Verwendung des hochwertigen Stahls in Eisenbeton-Konstruktionen

Autor(en): **Chmielowiec, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-2790

IIc 3

Verwendung des hochwertigen Stahls in Eisenbeton-Konstruktionen.

Les aciers à haute résistance dans les constructions de béton armé.

High Tensile Steel in Reinforced Concrete Structures.

Dr. Ing. A. Chmielowiec.
Lwów, Pologne.

In manchen Staaten ist die zulässige Spannung des gewöhnlichen Stahls 1200, die des hochwertigen 1800 kg/cm². Man kann nun, wenn man nur die Randpressung im Beton ein wenig zunehmen läßt, was, wie *Saliger* in seinem Referat II c 3 bewiesen hat, immer erlaubt sein dürfte, ohne die Höhe des Balkens zu ändern, den Querschnitt der Zugbewehrung um ein Drittel vermindern, wenn man den St. 1800 anstatt des St. 1200 verwendet (so wollen wir die Stähle nach ihren zulässigen Spannungen benennen).

Will man n Rundeisen 1200 von Durchmesser d durch n_1 Rundstähle 1800 von Durchmesser d_1 ersetzen, so hat man also

$$1200\,\pi n d^2 = 1800\,\pi n_1 d^2_1.$$

Will man dabei an der Haftspannung nichts ändern, so ist

$$\pi n d = \pi n_1 d_1.$$

Aus diesen Gleichungen folgt:

$$n : n_1 = d_1 : d = 1200 : 1800 = 2 : 3.$$

Man kann zum Beispiel zwei Rundeisen ∅ 9 mm aus St. 1200 durch drei Rundstäbe ∅ 6 mm aus St. 1800 ersetzen. So bekommt man aber dünne Stäbe, die nicht steif genug sind, um gerade zu bleiben, und die verhältnismäßig teuer sind, da der Einheitspreis der dünnen Stäbe höher ist als derjenige der dicken.

Diese Nachteile verschwinden, wenn man dem Stabe den Querschnitt eines gleichseitigen Dreiecks gibt. Von allen regelmäßigen Vielecken, welche dieselbe Fläche haben, hat das Dreieck den größten, der Kreis den kleinsten Umfang. Der Durchmesser des Kreises sei d, die Seite des Dreiecks sei a = 1,1 d. Dann ist der Umfang des Dreiecks 3 a = 3,3 d, der des Kreises d = 3,14 d, die Differenz der Umfänge also 0,16 d. D. h. der Umfang des Dreiecks ist um 5 % größer als der des Kreises. Die Fläche des Kreises ist $F_o = \frac{\pi d^2}{4}$, die des Dreiecks $F_\Delta = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$. Hieraus folgt:

$$\frac{F_o}{F_\Delta} = \frac{\pi d^2}{a^2 \sqrt{3}} = \frac{\pi}{1{,}21 \sqrt{3}} = 1{,}5 = \frac{1800}{1200}$$

Man kann also den Rundstab d aus St. 1200 durch den dreieckigen Stab von der Seitenlänge 1,1 d aus St. 1800 ersetzen. Dabei gewinnt man 33 % Material und 5 % an Haftspannung.

Der dreieckige Querschnitt für Stäbe aus St. 1800 hat noch weitere Vorteile:

1. Verwechslungen der Stäbe aus St. 1200 mit denjenigen aus St. 1800 werden unmöglich.

2. Von allen die gleiche Fläche umschließenden regelmäßigen ebenen Figuren hat das Dreieck das größte und der Kreis das kleinste Trägheitsmoment. Dabei werden Figuren außer Acht gelassen, deren Umfang konkave Winkel oder konkave Seiten aufweist, wie z. B. der Stern. Ein Stab mit sternartigem Querschnitt läßt sich ja aus dem Beton längs einer zylindrischen Fläche herausziehen, deren Querschnitt ein regelmäßiges, den Stern umschließendes Vieleck ist. Die Fläche des Kreises hat das Trägheitsmoment $J_o = F_o \frac{d^2}{16}$, die des Dreiecks das Trägheitsmoment $J_\Delta = F_\Delta \frac{a^2}{24}$. Aus der Gleichung $F_o = F_\Delta$ folgt $\frac{a^2}{d^2} = \frac{\pi}{\sqrt{3}}$. Damit erhält man:

$$\frac{J_\Delta}{J_o} = \frac{2 a^2}{3 d^2} = \frac{2 \pi}{3 \sqrt{3}} = 1{,}21$$

Das Trägheitsmoment des Dreiecks übersteigt also das des flächengleichen Kreises um 21 %. Der dreieckige Stab hat also größere Steifigkeit als der Rundstab. Er läßt sich deshalb nicht so leicht biegen und behält besser seine gerade Form während des Transportes, des Betonierens, beim Lagern usf. Das ist wichtig, weil die krummen Stäbe sich strecken müssen, bevor sie Zugkräfte übertragen können. Unterdessen arbeiten nur die geraden Stäbe, die dann leicht überspannt werden können. Rundstäbe aus hochwertigem Stahl auf Druck zu beanspruchen, ist, wie *Emperger* bewiesen hat, unzweckmäßig, weil sie frühzeitig der Knickgefahr ausgesetzt sind.

3. Die dreieckigen Stäbe brauchen zum Lagern weniger Platz als Rundstäbe, weil sie den Raum genau ausfüllen. Sechs Dreiecke bilden ein Sechseck und die Sechsecke lassen sich dicht nebeneinander legen.

4. Der dreieckige Stab läßt sich bequem verwinden, wodurch eine bestimmte schraubenförmige Stabform entsteht. Die Haftfestigkeit wird dadurch wieder bedeutend erhöht, da der Umfang des dem Dreieck umschriebenen Kreises um 21 % größer ist als der des Dreieckes selbst. Der schraubenförmige Stab kann ja nur längs der zylindrischen Fläche, welche ihn umschreibt, aus dem Beton herausgezogen werden, wenn nicht längs einer noch größeren. Das wird bestätigt

durch Versuche mit Isteg-Stahl. Bei den von *Bryla* und *Huber* in Warschau angestellten Versuchen hat ein aus zwei ∅ 7 mm bestehendes Istegeisen eine um 20 % größere Haftfestigkeit gezeigt, als ein Rundeisen ∅ 12 mm. Nun beträgt der äußere Durchmesser des Istegeisens zweimal 7 = 14 mm. Der äußere Umfang des Istegeisens ist um $(14-12)\pi$, also um 16,7 % größer als der des Rundeisens. Um soviel wenigstens sollte die Haftkraft des Isteg-Stahls größer sein als die des zu ersetzenden Rundeisens. Das ist sie auch. Der Mehrwert ist dadurch zu erklären, daß die erwähnte Zylinderfläche im Versuch nie so regelmäßig ausfällt wie sie theoretisch im schlimmsten Fall zu erwarten ist.

Anstatt aus St. 1800 kann man auch aus St. 1200 dreieckige Profile walzen, um dann ihre Streckgrenze durch Streckung und Verdrehung zu erhöhen, wie es mit Isteg-Stahl der Fall ist.