



Einfluss der Korrosion auf die Ermüdungsfestigkeit

Untersuchungen für Stahlwasserbaukonstruktionen

1 Aufgabenstellung und Ziel

Grundlage für die Auslegung und Dimensionierung von Stahlstrukturen im Stahlwasserbau ist neben der DIN 19704 die DIN EN 1993 (Eurocode 3). Der Teil 1 – 9 dieser Norm enthält Nachweisverfahren zur Prüfung der Ermüdungsfestigkeit von Bauteilen, Verbindungen und Anschlüssen, die unter Ermüdungsbeanspruchung stehen.

Der Anwendungsbereich der DIN EN 1993-1-9:2010 ist definiert: „Die in dieser Norm angegebenen Ermüdungsfestigkeiten gelten für Konstruktionen unter normalen atmosphärischen Bedingungen und ausreichendem Korrosionsschutz. Korrosionserscheinungen infolge Seewasser werden nicht behandelt; (...)“. Nicht weiter definiert ist dabei, was unter „ausreichendem Korrosionsschutz“ zu verstehen ist.

In den vorliegenden Bemessungsregeln ist ein negativer Einfluss von Korrosion auf die Ermüdungsfestigkeit nicht berücksichtigt.

Mit dem aktuellen Stand des Wissens ist es nicht möglich, den Korrosionseinfluss auf die Ermüdungsfestigkeit unter den Expositionen Süß- bzw. Meerwasser zuverlässig zu beurteilen. Projektziel ist es, durch Ermüdungsversuche an entsprechend vorkorrodierten Proben Erkenntnisse zu gewinnen, die eine Quantifizierung des Korrosionseinflusses für die untersuchten Konstruktionsdetails (Probenform) ermöglichen. Weiterhin sollen aus diesen ersten Versuchsreihen Erfahrungen für die Probenauslagerung und Versuchsdurchführung an weiteren stahlwasserbaurelevanten Konstruktionsdetails gewonnen werden.

2 Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Im Bereich der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) gibt es zahlreiche ermüdungsbeanspruchte Stahlwasserbaukonstruktionen (Schleusentore), die sich dauerhaft im Wasser bzw. im Wasserwechselbereich befinden.

Projekt-Nr.:

B3951.02.04.70005

Projektleiter:



Thomas Hesse
thomas.hesse@baw.de

Laufzeit:

04/2013 bis 07/2017

Die praktische Erfahrung zeigt, dass bei Stahlwasserbaukonstruktionen der Korrosionsschutz nicht über die gesamte Lebensdauer der Stahlkonstruktion in einem einwandfreien Zustand ist, sondern dass es insbesondere im Bereich von Ecken, Kanten, Anschlüssen und Schweißdetails zu Korrosionsschäden kommt. Diese Schäden können auf Grund der Lage der Bauteile häufig nicht zeitnah erkannt und repariert werden.

Daher ist es notwendig zu überprüfen, ob die Bemessungsregeln der DIN EN 1993-1-9:2010 für den Spezialbereich Stahlwasserbau in jedem Fall zutreffend und ausreichend sind, oder ob eine zusätzliche Berücksichtigung des Korrosionseinflusses notwendig ist.

3 Untersuchungsmethoden

Die Ermüdungsfestigkeit durch Korrosion geschädigter Probekörper wurde durch Schwingversuche verifiziert. Es fanden Versuche an ungeschweißten Grundmaterialproben aus Baustahl S355J2+N und an Proben mit geschweißter Stumpfnah aus dem gleichen Material statt.

Die entsprechenden Probekörper wurden aus Blechen (siehe Bild 1) gewonnen, die über einen Zeitraum von zwei Jahren unter für den Stahlwasserbau üblichen Umgebungsbedingungen (ungünstigster Fall: Wasserwechselbereich) gelagert waren. Diese Bleche wurden partiell ohne Korrosionsschutz ausgeführt, womit Schadstellen in realen Stahlwasserbaukonstruktionen simuliert werden.

Die Herstellung der Prüfbleche und die Auslagerung wurden durch die BAW geplant und durchgeführt. Die Meerwasserauslagerung erfolgte in der Ostsee (Kiel) und die Binnenauslagerung im Rhein (Karlsruhe).

Nachdem im Januar 2016 alle Prüfbleche geborgen waren, konnten die Probekörperfertigung und die Schwingversuche starten. Diese Leistungen wurden vom KIT Stahl und Leichtbau, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine in Karlsruhe ausgeführt.

Aus den ausgelagerten Prüfblechen und aus nicht korrodierten Referenzblechen wurden insgesamt 72 Probekörper hergestellt. Die Versuchsdurchführung und -auswertung (Ummenhofer et al., 2017) erfolgte analog zu den Versuchen, die der DIN EN 1993-1-9:2010 zu Grunde liegen, damit die Ergebnisse mit den Wöhlerlinien des entsprechenden Kerbfalls dieser Norm vergleichbar sind.

4 Ergebnisse

Für die Grundmaterialproben wurde eine korrosionsbedingte Reduktion der Ermüdungsfestigkeit von 24 % (Süßwasser) bzw. 28 % (Meerwasser) festgestellt. Für die Stumpfstöße wurde im Gegensatz dazu eine Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit infolge des Korrosionseinflusses festgestellt. Mögliche Gründe dafür liegen in der Entschärfung der Kerbe am Schweißnahtübergang durch den signifikanten Korrosionsabtrag sowie dem damit verbundenen Abbau der Schweißeigenzugspannungen im oberflächennahen Bereich.

Die durchgeführten Untersuchungen liefern erste Erkenntnisse, wie sich eine korrosive Belastung auf verschiedene, typische Konstruktionsdetails des Stahlwasserbaus auswirkt. Diese Erkenntnisse werden bei Erstellung des **BAW** Merkblattes „Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Verschlüsse im Stahlwasserbau (TbVS)“ berücksichtigt. Es werden entsprechende Anpassungen der Kerbfallklassen für korrosionsgeschädigte Konstruktionsdetails vorgesehen.

An dieses Projekt müssen sich weiterführende Untersuchungen anschließen, bei denen der Korrosionseinfluss auf weitere im Stahlwasserbau wesentliche Konstruktionsdetails und Kerbfälle untersucht wird.



Bild 1: Prüfblech Seeauslagerung nach einjähriger Auslagerung (Zwischeninspektion)

Literatur:

DIN EN 1993-1-9:2010: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1 – 9: Ermüdung. Beuth Verlag, Berlin.

Ummenhofer, T; Gkatzogiannis, S; Weidner, P (2017): KIT-Abschlussbericht zum Forschungsprojekt – Einfluss der Korrosion auf die Ermüdungsfestigkeit von Konstruktionen des Stahlwasserbaus. Karlsruher Institut für Technologie.