



Modellversuche zur Deckwerksstabilität unter einer Kaianlage in Beirut, Libanon

Kerstin Hinze, Andreas Kortenhaus & Hocine Oumeraci | 26. Februar 2013 | FZK Kolloquium

Motivation

- Erweiterung des Quay 16 durch Beirut Port Authority
 - ⇒ Reduzierter bzw. kein Schutz durch vorgelagerten Wellenbrecher
- Planung und Entwurf durch Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH
- Modellversuche im Maßstab 1:40 am Leichtweiß-Institut (LWI), TU Braunschweig
 - i) Wellenüberlaufrate
 - ii) Druckbelastung auf der Unterseite der Kaiplatte
 - iii) Deckwerksstabilität







Motivation

- Erweiterung des Quay 16 durch Beirut Port Authority
 - ⇒ Reduzierter bzw. kein Schutz durch vorgelagerten Wellenbrecher
- Planung und Entwurf durch Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH
- Modellversuche im Maßstab 1:40 am Leichtweiß-Institut (LWI), TU Braunschweig
 - i) Wellenüberlaufrate
 - ii) Druckbelastung auf der Unterseite der Kaiplatte
 - iii) Deckwerksstabilität







Modellaufbau und Messtechnik

Modellmaßstab:1:40

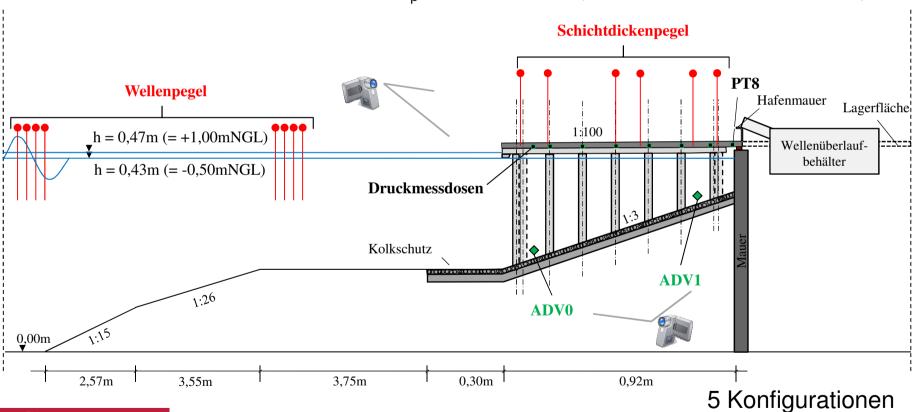
Versuchsdauer: 1000 Wellen

Wellenbedingungen (JONSWAP Spektrum):

h = 0.43m; 0.47m (-0.50mNGL; +1.00mNGL)

 $H_{m0} = 0.055 - 0.1950 \text{m} (2.2 - 7.8 \text{m} \text{ im Naturmaßstab})$

 $T_p = 1,897; 2,087s (12,0; 13,2s im Naturmaßstab)$

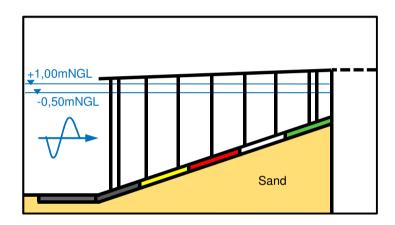






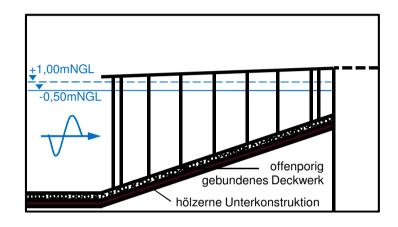
Vergleich der Deckwerke

Schüttsteindeckwerk



- Sand: skalierte Siebkurve des Originalsands (d₅₀ = 1,5mm)
- keine Filterschicht
- Schüttsteine: 22,4 31,5mm
- Deckwerksdicke: ca. 2cm

Offenporig gebundenes Deckwerk



- Steine: 5 11mm
- 2- Komponenten Polyurethankleber
- Deckwerksdicke: 2cm





Deckwerksstabilität - Versuchsdurchführung

Schüttsteindeckwerk:

- Fotos wurden vor und nach jedem Test aufgenommen
- Anzahl der Steine in anderen Farbbereichen wurde gezählt

Offenporig gebundenes Deckwerk:

Geschwindigkeitsmessungen (ADV-Sonden)







Deckwerksstabilität – Ergebnisse

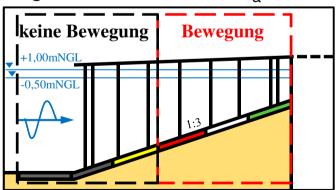
Offenporig gebundenes Deckwerk:

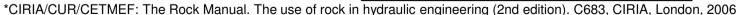
- stabiler Verbund der verklebten Steine
- Wellenauf- und -ablaufgeschwindigkeiten zwischen 3,8m/s und 7,0m/s (Natur)

Schüttsteindeckwerk:

- Nur einzelne Steine haben sich bewegt, keine Kolkbildung um die Pfähle
- Steinbewegung nur in den oberen drei Abschnitten: grün, weiß, rot, hauptsächlich im grünen Abschnitt
- Analyse nach den Empfehlungen des Rock Manual (CIRIA/CUR/CETMEF, 2006)*: Selbst unter extremen Wellenbedingungen Schadenszahl N_a < 5%











Zusammenfassung

Deckwerksstabilität der Modellversuche im Maßstab 1:40

→ Beide Deckwerke sind stabil

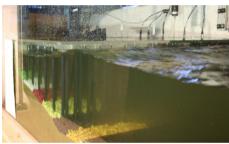
Offenporig gebundenes Deckwerk:

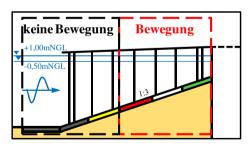
- stabiler Verbund der verklebten Steine
- Wellenauf- und -ablaufgeschwindigkeiten 3,8m/s und 7,0m/s (Naturmaßstab)

Schüttsteindeckwerk:

- stabil (selbst unter extremen Wellenbedingungen Schadenszahl N_a < 5%)
- größte Steinbewegung vor der Spundwand

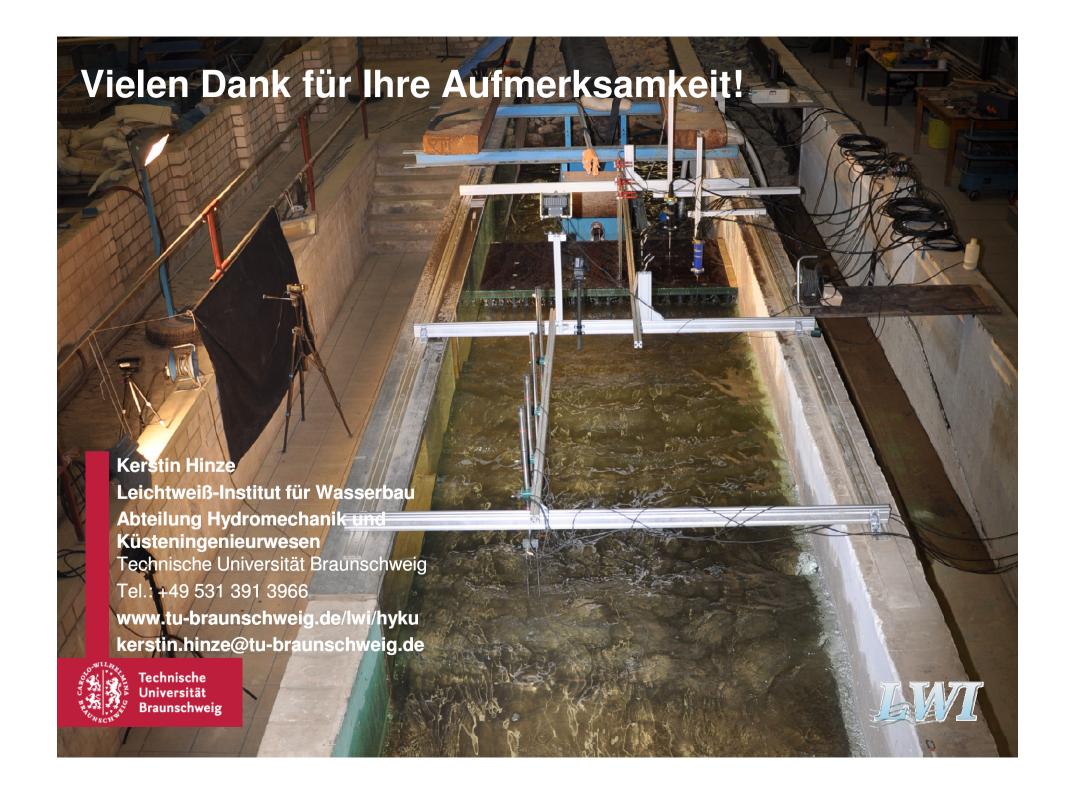










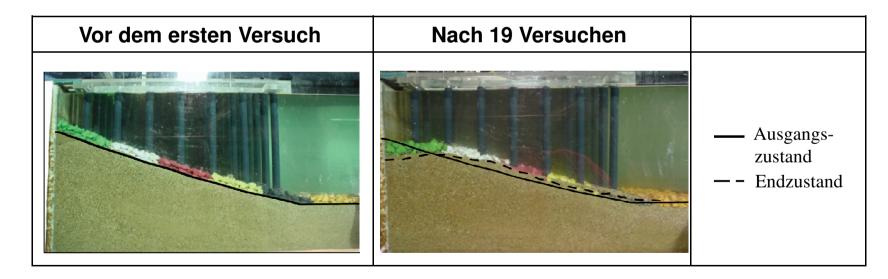


Sandkern des Schüttsteindeckwerks – Ergebnisse

Unterschiedliche Sandkerngeometrie vor und nach 19 Versuchen:

- Erosion am Böschungskopf (grüner Abschnitt)
- Akkumulation des Sandes in der Böschungsmitte (weißer und roter Abschnitt)
- Keine Veränderung am Böschungsfuß

Kein Schaden am Schüttsteindeckwerk







Zusammenfassung

Modellyersuche im Maßstab 1:40:

- Deckwerksstabilität: beide Arten sind stabil (Schaden < 5%), größte Steinbewegung vor der Spundwand, Änderungen der Sandkerngeometrie zu erkennen
- Wellenüberlaufraten: sehr hoch
- Druckbelastung auf die Kaiplattenunterseite: ähnlich entlang der Kaiplatte, aber bedeutend höher an der Druckmessdose neben der Spundwand
- Geschwindigkeiten am Deckwerk: bis zu 8m/s für Wellenauf- und -ablauf
- → Erweiterung des vorgelagerten Wellenbrechers oder Bau eines anderen Bauwerks zur Reduktion der Wellenhöhe am Quay



