

Befestigungsmittel – Prüfung von verdeckten Schäden

Mohamad Ahmad ██████████, Youssef Abbas ██████████, Farahnaz Haghghi ██████████

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.

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 bewehrt, da man den zu betrachteten Bereich lokal besser eingrenzen kann.

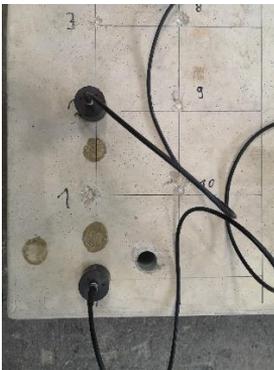


Abbildung 1: Versuch einfacher Abstand b



Abbildung 1: Versuch zweifacher Abstand b

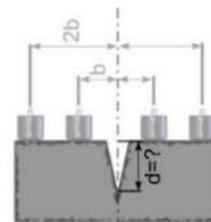


Abbildung 1: Versuchsprinzip

Im Rahmen des Laborexperiments wurde die Wirksamkeit der Ultraschallimpulsgeschwindigkeit (UPV) bei der Bewertung der physikalischen Eigenschaften von einem Betontestkörper mit Befestigungsmittel untersucht. Dicke und Risstiefen wurden in zehn Stellen bestimmt.

Es wurde mit einem auf der Oberfläche angeordneten Prüfkopf ein Ultraschall Impuls in Form von Longitudinalwellen in das Bauteil eingeleitet. Der Anteil des reflektierten Impulses wird mit einem

Empfangskopf, der ebenfalls auf der Oberfläche positioniert ist, empfangen und ausgewertet. Dieses Verfahren kann bei der Überprüfung der Bauteile mit einer Dicke bis zu ca. 80 cm angewendet werden. (Dicke des vorh. Testkörpers 16cm).

Zur Ermittlung der Risse bzw. der Risstiefen infolge der Befestigungsmittel wird das Gerät PUNDIT® PL-200 von Proceq angewendet. Es wird ein Messraster definiert, das Gerät funktionsbereit gemacht und anschließend Koppelpaste *auf die Schallköpfe verteilt*. Die Kalibrierung des Geräts erfolgt mit Hilfe der Impulsgeschwindigkeit infolge Dicken oder der Oberflächengeschwindigkeit.

Wähle nun im Menü „Compound Measurements“ und wähle anschließend „Crack Depth“. Wähle Parametereinstellung „b“. Messe und bestätige die Distanz „b“. Der Durchlauf in der ersten Position wird gestartet. „t1“ wird bestimmt. Stabiler Messwert wird gespeichert. Der zweite Durchlauf in der zweiten Position wird gestartet. „t2“ wird bestimmt. Stabiler Messwert wird gespeichert. Die Risstiefe „d“ wird ermittelt.

Die Risstiefe kann ebenfalls mit folgender Formel ermittelt werden:

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

Meas. Type	Result	Name	Meas.	Distance b (m)	Time 1 (µs)	Crack Depth (m)	Probe Freq. (kHz)	Probe Gain (x)	Pulse Voltage (V)	PRF (Hz)
Crack Depth	0.035 m	Versuch1	1	0.075	49.2	0.035	54	200	150	15
Crack Depth	0.035 m	Versuch1	2	0.075	91.6	0.035	54	200	150	15
Crack Depth	0.045 m	Versuch2	1	0.075	45.5	0.045	54	200	150	15
Crack Depth	0.045 m	Versuch2	2	0.075	81.6	0.045	54	200	150	15
Crack Depth	0.047 m	Versuch3	1	0.075	44.7	0.047	54	200	150	15
Crack Depth	0.047 m	Versuch3	2	0.075	79.4	0.047	54	200	150	15
Crack Depth	0.066 m	Versuch4	1	0.075	54.1	0.066	54	200	150	15
Crack Depth	0.066 m	Versuch4	2	0.075	88.6	0.066	54	200	150	15
Crack Depth	0.030 m	Versuch6	1	0.075	43.9	0.030	54	200	150	15
Crack Depth	0.030 m	Versuch6	2	0.075	83.2	0.030	54	200	150	15
Crack Depth	0.025 m	Versuch7	1	0.075	41.9	0.025	54	200	150	15
Crack Depth	0.025 m	Versuch7	2	0.075	80.6	0.025	54	200	150	15
Crack Depth	0.048 m	Versuch8	1	0.075	54.7	0.048	54	200	150	15
Crack Depth	0.048 m	Versuch8	2	0.075	96.7	0.048	54	200	150	15
Crack Depth	0.066 m	Versuch9	1	0.075	49.3	0.066	54	200	150	15
Crack Depth	0.066 m	Versuch9	2	0.075	80.9	0.066	54	200	150	15
Crack Depth	0.056 m	Versuch10	1	0.075	65.0	0.056	54	200	150	15
Crack Depth	0.056 m	Versuch10	2	0.075	111.1	0.056	54	200	150	15

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 den Zustand des Bauwerks zu treffen. Somit sind weitere Untersuchungen 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 $1,5 \text{ N/mm}^2$ 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 den Impact- Echo Verfahren ermitteln und Richtlinien freigeben. Unter guten Randbedingungen aber ist das Ultraschall-Verfahren eine erhebliche Erweiterung für das Portfolio der zerstörungsfrei lösbaren Aufgabenstellungen in der ZfPBau.

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