

Forschung für den Küstenschutz im GWK gestern, heute, morgen

Stefan Schimmels, Forschungszentrum Küste (FZK)

- Geplant und gebaut im Rahmen des SFB 79 “Wasserforschung im Küstenbereich” (1969 – 1982)
- Teilprojekt C “Errichtung und Betrieb eines Wellenkanals für Untersuchungen im Naturmaßstab”
- Bauzeit: 1979 – 1983
- Kosten: 20 Mio. DM
- Einweihung am 16.09.1983
- Genutzt im SFB 205
“Küsteningenieurwesen –
Seegang und Transportprozesse im Küstenschutz, See- und Hafengebäude”
(1.1.1983 – 31.12.1994)



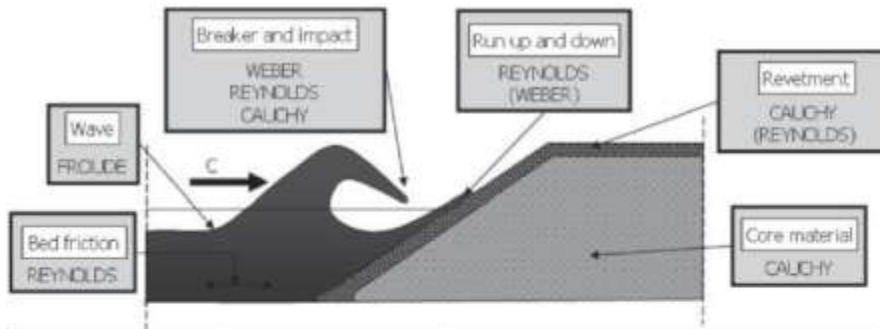
SONDERFORSCHUNGSBEREICH (SFB) 205
 "KÜSTENINGENIEURWESEN"
 UNIVERSITÄT HANNOVER

N "

GLIEDERUNG IN DISZIPLINEN (DB) UND TEILDISZIPLINEN (TD)

PB	A	KÜSTENSCHUTZ	
TP	A1	Führböter	Bemessungs- und Ausführungsgrundlagen für Seedeiche und Deckwerke im Küstenschutz
	A3	Richwien	Seegangserzeugte Beanspruchung von Böden
	A6	Dette	Seegangserzeugte Wechselwirkung zwischen Vorland und Vorstrand und Küstenschutzbauwerk
	A9	Daemrich	Simulation von Seegang
PB	B	HÄFEN UND SCHIFFFAHRTSWEGE	
	B3	Partenscky	Bemessung von Wellenschutzbauwerken
	B5	Büsching	Wellenkräfte auf aufgelöste Konstruktionen
	B6	Dursthoff	Seegangskräfte auf horizontale Kreiszy- linder in Meeresbodennähe
PB	Z	KOORDINATION UND VERWALTUNG	
	Z2	Tautenhain	Betriebsgruppe GROSSER WELLENKANAL ¹⁾
	Z2	Tautenhain	Betriebsgruppe GROSSER WELLENKANAL

Warum „Naturmaßstab“?



Type of Force	Scaling Law	Scale		
		1:1	1:10	1:100
Gravity	FROUDE	1	1	1
Friction	REYNOLDS	1	1:31,6	1:1000
Compressibility	CAUCHY	1	1:10	1:100
Surface Tension	WEBER	1	1:100	1:10000

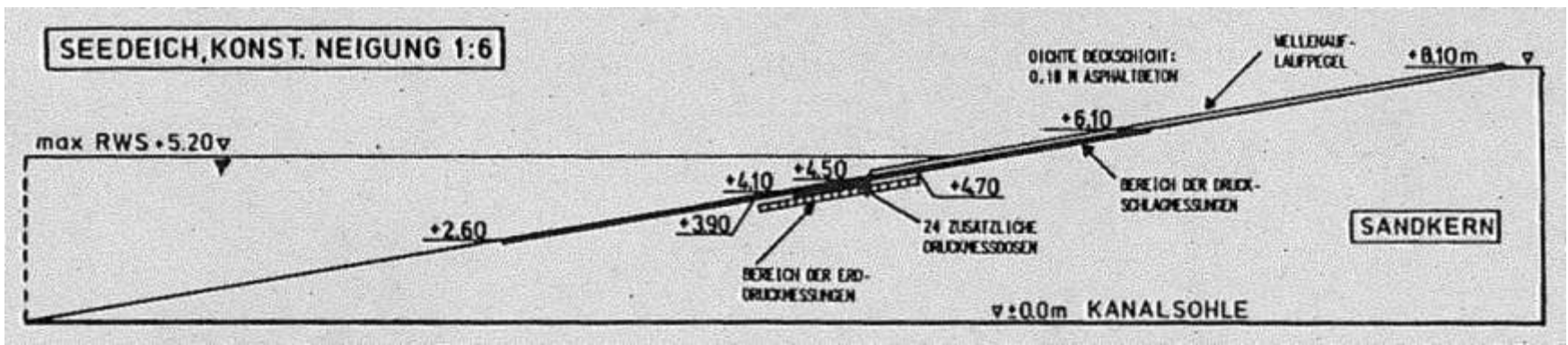
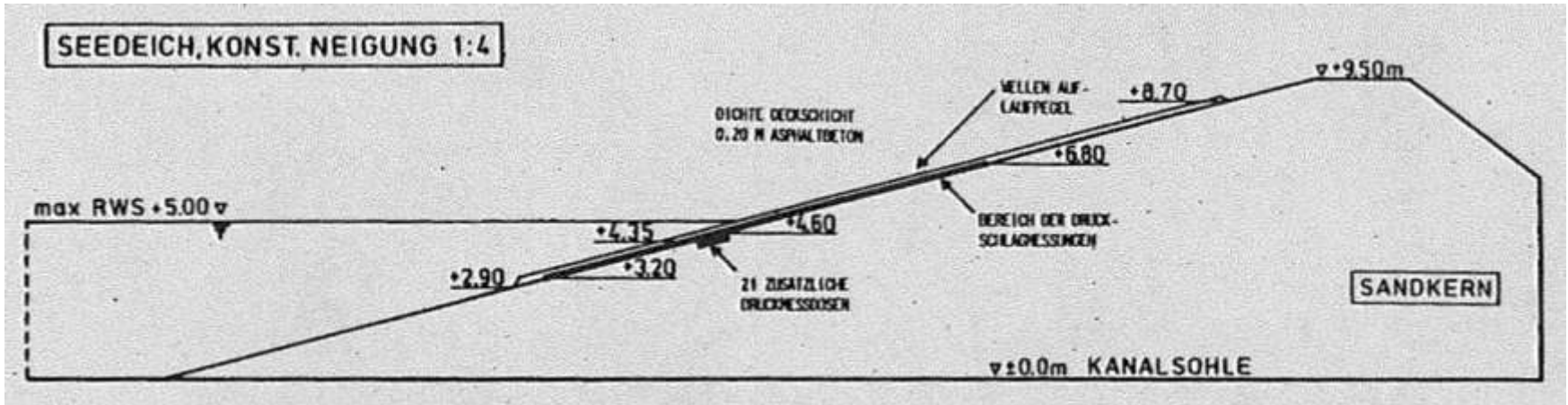
} Scale effects in FROUDE-model

Großer Maßstab ist notwendig beispielsweise bei:

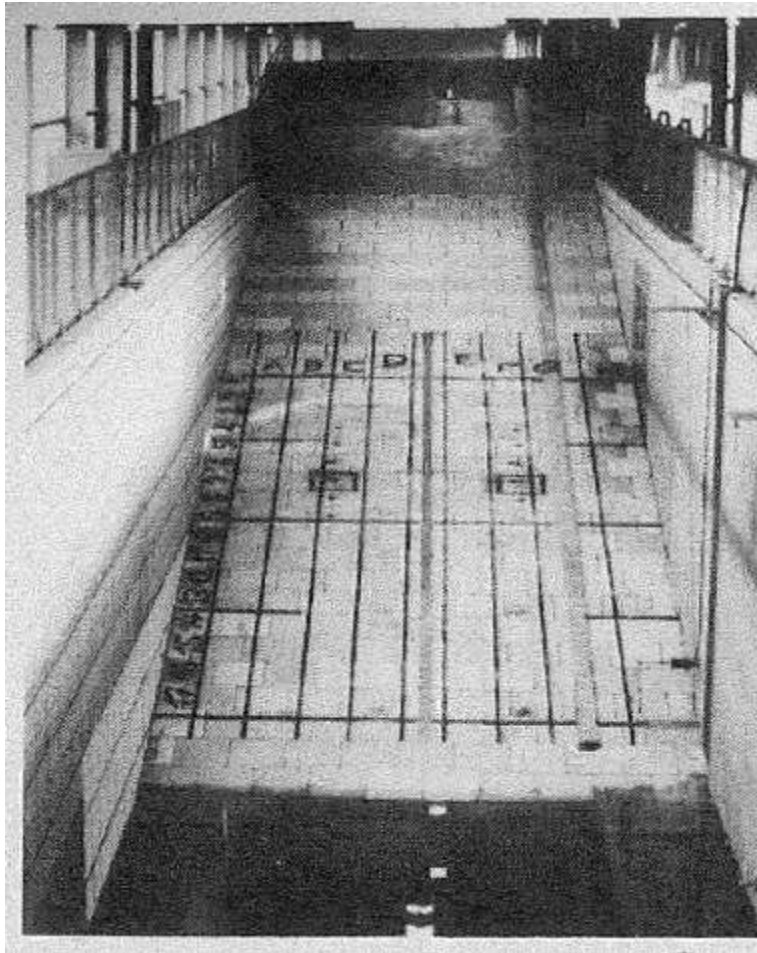
- Wellenbrechen
- Wellendruckschlag
- Sedimenttransport
- Bodendynamik
- Wellenauflauf / -überlauf
- Wellentransmission

“Users Guide to Physical Modelling and Experimentation:
 Experience of the HYDRALAB Network“
 CRC Press/Balkema, Leiden, The Netherlands. ISBN: 978-0-415-60912-8 (Pbk)

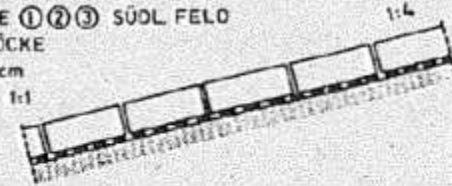
Deiche und Deckwerke



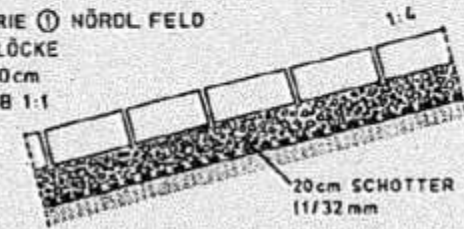
Deiche und Deckwerke



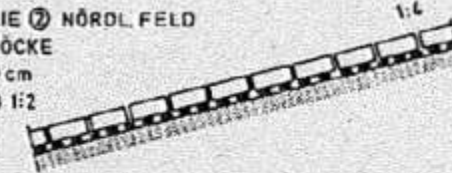
TESTSERIE ①②③ SÜDL FELD
BETONBLÖCKE
50×50×20 cm
MASSTAB 1:1



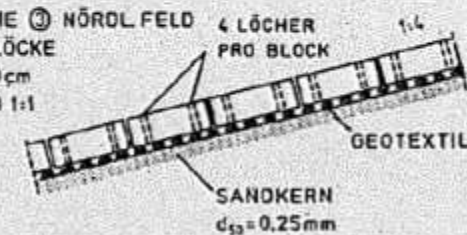
TESTSERIE ① NÖRDL FELD
BETONBLÖCKE
50×50×20 cm
MASSTAB 1:1



TESTSERIE ② NÖRDL FELD
BETONBLÖCKE
25×25×10 cm
MASSTAB 1:2



TESTSERIE ③ NÖRDL FELD
BETONBLÖCKE
50×50×20 cm
MASSTAB 1:1



Deiche und Deckwerke

- A1: Bemessungs- und Ausführungsgrundlagen für Seedeiche und Deckwerke im Küstenschutz
- A3: Seegangserzeugte Beanspruchung von Böden

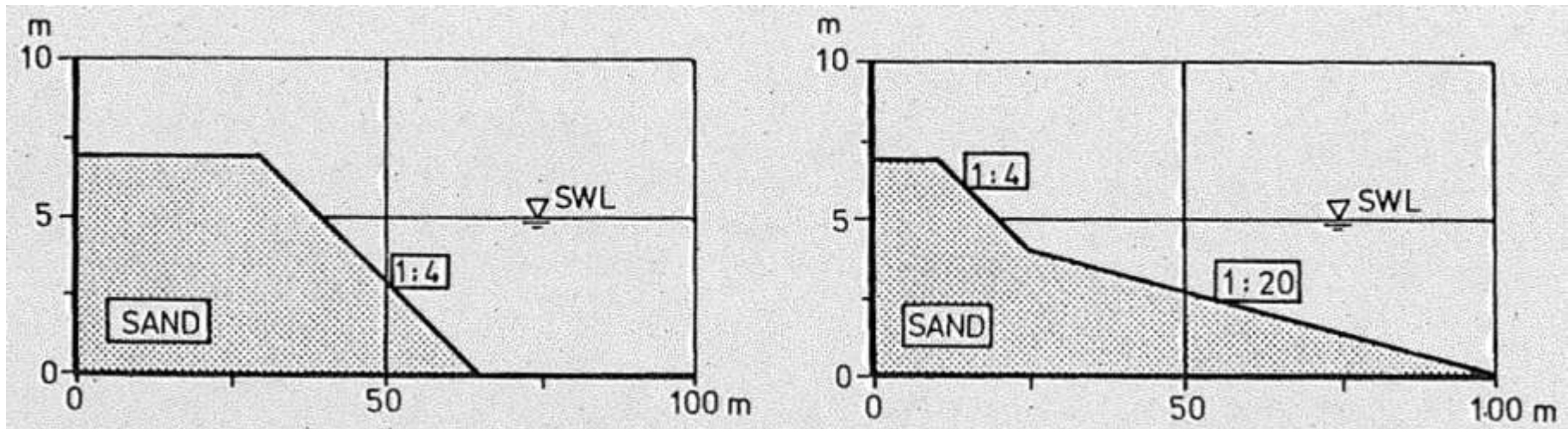
Forschungsfragen:

- Wellenaufbauhöhe
- Wellenaufaufgeschwindigkeit
- Wellendruckschlag
- Porenwasserdrücke / Bodendynamik
- Bauwerksversagen

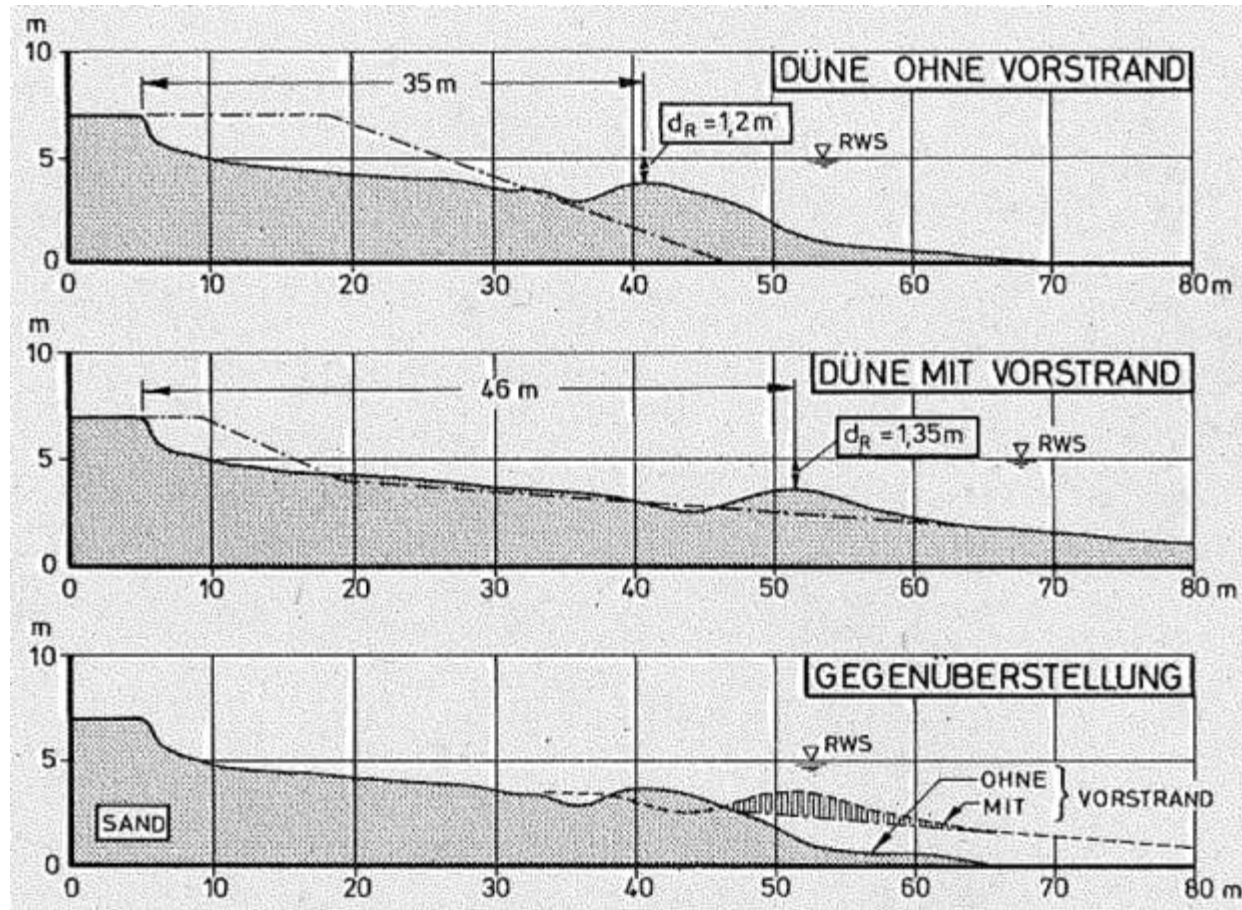


Sedimenttransport

A6: Seegangserzeugte Wechselwirkung zwischen Vorland und Vorstrand und Küstenschutzbauwerk



Sedimenttransport



Sedimenttransport

A6: Seegangserzeugte Wechselwirkung zwischen Vorland und Vorstrand und Küstenschutzbauwerk

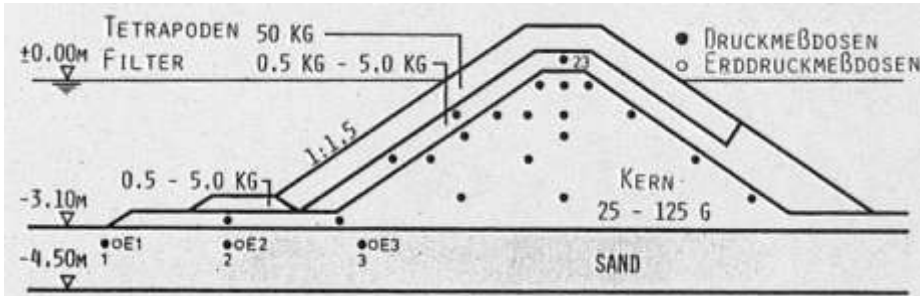
Forschungsfragen:

- Profilentwicklung / Dünenerosion
- Sedimentkonzentrationsprofile
- Geschwindigkeitsprofile
- Maßstabeffekte
- Energiedissipation in Brandungszone



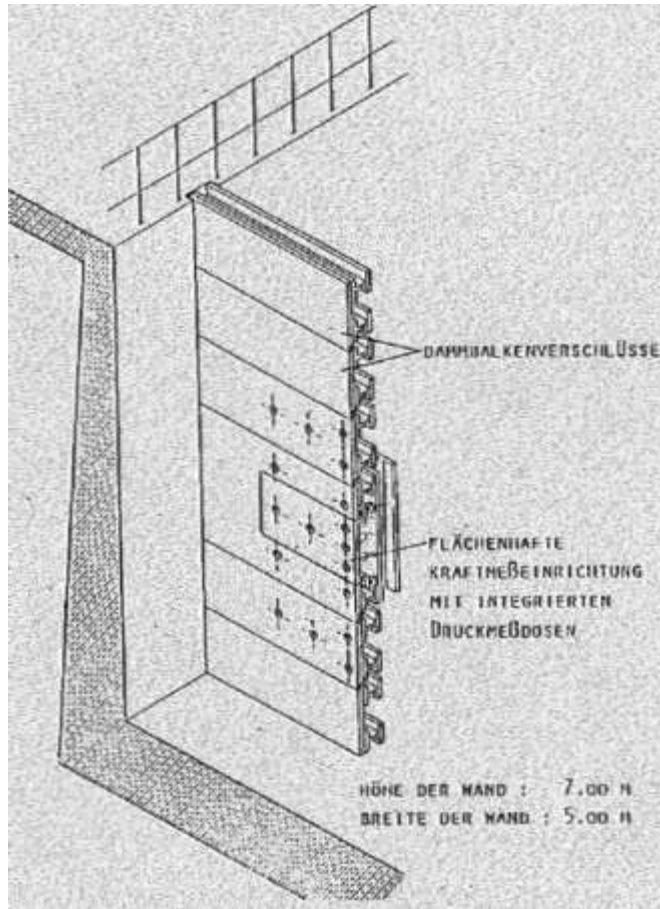
Wellenbrecher

B3: Bemessung von Wellenschutzbauwerken



Wellenbrecher

B3: Bemessung von Wellenschutzbauwerken



Forschungsbericht 2012 - 2014



KÜSTENSCHUTZWERKE



SEDIMENTTRANSPORT



MARITIME ENERGIE



ÖKOHYDRAULIK

Deiche und Deckwerke

Gebundenes Deckwerk



Materialkennwerte

Körnung: 20/40
 d_{50} : ≈ 30 mm
 Porosität: ≈ 40 %
 k_f : ≈ 1 m/s

Verzahntes Deckwerk



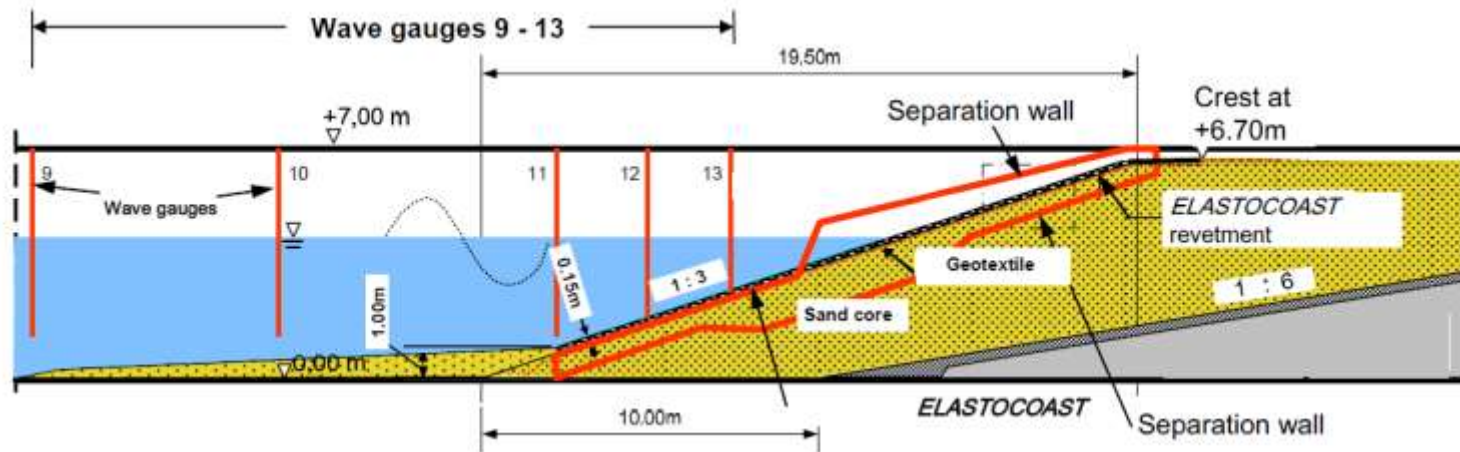
konventionell



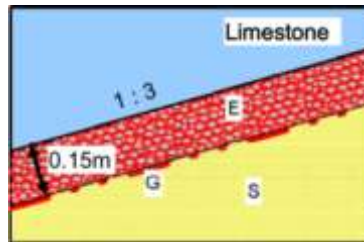
verzahnt



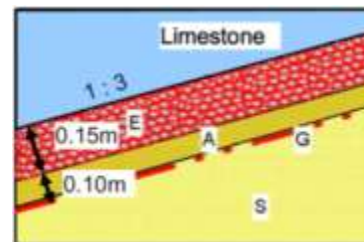
Gebundenes Deckwerk - Versuchsaufbau



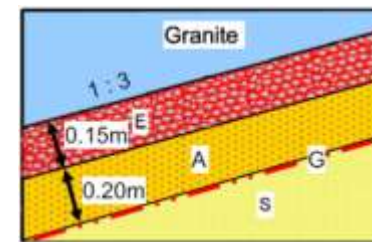
Model A



Model B



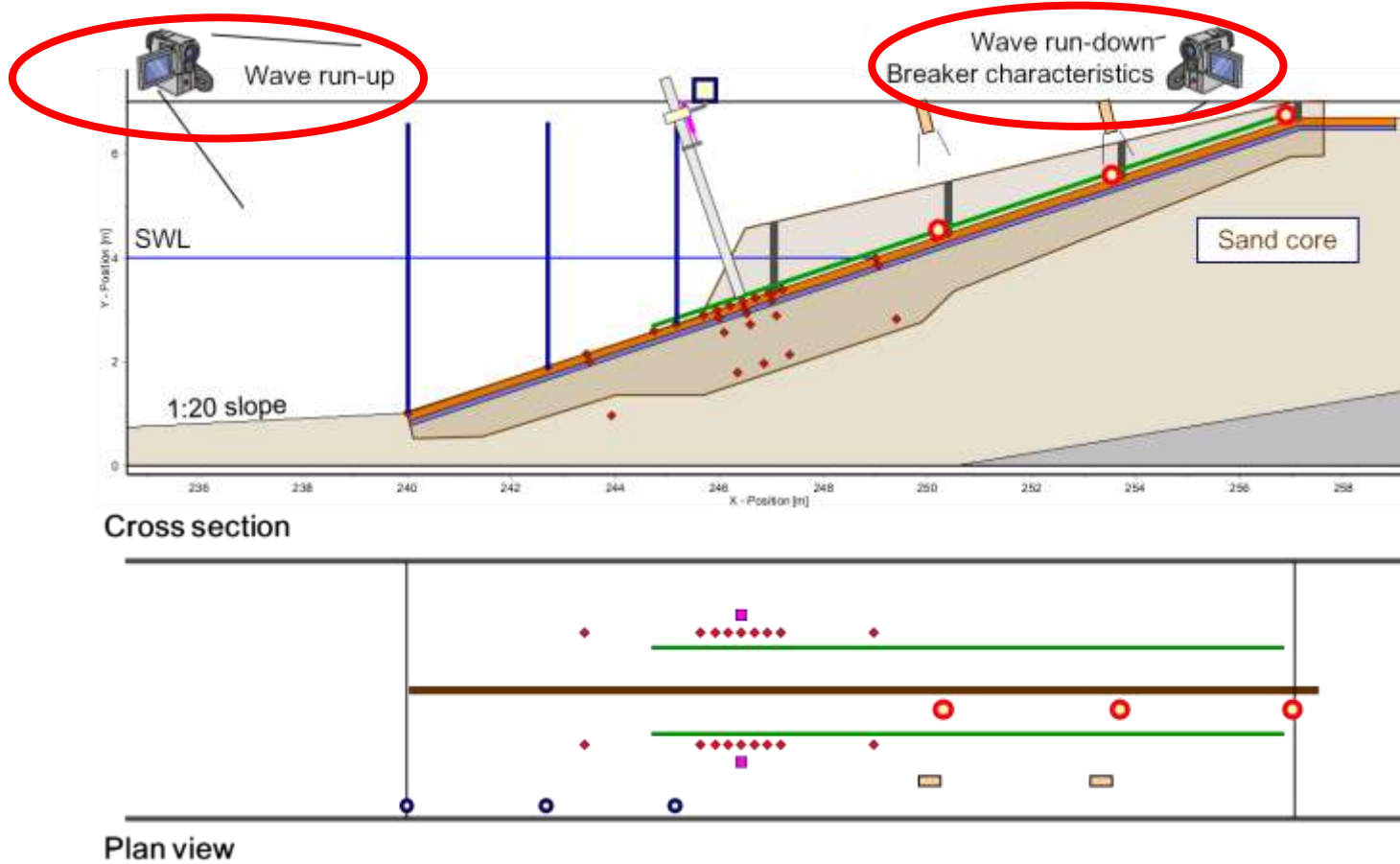
Model C



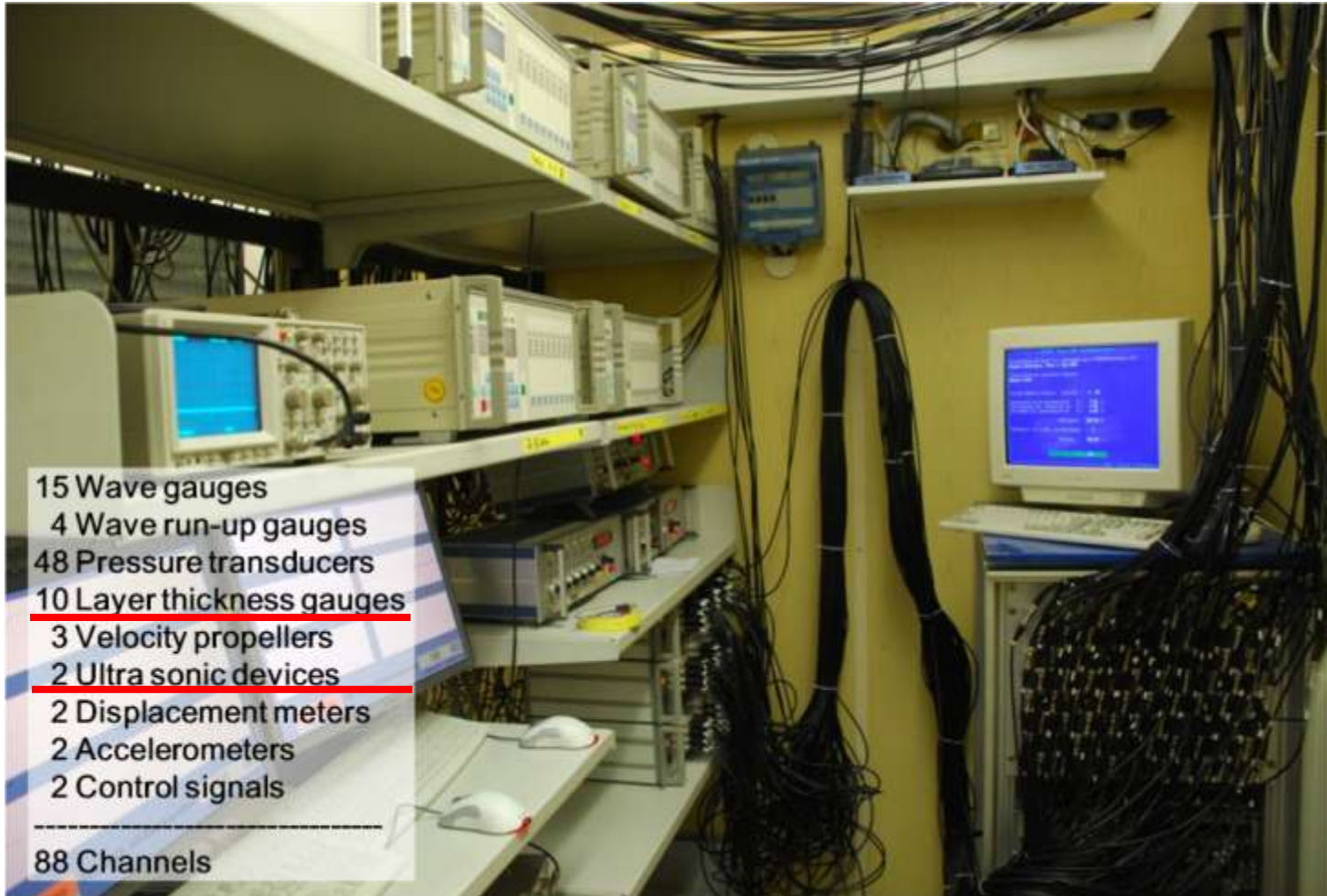
E = **ELASTOCOAST** 0.15 m
A = Filter layer 0.10 m
G = Geotextile
S = Sand foundation

E = **ELASTOCOAST** 0.15 m
A = Filter layer 0.20 m
G = Geotextile
S = Sand foundation

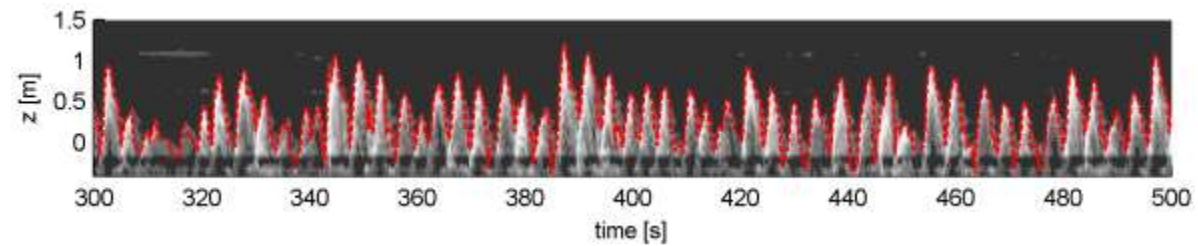
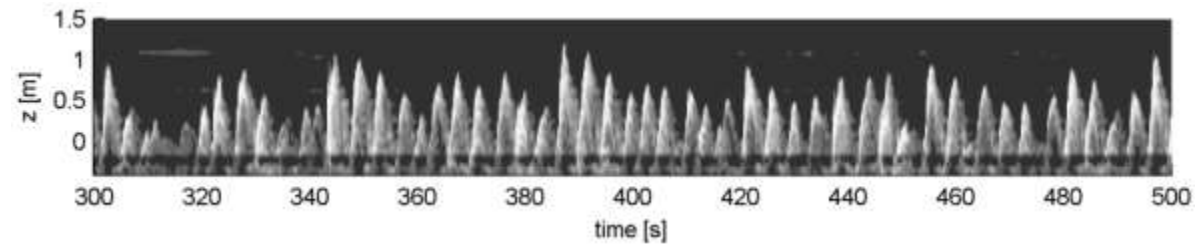
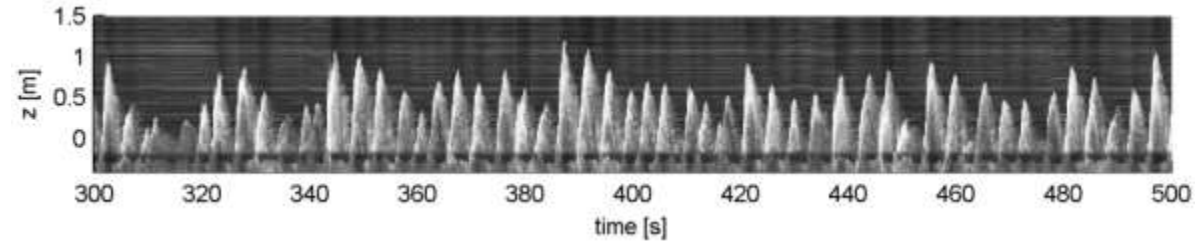
Gebundenes Deckwerk - Messtechnik



Gebundenes Deckwerk - Messtechnik

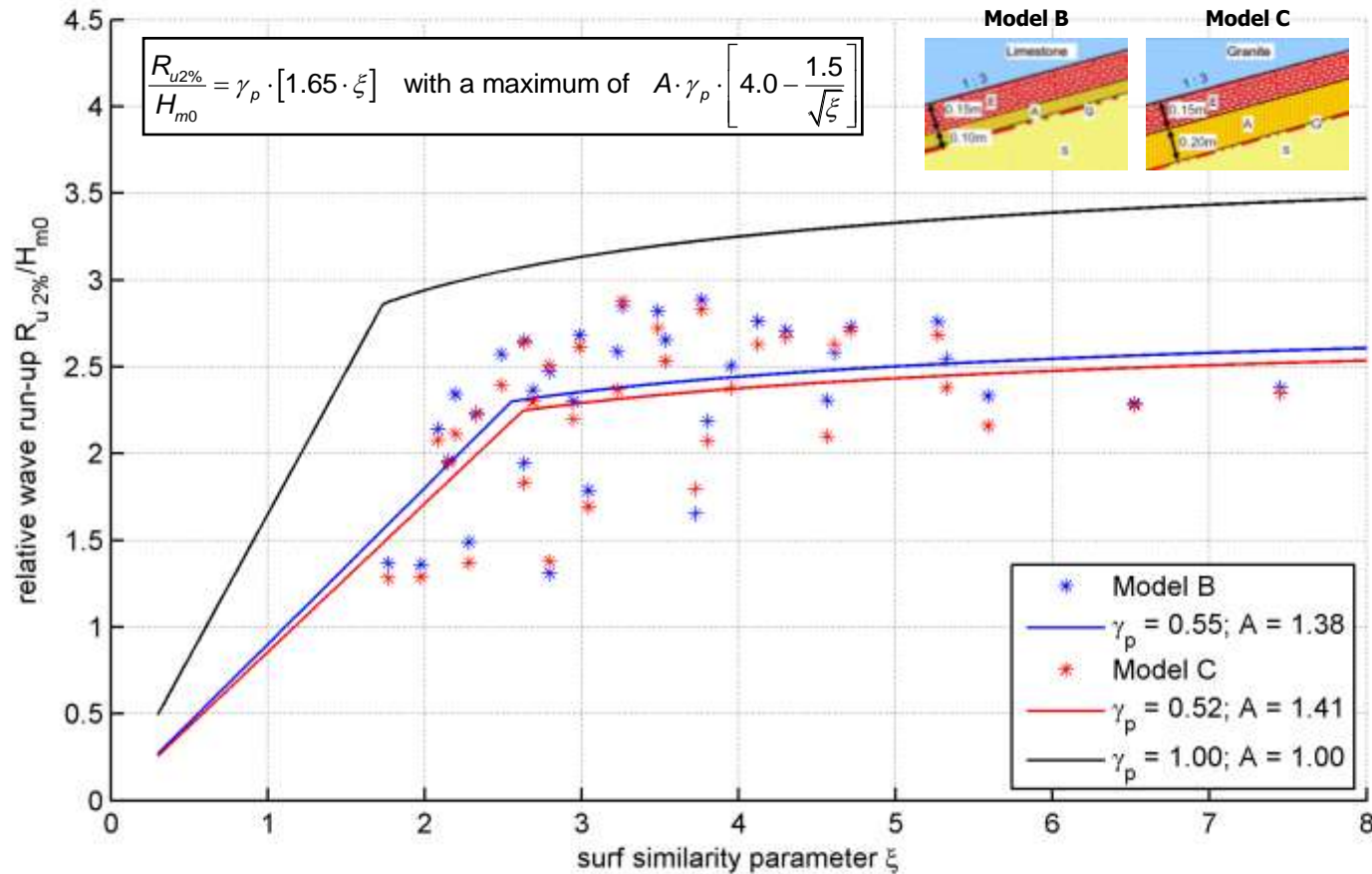


Gebundenes Deckwerk - Videoanalyse



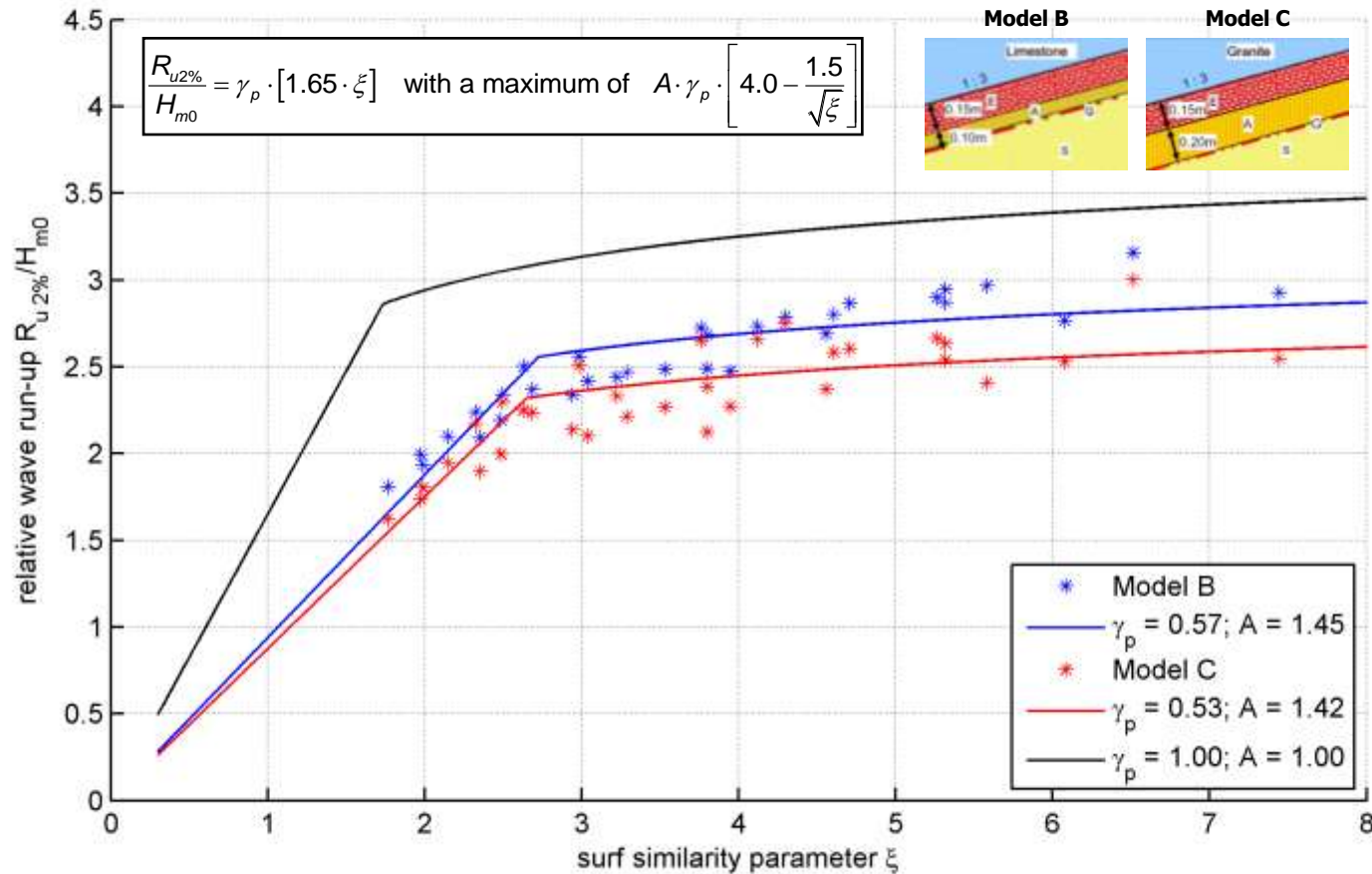
Gebundenes Deckwerk - Video vs. Auflaufpegel

Wellenauflaufpegel

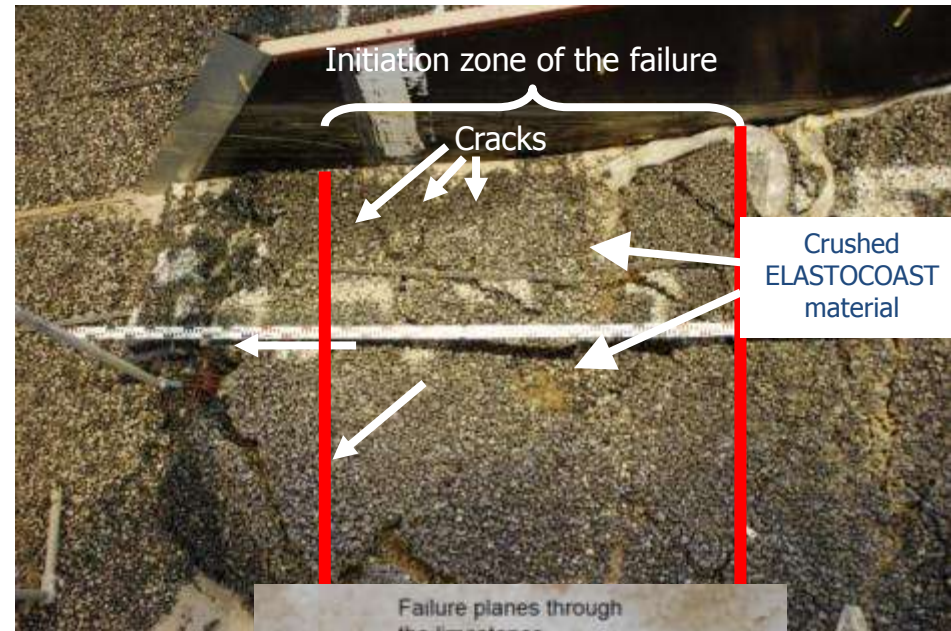


Gebundenes Deckwerk - Video vs. Auflaufpegel

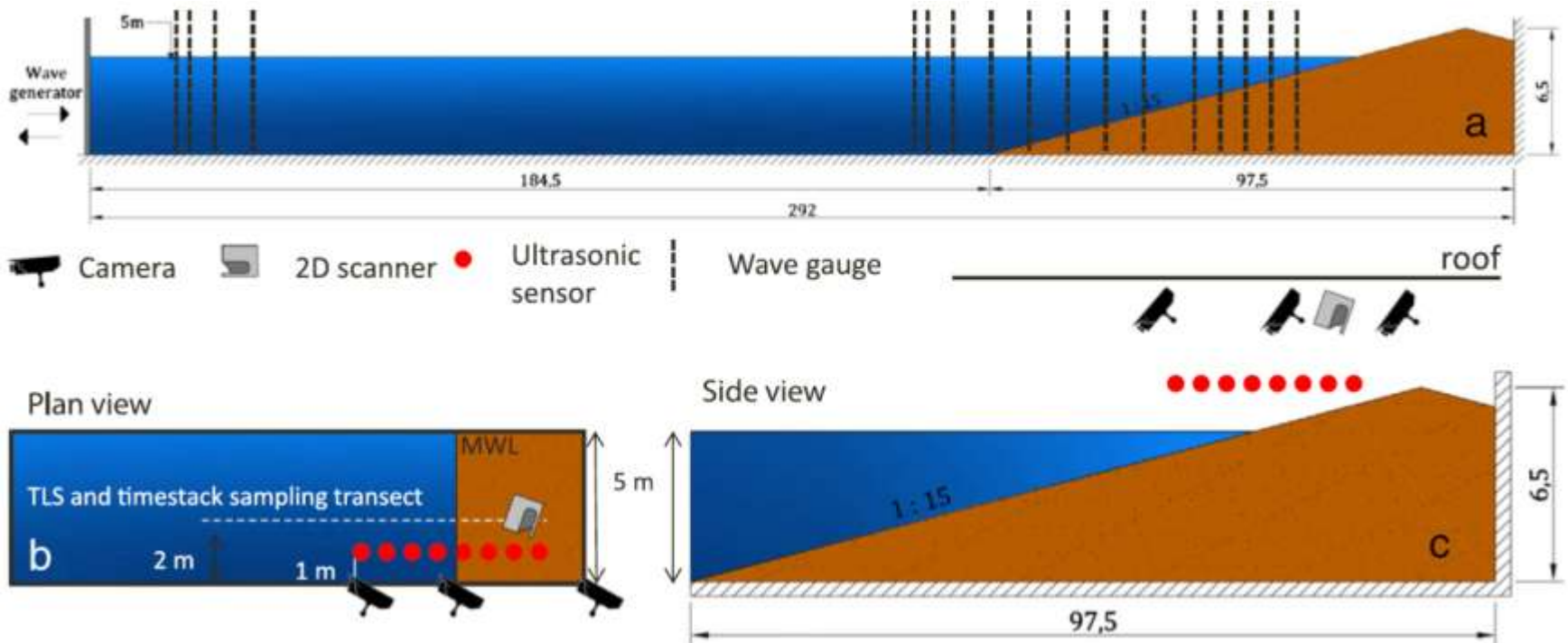
Videoanalyse



Gebundenes Deckwerk - Bauwerksversagen

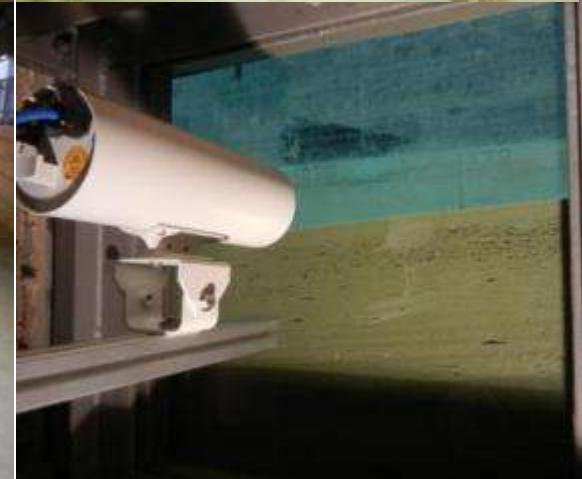


WISE Versuche - Versuchsaufbau

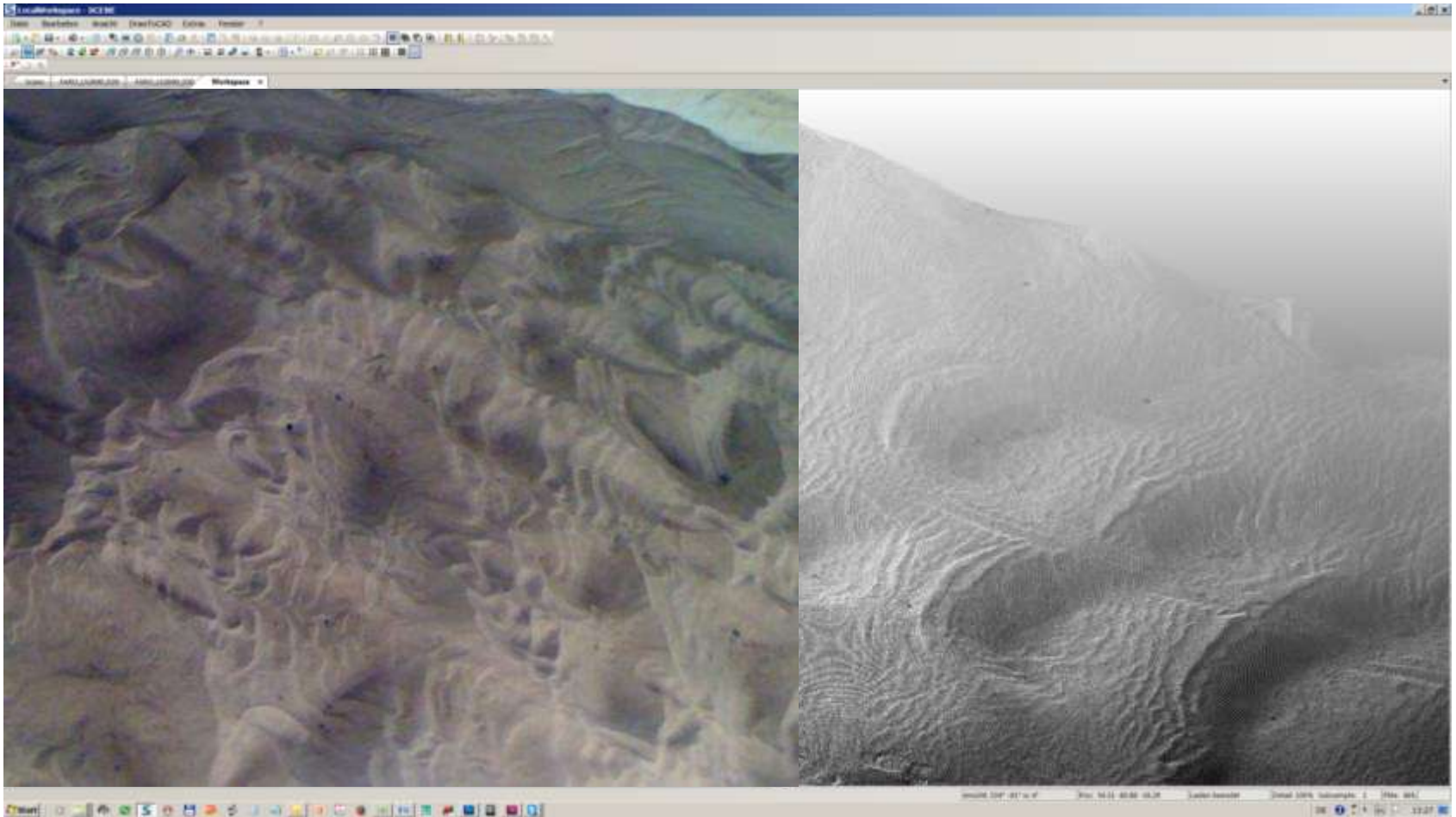


WISE Versuche - Messtechnik

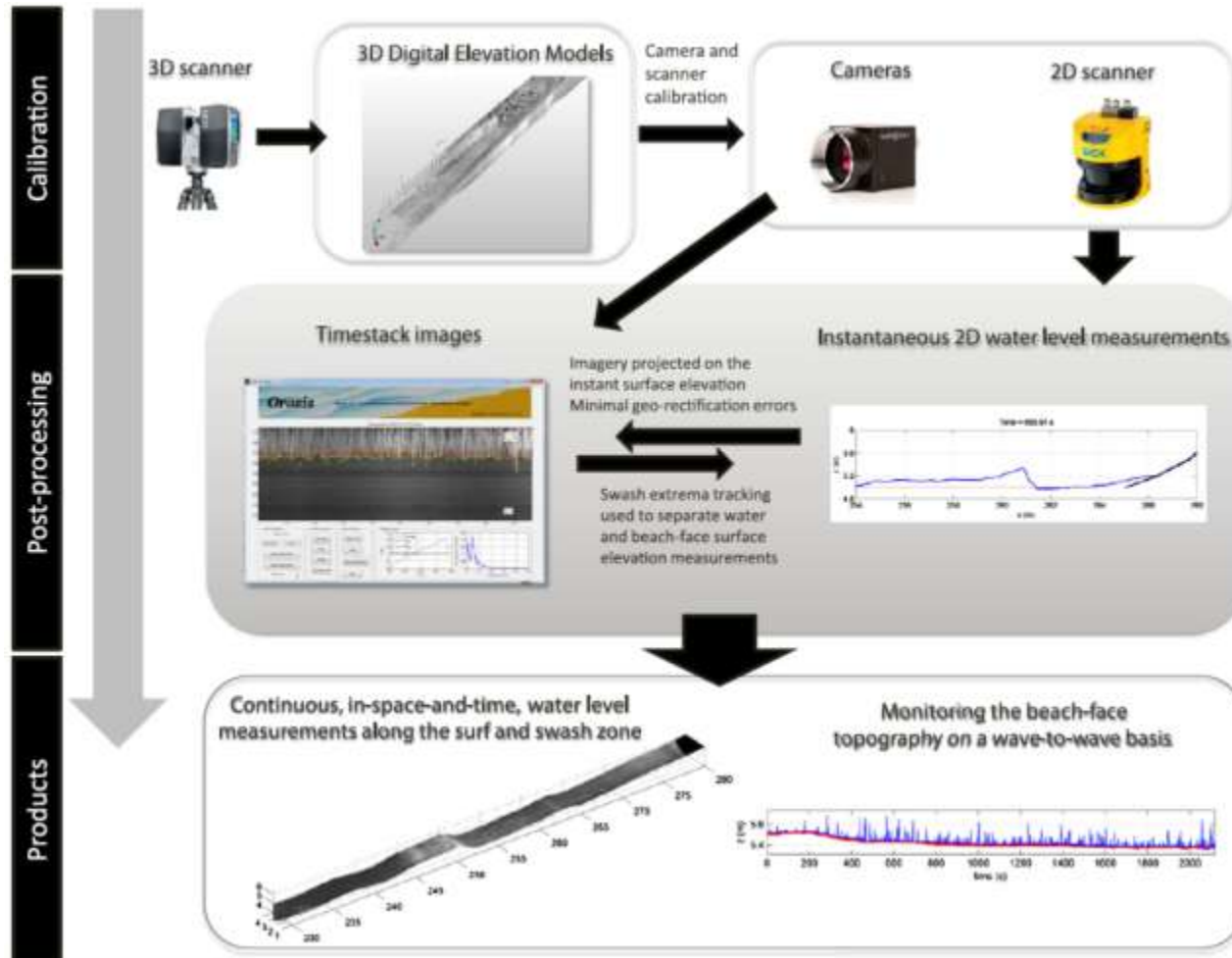
Messgerät	Anzahl
Wellenpegel	17
Geschwindigkeit (ADV)	4
Geschwindigkeit (ECM)	3
Geschwindigkeitsprofil (ADVP)	1
Sedimentkonzentration (OBS)	4
Sedimentkonz. Profil (ABS)	3
Porenwasserdruck	22
Schichtdicke (Ultraschall)	10
Videokameras	4
Highspeedkameras	1
2D Laserscanner	1
3D Laserscanner	1



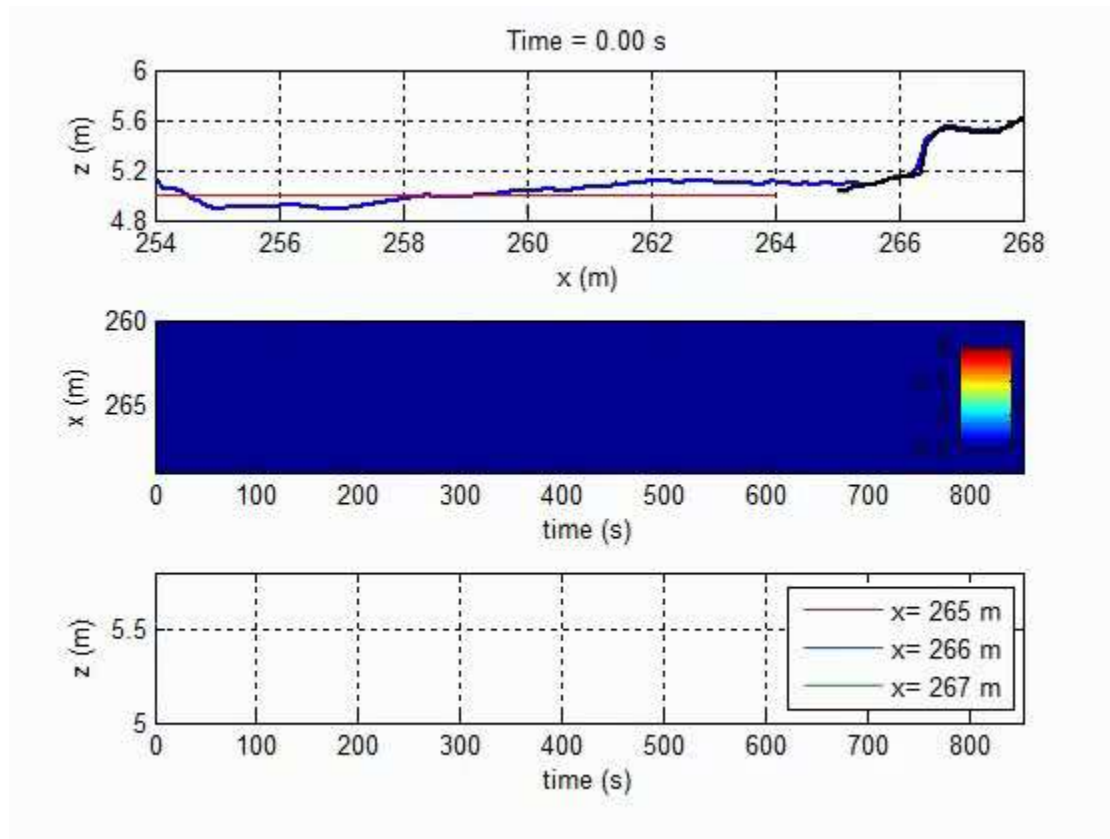
WISE Versuche - 3D Laserscanner



WISE Versuche - Video Laserscanner Kombination



WISE Versuche - Video Laserscanner Kombination



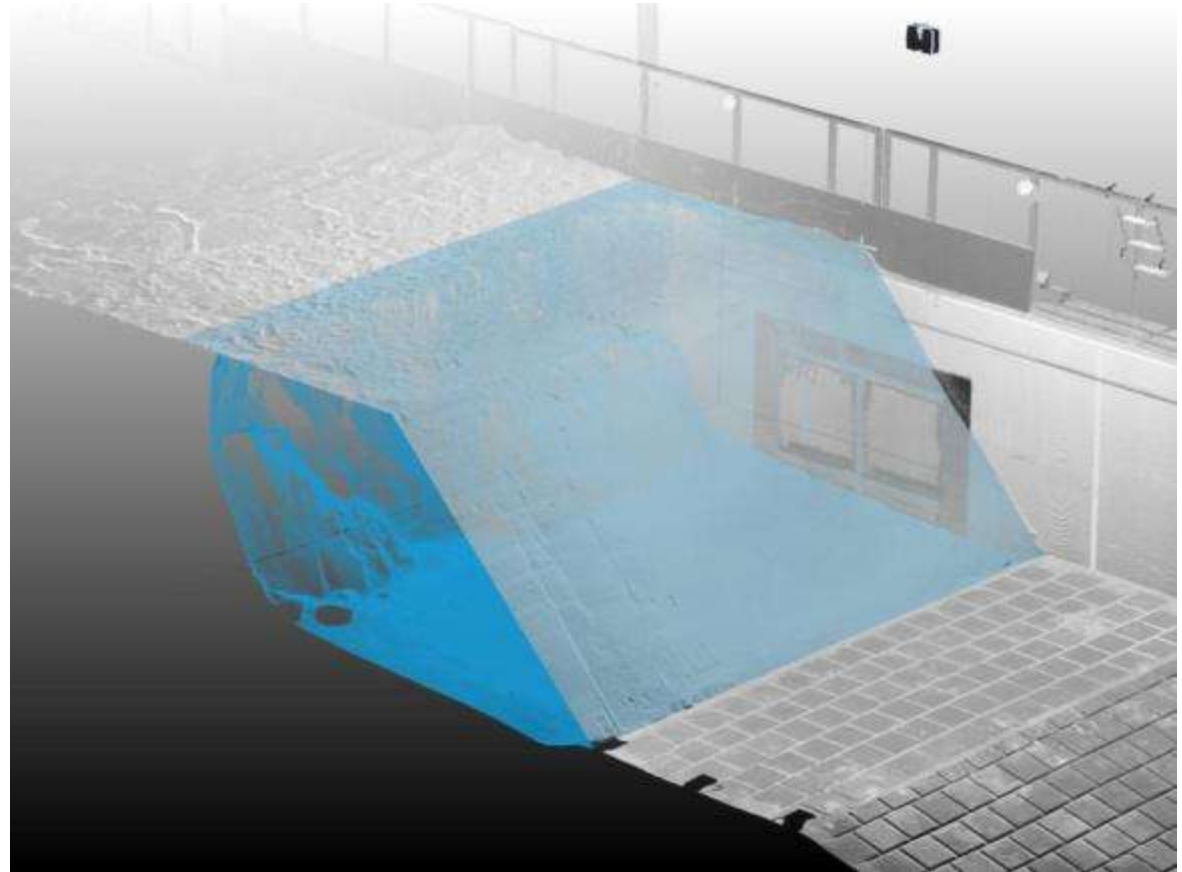
Laser_video4.wmv

Dünenerosion 3D Laserscanner

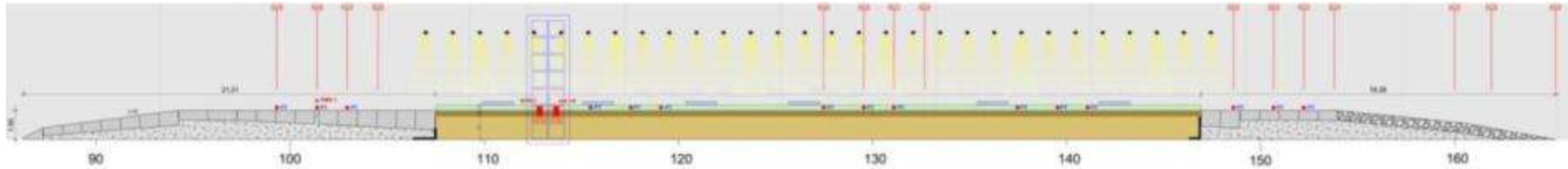
1988



2013



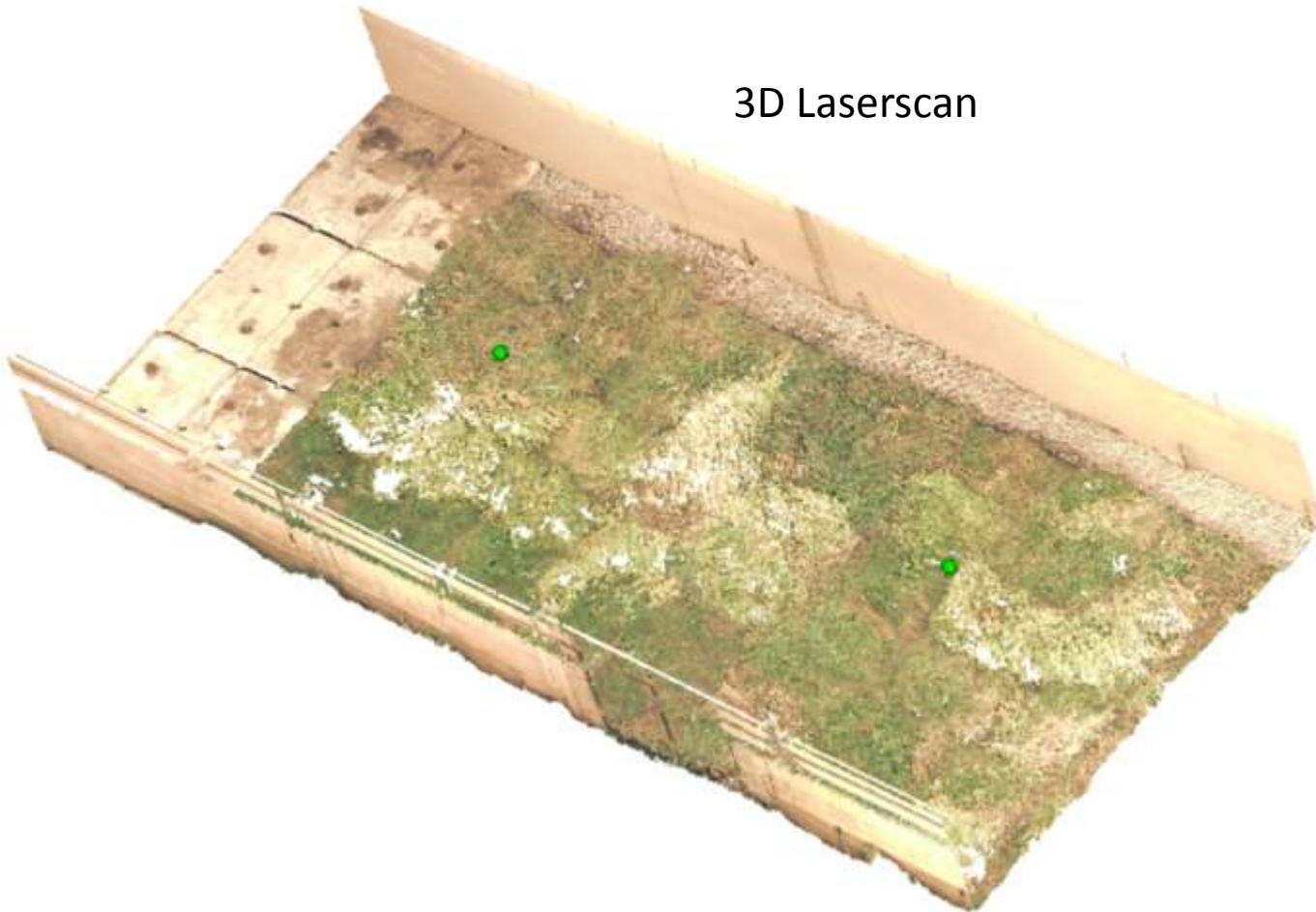
Natürliche Salzmarsch im GWK - Versuchsaufbau



Natürliche Salzmarsch im GWK - Messtechnik



Natürliche Salzmarsch im GWK - Messtechnik



Küstenschutzwerke und Sedimenttransport

Die “klassischen” Forschungsthemen von gestern sind heute noch aktuell und werden es auch morgen noch sein!!!

- **Neue Materialien** (z.B. gebundenes Deckwerk, verzahntes Deckwerk) erfordern immer wieder neue Untersuchungen.
- **Neue Bemessungsansätze** (deterministisch vs. probabilistisch) erfordern neue Untersuchungen, z.B. hinsichtlich der Schadensentwicklung.
- **Neue Messmethoden** (z.B. Videoanalyse, Laserscanner, ABS, ADVP) liefern verbesserte Ergebnisse und vollständig neue Erkenntnisse für zukünftige grundlagen- und anwendungsorientierte Projekte.
- **Numerische Modelle** sind in den letzten 30 Jahren sehr erfolgreich weiterentwickelt worden, können aber nur so gut sein, wie die zugrundeliegenden Gleichungen. Für die weitere Verbesserung und Validierung der Modelle sind neue großmaßstäbliche Laboruntersuchungen unabdingbar.

Neue Forschungsthemen

Die “neuen” Forschungsthemen ergeben sich durch neue Technologien und Strategien unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und werden daher in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen!!!

- **Ökohydraulik:** IKZM und EAM fordern stärkere Einbindung ökologischer Aspekte bei Planung und Umsetzung von Küstenschutzmaßnahmen. Hieraus folgt zwangsläufig wachsender Bedarf an großmaßstäblichen Laborversuchen. Salzmarsch Versuche waren erst der Anfang!!!
- **Maritime Energie:**
 - **Offshore Windenergie** ist bereits seit 10 Jahren ein Thema (Bemessung auf Wellenbelastung; Kolkbildung und Kolkschutz). Weiter großer Forschungsbedarf auch hinsichtlich Tidenströmung.
 - **Wellenenergie und Tidenströmungsenergie** erfahren z.Z. wachsendes politisches Interesse (Horizon 2020). Grundlagenforschung und Prototypen Tests für neue Anlagen erfordern großmaßstäbliche Laborversuche.

Neue Anforderungen an großmaßstäbliche Versuche

Sowohl die “klassischen” als auch die “neuen” Forschungsthemen stellen neue Anforderungen an die Versuchstechnik und erfordern eine Erweiterung des GWK!!!

- **Erweiterung der Wellenmaschine:**

- Notwendig zur Erzeugung höherer Wellen und extremerer Belastungen, die durch den Klimawandel zu erwarten sind (vgl. Grundlage für neuen “Delta Flume”).
- Notwendig zur Erzeugung spezieller, extrem langer Wellen (z.B. Schiffswellen, Tsunami) in ausreichend großem Maßstab.
- Notwendig zur Erzeugung spezieller, bereits transformierter Wellen (z.B. kurz vor Brecherzone), um maximale Maßstäbe bei minimaler Wassertiefe zu ermöglichen.

Servomotorgetriebene Wellenmaschine mit 8 m Hub!!!

Neue Anforderungen an großmaßstäbliche Versuche

Sowohl die “klassischen” als auch die “neuen” Forschungsthemen stellen neue Anforderungen an die Versuchstechnik und erfordern eine Erweiterung des GWK!!!

- **Erzeugung einer Strömung:**

- Notwendig zur Simulation der Tideströmung, z.B. für Untersuchungen zu Kolkbildung und Kolkschutzmaßnahmen, Ökohydraulik, Tideenergieanlagen, Pipelines, Seekabeln, Munitionsaltlasten, ...
- Erweiterung des GWK Portfolios für großmaßstäbliche Modellversuche auch ohne Wellen, z.B. Grundlagenforschung Sedimenttransport, Testkanal für Tideenergiekonverter, ...

Regelbare Umlaufströmung mit maximal 12,5 m³/s!!!

Neue Anforderungen an großmaßstäbliche Versuche

Sowohl die “klassischen” als auch die “neuen” Forschungsthemen stellen neue Anforderungen an die Versuchstechnik und erfordern eine Erweiterung des GWK!!!

- **Tiefteil:**

- Notwendig zum ebenerdigen Einbau mobiler Betten und/oder Pflanzen, z.B. für Untersuchungen zu Kolkbildung und Kolkschutzmaßnahmen, Sedimenttransport allgemein, Ökohydraulik, ...
- Notwendig für Untersuchungen der Bauwerk-Boden Interaktion unter natürlichen Randbedingungen (Welle/Strömung), z.B. für alle flach aber auch tief gegründeten Bauwerke, ...

Kombinierter Tiefteil mit 32m x 2m und 8m x 8m!!!

ES GIBT NOCH VIEL ZU TUN IM GWK!!!



Forschung für den Küstenschutz im GWK gestern, heute, morgen

Stefan Schimmels, Forschungszentrum Küste (FZK)