

Rissbildung in feuerverzinkten Stahlkonstruktionen

In jüngerer Vergangenheit häuften sich Schadensfälle beim Feuerverzinken von Stahl. Prominentestes Beispiel war das massiv geschädigte Dach des Stadions in Kaiserslautern /1/, das nach umfassender Sanierung gerade noch rechtzeitig für die Fussballweltmeisterschaft fit gemacht werden konnte.

Bei dem vorliegenden Phänomen handelt es sich um eine «Flüssigmetallinduzierte Versprödung», die nach englischer Terminologie mit «LME» (Liquid Metal Embrittlement) oder «LMAC» (Liquid Metal Assisted Cracking) abgekürzt wird /2/. Im Prinzip handelt es sich dabei um «Lotbrüche», die ein schon lange bekanntes Thema beim Verzinken oder Schweißen verzinkter Werkstoffe darstellen. In der Literatur wird auch von «flüssigmetallinduzierter Spannungsrisskorrosion» gesprochen.

Dr.-Ing. Helmut Nies, Dipl.-Ing. Georg Schambil, Dipl.-Ing. Bernd Stiefel, SLV im Saarland, NL der GSI mbH

Die Risse entstehen durch Benetzung oberflächennaher Korngrenzen mit korrosiv wirkendem Flüssigmetall wie Zink (Zn), Zinn (Sn) und Blei (Pb), wodurch die «Dehnbarkeit» des Werkstoffs und sein Widerstand gegen Rissbildung herabgesetzt werden. Es entstehen bereits im Verzinkungsbad interkristallin verlaufende, verästelte Risse (Abb. 1), so dass diese mit Zinkschmelze gefüllt sind und an der Oberfläche praktisch mit blosssem Auge nicht erkannt werden können.

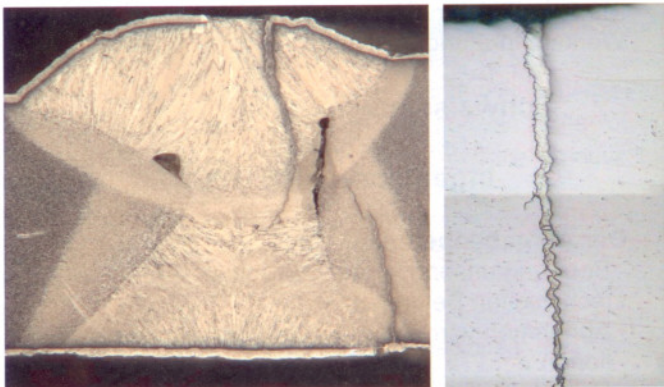


Abb. 1 und 1a: Mit Zink gefüllte Risse in Schweißgut, WEZ und Grundwerkstoff eines Stumpfstosses

Eindeutiger Hinweis für LME bzw. LMAC ist die Tatsache, dass sich die Risse nicht an vorhandenen Schweißnahtfehlern (Unregelmässigkeiten) orientieren.

Anhand von Mikrosondenanalysen wurde festgestellt, dass Verzinkungsrisse an der Risspitze mit den Elementen Zinn (Sn), Blei (Pb) und Wismut (Bi) angereichert sind, so dass sich der versprödende Effekt dieser Elemente hier noch verstärkt. Voraussetzung für die Rissbildung sind hohe Eigenspannungen in der Konstruktion und ein sensibles Werkstoffgefüge.

Es soll an dieser Stelle deutlich gesagt werden, dass es hier nicht um «wasserstoffinduzierte» Risse geht, die ebenfalls beim Feuerverzinken vor allem von hochfesten Stählen entstehen.

Was war in den vergangenen Jahren geschehen?

Mitte 2000 haben Verzinkungsbetriebe in grosser Zahl ihre Schmelzbadzusammensetzung modifiziert, um die Benetzung der Stahloberfläche und die Optik der Zinkoberfläche zu verbessern und damit dem Wunsch der Architekten und Bauherren zu entsprechen. Vor allem wurde eine Verminderung der Abhängigkeit der Schichtdicke vom Si-Gehalt des Stahls erreicht.

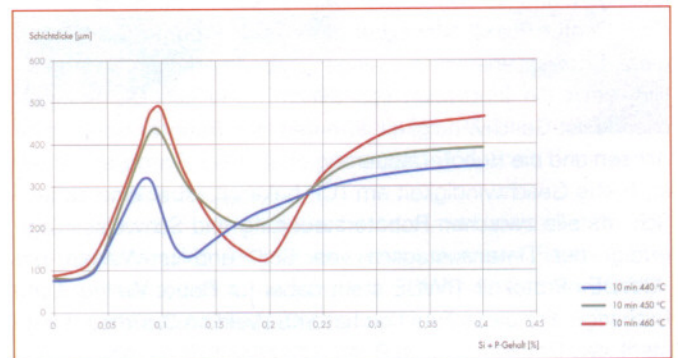


Abb.2: Abhängigkeit der Zinküberzugsdicke vom Si- und P-Gehalt des Stahls beim Einsatz einer klassischen Zinkschmelze (vor dem Jahr 2000)

Abb. 2 zeigt demgegenüber die bekannte Abhängigkeit der Zinkschichtdicke von der Zusammensetzung des Grundwerkstoffs beim Einsatz einer konventionellen Schmelze. Darüber hinaus war eine Verringerung der Schichtdicke unter wirtschaftlichem Aspekt sicher nicht unerwünscht. Die Zusammensetzung der neuen Schmelze betrug typischerweise: Pb < 0,1-0,3 %, Sn 1,2-0,9 %, und Bi 0,08-0,10 %.



Eine Zunahme der Schadenhäufigkeit führte 2005 zu einer Veröffentlichung der betroffenen Verbände, in der die Problematik der Rissbildung beim Feuerverzinken zusammen mit Hinweisen zur Vermeidung der Rissbildung dargestellt wurde /3/.

Abb. 3: Nur noch Schrott – Verzinkungsrisse an Rohren mit Fussplatten

Wenn Bauteile erkennbar schrottreif aus dem Verzinkungsbad gezogen werden (Abb. 3), ist der Ärger zwar gross, aber es besteht nicht die Gefahr, dass diese Bauteile zum Einsatz kommen.

Da offenbar in vielen Fällen – wie in Kaiserslautern – verdeckte Rissbildung zunächst unentdeckt blieb, muss davon ausgegan-