

VERBINDUNGSELEMENTE AUS ROSTFREIEN STÄHLEN





■ Rostfreie Stähle

Die Vielfältigkeit der rostfreien Stähle macht sie zu den wichtigsten Werkstoffen in der Industrielwelt. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurde festgestellt, dass bestimmte Stahllegierungen nicht oder nur langsam rosteten. Damals gab es gleichzeitig verschiedene Forschungen an Stählen, die widerstandsfähig gegen Korrosion sein sollten. Die Forschungen des deutschen Konzerns Krupp und des Österreicherers Max Mauermann führten beispielsweise zu einer Austenit-Variante mit einem Chromgehalt von etwa 18% und einem Nickelgehalt von etwa 10%. Diese Legierung kennen wir heute als A2 (früher V2A) bzw. mit Molybdänzusatz als A4 (früher V4A).

Aber was genau bedeutet der Begriff „Edelstahl Rostfrei“ eigentlich? Er bezeichnet Stähle, die im „normalen“ Klima nicht rosten. Unter Rost verstehen wir dabei Rotrost, also das Reaktionsprodukt von Eisen und Sauerstoff. Die Eigenschaft, sich gegen diese Art von Korrosion zu schützen, haben rostfreie Stähle, da sie sich selbst einen schützenden Überzug schaffen. Das im Stahl gelöste Chrom reagiert an der Oberfläche mit dem Umgebungssauerstoff zu Chromoxid und bildet so eine sehr dünne, aber harte und luftdichte Passivschicht, die den Stahl vor Korrosion schützt. Wird diese Passivschicht bei der Bearbeitung der Stähle oder in der Anwendung beschädigt, bildet sie sich je nach Umgebungsbedingungen in einigen Stunden neu aus. Voraussetzung für die Bildung der Chromoxidschicht ist ein ausreichender Chromgehalt an der gesamten Oberfläche sowie Sauerstoff in der Umgebung. So verfügen zum Beispiel folierte Bleche noch nicht über diese Passivschicht, da unter der Folie kein Sauerstoff zur Verfügung steht. Aber auch der Werkstoff selbst kann unter bestimmten Umständen lokal nicht genügend Chrom zur Verfügung stellen. Dies ändert sich,

wenn viel Kohlenstoff vorhanden ist. Denn dieser reagiert mit dem Chrom zu Chromcarbiden und entzieht dem Werkstoff so die Grundlage für die Bildung einer ausreichend starken Passivschicht. An diesen Stellen ist die Oberfläche dann empfindlich für Salze und Chloride. Dem wird durch die Verwendung von kohlenstoffarmen Güten wie dem Werkstoff 1.4404 oder von titanlegierten Güten wie dem Werkstoff 1.4571 entgegengewirkt. Aber auch eine Erhöhung des Chromgehalts verbessert die Ausbildung und Widerstandsfähigkeit der Passivschicht. Das kommt den sogenannten Duplex-Stählen mit teilweise bis zu 26% Chrom zugute.

Neben den rein ferritischen, austenitischen und martensitischen Güten wurden bereits in den 1930er-Jahren auch Duplex-Güten hergestellt, die ein Mischgefüge aus Austenit und Ferrit besitzen. Die Duplex-Stähle waren jedoch zu dieser Zeit noch nicht stabil genug, um sie technisch nutzen zu können. Dies änderte sich in der jüngeren Vergangenheit durch die Zugabe von Stickstoff. Insgesamt unterscheiden wir heute die rostfreien Stähle in den vier Werkstoffgruppen der Austenite (A), Ferrite (F), Martensite (C) und der Duplex-Stähle (D).

Seite

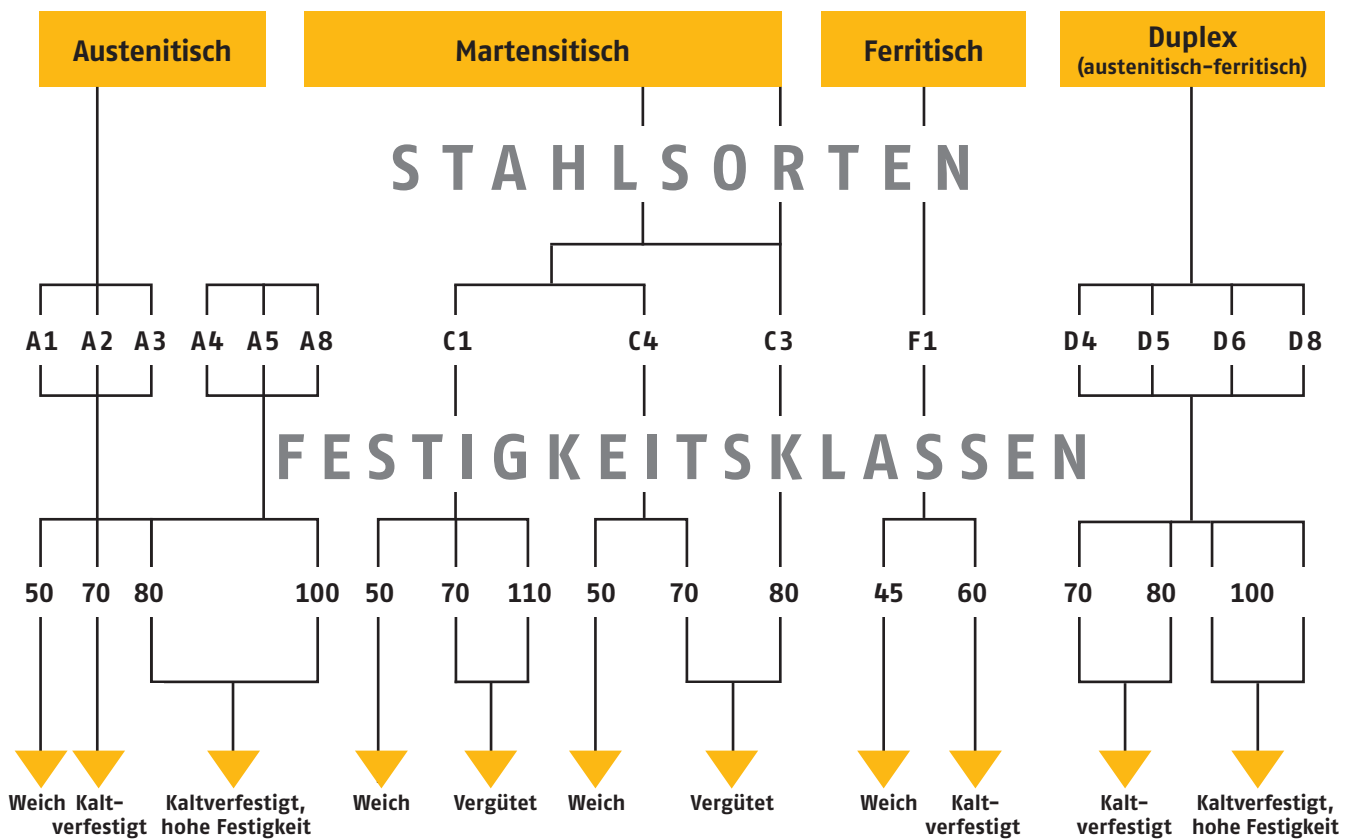
■ Inhalt

2	Einführung rostfreie Stähle
3	Werkstoffgruppen
4–8	Werkstoffe
9	Korrosionsbeständigkeit
10	Technische Kompetenz
11–14	Eigenschaften rostfreier Stähle



- Vier Werkstoffgruppen: Austenite (A), Ferrite (F), Martensite (C) und Duplex-Stähle (D)

STAHLGRUPPEN



Im Bereich der Verbindungselemente haben Martensite und Ferrite keine signifikante Bedeutung. Aufgrund ihrer Eigenschaften werden hauptsächlich austenitische und Duplex-Stähle eingesetzt. REYHER hat ein umfangreiches rostfreies Stahl-Produktprogramm im Lagervorrat. Diese Artikel sind sofort lieferbar. Dazu gehören austenitische Stähle aus den Werkstoffen A2, A4 und A5, deren Nenndurchmesser von M2 bis hin zu M48 reichen. Neu

im Programm wurden Duplex-Artikel aus dem Werkstoff D6 und der Festigkeitsklasse 100 aufgenommen.

Darüber hinaus können wir Ihre individuellen Bedarfe an Werkstoffen aus der Übersicht „Werkstoffe auf einen Blick“ (Seite 4) beschaffen und bevorraten. Gern unterstützen wir Sie bei der Auswahl der richtigen Werkstoffe je nach ihrem Anwendungsfall.

■ Werkstoffe auf einen Blick – Auszug nach ISO 3506-6

Stahlsorte	Werkstoffnummer	Eigenschaften
A1	1.4305 (X8CrNiS18-9)	<ul style="list-style-type: none"> ■ für spanende Bearbeitung ■ bedingt korrosionsbeständig ■ bedingt säurebeständig ■ bedingt schweißbar
A2	1.4301 (X5CrNi18-10)	<ul style="list-style-type: none"> ■ für fließpressende Bearbeitung ■ korrosionsbeständig ■ bedingt säurebeständig ■ gut schweißbar
A3	1.4541 (X6CrNiTi18-10) 1.4550 (X6CrNiNb18-10) 1.4590 (X2CrNbZr17)	
A4	1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) 1.4435 (X2CrNiMo18-14-3) 1.4436 (X3CrNiMo17-13-3) 1.4439 (X2CrNiMoN17-13-5)	<ul style="list-style-type: none"> ■ für fließpressende Bearbeitung ■ höchste Korrosionsbeständigkeit ■ hochsäurebeständig ■ gut schweißbar
A5	1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2) 1.4580 (X6CrNiMoNb17-12-2)	
C1	1.4006 (X12Cr13) 1.4021 (X20Cr13)	<ul style="list-style-type: none"> ■ bedingt korrosionsbeständig
C3	1.4057 (X17CrNi16-2)	
C4	1.4005 (X12CrS13) 1.4104 (X14CrMoS17)	<ul style="list-style-type: none"> ■ bedingt korrosionsbeständig ■ für spanende Bearbeitung
F1	1.4016 (X6Cr17)	<ul style="list-style-type: none"> ■ korrosionsbeständig ■ bedingt säurebeständig ■ gute Eignung bei Umgebungen mit hohem Chloridgehalt
A8	1.4529 (X1NiCrMoCuN25-20-7)	<ul style="list-style-type: none"> ■ gute mechanische Eigenschaften ■ außerordentlich hohe Beständigkeit gegen Lochfraß, Spannungskorrosion und Spaltkorrosion
D2	1.4482 (X2CrMnNiMoN21-5-3)	<ul style="list-style-type: none"> ■ hervorragende mechanische Eigenschaften ■ niedriger Nickelgehalt
D4	1.4362 (X2CrNiN23-4)	<ul style="list-style-type: none"> ■ hervorragende mechanische Eigenschaften ■ gute Beständigkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion und interkristalliner Korrosion
D6	1.4462 (X2CrNiMoN22-5-3) 1.4481 (X2CrNiMoN25-7-3)	<ul style="list-style-type: none"> ■ hervorragende mechanische Eigenschaften ■ hohe Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion in chloridhaltigen Medien und Lochfraß
D8	1.4410 (X2CrNiMoN25-7-4) 1.4501 (X2CrNiMoCuWN25-7-4) 1.4507 (X2CrNiMoCuN25-6-3)	<ul style="list-style-type: none"> ■ hervorragende mechanische Eigenschaften ■ exzellente Korrosionsbeständigkeit bei korrosiven Chemikalien wie Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure

■ Austenitische Stähle

Als Austenit, benannt nach Sir William Chandler Roberts-Austen, werden γ -Mischkristalle des Eisens bezeichnet. Die austenitischen Stähle A1 bis A8 sind – abhängig von den Umgebungsbedingungen – sehr korrosionsbeständig. Um die Neigung zur Kaltverfestigung zu verringern und eine bessere Umformbarkeit zu erzielen, kann diesen Werkstoffen Kupfer beigelegt werden. Diese Werkstoffe können nicht gehärtet werden und sind in der Regel nicht magnetisierbar (Permeabilität).

Den Stahlsorten A3 und A5 werden die Elemente Titan, Niob oder Tantal zugefügt, um bei hohen Temperaturen

oder zum Beispiel nach dem Schweißen eine höhere Stabilität gegen interkristalline Korrosion zu erreichen. Diese Elemente binden den überflüssigen Kohlenstoff ab und verhindern so die Bildung von schädlichen Chromcarbiden. Alternativ lassen sich diesbezüglich auch Legierungen mit einem sehr niedrigen Kohlenstoffanteil verwenden, wie zum Beispiel der Werkstoff 1.4404, dessen Kohlenstoffgehalt kleiner als 0,03 % ist.

Typische Einsatzgebiete für austenitische Stähle sind hochkorrosive Umgebungen wie zum Beispiel in der chemischen Industrie.



■ Martensitische Stähle

Als Martensit oder martensitisch, benannt nach dem deutschen Werkstoffwissenschaftler Adolf Martens, bezeichnet man eine kristalline Struktur im Stahlgefüge.

Sie entsteht, wenn die Abkühlung nach dem Härten sehr schnell erfolgt. Bei der technischen Wärmebehandlung von Stählen kommt der martensitischen Umwandlung wohl die größte Bedeutung zu, weil – von Ausnahmen in der Praxis abgesehen – alle Härte- und Vergütungsbehandlungen über eine Martensitbildung ablaufen. Gegenüber den austenitischen Werkstoffen können martensitische Werkstoffe gehärtet werden. Mit Martensiten erreicht man höhere mechanischen Eigenschaften (z.B. höhere Zugfestigkeit) gegenüber austenitischen Stählen. Allerdings ist die Korrosionsbeständigkeit gegenüber den Austeniten geringer.

■ Ferritische Stähle

Als Ferrit oder ferritisch bezeichnet man eine kristalline Struktur im Stahlgefüge. Der Name ist eine Ableitung von Ferrum, der im Lateinischen für Eisen steht.

Das ferritische Gefüge ist magnetisch. Diese Werkstoffe zeigen üblicherweise keine Zähigkeit bei tiefen Temperaturen. Sie sind für Umgebungen mit moderater Korrosionsbelastung vorgesehen.

Hinweis:

Für Verbindungselemente werden in der Regel austenitische Stähle und Duplex-Stähle aufgrund ihrer Eigenschaften eingesetzt.

■ Bestandteile der Duplex-Stähle

Der Name „Duplex“ beschreibt einen Werkstoff, der zu gleich hohen Bestandteilen aus Ferriten und Austeniten besteht. Durch die Kombination dieser beiden Bestandteile werden vor allem deren Vorteile hervorgehoben. So liegt die 0,2%-Dehngrenze bei gleicher Duktilität höher als bei austenitischen Werkstoffen. Darüber hinaus ist auch die Dauerfestigkeit unter korrosiven Bedingungen bei Duplex-Stählen höher.

Eingestellt wird das Mischgefüge aus Austenit und Ferrit durch eine Verringerung des Nickelgehalts. Im Gegenzug muss jedoch der Chromgehalt erhöht werden. Der sehr gängige Werkstoff 1.4462 weist einen Chromgehalt von 22% auf, kommt aber nur auf einen Nickelgehalt von etwa 5%. Aufgrund des erhöhten Chromgehalts sind die Duplex-Stähle auch unter vielen Einsatzbedingungen beständiger gegen Korrosion als die austenitischen Werkstoffe. Ein für diese Stahlsorte ebenfalls sehr wichtiges Legierungselement ist Stickstoff. Durch diesen wird die Bildung des Austenits gefördert, wodurch eine homogene Verteilung von Ferrit und Austenit sichergestellt wird. Außerdem wird die Beständigkeit der Austenitphase gegenüber Spannungsrisskorrosion durch Stickstoff deutlich verbessert. Die Ferritphase zeigt bereits aufgrund der Chrom- und Molybdängehalte ausreichend Beständigkeit.

■ Eigenschaften der Duplex-Stähle

Obwohl das Prinzip der Duplex-Stähle schon seit mehreren Jahrzehnten bekannt ist, hat sich diese Stahlsorte aufgrund von Schwierigkeiten beim Schweißen lange nicht durchgesetzt. Die modernen Legierungen haben sich diesbezüglich positiv entwickelt, weshalb Duplex-Stähle in den letzten Jahren sehr stark an Bedeutung gewonnen haben. Auch im Bereich der Verbindungselemente gewinnen diese Werkstoffe immer mehr an Bedeutung, was letztendlich die Aufnahme dieser Werkstoffe in ISO 3506-1 und -2 zeigt.

Hier werden für Verbindungselemente die Werkstoffgruppen D2, D4, D6 und D8 genormt. Wie auch bei allen anderen Werkstoffgruppen wird nur eine grobe Analyse vorgegeben. Vergleicht man diese jedoch mit den gängigen Werkstoffen, zeigt sich, dass sich wohl der Lean-Duplex 1.4362 für die Gruppe D4 und die Standard-Duplex-Werkstoffe 1.4462 und 1.4410 für die Gruppe D6 durchsetzen werden.

Bedingt durch ihre höhere Grundfestigkeit im Vergleich zu den Austeniten können mit Duplex-Stählen höhere Endfestigkeiten vergleichsweise leicht erreicht werden. So bildet die Festigkeitsklasse 100 eine sehr interessante Erweiterung und erreicht mit einer Zugfestigkeit von 1.000 MPa und einer Dehngrenze von 800 MPa Festigkeitswerte, die nur knapp unter denen einer Kohlenstoffstahlschraube der Festigkeitsklasse 10.9 liegen.

■ Anwendungsbereiche für Duplex-Stähle

Aufgrund der genannten Eigenschaften bieten sich Einsatzmöglichkeiten für Duplex-Stähle in allen Anwendungen, bei denen die Korrosionsbeständigkeit oder die Dehngrenze der austenitischen Stähle nicht ausreicht. Wegen der besseren Beständigkeit gegen chloridinduzierte Spannungsrisskorrosion gegenüber den austenitischen Werkstoffen ist eine Verbesserung der Seewasserbeständigkeit oder gegenüber Streusalz denkbar.



NEU
im
REYHER-
Programm



Auch im Stahlbau ergeben sich Anwendungsfelder, beispielsweise für feingliedrige Brückenkonstruktionen oder für Bereiche, in denen eine hohe Luftfeuchtigkeit oder Schadstoffbelastung vorliegt. In der Bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 wird der Werkstoff 1.4462 in die Korrosionswiderstandsklasse IV (stark) eingeordnet. Auch für die chemische Industrie sind die Duplex-Stähle aufgrund der Beständigkeit gegenüber Chlor oder Chloriden sowie Schwefeldioxid interessant. In diesem Bereich schränkt die verringerte Einsatztemperatur (max. 300 °C) die Breite der Anwendungen ein. Oberhalb dieser Temperatur kann es aufgrund des hohen Chromgehalts zur Versprödung des Werkstoffs kommen.



■ Standardwerkstoffe und Sonderwerkstoffe im REYHER-Programm

Standardwerkstoffe

Wir bieten Ihnen ein umfangreiches rostfreies Stahl-Produktprogramm an Standardwerkstoffen, die wir bei uns im Lagervorrat führen. Somit können wir Sie schnell mit Ihren gewünschten Artikeln beliefern.

Folgend unsere Produktgruppen an Standardwerkstoffen:

- ▶ Austenitische Stähle aus dem Werkstoff A 2 mit Nenndurchmesser von M 2 bis M 48
- ▶ Austenitische Stähle aus dem Werkstoff A 4 mit Nenndurchmesser von M 2 bis M 48
- ▶ Austenitische Stähle aus dem Werkstoff A 5 mit Nenndurchmesser von M 6 bis M 30
- ▶ Duplex-Stähle aus dem Werkstoff D 6 mit Nenndurchmesser von M 6 bis M 16
- ▶ BUMAX® – hochfeste Edelstahl-Verbindungselemente der Produktgruppe BUMAX 88 (entspricht der Stahl-Festigkeitsklasse 8.8)
- ▶ BUMAX® – hochfeste Edelstahl-Verbindungselemente der Produktgruppe BUMAX 109 (entspricht der Stahl-Festigkeitsklasse 10.9)

Sonderwerkstoffe

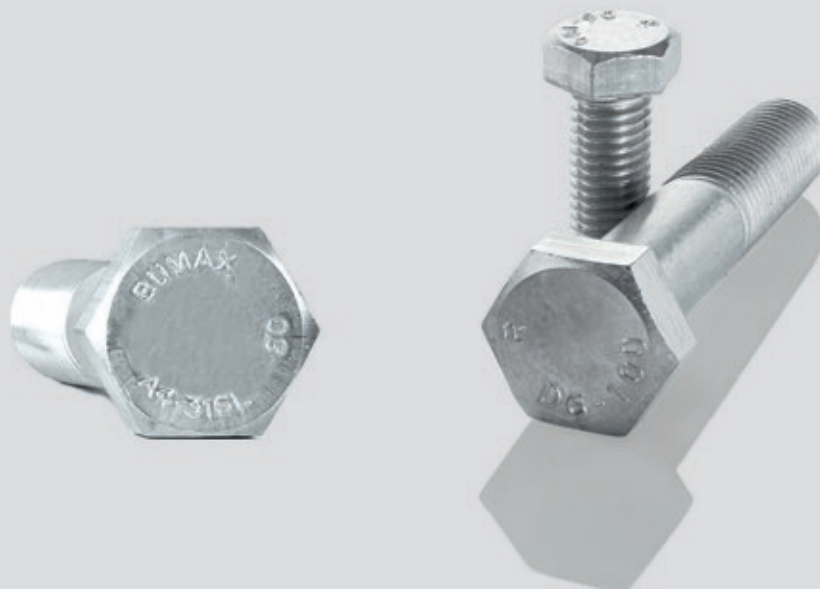
Neben den Standardwerkstoffen im Bereich der rostfreien Stähle bieten wir außerdem eine Vielzahl an Sonderwerkstoffen an.

Folgend ein Auszug:

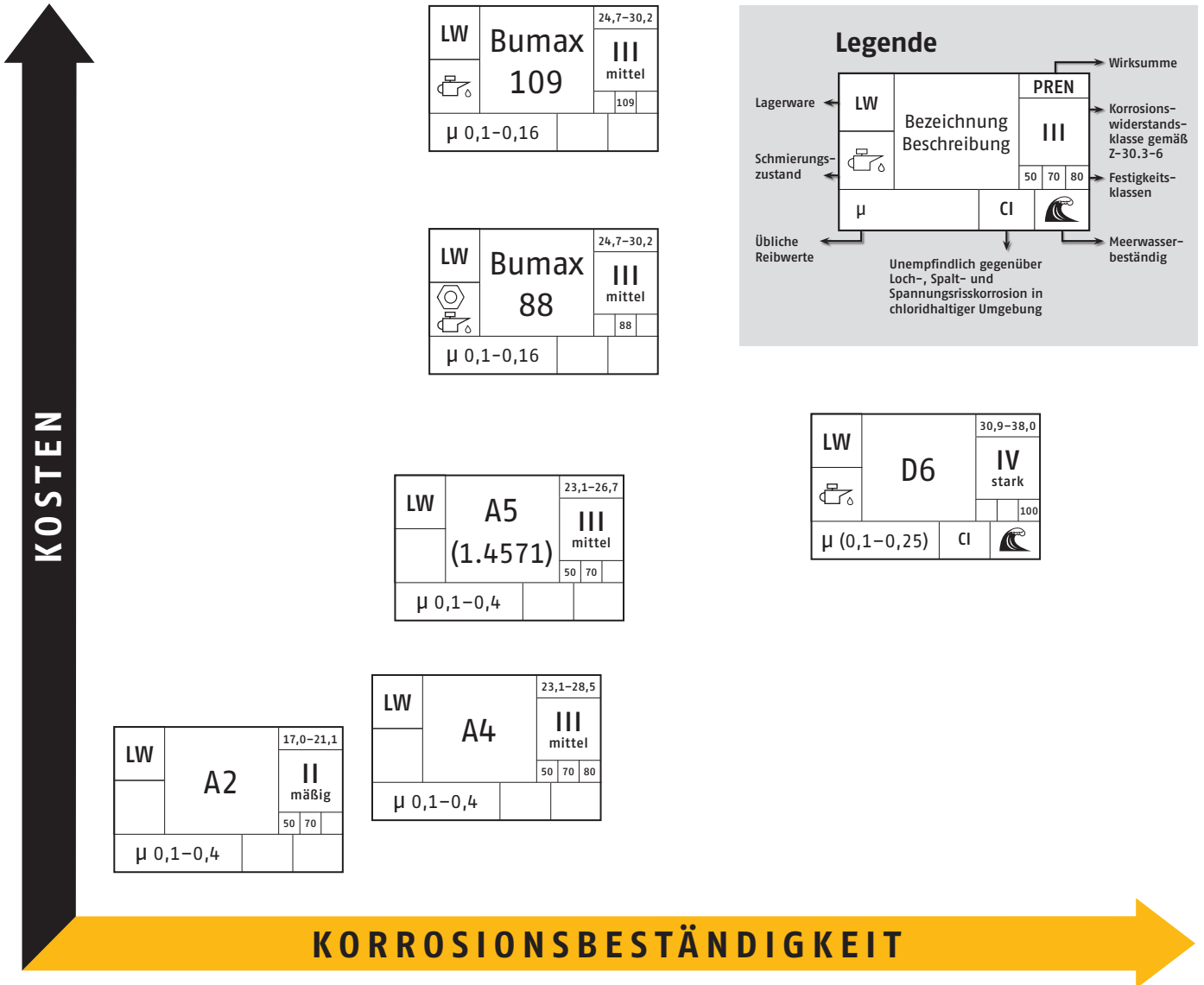
- ▶ Ausscheidungshärtbare Güten, Werkstoff 1.4568 (17-7 PH), Werkstoff 1.4548 (17-4 PH)
- ▶ 6-Mo-Güten, z. B. die Werkstoffe 1.4547 (254 SM0) oder 1.4529
- ▶ Warmfeste und hochwarmfeste Güten, z. B. die Werkstoffe 1.4980, 1.4913, 1.4923

Sie finden bei uns Produkte für jeden Anwendungsbereich.

Gern beraten und unterstützen wir Sie bei Ihren individuellen Bedarfen an Werkstoffen. Wir übernehmen für Sie die Beschaffung und können darüber hinaus auch Ihre benötigten Artikel bei uns bevorraten.



Übersicht Korrosionsschutz und Kosten





■ Technische Kompetenz mit REM – REYHER Engineering Management

Unser REM-Team beschäftigt sich mit allen technischen Belangen und Details rund um Verbindungselemente und Befestigungstechnik. Das umfangreiche Fachwissen ist durch kontinuierliche Weiterbildung immer auf dem neuesten Stand. Davon profitieren Sie als Kunde.

Für Verbindungselemente aus rostfreien Stählen unterstützen wir Sie gern bei der Auswahl der richtigen Werkstoffe je nach Ihrem Anwendungsfall. Die richtige Werkstoffauswahl erfordert hier die Berücksichtigung einer Vielzahl von Anwendungsparametern wie beispielsweise die Temperatur oder die Korrosionsbelastung. Unsere

kompetenten Ingenieure und Techniker stehen Ihnen gern beratend zur Seite. Wir freuen uns über Ihren Kontakt, um Ihnen bei Ihren technischen Fragestellungen zu helfen.

Technische Hotline:
Telefon 040 85363-999

REM®
REYHER ENGINEERING MANAGEMENT

■ Permeabilität

Die magnetische Permeabilität μ_r bestimmt die Durchlässigkeit von Materie für magnetische Felder. Permeabilität ist das Verhältnis der magnetischen Flussdichte B zur magnetischen Feldstärke H .

Der Werkstoff hat eine geringe magnetische Permeabilität, wenn der Wert für μ_r nahe 1 liegt. Für Verbindungselemente aus Edelstahl ist diese Eigenschaft in der ISO 3506-6 beschrieben. Verbindungselemente aus aus-

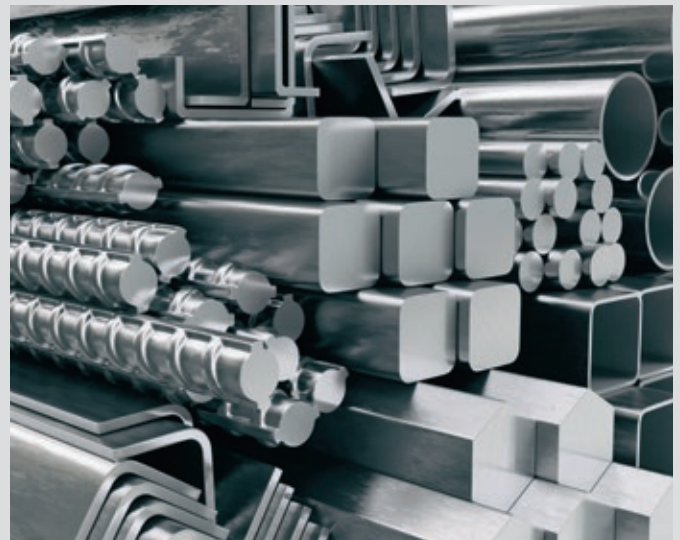
tenitischen Stählen sind im Allgemeinen nicht magnetisierbar. Nach der Kaltumformung kann eine gewisse Magnetisierbarkeit vorliegen. Auch durch Spanabhub bei gedrehten Ausführungen oder durch Stanzen kann Magnetismus auftreten. So weist A2 eine Permeabilität μ_r von $\sim 1,8$ auf, A4 einen Wert μ_r von $\sim 1,015$. In besonderen Anwendungsfällen können zu hohe Werte durch eine spezielle Wärmebehandlung von erfahrenen Betreibern reduziert werden.

■ Härten von austenitischen Werkstoffen (Kolsterisieren)

Austenitische Werkstoffe sind durch eine Wärmebehandlung nicht härtbar. Es gibt aber die Möglichkeit, durch Kolsterisieren die Oberflächenhärte zu erhöhen, z. B. als Verschleißschutz. Hierbei werden mittels eines Diffusionsverfahrens bei niedriger Temperatur ($< 300^\circ\text{C}$) große Mengen Kohlenstoff eindiffundiert. Der Kohlenstoff wird in Zwischengitterplätzen gelöst und bildet keine Carbide.

Aufgrund der großen Mengen Kohlenstoff kommt es zu Druckspannungen in der Oberfläche, die eine sehr hohe Oberflächenhärte von bis zu $> 1000 \text{ HV } 0,05$ erzeugen.

Die Standardbehandlung als Verschleißschutz ergibt eine Einhärtetiefe von $\sim 22 \mu\text{m}$ bei austenitischen, rostfreien Stählen.



■ Federnde Eigenschaften mitverspannter Elemente aus rostfreien Stählen

Da austenitische Werkstoffe nicht vergütet werden können, erreichen sie nicht die gleichen mechanischen Eigenschaften wie Federstahl (hohe Härte). Spannscheiben aus A2 (1.4301) werden z. B. bei der Montage „platt“ gedrückt. Nach dem Lösen bleiben die Spannscheiben in diesem „platten“ Zustand, was den Rückschluss zulässt, dass eine Federwirkung nahezu nicht vorhanden ist.

Die Normung trägt diesem Sachverhalt Rechnung, indem mitverspannte, federnde Elemente aus austenitischen Werkstoffen nicht genormt sind (entsprechende Normen wurden zurückgezogen). Dennoch werden in der Praxis diese Produkte verlangt. Als Alternative für derartige Anwendungen kommen aus dem austenitischen Bereich

der Werkstoff 1.4310 (X10CrNi18-8) oder der bessere Werkstoff 1.4568 (X7CrNiAl17-7) in Betracht.

Alternativ können auch martensitische Werkstoffe zum Einsatz kommen, dann jedoch mit eingeschränkter Korrosionsbeständigkeit. Diese Werkstoffe weisen zwar nicht dieselben Eigenschaften wie Federstahl auf, erreichen aber zumindest – wenn auch reduziert – nachweisbare Federkräfte. Mitverspannte, federnde Elemente, die in ihrer Bezeichnung nur den Hinweis A2 oder A4 enthalten und oftmals preisgünstig angeboten werden, sollten nicht in modernen Konstruktionen eingesetzt werden, da keine Federkräfte vorhanden sind.



Qualitätsprüfung im hauseigenen Prüflabor: Ermittlung von Reibwerten

■ Hohe Reibwerte beim Verschrauben und bei der Kaltverschweißung

Neben den anderen Festigkeitsklassen haben Verbindungselemente aus rostfreien Stählen auch ein anderes Reibungsverhalten als Schrauben aus Kohlenstoffstahl, das bei der Montage berücksichtigt werden muss.

Wenn zwei Elemente aus nichtrostenden Stählen verbunden werden, sind die Reibwerte im Gewinde und an den Auflageflächen größer als bei vergüteten Schrauben. Außerdem kommt es zu deutlich größeren Schwankungen. Ein gezieltes Vorspannen ist mit nicht geschmierten Verbindungselementen somit kaum möglich.

Die Reibung kann so hoch sein, dass es je nach Montagebedingungen zum Festfressen kommt. Es wird angenommen, dass bei der Verschraubung lokal so hohe Temperaturen entstehen, dass es zu Verschweißungen im mikroskopischen Bereich kommt. Durch weiteres Anziehen des Verbindungselements werden die Verschweißungen wieder aufgerissen. Dadurch erhöht sich die Oberflächenrauheit weiter und erschwert weiteres Drehen der Schrauben oder Mutter. Dies wiederholt sich so oft, bis sich das Verbindungselement nicht mehr drehen lässt. Durch die Verwendung von Schmiermitteln können die

Reibungszahlen gezielt verändert werden. So kann nicht nur das Festfressen weitestgehend verhindert werden, es ist auch möglich, die Vorspannkraft und das dafür notwendige Anzugsdrehmoment zu berechnen. Neben Kupferpaste eignen sich zur Schmierung auch keramische Schmiermittel oder Trockengleitfilme, die vorab aufgebracht werden.

Unsere Sortimente im Bereich rostfreie Stähle beinhalten auch fertig geschmierte Produkte. So sind die Artikel aus Duplex-Stahl zum Beispiel grundsätzlich geschmiert. Auch die Bumax-Produkte bieten wir als geschmierte Artikel an, wobei bei der Klasse 88 nur die Muttern standardmäßig geschmiert sind. Bei unseren Muttern nach ISO 4032 aus A2-70 und A4-70 haben Sie die Wahl mit und ohne Schmierung, da wir beides im Bestand führen.

Für Anwendungen, bei denen eine definierte Vorspannkraft eingestellt werden soll, empfehlen wir die Anzugsdrehmomente in einem möglichst praxisnahen Versuch zu bestätigen. Dies ist mit einem Drehmoment-Vorspannkraft-Versuch möglich. Hierbei unterstützen wir Sie gerne.

Richtwerte

Ø	Fkl.	Montagevorspannkraft in kN für $\mu_{ges} =$				Anziehmomente in Nm für $\mu_{ges} =$			
		0,10	0,14	0,20	0,30	0,10	0,14	0,20	0,30
M4	50	1,47	1,39	1,26	1,07	0,8	1	1,3	1,6
	70	3,14	2,97	2,71	2,3	1,8	2,2	2,8	3,4
	80	4,19	3,96	3,61	3,06	2,4	3	3,7	4,6
M5	50	2,39	2,27	2,07	1,76	1,7	2,1	2,6	3,2
	70	5,13	4,86	4,44	3,77	3,5	4,5	5,6	6,8
	80	6,84	6,48	5,91	5,02	4,7	5,9	7,4	9,1
M6	50	3,39	3,21	2,93	2,48	2,9	3,6	4,5	5,5
	70	7,26	6,87	6,27	5,32	6,2	7,7	9,7	11,9
	80	9,68	9,13	8,36	7,09	8,2	10,3	12,9	15,8
	100	12,9	12,22	11,14	9,46	11	13,8	17,2	21,1
M8	50	6,21	5,88	5,37	4,57	7	8,8	11	13,6
	70	13,3	12,61	11,51	9,79	15	18,8	23,6	29,1
	80	17,74	16,81	15,35	13,05	19,9	25,1	31,5	38,8
	100	23,65	22,42	20,47	17,4	26,6	33,5	42	51,8
M10	50	9,87	9,37	8,56	7,28	13,8	17,4	21,8	27
	70	21,16	18,4	18,34	15,6	29,5	37,3	46,8	57,8
	80	28,21	26,76	24,45	20,79	39,4	49,7	62,4	77,1
	100	37,61	35,67	32,6	27,73	52,5	66,3	83,2	102,8
M12	50	14,38	13,65	12,48	10,62	23,8	30,1	37,8	46,8
	70	30,83	29,26	26,75	22,76	51	64,5	81	100,2
	80	41,1	39,01	35,66	30,35	68	85,9	108	133,6
	100	54,81	52,01	47,55	40,46	90,6	114,6	144	178,2
M14	50	19,74	18,74	17,14	14,59	37,8	47,9	60,2	74,6
	70	42,31	40,16	36,73	31,27	81,1	103	129	160
	80	56,41	53,54	48,97	41,69	108	137	172	212
	100	75,21	71,39	65,29	55,58	144,1	182,4	229,5	284,2
M16	50	27,04	25,71	23,56	20,1	58,2	74,2	94	117
	70	57,94	55,09	50,49	43,08	125	159	201	251
	80	77,25	73,46	67,33	57,44	166	212	269	334
	100	103	97,94	89,77	76,58	221,7	282,8	358	445,9
M18	50	33,01	31,35	28,68	24,43	81,3	103	130	161
	70	70,73	67,17	61,46	52,34	174	221	278	345
	80	94,31	89,56	81,95	69,79	232	295	371	460
M20	50	42,27	40,2	36,84	31,34	114	146	184	230
	70	90,58	86,14	78,95	67,35	245	312	395	492
	80	120,8	114,9	105,3	89,8	326	416	527	656
M22	50	52,67	50,15	46,02	39,32	156	200	254	318
	70	112,87	107,46	98,61	84,25	334	428	544	680
M24	50	60,88	57,9	53,01	45,27	197	251	318	396
	70	130,5	124,1	113,7	97	421	537	680	848
M27	50	79,86	76,05	69,82	59,67	289	371	473	591
	70	171	163	150	128	620	795	1.013	1.267
M30	50	97,23	92,54	84,9	72,5	394	504	640	800
	70	208	198	182	155	844	1.080	1.373	1.715
M33	50	121	115	106	90	531	683	871	1.092
M36	50	142	135	124	106	684	876	1.117	1.398
M39	50	170	162	149	128	883	1.137	1.452	1.822

■ Festigkeitsklassen

Da austenitische Werkstoffe nicht über eine Wärmebehandlung gehärtet oder vergütet werden können, weisen sie im unbearbeiteten Lieferzustand die Festigkeitsklasse 50 auf, was einer Zugfestigkeit von ca. 500 MPa entspricht. Bei einer spanlosen Herstellung werden sie kaltverfestigt, wodurch die Zugfestigkeiten von austenitischen Werkstoffen auf bis zu 1.000 MPa (Festigkeitsklasse 70 + 80 + 100) ansteigen können. Da der Verfestigungsdruck z. B. beim Gewindewalzen Grenzen unterliegt, kann die in der Praxis übliche Festigkeitsklasse 70 maximal bei Schrauben bis zu einer Größe von M24 erreicht werden.

Duplex-Stähle bringen bereits im lösungsgeglühten Zustand eine höhere Festigkeit mit und lassen sich so auch durch die Kaltverfestigung auf eine höhere Festigkeits-

klasse verfestigen. Für diese Güten sind die Festigkeitsklassen 70, 80 und 100 genormt. Unser Lagervorrat besitzt die Festigkeitsklasse 100, was einer Zugfestigkeit von 1.000 MPa und einer Dehngrenze von 800 MPa entspricht.

Anders als bei Stahlschrauben besteht zwischen der Zugfestigkeit und der 0,2%-Dehngrenze kein linearer Zusammenhang. Die zur entsprechenden Zugfestigkeit 50, 70, 80 und 100 gehörende Dehngrenze ist der unten abgebildeten Tabelle zu entnehmen.

Die mechanischen und chemischen Eigenschaften für nichtrostende Verbindungselemente sind in der DIN EN ISO 3506-1, -2 und -3 festgelegt.

Stahlgruppe	Stahlsorte	Festigkeitsklasse	Zugfestigkeit	0,2%-Dehngrenze	Bruchdehnung
Austenitisch	A1, A2, A3	50	500	210	0,6d
		70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
	A4, A5	50	500	210	0,6d
		70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
		100	1.000	800	0,2d
	A8	70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
100		1.000	800	0,2d	
Martensitisch	C1	50	500	250	0,2d
		70	700	410	0,2d
		110	1.100	820	0,2d
	C3	80	800	640	0,2d
	C4	50	500	250	0,2d
		70	700	410	0,2d
Duplex	D2, D4, D6, D8	70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
		100	1.000	800	0,2d



■ Sie möchten bestellen?

Nutzen Sie gern auch unseren komfortablen Webshop – bequem jederzeit erreichbar!

Webshop RIO – REYHER Internet Order





040 85363-0



mail@reyher.de



www.reyher.de

F. REYHER Nchfg. GmbH & Co. KG

Haferweg 1

22769 Hamburg



■ REYHER informiert: Rostfreie Stähle

- ✓ Überblick über die Werkstoffgruppen Austenite (A), Ferrite (F), Martensite (C) und Duplex-Stähle (D)
- ✓ REYHER führt Verbindungselemente aus rostfreien Stählen für alle Anwendungsgebiete
- ✓ Neu im REYHER-Programm: Duplex-Stähle
- ✓ Technische Beratung
- ✓ Lagerware sofort lieferbar

Hinweis: REYHER ist nicht Hersteller der Produkte. Der Hersteller behält sich technische Änderungen vor. Verständlicherweise setzt die Anwendung der aufgeführten Produkte Fachkenntnis über Einsatz und Montage sowie Normen voraus.



49406.220.2021.000
P11/DE/12/1121