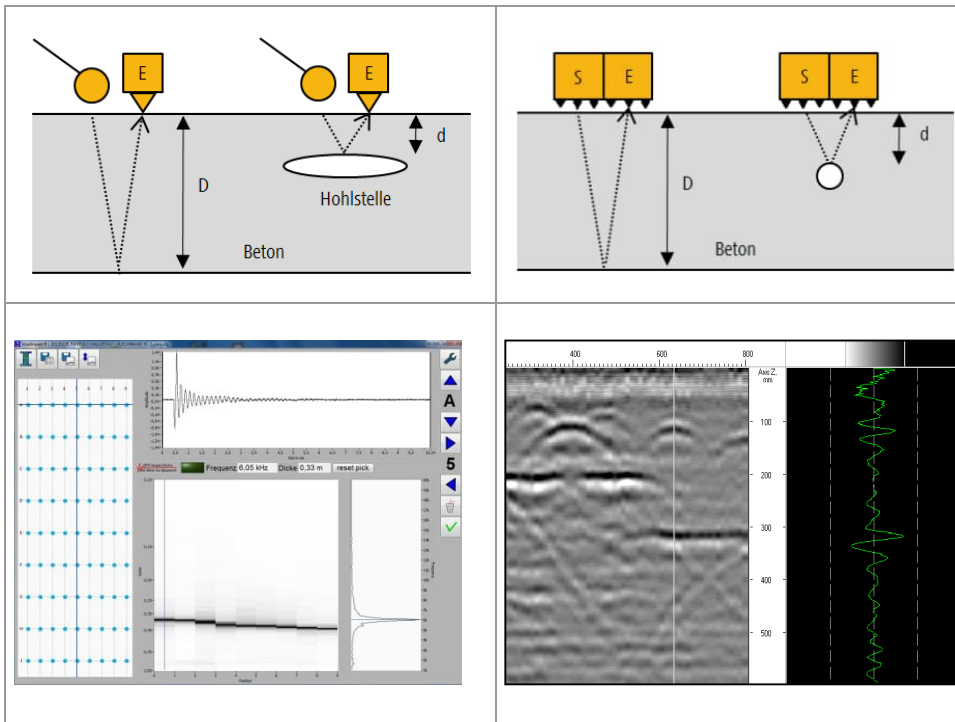


# Zerstörungsfreie Prüfung

- Dickenmessung
- Spanngliedortung
- Betondeckungsmessung
- Potentialfeldmessung
- Strukturuntersuchung



## Impakt-Echo Verfahren und Ultraschallecho-Verfahren



Prinzipdarstellung des Impakt-Echo Verfahrens (links) und des Ultraschallecho-Verfahrens (rechts)

Links: Messbildschirm der Impakt-Echo Software blueImpakt® mit Darstellung des Messrasters (links), des Zeitsignals (oben), des Frequenzspektrums als Resultat der FFT (rechts) und der ermittelten Bauteildicken entlang einer Messlinie als sogenanntes B-Bild (mitte, unten)

Rechts: Darstellung von Messergebnissen des Ultraschallecho-Verfahrens als Einzelmessung bzw. A-Bild (rechts) und als B-Bild (links)

### Messprinzip Impakt-Echo und Ultraschallecho

Beide Messverfahren basieren auf der Analyse reflektierter Schallwellen. Beim Impakt-Echo Verfahren werden die Wellen durch das Aufschlagen eines Impaktors (z.B. Stahlkugel) auf die Bauteiloberfläche erzeugt, beim Ultraschallecho-Verfahren generieren Punktkontaktsensoren eines Prüfkopffarrays die hochfrequenten Ultraschallwellen. Die Schallwellen breiten sich im Untersuchungsobjekt aus und werden an Grenzflächen zweier Materialien mit unterschiedlicher akustischer Impedanz (z.B. Übergang Beton zu Luft) reflektiert. Die Schwingungen, die durch die Ankunft der reflektierten Wellen an der Oberfläche entstehen, werden mit speziellen Sensoren erfasst.

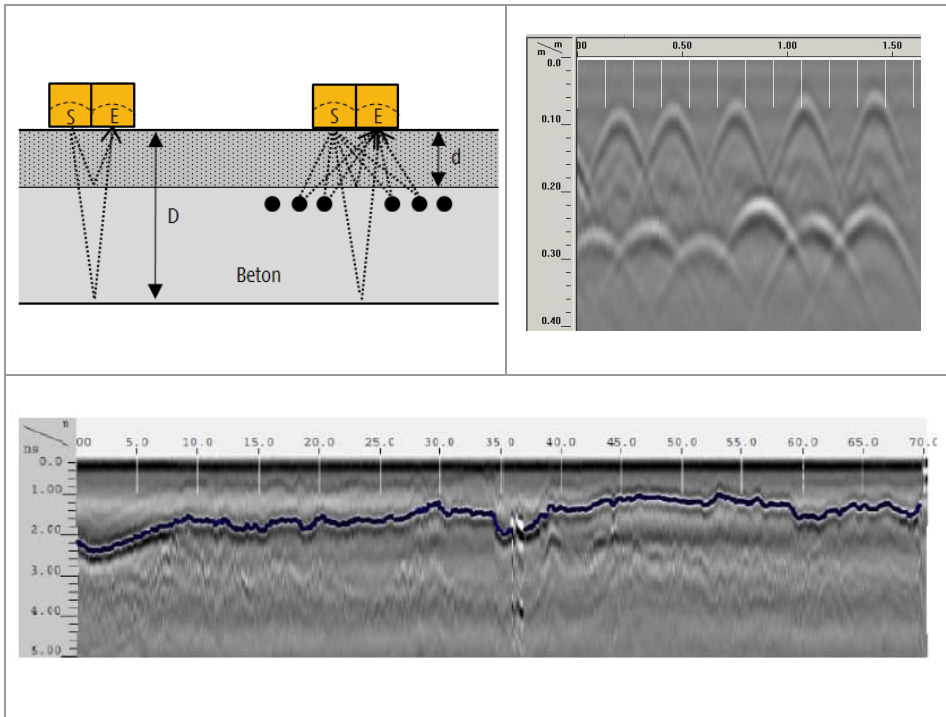
Beim Impakt-Echo Verfahren erfolgt die Auswertung im Frequenzbereich, dort werden resonante Wellen in Form von relativen Maxima (peaks) offensichtlich. Die Auswertung beim Ultraschallecho-Verfahren erfolgt üblicherweise im Zeitbereich, häufig unter Zuhilfenahme sogenannter B-Bilder.

### Anwendungsgebiet Impakt-Echo und Ultraschallecho

Das Impakt-Echo Verfahren wird hauptsächlich zur Dickenmessung von Stahlbetonbauteilen eingesetzt. Weiterhin kann das Impakt-Echo Verfahren zur Ortung oberflächenparalleler Risse sowie zur Ortung großflächiger Hohlstellen angewandt werden.

Das Ultraschallecho-Verfahren kann ebenfalls zur Dickenmessung von Stahlbetonbauteilen eingesetzt werden. Darüber hinaus sind mit dem Ultraschallecho-Verfahren Strukturuntersuchungen an Stahlbetonbauteilen und Spannbetonbauteilen möglich.

## Radarverfahren



Links: Prinzipdarstellung des Radarverfahrens mit Sendeantenne (S) und Empfangsantenne (E)

Rechts: typisches Radargramm mit Reflexionshyperbeln der schlaffen, oberflächennahen Bewehrungsstäbe und der Hüllrohre in 25-30 cm Tiefe

Unten: Schichtgrenze zwischen Asphalt und Beton einer Straßenbrücke. Darstellung der Radarlaufzeiten entlang eines Messprofils mit ca. 70 m Länge (Umrechnung in Schichtdicken erfolgt auf Basis von Kalibrierbohrungen)

### Messprinzip Radarverfahren

Das Radarverfahren ist ein elektromagnetisches Wellenverfahren. Die von der Sendeantenne ausgesandten Impulse breiten sich mit einer materialabhängigen Geschwindigkeit im Untersuchungsobjekt aus. Sie werden an Schichtgrenzen, an denen sich die elektrischen Eigenschaften ändern, reflektiert und von der Empfangsantenne aufgezeichnet. Derartige Schichtgrenzen sind z.B. der Übergang vom Beton zu metallischen Objekten wie Bewehrungsstäben und Hüllrohren oder die Schichtgrenze von Asphalt zu Beton.

Sende- und Empfangsantenne sind üblicherweise in einem Gehäuse verbaut, welches für die Messung kontinuierlich entlang der Oberfläche des Untersuchungsobjektes bewegt wird. Bei Untersuchungen an Betonbauteilen werden im Regelfall im Abstand von wenigen Millimetern Radarmessungen entlang des Messweges ausgeführt.

Messgröße beim Radarverfahren ist der zeitliche Verlauf der Signalamplitude. Zur Ergebnisdarstellung werden die Einzelmessungen farbcodiert (häufig in Graustufen) nebeneinander in Form eines Schnittbildes (Radargramms) dargestellt. Bei rasterförmiger Anordnung der Messlinien, können die Daten zu einem 3D-Datensatz fusioniert werden. Hierdurch wird die Erzeugung von Schichtbildern (Zeitscheiben) möglich.

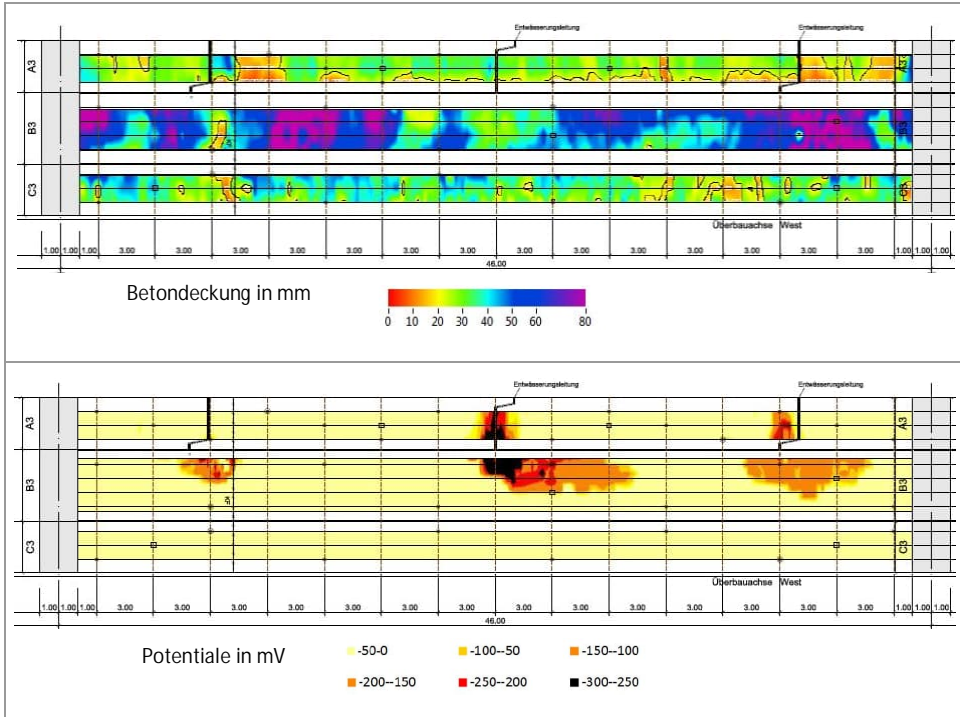
Je nach Anwendungsfall können unterschiedliche Antennen zum Einsatz kommen. Sie unterscheiden sich i.d.R. in ihrer Tiefenwirkung und Auflösung. Im Bauwesen sind Antennen mit Frequenzen zwischen 500 MHz und 2,5 GHz üblich.

### Anwendungsgebiet Radarverfahren

Das Radarverfahren wird hauptsächlich zur Ortung von Hüllrohren / Spanngliedern vor Ausführung von Verankerungs- oder Kernbohrungen eingesetzt. Weiterhin findet es Anwendung bei komplexer, mehrlagiger Bewehrung oder großer Betondeckungen.

Die Schichtgrenzen zwischen Asphalt und Beton (z.B. auf Brücken) lassen sich ebenso wie der Übergang von unbewehrten Betonplatten zu einer Schottertragschicht mit dem Radarverfahren erkunden. Zur Ermittlung der Schichtdicken sind Kalibrierbohrungen erforderlich.

## Betondeckungsmessung und Potentialfeldmessung



Ergebnisdarstellung flächiger  
Betondeckungsmessungen an den  
Innenflächen eines  
Brückenhohlkastens

Ergebnisdarstellung flächiger  
Potentialfeldmessungen an den  
Innenflächen eines  
Brückenhohlkastens

### Messprinzip der Betondeckungsmessung und der Potentialfeldmessung

Bei den meisten klassischen Betondeckungsmessgeräten wird der Einfluss eines Bewehrungsstabes auf die Induktivität einer Spule genutzt. Sie basieren auf dem sogenannten magnetischen Wechselfeldverfahren. Gelangt ein Bewehrungsstab in den Einflussbereich des erzeugten Magnetfeldes so erfährt dieses eine messbare Veränderung. Aus der erfassten Messgröße kann die Betondeckung des Bewehrungsstabes bestimmt werden. Die Genauigkeit der Betondeckung wird deutlich erhöht, wenn der tatsächliche Stabdurchmesser bekannt ist und der Auswertung zugrunde gelegt wird.

Mit dem Potentialfeldverfahren kann man aktive Stahlkorrosion im Beton lokalisieren. Zwischen der Korrosionsstelle und der passiven Bewehrung bildet sich ein geschlossener Stromkreislauf mit Potentialunterschieden aus, die an der Betonoberfläche messbar sind. Mit einem hochohmigen Spannungsmesser (Voltmeter) wird die Spannungsdifferenz zwischen Bewehrungsstab und Betonoberfläche gemessen. Da hierzu ein direkter elektrolytischer Kontakt zur Betonoberfläche erforderlich ist, müssen Beschichtungen oder Asphaltbeläge vor der Messung entfernt werden. Die Bewehrung muss ausreichend leitfähig verbunden sein und es muss ein elektrischer Kontakt zur Bewehrung durch lokales Freilegen eines Bewehrungsstabes erfolgen.

### Anwendungsgebiete

Die Betondeckungsmessungen werden sowohl zur Qualitätssicherung im Neubau als auch an Bestandsbauwerken zur Bewertung des Brandschutzes und der Dauerhaftigkeit durchgeführt. Potentialfeldmessungen werden üblicherweise an Chlorid-belasteten Betonbauteilen (z.B. Straßenbrücken, Parkhäuser, Tiefgaragen) ausgeführt.

Die Betondeckungsmessungen und die Potentialfeldmessungen bilden gemeinsam mit ergänzenden klassischen Untersuchungen die Basis für eine fundierte Instandsetzungsplanung Chlorid-belasteter Stahlbetonbauteile.

### Implenia Construction GmbH

Baustofftechnik  
Diffenésstraße 14  
68169 Mannheim, Deutschland  
M +49 162 263 94 05  
T +49 621 70014 342  
anja.mueller@implenia.com