

Kathodischer Schutz von erdverlegten Tankanlagen in PTT-Objekten

Autor(en): **Hegi, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **52 (1974)**

Heft 7

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874767>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zusammenfassung. Es sind kurz die Korrosionsursachen eines Metallkörpers im Erdboden erklärt. Zweck und Prinzip des kathodischen Schutzes werden behandelt. Im weiteren wird auf die praktische Durchführung bei PTT-Objekten, die Messungen und Kontrollen dieses Schutzverfahrens eingegangen.

Protection cathodique de réservoirs enterrés dans des ouvrages PTT

Résumé. L'auteur explique succinctement les causes de la corrosion d'un corps métallique enfoui dans le sol. Il expose ensuite le but et le principe de la protection cathodique: il présente enfin la réalisation pratique dans les ouvrages des PTT, les mesures et les contrôles de ce système de protection.

Protezione catodica di cisterne delle PTT posate sotto terra

Riassunto. In succinto vengono spiegate le cause della corrosione, alla quale sono soggetti i corpi metallici interrati. Sono quindi trattati i principi e gli scopi della protezione catodica. Inoltre si discutono l'esecuzione pratica presso impianti delle PTT, le misurazioni e i controlli di questo procedimento di protezione.

1. Einleitung

Die PTT-Betriebe besitzen rund 800 erdverlegte ältere Oel- und Benzintanks kleiner und mittlerer Grösse. Sie unternehmen Schritte, um den Aussenzustand dieser Tanks in Erfahrung zu bringen und sie, wenn sich dies noch lohnt, mit einem kathodischen Schutz gegen Korrosion und damit gegen Leckwerden zu schützen.

Der nachstehende Artikel soll Einblick in ein verhältnismässig neues Gebiet geben. Auf elektrochemische und technische Einzelheiten wird bewusst verzichtet.

2. Ursachen der Aussenkorrosion

Korrosion an einer erdverlegten Metallkonstruktion – im folgenden handelt es sich ausschliesslich um Stahltanks – ist beinahe immer ein elektrochemischer Vorgang, das heisst der gleichzeitige Ablauf einer chemischen Reaktion verbunden mit dem Fliessen eines elektrischen Stromes aus dem Metall in die Umgebung und umgekehrt. Alle Stellen, an denen der Strom aus dem Metall aus- und in die Umgebung eintritt, sind Korrosionen unterworfen. Die Intensität des Angriffs und daher auch der Materialverlust entsprechen der Stromstärke.

Die fraglichen elektrischen Ströme können durch

- verschiedene Zusammensetzung im Metall selbst,
- Unterschiede der Oberflächenbeschaffenheit,
- Stellen der Stahloberfläche, die mit unterschiedlich gearteten Böden in Kontakt stehen,

hervorgerufen werden. Ähnlich können in einer sonst homogenen Umgebung, bei unterschiedlicher Sauerstoffkonzentration in verschiedenen Bereichen der Stahloberfläche, Ströme entstehen. Man spricht dann von Belüftungselementen [1]. Eine weitere gefährliche Korrosionsursache sind Kontakte mit Betoneisen [2], deren Spannungsdifferenz zum erdverlegten Tank je nach Verhältnissen einen nicht unbedeutenden Korrosionsstrom zum Fliessen bringen kann.

3. Schutzmassnahmen

Welche Möglichkeiten bestehen, um die gefährlichen Korrosionsströme oder sogar ihre Entstehung zu verhindern?

Bei *neuen* Tanks, sofern diese überhaupt noch im Erdreich verlegt werden (bei den PTT-Betrieben werden sie in

Neubauten möglichst in Spezialkeller verlegt, ausgenommen Benzintanks), könnte man theoretisch die Aussenisolation so hochwertig ausbilden, dass der Stahl keinen direkten oder mindestens einen so hochohmigen Kontakt zum Erdreich besässe, dass kein oder nur ein sehr geringer Korrosionsstrom fliessen könnte. Die Erfahrung lehrt jedoch, dass eine solche ideale Hülle in der Praxis nicht zu verwirklichen ist. Deshalb werden in [3] bei neuen Tankanlagen in jedem Fall passive und aktive Schutzmassnahmen verlangt. Eigentliche Probleme stellen aber vor allem die *alten* Tanks, deren Schutzmöglichkeiten nachfolgend beschrieben werden sollen.

3.1 Passive Schutzmassnahmen

Als erste passive Schutzmassnahme ist die seit einiger Zeit in der Schweiz benannte *Isolation I* zu erwähnen. Darunter versteht man die elektrische Trennung des Tankkörpers von allen übrigen metallischen Installationen. Dies verhindert das «Einschleppen» von Fremdströmen auf den Tank. Die Isolierstücke können entweder beim Tank direkt oder im Haus eingebaut werden, wobei deren Einbau von Fall zu Fall im Zusammenhang mit dem kathodischen Schutz abgeklärt werden muss. Bei Benzintanks ist jedoch das Anbringen der Isolierstücke im Domschacht wegen möglicher Funkenbildung problematisch (zum Beispiel bei Blitzschlag oder Überbrückung mit metallischem Gegenstand, wenn der kathodische Schutz ebenfalls angewendet wird).

Als zweite passive Schutzmassnahme gilt die *Isolation II*. Darunter versteht man die Aussenisolation des Tanks. Deren Qualität kann bei Neuanlagen genau umschrieben und verlangt werden [3]. Bei Altanlagen ist sie vielfach unbekannt und kann nicht ohne weiteres verbessert werden. Deshalb wird nach andern Möglichkeiten gesucht, um die Sicherheit einer Tankanlage zu erhöhen. Dazu bieten sich unter andern Massnahmen an wie das Luftdichthalten des Gasraumes, die verstärkte Innenisolation sowie der kathodische Schutz.

3.2 Kathodischer Schutz als aktive Massnahme

Bei den Korrosionsursachen wurde festgestellt, dass ein Abbau von Material stets mit einem aus den korrodierenden Metallkörpern austretenden Gleichstrom verbunden ist.

Mit dem kathodischen Schutz gelingt es, diesen Stromfluss zu verhindern. Der Tankkörper wird dabei auf ein dem Erdreich gegenüber so weit negatives Potential gebracht, dass keine Möglichkeit mehr für einen Stromaustritt be-

steht. Dies wird erreicht, indem im Erdboden (Elektrolyt) ein Stromfluss in die entgegengesetzte Richtung zur schutzbedürftigen Metalloberfläche erzwungen wird. Dieser Schutzstrom wird aus Gleichrichtern über Passivanoden oder unter Verwendung von Opferanoden gewonnen.

3.2.1 Opferanoden

Bei diesem Verfahren (Fig. 1) wird der galvanische Effekt zur Schaffung des kathodischen Schutzstromes genutzt. Der Tank ist mit einem unedleren Metall (in der Praxis meist Magnesium), das sich ebenfalls im Erdreich befindet, verbunden. Bedingt durch das negativere Potential des Magnesiums bildet es die Anode, der Tank die Kathode. Die treibende Spannung beträgt je nach Lage 0,6...1,0 V. Es fliesst ein Strom, der den Tank im günstigen Sinn beeinflusst. Die maximale Stromgrösse ist zur Hauptsache vom Ausbreitungswiderstand der Anode beziehungsweise vom Bodenwiderstand abhängig. Die Anode wird, was jedoch als Nachteil zu betrachten ist, durch den elektrochemischen Prozess abgebaut und besitzt demzufolge nur eine begrenzte Lebensdauer. Als Vorteil dieser Methode ist aber die billige Erstellung zu erwähnen. Da der Strom, zum Beispiel bei einer Widerstandserhöhung, nicht verändert werden kann, greift man heute in den meisten Fällen zum flexibleren System der Fremdstromspeisung.

3.2.2 Fremdstrom

Beim Fremdstromverfahren (Fig. 2) wird der Gleichstrom von einem netzgespeisten Gleichrichter geliefert. Als Anodenmaterial verwendet man heute meist Ferro-Silizium. Dank der variablen Ausgangsspannung ist der grosse Vorteil der Fremdstromspeisung deren Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Schutzströme und Bodenwiderstände.

4. Voruntersuchungen

Bevor eine Schutzanlage gebaut werden kann, muss mit Untersuchungen ermittelt werden, welcher Strom nötig ist, um ein genügend negatives Tankpotential zu erreichen. Man weiss heute, dass bei einem Schutzpotential von -1000 mV bei allen vorkommenden Böden kein Strom mehr austritt [4]. Das Potential wird gegen die Bezugelektrode – eine gesättigte Kupfer-Kupfersulfat-Elektrode (Cu/CuSO_4) – gemessen, die auf dem Erdboden aufgesetzt wird. Die Probeinspeisung ermöglicht ferner, gewisse Angaben über den Zustand der Aussenisolation zu gewinnen. Natürlich wird vor dem Bau einer Anlage auch untersucht, wie alt der Tank und welches sein Innenzustand ist, kurz, ob sich ein kathodischer Schutz überhaupt lohnt.

Bei der Untersuchung ist sehr wichtig, ebenfalls abzuklären, wo sich Fremdleitungen (Gas, Wasser, Telefon, Elektrizität) befinden. Unter Umständen kann dann der Bau einer kathodischen Schutzanlage nicht verantwortet werden. Die Strombeeinflussung einer solchen Anlage auf Fremdleitungen darf deren Eigenpotential im Maximum um 20 mV ins Positive verschieben. Dieser Wert ist durch Probeinspeisung über Hilfsanoden zu überprüfen.

5. Bau der kathodischen Schutzanlage

Sind die Ergebnisse der Voruntersuchung bekannt, und haben sich die PTT-Betriebe in Zusammenarbeit mit dem zuständigen kantonalen Gewässerschutzamt für einen

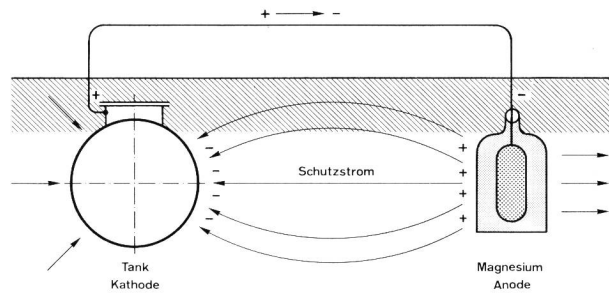


Fig. 1
Schutzverfahren mit Opferanode

kathodischen Schutz entschlossen, so kann ein Detailprojekt ausgearbeitet und mit dem Bau der Anlage begonnen werden. Die PTT streben eine Einheitlichkeit in den Anlagen an. Zu diesem Zweck sind Richtlinien ausgearbeitet worden, die den mit der Ausführung betrauten Spezialfirmen erteilt werden. Selbstverständlich schliessen sich die PTT-Betriebe den in der Schweiz in letzter Zeit abzeichnenden Normalisierungsbestrebungen an.

6. Kontrolle der kathodischen Schutzanlagen

Eine regelmässige Betriebskontrolle der Schutzanlagen ist unerlässlich, wie dies übrigens in den technischen Vorschriften zum Schutze der Gewässer gegen Verunreinigung durch flüssige Brenn- und Treibstoffe sowie andere wassergefährdende Lagerflüssigkeiten, herausgegeben vom Eidgenössischen Departement des Innern, vorgeschrieben ist. Dennoch können Störungen aus verschiedenen Gründen auftreten. Beispielsweise kann bei einer Innenreinigung des Tankes der Kathodenanschluss gelöst und das Wiederschliessen vergessen werden. Weiter kann der Gleichrichter einen Defekt erleiden, können die Anoden abgebaut oder die Verbindungsleitungen zerrissen sein. Denkbar ist auch, dass sich der Anodenübergangswiderstand erhöht, was zu einem Rückgang des Schutzstromes führt, usw.

Kontrollmessungen werden von den kantonalen Gewässerschutzämtern und von den PTT-Betrieben durchgeführt. Zu diesem Zweck sind in den Anlagen Normstecker eingebaut, die es erlauben, Spannungs-Strom- und Potentialverhältnisse, ohne die Drähte lösen zu müssen, mit dazu geeigneten Messgeräten zu ermitteln. Die PTT-Betriebe haben ihrerseits ein Voltmeter mit Drucktaste in die Anlagen eingebaut, das die Spannungsdifferenz zwischen den Potentialen des geschützten Tanks und jenem des Netznull-

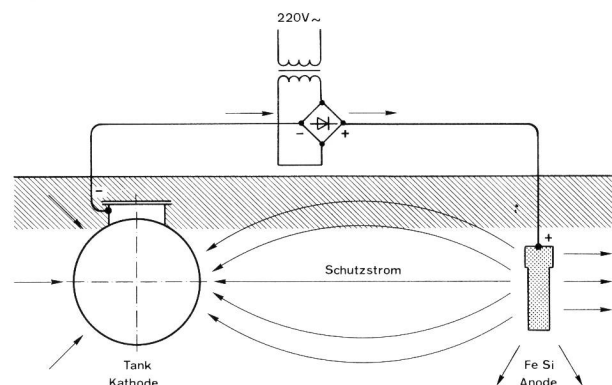


Fig. 2
Korrosionsschutz mit Fremdstrom

beziehungsweise Erdleiters monatlich leicht zu messen gestattet. Besteht beispielsweise ein Unterbruch des Kathodenanschlusses, wird er aufgrund des Spannungszusammenbruches festgestellt. Bei Neuanlagen wird vielfach eine Dauermesssonde (Cu/CuSO₄) verlegt. Auf den Einbau dieser Bezugslektrode in bestehenden Tankanlagen, die kathodisch zu schützen sind, wird aus Kostengründen bewusst verzichtet.

Die Funktionskontrolle bietet jedoch nicht die absolute Gewähr dafür, dass das Schutzpotential auf der ganzen Tankoberfläche vorhanden ist, weshalb alle 3 Jahre eine gründliche Messung der Potentialverteilung vorgenommen wird.

7. Schlussbemerkungen

Die Bekämpfung der Aussenkorrosion erdverlegter Tanks ist von zwei Seiten her aktuell. Einerseits wegen der möglichen Gefahr einer Verschmutzung der Gewässer, andererseits weil man es sich heute nicht mehr leisten kann, bei einem Leckwerden Oel- oder Benzinverluste in Kauf zu nehmen. Obwohl der kathodische Schutz allein nicht alle

Forderungen des Gewässerschutzes zu erfüllen vermag, ist er doch ein wirksames und verhältnismässig billiges Mittel, um die Sicherheit einer Anlage zu erhöhen. Der kathodische Schutz kann natürlich nicht – wie in den einschlägigen Vorschriften verlangt – Leckverluste leicht erkennbar machen und, je nach Zugehörigkeit zu Gewässerschutzzonen, auch noch zurückhalten. Dafür braucht es andere, aufwendigere Massnahmen. Der kathodische Schutz kann die Anwendung dieser Vorschriften jedoch sinnvoll unterstützen.

Bibliographie

- [1] *Evans U.R.* Einführung in die Korrosion der Metalle. Verlag Chemie Weinheim (1965).
- [2] *Vögtli K.* Betoneisen, eine immer häufigere Korrosionsursache. Techn. Mitteilungen PTT 1973, Nr. 11, S. 502 ff.
- [3] Technische Vorschriften zum Schutze der Gewässer gegen Verunreinigung durch flüssige Brenn- und Treibstoffe sowie andere wassergefährdende Lagerflüssigkeiten (TTV). Eidg. Departement des Innern (1967).
- [4] *Von Baeckmann W., Schwenk W.* Handbuch des kathodischen Schutzes. Verlag Chemie Weinheim (1971).

Literatur - Bibliographie - Recensionen

Steinbuch K., Rupprecht W. **Nachrichtentechnik.** 2. neubearbeitete Auflage. Berlin, Springer-Verlag, 1974. 494 S., 460 Abb. XII. Preis DM 58.—.

Die Neuausgabe dieses Buches vermittelt nicht nur dem sich neu in das Gebiet der Nachrichtentechnik einarbeitenden Ingenieur einen sehr guten Überblick, sondern auch für jene, die langjährig auf diesem Gebiete tätig sind, wird es als interessantes Nachschlagewerk nützlich sein. Ohne allzusehr auf Einzelheiten einzugehen, werden in insgesamt 12 Kapiteln zahlreiche grundlegende Eigenschaften und Zusammenhänge dargestellt. Nach einem einleitenden Abschnitt, in dem die verwendeten mathematischen und physikalischen Grundlagen kurz zusammengefasst sind, folgen Kapitel über aktive und passive,

lineare und digitale Schaltungselemente sowie über deren Dimensionierung und Anwendung. Weitere Kapitel behandeln elektroakustische Wandler, Leitungstheorie und Modulationen. Schliesslich werden Codierungsprobleme, die Informationstheorie, logische Schaltungen und digitale nachrichtenverarbeitende Systeme eingehend behandelt. Viele Beispiele und Illustrationen bereichern und ergänzen den Text.

Mehrere Kapitel wurden zum Teil eingehend überarbeitet und erweitert, um sie dem neuesten Stand der Technik und der Technologie anzupassen. So wurde zum Beispiel bei den Filtern auf die Behandlung der Wellenparametertheorie zugunsten der Betriebsparametertheorie verzichtet. Halbleiter ersetzen in vielen Fällen die früher verwendeten Röhren. Die Abschnitte über

Modulation sind erweitert und modifiziert worden. Das Kapitel über digitale nachrichtenverarbeitende Systeme ist ebenfalls bedeutend umfassender gestaltet. Andererseits wurden Erläuterungen über Kompander und Pegeldefinitionen vollständig unterdrückt, obschon sie eine sinnvolle Erweiterung darstellen würden. Die Literaturangaben wurden ebenfalls verschiedentlich ergänzt, wobei jedoch eine Erwähnung der CCITT-Empfehlungen vermisst wird, die im Text verschiedentlich erwähnt sind.

Abgesehen von diesen kleinen Unvollkommenheiten liegt hier ein umfassendes Werk vor, das einem breiten, sich für nachrichtentechnische Probleme interessierenden Leserkreis bestens empfohlen werden kann.

H. K. Pfyster