

FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Berofit-Korrosionsschutz von Heißwassertanks in der Getränkeindustrie

Vielfach werden die Behälter aus Stahl oder nichtrostendem Stahl (Edelstahl) zum Schutz vor Korrosionsschäden innen beschichtet. Wegen der geringen Wasserdampfdiffusionsbeständigkeit organischer Beschichtungen werden jedoch im Allgemeinen die Überzüge blasenförmig vom metallenen Untergrund abgehoben. Die Blasen füllen sich mit Wasser, die Blasendeckel platzen auf und führen auf der Metallfläche zur Ausbildung von Belüftungselementen, an deren Anoden der Werkstoff unter Loch-, Mulden- und Narbenfraß in Lösung gehen kann. In der Hauptzahl der Fälle wird dieser Mechanismus eintreten.

Aus nichtrostenden Stählen gefertigte Heißwassertanks in Brauereien werden meist als Leerlaufbehälter, d.h. offen mit schwankendem Wasserstand betrieben. Dabei verdampft wegen guter Außenisolierung beim Absinken des Wasserspiegels der anhaftende Wasserfilm. Das führt zu einer Salzanreicherung auf den Metallinnenflächen. Dabei wird, selbst bei geringen Chloridkonzentrationen des Heißwassers, im Dreiphasen-Grenz-System (Metall/Wasser/Luft) das Lochfraßpotential des nichtrostenden Stahls soweit erniedrigt, dass nicht nur bevorzugt an den Schweißnähten, sondern auch unmittelbar an den Innenwandungen selbst, Lochfraßanoden induziert und stabilisiert werden, was zur gefürchteten **Nadelstichkorrosion** mit schneller Perforation der Behälterwandungen führt. Hohe Wassertemperaturen fördern zusätzlich die Ausbildung von Lochfraßanoden. Diese Korrosionsvorgänge sind **irreversibel** und können nicht durch nachträgliches Beizen ausgeschlossen werden.

Hier bietet der **Berofit-Korrosionsschutz** die **optimale** Lösung des Korrosionsproblems, unabhängig vom Grad der Vorschädigung und dem gewählten Behältermaterial.

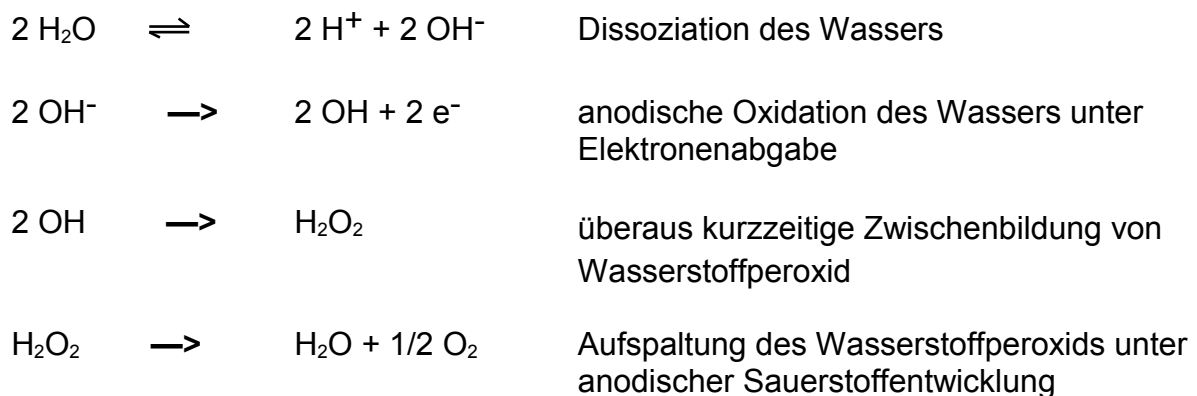
In die zu schützenden Tanks werden metalloxidbeschichtete Titan-Inert-Elektroden isoliert von den Wandungen in vorgegebener Zahl, Anordnung und Verteilung installiert. Die Elektroden kommen in Drahtform (3 mm bis 4 mm Durchmesser) oder als Stäbe (10 mm Durchmesser) zum Einsatz.

Mit einer Gleichrichteranlage werden die beschichteten Titan-Elektroden anodisch polarisiert, d. h. mit dem positiven Abgriff des Gleichrichters verbunden, während die Tanks selbst der kathodischen Polarisation unterliegen und mit dem negativen Abgriff des Gleichrichters verknüpft werden.

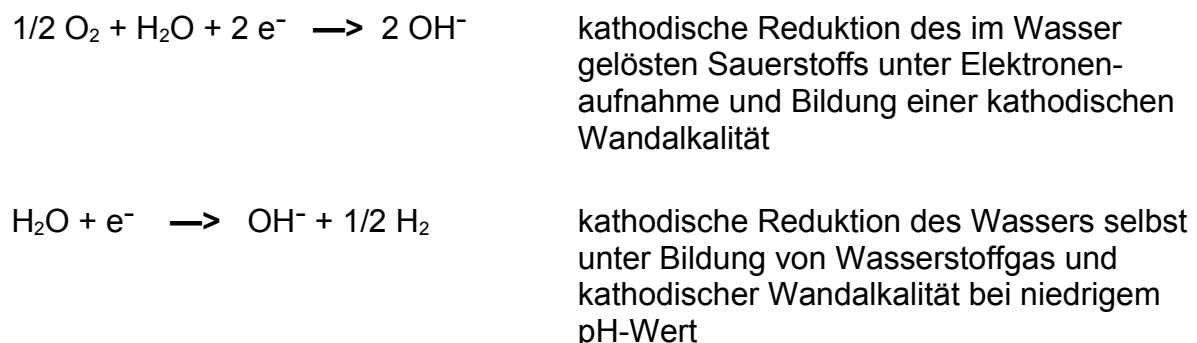
Mit Schließen des Gleichstromkreises fließt bei max. 12 V Treibspannung im Wasser von den Titan-Inertanoden an die Tankinnenwandungen ein Strom, der dem aus diesen Metallflächen austretenden Korrosionsstrom entgegengerichtet ist und ihn kompensiert. Dabei wird das Potential der Korrosionskathoden auf dasjenige der Korrosionsanoden gesenkt, womit die Potentialdifferenzen praktisch ausgeglichen werden und **sicherer** Materialschutz innerhalb des Schutzstrombereichs der Tanks erreicht wird.

An den Kathoden (Tankwandungen) und an den Anoden laufen während der Elektrolyse spezifische chemische und elektrochemische Reaktionen (Elektrodenreaktionen) ab.

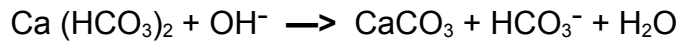
Anodenreaktionen:



Kathodenreaktionen:



Spezifisch für die Kathodenreaktionen ist die Entstehung von Hydroxylionen (OH^-), die in dünner Schicht ($<10^{-4}\text{cm}$) die Kathoden-Bereiche alkalisieren (**kathodische Wandalkalität**). In kalziumhydrogenkarbonat-haltigen Wässern (Wässer, die Karbonathärte besitzen) verschiebt die kathodische Wandalkalität das Kalk- Kohlensäure-Gleichgewicht nach:



unter Abscheidung von kristallinem, farblosem, in Wasser schwerlöslichem Kalziumkarbonat (Wasserstein), der sich in begrenzter Dicke unmittelbar auf den kathodisch polarisierten Wandungen ablagert. Hierdurch werden die eingestellten Schutzströme auf natürliche Weise reguliert, weil das Kalziumkarbonat als Isolator ohne Elektronenleitfähigkeit den Schutzstromübergang vermindert. Die Metallflächen unter den Wassersteinablagerungen bleiben frei von Korrosion und Korrosionsschäden.

Die Wirkung des kathodischen Innenschutzes lässt sich so in kalziumhydrogenkarbonat-haltigen Wässern optisch verfolgen.

Von der Fa. Berosafe-Elektrolyse, Dinslaken, wird folgende langjährige und weitreichende Gewährleistung für den kathodischen Korrosionsschutz übernommen:

In Zusammenhang mit einem Wartungsvertrag und unter Voraussetzung funktionsfähiger Titan-Inertanoden garantiert die Fa. Berosafe-Elektrolyse oHG eine langjährige Sicherheit vor Innenkorrosion.

Falls trotz ordnungsgemäßen Einsatzes der Berofit-Korrosionsschutzanlage und Abschluss eines Wartungsvertrages danach dennoch weitere Korrosionsschäden (an den wasserberührten Innenflächen) in den Tanks auftreten, führt die Fa. Berosafe-Elektrolyse die Reparatur der angegriffenen Teile kostenfrei durch.

Weitergehende Ansprüche richten sich ausschließlich nach den gesetzlichen Gewährleistungsregelungen.

Für die Wirkung des Berosafe-Schutzes gilt keine Temperaturbeschränkung und auch der Anteil an korrosiven Komponenten im Wasser wie starke Oxidationsmittel, hoher Chlorid-Ionengehalt etc. sind irrelevant.

Ggf. in den Tanks noch vorhandene defekte Innenbeschichtungen und Beläge brauchen vor Einsatz des Berofit-Korrosionsschutzes nicht durch Sandstrahlen entfernt werden.

Die beschichteten Titananoden werden als Inertelektroden praktisch nicht abgetragen, weshalb für das Elektrodenmaterial eine Standzeit von 15 Jahren gewährleistet wird.

Das in den Tanks befindliche Wasser wird in seiner Zusammensetzung durch den Korrosionsschutz nicht verändert, da aus den Inertanoden keine Metallionen in die wässrige Phase übertreten. Deshalb sind geschmackliche und gesundheitliche Beeinträchtigungen des Wassers ausgeschlossen. Schlammablagerungen aus Anodenabbauprodukten treten nicht auf.

Als Betriebskosten muss vorwiegend der nur geringfügig ins Gewicht fallende Stromverbrauch von ca. 20 bis 30 kWh pro m²-Tankinnenfläche im Jahr als Schutzstrom berücksichtigt werden.

Da beim kathodischen Korrosionsschutz systemimmanent Wasserstoffgas entsteht, sind am höchsten Punkt der Tanks automatische Be- und Entlüfter als Dauerentlüfter anzubringen.

Einsatzgrenzen des kathodischen Korrosionsschutzes:

pH-Werte des Wassers < 5 schränken die Wirkung des kathodischen Schutzes ein, weil das Potential der Wasserstoffabscheidung erreicht und überschritten wird.

Das Wasser muss eine elektrolytische Leitfähigkeit von > 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ besitzen, da sonst zu hohe elektrische Widerstände den Schutzstromfluss be- bzw. verhindern.

Die beschichteten Titan-Inertanoden können nur mit maximaler Treibspannung von 12 V beaufschlagt werden. Darüber hinausgehende Treibspannungen zerstören wegen Erreichens der Durchbruchspannung die Beschichtung auf den Anoden und auch die Anoden selbst.

Abrasiv wirkende und deshalb ggf. schnell bewegte Partikel im Wasser können die keramische Anodenbeschichtung zerstören und damit den kathodischen Schutz unmöglich machen.