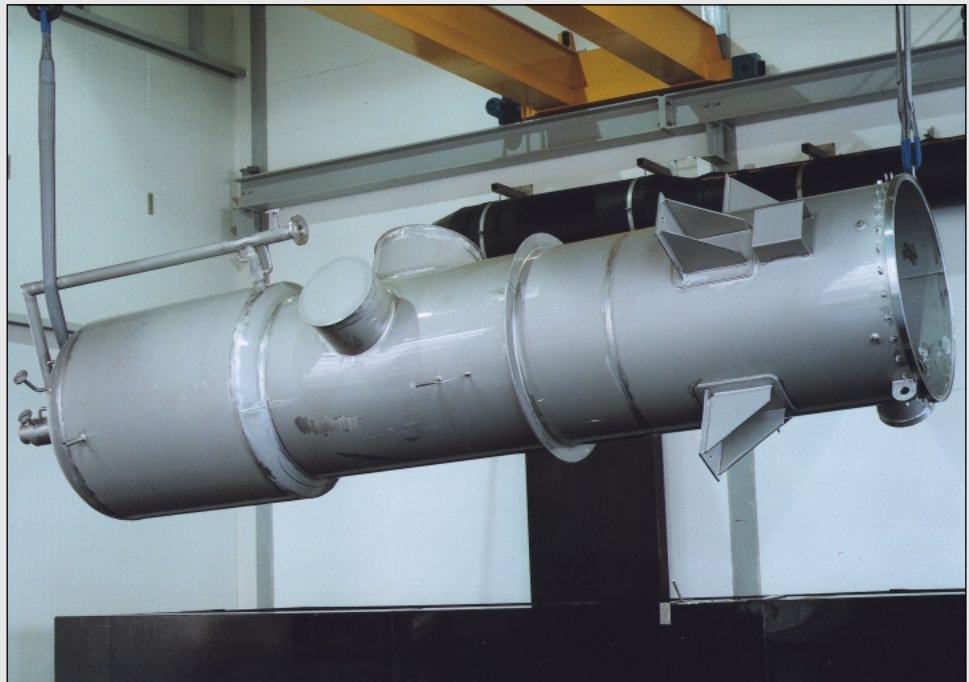




Merkblatt 826

Beizen von Edelstahl Rostfrei



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 Anwendung 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"
- Information über Bezugsmöglichkeiten von Produkten aus Edelstahl Rostfrei,
- individuelle Bearbeitung technischer Anfragen.

Ein aktuelles Schriftenverzeichnis wird auf Anforderung gerne übersandt – oder ist einsehbar unter www.edelstahl-rostfrei.de/ Publikationen.

Impressum

Merkblatt 826
Beizen von Edelstahl Rostfrei
3. überarbeitete und erweiterte
Auflage 2006

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

Autoren:

Dr. D. Hess
Deutsche Derustit GmbH,
Dietzenbach;
P. Krämer
Pelox BioChemie- und Umwelttechnik
GmbH & Co. KG, Wedemark;
S. Pießlinger-Schweiger
Poligrat GmbH, München;
F.-W. Siedentop
Siedentop GmbH, Wittingen;
A. Schmidt und R. Waldmann
Pentol GmbH, Grenzach-Wyhlen.

Abbildungen:

Edelstahlwerke Südwestfalen GmbH,
Siegen
Informationsstelle Edelstahl Rostfrei,
Düsseldorf
Poligrat GmbH, München
Siedentop GmbH, Wittingen
Pentol GmbH, Grenzach-Wyhlen

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 Einleitung	1
1.1 Der Werkstoff Edelstahl Rostfrei	1
1.2 Oberflächenzustand des Vormaterials	1
2 Wann muss nichtrostender Stahl gebeizt werden?	3
3 Beizvorbereitung	3
4 Beizmittel und Beizzeiten	3
5 Beizverfahren	4
5.1 Tauchbeizen	5
5.2 Sprühbeizen	5
5.3 Rotationsbeizen	6
5.4 Umlaufbeizen	6
5.5 Nahtbeizen (Pinselbeizen)	6
5.6 Elektrochemisches Beizen	6
6 Nachbehandlung	7
7 Betriebsanlagen, Betriebsmittel und Umweltschutz	8
8 Arbeitsschutz	8
9 Schlussbetrachtung	8

1 Einleitung

1.1 Der Werkstoff Edelstahl Rostfrei

Die Gruppe der nichtrostenden Stähle ("Edelstahl Rostfrei") umfasst jene Stahlsorten, die mit mindestens 10,5 % Chrom (Cr) legiert sind, höchstens 1,2 % Kohlenstoff (C) enthalten und eine besondere Beständigkeit gegenüber chemischen Angriffen, vor allem durch oxidierende Medien, aufweisen. Die Korrosionsbeständigkeit erklärt sich durch die Bildung einer für das menschliche Auge unsichtbaren Mischschicht aus Chromoxiden und Chromhydroxiden auf der Oberfläche des nichtrostenden Stahls. Diese so genannte Passivschicht schützt die Oberfläche vor dem angreifenden Medium. Ihre Beständigkeit kann durch höhere Chromgehalte und Zugabe weiterer Legierungselemente, z.B. Molybdän, weiter verbessert werden.

In Europa sind die nichtrostenden Stähle weitgehend in der DIN EN 10088-1 bis 3 genormt. Jede Stahlsorte hat einen Kurznamen, der Angaben über die wichtigsten Legierungselemente und deren Gehalte macht, und eine Werkstoffnummer, die sich für Edelstahl Rostfrei im Bereich von 1.40xx bis 1.46xx bewegt.

Insgesamt gibt es über 100 Sorten nichtrostender Stähle. Sie werden in Abhängigkeit von ihrem Gefüge folgendermaßen eingeteilt:

- ferritische nichtrostende Stähle;
- martensitische nichtrostende Stähle;
- austenitische nichtrostende Stähle;
- austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle (Duplex-Stähle).

1.2 Oberflächenzustand des Vormaterials

Die Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle hängt nicht allein von ihrer Zusammensetzung, sondern auch von ihrem Oberflächenzustand ab. Die Voraussetzung für die Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl Rostfrei ist

Legierung von mindestens 10,5 % von selbst.

Korrosion und Passivierung sind konkurrierende Vorgänge. Mechanische Verletzungen der Passivschicht können unter günstigen Bedingungen wieder "heilen". Die Neubildung der Passivschicht ist jedoch nur möglich, wenn eine metallisch blanke Oberfläche gegeben ist, die überall den erforderlichen Chromgehalt aufweist, und wenn keinerlei Verunreinigungen vorhanden sind. Fremdstoffe (z.B. Eisenabrieb, Schleifmittel und Strahlgut), Zunder und Anlauffarben oder chromverarmte Bereiche verhindern örtlich die Bildung der Passivschicht und damit deren

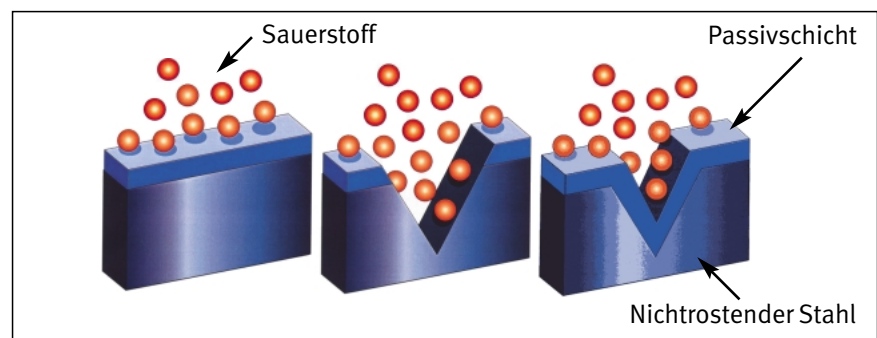


Bild 2: Die Oberfläche von nichtrostendem Stahl verfügt über einen einzigartigen "Selbstreparaturmechanismus". Die transparente Passivschicht bildet sich selbstständig aus, sofern nur genügend Chrom, Sauerstoff und Luftfeuchtigkeit zur Verfügung stehen

die lückenlose Ausbildung der oben beschriebenen Passivschicht auf der Oberfläche, die ihrerseits das Werkstück vor Korrosion schützt (passiviert). Diese Passivschicht bildet sich unter dem Einfluss des Sauerstoffs und der relativen Luftfeuchte aus der Umgebung ab einem Chromgehalt in der

Schutzwirkung mit der Folge von lokal begrenztem Korrosionsangriff.

Gute Voraussetzungen für die Neubildung der Passivschicht bestehen, wenn das Edelstahlherzeugnis eine möglichst glatte und saubere, metallisch blanke Oberfläche hat (z.B. 2B, 2R). Edelstahlherzeugnisse, die die Walzwerke und Ziehereien in Form von kaltgewalztem Blech oder Band, Draht und blankem Stabstahl verlassen, erfüllen diese Voraussetzungen.

Wenn von vornherein feststeht, dass an dem Edelstahl nach der Verarbeitung noch eine intensive abschließende Oberflächenbearbeitung erfolgen wird, wird der Werkstoff auch in den Oberflächen 1C und 1D geliefert. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die möglichen Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten. Sie enthält auch noch den Bezug zu den bislang üblichen Kurzzeichen nach DIN 17440/17441.

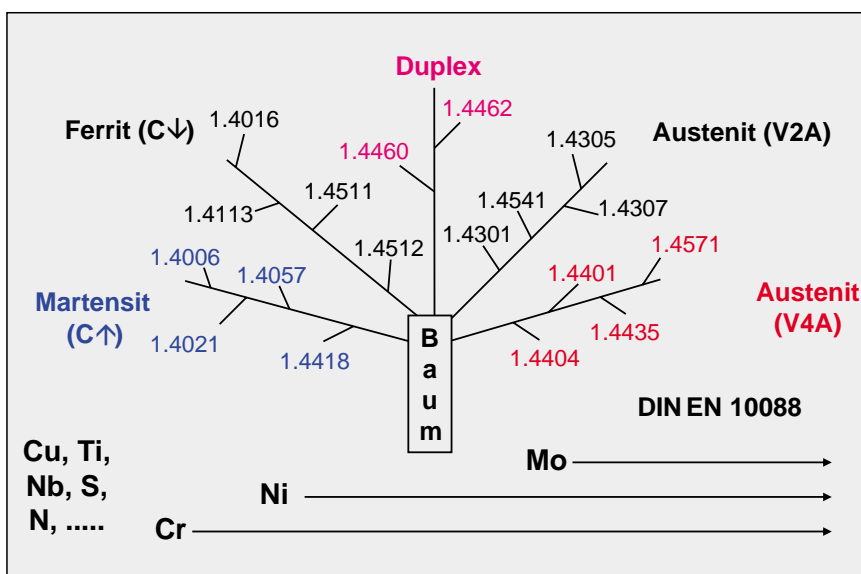


Bild 1: Einteilung der nichtrostenden Stähle nach ihrem Gefüge

	Kurzzeichen ¹⁾	Ausführungsart ²⁾	Oberflächenbeschaffenheit ²⁾	Bemerkungen	Kurzzeichen nach DIN 17440/41
Warmgewalzt	1U	Warmgewalzt, nicht wärmebehandelt, nicht entzundert	Mit Walzzunder bedeckt	Geeignet für Erzeugnisse, die weiter verarbeitet werden, z.B. Band zum Nachwalzen.	a1
	1C	Warmgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzundert	Mit Walzzunder bedeckt	Geeignet für Teile, die anschließend entzundert oder für bestimmte hitzebeständige Anwendungen.	b(1c)
	1E	Warmgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert	Zunderfrei	Die Art der mechanischen Entzunderung, z.B. Rohschleifen oder Strahlen, hängt von der Stahlsorte und der Erzeugnisform ab und bleibt, wenn nicht anders vereinbart, dem Hersteller überlassen.	c1(IIa)
	1D	Warmgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt	Zunderfrei	Üblicher Standard für die meisten Stahlsorten, um gute Korrosionsbeständigkeit sicherzustellen; auch übliche Ausführung für Weiterverarbeitung. Schleifspuren dürfen vorhanden sein. Nicht so glatt wie 2D oder 2B.	c2(IIa)
Kaltgewalzt	2H	Kaltverfestigt	Blank	Zur Erzielung höherer Festigkeitsstufen kalt umgeformt.	f(IIIa)
	2C	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzundert	Glatt, mit Zunder von der Wärmebehandlung	Geeignet für Teile, die anschließend entzundert oder bearbeitet werden oder für bestimmte hitzebeständige Anwendungen.	
	2E	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert	Rau und stumpf	Üblicherweise angewendet für Stähle mit sehr beizbeständigem Zunder. Kann nachfolgend gebeizt werden.	
	2D	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt	Glatt	Ausführung für gute Umformbarkeit, aber nicht so glatt wie 2B oder 2R.	h(IIIb)
	2B	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt, kalt nachgewalzt	Glatter als 2D	Häufigste Ausführung für die meisten Stahlsorten um gute Korrosionsbeständigkeit, Glattheit und Ebenheit sicherzustellen. Auch übliche Ausführung für Weiterverarbeitung. Nachwalzen kann durch Streckrichten erfolgen.	n(IIIc)
	2R	Kaltgewalzt, blankgeglüht ³⁾	Glatt, blank, reflektierend	Glatter und blanker als 2B. Auch übliche Ausführung für Weiterverarbeitung.	m(III d)
	2Q	Kaltgewalzt, gehärtet und angelassen, zunderfrei	Zunderfrei	Entweder unter Schutzgas gehärtet und angelassen oder nach der Wärmebehandlung entzundert.	
Sonderausführungen	1G oder 2G	Geschliffen ⁴⁾	Siehe Fußnote ⁵⁾	Schleifpulver oder Oberflächenrauheit kann festgelegt werden. Gleichgerichtete Textur, nicht sehr reflektierend.	o (IV)
	1J oder 2J	Gebürstet ⁴⁾ oder mattpoliert ⁴⁾	Glatter als geschliffen, siehe Fußnote ⁵⁾	Bürstenart oder Polierband oder Oberflächenrauheit kann festgelegt werden. Gleichgerichtete Textur, nicht sehr reflektierend.	q
	1K oder 2K	Seidenmattpoliert ⁴⁾	Siehe Fußnote ⁵⁾	Zusätzliche besondere Anforderungen an eine „J“-Ausführung, um eine angemessene Korrosionsbeständigkeit für See- und architektonische Außenanwendungen zu erzielen. Quer $R_a < 0,5 \mu\text{m}$ in sauber geschliffener Ausführung.	p(V)
	1P oder 2P	Blankpoliert ⁴⁾	Siehe Fußnote ⁵⁾	Mechanisches Polieren. Verfahren oder Oberflächenrauheit kann festgelegt werden. Ungerichtete Ausführung, reflektierend mit hohem Grad von Bildklarheit.	p(V)
	2F	Kaltgewalzt, wärmebehandelt, kalt nachgewalzt mit aufgerauten Walzen	Gleichförmige, nicht reflektierende matte Oberfläche	Wärmebehandlung in Form von Blankglühen oder Glühen und Beizen.	
	1M	Gemustert	Design ist zu vereinbaren, zweite Oberfläche glatt	Tränenblech, Riffelblech für Böden.	
	2M			Ausgezeichnete Texturausführung hauptsächlich für architektonische Anwendungen.	
	2W	Gewellt	Design ist zu vereinbaren	Verwendet zur Erhöhung der Festigkeit und/oder für verschönernde Effekte.	
	2L	Eingefärbt ⁴⁾	Farbe ist zu vereinbaren		
	1S oder 2S	mit Überzug ⁴⁾		mit Überzug: z.B. Zinn, Aluminium.	

¹⁾ Erste Stelle: 1 = warmgewalzt, 2 = kaltgewalzt.

²⁾ Nicht alle Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten sind für alle Stähle verfügbar.

³⁾ Es darf nachgewalzt werden.

⁴⁾ Nur eine Oberfläche, falls nicht bei der Anfrage und Bestellung ausdrücklich anders vereinbart.

⁵⁾ Innerhalb jeder Ausführungsbeschreibung können die Oberflächeneigenschaften variieren, und es kann erforderlich sein, genauere Anforderungen zwischen Hersteller und Verbraucher zu vereinbaren (z.B. Schleifpulver oder Oberflächenrauheit).

Tabelle 1: Ausführungsarten und Oberflächenbeschaffenheiten von nichtrostenden Stählen gemäß DIN EN 10088

2 Wann muss nichtrostender Stahl gebeizt werden?

Das Beizen nichtrostender Stähle ist immer dann erforderlich, wenn der für die Korrosionsbeständigkeit optimale Oberflächenzustand nicht mehr sichergestellt ist, z.B. durch:

- Bildung von Zunderschichten bei Wärmebehandlungen;
- Bildung von Anlauffarben durch Schweißen, Schleifen o.ä.;
- Rückstände von Schweißspritzern;
- Ablagerungen von Metalloxiden (z.B. aus Schweißrauch oder Schleifstäuben) oder Fremdstoffen anderer Herkunft (vor allem, wenn in der Nähe des Edelstahls andere als nichtrostende Stähle bearbeitet werden);
- Eisenabrieb bei der Bearbeitung mit Stahlwerkzeugen;
- Bildung von Chromcarbid durch den Wärmeeinfluss beim Drehen oder Bohren ohne Kühlschmiermittel;
- Bildung von Umformmartensit durch Gefügeveränderung bei der Kaltverformung.

Die verschiedenen Edelstahlgefüge zeigen beim Beizen unterschiedliche Reaktionen. Martensitische nichtrostende Stähle sind wegen der Gefahr von Wasserstoffrisen im gehärteten oder vergüteten Zustand nur mit äußerster Vorsicht zu beizen. Für die ferritischen nichtrostenden Stähle werden mildere Beizen angewendet als für Austenite, weil sie aufgrund der geringeren Korrosionsbeständigkeit eher zum Überbeizen neigen.

3 Beizvorbereitung

Vor dem Beizen müssen die Oberflächen von allen störenden Substanzen befreit werden, damit die Beizchemikalien gleichmäßig einwirken können. Organische Schmiermittel, Bohrröle, fetthaltige Kühlemulsionen, Konservierungsmittel, Glasstaub vom Glasperlenstrahlen, Farbkennzeichnungen, Schutzfolien, Aufkleber und selbst Klebereste wirken sich nachteilig auf das Beizergebnis aus, da die Beizsäuren nicht bis zur Edel-



Bild 3: Der Beizprozess ist ein besonders geeignetes Verfahren, Anlauffarben im Bereich geschweißter Verbindungen sicher zu entfernen und die ursprüngliche Korrosionsbeständigkeit wieder herzustellen

stahloberfläche vordringen können. Beizprodukte auf der Basis von Fluss- und Salpetersäure besitzen selbst eine leicht entfettende Wirkung, so dass geringe Fettspuren wie z.B. Fingerabdrücke das Beizergebnis nicht negativ beeinflussen. Grobe Spritzer von Schweißschlacken o.ä. müssen abgekratzt oder abgeschliffen werden, da diese von Beizsäuren nicht ausreichend angegriffen werden. Für Bürsten zur Zunderentfernung sind Borsten aus Edelstahl rostfrei (Austenit) erforderlich, da normale Drahtbürsten Fremdstoffe verursachen.



Bild 4: Ungleichmäßige, fleckige Oberflächen können entstehen, wenn vor dem Beizen nicht ausreichend gereinigt wurde

Das Vorreinigen (Entfernen von Staub und Schmutz) und Entfetten im Tauchbad erfolgt mit wässrigen, alkalischen oder sauren Lösungen möglichst bei höheren Temperaturen. Teile mit hartnäckigen Verschmutzungen können mittels elektrolytischer Verfahren oder



Ultraschall gereinigt werden. Freistehende stark verschmutzte Werkstücke können durch Einsprühen mit Edelstahlreinigern auf der Basis von Phosphorsäure mit Zusätzen von Tensiden vorbehandelt werden.

Von verschiedenen Lieferanten werden leistungsfähige Reinigungs- und Entfettungsmittel für unterschiedliche Behandlungsmethoden angeboten, die entsprechend den jeweiligen Verwendungshinweisen eingesetzt werden.

Das Beizgut muss nach der Reinigung säurefrei gespült werden und vor der Weiterverarbeitung trocken sein.

4 Beizmittel und Beizzeiten

Beizen ist eine intensive chemische Behandlung der Edelstahloberfläche, bei der anorganische Verunreinigungen gelöst werden.

Die dafür eingesetzten Mittel basieren in der Regel auf Flusssäure und Salpetersäure und sind in Form von Bädern, Pasten und Sprühbeizen erhältlich. Die Säuren reagieren mit den Metalloxiden zu Wasser und dem entsprechenden Metallsalz bzw. mit dem Metall zu Wasserstoff und Metallsalz. Darüber hinaus bilden sich bei diesen nitrathaltigen Systemen nitrose Gase (NOx).

Inzwischen gibt es auf dem Markt auch nitratfreie Produkte, die anstelle der Salpetersäure andere Oxidationsmit-

tel enthalten. Auch beim Einsatz dieser Systeme entstehen Wasser, Metallsalze und gegebenenfalls Wasserstoff, jedoch keine nitrosen Gase.

Der beim Beizen mit Säuren entstehende gasförmige Wasserstoff löst die werkstoffnahen Zunderschichten auf. Dadurch werden die darüber liegenden, schwer löslichen Schichten aufgelockert. Diese können ohne völlige chemische Auflösung durch Einsatz von Hochdruckreinigern oder Bürsten entfernt werden. Dies führt zu erheblichen Einsparungen an Beizmittel und Beizeit.

Badbeizen können aus den entsprechenden, meist konzentrierten Säuren z.B. gemäß **Tabelle 2** gemischt und mit Zusatzmitteln wie Sparbeizen, Detergentien usw. versehen werden. Der Fachhandel bietet außerdem fertige Beizbäder und Beizbadkonzentrate mit unterschiedlichen Mischungsverhältnissen und/oder Konzentrationen der Säuren an. Beim Ansetzen von Mischungen mit konzentrierten Säuren ist stets die Regel zu beachten: **Säuren ins Wasser gießen, nie umgekehrt.**

Sprühbeizen und Beizpasten, für die in der Fachliteratur kaum Rezepturen vorliegen, erhalten Sie ebenfalls im Fachhandel. Die Informationsstelle Edelstahl Rostfrei stellt gerne entsprechende Liefernachweise zur Verfügung.

Die Auswahl des richtigen Beizmittels hängt hauptsächlich von drei Kriterien ab:

- Welche Edelstahlsorte bzw. welches Edelstahlgefüge soll gebeizt werden?
- Wie stark ist die Verzunderung?
- Welche Oberflächenanforderungen werden an das gebeizte Gut gestellt?

Darüber hinaus beeinflussen auch Parameter wie Schweißprozess, Glühprozess, Art der mechanischen Behandlung oder gewünschte Einwirkzeit die Auswahl des Beizmittels und des Beizverfahrens. So können z.B. die Beizeiten bei hochlegierten Werkstoffen wie 1.4562 oder Duplex-Stählen wie 1.4462, welche üblicherweise bis zu einen Tag betragen, durch eine optimale Produktwahl stark reduziert werden.

Alle Beizmittel greifen das Grundmaterial an, was zu einem gewissen Abtrag führt. Dieser liegt in der Größenordnung von 1 bis 5 μm . Der Beizangriff erfolgt verstärkt an den Korngrenzen des Gefüges, wodurch die Oberfläche im Mikrobereich aufgeraut wird und ein silbrig mattes Aussehen erhält. Je nach Beizmedium weist die Oberfläche bereits nach dem Beizen und Spülen eine schützende Passivschicht auf, die sich im Laufe von zwei bis acht Stunden voll ausbildet und eine Stärke von ca. 20 nm erreicht.

Wird eine raschere Ausbildung der Passivschicht nach dem Beizen gefordert, kann dies durch eine anschließende Behandlung mit oxidierenden Medien (z.B. Salpetersäure oder Wasserstoffperoxid) erreicht werden. Diese synthetische Passivierung erfolgt innerhalb von wenigen Sekunden bis Minuten. Als Alternative kann Zitronensäure eingesetzt werden, wobei diese nur bei Temperaturen über 40 °C sinnvoll angewandt werden kann und wesentlich längere Einwirkzeiten erfordert. Zitronensäure als Passivierungsmittel wird vorzugsweise in der Lebensmittelindustrie sowie in der Pharmaindustrie verwendet.

Geeignete Komplex- und Chelatbildner können ebenfalls zur Nachbehandlung eingesetzt werden, um auf der Oberfläche vorhandenes Eisen bzw. Eisen-II-Ionen zu entfernen.

Falls die Oberfläche keinen Zunder oder keine Anlauffarben aufweist, sondern lediglich Verunreinigungen durch Ferrit, kann eine Passivierung mitunter eine Beizbehandlung ersetzen.

Bei leichten Anlauffarben oder bei geringfügigen ferritischen Verunreinigungen können auch Beizreiniger auf der Basis von Phosphorsäure mit einem geringen Anteil an Fluoriden verwendet werden.

Bei der Verwendung von Beizprodukten sind die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter und Verarbeitungshinweise des Herstellers zu beachten. Beizversuche an Musterteilen werden empfohlen.

Die Angabe von Einwirkzeiten für die verschiedenen Beizmittel kann immer nur ein Richtwert sein. Die Beizeiten

sind vom Zustand des jeweiligen Beizobjektes so stark abhängig, dass sich nur bei einer strikten Serienfertigung Standardwerte festschreiben lassen. Die Einwirkdauer reicht von wenigen Minuten bis zu mehreren Stunden, und wird von zahlreichen Faktoren wie Zusammensetzung des Beizmediums, Edelstahlsorte, Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur bestimmt. Zum Beispiel führen Temperaturerhöhungen zu kürzeren Beizeiten.

Bei Verwendung von herkömmlichen Beizpasten und Sprühbeizen ist eine verlängerte Beizeit in der Regel nicht kritisch, da der Beizvorgang zum Stillstand kommt, sobald die enthaltenen Chemikalien verbraucht sind. Es ist daher meist ohne Risiko möglich, Werkstücke z.B. über Nacht einzusprühen und erst am nächsten Morgen zu spülen. Pasten und Sprühbeizen sind nach drei bis fünf Stunden ausreagiert. Ist dann der Beizeffekt noch nicht ausreichend, müssen die Oberflächen gespült und nochmals behandelt werden. Bei stärker eingestellten Produkten ist zu beachten, dass die Gesamtreaktionszeit 12 bis 15 Stunden betragen kann.

Beim elektrochemischen Beizen liegen die Behandlungszeiten im Bereich von wenigen Sekunden bis zu 10 Minuten. Ein Überbeizen durch zu starken Angriff auf die Korngrenzen ist bei diesem Verfahren selten, jedoch erfolgt mit ca. 1 μm pro Minute ein wesentlich schnellerer Werkstoffabtrag.

5 Beizverfahren

Generell ist es wünschenswert, die Beizeit möglichst kurz zu halten, um den Chemikalienverbrauch und die Anlagenkapazität zu optimieren und ein "Überbeizen" zu verhindern. Beim Überbeizen, bspw. durch zu langes und zu warmes Beizen, wird das Grundmaterial so stark angegriffen, dass die Oberfläche unnötig rau und die Korrosionsbeständigkeit des Edelstahls nachteilig beeinflusst wird.

Wenn die Oberfläche stark mechanisch bearbeitet wurde und dadurch eine größere Gefahr der Korrosion besteht, ist ein so genanntes Abtragsbeizen notwendig. Dabei werden ca. 5 bis 8 μm des Werkstoffs abgetragen.

Abtragsbeizen erfolgt meist in speziell eingestellten Beizbädern und unter sorgfältiger Kontrolle des Beizvorganges anhand mitlaufender Materialproben. Es können jedoch auch spezielle Sprühbeizen und Beizpasten zum Einsatz gebracht werden.

Im Folgenden werden Methoden und Verfahren beschrieben, die für das Beizen von Fertigerzeugnissen oder Halbzeug in Betracht kommen, und zwar:

- Tauchbeizen
- Sprühbeizen
- Rotationsbeizen
- Umlaufbeizen
- Nahtbeizen (Pinselfeizen)
- Elektrochemisches Beizen

Spezielle Beizverfahren, wie sie bei der Stahlherstellung eingesetzt werden, bleiben außer Betracht.

Die Größe der für die jeweiligen Verfahren verwendeten Anlagen oder Geräte hängt von den Abmessungen der zu behandelnden Werkstücke ab.

5.1 Tauchbeizen

Das Tauchbeizen findet vorwiegend dann Anwendung, wenn das gesamte Erzeugnis eine Behandlung benötigt. Die Einsatzgrenze wird durch die Größe der vorhandenen Beizbehälter bestimmt.

Beim Tauchbeizen werden die Werkstücke in das flüssige Beizmedium eingetaucht, wobei unterschiedliche Mischungen zur Auswahl stehen.

In **Tabelle 2** wird die Zusammensetzung für übliche Beizbäder aufgeführt, wie sie für alle nichtrostenden Stähle in Betracht kommen, jedoch sind unterschiedliche Beizzeiten zu beachten. Martensitische Stähle neigen zur Beizrissigkeit, weshalb besondere Vorsicht geboten ist.

Allen Beizbädern können Inhibitoren zugesetzt werden, die das Überbeizen verhindern.



Bild 5: Sofern die Abmessungen der Konstruktion dies zulassen, kann das gesamte Bauteil im Tauchbeizverfahren behandelt werden

Durch leichte Temperaturerhöhung und Bewegung des Beizgutes kann die Einwirkzeit deutlich verringert werden. Die Beizzeiten lassen sich außerdem durch verschiedene Zusätze variieren, wobei hier eine Verkürzung der Beizzeit ebenso möglich ist wie eine Verlängerung. Durch spezielle Beimischungen kann die Lebensdauer des Beizbades verlängert werden. Verschiedene Zusätze können die Belastung der Abluft durch Stickoxide und ebenso des Abwassers durch Nitrit und Chromat deutlich senken. Dies reduziert die Investitionskosten für Beizanlagen.

Beizbäder sollten regelmäßig analytisch überwacht werden, da die Beizzeiten von der Säurekonzentration, dem Metallgehalt und der Temperatur abhängen. Bei nitratfreien Beizbädern muss zusätzlich die Konzentration der Oxidationsmittel überwacht werden. Bäder, deren Metallgehalt die Obergrenze erreicht hat, müssen nicht unbedingt verworfen und durch neue Badfüllungen ersetzt werden. Der Einsatz von Retardationsanlagen oder Diffusionsdialyseanlagen ermöglicht es bei entsprechendem Aufwand, die Beizbäder zu entmetallisieren und Säure zu regenerieren. In der Regel liegt die

Regenerationsrate bei 70 bis 80 % des Säureanteils.

Verbrauchte Beizbäder sollten ohne Regeneration nicht öfter als einmal durch Zugabe frischer Säure nachgeschärft werden, denn der vorhandene Beizschlamm stumpft die Nachfüllung schnell wieder ab.

Auf keinen Fall dürfen Beizbäder, die für andere Metalle - insbesondere für unlegierten Stahl - bestimmt sind, für Edelstahl rostfrei verwendet werden, da dies zu einer starken Schädigung der Erzeugnisse führen könnte.

5.2 Sprühbeizen

Vor allem größere Apparate und Behälter, für die beim Hersteller keine passenden Beizbehälter vorhanden sind, werden durch Sprühbeizen behandelt. Mit druckluftbetriebenen Sprühanlagen oder Handpumpen werden die Beizmittel aufgebracht. Die Behandlung muss in geeigneten Räumen mit säurefest ausgekleideter Bodentasse zum Auffangen von Beizmitteln und Spülwasser und mit ausreichender Be- und Entlüftung erfolgen.

Badtyp	HNO ₃ (50 %) Vol-%	HF Vol-%	H ₂ SO ₄ /H ₃ PO ₄ Vol-%	Sonstiges Vol-%	Temperatur * °C	Beizzeit min
Klassisch	10 bis 28	3 bis 8	–	0,1 Detergents	15 bis 60	300 bis 20
Nitratfrei	–	3 bis 5	10 bis 25	1 bis 5 H ₂ O ₂	15 bis 60	300 bis 20

* Durch individuelle Verfahrensangaben festzulegen.

Tabelle 2: Zusammensetzung von Beizbädern

Die Beizmittel entsprechen zwar prinzipiell denen für das Tauchbeizen, sind aber durch Zusätze in die Form streich- oder sprühfähiger Pasten oder Gele gebracht worden. Zum Sprühbeizen finden vorwiegend von den Beizmittelherstellern fertig zusammengesetzte Mischungen Anwendung. Diese können auch in senkrechten oder Überkopf-Lagen verarbeitet werden. Es sind Ganzbehandlungen oder Behandlungen einzelner Bereiche möglich.

5.3 Rotationsbeizen

Das Rotationsbeizen vereint die Vorteile des Tauchbeizens und Sprühbeizens. Die zu beizenden Teile werden in einem geschlossenen Raum automatisch gebeizt, gespült und passiviert.



Bild 6: Für Edelstahlteile, die sowohl in einem Beizbad getaucht werden können als auch nur im Sprühbeizverfahren zugänglich sind, bietet sich ebenso das Rotationsbeizverfahren in einem Beizcontainer an

Beim Rotationsverfahren werden die Beizsäure, die Passivierung sowie das Spülwasser über Pumpen, Rohrleitungen und Düsen im Kreislaufverfahren auf das Werkstück gesprüht. Größere Edelstahlteile wie Tanks oder Silos können innen und außen automatisch gebeizt werden.

Die Vorteile gegenüber dem Tauch- und Sprühbeizen liegen in der Zeiterparnis sowie in der Kostenersparnis beim Chemikalienverbrauch, die sich durch die Mehrfachnutzung von Beiz-

mittel und Spülwasser ergibt. Auch bei der Abwasserbehandlung werden durch den geringeren Verbrauch an Beizflüssigkeit und somit auch geringerem Einsatz von Neutralisationsmitteln Kosten eingespart. Eine Genehmigung nach BimSchG ist nicht erforderlich. Da das Beizen im geschlossenen System erfolgt, kann auf eine Absaugung verzichtet werden. Die entstandenen Beizdämpfe werden beim letzten Spülgang mit Wasser niedergeschlagen. Das Rotationsbeizverfahren ist patentrechtlich geschützt.

Das Spektrum reicht von manuell gesteuerten bis zu vollautomatischen Rotainer®-Beizanlagen. Die Art und Größe der Anlagen wird bestimmt durch die zu beizenden Werkstücke.

5.4 Umlaufbeizen

Für die Fertigung von Rohrleitungen wird häufig das Verfahren des Umlaufbeizens gewählt. Die Rohre werden in Beizbäder getaucht, und das Beizmedium wird mit Geschwindigkeiten von 1 bis 4 m/s durch die Rohre gepumpt.

Auch auf Baustellen kann dieses Verfahren für die Innenseite von Rohren angewandt werden. Hier wird die flüssige Beizlösung mit einer geeigneten Pumpe im Kreislauf durch die Rohrlei-

tung gedrückt. Verschweißte Rohrleitungen auf Baustellen sollten unbedingt gebeizt werden, wenn nicht durch Formieren die Bildung von Anlauffarben unterdrückt werden konnte. Die anschließenden Spül- und Passivierungsschritte lassen sich bei diesem Verfahren sehr elegant durch Wechsel der Pumpvorlage realisieren.

5.5 Nahtbeizen (Pinselbeizen)

Wie der Name bereits andeutet, findet diese Methode in erster Linie Anwendung, um einzelne Schweißnähte von Anlauffarben und Zunderschichten zu befreien. Das ist oft nicht nur in der Werkstatt, sondern auch auf der Baustelle erforderlich. Als Beizmittel werden Beizpasten benutzt. Diese basieren meist auf Salpetersäure und Flußsäure, die mit inerten, meist mineralischen Pulvern zu streichfähigen Gemischen verarbeitet wurden. Weitere Zusätze verhindern zu schnelles Antrocknen. Moderne Beizpasten werden mit wasserlöslichen, thixotropen Gelen eingedickt, die rückstandsfrei abspülbar sind und keine Sedimente hinterlassen. Das Auftragen erfolgt mit säurefesten Pinseln. Nach dem Beizen muss die Paste gründlich abgespült werden. Alle Spülwässer sind aufzufangen und gemäß den gesetzlichen Vorschriften aufzubereiten oder zu entsorgen.

5.6 Elektrochemisches Beizen

Beim elektrochemischen Beizen erfolgt in Beizbädern mit geringer Aggressivität eine elektrolytische Oberflächenabtragung durch Gleichstrom. Hierzu werden entsprechende Elektrolyseanlagen mit Tauchbädern und Kathoden benötigt, die in ihrer Form auf das Beizgut abgestimmt sind, um eine gleichmäßige Einwirkung zu erzielen. Die verwendeten Elektrolyte enthalten keine gasenden Säuren wie Flußsäure oder Salpetersäure. Sie lösen den Werkstoff elektrochemisch durch anodische Reaktionen auf. Der dabei freigesetzte Sauerstoff sprengt Zunderschichten ab. Die Grenzen dieses Verfahrens werden erreicht, wo die Zunderschichten wegen ihrer Dicke den Stromdurchgang verhindern.

Es gibt auch mobile Anlagen unterschiedlicher Größe, so dass elektro-



Bild 7: Um einzelne Schweißnähte von Anlauffarben und Schweißrückständen zu befreien, werden beim Nahtbeizen streichfähige Beizpasten mit einem säurefesten Pinsel aufgetragen

chemisches Beizen häufig anstelle des Sprüh- und Nahtbeizens eingesetzt werden kann. Da das elektrochemische Beizen auch als eine Vorstufe des elektrolytischen Polierens angesehen werden kann, ist es in der Broschüre *"Elektropolieren und Polieren nichtrostender Stähle (MB 825)"* der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei eingehender behandelt.

kaltem Wasser erfolgt, um die Wasserverdunstung gering zu halten und das Entstehen von Kalkflecken zu vermeiden. Darüber hinaus muss gewährleistet sein, dass das Spülwasser von den Oberflächen vollständig abläuft und keine Lachen bildet, die dann austrocknen. Dies kann lokale Überbeizungen verursachen.

6 Nachbehandlung

Nach jeder Beizbehandlung müssen die Werkstücke von allen Beizmitteln und Beizrückständen (Beizbast) befreit werden. Dies geschieht am besten durch Spülen mit klarem Wasser. Tauchbeizanlagen verfügen häufig über entsprechende Spülbecken. Allerdings können Werkstücke nach dem Tauchbeizen ebenso mit Hilfe eines Hochdruckreinigers abgespült werden wie nach der Behandlung mit Beizpasten oder Sprühbeizen.

Um Ablaufspuren und Fleckenbildung auf den Oberflächen zu verhindern, muss darauf geachtet werden, dass das verwendete Spülwasser einen Härtegrad unter 10 Grad deutscher Härte aufweist und nicht warm oder heiß angewendet wird.

Es ist auf jeden Fall darauf zu achten, dass die erste Reinigungsstufe mit

Sollten die Ansprüche an die Oberfläche des Beizgutes so hoch sein, dass selbst Wasserflecken stören, oder wird vom Endanwender eine vollständige Chloridfreiheit verlangt, ist der letzte Spülvorgang auf jeden Fall mit demineralisiertem Wasser durchzuführen.

Das Auftreten brauner, schlierenartiger Flecken nach dem Spülen lässt auf ungenügendes Abspülen der Beizmittel schließen, denn diese enthalten durch den Beizprozess gelöstes Eisen, das unter Luftereinwirkung Eisen(III)-Hydroxid bildet. Die dadurch entstehenden braunen Verfärbungen sollten durch Nachbehandlung entfernt werden, um die Korrosionsbeständigkeit der gebeizten Oberflächen nicht zu gefährden.

Sofern Spalte, Hohlräume oder andere schwer zugängliche Stellen vorhanden sind, müssen sie gründlich gesäubert werden. Gerade an derartigen Stellen ist eine Kontrolle der Feuchtigkeitsreste auf ihren pH-Wert notwendig, wofür pH-Papier verwendet wird. Manchmal ist dort ein Neutralisieren mit einer alkalischen Lösung von Natronlauge oder Soda zweckmäßig. Die Konzentration der Lauge sollte bei ca. 2 % liegen. Die Zugabe von etwas Netzmittel verbessert die Wirkung.



Bild 8: Zum Abschluß jeder Beizbehandlung müssen die Werkstücke von allen Beizmitteln und Beizrückständen (Beizbast) freigespült werden

Spalte, die nicht freigespült werden können, bergen auch nach dem Neutralisieren die Gefahr von Spaltkorrosion, weshalb bereits bei der Gestaltung der Werkstücke die Spülbarkeit berücksichtigt werden muss. Bei Hohlräumen in Profilen besteht immer das Risiko, dass durch das Beizen fehlerhafte Stellen in Schweißnähten geöffnet werden. Dadurch dringt Beize in den Hohlraum ein, was sehr häufig nicht erkannt wird. Dies führt zu einem Korrosionsangriff im Inneren des Bauteils und zum Austreten von Beizflüssigkeit. Es ist daher sicherer, Hohlprofile mit Spülbohrungen zu versehen, anstatt sie dicht zu verschweißen.

7 Betriebsanlagen, Betriebsmittel und Umweltschutz

Beim Einsatz von Beizmitteln müssen hohe Anforderungen an Arbeitsstätten, Lagerräume und Betriebsmittel erfüllt werden. Dabei gilt es zahlreiche gesetzliche Bestimmungen und Vorschriften zu beachten.

Beizanlagen mit Beizbädern $> 1 \text{ m}^3$ bis $< 30 \text{ m}^3$ Volumen unterliegen gemäß Bundesimmissionsschutzverordnung der Genehmigungspflicht im vereinfachten Verfahren. Beizanlagen mit Beizbädern $> 30 \text{ m}^3$ Volumen sind ebenfalls genehmigungspflichtig, wobei das Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung stattfindet.

Beizanlagen mit Beizbädern $< 1 \text{ m}^3$ Volumen bzw. Arbeitsstätten, an denen weniger als 1 m^3 Sprühbeizen oder Beizpasten auf einmal verarbeitet werden, müssen weder angezeigt noch genehmigt werden. Allerdings müssen hinsichtlich Lagerung, Abluft, Abwasser etc. die geltenden gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden.

Unabhängig davon ist die Lagerung von mehr als 2 t giftiger/sehr giftiger Stoffe gemäß Bundesimmissionsschutzverordnung meldepflichtig.

Soweit möglich, sollte in einem geschlossenen, vom übrigen Betrieb abgetrennten Raum gebeizt werden, dessen Bodenbeschichtung unter Beachtung der VAWS ebenso säurefest gestaltet ist wie Decken und Wände.

Fenster sollten aus Kunststoff bestehen oder mit Folie beklebt werden, da Glas durch Flusssäuregase rasch blind wird.

Es muss gewährleistet sein, dass Spülwässer aufgefangen und in einer eigenen Abwasserbehandlungsanlage gemäß Anhang 40 der Abwasserverordnung behandelt oder über einen Fachbetrieb entsorgt werden.

Was die beim Beizen auftretenden Gase angeht, sind einerseits die Emissionsgrenzwerte gemäß TA Luft und andererseits die geltenden Arbeitsplatzgrenzwerte einzuhalten. Es muss eine angemessene Abluftanlage vorhanden sein.

Behälter, Anlagenteile und Betriebsmittel müssen gegenüber den eingesetzten Säuren beständig sein. So sind Holz- und metallfreie Beizpinsel mit Kunststoff-Borsten zu bevorzugen. Sprühvorrichtungen für Sprühbeizen werden vorwiegend aus säurefestem Kunststoff gefertigt. Für Tauchbeizbehälter ist Polyethylen oder besser Polypropylen als Werkstoff vorgesehen. Tauchwerkzeuge und -körbe bestehen aus mit säurefesten Kunststoffen überzogenem Metall, aus Vollkunststoff oder aus Edelstählen (z.B. 1.4571, 1.4436, 1.4439, 1.4539), oder Nickelbasis-Legierungen. Es ist jedoch zu beachten ist, dass Edelstahlkörbe oder Körbe aus Nickelbasis-Legierungen sich im Laufe der Zeit auflösen.

8 Arbeitsschutz

Der Umgang mit Beizmitteln erfordert zwingend geeignete Maßnahmen zum Schutz der Anwender. Das Sicherheitsdatenblatt des jeweiligen Produktes gibt Auskunft über die erforderliche persönliche Schutzausrüstung wie Atemschutz, Körperschutz oder Schutzbrille.

Darüber hinaus müssen Vorkehrungen für den Fall eines Unfalls getroffen werden. Hierzu zählt das Bereitstellen von Augendusche, Körperdusche und Erste-Hilfe-Mitteln gemäß Sicherheitsdatenblatt in unmittelbarer Nähe des Beizplatzes.

Selbstverständlich sind auch die geltenden Bestimmungen zur Arbeitssi-

cherheit (z.B. Erstellen von Betriebsanweisungen, Sicherheitsbelehrungen, Hinweis- und Wamschilder, Kennzeichnung von Behältern etc.) zu befolgen.

9 Schlussbetrachtung

Die Entscheidung, ob Bauteile gebeizt werden sollen, muss vor allem unter zwei Gesichtspunkten getroffen werden:

- Sind andere Verfahren, vor allem Schleifen und Bürsten, anwendbar und ausreichend?

Die Sicherheit, auf diesen Wegen die erforderliche Freiheit von Fremdrost und Eisenstaub zu erreichen, ist dann nicht gegeben, wenn die Produktionsbedingungen keine alleinige Verarbeitung von Edelstahl rostfrei erlauben. In Betracht käme auch noch das Strahlen mit geeigneten Strahlmitteln, das aber Fremdrost nicht immer sicher entfernt. Auch wenn starke Anlauffarben durch Schweißen oder Verzunderungen durch Glühbehandlungen auftreten, ist das Beizen nicht zu umgehen. Vergleichende Untersuchungen haben an unterschiedlichsten nichtrostenden Stahlsorten ergeben, dass erst mit Beizbehandlungen eine optimale Korrosionsbeständigkeit erzielt wird.

- Ist das Beizen ein ständiger Arbeitsgang in der laufenden Produktion?

Die Zusammenarbeit mit einer Lohnbeize ist dann in Betracht zu ziehen, wenn nur in Einzelfällen gebeizt wird oder wenn neben der Einrichtung einer Beize auch die besonderen Anforderungen an den Arbeits- und Umweltschutz Probleme bereiten. Es hat sich gezeigt, dass auch periodisch anfallende Beizarbeiten häufig kostengünstig durch Lohnbeizeerien erledigt werden können. Diese bieten die verschiedenen Beizverfahren an und verfügen oft auch über mobile Anlagen, die einschließlich der Entsorgung den gesamten Beizvorgang am Herstellungsort übernehmen können, so dass die Bauteile nicht in den Beizbetrieb transportiert werden müssen.



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