

ISB MITTEILUNGEN



**Schweißen
von Betonstahl**

**Zeit- und Preisplanung
im Bewehrungsbau**

1  EDITORIAL2-3  KURZMITTEILUNGENNEUE ENTWICKLUNGEN BEI NORMUNG, BEMESSUNGSKONZEPTEN
UND ZULASSUNGEN FÜR BEFESTIGUNGSELEMENTE

RECHTSPRECHUNG ZUR LIEFERPFLICHT EINES BIEGEBETRIEBES

MARKTÜBERWACHUNG: BETONSTAHLMATTEN

4-23  TECHNIK

4-12 GRUNDLAGEN DER ZEIT- UND PREISPLANUNG IM BEWEHRUNGSBAU

13-23 SCHWEIßEN VON BETONSTAHL – DIE NEUE DIN EN ISO 17660-1 UND 2

24  STATISTIK25  VORSCHAU

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.
Kaiserswerther Str. 137
40474 Düsseldorf

DRUCK

medienteam.com

Auflage: 4000 Stück

KONZEPTION UND GESTALTUNG

Camilla Drzymalla, Andrea Goerke

FOTOCREDIT

Titel: Konrad Kleiner GmbH & Co. KG
S. 25: Tekla GmbH, Halfen GmbH

Stand: September 2012



Dr.-Ing. Jörg Moersch
Geschäftsführender Vorstandsvorsitzender
des Instituts für Stahlbetonbewehrung e.V.

Normungs- und Richtlinienarbeit rund um die Erzeugung und Anwendung von Betonstahl bildet einen Schwerpunkt der Arbeiten des Instituts. Neben der europäischen Produktnorm EN 10080 und der zugehörigen Prüfnorm DIN EN ISO 15630 gehören für Betonstahl auch die Regelungen zur Weiterverarbeitung dazu. Hierzu zählt die neue DIN EN ISO 17660 – Schweißen von Betonstahl, welche die DIN 4099 inzwischen ersetzt hat. Im Zuge der Umstellung sind nun wiederholt Fragen aus den verarbeitenden Unternehmen insbesondere zur Gütesicherung an uns gestellt worden. Aus diesem Grund haben wir Herrn Dr. Möll vom Institut für Schweißtechnik und Ingenieurbüro Dr. Möll GmbH (ISIB) um einen Beitrag gebeten. Alle wesentlichen Anforderungen an den Grundwerkstoff, den Betrieb, den Schweißer und die eingesetzten Verfahren werden von ihm erläutert. Hinweise zu relevanten Normen sind ebenso enthalten, so dass einer regelgerechten Gütesicherung in Zukunft nichts mehr im Wege stehen sollte.

Der sachgerechte Einbau der Bewehrung als abschließender Schritt in der Anwendung von Betonstahl ist maßgeblich für die Qualität und Dauerhaftigkeit eines Stahlbetonbauwerkes. Grundlage ist

eine regelgerechte Bewehrungsplanung gefolgt von einer Anarbeitung des Betonstahles sowie einer Bauausführung, die erforderliche Toleranzen einhalten. Hierzu hat sich das ISB intensiv an der Ausarbeitung der Richtlinie „Qualität der Bewehrung“ beteiligt und in früheren Ausgaben auch ausführlich dazu berichtet. Die Einhaltung von Toleranzen beim Bewehrungseinbau selbst ist stark von der Qualifikation des ausführenden Personals und nicht zuletzt auch von der Qualität der Arbeitsvorbereitung abhängig. Angemessene Zeit- und Kapazitätspläne sind unerlässlich. Sie beruhen in der Regel auf der Erfahrung des Unternehmens. Eine realistische Einschätzung zum Aufwand dient aber nicht nur der Ausführung, sondern stellt auch die Basis für ein qualifiziertes Angebot dar und ist mitentscheidend für den unternehmerischen Erfolg. Wir freuen uns deshalb, mit den Herren Dr. Hansgerd Kämpfe und Arndt Kämpfe zwei kompetente Referenten gefunden zu haben, die bereitwillig ihre Erfahrungen auf dem Gebiet der Zeit- und Kapazitätsplanung beim Bewehrungseinbau teilen. Ihr Beitrag beleuchtet alle relevanten Schritte bei der Berechnung der erforderlichen Ressourcen und gibt Anhaltswerte für Arbeitszeiten aus der Sicht eines spezialisierten Unternehmens.

KURZMITTEILUNGEN

Neue Entwicklungen bei Normung, Bemessungskonzepten und Zulassungen für Befestigungselemente

Die Bemessung von Verankerungen in Beton erfolgt in Europa gemäß Annex C der ETAG 001 auf der Basis von europäischen technischen Zulassungen (ETA). Im Jahre 2009 wurde die Technische Spezifikation CEN/TS 1992-4 veröffentlicht, die sukzessiv die Nachfolge des Annex C antreten soll. Die Technische Spezifikation CEN/TS 1992-4:2009 wurde vom Deutschen Institut für Normung als DIN SPEC 1021-4:2009-08 veröffentlicht. Die Versionen der Vornorm (TS = Technical Specification) des CEN und die deutsche Fassung (SPEC = Specification) des DIN sind identisch.

Die Vornorm besteht aus fünf Teilen:

- **Teil 1: Allgemeines**
- **Teil 2: Kopfbolzen**
- **Teil 3: Ankerschienen**
- **Teil 4: Mechanische Systeme**
- **Teil 5: Chemische Systeme**

Im Gegensatz zu Annex C sind demnach auch Nachweise für einbetonierte Systeme wie Kopfbolzen und Ankerschienen enthalten.

Die Bemessung von Ankerschienen erfolgte bisher auf der Grundlage von bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt. In diesen Zulassungen sind die zulässigen Lasten in einer Tabelle angegeben. Sie wurden aus den Ergebnissen von Versuchen im ungerissenen Beton unter Ansatz eines globalen Sicherheitsbeiwertes abgeleitet. Die Zulassungen berücksichtigen Effekte aus der Rissbildung des Betons nur ungenau, da die Betonbruchlast durch Risse im Beton reduziert wird. Wei-

terhin ist die Sicherheit von Befestigungen am Bauteilrand mit Querbelastrung zur Kante hin oft niedriger als der erforderliche Wert. Dies gilt sowohl für Befestigungen im ungerissenen als auch im gerissenen Beton. In Zukunft soll die Bemessung nach CEN/TS 1992-4 in Verbindung mit einer Europäischen Technischen Zulassung erfolgen. Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage des Sicherheitskonzepts mit Teilsicherheitsbeiwerten und unterscheidet nach Beanspruchungsrichtungen und Versagensarten.

Diese Normenreihe fasst den aktuellen Stand der Technik bei der Bemessung von Befestigungen in Beton zusammen und berücksichtigt die aktuellsten Erkenntnisse der Forschung auf dem Gebiet der Verankerungstechnik.

Die charakteristischen Widerstände werden in der Regel mit Bemessungsgleichungen berechnet. Die charakteristischen Widerstände und die minimalen Rand- und Achsabstände sowie die minimalen Bauteildicken werden in einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA) angegeben. Entsprechende Zulassungen für Ankerschienen wurden mittlerweile erteilt. In diesen Zulassungen ist die Bemessung nach CEN/TS 1992-4 schon integriert.

Die Technische Spezifikation CEN/TS 1992-4:2009 ist zunächst auf drei Jahre bis 2012 befristet. Derzeit erfolgt eine Überarbeitung und die Umwandlung in eine europäische Norm als vierten Teil des Eurocodes 2.

Rechtsprechung zur Lieferpflicht eines Biegebetriebes

Sachverhalt

Ein Biegebetrieb hatte mit einem Bauunternehmer vertraglich vereinbart, für ein konkretes, im Vertrag genanntes Bauvorhaben eine bestimmte Menge Betonstahl zu liefern. Ausdrücklich vorgesehen war dabei, dass das Bauunternehmen nicht mehr Stahl abnehmen musste, als für das Bauvorhaben benötigt wird. Nach Lieferung von $\frac{3}{4}$ der vertraglich vereinbarten Menge benötigte das Bauunternehmen für die im Vertrag genannte Baustelle keinen Betonstahl mehr. Gleichwohl bestand das Bauunternehmen auf Lieferung des restlichen Viertels der vertraglich festgelegten Menge, um sie mit Gewinn weiter zu verkaufen. Der Betonstahlpreis hatte sich nämlich seit Vertragsschluss fast verdoppelt. Der Biegebetrieb verweigerte die Lieferung.

Entscheidung

Das OLG Karlsruhe hat hierzu im Januar entschieden, dass der Biegebetrieb die strittige Restmenge Betonstahl nicht mehr an den Bauunternehmer liefern musste.

Zwar sei in dem Liefervertrag nur vorgesehen, dass der Bauunternehmer trotz der Festlegung

einer bestimmten Liefermenge nicht mehr Betonstahl abnehmen müsse, als er für das vorgesehene Bauvorhaben benötige. Diese für den Normalfall geltende und die Interessenlage des Bauunternehmers berücksichtigende Regelung müsse im Wege der ergänzenden Vertragsauslegung entsprechend auch zugunsten des Biegebetriebes gelten, wenn dies dessen Interessenlage entspricht. Eine derartige zugunsten des Biegebetriebes zu berücksichtigende Interessenlage sah das OLG Karlsruhe in den nach Vertragsschluss drastisch gestiegenen Stahlpreisen.

Es betont weiter, dass auch der Vertragszweck dafür spricht, dass der Biegebetrieb sich von seiner Leistungspflicht lösen konnte. In dem Liefervertrag war zum einen ausdrücklich ein konkretes Bauvorhaben Bezug genommen worden. Darüber hinaus waren die Leistungspflichten der Vertragspartner auf das konkrete Bauvorhaben bezogen. Das ergebe sich daraus, dass die Lieferungen des Betonstahls auf Abruf nach Baufortschritt und entsprechend den Erfordernissen des Bauvorhabens geschnitten und gebogen erfolgten.



MARKTÜBERWACHUNG: BETONSTAHLMATTE

Das Institut für Stahlbetonbewehrung e.V. hat im Zuge seiner regelmäßigen Überwachung der im Markt befindlichen Betonstahlprodukte wiederholt festgestellt, dass nicht bedingungsgemäße Betonstahlmatten aus kaltverformten Drähten nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung in den Verkehr gelangen. Sie werden fälschlicherweise als Betonstahlmatten der Duktilitätsklasse B und als nach DIN 488 hergestellt bezeichnet. Damit werden die für die Zulassung erforderlichen Voraussetzungen nicht eingehalten, denn die Betonstahlmatten ent-

sprechen weder den nach der Zulassung erforderlichen mechanischen Eigenschaften der Duktilitätsklasse B noch der zulässigen Kennzeichnung. Die Betonstahlmatten entsprechen auch nicht der Norm DIN 488, denn sie halten auch nicht die danach erforderlichen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften der Duktilitätsklasse B ein. Der Handel sollte darauf achten, dass er nur Bewehrungsprodukte kauft, die den gesetzlichen, insbesondere den bauaufsichtlichen Bestimmungen entsprechen.

GRUNDLAGEN DER ZEIT- UND PREISPLANUNG IM BEWEHRUNGSBAU

DR. HABIL. H. KÄMPFE UND DIPL.-ING. A. KÄMPFE, CHEMNITZ



Dr. habil. H. Kämpfe
Dipl.-Ing. A. Kämpfe

1. EINFÜHRUNG

Die nachfolgenden Ausführungen sollen Zusammenhänge und Einflussfaktoren auf die Zeit- und Preisplanung in der Geflechtherstellung (oder dem Verlegen von Betonstahl!) aufzeigen.

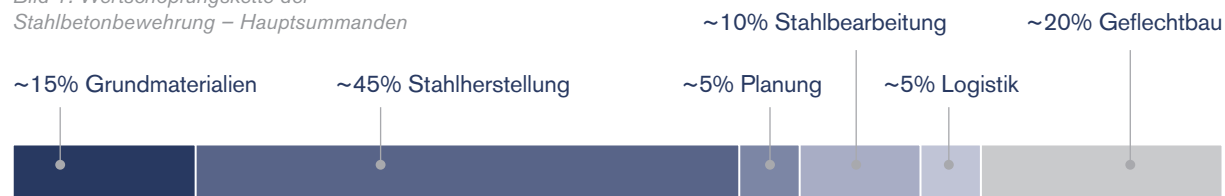
Hierzu wird zunächst die Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung – das Produkt der Stahlbetonbewehrung – betrachtet, um die einzelnen Stellungen der aufeinanderfolgenden Gewerke in der Stahlbetonbewehrung in etwa zu zeigen. Die Herstellung des Bewehrungsgeflechts beginnt bei der Betonstahlherstellung und setzt sich fort über die unterschiedlichen Verzweigungen der Betonstahlzwischenprodukte bis hin zum kompletten Bewehrungsgeflecht am Bauvorhaben.

Diese Wertschöpfungskette besteht aus den Hauptsummanden, die in Bild 1 dargestellt werden. Die komplexen In- und Outputbeziehungen aller Summanden zeigt das Bild 2.

Die wesentlichen Wertschöpfungsanteile in der Stahlbetonbewehrung besitzen die Stahlherstellung und der Stahlgeflechtaufbau - die „Stahlverlegerei“ oder der Stahleinbau im Bauvorhaben.

Wird der Geflechtaufbau auf der Baustelle betrachtet, der im erforderlichen „Dreiklang“ zwischen Schalung, Bewehrung und Betonage besteht, erhält die Planung einen besonderen Stellenwert.

Bild 1: Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung – Hauptsummanden



Die Planung legt vor allem fest, welche Stahlhalbprodukte (Stab, Coils, Matte, Korb) am Bauvorhaben in die Geflechte eingehen. Insofern wird die Wertschöpfung der Bewehrung unterschiedlich sein, zwar bleibt der Umfang der Wertschöpfung immer derselbe, er wird aber in Abhängigkeit von der Planung jeweils anders verteilt. Oder anders formuliert, mit der Planung, die das Minimum der Gesamtrohbauzeit zum Ziel hat, wird der Wert in diejenigen „Taschen“ fließen, die die technisch schnellsten Bewehrungslösungen am Rohbau parat haben. Ein wesentliches Beispiel ist die Verwendung von Stäben und Matten im Geflecht, deren Anteilsniveau zu Gunsten der Matten in der Vergangenheit auf ein niedrigeren Anteil Matten heute zurückgegangen ist.

Um das Bewehrungsgeflecht sicher und schnell aufzubauen, sind besonders die statisch erforderlichen Stabstahldurchmesser, die zum Betonteil passenden Stabstahllängen und schließlich die geometrisch konformen Biegeformen der Stabstahlelemente optimal zu erkennen und im Plan zusammenzustellen. Die Praxis im Bewehrungsbau ist leider die, dass konstruktiv gleichgeartete Geflechte unterschiedlich aufgebaut sind, womit artgleiche Geflechte unterschiedliche Aufwendungen an Zeit und Geld nach sich ziehen. Ein Zustand, der auf die fehlende Methodik der Bewehrungsplanung zurückzuführen ist, weil jeder Planende das „Fahrrad“ - sprich den Plan – neu erfindet.

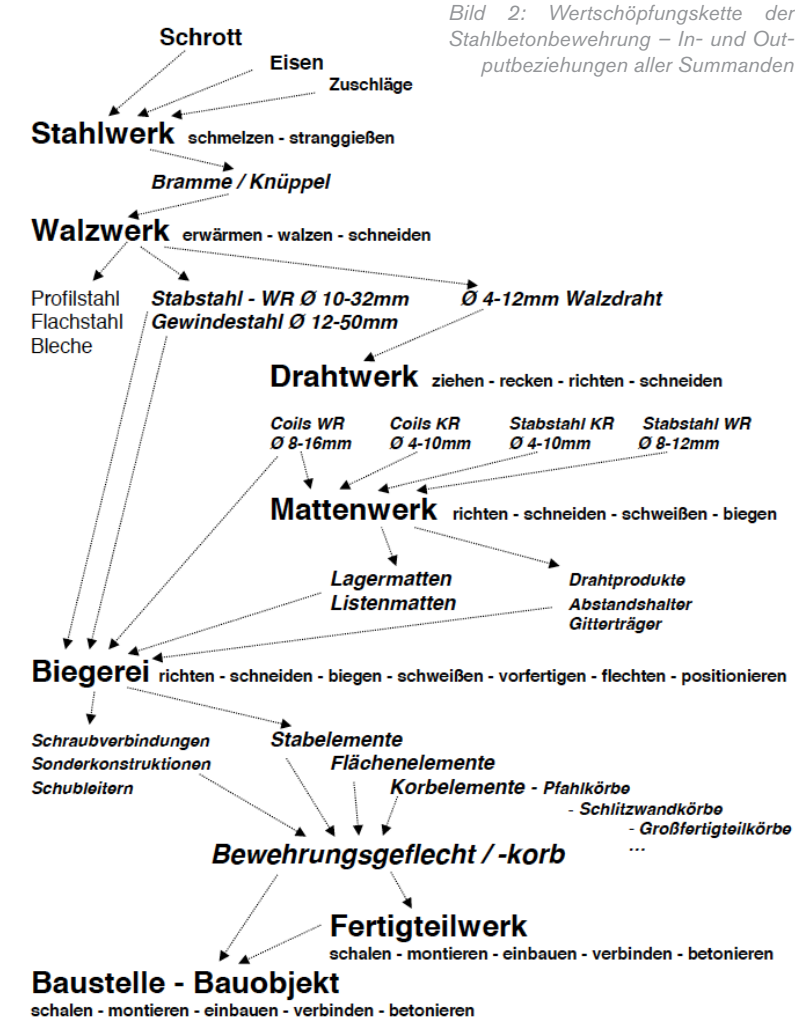


Bild 2: Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung – In- und Outputbeziehungen aller Summanden

Ein markantes Beispiel dafür ist die wohl einfachste Bewehrung eines Pfahlkorbes, die leider in den unterschiedlichsten Planungsformen vorkommt, um die nur „zwei Positionen“ eindeutig aufzubauen. Beispiele sind aber auch die unnötigen Erhöhungen der Anzahl der einzelnen Betonstahlpositionen in Geflechtern oder die unnötigen Verkleinerungen der Betonstahldurchmesser und deren Teilungen im Geflecht, die allesamt eine schnellere Aufbauzeit des Geflechts „verplanen“. So bedarf ein Geflecht aus vorrangig dünnen Stabdahldurchmessern immer eine größere Aufbauzeit je Tonne als ein Geflecht mit vorrangig stärkeren Stäben, weil eine Stabmenge beispielsweise aus zwei Tonnen mit

dem Stabstahldurchmesser 20mm genau 810-Längenmeter enthält, während die gleiche Stahlmenge mit dem Stabstahldurchmesser 10mm genau 3241 Längenmeter aufweist. Der Unterschied ist evident.

Eine bilaterale Abhängigkeit der Aufbauzeit (Preis) eines Geflechts von unterschiedlichen Faktoren zeigen die nachfolgenden Grundgedanken. Eine multilaterale Betrachtung ist nur in Ansätzen möglich.

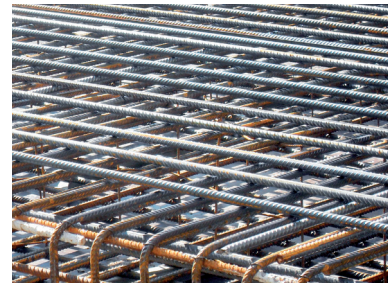


Bild 3: Ein einfaches horizontales Geflecht

Pos.	Ø [mm]	Stk	L [m]	G [kg/m]	L x Stk [m]	L x Stk x G [kg]
1	10	283	1,68	0,617	475,44	293,35
2	12	135	4,55	0,888	614,25	545,45
3	12	125	6,50	0,888	812,50	721,50
4	16	600	11,20	1,58	6 720,00	10 617,60
5	16	532	12,50	1,58	6 650,00	10 507,00
					ΣL = 15 272,19	ΣG = 22 684,90
15,52 mm = D_s						

Tabelle 1: Beispiel für die Stahlliste einer Bodenplatte



2. DIE ABHÄNGIGKEIT DER AUFBAUZEIT VOM STABSTAHL-DURCHMESSER

Für die Untersuchung der Abhängigkeit der Aufbauzeit vom Stabstahldurchmesser eines Geflechtes können folgende Randbedingungen unterstellt werden:

Alle Geflechte über alle Bauteile eines Bauwerkes betrachtet, ergeben einen durchschnittlichen Stabstahldurchmesser, der immer größer als 10mm ist. Betrachten wir weiter die Aufbauzeit eines Geflechtes genauer, dann gibt es einen Zeitwert der größer als Null ist, weil es in jedem Aufbauprozess immer Anlauf- und Abräumzeiten (Leistungsverharrungsfaktoren) gibt und die Geschwindigkeit oder die Effektivität (auch einer Maschine) nicht unbegrenzt maximiert werden kann, um die Aufbauzeit unbegrenzt zu minimieren.

Also ergibt sich eine hyperbolische Abhängigkeit zwischen dem Stabstahldurchmesser und der Aufbauzeit des Geflechtes (Bild 5).

Wird die Aufbauzeit nicht nur von der Einfachheit des Auftretens des Stabstahldurchmessers abhängig betrachtet, sondern von seiner Vielfalt des Auftretens im Geflecht, so kann die Aufbauzeit universeller in Abhängigkeit des Durchschnittlichen Stabstahldurchmessers, kurz D_s, betrachtet werden, der als gewogener Mittelwert aller Stabstahldurchmesser im Geflecht bestimmt wird.

Die Größe D_s ist aus der Stahlliste berechenbar, indem aus dem Durchschnittsgewicht G_s = ΣG/ΣL rückwirkend der Durchschnittliche Stabstahldurch-

messer aus der Gewichtsformel $D_s^2 \pi/4 \times 0,00785 = G_s$ bestimmt wird (siehe Tabelle 1). Im Beispiel wird der Durchschnittliche Stabstahldurchmesser D_s = 15,52 mm an einer Bodenplatte mit kreuzweise gelegten Ø16/15 sowie zwei Zulagepositionen Ø12 und dem Randbügel Ø10 aus der erweiterten Stahl-liste bestimmt.

Wenn dieser vorliegende Durchschnittliche Stabstahldurchmesser D_s als Repräsentant des Geflechtes gilt, dann gilt auch die Aufbauzeit des Geflechtes als abhängig vom Durchschnittlichen Stabstahldurchmesser und es kann eine einfache Bestimmung der Aufbauzeit f(s) aus einer Zuordnung D_s -> f(s) erfolgen. Erfahrungswerte für eine solche Zuordnung enthält Tabelle 2.

Tabelle 2: Erfahrungswerte für den Zusammenhang zwischen D_s und f(s) sowie der Fertigungszeit in der Biegerei b(s)

Durchschnittlicher Stabstahldurchmesser D _s	Aufbauzeit f(s)	Fertigungszeit Biegerei b(s)
6 mm	40 h/t	3,0 h/t
8 mm	30 h/t	2,0 h/t
10 mm	22 h/t	1,7 h/t
12 mm	16 h/t	1,4 h/t
14 mm	13 h/t	1,2 h/t
16 mm	10 h/t	1,2 h/t
20 mm	8 h/t	0,9 h/t
25 mm	6 h/t	0,7 h/t
28 mm	5 h/t	0,6 h/t
32 mm	4 h/t	0,5 h/t

Bild 4: Ein mit unterschiedlichen Positionen aufgebautes Geflecht

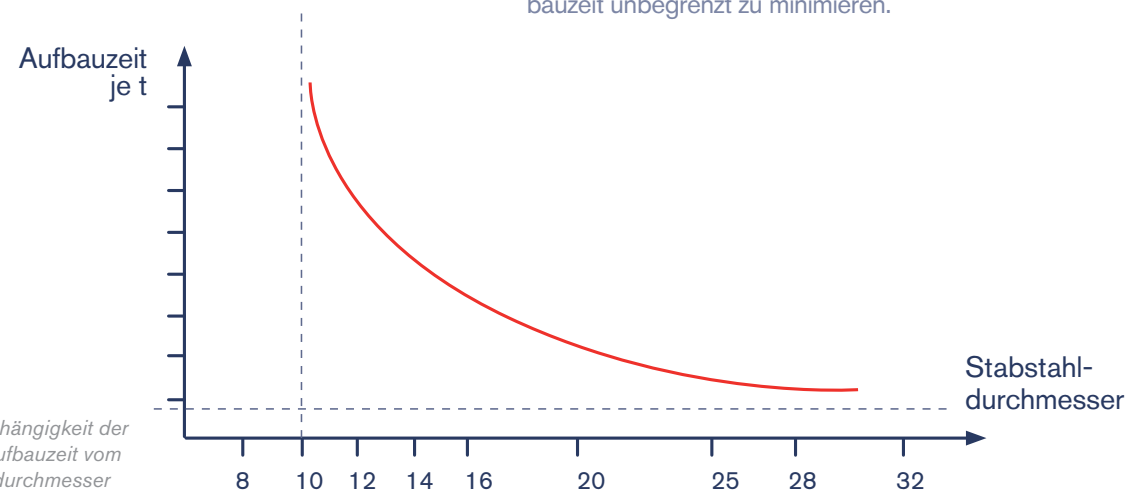


Bild 5: Abhängigkeit der Geflechtaufbauzeit vom Stabstahldurchmesser



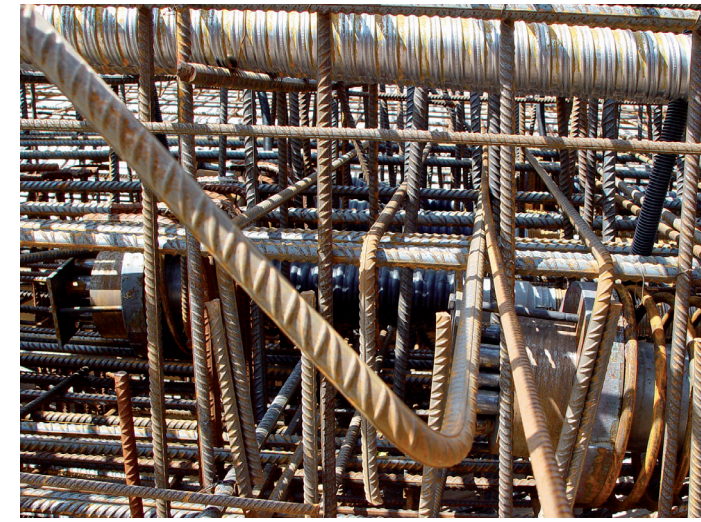
Bild 6: Wenige Positionen, aber jede mit einer hohen Stückzahl, in einem einfachen Plattengeflecht

Die vorgenannte Aussage mittels einer solch „einfachen Zuordnung“ ist in der Praxis bereits ausreichend. Damit ist gezeigt, dass für die Aufbauzeitbestimmung die Tabelle eine notwendige (keine hinreichende!) Voraussetzung ist. Also führt auch jede in der Praxis inhaltlich analog aufgestellte Tabelle zu der allgemeinen Aussage: Geflechte bzw. Bauvorhaben mit kleinen Stabstahldurchmessern erfordern eine größere Aufbauzeit je Tonne, während mit größeren Stabstahldurchmessern eine kleinere Aufbauzeit je Tonne erzielt wird.

3. DIE ABHÄNGIGKEIT DER AUFBAUZEIT VON DER POSITIONSANZAHL IM GEFLECHT

Eine weitere bilaterale Betrachtung ist der Zusammenhang von Positionsanzahl m und Positionsstückzahl m_i zur Aufbauzeit je Tonne. Zur Erklärung tritt jede Position in einer bestimmten Stückzahl im Geflecht auf, weshalb Positionsanzahl und Positionsstückzahl im unmittelbaren Zusammenhang zur Aufbauzeit stehen.

Bild 7: Viele Positionen, eventuell jede mit einer geringen Stückzahl, in einem vorgespannten Plattengeflecht



Es gilt die These: Ein Geflecht ist schwierig, wenn die Positionsanzahl hoch und die Positionsstückzahl gering ist bzw. umgekehrt. Logischerweise hat ein schwieriges Geflecht immer auch eine hohe Aufbauzeit oder umgekehrt und es gilt allgemein: Je mehr Positionen m pro Tonne ein Geflecht hat, umso größer ist seine Aufbauzeit $f(m)$ pro Tonne bzw. umgekehrt.

Weiter gilt bewehrungstechnisch: Wenn die Positionsanzahl m steigt und die Positionsstückzahlen m_i im Geflecht fallen, dann steigt die Aufbauzeit pro Tonne; und wenn die Positionsanzahl m fällt und die Positionsstückzahlen m_i im Geflecht steigen, dann fällt die Aufbauzeit pro Tonne.

Daraus und aus den Erfahrungen können Tabellen der Abhängigkeit aufgestellt werden, die die Zuordnung der Positionsanzahl m und der Positionsstückzahl m_i zur Aufbauzeit $f(m)$ ermöglichen (Tabelle 3).

Diese Tabellen sagen aus, dass die Konstruktion des Geflechts mit der Schaffung der Positionsanzahl und der Positionsstückzahl den wesentlichsten Einflussfaktor auf die Geflechtaufbauzeit hat. Je umfangreicher die Positionen, umso komplizierter das Geflecht, umso komplizierter der Interpretierungsaufwand aus der Zeichnung, umso umfangreicher der Sortier- und Platzaufwand in der Vorfertigung und auf der Baustelle usw.

Der Leser kann diese Aufzählung mit einigen logischen Überlegungen beliebig ergänzen. Eine exponentielle Kurvendiskussion zum vorliegenden Fall findet der Leser in [1]. Als Anschauung und zum Vergleich sollen die Bilder 5 und 6 einfach ausgewählter Geflechte dienen.

4. EINE KOMPLEXERE BETRACHTUNG DER GEFLECHTAUFBAUZEIT

Die vorgenannten Erkenntnisse führen noch nicht befriedigend zur Bestimmung der Aufbauzeit für jedes beliebige Geflecht, vor allem in geometrisch komplizierten Bauteilen. Viel mehr sind die vorgenannten Erkenntnisse ein Spezialfall des allgemeinen Falles, der sehr komplexe Abhängigkeiten beinhaltet.

Tabelle 3: Zusammenhang von Positionsanzahl, Positionsstückzahl und Aufbauzeit

Positionsanzahl m	Aufbauzeit $f(m)$
10 Pos/t	$f(m)$
20 Pos/t	$f(m) \times 2$
40 Pos/t	$f(m) \times 3$
80 Pos/t	$f(m) \times 4$

Positionsstückzahl m_i	Aufbauzeit $f(m_i)$
40 Stk/Pos	$f(m_i)$
30 Stk/Pos	$f(m_i) \times 2$
20 Stk/Pos	$f(m_i) \times 3$
10 Stk/Pos	$f(m_i) \times 4$



Bewehrungstechnik

Das Praxisbuch vermittelt Grundlagen Know-how mit zahlreichen Beispielen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Der Autor schließt damit die Lücke zwischen der „grauen“ Theorie, dem Handwerk der Bewehrungstechnik und der wirtschaftlichen Betrachtung.

Die Zielgruppe

Bewehrungstechniker, Bauingenieure in Studium und Praxis

Der Autor

Dr. habil. Hansgerd Kämpfe ist Inhaber und Geschäftsführer der KÄMPFE – Stahl- und Bewehrungsbau GmbH und Mitglied im Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.

Erhältlich im Teubner Verlag, Wiesbaden
Kosten: 39,00 Euro

So ist die Aufbauzeit abhängig von den inneren Bedingungen (planungstechnische Gegebenheiten, Teamzusammensetzung, u. a.) und den äußeren Umständen (Wetterbedingungen, Bautechnische Abläufe, Kranbereitstellung u. a.) am Bauvorhaben. Daraus ist erkennbar, dass die Zuordnung von Geflecht zu Geflechtaufbauzeit teilweise unüberschaubar wird. Werden die Erkenntnisse und die vielseitigen Erfahrungswerte der Praxis zum Geflechtaufbau gebündelt, so kann mit der Einführung eines komplexen Produktivitäts- oder Aufbaufaktor F für den Geflechtaufbau die Kompliziertheit genauer dargestellt werden. Wenn dieser Faktor F alle Erkenntnisse vorgenannter Abhängigkeiten und die komplexen inneren und äußeren Bedingungen in sich vereint, dann kann eine nachfolgende Rechenlogik aufgebaut werden.

Der Aufbaufaktor F wird definiert als die Arbeitsleistung an Einbaumenge T pro Arbeitskraft A an einem Arbeitstag [8h], oder formal:

$$F = T / A \text{ [in t/8h]}$$

Diese Größe F wird damit zu einer Mengennorm oder einer Mengenvorgabe für einen Geflechthersteller zum Aufbau des Geflechts an einem Arbeitstag (8h) oder F wird zum Maßstab der Produktivität des Ge-

flechtherstellers. Der Aufbaufaktor F qualifiziert sich umso mehr, je mehr Erkenntnisse oder Wissen in ihn eingehen, oder je mehr Erfahrungswerte oder zu erwartende Herstellungsschwierigkeiten bekannt sind. Der Faktor F hat in den vorherigen Erkenntnissen die nachfolgende Interpretation:

- ▶ Geflechte mit mehrheitlich kleinen (großen) Stabdahlurchmessern haben ein kleines (großes) F,
- ▶ Geflechte mit einer hohen (geringen) Positionsanzahl haben ein kleines (großes) F zur Folge.

Mit der nachfolgenden Zusammenstellung für Beispiele der Faktors F (t/8h) soll dessen Inhalt ohne weitere Erklärungen ausreichend wiedergegeben werden (Tabelle 4).

Eine derartige Zuordnung muss in Abhängigkeit der inneren und äußeren Bedingungen für jedes Bauvorhaben bzw. jedes Verlegerteam neu definiert werden.

Die Aufbauzeit lässt sich jetzt anhand obiger Zuordnung beispielsweise für ein Geflecht einer Bodenplatte mit 36t und relativ dünnen Stabdahlurchmessern, etwa 16mm, wie folgt berechnen:

Der Aufbaufaktor wird mit $F = 2,0$ eingeschätzt (also ein Verleger baut in 8h oder einem Arbeitstag (8h) genau 2,0t auf oder ein!), dann ergeben sich $36t / 2,0t/AT = 18$ Manntage. Beim Einsatz von 4 Mann ergibt sich die Gesamtzeit von $18AT / 4AK = 4,5$ Arbeitstage. Oder beim Einsatz von 2Mann nur 9 AT.

Im gleichen Objekt sind vier Treppen zu bewehren mit jeweils 250kg. Aus Gründen der Arbeitsorganisation und der Arbeitssicherheit müssen mindestens zwei Verleger (Arbeitskräfte) gemeinsam arbeiten. Das Team erhält die Vorgabe $F=0,3$ und muss damit die Arbeit in $4Stk \times 0,25t / 0,3 t/AT / 2AK = 1,7$ Arbeitstagen erledigen.

5. DER ZUSAMMENHANG VON AUFBAUZEIT UND ARBEITSKRÄFTEEINSATZ

Wie im Vorherigen gezeigt, ist die Aussage zur Geflechtaufbauzeit von der Anzahl der Arbeitskräfte mit abhängig. So gilt, dass mehr Arbeitskräfte eine umso kürzere Gesamtaufbauzeit erzielen als weniger. Dieser Arbeitskräfteeinsatz hat in der Anzahl aber seine technologischen Grenzen, weil aus einfachen technischen Gründen (Platzverhältnisse, Ablaufreihenfolgen, u.a.) jeder Prozess nicht unbegrenzt viele

Arbeitskräfte zum Einsatz kommen lässt. Die in der Baupraxis oft geforderte übermäßige Arbeitskräfteanzahl zur Aufbauzeitsenkung („Chinesenmethode“) wirkt ab einer bestimmten Arbeitskräfteanzahl degressiv. Es gilt, dass die stetig zunehmende Arbeitskräfteanzahl sich nicht linear zur Aufbauzeitsenkung verhält, sondern nur hyperbolisch bis zu einem Punkt, dem Break-Even-Point, der beim Überziehen des Einsatzes von Arbeitskräften die Aufbauzeit eher wieder anwachsen lässt (Bild 8.1)

Diesen „Umkehrpunkt“ gibt es in der Betrachtung der Produktivität – dem Aufbaufaktor – auch, aber spiegelbildlich. So dreht die Produktivität (F) nach einem Ansteigen bei mehr Arbeitskräften sehr schnell in ein Abfallen bei zu hohem Arbeitskräfteeinsatz (Bild 8.2).

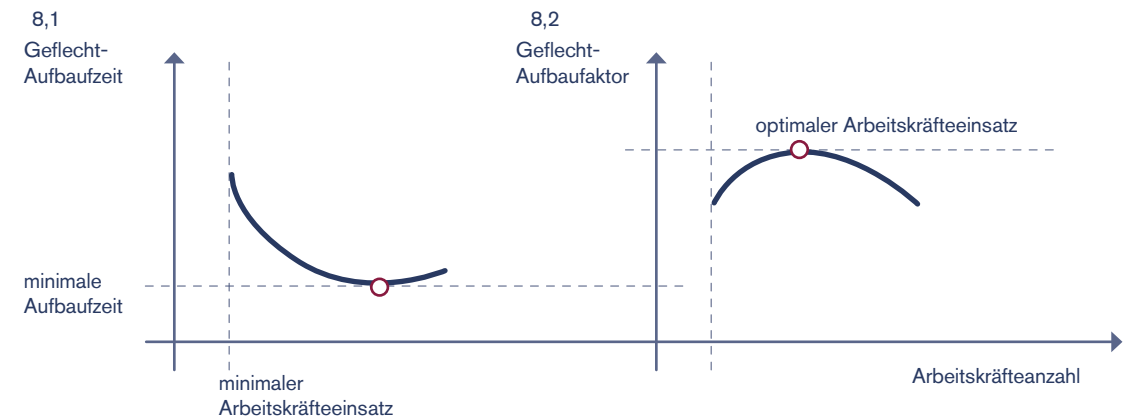
Ein Phänomen, das in vielen ökonomischen Betrachtungen den gewollten Aufwand oder die gewollte Produktivität F ins „Gegenteil“ verkehrt.

Unter Beachtung aller vorgenannten Aussagen gilt die zwingende These: Die Arbeitskräfteanzahl ist nicht beliebig steigerbar, um die Aufbauzeit zu senken oder die Produktivität zu erhöhen!

Tabelle 4: Beispiele des Aufbaufaktors F in Tonnen pro 8 Stunden

Gerade Treppe bis ~6 Positionen – 0,3 t	Gewendelte Treppe ab 100 kg – 0,2 t
Köcherfundament mit 2 Positionen – 0,5 t	Stütze ohne Konsole bis 4 Positionen – 0,8 t
Filigrandecke o. L. ohne Zulagen – 1,2 t	Filigrandecke o. L. mit Zulagen – 0,8 t
Ortbetondecke mit StabØ ≤ 14mm – 1,1 t	Ortbetondecke mit Matten ≥ Q335 – 1,5 t
Wand ohne Durchbrüche – 0,8 t	Wand mit Durchbrüchen bis 12 Positionen – 0,5 t
Stützwand bis ~5 Positionen – 1,0 t	Stützwand mit gestaffelten Positionen – 0,6 t
Bodenplatte einfach mit StabØ ≥ 25mm – 2,5 t	Bodenplatte einfach mit Stab Ø ≥ 14mm – 1,5 t
Brückenwiderlager gerade Flügelwänden – 0,9 t	Brückenwiderlager mit ungerade Wänden – 0,6 t

Bild 8: Asymptotischer Zusammenhang zwischen Aufbauzeit, Produktivität und Arbeitskräfteeinsatz



Der unbedachte Arbeitskräfteeinsatz kann bei Verneinung vorgenannter These für die Ökonomie einer Firma weitreichende Folgen haben. So kann der unbestimmte, nicht berechnete Arbeitskräfteeinsatz zu einer schnellen Insolvenz einer Firma führen. Oder auch niedrige Produktivitäten, d.h. meist zu viele Arbeitskräfte sind im Einsatz, „verbrennen“ die Erlöse.

Den Punkt des optimalen Arbeitskräfteeinsatzes zu erkennen und nicht zu überschreiten ist Aufgabe eines jeden Managers, selbst wenn Auftraggeber mit vertraglichen Konsequenzen drohen. Vor allem sind es Firmen ohne finanzielle Polster, die die negativen Konsequenzen an zwei, drei Einsätzen hintereinander meist nicht überstehen.

So gesehen haben Manager beiderseits der Auftragsabwicklung, ob Auftraggeber oder Auftragnehmer, eine hohe soziale Verantwortung.

Dieser Zusammenhang ist wegen seiner Komplexität und relativen Kompliziertheit in der Praxis stets ein „heißes Eisen“ in der ökonomischen und ablauftechnischen Beurteilung und Behandlung. Auftraggeber und Auftragnehmer sollten deshalb fair in der Anwendung miteinander umgehen.

6. DER ZUSAMMENHANG VON AUFBAUZEIT UND AUFBAUPREIS

Analog der Aufbauzeit kann der Aufbaupreis des Geflechts bestimmt werden. Dazu muss ein Aufbaufaktor wieder vorgegeben sein, der durch einen Grundpreis oder Einheitspreis für eine Arbeitseinheit ergänzt wird. Im Grundpreis müssen alle Gemeinkosten der Herstellerfirma und der festgelegte Grundlohn der Firmenmitarbeiter enthalten sein. Dieser Grundpreis K kann von Firma zu Firma unterschiedlich sein und muss buchhalterisch bestimmt werden. Er ist die Berechnungsgrundlage für die Preisbestimmung des Geflechtbaus (vgl. [1]) und es gilt:

$$P \geq K / F$$

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass die Vorfertigung von Geflechtteilen in einer dem Bau

nahe liegenden Biegerei, Schweißerei oder Flechterei sowohl die Geflechtaufbauzeit als auch deren Aufbaupreis wechselseitig positiv beeinflussen kann. Dabei gilt, dass die Preise für Geflechte im Betonfertigteilwerk höher zu bewerten sind, weil die Kompliziertheit der Geflechte höher ist (siehe dazu die Beispiele für F in Tabelle 4).

Insofern führen minimale Geflechtaufbauzeiten immer zu minimalen Zwischenzeiten in der Rohbaukette „Schalung - Bewehrung - Betonage“ und minimieren so die Gesamtrohbaupreiszeit.

Es macht daher Sinn, dem Bewehrungsplan eine besondere Stellung am Bau zukommen zu lassen, der in seinem Kern auch darin begründet ist, dass er als eine Einheit von Konstruktion und Technologie des Geflechtaufbaus gilt, weil er das „Was“ - die Konstruktion - und das „Wie“ - die Technologie - für die Geflechtherstellung zugleich bestimmt. Das ist ein Novum gegenüber dem Automobilbau oder dem Maschinenbau, in denen die Konstrukteure Verantwortung zeigen für das Produkt, während die Technologen die Herstellung im Auge haben und die wohl bedeutendere Rolle im Herstellungsprozess bilden bzw. ihre Meinung im Herstellungsprozess (Produktivität) auch eine zwingende Rückwirkung auf die Konstruktion hat.

Weitergehende Betrachtungen erhält der Leser in [1], während der Beitrag [2] auf die ersten Versuche der Verfasser, dieses Thema exakter zu fassen, verweist. Der Beitrag [3] enthält, wie viele jüngere Literaturstellen gleichen Inhalts, allgemeine Ansätze im Umgang mit den „Verlegekosten“.

[1] H. Kämpfe - Bewehrungstechnik, Grundlagen-Praxis-Beispiele-Wirtschaftlichkeit, Verlag Vieweg & Teubner Wiesbaden, 2010

[2] H. Kämpfe - Bewehrungstechnik aus Sicht eines Biege- und Verlegebetriebes, Tagungsheft „Betonstag am 26.02.2004 in Berlin“; ISB e.V. Düsseldorf, Kaiserswerther Str. 137

[3] D. Rußwurm - Betonstähle für den Stahlbetonbau, Eigenschaften und Verwendung, Bauverlag GmbH Wiesbaden-Berlin, 1993.

SCHWEIßEN VON BETONSTAHL - DIE NEUE DIN EN ISO 17660-1 UND 2

DR.-ING. REINER MÖLL, DARMSTADT



Dr.-Ing. Reiner Möll (Jahrgang 1934)

1961	Dipl.-Bauingenieur
1962 – 1969	wissenschaftlicher Assistent am Institut für Statik und Stahlbau der TH Darmstadt
1966	Promotion an der TH Darmstadt
seit 1972	Leiter des Ingenieurbüros Dr.-Ing. Reiner Möll
1974	Ernennung zum Prüflingenieur für Baustatik für die Fachrichtung Stahlbau
1981	Gründung des Institutes für Schweißtechnik
1998	Zusammenlegung von Institut und Ingenieurbüro zu einer GmbH, der ISIB Dr. Möll GmbH
seit 2010	Freier Mitarbeiter der ISIB Dr. Möll GmbH

1. EINFÜHRUNG

Noch vor nahezu 40 Jahren schrieb Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Fritz Leonhardt in seinem Vorlesungsskript, dass die im Stahlbeton verwendeten Stähle nicht im Hinblick auf Schweißneigung erschmolzen würden. Bei ungünstiger Zusammensetzung könnten durch die Wärmeeinwirkung und rasche Abkühlung Härtungserscheinungen und Verminderung der Verformungseigenschaften, Warmrissbildungen und bei kaltverformten Stählen ein Abfall der Festigkeit eintreten. Nur eine Probeschweißung könnte in wichtigen Fällen zum Erfolg führen [1].

Einen Umbruch stellte die allgemeine Schweißbarkeit der Betonstähle dar. Obwohl die Betonstähle nach verschiedenen Verfahren hergestellt wurden, kalt verformt durch Verwinden oder Recken, warm gewalzt und aus der Walzhitze wärmebehandelt oder warm gewalzt, ohne Nachbehandlung, so schrieb Dr.-Ing. Horst Franke 1985: „Die unter 1. und 2. genannten neigen zu geringfügigem Festigkeitsverlust in der Wärmeeinflusszone der Schweiß-

naht durch Rekristallisation. Die unter 3. genannten reagieren sensibel auf den Schweißvorgang. Kühlen sie zu schnell ab, so ist mit Aufhärtung und Kaltrissbildung zu rechnen, kühlen sie zu langsam ab, so droht Zähigkeitsverlust durch Grobkornbildung. In der Praxis kann man aber davon ausgehen, dass alle Stähle gleich behandelt werden, weil die beschriebenen Schweißverbindungen so gewählt sind, dass sie immer zu ausreichenden Festigkeiten führen“ [2].

Wie garantierte man nun die generelle Schweißbarkeit? Man beschränkte den C-Gehalt bei dem BSt 420 S und BSt 500 S auf 0,22% in der Schmelzanalyse und auf 0,15% bei dem BSt 500 M und reduzierte die Gehalte von P, S und N auf 0,05% bzw. 0,012% [3], [4]. Im Hinblick auf die Verbindungen nach DIN 4099 [5] wurde der gesonderte Teil 7 der DIN 488, Betonstahl, Nachweis der Schweißverbindung von Betonstahl, Durchführung und Bewertung der Prüfungen, zugeschaltet.

Schweißprozess	Art der Schweißverbindung	Bereich der Stabnennendurchmesser für tragende Schweißverbindungen mm
111 Lichtbogenhandschweißen	Stumpfstoß ohne Badsicherung	≥ 16
	Stumpfstoß mit bleibender Badsicherung	≥ 12
114 Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode ohne Schutzgas	Überlappstoß	6 bis 32
135 Metall-Aktivgasschweißen; MAG-Schweißen	Laschenstoß	6 bis 50
136 Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode	Kreuzungsstoß ^a	6 bis 50
	Verbindung mit anderen Stahlteilen	6 bis 50
21 Widerstandspunktschweißen	Kreuzungsstoß ^a	4 bis 20
23 Buckelschweißen		
24 Abbrennstumpfschweißen	Stumpfstoß	5 bis 50
25 Pressstumpfschweißen		5 bis 25
42 Reibschweißen	Stumpfstoß Verbindung mit anderen Stahlteilen	6 bis 50
25 Gaspressschweißen	Stumpfstoß	6 bis 50

a d_{min} / d_{max} ≥ 0,4

Tabelle 1: Liste der Schweißprozesse und Ordnungsnummern nach DIN EN ISO 17660-1, Ausgabe Dezember 2006, dort Tabellen 1 und 2 ([9] Teil 1) und übliche Stabdurchmesser der Schweißverbindungen.

Schon erwähnt werden in früheren Ausgaben der DIN 4099 [5] u. [6] neben dem Metall-Lichtbogenhandschweißen (E) die Pressschweißverfahren wie das Abbrennstumpfschweißen (RA), das Pressstumpfschweißen (RPS), das Widerstandspunktschweißen (RP), das Gaspressschweißen (GP) und das Reibschweißen (FR) sowie die Schmelzschweißverfahren wie das Metall-Schutzgasschweißen (MAG), das Gasschweißen (G) und das Gießschmelzschweißen (AS). Neben der genauen Beschreibung des Widerstands-Abbrennstumpfschweißens, der Bemerkung, dass das Widerstands-Punktschweißen von Betonstahlmatten nur in überwachten Werken vorgenommen werden darf, gilt für alle anderen Verfahren (außer den mit E, MAG, RA, GP auf Baustellen und in Betrieben sowie RP mit Einpunktschweißmaschinen in Betrieben verwendeten Verfahren) der Hinweis, dass deren Anwendung, Ausführung und Überwachung besonders zu regeln

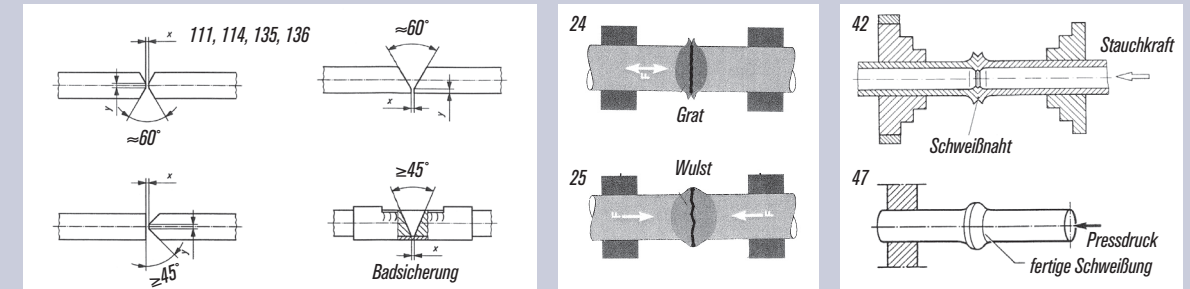
sind, z. B. durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Richtlinien.

Mit Herausgabe der neuen DIN 1045 [7] im Jahre 2008 war auch die Neuauflage der DIN 488 [8] und DIN 4099 fällig. Letztere erschien als DIN EN ISO 17660 in den Teilen 1 und 2 [9] und wurde im Jahre 2011 zusammen mit einer Neuauflage der DIN EN ISO 15630, Ausgabe Februar 2011 [10] eingeführt.

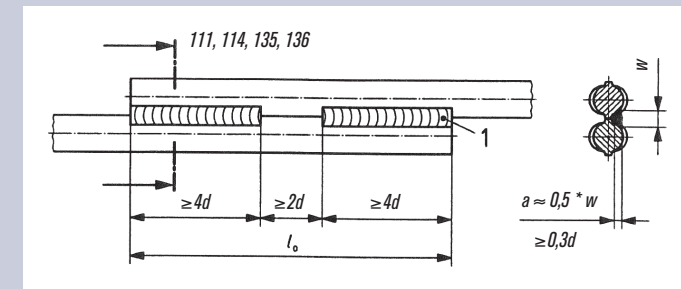
2. SCHWEIßVERBINDUNGEN NACH DIN EN ISO 17660

Die DIN EN ISO 17660 löst wie gesagt die DIN 4099 ab. Teil 1 der Vorschrift behandelt die tragenden Schweißverbindungen, Teil 2 die nichttragenden. In Tabelle 1 sind die Schweißprozesse aufgeführt, die benutzt werden dürfen. Ferner enthält Tabelle 1 neben den Schweißprozessen die verwendeten Durchmesser für die verschiedenen Stoßarten.

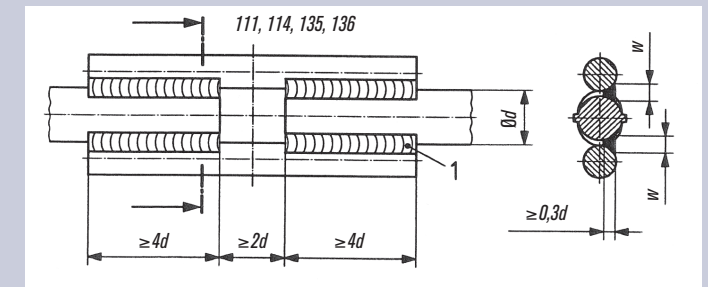
a) Stumpfstoßverbindung



b) Überlappstoß



c) Laschenstoß



d) Kreuzungsstoß

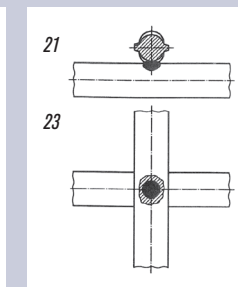
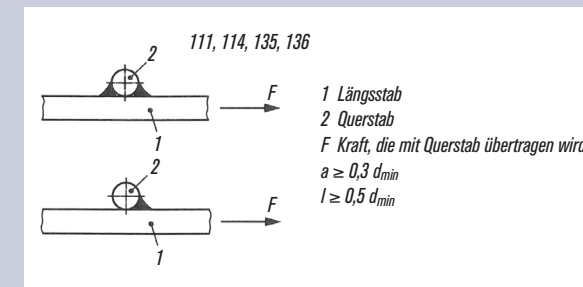


Bild 1a: Tragende geschweißte Verbindungen an Betonstählen nach DIN EN ISO 17660-1, Ausgabe Dezember 2006, [9]

e) Flankenkehlnahtverbindung

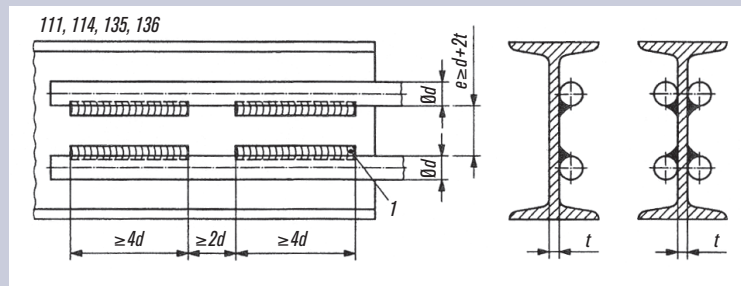
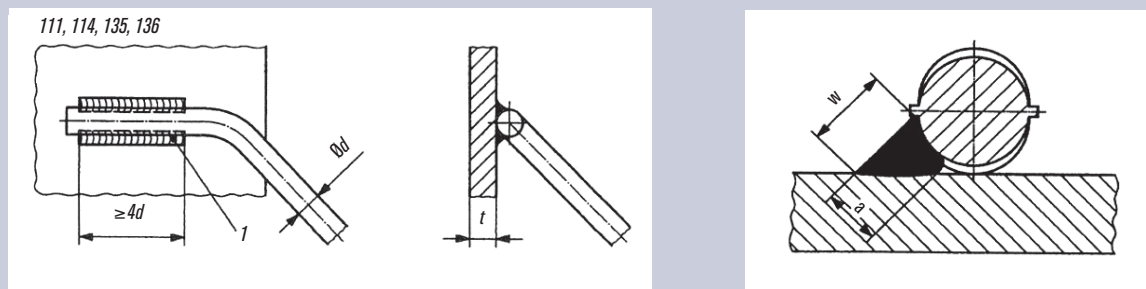


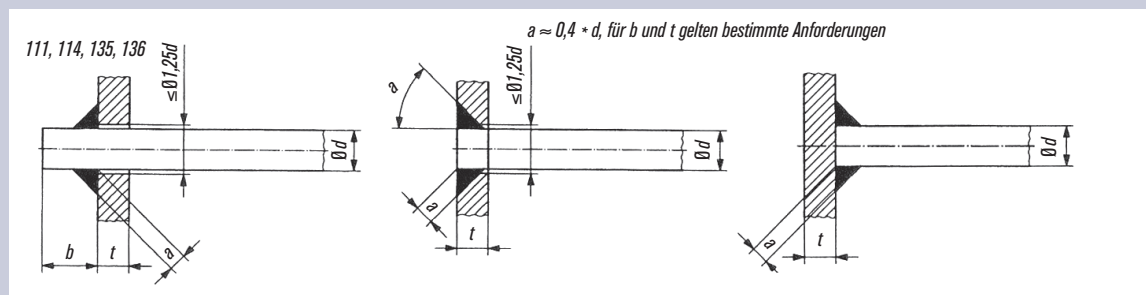
Bild 1b: Tragende geschweißte Verbindungen an Betonstählen nach DIN EN ISO 17660-1, Ausgabe Dezember 2006, [9]

f) Flankenkehlnähte am gebogenen Betonstab



Ausbildung der Flankenkehlnähte
 $a \approx 0,7 \cdot W$

g) Stirnplattenverbindung



Durchgesteckter Stab

Versenkter Stab

Aufgesetzter Stab

Die Schweißverbindung muss die Festigkeits- und Duktilitätsanforderungen des jeweiligen Betonstahles erreichen, es sei denn, diese Anforderungen werden für die Funktionen des geschweißten Produktes für irrelevant betrachtet.

Auf Bild 1a,b sind die gängigen Schweißverbindungen zusammengestellt. Mit aufgeführt sind die Schweißprozesse, die für die verschiedenen Stoßarten eingesetzt werden. Ergänzt werden die Darstellungen durch Mindest-a-Maße und die Angabe von Mindest-Schweißnahtlängen. Da die a-Maße in der Regel nicht einsehbar sind, ist eine Abschätzung über die Nahtbreite w angefügt. Damit der mit den Verfahren 111, 114, 135 und 136 geschweißte Kreuzungsstoß keinen Schweißpunkt mit zu schneller Abkühlung darstellt, ist auf die angegebene Mindestlänge der Naht zu achten.

Jedenfalls brauchen die geschweißten Verbindungen nicht nachgerechnet zu werden. Sie sind so dimensioniert, dass ihre Tragkraft ausreichend ist. Aber dennoch schlägt Dr.-Ing. Horst Franke in seinem Aufsatz über die Schweißverbindungen von Stahlbetonteilen vor, bei der Aufstellung von statischen Berechnungen, sofern diese nicht auf dem Ergebnis vorgezogener Arbeitsproben aufbauen, von folgenden Bruchfestigkeiten der Schweißverbindungen auszugehen:

- ▶ Die Verbindungen mit Flankenkehlnähten **100%**
- ▶ Stumpfstöße **60%**
- ▶ Stirnkehlnaht am versenkten und aufgesetzten Stab **25%**
- ▶ Stirnkehlnaht am versenkten Stab mit gegengeschweißter versenkter oder nicht versenkter Kehlnaht oder einem Überstand (in der Vorschrift nicht angeführt) **75%**
- ▶ Stirnkehlnaht am durchgesteckten Stab mit Überstand **100%**

Alle Verbindungen beziehen sich dabei auf die Verfahren 111, 114, 135 und 136. Der lediglich versenkte Stab leidet bei 45° Öffnungswinkel unter dem Nichterfassen des Wurzelpunktes, der aufge-

setzte Stab unter der Beanspruchung des Bleches in Dickenrichtung. Das Blech ist gemäß DAST 014 in ausreichender Z-Güte zu bestellen [11].

3. GÜTESICHERUNG NACH DIN EN ISO 17660

3.1 GRUNDWERKSTOFFE

Es dürfen schweißgeeignete Betonstähle nach den maßgebenden Normen oder technischen Spezifikationen benutzt werden. Bei unbekanntem Betonstahl muss die Schweißneigung erst nachgewiesen werden. Werden die Betonstähle mit anderen Stahlarten verbunden, sind von diesen Stählen Abnahmeprüfzeugnisse vorzulegen. Hier ist vor allem die DAST 009 [12], Stahlsortenauswahl für geschweißte Stahlbauten, und die DAST 014, Empfehlungen zum Vermeiden von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl, zu beachten.

Das Abnahmeprüfzeugnis wird für Betonstähle nicht benötigt, wenn der Hersteller des Betonstahls für den Markt nach der maßgebenden Produktnorm zertifiziert ist. Ansonsten ist das Kohlenstoffäquivalent zu ermitteln und darf den CEV-Wert der DIN 488-1, Tabelle 2 [8], nicht überschreiten:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Dies gilt auch für die schweißtechnisch angeschlossenen Baustähle. Darüber hinaus müssen Herstellungsart und Lieferzustand für die Schweißteile bekannt sein.

Verwendete Schweißzusätze müssen nach der maßgebenden Norm qualifiziert sein. Für tragende Schweißverbindungen muss die Mindeststreckgrenze der Schweißzusätze mindestens 70% der Streckgrenze des Betonstahls betragen. Für tragende Stumpfnaht-Schweißverbindungen muss die Streckgrenze der Schweißzusätze gleich oder größer sein als die Streckgrenze der zu schweißenden Betonstähle.

3.2 BETRIEB

Hersteller, die im Betrieb oder auf der Baustelle Schweißarbeiten an tragenden Schweißverbindungen mit Betonstählen ausführen, müssen, soweit zutreffend, die Qualitätsanforderungen nach DIN EN ISO 3834-3 [13] und die Anforderungen von DIN EN ISO 17660 erfüllen. Der Hersteller geschweißter Betonstahlstabverbindungen muss über mindestens eine Schweißaufsichtsperson nach DIN EN ISO 14731 mit speziellen technischen Kenntnissen für das Schweißen von Betonstählen verfügen. Das Schweißaufsichtspersonal ist für die Qualität von geschweißten Betonstahlverbindungen in Betrieb und auf der Baustelle verantwortlich. Es muss sicherstellen, dass nur nach qualifizierten Schweißanweisungen geschweißt wird. Es darf die Schweißerprüfungen der Schweißer, die von ihnen beim Schweißen von Betonstahl überwacht werden, durchführen und auch Schweißerprüfungsbescheinigungen zum Schweißen von Betonstahl ausstellen und verlängern.

3.3 BETONSTAHLSCHEIßER

Der Schweißer muss für die Ausführung von tragenden Betonstahlstab-Schweißverbindungen als Basis mindestens über eine Kehlnahtschweißerprüfung nach DIN EN ISO 9606-1 verfügen. Er muss eine zusätzliche Ausbildung für die jeweiligen Schweißverbindungen erhalten und muss zufriedenstellend geschweißt haben. Die Anzahl der Prüfstücke haben der Tabelle 3 der DIN EN ISO 17660-1 zu entsprechen. Die kritischsten Schweißbedingungen in der Produktion müssen erfasst sein.

Bediener von Schweißeinrichtungen und Einrichter für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches oder automatisches Schweißen müssen über eine gültige Bedienerprüfungsbescheinigung nach DIN EN ISO 14732 verfügen, ausgeführt an Betonstahl.

Eine Prüfung eines Schweißers, der zum Schweißen von Betonstählen qualifiziert ist, bleibt zwei Jahre im Geltungsbereich der Prüfung gültig. Danach muss der Schweißer erneut geprüft werden oder die Prüfung kann verlängert werden. Zur Verlän-

gerung der Schweißerprüfung müssen zusätzliche Aufzeichnungen der Arbeitsprüfungen, geschweißt in der schwierigsten Position, dokumentiert werden (d. h. mindestens acht Prüfungen in einem Zeitraum von 24 Monaten, wobei mindestens zwei Prüfungen aus den letzten sechs Monaten stammen müssen). Die Bestätigung nach sechs Monaten und die Wiederholungsprüfung sind nicht notwendig, wenn der Schweißer nur Betonstahlstäbe schweißt und die Verlängerung für das Schweißen von Betonstahlstäben gegeben ist.

3.4 SCHWEIßVERFAHRENSPRÜFUNG

Vor Beginn der Produktionsschweißarbeiten müssen alle Schweißverfahren mit einer Schweißverfahrensprüfung qualifiziert werden. Die zu schweißenden und zu untersuchenden Proben sind, soweit zutreffend, in Tabelle 4 der DIN EN ISO 17660-1 zusammengefasst. Bei den Proben ist darauf zu achten, dass die Enden zwecks Einspannung in der Prüfmaschine lang genug ausgebildet sind. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Proben symmetrisch hergestellt werden, um damit bei den Zugversuchen möglichst geringe Biegemomente in der Prüfmaschine zu aktivieren. Bei den Biege- und Scherversuchen an den Kreuzungsstößen darf die Länge des Querstabes auf den Durchmesser des Hauptstabes reduziert werden. Anhang C der DIN EN ISO 17660-1 bringt eine Auswahl der so hergestellten Versuchsstücke. In Tabelle 5 dieser Vorschrift sind der Geltungsbereich für die Durchmesser des Betonstahlstabes und der Werkstoffdicke aufgeführt.

Eine an einer Stahlsorte ausgeführte Schweißverfahrensprüfung qualifiziert keine andere Stahlsorte.

Das Kohlestoffäquivalent des in der Schweißverfahrensprüfung verwendeten Werkstoffes qualifiziert Werkstoffe mit einem gleichen oder niedrigeren Kohlestoffäquivalent, jedoch nicht Stähle mit höherem Kohlenstoffäquivalent.

Für die Schweißverfahrensprüfungen gelten folgende Normen:

- ▶ Lichtbogenschweißen (111, 114, 135, 136) DIN EN ISO 15614-1*)
- ▶ Widerstandspunkt- und Buckelschweißen (21, 23) DIN EN ISO 15614-12
- ▶ Abbrennstumpf- und Pressstumpfschweißen (24, 25) DIN EN ISO 15614-13
- ▶ Reibschweißen (42) DIN EN ISO 15620

*) Die Anforderungen hinsichtlich Wärmeeinbringung dürfen für Kreuzungsstoßschweißungen vernachlässigt werden.

Die Abnahmebedingungen zur Untersuchung und Prüfung müssen folgende Bedingungen erfüllen:

Zug- und Scherversuch

Die Schweißnaht und die Verbindung sollen möglichst in der Mitte der Probe liegen. Für Proben, die aus Stäben bestehen, die mit anderen Stahlteilen

verbunden sind, ist sicherzustellen, dass die Tragkraft des Stahlteiles mindestens so groß ist, wie die Schweißverbindung, die geprüft wird. Die Schweißung ist so auszuführen, dass sie die Bedingungen der Bewertungsgruppe C nach DIN EN ISO 5817 erfüllen.

Die Anforderung an den Zugversuch ist:

$$F_{max} \geq A_n \times R_m$$

F_{max} = die größte Zugkraft in N

A_n = der Nennquerschnitt des Stabes in mm²

R_m = die Nennzugfestigkeit des Stabes in N/mm²



Institut für Schweißtechnik u. Ingenieurbüro Dr. Möll GmbH

Dr. Möll GmbH An der Schleifmühle 6 64289 Darmstadt

☎ 0 61 51 - 97 12 95 10
☎ 0 61 51 - 97 12 95 28

🌐 www.isib.de
✉ info@isib.de



- **Durchführung von Schweißerprüfungen**
nach DIN EN 287 Teil 1 (Stahl), DIN EN ISO 9606 Teile 2 bis 5 (Al, Cu, Ni und Ti), DIN EN ISO 17660 (Betonstahl) und DIN EN ISO 14555 Bolzenschweißen
- **Durchführung von Verfahrensprüfungen**
zur Qualifizierung von Schweißverfahren nach DIN EN ISO 15614 und DIN EN ISO 15613 (Arbeitsprüfungen)
- **Ausbildung von Schweißaufsichtspersonen**
Schweißfachmann/-frau, Schweißtechniker/-in, Schweißfachingenieur/-in
- **Altstahl- und Materialuntersuchungen**
Ermittlung der Materialeigenschaften, Beurteilung der Schweißseignung
- **Betriebszulassungen**
Anerkannte Stelle für Zulassungen nach DIN 18800-7, Anerkannte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach dem Bauproduktengesetz (EN 1090-1)
- **Schweißtechnische Überwachungen und Abnahmen**
Baustellenüberwachungen, ZfP-Prüfungen, Schweißtechnische Beratungen

Die Scherkraft hat folgende Bedingung zu erfüllen:

$$F \geq S_f \times A_n \times R_e$$

F = Scherkraft in N

S_f = der Scherkraft in % (SF30 bis SF80)

A_n = der Nennquerschnitt des zu verankernden Stabes in mm²

R_e = die spezifizerte, charakteristische Streckgrenze des Betonstahles in N/mm²

Biegeprüfung

Die Schweißnaht oder der kreuzende Stab sollen möglichst in der Mitte der Probe liegen. Bei Stumpfnähten darf die Nahtüberhöhung abgearbeitet werden. Stab- und Biegedorndurchmesser entsprechen Tabelle 8 der DIN EN ISO 17660-1. Die Probe muss mindestens 60° gebogen werden und wird anschließend einer Sichtprüfung unterzogen. Risse, die an der Oberfläche des Stabes ohne optische Vergrößerung sichtbar sind, sind unzulässig. Teilweise Trennungen von geschweißten Kreuzungsstößen dürfen an der Oberfläche des Stahles auftreten, solange der Stabwerkstoff duktil bleibt.

Die Gültigkeit einer Schweißverfahrensprüfung ist unbegrenzt, solange sie durch laufende Arbeitsprüfungen bestätigt wird. Falls eine Unterbrechung der Produktionsarbeiten von mehr als 12 Monaten auftritt, muss die Schweißverfahrensprüfung durch eine vorgezogene Arbeitsprüfung bestätigt werden.

3.5 ARBEITSPRÜFUNG

Eine Arbeitsprüfung muss ausgeführt werden, um sicherzustellen, dass unter den lokalen Fertigungsbedingungen im Betrieb oder auf der Baustelle die gleiche Qualität einer Schweißnaht wie bei der Schweißverfahrensprüfung produziert werden kann. Die Anzahl der Prüfstücke ist in Tabelle 7 der DIN EN ISO 17660-1 enthalten. Tabelle 7

muss von jedem Schweißer und für jede WPQR (Bericht über die Qualifizierung eines Schweißverfahrens) voll erfüllt werden. Die Arbeitsprüfungen müssen von allen eingesetzten Schweißern in der schwierigsten Position der Produktion geschweißt werden.

Im Fall von Serienproduktion mit dem gleichen qualifizierten Schweißverfahren muss die Zeitperiode für Arbeitsprüfungen in Werkstätten festgelegt werden und darf drei Monate nicht überschreiten. In anderen Fällen und auf Baustellen ist eine Probenserie bei Beginn eines jeden Auftrages und nach jedem Monat erforderlich.

Über die Ausführung und Überwachung des Schweißens von Betonstählen wird folgendes gesagt:

Jede Schweißung muss einer Sichtprüfung unterzogen werden. Für Schweißverbindungen von Betonstählen, die durch Lichtbogenschweißprozesse hergestellt wurden, gilt, soweit anwendbar, die Bewertungsgruppe C für Oberflächenunregelmäßigkeiten nach DIN EN ISO 5817. Für andere Schweißprozesse gelten die Abnahmebedingungen nach der maßgebenden Verfahrensnorm.

Um einen Abfall der Festigkeit zu vermeiden, sollte die Wärmeinbringung beschränkt werden, wenn spezielle Arten von Betonstählen verwendet werden, z. B. kaltverformte oder vergütete oder selbstaushärtende Stähle.

Schweißer und Schweißverbindungen müssen angemessen gegen Umwelteinflüsse wie Wind, Regen und Schnee geschützt werden. Zusätzlich sind Schmutz, Fett, Öl, Rost, Zunder und Beschichtungen von dem zu schweißenden Bereich zu entfernen. Wenn die Schweißbedingungen die Schweißbarkeit beeinflussen, z. B. bei hohen Abkühlgeschwindigkeiten, bei Temperaturen niedriger als 0°C, müssen geeignete Maßnahmen in der Schweißanweisung (WPS) angegeben sein. Bei Anwendung der Schweißprozesse 135 und 136 sollten die Schweißbereiche vor Wind und anderen Luftbewegungen geschützt werden. Für Durchmesser > 40 mm kann die Bestimmung der Vorwärmtemperatur notwen-

Schweißprozess	Art der Schweißverbindung	Bereich der Stabdurchmesser für nichttragende Schweißverbindungen mm
21	Überlappstoß	4 bis 32
23	Kreuzungsstoß ^a	6 bis 50
111 114	Überlappstoß	6 bis 32
135 136	Kreuzungsstoß ^a	6 bis 50

^a $d_{min} / d_{max} \geq 0,4$

dig sein. Das Schweißen darf nur nach qualifizierten Schweißanweisungen erfolgen, die am Arbeitsplatz vorhanden sein müssen.

Betonstahlschweißarbeiten dürfen nur von Schweißern und Bedienern geschweißt werden, die im Besitz einer gültigen Schweißerprüfung für die Art der Schweißverbindung sind, die geschweißt werden muss. Beim Schweißen an gebogenen Bewehrungsstählen wird unterschieden zwischen Schweißen am gebogenen und Schweißen am geraden Betonstab, der anschließend gebogen wird.

4. REGELUNGEN NACH DIN EN ISO 17660 FÜR NICHT TRAGENDE SCHWEIßVERBINDUNGEN

Der Teil 2 der DIN EN ISO 17660 behandelt die nichttragenden Schweißverbindungen, die lediglich der Lagesicherung des Betonstahles während Fertigung, Transport und Betonieren dienen. Als solche nichttragende Verbindungen gelten der Überlappstoß und der Kreuzungsstoß, geschweißt mit den Verfahren 21, 23 sowie 111, 114, 135 und 136. Wie in Tabelle 1 sind auch hier empfohlene Schweißprozesse und Stabdurchmesser angegeben, die verwendet werden sollen (siehe Tabelle 2).

Die Schweißnahtlängen l und die Kehlnahtdicke

Tabelle 2: Empfohlener Bereich für Stabdurchmesser für nichttragende Schweißverbindungen DIN EN ISO 17660-2, Ausgabe Dezember 2006, dort Tabelle 2 ([9] Teil 2)

a sind bei den Schweißverfahren 111, 114, 135 und 136 von der Anwendung abhängig und müssen der WPS entsprechen.

Auch bei den nichttragenden Schweißverbindungen dürfen die Schweißnähte die Tragfähigkeit und Zähigkeit besonders der tragenden Stäbe nicht entscheidend beeinflussen und das Schweißverfahren darf keine Werkstoffversprödung verursachen.

Bezüglich der eingesetzten Grundwerkstoffe ist wie bei den tragenden Verbindungen vorzugehen, lediglich die Schweißzusätze brauchen nicht der Forderung nach 70% der Streckgrenze oder bei Stumpfnahverbindungen nach 100% der Betonstähle zu genügen sondern müssen nur nach der maßgebenden Norm qualifiziert sein. Auch hier verlangt die Vorschrift eine Schweißaufsichtsperson, die im Vorfeld die Schweißer nach qualifizierten Schweißanweisungen schweißen lässt und anschließend bewertet. Das Ergebnis muss positiv ausfallen und ist von der Schweißaufsichtsperson zu bestätigen. Vor Beginn der Produktionsschweißarbeiten müssen alle Schweißverfahren mit einer Schweißverfahrensprüfung qualifiziert sein. Als Proben sind z. B. die Proben nach Bild 2 zu

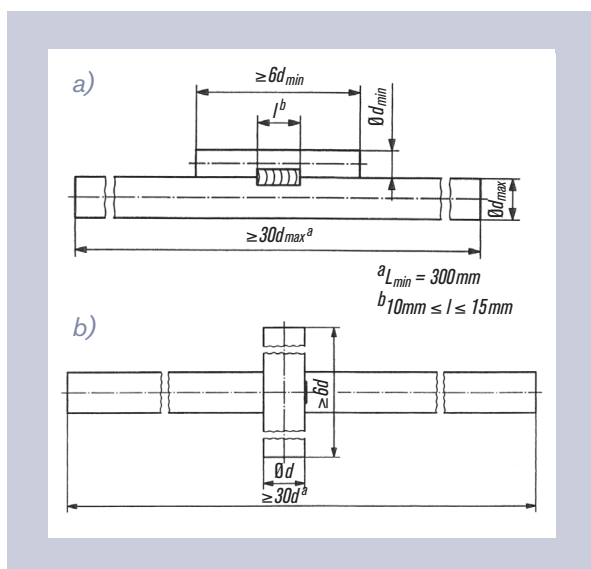


Bild 2: Prüfung nicht tragender Schweißverbindungen nach DIN EN ISO 17660-2, Ausgabe Dezember 2006, [9]
 a) Prüfstück für Zugversuch an einem Überlappstoß
 b) Prüfstück für Zugversuch an einem Kreuzungsstoß

Der Geltungsbereich ist gemäß Tabelle 3 der DIN EN ISO 17660-2 festgelegt. Eine Arbeitsprüfung muss sicherstellen, dass unter den lokalen Fertigungsbedingungen im Betrieb oder auf der Baustelle die gleiche Qualität einer Schweißnaht wie bei der Schweißverfahrensprüfung produziert werden kann. Ein Prüfstück ist von jedem Schweißer und für jede WPQR zu schweißen und mit einem Zugversuch zu prüfen.

Bei Serienproduktion darf die Zeitperiode zwischen Arbeitsprüfung und Schweißbeginn sechs Monate nicht überschreiten. Anderenfalls ist eine Probeserie bei Beginn eines jeden Auftrages und danach alle drei Monate erforderlich.

Über Ausführung und Überwachen des Produktionsschweißens und Schweißen an gebogenen Betonstählen gilt die DIN EN ISO 17660-1.

5. SCHWEIßEN UND GEBOGENER BETONSTAHL

5.1 SCHWEIßEN AM GEBOGENEN BETONSTAHL

Weil die Wärmeinbringung beim Schweißen die mechanischen Eigenschaften des gebogenen Betonstahls beeinflusst, muss der Abstand von der Schweißnaht bis zum Beginn der Biegung bei Stumpfstößen mindestens $2d$ betragen. Für Überlappstöße und Laschenstöße darf der Abstand nicht geringer als $1d$ sein.

Bei Kreuzungsstößen dürfen die Schweißnähte in den Biegungen liegen (entweder in der Innen- oder der Außenseite der Biegung).

5.2 SCHWEIßEN AM GERADEN STAB, DER ANSCHLIEßEND GEBOGEN WIRD

Für Betonstahlmatten und geschweißte Bewehrung, die nach dem Schweißen gebogen werden, gelten nach EC2 [14] die Mindestwerte der Biegerolldurchmesser nach Tabelle 3. ■

Tabelle 3: Mindestbiegerolldurchmesser nach EC2 [14] für nach dem Schweißen gebogene Bewehrung (dort Tabelle 8.1 DE b)

Spalte		1	2	3	4
Zeile		vorwiegend ruhende Einwirkungen		nicht vorwiegend ruhende Einwirkungen	
		Schweißung außerhalb des Biegebereiches	Schweißung innerhalb des Biegebereiches	Schweißung auf der Außenseite der Biegung	Schweißung auf der Innenseite der Biegung
1	für $a < 4 \varnothing$	20 \varnothing	20 \varnothing	100 \varnothing	500 \varnothing
2	für $a \geq 4 \varnothing$	Werte nach Tabelle 8.1DE a			

a Abstand zwischen Biegeanfang und Schweißstelle

schweißen. Für jede Verbindungsart sind drei Zugversuche durchzuführen, für die Kreuzungsstöße die Zugversuche am dünneren Stab.

Die Abnahmebedingung ist wie folgt festgelegt:

$$F_{max} \geq A_n \times R_m$$

F_{max} = die größte Zugkraft in N

A_n = der Nennquerschnitt des Stabes in mm^2

R_m = die Nennzugfestigkeit des Stabes in N/mm^2

[1] Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Fritz Leonhardt und Dipl.-Ing. Eduard Mönning Vorlesungen über Massivbau, zweite Auflage Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York 1973

[2] Dr.-Ing. Horst Franke, Die Schweißverbindungen in Stahlbetonteilen, Konstruktiver Ingenieurbau, Ausgabe 1985, S. 192-216 Verb. Beratender Ingenieure - Berlin - Ernst, Verlag für Architektur und technisches Wissen 1985

[3] DIN 1045, Beton und Stahlbeton, Ausgabe Juli 1988, Beuth Verlag GmbH, Berlin

[4] DIN 488, Teil 1 Betonstahl Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen, September 1984, Teil 2 Betonstahl Betonstabstahl, Maße und Gewichte, Juni 1986, Teil 3 Betonstahl Betonstabstahl, Prüfungen, Juni 1986, Teil 4 Betonstahl Matten, Bewehrungsdraht, Aufbau, Maße, Gewichte, Juni 1986, Teil 5 Betonstahl Matten, Bewehrungsdraht, Prüfungen, Juni 1986, Teil 6 Betonstahl Überwachung, Juni 1966, Teil 7 Betonstahl Nachweis der Schweißbeignung von Betonstabstahl und Bewertung der Prüfung, Juni 1986

[5] DIN 4099, Schweißen von Betonstahl, Ausgabe November 1985, Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30

[6] DIN 4099, Schweißen von Betonstahl, Ausgabe April 1972, Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 30 und Köln

[7] DIN 1045-1, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Ausgabe August 2008, Teil 1 Bemessung und Konstruktion, Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

[8] DIN 488, Betonstahl Teil 1 Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung, August 2009, Teil 2 Betonstabstahl, Au-

gust 2009, Teil 3 Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdraht, August 2009, Teil 4 Betonstahlmatten, August 2009, Teil 5 Gitterträger, August 2009, Teil 6 Übereinstimmungsnachweis, Januar 2010

[9] DIN EN ISO 17660, Schweißen von Betonstahl, Ausgabe Dezember 2006, Teil 1 tragende Schweißverbindungen, Teil 2 nichttragende Schweißverbindungen, Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

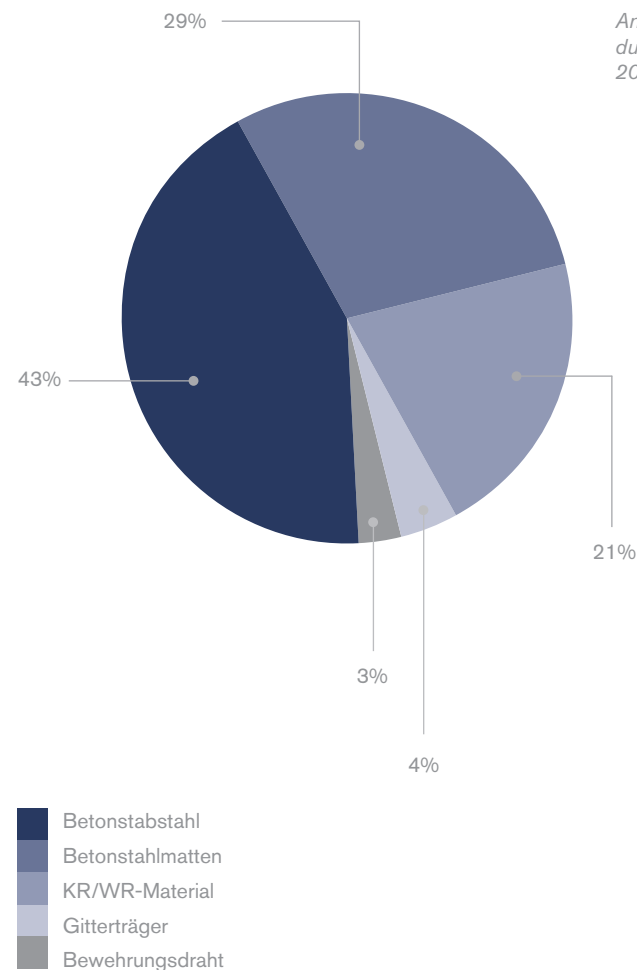
[10] DIN EN ISO 15630, Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton-Prüfverfahren, Februar 2011, Teil 1 Bewehrungsstäbe, -walzdraht und -draht

[11] DAST 014, Ausgabe Januar 1981, Empfehlung zur Vermeidung von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl

[12] DAST 009, Ausgabe Mai 2008, Auswahl der Stahlgüte
 [13] DIN EN ISO 3834, Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen, Ausgabe März 2006, Teil 1 Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen, Teil 3 Standard Qualitätsanforderungen Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

[14] EC2 DIN EN 1992-1-1:2011-01: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

Marktversorgung an Bewehrungsstahl im Jahr 2011



Anteile der Bewehrungsprodukte an der Marktversorgung 2011 in Prozent

Die Marktversorgung an Bewehrungsstahl belief sich im Jahr 2011 auf etwa 3,99 Mio. t gegenüber 3,71 Mio. t im Jahr 2010. Das bedeutet einen Anstieg von ca. 7,7 %.

Den größten Anteil an der Marktversorgung hat nach wie vor der Betonstabstahl, der aber gegenüber dem Jahr 2010 um 2 % zurückgegangen ist. Der Marktanteil der Betonstahlmatten und der Gitterträger ist um jeweils 1 % gestiegen. Die Marktanteile des KR/WR-Materials und des Bewehrungsdrahtes sind unverändert geblieben.

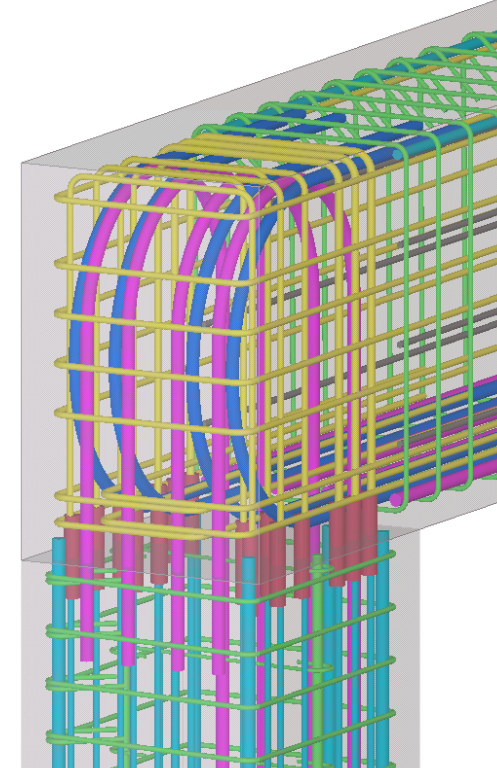
Dies erwartet Sie in den nächsten **ISBMITTEILUNGEN**

Die nächste Ausgabe der ISB-Mitteilungen wird der Bewehrungstechnik gewidmet sein.

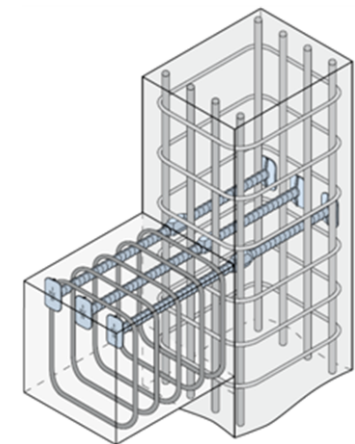
Im Zuge der allgemeinen bauaufsichtlichen Einführung des Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1:2011-01) in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1:NA:2011-01 für den Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbau zum Stichtag 1. Juli 2012 hat der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStB) gemeinsam mit dem Institut für Stahlbetonbewehrung e. V. (ISB) und dem Verein zur Förderung und Entwicklung der Befestigungs-, Bewehrungs- und Fassadentechnik e.V. (VBBF) eine Autorengruppe beauftragt, in einem neuen Band der DAfStB-Schriftenreihe (Heft 599) ausführliche Hinweise zu einer einerseits normgerechten und andererseits wirtschaftlich sinnvollen Bewehrungsführung zu geben.

Im ersten Beitrag werden die wesentlichen Empfehlungen zur praxisgerechten Planung und Konstruktion der Bewehrungsgeflechte für relevante Bauteile wiedergegeben. Zwei- und dreidimensionale Darstellungen sollen die Komplexität der Bewehrungstechnik veranschaulichen.

Im zweiten Beitrag werden die Einsatzbereiche spezieller Bewehrungselemente, wie u.a. Doppelkopfanker als Durchstanz- und Querkraftbewehrung, Schraubanschlüsse als Ersatz für Übergreifungsstöße sowie Bewehrungsanker zur Ausbildung biegesteifer Rahmenknoten und Konsolanschlüssen oder zur Befestigung von Stahlkonstruktionen an Stahlbetontragwerken vorgestellt.



Beispiel einer Bewehrungsführung in einer Rahmenecke – Quelle: Ingenieurbüro Brauer



Bewehrungsanker zur Ausbildung eines biegesteifen Konsolanschlusses

MITGLIEDER DES ISB

Badische Drahtwerke GmbH | D-77694 Kehl | Tel. +49(0)7851.83-390 | www.bdw-kehl.de

Badische Stahlwerke GmbH | D-77694 Kehl | Tel. +49(0)7851.83-0 | [ww.bsw-kehl.de](http://www.bsw-kehl.de)

BBS Bayerische Bewehrungsstahl GmbH | D-86424 Dinkelscherben | Tel. +49(0)8292.960-0 | www.baustahlgewebe.com

BESTA Eisen- und Stahlhandelsgesellschaft mbH | D-32312 Lübbecke | Tel. +49(0)5741.271-0 | www.baustahlgewebe.com

Drahtwerk Plochingen GmbH | D-73207 Plochingen | Tel. +49(0)7153.70 27-0 | www.baustahlgewebe.com

Filigran Trägersysteme GmbH & Co. KG | D-31633 Leese | Tel. +49(0)5761.92 25-0 | www.filigran.de

HBS Hessische Bewehrungsstahl GmbH | D-65795 Hattersheim | Tel. +49(0)6190.91 88-0 | www.baustahlgewebe.com

Lech-Stahlwerke GmbH | D-86405 Meitingen | Tel. +49(0)8271.82-0 | www.lech-stahlwerke.de

Neckar-Drahtwerke GmbH | D-69412 Ebersbach | Tel. +49(0)6271.82-0 | www.neckardraht.de

SBS Sächsische Bewehrungsstahl GmbH | D-01612 Glaubitz | Tel. +49(0)35265.51 56-0 | www.baustahlgewebe.com

Stahlwerk Annahütte | D-83404 Hammerau | Tel. +49(0)8654.487-0 | www.annahuette.com

van Merksteijn International | NL-7602 KJ Almelo | Tel. +31(0)546.58 82 00 | www.van-merksteijn.com

Westfälische Drahtindustrie GmbH | D-24782 Büdelsdorf | Tel. +49(0)4331.34 68-0 | www.wdi.de

Westfälische Drahtindustrie GmbH | D-06420 Rothenburg/Saale | Tel. +49(0)34691.41-0 | www.wdi.de

Westfälische Drahtindustrie GmbH | D-38229 Salzgitter | Tel. +49(0)5341.88 87-0 | www.wdi.de

ATG Deutschland GmbH | D-45478 Mülheim | Tel. +49(0)208.99 95-0 | www.atg-steel.com

Baustahl-Armierungs-Gesellschaft Mannheim mbH | D-68219 Mannheim | Tel. +49(0)621.80 45-0 | www.bag-mannheim.de

bbw Betonstahl-Biegebetrieb Weißenfels GmbH & Co. KG | D-06667 Weißenfels | Tel. +49(0)3443.39 14-0 | www.bbww-weisenfels.de

Betonstahl Leipzig GmbH | D-04420 Markranstädt | Tel. +49(0)34205.94-0 | www.betonstahl-leipzig.de

Bewehrungstechnik Kritzkow GmbH | D-18299 Laage | Tel. +49(0)38454.303-10 | www.bwt-kritzkow.de

Kämpfe Stahl- und Bewehrungsbau GmbH | D-09221 Chemnitz | Tel. +49(0)371.800 00-0 | www.kaempfe.de

Kerschgens Stahl & Mehr GmbH | D-52222 Stolberg | Tel. +49(0)2402.12 02-0 | www.kerschgens.de

Konrad Kleiner GmbH & Co. KG | D-87719 Mindelheim | Tel. +49(0)8261.794-0 | www.kleiner.de

Arnold Lammering GmbH & Co. KG | D-48465 Schüttorf | Tel. +49(0)5923.808-0 | www.lammering.de

Noe & Noe GmbH | D-85748 Garching | Tel. +49(0)89.320 40 66 | www.noe-noe.de

Ruhl GmbH & Co. KG | D-97340 Marktbreit | Tel. +49(0)9332.409-0 | www.ruhlgroup.de

SCR Stahlcenter Riesa GmbH | D-01612 Glaubitz | Tel. +49(0)3525.72 98-0 | www.scr-gmbh.de

Stahlpartner Sülzle GmbH | D-72348 Rosenfeld | Tel. +49(0)7428.94 14-0 | www.suelzle-stahlhandel.de

Stahlpartner Taunus GmbH | D-35799 Merenberg | Tel. +49(0)6471.912 99-0 | www.stahlpartner.com

Trebbiner Stahlgesellschaft mbH | D-14959 Trebbin | Tel. +49(0)33731.231-3 | www.tsg-trebbin.de

VBE Vereinigte Baustoff- und Eisen GmbH | D-69126 Heidelberg | Tel. +49(0)6221.37 01-0 | www.vbe-hd.de

Verein zur Förderung und Entwicklung der Befestigungs-, Bewehrungs- und Fassadentechnik e.V. (VBBF) |

D-40474 Düsseldorf | Tel. +49(0)211.45 64-106 | www.vbbf.de | mit seinen Mitgliedern:

Ancon Building Products | UK-Sheffield, S4 7UR | Tel: +44(0)114.275 52 24 | www.ancon.co.uk

Deutsche Kahneisen Gesellschaft mbH | JORDAHL | D-12057 Berlin | Tel. +49(0)30.682 83-02 | www.jordahl.de

ERICO | NL-5015 BG Tilburg | Tel. +31(0)13.583-54 00 | www.ericco.com

HALFEN GmbH | D-40764 Langenfeld | Tel. +49(0)2173.970-0 | www.halfen.de

H-Bau Technik GmbH | D-79771 Klettgau | Tel. +49(0)7742.92 15-20 | www.h-bau.de

Hilti AG | Feldkircherstraße 100 | FL-9494 Schaan | Tel. +423.234.21 11 | www.hilti.com

Max Frank GmbH & Co. KG | D-94339 Leiblfing | Tel. +49(0)9427.189-0 | www.maxfrank.de

Peikko Group Oy | FIN-15101 Lahti | Tel. +358.3.844-511 | www.peikko.com

PFEIFER Seil- und Hebeteknik GmbH | D-87700 Memmingen | Tel. +49(0)8331.937-0 | www.pfeifer.de

PHILIPP GmbH | D-63741 Aschaffenburg | Tel. +49(0)6021.40 27-0 | www.philipp-gruppe.de

REUSS-SEIFERT GmbH | D-45549 Sprockhövel | Tel. +49(0)2324.90 46-0 | www.reuss-seifert.de

Schöck Bauteile GmbH | D-76534 Baden-Baden | Tel. +49(0)7223.967-0 | www.schoeck.de

