

GLASPERLSTRAHLEN - NEUES VERFAHREN GEGEN KORROSION?

Autor: M. Faller*

Eidgenössische Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA),
Überlandstrasse 129, CH-8600 Dübendorf

*Tel.: +41-44-823-5511; fax: +41-44-823-4015

E-Mail: markus.faller@empa.ch

KURZFASSUNG

Glasperlgestrahlte Oberflächen für nicht rostende Stähle kommen in der letzten Zeit vermehrt in der Architektur aber auch in der Maschinenindustrie zum Einsatz, da sie ein angenehm mattes Erscheinungsbild aufweisen sollen. Was passiert bei der Einwirkung von chloridhaltigen Medien? Und wie ist das Korrosionsverhalten einer matten Oberfläche im Vergleich zu einer geschliffenen oder polierten? Das Korrosionsverhalten von glasperlgestrahlt nicht rostendem Stahl wird mittels elektrochemischen, topographischen und metallkundlichen Untersuchungen charakterisiert. Die Resultate werden mit denen anderer Oberflächenbehandlungsarten wie Schleifen, Strukturwalzen, Sandstrahlen und Elektropolieren verglichen. Es wird gezeigt, dass nicht nur der Rauheitswert R_a einen Einfluss auf das Korrosionsverhalten hat, sondern auch die Form der Täler und Spitzen, die bei der Oberflächenbehandlung entstehen. Die Untersuchungen führen zu Hinweisen für eine geeignete Wahl des Werkstoffs und seiner Oberflächenbearbeitungsart.

1 Einleitung

Es ist bekannt, dass der Oberflächenzustand von nicht rostenden Stählen entscheidend das Korrosionsverhalten beeinflusst. Der Oberflächenzustand von Blechen, Platten und Bändern aus nicht rostendem Stahl sind in EN 10088/2 [1] definiert. In letzter Zeit kamen glasperlgestrahlte Oberflächen aus nicht rostendem Stahl mehr und mehr in Gebrauch für viele Anwendungen speziell in der Architektur oder im Maschinenbau (obwohl diese Oberfläche in der oben zitierten Norm gar nicht definiert wurde). Der Hauptgrund dafür ist das optische Erscheinungsbild der gestrahlten Oberfläche verglichen mit einem gewalzten oder geschliffenen Finish. Die gestrahlte Oberfläche weist eine geringere Reflektivität und es wird gesagt, dass das matte Erscheinungsbild dem Produkt ein „edleres“ Aussehen verleiht. Parallel zur zunehmenden Verwendung dieses Materials nahm die Zahl von Korrosionsschäden mit diesem Werkstoff zu. Im Folgenden sollen drei Korrosionsschäden, die repräsentativ für Schäden der letzten Jahre sind, vorgestellt werden.

2 Korrosionsschäden

2.1 Fensterrahmen in Hallenbädern (Fall 1)

In verschiedenen Hallenbädern wurden die Fensterrahmen und Lüftungsabdeckungen aus glasperlgestrahlt nicht rostendem Stahl 1.4401 (AISI 316) gefertigt. Schon kurz nach der Installation zeigten sich auf der Oberfläche braune Ablagerungen (Korrosionsprodukte) und ein Korrosionsangriff durch Lochfrass (s. Abb. 1).



Abb. 1: Fensterrahmen aus glasperlgestrahltem nicht rostendem Stahl 1.4401 in einem Hallenbad; es sind viele braune Flecken sichtbar und die Metalloberfläche wurde durch Lochkorrosion angegriffen

Es wurde nur eine relativ geringe Chloridbeaufschlagung von $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ gemessen. Obwohl diese Stahlqualität in Hallenbadatmosphäre einen Korrosionsangriff erleiden kann, wenn die Oberfläche nicht regelmässig gereinigt wird, zeigten geschliffene oder gewalzte Bleche im selben Hallenbad keine Verfärbungen oder Lochkorrosion.

2.2 Gebäudefassaden (Fall 2)

Eine Gebäudefassade wurde aus glasperlgestrahltem nicht rostendem Stahl 1.4301 (AISI 304) hergestellt um eine matte und nicht reflektierende Oberfläche zu erhalten. Nach etwa 1 Jahr traten an den Fassadenblechen im Erdgeschoss zahlreiche braune Flecken auf. Im oberen Fassadenbereich konnten dagegen keine Korrosionserscheinungen festgestellt werden. Die Metalloberfläche wurde durch Lochkorrosion angegriffen. In den Korrosionsprodukten wurde ein Chloridgehalt von 2% (m/m) bestimmt. Die Chloride stammten aus dem im Winter auf der nahe gelegenen Strasse eingesetzten Tausalzen. Wie im Fall 1 zeigten geschliffene Bleche, die ebenfalls im Fassadenbereich eingebaut waren, keine Korrosionserscheinungen.

2.3 Operationstische (Fall 3)

Teile von Operationstischen aus dem nicht rostenden Stahl 1.4301 (AISI 304) wurden geschweisst und anschliessend glasperlgestrahlt um eine einheitliche, reflektionsfreie Oberfläche zu erhalten. Zur Desinfektion wurden chlorhaltige Desinfektionsmittel eingesetzt. Nach kurzer Zeit traten in Bereichen, in denen das Desinfektionsmittel für längere Zeit verbleiben konnte, braune Verfärbungen auf. Die Oberfläche zeigte einen Angriff durch Lochkorrosion. Operationstische anderer Hersteller, die glasperlgestrahlt + elektropoliert waren, zeigten keine Korrosionserscheinungen.

Es soll in den hier vorgestellten Untersuchungen das Korrosionsverhalten von glasperlgestrahltem nicht rostendem Stahl mittels elektrochemischen Untersuchungen ermittelt werden. Glasperlstahten wird mit anderen Oberflächenbehandlungsverfahren verglichen. Die Topographie der Oberflächen wird mit metallographischen Untersuchungen, im Rasterelektronenmikroskop und mit Rauheitsmessungen charakterisiert. Nicht Gegenstand sind Kugelstrahlverfahren zur Einbringung von oberflächlichen Druckspannungen die Anfälligkeit gegen Spannungsrissskorrosion zu verbessern.

3 METHODE

3.1 Materialien und Präparation

Als Testmaterial wurde der nicht rostende Stahl 1.4301 (X5CrNi18-10) verwendet. Es wurden folgende Oberflächenzustände gewählt:

- a) geschliffen (Korngrösse 240 μm , Tyssen Krupp Nirosta, Deutschland), **2K** gemäss EN 10 088/2
- a) glasperlgestahlt (Korngrösse 150 - 250 μm , Strahlwinkel 60°)
- a) glasperlgestrahlt + elektropoliert (= elektropolierte Probe b)
- a) strukturgewalzt mit aufgerauten Walzen (Ugitop® 18-9 E, Ugine Bâtiment Inox, France), **2F** gemäss EN 10 088/2 (= Blechmaterial A)
- a) „sandgestrahlt“ (Glasbruch, Korngrösse 200 - 300 μm)

Zur Vervollständigung der Untersuchungen wurden auch 2 kommerziell erhältliche Blechmaterialien mit matter Oberfläche einbezogen:

- f) Blechmaterial B (gestrahlt?)
- f) Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt)

Die Oberflächenbehandlungsart dieser Proben war aus Geheimhaltungsgründen nicht genau bekannt.

Alle Proben wurden vor der Untersuchung mit Benzin entfettet.

3.2 Charakterisierung der Oberfläche

Rauheitsprofile wurden gemäss EN ISO 4287 [2] mit einem Tastschnittgerät (Perthometer M2) senkrecht zur Schleif- oder Walzrichtung gemessen. Die Tastlänge betrug 4.8 mm und die Grenzwellenlänge 0.8 mm. Aus dem Profil wurde der Mittenrauwert R_a , die gemittelte Rautiefe R_z (ISO) und die maximale Rautiefe R_{max} ermittelt. Die Oberflächen wurden direkt in einem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Metallographische Präparate wurden nach Einbetten der Proben durch Schleifen bis Korngrösse 2400 hergestellt.

3.3 Elektrochemische Untersuchungen

Zur Charakterisierung des korrosionschemischen Verhaltens wurden elektrochemische Untersuchung mit einer thermostatisierten Zelle mit 3 Elektroden (Referenzelektrode, Gegenelektrode und der Probe als Arbeitselektrode) durchgeführt. Der Probenhalter exponierte eine rund Messfläche von 10 mm Durchmesser. Als Gegenelektrode wurde eine gesättigte Kalomelelektrode SCE ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{KCl}_{\text{sat.}}$), die mit einer Lugginkapillare ausgerüstet war, gewählt. Die Gegenelektrode bestand aus einem Platinnetz. Alle Potentiale werden auf die Standard-Wasserstoff-Elektrode (SHE) bezogen. Als Ruhepotential wurde das Potential definiert, das sich nach mehreren Stunden Wartezeit einstellt. Nach einer Polarisierung für 10 Minuten bei -500 mV gegenüber dem Ruhepotential wurden quasi-potentiostatische Kurven (= potentiostatischer Treppenversuch gemäss EN ISO 8044 [3]) aufgenommen. Die Parameter wurden so gewählt, dass eine Scanrate von <60 mV/h resultierte. Das Potential, das zu einem steilen Anstieg des anodischen Stroms führte, wurde bestimmt und als Spalt- oder Lochpotential bezeichnet. Alle Messungen wurden bei 25 °C ausgeführt. Das Medium wurde gerührt und der Sauerstoff mit Stickstoff ausgegast. Als Medium wurden eine Natriumchlorid-Lösung ($c(\text{NaCl}) = 0.5 \text{ mol/L}$) verwendet.

4 RESULTATE

4.1 Oberflächenmorphologie

Auf den REM-Aufnahmen in Abb. 2 ist erkennbar, dass die verschiedenen Oberflächenbehandlungsmethoden zu einer unterschiedlichen Oberflächentopographie führen.

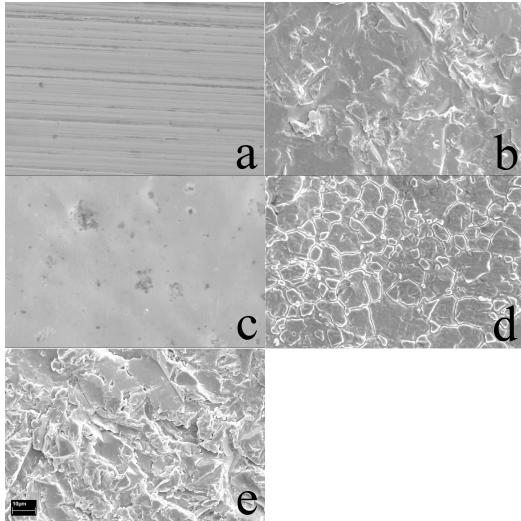


Abb. 2: REM-Bilder von nicht rostenden Stahlproben 1.4301 mit unterschiedlicher Oberflächenbearbeitung; a) geschliffen, b) glasperlgestrahlt, c) glasperlgestrahlt + elektropoliert, d) strukturgewalzt, e) „sandgestrahlt“

Das geschliffene Material (a) zeigt eine glatte Oberfläche mit den typischen Schleifspuren parallel zur Schleifrichtung. Die glasperlgestrahlte Oberfläche (b) zeigt eine relativ raue Oberfläche mit zahlreichen Dopplungen, die zahlreichen Spalten auf der Oberfläche erzeugen. Die glasperlgestrahlte + elektropolierte Oberfläche (c) weist eine sehr glatte Oberfläche auf. Die strukturgewalzte Oberfläche (d) zeigt zahlreiche kleine Linien, die durch die aufgeraute Walze beim Walzprozess aufgeprägt wurden. Die schlechteste Oberfläche hat das hier als „sandgestrahlt“ bezeichnete Material (e), das durch strahlen mit Glasbruch hergestellt wurde. Die Oberfläche ist vollständig zerrüttet, so dass auf der Oberfläche zahlreiche Spalten entstanden sind. (Die Oberfläche des Blechmaterials B und C sind hier nicht gezeigt. Das Blechmaterial B (gestrahlt?) (f) hat eine Topographie, die zwischen der glasperlgestrahlten und der „sandgestrahlten“ Probe liegt. Das gestrahlte? + gebeizte Blechmaterial C weist eine glatte Oberfläche mit einigen breiten Erhöhungen auf.

Die Schliffbilder in Abb. 3 ergänzen die topographischen Feststellungen.

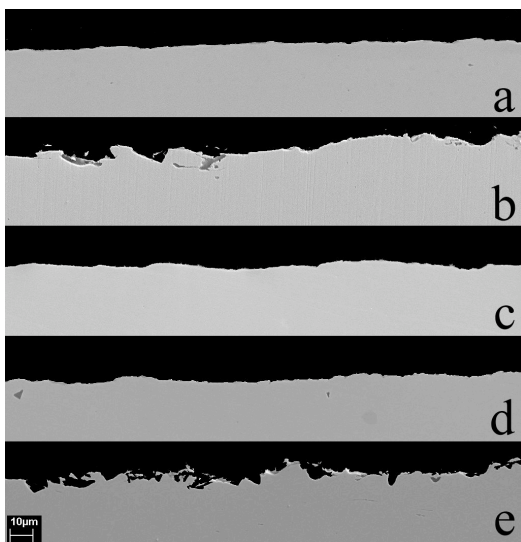


Abb. 3: Metallographische Querschliffe der nicht rostenden Stahlproben (1.4301) mit verschiedenem Oberflächenfinish; a) geschliffen, b) glasperlgestrahlt, c) glasperlgestrahlt + elektropoliert, d) strukturgewalzt, e) „sandgestrahlt“

Man erkennt, dass die geschliffene (a) und glasperlgestrahlte + elektropolierte (c) Probe eine sehr glatte Oberfläche haben und praktisch keine Spitzen und Spalten aufweisen. Die strukturgewalzte Probe (d) hat eine etwas rauere Oberfläche mit kleinen Spitzen und schmalen Spalten mit einer maximalen Spalttiefe von 0.5 µm. Die

glasperlgestrahlte Oberfläche (b) zeigt einige breite Mulden und ebenfalls einige tiefe und enge Spalten (Doppelung der Oberfläche). die maximale Lochtiefe beträgt ca. 5 μm und die maximale Spalttiefe erreicht ca. 10 μm . Der Eindruck einer zerrütteten Oberfläche bei der „sandgestrahlten“ Probe kann auch im Querschliff gesehen werden. Die Oberfläche enthält zahlreiche Mulden, Löcher und Spalten.

Aus Oberflächenrauheitsprofilen (s. Abb. 4) können Rauheitskenngrößen berechnet werden. Diese sind in Tab. 1 aufgeführt.

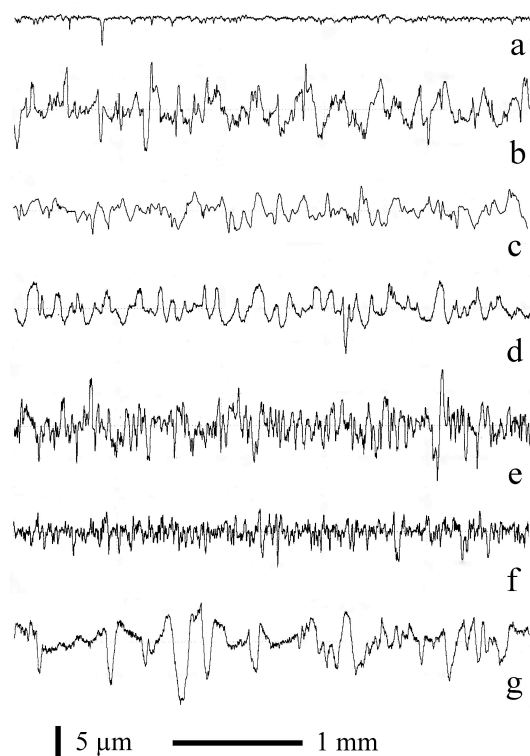


Abb. 4: Rauheitsprofile der nicht rostenden Stahlproben (1.4301) mit unterschiedlicher Oberflächenbehandlung; a) geschliffen, b) glasperlgestrahlt, c) glasperlgestrahlt + elektropoliert, d) strukturgewalzt, e) „sandgestrahlt“, f) Blechmaterial B (gestrahlt?), g) Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt)

Tabelle 1

Rauheitsmessgrößen R_a , R_z (ISO) und $R_{\max}$ in μm (Tastlänge 4.8 mm, Grenzwellenlänge 0.8 mm) von nicht rostenden Stahlproben (1.4301) mit verschiedenem Oberflächenfinish

Oberflächenfinish	R_a	R_z (ISO)	$R_{\max}$
(a) geschliffen	0.22	1.7	2.0
(b) glasperlgestrahlt	1.7	11	14
(c) glasperlgestrahlt + elektropoliert	1.1	6.2	7.6
(d) strukturgewalzt (Blechmaterial A)	1.4	7.0	8.1
(e) „sandgestrahlt“	1.6	12	14
(f) Blechmaterial B (gestrahlt?)	0.89	7.3	8.6
(g) Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt)	1.6	10	13

In Abb. 6 ist die Verteilung der Rauheitskenngrößen (horizontale Achse) als „Fehlerbalken“ aufgetragen. Es ist erkennbar, dass das geschliffene Material die engste Verteilung und das elektropolierte Material eine leicht höhere Verteilung aufweisen während die gestrahlte und die strukturgewalzte Probe eine sehr breite Verteilung zeigt.

Die Profile in Abb. 4 können in drei Hauptgruppen unterteilt werden. Das Profil des geschliffenen Materials zeigt einen relativ flachen Charakter (Gruppe I) während die „sandgestrahlte“ Probe eine sehr spitziges Profil aufweist (Gruppe III). Das glasperlgestrahlte + elektropolierte sowie das strukturgewalzte Material haben breite Täler und Berge (Gruppe II), die tiefer bzw. höher als die der Gruppe I sind. Aber die Täler der Gruppe II sind breiter als die der Gruppe III. Das Profil des glasperlgestrahlten Materials liegt zwischen Gruppe II und III. Die Blechprobe B (gestrahlt?) hat ein ähnliches Profil wie die „sandgestrahlte“ Probe (Gruppe III). Das Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt) hat ein Profil der Gruppe II.

4.2 Elektrochemisches Verhalten

In Tabelle 2 sind die elektrochemischen Parameter aufgeführt.

Tabelle 2

Elektrochemische Parameter in mV_H von nicht rostendem Stahlproben 1.4301 mit unterschiedlicher Oberflächenbehandlung in Natriumchlorid-Lösung (c(NaCl) = 0.5 mol/L, N₂, 25 °C, gerührt 100 Umdreh./min., Scanrate <60 mV/h)

Oberflächenfinish	Ruhepotential	Lochkorrosionspotential	Spaltkorrosionspotential
(a) geschliffen	60	570	550
(b) glasperlgestrahlt	-40	460	400
(c) glasperlgestrahlt + elektropoliert	110	800	630
(d) strukturgewalzt (Blechmaterial A)	80	710	560
(e) „sandgestrahlt“	-90	280	280
(f) Blechmaterial B (gestrahlt?)	9	480	350
(g) Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt)	170	630	570

Wie erwartet zeigen die Lochkorrosionspotentiale höhere Werte als das Spaltkorrosionspotentiale. Im Folgenden werden nur Spaltkorrosionspotentiale berücksichtigt, da in der Praxis dieses Potential meistens das entscheidende ist. Oberflächenkontaminationen (Schmutz, Verfärbungen etc.) erzeugen auf Oberflächen Spaltbedingungen. Die Aussagen gelten aber analog für die Lochkorrosionspotentiale.

In Abb. 5 ist für jede Oberflächenbehandlungsart eine repräsentative anodische Stromdichte-Spaltkorrosionspotential-Kurve gezeigt.

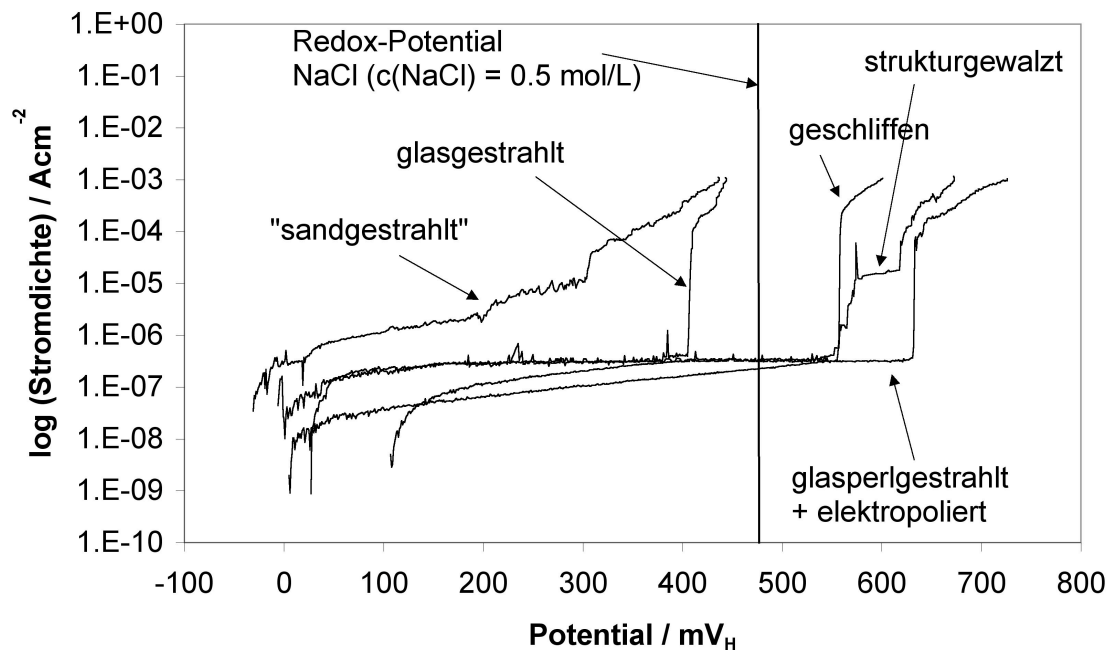


Abb. 5: Anodische Stromdichte-Spaltkorrosionspotential-Kuven von nicht rostenden Stahlproben 1.4301 mit unterschiedlichem Oberflächenfinish (potentiostatischer Treppenversuch, NaCl-Lösung $c(\text{NaCl}) = 0.5 \text{ mol/L}$, 25 °C gerührt, mit N₂ belüftet)

Mit Ausnahme des „sandgestrahlten“ Materials zeigen alle untersuchten Materialien einen Passivbereich. Die Passivstromdichte liegt zwischen 0.1 und 1 $\mu\text{m}/\text{cm}^2$. Das „sandgestrahlte“ Material (e) zeigt kein typisches Passivverhalten. Trotzdem weist die Kurve einen Sprung auf, der als Spalt- oder Lochkorrosionspotential interpretiert werden. Es ist auffallend, dass zwischen dem Lochkorrosionspotential und dem Spaltkorrosionspotential bei der „sandgestrahlten“ Probe praktisch kein Unterschied besteht (vgl. Tab. 2). Dies kann als Zeichen angesehen werden, dass die Oberfläche dieser Probe bereits genügend viele inhärente Spalten aufweist. Die „sandgestrahlte“ Oberfläche (b) zeigt ein deutlich tieferes Spaltkorrosionspotential als die zusätzlich elektrolierte Probe. Letztere hat das höchste kritische Korrosionspotential. Die geschliffene (a) und die strukturgewalzte (d) Oberfläche haben ungefähr das gleiche Potential. Die Abb. 5 enthält eine vertikale Linie, die das Redox-Potential des verwendeten Mediums (480 mV_H) anzeigt. Alle Materialien, die ein kritisches Potential haben, das tiefer als das Redox-Potential ist, können spontan Loch- oder Spaltkorrosion zeigen, d. h. ohne eine zusätzliche Polarisierung. Diese ist für die „sandgestrahlte“ und glasperlgestrahlte Probe der Fall.

Die Verteilung der gemessenen kritischen Potentiale ist in Abb. 6 dargestellt. (Fehlerbalken parallel zur vertikalen Achse). Die Verteilung ist für alle untersuchten Proben ähnlich und liegt zwischen $\pm 50 \text{ mV}$.

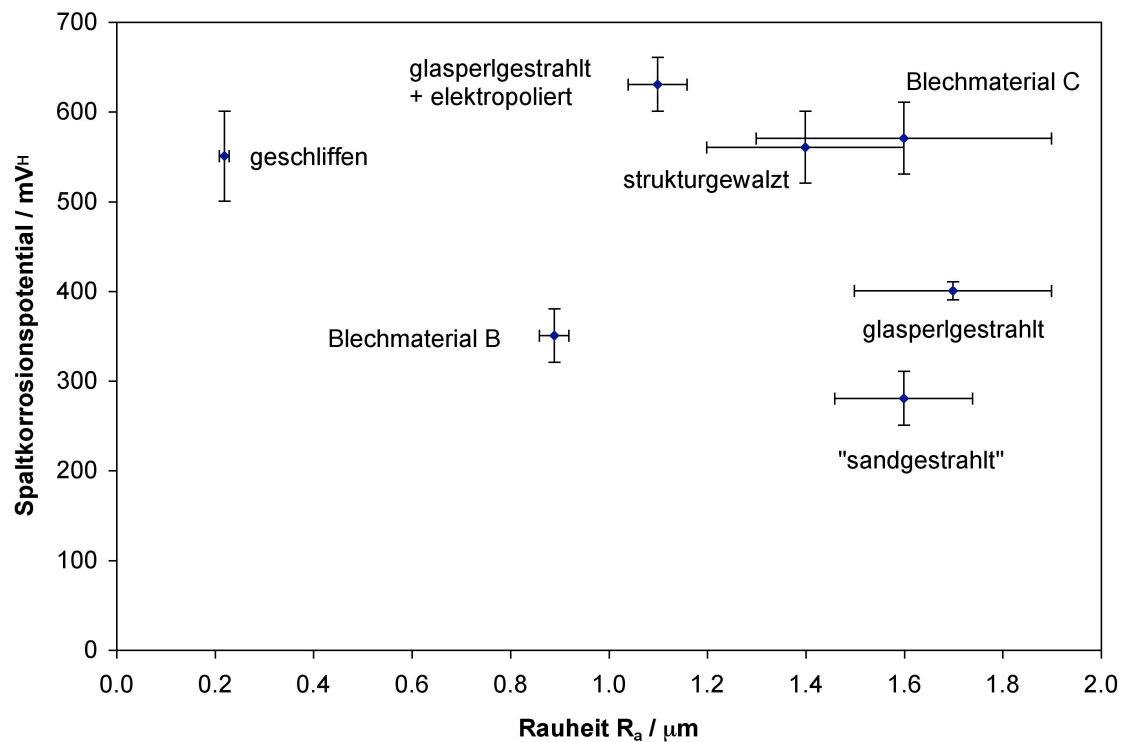


Abb. 6: Spaltkorrosionspotentiale gegen Oberflächenrauwert R_a von nicht rostenden Stahlproben 1.4301 mit unterschiedlicher Oberfläche (Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar und können als Verteilung der Werte betrachtet werden)

Obwohl es richtig ist, dass Materialien mit einer kleineren Rauheit ein höheres kritische Korrosionspotential haben (wie die geschliffene Probe), gibt es Materialien mit einer relativ hohen Oberflächenrauheit, die trotzdem eine hohe kritische Korrosionspotential aufweisen, d. h. relativ korrosionsbeständig sind. Dies gilt für die glasperlgestrahlte + elektrolierte sowie für die strukturgewalzte Oberfläche. Die glasperlgestrahlte und die „sandgestrahlte“ Oberfläche zeigen das erwartete Verhalten, d. h. je höher die Oberflächenrauheit desto tiefer das kritische Korrosionspotential. Das kommerziell erhältliche Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt) zeigt ein ähnliches Verhalten wie das strukturgewalzte Material. Das Material B (gestrahlt?) hat ein relativ schlechtes Korrosionsverhalten und ist mit der glasperlgestrahlten Probe vergleichbar.

5 DISKUSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Viele Korrosionsschäden mit glasperlgestrahltem nicht rostendem Stahl 1.4301 (AISI 304) zeigen, dass diese Material im Vergleich mit einem geschliffenen ($R_a < 0.5 \mu\text{m}$), gebeizten oder elektrolierten Werkstoff eine deutlich schlechteres Korrosionsverhalten aufweist. Dieses Verhalten zeigt sich vor allem, wenn sich korrosionsfördernde Stoffe wie Chloride auf der Oberfläche anreichern können. In Innenräumen kann dies auftreten, wenn chloridhaltige oder Chlorid-emittierende Stoffe verwendet werden wie im Fall der Operationstische (Fall 3) oder wenn die Atmosphäre zu Chlorid-Kontaminationen führen kann wie im Fall der Hallenbäder (Fall 1). Im Freien können Chloride auf Oberflächen akkumuliert werden, die nicht regelmässig durch Regen gereinigt werden. Dies gilt häufig für Fassaden und Fensterrahmen (Fall 2). Wenn keine korrosionsfördernden Stoffe vorhanden sind oder diese regelmässig abgewaschen werden, sollte die Verwendung von glasperlgestrahltem Material kein Problem darstellen. Dies ist z.

B. bei richtig konstruierten Dächern der Fall. Elektropolieren und chemisches Beizen erhöht die Korrosionsbeständigkeit des gestrahlten Materials erheblich. Die ist seit Langem bekannt und in der Literatur beschrieben [4,5,6,7]. Bei beiden Methoden werden kleine Spitzen entfernt und es entsteht eine glattere Oberfläche. Ausserdem werden Manganeinschlüsse aufgelöst. Letztere sind bekannt dafür, dass sie stabiles Lochwachstum fördern [8]. Ausserdem soll beim Elektropolieren das Verhältnis Chrom zu Eisen im Passivfilm zu höheren Werten verschoben werden [9], was zu einem edleren Korrosionsverhalten führt.

Das schlechte Korrosionsverhalten der glasperlgestrahlten und „sandgestrahlten“ Proben wird einerseits durch Materialdoppelungen auf der Oberfläche verursacht, die zu Spalten führen, andererseits haben diese Oberflächen viele scharfe Spitzen, so dass sich kein dichter, intakter Passivfilm ausbilden kann. Es wurde gezeigt, dass rauere Oberflächen eine höhere Neigung zu metastabilem Lochwachstum haben [10].

In der Literatur wird erwähnt, dass nicht rostende Oberflächen für eine lange Lebensdauer bei Aussenanwendungen einen R_a -Wert kleiner $0.5 \mu\text{m}$ aufweisen sollten [11]. Aus unseren Untersuchungen folgt, dass das Korrosionsverhalten nicht für alle Oberflächenzustände mit dem reinen R_a -Wert korreliert ist. Die meisten bisherigen Untersuchungen bezogen sich auf nass geschliffene Proben [5,12,13,14]. Die geschliffene, glasperlgestrahlte + elektropolierte und strukturgewalzte nicht rostenden Stahloberflächen haben im untersuchten chloridhaltigen Medium ein vergleichbares, relativ hohes Loch- bzw. Spaltkorrosionspotential obwohl sich ihre Rauheitswerte unterscheiden. Wie die Rauheitsprofile in Abb. 4 zeigen haben die Profile mit breiten Hügeln oder kleinen Spitzen das beste Korrosionsverhalten während die Profile, die viele enge und tiefe Täler aufweisen, ein relativ schlechte Verhalten zeigen. Breite Täler haben in unseren Untersuchungen eine Halbwertsbreite von $>0.1 \text{ mm}$ und eine maximale Tiefe von $15 \mu\text{m}$, so dass offensichtlich ein genügend guter Austausch zwischen dem Talboden und dem umgebenden Medium stattfinden kann. Unter diesen Verhältnissen kann es nicht zu Spaltkorrosion kommen. Dies erklärt das gute Korrosionsverhalten der glasperlgestrahlten + elektropolierten und strukturgewalzten Proben sowie des Blechmaterials C (gestrahlt? + gebeizt). Enge Täler mit einer geringen Tiefe zeigen ebenfalls einen guten Stoffaustausch wie die geschliffene Probe und das Blechmaterial C (letzteres zeigt eine Kombination von breiten und tiefe Täler sowie enge aber wenig tiefe Täler). Die „sandgestrahlte“ Oberfläche und das Blechmaterial B (gestrahlt?) haben viele enge und tiefe Täler, die zu Spaltkorrosionsbedingungen führen. Das glasperlgestrahlte Material hat neben vielen Doppelungen, die nicht mit der Oberflächenmessmethode erkannt werden können, auch enge und tiefe Täler. Beide Tatsachen führen zum relativ schlechten Korrosionsverhalten dieses Materials.

Unter der Annahme, dass ein gut geschliffener, nicht rostender Stahl 1.4301 (AISI 304) wie er normalerweise in der Architektur verwendet wird, unter den herrschenden Korrosionsverhältnissen keinen Korrosionsangriff zeigt, können folgende Hinweise gegeben werden:

- „Sandgestrahlter“, nicht rostender Stahl 1.4301 (AISI 304) sollte nur für trockene Anwendungen innerhalb Räumen verwendet werden, wo an der Oberfläche keine Korrosionsprozesse stattfinden können.
- Glasperlgestrahlter, nicht rostender Stahl 1.4301 (AISI 304) sollte nicht für Anwendungen eingesetzt werden, wenn korrosionsfördernde Stoffe auf der Metalloberfläche angereichert werden können. Dies kann sogar unter milden Korrosionsbedingungen auftreten. (Zum Beispiel sollte es im Aussenbereich in der Nähe von Strasse nicht verwendet werden, wenn auf diesen Strassen im Winter Tausalze verwendet und dies nicht durch Regen abgewaschen werden.) Sogar der glasperlgestrahlte, nicht rostende Stahl 1.4401 (AISI 316) kann geschädigt werden, wenn sich mit der Zeit korrosionsfördernde Stoffe aufkonzentrieren

können. (Zum Beispiel kann dieses in Hallenbädern oder Grossküchen eintreten.)

- Bevor kommerziell erhältliches mattes Blechmaterial eingesetzt wird, sollten seine Korrosionsbeständigkeit abgeklärt werden. (Das Korrosionsverhalten der untersuchten drei Blechmaterialien unterscheidet sich beträchtlich. Das beste Verhalten zeigten der strukturgewalzte, nicht rostende Stahl und das Blechmaterial C (gestrahlt? + gebeizt).)
- Aus Rauheitswerten kann nicht direkt das Korrosionsverhalten von unterschiedlich oberflächenbehandelten nicht rostenden Stählen abgeleitet werden.

Glasperlstrahlen ist **kein** Verfahren gegen Korrosion sondern vielmehr eines, das die guten Korrosionseigenschaften nicht rostender Stähle zunichte machen kann.

6 REFERENZEN

- [1] EN 10 088, Nichtrostende Stähle, Teil 2, **1995**.
- [2] EN ISO 4287, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Oberflächenbeschaffenheit; Tastschnittverfahren; Benennung, Definition und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit, **1998**.
- [3] EN ISO 8044, Korrosion von Metallen und Legierungen - Grundbegriffe und Definitionen, **1999**.
- [4] W. Borges, Elektropolieren und Polieren nichtrostender Stähle, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf **1995**.
- [5] T. Volmer, G. Gümpel, M. Blaise, W. Racky, Surface treatments and their influence on the corrosion resistance of stainless steel, *Mat. a. Corros.* **1992**, 46, 92.
- [6] D. Wallinder, J. Pan, C. Leygraf, A. Delblanc-Bauer, Electrochemical investigation of pickled and polished 304L stainless steel tubes, *Corros. Sci.* **2002**, 42, 1457.
- [7] F. El Shawesh, A. El Houd, O. Raghai, Role of surface finish and post-fabrication cleaning on localised corrosion of type 316L austenitic stainless steel flash chambers, *Br. Corr. J.* **2001**, 36, 184.
- [8] G. Hultquist, C. Leygraf, Surface composition of a type 316 stainless steel related to initiation of corrosion, *Corr.* **1980**, 36, 126.
- [9] S.-J. Lee, J.-J. Lai, The effect of electropolishing (EP) process parameters on corrosion resistance of 316L stainless steel, *J. Mat. Proc. Techn.* **2003**, 140, 206.
- [10] G. T. Burstein, P. C. Pistorius, Surface roughness and the metastable pitting of stainless steel in chloride solutions, *Corr.* **1995**, 51, 380.
- [11] An introduction to the commercially available surface finishes of stainless steels and notes on their corrosion resistance, *Bulletin of the International Dairy Federation*, **1985**, No 189, 3.
- [12] K. Sasaki, G. T. Burstein, The Generation of surface roughness during slurry erosion-corrosion and its effect on the pitting potential, *Corros. Sci.* **1996**, 38, 2111.
- [13] T. Hong, M. Nagumo, Effect of surface roughness on early stage of pitting corrosion on type 301 stainless steel, *Corros. Sci.* **1997**, 39, 1665.
- [14] M. H. Moayed, N. Y. Laycock, R. C. Newman, Dependence of the critical pitting temperature on surface roughness, *Corros. Sci.* **2003**, 45, 1203.