

# Rechnerische Nachweise für das Spaltversagen von Holz in Haupt-Nebenträger-Anschlüssen

## Teil 1: Entwicklung eines Rechenmodells

## Teil 2: Überprüfung und Erweiterung des Rechenmodells

Im Holzbau steht für die Anschlüsse von Hauptträgern an Nebenträger eine Vielzahl von unterschiedlichen Verbindern zur Verfügung, deren Bemessung i. d. R. in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt wird. Die Bemessungsmethoden beruhen zumeist auf den Ergebnissen umfangreicher Versuche an Haupt-Nebenträger-Verbindungen im Bauteilmaßstab. Durch eine rechnerische Ermittlung der Tragfähigkeit dieser Verbinder ließe sich der Versuchsaufwand erheblich reduzieren. Die meisten Versagensarten, die bei Haupt-Nebenträger-Verbindungen auftreten, lassen sich bereits rechnerisch erfassen. Dieses gilt jedoch nicht für ein Versagen des Holzes durch Aufspalten aufgrund von zu geringen Verbindungsmittelabständen, die bei solchen Anschlüssen durchaus üblich sind. Als Verbindungsmittel werden häufig selbstbohrende Holzschrauben eingesetzt, welche z. T. mit geringen Abständen angeordnet werden können, ohne dass das Holz durch Aufspalten versagt. Die erforderlichen Mindestabstände und Mindestholzdicken für diese Schrauben müssen durch aufwändige konventionelle Einschraubversuche bestimmt werden. Die Versuchsergebnisse lassen sich aufgrund abweichender Schraubenausbildung und Schraubengeometrien nicht auf andere Schraubentypen oder Schraubendurchmesser übertragen.

Im Rahmen des ersten Teils des Forschungsvorhabens wurde ein Rechenmodell auf Grundlage der Methode der finiten Elemente entwickelt, mit dem die Rissbildung im Holz beim Eindrehen einer Schraube abgeschätzt werden kann. Dieses Modell wurde so erweitert, dass das Spaltverhalten für unterschiedliche Schraubenbilder ermittelt werden kann. Die resultierenden Rissflächen können nun für mehrere, faserparallel hintereinander angeordnete Schrauben in Abhängigkeit unterschiedlicher Abstände und Holzdicken berechnet werden. Des Weiteren ist eine Übertragung des Modells auf Anschlüsse mit mehreren Schraubenreihen möglich. Die Prüfmethode zur Erfassung verbindungsmittelspezifischer Einflüsse auf das Spaltverhalten wurde verbessert und durch eine Vielzahl von experimentellen und numerischen Untersuchungen abgesichert. Weitere Einflüsse auf das Spaltverhalten - wie z. B. durch die Einschraubgeschwindigkeit oder durch den Winkel zwischen Schraubenachse und Jahrringtangente - wurden mit dieser Prüfmethode ermittelt. Diese Parameter konnten somit zutreffend bei der numerischen Berechnung der Rissflächen erfasst werden. Zur Kalibrierung und Verifizierung des Rechenmodells wurden Vergleiche zwischen simulierten und experimentell ermittelten Rissflächen durchgeführt. Hierzu wurde die experimentelle Methode zur Rissflächenermittlung auch auf Schraubenbilder mit mehreren Schraubenreihen angewendet. Zur Beurteilung der Spaltgefahr anhand der beobachteten bzw. berechneten Risserscheinungen wurden Kriterien abgeleitet.

In der Fortführung des Forschungsvorhabens ist eine Verifizierung der Berechnungsmethode durch Anwendung auf weitere Schraubentypen vorgesehen. Außerdem soll überprüft werden, ob die mit dem Rechenverfahren ermittelten Randbedingungen genügen, ein frühzeitiges Spaltversagen der Holzbauteile unter Belastung zu verhindern. Hierzu sind Tragfähigkeitsversuche mit Verbindungen vorgesehen.

Mit dem erweiterten Berechnungsmodell können für Anschlüsse mit mehreren Schraubenreihen die für die Montage erforderlichen Mindestholzdicken und Mindestabstände berechnet werden bzw. die zu erwartenden Spalterscheinungen abgeschätzt werden. Dieses ist die Voraussetzung für die realitätsgetreue rechnerische Ermittlung der Tragfähigkeit von Haupt-Nebenträger-Verbindungen bei Versagen durch Aufspalten.