

# Zerstörungsfreie Bauwerksdiagnostik

## Befestigungsmittel – Prüfung von verdeckten Schäden

Was bringt das Einbringen von Befestigungsmitteln für Schäden mit sich?

Man unterscheidet in der Regel die offensichtlichen und die versteckten Mängel des Betons. Die offensichtlichen Mängel sind mit bloßem Auge sichtbar, beispielsweise Spaltrisse oder Abplatzungen im Beton. Versteckte Mängel könnten aus Rissen im Beton, eine falsche Verankerungstiefe bzw. falsche Verankerungswinkel bestehen.

Welche Möglichkeiten bestehen um die verdeckten Schäden aufzudecken bzw. welche Möglichkeiten kommen in Frage?

Auf der Suche nach einem Konzept für die Fehlstellenermittlung wird hier der Fokus auf entstehende Risse im Beton gesetzt. Somit war eindeutig dass die Versuche mit Ultraschall aufgrund ihrer vollständigen Reflexion an Grenze zur Luft eine bessere Detektion von Fehlstellen bieten. Dabei wird zwischen Pulse- Echo und Transmission unterschieden. Da es sich hier lokal um den Bereich der Befestigungsmittel handelt, hat sich das Ultraschallverfahren mit Transmission bewährt, da man den zu betrachteten Bereich lokal besser eingrenzen kann.



Abbildung 1: Abplatzung des Betons beim Einbringen von Befestigungsmitteln

### Prüfkonzept

Zur Ermittlung der Risse bzw. der Risstiefen infolge der Befestigungsmittel wird das Gerät PUNDIT® PL-200 von Proceq angewendet.



- A Pundit Touchscreen
- B Akku
- C 2 Schallköpfe, 54 kHz\*
- D 2 BNC-Kabel, 1,5 m\*
- E Koppelpaste\*
- F Kalibrierstab\*
- G BNC-Adapterkabel
- H Ladegerät
- I USB-Kabel
- J DVD mit Software
- K Dokumentation
- L Tragriemen

Abbildung 2: PUNDIT® PL-200  
Quelle: Bedienungsanleitung Proceq



Abbildung 9: PUNDIT® PL-200 Ergebnisse  
Quelle: Programmasugabe

**Schritt 1:** Messraster definieren, Gerät funktionsbereit machen, Koppelpaste auf Schallköpfe verteilen



Abbildung 3: Testkörper

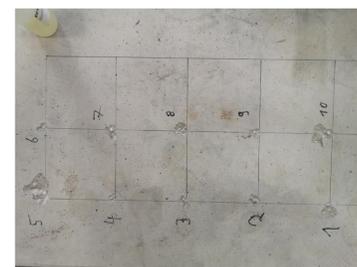


Abbildung 4: Messraster



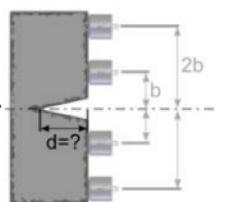
Abbildung 5: Koppelpaste

**Schritt 2:** Kalibrierung des Geräts mit Impulsgeschwindigkeit infolge Dicke oder Oberflächengeschwindigkeit

**Schritt 3:** Versuchsdurchführung + Versuchsauswertung

Wähle im Menü „Compound Measurements“, wähle anschließend „Crack Depth“. Wähle Parametereinstellung „b“. Messe und bestätige die Distanz „b“.

Durchlauf in der ersten Position starten. „t1“ wird bestimmt. Stabiler Messwert wird gespeichert. Durchlauf in der zweiten Position starten. „t2“ wird bestimmt. Stabiler Messwert wird gespeichert.



„d“ Risstiefe wird ermittelt. Die Risstiefe kann ebenfalls mit folgender Formel ermittelt werden:

$$c = b \sqrt{\frac{4t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

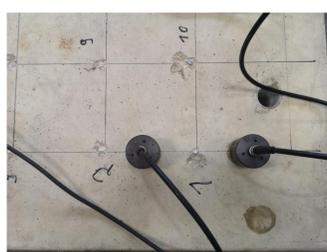


Abbildung 6: Durchlauf 1



Abbildung 7: Durchlauf 2

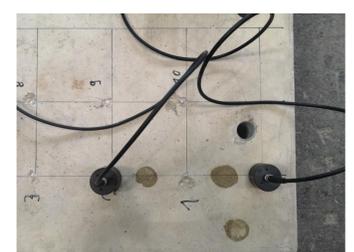


Abbildung 8: Durchlauf 3

### Fazit

Bei allen Untersuchungen in der Praxis zeigt sich immer wieder, dass Risse bzw. Fehlstellen und Schäden bei jedem Schuss mit einfließen. Bei 9 Versuchen erhalten wir eine Risstiefe zwischen 25 bis 66 mm. Da die Risstiefenmessung nur eine begrenzte Genauigkeit aufweist, wird das Konzept allein nicht ausreichen um eine aussagekräftige Beurteilung über des Zustandes des Bauwerks zu treffen. Somit sind weitere Untersuchung mit dem Impact- Echo Verfahren zu empfehlen, um die Detektion der Risse zu verbessern. Weiterhin kann man empfehlen den Beton mit dem Nagel mit einem Zugfestigkeitsversuch zu prüfen und zu ermitteln, ob die Risse bis zu 66 mm tiefe einen Einfluss auf die Haftzugfestigkeit haben oder es zu Betonausbrüchen kommen könnte. Ein mindestens zu erreichender Richtwert von 1,5 N/mm<sup>2</sup> ist nachzuweisen um die Zugfestigkeit zu gewährleisten und einen schnellen Betonausbruch zu vermeiden. Mit diesen Faktoren könnte man Richtwerte für den Ultra Puls- Echo und dem Impact- Echo Verfahren ermitteln und Richtlinien freigeben.

Quellenangabe:

- [1] IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering (2021). The effect of transducer distance on the concrete crack depth measurement using PUNDIT.
- [2] Bedienungsanleitung Proceq
- [3] Skript Bauwerksdiagnostik 2022