

## Bruderholz2: Bestimmung eines Wellengeschwindigkeitsprofils

Standort: Bruderholz, Basel Landschaft

Seismische Station: keine

Methode: Arraymessungen, Inversion kombiniert mit H/V

Datum: April 2005

Messung durch: Hans-Balder Havenith

Auswertung durch: Donat Fäh, Hans-Balder Havenith

Geologische Daten: Erich Fäh (Bohrkataster BS /BL)

Dokumente:

Files und Daten: /mercalli/project/interreg3/Array\_measurement/Bruderholz2

Mächtigkeit (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Kommentar / Geologie
8-10	<1350	140-200	Löss
25-30	<1350 ab 25m >1350	300-400	Junge Deckenschotter Grundwasserspiegel liegt bei ca.25m Tiefe
10-20	1500-2500	400-500	Verwitterte Elsässermolasse / Cyrenenmergel
Ca.50	1700-3000	550-650	Elsässermolasse/ Cyrenenmergel (Härteklasse 2)
Ca.100	1700-3000	700-800	Elsässermolasse / Cyrenenmergel (Härteklasse 2)
			Geophysikalischer Fels, Sannoisien. Die lithologische Schicht innerhalb des Sannoisien ist entweder ein Kalkkonglomerat oder ein harter Kalkstein. Beide besitzen die Härteklasse 4.

Tabelle: Vorgeschlagenes vereinfachtes Geschwindigkeitsmodell am Standort Bruderholz2. Aufgrund der gemessenen Geschwindigkeiten entspricht der Standort einer Bodenklasse E oder C nach SIA261.

### Geologie

Die oberste Schicht besteht aus einer 5 bis 10 Meter mächtigen Lössablagerung. Löss ist eine äolische, feinporöse Ablagerung in Silt-Korngrösse. Sie besteht aus feinen, eckigen Quarzkörnern und enthält einen hohen Kalkanteil. Der Löss ist primär ungeschichtet gelagert. An der Oberfläche ist er verwittert und entkalkt (Lösslehm) und neigt an Hanglagen zu Verschwemmungen und Solifluktion. Unter der Lössschicht liegt der zuvor gelöste und wieder ausgefällte Kalk in Form von „Lösskindeln“ vor. In gewissen Abschnitten enthält der Löss eine reiche Gastropodenfauna und ausserdem kommen innerhalb der Lössablagerungen vereinzelt Paläoböden vor.

Unter dem Löss befinden sich die jungen Deckenschotter, welche hier 25 bis 30 Meter mächtig sind. Dies sind fluviatile Ablagerungen des Rheins, die aus Kalken,

Quarziten und anderen kieseligen Ablagerungen bestehen und gut verkittet sind. Die Jungen Deckenschotter dienen auch als Grundwasserspeicher.

Als Fels unterhalb der Schotter liegt die Elsässer Molasse (Cyrenenmergel) vor. Sie ist ein glimmerhaltiger, feinkörniger und harter Sandstein; sie kann aber auch als loser Sand vorliegen. Innerhalb der Ablagerung sind Mergellagen eingeschaltet. Die Elsässer Molasse ist rund 250 Meter mächtig. Die Härteklassierung der Elsässer Molasse beträgt 2. Diese Klassierung, welche im Interreg Projekt eingeführt wurde, kann Werte zwischen 1 (weiches Gestein, wie z.B. Ton) und 5 (sehr hartes Gestein, wie z.B. Granit) annehmen.

Das Schichtverzeichnis ist im Appendix A gegeben.

Der Grundwasserspiegel liegt bei ca. 326 m ü.M., in 25 m Tiefe.

Referenz: Bohrkataster BS /BL

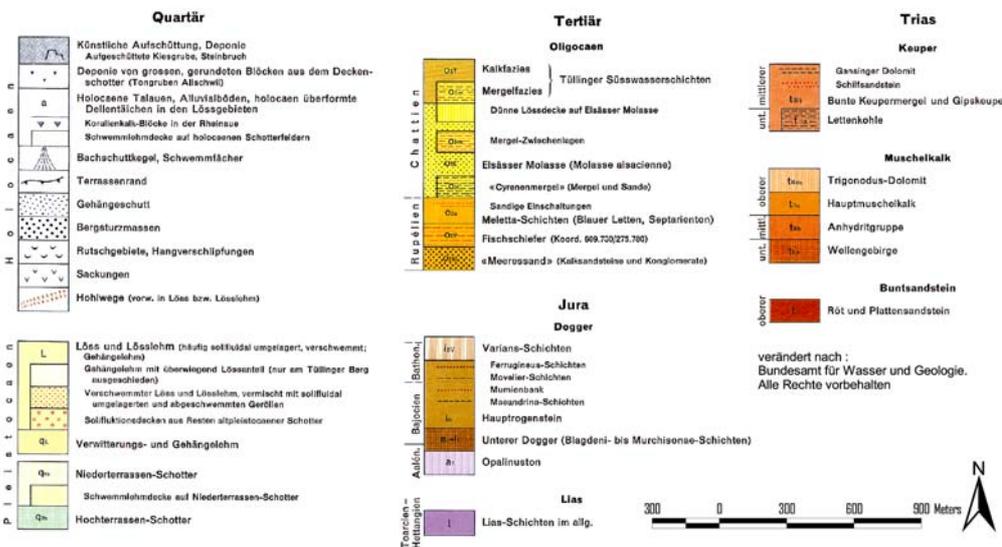


Abbildung 1. Oberflächengeologie beim Standort Bruderholz 2.

### Messungen der Eigenfrequenz der Lockersediment-Ablagerungen

Abbildung 2 zeigt die Lage des Arrays Bruderholz2. Ein H/V Spektrum an der zentralen Station des Arrays ist in Abbildung 3 gezeigt.

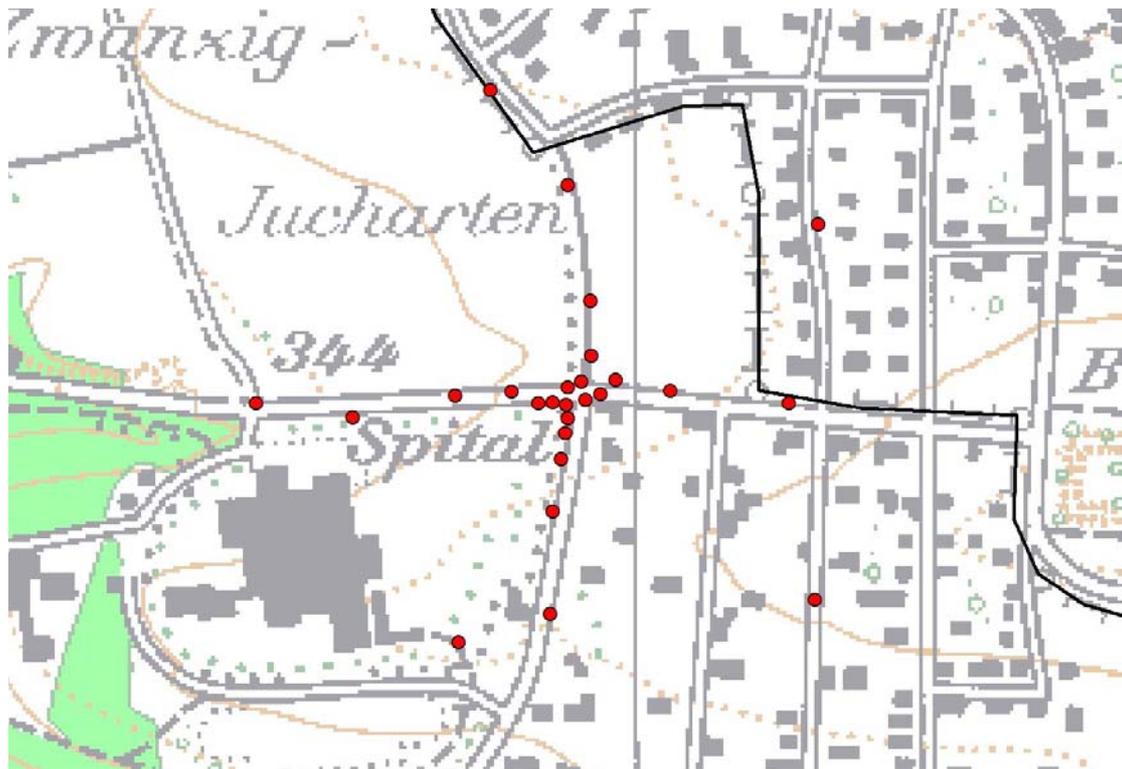


Abbildung 2. Angewandte Arraygeometrie (Kreuze mit 10 m, 25 m, 40 m, 75 m, 155 m Radius –Pentagon mit 225 m Radius) am Standort Bruderholz2 (rote Punkte).

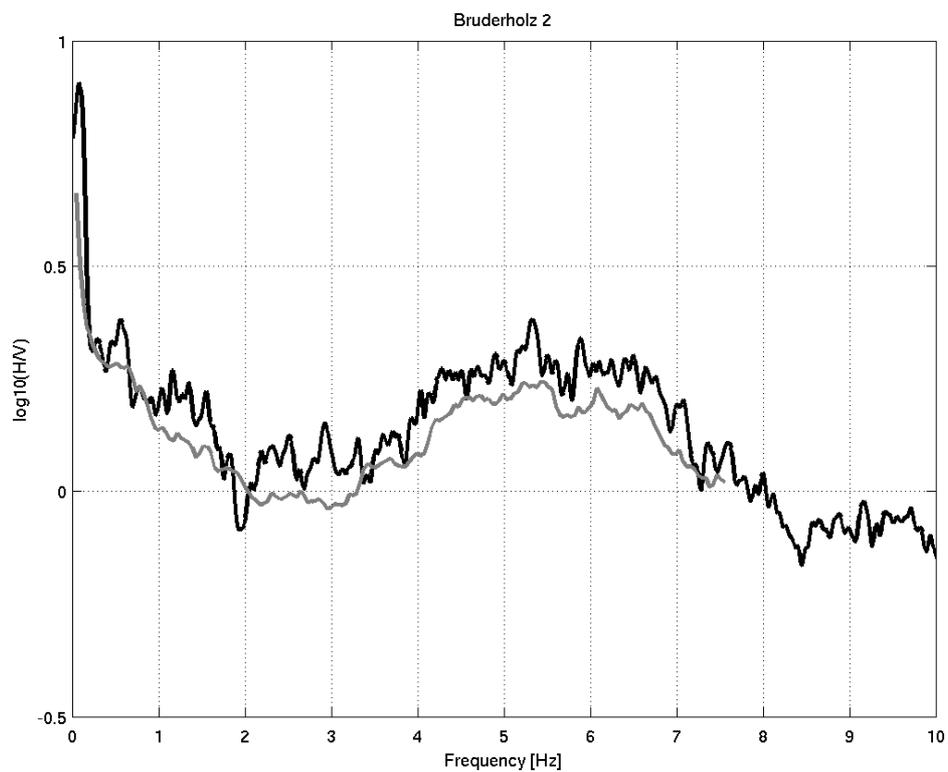
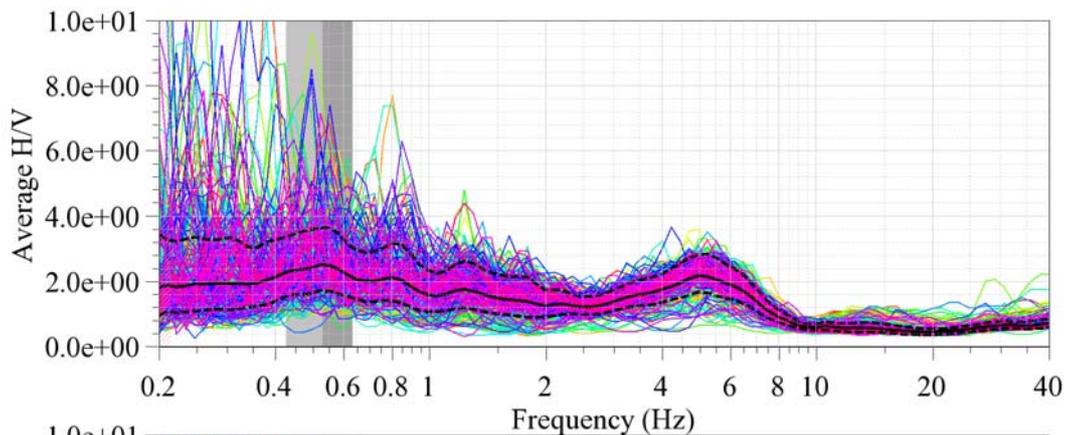


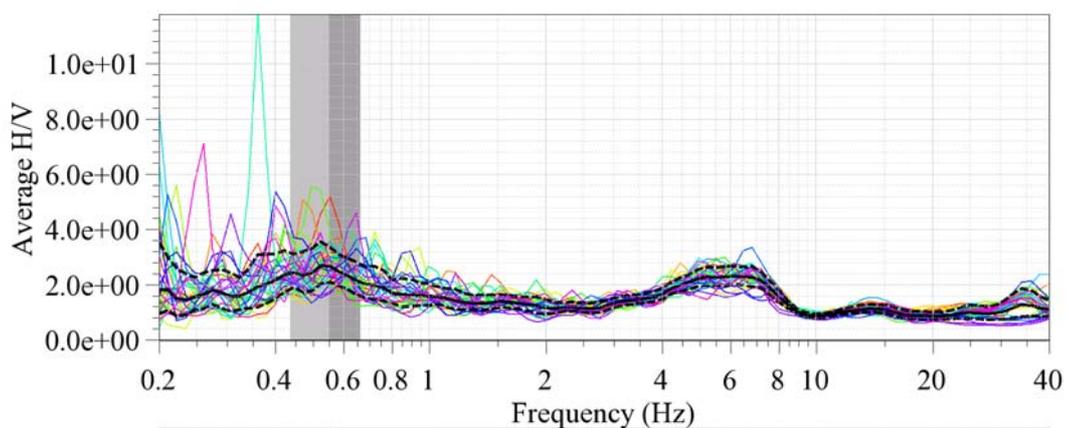
Abbildung 3. Resultat der H/V Polarisationsanalyse bei der zentralen Station des Arrays Bruderholz2 (schwarz: klassische Methode; grau: Frequenz-Zeit Analyse).

Die H/V Kurve zeigt im Bereich der Fundamentalfrequenz von 0.4-0.8 Hz ein erstes Maximum. Der Peak ist nur schlecht ausgebildet. Dies deutet auf einen geringen Geschwindigkeitskontrast zwischen den Sedimenten (ca. 200-250 m Mächtigkeit) und dem geophysikalischen Fels hin. Die H/V Kurve weist ein zweites Maximum bei 5-6 Hz auf. Dieses zweite Maximum deutet darauf hin, dass zwischen den oberflächennahen Lockersedimenten und den tiefer liegenden Lockersedimenten ein grösserer S-Wellen Geschwindigkeitskontrast vorliegt. Dieser Kontrast ist zwischen den quartären Sedimenten (v.a. Lössschichten und den Jungen Deckenschottern) und den kompakteren Cyrenenmergeln zu erwarten. Die H/V Analyse an den verschiedenen Stationen im Array zeigt (Abbildung 4), dass der Peak bei allen Standorten im Bereich der Fundamentalfrequenz (0.4-0.6 Hz) ziemlich schwach ausgebildet ist.

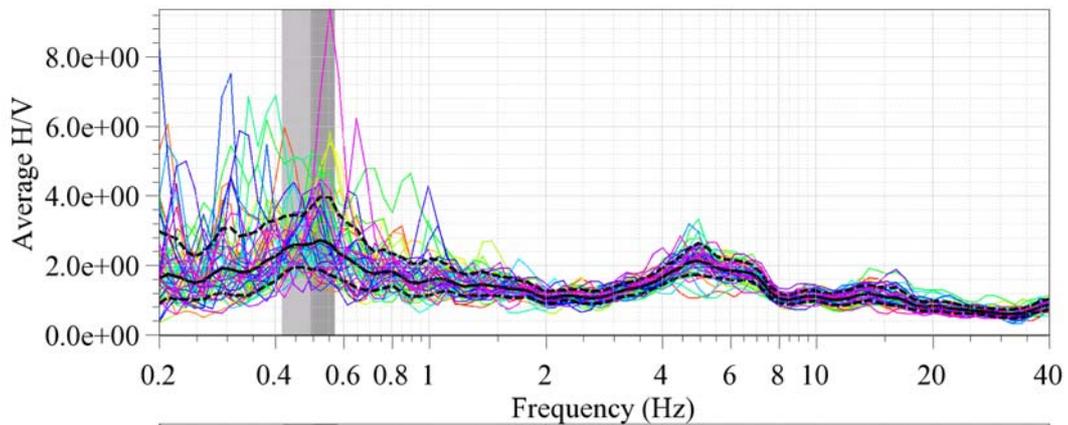
### Array-Zentrum



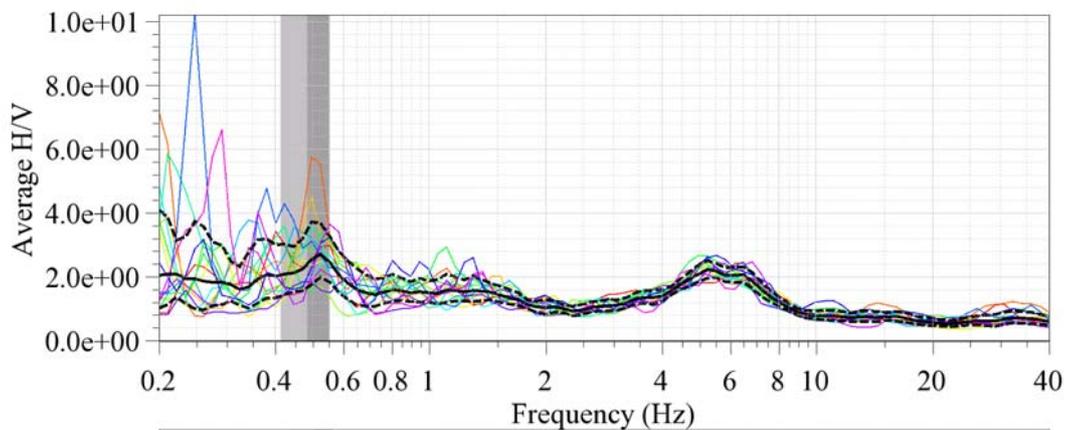
### 155 m Kreuz Station Nord 0°



155 m Kreuz Station North 90°



155 m Kreuz Station Nord 180°



155 m Kreuz Station Nord 270°

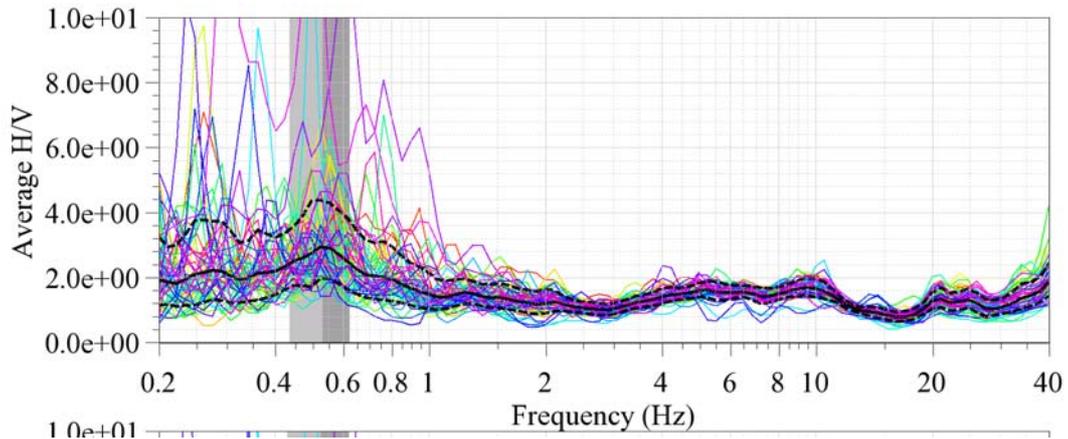


Abbildung 4. Resultat der H/V Polarisationsanalyse der Stationen im Array bei Bruderholz2.

### 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 Kreuz- und Pentagon- Konfigurationen wurden zu einer kombinierten Dispersionskurve zusammengefügt (Abbildung 5). Die Resultate der F-K Analyse für die Arraykonfigurationen sind in Appendix B gegeben. Es zeigt sich, dass die Dispersionskurve nur bis ca. 1.2 Hz zuverlässig bestimmt werden kann. Die Unregelmässigkeiten der Kurve im Bereich zwischen 2.5 und 4 Hz könnten durch einen Modensprung von der Fundamentalmode zur ersten höheren Mode entstanden sein. Solche Sprünge sind in Strukturen mit zwei grösseren S-Wellenkontrasten möglich.

Wenn die gemessene Dispersionskurve alleine invertiert wird, ergibt sich als Lösung das Modell in Abbildung 6. Die alleinige Inversion der Dispersionskurve erlaubt keine Bestimmung der Mächtigkeit der Lockersedimente. Dies wird durch eine kombinierte Inversion der Phasengeschwindigkeit und der H/V Kurve verbessert.

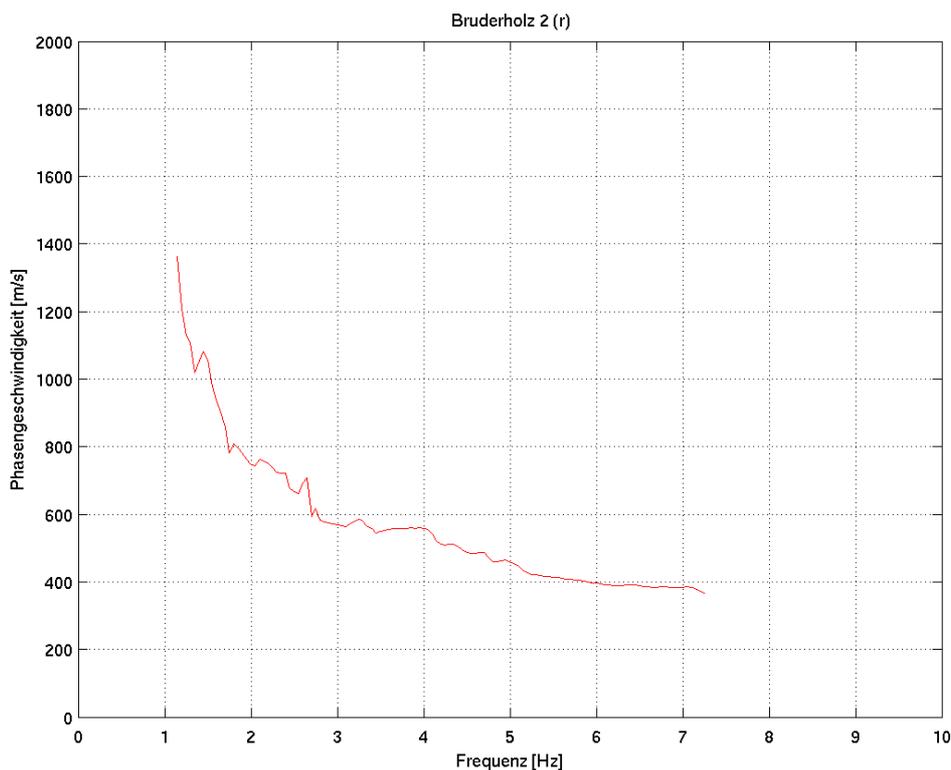


Abbildung 5. Gemessene Dispersionskurve am Standort Bruderholz2. Es wurden hier nur die vertikalen Komponenten des Arrays analysiert.

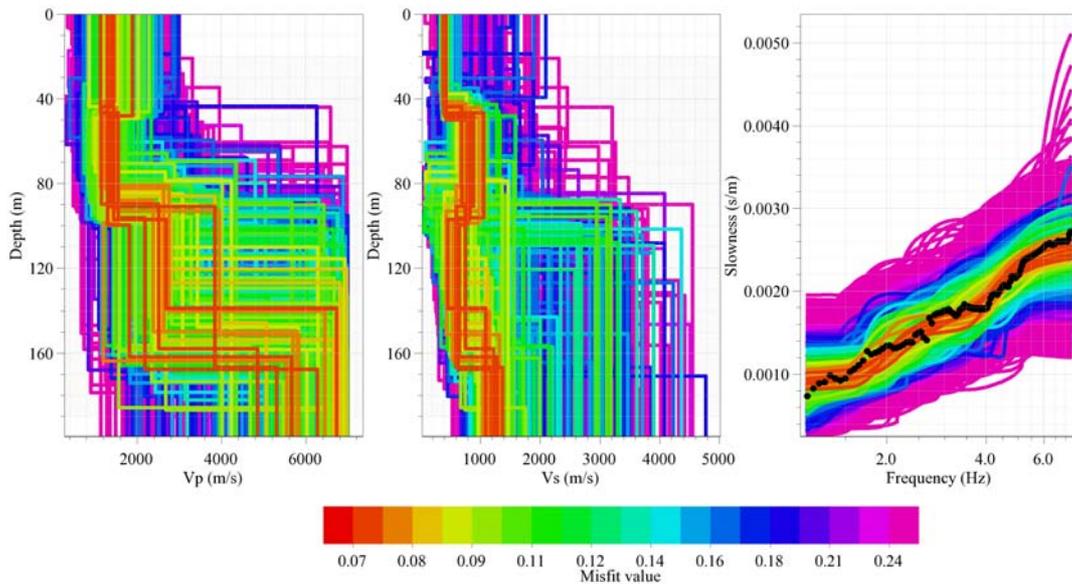


Abbildung 6. Gemessene Dispersionskurve und daraus invertierte Modelle beim Standort Bruderholz2. Die roten Bereiche zeigen die am besten passenden Modelle, wenn nur mit Hilfe der Dispersionskurve invertiert wird. Es wurde ein Modell mit vier Schichten angenommen. Für diese Analyse wurde die Software 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 der H/V Kurve in den verschiedenen Frequenzbereichen. Die Anpassungen an die gemessenen Kurven sind in Abbildung 7 gezeigt. Dabei werden die gemessene Phasengeschwindigkeit, teilweise die obere Flanke der H/V Kurve, und die gemessene Fundamentalfrequenz verwendet. Modelle werden gesucht, unter folgenden Bedingungen:

- a) Grüne Kurven: Berücksichtigung der gemessenen Phasengeschwindigkeit und der Fundamentalfrequenz; teilweise Berücksichtigung der hochfrequenten Flanke der H/V Kurve und deren Unsicherheit. Die H/V Kurve ist nur schlecht ausgebildet. Es gibt daher viele Möglichkeiten. Es wird angenommen, dass nur die Phasengeschwindigkeit der Fundamentalmode der Rayleighwelle gemessen wurde.
- b) Blaue/Gelbe Kurven: Berücksichtigung der gemessenen Phasengeschwindigkeit; Berücksichtigung der gemessenen Eigenfrequenz der Lockersedimente im Frequenzbereich von 0.40-0.80 Hz; Annahme eines Modensprungs in der Dispersionskurve von der Fundamentalmode (blau) zur ersten höheren Mode (gelb).

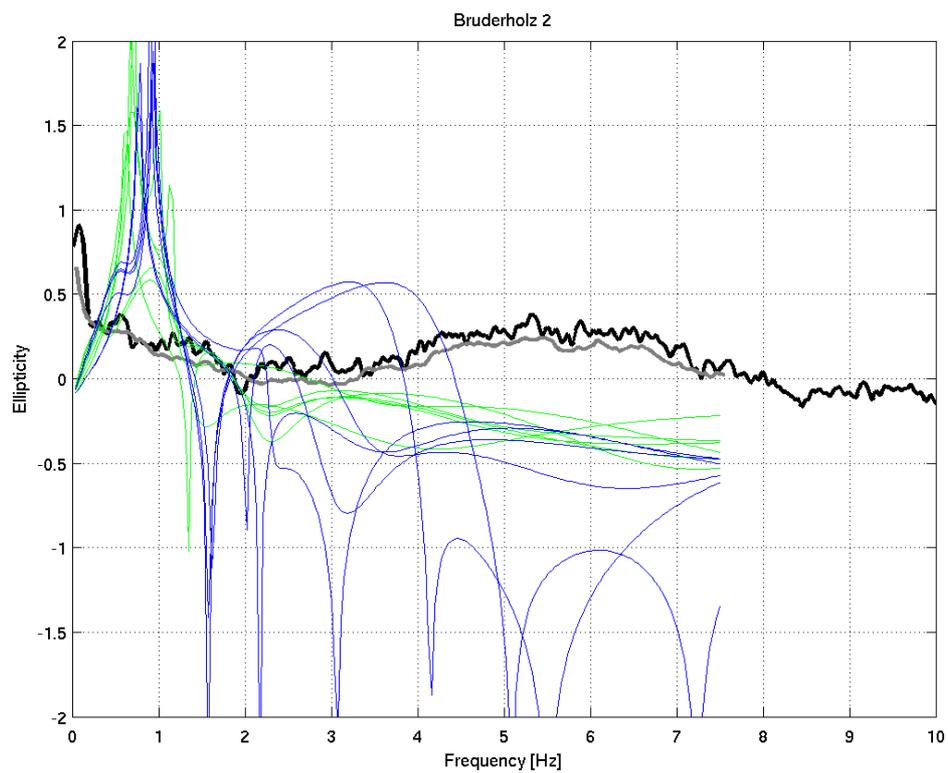
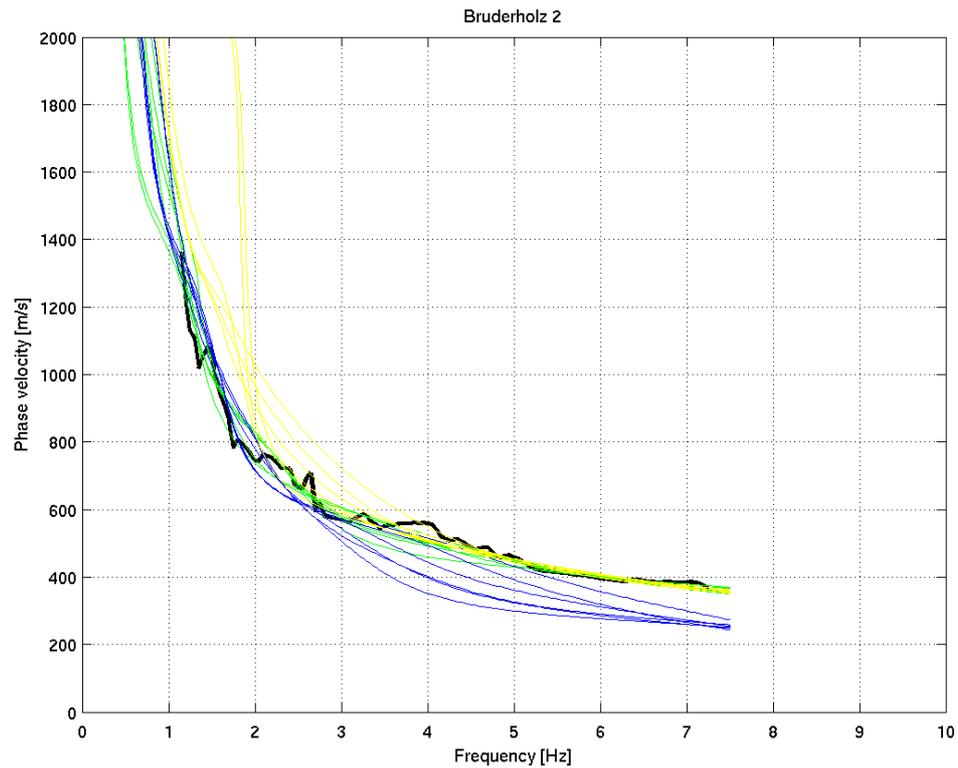


Abbildung 7. Anpassung der Phasengeschwindigkeit (oben) an die gemessenen Werte und der Elliptizität (unten) der Rayleighwellen an das H/V Spektrum am Standort Bruderholz2.

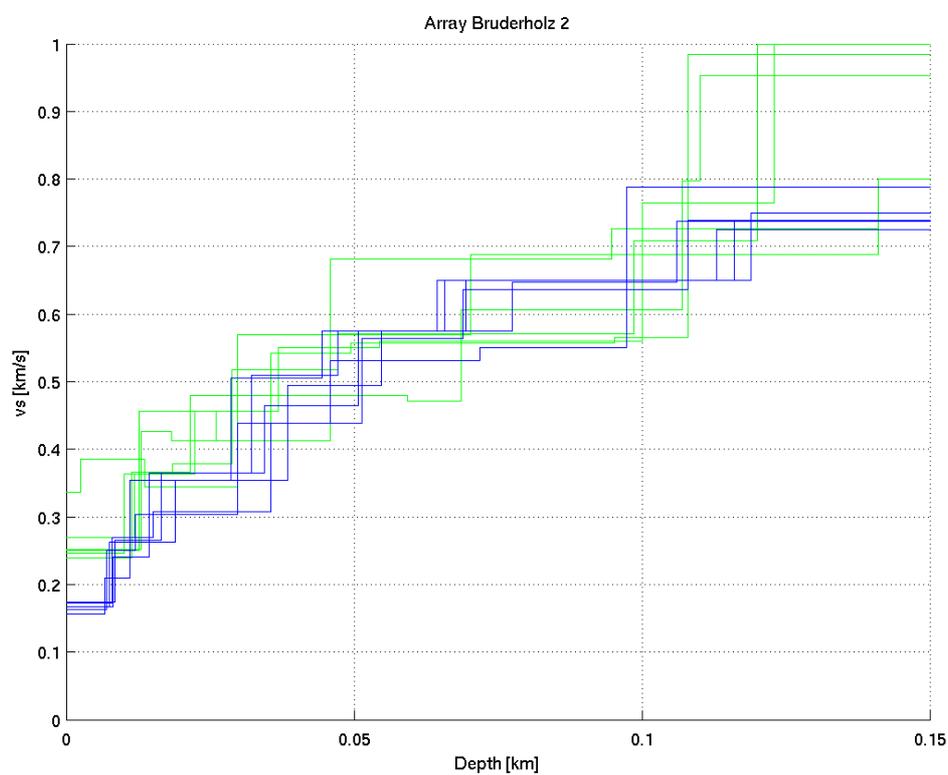
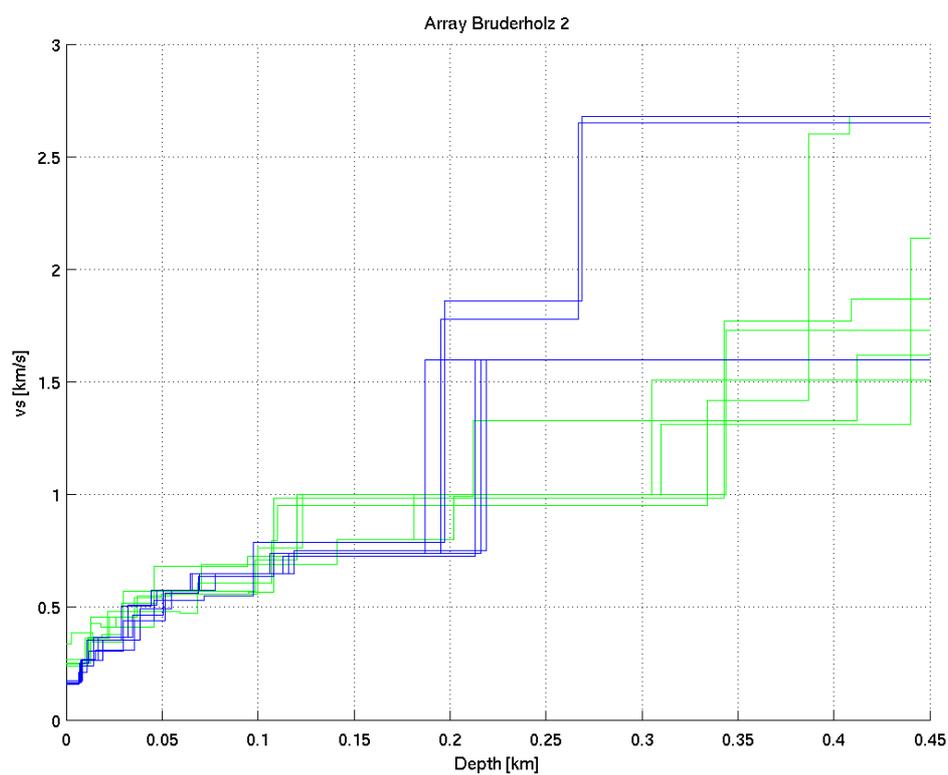


Abbildung 8. Invertierte S-Wellenprofile. Die blauen Strukturen entsprechen den bevorzugten Modellen.

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse der Inversion gezeigt. Die bevorzugten Modelle sind in blauer Farbe gegeben. Sie wurden unter der Annahme eines Modensprungs in der Dispersionskurve erhalten. Diese Modelle werden bevorzugt, weil an der Oberfläche eine ca. 8-10 m mächtige Lössschicht existiert, in welcher tiefe S-Wellengeschwindigkeiten erwartet werden. Die S-Wellengeschwindigkeiten liegen bei ca. 140-200 m/s. Darunter liegen Junge Deckenschotter mit ca. 25-30 m Mächtigkeit und mittleren S-Wellengeschwindigkeiten im Bereich 300-400 m/s. Verwitterte Elsässermolasse (Cyrenenmergel) folgt bis in eine Tiefe von ca. 50 m (Mächtigkeit 10-20 m). Diese Schichten weisen mittlere S-Wellengeschwindigkeiten von 400-500 m/s auf. Die unverwitterte Elsässermolasse wird im Tiefenbereich von ca. 50 bis 60 m erreicht (Cyrenenmergel, Härteklasse 2). Die mittlere S-Wellengeschwindigkeit weist in den ersten 50 Metern der unverwitterten Elsässermolasse Werte im Bereich 550-650 m/s auf. Mit zunehmender Tiefe ab ca. 100-120 m nimmt die Geschwindigkeit zu, und erreicht dann in einer Schicht mit ca. 100 m Mächtigkeit mittlere S-Wellengeschwindigkeiten von 700-800 m/s. Der geophysikalische Fels wird in einer Tiefe von 200-250 m erreicht. Drei der gefundenen Strukturen sind im Appendix C gegeben (blaue Kurven in Abbildung 8).

### Andere Messungen am Standort oder in ähnlichen Strukturen

keine

### 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. *Ecloga 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

## Schichtverzeichnis

## Bruderholz

Koordinaten: 610869.00 / 264245.00  
 Höhe über Meer: 351.61 m. ü. M.  
 Grundwasserstand: 326.39m. ü. M

----- Bohrung BL – 16 T 1 abgeändert -----

## Quartär

## Pleist.

0.00 bis 0.20 Quartär /  
 Mutterboden, siltig-tonig, humos, braun, steif (approx.  
 Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 1.7kg/m<sup>2</sup>)

0.20 bis 1.25 Holozän /  
 Silt, tonig, rötlich, gelbbraun, steif ((approx. Zylinderdruckfestigkeit  
 mit STP: 2.0 kg/m<sup>2</sup>)

1.25 bis 3.40 Löss /  
 Silt, gelblichgrau, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP:  
 2.5 - 3.5 kg/m<sup>2</sup>)

3.40 bis 3.60 Löss /  
 Silt, tonig, (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 0.6 kg/cm<sup>2</sup>)

3.60 bis 4.10 Löss /  
 Silt, tonig, gelbbraun, steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP:  
 1.0 kg/m<sup>2</sup>)

4.10 bis 5.05 Löss /  
 Silt, tonig, gelbbraun und gelblichgrau gebändert, sehr steif (approx.  
 Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 2.5 kg/m<sup>2</sup>)

5.05 bis 5.30 Löss /  
 Silt, tonig

5.30 bis 6.40 Löss /  
 Silt, tonig, gelbbraun und gelblichgrau gefleckt, steif bis sehr steif  
 (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 1.5 - 2.5 kg/m<sup>2</sup>)

6.40 bis 6.50 Löss /  
 Silt, tonig, gelbbraun, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit  
 STP: 2.5 kg/m<sup>2</sup>)

6.50 bis 6.55 Löss /  
 Silt, tonig, dunkelrötlichbraun, sehr steif (approx.  
 Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 3.5 kg/m<sup>2</sup>)

6.55 bis 6.65 Löss /  
 Silt, tonig, gelbbraun, sehr steif

6.65 bis 6.75 Löss /

Silt, tonig, gelbbraun und gelblichgrau gebändert, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 3.0 kg/m<sup>2</sup>)

6.75 bis 7.05 Löss / Silt, tonig

7.05 bis 7.80 Löss /

Silt, tonig, Farbe wie Schicht 6.65 - 6.75m, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 3.0 kg/m<sup>2</sup>)

7.80 bis 8.00 Löss /

Silt, tonig, rötlichgelbbraun und wenig schwarz gefleckt, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 3.5 kg/m<sup>2</sup>)

8.00 bis 8.05 Löss /

Silt, tonig, wie Schicht 7.80 - 8.00m, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 3.5 kg/m<sup>2</sup>)

8.05 bis 9.00 Löss /

Silt, tonig, Farbe wie Schicht 7.80 - 8.00m, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 2.5 kg/m<sup>2</sup>)

9.00 bis 9.55 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit reichlich Sand, (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 3.15 kg/cm<sup>2</sup>)

9.55 bis 10.15 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit wenig Sand und wenig Kies, dunkelrötlichbraun, mit schwarzen Flecken, sehr steif ((approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: oben 2.0 kg/m<sup>2</sup>; unten 4.0 kg/m<sup>2</sup>)

10.15 bis 10.25 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit reichlich Sand und wenig Kies, hellgrünlichgrau, schwarz und gelbbraun gefleckt, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 2.5 kg/m<sup>2</sup>)

10.25 bis 10.60 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit wenig Sand und wenig Kies, dunkelrötlichbraun, sehr steif (approx. Zylinderdruckfestigkeit mit STP: 2.5 - 3.5 kg/m<sup>2</sup>)

10.60 bis 11.05 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit reichlich Sand und reichlich Kies, dunkelrötlichbraun, sehr steif

11.05 bis 11.40 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit reichlich Sand, viel Kies und wenig Steinen, dunkelrötlichbraun, sehr steif

11.40 bis 12.00 Jüngere Deckenschotter /

Kies, stark siltig-tonig, mit viel Sand, wenig Steinen und wenig Blöcken, braun, dicht Gelagert

12.00 bis 12.20 Jüngere Deckenschotter /

Sand, sauber bis siltig-tonig, mit reichlich Kies, gräulichbraun, dicht gelagert

12.20 bis 12.23 Jüngere Deckenschotter /

Silt, tonig, mit reichlich Sand und reichlich Kies, dunkelrötlichbraun, sehr steif

12.23 bis 12.45 Jüngere Deckenschotter / Sand, sauber bis siltig-tonig, mit reichlich Kies, gräulichbraun, dicht gelagert

17.60 bis 18.00 Jüngere Deckenschotter / Kies, siltig-tonig, mit reichlich Sand, grau, dicht gelagert

18.00 bis 21.50 Jüngere Deckenschotter / Kies, sauber bis siltig-tonig, mit viel Sand, grau und gelblich-grau, dicht gelagert

21.50 bis 22.00 Jüngere Deckenschotter / Sand, sauber, mit reichlich Kies, gelblichgrau, dicht gelagert

22.00 bis 24.30 Jüngere Deckenschotter / Kies, siltig, mit viel Sand und wenig Steinen, grau, dicht gelagert

24.30 bis 25.20 Jüngere Deckenschotter / Kies, stark siltig-tonig, mit viel Sand und wenig Steinen, gelblichgrau, dicht gelagert

25.20 bis 25.60 Jüngere Deckenschotter / Sand, stark siltig-tonig, mit reichlich Kies, gelblich-grau, dicht gelagert

25.60 bis 27.20 Jüngere Deckenschotter / Kies stark siltig-tonig, mit viel Sand und wenig Steinen, gelblichgrau, dicht gelagert

---

Tertiär  
Oligo.

27.20 bis 27.65 Cyrenenmergel / Mergel, mit bis 3cm grossen, flachen, unregelmässigen Kalkkonkretionen, braungelb, sehr Steif

27.65 bis 28.50 Cyrenenmergel / Mergel, braungelb, grau, rötlich-grau und ziegelrot, sehr steif bis hart

28.50 bis 28.70 Cyrenenmergel / Mergel, ziegelrot, sehr steif bis hart

28.70 bis 29.00 Cyrenenmergel / Mergel,  $q=3.30 \text{ kg/cm}^2$

29.00 bis 30.70 Cyrenenmergel / Mergel, braungelb, grau, rötlichgrau und ziegelrot, sehr steif bis hart

----- Bohrtiefe BL – 16 T 1 -----

444.00 Top Sannoisien Streifige Mergel / Konglomerate, Kalksteine und sandige Mergel  
**(Lage gemäss korrigiertem 3D Modell Region Basel)**

Kreide nicht vorhanden

---

Jura

Malm 882.00 Top Malm  
**(Lage gemäss korrigiertem 3D Modell Region Basel)**

Dogger

Lias

---

Trias

Keuper

Muschelk. 2081.00 Top unterer Muschelkalk  
**(Lage gemäss korrigiertem 3D Modell Region Basel)**

Bundsst.

---

Appendix B: F-K Analyse für die Arraykonfigurationen

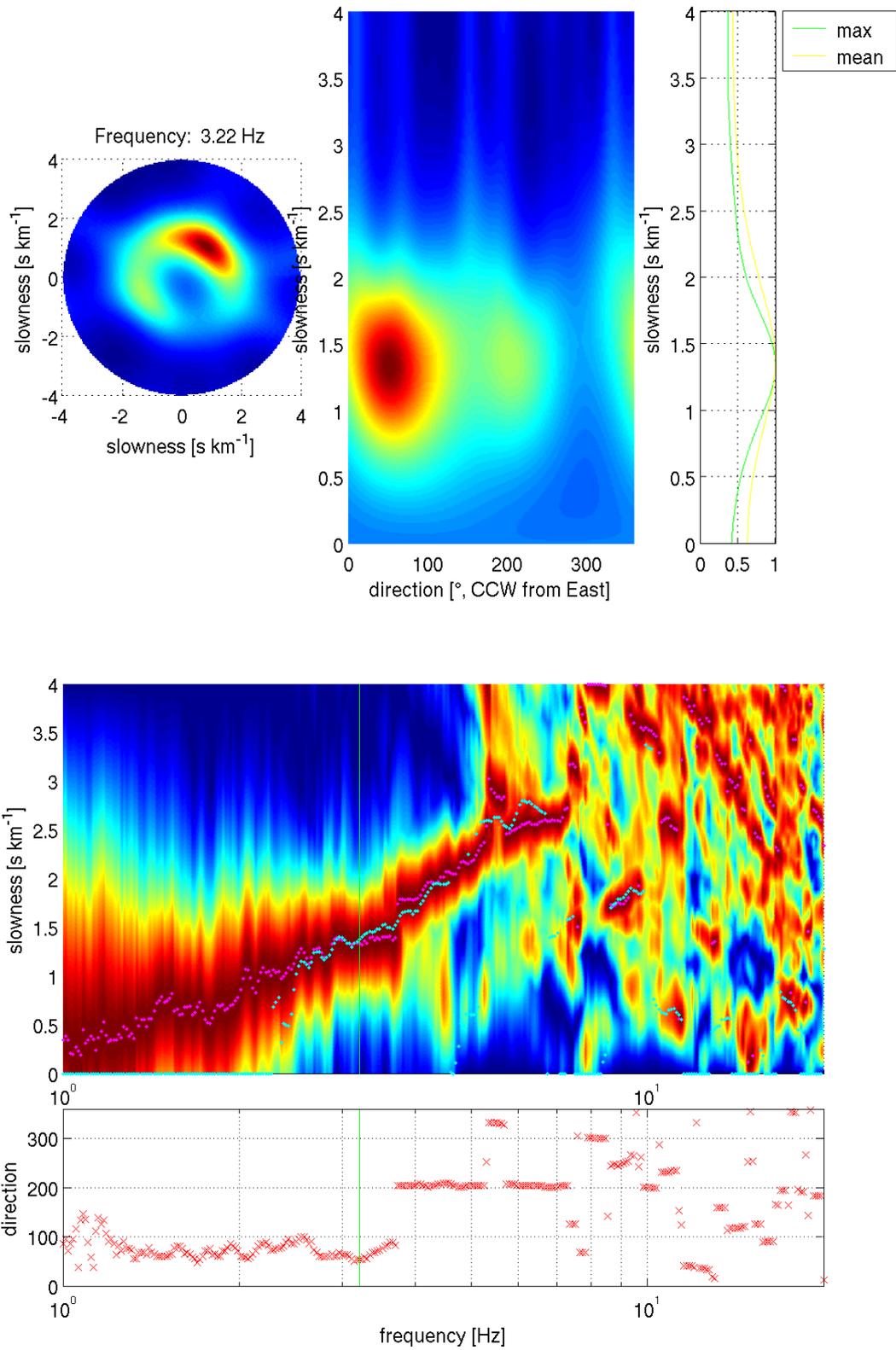


Abbildung B.1. : F-K Analyse und Dispersionskurve für die kombinierten Kreuze mit 40 und 75 m Radius.

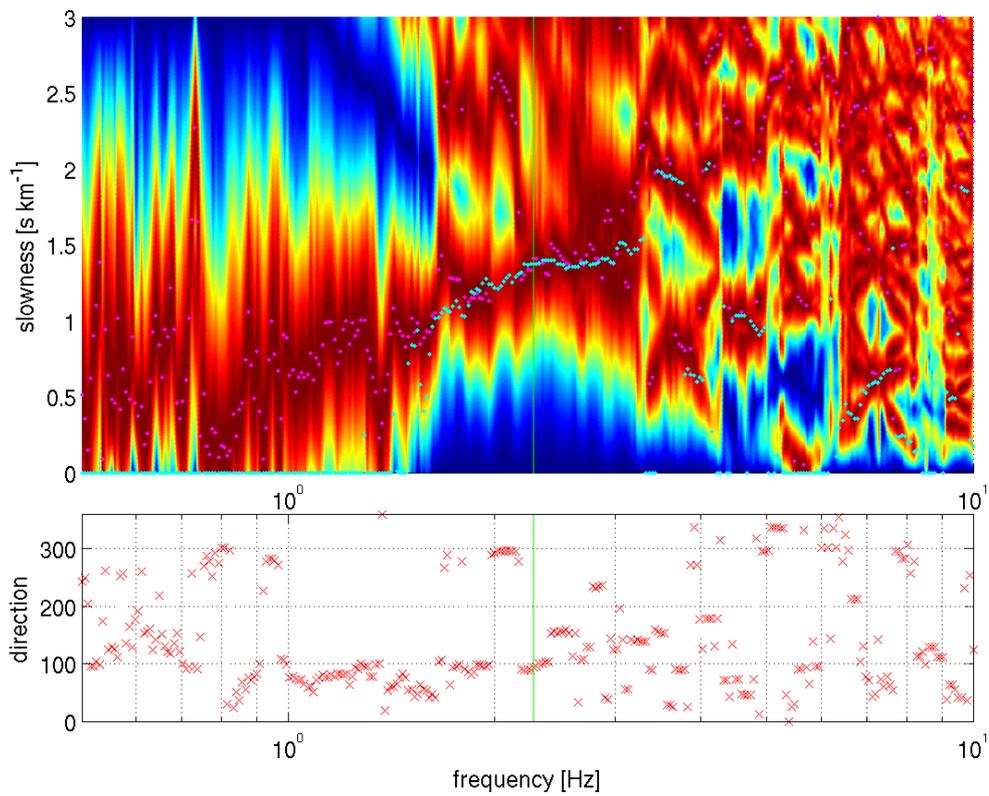
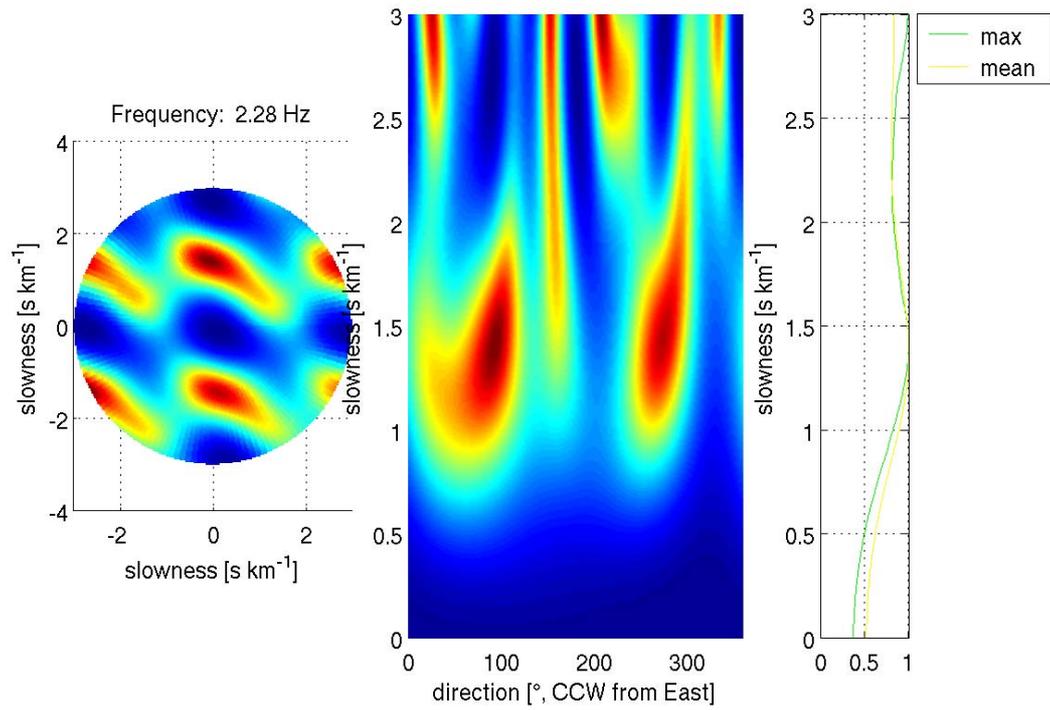


Abbildung B.2. : F-K Analyse und Dispersionskurve für das Kreuz mit 1550 m Radius.

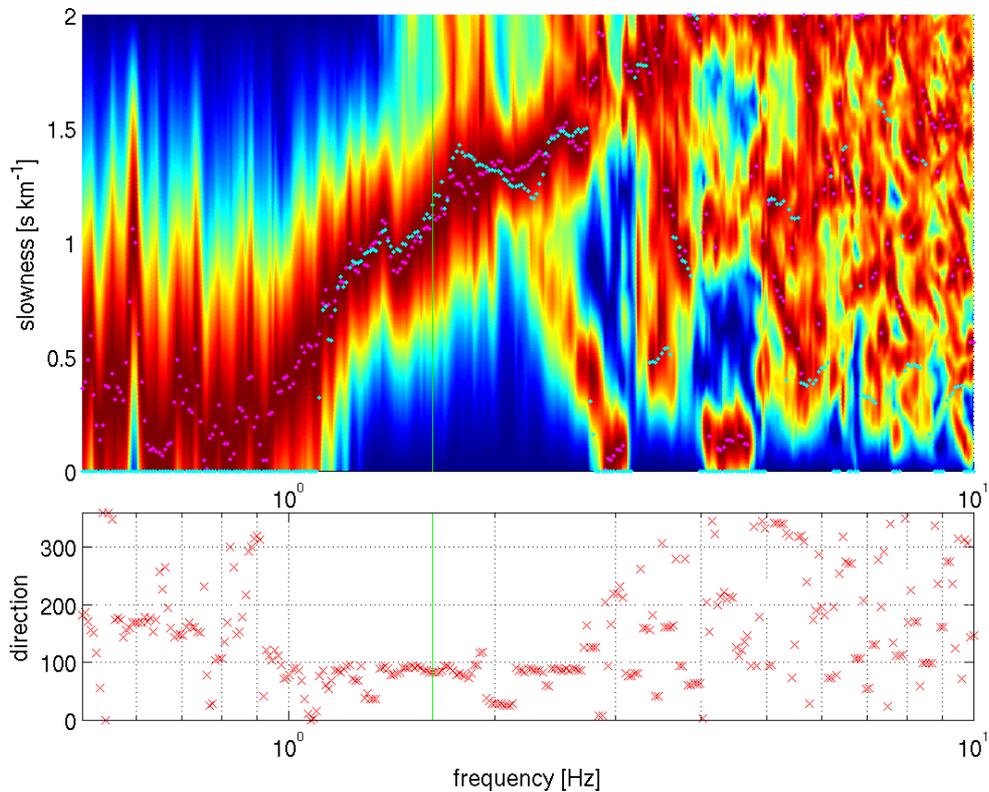
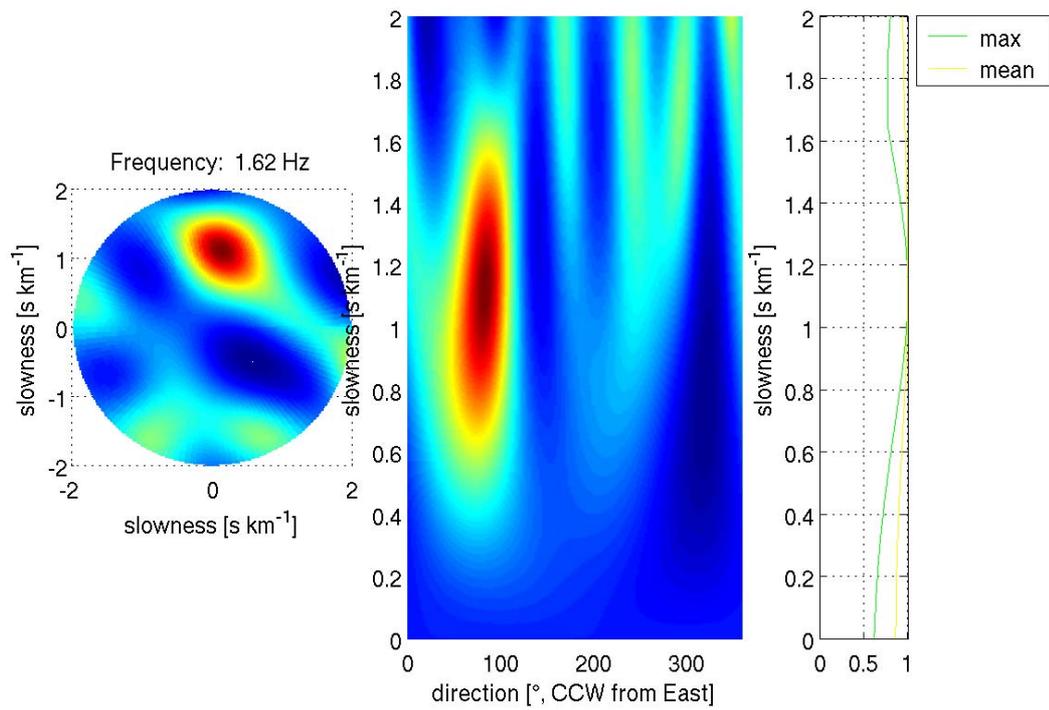


Abbildung B.3. : F-K Analyse und Dispersionskurve für das Pentagon mit 2250 m Radius.

## Appendix C: Mögliche Strukturen am Standort Bruderholz2

Die hier gegebenen Strukturen entsprechen blauen Strukturen in Abbildung 8.

### Struktur Nr.11

THICKNESS	DENSITY	P-WAVE VELOCITY	P-WAVE ATTENUATION	S-WAVE VELOCITY	S-WAVE ATTENUATION
THKNES (I)	RHO (I)	A1 (I)	A2 (I)	B1 (I)	B2 (I)
0.81896E-02	0.18000E+01	0.12988E+01	0.38498E-02	0.16739E+00	0.59741E-01
0.63336E-02	0.19000E+01	0.16978E+01	0.29450E-02	0.24074E+00	0.41538E-01
0.17559E-01	0.19000E+01	0.17994E+01	0.27787E-02	0.36477E+00	0.27414E-01
0.15162E-01	0.20000E+01	0.24438E+01	0.20460E-02	0.50937E+00	0.19632E-01
0.22172E-01	0.22000E+01	0.26000E+01	0.19231E-02	0.57483E+00	0.17396E-01
0.49674E-01	0.22000E+01	0.33141E+01	0.15087E-02	0.64996E+00	0.15386E-01
0.99992E-01	0.23000E+01	0.33342E+01	0.14996E-02	0.74912E+00	0.13349E-01
0.29844E+00	0.23000E+01	0.35507E+01	0.84490E-03	0.16002E+01	0.62493E-02
0.20000E+00	0.23000E+01	0.35507E+01	0.84490E-03	0.16004E+01	0.62493E-02
	0.23000E+01	0.35548E+01	0.84392E-03	0.18005E+01	0.55540E-02

### Struktur Nr.13

THICKNESS	DENSITY	P-WAVE VELOCITY	P-WAVE ATTENUATION	S-WAVE VELOCITY	S-WAVE ATTENUATION
THKNES (I)	RHO (I)	A1 (I)	A2 (I)	B1 (I)	B2 (I)
0.69462E-02	0.18000E+01	0.12996E+01	0.38474E-02	0.16303E+00	0.61339E-01
0.50137E-02	0.19000E+01	0.16949E+01	0.29500E-02	0.24968E+00	0.40052E-01
0.17750E-01	0.19000E+01	0.17998E+01	0.27781E-02	0.30386E+00	0.32910E-01
0.16207E-01	0.20000E+01	0.24479E+01	0.20426E-02	0.43764E+00	0.22850E-01
0.25966E-01	0.22000E+01	0.25981E+01	0.19245E-02	0.53116E+00	0.18827E-01
0.25542E-01	0.22000E+01	0.34215E+01	0.14613E-02	0.54989E+00	0.18185E-01
0.99981E-01	0.23000E+01	0.35483E+01	0.14091E-02	0.78770E+00	0.12695E-01
0.71775E-01	0.23000E+01	0.35579E+01	0.84319E-03	0.18632E+01	0.53670E-02
	0.23000E+01	0.36443E+01	0.82320E-03	0.26780E+01	0.37342E-02

### Struktur Nr.16

THKNES (I)	RHO (I)	A1 (I)	A2 (I)	B1 (I)	B2 (I)
THICKNESS	DENSITY	P-WAVE VELOCITY	P-WAVE ATTENUATION	S-WAVE VELOCITY	S-WAVE ATTENUATION
THKNES (I)	RHO (I)	A1 (I)	A2 (I)	B1 (I)	B2 (I)
0.79281E-02	0.18000E+01	0.11954E+01	0.41826E-02	0.17184E+00	0.58195E-01
0.70431E-02	0.19000E+01	0.16964E+01	0.29474E-02	0.26906E+00	0.37166E-01
0.20585E-01	0.19000E+01	0.17980E+01	0.27808E-02	0.30748E+00	0.32522E-01
0.15863E-01	0.20000E+01	0.24423E+01	0.20473E-02	0.43766E+00	0.22849E-01
0.17536E-01	0.22000E+01	0.24816E+01	0.20148E-02	0.56383E+00	0.17736E-01
0.38662E-01	0.22000E+01	0.27501E+01	0.18181E-02	0.63737E+00	0.15689E-01
0.79664E-01	0.23000E+01	0.30519E+01	0.16383E-02	0.73875E+00	0.13536E-01
0.29964E+00	0.23000E+01	0.35507E+01	0.84491E-03	0.16000E+01	0.62500E-02
0.20000E+00	0.23000E+01	0.35507E+01	0.84491E-03	0.16003E+01	0.62500E-02
	0.23000E+01	0.36530E+01	0.82124E-03	0.18008E+01	0.55532E-02