

Entwicklung und Erprobung von Ermüdungsversuchen an vorgespannten Fertigteil-Trockenfugen

- Ronny Schindler -

Im Bauwesen erfolgt die Beurteilung eines Brückentragwerkes hauptsächlich über den Hintergrund der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Dabei stehen ökonomische Gesichtspunkte wie das Reduzieren der Baumaterialien und Arbeitszeit im Vordergrund. Um dies umzusetzen, stehen Entwicklungen neuer Bauverfahren und verfeinerten Berechnungsmethoden hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit im Mittelpunkt.

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass sich der Zustand vieler Brückenbauwerke zunehmend verschlechtert hat. Daher erfordert dieser Bereich dringende Maßnahmen bezüglich der Wartung und Instandhaltung. Die Verkehrsinfrastruktur sollte dabei durch lange Bau- und Sperrzeiten nicht eingeschränkt werden. Aus diesem Grund gewinnt die modulare Brückenbauweise immer mehr an Wertschätzung. Diese Bauweise bietet vor allem durch industrielle und damit witterungsunabhängige Fertigung wesentliche Vorteile. Der Unterschied zu einer monolithischen Konstruktion besteht dabei darin, dass vorgefertigte Bauteile und Segmente aneinandergereiht und mit Hilfe von Spanngliedern zusammengehalten werden. Weitere Bauzeiten lassen sich somit reduzieren, weil auf einen Fugenverguss komplett verzichtet werden kann. Die Brückenbauwerke werden somit mit vorgespannten Trockenfugen ausgeführt.

In den Untersuchungen werden ausschließlich Trockenfugen behandelt, um Kosten und Material gering zu halten. Außerdem besitzt diese Fugenausführung für Forschungszwecke und allgemein in der Baupraxis noch weitere Vorteile. Unter anderem sind diese umwelttechnischen Aspekte wie Vermeidungen von Füllmaterialien, was gleichzeitig für Zeiterparnisse sorgt. Zudem weisen diese Fugen ein duktiler Bauteilversagen auf, wodurch es realisierbar ist Brückensysteme vor schwerwiegenden Schäden zu bewahren.

Die Anwendung dieser Trockenfugen zeigt allerdings auch Nachteile auf. Sie erfordert eine hohe Passgenauigkeit, um die Kraftübertragung zwischen den Fertigteilen zu gewährleisten. Ebenso ist noch nicht ausreichend geklärt, wie sich zyklische Belastungen auf Brücken mit dieser Fugenausführung auswirken. Allerdings ist dieses Wissen für die Konstruktion und Bemessung der Brückenbauwerke von grundlegender Bedeutung. Im Rahmen dieser Arbeit wurden daher die Auswirkungen von zyklischen Beanspruchungen in vorgespannten Trockenfugen mithilfe eines bereits entwickelten Versuchsstandes untersucht.

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist es daher, zum einen die theoretischen Grundlagen der zyklischen Belastung von Trockenfugen zu verdeutlichen. Zum anderen sollen ermüdungsinduzierte Veränderungen mithilfe des Versuchsstandes erprobt werden, dabei steht die Funktionsfähigkeit und Eignung für das spezifische Problem im Mittelpunkt. Anschließend werden die Ergebnisse ausgewertet und Optimierungsvorschläge für den weiteren Projektfortschritt erörtert.

Aus der genannten Zielstellung her gliedert sich die Arbeit wie folgt. Zu Beginn werden die wesentlichen Grundlagen zur modularen Brückenbauweise genannt, dabei wird die Längsträgerfertigteilbauweise und die Segmentbauweise separat betrachtet. Im Anschluss wird speziell auf die Fugenausbildung eingegangen, kraftschlüssige und nicht kraftschlüssige Fugen werden aufgelistet und ein Vergleich der verschiedenen Fugenarten wird dargestellt. Aufbauend auf den Grundlagen wird danach der derzeitige Kenntnisstand zur Technik und bisherige Forschungen vorgestellt.

Dabei steht die Beurteilung der mechanischen Kraftübertragung in vorgespannten Fugen im Vordergrund. Ebenso wird die Oberflächenrauheit kurz allgemein erklärt und Methoden zur Messung und Digitalisierung der Rauheit werden erklärt. Anschließend wird das Werkstoffverhalten von Beton betrachtet, dabei spielt das Verformungsverhalten und die Druckbeanspruchung eine wesentliche Rolle für die eigenen Untersuchungen. Aufbauend auf diesem Wissen wird das Ermüdungsverhalten von Beton aufgezeigt, dabei werden die Grundlagen zur Ermüdung sowie das Druckschwellverhalten von Beton kurz beschrieben. Im Weiteren wird die Wöhlerlinie und der Einfluss der Belastungsfrequenz zugrunde gelegt und die Schädigungsphasen von Beton werden dargestellt.

Abschließend wird die durchgeführte experimentelle Untersuchung vorgestellt. Im Mittelpunkt steht dabei die Funktionsfähigkeit des entwickelten Versuchsstandes. Aus diesem Grund werden die Materialien und Probekörper sowie die Messtechnik genauer betrachtet. Darauf folgend werden die Ergebnisse der durchgeführten Versuche ausgewertet und Problemstellungen genannt.

Am Ende der Arbeit wird das Ergebnis der eigenen experimentellen Untersuchungen zusammengefasst und Optimierungen sowie Hinweise für den weiteren Projektfortschritt vorgeschlagen.