

Betreuer:
 Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Anton Kraller

Florian Niederfringer

Diplomarbeit

ULTRASCHALLMESSUNGEN BEI UNBELASTETEM UND BIEGEBEANSPRUCHTEM FICHTENHOLZ

Problemstellung und Zielsetzung

Vorliegende Arbeit befasst sich mit der Prüfung des Zusammenhanges der Festigkeitseigenschaften von Holz, mit dem Durchschallungsverfahren der Ultraschalltechnik, unter Einfluss einer Biegebeanspruchung. Ziel ist es herauszufinden, ob und wenn ja, wie stark die Ergebnisse einer Ultraschallprüfung abhängig vom Belastungszustand des Prüfkörpers variieren. Die Kenntnis dessen ist etwa darum wichtig, da die einfach und schnell anzuwendende Ultraschalltechnik fast zerstörungsfrei zur Prüfung von verbauten Tragelementen, beispielsweise in Bereichen unter Wandelementen oder bei eingespannten Kragträgern eingesetzt werden kann.

Kurzfassung

Die Ultraschallmesstechnik bietet eine zerstörungsfreie Methode, um die Steifigkeit von Holztragwerken zu bestimmen. Vor allem die Überprüfung der Tragfähigkeit bei Sanierungen von Altbauten, oder denkmalgeschützten Gebäuden, ist ein übliches Einsatzgebiet.

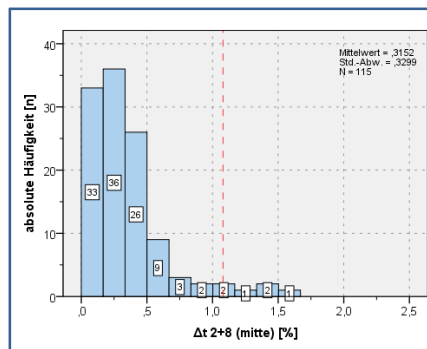
Es ist jedoch nicht bekannt, ob die Ergebnisse der Ultraschallprüfung abhängig vom Belastungszustand des zu prüfenden Bauteils sind. Um diese Fragestellung zu beantworten, werden in vorliegender Forschungsarbeit im Zuge eines Biegeversuches, Ultraschallmessungen an 135 Fichten-Kanthölzern, mit einem Querschnitt von 48x138mm² und einer Prüflänge von 2650mm durchgeführt. Die Prüfkörper gehören unterschiedlichen Sortierklassen an und werden nach Durchführung einer visuellen Sortierung, unter verschiedenen Belastungszuständen geprüft. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass sich geringe Lasten nicht nachweislich auf die Schalllaufzeit auswirken. Jedoch ab einer Belastung von 40% der theoretischen Bruchlast, ist tendenziell eine leichte Verringerung der Ultraschallgeschwindigkeit zu beobachten.



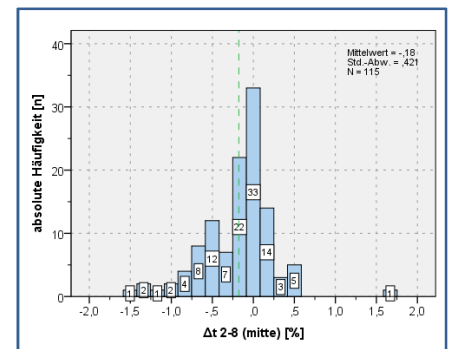
Prüfkörperstapel im Klimaraum



Versuchssetup



Laufzeitdifferenzen - Absolutwerte in %
(0% und 40% Belastung)



Laufzeitdifferenzen - mit Berücksichtigung der
Schwankungsrichtung (0% und 40% Belastung)

Schlussfolgerung und Ausblick

Beim Vergleich der Werte der Laufzeitdifferenzen zwischen 0% und 10%-Belastung ($\Delta t_{2,5}$) bzw. 10% und 40% Belastung ($\Delta t_{5,8}$) mit den Differenzen der Umsteckmessungen ist festzustellen, dass die Mittelwerte nahezu ident sind. Auch die 95%-Perzentile ist bei diesen Lastdifferenzen nicht größer, als dies schon durch das Umstecken der Schallköpfe bedingt sein könnte und ein ähnlicher Prozentsatz der Hölzer liegt unter einer Differenz von 0,5%.

Hingegen bei den Differenzen zwischen unbelastetem Zustand und der 40%-Belastung ($\Delta t_{2,8}$), liegt der Mittelwert etwas höher. Auch befindet sich hier mit 82,6% der Hölzer, ein geringerer Prozentsatz unter der 0,5%-Marke. Abgesehen davon ist das 95%-Perzentil nicht erhöht. Also sind bei einem Lastunterschied von 40%, im Mittel leicht größere Abweichungen festzustellen, als sie durch ein Umstecken der Schallköpfe, oder der Streuung des Messgerätes selbst bedingt sein könnten. Dies ist bei den Lastunterschieden von 10% ($\Delta t_{2,5}$) und 30% ($\Delta t_{5,8}$) noch nicht zu beobachten. So kann darauf geschlossen werden, dass mit zunehmendem Belastungsunterschied und demzufolge auch mit zunehmender Dehnung der Holzfasern, die Schalllaufzeit etwas mehr variiert.

Diese Aussage bestätigt sich, wenn die Richtungen der Differenzen mitberücksichtigt werden. Je größer die aufgebrauchte Belastung ist, desto länger braucht die Ultraschallwelle für das Durchdringen des Holzes, die Geschwindigkeit nimmt ab.

Die Auswertungen der Laboruntersuchungen bei vorliegender Diplomarbeit zeigen also, dass sich durch ein Aufbringen einer geringen Belastung auf den Prüfkörper, keine größeren Unterschiede in den Messergebnissen widerspiegeln, als sie schon durch die Messungenauigkeiten auftreten können. Bei größerer Belastung ist im Mittel jedoch eine leichte Steigerung der Laufzeitdifferenzen zu erkennen. Ergo verringert sich die Ultraschallgeschwindigkeit mit zunehmender Belastung. Die auftretenden Abweichungen bewegen sich jedoch in so einem geringen Bereich, dass sie in der Praxis nicht berücksichtigt werden müssen. Die Sortierung wird dadurch nicht beeinträchtigt.

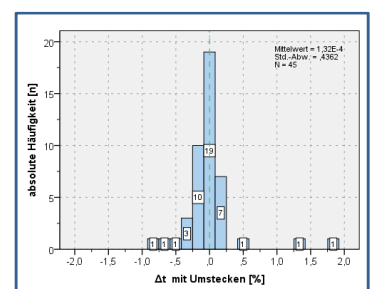
Zu jetzigem Zeitpunkt kann durch die erhaltenen Erkenntnisse für einen vermehrten Einsatz der zerstörungsfreien Ultraschallmessung im Bestand plädiert werden, da auch bei Trägern unter Belastung, gute Ergebnisse für die Steifigkeitseigenschaften erzielt werden.

Durch die erzielten Auswertungsergebnisse vorliegender Forschungsarbeit, kann die zu Grunde liegende Fragestellung für die Nullfaser beantwortet werden. Da jedoch auch für die Zug- und Druckfaser entsprechendes Datenmaterial vorhanden ist, gilt es in Zukunft auch dieses entsprechend auszuwerten, um zu sehen ob die hier gewonnenen Erkenntnisse dort auch ihre Gültigkeit behalten. Eine entsprechende Forschungsarbeit ist bereits für die nähere Zukunft geplant.

Ähnliche Versuche könnten auch unter hoher Belastung durchgeführt werden, um zu sehen, wie sich die festgestellte tendenzielle Verringerung der Schallgeschwindigkeit bei steigender Belastung, dort verhält.



Ultraschallmessgerät SYLVATEST Duo



Streuung der Messergebnisse