

# Zerstörungsfreie Materialkennwertbestimmung mittels Ultraschall an historischem Bunker-Betonen

A. HASENSTAB\*, D. BÖTTCHER\*\*

\*Ingenieurbüro Dr. Hasenstab GmbH, Augsburg (D), \*\*Universität Augsburg, Deutschland

## Einleitung

Im Rahmen des Projekts Augsburg City werden zentrale Verkehrsachsen Augsburgs neu konzipiert. Unter anderen sieht das Projekt eine Untertunnelung des Hauptbahnhofes vor, um das älteste, sich in Betrieb befindliche Bahnhofgebäude einer Großstadt, zu erhalten. Im Zuge dieser Arbeiten wurde 2015 eine unbekannte Bunkeranlage entdeckt, von der Probekörper entnommen wurden.

## Aufgabenstellung

- Zerstörungsfreie Untersuchung der Betonqualität historischen Bunkerbetons mittels Ultraschallverfahren
- Zerstörungsfreie Ultraschalluntersuchung der Betonqualität als zusätzliche Quelle für die historische Aufarbeitung von Baubedingungen und Arbeitskräfteeinsatz
- Beurteilung der Baubedingungen und Verbindung von Zwangsarbeit und Bauqualität am Beispiel historischer Bunker



Ansicht des Bunkers bei der unerwarteten Entdeckung einer Betonkonstruktion; rechts: Innenansicht nach Öffnung (Fotos Stadt Augsburg)

Rückbau des Bunkers, welcher sich als sehr widerstandsfähig erweist (Fotos Stadt Augsburg)

## Probekörper



Zustand des Bunkers beim Eintreffen der Historiker

Unterschiedliche Betonstrukturen der Bunkerüberreste

Übersicht der Probekörper

## Liste der Probekörper

- historischer Bunkerbeton, vom Bahnhofsgelände Augsburg
- Bunkerbetonproben aus dem Tschechoslowakischen Schutzwall (bei Burg Friedland, Tschechien)
- Betonproben aus den 1960er und 1970er Jahren sowie aus dem Jahr 2015
- Mörtelnormprisma

## Versuchsdurchführung

## Ergebnisse der Laboruntersuchungen

### Dichtebestimmung



Die Dichte der Probekörper wurde durch die Formel

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Messung mit **Longitudinalwellen**
  - nicht reproduzierbare Werte auf den unebenen Probekörpern
  - Untersuchung mit Longitudinalwellen wurde nicht weiter vertieft
- Messung mit **Transversalwellen**
  - gute Reproduzierbarkeit der Messergebnisse

Zusammenhang zwischen Ultraschallgeschwindigkeiten und Rohdichten der Probekörper ?  
 -> Ergebnisse unterschiedlicher Probekörper – Bunkerbeton und Bohrkern – nicht direkt vergleichbar  
 -> Ergebnisse eines Bauwerks (Bunker in Augsburg) -> guter Zusammenhang  
 -> Dichten und Schallgeschwindigkeiten alter Betone geringer als bei Betonen der 60er Jahren und 2015.

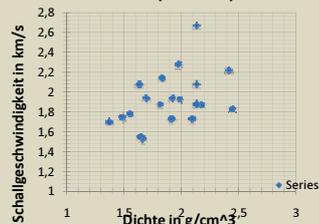
### Ultraschallmessungen

- Messung der Schalllaufzeiten
- Differenzierung von homogenen und inhomogenen Bereichen (z.B. Betonverdichtung/Kiesnester)
- Schallgeschwindigkeiten für Ultraschall (Transversalwelle) im Beton laut Literatur 2,5 - 2,75 km/s



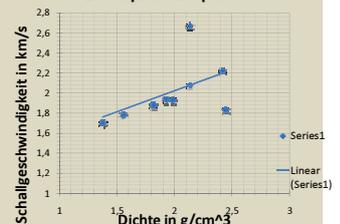
detaillierte Verfahrensbeschreibung: [www.zfp-hasenstab.de/Verfahren](http://www.zfp-hasenstab.de/Verfahren)

Betonprobekörper



Schallgeschwindigkeiten bezogen auf Rohdichten; Links: Betone unterschiedlichem Alter und Zusammensetzung Rechts: Bunkerbeton Augsburg

Betonprobekörper



## Ausblick:

- Die Ergebnisse stellen den Beginn einer wissenschaftlichen Arbeit an der Universität Augsburg dar.
- Es sollen weiterführend folgende Themen bearbeitet werden:
  - These: Verwendung von Zwangsarbeitern durch Baufirmen zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit
  - Einsatz von Zwangsarbeitern nur in ausgewählten Bereichen aus Angst vor Sabotage oder mangelhafter Arbeit?
  - Einsatz von mangelhaften technischen Hilfsmitteln und unqualifizierten Arbeitern als Ursache für Gerücht, dass Zwangsarbeiter schlecht arbeiten?
  - Bunkerbau nur zur Beschäftigung der Bevölkerung, da mangelhafte Qualität den Schutz durch diese Konstruktionen nicht erlaubte? – Vergleiche auch: Bunkertüre aus angestrichenem Holz im Augsburger Arbeiterstadtteil Gartenstadt

## Kontakt:

Dr.-Ing. Andreas HASENSTAB,

+49-821-540-162-50,

zfp@hasenstab.de

Dominic BÖTTCHER

+49-157-718-642-30,

dominic.boettcher@web.de