



Einsatz von höherfestem Betonstahl

¹ L. Bärle, ² M. Kaufmann, ³ K. Thoma

¹ Swiss Steel AG, CH-6020 Emmenbrücke, Switzerland

² PM Partner, Landenbergstrasse 32, CH-6005 Luzern, Switzerland

³ Hochschule Luzern, Technikumstrasse 21, CH-6048 Horw, Switzerland

EINSATZ VON HÖHERFESTEM BETONSTAHL



01

01 Obenliegende Längsbewehrung aus höherfestem Betonstahl beim Überzug der Badresidenz Hirschen, Baden. Reduktion des Bewehrungsgehalts und gute Betonierfähigkeit. Bauingenieur: MWV Bauingenieure AG, Baden (Foto: Ingenieur)



02

02 Ergänzende schlaaffe Bewehrung aus höherfestem Betonstahl der teilweise vorgespannten Decke (Spannweite 50 m) beim Logistikzentrum Galliker in Aclens. Bauingenieur: Fent AG, Seon (Foto: Ingenieur)



03

03 Statische und ausführungstechnische Vorteile durch höherfesten Betonstahl bei der Herstellung von schlanken V-Stützen beim Roche ABR Bau 5 in Rotkreuz. Bauingenieur: WGG Schnetzer Puskas AG, Basel (Foto: Sacac AG, Lenzburg)

Auf dem Schweizer Markt sind seit kurzem Betonstähle erhältlich, die eine erhöhte Festigkeit aufweisen. Die Anwendung solcher Bewehrungen kann durchaus sinnvoll sein, wenn man die Stärken des Materials kennt und die Auswirkungen auf die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit entsprechend berücksichtigt.

Die Festigkeiten von Beton, aber auch Stahl haben sich seit der Erfindung des Stahlbetons kontinuierlich erhöht. Vor 50 Jahren waren für Betonstahl noch charakteristische Werte der Fließgrenze von 200–300 N/mm² üblich. Diese erhöhten sich mit der Einführung der Stähle der Sorte II (z.B. Tor 40/42, Caron, Box) und III (z.B. Tor 50, Box-Ultra). Seit dem Vorliegen der Norm SIA 162:1989 liegt die Fließgrenze bei 500 N/mm² (charakteristischer Wert eines B500B). Die Entwicklung ist nicht abgeschlossen. In der Schweiz sind heute Stähle mit charakteristischen Werten der Fließgrenze von bis zu 700 N/mm² erhältlich.

EINFLUSS IN DER PROJEKTIERUNG

Die Norm SIA 262:2003 sieht den Einsatz von Bewehrung mit einem charakteristischen Wert der Fließgrenze f_{sk} von maximal 750 N/mm² vor (Ziffer 3.2.1.3). Eine erhöhte Stahlfestigkeit hat Auswirkungen auf Bemessung und konstruktive Durchbildung. Das Ausnutzen höherer Gebrauchsspannungen führt grundsätzlich zu höheren Dehnungen. Dies kann zu höheren Durchbiegungen und

grösseren Rissbreiten führen und hat demzufolge Auswirkungen auf die Gebrauchstauglichkeit. Für die Bemessung sind insbesondere die folgenden Ziffern der Norm SIA 262:2003 zu berücksichtigen: plastische Umlagerung (4.1.4.2.5), Querkraft (4.3.3.2), Durchstanzen (4.3.6.3), Druckglieder (4.3.7.8), Ermüdung (Tab. 12), Rissbildung (4.4.2.3). Für die konstruktive Durchbildung sind Verankerungslänge (5.2.5.3), minimaler Biegenolldurchmesser (5.2.4.1) und Umlenkstrahlen (5.2.7) sinngemäss anzupassen bzw. zu erhöhen. Gegebenenfalls sind höherfeste Betons zu verwenden.

VERSUCH AN BIEGETRÄGER

Mit einem 4-Punkt-Biegeversuch an einem Stahlbetonträger wurde analysiert, welche Auswirkung das Ausnutzen der höheren Stahlfestigkeit auf die Gebrauchstauglichkeit hat. Der unten längs mit Top700 ($f_{sk} = 700 \text{ N/mm}^2$) und oben längs mit B500B ($f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$) bewehrte Träger wurde als Einfeldbalken mit einem Auflagerabstand von 6.00 m gelagert und mit zwei Einzellasten in den Drittelpunkten belastet. Unter steigender Gebrauchsspannung wurden Dehnungen, Krümmungen und Rissbilder aufgenommen. Resultate: Durch das Ausnutzen einer gegenüber eines B500B um 40 % höheren Gebrauchsspannung erhöhte sich die Krümmung um 45 %, und die mittlere Rissweite stieg um 30 % an. Die Risse werden demzufolge kaum messbar grösser. Den höheren Durchbiegungen kann ausführungstechnisch mittels Überhöhung begegnet werden.

ANWENDUNGEN IN DER PRAXIS

In welchen Situationen macht nun die Verwendung höherfester Betonstähle Sinn? Der Einsatz kann aufgrund technischer Randbedingungen (Platzprobleme bei der Bewehrungsführung), aufgrund der Ästhetik (Reduktion des Betonquerschnitts) oder aber aufgrund ökonomischer Vorteile (reduzierte Stahlmenge, reduzierte Bearbeitung) erfolgen. Der Einsatzbereich liegt generell dort, wo hohe Beanspruchungen (Tragsicherheit massgebend) hohe Bewehrungsgehalte erfordern. Es sind dies beispielsweise Biegeträger, Betonzugelmente, Lasteinleitung in Kernwände und Verstärkungsmassnahmen. In Hochbaustützen können höherfeste Betonstähle sehr effizient ausgenutzt werden, wenn die Betondruckzone umschnürt wird und so Druckfestigkeit und Bruchdehnung des Betons ebenfalls erhöht werden. Auch kann die Verwendung als zusätzliche schlaaffe Bewehrung einer teilweisen Vorspannung sinnvoll sein. Durch den Einsatz von weniger, dafür höherfestem Stahl wird die Betonierfähigkeit (Mindestabstand zwischen den Stahlstäben > Grösstkorn der Gesteinskörnung) weniger beeinträchtigt, und es können Normwerte für den maximalen Bewehrungsgehalt leichter eingehalten werden. Nicht sinnvoll ist der Einsatz bei Bauteilen mit hohen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (Verformungen, Dichtigkeit) sowie bei vorwiegend ermüdungsbeanspruchten Bauteilen.

Lukas Bäurle, lbaeurle@swiss-steel.com

Marc Kaufmann, kaufmann@pmpartner.ch

Karel Thoma, karel.thoma@hslu.ch