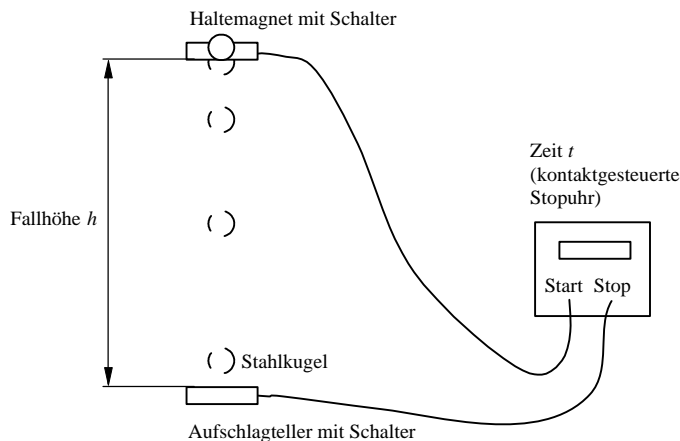


## Freier Fall

Eine oder mehrere Stahlkugeln werden fallengelassen und die Fallzeit gemessen.

### Ziel / Verfahren

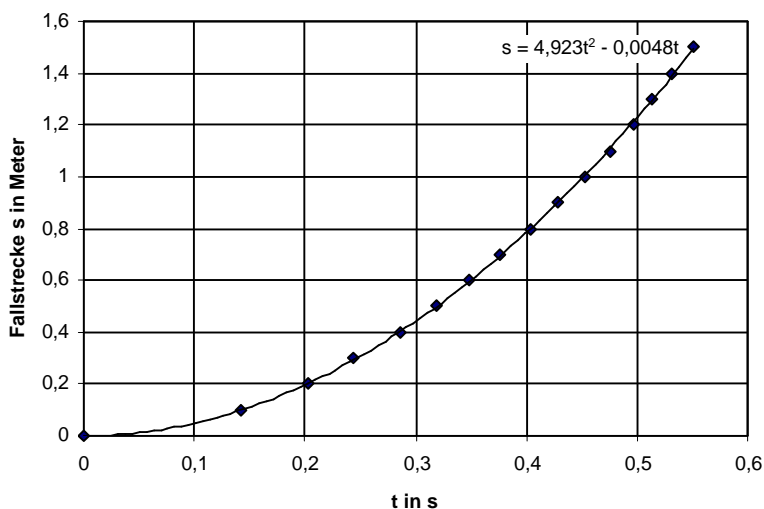
Die theoretischen Überlegungen zu den Gesetzen der gleichmäßig beschleunigten Bewegung sollten im Experiment überprüft werden. Hierzu wurde ein Aufbau nach Skizze benutzt. Man ließ eine kleine Stahlkugel (die Luftreibung konnte vernachlässigt werden) eine Strecke  $s$  zwischen 0,1 m und 1,5 m frei fallen und hat die Fallzeit  $t$  elektronisch gemessen.



Die gewonnenen  $s$ - und  $t$ -Werte wurden dann weiter rechnerisch und grafisch ausgewertet, das  $v(t)$ -Diagramm erstellt und mit davor im Unterricht gewonnenen Ergebnissen verglichen.

### Die Messwerte

Das  $s(t)$ -Diagramm



Das Diagramm scheint eine Parabel zu sein, für die Trendlinie wurde also der Typ: polynomisch gewählt. Die von Excel berechnete Gleichung der Trendlinie bestätigt in sehr guter Näherung die Annahme einer Parabel der Form  $s(t) = Const \cdot t^2$  (der sehr kleine Term mit  $t$  kann vernachlässigt werden).

Weitere Auswertung erfolgt in der Tabelle (s. nächste Seite).

Der Quotient  $h/t$  steigt, d.h. die mittlere (die Durchschnitts-) Geschwindigkeit steigt, es handelt sich also um eine beschleunigte Bewegung.

Der Quotient  $h/t^2$  ist konstant, die zurückgelegte Strecke ist also proportional zum Quadrat der Zeit, das bereits gefundene Gesetz

$$s(t) = \frac{1}{2} at^2$$

ist bestätigt; die Beschleunigung  $a$  (beim freien Fall wird sie Erdbeschleunigung  $g$  genannt) beträgt in unserer Messung (vgl. der Mittelwert der Quotienten):

$$g = 2 \cdot 4,92 \frac{m}{s^2} = 9,84 \frac{m}{s^2} \quad \text{Literaturwert für Mitteleuropa: } g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

Fallstrecke in m	Zeit in s	h/t in m/s	h/t <sup>2</sup> in m/s <sup>2</sup>	Abweichung	v in m/s
0	0	0	0,00		0,00
0,1	0,142	0,704	4,96	0,9	0,70
0,2	0,203	0,985	4,85	-1,3	1,64
0,3	0,244	1,230	5,04	2,5	2,44
0,4	0,286	1,399	4,89	-0,6	2,38
0,5	0,319	1,567	4,91	-0,1	3,03
0,6	0,349	1,719	4,93	0,2	3,33
0,7	0,376	1,862	4,95	0,7	3,70
0,8	0,403	1,985	4,93	0,2	3,70
0,9	0,429	2,098	4,89	-0,6	3,85
1,0	0,453	2,208	4,87	-0,9	4,17
1,1	0,476	2,311	4,85	-1,3	4,35
1,2	0,497	2,414	4,86	-1,2	4,76
1,3	0,513	2,534	4,94	0,5	6,25
1,4	0,532	2,632	4,95	0,6	5,26
1,5	0,551	2,722	4,94	0,5	5,26
Mittelwert			4,92	0,0	

Die Spalte Abweichung berechnet für jeden Messwert die Abweichung vom Mittelwert und ermöglicht so den eventuellen Ausschluss offensichtlicher Fehlmessungen.

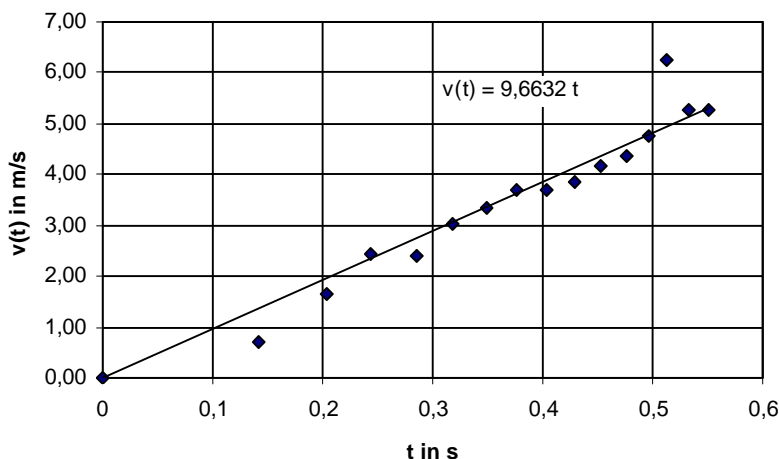
Die Spalte v wurde errechnet als Steigung des s(t)-Diagramms jeweils an der Stelle t<sub>i</sub> als Quotient

$$v(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_i - s_{i-1}}{t_i - t_{i-1}} = \dots$$

und stellt somit die Momentangeschwindigkeit dar. Im nachfolgendem Diagramm (Ursprungsgerade, Trendlinientyp linear) ist erkennbar, dass für die Geschwindigkeit v(t) = g · t gilt. Auch hier ist das "g" als Steigung ablesbar (vgl. die Gleichung der Trendlinie).

Anm.: Dass sich die Werte für "g" je nach Methode geringfügig unterscheiden liegt daran, dass unterschiedliche Berechnungsverfahren für die Ermittlung des Mittelwertes angewandt werden.

Für unsere Betrachtungen reicht an dieser Stelle eine zufrieden stellende Feststellung, dass das von uns ermittelte "g" von dem Literaturwert um 1% abweicht, die Messung also fast verdächtig gut war.



Somit haben wir die Gesetze der gleichförmigen Bewegung beim freien Fall experimentell überprüft und eine sehr gute Übereinstimmung mit der Erwartung festgestellt.