

**Inhalt:**

- 1 Geltungsbereich
- 2 Duplex- und Superduplexstähle
  - 2.1 Begriffsbestimmung
  - 2.2 Eigenschaften
- 3 Metallkundliche Grundlagen für austenitisch-ferritische Stähle und Schweißgüter
- 4 Schweißprozesse
- 5 Schweißzusätze und Hilfsstoffe
  - 5.1 Schweißzusätze
  - 5.2 Schutzgase
  - 5.3 Schweißpulver
- 6 Verarbeitungshinweise
  - 6.1 Nahtvorbereitung
  - 6.2 Heften und Hilfsschweißungen
  - 6.3 Schweißnahtausführung
  - 6.4 Streckenenergie und Wärmeführung
  - 6.5 Wärmebehandlung
- 7 Werkstoffprüfung und WRC-Diagramm
- 8 Mitteltende Normen und Technische Regeln

**1 Geltungsbereich**

Dieses Merkblatt gilt für das Lichtbogenschmelzschweißen nicht rostender austenitisch-ferritischer Stähle (unter anderem nach DIN EN 10088), die auch als Duplex- bzw. Superduplexstähle bezeichnet werden. Es bezieht sich auf das Schweißen mit äquivalenten oder artähnlichen Schweißzusätzen, spiegelt den derzeitigen Stand der Technik wider und gibt dem Anwender Hinweise zu den Besonderheiten bei der schweißtechnischen Verarbeitung dieser Stähle.

**2 Duplex- und Superduplexstähle**

**2.1 Begriffsbestimmung**

Nicht rostende Duplex- und Superduplexstähle bestehen aus einem ferritischen Grundgefüge mit etwa 45 % bis 60 % Austenitanteil. Dieses Gefüge wird durch Lösungsglühen zwischen 1020 °C und 1100 °C (in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung) und durch anschließendes rasches Abkühlen auf Raumtemperatur erzielt. Duplex- und Superduplexstähle erstarrten primär ferritisch.

Zur Bewertung der Duplex- und Superduplexstähle wird die Wirksumme PRE (Pitting Resistance Equivalent) herangezogen, die eine Aussage über die Beständigkeit gegenüber Lochkorrosion ermöglicht.

$$PRE = \%Cr + 3,3 \%Mo + 16 \%N \text{ (in Gewichts-\%)}$$

Duplexstähle: PRE < 40  
Superduplexstähle: PRE ≥ 40

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Tabelle 1. Duplex- und Superduplexstähle nach EN 10088 und Richtwerte ihrer Wirksumme PRE

Kurzzeichen	Werkstoffnr.	Wirksumme PRE
X2CrNiN23-4	1.4362	25
X3CrNiMoN27-5-2	1.4400	30
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	35
X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	42
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	40
X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	40

**2.2 Eigenschaften**

Austenitisch-ferritische nicht rostende Stähle vereinen die Eigenschaften der nicht rostenden ferritischen und der nicht rostenden austenitischen Stähle. Während der Austenitanteil die allgemeine Korrosionsbeständigkeit und die Zähigkeit verbessert, erhöht der Ferritanteil die Festigkeit und die Beständigkeit gegen Spannungsrissskorrosion.

Im Vergleich zu nicht rostenden austenitischen Stählen zeichnen sich austenitisch-ferritische Stähle durch folgende Besonderheiten aus:

- höhere Festigkeitskennwerte, die eine Wanddickenreduzierung erlauben (Bild 1);
- ausgezeichnete Beständigkeit gegen Lochkorrosion (Bild 2);
- erhöhte Beständigkeit gegen Spannungsrissskorrosion, insbesondere bei chloridhaltigen Medien;
- geringerer Wärmeausdehnungskoeffizient;
- im geschweißten Zustand werden Duplexstähle im Allgemeinen im Temperaturbereich von – 50 °C bis + 250 °C, Superduplexstähle bis + 220 °C, eingesetzt.

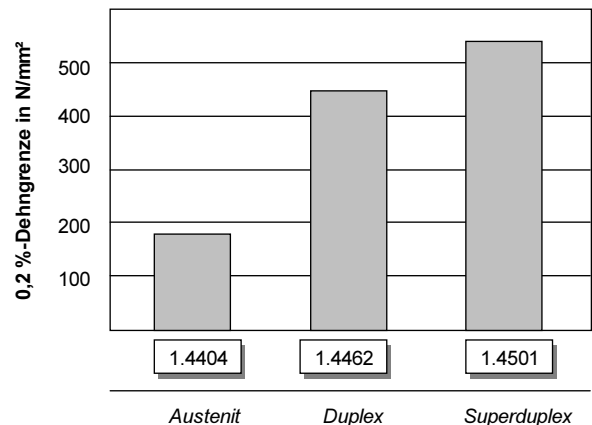
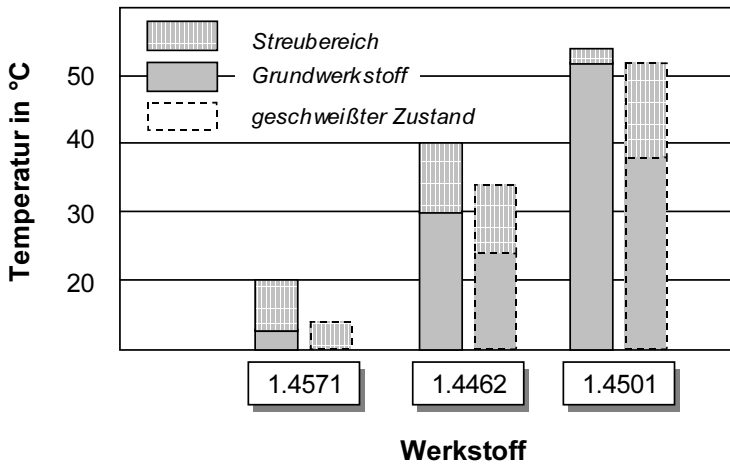


Bild 1. Vergleich der 0,2 %-Dehngrenze verschiedener nicht rostender Stähle.



**Bild 2.** Vergleich der kritischen Lochkorrosionstemperatur verschiedener Stähle im Eisenchloridtest nach ASTM G 48.

Die kritische Lochkorrosionstemperatur CPT (Critical Pitting Temperature) wird im Allgemeinen mit dem Korrosionstest nach ASTM G48A ermittelt. Die CPT-Werte des Schweißguts weichen stark von denen des Grundwerkstoffs ab und sind auch vom Schweißprozess abhängig.

### 3 Metallkundliche Grundlagen der austenitisch-ferritischen Stähle und Schweißgüter

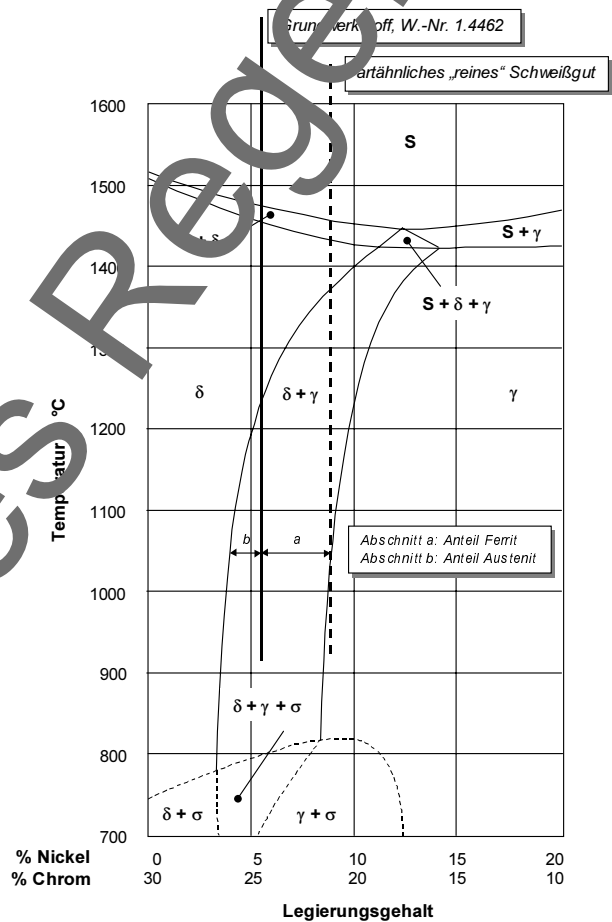
Zur Veranschaulichung der Erstarrungs- und Umwandlungsvorgänge bei austenitisch-ferritischen Stählen und Schweißgütern eignet sich besonders der Stahl mit der Werkstoffnummer 1.4462 als bedeutsamer Vertreter der Gruppe der Duplexstähle. Die unter Abschnitt 2.2 genannten Eigenschaften der Duplexstähle sind nur bei einer ausgewogenen Austenit-Ferrit-Verteilung gewährleistet. Die Entwicklung des Gefüges bei einer bestimmten chemischen Zusammensetzung ist unter Gleichgewichtsbedingungen, d. h. bei unendlich langen Abkühlzeiten, dem Konzentrationschnittbild durch das Dreistoffsystem Fe-Cr-Ni (Abb. 3) zu entnehmen.

Nach der ferritischen Erstarrung findet die teilweise Umwandlung von Ferrit in Austenit statt. Für diese Umwandlung ist neben der Abkühlzeit auch die Legierungszusammensetzung von besonderer Bedeutung. Beim Schweißen liegen vergleichsweise kurze Abkühlzeiten vor, deshalb läuft die Ferrit-Austenit-Umwandlung nur unvollständig ab. Dies hat zur Folge, dass die Schweißverbindung höhere Ferritanteile aufweist. Zur Charakterisierung der Abkühlvorgänge wird in der Schweißtechnik die Abkühlzeit zwischen 1200 °C und 800 °C  $t_{12/8}$  herangezogen. Um die Umwandlung in Austenit bei kurzen Abkühlzeiten zu unterstützen, werden den Schweißzusätzen in der Regel höhere Anteile an austenitstabilisierenden Elementen, wie Nickel und Sulfur, zugegeben.

Bei zu langen Verweilzeiten im Temperaturbereich zwischen ca. 300 und 1000 °C kann es zur Bildung unerwünschter Ausscheidungen (Bild 4) kommen, die sowohl die Korrosions- als auch die Zähigkeitseigenschaften beeinträchtigen.

### 4 Schweißprozesse

Unter Beachtung der metallurgischen Besonderheiten der austenitisch-ferritischen Stähle ist ihre schweißtechnische Verarbeitung mit allen für nichtrostende Stähle gebräuchlichen Schmelzschweißprozessen möglich.



**Bild 3.** Konzentrationschnitt durch das Dreistoffsystem Eisen-Chrom-Nickel bei 70 % Eisen (Grundwerkstoff: 1.4462, Schweißgut: artähnlich).