nach rechts, an der unteren nach links wirken. T ergibt sich aus der Annahme, daß die Tangenten an der elastischen Linie über den Enden des Schlitzes zueinander parallel sein müssen. In einem beliebigen Querschnitt der unteren Wange in der Entfernung x von der Ebene I entstehen dann folgende Einzelspannungen:

1. durch das Moment $M_b = A \cdot a$ in den äußeren Fasern:

$$\sigma_1 = + \frac{A \cdot a}{J} \frac{H}{2},$$

2. durch die Kraft A, die sich zu gleichen Teilen, also zu je $\frac{A}{2}$ auf die Trägerhälften verteilt, längs der Schlitzkante:

$$\sigma_2 = \frac{A}{2} \cdot x \frac{c - \frac{w}{2}}{J_1},$$

3. durch die Kraft $T = \frac{A \cdot l_1}{4c}$ längs der Schlitzkante

$$\sigma_3 = + \frac{A \cdot l_1}{4c} \left(\frac{1}{F} + c \frac{c - \frac{w}{2}}{J_1} \right) = \frac{A \cdot l_1}{4} \left(\frac{1}{F \cdot c} + \frac{c - \frac{w}{2}}{J_1} \right),$$

4. Schubspannungen durch die Kraft A, die vernachlässigt werden können.

Die Erhöhung der Spannungen durch die Kerbwirkung an den Schlitzenden empfiehlt Pfleiderer durch die Annahme zu berücksichtigen, daß die Spannung σ_1 über den ganzen Querschnitt gleich groß sei. Die größte Beanspruchung σ ergibt sich aus der algebraischen Summe der Spannungen, wobei jedoch im Falle gußeiserner Träger I-förmigen Querschnitts zu beachten ist, daß sich σ_2 und σ_3 auf eine andere Querschnittform, nämlich auf die T-förmigen Hälften beziehen und daß sie deshalb nach den Versuchen Bachs mit einer Berichtigungzahl $\mu = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{H}{c}}$ zu vervielfältigen sind. Für Schmiedeeisen ist $\mu = 1$. Die größte positive Spannung entsteht am inneren Rande des Schlitzes in der Nähe des Querschnittes I im Punkte D der unteren Trägerhälfte. Sie beträgt

$$\sigma = \sigma_1 + \mu\sigma_3 = \frac{A \cdot a}{J} \frac{H}{2} + \mu \frac{A \cdot l_1}{4} \left(\frac{1}{Fc} + \frac{c - \frac{w}{2}}{J_1} \right). \tag{30a}$$

Hervorgehoben sei der beträchtliche Einfluß, den die Schubkraft T hat, wie es denn die Hauptaufgabe des Steges ist, die Querkraft aufzunehmen und dadurch die Flanschen zu gleichmäßigen Durchbiegungen zu zwingen.

Die Rißbildung wird im Punkte D beginnen und sich im Punkte E der oberen Trägerhälfte fortsetzen, die durch das Biegemoment hoch beansprucht wird, wenn die Tragfähigkeit der unteren Hälfte durch den Riß bei D vermindert oder erschöpft ist.

Die bei den Versuchen von Pfleiderer nach der Formel (30a) berechneten Spannungen im Augenblick des ersten Risses (im Balken, Abb. 37, $\sigma = 2160$ kg/cm²) entsprachen im Mittel etwa der Zugfestigkeit, nicht aber der höheren Biegefestigkeit des verwandten Gußeisens, so daß es sich empfiehlt, bei der Wahl der zulässigen Beanspruchung von der ersteren auszugehen.

G. Die Formänderung gebogener Teile.

Die Formänderung auf Biegung beanspruchter Teile besteht in einer Krümmung der Achse. Die entstehende Kurve heißt elastische oder Biegelinie. Ein Element des Stabes, Abb. 40, von der Länge dx, das durch zwei zur Stabachse senkrecht stehende Ebenen begrenzt ist, geht in ein keilförmiges Stück über, dessen Seitenflächen um den Winkel $d\gamma$ gegeneinander geneigt sind. Dabei haben die auf der Zugseite gelegenen, durch die Spannung σ_b beanspruchten Fasern in der Entfernung e von der Nullinie nach Formel (6a) eine Verlängerung $a a_1 = \alpha \cdot \sigma_b \cdot d x$ erlitten, so daß

$$d\gamma = \frac{a a_1}{e} = \frac{\alpha \cdot \sigma_b \cdot d x}{e}$$

wird, das mit

$$\sigma_b = \frac{M_x}{J_x} \cdot e$$

in

$$d\gamma = \alpha \cdot \frac{M_x \cdot dx}{J_x}$$

übergeht. Für eine endliche Stablänge wird

$$\gamma = \int \frac{\alpha \cdot M_x \cdot dx}{J_x} = \alpha \int \frac{M_x}{J_x} \cdot d x\,, \tag{31}$$

wenn die Dehnungszahl α als unveränderlich angenommen wird.

Abb. 40 und 41. Formänderungen gebogener Stäbe.

An einem einseitig eingespannten Stabe, Abb. 41, hat nun die besprochene Formänderung des in der Entfernung x vom freien Ende liegenden Elementes dx eine Durchbiegung

$$d\delta = d\gamma \cdot x$$

zur Folge, so daß sich die Gesamtdurchbiegung δ durch

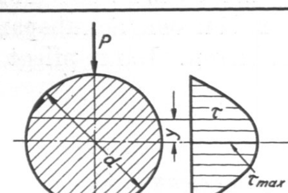
$$\delta = \int d\gamma \cdot x = \alpha \int \frac{M_x \cdot x \cdot d x}{J_x} \tag{32}$$

darstellen läßt. Den meist vorliegenden Fall eines Stabes auf zwei Stützen kann man auf zwei Freiträger zurückführen, die im Scheitel der Biegelinie eingespannt sind. Für die häufiger vorkommenden Belastungsfälle sind die Neigungswinkel der elastischen Linie und die Durchbiegungen in der Zusammenstellung 5, Seite 24, aufgeführt.

VII. Schub und Abscherung.

Beanspruchung auf Schub liegt vor, wenn die Kraft in der Querschnittebene wirkt und unmittelbar benachbarte Querschnitte gegeneinander zu verschieben sucht (Quer- oder Schubkräfte). Die Größe und Verteilung der entstehenden Schubspannungen τ hängt von der Querschnittform ab; für die wichtigeren ist sie in der Zusammenstellung 8 enthalten.

Zusammenstellung 8. **Größe und Verteilung der Schubspannungen.**

Lfde. Nr.	Querschnittform und Spannungsverteilung	Schubspannung im Abstande y von der Schwerlinie τ	Größte Schubspannung $\tau_{\max}$
1		$\pi = \frac{4}{3} \cdot \frac{P}{F} \sqrt{1 - 4\frac{y^2}{d^2}}$	$\tau_{\max} = \frac{4}{3}\,\frac{P}{F}$