



**Kathodischer  
Korrosionsschutz**



## **Kathodischer Korrosionsschutz erdverlegter Rohrleitungen**





## Korrosionsprobleme?

Erdverlegte Rohrleitungen und Pipelines sind kostspielige Investitionsobjekte. Um einer Zerstörung durch Korrosion entgegenzuwirken werden sie durch Anstriche und Umhüllungen geschützt. Doch schon kleinste Beschädigungen im Anstrich oder Risse in der Umhüllung führen zur gefürchteten Lochfraßkorrosion.

Korrosion bewirkt eine elektrochemische Reaktion, welche Metall abträgt. Das Ergebnis sind leck gewordene Rohrleitungen, die enorme Sach- und Umweltschäden verursachen können.



Korrosionsschaden an Rohrleitung

Für ein Versorgungsunternehmen ist es deshalb eine der wichtigsten Aufgaben, dieses Kapital nachhaltig zu sichern, die Lebensdauer zu verlängern und Instandsetzungsarbeiten zu minimieren.

## Werterhaltung für Jahrzehnte

Die erwartete Lebensdauer einer Rohrleitung beträgt je nach Transportmedium mindestens 50 Jahre. Eine Rohrleitung sollte jedoch bis zu 100 Jahre funktionstüchtig sein. Der Kathodische Korrosionsschutz bietet dabei ein Optimum an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit, denn selbst in kritischen Böden lassen sich Pipelines mit kathodischem Schutz über Jahrzehnte sicher betreiben.

## Kathodischer Korrosionsschutz - Die Lösung

Der Kathodische Korrosionsschutz (KKS) gehört zu den ältesten Schutzmethoden überhaupt. V&C befasst sich bereits seit 1971 mit der Planung und Ausführung von Korrosionsschutzsystemen bei erdverlegten Strukturen und zählt heute zu einem der führenden Anbieter Mitteleuropas.

Kathodischer Korrosionsschutz als aktives Schutzverfahren greift - im Gegensatz zu passiven Verfahren - direkt an der Wurzel an. Die Methode beruht auf dem Zusammenhang zwischen Potential und Korrosionsgeschwindigkeit. Kathodischer Korrosionsschutz bewirkt eine Potentialabsenkung und reduziert so die Korrosionsgeschwindigkeit auf einen technisch zu vernachlässigenden Wert.

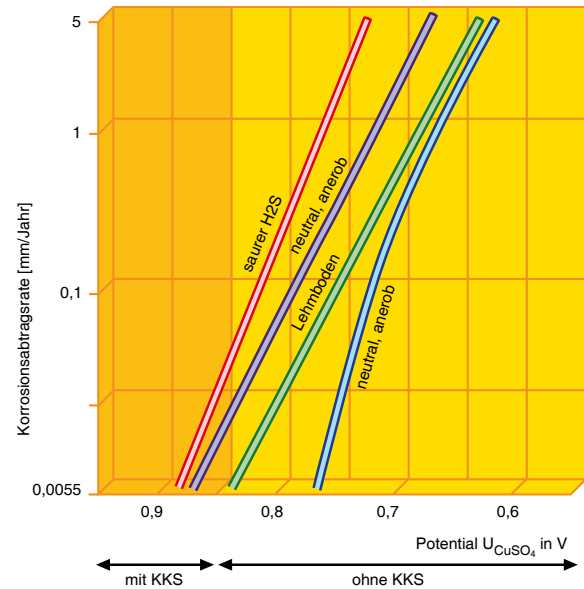
Die Qualitätsarbeit des Kathodischen Korrosionsschutzes wird durch zahlreiche Normen und Richtlinien geregelt. V&C ist aktives Mitglied in zahlreichen Fachverbänden, wie z.B. dem ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach) oder dem DVGW (Deutsche Vereinigung für das Gas- und Wasserfach). Darüber hinaus ist V&C bereits seit vielen Jahren zertifiziertes Unternehmen nach ISO 9001 und verfügt über das Sicherheits- und Umweltmanagementsystem SCC\*\*.

## Grundlagen des Kathodischen Korrosionsschutzes

Korrosion ist immer auf Potentialunterschiede zwischen einem metallischen Werkstoff (z.B. Rohrleitungen) und seiner Umgebung zurückzuführen. Sie ist ein elektrochemischer Vorgang bei dem es an der Metalloberfläche zu einem Materialabtrag kommt. Die dabei ablaufende Oxidationsfunktion des Eisens kann durch folgende Formel dargestellt werden:



Dabei löst sich die unedlere Anode, während die edlere Kathode vollständig frei von Korrosion bleibt.



Korrosionsabtragsrate von Stahl in Abhängigkeit des Rohr-Boden Potentials für verschiedene Böden



Durch die Anbringung einer elektrischen Spannung zwischen Metall und Erdboden lässt sich dieser Ablauf beeinflussen.

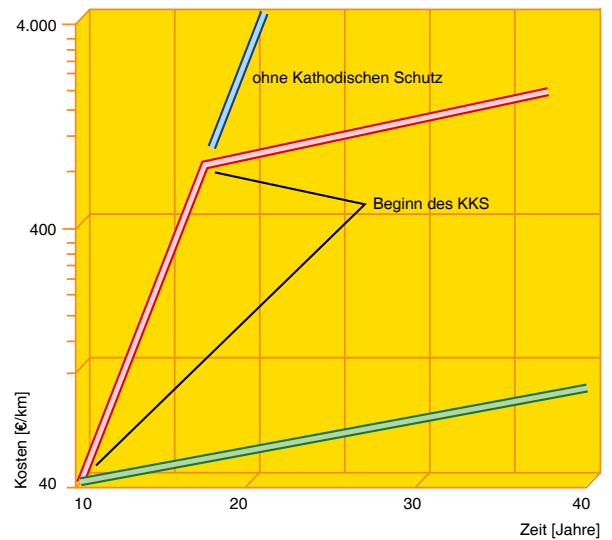
Die Abbildung oben zeigt den Einfluss der Spannung zwischen Metall und Erdboden auf die Korrosionsgeschwindigkeit. Die einzelnen Kurven stellen dabei die unterschiedlichen Bodentypen dar. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit negativeren Potentialwerten die Korrosionsabtragsrate

kleiner wird. Eine Abtragsrate von weniger als 10  $\mu\text{m}$  pro Jahr gilt als technisch vernachlässigbar. Um derartig geringe Abtragsraten zu erzielen, sind je nach Bodenart Schutzpotentiale (Rohr-Boden-Potentiale) im Bereich von -0,75 bis -0,95 V (gemessen gegen eine Kupfer/Kupfersulfat-Bezugselektrode) erforderlich.

## Höchste Wirtschaftlichkeit

Durch die Anwendung eines Kathodischen Korrosionsschutzes können die Unterhaltungskosten für Rohrleitungen drastisch gesenkt werden. Eine geringere Schadensanfälligkeit der Anlagen bedingt längere Überwachungszyklen und in weiterer Folge kann der Aufwand für regelmäßige Überprüfungen sogar halbiert werden.

Die spezifischen Kosten eines Kathodischen Korrosionsschutzes hängen von mehreren Faktoren ab. So ist nicht nur die Länge der zu schützenden Rohrleitung ausschlaggebend, sondern auch das Alter des Netzes und ob bereits eine Teilerneuerung an der Pipeline vorgenommen wurde oder nicht.



Vergleich der Kosten durch Korrosionsschäden und Kosten des KKS



Grundsätzlich kann man mit Kosten von etwa 4 - 15 % der Investitionssumme der Rohrleitung rechnen. Dieser Betrag steht jedoch in keinem Verhältnis zu den Kosten für die Behebung möglicher Schäden oder Produktionsausfälle.

Die Wirtschaftlichkeit von Kathodischem Korrosionsschutz kann durch die Grafik oben verdeutlicht werden. So bewirkt auch ein nachträglich installierter Korrosionsschutz an älteren Rohrleitungsnetzen eine deutliche Reduzierung der Instandsetzungs- und Wartungskosten.

## Ursachen der Korrosion

Rohrleitungen sind durch das Zusammenwirken vieler mitbestimmender Faktoren, wie z.B. aggressive Böden, sulphatreduzierende Bakterien im Erdreich oder galvanische Verbindungen gefährdet. Grundsätzlich unterscheidet man jedoch vier Hauptursachen, die zur metallischen Korrosion führen.

### Korrosion durch Belüftungselemente

Das Ruhepotential von Stahl in belüfteten Böden (z.B. Sand) unterscheidet sich nur geringfügig von jenem in unbelüfteten Böden (z.B. Lehm oder Ton). Weißt die Umhüllung der Rohrleitung jedoch Fehlstellen auf, die mit unterschiedlichen

### Korrosion durch Elementbildung

Korrosion durch Elementbildung wird, ähnlich wie die Belüftungselementkorrosion, durch unterschiedliche Ruhepotentiale an verschiedenen Orten verursacht. Im Gegensatz zu Belüftungselementen sind bei Kontaktelementen die Potentialdifferenzen jedoch nicht auf unterschiedliche Böden, sondern auf unterschiedliche Metallwerkstoffe zurückzuführen. Von der Kontaktelementkorrosion sind v.a. Rohrleitungen, die metallisch mit der Stahlbewehrung von Betonbauwerken verbunden sind, betroffen.

Abb. 1: Belüftungs-Korrosionselement am Metallrohr

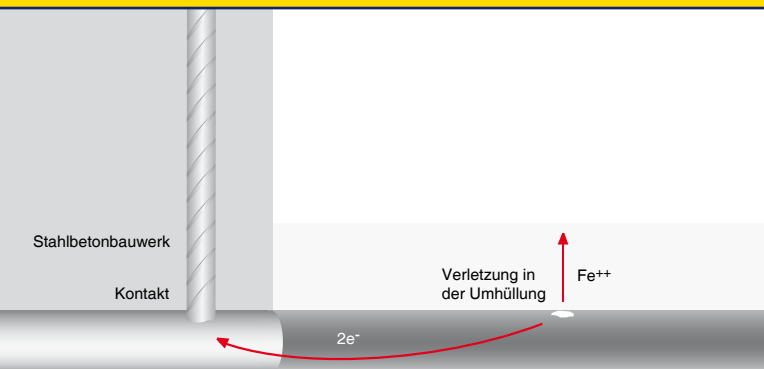
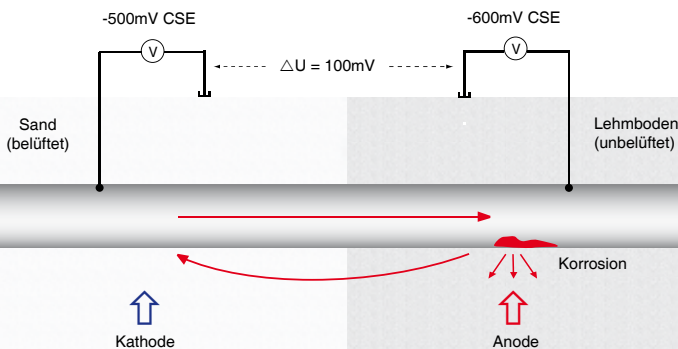


Abb. 2: Elementbildung zwischen Rohrleitung und Stahlbetonbauwerk

Bodenarten in Kontakt stehen, dann bewirkt diese Potentialdifferenz eine Spannungsdifferenz, die unweigerlich einen Korrosionsstrom verursacht. An den Fehlstellen im unbelüfteten Bereich tritt Korrosion auf, die eine Abtragsgeschwindigkeit von bis zu mehreren zehntel Millimeter pro Jahr erreichen kann.

Stahl in Beton hat ein um einige 100 mV positiveres Potential als erdverlegte Rohrleitungen. Aufgrund der großen Flächendifferenz des Stahlbetonobjektes und der kleinen Fehlstelle an der Rohrleitung kann es hier schon innerhalb weniger Jahre zu schweren Korrosionsschäden kommen. Abtragsraten von bis zu 1mm pro Jahr sind möglich.

## Streustromkorrosion

Streuströme werden durch elektrische Gleichstrombahnen, wie z.B. Straßenbahnen, U-Bahnen oder Omnibusse verursacht und können bei erdverlegten Metallkonstruktionen erhebliche Schäden verursachen.

Schienen sind über die Gleisbettung mit dem Erdreich elektrisch leitend verbunden. Dadurch fließt ein Teil des in den Fahrschienen zurückfließenden Stroms als Streustrom in den Erdboden. Da Strom immer den Weg des geringsten

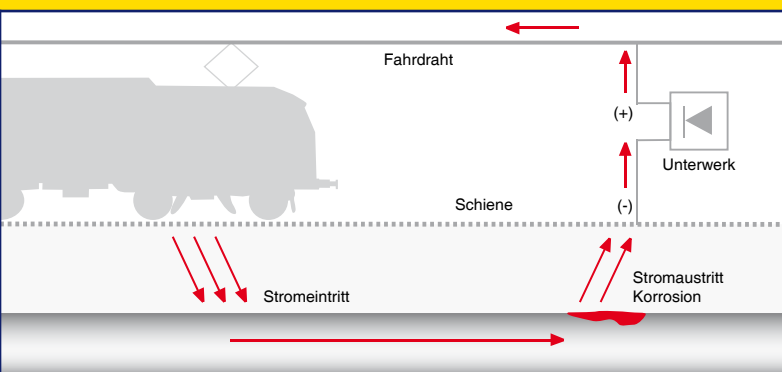


Abb. 3: Streustromeinfluss auf metallische Rohrleitungen

## Wechselstromkorrosion

Rohrleitungen, die aufgrund von örtlichen Gegebenheiten (z.B. Gebirgstäler, dichte Verbauung) über größere Strecken unter oder nahe von Hochspannungsfreileitungen oder Bahnanlagen geführt werden, werden durch Wechselströme beeinflusst. Durch diese induzierten Wechselspannungen können nicht nur schwere Korrosionsschäden an der Rohrleitung auftreten, sondern auch gefährlich hohe Berührungsspannungen, die besondere Schutzmaßnahmen erfordern.

Sowohl im Fall von Streustromkorrosion als auch bei Wechselstromkorrosion ist es daher notwendig, an den betroffenen Rohrleitungen, neben einem aktiven Korrosionsschutz auch Ableiteran-

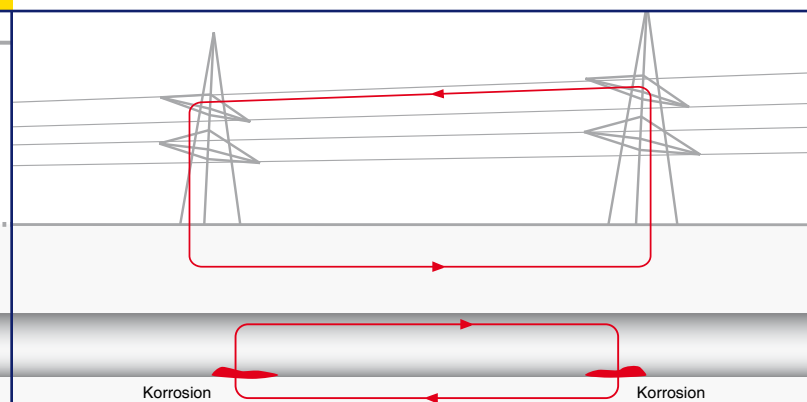


Abb. 4: Induzierte Beeinflussung einer Rohrleitung

Widerstandes geht, nutzt er auf seinem Weg durch den Erdboden metallene Installationen wie Rohrleitungen, Stahlbewehrung oder Kabel.

Durch die Polarität der Bahneinspeisung (Pluspol am Fahrdrabt und Minuspol an der Schiene) tritt der Streustrom vorwiegend in der Nähe von Bahnunterwerken aus und verursacht dort einen Materialabtrag, der sehr rasch zum Lochfraß führen kann.

lagen zu installieren. Nur auf diese Weise kann die Gefahr sowohl für Mensch als auch Material gering gehalten werden.

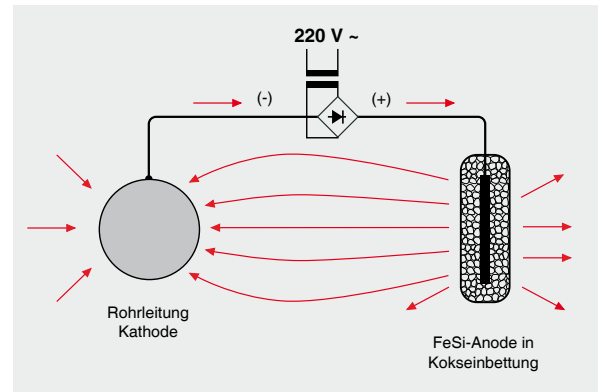
## Das Prinzip des KKS

Für die Ausführung eines aktiven Korrosionsschutzes stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Kathodischer Schutz mit Fremdstrom oder mit galvanischen Anoden.

V&C bietet beide Ausführungsvarianten an, arbeitet jedoch bei erdverlegten Strukturen bevorzugt mit kathodischem Fremdschutz.

### Kathodischer Fremdschutz

Beim kathodischen Schutz mit Fremdstrom wird der benötigte Schutzstrom durch einen Gleichrichter erzeugt und über Fremdstromanoden in den Erdboden zum Schutzobjekt eingeleitet.



Funktionsweise Kathodischer Korrosionsschutz mit Fremdstrom

Die Anoden, die zur Schutzstromspeisung benötigt werden, können entweder horizontal oder vertikal in das Erdreich eingebaut werden.



Der Vorteil dieser Methode liegt v.a. darin, dass die Ausgangsspannung, je nach Bedarf, an die Widerstandsverhältnisse des Bodens und den Schutzstrombedarf der Rohrleitung angepasst werden kann.

Kathodischer Fremdschutz ermöglicht außerdem eine automatische Zustandserfassung der Schutzobjekte, sodass mögliche Unregelmäßigkeit sofort erkannt und behoben werden können.

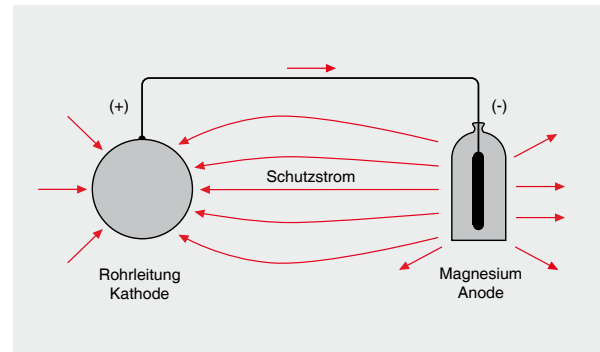
Abhängig von den lokalen Einbaubedingungen werden vorwiegend FeSi-Anoden einzeln oder einbaufertig als Containeranode mit Backfill verwendet.

Die Wirkungsweise des kathodischen Schutzes wird durch Potentialfeldmessungen über Dauerbezugselektroden an Messstellen überwacht und an die Gleichrichterstation zum internen Vergleich gegen voreingestellte Grenzwerte gesandt.

An den Messstellen werden auch die erforderlichen Kabelanschlüsse der Rohrleitung, des Gleichrichters sowie der Dauerbezugselektroden zusammengeführt.

### Galvanischer Schutz

Bei kleineren Schutzobjekten oder solchen, bei denen eine Stromversorgung mittels Gleichrichter problematisch ist (z.B. in schlecht leitende Böden), kommt KKS mit galvanischen Anoden zum Einsatz. Dabei kommt der benötigte Schutzstrom durch das unterschiedliche Potential des unedlen Anodenmaterials gegenüber dem Schutzobjekt ohne äußere Stromquelle zustande.



Funktionsweise Kathodischer Schutz mit Magnesiumanoden

Zur Reduzierung des Überwachungswiderstandes der Anoden im Erdboden, werden diese von V&C vorkonfektioniert in Säcken mit einem speziellen Backfill geliefert.



Wegen der vergleichsweise höheren Spannungsdifferenz gegenüber Anoden aus Zink- und Aluminiumlegierungen werden beim Schutz erdverlegter Rohrleitungen vorwiegend Anoden aus speziellen Magnesiumlegierungen verwendet.

Die erforderliche Anzahl und Größe der Anoden hängt dabei von der Objektgröße, dem spezifischen Bodenwiderstand der Umgebung sowie der geplanten Schutzdauer ab.

Galvanische Anoden sind in der Regel nach maximal 20 Jahren verbraucht und müssen ersetzt werden. Gegenüber fremdstromgeregelten Anlagen sind sie jedoch auch preiswerter.



## Die V&C Gleichrichteranlagen

Die Korrosionsgleichrichter von V&C werden unter Berücksichtigung der objektspezifischen Bedingungen und Kundenwünsche geplant und entsprechen internationalen Normen und Sicherheitsstandards. Die Palette reicht vom einfachen, manuell einzustellenden Schutzgleichrichter bis hin zur vollautomatisch regelnden Gleichrichterstation mit Remote Control zur Überwachung mehrerer oder komplexer Schutzobjekte.

## Lückenlose Kontrolle und Überwachung

Die Wirksamkeit eines Kathodischen Korrosionsschutzes wird durch die Einhaltung der in den Normen und Richtlinien festgelegten Kriterien sichergestellt. Darüber hinaus ist auch eine regelmäßige Überwachung der Korrosionsschutzanlagen erforderlich. Ein Überwachungssystem setzt sich dabei aus verschiedenen Elementen zusammen. So kommen Referenzelektroden, Messgeräte, Messstellen oder eine Datenfernübertragung via GSM-Netz zum Einsatz.



Messdatenüberwachung via GSM-Netz

V&C bietet seinen Kunden die Überwachung der Schutzanlagen über ein drahtloses Fernübertragungssystem an. Die Messdaten werden dabei über ein GSM-Netz automatisch übertragen und



Beispiel eines automatisch regelnden Schutzgleichrichters mit Remote Control

können bequem vom Büro aus ausgewertet werden. Auf diese Weise ist eine permanente Überwachung der Schutzanlagen möglich und eventuell auftretende Störungen können sofort behoben werden.

V&C verfügt außerdem über einen bestens geschulten und langjährig erfahrenen Mitarbeiterstamm an Messtechnikern, welcher vor Ort Inbetriebnahme- und Wartungsmessungen durchführt.



**Kontakt:**

V&C Kathodischer Korrosionsschutz Ges.m.b.H.  
Josef Perger-Str. 2/A-05  
A-3031 Pressbaum

Tel.: +43 (0)2233 57 771  
Fax: +43 (0)2233 57 771 -15

[office.engineering@vc-austria.com](mailto:office.engineering@vc-austria.com)  
[www.vc-austria.com](http://www.vc-austria.com)