

1.1 Kugelstoß

1 Einführung

Stöße sind kurzzeitige Wechselwirkungen zwischen zwei Körpern, wobei die Körper nach dem Stoß ein anderes Bewegungsverhalten zeigen als vorher. Stöße kommen sowohl im makrophysikalischen als auch im mikrophysikalischen Bereich von Natur und Technik vor. Insbesondere im atomaren und subatomaren Gebiet hat die Anwendung von Stoßbetrachtungen viel zur Aufklärung der Struktur der Materie beigetragen.

Ein besonders wichtiger Fall bei der Behandlung von Stößen ist der elastische Stoß. Hierbei werden die stoßenden Körper als ideal reflektierend angenommen, so dass für den Stoßvorgang keine Deformationsenergie in Ansatz gebracht werden muss. Die rechnerische Behandlung des Stoßes erfolgt dabei in der Regel so, daß man den Bewegungsvorgang in zwei zeitlich getrennte Abschnitte, nämlich einmal vor und einmal nach dem Stoß, unterteilt und hierbei jeweils die Erhaltungssätze von Impuls und Energie anwendet.

Da bei der üblichen theoretischen Behandlung von Stößen keine Reibungskräfte berücksichtigt werden, erfordert die praktische Durchführung von Stoßversuchen einen gewissen technischen Aufwand. Um Reibungskräfte zu vermeiden, müssen die Experimente in der Regel auf Luftkissenbahnen bzw. -flächen ablaufen. Im vorliegenden Fall soll nun dieser auch mit einer größeren räumlichen Ausdehnung und einer gewissen Geräuschbelastigung verbundene technische Mehraufwand nicht betrieben werden. Hier wird die weitgehende Ausschaltung der Reibung dadurch erreicht, dass sich die stoßenden und gestoßenen Körper durch die Luft bewegen. Da dies im Schwerfeld der Erde geschieht, kommen hierbei neben den Stoßgesetzen auch die Fallgesetze zur Anwendung, wodurch die rechnerische Behandlung etwas aufwendiger wird.

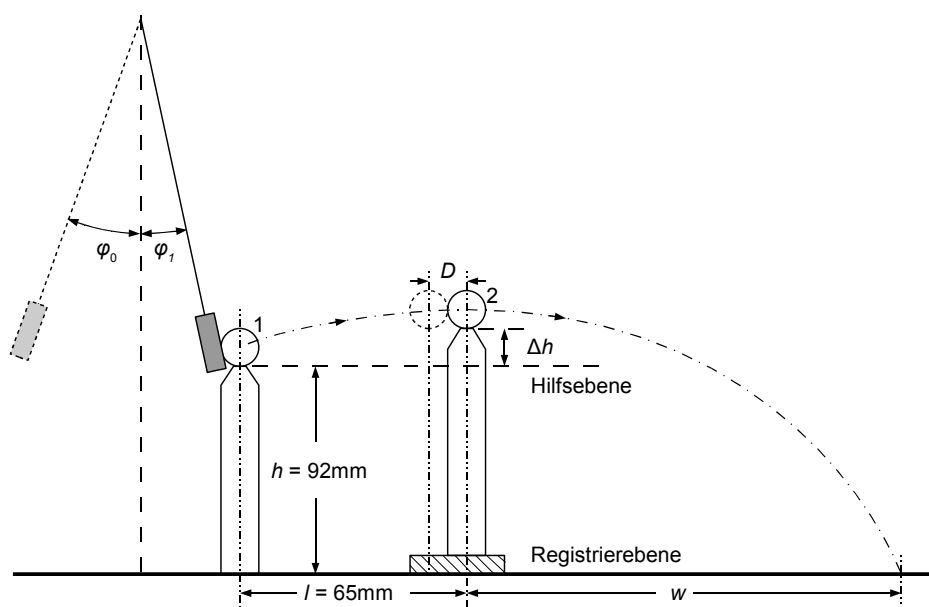


Abbildung 1: Seitenansicht des Experimentiergeräts

Hierzu wird die in den Abb. 1 und 2 gezeigte Experimentiereinrichtung verwendet. Zur Verfügung steht eine horizontale Registrierebene, über der auf konusförmigen Stützen zwei gleiche Kugeln positioniert sind. Die stoßende Kugel 1 erhält ihre Anfangsgeschwindigkeit durch ein Pendel, das um den variablen Anfangswinkel φ_0 ausgelenkt werden kann und die Kugel auf der Stütze 1 mit der festen Höhe h im Winkel φ_1 trifft.

Die durch das Pendel angestoßene Kugel 1 bewegt sich auf einer Wurfparabel, in deren Scheitel sie die Kugel 2 stößt. Die beiden Kugeln durchlaufen dann die Wurfweiten w_1 und w_2 und treffen in der Registrierebene auf. Zur Variation des Stoßwinkels α in der Horizontalebene kann die Stütze 2 auf einem Kreis, dessen Radius D gleich dem Kugeldurchmesser ist, verschoben werden.

Zur Justierung des Parabelscheitels kann eine Hilfsebene in der Höhe h aufgesetzt werden. Die Höhendifferenz Δh zwischen Stütze 2 und Stütze 1 ist durch ein Gewinde einstellbar. Die Aufschlagpunkte der

Kugeln werden auf der Registrier- bzw. Hilfsebene mit Kohlepapier markiert. Die technischen Daten für die bei dem Versuch verwendeten Geräteteile sind in Tabelle 1 aufgeführt.

2 Versuchsdurchführung

Zunächst ist die Stoßrichtung des Pendels so zu justieren, dass die Kugel 1 in Pendelrichtung gestoßen wird. Stellen Sie dann den Auslenkwinkel φ_0 des Stoßpendels so ein, dass die Kugel 2 von Kugel 1 horizontal fliegend gestoßen wird. Dabei ist der endliche Durchmesser der Kugeln zu berücksichtigen! Zur Justierung wird die Hilfsebene aufgesetzt. Die Aufschlagpunkte der Kugel 1 werden mit Kohlepapier markiert.

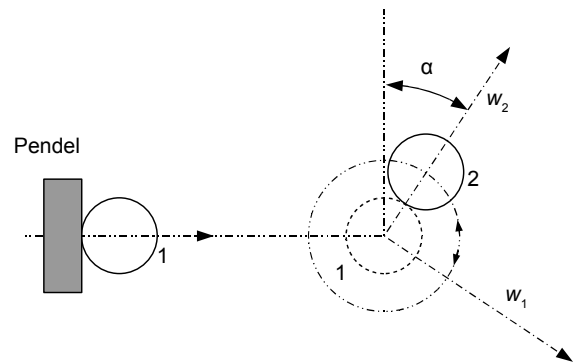


Abbildung 2: Aufsicht des Experimentiergeräts

Stellen Sie nun die errechnete Höhe Δh (Aufg. 1) ein, und suchen Sie die Position der Stütze 2, bei der die Kugel 2 unter $\alpha = 90^\circ$ gestoßen wird. Dazu ist die Stütze 2 mit aufgesetzter Kugel in 2 symmetrische Positionen zu schwenken. Die Aufschlagpunkte sollten dann ebenfalls symmetrisch zur Mittenposition ($\alpha = 90^\circ$) liegen.

Führen Sie mit aufgesetzter Kugel 2 Stoßversuche bei verschiedenen Winkeln α durch. In der Registrierebene sind mit Kohlepapier die Aufschlagpunkte beider Kugeln zu markieren. Die Messung der Schwingungsweitenverringerung zur Berechnung des Trägheitsmomentes erfolgt mit Hilfe des Schleppzeigers.

Kugeldurchmesser	$D = 16 \text{ mm}$
Kugelmasse	$m = 16,5 \text{ g}$
Höhe der Stütze 1	$h = 92 \text{ mm}$
Gewindesteigung der Stütze 2	$\Delta h = 0,5 \text{ mm/Umdrehung}$
horizontaler Abstand zwischen den Stützen	$l = 65 \text{ mm}$

Tabelle 1: Technische Daten des Experimentiergeräts

Aufgaben:

- 2.1 Berechnen Sie die Höhe Δh der Stütze 2 über der Hilfsebene in Abhängigkeit von dem Abschusswinkel φ_1 und von dem Horizontalabstand l der beiden Stützen. Bestimmen Sie den Fehler von Δh .
- 2.2 Weisen Sie durch Rechnung und durch experimentelle Variation des horizontalen Stoßwinkels α nach, dass die Aufschlagpunkte beider Kugeln im Falle gleicher Kugelmassen auf einem Kreis liegen. Der Stoßwinkel α soll jeweils um 20° variiert werden.
- 2.3 Messen Sie die Schwingungsdauer des Stoßpendels und seine Schwingungsweitenverringerung nach dem Stoß, und berechnen Sie das Trägheitsmoment des Pendels bezüglich der Drehachse. Bestimmen Sie den Fehler dieses Trägheitsmomentes aufgrund vernünftiger Abschätzungen der Messapparatur.
- 2.4 Die in Frage kommenden Fehlerquellen sind zu diskutieren. Insbesondere ist zu begründen, warum die Aufschlagpunkte nicht auf einem Kreis liegen, sondern offensichtlich jede Kugel ihren eigenen Kreis der Aufschlagpunkte beschreibt.

Literatur:

- Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik I, Kap. 47
 Meschede: Physik, Kap. 1.5
 Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Kap 2.7

Geräte:

Fertig montierte Experimentierplatte mit Pendel, Stützen und Kugeln

9.2006/Ra