



### AUFGABEN:

- Aufzeichnung des Weges als Funktion der Zeit.
- Bestimmung der Momentangeschwindigkeit als Funktion der Zeit.
- Bestimmung der Momentanbeschleunigung als Funktion der Zeit.
- Bestimmung der mittleren Beschleunigung als Anpassungsparameter und Vergleich mit dem Quotienten aus Kraft und Masse.

### ZIEL

Aufzeichnung und Auswertung von gleichmäßig beschleunigten Bewegungen auf der Rollenfahrbahn.

### ZUSAMMENFASSUNG

Bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung hängen die Momentangeschwindigkeit linear und der zurückgelegte Weg quadratisch von der Zeit ab. Diese Zusammenhänge werden im Experiment an Bewegungen auf der Rollenfahrbahn untersucht, die mit einer Kombination aus einem Speichenrad als Umlenkrolle und einer Lichtschranke aufgezeichnet werden.

### BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr
1	Rollenfahrbahn	1003318
1	3B NETlog™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540 oder
	3B NETlog™ (115 V, 50/60 Hz)	1000539
1	3B NETlab™	1000544
1	Lichtschranke	1000563
1	Schnur, 100 m	1007112
1	Schlitzgewichtsatz, 10 x 10 g	1003227

1

### ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die momentane Geschwindigkeit  $v$  und die momentane Beschleunigung  $a$  eines Massenpunktes sind definiert als Ableitungen erster und zweiter Ordnung des zurückgelegten Weges  $s$  nach der Zeit  $t$ . Diese Definitionen können experimentell nachvollzogen werden, indem man anstelle der Ableitungen die entsprechenden Differenzenquotienten betrachtet und den zurückgelegten Weg in ein feines Raster unterteilt, um die zu den Rasterpunkten  $s_n$  zugehörigen Zeitpunkte  $t_n$  zu messen. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen, um z.B. den zeitlichen Verlauf gleichmäßig beschleunigter Bewegungen experimentell zu untersuchen.

Bei konstanter Beschleunigung  $a$  nimmt die Momentangeschwindigkeit  $v$  proportional zur Zeit  $t$  zu, sofern der Massenpunkt zu Beginn ruhte:

$$(1) \quad v = a \cdot t$$

Der zurückgelegte Weg  $s$  wächst proportional zum Quadrat der Zeit:

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

Ursache für eine konstante Beschleunigung ist eine konstante beschleunigende Kraft  $F$ , wenn sich auch die beschleunigte Masse  $m$  nicht ändert:

$$(3) \quad a = \frac{F}{m}$$

Diese Zusammenhänge werden im Experiment an einem Wagen auf einer Rollenfahrbahn untersucht. Der Wagen erfährt eine gleichmäßige Beschleunigung, weil ihn ein Faden mit konstanter Kraft zieht. Diese Kraft ist das Gewicht einer angehängten Masse, siehe Abb. 1. Die Umlenkrolle für den Faden ist als Speichenrad ausgelegt, das mit seinen Speichen eine Lichtschranke unterbricht. Ein angeschlossenes Messinterface misst die Zeitpunkte  $t_n$  der Unterbrechung und sendet die Daten zur Auswertung an einen Computer. Die Auswertesoftware berechnet den zurückgelegten Weg zum Zeitpunkt  $t_n$ , sowie die zugehörigen Werte für Momentangeschwindigkeit und die Momentanbeschleunigung

$$(4a) \quad s_n = n \cdot \Delta$$

$$(4b) \quad v_n = \frac{\Delta}{t_{n+1} - t_{n-1}}$$

$$(4c) \quad a_n = \frac{\frac{\Delta}{t_{n+1} - t_n} - \frac{\Delta}{t_n - t_{n-1}}}{\frac{t_{n+1} - t_{n-1}}{2}}$$

$\Delta = 20$  mm: Speichenabstand

Die Messungen werden für verschiedene Kombinationen aus beschleunigender Kraft  $F$  und beschleunigter Masse  $m$  durchgeführt.

### AUSWERTUNG

Mit der Auswertesoftware werden die drei Größen  $s$ ,  $v$  und  $a$  als Funktion der Zeit  $t$  dargestellt. Die Gültigkeit der Gleichungen (1) und (2) wird durch Anpassen entsprechender Funktionen geprüft, in die die Beschleunigung  $a$  als Parameter eingeht.

Es sei  $m_1$  die Masse des Wagens und  $m_2$  die am Faden hängende Masse.

Da auch die Masse  $m_2$  beschleunigt wird, ist in Gleichung (3):

$$F = m_2 \cdot g \quad \text{und} \quad m = m_1 + m_2$$

Daraus folgt:

$$a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

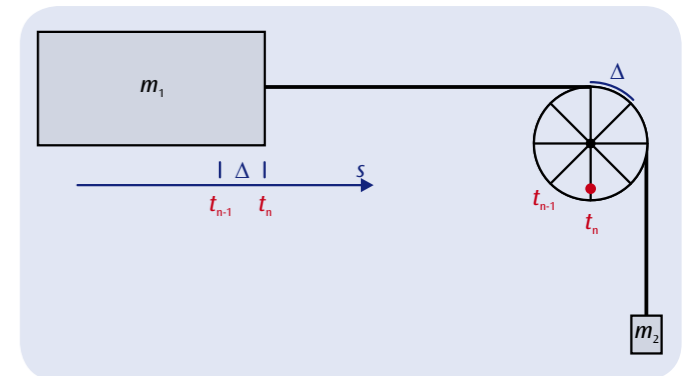


Abb. 1: Schematische Darstellung zum Messprinzip

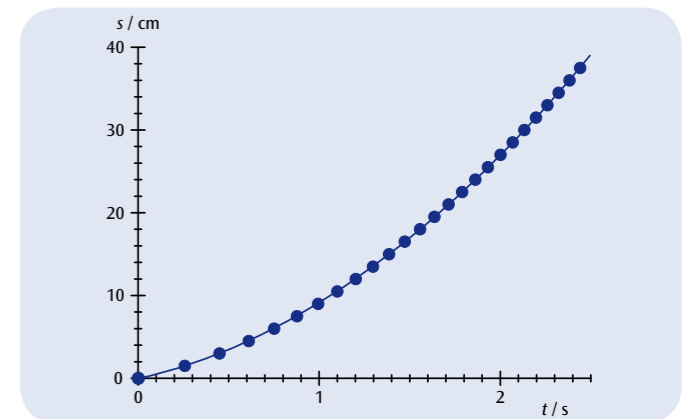


Abb. 2: Weg in Abhängigkeit von der Zeit

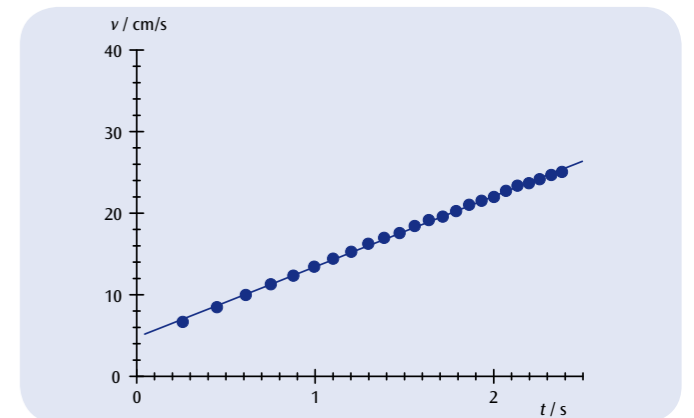


Abb. 3: Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit

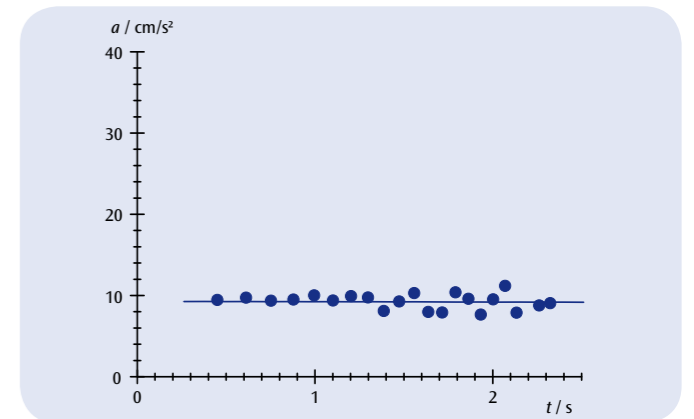


Abb. 4: Beschleunigung in Abhängigkeit von der Zeit