



Liebe Leserinnen und Leser!

In Zukunft soll vermehrt Laubholz für die Herstellung von Brettschichtholz (BSH) eingesetzt werden. Um den Einsatz von Bauteilen aus Eschen-BSH zu ermöglichen, laufen seit einigen Jahren Forschungsarbeiten. Herr Dipl.-Ing. M. Rasser befasste sich im Rahmen seiner Masterarbeit an der TU Graz mit den Ausziehkenngößen für Holzschrauben und Gewindestangen mit Holzschraubengewinde in Eschen-BSH. Darüber möchten wir in dieser Ausgabe berichten.

ERFORSCHUNG DER AUSZIEHKENNGRÖßEN FÜR HOLZSCHRAUBEN IN ESCHEN-BSH



Die Herstellung von Brettschichtholz ist in Österreich normativ auf Nadel- und Pappelholz beschränkt. Der Laubholzbestand in den Wäldern Österreichs, Deutschlands und der Schweiz steigt jedoch stark an. Einerseits ist die Nutzung geringer als der Zuwachs, andererseits wird prognostiziert, dass durch die Klimaänderung der Fichtenbestand tendenziell abnehmen und der Laubholzbestand zunehmen wird. Diese Tatsachen führen zur Notwendigkeit, Laubholz vermehrt im konstruktiven Holzbau einzusetzen. Laubhölzer sind zwar teurer als handelsübliche Bauhölzer, aber durch die höheren Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften, sowie die edle Ästhetik werden auch neue Einsatzmöglichkeiten eröffnet.

Die derzeitigen Bemessungsmodelle für die axiale Tragfähigkeit von Holzschrauben basieren auf Untersuchungen in Nadelholz. Die Ausziehfestigkeit von Holzschrauben in Eschen-BSH wurde mit 2.581 Ausziehprüfungen bestimmt. Die Prüfungen wurden nach ON EN 1382:1999 in 42 Serien mit bauaufsichtlich zugelassenen Holzschrauben und Gewindestangen mit Gewinde nach DIN 7998:1975 in Eschen-BSH durchgeführt. Es kamen dafür im Nadelholz selbstbohrende Holzschrauben der Firma *Schmid Schrauben Hainfeld GmbH* mit den Durchmessern $d = 4$ mm, 6 mm und 8 mm und der Firma *SPAX International GmbH & Co. KG* mit $d = 10$ mm und 12 mm

zum Einsatz. Weiters wurden Gewindestangen der Firma *SFS intec AG* mit Gewinde nach DIN 7998:1975 und einem Durchmesser von $d = 20$ mm verwendet. Die verwendeten Prüfkörper lagerten im Normklima bei $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ und $(65 \pm 5) \%$ rel. Luftfeuchte bis zur Massekonstanz.

Der Einschraubwinkel α zwischen der Schraubenchse und der Faserrichtung des Holzes wurde in 15° -Schritten zwischen 0° und 90° variiert.



Bild 1: Prüfvorrichtung für $d = 4$ mm

Die Einschraubtiefe betrug im Regelfall $6d$, wobei die Schraubenspitzen außerhalb der Prüfkörper lagen. Bei acht Serien wurden die Schrauben so eingebettet, dass die Schraubenspitzen in den Prüfkörpern lagen und der Einfluss der Schraubenspitze ermittelt werden konnte. Bei sechs Serien der Schrauben mit dem Durchmesser $d = 8$ mm wurde der Einfluss der Einschraubtiefe mit unterschiedlichen Tiefen $l_{ef} = 4d, 6d$ und $8d$ untersucht.

Nach den Ausziehprüfungen wurden die Prüfkörper um die vorgebohrten Führungslöcher der Schrauben in quaderförmige Proben geschnitten, an denen die Rohdichte und die Holzfeuchte nach ON EN 13183-1:2004 bestimmt wurde. Die Rohdichten und die aus den Prüfungen erhaltenen Ausziehkräfte wurden auf die Referenzholzfeuchte von $u = 12 \%$ korrigiert. Die ermittelten Rohdichten lagen im Bereich von $\rho_{min} = 555 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{mean} = 746 \text{ kg/m}^3$ und $\rho_{max} = 918 \text{ kg/m}^3$.



Um keine verfälschten Auswertungsergebnisse durch Ausreißer zu erhalten, wurden die Ausreißer analysiert und auf die Prüfungsbedingungen und Prüfkörperbesonderheiten zurückverfolgt. Somit konnten für die Auswertung die jeweiligen Prüfungen ausgeschlossen werden.



Bild 2: Prüfvorrichtung für $d = 20$ mm, Verformungsmessung mittels sechs induktiver Wegaufnehmer W10TK der Fa. HBM

Bei eingebetteter Schraubenspitze muss bei der Berechnung der Scherfestigkeit in der Mantelfläche des Gewindes von der Länge des Gewindeteils im Holz $1,11 d$ abgezogen werden. Dadurch erhält man die tatsächliche Scherfestigkeit des Holzes in der Mantelfläche um die Schraube bzw. die rechnerische Einschraubtiefe (effektive Einschraubtiefe), bei der die Ausziehkraft einer durchgeschraubten Schraube gleich groß wäre.

Basierend auf den bekannten Bemessungsmodellen wurde eine Grundform für die Berechnung des Ausziehwerstandes festgelegt. Mit Hilfe dieser Gleichung wurde eine nichtlineare Regressionsanalyse durchgeführt, um die Beziehung der Einflussparameter (Schraubendurchmesser, Rohdichte, Einschraubtiefe und Einschraubwinkel) zum Ausziehwerstand festzustellen.

Es konnte ein bilineares Modell zur Berechnung des charakteristischen Ausziehwerstandes $R_{ax,\alpha,k}$ [N] gemäß nachfolgender Gleichungen angegeben werden.

$$R_{ax,\alpha,k} = 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot l_{ef}^{0,94} \cdot \rho_k^{1,6} \cdot d^{0,7} \quad \text{für } \alpha \geq 30^\circ$$

Liegt der Einschraubwinkel unter 30° , muss je Winkelgrad um 1 % abgemindert werden:

$$R_{ax,\alpha,k} = 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot l_{ef}^{0,94} \cdot \rho_k^{1,6} \cdot d^{0,7} \cdot (1 - 0,01 \cdot (30^\circ - \alpha))$$

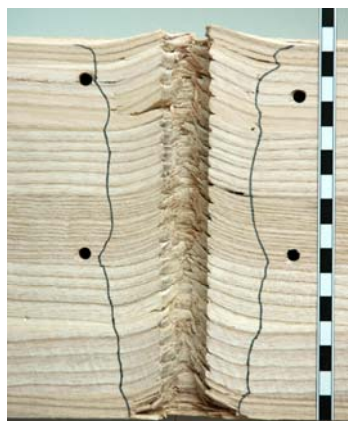


Bild 3: beanspruchter Faserbereich durch das Herausziehen einer eingeschraubten Gewindestange, $\alpha = 90^\circ$

Beim Vergleich des bilinearen Berechnungsmodelles mit den derzeit in den deutschsprachigen Normen gültigen Bemessungsmodellen zur Bestimmung des charakteristischen Ausziehwerstandes zeigte sich, dass die Ergebnisse nach ON EN 1995-1-1:2009, SIA 265:2003 und DIN 1052:2004 deutlich unter den für Eschen-BSH rechenbaren liegen.

Beträgt der Durchmesser 8 mm, die effektive Einschraubtiefe 48 mm, der Einschraubwinkel 90° und die charakteristische Rohdichte 667 kg/m^3 , ergibt sich eine Steigerung des Ausziehwerstandes von 48 % gegenüber ON EN 1995-1-1:2009.

Die Durchführung dieser Arbeit erfolgte im Rahmen des Projektes *P1.2.3 hardwood connections* an der *holz.bau forschung gmbh* (Graz) in Zusammenarbeit mit Herrn Dipl.-Ing. U. Hübner (Betreuer). Begutachter der Masterarbeit war Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. G. Schickhofer, Vorstand des Institutes für Holzbau und Holztechnologie an der Fakultät für Bauingenieurwissenschaften an der TU Graz.

Dipl.-Ing. Mathias Rasser
www.bvfs.at