



### C1 Mehrdimensionale Datenaufnahme und -analyse.

Ch. Kohl, J. Wöstmann, Dr. Ch. Maierhofer, Dr. H. Wigganhauser, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin



#### Problem

Bei der Ortung von Spannkänen in unterschiedlich stark bewehrten Betonbauteilen wurde beobachtet, dass die oberhalb des Hüllrohrs liegende Bewehrung scheinbar einen Einfluss auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen hat. D. h. ein metallisches Hüllrohr in einem nur halbseitig bewehrten Probekörper, das laut Zeichnung parallel zur Oberfläche angeordnet ist, wurde mit Radar dichter unter der Oberfläche detektiert als im unbewehrten Bereich. Die Existenz eines Zusammenhangs zwischen Ausbreitungsgeschwindigkeit und Bewehrungsgrad wurde im Rahmen einer Diplomarbeit durch empirische Untersuchungen überprüft.

#### Messobjekte

- Probekörper 1 (Pk.-Liste Nr.1) mit einem metallischen Hüllrohr und zwei unterschiedlich stark bewehrten Bereichen (B1 unbewehrt; B2 ca. 10/18; Gk 8 mm)
- Probekörper 2 (BAST) mit zwei metallischen Hüllrohren und zwei unterschiedlich stark bewehrten Bereichen (B1 12/5; B2 12/7,5; Gk 16mm)

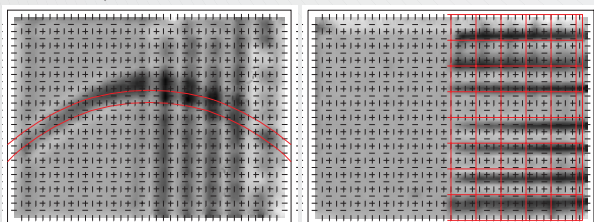


Abb. 1: Zeitscheiben vom Probekörper 1, links vertikal polarisierte Antenne, rechts horizontal polarisierte Antenne

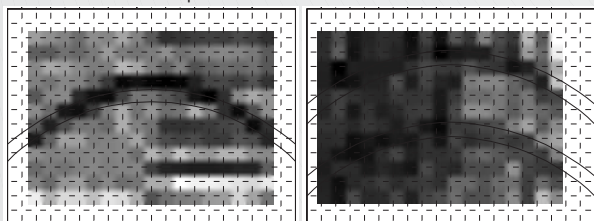


Abb. 2: Darstellung der integralen Leistung der transmittierten Signale der 1,5 GHz Antennen, links Probekörper 1, rechts Probekörper 2

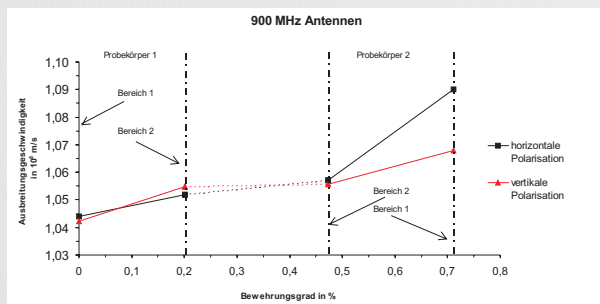


Abb. 3: Ausbreitungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Bewehrungsgrad

Genauigkeiten mit den herkömmlichen Antennen (ca. ±1cm), trägt aber dennoch zur Verbesserung der Messgenauigkeiten bei. Grundsätzlich sollte auch auf eine eventuelle Überlagerung der Reflexionssignale geachtet werden. Eine genaue Bestimmung der Betondeckung ist nur dann möglich, wenn sich die verschiedenen Reflexionssignale nicht überlagern.

#### Weiterführende, zukünftige Untersuchungen

- Durchführung von weiteren Messungen an neuen Probekörpern (Probekörper mit unterschiedlichen Bewehrungsgraden aber ansonsten gleichen Eigenschaften bezüglich der Geometrie, Zusammensetzung, Alter usw.)
- Durchführung von Simulationsrechnungen zum Verständnis des Einflusses der Bewehrung auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit (Interpretation der Untersuchungsergebnisse und zur Vorhersage von Messergebnissen bei Praxiseinsätzen und als Hilfestellung bei der Auswahl der Messparameter (Arbeitspaket D2, GhK)
- Entwicklung und Einsatz neuer Signalverarbeitungsalgorithmen z. B. Wavelet - Analyse oder digitale Filteroperationen für die Auswertung der Radarmessdaten (Arbeitspaket D1.3, MTPA, IZFP)
- Datenaufnahme mit getrennten Sender und Empfänger in unterschiedlichen Polarisationskonfigurationen (Arbeitspaket C1, BAM)
- SAFT - Rekonstruktionen (Abb. 4) (Arbeitspaket D1.1, IZFP, MTPA, GhK)
- Polarimetrische Abbildungsverfahren (Arbeitspaket D1.2, GhK, BAM)
- Kombinierte Verfahren (Arbeitspaket C2, BAM)

Datafusion von:
 

- Radar
- Ultraschall
- Impakt-Echo

 mit PV - WAVE, Data Explorer oder Amira

#### Messdurchführung

- Transmissionsmessungen**
  - punktuelle Vermessung der Probekörper (10 cm Raster)
  - jeweils mit den 900 MHz und der 1,5 GHz Antennen in beiden Polarisationsrichtungen
- Reflexionsmessungen**
  - spurenweise Vermessung der Probekörper (verti. u. horiz. 5 cm Raster)

#### Reflexionsmessungen

- laterale Ortung der Spannkäne und der Bewehrung**
  - Lokalisierung der Bewehrung und des Spannkanaals beim Pk1 sehr gut möglich (Abb.1)
  - Lokalisierung der einzelnen Bewehrungsstäbe und der Spannkäne beim Pk2 nicht möglich
- Tiefenortung von Bewehrung, Spannkanal und Rückwand**
  - Detektion der Rückwand nur mit der 900 MHz Antenne beim Pk1 möglich
  - genaue Tiefenbestimmung der Bewehrung bei beiden Pk nur mit der 1,5 GHz Antenne möglich (bei der 900 MHz Antenne überlagerten sich die verschiedenen Reflexionssignale)
  - genaue Tiefenbestimmung der Spannkäne nur beim Pk1 und nur mit der 1,5 GHz Antenne möglich

#### Transmissionsmessungen

- laterale Ortung der Spannkäne (Abb. 2)**

	Bereich 1	Bereich 2
Probekörper 1	gut möglich	gut möglich
Probekörper 2	nicht möglich	andeutungsweise möglich
- Einfluss der Bewehrung auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen**

Mit zunehmendem mittleren Bewehrungsgrad nimmt auch die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen zu (Abb. 3).

#### Zusammenfassung

Beim Einsatz des Impulsradarverfahrens für Untersuchung von Betonbauteilen sollte zukünftig der Einfluss der Bewehrung auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen berücksichtigt werden ( Abb.3 ). Er ist zwar nur von geringer Bedeutung (max. Abweichung der Geschwindigkeiten untereinander ca. 4 %) im Vergleich zu den erreichbaren

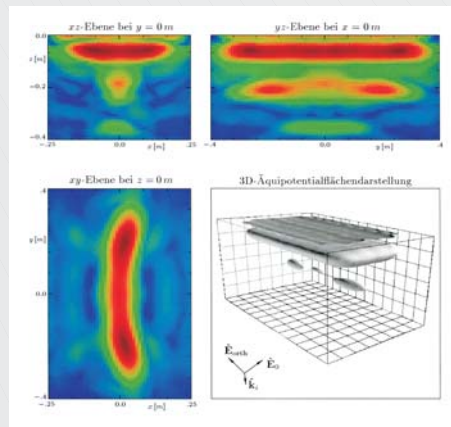


Abb. 4: Rekonstruktion eines Spannkanaals hinter Bewehrung aus simulierten Messdaten (GhK)