

Effiziente und Praxisorientierte Signalverarbeitungsmethoden für das Impact- Echo-Verfahren

Daniel ALGERNON, Michael SCHERRER

SVTI - Schweizerischer Verein für technische Inspektionen,
Nuklearinspektorat, Wallisellen, Schweiz

Kontakt: daniel.algernon@svti.ch

Kurzfassung

Das Impact-Echo-Verfahren ist ein im Bauwesen seit vielen Jahren sehr verbreitetes Verfahren zur Prüfung von Betonbauteilen. Das Verfahren beruht auf der impulsartigen Anregung elastischer Wellen mit einer kleinen Stahlkugel, welche gegen die Bauteiloberfläche geschlagen wird. Für die Auswertung werden die aufgenommenen Zeitsignale in den Frequenzbereich transformiert um die sich ausbildenden Vielfachreflexionen/Resonanzen als markante Anzeigen im Frequenzspektrum sichtbar werden zu lassen. Anwendungsgebiete sind vor allem Dickenmessungen, die Detektion von Delaminationen, Kiesnestern und Spannkanälen.

Die bei kompakten oder geometrisch komplizierten Bauteilen sich ergebende Überlagerung vielfältiger Effekte macht die Interpretation der Signale in der Praxis oft anspruchsvoll und limitiert die Anwendbarkeit. Daher sind Signalverarbeitungsmethoden zur Extraktion des eigentlichen Messsignals wichtig, jedoch müssen diese entsprechend robust und effizient in der Anwendung sein um in der Praxis auch tatsächlich eine Verbesserung zu erzielen und das Leistungsvermögen zuverlässig zu erhöhen.

Die in diesem Beitrag vorgestellten Techniken zielen u.a. auf die Identifikation von Nutzsignalen aufgrund der zeitlichen Veränderung des Frequenzgehaltes, die Auswertung des Dämpfungskoeffizienten der jeweiligen Frequenzkomponenten und die aktive Einbeziehung des breitbandigen Spektrums des Anregungspulses in die Auswertung ab. Ebenso werden Kriterien zur quantitativen Bewertung des Messsignals und insbesondere des jeweiligen Anregungspulses vorgestellt, wodurch der begrenzten Reproduzierbarkeit der meist manuellen Anregung begegnet wird und so die Zuverlässigkeit des Verfahrens gesteigert werden kann.

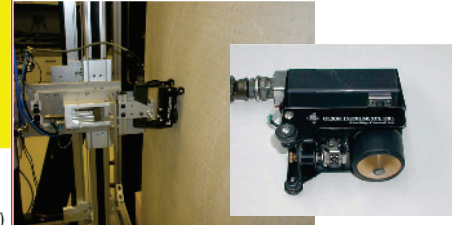
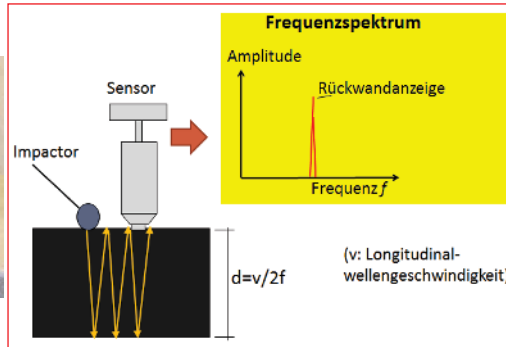
Die Techniken sind für den Einsatz in der Praxis geeignet und haben ihre Anwendung bereits in einem Feldsystem gefunden.

Effiziente und Praxisorientierte Signalverarbeitungsmethoden für das Impact-Echo-Verfahren

Algernon, D., Scherrer, M.

SVTI Schweizerischer Verein für technische Inspektionen, Nuklearinspektorat

Impact-Echo (IE)

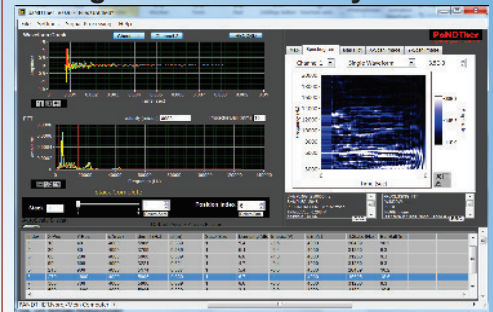


Auswertung des Anregungsimpulses



- Bestimmung des Frequenzgehaltes der Anregung
- Einbeziehung zur Korrektur der ermittelten Frequenzspektren der Messdaten
- Berechnung des dem Anregungsimpuls entsprechenden theoretischen Impactor-Kugeldurchmessers
- Vergleich mit tatsächlichem Impactor
- Einbeziehung in Beurteilung der Signalgüte und zur Identifikation von oberflächennahen Inhomogenitäten

Implementierung effektiver Algorithmen in Feldsystem



Differential Impact-Echo

Prinzip

Im Frequenzbereich:

$$\text{Signal 1} = a_1 * \text{Signal} + b_1 * \text{Noise}$$

$$\text{Signal 2} = a_2 * \text{Signal} + b_2 * \text{Noise}$$

Bedingung: $a_2 > a_1$ und $b_2 < b_1$
und integrale Normierung von Signal 1 und Signal 2

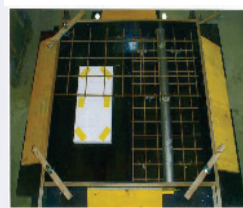
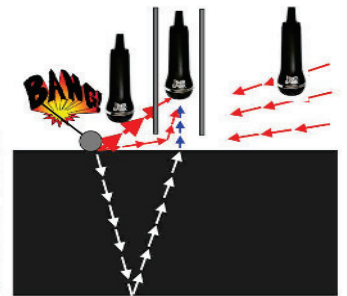
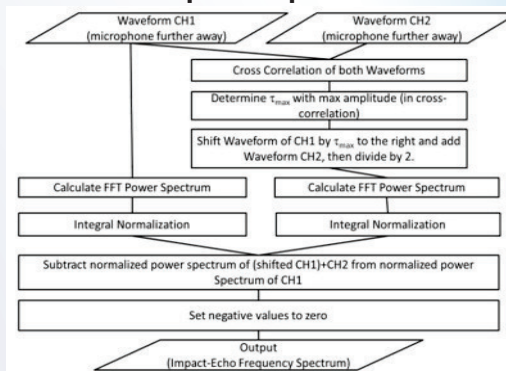
$$\text{Result} = \text{Signal 2} - \text{Signal 1}$$

$$= \underbrace{(a_2 - a_1)}_{> 0} * \text{Signal} + \underbrace{(b_2 - b_1)}_{< 0} * \text{Noise}$$

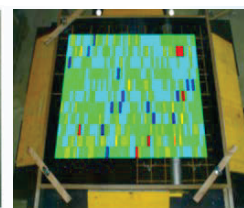
➡ Setze negative Anteile zu Null

➡ Result = Signal

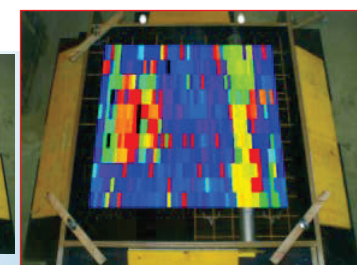
Beispiel: Impact-Echo mit Luftankopplung



Testkörper mit Minderdicke und teilweise verpressten Spannkanal



Dickenplot mit einfachem Mikrophon



Differential IE Dickenplot (Mikrofone, nur eins mit akustischer Abschirmung zu den Seiten)