

Kleben – ein praxisgerechtes Fügeverfahren für nichtrostenden Stahl



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.

Vollmitglieder

Acerinox
www.acerinox.com

Aperam
www.aperam.com

Outokumpu
www.outokumpu.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

ConstruirAcier
www.construiracier.fr

Industeel
www.industeel.info

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
www.edelstahl-rostfrei.de

International Chromium Development Association (ICDA)
www.icdacr.com

International Molybdenum Association (IMOA)
www.imoa.info

Nickel Institute
www.nickelinstitute.org

Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)
www.turkpasder.com

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)
www.puds.pl

Stowarzyszenie Stal Nierdzewna (SSN)
www.stalenierdzewne.pl

SWISS INOX
www.swissinox.ch

Inhalt

Kleben – ein praxisgerechtes Fügeverfahren für
nichtrostenden Stahl
Erste Auflage 2014
(Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 21)
© Euro Inox 2013, 2014

1	Grundlagen	2
2	Theorien der Adhäsion	4
3	Nahtgestaltung	4
4	Oberflächenbehandlung	7
5	Klebstoffe	11
6	Glossar	14
7	Literaturnachweis	16

Herausgeber

Euro Inox
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

Alenka Kosmač, Brüssel (B)

Danksagung

Euro Inox dankt den Herren Prof. Dr. Paul Ludwig Geiß, Technische Universität Kaiserslautern, und Julius Weirauch, 3M, für ihre Beiträge zur vorliegenden Publikation und die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Titelfotos

3M, Neuss (D)
Henkel Loctite, Düsseldorf (D)

Urheberrechtlicher Hinweis

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

Haftungsausschluss

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungs- und Schadenersatzansprüche können hieraus nicht abgeleitet werden.

1 Grundlagen

Der Begriff „Kleben“ bezeichnet das Fügen von Materialien mithilfe eines Klebstoffes, d.h. einer Substanz, die Werkstoffe durch Haftung auf den Fügeoberflächen zusammenzuhalten vermag. Es gibt zwei Grundtypen von Klebungen: strukturelle und nicht-strukturelle. Bei strukturellen Klebungen werden lastbeanspruchte Bauteile miteinander verbunden. Innerhalb der Auslegungsgrenzen müssen die Lasten unter Wahrung der Tragfähigkeit des Bauteils übertragen werden. Die Hauptaufgabe liegt in der Verbindung von Teilen. Hierbei werden die Kräfte gleichmäßiger übertragen als durch übliche mechanische Verbindungen. Aus diesem Grund lassen sich durch Kleben häufig Konstruktionen von gleicher oder höherer Festigkeit erzielen als durch konventionelle Fügeverfahren – bei gleichzeitig niedrigeren Kosten und geringerem Gewicht. Wichtige nicht-strukturelle Anwendungen sind Dichtklebungen und elektrisch leitfähige Klebungen [1].

Um optimal wirksam zu sein, muss der Klebstoff die Oberfläche des jeweiligen Substrats vollständig benetzen. Zudem müssen starke Anziehungskräfte zwischen dem Klebstoff und dem Untergrund wirken [2].

Vorteile von geklebten Verbindungen [1, 3]: sie...

- ergeben nahezu unsichtbare Verbindungen, was dem optischen Erscheinungsbild zugute kommt,
- verteilen Kräfte gleichmäßig über eine große Fläche,
- lassen sich für Fügeteile jeder Dicke und Form einsetzen,

- eignen sich für artgleiche und artverschiedene Werkstoffe,
- vermeiden galvanische Korrosion im Kontakt zwischen unterschiedlichen metallischen Werkstoffen,
- sind gut beständig gegen Ermüdung und dynamische Belastung,
- ergeben Verbindungen mit glattem Rand,
- dichten den Nahtbereich gegen äußere Einflüsse ab,
- wirken thermisch und elektrisch isolierend,
- verursachen keinen Wärmeverzug,
- dämpfen Schwingungen und Stöße,
- weisen ein günstiges Verhältnis von Festigkeit und Gewicht auf und
- sind häufig zeitsparender und kostengünstiger als mechanische Verbindungen.

Einsatzgrenzen des Klebens: diese Technik...

- lässt keine visuelle Kontrolle der Klebefläche zu,
- erfordert sorgfältige Oberflächenvorbereitung – zuweilen mit aggressiven Chemikalien,
- kann mit langen Trocknungszeiten einhergehen, besonders wenn keine hohen Aushärtungstemperaturen vorliegen,
- setzt u.U. Spannvorrichtungen, Pressen, Öfen oder Autoklave voraus, die für andere Fügeverfahren entbehrlich sind,
- ist nicht geeignet für Betriebstemperaturen oberhalb von ca. 180 °C,
- erfordert zumeist strenge Kontrolle aller Prozess-Schritte einschließlich der Oberflächenreinigung und
- ist hinsichtlich der Lebensdauer der Verbindung abhängig von äußeren Einflüssen.

Die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Produkte und Verfahren macht die Auswahl der am besten geeigneten Lösung häufig schwieriger als bei mechanischen Verbindungen. Obwohl sich durch Kleben Verbindungen erzielen lassen, die konventionellen Fügeverfahren überlegen sind, müssen Klebeverbindungen sorgfältig geplant werden und solchen Anwendungsfällen vorbehalten bleiben, welche die bekannten Einsatzgrenzen des jeweiligen Klebstoffes nicht überschreiten. Solche Grenzen können durch Art und Umfang der auftretenden Lasten (statisch oder dynamisch) sowie durch Umgebungsfaktoren (Temperatur, Feuchtigkeit, Einwirkung von Salz, Dämpfen oder Flüssigkeiten) gesetzt werden [1].

Obgleich Klebeverbindungen inzwischen auch erfolgreich bei Fassadenbekleidungen eingesetzt werden, behandelt die vorliegende Veröffentlichung vor allem strukturelle Klebeverbindungen in nicht-sicherheitsrelevanten Anwendungen. Die Broschüre dient ausschließlich der allgemeinen Information und kann die Beratung durch den Klebstoffhersteller hinsichtlich der Produkteigenschaften und der Gebrauchsvorschriften keinesfalls ersetzen.



Klebeverbindungen wurden inzwischen auch im Fassadenbau erfolgreich eingesetzt. Foto: Ebener, Bad Marienberg (D)

2 Theorien der Adhäsion

Die tatsächliche Wirkungsweise der Adhäsion ist noch nicht vollständig erforscht. Keine Theorie ist allein in der Lage, dieses Phänomen zu erklären. Die Interaktion eines Klebstoffs und des zu verklebenden Gegenstandes ergibt sich aus einer Vielzahl von mechanischen, physikalischen und chemischen Prozessen, die einander wechselseitig beeinflussen. Drei Wirkmechanismen sind zu unterscheiden: die mechanische

Verhakung (ausgelöst durch das Eindringen des Klebstoffes in die Poren und Unregelmäßigkeiten der Substratoberfläche), elektrostatische Kräfte (die sich aus den unterschiedlichen Graden der Elektronegativität der zu verbindenden Materialien ergeben) sowie andere Haftungsmechanismen, die auf intermolekularen und chemischen Bindungskräften beruhen, wie sie an Grenzflächen heterogener Systeme auftreten.

3 Nahtgestaltung

Die grundlegende Anforderung an eine Verbindung von zwei oder mehr Teilen besteht darin, Kräfte wirksam zu übertragen. Häufig soll die Naht verdeckt sein und im fertigen Zustand nicht mehr in Erscheinung treten. In aller Regel ist der Klebstoff eine Substanz, die sich von den Materialien der Fügeteile unterscheidet und entsprechend andere chemische und mechanische Eigenschaften besitzt. Die letztlich erzielte Verbindung hängt von der so entstehenden Materialkombination ab [4].

Welche Nahtgeometrie die geeignetste ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Eine sachgerechte Verbindung gewährleistet, dass die auftretenden Kräfte während der Gesamtlebensdauer zuverlässig übertragen werden.

Einige Ausführungsarten sind in Abbildung 1 dargestellt. Sie zeigt sowohl überlappende Verbindungen als auch Stoßnähte [5]. Die vergleichsweise geringe Festigkeit der Klebeschicht gilt es durch eine entsprechend große Oberfläche zu kompensieren. Ungleichmäßige Lastverteilungen innerhalb der Klebung sollten vermieden werden. Schäl- und Spaltbeanspruchungen sind durch entsprechende Nahtgeometrien zu minimieren. Nähte sollten in Bereiche gelegt werden, in denen nur geringe Kräfte auftreten oder Scher- und Druckkräfte vorherrschen. Bestimmte Nahtgeometrien sind geeignet, Schäl- und Spaltkräfte zu vermindern.



Klebeverbindungen ermöglichen ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit. Foto: 3M, Neuss (D)

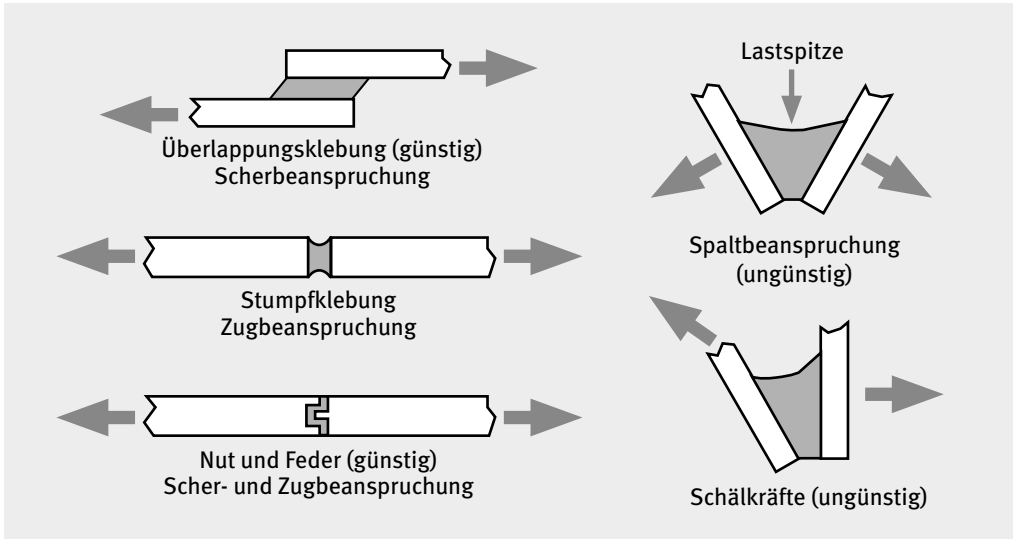


Abb. 1. Beanspruchungsarten und Nahtgestaltung [6]

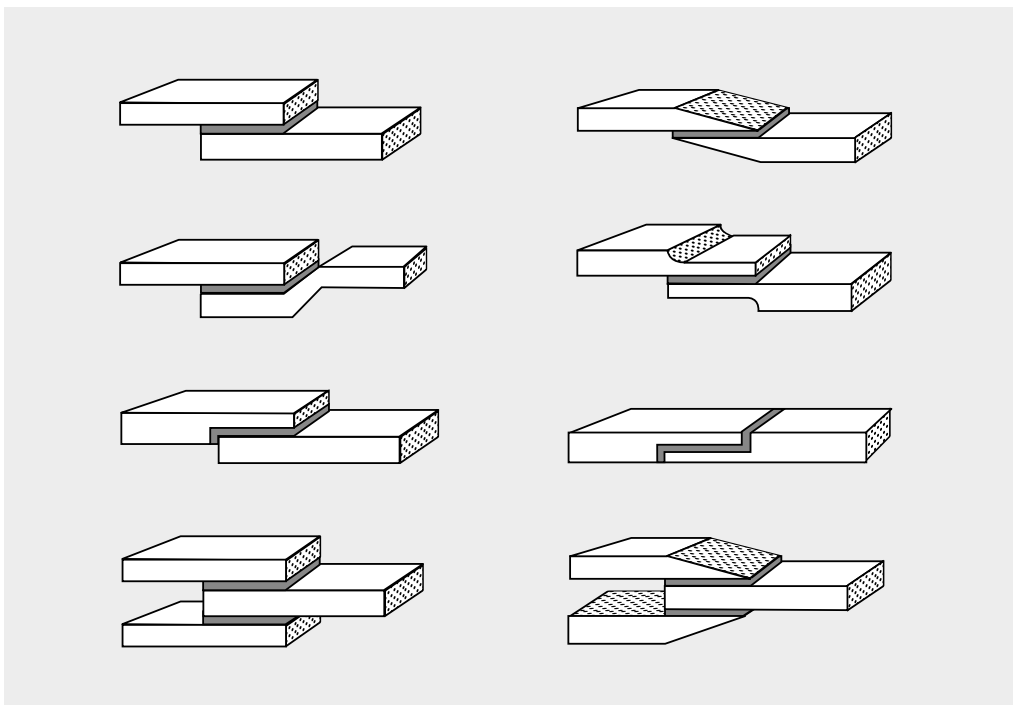


Abbildung 2: Möglichkeiten, durch die Nahtgeometrie die Klebfläche zu vergrößern und/oder Lastspitzen durch Momente oder Kanteneffekte zu minimieren

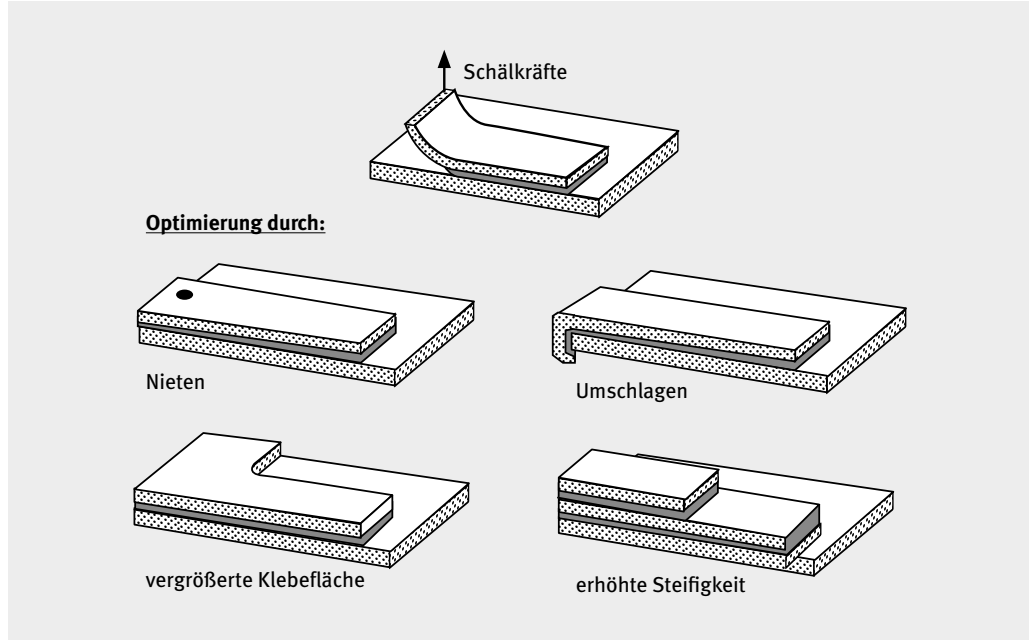


Abbildung 3: Möglichkeiten optimierter Nahtgestaltung zur Verminderung von Schälkräften

Zu beachten ist, dass die Verbindung zweier Füge­teile mit stark unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten – z.B. nichtrostender Stahl und Aluminium – erhebliche

Spannungen in das Bauteil eintragen kann, wenn der Nahtbereich sehr groß ist und die Längenänderung nicht berücksichtigt wird [4]¹.

Große Kontaktflächen verhindern das Entstehen von Lastspitzen. Foto: 3M, Neuss (D)



¹ Im Falle eines Bauteils aus dem Werkstoff 1.4301 von 3 m Länge beträgt die Längenzunahme bei einer Temperatursteigerung von 30 °C (unter der Annahme eines spannungslosen Zustandes bei der niedrigeren Temperatur) ca. 0,5 mm.

4 Oberflächenbehandlung

Die Vorbehandlung der Oberfläche kann einen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen:

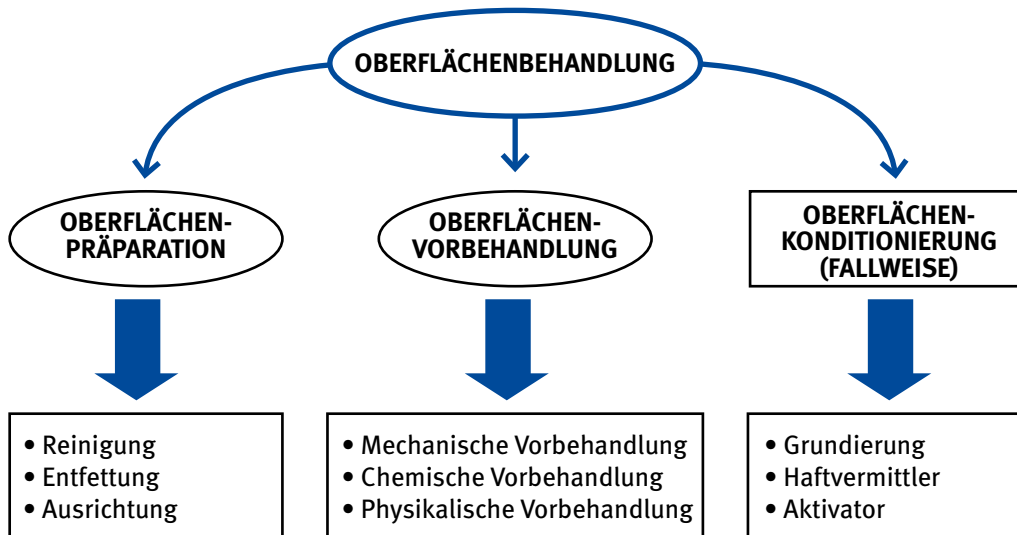


Abbildung 4: Stufen der Oberflächenbehandlung [2]

Oberflächen-Präparation – Entfernung von Öl, Fett und anderen Verunreinigungen, d.h. Reinigung [2]. Bei den meisten Hochleistungs-Klebstoffen ist dieser Schritt qualitätsentscheidend. Ein Fingerabdruck reicht aus, um die gleichmäßige Benetzung einer ansonsten sauberen Oberfläche und eine flächendeckende Verteilung des Klebers zu verhindern. Fette lassen sich wirksam mit Trichlorethan [3] oder Trichlorethen² entfernen. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn diese Substanzen im gasförmigen Zustand zur Anwendung kommen, da das sich niederschlagende Kondensat stets frei von Verunreinigungen ist. Erfolgt die Reinigung mit Tüchern, müssen diese weiß sein und ausgetauscht werden, sobald sich die



Zur Reinigung der Oberflächen von nichtrostendem Stahl sollten saubere weiße Tücher benutzt werden. Foto: M. Pyper / Arnold, Friedrichsdorf (D)

geringste Verschmutzung zeigt. Bei der Tauchbehandlung muss die Reinheit des Bades geprüft werden, das nur wenig oder kein Fett enthalten darf. Nach der Reinigung müssen alle Rückstände mit einem Spülmittel entfernt und die Oberflächen mit klarem Wasser abgespült werden.

² Alternative Verfahren sind beschrieben in ASTM D2651 – Standard Guide for Preparation of Metal Surfaces for Adhesive Bonding

Crashtests zeigen das hohe Sicherheitsniveau geklebter Profile.
Foto: Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern (D)



Schleifmittel sind besonders wirksam gegen losen Schmutz. Einer Schleifbehandlung sollte immer eine Entfettung folgen, damit Verunreinigungen und aufliegende Partikel entfernt werden.

Strahlen mit feinem Korn stellt die beste Methode dar, unerwünschte Oberflächenschichten (Oxidfilme, Schmutz, Rost, Zunder oder andere Verunreinigungen) von nichtrostendem Stahl zu entfernen. Diese Methode sollte jedoch nur bei dickwandigeren Bauteilen zum Einsatz kommen, die nicht anfällig für Verzug sind [3]. Druckluft aus Kompressoren kann geringe Mengen von Öl enthalten. Eine anschließende Entfettung ist daher unumgänglich. Dabei werden auch mögliche Reste des Strahlguts von der Oberfläche entfernt [8].

Oberflächen-Vorbehandlung – Oberflächen-Vorbehandlung – Einsatz mechanischer, chemischer oder physikalischer Verfahren zur Entfernung stark adsorbierter Oberflächenschichten sowie zur Aktivierung der Oberfläche. Die mechanische Vorbehandlung besteht z.B. im händischen Schleifen mit Schmirgelpapier oder Bürsten. Diese

Bei dünnerem Material sollten Verunreinigungen durch Honen entfernt werden. Die Wirkungsweise ähnelt der des Strahlens; allerdings wird mit Wasser oder Dampf unter Hochdruck gestrahlt. Kommt keines dieser Verfahren in Frage, können Schleifscheiben, -bänder, Tücher oder mittelfines Schleifpapier sowie Bürsten eingesetzt werden [3].

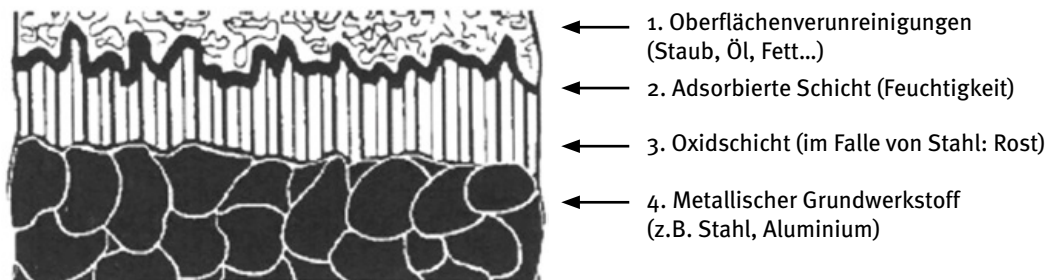


Abbildung 5: Typische Oberflächenschichten auf metallischen Substraten [2]



Oberflächen von nichtrostendem Stahl müssen vor dem Kleben sorgfältig vorbehandelt werden. Foto: Loctite, Düsseldorf (D)

Die o.g. Abfolge – d.h. alleiniges Entfetten oder Entfetten mit anschließendem Schleifen sowie erneutem Entfetten – ist für die meisten Klebungen ausreichend. Werden jedoch höchste Ansprüche an Festigkeit und Reproduzierbarkeit gestellt, ist eine chemische Vorbehandlung erforderlich [5, 9].

In vielen Fällen stellt auch das Ätzen eine geeignete Oberflächen-Vorbehandlung für das Kleben dar. Für nichtrostenden Stahl wird zumeist eine Mischung von HNO_3 und HF benutzt. Auch Produkte auf Basis von Schwefelsäure werden mit gutem Ergebnis eingesetzt [3].

Ferritische und austenitische nichtrostende Stähle [9]

Entfettung

Mit nichtmetallischem Schleifmittel (z.B. Schmirgelpaper oder Strahlmittel) bearbeiten und entfetten

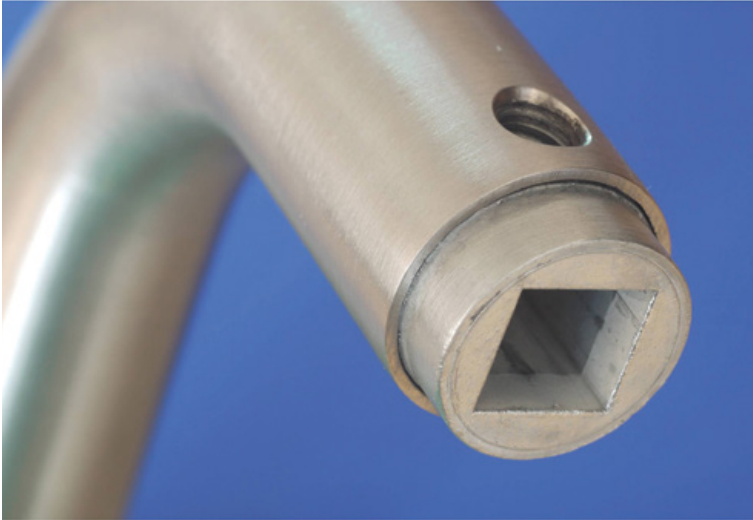
Zur Erzielung einer möglichst festen Klebeverbindung ätzen in einer Lösung aus

Oxalsäure ¹	14,0 kg
konzentrierter Schwefelsäure ²	12,2 kg
Wasser	70,0 l

10 min bei 85–90 °C behandeln, aus dem Bad herausheben und Teil unter klarem, kaltem und laufendem Wasser abspülen. Schwarze Schicht mit einer sauberen harten Bürste entfernen. Mit Heißluft trocknen. Möglichst bald nach der Vorbehandlung verkleben.

¹ Gesundheits- und Umweltschutzvorschriften beachten

² Spezifisches Gewicht 1,82



Klebeverbindungen kommen auch bei der Herstellung von Türdrückern zum Einsatz. Foto: Hoppe, Stadallendorf (D)

Gute Haftung und lange Haltbarkeit werden nach den vorliegenden Erfahrungen auch mit einer hochkonzentrierten Mischung aus Schwefelsäure und Natriumdichromat bei einer Temperatur von 80 °C und einer Behandlungsdauer von 60 min erzielt. Die Giftigkeit dieser chromathaltigen Lösungen ist allerdings ein gravierender Nachteil [5].

Dem Ätzen im Säurebad kann eine Anodisierungsbehandlung in Salpetersäure oder einer Mischung von Schwefel- und Chromsäure nachgeschaltet werden [7]. Anodisiert wird bei einer Stromdichte von 0,5 A/dm² in einer Salpetersäure-Lösung von 40–50 Vol.-% bei 50 °C und einer Behandlungsdauer von 60 min [5].

Oberflächen-Konditionierung – hiermit wird der Auftrag von Haftvermittlern oder Grundierungen bezeichnet. Sie erhöhen die Haftung des Klebers und/oder schützen die Oberfläche. Da dieser Schritt zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand erfordert, wird er zunehmend minimiert oder ganz weggelassen. In jedem Fall muss die Oberflächenbehandlung jedoch so gewählt werden, dass die Mindestanforderungen reproduzierbar eingehalten werden.

Im allgemeinen sollten Klebungen sich unmittelbar an die Oberflächenbehandlung anschließen. Ist das nicht möglich, sind die behandelten Oberflächen zu schützen, z.B. durch Abdecken mit Schutzpapier. Auf keinen Fall sollten Fingerspuren auf den vorbereiteten Oberflächen zurückbleiben. Werden die Fügeteile länger als einen Tag gelagert, kann es erforderlich sein, die Oberflächenbehandlung zu wiederholen.

5 Klebstoffe

Nichtrostender Stahl lässt sich durch Epoxidharz, Acrylat und Polyurethanharz mit anderen Werkstoffen verkleben. Die Auswahl des Klebers hängt von einer Reihe von Faktoren ab, zu ihnen gehören Partnerwerkstoffe, Einsatzbedingungen der Konstruktion und Art der Beanspruchung [10].

Epoxid-Kleber. Der Aushärtungsprozess eines Epoxidklebers beruht auf einer Reaktion zwischen Harz und Härter. Im Falle eines Ein-Komponenten- (1-K-) Systems erübrigt sich das Mischen; die Aushärtung erfolgt unter Wärmeeinfluss bei Temperaturen von über 120 °C. Für gelegentliche Anwender der Klebetechnik werden Zwei-Komponenten-Systeme in gebrauchsfertigen Zwei-Kammer-Kartuschen angeboten. Deren Düse mischt die beiden Komponenten im richtigen Mengenverhältnis und stellt eine vollständige Durchmischung sicher. Auch solche Zwei-

Komponenten- (2-K-) Systeme bestehen aus Harz und Härter, die in einem bestimmten Verhältnis gemischt werden müssen und bei Raumtemperatur oder erhöhten Temperaturen (z.B. rund 50 °C) aushärten. 2-K-Systeme sind weit verbreitet, weil sie gut lagerfähig sind und erst mit der Mischung beginnen abzubinden. Im Unterschied zu vielen anderen Klebstoffen kommen Epoxidharzkleber ohne Lösemittel aus; sie härten durch eine chemische Reaktion aus. Um Versprödung zu vermeiden, werden den meisten modernen Epoxidharzklebern Additive zugesetzt, welche die Zähigkeit verbessern.



Die Düse ist so konstruiert, dass sie Harz und Härter im optimalen Verhältnis mischt.

Foto: M. Pyper / Arnold, Friedrichsdorf (D)

Polyurethan-Kleber. Auch sie sind als Ein- oder Zwei-Komponenten-Kleber erhältlich. 1-K-Produkte härten durch Reaktion mit der Luftfeuchtigkeit aus. Ihre Festigkeit ist vergleichsweise gering. Durch Additive lassen sich Festigkeit, Haftung, Zähigkeit, Temperaturbeständigkeit und Aushärtungszeit beeinflussen [4].



Durch Kleben lassen sich auch artverschiedene Werkstoffe wie nichtrostender Stahl und Glas miteinander verbinden. Foto: Henkel Loctite, Düsseldorf (D)

Nicht nur der Klebstoffhersteller sollte bei der Produktauswahl einbezogen werden, sondern auch der Anbieter des nichtrostenden Stahls, damit er eine optimal klebegeeignete Oberfläche liefern kann. Gröber geschliffene Oberflächen erleichtern es dem Klebstoff, sich mit der Edelstahloberfläche mechanisch zu verhaken. Moderne Klebstoffe sind in gewissem Umfang auch tolerant gegenüber Oberflächenverunreinigungen und Feuchtigkeit [10].

Tabelle 1. Klebstoffauswahl für strukturelle Klebungen [11]

	Mit nichtrostendem Stahl	Klebstoff-Typ				
		Silikon	Silan-modifiziertes Polymer	Polyurethan	Acryl	Epoxid
Nichtrostender Stahl	ja	●	●	●	○	●
Kohlenstoffstahl	ja	●	●	○	○	●
Organisch beschichteter Kohlenstoffstahl	ja	●	●	X	○	○
Verzinkter Kohlenstoffstahl	ja	●	●	X	○	○
Aluminium	ja	●	●	○	○	●
Holz	ja	●	●	○	○	●
Glas/Keramik	ja	●	●	X	○	●
Kunststoff (PVC)	ja	●	●	X	X	X
Kunststoff (PA)	ja	○	●	X	○	
Kunststoff (PP, PE)	nein	X	X	X	X	X

● Sehr empfehlenswert - ○ Empfehlenswert - X Nicht empfehlenswert

Für besondere Anwendungen gibt es herstellerspezifische Produkte, welche über die in der Tabelle verzeichneten Optionen hinausgehen. Hierüber informieren die jeweiligen Anbieter.

Einige Hersteller bieten auch Klebe-Pads an. Bei ihnen handelt es sich um Bänder, Folien oder Gewebe, die beidseitig mit Klebstoff beschichtet sind. Sie geben Klebstoffmenge und -verteilung vor und erleichtern dadurch Handhabung und Anwendung. Ihre Vorzüge: Mechanische Beanspruchungen werden gleichmäßig verteilt, der Umgang mit den Produkten ist leicht erlernbar, größere Investitionen in die Ausrüstung sind nicht erforderlich, das Gewicht ist niedrig und die Klebungen sind optisch unauffällig [12]. Aufgrund ihrer Dicke können sie auch Längenänderungen auffangen, die bei der Verbindung von Werkstoffen mit deutlich unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten auftreten.

Die weitaus meisten Klebeverbindungen liegen im nicht-sichtbaren Bereich. Dennoch gibt es Einzelfälle, in denen der Klebstoff ganz oder teilweise sichtbar ist. Sollen Klebstoffe nicht farblos durchscheinend sein, können sie mit Pigmenten gefärbt werden. Bei entsprechenden Mindestmengen und –auftragswerten können darüber hinaus spezielle, kundenspezifische Zusammensetzungen hergestellt werden [5].



Das Kleben ist in baulichen Anwendungen günstig, wenn nichtrostender Stahl auf Mauerwerk oder Stein aufgebracht werden soll. Foto: Enkolit, Sulz (A).

6 Glossar

Einheitlicher Sprachgebrauch ist bei industriellen Abläufen mitentscheidend für die Ergebnisqualität. Nachstehend einige Begriffsdefinitionen im Bedeutungsumfeld „Kleben“ [8, 13]:

Aushärtung	Verfestigung des ursprünglich flüssigen Klebstoffs durch chemische Reaktion, insbesondere Kondensation, Polymerisation oder Vulkanisation, in der Regel unter Einwirkung von Wärme oder in Gegenwart eines Katalysators, mit oder ohne Druckeinwirkung
Aushärtezeit	Zeit, während derer ein Klebstoff auf einem Füge­teil oder in einem gefügten Bauteil mit oder ohne Wärme- und/oder Druckeinwirkung aushärtet
Delamination	Trennung von Schichten eines Laminats aufgrund des Versagens des Klebstoffes entweder innerhalb der Klebstoffschicht oder im Grenzbereich zwischen Klebstoff und Füge­teil
Einsatzbedingung	Umgebungsbedingung, denen eine Klebeverbindung ausgesetzt ist
entfetten	Fett oder Öl von der Oberfläche eines Füge­teils entfernen
fügen	artgleiche oder -verschiedene Werkstoffe mit Hilfe eines Klebstoffs verbinden
Füge­teil	Körper, der mit einem anderen Körper verklebt oder zu verkleben ist
Füge­teiloberfläche	verklebte oder zu verklebende Oberfläche eines Füge­teils oder einer Klebnaht
Grenzschicht	Zone zwischen der Füge­teil-Oberfläche und der Klebstoffschicht, in der Adhäsions- und Bindekräfte wirksam werden
Grundierung	Beschichtung, die vor Auftrag eines Klebstoffes auf eine Oberfläche mit dem Ziel aufgetragen wird, die Eigenschaften der Naht zu verbessern
Haltbarkeit	Zeitraum, für den ein verpackter Klebstoff unter bestimmten Temperaturbedingungen gelagert werden kann und seine Gebrauchsfähigkeit behält
herausquellen, auslaufen	zwischen den zu fügenden Oberfläche wegen übermäßigen Auftrags oder geringer Viskosität des Klebstoffs austreten
Klebefuge	mit Klebstoff gefüllter Raum zwischen zwei Füge­teilen
kleben	bewirken, dass zwei Oberflächen durch Adhäsion zusammengehalten werden
Klebeverbindung	Verbindung von Füge­teilen mittels eines Klebstoffs

Klebstoff	nichtmetallische, flüssige, pastöse oder feste Substanz, welche Fügeteile durch Adhäsion (Grenzschichthaftung) und Kohäsion (innere Festigkeit der Klebstofflage) zusammenzuhalten vermag
Klebstoffschicht	ausgehärtete oder nicht ausgehärtete Lage Klebstoff zwischen den Fügeteilen
Konditionierzeit	Zeit eines Temperatur-, Druck- oder Medieneinflusses auf die Klebeverbindung
Punktschweißklebe- verbindung	Fügeverfahren, bei dem die Verbindung durch eine zusätzliche Punktschweißung hergestellt wird, wobei die Schweißung entweder eine unausgehärtete Klebstoffschicht durchdringt oder der Klebstoff die Punktschweißung umhüllt
strukturelle Verklebung	lastbeanspruchte Verbindung von hoher Festigkeit und Steifigkeit und gleichmäßiger Lastverteilung
Topfzeit	Zeitspanne, während derer ein Klebstoff nach dem Anmischen mit Katalysatoren, Lösemitteln oder Komplexbildnern gebrauchsfähig bleibt
Trocknungszeit	siehe "Aushärtezeit"

7 Literaturnachweis

- [1] *MIL-HDBK-691B Military Standardization Handbook, Adhesive Bonding*, 1987
- [2] *Surface Treatment, The Adhesive and Sealant Council*, 2009
- [3] *ASM Specialty Handbook, Stainless Steels*, ed. J.R. Davis, ASM International, 1994
- [4] *Adhesive bonding, Science, technology and applications*, ed. R. D. Adams, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, 2005
- [5] *Advances in structural bonding*, edited by D. A. Dillard, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, 2010
- [6] *Adhesive bonding*, SABIC Innovative plastics,
http://kbam.geampod.com/KBAM/Reflection/Assets/10581_2.pdf
- [7] Cunat, P.J., *Working with Stainless Steels, Materials and Applications Series, Volume 2*, Euro Inox, Second edition, 2009.
- [8] Habenicht, G., *Applied Adhesive Bonding, A Practical Guide to Flawless Results*, Wiley-VCH, 2009
- [9] *Surface Preparation and Pretreatment of Structural Adhesives*, Ciba Adhesives,
<http://www.on-hand.com/Manuals/SurfacePreparation.pdf>
- [10] Cochrane, D., *Edelstahl Rostfrei – Dekorative Oberflächen im Bauwesen*, Reihe Bauwesen, Band 1, Euro Inox 2006
- [11] *Sélection de collage structural*, Loctite, www.360bonding.com
- [12] *Gluing Guide*, DSM Gluing of Engineering Plastics,
http://www.dsm.com/en_US/downloads/dep/Gluing_Guide.pdf
- [13] *Standard Definitions of Terms Relating to Adhesives*, The Adhesive and Sealant Council,
<http://www.ascouncil.org/news/adhesives/docs/AdhesiveGlossary.pdf>

ISBN 978-2-87997-068-4