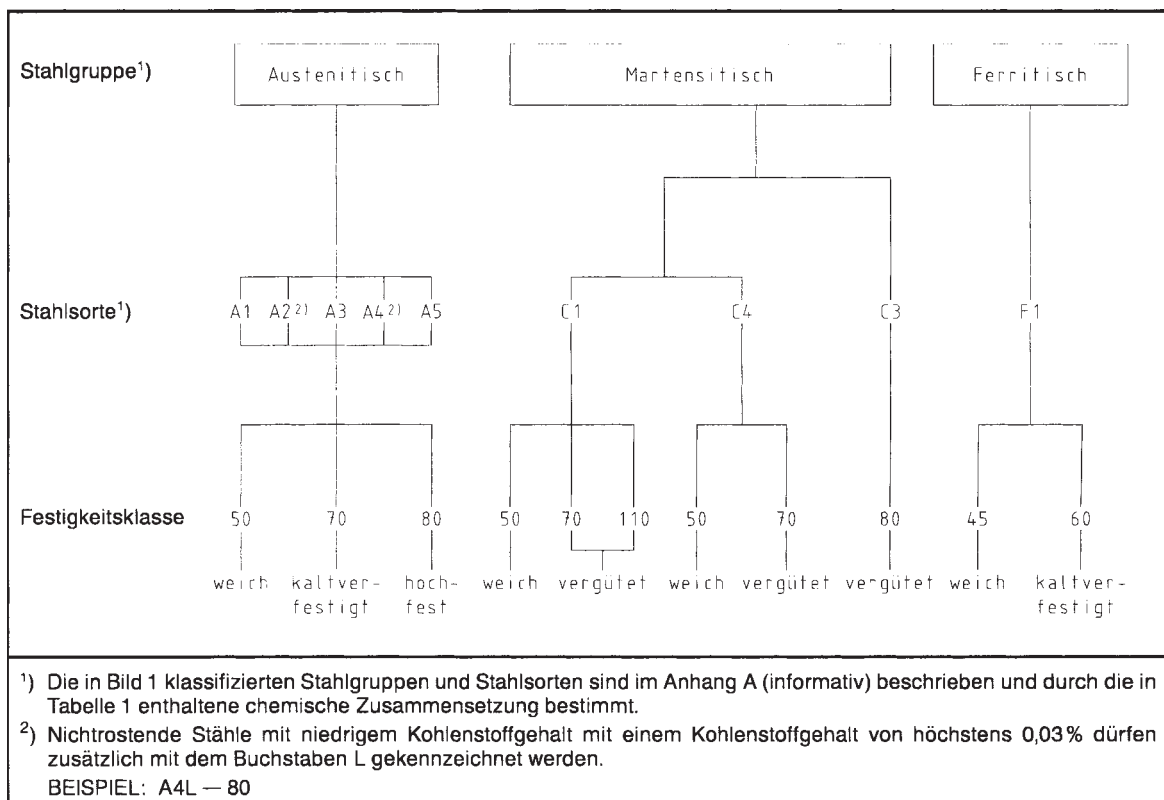


3.3. Rost- und Säurebeständige Stähle (DIN EN ISO 3506-1 bis 3)

3.3.1. Bezeichnungssystem

Die Chrom-Nickel-Stähle haben aufgrund ihrer Vorteile wie hohe Zähigkeit, beeinflussbare Festigkeit durch Kaltumformung und sehr gute Korrosionsbeständigkeit den größten Anteil bei den Edelstahl-Verbindungselementen. Ihre Spröbruchunempfindlichkeit ist ebenso als positiver Aspekt zu vermerken.



Bezeichnungssystem für nichtrostende Stahlsorten und Festigkeitsklassen von Schrauben

In den Stahlgruppen A2 und A4 ist die Festigkeitsklasse 70 der Regelfall.

3.3.2. Beschreibung der austenitischen Stahlgruppen und Stahlsorten

Stahlgruppe A (Austenitisches Gefüge)

Diese Norm enthält die fünf wesentlichen austenitischen Stahlsorten A1 bis A5. Diese können nicht gehärtet werden und sind in der Regel nicht magnetisierbar. Um die Neigung zur Kaltverfestigung zu verringern, kann zu den in Tabelle 1 angegebenen Stahlsorten A1 bis A5 Kupfer beigefügt werden.

Für nichtstabilisierte Stahlsorten A2 und A4 gilt folgendes:

Da Chromoxid den Stahl korrosionsbeständig macht, ist für nicht stabilgeglühte Stähle ein niedriger Kohlenstoffgehalt wichtig. Durch die hohe Kohlenstoffaffinität von Chrom entsteht, insbesondere bei erhöhten Temperaturen, Chromkarbid anstelle von Chromoxid (siehe Anhang G).

Für stabilisierte Stähle A3 und A5 gilt folgendes:

Die Elemente Ti, Nb oder Ta binden den Kohlenstoff, so daß in vollem Umfang Chromoxid erzeugt wird.

Für Offshore- oder ähnliche Anwendungsfälle werden Stähle mit einem Massenanteil an Cr und Ni von etwa 20% und einem Massenanteil an Mo zwischen 4,5% und 6,5% verlangt.

Bei großem Korrosionsrisiko sollten Experten befragt werden.

Stahlsorte A1

Die Stahlsorte A1 ist speziell für die spanende Bearbeitung bestimmt. Durch den hohen Schwefelgehalt haben die Stähle dieser Stahlsorte eine geringere Korrosionsbeständigkeit als entsprechende Stähle mit einem normalen Schwefelgehalt.

Stahlsorte A2

Die Stähle der Sorte A2 sind die am häufigsten eingesetzten nichtrostenden Stähle. Sie werden für Kucheneinrichtungen und Apparate für die chemische Industrie verwendet. Die Stähle dieser Stahlsorte sind nicht geeignet für die Verwendung in nichtoxidierender Säure und chloridhaltigen Medien, z. B. in Schwimmbädern und Meerwasser.

Stahlsorte A3

Die Stähle der Sorte A3 sind stabilisierte „nichtrostende Stähle“ mit Eigenschaften der Stähle A2.

Stahlsorte A4

Die Stähle der Sorte A4 sind „säurebeständige Stähle“, die Mo-legiert sind und eine erheblich bessere Korrosionsbeständigkeit aufweisen. A4 wird in großem Umfang in der Zellstoffindustrie verwendet, da diese Stahlsorte für kochende Schwefelsäuren entwickelt wurde (daher die Bezeichnung „säurebeständig“), und ist in gewissem Maße auch für chloridhaltige Umgebung geeignet. A4 wird ferner häufig in der Lebensmittelindustrie und in Schiffswerften verwendet.

Stahlsorte A5

Die Stähle der Sorte A5 sind stabilisierte „säurebeständige Stähle“ mit Eigenschaften der Stähle A4.

3.3.3. Mechanische Eigenschaften

Mechanische Eigenschaften von Schrauben - Austenitische Stahlsorten (DIN EN ISO 3506-1)

Stahlgruppe	Stahlsorte	Festigkeitsklasse	Durchmesserbereich	Zugfestigkeit $R_m^{1)}$ N/mm ² min.	0,2%-Dehngrenze $R_p 0,2^{1)}$ N/mm ² min.	Bruchdehnung $A^2)$ mm min.
Austenitisch	A1, A2, A3, A4, A5	50	≤ M39	500	210	0,6 <i>d</i>
		70	≤ M24 ³⁾	700	450	0,4 <i>d</i>
		80	≤ M24 ³⁾	800	600	0,3 <i>d</i>

¹⁾ Die Zugspannung ist bezogen auf den Spannungsquerschnitt berechnet (siehe Anhang A).

²⁾ Die Bruchdehnung ist nach 6.2.4 an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben zu bestimmen. *d* ist der Nenndurchmesser.

³⁾ Für Verbindungselemente mit Gewinde-Nenndurchmessern *d* > 24 mm müssen die mechanischen Eigenschaften zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden. Sie müssen mit der Stahlsorte und Festigkeitsklasse nach dieser Tabelle gekennzeichnet werden.

Mechanische Eigenschaften von Muttern - Austenitische Stahlsorten (DIN EN ISO 3506-2)

Stahlgruppe	Stahlsorte	Festigkeitsklasse		Durchmesserbereich d mm	Prüfspannung S_p N/mm ² min.	
		Muttern Typ 1 ($m \geq 0,8 d$)	Niedrige Muttern $0,5 d \leq m < 0,8 d$		Muttern Typ 1 ($m \geq 0,8 d$)	Niedrige Muttern $0,5 d \leq m < 0,8 d$
Austenitisch	A1	50	025	≤ 39	500	250
	A2, A3	70	035	$\leq 24^1)$	700	350
	A4, A5	80	040	$\leq 24^1)$	800	400

¹⁾ Für Verbindungselemente mit Gewinde-Nenndurchmessern $d > 24$ mm müssen die mechanischen Eigenschaften zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden. Sie müssen mit der Stahlsorte und Festigkeitsklasse nach dieser Tabelle gekennzeichnet werden.

Gewindestifte (DIN EN ISO 3506-3)

Härte

Prüfverfahren	Festigkeitsklasse	
	12H	21H
	Härte	
Vickershärte HV	125 bis 209	min. 210
Brinellhärte HB	123 bis 213	min. 214
Rockwellhärte HRB	70 bis 95	min. 96

3.3.4. Verhalten bei erhöhten und tieferen Temperaturen

Die in diesem Anhang enthaltenen Werte sind nur Anhaltswerte. Die Anwender sollten wissen, dass die chemischen Eigenschaften, die Belastung der montierten Verbindungselemente und die Umgebung beträchtliche Schwankungen bewirken können. Falls die Belastungen sich ständig ändern und längere Betriebsperioden bei erhöhter Temperatur vorkommen oder falls verstärkt die Möglichkeit einer Spannungskorrosion gegeben ist, sollte der Anwender den Hersteller befragen. Werte für die untere Streckgrenze (R_{eL}) und die 0,2%-Dehngrenze ($R_{p0,2}$) bei erhöhten Temperaturen in % der Werte bei Raumtemperatur, siehe Tabelle.

Einfluß der Temperatur auf R_{eL} und $R_{p0,2}$

Stahlsorte	R_{eL} und $R_{p0,2}$ in % Temperatur			
	+ 100°C	+ 200°C	+ 300°C	+ 400°C
A2 A4	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60

ANMERKUNG: Gilt nur für die Festigkeitsklassen 70 und 80.

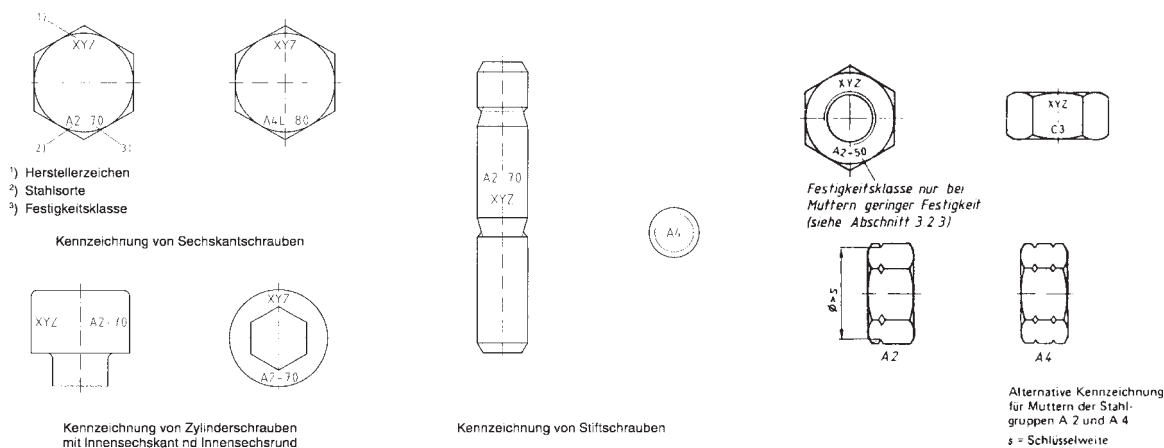
Anwendung bei Tieftemperatur

Anwendung von Schrauben aus nichtrostenden Stählen bei tiefen Temperaturen (nur austenitischer Stahl)

Stahlsorte	Untere Grenzwerte für die Betriebstemperatur bei Dauerbetrieb	
A2	- 200°C	
A4	Schrauben ¹⁾	- 60°C
	Stiftschrauben	- 200°C

¹⁾ In Verbindung mit dem Legierungselement Mo wird die Stabilität des Austenit reduziert und die Übergangstemperatur verschiebt sich auf höhere Werte, falls bei der Herstellung der Verbindungselemente größere Umformungsgrade angewendet werden.

3.3.5. Kennzeichnung



ANMERKUNG: Für die Kennzeichnung von Schrauben mit Linksgewinde siehe ISO 898-1.

3.3.6 Chemische Zusammensetzungen

Austenitische Stähle mit besonderer Beständigkeit gegen chloridinduzierte Spannungsrisskorrosion (Auszug aus EN 10088-1:1995)

Die Gefahr eines Versagens der Schrauben durch chloridinduzierte Spannungsrisskorrosion (z.B. in Hallenschwimmbädern) kann durch Verwendung der in Tabelle E.1 enthaltenen Werkstoffe verringert werden.

Austenitischer Stahl (Kurzzeichen/Werkstoffnummer)	Chemische Zusammensetzung, Massenanteil in %									
	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	N	Cr	Mo	Ni	Cu
X2CrNiMoN17-13-5 (1.4439)	0,03	1,0	2,0	0,045	0,015	0,12 bis 0,22	16,5 bis 18,5	4,0 bis 5,0	12,5 bis 14,5	—
X1NiCrMoCu25-20-5 (1.4539)	0,02	0,7	2,0	0,030	0,010	≤ 0,15	19,0 bis 21,0	4,0 bis 5,0	24,0 bis 26,0	1,2 bis 2,0
X1NiCrMoCuN25-20-7 (1.4529)	0,02	0,50	1,0	0,030	0,010	0,15 bis 0,25	19,0 bis 21,0	6,0 bis 7,0	24,0 bis 26,0	0,5 bis 1,5
X2CrNiMoN22-5-3 ¹⁾ (1.4462)	0,03	1,0	2,0	0,035	0,015	0,10 bis 0,22	21,0 bis 23,0	2,5 bis 3,5	4,5 bis 6,5	—

¹⁾ Austenitisch-ferritischer Stahl

Nichtrostende Stähle - Chemische Zusammensetzung

Stahlgruppe	Stahlsorte	Chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %)¹)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Anmerkungen
Austenitisch	A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15 bis 0,35	16 bis 19	0,7	5 bis 10	1,75 bis 2,25	²), ³), ⁴)
	A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15 bis 20	—⁵)	8 bis 19	4	⁶), ⁷), ⁸)
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17 bis 19	—⁵)	9 bis 12	1	⁶), ⁹)
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 bis 18,5	2 bis 3	10 bis 15	1	¹⁰), ⁸)
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16 bis 18,5	2 bis 3	10,5 bis 14	1	⁹), ¹⁰)
Martensitisch	C1	0,09 bis 0,15	1	1	0,05	0,03	11,5 bis 14	—	1	—	¹⁰)
	C3	0,17 bis 0,25	1	1	0,04	0,03	16 bis 18	—	1,5 bis 2,5	—	
	C4	0,08 bis 0,15	1	1,5	0,06	0,15 bis 0,35	12 bis 14	0,6	1	—	²), ¹⁰)
Ferritisch	F1	0,12	1	1	0,04	0,03	15 bis 18	—⁶)	1	—	¹¹), ¹²)

ANMERKUNG 1: Eine Beschreibung der Gruppen und Sorten der nichtrostenden Stähle mit ihren spezifischen Eigenschaften und ihrer Anwendung ist in Anhang B enthalten.

ANMERKUNG 2: Beispiele für nichtrostende Stähle nach ISO 683-13 bzw. ISO 4954 sind in den Anhängen C und D enthalten.

ANMERKUNG 3: Bestimmte Werkstoffe für spezielle Anwendungsfälle sind in Anhang E enthalten.

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 Massenanteil an Mangan mindestens 5% betragen.

⁴) Für den Massenanteil an Kupfer gibt es keine Mindestgrenze, sofern der Massenanteil 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 Massenanteil an Nickel mindestens 12% betragen.

⁸) Bei austenitischen Stählen mit einem Massenanteil an Kohlenstoff von maximal 0,03% darf Stickstoff bis maximal 0,22% enthalten sein.

⁹) Muß zur Stabilisierung Titan $\geq 5 \times C$ bis maximal 0,8% enthalten und entsprechend nach dieser 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 1,0% enthalten.

Nichtrostende Stähle für Kaltumformung (Auszug aus ISO 4954 : 1993)

Nr	Stahlart Bezeichnung ¹⁾		Chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %) ²⁾											Kennzeichnung der Stahlgruppe ³⁾
	Benennung	nach ISO 4954 : 1979	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Andere Elemente			
			max.	max.	max.	max.	max.							
71	Ferritische Stähle X 3 Cr 17 E X 6 Cr 17 E X 6 CrMo 17 1 E X 6 CrTi 12 E X 6 CrNb 12 E	—	≤ 0,04	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	≤ 1,0	—	F1		
72		D 1	≤ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	≤ 1,0	—	F1		
73		D 2	≤ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	0,90 bis 1,30	≤ 1,0	—	F1		
74		—	≤ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	10,5 bis 12,5	—	≤ 0,50	Ti: 6 × % C ≤ 1,0	F1		
75		—	≤ 0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	10,5 bis 12,5	—	≤ 0,50	Nb: 6 × % C ≤ 1,0	F1		
76	Martensitische Stähle X 12 Cr 13 E X 19 CrNi 16 2 E	D 10	0,90 bis 0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5 bis 13,5	—	≤ 1,0	—	C1		
77		D 12	0,14 bis 0,23	1,00	1,00	0,040	0,030	15,0 bis 17,5	—	1,5 bis 2,5	—	C3		
78	Austenitische Stähle X 2 CrNi 18 10 E X 5 CrNi 18 9 E X 10 CrNi 18 9 E X 5 CrNi 18 12 E X 6 CrNi 18 16 E X 6 CrNiTi 18 10 E X 5 CrNiMo 17 12 2 E X 6 CrNiMoTi 17 12 2 E X 2 CrNiMo 17 13 3 E X 3 CrNiCu 18 9 3 E	D 20	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	—	A2 ⁴⁾		
79		D 21	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,0 bis 11,0	—	A2		
80		D 22	≤ 0,12	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,0 bis 10,0	—	A2		
81		D 23	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	11,0 bis 13,0	—	A2		
82		D 25	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	15,0 bis 17,0	—	17,0 bis 19,0	—	A2		
83		D 26	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	Ti: 5 × % C ≤ 0,80	A3		
84		D 29	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 13,5	—	A4		
85		—	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	11,0 bis 14,0	Ti: 5 × % C ≤ 0,80	A5		
86		—	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,5 bis 14,5	—	A4 ⁴⁾		
87		—	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	16,5 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,5 bis 14,5	N: 0,12 bis 0,22	A4 ⁴⁾		
88		D 32	≤ 0,04	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,5 bis 10,5	Cu: 3,00 bis 4,00	A2		

¹⁾ Die in der ersten Spalte angegebenen Bezeichnungen sind fortlaufende Nummern. Die in der zweiten Spalte angegebenen Bezeichnungen entsprechen dem von ISO/TC 17/SC 2 vorgeschlagenen System. Die in der dritten Spalte enthaltenen Bezeichnungen sind die früheren Nummern nach ISO 4954 : 1979 (überarbeitet 1993).

²⁾ Die für die einzelnen Stähle in dieser Tabelle zahlenmäßig nicht aufgeführten Elemente dürfen, soweit sie nicht zum Fertigbehandeln der Schmelze erforderlich sind, nur mit Zustimmung des Bestellers absichtlich zugesetzt werden. Es sind Vorkehrungen zu treffen, um zu verhindern, daß durch die Beimengung solcher Elemente, die aus Schrott oder sonstigen bei der Herstellung verwendeten Werkstoffen herrühren, die Härbarkeit, die mechanischen Eigenschaften und die Verwendbarkeit beeinträchtigt werden.

³⁾ Ist nicht Inhalt der ISO 4954

⁴⁾ Ausgezeichnete Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion.

3.3.7. Werkstofftabellen - chemische Zusammensetzung

Chemische Zusammensetzung von rost- und säurebeständigen Stählen (Auszug ISO 683 / XIII)

Stahlart	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Andere Elemente	Stahlgruppe	vergleichbare Stähle nach DIN 17 440 Nummer
	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
Austenitische Stähle 1)											
10	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	9,0 bis 12,0	-	A 2	1.4306
11	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	8,0 bis 11,0	-	A 2	1.4301
17	0,12	1,0	2,0	0,045	0,15 b. 0,35	17,0 bis 19,0	0,60 max.	8,0 bis 10,0	-	A 1	1.4305 ¹⁾
13	0,10	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	11,0 bis 13,0	-	A 2	1.4303 ¹⁾
15	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	9,0 bis 12,0	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 3	1.4541 ¹⁾
16	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	9,0 bis 12,0	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0	A 2	1.4550
19	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	11,0 bis 14,0	-	A 4	1.4404
20	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	-	A 4	1.4401 ¹⁾
21	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 5	1.4571 ¹⁾
23	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0	A 4	1.4580
19a	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,5 bis 14,5	-	A 4	1.4435
20a	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	-	A 4	1.4436
21a	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,5 bis 14,5	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 4	-
23a	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0	A 4	-

1) In Deutschland vorwiegend verwendet
 2) In Deutschland wird der Automatenstahl X 13 CrMoS 17 (Werkstoff-Nummer 1.4104) eingesetzt.
 3) Nach Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 400

Chemische Zusammensetzung von rost- und säurebeständigen Stählen für Kaltumformung (Auszug ISO 4954)

Stahlart	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Andere Elemente	Stahlgruppe	vergleichbare Stähle nach DIN 1654 Nummer
	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
Austenitische Stähle 1)											
D 20	≤ 0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	9,0 bis 12,0	-	A 2	1.4306
D 21	≤ 0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	8,0 bis 11,0	-	A 2	1.4301 ⁴⁾
D 22	≤ 0,12	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	8,0 bis 10,0	-	A 2	1.4304 ⁵⁾
D 23	≤ 0,10	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	11,0 bis 13,0	-	A 2	1.4303 ³⁾
D 24	≤ 0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	15,0 bis 17,0	-	17,0 bis 19,0	-	A 2	1.4329 ⁴⁾
D 25	≤ 0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	15,0 bis 17,0	-	17,0 bis 19,0	-	A 2	-
D 26	≤ 0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	15,0 bis 19,0	-	9,0 bis 12,0	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 3	1.4541 ³⁾
D 27	≤ 0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	-	9,0 bis 12,0	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0 ²⁾	A 2	1.4550 ⁴⁾
D 28	≤ 0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	11,0 bis 14,0	-	A 4	1.4404 ⁴⁾
D 29	≤ 0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	-	A 4	1.4401 ³⁾
D 30	≤ 0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 5	1.4571 ³⁾
D 31	≤ 0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0 ²⁾	A 4	1.4580 ⁴⁾
D 32	≤ 0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	-	8,5 bis 10,5	Cu 3,00 bis 4,00	A 2	-

1) Die Kaltumformbarkeit dieser Stähle ist in hohem Maße von den Umformbedingungen abhängig.
 2) Der Tantalgehalt ist wie der Niobgehalt in gleicher Höhe festgelegt.
 3) In Deutschland vorwiegend verwendet.
 4) Nach DIN 17 440.
 5) Weder in DIN 1654 noch in DIN 17 440 enthalten.

Verhalten der $R_{p0,2}$ und R_{el} bei höheren Temperaturen
 0,2 %-Dehngrenze ($R_{p0,2}$) und Streckgrenze (R_{el}) bei höheren Temperaturen in % der Werte bei Raumtemperatur.

Stahlgruppe	+ 100°C	+ 200°C	+ 300°C	+ 400°C
A2, A4	85 ¹⁾	80 ¹⁾	75 ¹⁾	70 ¹⁾
C 1	95	90	80	65
C 3	90	85	80	60

1) Diese Werte gelten nur für Verbindungselemente der Festigkeitsklasse 70, für die Festigkeitsklasse 50 gelten die Werte nach DIN 17 440.

Verbindungselemente der Stahlgruppen A 1, F 1 und C 4 werden bei höheren Temperaturen üblicherweise nicht eingesetzt.

3.3.8. Oberflächenbehandlung von rost- und säurebeständigen Stählen

3.3.8.1. Mechanisch

Schleifarbeiten können bei Bauteilen aus Edelstahl Rostfrei aus zwei Gründen erforderlich sein: Einmal müssen Schweißnähte an Sichtflächen oder während der Verarbeitung entstandene Oberflächenfehler nachgearbeitet werden. Zum anderen erhalten Bauteile zur Erzielung eines bestimmten optischen Effekts einen Fertigschliff oder eine Politur.

Wenn Bleche, Profile, Quadrat- und Rechteckrohre mit Fertigschliff oder Mattpolitur geschweißt werden, ist es nötig, ein einheitliches Schliffbild über die Schweißnaht hinweg zu erzielen.

Die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs ist geringer als bei unlegiertem Stahl. Daher darf nicht mit zu großem Andruck gearbeitet werden, sonst könnte wegen örtlicher Erwärmung das Material anlaufen oder sich verwerfen.

Das Schleifmittel muss eisenfrei sein, um Fremdstoffe zu vermeiden. Für Schleifscheiben, Schleifbänder oder Schleifkorn zum Selbstbeleimen darf also nur eisenoxidfreier Edelkorund verwendet werden.

Schleifscheiben oder -bänder, die für Teile aus unlegiertem Stahl verwendet werden, dürfen nicht auch für Edelstahl Rostfrei benutzt werden, da sich sonst Eisenteilchen einpressen, die Fremdstoffe verursachen.

Für das Nacharbeiten von Schweißnähten benutzt man Handschleifmaschinen mit Schleifscheiben oder -steinen. Die Körnung liegt zwischen 16 und 46, die Umlaufgeschwindigkeit bei 30 m/sec. Die Nahtstelle wird dann mit feinerer Körnung in der Stufung 80-120-180 geglättet. Hierzu können auch Bandschleifgeräte verwendet werden.

Die Schleifgeschwindigkeit darf 40 m/sec. nicht überschreiten, weil sonst starke Erwärmung auftritt. Aus dem gleichen Grunde ist für rostfreie Stähle Naßschliff vorzuziehen. (Gleiche Körnung ergibt bei Naßschliff eine feinere Oberfläche als bei Trockenschliff). Für Naßschliff werden pflanzliche Öle oder tierische Fette sowie Gemische aus Talg und Stearinsäure verwendet. Für die Bearbeitung großflächiger Teile sind Schleifautomaten üblich. Kräftige und schwingungsfreie Vorrichtungen helfen, Rattermarken zu vermeiden.

3.3.8.2. Chemisch - Beizen und Passivieren

Gebeizt wird in Beizbädern oder mit Beizpasten. Für den Metallbauer sind hauptsächlich die Beizpasten zum Entfernen von Anlauffarben und Zunder - z. B. an Schweißnähten - interessant.

Durch Passivieren beschleunigt man die Bildung der Passiv-Schicht, die unter Sauerstoffeinfluß entsteht und den Korrosionsschutz der rostfreien Stähle bewirkt. Das Passivieren ist deshalb eine empfehlenswerte Abschlußbehandlung. Hierzu dienen stark oxidierende Mittel. die Passivierungslösung kann man mit Kieselgur eindicken. Nach dem Passivieren ist gut mit Wasser nachzuspülen.

Die Sicherheitsvorschriften für das Arbeiten mit Säuren sind zu beachten.

In der folgenden Tabelle sind unter A eine gängige Passivierungslösung, unter B eine gängige Beizlösung angegeben.

A:	Salpetersäure (50%ig) Wasser Badtemperatur Dauer	10...25% Rest 20...60° C etwa 60 Min.
B:	Salpetersäure (50%ig) Flußsäure Wasser Badtemperatur Beizdauer	10...30 Vol.-% 2,5...3 Vol.-% Rest 20...40° C etwa 20 Min.

Elektropolieren

Das Elektropolieren (elektrochemisches Polieren) eignet sich besonders für Werkstücke, die nicht mehr mechanisch poliert werden können, wie z. B. dünnwandige oder leicht verbiegbare Teile oder Teile mit komplizierter Form.

Mit diesem Verfahren lassen sich Oberflächen herstellen, die folgende Vorteile bieten:

- metallisch rein
- Fein- und Feinstentgratung im gesamten Oberflächenbereich

3.3.9. Besondere Merkmale

Verbindung mit anderen Metallen: Wenn Teile aus Edelstahl mit anderen Werkstoffen aus Metall in Verbindung gebracht werden, kann unter Umständen Kontaktkorrosion auftreten. Das unedlere Metall wird zuerst angegriffen. Die Korrosion schreitet umso schneller voran, je größer die Oberfläche des edleren Metalles im Verhältnis zum unedleren steht. Bei Aluminium besteht keine Gefahr, sofern auf eine saubere Oberfläche geachtet wird. Die Verbindung von anderen Werkstoffen mit austenitischen Werkstoffen kann ohne Kenntnis der Einsatzbedingungen nicht beurteilt werden. Anwendung von Blech- und Bohrschrauben sowie gewindefurchende Schrauben aus A2/A4 Werkstoffen sind in der Regel nur für weiches Material geeignet.

Fressen

Lassen sich Schraubverbindungen aus nichtrostenden Stählen nicht mehr schrauben/lösen, spricht man vom „Fressen“ in der Verbindung - auch Kaltverschweißung genannt. Ursache des „Fressens“: Wenn gemeinsame Berührungsflächen einer Verbindung (Gewindeflanken) in den äußersten Grenzfall der Reibung gelangen, entsteht ein mechanischer Widerstand (Reibung), der eine Bewegung der aufeinanderliegenden Teile verhindert (siehe DIN 50323-3)

Mehrere Faktoren begünstigen das Fressen - hier die wichtigsten:

- Überbeanspruchung: zu hohe Vorspannung, zu hohes Anziehmoment führen zur plastischen Verformung am schwächsten Punkt der Verbindungen, den Gewindespitzen
 - Montage mit Schlagschrauber
 - Rauigkeit: z. B. unsauber geschnittene Gewinde/Riefen
 - Verunreinigungen: z. B. Späne, Schmutzpartikel, Sand im Gewinde
 - Formfehler: z. B. Steigungsversatz, Welligkeit im Gewinde, Gewindemaße zu klein / zu groß
 - Montage unter zusätzlicher Druck- oder Zugbelastung (Zusammenziehen nicht dichtender Flansche / weiche Dichtungen)
 - Montage von Muttern mit Klemmteil
- Einer dieser Faktoren kann schon das Fressen bewirken.

Geeignete Maßnahmen zur Vermeidung des Fressens:

- Kaltverfestigte Schrauben einsetzen
- Prüfung der richtigen Toleranzlage des Gewindes
- Sorgfältige Reinigung - auch vor der Montage
- Fachgerechte Montage
- Geeignete Schmierung

Magnetische Eigenschaften:

Verbindungselemente aus austenitischen Stählen sind im Allgemeinen nicht magnetisierbar. Durch Kaltumformung kann eine gewisse Magnetisierbarkeit vorliegen.

Technologische Eigenschaften:

- A1 - vorwiegend für Drehteile; nicht schweißbar
- A2 - beschränkt säurebeständig; schweißbar
- A4 - hochsäurebeständig; schweißbar

3.3.10. Zulässige Drehmomente in Nm für A2 und A4 (Richtwerte)

Drehmomente für Schrauben DIN 931/933 bis zu Längen von 8 x Gewinde- Nenndurchmesser bei Raumtemperatur, Festigkeitsklasse 70 (Regelfall), ab M 27 Festigkeitsklasse 50.

Reibungszahl m	zulässige Drehmomente in Nm												
	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
0,12	3,7	6,4	15,3	31	52	83	126	174	245	182	235	342	467
0,14	4,2	7,3	17,5	35	60	94	144	199	281	209	269	392	536
0,16	4,7	8,2	19,6	39	67	106	162	225	316	236	304	443	605
0,24	5,8	9,9	24	49	83	132	203	280	398	260	380	560	793

3.3.11 Reibungszahlen

Gegenlage aus	Schraube aus	Mutter aus	Schmiermittel		Nachgiebigkeit der Verbindung	Reibungszahl	
			im Gewinde	unter Kopf		im Gewinde μ_G	unter Kopf μ_K
A2	A2	A2	ohne	ohne	sehr groß	0,26 bis 0,50	0,35 bis 0,50
			Spezierschmiermittel (Chlorparaffin-Basis)			0,12 bis 0,23	0,08 bis 0,12
			Korrosionsschutzfett			0,26 bis 0,45	0,25 bis 0,35
			ohne	ohne	klein	0,23 bis 0,35	0,12 bis 0,16
			Spezierschmiermittel (Chlorparaffin-Basis)			0,10 bis 0,16	0,08 bis 0,12

3.4. Sonderstähle

3.4.1. Hitzebeständige Stähle

Kurzname	Stahlsorte		Festigkeitswerte				Analyse in %						
	Werkstoffnummer	Wärmebehandlungszustand	Streckgrenze kp/mm ² mind.	Zugfestigkeit kp/mm ²	Dehnung L=5d % mind.	Härte HB	C	Si	Mn	Al	Cr	Ni	Sonstige
X 10 Cr Al 7	1.4713	geglüht	25	45-60	20	140-185	≤ 0,12	0,5 1,0	≤ 1,0	0,5 1,0	0,6 7,0	-	-
X 10 Cr Al 13	1.4724	geglüht	30	50-65	15	160-205	≤ 0,12	0,9 1,4	≤ 1,0	0,7 1,2	12,0 14,0	-	-
X 10 Cr Al 18	1.4742	geglüht	30	50-65	12	165-210	≤ 0,12	0,7 1,2	≤ 1,0	0,7 1,2	17,0 19,0	-	-
X 10 Cr Al 24	1.4762	geglüht	30	50-65	10	170-215	≤ 0,12	1,2 1,5	≤ 1,0	1,2 1,7	23,0 25,0	-	-
X 10 Cr Si 6	1.4712	geglüht	40	55-70	18	170-215	≤ 0,12	2,0 2,5	≤ 1,0	-	5,5 6,5	-	-
X 10 Cr Si 13	1.4722	geglüht	35	55-70	15	175-220	≤ 0,12	1,9 2,4	≤ 1,0	-	12,0 14,0	-	-
X 10 Cr Si 18	1.4741	geglüht	35	55-70	15	175-220	≤ 0,12	1,9 2,4	≤ 1,0	-	17,0 19,0	-	-
X 20 Cr Ni Si 25 4	1.4821	abgeschreckt	40	60-75	26	175-220	0,15 0,25	0,8 1,3	≤ 2,0	-	24,0 26,0	3,5 5,5	-
X 12 Cr Ni Ti 18 9	1.4878	abgeschreckt	25	50-75	40	130-190	≤ 0,15	1,0	≤ 2,0	-	17,0 19,0	9,0 11,0	Ti ≤ 0,7
X 15 Cr Ni Si 20 12	1.4828	abgeschreckt	30	60-75	40	145-190	≤ 0,20	1,8 2,3	≤ 2,0	21,0	19,0 13,0	11,0	-
X 15 Cr Ni Si 25 20	1.4841	abgeschreckt	30	60-75	40	145-190	≤ 0,20	1,8 2,3	≤ 2,0	-	24,0 26,0	19,0 21,0	-
X 12 Cr Ni 25 21	1.4845	abgeschreckt	27	60-75	30	140 -190	≤ 0,15	≤ 0,75	≤ 2,0	-	24,0 26,0	19,0 22,0	-
X 10 Cr Si 29	1.4772	geglüht	40	55-70	12	165-210	≤ 0,12	1,0 2,0	≤ 1,0	-	28,0 31,0	-	-
X 12 Ni Cr Si 36 16	1.4864	abgeschreckt	27	55-75	40	140-185	≤ 0,15	1,5 2,0	≤ 2,0	-	15,0 17,0	34,0 37,0	-