

# Protokoll

Marco Senkbeil  
Malte Zuch

16.02.04

Physik LK 12/2 – Schwingungen und Wellen  
Fachlehrer Konrad

## Thema:

Analyse des Dämpfungsverhaltens von Schwingungen am Beispiel eines bifilaren Fadenpendels.

## Versuchs Idee:

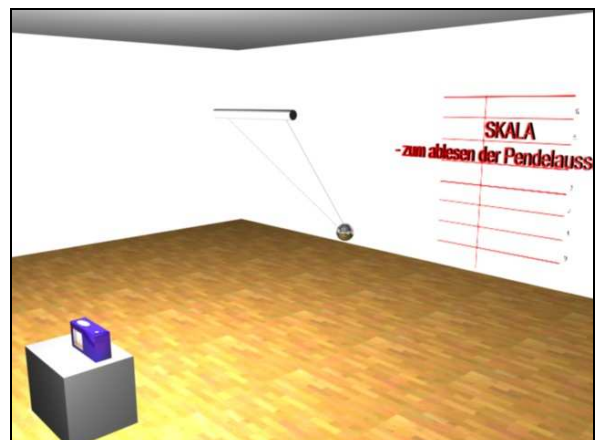
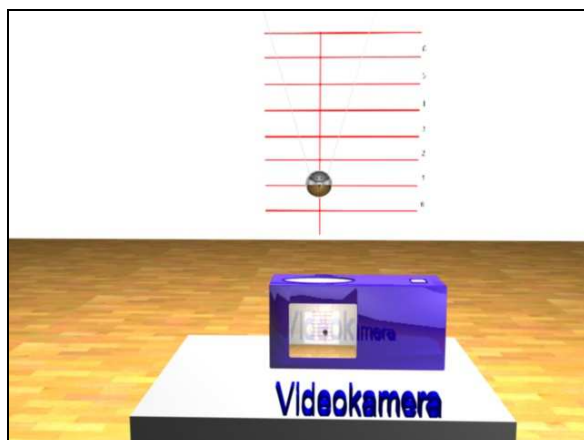
In der Vorbetrachtung zu diesem Experiment wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Abnahme der Amplituden einer Schwingung einer Exponentiellen Form genügt. Die Annahme einer linearen Abnahme wurde aus theoretischen Überlegung verworfen.

Wir wollen in unserer Gruppe die Schwingung eines Pendels mithilfe eines Videos aufnehmen und analysieren.

## Material:

- Pendelkörper (Stahlkugel mit Öse)
- Faden
- Digitalkamera mit Videofunktion

## Versuchsaufbau:



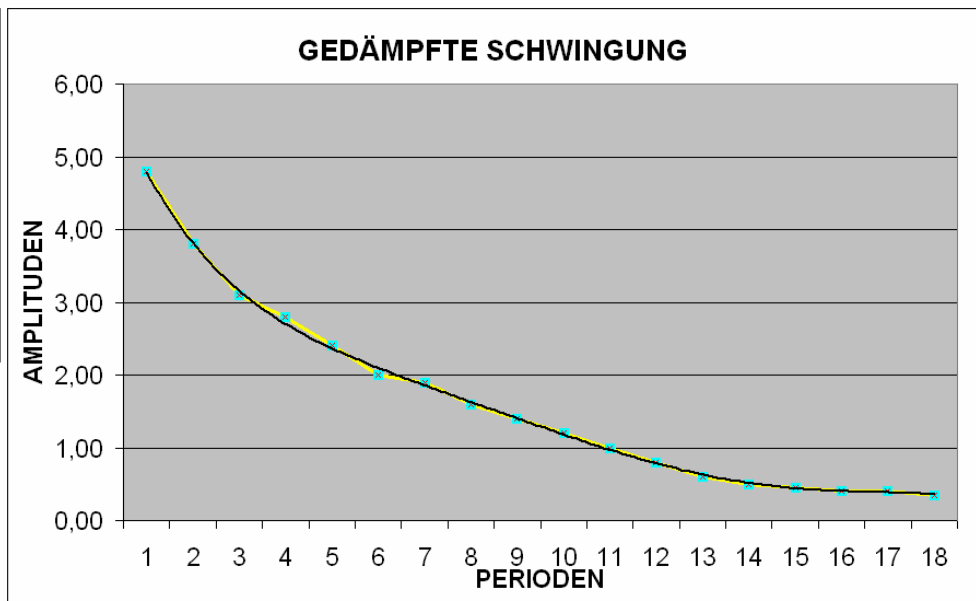
### Durchführung:

Der Hauptgegenstand des Experimentes, ein bifilares Fadenpendel, wird an einer Stange zwischen der Tafel und der Digitalkamera aufgehängt. Durch die Digitalkamera ist somit das Pendel vor der Tafel mit der Skala zu sehen. Das Pendel wird in Bewegung versetzt und die Aufnahme gestartet. Durch die sich im Hintergrund befindliche Skala kann jetzt die jeweils erreichte Höhe des Pendels bestimmt werden.

Weil die Kamera in Pendel-Richtung filmt, ist ein direktes ablesen der Amplitude des Fadenpendels auf der Skala sehr gut möglich.

### Messwerte:

PERIODEN	AMPLITUDEN
0	4,80
5	3,80
10	3,10
15	2,80
20	2,40
25	2,00
30	1,90
35	1,60
40	1,40
45	1,20
50	1,00
55	0,80
60	0,60
65	0,50
70	0,45
80	0,40
85	0,40
90	0,35



### **Fehlerrechnung:**

Fehler entstehen bei uns einerseits durch die Skala und andererseits durch die Kamera.

Die Amplituden sind anhand der Skala auf der Tafel nicht sehr genau abzulesen. Denn die Skala ist nicht perfekt gezeichnet und die Videoqualität ist nicht so gut, dass ein absolut genaues Ablesen möglich ist.

Bei der Kamera können durch die „Frame-Rate“ Fehler auftreten.

Die Kamera erstellt kein Video in einem Stück, es werden Bilder in bestimmten Zeitabständen gemacht und dann aneinander gereiht, so dass für uns der Eindruck eines fließende Videos entsteht. Jetzt kann es vorkommen, dass das, was wir als Höchstausschlag ablesen, gar nicht Höchstausschlag ist. Denn zwischen zwei Bildern kann die Kugel durchaus noch einen höheren Wert erreicht haben.

Da die „Frame-Rate“ der Kamera 15FPS betrug, ist dieser Fehler sehr gering, weil der Pendel so nur 1/15 Sekunde unbeobachtet bleibt. Hinzu kommt noch, dass die Geschwindigkeit des Pendels nahe des Maximalausschlages sehr gering ist, weshalb dieser Fehlereinfluss vernachlässigt werden kann. Außerdem tritt dieser Fehler nach jeder Periode auf und wir haben 25 Perioden ausgewertet, was den Fehler noch unerheblicher macht.

Weitere Fehler wie Temperaturschwankungen, wechselnder Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, Luftgemischveränderungen, Luftverwirbelungen, Masseverlust durch Reibung oder radioaktiven zerfall des Bleipendelkörpers sind aufgrund ihrer Geringfügigkeit zu vernachlässigen.

Der Fehler, der bei diesem Experiment auftritt, ist im Grunde also nur der Ablesefehler durch die Perspektive. Dieser Fehler bewegt sich im Bereich von 11% (Höchstausschlag des Pendels) bis 0% (ruhendendes Pendel)

### **Auswertung:**

Nachdem wir unsere Messergebnisse ausgewertet haben können wir die oben aufgestellte These einer exponentiellen Abnahme der Schwingung bestätigen. In unserem Experiment beschreibt die Abnahme der Schwingung die Funktion

$$y = 6,4 e^{-0,15x}.$$

Grundsätzlich ist dieses Experiment eine sehr gute Möglichkeit um das Verhalten der gedämpften Schwingung zu untersuchen. Um die oben aufgeführten Fehler zu minimieren, was im Grunde nur bei der Perspektive nötig ist, könnte man die Skala auf einem gewölbten Hintergrund anbringen, der sich der Kreisbahn des Pendels anpasst.