

Otterbach: Bestimmung eines Wellengeschwindigkeitsprofils

Standort: Sies VS- Industriezone

Seismische Station: SIES

Methode: Arraymessungen

Datum: Mai 2005

Messung durch: Hans-Balder Havenith

Auswertung durch: Donat Fäh, Hans-Balder Havenith

Geologische Daten:

Dokumente:

Files und Daten:

Mächtigkeit (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Kommentar / Geologie

Tabelle: Vorgeschlagenes vereinfachtes Geschwindigkeitsmodell am Standort Sies. Die Mächtigkeit der Lockersedimente () ist gemäss Bohrlochinformation ca. m. Aufgrund der gemessenen Geschwindigkeiten entspricht der Standort einer Bodenklasse nach SIA261. ^B) Die Geschwindigkeiten in den tiefsten Schichten wurden mit Hilfe von Bohrlochmessungen erhalten (GPI, 2001).

Geologie

Abbildung 1. Oberflächengeologie beim Array Sies.

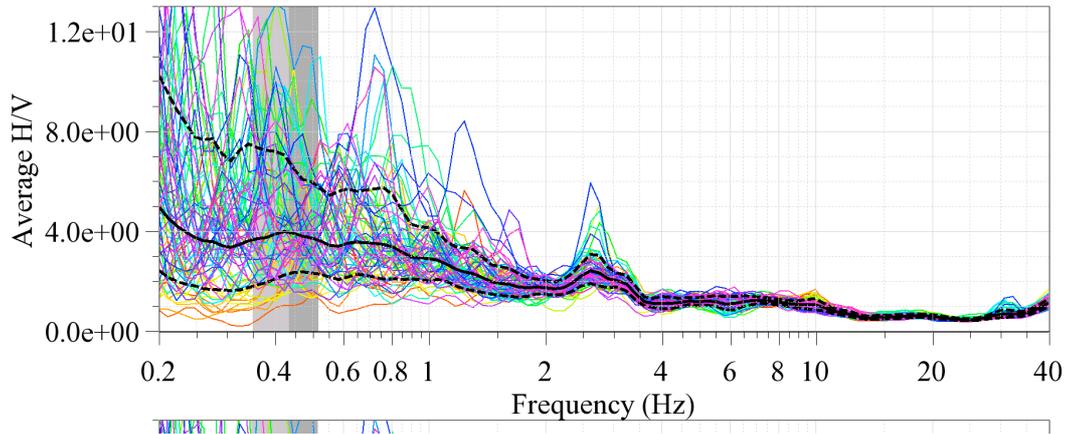
Messungen der Eigenfrequenz der Lockersediment-Ablagerungen

Abbildung 2. Angewandte Arraygeometrie in Sies (rote Punkte). Radius des äusseren Rings : m.

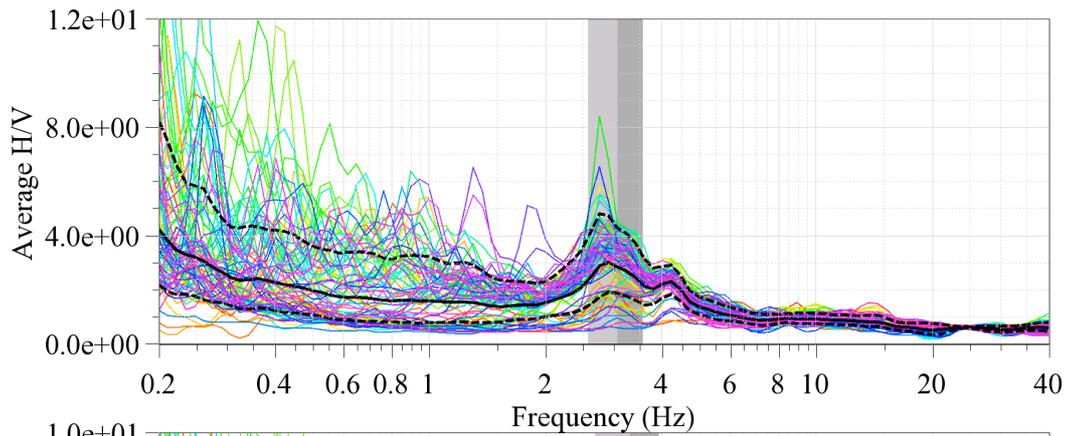
Abbildung 3. Resultat der H/V Polarisationsanalyse bei der zentralen Array Station bei Otterbach (schwarz: klassische Methode; grau: Frequenz-Zeit Analyse).

Diese Stabilität der H/V Kurven in der Umgebung der Kläranlage wird durch die H/V Analyse an verschiedenen Stationen im Array bestätigt (Abbildung 4).

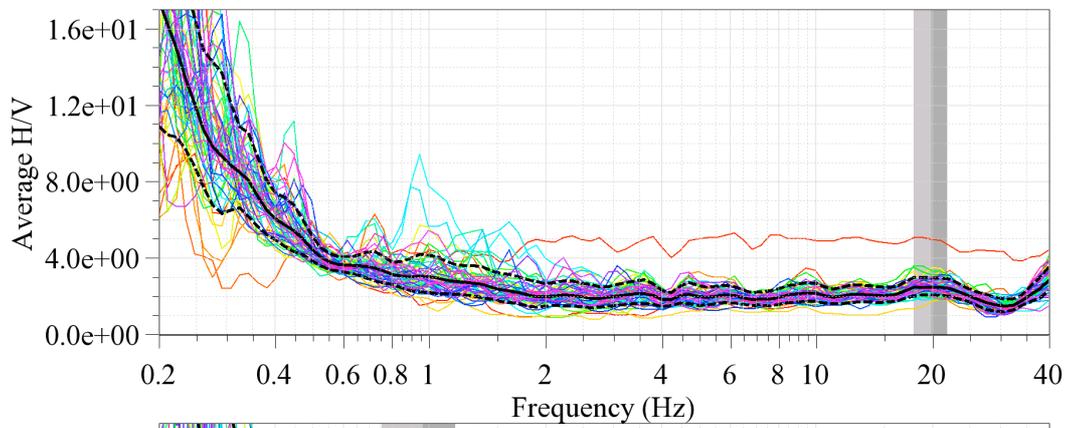
Array-Zentrum



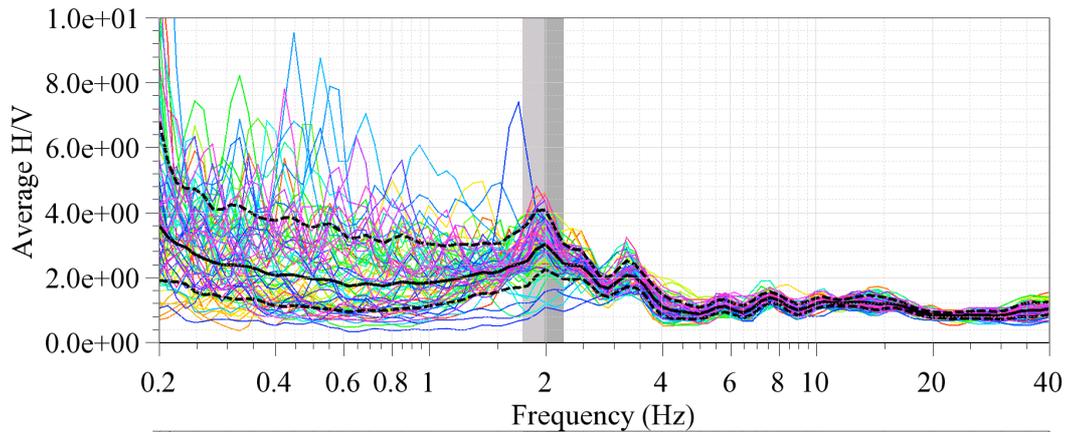
Ring4 Station Nord 0°



Ring4 Station North 90°



Ring4 Station Nord 180°



Ring4 Station Nord 270°

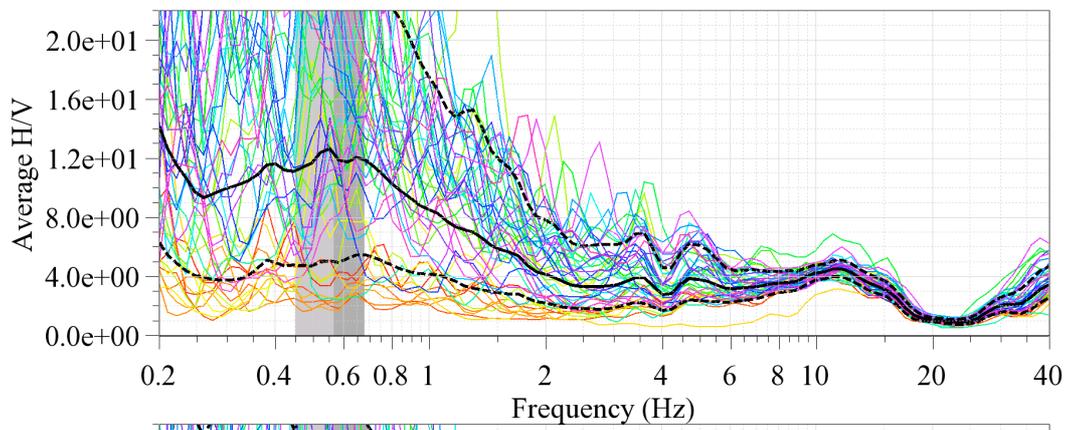


Abbildung 4. Resultat der H/V Polarisationsanalyse der Stationen im Array Sies.

Inversion mit Einstationsmethode

Nicht ausgeführt.

Arraymessung

Die Dispersionskurven wurden durch die Maxima im Frequenz-Wellenzahl-Spektrum definiert; die Phasengeschwindigkeit nimmt allerdings nicht stetig mit zunehmender Frequenz zu, sondern weist leichte Schwankungen auf. Die Resultate der vier Konfigurationen wurden zu einer kombinierten Dispersionskurve zusammengefügt (Abbildung 5). Die Resultate der F-K Analyse für die Arraykonfigurationen ist in Appendix B gegeben.

Wenn die gemessene Dispersionskurve alleine invertiert wird, ergibt sich als Lösung das Modell in Abbildung 6. Die alleinige Inversion der Dispersionskurven erlaubt

keine Bestimmung der Mächtigkeit der Lockersedimente. Dies wird durch eine kombinierte Inversion der Phasengeschwindigkeit und der H/V Kurve erreicht.

Abbildung 5. Gemessene Dispersionskurve. Es wurden hier nur die vertikalen Komponenten des Arrays analysiert.

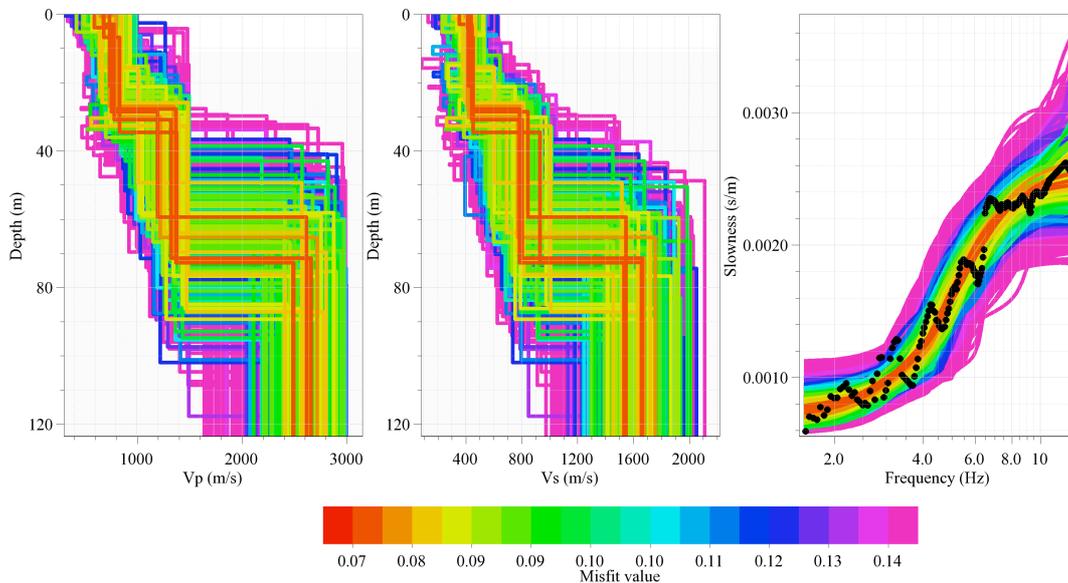


Abbildung 6. Gemessene Dispersionskurven und daraus invertierte Modelle bei Sies. Die roten Bereiche zeigen die am besten passenden Modelle, wenn nur mit Hilfe der Dispersionskurve invertiert wird. Es wurde ein Modell mit drei Schichten angenommen. Für diese Analyse wurde die Software CAP und SESARRAY verwendet, welche innerhalb des SESAME Projekts entwickelt wurde (Ohrnberger, 2004; Wathelet, 2005).

Kombinierte Inversion mit Hilfe der Phasengeschwindigkeit und Elliptizität

Die Ergebnisse der kombinierten Inversion sind in Abbildung 7 und 8 gezeigt (Inversion nach Fäh et al., 2001, 2003). Die Inversionen erfolgten mit unterschiedlicher Gewichtung der Dispersionskurve und H/V Kurve in den verschiedenen Frequenzbereichen. Die Anpassungen an die gemessenen Kurven ist in Abbildung 7 gezeigt. Dabei werden folgende Strukturen unterschieden:

- a) Blaue Kurven:
- b) Rote Kurven:

An der Oberfläche befindet sich eine Schicht von ca. 5m Mächtigkeit mit einer mittleren S-Wellengeschwindigkeit von 190-250 m/s. Die zweite Schicht wird durch Niederterrassenschotter ausgemacht, bestehend aus Kies und Sand, welche z.T. zu Nagelfluhbänken verkittet sind. Die Mächtigkeit ist ca. 15m und die S-Wellengeschwindigkeiten nehmen mit der Tiefe zu, von 400-500m/s auf 550-600m/s in einer Tiefe von ca. 20m. Der Grundwasserspiegel liegt in ca. 5m Tiefe. Im Tiefenbereich von ca. 20 bis 50m ist der geologische Fels erreicht (Melettaschichten, Härteklasse 1).

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse der Inversion gezeigt. Die bevorzugten Modelle (blau: Fixierung der Mächtigkeit der Lockersedimente auf 285m) ergeben an der Die mittlere S-Wellengeschwindigkeit weist Werte im Bereich 550-600m/s auf.

Abbildung 7. Anpassung der Phasengeschwindigkeit (oben) an die gemessenen Werte und der Elliptizität (unten) der Rayleighwellen an das H/V Spektrum am Standort Sies.

Abbildung 8. Invertierte S-Wellenprofile. Die blauen Strukturen entsprechen den bevorzugten Modellen, da bei der Inversion die Mächtigkeit der Sedimente auf 285m fixiert wurde.

Mit zunehmender Tiefe ab ca. m nimmt die mittlere Geschwindigkeit zu. Sie beträgt m/s für den Tiefenbereich zwischen und m. In grösseren Tiefen ab ca. m steigt die mittlere S-Wellengeschwindigkeiten auf bis m/s an. In ca. m wird der kompakte Fels erreicht. Die mittleren S-Wellengeschwindigkeiten betragen hier m/s (m/s) in den ersten m, dann m/s (– m/s) in den tieferliegenden Formationen. Drei der gefundenen Strukturen sind im Appendix C gegeben (blaue Kurven in Abbildung 8, mit geringer S-Wellengeschwindigkeit in der ersten Schicht).

Andere Messungen am Standort oder in ähnlichen Strukturen

Referenzen

- Bitterli-Brunner, P. et al.: Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1067, Arlesheim, mit Erläuterungen. Schweizerische geologische Kommission, Bern, 1984.
- Fäh, D., Rüttener, E., Noack, T. and Kruspan, P., 1997. Microzonation of the city of Basel. *Journal of Seismology*, 1, 87-102.
- Fäh, D., Noack, T. und Kruspan, P., 1997. Bewertung des geologischen Untergrundes der Region Basel Stadt auf die seismische Erschütterungsfähigkeit. In: D. Mayer-Rosa et al. (Ed.), *Erdbebengefährdung und Mikrozonierung in der Schweiz*, VdF, Schlussbericht NFP31, 55-67.
- Fäh, D., Kind, F. and D. Giardini, 2001. A theoretical investigation of average H/V ratios. *Geophysical Journal Int.*, 145, 535- 549.
- Fäh, D., Kind, F., Giardini, D., 2003. Inversion of local S-wave velocity structures from average H/V ratios, and their use for the estimation of site-effects. *Journal of Seismology*, 7, 449-467.
- GPI Basel, 2001. Bohrloch Otterbach II. Geologisch-Paläontologisches Institut (GPI) der Universität Basel, unveröffentlichte Daten.
- Gürler, B. et al.: *Geologie der Umgebung von Basel*, mit Hinweisen über die Nutzungsmöglichkeiten der Erdwärme. 1987, 43pp, Bern.
- Kind, F., 2002. Development of Microzonation Methods: Application to Basle, Switzerland. PhD Thesis Nr. 14548, ETH Zuerich.
- Kind, F., Fäh, D., Giardini, D., 2004. Array measurements of S-wave velocities from ambient vibrations. *Geophysical Journal Int.*, 160, 114-126.
- Noack, T., Kruspan, T., Fäh, D. and Rüttener, E., 1997. Seismic microzonation of the city of Basel (Switzerland) based on geological and geotechnical data and numerical simulations. *Eclogae Geol. Helv.*, 90, 433-448.
- Ohrnberger M., 2004. User manual for software package CAP - a continuous array processing toolkit for ambient vibration array analysis. SESAME report D18.06, 83pp (<http://sesamefp5.obs.ujf-grenoble.fr>).
- Wathelet, M., 2005. Array recordings of ambient vibrations: surface-wave inversion. Liège University (Belgium), 177 pages.

Appendix A: Schichtverzeichnis aus Bohrlochinformationen

Appendix B: F-K Analyse für die Arraykonfigurationen

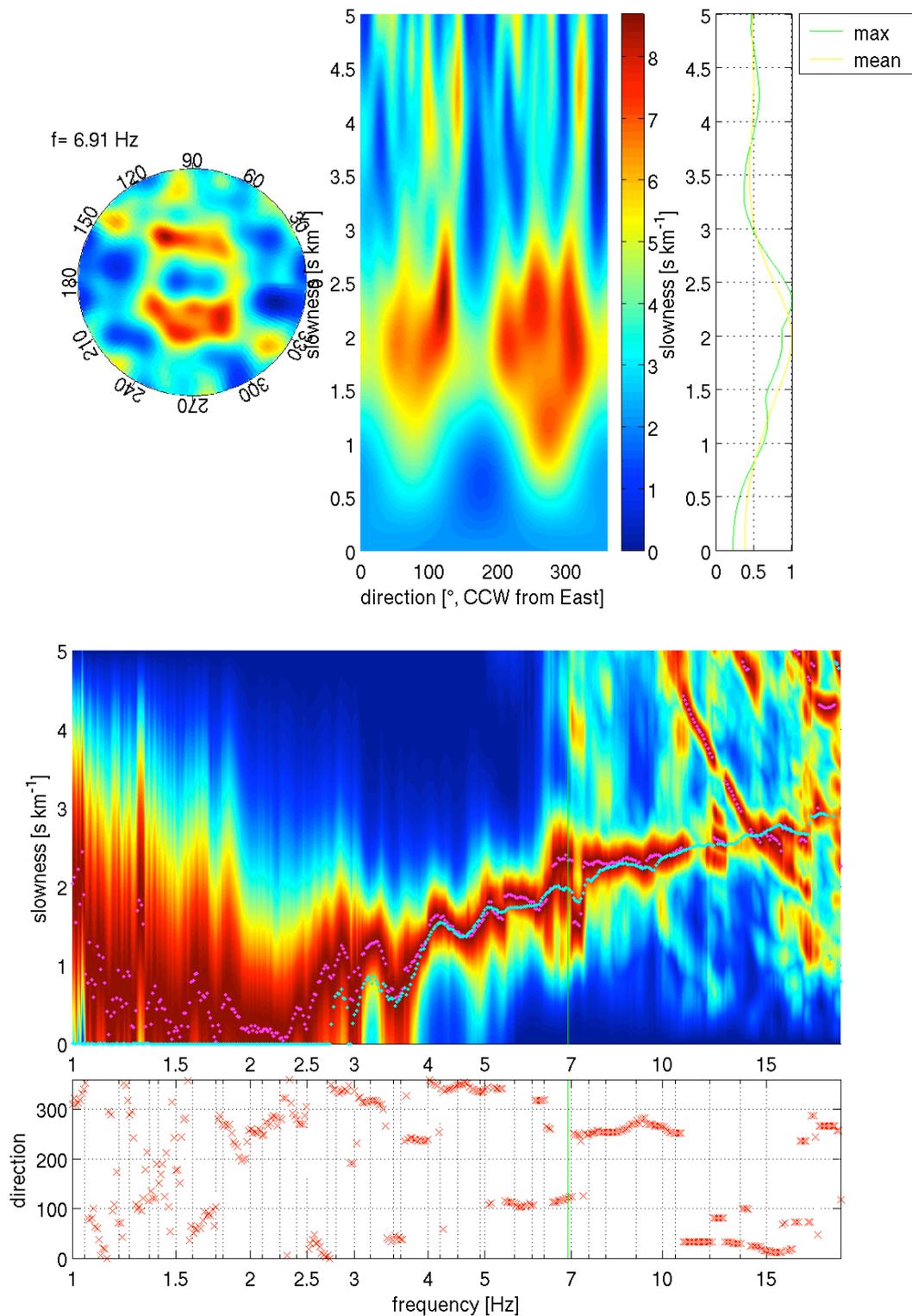


Abbildung B.1.: F-K Analyse und Dispersionskurve für Ring mit 20-50 m Radius.

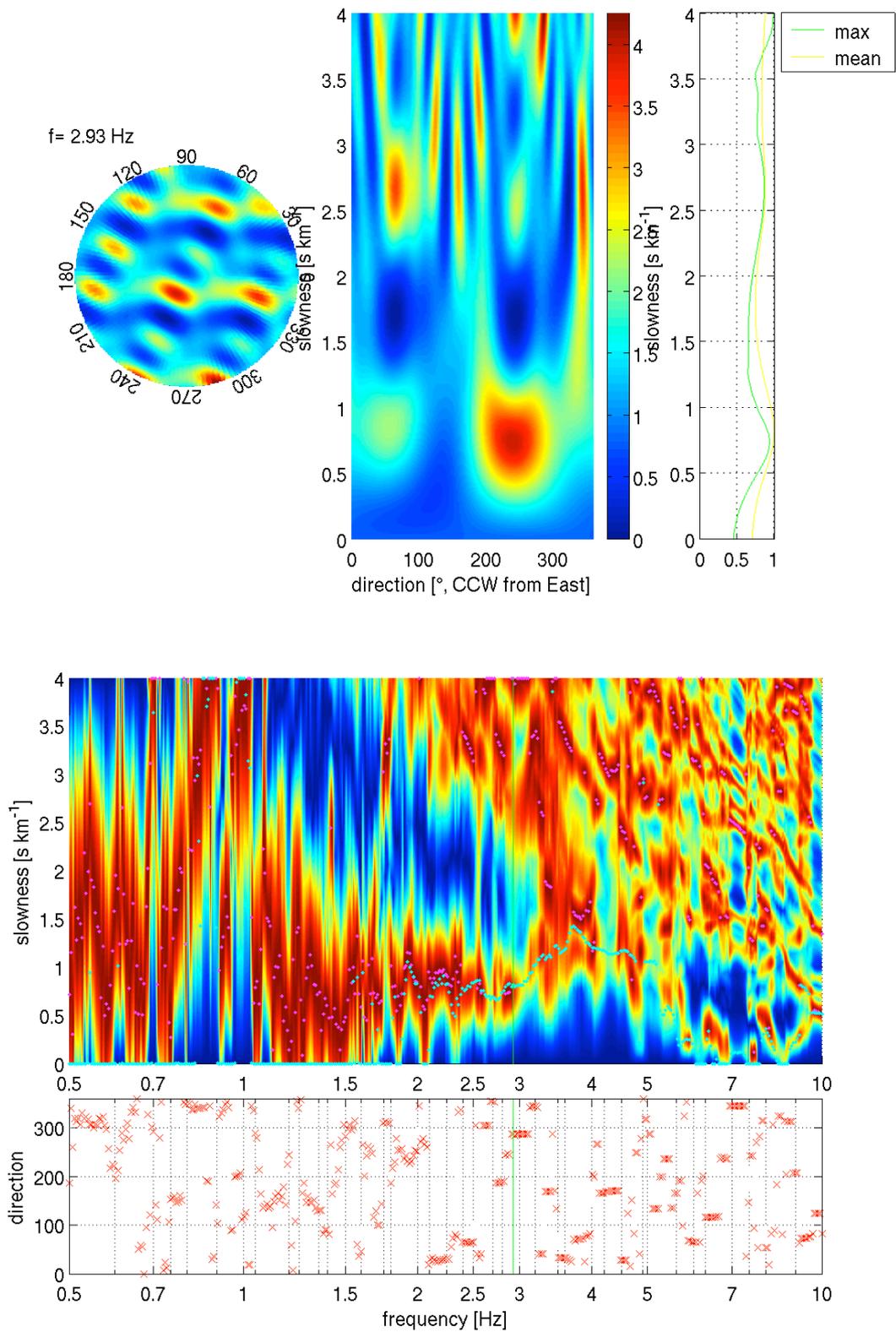


Abbildung B.2. : F-K Analyse und Dispersionskurve für Ring mit 100 m Radius.

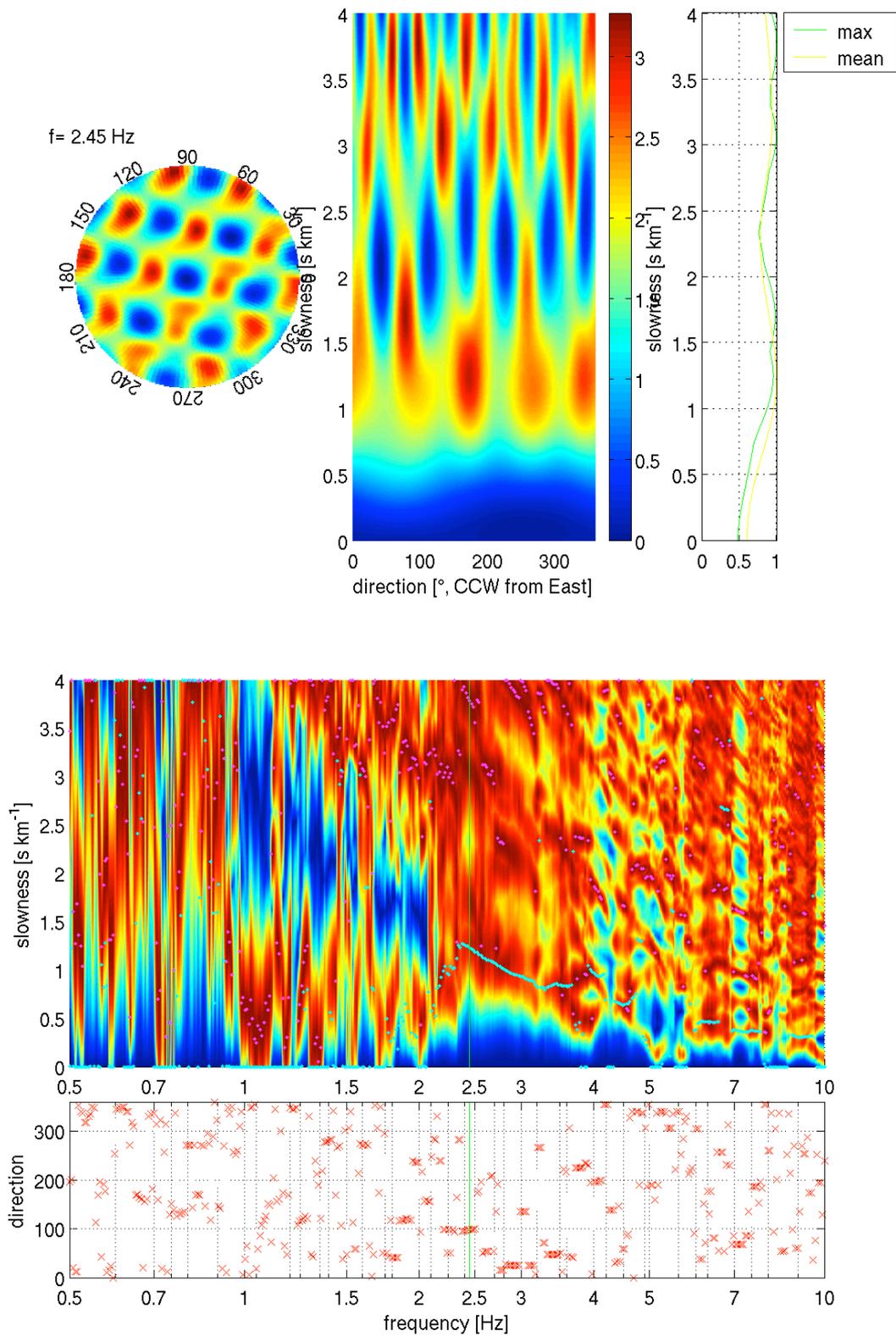


Abbildung B.3. : F-K Analyse und Dispersionskurve für Ring mit 200 m Radius.

Appendix C: Mögliche Strukturen am Standort Sies