelle der Korrosionsprobe mit 1 cm² fließen, um sie dann auf 1m² umzurechnen.

Zusätzlich wird der Ausbreitungswiderstand der Fehlstelle gemessen.

Für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung müssen die Messungen in der Regel über einen längeren Zeitraum (in der

Regel ein Jahr) in bestimmten Zeitabständen ausgeführt werden.

Anhand der Stromdichten und den bekannten Grenzwerten für die Wechselstromkorrosion sowie die Entwicklung des Ausbreitungswiderstandes ist es möglich, eine ungefähre Abschätzung der Korrosionsgefährdung vorzunehmen.

Eine Aussage, ob bzw. wie stark der Stahl an der Fehlstelle korrodiert ist, kann nur nach Ausbau der Korrosionsprobe gemacht werden.

Das Freilegen und Ausbauen der Korrosionsprobe ist in der Regel mit erheblichem finanziellen Aufwand verbunden und

bedeutet meist große Überzeugungsarbeit in den Betrieben, um die Kosten bzw. Notwendigkeit zu begründen.

2. Neue Korrosionsmessprobe mit Ultraschallsensor.

Mit der neuen Ultraschall-Korrosionsmessprobe

kann die Messung und Beurteilung der elektrischen Daten wie bei der bisherigen Messprobe erfolgen. Für die Begutachtung der Korrosion muss jedoch die Korrosionsprobe nicht mehr ausgebaut werden. Die Korrosion wird mit einer speziell entwickelten Ultraschallfolie, die auf die Rückseite der Probe geklebt ist, übertagen und am handelsüblichen Messpfahl gemessen. Somit entfallen die Kosten für den Ausbau der Probe und die Entschädigungen für den Grundeigentümer.

Mit dem Ultraschallsensor werden Korrosionen von 0,1 mm erfaßt.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit der neuen Ultraschall-Korrosionsmessprobe, die installierten Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Wechselstromkorrosion wie Erdungsanlagen, elektrische Trennstellen und dynamische Erdungen ohne Ausbau der Proben sicher überwacht werden, um sie dem Gesetzgeber gegenüber nachweisen und dokumentieren zu können.

*Vorstand und Geschäftsführung des
Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e. V.
wünschen allen Mitgliedern
und Freunden des Verbandes
ein gesegnetes Weihnachtsfest
und ein erfolgreiches Jahr 2000.*

3. Vorteile der neuen Ultraschall-Korrosionsmessprobe.

- Elektrische Daten wie AC- und DC-Stromdichten zur Beurteilung der Korrosionsgefährdung können wie bisher gemessen werden.
- Messen der tatsächlichen Korrosion und des Korrosionsfortschrittes an der Fehlstelle ohne Erdarbeiten und damit zusätzlichen Kosten.

- Planung und Installation der notwendigen Schutzmaßnahmen können wesentlich früher erfolgen, da die Korrosion frühzeitig erkannt wird.
- Langzeitüberwachungen der installierten Schutzmaßnahmen gegen Wechselstromkorrosion für den Nachweis der Wirksamkeit dem Gesetzgeber gegenüber.
Bisher mußten zum Nachweis in regelmäßigen Abständen die Messproben ausgebaut werden.

Robert J. Kuhn und die Anfänge des Kathodischen Korrosionsschutzes

Um 1928 hatte R.J.Kuhn dem kathodischen Schutz von Rohrleitungen zum Durchbruch verholfen. Er hatte 1928 in New Orleans umfangreiche Untersuchungen an Nieder- und Hochdruckleitungen durchgeführt und durch experimentelle Forschungen bei der Elementbildung von verschiedenen Rohrleitungsstücken im Boden festgestellt, dass bei Erreichen des kathodischen Schutzpotenzials von $U_{Cu/CuSO_4} = -0,85 \text{ V}$ keine Elementströme mehr auftreten. Daraus folgerte er, dass bei diesem Potenzial ein vollständiger kathodischer Korrosionsschutz für die Rohrleitungen erreicht sei. Diese richtige Schlussfolgerung wurde später in umfangreichen Arbeiten über die Potenzialabhängigkeit der Korrosionsgeschwindigkeit bestätigt. In einer der ersten Arbeiten über den kathodischen Schutz (s. Bild 1) schrieb Kuhn: „Einige Gebiete in New Orleans liegen unter dem Meeressniveau, andere dagegen einige Meter über dem Meeresspiegel. Ein großer Teil des Gebietes besteht aus alten Zypressensümpfen, die trockengelegt und erschlossen wurden. Vorherrschend sind es salzige und säurehaltige Böden, die sehr aggressiv sind. New Orleans



Bild 1: Einer der ersten kathodischen Schutzgleichrichter in den USA, 1928



Bild 2: Kuhn-Ehrenmedaille für Verdienste auf dem Gebiet des kathodischen Korrosionsschutzes.

besass damals ein ausgedehntes Straßenbahnsystem von etwa 400 km Länge, aus dem Streuströme von über 1000 A in den Boden flossen, die an unterirdischen Rohrleitungen und Kabeln sehr schnell zu Korrosionsschäden führten. Das Gasleitungssystem bestand aus Stahlrohren, das 1928 auf Erdgas mit höherem Druck umgestellt wurde. Nach Einrichtung des kathodischen Schutzes trat kein Korrosionsdurchbruch mehr auf.“ Um führenden Korrosionsfachleuten der Vereinigten Staaten von Amerika die Untersuchung bekannt zu machen, legte Kuhn auf der ersten Korrosionskonferenz, die 1928 vom National Bureau of Standards in Washington organisiert wurde, einen 200 Seiten umfassenden Bericht über seine Untersuchungen vor. Der Titel

seiner Arbeit war „Galvanische Ströme auf gusseisernen Rohrleitungen, ihre Ursachen und Wirkungen, Messverfahren und Verhütungsmaßnahmen“. Kuhns Arbeiten wurden in den USA erst relativ spät allgemein anerkannt. 1958 erhielt er von der NACE (National Association of Corrosion Engineers) den Frank Newman Speller Award und 1970 vom Fachverband „Kathodischer Korrosionsschutz“ in Zusammenarbeit mit dem DVGW die erste deutsche Medaille für kathodischen Schutz, die nach ihm benannt wurde (s. Bild 2).

Bereits 1908 ist in einem ersten Patent des Karlsruher Stadtwerkdirektors Geppert das Verfahren der Absaugung von Straßenbahn-Streuströmen aus einem kurzen Rohrleitungsabschnitt angemeldet worden (s. Bild 3). Trotzdem hatte es in Deutschland bis zum Ende des 2. Weltkrieges praktisch kaum kathodisch geschützte Rohrleitungen gegeben. So war es die erste Aufgabe des Fachausschusses „Korrosionsfragen

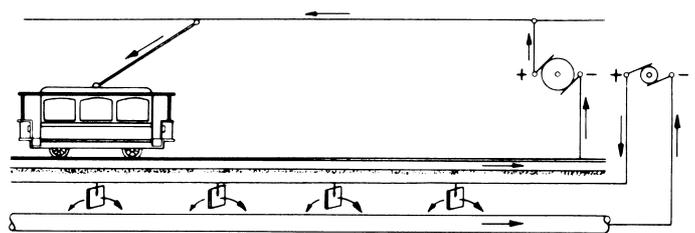


Bild 3: Kathodischer Fremdstromschutz bei Streuströmen nach Geppert, 1908

Rohrnetz,“ sich mit diesem aktiven Korrosionsschutzverfahren vertraut zu machen und für die Praxis entsprechende Veröffentlichungen und Richtlinien zu formulieren. Der Fachausschuss gründete eine Reihe von Arbeitskreisen, die in kurzer Zeit 20 Mitteilungen, insbesondere über den kathodischen Schutz, seine Anwendungsmöglichkeiten und die Korrosionsschutzmesstechnik erarbeiteten. Diese Erkenntnisse hatten sich aus dem damaligen schnellen Aufbau von Korrosionsschutzabteilungen in den größeren Gasversorgungsunternehmen ergeben. 1952 existierten erst einige wenige Fremdstromschutzanlagen im Saargebiet, 1955 ca. fünf kathodische Korrosionsschutzanlagen im Bundesgebiet (s. Bild 4). 1965 gab es bereits über 400 kathodische Korrosionsschutzanlagen, mit denen etwa 5000 km Ferngasleitungen kathodisch geschützt wurden. Damit war der Durchbruch zu einem umfassenden kathodischen Schutz von Rohrleitungen im Erdboden gegeben. Er wurde erstmals 1967 für Gashochdruckleitungen in DIN 2470 Teil 2 als anerkannte Regel der Technik vorgeschrieben.

W. v. Baeckmann,
aus gwf 125 (1984)

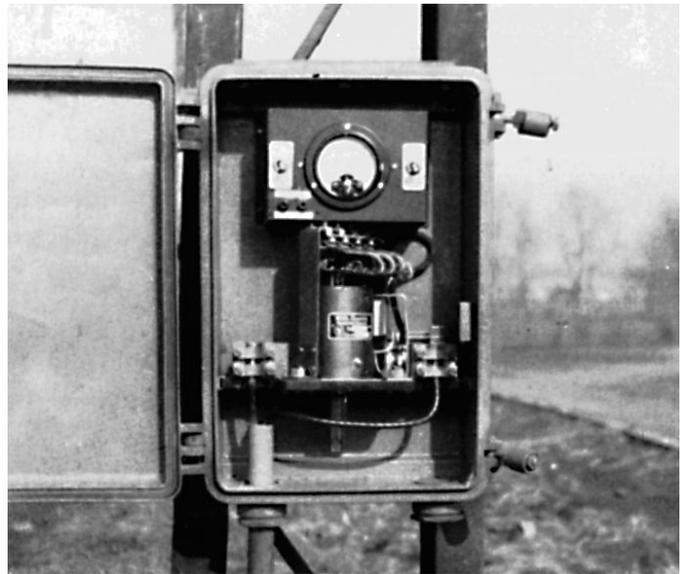


Bild 4: Erste polarisierte Streustromdrainage bei Immigrath, 1953

Verschwindet der Kathodische Korrosionsschutz an Mineralöllagerstätten und Tankstellen?

Die Überschrift gibt sicher Anlass zu Verwunderung, denn der Kathodische Korrosionsschutz ist bei uns im Gesetz verankert und gehört in Deutschland als wesentliche Schutzeinrichtung zum Stand der Technik. Er wurde in der langen Zeit seiner Anwendung zu einer festen Einrichtung für alle unterirdischen Tanks und Rohrleitungen aus metallenen Werkstoffen. Das hier in vielen Jahren gewachsene KKS-Knowhow ist das Ergebnis einer permanenten Weiterentwicklung der Techniken. Hieraus ergeben sich Auswirkungen speziell im Bereich eines ausgeprägten und wirkungsvollen Schutzes für die Umwelt.

Ganz anders sieht es bei den Nachbarländern oder auch in aussereuropäischen Ländern aus. Italien zum Beispiel: auch in diesem EU-Mitgliedsland unterhalten und betreiben die internationalen Mineralölkonzerne Tankstellen. Jedoch sind die Vorgaben und Bedingungen für den Bau und die Unterhaltung sowie die Vorschriften für die Betreibung dieser Tankanlagen aufgrund nationaler Anforderungen wesentlich anders strukturiert als in Deutschland. Ausnahmslos werden italienische Tankanlagen ohne aktiven Korrosionsschutz betrieben. Korrosionsschäden an den unterirdischen Tanksystemen sind, wie die Schadensstatistiken der Mineralölgesellschaften aufzeigen, an der Tagesordnung. Es gibt in Italien Regionen, in denen über die Hälfte der Tankbetriebe Leckagen an den unterirdischen Betriebssystemen haben. Nur ständig ausgeführte Notreparaturen ermöglichen dort in vielen Fällen einen provisorischen Betankungsbetrieb. Die durch jede Leckage verursachten Schäden an der Umwelt erreichen immense Größen mit manchmal irreparablen Folgen. Die meisten Fälle jedoch bleiben verdeckt oder werden bei Bekanntwerden verharmlost. Änderungen des Dilemmas zeichnen sich nicht ab.

Einen ganz anderen Stellenwert verzeichnet der Kathodische Korrosionsschutz in Deutschland. Die Notwendigkeit dieser aktiven Schutzeinrichtungen für unterirdisch verlegte Tankbehälter und dazugehörige Rohrleitungssysteme wurde früh erkannt. Die Formen der Ausführungen geht auf zahlreiche Normen, Richtlinien und gesetzliche Vorschriften zurück. Der eigentliche Ursprung der Vorgaben liegt in der vor vielen Jahren vom Gesetzgeber erlassenen Verordnung für die Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten (VwA); übrigens zu einem Zeitpunkt, an

dem überwiegend einwandige Tankbehälter und Rohrleitungen an Mineralöllagerstätten Verwendung fanden. Mit der Verordnung zur Einrichtung von zusätzlichen Schutzmaßnahmen für die einwandigen Objekte versuchten die Behörden die von den Lagerstätten ausgehenden Gefahrenquellen zu minimieren.

Aktive Korrosionsschutzanlagen wurden bundesweit zur Standardeinrichtung an unterirdischen Tankanlagen und blieben es auch, als alle unterirdisch eingebrachten Anlagenteile aus metallischen Werkstoffen, die der Lagerung, der Abfüllung und dem Transport der brennbaren Flüssigkeiten der Gefahrenklassen A I, A II und A III dienen, durch doppelwandige und somit „eigensichere“ Werkstoffe ersetzt wurden. Technische Vorgaben auf hohem Niveau, die konsequent schon bei Errichtung der Anlagen zu Grunde gelegt werden, sichern einen dauerhaften und reibungslosen Betankungsbetrieb an Tankstellen und den Klein- und Großtanklagern. Alle Mineralölgesellschaften hatten die Notwendigkeit des aktiven Korrosionsschutzes erkannt und die Technik in ihre Hausnormungen aufgenommen und aufgrund praktischer Erfahrungen verfeinert. Die Schadensstatistiken belegen eindeutig den optimalen Nutzungseffekt kathodisch geschützter Anlagenteile. Die zuvor jahrelang zu beklagenden Verluste durch Korrosionsschäden in Millionenhöhe an unterirdischen tanktechnischen Einrichtungen, sowie die sich daraus ergebenden Nutzungsausfälle/-schäden wurden in den vergangenen Jahren dank des strikten Einbaus und wirksamen Betriebs von Kathodischen Korrosionsschutzanlagen minimiert bzw. wie die Statistiken belegen, auf einen Wert bis Null gesenkt.

Die Zeiten ändern sich. Unter dem Schlagwort Globalisierung, das im Sinne Kostenersparnis und Billigproduktion auf weltweit einheitlichem Niveau verwendet wird, versucht man nun, die Kosten für einen Liter Benzin oder Diesel auch bei uns zu senken. Maßnahmen, die dies ermöglichen, wurden schnell gefunden. Und es zeigt sich, dass die neu eingeschlagenen Wege die Trends der Zukunft sind. Vordergründig scheinen doppelwandige Tankbehälter und Rohrleitungen aus verbesserten Werkstoffen in Verbindung mit der Optimierung des passiven Korrosionsschutzes an den Objekten den aktiven Korrosionsschutz überflüssig zu machen.

Ein seit Jahren besonders hart geführter marktwirtschaftlicher Wettbewerb im Mineralöl- und Flüssiggassektor unterstützt diese Trends. Das „kaufmännische Wissen“, dass mit einem geringeren Einsatz an Schutztechnik ein wesentlicher Spareffekt zu erzielen sei, verwässern die jahrelang angewandten Sicherheitsphilosophien der Gesellschaften immer mehr. Vor einigen Jahren begann ein Betreiber von Tankanlagen auf den Einbau kathodischer Korrosionsschutzanlagen zu verzichten. Andere Unterhalter schlossen sich an und gingen sogar soweit, dass sie vorhandene, vollkommen intakte und wirksam arbeitende kathodische Korrosionsschutzanlagen ausbauen ließen. Die Einsparung der Unterhaltskosten wie zum Beispiel die Aufwendungen für die Sachkundigen- und Sachverständigenprüfungen waren wohl der wesentliche Grund dafür.

Momentane Sparerfolge waren nicht von der Hand zu weisen und verbesserten kurzfristig die betrieblichen Ergebnisse. Seit einiger Zeit kristallisiert sich jedoch immer mehr heraus, daß der Einspareffekt nur eine vorübergehende Erscheinung ist. Die hochwertig, meistens auf der Basis von Butylkautschuk und Polyethylen isolierten Stahlrohrtransportleitungen, die zum Befördern der Benzine und Dieselmotorkraftstoffe von den Behältern zu den Zapfsäulen, sowie zur Entgasung der Tanks und zur Gasrückführung von den Zapfsäulen zu den Tanks Verwendung finden, sind eine effizient wirkende passive Schutzeinrichtung, allerdings auch nur dann, wenn bei der Montage keinerlei Beschädigungen an den Isolierungen entstehen. Schon kleinste Schadstellen können selbst bei hochohmigen Böden Korrosionen entstehen lassen. In der Praxis zeigt es sich, daß trotz größter Vorsicht und sachkompetenter Verarbeitungsweise eine sorgfältige Rohrleitungsverlegung, wie man sie zum Beispiel von der Gasleitungsverlegung her kennt, bei dem Neu- oder Umbau einer Tankstelle nicht einzuhalten ist. Die örtlichen Gegebenheiten bei der Errichtung oder bei Umbauten von Tankstellen sind niemals optimal, denn in der Regel verrichten die Handwerker und Techniker aller am Bau beteiligten Gewerke auf engstem Raum und gleichzeitig ihre Arbeiten. Zu viele Faktoren wirken auf die sach- und fachgerechten Ausführungen der Montagen ein und verhindern letztendlich die optimale Behandlung und Verarbeitung der Tanks und Rohrleitungen. Folgende gravierende Schwachstellen, die sich letztendlich auch korrosionsfördernd auf die Betankungseinrichtungen auswirken, ergeben sich bei jeder Tankstellenmontage:

- Die Rohrleitungen zwischen den Tankdomschächten (Anschlussstellen der Rohrleitungen) und Zapfsäulen, bzw. Füllschächten und Entgasungsmasten (Endstellen der Rohrleitungen) werden mit vielen Formstücken und Rohrbögen versehen. Klein- und großflächige Beschädigungen der Isolationen ergeben sich dabei baubedingt.
- Die Einschweißung der Formstücke und Bögen in die Rohrleitungen erfolgt immer auf den Baustellen. Fehlstellen oder gar Beschädigungen an den Aussenisolierungen, auch ausserhalb der definierten Schweißstellen, sind zwangsweise und unvermeidlich.

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.

- Die Ausführungsarbeiten anderer Gewerke (zum Beispiel Fundamentarbeiten an Zapfstelleninseln, Dachträgern, Gebäudeteilen u.a.) findet immer zeitgleich im selben Wirkbereich statt. Ein Begehen der Rohrleitungstrasse und selbst der Rohrleitungen ist nicht zu verhindern.
- Zulieferer von Bauteilen und andere Ausführende von Arbeiten befahren mit LKW und Baugeräten die nur mit einer geringen Sandschüttung angedeckten Rohrleitungen. Druckschäden an den Isolierungen oder gar Abschälungen von Isolationsteilen sind eine logische Folge dieses Umgangs.
- Die oft geringe Rohrverlegetiefe von manchmal 40 bis 50 cm unter Fahrbahnoberflächenniveau begünstigt weitere Rohr(isolierungs)beschädigungen schon beim Fahrbahnaufbau mit den Vibrationsverdichtungsgeräten u.a. Diese Behandlungen führen in manchen Fällen sogar zu Formveränderungen der Rohrleitungen.

Die Behandlung und Verarbeitung der unterirdischen Betriebsrohrleitungen (und der Tanks) während der Montage kann durchaus als „Grundsteinlegung und Nährboden“ für zukünftige Korrosionen betrachtet werden. Ein reibungsloser Tankbetrieb wird sich ohne aktive Korrosionsschutzmaßnahmen kaum dauerhaft ermöglichen lassen.

Schon aus Gründen der Werterhaltung der Materialien und zur Verhinderung der Verschwendung von Ressourcen und eigentlich noch mehr aus der Verpflichtung des Schutzes der Umwelt heraus, die in Deutschland noch immer einen hohen Stellenwert einnimmt, ist zu hoffen, dass man sich schon recht bald wieder auf die „alten“ Techniken und deren Anwendungen besinnt. Letztendlich werden sich nur damit die gewünschten kaufmännischen Spareffekte erzielen lassen.

*Dieter Hoppe, Ingenieurbüro Fritz Spieth,
Kathodischer Korrosionsschutz, Esslingen
aus Heft 6 Juni 1998 (37) 3R international*

Am 21. September 1999 verschied

Herr Diplom-Physiker Hans Kampermann

im Alter von 70 Jahren.

Herr Kampermann erhielt im Jahre 1988 die Kuhn-Ehrenmedaille verliehen.

Wir werden sein Andenken in Ehren halten.