

Ausgabe 2025/02

Witterungseinflüsse auf das Vorspannverhalten von HV- und HR-Schraubengarnituren
IGF-Nr.: 01IF22379N

Zusammenfassung zum Forschungsvorhaben IGF-Nr.: 01IF22379N

Im Stahlbau wird bei Schraubenverbindungen nach DIN EN 1993-1-8 zwischen Scher- und Zugverbindungen sowie zwischen nicht vorgespannten und vorgespannten Verbindungen unterschieden. Im Gegensatz zu nicht vorgespannten Schraubengarnituren gelten für vorgespannten Schraubengarnituren weitere Anforderungen. Die in Deutschland und Europa zum Vorspannen zugelassenen HV- und HR-Schraubengarnituren nach DIN EN 14399-3/-4 müssen hinsichtlich ihrer Eignung zum Vorspannen überprüft werden. Um die Eignung zum Vorspannen nachzuweisen, sind Eignungsprüfungen nach DIN EN 14399-2 zwingend erforderlich. Diese Untersuchungen werden unter kontrollierten Laborbedingungen an ordnungsgemäß gelagerten Schraubengarnituren durchgeführt. Im Gegensatz dazu werden Schraubengarnituren im baupraktischen Alltag jedoch Einflüssen aus Witterung und unsachgemäßem Handling ausgesetzt. Somit kann es beim Anziehen der Schraubengarnituren zu Abweichungen im Vorspannverhalten aufgrund von unsachgemäßer Lagerung oder Montage kommen. In der Normung wird lediglich darauf hingewiesen, dass Schraubengarnituren sauber und trocken zu lagern sind, da unkontrollier-

te Einflüsse die Schmierleistung von Schraubengarnituren beeinträchtigen und damit die Reibungsverhältnisse beeinträchtigen können. Dennoch ist in der täglichen Praxis zu beobachten, dass Schraubengarnituren unter hohen und niedrigen Temperaturen sowie unter nassen Umgebungsbedingungen montiert werden. Außerdem ist eine sachgemäße Lagerung der Schraubengarnituren teilweise nicht gegeben. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass die Witterungseinflüsse die Reibungsverhältnisse der Schraubengarnituren verändern und einen erheblichen Einfluss auf ihr Anziehverhalten haben können. Während des Anziehens auf der Baustelle sind diese Einflüsse auf das Vorspannverhalten nicht erkennbar, führen jedoch zu einem erhöhten Risiko, dass entweder die erforderliche Vorspannkraft nicht zuverlässig erreicht wird oder die Schraubverbindungen bereits bei der Montage überbeansprucht werden. Im Rahmen des IGF-Forschungsvorhabens 01IF22379N wurden am Institut für Metall- und Leichtbau der Universität Duisburg-Essen umfangreiche experimentelle Untersuchungen zum Vorspannverhalten von HV- und HR-Schraubengarnituren der Durchmesser M16, M24 und M36 anhand einer Vielzahl un-

verschiedlicher witterungs- und baustellen-typischer Einflüsse untersucht, welche das Vorspannverhalten maßgeblich beeinträchtigen können. Hierzu zählen die Einflüsse aus

- niedriger und hoher baustellentypischer-Temperatur,
- UV-Strahlung,
- Nässe bzw. Wasser,
- freier Bewitterung,
- Natrium-Chlorid (z. B. Tausalze),
- Eis als Wechselwirkung von Kälte und Nässe
- baustellentypischen Verunreinigungen.

Zum Vergleich und zur Bewertung der jeweiligen Einflüsse wurden Referenzversuche für

die gelieferten Schraubengarnituren unter Laborbedingungen und unter Berücksichtigung der Regelungen zur Überprüfung der Eignung zum Vorspannen nach DIN EN 14399-2 durchgeführt. Anschließend wurden die zur Untersuchung der unterschiedlichen Einflüsse entsprechend vorbereiteten Schraubengarnituren ebenfalls im Rahmen einer Eignungsprüfung nach DIN EN 14399-2 geprüft. Zusätzlich wurden die Ergebnisse anhand der Anziehparameter von im Stahlbau gängigen Anziehverfahren (Kombiniertes Verfahren und Drehmomentverfahren nach DIN EN 1090-2 und Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren nach DAST-Richtlinie 024) ausgewertet und überprüft, ob das erforderliche Vorspannkraftniveau $F_{p,C}$ bzw. $F_{p,C}^*$ erreicht wurde.



Bild 1: Übersicht einiger im Rahmen des Forschungsvorhabens untersuchten Witterungseinflüsse von Schraubengarnituren a) Auslagerung im Karton, auf einer Palette und in einer Box, b) Lagerung in einer Kühlkammer, c) künstlichen Beregnung und d) Verunreinigung mit grobem Sand

Bewertung

Wie bereits bekannt, ist die Schmierung der maßgebende Einflussfaktor für das Vorspannverhalten von Schraubengarnituren. Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte gezeigt werden, dass einige Schmierstoffe („Witterungsresistentes Schmiermittel“ laut Hersteller) zu einem zuverlässigen und robusten Anziehverhalten mit ausreichend hoher Vorspannkraft auch unter nassen Bedingungen führen können. Jedoch konnte auch anhand der HV-Schraubengarnituren eines Herstellers gezeigt werden, dass diese unter nassen Bedingungen ein stark beeinträchtigtes Vorspannverhalten zeigen.

Eisbildung und starke Verunreinigungen zeigten erwartungsgemäß einen Einfluss auf das Anziehverhalten von allen Schraubengarnituren aller Hersteller und sollten unter allen Umständen vermieden werden.

UV-Strahlung zeigte für die untersuchte Dauer keinen Einfluss auf das Vorspannverhalten von Schraubengarnituren. Bei hohen und niedrigen Temperaturen konnte zwar ein Einfluss auf das Vorspannverhalten gezeigt werden, der jedoch als weitestgehend unkritisch zu bewerten ist.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass weder die positiven noch negativen Ergebnisse des Forschungsvorhabens ohne Weiteres auf die national und international verfügbaren Schraubengarnituren übertragen werden können, da es bis auf die einzuhaltende k-Klasse keine Anforderungen an die Schmiermittel gibt und die Hersteller von Schraubengarnituren durchaus unterschiedliche Schmiermittel verwenden. Dementsprechend kann keine Angabe zu nicht untersuchten Schraubengarnituren weiterer Hersteller gegeben werden. Dennoch wurden Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für die Praxis sowie Vorschläge für die Normung erstellt. Dabei wurde neben weiteren Maßnahmen zur Lagerung, Transport sowie Montage auch eine Erweiterung der Eignungsprüfung nach DIN EN 14399-2 vorgeschlagen, bei denen Schraubenhersteller und Händler die Eignung der Schraubengarnituren bzw. der verwendeten Schmierung auch unter Witterungseinflüssen bestätigen können.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages