

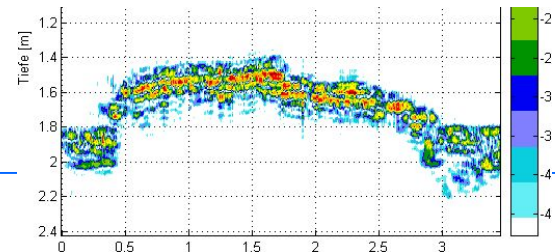
Bachelorarbeit:



„Auswertung hydroakustischer Echolotsignale zur Sedimentklassifizierung“



Thomas Bertow
8. März 2005



Aufbau

- Einleitung
- Das Becken, die Profile und die Einbauten
- Vorverarbeitung der Daten
- Auswertung der Daten
- Ergebnis
- Verbesserungen, Probleme

Einleitung - Hydroakustik

- Unterwasserakustik
- Schall mit geringer Dämpfung im Gegensatz zu elektromagnetischer Schwingung
- Betrachtung von Entfernungen 1m – 20000km
- Schallgeschwindigkeit von ≈ 1500 m/s

Hydroakustik - Anwendungsgebiete

- Navigation
- Hochseefischerei
- Ozeanografie
- Meeresbiologie
- Geografie
- Geologie
- SONAR = **S**ound **N**avigation and **R**anging
- ...

Objektauffindung / Objektparameterbestimmung

- aktive Systeme:

Signale aussenden



reflektierte Echos
empfangen



Auswerten

- passive Systeme:

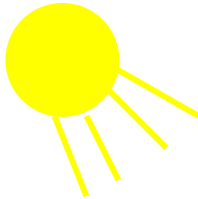
Ausnutzen der
Schalleigenstrahlung



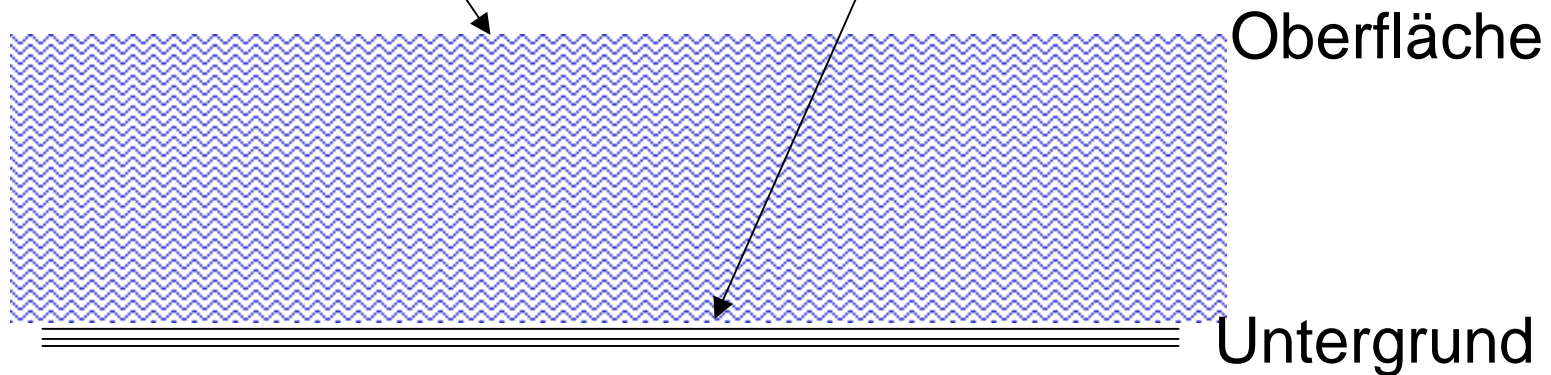
Auswerten

Vorgänge an Grenzflächen

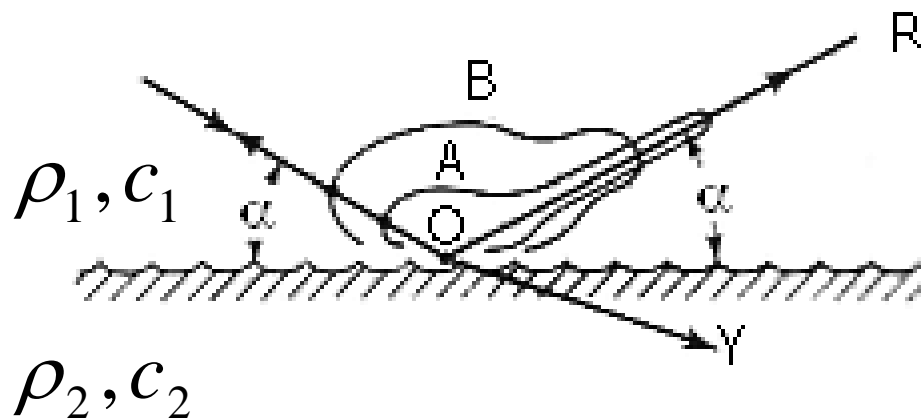
- Luft - Wasser



- Wasser -
Sedimentboden



Wasser - Sedimentboden



Akustische Impedanz:

$$Z = \rho \cdot c$$

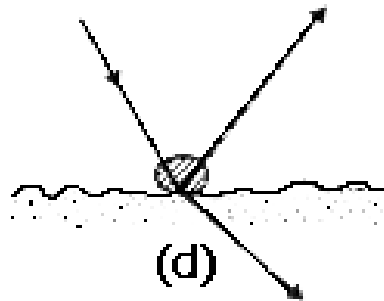
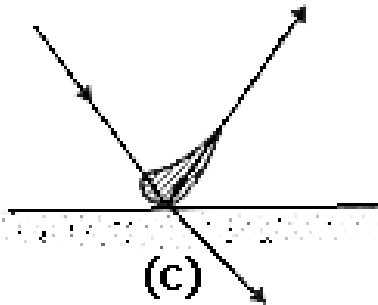
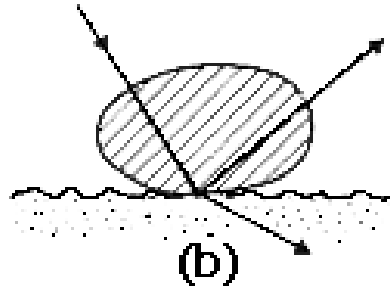
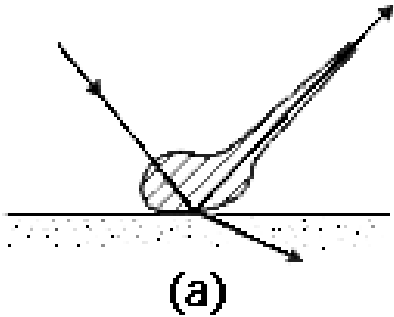
Reflexionskoeffizient:

$$R = \frac{Z_2 \cdot \sin \alpha - Z_1 \cdot \sin \beta}{Z_2 \cdot \sin \alpha + Z_1 \cdot \sin \beta}$$

Transmissionskoeffizient:

$$T = \frac{2 \cdot Z_2 \cdot \sin \alpha}{Z_2 \cdot \sin \alpha + Z_1 \cdot \sin \beta}$$

Mögliche Sedimentböden



(a) harter, glatter Untergrund

(b) harter, rauher Untergrund

(c) weicher, ebener U.

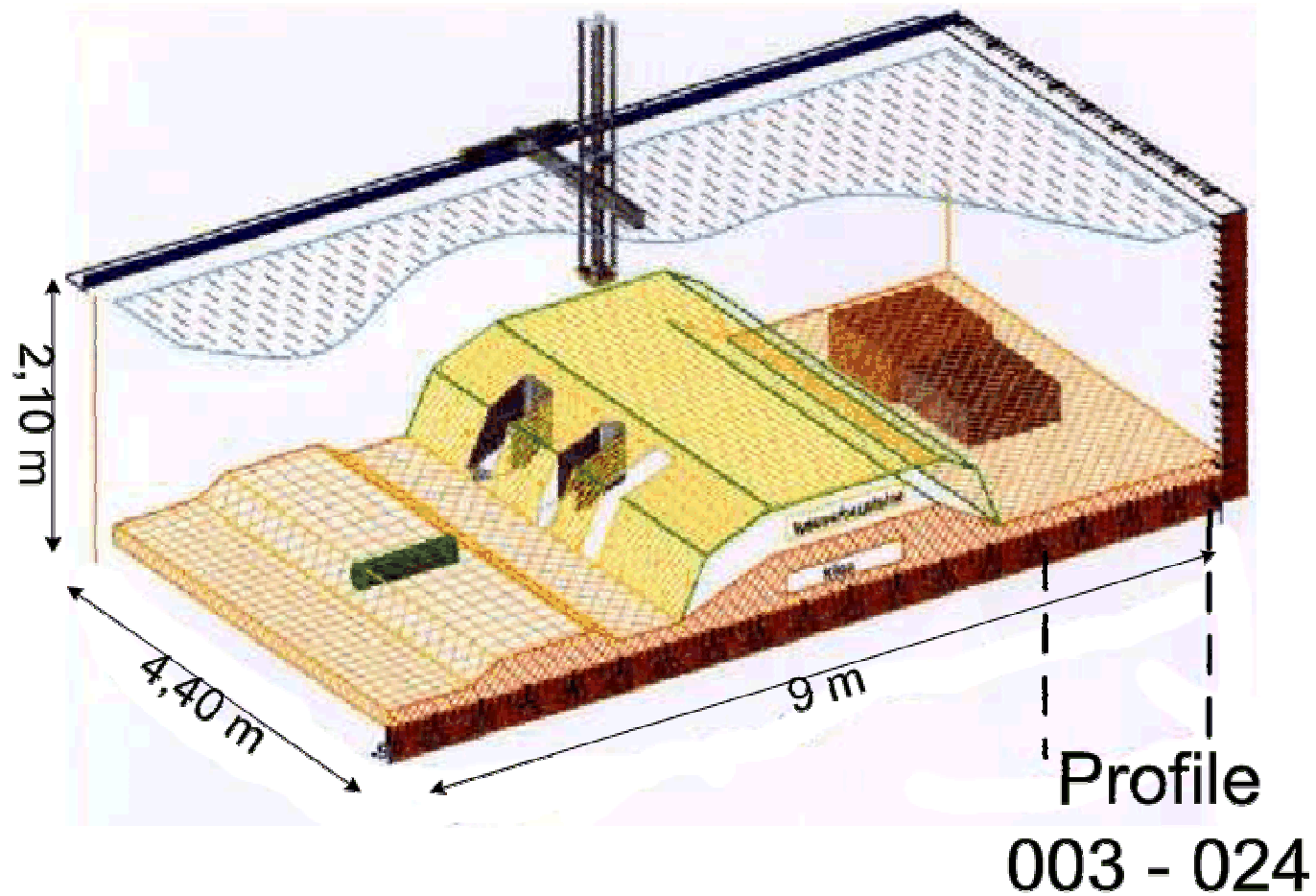
(d) weicher, unebener U.

In der Praxis (b) u. (c) häufig

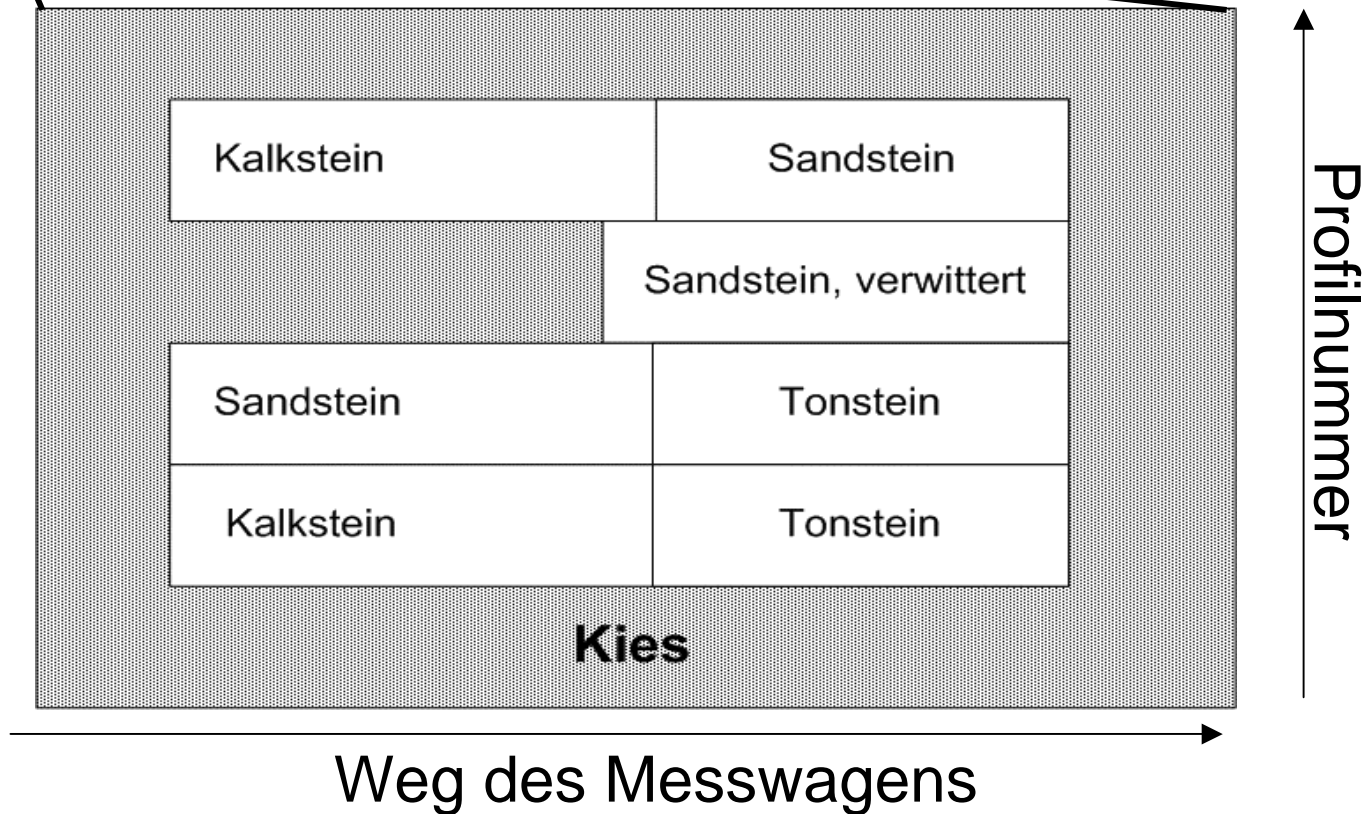
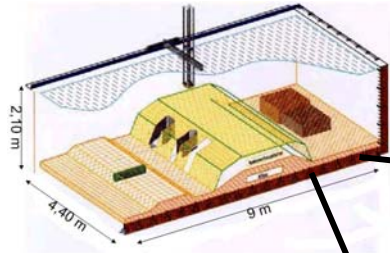
Randbedingungen der Messungen

- Testmessungen im Versuchsbecken der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) in Berlin, Juni 2002
- Sendesignale: 5, 6, 8, 10, 12, 15 kHz
- Einsatz eines parametrischen Systems
- Daten mit 110 kHz abgetastet

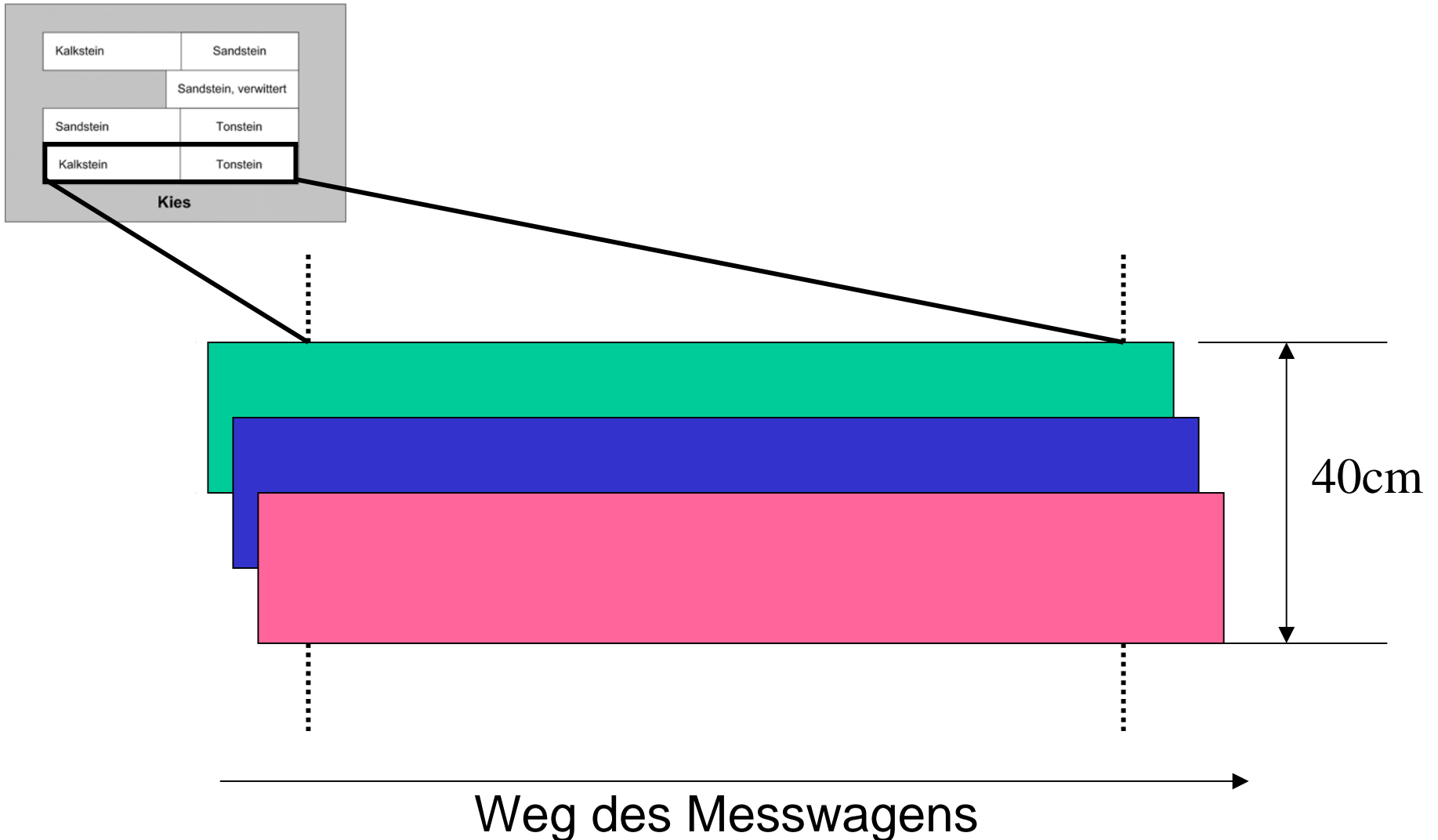
Das Becken



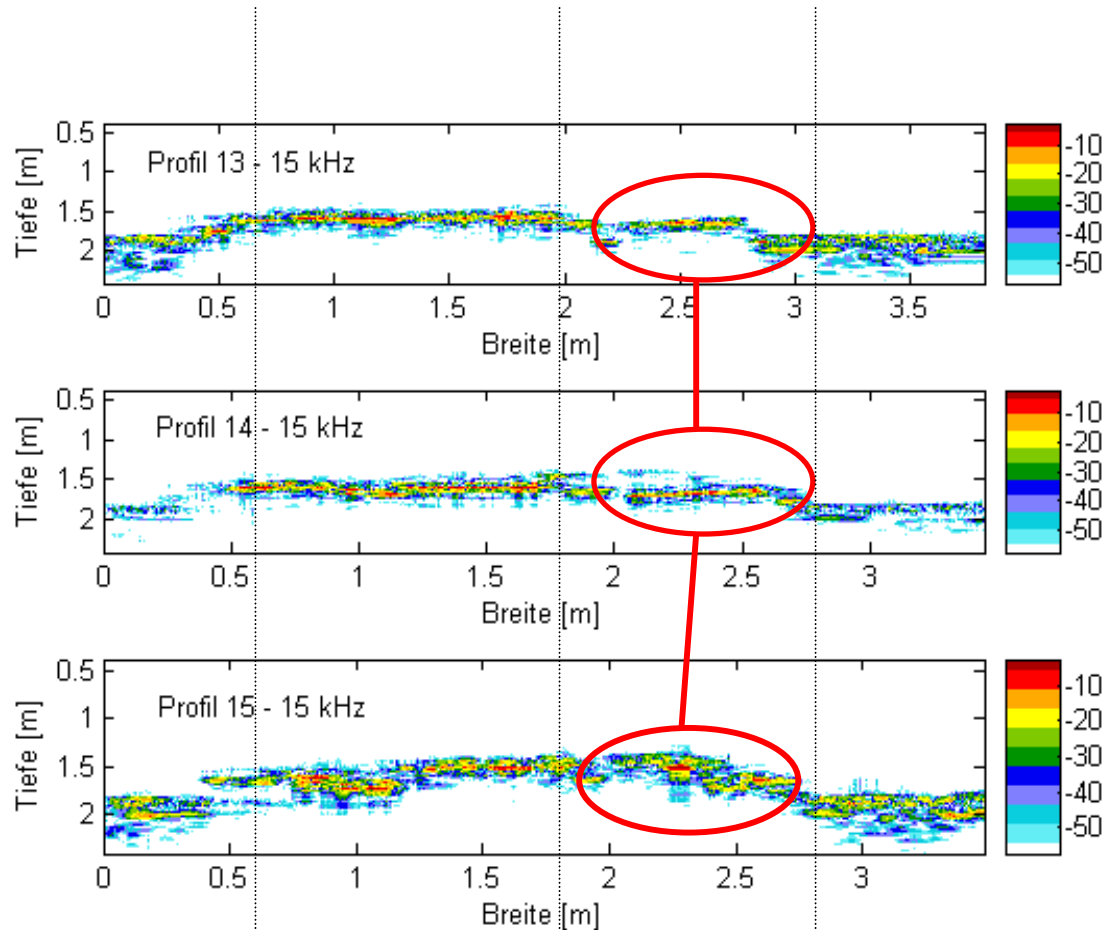
Lage Einbauten innerhalb der Profile



Lage der Profile zueinander innerhalb eines Einbaustreifens



Ein „Einbaustreifen“ = 3 Profile

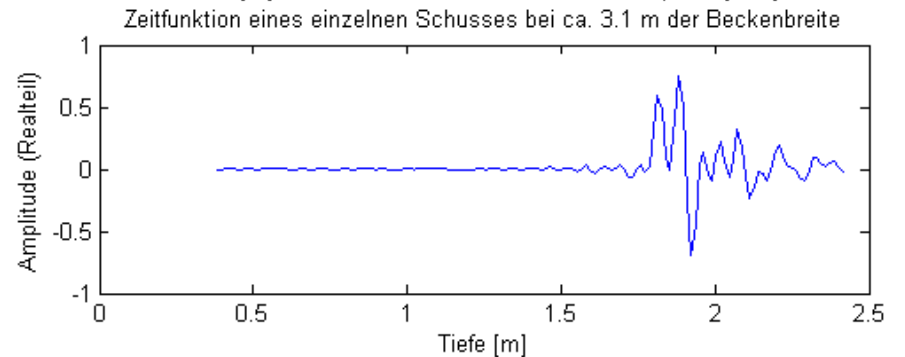
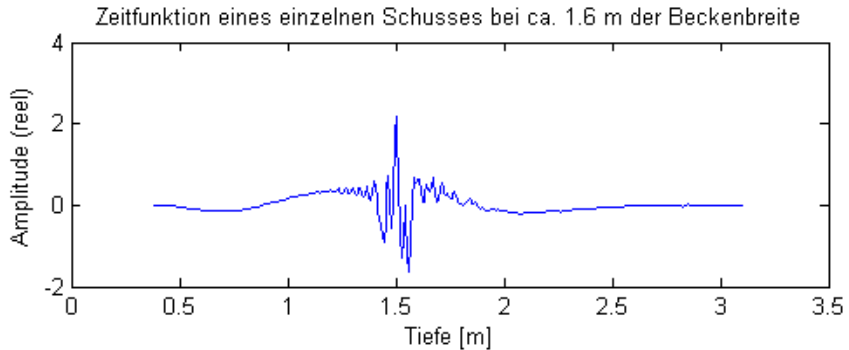
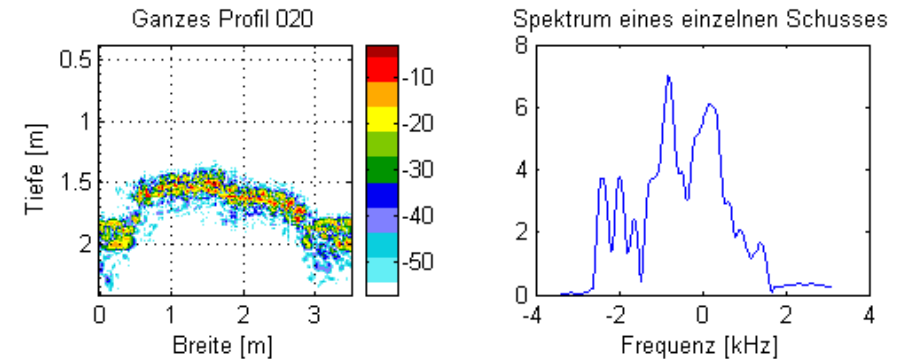
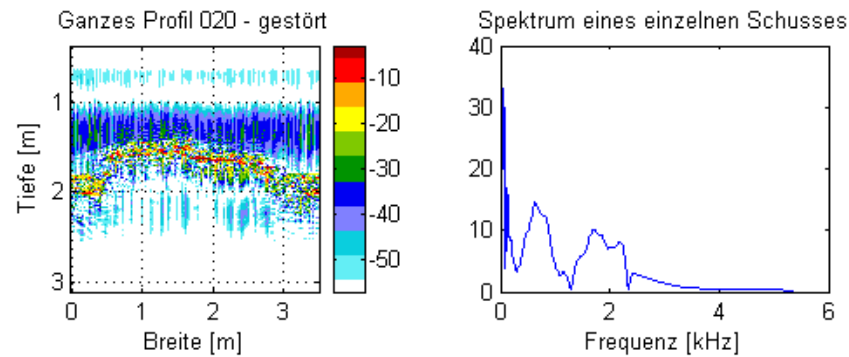


Kies - Sandstein – Tonstein - Kies

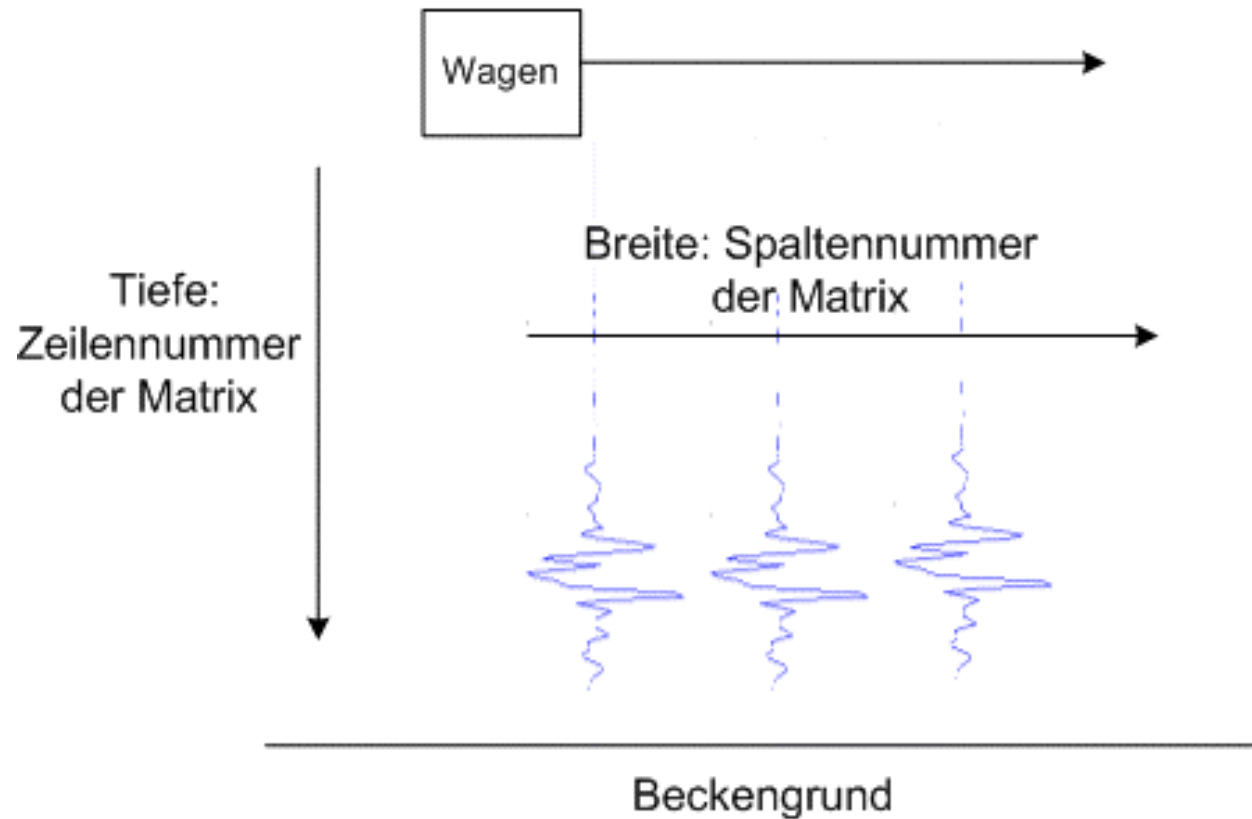
Vorverarbeitung der Messdaten

- Hochpassfilterung gegen NF-Störung
- Mit Hilbertransformation Verschiebung der Messdaten ins Basisband
- Matched-Filterung für maximales S/N
- Aufgenommene Profile auf gemeinsamen Bereich „zurechtschneiden“

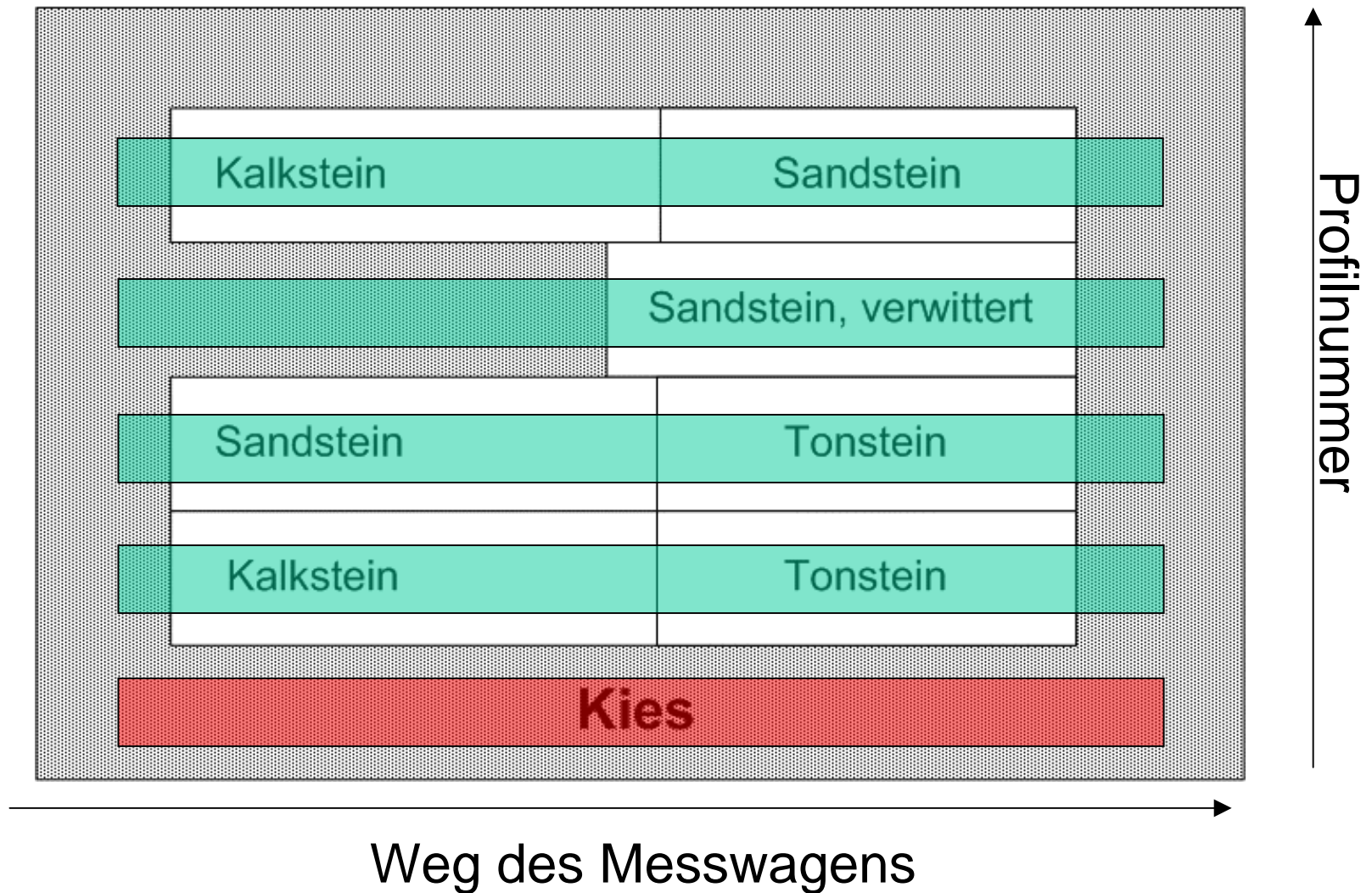
Hochpassfilter u. Matched-Filter



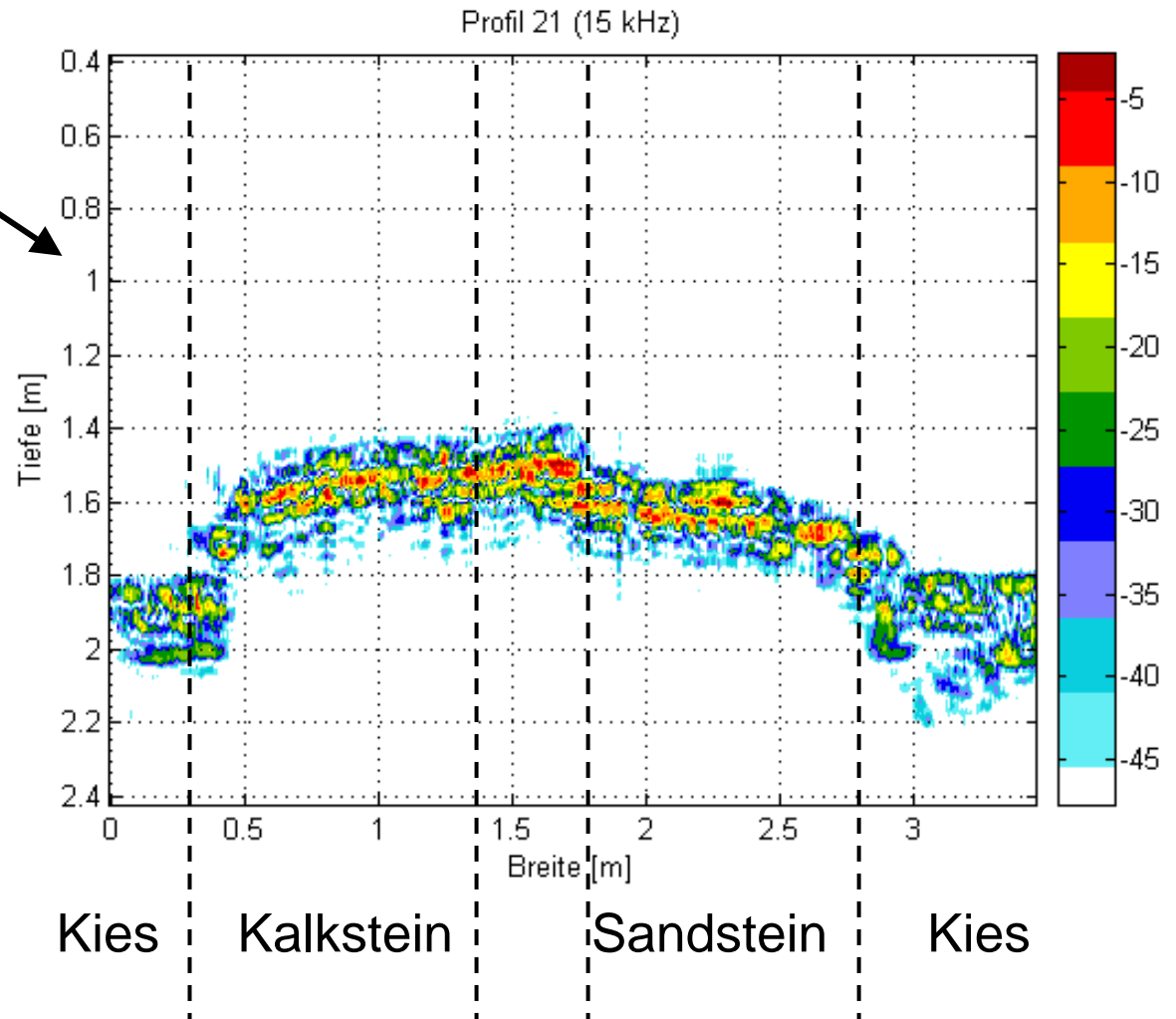
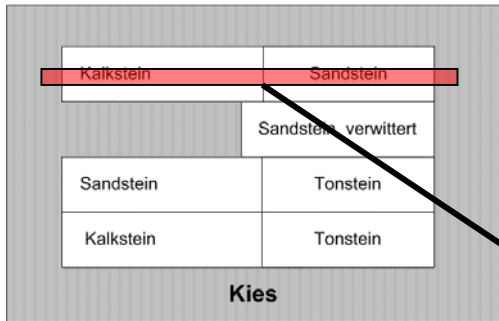
Aufbau der Messwertmatrizen



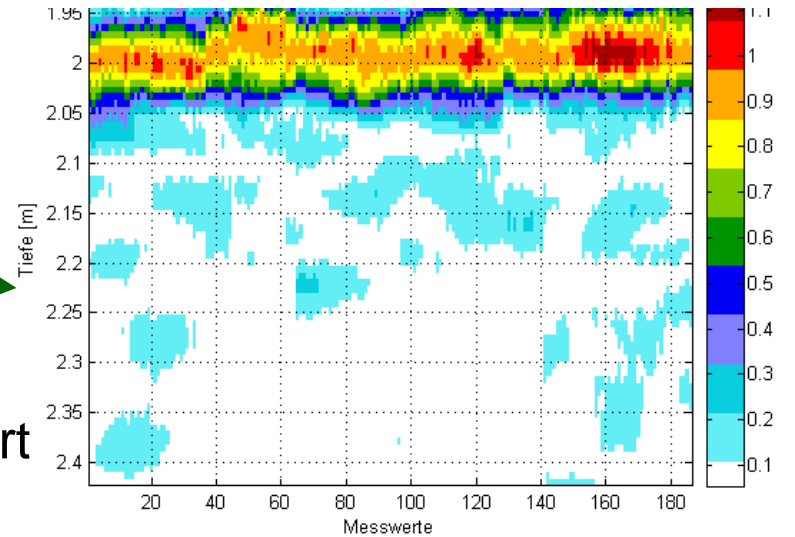
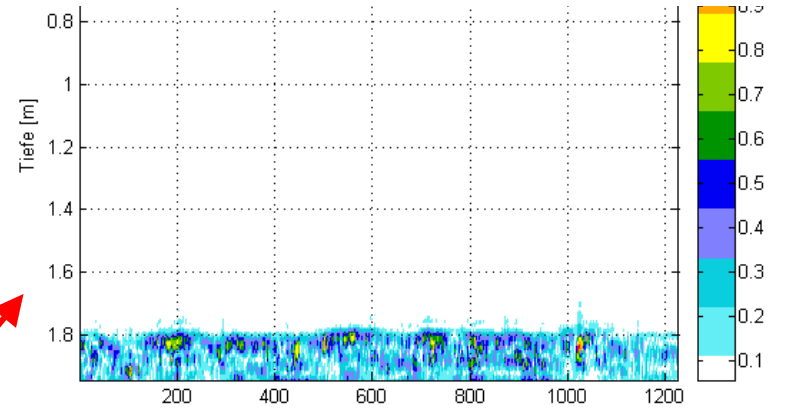
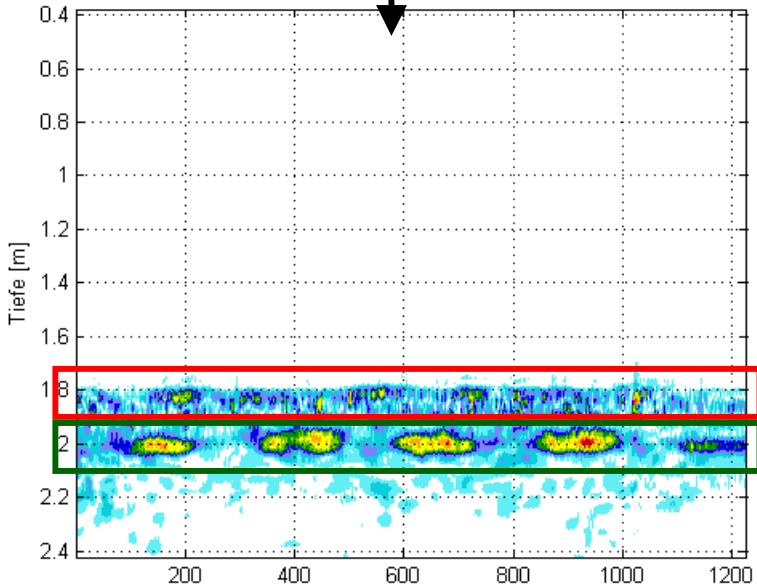
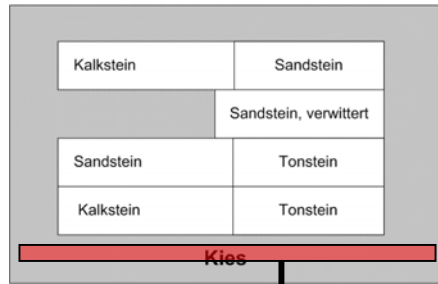
Günstige „auswertbare“ Profile



Auswahl der Daten



Auswahl der Daten (2)



> Schwellwert

Ergebnisse

15 kHz	Kies	Kalkstein	Sandstein
Mittelwert	0,73	1,09	1,09
Standardabweichung	0,14	0,24	0,22
Schiefe	0,02	-0,05	-0,14
Wölbung	0,13	-0,04	-0,2
10 kHz	Kies	Kalkstein	Sandstein
Mittelwert	0,62	0,84	1,00
Standardabweichung	0,19	0,20	0,20
Schiefe	0,47	0,29	0,31
Wölbung	-0,45	-0,56	-0,30
8 kHz	Kies	Kalkstein	Sandstein
Mittelwert	0,66	0,86	0,91
Standardabweichung	0,18	0,19	0,25
Schiefe	-0,01	0,54	0,04
Wölbung	-0,7	0	-0,38
5 kHz	Kies	Kalkstein	Sandstein
Mittelwert	0,75	0,8	1,1
Standardabweichung	0,23	0,19	0,27
Schiefe	0,61	-0,35	-0,41
Wölbung	0,2	0,16	-0,41

Mittelwert:

$$E[x] = \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N x_i \cdot P(x_i)$$

Standardabweichung:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - m_1)^2 \cdot P(x_i)}$$

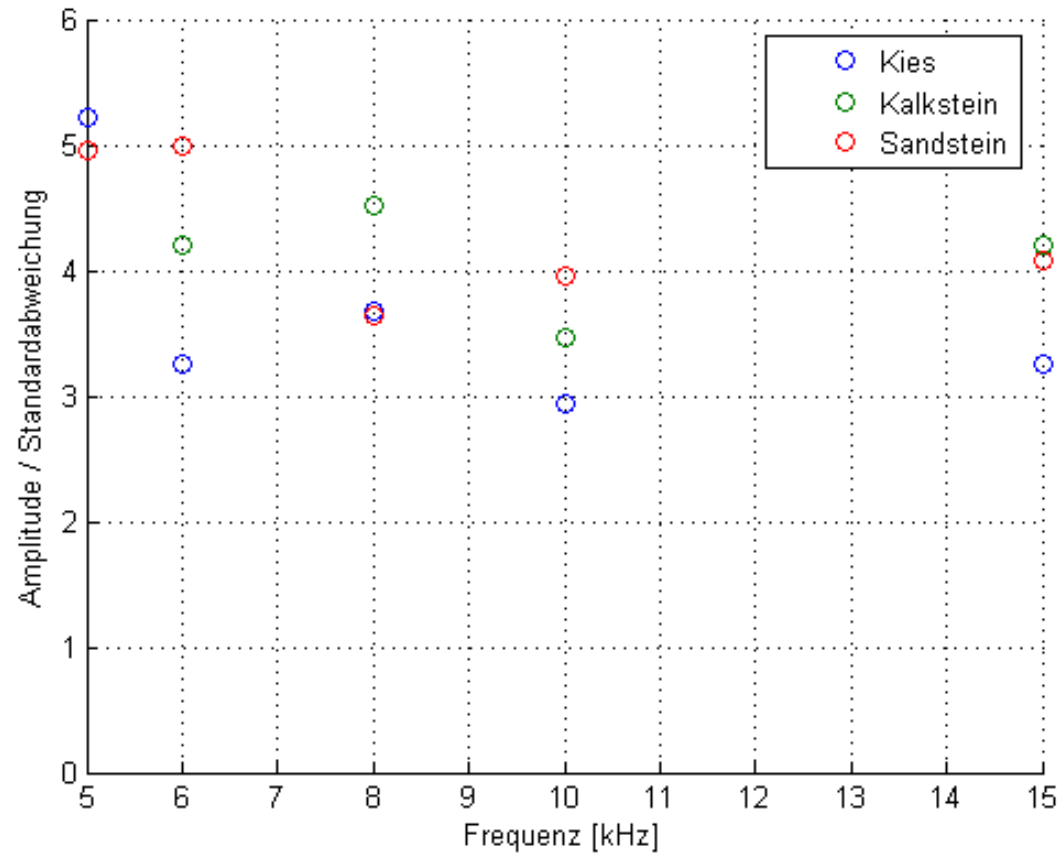
Zentralmoment k. Ordnung:

$$\mu_k = \sum_{i=1}^N (x_i - m_1)^k \cdot P(x_i)$$

Schiefe: $s = \frac{\mu_3}{\sigma^3}$

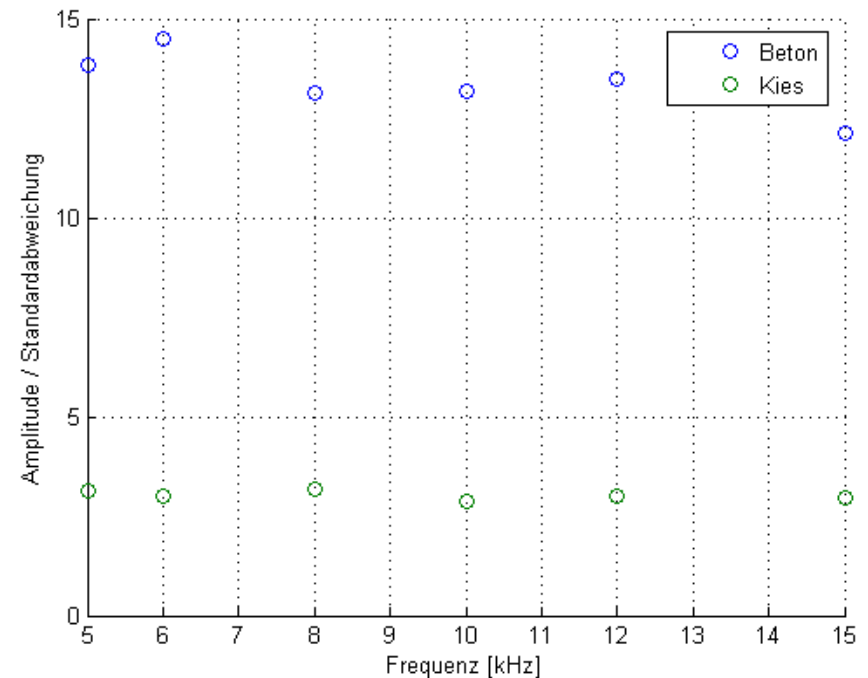
Wölbung: $k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3$

Klassifikation



Ergebnisse (2) – Klassifikation (2)

15 kHz	Beton	Kies
Mittelwert	0,97	0,50
Median	0,95	0,48
Standardabweichung	0,07	0,16
12 kHz	Beton	Kies
Mittelwert	0,87	0,48
Median	0,86	0,46
Standardabweichung	0,06	0,16
10 kHz	Beton	Kies
Mittelwert	0,92	0,51
Median	0,90	0,49
Standardabweichung	0,07	0,16
8 kHz	Beton	Kies
Mittelwert	0,66	0,46
Median	0,65	0,43
Standardabweichung	0,05	0,16
5 kHz	Beton	Kies
Mittelwert	0,85	0,68
Median	0,85	0,65
Standardabweichung	0,07	0,23



Beurteilung, Probleme

- Klassifikation auf Grund von Merkmalen im Zeitbereich schwierig
- weil nur wenige Profile geeignet -> wenig Daten
- schwierig die Zuordnung bestimmter Bereiche zu bestimmten Sedimenten

Möglichkeiten – Verbesserungen - Alternativen

nicht nur **eine** Zeile durch die Matrix wählen, sondern **mehrere** Werte innerhalb einer Spalte einbeziehen

8	6	8	5	7
9	7	13	12	9
8	10	8	9	6
7	8	8	10	7

8	6	8	5	7
9	7	13	12	9
8	10	8	9	6
7	8	8	10	7

Möglichkeiten – Verbesserungen – Alternativen II

- bei Matched-Filter Kanalimpulsantwort
miteinbeziehen, so nur suboptimale
Anwendung
- Ausnutzung vom Vorhandensein der
Eingangs- und Ausgangssignale
 -> Antwort des Systems
- mehr Daten

Interaktion

- Fragen ?
- Probleme ?
- Anmerkungen ?