

Damit Edelstahl auch edel bleibt

Edelstahloberflächen werden nur in den seltensten Fällen mit einer Beschichtung geschützt. Durch eine fachgerechte Oberflächenbehandlung, etwa durch Beizen oder Elektropolieren, ist ein solcher Schutz auch gar nicht nötig. Dank intensiver Forschung und Entwicklung in der Stahlindustrie stehen heute für fast alle Anwendungsbereiche die geeigneten Legierungstypen zur Verfügung.



Christoph Stalder, Geschäftsführer Stalderfinish.

Das Volumen des Festkörpers wurde von Gott geschaffen, seine Oberfläche aber wurde vom Teufel gemacht», sagte der Physiker und Nobelpreisträger Wolfgang Pauli und deutete damit an, dass die Vorgänge an der Oberfläche eines Werkstoffes äusserst komplex sind. Viele Stoffgesetze gelten nur eingeschränkt, und häufig treten schwer berechenbare Grenzflächeneffekte auf. Andererseits bieten gezielte Oberflächenbehandlungen grosse Chancen, die Werkstoffoberfläche entscheidend zu verbessern. Im Besonderen trifft das auf Edelstahloberflächen zu, da diese nur in den seltensten Fällen mit einer Beschichtung geschützt werden. Meis-

tens ist ein solcher Schutz weder nötig noch sinnvoll, denn durch fachgerechtes Beizen bzw. Elektropolieren kann das Maximum an Korrosionsbeständigkeit und Funktionalität erreicht werden.

Mit der Erzeugung des ersten Edelstahls im Jahre 1912 wurde ein Werkstoff geschaffen, der heute in vielen Anwendungsgebieten nicht mehr wegzudenken ist. Lange Zeit herrschte die Meinung vor, Edelstahl könne nicht rosten, daher kam auch der Name «Nichtrostender Stahl». Das erwies sich aber bald als Irrtum, vor allem dann, wenn Legierungstypen an Bauteilen eingesetzt wurden, die für diese spezifischen Anforderungen nicht geeignet waren.

Dank intensiver Forschung und Entwicklung in der Stahlindustrie stehen heute für fast alle Anwendungsprobleme die geeigneten Legierungstypen zur Verfügung. Bei den Edelstählen allein gibt es in etwa 120 verschiedene Legierungen. Alle Edelstähle sind eine Eisenbasislegierung, d. h., der Anteil Eisen beträgt mindestens 50%. Rostsicherheit wird in erster Linie durch das Legierungsmetall Chrom gewährleistet. Ab 13% Chromanteil bildet sich die korrosionshemmende Passivschicht. Darüber hinaus werden dem Stahl noch andere Legierungselemente zugeführt, so etwa Nickel, Molybdän, Kupfer, Silizium, Mangan, Titan, Niob, Vanadium, Schwefel, Stickstoff und Kohlenstoff.

Zerstörte Passivschicht

Der Edelstahl verdankt seine Korrosionsbeständigkeit einer sehr dünnen Passivschicht, die zum grössten Teil aus Chromoxiden besteht. Diese Passivschicht ist nur etwa 2-4 Nanometer dick. Durch die Weiterverarbeitung des Edelstahls gibt es diverse Einflussfaktoren, die die Passivschicht partiell schädigen oder gar zerstören können. Es sind dies beispielsweise:

- Zunderschichten und Anlauffarben von einer Wärmebehandlung in oxidierender Atmosphäre,
- Schlackenrückstände vom Schweißen,
- Ziehmittlerückstände auf Draht wie etwa Kupfer,
- Oberflächenverunreinigungen mit unlegiertem Stahl, die zu sogenanntem Fremdrost führen können,
- Strahlen mit verunreinigtem Strahlgut usw.

Die Grundvoraussetzung für eine optimale Bildung der Passivschicht ist eine metallisch reine Oberfläche. Da das Funktionsverhalten eines Werkstückes weitgehend durch seine Oberflächenbeschaffenheit bestimmt wird, stehen heute mehrere

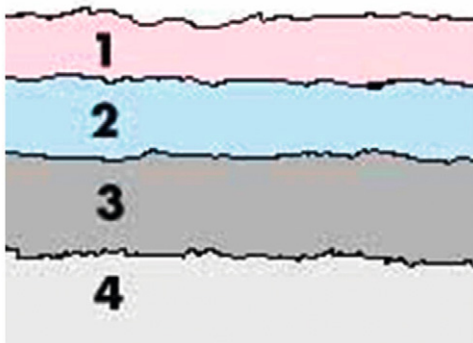
Elektropolieren

Beim Elektropolieren wird die Oberfläche des anodisch geschalteten Werkstücks durch Einfluss von Gleichstrom abgetragen. Der Werkstoff wird also durch den Elektrolyt aufgelöst, wobei der Abtrag vollständig belastungsfrei und unter einebnenden Bedingungen erfolgt. Die Einebnung beginnt im Gegensatz zu mechanischen Abtragsverfahren im Mikrobereich und erfasst mit zunehmender Bearbeitungsdauer auch grössere Strukturen, die verrundet und an ihrer Oberfläche geglättet werden.

Die Voraussetzung des Poliervorgangs ist die Bildung eines Polierfilms, der durch Stromeinfluss an der Metalloberfläche entsteht. Die einebnende Wirkung des Elektropolierens erfasst nur Rauheiten, deren Höhen geringer sind als die Schichtdicke des Polierfilms.

Autor

Christoph Stalder
9032 Engelburg



Chemischer Aufbau bei Zunder- und Schweißnähten (schematische Darstellung)

1. Fe₂O₃-Schicht, schlecht säurelöslich
2. Fe₃O₄-Schicht, besser säurelöslich
3. FeO-Schicht, gut säurelöslich
4. Grundmetall

Drei Beizverfahren

Je nach Form und Grösse der Teile werden unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Von den bekannten Beizverfahren sind drei Wesentliche zu unterscheiden:

- Beizpaste: zum partiellen Beizen von Schweißnähten und kleinen Flächen.
- Sprühbeizen: zum grossflächigen Beizen von Grossteilen, die wegen ihrer Grösse oder Beschaffenheit nicht im Bad gebeizt werden können.
- Badbeizen: wird für kleinere und mittelgrosse Teile in Tauchverfahren eingesetzt.

Durch fachgerechtes Beizen der Edelstahloberflächen und -schweißnähte wird die volle Korrosionsbeständigkeit und ein dekoratives metallisches Aussehen am Werkstück garantiert.

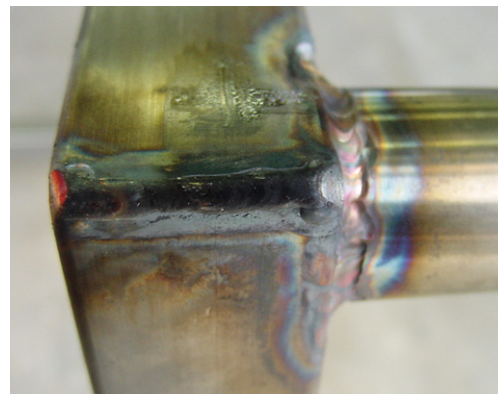
Möglichkeiten für die Verbesserung der Oberfläche zur Verfügung. Die Oberfläche kann beispielsweise durch Beschichtungen den zu erwartenden Belastungen weitgehend angepasst werden. Galvanotechnik, CVD und PVD-Verfahren bieten hier eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Beseitigung einer minderwertigen Oberflächenschicht eines qualitativ an sich ausreichenden Grundwerkstoffes bildet eine sowohl wirtschaftlich, als auch technisch interessante Möglichkeit.

Beizen

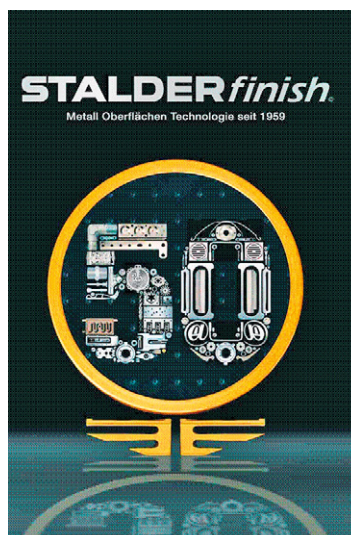
Wie bereits erwähnt, ist zur Erzielung höchster chemischer Beständigkeit bei den Edelstählen eine

metallisch saubere Oberfläche mit geringer Rautiefe erforderlich. Die bei einer Warmformgebung, Wärmebehandlung oder bei Schweißarbeiten entstandenen Zunderschichten und Anlauffarben müssen entfernt werden, da sie die Ausbildung der korrosionshemmenden Passivschicht verhindern. Weil die Zunderschicht bei nicht rostenden Stählen vorwiegend aus sehr harten Chromoxiden besteht, ist eine metallisch saubere Oberfläche auch bei Kaltumformverfahren im Hinblick auf die Vermeidung von Oberflächenbeschädigungen und geringeren Werkzeugverschleiss von grossem Vorteil.

Ein bewährtes Verfahren zur Beseitigung von Zunder ist das Beizen. Verwendet werden Gemische aus verschiedenen wirkenden verdünnten Säuren wie Salpetersäure und Flußsäure. Diese Säuregemische lösen die Zunderschicht aufgrund chemischer Umsetzung der Oxide zu den entsprechenden Metallsalzen. Der bei den Umsetzungsprozessen sich bildende, anfangs atomare Wasserstoff unterstützt den Entzunderungsvorgang durch Absprengen der Zunderpartikel. Locker anhaltende Zunderreste werden anschliessend mit dem Hochdruckwasserstrahl entfernt. Das gründliche Spülen nach dem Beizen ist von äusserster Wichtigkeit und beeinflusst die Qualität entscheidend. (aa)



Durch Schweißen entstandene Zunderschichten und Anlauffarben, die entfernt werden müssen, da sie die Ausbildung der Passivschicht verhindern. (Bild: zvg)



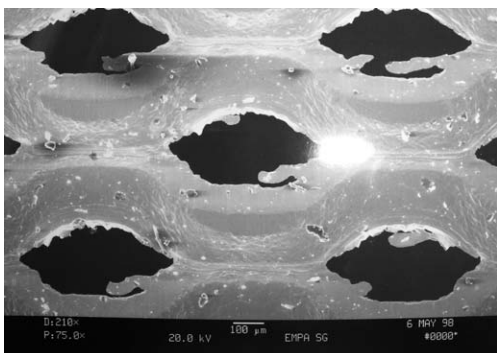
50 Jahre STALDERfinish

Die Firma Stalder AG wird dieses Jahr fünfzig Jahre alt. 1959 hat das Firmengründer-Ehepaar Isolde und Eugen Stalder mit viel Engagement und grossen Ideen eine kleine Verchromerei übernommen und laufend in neue Gebäude, Technologien und Anlagen investiert. Heute, nach fünfzig Jahren, veredeln über sechzig Mitarbeitende auf modernsten Anlagen die unterschiedlichsten Teile aus der Konsumgüterindustrie bis hin zur Medizinaltechnik mit einer breiten Palette von Verfahren in der Metalloberflächentechnologie.

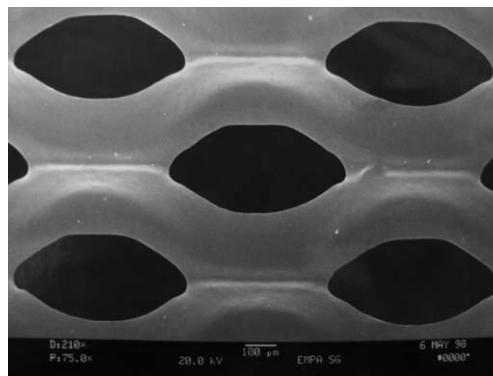
STALDER AG
9032 Engelburg
071 278 16 16
www.stalderag.ch
info@stalderag.ch

Mit Elektropolieren Edelstahl veredeln (2. Teil)

Überall, wo höchste Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit gestellt werden, beispielsweise in der Chemieindustrie, Lebensmittelindustrie und vor allem auch in der Medizinaltechnik, werden elektropolierte Oberflächen erfolgreich eingesetzt.



Löcher eines Streckmetalls mit starken Graten vor dem Elektropolieren. Lochdurchmesser ca. 0,5 mm, Vergrößerung 80-fach. (Bild: z.V.g.)



Absolut gratfrei nach dem Elektropolieren. Vergrößerung 80-fach. (Bild: z.V.g.)

Neben der einebnenden Wirkung des Polierfilms im Mikrobereich ist auch die Feinentgratung im Makrobereich zu beachten. Da durch den Faraday-Effekt an den Kanten und Ecken höhere Stromdichten vorherrschen, ist an diesen Stellen auch die Abtragsrate grösser. Dieser Effekt ist technisch von grosser Bedeutung und wird gezielt zur Feinentgratung von Kanten und Oberflächen genutzt. Die Wirksamkeit der Entgratung hängt grösstenteils von der Form und Grösse der Grate ab.

Gut zu entfernen sind Grate mit schmalen Gratfuss und grosser Oberfläche im Verhältnis zur Masse, so etwa Schleifgrate. Grate mit dickem Gratfuss werden nicht vollständig entfernt, sondern es verbleibt ein verrun-

deter Gratwulst. Die Entfernung grosser Grate ist aufgrund der dazu notwendigen langen Elektropolierdauer meist nicht sinnvoll.

Verbessertes Reinungsverhalten

Elektropolierte Oberflächen zeigen gegenüber mechanisch hergestellten Oberflächen bei gleichen Rauigkeitswerten eine Re-

duzierung der realen Ausdehnung um rund 80 %, wodurch das Reinigungsverhalten deutlich verbessert wird und sich die Wechselwirkungen zwischen Oberfläche und Umgebung reduzieren. Im Mikrobereich ist die Oberfläche glatt und geschlossen, im Makrobereich zeigt sie je nach der Struktur im Ausgangszustand eine gewisse Restwelligkeit. Auf dieser glatten Oberfläche sind die Verankerung von Belägen sowie Verschmutzungen stark vermindert, der Aufwand für die Reinigung elektropolierter Oberflächen wird dadurch deutlich kleiner.

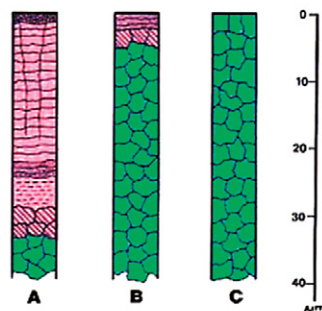
Qualitätskontrolle durch Elektropolieren

Elektropolieren wird auch erfolgreich bei Werkstoff- und Rissprüfungen eingesetzt. Werkstofffehler wie Chromkarbidausscheidungen oder Chromverarmungen an den Korngrenzen, die durch unsachgemässe Wärmebehandlung wie Härten, Glühen oder Schweißen verursacht werden,

sind nach dem Elektropolieren durch eine unregelmässige Matte und zum Teil poröse Oberfläche von Auge gut zu erkennen. Risse, selbst wenn sie durch verzogenes Material an der Oberfläche überdeckt und nicht mehr sichtbar sind, werden durch Elektropolieren freigelegt. Da das Elektropolieren den Riss als eine Kante feststellt, erfolgt an den Risskanten ein verstärkter Angriff. Dadurch wird der Riss geöffnet und von freiem Auge deutlich sichtbar. Kleinere Risse können durch mikroskopische Begutachtung nachgewiesen werden.

Optimale Korrosions- beständigkeit

Die Passivierung der Oberfläche ist von grösster Bedeutung für die Korrosionsbeständigkeit des Werkstücks. Elektropolieren schafft optimale Voraussetzungen zur Bildung einer fehlerfreien Passivschicht. Die elektropolierte Oberfläche zeichnet sich durch ein unverfälschtes Grundgefüge aus und ist frei von Verunreinigungen und lokalen Störungen. Durch die höhere Löslichkeit des Eisens im Elektrolyten kann man sogar eine leichte Anreicherung der für die Passivschichtbildung wesentlichen Legierungselemente feststellen.



Einfluss der Oberflächenbearbeitung auf die Tiefe der metallisch veränderten Schicht. A = geschliffen, B = gehont, C = elektropoliert. (Bild: z.V.g.)

Autor

Christoph Stalder
9032 Engelburg
www.stalderag.ch
info@stalderag.ch



Trommelelektropolier-Anlage.



Behälter für die Lebensmittelindustrie. (Bild: z.V.g.)

Dadurch wird die optimale Korrosionsbeständigkeit des jeweiligen Werkstoffs erzielt. Da der Elektropolierprozess anodisch geschaltet ist, wird an der Werkstückoberfläche Sauerstoff freigesetzt. Dadurch ist die elektropolierte Oberfläche bereits passiviert, wenn sie aus dem Elektropolierbad kommt. Sie bedarf keiner zusätzlichen Passivierung.

Grosses Teilespektrum

Das Teilespektrum reicht vom Knochennagel bis zum Brennelementlagerbecken eines Atomkraftwerkes. Es stehen verfahrenstechnisch verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Zum weitaus grössten Teil wird, wie in der Galvanotechnik üblich, in Bädern gearbeitet, wo das Werkstück vollständig in den Elektrolyten eintaucht. Der Aufbau dieser Anlagen ist mit denen der Hartverchromung ziemlich identisch. Bei Werkstücken, die Winkel oder sonstige für die Galvanotechnik ungünstige Formen aufweisen, wird mit Hilfeelektroden gearbeitet.

Behälter, die wegen ihrer Grösse nicht mehr im Bad elektropoliert werden können, werden extern vom Bad behandelt. Das bedeutet, dass die Behälter selber als Bad benutzt werden. Der Behälter wird zuerst mit Elektroden

bestückt und verkabelt. Anschliessend wird er mit dem Elektrolyten gefüllt und so in sich elektropoliert.

Kleinteile im Schüttgut elektropolieren

Für die Schweiz einzigartig, bietet die Stalder AG das Trommelelektropolieren an. Es wird dadurch möglich, Kleinteile im Schüttgut in 100 % gleicher und höchster Qualität zu elektropolieren. Beim Trommelelektropolieren werden die Kleinteile in einer speziellen Elektropoliertrommel im Schüttgut behandelt.

Mit diesem Verfahren stösst das Elektropolieren in neue Märkte vor, wo es aus preislichen Gründen bis dahin nicht infrage gekommen wäre. Heute muss man auf die optimale Oberflächenqualität des Elektropolierens bei Kleinteilen nicht mehr verzichten. Ob Federn, Bolzen, Flachteile, es gibt kaum ein Teil, das sich nicht trommelelektropolieren lässt. (aa)

Infos

STALDER AG
9032 Engelburg
071 278 16 16
www.stalderag.ch
info@stalderag.ch

Die Kompaktwunder für den Schaltschrank



www.beckhoff.ch/C69xx

Beckhoff-Schaltschrank-PC-Serie C69xx

- Kompakte, robuste Aluminiumgehäuse
- 3 1/2-Zoll-Beckhoff-Motherboards
- C6915: Intel® Atom™, lüfterlos
- C6925: Intel® Celeron® M ULV 1 GHz, lüfterlos
- C6920: Intel® Core™ Duo oder Core™2 Duo
- C6930: Intel® Core™ Duo oder Core™2 Duo, On-Board-SATA-RAID-1-Controller

Beckhoff Automation AG, Rheinweg 9, 8200 Schaffhausen
Telefon 0 52 / 6 33 40 40, Fax 0 52 / 6 33 40 55, info@beckhoff.ch

Beckhoff Automation AG, En Chamard 35, 1442 Montagny-près-Yverdon
Telefon 0 24 / 4 47 27 00, Fax 0 24 / 4 47 27 01, yverdon@beckhoff.ch

www.beckhoff.ch

BECKHOFF New Automation Technology