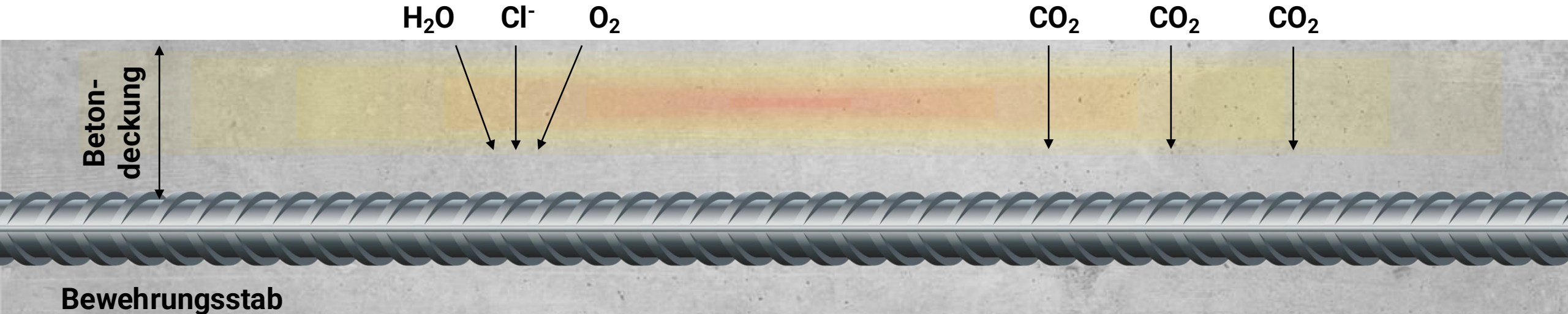


Bewehrungsnachweis





Warum ist die Messung von Betondeckung wichtig?



Dauerhaftigkeit hängt vom Zustand des Bewehrungsstahls ab

Wie lange es dauert, bis corrosive Stoffe den Bewehrungsstal
erreichen, hängt von:

Umweltsbedingung, Betonqualität und **Betondeckung** ab



Bewehrungsnachweis

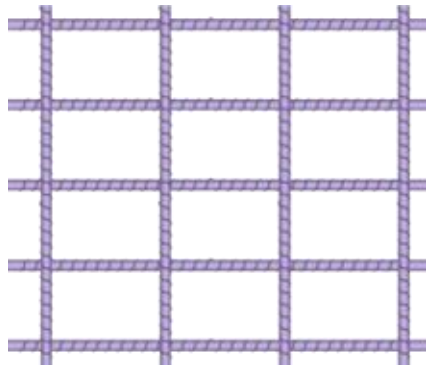
Bewehrungsnachweis erfordert mehrere Technologien

Bewehrungsnachweis besteht aus zwei sich ergänzenden Aufgaben.

Aufzeichnung der Bewehrungsstruktur – Für diese Aufgabe ist GPR die geeignete Technologie

Messung der Betondeckung – Für diese Aufgabe ist ein magnetisch-induktive Messgerät die geeignete Technologie

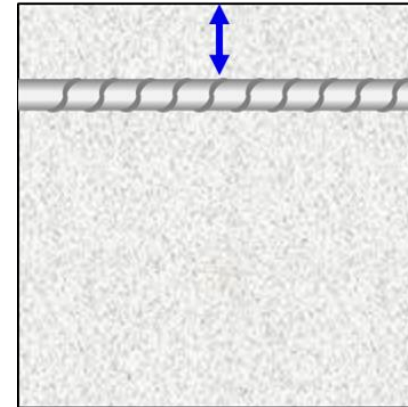
Bewehrungsstruktur



GPR



Betondeckung



Magnetisch-
Induktive





Traditionelle Lösung

Traditionell, wurden für beide Aufgaben magnetisch-inductive Betondeckungsmessgeräte verwendet. Das war noch vor der Einführung von GPR-Geräten für Beton.

Die technischen Daten für Betondeckungsmessgeräte geben an, dass Bewehrungsstahl in Tiefen von 15 bis 18 cm lokalisiert werden kann.

Das ist zwar technisch gesehen richtig, aber in der Praxis ist es auf der Baustelle nicht durchführbar. Es funktioniert nur beim Bewehrungsstahl mit sehr grossem Durchmesser und keine andere Stäbe im Messbereich.

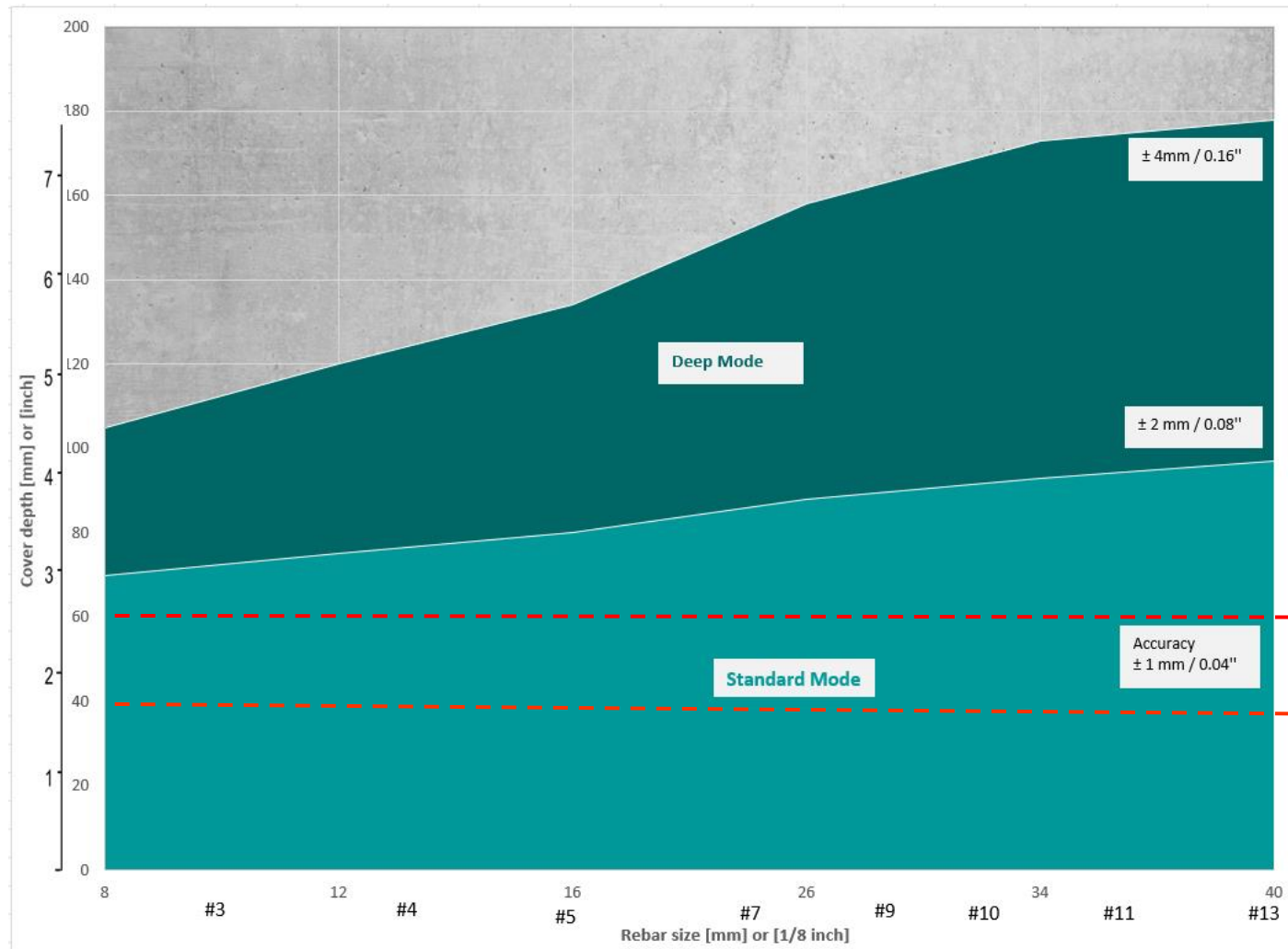
Die Stärke von magnetisch-induktiven Betondeckungsmessgeräten liegt in der Genauigkeit der Überdeckungsmessung für die erste Bewehrungslage.

Das ist auf der nächsten Folie zu sehen, auf der die technischen Daten des Profometer PM8000 aufgeführt sind.



Bewehrungsnachweis

PM8000 technische Spezifikationen



≤ ± 2 mm

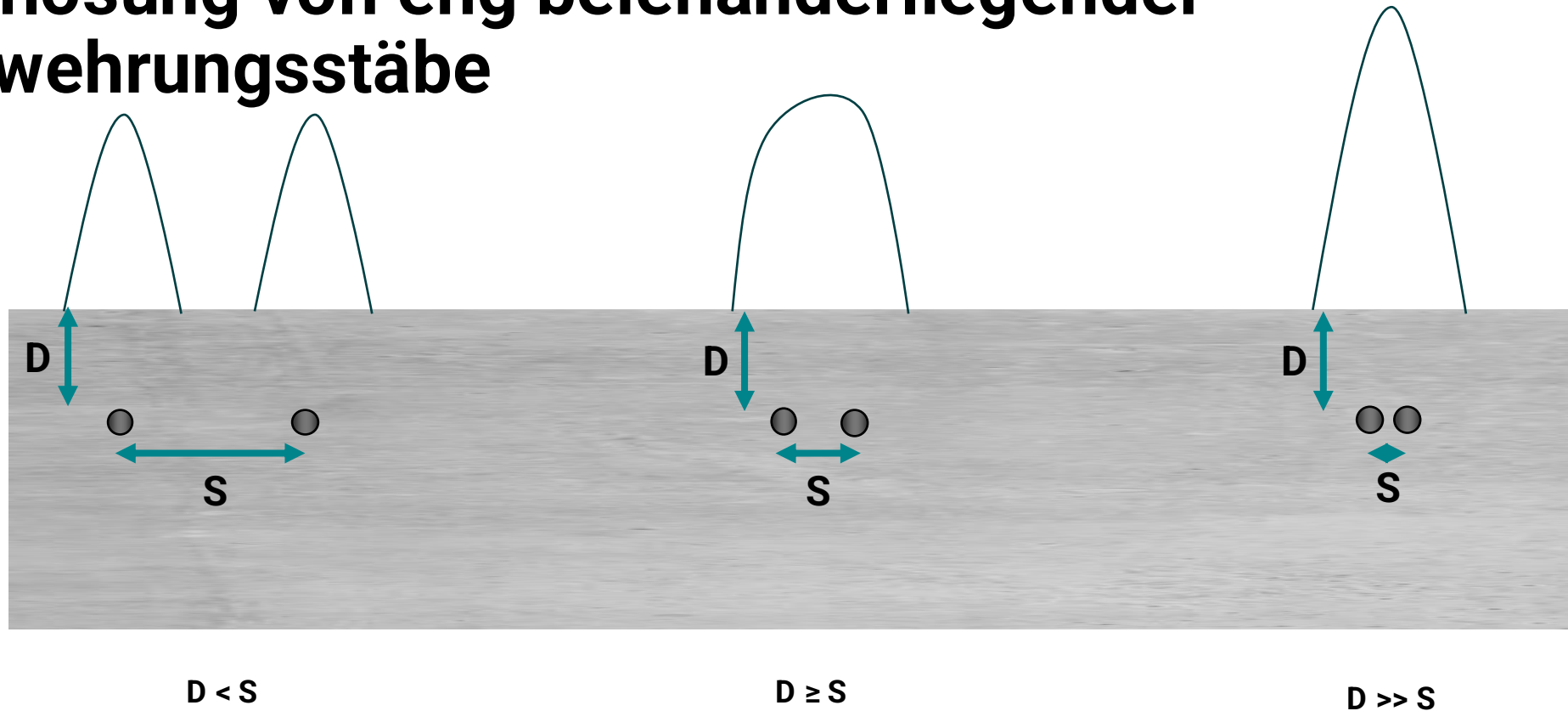
≤ ± 1 mm

DBV Genauigkeitsanforderungen für die Betondeckungsmessung



Bewehrungsnachweis

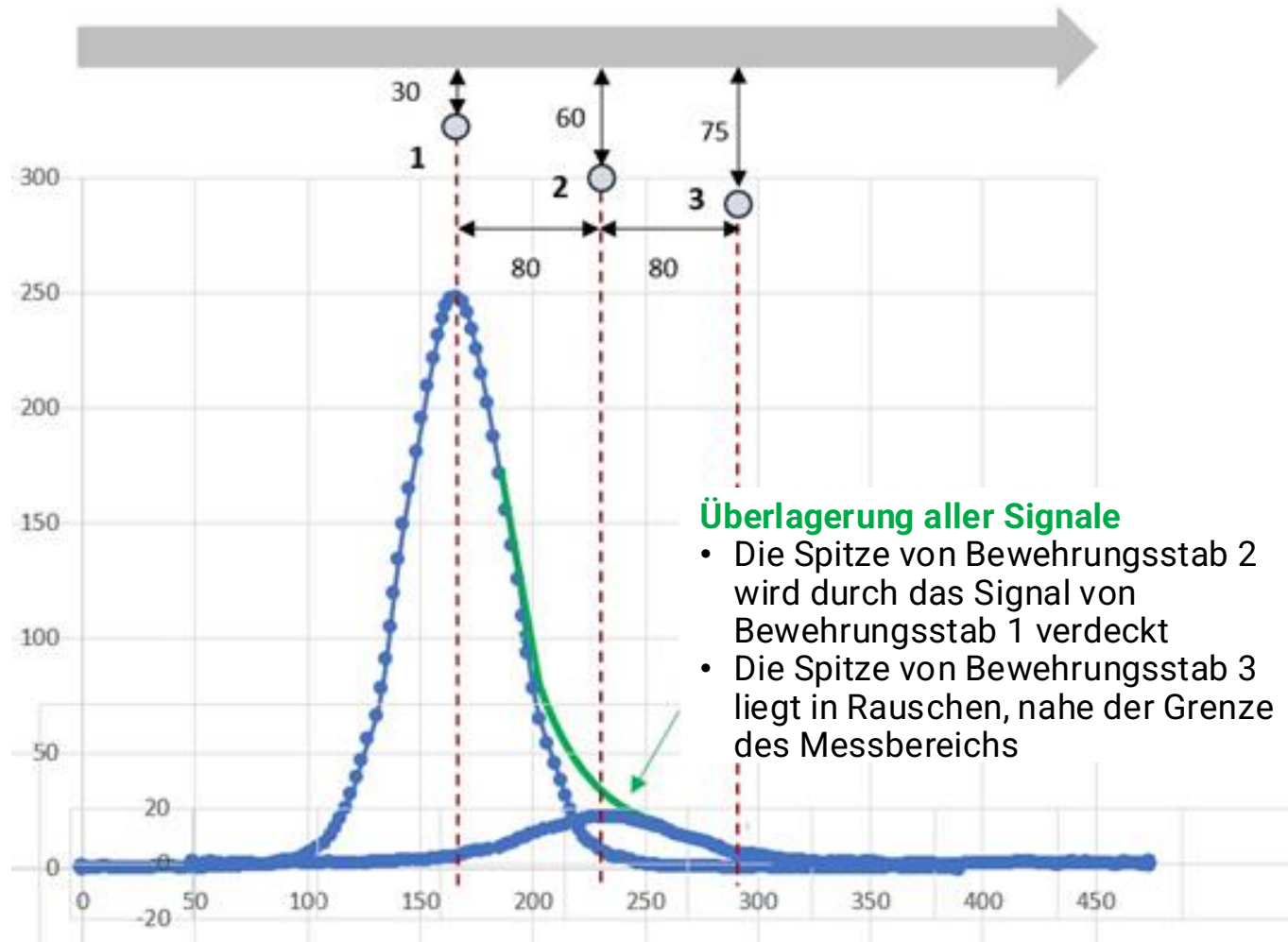
Einschränkungen des Betondeckungsmessgeräts – Auflösung von eng beieinanderliegender Bewehrungsstäbe



Faustregel – $D \leq S$ zur Auflösung einzelner Bewehrungsstäbe



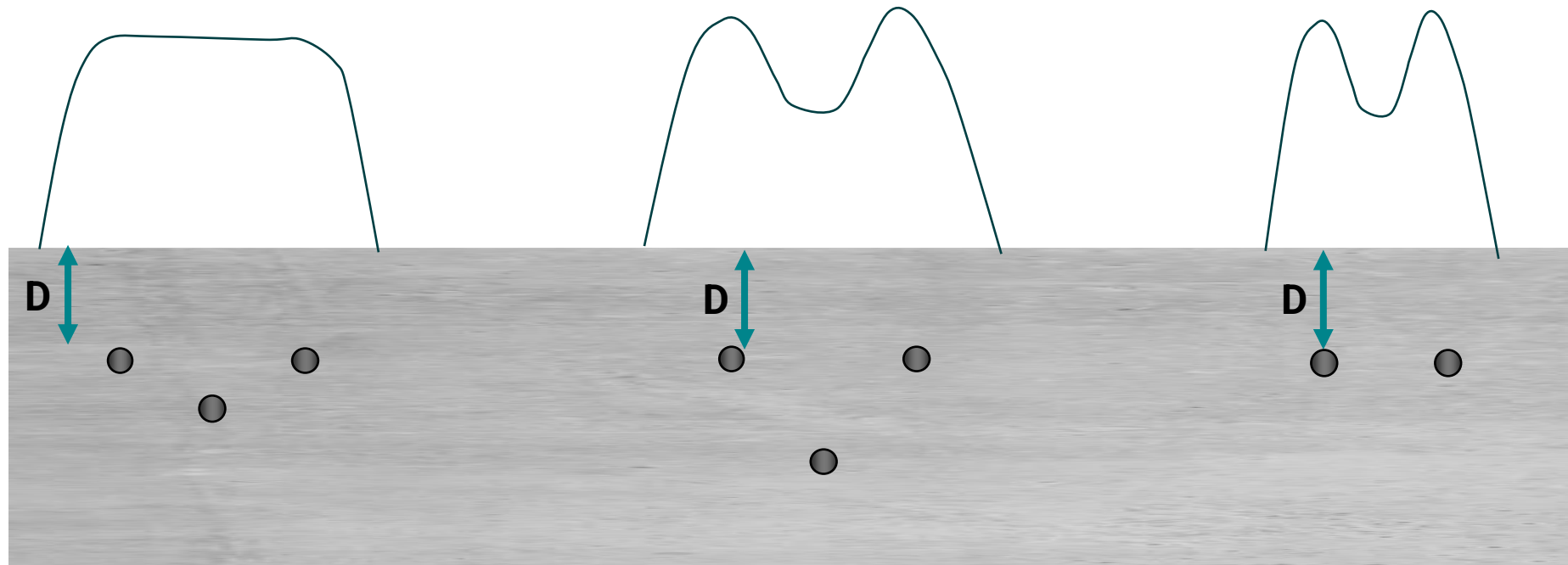
Einschränkungen des Betondeckungsmessgeräts



Abschattung von tieferen liegenden Bewehrungsstäbe



Abschattung von tieferen liegenden Bewehrungsstäbe



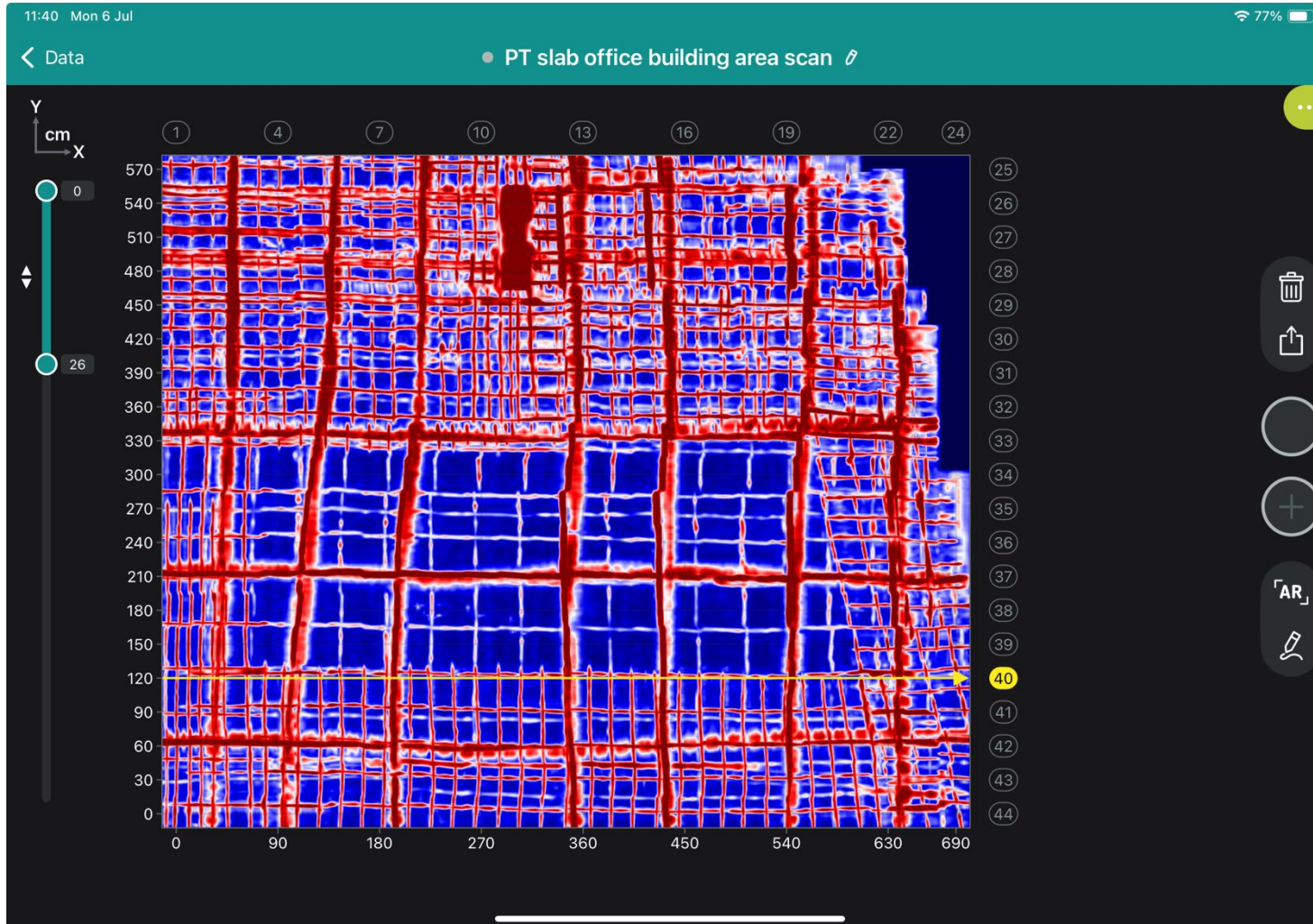
Bewehrung der unteren
Schicht nicht
angegeben

Bewehrung der unteren
Schicht nicht
angegeben



Bewehrungsnachweis

Bewehrungsscan mit GPR



GPR bietet eine deutlich bessere Auflösung bei eng beieinander liegenden Bewehrungsstäben. Ausserdem wird es weniger durch den Abschattungseffekt beeinträchtigt.

Proceq Empfehlung.
Bewehrungsstruktur mit GPR erfassen
Geeignete Stellen für Betondeckungsmessungen auswählen

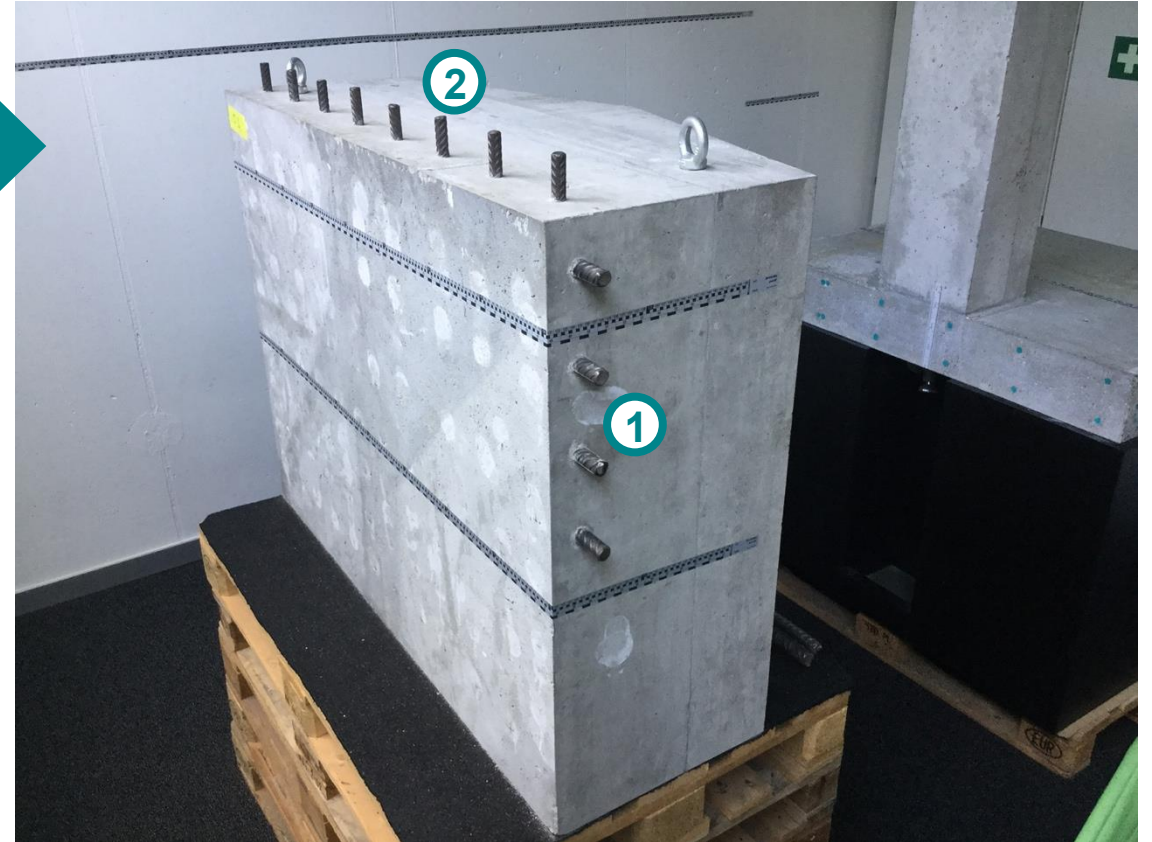


Bewehrungsnachweis

Einschränkungen von GPR – Präzise Messung der Betondeckung

Vergleichsobjekt

- ① 1. Lage horizontale
Bewehrung, Ø 20 mm
Betondeckung = 35 mm
- ② 2. Lage vertikale
Bewehrung, Ø 16 mm





Bewehrungsnachweis

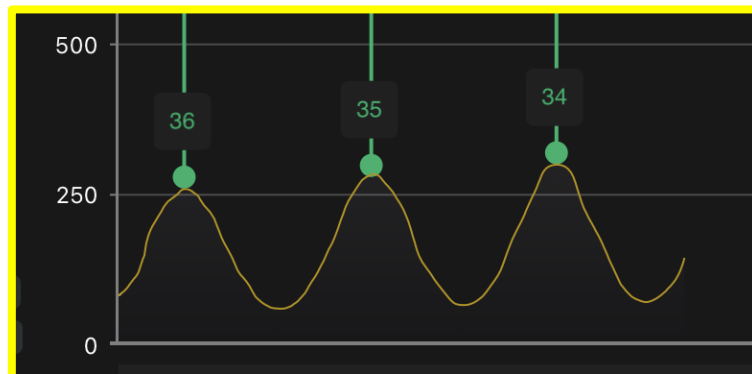
Betondeckungsmessung – Vergleich PM8000 vs GP8000



PM8000
Magnetisch-
Induktive

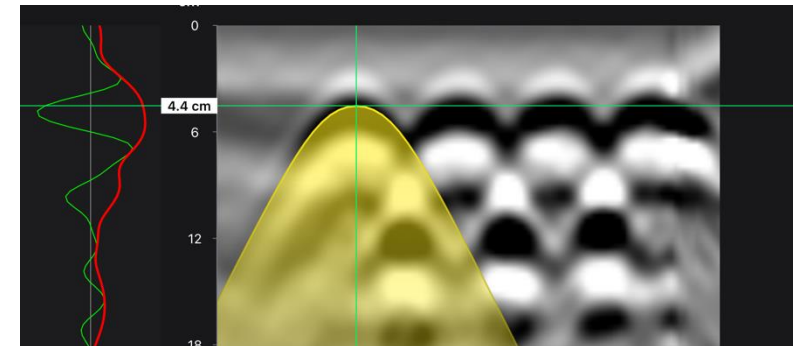


GP8000
GPR



Betondeckung =
35 mm

- Die gemessene Betondeckung weicht um +/- 1 mm von der tatsächlichen Betondeckung ab

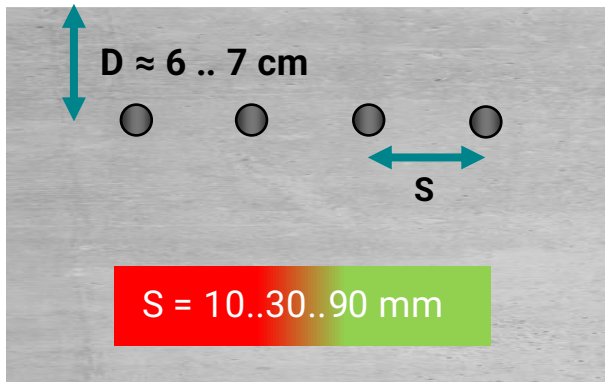


- Die mittels Hyperbelabgleich gemessene Betondeckung beträgt 44 mm



HTW Empfehlungen zur Messung der Betondeckung

Magnetisch -inductive



D = Detektionstiefe

S = Abstand

$$D/S \approx 0.5 \dots 1$$

Abweichungen +/- 1 .. 2 mm

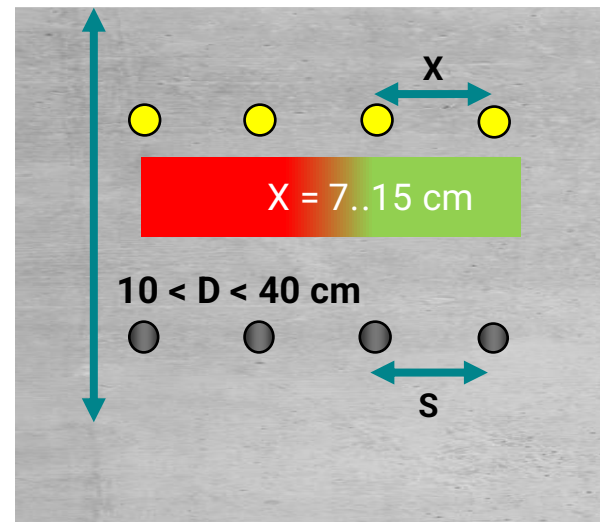
mit bekannter
Durchmesser

50 mm < S < 90 mm

benötigt

Nachbarstabskorrektur

GPR



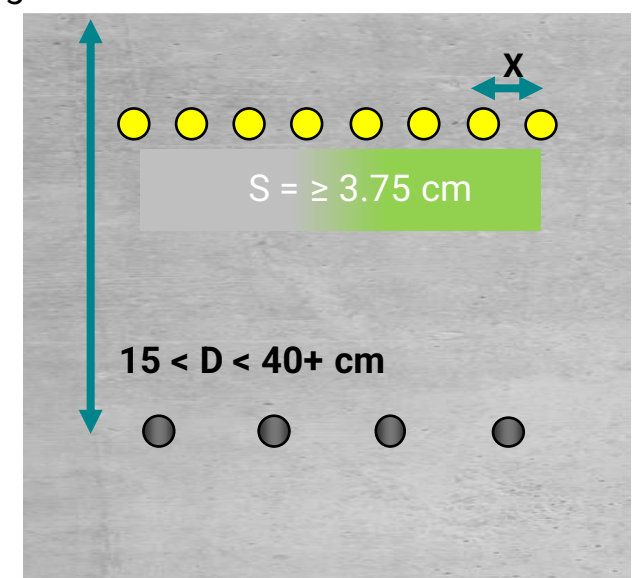
$$D/S \approx 2 \dots 6$$

Durchmesser des detektierbaren
Objekts ≥ 6 mm

Abweichungen +/- 2%
mit D > 10 cm

UPE

X = Abstand der
oberflächennaher
Bewehrung



$$D/S \approx 3 \dots 6$$

Durchmesser des detektierbaren
Objekts ≥ 16 mm at D = 40 cm

Abweichungen +/- 5.. 10 mm



Zusammenfassung der HTW Empfehlungen

- Im oberflächennahen Bereich mit Betondeckungen zwischen 6 und 7 cm sind magnetisch inductive Verfahren empfohlen, wenn die Faustregel (Stababstände > Betondeckung) erfüllt wird.
- Die Genauigkeitsanforderungen +/- 1 bis 2 mm werden eingehalten, wenn der Stabdurchmesser bekannt ist
- Detektionstiefen jenseits von 6 bis 7 cm sind nicht mehr für die Dauerhaftigkeit von Beton, sondern eher für die Standsicherheit der Konstruktion von Interesse. Solche Objekte werden eher mit Rader und Ultraschall detektier.

Quelle: Taffe, A. und N. Bernhard: Detektion von Hüllrohren und Bewehrungsstäben und Genauigkeit der Messung von deren Einbautiefen mit Ultraschallecho; in Beton- und Stahlbetonbau 117 (2022) 7, S. 460-471. <https://doi.org/10.1002/best.202200014>



Empfohlenes Vorgehen

- Die Bewehrung durch Scannen mit GPR erfassen
- Geeignete Stellen für die Messung der Betondeckung identifizieren
- Stellen mit tiefer liegenden Bewehrungsstäben, sich überlappenden Bewehrungsstäben und Bewehrungsstäben mit sehr geringem Abstand zueinander vermeiden
- Die Betondeckung mit Profometer PM8000 messen. Nachbarstabskorrektur für die höchste Genauigkeit verwenden



Mapping



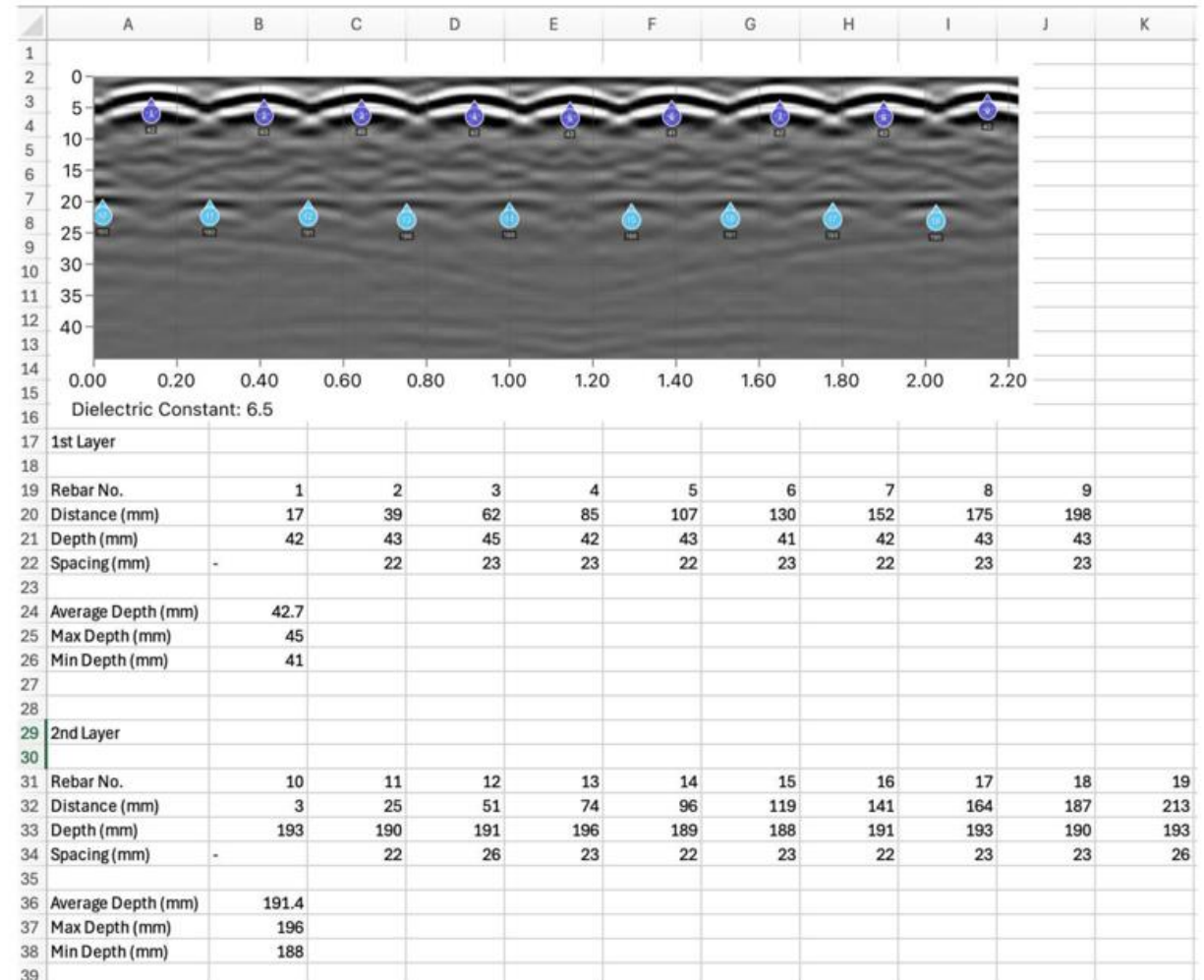
Cover



Bewehrungsnachweis

Alternatives Vorgehen

- Die Betondeckung mit Profometer PM8000 messen
- Die Messung mit dem PM8000 verwenden, um die Dielektrizitätskonstante des GPR-Geräts zu kalibrieren
- Die KI-gestützte Bewehrungsmarkierungsfunktion des GPR-Geräts für umfangreiche Betondeckungsmessungen benutzen

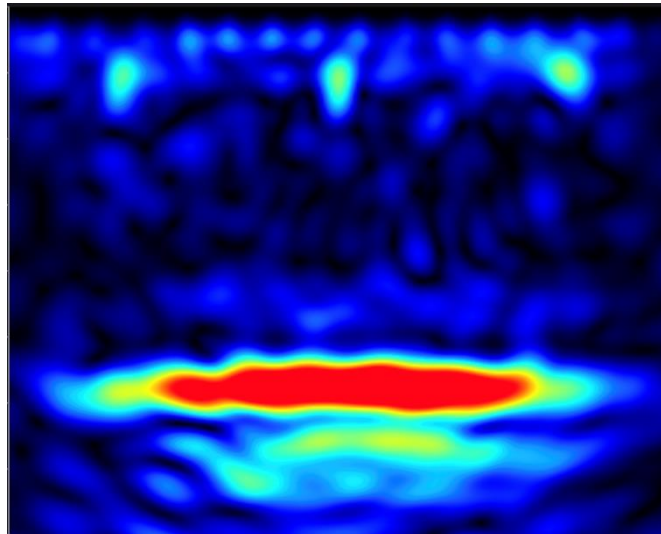




Einschränkungen und spezielle Anwendungsbereiche

Durchmesser der Bewehrungsstäbe – Wird traditionell mit Betondeckungsmessgeräten gemessen, lässt sich jedoch nur schätzen. Es gibt auch GPR-Verfahren, doch auch diese liefern lediglich eine Schätzung.

Stahlfaserbeton – Sowohl magnetisch-inductive Betondeckungsmessgeräten als auch GPR sind elektromagnetische Technologien. Keine der beiden Methoden eignet sich zur Messung der Betondeckung in Stahlfaserbeton, da die Stahlfasern zu starke Störungen verursachen. Für diese Aufgabe ist das Ultraschal-Puls-Echo-Verfahren die beste Wahl. Das ist auch die Empfehlung der DGZfP Richtlinie B2.



**Ultrasonic Pulse
Echo**



PROTECT THE BUILT WORLD
