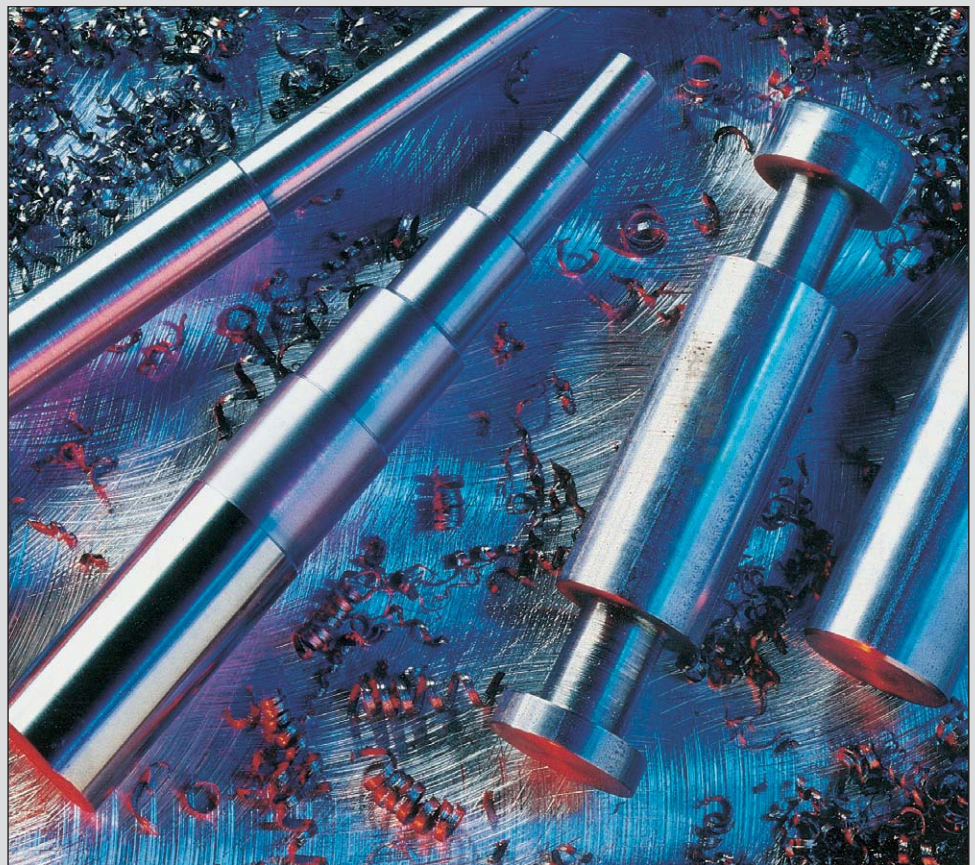




Merkblatt 821

Edelstahl Rostfrei - Eigenschaften



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER) ist eine Gemeinschaftsorganisation von Unternehmen und Institutionen aus den Bereichen

- Edelstahlherstellung,
- Legierungsmittelindustrie,
- Edelstahlhandel und Anarbeitung,
- Edelstahlverarbeitung,
- Oberflächenveredelung und
- Marktforschung für nichtrostende Stähle.

Die Aufgaben der ISER umfassen die firmenneutrale Information über Eigenschaften und Anwendungen von Edelstahl Rostfrei. Schwerpunkte der Aktivitäten sind

- praxisbezogene, zielgruppen-orientierte Publikationen,
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Errichtung von Kompetenzzentren „Edelstahl Rostfrei-Verarbeitung“
- Informationen über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Bearbeitung technischer Anfragen.

Ein aktuelles Schriftenverzeichnis wird auf Anforderung gerne übersandt.

Impressum

Merkblatt 821
Edelstahl Rostfrei – Eigenschaften
3. Auflage 2003

Herausgeber

Informationsstelle
Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 22 05
40013 Düsseldorf
Telefon: 02 11 / 67 07-8 35
Telefax: 02 11 / 67 07-3 44
E-Mail: info@edelstahl-rostfrei.de
Internet: www.edelstahl-rostfrei.de

Fotos

Stefan Elgaß, Geretsried
ThyssenKrupp Nirosta GmbH,
Krefeld
Rösle Metallwarenfabrik
GmbH & Co. KG, Marktoberdorf

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungsansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden. Nachdrucke, auch auszugsweise, sind nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

	Inhalt	Seite
1	Einleitung	1
2	Einteilung der nichtrostenden Stähle	1
3	Charakteristische Eigenschaften der Stahlgruppen	3
3.1	Ferritische Stähle	3
3.2	Martensitische Stähle	4
3.3	Austenitische Stähle	7
3.4	Austenitisch-ferritische Stähle	8
4	Korrosionsbeständigkeit	9
4.1	Allgemeines	9
4.2	Korrosionsarten	9
4.3	Anwendungshinweise	10
5	Schweißbeignung	10
6	Umformbarkeit	11
7	Spanbarkeit	13
8	Oberflächenausführungen	14
9	Physikalische Eigenschaften	16
10	Normung	18
11	Weitere Informationen	20

1 Einleitung

Edelstahl Rostfrei ist ein Sammelbegriff für die nichtrostenden Stähle. Sie enthalten mindestens 10,5 % Chrom (Cr) und weisen gegenüber unlegierten Stählen eine deutlich verbesserte Korrosionsbeständigkeit auf. Höhere Cr-Gehalte und weitere Legierungsbestandteile wie z.B. Nickel (Ni) und Molybdän (Mo) erhöhen die Korrosionsbeständigkeit weiter. Darüber hinaus kann das Hinzulegieren bestimmter anderer Elemente auch weitere Eigenschaften positiv beeinflussen, z.B.

- Niob, Titan (Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion),
- Stickstoff (Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit) und
- Schwefel (Spanbarkeit).

Damit verfügen die Konstrukteure, Verarbeiter und Verwender über eine Vielzahl von Stahlsorten für mannigfaltige Anwendungsgebiete.

Seit Erfindung der nichtrostenden Stähle im Jahre 1912 haben Hersteller und Verarbeiter unterschiedliche Handelsnamen verwendet, wie V2A/V4A, NIROSTA, REMANIT, Cromargan. Das Wort „Edelstahl“ ohne den Zusatz „Rostfrei“ reicht als Bezeichnung nicht aus; denn zu den Edelstählen gehören auch die Gruppen Edelbaustahl, Wälzlagerstahl, Schnellarbeitsstahl, Werkzeugstahl mit wesentlich anderen Gebrauchseigenschaften.

Ausgehend vom Konsumgüterbereich hat sich der Begriff **Edelstahl Rostfrei** durchgesetzt. Edelstahl Rostfrei hat in seiner langjährigen Geschichte aufgrund der ihm eigenen Korrosionsbeständigkeit und guter mechanischer Eigenschaften zunehmende Bedeutung in immer mehr Verarbeitungsbereichen erlangt. Das spiegelt sich in einer beachtlichen Steigerungsrate der Produktion: Zwischen 1950 und 2000 ist die Jahres-Rohstahlerzeugung an nichtrostenden Stählen in der Bundesrepublik von ca. 38.000 t auf rund 1,6 Mio t gestiegen.

Auch die Zahl der Verarbeitungsbetriebe hat zugenommen. Heute sind mehr als 700 Verarbeiter im **Warenzeichenverband Edelstahl Rostfrei e.V.** zusammengeschlossen und verwenden das eingetragene Markenzeichen (Bild 1).



Die nichtrostenden Stähle werden als Walz- und Schmiedestähle und als Stahlguß gefertigt. Diese Schrift behandelt die Walz- und Schmiedestähle. Sie soll die Unterschiede zwischen den verschiedenen Edelstahl Rostfrei-Sorten verdeutlichen und die Auswahl für die Anwendungen erleichtern. Auf die Verarbeitung wird nur eingegangen, soweit dies zum Verständnis erforderlich ist. Ausführlich ist darüber im ISER-Merkblatt 822 Die Verarbeitung von Edelstahl Rostfrei berichtet. Weitere Einzelheiten über Eigenschaften, Verarbeitung

und Verwendung können dem Literaturnachweis entnommen werden oder von den Lieferfirmen erfragt werden.

2 Einteilung der nichtrostenden Stähle

Tabelle 1 enthält die chemischen Zusammensetzungen der wichtigsten genormten Walz- und Schmiedestähle. Darüber hinaus gibt es für spezielle Anwendungen weitere nichtrostende Stähle, die in EN 10088 genormt und in der Stahl-Eisen-Liste aufgeführt sind.

Die nichtrostenden Stähle werden nach ihrer chemischen Zusammensetzung in die vier in Tabelle 2 genannten Gruppen nachfolgend eingeteilt, die sich auf den Gefügestand beziehen (Bild 2).

Darüber hinaus haben ausscheidungshärtbare nichtrostende Stäh-

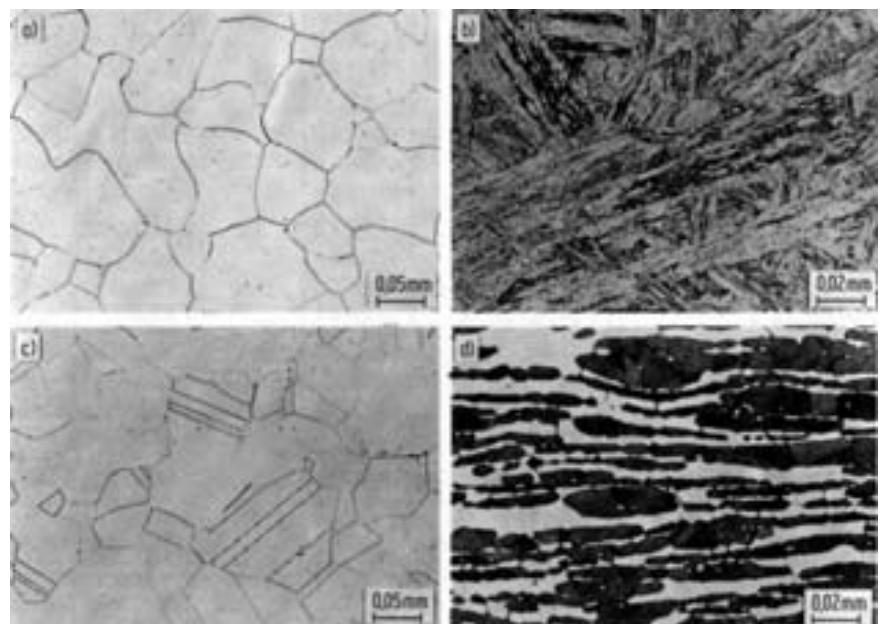


Bild 2: Beispiele typischer Gefügebildung bei verschiedenen Stahlsorten:

- a) Stahl Werkstoff-Nr. 1.4511 mit ferritischem Gefüge
- b) Stahl Werkstoff-Nr. 1.4313 mit martensitischem Gefüge
- c) Stahl Werkstoff-Nr. 1.4301 mit austenitischem Gefüge
- d) Stahl Werkstoff-Nr. 1.4462 mit austenitisch-ferritischem Gefüge

Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung in %					genormt in			
Kurzname	W.-Nr.	C	Cr	Mo	Ni	Sonstige	EN 10088		Sonstige	
							Teil 2	Teil 3		
Ferritische und martensitische Stähle										
X2CrNi12	1.4003	≤0,03	10,5/12,5			0,30/1,00	N≤0,03	x	x	
X2CrTi12	1.4512	≤0,03	10,5/12,5				Ti6x (C+N) bis 0,65	x		
X2CrTi17	1.4520	≤0,025	16,0/18,0				N≤0,015Ti0,30/0,60	x		
X12Cr13	1.4006	0,08/0,15	11,5/13,5			≤0,75		x	x	
X20Cr13	1.4021	0,16/0,25	12,0/14,0					x	x	
X20CrMo13	1.4120	0,17/0,22	12,0/14,0	0,9/1,3		≤1,0				SEW 400
X30Cr13	1.4028	0,26/0,35	12,0/14,0					x	x	
X39Cr13	1.4031	0,36/0,42	12,5/14,5					x	x	
X46Cr13	1.4034	0,43/0,50	12,5/14,5					x	x	
X50CrMoV15	1.4116	0,45/0,55	14,0/15,0	0,50/0,80			V0,10/0,20	x	x	
X55CrMo14	1.4110	0,48/0,60	13,0/15,0	0,50/0,80			V≤0,15			SEW 400
X5CrNiMoTi15-2	1.4589	≤0,08	13,5/15,5	0,20/1,20	1,0/2,5		Ti0,3/0,5			DIN 5512 T3
X3CrNiMo13-4	1.4313	≤0,05	12,0/14,0	0,3/0,7	3,5/4,5		N≥0,02	x	x	
X4CrNiMo16-5-1	1.4418	≤0,06	15,0/17,0	0,80/1,50	4,0/6,0		N≥0,02	x	x	
X6Cr17	1.4016	≤0,08	16,0/18,0					x	x	
X6CrMo17-1	1.4113	≤0,08	16,0/18,0	0,9/1,4				x	x	
X3CrTi17	1.4510	≤0,05	16,0/18,0				Ti4x (C+N) +0,15-0,80	x		
X3CrNb17	1.4511	≤0,05	16,0/18,0				Nb12xC bis 1,00	x		
X14CrMoS17	1.4104	0,10/0,17	15,5/17,5	0,20/0,60			P≤0,040S0,15/0,35		x	
X6CrMoS17	1.4105	≤0,08	16,0/18,0	0,20/0,60			P≤0,040S0,15/0,35		x	
X17CrNi16-2	1.4057	0,12/0,22	15,0/17,0			1,5/2,5			x	
X39CrMo17-1	1.4122	0,33/0,45	15,5/17,5	0,8/1,3		≤1,0		x	x	
X90CrMoV18	1.4112	0,85/0,95	17,0/19,0	0,9/1,3			V0,07/0,12		x	
X105CrMo17	1.4125	0,95/1,20	16,0/18,0	0,4/0,8					x	
X2CrMoTi18-2	1.4521	≤0,025	17,0/20,0	1,8/2,5			Ti4x (C+N) +0,15-0,80 N≤0,03	x		
Austenitisch-ferritische Stähle										
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	≤0,03	21,0/23,0	2,5/3,5	4,5/6,5		N0,10/0,22	x	x	
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	≤0,03	24,0/26,0	3,0/4,0	6,0/8,0		N0,20/0,30 Cu0,5/1,0 W0,5/1,0	x	x	
Austenitische Stähle										
X5CrNi18-10	1.4301	≤0,07	17,0/19,5			8,0/10,5	N≤0,11	x	x	
X4CrNi18-12	1.4303	≤0,06	17,0/19,0			11,0/13,0	N≤0,11	x	x	
X8CrNiS18-9	1.4305	≤0,10	17,0/19,0			8,0/10,0	P≤0,045 S0,15/0,35 N≤0,11 Cu≤1,00	x	x	
X2CrNi19-11	1.4306	≤0,03	18,0/20,0			10,0/12,0	N≤0,11	x	x	
X2CrNi18-9	1.4307	≤0,03	17,5/19,5			8,0/10,0	N≤0,11	x	x	
X2CrNiN18-10	1.4311	≤0,03	17,0/19,5			8,5/11,5	N0,12/0,22	x	x	
X6CrNiTi18-10	1.4541	≤0,08	17,0/19,0			9,0/12,0	Ti5xC bis 0,70	x	x	
X6CrNiNb18-10	1.4550	≤0,08	17,0/19,0			9,0/12,0	Nb10xC bis 1,0	x	x	
X10CrNi18-8	1.4310	0,05/0,15	16,0/19,0	≤0,80		6,0/9,5	N≤0,11	x	x	
X2CrNiN18-7	1.4318	≤0,03	16,5/18,5			6,0/8,0	N0,10/0,20	x		
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	≤0,07	16,5/18,5	2,0/2,5		10,0/13,0	N≤0,11	x	x	
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	≤0,03	16,5/18,5	2,0/2,5		10,0/13,0	N≤0,11	x	x	
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	≤0,08	16,5/18,5	2,0/2,5		10,5/13,5	Ti5xC bis 0,70	x	x	
X1CrNiMoTi18-13-2	1.4561	≤0,2	17,0/18,5	2,0/2,5		11,5/13,5	Ti0,40/0,60			SEW 400
X1CrNiMoN25-25-2	1.4465	≤0,02	24,0/26,0	2,0/2,5		22,0/25,0	N0,08/0,16			SEW 400
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	≤0,03	16,5/18,5	2,5/3,0		11,0/14,0	N0,12/0,22	x	x	
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	≤0,03	17,0/19,0	2,5/3,0		12,5/15,0	N≤0,11	x	x	
X3CrNiMo17-13-3	1.4436	≤0,05	16,5/18,5	2,5/3,0		10,5/13,0	N≤0,11	x	x	
X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	≤0,03	23,0/26,0	3,0/5,0		16,0/19,0	N0,30/0,50 Nb≤0,15			SEW 400
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	≤0,03	16,5/18,5	4,0/5,0		12,5/14,5	Mn3,5/6,5	x	x	
X1NiCrMoCuN25-20-5	1.4539	≤0,02	19,0/21,0	4,0/5,0		24,0/26,0	N0,12/0,22	x	x	
X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	≤0,02	19,0/21,0	6,0/7,0		24,0/26,0	Cu1,2/2,0 N≤0,15 Cu0,5/1,5 N0,15/0,25	x	x	

Tabelle 1: Genormte nichtrostende Stähle (Auswahl)

le Bedeutung erlangt. Bei diesen Stählen werden durch Zusatz von Mo bzw. Cu, Nb, Al und V und eine besondere Wärmebehandlung Festigkeit und Dehngrenze erheblich gesteigert.

Die einzelnen Stahlsorten sind durch Kurznamen und Werkstoff-

nummern gekennzeichnet. Wegen ihrer Kürze hat sich gerade bei den nichtrostenden Stählen die Werkstoffnummer als bevorzugtes Kennzeichen durchgesetzt.

Die Bedeutung der Werkstoffnummern für die nichtrostenden Stähle wird aus Tabelle 3 ersichtlich.

3 Charakteristische Eigenschaften der Stahlgruppen

3.1 Ferritische Stähle

Man unterscheidet grob zwei Untergruppen ferritischer nichtrostender Stähle:

- mit etwa 11 bis 13 % Cr und
- mit etwa 17 % Cr.

Die mechanischen Eigenschaften der ferritischen Stähle (Tabelle 4) setzen ein feinkörniges Gefüge voraus, das durch eine entsprechende Glühbehandlung dieser Stähle erreicht wird. Durch den relativ niedrigen Chromgehalt der **11-12%igen Chromstähle** (1.4003, 1.4512) ist der Korrosionswiderstand z.B. unter atmosphärischen Bedingungen oder in wäßrigen Medien begrenzt, so daß diese Stähle auch als „korrosionsträge“ eingestuft werden.

Bei den **17%igen Chromstählen** wird durch den höheren Chromge-

Gefüge	Hauptlegierungsbestandteile
ferritisch	Cr
martensitisch	Cr, C oder Ni
austenitisch	Cr, Ni, Mo
austenitisch-ferritisch	Cr, Ni, Mo (höhere Chrom- und niedrigere Ni-Gehalte als bei den austenitischen Stählen)

Tabelle 2: Gruppen nichtrostender Stähle

1.40..:	}	Cr-Stähle mit < 2,5 % Ni	ohne Mo, Nb oder Ti
1.41..:			mit Mo, ohne Nb oder Ti
1.43..:	}	Cr-Stähle mit ≥ 2,5 % Ni	ohne Mo, Nb oder Ti
1.44..:			mit Mo, ohne Nb oder Ti
1.45..:	}	Cr, CrNi- oder CrNiMo-Stähle mit Sonderzusätzen (Cu, Nb, Ti,..)	
1.46..:			

Tabelle 3: Bedeutung der Werkstoffnummern für nichtrostende Stähle

Stahlsorte	Erzeugnisform ¹⁾	Dicke oder Durchmesser mm max.	0,2 % Dehngrenze ²⁾		Zugfestigkeit N/mm ²	Bruchdehnung ³⁾ % min.	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion im		
			längs	quer			Lieferzustand	geschw. Zustand	
Kurzname	W.-Nr.		N/mm ² min.						
X2CrNi12	1.4003	k. B.	6	280	320	450 / 650	20	nein	nein
		w. B.	12	280	320	450 / 650	20		
		Bl.	25	250	280	450 / 650	18		
		D., St.	100	260	-	450 / 600	20		
X2CrTi12	1.4512	k. B.	6	210	220	380 / 560	25	nein	nein
		w. B.	12	210	220	380 / 560	25		
X6Cr17	1.4016	k. B.	6	260	280	450 / 600	20	ja	nein
		w. B.	12	240	260	450 / 600	18		
		Bl.	25	240	260	430 / 630	20		
		D., St.	100	240	-	400 / 630	20		
X3CrTi17	1.4510	k. B.	6	230	240	420 / 600	23	ja	ja
		w. B.	12	230	240	420 / 600	23		
X3CrNb17	1.4511	k. B.	6	230	240	420 / 600	23	ja	ja
X6CrMo17-1	1.4113	k. B.	6	260	280	450 / 630	18	ja	nein
		w. B.	12	260	280	450 / 630	18		
		D., St.	100	280	-	440 / 660	18		

¹⁾ k. B. = kaltgewalztes Band; w. B. = warmgewalztes Band; Bl. = Blech; D. = Draht; St. = Stabstahl

²⁾ Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte

³⁾ Für Band < 3 mm Dicke A_{60mm}, sonst A₅

Tabelle 4: Mechanische Eigenschaften einiger nichtrostender ferritischer Stähle im geglühten Zustand bei Raumtemperatur (nach EN 10088, Teil 2 und 3)

halt eine bessere Korrosionsbeständigkeit erreicht. Durch Zulegieren von ca. 1 % Molybdän kann die Korrosionsbeständigkeit nochmals verbessert werden.

Einige Stähle enthalten Titan oder Niob als carbidbildende Elemente, die den Kohlenstoff abbinden. Solche Stähle sind nach dem Schweißen ohne zusätzliche Wärmebehandlung auch bei dickeren Abmessungen beständig, also stabil gegen interkristalline Korrosion.

Ein besonderer Vorteil der ferritischen nichtrostenden Stähle ist, daß sie im Gegensatz zu den austenitischen CrNi-Stählen eine hohe Beständigkeit gegen chloridinduzierte transkristalline Spannungsrisskorrosion zeigen.



Auspuffanlagen – ein Einsatzgebiet von ferritischem nichtrostendem Stahl im Automobilbau

3.2 Martensitische Stähle

Bei den Stählen mit 12-18 % Cr und mit C-Gehalten ab 0,1 % handelt es sich um Stähle, die bei hohen Temperaturen vollständig austenitisch sind. Schreckt man aus dem austenitischen Bereich ab, d.h. härtet man, so erhalten sie ein martensitisches Gefüge. Die Austenitisierungstemperaturen liegen je nach Stahlsorte bei 950-1050 °C; die Abschreckung kann sehr viel langsamer als bei vergleichbaren unlegierten Stählen erfolgen (z.B. Luftabkühlung). Die Härte der Stähle ist umso größer, je höher der C-Gehalt ist (Tabelle 5).

C-Gehalt in Massen-%	Härte in HRC
0,10	40
0,15	46
0,20	50
0,25	53
0,40	56
0,70	58
1,00	60

Tabelle 5: Einfluß des Kohlenstoffgehaltes auf die Härte der martensitischen nichtrostenden Stähle, gehärtet und entspannt (Schierhold)

Im vergüteten Zustand werden hohe Festigkeitswerte erreicht. Die Zähigkeitswerte der marten-

sitischen Chromstähle in Abhängigkeit von der Temperatur gehen aus Bild 3 hervor.

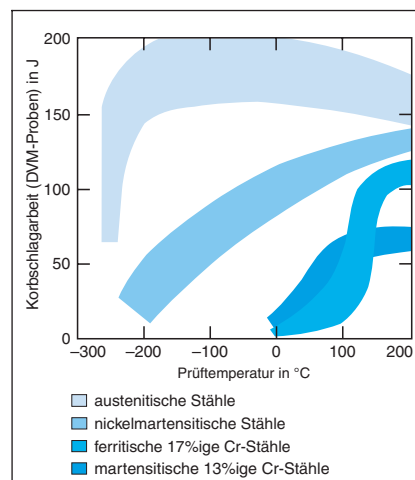


Bild 3: Kerbschlagarbeit-Temperaturkurven verschiedener nichtrostender Stähle (nach R. Oppenheim)

Bei den **nickelmartensitischen Stählen** wird die Rolle des Kohlenstoffs vom Nickel übernommen (z.B. 1.4313). Die Vergütungsfähigkeit bleibt dabei erhalten, ohne daß die Nachteile eines erhöhten Kohlenstoffgehaltes (Carbidausscheidungen, hohe Härteannahme) auftreten. Weiterhin wird der durchvergütbare Abmessungsbereich auf Durchmesser über 400 mm erweitert. Die Korrosionsbeständigkeit wird durch den Zusatz von Molybdän noch erhöht (1.4418).

Je nach Erzeugnisform werden die martensitischen Stähle im geglühten oder vergüteten Zustand geliefert. Produkte, die im weichgeglühten Zustand geliefert werden (wie Kalt- und Warmband und daraus abgelängte Bleche), können durch



Rasierklingen aus martensitischem nichtrostendem Stahl

Warmumformen oder durch Kaltumformen (z.B. Biegen, Prägen, Stanzen, Ziehen) bearbeitet werden, bevor die Vergütungsbehandlung vorgenommen wird.

Die Vergütungsbehandlung umfaßt das Härten und anschließende Anlassen auf Temperaturen von 650-750 °C. Durch die Anlaßbehandlung nimmt die Festigkeit ab und die Zähigkeit zu. Aus dem Vergütungsschaubild für den Stahl 1.4021 (Bild 4), das als Beispiel für diese Stahlgruppe gezeigt wird, erkennt man die große Variationsbreite der Festigkeitseigenschaften, die durch Wärmebehandlung erzielt werden. Im Hinblick auf beste Korrosionsbeständigkeit sind bevorzugt die vorgegebenen Wärmebehandlungstemperaturen einzuhalten.

Voraussetzung für eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit ist aber auch eine geeignete Oberflä-

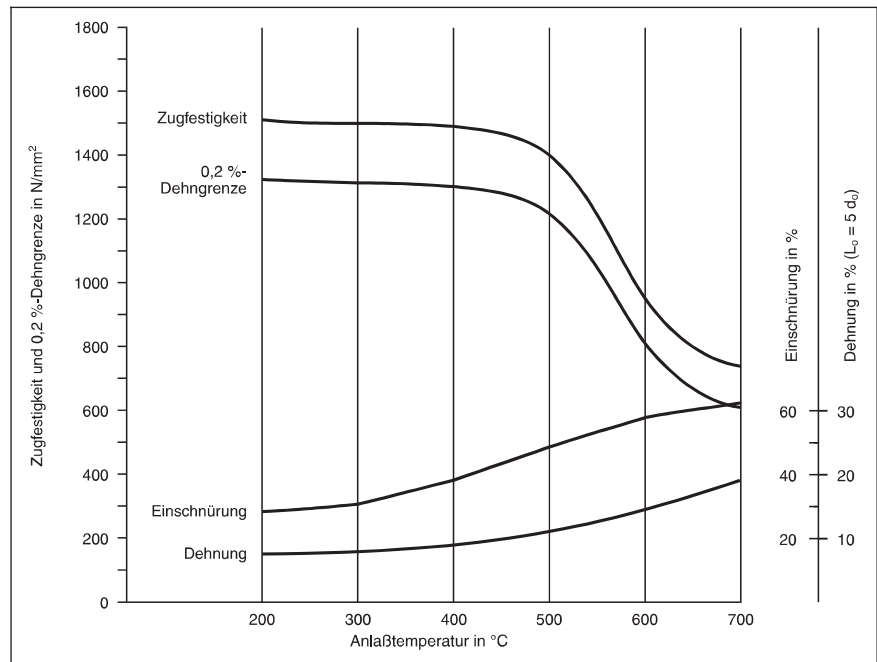


Bild 4: Vergütungsschaubild des Stahls Werkstoff-Nr. 1.4021; Härten: 1000 °C/Öl, Anlassen: Anlaßtemperatur 2 h/Luft (nach Schierhold)

chenausführung, die durch ein anschließendes Beizen oder Feinschleifen und Polieren erreicht wird.

In vielen Einsatzgebieten wird diese Stahlgruppe wegen ihrer hohen Verschleißfestigkeit und Schneidhaltigkeit eingesetzt.

Stahlsorte	Erzeugnisform ¹⁾	Dicke oder Durchmesser mm max.	0,2 % Dehngrenze ²⁾		Zugfestigkeit N/mm ²	Bruchdehnung ³⁾ % min. (quer)	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion im	
			längs	quer			Lieferzustand	geschw. Zustand
Kurzname	W.-Nr.		N/mm ² min.					
X5CrNi18-10	1.4301	k. B. w. B. Bl. D., St.	6 12 75 160	230 210 210 190	260 250 250 -	540 / 750 520 / 720 520 / 720 500 / 700	45	ja nein
X4CrNi18-12	1.4303	k. B. D., St.	6 160	220 190	250 -	500 / 650 500 / 700	45	ja nein
X8CrNiS18-9	1.4305	Bl. D., St.	75 160	190 190	230 -	500 / 700 500 / 750	35	nein nein
X2CrNi19-11 X2CrNi18-9	1.4306 1.4307	k. B. w. B. Bl. D., St.	6 12 75 160	220 200 200 180	250 240 240 -	520 / 670 520 / 670 500 / 650 460 / 680	45	ja ja
X2CrNiN18-10	1.4311	k. B. w. B. Bl. D., St.	6 12 75 160	290 270 270 270	320 310 310 -	550 / 750 550 / 750 550 / 750 550 / 760	40	ja ja
X6CrNiTi18-10	1.4541	k. B. w. B. Bl. D., St.	6 12 75 160	220 200 200 190	250 240 240 -	520 / 720 520 / 720 500 / 700 500 / 700	40	ja ja
X6CrNiNb18-10	1.4550	k. B. w. B. Bl. D., St.	6 12 75 160	220 200 200 205	250 240 240 -	520 / 720 520 / 720 500 / 700 510 / 740	40	ja ja
X10CrNi18-8	1.4310	k. B. D., St.	6 40	250 195	280 -	600 / 950 500 / 750	40	nein nein

Stahlsorte		Erzeugnisform ¹⁾	Dicke oder Durchmesser mm max.	0,2 % Dehngrenze ²⁾		Zugfestigkeit N/mm ²	Bruchdehnung ³⁾ % min. (quer)	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion im	
Kurzname	W.-Nr.			längs	quer			N/mm ² min.	Lieferzustand
X2CrNi18-7	1.4318	k. B.	6	350	380	650 / 850	35	ja	ja
		w. B.	12	330	370	650 / 850	35		
		Bl.	75	330	370	630 / 830	45		
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	k. B.	6	240	270	530 / 680	40	ja	nein
		w. B.	12	220	260	530 / 680	40		
		Bl.	75	220	260	520 / 670	45		
		D., St.	160	200	–	500 / 700	40		
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	k. B.	6	240	270	530 / 680	40	ja	ja
		w. B.	12	220	260	530 / 680	40		
		Bl.	75	220	260	520 / 670	45		
		D., St.	160	200	–	500 / 700	40		
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	k. B.	6	240	270	540 / 690	40	ja	ja
		w. B.	12	220	260	540 / 690	40		
		Bl.	75	220	260	520 / 670	45		
		D., St.	160	200	–	500 / 700	40		
X1CrNiMoTi18-13-2	1.4561	Fl.	20		190	490 / 690	40	ja	ja
X1CrNiMoN25-25-2	1.4465	Fl. St. D.	30 160 20		260	540 / 740	35	ja	ja
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	k. B.	6	300	330	580 / 780	35	ja	ja
		w. B.	12	280	320	580 / 780	35		
		Bl.	75	280	320	580 / 780	40		
		D., St.	160	280	–	580 / 800	40		
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	k. B.	6	240	270	550 / 700	40	ja	ja
		w. B.	12	220	260	550 / 700	40		
		Bl.	75	220	260	520 / 670	45		
		D., St.	160	200	–	500 / 700	40		
X3CrNiMo17-13-3	1.4436	k. B.	6	240	270	550 / 700	40	ja	nein
		w. B.	12	220	260	550 / 700	40		
		Bl.	75	220	260	530 / 730	40		
		D., St.	160	200	–	500 / 700	40		
X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	Fl. St. D.	30 160 20		420	800 / 950	35	ja	ja
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	k. B.	6	290	320	580 / 780	35	ja	ja
		w. B.	12	270	310	580 / 780	35		
		Bl.	75	270	310	580 / 780	40		
		D., St.	160	280	–	580 / 800	35		
X1NiCrMoCuN25-20-5	1.4539	k. B.	6	240	270	530 / 730	35	ja	ja
		w. B.	12	220	260	530 / 730	35		
		Bl.	75	220	260	520 / 720	40		
		D., St.	160	230	–	530 / 730	35		
X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	Bl.	75	300	340	650 / 850	40	ja	ja
		D., St.	160	300	–	650 / 850	40		
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	k. B.	6		480	660 / 950	20	ja	ja
		w. B.	12		480	660 / 950	25		
		Bl.	75		480	640 / 840	25		
		D., St.	160	450		650 / 880	25		

¹⁾ k. B. = kaltgewalztes Blech; w. B. = warmgewalztes Blech; Bl. = Blech; Fl. = Flacherzeugnisse; D. = Draht; St. = Stabstahl

²⁾ Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte

³⁾ Für Band < 3 mm Dicke A_{90mm}, sonst A₅

Tabelle 6: Mechanische Eigenschaften von genormten nichtrostenden austenitischen Stählen sowie des austenitisch-ferritischen Stahles 1.4462 im Lieferzustand bei Raumtemperatur (nach EN 10088 Teile 2 und 3 bzw. SEW 400)

3.3 Austenitische Stähle

Die austenitischen CrNi-Stähle mit $\geq 8\%$ Ni bieten eine besonders günstige Kombination von Verarbeitbarkeit, mechanischen Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit. Sie empfehlen sich daher für viele Anwendungsmöglichkeiten und sind die bedeutendste Gruppe der nichtrostenden Stähle.

Wichtigste Eigenschaft dieser Stahlgruppe ist die hohe Korrosionsbeständigkeit, die mit zunehmendem Legierungsgehalt, insbesondere an Chrom und Molybdän, gesteigert wird (s. Tabelle 1 und Kapitel 4.2).

Wie bei den ferritischen Stählen, ist auch bei den austenitischen Stählen zum Erreichen guter technologischer Eigenschaften (Tabelle 6) ein feinkörniges Gefüge notwendig. Als abschließende Wärmebehandlung wird ein Lösungsglühen bei Temperaturen zwischen 1000 und 1150 °C mit anschließender Abkühlung in Wasser oder in Luft durchgeführt, um die Ausbildung von Ausscheidungen zu vermeiden. Austenitische Stähle sind im Gegensatz zu martensitischen Stählen nicht härtbar.

Für bestimmte Einsatzgebiete werden austenitische Stähle mit höheren Festigkeiten gefordert. Eine Steigerung der Dehngrenze kann z.B. durch Kaltumformung erreicht werden. So lassen sich je nach Umformungsgrad unterschiedliche Verfestigungsstufen erreichen. Die im Vergleich zu den ferritischen Stählen höhere Kaltverfestigungsneigung der austenitischen Stähle zeigt Bild 5. Bei der Kaltumformung kann es zusätzlich zur Bildung von Verformungs-Martensit kommen.

Eine andere Möglichkeit ist die Mischkristallverfestigung durch legierungstechnische Maßnahmen. Der Einfluß der für die nichtrostenden Stähle wichtigen Legierungselemente auf die 0,2 %-Dehngrenze ist in Bild 6 dargestellt: Die Elemente Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) zeigen die größte Wirkung. Auf

die Zugabe von Kohlenstoff wird jedoch aus korrosionschemischen Gründen verzichtet.

Im Vergleich zum Kohlenstoff hat das Zulegieren von Stickstoff den Vorteil, daß neben einer Verbesse-

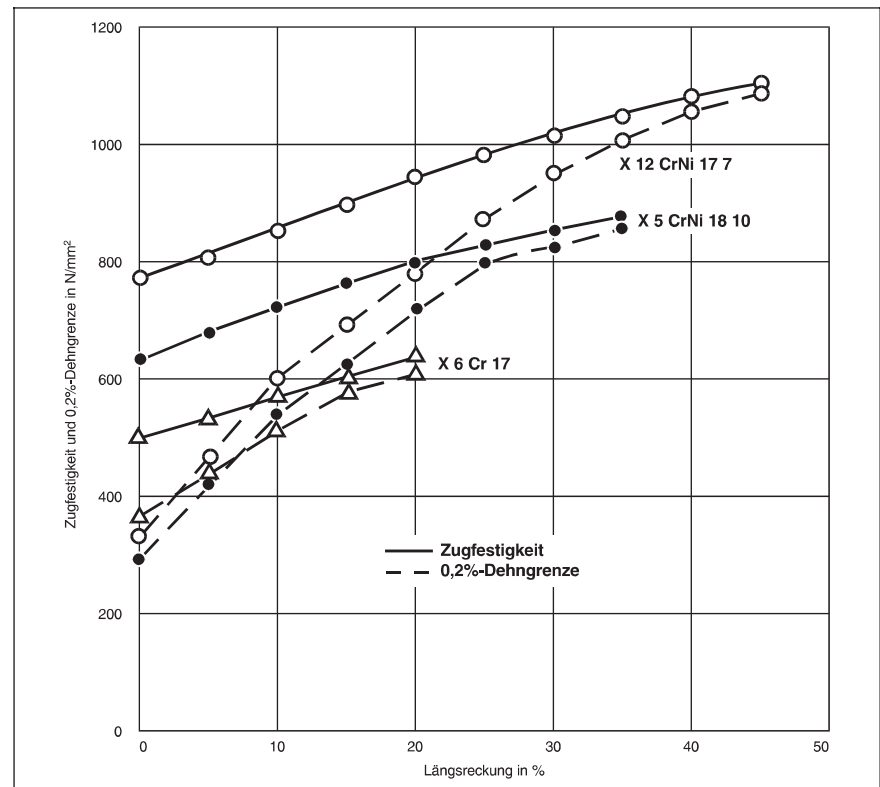


Bild 5: Verfestigungsverhalten einiger nichtrostender Stähle

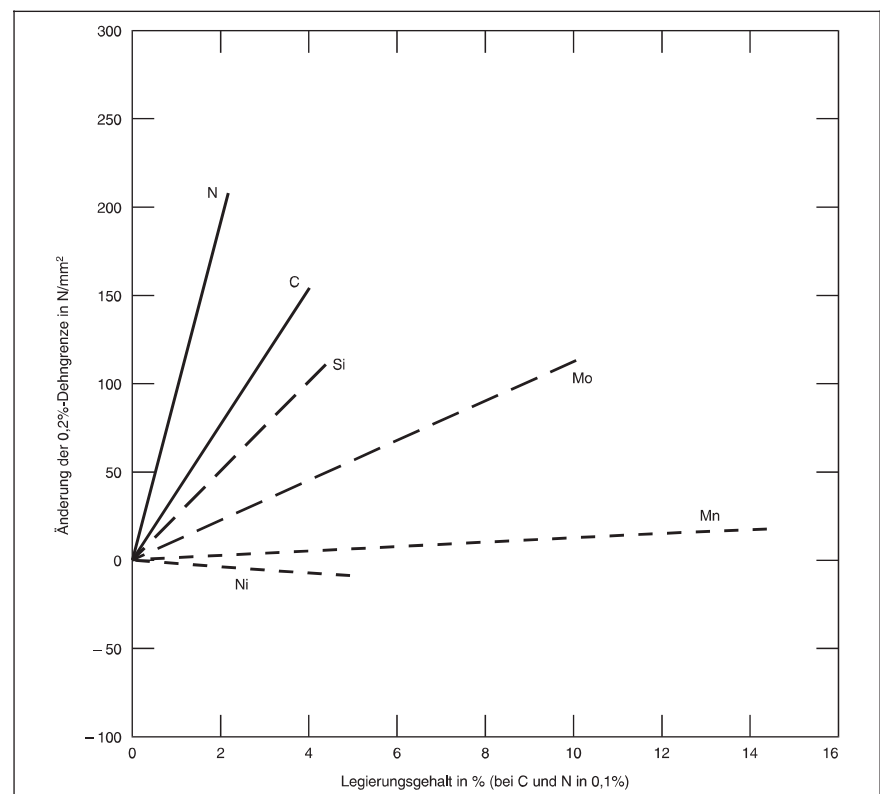


Bild 6: Einfluß einiger Legierungselemente auf die 0,2 %-Dehngrenze von austenitischem Stahl (nach V. J. Mc Neely und D. T. Llewellyn)

rung der Festigkeit auch die Korrosionsbeständigkeit verbessert wird. **Stickstoffhaltige** austenitische Stähle mit höheren Festigkeitskennwerten sind z. B. die Stähle 1.4311, 1.4318, 1.4406 oder 1.4439. Durch gezielte Abstimmung der Legierungsgehalte ist eine Steigerung der 0,2 %-Dehngrenze sogar auf Werte über 400 N/mm² möglich (1.4565).

Das hohe **Dehnungsvermögen** – die Bruchdehnungswerte austenitischer Stähle (s. Tabelle 6) sind fast doppelt so hoch wie die der ferritischen Stähle – führt zu sehr guter Kaltumformbarkeit. Daraus resultieren günstige Tiefzieh- und/oder Streckzieheigenschaften sowie gute Abkantbarkeit.

Besondere Bedeutung haben auch die höheren Kerbschlagarbeitswerte, die bis zu sehr tiefen Temperaturen auf einem hohen Niveau liegen (Bild 3). Daher können die nichtrostenden kaltzähren Stähle für Anlagen eingesetzt werden, die bei Temperaturen bis -269 °C arbeiten (s. AD-Merkblatt W10).

3.4 Austenitisch-ferritische Stähle

Die austenitisch-ferritischen Stähle, wegen ihrer zwei Gefügebestandteile häufig als Duplex-Stähle bezeichnet, haben stetig an Bedeutung gewonnen. Dies gilt besonders für den Stahl X2CrNiMoN 22-5-3 (Werkstoff-Nr. 1.4462), für den auch die Aufnahme in die neue Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Nichtrostende Stähle des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin, erfolgte.

Der Stahl 1.4462 enthält ca. 22 % Cr, ca. 5 % Ni und ca. 3 % Mo sowie Stickstoff (s. Tabelle 1). Dies führt zu einem ausgewogenen austenitisch-ferritischen Gefüge (in der Regel 50:50).

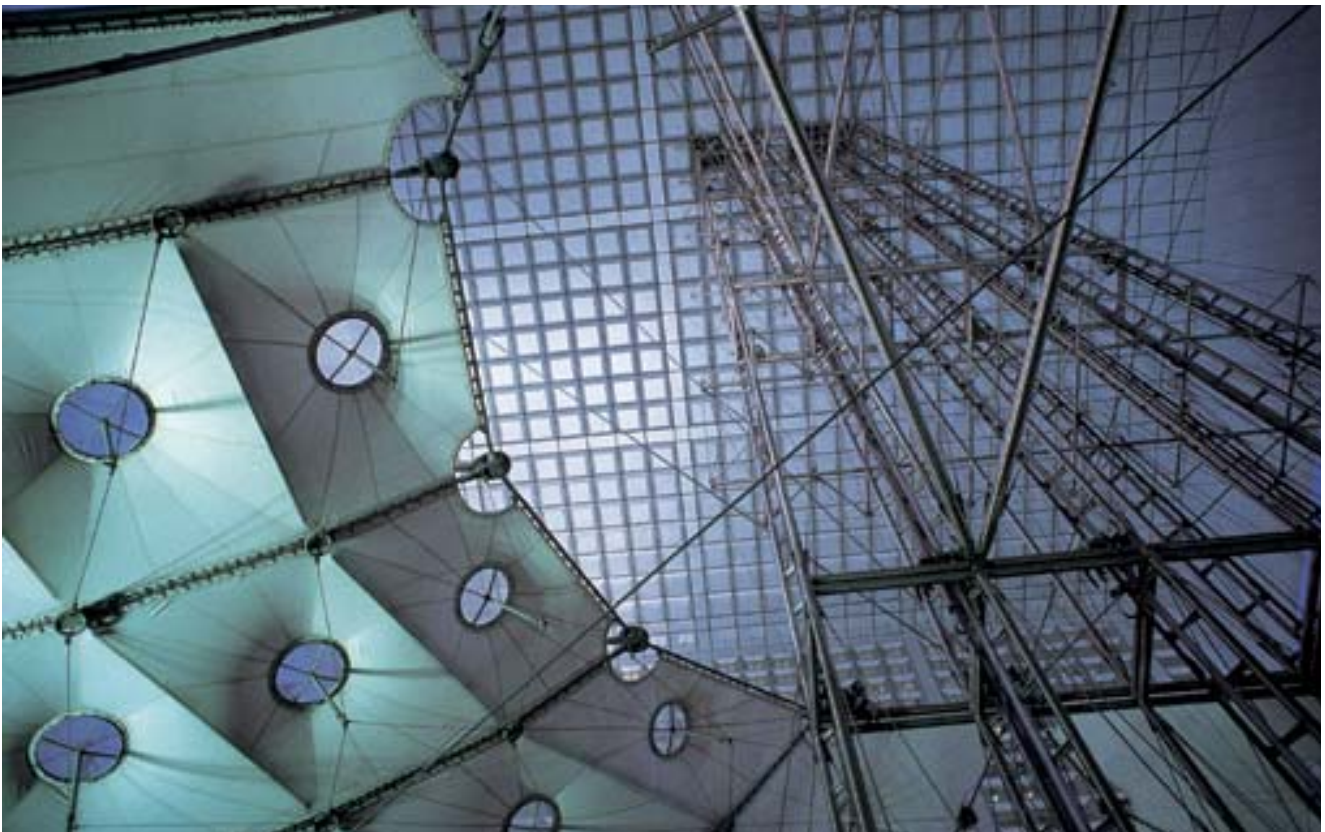
Aus Tabelle 6 ist ersichtlich, daß die 0,2 %-Dehngrenze deutlich oberhalb der austenitischen Stähle liegt. Dabei werden dennoch gute Zähigkeitskennwerte erreicht. Weiter hervorzuheben sind die günstigen Dauerfestigkeitseigenschaften

des Stahls, auch in korrosiven Medien.

Bei der Betrachtung des Korrosionsverhaltens von austenitisch-ferritischen nichtrostenden Stählen ist deren im Vergleich zu den austenitischen Stählen bessere Beständigkeit gegen chloridinduzierte Spannungsrißkorrosion hervorzuheben.

Die Schweißbarkeit der austenitisch-ferritischen Stähle bereitet bei Beachtung der Schweißvorgaben keine Probleme: Wegen seines insgesamt guten Eigenschaftsprofils besteht ein breites Anwendungsspektrum der Stähle mit Schwerpunkten im Chemie-Apparatebau, im Umweltschutz und in der Meeres- und Offshore-Technik.

In jüngster Zeit sind die sog. „Superduplexstähle“ mit weiter verbesserter Korrosionsbeständigkeit entwickelt worden. Diese enthalten rund 25 % Cr, 7 % Ni, 3,5 % Mo sowie Stickstoff und zum Teil weitere Zusätze.



Aufzugsturm aus Duplex-Rohren (La Grande Arche, Paris)

4 Korrosionsbeständigkeit

4.1 Allgemeines

Bekanntlich weisen die nichtrostenden Stähle eine im Vergleich zu den unlegierten und niedriglegierten Stählen deutlich verbesserte Korrosionsbeständigkeit auf. Sie sind gegen zahlreiche aggressive Medien beständig und bedürfen keines weiteren Oberflächenschutzes. Diese Passivität wird durch Zulegen von min. 10,5 % Cr zum Eisen bewirkt. Bei mechanischer Beschädigung der Passivschicht bildet sich diese spontan wieder aus.

Die Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl rostfrei ist vorrangig abhängig von der Legierungszusammensetzung des Stahls, daneben von seiner Oberfläche und vom Gefügestand. Daher ist die Wahl der richtigen Stahlsorte im richtigen Wärmebehandlungszustand mit der richtigen Oberflächenbearbeitung wesentlich für die Korrosionsbeständigkeit.

4.2 Korrosionsarten

Abtragende Flächenkorrosion

Abtragende Flächenkorrosion ist durch einen gleichmäßigen oder annähernd gleichmäßigen Abtrag gekennzeichnet. In der Regel wird eine Abtragsrate unter 0,1 mm/Jahr als ausreichende Beständigkeit gegen Flächenkorrosion angesehen. Für die Massenverlustrate pro Flächeneinheit gilt für nichtrostende Stähle die Beziehung $1 \text{ g/h} \times \text{m}^2 = 1,1 \text{ mm/a}$. Gleichmäßige Flächenkorrosion kann bei nichtrostenden Stählen nur in Säuren und starken Laugen auftreten. Sie wird wesentlich von der Legierungszusammensetzung bestimmt. So sind z.B. die 17 %-Chromstähle wesentlich beständiger als die 13 %-Chromstähle. Eine noch höhere Beständigkeit gegen Flächenkorrosion zeigen die austenitischen Chrom-Nickel-Stähle. Zusätzlich kann die Beständigkeit durch Zulegen von Molybdän in vielen Fällen weiter erhöht werden.

Lochkorrosion (Pitting)

Lochkorrosion kann auftreten, wenn die Passivschicht örtlich durchbrochen wird. Wenn Chloridionen, besonders bei erhöhten Temperaturen, vorliegen, können an diesen Stellen – häufig nur nadelstichtartig – Löcher entstehen. Durch Ablagerungen, Fremdstoffe, Schlackenreste und Anlauffarben auf der Oberfläche wird die Gefahr einer Lochkorrosion verstärkt.

Durch weitere Erhöhung des Chromgehalts, insbesondere durch Zusatz von Molybdän und z.T. von Stickstoff, wird die Beständigkeit der nichtrostenden Stähle gegenüber Lochkorrosion erhöht. Dies kommt in der sog.

Wirksumme

$$W = \% \text{ Cr} + 3,3 \times \% \text{ Mo}$$

zum Ausdruck. Für sehr hochlegierte austenitische und ferritisch-austenitische Stähle wird auch das Legierungselement Stickstoff mit unterschiedlichen Faktoren in die Wirksumme einbezogen.

Spaltkorrosion

Spaltkorrosion ist – wie der Name schon sagt – an das Vorhandensein von Spalten gebunden. Diese können konstruktiv oder betriebsbedingt (z.B. Ablagerungen) sein. Da die Spaltkorrosion im wesentlichen den gleichen Mechanismen unterliegt wie die Lochkorrosion, gelten die o.g. Ausführungen einschl. Legierungseinfluß und Wirksumme auch hier.

Spannungsrißkorrosion

Bei dieser Korrosionsart entstehen Risse, die bei nichtrostenden Stählen im allgemeinen transkristallin verlaufen. Nur wenn die folgenden drei Bedingungen gleichzeitig vorliegen, ist Spannungsrißkorrosion möglich:

- a) die Oberfläche des Bauteils steht unter Zugspannungen,
- b) Einwirkungen eines spezifisch wirkenden Mediums (meist Chloridionen),
- c) Neigung des Werkstoffs zur Spannungsrißkorrosion.

Bei Zugspannungen ist es gleichgültig, ob sie von außen durch Zug- oder Biegespannungen aufgebracht werden oder als Eigenspannungen (z.B. durch Schweißen, Kaltwalzen oder Tiefziehen) vorliegen. Die Zugspannungen lassen sich durch Strahlen abbauen.

Die austenitischen CrNi- und CrNi-Mo-Standardstähle sind in Chloridlösungen empfindlicher gegen Spannungsrißkorrosion als die ferritischen und austenitisch-ferritischen Stähle. Bei den austenitischen Stählen läßt sich die Spannungsrißkorrosionsbeständigkeit durch Erhöhen des Nickelgehalts ganz wesentlich verbessern.

Schwingungsrißkorrosion

Bei reiner Schwingungsbeanspruchung (ohne Korrosionsbelastung) gibt es eine untere Wechsellastspannung, unterhalb der kein Bruch mehr beobachtet wird: die Dauerschwingfestigkeit. Demgegenüber fehlt bei Schwingungsrißkorrosion meist eine Dauerschwingfestigkeit, und der Stahl kann auch unterhalb dieser Grenze zu Bruch gehen.

Im Unterschied zur Spannungsrißkorrosion, die nur in spezifisch wirkenden Medien auftritt (s.o.), kann Schwingungsrißkorrosion grundsätzlich in allen korrosiv wirkenden Medien in Verbindung mit Wechselbelastungen auftreten. Die Beständigkeit gegen Schwingungsrißkorrosion nimmt zu

- mit zunehmender Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffs in dem gegebenen Medium,
- mit zunehmender Festigkeit des Stahls.

Diese Korrosionsart tritt in vielen Bereichen, z.B. im Bauwesen und im Konsumgüterbereich, praktisch nicht auf.

Interkristalline Korrosion

Die interkristalline Korrosion stellt heute bei geeigneter Werkstoffwahl kein Problem mehr dar. Interkristalline Korrosion kann in sauren Medien auftreten, wenn sich

durch Wärmeeinwirkung (zwischen 450 und 850 °C bei den austenitischen Stählen, oberhalb 900 °C bei den ferritischen Stählen) Chromcarbide an den Korngrenzen ausscheiden. Solche Wärmeeinwirkung tritt z.B. beim Schweißen in der Nähe der Schweißnaht auf (Wärmeinflußzone). Sie bewirkt örtliche Chromverarmung in der Umgebung der ausgeschiedenen Chromcarbide.

In der Praxis wird der interkristallinen Korrosion bei den austenitischen Stählen dadurch begegnet, daß man den Kohlenstoffgehalt stark absenkt oder den Kohlenstoff durch Zugabe von Titan oder Niob abbildet.

Die Löslichkeit des Kohlenstoffs in den ferritischen Stählen ist weit aus geringer. Daher läßt sich bei Abkühlung von Lösungsglüh-temperatur bei diesen Stählen eine Chromcarbidausscheidung nicht unterdrücken. Eine Chromverarmung an den Korngrenzen und die Neigung zur interkristallinen Korrosion läßt sich jedoch durch eine stabilisierende Glühung bei 750 bis 800 °C rückgängig machen. Da diese Werkstoffe mit einer derartigen Wärmebehandlung geliefert werden, sind sie beständig gegen interkristalline Korrosion, es sei denn, es kommt durch eine Wärmebehandlung (z.B. Schweißen) zu einer nachträglichen Ausscheidung von Chromcarbiden. Aber auch dem kann durch Zusatz von Titan oder Niob vorgebeugt werden. Eine ausreichende Beständigkeit gegenüber interkristalliner Korrosion kann bei den ferritischen Stählen durch eine Absenkung des Kohlenstoffs allein nicht erreicht werden.

Kontaktkorrosion

Kontaktkorrosion kann entstehen, wenn sich unterschiedliche metallische Werkstoffe miteinander in Kontakt befinden und von einem Elektrolyten benetzt werden. Der weniger edle Werkstoff (Anode) wird an der Kontaktstelle angegriffen und geht in Lösung. Der edlere Werkstoff (Kathode) wird nicht angegriffen. In der Praxis sind die

nichtrostenden Stähle gegenüber vielen anderen metallischen Werkstoffen, wie unlegierten und niedriglegierten Stählen sowie Aluminium, die edleren Werkstoffe.

Kontaktkorrosion kann besonders dann auftreten, wenn die Oberfläche des edleren Werkstoffes im Verhältnis zur Oberfläche des weniger edlen Werkstoffes groß ist.

4.3 Anwendungshinweise

Die Stähle 1.4301 und 1.4541 sind in normaler Außenatmosphäre beständig und deshalb für Innen- und Außenanwendungen gleichermaßen geeignet.

Die Stähle 1.4401 und 1.4571 sind bis zu einem gewissen Grade auch in chloridhaltiger bzw. schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre bei Raumtemperatur weitgehend beständig und daher auch für den Einsatz in Industrielatmosphäre sowie in Küstennähe geeignet.

Die Korrosionsbeständigkeit des Stahles 1.4016 ist geringer als die der oben genannten CrNi(Mo)-Stähle, so daß der Stahl 1.4016 vorrangig in Innenräumen verwendet wird.

Über die Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl Rostfrei in verschiedenen Anwendungsbereichen geben folgende ISER-Merkblätter Auskunft:

- Edelstahl Rostfrei in chloridhaltigen Wässern (MB 830),
- Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle an der Atmosphäre (MB 828),
- Verträglichkeit von Edelstahl Rostfrei mit anderen Werkstoffen (MB 829),
- Edelstahl Rostfrei in Erdböden (MB 833),
- Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern (MB 831)
- Edelstahl Rostfrei in der Weinwirtschaft (MB 910)

Über die Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle in verschiedenen Medien/Chemikalien

geben die DIN 6601 (Positivliste), die DECHEMA-Werkstofftabellen sowie Beständigkeitstabellen und -diagramme der Herstellerwerke Auskunft.

5 Schweißbeignung

In vielen Einsatzgebieten nichtrostender Stähle ist die **Schweißbarkeit** eine der wichtigsten Verarbeitungseigenschaften. Neben den geforderten Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften von Schweißverbindungen muß die Korrosionsbeständigkeit der Schweißnaht sowie der Wärmeeinflußzone der des Grundwerkstoffes entsprechen. Sicherheit und Lebensdauer der gesamten Schweißkonstruktion hängen unmittelbar von der Schweißnahtgüte ab.

Zur Erfüllung dieser Ansprüche müssen neben geeigneten Schweißzusätzen auch optimierte Schweißtechniken in Verbindung mit einer anschließenden sorgfältigen Nahtnachbearbeitung eingesetzt werden. Weitaus die meisten nichtrostenden Stähle sind nach allen in der Praxis üblichen Schmelz- und Widerstandsschweißverfahren zu fügen. Von dem Einsatz des Autogenschweißverfahrens ist abzuraten.

Ferritische Stähle sind schweißgeeignet, wobei man allerdings mit einer Verminderung der Zähigkeit rechnen muß. Bei hohen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit werden bevorzugt stabilisierte Stähle eingesetzt. Alle ferritischen Stähle neigen in der Wärmeeinflußzone zu starkem Kornwachstum und sollten deshalb immer mit einem möglichst geringen Wärmeeinbringen geschweißt werden.

Wegen Beeinträchtigung der Zähigkeit neben der Schweißnaht bei dickwandigen Bauteilen eignen sich ferritische Stähle nicht für Konstruktionen, die Wechsel-, Schwingungs- oder Schlagbeanspruchungen unterworfen sind.

Bei den dünneren kaltgewalzten Blechen und Bändern ist diese Beeinträchtigung geringer als bei größeren Querschnitten, besonders wenn beim Schweißen möglichst wenig Wärme in den Nahtbereich eingebracht wird. Beim Stahl 1.4003 wird die Gefahr der Grobkornbildung durch andere legierungstechnische Maßnahmen weitgehend vermieden. Auf Grund der günstigen Umwandlungseigenschaften sind auch größere Querschnitte ohne Wärmebehandlung schweißbar. Der Stahl zeigt auch in der Wärmeeinflußzone gutes Dauerschwing-, Festigkeits- und Biegeverhalten.

Sicherheit gegen interkristalline Korrosion im geschweißten Zustand bieten die stabilisierten ferritischen Stähle 1.4509, 1.4510, 1.4511, 1.4512, 1.4520, 1.4521 und 1.4589.

Während die **martensitischen Stähle** mit geringen Kohlenstoffgehalten bedingt schweißgeeignet sind, werden die Stähle mit höheren Kohlenstoffgehalten nicht geschweißt.

Sowohl bei ferritischen als auch bei martensitischen Stählen werden für das Verbindungsschweißen austenitische Schweißzusätze empfohlen. Im Hinblick auf die Korrosionsbeständigkeit kann es zweckmäßig sein, die Decklagen artgleich zu schweißen.

Austenitische nichtrostende Stähle lassen sich leichter schweißen als ferritische Stähle, jedoch sind auch hier einige Besonderheiten zu beachten:

- Der Wärmeausdehnungskoeffizient liegt um ca. 50 % höher, wodurch die Entstehung von Verformungen und Restspannungen begünstigt werden.
- Die Wärmeleitfähigkeit ist um ca. 60 % niedriger; hierdurch wird die Wärme in der Schweißzone konzentriert. Durch Kupferunterlagen kann sie wirkungsvoll abgeführt werden.

Die austenitischen Stähle werden im Hinblick auf die Forderung nach gleich guter Korrosionsbeständigkeit von Grundwerkstoff und Schweißgut mit artgleichen oder höherlegierten Schweißzusätzen gefügt. Diese sind in der chemischen Zusammensetzung so abgestimmt, daß sie auch gegen Heißrißbildung beim Schweißen sicher sind. Die Ti- oder Nb-stabilisierten Sorten und die Stähle mit abgesenktem Kohlenstoffgehalt sind ohne Wärmenachbehandlung im geschweißten Zustand gegen interkristalline Korrosion (s. Kapitel 4.2) beständig. Liegt die Blechdicke über 5 mm, so ist der Kohlenstoff auf Werte unter 0,03 % zu beschränken.

Die Schweißbarkeit der austenitisch-ferritischen (Duplex-)Stähle mit Zusatzwerkstoff wird hauptsächlich durch die Eigenschaften der Wärmeeinflußzone bestimmt. Deshalb sollte eine darauf abgestimmte Schweißtechnik eingesetzt werden. Zum Schweißen wird ein Zusatzwerkstoff mit angehobenem Nickelgehalt empfohlen.

Anlauffarben sind entweder zu vermeiden (Formieren) oder nach dem Schweißen mechanisch oder chemisch sorgfältig zu entfernen, um die Korrosionsbeständigkeit der Schweißnähte sicherzustellen. Detaillierte Angaben zum Schweißen nichtrostender Stähle sind in dem ISER-Merkblatt Schweißen von Edelstahl Rostfrei (MB 823) enthalten.

6 Umformbarkeit

Die nichtrostenden Stähle weisen in der Regel ein gutes Umformverhalten auf, so daß sie für eine Vielzahl verschiedener Anwendungen in Betracht kommen. Von Bedeutung sind hier insbesondere die Flachprodukte aus nichtrostenden Stählen, die ihren Gebrauchswert in vielen Fällen erst durch einen nachfolgenden Umformvorgang erhalten.

Zu den wichtigsten Umformverfahren für Flacherzeugnisse zählt das **Tiefziehen**. Man unterscheidet je

nach dem vorliegenden Spannungszustand zwischen dem „echten“ Tiefziehen (z. B. Näpfchen-Tiefziehen) und Streckziehen. Beim „echten“ Tiefziehen ist das Nachfließen des Zuschnittes über den Ziehring möglich, während der Zuschnitt beim Streckziehen durch den Niederhalter starr gehalten wird und kein Nachfließen möglich ist. Die Verformung erfolgt in diesem Fall allein aus der Blechdicke. Viele reale Umformteile, insbesondere solche mit komplizierter Geometrie, stellen eine Kombination von „echtem“ Tiefziehen und Streckziehen dar.

Für Flacherzeugnisse ist weiterhin das **Biegen** ein häufig angewendetes Umformverfahren. Es kann entweder auf einer Abkantpresse im Gesenk durchgeführt werden oder mittels Rollenprofilierung in Walzgerüsten erfolgen. Beispiele für letzteres sind das Kaltprofilieren sowie die Herstellung von längsnahtgeschweißten Rohren.

Bei Langerzeugnissen aus nichtrostenden Stählen kommt in erster Linie die **Kaltmassivumformung** zur Anwendung. Hierzu zählen das Kaltfließpressen und das Kaltstauen. Als weiteres Umformverfahren wird das Ziehen angewendet. Es hat zum Ziel, das Produkt in die gewünschte Abmessung zu bringen (z.B. Drahtdurchmesser). In vielen Fällen ist aber auch die mit der Verformung verbundene Kaltverfestigung erwünscht. Typische Beispiele sind das Ziehen von Federdraht sowie das Rohrziehen bei der Präzisionsrohrherstellung.

Die **ferritischen** nichtrostenden Stähle verhalten sich hinsichtlich der erforderlichen Umformkräfte annähernd wie die unlegierten Stähle. Sie sind jedoch im Vergleich zu unlegierten Tiefziehstählen in ihrem Verformungsvermögen eingeschränkt, da nicht die Umformbarkeit, sondern die Korrosionsbeständigkeit die oberste Priorität in den gewünschten Eigenschaften besitzt.

Beim Näpfchen-Tiefziehen erreichen ferritische nichtrostende Stähle,



Pfanne als Tiefziehteil

bedingt durch ihr gutes Fließverhalten, ein hohes Grenzziehverhältnis ($\beta_{\max} > 2,0$). Bei einer Beanspruchung durch Streckziehen sind sie dagegen nur eingeschränkt umformungsfähig. Trotz dieser Einschränkung kommen Ferrite für eine Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz. Gängige Umformteile sind zum Beispiel Abdeckungen und Verkleidungen in der Architektur, Mäntel von Geschirrspülern, Flachwaren, Zierleisten an Automobilen, Katalysator-Halbschalen sowie längsnahtgeschweißte Rohre.

Die **austenitischen** nichtrostenden Stähle weisen im Vergleich zu unlegierten Stählen und ferritischen nichtrostenden Stählen eine wesentlich stärkere Kaltverfestigung auf. Dies hat einen deutlich höheren Kraftbedarf bei der Umformung zur Folge. Übliche austenitische Werkstoffe wandeln während der Umformung teilweise in Martensit um. Die martensitische Umwandlung wirkt sich allerdings nur bei der Umformung durch Mehrfachzüge ungünstig aus. Falls erforderlich, kann sie durch eine Zwischenglühung wieder beseitigt werden.

Beim Näpfcchen-Tiefziehen erreichen die austenitischen nichtrostenden Stähle annähernd dasselbe Grenzziehverhältnis wie die ferritischen nichtrostenden Stähle.

Ein deutlich günstigeres Umformverhalten zeigen die Austenite dagegen bei einer Beanspruchung durch Streckziehen. Komplizierte Umformteile werden deshalb vorzugsweise aus austenitischen nichtrostenden Stählen gefertigt. Beispiele sind Geschirrspüler-Innentüren und -Böden, Spülbecken, Hohlwaren und Rohre.

7 Spanbarkeit

Bei der Zerspaltung nichtrostender Stähle gelten insbesondere die austenitischen Stähle als schwierig zu bearbeiten. Die Spanbarkeit dieser Stähle wird durch die hohe Kaltverfestigungsneigung, die niedrige Wärmeleitfähigkeit und die gute Zähigkeit ungünstig beeinflusst. Das wichtigste Element, das zur Verbesserung der Spanbarkeit bei nichtrostenden Stählen beiträgt, ist Schwefel.

Die zur spanenden Bearbeitung vorgesehenen nichtrostenden Stähle lassen sich, wie Tabelle 7 zeigt, in 2 Gruppen unterteilen. Daneben gibt es Sonderautomatenstähle für spezifische Anwendungen.

Die Automatenstähle enthalten in der Regel 0,15 bis 0,35 % S. Schwefel bildet in Verbindung mit Mangan Mangansulfid, dessen positive Wirkung auf die Spanbarkeit in kurzbrüchigen Spänen, glatteren Werkstückoberflächen und geringerem Werkzeugverschleiß begründet liegt (Bild 7).

Bei den Automatenstählen ist eine gewisse Beeinträchtigung der Korrosionsbeständigkeit zu beachten. Die Stähle der zweiten Gruppe enthalten einen Schwefelzusatz von 0,015 bis 0,030 % und liegen damit noch unterhalb der durch die Normen vorgegebenen Grenzwerte. Durch Einstellen einer definierten Größe, Anzahl und Verteilung der Sulfide über den Materialquerschnitt werden gegenüber den Standardstählen mit deutlich niedrigeren S-Gehalten wesentlich höhere Schnittgeschwindigkeiten und mehr als 100 % längere Werkzeugstandzeiten erzielt; im Vergleich zu den klassischen Automatenstählen liegen diese Werte jedoch niedriger.

Detaillierte Angaben zur Spanbarkeit nichtrostender Stähle bei den verschiedenen Bearbeitungsverfahren sind in dem ISER-Merkblatt Die Verarbeitung von Edelstahl Rostfrei (MB 822) enthalten.

Stahlsorte		Schwefelgehalt in %
Kurzname	Werkstoffnummer	
Automatenstähle		
X14CrNoS17	1.4104	0,15 bis 0,35
X6CrMoS17	1.4105	
X8CrNiS18-9	1.4305	
Standardstähle mit verbesserter Spanbarkeit ¹⁾		
X5CrNi18-10	1.4301	0,015 bis 0,030
X2CrNi19-11	1.4306	
X2CrNi18-9	1.4307	
X6CrNiTi18-10	1.4541	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	
¹⁾ Auswahl typischer Stähle		

Tabelle 7: Einteilung der nichtrostenden Stähle in Spanbarkeitsgruppen



Bild 7: Beispiele von Spanausbildungen bei unterschiedlichen Schwefelgehalten



Drehteile aus Edelstahl Rostfrei

8 Oberflächen- ausführungen

Eine metallisch saubere Oberfläche ist die Grundvoraussetzung für einen guten Korrosionswiderstand von Edelstahl Rostfrei. Ver- zunderte Oberflächen sind daher zunächst durch Strahlen, Schleifen, Bürsten oder/und Beizen in diesen Zustand zu bringen.

In EN 10088 Teil 2 und 3 werden die Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten der Erzeugnisse aus Edelstahl Rostfrei in den diesbezüglichen Tabellen wieder- gegeben. Eine Zusammenfassung und Gegenüberstellung zu den früheren DIN-Bezeichnungen ist Tabelle 8 zu entnehmen.

Die **glänzend glatte Oberfläche des Zustands 2R (IId)** wird vor- wiegend für Bleche und Bänder bis max. 3,5 mm Dicke und Zie- hereiprodukte hergestellt. Für groß-

flächige Anwendungen ist diese Ausführung in der Regel weniger gut geeignet (Reflexionsverzerrun- gen). Hier ist der **diffus glänzen- de, seidenmatte Zustand 2B** zu bevorzugen, der wegen seiner Oberflächenfeingestalt auch bes- ser als 2R zum Tiefziehen geeig- net ist.

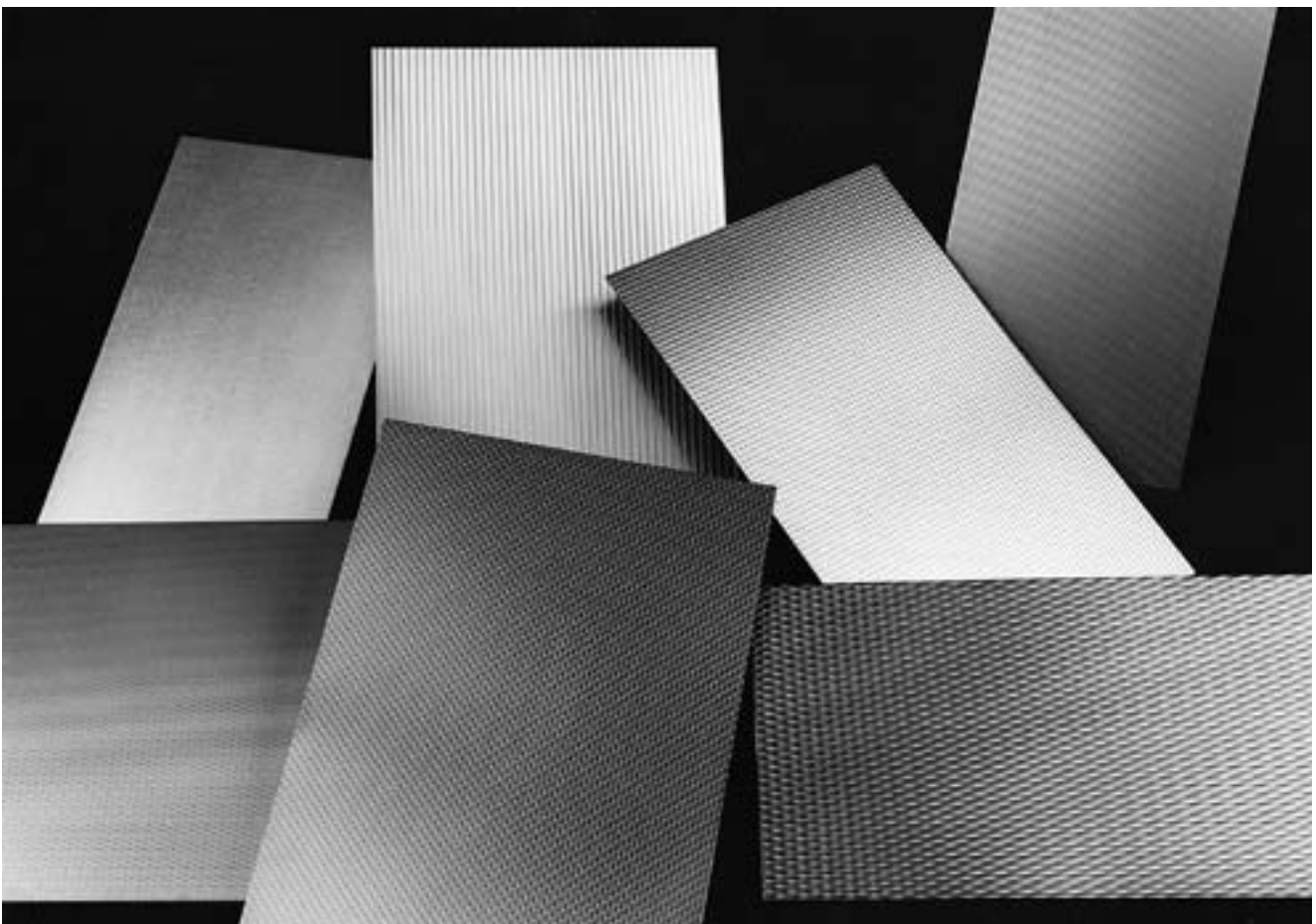
Beim **geschliffenen Zustand G (früher als IV bezeichnet)** ist eine Schliiffbeschreibung, z.B. „Korn 180“, allein manchmal nicht ausrei- chend. Zweckmäßiger ist eine Lie- ferung nach vorheriger Bemuste- rung. Ein Ölschliff zeigt generell eine glänzendere und dabei weni- ger verschmutzungsanfällige Ober- fläche als ein Trockenschliff.

Der **polierte Zustand P (ehemals als V bezeichnet)** wird meist beim Weiterverarbeiter ausgeführt. Ne- ben dem mechanischen kommt das elektrolytische Polieren (Elek- tropolieren) in Betracht. Auch die so erreichten sehr glänzenden

Oberflächen können – bei sonst vielfacher bewährter Anwendung – bei großen Flächen leicht Refle- xionsverzerrungen bewirken.

Beim **Polispektral-Verfahren** bil- den sich durch elektrochemische Behandlung auf der Oberfläche durchsichtige, bis 0,3 µm dicke Fil- me, an denen durch Lichtinterfe- renz Farbeffekte – je nach der Dik- ke der Schicht von blau, gold, rot bis grün – entstehen. Diese Far- ben sind gegen UV-Strahlung un- empfindlich, vollständig lichtecht und gegenüber atmosphärischen Einflüssen sehr beständig. Bei hö- heren Temperaturen, wie sie beim Löten oder Schweißen entstehen, wird diese Schicht örtlich zerstört.

Eine besonders interessante Ober- flächengestaltung von Edelstahl Rostfrei ist das **Dessinieren und Musterwalzen**: Kaltgewalzte Bän- der erhalten durch Nachwalzen ein- seitig bzw. beidseitig eingewalzte Muster. Mit diesen Blechen lassen



Dessinierter und mustergewalzte Edelstahl-Rostfrei-Bleche

	EN 10088 Kurzzeichen ¹⁾	Ausführungsart ²⁾	Oberflächen- beschaffenheit ²⁾	Erzeugnisform ³⁾				DIN 17440/41 Kurzzeichen
				F	W	ST P	H	
Warm- gewalzt bzw. warm- geformt	1U	Warmgeformt, nicht wärmebehandelt, nicht entzündert	Walzzunder	X	X	X	X	a1
	1C	Warmgeformt, wärmebehandelt, nicht entzündert	Walzzunder	X	X	X	X	b (Ic)
	1E	Warmgeformt, wärmebehandelt, mechanisch entzündert	Zunderfrei	X	X	X	X	c1 (IIa)
	1D	Warmgeformt, wärmebehandelt, gebeizt	Zunderfrei	X	X	X		c2 (IIa)
	1X	Warmgeformt, wärmebehandelt, vorbearbeitet (geschält oder vorgedreht)	Metallisch sauber			X		e
Kalt- gewalzt bzw. kalt weiter- verarbeitet	2H	Kaltverfestigt	Blank	X		X		f (IIIa)
	2C	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzündert	Glatt, Wärme- behandlungszunder	X				
	2E	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzündert	Rauh, stumpf	X				
	2D	Kalt weiterverarbeitet, wärmebehandelt, gebeizt	Glatt	X		X		h (IIIb)
	2B	Wärmebehandelt, bearbeitet (geschält), mechanisch geglättet	Glatter als 2D			X		n (IIIc)
	2B	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt, kalt nachgewalzt	Glatter als 2D	X				n (IIIc)
	2R	Kaltgewalzt, blankgeglüht	Reflektierend	X				m (IIIId)
	2Q	Kaltgewalzt, gehärtet und angelassen, zunderfrei	Zunderfrei	X				
Sonder- aus- führungen bzw. besondere Endver- arbeitungen	1G oder 2G	Geschliffen		X		X		o (IV)
	1J oder 2J	Gebürstet oder mattpoliert		X				q
	1K oder 2K	Seidenmattpoliert		X				p (V)
	1P oder 2P	Poliert, Blankpoliert		X		X		p (V)
	2F	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, kalt nachgewalzt mit aufgerauhten Walzen	Matt	X				
	1M oder 2M	Gemustert		X				
	2W	Gewellt		X				
	2L	Eingefärbt		X				
	1S oder 2S	Oberflächenbeschichtet		X				

¹⁾ Erste Stelle 1 = Warmgewalzt bzw. warmgeformt; 2 = Kaltgewalzt bzw. kalt weiterverarbeitet

²⁾ Genauere Definition und Randbedingungen siehe EN 10088 Teil 2 und 3

³⁾ F = Flacherzeugnisse; W = Walzdraht; St = Stäbe; P = Profile; H = Halbzeug

Tabelle 8: Vergleich der Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten von nichtrostenden Stählen nach DIN EN 10088 Teil 2 und 3 und DIN 17440/41

sich reizvolle Wirkungen erzielen. Die Oberflächen reflektieren weniger und sind kratzunempfindlich; Flecken und Fingerabdrücke treten optisch nicht in Erscheinung.

Eine Zusammenfassung von Mustern und Herstellerfirmen ist in der ISER-Dokumentation Bleche für das Bauwesen (D 865) enthalten, die auch Bezugsquellen für die warmgewalzten Riffel- oder Tränenbleche sowie – über Oberflächenausführungen hinausgehend – Lochbleche, Sickenbleche, Trapez- und Wellbleche sowie Drahtgewebe für Verkleidungen enthält.

9 Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften einiger ausgewählter Stahlsorten sind in Tabelle 9 zusammengestellt. Zu beachten ist die höhere Wärmeausdehnung und geringere Wärmeleitfähigkeit der austenitischen Stähle. Ihr elektrischer Widerstand ist wegen der Legierungsgehalte höher als bei unlegierten Stählen.

Kennzeichnendes Unterscheidungsmerkmal zwischen den ferritischen/martensitischen Chromstählen und den austenitischen Chrom-Nickel-Stählen ist die Magnetisierbarkeit. Im Gegensatz zu den magnetisierbaren Chromstählen zeigen die austenitischen Stähle ein

weitgehend unmagnetisches Verhalten im lösungsgeglühten Zustand.

Eine Kaltverformung kann bei den austenitischen Stählen zu einer Gefügeveränderung (Ausbildung von Verformungsmartensit) führen, so daß danach eine begrenzte Magnetisierbarkeit vorliegt. Der Nickelgehalt beeinflusst die Magnetisierbarkeit der austenitischen nichtrostenden Stähle jedoch wesentlich, so daß bei höheren Ni-Gehalten die Magnetisierungsneigung auch im kaltumgeformten Zustand weitgehend vermieden werden kann. Nichtmagnetisierbare Stähle mit Permeabilitätswerten von max. 1,001 werden im Stahleisen-Werkstoffblatt 390 beschrieben, erhältlich beim Verlag Stahleisen, Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf.

Stahlsorte		Dichte kg / dm ³	Elastizitätsmodul bei 20 °C kN / mm ²	Wärmeausdehnung zwischen 20 °C und		Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C W/ (m x K)	Spezifische Wärmekapazität bei 20 °C J / (kg x K)	Elektrischer Widerstand bei 20 °C Ω x mm ² / m
Kurzname	W.-Nr.			100 °C	400 °C			
X6Cr17	1.4016	7,7	220	10,0	10,5	25	460	0,60
X2CrNi12	1.4003	7,7	220	10,4	11,6	25	430	0,60
X5CrNi18-10	1.4301	7,9	200	16,0	17,5	15	500	0,73
X6CrNiTi18-10	1.4541	7,9	200	16,0	17,5	15	500	0,73
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	8,0	200	16,0	17,5	15	500	0,75
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	8,0	200	16,5	18,5	15	500	0,75
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	7,8	200	13,0	–	15	500	0,80

Tabelle 9: Anhaltsangaben über physikalische Eigenschaften einiger Stähle nach EN 10088 Teil 1

10 Normung

Die **DIN EN 10088** „Nichtrostende Stähle“ hat die Normen DIN 17440 und DIN 17441 sowie das Stahleisen-Werkstoffblatt 400 weitgehend abgelöst. Die EN 10088 gliedert sich in

- Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle,
- Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Verwendung,
- Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe,

Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung.

In **Teil 1** ist die chemische Zusammensetzung von nunmehr 83 europäischen nichtrostenden Stahlsorten aufgeführt. Hierzu gehören

- 20 ferritische Stähle,
- 20 martensitische und ausscheidungshärtende Stähle,
- 37 austenitische Stähle,
- 6 austenitisch-ferritische Stähle.

Damit wird die gesamte Palette der nichtrostenden Stähle, angefangen von den korrosionsträgen Stählen mit mind. 10,5 % Cr bis hin zu den höchstlegierten, an die

Nickellegierungen angrenzenden Sorten, erfaßt.

Das ehemals deutsche **Werkstoffnummernsystem** gilt ebenso wie die **Kurznamen** der Stähle europaweit. Gemäß DIN EN 10027 (Einteilung der Stähle) werden die Ziffern, die die Legierungsgehalte kennzeichnen, durch Bindestriche getrennt, z.B. X5CrNi18-10 beim Stahl 1.4301.

Die in EN 10088 festgelegten chemischen Zusammensetzungen der Stähle gelten auch für alle anderen EN- und CEN-Normen für bzw.



Norm	Ausgabe	Titel
DIN EN 10028-7	2000-06	Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Teil 7: Nichtrostende Stähle
DIN EN 10088-1	1995-08	Nichtrostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle
DIN EN 10088-1	Entwurf 2001-11	Nichtrostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle
DIN EN 10088-2	1995-08	Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Verwendung
DIN EN 10088-2	Entwurf 2001-12	Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung und für das Bauwesen
DIN EN 10088-3	1995-08	Nichtrostende Stähle – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung
DIN EN 10088-3	Entwurf 2001-12	Nichtrostende Stähle – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung und für das Bauwesen
DIN EN 10095	1999-05	Hitzebeständige Stähle und Nickellegierungen
DIN EN 10151	2003-02	Federband aus nichtrostenden Stählen – Technische Lieferbedingungen
DIN EN 10213-4	1996-01	Technische Lieferbedingungen für Stahlguß für Druckbehälter – Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische Stahlsorten
DIN EN 10216-5	Entwurf 1999-02	Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 5: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10217-7	Entwurf 1999-02	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 7: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10222-5	2000-02	Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter – Teil 5: Martensitische, austenitische und austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle
DIN EN 10250-4	2000-02	Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung – Teil 4: Nichtrostende Stähle; Deutsche Fassung EN 10250-4:1999
DIN EN 10263-5	2002-02	Walzdraht, Stäbe und Draht aus Kaltstauch- und Kaltfließpreßstählen – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für nichtrostende Stähle
DIN EN 10264-4	2002-11	Stahldraht und Drahterzeugnisse – Stahldraht für Seile – Teil 4: Draht aus nichtrostendem Stahl
DIN EN 10269	1999-11	Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen
DIN EN 10270-3	2001-08	Stahldraht für Federn – Teil 3: Nichtrostender Federstahldraht
DIN EN 10272	2001-01	Nichtrostende Stäbe für Druckbehälter
DIN EN 10283	1998-12	Korrosionsbeständiger Stahlguß
DIN EN 10295	2003-01	Hitzebeständiger Stahlguss
DIN EN 10296-2	Entwurf 2001-07	Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10297-2	Entwurf 2001-07	Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10302	2002-09	Hochwarmfeste Stähle, Nickel- und Kobaltlegierungen
DIN EN 10312	Entwurf 1999-06	Rohre und Fittings aus nichtrostenden Stählen für den Transport wäßriger Flüssigkeiten, einschließlich Trinkwasser
DIN 17440	2001-03	Nichtrostende Stähle – Technische Lieferbedingungen für gezogenen Draht

Tabelle 10: Auswahl von Normen für Erzeugnisse aus Edelstahl Rostfrei – Technische Lieferbedingungen

mit nichtrostenden Stählen; Abweichungen sind nur in begründeten Fällen erlaubt. Dies ist wichtig, um eine unnötige Sortenvielfalt zu verhindern. Teil 1 enthält darüber hinaus Anhaltsangaben für die physikalischen Eigenschaften der Stähle sowie Hinweise zur Sorteneinteilung und Begriffsbestimmung.

In den Produktnormen (Teile 2 und 3) wird – auch unter dem Gesichtspunkt der **Verfügbarkeit** – zwischen **Standard- und Sondergütern** unterschieden.

Das alphanumerische System der Kennzeichnung der **Ausführungsart bzw. Oberflächenbeschaffenheit** gilt für Flach- und Langerzeug-

nisse gleichermaßen (s. Tabelle 8). Alle warmgefertigten Erzeugnisse werden mit 1 und alle kaltgefertigten mit 2 gekennzeichnet. Hinzu kommen Kennbuchstaben für die jeweilige Ausführungsart bzw. Oberflächenbeschaffenheit. Auch Sonderausführungen wie geschliffen (G), gebürstet (J), seidenmattpoliert (K), blankpoliert (P) sind erfaßt. Zur Vermeidung von Fehlangaben sollte sich jeder Ver- und Einkäufer mit dem neuen System vertraut machen.

Zur besseren Ausnutzung der produktbezogenen Festigkeit in dieser mengenmäßig wichtigsten Produktgruppe wird in **Teil 2** bei den mechanisch-technologischen

Eigenschaften der Flacherzeugnisse bei der wichtigsten Eigenschaft, der **0,2 %-Dehngrenze**, erstmals zwischen kaltgewalztem Band (≤ 6 mm), warmgewalztem Band (≤ 12 mm) und warmgewalztem Blech (≤ 75 mm) unterschieden.

In **Teil 3** sind die mechanisch-technologischen Eigenschaften der Langerzeugnisse beschrieben. Auch für die Langprodukte gilt das neue System der Kennzeichnung der Oberflächenbeschaffenheit (s. Tabelle 8). Für einige Ausführungsarten sind informative Hinweise auf die zuzuordnende Toleranzklasse IT (z.T. IT-Bereiche) angegeben, die allerdings erst dann ver-



bindlich werden, wenn sie bei der Bestellung vereinbart werden. Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit sind für warmgewalzten Stabstahl und Walzdraht ggf. nach EN 10221 – Oberflächengüteklassen zu vereinbaren.

Eine „Restnorm“ DIN 17440 hat noch Gültigkeit für gezogenen Draht aus Edelstahl Rostfrei, bis die neue Ausgabe der DIN EN 10088, Teil 3 erscheint. Eine Übersicht über DIN EN-Normen für nichtrostende Stähle mit ihrem jeweiligen Anwendungsbereich und Ausgabedatum wird in Tabelle 10 gegeben.

Für die **Maßtoleranzen der kaltgewalzten Flacherzeugnisse** gelten folgende DIN EN-Normen:

- **DIN EN 10258**,
Ausgabe:1997-07
Kaltband und Kaltband in Stäben aus nichtrostendem Stahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen
- **DIN EN 10259**,
Ausgabe:1997-07
Kaltbreitband und Blech aus nichtrostendem Stahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen

Die **Maßtoleranzen der warmgewalzten Flacherzeugnisse** werden durch nachstehende DIN EN-Normen abgedeckt:

- **DIN EN 10029**,
Ausgabe:1991-10
Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an; Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen
- **DIN EN 10048**,
Ausgabe:1996-10
Warmgewalzter Bandstahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen
- **DIN EN 10051**,
Ausgabe:1997-11
Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten und legierten Stählen - Grenzabmaße und Formtoleranzen

DIN-Normen sind erhältlich beim Beuth Verlag, Berlin.

Für bauaufsichtlich relevante Teile ist ferner die Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Institutes für Bautechnik, Berlin, zu berücksichtigen. Sie ist als Sonderdruck SD 862 bei der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei erhältlich.

11 Weitere Informationen

AD-Merkblätter

der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter (AD) werden herausgegeben vom
Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V.,
Postfach 10 38 34, 45038 Essen,
Telefon 02 01 / 89 87-0,
Telefax 02 01 / 89 87-1 20,
E-Mail vdtuev.essen@t-online.de,
Internet www.vdtuev.de

DIN-Normen

sind erhältlich bei der
Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin,
Telefon 0 30 / 26 01-0,
Telefax 0 30 / 26 01-2 31,
Internet www.beuth.de

ISER-Merkblätter

können kostenlos abgerufen werden bei der
Informationsstelle
Edelstahl Rostfrei,
Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf,
Telefon 02 11 / 67 07-8 35,
Telefax 02 11 / 67 07-3 44,
E-mail info@edelstahl-rostfrei.de
Internet www.edelstahl-rostfrei.de

- Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle an der **Atmosphäre**, 1. Auflage 1996 (MB 828)

- **Edelstahl Rostfrei im Bauwesen**: Technischer Leitfaden, 4. Auflage 2000 (MB 875)
- **Edelstahl Rostfrei in chloridhaltigen Wässern**, 1. Auflage 1996 (MB 830)
- **Edelstahl Rostfrei in Erdböden**, 1. Auflage 1997 (MB 833)
- **Erläuterung** zur europäischen Norm **DIN EN 10088** „Nichtrostende Stähle“, 2. Auflage 2000 (MB 834)
- **Edelstahl Rostfrei: Oberflächen** im Bauwesen, 1. Auflage 2000 (D 960)
- **Schweißen** von Edelstahl Rostfrei, 2. Auflage 2000 (MB 823)
- **Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern**, 2. Auflage 2000 (MB 831)
- Die **Verarbeitung** von Edelstahl Rostfrei, 3. Auflage 2001 (MB 822)
- **Verträglichkeit** von Edelstahl Rostfrei mit anderen Werkstoffen (Kontaktkorrosion), 1. Auflage 1996 (MB 829) (Eine komplett überarbeitete Neuauflage wird 2004 vorliegen.)
- **Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6** „Bauteile und Verbindungselemente aus nichtrostenden Stählen“, jeweils gültige Fassung (SD 862)

Diese und weitere zahlreiche Publikationen stehen auch im Internet als Download zur Verfügung: www.edelstahl-rostfrei.de, s. Publikationen/Schriftenverzeichnis

Stahleisen-Regelwerke

können bezogen werden beim Verlag Stahleisen GmbH,
Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf,
Telefon 02 11 / 67 07-0,
Telefax 02 11 / 67 07-5 47,
E-Mail marie-luise.kliem@stahleisen.de,
Internet www.stahleisen.de

- **Stahleisen-Liste**, 10. Auflage 2000
- **Stahleisen-Werkstoffblatt 390** (SEW 390), jeweils gültige Ausgabe
- **Stahleisen-Werkstoffblatt 400** (SEW 400), jeweils gültige Ausgabe



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 2205
40013 Düsseldorf
www.edelstahl-rostfrei.de