

Beschreibung der nicht rostenden Stahlsorten und – gruppen

Austenitischer Stahlsorten

Chrom-Nickel-Stähle, die dank den sich selbständig bildenden Chromoxiden korrosionsbeständig sind. Praktisch unmagnetisch (durch Kaltverfestigung kann ein leichter Magnetismus auftreten). Nicht härtbar. Können mit Kupfer angereichert sein, um die Kaltverfestigung zu verringern.

Bei der Kaltumformung kann eine gewisse Magnetisierbarkeit der Verbindungselemente entstehen. Im Allgemeinen sind austenitische Edelstähle jedoch nicht magnetisch. Die Korrosionsbeständigkeit wird davon aber nicht beeinflusst. Die Magnetisierung durch Kaltverfestigung kann gar so weit gehen, dass das Stahlteil an einem Magnet haften bleibt.

Bei nicht stabilisierten Stählen (A2 und A4) ist der niedrige C-Gehalt sehr wichtig, da durch die hohe Kohlenstoffaffinität von Chrom sonst Chromkarbid anstelle Chromoxid entsteht (besonders bei erhöhten Temperaturen). Bei stabilisierten Stählen (A3 und A5) binden die Elemente Titan, Niob oder Tantal den Kohlenstoff, so dass in vollem Umfang Chromoxid erzeugt wird. Stähle A3 und A5 bzw. A2L und A4L (L-low carbon) sind empfohlen, wenn Gefahr der interkristallinen Korrosion besteht.

Übliche Stahlsorten :

- **A2-70 / A4-80** : für Schrauben und Muttern
- **A1-50** : für gedrehte Stifte, Gewindestifte mit Schlitz, Drehteilen

A1 : z.B.: **1.4305** 1.4300

Chrom-Nickel-Stähle für die spanende Bearbeitung. Durch den hohen Schwefelgehalt ist die Korrosionsbeständigkeit im Vergleich zu A2 geringer. Bedingt Schweissbar.

A2 : z.B.: 1.4301 1.4303 1.4306** (=A2L) 1.4311 (=A2L)

„**nichtrostende**“ Chrom-Nickel-Stähle, die am häufigsten eingesetzt werden, z.B. bei Kücheneinrichtungen, Chemieapparaten. Geeignet für **Innenanwendungen und Landklima** (saubere Luft). Ungeeignet in Industrieumgebung, im Autobahnbereich sowie bei Säuren oder chlorhaltigen Medien (z.B.: Schwimmbäder und Meereswasser). Gut schweisbar.

A3 : z.B.: 1.4541 1.4550

Stabilisierte Stähle mit Eigenschaften wie A2.

A4 : z.B.: 1.4401 1.4435** (=A4L) 1.4436 1.4406** (=A4L) 1.4429** (=A4L)

„**Säurebeständigkeit**“ Molybdänlegierte Chrom-Nickel-Stähle mit erheblich besserer Korrosionsbeständigkeit. Geeignet für **Küstenklima und Industrieumgebung**, z.B. bei der Zellstoffindustrie (A4 wurde extra wegen der kochenden Schwefelsäure entwickelt, daher auch die Bezeichnung „säurebeständig“), Lebensmittelindustrie, Schiffsbau (Offshore-Anwendungen verlangen ca. 20% Chrom-Nickel und 4,5-6,5% Molybdän). Weitgehend geeignet bei chlorhaltiger Umgebung. Gut schweisbar.

A5 : z.B.: **1.4571** 1.4580

Stabilisierte Stähle mit Eigenschaften wie A4.

Diverse : z.B.: 1.4439 1.4539 1.4529 1.4565 1.4426

CrNiMoN-Stähle mit besonderer Beständigkeit gegen chlorinduzierte Spannungsrisskorrosion.

** = Stähle mit ausgezeichneter Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion.

Martensitische Stahlsorten

Begrenzt korrosionsbeständige Stähle, die durch Härten eine ausgezeichnete Festigkeit erreichen. Magnetisch. Werden für rostfreie Federelemente verwendet, haben geringere Korrosionsbeständigkeit als austenitische Stähle.

C1 : z.B.: **1.4006** 1.4021 1.4028

Verwendet für Turbinen, Pumpen und Messer.

C3 : z.B.: **1.4057**

Immer noch begrenzte, jedoch bessere Korrosionsbeständigkeit als C1. Verwendet für Pumpen, Apparate und Armaturen.

C4 : z.B.: **1.4104** (üblicherweise verwendet)

Stähle für die spanende Bearbeitung, ansonsten wie C1.

Ferritische Stahlsorten

Magnetische korrosionsbeständige Stähle, ungehärtet (auch wenn Härten möglich ist, sollten sie nicht gehärtet werden).

F1 : z.B.: **1.4016** 1.4113

Stähle dieser Sorte können A2 und A3 ersetzen und bei Umgebung mit höherem Chloridgehalt verwendet werden.

Ferritisch-austenitische Stahlsorten

„Duplex“-Stähle, welche die Vorteile von A4 und F1 kombinieren.

FA : bessere Festigkeitseigenschaften als A4. Auch bezüglich Loch- und Risskorrosion überlegen.

Rost- und säurebeständige Verbindungselemente

Chemische Zusammensetzung nach EN ISO 3506

Werkstoff- gruppe	Stahl- sorte	Chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %) 1)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Anmer- kungen
Austenitisch	A1	0.12	1	6.5	0.2	0.15- 0.35	16-19	0.7	5-10	1.75- 2.25	2),3),4)
	A2	0.1	1	2	0.05	0.03	15-20	_ 5)	8-19	4	6), 7), 8),
	A3	0.08	1	2	0.045	0.03	17-19	_ 5)	9-12	1	5), 9)
	A4	0.08	1	2	0.045	0.03	16-18.5	2-3	10-15	1	10),8)
	A5	0.08	1	2	0.045	0.03	16-18.5	2-3	10.5-14	1	9), 10)
Martensitisch	C1	0.09-0.15	1	1	0.05	0.03	11.5-14	-	1	-	10)
	C3	0.17-0.25	1	1	0.04	0.03	16-18	-	1.5-2.5	-	
	C4	0.08-0.15	1	1.5	0.06	0.15- 0.35	12-14	0.6	1	-	2), 10)
Ferritisch	F1	0.12	1	1	0.04	0.03	15-18	_6)	1	-	11), 12)
Duplex	FA	0.03	1.7	1.5	-	-	18.5	2.7	5	-	N=0.07
		0.03	1	2	-	-	22	3	5.5	-	N=0.14

- 1) Maximalwerte, soweit nicht andere Angaben gemacht sind
- 2) Schwefel darf durch Selen ersetzt werden
- 3) Falls der Massenanteil an Nickel unter 8% liegt, muss der Masseanteil an Mangan mindestens 5% betragen.
- 4) Für den Masseanteil an Kupfer gibt es keine Mindestgrenze, sofern der Masseanteil an Nickel mehr als 8% beträgt.
- 5) Molybdän ist nach Wahl des Herstellers zulässig. Falls dennoch für bestimmte Anwendungen eine Einschränkung des Molybdängehaltes notwendig ist, muss dies vom Kunden bei der Bestellung festgelegt werden.
- 6) Molybdän ist nach Wahl des Herstellers ebenfalls zulässig
- 7) Falls der Massenanteil an Chrom unter 17% liegt, sollte der Masseanteil an Nickel mindestens 12% betragen.
- 8) Bei austenitischen Stählen mit einem Masseanteil an Kohlenstoff von maximal 0,03% darf Stickstoff bis maximal 0,22% sein.
- 9) Muss zur Stabilisierung Titan $\geq 5 \times C$ bis maximal 0,8% enthalten und entsprechend nach Tabelle gekennzeichnet sein, oder muss zur Stabilisierung Niob und/oder Tantal $\geq 10 \times C$ bis maximal 1% enthalten und entsprechend nach dieser Tabelle gekennzeichnet sein.
- 10) Der Kohlenstoffgehalt darf nach Wahl des Herstellers höher liegen, soweit dies bei grösseren Durchmessern zum Erreichen der festgelegten mechanischen Eigenschaften erforderlich ist, jedoch bei austenitischen Stählen nicht über 0,12%.
- 11) Darf Titan $\geq 5 \times C$ bis maximal 0,8% enthalten.
- 12) Darf Niob und/oder Tantal $\geq 10 \times C$ bis maximal 1% enthalten.

Konstruktionen in Holz, weshalb rostfreie Verbindungselemente wichtig sind

Bei verzinkten oder feuerverzinkten Schrauben führt der Zink unter Umwelt- und Witterungseinflüssen mit der im Holz existierenden Gerbsäure zu einer Reaktion. Es entsteht eine graue bis schwarze Färbung, die unbestimmt tief ins Holz eindringt und nicht durch einen Reinigungsvorgang eliminiert werden kann.

Rostfrei A2 (Chromnickelstahl) ist erforderlich.

Auf Grund der nur zeitlich begrenzten Korrosionsresistenz und einer natürlichen Anfälligkeit auf Sprödbruch durch Spannungsrisskorrosion wird vor dem Gebrauch von Befestigern aus hochfestem martensitischen Stahl in korrosionsrelevanten Bauanwendungen gewarnt.

Basierend auf der Gesetzgebung bezüglich Produkthaftpflicht, die dem Stand der Technik und Wissenschaft eine zentrale Rolle als Messlatte im Haftungsfall zugeteilt hat, empfiehlt es sich den Einsatz von Befestigern aus austenitischen Stählen (= rostfrei A2) in allen korrosionsrelevanten Anwendungen im Holzbauwesen vorzusehen.

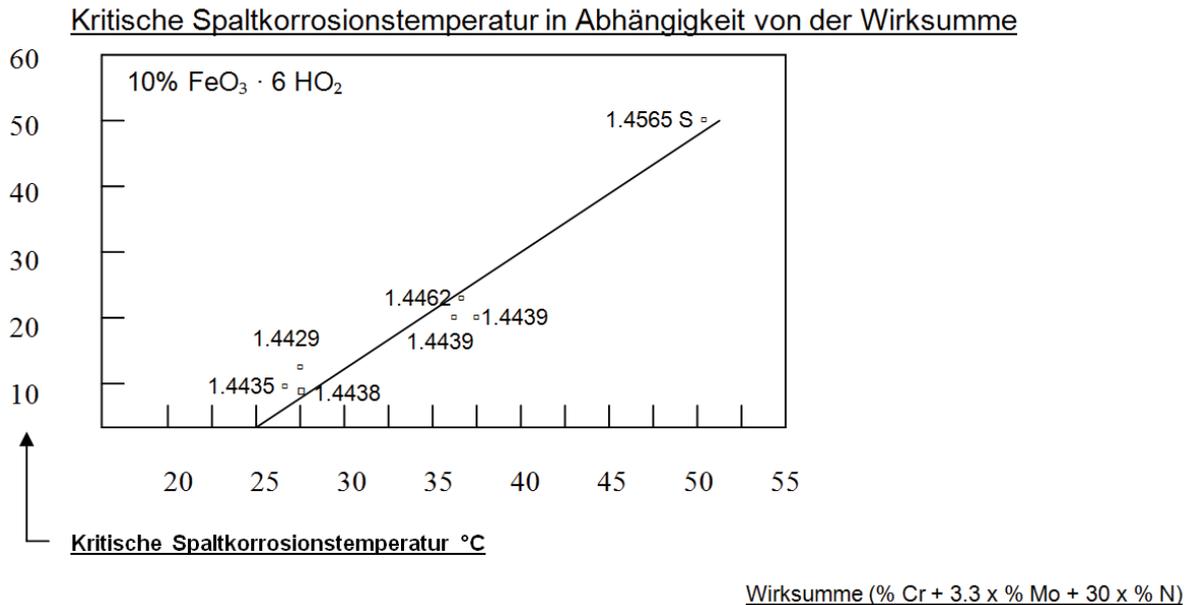
Rostfrei A2 (Chromnickelstahl) ist erforderlich.

Loch- und Spaltkorrosion in austenitischen Stählen

Bei austenitischen Stählen besteht bereits bei Raumtemperatur eine Gefahr bezüglich Loch- Spaltkorrosion zu. Die Gefahr nimmt zu mit :

- steigender Temperatur
- steigender Konzentration der Halogenidionen
- erhöhtem elektrochemischen Potentials des Stahles im betreffenden Elektrolyten (z.B. verursacht durch Oxidationsmittel)

Je höher der Anteil an Cr, Mo und N ist, desto mehr wird die kritische Temperatur nach oben verschoben. Eine werkstoffgemässe Loch- und Spaltkorrosionsbeständigkeit wird erreicht durch einwandfreie Oberflächenbeschaffenheit: metallisch blank. Anlauffarben und Zunderresten nach dem Schweißen, Fremdeisenabrieb, Fremdfrost, Schleifmittelrückstände usw. sind möglichst zu entfernen.



Galvanische Überzüge

Korrosions-Beständigkeit

Rostfrost-Beständigkeit

Der Schutz des Grundmetalls durch Zink und Zinklegierungen d.h die Rotrostbeständigkeit ist direkt abhängig von der Schichtdicke des Zinks.

Allgemeine Regel bei Gestellteilen :

- pro 1 µm Zn oder ZnFe etwa 10 – 20 h Beständigkeit im Salzsprühstest
- pro 1 µm ZnCo etwa 20 – 40 h Beständigkeit
- pro 1 µm ZnNi etwa 100 h Beständigkeit

Weissrost-Beständigkeit

Passivierung oder Chromatierung sowie eine zusätzliche Versiegelung schützen wiederum den Zink selber vor Erstkorrosion und erhöhen damit Richtwerte für Rostfrost entsprechend um die Zeit, bis die Zinkschicht zu korrodieren beginnt (Weissrost).

Passivierung und Chromatierung

Verzinkte Bauteile werden fast immer chromatiert (sechswertig) oder passiviert (dreiwertig). Mit dem Chromatieren resp. Passivieren wird das Aussehen verbessert, die Korrosionsbeständigkeit erhöht und auch eine gut hafteten Oberfläche für nachfolgende Prozesse (z.B. Lackieren, Befetten) gebildet.

Unmittelbar nach dem Verzinken werden die Teile in Lösungen getaucht, welche Chromverbindungen enthalten.

Dadurch wird die Oberfläche feiner und bietet weniger Angriffsfläche für den Korrosionsprozess. Zudem bilden sich eine zusätzliche Schicht von etwa 0,1 µm, welche das Zink vor korrosiven Angriff schützt. Die Weissrost-Beständigkeit bei Cr-IV ist deutlich höher als bei Cr-III. Um mit Cr-III gleichwertige Beständigkeit zu erhalten, muss eine zusätzliche Versiegelung oder eine Dickschichtpassivierung aufgebracht werden.

Andere Verfahren

Oberflächenbehandlung

Feuerverzinken	Tauchen in Zinkbad, dessen Temperatur bei ca. 440-470°C liegt. (520°C beim Höchsttemperatur Verzinken) Schichten 40-80 my. Oberfläche matt und rau, Verfleckung nach relativ kurzer Zeit möglich. Sehr guter Korrosionsschutz. Oft im Duplex-Verfahren angewendet.
Chemisch Vernickeln	Stromlose chemische Beschichtung aus wässriger Nickelsalzlösung zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit und Verschleissfestigkeit unter Einhaltung gleichmässiger Schichtdicken, keine Versprödungsgefahr durch Wasserstoff.
Brünieren	Tauchen in Metallsalzlösung, Oberfläche schwarz oxidiert, dünne Oxidschicht, die im geölten Zustand einen dichten Oberflächenfilm ergibt, geringer Korrosionsschutz.
Schwärzen	Chemisches Verfahren, Badtemperatur ca. 140°C. Für dekorative Zwecke, nur leichter Korrosionsschutz.
Schwärzen Rostfrei	Chemisches Verfahren. Die Korrosionsbeständigkeit von A1±A4 kann dadurch beeinträchtigt werden. Für dekorative Zwecke. Für Aussenanwendung nicht geeignet.
Phosphatieren	Nur leichter Korrosionsschutz. Guter Haftgrund für Färben. Aussehen grau bis grauschwarz. Durch nachträgliches Einölen besserer Korrosionsschutz.
Lackieren	Ein einfacher Oberflächenschutz, gute Haftung durch Einbrennen.
Pulverbeschichten	Farbpulver wird elektrostatisch aufgebracht, gute Haftung durch Einbrennen.