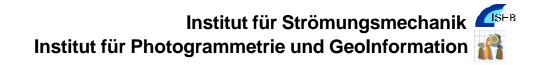
WaveScan

Automatisierte Erfassung und Modellierung von Brandungszonen auf Basis digitaler Bildsequenzen

Stefan Schimmels, Folke Santel, Werner Zielke, Christian Heipke





<u>Inhalt</u>

- Motivation
- Messkampagnen Norderney
- Photogrammetrische Komponente
 - Methodik
 - Auswertung und Ergebnisse
- Numerisches Wellenmodell
 - Grundlagen und Erweiterungen
 - Auswertung und Ergebnisse
- Zusammenfassung





Motivation

- Entwicklung numerischer Modelle hat in den letzten Jahren zugenommen
- Daten zur Kalibrierung und Validierung sind lokal begrenzt
- Verbesserung der numerischen Modelle und Gewinnung eines besseren Einblicks in die physikalischen Prozesse
- Bedarf an hochaufgelösten Messdaten in Raum und Zeit



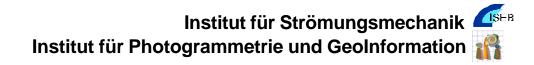


Messkampagnen Norderney

- Messbuhnenfeld der Forschungsstelle Küste auf Norderney
- Größe: 200 x 200 m²
- mit konventionellen Messinstrumenten ausgerüstet
- Messkampagnen: August 2001 und 2002, Mai 2003
- Aufnahme mit zwei
 Stereokamerasystemen

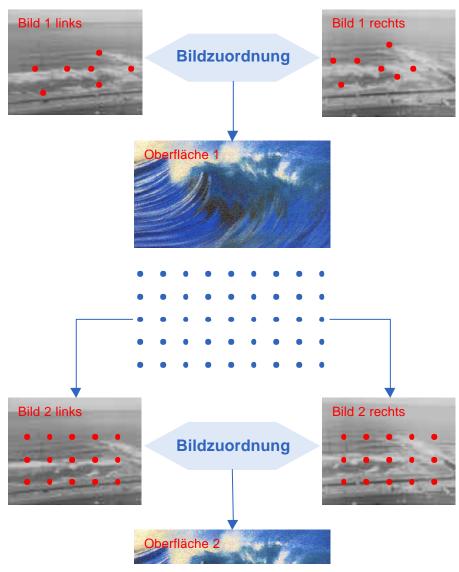




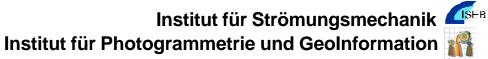


Ableitung der Wasseroberfläche

- manuell gemessene Startpunkte erforderlich
- danach vollständig automatischer Ablauf







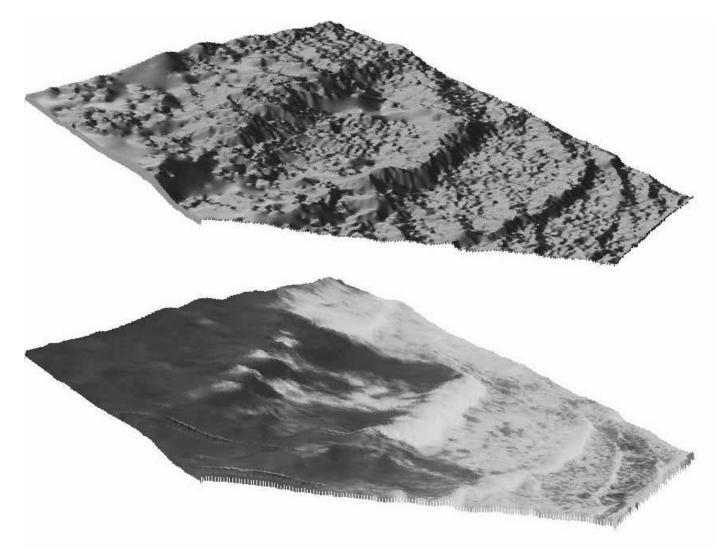
Bildsequenzen



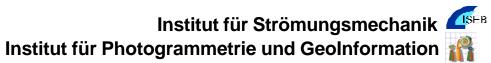




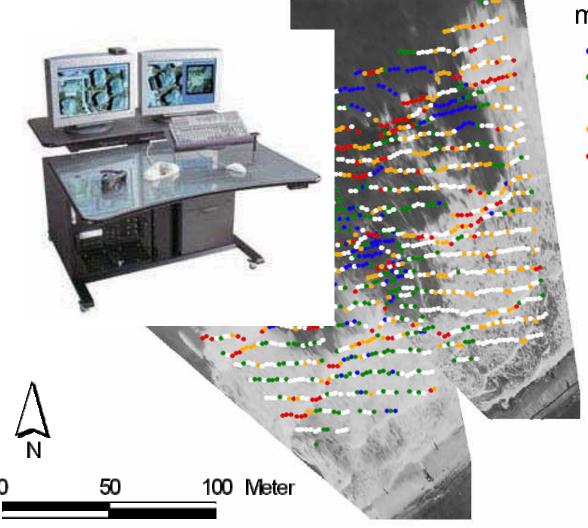








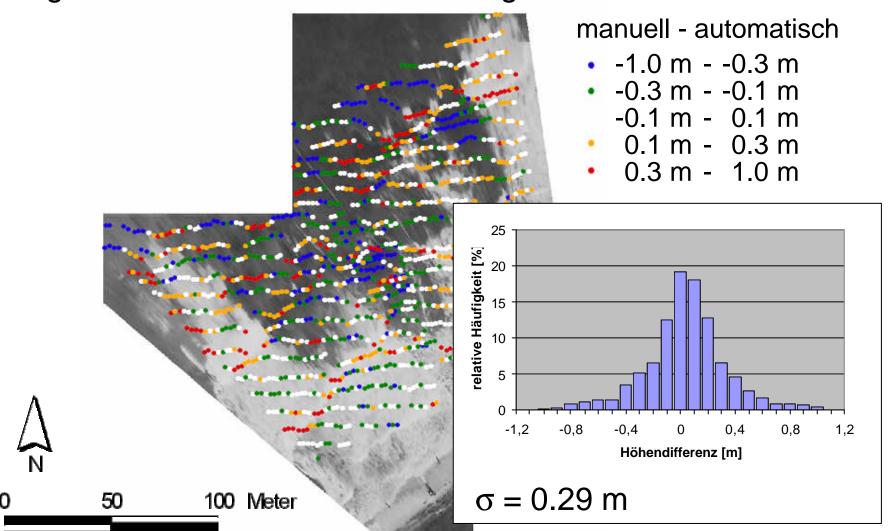
Vergleich zur manuellen Auswertung



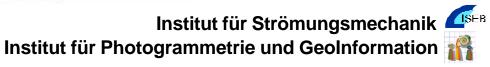
manuell - automatisch

- -1.0 m -0.3 m
- -0.3 m -0.1 m
 - -0.1 m 0.1 m
- 0.1 m 0.3 m
- 0.3 m 1.0 m

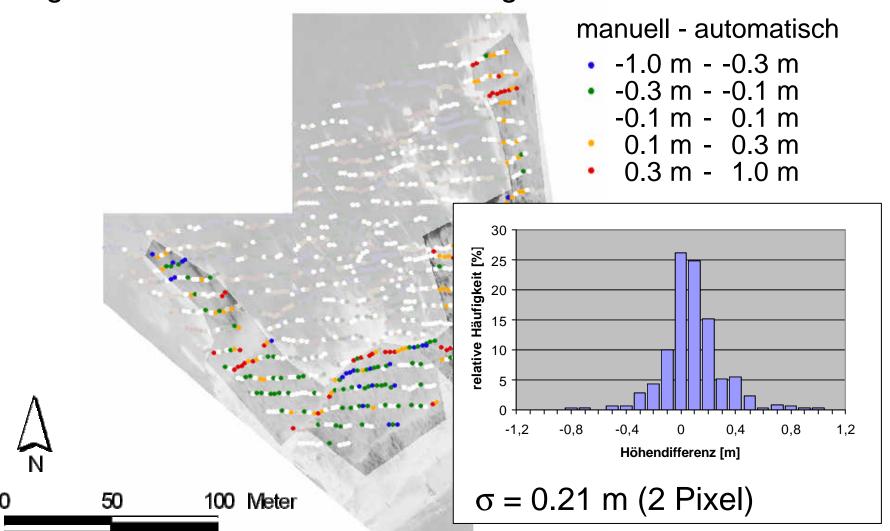
Vergleich zur manuellen Auswertung



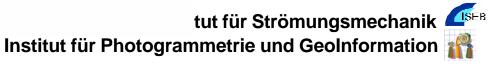




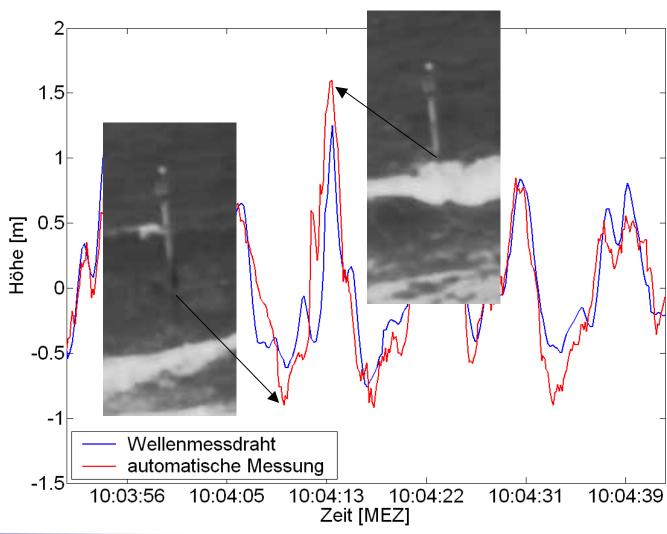
Vergleich zur manuellen Auswertung



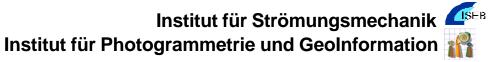




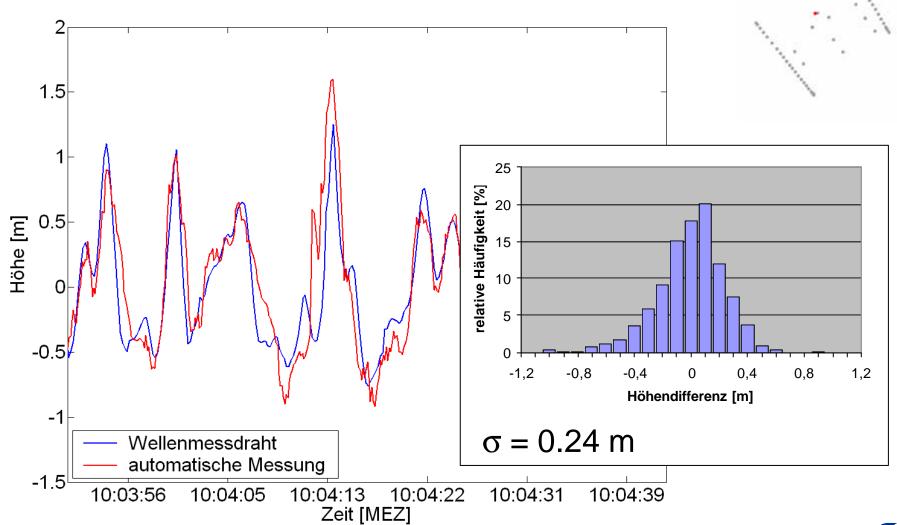
Wellenmessdraht / automatische Auswertung



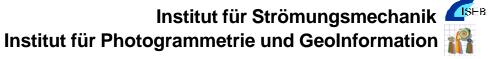




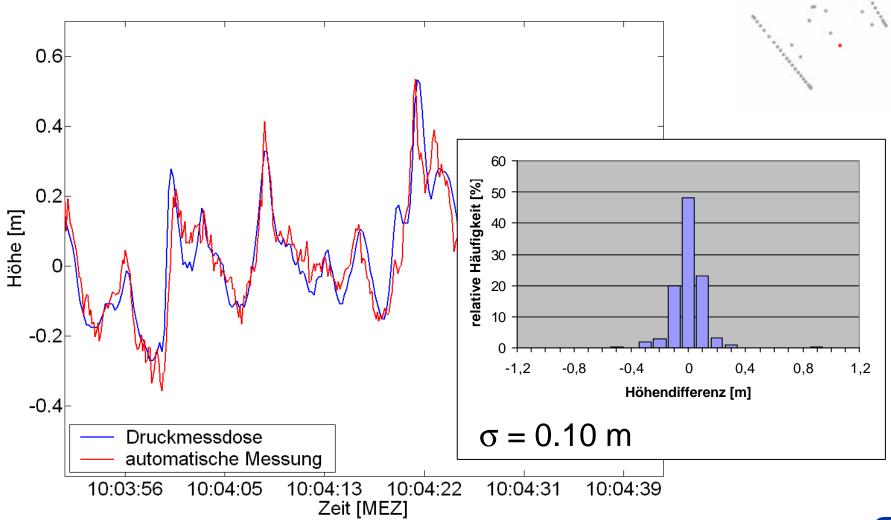
Wellenmessdraht / automatische Auswertung



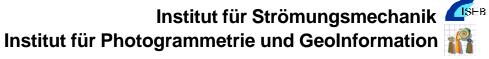




Druckmessdose / automatische Auswertung







Ergebnisse

- Erfolgreiche Ableitung flächenhafter, dynamischer DOMs
 - Genauigkeit von 10-15 cm
 - Genauigkeit indirekt prop. zur Gebietsgröße
 - Voraussetzung an das System: hohe
 Aufnahmestandpunkte, Wetterabhängigkeit
 - Probleme bei Verdeckungen und schwacher Textur



Ergebnisse

- Implementierung in Softwaresystem LISA
 - Auswertung fast komplett automatisiert
 - Potential für weitere Automation im gesamten Messablauf gegeben
 - Datenmenge und Rechenzeit weiter reduzierbar
 - Gebietsgröße beliebig in der Breite erweiterbar



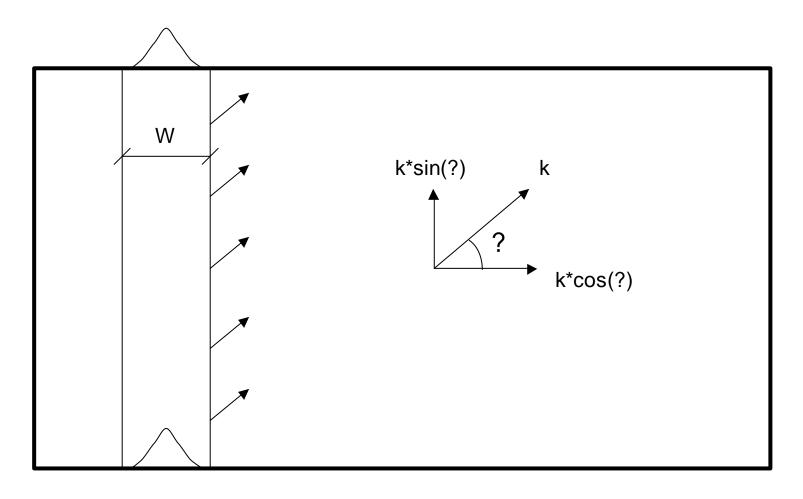
Grundlagen des numerischen Modells

- Boussinesq-Modell BOWAM2, entwickelt am ISEB
- Phasenauflösende Beschreibung des Seegangs
- Boussinesq-Gleichungen mit verbesserter Dispersion
- Anwendungsbereich: D/L < 1,5
- Diffraktion, Refraktion, Shoaling implizit in Grundgleichungen enthalten
- Wellenbrechen, Wellenauflauf durch spezielle Strategien
- Einsteuerung von Wellen in Randnähe als Quellterm in der Massenbilanz
- Nichtreflektierende Randbedingungen über Sponge Layer

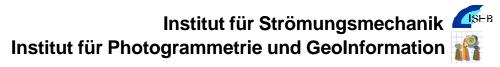


Wellenerzeugung

Massenquelle / -senke der Breite W

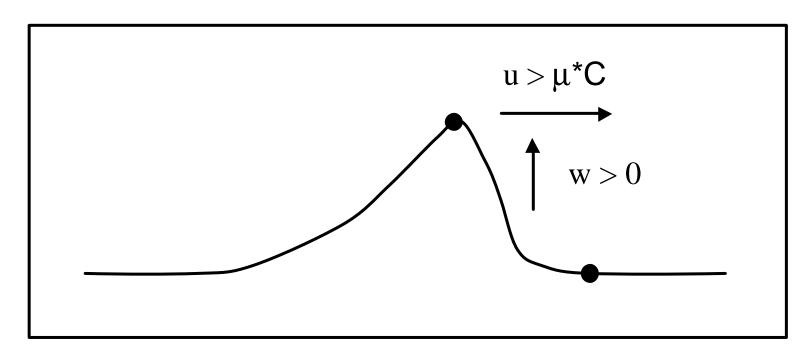






<u>Wellenbrechen</u>

- Lokalisierung brechender Wellen über Partikelgeschwindigkeit
- Dissipation der Energie über Ansatz einer erhöhten inneren Reibung







Wellenauflauf

 Vermeidung des "Trockenfallens" von Berechnungsknoten durch dünnen Restwasserfilm

$$\frac{\mathbf{e}}{? x} \approx \frac{1}{100}$$

$$h = e - D$$

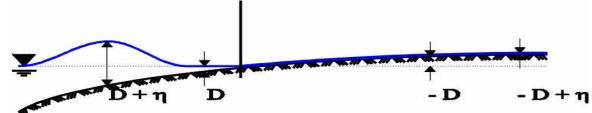
$$u = 0$$

$$v = 0$$

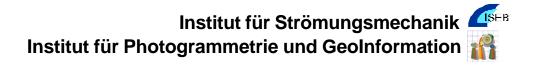
wenn

$$D + ? < \boldsymbol{j} \cdot \boldsymbol{e}$$

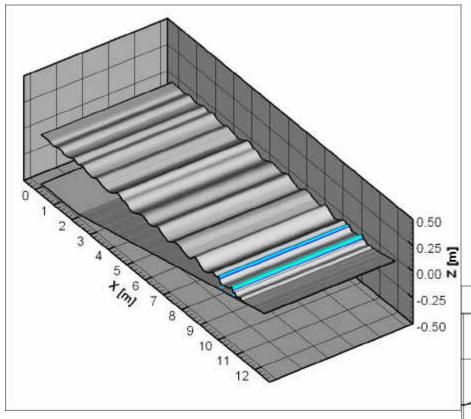








Validierung



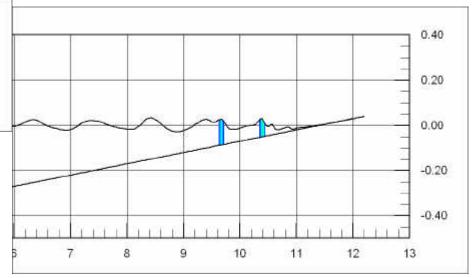
Mase & Kirby (1992):

D = 0.47 m

Steigung = 1/20

TMA-Spectrum: $H_s = 6.5$ cm

$$T_{p} = 1.0 \text{ s}$$

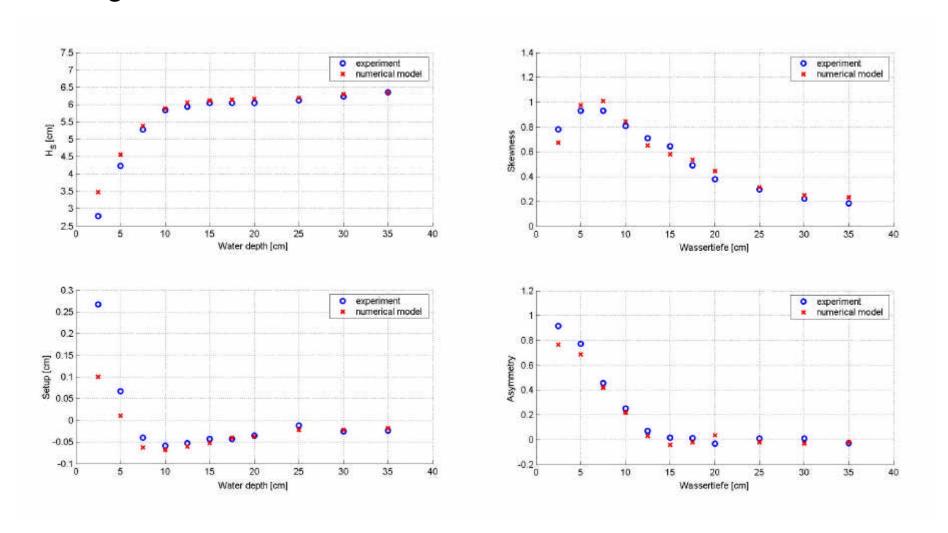




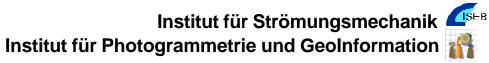


Validierung

• Ergebnisse

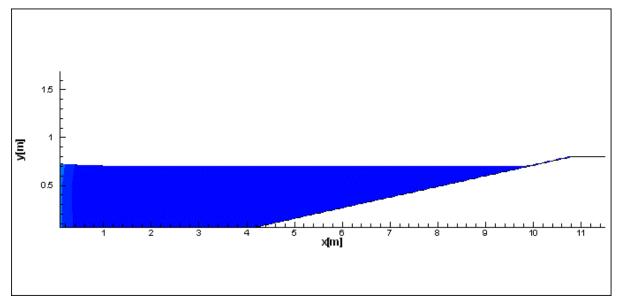




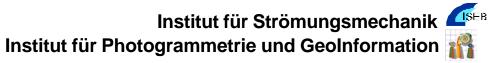


Versuche zum Wellenüberlauf

H [m]	T[s]	Messung	BOWAM2
0,077	4.25	1.68	1.75
0,075	6,02	3,32	3,10
0,119	3,15	5,79	6,03
0,121	4,15	8,59	8,50
0,164	3,16	11,06	11,29



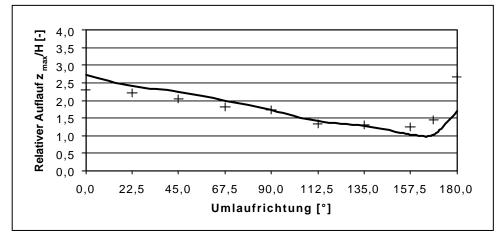




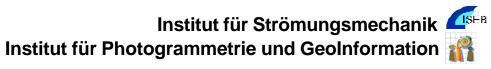
Versuche zum räumlichen Wellenauflauf



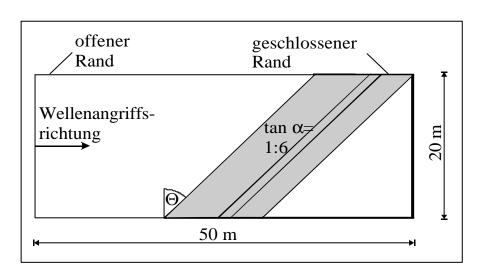


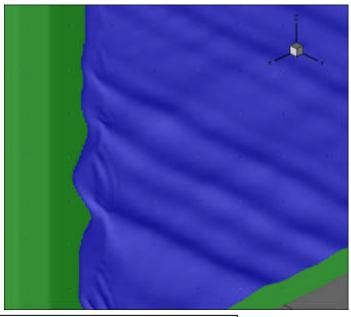


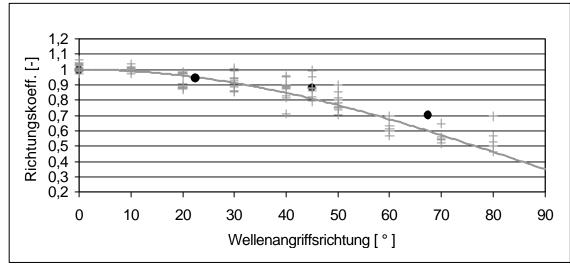




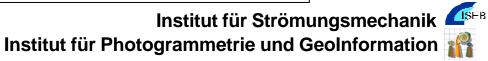
Versuche zum schrägen Wellenauflauf



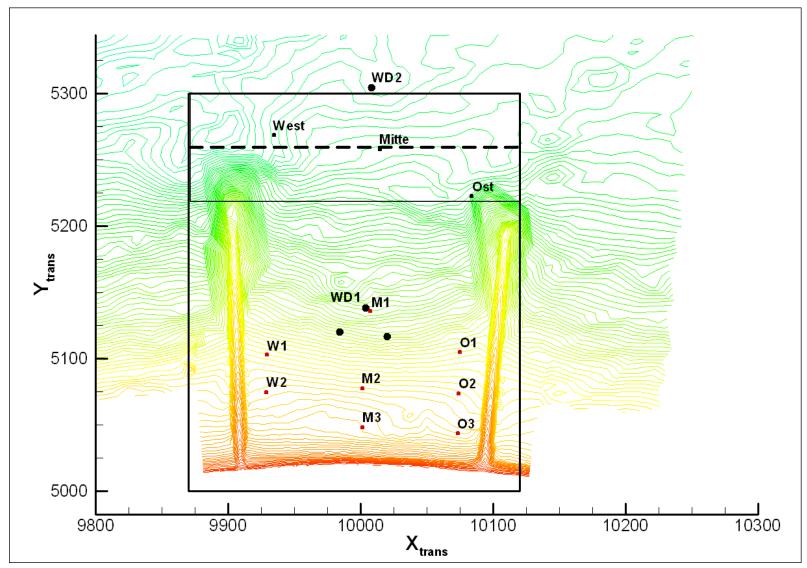




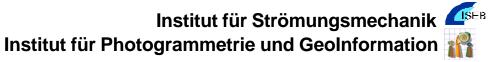




Vergleich BOWAM2 - Pegelmessdaten

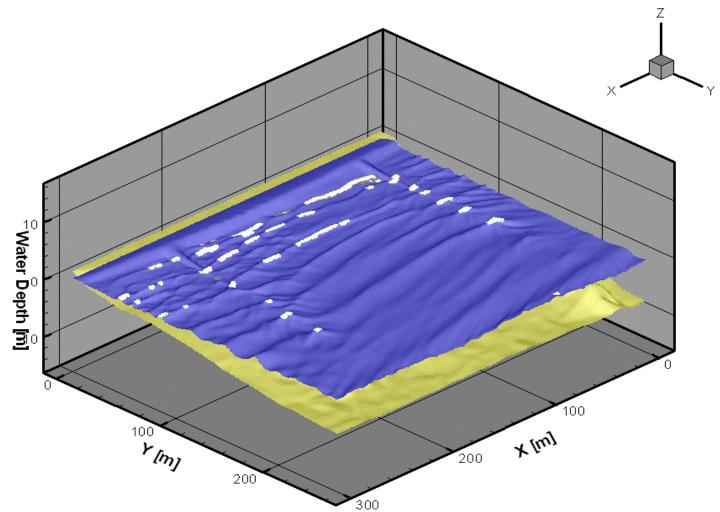




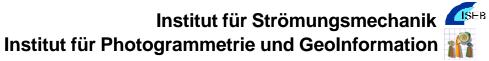


Vergleich BOWAM2 - Pegelmessdaten

• Ergebnisse 1

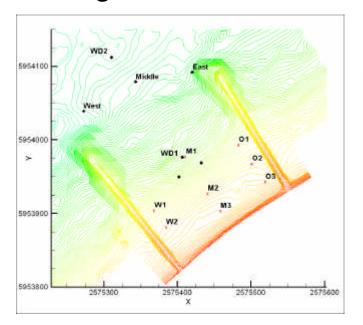


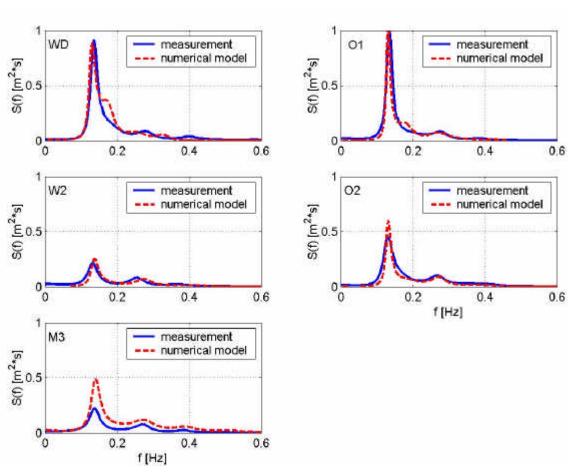




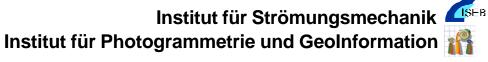
Vergleich BOWAM2 - Pegelmessdaten

• Ergebnisse 2

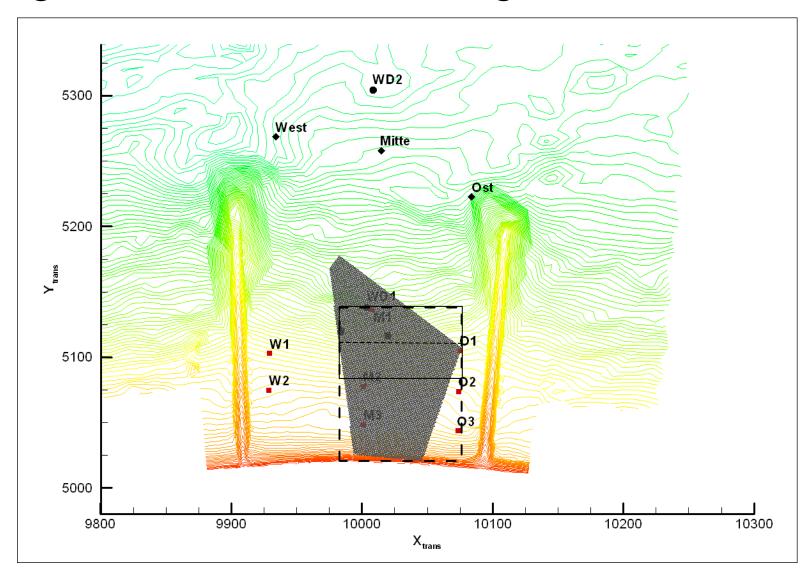








Vergleich BOWAM2 - Photogrammetrie

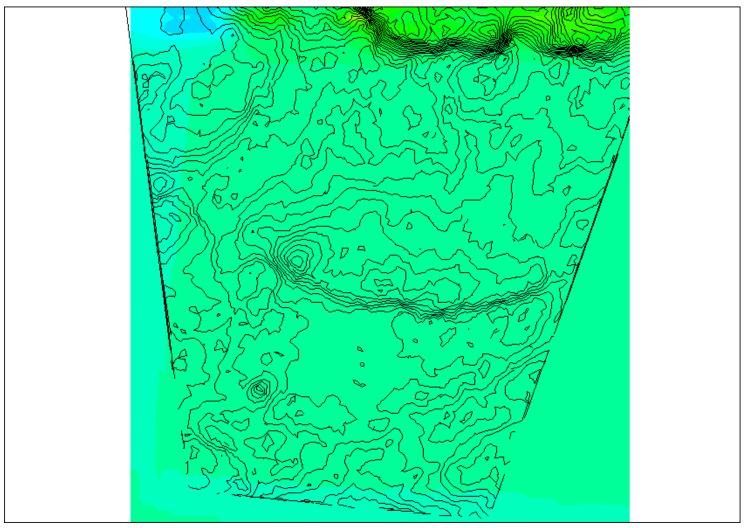




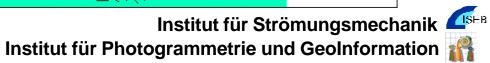


<u>Vergleich BOWAM2 - Photogrammetrie</u>

• Ergebnisse 1

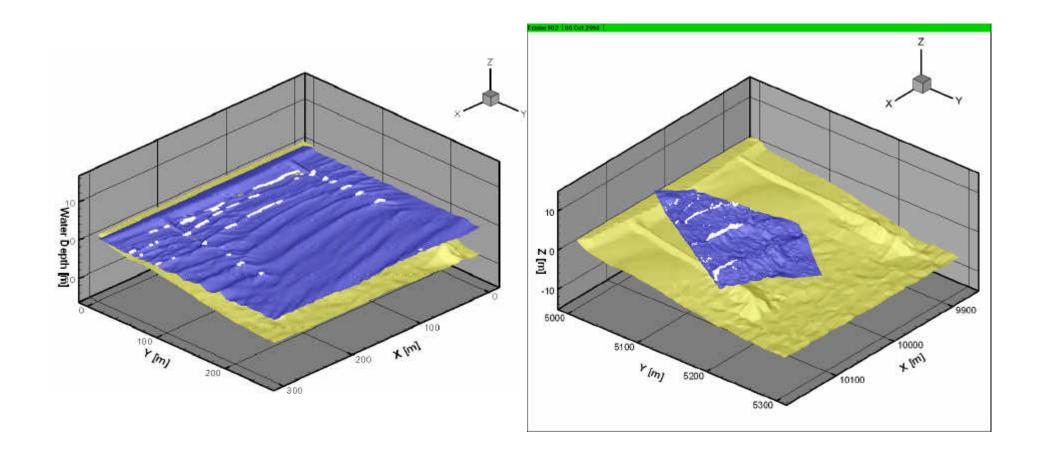




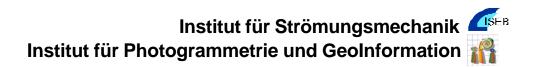


Vergleich BOWAM2 - Photogrammetrie

• Ergebnisse 2







Zusammenfassung

- Das numerische Modell wurde im Hinblick auf die Generierung von Wellen und die Berücksichtigung von Wellenbrechen sowie Wellenauf- und -überlauf erweitert
- Vergleiche mit Labor- und Naturmessdaten bestätigen die Anwendbarkeit des numerischen Modells
- Mit photogrammetrischen Methoden kann die Wasseroberfläche flächenhaft und dynamisch bestimmt werden
- Probleme bei Verdeckungen und schwacher Textur
- Die Genauigkeit wird mit zunehmendem Aufnahmeabstand geringer
- Die Ansteuerung mit photogrammetrischen Daten erlaubt eine phasenauflösende Berechnung des Seegangs



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



