

-
- 12. FZK Kolloquium

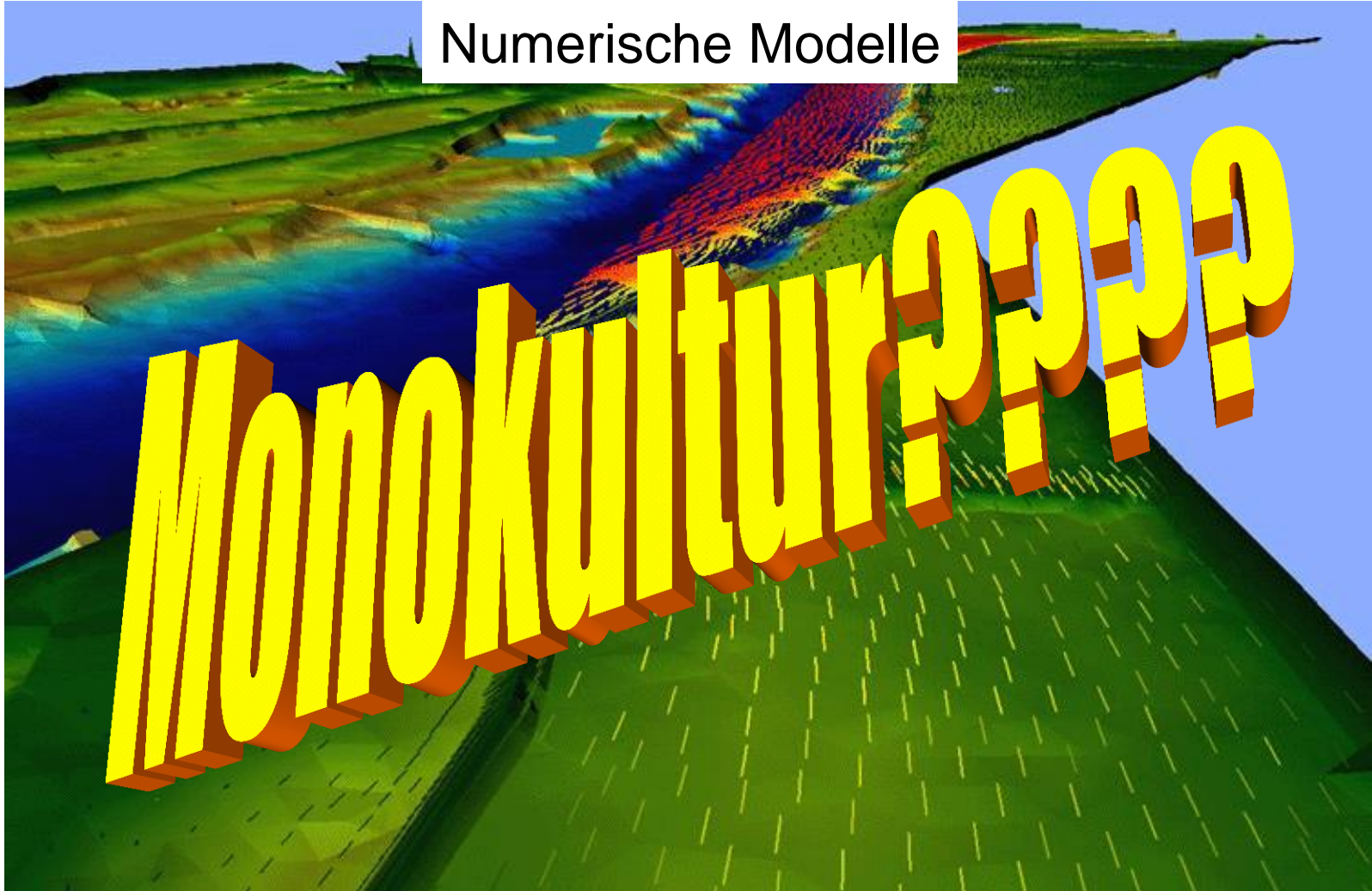
Wasserbauliches Versuchswesen im Wandel der Zeiten - Historie, Stand und Perspektiven

- Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf,
- Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University

Physikalische Modellversuche



Numerische Modelle



Naturmessungen





Experten unter sich!



Anschaulich!

Modelle im Wasserbau

Ziel: Nachbildung, Beschreibung und Prognose eingetretener, derzeitiger und zukünftiger Prozesse und deren Wechselwirkungen mit ihrer Umgebung

Modelle im Wasserbau

Ziel: Nachbildung, Beschreibung und Prognose eingetretener, derzeitiger und zukünftiger Prozesse und deren Wechselwirkungen mit ihrer Umgebung

Num. Modelle

Modellversuche

**Kombination/
Kopplung**

Naturmessungen
(erforderlich für Kalibrierung,
Verifikation und Validation)

Theorie
(erforderlich für Beschreibung
und Verständnis
physikalischer Prozesse)

Theorie
(analytische
Lösungen +
Empirische Ansätze)



**Messungen
in der Natur**



**Phys. Modell-
versuche +
Experimente**
(klein-/großmaß
stäblich)



Num. Modelle
(incl. Fluid/
Struktur-
Interaktion)



Stärken

- einfach (?)
- nutzt fundamentale phys. Gleichungen
- Grundlegendes Verständnis

Schwächen

- idealisiert
- Komplexität
- Übertragbarkeit

Stärken

- Real life
- alle Skalen
- alle Prozesse
- alle Disziplinen

Schwächen

- Wiederholbarkeit
- Übertragbarkeit
- Genauigkeit
- Anfällig für Ausfälle
- Kosten
- Prognosefähigkeit
- Dauer

Stärken

- kontrollierte Bedingungen
- alle Prozesse (?)
- Wiederholbarkeit
- Anschaulichkeit

Schwächen

- Maßstabeffekte
- Modelleffekte
- Übertragbarkeit
- Kosten

Stärken

- Wiederholbarkeit
- Übertragbarkeit
- Betriebskosten
- ortsungebunden
- Speicherung der Ergebnisse

Schwächen

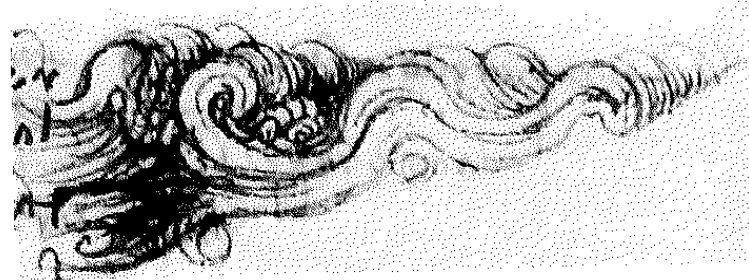
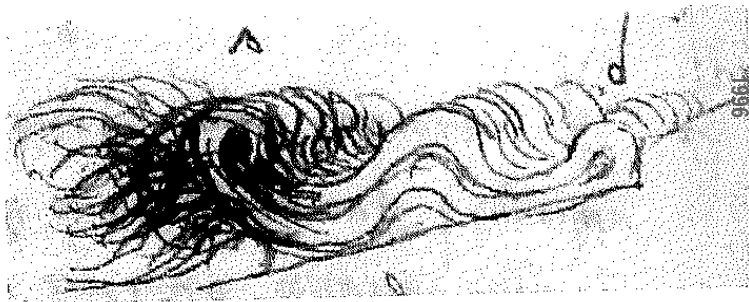
- Näherung
- fehlende Prozesse
- num. Effekte
- Parametrisierung
- Programmkosten



In der Antike entwickelt



In der Antike entwickelt

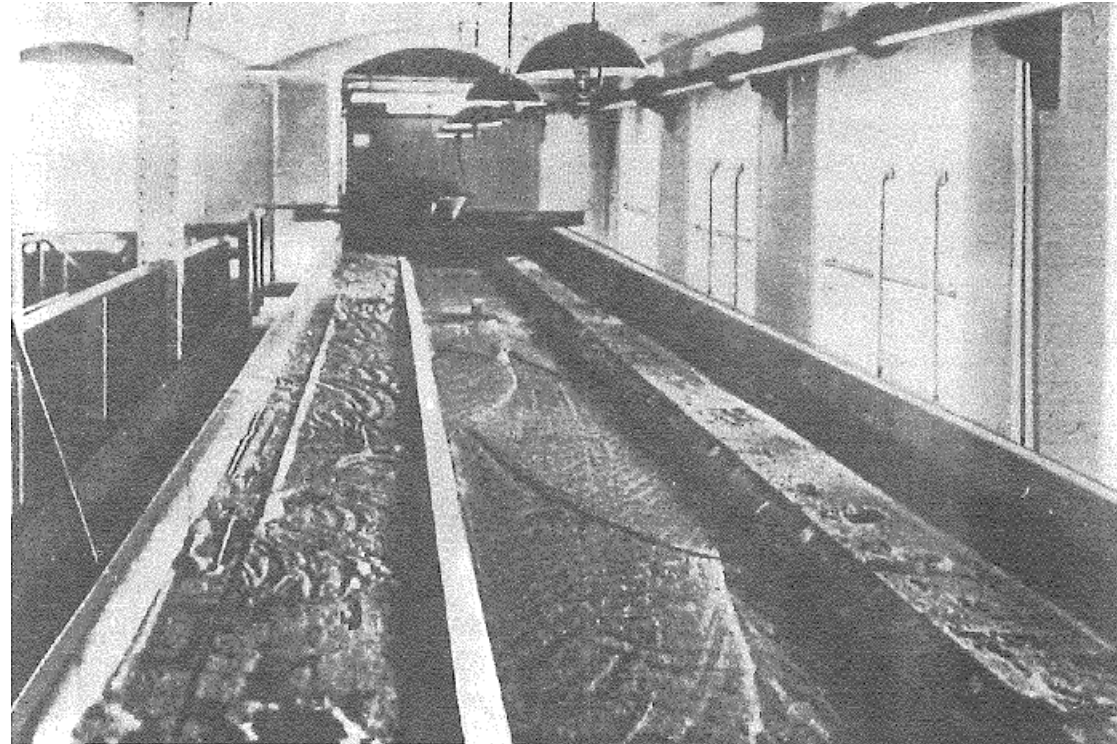


Quelle: Schneider, Leonardo da Vinci: Das Wasserbuch, 1996

Je nach Form, Tiefe, Länge und Breite, fließt das Wasser unterschiedlich stark und schnell.



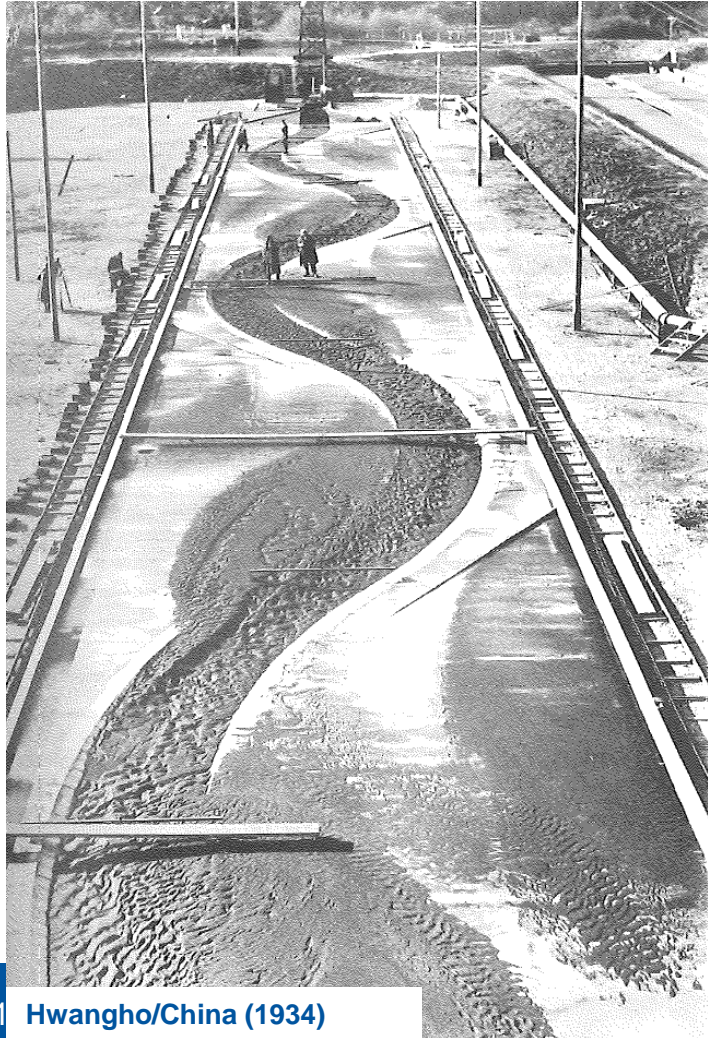
**Leonardo da Vinci
1452 - 1519**



Hubert Engels (1854-1945)

TH Dresden 1898

Historie



1 Hwangho/China (1934)

- 1898 (1913) Techn. Hochschule Dresden (Engels)**
- 1901 (1921) Techn. Hochschule Karlsruhe (Rehbock)**
- 1903 Preußische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau Berlin (Krey)**
- 1907 Kaiserliche Marinewerft Wilhelmshaven**
- 1908 Techn. Hochschule Darmstadt (Koch)**
- 1910 (1939) Techn. Hochschule Braunschweig (Möller)**
- 1912 Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg (Grantz)**
- 1914 (1925) Techn. Hochschule Danzig (Schulze)**
- 1914 (1925) Techn. Hochschule München (Camerer, Thoma)**
- 1923 (1930) Techn. Hochschule Hannover (Franzius)**
- ca. 1925 Firma MAN Werk Gustavsburg/Main**
- 1926 Versuchsanstalt Oberrach/Walchensee (von Miller)**

Entwicklung des Wasserbaulichen Versuchswesens

- Fragestellungen
- Versuchstechnik
- Messtechnik



The Institution of Civil Engineers.

SELECTED ENGINEERING PAPERS.

BEING ORIGINAL COMMUNICATIONS ORDERED BY THE COUNCIL
TO BE PUBLISHED WITHOUT DISCUSSION.

No. 99.

“THE
EFFECT OF SURFACE WAVES ON
THE DISCHARGE OVER WEIRS.”

BY
PROFESSOR ARNOLD HARTLEY GIBSON, D.Sc.,
M. Inst. C.E.

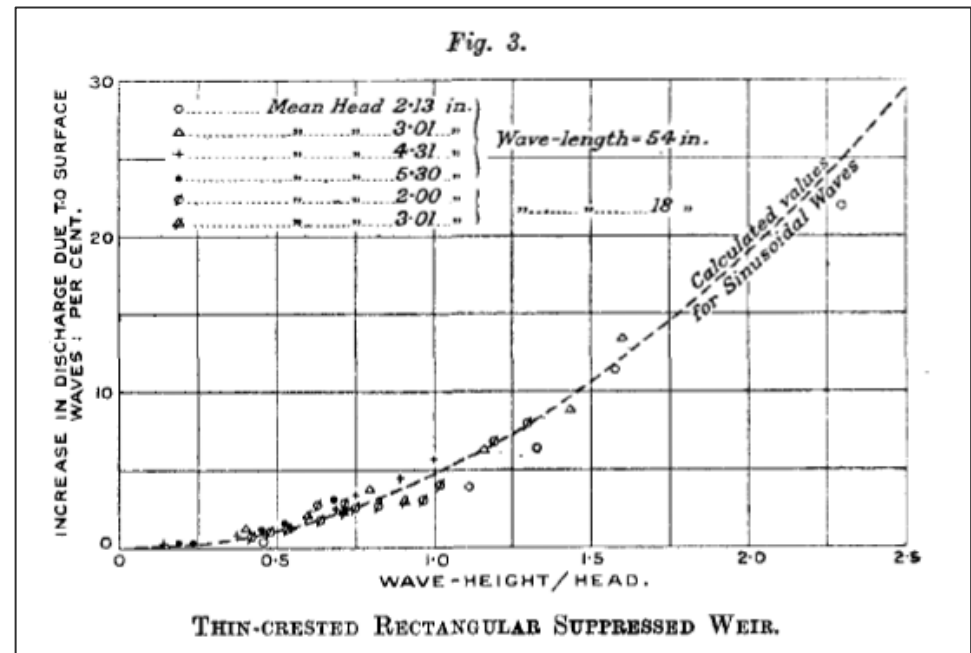
EDITED BY
H. H. JEFFCOTT, Sc.D., B.A.I., Assoc. M. Inst. C.E.,
SECRETARY.

LONDON:
Published by The Institution,
GREAT GEORGE STREET, WESTMINSTER, S.W.1.
1930.

[The right of Publication and of Translation is reserved.]

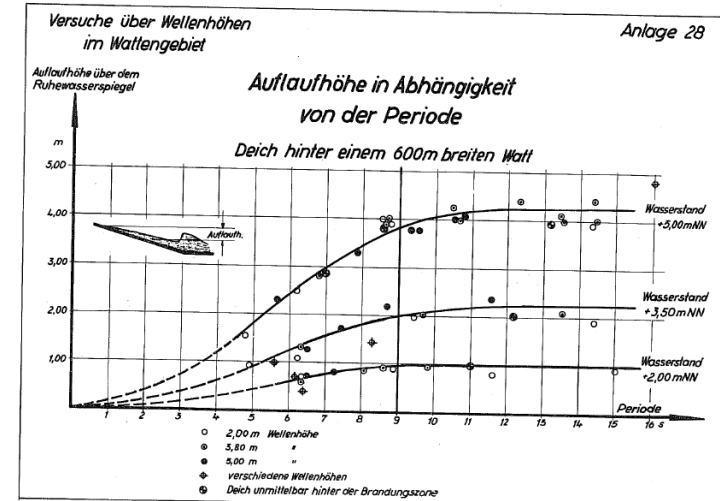
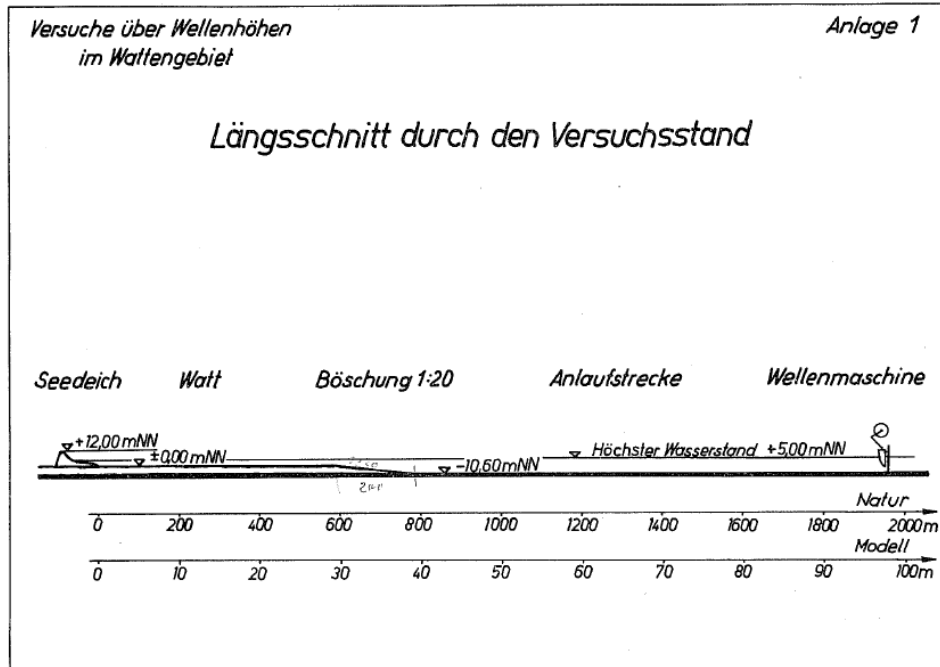
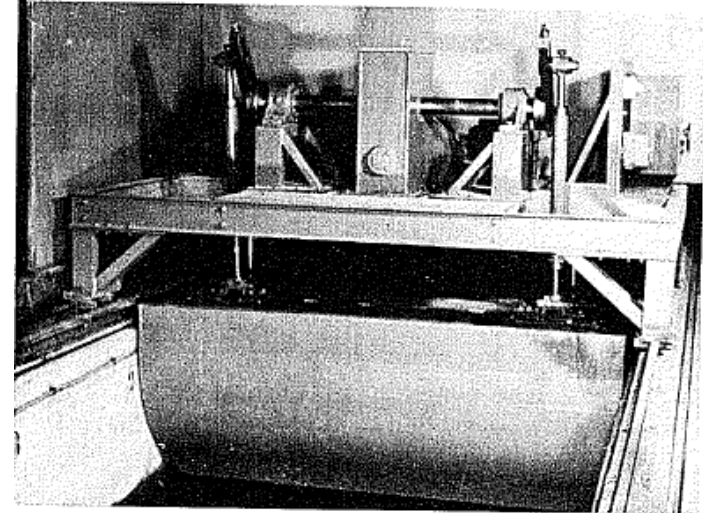
Gibson, 1930

(5) The effect of waves on the discharge over a broad-crested weir is less than over a thin-crested weir, and is more irregular. For this reason it would not be advisable to use such a weir as a measuring-device with waves of any appreciable magnitude in the approach-channel.



Hensen (1954)

- Wellenkanal
- Tauchkörper als Wellenmaschine
- Regelmäßige, sinusförmige Wellen
- Visuelle Bestimmung der Auflaufhöhe

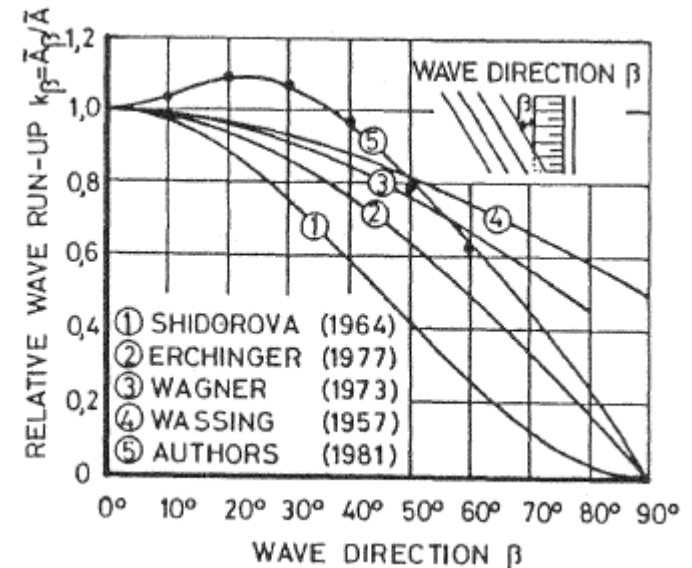
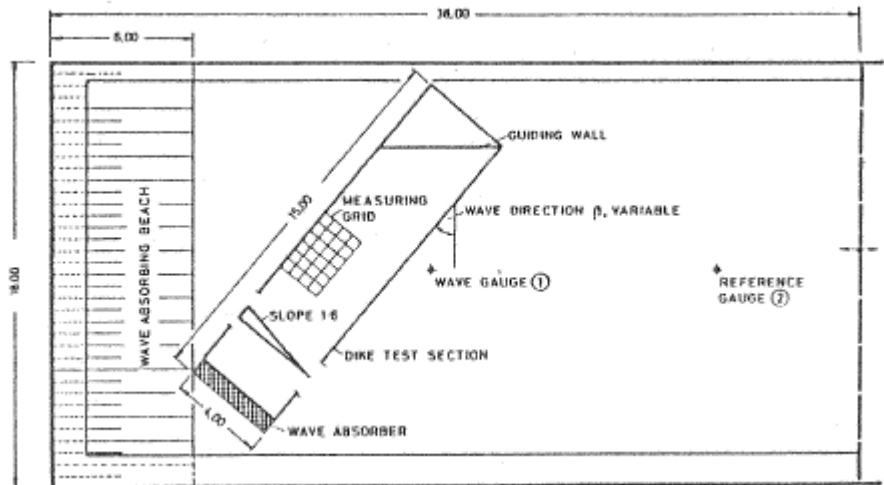


Tautenhain (1981)

- Wellenbecken
- Wellenmaschine
- Regelmäßige und unregelmäßige Wellen
- Auflaufpegel
- Erste Wellenüberlaufuntersuchungen

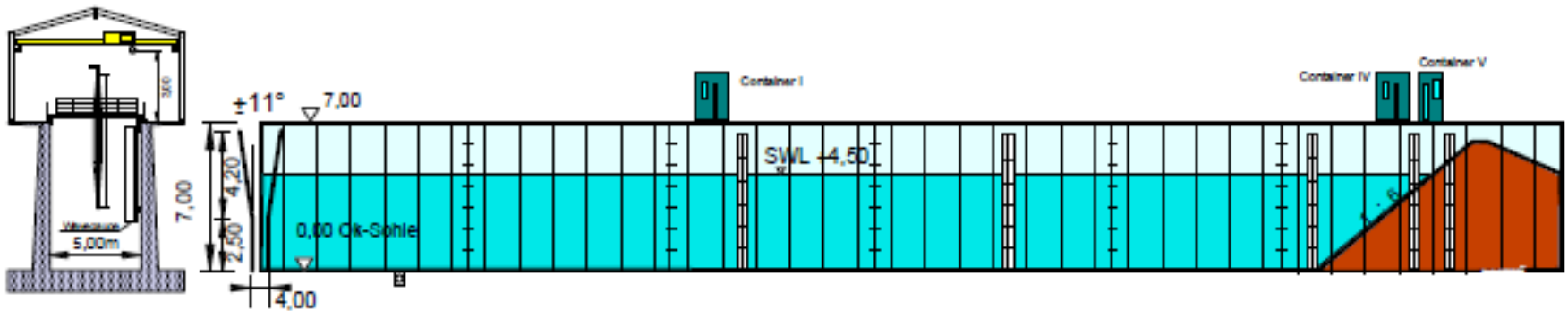
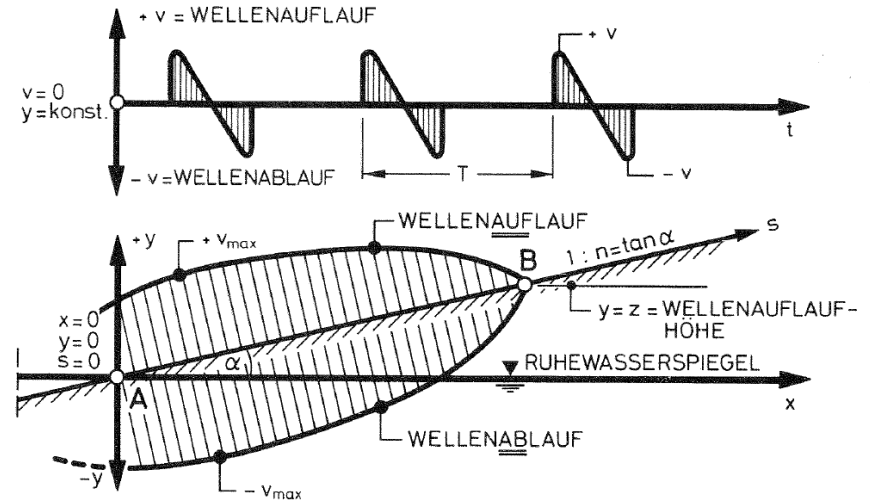


Quelle: Practical Hydraulics



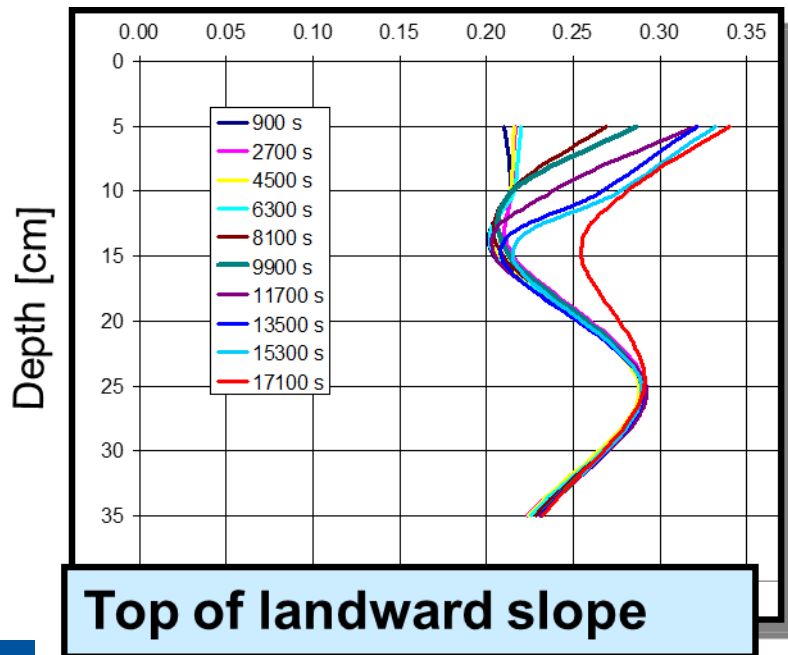
Führböter (1991)

- Großer Wellenkanal (GWK)
- Regelmäßige und unregelmäßige Wellen
- Digitaler Auflaufpegel
- Strömungsgrößen des Wellenaufbaus



Oumeraci (2001)

- Großer Wellenkanal (GWK)
- Wechselwirkung mit Bodenmechanik
- Versagensmechanismen



EurOtop

Manual on wave overtopping of sea defences and related structures

An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application

Second Edition



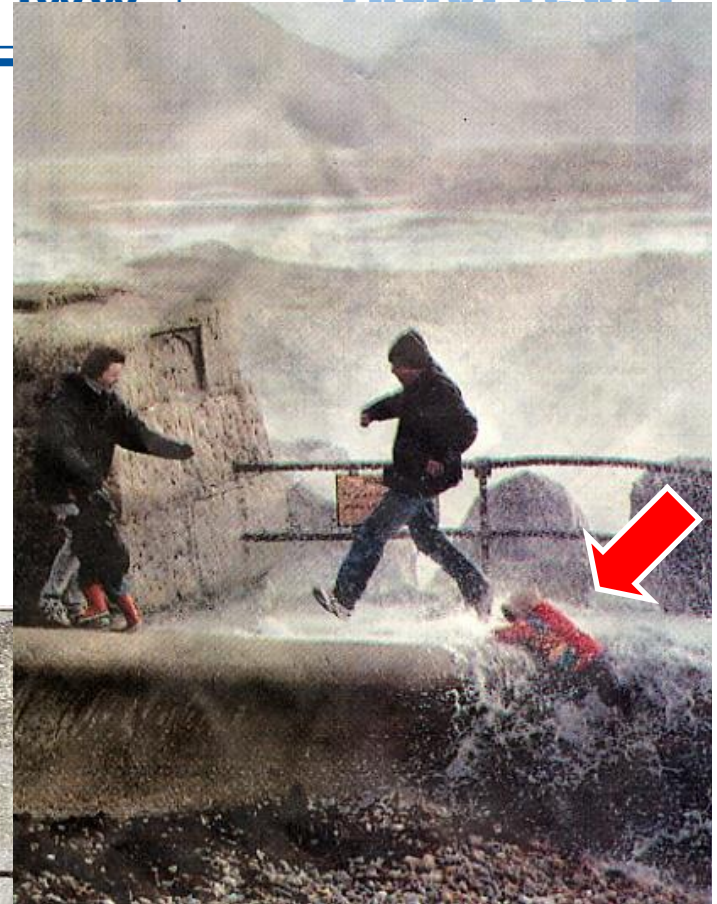
www.overtopping-manual.com

Was ist neu?

- Neue kritische Überlaufdaten

Hazard type and reason	Mean discharge q (l/s per m)	Max volume V_{max} (l per m)
People at structures with possible violent overtopping, mostly vertical structures	No access for any predicted overtopping	No access for any predicted overtopping
People at seawall / dike crest. Clear view of the sea.	$H_{m0} = 3$ m 0.3 $H_{m0} = 2$ m 1 $H_{m0} = 1$ m 10-20 $H_{m0} < 0.5$ m No limit	600 600 600 No limit
Cars on seawall / dike crest, or railway close behind crest	$H_{m0} = 3$ m <5 $H_{m0} = 2$ m 10-20 $H_{m0} = 1$ m <75	2000 2000 2000
Highways and roads, fast traffic	Close before debris in spray becomes dangerous	Close before debris in spray becomes dangerous

Stand



**Direct overtopping hazards
Dover, October 2002**

Quelle: Allsop, 2004

EurOtop

Manual on wave overtopping of sea defences and related structures

An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application

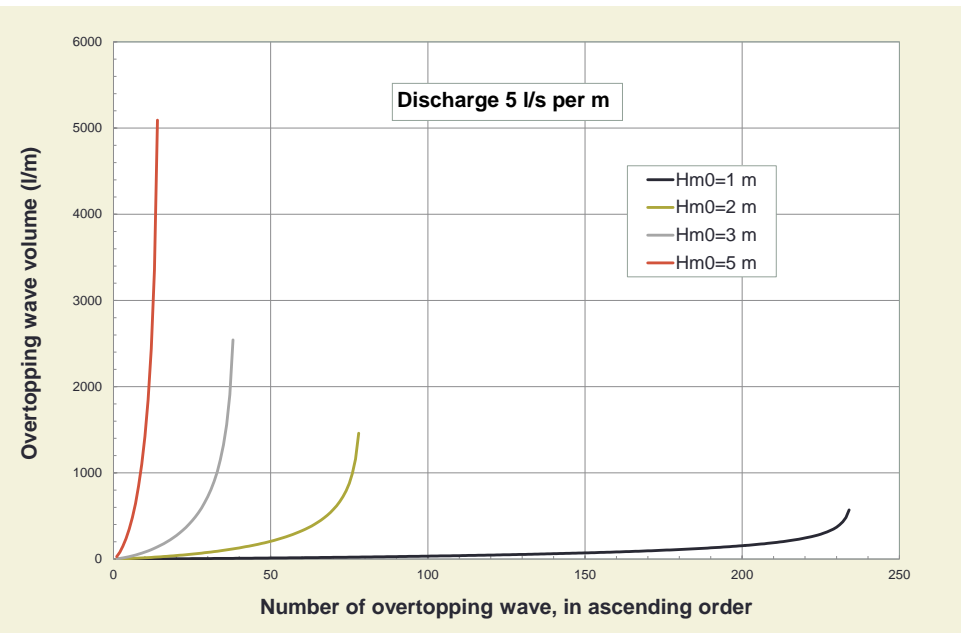
Second Edition



www.overtopping-manual.com

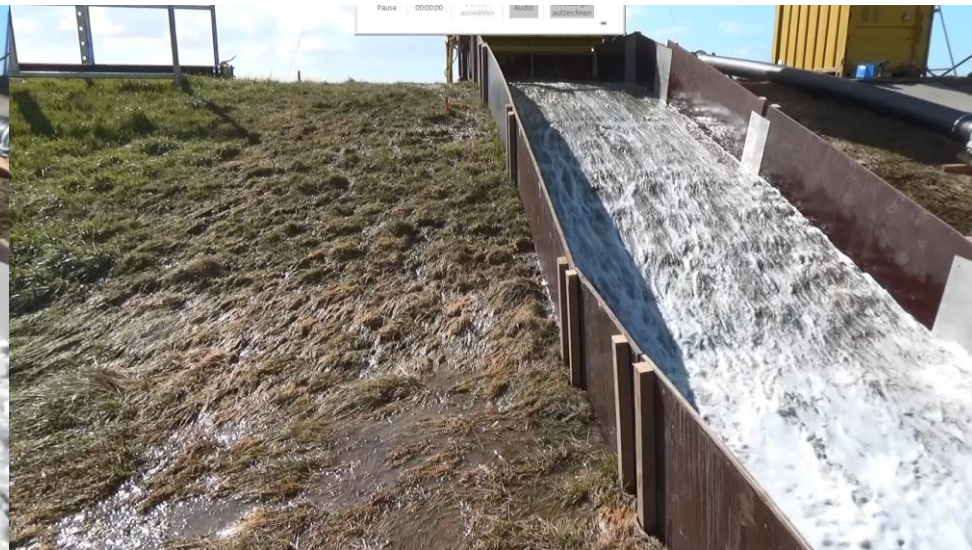
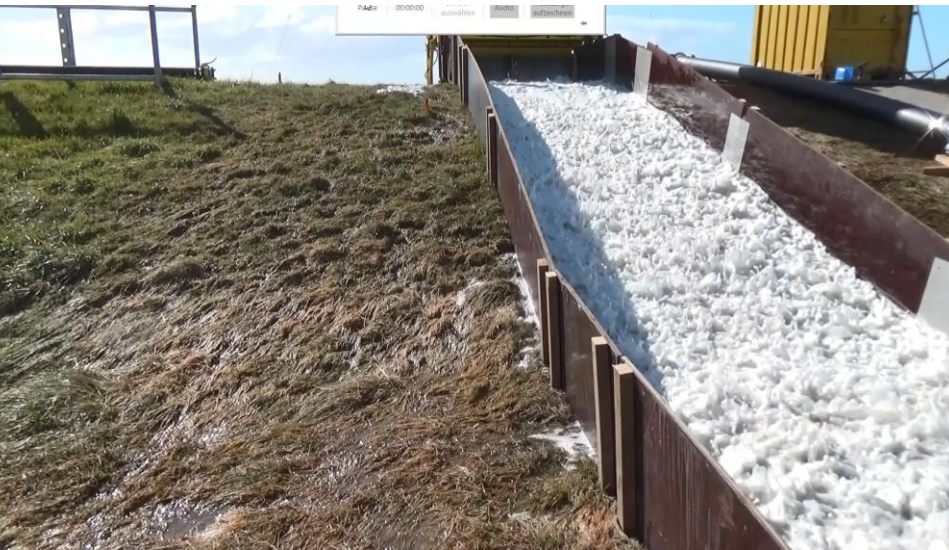
Was ist neu?

- Neue kritische Überlaufraten
- Wellenüberlaufvideos



$q = 10 \text{ l/(sm)}$
 $H_s = 3,0\text{m}$

$q = 10 \text{ l/(sm)}$
 $H_s = 1,0\text{m}$



Quelle: Eurotop (2016)

EurOtop

Manual on wave overtopping of sea defences and related structures

An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application

Second Edition



Was ist neu?

- **Neue kritische Überlaufraten**
- **Wellenüberlaufvideos**
- **Verbesserte Formeln**
- **Senkrechte Wände**
- **Neural Network**
- **Viele Fotos**
-

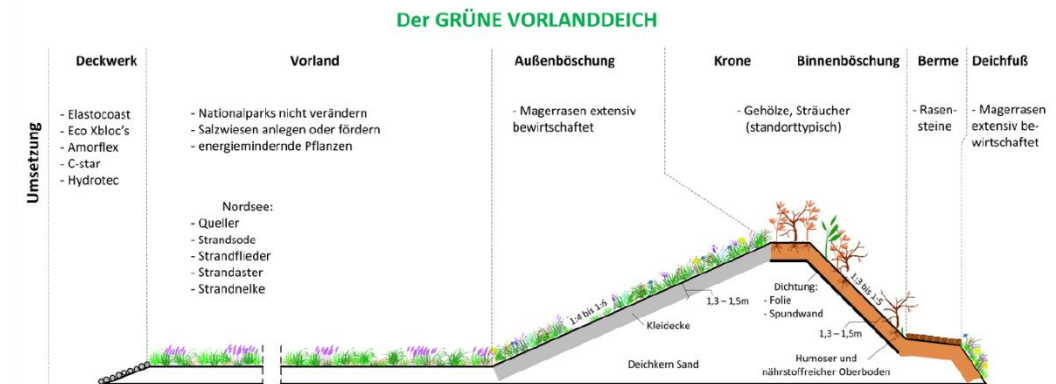
1.) Einsatz innovativer Technologien

- Neue Versuchseinrichtungen
- Sensortechnologien
- Drohnen
- CoastView
- Neue Baustoffe



2.) Ökosystemare Aspekte

- Grüne Deiche
- Grüne Deckwerke
- Building with Nature



3.) Reduktion von Unsicherheiten

- Verbesserte Modelle
- Kostenoptimierung
- Life Cycle Assessments



**Sicher ist,
dass nichts
sicher ist.
Selbst das
nicht!**

Zitat: Joachim Ringelnatz

Ergebnis:

- **Neubau von Versuchsanlagen im Wasserbau**
 - **Aachen (2x)**
 - **Dresden**
 - **Hannover**
 - **Zürich**
- **Zunahme von Forschungsvorhaben im Wasserbaulichen Versuchswesen**
 - **KfKI-Vorhaben**
 - **Küno-Vorhaben**
 - **ReWAM-Vorhaben**
 - **Geotechnologien-Vorhaben**

Wasserbauliches Versuchswesen ist:

- vielseitig
- spannend
- topaktuell
- innovativ
- kreativ
- interdisziplinär

... und überhaupt nicht von gestern!