

Theoretische Überlegungen zur Reichweite des kathodischen Schutzes unter eine abgelöste Außenumhüllung.

Von Dipl.-Ing. Klaus Horras, Wuppertal.

In Seminaren und Fachgesprächen tauchte immer wieder die Frage auf, wie weit ein kathodischer Schutz von einer Fehlerstelle aus unterhalb einer abgelösten Außenumhüllung wirksam werden kann. Diese Frage ist deshalb so interessant, weil in neuerer Zeit bei Freilegungen von Rohrleitungen immer häufiger festgestellt wurde, daß keine Haftung zwischen der Außenumhüllung und der Rohrleitung vorhanden war. Es befand sich zwischen Rohrleitung und Umhüllung Wasser und in einigen Fällen wurden Korrosionen gefunden.

Den nachfolgenden Berechnungen liegt zur Vereinfachung eine kreisförmige Ablösung der Umhüllung auf dem ganzen Rohrumfang zu Grunde. Zunächst wurde eine Berechnung der charakteristischen Länge der Wassersäule l_{char} durchgeführt nach der Formel:

$$l_{char} = \sqrt{\frac{1}{R' * G'}} \quad (1)$$

mit

R' Längswiderstandsbelag der Wassersäule in Ω/cm
 G' Ableitungsbelag Wassersäule/Rohrleitung in S/cm

Der Längswiderstandsbelag errechnet sich zu:

$$R' = \frac{\rho}{A_{Wassersäule}} \quad (2)$$

$$A_{Wassersäule} = \frac{\pi * ((D + 2 * b)^2 - D^2)}{4} \quad (3)$$

$A_{Wassersäule}$ Querschnitt der Wassersäule in cm^2
 ρ spezifischer Elektrolytwiderstand in $\Omega * cm$
 D Außendurchmesser des Rohre in cm
 b Spaltbreite zwischen Rohrleitung und Umhüllung in cm
 $D + 2 * b$ Innendurchmesser der abgelösten Außenumhüllung in cm

Aus Gleichung (3) folgt

$$A_{Wassersäule} = \pi * b * (D + b) \quad (4)$$

Der Querschnitt der Wassersäule ist also ein kreisringförmiger Spaltquerschnitt zwischen Rohr und Umhüllung. Der Längswiderstandsbelag R' ergibt sich dann aus:

$$R' = \frac{\rho}{\pi * b * (D + b)} \quad (5)$$

Er ist also abhängig vom spezifischen Elektrolytwiderstand, dem Außendurchmesser der Rohrleitung und von der Spaltbreite.

Der Ableitungsbelag Wassersäule/Rohroberfläche errechnet sich aus dem Widerstand der Wassersäule radial vom Rohr ausgehend mit einer Stromweglänge, die der Spaltbreite b entspricht.

$$G' = \frac{1}{R_{quer} * l} \quad (6)$$

mit

$$R_{quer} = \frac{\rho * b}{A_{quer}} \quad (7)$$

und

$$A_{quer} = D * \pi * l \quad (8)$$

Durch Einsetzen von Gleichung (8) in Gleichung (7) erhält man den Querwiderstand des Elektrolyten.

$$R_{quer} = \frac{\rho * b}{D * \pi * l} \quad (9)$$

Der Ableitungsbelag Wassersäule/Rohroberfläche wird dann

$$G' = \frac{D * \pi * l}{\rho * b * l} \quad (10)$$

und vereinfacht

$$G' = \frac{D * \pi}{\rho * b} \quad (11)$$

Setzt man die Gleichungen (5) und (11) in Gleichung (1) ein, so ergibt sich die charakteristische Länge zu:

$$l_{char} = \sqrt{\frac{1}{\frac{\rho}{\pi * b * (D + b)} * \frac{D * \pi}{\rho * b}}} \quad (12)$$

und weiter vereinfacht wird l_{char} zu:

$$l_{char} = b * \sqrt{\frac{D+b}{D}} \quad (13)$$

Da in fast allen Fällen $b \ll d$ ist wird die charakteristische Länge

$$l_{char} \cong b \quad (14)$$

Das bedeutet für die Praxis, daß eine Potentialabsenkung von ΔU von 1000 mV an der Fehlerstelle in einer Entfernung von 1*Spaltbreite sich auf 370 mV und bei 2*Spaltbreite auf 130 mV erniedrigt hat

Bei einer weiteren Überlegungen wird für die Berechnung der Reichweite des kathodischen Schutzes von einem Längsspannungsfall von 0,3V und einer Schutzstromdichte von 500 mA/m² für blanke Stahloberflächen ausgegangen. Da der Spannungsfall am Rohr sehr klein gegenüber dem an der Wassersäule ist, ist es zulässig, diese Berechnung auf die Wassersäule zu beziehen.

Der Längsspannungsfall U_l ergibt sich aus der Beziehung:

$$U_l = \frac{I * R' * l}{2} \quad (15)$$

Mit

$$I = J * A_{quer} \quad (16)$$

wird

$$I = J * D * \pi * l \quad (17)$$

Durch Einsetzen von Gleichung (5) und Gleichung (17) in Gleichung (15) ergibt sich die Längsspannung U_l zu:

$$U_l = \frac{J * D * \pi * l * \rho * l}{2 * \pi * b * (D + b)} \quad (18)$$

und nach Vereinfachung

$$U_l = \frac{J * D * \rho * l^2}{2 * b * (D + b)} \quad (19)$$

Es ist deutlich zu sehen, daß eine quadratische Abhängigkeit zwischen U_l und l besteht, wie man es von elektrischen Leitern mit Längswiderstands- und Ableitungsbelag kennt.

Die Reichweite l ergibt sich durch Umstellen zu:

$$l = \sqrt{\frac{2 * U_l * b * (D + b)}{J * D * \rho}} \quad (20)$$

Erweitert man den Quotienten unter der Wurzel mit $\frac{b}{b}$, so ergibt sich die Reichweite l zu

$$l = \sqrt{\frac{2 * U_l * b^2 * (D + b)}{J * D * b * \rho}} \quad (21)$$

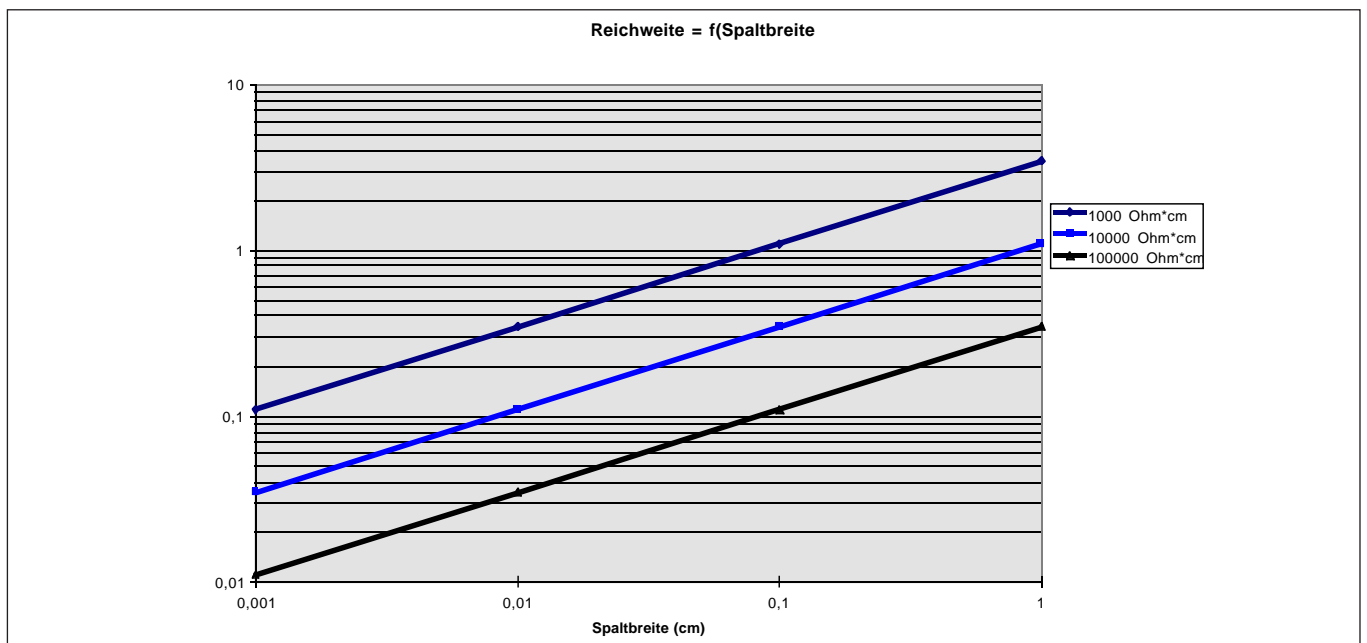
und mit $l_{char}^2 = b^2 * \frac{D + b}{D}$ nach Gleichung (13) wird

$$l = l_{char} * \sqrt{\frac{2 * U_l}{J * \rho * b}} \quad (22)$$

Geht man von einem in der Korrosionsschutztechnik üblichen Längsspannungsfall von 300 mV aus und setzt die erforderliche Schutzstromdichte für blanke Stahloberflächen unterhalb der Umhüllung mit 500 mA/m² fest, so stellt sich die Abhängigkeit zwischen Reichweite, Spaltbreite und spezifischem Elektrolytwiderstand, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, dar.

Das Diagramm zeigt, daß die Reichweite des kathodischen Schutzes unter eine abgelösten Umhüllung nicht sehr groß ist. Es kann gesagt werden, daß die Reichweite je nach Größe des spezifischen Widerstandes der Wassersäule ein- bis einhundert-mal Spaltbreite weit wirksam wird.

Dieser Aufsatz befaßt sich nur mit der Reichweite der kathodischen Schutzwirkung, Überlegungen über die Notwendigkeit des kathodischen Schutzes wurden hier nicht angestellt.



14th International Corrosion Congress – Cape Town 1999

The International Corrosion Congress is the major event of the International Corrosion Council. Africa welcomes you to the mother city of South Africa for the 14th ICC from 26. September to 01. October 1999 with the objective of fostering co-operation in corrosion science across all the nations of the world. Cape Town at the southern most tip of the African continent is the ideal venue to hold this Congress with the theme „Co-operation in Corrosion Control“. It will be spring in the Fairest Cape and the weather will be ideal for the delegates to participate in the technical programme and to enjoy all the varied amenities that South Africa has to offer.

The heart of the Congress, the technical programme, will consist of presentations by plenary and guest speakers invited from the four corners of the world, oral and poster presentations and informal workshops. Over three hundred papers will be presented orally and in poster sessions over five days. Each Technical Session and Informal Workshop will be chaired by an internationally renowned authority in the field.

All the papers and posters which are offered for presentation at the Congress will be refereed by a scientific advisory committee. The abstract should be about 300 words typed in double spacing on a single sheet of A4 paper. The abstract should have a title with names and mailing details of all the authors. The author who will be presenting the paper should be indicated. The final date for submission of abstracts is 31. July 1998.

A Trade Exhibition will be held for the duration of the Congress. It will provide the opportunity to display products, services and expertise to the delegates working in the field of corrosion throughout the world.

The social programme will take advantage of the magnificent attractions that South Africa has to offer. The Congress venue will be ideally situated in the centre of Cape Town very close to Table Mountain, the Victoria and Alfred waterfront, the Castle, Robben Island and other historic sites. Cape Point, with its unique flora (over half of the 2700 species found in Southern Africa), and the most scenic wine estates around Stellenbosch, Paarl, and Franschhoek are only a short drive away, as is Hermanus which has the best whale viewing from land in the world. A welcoming party will be held on the Sunday evening. On one afternoon delegates will experience the thrill of a cable car ride to the top of the world renowned Table Mountain, designated a World Heritage Site. The views of Cape Town and the Southern tip of Africa are breathtaking. The major social event of the Congress will be the banquet to be held at a wine estate. Delegates will be able to tour the vineyards and the wine making facilities as well as taste the delicacies produced on the estate.

A number of technical and social visits have been especially organized both before and after Congress for interested delegates. These include a game viewing safari in the world renowned Kruger National Park, home of the Big Five; a visit down one of the deepest gold mines in the world and visits to mining, metal producing and manufacturing plants both in the Western Cape and the industrial heartland of South Africa.

More details are available from:
The Secretary The Corrosion Institute of Southern Africa
Phillippe Scheers
Science Park, Northway, Kelvin, South Africa
P.O. Box 966 Kelvin 2054 South Africa,
Tel No: +27 11 8025145, Fax No: +27 11 8043484
e-mail: norust@futurejhb.co.za internet
homepage: www.ee. up.ac.za/mmi/Open.htm

Rostschutz durch organische Metalle

Fünffache Lebensdauer von Metallbauteilen – Grundlagenforschung kann sich auch für mittelständische Unternehmen lohnen

Vor großen Aufgaben hat sich Bernhard Weßling noch nie gefürchtet: „Ich hätte keine Bedenken, mit unserem neuen Korrosionsschutzmittel die Golden Gate Bridge zu sanieren. „Der geschäftsführende Gesellschafter der „Ormecon Chemie“ hat im schleswig-holsteinischen Ahrensburg nicht nur das erste organische Metall Polyphenylenamin (kurz als PPhA bezeichnet) entwickelt, sondern inzwischen auch Anwendungsfelder wie die Rostbekämpfung dafür erobert. Seit 1979 beschäftigt er sich mit dieser schwierigen Materie, an der sich schon zahlreiche Institute und Konzerne die Zähne ausgebissen haben. Als organische Metalle bezeichnen Chemiker Kunststoffe, die ähnlich wie ein „richtiges Metall“ elektrische Ströme leiten können.

Einer technischen Verarbeitung des Polyphenylenamins standen zunächst eine ganze Reihe von Problemen im Wege: Es ließ sich kein geeignetes chemisches Lösungsmittel finden. Das Material läßt sich auch nicht durch Erwärmen schmelzen und dann verarbeiten, weil es sich zuvor zersetzt.

Weßling setzte daher darauf, die Zusammensetzung dieses interessanten Werkstoffs so zu verändern, daß er sich in Form kleinster Partikel in einer Flüssigkeit „lösen“ lassen konnte. Die Herstellung einer solchen Dispersion eines organischen Metalls ist dem Chemiker nach jahrelangen Forschungsarbeiten gelungen. Testergebnisse des renommierten Karl-Winnacker-Institutes der Deutschen Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Technik und Biotechnologie (Dechema) in Frankfurt am Main, das europaweit als führend in der Korrosionsforschung gilt, bestätigen, daß sich mit Hilfe dieses neuartigen Kunststoffmaterials Rostschutzbeschichtungen mit hervorragenden Eigenschaften herstellen lassen: „Die Beschichtung schnitt im Vergleich zu zehn anderen Mitteln am besten ab“, bestätigt Dechema-Projektleiterin Ute Rührberg.

Im vergangenen Jahr nahm die Deutsche Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück die finanzielle Förderung der Forschungsarbeiten Weßlings auf und stellte 1,1 Millionen Mark zur Verfügung. „Wenn sich das neue Verfahren behauptet, kann der Korrosionsvorgang über den Stand der heutigen Technik hinaus deutlich verlangsamt werden“, begründet Fritz Brickwedde, Generalsekretär der größten Umweltstiftung Europas, das Engagement seiner Organisation. „Das Ziel dieses Projektes ist vom praktischen wie auch theoretischen Standpunkt her interessant für eine verbesserte Ressourcenschonung und die Vermeidung von Umweltbelastungen in vielen technischen Bereichen“, ergänzt Brickwedde. Die ersten Produkte auf der Basis der organischen Metalle sind seit kurzem auf dem Markt. Auf der Düsseldorfer „Boot 97“ wurde ein Rostschutzsystem auf der Basis dieser Polymere präsentiert.

Weßling hat aber nicht nur eine neue Stoffklasse innerhalb der Chemie entdeckt, sondern zudem auch den theoretischen Unterbau dafür geliefert. Als er 1981 bei einer anderen Firma als Forschungs- und Entwicklungsleiter begann, lautete seine entscheidende Frage: Wie entstehen die konkreten physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Mischungen von Kunststoffen, und welche Funktion haben dabei die zum Einsatz kommenden Zusatzstoffe wie Weichmacher, Flammschutzmittel, Pigmente oder Füllstoffe? „Eine Antwort darauf war in keiner Fachliteratur und in keinem Lehrbuch zu finden. Offenbar hat die Wissenschaft dieses Gebiet weitgehend ignoriert“, erinnert sich Weßling, der inzwischen auch zahlrei-

che Aufsätze in renommierten Fachzeitschriften rund um den Globus veröffentlicht hat.

Der heute 46jährige Weßling arbeitete nach seinem Chemie- und Biologiestudium von Anfang (seit 1977) in der Kunststoff-Forschung. Als er vier Jahre später seine erste Firma verließ, um sich selbständig zu machen, hatte er nicht nur viele wissenschaftliche Fragen und Ideen in seinem Kopf, sondern auch das Bewußtsein, daß kleinere und mittelständische Unternehmen Grundlagenforschung benötigen, um erfolgreich zu sein.

Er übernahm ein angeschlagenes Unternehmen, das nicht den Absprung von der Herstellung eines Auslaufmodells geschafft hatte – der alten Vinyl-Schallplatte. Aus dieser Firma, die nur noch 70 Angestellte hatte, schuf Weßling den größten Hersteller für zusammengesetzte Kunststoffe in Europa. 250 Mitarbeiter stellten heute rund 1500 Kunststoff-Konzentrate und -Spezialmischungen her und erreichten damit einen Jahresabsatz von 25 000 Tonnen im Werte von 150 Millionen Mark. Die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung liegen mit etwa acht Prozent des Umsatzes auf einem Spitzenwert, noch zwei bis drei Punkte über dem Durchschnitt der Chemie, die ohnehin schon als besonders forschungintensiv gilt.

Im letzten Jahr wurde ein Teil des Geschäfts an ein Schweizer Unternehmen verkauft. Auch das war für Weßling ein konsequenter Schnitt, um das notwendige Kapital für die weitere Forschung und globale Vermarktung der Produkte zu beschaffen, die auf den neuen und so hoffnungsvollen organischen Metallen beruhen. Für dieses ehrgeizige Ziel benötigt Weßling allerdings noch Venture-Kapital.

Weßling, der selber Mitglied im Naturschutzbund Deutschland ist, hat bei seinen unternehmerischen Zielen nach eigenen Angaben nicht nur den wirtschaftlichen Erfolg im Sinn, sondern auch die positiven Aspekte für die Umwelt. Das neue Korrosionsschutzsystem könnte dabei helfen. So würde eine Beschichtung mit organischen Metallen die Lebensdauer von Metallbauteilen mindestens verfünffachen – und das ohne problematische Schwermetalle. Dabei ist Korrosion ein eher unterschätztes Problem: Nach Angaben der Dechema gehen weltweit durch entsprechende Schäden rund vier Prozent der Bruttoinlandprodukte verloren – allein in Deutschland entsprach das im vergangenen Jahr 140 Milliarden Mark.

Korrosionsschutzsysteme auf Basis von organischem Metall sind derzeit noch etwas teurer als herkömmliche Anstriche oder Beschichtungen. Doch auf der Gegenseite steht mittlerweile eine exzellente Verarbeitbarkeit. Zudem ist die benötigte Schichtdicke mit nur etwa zwei Hundertstel Millimeter vergleichsweise gering.

Aufgrund der langen Lebensdauer verteilen sich die Kosten auf eine große Zeitspanne. „Im Falle der Golden Gate Bridge würde ich der Stadtverwaltung von San Francisco eine Garantie geben, daß ihr Schmuckstück nur noch alle 60 Jahre saniert werden müßte. Das ist sicher wirtschaftlich“, behauptet Weßling selbstbewußt. *aus Die Welt vom 4.4.1997*

Fernüberwachung beim kathodischen Korrosionsschutz

Bei einigen Versorgungsunternehmen wird die fernwirktechnische Überwachung des kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) bereits seit Jahren mit Erfolg praktiziert. Eine wesentliche Voraussetzung für eine wirtschaftlich vertretbare Anwendung dieser Technik war noch vor einigen Jahren die Verfügbarkeit eigener Fernmeldekabel. Die derzeit angebotenen

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) 91 99 27 20, Telefax (07 11) 91 99 27 77 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.

Fernwirkssysteme sind nicht nur leistungsfähiger, da sie auf die speziellen Belange des KKS abgestimmt sind, sondern nutzen auch verschiedene Wege der Datenübertragung. So können die Meßwerte über eigene Fernmeldekabel, öffentliche Nachrichtenwege wie Telefon und Funk sowie über das Schutzobjekt selbst übermittelt werden. Damit kann heute grundsätzlich jeder die Ziele der Fernüberwachung beim KKS, wie Erhöhung der Anlagensicherheit und die Kostenreduzierung nutzen.

Mit der quasi kontinuierlichen Überwachung des Korrosionsschutzbetriebes werden Beeinträchtigungen infolge von Fremdkontakten, Ausfall von Schutzanlagen, Schutzstromunterbrechungen und Streuströmen sofort erkannt und können so kurzfristig beseitigt werden. Kosteneinsparungen ergeben sich unter anderem durch den Wegfall der nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 10 vorgeschriebenen monatlichen bzw. zweimonatlichen örtlichen Funktionskontrollen der Schutzanlagen und durch eine noch festzulegende Streckung der Überwachungszeiträume für die Nachprüfung der Wirksamkeit des KKS vor Ort.

Zur Erzielung einer optimalen Fernüberwachung sind jedoch eine Reihe von Einflußgrößen und Korrelationen zu beachten, wie Struktur und Beschaffenheit der Schutzobjekte, Beeinflussungen, Auswahl und Dichte der Meßstellen, Anforderungen an das Fernüberwachungssystem. Außerdem bedarf es einer Regelung der Mindestanforderungen nach dem Stand der Technik.

Der DVGW-Fachausschuß „Außenkorrosion“ hat deshalb einen Arbeitskreis „Fernüberwachung beim kathodischen Korrosionsschutz“ eingesetzt, der sich seit Anfang 1997 mit dieser Thematik befaßt. Die Ziele des Arbeitskreises sind die Ausarbeitung von

- korrosionsschutztechnischen Mindestanforderungen,
- Anforderungen an das Fernüberwachungssystem und
- Empfehlungen und Hinweise für die Planung, Einrichtung und für den Betrieb einer Fernüberwachung.

Die Ergebnisse werden zunächst veröffentlicht und gegebenenfalls bei Überarbeitung der einschlägigen technischen Richtlinien (zum Beispiel GW 10, G 466/I) in diese entsprechend eingearbeitet.

*Dipl.-Ing. Schwarzbauer
Mitteilung aus dem DVGW-Fachausschuß Außenkorrosion*

Zu guter Letzt

*Was nicht auf einer einzigen Manuskriptseite zusammengefaßt werden kann, ist weder durchdacht – noch entscheidungsreif.
Dwight David Eisenhower*