

# Geophysik-Praktikum – Versuch „Wellenkette“

Gruppe 3

Christoph Moder, Silke Richter, Michael Wack

Datum: 27.05.2003

## Einführung

Der Versuch „Torsionswellenkette“ dient zur Veranschaulichung seismischer Wellen. Die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit ist, im Gegensatz zu den seismischen Wellen, gut beobachtbar. Zuerst wird bei der Wellenkette, die aus 33 über ein Stahlband verknüpften Hanteln besteht, eine einzelne Hantel abgeklemmt. Durch Verschieben der Massen auf den Hantelachsen lässt sich das Trägheitsmoment der einzelnen Elemente variieren. Durch Messung der Winkelgeschwindigkeit für verschiedene Abstände der zwei Hantelmassen nach einer kurzen Auslenkung lässt sich deren Trägheitsmoment und die Torsionssteifigkeit des Stahlbandes bestimmen. Im Anschluss wird die Geschwindigkeit für den Durchlauf eines Impulses durch die gesamte Wellenkette gemessen.

## Aufgaben

### 1.: Messungen an einzelner Hantel

Abstand [cm]	Messung 1 [s]	Messung 2 [s]	Messung 3 [s]	Messung 4 [s]	Messung 5 [s]	Durchschnitt [s]	Zeit pro Schwingung [s]
39	39,6	39,5	39,7	39,7	39,5	39,6	1,98
30	31,5	31,5	31,5	31,3	31,3	31,42	1,57
20	23,1	22,7	22,8	23,1	22,9	22,92	1,15
10	15,6	15,8	15,8	15,8	15,6	15,72	0,79

### 2.: Mittelwert für die Torsionssteife D\*

Die Torsionssteife berechnet sich aus den Radien und den gemessenen Zeiten:

$$D^* = \frac{4\pi^2 m (r_i^2 - r_j^2)}{T_i^2 - T_j^2}$$

$r_j$	0,39	0,30	0,20	0,10
$T_j$	1,98	1,57	1,15	0,79

$r_i$	$T_i$
0,39	1,98
0,30	1,57
0,20	1,15
0,10	0,79

	0,1710	0,1720	0,1721
0,1710		0,1732	0,1729
0,1720	0,1732		0,1725
0,1721	0,1729	0,1725	

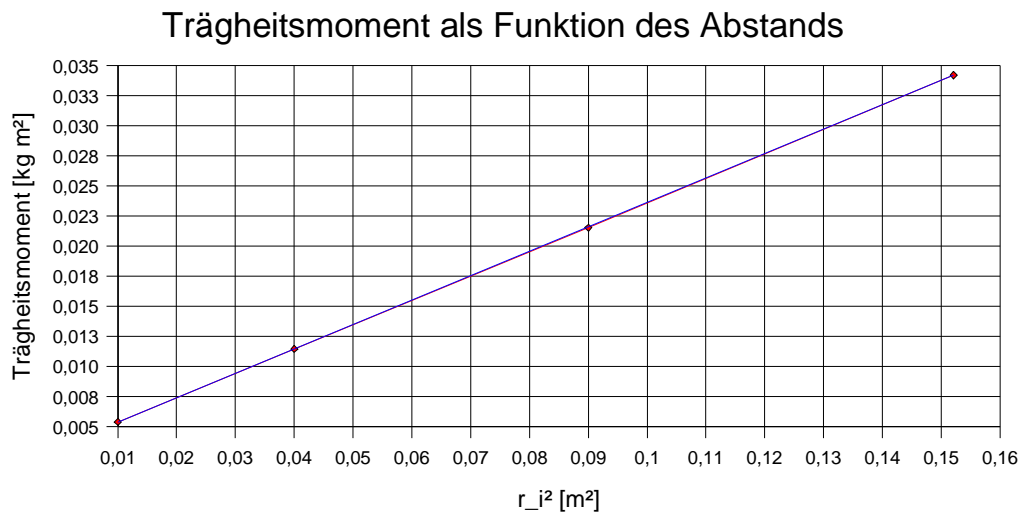
Mittelwert:  $D^* = 0,172 \text{ Nm}$

### 3.: Trägheitsmomente bei verschiedenen Abständen

$$J = \frac{T^2 D^*}{2\pi^2}$$

<i>Abstand [cm]</i>	39	30	20	10
<i>Trägheitsmoment [kg m<sup>2</sup>]</i>	0,03420	0,02150	0,01150	0,00539

### 4.: Diagramm



Wären die Hanteln in der Mitte an der Torsionsachse, ergäbe sich folgendes Trägheitsmoment (durch Extrapolation berechnet):

$$J = J_0 + 2 \cdot J_s = 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

### 5.: Berechnung der Wellengeschwindigkeit

$$c_i = dz \sqrt{\frac{D^*}{J_i}}$$

<i>Abstand der Hanteln [cm]</i>	39,00	30,00	20,00	10,00
<i>Wellengeschwindigkeit [m/s]</i>	0,14	0,18	0,25	0,36

## 6.: Gemessene Wellengeschwindigkeit

<i>Abstand [cm]</i>	<i>Zeit [s]</i>	<i>Geschwindigkeit [m/s]</i>
39	15,60	0,13
30	12,48	0,17
20	9,08	0,23
10	6,40	0,32

Wie man sieht, stimmen die gemessenen Geschwindigkeiten recht gut mit den in der letzten Aufgabe berechneten Werten überein. Weil die Abweichung beim kleinsten Hantelabstand am größten ist, ist vermutlich die Messungenauigkeit an der Stoppuhr die Ursache.

## 7.: Wellenwiderstände der gewählten Modelle

$$Z_i = \sqrt{\frac{D^*}{J_i}}$$

<i>Abstand [cm]</i>	39	30	20	10
<i>Z<sub>i</sub></i>	2,24	2,83	3,88	5,65

## 8.: Reflexions- und Durchlassfaktoren

- Durchlassfaktoren

<i>Z<sub>i</sub></i>	<b>2,24</b>	<b>2,83</b>	<b>3,88</b>	<b>5,65</b>
<b>2,24</b>	1	1,12	1,27	1,43
<b>2,83</b>	0,88	1	1,16	1,33
<b>3,88</b>	0,73	0,84	1	1,19
<b>5,65</b>	0,57	0,67	0,81	1

- Reflexionsfaktoren

<i>Z<sub>i</sub></i>	<b>2,24</b>	<b>2,83</b>	<b>3,88</b>	<b>5,65</b>
<b>2,24</b>	0	0,12	0,27	0,43
<b>2,83</b>	-0,12	0	0,16	0,33
<b>3,88</b>	-0,27	-0,16	0	0,19
<b>5,65</b>	-0,43	-0,33	-0,19	0

## 10.: Amplitude bei einer Einfachreflexion durch ein vierschichtiges Medium

<i>Durchlassfaktor Schicht 1–2</i>	90,91%
<i>Durchlassfaktor Schicht 2–3</i>	92,31%
<i>Reflexionsfaktor Schicht 3–4</i>	9,97%
<i>Durchlassfaktor Schicht 3–2</i>	107,69%
<i>Durchlassfaktor Schicht 2–1</i>	109,09%
<i>Produkt</i>	9,83%