

Schadendetektion an hölzernen Rad- und Gehwegbrücken

O. GUNKEL^{*}, M. MERTENS^{*}, S. REHER^{*}, A. HASENSTAB^{**}

^{*} Hochschule Bochum

^{**} Augsburg

Kurzfassung. Holzbrücken, insbesondere aus tropischen Harthölzern, wurden in der Vergangenheit im Vertrauen auf die natürliche Dauerhaftigkeit des verwendeten Holzes in der Regel ohne oder mit nur geringem konstruktivem Holzschutz ausgeführt.

Die natürliche Widerstandsfähigkeit von Hölzern gegenüber holzerstörenden Pilzen, Insekten, usw. ist nach DIN 68 364 in Resistenzklassen eingeteilt. Das Kernholz der Holzart Azobé/Bongossi entspricht entgegen früherer, häufig bis ans Ende des letzten Jahrhunderts getroffener Annahmen, nicht der Resistenzklasse 1 nach DIN 68 364, sondern liegt nach neueren Untersuchungen in der Dauerhaftigkeitsklasse 2 der DIN EN 350-2, ist also vergleichbar mit der Dauerhaftigkeit des heimischen Eichenkernholzes. Daraus folgt, dass aufgrund der natürlichen Resistenz von Azobé/Bongossi es nicht sinnvoll erscheint, dieses im Holzbrückenbau ohne wirksamen konstruktiven Holzschutz einzusetzen.

Für zahlreiche derzeit im Bestand vorhandene, ältere Holzbrücken aus tropischen Harthölzern lässt sich hieraus ein erhöhter Überwachungsbedarf im Rahmen von Zustandsprüfungen ableiten.

Die Detektion eines für die Standsicherheit höchst relevanten Schadens, beispielsweise eines Schadens durch Kernfäule, ist mit den üblichen, handnahen Verfahren der Prüfung (Sichtung und Anschlagen mit dem Hammer), nicht immer möglich. Hier stellt der Einsatz von zerstörungsfreien und zerstörungsarmen Prüfverfahren einen wichtigen Beitrag zu einer belastbaren Zustandsanalyse der statisch-konstruktiv relevanten Bauwerksteile dar.

Es wird über eine wissenschaftlich fundierte und praktisch erprobte Vorgehensweise berichtet, die mit Hilfe einer nahezu oberflächendeckenden Prüfung mit dem Ultraschall-echoverfahren und einer nachfolgenden Verifizierung von Verdachtsstellen durch punktuelle Bohrwiderstandsmessungen eine effektive Ortung von Schäden (z.B. Kernfäule) ermöglicht.

Veranlassung

Eine im Jahr 2008 durchgeführte Prüfung an einer 107 m langen hölzernen Geh- und Radwegbrücke aus Bongossi (Abb. 1) wies nach Untersuchungen, mit Hilfe der üblichen Prüfverfahren (Handnah, visuell und Anschlagen mit dem Hammer), keine signifikanten tragsicherheitsrelevanten Schäden auf.

Geringer vorhandener, oberflächlich sichtbarer Pilzbefall (Abb. 2) als Indiz für mögliche Schädigungen des Tragwerks, führte zum Einsatz weiterer zerstörungsfreier / zerstörungsarmer Prüfverfahren.

Durch die Kombination des Ultraschall-Echoverfahrens und der Bohrwiderstandsmessung konnte eine umfassende Schädigung im Inneren des Haupttragwerkes durch Pilzbefall festgestellt werden. Der Schädigungsgrad erforderte die sofortige Sperrung des Bauwerks und dessen späteren Abriss.

Für zahlreiche im Bestand vorhandene, ältere Holzbrücken ohne ausreichenden konstruktiven Holzschutz lässt sich hieraus ein erhöhter Überwachungsbedarf im Rahmen von Zustandsprüfungen ableiten. Eine effektive und in der Praxis erprobte Möglichkeit hierfür besteht in der Anwendung des Ultraschall-Echoverfahrens in Kombination mit der Bohrwiderstandsmessung.



Abb.1 Brücke



Abb.2 Pilzbefall

Beschreibung der Messverfahren

Ultraschall-Echo:

Das Ultraschall-Echoverfahren beruht auf der Reflexion von Schallwellen an Werkstoffinhomogenitäten, der Bauteilrückwand oder an anderen Grenzflächen. Aus den empfangenen Signalen kann indirekt eine Aussage über den Bauteilzustand oder vermutete innere Schäden getroffen werden.

Zum Anregen der Transversalwellen wird eine Sende-Empfangeinheit bestehend aus 12 Punktkontakt-Prüfköpfen als Sender und 12 Prüfköpfen als Empfänger verwendet. Diese Prüfköpfe haben den Vorteil, dass kein Koppelmittel erforderlich ist und somit eine schnellere Messung ohne Verunreinigung der Messfläche möglich ist. Durch den Einsatz des Ultraschall-Echoverfahrens ist eine flächige Untersuchung des Tragwerks möglich. Es ist möglich ungeschädigte Bereiche und Verdachtsstellen eindeutig zu identifizieren.

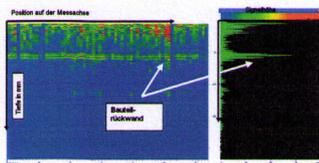


Abb. 3 Ergebnis einer Ultraschallechomessung (Mittelfrequenz 55 kHz) mit sehr deutlichen Rückwandechos, dies bedeutet dass keine Schäden, wie ausgeprägte Risse oder Fäulnis, vorhanden sind.
→ Keine Bohrwiderstandsmessung erforderlich

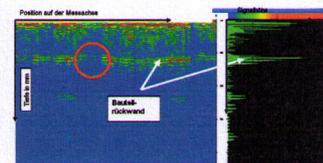


Abb. 4 Ergebnis einer Ultraschallechomessung (Mittelfrequenz 55 kHz) mit sehr deutlichen Rückwandechos und einer Verdachtsstelle (roter Kreis).
→ Bohrwiderstandsmessung erforderlich (Abb. 5)

Bohrwiderstandsverfahren:

Das Messprinzip des Bohrwiderstandsverfahrens beruht auf einer Bohrung in das zu untersuchende Holz mittels einer speziellen, dünnen Bohrnadel mit vorgegebener konstanter Vorschubgeschwindigkeit und Drehzahl.

Der Bohrwiderstand wird simultan in Form einer Kurve auf einem Wachstreifen aufgezeichnet. Das Maß des Bohrwiderstandes wird je nach Bohrwiderstandsgerät durch die differenzierte Leistungsaufnahme (Stromaufnahme) des Bohrmotors oder durch die Rückstellkraft einer Momentenfeder (mechanisch) bestimmt. Das Diagramm einer Bohrung stellt somit den Bohrwiderstand in Abhängigkeit des Bohrweges im Maßstab 1:1 dar (Abb. 6).

Die Bohrwiderstandsmessung dient zur punktuellen Verifizierung der mit Ultraschallecho detektierten vermuteten Schäden.

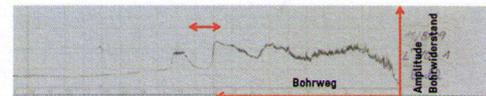


Abb.5 Bohrwiderstandsmessung an einer der untersuchten Brücken; Bongossi-Längsträger, bei 10 cm Fehlstelle bzw. Riss, keine Fäulnis (zu starker Abfall und Anstieg), vgl. Abb. 4

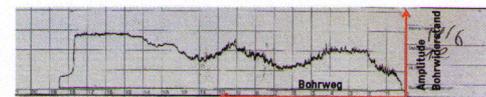


Abb.6 Bohrwiderstandsmessung an einer der untersuchten Brücken; Bongossi-Längsträger, ohne Befund

Bemerkungen zu den Verfahren

Ultraschall-Echo:

Das Ultraschall-Echoverfahren ist ein zerstörungsfreies, indirektes Verfahren. Genauigkeit und Qualität der Messergebnisse sind abhängig von den physikalischen Eigenschaften des zu beurteilenden Mediums. Weiter sind Messgenauigkeiten durch unbekannte Inhomogenitäten im Untersuchungs-bereich möglich.

Bohrwiderstandsverfahren:

Die Einflüsse aus den anatomischen Eigenschaften des Holzes wie z. B. juveniles (Frühholz) und adultes Holz (Spätholz) oder die Jahrringlage sind zu berücksichtigen. Zudem können bei der Bewertung der Bohrkurve durch das Verkanten während der Messungen oder durch eine abgenutzte Bohrnadel Fehlinterpretationen bei unzureichender Fachkenntnis auftreten. Festigkeitskennwerte lassen sich wegen der unzureichenden statistischen Absicherung nicht ableiten.



Abb.7 Prüfung mit Ultraschallecho



Abb.8 Prüfung mit Bohrwiderstand

Ergebnisse / Zusammenfassung

Die Kombination beider Verfahren wurde im Jahr 2009 bei objektbezogenen Schadensanalysen (OSA) von 23 Holzbrücken erfolgreich angewendet. Sie stellt somit ein in der Praxis erprobtes Hilfsmittel im Rahmen der Zustandsprüfung von Holztragwerken dar.

Neben der Prüfung von Tragelementen aus heimischen Nadelholz (Fichte, Tanne, Lärche) gelang die Anwendung nach Modifizierung der Messtechnik auch bei tropischen Hartholz (Bongossi).

Es konnte festgestellt werden, dass für die Dauerhaftigkeit des Tragwerkes nicht die Holzart oder der chemische Holzschutz, sondern der konstruktive Holzschutz maßgebend ist.

Die Qualität der Ergebnisse ist signifikant von der Erfahrung und den holzspezifischen Kenntnissen des Prüfpersonals abhängig.

Für die abschließende Beurteilung und Bewertung von Schäden sowie zur Festlegung geeigneter Erhaltungsmaßnahmen sind vertiefte statisch-konstruktive Kenntnisse und Erfahrungen im Holzbrückenbau erforderlich.



Abb.9 Tragfähiger Restquerschnitt im Bereich eines Gerbergelenks (schraffierter Bereich)



Abb.10 halbseitige Sperrung des Bauwerks