Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: - (1997)

Heft: 34

Artikel: Wo die Korrosion angreift

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-551521

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wo die Korrosion angreift

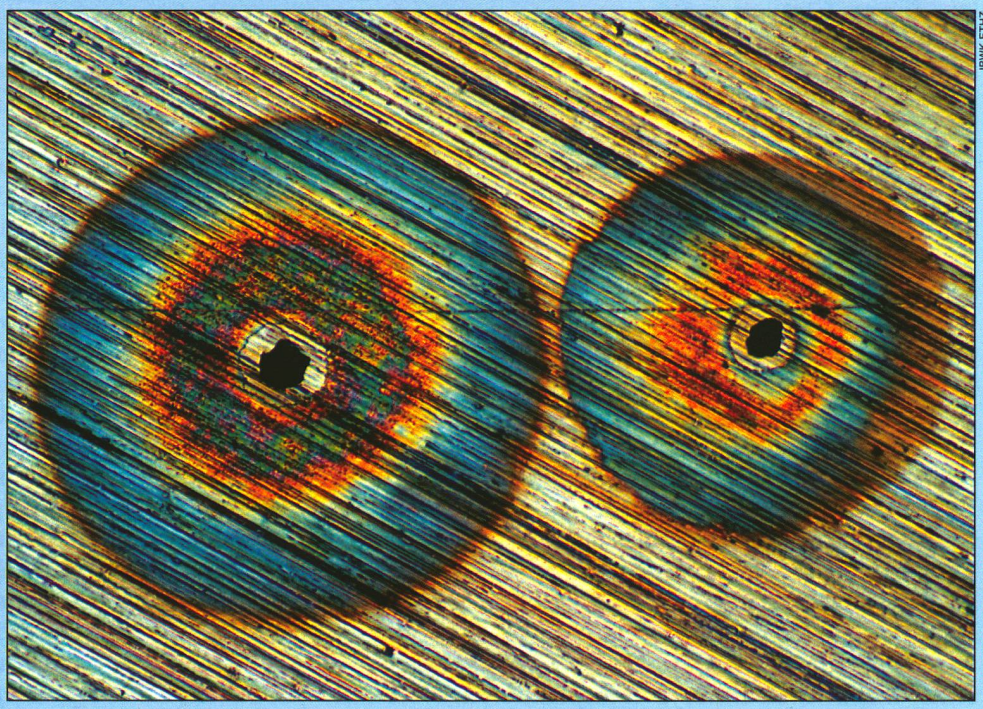
Auch «rostfreier» Stahl kann unter bestimmten Bedingungen korrodieren. Um diese Korrosion zu studieren, haben Ingenieure eine neue mikroskopische Untersuchungsmethode entwickelt. Dabei entdeckten sie, wo die Schwachstelle liegt: bei Verunreinigungen durch Mangansulfid. Hält man solche schwefelhaltigen Einschlüsse möglichst klein, lässt sich die Stahlqualität verbessern.

Der glänzende Kaffeebehälter an der Espressomaschine besteht aus normalem rostfreiem Stahl. Er enthält ausser Eisen und Kohlenstoff noch 8% *Nickel* und 18% *Chrom*. Nickel verbessert die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes, während Chrom der Korrosion entgegenwirkt. Wo sich nämlich Luftsauerstoff mit Chrom verbindet, entsteht an der Oberfläche eine sehr dünne Schutzschicht von drei Millionstelmillimetern, die eine weitere Oxidation verhindert.

Was in der Küche genügen mag, erfüllt noch nicht die Anforderungen an Stähle in anspruchsvollerer Umgebung. Wo hoher Druck herrscht oder chemisch aggressive Flüssigkeit zirkuliert, braucht es Spezialstähle mit mehr Nickel (bis 25%), mehr Chrom (bis 30%) und vor allem einem Zusatz von *Molybdän* (bis 7%). Diese Beimischungen verteuern allerdings die Herstellung beträchtlich. Deshalb suchen die Metallurgen nach Wegen, durch sorgfältige Fabrikationsweise auch den normalen rostfreien Stahl möglichst korrosionsbeständig zu machen.

Bei grossen Bauwerken wie etwa den neuen Alpentunnels können solche Lösungen über Erfolg oder Misserfolg entscheiden. Im Autotunnel unter dem Mont-Blanc-Massiv zwischen Frankreich und Italien gab es zum Beispiel grosse Schwierigkeiten, weil die Metallstifte zum Befestigen der Tunneldecke durch Auspuffgase zersetzt wurden. Wie lässt sich, so fragen sich die Spezialisten, die Widerstandskraft von Stahl unter diesen Verhältnissen während langer Zeit garantieren?

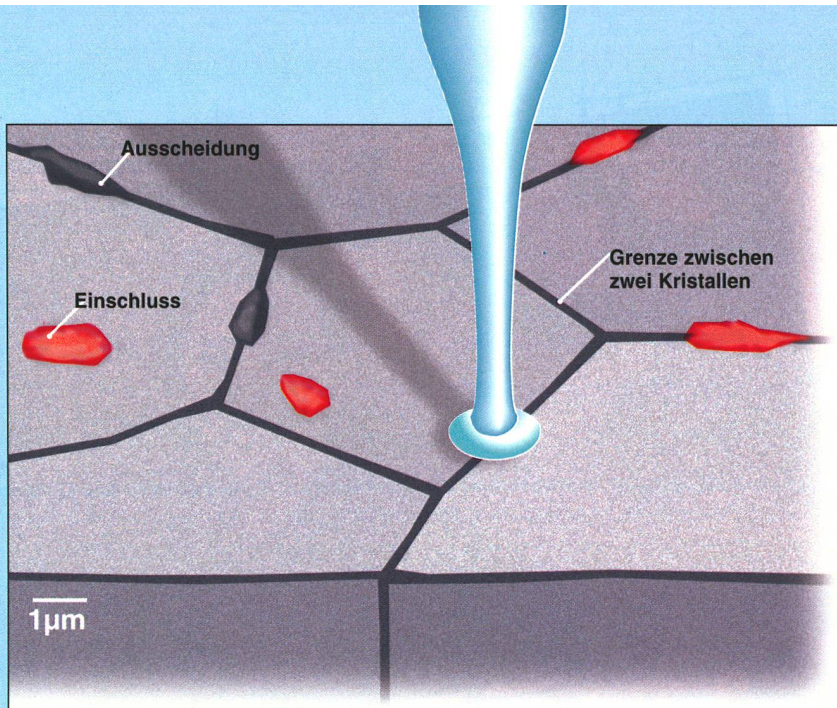
Kritisch sind jene Punkte an der Metalloberfläche, wo die Zerstörung angreift. «Die Achillesferse besteht aus winzigen Einschlüssen von Mangansulfid», erklärt Thomas Suter vom Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion (IBWK) der ETH Zürich. «Hier beginnt die Korrosion im mikroskopischen Bereich. Aggressive Lösungen, etwa salzhaltige Wässer, zersetzen die Einschlüsse sehr rasch. Wie der Prozess dann aber

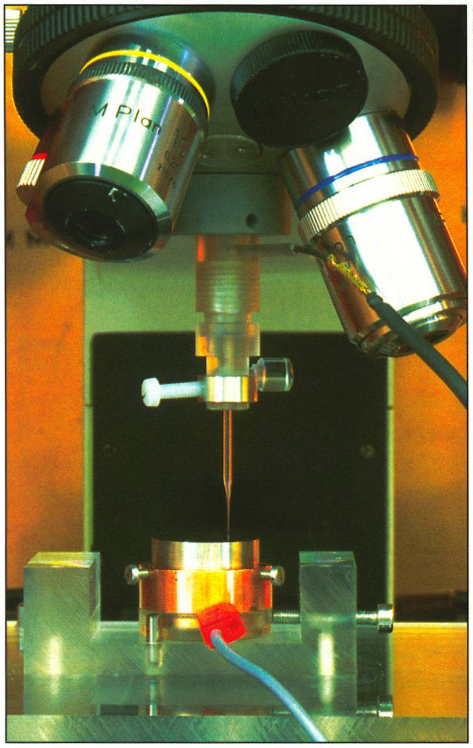


IBWK-ETHZ

Schwachstellen

An der Oberfläche eines Werkstückes aus rostfreiem Stahl wurden zwei Einschlüsse aus Mangansulfid mit chloridhaltiger aggressiver Flüssigkeit aufgelöst. Von diesen Schwachstellen aus greift die Korrosion ringförmig um sich, wie die Mikroaufnahme in 70-facher Vergrösserung zeigt (die Regenbogenfarben sind Interferenzfarben von dünnen Schichten, die mit einem Auflichtmikroskop fotografiert wurden).





Mikropipette

Diese winzige Glaspipette, einem optischen Mikroskop angeschlossen, erzeugt innerhalb der Spitze einen mikroskopisch kleinen Kontakt zwischen korrosiver Flüssigkeit und Stahl. Das Fortschreiten der Korrosion auf kleinstem Raum lässt sich anschliessend durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit verfolgen.

weitergeht, hängt stark von der Einschlussgrösse ab.»

Untersuchungen am IBWK haben gezeigt, dass die durch Einschlüsse von weniger als einem Tausendstelmillimeter Durchmesser verursachten Löcher schnell von selber wieder zuheilen. Innert einer oder zwei Sekunden überzieht sich die Oberfläche des Mini-Loches mit einer Oxidschicht, welche das Fortschreiten der Zersetzung verhindert. Solche *Repassivierung*, wie die Fachleute den Vorgang nennen, bleibt bei grösseren Löchern aber aus: Dort wird die Öffnung zum Behälter für zerstörerische Chemikalien und dadurch zum Ausgangspunkt für weitere Korrosion.

Weil es bei der Stahlherstellung in jedem Fall Einschlüsse gibt, geht es nun darum, durch spezielle Fabrikationstechniken deren Ausdehnung möglichst gering zu halten. «Im Idealfall besitzt ein normaler rostfreier Stahl, also einer ohne Molybdän, die gleichen Korrosionseigenschaften wie ein Edelstahl mit 2% Molybdänzusatz», ergänzt Thomas Suter.

Zur Untersuchung solcher Zusammenhänge haben Suter und seine Kollegen vom Team um Prof. Hans Böhni am IBWK der ETH Zürich eine neuartige Analysetechnik erarbeitet, die im Rahmen des *Nationalen Forschungsprogrammes 36 «Nanowissenschaften»* weiterentwickelt wurde. Im Zentrum steht ein erstaunliches Gerät: eine Glaspipette mit extrem feiner Spitze von bis zu einem Tausendstelmillimeter Durchmesser. Darin kommt es zu einem mikroskopisch kleinen Kontakt zwischen der aggresiven Salzlösung und der Stahloberfläche. Ein Silikonkragen um die Spitze verhindert, dass sich die Flüssigkeit auf dem Stahl ausbreitet. So kann die Glakapillare mit Hilfe eines Mikroskops genau an den interessantesten Stellen abgesetzt werden: an der Grenze zwischen zwei Kristallen (Stahl besteht aus kleinen Kristallen) oder direkt auf einem Einschluss. Alle Phasen der Korrosion und der Repassivierung lassen sich durch das Messen extrem schwacher elektrischer Ströme verfolgen – es geht um Millionstel von Milliardstel Ampère! Diese fortlaufend gemessenen Werte erlauben es den Ingenieuren, sich ein Bild von den Vorgängen im Mikrobereich an den verschiedenen Stellen der Stahloberfläche zu machen.

Die Vorzüge der neuen Analysetechnik aus Zürich haben bereits zwei amerikanische Laboratorien überzeugt. Sie wird sowohl an der University of Illinois wie auch am Brookhaven National Laboratory angewendet werden. Unterdessen entwickelt das Team von Prof. Böhni eine Glas-Mikropipette mit noch feinerer Spitze: Hier ist der Durchmesser der Kontaktfläche zehnmal geringer und beträgt nur noch etwa einen Zehntausendstel Millimeter. Das Gerät soll mit einem Atomkraftmikroskop gekoppelt werden, damit sich Stromkreise direkt auf die Metalloberfläche eines Chips oxidieren lassen, und zwar vorteilhafterweise nicht mehr unter Vakuumbedingungen wie bisher, sondern in normaler Laboratmosphäre.