

DIN EN ISO 17660



ICS 25.160.01

Entwurf

Einsprüche bis 2021-10-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 17660-1:2006-12,
DIN EN ISO 17660-1
Berichtigung 1:2007-08,
DIN EN ISO 17660-2:2006-12 und
DIN EN ISO 17660-2
Berichtigung 1:2007-08

**Schweißen –
Schweißen von Betonstahl (ISO/DIS 17660:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 17660:2021**

Welding –
Welding of reinforcing steel (ISO/DIS 17660:2021);
German and English version prEN ISO 17660:2021

Soudage –
Soudage des aciers d'armatures (ISO/DIS 17660:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 17660:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 96 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17660:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 218 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-04 AA „Qualitätssicherung beim Schweißen (DVS AG Q 2)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3834-3	siehe	DIN EN ISO 3834-3
ISO 3834-4	siehe	DIN EN ISO 3834-4
ISO 4063	siehe	DIN EN ISO 4036
ISO 5817	siehe	DIN EN ISO 5817
ISO 6947	siehe	DIN EN ISO 6947
ISO 9606-1	siehe	DIN EN ISO 9606-1
ISO 14731	siehe	DIN EN ISO 14731
ISO 14732	siehe	DIN EN ISO 14732
ISO 15609-1	siehe	DIN EN ISO 15609-1
ISO 15609-2	siehe	DIN EN ISO 15609-2
ISO 15609-5	siehe	DIN EN ISO 15609-5
ISO 15620	siehe	DIN EN ISO 15620
ISO 15630-1	siehe	DIN EN ISO 15630-1
ISO 15630-2	siehe	DIN EN ISO 15630-2
ISO 17637	siehe	DIN EN ISO 17637

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 17660-1:2006-12, DIN EN ISO 17660-1 Berichtigung 1:2007-08, DIN EN ISO 17660-2:2006-12 und DIN EN ISO 17660-2 Berichtigung 1:2007-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Teil 1 und Teil 2 in einem Dokument zusammengeführt;
- b) Dokument redaktionell überarbeitet;
- c) Tabellen 1 und 2 bezüglich der Schweißprozesse und Ordnungsnummern überarbeitet;
- d) in Tabelle 1 (englische Sprachfassung) die amerikanischen Begriffe für die Schweißprozesse eingefügt;

- e) Bild 3, Bild 9, Bild 10 und Bild 11 technisch überarbeitet;
- f) Anzahl der Prüfstücke in 9.2 bezüglich Schweißer- und Bedienerqualifikationen geändert;
- g) in Anhang A ein Bild für den Druck-Zeitverlauf eingefügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3834-3, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen*

DIN EN ISO 3834-4, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen*

DIN EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern*

DIN EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten*

DIN EN ISO 6947, *Schweißen und verwandte Prozesse — Schweißpositionen*

DIN EN ISO 9606-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

DIN EN ISO 14731, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung*

DIN EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen*

DIN EN ISO 15609-2, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 2: Gasschweißen*

DIN EN ISO 15609-5, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 5: Widerstandsschweißen*

DIN EN ISO 15620, *Schweißen — Reibschweißen von metallischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 15630-1, *Stahl für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton — Prüfverfahren — Teil 1: Bewehrungsstäbe, Walzdraht und Draht*

DIN EN ISO 15630-2, *Stahl für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton — Prüfverfahren — Teil 2: Geschweißte Matten und Gitterträger*

DIN EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

Titel de: Schweißen — Schweißen von Betonstahl (ISO/DIS 17660:2021)

Titel en: Welding — Welding of reinforcing steel (ISO/DIS 17660:2021)

Titel fr: Soudage — Soudage des aciers d'armatures (ISO/DIS 17660:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Schweißprozesse	9
6 Vorbereitungen und Spezifikationen für Schweißverbindungen.....	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Stumpfstöße	10
6.2.1 Stumpfstöße, geschweißt mit Schweißprozess 111, 114, 135, 136, 138 oder 141	10
6.2.2 Stumpfstöße, geschweißt mit Schweißprozess 24, 25 oder 42	11
6.2.3 Stumpfstöße, geschweißt mit Schweißprozess 47	11
6.3 Überlappstöße	12
6.4 Laschenstöße	13
6.5 Kreuzungsstöße	14
6.5.1 Allgemeines	14
6.5.2 Kreuzungsstöße für Schweißprozess 111, 114, 135, 136, 138 oder 141.....	14
6.5.3 Kreuzungsstöße für Schweißprozess 21 oder 23	15
6.6 Verbindungen zwischen Betonstahlstäben und anderen Stahlteilen	16
6.6.1 Allgemeines	16
6.6.2 Verbindungsarten	16
7 Werkstoffe.....	20
7.1 Grundwerkstoffe.....	20
7.1.1 Betonstähle	20
7.1.2 Prüfbescheinigungen	20
7.2 Schweißzusätze	21
8 Qualitätsanforderungen.....	21
9 Schweißpersonal	21
9.1 Schweißaufsichtsperson	21
9.2 Schweißer- und Bedienerprüfungen.....	21
9.2.1 Schweißer für nichttragende Schweißverbindungen	21
9.2.2 Bediener von Schweißeinrichtungen und Einrichter für das Widerstandsschweißen für tragende Schweißverbindungen.....	23
9.2.3 Schweißer für nichttragende Schweißverbindungen	23
9.3 Gültigkeit der Schweißerprüfungsbescheinigung und Bedienerprüfungsbescheinigung	23
10 Schweißanweisung (WPS).....	23
11 Schweißverfahrensprüfung für tragende Verbindungen	24
11.1 Allgemeines	24
11.2 Proben	24
11.3 Mechanische Prüfung.....	24
11.4 Abnahmebedingungen.....	24

11.5	Geltungsbereich	24
11.5.1	Werkstoff.....	24
11.5.2	Durchmesser des Betonstahlstabes und Werkstoffdicke.....	26
11.5.3	Andere wesentliche Einflussgrößen.....	27
11.6	Gültigkeit der Schweißverfahrensprüfung.....	27
12	Arbeitsprüfung.....	27
13	Ausführung und Überwachung des Produktionsschweißens von Betonstählen.....	28
13.1	Allgemeines	28
13.2	Schweißen an gebogenen Betonstahlstäben	29
13.3	Schweißnähte, hergestellt mit Schweißprozess 47	30
14	Mechanische Prüfung von Proben.....	30
14.1	Allgemeines	30
14.2	Zugprüfung	30
14.2.1	Probe.....	30
14.2.2	Prüfverfahren	30
14.2.3	Auswertung der Prüfergebnisse	30
14.2.4	Prüfbericht.....	31
14.3	Scherprüfung.....	31
14.3.1	Probe.....	31
14.3.2	Prüfverfahren	32
14.3.3	Auswertung der Prüfergebnisse	32
14.3.4	Prüfbericht.....	32
14.4	Biegeprüfung.....	32
14.4.1	Probe.....	32
14.4.2	Prüfverfahren	32
14.4.3	Auswertung der Prüfergebnisse	32
	Anhang A (informativ) Schweißanweisung (WPS)	33
	Anhang B (informativ) Proben	37
	Anhang C (informativ) Auswertung der Prüfungen geschweißter Verbindungen.....	41
	Anhang D (informativ) Beispiel für ein Fertigungsbuch.....	43
	Anhang E (normativ) Klassifizierung der Scherfestigkeit von tragenden Kreuzungsstößen	45
	Anhang F (informativ) Beispiel für Kombinationen von Durchmessern für das Schweißen von Kreuzungsstößen mit den Schweißprozessen 21 und 23	46
	Literaturhinweise.....	47

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17660:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 17660-1:2006 und EN ISO 17660-2:2006 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 17660:2021 wurde von CEN als prEN ISO 17660:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44, *Welding and allied processes*, Unterkomitee SC 10, *Quality management in the field of welding* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 17660-1:2006 und ISO 17660-2:2006), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet;
- Teil 1 und Teil 2 wurden in einem Dokument zusammengeführt;
- Bild 3, Bild 9, Bild 10 und Bild 11 wurden technisch überarbeitet;
- die Anzahl der Prüfstücke in 9.2 für die Schweißer- und Bedienerqualifikationen wurden geändert.
- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet;

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für das Schweißen von schweißgeeigneten Betonstählen und nichtrostenden Betonstählen für tragende Schweißverbindungen oder nichttragende Schweißverbindungen in Betrieben und auf der Baustelle. Es legt Anforderungen an Werkstoffe, Gestaltung und Ausführung von Schweißverbindungen, Schweißpersonal, Qualitätsanforderungen und mechanische Prüfung fest. Alle Bestimmungen mit Ausnahme von 9.2.3 gelten für tragende Verbindungen. Die Anforderungen für nichttragende Verbindungen sind in 6.1, 6.3, 6.5, Abschnitt 8, 9.2.3 und Abschnitt 13 festgelegt bzw. dargestellt.

Dieses Dokument enthält auch Verbindungen zwischen Betonstahlstäben und anderen Stahlteilen, wie Verbindungseinheiten, Verankerungen, einschließlich vorgefertigter Einbauteile.

Dieses Dokument gilt nicht für die fabrikmäßige Herstellung von Betonstahlmatten und Gitterträgern auf Mehrfachpunktschweißmaschinen oder auf Mehrfachbuckelschweißmaschinen.

Die Anforderungen dieses Dokuments gelten nur für ruhend beanspruchte Bauteile. Für dynamisch beanspruchte Bauteile wird empfohlen, in Abhängigkeit von der Stoßart und dem Schweißprozess, eine merkliche Verminderung der dynamischen Festigkeit des Betonstahls zu berücksichtigen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 3834-3, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 3: Standard quality requirements*

ISO 3834-4, *Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 4: Elementary quality requirements*

ISO 4063, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers*

ISO 5817, *Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections*

ISO 9606-1, *Qualification testing of welders — Fusion welding — Part 1: Steels*

ISO 14731, *Welding coordination — Tasks and responsibilities*

ISO 14732, *Welding personnel — Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials*

ISO 15609-1, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 1: Arc welding*

ISO 15609-2, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 2: Gas welding*

ISO 15609-5, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 5: Resistance welding*

ISO 15620, *Welding — Friction welding of metallic materials*

ISO 15630-1, *Steel for the reinforcement and prestressing of concrete — Test methods — Part 1: Reinforcing bars, rods and wire*

ISO 15630-2, *Steel for the reinforcement and prestressing of concrete — Test methods — Part 2: Welded fabric and lattice girders*

ISO 16020, *Steel for the reinforcement and prestressing of concrete — Vocabulary*

ISO 17637, *Non-destructive testing of welds — Visual testing of fusion-welded joints*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

tragende Schweißverbindungen

geschweißte Verbindung, die zur Übertragung von festgelegten Kräften zwischen Betonstahlstäben oder zwischen Betonstahlstäben und anderen Stahlteilen dient

3.2

nichttragende Schweißverbindungen

geschweißte Verbindung, deren Festigkeit nicht bei der Gestaltung von Stahlbetonkonstruktionen berücksichtigt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Zweck einer nichttragenden Schweißverbindung ist üblicherweise nur die Lagesicherung der Betonstahlteile während Fertigung, Transport und Betonieren. Diese Schweißnaht wird oft als Heftnaht bezeichnet.

3.3

Scherfaktor

S_f

Verhältnis zwischen Scherkraft eines Kreuzungsstoßes und der Nennstreckgrenze R_e multipliziert mit dem Nennquerschnitt A_s des kraftübertragenden Stabes

3.4

Hersteller

Unternehmen, das die Schweißarbeiten in den Betrieben oder auf der Baustelle ausführt

4 Symbole und Abkürzungen

a Kehlnahtdicke

A_{gt} Prozentsatz der Dehnung bei der Höchstkraft

A_n Nennquerschnittsfläche des Stahlstabs

A_s Nennquerschnittsfläche des zu verankernden Stabes

b	Überstand des Stabes
d, d_1, d_2	Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
$d_{\max}$	Nenndurchmesser des geschweißten Stabes (größte Abmessung)
$d_{\min}$	Nenndurchmesser des geschweißten Stabes (kleinste Abmessung)
e	Abstand zwischen den Stäben
F	durch den Querstab zu verankernde Kraft
$F_{\max}$	maximale Zugfestigkeit
F_s	Scherkraft
l	Länge der Schweißnaht (Kreuzungsstoß)
l_0	Gesamtlänge der Überlappung
$L_{\min}$	Mindestlänge der Probe
r	Radius des gebogenen Betonstahlstabs
R_e	spezifizierte charakteristische Streckgrenze des Betonstahls
R_m	Nennfestigkeit des Betonstahls
S_f	Scherfaktor
s	Kehlnahtdicke für Stumpfnah
t	Dicke des Steges eines Formstahls oder eines Bleches, die geschweißt werden müssen
$t_{\min}$	Mindestblechdicke
w	Schweißnahtbreite
x	Stegabstand
y	Steghöhe
z, z_1, z_2	Schenkellänge
α	Öffnungswinkel
BW	Stumpfnah
CEV	Kohlenstoffäquivalent
FW	Kehlnaht
SF	Scherfaktorklasse
WPQR	Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens
WPS	Schweißanweisung

5 Schweißprozesse

Die folgenden Schweißprozesse nach ISO 4063 dürfen benutzt werden (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1 — Liste der Schweißprozesse und Ordnungsnummern nach ISO 4063

Schweißprozess	Bezeichnung
111	Lichtbogenhandschweißen
114	Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode ohne Schutzgas
131	Metall-Aktivgasschweißen; MIG-Schweißen
135	Metall-Aktivgasschweißen; MAG-Schweißen
136	Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode
138	Metall-Aktivgasschweißen mit metallpulvergefüllter Drahtelektrode
141	Wolfram-Inertgasschweißen mit Massivdraht- oder Massivstabzusatz; WIG-Schweißen
21	Widerstandspunktschweißen
23	Buckelschweißen
24	Abbrennstumpfschweißen
25	Pressstumpfschweißen
42	Reibschweißen
47	Gaspressschweißen

Die Grundsätze dieses Dokuments dürfen für andere Schweißprozesse angewendet werden.

6 Vorbereitungen und Spezifikationen für Schweißverbindungen

6.1 Allgemeines

Für tragende Schweißverbindungen ist die Mindestfestigkeit der Verbindung in Abhängigkeit von der Art der Schweißverbindung mit vorgeschriebenem Schweißverfahren in Tabelle 2 angegeben. Die Scherfestigkeit für Kreuzungsstöße muss bei der Bemessung festgelegt werden (siehe auch Anhang E).

Für nichttragende Schweißverbindungen ist Überlappstoß oder Kreuzungsstoß anwendbar und eine Mindestfestigkeit der Verbindung wird im Allgemeinen nicht gefordert. Eine besondere Festigkeit für die Verbindung oder Maßnahmen zur Vermeidung einer Beeinflussung der Tragfähigkeit oder Duktilität der Stäbe müssen bei der Bemessung festgelegt werden.

Tabelle 2 — Mindestfestigkeit von tragenden Schweißverbindungen

Art der Verbindung	Empfohlener Schweißprozess	Mindestfestigkeit der Verbindung
Stumpfstoß	111, 114 135, 136, 138, 141, 24, 25 42, 47	
Überlappstoß/Laschenstoß	111, 114 135, 136, 138, 141	axiale Belastung bei voller Tragfähigkeit des Stabes
Verbindung mit anderen Stahlteilen	111, 114 135, 136, 138, 141 42	
Kreuzungsstoß ^a	111, 114 135, 136, 138, 141, 21, 23	Scherung mit dem Produkt aus Scherfaktor und Nennstreckgrenze des Stabes
^a $d_{\min}/d_{\max}$ sollte $\geq 0,2$ sein.		

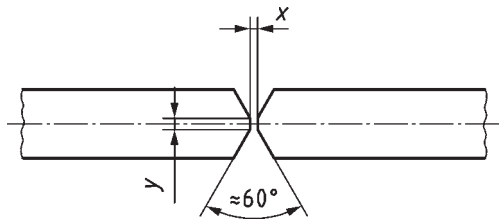
Die nachstehenden Verbindungen sind Beispiele guter Praxis, siehe 6.2 bis 6.6. Andere Stoßausbildungen dürfen angewendet werden, wenn nachgewiesen wird, dass sie die Anforderungen des Abschnittes 11 erfüllen.

6.2 Stumpfstoße

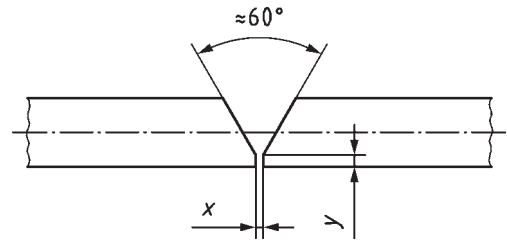
6.2.1 Stumpfstoße, geschweißt mit Schweißprozess 111, 114, 135, 136, 138 oder 141

Beispiele für die Vorbereitung von Stumpfnähten für tragende Schweißverbindungen sind in Bild 1 a) bis Bild 1 d) angegeben. Andere Stumpfnahtvorbereitungen oder Arten von Schweißbadsicherungen dürfen ebenfalls angewendet werden.

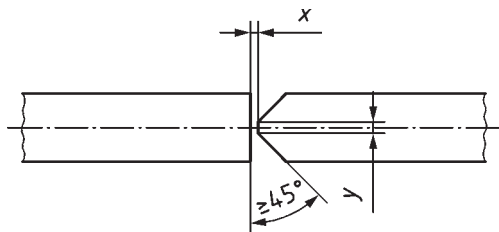
Die Vorbereitung des Stoßes muss meißelartig erfolgen. Die Schweißnahtvorbereitung sollte durch Schleifen oder Brennschneiden erfolgen.



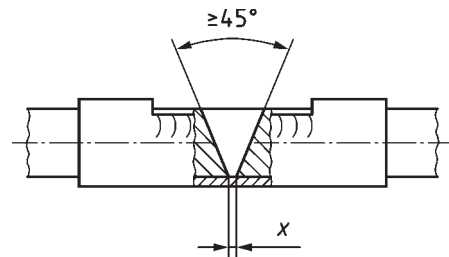
a) Doppel V-Stumpfnah



b) Einseitige V-Stumpfnah



c) Doppel HV-Stumpfnah



d) Einseitige V-Stumpfnah mit Badsicherung

Legende

x Stegabstand

y Steghöhe

ANMERKUNG x oder y ist vom Schweißprozess abhängig.

Bild 1 — Beispiele für die Stumpfstoßvorbereitung

6.2.2 Stumpfstoße, geschweißt mit Schweißprozess 24, 25 oder 42

Bei Schweißprozess 24 oder 25 darf die Exzentrizität der Stäbe bei Stabnennendurchmessern kleiner oder gleich 10 mm 1 mm und bei anderen Werten 10 % des Stabnennendurchmessers nicht überschreiten.

Bei Schweißprozess 24 oder 25 dürfen nur Stäbe mit gleichen Durchmessern zusammengeschweißt werden.

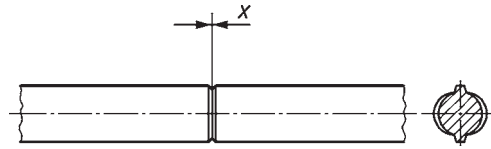
Bei dem Schweißprozess 42 muss die maximale Exzentrizität des Stabs festgelegt werden.

6.2.3 Stumpfstoße, geschweißt mit Schweißprozess 47

Weicht der Stabdurchmesser mehr als 7 mm vom Nennendurchmesser ab, darf der Stab nicht geschweißt werden.

Die Exzentrizität der Stäbe darf nicht mehr als 20 % des kleineren Nennendurchmessers der beiden zu verschweißenden Stäbe abweichen.

In Bild 2 ist ein Beispiel für die Nahtvorbereitung für den Schweißprozess 47 dargestellt.



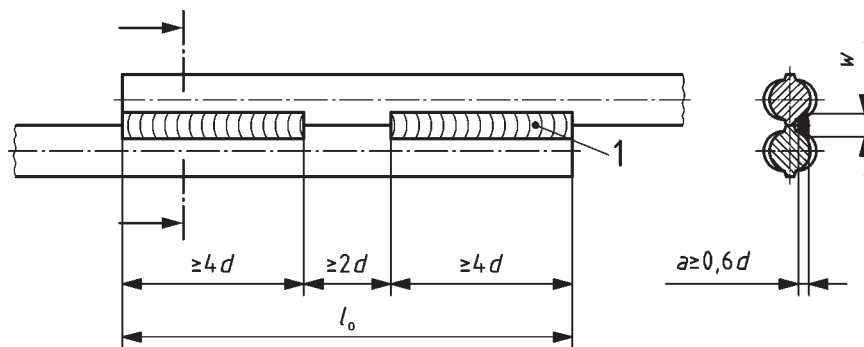
Legende

X Wurzelspalt = 0 mm

Bild 2 — Beispiel für die Stumpfstoßvorbereitung (Gaspressschweißen)

6.3 Überlappstöße

Für tragende Schweißverbindungen müssen Überlappstöße mit einseitigen unterbrochenen Flankenkehlnähten (unsymmetrischer Kraftverlauf) nach Bild 3 geschweißt werden.



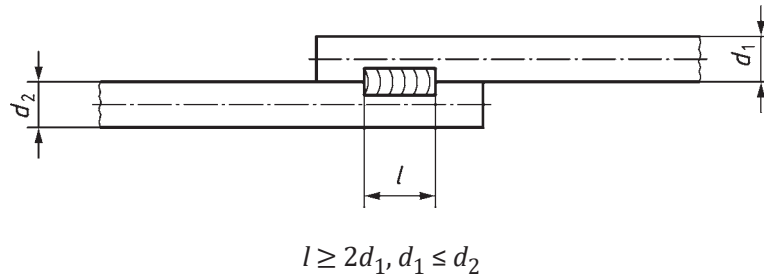
Legende

- 1 Schweißnaht
- d_1, d_2 Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
- a Kehlnahtdicke
- d Nenndurchmesser des dünneren der beiden zu schweißenden Stäbe
- l_o Gesamtlänge der Überlappung
- w Schweißnahtbreite

ANMERKUNG Es kann auch beidseitig mit einer Mindestschweißnahtlänge von $2,5 d$ geschweißt werden. Eine grobe Abschätzung der tatsächlichen Kehlnahtdicke kann mit $a \approx 0,5w$ vorgenommen werden.

Bild 3 — Tragender Überlappstoß

Die Spezifikationen in Bild 3 sind für nichttragende Schweißverbindungen nicht erforderlich. In Bild 4 ist ein Beispiel für einen nichttragenden Überlappstoß dargestellt.



Legende

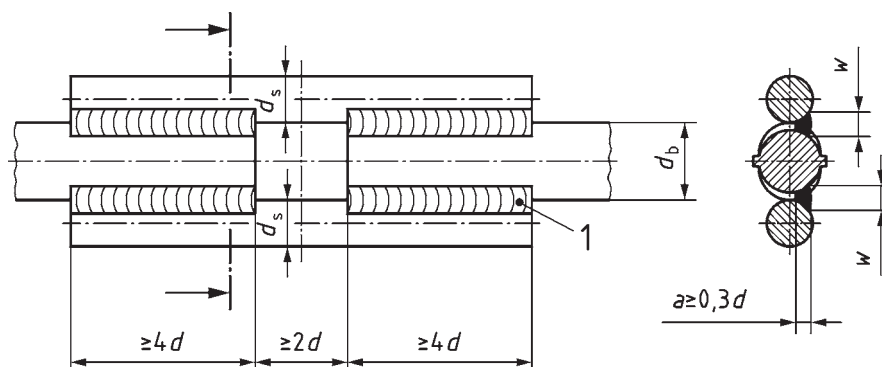
l Länge der Schweißnaht
 d_1, d_2 Nenndurchmesser des geschweißten Stabes

Bild 4 — Nichttragender Überlappstoß

6.4 Laschenstöße

Für tragende Schweißverbindungen müssen Laschenstöße mit einseitigen Flankenkehlnähten nach Bild 5 geschweißt werden.

Die zusammengefasste Querschnittsfläche der beiden Laschen muss gleich oder größer sein als die Querschnittsfläche der beiden zu verbindenden Stäbe, vorausgesetzt, dass Laschen und Stäbe die gleichen mechanischen Eigenschaften haben. Falls die Laschen und die Stäbe nicht die gleichen mechanischen Eigenschaften haben, muss die Querschnittsfläche der Laschen auf der Basis des Verhältnisses der einzelnen Nennstreckgrenzen bestimmt werden.



Legende

1 Schweißnaht
 a Kehlnahtdicke
 d Nenndurchmesser des dünneren der beiden zu verbindenden Stäbe mit ϕd_b und die Lasche mit ϕd_s
 w Schweißnahtbreite

ANMERKUNG Es kann auch beidseitig mit einer Mindestschweißnahtlänge von $2,5d$ geschweißt werden. Eine grobe Abschätzung der tatsächlichen Kehlnahtdicke kann mit $a \approx 0,4w$ vorgenommen werden.

Bild 5 — Laschenstoß

6.5 Kreuzungsstöße

6.5.1 Allgemeines

Für tragende Kreuzungsstöße muss der erforderliche Scherfaktor, S_f , der Verbindung in der Zeichnung angegeben werden und muss durch Prüfung nach Abschnitt 13 bestätigt werden (für die Klassifizierung des Scherfaktors siehe Anhang E).

6.5.2 Kreuzungsstöße für Schweißprozess 111, 114, 135, 136, 138 oder 141

Für tragende Schweißverbindungen müssen Kreuzungsstöße nach Bild 6 geschweißt werden. Der Stoß muss, wann immer es möglich ist, beidseitig mit mindestens zwei gleichartigen Schweißnähten (siehe Bild 6 a)) geschweißt werden.

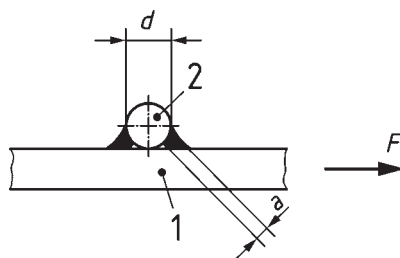
Falls nur einseitig geschweißt wird, muss die Bestätigung der Scherfestigkeit der Schweißverbindung mit der Kraft nach Bild 6 b) erfolgen.

Um Risse in der Schweißnaht zu vermeiden, müssen die nachfolgenden Bedingungen erfüllt werden:

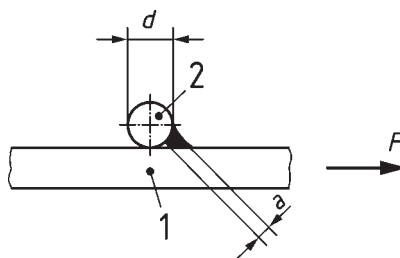
- a) eine kleinste Kehlnahtdicke $a \geq 0,3 d_{\min}$;
- b) eine kleinste Länge der Schweißnaht $l \geq 0,5 d_{\min}$.

Wenn mehr als ein Querstab auf der gleichen Seite des Längsstabes benutzt wird, muss der Zwischenraum mindestens das 3-fache des Nenndurchmessers des Querstabs betragen.

Für eine nichttragende Verbindung darf einseitige geschweißt werden, wie in Bild 6 b) dargestellt.



a) Beidseitig geschweißt



b) Einseitig geschweißt

Legende

- 1 Längsstab
- 2 Querstab
- a Kehlnahtdicke
- d Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
- F durch den Querstab zu verankernde Kraft

Bild 6 — Kreuzungsstoß, geschweißt mit Schweißprozess 111, 114, 135, 136, 138 oder 141

6.5.3 Kreuzungsstöße für Schweißprozess 21 oder 23

Kreuzungsstöße, die mit Prozess 21 oder 23 ausgeführt werden, müssen nach Bild 7 geschweißt werden. Diese Art der Schweißverbindung wird sowohl für tragende als auch für nichttragende Verbindungen verwendet.

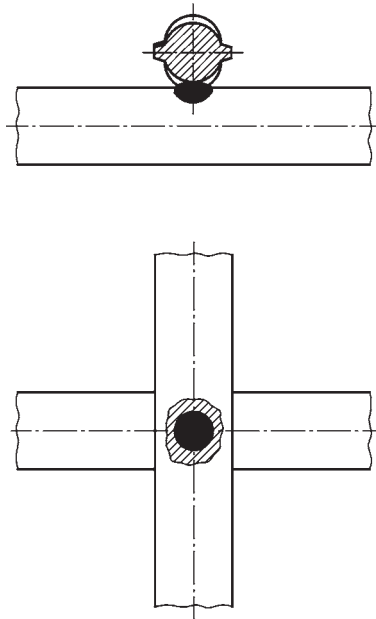


Bild 7 — Kreuzungsstoß, geschweißt mit Schweißprozess 21 oder 23

6.6 Verbindungen zwischen Betonstahlstäben und anderen Stahlteilen

6.6.1 Allgemeines

Die Werkstoffdicken der Stahlteile nach Bild 8 bis Bild 11 sind unter schweißtechnischen Gesichtspunkten festgelegt worden. Größere Werkstoffdicken können aufgrund einer detaillierten statischen Untersuchung erforderlich werden.

Wenn die Schweißnahtlänge oder die Werkstoffdicke der Stahlteile von den Festlegungen in Bild 8, Bild 9, Bild 10 und Bild 11 abweicht, müssen die abweichenden Maße durch Versuchsergebnisse nachgewiesen werden.

Die Einzelheiten von solchen Versuchen müssen festgelegt und dokumentiert werden.

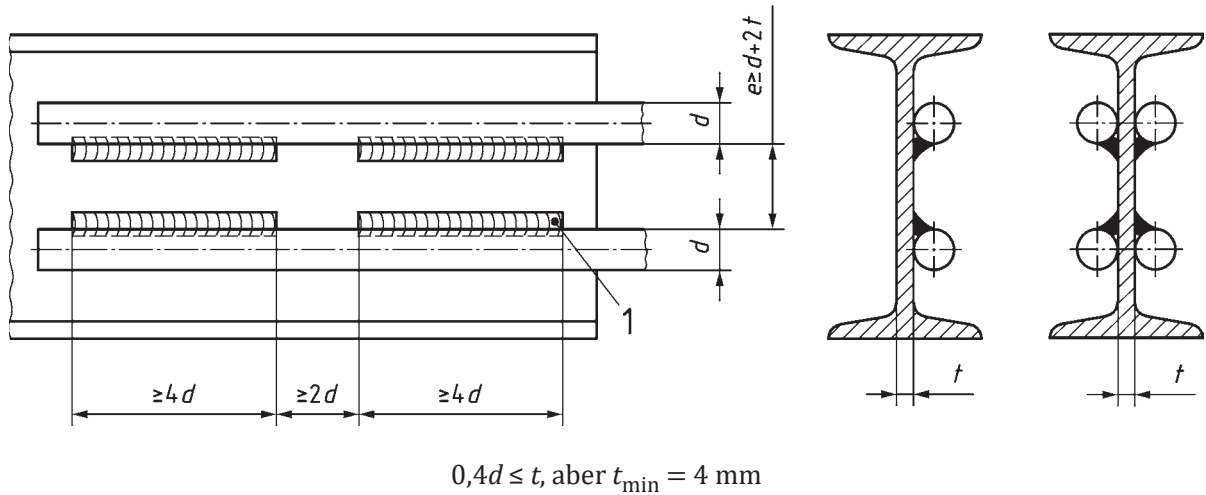
Die Werkstoffauswahl, Bemessung und Konstruktion der Stahlteile muss nach den maßgebenden Planungsvorgaben erfolgen.

Schweißverbindungen zwischen Betonstählen nach 7.1.1 und nichtrostenden Stählen oder Feinkornbaustählen sind zulässig.

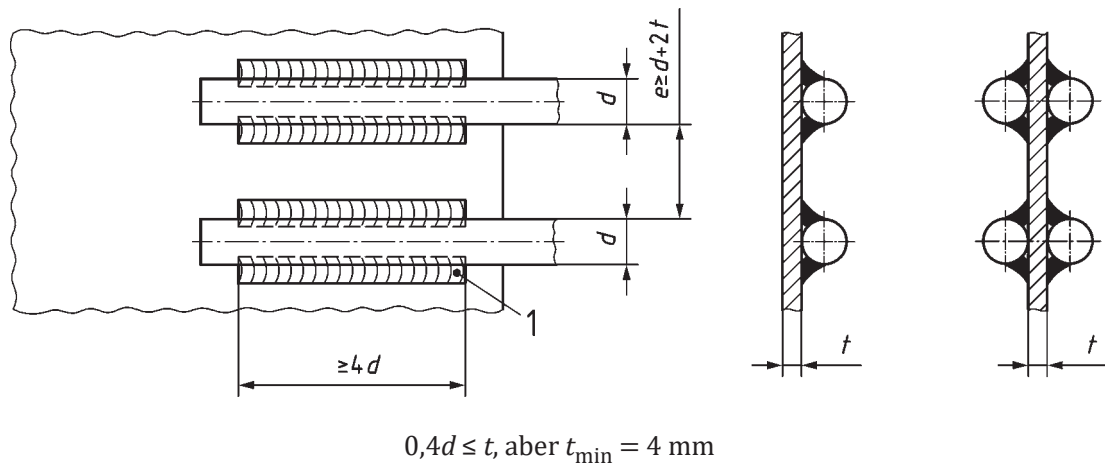
6.6.2 Verbindungsarten

6.6.2.1 Verbindungen mit Flankenkehlnaht

Tragende Flankenkehlnähte sind in Bild 8 und Bild 9 dargestellt. Verbindungen mit einseitigen Flankenkehlnähten müssen unter Beachtung der Maße für einen Überlappstoß (siehe 6.3) geschweißt werden. Verbindungen mit beidseitigen Flankenkehlnähten müssen unter Beachtung der Maße für einen Laschenstoß (siehe 6.4) geschweißt werden.



a) Verbindung mit einseitiger Flankenkehlnaht

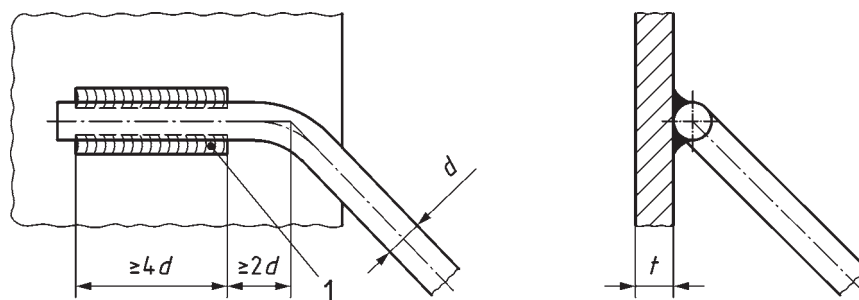


b) Verbindung mit beidseitiger Flankenkehlnaht

Legende

- 1 Schweißnaht
- d Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
- e Abstand zwischen den Stäben
- t Dicke des Steges eines Formstahls oder eines Bleches, die geschweißt werden müssen
- $t_{\min}$ Mindestblechdicke

Bild 8 — Verbindung mit Flankenkehlnaht an geraden Betonstahlstäben



Legende

- 1 Schweißnaht
- d Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
- t Dicke des Steges eines Formstahls oder eines Bleches, die geschweißt werden müssen

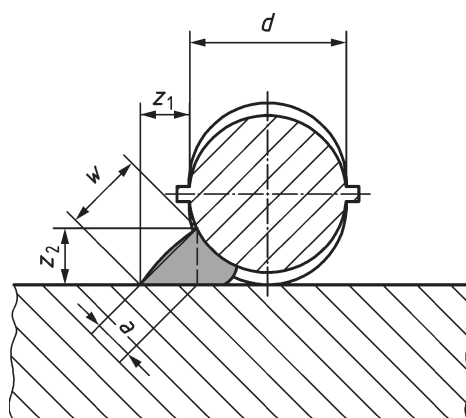
Bild 9 — Verbindung mit beidseitiger Flankenkehlnaht am gebogenen Betonstahlstab

Für die Dicke der Stahlteile, die Länge der Schweißnaht und die Schweißnahtabstände müssen die Maße nach Bild 8 und Bild 9 beachtet werden.

Für das Schweißen von beidseitigen Flankenkehlnähten an gebogenen Betonstahlstäben nach Bild 9 gelten ebenfalls die Anforderungen nach 13.2.

Beim Zusammenbau muss ausreichende Zugänglichkeit zum Schweißen sichergestellt werden.

Einseitige Flankenkehlnähte müssen nach Bild 10 ausgeführt werden.



$$w \geq 0,5d, \text{ mindestens } 6 \text{ mm}$$

Legende

- a Nennkehlnahtdicke
- d Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
- w Schweißnahtbreite
- z_1, z_2 Schenkellänge

ANMERKUNG $a \approx 0,5 \times w \approx 0,7 \times z_{1,2}$

Bild 10 — Einseitige Flankenkehlnaht

6.6.2.2 Stirnplattenverbindungen

Stirnplattenverbindungen sollten nach Bild 11 geschweißt werden.

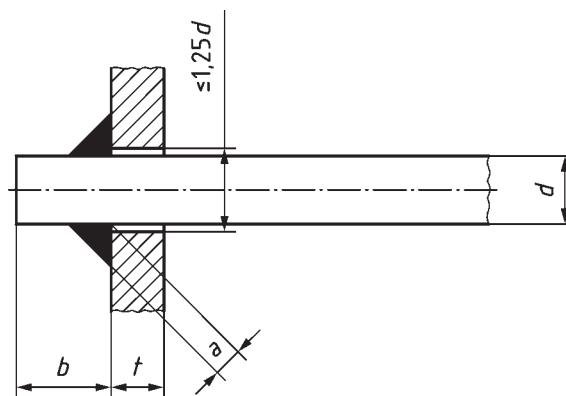
Wenn mehrere Betonstahlstäbe an ein Blech oder an ein Formstahl geschweißt werden, muss der Abstand zwischen den Stäben mindestens $3d$ sein.

ANMERKUNG Eine derartige Verbindung kann für Endverankerungen benutzt werden.

Bei Verbindungen mit Kehlnähten am aufgesetzten Stab nach Bild 11 c) muss das Ende des Betonstahlstabs rechtwinklig zur Stabachse abgetrennt werden.

Es darf kein Abstand zwischen dem rechtwinkligen Ende des Betonstahlstabs und dem Stahlteil vorhanden sein. Dopplungen und Terrassenbrüche im Stahlblech müssen durch den Einsatz eines geeigneten Grundwerkstoffes vermieden werden.

Das Stahlblech muss geprüft werden, z. B. nach EN 10164.

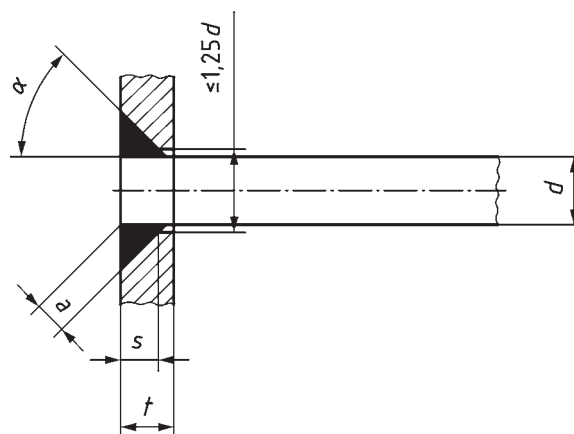


$$a = 0,4d$$

$$b \geq d$$

$$0,4d \leq t, \text{ aber } t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

a) Durchgesteckter Stab

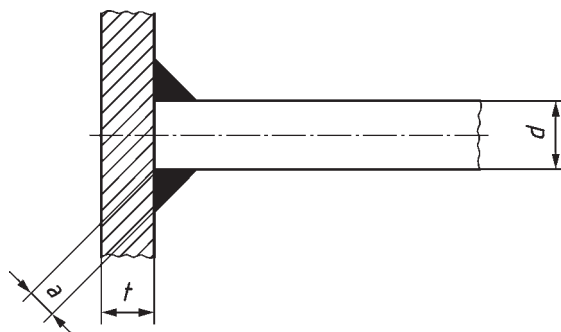


$$\alpha \geq 45^\circ$$

$$s = 0,4d$$

$$t \geq d$$

b) Versenkter Stab



$$a = 0,4d$$

$$0,4d \leq t, \text{ aber } t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

Bei schlechter Passung bei Kehlnähten (ISO 6520-1, Nr. 617) muss die Kehlnahtdicke entsprechend erhöht werden.

c) Aufgesetzter Stab

Legende

- a Kehlnahtdicke
- b Überstand des Stabes
- d Nenndurchmesser des geschweißten Stabes
- s Einbrandtiefe
- t Blechdicke
- $t_{\min}$ Mindestblechdicke
- α Öffnungswinkel

Bild 11 — Stirnplattenverbindung

7 Werkstoffe

7.1 Grundwerkstoffe

7.1.1 Betonstähle

Schweißgeeignete Betonstähle und nichtrostende Betonstähle nach den maßgebenden Normen oder technischen Spezifikationen dürfen benutzt werden. Bei der Instandsetzung und Erweiterung von Bauten muss die Schweißeignung der vorhandenen Betonstähle nachgewiesen werden.

7.1.2 Prüfbescheinigungen

Für Betonstähle wird ein Abnahmeprüfzeugnis nicht benötigt, wenn der Hersteller des Betonstahls für den Markt nach der maßgebenden Produktnorm zertifiziert ist.

Das Kohlenstoffäquivalent (CEV), die Herstellungsart und die Lieferzustände müssen vor dem Schweißen bestimmt werden, wenn ein Abnahmeprüfzeugnis benötigt wird.

Diese Forderung für das CEV muss nicht angewendet werden, wenn:

- a) die Schweißeignung mit einem nach der maßgebenden Produktnorm höchsten zulässigen CEV-Wert in einer Schweißverfahrensprüfung nachgewiesen wird; oder
- b) nachgewiesen werden kann, dass der gelieferte Stahl den gleichen oder einen niedrigeren CEV-Wert als der bei der Schweißverfahrensprüfung verwendete Stahl hat.

Für Betonstähle und Baustähle muss der CEV-Wert der maßgebenden Produktnorm entsprechen und muss nach Gleichung (1) berechnet werden:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (1)$$

Die Forderung für das CEV gilt nicht für nichtrostenden Stahl.

7.2 Schweißzusätze

Verwendete Schweißzusätze müssen nach der maßgebenden Norm qualifiziert sein.

Für tragende Schweißverbindungen muss die festgelegte Mindeststreckgrenze der Schweißzusätze mindestens 70 % der festgelegten Mindeststreckgrenze des Betonstahls betragen. Für tragende Stumpfnah-Schweißverbindungen muss die festgelegte Mindeststreckgrenze der Schweißzusätze gleich oder größer sein als die festgelegte Mindeststreckgrenze der zu schweißenden Betonstähle.

ANMERKUNG Einige Anwendungsnormen lassen die Verwendung von unterfesten Zusatzwerkstoffen nicht zu.

8 Qualitätsanforderungen

Für tragende Schweißverbindungen müssen Hersteller, die im Betrieb oder auf der Baustelle Schweißarbeiten an tragenden Schweißverbindungen mit Betonstählen ausführen, die Qualitätsanforderungen nach ISO 3834-3 erfüllen. Für nichttragende Schweißverbindungen müssen die Qualitätsanforderungen nach ISO 3834-4 erfüllt werden.

9 Schweißpersonal

9.1 Schweißaufsichtsperson

Tragende Schweißverbindungen müssen von einer Schweißaufsichtsperson nach ISO 14731 mit speziellen technischen Kenntnissen für das Schweißen von Betonstählen überprüft werden.

ANMERKUNG 1 Die technischen Kenntnisse einer Schweißaufsichtsperson für das Schweißen von Betonstählen müssen durch einen speziellen Lehrgang oder nationale Ausbildungsprogramme erlangt werden.

ANMERKUNG 2 Bei der Überwachung der Schweißarbeiten kann sich die Schweißaufsichtsperson durch Mitarbeiter des Herstellers, die über eine ausreichende schweißtechnische Ausbildung oder Erfahrung verfügen, unterstützen lassen. Die Verantwortung der Schweißaufsichtsperson bleibt davon unberührt.

9.2 Schweißer- und Bedienerprüfungen

9.2.1 Schweißer für nichttragende Schweißverbindungen

Für die Schweißprozesse 111, 114, 135, 136, 138 und 141 müssen die Schweißer für die Durchführung der Schweißverfahren entsprechend qualifiziert sein. Für die Ausführung von tragenden Schweißverbindungen an Betonstahlstäben muss der Schweißer mit Prüfstücken nach Tabelle 3 qualifiziert sein, die die kritischsten Schweißbedingungen in der Fertigung (z. B. Maße, Schweißpositionen) abdecken müssen.

Die Auswertung der Prüfstücke muss nach Tabelle 3 erfolgen und das positive Ergebnis muss durch die Schweißaufsichtsperson bestätigt werden (siehe Anhang C).

Tabelle 3 — Anzahl der Prüfstücke

Verbindung	Anzahl der Prüfstücke	Art der Prüfung des Prüfstücks nach diesem Dokument
Stumpfstoß ^a	3	Zugprüfung
Überlappstoß ^b	3	Zugprüfung und Makroprüfung
Kreuzungsstoß ^c	4	2 Mal Scherprüfung, 2 Mal Zugprüfung
Andere Verbindungen ^d	3	Zugprüfung
^a Nach Bild 1 oder Bild 2. ^b Nach Bild 3. ^c Nach Bild 6 oder Bild 7. ^d Nach Bild 8, Bild 9, Bild 10 oder 11.		

Für den Schweißprozess 47 müssen die Schweißer nach nationalen Normen oder anderen Normen, die gleichwertige technische Bedingungen vorsehen, qualifiziert sein.

Die Schweißerqualifikation ist für jeden qualifizierten Schweißprozess gültig. In Tabelle 4 ist der Geltungsbereich der Schweißerqualifikation für die jeweilige Art der Schweißverbindung angegeben.

Tabelle 4 — Geltungsbereich der Schweißerqualifikation für die jeweilige Art der Schweißverbindung

Art der Schweißverbindung bei der Prüfung	Geltungsbereich			
	Stumpfstoß	Kreuzungsstoß	Überlappstoß/Laschenstoß	Andere Verbindungen ^{b, c}
Stumpfstoß	x			
Kreuzungsstoß		x		
Überlappstoß			x	x
Verbindung mit Flankenkehlnaht ^a			x	x
ANMERKUNG Das Symbol x kennzeichnet die Schweißverbindungen, für die der Schweißer qualifiziert ist und das Symbol kennzeichnet die Schweißverbindungen, für die der Schweißer nicht qualifiziert ist.				
^a Nach Bild 8, Bild 9 oder Bild 10. ^b Nach Bild 8, Bild 9, Bild 10 oder 11. ^c Überlappstoß umfasst nicht Bild 11 c).				

In Tabelle 5 ist der Geltungsbereich der Schweißerqualifikation für die jeweilige Schweißposition für die Schweißprozesse 111, 114, 135, 136, 138 und 141 angegeben.

Tabelle 5 — Geltungsbereich der Schweißerqualifikation für die jeweilige Schweißposition für die Schweißprozesse 111, 114, 135, 136, 138 und 141

Schweißposition während der Prüfung	Geltungsbereich						
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG
PA	x						
PB	x	x					
PC	x	x	x				
PD	x	x	x	x	x		
PE	x	x	x	x	x		
PF	x	x				x	
PG							x

ANMERKUNG Das Symbol x kennzeichnet die Schweißpositionen, für die der Schweißer qualifiziert ist und das Symbol kennzeichnet die Schweißpositionen, für die der Schweißer nicht qualifiziert ist.

Der Schweißer muss separat für Kohlenstoffstähle und nichtrostende Stähle qualifiziert sein. Die Qualifikation mit nichtrostendem Stahl qualifiziert für nichtrostenden Stahl bis Kohlenstoffstahl.

Der Geltungsbereich der Schweißerqualifikation für den jeweiligen Durchmesser des Betonstahlstabes und die Werkstoffdicke ist in Tabelle 8 angegeben (siehe 11.5.3).

9.2.2 Bediener von Schweißeinrichtungen und Einrichter für das Widerstandsschweißen für tragende Schweißverbindungen

Bediener von Schweißeinrichtungen und Einrichter für das Widerstandsschweißen für voll mechanisiertes oder automatisiertes Schweißen müssen über eine gültige Bedienerprüfungsbescheinigung nach ISO 14732 oder anwendbarer Norm verfügen, ausgeführt an Betonstahl.

9.2.3 Schweißer für nichttragende Schweißverbindungen

Die Schweißer müssen eine Ausbildung für das Schweißen von nichttragenden Schweißverbindungen erhalten. Am Ende der Ausbildung müssen die Schweißer mindestens ein Prüfstück schweißen, das nach Tabelle 3 bewertet wird. Schweißer für tragende Schweißnähte sind qualifiziert für nichttragende Schweißnähte.

9.3 Gültigkeit der Schweißerprüfungsbescheinigung und Bedienerprüfungsbescheinigung

Die Gültigkeit einer Schweißerprüfungsbescheinigung zum Schweißen von Betonstählen muss ISO 9606-1 oder anderen Normen, die gleichwertige technische Bedingungen vorsehen, entsprechen.

Die Gültigkeit einer Schweißerprüfungsbescheinigung für das Schweißen von Betonstählen muss ISO 14732 entsprechen.

10 Schweißanweisung (WPS)

Schweißanweisungen müssen, soweit zutreffend, nach ISO 15609-1, ISO 15609-2, ISO 15609-5 oder ISO 15620 vorbereitet werden. In jedem Fall muss die WPS durch die zusätzlichen, maßgebenden Parameter im Abschnitt 11 ergänzt werden. Anhang A enthält ein Beispiel eines WPS-Vordrucks.

11 Schweißverfahrensprüfung für tragende Verbindungen

11.1 Allgemeines

Vor Beginn der Produktionsschweißarbeiten müssen alle Schweißverfahren mit dem WPQR-Bericht qualifiziert werden.

11.2 Proben

Die Proben dürfen, soweit zutreffend, nach Anhang B ausgewählt werden. Die Maße müssen aus Tabelle 8 gewählt werden, siehe 11.5.3.

11.3 Mechanische Prüfung

Die mechanische Prüfung muss nach Tabelle 6 ausgeführt werden.

Tabelle 6 — Mechanische Prüfung

Art der Verbindung	Anzahl der Prüfstücke ^a	
	Zugprüfung	Scherprüfung
Stumpfstoß	3	-
Überlappstoß/Laschenstoß	3	-
Kreuzungsstoß	3	3 ^b
Andere Verbindungen	3	-
^a Bei Schweißverbindungen, deren Schweißzone bei der Herstellung gebogen wird, muss bei Bedarf die Biegeprüfung durchgeführt werden. ^b Bei der Scherprüfung muss der Stab verankert werden.		

11.4 Abnahmebedingungen

Die Abnahmebedingungen für mechanische Prüfung müssen die Anforderungen in Abschnitt 14 erfüllen.

11.5 Geltungsbereich

11.5.1 Werkstoff

Eine Schweißverfahrensprüfung ist beschränkt auf den Herstellungsprozess des Betonstahls nach Tabelle 7.

Eine Schweißverfahrensprüfung, die an einer Stahlsorte durchgeführt wurde, qualifiziert für andere Stahlsorten nach Tabelle 7 (siehe 11.5.2).

Das Kohlenstoffäquivalent des in der Schweißverfahrensprüfung verwendeten Betonstahls qualifiziert Werkstoffe mit einem gleichen oder niedrigeren Kohlenstoffäquivalent, jedoch nicht höhere Kohlenstoffäquivalente.

Tabelle 7 — Geltungsbereich für den Werkstoff des Prüfstücks für die Schweißverfahrensprüfung

Werkstoff- gruppe	Beschreibung des Werkstoffs	Anwendungsbereich des Werkstoffs								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
I ^a	Schweißgeeignete Betonstähle, Streckgrenze $\leq 500 \text{ N/mm}^2$, Beständigkeit durch Kohlenstoffgehalt $C > 0,24 \%$ (Massenanteil)	x								
II	Schweißgeeignete Betonstähle, Streckgrenze $\leq 500 \text{ N/mm}^2$, Herstellung durch Kaltziehen oder Kaltwalzen		x		x	x				
III	Schweißgeeignete Betonstähle, Streckgrenze $\leq 500 \text{ N/mm}^2$, Herstellung durch Warmwalzen ohne Wärmebehandlung, Beständigkeit durch Legierungselemente von $\text{Cr} \leq 0,30 \%$ (Massenanteil), $\text{Cu} \leq 0,30 \%$ (Massenanteil), $\text{Ni} \leq 0,30 \%$ (Massenanteil), $\text{Mo} \leq 0,10 \%$ (Massenanteil),		x	x	x	x				
IV	Schweißgeeignete Betonstähle, Streckgrenze $\leq 500 \text{ N/mm}^2$, Herstellung durch Warmwalzen mit Wärmebehandlung		x	x	x	x				
V	Schweißgeeignete Betonstähle, Streckgrenze $\leq 500 \text{ N/mm}^2$, Herstellung durch Warmwalzen und Kaltverformung		x	x	x	x				
VI ^b	Hochfeste Betonstähle, Streckgrenze $> 500 \text{ N/mm}^2$ durch Legierungselemente C-Si-Mn		x	x	x	x	x			
VII	Hochfeste Betonstähle, Streckgrenze $> 500 \text{ N/mm}^2$ durch Legierungselemente C-Mn-Cr $C > 0,22 \%$ (Massenanteil), $\text{Cr} > 0,30 \%$ (Massenanteil), $\text{Mn} > 1,60 \%$ (Massenanteil)		x	x	x	x	x	x		
VIII ^c	Hochfeste Betonstähle, Streckgrenze $> 500 \text{ N/mm}^2$ durch Legierungselemente C-Cr $\text{Cr} \leq 0,30 \%$ (Massenanteil), $\text{Cr} = 2,0 \%$ bis 11% (Massenanteil)								x	
IX ^d	Nichtrostende Betonstähle									x
ANMERKUNG Das Symbol x kennzeichnet die Prüfstückwerkstoffe, für die der Schweißer qualifiziert ist.										