

TOBSTEEL

TOBtoKnow

Verbindungselemente aus Edelstahl: Wissen, Technik, Anwendung

Stainless steel fasteners: knowledge, technology, application

11 | 2026

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

als Spezialist für Verbindungselemente aus nichtrostenden Edelstählen und hochkorrosionsbeständigen Sonderwerkstoffen erreichen uns im Alltag verschiedenste Anfragen, beginnend von der Bestimmung von Anziehdrehmomenten für Schraubverbindungen, über die korrekte Werkstoffauswahl für unterschiedlichste Anwendungsfälle bis hin zur Beratung zu Konformitätsbescheinigungen.

Unsere Intention beim Erstellen dieser Broschüre war es, die uns am häufigsten gestellten Fragen zu beantworten, bestehende Unklarheiten zu beseitigen und Zusammenhänge zu erläutern.

Kurzgesagt, ein Handbuch rund um das Thema Verbindungselemente aus korrosionsbeständigen Edelstählen zu schaffen.

Auch zukünftig wird die Branche weiterhin vor große Herausforderungen aufgrund von Regularien, Gesetzgebungen sowie Änderungen und Neuerungen seitens der Normung gestellt. Nicht unerwähnt bleiben sollen jedoch auch die vielen Chancen und Möglichkeiten, welche sich durch Neuentwicklungen, Qualitätsanforderungen und guten Service ergeben können.

Aus diesem Grund werden wir auch weiterhin Ihr zuverlässiger Partner zum Thema Verbindungselemente aus nichtrostenden Edelstählen sein – immer mit dem einen Ziel vor Augen, Ihren Kundenwunsch perfekt und zuverlässig umzusetzen. Getreu unserem Motto: **MORE THAN STANDARD**

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Gewinnen neuer Erkenntnisse und dem Lesen der ersten Ausgabe unserer **TOB**toKnow Broschüre.

Mit freundlichen Grüßen,

Julian Rauscher
Leitung Produkt- und Qualitätsmanagement



Dear Reader,

As a specialist for fasteners made of stainless steels and highly corrosion-resistant special materials, we receive a wide variety of inquiries on a daily basis, ranging from determining tightening torques for screw connections and selecting the correct material for a wide range of applications to providing advice on certificates of conformity.

Our intention in creating this brochure was to answer the most frequently asked questions we receive, to clear up any ambiguities, and to explain correlations.

In short, to create a manual about fasteners made from corrosion-resistant stainless steels.

In the future, the industry will also continue to face major challenges due to regulations, legislation as well as changes and innovations in standardization. However, we should also mention the many opportunities and possibilities that may result from new developments, quality requirements, and good service.

For this reason, we will continue to be your reliable partner when it comes to stainless steel fasteners – always with one goal in mind: to implement your customer requirements perfectly and reliably.

True to our motto: **MORE THAN STANDARD**

We hope you enjoy gaining new insights and reading the first issue of our **TOB**toKnow brochure.

Sincerely,

Julian Rauscher
Head of Product and Quality Management



Impressum Legal notice

TOBSTEEL GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 8
D-74613 Öhringen

Druckprodukt mit finanziellem
Klimabeitrag
ClimatePartner.com/10742-2611-1001

Kontakt für Fragen und Anregungen
Contact for questions and suggestions
> pm@tobsteel.com

Inhalt

1 Übersicht nichtrostender Edelstähle 7
1.1 Einfluss der Legierungselemente 8
1.2 Wie repariert sich Edelstahl rostfrei? 10
1.3 Wofür steht V2A/V4A? 10
1.4 Übersicht der Werkstoffe 11
1.5 Vergleich der Werkstoffe 12
1.6 Steelkey 13
1.7 Temperaturbeständigkeit 14

2 Korrosion 15
2.1 Korrosionsarten bei Schraubverbindungen 16
2.2 Korrosionsbeständigkeit 18
2.3 Der PREN-Wert 20
2.4 Korrosionbeständigkeitsklassen (CRC) vs. Korrosivitätskategorien (CX) 22
2.5 Der Salzsprühnebeltest (SSNT) 23

3 Die korrekte Werkstoffauswahl 25
3.1 Die Berechnung der Beständigkeitsklassen 26
3.2 Berechungbeispiele 30
3.3 Einsatz der Werkstoffe 31
3.4 Werkstoffauswahl im Holzbau 32

4 Mechanische Eigenschaften 34
4.1 Mechanische Eigenschaften nach Typ 34
4.1.1 Schrauben und Gewindestangen 34
4.1.2 Muttern 36
4.1.3 Gewindestifte 37
4.1.4 Blechschrauben 39
4.1.5 Scheiben 41
4.2 Festigkeitsklassen Edelstahl/Stahl 43
4.2.1 Schrauben 43
4.2.2 Muttern 43
4.3 Kaltverfestigung 44
4.4 Magnetische Eigenschaften von Edelstählen 44

5 Kennzeichnung von Verbindungselementen 45
5.1 Kennzeichnung von Schrauben 45
5.2 Kennzeichnung von Muttern 48
5.3 Kennzeichnung von Unterlegscheiben 49
5.4 Kennzeichnung von Gewindebolzen 51

6 Festfressen von Schraubverbindungen 52

7 Beschichtungen 54
7.1 Gleitbeschichtung 54
7.2 Zinklamellenbeschichtung (Delta®-Seal) 54
7.3 Chemisches Schwärzen 55
7.4 Elektropolieren 55
7.5 Kopflackieren 53
7.6 Beizen und Passivieren 56

8 Gewindesicherung 57
8.1 Klemmende Sicherung 57
8.2 Klebende Sicherung 59

9 Wirkungslose Schraubensicherung 60

10 Annahmeprüfung 61

11 Anziehdrehmomente 62

12 Prüfzeugnisse und Prüfberichte 63

13 Zulassungen 68

14 REACH, RoHs, Konfliktmaterialien etc. 70

15 Gegenüberstellung DIN/ISO 72

Content

1 Stainless steels 7
- 1.1 Influence of alloying elements 8
- 1.2 How does stainless steel repair itself? 10
- 1.3 What does V2A/V4A stand for? 10
- 1.4 Overview of materials 11
- 1.5 Comparison of materials 12
- 1.6 Steel key 13
- 1.7 Temperature resistance 14

2 Corrosion 15
- 2.1 Types of corrosion in bolted connections 16
- 2.2 Corrosion resistance 18
- 2.3 The PREN value 20
- 2.4 Corrosion resistance classes (CRC) vs. corrosivity categories (CX) 22
- 2.5 The salt spray test (SST) 23

3 Selecting the correct material 25
- 3.1 The calculation of resistance classes 26
- 3.2 Application examples 30
- 3.3 Use of the materials 31
- 3.4 Selection of materials in timber construction 32

4 Mechanical properties 34
- 4.1 Mechanical properties by type 34
- *4.1.1 Screws and threaded rods* 34
- *4.1.2 Nuts* 36
- *4.1.3 Set screws* 37
- *4.1.4 Self-tapping screws* 39
- *4.1.5 Washers* 41
- 4.2 Property classes stainless steel/steel 43
- *4.2.1 Bolts* 43
- *4.2.2 Nuts* 43
- 4.3 Cold work hardening 44
- 4.4 Magnetic properties of stainless steels 44

5 Fastener marking 45
- 5.1 Marking of screws 45
- 5.2 Marking nuts 48
- 5.3 Marking washers 49
- 5.4 Marking threaded bolts 51

6 Seizing of screw connections 52

7 Coatings 54
- 7.1 Slide coating 54
- 7.2 Zinc flake coating (Delta®-Seal) 54
- 7.3 Chemical blackening 55
- 7.4 Electro-polishing 55
- 7.5 Head painting 55
- 7.6 Etching and passivation 56

8 Thread lock 57
- 8.1 Clamping locking 57
- 8.2 Adhesive locking 59

9 Ineffective screw locking 60

10 Acceptance testing 61

11 Tightening torques 62

12 Test certificates and test reports 63

13 Approvals 68

14 REACH, RoHS, conflict materials etc. 70

15 DIN/ISO comparison 72





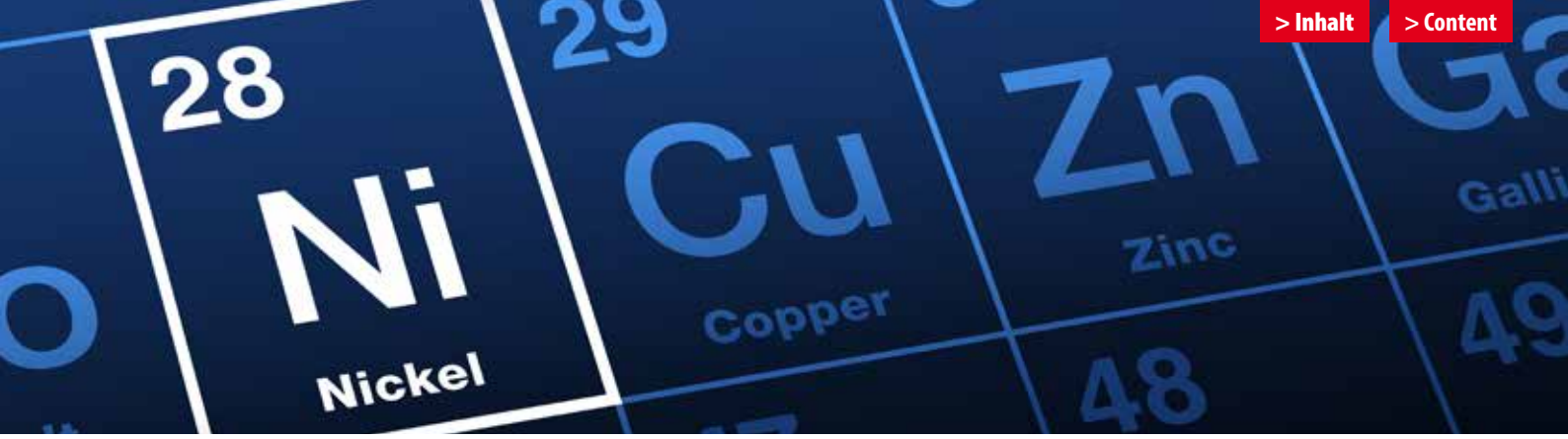
1 Übersicht nichtrostender Edelstähle Stainless steels

Was ist Edelstahl rostfrei?

Edelstahl rostfrei ist ein Überbegriff für eine fast unendliche Anzahl von korrosions-, säure- und hitzebeständigen Stählen. Durch die Hinzugabe der wichtigsten Legierungselemente wie Chrom, Nickel und Molybdän wird ein Stahl zum Edelstahl. Dabei muss der Chromgehalt (Cr) mindestens 10,5 % betragen und der Gehalt an Kohlenstoff (C) darf 1,2 % nicht überschreiten.

What is stainless steel?

Stainless steel is an umbrella term for an almost endless number of corrosion, acid and heat-resistant steels. By adding the most important alloying elements, such as chromium, nickel and molybdenum, a steel becomes stainless steel. The chromium (Cr) content must be at least 10.5% and the carbon (C) content must not exceed 1.2%.



1.1 Einfluss der Legierungselemente

Die verschiedenen **Legierungselemente**, die hinzugefügt werden, z.B. **Nickel (Ni), Molybdän (Mo), Schwefel (S), Mangan (Mn), Titan (Ti)** etc. erhöhen die **Korrosionsbeständigkeit** oder verbessern die **mechanische Leistung** (Härte, Dehngrenze, Zugfestigkeit etc.) des Stahls. Einige Arten lassen sich besser härten, andere besser verformen oder schweißen.

Durch die Erhöhung des Chromgehalts (mehr als 10,5 %) bildet sich eine dünne, dichte, festhaftende Passivschicht aus Chromoxid. Mit höherem **Chromgehalt** und Zugabe von **Nickel** und **Molybdän** wird die Passivschicht kompakter und die **Korrosionsbeständigkeit** in wässrigen Medien als auch die Beständigkeit in Säuren deutlich erhöht.

Die Wirkung der wichtigsten Legierungselemente gemäß der ISO 3506 sind nachfolgend zu finden:

Influence of alloying elements

The different **alloying elements** that are added, such as **nickel (Ni), molybdenum (Mo), sulfur (S), manganese (Mn), titanium (Ti)** etc., increase the **corrosion resistance** or improve the **mechanical performance** (hardness, yield strength, tensile strength, etc.) of the steel. Some types harden better than others, while others are easier to form or weld.

By increasing the chromium content (more than 10.5%), a thin, dense, firmly adhering passivation layer of chromium oxide forms. With a higher **chromium content** and the addition of **nickel** and **molybdenum**, the passivation layer becomes more compact and the **corrosion resistance** in aqueous media as well as the resistance in acids are significantly increased.

The effect of the most important alloying elements in accordance with ISO 3506 can be found as follows:

Cr

Chrom

Chrom ist als Hauptlegierungselement ursächlich für die Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle. Deshalb sind definitionsgemäß nichtrostende Stähle solche, die mit mindestens 10,5 Masse-% Chrom legiert sind.

Chromium

As the main alloying element, chromium is mainly used for the corrosion resistance of stainless steels. That is why, by definition, stainless steels are those steels that are alloyed with at least 10.5% chromium by mass.

Mo

Molybdän

Molybdän ist nach Chrom das wichtigste Legierungselement für die Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle. Insbesondere in nicht oxidierenden Säuren wie Schwefelsäure, Ameisensäure etc. erhöht Molybdän die Beständigkeit nichtrostender Stähle gegen allgemeine Flächenkorrosion.

In chloridhaltigen Medien erhöht Molybdän die Beständigkeit gegenüber Loch- und Spaltkorrosion.

Molybdän verbessert zugleich die Beständigkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion und steigert die Warmfestigkeit. Unter den zahlreichen Beispielen für molybdänlegierte nichtrostende Stähle sind die Werkstoffe 1.4404, 1.4571, 1.4462, 1.4529 und 1.4562 zu nennen.

Molybdenum

After chromium, molybdenum is the most important alloying element for corrosion resistance in stainless steels. In non-oxidizing acids in particular, such as sulfuric acids, formic acids etc., molybdenum increases the resistance of stainless steels against general surface corrosion.

In media containing chloride, molybdenum increases the resistance to pitting and crevice corrosion.

At the same time, molybdenum increases the resistance to stress corrosion and increases high-temperature strength. The materials 1.4404, 1.4571, 1.4462, 1.4529 and 1.4562 are among the many examples of molybdenum-alloyed stainless steels.

Ni

Nickel

Nickel ist neben Chrom und Molybdän das bedeutendste Legierungselement für austenitische nichtrostende Stähle. Nickel ist ein Austenitbildner und erweitert den Zustandsbereich des Austenits in Abhängigkeit von der Höhe des Legierungsgehaltes.

Bei austenitischen nichtrostenden Stählen liegt der Nickelgehalt etwa zwischen 8 und 26 %, bei nichtrostendem Duplexstahl meist zwischen 2 und 7 % und bei ferritischen Güten in der Regel bei maximal 2 %.

Nickel

In addition to chromium and molybdenum, nickel is the most important alloying element for austenitic stainless steels. Nickel is an austenite-former and expands the state range of austenite depending on the alloy content.

For austenitic stainless steels, the nickel content is approximately between 8 and 26%. For stainless duplex steel, it is usually between 2 and 7%. For ferritic grades, it is usually a maximum of 2%.

S

Schwefel

Bei den meisten nichtrostenden Güten steht die Korrosionsbeständigkeit im Vordergrund, bei ihnen ist der Schwefelgehalt daher normgemäß auf max. 0,015 oder sogar 0,010 % begrenzt. Die moderne Stahlwerkstechnologie erlaubt darüber hinaus in vielen Fällen eine weitergehende Reduzierung auf typische Werte von unter 0,005 %.

Sulfur

For most stainless grades, corrosion resistance is the focus. In these grades, the sulfur content is therefore limited to a maximum of 0.015 or even 0.010% by standard. Modern steel mill technology also allows for a further reduction in most cases to typical values of less than 0.005%.

Mn

Mangan

Mangan ist ebenso wie Nickel ein Austenitbildner und wird in den Standardstählen in einem Gehalt bis zu 2 % zulegiert. Mangan erschwert in austenitischen Chrom-Nickel-Stählen die Umwandlung des Austenits in Martensit bei der Umformungs- oder Tieftemperaturbeanspruchung.

Mangan hat keinen erkennbaren Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit. In Verbindung mit Schwefel bilden sich Mangansulfide, welche die Beständigkeit des Werkstoffs gegenüber Lochkorrosion erheblich vermindern.

Manganese

Like nickel, manganese is an austenite-former and is added to standard steels in a content of up to 2%. In austenitic chromium-nickel steels, manganese makes it harder for the austenite to transform into martensite during forming or low-temperature stress.

Manganese has no identifiable influence on the corrosion resistance. When combined with sulfur, it forms manganese sulfide, which considerably reduces the material resistance to pitting.

Ti

Titan

Nichtrostende Stähle mit hohen Kohlenstoffgehalten neigen zur Bildung von Chromkarbiden, hauptsächlich entlang der Korngrenzen. Diese sogenannte Sensibilisierung entsteht hauptsächlich nach dem Schweißen oder nach einer Hochtemperaturumformung und führt aufgrund der chromverarmten Zonen zu interkristalliner Korrosion.

Titan zeigt eine größere Neigung zur Karbidbildung als Chrom und reagiert bevorzugt mit Kohlenstoff zu Titankarbid und Stickstoff zu Titankarbonitrid, so dass sich keine Chromverarmung in titanlegierten (stabilisierten) nichtrostenden Stählen ausbildet und eine gleichmäßige stabile Oxidschicht erhalten bleibt.

Titanium

Stainless steels with high carbon content tend to form chromium carbides, mainly along the grain boundaries. This sensitization results mainly after welding or after high-temperature forming and leads to intergranular corrosion due to the chromium-depleted areas.

Titanium has a greater tendency to form carbides than chromium and reacts preferentially with carbon to form titanium carbide and with nitrogen to form titanium carbonitride. Thus, no chromium depletion forms in titanium-alloyed (stabilized) stainless steels and a uniform, stable oxide layer is maintained.

1.2 Wie repariert sich Edelstahl rostfrei?

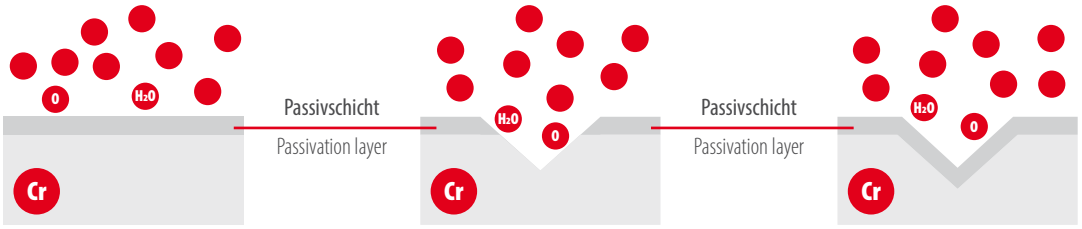
Aufgrund des Legierungsgehalts von Chrom bildet sich an der Oberfläche eine sogenannte **Passivschicht**. Bei Beschädigungen der Edelstahloberfläche bildet sich diese nur wenige Atomlagen dicke, transparente Schicht **unter dem Einfluss von Sauerstoff oder Wasser selbstständig neu**.

Die **Passivschichtbildung** ist der Grund dafür, dass Edelstahl rostfrei **keinen** zusätzlichen Korrosionsschutz benötigt und auch noch nach Jahrzehnten so gut wie neu sein kann.

How does stainless steel repair itself?

Due to the alloy content of chromium, a so-called **passivation layer** forms on the surface. If the stainless steel surface is damaged, this transparent layer, only a few atomic layers thick, reforms **on its own under the influence of oxygen or water**.

The **formation of the passivation layer** is the reason why stainless steel does not require **any** additional corrosion protection and can still look as good as new even after decades.



1.3 Wofür steht V2A/V4A?

Durch die Kombination von Nickel und Chrom in Verbindung mit einer genau dosierten Wärmebehandlung erzielte man im Jahre 1912 erstmals ein Optimum an Korrosionsbeständigkeit und zugleich gute mechanische Eigenschaften. Die damals aus V für Versuch und A für Austenit gebildeten Bezeichnungen V2A standen für CrNi-Stahl bzw. V4A für CrNiMo-Stahl.

Sie werden nach wie vor als Synonyme für Edelstahl rostfrei gebraucht, obwohl sie durch genormte Bezeichnungen wie A2, A4, D6 etc. ersetzt wurden.

What does V2A/V4A stand for?

By combining nickel and chromium, in conjunction with a precisely applied heat treatment, an optimal corrosion resistance was achieved in 1912 for the first time along with good mechanical properties. The V2A and V4A designations formed at the time from V for Versuch [test] and A for austenite stood for CrNi steel and CrNiMo steel, respectively.

They are still used as synonyms for stainless steel, although they have been replaced by standardized designations such as A2, A4, D6 etc.

Gängige Werkstoffnummern
Common material numbers



C1	1.4006
A2	1.4301 / 1.4567
A4	1.4401 / 1.4404 / 1.4578
A5	1.4571
A8	1.4529
D6	1.4462
D8	1.4410

1.4 Übersicht der Werkstoffe — Overview of materials

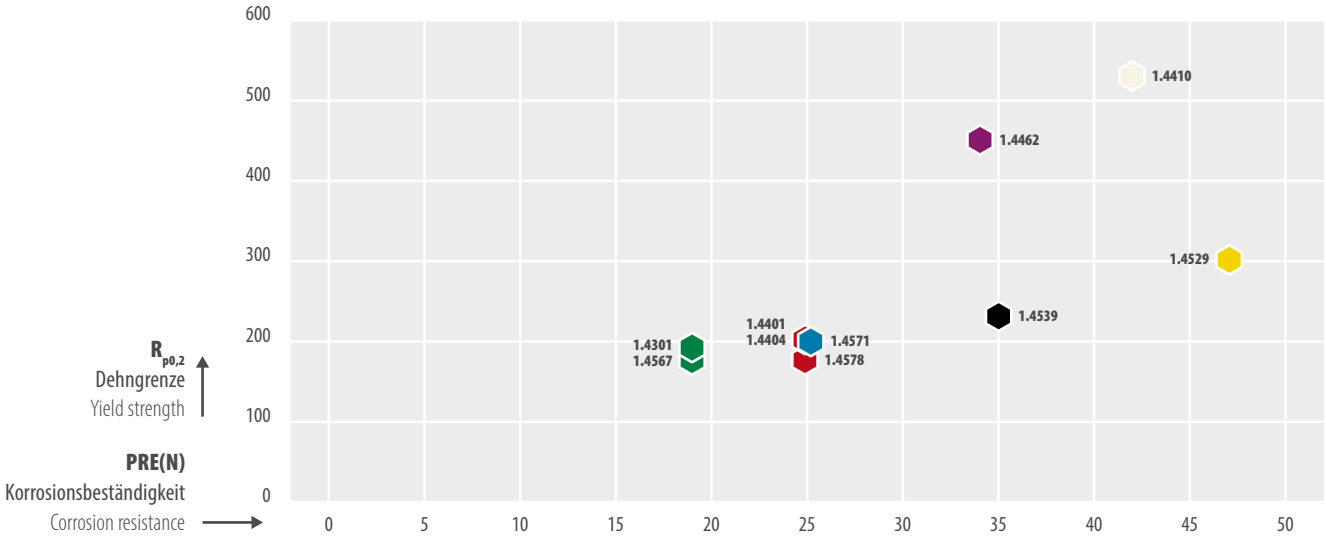
Gruppe Group	Sorte Type	Werkstoffnr. Material no.	Kurzname Short name	Eigenschaften	Properties
Austenitisch **Austenitic**	**A1**	**1.4305** **1.4300**	**X8 CrNiS 18-9** **X10 CrNiS 18 9**	Nur mäßig rostbeständig und ungenügend säurebeständig, ungenügend schweißfähig	Only moderately rust-resistant and insufficiently acid-resistant, insufficiently weldable
	A2	**1.4301 (V2A)** **1.4303** **1.4306** **1.4307** **1.4310** **1.4316** **1.4318** **1.4567**	**X5 CrNi 18-10** **X4 CrNi 18-12** **X2 CrNi 19-11** **X2 CrNi 18-9** **X10 CrNi 18-8** **X1 CrNi 19-9** **X2 CrNiN 18-7** **X3CrNiCu18-9-4**	Gute Rostbeständigkeit, nur ausreichende Säurebeständigkeit, aber Schweißbarkeit	Good rust resistance, only sufficient acid resistance, but weldability
	A4	**1.4401** **1.4404** **1.4435** **1.4578**	**X5 CrNiMo 17-12-2** **X2 CrNiMo 17-12-2** **X2 CrNiMo 18-14-3** **X3CrNiCuMo17-11-3-2**	Sehr hohe Rostbeständigkeit, sehr hohe Säurebeständigkeit, gut schweißfähig	Very high rust resistance, very high acid resistance, good weldability
	A5	**1.4571**	**X6 CrNiMoTi17-12-2**	Sehr hohe Rostbeständigkeit, sehr hohe Säurebeständigkeit, gut schweißfähig	Very high rust resistance, very high acid resistance, good weldability
	A8	**1.4478** **1.4529** **1.4547**	**X2 NiCrMoN 25-21-7** **X1 NiCrMoCuN 25-20-7** **X1 CrNiMoCuN 20-18-7**	Superaustenitischer Stahl, sehr hohe Rostbeständigkeit, sehr hohe Säurebeständigkeit, gut schweißfähig Durch seinen hohen Molybdängehalt bietet diese Güte außerdem eine gute Resistenz gegenüber Spannungsrisskorrosion und Lochfraß.	Super austenitic steel, very high rust resistance, very high acid resistance, good weldability Due to its high molybdenum content, this grade also offers good resistance to stress corrosion and pitting.
Duplex **(austenitisch-ferritisch)** **(austenitic-ferritic)**	**D6**	**1.4462** **1.4481**	**X2CrNiMoN22-5-3** **X2CrNiMoN25-7-3**	Sehr hohe Rostbeständigkeit, sehr hohe Säurebeständigkeit, gut schweißfähig Dieser Duplex Stahl zeichnet sich außerdem durch eine hohe Festigkeit und Streckgrenze aus, welche um etwa 150 % höher liegt als bei vergleichbaren rein-austenitischen Stählen.	Very high rust resistance, very high acid resistance, good weldability This duplex steel is also characterized by a high strength and yield strength, which is about 150% higher than with comparable pure austenitic steels.
	D8	**1.4410** **1.4501** **1.4507**	**X2CrNiMoN25-7-4** **X2CrNiMoWCuWN25-7-4** **X2CrNiMoCuN25-6-3**	Ausgezeichnete Eigenschaften gegen Korrosion sowie eine hohe Festigkeit Dieser Werkstoff zeichnet sich durch eine ausgezeichnete Lochfraß- und Spaltkorrosionsbeständigkeit in chloridhaltigen Medien und in Seewasser aus. Außerdem ist diese Güte gegen interkristalline Korrosion beständig – sowohl im Lieferzustand als auch nach dem Schweißen.	Excellent properties against corrosion and a high strength and yield strength This material is characterized by excellent pitting and crevice corrosion resistance in chloride-containing media and seawater. Moreover, this grade is resistant to intergranular corrosion – both in the delivered state and after welding.
Martensitisch **Martensitic**	**C1**	**1.4005** **1.4006** **1.4021**	**X12 CrS 13** **X12 Cr 13** **X20 Cr 13**	Mittlere Rostbeständigkeit, nur ungenügend säurebeständig und schweißbar	Average rust resistance, only insufficient acid resistance and weldable
	C3	**1.4057** **1.4722**	**X17 CrNi 16-2** **X39 CrMo 17-1**	Mittlere Rostbeständigkeit, nur ungenügend säurebeständig und schweißbar	Average rust resistance, only insufficient acid resistance and weldable
	C4	**1.4104**	**X14 CrMo S17**	Mittlere Rostbeständigkeit, nur ungenügend säurebeständig und schweißbar	Average rust resistance, only insufficient acid resistance and weldable
Ferritisch **Ferritic**	**F1**	**1. 4016**	**X6Cr17**	Hohe Rostbeständigkeit, schlechte Schweißbarkeit	High rust resistance, poor weldability

1.5 Vergleich der Werkstoffe

Die nachfolgende Tabelle zeigt die für Verbindungselemente gängigsten Werkstoffe hinsichtlich derer Ausgangsfestigkeiten (Dehngrenzen) und PREN-Werte (siehe Abschnitt 2.3).

Comparison of materials

The following table shows the most common materials for the fasteners with respect to their initial strengths (yield strengths) and PREN values (see section 2.3).



Angaben zu Werkstoffen gemäß DIN EN 10088-3 Information on materials according to DIN EN 10088-3

Werkstoffnr. Material no.	Sorte Grade	CRC	Dehngrenze Yield strength $R_{p0,2}$ [MPa]	Zugfestigkeit Tensile strength min. R_m [MPa]	Zugfestigkeit Tensile strength max. R_m [MPa]	PRE(N)
1.4301	A2	II	190	500	700	19
1.4567	A2	II	175	450	650	19
1.4401	A4	III	200	500	700	25
1.4404	A4	III	200	500	700	25
1.4578	A4	III	175	450	650	25
1.4571	A5	III	200	500	700	25
1.4539	–	IV	230	530	730	35
1.4529	A8	V	300	650	850	47
1.4462	D6	IV	450	650	880	34
1.4410	D8	V	530	730	930	42

1.6 Steelkey

Im deutschsprachigen und europäischen Raum werden Werkstoffnummern gemäß der DIN EN 10088-1 für die Kommunikation verwendet. Obwohl die chemische Zusammensetzung oftmals identisch ist, kommen international andere Werkstoffbezeichnungen nach regionalen Standards zur Anwendung. Nachfolgend ist eine Gegenüberstellung der relevantesten Werkstoffe und deren Bezeichnungen nach internationalen Standards.

Steel key

In German-speaking and other European countries, material numbers in accordance with DIN EN 10088-1 are used for communication. Although the chemical composition is often identical, different material designations are used internationally in accordance with regional standards. The following is a comparison of the most relevant materials and their designations in accordance with international standards.

Werkstoffnr. Material no.	Kurzname Short name	AISI[1]/ASTM[2]	UNS[3]	BS[4]	AFNOR[5]	UNE[6]	SS[7]	Legierung Alloy
1.4006	X 12 Cr 13	410	S 41000	410 S 21	Z 10 C 13	F.3401	2302	–
1.4016	X 6 Cr 17	430	S 43000	430 S 17	Z 8 C 17	F.3113	2320	–
1.4301	X 5 CrNi 18-10	304	S 30400	304 S 15	Z 6 CN 18.09	F.3501	2332	–
1.4303	X 4 CrNi 18-12	305	S 30500	305 S 17/19	Z 5 CNI 8-11FF	F.3513	2332	–
1.4305	X 8 CrNi S 18-9	303	S 30300	304 S 31	Z 8 CNF 18.09	F.3508	2346	–
1.4306	X 2 CrNi 19-11	304 L	S 30403	304 S 11	Z 2 CN 18.10	F.3503	2352	–
1.4307	X 2 CrNi 18-9	304 L	S 30404	304 S 11	Z 3 CN 19.09	–	2352	–
1.4310	X 10 CrNi 18-8	301	S 30100	301 S 22	Z 12 CN 18.08	F.3517	2331	–
1.4362	X 2 CrNiN 23-4	2304	S32304	–	Z 2CN23 04AZ	–	–	–
1.4401	X 5 CrNiMo 17-12-2	316	S 31600	316 S 22	Z 7 CND 17.02.02	F.3534	2347	–
1.4404	X 2 CrNiMo 17-12-2	316 L	S 31603	316 S 11	Z 3 CND 18.14.03	F.3533	2353	–
1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	F53 (A182/A479)	S32750	–	Z 3 CND 25.07 AZ	–	2328	Alloy 2507
1.4439	X 2 CrNiMoN 17-13-5	317 LMN	S 31726	904 S 13	Z 1 NCDU 25.20	–	2562	Alloy 317 LN
1.4462	X 2 CrNiMoN 22-5-3	318 LN	S 31803	318 S 13	Z 5 CNDU 21.08	–	2377	Alloy 2205
1.4529	X 1 NiCrMoCuN 25-20-7	–	N 08926	–	–	–	–	Alloy 926
1.4539	X 1 NiCrMoCu 25-20-5	904 L	N 08904	904 S 13	–	–	2562	Alloy 904 L
1.4541	X 6 CrNiTi 18-10	321	S 32100	321 S 31	Z 6 CNT 18.10	F.332	2337	–
1.4565	X 2 CrNiMnMoN 25-18-6-5	304 Cu	S 34565	–	–	–	–	Alloy 24
1.4567	X 3 CrNiCu 18-9-4	304	S 304430	394 S17	Z 3CNU 18.10 FF	–	–	–
1.4571	X 6 CrNiMoTi 17-12-2	316 Ti	S 31635	320 S 31	Z 6 CNDT 17.12	F.3535	2350	–
1.4578	X 3 CrNiCuMo 17-11-3-2	316 Cu	–	396 S17	Z 4 CNUD 17.11.03 FF	–	–	–
1.4828	X15CrNiSi20-12	309	S30900	–	–	–	–	–
1.4841	X15CrNiSi25-21	314	S31400	314 S 25	Z 15 CNS 25-20	–	–	–

[1]AISI = American Iron and Steel Institute | [2]ASTM = American Society for Testing and Materials | [3]UNS = Unified Numbering System | [4]BS = British Standards
[5]AFNOR = Association française de normalisation | [6]UNE = Spanish Standards | [7]SS = Swedish Standards

1.7 Temperaturbeständigkeit

Die mechanischen Eigenschaften eines Werkstoffs sind von der Umgebungstemperatur abhängig und werden im Regelfall bei Raumtemperatur geprüft. Je weiter die Umgebungstemperatur am Einsatzort von der „Raumtemperatur" abweicht, desto stärker verändern sich die mechanischen Eigenschaften.

Abhängig vom Anwendungsfall gibt es spezielle Stähle und Nickellegierungen für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen gemäß der Norm EN 10269.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die prozentuale Veränderung der Dehngrenze beim Einsatz der Werkstoffe bei erhöhten Temperaturen.

Temperature resistance

The mechanical properties of a material depend on the ambient temperature and are usually tested at room temperature. The more the ambient temperature at the site of use differs from "room temperature," the more the mechanical properties change.

Depending on the application, special steels and nickel alloys are available for use at increased and/or low temperatures in accordance with the standard EN 10269.

The following table shows the percentage change in yield strength when using the materials at increased temperatures.

	Temperatur		Temperature	
	R_{pf} bei erhöhter Temperatur, in % des Wertes bei Raumtemperatur (ausschließlich Festigkeitsklassen 70 und 80[1,2])		R_{pf} at increased temperature, in % of the value at room temperature (only strength classes 70 and 80[1,2])	
Sorte nichtrostender Stähle Stainless steel grade	**+100 °C**	**+200 °C**	**+300 °C**	**+400 °C**
A2 A3 A4 A5 A8	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60
D2 D4 D6 D8	85	75	[3]	[3]

[1]Gegenwärtig sind keine Daten für die Festigkeitsklasse 100 verfügbar.

[2]Bei Sorten austenitischer nichtrostender Stähle und Festigkeitsklasse 50 sollte der Hersteller von Verbindungselementen hinzugezogen werden; jedoch kann ein Schätzwert auf der Grundlage von EN 10269 [15] für Werkstoffe im lösungsgeglühten Zustand (+AT) möglich sein.

[3]Bei nichtrostenden Duplex-Stählen wird eine Beanspruchung mit Temperaturen von mehr als +250 °C aufgrund der Möglichkeit, dass eine 475 °C-Versprödung ausgelöst wird (α-Phase + α'-Phase) nicht empfohlen. Für Temperaturen von 250 °C bis einschließlich 315 °C ist es ratsam, einen erfahrenen Metallurgen für Verbindungselemente hinzuzuziehen (siehe auch ISO 3506-5 und ISO 3506-6).

[1]No data is currently available for strength class 100.

[2]For grades of austenitic stainless steels and strength class 50 the fastener manufacturer should be consulted; however, an estimated value based on EN 10269 [15] can be used for materials in materials in the solution annealed condition (+AT) may be possible.

[3]For duplex stainless steels, exposure to temperatures in excess of temperatures of more than +250 °C due to the possibility that a 475 °C embrittlement (α-phase + α'-phase) is not recommended. For temperatures from 250 °C up to and including 315 °C, it is advisable to consult an experienced metallurgist for fasteners (see also ISO 3506-5 and ISO 3506-6).

Anwendung bei tiefen Temperaturen

Schrauben aus austenitischem nichtrostendem Stahl können bei tiefen Temperaturen bis –196 °C verwendet werden.

Jedoch kann bei Schrauben mit Kopf die Duktilität vermindert sein, wenn sie als Legierungselement Molybdän enthalten und bei Temperaturen unter –60 °C eingesetzt werden. In diesem Fall wird vorgeschlagen, einen erfahrenen Metallurgen für Verbindungselemente hinzuzuziehen.

Nichtrostende austenitisch-ferritische Duplex-Stähle können bei Temperaturen unter 0 °C verwendet werden. Für Temperaturen unter –40 °C ist es ratsam, einen erfahrenen Metallurgen für Verbindungselemente hinzuzuziehen.

Application at low temperatures

Bolts made of austenitic stainless steel can be used at low temperatures down to –196 °C.

However, the ductility of bolts with heads can be reduced if they contain molybdenum as an alloying element and if they are used at temperatures below –60 °C. In this case, it is suggested to consult an experienced metallurgist for fasteners.

Stainless, austenitic-ferritic duplex steels can be used at temperatures below 0 °C. For temperatures below –40 °C, it is advisable to consult an experienced metallurgist for fasteners.



2 Korrosion
Corrosion

Was ist Korrosion bei Edelstahl?

Korrosion **(Rost)** bildet sich auf den Edelstahloberflächen, wenn diese einer aggressiven Belastung ausgesetzt sind und nicht genügend Chrom vorhanden ist, um die erforderliche Oxidschicht zu erzeugen und aufrechtzuerhalten. Edelstahl kann somit rosten, wenn die Anforderungen an den Edelstahl zu stark sind.

Edelstahl ist eines der beständigsten Metalle, und seine mechanischen Eigenschaften ermöglichen es ihm, **extrem korrosionsfest** zu sein. Trotzdem ist das Auftreten von Korrosion nicht ausgeschlossen.

Rostfreie Edelstähle müssen mindestens 10,5 % Chrom (Cr) enthalten und sind beständig gegen oxidierende Angriffsmittel. Das Erhöhen des Chrom-Gehalts und gegebenenfalls weitere Legierungsbestandteile wie Nickel (Ni), Molybdän (Mo), Titan (Ti) oder Niob (Nb) verbessern die Korrosionsbeständigkeit. Diese Zusätze beeinflussen zusätzlich auch die mechanischen Eigenschaften. Das Auftreten von Korrosion ist oftmals nicht auf fehlerhaftes Material, sondern auf eine fehlerhafte Werkstoffauswahl zurückzuführen.

What is corrosion in stainless steel?

Corrosion **(rust)** forms on stainless steel surfaces if they are exposed to an aggressive load and there is not enough chromium present to create and maintain the required oxide layer. Stainless steel can therefore rust if the demands on the stainless steel are excessive.

Stainless steel is one of the most durable metals and its mechanical properties make it possible for it to be **extremely corrosion-resistant**. Nevertheless, it cannot be ruled out that corrosion occurs.

Stainless steels must contain at least 10.5% chromium (Cr) and be resistant to oxidizing corrosive agents. Increasing the chromium content and possibly other alloy components, such as nickel (Ni), molybdenum (Mo), titanium (Ti) or niobium (Nb), improves the corrosion resistance. These additives also affect the mechanical properties. The occurrence of corrosion is often not due to a faulty material, but rather a faulty material selection.

2.1 Korrosionsarten bei Schraubverbindungen

Types of corrosion in bolted connections



Fremdrost

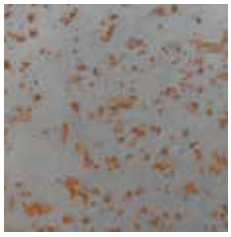
Festhaftende Partikel eines niedriglegierteren Stahls können, während sie an der Edelstahlschraube haften, anfangen zu rosten. Dadurch kann die Passivschicht durchbrochen werden und es entsteht Lochkorrosion.
Fremdrost entsteht durch:

> Benutzung von Werkzeugen, die vorher an normalem Stahl benutzt wurden.
> Funkenflug bei Nutzung eines Winkelschleifers oder bei Schweißarbeiten.
> Kontakt von rostetenden Gegeständen mit Edelstahloberflächen.
> Das Abtropfen von rostdurchsetztem Wasser auf Edelstahloberflächen.

Extraneous rust

Adhering particles of a low-alloy steel can start to rust while they are adhering to the stainless steel bolt. This can interrupt the passivation layer and cause pitting.
Extraneous rust results from:

> Using tools that were previously used on normal steel.
> Flying sparks when using an angle grinder or during welding work.
> Contact of rusting objects with stainless steel surfaces.
> Water that is permeated with rust dripping on stainless steel surfaces.



Flächenkorrosion

Spricht man im Allgemeinen von Rost, so versteht man darunter eigentlich Flächenkorrosion. Hierbei handelt es sich um den gleichmäßigen Angriff und Abtrag der Oberfläche. Diese Art der Korrosion kann durch richtige Werkstoffauswahl völlig ausgeschlossen werden.

Surface corrosion

When we talk about rust in general, we actually mean surface corrosion. This is the uniform attack and removal of the surface. This type of corrosion can be completely eliminated by selecting the right materials.



Spaltkorrosion

Wie der Name schon sagt, tritt die Spaltkorrosion in engen Spalten und Rissen auf, wenn die Passivschicht des Edelstahls zerstört wird und der zur Bildung der Passivschicht benötigte Sauerstoff keinen Zugang zur Oberfläche findet. Bei Schraubverbindungen kann diese Art der Korrosion unter Schraubenköpfen oder den Kontaktflächen von Unterlegscheiben auftreten.

Crevice corrosion

As the name suggests, crevice corrosion occurs in narrow gaps and cracks when the passive layer of the stainless steel is destroyed and the oxygen required to form the passive layer cannot reach the surface. In screw connections, this type of corrosion can occur under screw heads or the contact surfaces of washers.



Lochkorrosion

Bei dieser Korrosionsart wird nur an speziellen Punkten die Passivschicht zerstört. Es entstehen kleine Grübchen auf dem Material, oder eben Löcher.
Lochfraß kann besonders im Abwasserbereich auftreten, da hier häufig viele Chlorid-Ionen zu finden sind, die die Oberfläche angreifen.

Pitting

With this type of corrosion, the passivation layer is only destroyed at specific points. Small pits, or even holes, are formed on the material.
Pitting can occur in wastewater areas in particular, since many chloride ions that attack the surface are often found here.



Interkristalline Korrosion

Diese Art der Korrosion entsteht, wenn sich Chromcarbide in kritischer Form an den Korngrenzen ausscheiden. Dadurch tritt in der Umgebung eine Chromverarmung ein, durch die die passivierende Wirkung verloren geht.
Durch das Reduzieren des Chromgehalts oder dem Beifügen von Titan oder Niob, kann die interkristalline Korrosion vermieden werden.

Intergranular corrosion

This type of corrosion occurs when chromium carbides precipitate in a critical form at the grain boundaries. As a result, chromium depletion occurs in the surrounding area and the passivating effect is lost.
Intergranular corrosion can be avoided by reducing the chromium content or adding titanium or niobium.



Spannungsrisskorrosion

In der Regel entsteht die Spannungsrisskorrosion bei in der Industrieatmosphäre eingesetzten Bauteilen unter starker mechanischer Zug- und Biegebelastung.
Besonders empfindlich gegen Spannungsrisskorrosion sind austenitische Stähle in chlorhaltiger Atmosphäre. Der Einfluss der Temperatur ist hierbei erheblich. Als kritische Temperatur sind 50 °C zu nennen.

Stress corrosion cracking

As a rule, stress corrosion cracking occurs in components used in industrial atmospheres under strong mechanical tensile and bending loads.
Particularly sensitive to stress corrosion cracking are austenitic steels in atmospheres containing chlorine. The influence of temperature is considerable here. The critical temperature is 50 °C.



Bimetall-Korrosion (Kontaktkorrosion)
Die Bimetall-Korrosion kommt sehr häufig vor. Diese entsteht, wenn Edelstahl in Verbindungen mit anderen metallischen Werkstoffen steht. Es kommt zum Angriff des unedleren Werkstoffes (Anode), während der edlere Werkstoff (Kathode) sogar vor einem möglichen Korrosionsangriff geschützt wird.
Beispiel: Abhängig vom Flächenverhältnis kann es bei der Verschraubung von Edelstahl mit verzinktem Stahl gelegentlich auch bei Edelstahlverbindungselementen zur Korrosion kommen.
Bei einer Materialpaarung von Edelstahl mit Edelstahl kommt die Kontaktkorrosion geringfügig bis gar nicht vor.

Bimetallic (contact) corrosion
Bimetallic corrosion occurs very often. This occurs when stainless steel comes into contact with other metallic materials. The less noble material (anode) is attacked, while the more noble material (cathode) is actually protected from possible corrosion attack.
Example: Depending on the surface ratio, corrosion can also occur on stainless steel fasteners at the bolted connection of stainless steel with galvanized steel.
For a material pairing of stainless steel with stainless steel, the contact corrosion occurs only slightly or not at all.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Kontaktkorrosion bei unterschiedlichen Metallpaarungen in Abhängigkeit des Flächenverhältnisses.

Kontaktkorrosion bei Metallpaarungen
● = geringfügige oder keine Korrosion
●● = mäßige Korrosion (in sehr feuchter Atmosphäre)
●●● = starke Korrosion

The table below shows the probability of occurrence of contact corrosion in different metal pairings, as a function of the surface ratio.

Contact corrosion with metal pairings
● = minor or no corrosion of the material considered
●● = moderate corrosion of the material considered (in very humid atmospheres)
●●● = severe corrosion of the material considered

Hinsichtlich Kontaktkorrosion betrachteter Werkstoff Material under consideration with respect to contact corrosion	Flächenverhältnis Surface ratio	Magnesiumlegierung Magnesium alloy	Zink Zinc	Feuerverzinkter Stahl Hot-dip galvanized steel	Aluminiumlegierung Aluminum alloy	Cadmium-Überzug Cadmium coating	Baustahl Mild steel	Niedriglegierter Stahl Low alloy steel	Stahlguss Cast steel	Chromstahl Chromium steel	Blei Lead	Zinn Tin	Kupfer Copper	Nichtrostender Stahl Stainless steel
Magnesiumlegierung **Magnesium alloy**	Small Large		●●● ●●	●●● ●●	●●● ●●	●●● ●●	●●● ●●●	●●● ●●●	●●● ●●●	●●● ●●●	●●● ●●●	●●● ●●●	●●● ●●●	●●● ●●●
Zink **Zinc**	S L	●● ●		● ●	●● ●	●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●
Feuerverzinkter Stahl **Hot-dip galvanized steel**	S L	●● ●	● ●		●● ●	●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●
Aluminiumlegierung **Aluminum alloy**	S L	●● ●	● ●●	● ●●		● ●	●● ●	– ●	●●● ●●	– ●●	●●● ●●●	– ●●●	●●● ●●●	●●● ●●
Cadmium-Überzug **Cadmium coating**	S L	●● ●	● ●	● ●●	● ●		●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●
Baustahl **Mild steel**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●		●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●
Niedriglegierter Stahl **Low alloy steel**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●		● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● ●
Stahlguss **Cast steel**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	●● ●		●●● ●	●●● ●	●●● ●	●●● –	●●● –
Chromstahl **Chromium steel**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	– –		●● ●	●● ●	●●● –	●●● ●
Blei **Lead**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●●	● ●		● ●	● –	– ●
Zinn **Tin**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	– ●	● ●●	● ●		– –	– –
Kupfer **Copper**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	– ●	●● –	●● ●	●●● ●●		– ●
Nichtrostender Stahl **Stainless steel**	S L	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	– ●	● ●	● ●	– ●●	● ●●	● ●●	– ●	

2.2 Korrosionsbeständigkeit

Edelstahl ist in vielen verschiedenen Varianten mit unterschiedlichen Eigenschaften verfügbar. Abhängig von den verwendeten Materialien und der Zusammensetzung der Legierungen besitzen die Edelstähle unterschiedlichste Eigenschaften. Während einige sich durch hohe mechanische Festigkeit oder gute Wärmebeständigkeit auszeichnen, sind andere sehr korrosionsbeständig. Um die Edelstähle hinsichtlich ihrer Korrosionsbeständigkeit leichter einzuordnen und die Werkstoffe passend auszuwählen, sind sogenannte **Korrosionsbeständigkeitsklassen (CRC)** für die Konstruktionen von Stahlbauten definiert.

Es existieren insgesamt fünf verschiedene Korrosionsbeständigkeitsklassen. Sie werden mit „CRC" abgekürzt und in römischen Zahlen geschrieben. Die Klassen legen fest, wie beständig Edelstahl gegen korrosive Schäden ist.

- **I gering**
- **II mäßig**
- **III mittel**
- **IV stark**
- **V sehr stark**

Die Einordnung der Werkstoffe unter Berücksichtigung von DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 – Anhang A:

Corrosion resistance

Stainless steel is available with different properties in many different variants. Depending on the materials used and the composition of the alloys, the stainless steels have a wide range of properties. While some are characterized by high mechanical strength or good thermal resistance, others are very corrosion-resistant. To be able to easily classify stainless steels with respect to their corrosion resistance and select the appropriate materials, **corrosion resistance classes (CRC)** have been defined for the constructions of steel structures.

There are five different corrosion resistance classes in total, each abbreviated with "CRC" and written in Roman numerals. The classes determine how resistant stainless steel is to corrosive damage.

- **I low**
- **II moderate**
- **III medium**
- **IV strong**
- **V very strong**

The classification of materials takes DIN EN 1993-1-4:2015-10/ Eurocode 3 – Annex A into account:

I gering low	II mäßig moderate	III mittel medium	IV stark strong	V sehr stark very strong
1.4003	1.4301 (A2)	1.4401 (A4)	1.4439	1.4565
1.4016	1.4307	1.4404	1.4462 (D6)	1.4529 (A8)
1.4512	1.4311	1.4435	1.4539	1.4547
	1.4541	1.4571 (A5)		1.4410 (D8)
	1.4318	1.4429		1.4501
	1.4306	1.4432		1.4507
	1.4567	1.4162		
	1.4482	1.4662		
		1.4362		
		1.4062		
		1.4578		

Achtung
Attention

Stahlsorten höherer Klassen
dürfen anstelle der durch Berechnung der CRC ermittelten Sorten eingesetzt werden, während

Stahlsorten niedriger Klassen
aber auf keinen Fall zu verwenden sind.

> Kommt ein Werkstoff mit einer zu niedrigen Beständigkeitsklasse zum Einsatz, kann die Langlebigkeit eines kompletten Bauwerks unter Umständen nicht mehr sichergestellt werden.

Schon eine einzige rostige Schraube kann die Stabilität eines Bauwerksbereichs beeinträchtigen und Gefahren für Leib und Leben verursachen.

Bei Mischverbindungen (z.B. Schrauben aus A2 und Muttern aus A4) wird stets die niedrigere Werkstoffsorte/Korrosionsbeständigkeitsklasse für die gesamte Verbindung betrachtet.

Steel grades of higher classes
may be used instead of the grades determined by calculating the CRC, while

steel grades of lower classes
may not be used under any circumstances.

> If a material with a resistance class that is too low is used, the durability of an entire structure may no longer be ensured.

Even a single rusty bolt can impair the stability of a structural area and cause danger to life and limb.

In the case of mixed connections (e.g., A2 bolts and A4 nuts, the lower material grade/corrosion resistance class is always taken into consideration for the entire connection.

CRC + ✓

CRC – ✗

Bei **Schraub-Mischverbindungen mit unterschiedlichen Werkstoffen** sollten aus Gründen der Korrosionsbeständigkeit die gleichen Stahlsorten verwendet werden (ISO 3506-1, 6.4).

Aus Planungssicht ist somit immer das Bauteil mit der niedrigsten Korrosionsbeständigkeit zu berücksichtigen.

For **screw connections with different materials**, the same steel grades should be used, due to the corrosion resistance (ISO 3506-1, 6.4).

Therefore, from the planning perspective, always the component with the lowest corrosion resistance has to be considered.

Beispiel 1

Schraube/Bolzen in **A4** – 1.4401 (CRC III)
+ Mutter in **A2** – 1.4301 (CRC II)

> Planungsberücksichtigung für die Konstruktion **nur in CRC II**

Example 1

Screws/bolts in **A4** – 1.4401 (CRC III)
+ nuts in **A2** – 1.4301 (CRC II)

> Planning significance for the construction **only in CRC II**

Beispiel 2

Schraube/Bolzen in **D6** – 1.4462 (CRC IV)
+ Mutter in **A4** – 1.4401 (CRC III)

> Planungsberücksichtigung für die Konstruktion **nur in CRC III**

Example 2

Screws/bolts in **D6** – 1.4462 (CRC IV)
+ nuts in **A4** – 1.4401 (CRC III)

> Planning significance for the construction **only in CRC III**

Weitere rostfreie Edelstähle — More stainless steel grades

Stahlsorte Steel grade		Chemische Zusammensetzung in Masse-% Chemical composition in percent by mass					CRC[4]
Werkstoff-Nr. Material no.	EN Kurzname EN short name	C	Cr	Mo	Ni	Andere Other	
1.4003[1]	X2CrNi12	≤ 0,030	10,5/12,5	–	0,30/1,00	N ≤ 0,030	I
1.4016[1]	X6Cr17	≤ 0,08	16,0/18,0	–	–	–	
1.4301[2]	X5CrNi18-10	≤ 0,07	17,5/19,5	–	8,0/10,5	N ≤ 0,10	II
1.4307[2]	X2CrNi18-9	≤ 0,030	17,5/19,5	–	8,0/10,5	N ≤ 0,10	
1.4567[2]	X3CrNiCu18-9-4	≤ 0,04	17,0/19,0	–	8,5/10,5	N ≤ 0,10; Cu 3,0/4,0	
1.4541[2]	X6CrNiTi18-10	≤ 0,08	17,0/19,0	–	9,0/12,0	Ti 5xC bis 0,70	
1.4318[2]	X2CrNiN18-7	≤ 0,03	16,5/18,5	–	6,0/8,0	N 0,10/0,20	
1.4401[2]	X5CrNiMo17-12-2	≤ 0,07	16,5/18,5	2,00/2,50	10,0/13,0	N ≤ 0,10	III
1.4404[2]	X2CrNiMo17-12-2	≤ 0,030	16,5/18,5	2,00/2,50	10,0/13,0	N ≤ 0,10	
1.4578[2]	X3CrNiCuMo17-11-3-2	≤ 0,04	16,5/17,5	2,00/2,50	10,0/11,0	N ≤ 0,10; Cu 3,0/3,5	
1.4571[2]	X6CrNiMoTi17-12-2	≤ 0,08	16,5/18,5	2,00/2,50	10,5/13,5	Ti 5xC bis 0,70	
1.4362[3]	X2CrNiN23-4	≤ 0,03	22,0/24,5	0,10/0,60	3,5/5,5	N 0,05/0,20; Cu 0,10/0,60	
1.4062[3]	X2CrNi22-2	≤ 0,030	21,5/24,0	≤ 0,45	1,00/2,90	N 0,16/0,28	
1.4162[3]	X2CrMnNiN21-5-1	≤ 0,04	21,0/22,0	0,10/0,80	1,35/1,90	Mn 4,0/6,0; N 0,20/0,25; Cu 0,10/0,80	
1.4662[3]	X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	≤ 0,03	23,0/25,0	1,00/2,00	3,0/4,5	Mn 2,5/4,0; N 0,20/0,30; Cu 0,10/0,80	
1.4439[2]	X2CrNiMoN17-13-5	≤ 0,030	16,5/18,5	4,0/5,0	12,5/14,5	N 0,12/0,22	IV
1.4462[3]	X2CrNiMoN22-5-3	≤ 0,03	21,0/23,0	2,5/3,5	4,5/6,5	N 0,10/0,22	
1.4539[2]	X1NiCrMoCu25-20-5	≤ 0,020	19,0/21,0	4,0/5,0	24,0/26,0	N ≤ 0,15; Cu 1,20/2,00	
1.4565[2]	X2CrNiMnMoN25-18-6-5	≤ 0,030	24,0/26,0	4,0/5,0	16,0/19,0	Mn 5,0/7,0; N 0,30/0,60; Nb ≤ 0,15	V
1.4529[2]	X1NiCrMoCuN25-20-7	≤ 0,020	19,0/21,0	6,0/7,0	24,0/26,0	N 0,15/0,25; Cu 0,50/1,50	
1.4547[2]	X1CrNiMoCuN20-18-7	≤ 0,020	19,5/20,5	6,0/7,0	17,5/18,5	N 0,18/0,25; Cu 0,50/1,00	

[1]ferritischer Werkstoff | [2]austenitischer Werkstoff | [3]Duplex-Werkstoff | [4]Korrosionsbeständigkeitsklasse
[1]ferritic material | [2]austenitic material | [3]Duplex material | [4]corrosion resistance classes

2.3 Der PREN-Wert

Die Einordnung der Werkstoffe in die Korrosionsbeständigkeitsklassen erfolgt anhand des sogenannten PREN-Wertes. Der PREN-Wert (Pitting Resistance Equivalent Number) gibt Auskunft über die Korrosionsfestigkeit eines Werkstoffes. Je höher der PREN-Wert, desto korrosionsfester der Stahl. Stähle mit PREN-Werten über 32 gelten als meerwasserbeständig. Die Ermittlung des PREN-Wertes erfolgt durch die Berechnung mit nachfolgender Formel:

The PREN value

Materials are classified into corrosion resistance classes based on the PREN value. The PREN value (Pitting Resistance Equivalent Number) provides information about a material's corrosion resistance. The higher the PREN value, the more corrosion-resistant the steel. Steels with PREN values above 32 are considered seawater-resistant. The PREN value is determined by calculating using the following formula:

PREN = %CR + 3,3 x %Mo + 30 x %

Weiterhin ist in der DIN EN ISO 15156 sowie in der amerikanischen NACE – für den Einsatz in schwefelwasserstoffhaltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung – ein PREN-Wert ≥ 40 für Duplexstähle festgelegt.

Ausnahme: Bei einem Molybdängehalt ≥ 1,5 % ist ein PREN-Wert ≥ 30 erlaubt.

In diesen Normen ist die Berechnung des PREN-Wertes, unter Berücksichtigung von Wolfram [W] in der Legierung, wie folgt definiert:

Furthermore, the DIN EN ISO 15156 and the American NACE – for use in environments containing hydrogen sulfide in oil and gas extraction – specify a PREN value ≥ 40 for duplex steels.

Exception: For a molybdenum content ≥ 1.5%, a PREN value ≥ 30 is permitted.

In these standards, the calculation of the PREN value is defined as follows, taking tungsten [W] in the alloy into account:

$$PREN = 1 \times \%Cr + 3{,}3 \times (\%Mo + 0{,}5 \times \%W) + 16 \times \%N$$

Die wichtigsten Werkstoffe und ihre PREN-Werte:

The most important materials and their PREN values:

EN Kurzname EN short name	Werkstoff-Nr. Material no.	Werkstoffgruppe Material group	WS/PRE(N)	Korrosionsbeständigkeitsklasse Corrosion Resistance Class (CRC)
X2CrTi12	1.4512		12	I | gering I | low
X6Cr17	1.4016	F1	17	
X5CrNi18-10	1.4301	A2	19	II | mäßig II | moderately
X2CrNi18-9	1.4307	A2	19	
X2CrNiN18-7	1.4318		20	
X3CrNiCu18-9-4	1.4567	A2	20	
X2CrNiN18-9	1.4311	A2	21	
X2CrNi19-11	1.4306	A2	21	
X2CrNbCu21	1.4621		21	
X2CrNiMoN31-8-4	1.4482		24	
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A4	25	III | mittel III | medium
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A4	25	
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A5	25	
X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	A4	25	
X2CrNiN23-4	1.4362	D2	26	
X2CrNiN22-2	1.4062	D4	27	
X2CrMnNiN21-5-1	1.4162	D4	27	
X2CrNiMo17-12-3	1.4432	A4	27	
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	A4	27	
X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	1.4662	D4	33	IV | stark IV | high
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	D6	34	
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539		35	
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439		38	
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	D8	41	V | sehr stark V | very high
X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	D8	41	
X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	D8	42	
X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	A8	47	
X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	A8	48	
X2CrNiMnMoN25-18-6-5	1.4565		53	

2.4 Korrosionsbeständigkeitsklassen (CRC) vs. Korrosivitätskategorien (CX)

Häufig gibt es konkrete Anforderungen an Verbindungselemente hinsichtlich ihrer Korrosionsbeständigkeit, welche aus Ausschreibungstexten und Leistungsverzeichnissen hervorgehen.

Oftmals sind dann Verbindungselemente aus nichtrostenden Edelstählen nach einer bestimmten Korrosivitätskategorie wie z.B. C3 mäßig gefordert. Diese Anforderungen nach einer bestimmten Korrosivitätskategorie stammen jedoch im Regelfall von den Anforderungen für das gesamte Bauwerk.

Verbindungselemente aus nichtrostenden Edelstählen können keine Korrosionsbeständigkeit nach einer Korrosivitätskategorie aufweisen, da sich die Ausgangsbasis zur Bewertung der Korrosivitätskategorien zur Einteilung in Korrosionsbeständigkeitsklassen grundlegend unterscheidet:

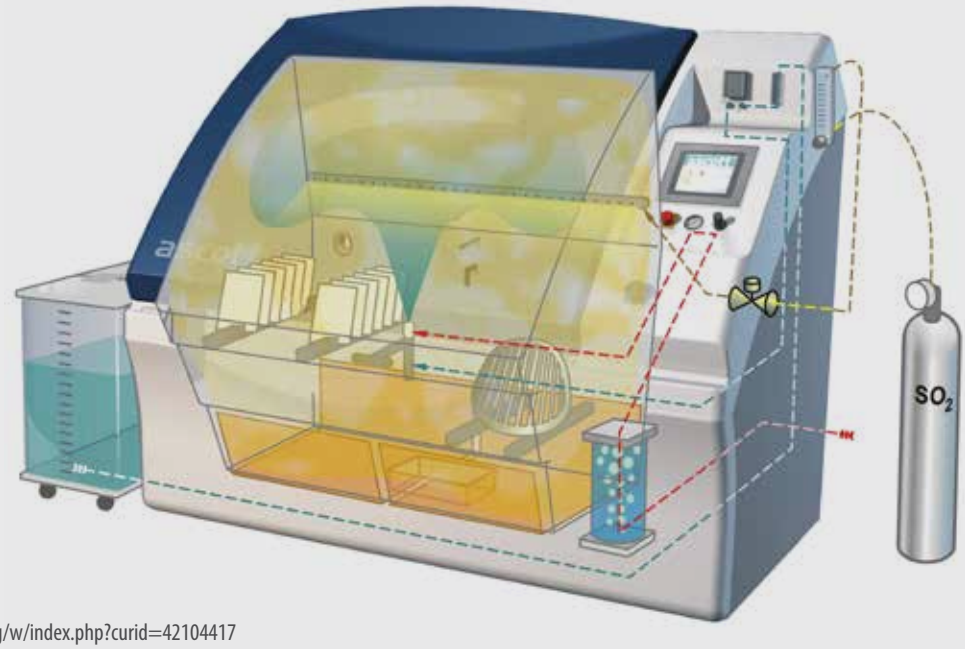
Corrosion resistance classes (CRC) vs. corrosivity categories (CX)

There are often specific requirements for fasteners with respect to their corrosion resistance, which can be found in tender texts and specifications.

Fasteners made of stainless steel are then often required in accordance with a certain corrosivity category, such as C3 moderate. These requirements in accordance with a certain corrosivity category, however, usually stem from the requirements for the entire structure.

Fasteners made of stainless steel cannot have any corrosion resistance in accordance with a corrosivity category, since the starting point for assessing the corrosivity categories for classification into corrosion resistance classes is fundamentally different:

	Korrosionsbeständigkeitsklassen (CRC I–V) **Corrosion resistance class (CRC I–V)**	**Korrosivitätskategorien (C1–CX)** **Corrosivity categories (C1 – CX)**
Referenz **Reference**	**DIN EN 1993-1-4:2015-10** Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1–4: Tragwerke aus nichtrostenden Stählen Eurocode 3 – Dimensioning and design of steel structures – Part 1–4: Supporting structures made of stainless steels	**DIN EN ISO 9223** Korrosion von Metallen und Legierungen – Korrosivität von Atmosphären – Klassifizierung, Bestimmung und Abschätzung Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation
Beschreibung **Description**	Durch die Berechnung der Korrosionsbeständigkeitsfaktoren (CRF), ergibt sich die für den Werkstoff erforderliche Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC I–V). Stahlsorten gemäß der aus der Berechnung resultierenden Korrosionsbeständigkeitsklassen (CRC), weisen eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit in den vorgesehenen Einsatzumgebungen auf. The calculation of corrosion resistance factors (CRF) results in the corrosion resistance class (CRC I–V) required for the material. Steel grades in accordance with the corrosion resistance classes (CRC) resulting from the calculation have a sufficient corrosion resistance in the intended application environments.	Korrosivitätskategorien werden anhand der Korrosionsgeschwindigkeit an Standardproben aus unlegiertem Stahl, Zink, Kupfer oder Aluminium am entsprechenden Einsatzort bestimmt. Die Korrosionsgeschwindigkeit wird anhand des korrosiven Abtrags in g/(m² • a) angegeben. Anhand spezieller Berechnungsmodelle wird dann das Langzeit-Korrosionsverhalten gemäß der ISO 9224 ermittelt. Corrosivity categories are determined based on the corrosion rate of standard samples made of unalloyed steel, zinc, copper or aluminum at the corresponding site of use. The corrosion rate is specified based on the corrosive erosion in g/(m² • a). The long-term corrosion behavior is then determined based on special calculation models in accordance with ISO 9224.
Maßnahmen **Measures**	Bauteile und mechanische Verbindungselemente aus nichtrostendem Stahl erfordern keinen weiteren Korrosionsschutz, um eine ausreichende Dauerhaftigkeit sicherzustellen. Components and mechanical fasteners made of stainless steel do not require any additional corrosion protection to ensure sufficient durability.	Da nun lediglich bekannt ist, wie hoch die Korrosionsgeschwindigkeit an den Bauteilen ist, müssen diese nun entsprechend behandelt werden. Eine bewährte Methode sind Beschichtungssysteme nach DIN EN ISO 12944. Diese wiederum werden mit einer sog. Schutzdauer versehen, welche jedoch nicht als Gewährleistungszeitraum angesehen werden darf. Since only the corrosion rate on the components is known, these must now be treated accordingly. A proven method is to use coating systems in accordance with DIN EN ISO 12944. These in turn are given a so-called protection period, which however may not be seen as a warranty period.
Bewertung **Evaluation**	– –	Um die Leistungsfähigkeit einer Beschichtung festzustellen, wird oftmals ein sogenannter Salzsprühnebeltest durchgeführt (siehe hierzu Abschnitt 2.5) A salt spray test is performed to determine the performance of a coating. (See section 2.5)



Quelle source
commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42104417

2.5 Der Salzsprühnebeltest (SSNT)

Der Salzsprühtest ist ein Umwelttest, bei dem Salzsprühumgebungen künstlich simuliert werden, um das Auftreten von Korrosion zu beschleunigen. Dabei erzeugen spezielle Testgeräte die Bedingungen, unter denen die Zeit bis zum ersten Auftreten von Korrosion in Stunden (h) gemessen wird. Diese Zeit dient zur Bewertung und zum Vergleich der Korrosionsbeständigkeit von Produkten oder Metallmaterialien.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Salzsprühtest **große Mängel bei der Leistungsprüfung von Edelstahl aufweist. Der Chloridgehalt des Salzsprühnebels im Salzsprühnebeltest ist extrem hoch und liegt weit über dem in der realen Umgebung**. Daher korrodiert Edelstahl, der in einer tatsächlichen Anwendungsumgebung mit sehr niedrigem Chloridgehalt korrosionsbeständig ist, auch im Salzsprühnebeltest.

Der Salzsprühtest verändert das Korrosionsverhalten von Edelstahl und kann nicht als beschleunigter Test oder Simulationsexperiment angesehen werden. **Die Ergebnisse sind einseitig und stehen in keinem gleichwertigen Zusammenhang mit der tatsächlichen Leistung des letztendlich verwendeten Edelstahls.**

Mit der Salzsprühnebelprüfung kann lediglich die Korrosionsbeständigkeit verschiedener Edelstahlarten verglichen werden. Ein Vergleich mit beschichteten Bauteilen nach einer bestimmten Korrosivitätskategorie ist somit nicht möglich.

Für die Prüfung von nichtrostenden Edelstählen werden daher unterschiedliche Prüfverfahren verwendet, die an die Umgebungsbedingungen und die Art der auftretenden Korrosion angepasst sind. Ein Beispiel hierfür ist der sogenannte Huey-Test nach DIN EN ISO 3651-2.

The salt spray test (SST)

The salt spray test is an environmental test in which salt spray environments are artificially simulated to accelerate the occurrence of corrosion. Special test devices create the conditions under which the time until the initial occurrence of corrosion is measured in hours (h). This time is used to evaluate and compare the corrosion resistance of products or metal materials.

However, it should be noted that the salt spray test **has major shortcomings when it comes to the performance testing of stainless steel. The chloride content of the salt spray in the salt spray test is extremely high and well above what occurs in a real environment**. This is why stainless steel, which is corrosion-resistant in an actual application environment with a very low chloride content, corrodes in the salt spray test as well.

The salt spray test changes the corrosion behavior of stainless steel and cannot be seen as an accelerated test or simulation experiment. **The results are one-sided and do not have an equivalent correlation to the actual performance of the stainless steel that is ultimately used.**

The salt spray test can therefore only be used to compare the corrosion resistance of different types of stainless steel. It is therefore not possible to compare with coated components in accordance with a certain corrosivity category.

To test stainless steels, different test methods that are adapted to the environmental conditions and the type of corrosion that occurs are used. An example of this is the Huey test in accordance with DIN EN ISO 3651-2.



3 Die korrekte Werkstoffauswahl
Selecting the correct material

Noch bis in das Jahr 2015 regelte in Deutschland die bauaufsichtliche Zulassung Z 30.3-6 die Werkstoffauswahl nach Korrosionswiderstandsklassen.

Die Vorgabe enthielt eine Tabelle mit den verschiedenen Korrosionswiderstandsklassen, anhand derer die Werkstoffauswahl erfolgte.

Seit 2015 ist die **DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3** in Europa die maßgebliche Norm zur Werkstoffauswahl. Sie wurde vom CEN (Europäisches Komitee für Normung) erarbeitet und steht über nationalen Normen. Die Korrosionsbeständigkeitsklassen nach DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 – Anhang A sind bei der Konstruktion von Stahlbauten für die Werkstoffauswahl verpflichtend. Die Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 hat als deutsche Norm noch in den von der europäischen Norm nicht geregelten Teilbereichen ihre Gültigkeit.

Until 2015, the building authority approval Z 30.3-6 still regulated the selection of materials in Germany in accordance with corrosion resistance classes.

The specification contained a table with the different corrosion resistance classes that were used to select the material.

Since 2015, **DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3** has been the relevant standard in Europe for selecting materials. It was developed by the CEN (European Committee for Standardization) and takes precedence over national standards. The corrosion resistance classes in accordance with DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 – Annex A are mandatory for material selection when designing steel structures. The general building-authority approval Z-30.3-6 is still valid as a German standard in those areas not covered by the European standard.



Anmerkung: Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, die Europäische Norm DIN EN 1993-1-4:2015-10 zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Note: According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement the European Standard DIN EN 1993-1-4:2015-10: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

3.1 Die Berechnung der Beständigkeitsklassen

Die DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 beschreibt die Ermittlung eines Korrosionsbeständigkeitsfaktors (CRF), der die CRC-Korrosionsbeständigkeitsklasse bestimmt.

Der CRF ist abhängig von der Korrosivität der jeweiligen Umgebung und lässt sich nach folgender Formel berechnen:

The calculation of resistance classes

DIN EN 1993-1-4:2015-10/Eurocode 3 describes the determination of a corrosion resistance factor (CRF), which determines the CRC (corrosion resistance class).

The CRF depends on the corrosivity of the respective environment and can be calculated using the following formula:

$$CRF = F_1+F_2+F_3$$

F_1: Risiko der Exposition gegenüber Chloriden

F_2: Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid

F_3: Reinigungskonzept und Exposition gegenüber Abwaschen

F_1: Risk of exposure to chlorides

F_2: Risk of exposure to sulfur dioxide

F_3: Cleaning concept and exposure to washing

F_1 Risiko der Exposition gegenüber Chloriden aus Salzwasser oder Auftausalzen (Streusalz)

Anmerkung: *M* ist der Abstand vom Meer und *S* ist der Abstand von Straßen mit Einsatz von Auftausalzen.

Risk of exposure to chlorides from salt water or de-icing salts

Note: *M* is distance from the sea and *S* is distance from roads with de-icing salts.

1	**Innenräume**	**Internally controlled environment**
0	**Niedriges Expositionsrisiko** $M > 10$ km oder $S > 0{,}1$ km	**Low risk of exposure** $M > 10$ km or $S > 0.1$ km
–3	**Mittleres Expositionsrisiko** 1 km $< M \leq 10$ km oder $0{,}01$ km $< S \leq 0{,}1$ km	**Medium risk of exposure** 1 km $< M \leq 10$ km or 0.01 km $< S \leq 0.1$ km
–7	**Hohes Expositionsrisiko** $0{,}25$ km $< M \leq 1$ km oder $S \leq 0{,}01$ km	**High risk of exposure** 0.25 km $< M \leq 1$ km or $S \leq 0.01$ km
–10	**Sehr hohes Expositionsrisiko** Straßentunnel, bei denen Auftausalz ausgebracht wird oder wenn Fahrzeuge Auftausalze in den Tunnel einbringen könnten.	**Very high risk of exposure** Road tunnels where de-icing salt is used or where vehicles might carry de-icing salts into the tunnel.
–10	**Sehr hohes Expositionsrisiko** $M \leq 0{,}25$ km Nordseeküste Deutschlands und alle Küstenregionen der Ostsee	**Very high risk of exposure** $M \leq 0.25$ km North Sea coast of Germany and all Baltic coastal areas
–15	**Sehr hohes Expositionsrisiko** $M \leq 0{,}25$ km Atlantikküste Portugals, Spaniens und Frankreichs. Küste des Ärmelkanals und der Nordseeregionen des UK, Frankreichs, Belgiens, den Niederlanden und Südschwedens. Alle anderen Küstenregionen des UK, Norwegens, Dänemarks und Irlands. Mittelmeerküste	**Very high risk of exposure** $M \leq 0.25$ km Atlantic coast line of Portugal, Spain and France. English Channel and North Sea Coastline of UK, France, Belgium, Netherlands and Southern Sweden. All other coastal areas of UK, Norway, Denmark and Ireland. Mediterranean Coast

	F_2	Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid	Risk of exposure to sulfur dioxide
		In den europäischen Küstenregionen ist die Schwefeldioxidkonzentration üblicherweise gering. Im Landesinneren ist die Schwefeldioxidkonzentration entweder gering oder mittel. Ein hohes Expositionsrisiko ist ungewöhnlich und stets mit besonderen Standorten der Schwerindustrie oder spezifischen Umgebungsbedingungen, wie beispielsweise Straßentunneln, verbunden. Die Schwefeldioxidkonzentration kann in Übereinstimmung mit dem Verfahren in ISO 9225 bewertet werden.	For European coastal environments the sulfur dioxide concentration is usually low. For inland environments the sulfur dioxide concentration is either low or medium. The high classification is unusual and associated with particularly heavy industrial locations or specific environments such as road tunnels. Sulfur dioxide concentration may be evaluated according to the method in ISO 9225.
0		**Niedriges Expositionsrisiko** Mittelwert der Gaskonzentration < 10 µg/m³	**Low risk of exposure** < 10 µg/m³ average gas concentration
–5		**Mittleres Expositionsrisiko** Mittelwert der Gaskonzentration 10 µg/m³ bis 90 µg/m³	**Medium risk of exposure** 10 – 90 µg/m³ average gas concentration
–10		**Hohes Expositionsrisiko** Mittelwert der Gaskonzentration 90 µg/m³ bis 250 µg/m³	**High risk of exposure** 90 – 250 µg/m³ average gas concentration

	F_3	Reinigungskonzept oder die Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen (wenn $F_1 + F_2 \geq 0$, dann $F_3 = 0$)	Cleaning regime or exposure to washing by rain (if $F_1 + F_2 \geq 0$, then $F_3 = 0$)
0		**Vollständige Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen**	**Fully exposed to washing by rain**
–2		**Spezifisches Reinigungskonzept**	**Specified cleaning regime**
–7		**Kein Abwaschen durch Regen oder keine spezifische Reinigung**	**No washing by rain or no specified cleaning**
		Wenn das Bauteil regelmäßig auf Anzeichen von Korrosion überprüft und gereinigt werden muss, sollte das dem Anwender in schriftlicher Form mitgeteilt werden. Die Überprüfung, das Reinigungsverfahren und die Häufigkeit sollten festgelegt sein. Je häufiger die Reinigung erfolgt, desto größer ist der Nutzen. Die Zeitspanne zwischen den Reinigungen sollte nicht größer als 3 Monate sein. Ist eine Reinigung festgelegt, sollte sie für alle Teile des Bauwerks gelten und nicht nur für die leicht zugänglichen und gut sichtbaren Bauteile.	If the component is to be regularly inspected for any signs of corrosion and cleaned, this should be made clear to the user in written form. The inspection, cleaning method and frequency should be specified. The more frequently cleaning is carried out, the greater the benefit. The frequency should not be less than every 3 months. Where cleaning is specified it should apply to all parts of the structure, and not just those easily accessible and visible.

Ist der CRF berechnet, bestimmt dieser die zu erfüllende CRC des Werkstoffs:

Once the CRF is calculated, this determines the CRC to be met by the material:

CRF Korrosionsbeständigkeitsfaktor Corrosion Resistance Factor	**CRF = 1**	**0 ≥ CRF > –7**	**–7 ≥ CRF > –15**	**–15 ≥ CRF ≥ –20**	**CRF < –20**
CRC Korrosionsbeständigkeitsklasse Corrosion Resistance Class	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**

Die Werkstoffauswahl erfolgt dann gemäß der in Abschnitt 2.2 erwähnten Tabelle:

Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC)

The material is then selected in accordance with the table mentioned in section 2.2:

Corrosion Resistance Class (CRC)

I gering low	II mäßig moderate	III mittel medium	IV stark strong	V sehr stark very strong
1.4003	1.4301 (A2)	1.4401 (A4)	1.4439	1.4565
1.4016	1.4307	1.4404	1.4462 (D6)	1.4529 (A8)
1.4512	1.4311	1.4435	1.4539	1.4547
	1.4541	1.4571 (A5)		1.4410 (D8)
	1.4318	1.4429		1.4501
	1.4306	1.4432		1.4507
	1.4567	1.4162		
	1.4482	1.4662		
		1.4362		
		1.4062		
		1.4578		

Die Stahlsorte einer höheren Klasse darf anstelle der durch den CRF vorgegebenen verwendet werden.

Anmerkung: Die Korrosionsbeständigkeitsklassen sind nur für die Anwendung mit diesem Auswahlverfahren für Stahlsorten vorgesehen und gelten nur für Konstruktionen mit tragender Funktion.

A grade from a higher class may be used in place of the class indicated by the CRF.

Note: The corrosion resistance classes are only intended for use with this grade selection procedure and are only applicable to structural applications.



Bauteile in Schwimmhallen-atmosphäre	CRC	Parts in swimming pool atmospheres
Tragende Bauteile, die **regelmäßig** gereinigt werden*	**III/IV**	Load-bearing parts which are **regularly** cleaned*
Tragende Bauteile, die **nicht regelmäßig** gereinigt werden	**V** außer/excluding 1.4410, 1.4501, 1.4507	Load-bearing parts which are **not regularly** cleaned
Alle Befestigungs-, Verbindungsmittel und Gewindeteile	**V** außer/excluding 1.4410, 1.4501, 1.4507	All fixings, fasteners and threaded parts

Gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 dürfen für Bauteile und Verbindungsmittel in Schwimmhallenatmosphäre ohne regelmäßige Reinigung der Bauteile – in Übereinstimmung mit der DIN EN 13451-1 – nur die Stahlsorten 1.4565, 1.4529 und 1.4547 verwendet werden.

According to the general building authority approval Z-30.3-6 and in compliance with DIN EN 13451-1, for components and fasteners in a swimming pool atmosphere, without regular cleaning of the components, only steel types 1.4565, 1.4529 and 1.4547 may be used.

*Wenn das Bauteil regelmäßig auf Anzeichen von Korrosion überprüft und gereinigt werden muss, sollte das dem Anwender in schriftlicher Form mitgeteilt werden. Die Überprüfung, das Reinigungsverfahren und die Häufigkeit sollten festgelegt sein. Je häufiger die Reinigung erfolgt, desto größer ist der Nutzen. Die Zeitspanne zwischen den Reinigungen sollte nicht größer als eine Woche sein. Ist die Reinigung festgelegt, sollte sie für alle Teile des Bauwerks gelten und nicht nur für die leicht zugänglichen und gut sichtbaren Bauteile.

*If the component is to be regularly inspected for any signs of corrosion and cleaned, this should be made clear to the user in written form. The inspection, cleaning method and frequency should be specified. The more frequently cleaning is carried out, the greater the benefit. The frequency should not be less than every week. Where cleaning is specified, it should apply to all parts of the structure, and not just those easily accessible and visible.

Um das Risiko von Spannungsrisskorrosion (SCC, en: stress corrosion cracking) in Schwimmhallenatmosphären zu berücksichtigen, dürfen für tragende Bauteile, die der Schwimmhallenatmosphäre ausgesetzt sind, nur die in der obigen Tabelle angegebenen Stahlsorten verwendet werden.

Anmerkung: Der Nationale Anhang darf festlegen, ob eine weniger häufige Reinigung zulässig ist.

To address the risk of stress corrosion cracking (SCC) in pool atmospheres, only the steel grades given in the table above shall be used for load bearing parts exposed to atmospheres above indoor swimming pools.

Note: The National Annex may specify if less frequent cleaning is permitted.

3.2 Berechnungsbeispiele Application examples

	Beispiel: Fassade/Gebäude in < 0,25 km Meeresnähe	Faktor Factor	Example: Facade/Building < 0.25 km near the sea
F_1	**Hohes Expositionsrisiko** F_1 = Risiko der Exposition gegenüber Chloriden aus Salzwasser oder Auftausalzen (Streusalz)	**–7**	**High risk of exposure** F_1 = Risk of exposure to chlorides from salt water or de-icing salts
F_2	**Niedriges Expositionsrisiko** (europäische Küstenregion, geringe Konzentration) F_2 = Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid	**0**	**Low risk of exposure** (European coastal area, low concentration) F_2 = Risk of exposure to sulfur dioxide
F_3	**Vollständige Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen** F_3 = Reinigungskonzept oder die Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen, wenn $F_1 + F_2 \geq 0$, dann $F_3 = 0$ **Anmerkung:** Reinigung für alle Teile des Bauwerks sollte gewährleistet sein!	**0**	**Fully exposed to washing by rain** F_3 = Cleaning concept or exposure to washing by rain, if $F_1 + F_2 \geq 0$, then $F_3 = 0$ **Note:** Cleaning for all parts of the construction should be guaranteed!
CRF	**Korrosionsbeständigkeitsfaktor CRF ($F_1 + F_2 + F_3$)**	**Summe Total –7**	**Corrosion Resistance Factor CRF ($F_1 + F_2 + F_3$)**
		Stahlsorte z.B. Steel grade e.g. CRC III: A4 | 1.4401	

	Beispiel: Fassade/Gebäude in ≤ 0,25 km Meeresnähe der Nordseeküste, versteckte Konstruktion, kein Abwaschen durch Regen oder keine spezifische Reinigung	Faktor Factor	Example: Facade/Building ≤ 0.25 km near the North Sea Coast, hidden construction, no washing by rain or no specified cleaning
F_1	**Sehr hohes Expositionsrisiko** F_1 = Risiko der Exposition gegenüber Chloriden aus Salzwasser oder Auftausalzen (Streusalz)	**–10**	**Very high risk of exposure** F_1 = Risk of exposure to chlorides from salt water or de-icing salts
F_2	**Niedriges Expositionsrisiko** (europäische Küstenregion, geringe Konzentration) F_2 = Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid	**0**	**Low risk of exposure** (European coastal area, low concentration) F_2 = Risk of exposure to sulfur dioxide
F_3	**Kein Abwaschen durch Regen oder keine spezifische Reinigung** F_3 = Reinigungskonzept oder die Exposition gegenüber Abwaschen durch Regen, wenn $F_1 + F_2 \geq 0$, dann $F_3 = 0$ **Anmerkung:** Wenn eine Reinigung nicht gewährleistet sein kann bzw. eine spezifische Reinigung nicht vorhanden ist.	**–7**	**No washing by rain or no specified cleaning** F_3 = Cleaning concept or exposure to washing by rain, if $F_1 + F_2 \geq 0$, then $F_3 = 0$ **Note:** If cleaning cannot be guaranteed or a specific cleaning is unavailable.
CRF	**Korrosionsbeständigkeitsfaktor CRF ($F_1 + F_2 + F_3$)**	**Summe Total –17**	**Corrosion Resistance Factor CRF ($F_1 + F_2 + F_3$)**
		Stahlsorte z.B. Steel grade e.g. CRC IV: D6 | 1.4462	

3.3 Einsatz der Werkstoffe — Use of the materials

A2	Maschinenbau • Getränkeproduktion • Pharma- und Kosmetikindustrie • Apparatebau • Fahrzeugbau • Sanitäranlagen • Fassadentechnik • Lebensmittelindustrie • Medizinindustrie	Machine construction • Beverage production • Pharmaceutical and cosmetics industry • Equipment construction • Vehicle construction • Sanitary facilities • Facade technology • Food industry • Medical industry
A4	Pharmaindustrie • Medizinindustrie • Gas- und Wasserinstallation • Brückenentwässerung • Lärmschutzwände • Leitplankensysteme • Schiffswerften	Pharmaceutical industry • Medical industry • Gas and water installation • Bridge drainage • Noise barriers • Guard rail systems • Shipyards
A5 1.4571	Bauindustrie • Maschinenbau • Schiffsbau • Chemische Industrie • Apparate- und Rohrleitungsbau • Abgastechnik und Abwasseraufbereitung	Construction industry • Machine construction • Ship construction • Chemical industry • Equipment and pipeline construction • Exhaust technology and wastewater treatment
D6 1.4462	Chemische Industrie • Meerwasserentsalzungsanlagen • Offshore-Technik • Umweltschutzanlagen • Kernkraft- und Reaktorbau • Öl- und Gasindustrie	Chemical industry • Seawater desalination facilities • Offshore technology • Environmental protection systems • Nuclear power and reactor construction • Oil and gas industry
D8 1.4410	Öl- und Gasindustrie • Onshore-/Offshore-Industrie • Textil-, Papier- und Zellstoffindustrie • Behälterbau • Chemietankerbau • Meerwasserentsalzungsanlagen und Maschinenbau	Oil and gas industry • Onshore/offshore industry • Textile, paper and pulp industry • Container construction • Chemical tanker construction • Seawater desalination facilities and machine construction
A8 1.4529	Schiffsbau • Schwimmbadtechnik • Offshoretechnik • Tunnelbau • Feuerlöschsysteme • Wärmetauscher und Verdampfer • Anlagen der chemischen Industrie • Kondensatorrohre und Rohrleitungen bei Kraftwerken • Rauchgasentschwefelungsanlagen	Ship construction • Swimming pool technology • Offshore technology • Tunnel construction • Fire extinguishing systems • Heat exchangers and evaporators • Chemical industry plants • Condenser tubes and pipelines in power plants • Flue gas desulfurization plants

3.4 Werkstoffauswahl bei Schrauben im Holzbau

Die Werkstoffauswahl erfolgt grundsätzlich nach den Vorgaben des Eurocode 3 (EN 1993-1-3), wie im Abschnitt 3.1 beschrieben. Im Holzbau sind jedoch zusätzlich holzspezifische Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die über die allgemeine Korrosionsbeständigkeit hinausgehen. Dazu zählen insbesondere der Gehalt an Gerbsäuren sowie die Ölhaltigkeit des jeweiligen Holzes. Diese Inhaltsstoffe können bei Feuchtigkeit in Verbindung mit metallischen Verbindungsmitteln chemisch reagieren und Verfärbungen oder Korrosionserscheinungen hervorrufen.

Auswahl des geeigneten Schraubenwerkstoffs

C1-Schrauben (z. B. Edelstahl 1.4006) stellen für mäßig aggressive Einflüsse eine wirtschaftliche Alternative zu Schrauben aus austenitischen Edelstählen dar. Aufgrund ihrer geringeren Korrosionsbeständigkeit wird deren Einsatz jedoch nur in nicht-bewitterten Bereichen oder bei Holzarten mit geringem Gerbsäureanteil (z. B. Fichte, Kiefer, Buche) empfohlen. Beim Einsatz im Außenbereich oder bei Feuchtebelastung kann es gegebenenfalls zu Verfärbungen des Holzes im Bereich des Schraubenkopfes kommen.

Bei Holzarten mittlerer Dauerhaftigkeit und geringem Gerbstoffgehalt, wie Douglasie, Lärche oder Esche, werden Schrauben aus Edelstahl A2 empfohlen.

Für gerbstoffreiche oder ölhaltige Holzarten wie etwa Robinie, Bangkirai, Garapa, Cumaru, Ipe, Teak usw. – sind Schrauben aus austenitischem Edelstahl A4 vorzuziehen. Diese bieten eine noch höhere Beständigkeit gegenüber organischen Säuren, Feuchtigkeit und salzhaltiger Umgebung.

Selection of materials for screws in timber construction

The selection of materials is generally carried out in accordance with Eurocode 3 (EN 1995-1-3), as described in Section 3.1. In timber construction, however, additional wood-specific factors must be considered that go beyond general corrosion resistance. In particular, the tannin content and the oil content of the respective wood species can have a significant influence. These extractive substances may chemically react with metallic fasteners in the presence of moisture, causing discoloration or corrosion effects on the surface.

Selection of the appropriate screw material

C1 screws (e.g. stainless steel grade 1.4006) represent an economical alternative to screws made of austenitic stainless steels for moderately aggressive environmental conditions. However, due to their lower corrosion resistance, their use is recommended only in non-weather-exposed areas or with wood species that have a low tannin content (e.g. spruce, pine, beech). When used outdoors or under moisture exposure, discoloration of the wood may occur in the area around the screw head.

For wood species of medium durability and low tannin content, such as Douglas fir, larch, or ash, A2 stainless steel screws are recommended.

For wood species rich in tannins or oils – such as robinia (black locust), bangkirai, garapa, cumaru, ipe, teak etc. – screws made of austenitic stainless steel A4 are preferable. These provide even higher resistance to organic acids, moisture, and saline environments.

Je nach Kombination von Holzart und Einbausituation – etwa bei besonders aggressiven Umgebungen (Küstenregionen, Schwimmbadbereiche oder hohe Feuchtebelastung) – kann auch der Einsatz von noch höher legierten Edelstählen, wie beispielsweise 1.4462 (Duplexstahl) oder sogar 1.4529 (hochlegierter austenitischer Stahl), erforderlich sein, um eine dauerhafte Korrosionsbeständigkeit sicherzustellen.

Depending on the combination of wood species and installation conditions – for example, in particularly aggressive environments such as coastal areas, swimming pool installations, or locations with high moisture exposure – it may be necessary to use even more highly alloyed stainless steels, such as 1.4462 (duplex steel) or even 1.4529 (high-alloy austenitic steel), to ensure long-term corrosion resistance.



Zusammenfassung	Umgebung	Holzart (Beispiel)	Empfohlener Werkstoff
	Unbewittert, trocken	Fichte, Kiefer, Buche, Ahorn	> C1 oder A2
	Außenbereich, mäßig bewittert	Douglasie, Lärche, Esche	> A2
	Außenbereich, stark bewittert/ gerbsäurehaltig/ölhaltig	Robinie, Bangkirai, Garapa, Cumaru, Teak, Merbau, Ipe	> A4
	Innenbereich, Schwimmhallenatmosphäre[1] (tragende Bauteile)	–	> 1.4529, 1.4565, 1.4547
Summary	**Environment**	**Example wood species**	**Recommended material**
	Interior, dry (non-exposed)	Spruce, Pine, Beech, Maple	> C1 or A2
	Exterior, moderately exposed	Douglas fir, Larch, Ash	> A2
	Exterior, heavily exposed/tannin-rich/oily	Robinia, Bangkirai, Garapa, Cumaru, Teak, Merbau, Ipe	> A4
	Indoor areas, swimming pool atmosphere[1] (load-bearing components)	–	> 1.4529, 1.4565, 1.4547

[1]siehe Seite 29
[1]see page 29

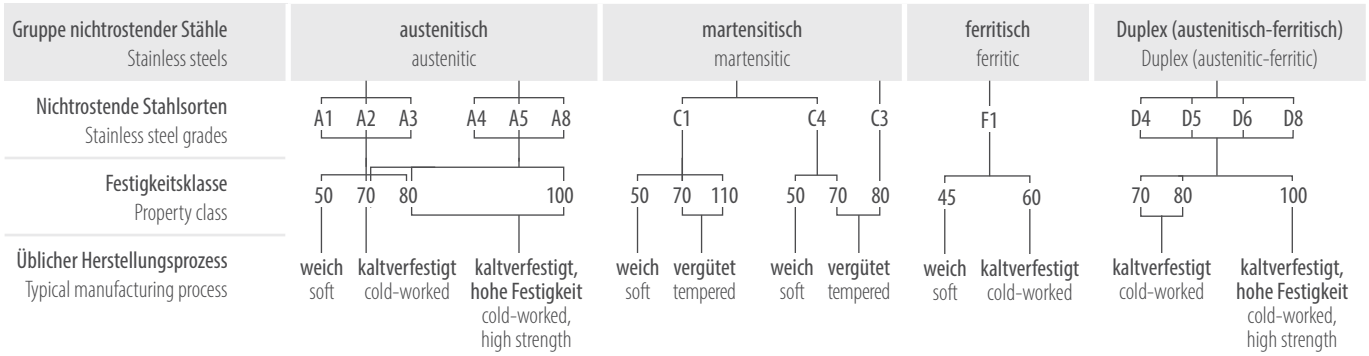
4 Mechanische Eigenschaften Mechanical properties

Die mechanischen Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen sowie deren Kennzeichnung und Prüfung sind in der **ISO 3506** festgelegt.

Sie werden entsprechend ihren Gefügearten in **vier Stahlgruppen** eingeteilt. Die verschiedenen Stahlsorten für nichtrostende Edelstähle können durch eine Vielzahl von Werkstoffen realisiert werden und bieten unterschiedliche Korrosionsbeständigkeits- und Funktionseigenschaften.

The mechanical properties of fasteners made of stainless steels as well as their marking and testing are defined in **ISO 3506**.

They are classified into **four steel groups** in accordance with their types of microstructure. The different steel grades for stainless steels can be made by a variety of materials and offer different corrosion resistance and functional properties.



4.1 Mechanische Eigenschaften nach Typ

Mechanical properties by type

4.1.1 Schrauben und Gewindestangen

Die Prüfung von metrischen Schrauben und Gewindestangen erfolgt gemäß der ISO 3506-1. Hierbei variieren die geforderten Mindestwerte in Abhängigkeit der jeweiligen Festigkeitsklassen. Für Schrauben und Gewindestangen sind folgende Werte zu prüfen:

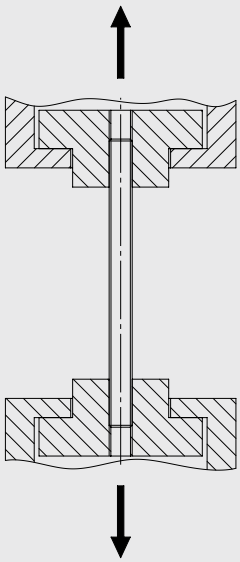
- **Zugfestigkeit**
- **0,2 %-Dehngrenze**
- **Bruchverlängerung**
- **Bruchdrehmoment**

Screws and threaded rods

Metric screws and threaded rods are tested in accordance with ISO 3506-1. The required minimum values vary here as a function of the respective property classes. The following values are to be tested for screws and threaded rods:

- **Tensile strength**
- **0.2% yield strength**
- **Elongation after fracture**
- **Breaking torque**

Festigkeitsklasse Property class	Zugfestigkeit Tensile strength R_{mf} min. [MPa]	0,2 %-Dehngrenze 0.2% yield strength R_{mf} min. [MPa]	Bruchverlängerung Elongation after fracture A min. [mm]
50	500	210	0,6xd
70	700	450	0,4xd
80	800	600	0,3xd
100	1000	800	0,2xd



Der Zugversuch

Das Ermitteln der Kennwerte für die Zugfestigkeit, die Dehngrenze sowie die Bruchverlängerung erfolgt anhand eines Zugversuchs nach ISO 6892-1.

> Zugfestigkeit

Die Schraube/Gewindestange wird in die Zugprüfmaschine eingesetzt und so lange unter Zug belastet, bis ein Bruch eintritt. Somit gehört der Zugversuch zu den zerstörenden Prüfverfahren und gibt Aufschluss über die Festigkeitseigenschaften.

Die ermittelte Bruchkraft wird nun mit dem Spannungsquerschnitt multipliziert und ergibt so die Zugfestigkeit R_{mf}.

> Dehngrenze

Kaltgewalzte oder kaltumgeformte Werkstoffe haben keine ausgeprägte Streckgrenze.

Für diese Werkstoffe wird in der Regel eine 0,2 %-Dehngrenze bestimmt und angegeben. Sie beschreibt die Zugspannung beim Zugversuch, bei der die Probe, bezogen auf die Anfangslänge, um 0,2 % im plastischen Bereich gedehnt wurde.

> Bruchverlängerung

Die Bruchverlängerung beschreibt die Differenz der Ausgangslänge vor der Durchführung des Zugversuchs und der Länge bei/nach dem Bruch des Verbindungselements.

The tensile test

A tensile test in accordance with ISO 6892-1 is used to determine the characteristic values for tensile strength, yield strength and elongation at break.

> Tensile strength

The screw/threaded rod is inserted into the tensile test machine and put under tension until a break occurs. The tensile test is thus one of the destructive test methods and provides information about the strength properties.

The determined breaking force is now multiplied by the stress cross-section, resulting in the tensile strength R_{mf}.

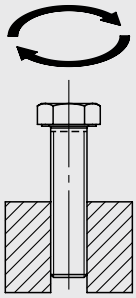
> Yield strength

Cold-rolled or cold-formed materials do not have a pronounced yield strength.

A 0.2% yield strength is usually determined and specified for these materials. It describes the tensile stress during the tensile test, during which the sample was stretched by 0.2% in the structural range, based on the initial length.

> Elongation after fracture

The elongation after fracture describes the difference between the initial length before the tensile test was performed and the length at/after the fracture of the fastener.



Der Torsionsversuch

Für Verbindungselemente aus austenitischem Edelstahl in den Festigkeitsklassen -50, -70 und -80, die aufgrund ihrer zu kurzen Länge keinem Zugversuch unterzogen werden können, wird stattdessen das Bruchdrehmoment M_B ermittelt. Hierbei wird das Verbindungselement eingespannt und verdreht, bis es zum Bruch kommt. Das hierbei ermittelte maximale Drehmoment wird als Bruchdrehmoment bezeichnet.

The torsion test

For fasteners made of austenitic stainless steel in the property classes -50, -70 and -80, which cannot be subjected to any tensile test due to their short length, the torque at break M_B is determined instead. The fastener is clamped and twisted here until it breaks. The maximum torque determined in the process is designated as the torque at break.

	Mindestbruchdrehmoment[1] Minimum torque after fracture[1] M_B Nm		
Gewinde Thread d	Festigkeitsklasse Property class		
	50	70	80
M1,6	0,15	0,2	0,24
M2	0,3	0,4	0,48
M2,5	0,6	0,9	0,96
M3	1,1	1,6	1,8
M4	2,7	3,8	4,3
M5	5,5	7,8	8,8
M6	9,3	13	15
M8	23	32	37
M10	46	65	74
M12	80	110	130
M16	210	290	330

[1]Der Antrieb und/oder Innenantrieb des Verbindungselementes ist/sind nicht immer in der Lage, das in dieser Tabelle angegebenen Mindestbruchdrehmoment aufzubringen; dies darf kein Grund für eine Zurückweisung sein.

[1]The drive and/or internal drive of the fastener is/are not always able to apply the minimum torque after fracture specified in this table. This must not be a reason for rejection.

4.1.2 Muttern

Die Prüfung von Muttern erfolgt gemäß der ISO 3506-2.

Hierbei variieren die geforderten Mindestwerte in Abhängigkeit der jeweiligen Festigkeitsklassen.

Für Muttern sind folgende Werte zu prüfen:

> Spannung unter Prüfkraft

Im Gegensatz zu Schrauben wird bei Muttern hinsichtlich der Festigkeitsklassen unterschieden, ob es sich um normale und hohe Muttern oder um niedrige Muttern handelt. Aufgrund der reduzierten Mutternhöhe und somit geringeren Anzahl an Gewindegängen, sind auch die Prüfkraftwerte reduziert.

Nuts

Nuts are tested in accordance with ISO 3506-2.

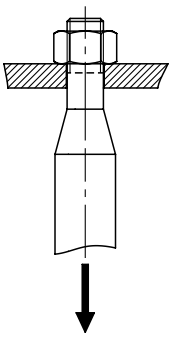
The required minimum values vary here as a function of the respective strength classes.

The following values are to be tested for nuts:

> Tension under test load

Unlike with bolts, a distinction is made when it comes to property classes for nuts as to whether they are normal and tall nuts or low nuts. Due to the reduced nut height and therefore fewer number of threads, the test load values are also reduced.

Normale Muttern und hohe Muttern Normal nuts and tall nuts		Niedrige Muttern Low nuts	
Festigkeitsklasse Property class	Spannung unter Prüfkraft Tension under test load S_p [MPa]	Festigkeitsklasse Property class	Spannung unter Prüfkraft Tension under test load S_p [MPa]
50	500	025	250
70	700	035	350
80	800	040	400
100	1000	050	500



Der Prüfkraftversuch

Der Prüfkraftversuch wird ebenfalls mit einer Zugprüfmaschine durchgeführt.

Im Gegensatz zum Zugversuch werden Muttern jedoch nicht bis zum Versagen belastet, sondern eine Mutter auf einen gehärteten Prüfdorn geschraubt und gegen eine ebenfalls gehärtete Platte gezogen.

Die von der Festigkeitsklasse vorgegebene Prüfkraft wird axial zur Mutter im Zug- oder Druckversuch aufgebracht und für 15 Sekunden gehalten. Während des Versuchs darf die Mutter nicht abgestreift werden oder brechen. Nach dem Entlasten muss die Mutter auf dem Prüfdorn von Hand beweglich sein.

The proof load test

The proof load test is also performed with a tensile test machine.

Unlike the tensile test, however, nuts are not loaded until they fail, but rather one nut is screwed onto a hardened test mandrel and tightened against a plate that is also hardened.

The test load specified by the strength class is applied axially to the nut in the tensile or compression test and held for 15 seconds. During the test, the nut may not be stripped off or break. After the load is removed, it must be possible to move the nut on the test mandrel by hand.

4.1.3

Gewindestifte

Gewindestifte und ähnlich nicht auf Zug beanspruchte Teile werden gemäß der ISO 3506-3 geprüft.

Aufgrund ihrer Anwendung werden diese Verbindungselemente keinem Zugversuch unterzogen.

Um sie dennoch mit einer Art Festigkeitsklasse zu versehen, wurde die Härteprüfung sowie der Torsionsversuch als Prüfung festgelegt. Anhand dieser Prüfungen erfolgt die Einteilung in lediglich zwei Härteklassen:

Set screws

Set screws and similar parts that are not subject to tensile stress are tested in accordance with ISO 3506-3.

Based on their application, these fasteners are not subject to any tensile test.

To be able to assign them a kind of strength class nonetheless, the hardness test as well as the torsion test were defined as tests. Based on these tests, a classification is made into one of just two hardness classes:

Härteklasse Hardness class		12H	21H
HV Vickershärte Vickers hardness	min.	125	210



Die Härteprüfung

Die Härteprüfung erfolgt nach ISO 6507-1 (HV), ISO 6508-1 (HRC) oder ISO 6506-1 (HBW).

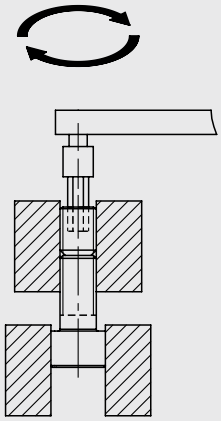
Hierbei wird ein Eindringkörper, dessen Geometrie abhängig vom Prüfverfahren ist, mit einer vorbestimmen Prüfkraft in das Verbindungselement eingedrückt. Nach einer ebenfalls vordefinierten Verweildauer kann die Geometrie des vom Eindringkörper verursachten Eindrucks gemessen werden. Anhand dieser Geometrie wird anhand einer Formel die Härte bestimmt.

The hardness test

The hardness test is done in accordance with ISO 6507-1 (HV), ISO 6508-1 (HRC) or ISO 6506-1 (HBW).

Here, an indenter whose geometry depends on the test method is pressed into the fastener with a pre-set test load. After a dwell time that is also pre-defined, the geometry of the impression made by the indenter is measured. This geometry is used in a formula to determine the hardness.

Prüfverfahren Test method		Härteklasse Hardness class			
		12H		21H	
		min.	max.	min.	max.
HV Vickershärte Vickers hardness		125	209	210	–
HB Brinellhärte Brinell hardness		123	213	214	–
HRB Rockwellhärte Rockwell hardness		70	95	96	–



Der Torsionsversuch

Der Zweck des Torsionsversuchs ist die Bestimmung der Torsionsfestigkeit des Innensechskants/Innensechsrunds. Hierbei wird der Gewindestift in einen Prüfblock so eingeschraubt, dass die Stirnfläche des Gewindestiftes mit der Oberfläche des Prüfblocks abschließt und das Ende auf einer festen Auflage, z. B. einer Gegenschraube, die von der anderen Seite eingeschraubt wird, aufsitzt.

Der Prüfeinsatz muss im Innensechskant bis zur vollen Eindringtiefe eingeführt werden.

Beim Anziehen muss der Gewindestift dem in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Prüfdrehmoment ohne Bruch, Rissbildung oder Gewindeabstreifen standhalten.

The torsion test

The purpose of the torsion test is to determine the torsional strength of the hexagonal socket/driving feature. In the process, the set screw is screwed into a test block so that the end face of the threaded pin is flush with the surface of the test block, and the end rests on a solid support, such as a counter screw, which is screwed in from the other side.

The test insert must be introduced in the hexagonal socket up to the full penetration depth.

When tightening, the threaded pin must withstand the test torque specified in the following table without breaking, cracking or stripping the thread.

Anforderungen an das Prüfdrehmoment — Requirements for the test torque

Gewindenenn-durchmesser Nominal thread diameter d	Mindestlänge[1] der zu prüfenden Gewindestifte Minimum length of the threaded pins to be tested mm				Härteklasse Hardness class	
					12H	21H
	Kegelkuppe Flat point	Spitze Tip	Zapfen Pin	Ringschneide Cup point	Prüfdehmoment Test torque Nm min	
1,6	2,5	3	3	2,5	0,03	0,05
2	4	4	4	3	0,06	0,1
2,5	4	4	5	4	0,18	0,3
3	4	5	6	5	0,25	0,42
4	5	6	8	6	0,8	1,4
5	6	8	8	6	1,7	2,8
6	8	8	10	8	3	5
8	10	10	12	10	7	12
10	12	12	16	12	14	24
12	16	16	2	16	25	42
16	20	20	25	20	63	105
20	25	25	30	25	126	210
24	30	30	35	30	200	332

[1]Die Mindestprüflängen sind die in der Produktnorm unterhalb der punktierten Linie angegebenen Längen, d.h. Längen mit normaler Eindringtiefe des Innensechskants.

[1]The minimum test lengths are specified in the product standard under the dotted line, i.e., lengths with a normal penetration depth of the hexagonal socket.

4.1.4 Blechschrauben

Blechschrauben werden gemäß den Anforderungen nach der ISO 3506-4 geprüft. Hierbei variieren die geforderten Mindestwerte in Abhängigkeit der jeweiligen Härteklassen.

Die Prüfungen dienen dazu, sicherzustellen, dass Blechschrauben aus nichtrostendem Stahl ihr Gegengewinde in Werkstoffen wie Aluminium, in die sie üblicherweise eingeschraubt werden, bilden, ohne dabei ihr eigenes Gewinde zu verformen und ohne beim Verschrauben oder im Betrieb zu brechen.

Für austenitische Blechschrauben sind folgende Werte zu prüfen:

- **Härteprüfung**
- **Torsionsfestigkeit**
- **Einschraubversuch**

Weitere Prüfungen wie z.B. der Auszug aus unterschiedlichen Materialien oder die Prüfung auf Abscheren sind seitens der Normung nicht gefordert und individuell zu prüfen.

Self-tapping screws

Self-tapping screws are tested in accordance with the requirements of ISO 3506-4. The required minimum values vary here as a function of the respective hardness classes.

The tests ensure that self-tapping screws made of stainless steel form counter thread in materials such as aluminum, which they are usually screwed into, without deforming their own thread and without breaking when screwing or during operation.

The following values are to be tested for austenitic self-tapping screws:

- **Hardness test**
- **Torsional strength**
- **Screw-in test**

Other tests, such as extraction from different materials or testing for shearing, are not required by the standards and must be tested individually.

Die Härteprüfung

Bei austenitischen Blechschrauben muss die Prüfung der Kernhärte nach ISO 6507-1 (HV) erfolgen.

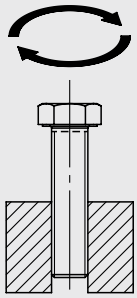
Hierbei wird ein Eindringkörper, dessen Geometrie abhängig vom Prüfverfahren ist, mit einer vorbestimmen Prüfkraft in einen Querschliff der Blechschraube eingedrückt. Nach einer ebenfalls vordefinierten Verweildauer kann die Geometrie des vom Eindringkörper verursachten Eindrucks gemessen werden. Anhand dieser Geometrie wird anhand einer Formel die Härte bestimmt.

The hardness test

For austenitic self-tapping screws, the core hardness must be tested in accordance with ISO 6507-1 (HV).

Here, an indenter whose geometry depends on the test method is pressed into a cross-section of the self-tapping screw with a pre-set test load. After a dwell time that is also pre-defined, the geometry of the impression made by the indenter is measured. This geometry is used in a formula to determine the hardness.

Stahlgruppe Steel group	Stahlsorte Steel grade	Härteklasse Hardness class	Kernhärte Core hardness HV min
Austenitisch **Austenitic**	A2, A3, A4, A5	20H	200
		25H	250



Der Torsionsversuch

Beim Torsionsversuch muss die Blechschraube in eine Prüfvorrichtung eingespannt werden, so dass mindestens zwei volle Gewindegänge aus der Spannvorrichtung herausragen.

Auf die Schraube wird ein Drehmoment aufgebracht, bis der Bruch eintritt.

Die Blechschrauben müssen die festgelegten Mindestbruchdrehmomente erreichen.

The torsion test

During the torsion test, the self-tapping screw must be clamped in a test device so that at least two full thread turns protrude out of the clamping device.

A torque is applied to the screw until the break occurs.

The self-tapping screws must reach the defined minimum torques after fracture.

Gewinde Thread d	Bruchdrehmoment Torque at break M_B Nm min Härteklasse Hardness class			
	20H	25H	30H	40H
ST2,6	0,64	0,8	0,9	1
ST2,9	1	1,2	1,4	1,5
ST3,3	1,3	1,6	1,8	2
ST3,5	1,7	2,2	2,4	2,7
ST3,9	2,3	2,9	3,3	3,6
ST4,2	2,8	3,5	3,9	4,4
ST4,8	4,4	5,5	6,2	6,9
ST5,5	6,9	8,7	9,7	10,8
ST6,3	11,4	14,2	15,9	17,7
ST8	23,5	29,4	32,9	36,5

Der Einschraubversuch

Der Einschraubversuch dient dazu sicherzustellen, dass die geprüfte Blechschraube in der Lage ist, ihr Gegengewinde zu formen, ohne dass eine Verformung des eigenen Gewindes auftritt.

Die Schrauben werden hierzu in vordefinierte und vorgebohrte Prüfplatten aus Aluminium eingeschraubt. Entspricht der Zustand des Schraubengewindes nach dem Ausschrauben dem Zustand vor dem Einschrauben und sind keine maßlichen Abweichungen oder Beschädigungen zu sehen, so gilt der Einschraubversuch als erfolgreich.

The screw-in test

The screw-in test is used to ensure that the tested self-tapping screw is able to form its counter thread without its own thread de-forming.

The screws are screwed into pre-defined and pre-drilled aluminum test sheets for this purpose. If the state of the screw thread after unscrewing corresponds to the state before it was screwed in, and no dimensional deviations or damage can be seen, then the screw-in test is considered successful.

4.1.5 Scheiben

Das Prüfen von Unterlegscheiben ist bisher ausschließlich nach Vorgaben der einzelnen Produktnormen erfolgt. Seit Juli 2024 ist nun die ISO 3506-7 veröffentlicht mit welcher beabsichtigt wird, ein Referenzdokument für Unterlegscheiben aus Edelstahl bereitzustellen, um Markterwartungen und -anforderungen zu standardisieren.

So wurden nun neue Festigkeitsklassen für Unterlegscheiben sowie die Grenzwerte für die Stärke der Unterlegscheiben eingeführt.

Washers

Testing washers was previously only done in accordance with the specifications of the individual product standards. Since July 2024, ISO 3506-7 has now been published, which aims to provide a reference document for stainless steel washers in order to standardize market expectations and requirements.

Therefore, new property classes for washers and limit values for the thickness of the washers have been introduced.

	Maximale Stärke für t_{nom} [mm]					Maximum thickness for t_{nom} [mm]				
	Austenitisch Austenitic					Ferritisch Ferritic	Duplex Duplex			
Festigkeitsklasse Property class	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A8**	**F1**	**D2**	**D4**	**D6**	**D8**
100HV	6	6	6	6	[1]	6		[1]		
200HV	4	4	4	3	6	[2]	6	6	6	6
300HV	4	3	3	3	[3]	[2]		[3]		

[1]Festigkeitsklasse 100HV gilt nicht, da die Härtewerte der Rohmaterialien typischerweise über 200HV liegen.

[2]Festigkeitsklassen 200HV und 300HV gelten nicht, da die maximale Härte typischerweise unter 200HV liegt.

[3]Kritische Verfügbarkeit von flachen Rohmaterialien in Bezug auf diese Festigkeitsklasse: Die Verfügbarkeit muss vor der Bestellung zwischen Käufer und Hersteller geprüft werden.

[1]Property class 100HV does not apply as raw materials typically result in hardness values above 200HV.

[2]Property classes 200HV and 300HV do not apply as typical maximum hardness is below 200HV.

[3]Critical availability of flat raw materials in relation to this property class: thickness availability shall be checked between the purchaser and the manufacturer before ordering.

Diese Regelungen entsprechen nur teilweise den bisherigen Standards aus den Produktnormen von 140HV bzw. 200HV. Unabhängig davon, ob nun nach der Produktnorm oder der ISO 3506-7 geprüft wird, so ist für Unterlegscheiben die Härteprüfung maßgebend.

These regulations correspond only partially to the previous standards from the product standards of 140HV or 200HV. Regardless of whether testing now occurs in accordance with the product standard or ISO 3506-7, the hardness test is decisive for washers.



Die Härteprüfung

Bei Unterlegscheiben erfolgt die Prüfung der Härte nach ISO 6507-1 (HV).

Hierbei wird ein Eindringkörper, dessen Geometrie abhängig vom Prüfverfahren ist, mit einer vorbestimmen Prüfkraft in die Oberfläche der Unterlegscheibe eingedrückt. Nach einer ebenfalls vordefinierten Verweildauer kann die Geometrie des vom Eindringkörper verursachten Eindrucks gemessen werden. Anhand dieser Geometrie wird anhand einer Formel die Härte bestimmt. Zu beachten ist jedoch, dass die aufzubringende Prüfkraft in Abhängigkeit zur Materialstärke und Festigkeitsklasse variiert.

The hardness test

Washers are tested for hardness in accordance with ISO 6507-1 (HV).

Here, an indenter whose geometry depends on the test method is pressed into the surface of the washer with a preset test load. After a dwell time that is also pre-defined, the geometry of the impression made by the indenter is measured. This geometry is used in a formula to determine the hardness. However, it should be noted that the test load to be applied varies depending on the material thickness and property class.

Stärke Thickness	Prüfkraft Test force F[1] Festigkeitsklasse Property class		
t_{eff} [mm]	100HV	200HV	300HV
≥ 0,60	HV 10	HV 10	HV 30
0,45 ≤ t_{eff} < 0,60	HV 5		HV 10
0,35 ≤ t_{eff} < 0,45	HV2	HV 5	
0,30 ≤ t_{eff} < 0,35			HV 5
0,25 ≤ t_{eff} < 0,30	HV 1	HV 2	
0,20 ≤ t_{eff} < 0,25			HV 2
0,15 ≤ t_{eff} < 0,20	–	HV 1	
0,10 ≤ t_{eff} < 0,15		–	HV 1

[1]Basierend auf der Formel Based on the formula $F = (t_{eff}^2 \cdot HV)/0,39$

4.2 Festigkeitsklassen Edelstahl/Stahl

Die Bezeichnung der Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern aus Edelstahl und Stahl unterscheiden sich deutlich voneinander. Jedoch verbergen sich stets dieselben mechanischen Eigenschaften dahinter, auch wenn diese voneinander abweichen. Nachfolgend ein Vergleich der am häufigsten vorkommenden Festigkeitsklassen.

Property classes stainless steel/steel

The designation of property class of bolts and nuts made of stainless steel and steel differ significantly from each other. However, they always hide the same mechanical properties, even if they differ from each other. The following is a comparison of the most commonly occurring strength classes.

4.2.1 Schrauben / Bolts

Werkstoff Material	Festigkeitsklasse Property class	Zugfestigkeit Tensile strength	Streck-/Dehngrenze Yield strength
Edelstahl Stainless steel	-50	500 N/mm²	210 N/mm²
Stahl Steel	-5.8	500 N/mm²	400 N/mm²
Edelstahl Stainless steel	-70	700 N/mm²	450 N/mm²
Stahl Steel	6.8	600 N/mm²	480 N/mm²
Edelstahl Stainless steel	-80	800 N/mm²	600 N/mm²
Stahl Steel	8.8	800 N/mm²	640 N/mm²
Edelstahl Stainless steel	-100	1.000 N/mm²	800 N/mm²
Stahl Steel	10.9	1.000 N/mm²	900 N/mm²

4.2.2 Muttern / Nuts

Werkstoff Material	Festigkeitsklasse Property class	Spannung unter Prüfkraft Tension under test load
Edelstahl Stainless steel	-50	500 N/mm²
Stahl Steel	5	500 N/mm²
Edelstahl Stainless steel	-70	700 N/mm²
Stahl Steel	6	600 N/mm²
Edelstahl Stainless steel	-80	800 N/mm²
Stahl Steel	8	800 N/mm²
Edelstahl Stainless steel	-100	1.000 N/mm²
Stahl Steel	10	1.000 N/mm²



4.3 Kaltverfestigung

Kaltverfestigung tritt auf, wenn metallische Werkstoffe unterhalb ihrer Rekristallisationstemperatur umgeformt werden. Dies führt zu einer Erhöhung der Festigkeit und Härte des Materials durch die Zunahme der Versetzungsdichte im Kristallgitter.

Besonders bei kaltumgeformten Bauteilen wie Verbindungselementen aus Edelstahl wird dieser Begleiteffekt genutzt, da die Verbindungselemente höheren mechanischen Belastungen standhalten können und die Oberflächen der Bauteile oftmals glatter sind, sich in engeren Maßtoleranzen befinden und dadurch die Gesamtqualität verbessert wird.

Cold work hardening

Cold work hardening occurs when metallic materials are formed below their recrystallization temperature. This leads to an increase in the strength and hardness of the material due to the increase in the dislocation density in the crystal lattice.

This accompanying effect is used especially in cold-formed components, such as fasteners made of stainless steel, since the fasteners can withstand higher mechanical loads, and the surfaces of the components are often smoother and have tighter dimensional tolerances and thus an improved overall quality.

4.4 Magnetische Eigenschaften von Edelstählen

Häufig werden die magnetischen Eigenschaften von Edelstählen fälschlicherweise als Qualitätsmerkmal herbeigezogen. Besonders betroffen sind hiervon Verbindungselemente aus austenitischen Edelstählen. Entscheidend für die Permeabilität ist jedoch zunächst die Gefügeausbildung, wie z.B. Austenitisch, Ferritisch usw.

Der **austenitische nichtrostende Stahl** ist durch ein kubisch-flächenzentriertes Kristallgitter gekennzeichnet. Er ist im lösungsgeglühten Zustand unmagnetisch und weist Permeabilitäten nahe 1 auf.

Allerdings kann sich durch Kaltverformung Verformungsmartensit bilden, so dass auch austenitische nichtrostende Stähle leicht magnetisch werden. Es ist daher nicht selten, dass Verbindungselemente aus Edelstahl, welche durch Kaltumformung hergestellt wurden, geringfügig magnetisch sind.

Aus diesem Grund stellt dies kein Qualitätsmerkmal dar.

Magnetic properties of stainless steels

The magnetic properties of stainless steels are often incorrectly used as a quality characteristic. Fasteners made of austenitic stainless steels are especially affected by this. However, the microstructure, such as austenitic, ferritic etc., is the initial decisive factor for permeability.

Austenitic stainless steel is characterized by a cubic, face-centered crystal lattice. In the solution-annealed state, it is non-magnetic and has permeabilities close to 1.

However, deformation martensite can form due to cold forming, so even austenitic stainless steels become slightly magnetic. It is therefore not uncommon for stainless steel fasteners manufactured by cold forming to be slightly magnetic.

That is why this is not considered an indication of quality.



5 Kennzeichnung von Verbindungselementen Fastener marking

Verbindungselemente aus korrosionsbeständigen nichtrostenden Stählen müssen gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung ist auch hier in der ISO 3506 zu finden und muss stets das **Herstellerkennzeichen**, die **Stahlsorte** sowie die **Festigkeitsklasse** enthalten. Abweichend hierzu ist die Kennzeichnung von Gewindebolzen und Gewindestangen in der DIN 976-1 zu finden.

Fasteners made of corrosion-resistant stainless steels must be marked. The marking can also be found here in ISO 3506 and must always include **the manufacturer's mark, the steel grade, and the property class**. The marking of threaded bolts and threaded rods differs from this, which can be found in DIN 976-1.

5.1 Kennzeichnung von Schrauben

Sechskantschrauben und Zylinderkopfschrauben mit Innensechskant oder Innensechsrund sind ab dem Nenndurchmesser M5 entsprechend dem Bezeichnungssystem der ISO 3506-1 zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung sollte, sofern dies möglich ist, auf dem Schraubenkopf angebracht sein.

Zu beachten ist jedoch, dass hinsichtlich der Kennzeichnung unterschieden wird, ob es sich um Schrauben mit **voller Belastbarkeit** oder Schrauben mit **reduzierter Belastbarkeit** handelt.

Marking of screws

Hexagon screws and cylinder head screws with a hexagonal socket or driving feature are to be marked in accordance with the designation system of ISO 3506-1 from a nominal diameter of M5. The marking should be applied to the screw head, if possible.

However, it should be noted that a distinction is made regarding marking as to whether they are screws with **full loadability** or screws with **reduced loadability**.

> Schrauben mit voller Belastbarkeit

Eine Schraube aus nichtrostendem Stahl mit voller Belastbarkeit ist ein genormtes oder nicht genormtes fertiges Verbindungselement, dass bei der Prüfung bis zum Bruch

1. **in der freien belasteten Gewindelänge oder im gewindefreien Schaft bricht** *und*
2. **die Mindestbruchkraft F_{mf} erreicht** *und/oder*
3. **das Mindestbruchdrehmoment M_B erreicht.**

> Screws with full loadability

A stainless steel screw with full loadability is a standardized or non-standardized, finished fastener that, when tested to breaking point

1. **breaks in the free-loaded thread length or in the thread-free shank** *and*
2. **reaches the minimum breaking force F_{mf}** *and/or*
3. **reaches the minimum torque at breakage M_B.**

Beispiele Examples
ISO 4017, ISO 4762



Festigkeitsklasse Property class	45	50	60	70	80	100	110
Kennzeichen Marking	45	50	60	70	80	100	110

> Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit

Eine Schraube aus nichtrostendem Stahl mit reduzierter Belastbarkeit ist ein genormtes oder nicht genormtes fertiges Verbindungselement, dass auf Grund seiner Geometrie die Anforderungen an die Belastbarkeit unter Zug oder Torsion nicht erfüllt, wenn es auf Bruch geprüft wird. Zusätzlich wird hier noch unterschieden, ob die Schraube aufgrund ihrer Länge einem Zugversuch unterzogen werden kann.

Es gibt im Wesentlichen drei geometrische Gründe für die reduzierte Belastbarkeit von Verbindungselementen. Das Verbindungselement hat:

1. **einen niedrigen Kopf mit oder ohne Außenantrieb** *oder*
2. **einen niedrigen runden oder niedrigen zylindrischen Kopf mit Innenantrieb** *oder*
3. **einen Senkkopf mit Innenantrieb**

> Screws with reduced loadability

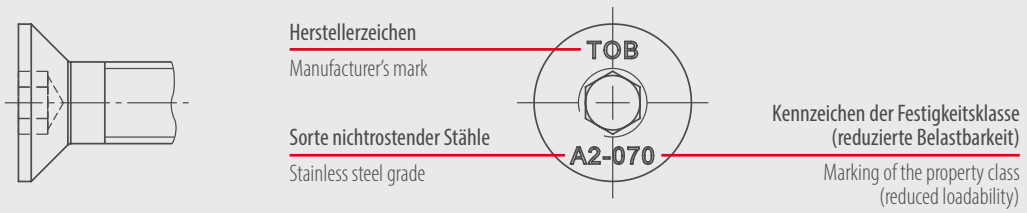
A stainless steel screw with reduced loadability is a standardized or non-standardized, finished fastener that, on account of its geometry, does not meet the requirements for loadability under tension or torsion when tested for breakage. In addition, a distinction is made here as to whether the screw can be subjected to a tensile test due to its length.

There are essentially three geometric reasons for a reduced loadability of fasteners. The fastener has:

1. **a low head with or without external drive** *or*
2. **a low round or low cylindrical head with internal drive** *or*
3. **a countersunk head with internal drive**

Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit, die **einem Zugversuch** (b ≥ 3d) unterzogen werden können:

Screws with reduced loadability, **which can be subjected to a tensile test** (b ≥ 3d):



Dem Kennzeichen bei Schrauben mit reduzierter Belastbarkeit muss die Ziffer „0" vorangestellt werden.

The marking of screws with reduced loadability must be preceded by the number "0".

Festigkeitsklasse Property class	**45**	**50**	**60**	**70**	**80**	**100**	**110**
Kennzeichen Marking	**045**	**050**	**060**	**070**	**080**	**0100**	**0110**

Bei Schrauben mit **reduzierter Belastbarkeit**, die aufgrund ihrer kurzen Länge (b < 3d) **keinem Zugversuch** am Gewindeteil unterzogen werden können, darf das Kennzeichen der Festigkeitsklasse nicht verwendet werden.

For screws with **reduced loadability** that **cannot be subjected to a tensile test** due to their short length (b < 3d), the strength class marking may not be used.

Beispiele Examples
ISO 10642, ISO 7380



> Andere Arten von Schrauben

Andere Arten von Schrauben müssen, sofern möglich, in gleicher Weise, vorzugsweise auf dem Kopf gekennzeichnet werden.

> Other types of screws

Other types of screws must be marked in the same way if possible, preferably on the head.

Kennzeichnung von Stiftschrauben

Stiftschrauben mit einem Gewindenenndurchmesser von d ≥ 5 mm sollten für alle Sorten nichtrostender Stähle und für alle Festigkeitsklassen mit der **Stahlsorte**, dem **Kennzeichen der Festigkeitsklasse** (Stiftschraube mit **voller Belastbarkeit** oder Stiftschrauben mit **reduzierter Belastbarkeit**, z. B. mit Dehnschaft) und mit dem **Herstellerzeichen** gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung muss auf dem gewindefreien Schaft der Stiftschraube erfolgen.

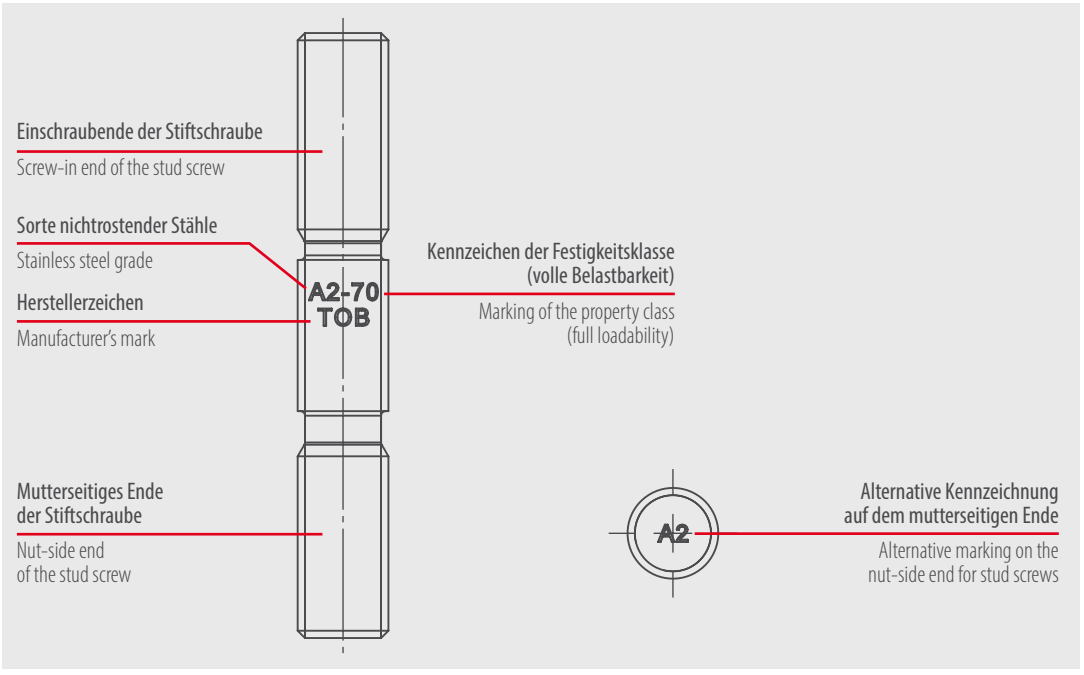
Falls eine Kennzeichnung auf dem gewindefreien Schaft nicht möglich ist, ist die Kennzeichnung der Stiftschraube auf dem mutterseitigen Ende allein mit Angabe der Sorte des nichtrostenden Stahls zulässig.

Marking stud screws

Stud screws with a nominal thread diameter of d ≥ 5 mm should be marked with the **steel grade**, the **identification of the property class** (stud screw with **full loadability** or stud screws with **reduced loadability**, for example, with a waisted shank) and the **manufacturer's mark** for all types of stainless steels and for all strength classes.

The marking must be made on the thread-free shank of the stud screw.

If marking cannot be made on the thread-free shank, it is permitted to mark the stud screw on the nut-side end only with the grade of stainless steel.



5.2 Kennzeichnung von Muttern

Muttern mit einem Nenndurchmesser ab M5 sind entsprechend dem Bezeichnungssystem der ISO 3506-2 deutlich zu kennzeichnen. Eine Kennzeichnung muss vorzugsweise auf der Oberseite der Mutter vertieft oder erhöht, oder an der Schlüsselfläche der Mutter vertieft angebracht werden. Bei Muttern mit Flansch muss die Kennzeichnung auf dem Flansch angebracht werden, sofern der Herstellungsprozess eine Kennzeichnung an der Oberseite der Mutter nicht zulässt. Auch bei Muttern wird hinsichtlich der Kennzeichnung zwischen Muttern mit **voller Belastbarkeit** und Muttern mit **reduzierter Belastbarkeit** unterschieden.

Marking nuts

Nuts with a nominal diameter from M5 are to be clearly marked in accordance with the designation system of ISO 3506-2. Marking must preferably be recessed or raised on the top of the nut, or attached recessed on the spanner flat of the nut. For nuts with a flange, the marking must be applied to the flange, provided the manufacturing process does not permit marking on the top of the nut. When it comes to nuts, a distinction is also made here regarding labeling between nuts with **full loadability** and nuts with **reduced loadability**.

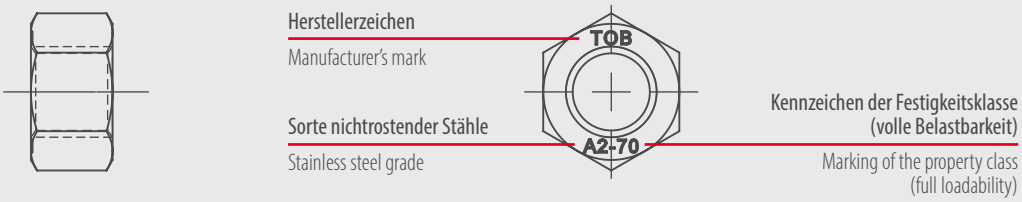
> Muttern mit voller Belastbarkeit

Bei Muttern mit voller Belastbarkeit spricht man von **normalen** und **hohen Muttern**.

> Nuts with full loadability

Nuts with full loadability are referred to as **normal** and **high nuts**.

Beispiele Examples
DIN 934, ISO 4032,
DIN 985, DIN 6923



Festigkeitsklasse Property class	45	50	60	70	80	100	110
Kennzeichen Marking	45	50	60	70	80	100	110

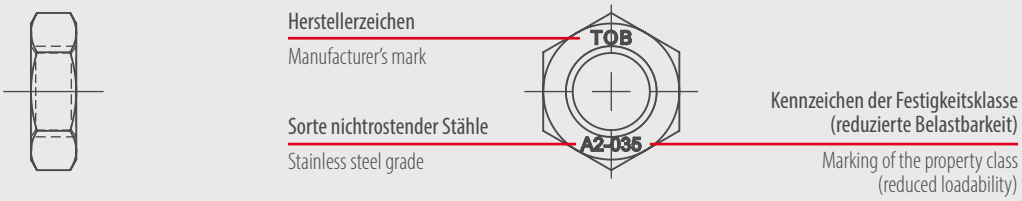
> Muttern mit reduzierter Belastbarkeit

Bei Muttern mit niedriger Belastbarkeit spricht man von **niedrigen Muttern**.

> Nuts with reduced loadability

Nuts with low loadability are referred to as **low nuts**.

Beispiel Examples
DIN 439, DIN 936, ISO 4035



Dem Kennzeichen bei Muttern mit reduzierter Belastbarkeit muss die Ziffer „0" vorangestellt werden.

The marking of screws with reduced loadability must be preceded by the number "0".

Festigkeitsklasse Property class	45	50	60	70	80	100	110
Kennzeichen Marking	022	025	030	035	040	050	055

5.3 Kennzeichnung von Unterlegscheiben

Lange Zeit war die Kennzeichnung von Scheiben nicht geregelt und nur in Einzelfällen auf Kundenwunsch gefordert. Dies änderte sich im Juli 2024 mit dem Erscheinen des siebten Teils der ISO 3506.

Mit diesem Teil wurde beabsichtigt, ein Referenzdokument für Unterlegscheiben aus Edelstahl bereitzustellen, um Markterwartungen und -anforderungen zu standardisieren. Scheiben, welche nach der Anforderung dieser Norm hergestellt wurden, sind gemäß dieser zu kennzeichnen.

Info: Zu erwähnen ist jedoch, dass zum Zeitpunkt des Erscheinens dieser Broschüre keine Produktnorm existiert, welche auf die ISO 3506-7 verweist und die Kennzeichnung gemäß dieser fordert.

Marking washers

For a long time, the marking of washers was not regulated and was only required in individual cases at the customer's request. This changed in July 2024 with the appearance of the seventh part of ISO 3506.

The aim of this part was to provide a reference document for washers in order to standardize market expectations and requirements. Washers that were manufactured in accordance with the requirement of this standard are to be marked accordingly.

Info: However, it should be mentioned that at the time this brochure appeared, no product standard existed that refers to ISO 3506-7 and requires marking in accordance with this.

Da die Kennzeichnung von Unterlegscheiben fertigungstechnisch hinsichtlich der Leserlichkeit problematisch sein kein, gibt es zwei Möglichkeiten, wie diese zu kennzeichnen sind:

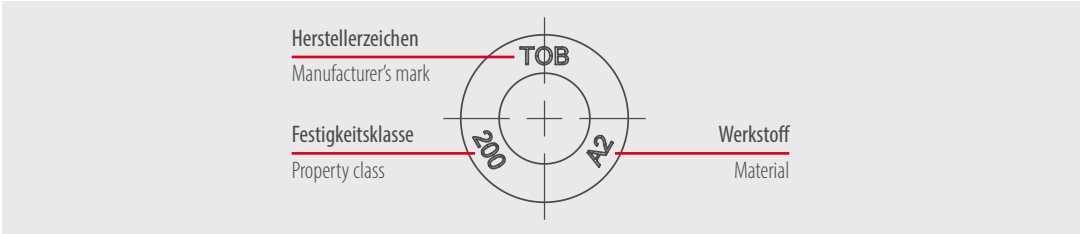
> Vollständige Kennzeichnung

Die vollständige Kennzeichnung erfolgt im selben Schema wie bei Schrauben und Muttern.

Since the marking of washers can be problematic as far as readability goes from a technical production standpoint, there are two ways to mark these:

> Complete marking

The complete marking is done the same way for screws and nuts.

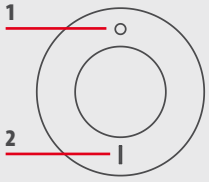
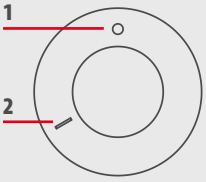
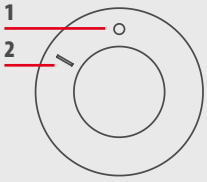


> Vereinfachte Kennzeichnung

Bei der vereinfachten Kennzeichnung werden Symbole in einer bestimmten Anordnung verwendet, um die Festigkeitsklasse zu kennzeichnen. Unberührt hiervon bleibt die Position für die Kennzeichnung des Materials.

> Simplified marking

With simplified marking, symbols are used in a certain arrangement to indicate the property class. The position for marking the material remains unaffected by this.

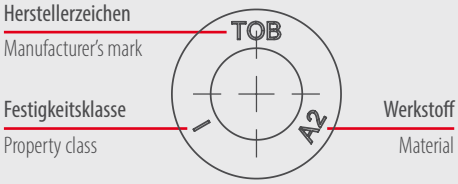
Festigkeitsklasse **Property class**	**100HV**	**200HV**	**300HV**
Kennzeichnung Marking symbol			
Strich bei ... Dash at ...	... Sechs-Uhr-Position ... 6 o'clock position	... Acht-Uhr-Position ... 8 o'clock position	... Zehn-Uhr-Position ... 10 o'clock position

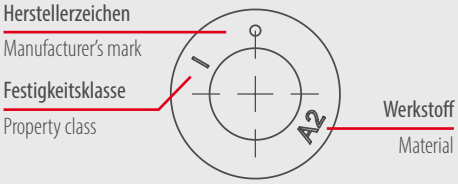
[1]Die Zwölf-Uhr-Position ist durch einen Bezugspunkt (oder ggf. durch das Herstellerkennzeichen) zu kennzeichnen.

[2]Die Festigkeitsklasse ist durch einen Strich zu kennzeichnen, dessen Länge, Breite und Tiefe dem Ermessen des Herstellers unterliegen.

[1]The twelve o'clock position shall be marked by a reference point (or by the manfacturerer's identification mark, if any).

[2]The property class shall be marked with a dash, its length, width and depth are at the manufacturer's discretion.





5.4 Kennzeichnung von Gewindebolzen

Die Kennzeichnung von Gewindebolzen erfolgt ab dem Nenndurchmesser M5 gemäß der Produktnorm DIN 976-1. Diese sieht vor, dass die Festigkeitsklasse auf der Stirnseite angebracht wird, während das Anbringen des Herstellerkennzeichens nicht gefordert ist. Aus fertigungstechnischer Sicht ist das Anbringen möglich, jedoch sehr aufwändig. Darüber hinaus werden Gewindestangen oftmals vom Kunden gekürzt, was zum Verlust der Kennzeichnung führt.

Aus diesem Grund wurde in der DIN 976-1 eine weitere Möglichkeit geschaffen, Gewindebolzen zu kennzeichnen. Hierzu wurden Farbcodes festgelegt, welche auf den Stirnseiten der Gewindebolzen anzubringen sind. Die nachfolgende Tabelle zeigt jedoch nur die Farbcodes, welche für Gewindebolzen aus Edelstahl definiert wurden.

Marking threaded bolts

Threaded bolts are marked in accordance with the product standard DIN 976-1 from the nominal diameter of M5. This stipulates that the property class is applied to the face side, while it is not required to apply the manufacturer's mark. From a production point of view, it is possible to apply, but it is very complex. Moreover, threaded rods are often shortened by the customer, which leads to a loss of the marking.

This is why DIN 976-1 creates another possibility of marking threaded bolts. To do this, color codes were defined that are to be applied to the face sides of the threaded bolts. However, the table below only shows the color codes that were defined for threaded bolts made of stainless steel.

A2-70	Grün
A4-70	Rot
A5*	Blau
A8*	Gelb
D6*	Purpur
D8*	Weiß

*Die Farbkennzeichnung der Werkstoffsorten A5, A8, D6 und D8 ist seither nicht in der Norm geregelt. Bei den verwendeten Farbcodes handelt es sich um Festlegungen durch TOBSTEEL, welche sich zwischenzeitlich am Markt etabliert haben und zur Übernahme in die Norm den Normenausschüssen vorliegen.

*The color coding for material types A5, A8, D6 and D8 has not been regulated in the standard since then. The color codes used are definitions created by TOBSTEEL, which have meanwhile become established on the market and are submitted to the standards committees for inclusion in the standard.

6 Festfressen von Schraubverbindungen Seizing of screw connections

Verbindungselemente aus Edelstahl, Aluminium und Titan sind häufig von der ugs. Kaltverschweißung, dem sogenannten **Festfressen**, betroffen. Hierbei handelt es sich um ein **mechanisches Problem**, welches beim Verschrauben des Verbindungselementes, vor allem beim maschinellen Verschrauben auftritt.

Die Hauptursachen hiervon sind:

Fasteners made of stainless steel, aluminum and titanium are often affected by cold welding, also known as **seizing**. This is a **mechanical problem**, which occurs when screwing together the fastener, especially for machine screwing.

The main causes of this are:

> Oberflächenbeschaffenheit

Raue oder unzureichend bearbeitete Oberflächen können die Reibung erhöhen und das Risiko von Festfressen steigern. Eine glatte, saubere Oberfläche ist entscheidend. Besonders kaltumgeformte Gewinde sehen mit dem bloßen Auge sauber und glatt aus, jedoch ist unter dem Mikroskop zu sehen, dass die Gewindeoberfläche häufig Falten und Schuppen aufweist. Dies führt zur erhöhten Reibung während des Verarbeitens. Werden nun zwei Verbindungselemente zusammengefügt, so wird zwischen den Gewindegängen des Bolzens und der Mutter ein Oberflächendruck aufgebaut. Hierdurch wird die Oxidschutzschicht (Passivschicht) beschädigt. Die hohe Reibung zwischen den Oberflächen der Verbindungselemente kann nun dazu führen, dass an den beschädigten Stellen das Grundmetall freiliegt und es zum Festfressen kommt, welches als Kaltverschweißung bezeichnet wird.

> Surface quality

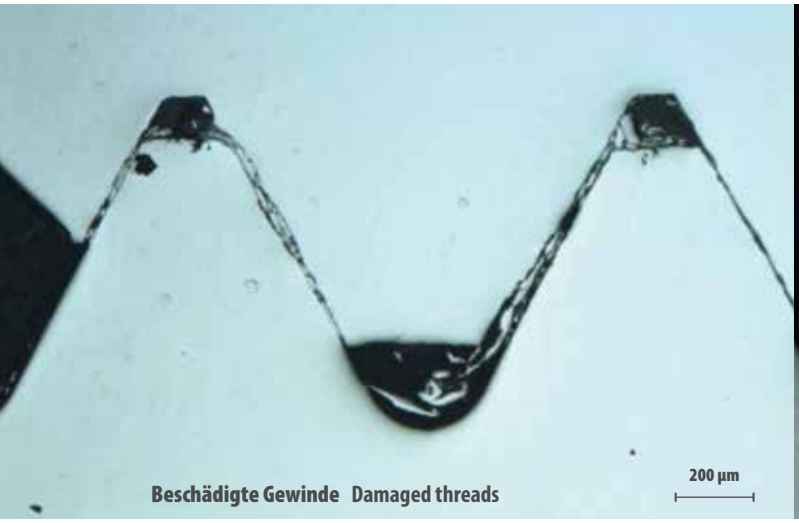
Rough or insufficiently machined surfaces can increase the level of friction and therefore the risk of seizing. A smooth clean surface is crucial. Cold-formed threads, in particular, look clean and smooth to the naked eye, but under the microscope you can see that the threaded surface often has folds and scales. This leads to increased friction during processing. If two fasteners are then joined together, a surface pressure builds up between the threads of the bolt and the nut. This damages the protective oxide layer (passivation layer). The high level of friction between the surfaces of the fasteners can now lead to the base metal being exposed at the damaged points and seizing occurs, which is known as cold welding.

> Materialauswahl

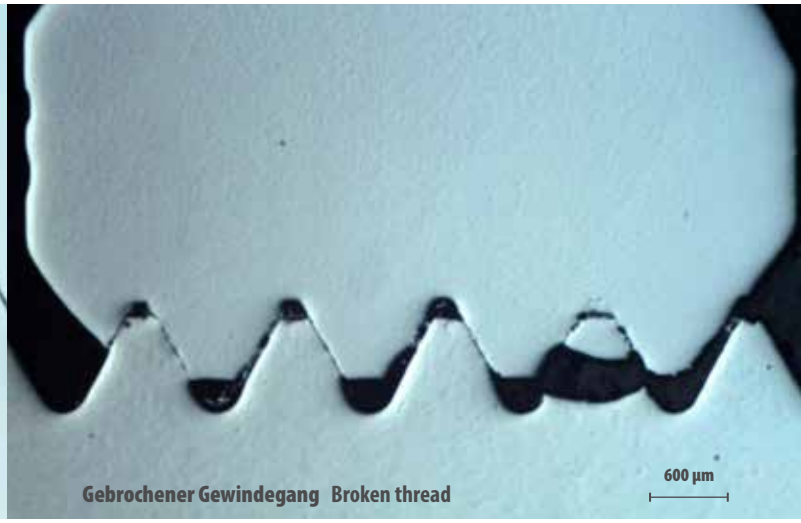
Bestehen Verbindungselemente aus unterschiedlichen Materialien, so kann dies ebenfalls zu Kaltverschweißung führen. Der Reibungskoeffizient zwischen verschiedenen Materialien spielt eine große Rolle.

> Material selection

If fasteners consist of different materials, this can also lead to cold welding. The coefficient of friction between different materials plays a major role.



Beschädigte Gewinde Damaged threads



Gebrochener Gewindegang Broken thread

> Verarbeitung

Von gleicher Bedeutung wie die Oberflächenbeschaffenheit und die korrekte Materialauswahl ist eine sachgemäße Verarbeitung der Verbindungselemente. Besonders häufig tritt das Festfressen bei der maschinellen Verarbeitung auf. Die hohe Verarbeitungsdrehzahl sowie ein zu hohes Anziehdrehmoment können ebenfalls dazu führen, dass die schützenden Oxidbeschichtungen der Gewinde abgetragen werden. Dadurch kommt es zu direktem Metallkontakt, was Reibung und Hitze erzeugt und zu Beschädigungen und Festfressen führt.

Diese Fehler sind während der Montage nicht sichtbar und kaum festzustellen. Erst bei Reparatur- oder Wartungsarbeiten wird dann festgestellt, dass die Verbindungen sich nicht mehr lösen lassen.

> Processing

Proper processing of the fasteners plays an equally important role as the surface quality and the correct selection of materials. Seizing occurs particularly often during machine processing. The high processing speed and too high of a tightening torque can also cause the protective oxide coatings of the threads to be stripped. This results in direct metal contact, which generates friction and heat, leading to damage and seizing.

These flaws are not visible during assembly and are hard to detect. It is only during repair or maintenance work that it is noticed that the connections can no longer be released.

> Abstellmaßnahmen

Neben angepassten Verarbeitungsgeschwindigkeiten und Anziehdrehmomenten gilt es, die durch die Oberflächenbeschaffenheit verursachte Reibung zu reduzieren. Besonders beim maschinellen Verarbeiten empfiehlt es sich, die Gefahr des Festfressens durch das Aufbringen einer geeigneten Schmierung wie z.B. speziell hierfür entwickelte Beschichtungen aufzubringen. Durch diese können die Verarbeitungsparameter gemäß der Datenblätter justiert und eine sichere Befestigung garantiert werden. Geeignete Beschichtungen sind im nächsten Kapitel zu finden.

> Remedial measures

In addition to adjusted processing speeds and tightening torques, the friction caused by the surface quality must be reduced. To reduce the risk of seizing, especially during machine processing, it is recommended to apply a suitable lubrication, such as coatings specifically developed for this purpose. This means the processing parameters can be adjusted in accordance with the data sheets and a secure attachment is guaranteed. Suitable coatings can be found in the next chapter.

7 Beschichtungen Coatings

7.1 Gleitbeschichtung

Durch ein Tauchbad oder Trommelbeschichtung wird eine Gleitbeschichtung auf das komplette Verbindungselement aufgetragen.

Die Beschichtung reduziert die Reibung und somit die Gefahr des Festfressens. Sie ist im Regelfall durchsichtig und nur durch Zugabe eines Indikators unter dem Schwarzlicht sichtbar.

Es gibt verschiedene Gleitbeschichtungen für unterschiedlichste Anwendungsfälle. Oftmals werden sie anhand von Zahlen untergliedert. Je höher die Zahl, desto geringer die Reibung.

Folgende Arten von z.B. GLEITMO® gibt es: 605, 615, 625, 627, 905, 960, 2332 V, SFL 9085 u.v.m.

Slide coating

A slide coating is applied to the entire fastener by means of an immersion bath or drum coating.

The coating reduces the friction and therefore the risk of seizing. The coating is usually transparent and only visible under a black light if an indicator is added.

There are different slide coatings for a wide range of applications. They are often classified using numbers. The higher the number, the lower the friction.

There are the following types of GLEITMO®, for example: 605, 615, 625, 627, 905, 960, 2332 V, SFL 9085 and many more.



7.2 Zinklamellenbeschichtung (Delta®-Seal)

Bei der Zinklamellenbeschichtung handelt es sich um eine Beschichtung aus Zink- und Aluminiumlamellen.

Diese vermindert die Reibwerte, erhöht die Witterungsbeständigkeit und verbessert den Korrosionsschutz.

Darüber hinaus ist es möglich, den Topcoat einzufärben und somit die Optik an den vorgesehenen Einsatzort anzupassen. Typische Farben hierfür sind Schwarz und Silber.

Zinc flake coating (Delta®-Seal)

Zinc flake coating is a coating made of zinc and aluminum flakes.

This reduces the friction values, increases the weather resistance, and improves the corrosion protection.

Moreover, it is possible to color the top coat and thus adjust the look to the intended location. Black and silver are the typical colors.





7.3 Chemisches Schwärzen

Beim chemischen Schwärzen von Edelstahl entsteht eine dekorative, schwarze Oberfläche, die jedoch nicht dauerhaft ist. Während des Schwärzungsprozesses kann die dabei ablaufende chemische Reaktion die natürliche Passivschicht des Edelstahls angreifen oder teilweise zerstören. Diese Schutzschicht bildet sich anschließend nicht vollständig und gleichmäßig neu. Dadurch kann die Korrosionsbeständigkeit des Materials beeinträchtigt werden, da die Oberfläche insbesondere gegenüber korrosiven Einflüssen – wie etwa Chloriden – deutlich anfälliger wird.

Aus diesem Grund bieten wir Ihnen gerne alternative Beschichtungen an, welche eine höhere Beständigkeit und Langlebigkeit gewährleisten.

Chemical blackening

During the chemical blackening of stainless steel, a decorative black surface is created; however, it is not permanent. During this process, the chemical reaction involved can attack or partially destroy the natural passive layer of the stainless steel. This protective layer does not subsequently reform completely or uniformly. As a result, the corrosion resistance of the material may be impaired, since the surface becomes significantly more susceptible to corrosive influences – particularly to chlorides.

For this reason, we are pleased to offer you alternative coating options that ensure greater durability and resistance.

7.4 Elektropolieren

Bei dieser Oberflächentechnik erhalten die Schrauben glänzende Oberflächen. Dazu wird auf elektrochemischem Weg eine dünne Schicht Material abgetragen und die Qualität der Oberfläche verbessert.

Durch die erneute chemische Behandlung (Passivieren) erhält die Schraube eine Schicht, die sie vor Oxidation schützt. Wegen der hygienisch-glatten Oberflächen ist diese Oberflächentechnik verbreitet bei Unternehmen der Pharma- und Lebensmittelindustrie.

Electro-polishing

This surface technology gives screws shiny surfaces. To achieve this effect, a thin layer of material is removed in an electrochemical manner to improve the surface quality.

The renewed chemical treatment (passivation) gives the screw a layer that protects it against oxidization. Due to the hygienically smooth surfaces, this surface technology is widely used among companies in the pharmaceutical and food industries.

7.5 Kopflackieren

Das Kopflackieren erfüllt mehrere Aufgaben. Sie verleiht den Schrauben eine dekorative Farbe, gleicht sie farblich an die Verbindungsstelle an und bildet einen schützenden Überzug. Lackierung von Schrauben in kräftigen Farben eignet sich zudem zur auffälligen Kennzeichnung von Produkten.

In der Regel erfüllt eine am Kopf lackierte Schraube die ihr zugedachte Aufgabe perfekt, denn das Gewinde ist nach dem Einschrauben nicht mehr sichtbar.

Es gibt zwei Varianten von „Kopflackieren“:

> Pulverlack

> Nasslack

Wir empfehlen Pulverlack, da dieser besser haftet und strapazierfähiger ist.

Zu beachten ist jedoch, dass die Beschichtung Auswirkungen auf die Maßhaltigkeit haben kann. So kommt es vor, dass besonders Innenantriebe beim Beschichten enger werden und hierdurch das Ansetzen des Schraubwerkzeugs erschwert wird.

Kopflackierungen können in verschiedensten Farben nach sämtlichen Standards wie z.B. RAL-, NCS-, und DB-Tönen realisiert werden.

Head painting

Head painting fulfills several purposes. It gives screws a decorative color, matches them to the color of the connection location, and forms a protective coating. Painting screws in bright colors is also suitable for noticeable marking of products.

Normally, a screw with a painted head meets its intended purpose perfectly because the thread is no longer visible once it is screwed in.

There are two variants of “head painting”:

> Powder coating

> Wet coating

We recommend powder coating since this adheres better and is more durable.

However, it should be noted that the coating can affect the dimensional stability. For example, internal drives, in particular, become tighter during coating, which makes it more difficult to attach the assembly tool.

Head paintings can be done in a wide range of colors in accordance with all standards, such as RAL, NCS, and DB colors.



7.6 Beizen und Passivieren

Beim Beizen werden die Verbindungselemente zur Reinigung in eine Säure getaucht. Hierbei werden Verschmutzungen wie z.B. Fette, Öle und Emulsionsrückstände entfernt. Da hierbei ebenfalls die Passivschicht angegriffen wird, wird durch die anschließende Behandlung im Passivierungsbad das Wiederherstellen der Schutzschicht (Passivschicht) beschleunigt.

Etching and passivation

During etching, the fasteners are submerged in an acid to be cleaned. This removes debris and contamination, such as greases, oils and emulsion residue. Since the passivation layer is also attacked in the process, the subsequent treatment in the passivation bath accelerates the restoration of the protective layer (passivation layer).



8 Gewindesicherung
Thread lock

Eine Gewindesicherung ist die richtige Lösung, wenn bei einer Schraubverbindung besonders hohe Anforderungen an das dauerhafte Sicherstellen der Vorspannkraft gestellt werden.

Ein Sicherungselement für Schrauben verhindert, dass sich eine Schraube löst und die Schraubverbindung versagt.

Folgende Grundtypen können verwendet werden:

> klemmende Sicherung

> klebende Sicherung

A thread lock is the proper solution if a screw connection must adhere to strict requirements for ensuring the pre-tension force permanently.

A securing element for screws prevents a screw from loosening and the screw connection from failing.

The following basic types can be used:

> Clamping locking

> Adhesive locking

8.1 Klemmende Sicherung

Klemmende Sicherungen basieren auf verschiedenartigen Kunststoffschichten. Diese **Beschichtung** kann das ganze Schraubengewinde flächig umfassen, sich auf einzelne Flecken beschränken oder die Form von Fäden haben, die in das Gewinde eingelegt werden.

Klemmende Sicherungen lassen sich sowohl auf Schrauben als auch Muttern und andere Gewindeformen aufbringen. Sie sind grifftrocken und ohne weitere Vorbereitung einfach anwendbar.

Bei der Anwendung erzeugt die klemmende Sicherung einen **Formschluss** zwischen Schrauben- und Mutterngewinde. Dieser verhindert das unbeabsichtigte Lösen und dient als **Verliersicherung** auch unter Belastungen wie Stoß und Vibration. Die Schraubverbindung bleibt hierbei weiterhin demontierbar. Bei erneuter Montage reduziert sich die Sicherungswirkung – daher ist hiervon abzusehen.

Für die gewünschte Klemmwirkung reicht oft die Fleckbeschichtung. Bei Rundumbeschichtung des Gewindes wirkt die Sicherung zusätzlich abdichtend.

Fast alle klemmenden Gewindesicherungen für Schrauben erfüllen die Anforderungen der DIN 267, Teil 28.

Clamping locking

Clamping locking is based on different types of plastic layers. This **coating** can cover the entire screw thread, be limited to individual spots, or take on the form of threads that are inserted in the screw thread.

Clamping locking can be applied to screws and nuts, as well as other forms of threads. They are dry to the touch and are easy to use without further processing.

When used, the clamping locking creates a **form fit** between the screw and nut thread. This prevents unintentional loosening and serves as a **captive lock**, even under stresses such as impact and vibration. The screw connection can still be removed. When reinstalled, the securing effect is reduced. This should therefore be avoided.

Spot coating is often sufficient for achieving the desired clamping effect. The locking also has a sealing effect when the thread is coated all around.

Almost all clamping thread locks for screws meet the requirements of DIN 267, part 28.





Die von uns verwendeten Produkte unterscheiden sich hinsichtlich Funktion und Temperaturbeständigkeit. Sie sind teilweise an ihren Farben erkennbar:

- **Poly-Lok: Fleck- und Rundumbeschichtung aus Polyamid (grün, blau)**
- **TufLok: Fleck- und Rundumbeschichtung (blau)**
- **Klemm-tight: Fadensicherung (rot u. a.)**
- **Precote 19-2: Klemmbeschichtung auf Acrylatbasis (rot)**
- **S-Lok: Fleck- und Rundumbeschichtung (blau)**
- **Long-Lok: Fleck- oder Fadensicherung (grün u. a.)**

The products we use differ with respect to function and temperature resistance. They can sometimes be identified by their colors:

- **Poly-Lok: Spot and all-around coating made of polyamide (green, blue)**
- **TufLok: Spot and all-around coating (blue)**
- **Klemm-tight: Thread lock (red, and others)**
- **Precote 19-2: Clamping coating on an acrylic basis (red)**
- **S-Lok: Spot and all-around coating (blue)**
- **Long-Lok: Spot and thread lock (green and others)**

Bei der **Fadensicherung** wird längs der Schraube eine Nut eingefräst, in die ein Kunststofffaden eingelegt wird. Beim Einschrauben verformt sich der Faden zwischen Schrauben- und Muttergewinde und erzeugt eine klemmende Wirkung. Diese Methode wurde früher vor allem zur Fixierung von Stellschrauben verwendet, die in einer definierten Position verbleiben sollten. Die Schrauben sind grundsätzlich wiederverwendbar, wobei die Sicherungswirkung mit jeder Wiederverwendung abnimmt. Je nach Einsatztemperatur kommen unterschiedliche Fadenmaterialien zum Einsatz.

Heute ist diese Sicherungsart weitgehend unüblich, da das Einfräsen der Nut das metallische Gefüge der Schraube unterbricht, Kerbspannungen erzeugt und dadurch die Festigkeit sowie insbesondere die Dauerfestigkeit der Schraube reduzieren kann. Moderne Schraubensicherungen kommen daher ohne materialschwächende Eingriffe aus.

In **thread locking** using an inserted filament, a longitudinal groove is machined into the screw, into which a plastic filament is placed. When the screw is tightened, the filament deforms between the screw and nut threads, creating a frictional locking effect. This method was formerly used mainly to secure set screws that needed to remain in a defined position. The screws are generally reusable, although the locking effect decreases with each reuse. Depending on the operating temperature, different filament materials are used.

Today, this type of locking is largely obsolete, as machining the groove interrupts the metallic structure of the screw, introduces stress concentrations, and can reduce the screw's strength – particularly its fatigue strength. Modern thread-locking methods therefore avoid such material-weakening modifications.



Die klemmende Funktion kommt ebenfalls bei genormten Teilen zur Anwendung, wie z. B. bei Muttern mit Klemmteil mit nichtmetallischen Einsätzen (z. B. Polyamid) DIN 985 oder Ganzmetallmuttern mit Klemmteil DIN 980.

The clamping function is also used in standardized parts, such as for nuts with a clamping part with non-metallic inserts (e.g., polyamide) DIN 985 or all-metal nuts with a clamping part DIN 980.

8.2 Klebende Sicherung

Für Klebesicherungen bei Schrauben werden die Gewinde mit einem mikroverkapselten Klebstoff beschichtet. In unbenutztem Zustand ist die Schraube trocken, nicht klebrig und bei der Montage leicht zu handhaben. Erst beim Eindrehen der Schrauben platzen die Mikrokapseln durch Druck- und Scherbelastung auf und geben den Klebstoff mitsamt Härter frei.

Nach dem Aushärten bildet der Klebstoff im Gewinde eine starke **Losdrehsicherung**. Die maximale Sicherheit gegen ungewolltes Losdrehen, auch unter dynamischer Belastung und nach langer Standzeit, stellt den großen Vorteil der klebenden Sicherung dar. Da sie auf Gewinde jeder Art anwendbar ist, können sämtliche Schrauben mit einer Klebesicherung versehen werden. Neben der Funktion als Losdrehsicherung bietet sie zudem eine gute Dichtwirkung.

Alle von uns gelieferten Edelstahlschrauben mit Klebedichtung erfüllen die DIN 267, Teil 27.

Die von uns empfohlenen mikroverkapselten Klebstoffe unterscheiden sich hinsichtlich Wirkung und Temperatureignung. Sie sind an ihren Farben erkennbar:

- **precote 30 (gelb)**
- **precote 80 (rot/grün)**
- **precote 83 (rot) precote 85 (türkis)**
- **Scotch Grip 2353 (blau)**

Adhesive locking

For adhesive locking on screws, the threads are coated with a micro-encapsulated adhesive. In the unused state, the screw is dry, not sticky, and is easy to handle during installation. The microcapsules only burst when the screws are installed due to the pressure and shear stress, releasing the adhesive and hardener.

After hardening, the adhesive in the thread forms a strong **bond that is very difficult to break**. The big advantage of adhesive locking is the maximum security against unwanted loosening, even under dynamic loads and a long service life. Since it can be used on any kind of thread, all screws can be provided with an adhesive locking. In addition to its function as an anti-loosening lock, it also offers a good sealing effect.

All of the stainless steel screws with an adhesive seal that we supply comply with DIN 267, part 27.

The micro-encapsulated adhesives we recommend differ with respect to effect and temperature suitability. They can be identified by their colors:

- **precote 30 (yellow)**
- **precote 80 (red/green)**
- **precote 83 (red) precote 85 (turquoise)**
- **Scotch Grip 2353 (blue)**



9 Wirkungslose Schraubensicherung
Ineffective screw locking

Das Deutsche Institut für Normung hat für bisher gängige Methoden der Schraubensicherung die entsprechenden Normen wie:

> **Federringe** (DIN 127, DIN 128, DIN 6905, DIN 7980)
> **Federscheiben** (DIN 137, DIN 6904)
> **Zahnscheiben** (DIN 6797, DIN 6906)
> **Fächerscheiben** (DIN 6798, DIN 6907)
> **Scheiben mit Außennase bzw. zwei Lappen** (DIN 432, DIN 463)
> **Kronenmuttern** (DIN 935, DIN 937 mit Splinten DIN 94)

Die nachfolgend gezeigten Produkte besitzen keinerlei Sicherungswirkung, weder in Bezug auf das Lockern, noch in Bezug auf das Losdrehen. Von einer Verwendung mit Schrauben muss abgeraten werden.

The German Institute for Standardization has the relevant standards for the common methods of screw locking that have been in use up until now:

> **Lock washers** (DIN 127, DIN 128, DIN 6905, DIN 7980)
> **Spring washers** (DIN 137, DIN 6904)
> **Tooth lock washers** (DIN 6797, DIN 6906)
> **Serrated lock washers** (DIN 6798, DIN 6907)
> **Washers with an external nose or 2 tabs** (DIN 432, DIN 463)
> **Crown nuts** (DIN 935, DIN 937 with splint pins DIN 94)

The products listed below do not have any locking effect, neither in relation to loosening nor in relation to unscrewing. It is not advised to use them with screws.





10 Annahmeprüfung Acceptance testing

Die Annahmeprüfung ist ein zentrales Element bei der Qualitätssicherung von Verbindungselementen. Dies geht durch die Produktnormen hervor, in welchen die Annahmeprüfung in Form von technischen Lieferbedingungen auf die ISO 3269 gefordert wird. Die Norm definiert die Annahmeprüfung für mechanische Verbindungselemente, wie sie nach statistischen Regeln durchgeführt werden soll. Hierbei werden die einzelnen Produktmerkmale nach ihrer Wichtigkeit kategorisiert und mit unterschiedlichen Annahme- und Rückweiszahlen versehen.

Dies hat zur Folge, dass der Prüfaufwand deutlich steigt, was kaum zu bewerkstelligen ist und somit die Wirtschaftlichkeit der Qualitätssicherung in den Fokus rückt. Es hat sich daher bewährt, das Hauptaugenmerk auf die funktions- und sicherheitsrelevanten Merkmale zu legen und den Stichprobenumfang gemäß dem angesetzten Prüfverfahren und auf der Basis von Wissen und Lieferantenhistorie festzulegen.

Festzuhalten bleibt auch, dass es sich bei Verbindungselementen gemäß Norm, ohne weitere Anforderungen oder Vereinbarungen, um handelsübliche Massenware handelt. Für diese Waren ist es nicht möglich, bestimmte Fehlerzahlen wie z. B. PPM-Quoten zu bestimmen und sie für die teilautomatische/automatische Schraubenmontage zu qualifizieren.

Um dies zu erreichen, sind weitere Anforderungen notwendig und nach ISO 16426 zu vereinbaren. So können zum Beispiel durch geeignete Maßnahmen wie das Sortieren der Massenware bestimmte Kennzahlen erreicht und verifiziert werden. Unterstützung und Beratung bei der Definition und Festlegung von Qualitätsanforderungen bieten wir gerne an.

Acceptance testing is a key part of the quality assurance of fasteners. This is evident from the product standards, which require acceptance testing in the form of technical delivery conditions based on ISO 3269. The standard defines the acceptance tests for mechanical fasteners as they are to be carried out in accordance with statistical rules. In the process, the individual product characteristics are categorized in accordance with their importance and are given different acceptance and rejection figures.

This means that the testing effort increases significantly, which is difficult to manage. Therefore the economic efficiency of quality assurance comes into focus. It has therefore been proven to keep the main focus on the characteristics related to function and safety and to determine the scope of random samples in accordance with the test method used and based on knowledge and the supplier history.

It should also be noted that the fasteners in accordance with the standard (without additional requirements or agreements) are commercially available, mass-produced goods. It is not possible to determine a certain number of defects, such as PPM rates, for these goods and to qualify them for semi-automatic/automatic screw installation.

To achieve this, additional requirements are required and must be agreed upon in accordance with ISO 16426. For example, suitable measures, such as sorting mass-produced goods, can be used to achieve and verify certain key data. We would be happy to provide support and consultation in defining and determining quality requirements.



11 Anziehdrehmomente Tightening torques

Das Anziehdrehmoment oder umgangssprachlich auch „Anzugsdrehmoment“ ist vereinfacht beschrieben die maximale Kraft, welche bei der Montage der Schraubenverbindung mittels eines Werkzeugs, wie z.B. einem Drehmomentschlüssel aufgebracht wird.

Bei der Verschraubung von Verbindungselementen, speziell aus Edelstahl, spielen Faktoren wie die Festigkeitsklasse der Verbindungselemente, die Ausnutzung der Dehngrenze und die Reibungszahlen eine große Rolle. Aus diesem Grund bieten wir gerne Unterstützung durch ein gemeinsames Ermitteln der geeigneten Komponenten sowie eine anwendungsbezogene Berechnung unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren nach VDI 2230-1 an.

Simply put, the tightening torque is the maximum force that is applied when installing the screw connection using a tool, such as a torque wrench.

Factors such as the property class of the fasteners, the utilization of the yield strength, and the coefficient of friction play a major role when installing fasteners, especially those made of stainless steel. This is why we are happy to offer support by jointly determining suitable components and an application-based calculation, taking all relevant factors in accordance with VDI 2230-1 into consideration.

12 Prüfzeugnisse und Prüfberichte
Test certificates and test reports

Die am weitesten verbreitete Norm für Prüfbescheinigungen für metallische Erzeugnisse ist die EN 10204. Gemäß dieser Norm dürfen Prüfbescheinigungen lediglich von einem Hersteller direkt oder einem durch den Hersteller externen Bevollmächtigen ausgestellt werden.

Mit der **ISO 16228** wurde eine internationale Norm speziell für mechanische Verbindungselemente entwickelt, welche die Inhalte von Prüfbescheinigungen in allen Einzelheiten festlegt und Großhändlern die Möglichkeit bietet, die Prüfberichte der Hersteller zu verwenden, kundenrelevante Bestellinformationen hinzuzufügen und dabei die vollständige Nachverfolgbarkeit zu gewährleisten.

Der Inhalt der Prüfberichte ist identisch und enthält ebenfalls die wichtigsten Eigenschaften, wie die **chemische Zusammensetzung, die mechanischen Eigenschaften sowie die Konformitätsbestätigung**.

EN 10204 is the most widely used standard for test certificates for metallic products. In accordance with this standard, test certificates may only be issued directly by a manufacturer or an external party authorized by the manufacturer.

With the **ISO 16228**, an international standard was developed specifically for mechanical fasteners, which defines the content of test certificates in detail and offers wholesalers the opportunity to use manufacturer's test reports, add customer-related order information, and ensure full traceability in the process.

The content of the test reports is identical and also contains the most important properties, such as the **chemical composition, the mechanical properties, and the confirmation of conformity**.

TOBSTEEL stellt Ihnen folgende Prüfberichte gemäß ISO 16228 zur Verfügung:

> Konformitätserklärung für mechanische Verbindungselemente F2.1

Damit bestätigt der Hersteller oder Vertreiber, dass die gelieferten Verbindungselemente den relevanten Normen und/oder den genannten Anforderungen entsprechen. Untersuchungsergebnisse sind nicht Teil dieser Bescheinigung.

> Prüfbericht für mechanische Verbindungselemente F2.2

Hierbei bestätigt der Hersteller, dass die Verbindungselemente den relevanten Normen und/oder den festgelegten Anforderungen entsprechen. Das wird dokumentiert durch Prüfergebnisse, die aus der laufenden Produktion stammen, aber nicht aus der gelieferten Charge (nichtspezifische Prüfung).

TOBSTEEL provides you with the following test reports in accordance with ISO 16228:

> Declaration of conformity for mechanical fasteners F2.1

The manufacturer or distributor hereby confirms that the supplied fasteners comply with the relevant standards and/or requirements mentioned. Examination results are not part of this certificate.

> Test report for mechanical fasteners F2.2

The manufacturer hereby confirms that the fasteners comply with the relevant standards and/or the set requirements. This is documented by test results, which come from ongoing production, but not from the delivered batch (non-specific testing).

F3.1 FASTENER TEST REPORT

F3.1 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

TOBSTEEL

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.1

TOBSTEEL GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 8
74613 Öhringen

Your order no. *Ihre Bestell-Nr.*	VEB2401472
TOBSTEEL report no. *TOBSTEEL Bericht-Nr.*	2228940
TOBSTEEL no. *TOBSTEEL-Nr.*	A663945
TOBSTEEL delivery note no. *TOBSTEEL Lieferschein-Nr.*	

Terms of delivery and inspections according to: *Lieferbedingungen und Abnahmeprüfungen nach:*

☑ **ISO 3506** ☐ **AD2000-W2**

Your article no. *Ihre Artikel-Nr.*	
TOBSTEEL article no. *TOBSTEEL Artikel-Nr.*	0934446216
Description *Beschreibung*	DIN 934 D6-80 4462 M 16
Marking *Kennzeichnung*	TOB D6-80
LOT no. *Chargen-Nr.*	230317YY02
Heat no. *Schmelz-Nr.*	230317YY02
Quantity *Stückzahl*	50

Chemical composition in % in accordance to ISO 3506:
Chemische Zusammensetzung in % gemäß ISO 3506:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N	Ti	Nb	W
0,019	0,47	1,25	0,025	0,001	22,32	3,28	5,57	0,15	0,183			

Mechanical properties: *Mechanische Eigenschaften:*		**Unit:** *Einheit:*	**Result:** *Ergebnis:*
Proof load Fpf	*Prüfkraft Fpf*	[in N]	125.400,00
Stress under proof load Sp	*Spannung unter Prüfkraft Sp*	[in MPa]	800,00

1 | 2

F3.1 FASTENER TEST REPORT

F3.1 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

TOBSTEEL

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.1

Statement of compliance *Konformitätserklärung*

The inspection/tests were performed on samples representative of this manufacturing lot number. The fasteners delivered are in compliance with the order and have been manufactured in accordance with the relevant standards and/or specifications.

Die Prüfungen wurden an Stichproben durchgeführt, die repräsentativ für diese Nummern der Herstellungslose sind. Die gelieferten mechanischen Verbindungselemente entsprechen den Angaben der Bestellung und wurden in Übereinstimmung mit den relevanten Normen und/oder Spezifikationen hergestellt.

Origin of test data *Herkunft der Prüfdaten*

The chemical composition and the results of the mechanical properties are taken from the specifications of the manufacturer/testing institute.
It is a copy of the original certificate 3.1 B of manufacturer/testing institute.

Die chemische Zusammensetzung der Charge und die Ergebnisse der mechanischen Eigenschaften sind den uns vorliegenden Nachweisen des Prüfinstituts/Herstellers entnommen.
Es handelt sich hierbei um eine Abschrift des 3.1 B-Zeugnisses des Prüfinstituts/Herstellers.

Remarks *Bemerkungen*

TOBSTEEL GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 8
D-74613 Öhringen

Date *Datum* **19.11.2024**

Signature *Unterschrift* **i.A. Max Mustermann**

This document was issued electronically and is therefore valid without signature.
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

2 | 2

> Prüfbericht für mechanische Verbindungselemente F3.1

Hiermit bestätigt der Hersteller oder Vertreiber, dass die gelieferten Verbindungselemente den relevanten Normen und/oder den genannten Anforderungen entsprechen. Die Prüfergebnisse stammen aus den durchgeführten Prüfungen von Prüfproben aus der gelieferten Charge.

> Test report for mechanical fasteners F3.1

The manufacturer or distributor hereby confirms that the supplied fasteners comply with the relevant standards and/or requirements mentioned. The test results come from the tests performed on test samples from the delivered batch.

F3.2 FASTENER TEST REPORT

F3.2 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

TOBSTEEL

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.2

TOBSTEEL GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 8
74613 Öhringen

Your order no. *Ihre Bestell-Nr.*	41618
TOBSTEEL report no. *TOBSTEEL Bericht-Nr.*	2220297
TOBSTEEL no. *TOBSTEEL-Nr.*	A648954
TOBSTEEL delivery note no. *TOBSTEEL Lieferschein-Nr.*	

Terms of delivery and inspections according to: *Lieferbedingungen und Abnahmeprüfungen nach:*

☑ **ISO 3506** ☐ **AD2000-W2**

Your article no. *Ihre Artikel-Nr.*		**LOT no.** *Chargen-Nr.*	171481/00
TOBSTEEL article no. *TOBSTEEL Artikel-Nr.*	0933446216 80	**Heat no.** *Schmelz-Nr.*	171481/00
Description *Beschreibung*	DIN 933 D6-80 4462 M 16X80		
Marking *Kennzeichnung*	TOB D6-80	**Quantity** *Stückzahl*	16

Chemical composition in % in accordance to ISO 3506:
Chemische Zusammensetzung in % gemäß ISO 3506:

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N	Ti	Nb	W
0,021	0,404	1,816	0,022	0,001	22,153	3,248	4,598	0,088	0,187			

Mechanical properties:
Mechanische Eigenschaften:

Elongation after fracture Al	*Bruchverlängerung Al*	[in mm]	10,70
Tensile strength Rm	*Zugfestigkeit Rm*	[in MPa]	1.112,00
Yield strength Rp0,2	*Dehngrenze Rp0,2*	[in MPa]	809,00

1 | 2

F3.2 FASTENER TEST REPORT

F3.2 Prüfbericht für mechanische Verbindungsmittel

TOBSTEEL

Test report in accordance to | Prüfbericht gemäß ISO 16228:2018 F3.2

Statement of compliance *Konformitätserklärung*

The inspection/tests were performed on samples representative of this manufacturing lot number. The fasteners delivered are in compliance with the order and have been manufactured in accordance with the relevant standards and/or specifications.

Die Prüfungen wurden an Stichproben durchgeführt, die repräsentativ für diese Nummern der Herstellungslose sind. Die gelieferten mechanischen Verbindungselemente entsprechen den Angaben der Bestellung und wurden in Übereinstimmung mit den relevanten Normen und/oder Spezifikationen hergestellt.

Origin of test data *Herkunft der Prüfdaten*

The chemical composition of the batch as well as the results of the test of the mechanical properties were taken from the attached test report from the external authorized representative. For further information see below.

Die chemische Zusammensetzung der Charge sowie die Ergebnisse der Prüfung der mechanischen Eigenschaften wurden dem beigefügten Prüfbericht des externen bevollmächtigen Vertreters entnommen. Weitere Informationen siehe unten.

External authorized representative *Externer Bevollmächtiger*	TOB Werkstoffprüfung und Labor GmbH
Report no. *Prüfberichts-Nr.*	23-11-380537
Remarks *Bemerkungen*	

TOBSTEEL GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 8
D-74613 Öhringen

Date *Datum* **26.03.2024**

Signature *Unterschrift* **i.A. Max Mustermann**

This document was issued electronically and is therefore valid without signature.
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

2 | 2

> Prüfbericht für mechanische Verbindungselemente F3.2

Wie beim Prüfbericht für mechanische Verbindungselemente F3.1 werden die Prüfkörper der Bestellung entnommen. Anstatt eines Beauftragten des Herstellers führt jedoch ein unabhängiges, nach ISO 17025 akkreditiertes Labor die Prüfungen durch.

> Test report for mechanical fasteners F3.2

As with the test report for mechanical fasteners F3.1, the test specimens are taken from the order. Instead of a manufacturer's representative, however, an independent laboratory, accredited in accordance with ISO 17025 performs the tests.

Zusätzlich zu den Prüfberichten nach ISO 16228 stellen wir gerne unser gesamtes Know-how in Form der nachfolgenden Berichtsarten zur Verfügung:

In addition to the test reports in accordance with ISO 16228, we are happy to provide all of our expertise in the form of the following types of reports:

> Materialanalyse

In unserem Labor können wir die Zusammensetzung beliebiger Verbindungsmittel bestimmen und durch ein Prüfzeugnis ausweisen. Die Analyse erfolgt mit einem RFA-Spektrometer (Röntgenfluoreszenzanalyse).

> Material analysis

In our laboratory, we can determine the composition of any fastener and verify this with a test certificate. The analysis is done with an X-ray fluorescence (XRF) spectrometer.

> Erstmusterprüfbericht (EMPB)

Vor und zu Beginn der Serienfertigung kann ein Erstmusterprüfbericht für die Verbindungselemente angefertigt werden. Hierbei orientieren wir uns an den höchsten Standards und sind in der Lage, verschiedene Stufen und Level nach VDA bzw. PPAP abzubilden.

> Initial sample test report (ISTR)

Before and at the start of series production, an initial sample test report can be made for the fasteners. Here, we adhere to the highest standards and are able to map different stages and levels in accordance with VDA or PPAP.

> Technischer Prüfbericht

Mit technischen Prüfberichten werden die Ergebnisse von Reklamationsprüfungen festgehalten und zur Verfügung gestellt.

> Technical test report

With technical test reports, the results of complaint tests are recorded and made available.

> Leistungserklärung zugelassener Produkte (CE/ETA)

Mit der Leistungserklärung beurkunden die Hersteller von bauaufsichtlich zugelassenen Produkten die wesentlichen Merkmale und Daten dieser Produkte. Die Zulassung kann nach den Standards CE oder ETA erfolgen.

> Declaration of performance of approved products (CE/ETA)

With the declaration of performance, manufacturers of products approved by building authorities announce the key features and data of these products. The approval can be granted in accordance with the CE or ETA standards.

> www.tobsteel.com

Auf unserer Webseite stehen alle Leistungserklärungen zum Download zur Verfügung.

All declarations of performance are available for download on our website.

Als Prüfbescheinigung für Schrauben mit hohen Sicherheitsanforderungen bieten sich vorrangig die Abnahmezeugnisse vom Hersteller oder vom akkreditierten Labor an.

Diese basieren auf Stichproben der aktuellen Lieferung und bieten deshalb höchste Sicherheit.

Acceptance certificates from manufacturers or from an accredited laboratory are the preferred test certificate for screws with high safety requirements.

These are based on random samples from the current delivery and therefore offer the highest level of safety.


AlloyPlus
1_4529
+/- 3σ
El
Fe
Ni
Cr
Mo
Cu
Mn
46.81
24.44
20.26
6.302
0.866
0.77
0.29
0.26
0.22
0.060
0.069
0.11
OLYMPUS

13 Zulassungen
Approvals



Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ist der Klassiker unter den Zulassungen. Sie kann beim DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) beantragt werden. Sie bezieht sich immer auf ein konkretes Bauprodukt oder Produktsystem. Ein erfolgreicher Zulassungsbescheid beschreibt die bauaufsichtlich relevanten Eigenschaften dieses Produkts.

Die erstellte Zulassung dient dem Hersteller/Importeur als technischer Nachweis dafür, dass sein Produkt im Einklang mit den deutschen Bauordnungen verwendbar ist.

TOBSTEEL ist gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6 als Hersteller von Erzeugnissen nach Anlage 7, Tabelle 9 im Bereich der Verbindungselemente und Dübel gelistet.

General building-authority approval

The general building-authority approval is the classic approval. It can be applied for with the DIBt (German Institute for Building Technology). It always relates to a specific building product or product system. A successful approval decision describes the properties of said product that are relevant to the building authority.

The approval created is technical proof for the manufacturer/importer that their product can be used in accordance with German building regulations.

According to the general building-authority approval Z-30.3-6, TOBSTEEL is listed as a manufacturer of products as per Annex 7, Table 9 in the field of fasteners and dowels.

ETA

Europäische Technische Zulassung/Bewertung

ETA ist ein allgemein anerkannter Nachweis zur technischen Eignung eines Bauproduktes im Sinne der Bauproduktenverordnung in den Mitgliedsstaaten der EU. Die Grundlage für das Beantragen und Ausstellen einer ETA ist das Vorhandensein eines europäischen Bewertungsdokuments, dem sogenannten EAD (European Assessment Document).

ETA

European Technical Approval/Assessment

ETA is a generally accepted verification of the technical suitability of a construction product within the meaning of the Construction Products Regulation in the member states of the EU. The basis for applying for an issuing an ETA is the presence of a European Assessment Document, the so-called EAD.

Ü-Zeichen

Das Ü-Zeichen ist ein Gütezeichen für Bauprodukte, die nicht unter die EN-Norm fallen. Es bedeutet, dass das jeweilige Produkt aus einem überwachten Produktionsverfahren stammt, für welches der Hersteller die Haftung übernimmt. Bauprodukte mit Ü-Zeichen sind innerhalb der EU frei handelbar.

Ü symbol

The Ü symbol is a quality symbol for construction products that do not fall under the EN standard. It means that the respective product comes from a monitored production process, for which the manufacturer assumes liability. Construction products with an Ü symbol are freely traded within the EU.

CE-Kennzeichnung

Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Hersteller/Importeur, dass das Produkt die gesetzlichen europäischen Anforderungen erfüllt. CE-gekennzeichnete Produkte können im europäischen Wirtschaftsraum frei vertrieben werden. Die Basis für das Erlangen einer CE-Kennzeichnung ist die geprüfte Konformität zu einem harmonisierten Bewertungsdokument.

CE label

Manufacturers and importers use the CE label to declare that the products meet legal European requirements. Products labeled with CE can be freely sold within the European Economic Area. The basis for obtaining a CE label is the verified conformity with a harmonized assessment document.

Bauproduktenverordnung (BauPVO)

Die Bauproduktenverordnung ist eine Rechtsverordnung der Europäischen Union. Ihr Hauptziel ist es, EU-weit einheitliche Produkt- und Prüfstandards für Bauprodukte zu etablieren. Die Verordnung ist die rechtliche Grundlage für die CE-Kennzeichnung der Produkte und für die Leistungserklärungen der Hersteller.

Construction Products Regulation (CPR)

The Construction Products Regulation is a legal regulation of the European Union. Its main purpose is to establish product and testing standards for construction products that are uniform throughout the EU. The regulation is the legal basis for the CE label of products and for the declarations of performance of the manufacturers.

AD 2000-Merkblätter

A = Arbeitsgemeinschaft
D = Druckbehälter
W = Werkstoffe

Das AD 2000-Regelwerk ist ein Gemeinschaftswerk verschiedener Verbände, das von einem Großteil der deutschen Industrie getragen und weiterentwickelt wird. Das AD 2000-Regelwerk konkretisiert alle wesentlichen Sicherheitsanforderungen, die nach der europäischen Druckgeräterichtlinie (DGRL) beachtet werden müssen.

Die von der „Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter" erstellten AD 2000-Merkblätter sind allgemein anerkannte Regeln der Technik für Druckbehälter und Rohrleitungen sowie für deren Ausrüstungsteile.

Für nichtrostende Stähle sind im Wesentlichen folgende Merkblätter des AD 2000-Regelwerks von Relevanz:

AD 2000-Merkblatt W0
> allgemeine Grundsätze für Werkstoffe

AD 2000-Merkblatt W1
> Flacherzeugnisse aus unlegierten und legierten Stählen

AD 2000-Merkblatt W2
> austenitische und austenitisch-ferritische Stähle

AD 2000-Merkblatt W7
> Schrauben und Muttern aus ferritischen Stählen

Ergänzt werden diese Teile durch das Merkblatt MB 1253-4, nach welchem für Ware von den dort gelisteten und vom TÜV anerkannten Schrauben- und Mutternherstellern (-bearbeitern) auf Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 verzichtet werden kann.

AD 2000 data sheets

A = Working group
D = Pressure vessels
W = Materials

The AD 2000 set of rules is a composite work by different associations, which is supported and developed further by a majority of the German industry. The AD 2000 set of rules specifies all essential safety requirements that must be observed in accordance with the European Pressure Equipment Directive (PED).

The AD 2000 data sheets created by the "Pressure Vessel Working Group" are generally recognized technical rules for pressure vessels and pipelines, as well as for their equipment parts.

The following data sheets of the AD 2000 set of rules are essentially relevant for stainless steels:

AD 2000 data sheet W0
> general principles for materials

AD 2000 data sheet W1
> flat products made of unalloyed and alloyed steels

AD 2000 data sheet W2
> austenitic and austenitic-ferritic steels

AD 2000 data sheet W7
> screws and nuts made from ferritic steels

These parts are supplemented by the data sheet MB 1253-4, in accordance with which the acceptance test certificates in accordance with DIN EN 10204 can be foregone for goods from screw and nut manufacturers (processors) listed there and recognized by TÜV.



14 REACH, RoHs, Konfliktmaterialien etc.
REACH, RoHS, conflict materials etc.

Die Anforderungen an die Produkte, deren Rohstoffe sowie die gesamte Lieferkette wachsen stetig. So erhalten wir regelmäßig Anfragen zu aktuellen Themen wie:

The requirements for products whose raw materials and the entire supply chain are constantly growing. We regularly receive inquiries about current topics such as:

REACH

Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

Eine EU-Verordnung, die darauf abzielt, die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor den Risiken zu schützen, die durch Chemikalien entstehen können.

Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

An EU regulation that is aimed at protecting human health and the environment from risks that can result from chemicals.

RoHS

Restriction of Hazardous Substances

Diese Richtlinie beschränkt die Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, um die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu schützen.

Restriction of Hazardous Substances

This directive restricts the use of certain hazardous substances in electrical and electronic devices in order to protect the environment and human health.

CMRT

Conflict Minerals Reporting Template

Ein Template zur Dokumentation der Herkunft von Konfliktmineralien wie Zinn, Tantal, Wolfram und Gold, um sicherzustellen, dass diese nicht zur Finanzierung bewaffneter Gruppen beitragen.

Conflict Minerals Reporting Template

A template for documenting the origin of conflict materials, such as tin, tantalum, tungsten and gold, to ensure that they do not contribute to the financing of armed groups.

EMRT

Extended Minerals Reporting Template

Eine erweiterte Version des CMRT, die zusätzliche Informationen und Anforderungen zur Herkunft und Verwendung von Mineralien umfasst.

Extended Minerals Reporting Template

An expanded version of the CMRT, which includes additional information and requirements about the origin and use of minerals.

POPs

Persistent Organic Pollutants

Diese Stoffe sind langlebig, reichern sich in der Umwelt an und können schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben. Die Stockholm-Konvention zielt darauf ab, die Produktion und Verwendung dieser Stoffe zu minimieren oder zu eliminieren.

Persistent Organic Pollutants

These substances are persistent, accumulate in the environment, and can damage human health and the environment. The Stockholm Convention aims to minimize or eliminate the production and use of these substances.

PFAS	**Per- and Polyfluoroalkyl Substances** Eine Gruppe von Chemikalien, die wegen ihrer Beständigkeit und ihrer potenziellen Gesundheitsrisiken umstritten sind. Sie werden in verschiedenen Produkten verwendet, darunter anti-haftbeschichtetes Kochgeschirr und wasserdichte Kleidung.	**Per- and Polyfluoroalkyl Substances** A group of chemicals that is disputed due to their persistence and their potential health risks. They are used in various products, including non-stick cookware and waterproof clothing.
TSCA	**Toxic Substances Control Act** Eine US-amerikanische Gesetzgebung, die die Einführung neuer oder bereits bestehender Chemikalien regelt.	**Toxic Substances Control Act** A U.S. law that regulates the introduction of new or already existing chemicals.
CalProp65	**California Proposition 65** Ein Gesetz in Kalifornien, das Unternehmen verpflichtet, die Öffentlichkeit über erhebliche Expositionen gegenüber Chemikalien zu informieren, die Krebs, Geburtsfehler oder andere reproduktive Schäden verursachen können.	**California Proposition 65** A law in California that requires companies to inform the public about considerable exposures to chemicals that can cause cancer, birth defects or other reproductive harm.
LkSG	**Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz** Ein deutsches Gesetz, das Unternehmen verpflichtet, menschenrechtliche und umweltbezogene Sorgfaltspflichten in ihren Lieferketten zu erfüllen.	**Supply Chain Due Diligence Act** A German law that requires companies to meet human rights and environmental due diligence obligations in their supply chains.
CBAM	**Carbon Border Adjustment Mechanism** Ein Mechanismus der EU, der darauf abzielt, die Verlagerung von CO_2-Emissionen zu verhindern, indem Importe von bestimmten Waren mit einem CO_2-Preis belegt werden.	**Carbon Border Adjustment Mechanism** A mechanism of the EU that aims to prevent carbon leakage by imposing a carbon price on imports of certain goods.
VO 833-2014	**Verordnung (EU) Nr. 833/2014** Eine EU-Verordnung, die restriktive Maßnahmen im Zusammenhang mit der Ukraine-Krise festlegt, einschließlich Handels- und Finanzsanktionen.	**Regulation (EU) no. 833/2014** An EU regulation defining restrictive measures in relation to the Ukraine crisis, including trade and financial sanctions.
	Unsere Produkte sowie die gesamte Lieferkette werden auf die Einhaltung von Gesetzen und Regularien geprüft. Aufgrund der Vielzahl und Umfänglichkeit kann jedoch nicht zu jedem Thema eine dauerhaft gültige Stellungnahme abgegeben werden.	Our products as well as the entire supply chain are tested for compliance with laws and regulations. However, due to the large number and scope, a permanently valid statement cannot be given for each topic.
> www.tobsteel.com	**Die stets aktuellen Stellungnahmen finden Sie im Downloadbereich auf unserer Webseite. Gerne beraten wir Sie auch individuell.**	**The current statements can always be found in the download area on our website. We are also happy to advise you on an individual basis.**

15 Gegenüberstellung DIN/ISO
DIN/ISO comparison

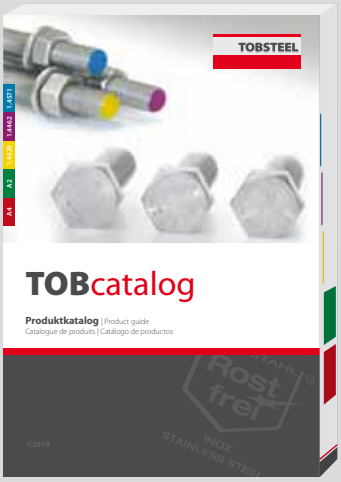
DIN	ISO	Veränderung	Austauschbarkeit	Change	Interchangeability
DIN 1	ISO 2339	Länge l nach ISO incl. Kuppen (nach DIN excl. Kuppen)	meist austauschbar	Length l in accordance with ISO, including points (in acc. with DIN excl. points)	usually interchangeable
DIN 7	ISO 2338	Länge l nach ISO incl. Kuppen (nach DIN excl. Kuppen)	meist austauschbar	Length l in accordance with ISO, including points (in acc. with DIN excl. points)	usually interchangeable
DIN 84	ISO 1207	Einige Kopfhöhen geändert	meist austauschbar	Some head heights changed	usually interchangeable
DIN 85	ISO 1580	Einige Kopfhöhen geändert	meist austauschbar	Some head heights changed	usually interchangeable
DIN 94	ISO 1234		austauschbar		interchangeable
DIN 125	ISO 7089	Nenngrößen auf Basis Gewindedurchmesser (ISO), bisher Lochdurchmesser (DIN)	austauschbar	Nominal sizes based on thread diameter (ISO), previous hole diameter (DIN)	interchangeable
DIN 125	ISO 7090	Nenngrößen auf Basis Gewindedurchmesser (ISO), bisher Lochdurchmesser (DIN)	austauschbar	Nominal sizes based on thread diameter (ISO), previous hole diameter (DIN)	interchangeable
DIN 126	ISO 7091	Nenngrößen auf Basis Gewindedurchmesser (ISO), bisher Lochdurchmesser (DIN)	austauschbar	Nominal sizes based on thread diameter (ISO), previous hole diameter (DIN)	interchangeable
DIN 417	ISO 7435		austauschbar		interchangeable
DIN 427	ISO 2342		austauschbar		interchangeable
DIN 433	ISO 7092	Nenngrößen auf Basis Gewindedurchmesser (ISO), bisher Lochdurchmesser (DIN)	austauschbar	Nominal sizes based on thread diameter (ISO), previous hole diameter (DIN)	interchangeable
DIN 438	ISO 7436		austauschbar		interchangeable
DIN 440	ISO 7094	Nenngrößen auf Basis Gewindedurchmesser (ISO), bisher Lochdurchmesser (DIN)	austauschbar	Nominal sizes based on thread diameter (ISO), previous hole diameter (DIN)	interchangeable
DIN 508	ISO 299		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 551	ISO 4766		austauschbar		interchangeable
DIN 553	ISO 7434		austauschbar		interchangeable
DIN 555	ISO 4034		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 601	ISO 4016	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 603	ISO 8677	ISO wieder zurückgezogen	austauschbar	ISO withdrawn again	interchangeable
DIN 660	ISO 1051		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 661	ISO 1051		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 662	ISO 1051		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 674	ISO 1051		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 787	ISO 299		meist austauschbar		usually interchangeable

DIN	ISO	Veränderung	Austauschbarkeit	Change	Interchangeability
DIN 911	**ISO 2936**		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 912	**ISO 4762**	Feingewinde in ISO nicht genormt	austauschbar	Fine thread not standardized in ISO	interchangeable
DIN 913	**ISO 4026**		austauschbar		interchangeable
DIN 914	**ISO 4027**		austauschbar		interchangeable
DIN 915	**ISO 4028**		austauschbar		interchangeable
DIN 916	**ISO 4029**		austauschbar		interchangeable
DIN 931	**ISO 4014**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 933	**ISO 4017**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 935	**ISO 7035, 7036, 7037**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 936	**ISO 4035**		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 937	**ISO 7038**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 960	**ISO 8765**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 961	**ISO 8676**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 963	**ISO 2009**	Einige Kopfdurchmesser, -höhen geändert	meist austauschbar	Some head diameters, heights changed	usually interchangeable
DIN 964	**ISO 2010**	Einige Kopfdurchmesser, -höhen geändert	meist austauschbar	Some head diameters, heights changed	usually interchangeable
DIN 965	**ISO 7046**	Einige Kopfdurchmesser, -höhen geändert	meist austauschbar	Some head diameters, heights changed	usually interchangeable
DIN 966	**ISO 7047**	Einige Kopfdurchmesser, -höhen geändert	meist austauschbar	Some head diameters, heights changed	usually interchangeable
DIN 979	**ISO 7038**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 1440	**ISO 8738**	Einige Änderungen an Außendurchmesser (8-20, 30-40)	meist austauschbar	Some changes to outer diameter (8-20, 30-40)	usually interchangeable
DIN 1444	**ISO 2341**	Teilweise andere Nennlängen	nur mit Vorsicht austauschbar	Partly different nominal lengths	can only be replaced with caution
DIN 1471	**ISO 8744**	Länge nach ISO incl. Kuppen (bisher nach DIN ohne Kuppen)	meist austauschbar	Length in accordance with ISO, including points (previously in acc. with DIN without points)	usually interchangeable
DIN 1472	**ISO 8745**	Länge nach ISO incl. Kuppen (bisher nach DIN ohne Kuppen)	meist austauschbar	Length in accordance with ISO, including points (previously in acc. with DIN without points)	usually interchangeable
DIN 1473	**ISO 8740**	Länge nach ISO incl. Kuppen (bisher nach DIN ohne Kuppen)	meist austauschbar	Length in accordance with ISO, including points (previously in acc. with DIN without points)	usually interchangeable
DIN 1474	**ISO 8741**	Länge nach ISO incl. Kuppen (bisher nach DIN ohne Kuppen)	meist austauschbar	Length in accordance with ISO, including points (previously in acc. with DIN without points)	usually interchangeable
DIN 1475	**ISO 8742**	Länge nach ISO incl. Kuppen (bisher nach DIN ohne Kuppen)	meist austauschbar	Length in accordance with ISO, including points (previously in acc. with DIN without points)	usually interchangeable
DIN 1476	**ISO 8746**	Keine gravierenden Änderungen	austauschbar	No major changes	interchangeable

DIN	ISO	Veränderung	Austauschbarkeit	Change	Interchangeability
DIN 1477	ISO 8747	Keine gravierenden Änderungen	austauschbar	No major changes	interchangeable
DIN 1481	ISO 8752	Form A unter 12 mm Durchmesser mit 2 Fasen (bisher nur bis 6 mm)	austauschbar	Form A under 12 mm diameter with 2 bevels (previously only up to 6 mm)	interchangeable
DIN 6325	ISO 8734	Keine maßgeblichen Änderungen	austauschbar	No significant changes	interchangeable
DIN 6796	ISO 10670		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 6885	ISO 773, 2491		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 6887	ISO 774		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 6888	ISO 3912		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 6921	ISO 8100, 8102		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 6923	ISO 4161	Schlüsselweite M10 = 16 mm	meist austauschbar	Wrench size M10 = 16 mm	usually interchangeable
DIN 6924	ISO 7041		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 6925	ISO 7042		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 7343	ISO 8750	Keine gravierenden Änderungen	austauschbar	No major changes	interchangeable
DIN 7344	ISO 8748	Keine gravierenden Änderungen	austauschbar	No major changes	interchangeable
DIN 7346	ISO 13337	Keine gravierenden Änderungen	austauschbar	No major changes	interchangeable
DIN 7971	ISO 1481	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed	usually interchangeable
DIN 7972	ISO 1482	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert, neuer Senkwinkel 90° statt 80°	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed, new countersink angle 90° instead of 80°	usually interchangeable
DIN 7973	ISO 1483	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert, neuer Senkwinkel 90° statt 80°	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed, new countersink angle 90° instead of 80°	usually interchangeable
DIN 7976	ISO 1479	Kopfhöhen 3,9 minimal geändert	meist austauschbar	Head heights 3.9 minimally changed	usually interchangeable
DIN 7977	ISO 8737	Keine maßgeblichen Änderungen	austauschbar	No significant changes	interchangeable
DIN 7978	ISO 8736	Keine maßgeblichen Änderungen	austauschbar	No significant changes	interchangeable
DIN 7979	ISO 8733, 8735	Keine maßgeblichen Änderungen	austauschbar	No significant changes	interchangeable
DIN 7981	ISO 7049	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed	usually interchangeable
DIN 7982	ISO 7050	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert, neuer Senkwinkel 90° statt 80°	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed, new countersink angle 90° instead of 80°	usually interchangeable
DIN 7983	ISO 7051	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert, neuer Senkwinkel 90° statt 80°	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed, new countersink angle 90° instead of 80°	usually interchangeable
DIN 7985	ISO 7045	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed	usually interchangeable
DIN 7991	ISO 10642	Einige Kopfhöhen und -durchmesser geändert	meist austauschbar	Some head heights and diameters changed	usually interchangeable
DIN 9021	ISO 7093	Nenngrößen auf Basis Gewindedurchmesser (ISO), bisher Lochdurchmesser (DIN)	austauschbar (da keine maßliche Änderung)	Nominal sizes based on thread diameter (ISO), previous hole diameter (DIN)	can be interchanged (since no dimensional change)
DIN 32501	ISO 13918		austauschbar		interchangeable

DIN	ISO	Veränderung	Austauschbarkeit	Change	Interchangeability
DIN 7504-K	**ISO 15480**		austauschbar (da keine maßliche Änderung)		can be interchanged (since no dimensional change)
DIN 7504-N	**ISO 15481**		austauschbar (da keine maßliche Änderung)		can be interchanged (since no dimensional change)
DIN 7504-O	**ISO 15482**		austauschbar (da keine maßliche Änderung)		can be interchanged (since no dimensional change)
DIN 439 Feingewinde Fine thread	**ISO 8675**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 934 Feingewinde Fine thread	**ISO 8673**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22, neue Mutternhöhe M5-M39	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22, new nut height M5-M39	interchangeable except for wrench size
DIN 936 Feingewinde Fine thread	**ISO 8675**		meist austauschbar		usually interchangeable
DIN 980 Feingewinde Fine thread	**ISO 10513**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 982 Feingewinde Fine thread	**ISO 10512**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 985 Feingewinde Fine thread	**ISO 10512**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 439 Regelgewinde Regular thread	**ISO 4035**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 934 Regelgewinde Regular thread	**ISO 4032, 4033**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22, neue Mutternhöhe M5-M39	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22, new nut height M5-M39	interchangeable except for wrench size
DIN 980 Regelgewinde Regular thread	**ISO 7042**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 982 Regelgewinde Regular thread	**ISO 7040**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size
DIN 985 Regelgewinde Regular thread	**ISO 10511**	Neue SW bei M10, 12, 14 und 22	bis auf Schlüsselweite austauschbar	New wrench size for M10, 12, 14 and 22	interchangeable except for wrench size

TOBSTEEL



TOBcatalog

Nichtrostender Edelstahl und Sonderwerkstoffe bei hochwertigen Verbindungselementen – das ist unser Spezialgebiet.
Der **TOB**catalog bietet eine umfassende Übersicht über das gesamte TOBSTEEL Sortiment. Bestellen Sie Ihr persönliches Exemplar unter **tobcatalog@tobsteel.com**

We are specialists in high-grade stainless steel and special materials for high-quality fasteners. The **TOB**catalog provides a comprehensive overview of the entire TOBSTEEL range. For your personal copy, please contact **tobcatalog@tobsteel.com**

TOBSTEEL GmbH

Rudolf-Diesel-Straße 8
D-74613 Öhringen

T: +49 7941 6073-0
F: +49 7941 6073-500

info@tobsteel.com
www.tobsteel.com

Technische Änderungen | Statutory information

Druckfehler und Übersetzungsfehler vorbehalten. Alle Angaben ohne Gewähr. Alle Lieferungen erfolgen auf Basis unserer aktuellen Lieferungs- und Zahlungsbedingungen. Diese können unter **www.tobsteel.com** gelesen werden. Ein Ausdruck kann auch bei uns angefordert werden.

We reserve the right to technical modifications, changes to the assortment and printing and translation mistakes. No responsibility is taken for the correctness of the details provided. All deliveries are made based on our current terms of delivery and payment. These can be viewed at **www.tobsteel.com**. You can also request a printed version from us.