

Versuch 3: Pohlsches Rad

Jascha Fricker, Benedict Brouwer

5. April 2022

Abstract

Schon Galileo hat mit schiefen Ebenen experimentiert und auch heute ist die schiefe Ebene ein viel benutztes Modell. Auch in diese Versuch betrachten wir eine Schiefe Ebene, messen die Kraftkomponenten und die Reibung.

Inhaltsverzeichnis

1	Kräftezerlegung	2
1.1	Theorie & Experimenteller Aufbau	2
1.2	Ergebnisse & Diskussion	2
2	Haftreibung	3
2.1	Theorie & Experimenteller Aufbau	3
2.2	Ergebnis & Diskussion	3
3	Gleitreibung	4
3.1	Theorie & Experimenteller Aufbau	4

1 Kräftezerlegung

1.1 Theorie & Experimenteller Aufbau

Bei einer schiefen Ebene zerlegt sich die wirkende Gravitationskraft in zwei Teilkräfte.

$$\text{Normalkraft} \quad F_{\perp} = F_g \cos \alpha \quad (1)$$

$$\text{Tangentialkraft} \quad F_{\parallel} = F_g \sin \alpha \quad (2)$$

Im Experiment werden diese Kräfte mit zwei Kraftmessern für unterschiedliche Winkel α bestimmt.

1.2 Ergebnisse & Diskussion

Im Graph 1 sind die berechneten Kraftquotienten bezüglich der verschiedenen Winkel aufgetragen. Es kann erkannt werden, dass die Messwerte sehr stark von den Theoriekurven abweichen, dies liegt wahrscheinlich am ungenauen Versuchsaufbau.

In diesem Versuch wurden die Unsicherheiten des Kraftmessers (Schrittweite), die Unsicherheit der Waage (1g) sowie die Unsicherheiten der Winkelmessung (Schrittweite 1mm) berücksichtigt. Durch den Versuchsaufbau konnte nicht verifiziert werden, dass die Normalkraft genau senkrecht anliegt. Anhand der Daten lässt sich ein Unsicherheitsintervall von etwa $3,5^\circ$ ableiten, welches auch zu Beobachtungen bei der Versuchsdurchführung passt. Für die Unsicherheiten wurde erst der Mittelwert [1, (29)] mit und die Standardabweichung mithilfe der Student-t-Verteilung [1, (15)] der beiden Kräfte berechnet, um dann mithilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung [1, (19)] die Unsicherheit der Quotienten zu berechnen.

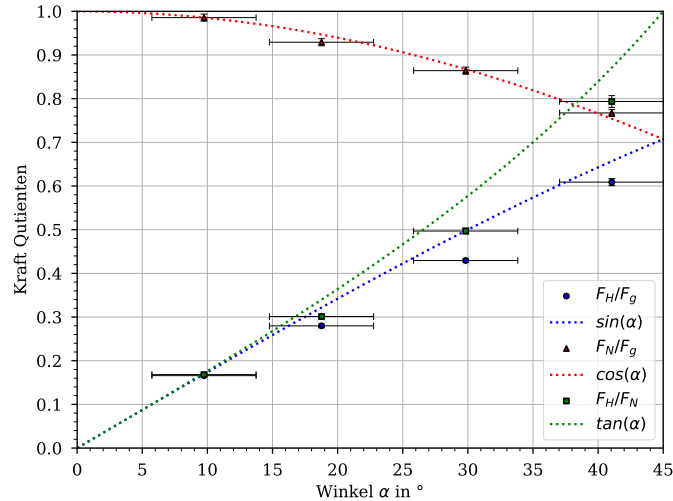


Abbildung 1: Kraftquotienten der Kräftezerlegung

2 Haftreibung

2.1 Theorie & Experimenteller Aufbau

Die Haftreibung ist die Reibungskraft, die existiert, wenn ein Körper sich nicht bewegt. Die Haftreibungskraft

$$F_H = \mu_H \cdot F_n \quad (3)$$

ist proportional zur Normalkraft und zur Haftreibungskonstante μ_H . Um diese zu messen, wird mit einem Kraftmesser tangential Kraft an die Masse angelegt. Diese wird langsam erhöht. Sobald die Masse anfängt zu rutschen, wird die direkt vorher angelegte Kraft als Haftreibungskraft notiert.

2.2 Ergebnis & Diskussion

In Graph ? kann anhand der Steigung der Ursprungsgerade der Haftreibungskoeffizient

$$\mu_H = 0,155(87) \quad (4)$$

bestimmt werden. Die große Abweichung der einzelnen Messungen liegt wahrscheinlich an der Inhomogenität der Haftreibung abhängig vom Ort, an dem gemessen wurde. Auch beim 3. Versuch haben wir diesen Effekt bei der Gleitreibung bei kleinen Winkeln bemerkt. Der Fehler wurde durch programmatisches Ausrechnen von μ_H für jeden einzelnen Punkt und anschließend dem bestimmen der gewichteten Mittelwerts mit Ungenauigkeit [1, (29)] berechnet.

3 Gleitreibung

3.1 Theorie & Experimenteller Aufbau

Die Gleitreibung ist im Gegensatz zur Haftreibung die Reibung, die entsteht, während der Körper gleitet. Wenn ein Körper eine schiefe Ebene hinuntergleitet, hat er folgende Bewegungsgleichung:

$$\text{ohne Reibung: } s(t) = \frac{g \cdot \sin(\alpha)}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0 \quad (5)$$

$$\text{mit Reibung: } s(t) = g \cdot \frac{\sin(\alpha) - \mu_G \cos(\alpha)}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0 \quad (6)$$

Aus der 2. Ableitung a der Theorieparabel kann die Gleitreibungskonstante

$$a = g \cdot (\sin(\alpha) - \mu_G \cos(\alpha)) \quad (7)$$

$$\Rightarrow \mu_G = \tan(\alpha) \cdot \frac{a}{g} \quad (8)$$

berechnet werden

Literatur

- [1] Technische Universität München. Hinweise zur Beurteilung von Messungen, Messergebnissen und Messunsicherheiten (ABW). <https://www.ph.tum.de/academics/org/labs/ap/org/ABW.pdf>, März 2021.