

## Untersuchung der Beziehung zwischen Ultraschall und Druckfestigkeit

Lin Guo [REDACTED], Leonie Manko [REDACTED], Nora Velske [REDACTED]

Untersucht wird die Ermittlung der Druckfestigkeit mit Hilfe des Ultraschall-Pulsgeschwindigkeits Verfahren (UPV). Im Folgenden wird die allgemeine Funktionsweise von Ultraschallmessungen erläutert. Anschließend wird die Vorgehensweise der hier vorgenommenen Untersuchung beschrieben und die Ergebnisse der Messungen werden erfasst und analysiert. Dabei wird ein Ausblick auf mögliche nachfolgende Studien gegeben.



Abbildung 1: Prüfgerät Pundit PL 200  
Quelle: [1] Screening Eagle Technologies,

Allgemein gibt es drei Arten von Wellen: Longitudinalwellen, Transversalwellen und Rayleigh-Wellen. Beim Ultraschallverfahren werden vor allem die Longitudinalwellen gemessen, da sie die größte Wellenausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  aufweisen. Dies liegt daran, dass die Schwingungsrichtung der Masseteilchen parallel zur Wellenausbreitungsrichtung verläuft. Anhand dieser Geschwindigkeit können Rückschlüsse auf die Druckfestigkeit des Betons gezogen werden. Je höher die Geschwindigkeit, desto geringer ist die Betondruckfestigkeit. Allgemein ist die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit definiert als  $c = s/t = \text{Strecke}/\text{Zeit}$ . Dabei ist die Strecke abhängig von der Bauteildicke  $d$  und der Sender-Empfänger Anordnung des Gerätes. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde eine Transmissionsmessung durchgeführt. Das bedeutet Sender und Empfänger liegen auf einer Linie jeweils auf einer Seite des Bauteils. Somit ist  $s = d$ .

Es wurden zwei Verfahren durchgeführt. Das erste Verfahren ist die Ultraschall-Transmissionsmessung mit anschließender Auswertung nach DIN EN 13791-2006. Das zweite Verfahren ist die SonReb-Methode. Dies ist eine Kombination aus der Rückprallhammermessung und Ultraschall-Transmission, bei der die Auswertung anhand einer SonReb-Kurve von Procep erfolgt. Beide Verfahren werden an denselben zwei Prüfkörpern durchgeführt. Prüfkörper 1 ist ein Spannbetonbalken mit einer Dicke von 35 cm und Prüfkörper 2 ist eine Schalldämmplatte mit einer Dicke von 16 cm.

Die Vorgehensweise beginnt mit dem Aufbringen eines Rasters auf beiden Bauteilseiten und der Festlegung von neun Messpunkten. Im nächsten Schritt wird die Rückprallhammermessung an allen Punkten vorgenommen. Diese Werte sind für das Prüfverfahren 2 notwendig. Als nächstes erfolgt die Messung mit dem Ultraschall-Transmissionsgerät an allen Messpunkten. Für das Prüfverfahren 2 werden dafür die vorher bestimmten Werte aus der Rückprallhammermessung eingelesen.



Abbildung 2: Ansicht Ultraschall-Transmissionsmessung

Die Daten, die wir nun erhalten sind Geschwindigkeitswerte der Schallwellen. Über das Einsetzen in die Konversionskurven erhalten wir die Druckfestigkeit. In dieser Studie werden zwei verschiedene Kurven verwendet. Zum einen die Druckfestigkeitsbestimmung anhand der in der Norm DIN EN 1379-2006 genannten Kurve (Prüfverfahren 1) und zum anderen die SonReb Kurve der Firma Procep, bei der die zuvor mit dem Rückprallhammer ermittelten Druckfestigkeiten eingegeben werden (Prüfverfahren 2).

## Mittelwert der ausgewerteten Druckfestigkeit

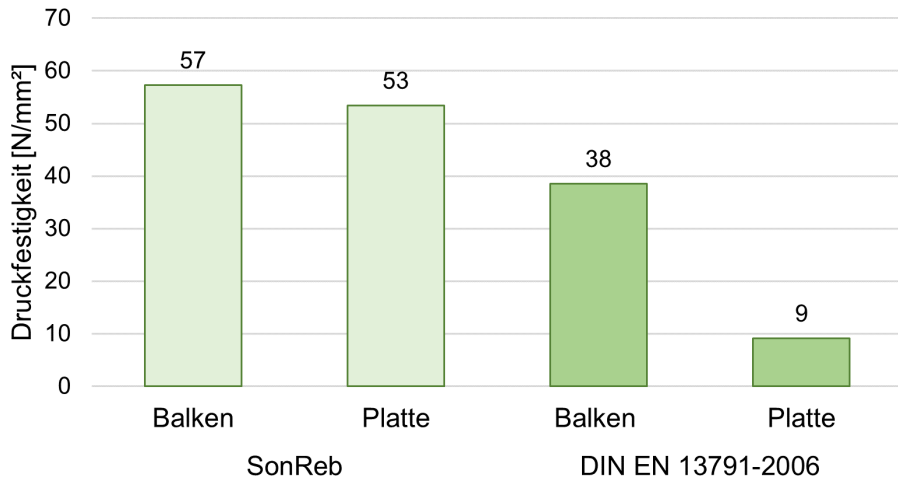


Abbildung 3: grafische Darstellung der Ergebnisse

Es fällt auf, dass bei dem SonReb-Verfahren die Werte bei beiden Prüfkörpern sehr hoch sind und nah beieinander liegen. Bei der Bestimmung nach DIN-Norm hingegen sind die Werte deutlich niedriger und variieren stärker. Bei beiden Verfahren liegt die Druckfestigkeit des Prüfkörpers 2 (Platte) unterhalb des Prüfkörpers 1 (Balken).

Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass die Konversionskurve von Proceq weniger zuverlässig erscheint, da die Werte sehr nah beieinander liegen und auch sehr hoch sind. Die Konversionskurve aus der Norm scheint dazu im Gegensatz sehr auf der sicheren Seite zu liegen. Daraus folgt, dass bei der Ultraschall-Transmission die gemessene Druckfestigkeit sehr stark von der gewählten Kurve abhängt. Nachfolgend könnten die gemessenen Ergebnisse mit anderen Kurven ausgewertet werden und mit den bisherigen Erkenntnissen verglichen werden. So ist es vielleicht möglich eine allgemein anwendbare Kurve auszubilden. Am sichersten ist es aber eine individuelle Kurve für jedes Bauteil zu erstellen. Dies gelingt am besten anhand von Bohrkernen. Eine reine zerstörungsfreie Messung der Druckfestigkeit mit Ultraschall-Transmission scheint nach den bisherigen Erkenntnissen zu unsicher.

### Quellenangabe:

- [1] Screening Eagle Technologies; 23.06.2022;  
<https://www.screeningeagle.com/en/products/pundit-200>