



Merkblatt 875

Edelstahl Rostfrei im Bauwesen: Technischer Leitfaden



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informations- stelle Edelstahl Rostfrei

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

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

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

- praxisbezogene, zielgruppenorientierte Publikationen,
- Online-Informationsplattform unter www.edelstahl-rostfrei.de,
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Errichtung von Kompetenzzentren „Edelstahl-Rostfrei-Verarbeitung“,
- Informationen über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Bearbeitung technischer Anfragen.

Ein aktuelles Schriftenverzeichnis ist einsehbar unter www.edelstahl-rostfrei.de/Publikationen.

Impressum

Merkblatt 875
Edelstahl Rostfrei im Bauwesen:
Technischer Leitfaden
6. überarbeitete Auflage 2015

Herausgeber:
Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 22 05
40013 Düsseldorf
Telefon: 0211 / 67 07-8 35
Telefax: 0211 / 67 07-3 44
Internet: www.edelstahl-rostfrei.de
E-Mail: info@edelstahl-rostfrei.de

Autor:
Dr.-Ing. Ulrich Heubner, Werdohl

Titelfoto:
Forster Profilsysteme AG, Arbon (CH)

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungsansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden. Nachdrucke aus dieser Dokumentation bzw. Veröffentlichungen im Internet, auch auszugsweise, sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und mit deutlicher Quellenangabe gestattet.

Inhalt

	Seite
1 Edelstahl Rostfrei für das Bauwesen im Überblick	2
2 Edelstahl Rostfrei für tragende Anwendungen im Bauwesen	2
3 Fügen und Verbinden	7
4 Grenzabmessungen der Erzeugnisse und Verbindungsmittel	9
5 Korrosionsschutz der Bauprodukte und Ausführungsart ihrer Oberfläche	9
6 Weitere Bestimmungen für Bauprodukte aus Edelstahl Rostfrei für tragende Anwendungen im Bauwesen	12
7 Oberflächenbehandlung	12
8 Bearbeiten	14
9 Umformen	14
10 Herstellen von Wandelementen	15
11 Konstruktionshinweise	15
12 Oberflächenschutz mit Folien	16
13 Reinigung und Pflege	17
14 Literatur	18

1 Edelstahl Rostfrei für das Bauwesen im Überblick

Edelstahl Rostfrei ist ein handelsüblicher Sammelbegriff für die nichtrostenden korrosionsbeständigen Stähle. Diese sind mit ihren Eigenschaften im ISER-Merkblatt 821 in Form einer Übersicht beschrieben [1] und in DIN EN 10088-1 bis DIN EN 10088-5 sowie in DIN EN 10296-2, DIN EN 10297-2, DIN EN ISO 3506-1 und DIN EN ISO 3506-2 genormt [2-10]. Die nichtrostenden Stähle finden im Bauwesen vielfältige Anwendungen, über die in Einzelschriften ausführlich berichtet wird, sowohl in Hinblick auf die Komponenten [11-13] und deren Verarbeitung [14-16] als auch in Hinblick auf die architektonischen Aspekte [17-25]. Das genügt für eine Vielzahl nichttragender Anwendungen im Bauwesen, wie sie beispielsweise als Bedachungsbleche und in Gebäudehüllen vorkommen können.

2 Edelstahl Rostfrei für tragende Anwendungen im Bauwesen

Für tragende Anwendungen im Bauwesen bedarf es in Deutschland darüber hinausgehend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27]. Diese stellt einen allgemeinen technischen Leitfaden für die Auswahl geeigneter nichtrostender Stähle dar, welche für statisch und quasistatisch beanspruchte Bauteile und Verbindungen unter atmosphärischer Korrosionsbeanspruchung im Bauwesen zur Anwendung kommen sollen. Nichtrostende Betonstähle fallen wegen ihrer andersartigen Korrosionsbeanspruchung nicht darunter [13].

Aus der sehr großen Zahl der genormten Werkstoffe [2] wird in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] für Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile in tragender Anwendung im Bauwesen

nach dem Stand vom April 2014 eine Auswahl von 21 Werkstoffen getroffen. Es sind 2 ferritische Werkstoffe, 5 ferritisch-austenitische, so genannte Duplex-Werkstoffe und 14 austenitische Werkstoffe. Sie alle sind in **Tabelle 1** aufgeführt.

Die aus der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] entnommene **Tabelle 1** kann man wie ein tabellarisches Diagramm ansehen. In diesem sind in der Horizontalen die Werkstoffe in ihren unterschiedlichen Erzeugnisformen nach ansteigenden Festigkeitsklassen angeordnet, und in der Vertikalen nach den mit ihnen erzielbaren Korrosionswiderstandsklassen für den Fall atmosphärischer Korrosionsbeanspruchung metallisch blanker Oberflächen, wobei die Werkstoffauswahl gemäß den Korrosionswiderstandsklassen nur die bauaufsichtlichen Anforderungen erfasst, nicht jedoch die dekorative Beständigkeit.

Die in **Tabelle 1** aufgeführten Festigkeitsklassen für die Erzeugnisse,

Lfd. Nr.	Stahlsorte ¹⁾		Gefüge ²⁾	Festigkeitsklassen ³⁾ und Erzeugnisformen ⁴⁾					Korrosionswiderstandsklasse ⁵⁾
	Kurzname	W-Nr.		S 235	S 275	S 355	S 460	S 690	
1	X2CrNi12	1.4003	F	B, Ba, H, P	D, H, S, W	D, S	D, S	---	I/ gering
2	X6Cr17	1.4016	F	D, S, W	---	---	---	---	
3	X5CrNi18-10	1.4301	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	B, Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	S	II/ mäßig
4	X2CrNi18-9	1.4307	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, S	S	
5	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	A	D, S, W	D, S	D, S	D, S	---	
6	X6CrNiTi18-10	1.4541	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	---	
7	X2CrNiN18-7	1.4318	A	---	---	B, Ba, D, H, P, S	B, Ba, H	---	
8	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, S	S	III/ mittel
9	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	D, S	
10	X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	A	D, S, W	D, S	D, S	D, S	---	
11	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, H, P, S	Ba, D, H, S	Ba, D, H, S	D, S	
12	X2CrNiN23-4	1.4362	FA	---	---	---	B, Ba, D, S, W	D, S	
13	X2CrNiN22-2	1.4062	FA	---	---	---	B, Ba, D, S, W	D, S	
14	X2CrMnNiN21-5-1	1.4162	FA	---	---	---	B, Ba, D, S, W	D, S	
15	X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	1.4662	FA	---	---	---	B, Ba, D, S, W	D, S	
16	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	A	---	B, Ba, D, H, S, W	---	---	---	IV/ stark
17	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	FA	---	---	---	B, Ba, D, P, S, W	D, S	
18	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	A	B, Ba, D, H, P, S, W	B, Ba, D, P, S	D, P, S	D, S	D, S	V/ sehr stark
19	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	A	---	---	---	B, Ba, D, S	---	
20	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	A	---	B, D, S, W	B, D, H, P, S	D, P, S	D, S	
21	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	A	---	B, Ba	B, Ba	---	---	

1) nach DIN EN 10088-1:2005-09

2) A = Austenit; F = Ferrit; FA = Ferrit-Austenit (Duplex)

3) Die der jeweils untersten Festigkeitsklasse folgenden Festigkeitsklassen sind durch Kaltverfestigung mittels Kaltverformung erzielt.

4) B = Blech; Ba = Band und daraus gefertigte Bleche; D = Draht, gezogen; H = Hohlprofile; P = Profile; S = Stäbe; W = Walzdraht

5) gilt nur für metallisch blanke Oberflächen

Tabelle 1: Einteilung der Stahlsorten nach Festigkeitsklassen und Korrosionswiderstandsklassen gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]



Bild 1: Diese schlichte, aber effiziente Lösung mit Rohren aus nichtrostendem Stahl schafft einen eleganten und raumsparenden Carport (Foto: Edgar – Funktionelle Form GmbH, Wermelskirchen)

Verbindungsmittel und Bauteile aus den nichtrostenden Stählen sind in Anlehnung an die Baustähle gewählt und nach den Dehngrenzen $R_{p0,2}$ in N/mm^2 bezeichnet. Dabei sind die Festigkeiten, die jeweils der niedrigsten folgen, durch Kaltverfestigung erzielt. Eine solche Einstellung der Festigkeiten durch Kaltverfestigung schließt allerdings ein nachfolgendes Schweißen dort aus, wenn nicht infolge der mit dem Schweißen verbundenen Erwärmung die Kaltverfestigung wieder verloren gehen soll.

In Ergänzung hierzu zeigt die gleichfalls der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] entnommene **Tabelle 2** für Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen eine Zuordnung der Stahlgruppen zu den Festigkeitsklassen 50, 70 und 80 gemäß DIN EN ISO 3506-1 [9] und DIN EN ISO 3506-2 [10], mit den zugehörigen Kennzeichnungen und maximalen Nenndurchmessern, wobei die Festigkeitsklassen nach den Zugfestigkeiten R_m in

kN/cm^2 bezeichnet werden.

Nach der zur Einstellung der Festigkeitsklassen gemäß **Tabelle 1** vorgenommenen Kaltverfestigung müssen die Zugfestigkeit R_m und die Bruchdehnung A_5 der Bauteile und Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen die in **Tabelle 3** angegebenen Mindestwerte gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] erfüllen.

Die technischen Lieferbedingungen für die Erzeugnisse ohne oder vor der Kaltverfestigung gemäß **Tabelle 1** gehen aus den einschlägigen Normen [3-8] hervor.

Da die austenitischen nichtrostenden Stähle bis zu Temperaturen von -40 °C nicht sprödebruchgefährdet sind, können sie bis zu diesen Temperaturen ohne weiteren Nachweis eingesetzt werden. Für die ferritischen und für die ferritisch-austenitischen Stahlsorten muss bei -40 °C mindestens eine

Kerbschlagarbeit von 40 J mit ISO-V-Proben nachgewiesen werden. Der Nachweis muss gemäß den Angaben in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geführt werden [26,27].

Die umfangreiche **Tabelle 1** darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass für nichttragende Anwendungen im Bauwesen auch andere Sorten von Edelstahl rostfrei möglich und üblich sind, wie beispielsweise der ferritische nichtrostende Stahl EN 1.4510 für Bedachungen [19].

Entscheidend für die Auswahl von Edelstahl rostfrei für tragende Anwendungen im Bauwesen sind zunächst die Korrosionswiderstandsklassen. Die jeweils gewählte Korrosionswiderstandsklasse muss die an die Bauteile gestellten Anforderungen für den Korrosionsschutz erfüllen, auch in Hinblick auf die Schutzdauer [26,27]. Die Auswahl gemäß der Korrosionswiderstandsklasse muss deshalb sehr sorgfältig vorgenommen werden, wo-

bei die nachfolgend genannten Kriterien [26,27] gelten:

Korrosionswiderstandsklasse I

Ferritische nichtrostende Stähle der **Werkstoff-Nummern EN 1.4003 und 1.4016** sind in **Tabelle 1** unter den lfd. Nr. 1 und 2 aufgeführt und der Korrosionswiderstandsklasse I zugeordnet. Sie kommen gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] damit nur für geringe Korrosionsbeanspruchungen in Frage. Als Beispiele für solche geringen Korrosionsbeanspruchungen nennt die bauaufsichtliche Zulassung [26,27]:

- eine trockene bis wechselfeuchte Exposition mit einem Jahresmittelwert der Feuchte von unter 95 %,
- einen geringen Chloridgehalt der Umgebungsluft, wie er erwartet werden kann bei einer Entfernung vom Meer von mehr als 10 km und in einem Abstand von belebten Straßen mit Streusalzeinsatz von mehr als 100 m,
- geringe Belastung von Stadt- oder Landatmosphäre mit SO₂ von weniger als 10 µg/m³,

- einen pH-Wert an der Oberfläche von über 9 (alkalische Exposition, z.B. in Kontakt mit Beton) oder $5 < \text{pH} \leq 9$ (neutral),
- Lage der Bauteile in beheizten und nicht beheizten Innenräumen.

Wie gleichfalls aus **Tabelle 1** hervorgeht, ist die Verfügbarkeit der Erzeugnisformen und Festigkeitsklassen für die beiden in der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] genannten ferritischen nichtrostenden Stähle vergleichsweise begrenzt.

Korrosionswiderstandsklasse II

Austenitische nichtrostende Stähle der **Werkstoff-Nummern EN 1.4301, 1.4307, 1.4567, 1.4541 und 1.4318** sind in **Tabelle 1** unter den lfd. Nummern 3-7 der Korrosionswiderstandsklasse II zugeordnet. Sie können gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zuordnung [26,27] damit für mäßige Korrosionsbeanspruchungen in Betracht gezogen werden. Als Kriterien und Beispiele für solche mäßigen Korrosionsbeanspruchungen nennt die bauaufsichtliche Zulassung [26,27]:

- eine dauerfeuchte Exposition mit einem Jahresmittelwert der Feuchte von $\geq 95 \%$,
- einen mittleren Chloridgehalt der Umgebungsluft, wie er erwartet werden kann in einem Industriegebiet oder in einer Entfernung vom Meer zwischen 1 km und 10 km, oder einem Abstand von belebten Straßen mit Streusalzeinsatz zwischen 10 m und 100 m,
- einen pH-Wert an der Oberfläche von größer als 3 bis maximal 5 (leicht sauer, wie beispielsweise im Kontakt mit Holz),
- Lage der Bauteile als frei stehende Konstruktionen mit einer Exposition außen, frei beregnet, oder als überdachte Konstruktion mit Exposition außen, zugänglich, witterungsgeschützt.

Wie aus **Tabelle 1** hervorgeht, ist die Verfügbarkeit der Erzeugnisformen und Festigkeitsklassen für die fünf in der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] für die Korrosionswiderstandsklasse II genannten austenitischen nichtrostenden Stähle verhältnismäßig umfangreich.

lfd. Nr.	Stahlsorte			Korrosionswiderstandsklasse ¹⁾	Kennzeichnung für Schrauben mit Kopf in Anlehnung an DIN EN ISO 3506-1			Kennzeichnung für Gewindestangen, Stiftschrauben, Muttern und Scheiben in Anlehnung an DIN EN ISO 3506-1+2		
	Kurzname	W-Nr.	Gruppe		Festigkeitsklasse			Festigkeitsklasse		
					50	70	80	50	70	80
3	X5CrNi18-10	1.4301	A2	II/mäßig	≤ M 39	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 24
4	X2CrNi18-9	1.4307	A2L		≤ M 39	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 24
5	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	A2L		≤ M 24	≤ M 16	≤ M 12	≤ M 24	≤ M 16	≤ M 12
6	X6CrNiTi18-10	1.4541	A3		≤ M 39	≤ M 20	≤ M 16	≤ M 64	≤ M 30	≤ M 24
8	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	A4		≤ M 39	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 24
9	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	A4L	III/mittel	≤ M 39	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 24
10	X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	A4L		≤ M 24	≤ M 16	≤ M 12	≤ M 24	≤ M 16	≤ M 12
11	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	A5		≤ M 39	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 24
12	X2CrNiN23-4	1.4362	2)		---	≤ M 24	≤ M 20	---	≤ M 64	≤ M 20
13	X2CrNiN22-2	1.4062	2)		---	≤ M 24	≤ M 20	---	≤ M 39	≤ M 20
14	X2CrMnNiN21-5-1	1.4162	2)		---	≤ M 24	≤ M 20	---	≤ M 39	≤ M 20
15	X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	1.4662	2)		---	≤ M 24	≤ M 20	---	≤ M 39	≤ M 20
16	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	2)	IV/stark	≤ M 20	---	---	≤ M 64	---	---
17	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	2)		---	≤ M 24	≤ M 20	---	≤ M 64	≤ M 20
18	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	2)		≤ M 39	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 20
19	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	2)	V/sehr stark	---	≤ M 24	≤ M 20	---	≤ M 64	≤ M 30
20	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	2)		≤ M 30	≤ M 24	≤ M 20	≤ M 64	≤ M 45	≤ M 45

1) gemäß Tabelle 1

2) Da derzeit keine normativen Festlegungen gelten, sind diese Stähle mit der Werkstoff-Nummer zu kennzeichnen

Tabelle 2: Stahlsorten für Verbindungsmittel mit Zuordnung zu Stahlgruppen nach DIN EN ISO 3506-1 und -2 und maximale Nenn-durchmesser gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

Festigkeits- klasse	Stahlsorten		$R_{p0,2}$	R_m	$A_5^{1)}$		
	Lfd. Nr. nach Tab.	Werkst.-Nr.	N/mm ²	N/mm ²	%		
					Band, Blech, Flachzeug	Stäbe, Draht, Rohre, Profile, Hohlprofile	
S 275	1	1.4003	275	550	-	25	
	2	1.4016			-	25	
	3	1.4301			40	25	
	4	1.4307			40	25	
	5	1.4567			-	25	
	6	1.4541			40	25	
	8	1.4401			40	25	
	9	1.4404			40	25	
	10	1.4578			-	25	
	11	1.4571			40	25	
	18	1.4539			40	25	
S 355	1	1.4003	350	600	-	20	
	3	1.4301			30	20	
	4	1.4307			30	20	
	5	1.4567			-	20	
	6	1.4541			30	20	
	8	1.4401			30	20	
	9	1.4404			30	20	
	10	1.4578			-	20	
	11	1.4571			30	20	
	18	1.4539			-	20	
	20	1.4529			30	30	
21	1.4547	30	-				
S 460	1	1.4003	460	600	-	10	
	3	1.4301			20	12	
	4	1.4307			20	12	
	5	1.4567			650	-	12
	6	1.4541			650	20	12
	7	1.4318			650	20	12
	8	1.4401			650	20	12
	9	1.4404			650	20	12
	10	1.4578			650	-	12
	11	1.4571			650	20	12
	18	1.4539			650	-	12
20	1.4529	650	-	22			
S 690	9	1.4404	690	800	-	10	
	11	1.4571			-	10	
	12	1.4362			-	10	
	13	1.4062			-	10	
	14	1.4162			-	10	
	15	1.4662			-	10	
	17	1.4462			-	10	
	18	1.4539			-	10	
	19	1.4565			-	10	
	20	1.4529			850	-	15

1) Falls kein Wert angegeben ist, kommt das Erzeugnis in der angegebenen Festigkeitsklasse nicht vor oder liegt nicht im kaltverfestigten Zustand vor.

Tabelle 3: Mechanische Eigenschaften nach der Kaltverfestigung (Mindestwerte) für Stahlsorten für Bauteile und Vorprodukte für Verbindungsmittel gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]



Bild 2: Hängezuganker aus nichtrostendem Stahl sorgen für die Sicherheit von vorgehängten Fassaden (Foto: Wilhelm Modersohn GmbH & Co. KG, Spenge)

Korrosionswiderstandsklasse III

Austenitische nichtrostende Stähle der **Werkstoff-Nummern EN 1.4401, 1.4404, 1.4578 und 1.4571** sind in **Tabelle 1** unter den lfd. Nummern 8 bis 11 der Korrosionswiderstandsklasse III zugeordnet. Sie können gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zuordnung [26,27] damit für mittlere Korrosionsbeanspruchungen in Betracht gezogen werden. Als Beispiele für solche mittlere Korrosionsbeanspruchungen nennt die bauaufsichtliche Zulassung [26,27]:

- einen hohen Chloridgehalt der Umgebungsluft, wie er erwartet werden kann in einem maritimen Gebiet in einem Abstand vom Meer zwischen 0,25 und 1 km, oder in maximal 0,01 km Abstand von be-

lebten Straßen mit Streusalzeinsatz,

- eine mittelhohe Schwefeldioxid-Belastung zwischen 10 und 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO₂, wie sie erwartet werden kann in einer Industrietatmosphäre,
- Lage der Bauteile außen, aber unzugänglich, mit Zutritt von Umgebungsluft und deshalb mit Aufkonzentration von Luftschadstoffen, ohne dass Reinigung möglich ist.

Wie aus **Tabelle 1** hervorgeht, ist die Verfügbarkeit der Erzeugnisformen und Festigkeitsklassen für die vier in der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] für die Korrosionswiderstandsklasse III genannten austenitischen nichtrostenden Stähle verhältnismäßig umfangreich.

Ferritisch-austenitische nichtrostende Stähle der **Werkstoff-Nummern EN 1.4362, 1.4062, 1.4162 und 1.4662** sind in **Tabelle 1** unter den lfd. Nummern 12 bis 15 gleichfalls der Korrosionswiderstandsklasse III zugeordnet, jedoch mit deutlich eingeschränkter Verfügbarkeit, deren Schwerpunkt in der Festigkeitsklasse S 460 liegt, und die nur als Draht und Stäbe in der Festigkeitsklasse S 690 verfügbar sind.

Durch regelmäßige Reinigung zugänglicher Konstruktionen oder direkte Beregnung wird die Korrosionsbelastung erheblich verringert, so dass lt. bauaufsichtlicher Zulassung [26,27] um eine Korrosionswiderstandsklasse abgemindert werden kann. Umgekehrt ist im Fall möglicher Aufkonzentration der Stoffe auf Oberflächen in maritimem oder Industriegebiet eine Korrosionswiderstandsklasse höher zu wählen.

Korrosionswiderstandsklasse IV

Die Korrosionswiderstandsklasse IV umfasst in **Tabelle 1** unter den lfd. Nummern 16 und 18 die beiden austenitischen nichtrostenden Stähle **EN 1.4439 und 1.4539** und unter der lfd. Nummer 17 den ferritisch-austenitischen nichtrostenden Stahl **EN 1.4462**.

Die Korrosionswiderstandsklasse IV betrifft gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] sehr hohe Chloridgehalte der Umgebung, wie sie beispielsweise im Spritzwasserbereich in weniger als 0,25 km Abstand vom Meer gegeben sind. Durch eine regelmäßige Reinigung zugänglicher Konstruktionen kann die Korrosionsbelastung dort jedoch erheblich verringert werden, so dass dann lt. bauaufsichtlicher Zulassung [26,27] eine Abminderung um eine Korrosionswiderstandsklasse möglich wird.

Korrosionswiderstandsklasse V

Die austenitischen nichtrostenden Stähle der **Werkstoff-Nummern EN 1.4565, 1.4529 und 1.4547** sind in **Tabelle 1** unter den lfd. Nummern 19 bis 21 für die Korrosionswiderstandsklasse V benannt. Als Beispiele für solche

Grundwerkstoffe	Stabelektrode nach DIN EN ISO 3581	Drahtelektroden, Drähte und Stäbe nach DIN EN ISO 14343	Fülldrahtelektroden nach DIN EN ISO 17633
1.4003	19 9 L 18 8 Mn	19 9 L 18 8 Mn	19 9 L 18 8 Mn
1.4301	19 9 19 9 L 19 9 Nb	19 9 L 19 9 Nb	19 9 L 19 9 Nb
1.4307	19 9 L	19 9 L	19 9 L
1.4541	19 9 L 19 9 Nb	19 9 L 19 9 Nb	19 9 L 19 9 Nb
1.4318	19 9 L 19 9 Nb	19 9 L 19 9 Nb	19 9 L 19 9 Nb
1.4401	19 12 2 19 12 3 L 19 12 3 Nb	19 12 3 L 19 12 3 Nb	19 12 3 L 19 12 3 Nb
1.4404	19 12 3 L	19 12 3 L	19 12 3 L
1.4571	19 12 3 L 19 12 3 Nb	19 12 3 L 19 12 3 Nb	19 12 3 L 19 12 3 Nb
1.4539	NiCr22Mo9Nb ¹⁾	20 25 5 Cu N L NiCr22Mo9Nb ²⁾	–
1.4439	18 16 5 N L	18 16 5 N L	18 16 5 N L
1.4362, 1.4462 1.4662	22 9 3 N L	22 9 3 N L	22 9 3 N L
1.4062, 1.4162	22 9 3 N L 23 7 N L	22 9 3 N L 23 7 N L	22 9 3 N L 23 7 N L
1.4529	NiCr23Mo16 ¹⁾ NiCr22Mo9Nb ¹⁾	NiCr23Mo16Cu ²⁾ NiCr22Mo9Nb ²⁾	–
1.4547	NiCr22Mo9Nb ¹⁾	NiCr22Mo9Nb ²⁾	–

1) nach DIN EN ISO 14172:2009-03

2) nach DIN EN ISO 18274:2011-04

Tabelle 4: Zuordnung der Schweißzusätze für nichtrostende Stähle gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

sehr starke Korrosionsbeanspruchung benennt die bauaufsichtliche Zulassung [26,27] eine hohe Belastung der Umgebungsluft mit Schwefeldioxid zwischen 90 und 250 µg/m³, wie sie in Straßentunneln gegeben sein kann. Für Bauteile in Schwimmhallenatmosphäre ohne regelmäßige Reinigung der Bauteile schreibt die bauaufsichtliche Zulassung [26,27] die Verwendung der vorstehend genannten nichtrostenden Stähle EN 1.4565, 1.4529 und 1.4547 ausdrücklich vor. Durch eine regelmäßige Reinigung zugänglicher Konstruktionen kann die Korrosionsbelastung dort jedoch erheblich verringert werden, so dass dann lt. bauaufsichtlicher Zulassung [26,27] der Einsatz nichtrostender Stähle der Korrosionswiderstandsklasse III möglich wird. Zu berücksichtigen sind jedoch auch unzugängliche oder von der regelmäßigen Reinigung nicht erfasste Bereiche, in die Wasser und Aerosole beispielsweise über die Lüftung oder über Undichtigkeiten gelangen und dort zu Aufkonzentrationen führen können.

3 Fügen und Verbinden

Bauteile aus Edelstahl Rostfrei lassen sich mit Hilfe praktisch aller bekannten Verfahren zum Fügen, Kleben und mechanischen Befestigen sowohl miteinander als auch mit zahlreichen anderen Materialien verbinden.

Schweißen

Für das Schweißen von Edelstahl Rostfrei [14,15] lassen sich alle in der Praxis üblichen Schweißverfahren wie WIG-, MIG-, Metall-Lichtbogen und das Widerstandsschweißen einsetzen. Besonders bei dünneren Blechkonstruktionen haben das WIG-Verfahren, das auch auf der Baustelle angewendet werden kann, und das Mikroplasma-schweißen besondere Bedeutung erlangt.

Beim **WIG-Schweißen** wird eine

nicht abschmelzende Wolframelektrode verwendet. Der Schweißzusatzwerkstoff kann von Hand oder auch maschinell stromlos zugeführt werden. Beim **Mikroplasma-schweißen** wird nach Zünden des Lichtbogens das Plasmagas (Argon) in unmittelbarer Nähe der Kathode durch besondere Führung des Schutzgasstroms ionisiert, wodurch hohe Energien verfügbar werden und die Schweißnaht mit oder ohne Schweißzusatz hergestellt wird. Als weiteres Fügeverfahren hat sich das **Laserstrahl-Schweißen** etabliert, insbesondere für das Verschweißen von Blechdicken bis zu 15 mm und mehr. Aufgrund der lokal begrenzten Wärmeeinbringung und schnellen Wärmeabfuhr ergeben sich schlanke Schweißnähte mit sehr schmaler Wärmeeinflusszone, geringem thermischen Verzug und guter Umformbarkeit. Das **Widerstandsschweißen** wird besonders in Form von Punkt- oder Rollnahtschweißen bei Edelstahl-Rostfrei-Blechen unter 2 mm

1	2	3	4
Stabelektroden nach DIN EN ISO 3581	Drahtelektroden, Drähte und Stäbe nach DIN EN ISO 14343	Fülldrahtelektroden nach DIN EN ISO 17633	Streckgrenze $f_{y,k}^{1)}$ N/mm ²
23 12 L	23 12 L	23 12 L	320
23 12 2 L	23 12 2 L	23 12 2 L	350
20 10 3	20 10 3	20 10 3	400
18 8 Mn	18 8 Mn	18 8 Mn	350
NiCr20Mn3Nb ²⁾	NiCr20Mn3Nb ³⁾	–	355
NiCr16Fe12NbMo ²⁾	NiCr20Mo15 ³⁾	–	355

Tabelle 5: Zuordnung der Schweißzusätze für Mischverbindungen zwischen austenitischen Stählen und der ferritischen Stahlsorte mit der Werkstoffnummer EN 1.4003 gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

1	2	3	4
Stabelektroden nach DIN EN ISO 3581	Drahtelektroden, Drähte und Stäbe nach DIN EN ISO 14343	Fülldrahtelektroden nach DIN EN ISO 17633	Streckgrenze $f_{y,k}^{1)}$ N/mm ²
18 8 Mn	18 8 Mn	18 8 Mn	350
20 10 3	20 10 3	20 10 3	400
23 12 L	23 12 L	23 12 L	320
23 12 2 L	23 12 2 L	23 12 2 L	350
NiCr20Mn3Nb ²⁾	NiCr20Mn3Nb ³⁾	–	355
NiCr16Fe12NbMo ²⁾	NiCr20Mo15 ³⁾	–	355
NiCr23Mo16 ²⁾	NiCr23Mo16Cu2 ³⁾	–	355
NiCr22Mo9Nb ²⁾	NiCr22Mo9Nb ³⁾	–	355
NiCr19Mo15 ²⁾	NiCr20Mo15 ³⁾	–	355

Tabelle 6: Zuordnung der Schweißzusätze für Mischverbindungen zwischen nichtrostenden Stählen der Sorten EN 1.4003, 1.4301, 1.4307, 1.4401, 1.4541, 1.4571, 1.4404, 1.4318, 1.4539, 1.4547, 1.4439, 1.4529, 1.4565 und Baustählen/Feinkornbaustählen gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

1	2	3	4
Stabelektroden nach DIN EN ISO 3581	Drahtelektroden, Drähte und Stäbe nach DIN EN ISO 14343	Fülldrahtelektroden nach DIN EN ISO 17633	Streckgrenze $f_{y,k}^{1)}$ N/mm ²
22 9 3 N L	22 9 3 N L	22 9 3 N L	450
NiCr20Mn3Nb ²⁾	NiCr20Mn3Nb ³⁾	–	355
NiCr16Fe12NbMo ²⁾	NiCr20Mo15 ³⁾	–	355

1) Ist als charakteristischer Wert für den Tragsicherheitsnachweis der Schweißverbindung zu verwenden.

2) nach DIN EN ISO 14172:2009-03

3) nach DIN EN ISO 18274:2011-04

Tabelle 7: Zuordnung der Schweißzusätze für Mischverbindungen zwischen den ferritisch-austenitischen Stahlsorten EN 1.4062, 1.4162, 1.4362, 1.4462 oder 1.4662 und den austenitischen Stahlsorten sowie den Baustählen/Feinkornbaustählen gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

Dicke eingesetzt. Neben einer hohen Schweißgeschwindigkeit machen sich die kurze Erwärmungszeit und damit ein geringer Verzug günstig bemerkbar. Für ein gutes Anliegen der entfetteten und zunderfreien Teile muss durch hohen Anpressdruck gesorgt werden. Für das Anbringen von Befestigungselementen, in der Hauptsache Bolzen oder Schrauben, auf rostfreien Blechen ist das **Bolzenschweißen** sehr gut geeignet.

Für das Schweißen von Edelstahl rostfrei in Anwendungen, die der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] unterliegen, macht diese u.a. umfangreiche Angaben in Hinblick auf die zugelassenen Schweißprozesse und Schweiß-

zusätze. Die Zuordnung dieser Schweißzusätze zu den zugelassenen Grundwerkstoffen gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] ist in **Tabelle 4** wiedergegeben, die Zuordnung der Schweißzusätze für Mischverbindungen zwischen den verschiedenen Stahlsorten gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] in den **Tabellen 5, 6 und 7**.

Löten

Neben dem Schweißen [14,15] ist auch das Löten möglich [14], im Bauwesen beispielsweise das Weichlöten bei Bedachungen und Dachentwässerungen [18], wobei auf geeignete Lote und Flussmittel zu achten ist.

Für das Hartlöten dienen Silberlote mit hohem Silbergehalt. Je niedriger der Schmelzpunkt, desto geringer ist die Gefahr des Verziehens. Wegen der Gefahr von Lötrissigkeit darf Messinglot nicht verwendet werden.

Nieten

Nietlöcher können mit einem Aufmaß von 0,4 mm gebohrt oder gestanzt werden. Bei Konstruktion und Ausführung ist große Sorgfalt erforderlich, da sich Fehler nicht einfach korrigieren lassen. Die Verwendung eines Durchschlages oder eines Dornes ist unzulässig. Verwendet werden Voll- und Hohlните aus nichtrostendem Stahl oder NiCu30Fe, die

im Handel erhältlich sind. In Bereichen, die nicht sichtbar sind und an die keine optischen Ansprüche gestellt werden, können auch Popniete verwendet werden.

Schrauben

Wiederholt lösbare Verbindungen für Bauteile aus nichtrostendem Stahl werden durch Verschrauben hergestellt. Für Schrauben und Muttern aus Edelstahl Rostfrei gilt DIN EN ISO 3506 – Teile 1 und 2. Nichtrostende Schrauben sind in unterschiedlichen Ausführungen erhältlich. Für die bauaufsichtliche Zulassung [26,27] sei auf diese und auf **Tabelle 2** verwiesen.

Auf eine sachgemäße Vorspannung – möglichst unter Verwendung von Drehmoment-Schlüsseln – sollte geachtet werden.

Um ein Fressen der Schrauben zu vermeiden, sollte man die Richtwerte für Bohrlochdurchmesser in Abhängigkeit von Blechdicke und Schrauben-Nennendurchmesser berücksichtigen:

Blechdicke [mm]	Schrauben-Nennendurchmesser [mm]		
0,6 - 1,4	2,4	2,8	3,0
1,4 - 2,0	2,5	2,9	3,2
2,0 - 3,0	2,5	3,0	3,6
Bohrlochdurchmesser [mm]	2,9	3,5	3,9

Für selbstschneidende Blechschrauben sollten verzinkte Schrauben aus nichtrostendem Stahl verwendet werden, um Kaltschweißen zu vermeiden. Bei sichtbaren Schraubverbindungen sind Kreuzschlitz- oder Innensechskantschrauben zweckmäßig, denn sie erfordern kein Ausrichten der Schlitzes, was zu Beulen führen könnte.

Rohrverbindungssysteme

Das Pressfitting-System für Rohrverbindungen erlaubt auch in zahlreichen anderen Anwendungen als der Trinkwasserinstallation [30] eine form- und kraftschlüssige mechanische Verbindung innerhalb von Sekunden.

Für größere Rohrdurchmesser stehen einfach zu verschraubende und wiederlösbare Nut-Rohrverbindungssysteme zur Verfügung.

Kleben

Das Kleben ist eine Verbindungstechnik, die das Spektrum der klassischen Fügeverfahren wie Schweißen, Nieten oder Schrauben ergänzt [28,29]. Gerade bei Sichtflächen bietet sich das Kleben an, da auf Schweißpunkte oder auch mechanische Punktverbindungen verzichtet werden kann. Im Bereich beispielsweise der Edelstahl-Glas-Klebinbindungen können die elastischen Eigenschaften der Klebschicht die unterschiedlichen Wärmeausdehnungen der verschiedenartigen Fügepartner hervorragend kompensieren.

4 Grenzabmessungen der Erzeugnisse und Verbindungsmittel

Die der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung unterliegenden Erzeugnisse bzw. deren Teilquerschnitte müssen eine Mindestdicke von 1,5 mm haben [26,27]. Sofern nicht in der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] zusätzliche Einschränkungen gemacht sind, gelten für die Höchstdicken von nicht kaltverfestigten Erzeugnissen die Festlegungen in den einschlägigen Normen [5,6], und von kaltverfestigten Erzeugnissen die Angaben in **Tabelle 8**. Die Höchstdicken für geschweißte Bauteile gehen aus **Tabelle 9** hervor.

Für die der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung unterliegenden Verbindungsmittel gilt ein Mindestgewindedurchmesser von M 6. Die größten Nennendurchmesser ergeben sich für die verschiedenen Stahlsorten aus **Tabelle 2**. Die mechanischen Eigenschaften nach DIN EN ISO 3506-1 und -2:2010-04 sind auch für die hier gegenüber der Norm erweiterten Abmessungsbereiche zu gewährleisten und gemäß den Angaben in der allgemeinen bauaufsichtlichen

Zulassung [26,27] zu prüfen und zu überwachen.

5 Korrosionsschutz der Bauprodukte und Ausführungsart ihrer Oberfläche

Bauteile und Verbindungsmittel für das Bauwesen aus nichtrostenden Stählen gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] benötigen aus Gründen der Standsicherheit keinen Korrosionsschutz,

- wenn der verwendete Werkstoff der Korrosionswiderstandsklasse nach **Tabelle 1** entspricht, die nach den vorstehend angegebenen Kriterien mindestens erforderlich ist,
- wenn sich aus den in der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] genannten und dort nachzulesenden Gesichtspunkten keine abweichenden Forderungen ergeben,
- wenn die in der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] genannten Forderungen bezüglich Unterhalt und Wartung eingehalten werden.

Insbesondere dürfen in Schwimmhallen unter den in **Tabelle 10** genannten Bedingungen nur die dort genannten Werkstoffe verwendet werden.

Die Korrosionswiderstandsklassen gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] fassen verschiedene Legierungen zusammen, die unter atmosphärischem Korrosionsangriff bei gleichen Korrosionsbelastungen eine vergleichbare Korrosionsbeständigkeit zeigen. Dabei werden nur die bauaufsichtlichen Anforderungen betrachtet, nicht jedoch die dekorative Beständigkeit. Bestehen hohe dekorative Anforderungen, so kommt der Ausführungsart und der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile besondere Bedeutung zu. Dabei sind fein bearbeitete, glatte und fehlerfreie Oberflächen sicherzustellen. Die Wahl einer höheren Korrosionswiderstandsklasse bietet hierfür keinen Ersatz. Die in den einschlägigen Normen [5,6] spezifizierten, werkseitig lieferbaren Oberflächen 2B, 2R, 1G,

Festigkeitsklasse	Blech, Band und Hohlprofile			Stäbe und Draht, stranggepresste und kaltumgeformte Profile		
	Lfd. Nr. nach Tab. 1	Werkstoff-Nr.	max t ¹⁾ mm	Lfd. Nr. nach Tab. 1	Werkstoff-Nr.	max d ¹⁾ mm
S 275	3	1.4301	6 ²⁾	1	1.4003	80
	4	1.4307	6	3	1.4301	80
	6	1.4541	6	4	1.4307	80
	8	1.4401	6	5	1.4567	30
	9	1.4404	6 ²⁾	6	1.4541	60
	11	1.4571	6	8	1.4401	80
	18	1.4539	6	9	1.4404	80
				10	1.4578	30
				11	1.4571	80
				18	1.4539	80
S 355	3	1.4301	8	1	1.4003	80
	4	1.4307	6	3	1.4301	60
	6	1.4541	6	4	1.4307	60
	8	1.4401	6	5	1.4567	30
	9	1.4404	8	6	1.4541	50
	11	1.4571	6	8	1.4401	60
	20	1.4529	6	9	1.4404	60
	21	1.4547	6	10	1.4578	30
				11	1.4571	40
				18	1.4539	80
S 460	3	1.4301	6	1	1.4003	60
	4	1.4307	4	3	1.4301	50
	6	1.4541	6	4	1.4307	50
	7	1.4318	6	5	1.4567	42
	8	1.4401	4	6	1.4541	30
	9	1.4404	6	8	1.4401	50
	11	1.4571	6	9	1.4404	50
				10	1.4578	42
				11	1.4571	22
				18	1.4539	50
S 690				3	1.4301	22
				4	1.4307	22
				6	1.4541	22
				8	1.4401	22
				9	1.4404	22
				11	1.4571	22
				12	1.4362	60
				13	1.4062	40
				14	1.4162	40
				15	1.4662	40
			17	1.4462	60	
			18	1.4539	50	
			20	1.4529	50	

1) Größere Werte sind zulässig, wenn dies bei der Erstprüfung durch Ermittlung der mechanisch-technologischen Kennwerte nachgewiesen und im Erstprüfbericht sowie dem Übereinstimmungszertifikat belegt ist.

2) max t ≤ 12,5 mm, wenn ein entsprechender Nachweis erbracht wurde

Tabelle 8: Höchstdicken der Erzeugnisse für Bauteile und aus den Erzeugnissen hergestellte Profile und Hohlprofile im kaltverfestigten Zustand gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

Blech, Band und Hohlprofile			Stäbe und Draht, stranggepresste und kaltumgeformte Profile		
Lfd. Nr. nach Tab. 1	Werkstoff-Nr.	max t ¹⁾ mm	Lfd. Nr. nach Tab. 1	Werkstoff-Nr.	max d ¹⁾ mm
1	1.4003	12	1	1.4003	25
3	1.4301	6 ²⁾	3	1.4301	25 ²⁾
8	1.4401		8	1.4401	
4	1.4307	30	4	1.4307	45
6	1.4541		6	1.4541	
7	1.4318		7	1.4318	
9	1.4404		9	1.4404	
11	1.4571		11	1.4571	
16	1.4439	12	16	1.4439	25
18	1.4539		18	1.4539	
19	1.4565		19	1.4565	
20	1.4529		20	1.4529	
21	1.4547				
12	1.4362	30	12	1.4362	45
13	1.4062	30	13	1.4062	40
14	1.4162	30	14	1.4162	40
15	1.4662	30	15	1.4662	40
17	1.4462	30	17	1.4462	45

1) Bei größeren Dicken ist eine Verfahrensprüfung für die jeweilige Dicke und Schweißverbindung erforderlich.

2) Bei größeren Dicken ist die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion nach DIN EN ISO 3651 nachzuweisen.

Tabelle 9: Höchstdicken für geschweißte Bauteile gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

Bauteile in Schwimmhallenatmosphäre ²⁾	Stahlsorten
mit regelmäßiger Reinigung der Bauteile	Ermittlung der Korrosionswiderstandsklasse gemäß Tabelle 1
ohne regelmäßige Reinigung ¹⁾ der Bauteile	1.4565
	1.4529
	1.4547

1) vgl. Merkblatt 831 der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

„Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern (MB831)“, 2. Auflage 2000

2) Zu berücksichtigen sind auch unzugängliche oder von der regelmäßigen Reinigung nicht erfasste Bereiche, in die Wasser und Aerosole z.B. über die Lüftung oder über Undichtigkeiten gelangen und dort zu Aufkonzentrationen führen können.

Tabelle 10: Stahlsorten für Schwimmhallen gemäß der ABZ Z-30.3-6 vom 22. April 2014 [26,27]

2G, 1K, 2K für Blech und Band oder 1G, 2G, 2B und 2P für Draht, Stäbe und Profile erfüllen diese Anforderungen [26,27]. Sie sind sehr ausführlich und anschaulich in [31] beschrieben.

Aus der Vielfalt der werksseitig lieferbaren Oberflächen haben für das Bauwesen besondere Bedeutung die Ausführungsarten 2B, 2R, 1G und 2G.

Die glatte Oberfläche der Ausführungsart 2B verschmutzt im Freien kaum, sie wird häufig bei Brüstungsbekleidungen, fensterlosen Wänden oder Dacheindeckungen verwendet. Diese Ausführung lässt sich auch schleifen und bürsten.

Die Ausführung 2R muss wegen ihrer hohen Reflexion mit größter Sorgfalt verarbeitet werden, stellt aber den idealen Ausgangszustand für geschliffene oder gebürstete Oberflächen dar. Die Ausführung 2R kann auch dessiniert werden. Nach Fertigstellen der Coils werden durch Prägewalzen standardisierte einseitige Dessins hergestellt. Dessinierte Bleche sind durch ihre Oberflächenstruktur unempfindlich gegen Verkratzen und gegen Fingerabdrücke. Je nach Lichteinfall, Betrachtungswinkel und Dessin entsteht eine zusätzliche Belebung der Oberfläche.

Geschliffene Oberflächen der Ausführungsarten G haben eine gute optische Gleichmäßigkeit und eignen sich überall dort, wo hohe Ansprüche an das Aussehen gestellt werden. Die für Edelstahl Rostfrei üblichen Kornabstufungen sind 80, 150, 180, 240, 320, und 400. Hierbei ist zu beachten, dass z.B. Ölschliff glatte, seidmatt glänzende Oberflächen ergibt, die im Vergleich zu Emulsions- und Trockenschliff kaum Verschmutzungen ansetzen. Durch zusätzliches Bürsten lässt sich das Aussehen geschliffener Oberflächen noch verbessern. Profile werden generell gezogen, geschält oder geschliffen geliefert.

6 Weitere Bestimmungen für Bauprodukte aus Edelstahl Rostfrei für tragende Anwendungen im Bauwesen

Für Edelstahl Rostfrei für tragende Anwendungen im Bauwesen macht die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [26,27] weiterhin umfangreiche Angaben zu:

- Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung der Bauprodukte,
- Übereinstimmungsnachweis der Bauprodukte,
- Bestimmungen für die Konstruktion und die Bemessung der Bauteile und Verbindungen,
- Bestimmungen für die Ausführung der Bauteile,

- Bestimmungen für Abnahme, Unterhalt und Wartung.

Diese zum Teil sehr umfangreichen Angaben müssen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] unmittelbar entnommen werden.

7 Oberflächenbehandlung

Schleifen

Schleifarbeiten können an Bauteilen aus Edelstahl Rostfrei aus mehreren Gründen erforderlich sein. Zum einen ist eine optimale Korrosionsbeständigkeit nur mit einer metallisch blanken, von Schweißrückständen und Anlauffarben freien Oberfläche möglich. Auch die Forderung nach einem einheitlichen Aussehen oder der Erzielung eines bestimmten optischen Effekts kann das Nacharbeiten

der Oberflächen beispielsweise individuell erstellter Bauteile erforderlich machen.

Beim Schleifen von Edelstahl Rostfrei [32] ist unter anderem darauf zu achten, dass dessen Wärmeleitfähigkeit geringer ist als die von unlegiertem Stahl. Deshalb muss mit entsprechend geringem Andruck und nur mit einer Schleifgeschwindigkeit von unter 40 m/s gearbeitet werden, um eine zu starke örtliche Erwärmung des Schleifguts zu vermeiden, die zu Anlauffarben und zu Verwerfung führen könnte.

Die verwendeten Schleifmittel müssen frei von Eisen und von Eisenoxid sein, um die Bildung von Fremdrost auf den geschliffen Oberflächen zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund dürfen für die Bearbeitung von Edelstahl Rostfrei keine Schleifscheiben oder Schleifbänder benutzt werden, die auch für die Bearbeitung von Bauteilen aus unlegiertem Stahl Verwendung gefunden haben.



Bild 3: Zum Entfernen von Anlauffarben und Nacharbeiten von Schliffbildern an dekorativen Bauteilen stehen leistungsstarke Handschleifgeräte wie zum Beispiel dieser Geradschleifer zur Verfügung (Foto: C. & E. Fein GmbH, Schwäbisch Gmünd)

Strahlen

Zur Herstellung matter, nicht richtungsorientierter Oberflächenstrukturen kann Edelstahl Rostfrei mit Glasperlen oder Glasbruch, Edelstahlkorn oder eisenfreiem Quarzsand gestrahlt werden.

Beizen

Wie vorstehend bereits erwähnt, erreicht Edelstahl Rostfrei seine optimale Korrosionsbeständigkeit nur mit einer metallisch blanken Oberfläche. Zunderschichten oder Anlauffarben, deren Ursache Wärmebehandlung oder Schweißen sein kann, müssen daher entfernt werden. Dies erfolgt in vielen Fällen bevorzugt durch Beizen [33,34]. Eine Vollbadbeizung in Tauchbädern ist nicht immer möglich. Deshalb begnügt man sich zur Beseitigung der Anlauffarben auf und neben den Schweißnähten bisweilen mit dem Einsatz von Beizpasten. Bei Edelstahl Rostfrei betragen die erforderlichen Einwirkzeiten je nach Intensität der Anlauffarben oder Verzunderung etwa 10 bis 60 Minuten. Anschließend ist sorgfältig mit Wasser abzuspülen. Ggfs. muss mit einer Edelstahl-Drahtbürste oder einem Hochdruckreiniger nachgeholfen werden.

Passivieren

Bei Edelstahl Rostfrei bedecken sich frisch entstandene Oberflächen an der Umgebungsluft spontan mit einer sogenannten Passivschicht. Dieser spontan eintretende Vorgang bedarf zu seiner weiteren Stabilisierung anschließend noch etwas Zeit, die je nach Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebungsluft unterschiedlich lang sein kann. Durch Behandlung mit oxidierenden Säuren kann man eine solche Passivierung beschleunigen. Es ist darauf zu achten, dass hier gut mit Wasser nachgespült wird, und dass die Sicherheitsvorschriften für das Arbeiten mit Säuren eingehalten werden.

Mechanisches Polieren

Während sich mit Hilfe des Schleifens unerwünschte Oberflächeneffekte

wie Schweißraupen und Anlauffarben entfernen lassen, sollen durch mechanisches Polieren Feinabstufungen der Oberflächenrauigkeit bis hin zu spiegelnd glänzenden Oberflächen erzeugt werden [32].

Elektropolieren

Neben dem mechanischen Polieren wird auch das elektrolytische Polieren mit zunehmender Bedeutung für das Bauwesen angewendet [35]. Nach diesem Verfahren, das sich besonders für kompliziert gestaltete, aber auch für großflächige Bauteile eignet, wird das Werkstück in geeigneten Elektrolytlösungen einer anodischen Strombelastung unterworfen. Die Rauigkeitsspitzen werden hierbei abgetragen. Das Ergebnis ist ein Seidenmattglanz, in der Regel noch perfekter als er mit Hilfe des mechanischen Polierens erzielt werden kann. Grate an Schnittkanten werden ebenfalls entfernt. Ein erfolgreiches Elektropolieren setzt allerdings auch einen entsprechend perfekten Grundwerkstoff voraus, mit der Folge, dass stabilisierte nichtrostende Stähle wie EN 1.4541 und EN 1.4571 für das Elektropolieren nicht geeignet sind.

Färben von Oberflächen

Oberflächen von Edelstahl Rostfrei können durch Tauchen in eine heiße Chromschwefelsäure-Lösung eingefärbt werden [36]. Durch Nachbehandeln wird eine hinreichende Abriebfestigkeit der farbgebenden Schichten erzielt. Bei diesem Verfahren wird die Chrom-haltige Passivschicht, die dem nichtrostenden Stahl seine Korrosionsbeständigkeit verleiht, auf chemischem Weg zu größerer Dicke aufgebaut. Die Farbwirkung entsteht durch Interferenz des Lichts in der Passivschicht [36]. Diese Farben sind gegen UV-Strahlung beständig, vollständig lichtecht und gegenüber atmosphärischen Einflüssen sehr unempfindlich. In bestimmten Medien können diese Schichten sogar zur Verbesserung des Korrosionswiderstands beitragen.

Für das elektrochemische, auf Lichtinterferenz beruhende Färben, sind

austenitische nichtrostende Stähle besonders geeignet. Die Dauer der Säurebehandlung entscheidet darüber, wie groß die Dickenzunahme der Passivschicht ist. Sie bestimmt auch, welche Frequenzanteile des Lichts durch die oben beschriebene Interferenz verstärkt oder ausgelöscht werden, d.h. welcher Farbeindruck entsteht. In dem Maß, wie die Schichtdicke aufgebaut wird, durchlaufen die resultierenden Farben eine Skala von Bronze über Gold, Rot, Purpur, Blau bis hin zu Grün. Ferritische nichtrostende Stähle lassen sich anthrazitgrau färben [36].

Bis zu 200 °C sind die Farbschichten temperaturbeständig. Sie sind nicht abriebbeständig. Bei höheren Temperaturen, wie sie beim Löten oder Schweißen entstehen, werden sie zerstört.

Eine weitere Möglichkeit zur farbigen Gestaltung von Edelstahl-Oberflächen bietet die farbige Sol-Gel-Beschichtung, die auf der gezielten Einbringung anorganischer Pigmente in einer Sol-Gel-Schicht basiert. Die Farben können mit unterschiedlicher Farbtiefe aus einer breiten Farbpalette einschließlich Weiß und Schwarz frei gewählt werden und sind zeitlich unbeschränkt reproduzierbar. Ihr Glanzgrad ist frei wählbar und der metallische Charakter der Ausgangsoberfläche bleibt erhalten. Farbige Sol-Gel-Beschichtungen sind absolut UV- und alterungsbeständig, wetterfest und widerstehen Temperaturen bis 400 °C. Sie sind wasser- und schmutzabweisend, beständig gegen Fingerabdrücke und selbst von Graffiti leicht zu reinigen. Die Oberflächen haben eine gute Verschleißbeständigkeit und können mindestens um einen Radius von 5 x Blechdicke gebogen werden. Farbige Sol-Gel-Beschichtungen sind porenfrei und bieten einen zusätzlichen Korrosionsschutz für den nichtrostenden Stahl.

Sonstige Oberflächenbehandlungen

Die Oberfläche von elektrolytisch verzinnnten Blechen, die vor allem für Bedachungen eingesetzt werden, bildet an der Luft eine mattgraue Patina

aus. Durch den Zinnüberzug wird die Lötbarkeit verbessert. Darüber hinaus stehen auch gleichmäßig mattgraue Oberflächen zur Verfügung, die werksseitig durch spezielle Walzprozesse erzeugt werden.

Durch Tiefätzen und Emaillieren von Edelstahl rostfrei lassen sich außerordentlich dekorative Oberflächeneffekte erzielen. Für diese Arbeiten gibt es Spezialbetriebe mit entsprechenden Einrichtungen; ebenso für das Aufbringen von Beschriftungen und Piktogrammen.

8 Bearbeiten

Edelstahl rostfrei hat eine höhere Scherfestigkeit als unlegierte Stähle, deshalb benötigt man zum Schneiden mehr Kraft. Ein ähnliches Verhältnis besitzen die austenitischen Edelstähle gegenüber den nichtrostenden Duplexstählen, bei denen der Schneidkraftbedarf noch deutlich höher liegt. Da jedoch im Allgemeinen dünnere Bleche genommen werden als für gleiche Teile aus unlegiertem Stahl, sind die erforderlichen Scherkräfte annähernd gleich [14].

Der Schneidspalt soll etwa 5 % der Blechdicke betragen. Steht nur eine Schere zur Verfügung, so ist für allgemeine Blecharbeiten ein Schneidspalt von 0,1 mm zu empfehlen [14]. Der Spalt ist richtig eingestellt, wenn die geschnittenen Anteile der Schnittflächen etwa 40 % oben und unten betragen [14].

Bei Scheren mit Niederhaltern ist es zweckmäßig, die Auflagefläche der Niederhalter mit einem Profil aus Gummi oder ähnlichem Material zu versehen, um die Oberfläche der Werkstücke nicht zu beschädigen.

Beim **Stanzen** von Edelstahl rostfrei lässt sich die erforderliche Kraft häufig dadurch vermindern, dass ein Werkzeugteil angeschrägt wird, wie im Einzelnen in [14] erläutert. Beim **Lochen** soll der kleinste Lochdurchmesser mindestens der doppelten Blechdicke und der Mindestabstand zwischen den Löchern dem halben Lochdurchmesser entsprechen. Für die Festlegung von machbaren Stanz-

durchmessern und Stanzabständen sei auf [14] verwiesen.

Zum **Sägen** werden Kreis-, Bügel-, Band- oder Handsägen benutzt. Es sind nur HSS-Sägeblätter zu verwenden. Grobe Zahnung ist für Vollmaterial, feine Zahnung für dünnwandiges Material erforderlich. Ausreichend Kühlung ist erforderlich.

Zum **Trennen** dünner Profil- oder Rohrabmessungen eignen sich handelsübliche Nylon- oder Diamanttrennscheiben [14]. Das **Wasserstrahlschneiden** ist ein kaltes, abriebarmes Trennverfahren. Mit dem dünnen Schneidstrahl steht ein universelles Werkzeug zur Verfügung, mit dem beliebige Konturen geschnitten werden können. Die Schnittkanten sind gratfrei und müssen nicht nachgearbeitet werden [14]. Weitere, mit spezifischem Vorteil bei Edelstahl rostfrei anzuwendende Trennverfahren sind das **Plasmaschneiden** und das **Laserschneiden** [14].

9 Umformen

Edelstahl rostfrei lässt sich in gleicher Weise umformen wie unlegierte Stähle; der Kraftbedarf ist bei den austenitischen Stählen jedoch größer, außerdem ist die stärkere Rückfederung zu beachten. Geringe Stückzahlen von Profilen oder Flächenelementen werden aus Blech durch **Abkanten** hergestellt [14]. In einer Abkantpresse wird das Material zwischen Biegeschiene und Matrize - meist in mehreren Arbeitsgängen - abgewinkelt. Die Kanten des Profils werden nicht scharf, die Radien entsprechen nahezu der halben Blechdicke. Beim Abkantverfahren muss die Konstruktion geringe Maßabweichungen tolerieren. Allerdings haben die Hersteller von Abkantwerkzeugen gerade für die Verarbeitung von Edelstahl rostfrei technologisch sehr große Fortschritte gemacht. Mit modernen Pressen ist das Abkanten so perfektioniert, dass Winkelgenauigkeiten von $\pm 0,3^\circ$ bei kaltgewalzten Blechen möglich sind [14].

Falzen als Verbindungstechnik und Kantenverstärken durch Umfalzen können bei nichtrostenden Stählen

ebenso eingesetzt werden wie bei unlegierten Stählen, man benötigt hierzu jedoch mehr Kraft. Deshalb empfiehlt es sich, mit möglichst dünnem Material zu arbeiten. Alle Falzausführungen sind herstellbar und dicht [14].

Beim **Rollprofilieren** von Edelstahl rostfrei kann sowohl mit freilaufenden als auch mit angetriebenen Walzen gearbeitet werden. Das weichgeglühte oder auch kaltverfestigte Band oder Blech läuft hierbei durch eine Folge von Rollenpaaren. Durch hintereinanderschalten mehrerer solcher Durchläufe lassen sich auch komplizierte Profile herstellen. Beim Rollprofilieren von Edelstahl rostfrei [14] verfestigt sich der Werkstoff, so dass diese Profile eine besonders große Steifigkeit erhalten.

Zum **Biegen** von glatten Blechen aus Edelstahl rostfrei gibt es Anhaltswerte hinsichtlich der Biegeradien, Werkzeugabmessung und Rückfederung [14]. Das Walzenbiegen wird wie bei unlegierten Stählen durchgeführt. Der kleinste Zylinderdurchmesser, der sich auf einer Drei-Walzen-Biegemaschine herstellen lässt, entspricht etwa dem doppelten Durchmesser der Innenwalze [14].

Das **Biegen von Rohren** erfordert die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie bei unlegierten Stählen. Werden die Rohrwandungen nicht abgestützt, dann sollte der kleinste Biegeradius, bezogen auf die Achse des Rohres, mindestens dem sechsfachen Außendurchmesser entsprechen. Das freie Biegen kann nur für kleinkalibrige oder dickwandige Rohre empfohlen werden [14].

Auch das **Streckbiegen** von Rohren mit und ohne Dorn lässt sich bei Edelstahl rostfrei anwenden [14]. Man vermeidet Verwerfungen, wenn an der Innenseite des Bogens ausreichend hohe Zugspannungen anstreifen, so dass dort während des Biegens keine Druckspannungen auftreten. Auf Biegevorrichtungen können dickwandige Rohre zu vollen Kreisen oder Wendeln gebogen werden, deren Biegeradien dem sechsfachen Außendurchmesser des Rohres entsprechen [14]. Umlaufbiegemaschinen können eingesetzt



Bild 4: Neue automatisierte Abkantpressen ermöglichen durch sehr schnellen, robotergesteuerten Werkzeugwechsel eine besonders wirtschaftliche Produktion von nichtrostenden Profilen in Kleinserien (Foto: Wilhelm Modersohn GmbH & Co. KG, Spenge)

werden, wenn kleinere Biegeradien gefordert sind. Wird das Rohr durch einen Dorn von innen abgestützt, so lassen sich zum Beispiel bei Rohren mit 25 mm Durchmesser und Wanddicken von 1,0 bis 1,5 mm Krümmer mit Biegeradien bis herab zum anderthalbfachen Außendurchmesser herstellen [14].

10 Herstellen von Wandelementen

Geprägte, profilierte oder tiefgezogene Wandelemente für Fassaden und Bekleidungen sind raumabschließende Bauteile, die durch Abkanten und evtl. zusätzliches Sicken, durch Tiefziehen oder Profilieren von entsprechenden Blechzuschnitten hergestellt werden. Hierbei entstehen Kassettenelemente mit markanter Form. Die Oberfläche der Kassetten wird durch die Auswahl geschliffener oder dessorierter Bleche bestimmt.

Durch Tiefziehen lassen sich besonders effektvolle Umformungen bei Fassadenbekleidungen erzielen.

Ebene Wandelemente für die Bekleidung von Gebäudeteilen müssen mit größter Sorgfalt hergestellt werden, denn auf ebenem Blech machen sich geringste Ungenauigkeiten, die schon durch die Befestigung entstehen können, deutlich bemerkbar. Erwärmung durch Sonneneinstrahlung kann zum Ausbeulen führen. Die Halterung muss deshalb Wärmeausdehnung zulassen. Für größere ebene Flächen kann es empfehlenswert sein, dünne Bleche aus Edelstahl rostfrei auf Grundplatten aus anderem Material zu kleben.

11 Konstruktionshinweise

Eine werkstoffgerechte Konstruktion nutzt die Vorteile der hohen Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl Rost-

frei in Kombination mit dessen hoher Festigkeit. Das bedeutet Leichtbaukonstruktionen mit dünnwandigen Bauteilen und niedrigem Gewicht. Dabei kann die **Kaltverfestigung durch Umformen**, wie sie beispielsweise aus **Tabelle 1** gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung [26,27] hervorgeht, gezielt genutzt werden.

Bei der konstruktionsbedingten **Kombination mit anderen metallischen Werkstoffen**, wie beispielsweise un- und niedriglegierten Stählen, verzinktem Stahl oder Aluminium ist eine Korrosionsgefährdung der unedleren Kontaktwerkstoffe zu vermeiden. An den nichtrostenden Stählen selbst kommt Kontaktkorrosion praktisch nicht vor.

Das Auftreten von Kontaktkorrosion ist an das Vorhandensein einer Flüssigkeit (Elektrolytlösung) im Kontaktbereich gebunden; d.h. eine Gefährdung besteht grundsätzlich nur dann, wenn die entsprechende Verbindung häufig und langanhaltend feucht ist.



Bild 5: Die beidseitig mustergewalzte Oberflächenausführung der nichtrostenden Fassadenbekleidung der von Meier Associés Architectes S.A. realisierten Schutzhütte Topali des Alpenvereins Matternal, St. Niklaus, schimmert reflexionsarm im Sonnenlicht (Foto: Aperam Stainless Services & Solutions Germany GmbH, Erkrath)

Ganz allgemein hat die Kontaktkorrosion in wässriger Umgebung – auch im Erdboden – eine größere Bedeutung als an der Atmosphäre, wo sie nur wirksam ist, solange Wasser nicht abtrocknet. Liegen Verschmutzungen, hygroskopische oder dauerfeuchte Ablagerungen vor, so sind auch unter den Bedingungen einer sonst unbedenklichen atmosphärischen Korrosionsbeanspruchung Schäden an dem unedleren Werkstoff möglich. Die Kontaktkorrosion kann in derartigen Fällen verhindert werden, indem durch Zwischenlagen aus Kunststoff oder Schutzanstrich des edleren Metalls die Bauteile elektrisch voneinander isoliert werden.

Nähere Informationen sind den Fachregeln für die Klempnertechnik des ZVSHK zu entnehmen, sowie dem Merkblatt 829 der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei „Edelstahl Rostfrei in Kontakt mit anderen Werkstoffen“ [37].

Die **Wärmeausdehnung** der nichtrostenden Stähle ist zwar größer als die der unlegierten Stähle, jedoch teilweise wesentlich geringer als die anderer Baumetalle wie beispielsweise Aluminium und Zink. Insbesondere bei großflächigen Konstruktionen oder Bauteilen muss dafür gesorgt werden, dass der Werkstoff „arbeiten“ kann, ohne dass Spannungen auftreten, die zu Beulen oder Knackgeräuschen führen können.

12 Oberflächen-schutz mit Folien

Für viele Verwendungszwecke ist es erforderlich, Bleche und Bänder mit ein- oder beidseitigen Schutzüberzügen zu versehen. Das gilt besonders für Oberflächen nach Ausführungsverfahren 2B, 2R und 2G. Ein solcher Oberflächenschutz hat folgende Vorteile:

- Die Oberfläche wird bei Lagerung und Transport geschützt.
- Geeignete plastische Überzüge verhindern bei vielen Verarbeitungsvorgängen wie Abkanten, Biegen, Tiefziehen und Stanzen, dass die Oberfläche beschädigt wird.
- Beim Umformen bleibt die Originaloberfläche, beispielsweise die Schliiffstruktur, weitgehend erhalten.
- Klebefolien lassen sich bis zu ihrer beginnenden Alterung bei Raumtemperatur problemlos abziehen.

An Bauteilen, die der Außenatmosphäre ausgesetzt sind, müssen Schutzüberzüge – gleich welcher Art – sofort nach der Montage entfernt werden. Unter Wärme- und Lichteinwirkung können die Schutzüberzüge nämlich schnell altern, so dass sie sich nicht mehr rückstandsfrei oder auch überhaupt nicht mehr ablösen lassen.



Bild 6: Die Technik des partiellen Folierens der späteren Sichtflächen von Bauprofilen aus Edelstahl Rostfrei erleichtert das Entfernen der Schutzfolie nach dem Einbau erheblich (Foto: VOGEL-BAUER Edelstahl GmbH & Co. KG, Solingen)

13 Reinigung und Pflege

Da Rückstände des Klebers oder Schutzlacks (auch unsichtbare) zu Korrosion führen können, ist stets eine Grundreinigung nach Herstellervorschrift, meist mittels abrasiv wirkender alkalischer Reiniger vorzunehmen.

Farbspritzer lassen sich mit Lösungsmitteln (Terpentin bei Ölfarben, sonst Benzol, Toluol o.ä.) entfernen. Kalk- oder Zementspritzer sind möglichst vor dem Aushärten mit Hilfe eines Holzspans abzuschaben. Hierbei dürfen keine Werkzeuge aus unlegiertem Stahl verwendet werden (Fremdrostgefahr).

Salzsäure darf keineswegs verwendet werden; auch nicht als schwache Lösung. Beim Absäuern von angrenzenden Mauern oder keramischen

Bauteilen sind Edelstahl-Elemente zu schützen.

Eine Vielzahl von sehr nützlichen weiteren Hinweisen zur Reinigung und Pflege von Edelstahl Rostfrei im Bauwesen findet sich in den Merkblättern der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei [14,16,38].

14 Literatur

- [1] „Edelstahl Rostfrei – Eigenschaften“ ISER-Merkblatt 821, 5. Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2014
- [2] **DIN EN 10088-1** Nichtrostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle
- [3] **DIN EN 10088-2** Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für die allgemeine Verwendung
- [4] **DIN EN 10088-3** Nichtrostende Stähle – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse für die allgemeine Verwendung
- [5] **DIN EN 10088-4** Nichtrostende Stähle – Teil 4: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen
- [6] **DIN EN 10088-5** Nichtrostende Stähle – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für das Bauwesen
- [7] **DIN EN 10296-2** Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Nichtrostende Stähle
- [8] **DIN EN 10297-2** Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre aus nichtrostenden Stählen
- [9] **DIN EN ISO 3506-1** Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen – Teil 1: Schrauben
- [10] **DIN EN ISO 3506-2** Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen – Teil 2: Muttern
- [11] „Bauprofile aus Edelstahl Rostfrei“ ISER-Dokumentation 864, aktualisierter Nachdruck, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2008
- [12] „Edelstahl Rostfrei: Bänder, Bleche, Streckmetalle, Drahtgewebe“ ISER-Dokumentation 865, aktualisierter Nachdruck, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2015
- [13] „Nichtrostender Betonstahl“ ISER-Merkblatt 866, 1. Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2011
- [14] „Die Verarbeitung von Edelstahl Rostfrei“ ISER-Merkblatt 822, 4. überarbeitete Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2012
- [15] „Schweißen von Edelstahl Rostfrei“ ISER-Merkblatt 823, 4. überarbeitete Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2004
- [16] „Fertigung und Montage von Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl – allgemeine Hinweise“ ISER-Merkblatt 969, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2006
- [17] „Edelstahl Rostfrei im öffentlichen Bereich“ ISER-Dokumentation 873, 1. Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2004
- [18] „Dächer aus Edelstahl Rostfrei“ ISER-Dokumentation 962, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2002
- [19] „Technischer Leitfaden: Dächer aus Edelstahl Rostfrei“ ISER-Merkblatt 963, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2003
- [20] „Edelstahl Rostfrei für Dachentwässerung und Dachzubehör“ ISER-Merkblatt 964, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2005
- [21] „Gebäudehüllen aus Edelstahl Rostfrei“ ISER-Dokumentation 966, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2004
- [22] „Fußgängerbrücken aus Edelstahl Rostfrei“ ISER-Dokumentation 967, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2004
- [23] „Nichtrostender Stahl und Glas“ ISER-Dokumentation 970, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2008
- [24] „Bauen im Bestand mit nichtrostendem Stahl“ ISER-Dokumentation 971, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2007
- [25] „Dreidimensionale Oberflächen und Strukturen aus nichtrostendem Stahl“ ISER-Dokumentation 973, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2008
- [26] „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 vom 22. April 2014 für Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ erhältlich als Sonderdruck 862 der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2014
- [27] “Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 of 22 April 2014 (national technical approval) „Products, fasteners and structural components made of stainless steels”” available as Sonderdruck 862e der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2014
- [28] „Kleben von Stahl und Edelstahl Rostfrei“ Merkblatt 382 des Stahl-Informationszentrums und der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2012
- [29] „Kleben – ein praxisgerechtes Fügeverfahren für nichtrostenden Stahl“ ISER-Merkblatt 981, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2013, 2014
- [30] „Edelstahl Rostfrei in chloridhaltigen Wässern“ ISER-Merkblatt 830, 3. überarbeitete Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2012

- [31] **„Edelstahl Rostfrei: Oberflächen im Bauwesen“** ISER-Dokumentation 960, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2000
- [32] **„Mechanische Oberflächenbehandlung nichtrostender Stähle in dekorativen Anwendungen“** ISER-Merkblatt 968, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2005
- [33] **„Beizen von Edelstahl Rostfrei“** ISER-Merkblatt 826, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2006
- [34] **„Aktueller Stand zum Beizen von Edelstahl Rostfrei“** ISER-Dokumentation 885, Sammelband zu einer gleichnamigen Veranstaltung, Bielefeld, 23. November 2006
- [35] **„Elektropolieren nichtrostender Stähle“** ISER-Merkblatt 974, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2010
- [36] **„Farbiger nichtrostender Stahl“** ISER-Merkblatt 976, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2011
- [37] **„Edelstahl Rostfrei in Kontakt mit anderen Werkstoffen“** ISER-Merkblatt 829, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, 2005
- [38] **„Reinigung nichtrostender Stähle im Bauwesen“** ISER-Merkblatt 965, 1. Auflage, Euro Inox, Brüssel, 2009



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 102205
40013 Düsseldorf
www.edelstahl-rostfrei.de

