

Edelstahl Rostfrei – Korrosionserscheinungen beim Einsatz im Außenbereich

Andreas Burkert*, Jens Lehmann*, Hans-Peter Wilbert**

* BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin

** ISER Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf

An den Einsatz austenitischer nichtrostender Stähle im Bauwesen werden neben konstruktiven Anforderungen sehr häufig auch hohe optische Ansprüche gestellt. So wird neben der Dauerhaftigkeit unter statischen Gesichtspunkten bei Bauteilen im Sichtbereich eine dauerhaft einwandfreie optische Beschaffenheit, ohne aufwändige Wartungsarbeiten, vorausgesetzt. Jahrzehntelange Erfahrungen zeigen, dass sich an frei berechneten Konstruktionen selbst bei minimalem Pflegeaufwand zwar eine Verschmutzung und teilweise auch ein Bewuchs einstellen, der Werkstoff aber praktisch korrosionsfrei bleibt. Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen ist es um so verwunderlicher, wenn Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl im Außenbereich schon nach sehr kurzer Einsatzzeit optisch erhebliche Beeinträchtigungen durch Korrosionserscheinungen erleiden.

Derzeit stellen solche unerwarteten Beeinträchtigungen des optischen Erscheinungsbildes nichtrostender Stähle ein weit verbreitetes Problemfeld dar.



Beispiele zu den linienförmigen Korrosionserscheinungen an Stabmaterial

Schadensbilder

Das erste Schadensbild lässt sich durch Korrosionserscheinungen, die linienförmig parallel zur Längsachse der Halbzeuge angeordnet sind, beschreiben. Die Korrosionserscheinungen können entlang einer oder mehrerer solcher Linien verteilt über dem Umfang auftreten. Die Korrosionserscheinungen treten nicht zwangsläufig durchgängig entlang der gedachten Linien auf, sondern können immer wieder durch ungeschädigte Bereiche unterbrochen sein. Betroffen davon ist ausschließlich Stabmaterial verschiedener Abmessungen, meist von 10 bis 15 mm Durchmesser.

Das zweite Schadensbild ist durch unregelmäßig über die Oberfläche verteilte, anfänglich örtlich begrenzte Verfärbungen (Verflecken) charakterisiert, die später die ganze Oberfläche bedecken können. Die mikroskopische Untersuchung solcher Oberflächen zeigt, dass es sich hierbei um sehr kleine, mit bloßem Auge nicht sichtbare Lochkorrosionserscheinungen an der Oberfläche des nichtrostenden Stahls handelt. Die optisch störenden Effekte werden nicht durch diese Löcher, sondern durch die sich bildenden Korrosionsprodukte verursacht. Dadurch erscheint der geschädigte Bereich weitaus größer als er tatsächlich ist. Betroffen sind hier überwiegend Rohre verschiedener Abmessungen. Die gleiche Erscheinungsform tritt aber ebenso auch an Stab- und Flachmaterial auf. Allen Fällen gemeinsam ist, dass es sich jeweils um geschliffene Oberflächen handelt.



Beispiele zu den unregelmäßigen Verfleckungen an Rohr-, Stab- und Flachmaterial

Ursachen

Beide Schadensbilder lassen sich nicht mit den üblicherweise vermuteten Ursachen erklären. Insbesondere handelt es sich nicht um den häufig zunächst vermuteten Eintrag ferritischer Stahlpartikel (sog. Fremdrost) in die Oberfläche. Ebenso wenig konnten an den betroffenen Objekten eindeutige expositionsbedingte Ursachen, wie etwa eine nennenswerte Chloridkontamination festgestellt werden. Neben allgemeinen Feststellungen zur Lage spricht dafür auch der Vergleich mit anderen in der Umgebung befindlichen, entweder bereits vor einigen Jahren oder im gleichen Zeitraum errichteten Objekte, ohne vergleichbare Probleme. Auch systematische Fehler bei der Be- und Verarbeitung durch den Metallbau oder der Einsatz von Reinigungs- und Pflegemittel können als Ursachen ausgeschlossen werden.

Linienförmige Korrosionserscheinungen

Umfangreiche metallographische Untersuchungen an Rundstäben mit dem beschriebenen Schadensbild linienförmig angeordneter Korrosionserscheinungen ergaben eindeutig den Nachweis interkristalliner Korrosion (IK). Das Auftreten von IK ist zwangsläufig an einen bestimmten, sogenannten sensibilisierten Werkstoffzustand gebunden. In diesem Zustand ist das für die gute Korrosionsbeständigkeit verantwortliche Chrom teilweise in Form von Chromkarbiden gebunden und steht nicht mehr für die Bildung der schützenden Chromoxidschicht (Passivschicht) zur Verfügung. Im Zusammenhang mit der Sensibilisierung konnten örtlich begrenzte Stellen, manchmal auch über die gesamte Randzone deutlich erhöhte Kohlenstoffgehalte nachgewiesen werden. Es handelt sich hier also in keinem Fall um eine expositionsbedingte Korrosionserscheinung, sondern eine durch einen fehlerhaften Werkstoffzustand verursachte. In sensibilisierten Werkstoffbereichen zeigen sich bereits bei alleinigem Feuchtigkeitszutritt, wie er im Außenbereich als stets gegeben anzusehen ist, die beobachteten Korrosionserscheinungen.

Das vorgefundene Schadensbild kann beim Metallbau nicht verursacht worden sein und ist eindeutig auf Fehler bei der industriellen Fertigung zurückzuführen. Die Sensibilisierung war also bereits im Lieferzustand vorhanden, was einen eindeutigen Normverstoß gegen die DIN EN 10088-3:2005 und damit einen unzweifelhaften Reklamationsgrund darstellt.

Regellose Verfleckungen

Weit aus schwieriger gestaltet sich die Bewertung und Ursachenfindung hinsichtlich der regellosen Verfleckungen. Zwei grundlegende Beobachtungen aus der Praxis zeigen, dass es sich bei den Ursachen weder um ein grundlegendes Werkstoffproblem noch um standortbedingte Ursachen handeln kann. So wurden zum Beispiel in zwei Fällen an Rohren im Bereich von Rundschweißnähten, in denen anschließend eine Wiederherstellung des Oberflächenzustandes durch Schleifen erfolgte, keine Fleckenbildung festgestellt. Außerhalb dieser Nachbearbeitungsbereiche zeigen die gleichen Rohre dagegen erhebliche Verfleckungen. Weiterhin wurden in der Zwischenzeit viele betroffene Konstruktionen einer kompletten Überarbeitung unterzogen. Obgleich diese ja am gleichen Standort verblieben, traten die oberflächigen Korrosionserscheinungen nicht ein weiteres mal auf.

Deshalb wird die Ursache für die Probleme derzeit vorrangig im Oberflächenzustand der jeweiligen Halbzeuge gesehen. An entnommenen Proben wurden wiederkehrend verschiedene Oberflächenunregelmäßigkeiten gefunden. Diese können in einen Zusammenhang mit der Schleifbehandlung gebracht werden und lassen sich reproduzieren, wenn zur Erzielung eines feinen Schliffbildes ein abgenutztes Schleifband verwendet wird. Dadurch findet kaum ein spärlicher Materialabtrag statt. Vielmehr kommt es zu Materialverschiebungen und -verwerfungen an der Oberfläche, die zwar zu einer messbaren Oberflächeneinebnung, aber auch zur Entstehung von zahlreichen Hinterschnitten führen. Allerdings war an so gezielt, unter Praktikumsbedingungen hergestellten Oberflächen bei unterschiedlichen Auslagerungsversuchen derzeit kein auffällig abweichendes Korrosionsverhalten nachweisbar. Daraus lässt sich schließen, dass noch nicht alle Einflussgrößen, welche einen korrosionsanfälligen Oberflächenzustand hervorrufen, bekannt sind. Möglicherweise konnten bei den Versuchsschliffen stärkere Verformungen und ein höherer Wärmeeintrag in die oberflächennahen Bereiche nicht so wie in der industriellen Maschinenfertigung erreicht werden.

Erfahrungen mit einzelnen Objekten, bei denen die Problematik seit mehr als 3 Jahren besteht zeigen, dass die Korrosion auf den oberflächennahen Bereich beschränkt bleibt. Meist kommt sie nach einiger Zeit vollständig zum Erliegen. Am Problem des unbefriedigenden optischen Erscheinungsbildes ändert dies nichts. Allerdings kann eine dadurch bedingte Gefährdung der Tragfähigkeit der Konstruktion derzeit ausgeschlossen werden. Ein Verstoß gegen die DIN EN 10088-2:2005 kann nicht festgestellt werden.

Abhilfemaßnahmen

Linienförmige Korrosionserscheinungen

Eine oder mehrfache Nacharbeitsversuche etwa durch Schleifen, Beizen, Elektropolieren etc. führt bei Korrosionsproblemen infolge sensibilisierter Werkstoffbereiche in der Praxis meistens zu keiner Lösung des Problems. Die sensibilisierten Bereiche erstrecken sich nach bisherigen Erkenntnissen bis zu 500 µm Tiefe, die durch Nacharbeiten aus konstruktiven und wirtschaftlichen Gründen nicht abgearbeitet werden können. Die Korrosionserscheinungen zeigen sich an den gleichen Stellen nach wenigen Tagen oder Wochen erneut. Das Problem lässt sich nur durch den Austausch der betroffenen Bauteile lösen.

Grundsätzlich sollten derartige Werkstoffchargen nicht in den Handel gelangen. Um die Herkunft feststellen zu können, empfehlen wir eine lückenlose Dokumentation durch entsprechende 3.1 Werkzeugnisse bis zum Endkunden. Durch einen schnellen Informationsfluss sollten dann als problematisch identifizierte Chargen sofort vom Markt genommen werden.

Regellose Verfleckungen

Zahlreiche Nacharbeitsversuche in der Praxis haben gezeigt, dass das Problem der Verfleckungen durch eine geeignete Nacharbeit dauerhaft beseitigt werden kann. Als geeignet haben sich hierzu eine Beizbehandlung mit Phosphorsäure bzw. ein Überschleifen der betroffenen Teile erwiesen. Grundsätzlich sollte die Nacharbeit besonders bei umfangreichen Konstruktionen zunächst nur an Testflächen ausgeführt werden. Nach einigen Wochen soll-

ten diese Testflächen bezüglich der Nachhaltigkeit der Maßnahme überprüft und bei positiver Bewertung anschließend die weiteren Bereiche überarbeitet werden.

Dagegen haben sich eine Nachbehandlung mit Vlies sowie der Einsatz unterschiedlicher „milder“ Reinigungsmittel in der Praxis überwiegend als nicht dauerhaft erwiesen. An den so behandelten Flächen konnten die Verfleckungen zwar zunächst vollständig beseitigt werden, traten aber nach einigen Wochen wieder auf.

Auch wenn im Fall der Verfleckungen eine Nacharbeit der betroffenen Konstruktionen in den meisten Fällen möglich und langfristig erfolgreich ist, kann dieser Zustand nicht befriedigen. Eine weitgehende Überarbeitung neuer Installationen aus nichtrostendem Stahl ist auf Seiten des Handwerks regelmäßig mit hohen Aufwendungen verbunden. Derzeit gibt es keine Möglichkeit eine erhöhte Korrosionsanfälligkeit von Oberflächen mit einfachen Mitteln gesichert nachzuweisen. Einzelne Firmen kaufen Material nur noch mit Walzoberfläche und lassen die schleiftechnische Verarbeitung gesondert durchführen und hatten nach eigenem Bekunden keine erneuten Probleme. Andere bestellen nicht mehr die Standardkörnung 240, sondern einen feineren Schliff und haben überwiegend gute Erfahrungen damit gemacht. Eine absolute Garantie zukünftig von unerwarteten Korrosionserscheinungen verschont zu bleiben, bieten sicher beide Wege nicht.

Die systematischen Untersuchungen und Forschungsarbeiten zu den Ursachen wurden durch ein Vorhaben mit dem Förderkennzeichen 15554 N aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungseinrichtungen Otto von Guericke e.V. (AiF) gefördert.