# Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Erfahrungen über Elastizität und Festigkeit

urn:nbn:de:bsz:31-270970

für den Zusammendrückungsmodulus sehr verschieden von jenem für die Ausdehnung. Bei starken Aenderungen widersteht nämlich das Gusseisen der Zusammendrückung weit mehr als der Ausdehnung, oder mit andern Worten, es ist schwerer zusammendrückbar als ausdehnbar.

## Absolut rückwirkende Festigkeit der Materialien.

Die absolut rückwirkende Festigkeit messen wir durch die Kraft, welche im Stande ist, einen Würfel von einem Quadratcentimeter Querschnitt zu zerdrücken. Diese rückwirkende Festigkeit ist bei Holz die Hälfte, bei Schmiedeeisen $^4/_5$ von der absoluten Festigkeit gegen das Abreissen. Bei Gusseisen ist dagegen die rückwirkende Festigkeit $5^1/_2$mal so gross als die absolute Festigkeit.

## Uebersicht der Erfahrungen über Elastizität und Festigkeit der Materialien.

Alles was bisher über die Festigkeit und Elastizitätsverhältnisse der Materialien gesagt wurde, lässt sich durch graphische Darstellung, sowie durch eine tabellarische Zusammenstellung der Erfahrungswerthe am deutlichsten anschaulich machen. Die beiliegende Tabelle ist dem trefflichen Werk von Rebhann, Theorie der Holz- und Eisenkonstruktionen, entnommen.

### Erfahrungsresultate über die Elastizität und Festigkeit der Materialien.

| | $\mathfrak{A}$ | $\mathfrak{R}$ | $\mathfrak{A}_1$ | $\mathfrak{R}_1$ | $\varepsilon$ | $\alpha_1$ | $\beta_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schmiedeeisen | 4040 | $\frac{4}{5}\mathfrak{A}$ | $0{\cdot}4\ \mathfrak{A}$ | $0{\cdot}4\ \mathfrak{A}$ | 2 020 000 | $\frac{1}{1250}$ | $\frac{1}{1250}$ |
| Eisenblech | 3636 | $\frac{4}{5}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{3}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{3}\mathfrak{A}$ | 1 779 600 | $\frac{1}{1222}$ | $\frac{1}{1222}$ |
| Eisendraht | 6464 | $\frac{4}{5}\mathfrak{A}$ | $0{\cdot}4\ \mathfrak{A}$ | $0{\cdot}4\ \mathfrak{A}$ | 2 181 600 | $\frac{1}{843}$ | $\frac{1}{843}$ |
| Gusseisen | 1454 | $5{\cdot}5\ \mathfrak{A}$ | $\frac{4}{9}\mathfrak{A}$ | $\frac{4}{3}\mathfrak{A}$ | 1 010 000 | $\frac{1}{1562}$ | $\frac{1}{521}$ |
| Tannenholz | 970 | $\frac{1}{2}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{4}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{5}\mathfrak{A}$ | 129 280 | $\frac{1}{500}$ | $\frac{1}{666}$ |
| Fichtenholz | 808 | $\frac{1}{2}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{4}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{5}\mathfrak{A}$ | 121 200 | $\frac{1}{536}$ | $\frac{1}{714}$ |
| Kiefern | 1050 | $\frac{1}{2}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{4}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{5}\mathfrak{A}$ | 129 280 | $\frac{1}{444}$ | $\frac{1}{592}$ |
| Lerchenholz | 1131 | $\frac{1}{2}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{4}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{5}\mathfrak{A}$ | 129 280 | $\frac{1}{400}$ | $\frac{1}{533}$ |
| Eichenholz | 808 | $\frac{2}{3}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{3}\mathfrak{A}$ | $\frac{1}{4}\mathfrak{A}$ | 121 200 | $\frac{1}{469}$ | $\frac{1}{563}$ |

Es bedeutet:

$\mathfrak{A}$ die absolute Festigkeit des Materials.

$\mathfrak{R}$ die absolut rückwirkende Festigkeit.

$\mathfrak{A}_1$ die Spannungsintensität an der Elastizitätsgrenze für Ausdehnung.

$\alpha_1 = \frac{e}{l}$ die verhältnissmässige Ausdehnung an der Elastizitätsgrenze.

$\mathfrak{R}_1$ die Druckintensität an der Elastizitätsgrenze der Zusammendrückung.

$\beta_1$ die verhältnissmässige Zusammendrückung an der Elastizitätsgrenze.

$\varepsilon$ den Modulus der Elastizität des Materials, innerhalb der Elastizitätsgrenze.

Die Werthe von $\mathfrak{R}$ $\mathfrak{A}_1$ $\mathfrak{R}_1$ sind auf $\mathfrak{A}$ bezogen angegeben.

In Figur 5, Tafel I., sind die Intensitäten als Abscissen, die verhältnissmässigen Ausdehnungen und Zusammenpressungen als Ordinaten aufgetragen. Der Maassstab für die Ordinaten ist ein anderer, als der für die Abscissen, und die Kurven, welche die Dehnung und Zusammendrückung darstellen, sind nicht punktweise nach Thatsachen verzeichnet.

Die Kurven gehen natürlich sämmtlich durch die Anfangspunkte der Coordinaten und sind daselbst beinahe geradlinig, indem nach den Thatsachen die verhältnissmäsigen Aenderungen bei schwächeren Kraftintensitäten diesen Intensitäten proportional sind, bis an die Elastizitätsgrenze hin. In der Nähe der Elastizitätsgrenze haben diese Kurven rasche Krümmungen und verlaufen sodann assymptotisch nach der Richtung der Ordinatenaxe.

Für Schmiedeeisen ist:

$\overline{OS} = \mathfrak{A}$ die absolute Festigkeit. $\overline{OS_1} = \mathfrak{A}_1$ die Spannungsintensität; $s_1 S_1 = \alpha$ die verhältnissmässige Ausdehnung an der Elastizitätsgrenze, und es ist $OS_1 = 0{\cdot}4\ OS$ oder $\mathfrak{A}_1 = 0{\cdot}4\ \mathfrak{A}$; $OS_3$ die rückwirkende Festigkeit; $OS_2$ die Druckintensität; $S_2 s_2$ die verhältnissmässige Zusammendrückung an der Elastizitätsgrenze, und es ist $\overline{OS_2} = 0{\cdot}4\ \mathfrak{A}$. Ueberhaupt ist die Bedeutung der in der Figur verzeichneten Abscissen und Ordinaten folgende:

| | Holz. | Schmiedeeisen. | Gusseisen. |
|---|---|---|---|
| Absolute Festigkeit . . . . . | $OH$ | $OS$ | $OG$ |
| Spannungsintensität an der Elastizitätsgrenze für Ausdehnung | $OH_1$ | $OS_1$ | $OG_1$ |
| Verhältnissmässige Ausdehnung an dieser Grenze . . . . | $H_1 h_1$ | $S_1 s_1$ | $G_1 g_1$ |
| Rückwirkende Festigkeit . . | $OH_3$ | $OS_3$ | $OG_3$ |

| | Holz. | Schmiedeeisen. | Gusseisen. |
|---|---|---|---|
| Druckintensität an der Elastizitätsgrenze der Zusammendrückung . . . . . . . | $O H_2$ | $O S_2$ | $O G_2$ |
| Verhältnissmässige Zusammendrückung an dieser Grenze . | $H_2 h_2$ | $S_2 s_2$ | $G_2 g_2$ |

## Empirische Formel für das Gesetz der Ausdehnung und Zusammendrückung eines Stabes.

Die in Figur 5 dargestellten Kurven, in welchen die Abscissen die Intensitäten der Spannungen und Pressungen, die Ordinaten die entsprechenden linearen Ausdehnungen und Zusammendrückungen bedeuten, lassen sich auf folgende Weise annähernd durch Gleichungen ausdrücken:

Zieht man zu irgend einem Punkt m der Kurve Fig. 6, Tafel I., welchem die Coordinaten $O p = x$ und $\overline{m p} = y$ entsprechen, eine Berührungslinie t m n, so bildet dieselbe mit O x einen gewissen Winkel $\widehat{t n x} = \varphi$ und es ist

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{dy}{dx} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

In der Nähe von O ist der Modulus der Elastizität constant und wird ausgedrückt durch $\frac{x}{y}$ oder auch durch $\frac{dx}{dy}$. Der Modulus der Elastizität kann daher sowohl innerhalb als ausserhalb der Elastizitätsgrenze durch $\frac{dx}{dy} = \operatorname{Cotg} \varphi$ ausgedrückt werden und es handelt sich nur darum, eine Funktion von x zu finden, welche genau oder annähernd den Werth von $\frac{dx}{dy}$ darstellt.

Nennt man $\varepsilon$ den constanten Modulus der Elastizität für ganz schwache Ausdehnungen und Zusammenpressungen, $\overline{O k} = a$ die Zugfestigkeit des Materials, $\overline{O h} = - a'$ die Druckfestigkeit desselben, so muss die für $\frac{dx}{dy}$ zu suchende Funktion von x die Eigenschaften haben, dass

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{für } x = o & \frac{dx}{dy} = \varepsilon \\ \text{„ } x = + a & \frac{dx}{dy} = o \\ \text{„ } x = - a_{\prime} & \frac{dx}{dy} = o \end{array} \right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

wird.