

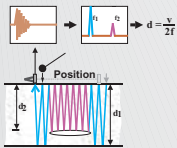
Geometrieeffekte und Hüllrohrortung bei der Impaktecho - Prüfung von Betonbauteilen - Experimentelle und modelltheoretische Ergebnisse

R. Lausch, H. Wiggenhauser, F. Schubert

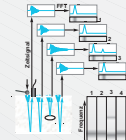
Motivation

Das Impaktecho-Verfahren wird seit vielen Jahren zur zerstörungsfreien Untersuchung von Betonbauteilen eingesetzt. Um die Mechanismen der elastischen Wellenausbreitung besser zu verstehen und den Einfluss von Geometrieeffekten auf das Messergebnis herauszuarbeiten, wurden Messungen und numerische Simulationen an einer Betonplatte mit drei innenliegenden Hüllrohren durchgeführt.

Prinzip



Auf der Oberseite des Bauteils werden durch einen kurzzeitigen Schlag mit einer Stahlkugel elastische Wellen generiert und die Vielfachreflexionen der erzeugten Wellen an Grenzflächen innerhalb der Struktur mittels eines Sensors aufgezeichnet. Die Reflektortiefe d lässt sich dann bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen berechnen.



Das Impaktechogramm ist eine bildliche Darstellung der Daten. Betrachtet werden aneinandergereihte Frequenzspektren, resultierend aus Messungen entlang von Linien mit äquidistanten Punktabständen. Im Gegensatz zur Einzelpunktauswertung wird dadurch eine bessere Visualisierung der Messungen erreicht. Insbesondere Geometrieeffekte werden dadurch sichtbar gemacht.

Beschreibung des Probekörpers, der Messungen und Simulationsrechnungen

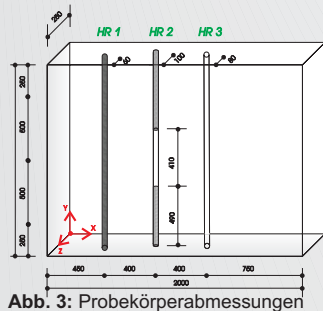


Abb. 3: Probekörperabmessungen



Abb. 4: Messaufbau

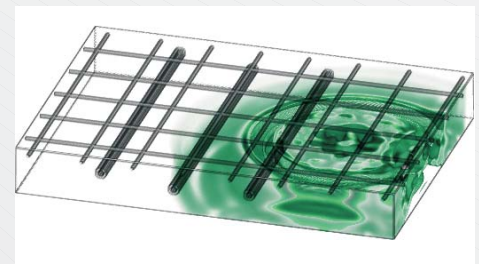


Abb. 5: EFIT-Simulation der Wellenausbreitung nach Impaktanregung

Die Untersuchungen wurden an einem Betonprobekörper ($1,5 \times 2,0 \times 0,25 \text{ m}^3$) mit drei, zum Teil verpressen Hüllrohren $\varnothing 4 \text{ mm}$ durchgeführt. Der Probekörper ist einseitig bewehrt. Verwendet wurde Stabstahl $\varnothing 12/25$ in Längs- und Querrichtung. Die Datenauf-

nahme erfolgte zum einen automatisch mit dem von der BAM entwickelten Messrahmen (Hammer und Empfänger von OLSON) und zum anderen manuell unter Verwendung eines DOCTer-Gerätes entlang von Linien (Punktabstand 1 cm) quer zu den Hüllrohren.

Der Testkörper wurde unter Berücksichtigung der schlaffen Bewehrung, der Hüllrohre, sowie des Zuschlages und der Poren zwei- und dreidimensional modelliert. Das diskrete 3D-EFIT-Modell besteht aus rund 1,2 Millionen Gitterzellen.

Messergebnisse

Impaktechogramme

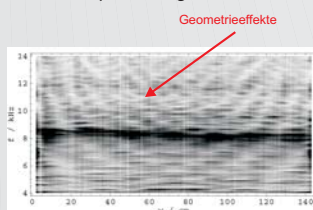
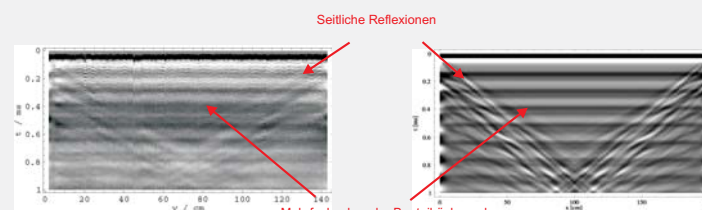


Abb. 6: Platte ohne Hüllrohreinfluss, die Messungen auf dem Probekörper wurden parallel zu den Hüllrohren bei $x = 1,65 \text{ m}$ aufgenommen.

Zeit-B-Scans



Modelltheoretische Ergebnisse

Impaktechogramme

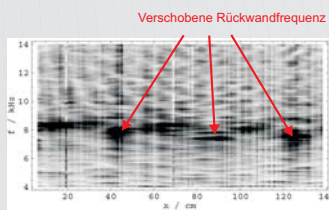
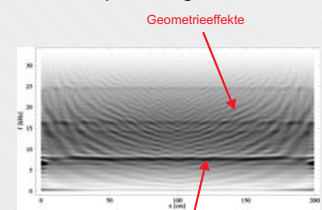


Abb. 7: Platte mit leeren Hüllrohren

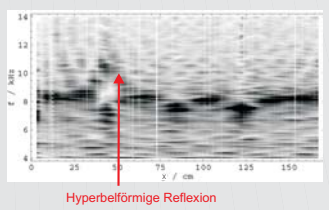
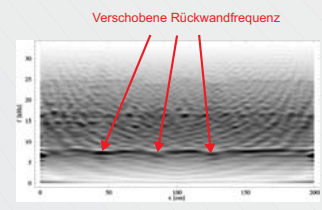
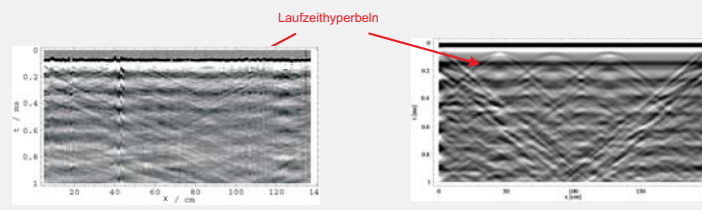


Abb. 8: Hüllrohr 1 (links aussen) wurde nach Einbau des Spannstahls $\varnothing 30 \text{ mm}$ vollständig verpressen. Neben der Frequenzverschiebung des Dickenechos traten zusätzlich hyperbelförmige seitlich verschobene Reflexionen oberhalb der Rückwandfrequenz auf.

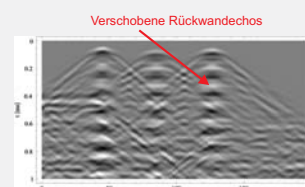


Abb. 9: Differenzbilder aus Referenzsimulation ohne Hüllrohre und Simulation mit Hüllrohren

Zusammenfassung

Die Hüllrohre konnten nur indirekt geortet werden. Dadurch war die Bestimmung der Position, nicht aber der Tiefenlage möglich. Die bislang durchgeführten Simulationen zu den Geometrieeffekten, hauptsächlich hervorgerufen durch Reflexionen der Oberflächenwellen an den seitlichen Begrenzungsflächen, stimmen sehr gut mit den

experimentellen Ergebnissen überein. Das Studium dieser Effekte ist wichtig, da sie einen direkten Einfluss auf die Genauigkeit der Bestimmung von Bauteildicke und Hüllrohrortung haben. Um die Ursachen für die nach der Verpressung der Hüllrohre 1 beobachteten Veränderungen im Impaktechogramm zu analysieren, sind für die Zukunft weitere Simulationsrechnungen an teil- und vollverpressten Hüllrohren geplant.