

Zuverlässige Bestandsanalyse von Holzbalkendecken, Dachstühlen und Fachwerken mit zerstörungsfreien Prüfverfahren und Nutzen für die Statik

Andreas HASENSTAB *, Helmut STEINHERR **

* Ingenieurbüro Dr. Hasenstab GmbH, Augsburg

** Ingenieurbüro für Tragwerksplanung, Neusäß

Kurzfassung

Das Bauen im Bestand ist immer noch eine sehr anspruchsvolle Aufgabe. So stellen besonders die Annahmen über den Zustand der vorhandenen Bauwerksstruktur für statische Berechnungen eine große Bandbreite dar. Diese „Bandbreite der Bauwerksstruktur“ kann zu einem teuren Überdimensionieren oder statisch möglicherweise fatalem Unterdimensionieren der Konstruktion führen. Um für statische Berechnungen diese „Bandbreite der Bauwerksstruktur“ etwas einzugrenzen, können zerstörungsfreie Prüfverfahren herangezogen werden. Mit diesen Methoden ist es möglich – im Rahmen ihrer physikalischen Anwendbarkeit- belastbare, reproduzierbare Daten über das Bauwerk zu erlangen.

Allgemein soll bei den Untersuchungen der Blick auf die statischen Erfordernisse der Messergebnisse geachtet werden, d.h. das Zusammenspiel zwischen Statik und Messingenieur ist von großer Bedeutung. So kann der Messaufwand von Anfang an anhand der Erfordernisse der Statik optimiert werden und so der finanzielle Aufwand optimiert werden.

In den letzten Jahren wurden die zerstörungsfreien Prüfverfahren im Bauwesen immer weiterentwickelt. So ist es nun an Beton ohne große Schwierigkeiten möglich, je nachdem die oberflächennahe bzw. tiefere Bewehrung zu lokalisieren oder Hohlräume zu bestimmen [WAL2012]. Auch im Bereich der Untersuchungsmethoden für Holz wurden neue Verfahren entwickelt. So wurde das Ultraschallechoverfahren von Beton auf Holz übertragen und hier vom Anwendungsgebiet an Nadelholz auch auf Laubholz und Tropenholz erweitert um auch hier Risse und Fäulnis zu detektieren. Weiter wurde das Bohrwiderstandsverfahren um das gleichzeitige Aufzeichnen des Vorschubs erweitert, was eine höhere Aussagesicherheit ermöglicht.

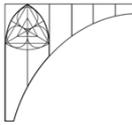
Im folgenden Beitrag sollen weitere Untersuchungen mittels Kombination moderner Prüfverfahren beschrieben werden, wie z.B. die Untersuchung einer Holzbalkendecke nach Lokalisieren der Balken mit Radar. Weiter werden Untersuchungen an einer Barockkirche mit altem Fachwerk im Turm und Dachstuhl dargestellt, wo das Zusammenspiel der Messmethoden mit langjähriger Erfahrung in der Bauwerksprüfung und Tragwerksplanung dargestellt werden.



Abschliessend werden die Anforderungen der Aussagesicherheit der Messergebnisse aus der Sicht der Tragwerksplanung aufgezeigt, da ein entscheidender Punkt des Erfolges der zerstörungsfreien Messungen die nachfolgende Nutzung der Daten durch die Statik ist.

[WAL2012] Walter, A. und A. Hasenstab: Zerstörungsfreie Prüfverfahren zur Bestimmung von Materialparametern im Stahl- und Spannbetonbau in: Fouad N. (Hrsg.); Bauphysik-Kalender 2012, Berlin: Ernst und Sohn (2012)

[HAS2011] Hasenstab A.: Bauwerke prüfen - zerstörungsfrei und ohne aufzubohren Tagungsband des 14. Deggendorfer Bausymposium, neues aus der Bautechnik, Baurecht und Baumanagement, Freitag 08. März 2013 in Deggendorf



Zuverlässige Bestandsanalyse von Holzbalkendecken, Dachstühlen und Fachwerken mit zerstörungsfreien Prüfverfahren und Nutzen für die Statik

A. HASENSTAB*, H. STEINHERR**

*Ingenieurbüro Dr. Hasenstab GmbH, Augsburg (D), **Ingenieurbüro für Baustatik, Neusäß (D)

Die großen Unsicherheiten über den realen Zustand der Bauwerksstruktur stellt beim Bauen im Bestand eine große Bandbreite dar, was zu einem teuren Überdimensionieren oder statisch möglicherweise fatalem Unterdimensionieren der Konstruktion führen kann.

Mit zerstörungsfreien Prüfmethoden soll diese Unsicherheit eingegrenzt und belastbare, reproduzierbare Daten über das Bauwerk für statische Berechnungen erlangt werden.

Ein Zusammenspiel von langjähriger Erfahrung in der Bauwerksprüfung, Beherrschung der Messmethoden, erfahrem Tragwerksplaner und Berücksichtigung der Erfordernisse der Statik führt zu einer Optimierung des finanziellen Aufwands.

Radarm Verfahren

- Reflexion von elektromagnetischen Wellen an Grenzflächen von Materialien mit unterschiedlicher Dielektrizitätszahl.
- Detektion von metallischen Bauteilen, Bewehrung, Spanngliedern
- Strukturänderungen, Hohlräumen, Bauteildicken

Ultraschallecho Verfahren

- Reflexion von Schallwellen an Werkstoffinhomogenitäten
- Detektion von Rissen, Hohlräumen, Kiesnestern, Fäulnis, Frostschäden, Bauteildicken, Ablösungen
- Differenzierung geschädigter und ungeschädigter Bereiche

Bohrwiderstands-Verfahren

- Detektion von Hohlräumen, Fäulnis, ausgeprägtem Insektenbefall
- Differenzierung geschädigter und ungeschädigter Holz
- Bestimmung von Bauteilgeometrien bei verbauten und nur einseitig zugänglichen Bauteilen

Feuchtemessung

- Über Widerstand mit Rammsonde am oder im Bauteil eher punktuell mit genauen Eichkurven
- Kapazität ohne Löcher großflächig an der Oberfläche eher vergleichend von „nass“ und „trocken“

detaillierte Verfahrensbeschreibung: www.zfp-hasenstab.de/Verfahren

Bestandserfassung von Kirchturn mit innenliegendem Fachwerk und Dachstuhl für Nachrechnung durch Tragwerksplaner

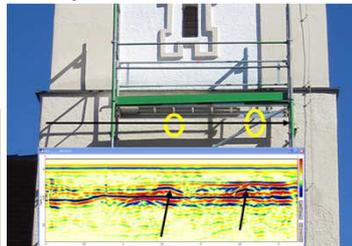


Altar mit Apsis (romanisch, 1694 erweitert), unter dem Turm



oben: Kirche St. Ursula und Gefährten in Rommelsried bei Augsburg

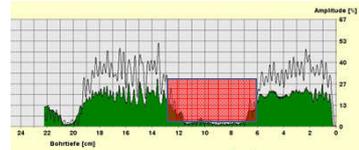
Unten: Radararmierung mit Lage von innenliegendem Fachwerk und 2. Mauerschale



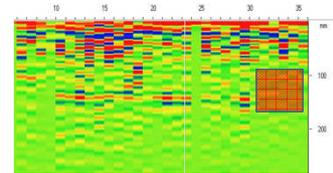
Links: Dachstuhl des Langhauses



Bohrwiderstandsmessung IML Resi B300



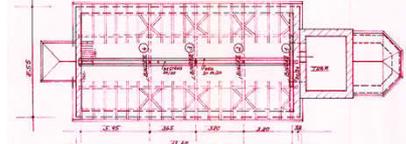
Links: Bohrweiterstandsmessung von Balken mit Kernfäule (Widerstand und Vorschub nimmt im Balkeninneren ab)



Ultraschallechomessung entlang Fachwerkbalken, rot markiert Bereich ohne Echo von Rückseite, was auf Schaden hindeutet

Lösung:

- Mit Radar wurde die Lage der innenliegenden Fachwerkhölzer ermittelt
- Mit Ultraschallecho wurde an zugänglichem Fachwerkbalken geschädigtes und ungeschädigtes Holz unterschieden
- Mit Bohrweiterstand wurden Dimensionen und Zustand von Stützen und Dachbalken bestimmt



Fragestellung:

- Wie ist der Turm auf der Apsis gelagert?
- Ist verdecktes Fachwerk im Inneren des Turmes?
- Abmessungen der Balken in Giebelwand?
- Schäden der Balken im Turm und im Langhaus?

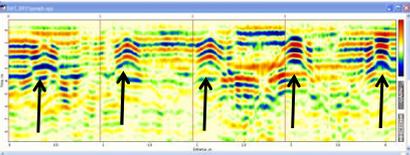
Schäden an Holzbalkendecke im Altbau kurz nach Sanierung

Fragestellung:

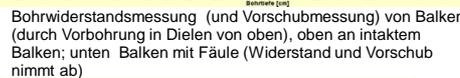
- trotz abgeschlossener Sanierung
- Lage und Zustand der Balken (über Keller und zur Außenwand mit Wassereintrag)
- Schäden an Balkenauflegern aus anderen Bereichen bekannt, von Unterseite nicht erreichbar



Holzfeuchtemessung; bei geringer Feuchte keine Fäulnisgefahr; rechts: Bestimmte Lage der Balken



Radarmessung mit Lage der Deckenbalken (Pfeile)



Bohrweiterstandsmessung (und Vorschubmessung) von Balken (durch Vorbohrung in Dielen von oben), oben an intaktem Balken; unten: Balken mit Fäule (Widerstand und Vorschub nimmt ab)



Lösung:

- Balkenlagebestimmung mit Radar durch Bodenaufbau von oben ohne Bohrungen
- Punktuelle Untersuchung mit Bohrweiterstand und Feuchtemessung
- Eingrenzung des Schadens möglich
- Optimierte Sanierung, geringer Leerstand

Nutzen der zerstörungsfreien Bestandsanalyse für die Statik

- zerstörungsfreie, wiederholbare Untersuchung
- sicher ungeschädigte Betonbereiche definieren und „gesundprüfen“
- großflächige Untersuchung (nicht nur 2 Bohrkerne) ohne Schwächung der Konstruktion
- wenn keine oder unzureichende Pläne der Konstruktion vorhanden → Bestandserfassung, Lage, Querschnitte
- viele physikalisch belastbare Daten für weitere Entscheidungen der Statik und Sanierungsplanung beschaffen (Kostenabschätzung bei Instandsetzung)
- schnelle und zeitnahe Auswertung

Anforderung der Statik an die zerstörungsfreien Bestandsanalyse

- „echte Querschnitte“ d.h. Kalibrieren der Daten
- Echte Lage der gesuchten Einbauteile/ Eisen und keine „bunten Bilder“
- Hohe Belastbarkeit der Daten um weiter damit rechnen zu können, keine Aussagesicherheiten von 50%

Kontakt:

Andreas HASENSTAB, +49 821 540 162 5 0,

zfp@hasenstab.de

Helmut STEINHERR

+49 821 59704 0

statik@ib-steinherr.de