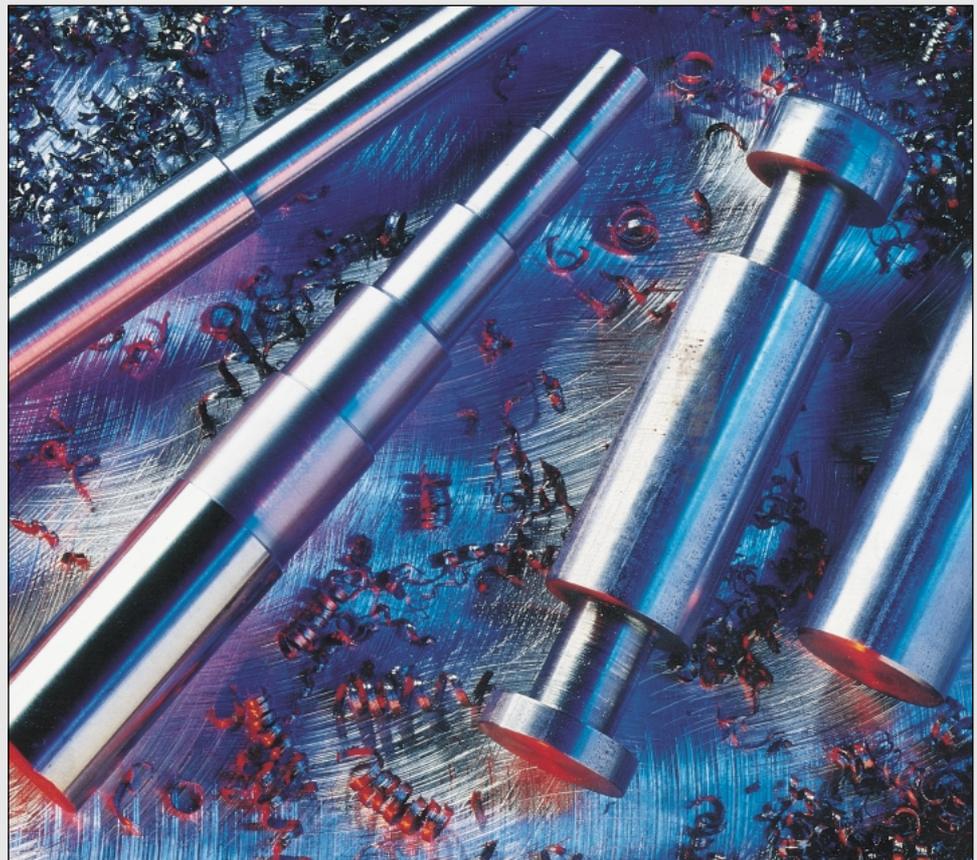




Merkblatt 821

## Edelstahl Rostfrei - Eigenschaften



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

# Die Informations- stelle Edelstahl Rostfrei

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

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

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

- praxisbezogene, zielgruppenorientierte Publikationen,
- Online-Informationsplattform unter [www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de),
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Errichtung von Kompetenzzentren "Edelstahl Rostfrei-Verarbeitung"
- Information über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Bearbeitung technischer Anfragen.

Ein aktuelles Schriftenverzeichnis wird auf Anforderung gerne übersandt – oder ist einsehbar unter [www.edelstahl-rostfrei.de/](http://www.edelstahl-rostfrei.de/) Publikationen.

## Impressum

Merkblatt 821  
Edelstahl Rostfrei – Eigenschaften  
4. Auflage 2006

### Herausgeber:

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei  
Postfach 10 22 05  
40013 Düsseldorf  
Telefon: 0211 / 67 07-8 35  
Telefax: 0211 / 67 07-3 44  
Internet: [www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)  
E-Mail: [info@edelstahl-rostfrei.de](mailto:info@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 aus dieser Dokumentation bzw. Veröffentlichungen im Internet, 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	4
3.4 Austenitisch-ferritische Stähle	7
4 Korrosionsbeständigkeit	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Korrosionsarten	8
4.3 Anwendungshinweise	9
5 Schweißbeignung	9
6 Umformbarkeit	10
7 Spanbarkeit	11
8 Oberflächenausführungen	12
9 Physikalische Eigenschaften	14
10 Normung	14
11 Weitere Informationen	17

# 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 und 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.** zusam-

mengeschlossen und verwenden das eingetragene Markenzeichen:



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 *Die Verarbeitung von Edelstahl Rostfrei (MB 822)* 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 der DIN 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 eingeteilt, die sich auf den Gefügestand beziehen (**Bild 1**).

Darüber hinaus haben ausscheidungshärtbare nichtrostende Stähle Bedeutung erlangt. Bei diesen Stählen werden durch Zusatz von Mo bzw. Cu, Nb, Al und V sowie eine besondere Wärmebehandlung Festigkeit und Dehngrenze erheblich gesteigert.

Die einzelnen Stahlsorten sind durch Kurznamen und Werkstoffnummern gekennzeichnet. Wegen ihrer Kürze hat sich gerade bei den nichtrostenden

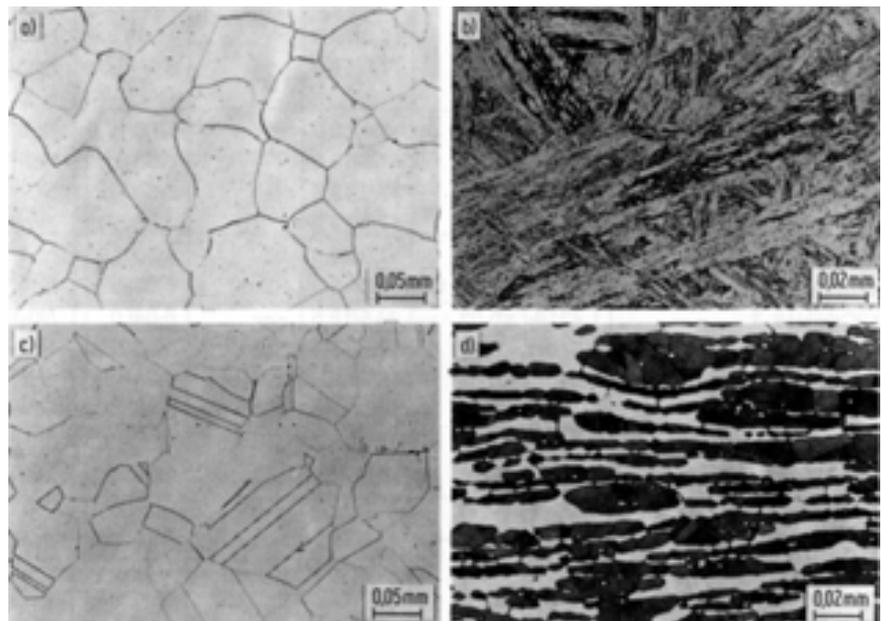


Bild 1: Beispiele typischer Gefügeausbildung bei verschiedenen Stahlsorten:

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

Tabelle 1: Genormte nichtrostende Stähle (Auswahl)

Stählen die Werkstoffnummer als bevorzugtes Kennzeichen durchgesetzt.

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

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..:			

### 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**

**Tabelle 3: Bedeutung der Werkstoffnummern für nichtrostende Stähle**

(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 Chromgehalt 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.

Stahlsorte		Erzeugnisform <sup>1)</sup>	Dicke oder Durchmesser mm max.	0,2 % Dehngrenze <sup>2)</sup>		Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>3)</sup> % min.	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion im	
Kurzname	W.-Nr.			längs	quer			N/mm <sup>2</sup>	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		

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

<sup>2)</sup> Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte

<sup>3)</sup> Für Band < 3mm Dicke A<sub>0,2mm</sub>, sonst A<sub>5</sub>

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

### 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 Austenitierungstemperaturen 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 martensitischen Chromstähle in Abhängigkeit von der Temperatur gehen aus Bild 2 hervor.

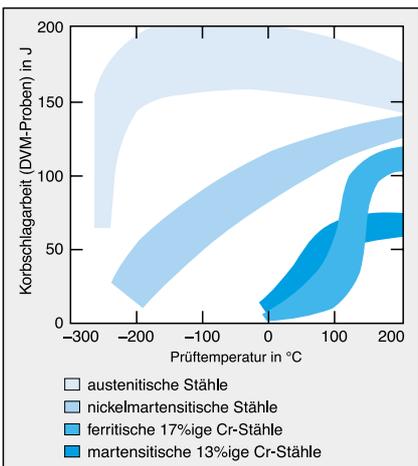


Bild 2: Kerbschlagarbeit-Temperatur-Kurven verschiedener nichtrostender Stähle (nach R. Oppenheim)

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)



Bild 3: Auspuffanlagen – ein Einsatzgebiet von ferritischem nichtrostendem Stahl im Automobilbau

aufzutreten. 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 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 5), das als Beispiel für diese Stahlgruppe gezeigt wird, erkennt man die große Variationsbreite der Festigkeitseigenschaften, die durch Wärmebehandlung erzielt wer-

den. Im Hinblick auf beste Korrosionsbeständigkeit sind bevorzugt die vorgegebenen Wärmebehandlungstemperaturen einzuhalten.

Voraussetzung für eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit ist aber auch eine geeignete Oberflächenausführung, die durch ein anschließendes Beizen oder Feinschleifen und Polieren erreicht wird.

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

### 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 Korrosionsbestän-

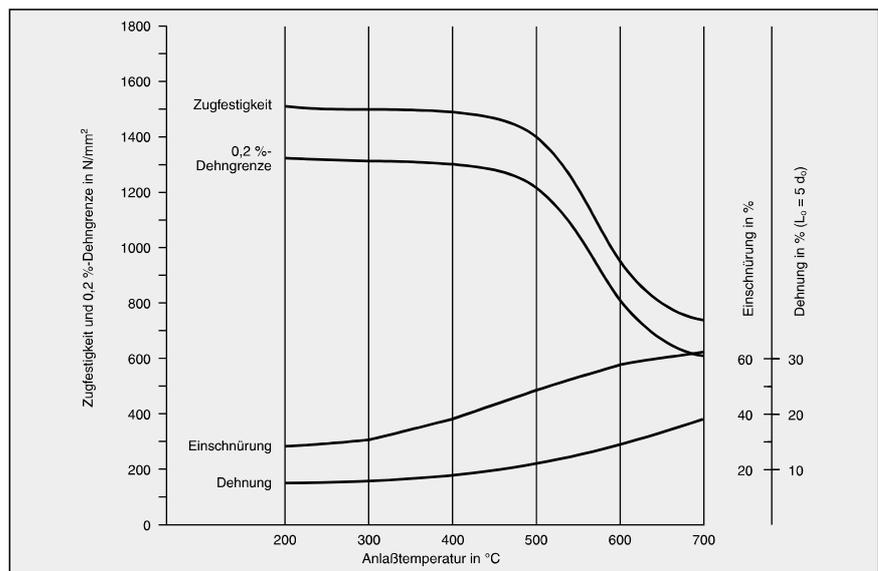


Bild 4: Rasierklingen aus martensitischem nichtrostendem Stahl

digkeit, 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



**Bild 5: Vergütungsschaubild des Stahls Werkstoff-Nr. 1.4021; Härten: 1000 °C/Öl, Anlassen: Anlaßtemperatur 2 h/Luft (nach Schierhold)**

Stähle zeigt **Bild 6**. 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 7** 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,

Stahlsorte		Erzeugnisform <sup>1)</sup>	Dicke oder Durchmesser mm max.	0,2 % Dehngrenze <sup>2)</sup>		Zugfestigkeit N/mm²	Bruchdehnung <sup>3)</sup> % min. (quer)	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion im	
Kurzname	W.-Nr.			längs	quer			Lieferzustand	geschw. Zustand
X5CrNi18-10	1.4301	k. B.	6	230	260	540 / 750	45	ja	nein
		w. B.	12	210	250	520 / 720			
		Bl.	75	210	250	520 / 720			
		D., St.	160	190	-	500 / 700			
X4CrNi18-12	1.4303	k. B.	6	220	250	500 / 650	45	ja	nein
		D., St.	160	190	-	500 / 700			
X8CrNiS18-9	1.4305	Bl.	75	190	230	500 / 700	35	nein	nein
		D., St.	160	190	-	500 / 750			
X2CrNi19-11 X2CrNi18-9	1.4306 1.4307	k. B.	6	220	250	520 / 670	45	ja	ja
		w. B.	12	200	240	520 / 670			
		Bl.	75	200	240	500 / 650			
		D., St.	160	180	-	460 / 680			
X2CrNi18-10	1.4311	k. B.	6	290	320	550 / 750	40	ja	ja
		w. B.	12	270	310	550 / 750			
		Bl.	75	270	310	550 / 750			
		D., St.	160	270	-	550 / 760			
X6CrNiTi18-10	1.4541	k. B.	6	220	250	520 / 720	40	ja	ja
		w. B.	12	200	240	520 / 720			
		Bl.	75	200	240	500 / 700			
		D., St.	160	190	-	500 / 700			
X6CrNiNb18-10	1.4550	k. B.	6	220	250	520 / 720	40	ja	ja
		w. B.	12	200	240	520 / 720			
		Bl.	75	200	240	500 / 700			
		D., St.	160	205	-	510 / 740			
X10CrNi18-8	1.4310	k. B.	6	250	280	600 / 950	40	nein	nein
D., St.	40	195	-	500 / 750					

**Tabelle 6 (1/2): Mechanische Eigenschaften von genormten nichtrostenden austenitischen Stählen sowie des austenitisch-ferritischen Stahles 1.4462 im Lieferzustand bei Raumtemperatur (nach DIN EN 10088 Teile 2 und 3 bzw. SEW 400)**

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

<sup>1)</sup> k.b. = kaltgewalztes Band; w.B. = warmgewalztes Band; Bl. = Blech; D. = Draht; St. = Stabstahl

<sup>2)</sup> Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte

<sup>3)</sup> Für Band < 3mm Dicke A<sub>0,5mm</sub>, sonst A<sub>5</sub>

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

daß neben einer Verbesserung 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/mm 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 2). Daher können die nichtrostenden kaltzähnen 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), der ca. 22 % Cr, ca. 5 % Ni und ca. 3 % Mo sowie Stickstoff enthält. (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 austenitischer 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.

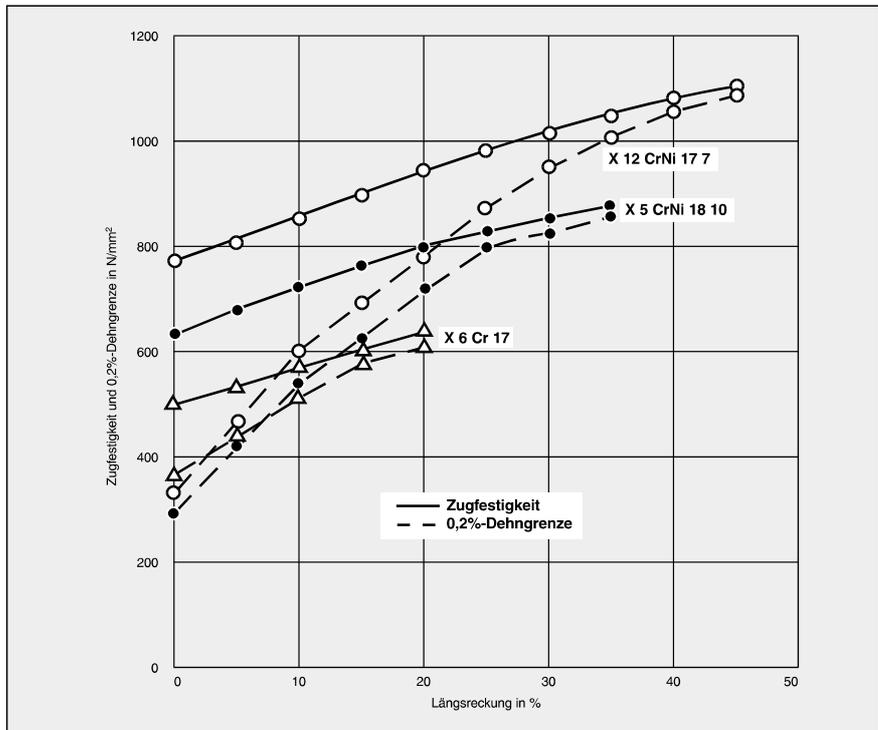


Bild 6: Verfestigungsverhalten einiger nichtrostender Stähle

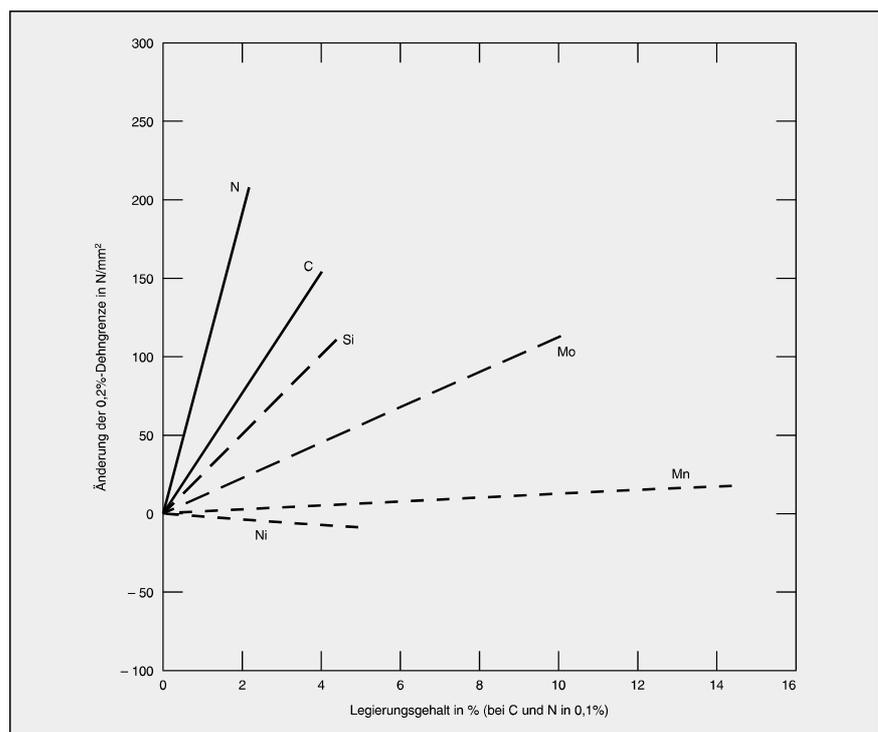


Bild 7: Einfluß einiger Legierungselemente auf die 0,2%-Dehngrenze von austenitischem Stahl (nach V. J. Mc Neely und D. T. Llewellyn)

## 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 Zulegieren 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 Zulegieren 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 nadelstichartig – 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 transkristall 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 CrNiMo-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 Dauer-

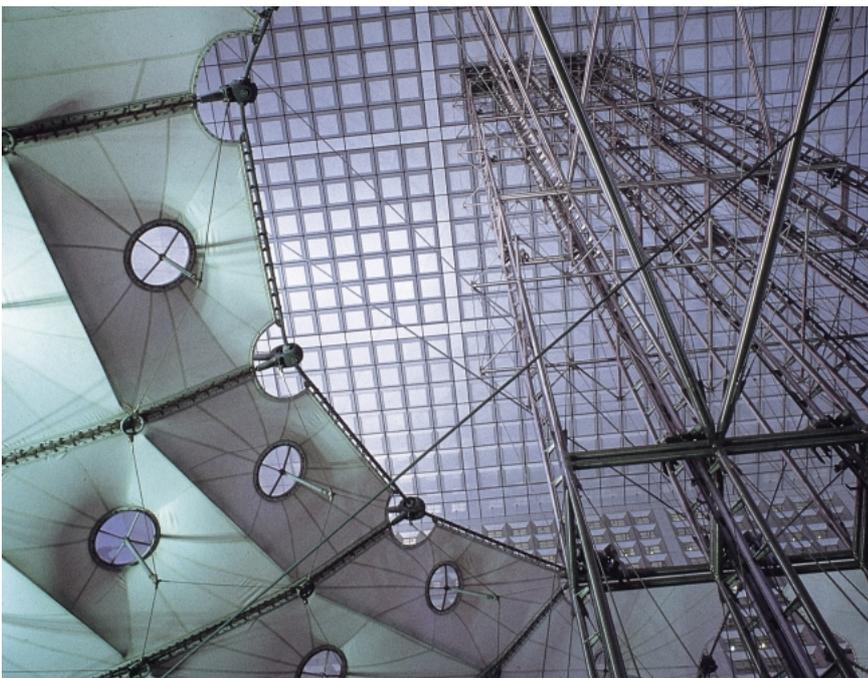


Bild 8: Aufzugsturm aus Duplex-Rohren (La Grande Arche, Paris)

schwingfestigkeit, 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 (Wärmeeinflußzone). 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 abbindet.

Die Löslichkeit des Kohlenstoffs in den ferritischen Stählen ist weitaus geringer. Daher läßt sich bei Abkühlung von Lösungsglühtemperatur 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.

#### Bimetallkorrosion

Bimetallkorrosion („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.

Bimetallkorrosion 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 Industrieatmosphäre 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),*
- *Edelstahl Rostfrei in Kontakt mit anderen Werkstoffen (MB 829),*
- *Edelstahl Rostfrei in Erdböden (MB 833),*
- *Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern (MB 831).*

Über die Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle in verschiedenen Medien/Chemikalien geben weiterhin Auskunft: die DIN 6601 ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)), die DECHEMA-Werkstoff-Tabelle ([www.dechema.de](http://www.dechema.de)) und die Beständigkeitstabellen und -diagramme der Hersteller-Werke ([www.edelstahl-rostfrei.de/Werkstoff](http://www.edelstahl-rostfrei.de/Werkstoff)).

## 5 Schweißignung

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.



Bild 9: WIG-Schweißen eines Edelstahlgeländers

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 Kaltstauchen. 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



**Bild 10: Pfanne als Tiefziehteil**

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, 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 Mehrfach-Züge un-

günstig aus. Falls erforderlich, kann sie durch eine Zwischenglühung wieder beseitigt werden.

Beim Näpfchen-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 Zerspanung 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 Sonder-

automatenstähle 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 11**).

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 <sup>1)</sup>		
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	
<sup>1)</sup> Auswahl typischer Stähle		

Tabelle 7: Einteilung der nichtrostenden Stähle in Spanbarkeitsgruppen



Bild 11: Beispiele von Spanausbildungen bei unterschiedlichen Schwefelgehalten



Bild 12: Drehteile aus Edelstahl Rostfrei

## 8 Oberflächen-ausführungen

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

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

Die **glänzend glatte Oberfläche des Zustands 2R (IIId)** wird vorwiegend für Bleche und Bänder bis max. 3,5 mm Dicke und Ziehprodukte hergestellt. Für großflächige Anwendungen ist diese Ausführung in der Regel weniger gut geeignet (Reflexionsverzerrungen). Hier ist der **diffus glänzende, seidenmatte Zustand 2B** zu bevorzugen, der wegen seiner Oberflächenfeingestalt auch besser als 2R zum Tiefziehen geeignet ist.

Beim **geschliffenen Zustand G** (früher als **IV** bezeichnet) ist eine Schlibfbeschreibung, z.B. "Korn 180", allein manchmal nicht ausreichend. Zweckmäßiger ist eine Lieferung nach vorheriger Bemusterung. Ein Ölschliff zeigt generell eine glänzendere und dabei weniger verschmutzungsanfällige Oberfläche als ein Trockenschliff.

Der **polierte Zustand P** (ehemals als **V** bezeichnet) wird meist beim Weiterverarbeiter ausgeführt. Neben dem mechanischen kommt das elektrolytische Polieren (Elektropolieren) in Betracht. Auch die so erreichten sehr glänzenden Oberflächen können – bei sonst vielfacher bewährter Anwendung – bei großen Flächen leicht Reflexionsverzerrungen bewirken.

Beim **elektrolytischen Färben** bilden sich durch elektrochemische Behandlung auf der Oberfläche durchsichtige, bis 0,3  $\mu\text{m}$  dicke Filme, an denen durch Lichtinterferenz Farbeffekte – je nach der Dicke der Schicht von blau,

	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Ausführungsart <sup>2)</sup>	Oberflächenbeschaffenheit <sup>2)</sup>	Bemerkungen	Kurzzeichen nach DIN 17440/41
Warmgewalzt	1U	Warmgewalzt, nicht wärmebehandelt, nicht entzundert	Mit Walzzunder bedeckt	Geeignet für Erzeugnisse, die weiter verarbeitet werden, z. B. Band zum Nachwalzen.	a1
	1C	Warmgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzundert	Mit Walzzunder bedeckt	Geeignet für Teile, die anschließend entzundert oder für bestimmte hitzebeständige Anwendungen.	b(1c)
	1E	Warmgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert	Zunderfrei	Die Art der mechanischen Entzunderung, z. B. Rohschleifen oder Strahlen, hängt von der Stahlsorte und der Erzeugnisform ab und bleibt, wenn nicht anders vereinbart, dem Hersteller überlassen.	c1(IIa)
	1D	Warmgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt	Zunderfrei	Üblicher Standart für die meisten Stahlsorten, um gute Korrosionsbeständigkeit sicherzustellen; auch übliche Ausführung für Weiterverarbeitung. Schleifspuren dürfen vorhanden sein. Nicht so glatt wie 2D oder 2B	c2(IIa)
Kaltgewalzt	2H	Kaltverfestigt	Blank	Zur Erzielung höherer Festigkeitsstufen kalt umgeformt.	f(IIIa)
	2C	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzundert	Glatt, mit Zunder von der Wärmebehandlung	Geeignet für Teile, die anschließend entzundert oder bearbeitet werden oder für bestimmte hitzebeständige Anwendungen.	
	2E	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert	Rau und stumpf	Üblicherweise angewendet für Stähle mit sehr beizbeständigem Zunder. Kann nachfolgend gebeizt werden.	
	2D	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt	Glatt	Ausführung für gute Umformbarkeit, aber nicht so glatt wie 2B oder 2R	h(IIIb)
	2B	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt, kalt nachgewalzt	Glatter als 2D	Häufigste Ausführung für die meisten Stahlsorten um gute Korrosionsbeständigkeit, Glattheit und Ebenheit sicherzustellen. Auch übliche Ausführung für Weiterverarbeitung. Nachwalzen kann durch Streckrichten erfolgen.	n(IIIc)
	2R	Kaltgewalzt, blankgeglüht <sup>3)</sup>	Glatt, blank, reflektierend	Glatter und blanker als 2B. Auch übliche Ausführung für Weiterverarbeitung.	m(III d)
	2Q	Kaltgewalzt, gehärtet und angelassen, zunderfrei	Zunderfrei	Entweder unter Schutzgas gehärtet und angelassen oder nach der Wärmebehandlung entzundert.	
Sonderausführungen	1G oder 2G	Geschliffen <sup>4)</sup>	Siehe Fußnote <sup>5)</sup>	Schleifpulver oder Oberflächenrauheit kann festgelegt werden. Gleichgerichtete Textur, nicht sehr reflektierend.	o (IV)
	1J oder 2J	Gebürstet <sup>4)</sup> oder mattpoliert <sup>4)</sup>	Glatter als geschliffen, siehe Fußnote <sup>5)</sup>	Bürstenart oder Polierband oder Oberflächenrauheit kann festgelegt werden. Gleichgerichtete Textur, nicht sehr reflektierend.	q
	1K oder 2K	Seidenmattpoliert <sup>4)</sup>	Siehe Fußnote <sup>5)</sup>	Zusätzliche besondere Anforderungen an eine „J“-Ausführung, um eine angemessene Korrosionsbeständigkeit für See- und architektonische Außenanwendungen zu erzielen. Quer $Ra < 0,5 \mu\text{m}$ in sauber geschliffener Ausführung.	p(V)
	1P oder 2P	Blankpoliert <sup>4)</sup>	Siehe Fußnote <sup>5)</sup>	Mechanisches Polieren. Verfahren oder Oberflächenrauheit kann festgelegt werden. Ungerichtete Ausführung, reflektierend mit hohem Grad von Bildklarheit	p(V)
	2F	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, kalt nachgewalzt mit aufgerauten Walzen	Gleichförmige, nicht reflektierende matte Oberfläche.	Wärmebehandlung in Form von Blankglühen oder Glühen und Beizen.	
	1M	Gemustert	Design ist zu vereinbaren, zweite Oberfläche glatt	Tränenblech, Riffelblech für Böden.	
	2M			Ausgezeichnete Texturausführung hauptsächlich für architektonische Anwendungen.	
	2W	Gewellt	Design ist zu vereinbaren	Verwendet zur Erhöhung der Festigkeit und/oder für verschönernde Effekte.	
	2L	Eingefärbt <sup>4)</sup>	Farbe ist zu vereinbaren		
	1S oder 2S	mit Überzug <sup>4)</sup>		mit Überzug: z. B. Zinn, Aluminium.	

<sup>1)</sup> Erste Stelle: 1 = warmgewalzt, 2 = kaltgewalzt.

<sup>2)</sup> Nicht alle Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten sind für alle Stähle verfügbar.

<sup>3)</sup> Es darf nachgewalzt werden.

<sup>4)</sup> Nur eine Oberfläche, falls nicht bei der Anfrage und Bestellung ausdrücklich anders vereinbart.

<sup>5)</sup> Innerhalb jeder Ausführungsbeschreibung können die Oberflächeneigenschaften variieren, und es kann erforderlich sein, genauere Anforderungen zwischen Hersteller und Verbraucher zu vereinbaren (z. B. Schleifpulver oder Oberflächenrauheit).

**Tabelle 8: Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten von nichtrostenden Stählen gemäß DIN EN 10088**

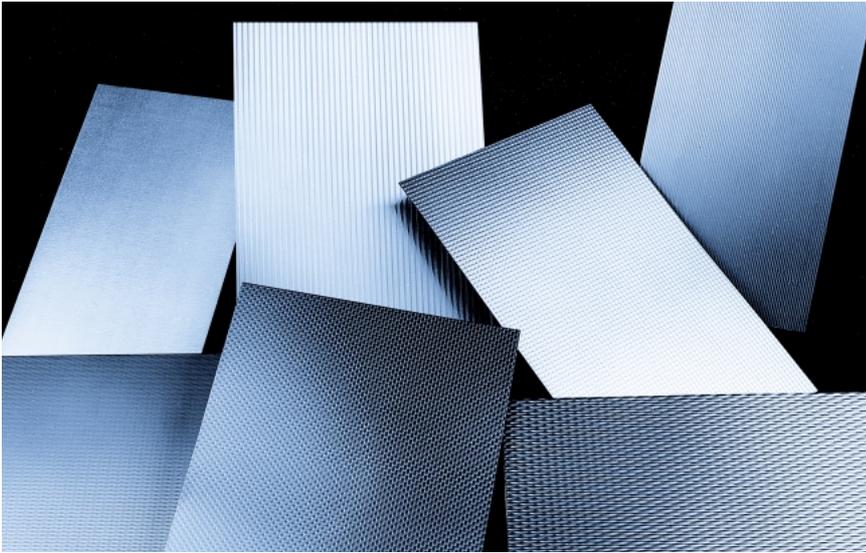


Bild 13: Dessinierte und mustergewalzte Edelstahl Rostfrei-Bleche

gold, rot bis grün – entstehen. Diese Farben sind gegen UV-Strahlung unempfindlich, vollständig lichtecht und gegenüber atmosphärischen Einflüssen sehr beständig. Bei höheren Temperaturen, wie sie beim Löten oder Schweißen entstehen, wird diese Schicht örtlich zerstört.

Eine besonders interessante Oberflächengestaltung von Edelstahl Rostfrei ist das **Dessinieren und Musterwalzen**: Kaltgewalzte Bänder erhalten durch Nachwalzen einseitig bzw. beidseitig eingewalzte Muster. Mit diesen Blechen lassen sich reizvolle Wirkungen erzielen. Die Oberflächen reflektieren weniger und sind kratzunempfindlich; Flecken und Fingerabdrücke treten optisch nicht in Erscheinung.

Eine zusammenfassende Beschreibung und fotografische Darstellung der vielfältigen Obeflächenausführungen mit zahlreichen Anwendungsbeispielen gibt die ISER-Dokumentation *Edelstahl Rostfrei: Oberflächen im Bauwesen (D 960)*.

## 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 Verfor-

mungsmartensit) 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.

## 10 Normung

Die **DIN EN 10088 "Nichtrostende Stähle"** hat die Normen DIN 17440 und DIN 17441 sowie das Stahleisen-Werkstoffblatt 400 weitgehend abgelöst. Die Ausgabe 2005 der DIN EN 10088 gliedert sich in

- Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle
- Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung
- Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung
- Teil 4: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen
- Teil 5: Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen

Stahlsorte	Dichte	Elastizitätsmodul bei 20°C	Wärmeausdehnung zwischen 20°C und		Wärmeleitfähigkeit	Spezifische Wärmekapazität bei 20°C	Elektrischer Widerstand bei 20°C	
			100°C	400°C				
Kurzname	W.-Nr.	kg / dm <sup>3</sup>	kN / mm <sup>2</sup>	10 <sup>-6</sup> x K <sup>-1</sup>		W / (m x K)	J / (kg x K)	Ω x mm <sup>2</sup> / m
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 DIN EN 10088 Teil 1

Die Palette der nichtrostenden Stähle mit mind. 10,5% Chrom wurde wesentlich erweitert und begrifflich neu bestimmt: Der neue Begriff "nichtrostende Stähle" umfaßt neben den korrosionsbeständigen Stählen außerdem hitzebeständige und warmfeste Stähle, um der gebräuchlichen Praxis zu entsprechen.

In Teil 1 ist die chemische Zusammensetzung folgender Stahlsorten aufgeführt:

- 110 korrosionsbeständige Stähle (Werkstoffnummern 1.40.. bis 1.45..)
- 21 hitzebeständige Stähle (Werkstoffnummern 1.47.. bis 1.48..)
- 29 warmfeste Stähle (Werkstoffnummern 1.49..)

Das ehemals deutsche Werkstoffnummernsystem gilt ebenso wie die Kurznamen der Stähle europaweit. Neu ist lediglich (gemäß EN 10027 – Einteilung der Stähle) die Angabe von Bindestrichen zwischen den Ziffern, die die Legierungsgehalte kennzeichnen, z. B. X5CrNi18-10 beim Stahl 1.4301.

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

Völlig neu war 1995 das System der Kennzeichnung der Ausführungsart bzw. Oberflächenbeschaffenheit (s. **Tabelle 8**). Das alphanumerische System gilt für Flach- und Langerzeugnisse gleichermaßen. 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 ebenso wie gemusterte (M) und gewellte (W) oder eingefärbte (L) Ausführungen.



Bild 14: Weltkugel aus Edelstahl Rostfrei

Norm	Titel
DIN EN 10028-7	Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen - Teil 7: Nichtrostende Stähle
DIN EN 10088-1	Nichtrostende Stähle - Verzeichnis der nichtrostenden Stähle
DIN EN 10088-2	Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung
DIN EN 10088-3	Nichtrostende Stähle - Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung
DIN EN 10088-4	Nichtrostende Stähle - Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen
DIN EN 10088-5	Nichtrostende Stähle - Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen
DIN EN 10095	Hitzebeständige Stähle und Nickellegierungen
DIN EN 10151	Federband aus nichtrostenden Stählen - Technische Lieferbedingungen
DIN EN 10213-4	Technische Lieferbedingungen für Stahlguß für Druckbehälter - Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische Stahlsorten
DIN EN 10216-5	Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 5: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10217-7	Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 7: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10222-5	Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter - Teil 5: Martensitische, austenitische und austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle
DIN EN 10250-4	Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung - Teil 4: Nichtrostende Stähle
DIN EN 10263-5	Walzdraht, Stäbe und Draht aus Kaltstauch- und Kaltfließpreßstählen - Teil 5: Technische Lieferbedingungen für nichtrostende Stähle
DIN EN 10264-4	Stahldraht und Drahterzeugnisse- Stahldraht für Seile - Teil 4: Draht aus nichtrostendem Stahl
DIN EN 10269	Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen
DIN EN 10270-3	Stahldraht für Federn - Teil 3: Nichtrostender Federstahldraht
DIN EN 10272	Nichtrostende Stäbe für Druckbehälter
DIN EN 10283	Korrosionsbeständiger Stahlguß
DIN EN 10295	Hitzebeständiger Stahlguß
DIN EN 10296-2	Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10297-2	Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen
DIN EN 10302	Hochwarmfeste Stähle, Nickel- und Kobaltlegierungen
DIN EN 10312	Geschweißte Rohre aus nichtrostendem Stahl für den Transport von Wasser und anderen wässrigen Flüssigkeiten - Technische Lieferbedingungen
Eine umfassende Übersicht über die für nichtrostende Stähle relevanten Normen mit ihren jeweils aktuellen Ausgabedaten steht zur Verfügung in der Rubrik "Werkstoff/Normen" unter <a href="http://www.edelstahl-rostoffrei.de">www.edelstahl-rostoffrei.de</a>	

Tabelle 10: Auswahl von Normen für Erzeugnisse aus Edelstahl Rostfrei – Technische Lieferbedingungen, Stand Juli 2006

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 ( $\leq 6$  mm), warmgewalztem Band ( $\leq 12$  mm) und warmgewalztem Blech ( $\leq 75$  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 verbindlich 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 Übersicht über weitere EN-Normen für nichtrostende Stähle mit ihrem jeweiligen Anwendungsbereich und Bearbeitungsstand wird in **Tabelle 10** gegeben.

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

- **DIN EN ISO 9445**  
Kontinuierlich gewalztes Kaltband, Kaltbreitband, Blech und Kaltband in Stäben aus nichtrostenden Stählen - Grenzabmaße und Formtoleranzen (ersetzt DIN EN 10258 und DIN EN 10259)

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

- **DIN EN ISO 10029**  
Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an; Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen
- **DIN EN ISO 10048**  
Warmgewalzter Bandstahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen

- **DIN EN ISO 10051**  
Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten Stählen - Grenzabmaße und Formtoleranzen

Für bauaufsichtlich relevante Teile ist ferner die **Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 des Deutschen Instituts für Bauwesen, Berlin**, zu berücksichtigen. Sie ist als *Sonderdruck SD 862* bei der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei kostenfrei erhältlich.

## 11 Weitere Informationen

**AD-Merkblätter**  
der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter (AD) werden im Rahmen des AD-2000-Regelwerks herausgegeben vom Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V. und sind zu beziehen beim Carl Heymanns Verlag, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln, Telefon (02 21) 9 43 73-0  
Telefax (02 21) 9 43 73-6 03  
E-Mail: verkauf@heyman.com  
Internet: www.heyman.com

**Normen**  
sind in ihrer jeweils gültigen Ausgabe 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

- Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle an der **Atmosphäre**, 1. Auflage 1996 (MB 828)
- Edelstahl Rostfrei im **Bauwesen**: Technischer Leitfaden, 5. Auflage 2004 (MB 875)
- Edelstahl Rostfrei in **chloridhaltigen Wässern**, 1. Auflage 1997 (MB 830)
- Edelstahl Rostfrei in **Erdböden**, 1. Auflage 1997 (MB 833)
- Edelstahl Rostfrei in **Kontakt** mit anderen Werkstoffen, 4. überarb. u. erw. Auflage 2005 (MB 829)

- Edelstahl Rostfrei: **Oberflächen** im Bauwesen, 1. Auflage 2000 (D 960)
- **Schweißen** von Edelstahl Rostfrei, 3. Auflage 2004 (MB 823)
- Edelstahl Rostfrei in **Schwimmbädern**, 2. Auflage 2000 (MB 831)
- Die **Verarbeitung** von Edelstahl Rostfrei, 3. Auflage 2001 (MB 822)
- Allgemeine bauaufsichtliche **Zulassung Z-30.3-6** "Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen", jeweils gültige Fassung (SD 862)

Diese und zahlreiche weitere Publikationen stehen auch im Internet als Download zur Verfügung: [www.edelstahl-rostfrei.de/Publikationen](http://www.edelstahl-rostfrei.de/Publikationen)

**Stahleisen-Regelwerke** werden herausgegeben von der Verlag Stahleisen GmbH, Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf, Telefon 02 11 / 67 07-5 61,  
Telefax 02 11 / 67 07-5 47,  
E-Mail: buchshop@stahleisen.de,  
Internet: [www.stahleisen.de](http://www.stahleisen.de)

- Stahleisen-Liste, jeweils gültige Auflage
- 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](http://www.edelstahl-rostfrei.de)