

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 Mikrorissen bei einachsiger Druckbelastung | 87 |
| 6. Zusammenfassung | 93 |
| 7. Ausblick | 98 |
| 8. Verzeichnis der verwendeten Bezeichnungen und Symbole | 100 |
| 9. Literaturverzeichnis | 101 |