

Möglichkeiten der Full Waveform Inversion zur Abbildung in heterogenen Festkörpern (Beton)

Ina REICHERT¹, Martin SCHICKERT¹, Tom LAHMER^{1,2}

¹ Materialforschungs- und -prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFA Weimar)

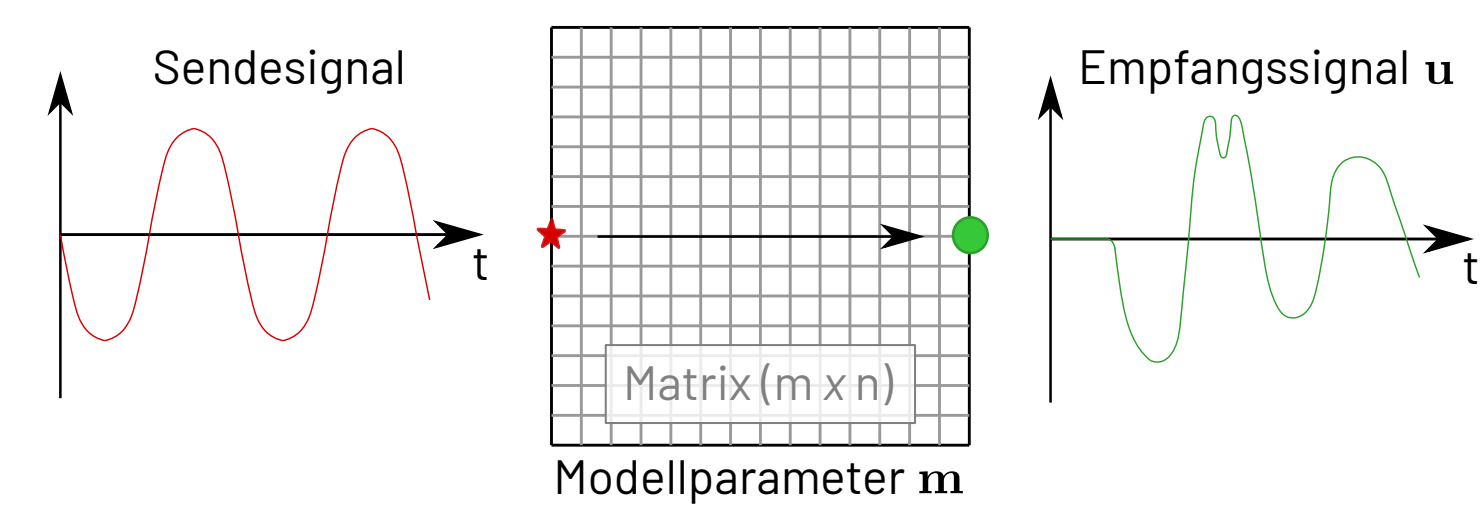
² Institut für Strukturmechanik, Bauhaus-Universität Weimar

Motivation

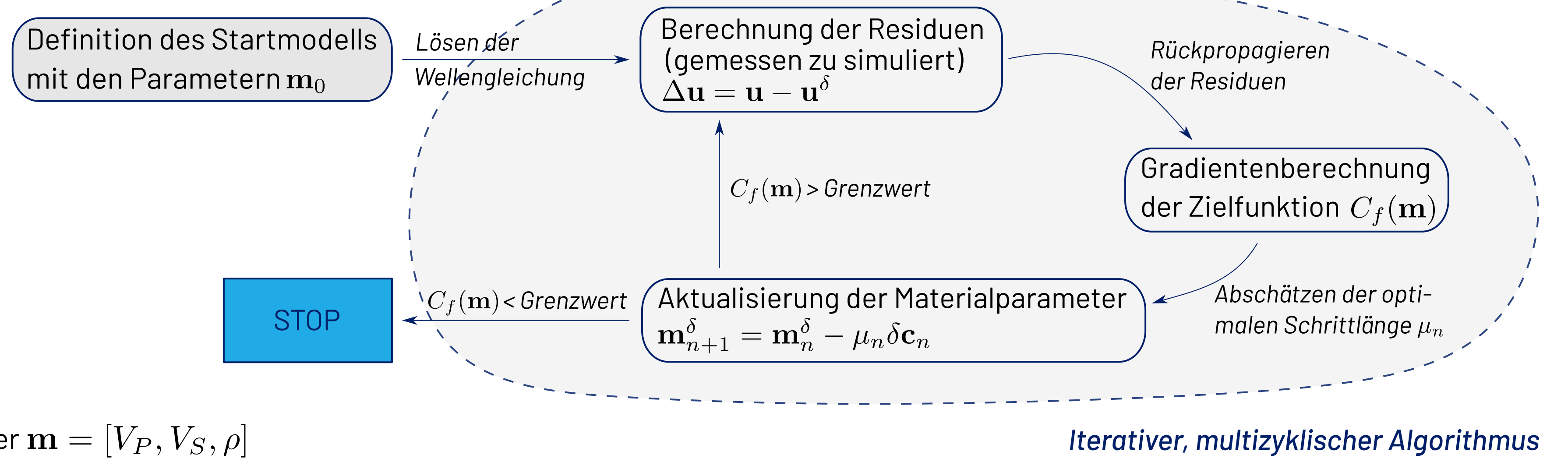
Im Bauwesen hat die Instandhaltung und Ertüchtigung bestehender Strukturen eine große Bedeutung. Besonders in Bezug auf die Infrastruktur wird die Wichtigkeit nochmals unterstrichen. Viele dieser Bauwerke wie Brücken und Stauauern sind Massenbetonstrukturen, deren strukturelle Integrität grundlegend für die derzeitige und zukünftige Nutzung ist. Im Folgenden wird dargestellt, inwieweit die Full Waveform Inversion (FWI) die Schadensidentifikation am Beispiel von simulierten bzw. nachgebildeten Hohlstellen sowohl in der rein numerischen Betrachtung als auch mittels gemessener Ultraschallsignale unterstützen kann.

Methode

- Überprüfung der Anwendbarkeit der FWI auf Betonstrukturen mittels skaliertes Geometrie im zweidimensionalen Raum
- Iteratives Lösen der elastischen Wellengleichung in 2D mit entsprechenden Anfangs- und Randbedingungen
- Vollständige Wellenausbreitung ohne Näherungen

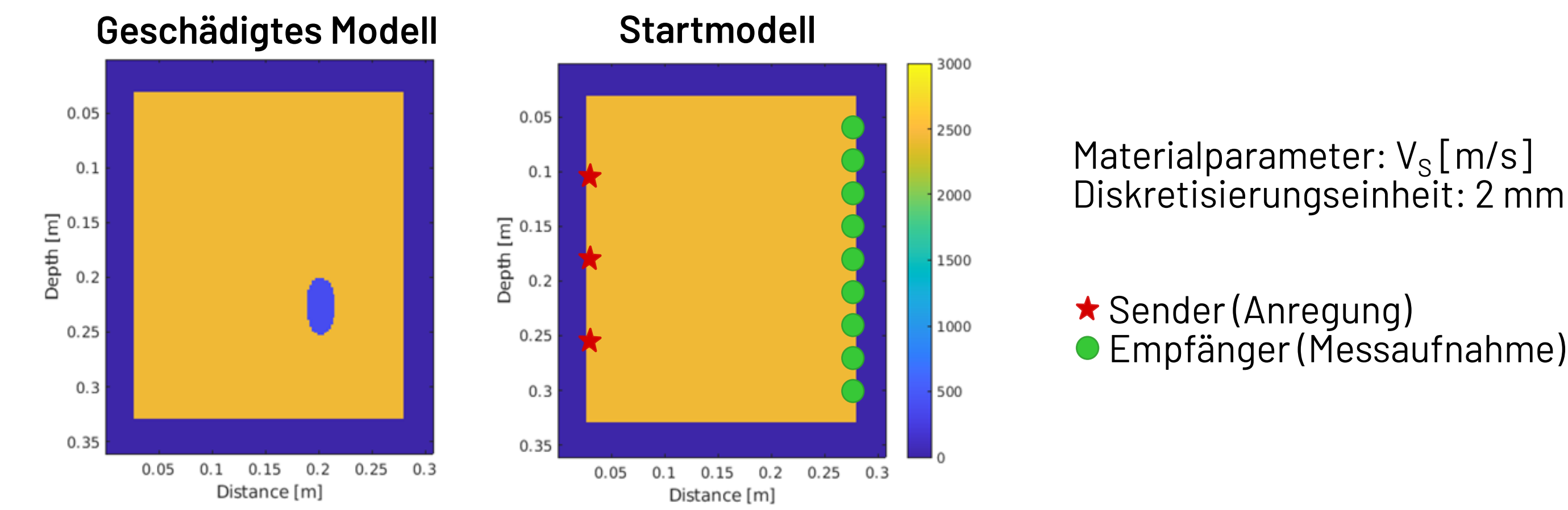


- Berechnung des Minimums der Zielfunktion in Abhängigkeit der Materialparameter $\mathbf{m} = [V_P, V_S, \rho]$
- Inverses, schlecht gestelltes Problem → Numerisch schwierig zu lösen



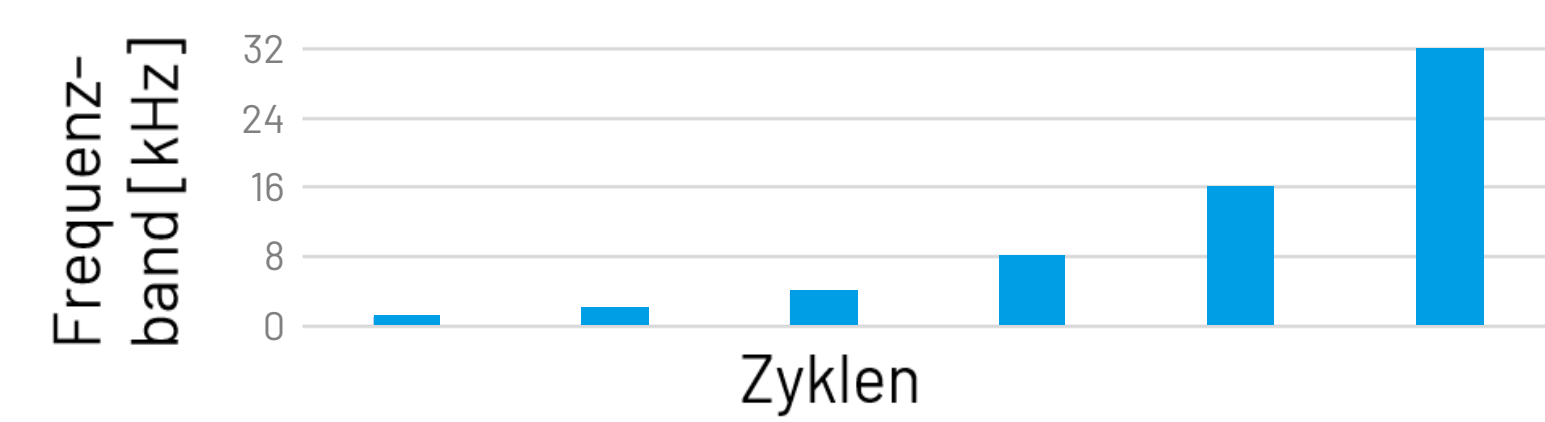
Synthetische Messdaten

- Vollständiges Materialmodell mit Druckwellen V_P , Scherwellen V_S und Dichte ρ
- Erzeugung künstlicher Messsignale am geschädigten Modell
- Durchführung der Full Waveform Inversion (FWI) am Startmodell (ungeschädigt) zur Detektion des künstlich eingebrachten Schadens

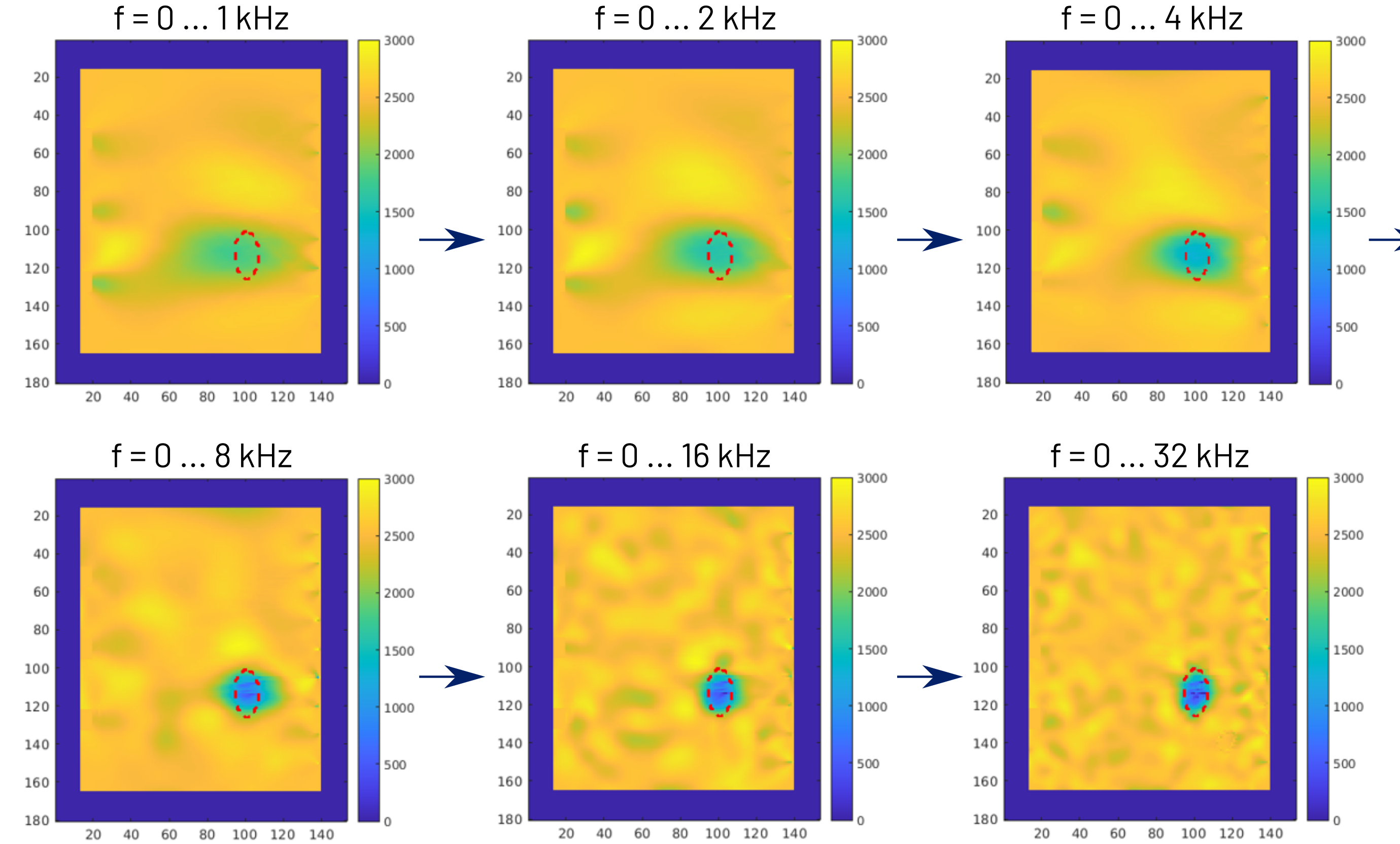


Material	V_P [m/s]	V_S [m/s]	ρ [kg/m ³]
Beton (gelb)	4124	2550	2289
Ellipse	103	64	57
Luft (blau)	332	0	1,25

- Multizyklische Analyse mit Verbreiterung des Frequenzbandes mit jedem Zyklus



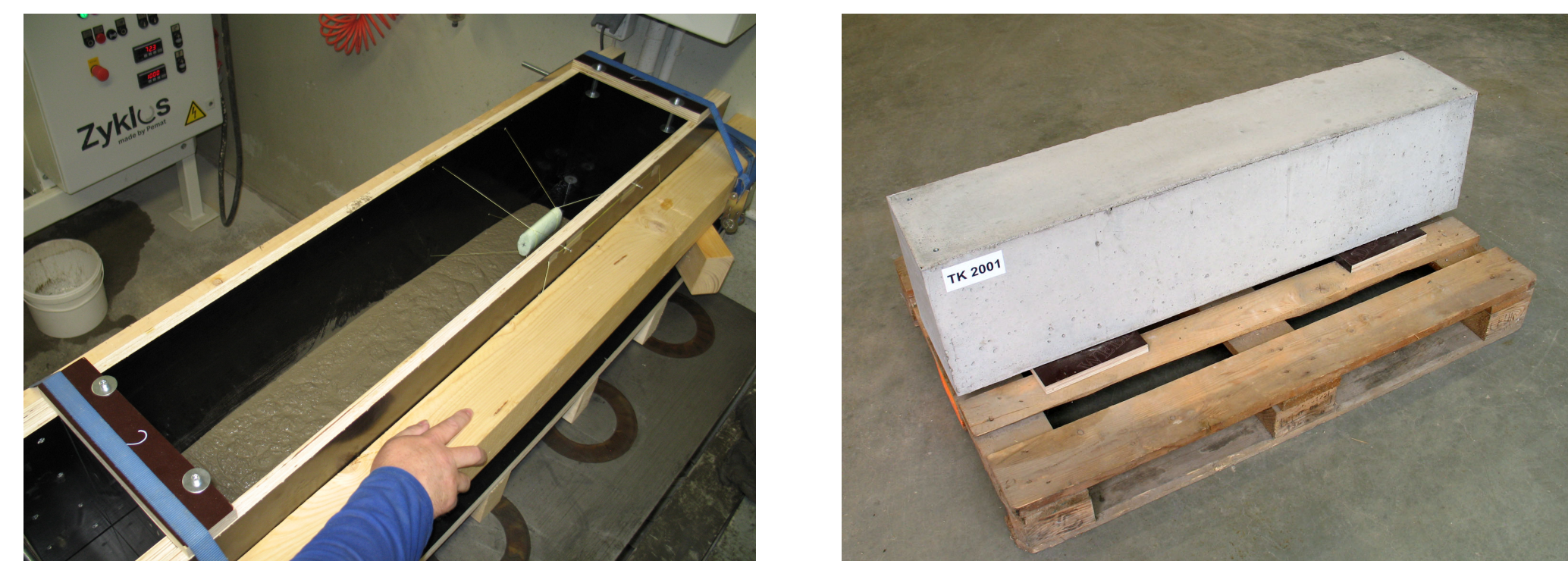
- FWI Ergebnisse für Modellparameter V_S [m/s]



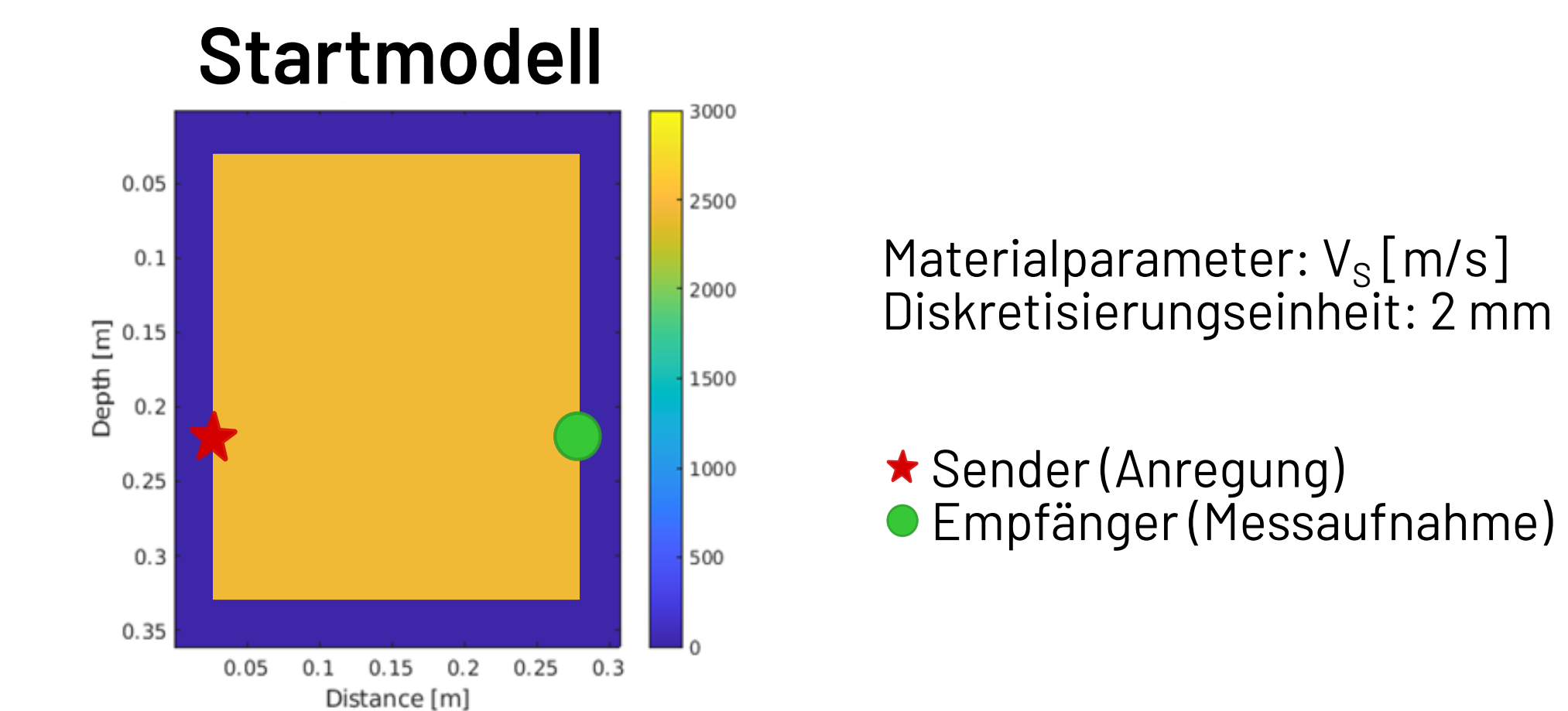
- Hohe Frequenzen führen zum Auftreten unerwünschter Artefakte

FWI mit realen Ultraschallmessdaten

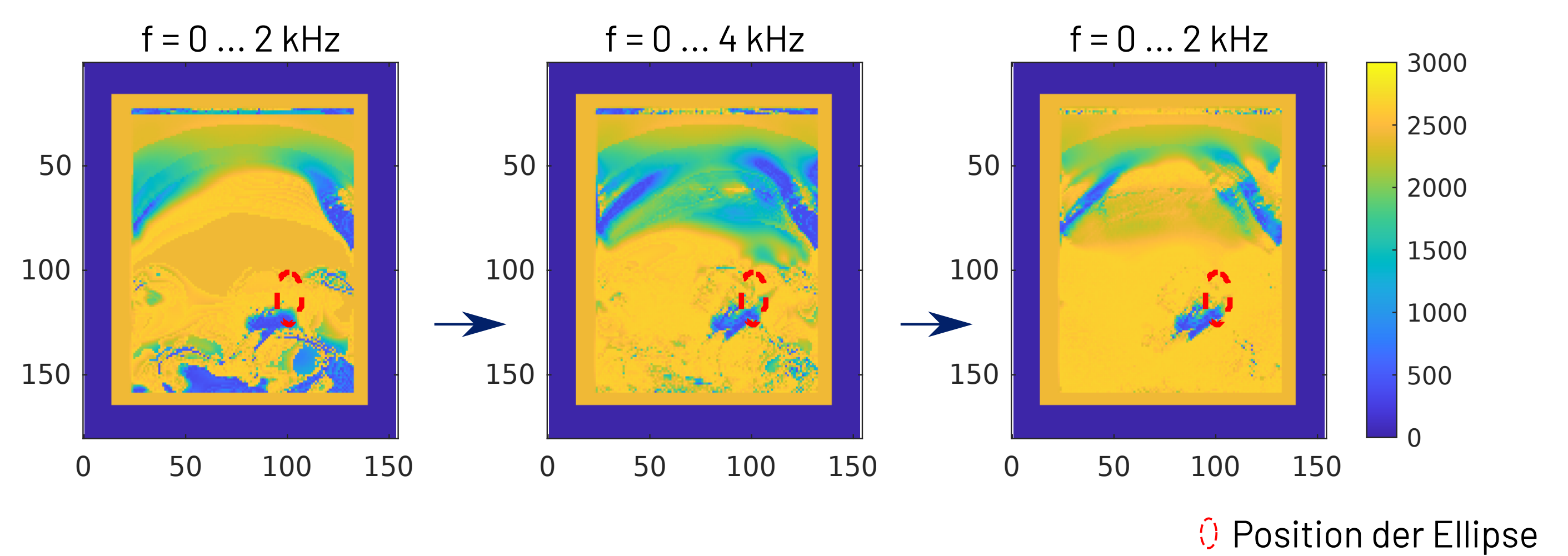
- Herstellung eines Testkörpers aus Beton mit elliptischer Inklusion aus Styrodur
Maße Testkörper: 120 x 25 x 30 cm³, Maße Ellipse: 10 x 2,5 x 5 cm³ (TBH)



- Ultraschallmessungen in Transmission mit einem Sender und einem Empfänger
- Anregung und Messung der Transversalwelle



- FWI Ergebnisse (Auszug) der multizyklischen Analyse für den Modellparameter V_S [m/s]



Fazit

- Anwendbarkeit der FWI auf Betonstrukturen in Simulationen gezeigt
- Verbesserungspotential durch Verwendung mehrerer Sensoren und bessere numerische Beschreibung der Messsignale (Ankopplung, 2D/3D-Effekt, ...)

