

Tomografie- und Transmissionsmessungen mittels Ultraschall an historischen Gebäuden

U. Effner, A. Ziebolz, B. Milmann, und M. Krause
 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Einleitung

Das Ultraschall-Transmissions-Verfahren zur Untersuchung von Mauerwerk ist als Ergänzung zu den bisher erfolgreich angewendeten Verfahren der Mikroseismik zu sehen. Mit der Verwendung von breitbandigen Ultraschallköpfen im Frequenzbereich von 50 kHz bis 150 kHz und der damit verbundenen kleinen Wellenlänge (ca. 30 mm

bis 50 mm) ist eine Verbesserung der Ortsauflösung gegenüber den seismischen Verfahren zu erwarten. Zur erfolgreichen Anwendung des Verfahrens sind Grundlagenuntersuchungen erforderlich, um herauszufinden, mit welcher Messanordnung der störende Einfluss des Schichtaufbaus von Mauerwerk am besten überwunden werden kann.

Messverfahren

Bei der Transmissionsmessung befinden sich Sender und Empfänger direkt gegenüber. Zur Untersuchung eines Bauwerkbereiches werden sie parallel zueinander verschoben.

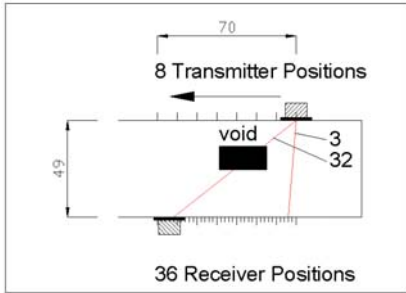


Abb. 1: Beispiel für eine Anordnung zur Tomografiemessung. Bei jeweils 8 Sendepositionen wird die Ultraschall-Laufzeit in 36 Empfänger-Positionen gemessen.

Die Tomografiemessung hat zum Ziel, einen Volumenbereich des Bauteils in verschiedenen Richtungen zu durchschallen (idealer Weise in allen Raumrichtungen). Aus der gemessenen Laufzeit wird mit einem speziellen Auswerte-Verfahren die genaue Position von Fehlstellen (Ort und Tiefe) berechnet. Zu diesem Zweck wird bei einer festen Sendeposition der Empfänger punktwise verschoben und dieser Vorgang für verschiedene Senderpositionen wiederholt (siehe Beispiel in Abb.1)

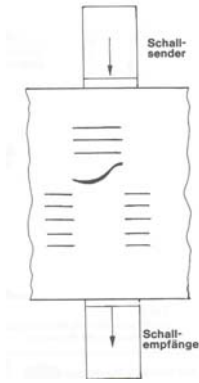


Abb. 2: Schematische Darstellung der Abschattung der Ultraschallwellen durch einen Fehler im Probekörper.

Inhomogenitäten und Hohlstellen im Mauerwerk beeinflussen die Schallausbreitung durch Reflexion und Streuung. Je nach Größe der Fehlstelle werden die Wellen teilweise total reflektiert und um die Fehlstelle geleitet, was zu einer Schallschwächung und einer längeren Laufzeit führt. Für die tomografische Auswertung wird überwiegend die Laufzeit eines Ultraschallpulses ausgewertet.

Fehlstellen, die groß gegenüber der Wellenlänge sind, können durch die Abschattung des Empfangssignals lokalisiert werden.

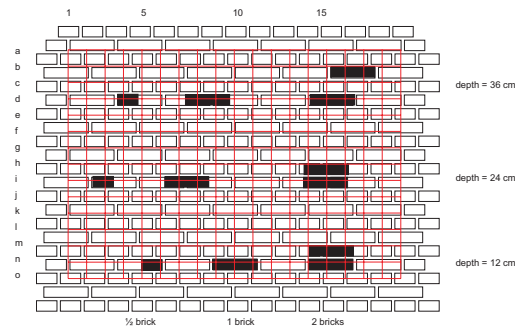
Untersuchte Probekörper (untersuchtes Mauerwerk)



Abb. 3: Kirche am Neuendorfer Anger; Potsdam-Babelsberg; Erbauungsjahr 1850-52; Erbauer Ch.H. Ziller (Foto vor der Sanierung)



Abb. 4: Großer Mauerwerksprobekörper in der BAM Berlin, der Probekörper enthält mehrere Fehlstellen (Ziegelaussparungen) in verschiedenen Höhen und Tiefen, die Skizze deutet die Fehlstellen an.



Ergebnisse

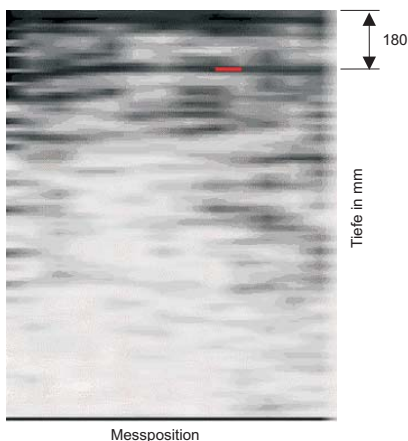


Abb. 5: Ergebnis einer Messung mit dem Ultraschallecho-Verfahren in der Kirche am Neuendorfer Anger. Dargestellt ist die reflektierte Intensität längs der Messachse. Es ist nur das Echo der Rückwand der ersten Ziegelreihe erkennbar (Tiefe 180 mm), weitere Informationen sind nicht möglich.

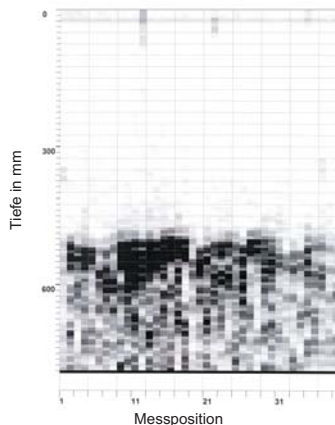


Abb. 6: Ergebnis der Transmissionsmessung am Mauerwerkskörper (Abb.4) mit Transversalwellen. Links: Ziegelreihe j ohne Fehlstellen. Rechts: Ziegelreihe i; eine Fehlstelle ist durch die Abschattung deutlich zu lokalisieren.

