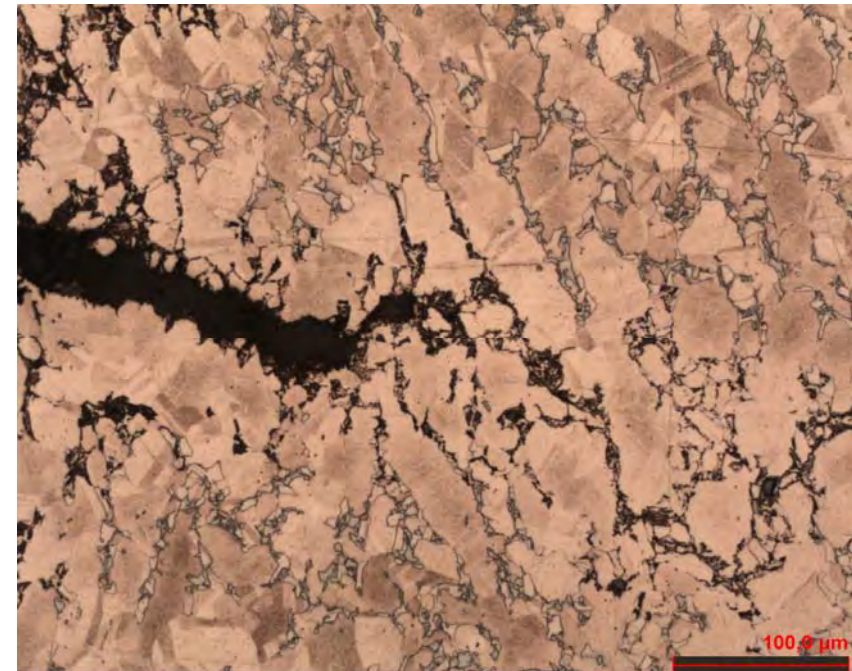
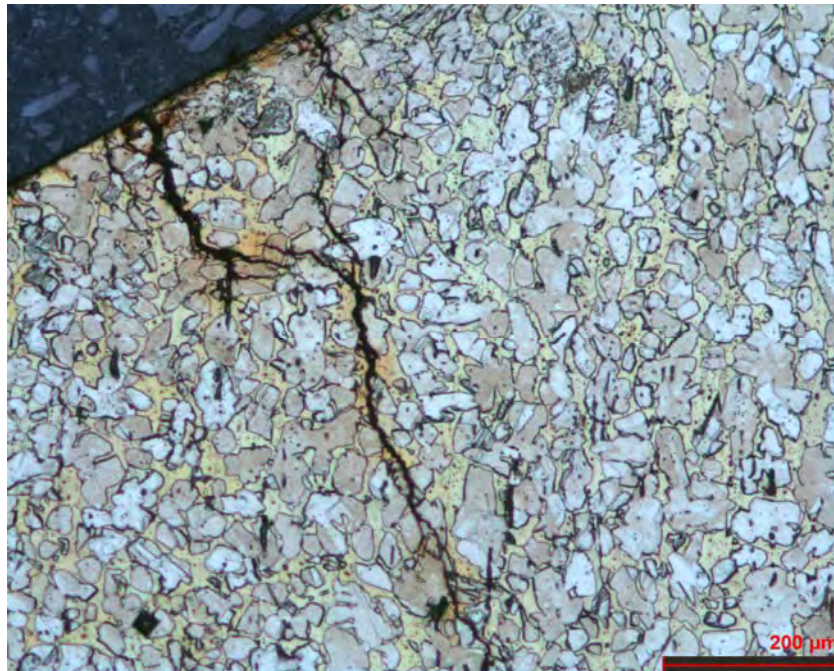


MATERIAL ENGINEERING COMPETENCE



Spannungsrissskorrosion und Entzinkung an Messingbauteilen – Vorgehen bei der Schadensanalyse anhand von Fallbeispielen

Andreas Leitner, M.Sc., Dr.-Ing. Lorenz Gerke, Dr. Ingo Poschmann,
W.S. Werkstoff Service GmbH, Essen





Akkreditierte Inspektionsstelle (ISO/IEC 17020)

- Konformitätsbewertungen von Produkten
- Konformitätsbewertungen von Prozessen
- Schadensanalyse nach VDI 3822



Akkreditiertes Prüflabor (ISO/IEC 17025)

- Mechanisch-technologische Prüfung
- Zerstörungsfreie Prüfung
- Koordinatenmesstechnik



Zertifizierte Ausbildungsstätte (ISO 9001)

- Werkstofftechnik, Wärmebehandlung
- ZP, Metallographie, Spektrometrie
- ZfP (anerkannte Ausbildungsstätte der DGZfP)



ZfP-Kompetenzstelle (DIN 27201-7)

- Beratung, Prüfanweisungen, Regelwerke
- ZfP-Prüfaufsichten
- Werkstätten-Anerkennungen europaweit



CNC-Bearbeitungstechnik inkl. CAD-Wasserstrahl-schneiden u.a. für:

- Profil- und Konturlehren
- Referenzkörper



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung: Binäres Legierungssystem Kupfer-Zink („Messing“)
2. Ausgewählte Korrosionsmechanismen
 - 2.1 Selektive Korrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen
 - 2.2 Anodische Spannungsrisskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen
3. Fallbeispiel
4. Fazit



1. Einleitung: Binäres Legierungssystem Kupfer-Zink („Messing“)

„Die Legierung aus Kupfer und Zink wird Messing genannt“

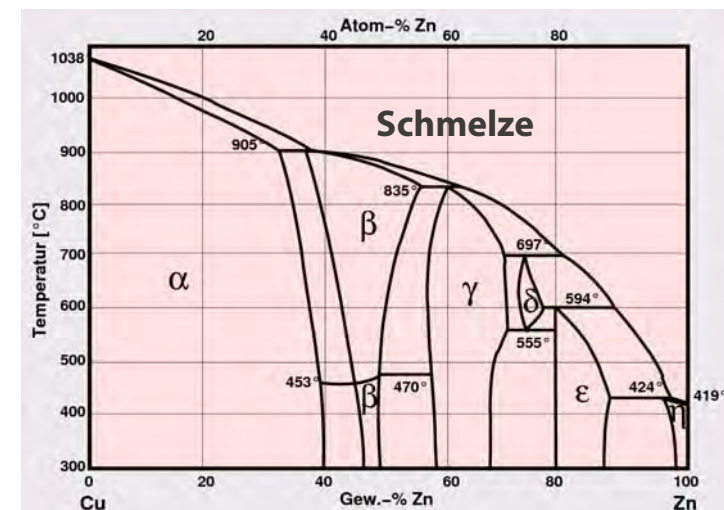
- Geschichtlich schon Aristoteles (384-322 v. Chr.) und Cicero bekannt wegen seines goldähnlichen Aussehens
- Gezielte Herstellung und Verarbeitung ab 1550 n. Chr.
- Mit Bleizusatz heutzutage häufig eingesetzt für Bauteile mit spanender Bearbeitung wie Fittings, Stutzen etc.
- Anwendungsgebiete: Heizungs- und Trinkwasserleitungen, Armaturen etc., durchgehend hohes Schadenspotential!

Klassiker:

- CuZn36Pb3 (CW603N), CuZn39Pb3 (CW614N), CuZn36Pb2As (CW602N)
- *Neu:* CuZn21Si3P (CW724R), CuZn33Pb1AlSiAs (CW725R)



Messingkrug (14. Jahrhundert) aus Ägypten



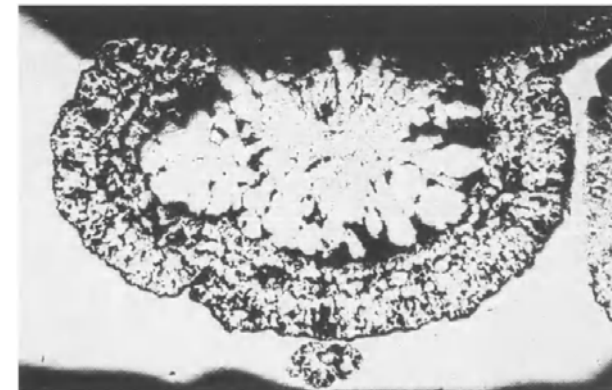
Quelle: Wikipedia, „Messing“; Schumann



2.1 Selektive Korrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

Wichtigste Form bei Kupferbasiswerkstoffen: Entzinkung und Entaluminierung:

- Vorzugsweise in chloridhaltigen, wässrigen Medien
- Unedle Phase wird anodisch, edlere Phase kathodisch → mikroskopisches Kontaktelement = Auflösung
- 2 Schadensformen: Pfropfen- oder Lagenentzinkung
 - Pfropfenentzinkung verläuft lokal über Muldenbildung, in denen poröses Kupfer liegt, und kann zu einem schnellen Durchbruch führen (Bild oben)
 - Lagenentzinkung greift die Oberfläche gleichmäßig auf breiter Fläche an (Bild unten)
- Einphasige α -Legierungen ($Zn \leq 37\%$) sind erst ab Zink-Gehalten $\geq 15\%$ anfällig, Anfälligkeit danach steigend
- Zweiphasige $\alpha + \beta$ -Legierungen besonders anfällig:
 - Angriff der zinkreichen, damit unedleren β -Phase (Anode), da geringeres elektrochemisches Potential



Beispiel einer Pfropfenentzinkung

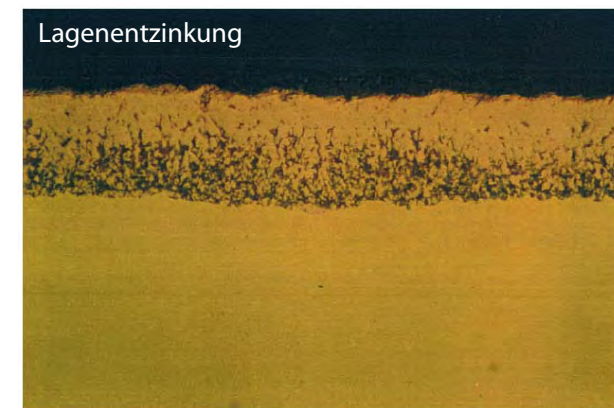
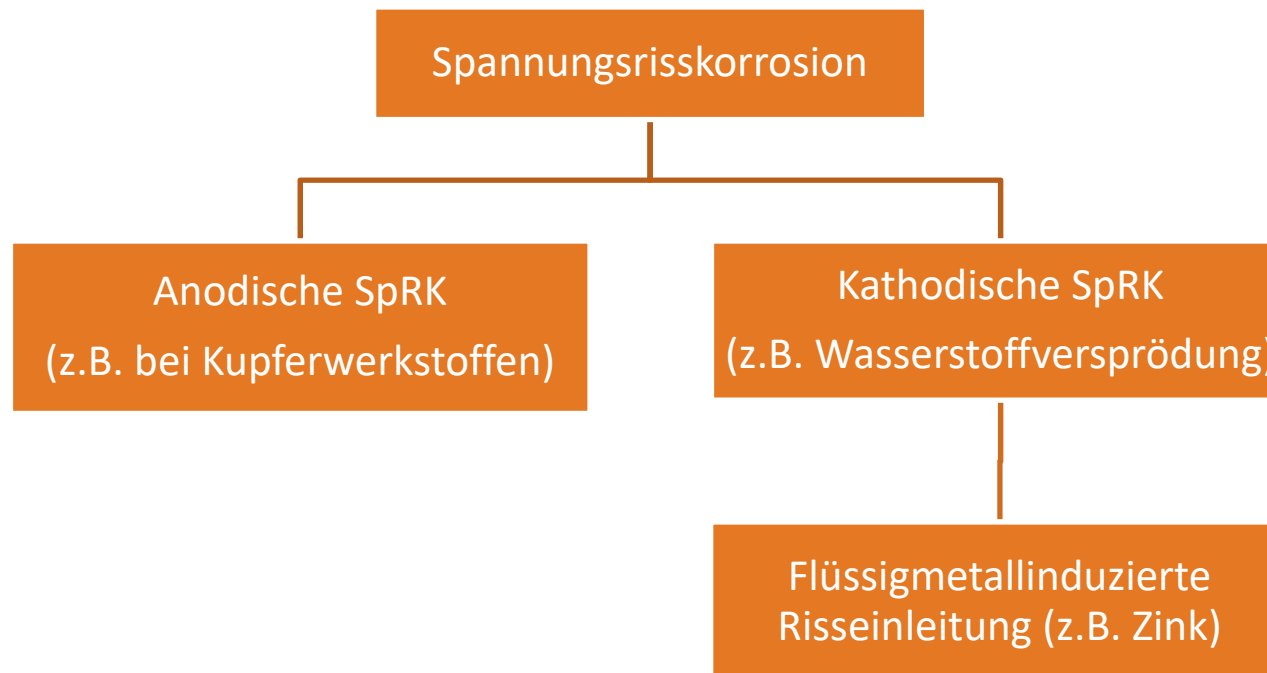


Abb. 3.110. Entzinkung von Cu70Zn30, hervorgerufen durch eine saure NaCl-Lösung [8]



2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen



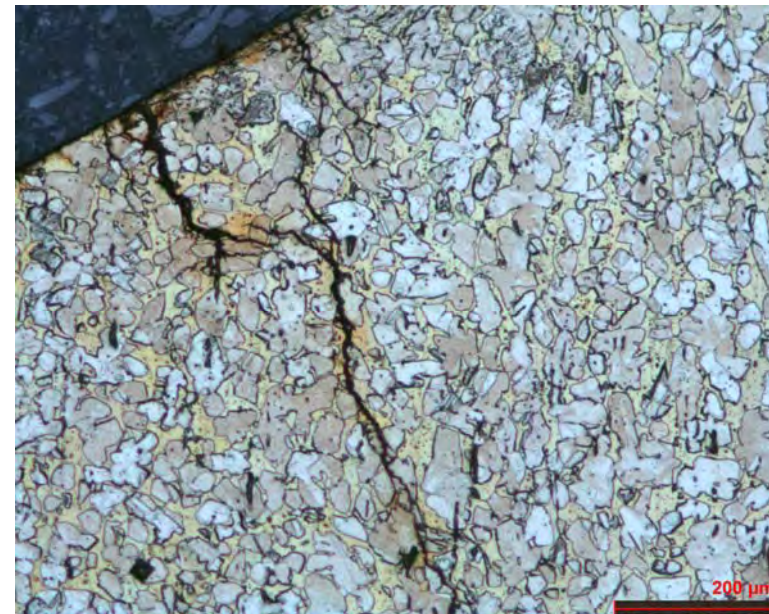
2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

Definition: „Bei Kupfer- und Kupferbasiswerkstoffen (CuZn, CuAl, CuNi) besteht bei Vorliegen konstruktiv-, fertigungs- bzw. verarbeitungsbedingter kritischer Zugspannungen unter gleichzeitiger Einwirkung von ammoniakalischen, nitrit- oder sulfidhaltigen wässrigen Medien die Möglichkeit der Spannungsrissskorrosion (DIN 50929, Teil 1).“

→ Der wohl häufigste Korrosionsschadensmechanismus bei Kupfer/Messinglegierungen



Anodische Spannungsrissskorrosion an einem Fitting aus CuZn39Pb3

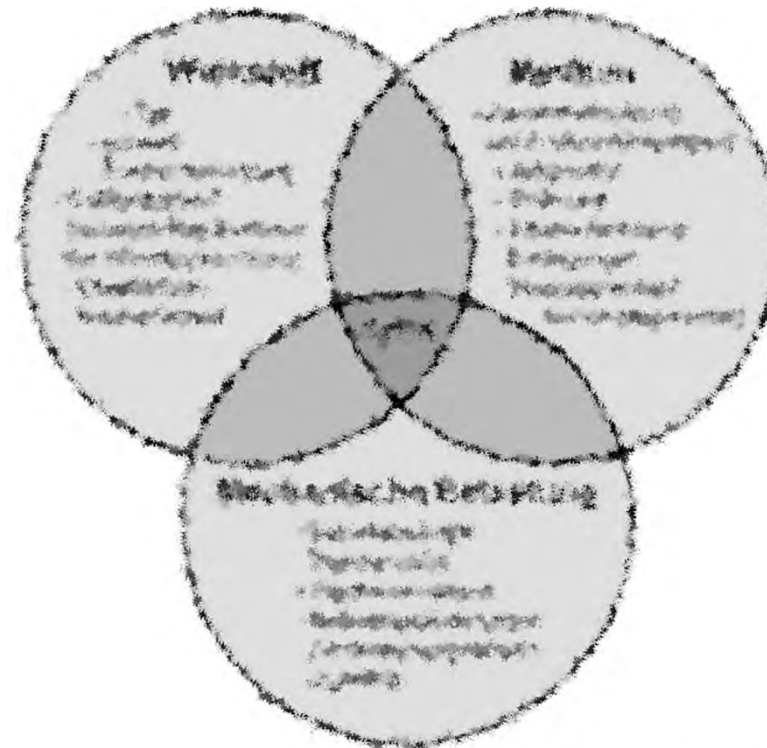


Quelle: W.S. ExpertCenter



2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

Die 3 Voraussetzungen nach Hickling/Lange:



→ Es müssen alle 3 Voraussetzungen gegeben sein, damit Spannungsrissskorrosion eintreten kann!



2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

Spannungsrissskorrosion

- 1. Spannungsrisskorrosion (SRK) ist eine lokale Korrosionsform, die durch die Kombination aus einer anodischen Spannung und einer korrosiven Umgebung hervorgerufen wird.
- 2. SRK tritt bevorzugt an Kupfer- und Messingwerkstoffen auf, die in ammoniakalischen oder cyanidhaltigen Medien eingesetzt werden.
- 3. Die anodische Spannung wird durch mechanische Zugspannung, thermische Spannungen oder durch die Anwesenheit von Spannungsrisselementen (z. B. Kerben, Risse) erzeugt.
- 4. SRK führt zu einer lokalen Auflösung des Metalls, die sich in Form von Rissen manifestiert, die bis in die Tiefe des Bauteils verlaufen können.
- 5. Die Rissbildung ist durch die Anwesenheit von Sauerstoff und Wasser im Medium begünstigt.
- 6. SRK ist eine gefährliche Korrosionsform, da sie oft ohne äußere Anzeichen bis zu einem Versagen des Bauteils fortschreiten kann.



2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

Spannungsrissskorrosion

- 1. Spannungsrissskorrosion (SRK) ist eine lokale Korrosionsform, die durch die Kombination aus Zugspannung und korrosivem Milieu hervorgerufen wird.
- 2. SRK tritt bevorzugt an Kupfer- und Messingwerkstoffen auf, die in sauren, oxidierenden Medien eingesetzt werden.
- 3. Die Korrosion erfolgt anodisch und führt zur Ausbildung von Rissen, die bis in das Materialinnerere durchdringen können.
- 4. SRK ist eine gefährliche Korrosionsform, da sie oft ohne Vorwarnung auftritt und zu plötzlichen Materialversagen führen kann.



2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

Spannungsrissskorrosion (SSC) an Kupferwerkstoffen

- 1. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Kupferwerkstoffen
- 2. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen
- 3. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen
- 4. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen
- 5. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen
- 6. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen
- 7. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen
- 8. Spannungsrisskorrosion (SSC) an Messingwerkstoffen



2.2 Anodische Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen

- 1. **Spannungsrissskorrosion (SSC)**
 - 1.1. **Definition:** Lokale Korrosion an einer Spannungskonzentration (z.B. an einer Risslinie) unter anodischen Potentialen.
 - 1.2. **Charakteristika:** Schnelle Rissausbreitung, typischerweise in Zugspannung.
 - 1.3. **Ursachen:** Anodische Potentiale, Zugspannung, aggressive Medien (z.B. Chlorid).
- 2. **Spannungsrissskorrosion an Kupfer-/Messingwerkstoffen**
 - 2.1. **Charakteristika:** Anodische Spannungsrissskorrosion (SSC) tritt bei Zugspannung in anodischen Potentialen auf.
 - 2.2. **Ursachen:** Anodische Potentiale, Zugspannung, aggressive Medien (z.B. Chlorid).

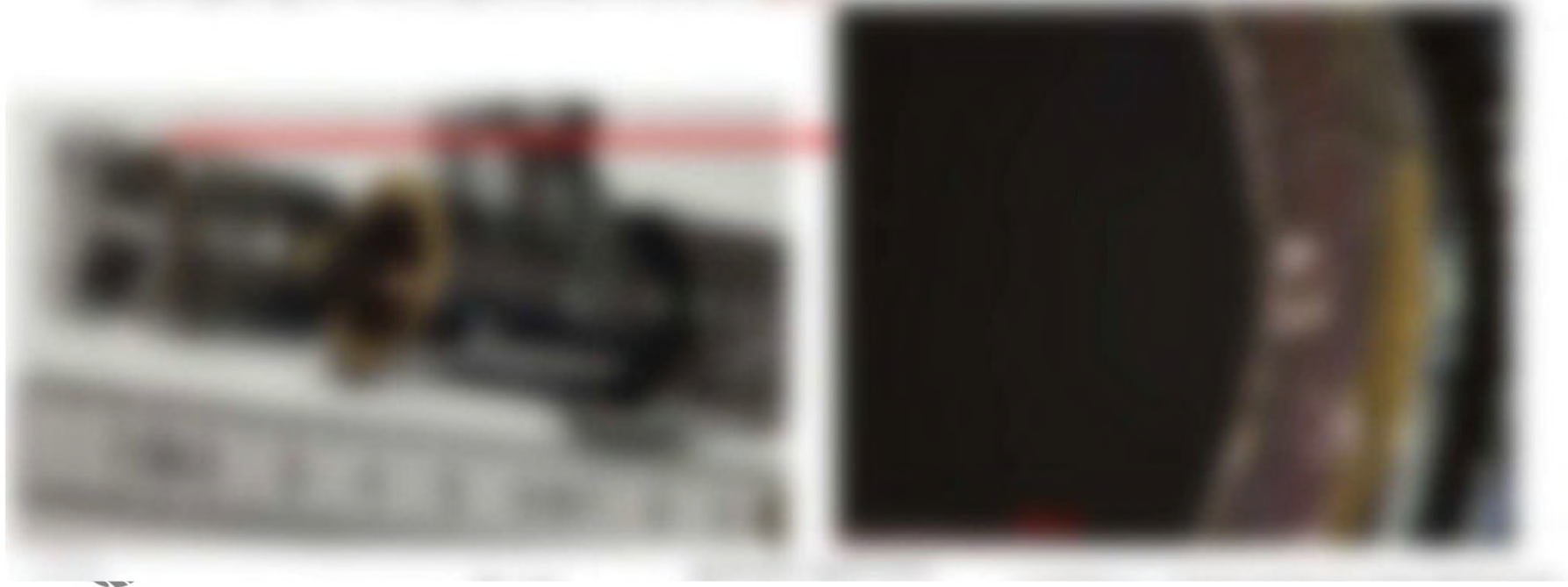


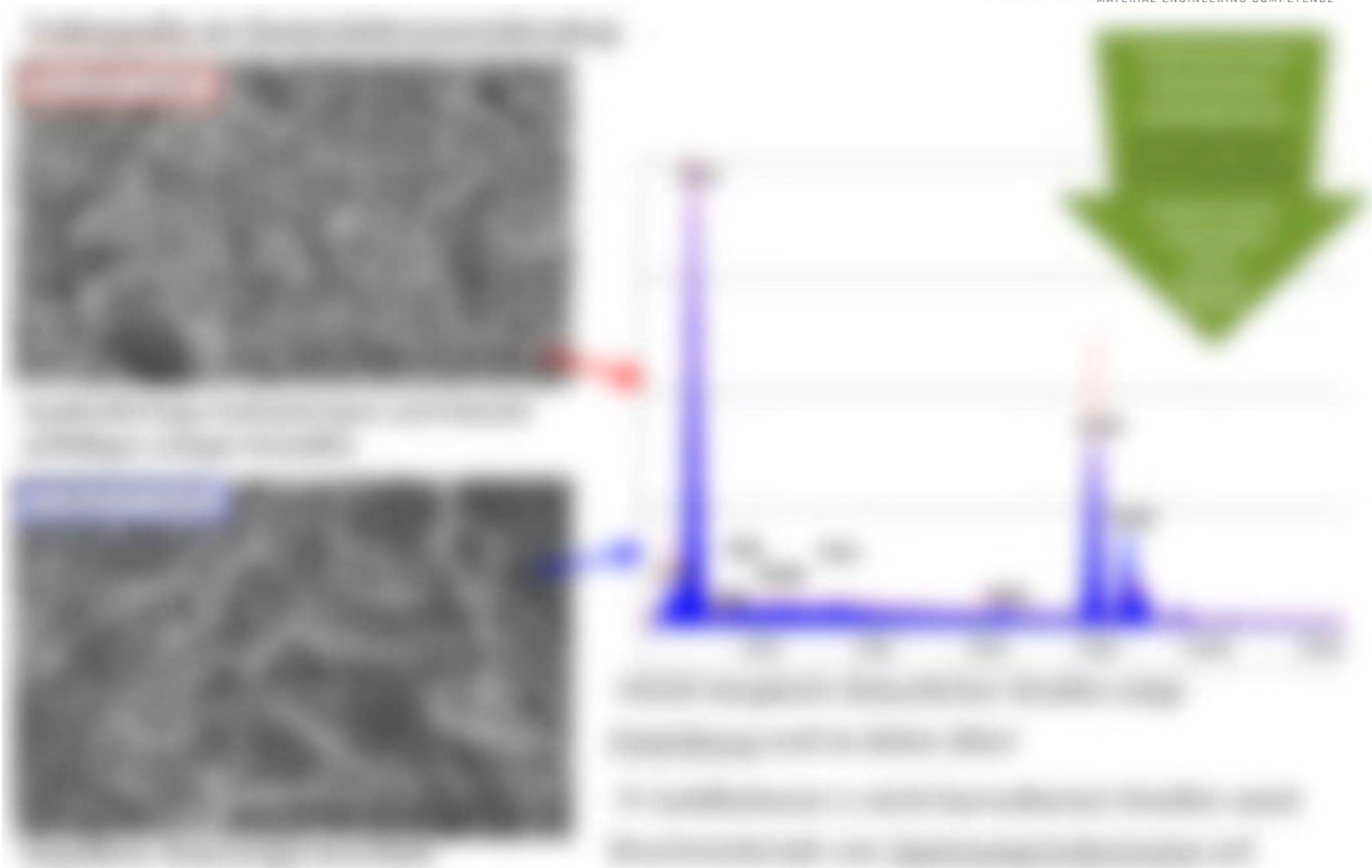
3. Fallbeispiel: Gebrochenes Messingeckventil

Schadensbeschreibung
Bestandsaufnahme



(This section contains blurred text, likely a list of bullet points or a short paragraph describing the case study.)







- 1. Schadensbeschreibung
- 2. Bestandsaufnahme
- 3. Schadenshypothese(n)
- 4. Instrumentelle Analysen
- 5. Untersuchungsergebnisse
- 6. Schadensursache(n)
- 7. Schadensabhilfe
- 8. Bericht
- 9. Wissensmanagement



[The text in this section is heavily blurred and illegible.]



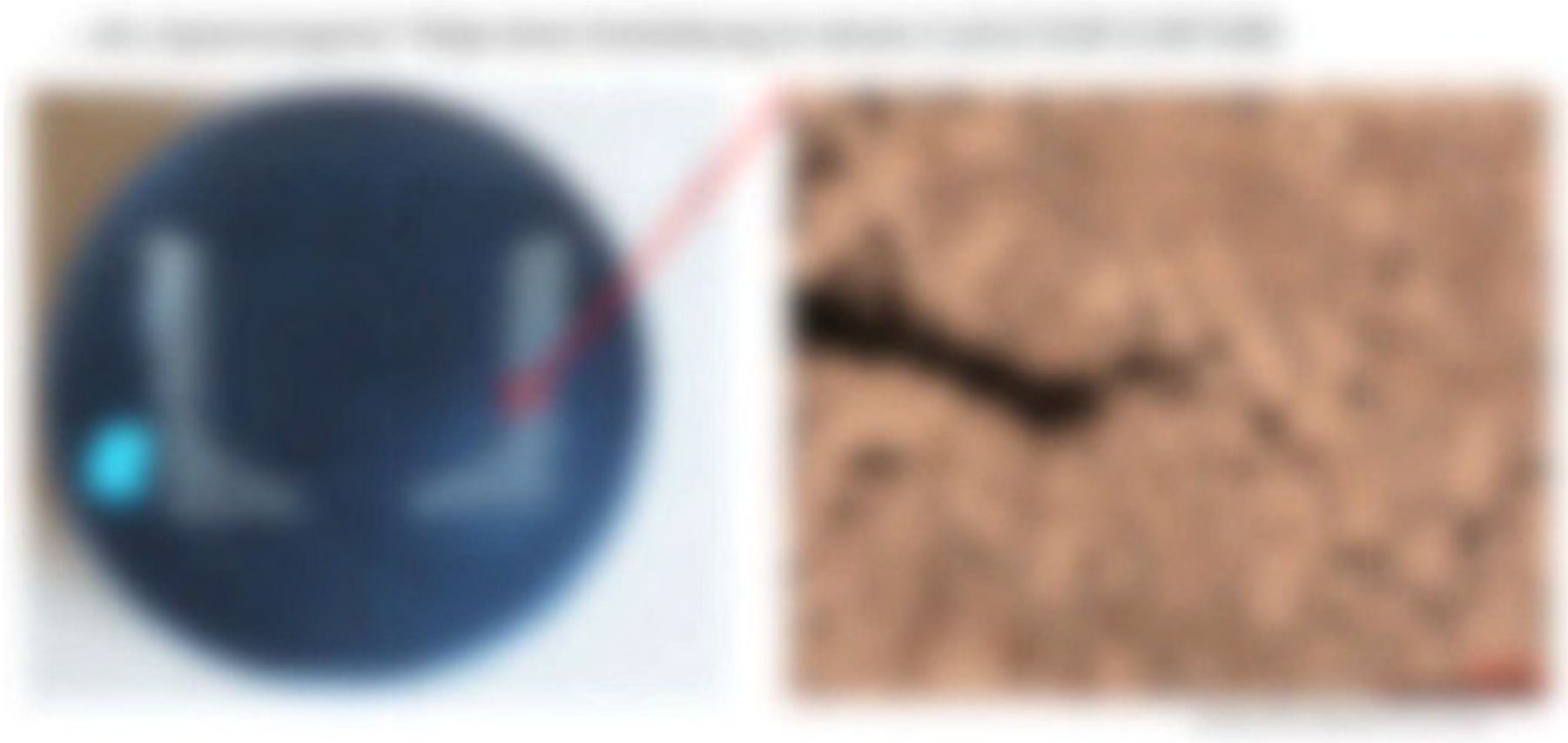


4. Fazit

- 1. Spannungsrisskorrosion tritt bei Messingbauteilen in Form von Rissen auf, die durch die Kombination aus mechanischer Spannung und korrosiver Umgebung entstehen.
- 2. Die Rissbildung ist durch die Entzinkung des Messings verstärkt, da die verbleibende Zinkmangan-Legierung weniger korrosionsbeständig ist.
- 3. Um die Lebensdauer zu verlängern, sollten Messingbauteile durch geeignete Oberflächenbehandlungen (z.B. Passivierung) geschützt werden.
- 4. Regelmäßige Inspektionen und Wartungen sind erforderlich, um die Integrität der Bauteile zu gewährleisten.



Zum Schluss...



Literatur

- 1. [Faded text]
- 2. [Faded text]
- 3. [Faded text]
- 4. [Faded text]
- 5. [Faded text]
- 6. [Faded text]
- 7. [Faded text]
- 8. [Faded text]
- 9. [Faded text]



Weiterführende Informationen

2 Tage WS Spezial Seminar (SemTSA):

Seminar Technische Schadensanalyse –

Schäden erkennen, Schadensmechanismen verstehen, Bauteilversagen vermeiden.



5 Tage Kurs (GSA): Grundlagen der Schadensanalyse

Das grundsätzliche Vorgehen bei einer Schadensanalyse wird im Kurs theoretisch wie praktisch erlernt, von der ersten Dokumentation über Hypothesen bis hin zum Bericht. Verschiedene Schadensarten mit ihren Ursachen und Folgen werden besprochen, und die Einsatzmöglichkeiten von zerstörender und zerstörungsfreier Prüfung bei der Schadensanalyse werden erläutert.



Weitere Einzel-Kurse der Werkstoffprüfung: Aufbau und Eigenschaften von Metallen | Grundlagen der Schadensanalyse | Härteprüfung | Mechanisch-technologische Prüfungen | Prüfung von Oberflächen und Schichtsystemen | OES- und RFA-Spektrometrie

Weitere Einzelkurse der Kurse Metallographie: Metallographie – Präparationstechnik | Metallographie – qualitative Gefügeanalyse | Metallographie – quantitative Gefügeanalyse

Weitere Einzel-Kurse der zerstörungsfreien Prüfung: Sichtprüfung | Eindringprüfung | Magnetpulverprüfung | Ultraschallprüfung | Wirbelstromprüfung | Durchstrahlungsprüfung



MaterialtestCenter unser akkreditiertes Prüflabor

Die Experten unseres akkreditierten Prüflabors (ISO/IEC 17025) unterstützen und beraten Sie in allen Fragen der Werkstofftechnik und Werkstoffprüfung von Metallen.

Wir messen und prüfen mit modernen und kalibrierten Geräten, bewerten die Ergebnisse auf Basis der relevanten Normen und liefern Ihnen aussagekräftige Prüfergebnisse. Unsere DAKKS-Akkreditierung gewährleistet höchste Qualität unserer Prüfergebnisse und Prüfberichte.

Folgende Dienstleistungen bieten wir in unserem MaterialtestCenter an:

[Werkstoffprüfungen und mechanisch-technologische Prüfungen](#)

[Metallographische Untersuchungen und Gefügeanalysen](#)

[Spektralanalysen zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung](#)

[Zerstörungsfreie Materialprüfungen \(ZfP\)](#)

[Rasterelektronenmikroskopie und Mikroanalytik](#)

[Koordinatenmesstechnik für Kontur- und Profilmessungen](#)





ExpertCenter Inspektionen und Schadensanalysen

Die Fachleute und Sachverständigen unserer akkreditierten Inspektionsstelle (ISO/IEC 17020) bieten Ingenieursdienstleistungen rund um werkstofftechnische Prozesse

Unsere Experten stehen an Ihrer Seite bei Konformitätsbewertungen von Produkten, bei Schadensanalyse an metallischen Werkstoffen oder Bauteilen, inklusive gerichtsfester Gutachten. Wir unterstützen bei Auditierungen, Erstmusterprüfungen, weltweiten Lieferantenqualifizierungen, oder bei werkstofftechnischen Problemen einzelner Produkte oder Herstellungsprozessen.

Folgende Dienstleistungen bieten wir in unserem ExpertCenter an:

[Konformitätsbewertungen durch unsere akkreditierte Inspektionsstelle](#) (ISO/IEC 17020)

[Schadensanalysen auf Basis von ISO/IEC 17020 und VDI 3822](#)

[Ingenieursdienstleistungen im Bereich der Werkstofftechnik](#)

[Gutachterliche Tätigkeit für die forensische Werkstofftechnik](#)





Noch Fragen?!

Gern beantworten wir Ihnen im persönlichen Gespräch noch ein paar Fragen zum Thema. Falls Sie sich aktiv selbst informieren möchten, nutzen Sie einfach unsere Broschüren:



Die komplette Leistungsübersicht unseres Prüflabors / Inspektionsstelle und Werkstatt als [PDF](#)



Die Dienstleistungen unseres **ExpertCenter** als [PDF](#)



Bleiben Sie immer „up-to-date“ mit unserem **Newsletter**

NEWSLETTER-ANMELDUNG

Zur Anmeldung geben Sie bitte Ihren Vornamen, Nachnamen und E-Mail Adresse in die entsprechenden Felder ein. Sie erhalten kurz danach eine weitere E-Mail mit einem Bestätigungslink. Erst, wenn dieser geklickt wird, ist Ihre Anmeldung abgeschlossen. Sie geben uns damit Ihr Einverständnis, dass wir Sie per E-Mail informieren dürfen. Sie können sich jeder Zeit auch wieder automatisch abmelden.

Registration form with fields for Vorname, Nachname, and E-Mail, and a 'Neu anmelden' button.



Unser **TrainingCenter** bietet **Weiterbildungen** rund um die **Werkstofftechnik**





W.S. Werkstoff Service GmbH

Katernberger Str. 107 | 45327 Essen

T. +49 201 316844-0 | F. +49 201 316844-29

info@werkstoff-service.de | www.werkstoff-service.de

Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit

Bei Lust auf mehr Informationen zur Spannungsrisskorrosion und Entzinkung an Messingbauteilen oder auf das vollständige Whitepaper zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an die Ansprechpartner des ExpertCenters.

Alle Grafiken, Tabellen und Texte sind geistiges Eigentum der Firma W.S. Werkstoff Service GmbH und bedürfen der Genehmigung bei weiteren Veröffentlichungen.