

1 Einführung

1.1 Physikalische Größen

Größe
Maßzahl, Einheit

Größe = Maßzahl · Einheit
Beispiel: Größen 100 V → Maßzahl 100; Einheit 1 V

Skalare

Größen, die allein durch ihre Maßzahl und Einheit bestimmt sind
Beispiele: Temperatur, Masse, Energie, Leistung, Widerstand

Vektoren

Größen, die außerdem noch eine Richtungsangabe benötigen.
Beispiele: Kraft, Geschwindigkeit, elektrische und magnetische Feldstärke

1.2 SI-System

SI-Basisgrößen		SI-Basiseinheiten	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Zeit	t	Sekunde	s
Länge	l	Meter	m
Masse	m	Kilogramm	kg
Stromstärke	I	Ampere	A
Temperatur	T	Kelvin	K
Lichtstärke	I_l	Candela	cd
Stoffmenge	n	Mol	mol

SI-Vorsätze					
Potenz	Name	Zeichen	Potenz	Name	Zeichen
10^{18}	Exa	E	10^{-1}	Dezi	d
10^{15}	Peta	P	10^{-2}	Zenti	c
10^{12}	Tera	T	10^{-3}	Milli	m
10^9	Giga	G	10^{-6}	Mikro	μ
10^6	Mega	M	10^{-9}	Nano	n
10^3	Kilo	k	10^{-12}	Piko	p
10^2	Hekto	h	10^{-15}	Femto	f
10^1	Deka	da	10^{-18}	Atto	a

2 Mechanik

2.1 Kinematik

2.1.1 Gleichförmige Bewegung

Geschwindigkeit

Bei einer gleichförmigen Bewegung ist die Geschwindigkeit konstant und der Quotient aus zurückgelegtem Weg und der dafür benötigten Zeit

$$v = \frac{s}{t}$$

s zurückgelegter Weg in m
 s_0 Strecke zur Zeit $t = 0$ in m
 v Geschwindigkeit in m/s
 t benötigte Zeit in s

2.1.2 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Geschwindigkeit

v Geschwindigkeit in m/s

$$v = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

Physik

Mechanik

Beschleunigung

a Beschleunigung in m/s^2 $a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s}$

Zurückgelegter Weg

s Ort in m
 s_0 Strecke zur Zeit $t = 0$ in m
 v_0 Anfangsgeschwindigkeit in m/s
 a Beschleunigung in m/s^2
 t benötigte Zeit in s

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Erreichte Geschwindigkeit

v Geschwindigkeit in m/s
 v_0 Anfangsgeschwindigkeit in m/s
 a Beschleunigung in m/s^2
 t benötigte Zeit in s

$$v = v_0 + at$$

2.1.3 Freier Fall

Fallzeit

g Erdbeschleunigung = $9,81 \text{ m/s}^2$
 h Fallhöhe in m

$$t_F = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Geschwindigkeit beim Auftreffen

v_e Endgeschwindigkeit in m/s

$$v_e = \sqrt{2hg}$$

2.1.4 Senkrechter Wurf

Flughöhe

h_s maximale Flughöhe in m
 t_F Flugzeit in s zum Auftreffen auf dem Boden in s

$$h_s = h_0 + \frac{v_0^2}{2g}$$

Flugzeit

v_e Endgeschwindigkeit in m/s
 h_0 Anfangshöhe in m
 v_0 Anfangsgeschwindigkeit in m/s

$$t_F = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2h_0g}}{g}$$

Geschwindigkeit beim Auftreffen

g Erdbeschleunigung = $9,81 \text{ m/s}^2$

$$v_e = -\sqrt{v_0^2 + 2h_0g}$$

2.1.5 Schiefer Wurf

Flughöhe

t_F Flugzeit in s
 v_0 Anfangsgeschwindigkeit in m/s

$$h_{\max} = h_0 + \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

Flugzeit

h_0 Anfangshöhe in m
 α Startwinkel, gemessen gegen die Horizontale
 g Erdbeschleunigung = $9,81 \text{ m/s}^2$

$$t_F = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{(v_0 \cdot \sin \alpha)^2 + 2gh_0}}{g}$$

Flugweite

x_w Flugweite in m

$$x_w = v_0 \cdot t_F \cdot \cos \alpha$$

**2.1.6 Kreisbewegung,
Rotation**

Frequenz; Periodendauer

v_u Umfangsgeschwindigkeit in m/s $f = \frac{1}{T}$

**Bahngeschwindigkeit;
Umfangsgeschwindigkeit**

ω Winkelgeschwindigkeit oder Kreisfrequenz in 1/s $v_u = \omega r$
 φ Winkel im Bogenmaß, in rad

**Winkelgeschwindigkeit;
Kreisfrequenz**

r Radius des Kreises in m $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad \omega = 2\pi f$
 n Drehzahl in 1/min
 f Frequenz in Hz
 T Zeit für eine Umdrehung in s, Periodendauer
 α Winkelbeschleunigung in 1/s²

2.2 Dynamik

2.2.1 Newtonsche Axiome

**1. Axiom:
Trägheitsgesetz**

Jeder Körper beharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, solange er nicht durch äußere Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern.

**2. Axiom:
Aktionsgesetz**

Die zeitliche Änderung der Bewegungsgröße (Impuls) ist gleich der resultierenden Kraft \vec{F} .

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

**3. Axiom:
Wechselwirkungsgesetz
actio = reactio**

Wirkt ein Körper 1 auf einen Körper 2 mit der Kraft F_{12} , so wirkt der Körper 2 auf den Körper 1 mit einer gleich großen, entgegengesetzten Kraft F_{21} .

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

2.2.2 Kraft

Einheit

Die Kraft \vec{F} ist ein Vektor mit der Einheit $|F| [F] = 1 \text{ N (Newton)}$.

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$$

Kraft

F Kraft in N $F = m a$
 m Masse in kg
 a Beschleunigung in m/s²

**Rückstellkraft
einer Feder**

F_F Rückstellkraft einer Feder in N $F_F = -c x$
 c Federkonstante in N/m
 x Auslenkung der Feder in m

**Kräfte auf Schiefen
Ebenen**

F_H Hangabtriebskraft in N $F_N = mg \cos \alpha$
 F_N Normalkraft in N
 m Masse in kg
 g Erdbeschleunigung
 α Neigungswinkel der Schiefen Ebene

Physik

Mechanik

Reibungskraft

F_R	Reibungskraft in N	$F_R = \mu F_N$
F_N	Normalkraft in N	
μ	Reibungszahl	

Zentrifugalkraft

F_Z	Zentrifugalkraft in N	$F_Z = m \omega^2 r$
m	Masse in kg	
ω	Winkelgeschwindigkeit in 1/s	
r	Radius des Kreises in m	

Gravitationskraft

F_G	Gravitationskraft N	$F_G = \frac{\gamma m_1 m_2}{r_{12}^2}$
γ	Gravitationskonstante	
m_1	Masse 1 in kg	
m_2	Masse 2 in kg	
r_{12}	Abstand zwischen den Massen in m	$\gamma = 6,67259 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$
	Gravitationsgesetz	

2.2.3 Impuls, Drehimpuls

Impuls

p	Impuls in kg m/s	$p = m v$
m	Masse in kg	
v	Geschwindigkeit in m/s	$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$
Δp	Impulsänderung in kg m/s	
Δt	Zeitdifferenz in s	

Impulserhaltungssatz

Wirken auf ein System keine äußeren Kräfte, so ist der Gesamtimpuls konstant.	$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$ oder = const $\sum_i p_i = \text{const}$
---	--

Drehimpuls

L	Drehimpuls in kg m ² /s	$L = J \omega$
J	Trägheitsmoment in kg m ²	
ω	Winkelgeschwindigkeit in 1/s	$M = \frac{\Delta L}{\Delta t}$
ΔL	Drehimpulsänderung in kg m ² /s	
Δt	Zeitdifferenz in s	

Drehimpulserhaltungssatz

Wirken auf ein System keine äußeren Drehmomente, so ist der Gesamtdrehimpuls konstant.	$L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$ oder = const $\sum_i L_i = \text{const}$
--	--

2.2.4 Arbeit, Energie

Einheit

Besitzt ein Körper Energie, so kann er Arbeit verrichten. Arbeit und Energie haben die gleiche Einheit. Es gibt verschiedene Energieformen.	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$ $[W] = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J (Joule)}$
---	---

Arbeit, Energie

Arbeit = Kraft mal Weg	$W = F s$
W Energie in J	
F Kraft in N	
s Strecke in m	

Lageenergie oder potenzielle Energie

W_{pot}	potenzielle Energie in J	$W_{\text{pot}} = m g h$
m	Masse in kg	
g	Erdbeschleunigung	
h	Höhenunterschied in m	

**Bewegungsenergie
oder kinetische Energie,
Translation**

$W_{\text{kin}}^{\text{trans}}$ Energie in J
 m Masse in kg
 v Geschwindigkeit in m/s

$$W_{\text{kin}}^{\text{trans}} = \frac{1}{2} m v^2$$

**Bewegungsenergie oder
kinetische Energie,
Rotation**

$W_{\text{kin}}^{\text{rot}}$ Energie in J
 J Trägheitsmoment in kg m²
 ω Winkelgeschwindigkeit in 1/s

$$W_{\text{kin}}^{\text{rot}} = \frac{1}{2} J \omega^2$$

**Elastische Energie
einer Feder**

W_{elas} elastische Energie in J
 c Federkonstante in N/m
 x Auslenkung der Feder in m

$$W_{\text{elas}} = \frac{1}{2} c x^2$$

Reibungsenergie

W_{R} Reibungsenergie in J
 F_{N} Normalkraft in N
 μ Reibungszahl
 s Strecke in m

$$W_{\text{R}} = \mu F_{\text{N}} s$$

$$W_{\text{R}} = \mu m g s$$

Energieerhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System ist die Summe aller Energien zu jedem Zeitpunkt konstant.

$$W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n = \text{const}$$

2.2.5 Leistung, Wirkungsgrad

Einheit

$$[P] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \text{ W (Watt)}$$

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{Nm}^2}{\text{s}^3}$$

Leistung

P Leistung in W
 W Arbeit oder Energie in J
 t Zeit in s

$$P = \frac{W}{t}$$

**Leistung bei
gradliniger Bewegung**

P Leistung in W
 F Kraft in N
 v Geschwindigkeit in m/s

$$P = F v$$

Leistung bei Rotation

P Leistung in W
 F Kraft in N
 d Durchmesser des Kreises in m
 ω Winkelgeschwindigkeit in 1/s
 P Leistung in W
 M Drehmoment in Nm

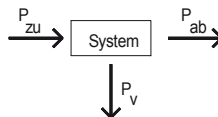
$$P = F \pi d \omega$$

$$P = M \omega$$

Wirkungsgrad

η Gesamtwirkungsgrad
 P_{ab} abgegebene Leistung in W
 P_{zu} zugeführte Leistung in W

$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}}$$



**Zusammengesetzter
Wirkungsgrad**

$\eta_{1,2,3}$ Einzelwirkungsgrade. Der Gesamtwirkungsgrad ist gleich dem Produkt der Einzelwirkungsgrade.

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots$$

2.2.6 Trägheitsmoment
Definition

Das Trägheitsmoment hängt von der Massenverteilung des Körpers und von der Lage der Massenpunkte zur Drehachse ab. Die Auswertung des Integrals liefert für die speziellen Körper, wenn die Drehachse durch dem Massenmittelpunkt verläuft, folgende Werte:

$$J = \int_{\text{Vol}} r^2 dm \quad [J] = 1 \text{ kg m}^2$$

Punktmasse

m Masse in kg
 r Abstand von der Drehachse in m

$$J = mr^2$$

Stab, Achse durch Stabmitte

m Masse in kg
 l Länge des Stabes in m

$$J = \frac{1}{12} ml^2$$

Vollzylinder, Drehachse gleich Längsachse

m Masse in kg
 r Radius in m

$$J = \frac{1}{2} mr^2$$

Hohlzylinder, Drehachse gleich Längsachse

m Masse in kg
 r_a Außenradius in m
 r_i Innenradius in m

$$J = \frac{1}{2} m (r_a^2 + r_i^2)$$

Dünner Ring, Drehachse senkrecht zum Ring

m Masse in kg
 r Radius in m

$$J = mr^2$$

Kugel, Drehachse durch den Mittelpunkt

m Masse in kg
 r Radius in m

$$J = \frac{2}{5} mr^2$$

Satz von Steiner

Wird dann angewendet, wenn die Drehachse nicht durch den Massenmittelpunkt verläuft, sondern im Abstand a dazu.

$$J = J_s + m a^2$$

J Trägheitsmoment

J_s Trägheitsmoment bezüglich einer Achse durch den Schwerpunkt

m Gesamtmasse des rotierenden Körpers in kg

a Abstand Drehachse zum Massenmittelpunkt

2.2.7 Drehmoment

Das Drehmoment ist ein Vektor, der senkrecht auf der Ebene steht, die durch den Kraftvektor und den Vektor, der von der Drehachse zum Angriffspunkt der Kraft verläuft, festgelegt ist.

Drehmoment

\vec{M} Drehmoment in Nm

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

\vec{r} Vektor von der Drehachse zum Angriffspunkt der Kraft in m

$$M = r F \sin \alpha$$

\vec{F} angreifende Kraft in N

α Winkel zwischen \vec{r} und \vec{F}

3 Flüssigkeiten und Gase

3.1 Druck

Druck

Druck = Kraft durch Fläche		$p = \frac{F}{A}$
p Druck in Pa		
F Kraft in N		
A Fläche in m^2		$[p] = 1 \text{ Pa} = 1 \frac{N}{m^2}$

Hydrostatischer Druck in Flüssigkeiten

p Druck in Pa		$p = \rho g h$
ρ Massendichte in kg/m^3		
g Erdbeschleunigung		
h Höhe der Flüssigkeit in m		

Schweredruck in Luft, barometrische Höhenformel

p Druck in Pa		$p = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g h}{p_0}}$
p_0 Druck am Boden in Pa		
ρ_0 Dichte der Luft am Boden		
g Erdbeschleunigung		
Höhe über der Erdoberfläche in m nach DIN 5450: $\rho_0 = 101325 \text{ Pa}$; $\rho_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3$		

3.2 Auftrieb

Auftriebskraft; Gesamtkraft

F_A Auftriebskraft in N		$F_A = g \rho_M V_M$
F_G Gewichtskraft in N		
F_{ges} gesamte Kraft auf einen Körper in N		$F_{ges} = F_G - F_A$
g Erdbeschleunigung		
ρ_K Dichte des Körpers in kg/m^3		$F_{ges} = g (\rho_K V_K - \rho_M V_M)$
ρ_M Dichte des Mediums in kg/m^3		
V_K Volumen des Körpers in m^3		
durch den Körper verdrängtes Volumen in m^3		
Ist der Körper vollständig im Medium eingetaucht, ist $V_K = V_M$.		

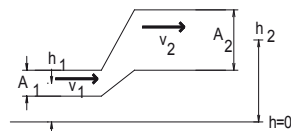
3.3 Hydrodynamik

Kontinuitätsgleichung

ρ Dichte der Flüssigkeit in kg/m^3		$\rho v_1 A_1 = \rho v_2 A_2 = \text{const}$
v_1, v_2 Geschwindigkeiten an verschiedenen Stellen in m/s		
A_1, A_2 Querschnittsflächen an verschiedenen Stellen in m^2		$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho} = vA = \text{const}$
\dot{V} Volumenstrom in m^3/s		
\dot{m} Massenstrom in kg/s		

Bernoulli-Gleichung

p_{ges} gesamter Druck in Pa		$p_{ges} = p + p_{dyn} + p_G$
p Betriebsdruck in Pa		
p_{dyn} dynamischer Druck oder Staudruck in Pa		$p_{ges} = p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g \Delta h$
p_G Schweredruck in Pa		
ρ Dichte der Flüssigkeit in kg/m^3		
v Geschwindigkeit in m/s		
Δh $h_2 - h_1$, Höhenunterschied in m		
g Erdbeschleunigung		



Physik

Thermodynamik

Innere Reibung

F_R	Reibungskraft in N
A	Fläche in m^2
η	Viskosität in Pa s
$\Delta v/\Delta x$	Geschwindigkeitsgefälle

$$F_R = \eta A \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

4 Thermodynamik

4.1 Temperaturskalen, Ausdehnung von Stoffen

Kelvin – Celsius

T	Temperatur in K
ϑ	Temperatur in °C

$$T = (\vartheta + 273,15) \text{ K}$$

Celsius – Fahrenheit

ϑ	Temperatur in °C
ϑ_F	Temperatur in °F

$$\vartheta = \frac{5}{9}(\vartheta_F - 32)^\circ \text{ C}$$

Lineare Ausdehnung

l_0	Ausgangslänge in m
Δl	Längenänderung in m
ΔT	Temperaturdifferenz in K
α_l	linearer Ausdehnungskoeffizient in 1/K

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha_l \Delta T$$

Volumenausdehnung

V_0	Ausgangslänge in m
ΔV	Längenänderung in m
ΔT	Temperaturdifferenz in K
α_V	Volumen Ausdehnungskoeffizient in 1/K
α_l	linearer Ausdehnungskoeffizient in 1/K

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_V \Delta T$$

$$\alpha_V \approx 3 \alpha_l$$

4.2 Ideale Gase

Allgemeine Gleichung idealer Gase

p	Druck in Pa
V	Volumen in m^3
n	Anzahl der Mole
R	universelle Gaskonstante
T	Temperatur in K

$$pV = nRT$$

Spezielle Gasgleichung

p	Druck in Pa
V	Volumen in m^3
m	Masse des Gases in kg
R_s	spezielle Gaskonstante
T	Temperatur in K

$$pV = mR_s T$$

Universelle Gaskonstante

R	universelle Gaskonstante
p_0	= 101325 Pa, Druck bei 0 °C
V_0	= 22,41383 dm^3/mol , Volumen bei 0 °C
T_0	= 273,15 K, Temperatur bei 0 °C in K

$$R = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

$$R = 8,31441 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

Spezielle Gaskonstante

p_0	= 101325 Pa, Druck bei 0 °C
ρ_0	Dichte des Gases bei 0 °C in kg/m^3
T_0	= 273,15 K, Temperatur bei 0 °C in K

$$R_s = \frac{p_0}{\rho_0 T_0}$$

Volumen Ausdehnungskoeffizient

α_V	Volumen Ausdehnungskoeffizient in 1/K
------------	---------------------------------------

$$\alpha_V = \frac{1}{273,15K}$$

**Mittlere kinetische
Energie der Gasmoleküle**

W_{kin}	kinetische Energie in J	$\overline{W_{\text{kin}}} = \frac{3}{2} kT$
k	Boltzmann-Konstante	
T	Temperatur in K	
		$k = 1,38066 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Wärmeenergie

ΔW_Q	Änderung der Wärmeenergie in J	$\Delta W_Q = m c \Delta T$
C	Wärmekapazität in J/K	
m	Masse in kg	
c	spezifische Wärmekapazität in J/(kg K)	$\Delta W_Q = C \Delta T$
ΔT	Temperaturänderung in K	

**4.3 Wärmeleitung,
Wärmestrahlung**

Wärmeleitung

ΔW_Q	Änderung der Wärmeenergie in J	$\frac{\Delta W_Q}{\Delta t} = -\lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}$
Δt	Zeitdifferenz in s	

Wärmestrahlung

λ	Wärmeleitfähigkeit	$[\lambda] = 1 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}}$
A	Fläche in m^2	
ΔT	Temperaturdifferenz in K	
Δx	Materialstärke in m	
S	Leistung in W	$S = A \varepsilon \sigma (T_2^4 - T_1^4)$
A	Fläche in m^2	
ε	Emissionskoeffizient ($\varepsilon < 1$)	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$
σ	Stefan-Boltzmann-Konstante	
$T_{1,2}$	Temperaturen in K	

**5 Harmonische
Schwingungen**

**5.1 Ungedämpfte
Schwingungen**

**Frequenz;
Kreisfrequenz**

f	Frequenz in Hz (Hertz)	$f = \frac{1}{T} \quad \omega = 2 \pi f = \frac{2 \pi}{T}$
T	Periodendauer oder Schwingungszeit in s	
ω	Kreisfrequenz	

**Harmonische
Schwingung**

y	Momentanwert oder Augenblickswert	$y(t) = \hat{y} \sin(\omega_0 t + \varphi)$
\hat{y}	Amplitude oder Spitzenwert	
ω_0	Kreisfrequenz in 1/s	
t	Zeit in s	
φ	Phasenverschiebung in rad	

**Fadenpendel mit kleiner
Amplitude; Federpendel;
elektrischer Schwingkreis**

T	Periodendauer oder Schwingungszeit in s	$T = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
l	Länge des Fadenpendels in m	
g	Erdbeschleunigung	
m	Masse in kg	$T = 2 \pi \sqrt{\frac{m}{c}}$
c	Federkonstante in N/m	
L	Induktivität einer Spule in H	$T = 2 \pi \sqrt{LC}$
C	Kapazität eines Kondensators in F	

Physik

Harmonische Schwingungen

5.2 Gedämpfte Schwingungen

Harmonische Schwingung

y	Momentanwert oder Augenblickswert	$y(t) = \hat{y} e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi)$
\hat{y}	Amplitude oder Spitzenwert	
δ	Abklingkoeffizient in 1/s	
ω	Kreisfrequenz in 1/s	
t	Zeit in s	

Gütefaktor

Q	Gütefaktor	$Q = \frac{\omega_0}{2\delta}$
ω_0	Kreisfrequenz, ungedämpft, in 1/s	
δ	Abklingkoeffizient in 1/s	

Zeitkonstante

τ	Zeitkonstante in s	$\tau = \frac{1}{\delta}$
δ	Abklingkoeffizient in 1/s	

Kreisfrequenz

ω	Kreisfrequenz, gedämpft, 1/s	$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$
ω_0	Kreisfrequenz, ungedämpft, in 1/s	
δ	Abklingkoeffizient in 1/s	

5.3 Erzwungene Schwingungen, Resonanz

Momentanwert der erzwungenen Schwingung

y	Momentanwert oder Augenblickswert	$y(t) = \hat{y} \sin(\Omega t + \varphi)$
\hat{y}	Amplitude oder Spitzenwert	
Ω	Kreisfrequenz des Erregers in 1/s	
φ	Phasenwinkel zwischen System und Kraft	
t	Zeit in s	

Amplitude als Funktion der Erregerfrequenz Ω

$F(t)$	angreifende Kraft in N	$F(t) = \hat{F} \cdot \cos(\Omega \cdot t)$
Ω	Kreisfrequenz des Erregers in 1/s	
m	Masse des schwingenden Systems in kg	$\hat{y} = \frac{\hat{F} / m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + (2\delta\Omega)^2}}$
ω_0	Eigenkreisfrequenz des ungedämpften Systems in 1/s	
δ	Abklingkoeffizient in 1/s	

Phasenverschiebung zwischen System und Erreger

φ	Phasenwinkel zwischen schwingendem System und angreifender Kraft	$\tan \varphi = \frac{2\delta \omega_0}{(\omega_0^2 - \Omega^2)}$
ω_0	Eigenkreisfrequenz des ungedämpften Systems in 1/s	
δ	Abklingkoeffizient in 1/s	
Ω	Kreisfrequenz des Erregers in 1/s	



<http://www.springer.com/978-3-8348-0525-6>

Formeln und Tabellen Elektrotechnik

Arbeitshilfen für das technische Studium

Pläßmann, W.; Schulz, D. (Hrsg.)

2014, XV, 350 S. 1 Abb. Mit über 1700 Stichworten.,

Softcover

ISBN: 978-3-8348-0525-6