

Impulstomographie an verbautem Holz

- Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen



Abb. 1: ARBOTOM®-Schalltomograph



Abb. 2: Messung an der Stützenkonstruktion



Abb. 3: Messung an der Pfahlgründung

Einleitung

Zerstörungsarme Untersuchungsmethoden ermöglichen es, den inneren Zustand von verbautem Holz abzubilden. Häufig können auf diesem Weg zwar Schädigungen des Holzes aufgezeigt, aber keine konkreten Festigkeitswerte ermittelt werden. Die Impulstomographie ist ein Verfahren, das die Schallaufzeit künstlich erzeugter Impulse im Holz misst. Über die Distanz zwischen den Sensoren wird die Schallgeschwindigkeit berechnet. Für intaktes Holz besteht folgender Zusammenhang: $E_{dyn} = \rho * v$ [1]. Es lässt sich also aus der Schallgeschwindigkeit und der Rohdichte der dynamische E-Modul berechnen. Untersucht wurde, ob dieses Verfahren auch für verbautes Holz anwendbar ist, um Festigkeitswerte zu ermitteln.

Physikalische Grundlagen

Die zu messende Schallgeschwindigkeit wird besonders von der Holzfeuchte und der Dichte beeinflusst [1]. Weiter wirken sich auch die Temperatur, die Messrichtung [2] und die Sensorpositionierung [3] auf die Messergebnisse aus.

Der dynamische E-Modul (E_{dyn}) unterscheidet sich vom statischen E-Modul in der Art der Ermittlung. E_{dyn} wird mit Schwingungsverfahren bestimmt und hat etwas höhere Werte als E_{stat} , da bei Druckversuchen auch immer eine geringe plastische Verformung entsteht [4].

Anwendung am Objekt

Für diese Untersuchung wurden an 9 Stützen einer Dachkonstruktion und 2 Pfählen einer Pfahlgründung im Wasser Messungen durchgeführt.

Für beide Anwendungen ergaben sich im Vergleich zu Literaturwerten für intaktes Holz sehr große Unterschiede. So betragen die gemessenen Werte zum Beispiel für die Dachkonstruktion lediglich ein Drittel des Literaturwertes (Abb. 4).

Auch zeigte sich eine hohe Streuung zwischen den Werten der Einzelmessungen. Dies erklärt sich dadurch, dass Impulse nicht immer den selben Weg durch das Holz nehmen. Liegt ein Defekt vor, kann der Impuls je nach Möglichkeit entweder langsam hindurch oder einen längeren Weg um den Defekt herum laufen [1].

Der tatsächliche Weg des Schalls ist unbekannt und wird bei der Berechnung der Schallgeschwindigkeit vereinfacht als gerade Linie zwischen den Sensoren angenommen [1]. Die dynamischen E-Module, welche aus den gemessenen Schallgeschwindigkeiten berechnet wurden, ergaben unrealistisch niedrige Werte (Abb. 4).

Fazit

Die Impulstomographie ist ein zerstörungsarmes Verfahren, mit dem sich Defekte in Holz über den relativen Vergleich von Schallgeschwindigkeiten lokalisieren lassen. Sie ist allerdings sehr zeitintensiv und scheint für die Ermittlung von Festigkeitswerten an beschädigtem Holz nicht in allen Fällen geeignet zu sein.

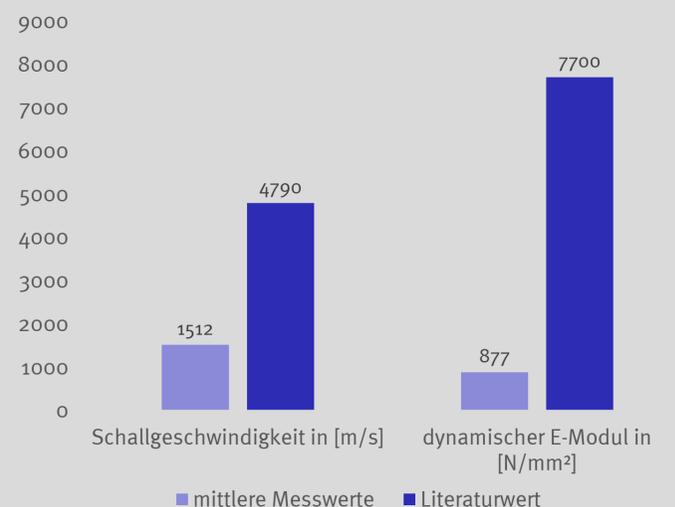


Abb. 4: Ergebnisse der Messungen mittels Impulstomographie an den Stützen

Quellen:

- [1] Rinn, F. (2004): Holzanatomische Grundlagen der Schalltomographie an Bäumen. Neue Landschaft, 7/04
- [2] Haaben, C. (2005): Untersuchung der Stammqualität verschiedener Laubholzarten mittels Schalltomographie, unter Berücksichtigung der Wechselbeziehungen relevanter physikalischer Parameter, Göttingen
- [3] Arriaga Francisco; Llana, D. F.; Steban, M. et al. (2017): Influence of length and sensor positioning on acoustic time-of-flight (ToF) measurement in structural timber. Holzforschung: international journal of the biology, chemistry, physics and technology of wood. Band 71, Heft 9
- [4] <https://pdfs.semanticscholar.org/0d20/8dcd7da82a67796951a8e6bf1132210fca97.pdf>

Betreuerin Prof. Dr. rer. nat. C. von Laar
M. Eng. M. Schomann
FIW Bereich Bauingenieurwesen
Hochschule Wismar

Bearbeiter Felix Garbers

Abschlussart Bachelor-Thesis, SS 2018



Fakultät für
Ingenieurwissenschaften
Bereich Bauingenieurwesen

www.biw.fiw.hs-wismar.de