

Häufige Fragen

Bewehrung

Was ist eine Bewehrung?

Die Bewehrung (Armierung) ist ein in den Beton eingelegtes, statisch genau berechnetes System von Bewehrungsstäben, Baustahlelementen oder -gittermatten aus Betonstahl.

Was ist Betonstahl?

Betonstahl bzw. Betonrippenstahl ist ein im Vergleich zu normalem Baustahl hochfester Stahl zur Aufnahme der Zugkräfte im Stahlbeton, welcher zur besseren Verankerung im Beton zwei oder drei Schrägrippenscharen aufweist.

Festigkeit von Betonrippenstahl?

In Österreich wird fast ausschließlich Betonrippenstahl der Güte BST 550 verwendet. Die Zahl 550 gibt die Streckgrenze in Newton pro Quadratmillimeter an. 550 N/mm² entsprechen etwa 55 kg/mm². Im Vergleich dazu hat normaler Baustahl eine Streckgrenze von ca. 240-300 N/mm².

Was ist Stahlbeton?

Stahlbeton ist ein mit Bewehrung versehener und damit besonders tragfähiger und vor allem auf Zug und Biegung zu beanspruchender Beton. Werden in Stahlbetonteilen gespannte Drahtseile (Spannseile) eingegossen, spricht man von Spannbeton. Stahlleichtbeton ist ein Stahlbeton mit Leichtzuschlägen; er ist als Spannbeton ausführbar und ist nicht nur leichter sondern auch wärmedämmender als Normal-Stahlbeton und wird auch als Konstruktionsleichtbeton bezeichnet.

Was ist Beton und welche Eigenschaften hat er?

Beton ist ein Baustoffgemenge aus Bindemitteln (z.B. Zement, Bitumen, Silikat, Ton), Zuschlagstoffen (z.B. Kies, Schotter, Splitt) und Wasser. Beton besitzt eine hohe Druckfestigkeit – allerdings bei geringer Zugfestigkeit. Er haftet gut an Stahl und hat (fast) denselben Temperaturexpansionskoeffizienten.

Was ist Zement?

Zement [lateinisch caementum „Bruchstein“] ist ein zur Herstellung von Beton und Mörtel verwendetes - auch unter Wasser erhärtendes (hydraulisches) – Bindemittel, das durch Brennen von Kalk und Ton bzw. von Mergel mit geeigneter Zusammensetzung und anschließendem Vermahlen des Zementklinkers entsteht.

Wozu wird Beton mit Betonrippenstahl verstärkt?

Zur Erhöhung der Zugfestigkeit des Bauteiles werden Stahleinlagen (Bewehrung – Betonrippenstahl) so in den Beton eingelegt, dass diese die Zugkräfte aufnehmen. Stahlbeton ist nur möglich, weil Stahl und Beton etwa die gleiche thermische Ausdehnung aufweisen.

Geschichte des Betonstahls

Wann wurde erstmalig in der Geschichte der Technik eine Art Armierung verwendet?

1852 gelang dem Engländer William Boutand Wilkinson erstmals die Bewehrung einer Geschoßdecke mit Drahtseilen. 1854 meldete er eine Eisenbeton-Verbunddecke zum Patent an. In diesem Patent wird beschrieben, dass nun Eisenstäbe „...unterhalb der Mittelachse des Betons einzubetten sind“. 1865 baute er ein Haus aus Beton, in dem er bei den Decken – wie sich beim späteren Abriss zeigte - die Eisenbewehrung bereits in die Zugzone legte, und führte sie bei Mehrfeldplatten über den Stützen sowie an den Auflagern nach oben. 1855 erhielt der Franzose Lambot ein Patent für die Herstellung von Booten aus Stahlbeton. Sein erstes Boot die „Ferricement“ ist heute noch im Heimat-Museum von Brignoles in Südfrankreich zu besichtigen.

Wer gilt als der eigentliche Erfinder der Eisenarmierung?

Joseph Monier (08.11.1823 – 13.11.1906), französischer Gärtnereibesitzer, hatte 1849 die Idee Blumentöpfe und Wannen aus Beton vor dem Zerbröseln zu schützen. 1867–1873 erwarb Monier Patente für Betonkübel mit Stahleinlagen, Röhren, Platten und Brücken. Eine von Monier rein empirisch entworfene Brücke wurde 1875 gebaut - sie steht heute noch! (Lit.: Siglat, K.: „Die existiert noch: Die erste bekannte Eisenbetonbrücke ist 120 Jahre alt.“ In: Beton- und Stahlbau 91 (1996) Heft 1, Seite 21-22)

Wie war die weitere Entwicklung des Betonstahlbaues?

1877 entwickelte der Amerikaner Hyatt erstmalig eine fundierte Theorie zur Statik und Dynamik der Armierung und erkannte die Verbundwirkung. Bewehrungen wurden nur mehr auf der Zugseite angelegt. Hyatt baute in London ein Haus aus Stahlbeton für einen Brandversuch. Dieses Haus steht heute noch. 1886 übernahm der deutsche Ingenieur Wayß die Patente von Monier. Er erkannte die technische Funktion des Stahls im Beton vollständig und legte die Grundlagen für die Berechnung von Stahlbeton-Armierungen und schuf so die Basis für den modernen Stahlbetonbau. Die für die zulässige Beanspruchung maßgebende Streckgrenze der Stahleinlagen in den Beton betrug bis etwa 1935 ca. 22 N/mm². Es wurden jedoch höhere Steckgrenzen und eine bessere Verbundwirkung zwischen Stab und Beton angestrebt. Mit der Erfindung des TOR-Stahls im Jahre 1935 mit schraubenförmig umlaufenden Rippen, wurde die Verwendung hochwertiger Betonstähle eingeleitet. Die Streckgrenze der Betonstähle wurde im Laufe der Zeit auf 36-60 N/mm² erhöht.

Wo gibt es alte, aber heute noch bestehende Stahlbetonbauten?

Der Verbau des Wien-Flusses nach Purkersdorf durch Wayß. Eine Stahlbeton-Bogenbrücke bei Kaplitz in Südböhmen aus dem Jahr 1913.

Erzeugung von Betonstahl

Wie wird Betonrippenstahl hergestellt?

Betonrippenstahl wird meist aus Schrott im Elektroofen erschmolzen, in so genannte Knüppel gegossen und im Walzwerk warm zu Stabstahl mit zwei Schrägrippenscharen oder als runder Walzdraht in Ringform abgewalzt. Der Stabstahl erhält seine erforderliche Güte anfangs durch Kaltverwinden, jetzt üblicherweise durch „Walzhitzevergütung“. Wenig gebräuchlich ist Kaltverfestigung durch Kaltrecken mit Zugkräften über der Streckgrenze. Walzdraht wird durch „Kaltwalzen“ in seinen Querschnitt verringert und gleichzeitig die Oberfläche mit drei Reihen Schrägrippen versehen. Durch diese Kaltverfestigung wird die für Betonrippenstahl erforderliche Qualität erzeugt.

Was ist Walzhitzevergütung?

Bei der Walzhitzevergütung wird das bei Temperaturen von ca. 1000° Celsius gewalzte Material durch Druckwasser oberflächlich genau dosiert, rasch abgekühlt und durch die Restwärme im Stabkern wieder angelassen. Bekanntes Beispiel für dieses Verfahren: Härten eines Meißels. Abschrecken aus der Rotglut und anschließendes Erwärmen auf etwa 250 bis 300° C.

Was ist Kaltverfestigung?

Kaltverfestigung entsteht durch Beanspruchung des Materials über seine Streckgrenze und damit einer bleibenden plastischen Verformung. Dies geschieht z. B. durch Kaltwalzen, wobei der Querschnitt des Materials verringert und gleichzeitig die Oberfläche profiliert wird. Ein ähnlicher Effekt wird auch durch Kaltrecken über die Streckgrenze bis zu einer bleibenden Verlängerung um 1 bis 2 % erzielt. Bekanntes Beispiel: Durch Hämmern eines Blechs oder Flachstahls wird dessen Oberfläche bleibend deformiert (verdichtet) und härter bzw. fester.

Schweißen von Betonstahl

Welche Voraussetzungen müssen für das Verschweißen von Betonstahl erfüllt sein?

- Der Betonstahl muss den österreichischen Normen entsprechen.
- Die Schweißungen dürfen nur von geprüften „Betonstahlschweißern“ ausgeführt werden.
- Die Schweißungen müssen gemäß den in der ÖNORM B4200-7 zitierten Richtlinien für das Schweißen österreichischer Betonstähle geschweißt werden.
- Die Schweißmaschinen und -geräte müssen den allgemeinen Sicherheitsbedingungen entsprechen.
- Der Arbeitsplatz muss vor Regen und Wind geschützt sein.

Nach welchen Verfahren wird Betonstahl verschweißt?

Gemäß den Richtlinien für das Schweißen österreichischer Betonstähle dürfen Betonstähle mit elektrischer Lichtbogenschweißung mittels Mantelelektroden, elektrischer Lichtbogenschweißung unter Schutzgas (MAG), elektrischer Abbrennstumpfschweißung und Gaspressschweißung verschweißt werden.

Welche Arten der Verbindung sind möglich?

- Elektrische Lichtbogenschweißung mittels Mantelelektroden und elektrische Lichtbogenschweißung unter Schutzgas (MAG)
- Stumpfstöße für tragende Verbindungen an Stäben \varnothing 20 bis 50 mm (X-Naht; K-Naht)
- Überdeckungs- und Laschenstöße mittels Längskehlnaht für tragende Verbindungen
- Heftschweißungen anstelle von Bindungen zur besseren Stabilität von Bewehrungselementen
- Abbrennstumpfschweißung
- Stumpfstöße für tragende Verbindungen
- Gaspressschweißung
- Stumpfstöße \varnothing 20 bis 50 mm für tragende Verbindungen

Welche Bedingungen müssen für Schweißarbeiten auf der Baustelle erfüllt sein?

Für Schutzgasschweißung:

- Der Arbeitsplatz muss vor Regen und Wind geschützt sein.
- Die Temperatur am Schweißplatz sowie die Temperatur der Betonstahlstäbe sollte nicht unter + 5° Celsius sein. Gegebenenfalls sind Vorkehrungen zu setzen, um ein Verspröden des Betonstahles durch zu rasche Abkühlung zu vermeiden.

Für Lichtbogenschweißung:

- Der Arbeitsplatz muss vor Regen und Wind geschützt sein.
- Die Temperatur am Schweißplatz, sowie die Temperatur der Betonstahlstäbe sollte nicht unter + 5° Celsius sein. Gegebenenfalls sind Vorkehrungen zu setzen, um ein Verspröden des Betonstahles durch zu rasche Abkühlung zu vermeiden.

Welche Richtlinien sind für das Verschweißen von Betonstahl gültig?

Österreich: Die Richtlinien für das Schweißen von österreichischen Betonstählen, welche in der ÖNORM B4200-7 und der ÖNORM B4700 zitiert sind.

Deutschland: DIN 4099

Zukünftige Entwicklung: Eine europäische Norm für das Schweißen von Betonstählen ist zurzeit in Ausarbeitung und steht vor der Fertigstellung. Diese Norm EN 17660-1 für tragende Verbindungen und EN 17660 für nichttragende Verbindungen ersetzt nach dem Inkrafttreten die nationalen Normen und Richtlinien.

Wie wird die laufende Güteüberwachung durchgeführt?

Tragende Verbindungen:

Vor Beginn der Schweißarbeiten sind je Schweißer und Maschine einmal 3 Proben im Zug- und Biegeversuch zu prüfen. Bei laufenden Arbeiten sind wöchentlich 3 Proben zumindest im Biegeversuch als Eigenkontrolle zu prüfen. Darüber hinaus ist eine Probeserie je Mann und Maschine monatlich im Zug- und Biegeversuch zu prüfen.

Nichttragende Verbindungen (Heftschweißungen):

Vor Beginn der Schweißarbeiten sind je Schweißer und Maschine einmal 3 Proben im Zug- und Biegeversuch zu prüfen. Bei laufenden Arbeiten sind wöchentlich 3 Proben zumindest im Biegeversuch als Eigenkontrolle zu prüfen. Darüber hinaus ist eine Probeserie je Mann und Maschine mehrmals im Jahr im Zug- und Biegeversuch zu prüfen.

Verwendung von Betonstahl

Darf verrosteter Betonrippenstahl verwendet werden?

Normaler Rost wie er bei einer bis 1jährigen Lagerung im Freien normalerweise entsteht, hat keinen nachteiligen Einfluss auf die Verwendbarkeit. Die Haftfestigkeit der Stäbe im Beton wird sogar durch die größere Rauigkeit erhöht und es entsteht noch kein nachteiliger Einfluss auf die Tragfähigkeit der Stäbe. Starker Blattrost muss aber entfernt und es muss geprüft werden, ob der erforderliche Querschnitt und die Höhe der Schrägrippen noch vorhanden sind.

Verschmutzung von Betonstahl?

Durch Erde oder ähnlich verschmutzter Betonrippenstahl muss gereinigt werden (Druckwasser). Fettiger Stahl oder flächenhaft mit Farbe verunreinigter Stahl darf nicht oder erst nach gründlicher Reinigung verwendet werden.

Sind mechanische Beschädigungen gefährlich?

Kerben durch Schlagbeanspruchung, Verquetschungen und Abschürfungen durch Schleifen über scharfe Kanten können zu Mikrorissen an der Stahloberfläche und damit zu starker Beeinträchtigung der Zug- und Biegefähigkeit führen.

Was geschieht wenn Betonrippenstahl einer stärkeren Wärmebeanspruchung ausgesetzt wird?

Stärkere Wärmeeinwirkung auf Betonrippenstahl z. B. durch Flammen eines Schweiß- oder Schneidebrenners kann zu einer Entfestigung des Materials führen. Die Vergütung durch Walzhitze oder der Kaltverfestigung wird dadurch teilweise oder ganz rückgängig gemacht.

Was hat örtlich begrenzte, kurzzeitige Erhitzung der Betonrippenstäbe für Folgen?

Kurzzeitige Erhitzung der Stäbe wie Schmorstellen und Einbrandkerben, wie sie z. B. bei unvorsichtigem hantieren mit Elektroschweißgeräten erfolgen können, führen zu schweren Schäden durch Kerbwirkung sowie durch örtliche Aufhärtung infolge kurzzeitiger, örtlich begrenzter Stabstellen bis auf Schmelztemperatur und nachfolgender rascher Abkühlung durch das umgebende Material. Die Folge: Kerben und Aufhärtungen bis zur Glashärte sowie Mikrorisse. Stäbe mit derartigen Schäden müssen ausgetauscht oder fachmännisch von geprüften Betonstahlschweißern saniert werden.

Was sagt die Oberfläche der Betonstähle aus?

Betonrippenstahl mit zwei gegenläufig geneigten Schrägrippenscharen ist fast immer warmgewalztes, walzhitzevergütetes Material. Es könnte auch kaltgereckter Stahl sein. Betonrippenstahl mit drei Schrägrippenscharen ist kaltgeformter Rippenstahl mit meist geringerer Gleichmaßdehnung.

Wie sehen die Walzkennzeichen aus und was ist daraus erkennbar?

Die Kennzeichnung erfolgt bei warmgewalztem Material durch zwischengeschaltete Kennrippen zwischen den normalen Schrägrippen. Bei kaltgeformtem Material werden die Kennrippen verstärkt ausgeführt. Das Güte- und Landeskennzeichen gibt an, ob es sich um österreichisches oder ausländisches Material handelt. Bei walzhitzevergütetem Material bedeutet ein leeres Feld zwischen den Feldern mit zwischengeschalteten Kennrippen Österreich. Zwei leere Felder zwischen den Feldern mit zwischengeschalteten Kennrippen bedeutet ausländische Herkunft. Bei kaltgeformtem Material bedeutet eine normale Schrägrippe zwischen den verstärkten Kennrippen Österreich. Zwei normale Schrägrippen zwischen den verstärkten Kennrippen bedeuten ausländisches Material. Die Güte wird durch die Anzahl der Kennrippen angezeigt. Beispiel für BST 550: Zwei Kennrippen, ein oder zwei normale Schrägrippen oder normale Felder (Landeskennzeichen) und anschließend wieder zwei Kennrippen. Das Herstellerkennzeichen ist in ähnlicher Weise gestaltet und zeigt den Anfang durch eine Kennrippe, ein leeres Feld oder eine normale Schrägrippe und eine Kennrippe an. Darauf folgt die Werksnummer mit 1-12 leeren Feldern oder normalen Schrägrippen. Für die Werksnummern 13-22 folgt dem Anfang eine zweite Kennrippe, ein leeres Feld oder eine normale Schrägrippe und eine weitere Kennrippe als Abgrenzung der Zehnerstelle. Daran folgen 3-12 leere Felder oder normale Schrägrippen und eine Kennrippe. Bei höheren Werksnummern wird die Zehnerstelle durch zwei für 20; 3 für 30 usw. leere Felder oder normale Schrägrippen angezeigt.

Bewehrungszeichnungen

Maßeinheiten auf den Plänen und Stahllisten?

Längenmaße sind grundsätzlich in Zentimeter (cm) oder Meter (m) angegeben. Biegedorndurchmesser und Biegeradien in ganzen cm. Biegewinkel sind in Altgrad (Vollkreis 360°) anzugeben. Bei Biegewinkel von 45° und einem Mehrfachen davon (z. B. 90°; 135°; 180°) kann die Angabe des Biegewinkels entfallen.

Wie werden Stäbe dargestellt?

Stäbe werden durch stärkere Linien, jene von Bauteilabmessungen durch dünnere Strichstärken dargestellt. Gebogene Stäbe werden polygonal - üblicherweise durch gerade Stababschnitte dargestellt. Krümmungen mit kleinen Biegeradien (Mindestbiegedorndurchmesser) werden meist eckig gezeichnet, größere Biegeradien (Biegedorndurchmesser) werden rund gezeichnet.

Wie erfolgt die Bemaßung der Stäbe?

Die Bemaßung bei geraden Stäben erfolgt über die gesamte Stablänge. Bei gebogenen Stäben mit Biegungen über kleine Biegedorne (Mindestbiegedorndurchmesser bei Bügel und Winkelhaken bis 90°) werden die einzelnen Stababschnitte entlang der Außentangente bis zum Schnittpunkt der Biegung bemaßt (Teillänge). Bei zwei aufeinander folgenden Biegungen in verschiedener Richtung, wird die Teillänge bis zum jeweiligen Schnittpunkt der Außentangenten, welche sich aber dann auf verschiedenen Seiten des Stababschnittes befinden, angegeben.

Was ist ein Zwangsmaß?

Zwangsmaße sind Maße die besonders genau eingehalten werden müssen. Im Allgemeinen sind dies Größtmaße um die Betondeckung zu gewährleisten. In Sonderfällen, wie z. B. Bewehrungen um Aussparungen (Fenster) sind diese als „Kleinstmaße“ zu behandeln. Diese Zwangsmaße müssen vor der Maßzahl das Zeichen „≤“ (kleiner/gleich) aufweisen. Zwangsmaße sind durch rechteckiges Einrahmen der Maßzahl 45 oder ≤ 45 gekennzeichnet.

Ermittlung der Teillängen und Gesamtstablängen?

Die Gesamtstablänge wird durch Addition der einzelnen Teillängen ermittelt. Die Teillängen reichen bei gebogenen Stäben und Biegung um kleine Biegedorne (Mindestbiegedorndurchmesser bei Bügel oder Winkelhaken) bis 90° Biegewinkel vom Stabanfang bis zum Schnittpunkt der Außentangenten der beiden geraden Stababschnitte. Bei größerem Biegedorndurchmesser (≥ 20 ds) ist die Teillänge vom Stabanfang bis zum Beginn der Biegung zu bestimmen. Die folgende Teillänge entspricht dem Bogenabschnitt der Biegung. Daran schließt der nächste gerade Stababschnitt an. Eine Sonderregel gilt für kleine Biegedorndurchmesser bei Winkelhaken $> 90^\circ$ bis $\leq 135^\circ$. Hierbei wird die Teillänge von den Stabenden bis zum Scheitel der Biegung gemessen. Bei Winkelhaken $> 135^\circ$ bis 180° (Schlaufen) wird die Teillänge 1 vom Stabende bis zum Beginn der Biegung, die Teillänge 2 vom Beginn der Biegung bis zur Außentangente des anschließenden geraden Stababschnittes gerechnet. Die Teillänge 3 (anschließender gerader Stabteil) wird vom Scheitel der Krümmung gerechnet.

Was sind herstellungsbedingte Stablängen?

Vor der ersten und nach der letzten Biegung sind gewisse Stablängen erforderlich, dass der Biegefingerring den Stab zum Biegen einwandfrei erfassen kann. Dieser Überstand beträgt bei kleinen Biegedorndurchmessern wie bei Mindestbiegedorndurchmesser für Biegungen bei Bügeln oder Winkelhaken bis 135° Biegewinkel 14 ds. Bei Biegungen über größere Biegedorndurchmesser wie bei Aufbiegungen (20 ds) muss ein Überstand von mindestens 18 ds vorhanden sein.

Was sind herstellungsbedingte Abstände zwischen den Biegungen?

Um ausreichend Platz für die Biegedorndurchmesser zu haben, sind Mindestabstände zwischen den Biegungen erforderlich. Bei Biegeformen mit Mindestbiegedorndurchmessern wie bei Bügeln muss das Außenmaß mindestens 14 ds betragen. Dadurch ergibt sich eine Zwischengerade von 8 ds zwischen diesen Biegungen. Zwischen einer Biegung mit einem größeren Biegedorndurchmesser und einer solchen mit Mindestbiegedorndurchmesser ist ein Abstand von 20 ds zwischen den Biegungen erforderlich. Zwischen einem großen Biegedorndurchmesser und einer Biegung mit Mindestbiegedorndurchmesser ist zwischen dem großen Biegedorn und der Innentangente des Hakens ein Abstand von mindestens 2 ds erforderlich.

Wie groß sind die vorgeschriebenen Mindesthakenlängen lt. ÖNORM?

Für die Hakenlängen von Endhaken und Winkelhaken gelten lt. ÖNORM (B 4700 bzw. A 6220) mit Mindestbiegerolldurchmesser folgende Mindestwerte:

Stabstahl \varnothing	Hakenlängen Winkel bis 135 °		Hakenlängen Winkel von 136 bis 180 °	
	LH	cm	LH	cm
6*	14 ds	8,50	15,5 ds	9,50
8	14 ds	11,0	15,5 ds	12,5
10	14 ds	14,0	15,5 ds	15,5
14	14 ds	17,0	15,5 ds	18,5
16	14 ds	19,5	15,5 ds	21,5
18*	14 ds	22,5	15,5 ds	25,0
20	14 ds	25,0	15,5 ds	28,0
24*	14 ds	28,0	17 ds	34,0
26	14 ds	33,5	17 ds	41,0
30	14 ds	36,5	17 ds	44,0
36	14 ds	42,0	17 ds	51,0
40	14 ds	50,5	17 ds	61,0
50*	14 ds	56,0	17 ds	68,0

* Achtung: keine Standarddurchmesser

Welche Informationen sind für die korrekte Abrechnung zwischen Biegebetrieb und Auftraggeber erforderlich?

Die Abrechnung erfolgt auf Basis von Bewehrungsplänen, die dem Stand der Technik (Richtlinie für Bewehrungszeichnungen Ausgabe Nov. 2001) entsprechen sollten und eine eigene Stahlliste enthalten. Abrechnungsbasis für Stabstahl Leistungen ist das theoretische Gewicht der Stahlliste. Dieses wird auf Basis der aufsummierten Polygonmaße ermittelt.

Das Laufmetergewicht wird für \varnothing 8 bis 12 mm mit 3 Dezimalstellen und für \varnothing 14 bis 40 mm mit 2 Dezimalstellen berechnet.