



A 3.3 Ultraschall Phased-Array (BAM)

F. Mielentz, Dr. Martin Krause, Dr. H. Wiggenhauser Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin



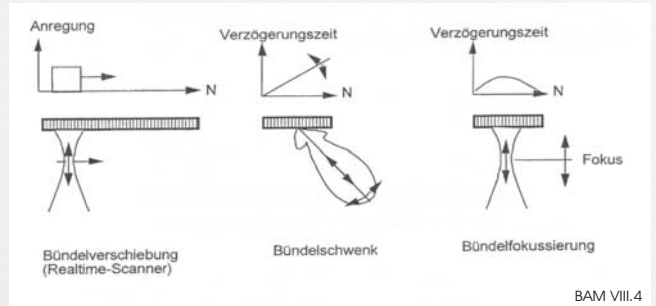
Phased-Array-Technik

Die Ultraschall Phased-Array-Technik oder auch Gruppenstrahlertechnik wird seit langem erfolgreich in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung eingesetzt. Mit dieser Technik kann durch zeitlich gesteuerte Anregung der einzelnen Wanderelemente des Arrays das Schallbündel im Probekörper verschoben, geschwenkt und/oder fokussiert werden. Ziele der Arbeit sind die Entwicklung einer Gruppenstrahlerapparatur für den Ultraschall Niederfrequenzbereich sowie grundlegende Untersuchungen zu den Möglichkeiten des Schwenkens der Abstrahlrichtung und des Fokussierens des Schallbündels im Beton.

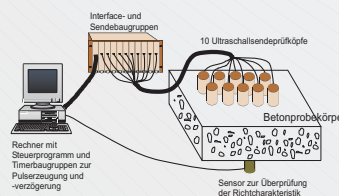


Gerätekonzept

Der anwendbare Frequenzbereich an Betonbauteilen beschränkt sich durch die Materialinhomogenitäten auf den Bereich unter 200 kHz. Die Erzeugung der notwendigen Verzögerungszeiten der Sendespannungen für die Schallbündelsteuerung kann in diesem Frequenzbereich durch kommerziell erhältliche Komponenten (PC-Baugruppen) erreicht werden, so dass sich die Hardware-Entwicklung auf die Leistungsendestufen und das Interface zwischen dem Steuerrechner und dem Leistungsteil beschränken. Als Kompromiss zwischen Schaltungsaufwand und bestmöglicher Wandleranregung werden z. Zt. Rechtecksendestufen verwendet. Die Rechtecksender des Gruppenstrahlers haben eine maximale Spitzenspannung von $u_s = -400\text{ V}$ und eine variable Impulsbreite von $T_{50\%} = (1...6)\text{ s}$, so dass die Sendepulse optimal an die verwendeten Prüfköpfe angepasst werden können.

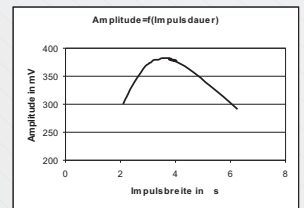


Schallbündelsteuerung mit Gruppenstrahlern



Schema und Foto der Gruppenstrahler-Messapparatur

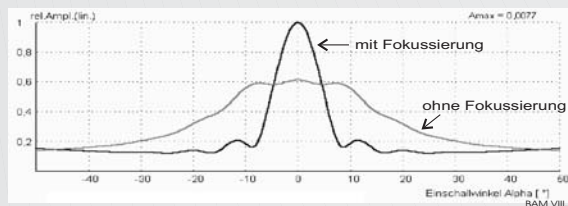
Optimierung der Sendepulsdauer in Durchschallung für die verwendeten Prüfköpfe; Funktion der Amplitude des Empfangskopfes in Abhängigkeit von der Sendepulsbreite $T_{50\%}$



Orientierende Messungen und Ausblick

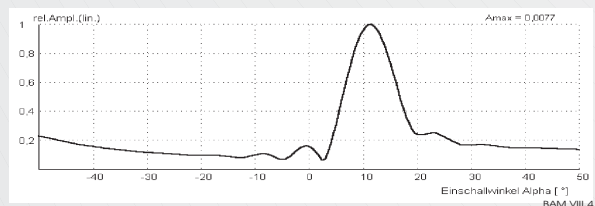
Erste orientierende Messungen wurden an einem 50 cm dicken Betonprobekörper mit einem Größtkorn von 8 mm durchgeführt. Die Möglichkeiten des Fokussierens und des Schwenkens des Schallbündels sind dabei mit einem Ultraschallprüfkopf in Durchschallung überprüft worden. Es erfolgte danach ein Vergleich der Ergebnisse mit einer Modellrechnung auf Grundlage der Punktquellensynthese. Als nächstes sind Messungen von Richtcharakteristiken über einen größeren Winkelbereich an Probekörpern verschiedener Sieblinien geplant.

Schallbündelfokussierung



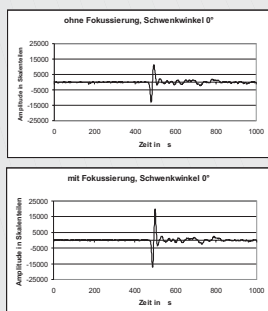
Berechnete Richtcharakteristik mit und ohne Fokussierung (Schwenkwinkel 0 Grad)

Schallbündelschwenk



Berechnete Richtcharakteristik für einen Schwenkwinkel von 11 Grad (mit Fokussierung)

Das Zeitsignal (Ultraschall A-Bild) mit Fokussierung zeigt gegenüber dem Signal ohne Fokussierung eine deutlich größere Amplitude. Allerdings ist das Verhältnis der Amplituden etwas kleiner als das in der Modellrechnung (1,34 anstatt 1,60).



Der gewählte Schwenkwinkel von 11 Grad entspricht bei der Bauteildicke des Probekörpers von 50 cm einem Abstand $s = 9,7\text{ cm}$ von der Mittel-senkrechten des Arrays. Es wurden drei Messungen in Durchschallung mit einer Schrittweite von 5 cm durchgeführt. In den Zeitsignalen (Ultraschall A-Bilder) erkennt man deutlich, dass sich in der Messung ein Maximum bei $s = 10\text{ cm}$ einstellt, was mit der Modellrechnung übereinstimmt.

