

## Hangabtriebskraft und Normalkraft auf der schiefen Ebene

### Versuchsziele

- Messung der Hangabtriebskraft  $F_1$  und der Normalkraft  $F_2$  eines Körpers auf der schiefen Ebene in Abhängigkeit vom Neigungswinkel  $\alpha$ .
- Vergleich der gemessenen Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  mit den durch vektorielle Zerlegung der Gewichtskraft  $G$  berechneten Kräften.

### Grundlagen

Die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene kann am einfachsten beschrieben werden, wenn man die Gewichtskraft  $G$  auf den Körper vektoriell in eine Hangabtriebskraft  $F_1$  und eine Normalkraft  $F_2$  zerlegt. Die Hangabtriebskraft wirkt parallel und die Normalkraft senkrecht zu der um den Winkel  $\alpha$  geneigten Ebene (siehe Fig. 1). Für die Beträge gilt

$$F_1 = G \cdot \sin \alpha \quad (I)$$

und

$$F_2 = G \cdot \cos \alpha \quad (II)$$

Diese Zerlegung wird im Versuch experimentell überprüft. Dazu werden die beiden Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  für verschiedene Neigungswinkel  $\alpha$  mit Präzisions-Kraftmessern gemessen. Die Variation des Neigungswinkels  $\alpha$  erfolgt durch Verschieben eines Stellwinkels der Höhe  $h = 5$  cm zu verschiedenen Abständen  $s$  zwischen Drehpunkt der schiefen Ebene und Aufpunkt des Stellwinkels (siehe Fig. 1). Es gilt

$$\sin \alpha = \frac{h}{s} \quad (III)$$

und

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2} \quad (IV)$$

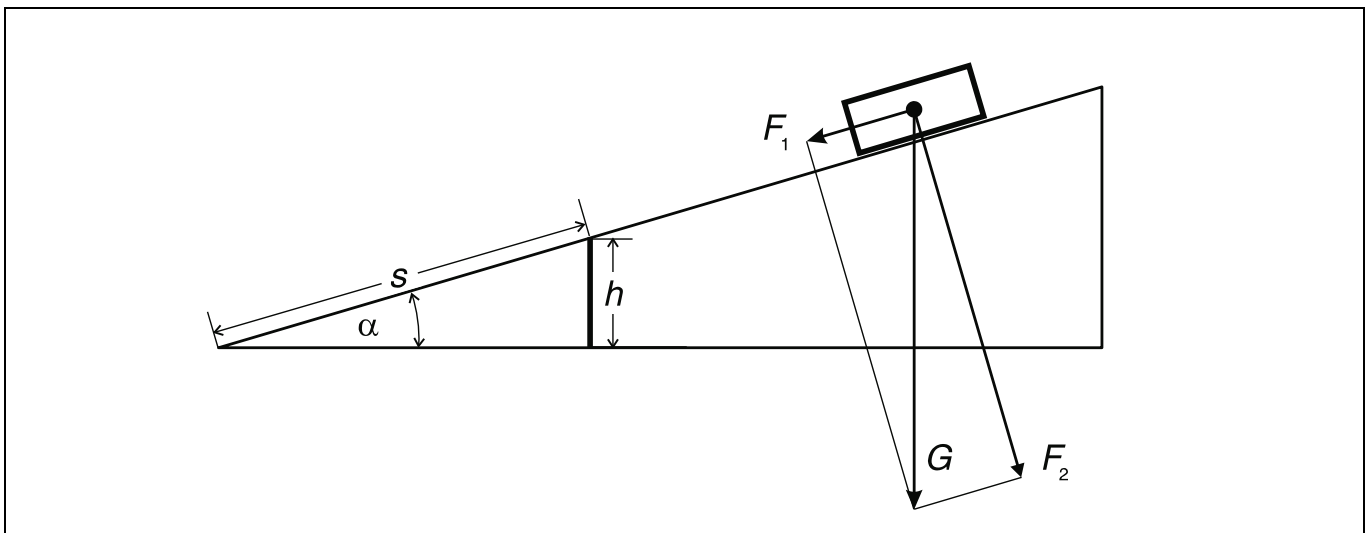
Aus (I) und (III) erhält man für die Hangabtriebskraft

$$F_1 = G \cdot \frac{h}{s} \quad (V)$$

aus (II) und (IV) für die Normalkraft

$$F_2 = G \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2} \quad (VI)$$

Fig. 1 Vektorielle Zerlegung der Gewichtskraft  $G$  in die Hangabtriebskraft  $F_1$  und die Normalkraft  $F_2$  auf der schiefen Ebene



Geräte		
1 Schiefe Ebene mit Schraubenmodell . . . . .		341 21
1 Präzisions-Kraftmesser 1,0 N . . . . .		314 141

**Meßbeispiel**

$h = 5 \text{ cm}$   
 $G = 1,07 \text{ N}$

Tab. 1: Positionen  $s$  des Stellwinkels und Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  auf der schiefen Ebene

$\frac{s}{\text{cm}}$	$\frac{F_1}{\text{N}}$	$\frac{F_2}{\text{N}}$
50	0,10	1,01
40	0,12	0,98
30	0,18	0,97
20	0,27	0,97
15	0,35	0,95
10	0,59	0,81

**Aufbau und Durchführung**

**a) Nullpunktkorrektur der Kraftmesser**

- Kraftmesser  $F_1$  waagrecht legen und Nullpunkt korrigieren.
- Kraftmesser  $F_2$  senkrecht nach unten halten und Nullpunkt korrigieren.

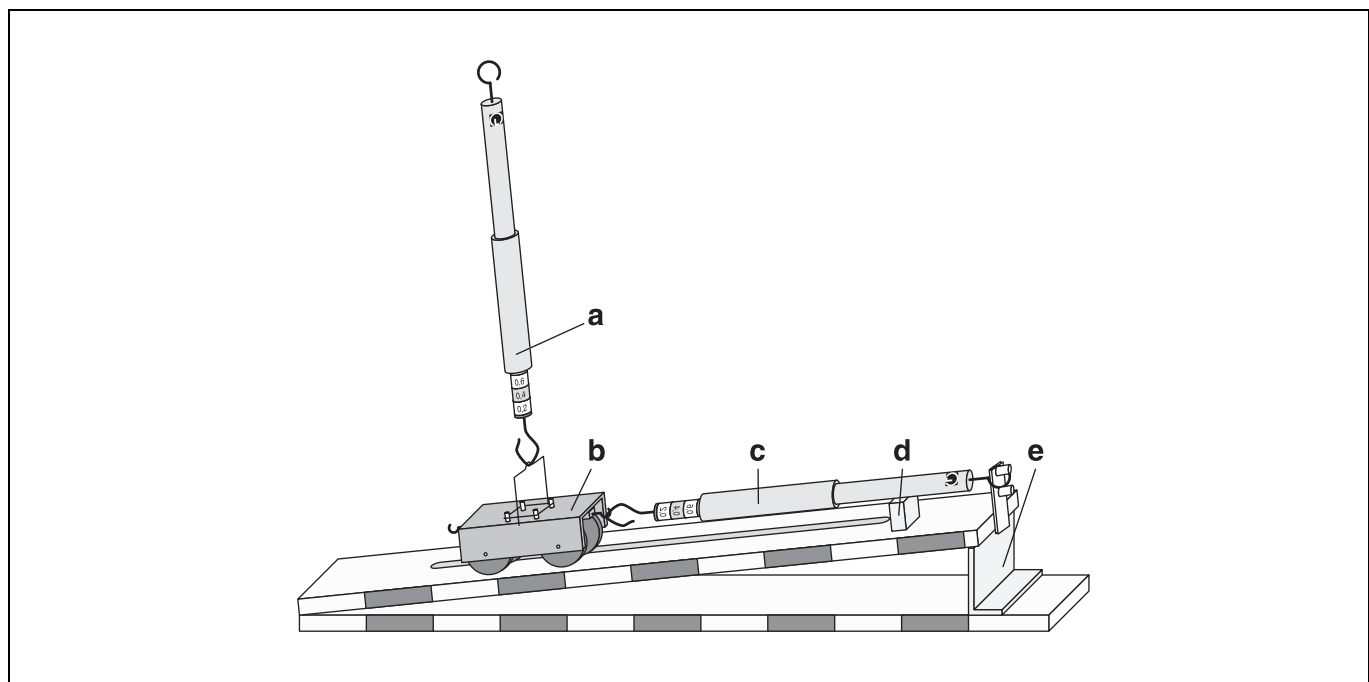
**b) Bestimmung der Gewichtskraft:**

- Wagen freischwebend mit klappbarem Haltebügel in Kraftmesser  $F_2$  einhängen und Gewicht  $G$  des Wagens bestimmen.

**c) Bestimmung von Hangabtriebskraft und Normalkraft:**

- Schiefe Ebene aufstellen und Stellwinkel ( $e$ ) bei  $s = 50 \text{ cm}$  positionieren.
- Wagen ( $b$ ) aufsetzen und in Kraftmesser  $F_1$  ( $c$ ) einhängen, dabei den Kraftmesser mit Stützklötzchen ( $d$ ) abstützen.
- Kraftmesser  $F_2$  ( $a$ ) sorgfältig möglichst senkrecht zur schiefen Ebene führen und Wagen anheben, bis er die Ebene gerade noch berührt.
- Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  ablesen und notieren.
- Stellwinkel ( $e$ ) nacheinander bei  $s = 40, 30, 20, 15$  und  $10 \text{ cm}$  positionieren, jeweils Kraftmesser senkrecht zur schiefen Ebene führen und Wagen anheben, Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  ablesen und notieren.

Fig. 2 Versuchsaufbau zur Bestimmung Hangabtriebskraft und Normalkraft auf der schiefen Ebene



### Auswertung und Ergebnis

Die Tab. 2 und 3 ermöglichen einen Vergleich der gemessenen mit den gemäß (V) und (VI) berechneten Kräften. In Fig. 3 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

Für die Normalkraft ergibt sich eine systematische Abweichung zwischen gemessenen und berechneten Werten. Sie ist darauf zurückzuführen, daß der Wagen bei der Messung der Kraft noch teilweise unterstützt wird.

Tab. 2: gemessene und berechnete Hangabtriebskraft  $F_1$

$\frac{s}{\text{cm}}$	$\frac{F_1}{\text{N}}$ gemessen	$\frac{F_2}{\text{N}}$ berechnet
50	0,09	0,107
40	0,12	0,134
30	0,18	0,178
20	0,27	0,268
15	0,33	0,357
10	0,53	0,535

Tab. 3: gemessene und berechnete Normalkraft  $F_2$

$\frac{s}{\text{cm}}$	$\frac{F_1}{\text{N}}$ gemessen	$\frac{F_2}{\text{N}}$ berechnet
50	1,01	1,065
40	0,98	1,062
30	0,97	1,055
20	0,97	1,036
15	0,95	1,009
10	0,81	0,927

Fig. 3 gemessene (durchgezogene Linie) und berechnete (Meßpunkte) Werte für die Hangabtriebskraft  $F_1$  und die Normalkraft  $F_2$

