

VERSUCHSBERICHT ZU

M4 - STOSSGESETZE

Gruppe 6Mi

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

durchgeführt am 06.12.2017
betreut von
Semir Vrana

10. Dezember 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
2.1	Bestimmung der Massen	3
2.2	Stoß zweier Fadenpendel	3
2.3	Stoß einer Kugel auf der Fallrinne mit einer Pendelkugel	3
3	Ergebnisse und Diskussion	4
3.1	Beobachtung	4
3.1.1	Pendelstöße	4
3.1.2	Fallrinne	5
3.2	Diskussion	5
4	Schlussfolgerung	5

1 Kurzfassung

Um vollständig elastische Stoßprozesse durchzuführen, wurden zwei Versuche durchgeführt. Diese waren so konzipiert, dass sie Rückschlüsse auf den Zusammenhang zwischen den Massen und Geschwindigkeiten vor und nach einem zentralen, elastischen und geradem Stoß zulassen.

2 Methoden

2.1 Bestimmung der Massen

Die Massen der verwendeten drei Kugeln wurde mithilfe einer Waage gemessen. Dazu wurde zunächst die Waage mit aufgelegtem Ring auf Null gesetzt und dann abwechselnd die Kugeln in den Ring gelegt und die Anzeige der Waage abgelesen. Der Ring hatte den Zweck, die Kugeln nicht von der Waage rollen zu lassen.

2.2 Stoß zweier Fadenpendel

Zwei Kugeln unterschiedlicher Masse wurden mit Seilen hintereinander aufgehängt und die Seile so justiert, dass die Schwerpunkte der Kugeln sich in der Ruhelage auf einer Höhe und in der Pendelebene befanden. Die Seile waren dabei jeweils an beiden Enden an einem Träger befestigt. Mit einem Maßband wurde die Pendellänge gemessen. Dann wurde für beide Pendelkugeln folgende Messung durchgeführt: Die Pendelkugel wurde ausgelenkt und mithilfe von verschiebbaren Markierungen auf einer Maßschiene die Auslenkung festgestellt. Dann wurde die Kugel losgelassen und mit einer zweiten Markierung, die nach menschlichem Ermessen so platziert wurde, dass die gestoßene Kugel sie bei ihrer Schwingung gerade nicht berührte, die resultierende Auslenkung der zweiten Kugel bestimmt. Diese Messung wurde für fünf verschiedene Auslenkungen je fünf mal durchgeführt, um über diese Messungen mitteln zu können.

2.3 Stoß einer Kugel auf der Fallrinne mit einer Pendelkugel

Eine kleinere Kugel wurde eine Fallrinne herunter rollen lassen und die Auslenkung einer Kugel am Fadenpendel, die von ersterer angestoßen wurde, in gleicher Art und Weise wie zuvor gemessen. Diese Messung wurde ebenfalls für fünf verschiedene Starthöhen der kleinen Kugel auf der Fallrinne je fünf mal durchgeführt. Gemessen wurde hierbei der Abstand zum oberen Ende der Fallrinne. Um daraus die Starthöhe der Kugel bestimmen zu können, wurde die Fallrinne mit einer Messlatte vermessen.

Tabelle 1: Steigungen die sich beim Fitten ergeben.

	Kleine stößt Große a_1	Große stößt Kleine a_2
m	$0,5038 \pm 0,0147$	$1,3744 \pm 0,0203$

Tabelle 2: Masse die sich beim Wiegen der Kugel ergeben.

	Große Kugel	kleine Kugel
Masse	$(192,26 \pm 6,66) \text{ g}$	$(63,70 \pm 6,66) \text{ g}$

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beobachtung

3.1.1 Pendelstöße

In Abb. 1 und Abb. 2 sind die Mittelwerte der Auslenkung nach dem Stoß von einer Kugel auf die Auslenkung der anderen Kugel aufgetragen. Der lineare Zusammenhang ist beim Betrachten der Werte bereits erkennbar und außerdem sollte dieser der Theorie zufolge auftreten (Gleichung (2)). Deshalb haben wir einen Fit mit dem „Scaled Levenberg-Marquardt“-Algorithmus, welcher die Methode der kleinsten Quadrate verwendet, durchgeführt. Die Fit-Funktion sollte wie folgt aussehen:

$$f(x) = a * x + b \quad (1)$$

$$a'_2 = a_1 \frac{2m_1}{m_1 + m_2} = a_1 m(a'_2) \quad (2)$$

Wenn man die Steigungen der Auslenkungen a'_2 und a'_1 addiert erhält man:

$$m(a'_2) + m(a'_1) = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} + \frac{2m_2}{m_2 + m_1} = 2 \quad (3)$$

Die Summe der Steigungen (Tabelle 1) der linearen Fit-Funktionen beträgt 1,87

Aus den Steigungen lässt sich das Verhältnis der Massen bestimmen.

$$k = \frac{m(a'_2)}{m(a'_1)} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \frac{m_1 + m_2}{2m_2} = \frac{m_1}{m_2} \quad (4)$$

$$u(k) = k \sqrt{\left(\frac{u(m(a'_1))}{m(a'_1)}\right)^2 + \left(\frac{u(m(a'_2))}{m(a'_2)}\right)^2} \quad (5)$$

Es ergibt sich eine Massenverhältnis von $k_s = 2,7281 \pm 0,0890$. In Tabelle 2 sind die gewogenen Massen der Kugeln aufgeführt. Das Massenverhältnis ist $k_m = 3,0182 \pm 6,6600$.

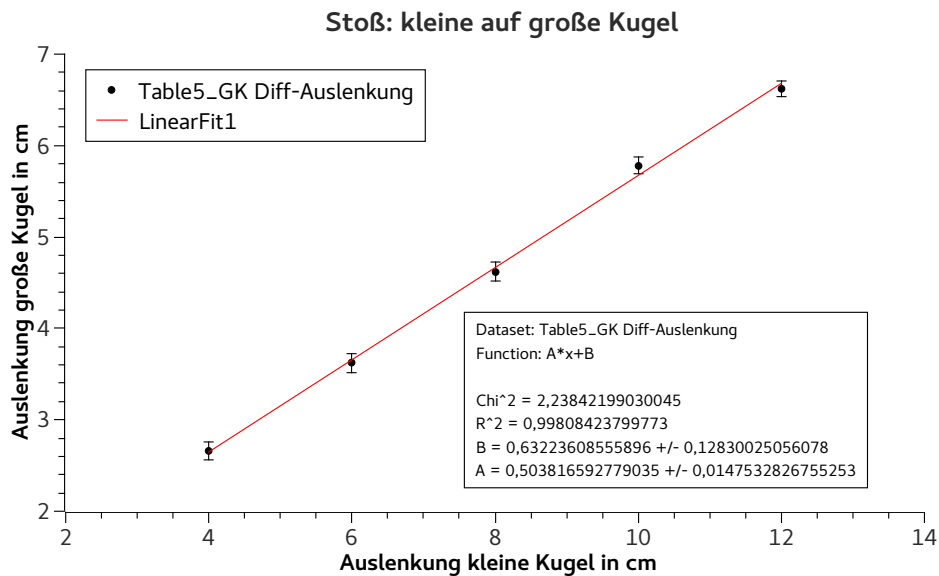


Abbildung 1: Kleine Kugel stößt die große Kugel.

3.1.2 Fallrinne

Aus den Abmessungen H , L und h_0 der Fallrinne (vgl. Abb. 2 der Einführung) lässt sich die Fallhöhe wie folgt bestimmen. Aus der Skizze ist ersichtlich, dass

$$\sin(\alpha)s = h_0 - h \quad (6)$$

und

$$\sin(\alpha) = \frac{H}{S} = \frac{H}{\sqrt{H^2 + L^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + L^2/H^2}} \quad (7)$$

gilt. Fügt man Gleichung (6) und Gleichung (7) zusammen erhält man:

$$h = h_0 - \frac{s}{\sqrt{1 + L^2/H^2}} \quad (8)$$

3.2 Diskussion

4 Schlussfolgerung

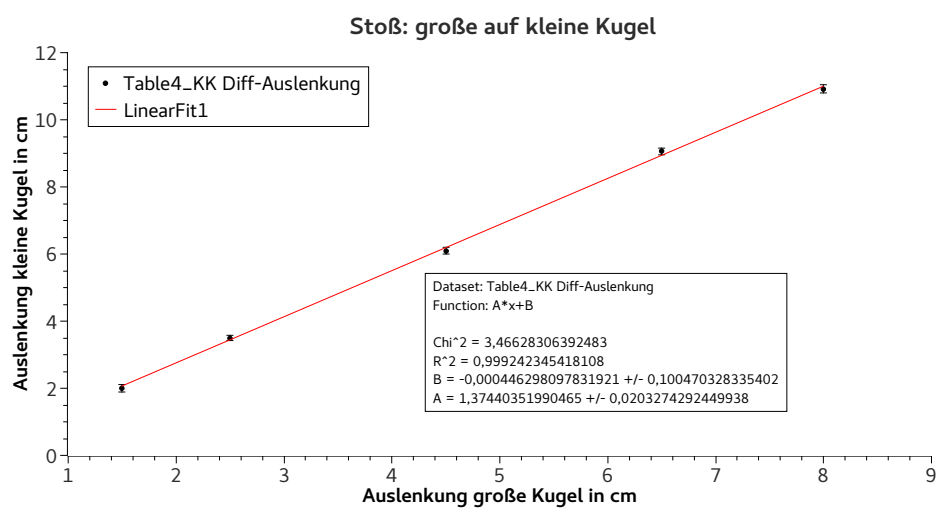


Abbildung 2: Große Kugel stößt die kleine Kugel.