

1.2.1 Messung der Beschleunigung mit Wagen

1 Motivation

Dieser Versuch demonstriert das 2. Newtonsche Gesetz:

2. Newtonsches Gesetz

Bewegungsgesetz: Die Änderung der Bewegungsgröße ist der einwirkenden Kraft proportional. Sie geschieht in der Richtung der Kraft.

Wenn wir dagegen von der **Impulserhaltung** als grundlegendem Axiom ausgehen, dann wird die Kraft als zeitliche Änderung des Impulses definiert:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (1)$$

Die resultierende Kraft, die auf einen Körper wirkt, wird als die zeitliche Änderung des Impulses des Körpers definiert.

2 Experiment

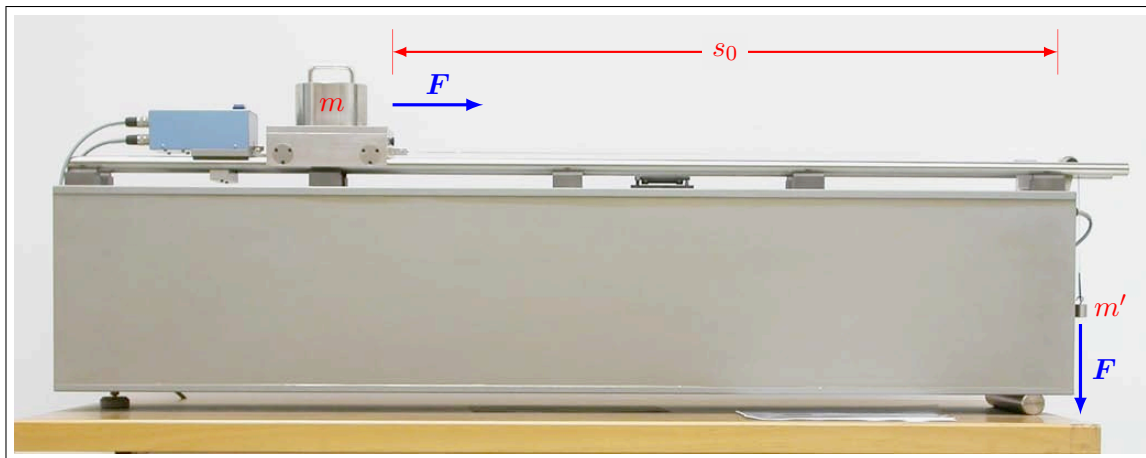


Abbildung 1: Versuchsaufbau zur Messung der Beschleunigung mit Wagen. Die durchlaufene Strecke ist für alle drei Anordnungen identisch gleich s_0 .

Abb. 1 zeigt den experimentellen Aufbau. Ein „reibungsfrei“ beweglicher Körper der Masse m wird aus der Ruheposition durch die konstante Fadenkraft \mathbf{F} , welche durch ein Gewicht der Masse m' ($m' \ll m$) erzeugt wird, in horizontaler Richtung in Bewegung gesetzt.

Abb. 2 zeigt als Detail die Umlenkung der Kraft über ein Laufrad. Die Kraft kann durch Anhängen einer zweiten Masse m' verdoppelt werden.



Abbildung 2: Umlenkung der Kraft über ein Laufrad

Durch das Drücken einer Taste am xy -Schreiber wird der Beschleunigungsvorgang und gleichzeitig ein 10 Hz-Taktgeber ausgelöst. Nach dem Durchlaufen einer fest vorgegebenen Strecke s_0 werden der Wagen mit der Masse m und der Taktgeber abgestoppt. Das Laufrad ist mit einem in Sektoren unterteiltem Rädchen verbunden, das es gestattet, im Zusammenspiel mit dem Taktgeber sowohl die Geschwindigkeit $v(t)$ als auch die Laufstrecke $s(t)$ zu berechnen. Dabei ist $s(t)$ direkt proportional zur Anzahl der Impulse vom Sektorenrädchen, während man für die Ermittlung von $v(t)$ als Referenz noch das 10 Hz-Signal des Taktgebers benötigt (Blockschaltbild siehe Abb. 3). Beide Informationen werden in digitaler Form an den xy -Schreiber übergeben (Blockschaltbild siehe Abb. 3).

Für die Beschleunigung a eines mit konstanter Kraft F beschleunigten Körpers der Masse m gilt:

$$a = \frac{F}{m} \quad \Rightarrow \quad a \sim F \quad \text{und} \quad a \sim \frac{1}{m} \quad (2)$$

Tabelle 1 zeigt die drei verschiedenen experimentellen Anordnungen, mit denen die Gültigkeit von Gl. (2) gezeigt wird:

Nr. i	Kraft F_i	Masse m_i	Beschleunigung a_i	Laufzeit Δt_i	Endgeschwindigkeit $v(\Delta t_i)$	Beziehung
1	$m'g = F_0$	$2m_0$	$\frac{1}{2}a_0$	$2\sqrt{\frac{s_0}{a_0}}$	$\sqrt{a_0 s_0}$	$a \sim \frac{1}{m}$
2	$m'g \equiv F_0$	m_0	$a_0 \equiv \frac{F_0}{m_0}$	$\sqrt{\frac{2s_0}{a_0}}$	$\sqrt{2a_0 s_0}$	
3	$2m'g = 2F_0$	m_0	$2a_0$	$\sqrt{\frac{s_0}{a_0}}$	$2\sqrt{a_0 s_0}$	$a \sim F$

Tabelle 1: Experimentelle Anordnungen

Demnach bewirkt eine Verdoppelung der Kraft eine Verdoppelung der Beschleunigung, während eine Verdoppelung der zu beschleunigenden Masse eine Halbierung der Beschleunigung ergibt.

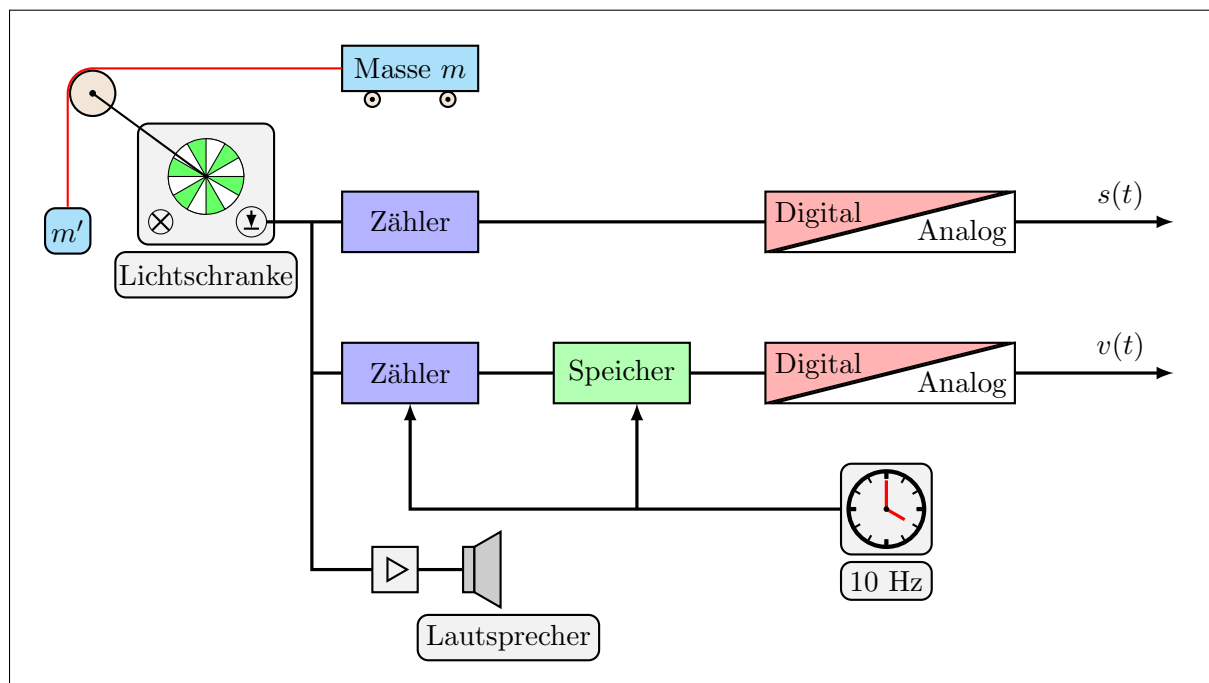


Abbildung 3: Blockschaltbild für den Beschleunigungswagen

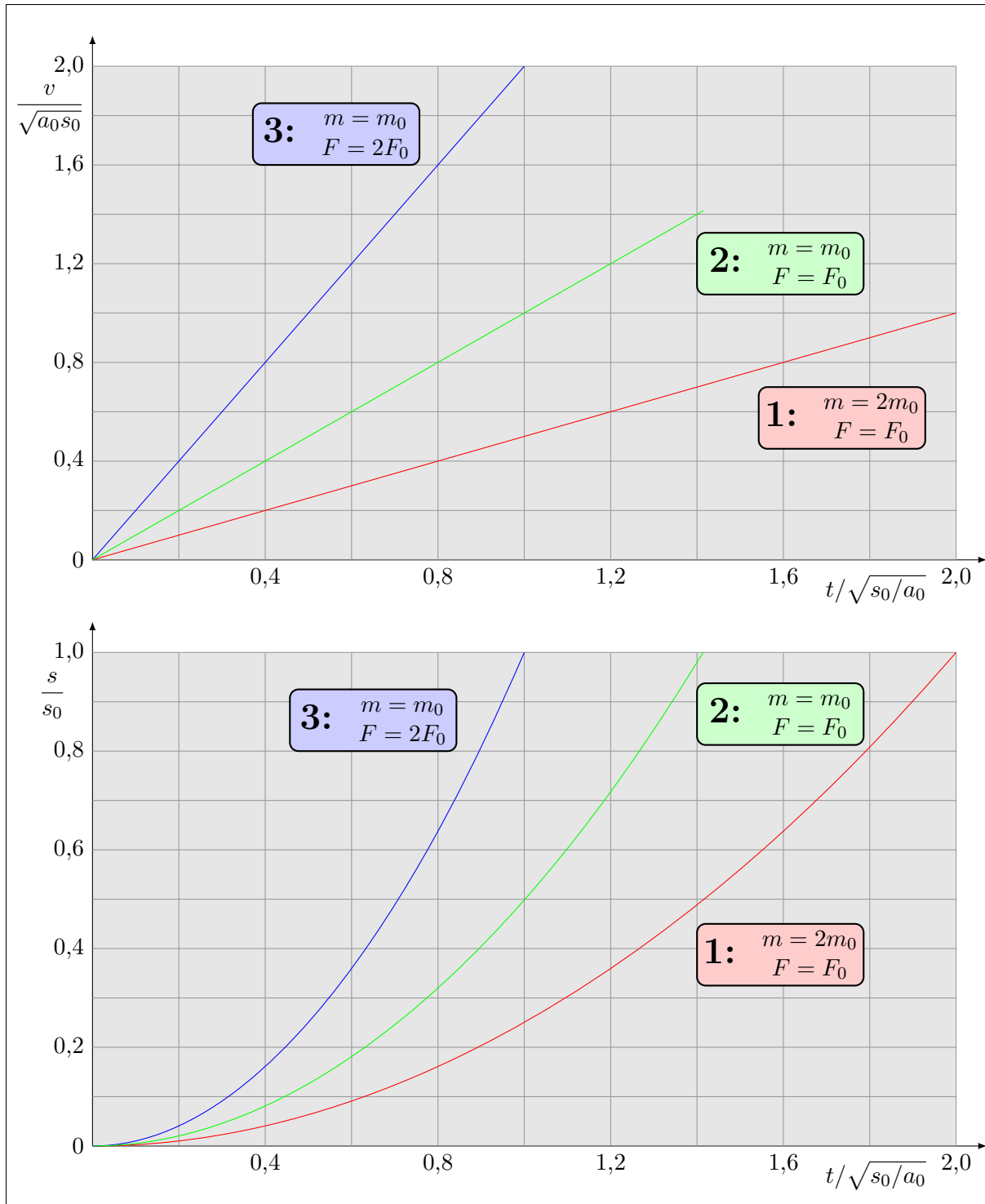


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf von Geschwindigkeit $v(t)$ und Weg $s(t)$ für die drei Versuchsanordnungen. Die durchlaufene Strecke ist für alle drei Anordnungen identisch gleich s_0 .