

# Mathematisches Verfahren zur Ermittlung der Wellenhöhenverteilung in einem Hafen

Von Sören Kohlhasse, Karl-Friedrich Daemrich, Udo Berger, Ehrhardt Tautenhain, Ole Burkhardt

## Summary

*A mathematical method to calculate wave heights in harbours caused by diffraction and reflection is presented. Using a modified SOMMERFELD solution for a semi-infinite breakwater, a linear superposition method is applied. The reflections of the harbour boundaries are taken into account using a geometric mirroring principle.*

*By the example of the Greenville harbour extension the influence of reflection and diffraction effects on the wave pattern is explained.*

## Kurzfassung

Der auf der Coastal Engineering Conference in Hamburg vorgetragene Beitrag befaßt sich mit einem linearen Überlagerungsverfahren zur Berechnung der Wellenhöhenverteilung in einem Hafen, die im wesentlichen durch Diffraktions- und Reflexionseffekte, die von der Geometrie des Hafens abhängen, bestimmt wird.

Das Verfahren wurde innerhalb des Teilprojekts C 2 „Bauwerke zur Wellendämpfung“ des SFB 79 der Universität Hannover entwickelt. Es wurde an einem praktischen Beispiel

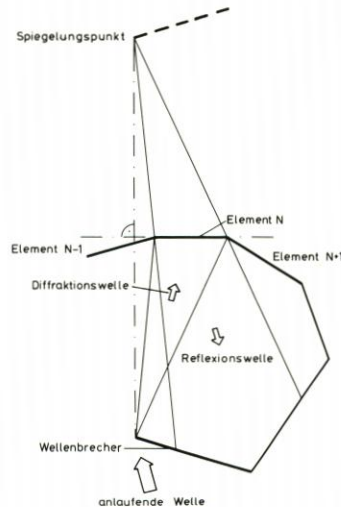


Abb. 1. Zur Erläuterung des Spiegelungsprinzips

(Hafenerweiterung des Hafens Greenville/Liberia, BURKHARDT, 1977) getestet und durch hydraulische Modellversuche überprüft.

Das Verfahren basiert auf einem einfachen geometrischen Spiegelungsprinzip, das bereits durch CARR, 1952, angewendet wurde und in Abb. 1 schematisch dargestellt ist. Die Hafenbe-

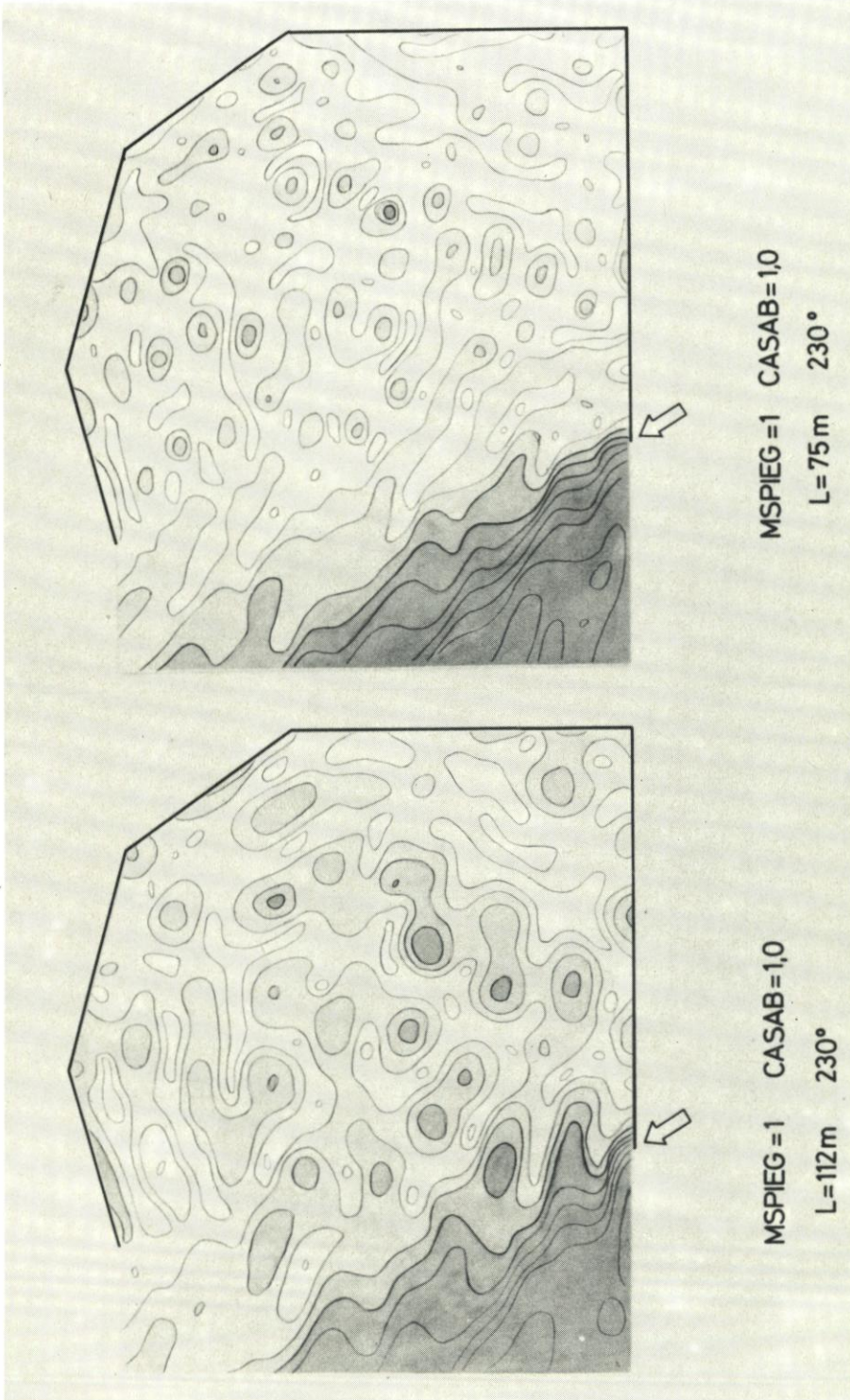


Abb. 2. Wellenhöhenverteilung in einem Hafen (Beispiel) für unterschiedliche Wellenperioden

randungen werden idealisiert als Polygonzug mit  $n$ -Elementen. Die am jeweiligen Element  $N$  reflektierten Wellen werden als Diffraktionswellen aufgefaßt, die vom geometrischen Spiegelpunkt des Wellenbrecherkopfes aus in das Hafenninnere zurücklaufen und sich der am Wellenbrecher entstehenden Diffraktionswelle überlagern. Das Element  $N$  wird also als Öffnung betrachtet, d. h., daß an den Eckpunkten zu den Nachbarelementen  $N - 1$  bzw.  $N + 1$  entstehende Streuungswellen dem resultierenden Wellensystem derart überlagert werden müssen, daß die sonst entstehenden Sprungstellen in den geometrischen Schattenlinien ausgeglichen werden.

Die Berechnung der Teilwellensysteme beruht auf der SOMMERFELDSchen Lösung zur Berechnung der Diffraktion an einem halboneudlichen Wellenbrecher (s. z. B. DAEMRICH, 1978). Das verwendete Computerprogramm erlaubt die phasengerechte Überlagerung beliebig vieler Teilwellensysteme. Reflexionsgrade der Hafengebrenzungen können beliebig vorgegeben werden; Re-Reflexionen, die vor allem bei senkrechten Wänden von Bedeutung sein können, werden, analog wie in Abb. 1 angegeben, berücksichtigt.

Auf der Hamburger Konferenz wurden neben dem Einfluß der Wellenperiode speziell die Einflüsse von Reflexionen und Re-Reflexionen sowie die der in den Ecken der Hafengebrenzungen entstehenden zusätzlichen Streuungswellen auf das resultierende Wellenfeld exemplarisch behandelt. Der vollständige Text der Untersuchungen erscheint in den Proceedings der Konferenz. Abb. 2 zeigt ein Berechnungsbeispiel. Angegeben ist die örtliche Wellenhöhe bezogen auf die Wellenhöhe vor dem Hafen (Linien gleicher  $K'$ -Werte). Die Wellenhöhen wurden durch unterschiedliche Farbschattierungen markiert. Die Abbildung zeigt vergleichende Berechnungen mit unterschiedlichen Wellenperioden. Die Reflexion an den Hafengebrenzen wurde mit  $\kappa_R = 0,3$ , die Re-Reflexion am Wellenbrecher mit  $\kappa_R = 1,0$  berücksichtigt.

### S c h r i f t e n v e r z e i c h n i s

- BURKHARDT, O.: Wellenverhältnisse im Hafen Greenville, Liberia. Unveröffentlichte gutachtliche Stellungnahme, Hannover, 1977.
- CARR, H. J.: Wave Protection Aspects of Harbour Design. Hydrodynamics Laboratory, Hydraulic Structures Division, California Institute of Technology, Pasadena, California Report No. E-11, 1952.
- DAEMRICH, K.-F.: Diffraktion gebeugter Wellen. Ein Beitrag zur Berechnung der Wellenruhe in einem Hafen. Mitt. des Franzius-Inst. der Techn. Univ. Hannover, H. 47, 1978.