

Ausgabe 2021/1

Zyklische Bemessung von Zugstäben mit Endgewinden unter Berücksichtigung des Größeneinflusses und des Herstellungsverfahrens AiF Nr.: 19800 N

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben AiF Nr.: 19800N

Der Ermüdungsnachweis eines Zugstabs mit Endgewinden aus Baustahl muss nach aktueller Normung der DIN EN 1993-1-9 mit dem Kerbfall 50 geführt werden. Dabei ist die Herstellungsweise des Gewindes - geschnitten oder gerollt - nicht im Nachweisformat abgedeckt. Gerade für die baupraktisch relevanten größeren Durchmesser ist zudem der im Kerbfall 50 enthaltene Größeneffekt nicht statistisch abgedeckt.

Im Vorhaben „Zyklische Bemessung von Zugstäben mit Endgewinden“ sind umfangreiche Untersuchungen an Zugstäben verschiedener Herstellungsarten durchgeführt worden. Dabei wurden die Durchmesser M16, M48, M68 und M100 untersucht. Die Ergebnisse der ca. 240 Ermüdungsversuche zeigen erhöhte Ermüdungsfestigkeiten für gerollte Zugstäbe. Für Zugstäbe mit geschnittenen Gewinden konnte der Kerbfall 50 mit Größeneffekt für alle untersuchten - auch die großen Durchmesser - bestätigt werden. Auf Basis der Untersuchungen ergibt sich für gerollte und blanke Zugstäbe eine Einordnung in den Kerbfall 80, für gerollte und anschließend feuerverzinkte Zugstäbe mit Endgewinden der Kerbfall 71 jeweils unter Berücksichtigung des Größeneffekts.

Der Vorschlag für die Anwendung des Kerbfalls

80 für gerollte Gewinde beruht zum Teil auf Versuchen, die im Anschlussbereich versagten. Um die erhöhte Ermüdungsfestigkeit gerollter Zugstäbe in der Praxis nutzen zu können, müssen Anschlüsse entwickelt werden, die nicht vorzeitig versagen. Und mit diesen verstärkten Anschlüssen sind die Gewindestangen erneut zu testen, um so das Potential tatsächlich zu erschließen. Dabei ist auch zu klären, wie die Feuerverzinkung auf Stäbe mit gerollten Gewinden wirkt und ob ggf. ein Gewinde mit umgedrehter Herstellungsreihenfolge (erst Verzinkung, dann Aufbringen des Gewindes) Vorteile hat.

Durch Mikroschliffe wurden die Gewindegeometrien kontrolliert. Dabei ergeben sich Abweichungen beim Nachschneiden verzinkter Gewinde, sowie bei einer Versuchsreihe eine deutliche Unterschreitung des Normradius in der Gewindewurzel.

Am S460N Rohmaterial der Zugstäbe sind umfangreiche Untersuchungen zu dem zyklischen Materialverhalten durchgeführt worden. Auf Basis von dehnungsgeregelten Versuchen wurden die Zyklischen-Spannungs-Dehnungskurven, die Dehnungswöhlerlinien und Schädigungsparameterwöhlerlinien für die Rohmaterialien der unterschiedlichen Hersteller und Durchmesser bestimmt.

An einem mittels DIC-Messung validierten axialsymmetrischen Modell der Zugstabverbindung sind die Bruchlebensdauern mit dem Kerbdehnungskonzept und dem Paris-Gesetz berechnet worden. Mit einer umfangreichen numerischen Parameterstudie konnten die wichtigsten Herstellungs- und Montageteranzen von Zugstäben mit Endgewinden identifiziert werden. Besonders eine Unterschreitung des Ausrundungsradius in der Gewindewurzel zeigt eine deutliche Absenkung der Ermüdungsfestigkeit. Für Gewindelängen des Anschlussmittels kleiner als dem 1,2-fachen Gewindedurchmessers ergibt sich in der numerischen Untersuchung eine niedrigere rechnerische Lebensdauer.

Um das vorhandene Potential von gerollten Gewinden für die Anwender nochmals zu ver-

bessern, ist eine weitere statistische Absicherung durch zusätzliche Schwingversuche an gerollten Zugstäben erforderlich, auch in Hinblick auf den Einfluss der Feuerverzinkung. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass die genutzten Anschlüsse ebenfalls die notwendige Ermüdungsfestigkeit aufweisen. Da die im Vorhaben genutzten Gabelköpfe und Muffen zum Teil auch vor den Zugstäben versagten, sind Untersuchungen zur Ermüdungsfestigkeit von Anschlussbauteilen notwendig. Besonderer Dank gilt für die Bereitstellung von Prüfkörpern Anker Schroeder ASDO GmbH, Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH und Mürmann Gewindetechnik GmbH sowie allen anderen am Projekt beteiligten Unternehmen.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages