

**Ausgabe 2021/6**

## **Ermüdungsfestigkeit der Radlasteinleitung über unterbrochene Schienenschweißnähte | AiF Nr.: 20477 N**

### **Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF Nr.: 20477 N**

Kranbahnen werden in vielen modernen Fertigungs- und Werkstatthallen eingebaut. Zur Führung des Krans werden üblicherweise Schienen auf den Obergurt eines HEA oder HEB Durchlaufträgers geschweißt. Zeit-, Energie- und Material sparer ist hierbei die Befestigung mittels unterbrochenen Schienenschweißnähten.

Diese Schweißnähte müssen aufgrund der häufig wiederkehrenden Belastung auf Ermüdung nachgewiesen werden. In dem Eurocode DIN EN 1993-1-9 ist dieses Detail bis jetzt jedoch nur unzureichend abgedeckt, sodass häufig die durchgehenden Schienenschweißnähte ausgeführt werden oder auf den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ganz verzichtet wird. Das Forschungsvorhaben konzentrierte sich auf drei Kernfragen:

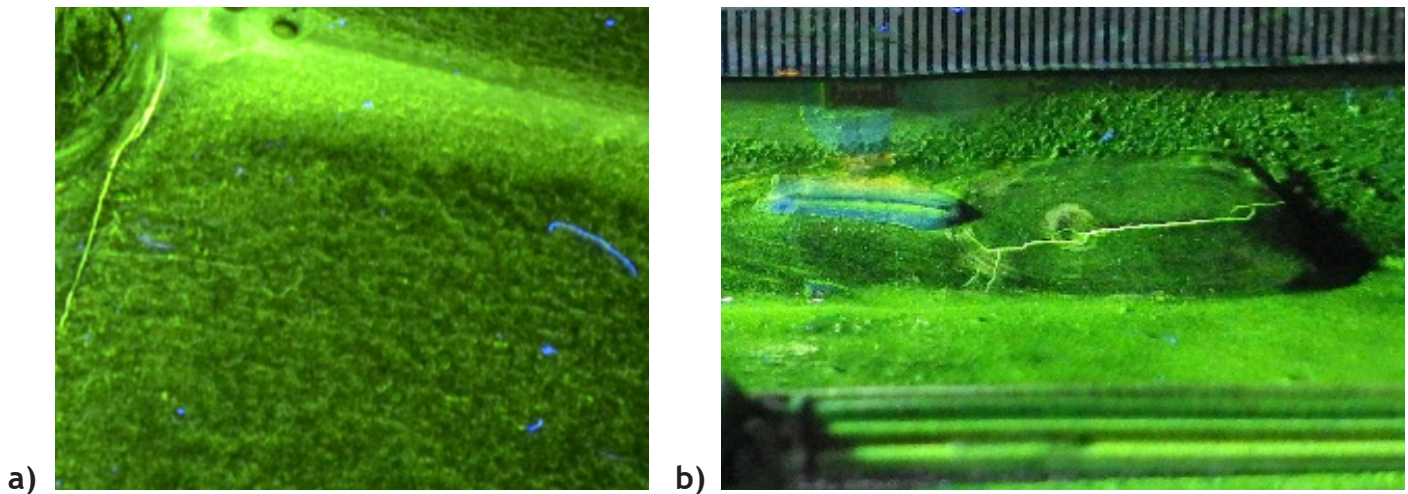
a) Zunächst war es unklar, welcher Kontakt zwischen Schiene und Flansch vorhanden ist, um eine mögliche Entlastung der Nähte zu berücksichtigen. Ein technischer, jedoch nicht vollständiger Kontakt konnte ermittelt werden und eine entsprechende Fertigungsempfehlung zur Sicherstellung dieses Kontaktes wurde formuliert.

b) Des Weiteren waren die Kerbfallzuordnungen für die auftretenden Spannungen ( $\sigma_{\perp}$ ,  $\sigma_{\parallel}$ ,  $\tau_{\parallel}$ ) unklar. Hierfür wurden Ermüdungsversuche an 18 baugleichen Trägern durchgeführt, bei denen die Schiene mittels unterbrochenen Schienenschweißnähten befestigt war. Bei sechs Trägern wurde ein Vierpunktbiegeversuch durchgeführt, bei dem reine Längsspannungen im Zugbereich des Trägers ohne Einfluss einer Lasteinleitung auftraten. Weitere sechs Trägern wurden in einem Dreipunktbiegeversuch mit einer direkten stationären Radlast belastet, sodass alle Spannungen ( $\sigma_{\perp}$ ,  $\sigma_{\parallel}$ ,  $\tau_{\parallel}$ ) vorlagen, (ein beispielhaftes Rissbild ist in Bild 1a zu sehen). Zudem gab es noch eine Serie, in der die Träger mit einer überrollenden Last belastet wurden, was wegen der mehraxialen phasenversetzten Beanspruchung besonders ungünstig ist (ein entsprechendes Rissbild ist in Bild 1b zu sehen).

Auch theoretisch wurden die Versuche mittels der Finite Elemente Methode nachgerechnet. Die Ergebnisse der erstellten Modelle haben mit den Versuchsergebnissen gut übereingestimmt. Dies ermöglichte zusätzlich eine Untersuchung hinsichtlich verschiedener Parameter der Schweißnähte und der Schiene, die durch die Versuche nicht abgedeckt werden konnten.

Aus den Ergebnissen der beiden Forschungseinrichtungen konnte eine verbesserte Kerbfallzuordnung für  $\Delta\sigma_{\parallel}$  und eine ingenieurmäßige Formel für  $\Delta\sigma_{\perp}$  entwickelt werden, die eine einfache Berechnung der Querdrucknennspannung in Abhängigkeit der Schweißnahtdicke und den Schienenparametern ermöglicht. c) Zuletzt war zudem die Frage zu klären, in wieweit sich diese Spannungen  $\sigma_{\perp}, \sigma_{\parallel}$  und  $\tau_{\parallel}$  überlagern und ein Zusammenwirken berücksichtigt werden muss. Durch die unterschiedliche Ausführung der Versuche der beiden Forschungseinrichtungen war es möglich, die Spannungsanteile einzeln zu untersuchen und jeweils einen Kerbfall zu ermitteln.

Dabei konnte festgestellt werden, dass es keine maßgebende Überlagerung der Spannungen gibt und damit auch keine Interaktion berücksichtigt werden muss. Zusätzlich zu der Fertigungsempfehlung war es also möglich, sowohl für die Längsspannungen als auch für die Radlasteinleitung einen Kerbfall zu definieren und eine Interaktion der beiden Fälle auszuschließen. Dies ermöglicht überhaupt erst eine rechnerische Ermüdungsbeurteilung von unterbrochenen Schienenschweißnähten mit Radlasteinleitung und verbessert auch u.a. durch die Höherstufung des Kerbfalls die wirtschaftliche Situation.



**Bild 1: Ermüdungsriss aufgrund von a) Längsspannungen b) Radlasteinleitung**

Das IGF -Vorhaben 20477 N der Forschungsvereinigung Deutscher Ausschuss für Stahlbau e.V. (DAST) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IFG), aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Für diese Unterstützung bedanken wir uns herzlich.

Weiterhin möchten wir uns bei dem projektbegleitenden Ausschuss für die inhaltliche Begleitung und bei den Firmen „Stahl CraneSystems GmbH“, „GOLDBECK GmbH“, „Stahlbau Nägele GmbH“ und „Freyler Metallbau GmbH“ für die Unterstützung durch Materialien bedanken. Weiterhin gilt unser Dank den Mitarbeitern der MPA (4 und 32) der Universität, die einen reibungslosen Verlauf der Versuche ermöglicht haben.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages