

SYSTEME UND VERFAHREN

Übersicht

Litzenspannverfahren

Stabspannverfahren

Instandsetzen und Verstärken

**Kathodischer
Korrosionsschutz**

Geotechnik

CAD-Dateien

Kathodischer Korrosionsschutz

Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Betonbauwerken

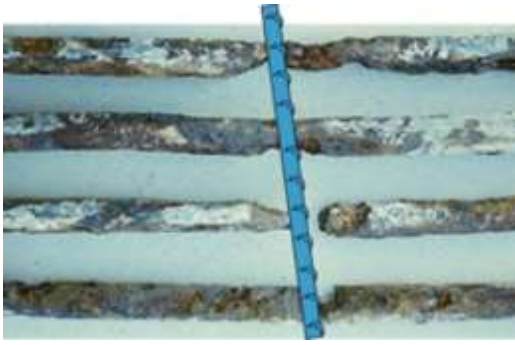
Der kathodische Korrosionsschutz (KKS) durch Schutzstrom ist eine moderne, schonende und intelligente Art der Behandlung von Betonbauwerken mit Korrosionsproblemen.

KKS hat sich in vielen Ländern als eine effektive Methode bewährt, um den Verlust an Bewehrung im Beton durch Korrosion zu verhindern oder dieser vorzubeugen. Mehrere Millionen m² kathodisch geschützter Betonoberfläche weltweit belegen den Erfolg dieses Verfahrens. KKS mittels Schutzstrom wurde im Laufe der Jahre ständig weiterentwickelt und deutlich verbessert, sowohl was die Materialien und verfügbaren Systeme anbelangt, als auch hinsichtlich Entwurf, Betrieb und Überwachung von Anlagen. Das Regelwerk für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutz an Stahlbetonbauwerken ist die DIN ISO EN 12696: 2012.

Die herkömmliche Art zur Instandsetzung von Betonbauten mit Bewehrungskorrosion ist die Entfernung der gerissenen oder abgeplatzten Betonbereiche und der Ersatz der weggerosteten Bewehrung. In den Fällen, in denen der Schaden begrenzt ist und somit das Problem lokaler Natur ist, kann ein solcher Ansatz ausreichend sein. Diese Vorgehensweise erfordert aber in vielen Fällen den Abtrag großer Teile von ansonsten gesunden Betons. Ein weiteres Problem ist die Dauerhaftigkeit solcher Reparaturen.

Bei einer KKS-Anwendung ist der Umfang der Betonentfernung deutlich geringer und die Qualität beziehungsweise der Effekt kann dauerhaft durch eingebaute Sensoren nachgewiesen und quantifiziert werden. Für die Dauer des KKS-Betriebs wird der aktuelle Bauwerkszustand quasi eingefroren. Die verbleibende





Korrosion mit bereits weggerostetem Verteilereisen

Danach folgen deutlichere Risse und unter Umständen Abplatzungen, da die Korrosionsprodukte ein 5-7 mal größeres Volumen als Stahl haben.

Je mehr der Beton geschwächt wird und durch die Risse auch offener wird, um so mehr wird das Eindringen von Schadstoffen gefördert. Im Extremfall führt der Verlust im Stahlquerschnitt zu einer Reduzierung der Zugfestigkeit der Bewehrung und letztlich zu einer Störung des Systems.

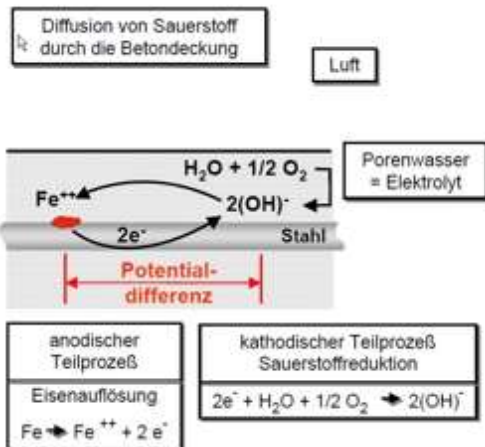
Stahl in normalem Beton, ohne Schadstoffbelastung wird aufgrund seiner Passivität nicht korrodieren. Durch eine atomar dünne Eisenoxidschicht auf der Stahloberfläche, welche durch den pH-Wert des Betons (ca. 13) stabil gehalten wird, befindet sich der Stahl in einem Zustand vernachlässigbarer Korrosion.

Die Passivierung kann durch zwei Mechanismen (gefördert durch ausreichend Feuchtigkeit und verfügbaren Sauerstoff) durchbrochen werden:

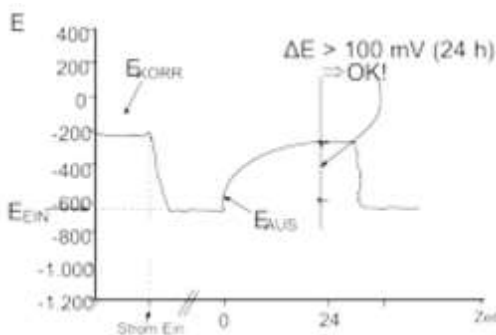
Kohlendioxideinwirkung, was den pH-Wert reduziert und einen gleichförmigen, flächigen Verlust der Passivierung verursacht (=durch Karbonatisierung induzierte Korrosion)

Anwesenheit von Chloridionen, welche örtlich den Passivfilm durchbrechen und Lochfraßkorrosion verursachen (=chloridinduzierte Korrosion durch z.B. Tausalze, Beschleuniger usw.)

Jede Art von Korrosion findet immer in Verbindung mit einem Ladungstransport vom Metall in Richtung Elektrolyt statt, das heißt, es tritt ein Strom in positiver Richtung aus der Metallstruktur in den Elektrolyt aus. Durch den Ladungstransport werden Metallionen aus der Metallstruktur herausgelöst und es entsteht Korrosion.



Korrosionsmechanismus



100 MV Ausschaltkriterium



Referenzelektrode

Kathodischer Korrosionsschutz

Der kathodische Schutz ist ein elektrochemisches Schutzverfahren, bei dem über den Elektrolyt (Porenwasserlösung im Beton) ein elektrischer Gleichstrom auf die zu schützende Bewehrung fließt. Durch diesen Schutzstrom erfolgt als Haupteffekt eine kathodische Polarisierung an der Oberfläche der Bewehrung, d.h. es findet eine Verschiebung des elektrochemischen Potentials „E“ des Stahls in Richtung negativerer Werte statt. Dadurch wird verhindert, dass Metallionen aus der Metalloberfläche gelöst werden (s. Korrosion). Der anodische Teilprozess (Eisenauflösung) der Korrosion wird unterdrückt oder verhindert (Metallabtragsrate < 0,01 mm/A). Das Resultat ist eine Veränderung des Potentials auf Werte, bei denen der gesamte Stahl im Vergleich zur Anode kathodisch wird, daher auch der Begriff „Kathodischer Schutz“.

Durch den Betrieb eines KKS-Systems entsteht ein elektrisches Feld zwischen der Bewehrung und der Anode, wodurch es zusätzlich zu der Änderung des Potentials zu zwei weiteren positiven Nebeneffekten in der näheren Umgebung des Stahls kommt. Unter dem Einfluss des Feldes wandern alle negativ geladenen Ionen (OH^- , Cl^- , SO_4^{2-}) von der Bewehrung weg in Richtung Anode. Diese Elektromigration ist bei normalem KKS-Betrieb zwar begrenzt, aber es entsteht ein gewisser Abstand zwischen den Chlorid-Ionen und der Stahloberfläche, wodurch die weitere Korrosionsgefährdung deutlich reduziert wird. Als zweiter

TEILEN / DRUCKEN

Nebeneffekt stellte sich heraus, dass bei den Stromdichten, die üblicherweise für KKS benutzt werden, eine dünne Schicht des (karbonatisierten) Betons rund um den Stahl realkalisiert (pH-Werterhöhung). Der Stahl wird in einen passiveren Zustand gebracht, wodurch die Korrosion nicht mehr ausgelöst oder weiter fortschreiten kann. Dieser Effekt ließ sich auch bei geringen Chloridkonzentrationen beobachten.

Beim KKS-B wird eine Anode auf/in dem/den Beton angebracht, entweder eingebohrt, eingeschlitz oder auf der Oberfläche montiert. Sie wird mit dem Pluspol und die Bewehrung mit dem Minuspol einer Spannungsquelle verbunden. Vor dem Anbringen der Anode müssen diverse Kontrollen durchgeführt werden, wie z.B. das Messen der Kontinuität der Bewehrung.

Um die Qualität des Schutzes, der durch den aufgebrachten Strom erreicht wurde, zu beurteilen, werden Sensoren in der Nähe des Stahls eingebaut. Es gibt verschiedene Typen von Sensoren. Die gebräuchlichsten sind Referenzelektroden (RE). Diese Elektroden messen das elektrochemische Potential in Relation zu einem bekannten Potential. Das am weitesten verbreitete und akzeptierte Kriterium zum Nachweis der Wirksamkeit von KKS ist das 100 mV Depolarisations- (Ausschalt) Kriterium. Es zeigt an, dass der Stahl ausreichend geschützt ist, wenn ein Potentialabfall von min. 100 mV verzeichnet wird und das über einen Zeitraum von 24 Stunden, nachdem der Strom abgeschaltet wurde. Hier ist anzumerken, dass jede Auslesung nur die Örtlichkeit widerspiegelt, wo die Referenzelektrode platziert ist. Wichtig ist, dass die RE's an repräsentativen Stellen und in ausreichender Zahl angeordnet werden (> 1 RE pro 100 m²).

Anodensysteme

In Abhängigkeit von der Örtlichkeit und der damit verbundenen Situation der zu schützenden Bewehrung können folgende Anodentypen/-systeme verwendet werden:

Titangitteranoden

Titanbandanoden

Titandiskretanoden

Leitfähiges Beschichtungssystem

Vorteile

Hohe Wirtschaftlichkeit da/aufgrund

kein Entfernen von Chlorid belastetem Beton notwendig

geringer energetischer Aufwand

weniger Lärmbelastung

weniger Erschütterungen

geringer Eingriff in das Bauwerk und Umwelt

Instandsetzung unter laufendem Betrieb möglich

geringe Störung des Umfelds/Umgebung

geringere Bauzeit

Speziell bei Parkhäusern/Tiefgaragen:

Geringer Mietausfall

Keine Vollsperrung einer Parkebene

Hohe Nachhaltigkeit/Nachweisbarkeit durch:

kontinuierlichen Betrieb

kontinuierliches Monitoring durch eingebaute Sensorik

regelmäßige Wartung

Unser Leistungsspektrum:

Beratung während der Planung einer Instandsetzung

Voruntersuchungen

Systemauslegung und Detailplanung einer KKS-Anlage

Ausführung KKS-B

Betrieb

Wartung (kostengünstig mit Hilfe von Datenfernübertragung)