

Arbeitsblatt 10
Ausgabe 2002-01

Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2001-07

Schweißen von Betonstahl

Arbeitsblatt erstellt in Zusammenarbeit mit der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt, München
Herausgabe: Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.

1 Durchführung der Schweißarbeiten / Überwachung

Die Durchführung der Schweißarbeiten ist durch DIN 4099-1 geregelt. Die damit verbundenen Regeln für die Überwachung sind in DIN 4099-2 enthalten.

2 Eignung zum Schweißen

Betonstähle, hergestellt nach DIN 488 (1984), sind generell schweißgeeignet.

Sofern Betonstähle gemäß allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen produziert werden, ist die Schweiß-
eignung dort geregelt. Von den "zugelassenen" Betonstählen sind folgende generell schweißgeeignet:

BSst 500 S-GEWI

Betonstahlmatten: BSst 500 M (Tiefrippung)

Betonstahl in Ringen:

BSst 500 WR

BSst 500 WM (warme Matte)

BSst 500 KR

Gitterträger

3 Schweißverfahren, Schweißverbindungen und zulässige Stabnennendurchmesser

| Schweißverfahren (Verfahren-Nr.) | Arten der Schweißverbindungen | Bereich der Stabnennendurchmesser in mm ¹⁾ | |
|---|---------------------------------------|---|--------------------------|
| | | Tragende Verbindung | Nichttragende Verbindung |
| Lichtbogenhand- schweißen (111) Metall-Lichtbogen- schweißen mit Füll- drahtelektrode ohne Schutzgas (114) | Stumpfstoß | 20 - 40 | 3) |
| | Laschenstoß | 6 - 40 | 3) |
| | Überlappstoß (Übergreifungsstoß) | 6 - 40 | 3) |
| | Kreuzungsstoß | 6 - 16 | 3) |
| | Verbindung mit anderen Stahlteilen | 6 - 40 | 3) |
| Reibschweißen (42) | Stumpfstoß | 6 - 40 | 3) |
| | Verbindung mit anderen Stahlteilen | 6 - 40 | 3) |
| Abbrennstumpf- schweißen (24) | Stumpfstoß | 6 - 40 ¹⁾ | 3) |
| Buckelschweißen (23) | Überlappstoß (Übergreifungsstoß) | 6 - 28 | 6 - 40 |
| | Kreuzungsstoß | 6 - 28 ²⁾ | 6 - 40 |
| Metall- Aktivgas- schweißen (135) bzw. (136) | Stumpfstoß | 20 - 40 | 3) |
| | Überlappstoß | 6 - 40 | 3) |
| | Laschenstoß | 6 - 40 | 3) |
| | Kreuzungsstoß | 6 - 16 | 6 - 40 |
| | Verbindung mit anderen Stahlteilen | 6 - 40 | 3) |

¹⁾ Es dürfen gleiche Stabnennendurchmesser miteinander verbunden werden sowie benachbarte Stabdurchmesser

²⁾ Zulässiges Verhältnis der Nennendurchmesser sich kreuzender Stäbe $\geq 0,57$, siehe auch DIN 4099-1, 4.1.3

³⁾ Sofern der Stoß als nichttragend ausgeführt wird, gilt Spalte "Tragende Verbindung"

INSTITUT FÜR
STAHLBETONBEWEHRUNG e.V.



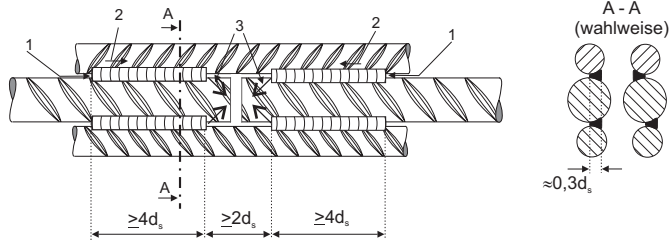
Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt,
SLV München
Niederlassung der GSI mbH
Schachenmeierstr. 37
80636 München
Tel. 089/126802-0
Fax 089/181643

| 4 Anwendungsfälle (DIN 1045-1, Tabelle 12) | | | | |
|---|--|---|--|---------------------------------|
| Belastungsart | Schweißverfahren mit Kurzbezeichnung und Nummer des Schweißprozesses nach EN 24063 | | Zugstäbe | Druckstäbe |
| | Vorwiegend ruhend | Abtrennstumpfschweißen (RA) | 24 | Stumpfstoß |
| Lichtbogenhandschweißen (E) und Metall-Lichtbogenschweißen (MF) | | 111 | Stumpfstoß mit $d_s \geq 20$ mm, Laschenstoß, Überlappstoß, Kreuzungsstoß ³⁾ , Verbindung mit anderen Stahlteilen | |
| | | 114 | | |
| Metall-Aktivgasschweißen (MAG) ²⁾ | | 135 | Laschenstoß, Überlappstoß, Kreuzungsstoß ³⁾ , Verbindung mit anderen Stahlteilen | |
| | | 136 | - | Stumpfstoß mit $d_s \geq 20$ mm |
| Reibschweißen (FR) | | 42 | Stumpfstoß, Verbindung mit anderen Stahlteilen | |
| Widerstandspunktschweißen (RP) (mit Einpunktschweißmaschine) | 21 | Überlappstoß ⁴⁾ , Kreuzungsstoß ^{2) 4)} | | |
| Nicht vorwiegend ruhend | Abtrennstumpfschweißen (RA) | 24 | Stumpfstoß | |
| | Lichtbogenhandschweißen (E) | 111 | - | Stumpfstoß mit $d_s \geq 14$ mm |
| | Metall-Aktivgasschweißen (MAG) | 135 136 | - | Stumpfstoß mit $d_s \geq 14$ mm |

1) Es dürfen gleiche Stabnennendurchmesser verbunden werden sowie benachbarte Stabdurchmesser.
2) Zulässiges Verhältnis der Stabnennendurchmesser sich kreuzender Stäbe $\geq 0,57$.
3) Für tragende Verbindungen $d_s \leq 16$ mm
4) Für tragende Verbindungen $d_s \leq 28$ mm

| 5 Details zu den Verbindungen (Bemessung) | |
|---|---|
| 5.1 Allgemeines | |
| Tragende und nichttragende Verbindungen werden <u>nicht</u> rechnerisch bemessen: DIN 4099-1 regelt in den Bildern 1 bis 11 die Dimensionierung der Schweißungen. | |
| Stumpfstoße (nur tragende Verbindung) | <p>a) D-V-Naht</p> |
| | <p>b) V-Naht</p> |
| | <p>c) D-HV-Naht</p> |
| | <p>d) Stumpfstoß mit Badsicherung (auch andere Badsicherungsausbildung ist möglich)</p> |
| Maße in Millimeter | |

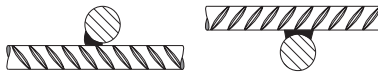
| | |
|---------------------------------------|--|
| Überlappstoß (tragende Verbindung) | |
| | <p>1 Stabelektrode zünden; die Zündstelle muss in der Fuge liegen, die später überschweißt wird</p> <p>2 Schweißrichtungen bei waagrecht oder annähernd waagrecht Stabachse; bei senkrechter Stabachse ist von unten nach oben (steigend) zu schweißen</p> <p>d_s: Nennendurchmesser des gegebenenfalls dünneren der gestoßenen Stäbe</p> |



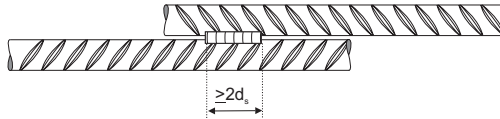
Laschenstoß
(tragende
Verbindung)

- 1 Stabelektrode zünden; die Zündstelle muss in der Fuge liegen, die später überschweißt wird
 - 2 Schweißrichtungen bei Stabachse waagrecht oder annähernd waagrecht; bei senkrechter Stabachse ist von unten nach oben (steigend) zu schweißen
 - 3 Stabelektrode abheben
- d_s : Nenndurchmesser des gegebenenfalls dünneren der gestoßenen Stäbe

Kreuzungsstoß



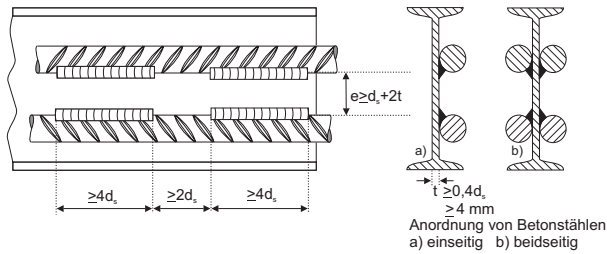
Überlappstoß
(nichttragende
Verbindung)



d_s : Nenndurchmesser des gegebenenfalls dünneren der gestoßenen Stäbe

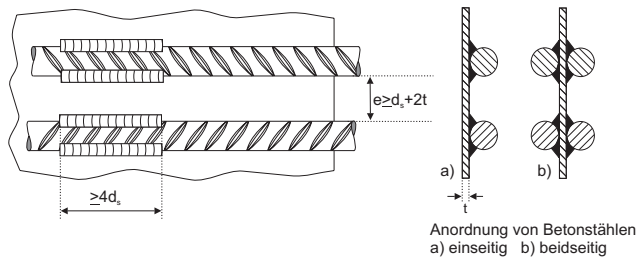
Beispiele von
Verbindungen mit
einseitigen
Flankennähten

(Verbindung mit
anderen
Stahlteilen)

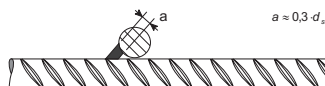


Beispiele von
Verbindungen mit
beidseitigen
Flankennähten

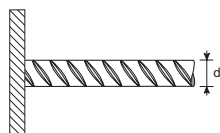
(Verbindung mit
anderen
Stahlteilen)



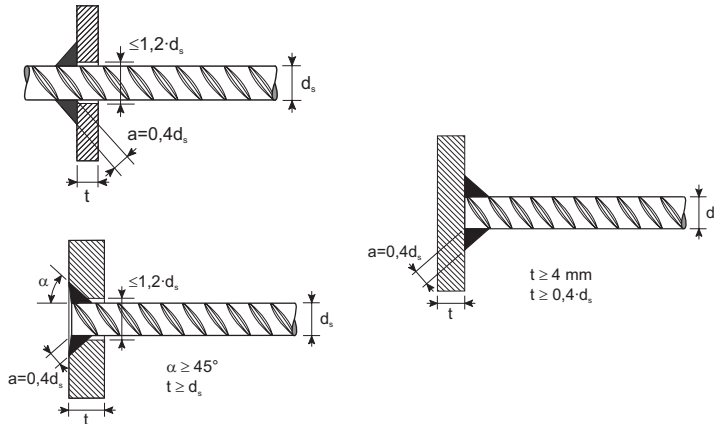
Nahtausbildung
bei
Flankennähten



Stumpfnah mit
Reibschweißen



Ausführungsformen für Stirnkehlnähte an Ankerplatten



6 Wichtige Hinweise für das Schweißen von Betonstählen

- Vor Aufnahme der Schweißarbeiten ist das Werkkennzeichen des Betonstahls zu prüfen.
- Beim Schweißen von Betonstählen mit anderen Stählen ist deren Schweißseignung zu beachten (DIN 4099-1, Anhang A).
- Betonstähle dürfen mit nichtrostenden Stählen geschweißt werden, sofern deren Eignung gegeben ist (siehe DIN 4099-1, Anhang A).
- Es wird unterschieden zwischen tragenden und nichttragenden Verbindungen. Erstere können mit dem vollen Querschnitt in Rechnung gestellt werden. Letztere sind nur für Heftverbindungen vorgesehen.
- Tragende und nichttragende Betonstahlverbindungen sind mit der gleichen Sorgfalt herzustellen.
- Es darf nur nach anerkannten Schweißanweisungen der Normenreihe DIN EN 288 gearbeitet werden, die am Arbeitsplatz vorhanden sein müssen.
- Die Ausführung von Betonstahlschweißarbeiten muss mindestens die Anforderungen der Bewertungsgruppe C nach DIN EN 25817 erfüllen.
Ein rechnerischer Nachweis für die Schweißnähte ist nicht erforderlich. Die Bemessung ist nach DIN 4099-1 vorzunehmen (unter Bezug auf den Stabdurchmesser d_s).
- Verbindungen, die nicht der DIN 4099-1 entsprechen, können hergestellt werden, müssen aber nach anerkannten Regeln der Schweißtechnik gestaltet sein.
- Vorgebogene Stäbe dürfen geschweißt werden. Nachträglich darf an der Schweißstelle gebogen werden, wenn die Anforderungen in DIN 1045-1, Tabelle 24, eingehalten werden.
- Keine der zulässigen Verbindungen stellt bei korrekter Ausführung im Schweißbereich eine Gefahr hinsichtlich Spröbruchversagen oder Entfestigung dar.
In beschränktem Umfang dürfen Stäbe unterschiedlichen Durchmessers geschweißt werden:
 - bei Längsstößen die benachbarten Abmessungen,
 - bei Kreuzungsstößen sind bestimmte Verhältnisse der Nenndurchmesser einzuhalten.
- Durch das Schweißen wird im Schweißbereich tragender oder nichttragender Verbindungen die Dauerschwingfestigkeit des Stabes abgemindert.
- Betonstahlschweißarbeiten dürfen nur von qualifizierten Schweißern und Bedienern von Schweißanlagen durchgeführt werden.
- Schweißer und Schweißverbindungen müssen angemessen gegen direkte Witterungseinflüsse, wie Wind, Regen und Schnee, geschützt werden. Von den Oberflächen im Schweißbereich und den Berührungsflächen sind Schmutz, Fette, Öle, Feuchtigkeit, Rost und Zunder sowie Beschichtungen, soweit diese die Schweißnahtgüte ungünstig beeinflussen, zu entfernen.
- Die zu schweißenden Stäbe müssen im Bereich der Schweißstelle vor schnellem Abkühlen geschützt werden. Bei niedrigen Temperaturen müssen geeignete Maßnahmen in der Schweißanweisung niedergelegt werden.
- Bei Anwendung der Schweißverfahren 135 und 136 müssen die Schweißbereiche vor Wind und anderen Luftbewegungen geschützt werden.
- Bei Betonstabstählen $d_s > 32$ mm empfiehlt sich ein Vorwärmen der Betonstähle auf $80\text{ °C} \leq \vartheta_v \leq 120\text{ °C}$

7 Schweißen bei Sanierungen, Ergänzungen

Im Zusammenhang mit Sanierungen oder Erneuerungen von Bauten ist das Schweißen meist das einzige anwendbare Fügeverfahren.

In diesem Fall ist wie folgt vorzugehen:

- Einschalten einer geeigneten fachkundigen Stelle (z.B. SLV, Prüflingenieur)
- Durchführung von Prüfungen zur Beurteilung der Schweißseignung des alten, eingebauten Betonstahls
- Erstellung der Schweißanweisung
- Einholung einer Zustimmung im Einzelfall bei der zuständigen Obersten Bauaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes
- Durchführung und Prüfung von fertigungsbezogenen, vorgezogenen Arbeitsproben (meist Mischverbindung "Altbewehrung" und BSt 500)
- Ausführung der Schweißarbeiten durch einen Betrieb mit Eignungsnachweis nach DIN 4099-2

8 Die Gütesicherung der Schweißarbeiten ist nach DIN 4099-2 wie folgt geregelt:

- Die Schweißarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die einen Eignungsnachweis nach DIN 4099-2 besitzen.
- Wegen des Eignungsnachweises wenden Sie sich zweckmäßigerweise an die nächstliegende Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt.
- Der Schweißbetrieb muss eine Schweißaufsicht besitzen (Schweißfachmann).
- Die Schweißarbeiten dürfen nur von geprüften Schweißern (EN 287-1, DVS-Richtlinie 1146) vorgenommen werden.
- Vor bzw. während der Schweißarbeiten sind Arbeitsprüfungen nach DIN 4099-2, Tabelle 2 durchzuführen.
- Arbeitsproben müssen stets fertigungsbezogen hergestellt werden:
Lage der Stabachse - Schweißposition - Zugänglichkeit.
Arbeitsproben müssen immer in der schwierigsten Position geschweißt werden, die in der Fertigung vorkommt.

Hinweis:

Bei den Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten existiert eine Richtlinie für den Eignungsnachweis für das Schweißen von Betonstählen.

Titel:

"Merkblatt über Voraussetzungen und Ablauf der Betriebszulassung für den Eignungsnachweis nach DIN 4099 - Schweißen von Betonstahl".

9 Praktische Hinweise für die am häufigsten eingesetzten Schweißverfahren

9.1 Abbrennstumpfschweißen

Verbindungen: Tragende Stumpfstoße gleicher oder benachbarter Durchmesser

Geräte: Anschlusswert $> 0,025 \text{ kVA/mm}$
Stauchkraft $\geq 60 \text{ N/mm}^2$

Ausführung: keine spezielle Vorbereitung der Stabendenden
Spannkraft $> 1,5 \cdot \text{Stauchkraft}$
Einspannlänge $\approx 1,7 \cdot d_s$
Abbrennweg $\approx 1,7 \cdot d_s$ (insgesamt)
Stauchweg 5 - 7 mm
Schweißzeit $\approx 0,05 \text{ s/mm}^2$

Hinweis: Schmorstellen an Einspannbacken vermeiden

| 9.2 Metall-Aktivgasschweißen und Lichtbogenhandschweißen | | | | |
|--|--|-----------------------------|---------|-------------------------------|
| Verbindungen: | Ausführung | Durchmesser | tragend | nichttragend (Heftverbindung) |
| Überlappstoß | einseitig (oder beidseitig), nach DIN 4099-1 geschweißt | 6 mm bis 28 mm (40 mm) | x | |
| Laschenstoß | | | x | x |
| Stumpfstoß D-V-(X)-Naht | meist mit 6 bis 9 Lagen: zwischen den Schweißlagen abkühlen lassen | 20 mm bis 28 mm (40 mm) | x | |
| Verbindung mit anderen Stahlteilen | Stirnkehlnähte Sicherstellung der erforderlichen Nahtdicke $a = 0,4 \cdot d_s$ | alle Durchmesser | x | |
| Kreuzungsstoß (gerade Stäbe) | zügig schweißen; nicht zuviel Schweißgut aufbringen | $d_{s1} / d_{s2} \geq 0,28$ | x | x |
| Kreuzungsstoß (1 Stab vorgebogen) | | $d_{s1} \geq d_{s2}$ | x | x |

| 9.3 Drahtelektroden (EN 440) - Schutzgase (EN 439) | | | | |
|--|---------|-------------|-------------|-------------|
| Empfehlung für Drahtelektrode: G4S; 1 (SG3); Empfehlung für Schutzgas: M 21 | | | | |
| Durchmesser der Drahtelektroden und Schweißdaten | | | | |
| Betonstahldurchmesser d_s | [mm] | ≥ 6 | ≥ 12 | ≥ 20 |
| Drahtelektrode | [mm] | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Drahtvorschub | [m/min] | 7,1 - 7,3 | 3,2 - 8,3 | 3,2 - 9,0 |
| Schweißstrom | [A] | (100 - 105) | (135 - 205) | (135 - 290) |
| Schweißspannung | [V] | 19 - 20 | 18 - 22 | 18 - 28 |
| Beachte: Aufgrund des Streckgrenzenwertes von 500 N/mm ² des BSt 500 S ist für Stumpfstoß und Stirnkehlnähte die Draht-Gas-Kombination SG 3 / M 2.1 anzuwenden. | | | | |

| 9.4 Stabelektroden (EN 499) | | | | |
|---|---|--------------------------------|---|--|
| Empfehlung: | E 38 2 RB 12 E 38 3 RB 12 E 42 4 B 12 H 5 | } | Für Stumpfstoß anwenden - Festigkeit, dünnflüssige Schlacke, Handhabung in Zwangsposition | |
| Durchmesser der Stabelektroden und Schweißstromstärke | | | | |
| Betonstahldurchmesser d_s [mm] | Durchmesser der Stabelektroden [mm] | | Empfohlene Schweißstromstärke [A] | |
| | einlagig | mehrlagig | | |
| 6 | 2,0 | 2,0 | 40 - 60 | |
| 8 - 12 | 2,0 - 2,5 | 2,0 - 2,5 | 60 - 90 | |
| 12 - 16 | 2,5 | 2,5 | 80 - 110 | |
| 16 - 22 | 3,2 | Wurzellige Decklage 3,2 4,0 | 100 - 150 | |
| 22 - 28 | 3,2 - 4,0 | Wurzellige Decklage 2,5 3,2 | 120 - 160 | |
| Beachte: Bei der Herstellung von Kreuzungsstößen richtet sich der Elektrodendurchmesser bei $d_{s1} > 12$ nach dem größeren und bei $d_{s1} < 12$ nach dem kleineren Durchmesser der Kombination. | | | | |

| 10 Symbolische Darstellung der Verbindungsarten | | | | |
|---|--------------|--|---------------|--|
| <u>Tragende Verbindungen</u> | Stumpfstoß | | Laschenstoß | |
| | Überlappstoß | | Kreuzungsstoß | |
| <u>Nichttragende Verbindungen</u> | Überlappstoß | | Kreuzungsstoß | |