



Korrosionsbeständige Verbindungselemente im Bauwesen

TOBSTEEL



Agenda

The logo for TOBSTEEL is located in the top right corner. It consists of a dark gray square background. Inside this square, there is a horizontal bar divided into three sections: a thin red top section, a wider white middle section containing the word "TOBSTEEL" in bold black capital letters, and a thin red bottom section.

- **Vorstellung TOBSTEEL GmbH**
- **Korrosion & Passivschicht**
- **PREN als Vergleichsgröße**
- **Werkstoffauswahl: CRF & CRC**
- **Verbindungselemente**
 - Festigkeitsklassen
- **Marktbezeichnungen**
 - Nachweise

Vorstellung TOBSTEEL GmbH



- Gründung 1 August 2004
- ca. 100 Mitarbeiter
- > 25.000 verschiedene Artikel
- 14.500 Palettenplätze
- 15.000 Behälterplätze AKL autom. Kleinteilelager
- **TOBSTEEL** ist der Spezialist, wenn es um nichtrostenden Edelstahl und Sonderwerkstoffe bei hochwertigen Verbindungselementen geht

Vorstellung TOBSTEEL GmbH

TOBSTEEL



Übersicht nichtrostender Stähle

TOBSTEEL

Austenitisch Austenitic	A1	1.4305 1.4300	X8 CrNiS 18-9 X10 CrNiS 18 9	Nur mäßig rostbeständig und ungenügend säurebeständig, ungenügend schweißfähig
	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
	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
	A5	1.4571	X6 CrNiMoTi17-12-2	Sehr hohe Rostbeständigkeit, sehr hohe Säurebeständigkeit, gut schweißfähig
	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 Rost- beständigkeit, sehr hohe Säurebeständigkeit, gut schweißfähig Durch seinen hohen Molybdängehalt bietet diese Güte außerdem eine gute Resistenz gegenüber Spannungsrisskorrosion und Lochfraß.

DUPLEX

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.
	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 Spaltkorrosions- beständigkeit in chloridhaltigen Medien und in Seewasser aus. Außerdem ist diese Güte gegen interkristalline Korrosion beständig – sowohl im Lieferzustand als auch nach dem Schweißen.

Martensitisch und Ferritisch

Martensitisch Martensitic	C1	1.4005	X12 CrS 13	Mittlere Rostbeständigkeit, nur ungenügend säurebeständig und schweißbar
		1.4006	X12 Cr 13	
		1.4021	X20 Cr 13	
	C3	1.4057	X17 CrNi 16-2	Mittlere Rostbeständigkeit, nur ungenügend säurebeständig und schweißbar
		1.4722	X39 CrMo 17-1	
	C4	1.4104	X14 CrMo S17	Mittlere Rostbeständigkeit, nur ungenügend säurebeständig und schweißbar
Ferritisch Ferritic	F1	1.4016	X6Cr17	Hohe Rostbeständigkeit, schlechte Schweißbarkeit

Auch Edelstahl ist nicht vollständig korrosionsfrei, seine Beständigkeit beruht auf der Passivschicht

- Korrosion bei Edelstahl tritt auf, wenn die **Passivschicht** geschädigt oder nicht stabil ist

Typische Einflussfaktoren

- Chloride
- Sauerstoffmangel in Spalten/ unter Ablagerung
- Mechanische Beschädigung
- aggressive Medien



Korrosionsarten bei Schraubverbindungen

TOBSTEEL

Fremdrost



Flächenkorrosion



Spaltkorrosion



Lochfraßkorrosion



Interkristalline Korrosion



Was ist der PREN-Wert?

Pren= Pitting Resistance Equivalent Number

- Kennzahl zur Beurteilung der Beständigkeit gegen Lochkorrosion besonders relevant in chloridhaltigen Medien
- Grundprinzip: Je höher der PREN-Wert, desto höher die Beständigkeit gegen Lochkorrosion
- **Wichtig: PREN ist eine Vergleichsgröße für Lochkorrosion und nicht alleiniger Maßstab für die gesamte Korrosionsbeständigkeit.**

PREN-Wert (Korrosionsbeständigkeit)

$$\text{PREN} = \% \text{Cr} + 3,3 \times \% \text{Mo} + 16 \times \% \text{N}$$

Bedeutung:

- Bewertet die Beständigkeit gegen Lochkorrosion (Pitting)
- Je höher der PREN-Wert, desto höher die Beständigkeit gegen Lochkorrosion
- **PREN ist eine Orientierung und kein alleiniger Nachweis der Eignung**

PREN-Wert (Korrosionsbeständigkeit)

TOBSTEEL

Stahlgruppe	Gefüge	EN Werkstoff-Nr.	EN Kurzname	WS/ PRE(N)
1	Austenitisch (V2A)	1.4301	X5CrNi18-10	19
2	Austenitisch (V4A)	1.4401	X5CrNiMo17-22-2	25
3	Duplex	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	34
4	Superduplex	1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	42
5	Austenitisch (Superaustenit)	1.4529	X1NiCrMoCuN25- 20-7	47

PREN-Wert (Korrosionsbeständigkeit)

TOBSTEEL



- **Was ist der Eurocode?**

Der Eurocode ist eine **europaweit einheitliche Normenreihe für die Bemessung und Konstruktion von Bauwerken**. Er legt grundlegende Regeln für die sichere Planung und Ausführung fest.

- **Seit 2015:** DIN EN 1993-1-4 / **Eurocode 3** als maßgebliche Grundlage für nichtrostende Stähle im Stahlbau
- **Korrosionsbeständigkeitsklassen (CRC I–V)** unterstützen die Auswahl des geeigneten Werkstoffs
- **Z-30.3-6** ergänzt den Eurocode für Bereiche, die durch den Eurocode nicht geregelt sind

Die korrekte Werkstoffauswahl

$$\rightarrow \text{CRF} = F_1 + F_2 + F_3$$

- F1=Risiko der Exposition gegenüber Chloriden
- F2=Risiko der Exposition gegenüber Schwefeldioxid
- F3=Reinigungskonzept und Exposition gegenüber Abwaschen

Diese drei Faktoren werden zum Korrosionsbeständigkeitsfaktor CRF zusammengeführt.

F1 – Risiko durch Chloride

Chloride sind ein wesentlicher Auslöser für Loch- und Spaltkorrosion

Einflussquelle	Beispiel
Salzwasser	Küsten- und Meeresnähe
Auftausalze	Straßen, Brücken, Parkhäuser
Chlorideintrag	z.B. Straßentunnel

F1 – Risiko durch Chloride

Grundprinzip

Je höher die Chlorid-Exposition desto höher die Korrosionsbeanspruchung

Berücksichtigt werden insbesondere

- **M** = Abstand zum Meer
- **S** = Abstand zu Straßen mit Auftausalz

F1 fließt anschließend in die Ermittlung des CRF ein

F2 – Risiko durch Schwefeldioxid (SO₂)

(SO₂) beeinflusst die Korrosionsbeanspruchung des Bauteils

F2 wird über die durchschnittliche SO₂-Konzentration bewertet

F2		(SO ₂) Konzentration
0	Niedriges Expositionsrisiko	< 10 µg/m ³ → niedrig
-5	Mittleres Expositionsrisiko	10–90 µg/m ³ → mittel
-10	Hohes Expositionsrisiko	90–250 µg/m ³ → hoch

F2 – Risiko durch Schwefeldioxid (SO₂)

Typische Einflussbereiche

- Schwerindustrie
- Straßentunnel
- belastete Industrieumgebungen

Grundprinzip

Höhere (**SO₂**) Belastung → höhere Korrosionsbeanspruchung

F2 fließt zusammen mit **F1** und **F3** in den **CRF** ein.

F3 – Einfluss von Reinigung und Regen

Wie gut werden korrosionsfördernde Ablagerungen von der Oberfläche entfernt?

F3	Situation
0	Vollständige Abwaschung durch Regen
-2	Spezifisches Reinigungskonzept
-7	Kein Abwaschen durch Regen / keine spezifische Reinigung

Grundprinzip:

Gute Abwaschung bzw. Reinigung → geringere
Korrosionsbeanspruchung

F3 fließt in den **CRF** ein

Berechnungsbeispiel

TOBSTEEL

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 ≥ 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 ≥ 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	

Von CRF zur Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC)



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	$0 \geq \text{CRF} > -7$	$-7 \geq \text{CRF} > -15$	$-15 \geq \text{CRF} \geq -20$	CRF < -20
CRC Korrosionsbeständigkeitsklasse Corrosion Resistance Class	I	II	III	IV	V

Korrosionsbeständigkeit (CRC)

TOBSTEEL

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 korrekte Werkstoffauswahl

TOBSTEEL



Bauteile in Schwimmhallen- atmosphäre	CRC	Parts in swimming pool atmospheres
Tragende Bauteile, die regelmäßig gereinigt werden*	III/IV außer/excluding 1.4162, 1.4662, 1.4362, 1.4062	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.

Verbindungselemente in Sonderwerkstoffen

TOBSTEEL



Festigkeitsklassen (Schrauben)

TOBSTEEL

Werkstoff	Festigkeitsklasse	Zugfestigkeit	Streck/-Dehngrenze
Edelstahl Stahl	-50 5.8	500N/mm ² 500N/mm ²	210N/mm ² 400N/mm ²
Edelstahl Stahl	-70 6.8	700N/mm ² 600N/mm ²	450N/mm ² 480N/mm ²
Edelstahl Stahl	-80 8.8	800N/mm ² 800N/mm ²	600N/mm ² 640N/mm ²
Edelstahl Stahl	-100 10.9	1.000N/mm ² 1.000N/mm ²	800N/mm ² 900N/mm ²

Festigkeitsklassen (Muttern)

Werkstoff	Festigkeitsklasse	Spannung unter Prüfkraft
Edelstahl Stahl	-50 5	500N/mm ² 500N/mm ²
Edelstahl Stahl	-70 6	700N/mm ² 600N/mm ²
Edelstahl Stahl	-80 8	800N/mm ² 800N/mm ²
Edelstahl Stahl	-100 10	1.000N/mm ² 1.000N/mm ²

Einsatzgebiete

TOBSTEEL

- Off/ on Shore
- Tunnel
- Schwimmbäder
- Autobahnen
- Hochbau / Tiefbau
- Solar



Werkstoffe und typische Einsatzfelder

TOBSTEEL

A2	Maschinenbau · Getränkeproduktion · Pharma- und Kosmetikindustrie · Apparatebau · Fahrzeugbau etc.
A4	Gas- und Wasserinstallation · Lärmschutzwände · Medizinindustrie · Schiffswerften etc.
A5 1.4571	Bauindustrie · Maschinenbau · Chemische Industrie· Apparate- und Rohrleitungsbau etc.
D6 1.4462	Chemie Industrie · Meerwasserentsalzungsanlagen · Offshore-Technik · Umweltschutzanlagen etc.
D8 1.4410	Öl- und Gasindustrie · Onshore-/ Offshore-Industrie · Textil-, Papier- und Zellstoffindustrie · Behälterbau etc.
A8 1.4529	Schiffsbau · Schwimmbadtechnik · Offshoretechnik · Tunnelbau · Kondensatorrohre und Rohrleitungen bei Kraftwerken etc.

CE-Kennzeichnungen

- Europäischer Konformitäts-/ Leistungsnachweis
- **Grundlage: harmonisierte Norm bzw. gültiges europäisches Bewertungsdokument**
- die geforderten technischen Eigenschaften müssen nachgewiesen werden
- Technische Eigenschaften werden festgelegt und nachgewiesen
- **Leistungserklärung (DoP)** ist ein wichtiger Bestandteil

CE- europäischer Nachweis

TOBSTEEL



Ü-Kennzeichen –Z-30.3-6



Bauaufsichtlicher Nachweis für bestimmte Edelstahl-Verbindungselemente

- Gilt nur für die in der Zulassung **geregelten Produkte, Werkstoffe, Festigkeitsklassen und Anwendungsbereiche**
- TOBSTEEL ist als Hersteller in **Z-30.3-6** aufgeführt
- Entscheidend ist immer → Welches Produkt wird eingesetzt und für welchen Anwendungsbereich?

Ü-bauaufsichtlicher Nachweis

TOBSTEEL

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

**abZ
Z - 30.3-6**

CE, Ü und Z-30.3-6 welcher Weg gilt?

- CE → europäische Regelung für das konkrete Produkt vorhanden
- Ü → bauaufsichtlicher Nachweis, wenn der konkrete Anwendungsfall entsprechend geregelt ist

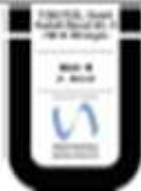
Welche Kennzeichnung bzw. welcher Nachweis gilt, hängt ab von:

- Produkt
- Norm/ Zulassung
- Anwendungsbereich

Merksatz: Nicht das Material allein entscheidet – entscheidend sind Produkt und normative Grundlage.

Zulassungen & Kennzeichnungen

TOBSTEEL

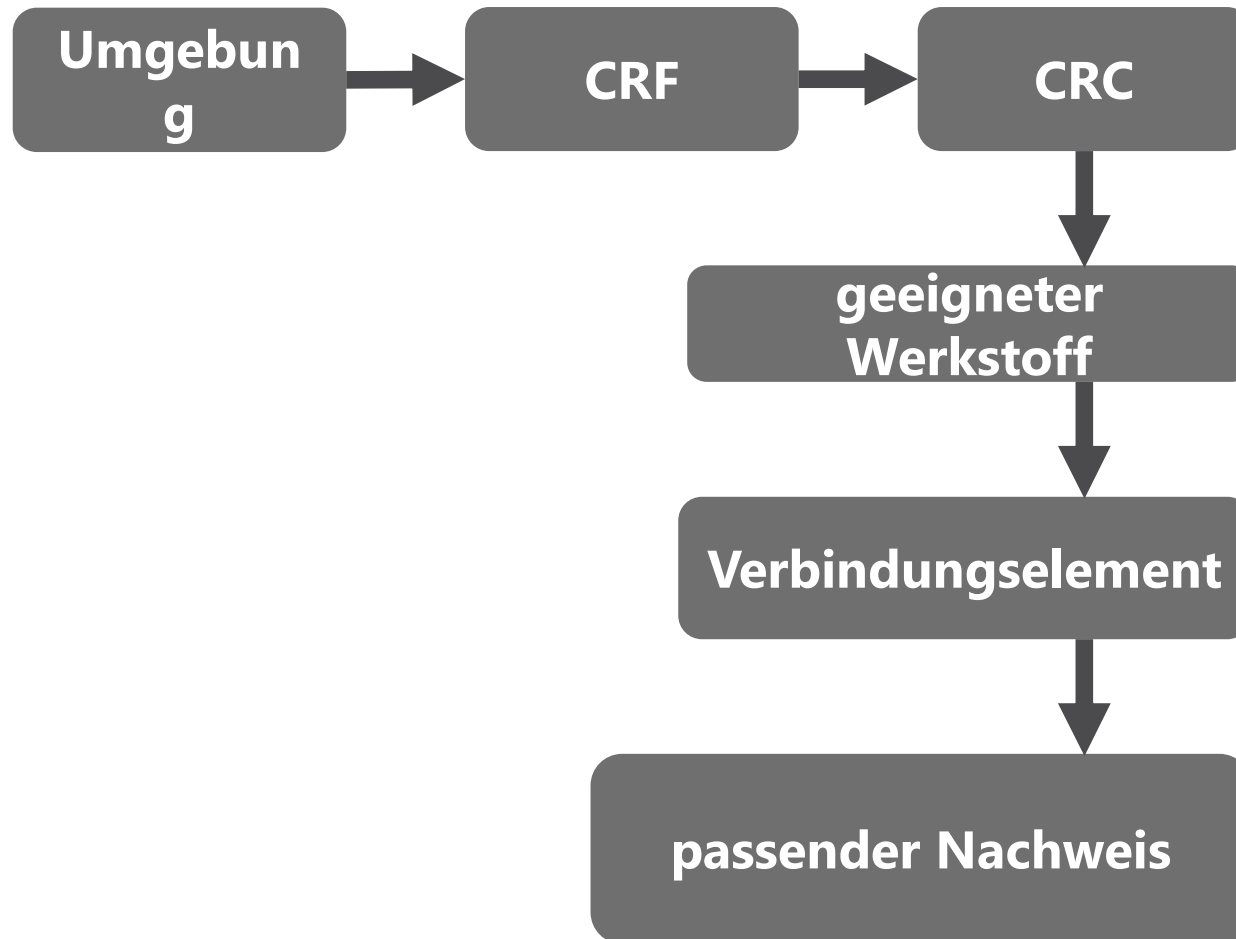
DIN 934		LOT-Nr. AZJ240706257	
Material / Werkstoff D6-80		 Art.-Nr. 0934446212	
Sechskantmuttern Hexagon nuts			
Abmessung / Dimension M 12		Antrieb / Drive SW 19	
VPE / box 1.200			
TOBSTEEL GmbH Rudolf-Diesel Str. 9 D-74613 Öhringen www.tobsteel.com			

Zulassungen & Kennzeichnungen

TOBSTEEL

Art. 2829-3		LOT-Nr. 20221122R12	
Material / Werkstoff A2		 Art.-Nr. 28293212 300	
Stockschrauben konfektioniert mit DIN 6923 + EPDM-Dichtung Dowel screws assembled with DIN 6923 + EPDM-sealing washer			
Abmessung / Dimension M 12X300		Antrieb / Drive SW9	
VPE / box 100		 ETA - 25/0600 25 - WERK 19 GETA 25/0600 EAD 220169-00-0402 TOB_DoP_0018	
TOBSTEEL GmbH Rudolf-Diesel Str. 8 D-74613 Öhringen www.tobsteel.com			

Die richtige Verbindung beginnt mit der richtigen Werkstoffauswahl



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

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