

Detektion und Tiefenbestimmung von verdeckten Rissen an T-Stößen am Beispiel der A1 Autobahnbrücke in Leverkusen

Jens KEIL¹, Björn SELBACH¹
¹ TÜV Austria Tecnotest GmbH, Leverkusen

Kontakt E-Mail: j.keil@tecnotest.de; b.selbach@tecnotest.de

Kurzfassung. Der Vortrag beschreibt eine ungewöhnliche Methode zur Detektion und Risstiefenbestimmung an T-Stößen an einer Autobahnbrücke. Bisher wurden Risse an T-Stößen mit Kehlnahtschweißungen im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung visuell oder mit Hilfe des Magnetpulverprüfverfahrens detektiert. Das Reparaturverfahren sah vor, dass diese Risse so lange ausgeschliffen und nachgeprüft werden, bis keine Anzeige mehr festgestellt werden konnte. Kritische Risse, die in die tragende Struktur des Kastenträger Stegbleches laufen, waren mit dieser Methode teilweise nicht feststellbar. Mit Hilfe eines modifizierten ToFD Verfahrens konnte die TÜV Austria Tecnotest, selbst bei dünnen Blechen, Risse in der tragenden Struktur feststellen und deren Tiefe bestimmen. Die Methode eignet sich insbesondere für die wiederkehrende Überwachung von Stahlbrücken.

Einleitung

Viele Stahlbrücken haben mittlerweile ihre rechnerische Lebensdauer erreicht oder überschritten. Für den temporären Weiterbetrieb ist es deshalb wichtig den Zustand der Brücken zu ermitteln, um den Schadensfortschritt beurteilen zu können und die Sicherheit der Konstruktion gewährleisten zu können. Dabei wurden immer schon zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt. Hierbei handelte es sich in der Regel um genormte Standardverfahren.

Eine Brückenkonstruktion besteht überwiegend aus Kehlnähten mit T-Stößen. Die Abbildung 1 zeigt den Brückenhohlkasten des BAB Anschlusses an die A1 Brücke auf der Leverkusener Seite.



Abb. 1: Hohlkasten mit Kragarmen und Kehlnaht am T-Stoß.

Risse gehen in der Regel von Ungängen in Schweißverbindungen aus. Abbildung 2 zeigt eine typische Situation welche Art Rissverläufe entstehen können:

1. Der Riss läuft nur in die Kehlnaht, der Hohlkasten ist nicht betroffen
2. Der Riss läuft von der Kehlnaht weiter in das Stegblech des Hohlkastens
3. Der Riss verläuft unterhalb der Kehlnaht in das Stegblech des Hohlkastens

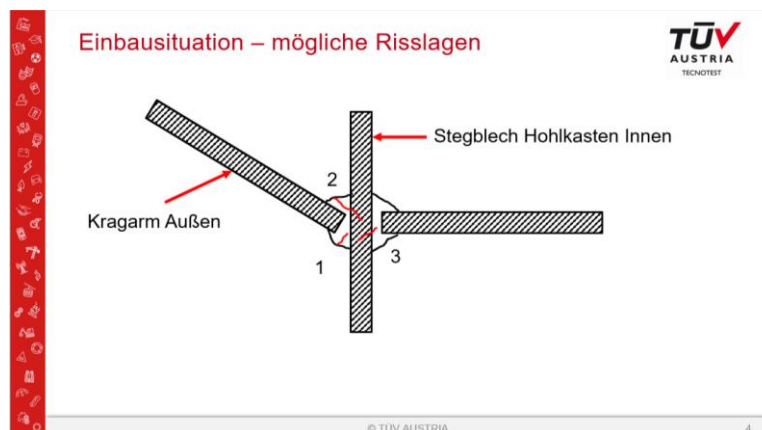


Abb. 2: Mögliche Rissverläufe



Abb. 3: Prüfstelle im Hohlkasten

Die Abbildung 3 zeigt eine typische Prüfstelle im inneren Bereich des Hohlkastens. Die Gleiche Einbausituation besteht Außen an den Anschlüssen der Kragarme.

Bisheriges Prüfkonzept

Bisher wurden Risse an T-Stößen mit Kehlnahtschweißungen im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung visuell oder mit Hilfe des Magnetpulverprüfverfahrens detektiert. Das Reparaturverfahren sah vor, dass diese Risse so lange ausgeschliffen und nachgeprüft werden, bis keine Anzeige mehr festgestellt werden konnte. Kritische Risse, die in die tragende Struktur des Kastenträger Stegbleches laufen, waren mit dieser Methode teilweise nicht feststellbar. Die Prüfung wird in der Regel auch vom Schweißpersonal, welches die Reparaturarbeiten macht, durchgeführt.

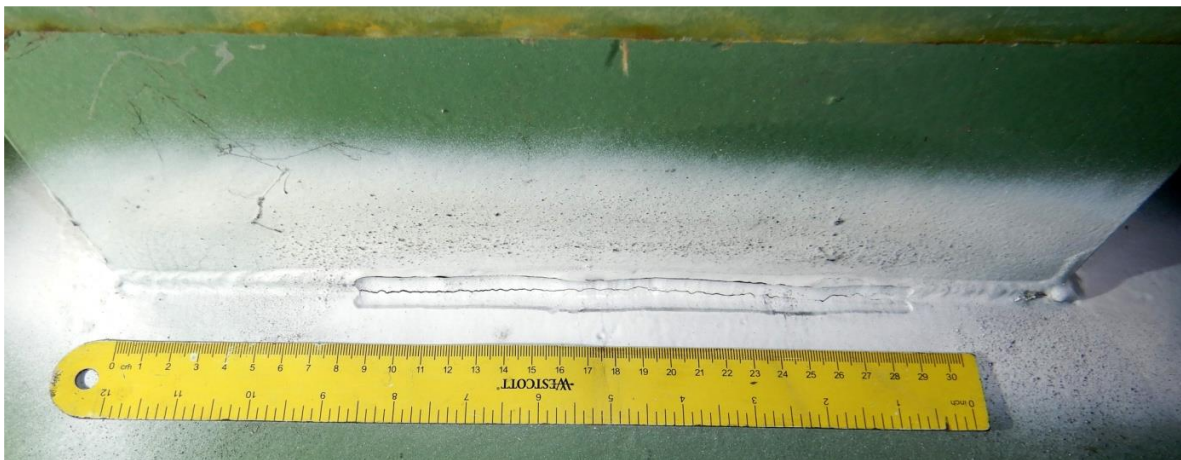


Abb. 4: Feld 8 Kragarm 1, nach dem Ausschleifen und MT Prüfung

Verfahrensgrundlagen ToFD Prüfung

Das TOFD-Verfahren (Time of Flight Diffraction) ist ein Ultraschall-Prüfverfahren, welches vor allem bei der Prüfung von Schweißnähten eingesetzt wird. Während üblicherweise Fehlstellen im Material durch die Analyse von reflektierten Signalen aufgespürt werden, nutzt TOFD vor allem die Beugungssignale, die von Ungänzen herrühren (s. Abb. 5). TOFD ist eine der wenigen Prüftechniken, die in der Lage ist, einen Fehler oder eine Ungänze relativ genau mit Länge, Tiefe und Höhe zu beschreiben. Alle anderen Ultraschallprüfverfahren beschreiben eine Ungänze aufgrund des Reflexionsverhaltens und nicht aufgrund der realen Ausdehnung.

Im Zuge der rasanten Entwicklung der Elektronik und Signal- und Datenverarbeitung haben sich die Detektionsmöglichkeiten bis Heute enorm entwickelt.

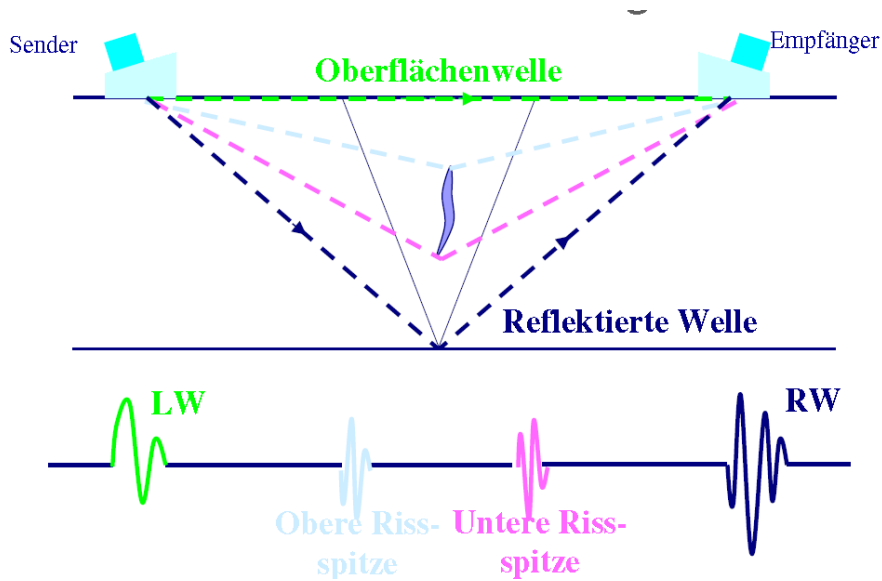


Abb. 5: ToFD Grundlage

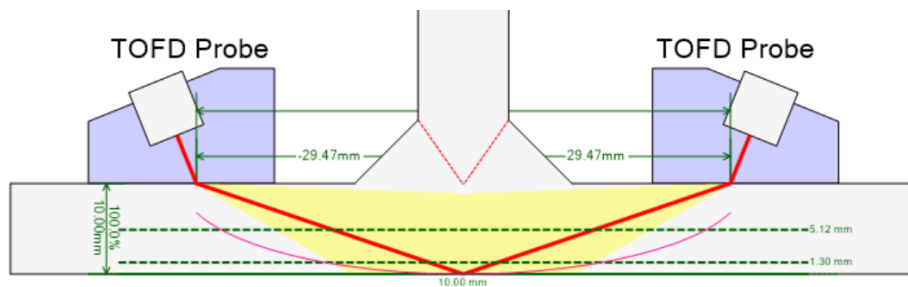


Abb. 6: ToFD Simulation

ToFD - Prüfkonzzept

Für die Validierung des Verfahrens wurde ein Vergleichskörper mit unterschiedlich tiefen Nuten (0,6 mm, 0,8mm und 1,0mm) genutzt.

Der Kalibrierscan zeigt deutlich, dass oberflächennahe Fehler, sehr gut im ToFD Bereich nach der Rückwand zu erkennen waren. Eine Auswertung der genauen Tiefe war aufgrund der Wellenumwandlung und der Interferenzen nicht möglich. Das wiederum gelang bei der Prüfung von der Gegenseite:

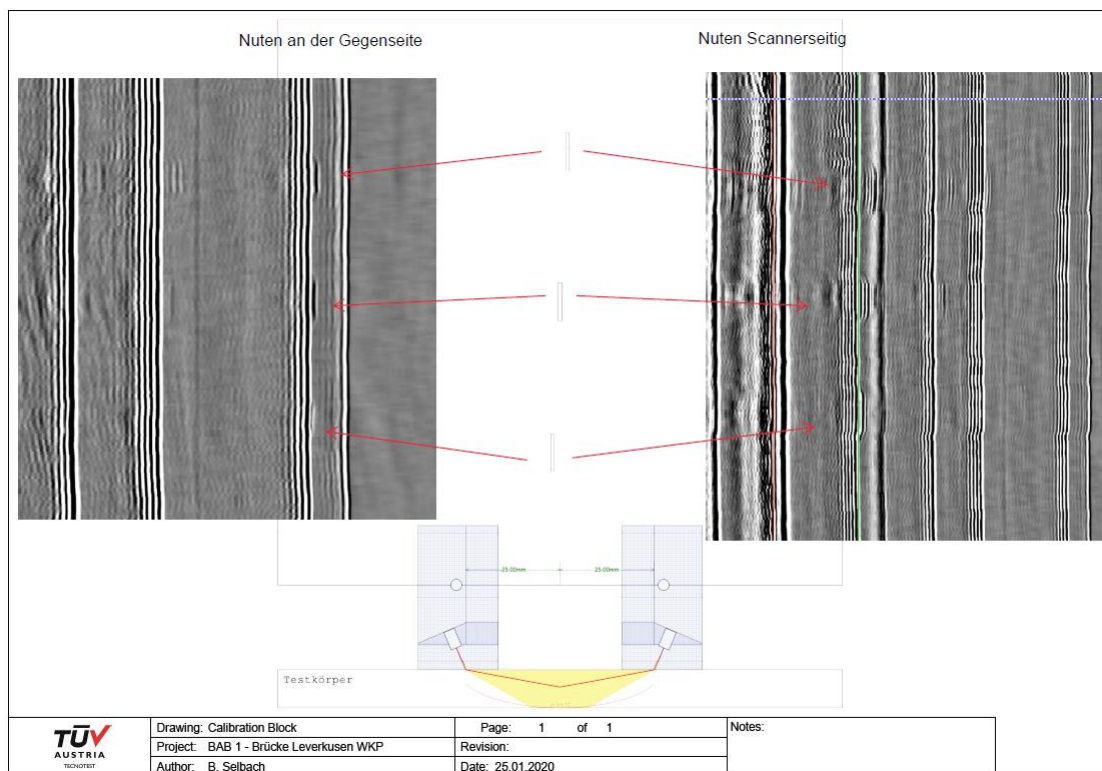


Abb. 7: ToFD Signale am Vergleichskörper

Prüfdurchführung und Ergebnisse

Die Prüfungen wurden im Zeitraum von einer Woche durchgeführt. Verdachtsstellen wurden kenntlich gemacht und im Rahmen der nachgelagerten Reparatur mittels MT Prüfverfahren und einer weiteren ToFD erneut geprüft.

Für die Prüfdurchführung wurde ein modifizierter Standardmanipulator (Abb. 8) genutzt.



Abb. 8: Prüfvorrichtung

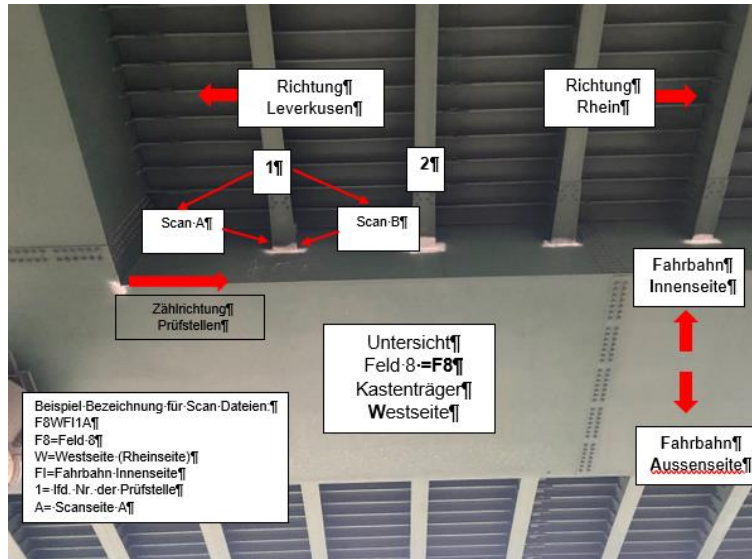


Abb. 9: Prüffeld Kastenträger

Die Versuche wurden in einem Prüffeld von der Außenseite der Fahrbahnunterseite durchgeführt.

Die Scans zeigen den Anfang der Kehlnaht deutlich an. Die Lateralwelle war gut sichtbar. Aber es gab auch einige geometrische Anzeigen, wie z.B. Unterschleifungen und Formanzeigen.

Abb. 10 zeigten einen typischen Scan einer Prüfstelle vor- und nach der Reparatur

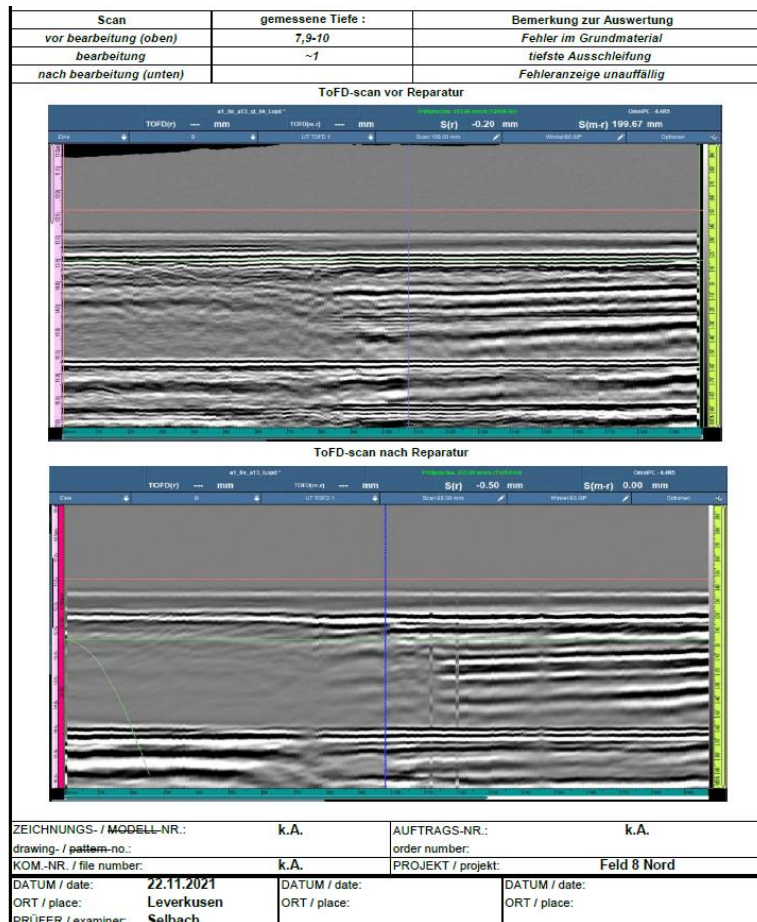


Abb. 10: Ausschnitt Darstellung der Prüfdaten

Zusammenfassung und Ausblick

Im Feldversuch wurden insgesamt 62 Stellen geprüft und an 36 Stellen Anzeigen festgestellt. Im Bereich Nord wurden 22 Stellen geprüft und dabei 12 Anzeigen festgestellt, (davon eine Dopplung). Anschließend wurden Reparaturen im Bereich Nord durchgeführt und 8 Stellen mittels ToFD Verfahren nachgeprüft und für in Ordnung befunden.

Leider gibt es nicht von allen reparierten Stellen eine Fotodokumentation.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass sich das Verfahren sehr gut für die Detektion von verdeckten Rissen einsetzen lässt. Die Auswertung verlangt viel Erfahrung vom Prüfpersonal. Diese Erfahrung konnte im Rahmen des Projektes durch die Beteiligung des Prüfunternehmens bei der visuellen Prüfung während der Reparatur gesammelt werden. Ein Ziel ist es in einem weiteren Pilotprojekt einen praxisbezogenen Fehlerkatalog zu entwickeln.

Referenzen

- [1] Abb. 1: Hohlkasten mit Kragarmen und Kehlnaht am T-Stoß. [Foto TÜV Austria Tecnotest]
- [2] Abb. 2: Mögliche Rissverläufe [Skizze TÜV Austria Tecnotest]
- [3] Abb. 3: Prüfstelle im Hohlkasten [Foto TÜV Austria Tecnotest]
- [4] Abb. 4: Feld 8 Kragarm 1, nach dem Ausschleifen und MT Prüfung [Foto Metallbau Metzger]
- [5] Abb. 5: ToFD Grundlage [Skizze Olympus]
- [6] Abb. 6: ToFD Simulation [TÜV Austria Tecnotest]
- [7] Abb. 7: ToFD Signale am Vergleichskörper [TÜV Austria Tecnotest]
- [8] Abb. 8: Prüfvorrichtung [TÜV Austria Tecnotest]
- [9] Abb. 9: Prüffeld Kastenträger [Foto TÜV Austria Tecnotest]
- [10] Abb. 10: Ausschnitt Darstellung der Prüfdaten [TÜV Austria Tecnotest]

Dipl.-Ing. Jens Keil (IWE), geb. 1965,
Studium Maschinenbau-Konstruktionstechnik / IWE Schweißfachingenieur
EN ISO 9712 Stufe 3 MT, PT, RT, UT sowie Stufe 2 UT-ToFD und UT 2 Phased Array
Six Sigma Black Belt

Derzeitige Position:

Geschäftsführer und technischer Leiter der TÜV Austria Tecnotest GmbH

Veröffentlichungen und Vorträge:

- 2017 DGZfP Jahrestagung 2017 Koblenz „Remote Field Wirbelstromprüfung an Kesselwänden“
- 2016 DVS 16. Sondertagung Schweißen im Schiff- und Ingenieurbau., Vortrag „Zerstörungsfreie Prüfung an Offshore Windenergieanlagen“
- 2016 Co Autor Vortrag WCNDT „Maximized Reliability of Testing Results of Mixed Materials Weld, Through the Combination of Eddy Current Testing with Phased Array Ultrasonic Testing in the Confined Environment of Power Station Header Nipples“
- 2013 Zeitschrift „Sicher ist sicher“: „Effektives Aufspüren von Korrosion“ (Artikel)
- 2013 Ingenieurwerkstoffe 03-2013 „Detektion von Korrosion mittels Ultraschalles“ (Artikel)
- 2013 DGZfP Jahrestagung Dresden „Feststellung und Analyse von Korrosionsschäden mittels phasengesteuerter Ultraschallprüfung (Phased-Array) an Chemieanlagen am Beispiel eines Rührwerksbehälters.“ (Vortrag)

2007 11th IIW WG SHIPBUILDING MEETING „The Use of Laser Technology in Steel Shipbuilding“
(Vortrag)

2007 Zeitschrift „Schiff und Hafen“: „Laserschweißen im Schiffbau“ Artikel)

2007 DVS 8. Sondertagung Schweißen im Schiff- und Ingenieurbau:
„Laserschneiden im Schiffbau“ (Vortrag)

2005 Aachener Laserseminare: „Erfahrungen bei der Fertigung großvolumiger Paneele im Schiffbau“
(Vortrag)

Björn Selbach geb. 1979

Werkstoffprüfer IHK,

EN ISO 9712 Stufe 3 MT, VT, RT, UT sowie Stufe 2 UT-ToFD und UT Phased Array, RT- Digital

Derzeitige Position:

Leiter ZfP und Projekte TÜV Austria Tecnotest GmbH