

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

M. SCHICKERT, J. NEISECKE, C. FLOHRER, C. GROBE, M. KRAUSE, O. KROGGEL,  
M. KRÜGER, M. WILLMES

DGZfP-Unterausschuss Ultraschallprüfungen  
im Fachausschuss Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen

**Kurzfassung.** Das Merkblatt beschreibt den derzeitigen Stand der Technik zur Anwendung des zerstörungsfreien Impakt-Echo-Verfahrens im Bauwesen. Es gibt die erforderlichen Informationen und Entscheidungsgrundlagen für Einsätze an Bauwerken und im Labor. Das Merkblatt enthält neben einer Erläuterung der naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen auch die Beschreibung des Verfahrens mit Angaben zur Gerätetechnik sowie eine Übersicht über die Einsatzmöglichkeiten, die durch Anwendungsbeispiele illustriert werden. Weitere Abschnitte behandeln das Prüfprotokoll und die Personalqualifikation. Die Literaturliste weist auf weiterführende Literatur.

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

Das Plakat gibt einen Überblick über den Inhalt des Merkblattes mit den Schwerpunkten Funktion und Besonderheiten des Verfahrens, Anwendungsgebiete sowie ausgewählte Anwendungsbeispiele.

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

## Zielsetzung

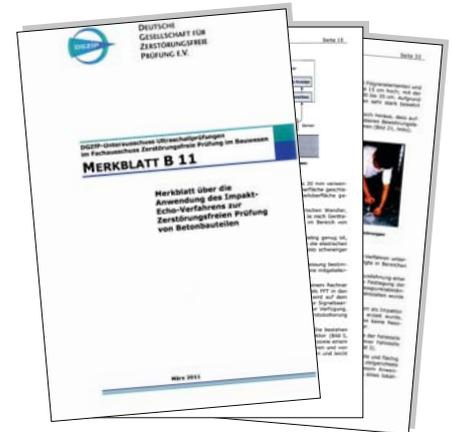
In dem DGZfP-Merkblatt B11 wird der derzeitige Stand der Technik des Impakt-Echo-Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen aus mineralischen Baustoffen beschrieben. Es soll Auftraggebern und Auftragnehmern eine gemeinsame Basis zur Verständigung über das Verfahren bieten und kann als Bestandteil einer Ausschreibung dienen. Im Merkblatt werden Gerätetechnik und Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens auch durch Anwendungsbeispiele praxisnah erläutert. Zusätzlich beschreibt ein Grundlagenkapitel die physikalischen Hintergründe für die Besonderheiten und Grenzen des Verfahrens.

## 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.

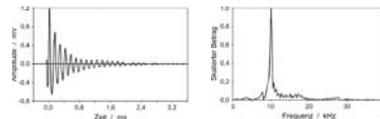
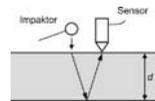
Prüfziele mit diesem Verfahren sind vor allem:

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



## Inhalt

- 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 Spannkämlen, Prüfung von Frischbeton, Simulation der Wellenausbreitung
- Literatur



Oben: Messprinzip des Impakt-Echo-Verfahrens  
Unten: Zeitsignal (links) und Frequenzspektrum (rechts) einer Impakt-Echo-Messung



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

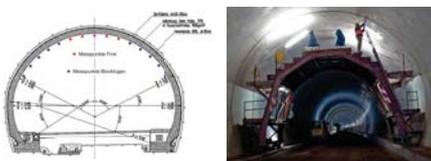
## Messprinzip

Das Impakt-Echo-Verfahren umfasst eine Messung an der Oberfläche des Prüfbjcktes und die Auswertung der Messung im Frequenzbereich. Zur Messung wird durch einen kurzen mechanischen Impuls, den Impakt, eine elastische Welle im Prüfbjckte angeregt, die zwischen parallelen Grenzflächen des Prüfbjcktes mehrfach reflektiert und durch einen Sensor gemessen wird. 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. 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.

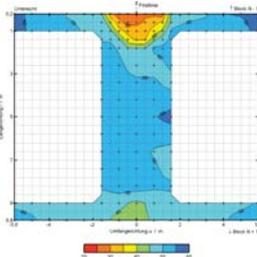
## Anwendungsbeispiele

### Dickenmessung einer Tunnelinnenschale

nach Richtlinie RI-ZFP-TU



Oben: Tunnelquerschnitt mit Messpunkten (links); Impakt-Echo-Dickenmessung (rechts)  
Unten: Isoliniendarstellung der Bauteildicke mit Minderdicke

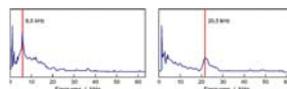


### Delamination in einer Geschosdecke

durch Einfrieren von gefüllten Heizleitungen



Oben: Rissbildung in der Bewehrungsebene  
Unten: Messergebnis an Position ohne Fehlstelle (links) und bei oberflächenparallelem Riss in 9 cm Tiefe (rechts)



Freigelegte Heizleitungen und Rissebene im Betonbauteil

### Wanddicke einer zweischaligen Wand

nach Verschiebung durch fehlerhafte Betonage



Oben: Verschobene Lage der Schalldämmung (links); Messung der Wanddicke (Mitte); verbliebene Wandschale nach Abriss der zweiten Schale (rechts)  
Unten: Isoliniendarstellung der Dicke einer Seite der zweischaligen Wand (Solldicke 25 cm)

