

Schweißen nichtrostender Stähle

1. Allgemeines

Nichtrostende Stähle sind Werkstoffe, die der Zerstörung durch Korrosion von der Oberfläche her hohen Widerstand entgegensetzen. Sie sind je nach Zusammensetzung und Beanspruchung rostträge bis säurebeständig. Eigenschaften und Gefügeausbildung der nichtrostenden Stähle werden hauptsächlich durch unterschiedlich hohe Anteile an Chrom, Nickel und (oder) Molybdän beeinflusst.

Nach der Art ihrer Gefügeausbildung im Lieferzustand werden die nichtrostenden Stähle in

- ferritische,
 - martensitische,
 - ferritisch-austenitische (= Duplex-Stähle, siehe Abschnitt J),
 - austenitische,
- Stähle unterteilt.

Sie unterscheiden sich insbesondere auch in ihrer Schweißseignung.

2. Allgemeingültige Hinweise zum Schweißen für alle nichtrostenden Stähle

Nahtvorbereitung

Für das Schweißen nichtrostender Stähle ist die Sauberkeit der Nahtflanken und Nahtumgebung von entscheidender Bedeutung. Verunreinigungen wie Zunder, Öl, Fett, Farbe und dergleichen sind in jedem Fall vor dem Schweißen zu entfernen. Beim Schweißen sollen Endkrater und Ansatzstellen sowie überhöhte Schweißraupen sorgfältig überschliften werden, damit die Folgeraupen ohne Schweißfehler eingebracht werden können. Zur Vermeidung von Poren sollen WIG- oder MIG-Wurzellagen ebenfalls angeschliffen werden.

Ebenfalls zu vermeiden sind „Brandstellen“, die durch unsachgemäßes Zünden neben der Schweißnaht oder durch schlechten Masseschluss hervorgerufen werden. An Brandstellen können durch Überhitzung feinste Risse auftreten, die Ursache für Spaltkorrosion sein können.

Dem starken Verzug beim Schweißen nichtrostender Stähle auf Grund ihres hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten kann durch Verwendung von Spannvorrichtungen und/oder durch verstärktes Abheften begegnet werden. Der maximale Heftabstand sollte 100 mm bei einer Heftlänge von etwa 30 - 40 mm nicht überschreiten.

Nachbehandlung der Schweißnaht

Bei allen nichtrostenden Stählen ist nach dem Schweißen eine Oberflächenbehandlung der Schweißnaht und der wärmebeeinflussten Zone erforderlich. Ziel der Nachbehandlung ist es, eine metallisch blanke Oberfläche zu erzeugen, auf der sich die für die Korrosionsbeständigkeit erforderliche Passivschicht bilden kann.

Die Behandlung kann entweder mechanisch durch Schleifen, Bürsten, Polieren oder aber chemisch durch Beizen erfolgen. Stähle mit ca. 13% Cr verlangen zur Erzielung ihrer höchsten Korrosionsbeständigkeit den Oberflächenzustand feingeschliffen oder poliert.

Bei mechanischer Nachbehandlung ist unbedingt darauf zu achten, dass speziell für die Bearbeitung von nichtrostendem Stahl vorgesehene Werkzeuge (Bürsten, Schleifscheiben,...) verwendet werden. Beim Schleifen muss eine übermäßige Erhitzung des Bauteils, etwa durch zu hohen Anpressdruck der Schleifscheibe, vermieden werden.

Sollen austenitische Stähle poliert werden, sollten unstabilisierte Sorten (ohne Ti oder Nb) gewählt werden, dies gilt auch für die Schweißzusätze.

Die Bildung der Passivschicht kann durch abschließende Behandlung der Schweißzone mit 5 - 20%iger Salpetersäure beschleunigt werden.

3. Ferritische Chromstähle

Typische Vertreter: X6Cr13 (W.-Nr. 1.4000); X6Cr17 (W.-Nr. 1.4016)

Eigenschaften

- legiert mit 12 - 30% Chrom; max. C-Gehalt: 0,10%
- ähnliche Festigkeitseigenschaften wie unlegierte Stähle
- hohe Zunderbeständigkeit bis max. 1100°C
- hohe Beständigkeit gegen schwefelhaltige Umgebungsluft

Schweißhinweise

Die Schweißseignung der ferritischen Chromstähle wird durch ihre Neigung zu Grobkornbildung und Aufhärtung durch Martensitbildung während des Schweißprozesses beeinträchtigt. Mögliche Folgen sind Zähigkeitsabfall und Kaltrissneigung im Bereich der Schweißnaht. Durch geeignete Schweißzusatzauswahl und angepasste Schweißtechnologie können diese Risiken jedoch weitgehend vermieden werden.

Geeignete Schweißzusätze

- austenitische Zusätze des Typs 19 9 L / 19 9 Nb
- artgleiche Zusätze in der Decklage, wenn schwefelhaltige Medien angreifen, insbesondere bei hitzebeständigen Chromstählen (schwefelhaltige Ofenatmosphäre), siehe hierzu Abschnitt G.

Schweißdurchführung

- Rücktrocknung: Bei Stabelektroden ohne VacPac und Pulvern erforderlich;
- Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur: 150 – 250°C. Bei geringen Wanddicken (max. 3 mm) und Chromstählen < 0,08% C-Gehalt kann gegebenenfalls auf Vorwärmung verzichtet werden.
- Wärmenachbehandlung: Anlassglühen bei ca. 700 – 750°C
- Wärmeführung: Mit möglichst geringer Wärmeeinbringung schweißen, um Verzug und Versprödung in der WEZ gering zu halten.

4. Martensitische Chromstähle

Typische Vertreter: X20Cr13 (W.-Nr. 1.4021); X30Cr13 (W.-Nr. 1.4028)

Eigenschaften

- legiert mit 12 - 18% Chrom; C-Gehalt: 0,1 – 1,0%
- vergütbar
- durch hohen Martensitanteil hart und spröde
- schlechtere Korrosionseigenschaften als ferritische Chromstähle

Schweißhinweise

Die martensitischen Chromstähle haben auf Grund ihres hohen Kohlenstoffgehaltes eine schlechte Schweißeignung. Die Gefahr der Kaltrissbildung nach dem Schweißen ist noch höher als bei den ferritischen Chromstählen.

Geeignete Schweißzusätze

- austenitische Zusätze des Typs 19 9 L / 19 9 Nb bei Stählen bis 0,2% C-Anteil
- Nickel-Basis-Zusätze des Typs Ni 6182 (2.4620) bzw. Ni 6082 (2.4806) bei Stählen über 0,2% C-Gehalt

Schweißdurchführung

Wenn auf das Schweißen nicht verzichtet werden kann, sollte in jedem Fall auf 300 – 400°C vorgewärmt werden. Die Wärmeeinbringung sollte höher gewählt werden, als bei den ferritischen Chromstählen. Die Wärmenachbehandlung sollte in Form von Spannungsarmglühen bei 650 - 750°C erfolgen.

5. Ferritisch-austenitische Stähle (Duplex)

Siehe Hinweise zum Schweißen von Duplex-Stählen im Abschnitt J

6. Austenitische nichtrostende Stähle

Typische Vertreter:	X5CrNi18-10	(W.-Nr. 1.4301)
	X5CrNiMo17-12-2	(W.-Nr. 1.4401)
	X2CrNiMo18-15-4	(W.-Nr. 1.4438)
	X6CrNiMoTi17-12-2	(W.-Nr. 1.4571)

Eigenschaften

- umwandlungsfreies Gefüge, keine Aufhärtungsgefahr
- hohe Rost- und Säurebeständigkeit
- kaltzäh und unempfindlich gegen Sprödbruch, Einsatz auch bei tiefen Temperaturen (siehe Abschnitt E)
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- hoher Wärmeausdehnungskoeffizient

Schweißhinweise

Die austenitischen nichtrostenden Stähle haben eine sehr gute Schweißeignung. Es tritt weder die Gefahr der Grobkornbildung noch der Kaltrisse auf. Durch die Einwirkung der Schweißwärme kann es jedoch zu Karbidausscheidungen kommen, die als Chromkarbide vorliegen. Bei nichtstabilisierten Stählen mit einem C-Gehalt von über 0,07% können diese Karbide zu interkristalliner Korrosion führen. Abhilfe schaffen Schweißzusätze mit geringen Kohlenstoffgehalten oder Nb-stabilisierte Typen.

Ein weiteres Problem ist die Heißrissneigung austenitischer nichtrostender Stähle. Sie wird hervorgerufen durch Verunreinigungen, insbesondere Schwefel, die sich während des Erstarrens des Schweißgutes aufgrund ihres niedrigen Schmelzpunktes in der Nahtmitte sammeln. Hier ergibt sich in dem Schweißgut eine geringe Festigkeit, die Anlass für die Rissbildung ist.

Die Gefahr der Heißrissbildung wird durch einen ausreichenden Deltaferritgehalt von 4 – 10% im Schweißgut herabgesetzt. Hohe Mangangehalte der Schweißzusätze erzielen durch Abbinden des Schwefels eine ähnliche Wirkung.

Geeignete Schweißzusätze

- artgleiche oder artähnliche austenitische Zusätze
- bei Angriff durch Salpetersäure hat sich für CrNi-Stähle die Verwendung artgleicher Schweißzusätze bewährt (ohne Molybdän)
- bei Nb- oder Ti-stabilisierten Grundwerkstoffen sind Nb-stabilisierte austenitische Zusätze erforderlich, wenn die Betriebtemperatur zwischen 350 - 400°C liegt.

Schweißdurchführung

Zum Schweißen der austenitischen nichtrostenden Stähle ist allgemein weder eine Vorwärmung noch eine Wärmenachbehandlung erforderlich. Anzustreben ist vielmehr eine geringstmögliche Wärmeinbringung während des Schweißprozesses, um den Verzug und die Gefahr von Schrumpfrissen und möglichen Ausscheidungsvorgängen zu minimieren. Geeignete Schweißtechniken dazu sind das Pilgerschrittverfahren und die Strichraupentechnik.

Es sollte möglichst mit kurzem Lichtbogen geschweißt werden, um die Aufnahme großer Stickstoffmengen in das Schweißgut zu vermeiden (Gefahr der Heißrissbildung durch austenitische Primärerstarrung).

Weitere Hinweise zum Schweißen nichtrostender Stähle enthalten z. B.:

EN 1011-3:	Schweißen - Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe - Teil 3: Lichtbogenschweißen von nichtrostenden Stählen
DVS-Merkblatt 0917:	Unterpulverschweißen austenitischer Stähle
DVS-Merkblatt 0931:	MAG-Schweißen von nichtrostenden austenitischen Stählen
DVS-Merkblatt 0937:	Wurzelschutz beim Schutzgasschweißen
DVS-Merkblatt 0943:	Hochlegierte Stabelektroden