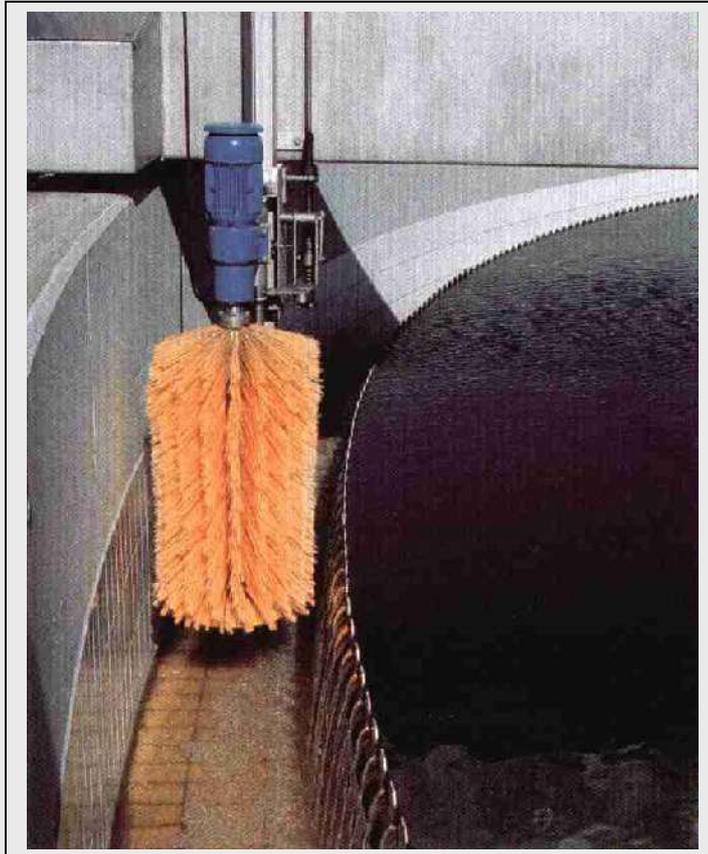




Merkblatt 830

Edelstahl Rostfrei in chloridhaltigen Wässern



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER) ist eine Gemeinschaftsorganisation von

- Edelstahlherstellern,
- Edelstahlverarbeitern,
- Edelhändlern,
- Legierungsmittelproduzenten,
- Oberflächenveredlern,
- sonstigen mit Edelstahl Rostfrei befaßten Unternehmen und Organisationen.

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

- praxisbezogene, zielgruppenorientierte Publikationen,
- Pressearbeit für Fach- und Publikumsmedien,
- Messebeteiligungen,
- Durchführung von Schulungsveranstaltungen,
- Information über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Beratung.

Ein aktuelles Schriftenverzeichnis wird auf Anforderung gerne übersandt.

Impressum

Merkblatt 830

Edelstahl Rostfrei in chloridhaltigen Wässern
2. Auflage, 1997

Autoren:

- Dr. rer. nat. N. Arlt, Düsseldorf
Dipl.-Phys. W. Boehle, Allendorf
Dr. rer. nat. Dieter Hirschfeld, Essen
Dipl.-Ing. T. Meyer, Aarbergen
Dr. M. Renner, Leverkusen
Dr. rer. nat. H. Schlerkman, Duisburg
Dipl.-Ing. W. Schulte, Attendorn
Prof. Dr. rer. nat. W. Schwenk, Duisburg
Dipl.-Ing. I. Stellfeld, Düsseldorf

Redaktion:

Dr.-Ing. D. Grimme, Düsseldorf

Herausgeber:

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 22 05, 40013 Düsseldorf
Telefon 02 11/ 82 9-6 03
Telefax 02 11/ 82 9-3 44

Fotos:

Krupp Thyssen Nirosta GmbH, Bochum
Mannesmann Pressfitting GmbH, Langenfeld
Passavant Werke AG, Philippsthal

Inhalt

	Seite	
1	Allgemeine Hinweise	1
1.1	Einflußgruppe Werkstoffparameter	2
1.1.1	Chemische Zusammensetzung und Gefüge	2
1.1.2	Oberflächenbeschaffenheit	2
1.1.3	Fügeverfahren	3
1.1.4	Mechanische Verbindungen	4
1.2	Einflußgröße Wasserparameter	4
1.3	Betriebliche Einflußgrößen	5
1.4	Konstruktive Einflußgrößen	5
2	Anwendungsbereiche	5
2.1	Trinkwasserinstallation	5
2.1.1	Allgemeine Hinweise für die Trinkwasser-Installation mit Komponenten aus nichtrostendem Stahl	5
2.1.2	Rohrleitungsinstallationen aus nichtrostendem Stahl	6
2.1.3	Warmwasserbereiter aus nichtrostendem Stahl	7
2.2	Abwasserbereich	7
2.2.1	Allgemeine Hinweise für die Verwendung von Bauteilen zur Entwässerung im Abwasserbereich	7
2.2.2	Rohre und Formstücke	7
2.2.3	Bodenabläufe, Entwässerungsrinnen, Abdeckungen	8
2.2.4	Abscheideranlagen für organische Öle und Fette	8
2.3	Kühlwasser	9
2.3.1	Verfahren/Betriebsweise der Wasserkühlung	9
2.3.2	Kühlwasserarten	9
2.3.3	Verfahrens-/Apparatetechnik von Wärmetauschern	10
2.3.4	Apparatewerkstoffe/Betriebliche Erfahrungen	10
2.4	Schwimmbad-Wässer	11
3	Umrechnungen	11
4	Literaturnachweis	11

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungsansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden. Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

1 Allgemeine Hinweise

Nichtrostende Stähle sind unentbehrliche Werkstoffe für alle Einsatzbereiche, in denen es insbesondere auf Beständigkeit gegenüber unterschiedlichsten Korrosionsbeanspruchungen und hygienisch einwandfreie Oberflächen ankommt. Ihre ansprechende Optik prädestiniert sie darüber hinaus auch für zahlreiche dekorative Verwendungen.

Diese durch Legieren mit i.w. Chrom, Nickel und Molybdän erreichten Vorzüge vereint der Werkstoff gleichzeitig mit gesicherter Verarbeitbarkeit zu vielfältigen Endprodukten.

Edelstahl Rostfrei befindet sich aufgrund dieser Vorzüge in einem weithin aktiven Substitutionswettbewerb gegenüber anderen Werkstoffen. Er ist einer der wenigen Stahlwerkstoffe, deren Markt in der Vergangenheit überproportional gewachsen ist und der weiterhin erhebliche Wachstumspotentiale aufweist.

Die Abkehr von der "Wegwerf-Mentalität" und zunehmende Durchführung von "Life-Cycle-Cost"-Bewertungen machen den langlebigen und wertbeständigen Werkstoff Edelstahl Rostfrei immer attraktiver. Die vollständige und problemlose Recyclingfähigkeit ermöglicht ressourcenschonende Herstellung und kommt damit der Verantwortung industrieller Verarbeiter sowie privater Endverbraucher für unsere Umwelt entgegen.

Nichtrostende Stähle mit sehr unterschiedlicher Zusammensetzung kommen immer dann zur Anwendung, wenn besondere korrosive Beanspruchungen vorliegen, denen andere Werkstoffe nicht mehr gewachsen sind, oder wenn Edelstahl Rostfrei auch unter anderen Bewertungskriterien Vorteile erbringt.

Um die Erwartungen des Anwenders an die besondere Korrosionsbeständigkeit dieser Stähle sicher zu erfüllen, sind einige Hintergründe zu erläutern und Gesichtspunkte für die anwendungsgerechte Werkstoffauswahl und werkstoffgerechte Bauteilauslegung und -fertigung zu beachten.

Dieses Hintergrundwissen unterstützt den Stahlverbraucher dabei, in Kenntnis der Beanspruchungsbedingungen, ggf. gemeinsam mit dem Stahlhersteller, die wirtschaftlich sinnvollste und gleichzeitig sicherste Systemlösung zu finden.

Edelstahl Rostfrei verdankt seine hervorragende Korrosionsbeständigkeit einer dünnen, unsichtbaren Oberflächenschicht, die sich spontan durch Reaktion zwischen Cr-reichem Metall und Sauerstoff und/oder Wasser des Umgebungsmediums bildet. Diese Schicht, die sogenannte Passivschicht, verhindert den Korrosionsangriff auf das Metall. Mechanische Beschädigungen oder sonstige Beeinträchtigungen der Passivschicht sind daher bei ausreichenden Bedingungen für die spontane Repassivierung unschädlich.

Insofern ist Edelstahl Rostfrei (*Tabelle 1*) in Trinkwasser und Wässern ähnlicher chemischer Zusammensetzung, Oberflächenwässern einschl. Meerwasser, Heizungs- und Kühlwässern **gegen Flächenkorrosion**, wie man sie von unlegierten Stählen, Kupfer, Zink, etc. kennt, **beständig**. Abgesehen von möglichen Verschmutzungen bleibt das metallisch-blanke Aussehen der nichtrostenden Stähle im Betrieb erhalten. Die Beständigkeit wird auch durch saure Wasserinhaltsstoffe in weiten Bereichen nicht beeinträchtigt. So ist der Edelstahl Rostfrei z.B. in kohlensäurereichen Mineralwässern mit einem pH-Wert von etwa 4 beständig. Aufgrund der sicheren Beständigkeit gegen Flächenkorrosion spielt diese in der Praxis beim Einsatz in Wässern keine Rolle.

Zur Vermeidung von **örtlicher Korrosion** in chloridionenhaltigen Wässern sind die Einflußgruppen

- Werkstoffparameter,
- Wasserparameter,
- betriebliche Einflußgrößen und
- konstruktive Einflußgrößen

gleichermaßen zu prüfen und zu berücksichtigen.

Mögliche örtliche Korrosionserscheinungen sind:

- Loch- und Spaltkorrosion,

die je nach Art der mechanischen Beanspruchung, allerdings nur bei erhöhter Wassertemperatur, auch

- Spannungs- und Schwingungsrißkorrosion (Korrosionsermüdung)

einleiten können.

Ferner kann an Lötverbindungen die sog. Messerschnittkorrosion auftreten.

Im Wissen um diese möglichen Erscheinungen, aber auch im sicheren Wissen um deren Vermeidbarkeit, werden im folgenden für häufige und übersehbare Anwendungsfälle die vorliegenden Erfahrungen zusammengestellt. Auf die einschlägigen Normen und Richtlinien (siehe Literaturnachweis) wird verwiesen. Neuartige Fragestellungen und Anwendungen sollten in engem Austausch zwischen Stahlerzeuger und -verbraucher beraten werden, wobei wegen der Vielfalt möglicher Einflußgrößen ggf. auf das Angebot entsprechender Eignungsprüfungen zurückgegriffen werden sollte.

1.1 Einflußgruppe Werkstoffparameter

1.1.1 Chemische Zusammensetzung und Gefüge

Die üblichen nichtrostenden Stähle sind in *Tabelle 1* gruppenweise zusammengefaßt, wobei mit steigender Gruppennummer die Beständigkeit gegen Loch- und Spaltkorrosion in chloridionenhaltigen Wässern zunimmt.

Dies drückt sich auch in der ansteigenden **Wirksumme** ($\% \text{Cr} + 3,3 \cdot \% \text{Mo}$) aus. Diese Beziehung gilt für die Werkstoffe mit im Lieferzustand üblichem homogenem Gefüge. Nachfolgend werden allgemeine Hinweise zu den einzelnen Stahlgruppen gegeben.

Nichtrostende Stähle der **Stahlgruppe 1** sind für Trinkwasser und Industrierwasser mit mäßigem Chloridionengehalt geeignet. Die ferritischen Chromstähle der **Stahlgruppe 1A** weisen eine gegenüber der Gruppe 1 geringere Beständigkeit gegen Loch- und Spaltkorrosion auf, sind jedoch beständig gegen Spannungsrißkorrosion.

Die Stähle der **Stahlgruppe 2** eignen sich für Trink- und Industrierwasser mit erhöhten Chloridionengehalten. Die Stähle der **Stahlgruppe 2A** sind ähnlich beständig gegenüber Loch- und Spaltkorrosion wie die Stähle der Gruppe 2, zusätzlich jedoch in heißen Wässern beständig gegen Spannungsrißkorrosion.

Die Stähle der **Stahlgruppe 3** eignen sich für Brauch- und Kühlwasser mit verhältnismäßig hohen Chloridionengehalten.

Die Stähle der **Stahlgruppe 4** sind korrosionsbeständig in Wässern mit hohen Chloridionengehalten. Sie sind geeignet für Meerwasser, Solen und Brackwasser, soweit Spaltkorrosion vermieden werden kann. Die Beständigkeit der Stähle in **Stahlgruppe 4A** ist etwas höher als die der Stahlgruppe 4.

In der **Stahlgruppe 5** sind die Stähle zusammengefaßt, die in Meer-, Brack- und Chemiewässern mit noch deutlich höheren Chloridionengehalten als bei denen aus Gruppe 4 eingesetzt werden können.

Unter besonders kritischen Anwendungsbedingungen, bei denen auch die Stähle der Gruppe 5 nicht ausreichend beständig sind, sollten Nickelbasislegierungen bzw. Titan in Betracht gezogen werden.

Neben dem Chloridionengehalt können andere Wasserinhaltsstoffe (z.B. Sulfate, Nitrate, Hydroxid-Ionen, Oxidationsmittel) einen wesentlichen, meist positiven Einfluß ausüben.

Alle Beständigkeitsangaben gelten für die übliche homogene Gefügeausbildung, wie sie im Lieferzustand vorliegt. Bei der Verarbeitung ist sicherzustellen, daß keine sensibilisierende Wärmebehandlung erfolgt, damit nicht die Gefahr der interkristallinen Korrosion besteht. Beim Schweißen sind zur Erhaltung der werkstofftypischen Korrosionsbeständigkeit die für Edelstahl rostfrei geltenden Richtlinien zu beachten (vgl. *Nichtrostende Stähle*, Verlag Stahleisen 1989, ISER-Broschüre *Schweißen nichtrostender Stähle*). Bei sachgerechter Werkstoffauswahl und Schweißung wird eine mögliche Sensibilisierung des Werkstoffes durch die Schweißwärme vermieden.

Werden besondere Glühverfahren angewandt, sind diese mit den Lieferwerken abzusprechen.

Wegen der Vielzahl der Einflußmöglichkeiten, die im weiteren ausführlich behandelt werden, empfiehlt sich in jedem Fall eine Anfrage bei den Lieferwerken, um den im Hinblick auf Korrosionsbeständigkeit, Verarbeitung, Liefermöglichkeit und Kosten im Einzelfall günstigsten Werkstoff auswählen zu können.

Sogenannte Automatenstähle mit erhöhten Gehalten an Schwefel (nicht in Tabelle 1 aufgeführt) dürfen bestimmungsgemäß nicht ständig Wässern ausgesetzt werden.

1.1.2 Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenbeschaffenheit hat einen wesentlichen Einfluß auf die Korrosionsbeständigkeit. Die höchste Beständigkeit ist bei einer sauberen und metallisch blanken Oberfläche gegeben, die darüber hinaus frei ist von Spalten als Schwachstellen für das Entstehen von Spaltkorrosion.

Zur vollen Ausnutzung der Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl rostfrei müssen Anlaufarben, Verzunderungen und Schlackenreste entfernt werden, da sie zu Korrosionsschäden an Schweißnähten führen können. Ebenso sollte Metallabrieb, der beim Bearbeiten vom Werkzeug auf die Werkstoffoberfläche gelangt, beseitigt werden. Durch festhaftende Ablagerungen aller Art, z.B. von Metalloxiden bzw. -oxidhydraten (Fremdrost) kann die Korrosionsbeständigkeit vermindert werden.

Art und Umfang ggf. zu ergreifender Reinigungsmaßnahmen hängen von der Art der Oberflächenbeeinträchtigung ab und können sehr unterschiedlich ausfallen (vgl. ISER-Broschüre *Die Reinigung von Edelstahl rostfrei*).

Für **Armaturen** und **Formstücke** werden vielfach **Stahlgußsorten** nach DIN 17 445 und SEW 410 verwendet, die eine gleichartige chemische Zusammensetzung wie die Stahlarten dieser Tabelle haben. Diese Stahlgußsorten können wie die entsprechenden Stähle beurteilt werden, wenn der Hersteller sicherstellt, daß die Korrosionsbeständigkeit gegen Lochkorrosion gleich ist.

	W.-Nr.	Kurzname	Norm/Werkstoffblatt		
			EN 10088 Teil 2	EN 10088 Teil 3	Sonstige
Stahlgruppe 1	1.4301	X5CrNi18-10	X	X	
	1.4303	X4CrNi18-12	X	X	
	1.4306	X2CrNi19-11	X	X	
	1.4311	X2CrNiN18-10	X	X	
	1.4541	X6CrNiTi18-10	X	X	
Stahlgruppe 1A	1.4510	X3CrTi17	X		
	1.4511	X3CrNb17	X		
Stahlgruppe 2	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	X	X	
	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	X	X	
	1.4406	X2CrNiMoN17-11-2	X	X	
	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	X	X	
Stahlgruppe 2A	1.4521	X2CrMoTi18-2	X	X	
Stahlgruppe 3	1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	X	X	
	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	X	X	
	1.4436	X3CrNiMo17-13-3	X	X	
Stahlgruppe 4	1.4439	X2CrNiMoN17-13-5	X	X	
	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	X	X	
	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	X	X	
Stahlgruppe 4A	1.4575	X1CrNiMoNb28-4-2			Werkstoffblatt Krupp VDM
Stahlgruppe 5	1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7	X	X	
	1.4565	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4			SEW 400
	1.4566	X3CrNiMnMoCuNbN23-17-5-3			Werkstoffblatt
	1.4562	X1NiCrMoCu32-28-7			Krupp-VDM

Tabelle 1: Nichtrostende Stähle und deren Normung

Rohre aus nichtrostenden Stählen siehe

DIN 17 455	Geschweißte Rohre für allgemeine Anforderungen
DIN 17 456	Nahtlose Rohre für allgemeine Anforderungen
DIN 17 457	Geschweißte Rohre für besondere Anforderungen
DIN 17 458	Nahtlose Rohre für besondere Anforderungen

1.1.3 Fügeverfahren

Löten: Dieses Verfahren kann für Bauteile, die bestimmungsgemäß ständig Wässern ausgesetzt sind, wegen der Gefahr der Messerschnittkorrosion nicht empfohlen werden. Aus diesem Grunde sind auch Lötverbindungen in der Hausinstallation nach DIN 1988 Teil 7 untersagt.

Schweißen: Bauteile aus Edelstahl Rostfrei werden vorzugsweise durch Schweißen miteinander verbunden. Hierbei ist besonders auf "werkstoffgerechtes" Schweißen zu achten. Erfahrungsgemäß weisen automatische Werksschweißungen mit ausreichender Schutzgashinterführung und Vermeidung von Kantenversatz größere Korrosionsbeständigkeit als Handschweißungen auf, wobei der Schwierigkeitsgrad mit abnehmender Wanddicke zunimmt.



WIG-Schweißen mit Zusatzstab

Zur Erreichung größter Korrosionssicherheit sollten beim Schweißen Oxid- und Zunderschichten durch angepaßte Schutzgaszufuhr möglichst vermieden werden.

Gebildete Oxidfilme sollten durch Beizen, feines Schleifen oder Glasperlenstrahlen entfernt werden. Beizmittel dürfen keine Salzsäure enthalten. Schweißfehler wie Poren, Einbrandkerben und Spritzer vermindern die Korrosionsbeständigkeit. Detaillierte Hinweise sind in DIN 50930 Teil 4 enthalten.

1.1.4 Mechanische Verbindungen

In Betracht kommen Flansche, Klemm- und Preßfittings sowie für drucklose Leitungen auch Muffen. Bei Verbindungselementen aller Art ist darauf zu achten, daß (s. DIN

50930 Teil 4, Abschnitt 6.4) aus Dichtungswerkstoffen keine oder nur geringe Mengen an Chloridionen freigesetzt werden können.

1.2 Einflußgröße Wasserparameter

Für örtliche Korrosion von Edelstahl Rostfrei stellen **Chloridionen** die kritische Komponente dar. Werkstoffabhängige Grenzkonzentrationen anzugeben ist nicht hilfreich, da andere Wasserbestandteile sowie Verarbeitung und Betriebsweise einen wesentlichen Einfluß ausüben.

Andere Anionen im Wasser als Chloride verbessern meist die Beständigkeit. Dies gilt auch für Hydroxid-Ionen, d.h. für pH-Werte oberhalb 7. Salzreiche natürliche Wässer (mit Ausnahme von Meerwasser), die auch hohe Ge-

halte an anderen Anionen (Sulfate, Nitrate und Hydrogencarbonate) haben, sind somit deutlich weniger korrosiv als reine NaCl-Lösungen.

Eine weitere wesentliche Einflußgröße ist der **Gehalt an Oxidationsmitteln**. Mit ansteigender Oxidationskraft (Redoxpotential) des Wassers erhöht sich die Gefährdung durch Lochfraß. Kritisch sind insbesondere chloridionenhaltige Desinfektionsmittel sowie starke Sauerstoffübersättigung z.B. durch Preßluft. In sauerstofffreien Wässern kann Lochkorrosion nicht auftreten.

Von weiterem Einfluß ist die **Temperatur**. Generell nimmt die Lochkorrosionsbeständigkeit mit ansteigender Temperatur ab. Nimmt aber durch die Temperaturerhöhung die Konzentration der Oxidationsmittel ab, z.B. in drucklosen Anlagen, liegt auch nur eine relativ geringe Temperaturabhängigkeit der Lochkorrosionsbeständigkeit vor.

Weitere Einflußgrößen auf der Mediumseite sind **festhaftende Ablagerungen** (Sedimente, fremde Korrosionsprodukte und dergl.) die in Stagnationsphasen die Beständigkeit gegen lokale Korrosion herabsetzen können. In organisch befrachteten Wässern kann darüber hinaus durch mikrobiologische Vorgänge (Einwirkung von Sulfidionen) örtliche Korrosion ausgelöst werden.

1.3 Betriebliche Einflußgrößen

Zu den betrieblichen Einflußgrößen zählt vor allem der **Strömungszustand**. In strömenden Wässern ist die Korrosionsbeständigkeit immer relativ hoch, während in Stagnationsphasen, insbesondere direkt nach der Installation, Lochkorrosion eingeleitet werden kann. Somit empfiehlt es sich, die Zeiten zwischen Druckprüfung und Inbetriebnahme möglichst kurz zu halten. Wenn dies nicht möglich ist, so sollte in gewissen Zeitabständen ein Wasserwechsel vorgenommen werden. Durch ausreichend schnelle Wasserströmung kann auch bereits begonnene Lochkorrosion gestoppt werden.

Eine weitere wichtige Einflußgröße ist der **Wärmeübergang** von warmer Werkstoffwand zum Wasser. Bei erhöhter Wandtemperatur können sich unter ungünstigen Bedingungen festhaftende Ablagerungen bilden, die dann die Lochkorrosionsneigung erhöhen, wenn sich darunter Chloride aufkonzentrieren. In der praktischen Anwendung (Warmwasserbereiter) wird jedoch beobachtet, daß es aufgrund der Konvektion des Wassers durch die Wärme üblicherweise nicht zu solch festhaftenden Ablagerungen kommt.

1.4 Konstruktive Einflußgrößen

Diese Einflußgrößen umfassen vor allem Art und Ausführung der Fügeverfahren und andere konstruktive Details. Nach Möglichkeit sollten **Spalte** vermieden werden. Spalte können konstruktionsbedingt vorliegen, sie können aber auch während des Betriebs entstehen (Ablagerun-

gen) oder bei der Fertigung (Kerben und Spalten bei unsachgemäßer Schweißung bzw. Kennzeichnung des Werkstoffs). Sind Spalte unvermeidbar (etwa konstruktionsbedingt), so läßt sich die hierdurch gegebene erhöhte Korrosionsgefahr in der Regel durch Einsatz eines beständigeren Werkstoffs auffangen. Manchmal ist auch eine Änderung der Spaltausbildung von Vorteil. Diese Möglichkeit bietet sich beispielsweise, wenn Metall/Kunststoff-Spalte, die in der Regel aufgrund ihrer Enge eine sehr ungünstige Geometrie aufweisen, durch weniger kritische Metall/Metall-Spalte ersetzt werden können.

Weitere Maßnahmen zur **Vermeidung von Außenkorrosionserscheinungen** durch Chloridbelastung sind DIN 1988 Teil 7 und DIN 50 929 Teil 2 zu entnehmen:

- Generell müssen Bauteile aus Edelstahl rostfrei vor Kontakt mit chloridhaltigen Baustoffen bewahrt werden. Ebenso ist die Einwirkung chlor- bzw. chloridhaltiger Gase oder Dämpfe zu vermeiden oder ggf. bei der Werkstoffauswahl zu berücksichtigen.
- Dämmstoffe dürfen einen Massenanteil an wasserlöslichen Chloridionen von 0,05 % nicht überschreiten. Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 2, gilt: Bei Mineralwolle darf der Massenanteil an wasserlöslichen Chloridionen 6 mg/kg nicht überschreiten (VOB, Teil C).
- Die Isoliereinlagen (Schallschutzeinrichtungen) der Befestigungselemente für Rohrleitungen (Rohrschellen) müssen frei von auslaugbaren Chloriden sein.

2 Anwendungsbereiche

2.1 Trinkwasser-Installation

2.1.1 Allgemeine Hinweise für die Trinkwasser-Installation mit Komponenten aus nichtrostendem Stahl

Die Trinkwasser-Installation unterliegt den Anforderungen der **Trinkwasserverordnung** und hat die zugehörigen Technischen Regeln zu beachten, die im DVGW-Regelwerk vorgesehen sind.

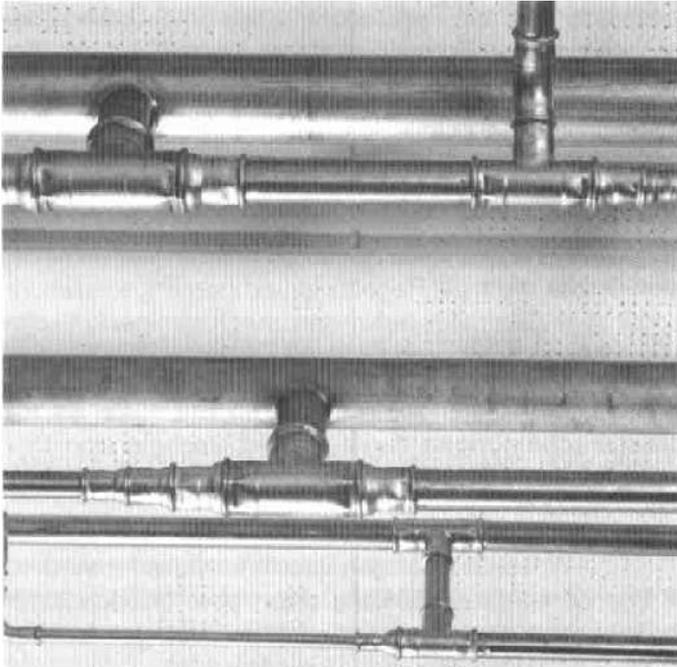
Dies sind die DIN 1988 mit den DVGW-Arbeitsblättern W 534 und W 541 sowie die DIN 50930 Teile 1 und 4.

Trinkwasser muß einen pH-Wert über 6,5 (bis 9,5) aufweisen. Somit besteht für alle nichtrostenden Stähle volle Beständigkeit gegen Flächenkorrosion. Für die hier interessierenden Anionen werden in der Trinkwasserverordnung folgende Höchstwerte angegeben:

Chloridionen bis zu 250 mg/L

Sulfationen bis 240 mg/L

Nitrationen bis zu 50 mg/L



Trinkwasser-Hausinstallation mit Rohren und Pressfittings aus Edelstahl Rostfrei

2.1.2 Rohrleitungsinstallationen aus nichtrostendem Stahl

In einer Trinkwasser-Hausinstallation ist die Stagnationsphase der überwiegende Betriebszustand, während der Fließzustand nur einen geringen Anteil der Betriebsdauer ausmacht. Unter solchen Bedingungen und vor allem auch wegen des ungünstigen Verhältnisses von Wasservolumen zur Werkstoffoberfläche bei Rohren sind Fragen der Wechselwirkung Werkstoff/Trinkwasser im Hinblick auf eine mögliche Wasserbeeinträchtigung durch Produkte einer Flächenkorrosion von besonderem hygienischen Interesse. Dies hat auch Veranlassung dafür gegeben, im Zuge der Umsetzung der Trinkwasserverordnung wasserseitige Einsatzgrenzen für die Installationskomponenten aus feuerverzinktem Stahl und aus Kupferwerkstoffen vorzusehen. Davon ist der Edelstahl Rostfrei wegen seiner Beständigkeit gegen Flächenkorrosion nicht betroffen.

Analysen von Stagnationswässern haben aber gezeigt, daß vereinzelt sehr geringe Nickelkonzentrationen auftreten können, die bei neu installierten Anlagen nach etwa einer Woche den Höchstwert der Trinkwasserordnung erreichen können. Dieser Befund hat keine praktische Bedeutung, da Wasser nach einer solch langen Stagnation, unabhängig vom Werkstoff, allgemein nicht mehr als Trinkwasser zu nutzen sind (vergl. DIN 50 930 Teil 1 und DVGW-Schrift TWIN Nr. 7/1994). Da der Nickelgehalt bei Stagnation von einigen Monaten nicht weiter zunimmt und mit zunehmender Betriebsdauer nicht mehr auftritt, handelt es sich um einen nur vorübergehenden Effekt bei der Inbetriebnahme. Dieser ist auf Veränderungen in der Passivschicht zurückzuführen. Es liegt keineswegs ein Indiz

für eine Flächenkorrosion vor, da Chrom und Eisen im Stagnationswasser nicht gefunden werden (*gwf wasser abwasser* 133 (1992) Nr. 6, Seite 281-286).

Aufgrund durchgeführter Feldversuche und von Ergebnissen aus Pilotanlagen können z.B. Rohrleitungen aus Werkstoffen der Stahlgruppe 1 (nach *Tabelle 1*) im Kalt-/Warmwasserbereich eingesetzt werden. Eine Korrosionsgefährdung besteht allenfalls dann, wenn unter Inkrustierungen bei einem Wärmetauscherrohr eine Anreicherung von Chloridionen auftritt.

Wesentlich für die Werkstoffwahl ist letztlich die Verbindungstechnik. Löt- und Schweißverbindungen scheiden für die Rohrinstallation auf der Baustelle aus. Bewährt haben sich **Preßfittings** aus Edelstahl Rostfrei oder Rotguß, wenn Fitting und/oder Rohr aus der Stahlgruppe 2 hergestellt werden. Die Stahlgruppe 1 ist hier nicht sicher korrosionsbeständig.

Bei Installationsanlagen aus Werkstoffen der Gruppe 2, die nach DIN 1988 / DVGW-Arbeitsblätter W 541 und 534 vorgesehen sind, bestehen keine Einschränkungen hinsichtlich der Wasserzusammensetzung und der Temperatur innerhalb des Anwendungsbereiches der DIN 1988 einschließlich von z.B. Begleitheizungen im Warmwasserbereich.

Zur Vermeidung von Korrosionsschäden in nichtüblichen Betriebsphasen und bei warmgehenden Leitungen ist auf folgende Punkte zu achten:

Spülen von Rohrleitungen / Desinfektion:

Die üblichen Spülmaßnahmen mit pulsierendem Wasser/Luft-Gemisch, wie sie auch nach DIN 1988 Teil 2 gefordert werden, sind für Rohrinstallationen aus Edelstahl Rostfrei aus korrosionstechnischer Sicht nicht erforderlich. Hier reicht eine gründliche Wasserspülung mit Leitungsdruck aus, soweit die Installation sauber durchgeführt wurde. Sollte eine chemische Desinfektion ausdrücklich gewünscht werden, so ist der System-Hersteller nach geeigneten Desinfektionsmitteln zu befragen.

Warmgehende Leitungen:

Bei warmgehenden Leitungen besteht immer eine erhöhte Korrosionsgefährdung durch Außenkorrosion, wenn salzhaltige Wasser beliebiger Art ständig von außen einwirken und durch Wasserverdampfen eine Salzanreicherung eintritt (**Aufsalzen**). Derartige Bedingungen müssen konstruktiv vermieden werden, siehe auch DIN 50 929 Teil 2.

Nichttrinkwasser-Installation:

Systeme aus Werkstoffen der Gruppe 2 können auch für Nichttrinkwasser mit einem Chloridionengehalt bis zu etwa 500 mg/L eingesetzt werden, wenn der Betrieb wie bei einer Trinkwasser-Installation erfolgt.

2.1.3 Warmwasserbereiter aus nichtrostendem Stahl

Edelstahl Rostfrei eignet sich nicht zuletzt aufgrund seines hohen Wärmedurchgangs sehr gut für die Erwärmung von Trinkwässern und kommt daher für Speicher-Wassererwärmer vielfach zum Einsatz.

Bei den vollautomatisch unter Schutzgas hergestellten Schweißnähten wird eine gleichmäßige und hohe Qualität erreicht, die der des Grundwerkstoffs nicht nachsteht.

Gebräuchliche Stahlsorten bei Speicher-Wassererwärmern sind in der *Tabelle 1* ab der Stahlgruppe 2 enthalten. Zum Einsatz kommen fast ausschließlich austenitische Werkstoffe, bei denen sich der CrNiMo-haltige Werkstoff 1.4571 für Warmwasserbereiter durchgesetzt hat.

Korrosionsbeständigkeit:

Unter der Voraussetzung, daß die zugehörigen technischen Regeln (insbesondere DIN 1988, DIN 50930 Teil 4 und DIN 4753 Teil 7) beachtet werden, ist die Korrosionsbeständigkeit der Edelstahl-Wassererwärmer bei allen Trinkwässern und vergleichbaren Betriebswässern auch bezüglich des Chloridgehaltes vollständig gegeben. Eine Beeinflussung der Trinkwasserqualität durch die Anwendung von Edelstahl Rostfrei besteht nicht.

Hygiene:

Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften von Edelstahl Rostfrei, zu denen neben Korrosionsbeständigkeit auch Zähigkeit und Druckbelastbarkeit gehören, neigt er selbst nach langjährigem Gebrauch weder zur Ribbildung noch zu sonstigen Veränderungen, die zum Beispiel Wachstumsbedingungen von Mikroorganismen fördern. Häufige Temperatur- und Druckwechsel können die Oberfläche der trinkwasserberührten Wandungen weder verändern noch beschädigen. Edelstahl Rostfrei bietet auch noch nach langjähriger Benutzung einwandfreie Hygiene und damit Gewähr für die Trinkwasserqualität des erwärmten Wassers.

Falls eine Reinigung notwendig ist, reicht im allgemeinen eine starke Wasserspülung aus. Bei weitergehenden Maßnahmen, wie z. B. Entkalkung, sind die entsprechenden Herstellerangaben zu beachten.

Mischinstallationen:

Mischinstallationen von Speicher-Wassererwärmern aus nichtrostenden Stählen mit anderen für Trinkwasser verwendeten Rohrwerkstoffen sind zulässig. Natürlich sind die Einsatzgrenzen der jeweiligen anderen Rohrwerkstoffe (zum Beispiel bei verzinkten Rohren) zu beachten.

2.2 Abwasserbereich

2.2.1 Allgemeine Hinweise für die Verwendung von Bauteilen zur Entwässerung im Abwasserbereich

Der Bau und Betrieb von Entwässerungsanlagen zur Ableitung von Abwasser in Gebäuden und auf Grundstücken ist in DIN 1986 Teil 1 bis Teil 4 und Teil 30 bis Teil 33 geregelt.

DIN 1986, Teil 1, 2 und 4, ist baurechtlich eingeführt, d. h. es dürfen nur Bauteile eingebaut werden, die dieser Norm entsprechen.

Darüber hinaus stützen sich die kommunalen Satzungen mit ihren Regelungen für die Einleitung von Abwasser in die öffentliche Kanalisation auf diese Norm.

Der Verwendungsbereich von u. a. Edelstahl Rostfrei für Rohrleitungen ist in DIN 1986 Teil 4 beschrieben. Dieser Werkstoff ist für nahezu alle Abwasserleitungen ohne Einschränkungen zugelassen. Bodenabläufe in Verbindung mit Entwässerungsrinnen und Abdeckungen für Schächte aus Edelstahl Rostfrei sind in vielen Bereichen zum Standard geworden.

Da die Zusammensetzung des Abwassers je nach Anfallstelle schwankt, wurde durch DIN 1986 Teil 3 geregelt, welches Abwasser (ggf. nach Vorbehandlung) in die öffentliche Kanalisation gelangen darf.

2.2.2 Rohre und Formstücke

Als Standardausführung für normale Beanspruchung werden die Rohre und Formstücke aus nichtrostendem Stahl der Stahlgruppe 1 (Werkstoff 1.4301) eingesetzt.

Abflußrohre und Formstücke werden entsprechend DIN 19 530 bzw. prEN 1124 gefertigt. Für höhere Beanspruchungen ist nichtrostender Stahl der Stahlgruppe 2 (Werkstoff 1.4571) der richtige Werkstoff.

Rohre und Formstücke aus Edelstahl Rostfrei haben sich bisher in folgenden Einsatzbereichen bewährt:

1. Entwässerung von Großküchen
2. Entwässerung von Produktionsanlagen
Schwerpunkte bilden die chemische und pharmazeutische Industrie, die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie sowie Molkereien.
3. Entwässerung von Laboratorien und Forschungsstätten. Neben hohen Abwassertemperaturen ist mit dem Anfall von Säuren, Laugen, Reinigungs-, Lösungs- und Desinfektionsmitteln zu rechnen.

4. Entwässerung von Einrichtungen in Kliniken, Sanatorien, medizinischen Bädern mit vielerlei hygienisch-toxikologischen Problemen.

Für Rohre und Formstücke ist nach DIN 1986 die Brauchbarkeit nachzuweisen. Sie dürfen deshalb nur eingebaut oder verwendet werden, wenn sie vom Deutschen Institut für Bautechnik zugelassen sind (Prüf- bzw. Übereinstimmungszeichen).

Je nach Zusammensetzung der Abwässer treten unterschiedliche chemische Belastungen auf, die mit steigender Temperatur zunehmen.

Vorsicht ist grundsätzlich bei hohen Halogenidionenkonzentrationen geboten. Im Abwasser sind es im wesentlichen Chloridionen, die Lochkorrosion hervorrufen können, vor allem bei Verwendung von Desinfektionsmitteln wie z.B. Chlor. Dies gilt besonders dann, wenn keine wirksamen Vorkehrungen, z.B. Auswahl von geeigneten Materialien (siehe *Tabelle 1*), getroffen werden.

Wirksame Vorkehrungen bestehen vor allem in einer regelmäßigen gründlichen Reinigung und Spülung der Anlagenteile sowie der normgerechten Lüftung der Abwasserleitungen. Dies bewirkt, daß die Konzentrationen an Chloridionen verringert und Ablagerungen vermieden werden. Zudem gewährleistet die Rohrverlegung unter Berücksichtigung der DIN 1986 mit dem vorgeschriebenen Gefälle von mind. 1:50, daß sich keine Ablagerungen bilden können.

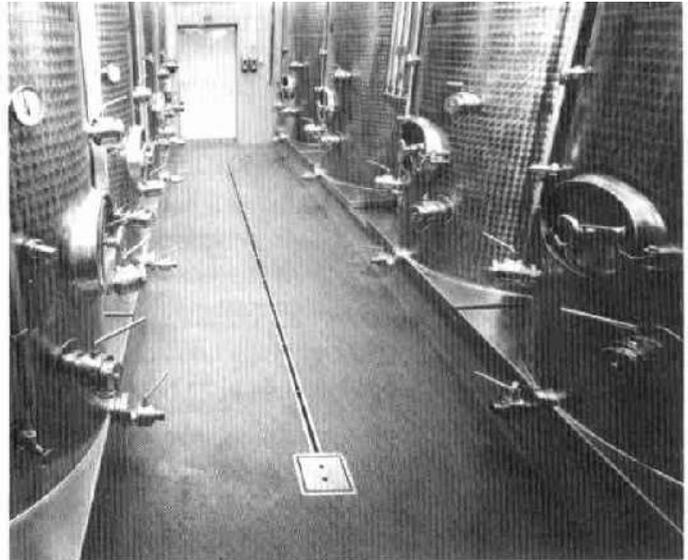
Bei Verlegung der Rohre und Formstücke in Schlitz- oder Wanddurchbrüchen ist der Kontakt mit Gips oder Baustoffen mit Zusätzen von chloridionenhaltigen Beschleunigungs-, Verzögerungs- oder Frostschutzmitteln zu vermeiden.

Wenn Rohrleitungen isoliert werden (Wärmedämmung, Schutz gegen chloridionenhaltige Materialien, Verlegung im feuchten Bereich usw.) ist darauf zu achten, daß keine Feuchtigkeit in die Dämmstoffe bzw. zwischen Dämmung und Rohrwandung eindringen kann.

Bei erdverlegten Rohrleitungen müssen nach DIN 1986 T4 immer Korrosionsschutzmaßnahmen erfolgen.

2.2.3 Bodenabläufe, Entwässerungsrinnen, Abdeckungen

Für die Ausführung von Bodenabläufen und Abdeckungen sowie die zugelassenen Werkstoffe gilt DIN 19599 "Abläufe und Abdeckungen in Gebäuden". Entwässerungsbau- teile aus Edelstahl Rostfrei werden zu einem hohen Prozentsatz zur Entwässerung von Großküchen, Produktionsbereichen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie sowie der Fleisch- und Fischverarbeitung eingesetzt.



Bodenablauf in einem Getränkelager

Im Großküchenbereich werden Bodenabläufe und Entwässerungsrinnen aus nichtrostendem Stahl der Stahlgruppe 1 eingesetzt. Bevorzugt wird hier der Stahl 1.4301.

Das in diesem Bereich anfallende Abwasser aus Kochkesseln, Kippbratpfannen, Spülmaschinen und von der Bodenreinigung schwankt in seiner Zusammensetzung bezüglich Temperatur, pH-Wert und Salzgehalt. Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Chloridionenkonzentration für die Reinigungsmittel sind selbst bei diesen extremen Bedingungen keine Schäden zu erwarten. Zu empfehlen ist allerdings, chloridionenhaltige Reinigungsmittel grundsätzlich zu vermeiden. Bei täglicher Reinigung der Entwässerungsbau- teile können sich keine Verkrustungen bilden, unter denen es zu Lochkorrosion kommen kann.

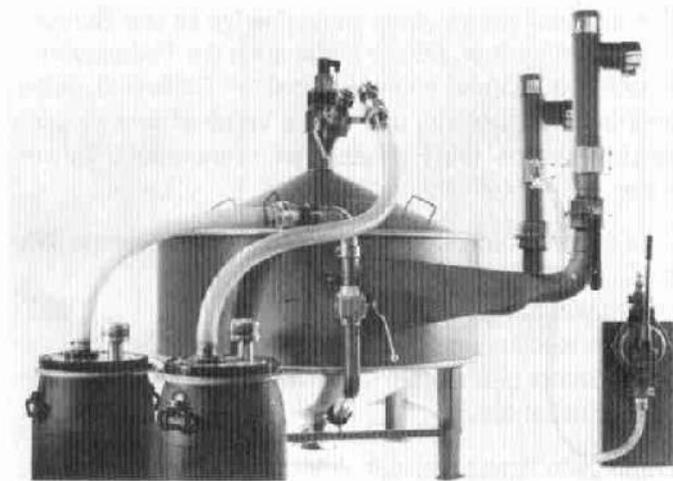
Sehr wichtig ist die gute Einbindung von Bodenabläufen in den Beton und die satte Unterfütterung der Rinnen im Mörtelbett sowie die Ableitung eventuell anfallenden Sickerwassers über die Dichtungsbahn zum Bodenablauf.

In Entwässerungsanlagen von Küchenbetrieben werden aggressive Medien nicht oder nur in großer Verdünnung abgeleitet. Schäden sind an Bauteilen aus nichtrostenden austenitischen Stählen (z. B. Stahl 1.4301) nur in Einzelfällen bei extremen Abwasserhältnissen bekanntgeworden. In solchen Fällen sollte ein Stahl der Stahlgruppe 2 eingesetzt werden.

2.2.4 Abscheideranlagen für Öle und Fette

Einbau, Bemessung und Betrieb von Fettabscheidern erfolgt gemäß DIN 4040 Teile 1 und 2.

Fettabscheideranlagen sind überall dort in die Abwasserleitung einzubauen, wo fetthaltiges Abwasser anfällt.



Fettabscheideranlage

Solche Anlagen bestehen in der Regel aus einem Schlammfang, in dem die anfallenden Schwerstoffe nach unten absinken, und einem Fettabscheider, in dem die abscheidbaren Fette nach oben abgeschieden werden.

Bevorzugt werden nichtrostende Stähle der Stahlgruppe 1, Werkstoff 1.4301, und zunehmend der Stahlgruppe 2, Werkstoff Nr. 1.4571 verwendet.

Um einen bestimmungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten, sind die einschlägigen Regeln der DIN 1986 und DIN 4040 zu beachten. Beispielsweise muß die Zulaufleitung mit ausreichendem Gefälle (nach DIN 1986 mind. 1:50) verlegt sein. Eine ausreichende Belüftung des Fettabscheideraumes über die Zu- und Abflußleitung muß gewährleistet sein, die Verweildauer des Abwassers im Abscheider muß richtig bemessen sein und die regelmäßige Wartung muß gemäß den Angaben des Herstellers der Abscheideranlage erfolgen.

Wenn Zulaufleitungen falsch verlegt sind, so daß sich auf Grund von fehlendem Gefälle (Gegengefälle) starke Ablagerungen mit anaerobem, schwefelwasserstoffhaltigem Milieu bilden, kann bei fehlender Belüftung und schlechter Wartung (Nichtentfernen der Inkrustationen) der entstehende Schwefelwasserstoff biochemisch in Schwefelsäure umgewandelt werden, und dieser kann die Abscheiderinnenflächen angreifen. Durch zu lange Verweilzeiten des Abwassers in der Abscheideranlage werden die zulaufenden Abwässer mit Abbauprodukten geimpft und biochemische Korrosionsmechanismen in Abscheideranlagen allgemein begünstigt.

2.3 Kühlwasser

In zahlreichen Anwendungen der Chemie- und Kraftwerktechnik ist Wärme abzuführen, weshalb man sich bei niedrigen Temperatur-Niveaus der Wasserkühlung bedient. Edelstahl Rostfrei hat sich in der Vergangenheit für diesen Anwendungsbereich gut bewährt. Dabei sind folgende Parameter zu beachten:

- Verfahren/Betriebsweise der Wasserkühlung und systemspezifische Eigenheiten,
- Kühlwasserarten,
- Verfahrens-/Apparatetechnik von Kühlern und Kondensatoren und
- Apparatwerkstoff.

2.3.1 Verfahren/Betriebsweise der Wasserkühlung

Bei ausreichender Verfügbarkeit und geringem Wärmeintrag ist die wirtschaftlichste Form der Kühlung die **Durchlaufkühlung** mit Frischwasser. Die Wasserentnahme erfolgt über einen Vorfluter in den Wärmeaustauscher und wird dann in den Vorfluter zurückgeführt. Diese einmalige Verwendung ist deshalb günstig, weil keine Wasserbehandlung erforderlich ist.

Eine alternative Verfahrensweise ist die **Umlaufkühlung**, bei der das Kühlwasser im Kreislauf geführt wird. Bei einem Umlaufkühlsystem im offenen Kühlkreislauf wird die benötigte Kühlwassermenge dem Becken eines Kühlturmes entnommen und mittels Pumpen durch die zu kühlenden Anlagen gedrückt. Das dort erwärmte Kühlwasser wird im Kühlturm infolge Verdunstungskühlung rückgekühlt. Bei dieser Verfahrensweise kann beispielsweise der für die Beständigkeit der nichtrostenden Stähle wichtige Salzgehalt um den Faktor 6 ansteigen.

Neben dem erforderlichen Ausgleich des Verdunstungsverlustes ist zur Verringerung der im Wasser angereicherten Salze **Abschlämmen** erforderlich. Die Kreislaufverfahrensweise erfordert jedoch darüber hinaus mannigfaltige Kühlwasserbehandlungen, damit u.a. die Wasserinhaltsstoffe nicht zur Ausfällungen führen, die den Wärmeübergang verringern.

Für Edelstahl Rostfrei sind **Mischinstallationen** von Bedeutung, d.h. im Netzwerk der Anlagenbetreiber eines Chemiewerkes trifft das Kühlwasser auch auf unlegierten Stahl. Daraus resultierende festhaftende Ablagerungen aller Art haben mitunter einen ungünstigen Einfluß auf die Lochkorrosionsbeständigkeit der austenitischen Stähle 1.4541 und 1.4571.

2.3.2 Kühlwasserarten

In der deutschen Chemie- und Kraftwerktechnik wird vorzugsweise **Brunnen-** bzw. **Flußwasser** verwendet.

Je nach geologischen Gegebenheiten unterscheidet sich die Zusammensetzung der Brunnenwässer. In Rheinnähe wurden in Leverkusen und Dormagen in der Vergangenheit Cl^- -Gehalte von 90 bis 250 mg/L gefunden. Flußwässer besitzen unterschiedliche Cl^- -Gehalte.

- Rheinwasser/Uferfiltrat (im Zeitraum 1976 bis 1992): Chloridionengehalt 95 bis 195 mg/L

- Elbewasser (1967 bis 1981): Chloridionengehalt max. 300 mg/L
- Neckarwasser (1964 bis 1981): Chloridionengehalt max. 300 mg/L

Noch höhere Chloridionengehalte findet man in **Brack- und Meerwasser**. Beide Wässer werden ebenfalls zu Kühlzwecken eingesetzt.

Brackwasser stellt hinsichtlich der Korrosionsbelastung den Übergang von Fluß- zu Meerwasser dar. Neben gelösten Salzen können auch organische Verbindungen, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Mikroorganismen und z.B. sandhaltige Feststoffe vorliegen. Brackwasserzusammensetzungen schwanken zum Teil ganz erheblich, ebenso kann der Sauerstoffgehalt sehr niedrig sein.

In den norddeutschen Flußmündungsgebieten wurden Chloridionengehalte zwischen 65 und 9800 mg/L gemessen.

Meerwasser zeichnet sich vor allem durch einen Chloridionengehalt in einer Größenordnung von 20.000 mg/L aus. Daneben enthält es eine Reihe von anderen Kationen und Anionen, vor allem Natrium, Magnesium und Calcium bzw. Sulfat und Bromid.

2.3.3 Verfahrens-/Apparatetechnik von Wärmetauschern

Wärmetauscher lassen sich nach ihrer Bauart wie folgt einteilen:

- Rohrbündelwärmetauscher,
- Plattenwärmetauscher,
- Spiralwärmetauscher und
- Lamellenwärmetauscher.



Lamellenwärmetauscher

Der gebräuchlichste Wärmetauschertyp ist der Rohrbündelwärmetauscher, jedoch findet auch der Plattenwärmetauscher auf Grund seiner kompakten Bauweise, seines geringen Platzbedarfs und seiner vergleichsweise geringen Investitions- und Betriebskosten zunehmend Verwendung.

Eine in der Chemietechnik zudem weit verbreitete Wärmeübertragung erfolgt über

- Behältermäntel und
 - Außenschlangen auf Behältern
- und in immer geringerem Maße mittels Innenschlangen in Reaktionsbehältern.

Wenn zum Erwärmen der Wärmetauscherfläche Dampf eingeleitet wird, können Wasserreste von der Kühlfahrweise oder von der Druckprobe zu Korrosionsschäden führen. In diesen Fällen müssen korrosionsbeständigere Stähle eingesetzt werden.

2.3.4 Apparatwerkstoffe/ Betriebliche Erfahrungen

In der chemischen Industrie und in der Kraftwerktechnik werden Wärmetauscher, unabhängig von ihrer Bauart, aus den nichtrostenden Stählen 1.4301, 1.4401, 1.4541, 1.4571 und auch 1.4462 gefertigt. In der Kraftwerktechnik werden Wärmetauscher seit 1980 zunehmend aus dem CrNiMo-Stahl 1.4439 eingesetzt.

Im folgenden werden Maßnahmen beschrieben, durch die Schäden beim Einsatz von Fluß- und Brackwässern zu Kühlzwecken verhindert werden.

Die derzeit vorwiegend als **Durchlaufkühler** betriebenen Apparate lassen sich im Hinblick auf eine Schadensverhütung nicht von der Seite der Wasserqualität optimieren, die durch das **Flußwasser** vorgegeben ist.

Positive Einflußnahmen auf das Korrosionsverhalten sind zu erreichen durch:

- Vermeidung von Stagnation (Toträumen),
- Einsatz von Filtern zur Vermeidung von Ablagerungen in Toträumen,
- systematisch geplante und durchgeführte Reinigungsarbeiten,
- edelstahlgerechte Apparatefertigung (Verbindungstechnik: Formieren der Schweißnähte zur Vermeidung von Anlauffarben, geeignete Dichtungen und fachgerechte Montage),
- Optimierung der konstruktiven Gegebenheiten (Vermeidung von Spalten; diesbezüglich sind Punktschweißungen kritisch),
- Berücksichtigung der Betriebs- und Anlagenbedingungen (Strömungsgeschwindigkeiten insbesondere an Eintrittsstutzen, Vermeidung des Schwingens der Außenanlagen).

Sind diese Möglichkeiten ausgeschöpft, bleibt als weitere wichtige Maßnahme zur Minimierung der Korrosionswahrscheinlichkeit der Einsatz korrosionsbeständigerer Werkstoffe.

Für den Einsatz nichtrostender Stähle in Kühlprozessen mit **Brackwasser** sind die oben erwähnten apparatespezifischen Gegebenheiten übertragbar. Eine noch größere Bedeutung als im Flußwasser gewinnt jedoch das **regelmäßige Reinigen der Apparate**, da mit vermehrten Ablagerungen, u.a. durch Muschelbewuchs, zu rechnen ist.

Bei Brackwasser kommen für Produkttemperaturen bis 70°C und Kühlwassertemperaturen 40°C Stähle der Stahlgruppe 5 in Betracht.

Meerwasser als Kühlwasser ist lediglich beim Einsatz höchstlegierter nichtrostender Stähle der Stahlgruppe 5 denkbar, jedoch wegen der Spaltkorrosionsbeständigkeit nur bis zu Temperaturen von höchstens 40°C sinnvoll. Bei noch höheren Temperaturen werden andere Werkstoffe, z.B. CuNiFe- und NiCrMo-Legierungen sowie Titan erfolgreich eingesetzt.

2.4 Schwimmbad-Wässer

Schwimmbadwässer weisen in den meisten Fällen ähnlich niedrige Chloridionenkonzentrationen auf wie Trinkwässer. In Solebädern kann jedoch der Chloridionenanteil auch wesentlich höhere Werte bis über 10.000 mg/L erreichen. Die Wassertemperatur liegt je nach Art des Bades etwa zwischen 26 und 30° C. Aus hygienischen Gründen werden Schwimmbadwässern immer Desinfek-



Edelstahl Rostfrei in einer Schwimmbadanlage

tionsmittel wie Natriumhypochlorit oder Chlorgas zudosiert.

Nichtrostende Stähle werden für Beckenauskleidungen oder andere vom Schwimmbadwasser umspülte Bauteile wie Einstiegleitern und Roste seit langer Zeit in großem Umfang eingesetzt und haben sich bewährt. Über die beim Betrieb von Schwimmbadanlagen im Zusammenhang mit der Auswahl der geeigneten Stähle zu beachtenden Einflußgrößen (z. B. Chlorierung, Reinigung, Entlüftung) gibt die ISEB-Broschüre *Einsatz von nichtrostenden Stählen in Schwimmbadanlagen* Auskunft.

3 Umrechnungen

Eine 1 %ige NaCl-Lösung entspricht einem Chloridgehalt von ca. 6100 mg/L.

Eine 1%ige CaCl₂-Lösung entspricht einem Chloridgehalt von ca. 6400 mg/L.

1 mmol Chlorid pro Liter = 1 mol/m³ entspricht 36 mg Chlorid pro Liter.

1 ppm Chlorid entspricht 1 mg Chlorid pro Liter.

4 Literaturnachweis

DIN 50930 Teil 1

Korrosion der Metalle

- Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser
- Allgemeines

DIN 50930 Teil 4

Korrosion der Metalle

- Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nichtrostender Stähle

DIN 50929 Teil 2

Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung

- Installationsteile innerhalb von Gebäuden

DIN 1988 Teil 7

Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI)

- Vermeidung von Korrosionsschäden und Steinbildung
- Technische Regeln des DVGW

DVGW W 534

- Verbinder und Verbindungen für Rohre in der Trinkwasser-Installation; Anforderungen und Prüfung

DVGW W 541

Rohre aus nichtrostenden Stählen für die Trinkwasser-Installation; Anforderungen und Prüfung

DVGW

Schrift TWIN Nr. 7/1994

- Werkstoffe in der Trinkwasser-Installation



Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Postfach 10 22 05
40013 Düsseldorf
www.edelstahl-rostfrei.de