

Schweißen hochfester Stähle und Feinkornstähle ($R_e \geq 485 \text{ MPa}$)

1. Werkstoffe

Dieser Abschnitt enthält Schweißzusätze für hochfeste Stähle mit Streckgrenzen $\geq 485 \text{ N/mm}^2$.
Niedrigere Streckgrenzen siehe Abschnitt B.

2. Schweißen und Wärmebehandlung

2.1 Allgemeines

Generell gilt jedoch, dass mit steigender Mindeststreckgrenze und mit zunehmender Blechdicke eine erhöhte Sorgfalt bei der Verarbeitung aufgewendet werden muss.

Bei Schweißbeginn müssen die Nahtfugen trocken, frei von Brennschneidschlacke, Rost, Zunder und Verunreinigungen sein. Im Interesse der Kaltrissicherheit sollten Schweißzusätze verwendet werden, die einen niedrigen Wasserstoffgehalt im Schweißgut ergeben. Diese Voraussetzung erfüllen hochqualitative basische Schweißzusätze. Diese sind trocken zu lagern und, falls erforderlich, vor Gebrauch erneut zurückzutrocknen.

Bei Verwendung von Stabelektroden in der Vakuumverpackung (VacPac™) kann dieser Zeit- und Kostenaufwand entfallen (siehe auch Abschnitt Q).

2.2 Vorwärmung, Zwischenlagentemperatur und Wärmenachbehandlung

Die Vorwärmung ist unter Beachtung des Kohlenstoffäquivalents, der Wanddicke, des wärmeableitenden Querschnittes und des Wärmeeinbringens zu wählen. Das Vorwärmen dient vor allem der Vermeidung von spröden Aufhärtungszonen in der WEZ.

Für hohe Anforderungen an die Kaltzähigkeit ist deshalb bereits bei relativ geringen Blechdicken (ab ca. 12 mm) ein Vorwärmen auf ca. 80 - 150°C zu empfehlen. In vielen Richtlinien wird übrigens die Mindestvorwärmtemperatur zur Vermeidung von Kaltrissen ermittelt, die jedoch noch keine hinreichende Zähigkeit der WEZ gewährleistet. Dagegen dient die Einhaltung der maximalen Zwischenlagentemperatur der Vermeidung von Kornwachstum in der WEZ. Grobkornbildung ist mit einem Zähigkeitsabfall bei leichtem Härteanstieg verbunden. Die Zwischenlagentemperatur liegt meist bei min. 50°C über Vorwärmtemperatur, jedoch max. 250°C. Sehr geringes Wärmeeinbringen (z.B. kurze, dünne Heftstellen an dicken Blechen ohne Vorwärmung) führt zu schroffer Abkühlung und damit Aufhärtung bzw. Rissgefahr. Wird „zu warm“ geschweißt (z. B. sehr breite Pendelraupen in steigender Position), kann dies zur Grobkornbildung mit Zähigkeitsabfall führen.

Als Wärmenachbehandlung kommt für die nachfolgend genannten Stähle meist nur das Spannungsarmglühen in Betracht. Die resultierende Beeinträchtigung der Schweißguteigenschaften (Festigkeits- und ggf. Zähigkeitsabfall) sind im Voraus bei der Schweißzusatzwahl zu berücksichtigen.

2.3 Hinweise zum Schweißen

- Schweißzusätze sollten so ausgewählt werden, dass sie im Vergleich mit dem Grundwerkstoff keine unnötig hohe Festigkeit aufweisen.
- Heft- und Wurzelschweißungen werden häufig mit „weicheren“ Schweißzusätzen ausgeführt, um Risse zu vermeiden, z.B. WIG-Wurzelschweißungen mit OK Tigrod 13.28 bzw. OK Tigrod 13.09.
- Bei erhöhter Kaltrissgefahr wird im Anschluss an das Schweißen eine Wasserstoffarmglühung („Soaking“) (200 - 280°C / >2h) empfohlen.
- Vorwärmung und Wärmeeinbringung beim Schweißen entsprechend Empfehlungen der Stahlhersteller.
- Werden höhere Forderungen an die Kerbschlagzähigkeit gestellt, sollte die Mehrlagentechnik verwendet werden.
- Der Nahtaufbau sollte jeweils an den Nahtflanken begonnen werden, durch die folgende Raupe wird die Wärmeeinflusszone günstig beeinflusst.
- Beim Schweißen von senkrechten Nähten sind geringere Elektrodendurchmesser zu verwenden.
- Montagehilfsschweißungen sind bei Blechdicken >12 mm immer unter Vorwärmung auszuführen. Die Länge einer Raupe sollte 50 mm nicht unterschreiten.
- Bleiben Heftschweißungen Bestandteil der Schweißverbindung, sind auf dem Grundwerkstoff abgestimmte Schweißzusätze zu verwenden. Vor dem Überschweißen werden diese auf Risse geprüft.
- Das Zünden des Lichtbogens am Bauteil muss in der Schweißnahtfuge erfolgen.
- Für Ausbesserungsschweißungen gelten die gleichen Hinweise wie beim Schweißen in der Fertigung.
- Die zerstörungsfreie Prüfung sollte frühestens 24 h nach Beendigung der Schweißarbeiten erfolgen, da Kaltrisse verzögert auftreten können.
- Weitere Hinweise geben:
 - Stahl-Eisen-Werkstoffblatt SEW 088: Schweißgeeignete Feinkornstähle, und SEW 088 Beiblätter, SEW 063, SEW 086, SEW 090
 - DVS-Merkblatt 0916: Metall-Schutzgasschweißen von Feinkornbaustählen
 - DVS-Merkblatt 0918: Unterpulverschweißen von Feinkornbaustählen
 - EN 1011: Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe – Teil 1: Allgemeine Anleitungen für das Lichtbogenschweißen
 - Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen