

Technische Information

Korrosionsbeständige Stähle



KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Verwendung der Stähle / Stähle mit besonderen Eigenschaften

Die Gruppe der korrosionsbeständigen Stähle firmiert unter zahlreichen Sammelnamen wie: chemischbeständige Stähle, rost-, säure- und hitzebeständige Stähle. Sie gehören sämtlich zu den legierten Edeltählen und sind von außerordentlicher Vielgestaltigkeit. Das bezieht sich sowohl auf die zahlreichen Sorten unterschiedlicher Gefügestruktur als auch auf die Produktformen, dementsprechend aber auch auf die Anwendungsgebiete, die vom Essbesteck über Waschautomaten und Aufzugskabinen bis zur Weltraumrakete oder Großanlage der Chemieindustrie reichen.

Grundlage

Die korrosionsbeständigen Edeltähle verdanken ihre besonderen Eigenschaften zunächst der Legierung mit Chrom. Dieses Element bildet bei der Berührung mit Sauerstoff eine sehr dichte, fest haftende, aber unsichtbare Schutzschicht (Passivschicht) aus Chromoxid. Es ist in der Lage, diese besondere Eigenschaft bei Anwesenheit von mindestens 10,5 % nicht an Kohlenstoff gebundenen Chroms auf den Stahl zu übertragen und ihn so vor Korrosion zu schützen. Genauer müsste man sagen: vor weiterer Korrosion zu schützen, denn die Passivschicht ist ja schon ein Korrosionsprodukt. Diese Passivschicht kann sich bei Beschädigung, beispielsweise durch mechanische Einflüsse (Kratzer), automatisch erneuern, wenn genügend Sauerstoff Zugang findet. Ist die Passivschicht nicht vorhanden, können sich – insbesondere bei Zutritt von Feuchtigkeit – lokale elektrochemische Elemente bilden, die Korrosion hervorrufen. Diese Vorgänge sind natürlich viel komplexer, als sie an dieser Stelle zu schildern sind.

Sortenvielfalt

Die folgenden Ausführungen können ein so großes Feld auch nur in großen Zügen erfassen. Sie werden sich vor allem auf die rost- und säurebeständigen Stähle als den bedeutendsten Teil dieser Stahlgruppe beschränken, die man heute im allgemeinen kurz Edeltahl Rostfrei oder auch – ganz kurz – Rostfrei nennt. Es sind über 80 Sorten in DIN EN 10088 genormt, von denen allerdings im allgemeinen nur etwa 20 als Standardsorten anzusehen sind. Davon wiederum sind nur fünf bis zehn für den lagerhaltenden Stahlhändler wirklich interessant. Diesen Tatbestand spiegelt in etwa die Tabelle in Abbildung 87 wieder. Die Werkstoffnummern wurden nach der bisherigen DIN-Normung unverändert übernommen, und die Kurznamen sind nur geringfügig modifiziert.

KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Artenvielfalt

Manche Sorten kommen nur oder fast nur in Form von warm- oder kaltgewalztem Blech oder Band vor, die es in unterschiedlichen Versionen gibt. Andere Sorten sind ebenso in Form von gewalzten oder gezogenen Stäben, Profilen und Drähten gängig. Härtbare Sorten, wie sie für Werkzeuge und Maschinenteile benötigt werden, ferner schwefelhaltige Sorten für die Automatenbearbeitung, werden naturgemäß nur in Form von Stäben hergestellt. Rohre, sowohl in nahtloser als auch in geschweißter Ausführung, kommen im wesentlichen in nur vier Sorten vor, wozu dann auch die entsprechenden Rohrzubehöre wie Flanschen, Fittings usw. gehören. Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass es auch Formguss in rostfreien Stahlsorten gibt, der im Armaturen- und Rohrleitungsbau, aber auch im Maschinen- und Apparatebau benötigt wird .

Zusammensetzung

Es muss darauf verzichtet werden, an dieser Stelle die Zusammensetzung der Stähle aufzulisten. Es wird unterstellt, dass die Leser in der Lage sind, die DIN EN 10088 aufzusuchen oder auch die Zusammensetzung aus den Kurznamen in etwa zu erfassen. Wie die Sortenbezeichnungen in Tabelle 1 zeigen, gehört Chrom (Cr) zu den Hauptbestandteilen. Bei Anwesenheit von mindestens 10,5 % vermag Chrom einen Stahl rostbeständig zu machen. Weitere Legierungselemente, vor allem Nickel (Ni) mit meist 10% und mehr Massenanteil, macht den Stahl gegen viele Säuren beständig.

Für noch höhere Ansprüche wird insbesondere Molybdän (Mo) zulegiert. Als weitere Elemente kommen noch Kupfer (Cu), Aluminium (Al), Vanadium (V), Niob (Nb) und Titan (Ti) vor.

An dieser Stelle muss aber besonders auf die Bedeutung des Gefüges für die Beständigkeit der Stähle hingewiesen werden.

Es ist außerordentlich wichtig, dass ein möglichst stabiles und homogenes Gefüge vorliegt. Wenn größere Störungen oder Gefügeunterschiede bestehen, könnten sich unter Umständen (z.B. bei Schäden in der Passivschicht) wegen des unterschiedlichen elektrischen Potentials der Metalle Lokalelemente bilden und den Gefügezusammenhang schädigen. Deshalb ist die sorgfältige Wärmebehandlung als Grundlage für ein homogenes Gefüge entscheidend.

KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Die Tabelle 1 zeigt – nach Werkstoffnummern gelistet – nur die hauptsächlich im lagerhaltenden Stahlhandel als Standardsorten geführten nichtrostenden Edelmehle

WNr.	Kurzname nach DIN EN 10088	Gefüge ¹⁾	in DIN EN 10088 Teil ²⁾
1.4016	X6Cr17	f	2
1.4021	X20Cr13	m	2/3
1.4034	X46Cr13	m	2/3
1.4057	X19CrNi17-2	m	3
1.4104	X14CrMoS17	m	3
1.4105	X6CrMoS17	f	3
1.4113	X6CrMo17-1	f	2
1.4301	X5CrNi18-10	a	2/3
1.4305	X8CrNiS18-9	a	3
1.4306	X2CrNi19-11	a	2/3
1.4310	X9CrNi18-8	a	2/3
1.4401	X4CrNiMo17-12-2	a	2/3
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	a	2/3
1.4406	X2CrNiMoN17-11-2	a	2/3
1.4435	X2CrNiMoN18-14-3	a	2/3
1.4510	X3CrTi17	f	2
1.4541	X6CrNiTi18-10	a	2/3
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	a	2/3

Legende: *Fettgedruckte Werkstoffnummern = gängige Standardsorten, die vielfach auch lagermäßig verfügbar sind*

1) *f = ferritisch, f-p = ferritisch-perlitisch
m = martensitisch
a = austenitisch*

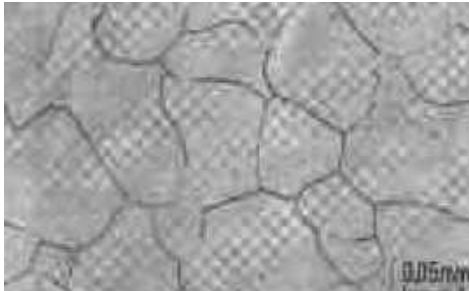
2) *Teil 2 gilt für Blech und Band
Teil 3 gilt für Halbzeug, Stabstahl, Profile und Walzdraht*

Nach dem Gefügestand unterscheidet man – etwas vereinfachend – drei Gruppen von Stählen:

- ferritische,
- martensitische und
- austenitische Sorten.

KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Die Abbildung zeigt beispielhaft Gefügebilder dieser Stähle. Dazu kommen spezielle austenitisch-ferritische (Duplex-) Stähle sowie ausscheidungshärtende Stähle, auf die in diesem Beitrag nicht eingegangen werden kann.



Die Schlifffbilder typischer Gefüge der nichtrostenden Stahlsorten zeigen beispielhaft ferritisches, martensitisches, austenitisches Gefüge.

a) ferritisches



b) martensitisches



c) austenitisches

Charakteristik

Bei den **ferritischen Stählen** unterscheidet man grob solche mit

- etwa 11 bis 13% Cr, die nur als nichtrostend oder rostträge bezeichnet werden können, weil sie nur geringen Korrosionswiderstand besitzen, und
- andere mit etwa 17% Cr. Sie besitzen höhere Korrosionsbeständigkeit, die durch Zulegieren von etwa 1% Mo noch verbessert wird.

Die **martensitischen Stähle** mit etwa 12 bis 18% Cr bei C-Gehalten ab etwa 0.1% aufwärts erhalten durch ihre Härtebarkeit höhere Härte- und Festigkeitswerte als die übrigen nichtrostenden Stähle. Im gehärteten Stahl befinden sich alle wichtigen Elemente weitgehend in Lösung und sind so optimal beständig. Sie werden gehärtet z.B. als Messerstähle verwendet, die Vergütungsstähle als Maschinenbauteile. Voraussetzung ist bei diesen Stählen eine sehr sorgfältig bearbeitete Oberfläche (geschliffen oder poliert).

KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Austenitische Stähle sind außer mit rund 18% Cr (mind. 16% bis zu etwa 28%) mit mindestens etwa 7 bis 8% Ni legiert. Dabei sind auch Spitzenwerte bis an etwa 30% möglich. Die mengenmäßig am häufigsten vorkommenden Sorten sind die vom Typ 18/10 (früher 18/8), d.h. 18% Cr und 8 bis 10% Ni. Diese Typenbezeichnungen findet man häufig an Hausgeräten und Bestecken eingeprägt.

Bei den austenitischen Stählen ist das sonst nur bei hohen Temperaturen (Härtetemperaturen) vorliegende Austenitgefüge²⁾ auch bei Raumtemperatur stabil. Ihr wesentlichstes Merkmal ist die hohe Rost- und Säurebeständigkeit, die mit steigenden Cr- und Ni-Gehalten verstärkt wird und vor allem durch Mo noch zunimmt. Die optimalen Eigenschaften erhalten sie durch ein abschließendes Lösungsglühen bei 1000 bis 1150°C und Kühlen in Wasser oder Luft, wodurch feines Korn entsteht. Austenitische Stähle sind nicht härtbar. Höhere Festigkeitswerte können jedoch durch Kaltverfestigung (Ziehen, Tiefziehen, Kaltwalzen) erzielt werden.

Produkte

Die Produktarten sind grundsätzlich bekannt, so dass in diesem Abschnitt nur auf einige spezifische Besonderheiten der nichtrostenden Edelstähle eingegangen wird.

Warmgewalzte Bleche werden nach den üblichen Verfahren als Warmbreitband oder auch tafelförmig gewalzt und in der Regel wärmebehandelt. Der anhaftende Zunder muss bei den nichtrostenden Sorten unbedingt entfernt werden. Das geschieht im allgemeinen durch Beizen oder mechanisches Entzundern. Hitzebeständige Stähle werden wegen ihrer besonderen Eigenart und Verwendung nicht entzundert. In Tabelle 1 sind die üblichen Oberflächenarten und deren Beschaffenheit sowohl für warm- als auch kaltgewalzte Produkte aufgelistet. Die Kurzzeichen gelten für alle Flach- und Langerzeugnisse, wobei die Ziffer 1 immer auf warmgeformte, die Ziffer 2 immer auf kaltgeformte bzw. kalt weiterverarbeitete Ausführung hinweist.

Kaltgewalzte Bleche und Bänder werden heute fast ausschließlich aus Breitband hergestellt. Das Vorzeug dafür ist zunderfreies Warmbreitband. Die kaltgewalzte Oberfläche kann – je nach Bedarf – unterschiedliche Beschaffenheit haben, wie die Tabellen 2 zeigt. Entscheidend für die Anwendung ist immer, dass die Oberflächen zunderfrei und möglichst glatt sind. Neben den Standardausführungen, ganz besonders bei kaltgewalzten Flacherzeugnissen, müssen die Sonderausführungen (vgl. Tabelle 3) erwähnt werden, denen erhebliche Bedeutung zukommt. Grosse Mengen von Blechen und Bändern werden mit geschliffener, gebürsteter, mattpolierter oder blankpolierter Oberfläche verlangt, ebenso spielen gemusterte Bleche in zahlreichen Dessins eine große Rolle. Auch eingefärbte Oberflächen werden zunehmend gefragt. Beschichtungen kommen vor allem als Schutzschichten in Betracht, die nach der Verarbeitung leicht entfernt werden können.

KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Im übrigen sind praktisch alle Produktformen möglich, die auch in schwarzem Stahl produziert werden. Auch dabei kommt es immer darauf an, dass die Oberflächen zunderfrei und glatt sind.

Tabelle 2: Überblick über die Kurzzeichen für Oberflächenausführungsarten der rost- und säurebeständigen Stähle nach DIN EN 10088, wobei zum Vergleich noch die nach den abgelösten DIN-Normen geltenden Kürzel angeführt sind, die im Branchenjargon noch eine Zeit weiterleben werden.

Kurzzeichen nach DIN EN 10088 – 17440/41		Oberflächen-Ausführungsart	Oberflächen-Beschaffenheit	Produktform ²⁾
neu	(alt) ¹⁾			
warmgewalzt/warmgeformt				
1U	a1 (I)	nicht wärmebehandelt nicht entzündert	verzundert	F / L
1C	b (Ic)	nicht wärmebehandelt nicht entzündert	verzundert	F / L
1E	c1 (IIa)	wärmebehandelt mechanisch entzündert	zunderfrei	F / L
1D	c1 (IIa)	wärmebehandelt, gebeizt	zunderfrei	F / L
1X	e –	wärmebehandelt, vorbearbeitet (geschält)	metallisch sauber	– / L
kaltgewalzt bzw. kalt weiterverarbeitet				
2H	f (IIIa)	kaltverfestigt	blank	F / L
2C	–	kaltgewalzt, wärmebeh., nicht entzündert	glatt, Wärmebehandlungszunder	F
2E	–	kaltgewalzt, wärmebeh., mechanisch entzündert	rau, stumpf	F
2D	h (IIIb)	kaltgewalzt, wärmebeh., gebeizt	glatt	F / L
2B	n (IIIc)	wärmebehandelt, bearbeitet, mech. geglättet	glatter als 2D	– / L
2B	n (IIIc)	kaltgew., wärmebeh. ge-beizt, kaltnachgewalzt	glatter als 2D matt-glänzend	F
2R	m (III d)	kaltgewalzt, blankgeglüht	glänzend, reflektierend	F
2Q	–	kaltgewalzt, gehärtet, angelassen	zunderfrei	F

¹⁾ Die Kurzbezeichnungen in () sind ältere Kürzel, die vielfach weiterverwendet wurden.

²⁾ F = Flachprodukte, L = Langprodukte

KORROSIONSBESTÄNDIGE STÄHLE

Tabelle 3: Die Sonderausführungen der Oberflächen sind in dieser Tabelle aufgelistet. Sie müssen in der Anwendung ergänzt werden, weil unterschiedliche Korngrößen und Schliffbilder, Musterungen, Farben und Beschichtungen möglich sind.

Kurzzzeichen nach DIN EN 10088 – 17440/41 Neu ¹⁾ (alt) ²⁾		Oberflächen-Ausführungsart	Oberflächen-Beschaffenheit	Produktform ³⁾
1G od. 2G	o (IV)	geschliffen		F / L
1J od. 2J	q –	gebürstet od. mattpoliert		F
1K od. 2K	p (V)	seidenmattpoliert		F
1P od. 2P	p (V)	poliert, blankpoliert		F / L
2F	–	kaltgew., -wärmebehand. kalt nachgewalzt mit auf- gerauhten Walzen	matt	F
1M od. 2M	–	gemustert	blank	F
2W	–	gewellt	glatt, Wärmebehandlungszunder	F
2L	–	eingefärbt	rau, stumpf	F
1S od. 2S	–	oberflächenbeschichtet	glatt	F

¹⁾ Ziffer 1 = warmgewalzt, Ziffer 2 = kaltgewalzt bzw. kalt weiterverarbeitet

²⁾ Die Kurzbezeichnungen in () sind ältere Kürzel, die vielfach weiterverwendet wurden.

³⁾ F = Flachprodukte, L = Langprodukte