

FocusRostfrei



www.Focus-Rostfrei.com

Aktuelles

Online am 10. November:
Edelstahl Marktseminar
Deutschland 2020

Trends

Werkstoffsystemtechnik
mit Blickpunkt
auf Nichtrostende Stähle

Anwendungen

Laserstrahl-Schweißverfahren
für martensitische Chromstähle
sorgt für crash-sichere Zukunft

Bauwerke dauerhaft schützen

Werkstoffsystemtechnik mit Blickpunkt auf Nichtrostende Stähle

Hinter dem Begriff „Werkstoffsystemtechnik“ verbirgt sich die Werkstoffbetrachtung in der Interaktion mit der Umgebung. Diese Art der Betrachtung ist besonders wichtig bei den Nichtrostenden Stählen, da die wichtigste Eigenschaft dieser Stahlgruppe, die Korrosionsbeständigkeit, von dem System Werkstoff in Interaktion mit der Umgebung bestimmt wird. Für die Begleitung und Lösung von Fragestellungen in der industriellen Praxis ist es erforderlich, Fertigungsprozesse und Verfahren als System zu begreifen und zu analysieren. Speziell für diese Betrachtungsweise wurde 2002 das Institut für Werkstoffsystemtechnik Thurgau (WITg) in Kooperation zwischen der Hochschule Konstanz (HTWG) und dem Kanton Thurgau als grenzüberschreitende Institution mit Sitz in Konstanz (D) und Tägerwilen (CH) gegründet. Neben Werkstoffuntersuchungen, Beratungsleistungen und Schadensanalytik wird dort sehr viel an Nichtrostenden Stählen geforscht. Nachfolgend wird ein Einblick in die Institutionsaktivitäten am Beispiel von Projekten und Schadensfallanalytik gegeben.

Projekt zu Magnetismus an oberflächen- gehärteten austenitischen Rostfreien Stählen

Bei den austenitischen Legierungen wird durch die Legierungszusammensetzung ein kubisch flächen-

logisch beanspruchten Teilen ein Ausschlusskriterium darstellen kann. Durch eine Niedertemperatur-Oberflächenhärtung ist es möglich, eine Randschichthärtung von ca. 30 µm zu erzielen. Dabei wird Kohlen-

stoff und/oder Stickstoff auf Zwischengitterplätzen eingelagert und ein expandiertes Austenitgitter erzeugt, in dem hohe Druckeigenstressungen vorliegen. Aufgrund der geringen Prozesstemperatur wird die Bildung von Ausscheidungen (Carbiden oder Nitriden) vermieden und die Korrosionsbeständigkeit bleibt voll erhalten.

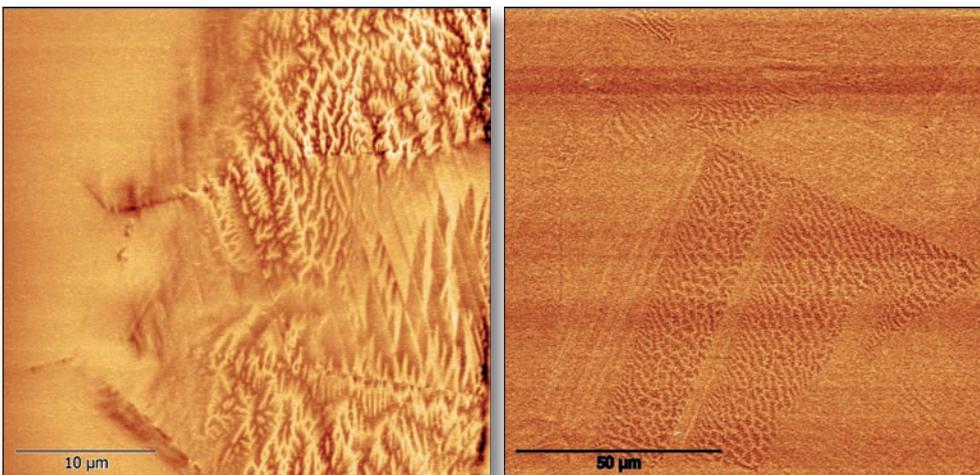


Abbildung 1: Mittels MFM visualisierte magnetische Strukturen nach der Wärmebehandlung; links: 1.4529 Querschliff; rechts: 1.4529 flächige Probe

zentriertes Gitter bis auf Raumtemperatur eingestellt. Diese Stähle haben aufgrund der Gitterstruktur eine geringe Härte, besitzen eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit und sind nicht magnetisierbar.

Eine konventionelle Härtung ist aufgrund der fehlenden Gitterumwandlung nicht möglich, was bei tribo-

Durch die Niedertemperatur-Oberflächenhärtung kann bei einigen hochlegierten austenitischen Legierungen eine Magnetisierbarkeit nach der Wärmebehandlung entstehen, obwohl das Gitter vollaustenitisch bleibt. Die Ausbildung einer Magnetisierbarkeit kann damit nicht auf die Bildung einer neuen Phase, Ausscheidung oder spannungsinduzierter Martensitbildung zurückgeführt

werden. Die Ausbildung beziehungsweise Orientierung der magnetischen Domänen ist dabei der Kornorientierung unterworfen und zeigt eine labyrinthartige Struktur (siehe Abbildung 1). Diese Strukturen konnten erfolgreich mit verschiedenen Verfahren wie

Projekt zum Einfluss der Schleifbedingungen auf die Korrosionsbeständigkeit

Der Oberfläche als Bindeglied zwischen dem Werkstoff und dem umgebenden Medium ist insbesondere bei rostfreien Stählen eine hohe Bedeutung beizumessen. Der Einfluss von unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren sowie die damit erzeugte Oberflächentopografie wird als Forschungsschwerpunkt am WITg behandelt. Insbesondere das Zusammenspiel von fertigungstechnisch angewendeten Prozessparametern auf den Vorzustand des Grundwerkstoffes kann in Bezug auf die in der Anwendung erzielte Korrosionsbeständigkeit von entscheidender Bedeutung sein.

So wirkt sich beispielsweise beim Schleifen von rostfreiem Edelstahl die vorangegangene Konditionierung beziehungsweise Abrichtung des Schleifwerkzeuges entscheidend auf die

erzielte Korrosionsbeständigkeit aus. Die nebenstehende Abbildung 2 zeigt hierzu exemplarisch, dass

sich sowohl der Schleifkornwerkstoff als auch der angewendete Überdeckungsgrad U_d

magnetic force microscope (MFM) visualisiert werden. Weiterhin soll im Rahmen dieses Projektes geklärt werden wie die Legierungszusammensetzung die Ausbildung des magnetischen Effektes beeinflusst und was die Magnetisierbarkeit hervorruft. In dem Projekt sollen die Ursachen und praktischen Auswirkungen dieses unerwartet auftretenden Effektes ermittelt werden.

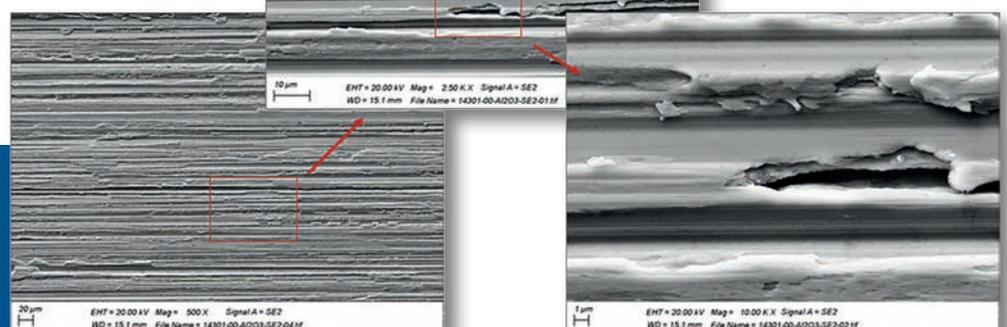


Abbildung 3:
Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop von Mikrospalten an einer mit Korund geschliffenen Oberfläche des Werkstoffes X5CrNi18-10

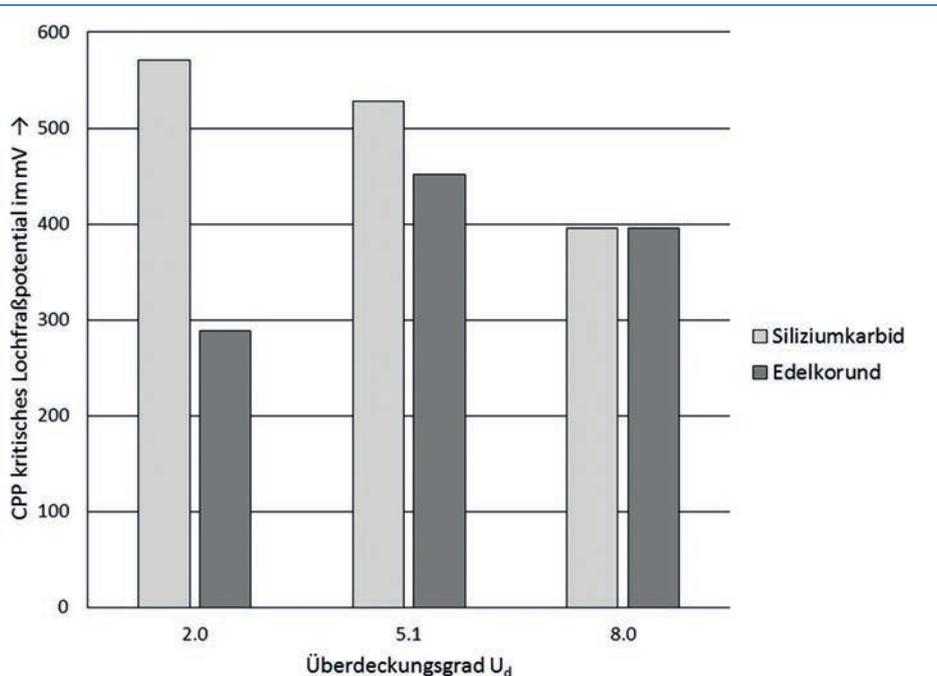


Abbildung 2: Einfluss des angewendeten Überdeckungsgrades beim Abrichten des Schleifwerkzeuges sowie des vorliegenden Schleifkornwerkstoffes auf die erzielte Korrosionsbeständigkeit am Beispiel des kritischen Lochfraßpotentials für den Werkstoff X10CrNi18-8, gemessen in 0,08 mol/NaCl-Lösung

am Beispiel des Werkstoffes X10CrNi18-8 erheblich auf die erzielte Korrosionsbeständigkeit auswirken können.



Abbildung 4: Spannungsrissskorrosion an Plattenwärmetauschern aus 1.4401

Obwohl anhand der konventionell gemessenen Oberflächenrauheit kaum Unterschiede vorliegen, können sich mechanisch bearbeitete Oberflächen immer in der Mikrostruktur unterscheiden. Zur Erfassung der Wirkmechanismen und der Einflussfaktoren muss somit die Charakterisierung der Oberfläche beispielsweise auch durch Anwendung des Rasterelektronenmikroskops erfolgen. Lokale Strukturen und Effekte, welche beispielsweise durch spanende Bearbeitung erzeugt werden, stellen häufig auch Schwachstellen für die Ausbildung der Passivschicht dar. Eine isolierte Betrachtung von einzelnen Aspekten, wie beispielsweise die Legierungslage des bearbeiteten

Werkstoffes, die angewendete Körnung oder die erzielte Oberflächenrauheit sind hier nicht zielführend. Die entscheidende und auch namensgebende Eigenschaft der Rostfreien Stähle ist deshalb stets als Systemgröße zu betrachten. Die Ergebnisse dieses Projektes sollen dem Anwender helfen, die Schleifbedingungen bei den Nichtrostenden Stählen im Hinblick auf eine bestmögliche Korrosionsbeständigkeit zu optimieren.

Beispiele aus der Korrosion

Nichtrostende Stähle sind, anders als der Name ver-

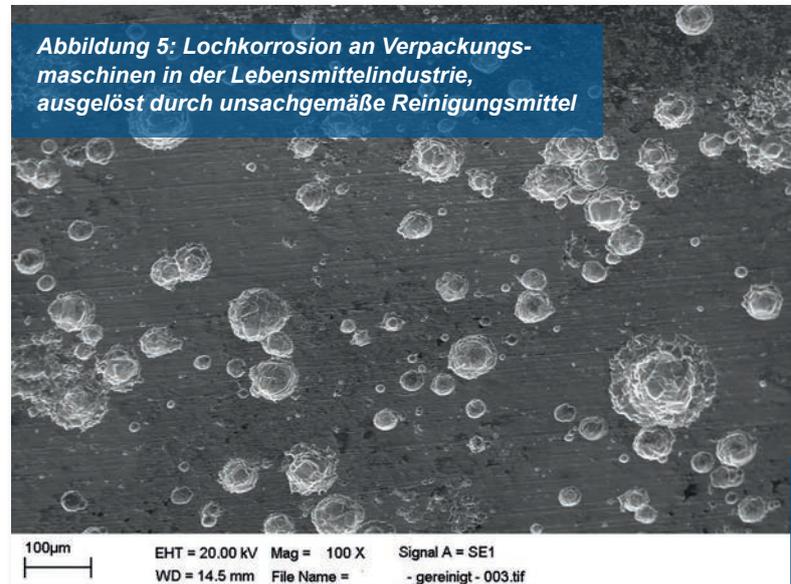


Abbildung 5: Lochkorrosion an Verpackungsmaschinen in der Lebensmittelindustrie, ausgelöst durch unsachgemäße Reinigungsmittel

muten lässt, durchaus immer wieder von Korrosion und daraus resultierenden Schäden (Beispiele in den Abbildungen 4 bis 6) betroffen. Die Ursachen hierfür sind oft in der Handhabung und der Be- und Verarbei-

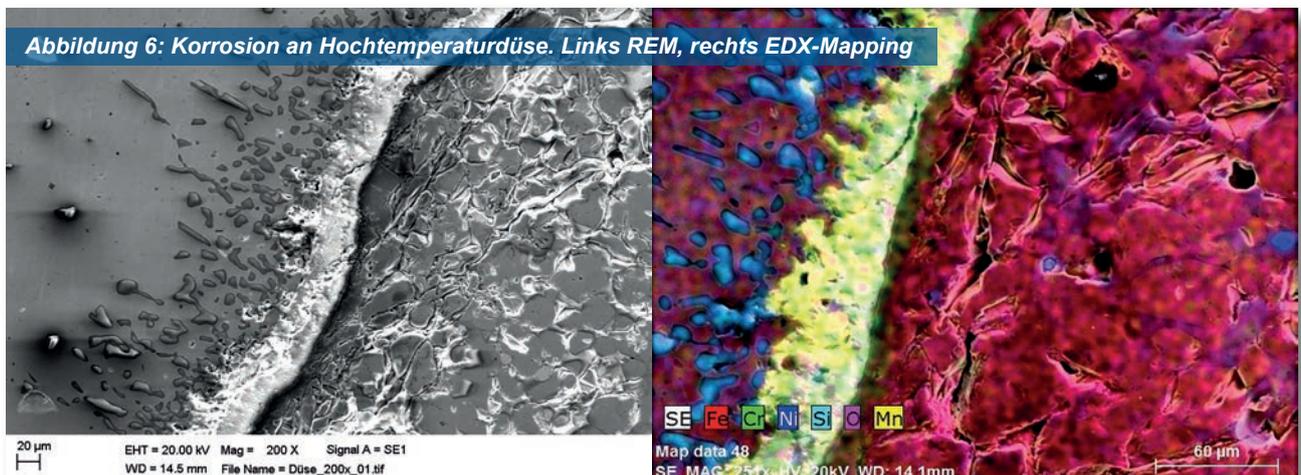
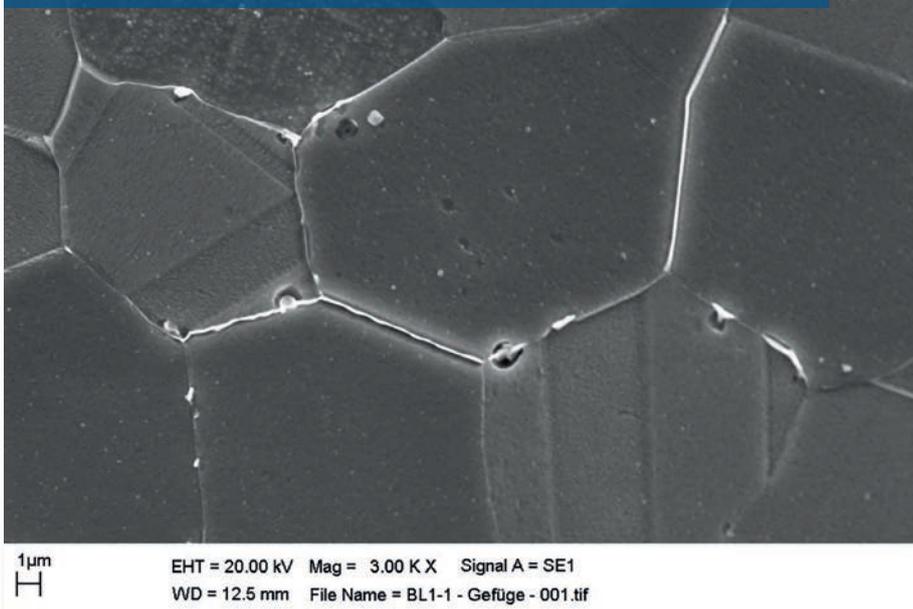


Abbildung 6: Korrosion an Hochtemperaturdüse. Links REM, rechts EDX-Mapping

Abbildung 7: Chromcarbidausscheidungen bei einem Nichtrostenden Stahl aufgrund zu langer Haltezeit im kritischen Temperaturbereich



gen nicht beachtet. Durch die Vielzahl von Untersuchungen und Forschungsarbeiten in dem Bereich Korrosion an Nichtrostenden Stählen liegen Erfahrungen mit den unterschiedlichsten Medien und Werkstoffen vor. Diese gewonnenen Erfahrungen helfen in der Beurteilung von Schadensfällen und bei der Beratung der Kunden hinsichtlich der richtigen Verarbeitung (mechanische Bearbeitung, Schweißen, Oberflächenbehandlung,...) und des richtigen Einsatzes von Nichtrostenden Stählen.

tung der Stähle zu finden. Auch werden oft die falschen Stähle bei den vorhandenen Bedingungen eingesetzt, das heißt hier wird die Abhängigkeit dieser Systemeigenschaft von den Umgebungsbedingun-

Um den richtigen Stahl für die gewünschten Bedingungen einzusetzen, ist es manchmal notwendig, im Vorfeld praxisnahe, beschleunigte Versuche durchzuführen. Hier kann auf diverse Versuchseinrichtun-

FocusRostfrei

... jetzt abonnieren!

Alle 14 Tage montags bringt FocusRostfrei aktuelle Informationen zur Marktentwicklung im In- und Ausland, über Trends, die Situation auf den Rohstoffmärkten und Preise. Sichern Sie sich Ihre Ausgabe noch heute!

Bestellschein

Hiermit abonnieren wir

Firma.....
 zu Händen.....
 Straße/Postfach.....
 PLZ/Ort.....
 Tel..... Fax.....
 E-Mail..... Website.....

ab sofort Exemplar(e) des FocusRostfrei zum Preis von € 65,- im Quartal resp. € 245,- pro Jahr/Exemplar (Nichtzutreffendes bitte streichen). Das Abonnement ist zunächst für ein Jahr abgeschlossen und verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn nicht bis 8 Wochen vor Ablauf des Abonnements die Kündigung ausgesprochen wird.

Der Abopreis versteht sich inkl. der jeweils gültigen Mehrwertsteuer.

Wir ermächtigen Sie hiermit zum SEPA-Lastschrift-einzug:

IBAN
 BIC
 Ust-IdNr

....., den.....Stempel/Unterschrift

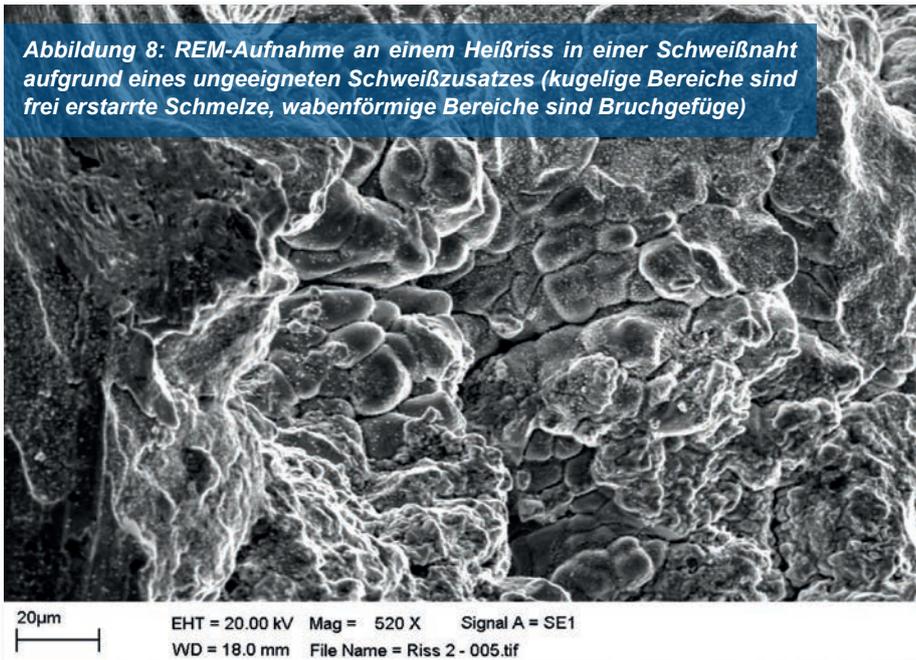
Widerrufsrecht

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich meinen Auftrag innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen kann. Zur Wahrung dieser Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs an FocusRostfrei.

....., den.....Stempel/Unterschrift

gen wie elektrochemische Untersuchungen oder diverse Auslagerungsmöglichkeiten zurückgriffen werden. Es ist damit auch möglich, bestehende funktionierende Lösungen zu untersuchen und zu evaluieren, um diese dann mit zum Beispiel neuen Werkstofflösungen/Fertigungsverfahren zu vergleichen.

- Metallographische Untersuchung der Gefügestrukturen, zum Beispiel zur Feststellung von unerwünschten Ausscheidungen, Bestimmung des Rissverlaufes bei Korrosion und so weiter
- Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Analyse von Brüchen und mit Unterstützung der EDX-Analyse-methode zur Untersuchung von Belägen auf korrosionsfördernde Elemente, zum Beispiel Chlor



Darüber hinaus ist es notwendig, die grundsätzlichen Schadensmechanismen und die unterschiedlichen Korrosionsarten der unterschiedlichen rostfreien Stahlqualitäten zu kennen. So zeigt Abbildung 7 ein Schadensbild mit Karbidausscheidungen auf den Korngrenzen, was bei den Rostfreien Stählen neben einer Minderung der Zähigkeit zu einem Verlust der Korrosionsbeständigkeit führen kann. Bilder aus zwei weiteren korrosionsver-

Schadensanalytik

Zur Aufklärung von Schadensfällen im Zusammenhang mit der Verwendung von Rostfreien Stählen kommen die gleichen Untersuchungsmethoden zum Einsatz, wie bei anderen metallischen Werkstoffen auch:

- Spektralanalyse zur Überprüfung der Werkstoffqualität und Einhaltung der Grenzwerte einer Qualität
- Makroskopische Untersuchungseinrichtungen zur Betrachtung der Schadensstelle mit erhöhter Vergrößerung, mit geeigneter Abbildungsmöglichkeit



Das Institut für Werkstoffsystemtechnik Thurgau an der Hochschule Konstanz (WITg) mit Sitz in Tägerwilen/Schweiz ist eine grenzüberschreitende Institution zur Unterstützung der Wirtschaft bei der Werkstoffforschung, Produktentwicklung, Simulation und Schadensanalytik. Das Institut wird von der Thurgauischen Stiftung für Wissenschaft und Forschung getragen und kooperiert mit zahlreichen Institutionen vornehmlich im Bereich des Internationalen Bodenseehochschulverbundes. Ein Arbeitsschwerpunkt des WITg liegt auf dem Gebiet der Nichtrostenden Stähle und dem Korrosionsverhalten dieser Werkstoffe.

Gerne sind wir auch für Forschungsideen, Werkstoffoptimierungen und Schadensanalysen Ihr Ansprechpartner.

Wir freuen uns über Ihre Kontaktaufnahme: Torsten Bogatzky, Dipl.-Ing. (FH), operative Leitung WITg t.bogatzky@witg.ch Telefon 0041 71 666 4204

ursachten Schadensfällen an Nichtrostenden Stählen sind in den Abbildungen 9 und 10 dargestellt. Häufig treten auch Fehler beim Schweißen von Nichtrostenden Stählen auf, ein bekanntes Beispiel sind Heißrisse, die bei unsachgemäßen Schweißbedingungen an vollaustenitischen Rostfreien Stählen auftreten können (Abbildung 8).

In bestimmten, sehr weit fortgeschrittenen Schadensfällen kann es auch erforderlich sein, einen Schadensablauf im Versuch nachzustellen, um eine Schadenshypothese zu belegen. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn die verbliebenen Exponate bereits sehr stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Dazu ist es häufig notwendig die Versuchsführungen so weit zu modifizieren, dass das einwirkende Einsatzumfeld möglichst nahe der Realität nachgebildet wird.

Abbildung 9: Beispiel für Spannungsrisskorrosion in einem austenitischen Nichtrostenden Stahl, ausgelöst durch hohe Eigenspannungen im Stahl in einem chloridhaltigen Medium



Mit diesen Beispielen soll gezeigt werden, wie wichtig der Ansatz der Systembetrachtung für die Nichtrostenden Stähle ist. Diese Systembetrachtung wird im WITg durch eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit praktiziert. Ein hohes Maß an Flexibilität des Institutes und seiner Aktivitäten ermöglicht eine erfolgreiche Durchführung von innovativen Projekten in enger Kooperation mit der Industrie.

Abbildung 10: Lochfraßkorrosion an einer Wasserleitung die auf einem Kreuzfahrtschiff mit Seewasser kontaktiert wurde

