

schnürung, Abb. 12, der örtlich starken Querschnittsverminderung, die zum Bruch bei abnehmenden Kräften führt, begründet. B kennzeichnet die Bruch-, Z die Zerreißgrenze. Die aus der Höchst- oder Bruchlast P_B berechnete und auf den ursprünglichen Querschnitt bezogene Spannung ist die Zugfestigkeit K_z des Stoffes, die in dem betrachteten Falle

$$K_z = \frac{P_B}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{11500}{3,14} = 3660 \text{ kg/cm}^2$$

betrug.

Entlastet man bei Beginn des Versuchs den Stab, so verschwinden die Formänderungen wieder vollständig. Der Baustoff ist vollkommen elastisch. Bei höheren Be-

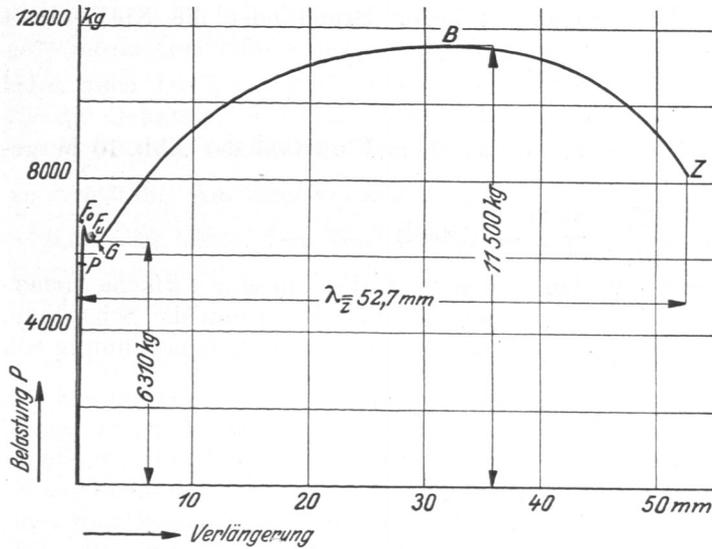


Abb. 10. Schaulinie eines Zugversuchs an weichem Flußstahl.

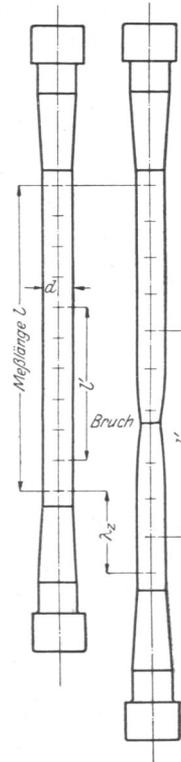


Abb. 11/12. Probestab vor und nach dem Zugversuch.

lastungen treten zunächst geringe bleibende Verlängerungen auf; nach dem Überschreiten der Fließgrenze überwiegen die bleibenden gegenüber den elastischen. Die Elastizitätsgrenze, d. i. der Punkt, bis zu welchem sich der Baustoff vollkommen elastisch verhält, ist, da die bleibenden Formänderungen ganz allmählich auftreten, schwierig nachzuweisen. Man läßt ein bestimmtes, noch sicher zu beobachtendes Maß bleibender Formänderung zu und hat demgemäß durch einen Beschluß des internationalen Verbandes der Materialprüfungen der Technik in Brüssel 1906 die Elastizitätsgrenze bei einer bleibenden Verlängerung von $0,001\%$ der Meßlänge festgelegt. Krupp benutzt $0,03\%$.

Bei vielen Stoffen prägt sich die Fließgrenze weniger scharf aus, wie bei weichem Flußstahl nach Abb. 10. An härteren Flußstahlsorten ist sie nur durch einen kurzen Absatz parallel zur Abszissenachse oder, wie auch an Messing, Bronze usw., durch allmähliches Abbiegen der Schaulinie ohne besonderen Knick oder Absatz, Abb. 127, gekennzeichnet. Zur Bestimmung der Fließgrenze benutzt man in solchen Fällen nach dem Beschluß des eben erwähnten Verbandes $0,5\%$ bleibende Verlängerung. Die deutschen Industrienormen haben dieses Maß in Dinorm 1602 auf $0,2\%$ herabgesetzt und bezeichnen die zugehörige Spannung kurz mit 0,2-Grenze und durch $\sigma_{0,2}$.

B. Die Sicherheit von Konstruktionsteilen.

Merkbare bleibende Formänderungen sind an den Maschinenteilen unzulässig. Die in den letzteren auftretenden Beanspruchungen dürfen deshalb die Elastizitätsgrenze, sicher aber die Fließgrenze, nicht erreichen. Die Sicherheit \mathcal{S}' eines Konstruktionsteiles gegenüber dem Auftreten dauernder Formänderungen ist demgemäß nach dem

Verhältnis der Spannungen an der Elastizitäts- bzw. Fließgrenze σ_s des Baustoffes zu den tatsächlich auftretenden Spannungen σ_z zu beurteilen. Nun ist die Ermittlung der Elastizitätsgrenze wegen der notwendigen Feinmessungen umständlich und zeitraubend und wird selten ausgeführt. Leichter ist die Fließgrenze an Hand einer während des Versuches aufgenommenen Schaulinie oder bei ausgeprägter oberer Fließgrenze durch Beobachten des Absinkens der Kraft zu bestimmen. Da außerdem beide Grenzen nahe beieinander zu liegen pflegen, kann die erwähnte Sicherheit genügend genau nach der Fließgrenze des Baustoffes, also nach $\mathfrak{S}' = \frac{\sigma_s}{\sigma_z}$ beurteilt werden.

Meist begnügt man sich damit, die Festigkeit der Baustoffe vorzuschreiben und ihr gegenüber die Bruchsicherheit des Konstruktionsteiles, die durch das Verhältnis der Bruchfestigkeit zur auftretenden Spannung gegeben ist, zu berechnen. Im Falle der Beanspruchung auf Zug würde diese Sicherheit gegen Bruch oder die Sicherheit schlechthin

$$\mathfrak{S} = \frac{K_z}{\sigma_z} \quad (2)$$

sein.

Wäre die Stange des Beispiels, Abb. 9, aus weichem Flußstahl der Abb. 10 hergestellt, so würde die Bruchsicherheit

$$\mathfrak{S} = \frac{K_z}{\sigma_z} = \frac{3660}{477} = 7,7 \text{ fach}$$

sein. Gegen das Auftreten bleibender Verlängerungen ist aber nur eine 4,2fache Sicherheit vorhanden, wenn man von der unteren Fließgrenze ausgeht. Denn die Schaulinie, Abb. 10, ergibt an dieser Stelle eine Belastung $P_f = 6310 \text{ kg}$ und eine Fließspannung von

$$\sigma_s = \frac{P_f}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{6310}{3,14} = 2010 \text{ kg/cm}^2,$$

so daß

$$\mathfrak{S}' = \frac{\sigma_s}{\sigma_z} = \frac{2010}{477} = 4,2$$

wird.

Die Beurteilung einer Konstruktion an Hand des Sicherheitsgrades gegen Bruch ist für Baustoffe, die nicht kalt bearbeitet, gehärtet oder vergütet sind, immerhin zulässig, weil dann das Verhältnis der Spannungen an der Bruchgrenze zu denen an der Fließ- bzw. Elastizitätsgrenze bei ein und demselben Baustoffe annähernd unveränderlich zu sein pflegt. Durch Ziehen, Walzen, Hämmern, Pressen usw. im kalten Zustande, ferner durch Härten oder Vergüten kann dagegen das genannte Verhältnis wesentlich beeinflußt werden. Beispielweise wird die Streckgrenze von Flußstahldraht durch Kaltziehen ganz bedeutend gehoben und der Bruchgrenze näher gebracht. Die übliche Sicherheitszahl gegenüber Bruch kann daher niedriger sein, weil die hohe Streckgrenze das Auftreten bleibender Formänderungen verhindert.

Die Sicherheit hoch beanspruchter oder aus Sonderbaustoffen hergestellter Konstruktionsteile sollte deshalb stets an Hand der Fließgrenze und nicht nach der Bruchfestigkeit des Werkstoffes beurteilt werden.

Dagegen ist man bei Stoffen, die so geringe Formänderungen aufweisen, daß sich die Fließgrenze $\sigma_{0,2}$ im Sinne der DIN 1602 nicht ermitteln läßt, wie bei Gußeisen, Beton und Steinen, nach wie vor auf die Benutzung der Sicherheit gegenüber Bruch angewiesen.

C. Dehnung und Einschnürung, Dehnungszahl.

Um die Formänderungen verschieden langer Stäbe miteinander vergleichen zu können, bezieht man die Verlängerung λ auf die Längeneinheit und erhält so die Dehnung

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{l}, \quad (3)$$