

VERSUCHSBERICHT ZU

M2 - GEKOPPELTE PENDEL

Gruppe 6Mi

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 22.11.2017
betreut von
Martin Körsgen

27. November 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
3	Ergebnisse und Diskussion	3
3.1	Pendel	3
3.2	Gekoppelte Pendel	4
3.2.1	Statische Bestimmung des Kopplungsgrades	4
3.2.2	Gleichschwingung	5
3.2.3	Gegenschwingung	6
3.2.4	Schwebungen des gekoppelten Systems	7
3.2.5	Vergleich der Schwingdauern	8
3.2.6	Relative Frequenzaufspaltung	8
3.2.7	Diskussion der Näherung	8
3.3	Doppelpendel	8
4	Schlussfolgerung	8

1 Kurzfassung

Kurzfassung... Gekoppelte Pendel Doppel Pendel

2 Methoden

Der Versuch besteht aus zwei Pendeln die mittels verschieden starken Federn gekoppelt werden. Damit beide Pendeln mit der gleiche Eigenfrequenz schwingen, haben wir die Länge der Pendel so angepasst, dass sie auch nach ca. 20 Perioden ohne Kopplung synchron schwingen. Der Kopplungsgrad und die relative Frequenzspaltung wurde statisch sowie dynamisch bestimmt. Bei der statischen Messung wird ein Pendel ausgelenkt und die resultierende Auslenkung des anderen Pendels aufgenommen. Dynamisch ergibt sich der Kopplungsgrad aus den Schwingdauern der Grundschrwingungen einer gleichsinnigen und gegensinnigen Bewegung. Zum Bestimmen der Schwingdauern wurde ein Ultraschall-Entfernungssensor verwendet, jedoch traten beim Testen der Messapparatur bei Sensorfrequenzen über 50 Hz Softwareprobleme auf.

Das Verhalten eines Doppelpendels wurde beobachtet mit verschiedenen initialen Auslenkungen und Geschwindigkeiten.

3 Ergebnisse und Diskussion

Analyse der Schwingzeiten über jeweils 60sec, außer bei Schwebungsbestimmung mit 120sec. Graphen?!?
mehr!

3.1 Pendel

In Abb. 1 sind in schwarz einzelne Entfernungsmessungen des Ultraschallsensors sowie ein nicht linearer Fit in rot aufgetragen. Die Schwingdauer T_0 eines einzelnen Pendels lässt sich hieraus mit 2,477 s bestimmen.

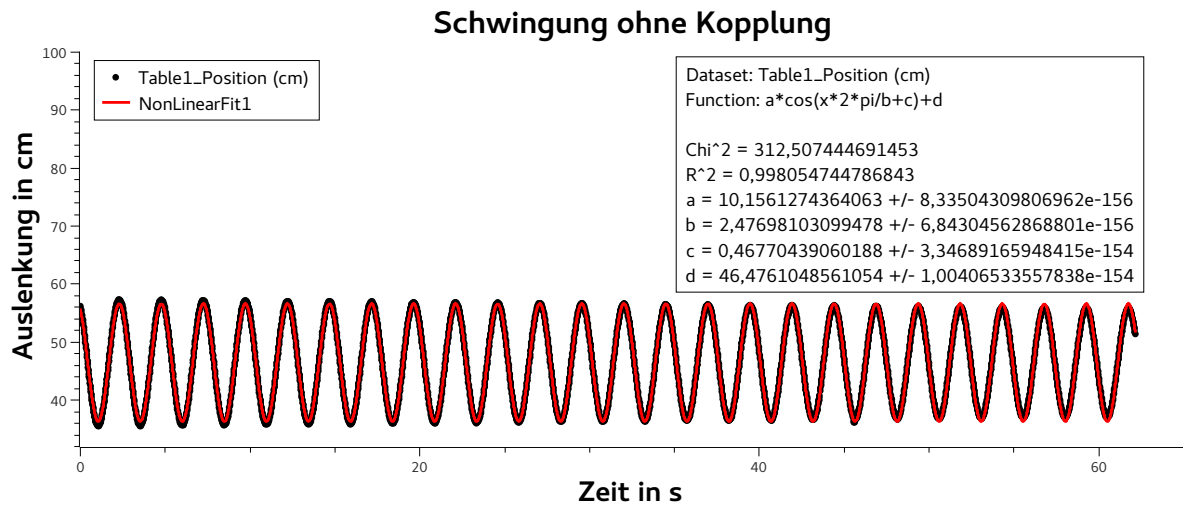


Abbildung 1: Schwingung eines Fadenpendels.

3.2 Gekoppelte Pendel

Bestimmen der Schwingdauern.

Resultierends K. T_s und Frequenzspaltungen

3.2.1 Statische Bestimmung des Kopplungsgrades

Die gegeben Formel für den Kopplungsgrad lautet:

$$k = \frac{x_1}{x_2}. \quad (1)$$

Tabelle 1: Messwerte beim Auslenken eines Pendels um x_1 und der resultierende Ausschlag des gekoppelten Pendels um x_2

	Kupfer	Edelstahl
x_1	9,8 cm	10 cm
x_2	1,9 cm	3,1 cm
k	5,158	3,226

3.2.2 Gleichschwingung

Kupfer

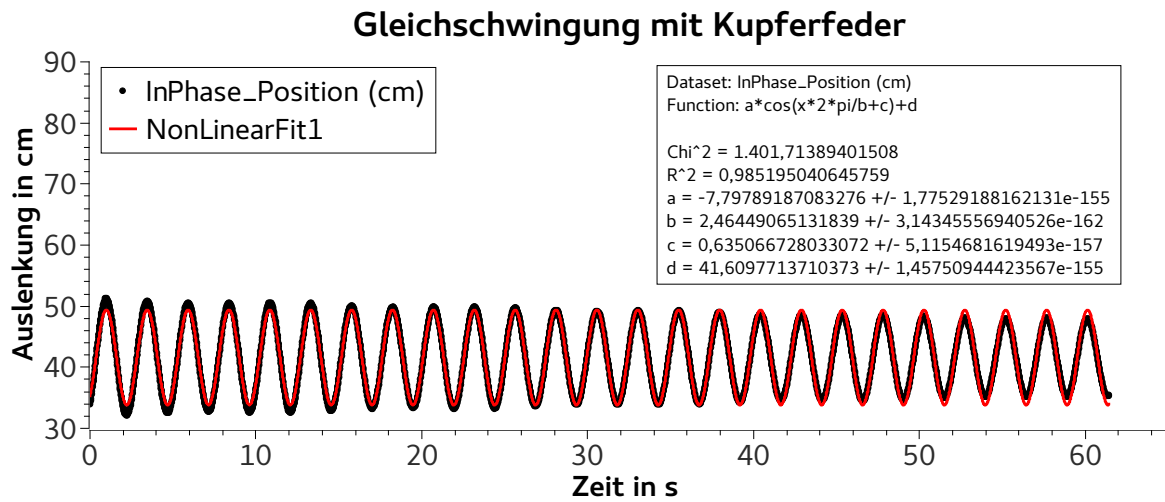


Abbildung 2: Gleichschwingung mit Kupferfeder.

Edelstahl

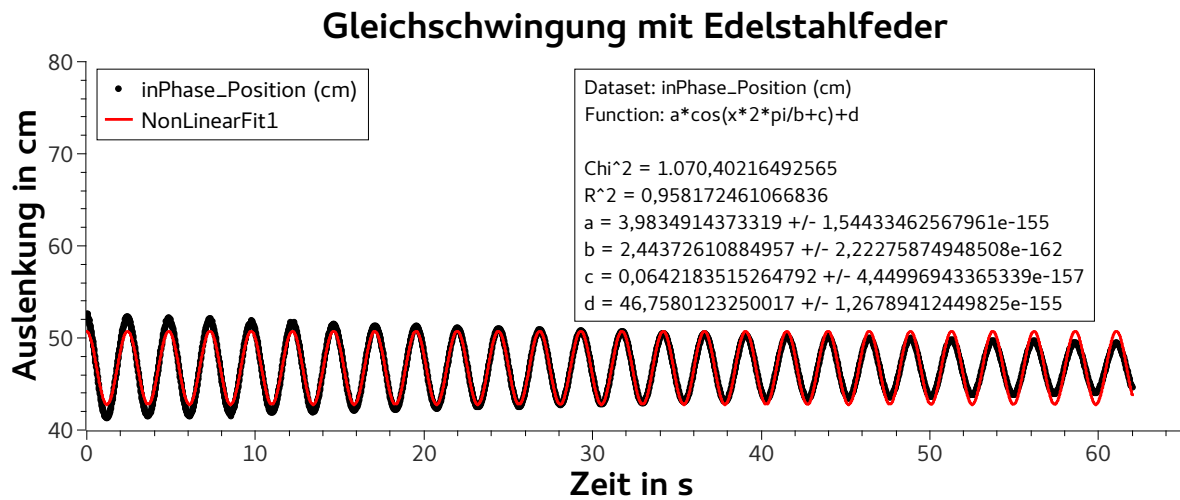


Abbildung 3: Gleichschwingung mit Edelstahlfeder.

3.2.3 Gegenschwingung

Kupfer

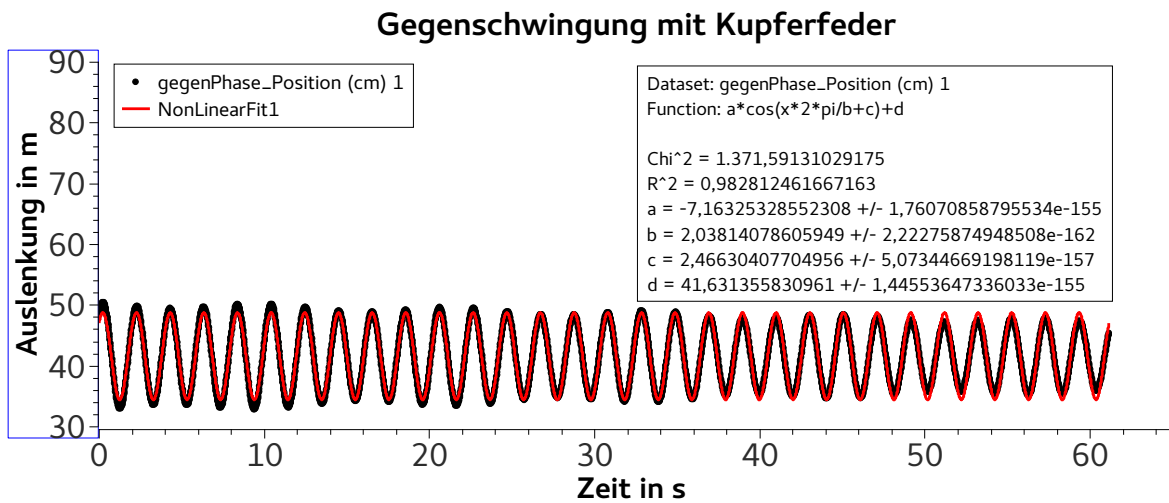


Abbildung 4: Gegenschwingung mit Kupferfeder.

Edelstahl

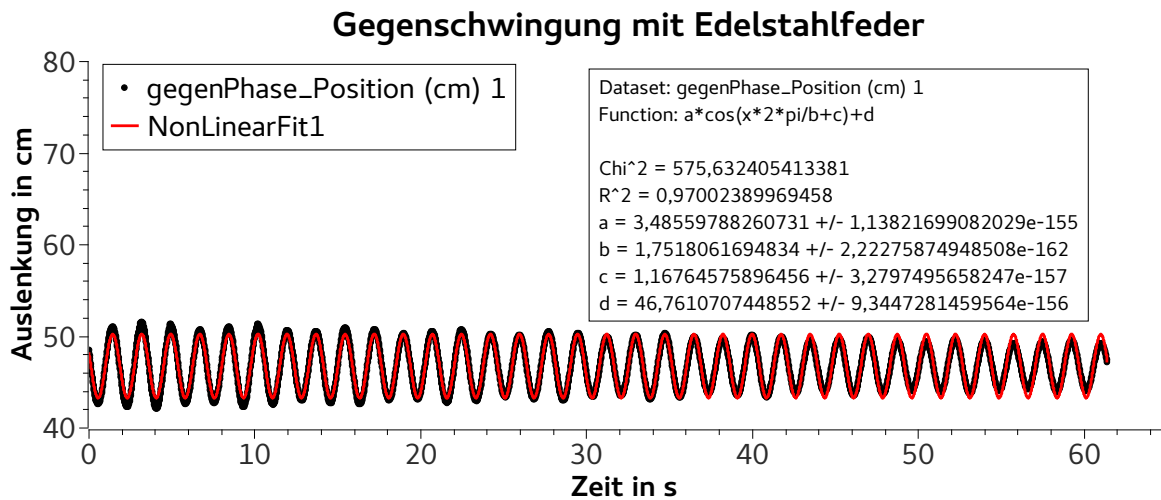


Abbildung 5: Gegenschwingung mit Edelstahlfeder.

3.2.4 Schwebungen des gekoppelten Systems

Kupfer

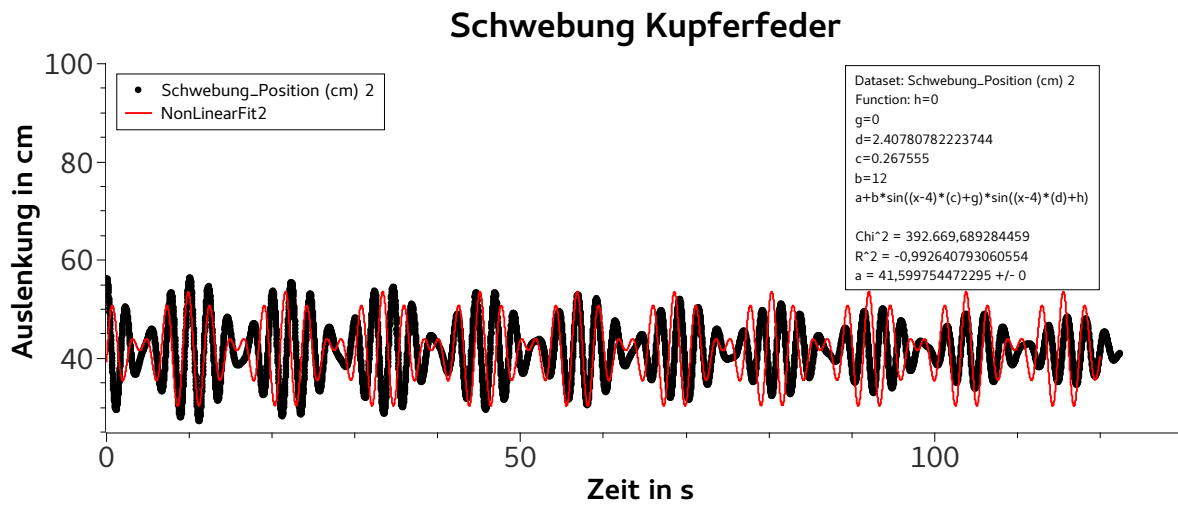


Abbildung 6: Schwebungen mit Kupferfeder.

Edelstahl

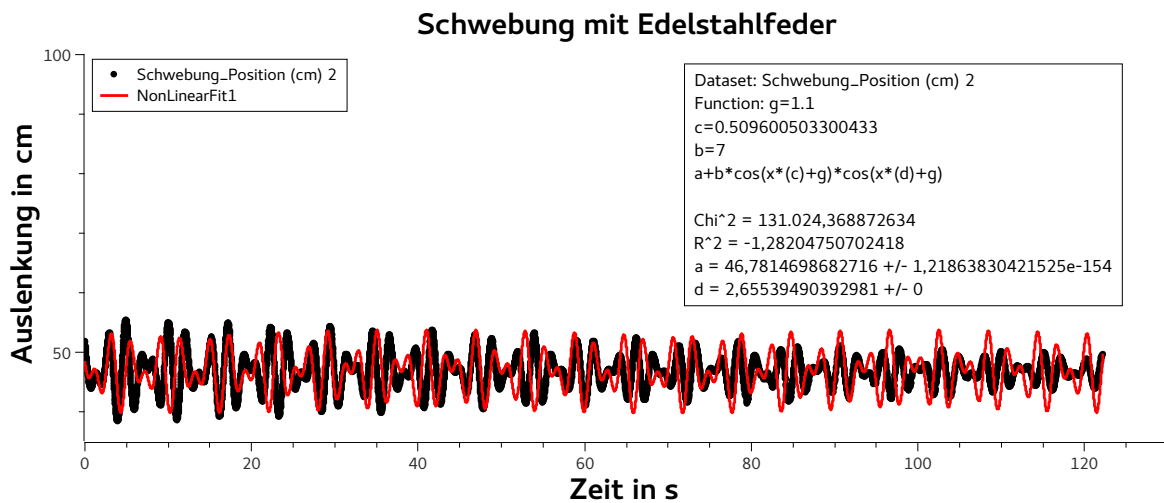


Abbildung 7: Schwebungen mit Edelstahlfeder.

3.2.5 Vergleich der Schwingdauern

3.2.6 Relative Frequenzaufspaltung

3.2.7 Diskussion der Näherung

Unsicherheiten

Unsicherheit Ultraschallsensor pro T.

Mittelwert Verrechnung.

Der Ultraschallsensor misst lediglich den Abstand in der Horizontalen, das Pendel dagegen bewegt sich in einer Ebene. Da bei diesem Versuch der Fokus auf den Schwingdauern lag, ist der Fehler der somit für die Amplitude der Schwingung entsteht irrelevant.

Abfallen der Amplitude mit der Zeit.

3.3 Doppelpendel

Das Doppelpendel schwingt sehr chaotisch, d.h. es gibt auch bei nur sehr kleinen Änderungen in den Anfangsbedingungen andere Bahnen. Außerdem konnten wir zwei stabile Schwingungen beobachten, jedoch nur für ca. 5 Perioden. Danach ergaben sich minimal phasenverschobene Schwingungen. Bei einer der stabilen Schwingungen haben beide Pendel immer in die selbe Richtung gezeigt. Die andere zeichnet sich dadurch aus, dass die Pendel immer den entgegengesetzten Winkel zur Vertikalen haben.

4 Schlussfolgerung

Feder weiteroben befestigen für bessere Kopplungen.

Näherung ist gut/schlecht.

Parallelen bei Doppel- und Gekoppeltem Pendel.