

Kathodischer Korrosionsschutz

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines	2
1.1. VERWENDUNG UND GELTUNGSBEREICH	2
1.2. GRUNDLAGEN UND GRUNDSÄTZE	2
1.2.1. DIN-Normen.....	2
1.2.2. DVGW-Richtlinien.....	3
1.2.3. AfK-Empfehlungen.....	3
1.3. ABKÜRZUNGEN	4
1.4. BEGRIFFSBESTIMMUNG.....	4
1.5. ANSPRECHPARTNER.....	4
2. Anforderungen an die Bauausführung von Stahlabwassersystemen	5
2.1. ALLGEMEINES.....	5
2.2. VORBEREITENDE MAßNAHMEN	5
2.2.1. Prüfung der Korrosionswahrscheinlichkeit des Erdreiches	5
2.2.2. Prüfung der Rohrleitungstrasse auf vorhandene Streuströme	5
2.2.3. Prüfung der Rohrleitungstrasse auf Hochspannungsbeeinflussung.....	6
2.3. WERKSTOFFAUSWAHL BEI WASSERFÜHRENDEN ANLAGEN.....	6
2.4. AUSWAHL DER ROHRUMHÜLLUNG	7
2.5. TRANSPORT DER ROHRE ZUR BAUSTELLE UND LAGERUNG.....	7
2.6. VORSTRECKEN DES ROHRSTRANGES	7
2.7. NACHUMHÜLLUNG	7
2.8. VERLEGEN	8
2.9. KREUZUNGEN UND NÄHERUNGEN	8
2.10. DURCHÖRTERUNGEN, SCHUTZROHRE, DÜKER	9
2.10.1. Durchörterungen.....	9
2.10.2. Schutzrohre	9
2.10.3. Ringraumverfüllung.....	10
2.10.4. Düker.....	10
2.11. ISOLIERTRENNSTELLEN.....	11
2.12. KOMPENSATOREN, ÜBERSCHIEBER UND GEFLANSCHTE ARMATUREN.....	12
2.13. BRÜCKENLEITUNGEN	13
2.14. ANSCHLÜSSE FÜR MESSKABEL UND STROMEINSPEISEKABEL	13
2.14.1. Zugelassene Verfahren	13
2.14.2. Forderungen	15
2.14.3. Nachumhüllung.....	15
2.15. MESSUNGEN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG	16
2.15.1. Hochspannungsprüfung zum Nachweis der Umhüllungsgüte	16
2.15.2. Messung der Kontaktfreiheit an Schutzrohrkonstruktionen	16
2.15.4. Umhüllungsprüfungen.....	17
3. ANFORDERUNG AN DIE BAUAUSFÜHRUNG VON BAUWERKEN	17
3.1. ALLGEMEINES.....	17
3.2. ANORDNUNG DER ISOLIERTRENNSTELLEN IN BAUWERKEN.....	17
3.3. AUSFÜHRUNG DER ISOLIERTRENNSTELLEN	18
3.3.1. Bauformen	18
3.3.2. Trennfunkstrecken	18
3.4. POTENZIALAUSGLEICH.....	20
3.5. BLITZSCHUTZ.....	21
3.6. ERDER UND ERDESYSTEME.....	23
4. Planung und Errichtung kathodischer Korrosionsschutzanlagen	24
4.1. ALLGEMEINES.....	24
4.2. VORAUSSETZUNGEN	24
4.3. SCHUTZKRITERIUM.....	25
4.4. MESSBARKEIT DES SCHUTZSYSTEMS	25
4.4.1. Allgemeines.....	25
4.4.2. Potenzialmessstellen.....	26
4.4.3. Rohrstrommessstellen.....	26
4.4.4. Messstellen für Korrosionssensoren	27
4.4.5. Anordnung und Kennzeichnung von Messstellen.....	27
4.4.6. Kabelkennzeichnung	28
4.5. KATHODISCHER KORROSIONSSCHUTZ MIT FREMDSTROMANLAGEN.....	28
4.5.1. Vorarbeiten.....	28
4.5.2. Planung.....	28

4.5.3. Aufbau und Installation.....	29
4.5.4. Kathodischer Korrosionsschutz mit galvanischen Anoden	32
4.6. STREUSTROMSCHUTZ.....	32
4.6.1. Allgemeines.....	32
4.6.2. Vorbereitende Untersuchungen	32
4.7. SCHUTZMAßNAHMEN	33
4.8. BAUÜBERWACHUNG	34
4.9. INBETRIEBNAHME	34
4.9.1. Einschalten der Korrosionsschutzanlage	34
4.9.2. Inbetriebnahmemessungen (Feineinstellung).....	35
4.10. HOCHSPANNUNGSBEEINFLUSSUNG UND WECHSELSTROMBEEINFLUSSUNG.....	35
4.11. BRÜCKENLEITUNGEN	36
4.12. FERNÜBERWACHUNG VON KKS-SYSTEMEN.....	36
5. Wartung und Instandhaltung	37
5.1. ALLGEMEINES.....	37
5.2. WARTUNGSZYKLEN UND ERFORDERLICHE ARBEITEN.....	37
5.2.1. Schutzanlagen	37
5.2.2. Messstellen	40
5.3. ERGÄNZENDE MESSUNGEN AN ROHRLEITUNGEN.....	41
5.4. MESSVERFAHREN	41
5.4.1. Potenzialmessung.....	42
5.4.2. Rohrstrommessungen.....	43
5.4.3. Fehlersuche	43
5.4.4. Beeinflussungsmessungen	43
5.4.5. Streustrommessungen	43
5.4.6. Korrosionsgeschwindigkeitsmessungen.....	43

1. Allgemeines

1.1. Verwendung und Geltungsbereich

Die vorliegende Technische Richtlinie ist gültig für Planung, Bau und Betrieb kathodischer Korrosionsschutzsysteme an Stahl- und Stahlbetonkonstruktionen der Stadtentwässerung Dresden, die entsprechend der betrieblichen Regelungen kathodisch geschützt sind bzw. kathodisch geschützt werden sollen.

1.2. Grundlagen und Grundsätze

1.2.1. DIN-Normen

Folgende Blätter sind grundlegend für die Planung, die Errichtung und den Betrieb des kathodischen Schutzes an Abwasseranlagen:

DIN/VDE 0100/57 100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN/VDE 0105/57 105	Betrieb von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN/VDE 0150/57 150	Schutz gegen Korrosion aus Gleichstromanlagen
DIN/VDE 0165/57 165	Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
DIN/VDE 0185	Blitzschutz
DIN 2460	Stahlrohre für Wasserleitungen
DIN 18014	Fundamenterder
DIN 30675	Äußerer Korrosionsschutz von erdverlegten Rohrleitungen, Teil 1 und Teil 2

Stadtentwässerung Dresden	Technische Richtlinien	Fassung v. 16.01.2004 Ersetzt:	Nr.: 1.6.
------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	------------------

DIN EN 12696	Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton
DIN EN 12954	Kathodischer Korrosionsschutz von metallischen Anlagen in Böden und Wässern – Grundlagen und Anwendung für Rohrleitungen
DIN 30 676	Planung und Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes für den Außenschutz
DIN 50 925	Nachweis der Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes an erdverlegten Anlagen
DIN 50 900	Korrosion der Metalle - Begriffe
DIN 50 929	Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung

1.2.2. DVGW-Richtlinien

Der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. hat Richtlinien herausgegeben, die weit über die Grenzen der Mitgliedsunternehmen hinaus Anwendung finden. In diesen Richtlinien ist der anerkannte Stand der Technik festgeschrieben. Für den kathodischen Korrosionsschutz an Abwasseranlagen sind folgende Technische Regeln wichtig:

GW 9	Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen
GW 10	Inbetriebnahme und Überwachung des kathodischen Korrosionsschutzes erdverlegter Lagerbehälter und Stahlrohrleitungen
GW 11	Verfahren für die Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Fachfirmen auf dem Gebiet des kathodischen Korrosionsschutzes
GW 12	Planung und Errichtung kathodischer Korrosionsschutzanlagen für erdverlegte Lagerbehälter und Stahlrohrleitungen
GW 14	Ausbessern von Fehlstellen in Korrosionsschutzumhüllungen von Rohren und Rohrleitungen aus Eisenwerkstoffen
GW 15	Nachumhüllen von Rohren, Armaturen und Formteilen -Ausbildungs- und Prüfplan-
GW 16	Fernüberwachung des kathodischen Korrosionsschutzes
GW 301	Verfahren für die Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Rohrleitungsbauunternehmen
GW 307	Richtlinien für das Verfüllen des Ringraumes (Entwurf)
GW 340	FZM-Ummantelungen zum mechanischen Schutz von Stahlrohren und -formstücken mit Polyolefinumhüllung
W 343	Zementmörtelauskleidungen von erdverlegten Guss- und Stahlrohrleitungen; Einsatzbereiche, Anforderungen und Prüfungen

1.2.3. AfK-Empfehlungen

Die AfK-Empfehlungen werden von einem Gremium herausgegeben, das sich aus Fachleuten des DVGW und des VDE zusammensetzt. In diesen Empfehlungen werden meist technische Probleme

2. Anforderungen an die Bauausführung von Stahlabwassersystemen

2.1. Allgemeines

Erdverlegte Stahlrohrleitungen sind in jedem Falle der Bodenkorrosion ausgesetzt. Diesem natürlichen Vorgang kann durch passive (Anstriche, Umhüllungen, Beschichtungen usw.) und aktive (kathodischer Korrosionsschutz, Materialauswahl usw.) Schutzmaßnahmen entgegengewirkt werden. Im modernen Rohrleitungsbau werden aktive und passive Schutzverfahren gemeinsam zur Erhaltung der Rohrleitungen eingesetzt. Zur Planung und Realisierung eines wirtschaftlichen und technisch optimalen Korrosionsschutzsystems an der zu errichtenden Rohrleitung sind bereits in der Planungsphase wichtige Entscheidungen zu treffen, um spätere Nachrüstungen und Nachbesserungen zu vermeiden. Die vorliegende Betriebsanweisung will keine Normen und Richtlinien ersetzen, sie legt spezifische Forderungen des Hauses Stadtentwässerung Dresden fest und soll bereits in der Planungsphase auf Probleme hinweisen, die sich beim Rohrleitungsbau in Hinsicht auf die Ausrüstung der Rohrleitung mit kathodischem Korrosionsschutz ergeben.

2.2. Vorbereitende Maßnahmen

Vor Beginn der Neuverlegung von Rohrleitungen sollten nachfolgende Prüfungen baubegleitend vorgenommen werden. Die Ergebnisse der Prüfungen sind zu dokumentieren und den Planungsunterlagen beizufügen.

2.2.1. Prüfung der Korrosionswahrscheinlichkeit des Erdreiches

Die Prüfung der Korrosionswahrscheinlichkeit kann nach unterschiedlichen Verfahren durchgeführt werden

- Geoelektrische Kartierung der Trasse für die metallenen Konstruktion
- Ermittlung der Korrosionsgeschwindigkeit nach der Methode der Polarisationswiderstandsmessung
- Ermittlung der Korrosionsgeschwindigkeit nach der Korrosimetermethode
- Ermittlung der Korrosionsgeschwindigkeit durch Einbau und gravimetrische Auswertung von Kupons

Die Messungen sind so zu gestalten, dass die Ergebnisse auf die spätere Lage der metallenen Konstruktion übertragbar sind. Die Abstände der Messpunkte für alle o.g. Verfahren dürfen 100 m nicht überschreiten.

Die Prüfungen sind durch Firmen auszuführen, die Erfahrungen und Referenzen auf diesem Gebiet nachweisen können.

2.2.2. Prüfung der Rohrleitungstrasse auf vorhandene Streuströme

Bei der Prüfung der zu erwartenden Streustrombeeinflussung sind folgende Messungen durchzuführen:

- Messung der Feldstärke des elektrischen Gleichstromfeldes an der Erdoberfläche mit einem Sondenabstand von 10 m als Maximal-, Mittel- und Minimalwert
- Messung der Richtung des Stromdichtevektors

Die Abstände zwischen den Messpunkten dürfen 100 m nicht überschreiten. Die Feldstärkewerte sind als Diagramm den Planungsunterlagen beizufügen, die Richtung des Stromdichtevektors an den Messpunkten ist in den Lageplan der Rohrleitungstrasse einzutragen.

Die Prüfungen sind durch Firmen auszuführen, die Erfahrungen und Referenzen auf diesem Gebiet nachweisen können.

2.2.3. Prüfung der Rohrleitungstrasse auf Hochspannungsbeeinflussung

Für die geplante Rohrleitungstrasse ist nachzuweisen, dass keine gefährliche Hochspannungsbeeinflussung im Sinne der AfK Nr. 3 auftreten kann. Dazu sind Beeinflussungsrechnungen zur induktiven, kapazitiven und galvanischen Beeinflussung mit geeigneten Programmen durchzuführen (geeignete Programme liegen vor bei KEMA IEV Dresden, RWE, Ruhrgas u.a.). Kann dieser Nachweis nicht geführt werden, so ist der Trassenverlauf zu korrigieren oder es sind bereits in der Planungsphase Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen auf der Rohrleitung vorzusehen (siehe AfK Nr. 3).

2.3. Werkstoffauswahl bei wasserführenden Anlagen

Abwasseranlagen sind werkstofftechnisch so auszulegen, dass innerhalb der Anlage keine Korrosionselemente durch Mischpotenzialbildung entstehen (Bild 2.1).

Mischpotenzialbildung und damit Korrosion tritt auf, wenn unterschiedliche Werkstoffe z. B. Stahl und Gusseisen oder Baustahl und Edelstahl elektrisch leitend verbunden und mit einer elektrisch leitenden Flüssigkeit beaufschlagt werden.

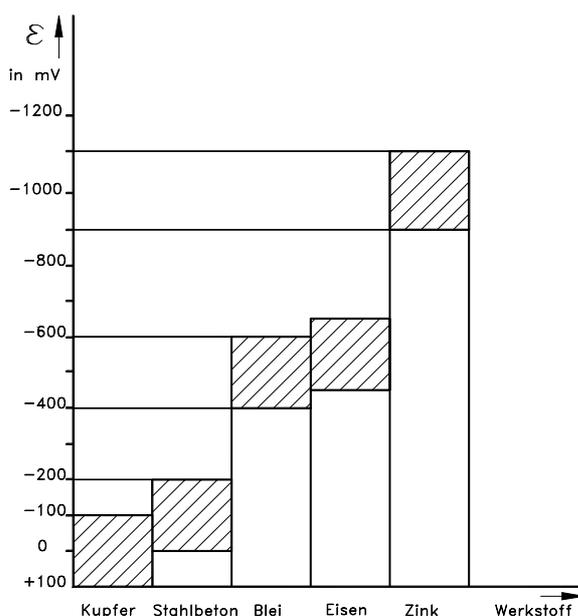


Bild 2.1: Elektrochemische Potenziale häufig verwendeter Metalle gegen Cu/CuSO₄

Bei der Verlegung von Abwasseranlagen ist darauf zu achten, dass alle Rohrleitungen, Armaturen und andere Einbauten aus dem gleichen Werkstoff bestehen, damit keine elektrochemischen Potentialdifferenzen an den Verbindungsstellen wirksam werden. Ist diese Forderung nicht einzuhalten, sind die Flansche zwischen den unterschiedlichen Werkstoffen so auszubilden, dass ein Stromfluss über die Flanschverbindung nicht möglich ist. Das entsprechende Bauteil ist mit einer Kupferleitung Rd 8 nach DIN 48 801 Cu zu überbrücken. Bild 2.1 zeigt das Potenzialdiagramm einiger häufig eingesetzter Werkstoffe.

Rohrdurchführungen durch Stahlbetonbauten sind so zu gestalten, dass keine elektrische Verbindung zwischen den Werkstoffen entsteht. Die beteiligten Bauelemente sind messbar zu gestalten (Klemmschema siehe Anlagen).

2.4. Auswahl der Rohrumhüllung

Die Rohrumhüllung ist den Anforderungen anzupassen, die sich aus den Messungen nach Abschnitt 2 und aus den geologischen Bedingungen der Trasse ergeben. Im Normalfall ist PE-Umhüllung nach DIN 30 670 einzusetzen. In Ausnahmefällen können auch mit Epoxidharz oder mit Polyurethan-Teer umhüllte Stahlrohre nach DIN 30 671 eingesetzt werden. Die Verlegung von Rohren mit Bitumentumhüllung bedarf einer Einsatzgenehmigung der Stadtentwässerung Dresden.

In Gebieten, in denen eine besonders hohe Korrosionsbelastung zu erwarten ist, sind Sondermaßnahmen vorzusehen. Das sind

- verstärkte Umhüllung
- zusätzliche Umhüllung mit Faserzementmörtel.

Bei zu erwartender hoher mechanischer Belastung sind zum Schutz der Umhüllung folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Zusätzliche Umhüllung mit Korrosionsschutzbinden
- Verwendung von Rohrschutzmatten, die den kathodischen Korrosionsschutz nicht beeinträchtigen
- Umhüllung mit Faserzementmörtel nach GW 340.

Siehe dazu auch DIN 30 675 Teil 1 Tabelle 1.

Für Abwasserleitungen aus Stahl sind grundsätzlich mit Zementmörtel ausgeschleuderte Stahlrohre nach W 343 einzusetzen.

2.5. Transport der Rohre zur Baustelle und Lagerung

Der Transport der Rohre zur Baustelle hat auf geeigneten Transportmitteln zu erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Umhüllung der Rohre nicht beschädigt wird. Beim Bewegen der Rohre sind geeignete Gurte bewährter Qualität zu benutzen. Die Gurtbreite muss mindestens die Hälfte des Rohrdurchmessers des zu bewegenden Rohres betragen. Bei der Verwendung von Haken sind die Backen mit geeignetem Material auszupolstern. Der Gebrauch von Seilen und Ketten ist untersagt. Die Rohre sind auf einer Unterlage zu transportieren und zu lagern, die eine Beschädigung der Rohrumhüllung ausschließt. Von gleicher Beschaffenheit müssen die Zwischenlagen bei mehrlagigem Transport oder mehrlagiger Lagerung sein.

Für die einwandfreie Werksumhüllung der für den Einsatz auf Baustellen der Stadtentwässerung Dresden vorgesehenen Rohre haftet der Auftragnehmer in gleicher Weise wie für die Rohre selbst.

Rohre mit Fertigungsfehlern sowie Transport- oder Lagerschäden können vom Kontrollpersonal der Stadtentwässerung Dresden zurückgewiesen werden.

2.6. Vorstrecken des Rohrstranges

Grundvoraussetzung für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes ist die elektrische Längsleitfähigkeit des Rohrstranges, deshalb können nur geschweißte Stahlrohre kathodisch geschützt werden. Beim Vorstrecken des Rohrstranges sind die Rohre auf einer Unterlage auszulegen, die eine Beschädigung der Umhüllung unmöglich macht (steinfreier Sand, Hölzer o.ä.). Verwendete Rohrböcke sind vor der Benutzung von harten Gegenständen (Steine, Schweißperlen u.a.) zu reinigen bzw. mit geeignetem Material auszupolstern. Beim Auslegen muss jedes Rohr mindestens zwei Mal aufliegen. Nach dem Verschweißen der Rohre hat die Höhe des aufgelegten Rohrstranges zwischen Boden und Rohrleitungsunterseite mindestens 0,4 m zu betragen.

2.7. Nachumhüllung

Vor dem Absenken des verschweißten Rohrstranges sind Umhüllungsfehlstellen und Schweißstellen fachgerecht nachzuumhüllen. Das mit dieser Aufgabe betraute Personal muss im Besitz eines gültigen Umhüllerpasses nach GW 15 sein. Der Umhüllerpas ist dem Kontrollpersonal der Stadtentwässerung Dresden auf Verlangen zur Einsicht vorzulegen.

Die Nachumhüllung der Rohrleitung ist mit Nachumhüllungsmaterial nach DIN 30672 und DIN 30673 vorzunehmen, das bei fachgerechter Anwendung die gleiche Umhüllungsgüte garantiert wie die Werksumhüllung. Dazu sind komplette Nachumhüllungssysteme einzusetzen, bei denen die Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Bei der Verarbeitung des Nachumhüllungsmaterials sind die spezifischen Bedingungen des jeweiligen Herstellers zu beachten.

Die Nachumhüllungsstelle muss technisch frei von Verunreinigungen jeglicher Art wie Schmutz, Öl, Fett, Farbresten, Schweißperlen und anderen Schweißrückständen sowie Feuchtigkeit sein. Sie ist mit geeignetem Werkzeug metallisch sauber auszuführen. Temporäre Korrosionsschutzanstriche an den Rohrenden sind zu entfernen. Kanten in der Werksumhüllung sind zu beseitigen oder wie auch Vertiefungen mit einer geeigneten Ausgleichsmasse zu verspachteln. Erforderlicher Haftgrund ist mit dem Pinsel aufzutragen und muss vor dem Aufbringen der eigentlichen Nachumhüllung getrocknet sein. Die vom Hersteller angegebenen Trocknungszeiten sind einzuhalten. Der Trocknungsprozess darf nicht durch den Einsatz von offenen Flammen beschleunigt werden.

Die Bänder für die Nachumhüllung sind mit der vom Hersteller vorgegebenen Zugkraft nach Möglichkeit mit einer entsprechenden Vorrichtung (Wickelmaschine) aufzubringen. Auf eine ausreichende Überlappung (allgemein 50 %) ist zu achten. Falten und Blasen im Nachumhüllungsmaterial sind grundsätzlich zu beseitigen.

Bei Nachumhüllung mit schmelzklebstoffbeschichtetem Schrumpfmateriel ist besonders auf Faltenfreiheit zu achten.

Bei der Verwendung von Bitumenbinden ist ein geeigneter Grundanstrich (z.B. Inertol) mit dem Pinsel aufzutragen. Die Arbeiten sind erst dann fortzuführen, wenn der Grundanstrich trocken ist. Umhüllungsfehlstellen sind grundsätzlich 2-fach nachzuumhüllen. Zum Erwärmen der Bitumenbinden ist eine geeignete Wärmequelle zu verwenden. Das Erwärmen der Bitumenbinden mit der Schweißspitze oder einen Propanbrenner ist nicht gestattet.

Bei Nachumhüllungsarbeiten ist ein einheitliches System anzuwenden.

Vor dem Absenken des Rohrstranges ist die Poren- und Fehlstellenfreiheit der Umhüllung durch Hochspannungsprüfung mit einer Prüfspannung >25 kV im Beisein der Bauaufsicht der Stadtentwässerung Dresden nachzuweisen und zu protokollieren (Prüfverfahren siehe Punkt 2.15.). Der Name der Prüfperson des Auftragnehmers ist im Prüfprotokoll zu dokumentieren. Die Prüfprotokolle sind Bestandteil der Leitungsakte. Die erforderliche Prüftechnik ist vom Auftragnehmer bereitzustellen.

2.8. Verlegen

Die Rohrleitung ist im Rohrgraben in ein einwandfreies, ebenes und steinfreies Bett zu verlegen. Ist das aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, so sind zusätzliche Schutzmaßnahmen nach Punkt 2.4. vorzusehen. Beim Einsatz von Felsschuttmatten muss die Rohrleitung auf Sandriegel aufgelegt werden, die im Abstand von 5 m einzubringen sind. Dabei darf der Abstand zwischen Rohrunterseite und Grabensohle 0,1 m nicht unterschreiten.

Beim Biegen von Rohren auf der Baustelle durch den Auftragnehmer ist darauf zu achten, dass sich der Rohrbiegeschuh für umhüllte Rohre eignet und die Werksumhüllung beim Biegevorgang nicht beschädigt wird.

2.9. Kreuzungen und Näherungen

Im Kreuzungs- bzw. Näherungsbereich der Abwasserleitungen mit anderen Rohrleitungen, Abwasserkanälen, Wasserleitungen, Kabeln, Dränagen, Fundamentierdernen und anderen unterirdischen Bauwerken ist ein Abstand zu diesen von mindestens 0,3 m bei Kreuzungen und 0,5 m bei Näherungen und Parallelführungen zu sichern. Der Abstand ist so zu wählen, dass eine Berührung und Beschädi-

gung der Leitung durch Bewegungs- und Setzungserscheinungen nicht möglich ist. Wegen möglicher Korrosionselementbildung sind besonders Näherungen zu Betonteilen, Kupfer und Blei auszuschließen (siehe Bild 2.1.). Ist eine Einhaltung des vorgeschriebenen Abstandes technisch oder wirtschaftlich nicht möglich oder nicht zu vertreten, so sind Berührungen der Rohrleitung mit fremden Bauwerken durch Einsatz von Schutzrohren, zusätzlicher Nachumhüllung oder Isolierstoffzwischenlagen auszuschließen.

Die Breite der Isolierstoffzwischenlagen ist so zu gestalten, dass die Kunststoffplatte (z.B. PVC- hart) auf beiden Seiten 0,1 m über die Leitung mit dem größten Durchmesser hinausragt, die Dicke der Platte darf 5 mm nicht unterschreiten. Wird eine doppelte Umhüllung als Schutzmaßnahme gewählt, so ist diese bis mindestens 1,0 m über den unmittelbaren Bereich der Kreuzung oder Näherung hinaus aufzubringen.

Kreuzungen und Näherungen der Rohrleitung mit metallischen Konstruktionen anderer Rechtsträger, die einen Abstand < 1 m aufweisen, sind messbar zu gestalten. Mit Einverständnis des Rechtsträgers der fremden Anlage ist auch diese messbar zu machen.

Siehe dazu auch Punkt 1.2.

- AfK-Empfehlung Nr.3
- DVGW-Arbeitsblatt GW 462/I
- DVGW-Arbeitsblatt GW 463
- DVGW-Arbeitsblatt GW 472

Die Einhaltung dieser Forderungen ist für den passiven Schutz der Rohrleitung und für den wirtschaftlichen Betrieb des kathodischen Korrosionsschutzes unbedingt erforderlich. Abweichungen vom Baustandard bedürfen der Zustimmung der Stadtentwässerung Dresden.

2.10. Durchörterungen, Schutzrohre, Düker

2.10.1. Durchörterungen

Bei Durchörterungen des Medienrohres ist ein die Umhüllung schonendes Verfahren einzusetzen (Horizontalbohren o.a.). Die Start- und Zielgruben der Durchörterung sind so zu gestalten, dass das Ansetzen eines weiteren Rohrschusses und die damit verbundenen Vorbereitungsarbeiten problemlos ausgeführt werden können. Schweißstellen und andere Umhüllungsfehlstellen an dem durchzupressenden Rohr sind mit geeigneten Mitteln (z.B. Protegol, DIRAX-Verfahren, FP-Fibertec u.a.) vor dem Einbau zu umhüllen. Vor dem Einbau ist das Rohr auf Poren- und Fehlstellenfreiheit der Umhüllung mit Hochspannung zu prüfen. Die Durchörterung ist messtechnisch zu begleiten (Punkt 2.15.). Das Nachschieben von Rohren ist erst dann einzustellen, wenn messtechnisch nachgewiesen werden kann, dass das durchgepresste Rohr dem Prüfverfahren nach AfK 1 standhält.

Die gleichen Forderungen gelten, wenn das Rohr mit einem anderen Durchörterungsverfahren eingebracht wird. Die Messungen sind vor dem Einbinden der Durchpressung in den Rohrstrang durchzuführen und zu protokollieren. Das Messprotokoll ist Bestandteil der Leitungsakte.

2.10.2. Schutzrohre

Schutzrohre werden zum Schutz der Rohrleitung gegen zusätzliche physikalische Belastungen oder chemische Angriffe eingesetzt. Sie können sowohl der Sicherheit der Rohrleitung als auch des durchörterten Bauwerkes (Bahndämme, Straßen, Wasserläufe u.a.) dienen. Je nach Möglichkeiten und Erfordernis werden sie in offener Bauweise oder im Vortriebsverfahren eingebracht.

Vor dem Einziehen des Medienrohres in das Schutzrohr sind beide von Schmutz und Schlamm gründlich zu reinigen und zu trocknen. Das Medienrohr ist auf Poren- und Fehlstellenfreiheit mit Hochspannung zu überprüfen (Rohre mit Bitumentumhüllung sind zweifach zu umhüllen) und mit passenden Gleitkufen aus elektrisch nicht leitendem Material zu versehen. Die Gleitkufen sind so anzuordnen, dass trotz Durchbiegung des Medienrohres ein Kontakt mit dem Schutzrohr unmöglich ist. Das Schutzrohr ist beim Einziehen des Medienrohres frei von Wasser und Schlamm zu halten. Nach dem Einbau des Medienrohres ist der Ringraum zwischen dem Schutzrohr und dem Medienrohr durch geeignetes Material (Manschetten, Ringraumgliederdichtungen u.a.) zu verschließen. Vor dem

Einbinden des Medienrohres in den Rohrstrang ist messtechnisch nachzuweisen, dass zwischen Schutzrohr und Medienrohr keine galvanische Verbindung besteht. Die Messung ist zu protokollieren, das Messprotokoll ist Bestandteil der Leitungsakte.

Die Schutzrohrkonstruktion ist messbar zu gestalten. Dazu sind sowohl am Schutzrohr als auch am Medienrohr Messkabel anzubringen (Anschlussschemata siehe Anlagen).

2.10.3. Ringraumverfüllung

In Sonderfällen kann der Ringraum zwischen dem Schutzrohr mit einem korrosionshemmenden Stoff verfüllt werden (Bild 2.2). Diese Sonderfälle sind, wenn

- der Rechtsträger der zu kreuzenden Einrichtung das fordert,
- die Dichtheit des Schutzrohres nicht garantiert werden kann und
- die Poren- und Fehlstellenfreiheit der Umhüllung des Medienrohres nicht garantiert werden kann.

In diesen Fällen ist nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 307 zu verfahren und ein Verfüllstoff mit einem pH-Wert > 11 zu wählen. Die Arbeitsschritte entsprechen dem bereits beschriebenen Einbau von Medienrohren in Schutzrohre. Zusätzlich sind am Schutzrohr zwei Rohrstützen anzubringen, an der tiefsten Stelle des Schutzrohres der Einfüllstützen und an der höchstgelegenen Stelle der Lüftungsstützen. Der Lüftungsstützen soll Oberkante Gelände enden. Das Medienrohr muss im Schutzrohr gegen Auftrieb gesichert sein (spezifisches Gewicht des Verfüllstoffes beachten !). Der Ringraum ist nach den Nachweismessungen zur galvanischen Trennung von Schutzrohr und Medienrohr so zu verschließen, dass der Verschluss bis zum Aushärten des Verfüllstoffes (Dämmmer, Prodorit o.a.) den Innen- und Außenbelastungen standhält.

Die Schutzrohrkonstruktion ist messbar zu gestalten. Dazu sind sowohl am Schutzrohr als auch am Medienrohr Messkabel anzubringen (Anschlussschema siehe Anlagen).

2.10.4. Düker

Werden Düker in Schutzrohren verlegt, so ist wie oben zu verfahren. Bei der offenen Grabenverlegung von Dükern sind Rohre mit doppelter Umhüllung und zusätzlichem Schutz der Umhüllung (Faserzementmörtel, Belattung usw.) einzusetzen. Vor dem Einziehen des Dükers ist die Poren- und Fehlstellenfreiheit des Bauteiles durch Hochspannungsprüfung nachzuweisen. Die Prüfung ist zu protokollieren, das Prüfprotokoll ist Bestandteil der Leitungsakte.

Die Dükerkonstruktion ist messbar zu gestalten (Anschlussschema siehe Anlagen).

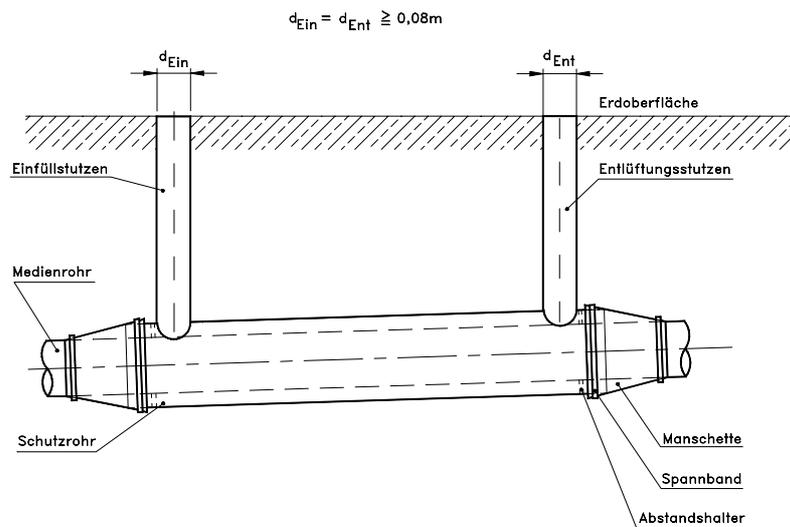


Bild 2.2: Schematische Darstellung der Ringraumverfüllung

2.11. Isoliertrennstellen

Isoliertrennstellen werden als Isolierflanschverbindungen und als Isolierstücke eingesetzt. Isolierstücke werden mit Flanschanschluss und mit beidseitigem Schweißanschluss hergestellt.

In erdverlegten Abwasserrohrleitungen der Stadtentwässerung Dresden sind grundsätzlich beidseitig einschweißbare Isolierstücke oder Kunststoffrohrabschnitte einzusetzen. Isolierflansche sind nur an

Abnehmeranlagen und in wasserwirtschaftlichen Bauwerken gestattet. Sollte diese Forderung nicht eingehalten werden können, ist bei Abweichungen eine Genehmigung der Stadtentwässerung Dresden einzuholen.

Für den Einbau vorgesehene Isoliertrennstellen müssen den Anforderungen der DIN 2470 Teil 1 und 2 entsprechen. Das mitgelieferte Zertifikat ist Bestandteil der Leitungsakte. Isoliertrennstellen sind schonend zu behandeln und vor dem Einbau auf Einhaltung der elektrischen Parameter zu prüfen. Dazu ist mindestens der Isolationswiderstand des Bauteiles zu messen.

Die Prüfung der Isoliertrennstellen ist zu protokollieren, das Prüfprotokoll ist Bestandteil der Leitungsakte. Es sind nur einwandfreie Bauteile in die Leitung einzuschweißen. Innen mit Korrosionsprodukten oder anderen Verschmutzungen verunreinigte Isolierkupplungen dürfen nicht in den Rohrstrang eingeschweißt werden.

Als Isoliertrennstellen sind auch Kunststoffrohrabschnitte mit der nachstehenden Gleichung berechneten Isolationslänge zugelassen.

Isoliertrennstellen sind grundsätzlich messbar zu gestalten (Anschluss schemata siehe Anlagen.). Isoliertrennstellen sind einseitig mit einer elektrisch isolierenden Innenbeschichtung auszurüsten. Die Länge der zu beschichtenden Rohrinnefläche ist abhängig von der Leitfähigkeit des zu transportierenden Mediums und dem Rohrdurchmesser. Diese Länge errechnet sich nach folgender Gleichung. Die Isoliertrennstelle ist so in den Rohrleitungsstrang einzusetzen, dass die innenbeschichtete Seite ausserhalb des kathodisch geschützten Rohres liegt.

$$\frac{L}{m} = 30 \frac{U}{V} \sqrt{\frac{r/cm}{\rho/\Omega cm}}$$

Darin bedeuten

L Länge der zu beschichtenden Innenfläche

- U Spannung über der Isoliertrennstelle
r Innenradius des Rohres
 ρ spezifischer elektrischer Widerstand des transportierten Mediums

2.12. Kompensatoren, Überschieber und geflanschte Armaturen

Kompensatoren, Überschieber und geflanschte Armaturen sind Bauelemente, die keine sichere elektrische Verbindung des Rohrleitungsstranges garantieren. Damit ist die für den kathodischen Korrosionsschutz erforderliche Längsleitfähigkeit des Rohrleitungsstranges nicht unbedingt Gewähr leistet.

An beiden Seiten des entsprechenden Bauelementes sind elektrische Anschlüsse (NYY-0 2x 4 mm² Cu) anzubringen, die kontrollfähig miteinander zu verbinden sind. Als Kontrollstelle ist ein Messpfahl zu verwenden (Bild 2.3). Die Überbrückung mit einer nicht kontrollfähig gestalteten Kabelverbindung ist nicht zulässig.

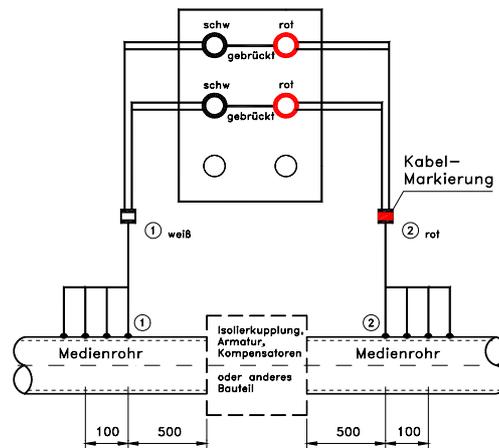


Bild 2.3: Elektrische Verbindung über Kompensatoren, Überschieber und geflanschte Armaturen

2.13. Brückenleitungen

Rohrleitungen sind grundsätzlich in elektrisch isolierter Bauweise über ein Brückenbauwerk zu führen.

Die Rohrleitung ist passiv mit einem licht- und wärmebeständigen Korrosionsüberzug zu schützen und isoliert gegen das Brückenbauwerk aufzuhängen. Metallische Auflager sind mit Isolierstoffzwischenlagen zu versehen (Bild 2.4). Der Einbau von Isolierkuppelungen ist für diesen Fall untersagt. Vor dem Einbinden der Brückenleitung in den Rohrleitungsstrang ist die elektrische Trennung der Rohrleitung von der Brücke im Beisein der örtlichen Bauüberwachung der Stadtentwässerung Dresden messtechnisch nachzuweisen und zu protokollieren. Das Messprotokoll ist Bestandteil der Bestandsdokumentation. Abweichende Lösungen bedürfen der Zustimmung der Stadtentwässerung Dresden. Brückenleitungen sind messbar zu gestalten.

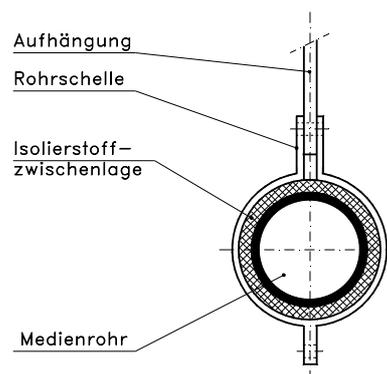


Bild 2.4: Schematische Darstellung der Aufhängung der Rohrleitung an einer Brücke

2.14. Anschlüsse für Messkabel und Stromeinspeisekabel

2.14.1. Zugelassene Verfahren

Cadweld-Verfahren

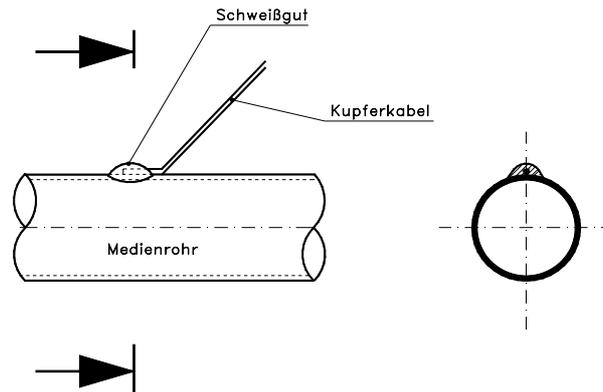


Bild 2.5: Schematische Darstellung der Cadweld-Verbindung

Das Cadweld-Verfahren ist ein Gießschmelzschweißverfahren, bei dem zinnfreies Schweißpulver aus Kupferoxid, Aluminiumgrieß und Beimengungen mit einem Zündpulver aus Kupferoxid, Aluminiumgrieß und Phosphor in einem Grafitiegel verflüssigt wird und nach Schmelzen eines Stahlplättchens im Grafitiegel die Schmelze direkt zur Verbindung des Kupferkabels mit der Rohrleitung verwendet wird (siehe Bild 2.5).

Bolzenaufschweißverfahren

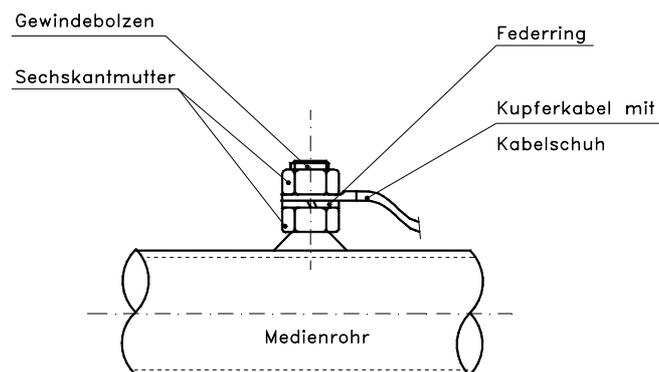


Bild 2.6: Schematische Darstellung der Verbindung mittels Bolzenaufschweißverfahren

Das Bolzenaufschweißverfahren ist ein Widerstandsschweißverfahren, bei dem durch Wärmeentwicklung ein Gewindebolzen auf die Rohrleitung aufgeschweißt wird, an dem mittels Schraubverbindung das Kupferkabel befestigt wird (siehe Bild 2.6).

Pin- Brazing- Verfahren

Das Pin- Brazing- Verfahren ist ein Lichtbogenhartlötverfahren, bei dem ein Kabelschuh mittels eines im Lichtbogen aufgeschmolzenen Lotes auf die Rohrleitung aufgelötet wird. Die Verbindung des Kupferkabels mit dem Kabelschuh erfolgt mittels Quetschverbindung (siehe Bild 2.7).

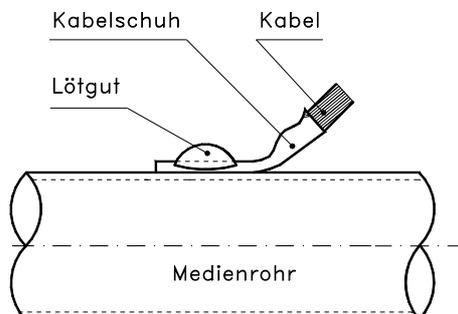


Bild 2.7: Schematische Darstellung der Verbindung mittels Pin-Brazing-Verfahren

2.14.2. Forderungen

Anschlüsse für Messkabel und Stromeinspeisekabel dürfen nur von unterwiesenem Fachpersonal ausgeführt werden. Sie sind an einer leicht zugänglichen Stelle der Rohrleitung anzubringen (12 Uhr-Position). Die Werksumhüllung ist an der Kontaktstelle nur so weit es für die ordnungsgemäße Ausführung der Kontaktstelle notwendig ist zu entfernen. Danach ist die Kontaktstelle metallisch blank zu machen ohne die Rohrleitungswanddicke zu schwächen. Die Kontaktstelle ist trocken und fettfrei zu halten. Die Kontaktstelle hat zu anderen Schweißstellen einen Mindestabstand von 0,1 m aufzuweisen.

Messkontakte sind grundsätzlich 2-fach (NYY-O 2x2,5) in einem Abstand von 0,1 m aufzuschweißen. Bei Stromeinspeisekabeln oder Kabeln zur Überbrückung von Bauteilen nach Punkt 2.12 ist jede Ader (NYY-O 4x4) einzeln im Abstand von 0,1 m aufzuschweißen (Bild 2.8). Bei allen Kabelverbindungen ist eine Zugentlastung vorzusehen.

Bei hoher Luftfeuchtigkeit (Regen, Nebel usw.) sind die Kontaktierungsarbeiten nicht auszuführen. Nach der Ausführung der Kabelverbindung ist die Kontaktstelle von Schweiß- und Zunderrückständen metallisch zu säubern.

2.14.3. Nachumhüllung

Die Umhüllungsänder an der gesäuberten Kontaktstelle sind abzuschrägen und aufzurauen. Auf die mit dem Pinsel aufgetragene und getrocknete Grundierung sind zum Höhenausgleich mehrere Lagen dauerplastischer Kitt aufzutragen. Die Kontakte und die Kabel sind ebenfalls in Kitt einzubetten. Danach ist die Kontaktstelle wie unter Punkt 2.7. beschrieben nachzuumhüllen.

Nach Abschluss der Umhüllungsarbeiten ist die Poren- und Fehlstellenfreiheit der Nachumhüllungsstelle mit Hochspannung zu prüfen (siehe Punkt 2.15.1.). Die Prüfung ist zu protokollieren, das Prüfprotokoll ist Bestandteil der Leitungsakte.

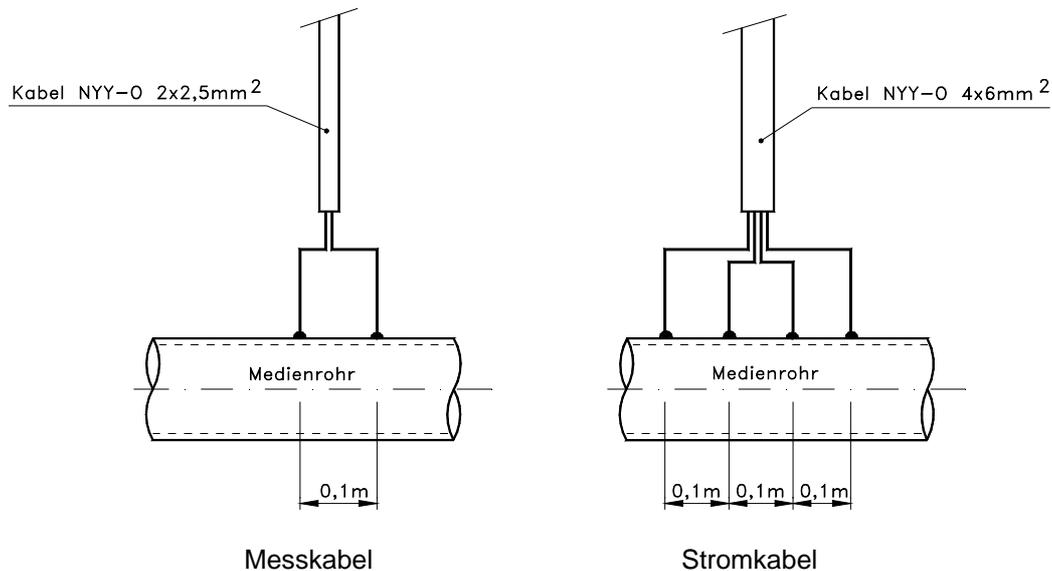


Bild 2.8: Schematische Darstellung der Kontaktstellen am Medienrohr

2.15. Messungen zur Qualitätssicherung

2.15.1. Hochspannungsprüfung zum Nachweis der Umhüllungsgüte

Die Prüfung der Poren- und Fehlstellenfreiheit von Rohrumhüllungen kann mittels Hochspannungsprüfung erfolgen. Dazu ist ein Prüfgerät erforderlich, das eine Prüfspannung >25 kV erzeugen kann. Dieser Wert ist bei der Prüfung von Polyethylenumhüllungen einzustellen. Als Elektroden sind Bürsten- oder Spiralelektroden zu verwenden. Die Prüfung ist an 100 % der Rohroberfläche vorzunehmen.

2.15.2. Messung der Kontaktfreiheit an Schutzrohrkonstruktionen

Die Kontaktfreiheit an Schutzrohrkonstruktionen kann durch Strom-/Spannungsmessung, Messung des elektrochemischen Potentials und Messung des elektrischen Widerstandes nachgewiesen werden.

Strom/Spannungsmessungen

Bei der Strom/Spannungsmessung wird eine Gleich- oder Wechselspannung zwischen dem Medienrohr und dem Schutzrohr angelegt und der im Stromkreis fließende Strom gemessen. Kontaktfreiheit ist nachgewiesen, wenn der gemessene Strom gegen Null geht. Die Messung muss vor der Einbindung der Konstruktion in den Rohrleitungsstrang erfolgen.

Messung des elektrochemischen Potentials

Bei dieser Methode wird ein Einspeiseversuch an der noch nicht mit dem Rohrleitungsstrang verbundenen Schutzrohrkonstruktion vorgenommen. Dazu wird über einen Hilfserder ein Gleichstrom in die zu prüfende Konstruktion eingespeist und das elektrochemische Potential am Schutzrohr und am Medienrohr gemessen. Kontaktfreiheit ist nachgewiesen, wenn die gemessenen elektrochemischen Potentiale verschieden sind.

Messung des elektrischen Widerstandes

Die Messung des elektrischen Widerstandes zwischen dem Schutzrohr und dem Medienrohr ist mit Wechselspannung vorzunehmen. Geeignete Messgeräte sind Kurbelinduktor-Widerstandsmesser und Erdungsmessbrücken. Die Messung ist an der nicht mit dem Rohrstrang verbundenen Konstruktion durchzuführen. Kontaktfreiheit ist nachgewiesen, wenn der gemessene Widerstand gegen ∞ geht.

Prüfung der zulässigen Schutzstromdichte

Mit einem Einspeiseversuch kann überprüft werden, ob die erdverlegte Konstruktion ordnungsgemäß umhüllt ist. Dazu wird über einen oder mehrere Hilfserder ein Gleichstrom in die erdverlegte Konstruktion eingespeist. Dieser Gleichstrom wird so dimensioniert, dass das gleichzeitig gemessene Einschaltpotenzial den Wert -2000 mV, gemessen gegen die gesättigte Cu/CuSO₄-Elektrode, nicht übersteigt. Der gemessene Strom bezogen auf die Oberfläche der erdverlegten Konstruktion darf nicht größer sein, als die für die jeweilige Umhüllung bekannten Tabellenwerte.

2.15.4. Umhüllungsprüfungen

Zur Prüfung der fachgerechten Ausführung der Rohrleitungsumhüllung sind rechtzeitig vor Ablauf der Gewährleistungsfrist, in der Regel nach einem Jahr vom Zeitpunkt der Fertigstellung der Leitung an gerechnet, geeignete Messungen durchzuführen. Diese Messungen sind grundsätzlich erst nach einer Witterungsperiode sinnvoll, da neuverlegte Leitungen erst nach einem niederschlagsreichen Winter als „erdfühlig“ betrachtet werden können.

Bereits bei der Auftragsvergabe für den Bau der Rohrleitung ist durch die Stadtentwässerung Dresden die Kostenzuordnung für die Beseitigung der durch die Umhüllungsprüfungen festgestellten Mängel zu regeln.

Geeignete Verfahren für diese Messungen sind

- Intensivmessungen nach DIN 50 925
- Intensive Fehlstellenortung
- Pearson-Methode

Beide Verfahren nutzen die Änderung der Potenzialgradienten im elektrischen Strömungsfeld (Spannungstrichter) als Messgröße. Während die Intensivmessungen nur im elektrischen Gleichfeld angewendet werden können, eignet sich die Pearson-Methode für die Anwendung im elektrischen Gleich- und Wechselfeld.

Diese Prüfungen sind nur an Firmen zu vergeben, die Erfahrungen und Referenzen auf diesem Gebiet nachweisen können.

3. Anforderung an die Bauausführung von Bauwerken

3.1. Allgemeines

Abwasserwirtschaftliche Bauwerke sind Bauteile in Rohrleitungssystemen, denen seitens des kathodischen Korrosionsschutzes eine besondere Bedeutung beigemessen werden muss. An diesen Stellen tangieren die Forderungen des kathodischen Korrosionsschutzes die Vorschriften des elektrischen Berührungsschutzes und der elektrischen Sicherheitstechnik. Die Beachtung der Belange des kathodischen Korrosionsschutzes bei der Planung und Errichtung dieser Anlagen ist eine betriebswirtschaftliche Notwendigkeit, da eine Nachrüstung oder Umrüstung zusätzliche Kosten verursacht, die bei sorgfältiger und vorausschauender Planung und fachgerechter Ausführung vermieden werden können.

3.2. Anordnung der Isoliertrennstellen in Bauwerken

In abwasserwirtschaftlichen Bauwerken ist der Potenzialausgleich nach DIN 0100 auszuführen. Das bedeutet, dass die Rohrleitungen wie alle anderen metallenen Objekte innerhalb des Bauwerkes in der Weise untereinander galvanisch verbunden werden müssen, dass zwischen den metallenen Objekten keine elektrischen Potenzialdifferenzen auftreten, die die gesetzlich vorgegebenen Grenzen überschreiten. Damit ergibt sich für den Korrosionsschutz, betreffend die Verbindung der Rohrleitung mit einem evtl. vorhandenem Fundamenterder, die Problematik, dass der Schutzstrom der kathodischen Korrosionsschutzanlage zu einem Teil in das Erdersystem des Bauwerkes fließt. Aus diesem Grund sollte das Bauwerk nach Möglichkeit elektrisch aus dem Rohrleitungsstrang herausgetrennt werden. Eine generelle Forderung nach Trennung des gesamten Bauwerkes von den ankommenden und abgehenden Rohrleitungen mit Isoliertrennstellen kann aus technischen und ökonomischen Gründen nicht erhoben werden. Wie in Abschnitt 2 beschrieben, sind wasserführende Bauwerke werkstofftechnisch so auszulegen, dass keine Elementbildung und damit keine Kontaktkorrosion auftritt.

Die zu schützenden wasserführenden Anlagen sind so in den Potenzialausgleich einzubeziehen, dass sich keine gefährlichen Potenzialdifferenzen zwischen dem Gebäudepotenzialausgleich und der Rohrleitung aufbauen können.

Besonders ist darauf zu achten, dass wasserführende Anlagen isoliert in Bauwerke einzuführen sind und jegliche elektrische Verbindung mit dem Erdungssystem des Bauwerkes zu vermeiden ist. Zu diesem Zweck sind zwischen wasserführender Anlage und Auflagestützen bzw. Aufhängungen grundsätzlich Isolierstoffzwischenlagen anzuordnen.

3.3. Ausführung der Isoliertrennstellen

3.3.1. Bauformen

Isoliertrennstellen können als Isolierstück und als isolierende Flanschverbindung nach DIN 2470/1 ausgeführt sein.

Beim Einsatz isolierender Flanschverbindungen ist bei der Montage darauf zu achten, dass das Flanschenpaar mit der Isolierstoffzwischenlage immer parallel und die Krafteinwirkung durch die Schrauben gleichmäßig über den Flanschumfang verteilt ist. Die Schraubenkräfte dürfen nicht zur Zerstörung der Isolierstoffzwischenlage führen. Zur Durchsetzung dieser Forderungen sind isolierende Flanschverbindungen grundsätzlich mit Drehmomentenschlüssel zu montieren. Bei der Montage ist darauf zu achten, dass die Mutter und nicht die Bolzen gedreht werden. Nach erfolgter Montage ist die galvanische Trennung zwischen den Schraubverbindungen und den Flanschen sowie zwischen den einzelnen Schraubverbindungen zu prüfen. Die Wirksamkeit der Isoliertrennstelle ist mittels Potenzialmessung nachzuweisen.

Beim Einsatz von Isolierstücken sind zwei Einbauvarianten zulässig. Zum einen sind sie beidseitig einzuschweißen und zum anderen ist die Verbindung mit der Rohrleitung zu schweißen und die Verbindung mit abwasserwirtschaftlichen Bauwerk als Flanschverbindung auszuführen. Bei Schweißverbindungen ist eine Überhitzung der Isoliertrennstelle über die angegebenen Maximaltemperaturen auch kurzzeitig nicht zulässig.

Die Isoliertrennstellen sind mit einer elektrisch isolierenden Innenbeschichtung auszurüsten. Die Länge der Innenbeschichtung ist nach der im Abschnitt 2.11. aufgeschriebenen Gleichung zu berechnen. Werden Isoliertrennstellen ohne Innenauskleidung eingesetzt, treten bei Einsatz des kathodischen Korrosionsschutzes Innenkorrosionserscheinungen auf.

Als Isoliertrennstellen können auch Kunststoffrohrabschnitte verwendet werden, deren Länge nach der im Abschnitt 2.11. aufgeschriebenen Gleichung zu berechnen ist.

3.3.2. Trennfunknenstrecken

Isoliertrennstellen in wasserwirtschaftlichen Bauwerken sind zum Schutz der Isoliertrennstellen mit Trennfunknenstrecken zu überbrücken (AfK Nr. 5). Kommen isolierende Flanschverbindungen zum Einsatz, so ist die Trennfunknenstrecke unmittelbar parallel zur Isoliertrennstelle anzuordnen und auf kürzestem Wege anzuschließen. Der Kabelweg zwischen den Anschlusspunkten soll 0,3 m nicht überschreiten. Die richtige Montage einer Trennfunknenstrecke über einer isolierenden Flanschverbindung zeigt Bild 3.1.

Werden einbaufertige Isolierstücke als Isoliertrennstellen eingesetzt, so sind Isolierstücke mit integrierter Ringfunknenstrecke zu verwenden, bei denen die Funknenstrecke in einer Luftkammer angeordnet ist. Der Einbau davon abweichender einbaufertiger Isolierstücke in Anlagen der Stadtentwässerung Dresden ist unzulässig. Das Zertifikat der Isolierkupplung ist Bestandteil der Betriebsunterlagen. Bild 3.2 zeigt die Anordnung der im Isolierstück integrierten Luftkammer mit Ringfunknenstrecke.

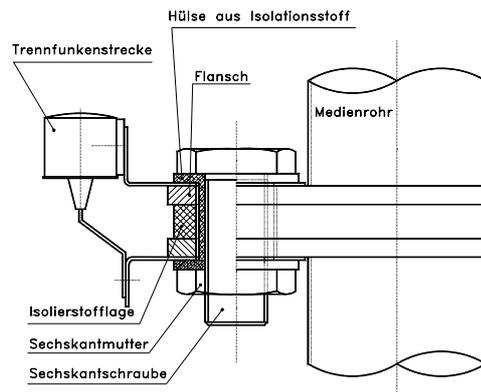
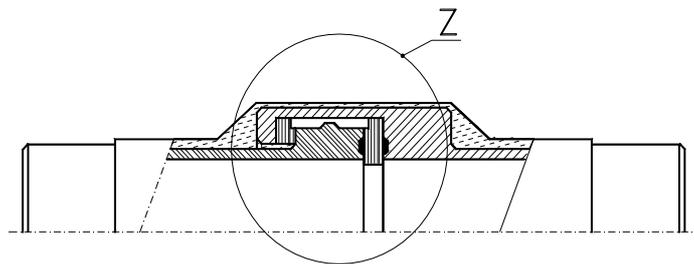


Bild 3.1: Montage einer Funkenstrecke über einer isolierenden Flanschverbindung



Einzelheit Z

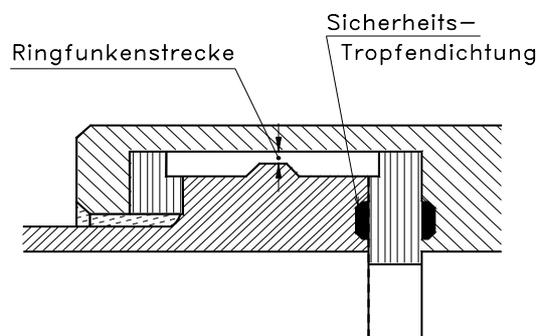


Bild 3.2: Schnitt durch die integrierte Ringfunkenstrecke im einbaufertigen Isolierstück

Isolierverbindungen sind gegen zufälliges Überbrücken zu sichern. Beim Einsatz von einbaufertigen Isolierstücken ist die Werksumhüllung und die Umhüllung der Schweißstellen mit der Werksumhüllung adäquatem Nachumhüllungsmaterial ausreichend. Beim Einsatz von isolierenden Flanschverbindungen sind die Zuleitungen zur Funkenstrecke mit Isoliermaterial zu ummanteln und die Schraubenenden bzw. die Muttern an der Flanschverbindung mit geeigneten Isolierkappen zu versehen.

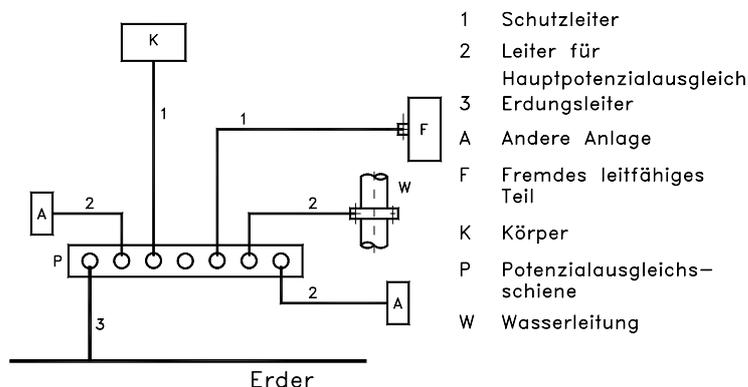
3.4. Potenzialausgleich

Die abwasserwirtschaftlichen Bauwerke sind mit einem elektrischen Potenzialausgleich nach DIN VDE 0100/57 100 auszurüsten. Dazu sind alle metallenen Teile zwischen den Isoliertrennstellen (Isolierflansche und Isolierstücke) galvanisch über eine Potenzialausgleichschiene oder direkt miteinander zu verbinden. In den Potenzialausgleich sind einzubeziehen:

- Hauptschutzleiter
- Haupterdungsleitung
- Blitzschutzleiter
- Metallteile
- Gebäudekonstruktionen.

Der Potenzialausgleich ist ausgehend von der PA-Schiene sternförmig zu den Anschlussstellen zu führen. Sichtbare leitfähige Teile in unmittelbarer Nähe der wasserwirtschaftlichen Anlage, die nicht in Verbindung mit den durch Isoliertrennstellen abgetrennten ankommenden und abgehenden Wasserleitungen stehen, sind in den Potenzialausgleich der wasserwirtschaftlichen Anlage einzubeziehen.

Bild 3.3: Prinzip des Potenzialausgleiches in einem Bauwerk



Die Potenzialausgleichsleiter sind nach DIN VDE 0100/57 Teil 100 zu bemessen. Danach ist der Mindestquerschnitt für diese Leiter mit $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ angegeben. Der maximale Querschnitt soll 25 mm^2 nicht überschreiten. Die allgemeine Anordnung eines Potenzialausgleiches in einem Bauwerk ist in Bild 3.3. gezeigt.

Die zu schützenden wasserführenden Anlagen sind so in den Potenzialausgleich einzubeziehen, dass sich keine gefährlichen Potentialdifferenzen zwischen dem Gebäudepotenzialausgleich und der Rohrleitung aufbauen können.

3.5. Blitzschutz

In allen wasserwirtschaftlichen Bauwerken der Stadtentwässerung Dresden ist der innere Blitzschutz zu realisieren.

An Bauwerken der Stadtentwässerung Dresden mit einer Grundfläche $> 100 \text{ m}^2$ in Gebieten mit hoher Blitzschlagwahrscheinlichkeit (freistehendes Gebäude) ist eine äußere Blitzschutzanlage in Absprache mit der Stadtentwässerung Dresden zu installieren.

Unter dem äußeren Blitzschutz versteht man die Gesamtheit aller außerhalb, an oder in der zu schützenden Anlage verlegten und bestehenden Einrichtungen zum Auffangen und Ableiten des Blitzstromes in die Erdungsanlage. Das Prinzip des äußeren Blitzschutzes an einem Bauwerk zeigt Bild 3.4.

Unter dem inneren Blitzschutz versteht man die Gesamtheit aller Maßnahmen gegen die Auswirkungen des Blitzstromes und seiner elektrischen und magnetischen Felder auf metallene Installationen und elektrische Anlagen im Bereich der baulichen Anlage. Das Prinzip des inneren Blitzschutzes zeigt Bild 3.5.

Blitzschutzanlagen sind nach DIN V EN V 61024-1 von Fachfirmen mit entsprechenden Referenzen auszuführen.

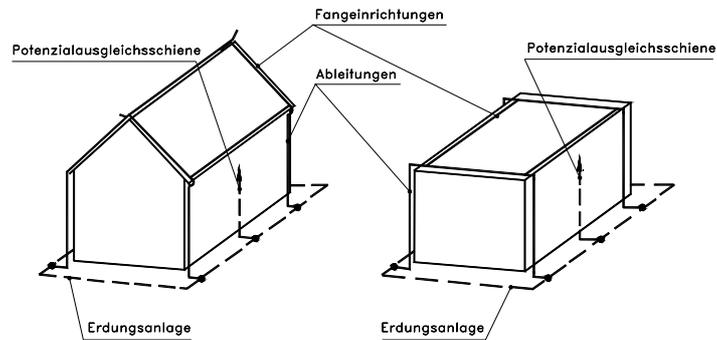


Bild 3.4: Prinzip des äußeren Blitzschutzes

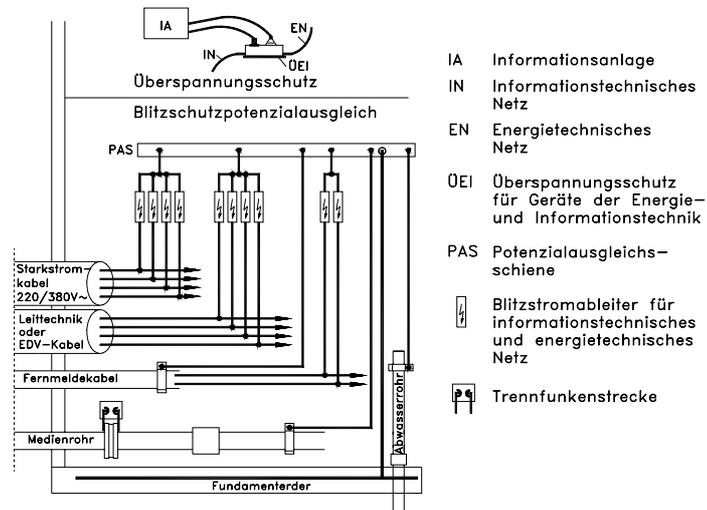


Bild 3.5: Prinzip des inneren Blitzschutzes

3.6. Erder und Erdersysteme

Abwasserwirtschaftliche Bauwerke sind grundsätzlich mit einem Erder oder einem Erdungssystem nach DIN VDE 0100 Teil 540 auszurüsten.

Als Erder in abwasserwirtschaftlichen Bauwerken dürfen verwendet werden:

- Staberder oder Rohrerder
- Banderder oder Seilerder
- Plattenerder
- Fundamenterder
- Metallbewehrung von im Erdreich eingebetteten Beton
- andere geeignete unterirdische Konstruktionsteile

Als Erder in wasserwirtschaftlichen Bauwerken dürfen nicht verwendet werden:

- ankommende und abgehende Wasser- und Gasleitungen
- Teile, die mit ankommenden und abgehenden Wasser- und Gasleitungen galvanisch verbunden sind.

Erder sind so zu verlegen, dass das Austrocknen oder Gefrieren des Erdreiches den Erdungswiderstand der Erdungsanlage nicht über den erforderlichen Wert hinaus erhöht.

Erder müssen Korrosionseinflüssen widerstehen. Es ist bei der Errichtung einer Erdungsanlage im Bereich der Stadtentwässerung Dresden bei Zusammenschließen von Erdern oder Erdersystemen auf die Vermeidung von Elementbildung zu achten. D.h., Erder aus unterschiedlichen Werkstoffen dürfen nicht direkt miteinander galvanisch verbunden werden! Besondere Vorsicht ist bei Fundamentern oder bei der Einbeziehung von in Beton eingebetteten Metallbewehrungen, die im Erdreich liegen, geboten. Eine Verbindung dieser Bauteile, z.B. mit einem verzinktem Banderder, führt zur Zerstörung des verzinkten Banderders durch Korrosion (Elementbildung !). Ist eine Einbeziehung von Erdern aus unterschiedlichen Werkstoffen unumgänglich, so ist zwischen dem Erder und der Potenzialausgleichschiene eine Abgrenzeinheit (Unsymmetrische Antiparalleschaltung von Dioden, spannungsgesteuerter Kurzschliesser u.a.) zu schalten.

Die Anschlussfahnen der Fundamenterder sind am potenziellen Standort des Potenzialausgleiches herauszuführen. Die Mindestlänge der Anschlussfahnen beträgt 300 mm.

Manuell gefertigte Fundamente und Fussböden sind wie Fundamenterder (Armierung verschweißt) auszuführen. Durch den Baubetreuer wird die fachgerechte Ausführung in Zusammenarbeit mit Stadtentwässerung Dresden kontrolliert und protokolliert. Das Abnahmeprotokoll ist Bestandteil der Betriebsunterlagen.

Erdungsanlagen dürfen nicht in den kathodischen Korrosionsschutz einbezogen werden. Ist eine Trennung technisch nicht möglich, so ist das Problem in Zusammenarbeit mit Stadtentwässerung Dresden zu lösen.

4. Planung und Errichtung kathodischer Korrosionsschutzanlagen

4.1. Allgemeines

Der kathodische Korrosionsschutz ist ein langjährig erprobtes Korrosionsschutzverfahren, das vorwiegend beim Schutz erd- oder wasserverlegter metallener Konstruktionen Anwendung findet. Er beruht auf elektrochemischen Grundlagen und ist im Stande die elektrochemische Korrosion praktisch zum Stillstand zu bringen. Das erfolgt durch das Aufprägen eines Gleichstromes auf das Schutzobjekt, der eine Veränderung des elektrochemischen Potentials bewirkt und im Falle der negativen Polarisation des zu schützenden Objektes am Objekt eine Schutzwirkung gegen Korrosion hervorruft.

Die Wirksamkeit und der effektive Betrieb des kathodischen Korrosionsschutzes ist in erster Linie von der Vorbereitung und der Ausführung der dafür erforderlichen Einrichtungen abhängig. Besonders die Planung mit den Basisuntersuchungen ist deshalb nach den anerkannten Regeln der Technik von Unternehmen auszuführen, die über entsprechende Erfahrungen und die dafür erforderliche Ausrüstung verfügen. Die Errichtung von kathodischen Korrosionsschutzanlagen darf nach den DVGW-Richtlinien ohnehin nur von Fachfirmen vorgenommen werden, die nach GW 11 geprüft sind. Mangelnde Sorgfalt bei der Einrichtung eines kathodischen Korrosionsschutzsystems führt oft erst nach dem Ablauf der Gewährleistungsfrist zu negativen Auswirkungen, deshalb ist der Projektkontrolle und der Bauüberwachung eine hohe Bedeutung beizumessen. Die vorliegende Betriebsanweisung schreibt die Ausführung des kathodischen Korrosionsschutzes auf der Basis der einschlägigen DIN-Normen und der entsprechenden Technischen Regeln des DVGW und der AfK im Bereich der Stadtentwässerung Dresden fest.

4.2. Voraussetzungen

Für eine technisch-ökonomische Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes ist die Erfüllung von folgenden drei Bedingungen Voraussetzung:

- **DURCHGEHENDE ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT DER ROHRLEITUNG**

Dieses Kriterium ist an allen geschweißten Rohrleitungen erfüllt. Bei Kompensatoren und geflanschten Armaturen können Probleme auftreten. Während man bei Kompensatoren grundsätzlich davon ausgehen kann, dass sie eine isolierende Wirkung haben, können Flanschverbindungen sehr gut leiten. Nur gelegentlich treten an den Schraubverbindungen hohe Übergangswiderstände auf.

Gussrohre erfüllen dieses Kriterium im Allgemeinen nicht.

- **ROHRUMHÜLLUNG MIT AUSREICHENDEM ELEKTRISCHEN WIDERSTAND**

Die Güte der Rohrumhüllungen ist von entscheidendem Einfluss auf den Schutzstrombedarf und damit auf die Länge des Schutzbereiches und die im Betrieb anfallenden Kosten. Der Prüfung der Umhüllung auf einwandfreie Ausführung sollte Priorität eingeräumt werden. Besonders wichtig ist die fachgerechte Nachumhüllung der Schweißstellen und der durch Transport, Lagerung und Verlegung aufgetretenen Fehlstellen. Da bei der Auslegung der kathodischen Korrosionsschutzanlage von einer einwandfreien Umhüllung ausgegangen werden muss, kann bei Vorhandensein von größeren Umhüllungsfehlstellen das Schutzpotenzial nicht erreicht werden. Rohrleitungsarmaturen werden im Allgemeinen nicht elektrisch von der Rohrleitung getrennt. Deshalb sind auch diese Elemente mit einer Umhüllung zu versehen, die der Umhüllungsqualität der Rohrleitung entspricht.

- **ELEKTRISCHE TRENNUNG DER ROHRLEITUNG VON ANDEREN NIEDEROHMIG GEERDETEN ANLAGEN**

Der Schutzbereich wird allgemein begrenzt durch den Einbau von Isoliertrennstellen. Durch diese Maßnahme ist gesichert, dass der gesamte von der Schutzanlage abgegebene Schutzstrom für

das Schutzobjekt zu Verfügung steht. Für den Einbau der Isoliertrennstellen gilt ebenfalls, dass deren Umhüllung die gleiche Güte aufweisen muss, wie die der Rohrleitung.

Bei der Näherung zu Betonbauteilen (Betonfundamente, -durchführungen u.a.) ist darauf zu achten, dass keine Berührung zwischen dem Stahl und dem Beton auftritt. Besonders kritisch sind Verbindungen des Armierungsstahls von Stahlbeton mit dem Rohrwerkstoff. An nicht zu umgehenden Berührungsstellen sind Isolierstoffzwischenlagen anzubringen.

Metallene Schutzrohre sind durch isolierende Abstandshalter zwischen dem Medienrohr und dem Schutzrohr galvanisch vom Medienrohr zu trennen. Weiterhin sind die Enden der Schutzrohre mit geeigneten Manschetten wasserdicht zu verschließen. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass nach Verschließen der Enden der Schutzrohre kein Elektrolyt, wie Wasser, Schlamm o.ä. im Ringraum verbleibt. Bei Durchpressungen ist vor dem Verfüllen der Schutzrohrenden die Umhüllungsgüte des Schutzrohres nachzuweisen und zu protokollieren.

Bei Kreuzungen mit fremden Rohrleitungen ist zu beachten, dass kein metallischer Kontakt zwischen den Rohrleitungen auftreten kann. Gegebenenfalls sind Isolierstoffzwischenlagen anzubringen. Zu beachten sind auch Gehäuse von elektrisch betriebenen Schiebern, da diese allgemein im metallischen Kontakt mit der Rohrleitung stehen. Der Schieber ist im Normalfall elektrisch geerdet. Damit fließt ein Teil des Schutzstromes über diesen elektrischen Erder unkontrolliert ab und beeinflusst die Schutzwirkung der kathodischen Korrosionsschutzanlage negativ. Das kann durch folgende Maßnahmen verhindert werden:

- Installation eines FI-Schutzschalters
- Verwendung der Schutzmaßnahme Schutztrennung
- Installation eines Isolierstückes beidseitig vom Schieber.

Siehe dazu auch Abschnitt 2 und 3

4.3. Schutzkriterium

Als Kriterien für den kathodischen Korrosionsschutz gelten die in der DIN EN 12954 festgeschriebenen Angaben. Neben dem in der DIN EN 12954 angegebenen Schutzkriterium ist die Anwendung folgenden Kriteriums für Stahl und Stahlbeton zugelassen:

$$E \leq E_K - 100 \text{ mV}$$

Andere abweichende Schutzkriterien sind nur mit Genehmigung Stadtentwässerung Dresden möglich.

4.4. Messbarkeit des Schutzsystems

4.4.1. Allgemeines

Eine Voraussetzung für den kathodischen Korrosionsschutz ist die Messbarkeit des zu schützenden Rohrleitungssystems. Ist die Messbarkeit nicht gegeben, können die Parameter für den kathodischen Schutz oder die Grunddaten für dessen Planung nicht oder nur lückenhaft ermittelt werden. Es ist

deshalb eine sorgfältige Auswahl der Orte im Leitungssystem notwendig, an denen Messstellen für den kathodischen Korrosionsschutz installiert werden sollen. An den Messstellen werden die zur Betriebsführung des kathodischen Korrosionsschutzsystems erforderlichen Daten ermittelt. Nach den einschlägigen Richtlinien sind außerhalb geschlossener Ortschaften Messstellen in Abständen von nicht mehr als 1 km anzuordnen. In Stadtgebieten sollten 500 m als Maximalabstand nicht überschritten werden. Im Bereich der Stadtentwässerung Dresden sind nur Aluminiummesspfähle mit blauer Plastbeschichtung zulässig.

An ausgezeichneten Punkten des Systems sind grundsätzlich Messstellen zu installieren. Das sind z.B.:

- Schutzrohre
- Isoliertrennstellen
- Kreuzungen mit eigenen oder fremden erdverlegten Installationen
- Orte mit nachgewiesener Beeinflussung
- Einspeisepunkte kathodischer Korrosionsschutzanlagen
- Kreuzungen von Verkehrswegen und Gewässern
- Anlagen mit angeschlossenen Erdersystemen
- Mess- und Regelanlagen
- Kritische Punkte

(Als kritische Punkte werden alle Punkte im Netz bezeichnet, an denen sich aus der Potenzialmessung Unregelmäßigkeiten ergeben oder Potenzialmaxima auftreten.)

4.4.2. Potenzialmessstellen

Unterschiedliche Messaufgaben erfordern auch unterschiedliche Beschaltung der Messstellen. Die Messstellen zur Messung der elektrochemischen Potenziale im Bereich der Stadtentwässerung Dresden sind nach folgenden Anschlussschemata zu beschalten:

- | | |
|-----------|---|
| Anlage 1: | Potenzialmessstelle |
| Anlage 2: | Isoliertrennstelle erdverlegt |
| Anlage 3: | Schutzrohrmessstelle einseitig |
| Anlage 4: | Schutzrohrmessstelle beidseitig mit Rohrstrommessstrecke |
| Anlage 5: | Kreuzung mit Fremdleitungen |
| Anlage 6: | Kreuzung von Medienrohr / Schutzrohr mit Fremdleitung |
| Anlage 7: | Isoliertrennstelle und Schutzrohr |
| Anlage 8: | Messstelle am wasserwirtschaftlichen Bauwerk mit Isoliertrennstelle im Ein- und Ausgang |
| Anlage 9: | Messstelle an Bauwerkseinführungen zum Nachweis der galvanischen Trennung |

Die Anschlussklemmen auf den Klemmbrettern sind entsprechend zu beschriften.

4.4.3. Rohrstrommessstellen

Eine weitere relevante Größe ist der in der Rohrleitung fließende Längsstrom. Zur Erfassung dieser Messgröße werden Rohrstrommessstellen im System installiert. Besondere Bedeutung kommt diesen Messstellen in vermaschten Netzen (wie z.B. Großklärwerken und Ortsnetzen) zu. Rohrstrommessstellen sind so anzuordnen, dass auf der Basis der gewonnenen Messwerte Aussagen über die Stromverteilung im System möglich sind.

Rohrstrommessstellen werden allgemein in zwei verschiedenen Ausführungen realisiert. Einmal kann der Rohrstrom über eine Isoliertrennstelle gemessen werden, die im Betriebsfall der Leitung überbrückt ist. Zum anderen kann zur Messung des Rohrstromes eine kalibrierte Rohrstrecke genutzt werden, deren elektrischer Widerstand bekannt ist. Diese Rohrstrommessstrecken sind allgemein so zu gestalten, dass zwischen zwei zweiadrigen Kabeln, die galvanisch mit der Rohrleitung verbunden sind eine Distanz von 30 m liegt. Die Kalibrierung ist in der Weise vorzunehmen, dass über die äußeren Anschlüsse der Strom einzuspeisen und über die inneren Anschlüsse der Spannungsabfall zu messen ist. In der Messstelle ist der genaue elektrische Widerstand dauerhaft zu vermerken.

Voraussetzung für die Installation einer kalibrierten Rohrstrommessstelle ist, dass der über dem Rohrwiderstand entstehende Spannungsabfall eine messbare Größe erreicht. Bei Schutzströmen im Amperebereich ist das allgemein gegeben. Kathodische Korrosionsschutzanlagen an PE- umhüllten Leitungen geben jedoch nur noch Schutzströme im Milliamperebereich ab, die auf dem zur Messung verwendeten Rohrabschnitt praktisch keinen mit normalen Messmitteln messbaren Spannungsabfall erzeugen. In einem solchen Fall ist die Installation einer klassischen Rohrstrommessstelle praktisch nutzlos. Rohrstrommessungen sollten dann, sofern sie unbedingt erforderlich sind, über einer Isoliertrennstelle (Beschaltung siehe Anlagen) vorgenommen werden. Der Messstellentyp und die Anordnung der Messstelle ist mit der Stadtentwässerung Dresden abzustimmen.

- Anlage 10: Überbrückung von Isoliertrennstellen, Armaturen und Kompensatoren
- Anlage 11: Kalibrierte Rohrstrommessstelle
- Anlage 12: Doppelte Rohrstrommessstelle bei abzweigender Leitung

Die in Anlage 10 gezeigte Messstelle ist auch bei der Überbrückung von Armaturen, Dehnern und anderen Rohrleitungszubehör einzusetzen, das die elektrische Längsleitfähigkeit der zu schützenden Rohrleitung in Frage stellen kann.

4.4.4. Messstellen für Korrosionssensoren

Für spezielle Messaufgaben werden geeignete Sensoren eingesetzt. Diese Sensoren sind in einer Messstelle messbar zu gestalten. Eine direkte Verbindung der Sensoren ohne Messstelle (z.B. in Fernüberwachungssystemen) ist nicht zulässig.

- Anlage 13: Messstelle mit Dauerbezugselektrode
- Anlage 14: Messstelle mit Korrosionssensor
- Anlage 15: Messstelle mit Messprobe

Die Beschaltung in Anlage 14 kann wegen der unterschiedlichen Hersteller der Korrosionssensoren variieren.

4.4.5. Anordnung und Kennzeichnung von Messstellen

Messpfähle sind grundsätzlich so anzuordnen, dass sie gleichzeitig als Kennzeichnungspfahl für die Lage des Schutzobjektes verwendet werden können. Bei der Auswahl der Träger für die Kennzeichnungsschilder ist das zu beachten.

Die Kennzeichnung der Messstellen ist mit Hinweisschildern nach DIN 4065 und DIN 4069 vorzunehmen.

- Anlage 16: Hinweisschild für KKS-Messstelle an Abwasserleitungen

4.4.6. Kabelkennzeichnung

In die Messstellen eingeführte Messkabel sind eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung hat mit den Farben der Messklemmen zu erfolgen (siehe Anlagen). Die Kennzeichnung ist so anzubringen, dass sie beim Abisolieren der Messkabel nicht beschädigt werden kann.

4.5. Kathodischer Korrosionsschutz mit Fremdstromanlagen

4.5.1. Vorarbeiten

Allgemeines

Der kathodische Korrosionsschutz mit Fremdstromanlagen ist das Standardverfahren für den kathodischen Korrosionsschutz von Stahlrohrleitungen. Hierbei wird die für den Korrosionsschutz benötigte Energie aus dem Elt-Netz bzw. alternativen Energiequellen (z.B. Solaranlagen) entnommen und dem Schutzsystem über einen Gleichrichter zugeführt.

Unterschieden werden muss zwischen KKS-Anlagen an bitumentumhüllten Objekten und KKS-Anlagen an kunststoffumhüllten Objekten. Während bei KKS-Anlagen an kunststoffumhüllten Objekten der Standort und die Konfiguration einer KKS-Anlage praktisch keinen Einfluss auf die Größe des Schutzbereiches hat, ist bei bitumentumhüllten Rohrleitungen der Standort des Anodenfeldes und die Lage des Einspeisepunktes von entscheidender Bedeutung.

Kriterien für den Standort

Bei der Wahl des Standortes des Anodenfeldes und des Einspeisepunktes sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Vorhandensein eines elektrischen Netzanschlusses oder die Möglichkeit der alternativen Energieversorgung
- möglichst niederohmige Bodenschichten für den Einbau der Anodenkonstruktion
- möglichst geringe Beeinträchtigung privater Interessen
- gute Zufahrtsmöglichkeit
- ausreichende Abstände der Anodenkonstruktion von fremden erdverlegten metallenen Installationen zur Minimierung von Beeinflussungen
- im Falle bitumentumhüllter Rohrleitungen sind zusätzlich Ausbreitungsbedingungen des elektrischen Feldes zu beachten, um den erwarteten Schutzbereich zu erreichen.

Messungen

In Vorbereitung der Planung des kathodischen Korrosionsschutzes sind Messungen nach Abschnitt 2 durchzuführen.

Dabei sind

- Messungen zum Nachweis von Streustrombeeinflussungen
- Messungen zum Nachweis von Hochspannungsbeeinflussung und
- Messungen zum Nachweis der spezifischen Erdwiderstände der einzelnen Bodenschichten am Einbauort der Anodenkonstruktion

vorzunehmen.

4.5.2. Planung

Stadtentwässerung Dresden	Technische Richtlinien	Fassung v. 16.01.2004 Ersetzt:	Nr.: 1.6.
------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	------------------

Im Zuge der Planung der kathodischen Korrosionsschutzanlage sind folgende Genehmigungen und Zustimmungen einzuholen und den Planungsunterlagen beizufügen:

- Standortgenehmigung für Anlagenschrank beim Rechtsträger des Grundstückes (bei Standorten ausserhalb der Liegenschaften der Stadtentwässerung Dresden)
- Zustimmung von Betreibern benachbarter erdverlegter metallener Anlagen
- Beantragung der Energieversorgung mit Angabe der erforderlichen Parameter beim zuständigen Energieversorger durch Stadtentwässerung Dresden (Zuarbeit vom Planungsbüro der Korrosionsschutzanlage).

Als Ergebnis der Planung sind folgende Dokumente und Daten vorzulegen:

- Übersichtsplan mit Standorten der geplanten kathodischen Korrosionsschutzanlagen und Messstellen sowie Angaben über Einbauorte von Isolierkupplungen und Schutzrohren
- Bauplan der geplanten kathodischen Korrosionsschutzanlagen
- Schaltschemata der geplanten kathodischen Korrosionsschutzanlagen und Messstellen
- Messprotokolle der durchgeführten Messungen
- Berechnungsunterlagen über Schutzstromdichten und Schutzbereichslängen
- Berechnungsunterlagen zu Anodenanlagen und Schutzstromgeräten
- Positionierung von Lieferungen und Leistungen als Angebotsunterlagen für den Bau der kathodischen Korrosionsschutzanlagen und Messstellen.

(Vergleiche hierzu DVGW Arbeitsblatt GW 12)

4.5.3. Aufbau und Installation

Schutzstromgeräte

Bei der Errichtung von Fremdstromanlagen sind Maßnahmen zum Schutz gegen zufälliges Berühren betriebsmäßig unter Spannung stehender Teile und zum Schutz gegen das im Fehlerfall mögliche Bestehenbleiben zu hoher Berührungsspannungen nach VDE 0100, der Unfallverhütungsvorschrift BGVA 2 und der AfK-Empfehlung Nr. 6 zu realisieren. Allgemein sind Fremdstromschutzanlagen außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche zu errichten. Abweichungen davon bedürfen der Zustimmung der Stadtentwässerung Dresden GmbH.

Fremdstromschutzanlagen sind bevorzugt in vorhandener Bausubstanz der Stadtentwässerung Dresden zu installieren. Ist diese Möglichkeit nicht gegeben, sind diese Anlagen für den Freilufteinsatz in Doppelschränken mit einem Schutzgrad IP 54 zu montieren. Dabei sind die beiden Schrankteile mit verschiedenen Schließsystemen auszurüsten. Die Anordnung der erforderlichen Geräte im Schaltschrank zeigt Bild 4.1.

Konstruktionen, die von der in Bild 4.1 gezeigten Anordnung abweichen, bedürfen der Zustimmung der Stadtentwässerung Dresden.

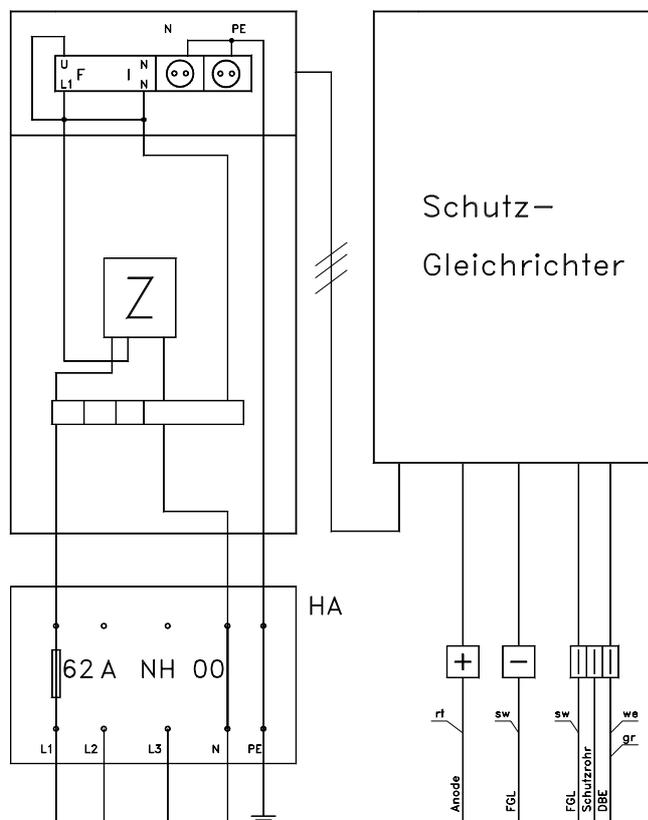


Bild 4.1: Anordnung der Baugruppen im Schaltschrank

Die einzusetzenden Bauteile müssen der VDE 0556, VDE 0558 Teil 1 sowie den Forderungen der AfK-Empfehlung Nr. 6 und dem DVGW-Arbeitsblatt GW 12 entsprechen.

Der im Schaltschrank installierte Zähler hat den Charakter eines Zwischenzählers für betriebsinterne Energieverbrauchsabrechnungen. Bei fernab von Netzen der Stadtentwässerung Dresden betriebenen Schaltschränken, die von einem Energieversorger direkt eingespeist werden, kann dieser entfallen, wenn von der Stadtentwässerung Dresden kein weiterer Verbraucher neben der Korrosionsschutzanlage betrieben werden soll. Gemäß TAB der Energieversorger ist vom Kunden eine Zählermesssäule zu errichten, auf die von einem gelisteten Sub-unternehmer des Versorgers das Einspeisekabel gelegt wird. Der Zählereinbau erfolgt durch den Zählerdienst des Energieversorgers nach Angabe eines Inbetriebsetzungsantrages durch die Stadtentwässerung Dresden. Das beteiligte Ingenieurbüro leistet der Stadtentwässerung Dresden entsprechende Zuarbeit.

Die Einteilung der Klemmenleiste am Schutzstromgerät ist nach dem im Bild 4.2 gezeigten Schema vorzunehmen. Die ankommenden Kabel sind mit der Klemmennummer haltbar zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung ist so vorzunehmen, dass sie beim Abisolieren der einzelnen Adern nicht beschädigt werden kann.

Netz	Anoden	Kathoden	Messanschluss Kathoden	Dauerbezugselektrode	
------	--------	----------	---------------------------	----------------------	--

Bild 4.2: Schematische Einteilung der Klemmenleiste einer Fremdstromanlage

Die Verbindung zum Schutzobjekt ist nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 12 mit einem Kabelquerschnitt von 10 mm² Kupfer mit einer der in Abschnitt 2 genannten Verbindungstechnologien sicherzustellen. Bei Fremdstromschutzanlagen mit extrem kleinen oder extrem großen Schutzströmen sind die Kabel nach DIN VDE 0 100 entsprechend ihrer Strombelastbarkeit zu dimensionieren.

Sind mit einer Schutzanlage mehrere Schutzobjekte mit unterschiedlichem Schutzstrombedarf zu schützen, so sind stromabhängige Verteiler (Kleinverteiler) einzusetzen.

Anoden

Für Fremdstromanoden sind Materialien einzusetzen, die gegen elektrochemischen Abtrag weitgehend resistent sind. Folgende Materialien sind geeignet:

- Ferrosilizium
- Magnetit
- edelmetalloxidbeschichtetes Titan

Eisen-, Stahl- und Gusswerkstoffe dürfen nur nach ausdrücklicher Genehmigung der Stadtentwässerung Dresden eingesetzt werden.

Die Anodenkabel sind nach dem DVGW-Arbeitsblatt GW 12 wie folgt zu dimensionieren:

- Anodensammelkabel 10 mm² oder 4 x 2,5 mm² Kupfer
- Kabel zur Einzelanode 4 mm² oder 2 x 2,5 mm² Kupfer

Bei extrem kleinen oder extrem hohen Schutzströmen sind die Kabel entsprechend der DIN VDE 0 100 nach ihrer Strombelastbarkeit auszulegen.

Die Anodenanschlüsse müssen so ausgelegt sein, dass Feuchtigkeit nicht bis an die Kabelverbindung vordringen kann und sie in ihrer Gesamtheit den mechanischen Belastungen bei Transport und Verlegung sowie den chemischen und physikalischen Belastungen im Boden widerstehen. Zum Schutz des Kabelanschlusses ist ein Knickschutz und eine Zugentlastung anzubringen. Wegen der elektrischen Beeinflussung der Anoden untereinander, die sich als scheinbare Widerstandserhöhung der Anodenkonstruktion äußert, ist zwischen den Einzelanoden ein Mindestabstand von 5 m einzuhalten.

Anoden sind grundsätzlich in einem durchgehenden Anodenbett aus Koks mit einem Mindestquerschnitt von 300 mm x 300 mm zu verlegen. Bei Ferrosilizium kann normaler Brechkoks mit einer Körnung bis 4 mm eingesetzt werden. Mit Edelmetalloxid beschichtete Titananoden und Magnetitanoden sind in Petrolkoks zu betten. Die Anoden sind mit mindestens 1 m Bodenüberdeckung zu verlegen.

Zum Erreichen eines kleinen Ausbreitungswiderstandes sind die Anoden in Erdschichten mit möglichst niedrigem spezifischen Erdwiderstand (siehe geoelektrische Sondierungen) zu legen.

Der Einsatz von Ferrosiliziumanoden ist vorrangig nur für Flachbettanodenfelder zulässig. Tiefbettanoden sind vorzugsweise mit Magnetitanoden oder mit edelmetalloxidbeschichteten Titananoden auszurüsten. Die Auswahl der Anodenwerkstoffe hat in Absprache mit der Stadtentwässerung Dresden zu erfolgen.

Für Tiefbettanoden in Ortslagen mit Oberflächenschluss sind bevorzugt auswechselbare Tiefbettanodenkonstruktionen ohne Bettungsmasse einzusetzen. In Bettungsmasse eingesetzte Tiefbettanoden sind mit einem Entlüftungsröhr zur Abführung der im Anodenprozess entstehenden Gase zu montieren.

Verbindungskabel zwischen den Einzelanoden oder zwischen Anodenfeld und Schutzstromanlage sind im freien Feld mindestens in einer Tiefe von 80 cm zu verlegen. In städtischen Gebieten ist eine Verlegetiefe von 60 cm ausreichend. Die Kabel sind mit Kabelabdeckhauben oder Schutzrohren mechanisch gegen Beschädigungen zu sichern und mit Kabelwarnband mit der Aufschrift „KKS-Kabel“ bzw. „Kathodischer Korrosionsschutz“ zu kennzeichnen. Evtl. erforderliche Kabelmuffen sind unter den gleichen Gesichtspunkten wie Anodenköpfe herzustellen. Anodensysteme sind für eine Lebensdauer von mindestens 25 Jahren auszulegen.

4.5.4. Kathodischer Korrosionsschutz mit galvanischen Anoden

Galvanische Anoden sind für den kathodischen Korrosionsschutz von Objekten mit geringem Schutzstrombedarf in Böden mit spezifischen Erdwiderständen $\rho < 50 \Omega\text{m}$ bzw. im Grundwasser wirtschaftlich einsetzbar.

Die bevorzugten Anodenwerkstoffe sind Magnesiumlegierungen und Zink. Galvanische Anoden sind mit speziellen Bettungsmassen nach DVGW-Arbeitsblatt GW 12 zu umhüllen. Anodenanschlüsse und evtl. erforderliche Kabelmuffen sind wie unter 4.5.3. beschrieben zu gestalten.

Die Einbautiefe der galvanischen Anoden richtet sich nach der Tiefe der Erdschicht mit dem geringsten spezifischen Widerstand, die durch Erdwiderstandsmessungen mit nachfolgender Schichtbestimmung ermittelt wird. Dabei soll die Anode nach Möglichkeit in Höhe der Unterkante des Schutzobjektes liegen. Die Mindestdeckung der Anode beträgt 1 m.

Galvanische Anoden sind nicht als Anodengruppen zu verlegen. Bei Notwendigkeit einer Schutzstromdichte, die nicht von einer Anode aufgebracht werden kann und fehlendem Netzanschluss sind alternative Energiequellen (Solarenergie u.a.) zu nutzen.

Galvanische Anoden sind grundsätzlich trennbar mit dem Schutzobjekt zu verbinden. Allgemein erfolgt die Verbindung zwischen Anode und Schutzobjekt in einem Messpfahl. Anlage 17 zeigt die Beschaltung einer Messstelle mit galvanischer Anode. Die Kabel sind dauerhaft in den Farben der Messklemmen zu kennzeichnen.

Anlage 17: Messstelle mit galvanischer Anode

Galvanische Anoden sind nicht geeignet bei

- Streustrombeeinflussung
- Dauerbeeinflussung mit Wechselspannungen $>20 \text{ V}$.

4.6. Streustromschutz

4.6.1. Allgemeines

Unter Streustrom versteht man im Erdboden oder anderen Elektrolyten fließende Gleichströme aus elektrischen Anlagen (z.B. Straßenbahnen). Grundlage für Streustromschutzmaßnahmen sind spezielle Messungen, die Aufschluss über das räumliche und zeitliche Verhalten des elektrischen Feldes im Bereich der Streustrombeeinflussung des zu schützenden Objektes geben.

4.6.2. Vorbereitende Untersuchungen

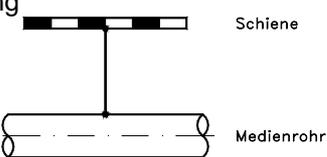
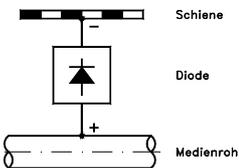
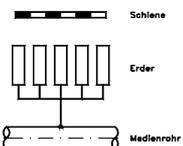
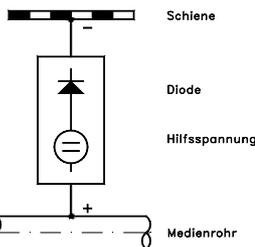
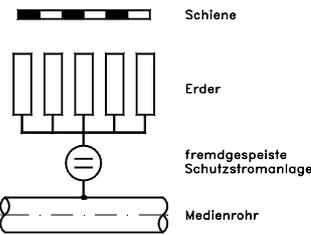
Vor der Wahl der geeigneten Streustromschutzmaßnahme sind folgende Untersuchungen durchzuführen:

- Ermittlung der Streustromquellen, z.B. Lage der Gleichstrombahnen, Standort und Polung der Gleichrichter-Unterwerke u.a.
- Synchrone Registrierung der Schiene/Bodenpotenziale, der Rohrströme und der Rohr/Bodenpotenziale
- Ermittlung des Einflussbereiches und der zweckmäßigen Lage der zu errichtenden Streustromrückleitungspunkte
- Schutzstromermittlung, evtl. durch Probeeinspeisung oder Abschätzung des Schutzstrombedarfes bei gewünschter Potenzialabsenkung am Schutzobjekt

- Wahl und Auslegung der Schutzmaßnahme.

4.7. Schutzmaßnahmen

Tabelle 1: Schutzmaßnahmen gegen schädliche Beeinflussung durch Streuströme

Prinzip	Wirkungsweise	Vor- und Nachteile
Unmittelbare Streustromableitung  <p>Schiene Medienrohr</p>	Niederohmige galvanische Verbindung zwischen Verursacher und Schutzobjekt. Gewährleistet Rückleitung des Streustromes zum Verursacher. Strom kann in beide Richtungen fließen.	<i>Vorteil:</i> Streustrom wird in eine kontrollierte Bahn gebracht. Keine Korrosion durch Streuströme. <i>Nachteil:</i> Keine Schutzwirkung gegen Bodenkorrosion.
Gerichtete Streustromableitung  <p>Schiene Diode Medienrohr</p>	Galvanische Verbindung zwischen Verursacher und Schutzobjekt unter Einschaltung eines elektrischen Ventils. Strom kann nur in einer Richtung fließen.	<i>Vorteil:</i> Schutzwirkung gegen Streuströme; teilweise Schutzwirkung gegen Bodenkorrosion. <i>Nachteil:</i> Kein Vollschutz gegen Bodenkorrosion.
Streustromableitung über Zusatzerder  <p>Schiene Erder Medienrohr</p>	Streustromableitung erfolgt über ein separates Erderfeld.	<i>Vorteil:</i> Keine galvanische Verbindung zwischen Verursacher und Schutzobjekt. <i>Nachteil:</i> Hoher Kostenaufwand. Kein Schutz gegen Bodenkorrosion.
Streustromabsaugung  <p>Schiene Diode Hilfsspannung Medienrohr</p>	Durch eine erzwungene Streustromableitung kann an der gefährdeten Anlage auch dann ein negatives Potenzial erzwungen werden, wenn dies allein durch die Ableitung der Streuströme nicht erreicht wird – auch geregelt möglich.	<i>Vorteil:</i> Kompensation des Streustromes; optimaler Korrosionsschutz möglich. <i>Nachteil:</i> Schiene wird als Anode verwendet und damit aufgelöst. Kleine Schutzbereiche und hoher Energieaufwand.
Fremdstromanlage  <p>Schiene Erder fremdgespeiste Schutzstromanlage Medienrohr</p>	Durch Polarisation des Schutzobjektes wird dessen Potenzial in den Schutzbereich verschoben, in dem kein Stromaustritt und damit kein Materialabtrag möglich ist.	<i>Vorteil:</i> Keine Verbindung mit dem Verursacher; optimaler Korrosionsschutz für das Schutzobjekt. <i>Nachteil:</i> Streuströme werden nicht generell unschädlich gemacht.

Befindet sich der +-Pol an der Schiene, so ist die Wirkung der Streustromableitungen und der Streustromabsaugungen auf einen so geringen Schutzbereich begrenzt, dass sie für praktische Schutz-

maßnahmen als ungeeignet eingestuft werden müssen. In diesem Fall ist zur Lösung des Streustromproblems eine fremdgespeiste Schutzstromanlage einzusetzen.

Die Streustromschutzanlagen sind in gleicher Weise zu montieren, wie Fremdstromschutzanlagen.

4.8. Bauüberwachung

Die Bauüberwachung kathodischer Korrosionsschutzanlagen ist von einem Sachkundigen vorzunehmen. Nach DVGW-Arbeitsblatt GW 12 sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- fachgerechte Ausführung der Bau-, Montage- und Elektroarbeiten
- planungsgerechte Realisierung
- sorgfältiger Einbau der Anoden und der Anodenbettung
- fachgerechte Ausführung der Kabelanschlüsse und -verbindungen
- Einhalten technischer Regeln und Bauhinweise
- eindeutige und dauerhafte Kennzeichnung der Kabel in Messstellen und Schutzanlagen
- genaue Einhaltung der vorgegebenen Abstände der Messanschlüsse bei Rohrstrommessstellen
- verkehrsgünstiger Standort der Messstellen
- Einhalten der Unfallverhütungsvorschriften
- Revision der Planungsunterlagen nach der tatsächlichen Bauausführung.

4.9. Inbetriebnahme

4.9.1. Einschalten der Korrosionsschutzanlage

Nach Fertigstellung der Korrosionsschutzanlage, jedoch vor dem ersten Einschalten der Anlage sind die freien Korrosionspotenziale (Rohr/Bodenpotenziale) des Schutzobjektes (Potenziale vor der ersten Stromeinpeisung) zu messen. Die sorgfältige Erfassung dieser Werte ist unumgänglich, da diese Größe nach dem ersten Einschalten der kathodischen Korrosionsschutzanlage nicht mehr gemessen werden kann. Weiterhin sind die Maßnahmen des Berührungsschutzes und die Kabelanschlüsse entsprechend der Planungsunterlagen zu überprüfen.

Weiterhin erfolgt vor dem ersten Einschalten eine Abnahme des elektrotechnischen Teils der Korrosionsschutzanlage durch die Stadtentwässerung Dresden. Zu dieser Abnahme ist die in den Technischen Regeln der Elektrotechnik vorgeschriebene Dokumentation (Errichterbescheinigung, Messprotokolle usw.) vorzulegen. Nach dieser Abnahme und der Beseitigung von evtl. Restpunkten erfolgt die Spannungszuschaltung durch Stadtentwässerung Dresden.

Folgende Messungen sind im Schutzsystem durchzuführen:

- Widerstände zwischen Rohrleitungen und Anodenanlagen bzw. Straßenbahnschienen
- Ausbreitungswiderstände der Anoden bzw. Anodenanlagen
- Anoden/Bodenpotenziale bei galvanischen Anoden
- Objekt/Bodenpotenziale von Fremdobjekten, die in das Schutzsystem einbezogen werden sollen
- Widerstände zwischen dem Schutzobjekt und Fremdobjekten

- Ausbreitungswiderstand der Steuerelektrode bei potenzialregelnden Schutzsystemen
- Wechselspannung zwischen Rohrleitungen und Anodenanlagen
- Ausbreitungswiderstände und Potenziale von eingebauten Dauerbezugselektroden
- Bei Streustromschutzanlagen sind die Rohr/Bodenpotenziale über die in DIN VDE 0150 angegebenen Zeiträume zu registrieren oder mindestens 30 Minuten in den Hauptverkehrszeiten zu registrieren und statistisch auszuwerten (Maximalpotenzial, Minimalpotenzial, Potenzialmittelwert).

Bei der Inbetriebnahme der Korrosionsschutzanlage ist der Schutzstrom so einzustellen, dass an allen zum Schutzbereich des Schutzobjektes gehörenden Messstellen das Einschaltpotenzial um mehr als 300 mV in negativer Richtung abgesenkt wird. Rohr/Bodenpotenziale $E_{\text{ein}} = -1500$ mV am Einspeisepunkt und $E_{\text{ein}} = -1200$ mV an den Enden des Schutzbereiches, gemessen gegen die gesättigte Cu/CuSO₄-Bezugselektrode, sollten nicht in negativer Richtung unterschritten werden.

Nach dem Einschalten der Korrosionsschutzanlage ist die Anlagenspannung und der abgegebene Schutzstrom zu messen. Aus den gemessenen Werten ist der Kreiswiderstand der Anlage (Summe aller Widerstände im Schutzstromkreis) zu ermitteln. Auf der Basis dieser Werte ist zu prüfen, ob die kathodische Korrosionsschutzanlage so ausgelegt ist, dass der in der Planung geforderte Schutzstrom bei der projektierten Auslastung der Anlage abgegeben werden kann.

Die ermittelten Daten sind zu dokumentieren und in Form eines Messberichtes der Stadtentwässerung Dresden zur Verfügung zu stellen.

Zwischen dem Einschalten der kathodischen Korrosionsschutzanlage und deren Inbetriebnahmemessung muss eine Polarisationszeit > 6 Wochen liegen.

Für fremdgespeiste kathodische Korrosionsschutzanlagen ist ein Stationsbuch zu führen.

4.9.2. Inbetriebnahmemessungen (Feineinstellung)

Nach Ablauf der Polarisationszeit erfolgt die Feineinstellung des kathodischen Korrosionsschutzsystems. Dazu sind die Schutzanlagen so einzustellen, dass an allen zum Schutzsystem gehörenden Messstellen das geforderte Schutzkriterium nach Punkt 4.3. erfüllt ist.

Folgende Größen sind zu messen:

- Gleichrichter-Ausgangsspannungen
- Schutzströme
- Einschaltpotenziale an allen Messstellen des Schutzobjektes
- Ausschaltpotenziale an allen Messstellen des Schutzobjektes
- Ein- und Ausschaltpotenziale und Schutzströme von Fremdobjekten, die direkt oder über Abgleichwiderstände in das Schutzsystem einbezogen wurden
- ggf. Zählerstände

Über die Inbetriebnahme und die Nachmessung des kathodischen Korrosionsschutzes ist ein Bericht zu erstellen (Muster siehe DVGW Arbeitsblatt GW10).

4.10. Hochspannungsbeeinflussung und Wechselstrombeeinflussung

Nähern sich Hochspannungsübertragungsleitungen und Rohrleitungen, so kann es durch Induktion zu Beeinflussungen auf der Rohrleitung kommen. Diese Beeinflussungen können unzulässig hohe Be-

Bei der Ausrüstung von Rohrleitungen oder Rohrleitungssystemen mit kathodischem Korrosionsschutz ist die Möglichkeit der Fernüberwachung zu prüfen. Dazu ist aus den verfügbaren Techniken eine geeignete Variante auszuwählen oder Kombinationen aus verschiedenen Übertragungsverfahren vorzuschlagen.

Praktikable Verfahren sind:

- kabelgebundene Übertragung der Daten zu einer Messwarte
- Funkübertragung von Daten zu einer Messwarte
- Übertragung der Daten von den Messstellen über die Rohrleitung zur kathodischen Korrosionsschutzanlage und von dort aus Übertragung der Daten in einem beliebigen System

Die Fernüberwachung hat neben der täglich vorliegenden Information über die aktuellen Schutzparameter den Vorteil der Vergrößerung der manuellen Kontrollzyklen, der erhebliche finanzielle Einsparungen mit sich bringen kann. Die Forderungen zur Fernüberwachung im kathodischen Korrosionsschutz sind in GW 16 festgeschrieben.

5. Wartung und Instandhaltung

5.1. Allgemeines

In neuerer Zeit haben neue Verfahren zum Nachweis der Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes in die betriebliche Praxis Einzug gehalten. Damit ergeben sich für das Wartungspersonal von kathodischen Korrosionsschutzsystemen neue Anforderungen in den Bereichen Wartung, Instandhaltung und Betrieb. Da das kathodische Korrosionsschutzsystem nur so gut sein kann wie seine Instandhaltung, ist dieser eine hohe Bedeutung bei der Sicherung des störungsfreien Betriebes von Wasserrohrleitungssystemen beizumessen.

Für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten ist nur sachkundiges Personal einzusetzen. Verfügt das Unternehmen nicht über Personal mit der erforderlichen Qualifizierung, so sollten diese Arbeiten an entsprechend ausgerüstete Fremdfirmen mit geeignetem Personal vergeben werden.

Von Standardsituationen abweichende Messergebnisse sollten Sachverständigen zur Beurteilung vorgelegt werden.

Für Anlagen des kathodischen Korrosionsschutzes, die vor Inkrafttreten dieser Betriebsanweisung in Betrieb genommen wurden, gilt der gesetzliche Bestandsschutz.

5.2. Wartungszyklen und erforderliche Arbeiten

5.2.1. Schutzanlagen

Wartungszyklen

Kathodische Korrosionsschutzanlagen sind in festgelegten Abständen einer gründlichen Wartung und Instandhaltung zu unterziehen. Die erforderlichen Arbeiten haben durch Sachkundige mit einer elektrotechnischen Ausbildung zu erfolgen. Bei den Wartungsarbeiten sind die einschlägigen Richtlinien und die Unfallverhütungsvorschriften einzuhalten. Die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sind auf der Grundlage der Betriebsvorschriften, der Bedienungsanleitungen und anderer Betriebsunterlagen des Herstellers auszuführen.

Folgende Kontroll- und Wartungstermine sind einzuhalten:

Fremdstromanlagen

Kontrolle
Wartung

monatlich
jährlich

Fremdstromanlagen (fernüberwacht)

Kontrolle	jährlich
Wartung	jährlich

Dränagen

Kontrolle	monatlich
Wartung	jährlich

Soutiragen

Kontrolle	monatlich
Wartung	jährlich

Galvanische Anoden

Kontrolle	jährlich
Wartung	jährlich

Durchzuführende Messungen

Folgende Prüfungen sind bei einer Kontrolle der kathodischen Korrosionsschutzanlagen durchzuführen:

Fremdstromanlagen

- Messung des Schutzstromes
- Messung der Gleichrichter-Ausgangsspannung
- Ablesen des Energiezählers (wenn vorhanden)
- Ablesen des Betriebsstundenzählers (wenn vorhanden)
- Messung des Rohr/Boden-Potenzials am Einspeisepunkt

Dränagen

- Registrierung des Dränagestromes über mindestens 15 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes
- Registrierung des Rohr/Boden-Potenzials am Einspeisepunkt über mindestens 15 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes

Soutiragen

- Registrierung des Dränagestromes über mindestens 15 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes
- Messung der Gleichrichter-Ausgangsspannung
- Ablesen des Energiezählers (wenn vorhanden)
- Ablesen des Betriebsstundenzählers (wenn vorhanden)

Galvanische Anoden siehe Punkt Wartungszyklen.

Folgende Prüfungen sind bei der Wartung der kathodischen Korrosionsschutzanlagen durchzuführen:

Fremdstromanlagen

- Rohr/Bodenpotenzial am Einspeisepunkt
- Gleichrichterausgangsspannung
- Kreiswiderstand des Schutzsystems
- Schutzstrom und Teilströme angeschlossener Installationen
- Funktionstüchtigkeit der Messgeräte
- Funktionstüchtigkeit der Dauerbezugselektroden und Sensoren
- Potenzialabweichungen der Bezugselektroden
- Berührungsschutzmaßnahmen
- Blitzschutz- und Hochspannungsschutzeinrichtungen

Dränagen

- Registrierung des Dränagestromes über mindestens 60 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes in der Hauptverkehrszeit
- Registrierung des Rohr/Boden-Potenzials am Dränagepunkt über mindestens 60 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes in der Hauptverkehrszeit
- Registrierung des Schiene/Boden-Potenzials am Dränagepunkt über mindestens 60 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes in der Hauptverkehrszeit
- Funktionstüchtigkeit der Messgeräte
- Blitzschutz- und Hochspannungsschutzeinrichtungen

Soutiragen

- Registrierung des Dränagestromes über mindestens 60 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes in der Hauptverkehrszeit
- Registrierung des Rohr/Boden-Potenzials am Dränagepunkt über mindestens 60 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes in der Hauptverkehrszeit
- Registrierung des Schiene/Boden-Potenzials am Dränagepunkt über mindestens 60 Minuten und Ermittlung des Maximalwertes, Minimalwertes und des Mittelwertes in der Hauptverkehrszeit
- Messung der Gleichrichterausgangsspannung
- Kreiswiderstand des Schutzsystems
- Ablesen des Energiezählers (wenn vorhanden)
- Ablesen des Betriebsstundenzählers (wenn vorhanden)
- Funktionstüchtigkeit der Messgeräte
- Funktionstüchtigkeit der Dauerbezugselektroden und Sensoren
- Potenzialabweichungen der Bezugselektroden
- Berührungsschutzmaßnahmen
- Blitzschutz- und Hochspannungsschutzeinrichtungen

Galvanische Anoden

- Einschaltpotenzial des Schutzobjektes
- Ausschaltpotenzial des Schutzobjektes

- Schutzstrom
- Ausbreitungswiderstand der Anoden
- Klemmenanschlüsse
- Wirksamkeit elektrischer Trennstellen
- elektrische Trennung zwischen Medienrohr und metallenen Mantelrohren

Die in diesem Kapitel aufgeführten Messungen und Prüfungen sind von Fachpersonal durchzuführen. Streustrommessungen sind mit computergestützten Datenerfassungsanlagen, speziellen mit statistischen Funktionen ausgestatteten Messgeräten oder registrierenden Messgeräten auszuführen.

Dokumentation der Ergebnisse

Die Kontrollen und Wartung der kathodischen Korrosionsschutzanlagen sind in Messprotokollen zu protokollieren. Werden zur Aufnahme der Messwerte nicht handelsübliche Datenerfassungssysteme verwendet, sind die Messprotokolle mit MS EXCEL zu erstellen. Die Messwerte sind als Funktion der Zeit in EXCEL-Dateien einzutragen und numerisch und grafisch darzustellen. Die Differenzen zur letzten Messung sind zu berechnen. Die Messungen sind zu bewerten, die Ergebnisse der Bewertung und die Messergebnisse sind in einem Messbericht zu dokumentieren. Die Messberichte sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

5.2.2. Messstellen

Wartungszyklen

Messstellen für den kathodischen Korrosionsschutz sind jährlich einmal zu warten. Dabei sind folgende Prüfungen vorzunehmen:

Gesamtzustand der Messstelle

- Verschleißbarkeit
- Zustand der Klemmenanschlüsse
- Kennzeichnung der Messstelle

Durchzuführende Messungen

- Jährlich sind an allen Messstellen des Schutzsystems Messungen vorzunehmen. Entsprechend der Beschaltung der einzelnen Messstellen sind zu ermitteln:
 - Einschaltpotenzial
 - Ausschaltpotenzial
 - Rohrstrom
 - Wirksamkeit von Isoliertrennstellen
 - elektrische Trennung zwischen Medienrohr und metallenen Mantelrohren
 - Potenziale benachbarter oder kreuzender Fremdleitungen
 - Korrosionsgeschwindigkeit (wenn installierte Sensoren vorhanden sind)
 - elektrische Trennung von Erdersystemen
 - registrierende Messung von Strom und Rohr/Bodenpotenzialen in Streustromgebieten u.a.

Dokumentation der Ergebnisse

Die gemessenen Werte sind in Messprotokollen zu protokollieren. Dabei sind die Messwerte den Messstellen zuzuordnen und mit den Ergebnissen der letzten Messung zu vergleichen. Die ermittelten Differenzen sind zu berechnen und in ein Diagramm einzutragen. Werden zur Aufnahme der Messwerte nicht handelsübliche Datenerfassungssysteme verwendet, sind die Messprotokolle mit MS EXCEL zu erstellen. Die Messungen sind zu bewerten, die Ergebnisse der Bewertung und die Messergebnisse sind in einem Messbericht zu dokumentieren. Die Messberichte sind mindestens 5 Jahre aufzubewahren.

5.3. Ergänzende Messungen an Rohrleitungen

Zur Ergänzung der Informationen über erdverlegte Rohrleitungen werden weitere messtechnische Untersuchungen vorgenommen, die allgemein der Ermittlung des Zustandes der Umhüllung der erdverlegten Objekte dienen. Diese Messungen sind notwendig, da der erforderliche Schutzstrom direkt proportional der nicht durch eine elektrisch isolierende Umhüllung geschützten Oberfläche der Rohrleitung ist.

Es werden dabei Messverfahren angewendet, bei denen Fehlstellen in der Umhüllung von der Erdoberfläche aus festgestellt werden können. Diese Messverfahren sind berührungsfrei für die Rohrleitung und nutzen den Schutzstrom oder einen durch einen speziellen AC-Generator über eine Messstelle eingespeisten Wechselstrom. Es werden in jedem Fall die elektrischen Potenzialdifferenzen (Spannungstrichter) in der Umgebung von Umhüllungsfehlstellen als Indikator verwendet. Diese Verfahren werden unter der Bezeichnung „Intensive Fehlstellenortung (IFO)“ zusammengefasst. Sie sind keine Intensivmessungen!

Intensivmessungen sind erst sinnvoll, wenn alle erforderlichen Arbeiten zur Herstellung eines technisch einwandfreien Schutzsystems fertig gestellt sind. Sie sind geeignet letzte Unregelmäßigkeiten an einem Schutzobjekt aufzudecken. Sinn der Intensivmessungen ist es den Nachweis der Erfüllung der Schutzkriterien des kathodischen Korrosionsschutzes an jeder Fehlstelle am Schutzobjekt zu führen. Bei den Intensivmessungen werden folgende Größen aufgenommen:

- Ausschaltpotenzial
- Einschaltpotenzial
- Potenzialdifferenzen zwischen den Bezugs Elektroden (Gradienten)

Im Bereich der Stadtentwässerung Dresden sind Umhüllungsprüfungen grundsätzlich mit der Pearson-Methode oder der Intensiven Fehlstellenortung (IFO) auszuführen. Intensivmessungen sind erst vorzunehmen, wenn alle Arbeiten zur Sicherstellung des kathodischen Korrosionsschutzes im betrachteten System abgeschlossen sind. Treten bei den zyklischen Nachmessungen signifikante Potenzialänderungen auf, sind deren Ursachen mit der Pearson-Methode oder der IFO zu suchen. Neuerliche Intensivmessungen sind erst erforderlich, wenn nach der Fehlerbeseitigung der ursprüngliche Potenzialverlauf nicht wieder hergestellt werden konnte.

Die aufgenommenen Messwerte sind nach DIN 50 925 zu bewerten. Die Ergebnisse der Bewertung und die Messergebnisse sind in einem Messbericht zu dokumentieren. Die Messberichte sind mit der Lebenslaufakte der Rohrleitung aufzubewahren.

5.4. Messverfahren

In diesem Abschnitt werden die Messverfahren beschrieben, die bei der Wartung und Instandhaltung des kathodischen Korrosionsschutzes von Wasserleitungen Stadtentwässerung Dresden zugelassen

sind. Nicht enthaltene Messverfahren dürfen nicht zu Belegmessungen eingesetzt werden. Abweichungen davon sind mit Stadtentwässerung Dresden abzustimmen.

5.4.1. Potenzialmessung

Aus- und Einschaltpotenziale

Die Ermittlung der Aus- und Einschaltpotenziale wird zur Eliminierung der durch den Schutzstrom der KKS-Anlage hervorgerufenen elektrischen Potentialdifferenzen zwischen dem Standort der Bezugselektrode und dem Schutzobjekt vorgenommen. Die zu eliminierende Größe auch fälschlicherweise „ohmsche Polarisierung“ oder „ohmscher Spannungsabfall“ genannt, addiert sich zum Rohr/ Bodenpotential und verfälscht somit den realen Wert. Die Eliminierung kann nach drei unterschiedlichen Verfahren erfolgen, die praktisch verwertbare Messergebnisse für das Rohr/ Bodenpotential liefern.

Die bevorzugte Methode ist die Ausschaltmethode. Hierbei werden die im Schutzsystem arbeitenden KKS-Anlagen synchron aus- und eingeschaltet. Das Rohr/Bodenpotential wird sowohl im aus- als auch im eingeschalteten Zustand gemessen. Die Messungen sind mit einem Spannungsmesser, der mit einem einen Innenwiderstand von $R_i > 10 \text{ M}\Omega$ ausgerüstet ist, vorzunehmen.

Die Stromreduzierungsmethode ist nur für Schutzsysteme mit einer KKS-Anlage geeignet, bei denen eine nicht abschaltbare konstante Gleichspannung als Störgröße auftritt. Bei diesem Messverfahren wird der Schutzstrom in Schritten von ca. 25% des Betriebswertes bis zu einem möglichen Minimalwert reduziert und am Messort das dazugehörige Rohr/Bodenpotential aufgenommen. Die Wertepaare werden in ein Diagramm eingetragen und durch Extrapolation die Größe des Rohr/Bodenpotentials bei dem Schutzstrom 0 bestimmt. Diese Operation kann auch numerisch vorgenommen werden.

Die oszillografische Methode ist für Schutzsysteme geeignet, bei denen durch Gleichrichtung von Wechselspannungen ohne Siebglied erzeugte Gleichspannungen als Störgrößen auftreten. Die Messung erfolgt mit einem Oszilloskop ($R_i > 10 \text{ M}\Omega$) zwischen dem Schutzobjekt und einer Bezugselektrode. Der Scheitelwert des Oszillogrammes der gemessenen Spannung entspricht dem Einschaltpotential, der Minimalwert entspricht dem Ausschaltpotential. Mit dieser Methode können sehr genaue Messwerte erzielt werden, wenn das verwendete Oszilloskop mit den entsprechenden Filtern ausgerüstet ist.

Die Messung des Rohr/Bodenpotentials mit Hilfe von Messproben ist ein indirektes Messverfahren. Es sollte nur zur Anwendung kommen, wenn andere Messverfahren versagen, da die Gefahr von Fehleinschätzungen immer gegeben ist. Die Wirkungsweise der Messprobe beruht auf der Theorie der Mischpotentialbildung oder des Potentialausgleiches, der für elektrische Potentiale nachgewiesen ist, für elektrochemische Potentiale wegen der fließenden Ausgleichströme praktisch nicht nachweisbar ist. Der gesicherte Effekt der Mischpotentialbildung zwischen dem Schutzobjekt und der Messprobe lässt jedoch signifikante Differenzen zwischen dem Rohr/Bodenpotential und dem Potential der Messprobe zu. Messproben sind handelsübliche Baugruppen. Die Potentialmessungen an Messproben sind nur mit hochohmigen Spannungsmessern ($R_i > 10 \text{ M}\Omega$) vorzunehmen.

Intensivmessungen

Intensivmessungen sind nur in Form permanenter galvanischer Verbindung der Messeinrichtung mit dem Messobjekt gestattet. Andere Methoden, bei denen ohne permanente galvanische Verbindung der Messeinrichtung mit dem Messobjekt gemessen wird, sind im Bereich der Stadtentwässerung Dresden nicht als Intensivmessung zugelassen. Die Messergebnisse sind grafisch und numerisch auszuwerten.

5.4.2. Rohrstrommessungen

Die Messung von Rohrströmen mit Hilfe von kalibrierten Messstrecken ist bei der Stadtentwässerung Dresden Standardverfahren. Dabei wird der über der Rohrstrommessstrecke gemessene Spannungsabfall ermittelt und durch den in der Messstelle vermerkten Widerstand dividiert. Das Ergebnis ist der in der Messstrecke fließende Rohrstrom.

Die Messung des Rohrstromes über gebrückte Isoliertrennstellen ist ebenfalls erlaubt.

5.4.3. Fehlersuche

Zur Ortung von Fehlstellen in der Umhüllung der Schutzobjekte sind Gleichstrommessungen in Form der Intensiven Fehlstellenortung geeignet. Dabei können sowohl die Messung der Potenzialdifferenzen zwischen den Messorten (2-Elektroden-verfahren) als auch deren Berechnung (1-Elektrodenverfahren) eingesetzt werden.

Fehlstellen in der Umhüllung können auch mit Wechselstromverfahren geortet werden. Diese Verfahren basieren auf der von Pearson vorgeschlagenen Messanordnung und sind zur Umhüllungsfehlersuche sehr gut geeignet.

Zur Ermittlung von Fremdkontakten können die oben genannten Verfahren zur Umhüllungsfehlersuche ebenfalls mit Erfolg eingesetzt werden. Weiterhin kann das Differenzstromverfahren und solche Messverfahren eingesetzt werden, die Pegeldifferenzmessungen zulassen.

5.4.4. Beeinflussungsmessungen

Indirekte Beeinflussungsmessungen sind nur für orientierende Messungen zulässig. Für Belegmessungen sind Messverfahren mit galvanischer Verbindung zum beeinflussten Objekt einzusetzen.

5.4.5. Streustrommessungen

Streustrommessungen sind nach DIN VDE 0 150 durchzuführen. Zu orientierenden Messungen sind auch Messverfahren geeignet, die mit einer wesentlich kürzeren Messzeit und statistischer Auswertung der aufgenommenen Messwerte arbeiten. Dabei sind der Maximal-, der Minimal- und der Mittelwert der Beeinflussung über mindestens eine Stunde in der Hauptbelastungszeit als Basis der Bewertung festzulegen.

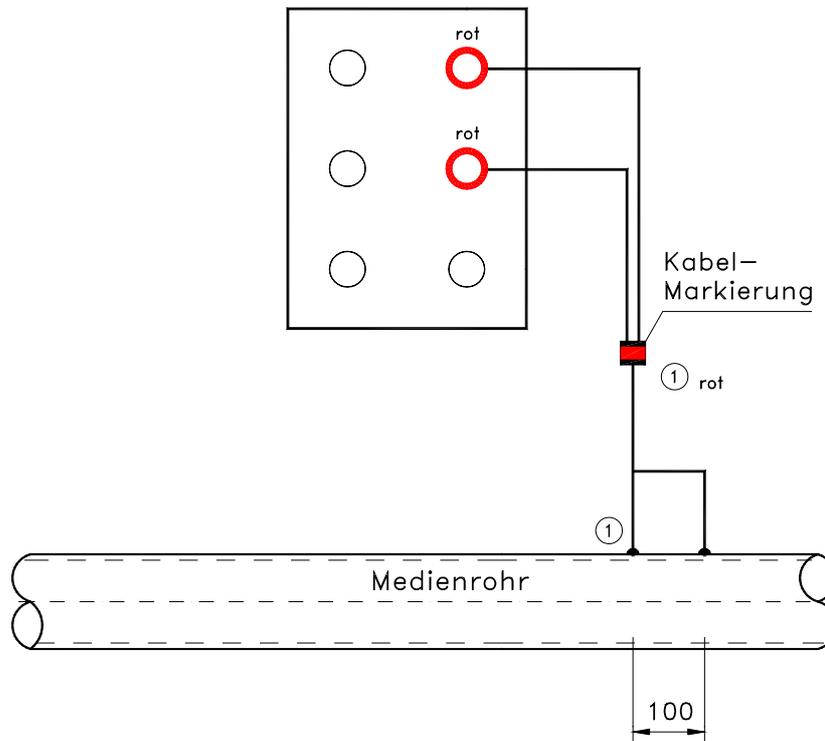
5.4.6. Korrosionsgeschwindigkeitsmessungen

Für Korrosionsgeschwindigkeitsmessungen sind drei Verfahren zulässig. Für Momentanwertmessungen der Korrosionsgeschwindigkeit sind Messungen nach dem Polarisationswiderstandsverfahren geeignet. Langzeitmessungen sind nach der Kuponmethode oder nach der Korrosimetermethode durchzuführen.

gez. Wiesinger

Technischer Bereichsleiter

Potenzialmessstelle



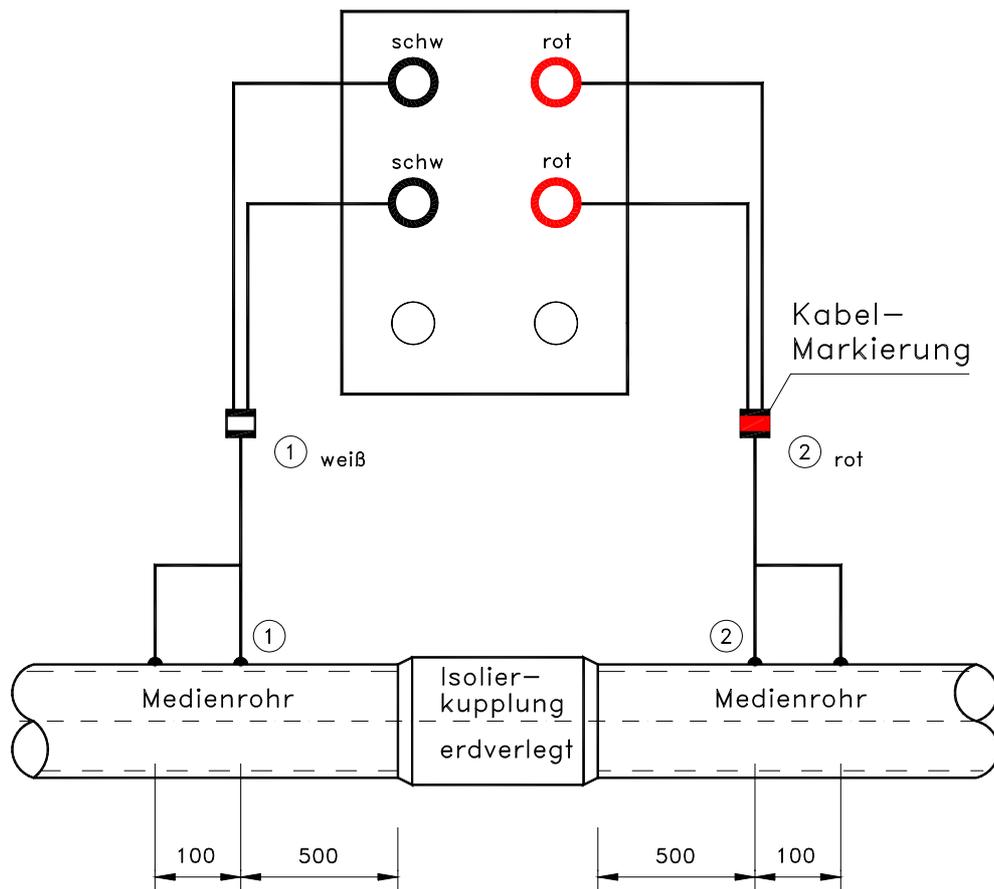
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

2 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Isoliertrennstelle erdverlegt



Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

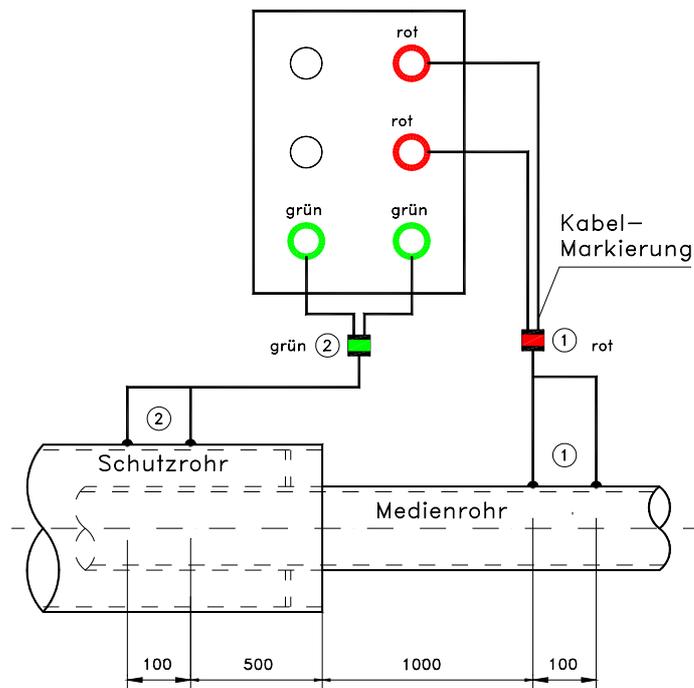
4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

bei Überbrückung

Kabel NYY-0 mit einem Gesamtquerschnitt 16 mm² Cu

Schutzrohrmessstelle einseitig



Kabelanschlüsse:

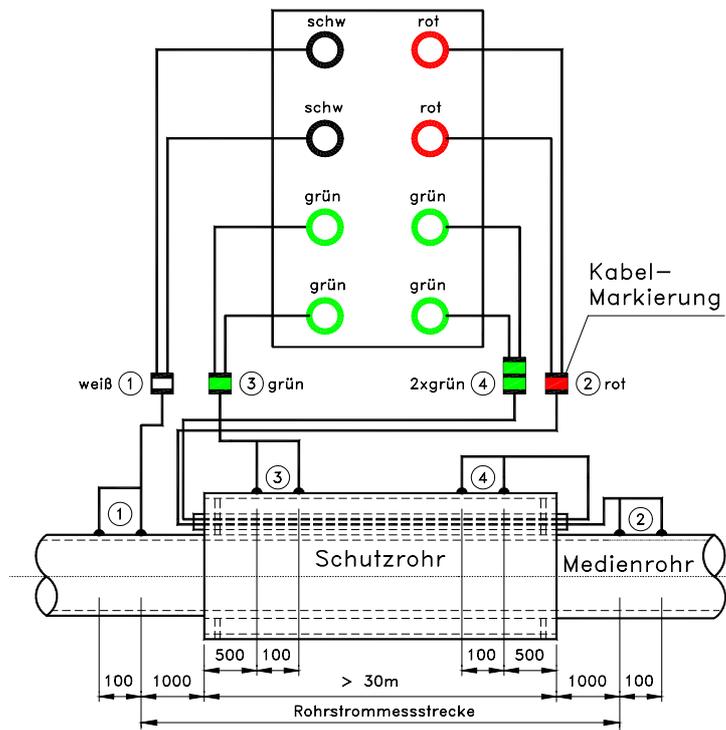
Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Anlage 4

Schutzrohrmessstelle beidseitig mit Rohrstrommessstrecke



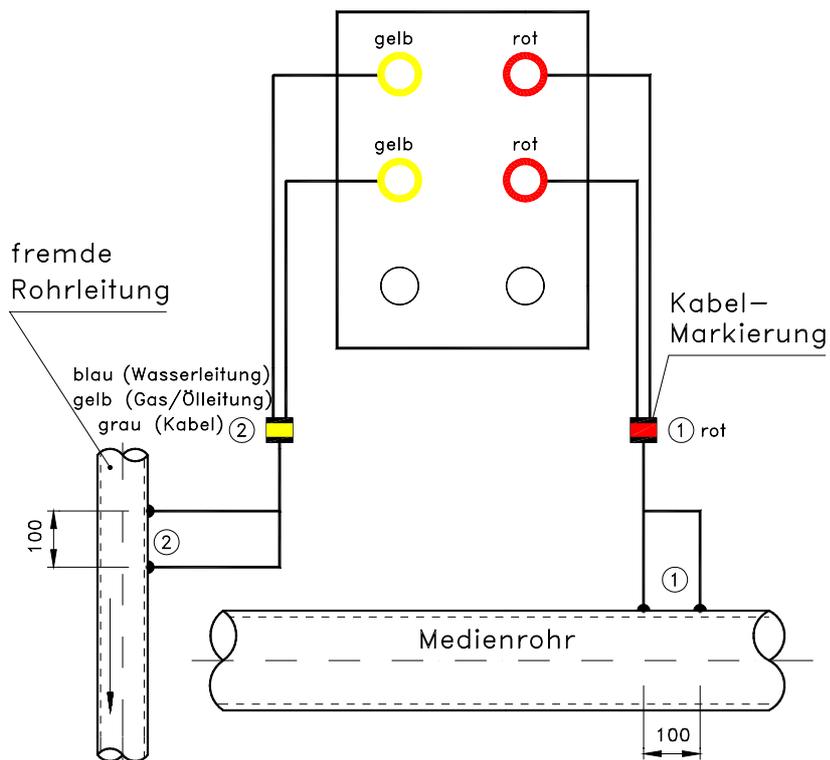
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

8 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Kreuzung mit Fremdleitungen



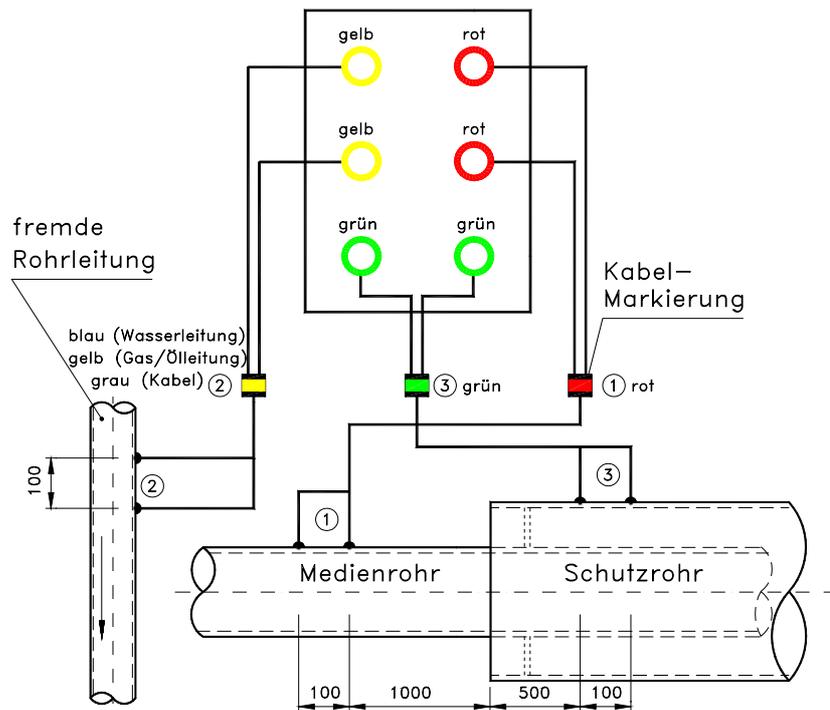
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Kreuzung von Medienrohr und Schutzrohr mit Fremdleitung



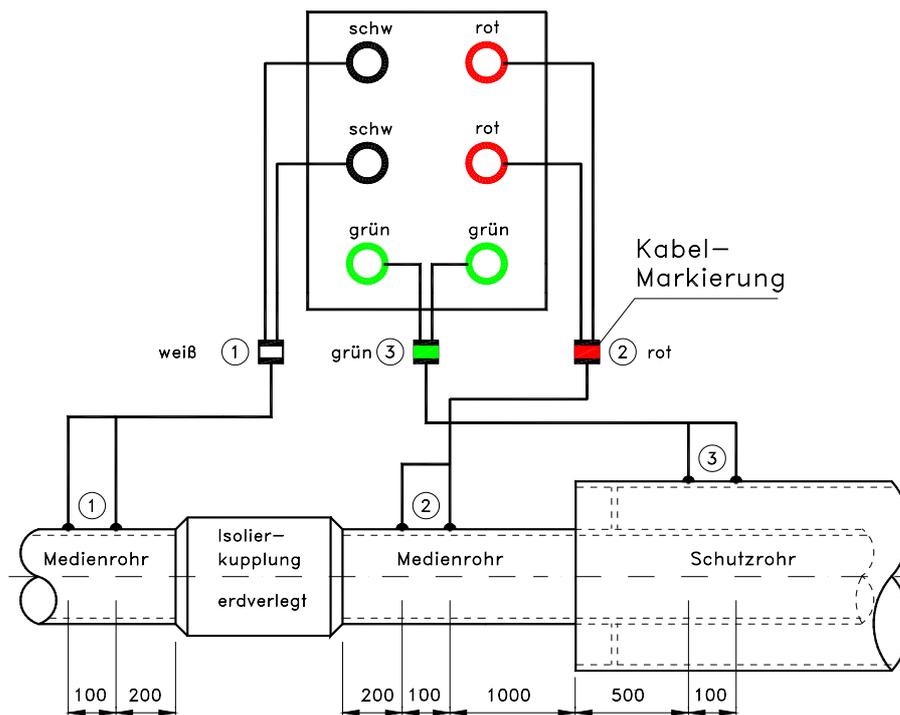
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

6 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Isoliertrennstelle und Schutzrohr



Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

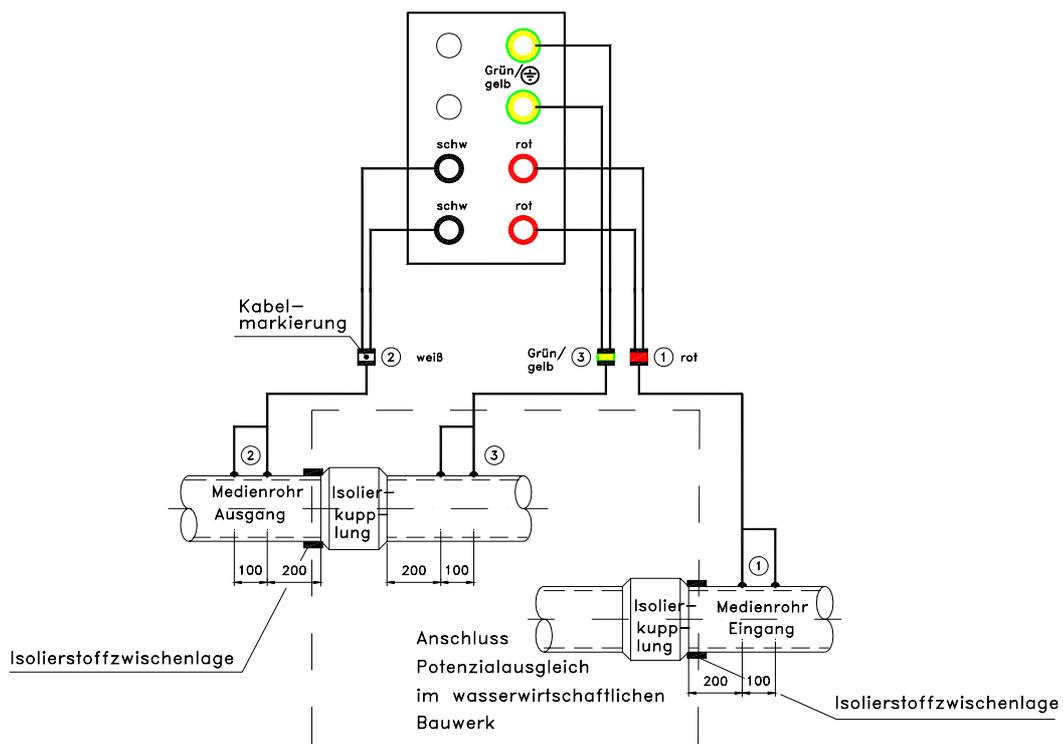
6 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

bei Überbrückung der Isoliertrennstelle

Kabel NYY-0 mit einem Gesamtquerschnitt 16 mm² Cu

Mesststelle am abwassertechnischen Bauwerk mit Isoliertrennstelle
im Ein- und Ausgang



Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

6 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

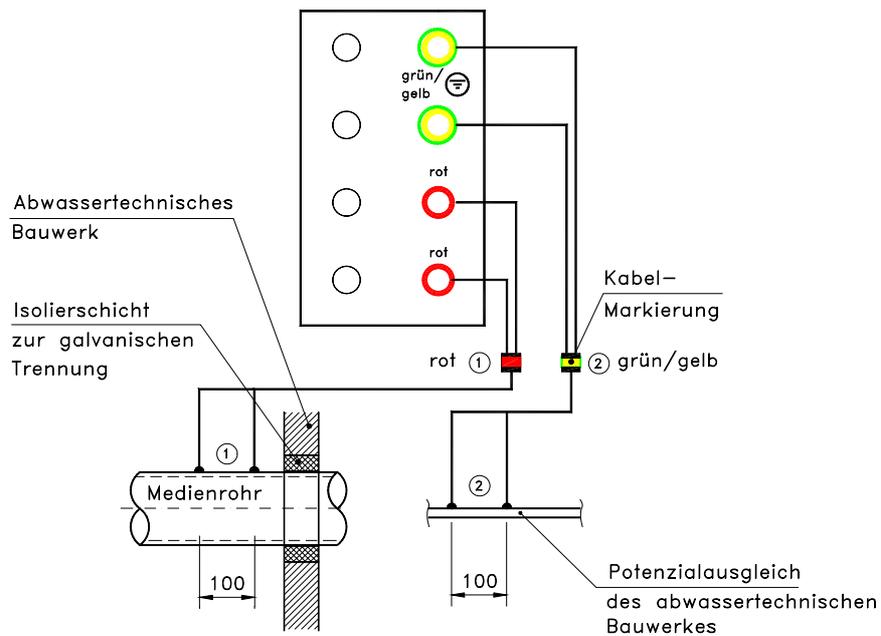
Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

bei Überbrückung der Isoliertrennstelle im Ein- und Ausgang

Kabel NYY-0 mit einem Gesamtquerschnitt 16 mm² Cu

Anlage 9

Messstelle an Bauwerkseinführungen zum Nachweis der galvanischen Trennung



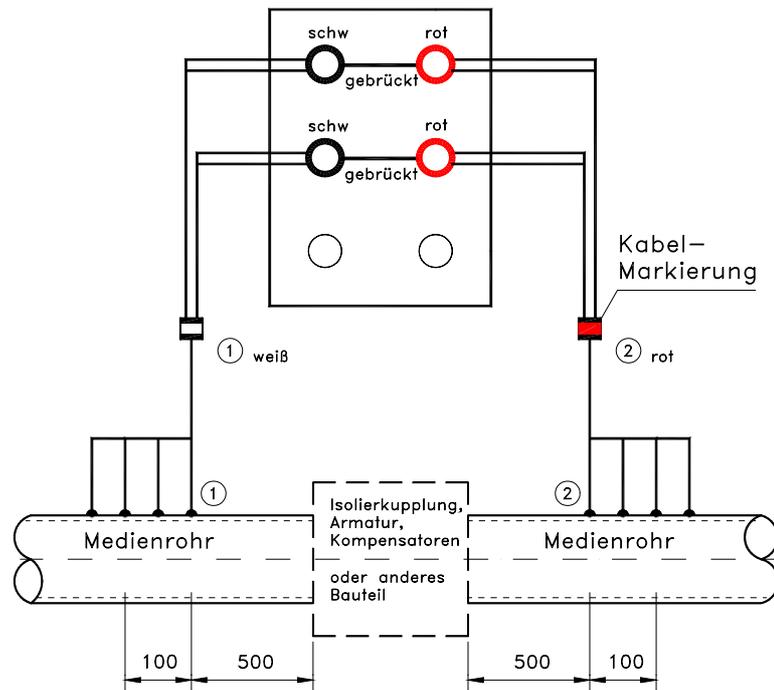
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Überbrückung von Isoliertrennstellen, Armaturen und Kompensatoren



Kabelanschlüsse:

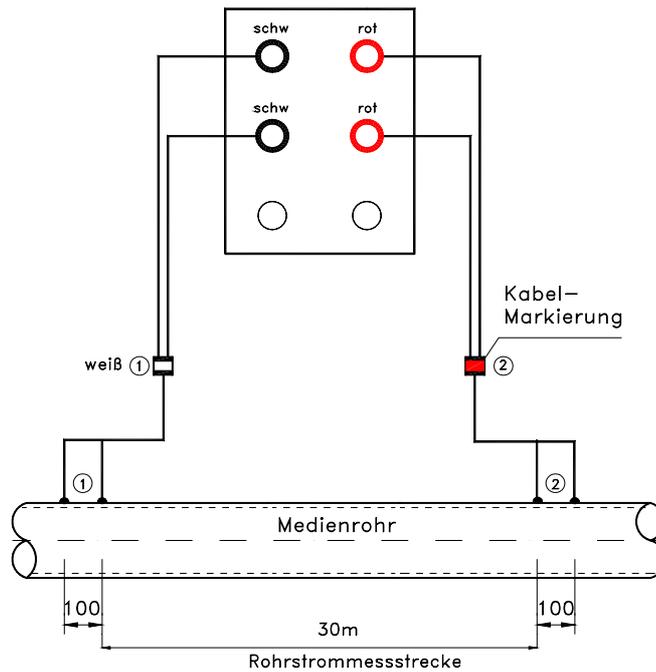
Kabel NYY-0

Gesamtquerschnitt 16 mm² Cu

8 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Kalibrierte Rohrstrommessstelle



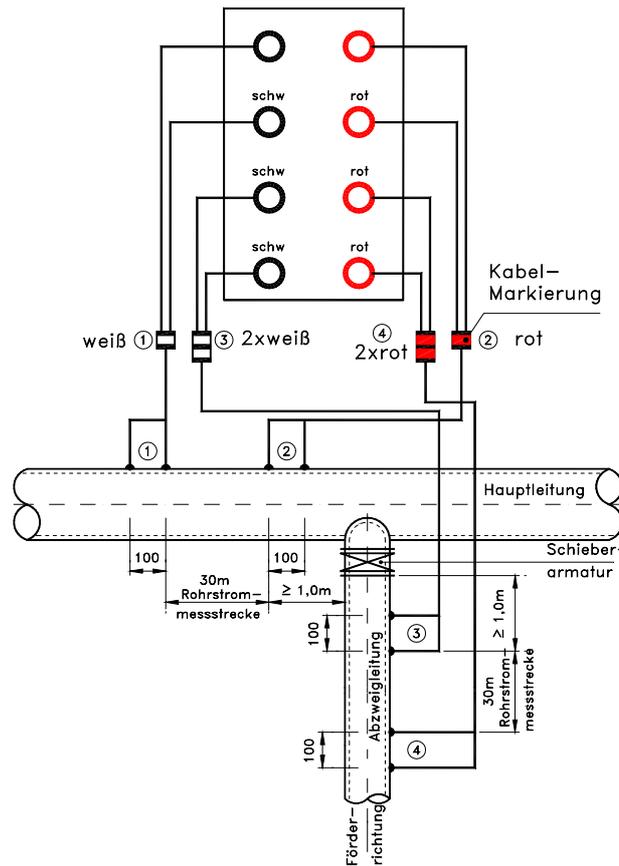
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)
Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Kontakte **1** und **2** zur Strommessung

Doppelte Rohrstrommessstelle bei abzweigender Leitung



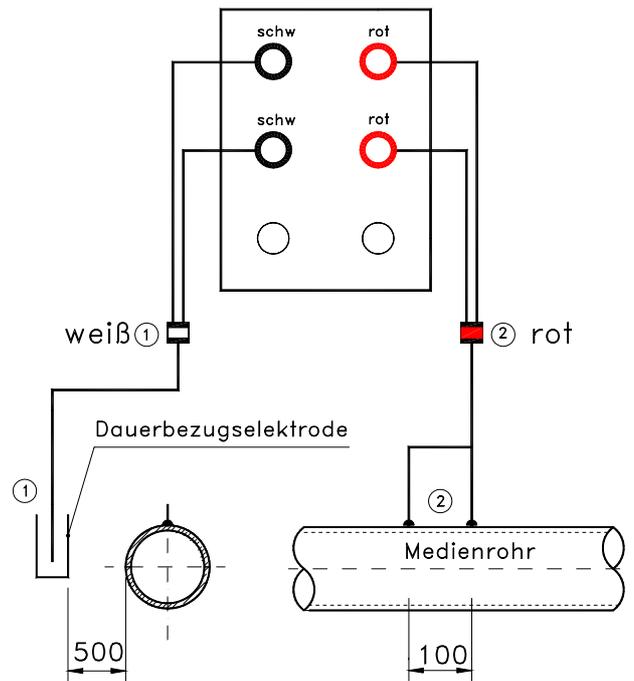
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

8 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)
Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Kontakte **1** und **2**
und **3** und **4** zur Strommessung

Messstelle mit Dauerbezugselektrode



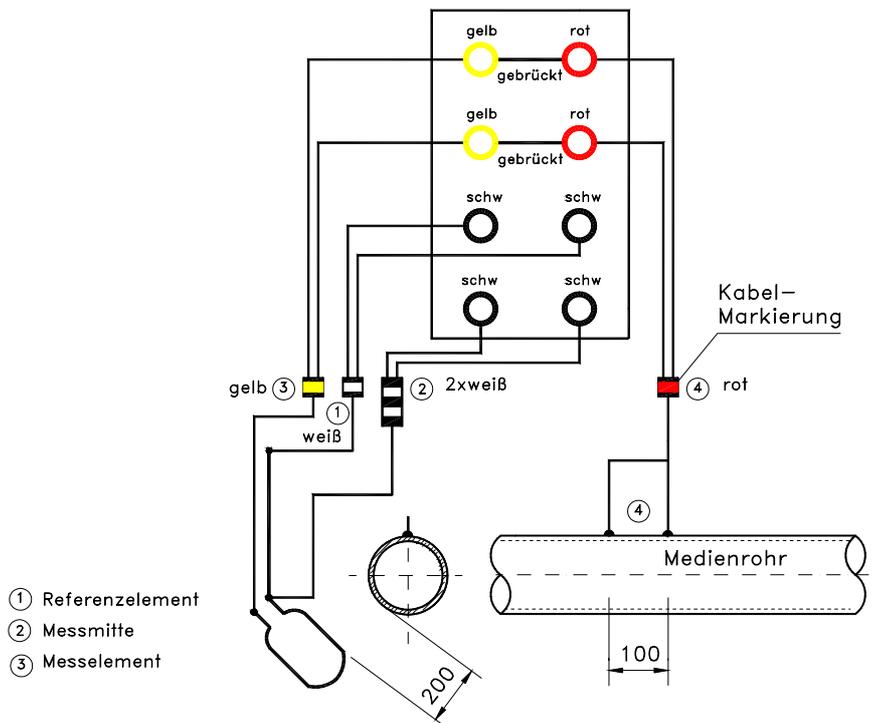
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

2 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Messstelle mit Korrosionssensor



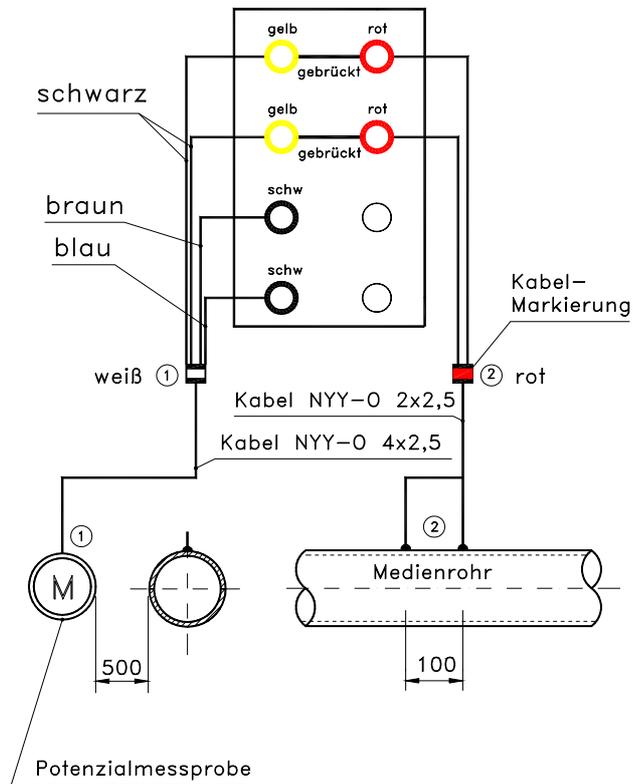
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

2 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Messstelle mit Messprobe



Kabelanschlüsse:

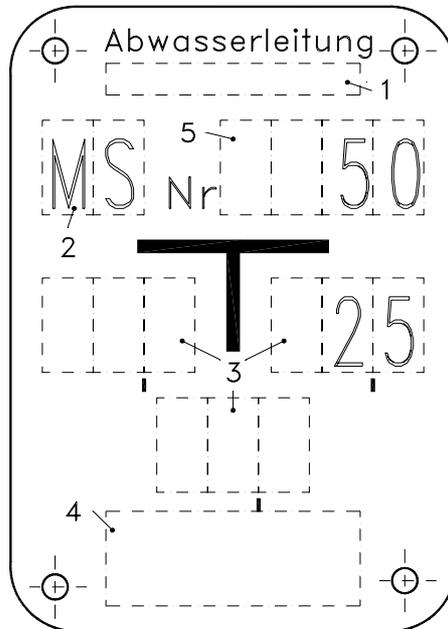
Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

2 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

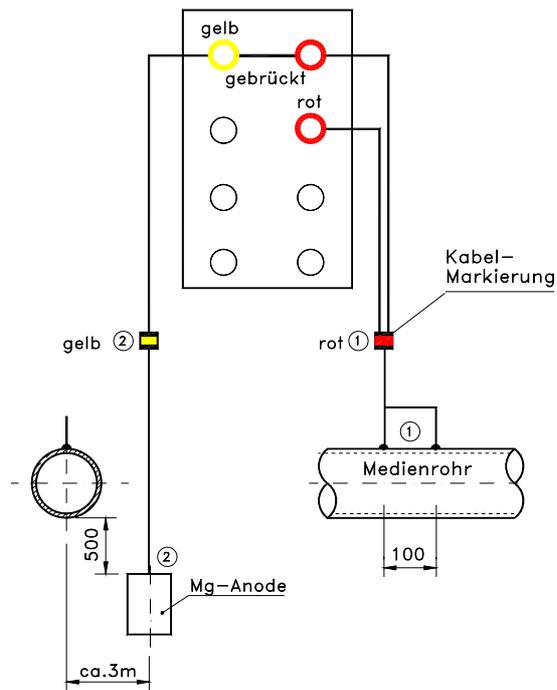
Anlage 16

Hinweisschild für KKS-Messstelle an Abwasserleitungen



- 1 Stadtentwässerung Dresden
- 2 MS (Messstelle)
- 3 Abstandsangabe in Meter nach links, rechts und/ oder nach vorn
- 4 Hinweis auf Stadtentwässerung Dresden
(z. B. Rufnummer)
- 5 Nummer der Messstelle

Messstelle mit galvanischer Anode



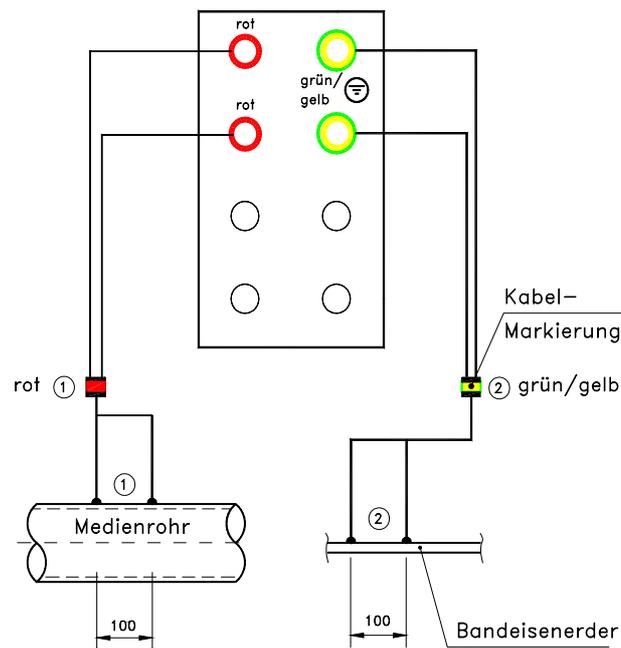
Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

2 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

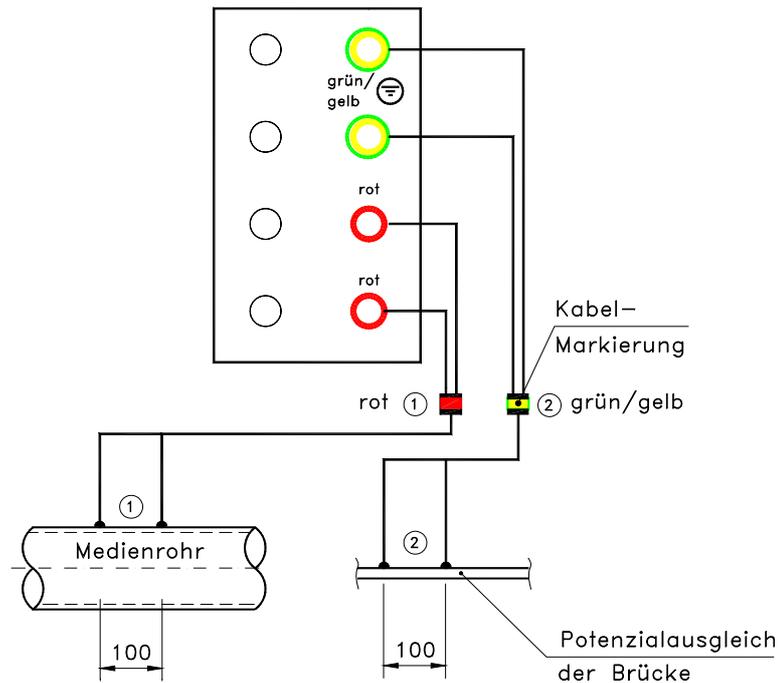
Potenzialverbindung zu Erdern



Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²
4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)
Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Messstelle für Rohrleitungen an Brückenbauten

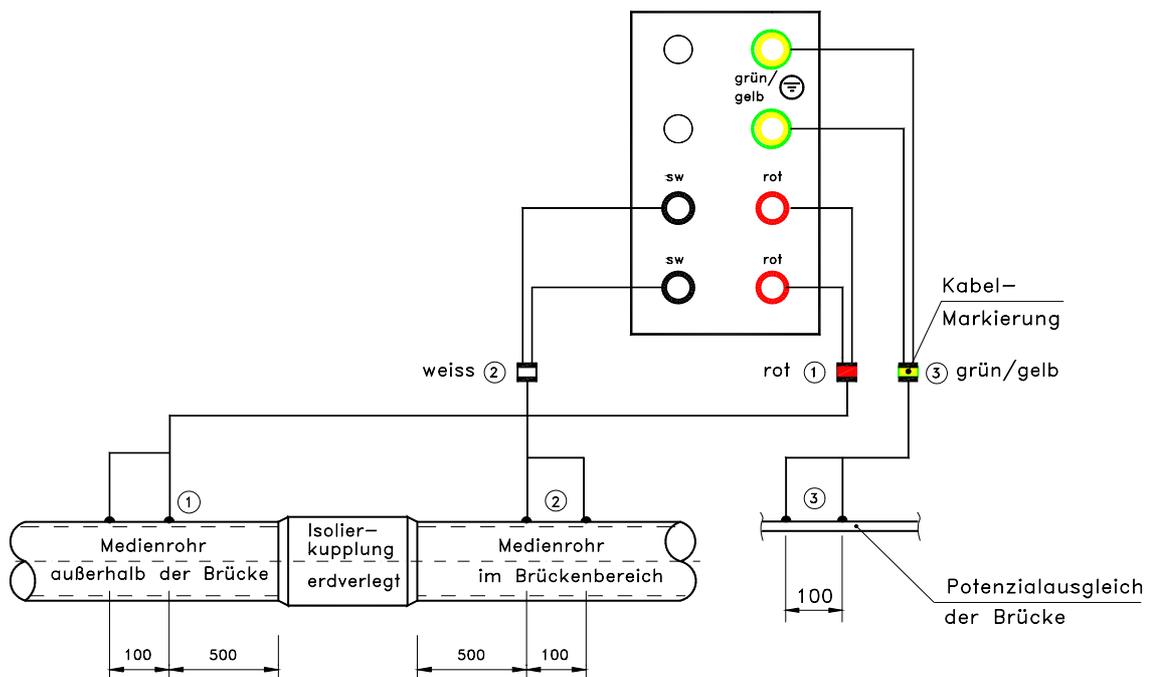


Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

4 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)
Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position

Messstelle für Rohrleitungen an Brückenbauten durch
Isoliertrennstelle getrennt



Kabelanschlüsse:

Kabel NYY-0 2x2,5 mm²

6 Kontakte (Cadweld-, Pin-Brazing- oder Bolzenaufschweißverfahren)

Anbringung der Kontakte in 12Uhr-Position