

Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik

Impact Echo: Einfluss des Abstandes zwischen Impaktor und Sensor

Messverfahren

Impact Echo ist ein mechanisch angeregtes Verfahren zur zerstörungsfreien Untersuchung von Betonbauwerken [1]. Zur Messung wird ein Impaktor (z.B. eine Stahlkugel), ein Sensor und ein Softwareprogramm benötigt. Der Impaktor erzeugt einen kurzen mechanischen Impuls, wodurch es zur Anregung von Schallwellen im Prüfkörper kommt. Die Wellen breiten sich in der Struktur aus und werden mehrfach zwischen parallelen Grenzflächen oder Fehlstellen reflektiert. Diese Mehrfachreflexionen nimmt ein Sensor an der Bauteiloberfläche auf. Daraus transformiert das Softwareprogramm die Signale in einen Frequenzbereich. [2] Der Abstand der Grenzflächen kann durch die Kalibrierung der Ausbreitungsgeschwindigkeit bestimmt werden. Dafür muss entweder punktuell die Dicke des Bauteils oder die Wellengeschwindigkeit des Körpers bekannt sein. Bei Fehlstellen kann neben der Lage auch das Ausmaß detektiert werden. [3]

Vorgehensweise

Es wird ein Testkörper mit einer Breite von 1,20 m untersucht. Dabei erfolgen drei Messungen an den Messlinien. Die erste Messung wird mit einem Abstand des Impaktors zum Sensor von 5 cm durchgeführt. Die weiteren Messungen haben einen Abstand von 15 cm und 25 cm.

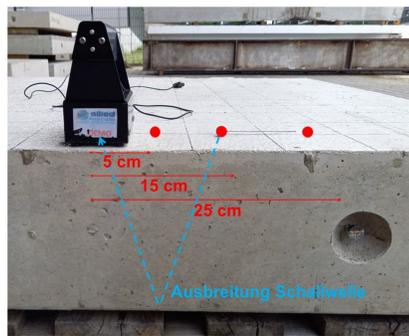


Abb. 1: Abstände und Schallausbreitung

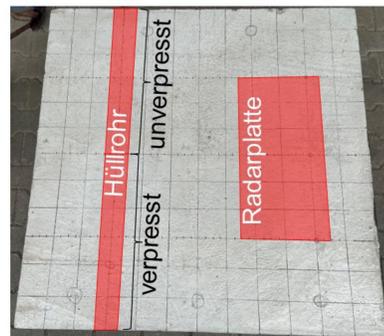


Abb. 2: Aufbau des Testkörpers

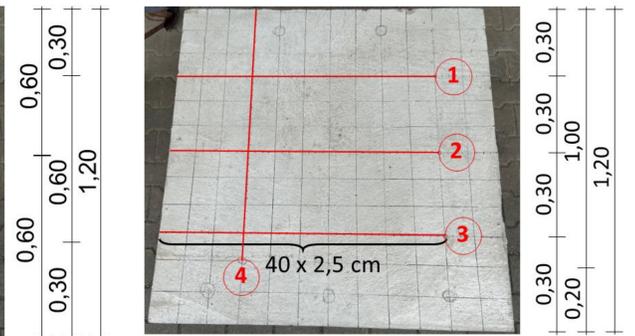


Abb. 3: Messreihengeometrie

Ergebnisse



Abb. 4.1: Messreihe 1 - Abstand 5 cm



Abb. 5: Messreihe 1 - Abstand 15 cm

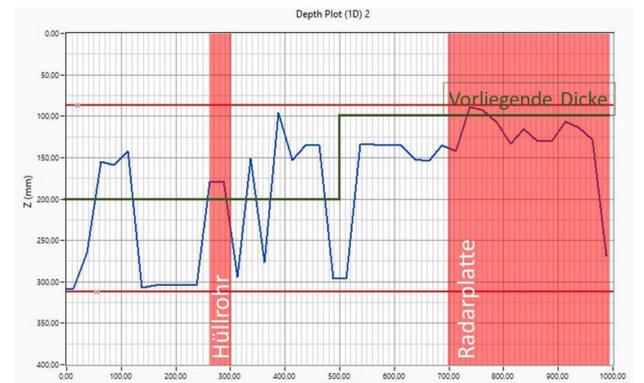


Abb. 6: Messreihe 1 - Abstand 25 cm

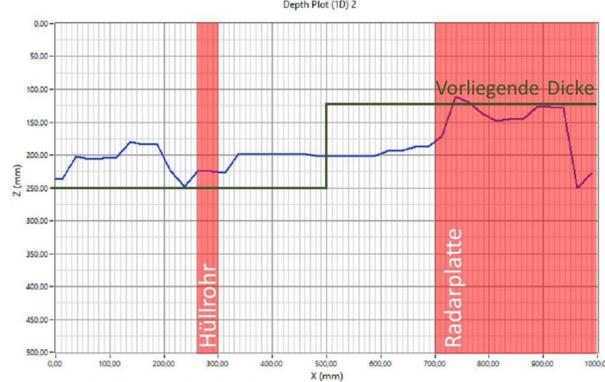


Abb. 4.2: Messreihe 2 - Abstand 5 cm

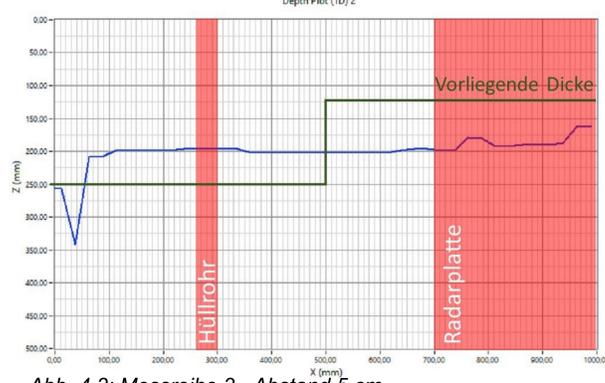


Abb. 4.3: Messreihe 3 - Abstand 5 cm

Bei einem Impaktorabstand von 5 cm zu dem Sensor wird die Dicke der Platte zu 20 cm bestimmt und es kommt nur zu geringen Abweichungen.

Die Ausschläge in der Dickenmessung stimmen mit der Lage des unverfüllten Hüllrohrs und der Polyester-Platte überein (vgl. Abb. 4.1).

Das verpresste Hüllrohr kann nicht detektiert werden, weshalb das Signal ab der 2. Messlinie ausbleibt. Der Impuls der 3. Messlinie liegt außerhalb der Polyester-Platte, wodurch die elastischen Wellen nicht reflektiert werden und die Darstellung der Minderdicke ausbleibt.

Örtliche Abweichungen der Minderdicken und der Peaks bis zu 5 cm sind im Vergleich zu dem Bewehrungsplan des Testkörpers aufgrund der Lage des Sensors in dem Gerät tolerierbar.

Die Messdaten zeigen Ungenauigkeiten und Abweichungen in den Randbereichen des Testkörpers auf. Der Grund dafür liegt in der gestörten Ausbreitung der elastischen Wellen. Die Reflexionen der Seitenwände verfälschen das Messergebnis, was auch als Geometrieeffekt kompakter Bauteile beschrieben wird [4].

Die bildliche Darstellung und die Auswertung der Messergebnisse zeigen, dass größere Abstände des Impaktors zum Sensor zu ungenaueren Ergebnissen in der Dickenmessung und der Detektion des Hüllrohrs führen. Die Abweichung der Dickenmessung zu einer geringen Dicke lassen sich durch eine niedrigere Frequenz (f_R) erklären, die durch den größeren Abstand verursacht wird. Die Schallgeschwindigkeit (v_P) wird von dem Programm als konstant angesehen: $d = \frac{v_P}{2 \cdot f_R}$ [m].

Die Genauigkeit der Messungen nimmt mit einem zunehmendem Abstand von Impaktor zum Sensor ab, was anhand der Abbildungen erkennbar ist.

Ausblick

Zur Verifizierung der Ergebnisse sind weitere Messungen nötig, damit Messungenauigkeiten und Fehlmessungen detektiert und eliminiert werden. Des Weiteren ist zu untersuchen, wie sich die Differenzen der Impulskraft auf die Messdaten auswirken und an welcher Stelle die Messungen erfolgen.

Quellenangabe:

[1] Bastert, H.; Taffe, A.; Willmes, M. (2014). Zerstörungsfreie Prüfverfahren in der Praxis – Möglichkeiten und Grenzen. *Beton- und Stahlbetonbau*, Heft 7, S. 496-499

[2] Schickert, M.; Neisecke, J.; Flohrer, J.; Grosse, Ch.; Krause, M.; Kroggel, O.; Krüger, M.; Willmes, M. (2012). *DGZfP-Merkblatt B11: Merkblatt über die Anwendung des Impact-Echo-Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen*. DACH-Jahrestagung 2012 in Graz - Poster 6.

<https://www.ndt.net/article/dgzfp2012/papers/p6.pdf>

[3] Sansalone, M.J.; Streett, W.B. (1998). *The Impact-Echo Method*. <https://www.ndt.net/article/0298/streett/streett.htm>

[4] Algernon, D.; Feistkorn, S.; Scherrer, M. (2016). *Zerstörungsfreie Untersuchung von Betonbauteilen mit dem Impact-Echo-Verfahren*. Fachtagung Bauwerksdiagnose 2016 – Poster 7