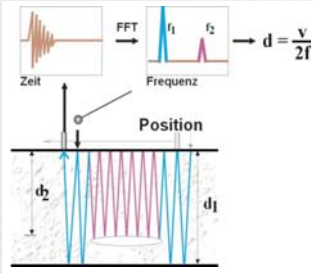


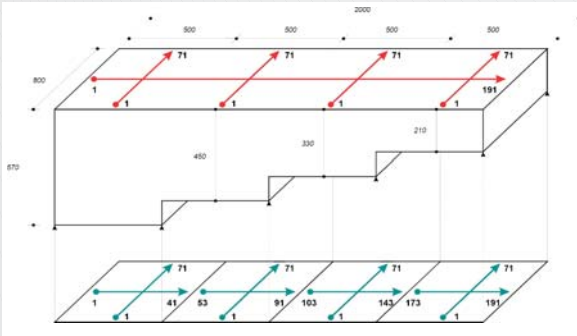
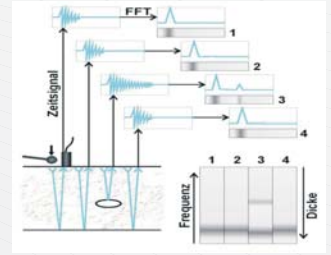


B1 Scannendes Impakt-Echo: Bildgebende Anwendung und Geometrieffekte (BAM)



Impakt-Echo wird seit vielen Jahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen eingesetzt. Akustische Wellen werden auf der Oberfläche durch einen mechanischen Schlag (Punktanregung) generiert und die Vielfachreflexionen dieser Wellen an Grenzflächen innerhalb der Struktur mittels eines Sensors aufgezeichnet. Die Reflektortiefe d lässt sich dann über die einfache Beziehung berechnen.

Das Impaktechogramm ist eine bildliche Darstellung der Daten. Die Messwerte werden hierbei nicht nur an einem Punkt betrachtet, sondern durch graphische Aneinanderreihung der einzelnen Frequenzspektren, aufgenommen an äquidistanten Messpunkten entlang einer Linie, erzeugt. Dies ermöglicht eine Visualisierung der Messungen und zeigt besonders deutlich die Geometrieffekte.

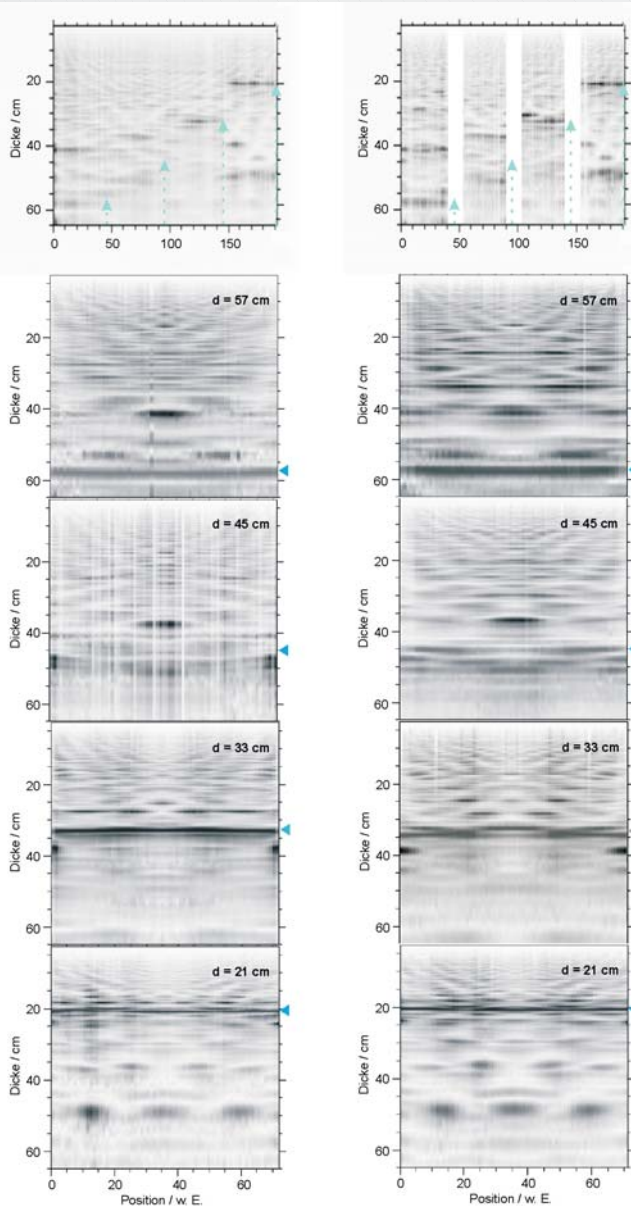


Die Messungen wurden mit einem DOCTer Impakt-Echo Prüfkopf durchgeführt, einem kommerziellen Gerät der Fa. GERMAN Instruments. Jedes aufgenommene Zeitsignal setzt sich aus 2048 Datenpunkten in einem Zeitfenster von 13,61 ms bei einer Samplingfrequenz von 150375 Hz zusammen. Die Frequenzauflösung ergibt sich zu 73,2 Hz. Für die Anregung wurde eine Kugel mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet.

Der stufenförmige Probekörper ist an den Längsflanken mit einer Mindestbewehrung versehen. Messwerte wurden auf der Vorder- (oben) und Rückseite (gestuft) des Probekörpers parallel und senkrecht zu den Längsseiten mit einem Punktabstand von jeweils 1 cm aufgenommen.

Vorderseite: Impaktechogramm der Messlinie auf der Plattenoberseite (Mitte, längst), als Dickenplot. Die Dicken wurden unter Verwendung einer Wellengeschwindigkeit von 4103 ms^{-1} berechnet. Deutlich erkennbar sind die Geometrieffekte, als strahlenförmige, von den oberen Ecken ausgehendes Interferenzmuster. Für die Stufen mit $d = 45 \text{ cm}$ und 57 cm sind diese so dominant, dass die zugehörige Plattendicke nicht identifiziert werden kann. Die dominanten Frequenzen werden durch die Geometrieffekte erzeugt und würden bei nicht bekannter Bauteildicke zu einer Fehlinterpretation führen. Dagegen sind die Dickensignale der beiden dünneren Plattenabschnitte in der Abbildung deutlich zuzuordnen.

Bei den Messlinien quer über die einzelnen Stufen ist das Dickenecho in allen Impaktechogrammen zu erkennen, jedoch mit unterschiedlicher Genauigkeit (siehe Tabelle). In der Stufenmitte sind vor allem bei den dickeren Stufenabschnitten die Amplituden der durch die Geometrie resultierenden Signale wesentlich höher als das Dickensignal.



Rückseite: Im Impaktechogramm der Plattenunterseite sind bis auf die Stufe $d = 45 \text{ cm}$ alle Dickensignale relativ deutlich identifizierbar. Im Bereich der dicksten Stufe ist jedoch zusätzlich zum eigentlichen Dickensignal ein zusätzlicher Bereich bei ca. 42 cm mit verstärkter Amplitude erkennbar. Die Pfeilpositionen kennzeichnen das Ende der jeweiligen Stufe, die Pfeilhöhe die tatsächliche Dicke des Plattenabschnittes.

In den Impaktechogrammen, welche quer über die einzelnen Stufen verlaufen, kann bei den entsprechenden Dicken im Gegensatz zu den Messungen auf der Vorderseite der Stufenplatte jeweils ein durchgehendes erhöhtes Signal identifiziert werden.

	Plattendicke / cm	Richtung	Frequenz	gemessene Dicke d / cm	Abweichung $\Delta d_{\text{rel}} / \%$	Abweichung $\Delta d_{\text{abs}} / \%$
Vorderseite	57	längs	n.b.	68	1,3	2,2
		quer	$3,52 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	-	-	-
	45	längs	n.b.	-	-	-
		quer	$6,24 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	33	0,1	0,4
	33	längs	$6,24 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	33	0,1	0,4
		quer	$9,77 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	21	0,0	0,0
Rückseite	57	längs	$3,52 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	68	1,3	2,2
		quer	$4,55 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	45	0,1	0,2
	45	längs	$4,48 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	46	0,8	1,8
		quer	$6,24 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	33	0,1	0,4
	33	längs	$5,95 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	34	1,5	4,5
		quer	$9,77 \text{ kHz} \pm 73 \text{ Hz}$	21	0,0	0,0

