

Fertigung und Montage von Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl – allgemeine Hinweise



Euro Inox

Euro Inox ist die europäische Marktförderungsorganisation für nichtrostende Stähle (auch als Edelstahl Rostfrei oder Inox-Stähle bezeichnet).

Die Mitglieder von Euro Inox umfassen

- europäische Produzenten nichtrostender Stähle,
- nationale Marktförderungsorganisationen für nichtrostende Stähle 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.

Urheberrechtlicher Hinweis

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

ISBN 978-2-87997-248-0
(ISBN 978-2-87997-143-8: Englische Fassung)

Vollmitglieder

Acerinox

www.acerinox.es

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta

www.nirosta.de

UGINE & ALZ Belgium

UGINE & ALZ France

Groupe Arcelor

www.ugine-alz.com

Assoziierte Mitglieder

Acroni

www.acroni.si

British Stainless Steel Association (BSSA)

www.bssa.org.uk

Cedinox

www.cedinox.es

Centro Inox

www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

www.edelstahl-rostfrei.de

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

www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)

www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOA)

www.imoa.info

Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Polska Unia Dystybutorów Stali (PUDS)

www.puds.com.pl

SWISS INOX

Informationsstelle für nichtrostende Stähle

www.swissinox.ch

Fertigung und Montage von Konstruktionen aus nicht-rostendem Stahl - allgemeine Hinweise

1. Auflage 2006

(Reihe Bauwesen, Band 10)

© 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

Internet: www.euro-inox.org

Autor

Nancy Baddoo, The Steel Construction Institute,

Ascot (GB)



Übersetzung: Thomas Pauly, Brüssel (B), Mascha Pils, Aachen (D)

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.

Inhalt

1.	Einleitung	2
2	Baustellenbedingungen	3
3	Montageplanung	4
3.1	Allgemeines	4
3.2	Bauablaufplan	4
3.3	Vormontage	4
4	Stützen, Verankerung und Lager	5
5	Ausführungszeichnungen	6
6	Toleranzen	6
7	Transport, Lagerung und Handhabung	7
7.1	Allgemeines	7
7.2	Transport	7
7.3	Handhabung	7
7.4	Lagerung	9
7.5	Kennzeichnung	11
8	Montage	12
9	Schweißen auf der Baustelle	13
10	Oberflächenschutz	13
11	Grundreinigung	15
12	Metallische Mischverbindungen	17
13	Anbringung von Fassadenbekleidungen	19
13.1	Gleichmäßigkeit von Oberflächen	19
13.2	Planität	19
13.3	Unterhaltsreinigung	20
14	Befestigungsmittel	22
15	Literaturnachweis	24

Bildnachweis

Cedinox, Madrid (E): S. 23

Centro Inox, Mailand (I): S. 17

Niton, Billerica, MA (USA): S. 10

NTD, Concorezzo (I): S. 10

T. Pauly, Brüssel (B): S. 2, 6, 13, 14, 20, 21, 23

V. Røytta, Tornio (FIN): S. 4, 12

The Steel Construction Institute, Ascot (GB): S. 18

Ugine & ALZ Belgium, Genk (B): S. 19

B. Van Hecke, Brussels (B): S. 9, 11, 14, 15, 16

1 Einleitung

Nichtrostender Stahl wird als Konstruktionselement vor allem wegen seiner hohen Korrosionsbeständigkeit und seines attraktiven Erscheinungsbildes in Kombination mit einer hohen spezifischen Festigkeit eingesetzt [1, 2].

Die vorliegende Veröffentlichung umreißt die Grundlagen fachgerechter Herstellung und Montage von architektonischen und lastbeanspruchten Konstruktionen. Hierfür kommen überwiegend austenitische nichtrostende Stähle zum Einsatz. Die Leitlinien sind jedoch ebenfalls auf ferritische und austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle übertragbar. Die Broschüre erläutert und vertieft jene Anforderungen, die in der in Kürze in Kraft tretenden europäischen Norm EN 1090 geregelt sind [3, 4, 5].

Die Montage von Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl kann auf der Baustelle durch Schweißen, Schrauben oder andere, spezielle mechanische Verbindungstechniken erfolgen.

Der Arbeitsablauf sollte für Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl schriftlich festgelegt werden. Dabei sollten insbesondere folgende Punkte Berücksichtigung finden:

- die spezifischen Eigenschaften des Werkstoffs und deren Auswirkungen,
- die jeweiligen örtlichen Bedingungen,
- der Bedarf an besonderen Werkzeugen und Vorrichtungen,
- möglicherweise erforderliche Vormontage,
- die zeitliche Einbindung der Edelstahlarbeiten in den Gesamt-Bauablauf,
- das Gewicht der Bauelemente und eventuell erforderliche Montagestützen bzw. Abspannungen.

Da Bauteile aus nichtrostendem Stahl in aller Regel nicht beschichtet oder anderweitig oberflächenbehandelt werden, ist jeder Beschädigung oder sonstigen Veränderung der Oberfläche bei Fertigung, Lagerung, Transport und Montage vorzubeugen.

Die einzigartige Kombination von Korrosionsbeständigkeit, hoher Festigkeit und optischer Attraktivität macht nichtrostenden Stahl zu einem besonders geeigneten Werkstoff für sichtbare Tragwerke.



2 Baustellenbedingungen

Die Montage sollte erst erfolgen, wenn die Baustelle bestimmte Sicherheitsanforderungen erfüllt. Zu prüfen sind unter anderem

- der Zugang zur Baustelle und innerhalb der Baustelle,
- die Verfügbarkeit fester Untergründe für Kräne und andere Hebezeuge,
- mögliche Beschränkungen von Größe oder Gewicht anzuliefernder Teile sowie
- von angrenzenden Gebäude- und Bauteilen ausgehende Einflüsse.

3 Montageplanung

3.1 Allgemeines

Die wesentlichen Sicherheitsvorkehrungen betreffen

- die Standfestigkeit vorgefertigter Konstruktionselemente,
- die Sicherheit beim Montieren von Bauteilen sowie
- die Zugänglichkeit und Erreichbarkeit.

Bei der Verwendung von nichtrostendem Stahl bestehen gegenüber Konstruktionen mit Baustahl insbesondere folgende Unterschiede:

- Die vergleichsweise geringe Steifigkeit von Bauelementen (z.B. Fassadenbekleidungen) kann sich auf die Standfestigkeit der Tragstruktur im Bauzustand auswirken.
- Bauteile im Sichtbereich dürfen bei Handhabung und Einbau nicht beschädigt werden.
- Bei optisch anspruchsvollen Anwendungen sind ggf. Vorkehrungen zu treffen, um für Abschlussarbeiten wie Schleifen und Reinigen noch Zugangsmöglichkeiten zu belassen und geeignete Arbeitspositionen zu ermöglichen.

Durch die Wahl von ausführenden Unternehmen und Aufsichtspersonal mit nachgewiesener Erfahrung im Umgang mit nichtrostendem Stahl wird bereits eine wesentliche Voraussetzung für sachgerechte Abläufe geschaffen. Sicherheit und fachgerechte Ausführung erfordern entsprechend geschultes Fachpersonal.

Darüber hinaus müssen die Besonderheiten eines jeden Bauvorhabens sowohl bei der Ablaufplanung (siehe unten) als auch bei der Einweisung der Beschäftigten berücksichtigt werden.

Eine umfassende Instruktion des Personals vor Ort stellt sicher, dass alle Beteiligten

- sich ihrer jeweiligen Aufgaben bewusst sind,
- über geeignetes Werkzeug verfügen und
- im Besitz der erforderlichen Kenntnisse und Schutzeinrichtungen sind, um Arbeitsunfälle (z.B. durch scharfe Kanten) zu vermeiden.

Stahlbauarbeiten werden üblicherweise zusammenhängend ausgeführt, wobei der Arbeitsbereich aus Sicherheitsgründen abgesperrt wird. Bei der Fertigung und Montage von Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl ist dies oft nicht möglich. In den meisten Fällen überschneiden sich diese Arbeiten mit anderen Aktivitäten auf der Baustelle. Daher sind besondere Vorkehrungen zur Betriebssicherheit zu treffen und zuvor fertiggestellte Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl zu schützen.

3.2 Bauablaufplan

Vor Beginn der Arbeiten muss ein Bauablaufplan erstellt und zwischen den Baubeteiligten vereinbart werden. Dieses Dokument ist von grundlegender Bedeutung für eine sichere, wirtschaftliche und termingerechte Abwicklung. Folgende Punkte sollten darin festgehalten werden:

- Art und genaue Lage der auf der Baustelle auszuführenden Verbindungen,
- Maximal zulässige Elementgröße, Gewicht und Einbauort,
- Reihenfolge der Montage,
- Sicherstellung der Zugänglichkeit und geeigneter Arbeitspositionen während der Montage,
- zulässige Toleranzen sowie
- Erfahrungen aus eventueller Vormontage.

Der Bauablaufplan muss dabei mit den Annahmen aus der Planung stimmig sein. Um sicherzustellen, dass die Standsicherheit im Montagezustand unter Berücksichtigung der während der Bauphase auftretenden Lasten ausreichend ist, empfiehlt es sich, die entsprechenden Anforderungen der prEN 1991-1-5 zu beachten [6]. Dabei sind auch Montagestützen und temporäre Bauteile zu berücksichtigen, die die Sicherheit beeinträchtigen können.



Auf der Grundlage einer expliziten Bauablaufplanung lassen sich Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl ergebnissicher und schnell erstellen.

3.3 Vormontage

Bei kostenintensiven Bauteilen, die sich im Nachhinein nur noch schwer austauschen lassen und die vergleichsweise beschädigungsgefährdet sind, ist ein planungskonformer Ablauf der Arbeiten besonders wichtig. In diesem Fall kann ein vollständiger oder teilweiser Probeaufbau folgende Vorteile mit sich bringen:

- Möglichkeit der Abnahme vormontierter Teile durch den Architekten oder Bauherrn,
- Überprüfung der Arbeitsreihenfolge unter dem Sicherheitsaspekt (insbeson-

dere, wenn Fragen hinsichtlich der Standfestigkeit oder der Zugänglichkeit bestehen),

- Feststellung der Montagedauer (wichtig bei zeitlich begrenztem Zugang).

Die bei der Vormontage gewonnenen Erfahrungen können dazu herangezogen werden, die Arbeitsabläufe zu optimieren. Sie gestatten es auch, die bei Transport, Lagerung und Handhabung angewandten Praktiken zu überprüfen und Beschädigungsgefahren auszuschließen.

4 Stützen, Verankerung und Lager

Art, Lage und Ausführung der Befestigungen von Bauteilen aus nichtrostendem Stahl müssen sorgfältig vorbereitet werden. Die Montage der Bauteile aus nichtrostendem Stahl sollte erst begonnen werden, wenn die Verankerungen bzw. Lagerkonstruktionen den Spezifikationen entsprechen.

Keile oder andere Montageunterstützungen sollten mit der flachen Seite zu den Stahlbaukomponenten orientiert sein. Sie

müssen zudem angemessene Abmessungen und eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit haben, um Beschädigungen des Betons zu vermeiden. Verpressmaterial, das planmäßig in der fertiggestellten Konstruktion verbleibt, muss eine vergleichbare Dauerhaftigkeit wie die Konstruktion selbst aufweisen. Mit nichtrostendem Stahl in Verbindung kommende Verpressmaterialien dürfen keine Chloride enthalten.

5 Ausführungszeichnungen

Die Ausführungszeichnungen sollten alle erforderlichen Details hinsichtlich der Befestigung auf dem Fundament, der Justiervorrichtungen, der Befestigung bzw. Lagerung von Elementen aus nichtrostendem Stahl und Angaben zu ggf. vorgesehenen Schweißnähten umfassen. Ebenso sollten daraus alle Hilfskonstruktionen hervorgehen, die während der Bauarbeiten u.U. erforderlich sind, um die Standfestigkeit der Konstruktion und die Sicherheit des Personals zu gewährleisten.

Bei kaltumgeformten Bauteilen und Blechverkleidungen sind Ausführungszeichnungen erforderlich, aus denen unter anderem die Art der Befestigungsmittel und der Unterlegscheiben sowie die Reihenfolge der Befestigungsvorgänge unter Berücksichtigung evt. spezieller Hinweise für die jeweilige Befestigungsart (z.B. Minstdurchmesser von Bohrungen, Minstdrehmoment) hervorgehen. Ebenso sollten die Zeichnungen Angaben zu Fugen und Überlappungsstößen sowie zur Lage von Dehnungsfugen enthalten.

6 Toleranzen

Aus architektonischen Überlegungen heraus wird nichtrostender Stahl in der Regel im Sichtbereich eingesetzt. Das bedeutet, dass bei Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl nicht wie bei Baustahl Toleranzen durch Ausgleichsbleche bzw. durch gewalt-

sames Einklemmen ausgeglichen werden können. Daher werden an Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl strengere Anforderungen an Toleranzen gestellt. PrEN 1090-2 [4] sind Tabellen hinsichtlich zulässiger Toleranzen zu entnehmen, aus denen maximale Abweichungen von Knotenpositionen sowie Anforderungen an die Ebenheit und Geradheit der Konstruktion hervorgehen. Unterschieden werden zwei Klassen. Während beide Klassen den Abmessungskriterien aufgrund der Stabilitätsanforderungen entsprechen müssen, kann die strengere Toleranzklasse vorgegeben werden, wenn eine höhere Passgenauigkeit erforderlich ist.

Die Wärmeausdehnung von austenitischem nichtrostendem Stahl liegt um rund 50% höher als die von Kohlenstoffstahl [7]. Insbesondere bei großen Bauteilen sollte die Wärmeausdehnung sowohl bei der Festlegung der Montagetoleranzen als auch bei der Überprüfung der eingehaltenen Toleranzen im Endzustand berücksichtigt werden.



Da sich Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl in der Regel im Sichtbereich befinden, gilt es enge Toleranzen einzuhalten.

7 *Transport, Lagerung und Handhabung*

7.1 Allgemeines

Zur Erhaltung der Oberflächenqualität müssen präzise Anweisungen zu Transport, Lagerung und Handhabung erteilt werden. Dies gilt insbesondere für blankgeglühte, polierte, gemusterte, gefärbte oder lackierte Ausführungen. In allen Phasen von Fertigung, Transport, Handhabung, Lagerung auf der Baustelle und Montage gilt es, die Verunreinigung der Elemente aus nichtrostendem Stahl durch Kontakt mit Baustahl oder Fremdeisen zu vermeiden, da diese rosten und Flecken auf der Oberfläche hinterlassen können.

Insbesondere ist der direkte Kontakt mit Kohlenstoffstahl zu vermeiden. Sofern nichtrostender Stahl auf der Baustelle bearbeitet werden muss, bedarf es hierfür abgetrennter Arbeitsbereiche. Für nichtrostenden Stahl sind separate Werkzeugsätze zu verwenden. Bürsten müssen ebenfalls aus nichtrostendem Stahl bestehen. Die Kontaktflächen mit Gabelstaplern und anderen Hebezeugen sind zu umkleiden. Andere typische Schadensursachen sind Öle, Fette und Schweißspritzer.

Die Verwendung von Schutzfolien hilft, Fremdrostverunreinigung zu vermeiden (vgl. Abschnitt 10). Werksseitiger Folien-schutz sollte erst unmittelbar vor der Übergabe entfernt werden [8].

7.2 Transport

Beim Transport zur Baustelle sind u.U. ebenfalls Vorkehrungen zu treffen, um die Oberflächen zu schützen. Gurte und Bänder, die zur Befestigung der Bauteile auf Paletten oder auf LKW-Ladeflächen dienen,

dürfen nicht zu Beschädigungen der Oberfläche führen. Zwischen Gurten und nichtrostendem Stahl sind geeignete Zwischenlagen anzuordnen. Für den Fall, dass Bänder aus Kohlenstoffstahl zur Befestigung der Bauteile auf Paletten oder zum Bündeln dienen, sind Zwischenmaterialien zum Schutz der Ecken und Oberfläche des nichtrostenden Stahls vorzusehen.

Wenn sich Kondenswasser unter Plastikfolien bildet, kann dies zu Korrosion führen (insbesondere bei Schrumpffolienverpackungen). Dies geschieht vorwiegend, wenn die Verpackung über längere Zeiträume auf dem Transportgut verbleibt und wenn die Umgebung feucht ist, d.h. besonders beim Transport in feuchter und salzhaltiger Atmosphäre. Entfeuchtungsmittel, die der Verpackung beigegeben werden, können die Gefahr solcher Beschädigungen herabsetzen. Nach der Lieferung sollte der nichtrostende Stahl umgehend auf mögliche Oberflächenbeschädigungen untersucht werden.

7.3 Handhabung

Edelstahlteile sollten so gelagert werden, dass die Gefahr von Beschädigungen so gering wie möglich gehalten wird. Speziell beim Anheben und Transportieren ist darauf zu achten, dass keine mechanischen Beschädigungen entstehen. Werden Schlingen eingesetzt, ist zu berücksichtigen, dass sich diese nahezu immer verschieben und dabei die Oberfläche verkratzen können. Schlingen sollten aus entsprechend belastbarem Kunststoff bestehen, um das Risiko von Fremdeisenverunreinigungen zu vermeiden.

Teile aus nichtrostendem Stahl, die bei Entladung, Transport, Lagerung oder Montage beschädigt worden sind, müssen wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden. Bei nichtrostendem Stahl ist dies unter Baustellenbedingungen oft schwierig, so dass die beschädigten Komponenten zur Nachbesserung zurück zum Hersteller geliefert werden und häufig sogar der vollständige Austausch erforderlich ist. Es ist daher vorrangig, bei der Hand-

Kunststoffschlingen und Schutzfolien verhindern Fremdeisenverunreinigung und mechanische Beschädigung



habung Beschädigungsrisiken von vornherein so weit wie möglich auszuschließen.

Dünnwandige Bauteile aus kaltgewaltem nichtrostendem Stahl und Bekleidungen sind besonders anfällig für Kantenschäden, Beulen und Verzug, wenn sie einzeln gelagert werden. Gestapelt oder ineinandergelegt sind entsprechende Teile häufig besser vor Beschädigungen geschützt als einzeln. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass nicht beim Anheben das gesamte Gewicht des Stapels punktuell auf unversteiften Kanten lastet und dort zu Beschädigungen führt. Ebenso wie bei Teilen aus Kohlenstoffstahl sollte die Last durch Traversen oder entsprechende Transportverpackungen verteilt werden, um die Konstruktion während des Hebevorganges stabil zu

halten. Als Hebevorrichtung sind ummantelte Schlingen geeignet, besser sind jedoch bereits im Vorfeld vorgesehene und angeordnete Aufhängungspunkte in der Konstruktion.

Alle Hebeeinrichtungen sollten unmittelbar vor ihrem Einsatz für nichtrostenden Stahl gründlich gereinigt werden. Transportaufgaben erfordern vorausschauende Planung, denn bei gemischtem Einsatz von Hebezeugen unterbleibt häufig deren Reinigung – mit der Folge von Fremdeisenverunreinigung.

Nichtrostender Stahl muss vor dem direkten Kontakt mit Hebezeugen aus Kohlenstoffstahl wie Ketten, Haken, Staplergabeln oder Laufrollen geschützt werden. Dazu eignen sich Holzplatten oder der Einsatz von Saughebern. Diese Anforderungen sollten zu konkreten Arbeitsanleitungen ausformuliert, den Ausführungsanweisungen beigeheftet und den Bauausführenden vor Ort explizit erläutert werden.

Der Kontakt mit Chemikalien ist zu vermeiden. Dazu zählen auch Marker, Klebstoffe und -bänder sowie Öle und Fette. Ist deren Einsatz unumgänglich, muss ihre Unbedenklichkeit für nichtrostenden Stahl entweder vorab mit dem Hersteller abgeklärt oder an einem Probekörper aus gleichem Material ermittelt werden.

Bei Arbeiten mit nichtrostendem Stahl sind bestimmte Arbeitsschutzmaßnahmen zu treffen. Schnittkanten können äußerst scharf sein. Lassen sich diese Kanten nicht sicher abdecken, sind bei der Arbeitsplanung entsprechende Schutzvorkehrungen vorzusehen und das Personal ist entsprechend auszurüsten.

7.4 Lagerung

Bei der Lagerung von Teilen aus nichtrostendem Stahl ist besondere Sorgfalt geboten, um Oberflächenbeschädigungen und Fremdeisenverunreinigung zu vermeiden. Trockene, überdachte Lagerung ist zu empfehlen, insbesondere wenn Kartonverpackungen eingesetzt werden, die bei Durchfeuchtung die Edelstahloberflächen beeinträchtigen können. Flächige Bauteile sollten aufrecht in entsprechenden Gestellen gelagert werden. Bei der Lagerung auf Regalen sollten Hölzer oder Plastik- bzw. Gummiunterlagen sicherstellen, dass kein Eisen-, Kupfer- oder Bleiabrieb übertragen werden kann.

Längere Lagerung in salzhaltiger oder anderweitig aggressiver Umgebung kann



Fertiggestellte Konstruktionen müssen bei Lagerung, Transport und Handhabung vor mechanischer Beschädigung und Fremdeisenkontamination geschützt werden.



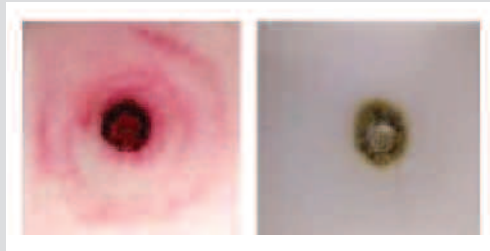
Kunststoffverpackungen verhindern, dass die Lagereinrichtungen Fremdeisenpartikel auf den nichtrostenden Stahl übertragen.

bei Standardsorten, z.B. 1.4301 (AISI 304) die Passivschicht angreifen. Derartige Stähle sollten nicht längere Zeit solchen Umgebungsbedingungen ausgesetzt werden.

Auf der Baustelle zwischengelagerte Befestigungsmittel sollten trocken aufbewahrt werden, in ihrer Verpackung verbleiben und eindeutig gekennzeichnet werden.

Da nichtrostender Stahl ein hochwertiger Werkstoff ist, empfiehlt es sich, den Lagerbereich zu schützen und das Lagergut gegen Diebstahl zu sichern. Eine Ersatzbeschaffung ist u.U. kostenaufwendig.

Die umseitige Tabelle nennt vier Kriterien, anhand derer sich nichtrostender Stahl von Kohlenstoffstahl unterscheiden lässt. Chemische und elektrochemische Testsets ermöglichen es, zwischen molybdänhaltigen Sorten wie 1.4401 und nicht-molybdänlegierten wie 1.4301 zu unterscheiden. Darüber hinaus sind auch handliche Werkstoffprüfgeräte auf Röntgenbasis erhältlich, die die chemische Zusammensetzung metallischer Werkstoffe analysieren.



Mit Hilfe handelsüblicher Testlösungen ist es möglich, molybdänlegierte nichtrostende Stähle wie 1.4401 oder 1.4404 (links) von nicht-molybdänhaltigen wie 1.4301 oder 1.4307 (rechts) zu unterscheiden.



Auch benutzerfreundliche elektrochemische Testsets ermöglichen es festzustellen, ob eine Legierung molybdänhaltig ist (links) oder nicht (rechts).



Auf tragbaren Analysengeräten lässt sich die chemische Zusammensetzung der untersuchten Legierung ablesen.



Unterscheidung nichtrostender Stähle von anderen metallischen Werkstoffen auf der Baustelle

Farbe

Nichtrostender Stahl und Kohlenstoffstahl sind, besonders unmittelbar nach der spanenden oder schleifenden Bearbeitung, von ähnlicher Farbe und visuell durch den Laien kaum zu unterscheiden.

Spezifisches Gewicht

Nichtrostender Stahl und Kohlenstoffstahl haben nahezu dasselbe spezifische Gewicht, jenes von Aluminium liegt etwa bei einem Drittel davon.

Magnetismus

Ferritische und Duplex-Stähle sind magnetisch. Austenitische Stähle sind im geglähten Zustand unmagnetisch, können jedoch nach der Kaltumformung leichte magnetische Reaktionen zeigen. Magnete haften auf stark umgeformten Bauteilen jedoch nicht gleichmäßig, sondern lediglich im Bereich von Kanten, Bohrungen oder spanend bearbeiteter Oberflächen. Diese selektive Magnetisierbarkeit kann auch zur Unterscheidung austenitischer nichtrostender Stähle von anderen rostfreien und Kohlenstoffstählen sowie Aluminium dienen, da diese durchgehend magnetisch bzw. unmagnetisch sind.

Korrosionsbeständigkeit

Ein aufgeträufelter Wassertropfen hinterlässt normalerweise über Nacht auf un- und niedriglegierten Stählen Rost, nicht jedoch auf nichtrostendem Stahl.

7.5 Kennzeichnung

Üblicherweise ist die Walz- bzw. Schleifrichtung auf den Schutzfolien angegeben. Bei Verarbeitung und Montage ist unbedingt darauf zu achten, dass alle Teile in Bezug auf die Walz- bzw. Schleifrichtung die gleiche Ausrichtung haben.

Alle auf die Baustelle gelieferten Teile werden zumeist mit einer Kennzeichnung versehen. Bei Serien-Gleichteilen tragen oft alle Teile das gleiche Kennzeichen. Sofern sich die Ausrichtung nicht bereits aus der Form ergibt, sollte diese deutlich vermerkt werden. Chlorid- und sulfidhaltige Marker sind zu vermeiden.

Markierungen sollten so angebracht werden, dass sie bei Lagerung und Montage sichtbar bleiben. Auf dem Schutzfilm angebrachte Markierungen gehen mit deren Entfernung verloren. Die korrekte Positionierung des Bauteils lässt sich dann nur noch anhand der Zeichnungen erkennen.

Besondere Vorkehrungen sind zu treffen, wenn Markierungen dekorative Oberflächen beschädigen können. Es ist nicht auszuschließen, dass Markierungen, die auf die Schutzfolie aufgebracht wurden, auf die Metalloberfläche durchschlagen. Daher empfehlen sich Versuche auf Reststücken und ggf. die Rücksprache mit dem Folienhersteller.



Die Schleif- bzw. Walzrichtung ist in der Regel auf den abziehbaren Schutzfolien angegeben

8 Montage

Die Montage der Stahlkonstruktion sollte gemäß der Montageplanung erfolgen, wobei zu jedem Zeitpunkt die Standsicherheit gewährleistet sein muss.

Nichtrostender Stahl erfordert in der Regel keine speziellen Montagetechniken, sofern bereits bei der Herstellung darauf geachtet wurde, dass die angelieferten Teile gerade sind und im Bereich der Befestigungspunkte keinen übermäßigen Wärmeverzug aufweisen, was zu Passungenauigkeiten und aufwendigen Nachbearbeitungsschritten führen würde. Während des gesamten Arbeitsablaufes sind montagebedingte Spannungsspitzen in der Konstruktion zu vermeiden, die z.B. durch punktuellen Angreifen von Hebezeugen oder durch im Montagezustand wirkende Windlasten hervorgerufen werden können.

Alle Montagestützen und temporären Abspannungen sind erst zu entfernen,

wenn die Konstruktion ausreichend stand-sicher ist.

Alle Bauteile einer Konstruktion sollten möglichst direkt ausgerichtet und zusammengefügt werden. Bleibende Verbindungen sollten erst dann vorgenommen werden, wenn ein ausreichend großer Teil der Konstruktion ausgerichtet, nivelliert, ausgelotet bzw. provisorisch verbunden ist, um sicherzugehen, dass es nicht durch nachfolgende Arbeiten zu Verschiebungen kommt.

Durch Unterlegscheiben können Passungenauigkeiten von Verbindungen ausgeglichen werden. Ggf. sind diese gegen Lösen zu sichern. Für Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl sind Unterlegscheiben aus nichtrostendem Stahl zu verwenden. Sie sollten die gleiche Korrosionsbeständigkeit aufweisen wie die Konstruktion selbst und bei Außenkonstruktionen eine Minstdicke von 2 mm haben.

Die Montagetechniken für Konstruktionselemente aus nichtrostendem Stahl entsprechen zumeist jenen für un- und niedriglegierte Stähle.



9 Schweißen auf der Baustelle

Sind bauseitige Schweißarbeiten erforderlich, müssen diese nach den zuvor festgelegten Verfahren erfolgen. PrEN 1090-2 beschreibt umfassend die Anforderungen an Schweißnähte und verweist auf die zu beachtenden europäischen Normen. EN 1011-3 [9] können umfassende Hinweise über das Lichtbogenschweißen nichtrostender Stähle entnommen werden.

Nichtrostender Stahl kann mit Kohlenstoffstahl verschweißt werden, sofern dafür geeignete Verfahren und Zusatzwerkstoffe eingesetzt werden (siehe hierzu Kapitel 12) [10]. Entsprechende Verfahren sind immer in die



*Baustellenschweißung
am Beispiel einer
Schwimmbeckenaus-
kleidung*

Arbeitsanweisung aufzunehmen, dabei sind auch die erforderlichen Schweißzulassungen zu beachten. Anlauffarben sind zu entfernen¹.

10 Oberflächenschutz

Zum Schutz der Oberflächen vor Beschädigung sowie Fremdeisenverunreinigung bei Verarbeitung, Transport, Lagerung auf der Baustelle und Montage sollte ein geeigneter Oberflächenschutz vorgesehen werden. Er erleichtert maßgeblich die Reinigung vor der Übergabe und macht sie in manchen Fällen überflüssig.

Bei Bauteilen, bei denen das optische Erscheinungsbild nicht im Vordergrund steht, z.B. tragenden Bauteilen außerhalb des Sichtbereiches, werden nur minimale Anforderungen an den Oberflächenschutz gestellt. Oberflächenbeschädigungen sind dort weniger kritisch und bleiben häufig ohne Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit unter normalen Umgebungsbedingungen. Fremdeisenverunreinigung führt zu Korrosionserscheinungen, da die abgelagerten eisenhaltigen Partikel rosten. Sofern es sich nicht um dekorative Bauteile handelt, sind über die allgemein anerkannten Regeln der

Technik hinaus keine besonderen Vorkehrungen für den Oberflächenschutz zu treffen.

Für dekorative Bauteile, bei denen die Oberflächenwirkung relevant ist, z.B. bei Vorhangfassaden oder Wandbekleidungen, ist demgegenüber Oberflächenschutz vorzusehen. Anders als bei lackiertem Stahl lassen sich Defekte nicht durch Beschichtungen überdecken. Dies gilt ganz besonders für mustergewalzten, gefärbten oder bandbeschichteten nichtrostenden Stahl, der keine bauseitigen Reparaturen zulässt. Eine sorgfältig ausgearbeitete Montageanleitung ist hier von besonderer Bedeutung. Außerdem sollten nur erfahrene Beschäftigte mit derartigen Aufgaben betraut werden.

Die übliche Form des Oberflächenschutzes wird durch eine selbsthaftende Kunststoff-Folie bewirkt. Die Folien müssen leicht aufgebracht werden können, für den Zweck bestimmt und spurenlos abzuziehen sein.

¹ Spezielle Hinweise über das Schweißen sowie die chemische und mechanische Schweißnaht-Nachbehandlung sind folgenden Publikationen zu entnehmen:

Schweißen von Edelstahl Rostfrei (Merkblatt 823), Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, 4. Auflage 2004

Beizen von Edelstahl Rostfrei (Merkblatt 826), Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, 3. Auflage 2006

VAN HECKE, Benoît, Mechanische Oberflächenbehandlung nichtrostender Stähle in dekorativen Anwendungen (Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 6), Luxemburg: Euro Inox, 2. Auflage 2006

Die Folienhersteller stehen mit Auskünften über geeignete Folienmaterialien und Klebemittel sowie die maximale Verbleibdauer zur Verfügung. Hitze, Sonneneinstrahlung und Druck können dazu führen, dass sich der Film nur noch schwer entfernen lässt. Verbleibende Kleberreste können die Abschlussreinigung erschweren. Besonders kritisch sind Baustellen in Klimazonen mit intensiver Sonneneinstrahlung.

Normalerweise geben die Folienhersteller eine Gewährleistung von sechs Monaten auf



Für Außenanwendungen sollten ausschließlich UV-beständige Schutzfolien eingesetzt werden, die auch bei Sonneneinstrahlung nicht brüchig werden (links). Lediglich für den Innenbereich bestimmte Folien lassen sich bei längerer Sonneneinstrahlung möglicherweise nur noch schwer entfernen und hinterlassen Kleberreste auf dem nichtrostenden Stahl, die nur mit hohem Arbeitsaufwand zu entfernen sind (rechts).



das Nachlassen der Klebewirkung und die Alterung der Folien (gerechnet vom Herstellungsdatum der Folie bis zu ihrer Entfernung auf der Baustelle).

Es empfiehlt sich, bei der Auswahl des Klebstoffes die, gemessen an den jeweiligen Anforderungen, niedrigste Haftung zu wählen. Liegen keine Erfahrungen vor, empfehlen sich Versuche mit Mustern unter simulierten Bedingungen.

Werden nach dem Entfernen der Folie noch andere Bauarbeiten ausgeführt, empfiehlt sich das Anbringen eines erneuten Folienschutzes in allen empfindlichen Bereichen, bis alle angrenzenden Arbeiten abgeschlossen sind.

Zwischen Folienart, Art des Klebers, dessen Klebekraft und der Folienstärke besteht

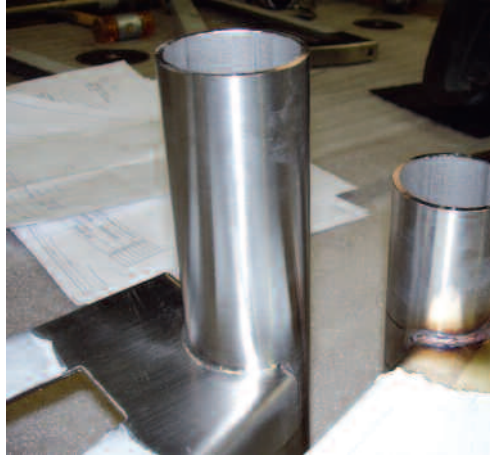
ein enger Zusammenhang. Bei der Auswahl der kostengünstigsten geeigneten Kombination sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- die Schutzanforderungen an die Konstruktion, die der zu erwartenden Reibungs- und Stoßbeanspruchung während Fertigung, Transport und Montage entsprechen,
- Schutz gegen wässrige oder atmosphärische Verschmutzungen, z.B. gegen alkalischen Betonstaub auf der Baustelle oder sauren Regen,
- Anforderungen an die UV-Beständigkeit bei der Lagerung und nach der Montage,
- die Art der zu schützenden Oberfläche (die erforderliche Klebekraft ist von der Art der jeweiligen Oberfläche sowie der Blechdicke abhängig),
- Kosten.

U.U. kann das Risiko, dass andere, im selben Umfeld ausgeführte Arbeiten schädliche Einflüsse auf den nichtrostenden Stahl ausüben, dadurch herabgesetzt werden, dass die Baustelle gezielt auf solche Risiken untersucht und erforderlichenfalls ein abgegrenzter Bereich eingerichtet wird, in dem alle anderen Arbeiten der vorherigen Genehmigung bedürfen.

Schutzfolien können auch den Zweck haben, während der Umformung und sonstigen Verarbeitung den Reibungswiderstand zu vermindern und die Oberfläche zu schützen. Werden derartige Folien im Sichtbereich verwendet, muss die Folie darüber hinaus dafür geeignet sein, auch unter Außenatmosphäre und bei Sonneneinstrahlung längere Zeit auf dem Werkstück zu verbleiben, ohne sich zu zersetzen. Zuweilen wird auf dickere, schwerere Teile auch eine doppelte Lage Folie aufgebracht, um die geforderte Schutzwirkung zu erzielen.

Zuweilen ist es nötig, für die Herstellung von Schweißverbindungen die Folie örtlich zu entfernen. Nach Reinigung der Schweißnaht sollten die entsprechenden Bereiche wieder mit Folienstücken überklebt werden. Die Folie sollte möglichst lange auf dem Bauteil verbleiben. Am günstigsten ist es, den Folienschutz erst unmittelbar vor der Übergabe in einem Zug zu entfernen. Diese Arbeiten sollten von oben nach unten erfolgen, damit sich eventuell lösender Schmutz auf die noch geschützten unteren Teile fällt.



Kunststoff-Folien können während der meisten Umform- und Montagevorgänge auf der Oberfläche verbleiben. Für Schweißarbeiten und die anschließende Nachbehandlung ist es häufig ausreichend, die Folie in eng umschriebenen Bereichen zu entfernen.

11 Grundreinigung

Bei Bauteilen, die sich in nicht-sichtbaren Bereichen befinden, ist nach Abschluss der Bauarbeiten - wenn überhaupt - meist nur eine minimale Grundreinigung erforderlich. Allerdings sollten Schmutzablagerungen oder Fremdstoffverunreinigungen immer entfernt werden.

Foliengeschützte Oberflächen bedürfen in der Regel keiner weiteren Reinigung.

Oberflächen, die nicht foliengeschützt waren oder bei denen die Folie vorzeitig entfernt worden ist, erfordern dagegen eine Reinigung, um eine maximale Korrosionsbeständigkeit zu erreichen und das optische Erscheinungsbild zu optimieren.

Die Art der Reinigung hängt von der Oberfläche, der Korrosionsbelastung sowie der Funktion der jeweiligen Bauteile ab. Die Vorgehensweise sollte in eine Arbeitsanweisung gefasst und der Montageanleitung beigelegt werden.

Eine typische Vorgehensweise zur Reinigung bei einer kaltgewalzten zB-Oberfläche umfasst folgende Schritte:

- Abspülen, um leicht anhaftenden Schmutz abzuschwemmen,
- Behandlung z.B. mit einer weichen, langfaserigen Bürste und mit Waschwasser, dem geeignete Reinigungsmittel oder 5% Ammoniak zugesetzt sind,
- Abspülen mit klarem Wasser,
- ggf. Trocknen mit überlappenden, von oben nach unten gerichteten Wischbewegungen.

Das zum Einsatz kommende Reinigungszubehör darf weder Chloride abgeben noch damit verunreinigt sein.

Bei der Reinigung geschliffener und gebürsteter Oberflächen muss stets in Schliffrichtung gewischt werden.

Bei Verdacht auf Fremdeisenverunreinigung lässt sich die Verfärbung auf der Bau-

stelle entfernen. Methoden zur Erkennung können der amerikanischen Norm ASTM A380 entnommen werden [11]. Bereits in die Oberfläche eingearbeitete eisenhaltige Partikel lassen sich durch Beizen oder Säurereinigung entfernen. Beide erfordern eine vorherige Entfettung, mit der Öle, Fette und organische Verschmutzungen aufgelöst werden.

Einige der auf blankem nichtrostendem Stahl angewandten Reinigungstechniken eignen sich allerdings nicht für gefärbte oder bandbeschichtete Produkte. Derartige Oberflächen sind in der Regel nicht reparabel, so dass Schäden bei Transport und Montage von vornherein vermieden werden müssen.

Chloridhaltige Reiniger, wie sie für die Reinigung von Keramik und Mauerwerk eingesetzt werden, dürfen mit nichtrostendem Stahl nicht in Berührung kommen. Gelangen sie versehentlich auf nichtrostenden

Stahl, müssen sie umgehend und vollständig mit fließendem Wasser abgewaschen werden. Wenn möglich, sollte die Arbeitsfolge so geplant werden, dass Teile aus nichtrostendem Stahl erst nach Abschluss von Kachelungsarbeiten und der entsprechenden Reinigung angebracht werden. Auch durch andere Gewerke können korrosive Flüssigkeiten auf darunterliegende oder benachbarte Teile aus nichtrostendem Stahl gelangen. Beim Vergießen von Konstruktionselementen aus nichtrostendem Stahl kommt es zwangsläufig zum Kontakt mit alkalischen Produkten. Die Verträglichkeit ist in diesen Fällen unbedingt zu prüfen.

Umgekehrt ist auch sicherzustellen, dass nicht durch das Abspülen des nichtrostenden Stahls umliegende Teile in Mitleidenschaft gezogen werden, z.B. Mauerwerk, andere metallische Werkstoffe, Isolationsmaterialien oder Dichtungsstoffe [12, 13]



Schleifscheiben, die zuvor auf Kohlenstoffstahl eingesetzt worden sind, hinterlassen auf nichtrostendem Stahl örtliche Korrosionserscheinungen (links). Derartige Fremdeisenverunreinigungen lassen sich durch Beizen entfernen (rechts) [12].

12 Metallische Mischverbindungen

Für die Befestigung von Teilen aus nichtrostendem Stahl dürfen auch nur Befestigungsmittel aus nichtrostendem Stahl eingesetzt werden (siehe Kasten unten).

Bei Schwarz-Weiß-Verbindungen (d.h. Schweißnähten zwischen nichtrostendem Stahl einerseits und un- bzw. niedriglegierten Stählen andererseits) müssen Schutzanstriche des Kohlenstoffstahls mindestens 20 mm über die Naht hinaus auf den nichtrostenden Stahl ausgedehnt werden, wobei auf eine ausreichende Dicke der Beschichtung zu achten ist.

Kontaktkorrosion (galvanische, bimetallische Korrosion)

Sind verschiedene Metalle einem gemeinsamen Elektrolyten ausgesetzt, fließt ein Strom vom weniger edlen Metall (der Anode) zum edleren (der Kathode). Der weniger edle Werkstoffpartner korrodiert dabei erheblich schneller, als es ohne den edleren der Fall wäre. Dieser Vorgang wird als bimetallische, galvanische oder Kontaktkorrosion bezeichnet. Nichtrostender Stahl bildet bei metallischen Mischverbindungen zumeist die Kathode, so dass in der Regel das Partnermetall verstärkt korrodiert.

Im Bauwesen sind zumeist Regen oder Kondenswasser als Elektrolyte anzutreffen. Die Korrosionsgeschwindigkeit hängt vor allem vom Flächenverhältnis der miteinander in Kontakt stehenden metallischen Werkstoffe, der Temperatur und der Art des Elektrolyten ab².

Bei mechanischen Verbindungen im Bauwesen muss die Korrosionsbeständigkeit der Verbindungsmittel mindestens so hoch sein wie die der zu verbindenden Teile. Zu den

häufig beobachteten Fehlern gehört die Verwendung von verzinkten Schrauben oder Aluminiumnieten zur Befestigung von Teilen aus nichtrostendem Stahl. Je höher der Flächenanteil des edleren Werkstoffs (der Kathode), desto stärker der Korrosionsangriff auf das weniger edle Material (die Anode). Bei der Verwendung z.B. von Aluminiumnieten zur Befestigung von Edelstahlteilen entsteht ein besonders ungünstiges Flächenverhältnis, das die Korrosion der Befestigung stark beschleunigt. Auch verzinkte Schrauben, die bei sachgemäßer Anwendung Jahrzehnte halten können, rosten als Befestigungen von nichtrostenden Stahlteilen in kürzester Zeit. Darüber hinaus kann der entstehende Rost den nichtrostenden Stahl beeinträchtigen und dort punktförmige Korrosionserscheinungen auslösen. Es ist daher unbedingt sicherzustellen, für Bauteile aus nichtrostendem Stahl ausschließlich Befestigungsmitteln aus nichtrostendem Stahl zu verwenden.

Die gemeinsame Verwendung verschiedener Sorten nichtrostenden Stahls ist in aller Regel unkritisch.

Befestigungsmittel aus anderen metallischen Werkstoffen korrodieren bereits nach kurzer Zeit heftig, wenn sie in Verbindung mit nichtrostendem Stahl eingesetzt werden.

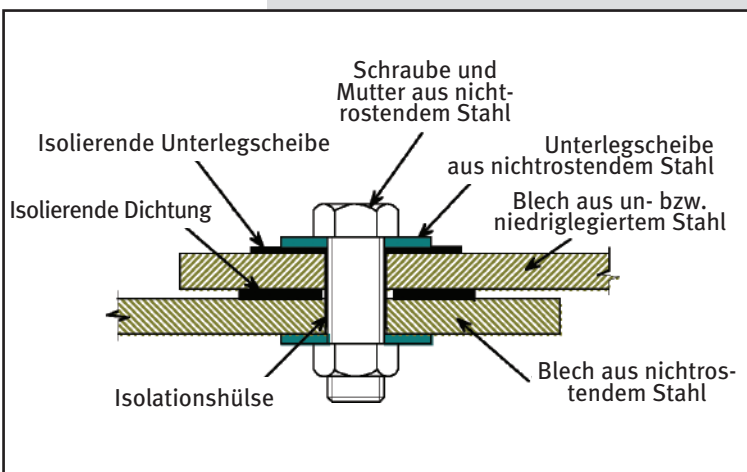


² Eine Übersicht über das allgemeine Verhalten metallischer Mischverbindungen in ländlicher, städtischer, Industrie- und Küstenumgebung findet sich z.B. in der britischen Norm PD 6484 „Commentary on corrosion at bimetallic contact and its alleviation“ [14]. Vgl. auch: Edelstahl Rostfrei in Kontakt mit anderen Werkstoffen (Merkblatt 829), Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, 4. Auflage 2005

Montagehinweise bei Verwendung elektrischer Isolationen

1. Bei der Montage ist es wichtig, die Isolation zur galvanischen Trennung entsprechend den Vorgaben anzubringen.
2. In der Regel bestehen mechanische Verbindungen aus einer Reihe von Verschraubungen. Hierbei sollten die zu verbindenden Teile unter Verwendung von Metallhorn und Schraubenschlüssel zunächst präzise ausgerichtet werden.
3. Bei einer einfachen Schraubverbindung können die zu verbindenden Teile durch Metallhorn und Schraubenschlüssel nicht gleichzeitig ausgerichtet und fixiert werden. In diesem Fall müssen andere Lösungen gefunden werden, um das Bauteil während des Befestigungsvorganges in der gewünschten Position zu fixieren. Auf keinen Fall darf die Ausrichtung durch gewaltsames Verschieben der Schrauben bewerkstelligt werden, da hierdurch die isolierende Kunststoffhülse im Bereich des Gewindes beschädigt wird.
4. Isolierende Unterlegscheiben müssen bereits vor Einsetzen der Schrauben in die Verbindung einbracht und u.U. provisorisch in Position gehalten werden. Dazu sind möglicherweise Haftkleber erforderlich. Diese dürfen jedoch die Langzeit-Haltbarkeit der Unterlegscheiben nicht negativ beeinflussen.
5. Vorgebohrte Löcher in Befestigung und zu befestigenden Teilen sollten auf Passgenauigkeit überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Isolationshülsen nicht beim Eindrehen beschädigt werden.
6. Bohrungen müssen so bemessen werden, dass sie sowohl die Wandstärke der Hülsen berücksichtigen als auch möglichen Toleranzen bei der Fertigung und Passungenauigkeiten bei der Montage Rechnung tragen. Anhand der Probemontage typischer Verbindungen unter Werkstattbedingungen lassen sich diese Faktoren vor der Montage auf der Baustelle überprüfen.
7. Schraubverbindungen sollten zunächst nur leicht angezogen werden. Erst wenn alle Schrauben gesetzt sind, sollten sie festgezogen werden, und zwar beginnend in der Mitte, von innen nach außen.
8. Schraubverbindungen dürfen nicht zu fest angezogen werden, damit isolierende Unterlegscheiben und Hülsen nicht beschädigt werden. Die einwirkende Kraft lässt sich mit kalibrierten Drehmomentschlüsseln genau dosieren. Bei entsprechender Erfahrung, die anhand von Probeaufbauten unter Werkstattbedingungen erworben wurde, kann auch der Einsatz von Schraubenschlüsseln geeigneter Größe zu guten Ergebnissen führen.
9. Wurden Konstruktionselemente vollständig gegeneinander isoliert, lässt sich nach Abschluss der Montagearbeiten mit Hilfe eines elektrischen Spannungsprüfers oder eines Widerstandsmessers überprüfen, ob die Isolation durchgängig intakt ist. Zuverlässig ist diese Methode allerdings nur bei Trockenheit, da ansonsten durch Feuchtigkeit leitende Verbindungen auf dem Umweg über andere Stahlbauteile entstehen können.

Isolierende Unterlegscheiben und Hülsen unterbrechen die elektrisch leitende Verbindung und unterbinden damit bimetallische Korrosion.



13 Anbringung von Fassadenbekleidungen

13.1 Gleichmäßigkeit von Oberflächen

Dünnwandige Teile sind beschädigungsanfällig und müssen daher sachgerecht gelagert und transportiert werden.

Bereits leichte Schwankungen in der Be- und Verarbeitung können zu sichtbaren Veränderungen der Oberflächenbeschaffenheit führen. Zum Beispiel ergeben Schleifbänder im Neuzustand eine andere optische Wirkung als nach einer gewissen Abnutzung. Teile, die unmittelbar nebeneinander positioniert werden, sollten deshalb auch aus derselben Materiallieferung stammen. Fassadenpaneele und -kassetten sollten so geplant und gefertigt werden, dass sie in allen Verarbeitungsschritten einheitlich entsprechend der Walz- und Schliifrichtung des Ausgangsmaterials ausgerichtet bleiben. Die Anbringung muss durchgängig entweder mit der Walzrichtung von oben nach unten oder von unten nach oben erfolgen, keinesfalls jedoch gemischt. Bereits bei der Bestellung ist daher festzuschreiben, dass die Walzrichtung sowohl auf dem Schutzfilm der Vorderseite als auch auf der

Rückseite des Bleches selbst durch Pfeile markiert ist. Werden einzelne Paneele entgegen der festgelegten Richtung montiert, weichen sie unter bestimmten Licht- oder Beleuchtungsbedingungen in ihrer Oberflächenwirkung von den anderen ab. Diese Regel gilt für glatte, geschliffene, mustergerollte und gefärbte Oberflächen in gleicher Weise.

13.2 Planität

Zu fest angezogene Schrauben können zu Verzug führen. Beulenbildung im Bereich der Befestigungspunkte lässt sich vermeiden durch

- Wahl einer größeren Blechstärke,
- Verstärkung des Blechs im Bereich der Verschraubung durch Unterfütterung,
- Gebrauch von Hutprofilen aus nichtrostendem Stahl auf der Innenseite der Paneele (die von der Mutter ausgehenden Andruckkräfte werden hierdurch auf eine größere Oberfläche verteilt),
- Bolzenschweißungen, die auf die meisten Blechteile aufgebracht werden können, wobei jedoch regelmäßig Anlauffar-



Werden Bleche aus verschiedenen Losen miteinander verbaut, können Abweichungen im Erscheinungsbild auftreten.



Eine einheitliche Oberflächenwirkung lässt sich erzielen, wenn durchgängig nichtrostender Stahl desselben Herstellers und aus demselben Produktionsdurchgang eingesetzt wird.



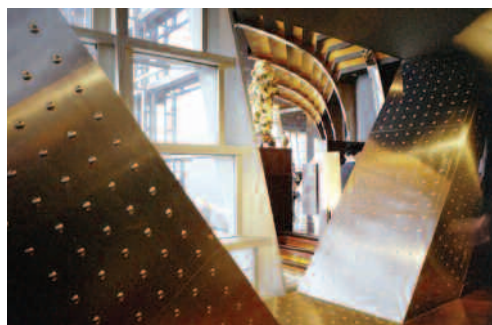
Die aussteifende Wirkung von Ecken kann zur optischen Planität beitragen.

ben entstehen. Bei dünnen Blechen ist ein „Durchschlagen“ auf die Vorderseite kaum zu vermeiden, besonders bei glänzenden Oberflächen. Durch Erhöhung der Blechdicke und Optimierung der Schweißparameter lassen sich allerdings praktisch unsichtbare Bolzenschweißungen erzielen.

Abgekantete dünnwandige Bauteile können zu tonnenförmigen Ausbeulungen neigen. Großflächige Paneele im Sichtbereich sind hierfür besonders anfällig. Je glänzender die Oberfläche, desto höher die Anforderungen an die Planität. Tonnenförmiger Verzug kann auf eine Vielzahl von Ursachen zurückgehen, z.B. unzureichende Planität der verwendeten Bleche sowie Fehler beim Trennen, Umformen und Schweißen sowie bei Handhabung oder Montage. Beim Umformen können in Längsrichtung wirkende Druckkräfte in das Material eingetragen werden, die dann zu elastischer Aufwölbung des Bleches führen.

Tonnenförmiger Verzug lässt sich vermeiden durch

- Einsatz leicht konkaver Paneele,
- Hinterfütterung dünner Bleche mittels steiferer Materialien,
- Verwendung von Blechen mit tiefgezogenen Mustern geringer Tiefe,
- Brechung des Hochglanzes durch Mus-



- terwalzungen bzw. mattere Oberflächen,
- Festschreibung größerer Blechdicken, die für Unebenheiten weniger anfällig sind.

Unvollkommenheiten in der Oberfläche sind nicht immer zu erkennen, solange sich die Schutzfolie noch auf dem Blech befindet.

Austenitische nichtrostende Stähle haben eine größere Wärmeausdehnung und eine geringere Wärmeleitfähigkeit als un- und niedriglegierte Stähle, was zu örtlichen Spannungen und entsprechendem Verzug führen kann. Bauteile aus nichtrostendem Stahl sollten daher in ihren Abmessungen begrenzt sein. Darüber hinaus sind Dehnungsmöglichkeiten in ausreichendem Maß vorzusehen. Größere Paneele werden daher z.B. häufig auf einer Seite mit runden passgenauen Bohrungen und auf der anderen mit Langlöchern versehen.

13.3 Unterhaltsreinigung

Dünne Bleche aus nichtrostendem Stahl zeichnen sich häufig durch eine besonders hochwertige Oberfläche aus. Um Fingerabdrücke zu vermeiden, sollte die Verarbeitung mit sauberen Leinenhandschuhen erfolgen. Entstandene Fingerabdrücke lassen sich durch Behandlung mit organischen Lösungsmitteln und anschließendem Abwaschen mit einer leichten Reinigungsmittel-lösung entfernen. Häufig ist auch warmes Wasser mit etwas Reinigungsmittel allein ausreichend. Gründliches Abspülen mit klarem Wasser und anschließendes Trocknen schließen den Reinigungsprozess ab.

Mit Mustern versehene oder anderweitig strukturierte Bleche vermindern das Risiko sichtbarer Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche.

Checkliste für den eindeutigen Informationsaustausch zwischen Planern und Ausführenden

Nachstehende Checkliste soll dazu beitragen, zwischen Architekten und Bauingenieuren einerseits sowie Metallbauern oder Bauelementeherstellern andererseits unmissverständliche Absprachen in Kernfragen zu treffen:

- Ist der einzusetzende nichtrostende Stahl eindeutig und in Übereinstimmung mit EN 10088, Teil 1 [15], benannt?
- Ist die Oberfläche gemäß den Definitionen in EN 10088, Teil 2 [16] festgelegt?
- Ist sichergestellt, dass in anspruchsvollen sichtbaren Anwendungen Material aus demselben Produktionsdurchgang zum Einsatz gelangt?
- Ist sichergestellt, dass die Montage der fertigen Bauteile einheitlich in Bezug auf die Walzrichtung erfolgt?
- Schließt die Formgebung zurückspringende Bereiche aus, in denen sich Schmutz und Feuchtigkeit ansammeln können?
- Verfügt das ausführende Unternehmen nachweislich über Erfahrungen im Umgang mit nichtrostendem Stahl?
- Trennt das ausführende Unternehmen die Fertigung von Kohlenstoffstahl und nichtrostendem Stahl und setzt es Werkzeuge ein, die den jeweiligen Werkstoffen vorbehalten sind?
- Ist sichergestellt, dass zur Befestigung von nichtrostendem Stahl ausschließlich Befestigungsmittel einge-

setzt werden, die ebenfalls aus nichtrostendem Stahl bestehen?

- Ist im Falle metallischer Mischverbindungen (von nichtrostendem Stahl z.B. mit un- bzw. niedriglegiertem Stahl oder Aluminium) die Gefahr von galvanischer (bimetallischer, Kontakt-) Korrosion ausgeschlossen?



Mustergewalzte Oberflächen vermindern das Risiko sichtbarer Unregelmäßigkeiten und lassen auch leichte Beschädigungen weniger hervortreten.

14 Befestigungsmittel

Der sachgerechte Einsatz von Befestigungsmitteln ist entscheidend für Funktionstüchtigkeit und Erscheinungsbild der Gesamt-Konstruktion. Hierbei ist das Hauptaugenmerk auf korrektes Anziehen und die Vermeidung des Festfressens zu richten.

„Fressen“ ist eine Erscheinung, die auf die lokale Durchbrechung des Passivfilms bei direktem metallischem Kontakt zurückgeht. Hierbei kann es zu örtlichen Verschweißungen kommen, bei denen Metall von einer auf die andere Oberfläche übertragen wird. Fressen führt zu Oberflächenbeschädigungen bzw. zu Beeinträchtigungen der Gängigkeit. Typischerweise tritt diese Erscheinung bei gemeinsamer Verwendung nichtrostender Stähle für Schrauben und Muttern auf, wenn beide beim Festziehen einem hohen Drehmoment ausgesetzt sind.

Es ist vor allem sorgsam darauf zu achten, dass Gewinde vor Verunreinigungen, insbesondere grobem Schmutz, Steinstaub oder Sand, sowie vor Beschädigungen geschützt werden. Verschmutzungen im Gewinde erhöhen das Risiko des Festfressens beim Anziehen erheblich.

Durch folgende Vorsichtsmaßnahmen lässt sich das Festfressen vermeiden:

Bevorzugung gewalzter Gewinde

Gewalzte Gewinde sind weniger anfällig



gegen Fressen als geschnittene, da sie glattere Oberflächen aufweisen und die Korn Grenzen in der Tendenz dem Gewinde folgen, während geschnittene Gewinde sie eher durchkreuzen.

Einhaltung des richtigen Drehmoments

Übermäßiges Festziehen erhöht die Gefahr des Festfressens. Muttern sollten mittels eines Drehmomentschlüssels mit definiertem Drehmoment angezogen werden.

Schmierung

Bestimmte Formen der Schmierung, die vor dem Zusammenbau auf die Gewinde aufgebracht werden, können die Wahrscheinlichkeit des Festfressens deutlich vermindern. Hierzu gehören herstellenspezifische Mittel auf Basis zäher Metalle oder Öle. Allerdings kann das Einfetten von Gewinden auch zu Schmutzanhaftungen und entsprechenden Problemen bei der Lagerung führen. Schrauben aus nichtrostendem Stahl sind auch mit Zinküberzügen erhältlich, die eine Schmierwirkung haben.

Kombination unterschiedlicher Oberflächenhärten

Das Festfressen lässt sich auch durch Verwendung von nichtrostenden Stahlsorten mit unterschiedlichen Kaltverfestigungseigenschaften und unterschiedlicher Oberflächenhärte vermeiden (z.B. Kombination von Befestigungsmitteln der Klassen A2 und C2, A4 und C4 oder A2 und A4 entsprechend EN ISO 3506-1 und -2) [17]. In kritischen Anwen-

Zur Befestigung von Bauteilen aus nichtrostendem Stahl dürfen ausschließlich Befestigungsmittel eingesetzt werden, die ebenfalls aus nichtrostendem Stahl bestehen.



Befestigungsmittel aus nichtrostendem Stahl können auch als Gestaltungselemente ausgebildet werden.

dungsfällen können für einen der Partner auch herstellereigenspezifische, stark kaltverfestigte Stahlsorten oder Oberflächenvergütungsverfahren wie Nitrieren oder Hartverchromen eingesetzt werden. Bei der Kombi-

nation unterschiedlicher Sorten oder dem Einsatz von Überzügen ist gleichwohl sicherzustellen, dass die erforderliche Korrosionsbeständigkeit der Gesamtverbindung gewahrt bleibt.

15 Literaturnachweis

- [1] CUNAT, Pierre-Jean, „Stainless Steel as a Lightweight Material for the Building Envelope“, Vortrag anlässlich der Veranstaltung *Stainless Steel in Structures*, Brüssel, 2000
- [2] *Bemessungshilfen zu nichtrostenden Stählen im Bauwesen*, 3. Auflage (Reihe Bauwesen, Band 11), Luxemburg: Euro Inox 2006
- [3] *EN 1090-1, Tragende Stahl- und Aluminiumbauteile - Teil 1: Allgemeine Lieferbedingungen*; Normentwurf Dezember 2004
- [4] *EN 1090-2, Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*; Normentwurf, August 2005
- [5] *DIN EN V 1090-6, Ausführung von Tragwerken aus Stahl - Teil 6: Ergänzende Regeln für nichtrostenden Stahl*; März 2003
- [6] *DIN EN 1991, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauausführung*; September 2005
- [7] *Tables of Technical Properties* (Materials and Applications Series, Volume 5), Luxemburg, 2. Auflage 2006; auch als interaktive Datenbank unter www.euro-inox.org abrufbar
- [8] *Edelstahl Rostfrei, Leitfaden für Praktiker*, Video CD-ROM, Luxemburg: Euro Inox 2000
- [9] *DIN EN 1011-3, Schweißen - Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe - Teil 3: Lichtbogenschweißen von nichtrostenden Stählen*; Januar 2001
- [10] CUNAT, Pierre-Jean, *Welding Stainless Steel* (Materials and Applications Series, Volume 23), Luxemburg: Euro Inox 2000
- [11] *ASTM A 380, Practice for cleaning and descaling stainless steel parts, equipment and systems*, ASTM, 1994
- [12] CROOKES, Roger, *Beizen und Passivieren nichtrostender Stähle* (Werkstoff und Anwendungen, Band 4), 2. Auflage 2004
- [13] *Reinigung und Pflege von nichtrostenden Stählen im Bauwesen*, Luxemburg: Euro Inox 2003
- [14] *BS PD 6484, Commentary on corrosion at bimetallic contacts and its alleviation*, British Standards Institute, 1980
- [15] *DIN EN 10088-1, Nichtrostende Stähle - Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle*; September 2005
- [16] *DIN EN 10088-2, Nichtrostende Stähle - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung*, September 2005
- [17] *DIN EN ISO 3506, Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen - Teil 1: Schrauben*; März 1998

ISBN 978-2-87997-248-0