

Ausgabe 2024/03

Ermüdung von Gurtdickensprüngen geschweißter Träger mit Stegausschnitt (FATTGirder) | AiF Nr.: 21739 N

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF Nr.: 21739 N

Gurtdickensprünge stellen ein wesentliches und häufig verwendetes Konstruktionsdetail für Tragwerke dar, um die Querschnitte von Kranbahn- oder Brückenträgern effektiv an veränderliche Biegemomentenverläufe anzupassen. Dabei werden bei weitgespannten Trägern oftmals Gurtdickensprünge in Verbindung mit einem Montagestoß mit zusätzlichem Stegausschnitt im Bereich der Gurtstumpfnähte ausgeführt. Obwohl die Kombination von Gurtdickensprung mit Stegausschnitt ein effizientes sowie in der Ingenieurpraxis beliebtes Konstruktionsdetail darstellt, wird weder dessen Betriebsfestigkeit in Eurocode 3 erfasst noch liegen Erkenntnisse zum Ermüdungsverhalten in der Literatur vor. Da im Bereich von Gurtdickensprüngen mit Stegausschnitt die Spannungs- und Dehnungszustände nicht ausschließlich aus dem globalen Tragverhalten resultieren, sondern die Veränderung der Steifigkeitsverhältnisse innerhalb des Trägerquerschnitts zusätzliche lokale Spannungs- und Dehnungszustände verursachen, kann das Trag- und Ermüdungsverhalten mit der klassischen Stabtheorie nicht zutreffend erfasst werden. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhaben wurde daher mit Hilfe von experimentellen Untersuchun-

gen und kombiniert analytisch-numerischen Simulationen die Betriebsfestigkeit von Dickenübergängen mit dicken Blechen und Gurtdickensprüngen mit Stegausschnitt analysiert. Zur Erfassung des Trag- und Ermüdungsverhaltens wurden sowohl Kerbdetailversuche an Dickenübergängen in Blechen als auch großskalige Betriebsfestigkeitsversuche an Trägern mit Gurtdickensprüngen und Stegausschnitt durchgeführt. Die Bauteilversuche erlaubten die Identifizierung der geometrie- und beanspruchungsabhängigen maßgebenden Versagensstellen des Konstruktionsdetail, d.h. Stegblech am Stegausschnitt, Flanschblech am Stegausschnitt und querlaufende Stumpfnäht in den Gurtblechen. Weiterhin konnte eine grundlegende Bewertung des Trag- und Ermüdungsverhalten unter Berücksichtigung aller impliziten Einflussfaktoren, insbesondere der Schweißnahtgeometrie und der struktur- und bruchmechanischen Werkstoffeigenschaften, erfolgen sowie die Ergebnisse zur Validierung des phänomenologischen Zwei-Phasen-Modells zur Prognose der Lebensdauer herangezogen werden. Mithilfe des Zwei-Phasen-Modells war es möglich, zwischen den Phasen der Rissinitiierung und des Rissfortschritts zu unterscheiden und damit das Er-

müdungsverhalten detaillierter zu bewerten. Die Erfassung und Validierung der Anriss- und Rissfortschrittsphase war experimentell aufgrund des umfangreichen Messkonzeptes bestehend aus Dehnungsmessstreifen, digitaler Bildkorrelation und Dehnungsmessung mittels faseroptischer Sensoren möglich. Die Anrisslebensdauer konnte zuverlässig mithilfe des Kerbdehnungskonzeptes prognostiziert werden und wies eine hohe Sensitivität auf. Die Untersuchungen zeigten, dass die lokale Kerbwirkung aufgrund der Nahtgeometrie und der Bauteileffekt die maßgebende Einflussparameter für die Lebensdauerprognose waren. Die Ergebnisse der Rissfortschrittsphase wurden maßgeblich durch bruchmechanischen Werkstoffparameter der Paris-Gleichung beeinflusst. Die methodische Umsetzung mittels der erweiterten Finite-Elemente-

Methode, X-FEM, zur numerischen Berechnung des Rissfortschritts bei unbekanntem Risspfaden unter Berücksichtigung der Steifigkeitsverhältnisse zeigte eine gute Übereinstimmung zu den experimentell ermittelten Rissflächen. Eine Variation der oben genannten Einflussgrößen im Zwei-Phasen-Modell kann die Streubreite der großmaßstäblichen Betriebsfestigkeitsversuche reproduzieren. Mithilfe des Zwei-Phasen-Modells kann somit das Ermüdungsverhalten von Gurt dickensprüngen mit Stegausschnitt unter Berücksichtigung des Einflusses der Schweißnahtgeometrie sowie der Querschnittsgeometrie realitätsnah prognostiziert und die wissenschaftlichen Grundlagen für dieses von der Ingenieurpraxis häufig angewendete Konstruktionsdetails bereitgestellt werden.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages