

Störende Pusteln am duplexierten Geländer

Ein Einfamilienhaus ist mit drei neuen Staketengeländern bestückt worden. Leider weist der in weisser Farbe pulverbeschichtete (duplexierte) Handlauf zahlreiche unschöne Pusteln – sogenannte pinholes – auf. Diese wirken sehr unschön und sind störend beim Anfassen. Wo liegt die Ursache, was kann dagegen getan werden und wie lassen sich solche Fehler ausbessern? Diese Fragen soll der folgende Fachartikel beantworten.

Autor: Werner Addor, Basel, Vorstandsmitglied und Normenverantwortlicher in der Expertenkommission der SMU. Fotos und Skizzen: Werner Addor

Auf Anfrage des bauleitenden Architekten an die Schweizerische Metall-Union wird der Autor als Schadenexperte der SMU für diesen Schadenfall beauftragt. Schon anderntags wird eine Besichtigung vor Ort unter dem Dabeisein des auftraggebenden Architekten durchgeführt.

Es wird eine einfache, kurze Expertise als sogenanntes Parteigutachten für den Architekten im Namen der Bauherrschaft gewünscht. Da der ausführende Metallbauunternehmer sich keinerlei Schuld bewusst ist und von einer Expertise nichts wissen will (dies auch nach Rücksprache mit seinem Oberflächenspezialisten und Unterakkordanten), kommt ein sogenanntes gemeinsames Gutachten zusammen mit der Bauherrschaft und dem Metallbauunternehmer oder eine Mediation mit dem Experten nicht in Frage.

Inhalt des Schadenfalls

Der Experte findet vor Ort beim neu erbauten Einfamilienhaus an drei Staketengeländern mit oben durchlaufendem Handlauf Folgendes vor: Besonders auf der Oberfläche des runden Hand-



Zahlreiche harte und spitze Pusteln auf den Geländerhandläufen. Sogenannte Pinholes, entstehen durch Ausgasungen der frischen Zinkschicht beim nachträglichen Pulverbeschichten.

De nombreuses cloques dures et pointues au niveau des mains courantes des balustrades. Ces « piqûres » résultent des exhalations de la couche de zinc fraîche lors du revêtement par poudre ultérieur.

laufs aus Gasrohr, Durchmesser 48 mm, sind über die ganze Länge in unterschiedlicher Anzahl und in unterschiedlichen Abständen zahlreiche runde, spitze Poren (harte Pusteln, «Bibeli») ersichtlich. Diese weisen Durchmesser zwischen 1

und 2 mm und Höhen zwischen 0,5 und 1,2 mm auf. In der Mitte eines jeden Pustels ist oben eine Mikroöffnung analog eines Vulkans zu erkennen. Die Pusteln wirken nicht nur unschön, sondern sie sind besonders beim Darübergleiten mit der Handfläche sehr störend, ja sogar fast hautverletzend.

Die Beanstandung der Bauherrschaft

Der Bauherr (auch ein Handwerksmeister) beanstandet diesen störenden Umstand bei seinem bauleitenden und verantwortlichen Architekten. Dieser wiederum leitet die Beanstandung an den ausführenden Metallbauunternehmer weiter und bittet um baldige Instandstellung der drei neuen Geländer. Zudem beanstandet er auch die sehr unschönen Dilatationsstösse an den Geländerhandläufen.

Der Metallbauunternehmer erscheint zusammen mit seinem Oberflächenspezialisten auf der Baustelle. Nach kurzer Begutachtung des beanstandeten Fehlers meinen die beiden Herren, dass dies bei duplexierten (feuerverzinkten und

SINISTRES / EXPERTISES / LEÇONS À TIRER

Des cloques gênantes sur des balustrades thermolaquées

Une maison individuelle a été équipée de trois nouvelles balustrades à claire-voie. Malheureusement, la main courante blanche revêtue par pulvérisation (thermolaquée) présente de nombreuses cloques disgracieuses, appelées piqûres. Ces dernières s'avèrent extrêmement disgracieuses et gênantes au toucher. D'où proviennent-elles, quelles mesures peuvent être mises en œuvre pour les éviter et comment réparer de telles erreurs ? Une réponse est apportée à ces questions dans cet article synthétique.

Un entrepreneur en construction métallique fournit et assemble au niveau d'un nouveau pavillon trois balustrades extérieures composées d'acier en barres avec des barres de treillis verticales. Les mains courantes, conçues à base de tubes en acier, sont soudées directement à la balustrade. Tous les éléments constitutifs de la balustrade sont galvanisés avant de subir un procédé de revêtement par poudre.

Réclamation par le maître de l'ouvrage

Les éléments constitutifs de la balustrade assemblés au niveau de la maison présentent de nombreuses cloques disgracieuses sur de la main courante. Ces dernières sont des pores rondes proéminentes en pointe, avec au centre un trou de la taille d'une pointe d'aiguille allant jusqu'au niveau du tube. Ces cloques ont un diamètre entre 1 et 2 mm et

une hauteur entre 0,5 et 1,2 mm. Ces cloques étant d'une part disgracieuses et présentant d'autre part un risque de blessure pour les mains, le risque de corrosion s'avérant par ailleurs difficile à évaluer, la réalisation des balustrades fait l'objet d'une réclamation de la part du maître de l'ouvrage à l'encontre du constructeur métallique mandaté. À cela s'ajoute également le fait qu'après évaluation par le maître de l'ouvrage,

les raccords des balustrades ne s'avèrent pas satisfaisants d'un point de vue esthétique.

Après accord préalable avec l'entreprise de traitement de surface, l'entrepreneur en construction métallique exécutant les travaux estime que les cloques faisant l'objet de la réclamation ne sont plus visibles à une distance de 5 m et se réfère à une norme de la CSFF. Par ailleurs, les frais de répara->



Wenn Geländeroberflächen sogenannte Pusteln aufweisen, kann dies unangenehme Folgen für die Hersteller haben.

Des surfaces de balustrades présentant des cloques peuvent avoir des répercussions fâcheuses pour le fabricant.

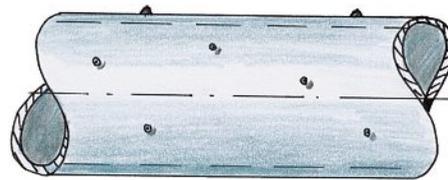
pulverbeschichteten) Stahlrohren üblich und hinzunehmen sei.

Da lasse sich nichts mehr machen. Dazu sehe man aus einer Distanz von 5 m, gemäss einer «SZFF-Norm», die unschönen Pusteln ja gar nicht mehr! Vor allem die Bauherrschaft und deren Architekt lassen diese Aussage nicht gelten und beordern einen SMU-Schadenexperten auf die Baustelle.

Expertenarbeit und Erkenntnisse

Der herbeigerufene Experte untersucht vor Ort vorerst die grössten Pusteln, misst diese genau aus und erstellt zahlreiche Detailfotos vom Schadenfall. Mit Hilfe von Lupen analysiert er die Untergründe der Pusteln. Zuhause recherchiert er zahlreiche Normen und Richtlinien, befragt einige Fachspezialisten der Oberflächentechnik und schreibt zuletzt einen klaren Expertenbericht im Umfang von acht Seiten.

Die Recherchen haben zur Erkenntnis geführt, dass die beanstandeten Pusteln bekannte Erscheinungen darstellen. Dies besonders bei



Teilansicht des beanstandeten Handlaufs mit den zahlreichen Pusteln und einem unschönen Dilatationsstoss.

Vue partielle de la main courante faisant l'objet de la réclamation avec les nombreuses cloques et un joint de dilatation disgracieux.

Stahlrohren, die nicht fachmännisch und korrekt duplexiert worden sind. Man nennt diese Pusteln auch Pinholes, also «Nadellöcher». Sie sind von oben aussen bis zuunterst auf den Untergrund durchgehend offen. Das heisst, Meteorwasser kann eventuell durch die wohl sehr kleine Öffnung fast kapillarartig bis zum Untergrund der Beschichtung gelangen, dort das Stahrohr zur Kor-

rosion bringen und mit der bekannten Volumenvergrösserung des Rostes das Abplatzen von mehr oder weniger grossflächiger Beschichtung hervorrufen.

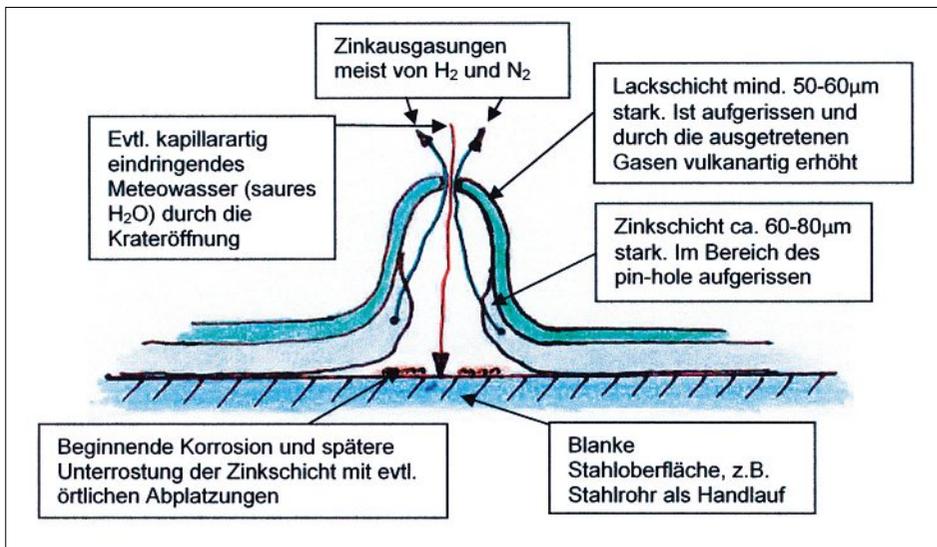
Wie entstehen Pusteln (Pinholes)?

Bei Stahlteilen, welche unmittelbar nach der Feuerverzinkung pulverbeschichtet (duplexiert) werden, entstehen Ausgasungen aus der neuen Verzinkungsschicht. Diese Gase (vermutlich H_2 und N_2) durchdringen punktuell die Zink- und Lack-schicht und stossen vulkanartig, unter Zurücklassung einer kleinen, spitzen Pustel, nach aussen.

Auch wenn diese beanstandeten Pusteln aus einer Distanz von 1,5-2 m kaum mehr sichtbar sind, so bleibt die raue und sehr störende Oberfläche mit dem verminderten Korrosionsschutz trotzdem bestehen.

Zur Verantwortlichkeit

Immer wieder lässt sich feststellen, dass sich Metallbauunternehmer nicht bewusst sind, dass >



Querschnitt-Skizze durch eine Pustel. Zeigt oben die Mikro-Krateröffnung sowie die physikalischen und chemischen Abläufe.

Coupe transversale d'une cloque. Montre en haut l'ouverture en forme de micro cratère et les processus physiques et chimiques.

> sie gegenüber der Bauherrschaft - mit welcher sie einen Werkvertrag eingegangen sind - auch die volle Verantwortung für die Leistungen der beauftragten Subunternehmer tragen. Wenn der Subunternehmer pfuscht, wird der verantwortliche Metallbauunternehmer und Vertragspartner in die Pflicht genommen. Der Metallbauunternehmer kann seinerseits Regressansprüche an seine Unterakkordanten stellen, jedoch entbindet ihn dies nicht gegenüber der Bauherrschaft.

Aufgrund dieser Tatsache ist der Autor und Experte der Meinung, dass in diesem Fall der Metallbauunternehmer mindestens einen Schuldenanteil des entstandenen Schadens zu übernehmen hat. Dies weil er seinem Subunternehmer,

dem Oberflächenspezialisten, keine genauen Anweisungen in Bezug auf Qualität und Ausführung gegeben hat.

Verschiedene Blickwinkel - ein Problem

Die Bauherrschaft kann gemäss Werkvertrag und OR für sein Entgelt eine einwandfreie und tadellose Arbeit - ohne Kratzer, Dellen, Spritzer, Pusteln und anderem - erwarten. Gerade bei privaten Bauherrschaften weiss der versierte Metallbauunternehmer, dass er noch sorgfältiger und seriöser arbeiten muss als beispielsweise für einen Generalunternehmer oder bei industriellen Bauten. Eine solch einmalige Metallbauarbeit wird von der Bauherrschaft fast wie ein neues Auto oder ein wert-

volles Bild mit grossem Stolz unmittelbar nach der Montage begutachtet. Solch erwähnte Arbeiten werden in der Regel von allen Seiten, auch aus kürzester Distanz betrachtet. Andererseits soll die Bauherrschaft das fertige Werk nicht mit «der Lupe» kleinlich nach Mängeln und Fehlern absuchen. Jede Metallbauarbeit ist ein Unikat, welches von Handwerkern, oft verbunden mit heiklen Montagearbeiten, individuell hergestellt wurde. Es ist keine automatisierte und fast unter sterilen Bedingungen ablaufende Fließbandarbeit.

Über die unfachmännischen und unschönen Dilatationsstöße ist in diesem Fall nicht weiter beraten worden. Die diesbezügliche Empfehlung des Experten: Lassen Sie bei Dilatationsstößen mit einem Futterrohrstück bei einer Geländerlänge von 6 m ungefähr 2,5 bis 3 mm offen und schmieren Sie keine Versiegelungsmasse dazwischen.

Können Pusteln vermieden werden?

Verschiedene Versuche bei der Firma Galvaswiss zeigen folgende Tatsachen: Wie schon erwähnt gasen neu applizierte Feuerverzinkungsschichten beim nachträglichen Duplexieren (ausschliesslich bei Pulverbeschichtungen) aus und es entstehen die berüchtigten Pusteln oder Pinholes. Um solche zu vermeiden, muss die fertige, neu verzinkte Konstruktion, wie beispielsweise der erwähnte Handlauf, vor dem Einbrennlackieren im Wärme- resp. Trocknungsöfen, bei ca. 180 - 220°C, 30 Minuten vorgewärmt werden. Diesen Trick nennt der Fachmann «Tempern».

Wie könnte dieser Schadenfall korrekt erledigt werden?

Folgende Massnahmen wären möglich:

- A. Demontage des ganzen Geländers, wenn hier der Handlauf auf die Geländerpartie direkt aufgeschweisst wurde. Danach ganze Konstruktion sandstrahlen oder absäuren (Hohlräume) und neu, aber diesmal korrekt (siehe oben), duplexieren und wieder montieren.

SINISTRES / EXPERTISES / LEÇONS À TIRER

> tion lui paraissent excessivement élevés.

Soulignons que l'entrepreneur en construction métallique n'est pas conscient du fait qu'il ne peut pas rejeter la responsabilité sur son sous-traitant, mais qu'il doit assumer l'entière responsabilité en tant que contractant pour la prestation fournie. Afin de pouvoir examiner le problème de façon neutre, le maître de l'ouvrage propose de faire appel, par le biais de l'Union Suisse du Métal, à un expert en sinistres agréé, chargé d'examiner le problème, de constater des déficiences et de proposer d'éventuelles solutions.

Conclusions de l'expertise

Les cloques évoquées se forment

lorsque des parties en acier sont revêtues par poudre (thermolaquées) tout de suite après la galvanisation. Après la galvanisation, le zinc commence à émettre des gaz. Lorsque la couche de zinc est revêtue trop tôt avec de la laque en poudre, les gaz s'échappent de façon ponctuelle vers l'extérieur, entraînant la formation de petites cloques en forme de volcans. Selon plusieurs entreprises de traitement de surface, la nouvelle construction galvanisée une fois terminée doit être préchauffée pendant 30 minutes avant le laquage au vernis à cuire dans un four de réchauffe ou de séchage à env. 180° à 220°C afin d'éviter la formation de cloques. Les spécialistes appellent cette technique la « malléabilisation ».

D'autres recherches ont démon-

tré qu'il n'existe aucune norme ni directive en ce qui concerne la constitution des surfaces des balustrades et des mains courantes. En cas de doute, il est recommandé de demander l'avis d'un juge. L'expert est d'avis que l'entrepreneur en construction métallique doit prendre en charge au moins 20 à 25% des dégâts occasionnés étant donné qu'il n'a fourni à son sous-traitant, le spécialiste en surfaces, aucune directive précise en matière de qualité et d'exécution.

Accord conclu

Un démontage, un retraitement et un réassemblage en tant que solution au problème s'avérant disproportionnés par rapport aux dégâts à évaluer, les deux parties sont parvenues

à un accord. L'entrepreneur en construction métallique accorde au maître de l'ouvrage une remise de 10% et augmente pour cela de deux à cinq ans, conformément à la SIA, la durée de garantie préalable pour toute corrosion sous-jacente résultant des cloques, avec le délai habituel en cas de vice caché. Passé ce délai, en cas de corrosion sous-jacente, les balustrades seront démontées gratuitement, revêtues à nouveau par pulvérisation puis assemblées à nouveau.

- B. Vor allem den Handlauf sehr fein und sorgfältig von Hand mit Schleifpapier abschleifen und mit einer Präzisions-Feinpistole und einem Nasslack im analogen Farbton vor Ort spritzen (Garantie-Pflicht des Oberflächenspezialisten als Unterakkordant des Metallbauunternehmers).
- C. Der Metallbauunternehmer erlässt dem Bauherrn bedingt durch die Wertverminderung des Objektes einen Kostennachlass und nimmt Regress auf seinen Oberflächenspezialisten. Gleichzeitig sollte er auch eine längere Garantiefrist auf den Korrosionsschutz gewähren.
- D. Eine sogenannte «Wandelung» nach Schweizerischem OR. Das heisst, der Metallbauunternehmer stellt den ursprünglichen Zustand wieder so her wie zu Beginn seiner Arbeit (natürlich ohne Bezahlung). Danach wird der ganze Auftrag neu ausgeschrieben und vergeben.

Schlussentscheid und Vergleich durch die Vertragsparteien

In diesem Fall konnte sich die Bauherrschaft mit dem fehlbaren Metallbauunternehmer finden und es kam ein Vergleich zu Stande: Der Metallbauunternehmer gewährt der Bauherrschaft einen Preisnachlass. Dazu erhöht er die vorherige Garantiefrist auf allfällige Unterrostung bedingt durch die Pusteln von zwei auf fünf Jahre gemäss SIA, mit der üblichen Frist für verdeckte Mängel. Sollten nach dieser Zeit Unterrostungen stattgefunden haben, werde man alle Geländer kostenlos neu duplexieren. Damit lenkte die Bauherrschaft dem Frieden zuliebe ein!

Fazit und Anmerkung des Experten

Sicher zur Freude und Genugtuung des Metallbauunternehmers hat die Sache für den Metallbauunternehmer doch noch ein relativ glimpfliches Ende gefunden. Trotzdem stellt sich die Frage, ob hier die Garantiefrist von

zehn Jahren gemäss CH-OR für absichtlich verschwiegene Mängel nicht eher angebracht gewesen wäre? Ein Richter müsste dazu Recht sprechen. Immer noch ist die Handlaufober-

fläche unansehnlich und vor allem sehr unangenehm anzufassen. Wichtig ist es, aus dem beschriebenen Fall die entsprechenden Lehren zu ziehen. ■

Normen und Richtlinien

Nach Kenntnisstand des Experten existieren keine Normen über das ästhetische Aussehen von Metallbauarbeiten. Die Frage: «Was ist schön und was nicht», ist sehr subjektiv und sicher nicht zu verwechseln mit existierenden «Massen und Toleranzen im Hochbau» gem. SIA. Deshalb sind besonders bei ästhetisch störenden «Fehlern» das menschliche Auge als Mass anzuwenden und der gesunde Menschenverstand walten zu lassen. Oftmals ist der anerkannte juristische Richterspruch «nach Stand der Technik» anzuwenden resp. zu befolgen. D.h. was kann der heutige moderne und geschulte Fachmann bei Ausführungen im Metallbau anbieten? Hier gehen die Meinungen bekanntlich sehr auseinander und führen leider oft zu massivem Streit. In den vom Metallbauunternehmer zitierten SZFF-Richtlinien No. 41.07 (ist keine verbindliche Norm und schon gar nicht ein verbindliches Gesetz) mit dem Titel «Richtlinien für die Beschichtung von Fassadenteilen aus Aluminium und Stahl» kann Folgendes im Artikel 9 unter der Rubrik «Abnahme» gelesen werden:

- 9.0 Grundsätzlich müssen die Abnahmebedingungen im Vertrag festgelegt werden. (Ist im aktuellen Fall nicht geschehen.)
- 9.1 Die Abnahme von lackierten Bauteilen erfolgt bei der Auslieferung durch den Auftraggeber oder seinen Vertreter (in diesem Fall der Metallbauunternehmer).

- 9.3 Die Beurteilung des dekorativen Aussehens der Oberfläche hinsichtlich Einheitlichkeit von Farbton und Struktur hat ohne Hilfsmittel zu erfolgen. Dies bei Aussenbauteilen in einem Abstand von 5 m, und bei Innenbauteilen in einem Abstand von 3 m, bei diffusem Tageslicht.

Dabei müssen alle Teile in Glanz, Farbe und Struktur grundsätzlich übereinstimmen. Für die Beurteilung sind Untergrundunebenheiten wie z.B. Kratzer, Schleifspuren, Korrosionsnarben und Schweissnähte ohne Bedeutung. Soweit der zitierte Absatz aus einer Richtlinie der Schweiz. Zentralstelle für Fenster- und Fassadenbau (SZFF). Diese Richtlinien sollen sicher bei grossflächigen, meist ebenen Fassadenkonstruktionen, welche aus grösserer Distanz zu betrachten sind und die Fassade nicht anzufassen ist - ausser evtl. im Erdgeschoss - angewendet werden. Die Qualicoat (Oberflächengüte) spricht sich analog der SZFF-Richtlinien aus. Diese Richtlinien sind sicher nicht bei Geländern anzuwenden, welche unmittelbar vor dem Betrachterauge zu stehen kommen und angefasst werden, so wie es der Metallbauunternehmer seinem Kunden plausibel machen wollte. Zur Oberflächenbeschaffenheit von Geländerhandläufen existieren leider keine Normen oder Richtlinien. Im Zweifelsfall müsste dazu ein juristisches Urteil eines Richters Klarheit schaffen. Kommt hinzu, dass von der Bauherrschaft die Ästhetik erst in zweiter Priorität bemängelt wird. Viel störender sind die Oberflächenrauheit und der anfällige, verminderte Korrosionsschutz beim Geländerhandlauf durch die offenen Pinholes. ■