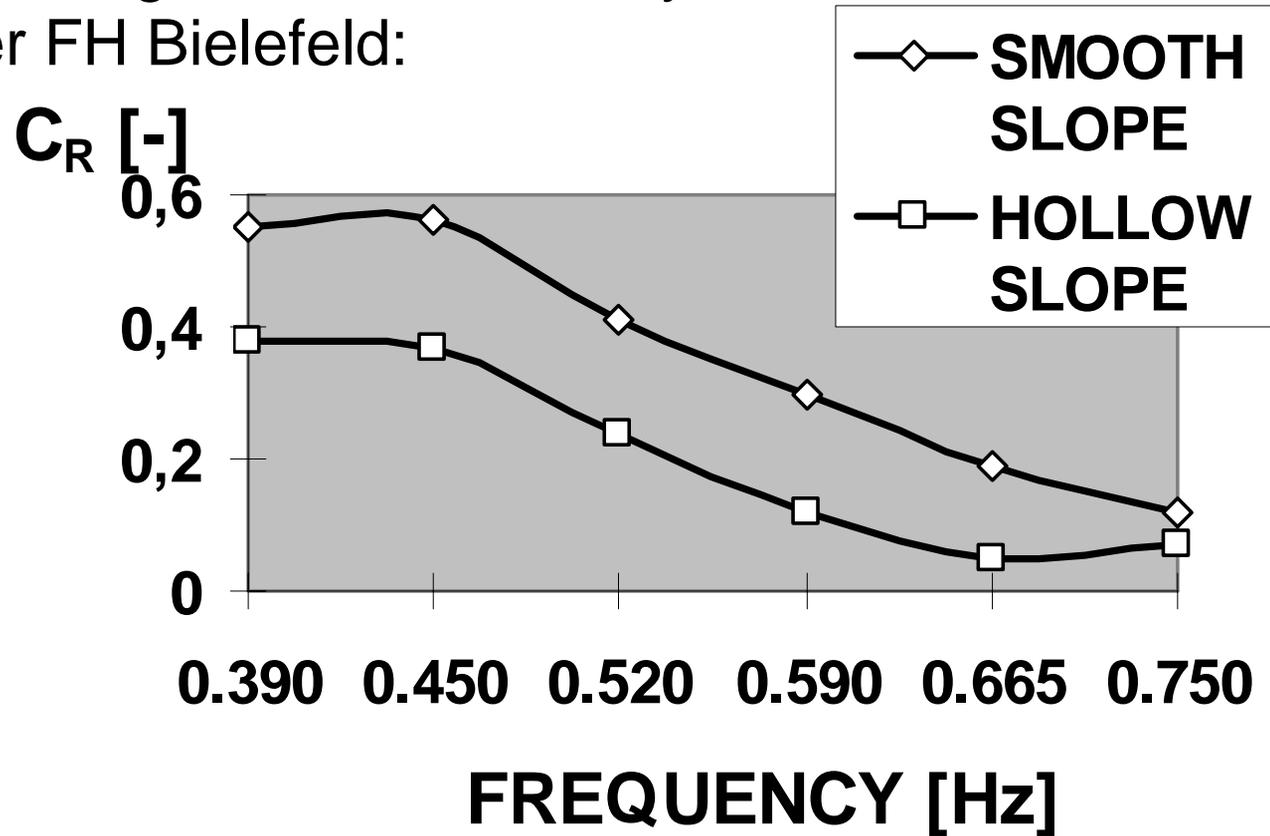




Modelluntersuchungen im Labor für Hydromechanik und Wasserbau der FH Bielefeld:

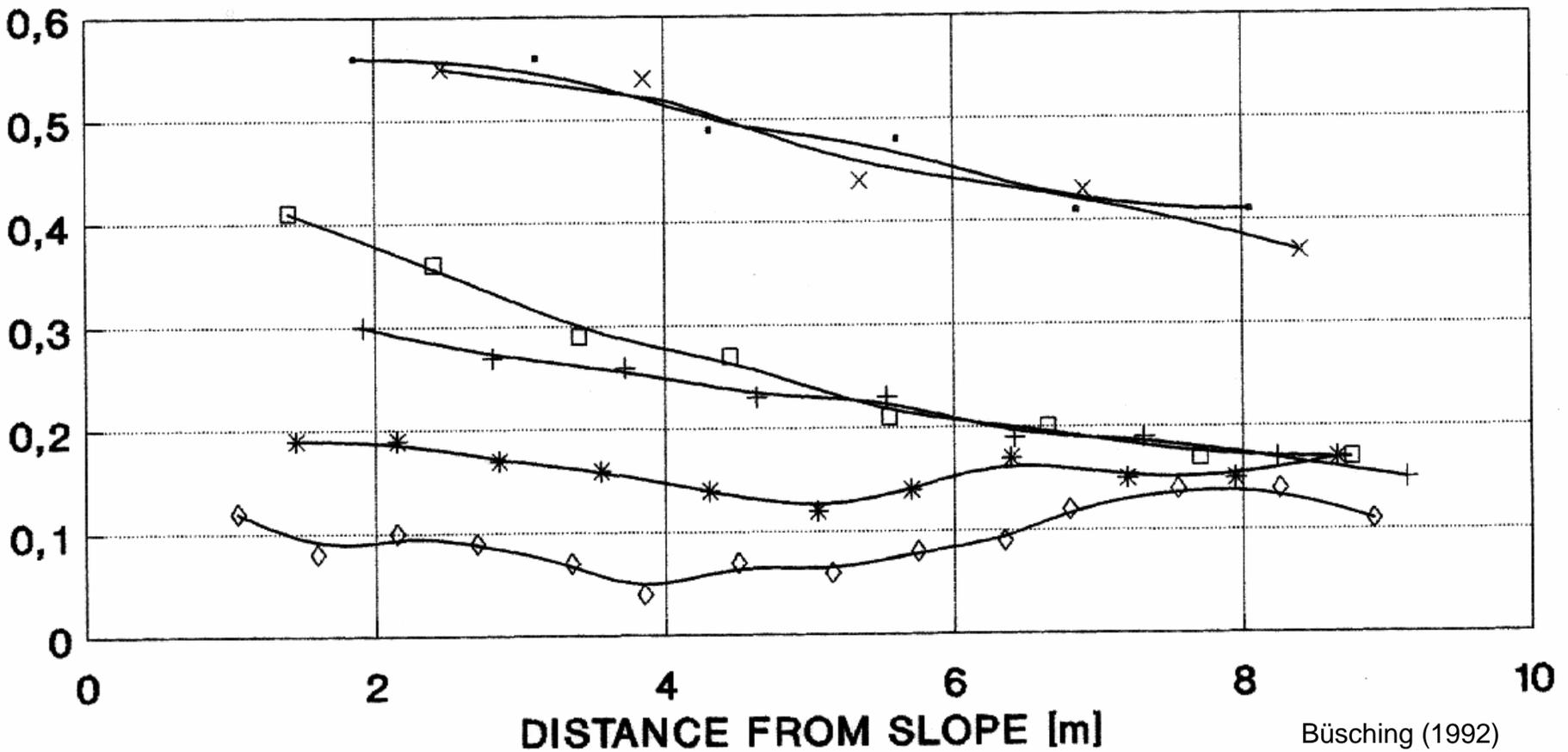


Untersuchungen mit irregulären Wellen (Wellenspektren) an einer Böschung 1:3 haben für kürzere Wellen (Frequenzkomponenten) abnehmende Reflexionskoeffizienten gezeigt.

Büsching, F.: Wave and Downrush Interaction on Sloping Structures, 10th International Harbour Congress, Antwerpen, 1992.

Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1991: Diplomarbeiten Blees, O. und Stühmeyer, M.

REFLECTION COEFFICIENT [-]



Büsching (1992)

—x— 0.36 - 0.42 Hz

—+— 0.42 - 0.48 Hz

—□— 0.48 - 0.56 Hz

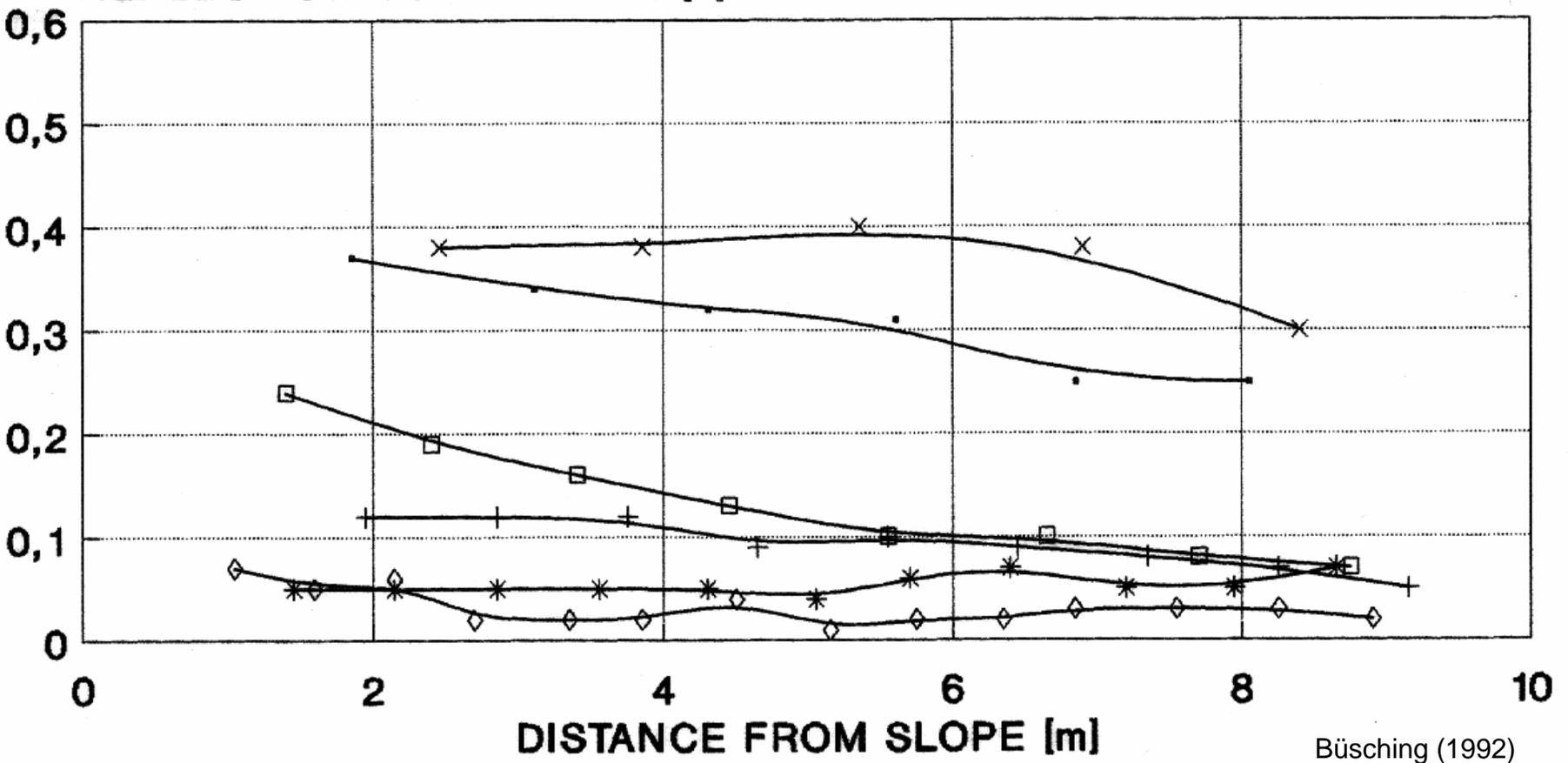
—+— 0.56 - 0.62 Hz

—*— 0.62 - 0.71 Hz

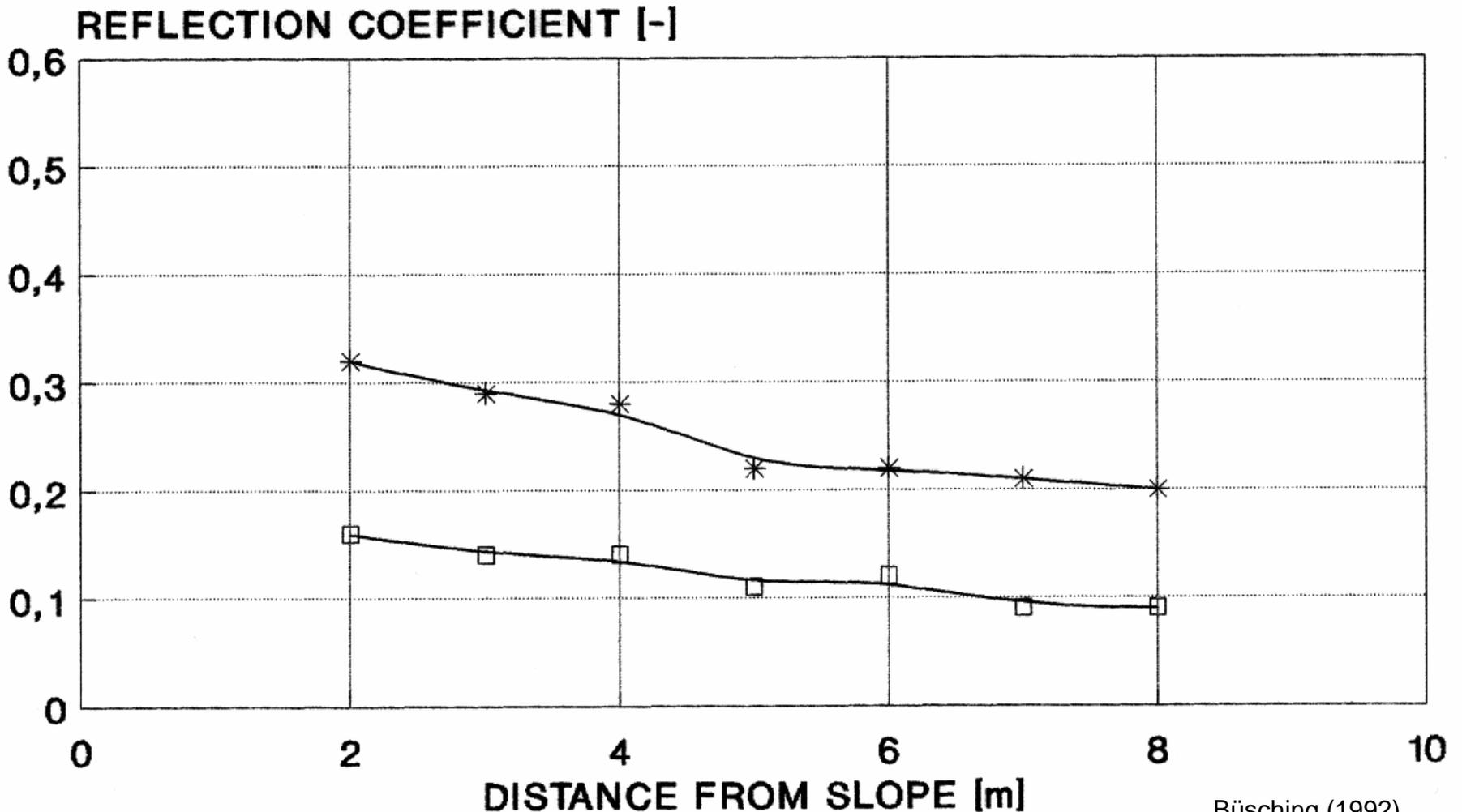
—◇— 0.71 - 0.79 Hz

Abnahme der Reflexionswirkung mit der Entfernung von einer glatten Böschung der Neigung 1 : 3.

REFLECTION COEFFICIENT [-]

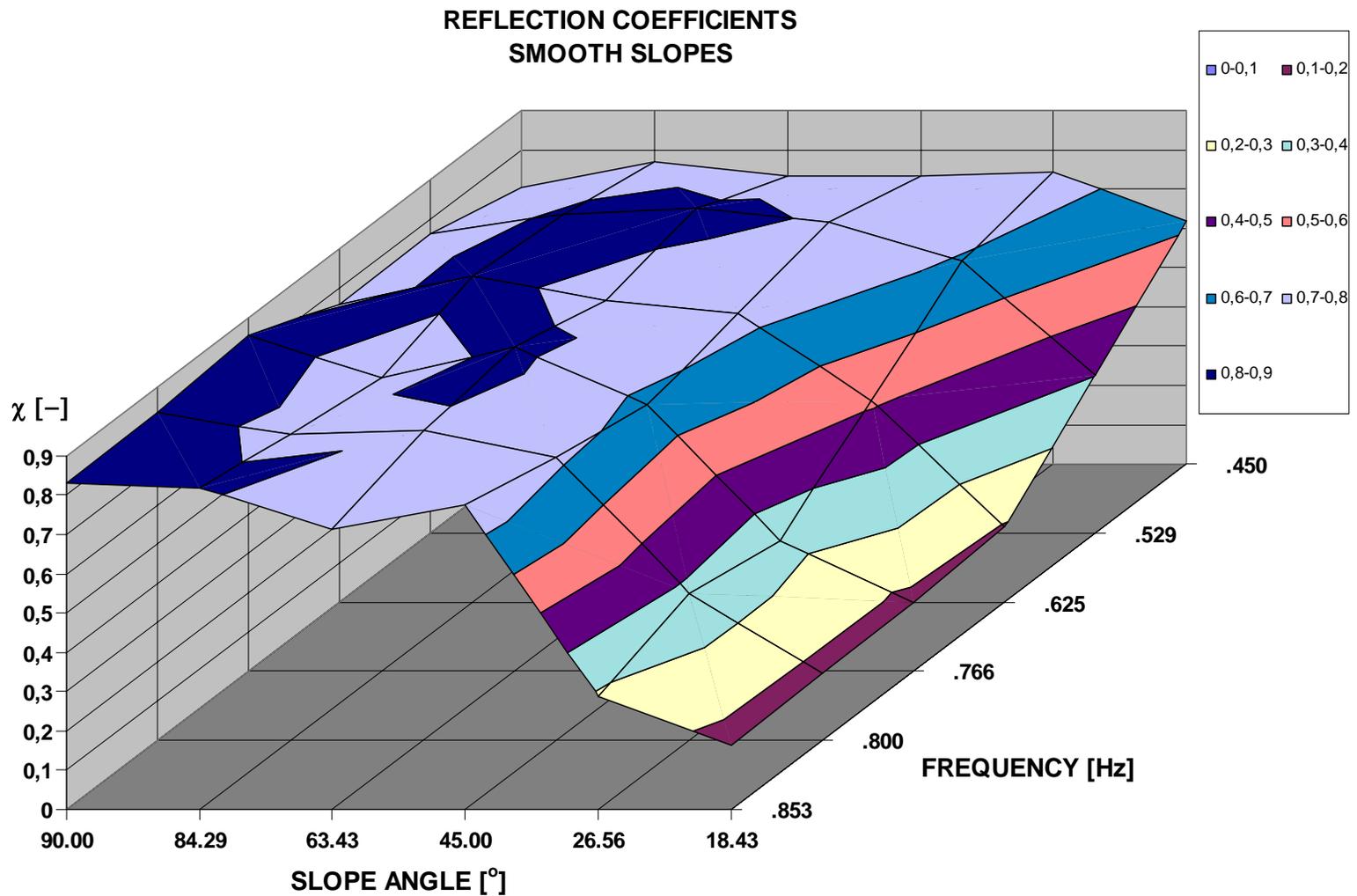


Veränderung der Reflexionswirkung mit der Entfernung von einer Hohlkörper-Böschung der Neigung 1 : 3.



—*— SMOOTH SLOPE —□— HOLLOW SLOPE

Mittlere Abnahme der Reflexionswirkungen eines Wellenspektrums mit der Entfernung von einer Böschung der Neigung 1 : 3.



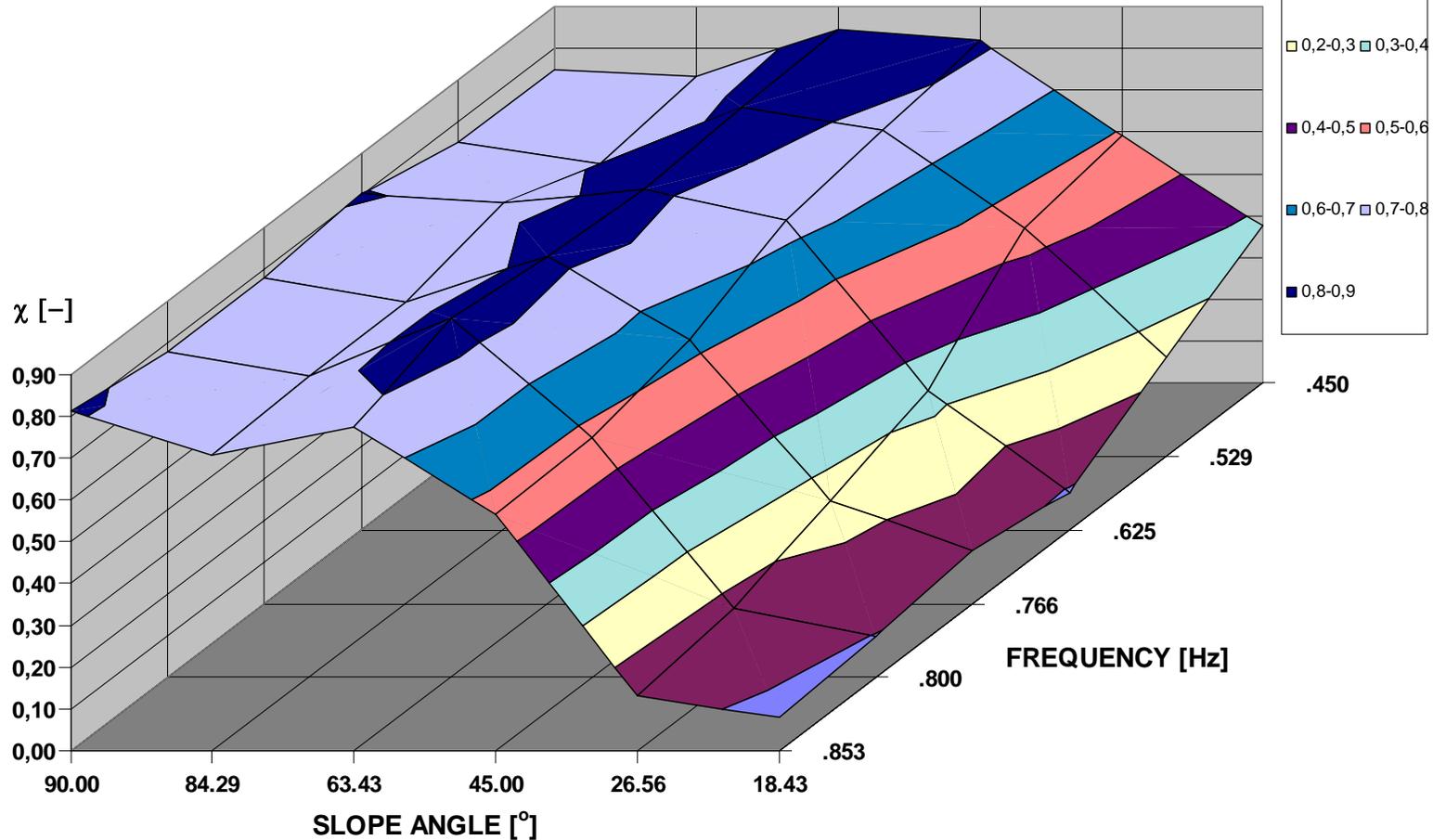
In etwa gleicher Weise abnehmende Reflexionskoeffizienten wurden auch bei Laborversuchen für *regelmäßige* Wellen ermittelt.

Büsching, F.: Hollow Revetment Elements, COPEDEC IV, Rio de Janeiro 1995.

Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1995: Diplomarbeiten Thienelt, W. und Meyer, O.



REFLECTION COEFFICIENTS HOLLOW SLOPES

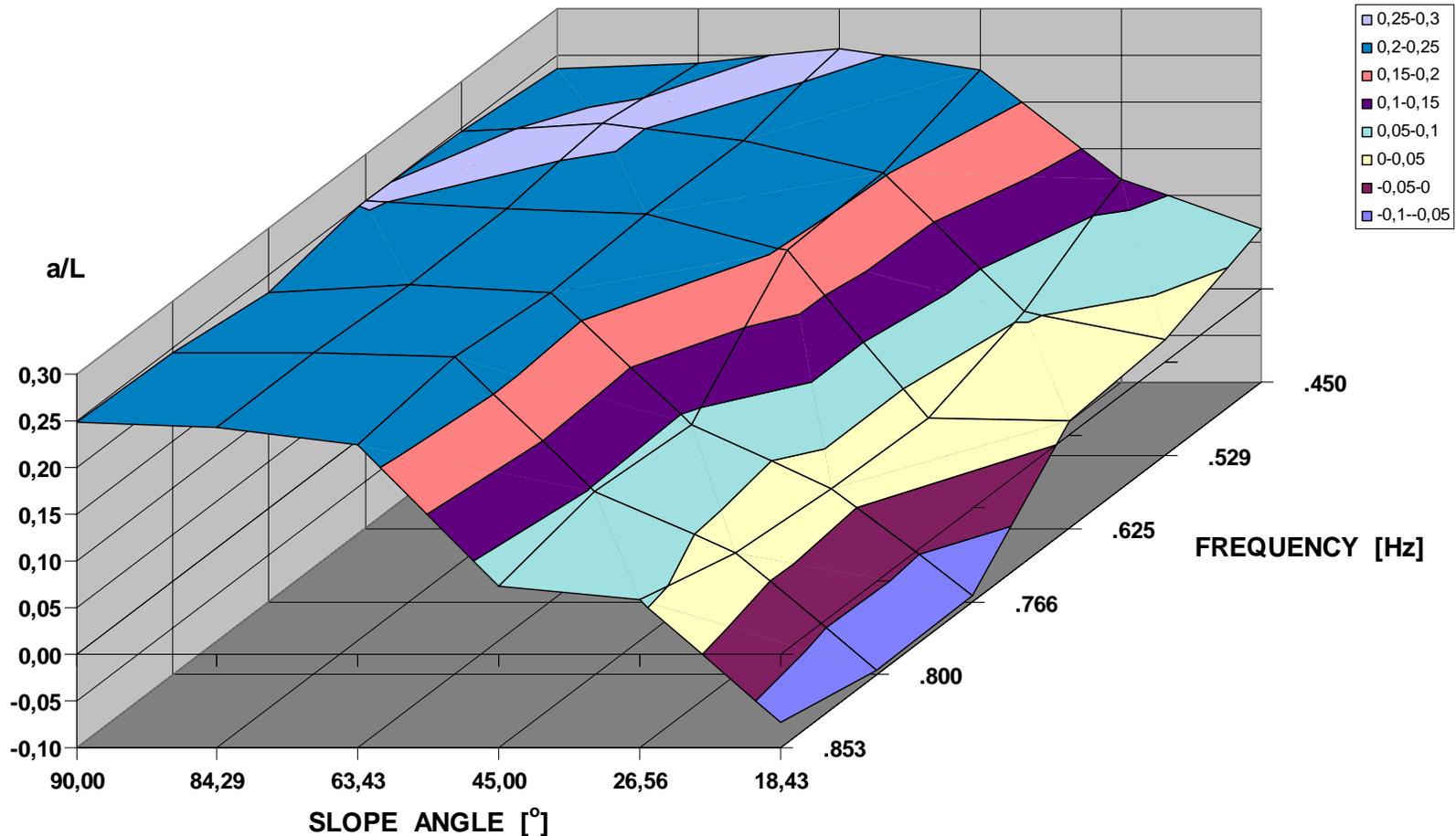


An Hohldeckwerken werden im Vergleich zu Glattdackwerken beträchtliche Abminderungen der Reflexionskoeffizienten erzielt.

Büsching, F.: Hollow Revetment Elements, COPEDEC IV, Rio de Janeiro 1995.

Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1995: Diplomarbeiten Thienelt, W. und Meyer, O.

NODE DISTANCE FROM STRUCTURE SMOOTH SLOPES

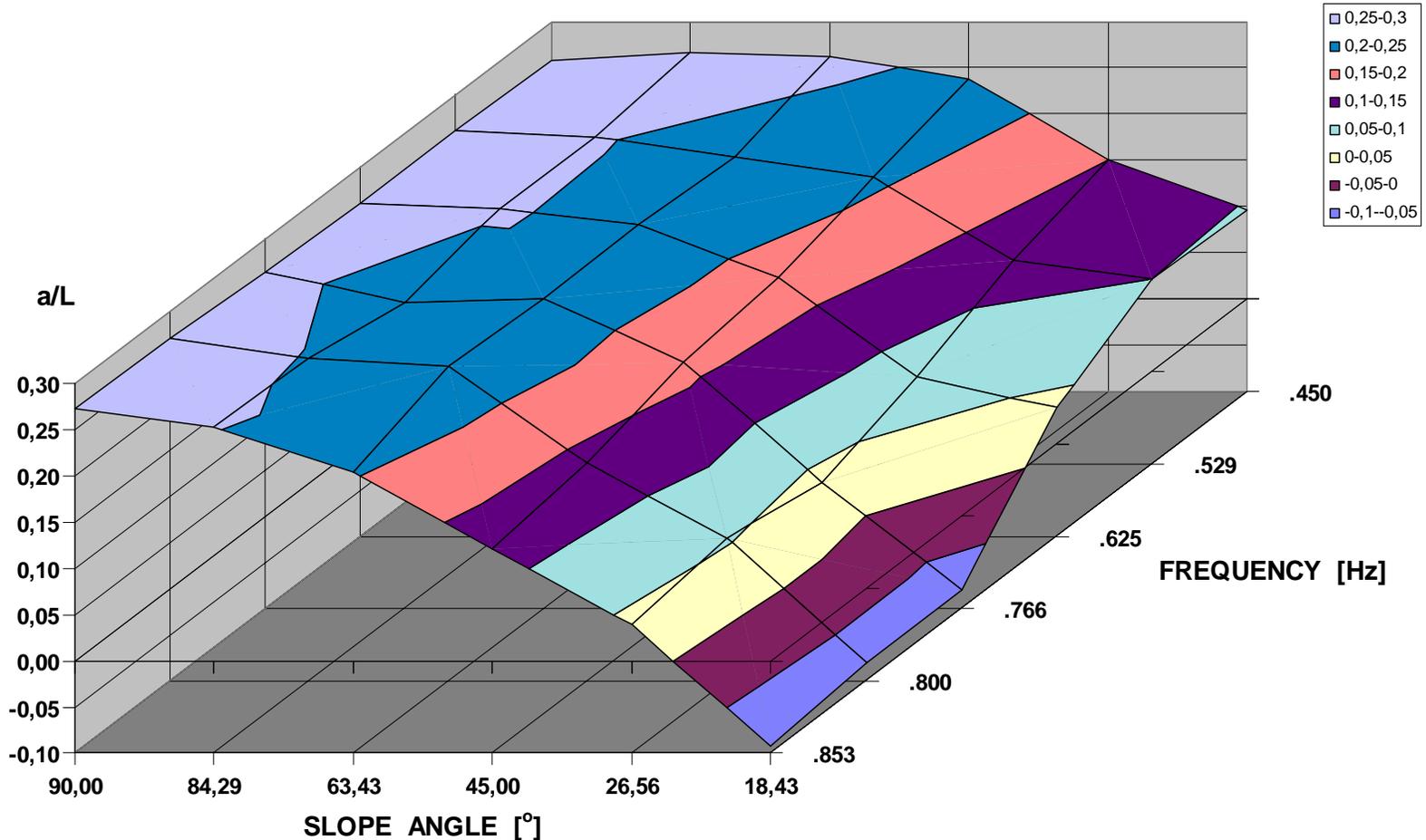


An Böschungen tritt bei partiell stehenden Wellen eine Phasenverschiebung gegenüber der Clapotis derart auf, dass

Büsching, F.: Hollow Revetment Elements, COPEDEC IV, Rio de Janeiro 1995.

Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1995: Diplomarbeiten Thienelt, W. und Meyer, O.

NODE DISTANCE FROM STRUCTURE HOLLOW SLOPES



Schwingungsknoten mit abnehmender Wellenlänge (Periode) der Bauwerksoberfläche zunehmend näher als $a = L/4$ liegen.

Büsching, F.: Hollow Revetment Elements, COPEDEC IV, Rio de Janeiro 1995.
Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1995: Diplomarbeiten Thienelt, W. und Meyer, O.



Kombinierter Reflexions - Refraktions - Effekt (CRR):
Bei der Reflexion irregulärer Wellen (Wellenspektrum) an einer Böschung tritt gleichzeitig Refraktion auf.

Vergleichbar der Zerlegung eines Lichtspektrums in die Spektralfarben zerfällt ein Schwerewellenspektrum bei der Reflexion an einer Böschung (*geneigter* Wand) in ein Kollektiv partiell stehender Wellen (jeweils bestehend aus gebundenen Frequenzkomponenten) mit unterschiedlichen Reflexionspunkten, Büsching(1992). Dabei ist im Vergleich zum Reflexionsverhalten an einer vertikalen Wand die Veränderung (z. B. die Phasenlage a/L der Schwingungsknoten) für kürzere Frequenzkomponenten am größten. Bei sehr langen Wellen (niedrigen Frequenzen) wirkt auch ein geböschtes Bauwerk eher wie eine vertikale Wand.

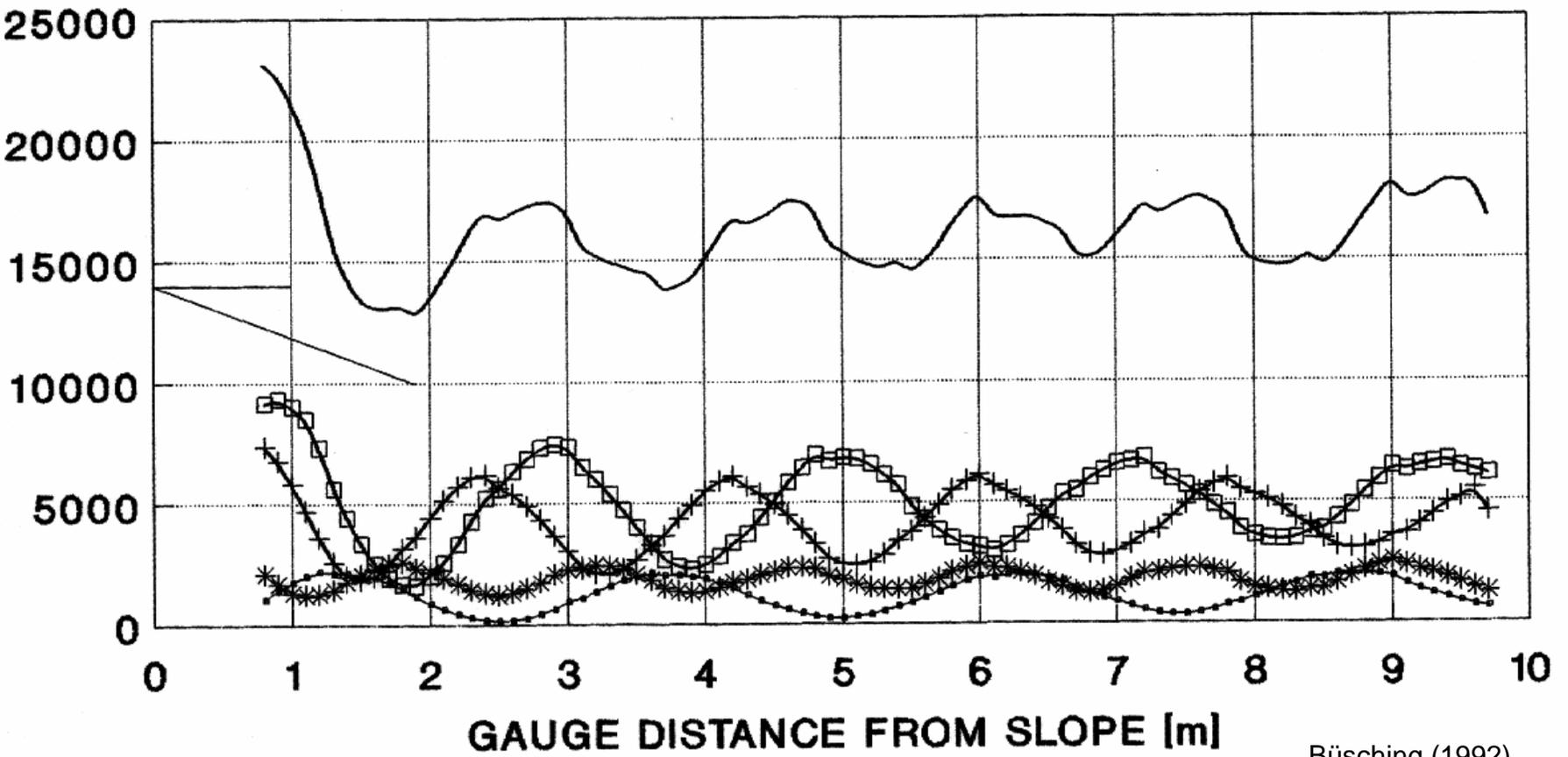
Gebundene Frequenzkomponenten haben etwa gleiche Wellenlängen, sodass sie einer *anormalen* Dispersion folgen müssen:
 $c_i = L \cdot f_i$. Die Phasengeschwindigkeit wächst mit der Frequenz.

(anomale Dispersion).

$$\frac{dc}{df} > 0$$



ENERGY



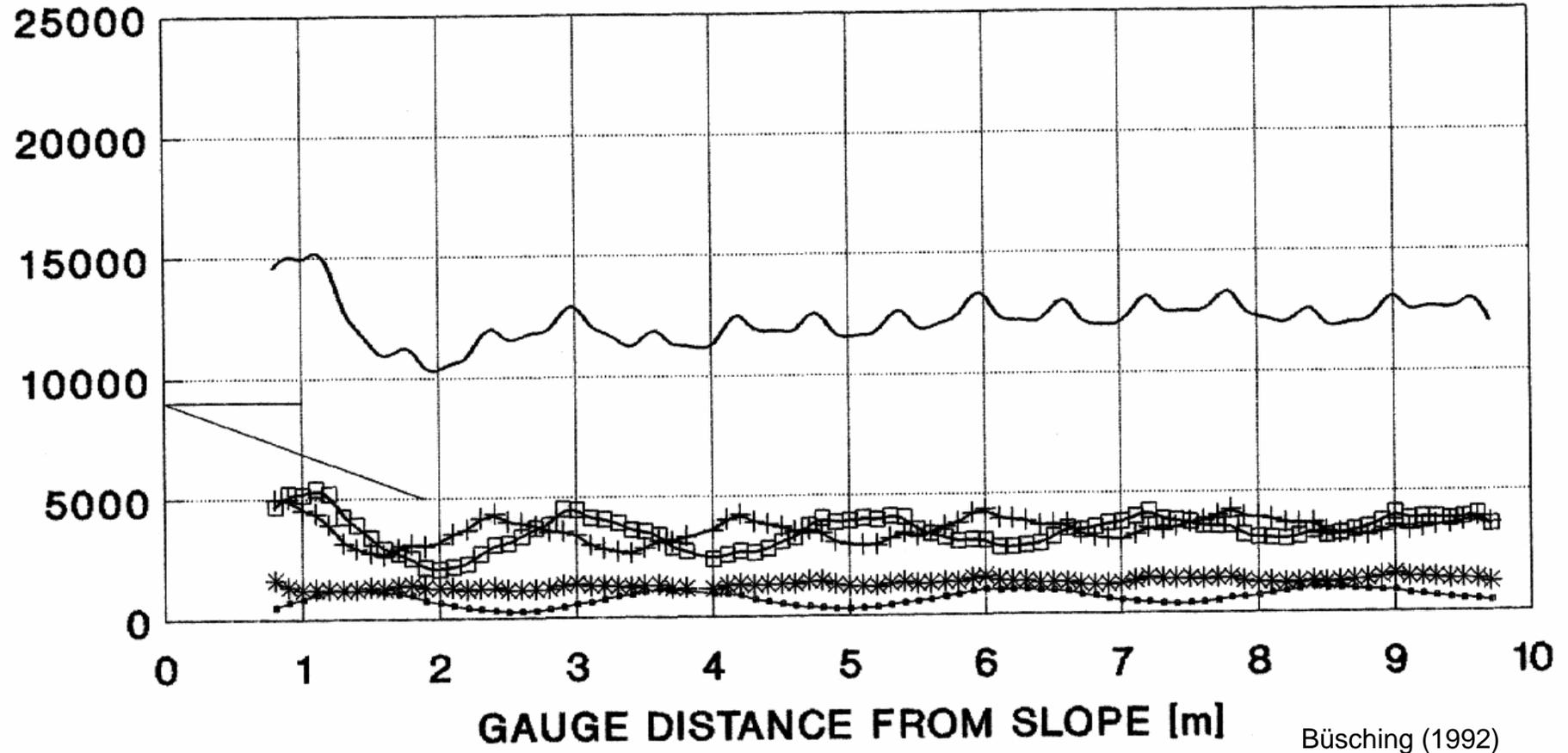
Büsching (1992)

- 0.03 - 1.40 Hz
- SWL \ Slope 1:3
- + 0.42 - 0.48 Hz
- 0.48 - 0.56 Hz
- + 0.56 - 0.62 Hz
- *- 0.62 - 0.71 Hz

Oben: Verteilung der Gesamtenergie vor einer glatten Böschung der Neigung 1:3.

Unten: Energie partiell stehender *gebundener* Frequenzkomponenten.

ENERGY



— 0.03 - 1.40 Hz

— SWL \ Slope 1:3

—●— 0.42 - 0.48 Hz

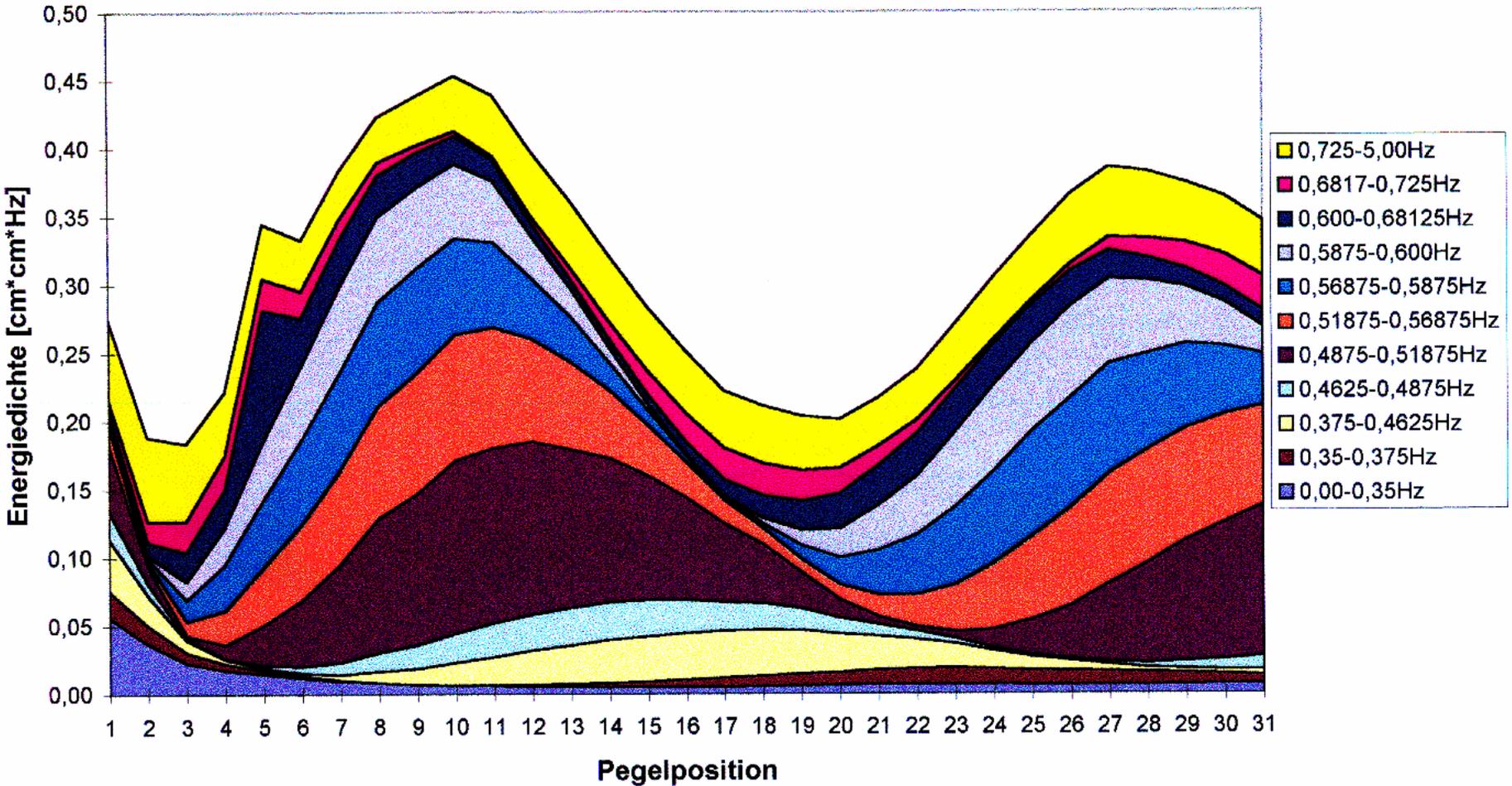
-□- 0.48 - 0.56 Hz

-+ 0.56 - 0.62 Hz

-*- 0.62 - 0.71 Hz

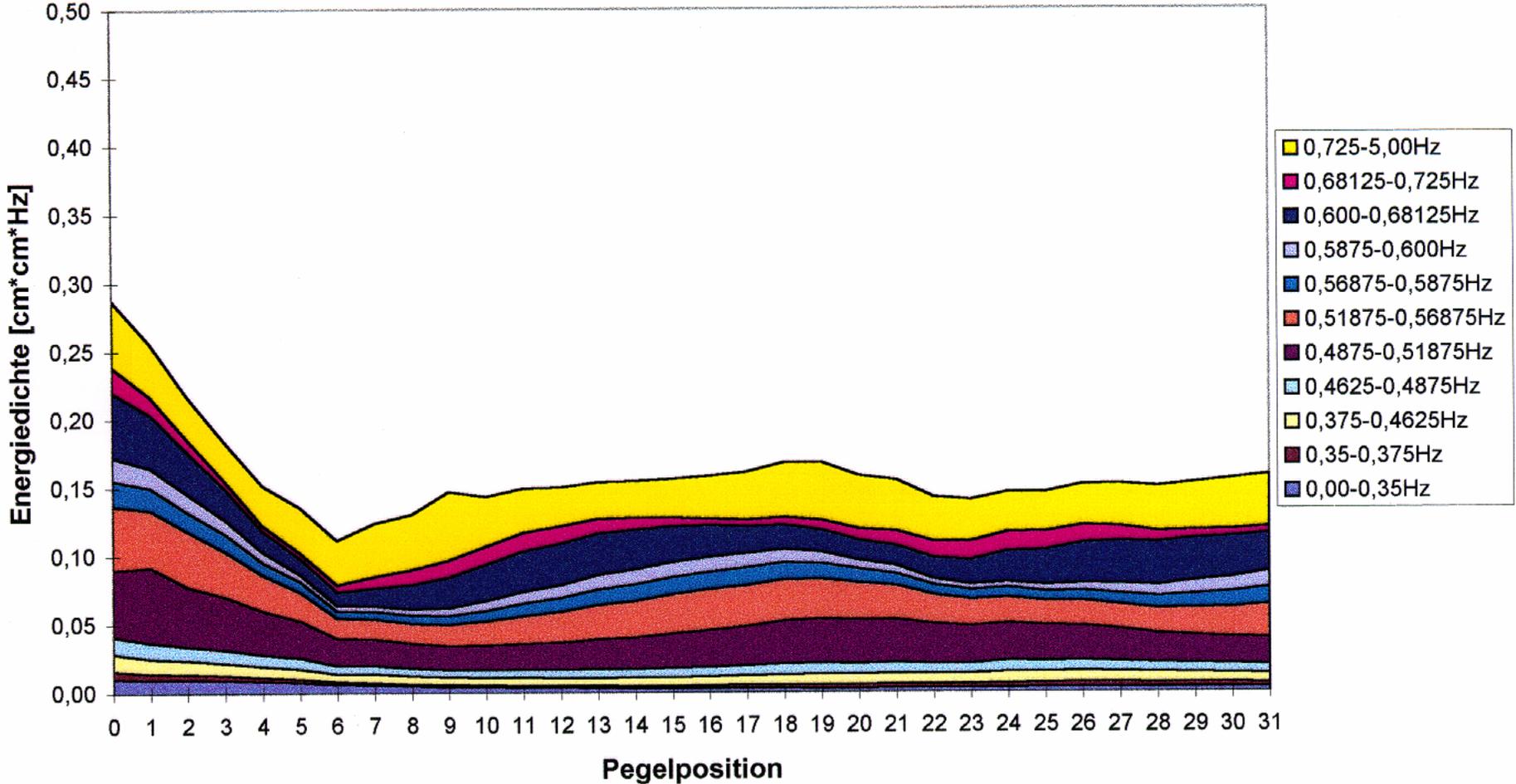
Oben: Verteilung der Gesamtenergie vor einer Hohlkörper-Böschung der Neigung 1:3.

Unten: Energie partiell stehender gebundener Frequenzkomponenten.

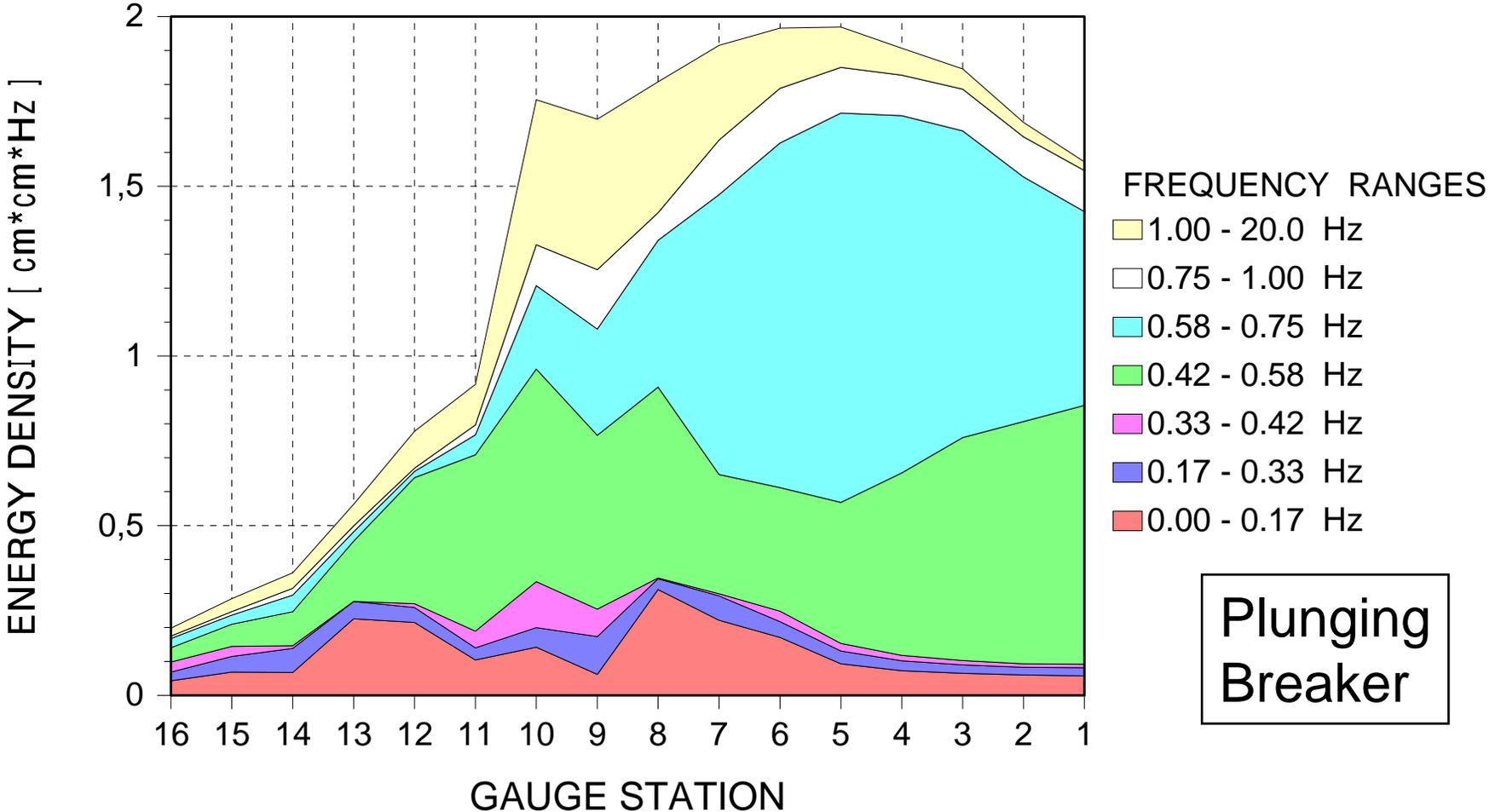


Energie partiell stehender Frequenzkomponenten vor einer glatten Böschung der Neigung 1: m = 1 : 2.

Schwingungsbäuche und -knoten sowie die selektive Reflexion treten deutlich hervor.



Energie partiell stehender Frequenzkomponenten vor einer Hohlformkörper Böschung der Neigung 1: m = 1 : 2.
Schwingungsbäuche und -knoten sowie selektive Reflexion kaum ausgeprägt.



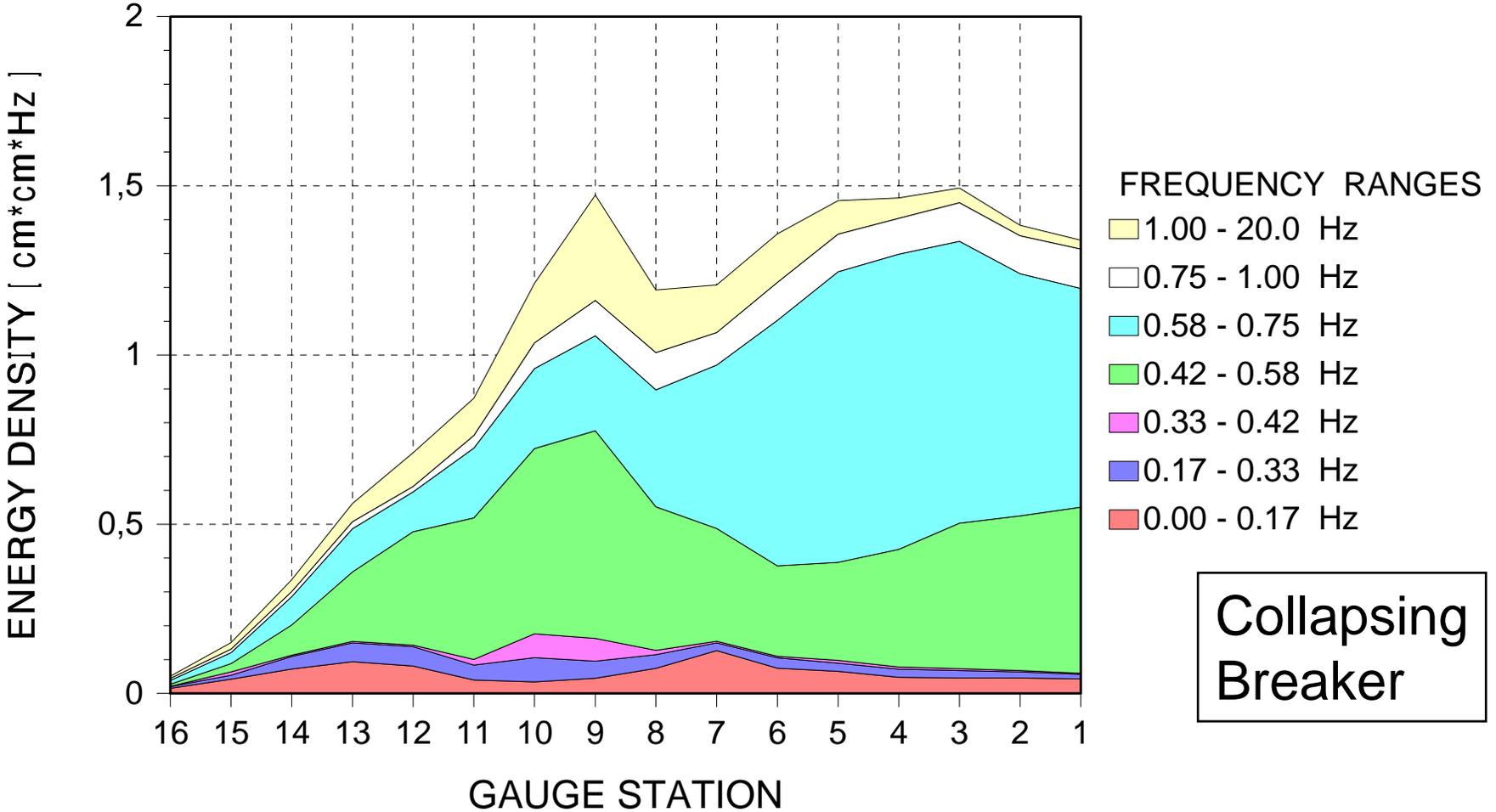
Verteilung der durch irreguläre Brecher an einer *glatten* Böschung der Neigung 1:3 verursachten *Druckspannungsenergie*.
Schnittpunkt Ruhewasserspiegel - Böschung zwischen den Druckaufnehmern 10 und 11.

Büsching, F.: Hollow Revetment Elements, COPEDEC IV, Rio de Janeiro 1995.

Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1994: Diplomarbeit Kruse, C.

© Büsching, F.: Küsteningenieurwesen

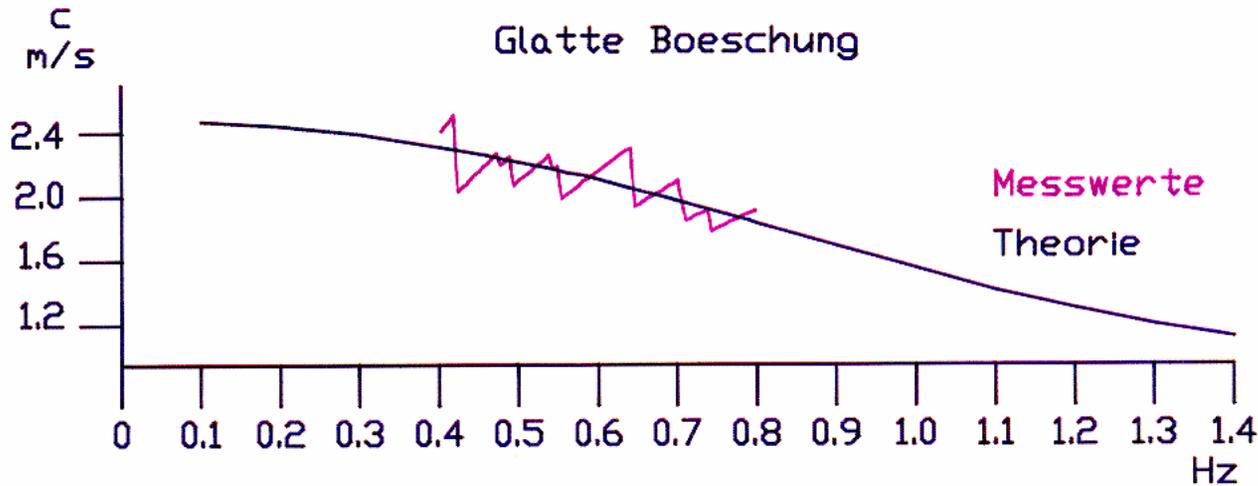
2002/07.14



Verteilung der durch irreguläre Brecher an einer Hohlkörper-Böschung der Neigung 1:3 verursachten *Druckspannungsenergie*. Schnittpunkt Ruhewasserspiegel - Böschung zwischen den Druckaufnehmern 10 und 11.

Büsching, F.: Hollow Revetment Elements, COPEDEC IV, Rio de Janeiro 1995.
Labor Hydromechanik u. Wasserbau 1994: Diplomarbeit Kruse, C.
© Büsching, F.: Küsteningenieurwesen

Anomale Dispersion gebundener Frequenzkomponenten:



Bei Reflexion eines Wellenspektrums an einer geneigten Wand ist die Dispersion im Mittel *normal* $dc/df < 0$, etwa entsprechend der klassischen Dispersionsrelation, siehe dort.

Bezüglich begrenzter Teilfrequenzbänder mit *gebundenen* Frequenzkomponenten ist die Dispersion jedoch *anomal* $dc/df > 0$.