

DGZfP-Merkblatt B11: Merkblatt über die Anwendung des Impakt-Echo-Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen

M. SCHICKERT, J. NEISECKE, C. FLOHRER, Ch. GROSSE, M. KRAUSE,
O. KROGGEL, M. KRÜGER, M. WILLMES
Unterausschuss Ultraschallprüfungen im DGZfP-Fachausschuss
Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen, www.dgzfp.de.
Kontakt: M. Schickert, MFPA Weimar, martin.schickert@mfpa.de

Kurzfassung. Das neu erschienene DGZfP-Merkblatt B11 beschreibt den derzeitigen Stand der Technik zur Anwendung des zerstörungsfreien Impakt-Echo-Verfahrens im Bauwesen. Mit dem Verfahren können Bauteildicken auch großflächig gemessen und Verbundstörungen detektiert werden. Das Merkblatt gibt die erforderlichen Informationen und Entscheidungsgrundlagen für Einsätze an Bauwerken und im Labor. Es soll Auftraggebern und Auftragnehmern eine gemeinsame Basis zur Verständigung über das Verfahren geben und kann als Bestandteil einer Ausschreibung dienen.

Das Merkblatt enthält neben einer Erläuterung der naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen auch die Beschreibung des Verfahrens mit Angaben zur Gerätetechnik. Eine Übersicht über die Einsatzmöglichkeiten wird durch zahlreiche Anwendungsbeispiele praxisnah illustriert. Weitere Abschnitte behandeln das Prüfprotokoll und die Personalqualifikation. Eine Literaturliste weist auf weiterführende Literatur. Der Beitrag bietet eine Einführung in das Merkblatt sowie eine Inhaltsübersicht.

1 Einleitung

Zur Qualitätskontrolle oder Schadensanalyse von Bauwerken besteht oft die Notwendigkeit, die Dicke eines Betonbauteils bei einseitigem Zugang großflächig zu bestimmen. Zusätzlich ist bekannt, dass Ablösungen oder Hohlräume unter der Betonoberfläche durch Abklopfen lokalisiert werden können.

Das Impakt-Echo-Verfahren vereint diese Anwendungen und bietet eine quantitative und zerstörungsfreie Möglichkeit, die Dicke von Bauteilen oder Ablösungen und die Tiefe von größeren Hohlräumen zu bestimmen. Dazu wird der „Klang“ eines Bauteils bei kurzer mechanischer Erregung analysiert, der aus physikalischer Sicht die akustische Resonanz des Bauteils ist.

Das Merkblatt B11 [1] beschreibt Funktion, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten des Impakt-Echo-Verfahrens. Es richtet sich an Nutzer und potentielle Anwender dieses Prüfverfahrens sowie an alle am Verfahren Interessierten. Es soll Auftraggebern und Auftragnehmern eine gemeinsame Basis zur Verständigung über die Möglichkeiten, Einsatzanforderungen und Grenzen des Verfahrens bieten und kann als Bestandteil einer Ausschrei-

bung dienen. Als detaillierte Verfahrensanweisung ist das Merkblatt jedoch nicht gedacht. Zum Verständnis wird nur ein allgemeines technisches Hintergrundwissen vorausgesetzt.

2 Anwendungsbereich

Das Impakt-Echo-Verfahren kann sowohl im Rahmen einer Qualitätssicherung als auch bei Schadensanalysen eingesetzt werden. Ein Vorteil gegenüber anderen Prüfverfahren ist in erster Linie seine leichte Einsetzbarkeit bei Dickenmessungen an einzelnen Punkten oder auf Messrastern.

Prüfziele mit diesem Verfahren sind vor allem:

- Ermittlung der Dicke von Bauteilen oder Deckschichten im Bereich von 5 bis 80 cm
- Nachweis von lokalen oder flächigen Verbundstörungen oder Delaminationen
- Ortung von Hohlstellen (je nach Einsatzbedingung)

Die Vorteile des Verfahrens gegenüber vergleichbaren zerstörungsfreien Prüfverfahren liegen im geringen technischen Aufwand einer Einzelmessung und in der Tatsache, dass aufgrund der benutzten niedrigen Frequenzen und der hohen eingebrachten Energie auch relativ dicke Bauteile mit hohem Bewehrungsanteil geprüft werden können. Nachteilig ist seine Unempfindlichkeit gegenüber Objekten mit kleinem Querschnitt, weshalb es sich für die Suche nach Fehlstellen, Spannkämen o. ä. weniger eignet. Bei der Auswertung der Messsignale sind Fachkunde und Erfahrung nötig, um die teilweise komplexen Signalformen interpretieren zu können.

3 Messprinzip

Das Impakt-Echo-Verfahren umfasst eine Messung an der Oberfläche des Prüfobjekts und die Auswertung der Messung im Frequenzbereich. Bei der Messung wird durch einen kurzen mechanischen Impuls, den Impakt, eine elastische Welle im Prüfobjekt angeregt, die zwischen parallelen Grenzflächen des Prüfobjektes mehrfach reflektiert und durch einen Sensor gemessen wird (Bild 1).

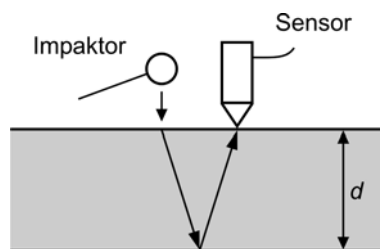


Bild 1. Messprinzip des Impakt-Echo-Verfahrens

Für die Auswertung, die meist unmittelbar auf die Messung folgt, wird das Messsignal in den Frequenzbereich transformiert, wo sich die Vielfachreflexion als Resonanzanzeige bemerkbar macht (Bild 2). Aus der Resonanzfrequenz kann bei bekannter Schallgeschwindigkeit der Abstand der Grenzflächen voneinander und damit z. B. die Dicke eines Bauteils bestimmt werden. Die Lokalisierung von Fehlstellen wird ebenfalls aus Dickenmessungen abgeleitet.

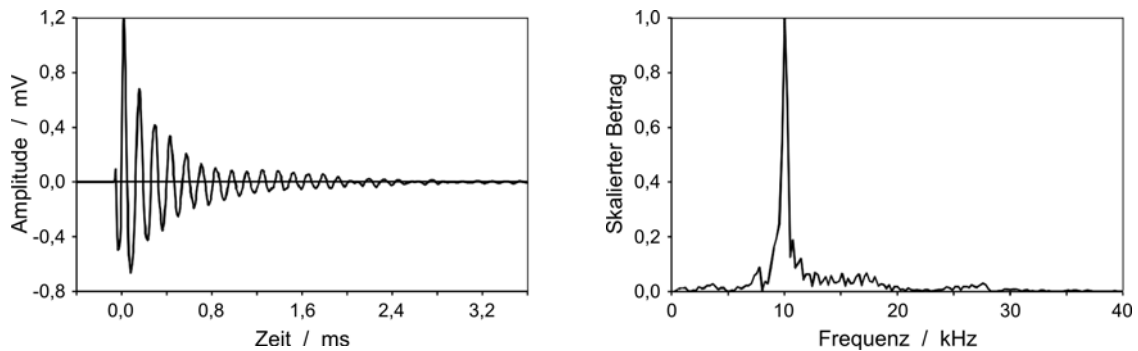


Bild 2. Zeitsignal (links) und Frequenzspektrum (rechts) einer Impakt-Echo-Messung

Die Prüfeinrichtung besteht üblicherweise aus einem Impaktor, einem Sensor und einer Datenerfassungs- und Auswerteeinheit. Impaktor und Sensor können dabei auch in einen Messkopf integriert sein. Als Impaktoren werden häufig Stahlkugeln mit Durchmessern von 3 bis 30 mm verwendet, die manuell, mechanisch oder elektromechanisch an die Bauteiloberfläche geschlagen werden. Neben der Anschlagstelle wird ein Sensor an die Bauteiloberfläche gedrückt.

Derartige Prüfeinrichtungen werden von mehreren Herstellern angeboten. Sie bestehen aus einem Handgerät, in das entweder der Sensor bei getrenntem Impaktor (Bild 3, links) oder Sensor und Impaktor gemeinsam (Bild 3, rechts) integriert sind, sowie einem robusten Notebook mit Mess- und Auswertesoftware. Die Messsysteme können von ein oder zwei Personen bedient werden, sie sind akku- oder batteriebetrieben und leicht tragbar.

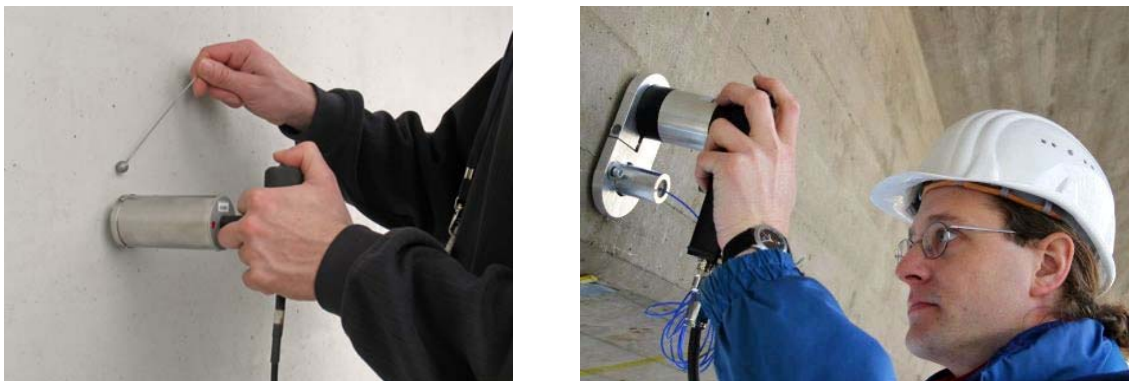


Bild 3. Beispiele für Impakt-Echo-Prüfeinrichtungen mit manueller (links) und elektromechanischer (rechts) Auslösung

4 Inhalt des Merkblattes

- Begriffe
- Liste der Formelzeichen
- Grundlagen des Verfahrens
Einführung, Physikalische Grundlagen, Messprinzip, Besonderheiten und Grenzen des Verfahrens
- Verfahrensbeschreibung
Prüfeinrichtung, Durchführung der Prüfung, Auswertung, Auflösung und Messunsicherheit, Prüfbericht, Personalqualifikation, Sicherheitshinweise

- Einsatzmöglichkeiten
Dickenmessung, Ortung von oberflächenparallelen Rissen, Verbundstörungen und Delaminationen, Ortung von Fehlstellen, Konstruktionselementen und Einbauteilen
- Anwendungsbeispiele
Dickenmessung, Ortung von oberflächenparallelen Rissen, Verbundstörungen und Delaminationen, Ortung von Hohlstellen
- In der Entwicklung befindliche Anwendungen
Detektion von senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Rissen, Untersuchung des Verpresszustandes von Spannkämen, Prüfung von Frischbeton, Simulation der Wellenausbreitung
- Literatur

Referenzen

- [1] DGZfP-Merkblatt B11: Merkblatt über die Anwendung des Impakt-Echo-Verfahrens zur Zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen; Ausgabe 2011-04. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP), 2011