

Schäden an galvanisierten Bauteilen

Schadenfälle aus der Praxis

Von Ing. F. W. Hirth, Prof. Dr.-Ing. H. Speckhardt
und Dipl.-Ing. K. Stallmann

Mitteilung aus dem
Institut für Werkstoffkunde der Technischen Hochschule Darmstadt

(Institutsleiter: *Prof. Dr.-Ing. K. H. Kloos*)



EUGEN G. LEUZE VERLAG · D-7968 SAULGAU

Postfach 1352 · Telefon 07581/7617 · Telefax 07581/1756

Vorwort

Die vorliegende Schrift enthält typische Beispiele von Schäden, die in der Praxis an galvanisierten Bauteilen auftreten können. Die Beschreibung von Schadenfällen wird jeweils untergliedert in die Abschnitte:

- Schaden
- Untersuchung und Ergebnis
- Schadenursache
- Abhilfe.

So kann sich der Leser einen Überblick verschaffen über die Methodik der Schadenuntersuchung und -klärung, über die wesentlichen Schadenursachen – die oftmals gar nicht beim Galvaniseur zu suchen sind – und über mögliche Abhilfemaßnahmen.

Die Schrift soll auch Anstoß geben zum Gespräch zwischen Auftraggeber und Galvaniseur, um schon in der Planungsphase (z. B. durch galvanisiergerechte Konstruktion, Werkstoffauswahl und Fertigung) die Grundlagen für eine Schadenvermeidung zu schaffen.

Schließlich soll sie deutlich machen, wie wichtig die Berücksichtigung aller Einflußgrößen bei der Beurteilung eines Schadens ist, also nicht nur die Konstruktion, der Grundwerkstoff, die Prozeßtechnik bei der Oberflächenbehandlung und die Betriebsbedingungen, sondern auch die Verpackung, die Lagerung, der Transport und die Montage galvanisierter Bauteile.

Auf diese Weise soll ein Beitrag geleistet werden zur Verbreitung von Erfahrungen aus Praxis und Forschung mit dem Ziel einer weiteren Verbesserung von Qualität, Funktionssicherheit und Lebensdauer technischer Produkte mit Hilfe der Galvanotechnik.

Darmstadt und Saulgau im Frühjahr 1991

Verfasser und Verlag

Chrom

funktionell verchromt (hartverchromt) – Schadensfall f–2.5

Schaden

Kolbenstangen aus einem Einsatzstahl wurden nach dem Einsatzhärten gerichtet, auf maximale Rauhtiefe von $4\ \mu\text{m}$ geschliffen und mit $10\ \mu\text{m}$ maßverchromt. Die Oberflächen waren fehlerhaft.

Untersuchung und Ergebnis

Die Untersuchung mit dem Stereomikroskop und im REM ergab, daß als Fehlertypen Wasserstoffporen (Abb. 16), Pusteln (Abb. 17), Riefen (Abb. 18) und lunkenartige Störungen (Abb. 19) vorlagen.

Schadensursache

Die relativ hohe Rauhgigkeit der Grundwerkstoffoberfläche sowie zusätzliche Verletzungen nach Art von Riefen und angeschnittenen Lunkern verursachten die Störungen in der Chromschicht; die Wasserstoffporen sind zudem auf zu geringe Relativbewegung zwischen Warenoberfläche und Elektrolyt zurückzuführen.

Abb. 17 und Text für Abhilfe des Schadens siehe nächste Seite!

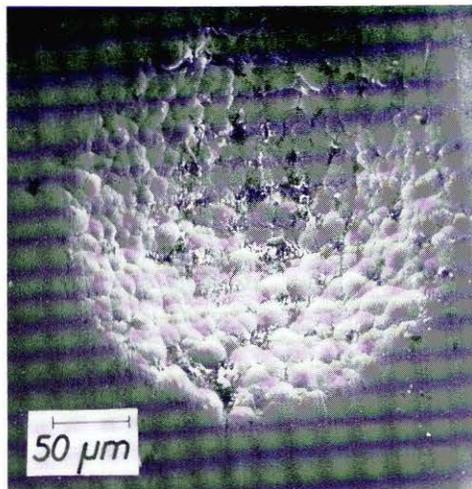


Abb. 16: Wasserstoffpore in der Chromoberfläche

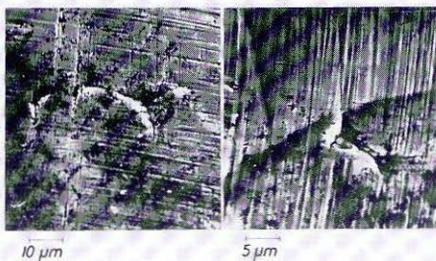


Abb. 19: Lunkenartige Störungen in der Substratoberfläche (einsatzgehärteter Stahl) setzen sich in der Chromschicht fort (Aufsicht auf die verchromte Oberfläche)

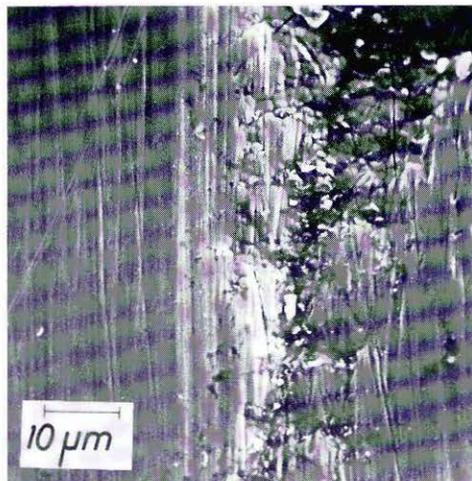


Abb. 18: Riefen- oder Grubenbildung in der verchromten Oberfläche

Abhilfe

- Erhöhung der Oberflächengüte des Grundwerkstoffs;
- verstärkte Waren- und Elektrolytbewegung.

Werden Einschlüsse oder Lunker im letzten Zerspanungsgang angeschnitten, so ist zu entscheiden, ob das betreffende Teil zu verwerfen ist oder ob die Oberfläche weiter abgearbeitet und dann aufgalvanisiert werden soll.

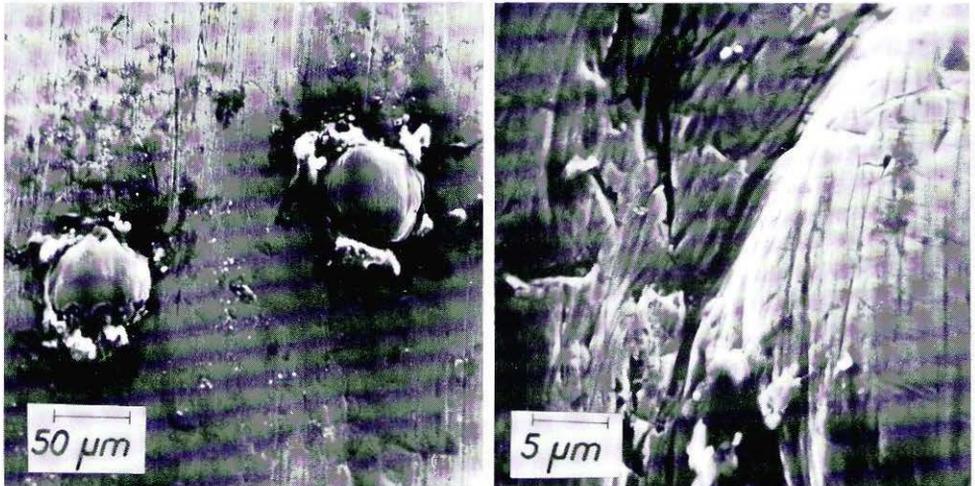


Abb. 17: Pusteln in der Chromoberfläche

Nickel, außenstromlos

funktionell chemisch (stromlos) vernickelt – Schadenfall f–3.1

Schaden

Brüche bei außenstromlos vernickelten (Ni-P-Verfahren) Vergütungsstählen, die in schwachkorrosiver wäßriger Umgebung wechselbeansprucht waren.

Untersuchung und Ergebnis:

Metallografische Schlitte zeigten stets das gleiche Bild:

- die Nickelschicht wies durchgehende Risse auf, war aber im übrigen nicht beschädigt;

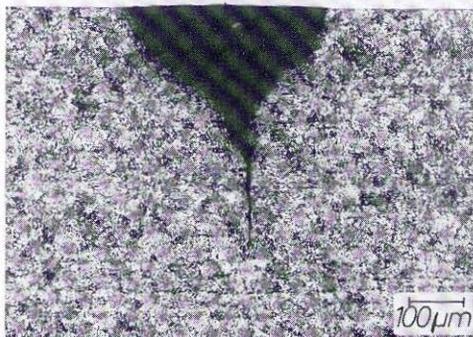


Abb. 57: Korrosionsermüdung mit Unterkorrosion: verstärkte Korrosion der Rißflanken und Ausbildung eines Korrosionselementes zwischen edlem Nickel-Phosphor-Überzug und unedlem Stahl (metallografischer Schliff)

- der Grundwerkstoff zeigte dort Ermüdungsrisse mit auskorrodierten Rißflanken (Abb. 56 und 57).

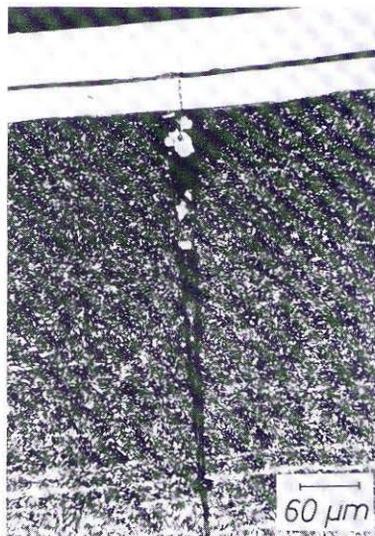


Abb. 56: Bereich eines Korrosionsermüdungsrisses in einem außenstromlos nickel-phosphorbeschichteten Vergütungsstahl (außen: Schutzvernicklung) (metallografischer Schliff)

Schadenursache

Infolge zu hoher Sprödigkeit des Überzugs traten sofort bei mechanischer Belastung bis zum Grundwerkstoff durchgehende Risse auf, die zur Entstehung von Korrosionselementen führten, wobei der nicht-korrosionsbeständige Stahl die Anode bildete. Dieser ging nun durch elektrochemisch verstärkte Schwingungsrißkorrosion im aktiven Zustand beschleunigt zu Bruch.

Abhilfe

- Tempern des beschichteten Bauteils zur

Verbesserung der Duktilität des Überzugs;

- Einsatz von Überzügen mit höherer Verformbarkeit;
- Aufbringen weicher Zwischenschichten, falls an der Oberfläche des galvanisierten Bauteils höhere Härte gefordert wird;
- Erzeugung von Druckeigenspannungen im Überzug mit Hilfe von Inhibitoren und dadurch Erhöhung der Dauerfestigkeit des Schichtwerkstoffs.

Nickel

Dekorativ galvanisch vernickelt – Schadenfall d–4.1

Schaden

Galvanisch vernickelte Massenteile auf Stahlblech wiesen Oberflächenstrukturen auf, die ihre Funktionstüchtigkeit infrage stellten. Daraufhin wurden sie entnickelt und erneut galvanisiert. Die Schäden traten nun verstärkt auf.

Untersuchung und Ergebnis

Das REM-Bild der schadhaften Oberfläche eines entnickelten Teils deutet auf starken Ätzangriff hin, wie er beim Überbeizen oder auch bei unsachgemäßem Entnickeln auftreten kann (Abb. 66). Er konnte dadurch begünstigt werden, daß die Teile aufgrund ihrer Form zum Kleben neigten.

Flach- und Querschliffe ließen ebenfalls den örtlich ausgeprägten Korrosionsangriff auf den Grundwerkstoff erkennen (Abb. 67).

Schadensursache

Für die Richtigkeit der ursprünglichen Vermutung, der Grundwerkstoff sei fehlerhaft gewesen, ergab sich kein Anhaltspunkt.

Vielmehr trat der Schaden durch unsachgemäße Behandlung beim Beizen oder beim Entnickeln ein.

Abhilfe

- Überprüfung der Verfahren;
- gegebenenfalls Änderung der Form der Teile, um Kleben zu vermeiden.

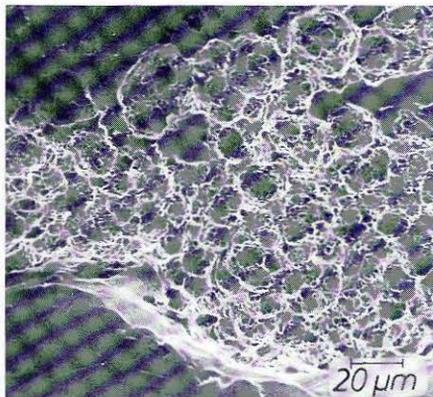


Abb. 66: Angriff auf der Oberfläche eines entnickelten Teils aus Stahlblech

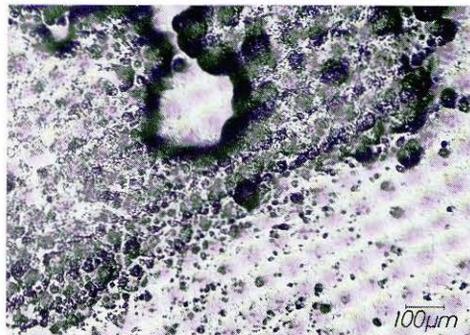


Abb. 67: Schadhafte Stahlblechoberfläche, im Flachschiiff schwach abgetragen