

## Laborbericht Physik TGE12/2 A

Titel: Beschleunigung von Autos an der schiefen Ebene

Bearbeiter: Dominik Eisele

Mitarbeiterin: Jonathan Moschner

Datum Versuchsdurchführung: 12.10.2015

Datum Abgabe: 20.10.2015

Ich erkläre an Eides statt, den vorliegenden Laborbericht selbst angefertigt zu haben. Alle fremden Quellen wurden in diesem Laborbericht benannt.

Aichwald, 21. Oktober 2015 Dominik Eisele

# 1 Einführung

Bei dem Versuch „Beschleunigung von Autos an der schiefen Ebene“ wurde ein Wagen auf einer geneigten Rollbahn beschleunigt, und die Zeit gemessen die der Wagen für eine bestimmte Strecke  $s$  benötigt.

Ziel des Versuches ist das Diagramm  $t(\alpha)$  und die Endgeschwindigkeit des Wagens  $v_e$ .

Der Versuch „Beschleunigung von Autos an der schiefen Ebene“ kommt aus der Kinematik, der Lehre der Bewegung von Punkten und Körpern im Raum, beschrieben durch die Größen Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung, ohne die Ursachen der Bewegung (Kräfte) zu betrachten.

## 1.1 Formeln

Beschleunigte Bewegung:

$$\begin{aligned}\bar{v} &= \frac{s}{t} \\ s &= \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \\ v_e &= a \cdot t \\ v_e &= 2 \cdot \bar{v}\end{aligned}$$

Arithmetischer Mittelwert:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

Standardabweichung:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

Mittlere Quadratische Fehler:

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$$

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Material

Für den Versuch verwendete Materialien:

- Rollbahn
- Wagen
- analoge Handstoppuhr
- Lineal
- Holzklötze

### 2.2 Aufbau

Die Rollbahn wurde durch das einseitige Unterlegen von verschiedenen großen Holzklötzen in eine Schräglage gebracht, wie in Abbildung 1 zu sehen ist. Der Wagen wurde am oberen Ende der Rollbahn fixiert, sodass er, nachdem er losgelassen wurde, ohne eine Anfangsgeschwindigkeit beschleunigt wurde. Diese Beschleunigung erfuhr der Wagen ausschließlich durch die Erdbeschleunigung, die  $9,81 \frac{m}{s^2}$  beträgt.

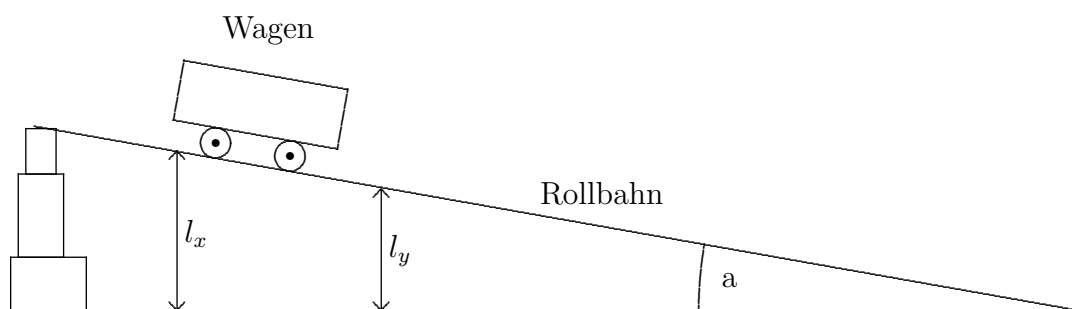


Abbildung 1: Skizze des Versuchsaufbaus

## 2.3 Durchführung

Nachdem der Versuch aufgebaut wurde, wurde der Wagen am oberen Ende der Rollbahn losgelassen, und die Zeit  $t$  die er für die Abfahrt der Strecke  $s = 1,37\text{ m}$  benötigt gestoppt. Zusätzlich wurde noch die Zeit  $t^*$  für die halbe Strecke  $s_{1/2}$  genommen. Für  $t$  und  $t^*$  wurden jeweils drei Messungen genommen, der Versuch wurde anschließend weitere neun Mal durchgeführt, wobei der Winkel  $\alpha$  für jede Messreihe verändert wurde. Insgesamt hat man nun zehn Werte-Tripel für  $t$  und  $t^*$ .

Um den Winkel zu berechnen, wurde an zwei unterschiedlichen Punkten der Rollbahn, die Distanz zwischen Bahn und Untergrund gemessen. Diese Messungen wurden in einem Abstand von  $0,7\text{ m}$  durchgeführt. Die Differenz der beiden Messungen ist somit die Gegenkathete des Winkels  $\alpha$ , der Abstand zwischen den beiden Messpunkte von  $0,7\text{ m}$  ist die Hypotenuse. Daraus ergibt sich für  $\alpha$  folgende Formel:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{l_x - l_y}{0,7\text{ m}}\right)$$

### 3 Messwerte

| Messreihe | $l_x$   | $l_y$   | $\alpha$ | $t_1^*$ | $t_2^*$ | $t_3^*$ | $\bar{t}^*$ | $t_1$ | $t_2$ | $t_3$ | $\bar{t}$ | $\sigma_{m_t}$ |
|-----------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|-------------|-------|-------|-------|-----------|----------------|
| 1         | 12,2 cm | 10,3 cm | 1,56°    | 2,8 s   | 2,5 s   | 2,6 s   | 2,63 s      | 3,1 s | 3,2 s | 3,0 s | 3,10 s    | 0,09           |
| 2         | 13,0 cm | 10,3 cm | 2,21°    | 2,0 s   | 1,7 s   | 1,6 s   | 1,77 s      | 2,5 s | 2,6 s | 2,8 s | 2,63 s    | 0,13           |
| 3         | 13,2 cm | 10,3 cm | 2,37°    | 2,0 s   | 2,3 s   | 2,3 s   | 2,20 s      | 2,6 s | 2,6 s | 2,5 s | 2,57 s    | 0,05           |
| 4         | 13,5 cm | 10,3 cm | 2,62°    | 1,6 s   | 1,6 s   | 1,5 s   | 1,57 s      | 2,3 s | 2,5 s | 2,3 s | 2,37 s    | 0,10           |
| 5         | 13,8 cm | 10,3 cm | 2,87°    | 1,6 s   | 1,5 s   | 1,6 s   | 1,57 s      | 2,4 s | 2,3 s | 2,4 s | 2,33 s    | 0,05           |
| 6         | 14,6 cm | 10,3 cm | 3,52°    | 1,2 s   | 1,4 s   | 1,4 s   | 1,33 s      | 2,1 s | 2,2 s | 2,2 s | 2,17 s    | 0,05           |
| 7         | 14,8 cm | 10,3 cm | 3,69°    | 1,3 s   | 1,4 s   | 1,3 s   | 1,33 s      | 2,0 s | 2,0 s | 2,2 s | 2,07 s    | 0,10           |
| 8         | 15,2 cm | 10,3 cm | 4,01°    | 1,5 s   | 1,3 s   | 1,4 s   | 1,40 s      | 2,1 s | 2,0 s | 2,0 s | 2,03 s    | 0,05           |
| 9         | 16,3 cm | 10,3 cm | 4,92°    | 1,1 s   | 1,0 s   | 1,1 s   | 1,07 s      | 1,3 s | 1,5 s | 1,7 s | 1,50 s    | 0,17           |
| 10        | 17,3 cm | 10,3 cm | 5,74°    | 1,1 s   | 1,0 s   | 0,9 s   | 1,00 s      | 1,4 s | 1,5 s | 1,5 s | 1,47 s    | 0,05           |

Tabelle 1: Messwerte

## 4 Auswertung

### 4.1 Verhältnis $\frac{t}{t^*}$

| Messung                    | Verhältnis $\frac{t}{t^*}$ |
|----------------------------|----------------------------|
| 1                          | 1,18                       |
| 2                          | 1,49                       |
| 3                          | 1,17                       |
| 4                          | 1,51                       |
| 5                          | 1,48                       |
| 6                          | 1,63                       |
| 7                          | 1,56                       |
| 8                          | 1,45                       |
| 9                          | 1,40                       |
| 10                         | 1,47                       |
| $\overline{\frac{t}{t^*}}$ | <b>1,43</b>                |

Tabelle 2: Verhältnis  $\frac{t}{t^*}$

Das theoretische Verhältnis für  $\frac{t}{t^*}$  beträgt:  $\sqrt{2}$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \qquad \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

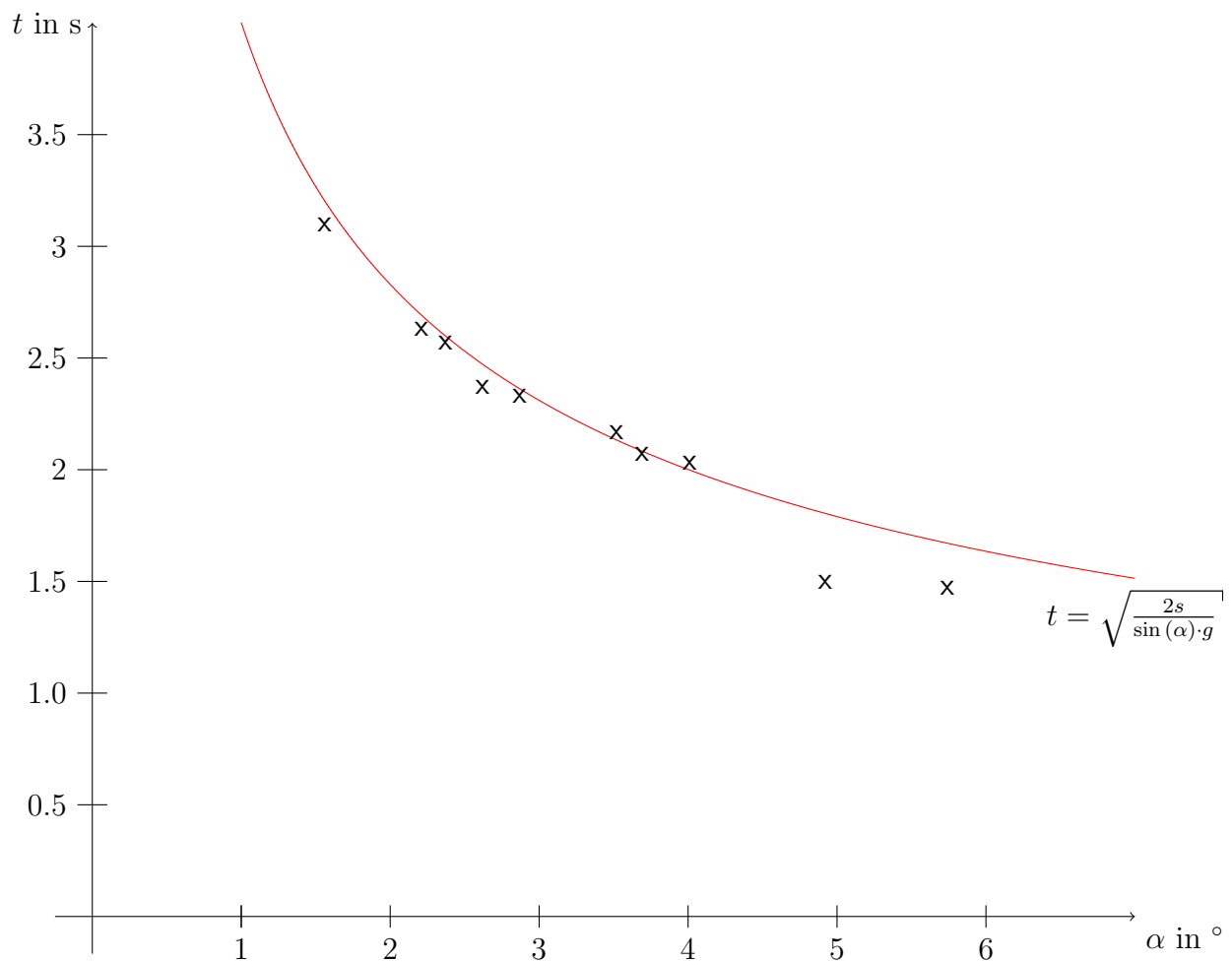
$$t^* = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot s}{a}} \qquad \Rightarrow t^* = \sqrt{\frac{s}{a}}$$

$$\frac{t}{t^*} = \frac{\sqrt{\frac{2s}{a}}}{\sqrt{\frac{s}{a}}}$$

$$\frac{t}{t^*} = \sqrt{2}$$

$$\frac{t}{t^*} \approx 1,414$$

Der aus den Messwerten ermittelte Quotient ist dem theoretischen sehr ähnlich, die Differenz des gemessenen und des theoretischen Wertes beträgt nur  $1,43 - \sqrt{2} \approx 0,016$ .

4.2 Diagramm  $t(\alpha)$ Abbildung 2: Diagramm:  $t(\alpha)$ 

Die abgebildete Kurve  $t = \sqrt{\frac{2s}{\sin(\alpha) \cdot g}}$  beschreibt den Idealverlauf der Zeit, in Abhängigkeit des Winkels  $\alpha$ , die der Wagen benötigt, die 1,37 m lange Rollbahn herunterzufahren.

Die Gleichung  $t = \sqrt{\frac{2s}{\sin(\alpha) \cdot g}}$  kann man aus der Gleichung  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  herleiten:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}} \quad (1)$$

$$a = \sin(\alpha) \cdot g \quad (2)$$

(2) in (1) einsetzen:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{\sin(\alpha) \cdot g}}$$



Aus Abbildung 2 ist erkennbar, dass die Messwerte, bis zu dem Winkel  $\alpha = 4,01^\circ$ , dem Idealverlauf sehr ähnlich sind, größere Abweichungen gibt es erst ab dem Winkel  $\alpha = 4,92^\circ$ . Da liegt daran, dass, der Wagen, bei einem größeren Winkel eine höhere Endgeschwindigkeit aufbaut, und somit das Erreichen des Endes der Rollbahn, für das menschliche Auge, schwer abschätzbar ist.

### 4.3 Geschwindigkeiten

| Messung | Durchschnittsgeschwindigkeit $\bar{v}$ | Endgeschwindigkeit $v_e$          |
|---------|--|-----------------------------------|
| 1       | $0,442 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $0,884 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 2       | $0,520 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,040 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 3       | $0,533 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,066 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 4       | $0,578 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,156 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 5       | $0,588 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,176 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 6       | $0,631 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,262 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 7       | $0,662 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,324 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 8       | $0,675 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,350 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 9       | $0,913 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,836 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 10      | $0,932 \frac{\text{m}}{\text{s}}$      | $1,864 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |

Tabelle 3: Geschwindigkeiten

## 5 Quellen

- [www.lern-online.net/physik/mechanik/kinematik](http://www.lern-online.net/physik/mechanik/kinematik)

Upload: 21.09.2015 10:59 Uhr, Abgerufen: 17.10.2015 13:39 Uhr

- [www.fersch.de/pdffdoc/Physik.pdf](http://www.fersch.de/pdffdoc/Physik.pdf)

Upload: 20. August 2015, Abgerufen: 17.10.2015 13:17 Uhr