

Cathodic Protection in rocky terrain

Daniel Oberhänsli; dipl. Bauingenieur FH (civil engineer)

suicorr AG
8953 Dietikon
Switzerland
+41 44 740 41 66
www.suicorr.com

Abstract

The water pressure pipeline of the regional electricity supplier in St. Léonard (canton of Wallis, Switzerland) was equipped with a traditional cathodic protection system for many years. Since the pipe leads through rocky and therefore highly resistive terrain its protection was not ensured for the full length. With an additional "Hotspot"-unit which was locally installed, parallel to the pipeline, the protection could be provided. Apart from the rocky ground also the topography put high demands at project handling. All materials required helicopter transportation.

Résumé

La conduite de pression d'eau de la société régionale d'approvisionnement électrique à Saint-Léonard (Valais) a pendant de longues années été dotée d'un système traditionnel de protection cathodique. Mais la conduite traverse des terrains rocheux et donc extrêmement résistants. Il s'ensuit que la protection n'était pas garantie sur toute sa longueur. Cette protection peut désormais être assurée grâce à une unité «Hot Spot» supplémentaire placée localement, parallèlement à la conduite. Outre le sol rocheux, la topographie du paysage a également placé très haut les exigences de gestion du projet. Tout le matériel nécessaire a dû être transporté par hélicoptère.

Zusammenfassung

Die Wasser-Druckrohrleitung des regionalen Stromversorgungsunternehmens in St. Léonard (VS) war viele Jahre lang mit einem herkömmlichen kathodischen Schutzsystem ausgestattet. Die Leitung verläuft jedoch durch felsiges Gelände, das einen sehr hohen elektrischen Bodenwiderstand aufweist. Dementsprechend war der Schutz der Leitung nicht auf der gesamten Länge gewährleistet. Dies konnte nunmehr durch die Installation einer zusätzlichen „Hotspot“-Anlage parallel zur Leitung behoben werden. Neben dem felsigen Untergrund stellte auch die Topografie hohe Anforderungen an die Projektumsetzung. Das gesamte Material musste mit dem Hubschrauber transportiert werden.

1. Korrosion an erdverlegten Rohrleitungen

Die heute vorhandenen Rohrleitungssysteme der Gas-, Öl- und Wasserversorgung stellen zentrale Bauwerke unserer Infrastruktur dar. Diesen Systemen gebührt spezielle Aufmerksamkeit um diese langfristig, nachhaltig und sicher betreiben zu können. Stahl, Guss oder Kunststoffleitungen sind die heute meist genutzten Werkstoffe der erwähnten Konstruktionen.

Leider sind die metallischen Werkstoffe den bekannten Korrosionsprozessen unterworfen. Aus diesem Grund werden die metallischen Leitungen mit verschiedenen Schutzsystemen ausgerüstet. Dies sind zum Beispiel:

- Elektrisch isolierende bzw. wasserundurchlässige Aussenumhüllung
- Einbau von Zwischenschichten (z.B. Zink) welche im Verletzungsfall der Aussenumhüllung als Opferanode dienen
- Kathodischer Korrosionsschutz

2. Kathodischer Korrosionsschutz für Rohrleitungsanlagen

Der KKS (kathodischer Korrosionsschutz) schützt längsleitende Stahlleitungen bei Umhüllungsfehlstellen vor Aussenkorrosion. Wäre die Leitung vollständig perfekt gegenüber dem Erdreich isoliert würde eine KKS – Anlage nicht funktionieren, die selbstverständlich in diesem Fall auch nicht nötig wäre. Entstehen aber durch Baumassnahmen Dritter, allg. Erdbewegungen oder bereits bei unsachgemässer Nachisololation der Schweissverbindungen Fehlstellen in der Umhüllung wird die Rohrleitung an dieser Stelle korrodieren. Die Erfahrung zeigt, dass in der Praxis nicht von einer perfekten Aussenumhüllung ausgegangen werden kann.



Abb. 1: Fehlstelle an der Aussenumhüllung einer Rohrleitung

Quelle: suicorr AG

Um eine klassische KKS-Anlage betreiben zu können muss das zu schützende Rohrleitungsstück elektrisch aufgetrennt werden. Dabei ist aber der Personenschutz nicht ausser Acht zu lassen. Mittels sogenannten Trennfunkstrecken werden die abgetrennte zu schützende Rohrleitung sowie die weiterführende bzw. geerdete Struktur verbunden. Somit ist im Überspannungsfall (z.B. Blitzschlag) die Sicherheit von Mensch und Material sichergestellt im normalen Betriebszustand aber getrennt.

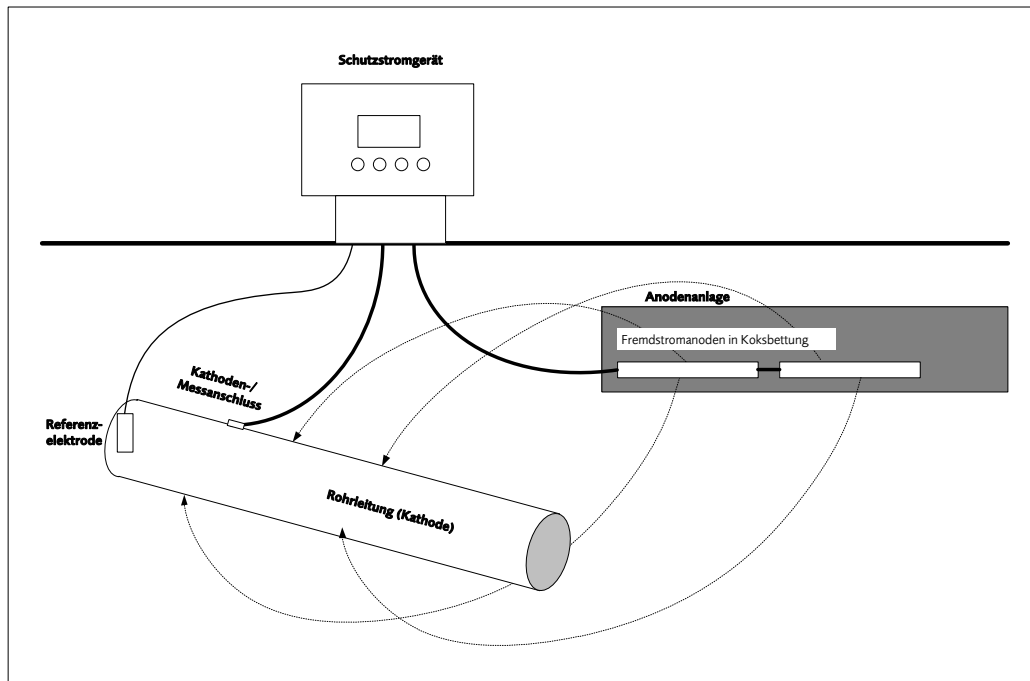


Abb. 2: Funktionsprinzip einer KKS-Anlage

Quelle: suicorr AG

Im Weiteren wird eine Anodenanlage erstellt. Über diese Anlage wird Strom in das Erdreich abgegeben. Aufgrund der elektrischen Randbedingungen müssen diese Anlagen etwas abseits oder in grosser Tiefe ins Erdreich eingebaut werden. Abhängig vom umgebenden Erdaufbau (elektrischer Widerstand) fallen diese Anlagen unterschiedlich gross aus.

Das eigentliche Herzstück einer KKS-Anlage bildet das Schutzstromgerät. Dieses liefert und steuert den benötigten Schutzstrom. An diese elektrische Anlage wird die Anode sowie die Rohrleitung (Kathode) angeschlossen. Der auf die Anodenanlage abgegebene Schutzstrom kann also nur über die Rohrleitung zum Schutzstromgerät zurückfliessen. Bei gut umhüllten Anlagen kann die Schutzstromverteilung bzw. der Korrosionsschutz über mehrere Kilometer nur durch eine Anlage sichergestellt werden.

Die ins Erdreich abgegebenen elektrischen Ströme treten an den Fehlstellen der Aussenumhüllung in die Rohrleitung ein und schützen diese lokal vor Korrosion. Eine Gefahr stellt dabei aber eine unterläufige Aussenumhüllung dar. Hat sich die Umhüllung abgelöst und ist unterläufig wird die Schutzfunktion des KKS nur beim freiliegenden Stahl sichergestellt. Die unterläufigen Bereiche sind durch einen KKS nicht geschützt!



Abb. 3: Unterläufige Aussenumhüllung

Quelle: suicorr AG

Entlang der gesamten Rohrleitung werden in regelmässigen Abständen verschiedene Kontrollstellen eingerichtet. An diesen Stellen kann der KKS überwacht und basierend auf einer entsprechenden Auswertung der Resultate nachgeregelt werden. Dabei stellen auch weitere elektrische Anlagen wie Hochspannungsleitungen, Eisenbahnen, etc. zu beachtende Faktoren dar, welche ins Schutzkonzept integriert und regelmässig überprüft werden müssen.



Abb. 4: KKS-Messstelle einer Rohrleitung

Quelle: suicorr AG

Der KKS ist also nicht nur eine Schutz- sondern auch eine Monitoringlösung unserer doch so bedeutenden Infrastruktur und gibt Auskunft über den aktuellen Zustand der Leitung sowie plötzliche Veränderungen der Aussenumhüllungsqualität.

Es ist zudem möglich ohne Grabarbeiten Fehlstellen in der Aussenumhüllung zu detektieren und zu orten.

3. Hotspot Anlage / komplexe Anlagen

Lässt sich aufgrund der technischen oder geometrischen Rahmenbedingungen die zu schützende Struktur nicht von geerdeten Abschnitten elektrisch auftrennen wird die Einflussgrösse der KKS-Anlage bedeutend reduziert. Der Schutzstrom wird sich nicht über grosse Streckenabschnitte verteilen sondern relativ direkt in das Schutzobjekt eintreten.

Bewusst ausgenutzt können durch eine geschickte Anordnung von lokalen Anoden oder Anodenfeldern mit dieser Technik (Hotspot bzw. KKS von komplexen Anlagen) Industrieanlagen oder nicht trennbare metallische Systeme lokal geschützt werden, ohne grössere Systemanpassung vornehmen zu müssen.

4. Projektvorstellung Druckleitung St. Léonard

Die Wasserdruckleitung des örtlichen Elektrizitätswerkes in St. Léonard im Kanton Wallis verfügt bereits seit sehr langer Zeit über eine klassische Korrosionsschutzanlage. Es handelt sich dabei um eine Rohrleitungsanlage welche 1956 erstellt wurde und eine Oberfläche von ungefähr 5300 m² hat. Der Aussenschutz beruht auf Bitumenbasis.

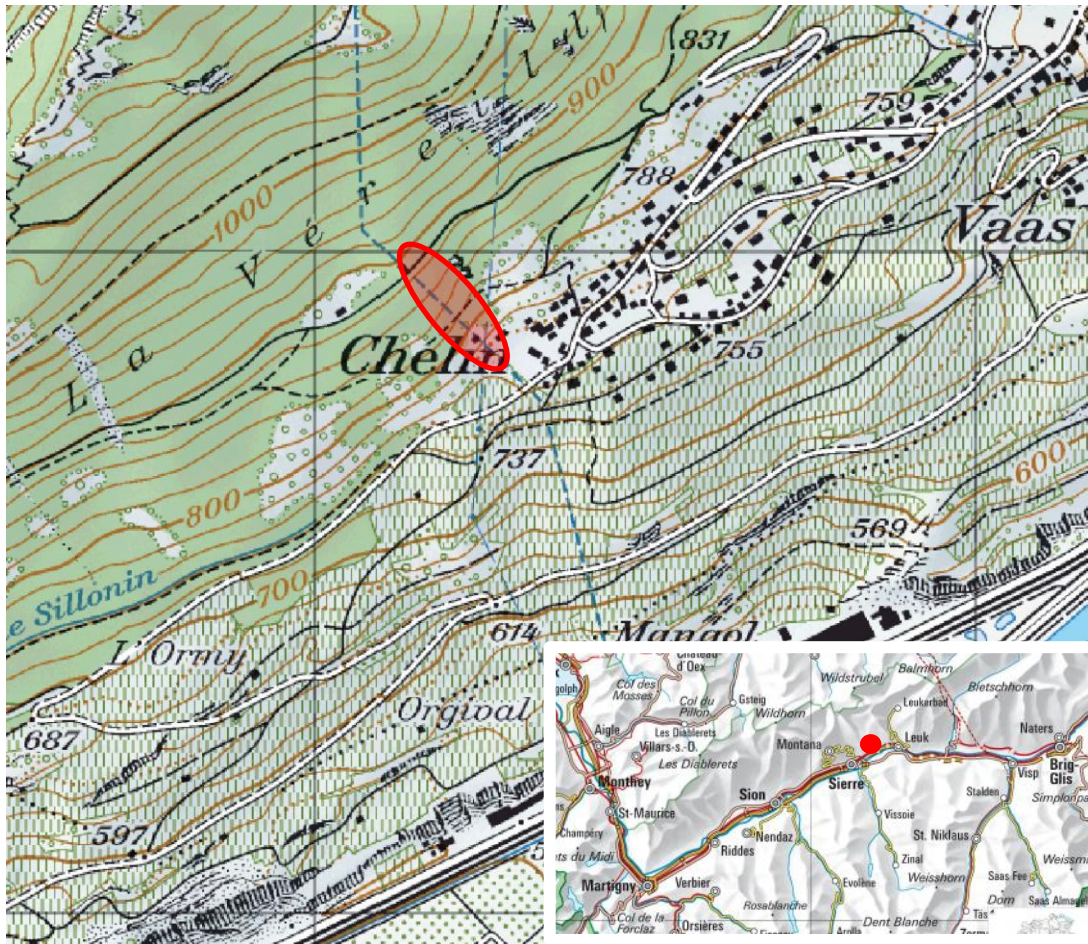


Abb. 5: Kartenausschnitt mit Druckleitung

Quelle: www.map.geo.admin.ch

Zunehmend zeigte die regelmässig ausgeführte Funktionskontrolle auf, dass die Schutzwirkung der KKS-Anlage nachliess. Im oberen Teil des Streckenverlaufs wurde daraufhin eine Freilegung durchgeführt. Es zeigten sich verschiedene Stellen mit deutlichem Korrosionsabtrag.

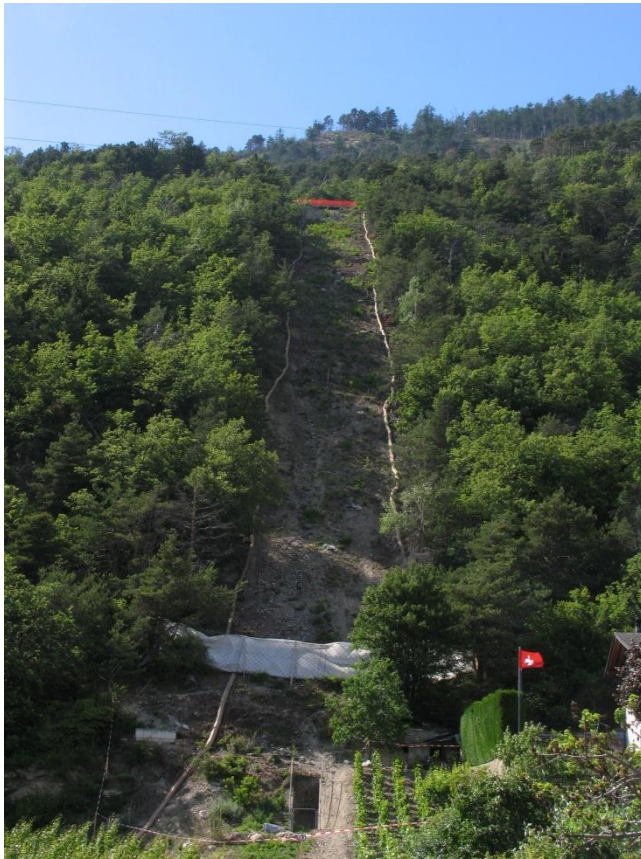


Abb. 6: fertig gestellte Anode

Quelle: Helbling AG

Im Sommer 2007 wurde eine Zustandsuntersuchung der gesamten Rohrleitung durchgeführt, welche ergab, dass auch eine deutliche Erhöhung des Schutzstroms nicht ausreichte um die Korrosionssicherheit zu gewährleisten. Zudem würde aufgrund der höheren Anodenbelastung bei einer Erhöhung des Schutzstroms auch die Gefahr der Beeinflussung von Drittstrukturen erhöht. Im Rahmen der Untersuchungsarbeiten wurden ein zusätzlicher lokaler Einspeiseversuch sowie eine Intensivmessung über die gesamte Leitungslänge durchgeführt. Es zeigte sich, dass im 220 m langen Teilstück in einem Steilhang der Korrosionsschutz nicht erreicht werden konnte, die Umhüllung aber mangelhaft ist.

Die lokalen Bodenwiderstände liegen zwischen 200 und 600 Ohmmeter was eine zusätzliche periphere Horizontalanodenanlage verunmöglichte.

In Zusammenarbeit mit einem Experten für Korrosionsschutzbeschichtungen entschied sich die Bauherrschaft dafür beidseitig der Rohrleitung über 200 m eine Längsanode einzubauen.

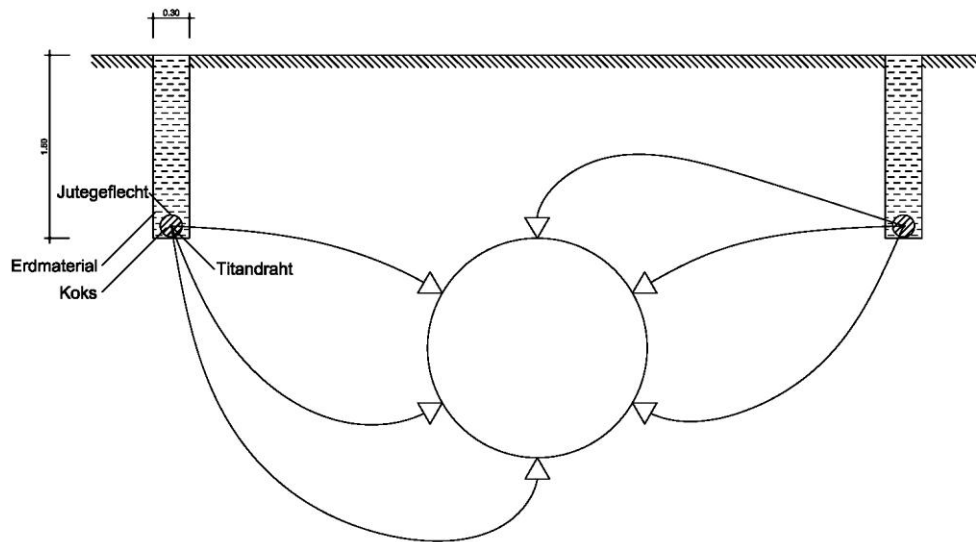


Abb. 7: schematischer Aufbau der lokalen Anoden

Quelle: Helbling AG

Im Frühjahr 2008 wurden die Arbeiten durchgeführt. Da es sich um ein äussert steiles Gelände handelt, mussten sämtliche Materialien eingeflogen werden. Innerhalb von drei Wochen wurden die Anoden eingebaut. Die anschliessend durchgeführte Inbetriebnahme sowie die seither jährlichen Funktionskontrollen zeigen die deutliche Situationsverbesserung sowie die einwandfreie Funktionstüchtigkeit dieser Anlage.



Abb. 8: Materialtransport mittels Helikopter Quelle: Helbling AG

5. Zusammenfassung

Der kathodische Korrosionsschutz ist für längsleitfähige aussenbeschichtete Stahlleitungen eine ideale Schutzmöglichkeit gegen Aussenkorrosion bei Umhüllungsfehlstellen. Zusätzlich kann der KKS als Monitoringsystem genutzt werden. Zerstörungsfrei können Fehlstellen aufgespürt und rechtzeitig behoben werden. Durch die Anwendung bzw. Kombination von klassischem KKS und Hotspot- (lokalen Schutzeinrichtungen) Systemen lassen sich, auch bisher oft als nicht schützbar eingestufte, Analgen zuverlässig vor Aussenkorrosion schützen.

6. Quellenangaben

- a) Taschenbuch für den kathodischen Korrosionsschutz (Ulrich Bette und Markus Büchler; Vulkan Verlag 2010)
- b) Fachartikel Kathodischer Korrosionsschutz von bestehenden Wasserdruckleitungen (Felix Wenk, gwa 08/08)