

Schweißverfahren

Das Schweißen ist ein Vorgang, bei dem Werkstoffe unter Verwendung von Wärmeenergie und/oder Druck derart verbunden werden, dass sich ein kontinuierlicher innerer Aufbau der Werkstoffe ergibt. Man unterscheidet Schmelz- und Pressschweißverfahren. Im konstruktiven Stahlbau sind die Schmelzschweißverfahren weit verbreitet, insbesondere das Lichtbogenschweißen. Ihnen gemeinsam ist die Verwendung des Lichtbogens als Energiequelle, der zwischen zwei elektrischen Polen entsteht. Der Lichtbogen brennt zwischen der Elektrode am Handstück des Schweißgerätes und dem Werkstoff und schmilzt den Grundwerkstoff sowie einen gegebenenfalls zugeführten Schweißzusatz auf. Der Lichtbogen und das Schmelzbad müssen gegen die Atmosphäre geschützt werden, um die Aufnahme von Luftstickstoff und Luftsauerstoff zu verhindern. Dazu werden beim Lichtbogenhandschweißen (E-Hand) gasbildende Elektrodenumhüllungen und beim Metall- oder Wolframschutzgasschweißen aus einer Düse am Handstück austretende Schutzgase verwendet.

Die Schutzgasglocke kann schon bei geringem Luftzug zerblasen werden, was insbesondere bei Baustellenschweißungen beachtet werden muss. Das Schutzgas kann aktiv sein, z. B. beim Metall-Aktiv-Gas-Schweißen (MAG) oder inert (reaktionsträge), z. B. beim Metall-Inert-Gas-Schweißen (MIG) oder beim Wolfram-Inert-Gas-Schweißen (WIG). Zum Schweißen der unlegierten oder niedriglegierten Baustähle wird in der Regel aktives Schutzgas eingesetzt. Dieses kann beispielsweise reines Kohlendioxid (CO₂) sein.

Übliche Schweißnahtarten und -ausführungen

Übliche Schweißnahtarten im konstruktiven Stahlbau können **Bild 1** entnommen werden. Schweißnähte können prinzipiell über ihre Länge durchgehend oder unterbrochen hergestellt werden. Unterbrochen geschweißte Kehlnähte sollten allerdings bei Korrosionsgefährdung nicht zur Anwendung kommen. Unterbrochen geschweißte Stumpfnahte sind in der Regel zu vermeiden. Für die unverschweißten Spatlängen L₁ oder L₂ zwischen den einzelnen Schweißabschnitten L_w einer unterbrochen geschweißten Kehlnaht gelten die in **Bild 2** dargestellten Anforderungen. Die wirksame Nahtdicke sollte im konstruktiven Stahlbau a ≥ 3 mm betragen. Die Definition der Kehlnahtdicke a ist in **Bild 3** dargestellt.

Schweißnahtart	Art der Verbindung		
	Stumpfstoß	T-Stoß	Überlappter Stoß
Kehlnaht			
durchgeschweißte Naht	 V-Naht Doppel V-Naht U-Naht Doppel U-Naht	 HV-Naht Doppel HV-Naht J-Naht Doppel J-Naht	
nicht durchgeschweißte Naht	 Doppel Y-Naht Doppel U-Naht	 Doppel HY-Naht	

Bild 1 Im Stahlbau übliche Schweißnähte

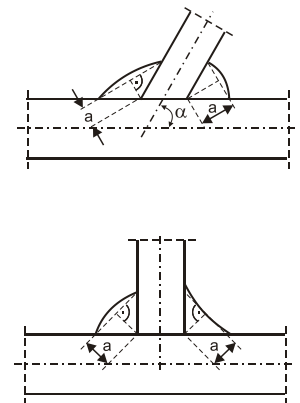


Bild 3 Definition der Kehlnahtdicke a

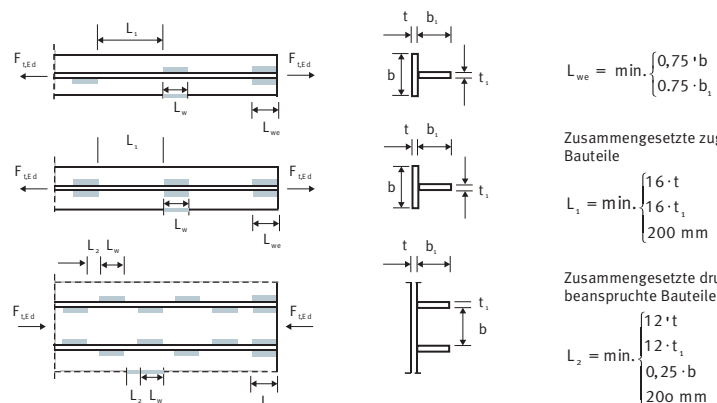


Bild 2 Nicht durchgeschweißte Nähte

Tragfähigkeit von Schweißnähten

Kehlnähte

Die Tragfähigkeit von Schweißnähten ist nach DIN EN 1993-1-8 nachzuweisen. Die Regelungen der DIN EN 1993-1-8 zu Schweißverbindungen beziehen sich auf schweißbare Baustähle, die den Anforderungen nach DIN EN 1993-1-1 entsprechen und Erzeugnisdicken von 4 mm oder mehr aufweisen. Für Schweißnähte bei dünneren Erzeugnisdicken gilt DIN EN 1993-1-3. Zu Schweißnähten von Hohlprofilen mit Blechdicken von 2,5 mm und mehr siehe Abschnitt 7 der DIN EN 1993-1-8. DN EN 1993-1-8 stellt für den Tragfähigkeitsnachweis von Kehlnähten zwei Verfahren zur Verfügung: das Richtungsbezogene Verfahren und das Vereinfachte Verfahren. Nach dem Vereinfachten Verfahren darf die Tragfähigkeit als ausreichend angenommen werden, wenn an jedem Punkt der Kehlnaht die Resultierende aller einwirkenden Kräfte pro Längeneinheit der Schweißnaht $F_{w,Ed}$ die Beanspruchbarkeit $F_{w,Rd}$ nicht überschreitet, siehe auch **Bild 4**:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

Normen und Stahlsorte			Korrelationsbeiwerte β
DIN EN 10025	DIN EN 10210	DIN EN 10219	
S235 S235W	S235H	S235H	0,8
S275 S275N/NL S275M/ML	S275H S275NH/NLH	S275H S275NH/NLH S275MH/MLH	0,85
S355 S355N/NL S355M/ML S355W	S355H S355NH/NLH	S355H S355NH/NLH S355MH/MLH	0,9
S420N/NL S420M/ML		S420MH/MLH	0,88
S460N/NL S460M/ML S460Q/QL/QL1	S460NH/NLH	S460NH/NLH S460MH/MLH	0,85

Tabelle 1 Korrelationsbeiwerte β

Stahlsorte	Nahtdicke a [mm]								
	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	
S 235	6,2	8,3	10,4	12,5	14,5	16,6	18,7	20,8	
S 275	7,0	9,3	11,7	14,0	16,4	18,7	21,0	23,4	
S 355	7,9	10,5	13,1	15,7	18,3	20,9	23,6	26,2	
S 420	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	
S 460	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,4	24,9	

Anmerkung: Die angegebenen Grenzkraften gelten für eine Zugfestigkeit für Blechdicken $t \leq 40$ mm.

Tabelle 2 Grenzkraften $F_{w,Rd}$ in [kN/cm] einer Kehlnaht

mit

$F_{w,Ed}$ Bemessungswert der auf die wirksame Kehlnahtfläche einwirkenden Kräfte je Längeneinheit,

$F_{w,Rd}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit der Schweißnaht je Längeneinheit; sie ist unabhängig von der Orientierung der wirksamen Kehlnahtfläche zur einwirkenden Kraft und ergibt sich wie folgt:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a$$

mit

$f_{vw,d}$ Bemessungswert der Scherfestigkeit der Schweißnaht:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

f_u Zugfestigkeit des schwächeren der angeschlossenen Bauteile,

β_w Korrelationsbeiwert zur Berücksichtigung der Stahlsorte, siehe Tabelle 1,

γ_{M2} = 1,25, Teilsicherheitsbeiwert für Nachweis gegen Bruchversagen.

Bei der Ermittlung der Tragfähigkeit unterbrochen geschweißter Schweißnähte unter Verwendung der Gesamtlänge l_{tot} ist die Scherkraft für die Schweißnaht je Längeneinheit $F_{w,Ed}$ mit Beiwert $(e+l)/l$ zu vergrößern, siehe **Bild 5**.

Stumpfnähte

Die Tragfähigkeit von durchgeschweißten Stumpfnähten ist in der Regel mit der Tragfähigkeit des schwächeren der verbundenen Bauteile gleichzusetzen. Dies trifft zu, wenn die Schweißnaht mit Schweißzusätzen ausgeführt wird, die entsprechend Schweißgutprüfungen Mindestwerte der Streckgrenze und der Zugfestigkeit aufweisen, die nicht geringer sind als die für den Grundwerkstoff. Die Tragfähigkeit von nicht durchgeschweißten Stumpfnähten ist in der Regel wie für Kehlnähte mit tiefem Einbrand zu ermitteln, siehe hierzu Abschnitt 4.5.2(3) der DIN EN 1993-1-8. Weitere Angaben zu nicht durchgeschweißten Stumpfnähten und T-Stößen sind Abschnitt 4.7 der DIN EN 1993-1-8 zu entnehmen.

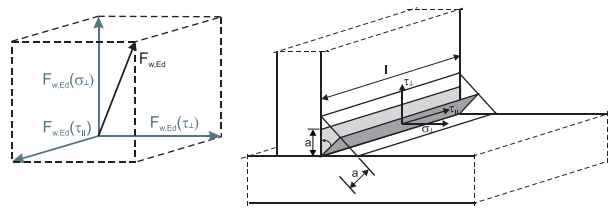


Bild 4 Spannungen im wirksamen Kehlnahtquerschnitt beim Vereinfachten Verfahren

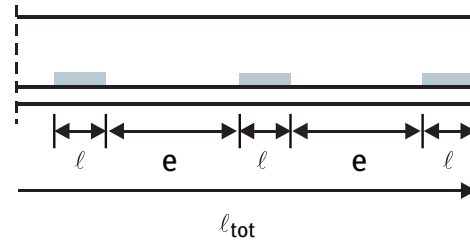


Bild 5 Definition der Kerngrößen zur Ermittlung des Beiwertes $(e+l)/l$ bei nicht durchgeschweißten Nähten

Normen

- DIN EN 1993-1-1:2010-12, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009
- DIN EN 1993-1-8:2010-12, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009