# NICHTLINEARE WELLENEFFEKTE ÜBER GETAUCHTEN STRUKTUREN UNTER VERWENDUNG VERSCHIEDENER ANALYSEVERFAHREN –

## - METHODIK UND ERSTE ERGEBNISSE-

M. Brühl, H. Oumeraci

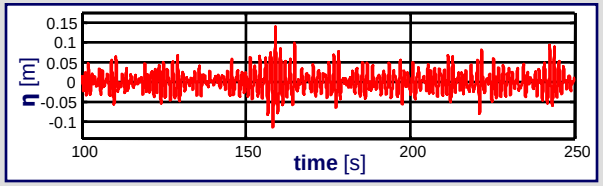
**Dipl.-Ing. Markus Brühl**
**Leichtweiß-Institut für Wasserbau (LWI)**
**Abt. Hydromechanik und Küsteningenieurwesen**
**Beethovenstr. 51a**
**D-38106 Braunschweig**

**http://www.lwi.tu-bs.de**

# Motivation und Zielsetzung

**Hydraulische Modellversuche**

**Original-zeitreihe**




**Zeitreihenanalyse**

**Auswahl des Analyse-verfahrens**

- **Fast-Fourier-Transformation (FFT)**
- **Wavelet Transformation (WT)**
- **Hilbert-Huang-Transformation (HHT)**

**Daten-analyse**

- **FFT-Spektrum**
- **WT-Spektrum**
- **HHT-Spektrum**

**Inter-pretation**

**Interpretation der hydraulischen Prozesse in Bezug auf die hydraulische Wirksamkeit des Riffes**

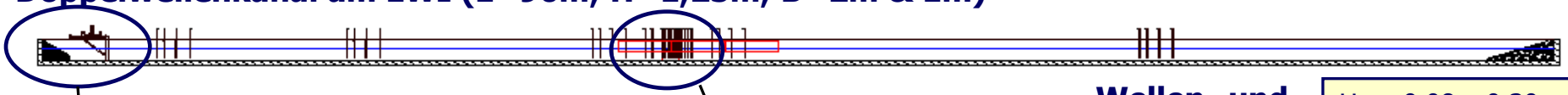
**Zuverlässigkeit der Ergebnisse?**

**gleiche Zeitreihe, verschiedener Analysemethoden:**

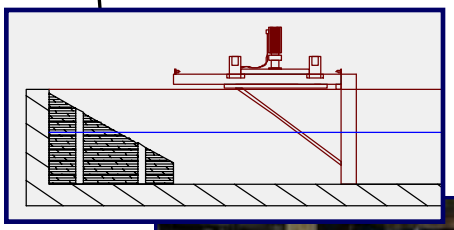
**unterschiedliche Ergebnisse?**

# Versuchsaufbau und -durchführung

## Doppelwellenkanal am LWI (L=90m; H=1,25m; B=2m & 1m)



**Wellenmaschine**



**Riffaufbau**

**Wellen- und Geometrieparameter**

H = 0.08 – 0.30 m
T = 1.0 – 6.0 s
Regelmäßige Wellen, Spektren und Solitäre Wellen

d = 0.7 m
h = 0.6 m
$d_r$ = 0.1 m
B = 1.0 & 2.0 m

**Wellenpegel**

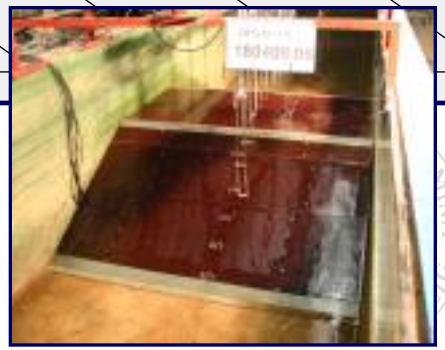
WG6.1 WG6.2 WG4.1 WG6.3 WG4.2 WG4.3 WG4.4 WG4.5 WG4.6 WG6.4 WG5.2 WG5.3 WG5.4 WG5.5 WG5.6

**ADV-Sonde**

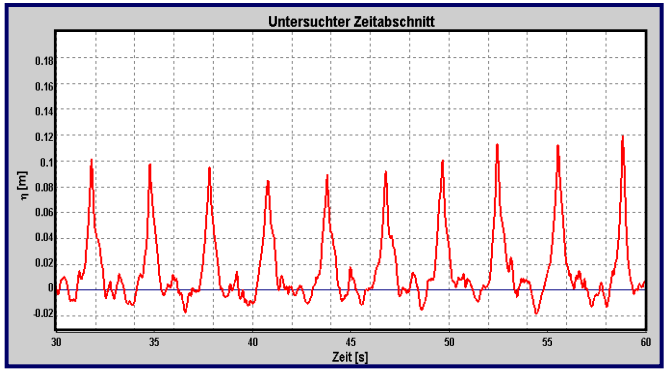
ADV DMD1 DMD7 DMD8

**Druckmess-dosen**

**Riff**

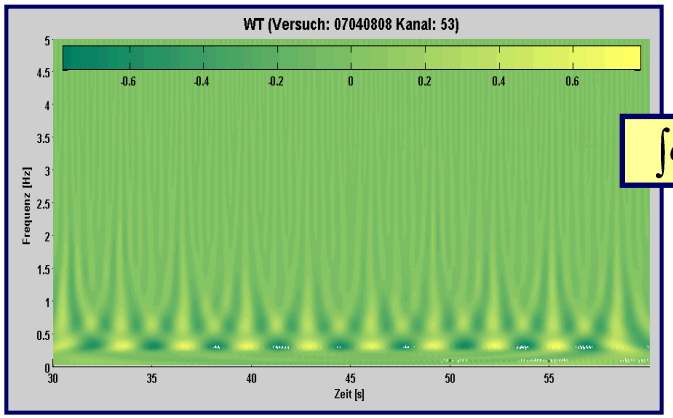


# Quantitative Auswertung der Versuchsdaten

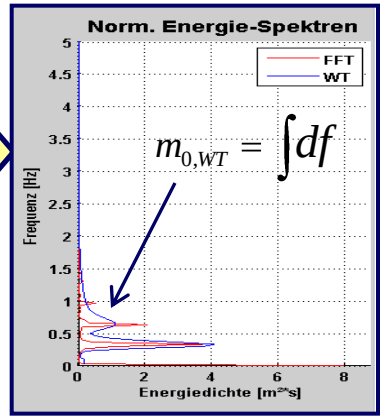


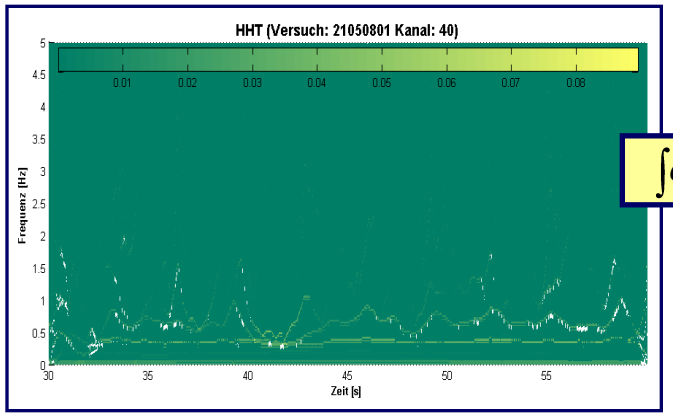

**Berechnung von $m_0$**

- → Ermittlung der Zeit-Frequenz-Spektren
- → Integration über die Zeit
- → Integration über die Frequenz
- → Spektrale Momente $m_0$
- → Berechnung der Energiekoeffizienten

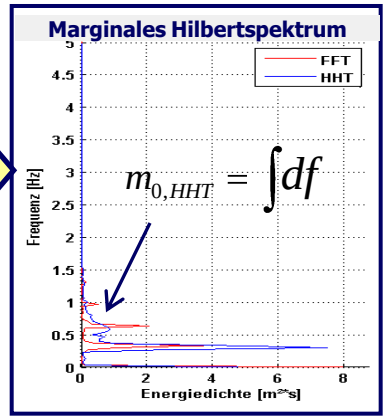


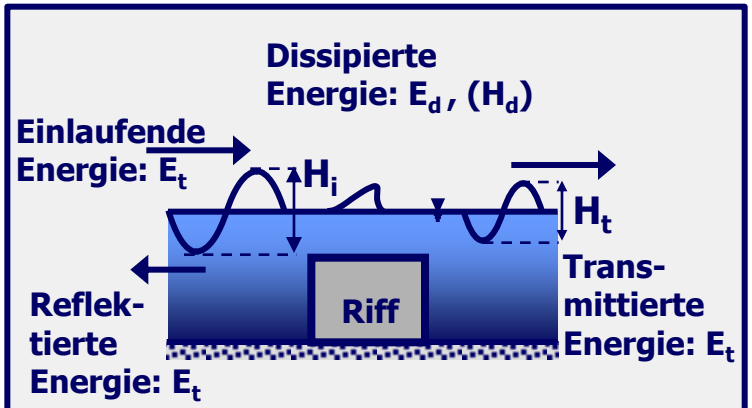

$\int dt$




$\int dt$




$$E_i = E_r + E_t + E_d, \qquad H_{m0} = 4 \cdot \sqrt{m_0}$$

Reflexionskoeffizient:

$$C_r = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} = \frac{H_r}{H_i} = \frac{\sqrt{m_{0,r}}}{\sqrt{m_{0,i}}}$$

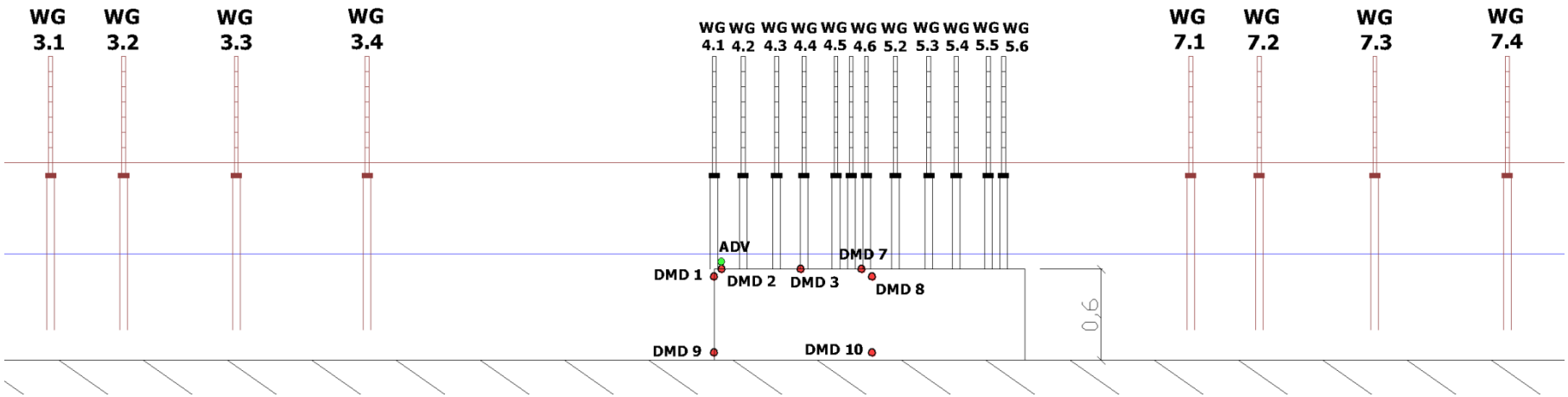
Transmissionskoeffizient:

$$C_t = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} = \frac{H_t}{H_i} = \frac{\sqrt{m_{0,t}}}{\sqrt{m_{0,i}}}$$

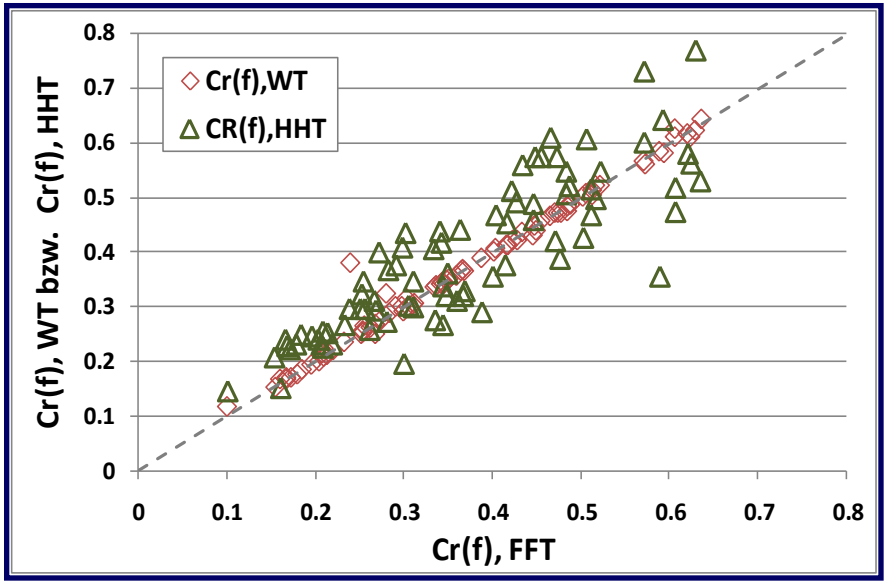
Dissipationskoeffizient:

$$C_d = \sqrt{1 - C_r^2 - C_t^2}$$

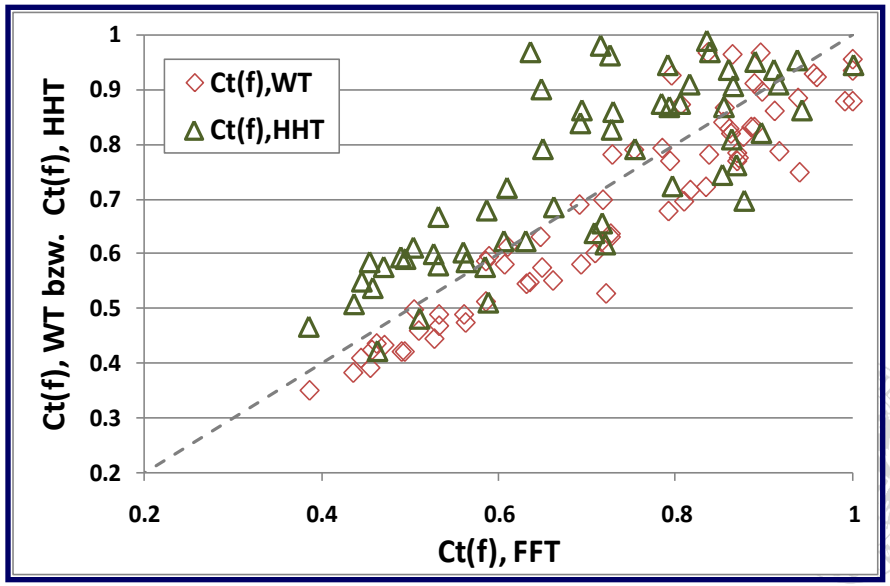
# Berechnung von Energiekoeffizienten mit FFT, WT und HHT




## Einlaufende Welle vor dem Riff

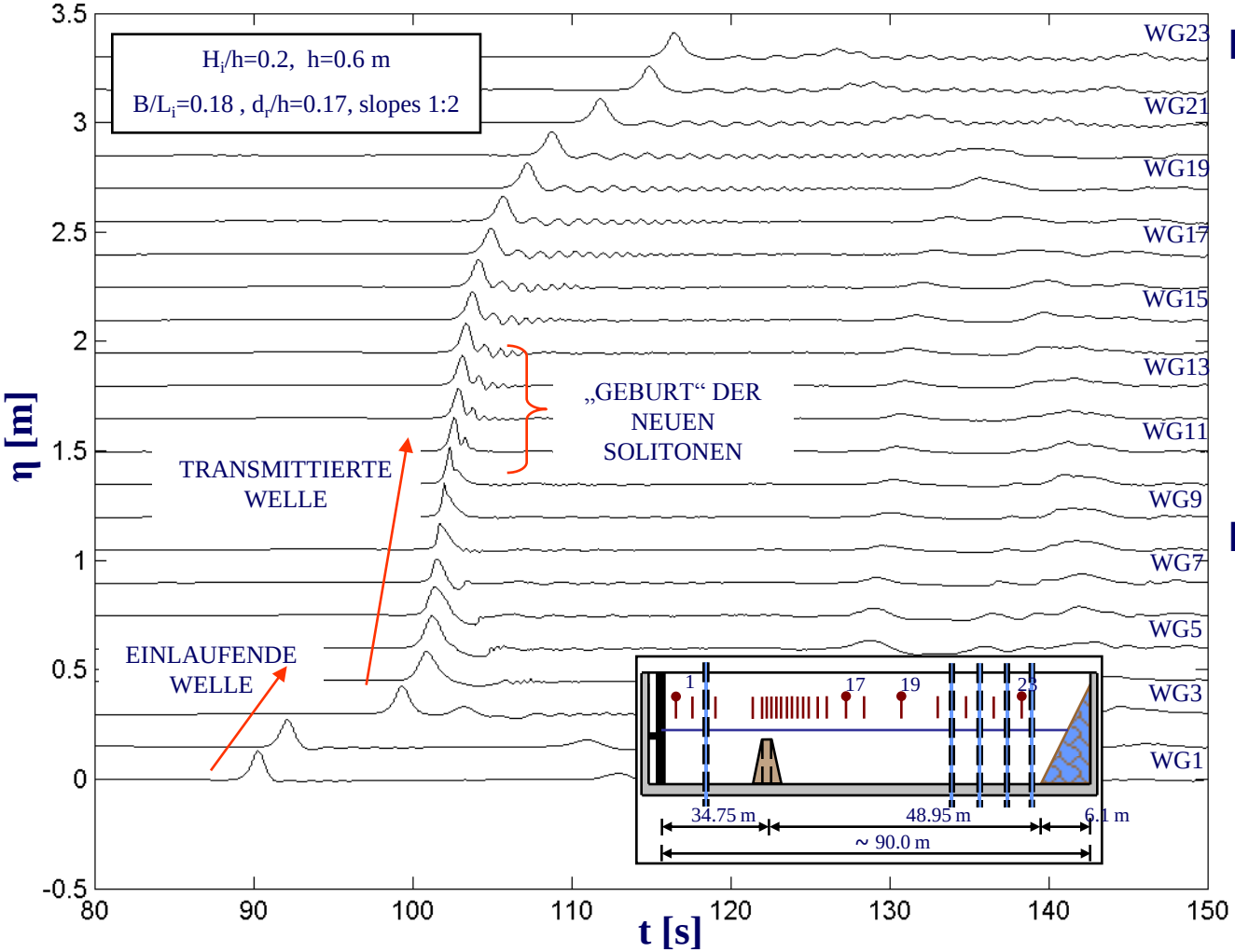



## Transmittierte Welle hinter dem Riff

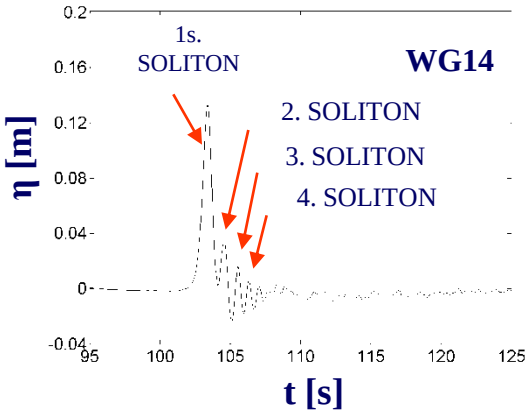


# Fission (Aufspaltung) von Solitonen über dem Riff

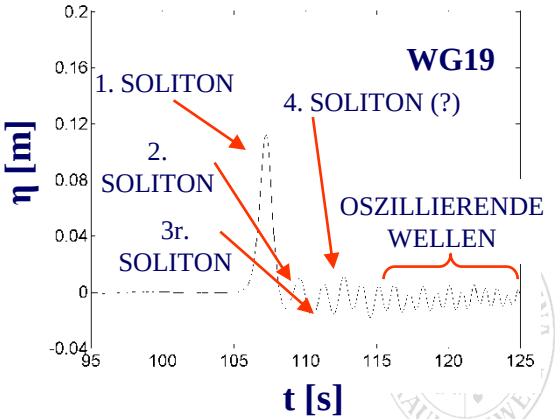
Passieren Solitonen ein getauchtes Riff, so wird das führende Soliton aufgespalten: mehrere neue Solitonen entstehen.




**Nahfeld hinter dem Riff:**



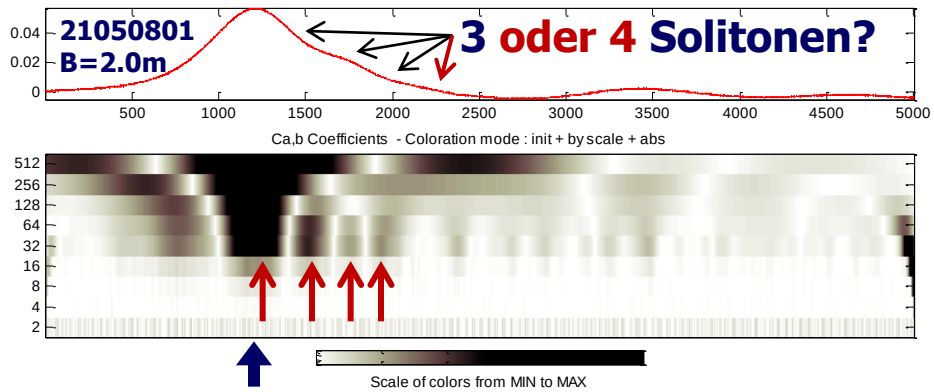

**Fernfeld hinter dem Riff:**

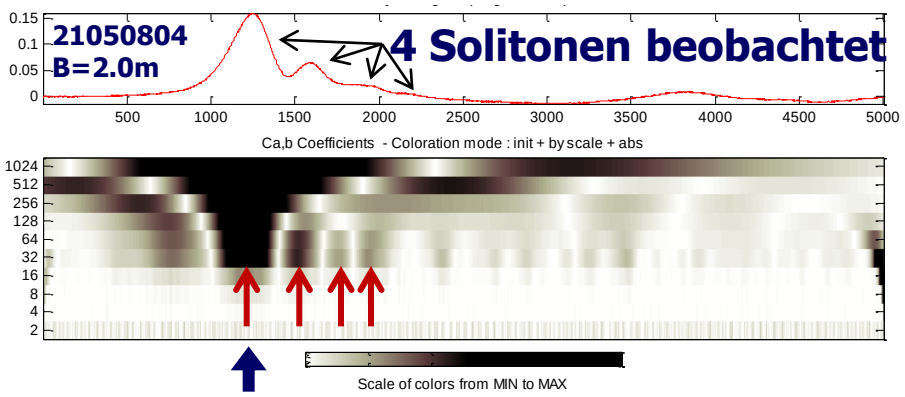



**Quelle: A. Strunsińska (2008):** Interner LWI-Bericht, unveröffentlicht..

# Die "Geburt" neuer Solitonen: Identifizierung der Wellen?

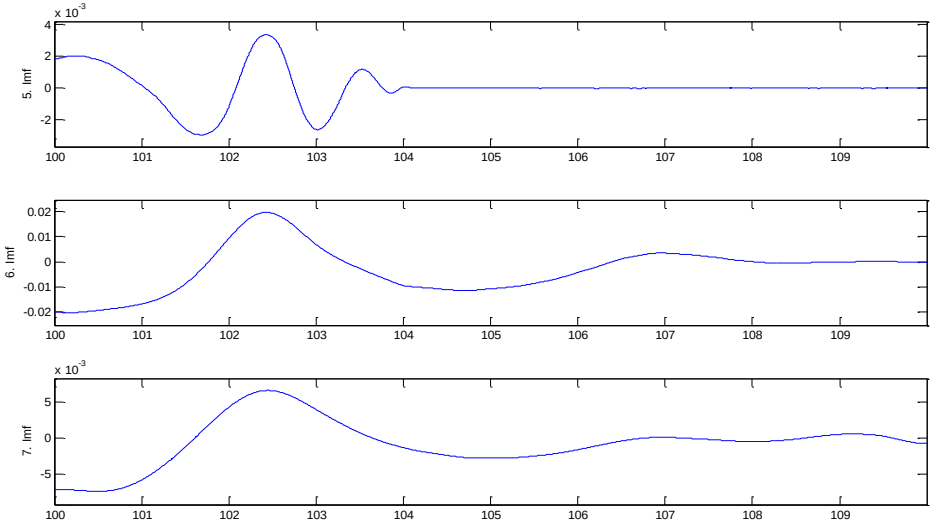
## Nahfeld (4,5m hinter dem Riff): Enthüllen Spektrogramme und IMF die neuen Wellen?

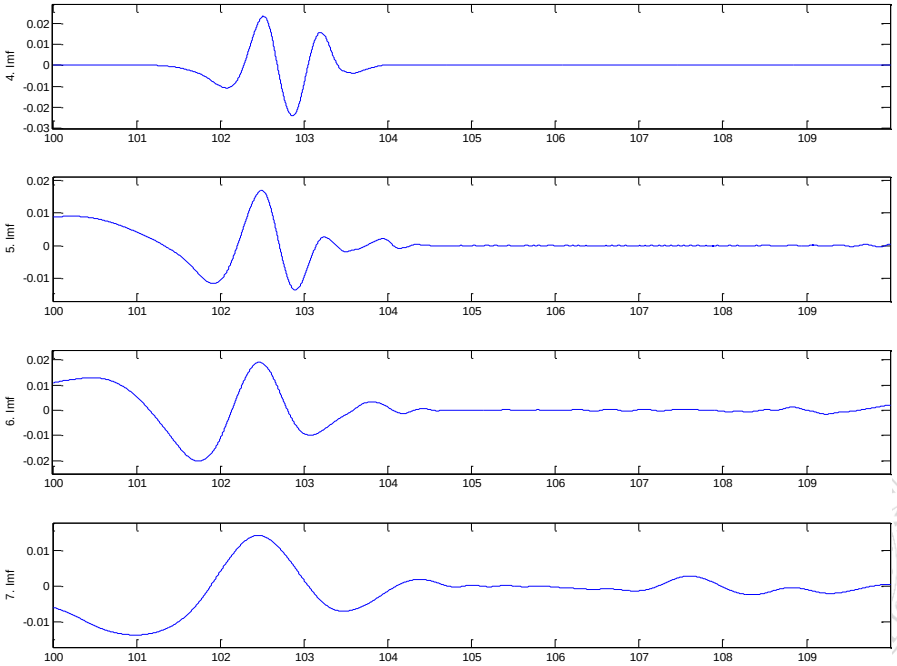



**Wavelet-Spektrum:** 4 Peaks?

**Wavelet-Spektrum:** 4 Peaks?

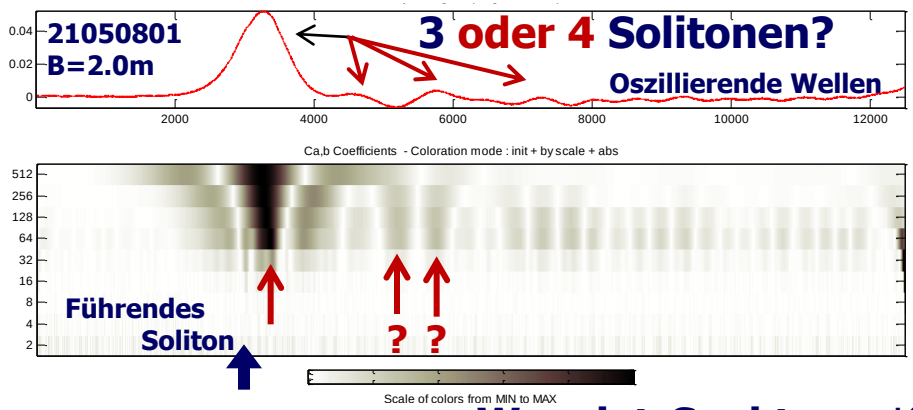


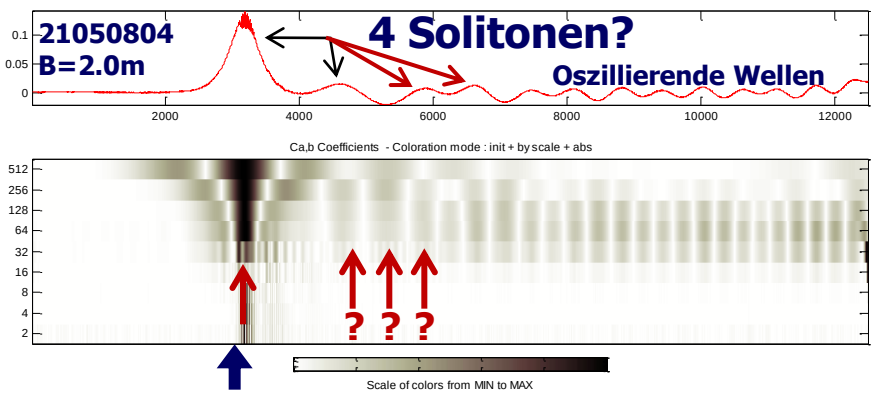




**HHT:** IMF zeigt keine klaren Ergebnisse!

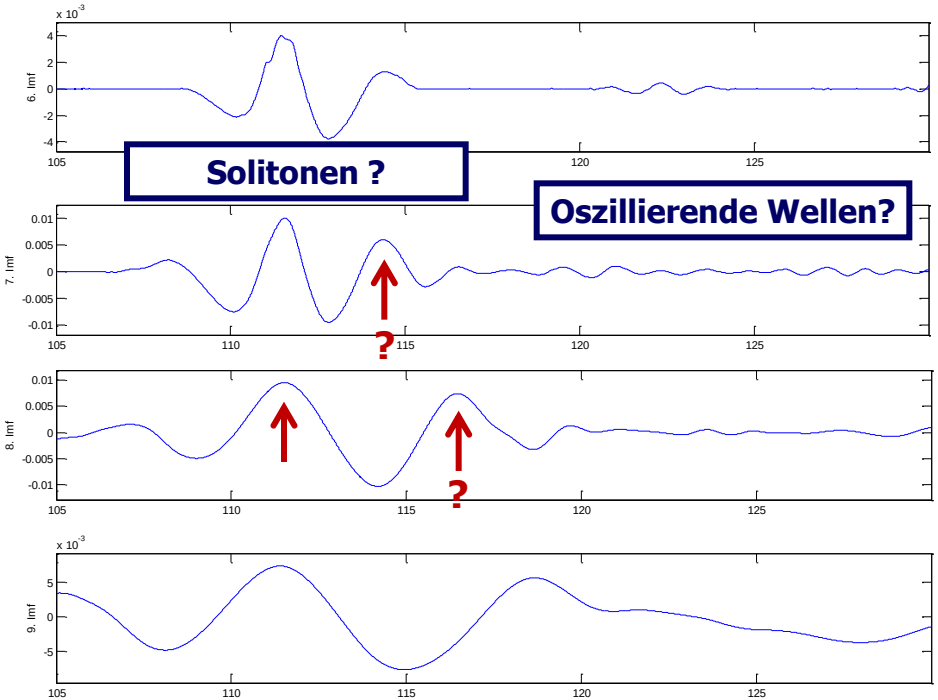
# Solitonen im Fernfeld: Solitonen oder oszillierende Wellen?

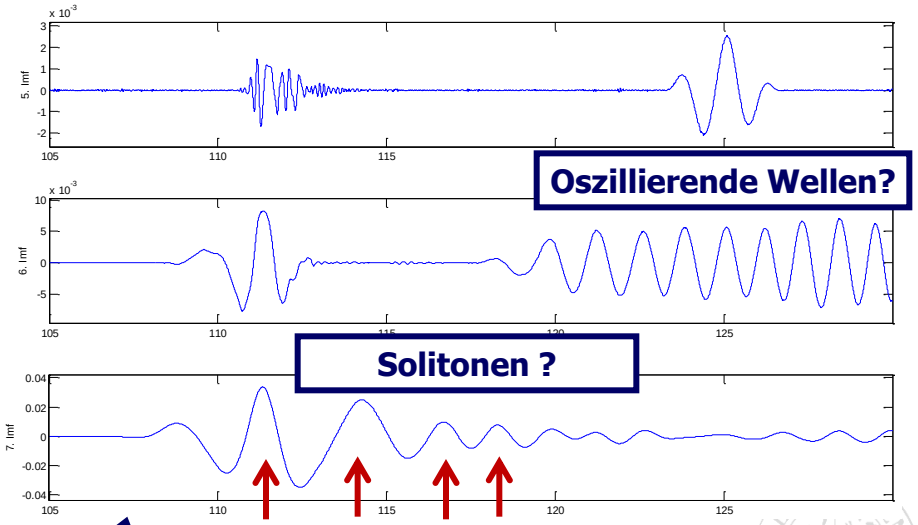
## Fernfeld (19m hinter dem Riff): Unterscheidung anhand von Spektrogram und IMF möglich?




**Wavelet-Spektren:** Keine eindeutige Aussagen!




**IMF:** Qualität der Ergebnisse abhängig von der Wellenhöhe der Solitone?

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!