

Ausgabe 2026/10

Entwicklung eines Monitoringsystems auf Basis akustischer Emissionen zur Mikro-Rissprognose in ermüdungsbeanspruchten Stahlbauten

IGF-Nr.: 23120 N

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben IGF-Nr.: 23120 N

Eine Vielzahl der Brücken im deutschen Fernverkehrsstraßennetz weisen Schäden auf und sind sanierungsbedürftig oder müssen ersetzt werden. Es mangelt jedoch an einfachen, innovativen und wirtschaftlichen Monitoringsystemen, mit denen zunächst an bestehenden und reparaturbedürftigen Bauwerken die notwendige Datenbasis zur Beurteilung eingetretener Schäden und Tragfähigkeits- bzw. Ermüdungswiderstandsverluste erfasst werden kann. Ziel des Projektes AKUSTAHL war die Entwicklung eines solchen Monitoringsystems auf Basis der Schallemissionsanalyse (Acoustic Emission (AE)). Entstehen in einem Bauteil Risse aufgrund äußerer Belastungen, wird Energie in Form hochfrequenter Wellen freigesetzt. Diese können mit Hilfe piezoelektrischer Sensoren detektiert werden. Dies ermöglicht das Erfassen von Rissbildung und -fortschritt innerhalb der Brückenbauwerke. Es werden jedoch auch von verschiedensten anderen Quellen Schallemissionen emittiert. Um Risswachstum gezielt detektieren zu können, müssen daher die Signale durch Risse eindeutig von den anderen Störquellen unterschieden werden. Um dies zu erreichen, wurden im Laufe des Pro-

jektes verschiedene Versuche durchgeführt. In quasistatischen Kalibrierungsversuchen wurden Risse in Flachzug- und CT-Proben erzeugt, deren Wachstum mit Hilfe eines Mikroskops aufgenommen wurde. Die gesamten Messungen wurden mit AE-Messungen begleitet. Die Ergebnisse zeigten, dass vor allem zu Beginn der Versuche vor Auftritt der ersten Risse schon eine Vielzahl von AE-Signalen in der Probe aufgetreten sind. Im späteren Verlauf der Versuche, bei deutlich erkennbarem Risswachstum, traten hingegen kaum messbare Signale auf. Daraus lässt sich ableiten, dass die Technologie eher geeignet scheint Schädigungsprozesse im Material, die als Vorboten für Rissentstehung gesehen werden können, zu detektieren. In der zweiten Testphase wurden Ermüdungsversuche mit hoher Zykluszahl an Flachzugproben durchgeführt. Trotz vergleichbarer Versuchsbedingungen lieferten die Versuche sehr unterschiedliche Ergebnisse. Während bei einigen die AE-Signale mit der bestimmten Bildung des Risses in der Probe korrelierten, traten bei anderen Versuchen schon zu Beginn viele Signale auf, die nicht auf die Rissbildung zurückgeführt werden können. Bei dem mit-

tels DMS bestimmten Zeitpunkt der Rissbildung traten hier kaum Signale auf. Dies führte dazu, dass aus den Ermüdungsversuchen keine klaren Schlüsse gezogen werden können. Zusätzlich zu den geplanten Versuchen wurden Versuche an angerissenen Proben mit unterschiedlichen Laststufen durchgeführt. Obwohl dabei Rissfortschritt im Zentimeterbereich aufgetreten ist, konnten kaum AE-Signale gemessen werden. Es scheint also selbst unter Laborbedingungen nicht möglich zu sein Rissfortschritt mit AE-Signalen zuverlässig zu detektieren. Dies zeigt, dass ein Einsatz der Technologie an Brückenbauwerken, die sich im Betrieb befinden mit großen Herausforderungen verbunden ist. Ein Monitoringsystem konnte in dem Projekt daher nicht entwickelt werden. Die Kalibrierungsversuche

zeigen jedoch, dass die Technologie durchaus das Potential besitzt Schädigungsmechanismen in Stahl, die vor der eigentlichen Rissbildung auftreten, zu detektieren. Dazu gehört die Bildung von Versetzungen und Gleitbändern sowie die Entstehung von Intrusionen und Extrusionen. Damit liefert die Technologie die Grundlage für ein sehr frühes Detektieren von potenziellen Schäden im Material. Dazu sind jedoch Methoden notwendig, um zwischen Schädigungsmechanismen im AE-Signal unterscheiden und letztlich abschätzen zu können, ab welchem Zeitpunkt das Material nicht mehr tragfähig ist und Handlungsbedarf besteht. Da der Fokus des Projektes auf der Detektion von Mikrorissen lag, wurde dies im Projekt nicht berücksichtigt.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages