

S. Beiers<sup>1</sup>, M. Hobiger<sup>1</sup>, T. Spies<sup>1</sup>, C. Thiel<sup>1</sup>, B. Goebel<sup>1</sup>, C. Geisler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, Deutschland

Passive seismische Messungen des Umgebungsrauschens sind effektive und nicht-invasive Methoden, um die Struktur des lokalen Untergrunds und mögliche Verstärkungen seismischer Bodenbewegungen zu ermitteln. Liegt beispielsweise Lockersediment auf Festgestein auf, so kann dies bei seismischen Ereignissen eine verstärkende Wirkung auf die seismische Beanspruchung darüberliegender Gebäude haben. Um einen ersten Überblick über den Standort zu bekommen, wird mithilfe von Einzelstationsmessungen die Fundamentalfrequenz, mit welcher der Untergrund schwingt, ermittelt (H/V-Kurven). Liegt diese in einem ähnlichen Bereich wie die Resonanzfrequenzen von

Gebäuden (ca. 1 - 10 Hz) wirkt dies verstärkend, sodass auch seismische Ereignisse mit geringer Magnitude eine erhöhte Einwirkung in Bezug auf Fühlbarkeit und Schäden zur Folge haben. Des Weiteren werden zur Erstellung eines Geschwindigkeit-Tiefen-Profiles mehrere Stationen zu einem Array kombiniert. Aus den gemessenen Daten werden mittels einer hochauflösenden Frequenz-Wellenzahl-Analyse (hrFK) und einer räumlichen Autokorrelation (SPAC) Dispersionskurven ermittelt, welche die Phasengeschwindigkeiten von Oberflächenwellen in Abhängigkeit der Frequenz angeben. Die resultierenden Dispersionskurven werden am Ende invertiert, um das Geschwindigkeits-Tiefen-Profil für den lokalen Untergrund zu erhalten.

Insgesamt wurden auf den Flussterrassen der Weser drei Array-Messungen an unterschiedlichen Standorten, sowie mehrere H/V-Messungen durchgeführt. Ziel ist es, eine bestmögliche Strategie sowohl für die Vorgehensweise bei den Messungen, als auch für die Auswertung der Daten zu entwickeln und eine bessere Eingrenzung der Tiefenprofile der S-Wellengeschwindigkeiten zu erreichen. So wurde bei der Auswertung der Daten unter anderem eine Trennung in Love- und Rayleigh-Wellen vorgenommen, um die Geschwindigkeitsprofile besser bestimmen zu können. In Zukunft sind zudem Tests mit Variationen der Array-Geometrien geplant, um zukünftige Messungen hinsichtlich Logistik, Messdauer und Personaleinsatz zu optimieren.

## Weserterrassen

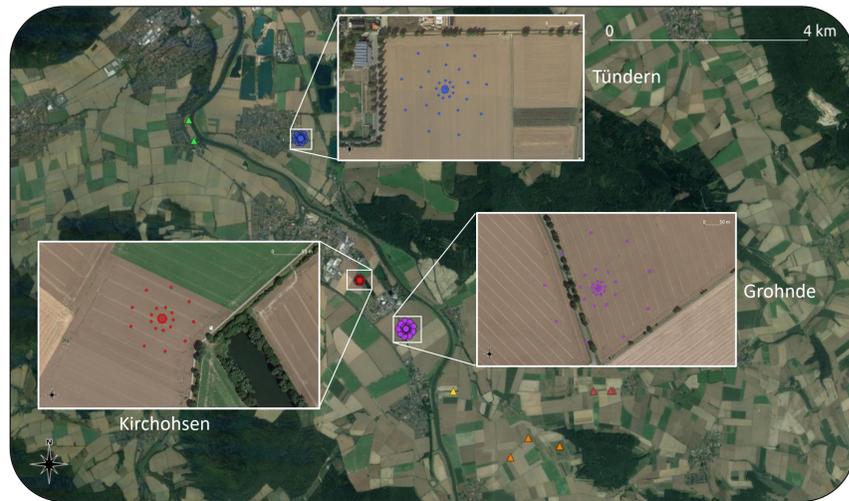


Abb. 1: Gesamtübersicht der Messungen auf den Weserterrassen.

## Love-Welle

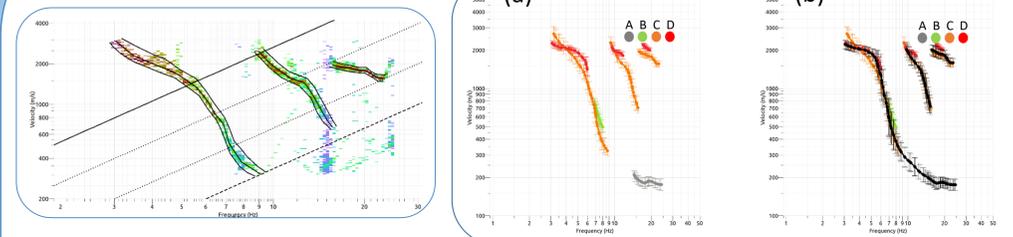


Abb. 5: Ergebnis der hrFK-Analyse des Arrays C (Radius: 50 m) in Grohnde.

Abb. 6: (a) Gepickte Dispersionskurven aus der hrFK-Analyse, farblich kodiert für jedes Array. (b) Gepickte Kurven der ersten drei Moden.

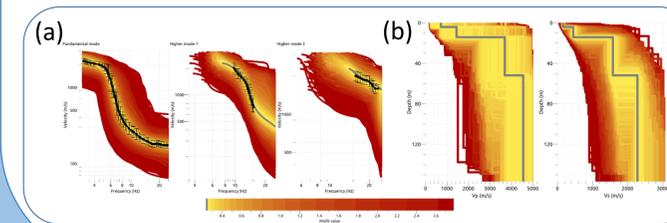


Abb. 7: Ergebnis der Inversion für die Parametrisierung „3-Schichten über Halbraum“. (a) Dispersionskurven, (b) Untergrundmodell

## Rayleigh-Welle

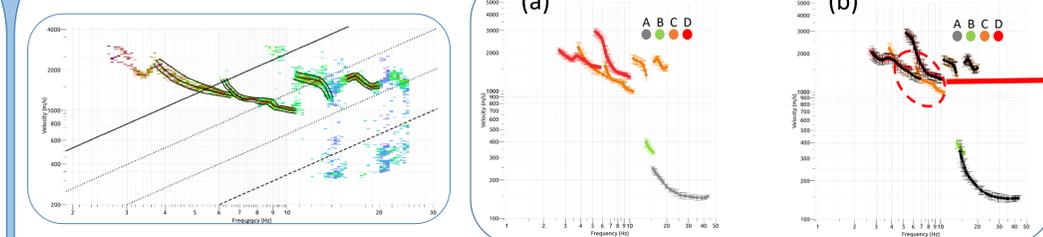


Abb. 8: Ergebnis der hrFK-Analyse des Arrays C (Radius: 50 m) in Grohnde.

Abb. 9: (a) Gepickte Dispersionskurven aus der hrFK-Analyse, farblich kodiert für jedes Array. (b) Gepickte Kurven der ersten vier Moden.

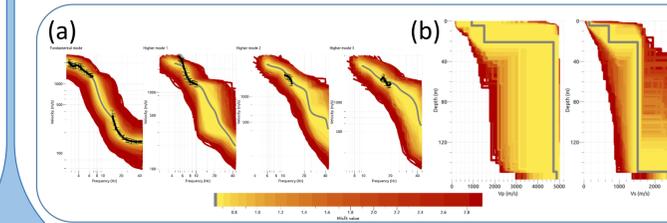


Abb. 10: Ergebnis der Inversion für die Parametrisierung „3-Schichten über Halbraum“. (a) Dispersionskurven, (b) Untergrundmodell

## „Fallen“

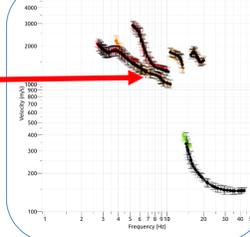


Abb. 11: „Falsch“ gepickte Dispersionskurve

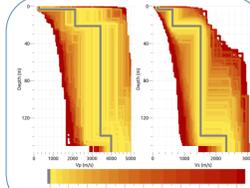


Abb. 12: result. Untergrundprofil

## Picken der Moden

- Trennung und Interpretation der Moden ist bei Love-Wellen eindeutiger
- Fundamentalmode und erste harmonische Mode liegen bei Rayleigh sehr nah beieinander → kann zu falscher Bestimmung der Dispersionskurven führen
- bisher: bestes Ergebnis bei Inversion von Love-Wellen unter Einbezug höherer Moden, sowie gemeinsamer Inversion beider Wellen

## Vergleich der vs-Profile

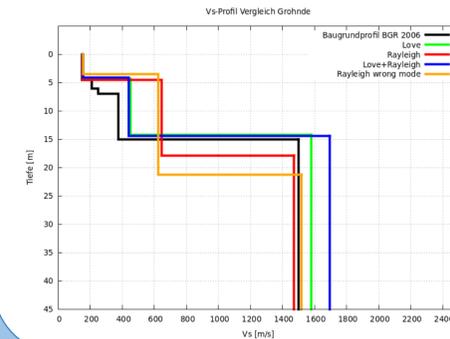


Abb. 13: Darstellung der Vs-Profile als Ergebnis der Inversion von Love- (grün) und Rayleigh-Wellen (rot), sowie einer gemeinsamen Inversion beider Wellen (blau) und der falsch gepickten Rayleigh-Wellen (orange) im Vergleich mit einem gemessenen Baugrundprofil der BGR von 2006 (schwarz) am Standort Grohnde.

## Ausblick

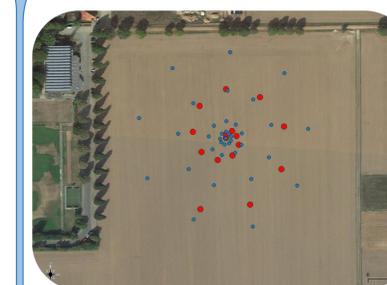


Abb. 14.: Vergleich der Array-Geometrien von vier Ring-Arrays mit größer werdenden Radien und einer Spiral-Anordnung

- mit zusätzlichen Stationen sind weitere Geometrien möglich
- Optimierung des Zeiteinsatzes hinsichtlich Aufbau und Messdauer
- Einbezug der Elliptizität der Rayleigh-Wellen

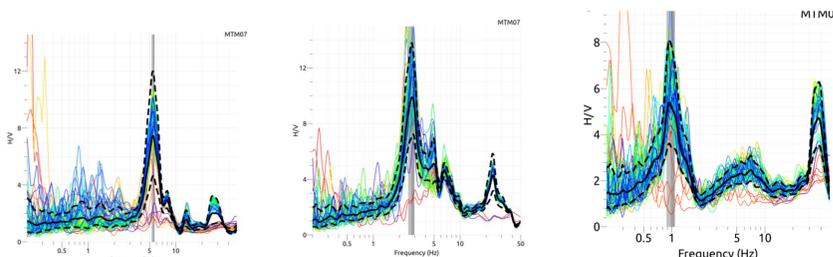


Abb. 2: H/V-Kurve des Arrays in Grohnde, f<sub>0</sub>: 5,5 Hz

Abb. 3: H/V-Kurve des Arrays in Kirchohsen, f<sub>0</sub>: 2,8 Hz

Abb. 4: H/V-Kurve des Arrays in Tündern, f<sub>0</sub>: 1 Hz