

Basiswissen Elastische Verformungen

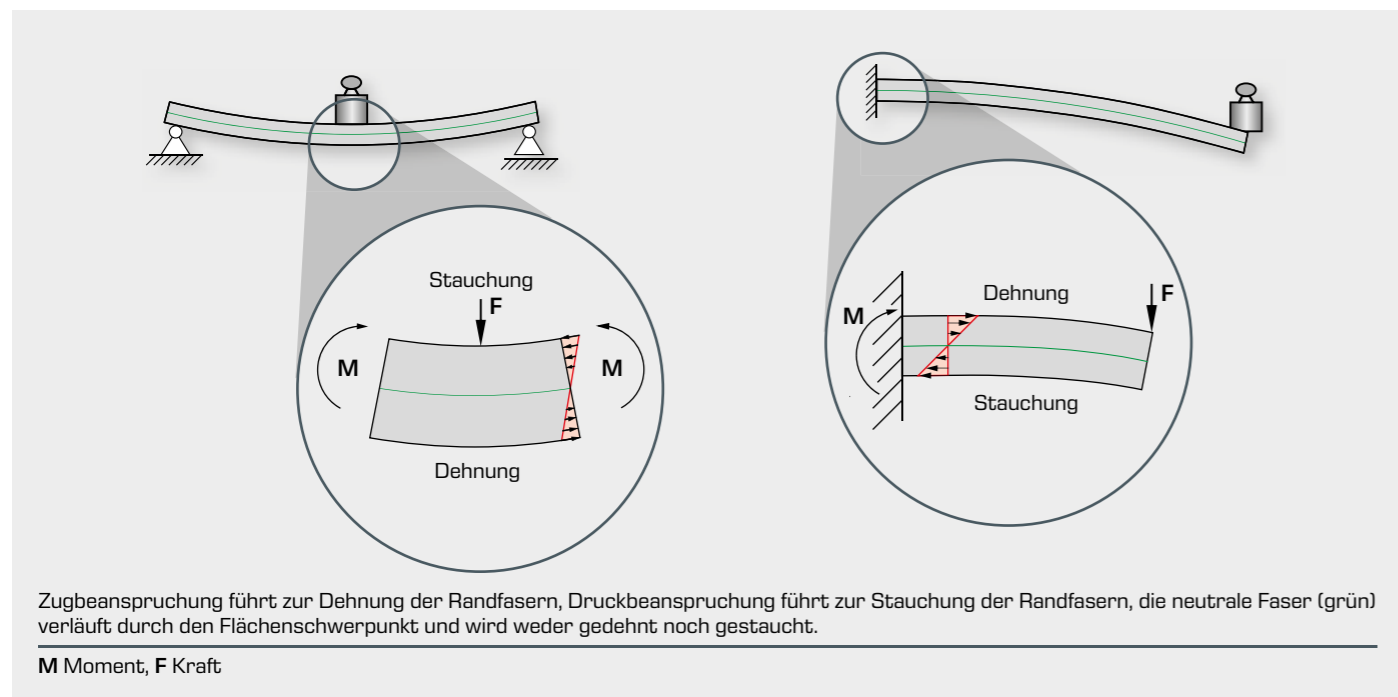
Bei Belastung durch äußere Kräfte werden Bauteile unterschiedlich beansprucht. Die Beanspruchung verursacht Spannungen in den Bauteilen. Das Gitter des Werkstoffs wird unter Krafteinwirkung verformt, z. B. zusammengedrückt, gedehnt etc. Diese Beanspruchung führt zu Verformungen des Volumens oder

der Form. Im Gegensatz zur plastischen Verformung, versteht man unter elastischer Verformung, wenn nach Beendigung der Krafteinwirkung alle Atome wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren. Verschiedenen Beanspruchungen führen zu typischen Verformungen der Bauteile.

Verformung von Balken

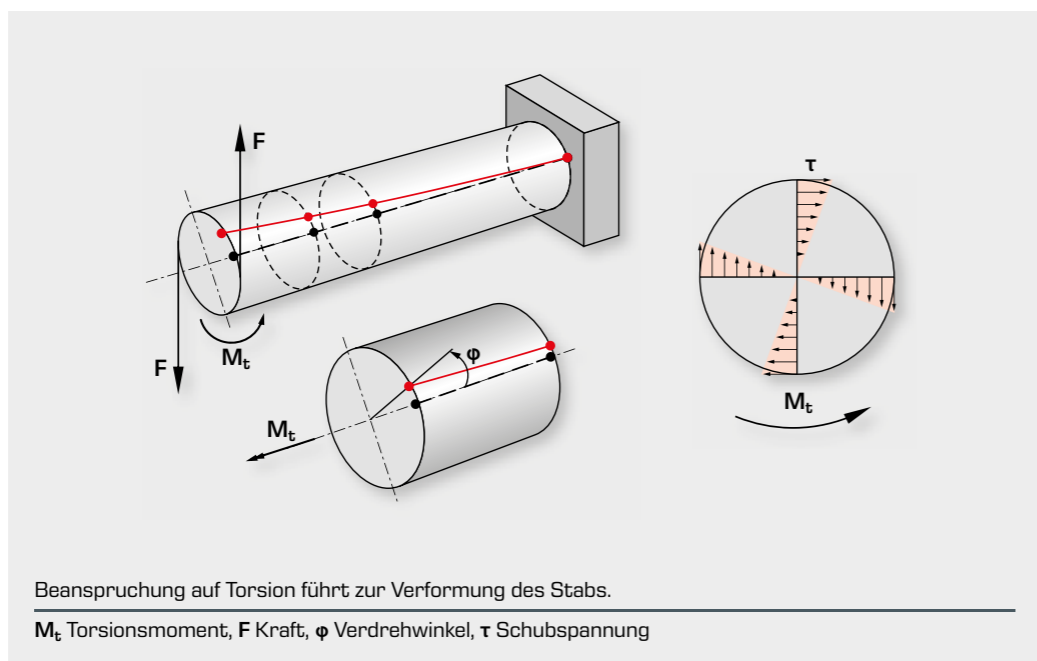
Durchbiegung und Tragfähigkeit von Balken und Trägern sind von großer Bedeutung für die Praxis im Hoch- und Brückenbau sowie im Maschinen- und Fahrzeugbau. Die Durchbiegung hängt

von den Abmessungen, der Werkstoffeigenschaft und vor allem davon ab, wie die Balken und Träger an den Enden gelagert sind.



Verformung von Stäben infolge eines Torsionsmomentes

Bei einer Beanspruchung durch ein Torsionsmoment werden Stäbe um ihre Stabachse verdreht. Die Torsionsverformung wird durch den Verdrehwinkel φ beschrieben. Das Hooke'sche Gesetz besagt, dass der Verdrehwinkel φ proportional dem außen wirkenden Torsionsmoment ist.



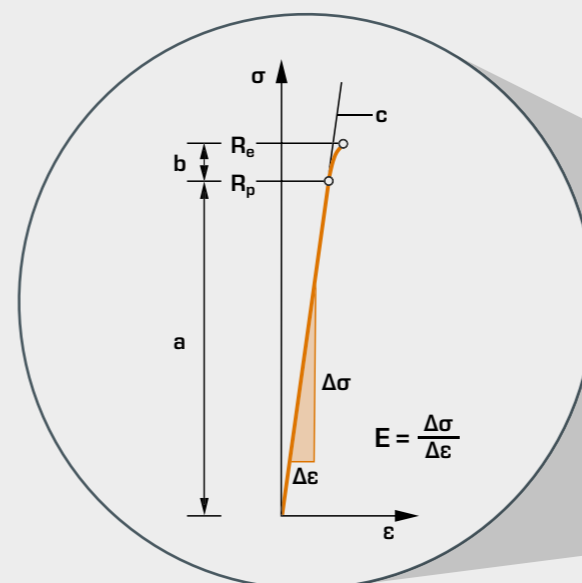
Bestimmung des elastischen Verhaltens

Zwischen der Verformung und der einwirkenden Kraft besteht eine direkte Proportionalität. Zur Bestimmung der Dehnung bzw. elastischen Verformung wird daher außer der Spannung der Werkstoffkennwert benötigt. Dieser Werkstoffkennwert, Elastizitätsmodul genannt, beschreibt den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers bei linear elastischem Verhalten. Den Elastizitätsmodul kann man aus den Messwerten des Zugversuches berech-

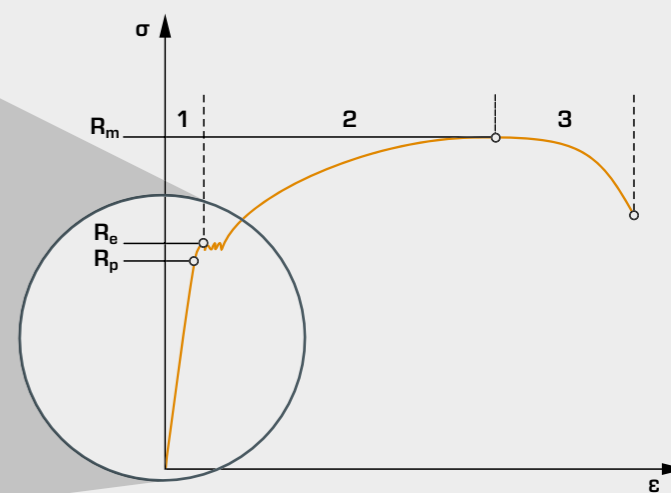
nen oder grafisch aus dem Spannungs-Dehnungs-Diagramm ermitteln (siehe dazu auch Kapitel 6 Werkstoffprüfung).

In der Festigkeitslehre wird der linear-elastische Bereich betrachtet, da die Verformung des Werkstoffes in diesem Bereich reversibel ist. Bei der Auslegung von Trag-, bzw. Bauwerken sollten der linear-elastische Bereich nicht überschritten werden.

Elastischer Bereich des Spannungs-Dehnungs-Diagramms



Spannungs-Dehnungs-Diagramm



Der elastische Bereich unterteilt sich in einen linear-elastischen Anteil a, bei dem die Dehnung proportional zur Spannung verläuft und reversibel ist und einen nichtlinear-elastischen Anteil b, bei dem die Dehnung **nicht** proportional zur Spannung verläuft aber dennoch reversibel bleibt. Im plastischen Bereich ist die Dehnung nicht reversibel und die Verformung bleibt auch nach der Entlastung bestehen.

sigma Spannung, epsilon Dehnung, E Elastizitätsmodul, Rp Proportionalitätsgrenze, Re Streckgrenze, Rm Zugfestigkeit, 1 elastischer Bereich, 2 plastischer Bereich, 3 Einschnürung bis zum Bruch, a linear-elastischer Anteil, b nichtlinear-elastischer Anteil, c Hooke'sche Gerade

Die Berechnung von Verformungen unter einer Last beschreibt das Hooke'sche Elastizitätsgesetz

$$\sigma = E \cdot \epsilon = \frac{F}{A}$$

sigma Spannung, E Elastizitätsmodul, epsilon Dehnung, F Kraft, A Fläche

Elastizitätsmodul für verschiedene Werkstoffe

Werkstoff	E in N/mm ²
Stahl	2,1 · 10 ⁵
Aluminium	0,7 · 10 ⁵
Beton	0,3 · 10 ⁵
Holz (in Faserrichtung)	0,7...1,6 · 10 ⁴
Gusseisen	1,0 · 10 ⁵
Kupfer	1,2 · 10 ⁵
Messing	1,0 · 10 ⁵