

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Problemstellung	2
3. Theoretische Grundlagen und Stand der Technik	4
3.1 Historischer Rückblick	4
3.2 Prinzip einer zerstörungsfreien Schallprüfung von Bauteilen	5
3.3 Schallausbreitung in Baustoffen	6
3.4 Prüfverfahren, Anwendungsmöglichkeiten und Geräte	12
4. Schaffung gerätetechnischer und prüftechnischer Voraussetzungen für ein komplexes Ultraschall Prüfverfahren	23
4.1 Entwicklung und Bau von Transversalwellenwandlern für die Baustoffprüfung	23
4.1.1 Der piezoelektrische Effekt	23
4.1.2 Elektroakustische Wandler aus piezoelektrischer Keramik	25
4.1.3 Bau und Optimierung eines Transversalwandlers für baupraktische Anwendungen	29
4.1.4 Prüfung des entwickelten Transversalwandlers auf seine baupraktische Anwendbarkeit	32
4.1.4.1 Meßgenauigkeit beim Einsatz von Transversalwandlern	37
4.1.4.2 Einfluß der Prüffrequenz auf die Erkennbarkeit des Transversalimpulseinsatzes und Auswahl der Frequenz	40
4.1.4.3 Einfluß der Ankopplung auf die Erkennbarkeit des Transversalimpulseinsatzes und Auswahl der Koppelmittel	42
4.2 Ankopplungsverfahren für eine reproduzierbare Intensitätsmessung	45
4.2.1 Intensitätsverlust in Bauteilen aus Beton und seine Ursachen	45
4.2.2 Ankopplungsverfahren und Auswahl von Ankopplungsmedien für eine reproduzierbare Schallübertragung	49
4.2.3 Auswahl von Prüffrequenz und Meßverfahren	52
4.2.4 Entwicklung eines Ultraschall-Prüfkopfes für flüssige Koppelmittel zur Intensitätsmessung an Betonbauteilen	55
4.3 Auswahl und Beurteilung der Ultraschall-Meßparameter für zerstörungsfreie, komplexe Prüfverfahren	58
5. Überprüfung der baupraktischen Anwendbarkeit des vorgeschlagenen drei parametrischen Ultraschall Prüfverfahrens	59
5.1 Beobachtung des Hydratationsverlaufs hydraulischer Bindemittel	60
5.2 Ultraschallmessungen am erhärteten Beton	70
5.2.1 Messung der dynamischen Elastizitätskonstanten von Beton	70
5.2.2 Nachweis von Verdichtungsfehlern und Rezepturänderungen	75

5.2.2.1 Fehlerhafte Frischbetonverdichtung	75
5.2.2.2 Herabgesetzte Zementmenge.	77
5.2.2.3 Veränderungen am Zuschlag	78
5.2.2.4 Hinweise für eine Kontrolle von Serienbauteilen	80
5.2.3 Nachweis von Hohlräumen und Rißflächen	81
5.3 Beobachtung des Entstehens und der Weiterentwicklung von Mikro- rissen bei einachsiger Druckbelastung	87
6. Zusammenfassung	93
7. Ausblick	98
8. Verzeichnis der verwendeten Bezeichnungen und Symbole	100
9. Literaturverzeichnis	101