

## Mechanische Oberflächenbehandlung nicht-rostender Stähle in dekorativen Anwendungen



## Euro Inox

Euro Inox ist die europäische Marktförderungsorganisation für nichtrostende Stähle (Edelstahl Rostfrei). Die Mitglieder von Euro Inox umfassen

- europäische Produzenten von Edelstahl Rostfrei,
- nationale Marktförderungsorganisationen für Edelstahl Rostfrei sowie
- Marktförderungsorganisationen der Legierungsmittelindustrie.

Ziel von Euro Inox ist es, bestehende Anwendungen für nichtrostende Stähle zu fördern und neue Anwendungen anzuregen. Planern und Anwendern sollen praxisnahe Informationen über die Eigenschaften der nichtrostenden Stähle und ihre sachgerechte Verarbeitung zugänglich gemacht werden. Zu diesem Zweck

- gibt Euro Inox Publikationen in gedruckter und elektronischer Form heraus,
- veranstaltet Tagungen und Seminare und
- initiiert oder unterstützt Vorhaben in den Bereichen anwendungstechnische Forschung sowie Marktforschung.

## Haftungsausschluss

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungs- und Schadenersatzansprüche gegenüber Euro Inox, dessen Mitgliedern, Mitarbeitern und Beratern sowie anderen Projektbeteiligten können hieraus nicht abgeleitet werden.

## Urheberrechtlicher Schutz

Vervielfältigungen jedweder Art sind, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.

## Impressum

Mechanische Oberflächenbehandlung nichtrostender Stähle in dekorativen Anwendungen

2. Auflage 2006

(Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 6)

© Euro Inox 2006

## Herausgeber

Euro Inox

Sitz: 241 route d'Arlon, 1150 Luxemburg,  
Großherzogtum Luxemburg

Tel. +352 26 10 30 50, Fax +352 26 10 30 51

Büro: Diamant Building, Bd. A. Reyers 80  
1030 Brüssel, Belgien

Tel. +32 2 706 82 67, Fax +32 2 706 82 69

E-Mail: [info@euro-inox.org](mailto:info@euro-inox.org)

Internet: [www.euro-inox.org](http://www.euro-inox.org)

## Autor

Benoît Van Hecke, Brüssel (B) mit freundlicher Unterstützung durch Marc Thijs, Tildonk (B)

*Übersetzung:* Thomas Pauly, Brüssel (B)

*Fotos:*

- AID, Genk (B): 1, 5.2, 6.1
- CIBO, Tildonk (B): Titelseite, 3, 4, 5.1
- Suhner, Brugg (CH): 4, 6.1
- Cavale, Diepenbeek (B): 5.4
- Wolters, Diest (B): 6.2
- Engineering, Drogenbos (B): 6.3

## ISBN 978-2-87997-051-6

2-87997-162-4	Englische Fassung
2-87997-163-2	Niederländische Fassung
2-87997-164-0	Finnische Fassung
978-2-87997-235-0	Französische Fassung
2-87997-167-5	Polnische Fassung
978-2-87997-231-2	Spanische Fassung
978-2-87997-232-9	Schwedische Fassung
978-2-87997-238-1	Italienische Fassung
978-2-87997-234-3	Tschechische Fassung
978-2-87997-239-8	Türkische Fassung

## Inhalt

1	Einleitung	2
2	Festlegung der gewünschten Oberfläche	3
3	Gängige Bearbeitungsmethoden	4
4	Schleifmittel und -geräte	7
4.1	Prozessführung bei manueller Bearbeitung	7
4.2	Schleifmittel	8
4.3	Geräte	11
5	Fachgerechte Ausführung	17
5.1	Nachbearbeitung minimieren	17
5.2	Konstruktionsgerechte Verfahrensauswahl	18
5.3	Verarbeitungshinweise	19
5.4	Lagerung und Transport	21
6	Fallstudien	23
6.1	Geländeranlage	23
6.2	Straßenmöbel	26
6.3	Großkücheneinrichtung	29
7	Sicherheit	33
7.1	Gesundheitsschutz	33
7.2	Sicherer Einsatz von Schleifmitteln und -werkzeugen	34
7.3	Umweltschutzaspekte bei Verarbeitung und Entsorgung	34
8	Literaturhinweise	35

### Vollmitglieder:

**Acerinox**

[www.acerinox.es](http://www.acerinox.es)

**Outokumpu**

[www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com)

**ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni**

[www.acciaiterni.it](http://www.acciaiterni.it)

**ThyssenKrupp Nirosta**

[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

**UGINE & ALZ Belgium**

**UGINE & ALZ France**

**Groupe Arcelor**

[www.ugine-alz.com](http://www.ugine-alz.com)

### Assoziierte Mitglieder

**Acroni**

[www.acroni.si](http://www.acroni.si)

**British Stainless Steel Association (BSSA)**

[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

**Cedinox**

[www.cedinox.es](http://www.cedinox.es)

**Centro Inox**

[www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)

**Informationsstelle Edelstahl Rostfrei**

[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

**Institut de Développement de l'Inox (I.D.-Inox)**

[www.idinox.com](http://www.idinox.com)

**International Chromium Development Association (ICDA)**

[www.icdachromium.com](http://www.icdachromium.com)

**International Molybdenum Association (IMOA)**

[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

**Nickel Institute**

[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

**Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)**

[www.puds.com.pl](http://www.puds.com.pl)

**SWISS INOX**

[www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

# 1 Einleitung

Nichtrostende Stähle weisen ein Eigenschaftsspektrum auf, das sie für dekorative und lastbeanspruchte Bauteile im Bauwesen und in verwandten Bereichen besonders geeignet macht, z.B.

- modernes, attraktives Aussehen,
- Hygiene und Reinigungsfreundlichkeit,
- Korrosionsbeständigkeit,
- Dauerhaftigkeit,
- Unterhaltsarmut,
- Verarbeitungsfreundlichkeit sowie
- Recyclingfähigkeit.

Aus diesem Grunde setzen Architekten, Planer und ausführende Unternehmen häufig nichtrostenden Stahl in der Architektur, im Metallbau (bei Handläufen und Geländern), bei Straßenmöbeln, in der Nahrungsmittelindustrie, bei Verpflegungs-

einrichtungen sowie in Hausgeräten ein.

Die Ausführung obliegt häufig kleinen und mittelgroßen Unternehmen, die zunehmend mit innovativen Verfahren im Bereich der Werkstoff-, Oberflächen-, Umform- und Fügetechnik in Berührung kommen. Die abschließende Oberflächenbearbeitung durch Schleifen und Polieren erfordert besondere Aufmerksamkeit, wenn das jeweilige Bauteil seine optimale Funktion und Lebensdauer erreichen soll. Diese abschließende Behandlung drückt dem Erzeugnis gleichsam das Gütesiegel des Verarbeiters auf und eröffnet, sofern sie sachgerecht ausgeführt wird, die Möglichkeit, den Zusatznutzen des nichtrostenden Stahls zu unterstreichen.

Die vorliegende Broschüre stellt Methoden der mechanischen Bearbeitung fertiger Bauelemente dar. Sie orientiert sich am Stand der Technik und weist insbesondere auf Unterschiede zwischen Kohlenstoffstahl und nichtrostendem Stahl hin.



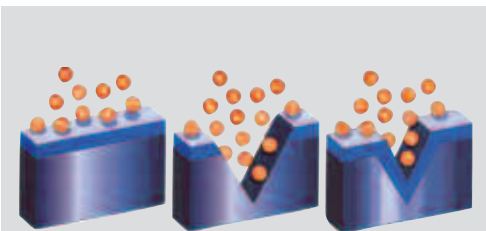
*Bauelemente aus nichtrostendem Stahl für ästhetisch anspruchsvolle Anwendungen werden typischerweise von kleinen und mittelgroßen Unternehmen gefertigt. Sie kommen zunehmend mit innovativen Be- und Verarbeitungsverfahren in Berührung, darunter auch im Bereich der Oberflächenbearbeitung.*

## 2 Festlegung der gewünschten Oberfläche

Um die Eigenschaften eines Werkstoffs auszuschöpfen, muss der Verarbeiter die zu erzielende Oberflächenbeschaffenheit sachgerecht auswählen. Die Festlegung der Korngröße des Schleifmittels ist hierbei nur einer von mehreren Teilen der Leistungsbeschreibung. Wenn eine bestimmte Oberfläche eingehalten werden muss, empfiehlt es sich, Ausführungsmuster auszutauschen. Nur wenn diese expliziter Bestandteil der Vereinbarung sind, kann der Hersteller oder Oberflächenspezialist das angestrebte Resultat genau erzielen. Sprachliche (qualitative) Umschreibungen oder numerische (quantitative) Angaben wie etwa der  $R_a$ -Wert für die Oberflächenrauigkeit können allein einen Oberflächenzustand von nichtrostendem Stahl nicht hinreichend beschreiben. Aus Sicht der Oberflächenbehandlung ist auch die sachgerechte Auswahl der Werkstoffsorten wichtig, insbesondere wenn glatte, hochglänzende Oberflächen ange-

strebt werden. Die am weitesten verbreiteten Sorten nichtrostenden Stahls für Außenanwendungen sind EN 1.4301 bzw. 1.4307 sowie – bei erhöhter Korrosionsbeanspruchung – EN 1.4401 bzw. 1.4404.

In manchen Ländern und Marktsegmenten werden an Stelle der niedrigkohlenstoffhaltigen Sorten 1.4307 und 1.4404 die Sorten 1.4541 und 1.4571 eingesetzt, wenn eine erhöhte Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion im Bereich der Schweißnähte erforderlich ist. Diese beiden Sorten sind mit Titan legiert und für die dekorative Oberflächenbearbeitung ungeeignet, weil das in der Legierung enthaltene Titan beim Schleifen zu Schlieren führt. Diese titanhaltigen Sorten sollten, wenn sie vom Werkstofflieferanten als Alternative zu den niedrigkohlenstoffhaltigen vorgeschlagen werden, insbesondere nicht gemischt mit diesen eingesetzt werden, wenn eine einheitliche dekorative Oberfläche erforderlich ist.



*Nichtrostender Stahl verfügt über eine einzigartige Fähigkeit: er ist selbstheilend. Auf Grund seines Legierungsmittelgehaltes bildet sich eine äußerst dünne, transparente Passivschicht an der Oberfläche. Selbst wenn der nichtrostende Stahl verkratzt oder anderweitig beschädigt wird, bildet sich diese nur wenige Atomlagen dicke Passivschicht augenblicklich unter dem Einfluss von Sauerstoff aus Luft oder Wasser wieder neu. Hierdurch erklärt sich, warum nichtrostender Stahl weder Beschichtungen noch andere Formen des Oberflächenschutzes benötigt.*

### 3 Gängige Bearbeitungsmethoden

In der Beschreibung von Oberflächenbeschaffenheiten werden häufig Begriffe wie „Schleifen“ oder „Polieren“ benutzt. Um sicherzustellen, dass die angestrebte Oberflächenwirkung tatsächlich erreicht wird, müssen sich Auftraggeber und Auftragnehmer eindeutig darüber verständigen, wie das Ergebnis aussehen soll und wie es zu erreichen ist.

#### Schleifen und Polieren

Schleifen und Polieren sind

Formen der mechanischen Bearbeitung, bei denen Werkstoff abgetragen wird. Dieser Vorgang wird durch harte Partikel bewirkt, die miteinander oder mit einem Trägermaterial fest verbunden sind. Die Oberflächenwirkung ist von zahlreichen Faktoren abhängig, insbesondere der Korngröße und der Art des Schleifmittels. In der vorliegenden Veröffentlichung wird der Begriff „Schleifen“ für die Entfernung von unerwünschten Oberflächenschichten, z.B. von Schweißraupen und Anlauffarben,

verwendet. Der Begriff „Polieren“ umschreibt eine dekorative Behandlung, die nur einen geringen Materialabtrag bewirkt. Nachstehend sind Korngrößen angegeben und typischen Schleif- bzw. Poliervorgängen zugeordnet. Grundsätzlich gilt: je feiner die Korngröße, desto glatter die Oberfläche. Diese Rangfolge soll die üblichen

Oberflächenbehandlung	Übliche Korngröße
Entfernung von Schweißnähten (mit anschließender Nachbearbeitung)	36
Schleifen warmgewalzter „1D“-Oberflächen	36 - 60
Vorschleifen von kaltgewalztem nichtrostendem Stahl	80 - 120
Feinschliff als Schlussbearbeitung oder zu deren Vorbereitung	120, 180 oder 240
Feinschliff als Abschlussbehandlung	320 oder 400

*Harte Schleifpartikel auf einem Träger (für die Edelstahlbearbeitung typischerweise Gewebe) bewirkt einen Materialabtrag, der von der Entfernung von Schweißraupen bis hin zu dekorativen Oberflächen reichen kann. Derartige Schleifmittel sind für die unterschiedlichsten Maschinen wie Bandschleifer, Fingerschleifer, Winkelschleifer und Geradeschleifer erhältlich.*

Korngrößen bei werksseitigen Oberflächen von Blechen und Bändern darstellen. Sie lässt sich nicht ohne weiteres auf andere Oberflächenbehandlungsmethoden wie z.B. das Handschleifen übertragen. Auch innerhalb derselben Korngröße ist die erzielte Oberflächenwirkung von den eingesetzten Maschinen und ihrer Handhabung abhängig. Die Hersteller von Schleifmaschinen und -mitteln erteilen Auskunft darüber, wie bestimmte Oberflächenwirkungen genau erzielt werden können.



## Schwabbeln

Im Unterschied zum Schleifen und Polieren ist das Schwabbeln nicht dazu bestimmt, in nennenswertem Umfang Material von der Edelstahloberfläche abzutragen. Es ist vielmehr ein Einebnungsprozess, der die Oberfläche glatter und glänzender macht. Hierzu können Pasten, Flüssigkeiten oder auch feste Poliermittel eingesetzt werden, die die Oberflächenwirkung verbessern. Die letztendliche Wirkung hängt stark von der Vorbehandlung ab. Das Schwabbeln kann entweder auf eine einstufige Behandlung

mit mittlerer Korngröße folgen oder sich an eine mehrstufige Behandlung mit zuletzt kleiner Korngröße anschließen. Das einstufige Verfahren ist kostengünstiger, kann jedoch nicht das hochwertige Erscheinungsbild des mehrstufigen Verfahrens erreichen.

Da das Schwabbeln glatte, hochglänzende Oberflächen ergibt, wird es häufig für Anwendungen in der Pharmaindustrie eingesetzt. Beispiele für das unmittelbare Schwabbel nicht weiter vorbehandelter werksseitiger Oberflächen finden sich in der Besteckerherstellung.

*Das Schwabbeln kann mit Baumwoll- oder Filzscheiben erfolgen, entweder trocken oder mit feinen Poliermitteln.*

*Rohoberflächen können mit einer Poliermaschine mit entsprechenden Polierscheiben (und -pasten) bis hin zum Spiegelglanz poliert werden. Auch Polierscheiben mit Pasten, die aufhandgeführte Maschinen aufgesetzt werden, eignen sich für das Schwabbeln.*



## Bürsten

Das Bürsten ist ebenso wie das Schleifen und Polieren ein abtragender Oberflächenbehandlungsprozess. Häufig werden die Begriffe „Bürsten“ und „Polieren“ miteinander verwechselt. Für das Bürsten werden mildere Schleifmittel eingesetzt. Ihre Funktion besteht im Wesentlichen darin, der Oberfläche eine Struktur zu verleihen und nicht, Metall abzutragen. Beim Bürsten ist der Metallabtrag minimal. Zu den Schleifmitteln gehören zahlreiche Scotch-Brite™-Bänder, -Handpads und -Scheiben.

„Scotch-Brite™“ ist ein eingetragenes Warenzeichen. Der Begriff wird allerdings in der Metallverarbeitung verbreitet als allgemeiner Begriff für Nylongewebe mit dreidimensionaler Struktur und imprägnierten Schleifpartikeln verwendet. Diese Schleifmittel werden nicht nach Korngrößen klassifiziert, sondern als grob, mittel, fein, sehr fein und ultrafein beschrieben. Der Begriff „Scotch-Brite™“ wird im Weiteren in diesem umgangssprachlichen Sinne benutzt. Bei der Festlegung von Oberflächenbeschaffenheit wird dringend empfohlen, verbindliche Vergleichsmuster auszutauschen.



*Beispiel einer Scotch-Brite™-Fächerscheibe. In der Abbildung wird eine Schweißnaht mit einer Scotch-Brite™-Scheibe behandelt, um eine Schweißnaht der übrigen Oberfläche anzupassen. Die Oberflächenbehandlung dient nicht der Einebnung der Schweißnaht; dies würde eine vorangehende Schleifbehandlung erfordern.*



## 4 Schleifmittel und -geräte

Erscheinungsbild und Oberflächenqualität mechanisch behandelter Oberflächen sind bei nichtrostendem Stahl letztlich von vielen Faktoren abhängig. Dazu gehören

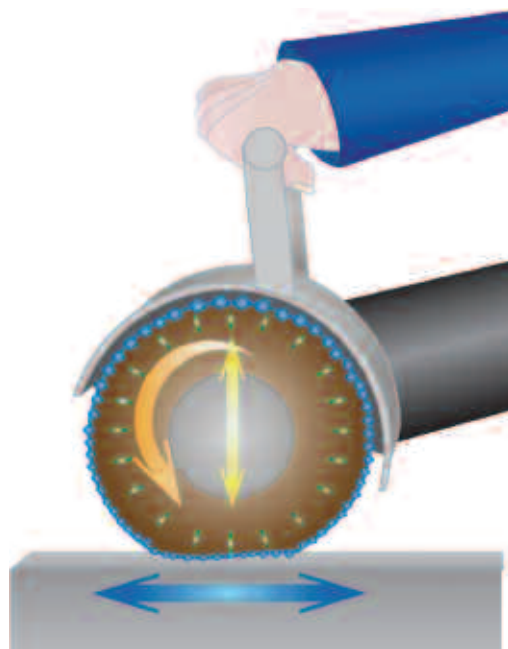
- die Art des verwendeten Schleifmittels: Träger, Korngröße, Form und Härte,
- die Anzahl der Behandlungsschritte,
- die eingesetzten Geräten sowie
- deren Antrieb,
- der Typ des Trägers (z.B. Band, Scheibe, Rad) und dessen jeweilige Art und Biegsamkeit,
- die Relativgeschwindigkeit und der Anpressdruck.

Die sachgerechte Auswahl von Schleifmethode, -geräten und -mitteln hängt ab von

- dem Ausgangszustand des Werkstücks,
- der Zugänglichkeit der zu behandelnden Oberfläche und
- dem erwünschten Ergebnis.

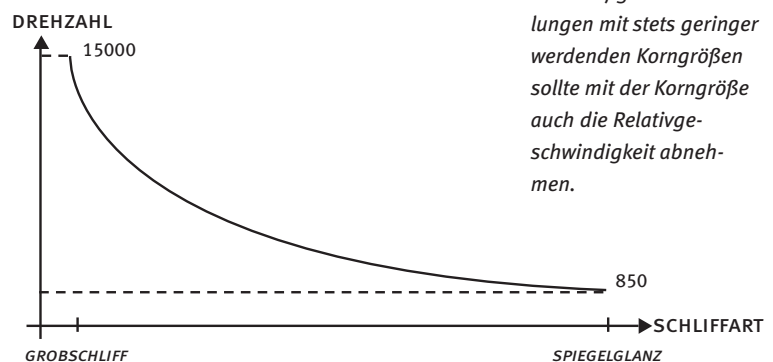
### 4.1 Prozessführung bei manueller Bearbeitung

Bei der manuellen Bearbeitung müssen der Andruck und die daraus resultierende Oberflächentemperatur begrenzt werden, um Riefenbildung zu verhindern, die sich später nur noch schwer korrigieren lässt.



Beim manuellen Schleifen müssen Temperatur und Druck begrenzt werden. Werkzeugführung, Anpressdruck und Umdrehungsgeschwindigkeit beeinflussen allesamt das Ergebnis.

Schmiermittel auf Öl- oder Fettbasis können die Lebensdauer der Schleifmittel verlängern, da sie als Kühlmittel wirken und auch die Abfuhr des Schleifstaubs begünstigen. Die optische Wirkung von „nass“ und „trocken“ geschliffenen Oberflächen ist deutlich unterschiedlich.



Die Bearbeitungsgeschwindigkeit hängt von der Korngröße des Schleifmittels ab. Bei mehrstufigen Behandlungen mit stets geringer werdenden Korngrößen sollte mit der Korngröße auch die Relativgeschwindigkeit abnehmen.

## 4.2 Schleifmittel

Die für den Werkstatt- und Baustelleneinsatz bestimmten Schleifmittel unterscheiden sich zumeist von denen, die in Stahlwerken und Service-Centern für Bänder und Bleche zum Einsatz gelangen. Letztere sind überwiegend auf Aluminium- oder Siliziumkarbidbasis hergestellt. Für die Behandlung von Fertigteilen werden dagegen überwiegend Schleifmittel auf Zirkoniumoxidbasis in Korngrößen zwischen 24 und 120 eingesetzt. Diese haben unter den betreffenden Beanspruchungsbedingungen eine höhere Lebensdauer als Aluminium- oder Siliziumoxid-Schleifmittel. Allerdings können Aluminium- und Siliziumkarbide auch hier durchaus für feinere Korngrößen eingesetzt werden. Die das Schleifresultat bestimmenden Faktoren sind hierbei

- die Korngröße,
- die Größe (der Durchmesser) der Scheibe oder des Rades und dessen Umdrehungsgeschwindigkeit,
- die Art und die Steifigkeit des Trägermaterials sowie
- der Einsatz von Gleitmitteln in Kombination mit dem Schleifmittel (was allerdings beim manuellen Schleifen und Polieren eher unüblich ist).

Anders als bei der Behandlung von Blechen und Bändern sind der Verschleiß und die dadurch bedingte Verschiebung im Oberflächeneffekt über die Coillänge beim manuellen Schleifen vernachlässigbar gering. Zum einen umfasst das manuelle Schleifen mehrere Verarbeitungsschritte, darunter auch die Behandlung mit Vlies, die mögliche Ungleichmäßigkeiten des ursprünglichen Schliffes überlagern. Zum anderen zeigen Schleifmittel wie z.B. Scheiben auch ein anderes Verschleißverhalten als die breiten Bänder für werksseitige Anwendungen.

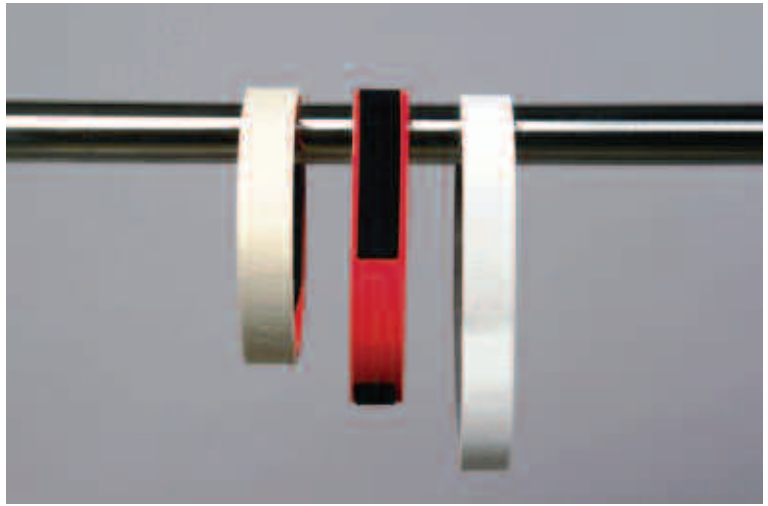


*Die am häufigsten angewandten Schleifmittel sind Schleifbänder, Faservlies, Fächerscheiben, Fiberscheiben und Schwabblerscheiben.*

Im Folgenden wird auf die am weitesten verbreiteten Schleifmittel eingegangen.

### Schleifbänder

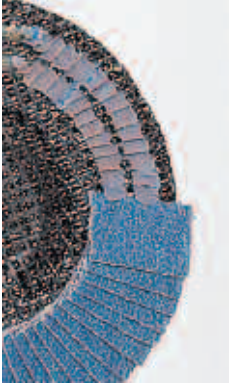
Schleifbänder sind in einer Vielzahl von Breiten und mit unterschiedlichen Trägermaterialien erhältlich. Das Trägermaterial beeinflusst die Wirksamkeit des Bandes, wobei die Biegsamkeit des Trägermaterials auf die Schleifkörper abgestimmt sein muss. Neueste Entwicklungen ermöglichen schleifaktive Gewebe mit eingelagerten Kühladditiven, die die Wärmeeinbringung vermindern und die Lebensdauer des Bandes erhöhen.



### Scotch-Brite™-Handpads

Im Vergleich zu körnigen Schleifmitteln ist der abtragende Effekt von Scotch-Brite™ äußerst gering. Sein Haupteinsatzgebiet liegt in der Angleichung von Oberflächen an die von Halbfertigprodukten. Scotch-Brite™ ist als Handpad, als Band oder Scheibe mit Rauigkeiten von grob, mittel, fein, sehr fein und superfein erhältlich.





**Fächerscheiben**

Diese haltbaren Schleifmittel sind konstruktionsbedingt besonders für die ersten Bearbeitungsschritte geeignet. Die nebenstehende Abbildung demonstriert den Aufbau. Die schleifwirksamen Fächersegmente sind auf ein Glasfaser-Trägermaterial geklebt. Werden größere Oberflächen benötigt, können die Segmente auch auf einen

Konus aufgebracht werden. Diese Anordnung vermeidet das Risiko von Schleifriefen und ermöglicht es, feinere Oberflächenwirkungen zu erzielen.



**Fiberscheiben**

Fiberscheiben ähneln Fächerscheiben, sind im Gegensatz dazu jedoch einteilig. Sie werden häufig einfach als Schleifscheiben bezeichnet.

Fiberscheiben bewirken im Vergleich zu Fächerscheiben einen geringeren Materialabtrag. Zwar sind sie für die Metallbearbeitung weniger wirtschaftlich, jedoch vermindern sie auch das Risiko von Schleifriefen. Bewährt haben sie sich für die Behandlung von Schweißnähten.



**Gepresste Faservliesscheiben**

Diese Schleifscheiben werden durch das Heißverpressen eines imprägnierten, mit Bindemittel versetzten Nylonmaterials (ähnlich Scotch-Brite™) hergestellt. Scheiben für die manuelle Verarbeitung sind bis zu einem Durchmesser von 150 mm in unterschiedlichen Graden von Dichte und Biegsamkeit erhältlich. Sie sind langlebig, ergeben gleichmäßige Oberflächeneffekte und dienen vor allem der Entfernung von Anlaufarben im Bereich der Schweißnähte.

**Gewickelte Faservliesscheiben**

Gewickelte Faservliesscheiben ähneln in ihrem Aussehen den gepressten. Allerdings werden sie hergestellt, indem ein harter Kern mit Lagen von Schleifmaterial umwickelt und verklebt wird, so dass ein Rad entsteht. Gewickelte Faservliesscheiben sind weniger flexibel, wirken gleichzeitig aber auch weniger aggressiv als gepresste Faservliesscheiben. Hinsichtlich der Umdrehungsgeschwindigkeiten sind die Herstellerangaben zu beachten.

### Sonderformen (Engineered Abrasives)

Diese neue und hoch entwickelte Generation mehrlageriger dreidimensionaler Schleifkörper hat sich für das Polieren von Edelstahl-Bauelementen besonders bewährt. Diese ergeben besonders gleichmäßige Oberflächen und sind im Unterschied zu bandförmigen Schleifmitteln auch bei hoher Beanspruchung außerordentlich langlebig.

Die einzelnen schleifwirksamen Partikel werden so miteinander verbunden, dass sie gleichförmige dreidimensionale Strukturen bilden. Sie haben z.B. die Form von Pyramiden und sind regelmäßig auf dem Trägermaterial angeordnet. Wenn sich der pyramidenförmige Verbundwerkstoff abträgt, werden die verbrauchten Schleifpartikel abgestoßen; frische Schleifpartikel gelangen an die Oberfläche und die Wirksamkeit bleibt erhalten. Diese Wirkungsweise führt im Vergleich zu konventionellen Schleifmitteln zu einer längeren Standzeit, höherer Schleifleistung, höherer Reproduzierbarkeit der Oberfläche und geringerem Energieverbrauch.

Solche „Engineered Abrasives“ beinhalten zumeist auch eingelagerte Kühlmittel. In Kombination mit den sich selbst erneuernden Schleifkörpern vermindern sie die örtliche Wärmeinbringung und damit das Risiko von Überhitzung und daraus resultierenden Anlauffarben.

### 4.3 Geräte

Bei den Geräten für die Oberflächenbehandlung werden stationäre und handgeführte unterschieden.

#### Stationäre Maschinen

Für bestimmte Oberflächenbehandlungen, z.B. bei der Serienproduktion von rohrförmigen Bauteilen und T-Verbindungen sowie beim Entgraten, sind stationäre Maschinen die günstigste Lösung. Feststehende Bandschleifmaschinen (vgl. Abbildung unten, Mitte) eignen sich besonders zum Entgraten.



Das Gerät im Bildvordergrund ermöglicht den Einsatz unterschiedlicher, auswechselbarer Schleifvorsätze, die durch eine biegsame Welle angetrieben werden. Diese häufig auch als „Flexischleifer“ bezeichneten Geräte eignen sich für den harten Einsatz in der Serienfertigung. Da der Kopf keinen schweren Antriebsmotor enthält, werden die körperliche Belastung und das Risiko elektrischer Schläge deutlich vermindert.

Die Poliermaschine auf der rechten Seite kann mit unterschiedlichen Schleif- und Schwabbelscheiben betrieben werden.

Der Rohrausschleifer (unten) dient dazu, Rohrenden für Stoßverbindungen anzuschleifen. Dieses Verfahren führt zu präzisen, reproduzierbaren Querschnitten, die eine gute Schweißvorbereitung darstellen und die spätere Nachbearbeitung auf ein Mindestmaß begrenzen.

*Das Schleifband läuft über eine Metallwalze und erzeugt so am ange-drückten Rohrende das erforderliche Profil.*

Die Arbeitsweise dieser Maschine ist nachstehend dargestellt.



### Handgeführte Werkzeuge

Für die Bearbeitung von Bauelementen aus Edelstahl rostfrei steht eine große Bandbreite handgeführter Geräte zur Verfügung. Sie sind besonders vielseitig und eignen sich speziell für schwer zugängliche Bereiche. Durch geeignete Auswahl lässt sich die Anzahl der benötigten Geräte begrenzen.

Die jeweilige Wirkungsweise des Gerätes ist genau zu bedenken. Schäden an glatten Oberflächen, die auf den Einsatz ungeeigneter Maschinen zurückzuführen sind, lassen sich nur noch schwer und mit hohem Zeitaufwand beheben.

Schleifräder und -scheiben sollten nicht mit Handbohrmaschinen betrieben werden, da das Bohrfutter für die beim Schleifen auftretenden radialen Belastungen nicht ausgelegt ist. Hierfür sollten ausschließlich spezielle Geradeschleifer verwendet werden.

Die Gerätehersteller geben umfangreiche Hinweise für die Auswahl handgeführter Geräte für die Bearbeitung von nichtrostendem Stahl.



**Walzenschleifmaschine**

Dieser vielseitige Werkzeugtyp eignet sich sowohl für Bleche als auch für Rohre. Mit ihm lassen sich unterschiedliche Schleifmittel einsetzen. Die Arbeitsgeschwindigkeit darf nicht zu hoch eingestellt werden, um örtliche Überhitzung, schwer zu behobende Oberflächenfehler oder übermäßigen Verschleiß des Werkzeuges zu vermeiden.

*Beispiele für die am häufigsten eingesetzten Gerätetypen: Biegsame Welle, Walzenschleifmaschine, Winkelschleifer, Kehlnahtschleifer, Rohrschleifer und Fingerschleifer.*

**Winkelschleifer**

Dieser Werkzeugtyp ist für biegsame Schleifscheiben bestimmt. Zumal wenn sie über eine Geschwindigkeitsregelung verfügen, sind sie sowohl für gröbere als auch für feine Schleifarbeiten geeignet.





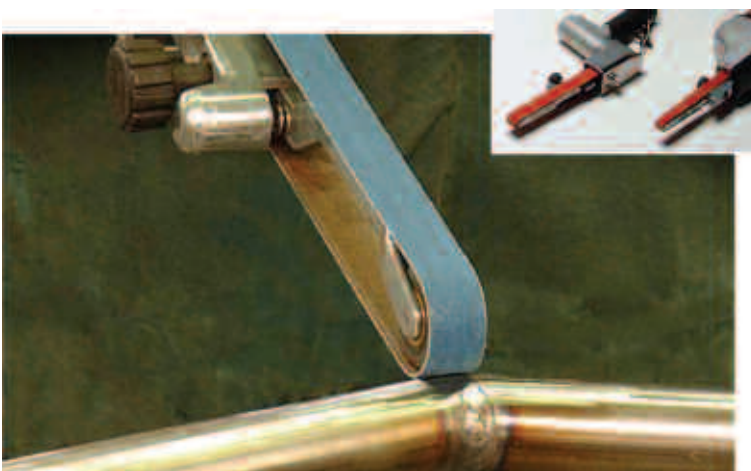
**Kehlnahtschleifer**

Dieser Werkzeugtyp bietet sich für die Behandlung geschweißter Eckverbindungen an, die auf Grund ihrer Spitzwinkligkeit nur schwer zugänglich sind. Je nach Steifigkeit der Schleifscheibe lassen sich damit Schweißnähte glätten, Anlauffarben entfernen oder dekorative Feinschliffe erzielen.



**Rohrschleifer**

Dieser Werkzeugtyp ist speziell für die Bearbeitung rohrförmiger Baugruppen bestimmt, z.B. von Geländeranlagen. Er ist gekennzeichnet durch ein flexibles Schleifband, welches das Rohr in einem Winkel von bis 270° umschließt. Durch diese Anordnung können auch „geschlossene“ Konstruktionen bearbeitet werden.



**Fingerschleifer**

Diese handlichen, schmalen Bandschleifer können zur Entfernung von Schweißraupen eingesetzt werden. Ihr Einsatz erfordert besondere Sorgfalt, damit nicht die benachbarten Flächen beeinträchtigt werden. In der Regel ist ein abschließender dekorativer Schliff erforderlich, um die Oberfläche im Bereich der Naht an die des Ausgangsmaterials anzugleichen.



### Antriebsarten

Für die Bearbeitung nichtrostender Stähle kommen sowohl elektrische als auch pneumatische Antriebe in Betracht. Die Antriebsart ist ohne unmittelbaren Einfluss auf das Ergebnis. Druckluft wird überwiegend in Werkstattumgebung eingesetzt, soweit das installierte System einen ausreichenden Druck und Luftdurchsatz erzeugt. Die Bearbeitung von nichtrostendem Stahl erfordert dabei möglicherweise höhere Drücke als die Bearbeitung anderer Metalle, da oft mit stärkerem Kraftaufwand gearbeitet werden muss. Weil zudem die Umdrehungsgeschwindigkeiten deutlicher variiert werden müssen als bei un- und niedriglegierten Stählen, sollten pneumatische Werkzeuge mit einer Geschwindigkeitsregelung ausgestattet sein.

Pneumatische Werkzeuge sind häufig in Anschaffung und Betrieb teurer als elektrisch angetriebene gleicher Leistung. Sie werden allerdings oft benötigt, um Arbeiten in Behältern und Tanks auszuführen, in denen eine sichere Erdung von 220 bzw. 380 Volt-Maschinen nicht möglich ist und Niederspannungsgeräte nicht zur Verfügung stehen bzw. zu schwach sind. Hier stellen pneumatische Geräte eine sichere Alternative dar.

Als Stromanschlüsse für elektrisch betriebene Maschinen müssen in einer vollständig ausgestatteten Werkstatt normalerweise sowohl einphasige 220 / 240 Volt- als auch dreiphasige 380 Volt-Anschlüsse zur Verfügung stehen.



*Geräte mit flexibler Welle sind zumeist an leistungsstarke 380 V-Motoren angeschlossen. An sie lassen sich hochbelastbare und gleichzeitig leichte Köpfe ansetzen. Besonders leistungsstarke und daher schwerere Geräte sind demgegenüber oft nur eingeschränkt transportabel.*

Die nachstehende Tabelle fasst Einsatzbereiche und Leistungsgrenzen unterschiedlicher Arten von Antrieben zusammen:

Antriebsart	Vorteile	Nachteile
Tragbar elektrisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lässt sich üblicherweise an einphasigen 220 / 240 V-Anschlüssen betreiben</li> <li>• Angetriebene Einheiten sind zumeist einfach und vielseitig zu gebrauchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Missbrauch Gefahr elektrischer Schläge</li> <li>• Empfindlich gegen Überlastung</li> </ul>
Pneumatisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die angetriebenen Werkzeuge sind normalerweise leicht und kompakt</li> <li>• Ermöglicht hohe Drehzahlen</li> <li>• Keine Gefahr elektrischer Schläge</li> <li>• Keine Gefahr der Überhitzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höherer Energieverbrauch</li> <li>• Höhere Investitionskosten für die Installation von Kompressor- und Druckluftsystem</li> <li>• Höhere Anschaffungskosten für die Maschinen</li> <li>• Möglicherweise erhöhte Geräuschbelastungen</li> </ul>
Elektrisches Antriebsaggregat mit flexibler Welle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einheitliche, zuverlässige Antriebseinheit für den Betrieb unterschiedlichster Schleifköpfe</li> <li>• Ermüdungsarm auch bei einförmigen Arbeiten</li> <li>• Optimale Resultate</li> <li>• Mit einer Antriebseinheit lassen sich unterschiedliche Ansätze betreiben. Die Trennung von Motor und Ansatz vermindert das Risiko elektrischer Schläge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzte Länge der Welle kann bei großen Werkstücken den Zugang einschränken</li> <li>• Erfordert hohes manuelles Geschick, wenn die Einsatzbandbreite ausgeschöpft werden soll</li> </ul>

## 5 Fachgerechte Ausführung

### 5.1 Nachbearbeitung minimieren

Nichtrostender Stahl wird häufig für dekorative Anwendungen eingesetzt, die äußerst hohe Anforderungen an die Verarbeitungsqualität stellen. Der Schleif- und Polieraufwand kann auf ein Mindestmaß reduziert werden, wenn vorausgehende Arbeitsschritte wie das Schneiden, Umformen und Schweißen sachgerecht ausgeführt wurden.

Bei der Bearbeitung dekorativer Oberflächen ist besonders darauf zu achten, dass

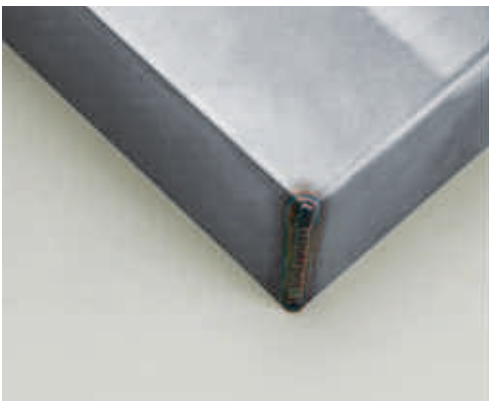
- so viele Teile wie möglich bereits geschliffen gekauft werden und
- deren hochwertige Oberflächen in allen Stadien der Lagerung und Verarbeitung geschützt werden.

Auch die Auswahl von Schweißverfahren und -geräten spielt eine bedeutende Rolle:

- Dem Wolfram-Inertgas- (WIG-)Schweißen ist trotz seiner geringeren Arbeitsgeschwindigkeit gegenüber dem Metall-Inertgas- (MIG-)Schweißen der Vorzug zu geben, wenn es auf höchste Oberflächenqualität ankommt.

- Die erforderliche Genauigkeit beim handgeführten oder (halb-)automatischen WIG-Schweißen lässt sich wegen der relativ geringen Elektrodenabnutzung und der hohen Stabilität des Lichtbogens gut einhalten.
- Übermäßig dicke Schweißnähte sind zu vermeiden. Sie können zu Verzug und unnötigem Schleifaufwand führen.

Wenngleich sich die meisten Oberflächenbearbeitungsschritte mit nur wenigen Maschinen abdecken lassen, ist dennoch der zielgerichtete Einsatz der Werkzeuge von besonderer Bedeutung. In Werkstätten stehen häufig stationäre Maschinen wie z.B. Walzenschleifmaschine, Rohrausschleifer sowie Poliermaschinen zur Verfügung. Dekorative Anwendungen erfordern zumeist zusätzlich handgeführte Werkzeuge.



*Die Ecken dieser Arbeitsplatte sollen der benachbarten Oberfläche angeglichen werden. Obwohl die Verarbeitung der Ecken für die Funktionserfüllung von untergeordneter Bedeutung ist, unterstreicht sie doch das Image von Edelstahl Rostfrei als optisch ansprechendem und hygienischem Material. An derartigen Details lässt sich fachgerechte Verarbeitung ablesen.*

## 5.2 Konstruktionsgerechte Verfahrensauswahl

Bei Metallbauarbeiten aus nichtrostendem Stahl sind das Schweißen wie auch mechanische Verbindungstechniken gleichermaßen verbreitet. Rohrverbindungen z.B. in Geländieranlagen, sind gut geeignet, verschiedene Oberflächenbehandlungstechniken zu verdeutlichen.

Die nebenstehenden Beispiele schließen zwei Arten von Eckverbindungen ein.

Die in der linken Bildserie dargestellte Verbindung ist gerundet und umfasst einen eingeschweißten Bogen.

Sie erfordert zwei geradlinige, stumpfe Schweißungen. Die Verbindungsstellen sind sowohl für das Schweißen als auch für das Schleifen leicht zugänglich.

Die Bildreihe auf der rechten Seite zeigt einen Gehrungsschnitt mit einem entsprechend scharfkantigen Winkel. Die Zugänglichkeit der Schweißnaht ist dadurch eingeschränkt. Die Innenseite der Verbindung muss mit einem Kehlnahtschleifer bearbeitet werden, während der äußere Winkel mit einer schneller arbeitenden Fächerscheibe behandelt werden kann. In beiden Fällen lässt sich der Schweißnahtbereich von Hand oder maschinell mit Scotch-Brite™-Schleifmitteln vereinheitlichen.

Gerundete Anschlüsse sind zwar hinsichtlich Herstellung und Nachbearbeitung einfacher, erfordern aber die Lagerhaltung von Bögen mit unterschiedlichen Außendurchmesser und Toleranzen.



*Anschluss mit eingeschweißtem Bogen*



*Auch die Innenseite ist leicht zugänglich.*



*Die Schweißnaht lässt sich auch mit einer Fächerscheibe*



*Herstellung einer optisch nahtlosen Verbindung*



*Gehrungsschnitt mit einfacher Schweißnaht*



*Bearbeitung der Innenseite mit einem Winkelschleifer*



*Bearbeitung der Außenseite mit einer Fächerscheibe*



*Abschließende Angleichung mittels eines handgeführten Bandschleifers; die Kante bleibt erhalten, ohne als Schweißnaht erkennbar zu sein.*

### 5.3 Verarbeitungshinweise

#### **Manuelle Nachbearbeitung minimieren**

Vorgeschliffene, mit Plastik-Schutzfilm versehene Bleche, Rohre und Stäbe aus nichtrostendem Stahl stehen in großer Auswahl für die Herstellung dekorativer Metallbaukonstruktionen zur Verfügung. Bei sorgfältiger Auswahl der lieferseitigen Oberfläche müssen in der Regel nur die Schweißnähte bearbeitet und angeglichen werden.

Sofern lokal nachgeschliffen wird, sollte die Korngröße nicht zu grob bemessen werden, um nicht zuviel Material abzutragen, unerwünschte Schleifspuren zu erzeugen oder die Wanddicke übermäßig zu reduzieren.

Bei Teilen, die aus Blechen gefertigt sind, sollte Schleifscheiben gegenüber -bändern der Vorzug gegeben werden, da erstere ein gezielteres Arbeiten ermöglichen. Der Scheibendurchmesser sollte dabei möglichst klein gewählt werden, um den Schlefbereich eng zu begrenzen.

#### **Örtliche Überhitzung vermeiden**

Die im Bauwesen am weitesten verbreiteten nichtrostenden Stähle sind Chrom-Nickel-Legierungen, die als „austenitische“ Sorten bezeichnet werden (zumeist die Stahlsorten EN 1.4301/ 1.4307 sowie – bei erhöhten Korrosionsbeanspruchungen – EN 1.4401/ 1.4404). Diese Stähle weisen eine höhere Wärmeausdehnung und eine geringere Wärmeleitfähigkeit auf als die lediglich mit Chrom legierten („ferritischen“) nichtrostenden Stähle wie 1.4016, deren Einsatz

auf Innenanwendungen begrenzt bleiben sollte.

Ferritische nichtrostende Stähle haben ähnliche physikalische Eigenschaften wie un- und niedriglegierte Stähle.

Eingetragene Wärme wird bei austenitischen Stählen weniger schnell abgeleitet als bei ferritischen Sorten. Drehzahl und Andruck sollten geringer sein als bei ferritischen Sorten, um Anlauffarben und Verzug zu vermeiden.

#### **Schliffrichtung einhalten**

Das beim Schleifen entstehende Schliffbild ist von der Größe der Schleifpartikel sowie der Schleifrichtung abhängig. Beim Schleifen von Hand, z.B. mit Scotch-Brite™, muss stets in der ursprünglichen Schleifrichtung gearbeitet werden, um schnell und arbeitsökonomisch das gewünschte Resultat zu erzielen.

Zusammenfassend sollten die nachstehenden Punkte beim dekorativen Schleifen von nichtrostendem Stahl beachtet werden:

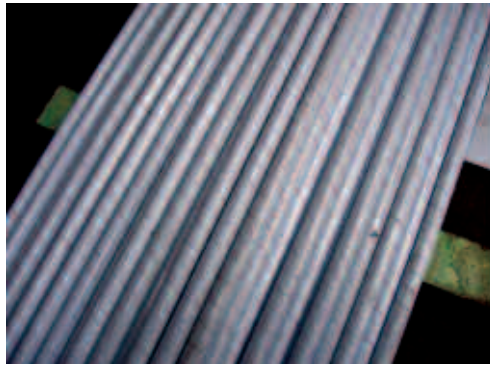
- Den Wärmeeintrag so gering wie möglich halten, um unnötigen Verzug und Anlauffarben zu vermeiden.
- Die Arbeitsgeschwindigkeit lässt sich deshalb nur in begrenztem Maße durch stärkeren Andruck und höhere Drehzahl steigern.
- Beim Wechsel vom gröberen zum feinen Schliff sollten Werkstück und Werkzeug gereinigt werden, um zu verhindern, dass verbleibende gröbere Schleifpartikel den anschließenden Feinschliff beeinträchtigen.
- Beim Angleichen des Schliffbildes stets in derselben Schliffrichtung arbeiten wie im vorhergehenden Arbeitsdurchgang. Dabei in möglichst langen, durchgehenden Zügen arbeiten.
- Im Zweifelsfall eher eine zu feine als eine zu grobe Korngröße wählen. Zu grobes Korn kann zu Beschädigungen führen, die sich nicht oder nur mit großem Aufwand beheben lassen. Im Bauwesen kommen gröbere Korngrößen als 120 kaum zur Anwendung.
- Anders als bei Bauelementen, die anschließend organisch beschichtet werden, lassen sich Verarbeitungsfehler bei nichtrostendem Stahl nicht kaschieren.
- Bei der Erzielung hochglänzender, spiegelartiger Oberflächen ist die Schrittlänge der Polierdurchgänge entscheidend. Als Anhaltswert sollte sich die Korngrößen-Kennzahl von einem Schritt zum nächsten maximal verdoppeln (z.B. von Korn 120 auf Korn 240). Bei größeren Schritten besteht die Gefahr, dass Reste der gröberen Struktur im endgültigen Schliffbild sichtbar bleiben.
- Beim Schwabbeln sollte die Arbeitsrichtung von einem Durchgang zum nächsten immer um 90° gedreht werden.

## 5.4 Lagerung und Transport

In vielen Betrieben werden mehrere metallische Werkstoffe verarbeitet, z.B. sowohl nichtrostende als auch un- und niedriglegierte Stähle – zuweilen auch in ein und derselben Konstruktion. In diesem Fall sind bei Lagerung und Verarbeitung einige grundlegende Regeln zu beachten, um Fremdrost auf dem nichtrostenden Stahl zu vermeiden und späteren Schäden vorzubeugen. Ebenso gilt es, mechanische Beschädigungen auf dem Vormaterial oder auf der fertigen Konstruktion zu vermeiden. Hierfür lassen sich die folgenden Hinweise geben:

- Fertige Konstruktionen sollten, wo immer möglich, durch Kunststofffolien oder -hüllen geschützt werden. Tafeln, Rohre oder Stäbe werden häufig mit einem werksseitigen Schutz angeliefert. Dieser sollte, wo immer der Verarbeitungsprozess es zulässt, auf dem Werkstück verbleiben. Auch fertige Konstruktionen sollten auf diese Weise erneut geschützt werden. Nichtrostender Stahl ist typischerweise zweieinhalb- bis fünfmal so teuer wie un- und niedriglegierter Stahl und rechtfertigt daher den Schutz der Oberflächen durch Plastikfolien, weil sie Fremdrostverunreinigung und mechanischer Beschädigung vorbeugen.

- Schleifmittel, die bereits einmal für un- und niedriglegierten Stahl gebraucht wurden, dürfen keinesfalls wieder für



*Für die Herstellung dekorativer Konstruktionen, z.B. von Geländer- und Brüstungsanlagen, sollten möglichst geschliffene und foliengeschützte Halbfabrikate eingesetzt werden, um mechanische Beschädigung und Fremdeisenverunreinigung vorzubeugen.*

nichtrostenden Stahl eingesetzt werden. An Arbeitsplätzen mit gemischter Verarbeitung sind die Schleifmittel konsequent getrennt zu halten.

- Fall möglich, sollten für nichtrostenden Stahl einerseits sowie un- und niedriglegierte Stähle andererseits jeweils separate Arbeits- und Lagerbereiche eingerichtet werden. Eine grundsätzliche räumliche Trennung ist zu empfehlen, um die zwei häufigsten Ursachen von Fremdrostverunreinigung auszuschalten: Ablagerung von Schleifstäuben von un- und niedriglegiertem Stahl sowie gemischte Werkzeugverwendung.



*Die beiden Stufen einer Treppenanlage zeigen die Schweißnahtbeschaffenheit vor (rechts) und nach (links) der mechanischen Oberflächenbearbeitung. Die Folie wurde zum Schutz der geschliffenen Ausgangsoberfläche weitestmöglich auf dem nichtrostenden Stahl belassen.*

- Auch während der Lagerung sind Vorkehrungen gegen Beschädigung und Fremdrost zu treffen. Lagerregale, die Gabeln von Staplern und andere Hebezeuge sollten mit geeigneten Holz- bzw. Kunststoff- oder Gummi-Lagen vom direkten Kontakt mit dem nichtrostenden Stahl ferngehalten werden. Allgemein sollten für Lagerung und Transport Nichteisenteile benutzt werden. So sollten anstelle von Eisenketten textile Bänder oder Seile zum Einsatz kommen. Rolltische sollten so ausgelegt sein und benutzt werden, dass Beschädigungen auszuschließen sind. Bei gemischter Verarbeitung sind verbleibende Partikel zu entfernen, bevor mit der Arbeit an nichtrostenden Stählen begonnen wird. Dasselbe gilt auch für Werkzeugmaschinen wie Scheren, Kantbänke ebenso wie für Handwerkzeuge.
- Durch geeignete Organisation von Arbeitsplatz und -abläufen ist sicherzustellen, dass nicht auf Bleche getreten wird, da hierbei Eisenstaub, Öle und Fette übertragen werden.
- Durch Verpackung mit geeigneten Materialien ist Beschädigungen entgegenzuwirken. Spannbänder aus Stahl dürfen nicht direkt mit dem nichtrostenden Stahl in Berührung kommen. Gegebenenfalls sind hölzerne Abstandhalter vorzusehen.



*Bei sachgemäßer Lagerung, Verarbeitung und Oberflächenbehandlung hätten sich die im obigen Bild erkennbaren Fehler leicht vermeiden lassen:*

- *Die Schweißnaht ist technisch wie ästhetisch inakzeptable und weist nicht mehr die Korrosionsbeständigkeit des Grundmaterials auf.*
- *Die Schrauben sind aus unlegiertem Stahl und erleiden dadurch Kontaktkorrosion.*
- *Über die Gesamtfläche der geschliffenen Oberfläche sind Rostflecken verteilt.*

*Aggressive atmosphärische Bedingungen (z.B. in Küstennähe) erhöhen die Korrosionsbelastung. Vorbeugend sollten folgende Punkte beachtet werden:*

- *Durch fachgerechtes Schweißen sind übermäßige Schweißraupen und Spritzer zu vermeiden.*
- *Die Schweißnaht erfordert eine (mechanische oder chemische) Nachbehandlung.*
- *Auch die Befestigungsmittel müssen aus nichtrostendem Stahl sein.*
- *Die Oberfläche muss bei der Verarbeitung geschützt werden.*
- *Für die Reinigung dürfen ausschließlich chloridfreie Mittel verwendet werden.*



## 6 Fallstudien

### 6.1 Geländeranlage

Wenngleich die Hauptfunktion von Handläufen und Geländern die Absturzsicherung ist, dienen sie häufig auch zur optischen Aufwertung. Die Vorteile des nichtrostenden Stahls in diesen Anwendungen liegen in

- dessen Dauerhaftigkeit bei gleichzeitig geringem Unterhaltsaufwand,
- dem über die Gesamtlebensdauer unveränderten Erscheinungsbild sowie
- der hohen spezifischen Festigkeit.

Im Regelfall weisen Konstruktionen im Außenbereich eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf, sofern folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Auswahl einer der Korrosionsbelastung entsprechenden Werkstoffsorte,
- Wahl einer Oberflächenrauigkeit, die die ursprüngliche Korrosionsbeständigkeit nicht herabsetzt,
- freier Ablauf von Regenwasser sowie verarbeitungsfreundliche Konstruktion.

In der vorliegenden Fallstudie soll insbesondere der letzte Punkt illustriert werden. Auch wenn sich bei Geländeranlagen häufig mechanische (z.B. Schraub- und Steck-) oder

Klebeverbindungen finden, überwiegt jedoch bei weitem die schweißtechnische Verarbeitung. Diese erfordert bei Herstellung und Oberflächenbearbeitung besondere Aufmerksamkeit, wenn das angestrebte Erscheinungsbild sicher erzielt werden soll. Nachstehend sind einige typische Verbindungen und Behandlungsverfahren aufgeführt.

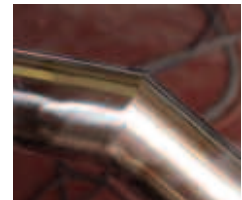


*Die Entscheidung für nichtrostende Stähle bedeutet*

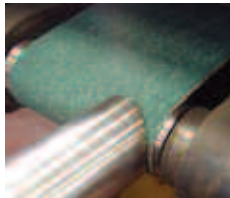
- *dauerhafte, unterhaltsfreundliche Lösungen,*
- *über die Gesamtlebensdauer gleichbleibendes Erscheinungsbild sowie*
- *hohe spezifische Festigkeit.*

Die erforderlichen Rohre, Profile und Stäbe können in der Regel bereits in der gewünschten Oberflächenausführung bestellt werden. Hierdurch verringert sich der anschließende Bearbeitungsaufwand.

Bei Lagerung und Transport sollten die Halbzeuge zum Schutz vor Beschädigung in der Verpackung verbleiben. Regale und andere Oberflächen sollten mit weichen Materialien wie Kunststoff oder Gummi ausgelegt sein, um Schäden an den Edelstahloberflächen zu vermeiden.



Gehrungsschnitte müssen sauber ausgeführt werden, um die gewünschte Passgenauigkeit zu erreichen und die Gefahr von Schnittverletzungen zu vermeiden. Werden Grate mit einem Bandschleifer entfernt, sind bereits wichtige Voraussetzungen für optimale Schweißnähte und die Minimierung des Nachbearbeitungsaufwands erfüllt.



Ein stationärer Rohrausschleifer ermöglicht optimale Nahtvorbereitung für die Herstellung T-förmiger Verbindungen.



Bei Handlauf- und Geländeranlagen werden die Rohre häufig nicht direkt, sondern durch Stäbe miteinander verbunden. Das Schweißen wird hierdurch vereinfacht, gleichzeitig verbessert sich die Zugänglichkeit für die Nachbearbeitung gegenüber dem direkten Verschweißen der Rohre miteinander.



*Nach dem Zusammenbau ist die Zugänglichkeit von Ecken für die Schleifbehandlung häufig eingeschränkt. Manchmal wird hierdurch sogar eine weitere Bearbeitung unmöglich. Die Oberflächennachbearbeitung muss deshalb von Anfang an fester Bestandteil der Arbeitsplanung sein.*

*Vorgeschliffene Oberflächen müssen mit Folie geschützt werden, um Beschädigungen beim Zusammenbau zu verhindern.*

*Der Einsatz fertig geschliffener Profile vermindert den erforderlichen Zeit- und Kostenaufwand für den Verarbeiter. Lediglich die Schweißnähte müssen noch überschleift werden, was mit überschaubarem Aufwand möglich ist.*

*Wichtig ist die richtige Kombination von Werkzeug und Schleifmittel. Häufig werden für derartige Aufgaben Scotch-Brite™- oder vergleichbare Bänder eingesetzt.*



*Nach der abschließenden Bearbeitung in der Werkstatt muss die Konstruktion mit Folie geschützt werden, um Beschädigungen bei Handhabung, Lagerung und Transport zu vermeiden und Fremdeisenkontamination auszuschließen. Im nebenstehenden Bild wurde hierfür eine einfache Folienverpackung gewählt.*

## 6.2 Straßenmöbel

Die Einsatzbereiche von nichtrostendem Stahl im modernen Stadtbild umfasst langlebige, sichere und formschöne Produkte wie z.B.

- Bänke,
- Abfallbehälter,
- Fahrradständer und
- Absperrpfosten.

Die vorliegende Fallstudie zeigt die Herstellung von Absperrpfosten unter besonderer Berücksichtigung der Oberflächenbearbeitung.

Nichtrostende Stähle weisen in dieser Anwendung vielfache Vorteile auf, die in hohe Lebensdauer und besondere Anmutungsqualität münden. Hierzu gehören:

- hohe Zug- und Schlagfestigkeit, die die Herstellung leichter Absperrpfosten ermöglichen, ohne dass die Schutzwirkung für Fußgänger und Gebäude beeinträchtigt würde;
- die Verfügbarkeit glatter Oberflächen, die die Korrosionsbeständigkeit optimal ausschöpfen, die Anhaftung von Schmutz weitgehend verhindern und die Selbstreinigung durch Regen fördern.

*Bauformen mit nach außen gewölbter Abdeckung haben verschiedene Vorteile:*

- Die gerundete Bauform vermindert das Verletzungsrisiko für Passanten.
- Die gewölbte Oberseite lässt Abfall und andere Gegenstände seitlich abrollen.
- In dem rohrförmigen Bauteil können sich Schmutz und Abfall nicht ansammeln.

*Der Deckel wird zunächst durch Haftschweißungen fixiert, bevor die umlaufende Naht ausgeführt wird.*



*Vorteile von nichtrostendem Stahl für Straßenmöbel:*

- Hohe Festigkeit ermöglicht zierliche Bauteile mit gleichzeitig hoher Schutzwirkung.
- Glatte Edelstahloberflächen nutzen die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes voll aus und vermindern Schmutzanhaftungen.



*Nichtrostende Stahlrohre können beim Handel in Standardlängen oder abgelängt bezogen werden. Auch das Schneiden unter Werkstattbedingungen ist unproblematisch.*

*Als Oberflächen stehen sowohl die kaltgewalzte 2B-Ausführung als auch verschiedene Schlitze zur Verfügung. Der Einsatz geschliffener Dekorationsrohre kann den Herstellungsprozess deutlich vereinfachen.*



Die durchgehende Schweißnaht verleiht der Konstruktion Festigkeit und Dichtigkeit.

Für diese Nahtform kommen entweder das manuelle Wolfram-Inertgas- (WIG-) Schweißverfahren oder das halbautomatische Orbitalschweißverfahren zum Einsatz. Obwohl das manuelle Schweißen zeitaufwändiger ist, lassen sich damit bei passgenauer Nahtvorbereitung einwandfreie Ergebnisse erzielen. Halbautomatische Verfahren werden bevorzugt, wenn hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten erforderlich sind oder Passungenauigkeiten ausgeglichen werden müssen. Der Nachteil dieser schnelleren Verfahren liegt in möglicherweise aufwändigerer Schweißnaht-Nachbehandlung.



Die Rundnaht wird zunächst im Bereich des aufgesetzten Deckels vorgeschliffen.

Der spezielle Rohrschleifer ermöglicht es, von nahezu jeder Ausgangsposition aus einen großen Teil des Rohrumfanges zu erfassen. Hierdurch werden besonders gleichmäßige Schleifresultate erreicht.

Wird das Rohr an einem Ende in ein Spannwerkzeug eingelegt und auf der anderen Seite auf einen Rollenbock aufgelegt, lässt sich die Schleifwirkung genau dosieren.

Die Schweißbraupe wird mit einer handgeführten Fächerscheibe abgetragen.

Fächerscheiben liegen auf dem Werkstück großflächiger auf als Bandschleifer. Hierdurch vermindert sich das Risiko örtlicher Schleifriefen. Derartige Fehler sind später nur noch schwer zu beheben.



Hochwertige Ergebnisse setzen erhebliches manuelles Geschick voraus. Zu beachten ist, dass für jeden Arbeitsschritt die jeweils ergonomischste Arbeitsposition eingenommen wird.



Nach dem anfänglichen Grobschliff wird mit zunehmend geringeren Korngrößen feingeschliffen. Das Schwabbeln auf einer stationären Maschine schließt die Oberflächenbehandlung ab. Nur bei einwandfreier Vorbehandlung ergibt das Schwabbeln den gewünschten Glanzeffekt.

Die Außenfläche des Absperrpfostens wird mit einem Scotch-Brite™- oder vergleichbaren Band behandelt, das ein gleichmäßiges Schliffbild ergibt. Fachgerecht eingespannt und gelagert, erhält der Pfosten durch den Bandschliff mit Scotch-Brite™ eine durchgängige und gleichmäßige Oberfläche.



Mit einer überschaubaren Anzahl von handgeführten Maschinen, geeigneter Werkstattausrüstung und fachgerechten Methoden lassen sich perfekte Oberflächen mit optisch unsichtbaren Schweißnähten erzielen. Dabei ist es wichtig, in allen Phasen der Lagerung, der Herstellung und des Transportes sicherzustellen, dass die Oberflächen des nichtrostenden Stahls nicht mechanisch beschädigt werden oder Fremdeisen aufnehmen. Um die für den Werkstoff typische Korrosionsbeständigkeit auszuschöpfen, müssen Anlauffarben im Schweißnahtbereich entfernt werden. Die Oberfläche ist entsprechend dem zu erzielenden Gesamtbild möglichst glatt auszuführen.

Fachgerechte handwerkliche Verarbeitung bringt die Dauerhaftigkeit, Sicherheit und Eleganz des nichtrostenden Stahls in Straßenmöbeln in vollem Umfang zur Geltung. Die mechanische Oberflächenbearbeitung lässt es darüber hinaus zu, graphische Gestaltungselemente wie Logos oder Beschriftungen aufzubringen.



### 6.3 Großkücheneinrichtungen

Moderne Großküchen in Restaurants, Krankenhäusern, Schulen usw. stellen nicht nur hohe optische, sondern auch hygienische Ansprüche an Geräte und Oberflächen. Edelstahl Rostfrei erfüllt diese Voraussetzungen, denn er ist

- optisch attraktiv und modern,
- hygienisch entsprechend den strengen gesetzlichen Anforderungen,
- leicht zu reinigen,
- korrosionsbeständig,
- leicht und gleichzeitig fest,
- einfach zu verarbeiten.

Aus diesen Gründen ist nichtrostender Stahl im Großküchenbereich ein bevorzugter Werkstoff. Gutes Design trägt auch den Erfordernissen der Fertigung und Nachbearbeitung Rechnung. Dabei sollten insbesondere folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Die Anzahl der Schleifdurchgänge sollte auf ein Mindestmaß begrenzt werden.
- Die Verarbeitungsschritte wie Biegen, Schneiden und Schweißen müssen sorgfältig ausgeführt werden.
- In allen Stufen der Verarbeitung sind endfertige Oberflächen sorgfältig zu schützen.



*Solche Spültische sind für den professionellen Einsatz in Großküchen typisch. Nichtrostender Stahl entspricht den Designanforderungen nach Hygiene, Korrosionsbeständigkeit und optischer Attraktivität und ist gleichzeitig leicht zu verarbeiten.*



*Spültische lassen sich aus geschliffenen und foliengeschützten Edelstahltafeln herstellen. Entsprechendes Rohr- und Flachmaterial ist handelsüblich. Tiefgezogene Bauteile wie z.B. Becken lassen sich kostengünstig von Vorlieferanten beziehen, die auf das Tiefziehen spezialisiert sind.*



*Der Ausschnitt muss möglichst präzise und gratarm - vorzugsweise maschinell - ausgeführt werden, um das Becken passgenau einsetzen zu können. So lassen sich optimale Schweißnähte erzielen, die leicht mechanisch zu bearbeiten sind und hohen Hygieneanforderungen entsprechen.*



*Wo immer möglich, sollten die Oberflächen durch Folien oder Schutzverpackungen vor Beschädigung und Fremdeisenkontamination durch Werk- und Hebezeuge geschützt werden. Die hierfür anfallenden Kosten sollten grundsätzlich den Werkstoffkosten zugerechnet und nicht als Zusatzleistungen ausgewiesen werden. Bei gemischter Verarbeitung sollten Kohlenstoffstahl und nichtrostendem Stahl möglichst jeweils separate Maschinen und Werkzeugen vorbehalten bleiben. Ist dies nicht möglich, müssen auf jeden Fall die Flächen des Werkzeugs, die mit nichtrostendem Stahl in Berührung kommen, gründlich gereinigt werden.*



*Zur Vermeidung von Verschmutzungen und Beschädigungen sollten die ursprünglichen Folien und Schutzverpackungen so lange wie möglich auf den Teilen verbleiben. Spezielle Lagereinrichtungen, z.B. Regale oder Transportgeräte (wie der aus Edelstahl Rostfrei gefertigte Wagen zum Transport von Rohren im Bild unten rechts) ermöglichen es, Oberflächenbeschädigungen und Fremdeisenverunreinigungen vorzubeugen.*

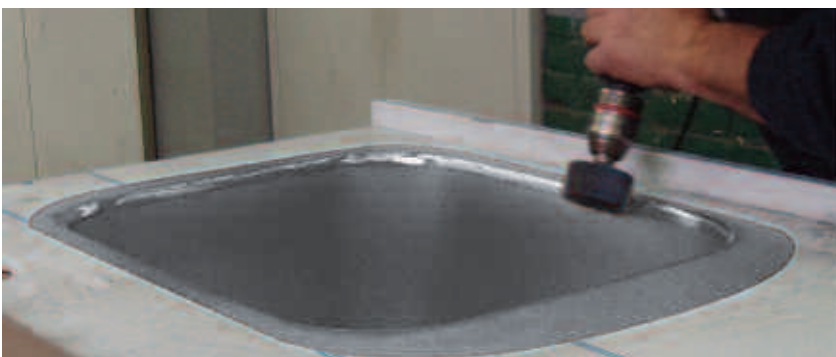




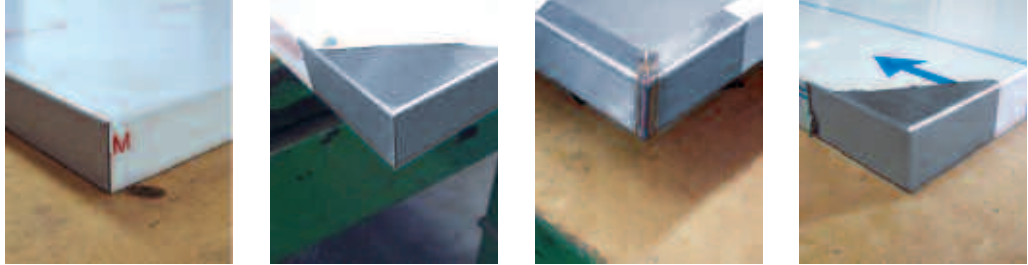
*Becken und Spültisch werden sorgfältig eingepasst und mit Schweißpunkten fixiert. Anschließend wird die Schweißnaht geschlossen.*

*Ein Kupferstab dient dem Ziel, die eingetragene Wärme so schnell wie möglich aus dem Schweißnahtbereich abzuleiten. Das Risiko von Verzug und übermäßigen Anlauffarben wird dadurch verringert (siehe auch Absatz 5.3).*

*Nach dem Schweißen wird die Schweißraupe abgeschliffen, um Anlauffarben zu entfernen und einen sauberen Rand herzustellen. Hierdurch wird unter den späteren Betriebsbedingungen ein Höchstmaß an Korrosionsbeständigkeit und Hygiene sichergestellt. Für diesen Arbeitsgang wird eine biegsame Faserscheibe eingesetzt, mit der sich die Beckenkontur präzise nacharbeiten lässt.*



*Nach dem anfänglichen Grobschliff wird die Naht mit Handschleifern und zunehmend feineren Fächerscheiben bearbeitet. Die abschließende Angleichung des Schliffbildes von Spülbecken und -tafeln erfolgt von Hand, z.B. durch sorgfältige Behandlung von Scotch-Brite™-Kissen oder ähnlichem.*



*Nach dem passgenauen Abkanten wird die Ecke mit einer Schweißnaht geschlossen. Obgleich diese Eckverbindung funktionell für die Steifigkeit und Dichtheit der Konstruktion von untergeordneter Bedeutung ist, verbessert dieser Arbeitsvorgang die hygienischen Eigenschaften und vermindert Verletzungsgefahren. Je sauberer die Schweißnaht, desto geringer der Schleif- und damit Kostenaufwand.*



*Auch wenn das Vormaterial einen erheblichen Teil der Gesamt-Herstellungskosten ausmacht, stellt die sorgfältige Verarbeitung einen wesentlichen Teil des Wertschöpfungsprozesses dar. Das Endprodukt sollte deshalb durch sorgfältige Transportverpackung geschützt werden.*



*Lagerung und Transport müssen so organisiert werden, dass Beschädigungen vermieden werden.*

*Insbesondere*

- *ungeschützte Gabelstapler und Flurförderzeuge sowie*
- *nicht abgedeckte Regale oder Hebezeuge sind mögliche Auslöser von Schäden.*

## 7 Sicherheit

Die Euro-Inox-Veröffentlichung „Gebrauchssicherheit von Edelstahl Rostfrei“ (Reihe Mensch und Umwelt) behandelt auch Aspekte des Umwelt- und Arbeitsschutzes, die an die Verarbeitung nichtrostender Stähle geknüpft sind. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass die Abgabe von Chrom und Nickel in den meisten Fällen vernachlässigbar gering ist. Da bei der Schleifbearbeitung feine Stäube entstehen, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen, diese zu begrenzen. Auch unsachgemäße Handhabung von Werkzeugen und die Abfallentsorgung können Gesundheits- und Umweltfragen aufwerfen.

### 7.1 Gesundheitsschutz

Die Verarbeitung nichtrostender Stähle führt, wie bereits erwähnt, zur Entstehung von Stäuben. Um negative gesundheitliche Auswirkungen zu vermeiden, gilt es, die Staubentwicklung – insbesondere die Langzeiteinwirkung – zu begrenzen und innerhalb der europäischen und nationalen Grenzwerte zu halten. Hierzu dient eine entsprechende Luftabsaugung in der Werkstatt und am Arbeitsplatz.

Für nichtrostenden Stahl bestehen keine speziellen Grenzwerte. Obgleich nichtrostender Stahl keineswegs als Summe seiner Hauptlegierungselemente betrachtet werden kann, ist gleichwohl zu beachten, dass für bestimmte seiner Legierungselemente bzw. deren chemische Verbindungen derartige Grenzwerte bestehen, z.B. für Nickel, Chrom, Mangan und Molybdän.

Langanhaltender unmittelbarer Kontakt mit metallischem Nickel kann zu Sensibilisierung und allergischen Reaktionen führen.

Da viele nichtrostende Stähle Nickel als Legierungselement enthalten, ist verschiedentlich die Frage gestellt worden, ob auch Fertigerzeugnisse aus nichtrostendem Stahl derartige Auswirkungen haben können. In wissenschaftlich allgemein anerkannten Tests ist jedoch nachgewiesen worden, dass die üblichen nichtrostenden Stähle wie die Sorten EN 1.4301 (AISI 304), 1.4541 (321) oder 1.4401 (316) nicht zu Nickelsensibilisierung führen. Lediglich der andauernde, unmittelbare Kontakt mit schwefellegierten, besonders leicht spanbaren Sorten wie EN 1.4305 (AISI 303) können bei bereits sensibilisierten Personen allergische Reaktionen auslösen. Dabei ist zu bedenken, dass die Ursache von Hautreaktionen keineswegs nur in der Nickelsensibilisierung liegt. Auch der Kontakt mit Kühl- und Schmiermitteln (z.B. von Sägen oder anderen Werkzeugen), mit verschmutzten Putzlappen und Kleidungsstücken kann bei entsprechend anfälligen Personen Beschwerden auslösen.

Die Lieferanten nichtrostender Stähle sind verpflichtet, auf Anfrage Sicherheitsdatenblätter bereitzustellen, denen alle bekannten Risiken im Umgang mit dem entsprechenden Werkstoff sowie Hinweise auf dessen sichere Verwendung zu entnehmen sind. Weitere Informationen über die Arbeitsschutzaspekte im Umgang mit nichtrostenden Stählen sind auch in der folgenden (englischsprachigen) Veröffentlichung enthalten: *Manufacture, processing and use of stainless steel: A review of health effects*“, im Auftrag von Eurofer erstellt von H.J. Cross, J. Beach, S.Sadrah, T.Sorahan und C. McRoy, Institute of Occupational Health, Universität Birmingham, 1999

## 7.2 Sicherer Einsatz von Schleifmitteln und -werkzeugen

Die für den Einsatz nichtrostender Stähle eingesetzten Schleifmittel und -werkzeuge sind hinsichtlich des Arbeitsschutzes nicht anders zu bewerten als jene für die Bearbeitung von un- und niedriglegiertem Stahl oder anderen metallischen Werkstoffen. Ihre Beurteilung sollte die Auswirkung von

- Kontakt mit rotierenden oder anderweitig sich bewegenden Schleifmitteln,
- Bruch oder Ablösung von Schleifpartikeln,
- Abgabe von Schleifpartikeln und Stäuben,
- Schwingungen,
- Lärmbelastung sowie
- Hitze

einbeziehen. Die Federation of European Producers of Abrasives (FEPA) stellt umfassende Informationen über die sichere Handhabung von Schleifgeräten zur Verfügung.

## 7.3 Umweltaspekte bei Verarbeitung und Entsorgung

Nichtrostender Stahl ist zu 100% recyclingfähig. Obwohl er sich bei der Deponierung vollständig neutral verhält, wird er üblicherweise wiederverwertet, da er einen metalli-

schen Wertstoff darstellt.

Sowohl größere Produktionsabfälle als auch Späne werden üblicherweise vom Altmetallhandel gesammelt und wieder für die Stahlerschmelzung eingesetzt. Schleifstäube werden demgegenüber gewöhnlich deponiert, da sie zu wesentlichen Teilen auch aus Partikeln des Schleifmittels bestehen. Deren Entsorgung unterliegt den einschlägigen EU-Abfallvorschriften. Die europäischen Regelungen zur Entsorgung von Verpackungsmüll, Altautos sowie elektrischen und elektronischen Geräten begrenzen den Gehalt an Blei, Cadmium, Quecksilber und sechswertigem Chrom im Abfallstrom. Obwohl diese Grenzwerte in aller Regel für Fertigerzeugnisse aus nichtrostendem Stahl ohne praktische Bedeutung sind, kann es im Einzelfall sinnvoll sein zu überprüfen, ob diese Regelungen anzuwenden sind.

## 8 Literaturhinweise

- [1] Surface Finishing of Stainless Steel Products, Brugg: Suhner
- [2] BURKART, Walter, Handbuch für das Schleifen und Polieren, Bad Saulgau: Eugen G. Leuze Verlag, 1991
- [3] BOVENSIEPEN, Egon, Geländer und Treppen aus Edelstahl Rostfrei (Dokumentation 871), Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, 1998
- [4] CIBO Time Saving Abrasives, Tildonk: CIBO, 2003
- [5] STEINHART, Hans-Joachim, „Damit Edelstahl rostfrei bleibt“, Mitteilungen 1/2004, Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
- [6] Code de sécurité pour les abrasifs agglomérés et les superabrasifs de précision, Paris: Fédération Européenne des Fabricants de Produits Abrasifs (FEPA), 2001





ISBN 978-2-87997-051-6