



Abbildung: Saint-Gobain PAM

Erweiterter Einsatzbereich für duktile Gussrohre durch neues Beschichtungssystem

Seit mehr als zehn Jahren kommen für die Trinkwasserversorgung Rohre aus duktilem Gusseisen mit einem Außenschutz bestehend aus einer Zink-Aluminium-Legierung und einer Epoxidharz-Deckbeschichtung zum Einsatz. Dadurch hat sich der Anwendungsbereich duktiler Gussrohrleitungen gegenüber dem klassischen Überzug aus Zink erheblich erweitert. Insbesondere für inhomogene Bodenverhältnisse bietet das neue BioZinalium-Beschichtungssystem durch die Anreicherung mit Kupfer eine Lösung. Es verringert das Risiko mikrobiologischer Korrosion und erhöht damit die Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Korrosionsschutzes in schwierigen Bodenverhältnissen.

Der sichere Transport unserer wertvollsten Ressource – dem Wasser – und damit verbunden die Versorgung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser ist zweifelsfrei eine der großen Herausforderungen der Vergangenheit, der Gegenwart und der Zukunft. In diesem Zusammenhang spielt

vor allem die Dauerhaftigkeit und damit die Nutzungsdauer eines Rohrleitungssystems eine wichtige Rolle. Neben den Werkstoffeigenschaften von duktilem Gusseisen selbst wird die Langlebigkeit durch die hohe Beständigkeit der Umhüllungen gegenüber aggressiven Böden und

der Auskleidungen gegenüber Einwirkungen des Wassers optimiert. Dabei leistet die Umhüllung den größten Beitrag zur Nutzungsdauer eines erdüberdeckten Rohres aus duktilem Gusseisen. Mit BioZinalium, bestehend aus einer Zink-Aluminium-Legierung, mit Kupfer angereichert

und einer Acryl-Deckbeschichtung, hat Saint-Gobain PAM ein Korrosionsschutzsystem entwickelt, das den Erwartungen an eine hohe Lebenserwartung des Rohrleitungssystems gerecht wird (Abb. 1).

Seit dem Einsatz des duktilen Werkstoffes zur Herstellung von Gussrohren Mitte der 1950er-Jahre in Deutschland und der Einführung eines Korrosionsschutzes auf Basis von Zink für erdüberdeckte Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen Anfang der 1970er-Jahre gibt es das ständige Bestreben, den Korrosionsschutz weiter zu verbessern. Bereits zu diesem Zeitpunkt gab es erste Erfahrungen mit Zink-Aluminium-Legierungen. Ziel war es, einen galvanischen („aktiven“) Überzug auf Gussrohre aufzubringen, um deren Einsatz im Hinblick auf den Einbau in unterschiedliche Bodenarten zu vergrößern. Umfangreiche Forschungsarbeiten bei Saint-Gobain PAM führten letztendlich zu einer Zinklegierung mit einem 15%igen Aluminiumanteil. Mithilfe von Labor- und Feldversuchen wurden die galvanischen Schutzzeigenschaften der ZnAl85-15 Legierung sowie deren Selbstheilungseffekt bei Verletzungen der Beschichtung – wie sie z. B. beim Handling und Transport der Rohre auftreten können – nachgewiesen [1].

Wirkungsweise von Zink und Zink-Aluminium-Legierung

Die Zinkschicht eines im Boden eingebauten Gussrohres verwandelt sich bei Kontakt mit einem aggressiven Boden langsam fortschreitend in eine dichte, fest haftende, undurchlässige und gleichmäßig kristalline Schicht unlöslicher Verbindungen. Diese Schicht besteht im Wesentlichen aus Zinkoxiden, Hydraten und Zinksalzen unterschiedlicher Zusammensetzung und nimmt das gleiche Volumen ein wie die ursprünglich vorhandene Zinkschicht. Dieser dichten Schicht ist es zu verdanken, dass die Schutzwirkung erhalten bleibt, auch wenn das ursprünglich vorhandene Zink umgewandelt wurde, d. h. nachdem die galvanische Schutzwirkung aufgehört hat.

Beim Handling der Rohre kann es vorkommen, dass der Korrosionsschutz durch Kratzer oder Riefen beschädigt und die Gussoberfläche freigelegt wird. Selbst an diesen Stellen wird das Gusseisen im Erdboden nicht angegriffen, weil sich an der verletzten Stelle ein elektrochemisches Element ausbildet, ein sogenanntes Makroelement. Im elektrochemischen Sinne stellt die freigelegte Gussrohroberfläche die Kathode und die verzinkte Rohroberfläche die Anode dar. Durch die aktive

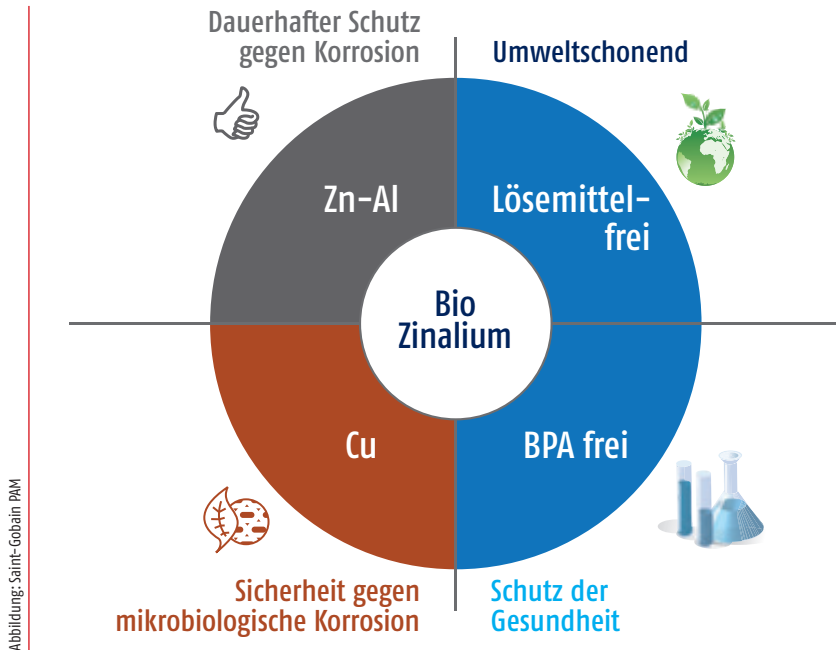


Abb. 1 – Eigenschaften der BioZinalium-Beschichtung

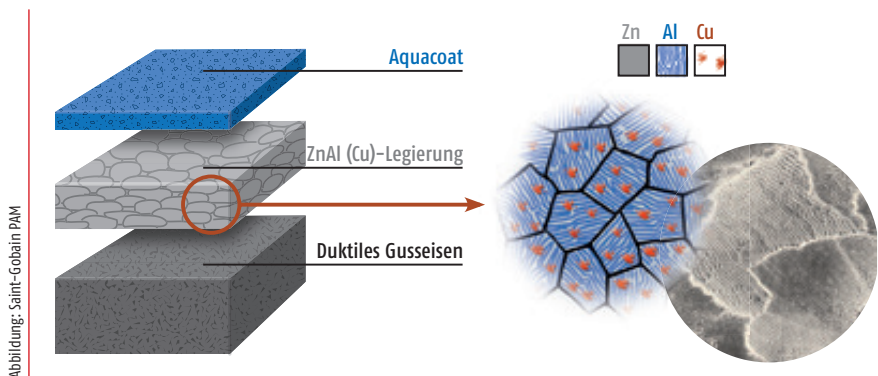


Abb. 2 – Aufbau und Struktur der ZnAl(Cu)-Legierung

Schutzwirkung geht Zink in Lösung und wird im Ionenstrom zu der verletzten Stelle transportiert. Diese schließt durch die sich bildenden Zink-Reaktionsprodukte die verletzte Gussoberfläche und wird passiv. Es bildet sich eine Deckschicht („Selbstheilungsprozess“).

Der metallische Zink-Aluminium-Überzug (85 % Massenanteil Zink und 15 % Aluminium) ist die Weiterentwicklung des Zinküberzuges. Die Schutzwirkung beider ist gleich, der ZnAl-Überzug besitzt aber im Gegensatz zu Zink zwei Phasen. Die elektronegative zinkreiche Phase bewirkt den galvanischen Schutz, während die aluminiumreiche Phase die Mobilität der bei diesem Vorgang gebildeten Ionen und die Umwandlung der Legierung steuert. Die Umwandlungsgeschwindigkeit der ZnAl85-15-Legierung wird dadurch gegenüber reinem Zink verlangsamt und die Dauer des Schutzes maßgebend erhöht (Abb. 2 + 3). Umfassende Untersuchungen haben ge-

zeigt, dass die spezifische Wirkungsweise der Zink-Aluminium-Legierung mit ihren deckschichtoptimierenden Eigenschaften, der Verdoppelung der flächenbezogenen Masse der Auflage (400 statt 200 g/m²) sowie der Verwendung einer Epoxidharz-Deckbeschichtung zu einer Verlängerung der Dauer des aktiven Korrosionsschutzes um den Faktor 3 bis 4 im Vergleich zu einem klassischen Zinküberzug mit Bitumen-Deckbeschichtung führt [2].

Darüber hinaus belegen Labor- und Feldversuche auch die höhere Leistungsfähigkeit der ZnAl 85-15 Legierung gegenüber einem Zinküberzug bei Einsatz in aggressiven Böden. Entsprechend Anhang D2.2 der DIN EN545 dürfen Rohre aus duktilem Gusseisen mit einer Umhüllung aus einer Zink-Aluminium-Legierung mit oder ohne andere Metalle mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 400 g/m² und einer Deckbeschich-

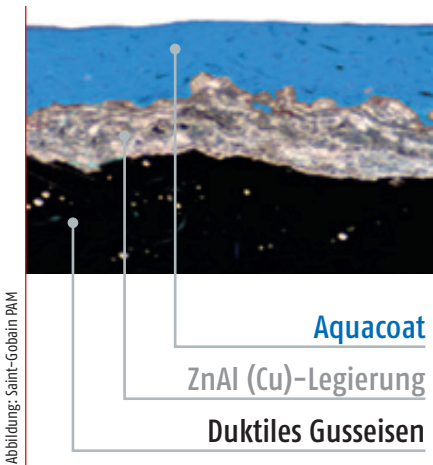


Abbildung: Saint-Gobain PAM

Abb. 3 – Beschichtungsaufbau BioZinalium: mikroskopische Darstellung

tung in den meisten Böden eingebaut werden, ausgenommen:

- saurehaltige torfige Böden,
- Böden, die Abfälle, Asche oder Schlacke enthalten oder durch Abfälle oder industrielle Abwässer verunreinigt sind und
- Böden unterhalb des Meeresspiegels mit einem Bodenwiderstand von weniger als 500 Ω -cm.

Bei dem Korrosionsschutzsystem BioZinalium wird die Zink-Aluminium-Legierung (ZnAl 85-15) zusätzlich mit 0,5 % Kupfer angereichert, um die Sicherheit und Langlebigkeit des Korrosionsschutzes insbesondere in inhomogenen Böden zu erhöhen.

Warum Kupfer?

Kupfer ist ein Werkstoff, der uns im alltäglichen Leben begegnet. In zahlreichen Produkten wird Kupfer als aktives Element zum Eliminieren und Deaktivieren von pathogenen Bakterien, Schimmel und Viren eingesetzt: In der Landwirtschaft, im maritimen Umfeld, in der ernährungswirtschaftlichen Produktionskette und der häuslichen Hygiene. Auch im medizinischen

Umfeld (Türgriffe, Handläufe) dient es zur Bekämpfung von krankheitserregenden Bakterien.

Kupfer mit seinen antimikrobiellen Eigenschaften schädigt die Bakterien in mehreren Schritten: Cu^+ Ionen durchbrechen die Zellmembran (Oxidation), dringen in die Zelle ein und unterbinden den Stoffwechsel, was zu ihrem Absterben führt.

Das in der ZnAl(Cu)-Legierung enthaltene Kupfer bleibt erhalten und wird durch den Stoffwechsel der Bakterien nicht verbraucht. Es verändert lediglich die elektrochemischen Vorgänge. Die antibakterielle Wirkung von ionischem Kupfer setzt unmittelbar ein und beseitigt Bakterien in wenigen Stunden vollständig. Eine Kupferoxydierung verringert die bakterizide Wirkung nicht. Diese biozide Wirkungsweise des Kupfers dient in der neuen Zink-

feuchten Lehmböden und in „nährstoffreichen“ Böden (Vorhandensein von Sulfaten, Sulfiden und organische Bestandteilen) festzustellen. Dabei sind sulfatreduzierende Bakterien beteiligt, die diese Elektronen als „Nahrung“ für die Reduzierung der in Böden weit verbreiteten Sulfate aufnehmen. Die daraus gebildeten Sulfide reagieren mit den Eisenionen.

Die Bildung eines Eisensulfidfilms und eines Biofilms auf der Oberfläche der Rohrleitung ist ein Nachweis für das Wachstum dieser Bakterien [3].

Die Bakterientätigkeiten führen lokal zu einem säurehaltigen Milieu, bei dem sich H_2S oder H_2SO_4 bildet; Folgen mikrobiologischer Korrosionsangriffe sind lokale Loch- und Muldenkorrosion. Die Wirkung des Kupfers in der ZnAl-Legierung unterbindet diese Vorgänge, verringert damit

Die Umhüllung leistet den größten Beitrag zur Nutzungsdauer eines erdüberdeckten Rohres aus duktilem Gusseisen.

Aluminium-Legierung dem Schutz gegen lokale mikrobiologische Korrosion.

Was ist lokale mikrobiologische Korrosion?

Die Korrosion von unbeschichtetem Eisen im Boden ist ein elektrochemischer Vorgang, der vereinfacht ausgedrückt einer „Auflösung“ des Eisens im Boden ähnelt.

Verschiedene Mikroorganismen in Böden intensivieren den elektrochemischen Korrosionsprozess, da sie die durch die Eisenoxydation freigesetzten Elektronen vermehrt verbrauchen, um sich zu „ernähren“. Dies wird als „mikrobiell induzierte Korrosion“ bezeichnet (Abb. 4). Am häufigsten ist dies unter anaeroben Bedingungen, wie in schweren, tonigen und

das Risiko mikrobiologischer Korrosion und erhöht die Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Korrosionsschutzes in inhomogenen Bodenverhältnissen.

Deckbeschichtung

Mit BioZinalium wird die Epoxidharz-Deckbeschichtung durch einen wasserbasierenden und damit lösemittelfreien Acryllack (Aquacoat) ersetzt (Abb. 5). Es handelt sich um einen neu entwickelten Einkomponenten-Lack, bestehend aus einem acrylischen Vinylidenchlorid-Copolymerharz (PVDC) in einer wässrigen Emulsion. Die chemischen und mechanischen Eigenschaften dieses Lackes sind ähnlich denen des Epoxidharz-Lackes [4]. Er ist mit dem Beständigkeitsbereich der ZnAl(Cu)-Legie-

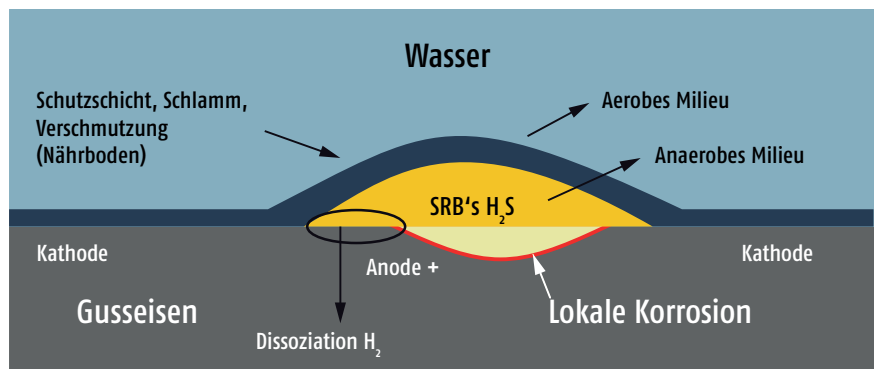


Abb. 4 – Beispiel für lokale mikrobiologische Korrosion (li); Voraussetzungen für mikrobiell beeinflusste Korrosion durch sulfatreduzierende Bakterien (re)

ZINK-ALUMINIUM + KUPFER + AQUACOAT

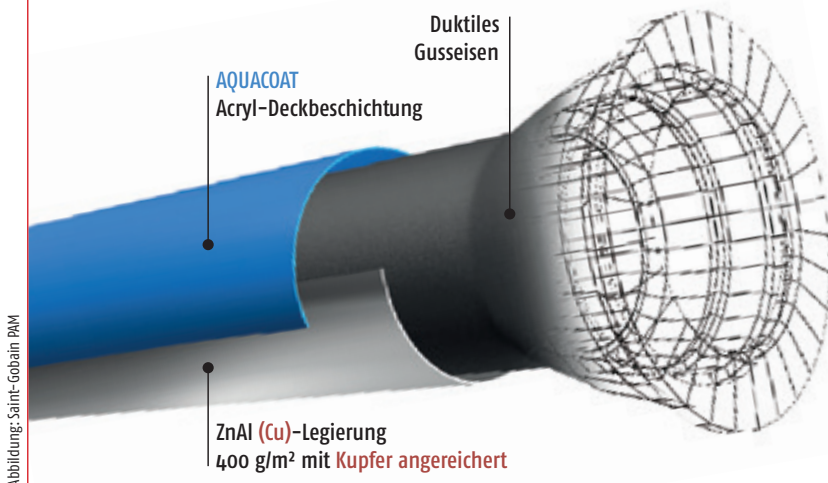


Abb. 5 – Beschichtungsaufbau BioZinalium (Schema)

rung verträglich und bietet darüber hinaus Vorteile im Hinblick auf eine bessere Alterungsbeständigkeit sowie umwelt- und gesundheitsrelevante Aspekte, denn er ist frei von Lösungsmitteln und Bisphenol A.

Frei von flüchtigen organischen Verbindungen

Volatile Organic Compound (VOC) bezeichnet die Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen, die sowohl über natürliche Quellen (z. B. Pflanzenstoffwechsel) als auch über anthropogene Quellen wie z. B. Verkehr und Industrie freigesetzt werden. Dazu gehören u. a. industrielle Verfahren in Beschichtungsanlagen für diverse Materialien und Produkte, Entfetten von Metallen, Anlagen zur Herstellung von Beschichtungsstoffen, Klebstoffen, Druckfarben sowie das Auftragen von Anstrichen usw. Die meisten Lösungsmittel, die in Farben verwendet werden, sind VOCs und dienen zur Reduzierung der Viskosität, sodass der Lack verarbeitungsfähig wird. Wenn Lösungsmittel verdunsten, entweichen VOCs in großen Mengen in die Umgebungsluft und können weitreichende gesundheits- und umweltschädliche Auswirkungen haben.

Mit der Umstellung auf einen wasserlöslichen Acryllack konnten in den Werken von Saint-Gobain PAM allein im Jahr 2012 die VOC-Emissionen um 24 % reduziert werden [4].

Frei von Bisphenol A

Als Ausgangsstoff zur Herstellung von polymeren Kunststoffen und Kunstharzen sowie der Verwendung in Weichmachern gilt die Industriechemikalie Bisphenol A

als gesundheitsschädlich. Sie findet sich beispielsweise in vielen Kunststoffprodukten, der Innenbeschichtung von Konserven- und Getränkedosen, Lacken und dem Thermopapier von Quittungen wieder. Aus diesen Produkten kann sich der Stoff lösen und dann auch vom Menschen aufgenommen werden. Nach dem Vorsorgeprinzip werden in verschiedenen Ländern allmählich nationale gesetzliche Bestimmungen verabschiedet, um für die Bevölkerung das Expositionsrisiko durch die Nahrungsmittelaufnahme oder im beruflichen Umfeld zu reduzieren. In Deutschland gilt als Grenzwert der sogenannte „Spezifische Migrationswert (SML)“, der als gesundheitlich unbedenklich angesehen wird. Der SML beträgt für Bisphenol A 600 Mikrogramm (μg) pro Kilogramm Lebensmittel (simulanz) und beruht auf einer täglichen Aufnahmemenge von $10 \mu\text{g}$ Bisphenol A pro kg Körpergewicht, die ein Leben lang ohne Gesundheitsrisiko aufgenommen werden kann.

In anderen europäischen Ländern ist Bisphenol A teilweise verboten: Seit 2011 gilt europaweit ein Verbot BPA-haltige Babyflaschen aus Polycarbonat, in Frankreich und Schweden gibt es mittlerweile ein Verbot von BPA in Lebensmittelverpackungen für Kleinkinder. Ab Mitte 2015 gilt in Frankreich darüber hinaus das Verbot für jegliche Verpackungen von Nahrungsmitteln; Schweden plant gar ein vollständiges Verbot von BPA in allen Anwendungen.

Saint-Gobain PAM trägt dieser europaweiten Entwicklung heute bereits Rechnung: Bei Trinkwasserrohren mit BioZinalium kommt der neu entwickelte Bisphenol A-freie Aquacoat-Lack zum Einsatz.

Fazit

Seit Beginn 2014 werden Rohre der Produktgruppen Natural und Blutop mit dem neuen Beschichtungssystem BioZinalium hergestellt. Die Basis für den Schutz vor Flächenkorrosion stellt die bewährte Zink-Aluminium-Legierung ZnAl 85-15 ($400\text{g}/\text{m}^2$) mit einer um den Faktor 3 bis 4 höheren Lebensdauer des aktiven Korrosionsschutzes im Vergleich zu Gussrohren mit einem klassischen Korrosionsschutz (Zinküberzug von $200\text{g}/\text{m}^2$) dar. Die zusätzliche Anreicherung von Kupfer, das bakterizide Eigenschaften besitzt, verringert darüber hinaus das Risiko lokaler mikrobiologischer Korrosion insbesondere bei Einsatz in inhomogenen Bodenverhältnissen. Die neue Aquacoat-Deckbeschichtung, bestehend aus einem leistungsfähigen sowie lösemittel- und Bisphenol A-freien Acryllack, leistet darüber hinaus einen wesentlichen Beitrag zum Umwelt- und Gesundheitsschutz.

Literatur

- [1] Mischo, M.: Korrosionsschutz von erdüberdeckten Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen auf Basis einer Zink-Aluminium-Legierung 85-15. DVGW energie/wasser-praxis 7-8/2009, wvgw mbH, Bonn
- [2] Kompendium Umhüllungen BLUTOP und NATURAL – Rohrleitungssysteme aus duktilem Gusseisen, Saint-Gobain PAM Deutschland GmbH, 2009
- [3] Marchal, R.: „role des bacteries sulfurogenes dans la corrosion du fer“ (Rolle sulfatreduzierender Bakterien bei der Eisenkorrosion), Oil & Gas Science and Technology – Revue IFP Vol. 54 (1999), No.5
- [4] Broschüre „BioZinalium – Das Beschichtungssystem der Zukunft“ Saint-Gobain PAM Deutschland GmbH, 2014

Autor

Kai Sengwitz
Saint-Gobain PAM Deutschland GmbH
Saarbrücker Str. 51
66130 Saarbrücken
Tel.: 0681 8701-546
Fax: 0681 678-546
kai.sengwitz@saint-goabin.com
www.pamline.de

