

Oberflächenbehandlung von nichtrostendem Stahl

White Paper

Oberflächenbehandlung von nichtrostendem Stahl

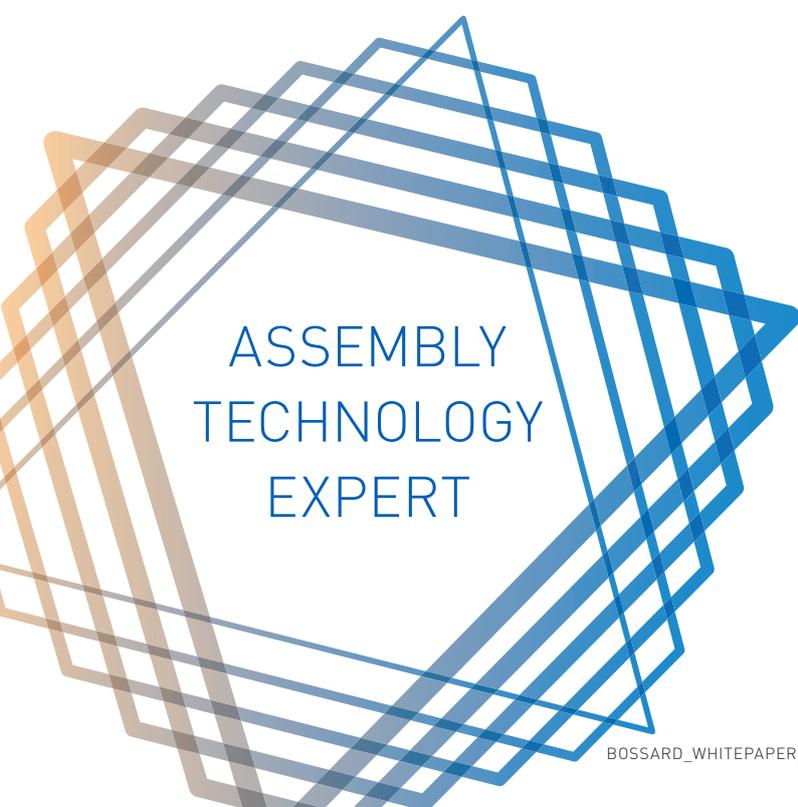
von Joe Tee

Engineering Manager,
Bossard Asia Pacific

www.bossard.com

Alle Rechte vorbehalten © 2020 Bossard

Die erwähnten Empfehlungen und Hinweise sind im praktischen Einsatz durch den Leser hinreichend zu überprüfen und für deren Anwendung als geeignet zu erklären. Änderungen vorbehalten.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

ÖBERFLÄCHENBEHANDLUNG VON NICHTROSTENDEM STAHL

Vorwort

In der schnelllebigen Welt der Verbindungstechnik hört man möglicherweise Aussagen wie: „Der von Ihnen eingesetzte rostfreie Stahl ist verrostet. Das kann kein nichtrostender Stahl sein. Was ist schiefgegangen? Wie können wir das beheben? Können wir überprüfen, ob die chemische Zusammensetzung des Werkstoffs korrekt ist?“

Auch wenn das Ziel von rostfreien Stahlanwendungen immer ist, ganz im Sinne des Konstrukteurs und des Endbenutzers zu funktionieren, gibt es doch eine ganze Reihe von Situationen, in denen man von der Qualität des Materials enttäuscht werden kann. Diese fallen zwar meistens in ein paar wenige grundlegende Kategorien, es ist jedoch äusserst wichtig, die möglichen Ursachen zu verstehen, die zu den jeweiligen Situationen führen. So hätte in den meisten Fällen bereits ein geringes Grundwissen das Problem verhindern oder zumindest erheblich verbessern können.

Als rostfrei gilt laut Definition im Allgemeinen etwas, das keine Rostflecken oder sonstige Mängel aufweist. Im Falle des nichtrostenden Stahls bezieht sich diese Eigenschaft auf die Hauptfunktion des Materials – eine gewisse Beständigkeit gegen Verfärbung und Korrosion. Der gängigste nichtrostende Stahl enthält sowohl Chrom (18–20 %) als auch Nickel (8–10,5 %) als eisenfreie Hauptbestandteile. Er besitzt eine niedrigere elektrische und thermische Leitfähigkeit als Kohlenstoffstahl und ist grundsätzlich nicht magnetisch. Des Weiteren verfügt er über eine höhere Korrosionsbeständigkeit als gewöhnlicher Stahl und findet breite Anwendung, weil er besonders leicht in unterschiedlichste Formen gebracht werden kann.

In der Industrie gibt es zudem zahlreiche verschiedene Arten von Oberflächenbehandlungen, die sich jeweils unterschiedlich auf die Korrosionsbeständigkeit von nichtrostendem Stahl auswirken. In diesem Artikel wird nun die Bedeutung von Passivierung, Schleifmittel und Oberflächenrauheit für die Korrosionsbeständigkeit von nichtrostendem Stahl dargelegt. Des Weiteren wird gezeigt, wie wichtig es ist, die richtige Spezifikation für die Anwendungen zu definieren, bei denen die optische Erscheinung ein dominanter Faktor ist.

Um dem Thema wirklich auf den Grund zu gehen, wollen wir uns hier auf zwei Schwerpunkte konzentrieren:

- Ist die Passivierung von nichtrostendem Stahl notwendig?
- Die Bedeutung der Oberflächenbearbeitung von nichtrostendem Stahl

Der nichtrostende Stahl verdankt seinen Namen der Tatsache, dass er bei Kontakt mit Sauerstoff einen dünnen, harten Haftfilm aus Chromoxid bildet, der das Metall vor Korrosion schützt. Wird die Oberfläche beschädigt, bildet sich diese Schutzschicht dann automatisch einfach nach. Das macht deutlich, wie wichtig die Oberflächenbearbeitung von nichtrostendem Stahl für die Korrosionsbeständigkeit ist. Obwohl diesem Thema normalerweise grosse Aufmerksamkeit zuteilwird, muss der Kunde doch von Zeit zu Zeit daran erinnert werden, sodass wir Möglichkeiten zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit verschiedener nichtrostender Stähle erarbeiten können.

Die Hauptanforderung an nichtrostenden Stahl liegt in seiner Korrosionsbeständigkeit für eine spezielle Anwendung oder Umgebung. So muss die Wahl einer bestimmten „Art“ oder „Qualität“ von rostfreiem Stahl von vorne herein den jeweiligen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit entsprechen. Um die Anforderungen an das Produkt zu gewährleisten, müssen zudem eventuell zusätzliche mechanische oder physikalische Eigenschaften berücksichtigt werden.



Abb. 1: Oberfläche vor Passivierung



Abb. 2: Oberfläche nach Passivierung und Polieren



Abb. 3: Zeigt den Prozess, wie eine Schicht aus Chromoxid gebildet wird

OBERFLÄCHENBEHANDLUNG VON NICHTROSTENDEM STAHL

Ist die Passivierung von nichtrostendem Stahl notwendig?

Bei Handling- und Bearbeitungsprozessen – beispielsweise beim Umformen, bei der maschinellen Verarbeitung und beim Trowalisieren – können Eisen- oder Werkzeugstahlpartikel in die Oberflächen der Komponenten aus nichtrostendem Stahl eingelagert oder auf diese aufgetragen werden. So ist nichtrostender Stahl also an sich höchst korrosionsbeständig, die während der Herstellung verursachten Eisenverunreinigungen sind jedoch für Rost und Korrosion anfällig. Wird diese Kontamination nicht vom Werkstoff entfernt, können diese Partikel korrodieren und zu Roststellen oder Verfärbungen auf der Oberfläche des nichtrostenden Stahls führen.

Die Partikel können also zu Oberflächenfehlern führen. Der Grundwerkstoff bleibt dabei jedoch unverändert und behält seine grundlegenden mechanischen Leistungsmerkmale bei. Auch wenn der Grundwerkstoff mechanisch unverändert bleibt, kann der nichtrostende Stahl allerdings an Stellen mit Lochkorrosion keine Passivierung erzeugen. Üblicherweise gilt die Passivierung als Standardmethode zur Reinigung von nichtrostendem Stahl; tatsächlich handelt es sich bei der Passivierung jedoch keineswegs um einen Reinigungsprozess.

Beim Passivierungsverfahren werden vielmehr anhand von Salpeter- und Zitronensäuren jegliche Eisenreste von der Bauteiloberfläche entfernt. Besondere Beachtung wird in der Norm ISO 16048 vor allem der grundlegenden Tatsache geschenkt, dass bei der Herstellung von nichtrostendem Stahl oder von Produkten aus nichtrostendem Stahl umgehend ein Oberflächenfilm aus Chromoxid gebildet wird. Es ist dieser sehr dünne Oxidfilm, der durch Passivierung verdickt werden kann.

Die Dicke der Schicht beträgt etwa 0,002 µm. Technisch betrachtet werden durch die Passivierung weder Öle noch andere nicht-eisenhaltige Verunreinigungen entfernt. Diese anderen Verunreinigungen werden vielmehr durch einen intensiven Reinigungsvorgang mit sauberem Wasser entfernt – vor dem eigentlichen Passivierungsprozess.

Forum zur Galvanotechnik/Eloxierung in der industriellen Oberflächenbehandlung – Ausgabe vom März 1983: „Jeden Monat verschwenden Hersteller Tausende Dollar auf komplette Passivierungszyklen, obwohl eigentlich nur eine richtige Reinigung erforderlich ist.“ Ausserdem kann – neben einer gründlichen Reinigung – durch den Einsatz von Hartmetallwerkzeugen die Verunreinigung des nichtrostenden Stahls durch Eisen auf ein Minimum reduziert werden. Industrielieferer können demnach wo möglich Hartmetallwerkzeuge einsetzen, um den Werkzeugverschleiss zu vermindern und damit gleichzeitig die Partikel aus eingelagertem Werkzeugstahl zu minimieren.

Ziel des Bossard Anwendungs-Engineering ist es, unsere Kunden bei der Senkung ihrer Bauteilkosten zu unterstützen. Dabei liegt eine Möglichkeit der Kosteneinsparung in der Eliminierung von nicht-wertschöpfenden Prozessen – zu denen die Passivierung auch gehören kann. So ist die Passivierung ein kostspieliges und wenig umweltfreundliches Verfahren. Daher empfehlen wir im Vorfeld eine Überprüfung der Anforderungen des Kunden, um festzustellen, ob die Passivierung für die jeweilige Anwendung tatsächlich erforderlich ist.

Zu den typischen Anwendungen, bei denen eine Passivierung angemessen ist, gehören medizinische Implantate oder Geräte, Komponenten aus der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie, Sensorsysteme sowie Reinraum-Anwendungen. Unter Ausnahme der oben genannten Anwendungen sowie anderer, bei denen der jeweilige Anwender es für angemessen erachtet, gibt es Tausende von Anwendungen, die keine Passivierung erfordern.

Zu beachten ist, dass alle Kohlenstoffrückstände zu Oberflächenbeschädigungen führen können, wobei das nicht bedeutet, dass dadurch die Korrosionsbeständigkeit des Grundwerkstoffs oder die Grundleistung des Bauteils beeinträchtigt wird. Die Kostendifferenz zwischen einem passivierten und einem nicht-passivierten Bauteil liegt bei etwa 15 bis 20 %. Erfordert die Kundenanwendung keine Passivierung, ist ein Bauteil mit einer glatten Oberflächenbearbeitung anstelle eines passivierten Finishes empfehlenswert.

Die Hauptanforderung an nicht-rostenden Stahl liegt in seiner Korrosionsbeständigkeit für eine spezielle Anwendung oder Umgebung. So muss die Wahl einer bestimmten „Art“ oder „Qualität“ von rostfreiem Stahl von vorne herein den jeweiligen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit entsprechen.

Die Korrosionsbeständigkeit von nichtrostendem Stahl beruht auf dem Legierungselement Chrom. Auf der Oberfläche von Stahl bildet sich von selbst ein chromreicher Oxidfilm. Bei Beschädigung wird der Film normalerweise automatisch wiederhergestellt. Hierbei spricht man vom passiven Zustand des Stahls. Wird der Film zerstört, befindet sich die Oberfläche im aktiven Zustand.



Abb. 4: Passiviertes Sensorgehäuse

OBERFLÄCHENBEHANDLUNG VON NICHTROSTENDEM STAHL

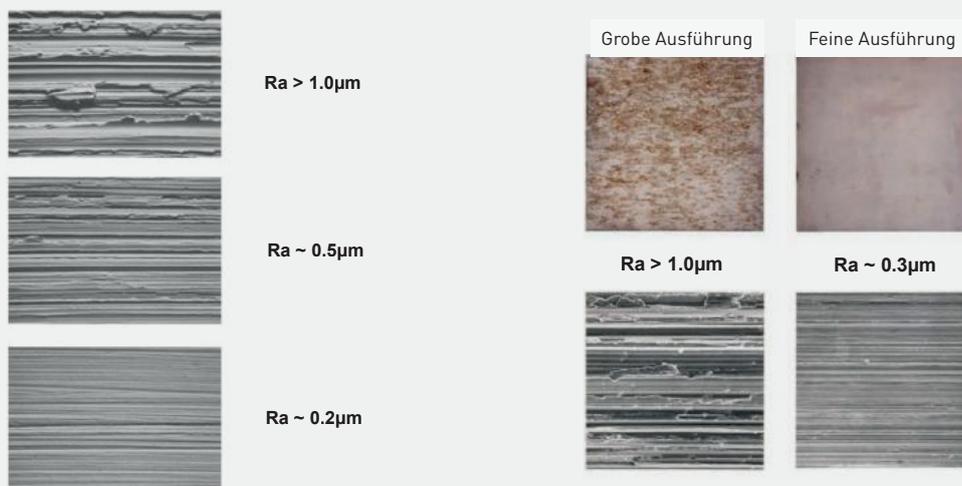
Die Bedeutung der Oberflächenbehandlung von nichtrostendem Stahl

Im folgenden Abschnitt betrachten wir nun unter Bezugnahme auf die Norm EN 10088-2, wie wichtig das Bearbeiten der Oberfläche ist. In dieser Norm werden die Mittenrauwerte festgelegt, die sich direkt auf die Korrosionsbeständigkeit auswirken.

So weisen grob geschliffene Oberflächen mit Ra-Werten von $> 1,0$ Mikrometern tiefe stumpfe Rillen auf, in denen sich Chloridionen ansammeln können. Dadurch besteht die potenzielle Gefahr, dass der passive Film zerstört wird, was wiederum zur Korrosion führen kann. Im Gegensatz dazu gewährleisten Ra-Werte von $< 0,5$ Mikrometern saubere Oberflächen mit wenigen Stellen, an denen sich Chloridionen ansammeln können. Hier stellt eine einfache Satinierung eine gute Lösung für eine fein polierte Oberfläche mit angemessener Korrosionsbeständigkeit dar.

Auch im Hinblick auf die Verfärbung können wir sehen, dass sich die Rauheit der jeweiligen Oberflächenbearbeitung massgeblich auswirkt. So sind rauere Oberflächen ($Ra > 1,0$ Mikrometer) anfälliger für Verunreinigungen als glattere Oberflächen ($Ra < 0,5$ Mikrometer).

Rasterelektronenmikroskop-Untersuchungen von nichtrostenden Stahlproben mit unterschiedlichen Rauheitswerten nach beschleunigten Korrosionstests haben bestätigt, dass glattere Oberflächen weniger Verfärbungen aufweisen (siehe Abb. 5 und 6 unten).



Im Hinblick auf die Problematik der Oberflächenrauheit und der daraus resultierenden Verfärbung, insbesondere bei grossen Aussenflächen, wird häufig mit verschiedenen Schleifkörnern und -bändern experimentiert, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Ausserdem sollten drei weitere Faktoren berücksichtigt werden:

Ausrichtung

Mittels einer vertikalen Ausrichtung beim Schleifen kann das Ansammeln von Schadstoffen auf ein Minimum reduziert werden. Gleichzeitig wird die natürliche Waschwirkung durch Regen und Kondensation maximal genutzt. Diese Oberflächenbehandlung wird manchmal auch als Linien-Finish bezeichnet. Erzeugt wird sie durch vertikal ausgerichtetes Schleifen mit einem Sandpapier mit einer Körnung von etwa 150–180. Hierbei handelt es sich um eine der gängigsten Oberflächenbehandlungen von nichtrostendem Stahl im Metallbau.

Oberflächenreflexion

Eine glattere Oberfläche erscheint heller und manchmal sogar spiegelblank, eine Eigenschaft, die bei manchen Konstruktionen erwünscht sein kann. In diesem Fall sollte eine „matte“ nicht-richtungsgebundene Poliermethode zur Oberflächenbearbeitung angewendet werden, wie beispielsweise das Glasper-Strahlen.

grossformatige Teile

Wird nichtrostender Stahl für grosse Teile eingesetzt, sollten Elemente wie Vorsprünge, horizontale Rillen und Perforationen möglichst vermieden werden, um die für die Ansammlung von Schadstoffen anfällige Gesamtfläche zu verringern.

OBERFLÄCHENBEHANDLUNG VON NICHTROSTENDEM STAHL

Zusammenfassung

Es gibt zahlreiche Oberflächenbearbeitungen für nichtrostenden Stahl. Davon sind ein paar auf das Walzwerk zurückzuführen, andere erfolgen jedoch erst später bei der Weiterverarbeitung, zum Beispiel durch Schleifen, Bürsten, Strahlen oder Ätzen. Bei der Verwendung gleichwertigen nichtrostenden Stahls wirken sich die Art des Polierens oder entsprechende andere Oberflächenbearbeitungen direkt auf die Korrosionsbeständigkeit aus. Die Norm EN 10088-2 2K besagt, dass der Ra-Wert 0,5 Mikrometer nicht überschreiten sollte – ein Finish, das mit Schleifbändern aus Siliziumkarbid mit einer Körnung von 240 problemlos zu erzielen wäre. Grundsätzlich eignen sich nach ISO 3506 genormte Verbindungselemente für die meisten Baugruppen. Sonderteile mit einer anderen Oberflächenbearbeitung können zusätzlich angefordert werden.

Die Passivierung erfolgt hingegen erst, nachdem die Oberfläche des nichtrostenden Stahls gründlich gereinigt oder entzundert wurde. Da mit dem Begriff „Passivierung“ im Zusammenhang mit nichtrostenden Stählen verschiedene Verfahren oder Prozesse beschrieben werden, sollte hier kein Raum für Missverständnisse gelassen werden, sodass ein nichtrostender Stahl mit der gewünschten verbesserten Korrosionsbeständigkeit gewährleistet werden kann.



Wenn Sie noch Fragen zum Thema Korrosion haben,
können Sie sich jederzeit direkt an uns wenden. Wir
sind Ihnen gerne behilflich. Kontaktieren Sie uns unter:
www.bossard.com.