

# Physik für Studierende der Medizin im 1. Fachsemester

(PFMF-V); 09410100

Dienstag mit Freitag 8.15-9.00

## Mechanik Teil 1 am 14.04.2021



Dr. Simon Moser  
Lehrstuhl für Exp. Physik IV  
Universität Würzburg  
[simon.moser@physik.uni-wuerzburg.de](mailto:simon.moser@physik.uni-wuerzburg.de)



# Physikalische Messgrößen und Einheiten

## Beobachten und Messen

*Physikalische Größe = Zahlenwert \* Einheit*

oder symbolisch  $G = \{G\} * [G]$

Eine Zahl ist somit gleich einer Physikalischen Größe dividiert durch die Einheit:

$$\{G\} = G / [G]$$

Verknüpfung physikalischer Größen durch die Mathematik

# Maßsysteme und Maßeinheiten

*Physikalische Größe = Zahlenwert \* Einheit*

Internationales Einheitensystem (*systeme international d'unités, SI*)  
benutzt 7 Grundgrößen (Basisgrößen oder Basiseinheiten)

Grundgröße	Grundeinheit	Einheitenzeichen	Formelzeichen	Dimension
Länge	Meter	m	<i>l</i>	L
Zeit	Sekunde	s	<i>t</i>	T
Masse	Kilogramm	kg	<i>m</i>	M
El. Stromstärke	Ampere	A	<i>I</i>	I
Temperatur	Kelvin	K	<i>T</i>	Θ
Lichtstärke	Candela	cd	<i>I<sub>v</sub></i>	J
Stoffmenge	Mol	mol	<i>n, ν</i>	N

# Beispiel: Längeneinheiten

## Definition eines Meters:

*„Ein Meter ist die Weglänge die Licht im Vakuum im Zeitraum  $1/299792458$  Sekunden zurücklegt“*

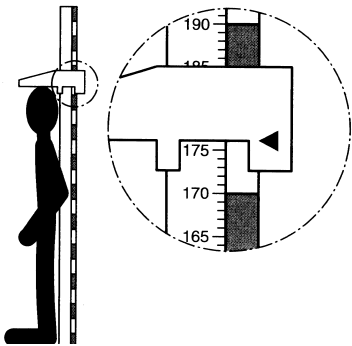
Objekt (oder Entfernung)	Länge ca. (Meter)
Neutron oder Proton	$10^{-15}$
Atom	$10^{-10} = 0.1 \text{ nm}$
Moleküle	$10^{-8} = 10 \text{ nm}$
Halbleiterstrukturen	$10^{-7} = 100 \text{ nm}$
Blatt Papier (Dicke)	$10^{-4}$
Finger	$10^{-1}$
Fußballfeld	$10^2$
Mt. Everest	$8844 \approx 10^4$
Erde (Durchmesser)	$10^7$
Erde Sonne	$10^{11}$
Nächster Stern	$10^{16}$
Nächste Galaxie	$10^{22}$
Universum	$10^{28}$

# (Praktische) Längenmessung



Zentimetermaß

$\pm 1 \text{ mm}$



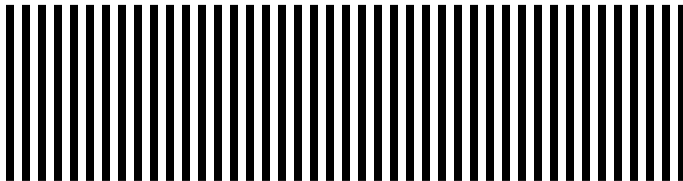
Schieblehre

$\pm 0,1 \text{ mm}$



Mikrometerschraube

$\pm 10 \text{ }\mu\text{m}$

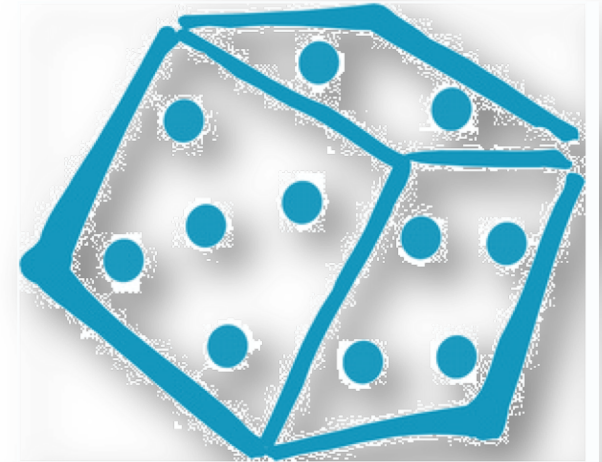


Elektronische Messung  $\pm 0.1 \text{ }\mu\text{m}$

# Abgeleitete Größen

**Abgeleitete Größen** sind mathematische Verknüpfungen von Grundgrößen

**Abgeleitete Einheiten** sind mathematische Verknüpfungen von Grundeinheiten



## Beispiele:

- **Grundgröße:** Länge =  $l$ ; die Einheit ist das „m“
- **Abgel.Größe:** Fläche =  $l * l$ ; die Einheit ist dann  $m*m = qm = m^2$
- **Abgel.Größe:** Volumen =  $l * l * l$ ; die Einheit ist dann  $m*m*m = m^3$

# Mechanik starrer Körper

Die **Mechanik** ist das Teilgebiet der Physik, in welchem die **Bewegung**, bzw. die **Bewegungsänderung** und die **Formänderung** von Körpern unter der Wirkung von Kräften untersucht wird

## Bewegungslehre (Kinematik)

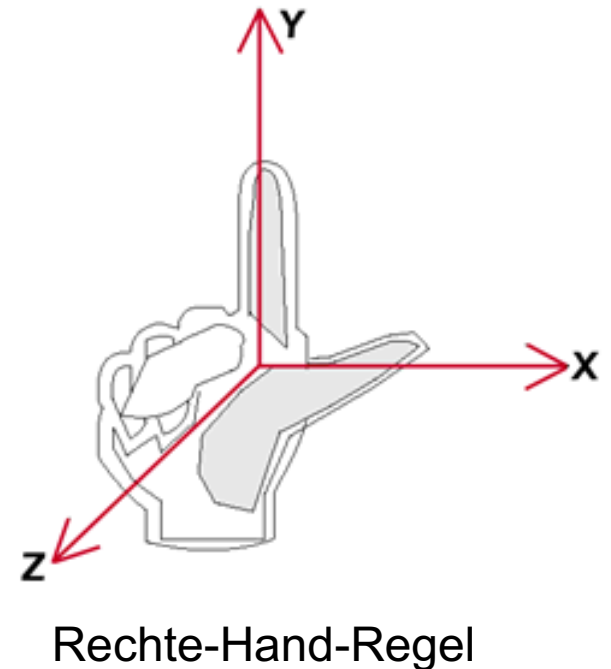
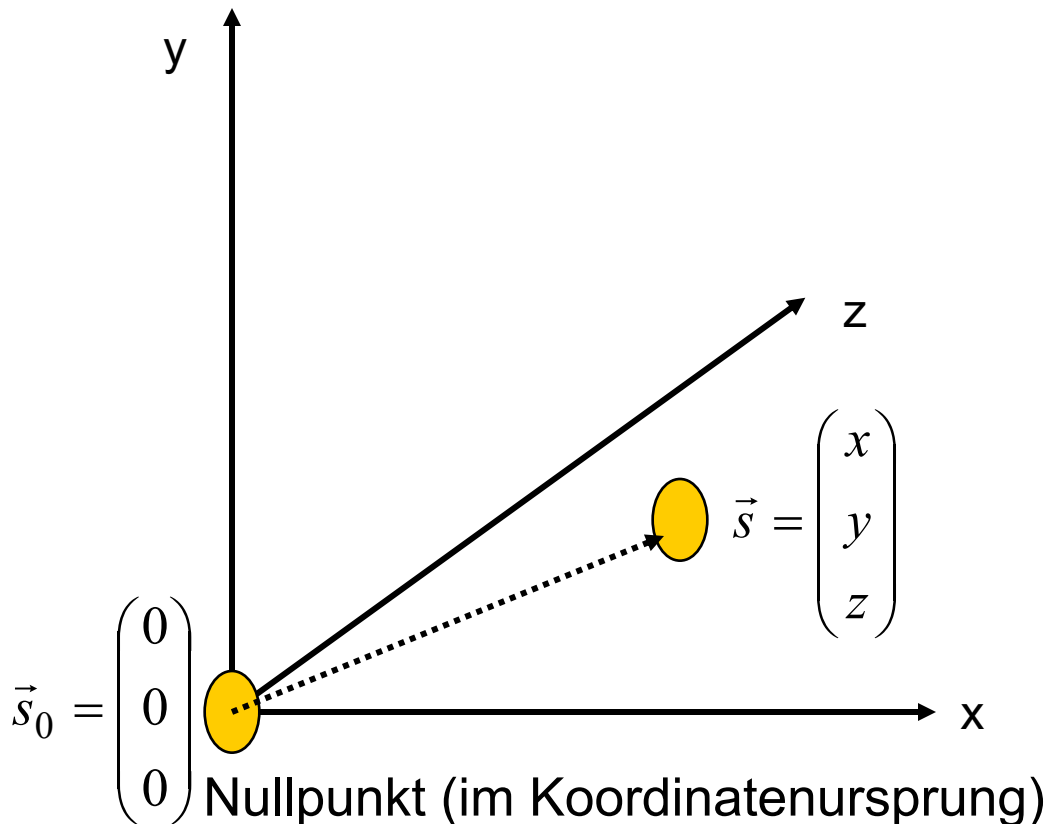
Zu jedem Zeitpunkt müssen wir den Ort (Position) des Körpers kennen oder bestimmen können

Ortsvektor:  $\vec{s}(t)$

Beschreibt den Zusammenhang zwischen Ort, Geschwindigkeit und der Beschleunigung eines Körpers

# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

Kartesisches Koordinatensystem = dreidim. Orthonormalsystem mit 3 unabhängigen Achsen  $x \perp y \perp z$



Ortsangabe durch die  
Angabe von 3 Koordinaten!

# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

- Für die meisten Betrachtungen genügt eine **eindimensionale** Beschreibung !
- Um den Ort eines Objekts zu jedem Zeitpunkt berechnen zu können, muss man seine Ortsfunktion  $s(t)$  kennen, die jedem Zeitpunkt  $t$  einen Ort  $s(t)$  zuordnet (**Bewegungsgleichung**):

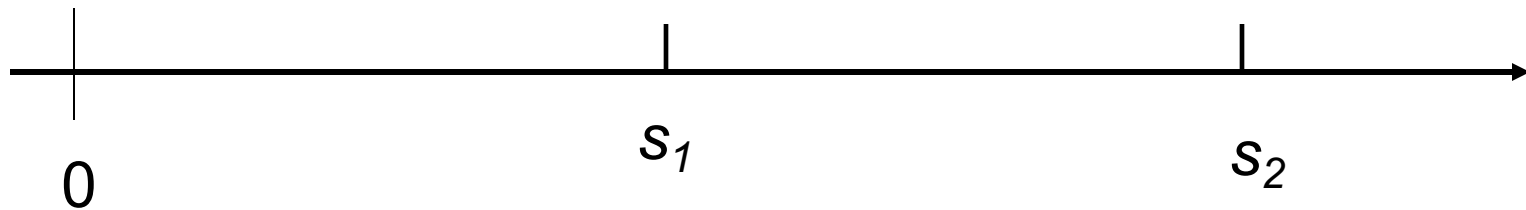
$$\text{Ortsvektor: } \mathbf{s} = \mathbf{s}(t)$$

- **Bewegungsgleichung** beschreibt den Zusammenhang zwischen Ort, Geschwindigkeit und der Beschleunigung eines Körpers

# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

## Geradlinige (eindimensionale) & gleichförmige Bewegung

- Die Bewegung erfolgt auf einer Geraden
- Der Körper sei zu einer Zeit  $t_1$  am Ort  $s_1$  & zu der Zeit  $t_2$  am Ort  $s_2$

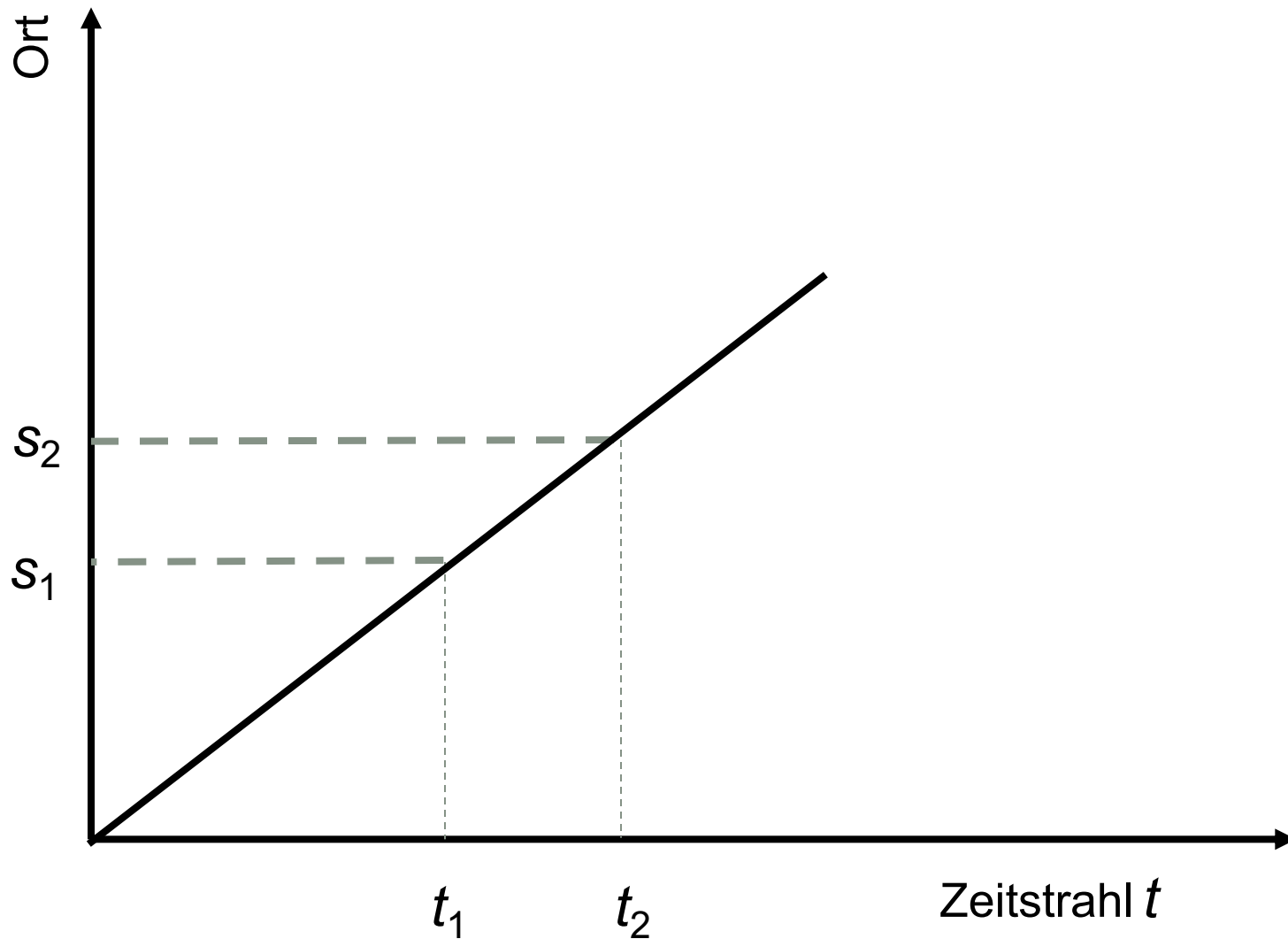


**Def.:** Geschwindigkeit = Wegstrecke / Zeitintervall

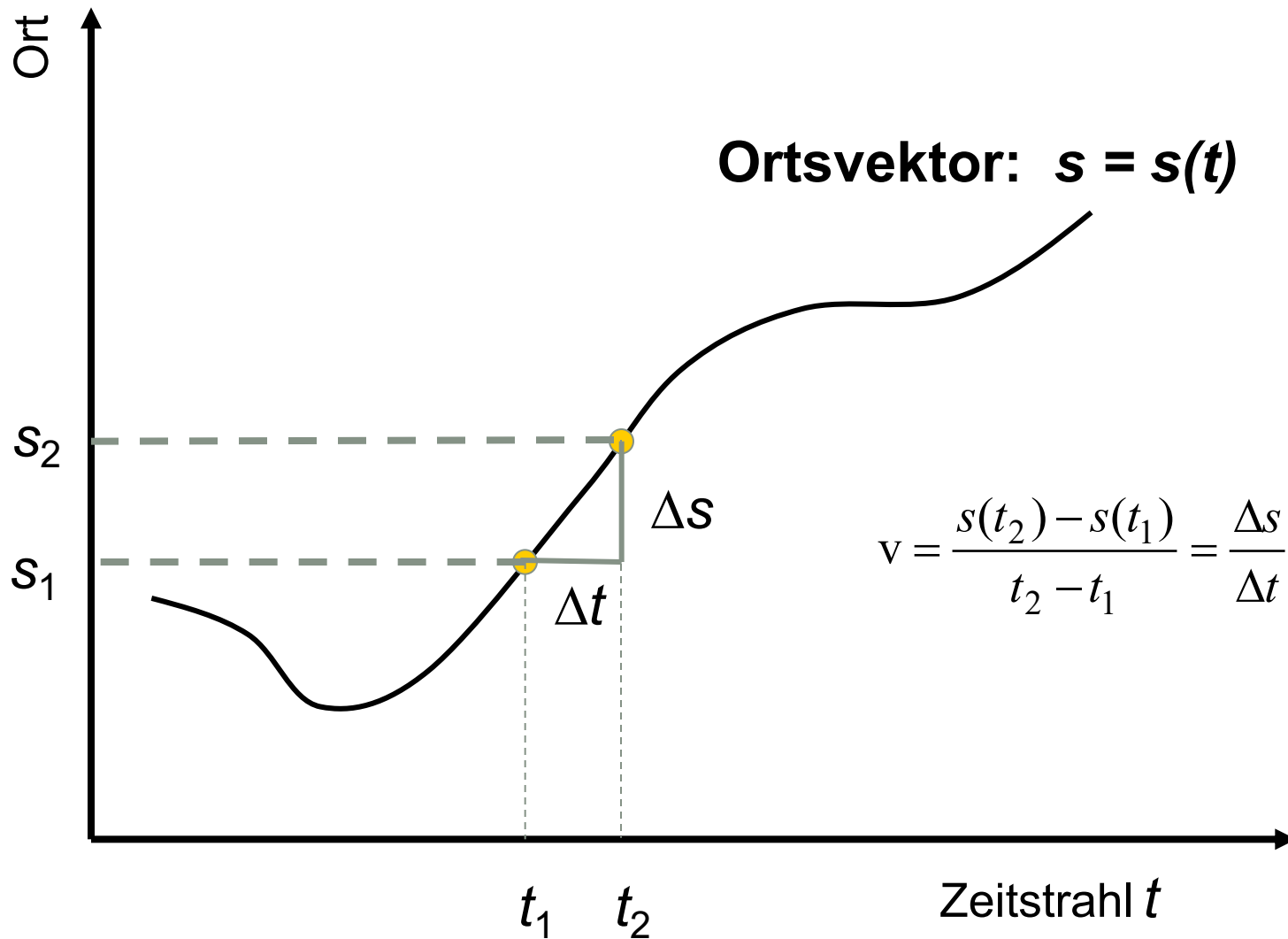
$$v = \frac{s(t_2) - s(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\text{Einheit}[v] = \frac{\text{Länge}}{\text{Zeit}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

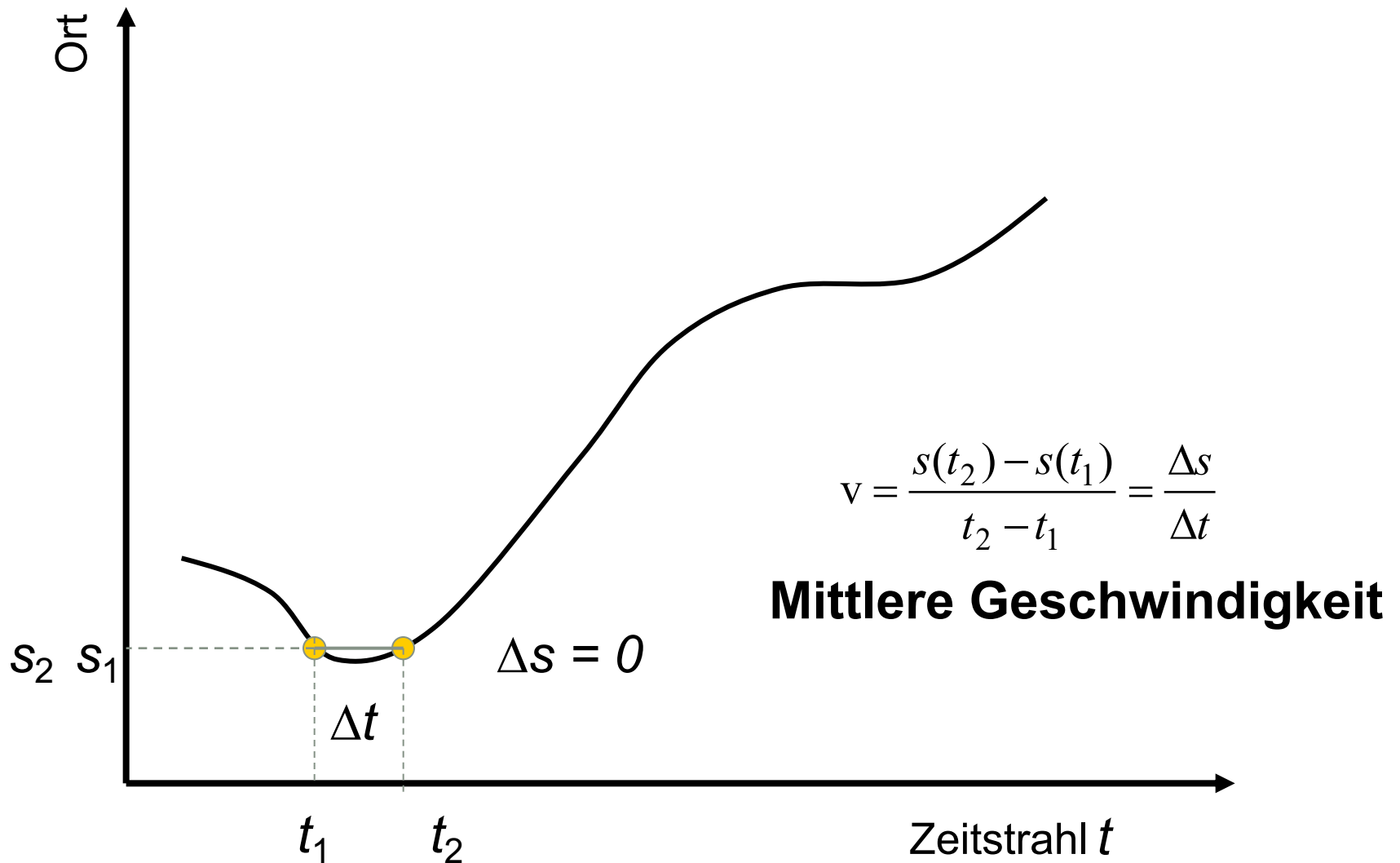
# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung



# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung



# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung



# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

## Mathematische Formulierung:

Die Definition  $v = \frac{s(t_2) - s(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  ermittelt die **mittlere Geschwindigkeit** im Zeitintervall  $\Delta t = t_2 - t_1$

Deshalb Grenzübergang  $\Delta t \rightarrow 0$  (Mathematischer Ableitungsbegriff)

Wird ausgedrückt durch die Schreibweise  $dt$

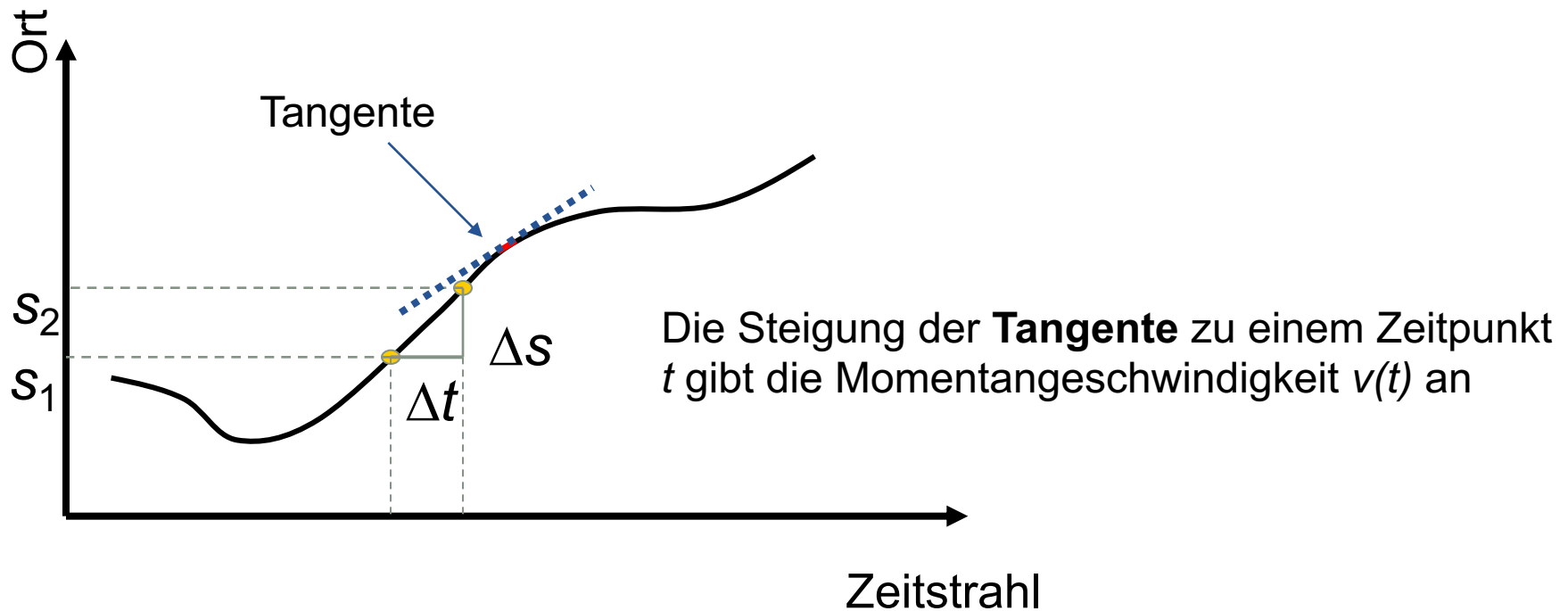
## Definition: Momentangeschwindigkeit

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = \dot{s} \quad \text{Differentialkoeffizient}$$

# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

Mathematische Formulierung:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$



# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

Geradlinige (eindimensionale) beschleunigte Bewegung  
(Einfachster Fall einer beschleunigten Bewegung)

Def.: Beschleunigung = Geschwindigkeitsänderung / Zeitintervall

$$a = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{Einheit}[a] = \frac{\text{Geschwindigkeit}}{\text{Zeit}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \frac{1}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Beschleunigung = Änderungsrate der Geschwindigkeit**

# Beschleunigte Bewegung: Beispiel



# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

Falls die Beschleunigung nicht konstant ist, muss wieder in kleineren Zeitintervallen gemessen werden

## Definition: Beschleunigung (momentane)

$$\begin{aligned} a &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \dot{v} \\ a &= \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} v = \frac{d}{dt} \left( \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \right) \\ &= \frac{d}{dt} \left( \frac{ds}{dt} \right) = \frac{d^2}{dt^2} s = \ddot{s} \end{aligned}$$

**Beschleunigung = Änderungsrate der Geschwindigkeit**

# 1. Ort, Geschwindigkeit, Beschleunigung

## Experiment: Der freie Fall



- Freie Fall ist ein wichtiges Beispiel für eine geradlinige gleichförmig beschleunigte Bewegung (Luftreibung ist vernachlässigt)
- Die Beschleunigung  $a$  wird mit  $g$  bezeichnet
- Erdbeschleunigung (Gravitationsbeschleunigung) ist für alle freien Körper an einem Punkt nahe der Erdoberfläche gleich groß

Zahlenwert für  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

**Fallturm:** Höhe 110m, evakuiert, Fallzeit ca. 5 s, Endgeschwindigkeit 165 km/h

# Erdbeschleunigung: In Luft & im Vakuum

