

Falsche Werkstoffpaarung

Kombiniert der Metallbauer bestimmte Werkstoffe miteinander, muss er einige konstruktive Besonderheiten beachten, sonst kommt es zu Problemen. Wie aus der kleinen Ursache eine grosse Wirkung wird, zeigt der Schadensfall.

Text und Bilder: Prof. Jochen Schuster

Die Stadt Halle an der Saale besitzt im Norden eine ehemalige Kuranlage, die ihre historische Bedeutung ihren ursprünglich heilkräftigen Solequellen verdankt. Nach seiner Schliessung im Jahr 1977 und der vollständigen Aufgabe des gesamten Gebäudekomplexes Anfang der neunziger Jahre zerfiel das denkmalgeschützte Ensemble. Dank eines Investors konnte die architektonisch bedeutsame Anlage gerettet, vollständig saniert und einem neuen Zweck zugeführt werden.

Beim genauen Hinschauen findet man jedoch leider einige Baumängel, die auf fachliche Fehler zurückzuführen sind. Im beschriebenen Fall geht es um ein charakteristisches Problem, das bei der mechanisch lösbaren Verbindung nichtrostender Stähle auftreten kann und auch am bewerteten Bauwerk festgestellt wurde.

Achten Sie auf die Unterlegscheiben

Aufgrund seiner Hanglage erfolgt der Zugang zum ehemaligen Badehaus neben behindertengerecht gestalteten Rampen insbesondere über eine Treppe, in deren Mitte sich ein Geländer mit Handläufen aus nichtrostendem



Foto und Grafiken: Schuster

Schraubverbindung mit durch Bimetallkorrosion hervorgerufenem Rostangriff an der Unterlegscheibe.

Raccord vissé avec attaque de rouille provoquée par de la corrosion bimétallique sur la rondelle.
Photo et graphiques : Schuster

Stahl (X5CrNi18-10; Werkstoffnummer 1.4301) befindet. Dieses ist als Schraubkonstruktion ohne Schweissverbindungen ausgeführt. So wurden auch die Handläufe mit artgleichen Schrauben aus Sorte A2 (Werkstoffnummer ebenfalls 1.4301) an den Ständerrohren befestigt. Wie im Bild gut zu erkennen ist, zeichnet sich auf der Oberfläche des Stahlrohres unmit-

telbar um den Kopf der Innensechskantschraube eine matte hofartige Ablagerung ab.

Alle Unterlegscheiben, die sich zwischen der Oberfläche der nichtrostenden Rohre und den artgleichen Innensechskantschrauben befinden, zeigen einen deutlichen Rostangriff. Das heisst, diese bestehen aus unlegiertem Stahl mit einer nahezu nicht mehr vorhandenen galvanischen Verzinkung. Gemäss Angaben des Instituts Feuerverzinken liegen die mit diesem Verfahren erzielbaren Schichtdicken zumeist bei fünf Mikrometern. Galvanisch verzinkte Teile werden deshalb schwerpunktmässig nur bei temporären Korrosionsschutzaufgaben in schwach korrosiver Umgebung eingesetzt (zum Beispiel im Innenbereich). Für den Aussenbereich sind sie weder geeignet noch zulässig.

Doch im konkreten Fall stellt nicht nur die geringe Zinkschichtdicke ein Problem dar, sondern vor allem die Kombination mit nichtrostenden Stählen (Innensechskantschraube und Rohr) im bewitterten Aussenbereich (Vorhandensein von Regenwasser als Elektrolyt). Bei den hofartigen Ablagerungen um die Un-

Mauvaise combinaison de matériaux

Le constructeur métallique qui combine certains matériaux entre eux doit tenir compte de quelques spécificités constructives afin d'éviter tout problème. Le sinistre suivant montre qu'une petite cause peut avoir de grands effets.

Au nord de la ville de Halle-sur-Saale se trouve une ancienne station thermique qui doit son importance historique à ses sources salées aux vertus naturellement curatives. Après sa fermeture en 1977 et l'abandon complet du complexe au début des années 1990, l'ensemble classé s'est délabré. Grâce à un investisseur, cet établissement significatif sur le plan architectonique a pu être sauvé, entièrement rénové et affecté à un autre but.

Mais à y regarder de plus près, la construction souffre malheureusement de quelques vices, imputables à

des erreurs techniques. Le cas décrit ici traite d'un problème caractéristique susceptible de survenir en cas d'assemblage d'aciers inoxydables démontable mécaniquement. Il a été constaté sur l'ouvrage évalué.

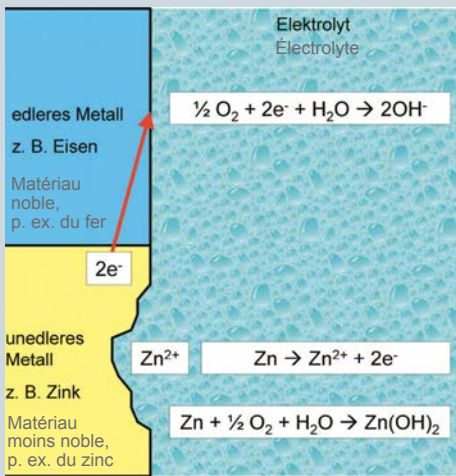
Attention aux rondelles

En raison de sa situation en pente, l'accès à l'ancien établissement thermal se fait via des rampes adaptées pour les personnes handicapées, mais surtout via un escalier au milieu duquel se trouve une balustrade surmontée de mains-courantes en acier inoxydable (X5CrNi18-10 ; dési-

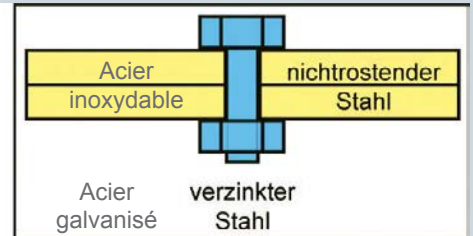
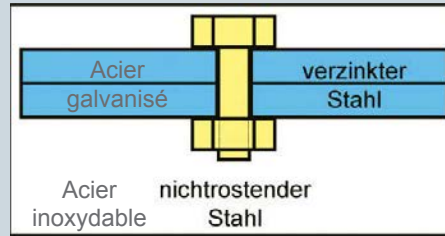
gnation de matériau 1.4301). Il s'agit d'une construction vissée sans joints soudés. Les mains-courantes ont donc été fixées aux tubes de support avec des vis similaires de type A2 (la désignation du matériau est également 1.4301). Comme on peut le voir sur l'illustration, une auréole mate se forme à la surface du tube en acier juste autour de la vis à six pans intérieurs.

Toutes les rondelles situées entre la surface des tubes inoxydables et les vis à six pans intérieurs de même nature présentent des traces de rouille

très nettes. Cela signifie qu'elles sont en acier non allié et qu'elles n'ont pratiquement plus de revêtement galvanique. Selon les indications de l'Institut Feuerverzinken, les épaisseurs de couches atteignables avec ce procédé s'élèvent le plus souvent à 5 micromètres. C'est pourquoi les pièces galvanisées ne sont utilisées principalement que pour assurer une protection anticorrosion temporaire dans des environnements faiblement corrosifs (en intérieur, p. ex.). Elles ne sont ni appropriées ni autorisées pour un usage en extérieur.



So funktioniert die Bimetallkorrosion.
Principe de la corrosion bimétallique.



Graphische Darstellung der Flächenregel:

Links eine mögliche Werkstoffpaarung, rechts eine schlechte Werkstoffpaarung.

Représentation graphique de la règle des surfaces : à gauche, une combinaison possible de matériaux ; à droite, une mauvaise combinaison de matériaux.

terlegscheiben handelt es sich um korrosiv aufgelöstes und wieder abgeschiedenes Zink. Der dafür verantwortliche Mechanismus ist die Bimetallkorrosion (ehemals Kontaktkorrosion, galvanische Korrosion).

Berücksichtigen Sie die Flächenregel

Bei dieser besonderen Art des korrosiven Angriffs handelt es sich um eine beschleunigte Korrosion eines metallischen Bereiches, die auf ein Korrosionselement mit unterschiedlichen freien Korrosionspotenzialen zurückzuführen ist. Sie tritt üblicherweise zwischen Metallen auf, deren elektrochemische Potenziale verschieden sind. Tritt Bimetallkorrosion auf, kommt es zu einem bevorzugten Angriff des unedleren Werkstoffes (Anode), während der edlere Werkstoff (Kathode) sogar vor einem möglichen Korrosionsangriff geschützt wird. Durch den Kontakt zweier Metalle mit unterschiedlichem Potenzial, die einer leitfähigen Lösung ausgesetzt sind (im konkreten Fall Re-

genwasser und möglicherweise chloridhaltige Reinigungsmittel), kommt es zu einem Elektronenfluss von der Anode zur Kathode. Die ablaufenden elektrochemischen Reaktionen sind dabei die gleichen, wie sie auch an einem einzelnen Metall auftreten. Jedoch steigt der Korrosionsangriff der Anode stark an.

Die Anfälligkeit einer Metallkombination gegenüber Bimetallkorrosion kann mit der sogenannten Flächenregel abgeschätzt werden. Diese lautet:

$$v_{\text{Korr}} = c \cdot A_{\text{Kathode}} / A_{\text{Anode}}$$

v_{Korr} : Korrosionsgeschwindigkeit

c : Konstante

A_{Kathode} : Kathodenfläche

A_{Anode} : Anodenfläche

In die Konstante c geht unter anderem die Potenzialdifferenz der beiden Metalle ein, das heisst, je grösser diese ist, desto eher kommt es zur Bimetallkorrosion. So verhalten sich kleine Flächen aus elektrochemisch unedle-

rem Werkstoff in Kontakt mit grossen Flächen edleren Materials aus Sicht eines Angriffs durch Bimetallkorrosion immer ungünstig.

Fazit: Reparieren Sie die Schäden

Im dargestellten Schadensfall ist somit die Verwendung galvanisch verzinkter Unterlegscheiben unzulässig. Diese müssen umgehend entfernt werden und die mit Fremdrost und wieder abgeschiedenem Zink kontaminierten Teile des Geländers aus nichtrostendem Stahl zur Wiederherstellung von dessen Passivschicht und der damit verbundenen Rostbeständigkeit gebeizt und anschliessend chemisch passiviert werden. Dafür ist eine komplette Demontage der Geländerkonstruktion zwingend erforderlich. Unter Umständen muss diese bei fortgeschrittenem Angriff des nichtrostenden Rohrstahts durch entstandene Korrosionsprodukte verschrottet und neu gefertigt werden. Die anfallenden Kosten hat der für die falsche Werkstoffkombination verantwortliche Handwerksbetrieb zu tragen. ■

Mais dans le cas présent, outre la faible épaisseur de couche de zinc, le principal problème est la combinaison avec des aciers inoxydables (vis à six pans intérieurs et tube) dans un espace extérieur soumis aux intempéries (présence d'eau de pluie comme électrolyte). Les dépôts auréolant le pourtour des rondelles sont du zinc dissout par la corrosion et qui s'est redéposé. Le processus qui en est responsable est la corrosion bimétallique (également appelée corrosion de contact, corrosion galvanique).

Tenez compte de la règle des surfaces

Ce type particulier d'attaque par corrosion est une corrosion accélérée d'une zone métallique, provoquée par un élément corrosif aux

différents potentiels de corrosion libres. Elle apparaît habituellement entre des métaux aux potentiels électrochimiques différents. Une corrosion bimétallique s'attaque de préférence au matériau le moins noble (anode), tandis que le matériau le plus noble (cathode) est protégé d'une éventuelle attaque par corrosion. Le contact entre deux métaux au potentiel différent exposés à une solution conductrice (dans ce cas, de l'eau de pluie et, éventuellement, un détergent contenant des chlorures) provoque un flux d'électrons de l'anode vers la cathode. Les réactions électrochimiques qui se forment sont identiques à celles qui apparaissent sur un métal unique. Toutefois, l'attaque par corrosion de l'anode augmente fortement.

La fragilité d'une combinaison de métaux face à une corrosion bimétallique peut être estimée avec la « règle des surfaces » :

$$v_{\text{Korr}} = c \cdot A_{\text{Cathode}} / A_{\text{Anode}}$$

v_{Korr} : vitesse de corrosion

c : constante

A_{Cathode} : surface de cathode

A_{Anode} : surface d'anode

La constante c inclut entre autres la différence de potentiel des deux métaux. Autrement dit, plus celle-ci est grande, plus une corrosion bimétallique est susceptible de survenir. Ainsi, du point de vue d'une attaque par corrosion bimétallique, de petites surfaces d'un matériau moins noble électrochimiquement se comportent toujours de manière défavorable au contact de grandes surfaces en matériau plus noble.

Conclusion : réparez les dommages

Dans le cas du présent sinistre, l'utilisation de rondelles galvanisées est inadmissible. Celles-ci doivent être retirées immédiatement. Les pièces de la balustrade en acier inoxydable contaminées par la rouille erratique et le zinc redéposé doivent être décapées puis passivées chimiquement pour rétablir leur couche passive et, par conséquent, récupérer leur résistance à la rouille. Pour ce faire, un démontage complet de la balustrade est indispensable. Dans certains cas, elle doit être éliminée et reconstruite en cas d'attaque avancée du tuyau en acier inoxydable par les produits corrosifs générés. Les frais qui en résultent doivent être supportés par l'entreprise artisanale responsable de la mauvaise combinaison de matériaux. ■