

Edelstahl Rostfrei in der Wasserversorgung



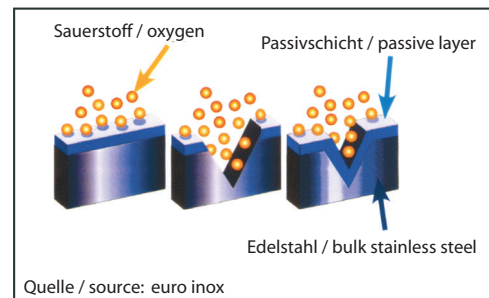
Rostfreie Stähle sind Legierungsstähle mit einem Chromgehalt von mindestens 10,5% und einem Kohlenstoffgehalt kleiner 1,2%.

In Verbindung mit Sauerstoff bildet sich auf der Werkstoffoberfläche eine dichte und chemisch widerstandsfähige Chrom-Oxidschicht aus, welche gegen viele aggressive Medien beständig ist, keinen weiteren Oberflächenschutz erfordert und deshalb als Passivschicht bezeichnet wird.

Die Korrosionsbeständigkeit der Edelstähle resultiert einzig aus der Bildung von Oxidschichten an der Oberfläche des Stahls. Ein hoher Chromanteil ist hierzu unerlässlich. Titan erhöht als Karbidbildner die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion. Molybdän neigt wie Chrom zur Passivität und verstärkt damit die Passivschicht. Molybdänhaltige Edelstähle sind gegen nichtoxidierende Säuren und Laugen, deren Salze sowie insbesondere gegen Oxidationsmittel wie Ozon oder chloridhaltige Medien resistent.

Selbstheilungseffekt

Die Passivschicht bildet sich nach Verletzungen in der Regel wieder selbst aus. Voraussetzung dafür ist eine metallisch reine Oberfläche mit ausreichend hohem Chromgehalt.



Hauptgruppen des Edelstahls

Nickel beeinflusst das Kristallgefüge des Stahls (ebenso wie Kohlenstoff, Cobalt, Mangan und Stickstoff). Je nach Nickelgehalt unterscheidet man

- austenitischen Edelstahl (nicht magnetisch) - kubisch flächenzentriertes Gefüge
- ferritischen Edelstahl (magnetisch) - kubisch raumzentriertes Gefüge
- Duplex-Stahl - Mischgefüge
- martensitischen Edelstahl (härtbar).

Eigenschaften

Edelstahl Rostfrei

- ist widerstandsfähig gegen Korrosion und Hitze und äußerst langlebig
- hat geringe Lebenszykluskosten und ist voll recyclebar
- ist biologisch neutral und leicht zu reinigen.

Verarbeitung

Durch mechanische Bearbeitung oder Beschädigungen der Oberfläche können die obersten Werkstoffschichten durch Eisenoxide (Fremdferrit, Zunder, Anlauffarben, Schleifmartensit, Spannungen, Chromverarmung etc.) verunreinigt werden.

Durch bürsten, schleifen und polieren oder beizen und passivieren werden diese Schichten gelöst und entfernt.

Die Passivschicht bildet sich während des Spülens mit Wasser oder mit Passivierungsmitteln oder an der Luft aus.

Gebeizte Oberflächen sind

- metallisch rein,
- gleichmäßig matt glänzend und
- von hoher Korrosionsbeständigkeit.

Edelstähle für die Trinkwasserversorgung

Die dauerhafte Sicherung höchster Trinkwasserqualität erfordert den Einsatz geeigneter, langlebiger und inerte Werkstoffe mit hervorragenden hygienischen Eigenschaften. In der Wasserwirtschaft werden - je nach Anforderung - vorzugsweise die folgenden nicht-rostenden Stähle eingesetzt.

V2A/V4A-Stahl Allgemein bekannt sind die austenitischen Stähle Werkstoff-Nr. 1.4301 und 1.4541 (V2A-Stähle) sowie 1.4404 und 1.4571 (V4A-Stähle). Austenitische Stähle sind nicht magnetisierbar und haben ein höheres Dehnvermögen als ferritische Stähle. Der weltweit am häufigsten eingesetzte Chrom-Nickelstahl ist der V2A-Stahl 1.4301. Der Stahl 1.4541 enthält zusätzlich Spuren von Titan, während 1.4404 und 1.4571 zusätzlich 2,1% Molybdän enthalten. Die physikalischen Eigenschaften der vier Stähle sind weitgehend identisch. Die Auswahl der Stahlsorte erfolgt nach der erforderlichen Korrosionsbeständigkeit.

Duplexstahl Seit einigen Jahren werden auch Duplexstähle, bei hohen Beanspruchungen der Super-Duplexstahl 1.4462, im Trinkwasserversorgungsbereich eingesetzt. Auf Grund der erheblich höheren mechanischen Festigkeit kann in der Regel mit geringerem Materialeinsatz gearbeitet werden. Duplexstähle weisen ferritische und austenitische Anteile auf. Die Korrosionsbeständigkeit der Duplexstähle ist auf Grund des hohen Chromgehaltes gleich hoch bzw. höher als die von 1.4571, was einen breiten Einsatzbereich dieser Stähle erschließt.



Zusammensetzung und Festigkeit wichtiger Edelstahl	Typische Zusammensetzung in %								MPa bei 20 °C*	
	EN	ASTM	C	N	Cr	Ni	Mo	sonstige	R _{p0,2}	R _m
	1.4301	304	0,04	0,04	18,1	8,3	–	–	210	520
	1.4541	321	0,04	0,01	17,3	9,1	–	Ti	200	500
	1.4404	316L	0,02	0,04	17,2	10,2	2,1	–	220	520
	1.4571	316Ti	0,04	0,01	16,8	10,9	2,1	Ti	220	520
	1.4062	S32202	0,025	0,20	23,0	2,5	< 0,3	1,3 Mn	550	750
	1.4162	S32101	0,03	0,22	21,5	1,5	0,3	5 Mn	450	650
	1.4362	S32304	0,02	0,10	23,0	4,0	0,2	–	400	600
	1.4462	S32205	0,02	0,17	22,0	5,7	3,1	–	460	640

* Mindestwerte nach EN: MPa - MegaPascal (1 Pa = 1 N/mm²), R_{p0,2} - 0,2% Dehngrenze, R_m - Zugfestigkeit

Einsatzbereiche Für normales Wasser werden im Allgemeinen die Standardstähle 1.4301, 1.4541 und 1.4062, 1.4162 verwendet. Bei höheren Chloridionen-Gehalten oder aggressiveren Wässern sind die molybdänlegierten Stähle (austenitische und Duplex) oder bei hohen Beanspruchungen 1.4462 zu bevorzugen. Bei Wasseraufbereitungsanlagen mit oxidativen Medien wird in der Regel der Werkstoff 1.4571 eingesetzt. Bei Wasserverteilanlagen und bei Wasserspeichern werden sowohl V2A-, V4A- als auch Duplex-Stähle eingesetzt, wobei darauf hinzuweisen ist, dass in den allermeisten Fällen die Qualitäten 1.4301, 1.4541 und 1.4062, 1.4162 ausreichend sind.

Korrosionsbeständigkeit

Edelstähle sind auf Grund ihrer Korrosionsbeständigkeit in einem weiten Anwendungsbereich einsetzbar. Voraussetzung für eine lange Lebensdauer sind

- die Auswahl des richtigen Werkstoffes
- eine fachgerechte Konstruktion
- eine fachgerechte Verarbeitung
- sowie eine sorgfältige Nachbehandlung.

Flächenkorrosion

Flächenkorrosion beschreibt einen gleichmäßigen Materialabtrag. Bei Anwendungen im Trinkwasserbereich ist diese Art der Korrosion mit Edelstahl Rostfrei nicht zu beobachten.

Lochfraß und Spaltkorrosion

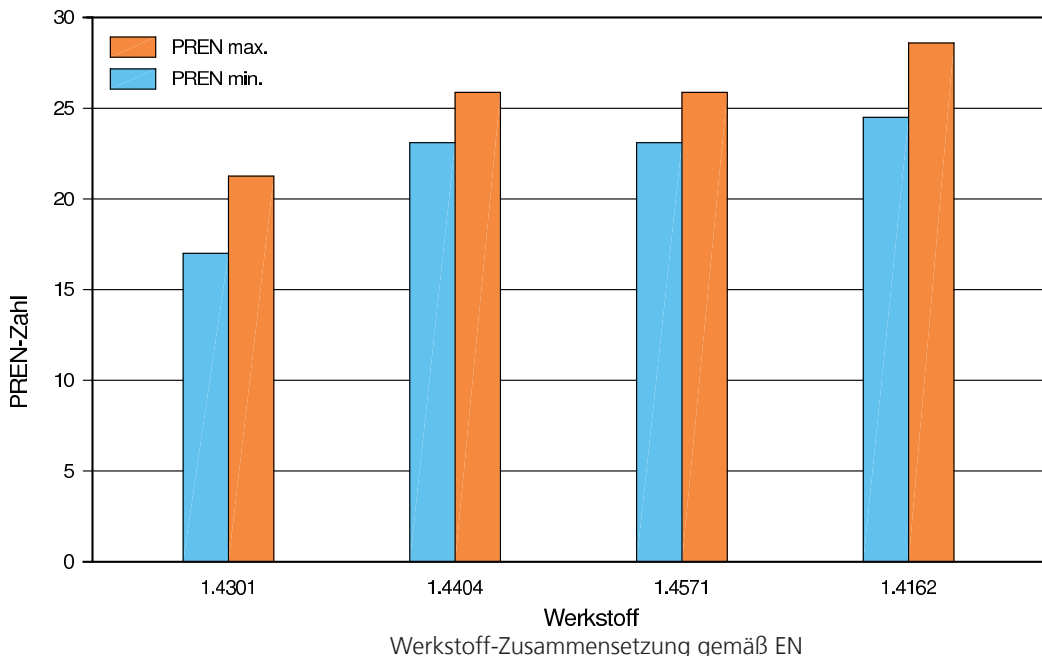
Der Beständigkeit gegen Lochfraß und Spaltkorrosion kommt bei Edelstählen eine zentrale Bedeutung zu. Diese Beständigkeit wird im Wesentlichen durch den Chromgehalt bestimmt und mit der sogenannten PRE-Zahl* (bzw. auch als PREN-Index) ausgedrückt.

***PRE = Pitting Resistance Equivalent**

Die PRE-Zahl wird nach folgender Formel berechnet:

$$PRE = \%Cr + 3,3 \cdot \%Mo + 16 \cdot \%N$$

Je höher diese Zahl ist, desto höher ist die Beständigkeit des jeweiligen Stahls gegen Lochfraß und Spaltkorrosion.



Duplexstähle weisen bei intakter Passivierungsschicht eine Beständigkeit gegenüber Lochfraß auf, die deutlich oberhalb der des Werkstoffs 1.4301 und in etwa im Bereich der Werkstoffe 1.4401 bzw. 1.4571 liegt.

Mediumseitige Einflussgrößen Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Lochfraß und Spaltkorrosion steigt insbesondere mit zunehmendem Gehalt des Wassers an Chlorid-Ionen.

Weitere Einflussgrößen sind der pH-Wert, die Temperatur, die Fließbedingungen (Stagnation), der Gehalt an Oxidationsmitteln sowie anderen Wasserinhaltsstoffen (z.B. Nitrate und Sulfate).

Erfahrungsgemäß ist die Wahrscheinlichkeit für Lochkorrosion bei molybdänfreien Stählen (V2A-Qualitäten) hoch, wenn die Chloridgehalte bei kaltem Wasser über 100 mg/l bzw. bei erwärmtem Wasser über 50 mg/l liegen. (siehe auch DIN 50930 T4)



Mögliche Werkstoffe in Abhängigkeit von Chloridgehalt und Temperatur für Trinkwasser, Mineralwasser oder Prozesswasser.

max. Chloridgehalte*	20 °C	70 °C	mögliche Edelstähle
	< 100 mg/l	< 50 mg/l	
< 250 mg/l	< 150 mg/l	< 150 mg/l	1.4571, 1.4404, 1.4362, 1.4462

* Grenzwert TVO: 250 mg/l

Bei Anwendung der Grenzkonzentrationen aus obiger Tabelle ist zu berücksichtigen, dass neben der richtigen Verarbeitung und der Betriebsweise auch andere Wasserinhaltsstoffe einen wesentlichen Einfluss ausüben.

Zusätzliche Anionen im Wasser neben den Chloriden verbessern meist die Beständigkeit. So sind stark mineralisierte natürliche Wässer mit hohen Anionen-Gehalten (Sulfate, Nitrate, Hydrogencarbonate) deutlich weniger korrosiv als reine NaCl-Lösungen.

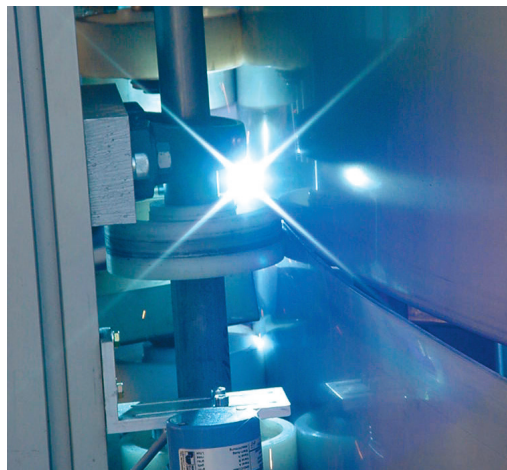
Eine weitere wesentliche Einflussgröße ist der Gehalt an Oxidationsmitteln. Mit ansteigender Oxidationskraft (Redoxpotential) des Wassers erhöht sich insbesondere die Gefährdung durch Lochfraß und Spaltkorrosion. Kritisch sind insbesondere eine starke Sauerstoffübersättigung wie sie im Rahmen der Wasseraufbereitung mit Ozon auftreten kann.

Weitere Einflussgrößen Mediumseitige Spalte sollten nach Möglichkeit immer konstruktiv vermieden werden. Spalte können auch im Betrieb durch Ablagerungen entstehen.

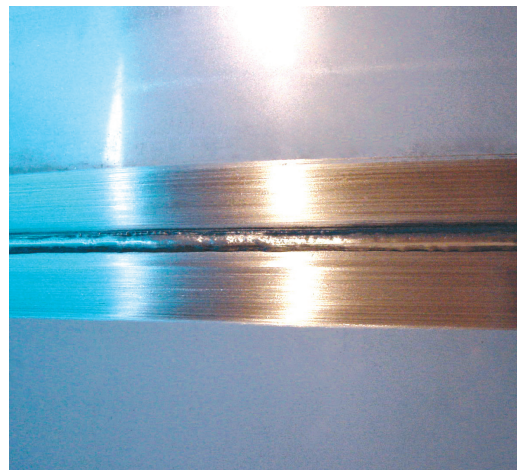
Allgemein Für eine hohe Korrosionsbeständigkeit ist eine optimale Oberfläche mit lückenlos ausgebildeter Passivschicht ganz entscheidend. Ferner ist mediumseitiger Kontakt mit unedlen Metallen zu vermeiden (galvanische Elementbildung).

Vermeidung von Korrosion Ob Korrosionsschäden entstehen, hängt nicht nur von der Beständigkeit des Stahls und der Aggressivität des Angriffsmittels ab, sondern maßgeblich auch von der konstruktiven Ausführung und Verarbeitung der Bauteile sowie von den Betriebsbedingungen. Nachteilig wirken sich vor allem stagnierende Betriebszustände über längere Zeiten aus sowie Verkrustungen und Ablagerungen.

Schweißen auf der Baustelle Bei Baustellenschweißungen muss die Schweißnaht-Nachbehandlung fachgerecht und sorgfältig erfolgen, um eine durchgehende Passivschicht zu erreichen. Beim Schweißen ist die Güte des Schweißzusatzwerkstoffs zu beachten und zu dokumentieren. Ferner sind Überhitzungen zu vermeiden.



Schweißautomat



Schweißnaht nach dem Bürsten

Bei allen Schweißungen von Rohrleitungen ist eine beidseitige Formierung (Hülle aus inertem Schutzgas) im Bereich der Schweißung sicherzustellen. Weiter sind die Schweißbereiche durch Bürsten, Beizen und Passivieren und/oder Schleifen fachgerecht nachzubehandeln.

**Reinigung
von Edelstahl
Rostfrei**

Edelstahloberflächen sind hart, glatt und porenfrei. Es können sich keine Nester für Schmutz und Mikroorganismen bilden. Dennoch müssen Edelstahlkomponenten regelmäßig gereinigt und desinfiziert werden - die Erstreinigung ist besonders wichtig.

Um Fremdstoffe zu vermeiden darf zur Entfernung von Bauschmutz keinesfalls Werkzeug aus normalem Stahl (Spachtel, Stahlwolle) verwendet werden, da diese zu Oberflächenverletzungen und Fremdstoffablagerungen führen können. Werden chemische Reinigungsmittel eingesetzt, ist unbedingt darauf zu achten, dass sie frei von Salzsäure sind.

Andernfalls drohen Lochfraß oder Spaltkorrosion.

Zur Entfernung von Kalk-, Zement- und Rostablagerungen eignen sich Phosphorsäure und phosphorsäurehaltige Reiniger.



Behälteranlage mit Installation



Rohrmantelpumpen

Organische Säuren, wie Zitronensäure, Ameisensäure oder Weinsäure, sind aus trinkwasserhygienischer Sicht bedenklich und sollten deshalb nicht verwendet werden.

Reinigungsmittelrückstände müssen ordnungsgemäß entsorgt werden. Deshalb sollten chemische Reinigungsmittel nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

Durch gründliches Nachspülen mit kaltem Wasser werden Reste von Reinigungsmitteln in Rohrleitungen und Behältern rückstandsfrei entfernt.

Die Auswahl der Reinigungsmittel sollte mit dem Hersteller bzw. dem Lieferanten der Edelstahlkonstruktionen abgestimmt werden.

Weitere Infos entnehmen Sie dem Blatt „Reinigung von Edelstahl Rostfrei“.