

# Ultraschall-Echoverfahren an Betonbauteilen mit geneigten Rückwänden — Entwicklung von Testkörpern

Stefan MAACK<sup>1</sup>, Stefan KÜTTENBAUM<sup>1</sup>, Alexander TAFFE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BAM, Berlin

<sup>2</sup> HTW, Berlin

Kontakt E-Mail: stefan.maack@bam.de

## Kurzfassung

Das Ultraschall-Echoverfahren kann zur Bestimmung der geometrischen Abmessungen von Bauteilen eingesetzt werden. Bei Untersuchungen an Brücken aus Beton hat sich gezeigt, dass die Rückwand häufig nicht planparallel zur Messfläche ausgebildet ist. Die Auswertung der zugehörigen Messreihen lässt erwarten, dass die Neigung der Rückwand bei der Dickenmessung als zusätzliche (nicht vernachlässigbare) Einflussgröße auf die Messunsicherheit quantifiziert werden muss. Zu diesem Zweck wurden fünf Testkörper hergestellt.

Im vorliegenden Beitrag werden neben der Konzeption der Probekörper ausgewählte zugehörige Messergebnisse präsentiert und den tatsächlichen Bauteildicken und -neigungen gegenübergestellt.

# Ultraschall-Echoverfahren an Betonbauteilen mit geneigten Rückwänden - Entwicklung von Testkörpern

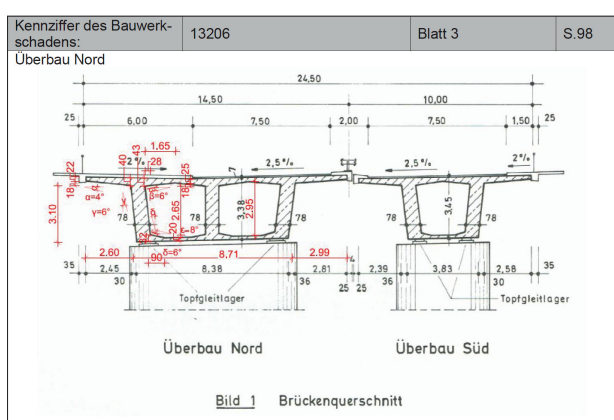
Stefan Maack<sup>1</sup>, Stefan Küttenbaum<sup>1</sup>, Alexander Taffe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

<sup>2</sup> Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)

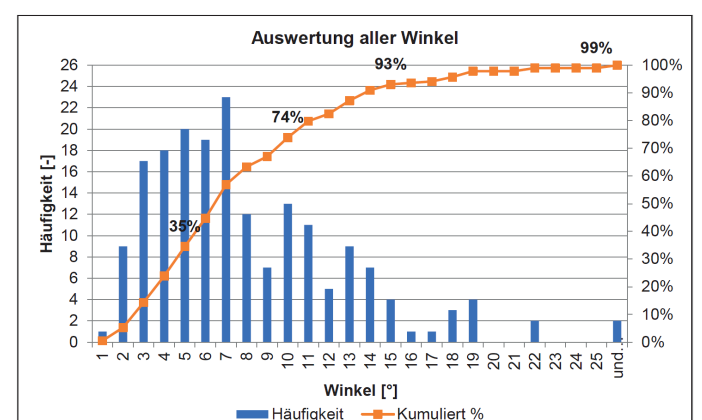
Das Ultraschall-Echoverfahren wird zur Bestimmung geometrischer Abmessungen von Bauteilen aus Beton eingesetzt. Messfläche und Bauteilrückwand sind hierbei häufig nicht planparallel. Die Auswertung der zugehörigen Messreihen lässt erwarten, dass die Neigung der Rückwand bei der Dickenmessung als zusätzliche (nicht vernachlässigbare) Einflussgröße auf die Messunsicherheit quantifiziert werden muss. Zur Ermittlung dieses Einflusses wurde eine Serie von Testkörpern erstellt.

## Maßgebende Winkel in Querprofilen von Brücken an ausgewählten Konstruktionsarten



Auszug eines Datenblattes der Archivrecherche mit ermittelten relativen Neigungswinkeln zwischen Messfläche und Bauteilrückwand [Winkelmann 2019]

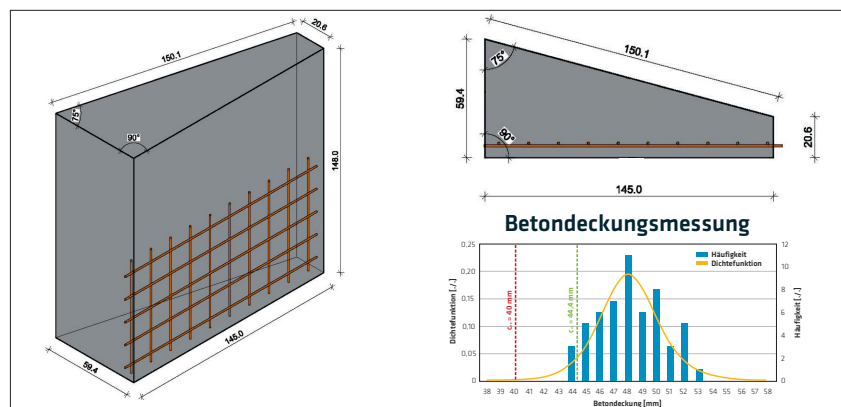
Im ersten Schritt der Planung der Testkörper erfolgte eine umfangreiche Archivrecherche im Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg sowie aus Literaturquellen. Erfasst wurden vorgespannte Plattenbalken- und Hohlkastenkonstruktionen aus Beton. Die Auswertung erfolgte manuell, durch Abgriff der Maße aus den Bestandsunterlagen (Genauigkeit:  $\pm 2^\circ$ ). Insgesamt wurden 72 Querprofile von Brücken erfasst. Das Diagramm zeigt, dass bei 99 % der erfassten Querprofile die Winkel unter  $25^\circ$  liegen. Der Betrag der Winkel hängt hierbei vom jeweiligen Bauteil ab. Die größten Winkel wurden an den Stegen bestimmt.



Histogramm und kumulierte Zusammenfassung aller aus 72 Querprofilen abgegriffenen und berechneten 172 Winkel der Masterarbeit [Winkelmann 2019].

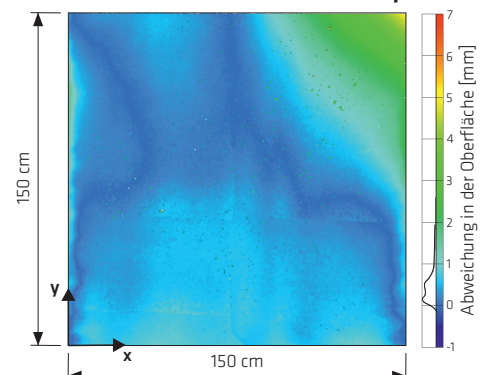
## Aufbau und Vermessung der Testkörper

Aufbauend auf der Archivrecherche wurden insgesamt 5 Testkörper mit verschiedenen Neigungswinkeln hergestellt ( $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 25^\circ$ ). Die Außenmaße der Messflächen betragen etwa  $150 \text{ cm} \times 150 \text{ cm}$ . Die mittlere Bauteildicke beträgt  $40 \text{ cm}$ . Die Betongüte ist C30/37 mit einem w/z-Wert von  $0,47$  und einem Größtkorn von  $16 \text{ mm}$ . Zusätzlich enthält jeder Testkörper halbseitig eine kreuzweise Bewehrungslage mit einem Gitterabstand von  $15 \text{ cm}$  und einem Stabdurchmesser von  $12 \text{ mm}$ . Die Betondeckung beträgt  $55 \text{ mm}$  ( $c_{nom}$ ). Betondeckung und geometrische Abmessungen wurden durch geeingete Prüfverfahren verifiziert.



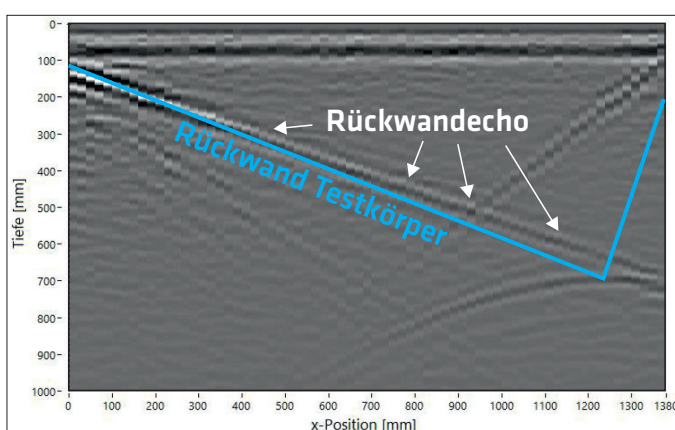
Testkörper Tk3 mit Bewehrungslage in verschiedenen Ansichten - Diagramm der statistischen Auswertung der Betondeckung aus den Ergebnissen der Wirbelstrommessung (rechts/unten) nach DBV-Merkblatt 2015 aus [Winkelmann 2019]

### Ebenheit der Messfläche Testkörper Tk3

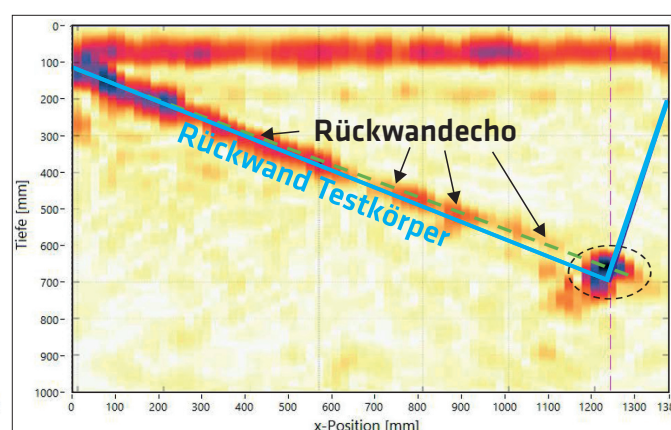


Die Messung der Ebenheit der Messflächen erfolgte durch Photogrammetrie (ATOS) hier für Testkörper Tk3

## Ergebnisse der Ultraschall-Echomessungen für einen Neigungswinkel der Rückwand von $25^\circ$



B-Bild der Ultraschalldaten (Rohdaten) am Testkörper Tk3 ( $25^\circ$ ) - blaue Linie: geometrische Rückwand; weiße Pfeile: Rückwandecho - Abweichung  $\sim 2^\circ$  [Winkelmann 2019]



B-Bild der rekonstruierten Ultraschalldaten (SAFT) am Testkörper Tk3 ( $25^\circ$ ) - blaue Linie: geometrische Rückwand; grün gestrichelte Linie: Rückwandecho - Abweichung  $\sim 2^\circ$  [Winkelmann 2019]

Sowohl Rohdaten als auch rekonstruierte Ultraschalldaten zeigen eine Abweichung von messtechnisch ermittelter und tatsächlicher Neigung der Rückwand des Testkörpers bei einem Winkel von  $25^\circ$  (Abweichung:  $\sim 2^\circ$ ). Bei der Modellbildung für die Berechnung der Messunsicherheit zur Rekonstruktion der Geometrie von Bauteilquerschnitten ist dieser Effekt somit zu berücksichtigen. Die Ursache hierfür sowie Möglichkeiten der Korrektur sind Gegenstand nachfolgender Forschungsarbeiten.

**Literaturverweis:** [Winkelmann 2019] Winkelmann, P.: Systematische Untersuchungen zur Dickenmessung mit Ultraschallecho an geeigneten Bauteilflächen. Masterarbeit, Berlin, 2019.

Sicherheit in Technik und Chemie

**Ansprechpartner:** Dr.-Ing. Stefan Maack,  
 E-Mail: [stefan.maack@bam.de](mailto:stefan.maack@bam.de),  
 T: +49 30 81044246

**Danksagung:** Landesbetrieb Straßenwesen  
 Brandenburg, Dienststelle Hoppegarten,  
 Abteilung 50 - Bau