

DISS ETH Nr. 13857

Der Einfluss der Waldlagerung
von Fichten-Rundholz
auf die Längs-Zugeigenschaften
des Schnittholzes

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTORIN DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Veronika Mischler-Schrepfer
Dipl. Forsting. ETH

geboren am 7. September 1969
von Obstalden GL und Wählern BE

Angenommen auf Antrag von:

Prof. E. Gehri, Referent
Prof. Dr. M. Fontana, Prof. Dr. J. Sell, Korreferenten

2000

Zusammenfassung

Bauteile aus Holz können aufgrund der materialeigenen Strukturstörungen oder infolge äusserer Einflüsse ausserordentlich abrupt und spröde versagen. Schweizer Fichten-Bretter schienen bei verschiedenen Serien von Längs-Zugprüfungen häufiger spröde zu brechen als vergleichbares Material aus Österreich.

In der Schweiz wird Rundholz vor der Weiterverarbeitung üblicherweise länger im Wald „zwischengelagert“ als in Österreich. Deshalb wurde untersucht, ob die längere Waldlagerung die Ursache für die häufigeren Sprödbrüche bei Schweizer Brettern sein könnte.

Zu diesem Zweck wurden von 76 ausgewählten Fichten-Rundhölzern gleichen Durchmessers 30 Stück direkt nach dem Fällen eingeschnitten; 15 Stück wurden während sieben und 31 Stück während elf Monaten ohne Rinde im Wald gelagert. Anschliessend wurden alle Rundhölzer auf die gleiche Weise zu Proben weiterverarbeitet: Aus einem „Rohbrett“ wurden jeweils ein 4 m langes Brett, eine kleine Zugprobe und eine Holzmehlprobe hergestellt.

Längs-Zugprüfungen an den grossen und kleinen Zugproben sowie die Bestimmung der Alkalilöslichkeit am Holzmehl führten zu folgenden Ergebnissen:

- Die Lagerungsdauer des Rundholzes im Wald beeinflusst weder die Längs-Zugfestigkeit oder die Bruchdehnung der Bretter noch die Längs-Zugfestigkeit der fehlerfreien Kleinproben.
- Die ursprüngliche Lage der Probe im Querschnitt hingegen hat auf die Streuung aller untersuchten Festigkeitseigenschaften einen massgeblichen Einfluss.
- Bekannte Zusammenhänge der Rohdichte, dem statischen E-Modul, der Astgrösse und -anordnung und dem Druckholz-Vorkommen mit der Zugfestigkeit konnten bestätigt werden. Einige dieser Zusammenhänge wurden, allerdings etwas weniger deutlich als für die Zugfestigkeit, auch für die Bruchdehnung nachgewiesen.
- Aufgrund des grundsätzlich verschiedenen Materialverhaltens von Klein- und Grossproben sind Festigkeits-Prognosen von Bauteilen aufgrund von Kleinproben wenig sinnvoll.
- Die Alkalilöslichkeit des Holzes verändert sich als einzige der untersuchten Eigenschaften mit zunehmender Lagerungsdauer: sie liegt nach elf Monaten Rundholzlagerung rund 6 % höher als beim frischen Holz.
- Im Gegensatz zu Laborversuchen an Kleinproben, die von verschiedenen Autoren durchgeführt wurden, scheint sich die leichte Zunahme der Alkalilöslichkeit infolge der Rundholz-Lagerung nicht auf die Festigkeitseigenschaften des Bauholzes auszuwirken.
- Der Wahl der Grenzwerte entsprechend liegt der Anteil baupraktisch potentiell „gefährlicher“ Sprödbrüche bei den geprüften Brettern unabhängig von der berücksichtigten Rundholz-Lagerungsdauer zwischen 8 und 10 %. Wie die Zugfestigkeit hängt

auch die Sprödbbruch-Häufigkeit mit dem Entnahmeort im Rundholzquerschnitt, der Astigkeit und dem Druckholzvorkommen zusammen.

- Das Phänomen „Sprödbbruch“ ist beim Baustoff Holz bis heute nicht abschliessend untersucht. Die vorliegenden Versuche zeigen jedoch, dass potentiell spröd brechende Bretter mit einer konventionellen Steifigkeits- und Dichte-Sortierung allein nicht ausgeschieden werden können. Die Bruchbild-Analyse lässt vermuten, dass der Einbezug visueller Kriterien wie Astigkeit, Druckholzvorkommen, Lage im Querschnitt und Windstauchungen die Ausschluss-Wahrscheinlichkeit „gefährlicher“ Bretter erhöhen könnte. Eine zuverlässige Ausscheidung der Sprödbrüche kann wahrscheinlich nur mittels einem speziell angepassten Proof Loading-Verfahren erreicht werden.

Obschon mit der vorliegenden Untersuchung kein negativer Einfluss der Waldlagerung auf ausgewählte Festigkeitseigenschaften nachgewiesen werden konnte, muss die Holzbereitstellung im Schweizer Wald optimiert werden: eine langfristige Waldlagerung ohne ernsthafte Wertverluste ist nicht möglich.

Abstract

Building components made of wood may break abruptly or in a brittle manner due to intrinsic disturbances of the wood structure or due to external influences. Swiss spruce wood, when tension-tested parallel to the grain, seemed to break more often in a brittle manner than comparable material from Austria.

Generally, round wood in Switzerland is stored on an interim basis in the forest for a longer period of time than in Austria before being processed. Therefore, research was conducted as to whether or not this longer period could be the cause for the frequent brittle breaking of Swiss wood.

For this purpose, 76 spruce round woods of the same diameter were selected, of which 30 were processed directly after being felled, and 15 and 31 were stored in the forest, without their bark, for seven and eleven months respectively. Subsequently, all of them went processed into test samples in the same manner: one „original board“ produced one 4 m long board, a small tension test sample and one test sample of wood meal.

Tension tests parallel to the grain on the large and small tension test samples, as well as the determination of the alkali solubility of the wood meal, lead to the following conclusions:

- Neither the longitudinal tension strength or elongation at rupture of the boards, nor the longitudinal tension strength of the small test samples are affected by the length of time the round wood is stored in the forest.
- On the other hand, the original position of the test sample in the round wood cross-section has a decided influence on the distribution of the tensile strength properties investigated.
- Previously known interactions between the tensile strength of wood and its density, static MOE, the sizes and positions of knots, and the occurrence of reaction wood, were confirmed. Some of these interactions, though less distinctly, were also in evidence in the case of elongation at rupture.
- Because of the fundamentally varying behaviour of wood in small and large test samples, it makes little sense to predict the properties of wood building components based on the testing of small wood samples.
- The only property that changed due to the longer period of storage of the round wood was the one percent sodium hydroxide solubility (or alkali solubility) of the wood: after the wood having been stored for a period of eleven months, it was approximately 6 % higher than freshly cut wood.
- Contrary to laboratory trials by several authors using small test samples, the strength properties of wood do not seem to be affected by the slight increase of the alkali solubility after the „outdoor trial“.

- Commensurate to the limits selected, between 8 and 10 % of the boards must be considered as potentially „dangerous“ brittle boards, irrespective of the length of storage of round wood considered. Both the tensile strength as well as the frequency of brittle breakage are in correlation with the origin of the board in the round wood cross-section, the knotiness and the occurrence of reaction wood.
- Even today, the phenomenon of „brittle breakage“ of wood building components has not yet been fully researched. This study was, however, able to show that boards that potentially might break in a brittle manner could not be sorted out by means of conventional stiffness and density grading methods. The analysis of the fracture appearance leads to the belief that by including visual criteria like knotiness, reaction wood occurrence, origin in the round wood cross-section and wind-caused damages in these grading methods, the brittleness-grading efficiency could be improved. Eliminating the risk of brittle breakage most likely can only be accomplished by developing a specifically-adapted proof loading method.

Although round wood storage in the forest had no negative effect on selected wood strength properties in this study, the supply of raw material in Swiss forests must be optimized: there can be no long-term storage of round wood in the forest without serious losses in value.