

ziffer bei den Balken aus höherwertigem Beton erheblich geringer, was bekanntlich in der Hauptsache darauf zurückzuführen ist, daß ein solcher Beton geringere Stauchungen und eine weniger gekrümmte Verteilung derselben über den Druckgurt aufweist als gewöhnlicher Beton.

Aus diesem Grunde sollte in Übereinstimmung mit obigen Versuchen für höher- und hochwertigem Beton keine größere Übertragungsziffer als  $\beta = \frac{4}{3}$  zur Anwendung kommen.

Die Zulässigkeit dieser Übertragungsziffer erscheint deshalb berechtigt, weil dieselbe unter ungünstigeren Verhältnissen ermittelt wurde, als sie im allgemeinen praktisch auftreten. Ungünstiger sowohl insofern, als bei ihrer Ermittlung lediglich eine Einzelast verwendet wurde — diese gibt bekanntlich eine größere Übertragungsziffer, als wenn z. B. mehrere Einzellasten oder gleichmäßig verteilte Lasten verwendet werden<sup>1)</sup> —, aber auch insofern, als die Querschnittshöhe der Balken, mit welchen sie ermittelt wurde, recht gering war.

In guter Übereinstimmung mit diesem Ergebnis stehen die umfangreichen, in Heft 6 des österr. Eisenbetonausschusses (24) behandelten Balkenversuche, bei denen sich die Übertragungsziffer für höher- und hochwertigem Beton ( $\sigma_{w_{20}} = 227$  bis  $278 \text{ kg/cm}^2$ ) zu  $\beta = 1,2$  bis  $1,4$ , im Gesamtmittel zu  $\beta = 1,3$ , ergab.

Für höchstwertigem Beton ( $\sigma_{w_{20}} = \text{rd. } 400 \text{ kg/cm}^2$ ) verringerte sich bei diesen Versuchen die Übertragungsziffer bis auf  $\beta = \text{rd. } 1,0^2$ .

#### ε) Die Festigkeitseigenschaften der Bewehrungseisen.

Die allgemeinen Festigkeitseigenschaften der zur Bewehrung der Eisenbetonkonstruktionen dienenden Eiseneinlagen sind durch viele Versuche klargestellt und deshalb als bekannt anzusehen. Zur Sicherung bestimmter Festigkeitseigenschaften ist überdies vorgeschrieben, daß diese den Mindestforderungen genügen müssen, die für Eisenkonstruktionen durch besondere Normen festgelegt sind (D. B. § 7, 4). Diese Mindestforderungen sind z. B. in den Normalbedingungen für die Lieferung von Stahlbauwerken (Din 1000) niedergelegt.

Gegenwärtig kommen als Bewehrungseisen in der Hauptsache St 37 (Handelseisen) und St 52 (hochwertiger Baustahl) in Betracht. Dabei wird von ersterem Eisen eine Zugfestigkeit von mindestens  $3700 \text{ kg/cm}^2$ , von letzterem Eisen bei einem Durchmesser der Rundstäbe von 7 bis 18 mm eine solche von mindestens  $5200 \text{ kg/cm}^2$  verlangt.

Wichtiger als die Kenntnis der unteren Begrenzung der Zugfestigkeit ist die Kenntnis der unteren Begrenzung der Streckgrenze dieser Eisen. Diese beträgt für St 37  $2400 \text{ kg/cm}^2$  und für St 52  $3600 \text{ kg/cm}^2$ .

Gewöhnlich wird dieselbe je nach Walzung, Bearbeitung und Durchmesser der Rundstäbe mehr oder weniger überschritten, und zwar bei St 37 bis zu  $3000 \text{ kg/cm}^2$ , bei St 52 bis zu  $4500 \text{ kg/cm}^2$  und sogar darüber. Der hochwertige Baustahl St 52 weist demnach die gleichen Festigkeitseigenschaften auf wie der St Si. Er unterscheidet sich von diesem nur durch eine andere chemische Zusammensetzung<sup>3)</sup>, die gewählt wurde,

<sup>1)</sup> Vgl. D. A. f. E., Heft 19, S. 10.

<sup>2)</sup> Nach Versuchen von Saliger (45) mit Balken aus höchstwertigem Beton von  $\sigma_{w_{20}} = 412, 476$  und  $538 \text{ kg/cm}^2$  ermitteltē sich sogar  $\beta = 0,93, 0,89$  und  $0,90$ .

<sup>3)</sup> Nach den vorläufigen Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Lieferung von Baustahl St 52 ist den Lieferwerken die chemische Zusammensetzung dieses Stahles freigestellt. Lediglich der Kohlenstoffgehalt ist mit 0,2 bis 0,25 % begrenzt. Es liegen infolgedessen bereits verschiedene Sorten von St 52 vor, die sich in der Hauptsache durch verschiedene Mengenverhältnisse an Zusätzen von Mangan, Chrom, Kupfer usw. unterscheiden.

um die bei der Herstellung von St Si sich ergebenden Schwierigkeiten, z. B. in der Einhaltung des mit 1 % vorgeschriebenen Siliziumgehaltes<sup>1)</sup>, zu vermeiden.

Im Hinblick auf die beim St 52 erzielbaren hohen Festigkeitszahlen sowie auf die gegenwärtigen Bemühungen um die Weiterentwicklung der hochwertigen Baustähle dürfte die Lieferbarkeit von Bewehrungseisen mit einer Streckgrenze von mindestens 4000 kg/cm<sup>2</sup> zweifellos schon jetzt möglich sein. Allerdings darf eine solche Steigerung der Mindeststreckgrenze keinesfalls durch die vielfach übliche Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes erzielt werden, da die sich dadurch ergebende Sprödigkeit des Stahls, die sich vor allem in einer mangelhaften Schweißbarkeit und Biegefähigkeit in kaltem Zustande nachteilig äußert, seine praktische Anwendbarkeit im Eisenbetonbau in Frage stellen würde<sup>2)</sup>.

Am geeignetsten für die Bewehrung von hochbeanspruchten Eisenbetonkonstruktionen sind nach den vorliegenden Erfahrungen Stahlsorten, bei denen das Verhältnis zwischen der Streckgrenze und der Zugfestigkeit nicht größer als etwa 0,7 ist, also Stahlsorten, die z. B. bei einer Streckgrenze von etwa 4000 kg/cm<sup>2</sup> eine Zugfestigkeit von etwa 6000 kg/cm<sup>2</sup> aufweisen. Solche Stahlsorten haben keinen zu großen Gehalt an Kohlenstoff und besitzen deshalb eine gute Schweißbarkeit und Biegefähigkeit.

Ein Nachteil der hochwertigen Baustähle ist allerdings darin zu sehen, daß ihr Verformungsmaß mit etwa  $E_e = 2\ 100\ 000$  kg/cm<sup>2</sup> gleich jenem des handelsüblichen Eisens ist.

Da die Haftfestigkeit des Betons an den Eiseneinlagen zum großen Teil von der Oberflächenbeschaffenheit derselben abhängt, ist ein weiterer Nachteil der hochwertigen Baustähle darin zu sehen, daß die aus denselben hergestellten Rundstäbe gewöhnlich eine glatte Oberfläche aufweisen, während die aus Handelseisen hergestellten Rundstäbe eine Walzhaut besitzen. Es wird deshalb an Hand von Versuchen zu untersuchen sein, ob und inwieweit eine derartig glatte Oberfläche zu einer vorzeitigen Zerstörung des Verbundes infolge Überwindung der Haftfestigkeit des Betons führen kann.

Zu bemerken ist noch, daß das Verhalten der Bewehrungseisen bei Druckbeanspruchung hinsichtlich der Bruchfestigkeit und des Verformungsmaßes ebenso angenommen werden kann wie bei Zugbeanspruchung. Dabei tritt an Stelle der Streckgrenze die Quetschgrenze, die bekanntlich bei etwa der gleich hohen Spannung erreicht wird wie die Streckgrenze.

#### 4. Die Formänderungen des Betons und der Eiseneinlagen.

Einleitend wurde bereits ausgeführt, daß der Sicherheitsgrad von Eisenbetonkonstruktionen auf die Beanspruchung des die Zerstörung des Verbundes einleitenden Baustoffes unter der Bruchlast bzw. unter dem zugehörigen Moment zur Beanspruchung dieses Baustoffes unter der Gebrauchslast bzw. unter dem zugehörigen Moment bezogen werden kann. Dabei ist jedoch erforderlich, die letztere Beanspruchung rechnermäßig unter Annahme einer auf S. 2 näher festgelegten Kräfteverteilung zwischen Beton und Eisen zu ermitteln, die gegenüber der tatsächlichen Kräfteverteilung erheblich abweichen kann. Es können sich deshalb beträchtliche Abweichungen zwischen

<sup>1)</sup> Z. B. wurden an zahlreichen Baugliedern des aus St Si bestehenden Stromüberbaues über die Oder bei Oppeln Aufblätterungen beobachtet, die auf einen zu hohen Gehalt an Silizium im Stahl (1,5 %) zurückzuführen waren. Auch versagte dieser Stahl bei der Kaltbiegeprobe (vgl. Bautechn. 1929, S. 90 u. 91).

<sup>2)</sup> Aus diesem Grunde dürfte in den D.B. von einer weiteren Anwendung des hochgekohlten St 48 für Eisenbetonkonstruktionen abgesehen worden sein.