

MITTEILUNGEN DES FACHVERBANDES KATHODISCHER KORROSIONSSCHUTZ E.V.

E 13001 F

Dezember 2000

Nr. 38

Bewertung der Meßergebnisse aus Intensivmessungen, Produktenrohr mit Mantelpressung und Produktenrohrpressungen.

*Fachreferat, gehalten von Herrn Dipl.-Ing. Johann Scholten, Rössing & Bornemann, Nordhorn,
auf der Jahreshauptversammlung 2000 des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e.V. in Fulda*

a. Intensivmessungen

Bei neu gebauten Rohrleitungen sind nach den Erfahrungen Spannungstrichterdifferenzen ab 5 mV unbedingt zu beachten, insbesondere bei PE-isolierten Rohrleitungen. Erstens wegen der Wechselstromkorrosionsgefahr bei Hochspannungsparallellauf und zweitens wegen der Sachbeschädigung an der Rohrwandung. An ca. 60% der Isolationsfehler waren Rohrwandbeschädigungen vorhanden, z.B. Einschnitte durch Trennscheibe, davon mußten ca. die Hälfte durch Rohrausschnitte repariert werden.

b. Produktenrohr mit Mantelrohrpressung

Anläßlich einer Intensivmessung wurden im Bereich von Mantelrohrpressungen Spannungstrichter festgestellt.

(z.B.: Anlage 1 und Anlage 2)

Laut Meßprotokoll wurden bei Leitungskilo-

meter 16,488 (am blanken Füllrohr) und bei Leitungskilometer 16,560 (am blanken Füllrohr) jeweils 19 mV Spannungstrichter gemessen. Nach Freilegung der Mantelrohrenden und der Füllrohre konnten in der Baugrube keine Spannungstrichter gemessen werden. In der ersten Bewertung ist zu vermuten, daß der Schutzstrom über die metallisch blanken Füllrohre in die leitfähige Füllmasse (=Bentonit, spez. Widerstand 400 Ohm·cm) zu den Isolationsfehlern am Produktenrohr innerhalb des Mantelrohres fließt. Das Mantelrohr ist PE-isoliert, beim Durchpressen jedoch beschädigt worden. Bei der Spannungstrichtermessung innerhalb der Füllmasse an beiden Mantelrohrenden konnten 70 mV gemessen werden. Mit einem Gestänge wurden die Meßelektrode weiter in der Füllmasse geschoben. Dabei wurden Iso-Fehler Nr.1 130 mV und Iso-Fehler Nr.2 = 170 mV eingemessen.

Ursache: Die Abstandhalter hatten sich verschoben und somit die Nachisolierung an den Schweißnähten stark beschädigt.

c. Produktenrohrpressungen

Bei Probееinspeisungen nach AfK Nr.1 an im Vortriebsverfahren eingebrachten Produktenrohren sind oft Falschmessungen gemacht worden.

1. Mit einer Schutzstromspeisung von 0,20 µA, Rohroberfläche = 220m², kann nicht nach 3 min. ein Ausschalt-Potential von -1200mV gemessen werden

2. Bei einem Schutzstrombedarf von 9,5 µA/m² kann nicht davon ausgegangen werden, daß die Isolierung einwandfrei ist.

3. An einer Autobahnpressung, Länge 70,0m, wurde eine Intensivmessung durchgeführt. Bei einem Spannungstrichter von 24 mV kann nicht folgende Aussage gemacht werden: Im Ergebnis der Meßwerte waren keine Beschädigungen der Isolation nachweisbar.

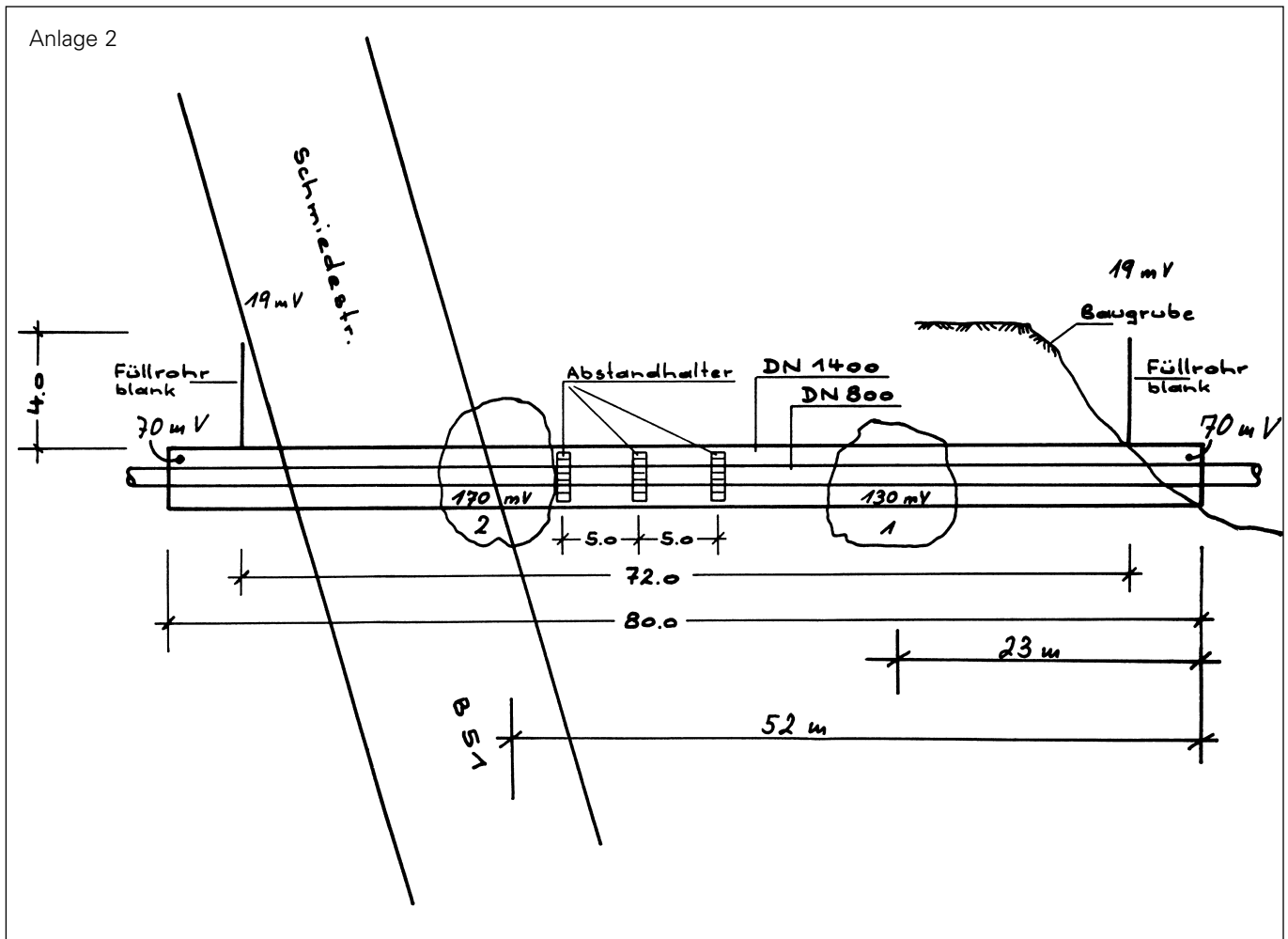
Es gibt noch viele Beispiele dieser Art. Oft wurden nach einer Intensivmessung Isolationsfehler an vorgetriebenen Produktenrohren festgestellt, obwohl ein Protokoll nach AfK Nr.1 über die Probееinspeisung bei der Bauleitung vorlag.

Bei ca. 40 % dieser Pressungen war allerdings während der Bauzeit eine Grundwasserabsenkung durchgeführt worden. Es ist zu empfehlen, daß schon vorher eine Bodenwiderstandsmessung durchgeführt wird, um für das Protokoll den richtigen Bodenwiderstand zu erhalten.

*Vorstand und Geschäftsführung des
Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e.V.
wünschen allen Mitgliedern
und Freunden des Verbandes
ein gesegnetes Weihnachtsfest
und ein erfolgreiches Jahr 2001.*

Anlage 1

16445	-1.68	-1.21	51	51	0	16521	-1.64	-1.15	43	35	8
16450	-1.66	-1.20	70	68	2	16523	-1.64	-1.15	46	38	8
16455	-1.66	-1.19	76	75	1	16525	-1.63	-1.15	50	43	7
16460	-1.68	-1.21	53	53	0	16527	-1.64	-1.15	49	43	6
16466	-1.69	-1.22	46	46	0	16529	-1.63	-1.14	57	51	6
16470	-1.70	-1.23	38	38	0	16531	-1.65	-1.15	39	35	4
16475	-1.69	-1.22	45	45	0	16533	-1.64	-1.15	46	43	3
16480	-1.69	-1.22	44	41	3	16535	-1.64	-1.14	47	45	2
16481	-1.69	-1.22	46	42	4	16540	-1.63	-1.14	55	53	2
16482	-1.68	-1.22	53	49	4	16545	-1.65	-1.16	34	24	10
16483	-1.68	-1.22	51	45	6	16550	-1.63	-1.14	54	44	10
16484	-1.69	-1.23	45	37	8	16555	-1.61	-1.13	72	59	13
16485	-1.70	-1.24	38	28	10	16560	-1.60	-1.12	84	65	19
16486	-1.69	-1.23	49	38	11	16565	-1.62	-1.13	67	58	9
16487	-1.66	-1.20	78	64	14	16570	-1.64	-1.15	46	40	6
16488	-1.62	-1.17	117	98	19	16575	-1.63	-1.14	51	48	3
16489	-1.68	-1.23	53	37	16	16580	-1.64	-1.15	45	42	3
16490	-1.68	-1.22	55	45	10	16585	-1.66	-1.16	28	26	2
16491	-1.68	-1.22	54	45	9	16590	-1.65	-1.16	33	32	1
16492	-1.69	-1.22	45	40	5	16595	-1.65	-1.16	31	30	1
16493	-1.67	-1.20	65	60	5	16600	-1.65	-1.16	33	32	1
16494	-1.66	-1.19	77	73	4	16605	-1.66	-1.17	22	21	1
16495	-1.64	-1.17	94	93	1	16610	-1.67	-1.17	16	16	0
16500						16615	-1.67	-1.18	10	11	-1
16505						16620	-1.67	-1.18	10	11	-1
16510						16625	-1.67	-1.18	10	11	-1
16515	-1.67	-1.18	14	8	6	16630	-1.67	-1.18	11	11	0
16517	-1.66	-1.17	28	22	6	16635	-1.67	-1.17	17	17	0
16519	-1.65	-1.16	33	26	7	16640	-1.67	-1.17	18	18	0
						16645	-1.66	-1.17	20	20	0



Einfluß der Impedanz von Meßgeräten auf die Funktion von Referenz-Elektroden.

*Ergänzung zum Fachreferat, gehalten von Herr Ing. Klaus Walther, Berlin,
auf der Jahreshauptversammlung 2000 des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e. V. in Fulda*

Hinweis:

Bei einer bestimmten Temperatur ist der Gehalt an Kupferionen – in einer gesättigten Kupfersulfatlösung – konstant.

Die unterschiedliche, temperaturabhängige Löslichkeit von Kupfersulfat ist einer der Gründe für die Temperaturabhängigkeit der Cu-SO₄-Elektrode.

Wenn in einer DBE Strom am Kupferstab über den Kupfersulfat-Elektrolyten austritt, werden Kupferionen produziert und das Kupferelement korrodiert. Der Kupfergehalt des Elektrolyten erhöht sich ständig und kann so die DBE zerstören.

Wenn der Strom aber in umgekehrter Richtung – vom Kupfersulfat-Elektrolyten zum Kupferelement – fließt, werden sich Kupferionen aus dem Kupfersulfat-Elektrolyten am Kupferelement anlagern.

Die Kupferionen verringern sich bis zum totalen Ausfall der DBE. Die Zeitspanne, in der ein Meßstrom von einigen µA durch die Referenz-Elektrode fließen kann, muß so kurz wie möglich sein, damit sich die DBE wieder stabilisieren kann.

Ein kontinuierlicher Stromfluß – auch von kleinsten Strömen – zerstört die Referenz-Elektrode.

Es ist daher unerlässlich, den Meßstrom der über die DBE fließt, soweit wie möglich zu reduzieren.

Ein 20 MΩ Meßinstrument ist normalerweise dafür ausreichend, selbst wenn das Potential ständig gemessen wird.

All dies führt zu folgender Frage:

„Warum fallen DBEs aus, wenn sie an SCADA oder Fernüberwachungssystemen angeschlossen werden?“

Die meisten SCADA-Systeme sind nicht dafür ausgelegt, DBEs auszulesen.

Die Eingangsimpedanz liegt normalerweise im KΩ-Bereich und wird von daher eine DBE schnell polarisieren und damit zu ihrem Ausfall führen. Eine Lösung für dieses Problem sind Impedanzwandler, die zwischen die DBE und den Meßkanal geschaltet werden. Diese sollten die Impedanz an der DBE auf mindestens 20 MΩ anheben. Hierdurch wird die Belastung der DBE minimiert und eine lange Haltbarkeit gewährleistet.

Ein weiteres Problem mit DCS (SCADA) oder tragbaren Datenloggern tritt auf, wenn diese an die DBE angeschlossen, aber nicht eingeschaltet sind. Bei einigen Anlagen wird die Impedanz im ausgeschalteten Zustand auch abgesenkt. Oftmals sinkt sie sogar in den KΩ-Bereich ab und zerstört damit wiederum die DBE.

Dieses Problem konnte bei verschiedenen Herstellern beobachtet werden. Es ist dringend zu empfehlen, daß dorthin gehend auch Messungen gemacht werden.

Die meisten Fernüberwachungssysteme haben 2 Hauptprobleme, die zum vorzeitigen Ausfall von DBEs führen können.

1. Nicht ausreichende Eingangsimpedanz, um eine Polarisierung der DBE zu verhindern.
2. In der System-Architektur werden aus Kostengründen oft „Common Grounds“, also eine gemeinsame Masse

an den verschiedenen Meßkanälen verwendet. Es sollte dringend darauf geachtet werden, daß die einzelnen Meßkanäle unabhängige Massen haben. Ein Kurzschluß auf einem Meßkanal kann ansonsten das System in der Art beeinflussen, daß auch hier wieder höhere Ströme an der DBE fließen und wiederum eine Polarisierung die DBE zerstört.

Schließlich noch eine Frage, die oft gestellt wird:

„Warum unterscheiden sich die Messungen zwischen einer eingebauten DBE, die an einer Anzeige an der KKS angeschlossen ist und einer tragbaren Elektrode, solange die KKS eingeschaltet ist, während sie nahezu identische Meßwerte liefern, wenn die KKS ausgeschaltet ist?“

Hier tritt eine Sammlung von möglichen Fehlern auf.

1. Die internen Meßgeräte einer KKS, an denen eine DBE angeschlossen ist, haben meist einen Anschluß für die DBE, wählen aber den negativen Ausgang der KKS als Verbindung zur Rohrleitung. Im eingeschalteten Zustand fließt aber durch diesen negativen Ausgang ein Strom und es tritt somit ein IR-drop (Spannungsabfall) auf. Wird die KKS ausgeschaltet, so erhält man nun die IR-freie Messung auch auf diesem Kabel, d. h., der Meßfehler wird aufgehoben. Es ist von daher darauf zu achten, daß die DBE immer mit Bezug zu einer zweiten Leitung, die keinen Strom führt, gemessen wird.
2. Eine eingebaute DBE liegt naturgemäß wesentlich näher an der Rohrleitung (ca. 30 cm), als eine tragbare Meßelektrode, die doch 1 – 2 m entfernt die Messung vornimmt. Auch hier gilt wieder, daß der IR-drop bei eingeschalteter KKS-Anlage an der näher liegenden DBE wesentlich niedriger ist. Schaltet man die KKS-Anlage ab, so wird der IR-drop an beiden Elektroden reduziert, aber natürlich mehr an der tragbaren Elektrode, wodurch sich die Meßwerte wieder angleichen.
3. Der dritte Fehler ist auch hier wieder die zu niedrigen Eingangsimpedanzen an den Anzeigeelementen. Dies kann über die Zeit zu einer Polarisierung der DBE führen und damit zu Potentialverschiebungen von einigen 100 mV.

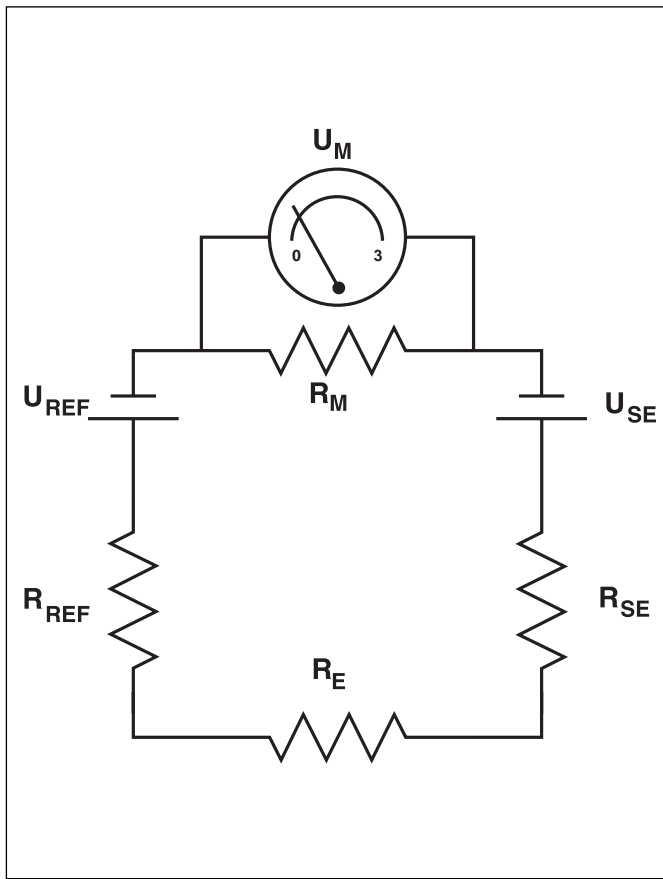
Wird eine polarisierte DBE aus dem Meßkreislauf genommen, so kann sie sich über längere Zeit wieder erholen. Wurde eine DBE über eine längere Zeit überlastet, so wird die Polarisierung so stark, daß die DBE zerstört wird.

Entweder man verwendet ein hochohmiges Meßinstrument mit mindestens 20 MΩ, oder man macht nur kurzzeitige Messungen.

Potentialgesteuerte Korrosionsschutz-Anlagen

Diese haben ein Eingang für eine DBE. Die DBE wird gemessen und das Schutzstromgerät versucht nun durch Regelung das Potential konstant zu halten. Leider haben wir auch hier Hersteller gefunden, deren Meßeingang sich nicht an die o. g. 20 MΩ Impedanz halten. Dies führt wiederum zu einer

Polarisation der DBE und das Schutzstromgerät versucht am Ende sich auf ein falsches (polarisiertes) Potential einzustellen. Äquivalenter Meßkreis (Rohrleitung ↔ Elektrolytpotential)



Schaltplan Nr. 1

- R_M = Meßgerät Impedanz
- U_M = gemessene Spannung
- U_{REF} = Potential der DBE
- R_{REF} = Widerstand der DBE (gesamt)
- U_{SE} = Potential der Rohrleitung
- R_{SE} = Erdboden ,Widerstand
- R_E = Widerstand an der DBE Oberfläche

Es ist zu ersehen, daß das am Voltmeter (U_M) abgelesene Potential, eine Funktion der anderen Widerstände, im Stromkreis ist. Genau wie die Potentialdifferenz zwischen DBE und Rohrleitung

$$U_M = (U_{SE} - U_{REF}) \frac{R_M}{R_M + R_{REF} + R_{SE} + R_E}$$

$$U_M \approx U_{SE} - U_{REF} \text{ wenn } R_M \gg R_{REF} + R_{SE} + R_E$$

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.

2 Messungen mit Meßgeräten unterschiedlicher Eingangs-impedanz

Messung 1

Eingangsimpedanz des Meßgerätes	1 MΩ	R_1
Meßwert	1,1 V	U_1

Messung 2

Eingangsimpedanz des Meßgerätes	20 MΩ	R_2
Meßwert	1,15 V	U_2

⇒ DBE-Widerstand gegen die Rohrleitung

$$R_r = \frac{R_1 \times R_2 \times U_2 - R_1 \times R_2 \times U_1}{R_2 \times U_1 - R_1 \times U_2} = 47,9 \text{ k}\Omega$$

Das echte Potential ist

$$U_r = \frac{U_1 \times R_1 + U_2 \times R_2}{R_1 + R_2} = 1,153 \text{ V}$$

Zu guter Letzt

Nur eines ist sicher, nichts ist sicher.
Und nicht einmal das ist sicher.

Christian Morgenstern

Wir freuen uns auf Ihr Kommen

Die
des
findet
im

Jahreshauptversammlung 2001
Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e.V.
am Donnerstag, 26. und Freitag, 27. April 2001
Hotel „Hilton Dresden“, Dresden, statt.

Bitte merken Sie sich diesen Termin vor. Die Einladungen gehen Ihnen in den nächsten Tagen zu. Anmeldeschluß ist der 01. Februar 2001.