

# 1 Einführung

## 1.1 Gliederung und Formelzeichen

Es sei darauf hingewiesen, dass in der Baudynamik, um Fehler zu vermeiden, besonders auf die Formelzeichen und Begriffe zu achten ist, da diese zum Teil nicht so geläufig und einheitlich sind, wie in der Baustatik. Mehrfachbedeutungen eines Formelzeichens lassen sich nicht immer vermeiden, sind aber aus dem Zusammenhang zu erkennen. Wer sich mit Baudynamik beschäftigt, wird nicht umhin kommen, nach deutsch- und englischsprachigen Veröffentlichungen zu arbeiten, die sich zum Teil erheblich in der Verwendung von Formelzeichen und Begriffen für dieselben physikalischen Kenngrößen unterscheiden. Erschwerend kommt hinzu, dass die in der Maschinendynamik, Akustik und Elektrotechnik üblichen Formelzeichen und Begriffe zum Teil auch in der Baudynamik Verwendung finden. Deshalb ist der Leser gut beraten, sich beim Studium der Baudynamik nicht an Formelzeichen und Begriffe zu klammern, sondern sich stets ihrer physikalischen Bedeutung bewusst zu sein. Beachtet man die Dimension eines Formelzeichens, sind Missverständnisse kaum möglich.

Das Buch gliedert sich in drei Teile, die, je nach Kenntnisstand und Interesse des Lesers, in beliebiger Reihenfolge gelesen werden können. Die Abschnitte 2–5 beschreiben die Besonderheiten, die technischen Regeln und die Grundbegriffe der Baudynamik sowie die aus der technischen Mechanik bekannten Gesetze der Bewegungen starrer Körper. Die Abschnitte 6–9 umfassen den Hauptteil mit Stoßvorgängen, freien und erzwungenen Schwingungen und Maßnahmen zur Amplitudenreduktion durch Frequenzabstimmung und Dämpfung. Die Abschnitte 10–13 behandeln schließlich Sonderfragen wie menscheninduzierte Schwingungen, Baugrunddynamik mit Boden-Bauwerk-Wechselwirkung und Wellenausbreitung, Anforderungen an den Erschütterungsschutz und Schwingungsmessungen. In allen Abschnitten sind Rechenbeispiele enthalten, die für das Verständnis des Stoffes – vor allem, wenn der Leser versucht, sie zunächst selbstständig zu lösen – unerlässlich sind.

Die häufig benutzten Formelzeichen werden im Folgenden aufgelistet.

Formelzeichen	Dimension	Begriff
$a$	$[\text{m/s}^2]$	Beschleunigung
$c$	$[\text{m/s}]$	Wellengeschwindigkeit, Lichtgeschwindigkeit
$c_S, c_T$	$[\text{m/s}]$	Scher- bzw. Transversal- wellengeschwindigkeit, Lichtgeschwindigkeit
$c_P, c_K$	$[\text{m/s}]$	Primär- bzw. Kompressions- wellengeschwindigkeit, Lichtgeschwindigkeit
$c_R$	$[\text{m/s}]$	Rayleighwellengeschwindigkeit
$c$	$[\text{kN/m}]$	Dämpfungskonstante
$d$	$[\text{m}]$	Dicke
$d$	$[-]$	Verlustfaktor
$e$	$[\text{m}]$	Exzentrizität
$f$	$[\text{Hz}]$	Frequenz
$g$	$[\text{m/s}^2]$	Erdbeschleunigung
$h, H$	$[\text{m}]$	Fallhöhe
$k$	$[\text{kN/m}]$	Federkonstante
$k$	$[\text{1/m}]$	Wellenzahl
$l$	$[\text{m}]$	Länge
$m, M$	$[\text{t}]$	Masse
$n$	$[\text{Upm}]$	Maschinendrehzahl
$p$	$[\text{kN/m}^2, \text{bar}]$	Druck
$q$	$[\text{kN/m}]$	Streckenlast
$r, R$	$[\text{m}]$	Radius
$t$	$[\text{s}]$	Zeit
$t_d$	$[\text{s}]$	Einwirkungsdauer
$u$	$[\text{m}]$	Weg, Verschiebung
$v$	$[\text{m/s}]$	Geschwindigkeit
$v$	$[\text{m/s}]$	Teilchengeschwindigkeit (Schnelle)
$w$	$[\text{m}]$	Durchbiegung
$A$	$[\text{m}^2]$	Fläche
$D$	$[-]$	Dämpfungsgrad, früher: Lehrsches Dämpfungsmaß
$D$	$[\text{tm}^2/\text{s}]$	Drall, Drehimpuls
$E$	$[\text{kNm}]$	Energie
$E$	$[\text{kN/m}^2]$	Elastizitätsmodul
$F$	$[\text{kN}]$	Kraft
$G$	$[\text{kN}]$	Eigengewicht
$G$	$[\text{kN/m}^2]$	Schubmodul
$I$	$[\text{tm/s}]$	Impuls
$I$	$[\text{m}^4]$	Flächenträgheitsmoment
$I$	$[\%]$	Isolierwirkungsgrad
$M$	$[\text{kNm}]$	Moment
$N$	$[\text{kN}]$	Normalkraft
$Q$	$[\text{m/s}]$	Wuchtgüte
$T$	$[\text{s}]$	Periodendauer
$U$	$[\text{tm}]$	Unwucht

Formelzeichen	Dimension	Begriff
$V$	$[-]$	Vergrößerungsfunktion, Übertragungsfunktion, dynamische Überhöhung
$V$	$[m^3]$	Volumen
$W$	$[m^3]$	Widerstandsmoment
$W$	$[kNm]$	Arbeit
$Z$	$[kN]$	Zentrifugalkraft
$\alpha$	$[rad, Grad]$	Nachlaufwinkel
$\beta$	$[rad, Grad]$	Winkel
$\delta$	$[-]$	Abklingkoeffizient
$\varepsilon$	$[-]$	Dehnung
$\varepsilon$	$[-]$	Newtonsche Stoßzahl
$\gamma$	$[rad, Grad]$	Scherwinkel
$\eta$	$[kNs/m^2]$	Viskosität
$\eta$	$[-]$	Frequenzverhältnis $\eta = \Omega/\omega$
$\eta_1$	$[-]$	Frequenzverhältnis $\eta_1 = \Omega/\omega_1$
$\eta_{1,2}$	$[-]$	Frequenzverhältnis $\eta_{1,2} = \omega_{1,2}/\omega_1$
$\varphi_0$	$[rad, Grad]$	Nullphasenwinkel
$\varphi$	$[rad, Grad]$	Phasenwinkel
$\kappa$	$[1/m]$	Krümmung
$\kappa$	$[-]$	Massenverhältnis
$\lambda$	$[m]$	Wellenlänge
$\mu$	$[-]$	Reibungsbeiwert
$\mu$	$[t/m]$	Streckenmasse
$\mu_a$	$[-]$	Duktilität
$\nu$	$[-]$	Querdehnzahl
$\nu$	$[-]$	Verhältnis der Federsteifigkeiten
$\rho$	$[t/m^3]$	Dichte
$\sigma$	$[kN/m^2]$	Spannung
$\omega$	$[rad/s]$	Eigenkreisfrequenz, Eigenwinkelgeschwindigkeit
$\Omega$	$[rad/s]$	Anregungskreisfrequenz Anregungswinkelgeschwindigkeit
$\psi$	$[rad, Grad]$	Drehwinkel
$\psi$	$[-]$	spezifische Dämpfung
$\vartheta$	$[-]$	logarithmisches Dekrement
$\Theta$	$[m^2]$	Massenträgheitsmoment

An einigen Stellen werden die Formelzeichen auch für eine andere Bedeutung benutzt, die jedoch im Zusammenhang erklärt wird.

## 1.2 Umrechnung von Dimensionen

Periode  $T$  [s]

$$\text{Frequenz } f \text{ [Hz]} = \frac{1}{T}$$

Winkelgeschwindigkeit bzw.

$$\text{Kreisfrequenz } \omega \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right] = 2\pi f$$

$$\omega \left[ \frac{\text{Grad}}{\text{s}} \right] = 360^\circ f$$

Masse  $m$  [kg]

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

$$\text{Gewicht } G = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \text{ N} = 1 \text{ kp}$$

$$\text{Druck: } 1 \text{ Pa (Pascal)} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ bar (atm)} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ m WS}$$

Arbeit bzw. Energie:  $1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ Nm}$

$$\text{Leistung: } 1 \text{ W (Watt)} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$\text{Pegel: } 20 \lg \left( \frac{v}{v_0} \right) \text{ [dB]}$$

$v_0$  Bezugswert

$$\text{Wärmeäquivalent: } 1 \text{ kcal} = 4,27 \cdot 10^3 \text{ N m}$$