

Korrosion von Stahl durch Niederschlag von Kupfer

Ein Kesselrohr aus einem Betriebskraftwerk (100 MW-Block) war undicht geworden. Nach dem Ausbau fand sich ein Leck, das von der Wasserseite her einlief. Das Rohr war dort auf einem Drittel des Umfanges verschwächt worden, wobei sich der lokale Strömungsverlauf abzeichnete. Es wurde deshalb das Vorliegen einer Erosion vermutet.

Die Probe wurde mit inhibierter Salzsäure gereinigt. Hinterher erwies sich die Schadensfläche als gelbrötlich gefärbt. Das verwies auf einen Niederschlag von Kupfer.

Übersichtsaufnahmen vom Leckbereich der gereinigten Probe sind in Bild 1 und Bild 2 zu sehen. Das Leck hatte einen Durchmesser von etwa 1 mm.

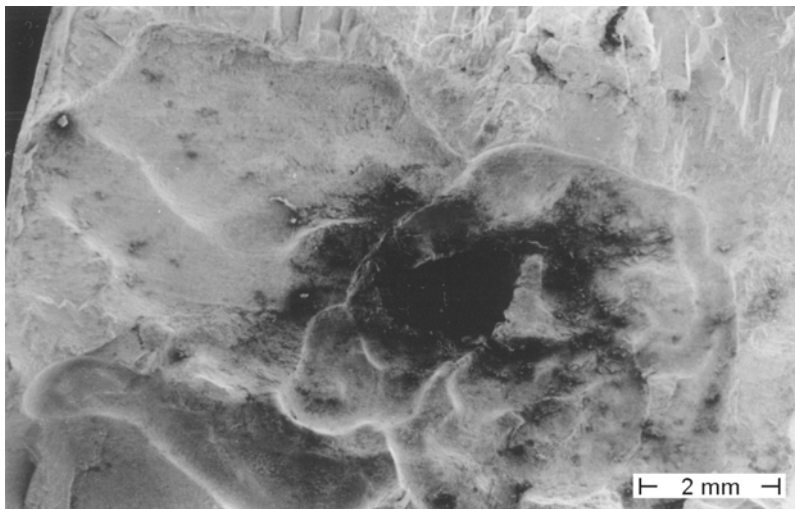


Bild 1:
Durchbruch in der
Ausdehnung von
1 mm; Strömungsbild
erkennbar

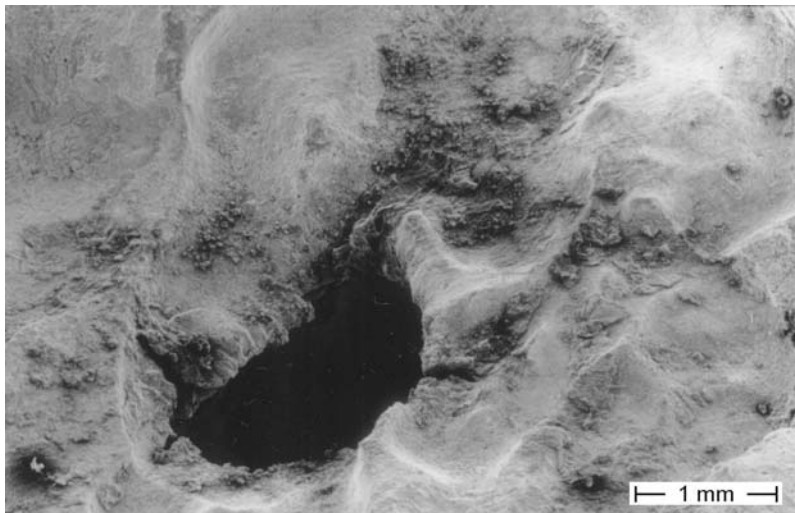


Bild 2:
scharfe Kanten des
Lochrandes
(Ausschnitt aus
Bild 1)

Bei höheren Vergrößerungen kommt ein Ätzgefüge zum Vorschein, das heißt, die Kornstruktur tritt hervor (Bild 3 und Bild 4).

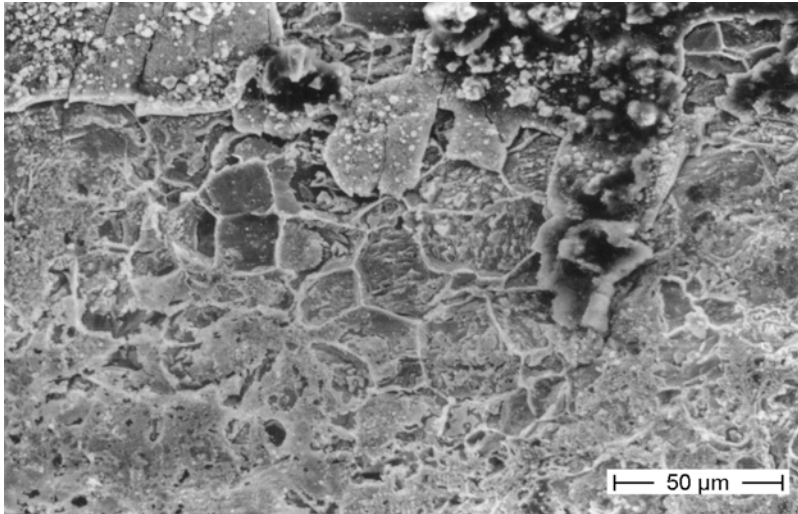


Bild 3:
Bereich flacheren
Abtrags;
Kornstruktur
freigelegt, oben Rest
des Belages
(Ausschnitt aus
Bild 2)

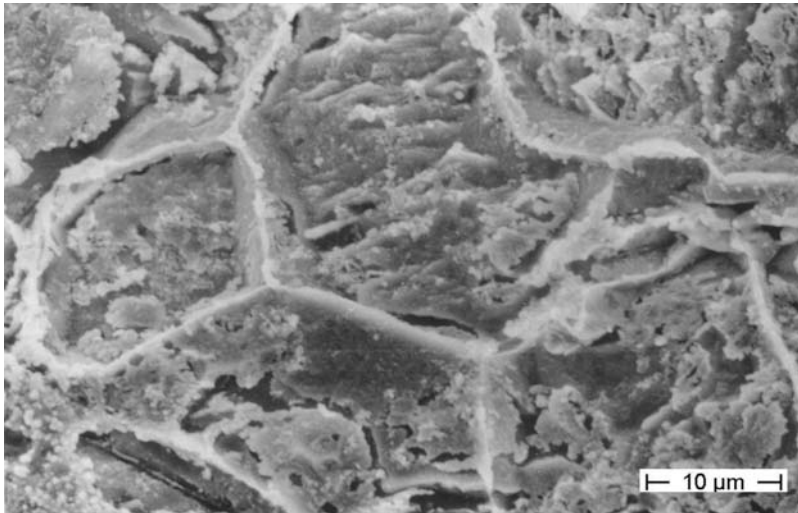


Bild 4:
Kornstruktur
(Ausschnitt aus
Bild 3)

In Bereichen des tieferen Abtrags werden Ätzstufen innerhalb der Kornflächen sichtbar (Bild 5 und Bild 6).

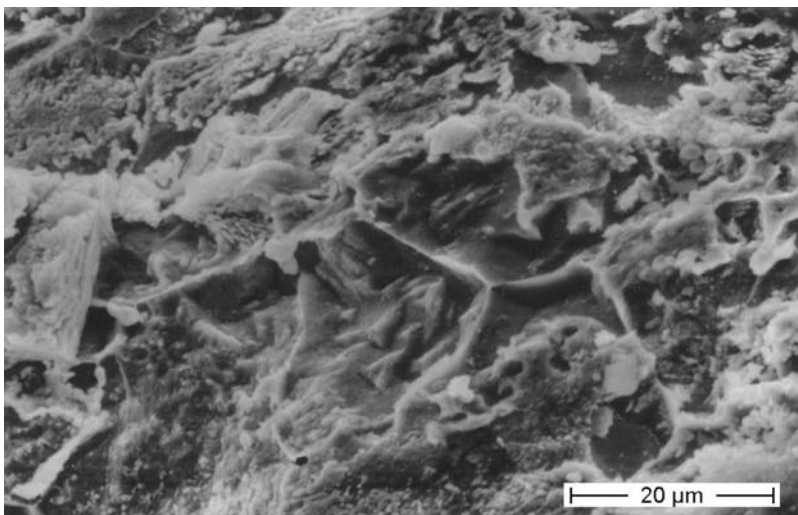


Bild 5:
Bereich tieferen
Abtrags

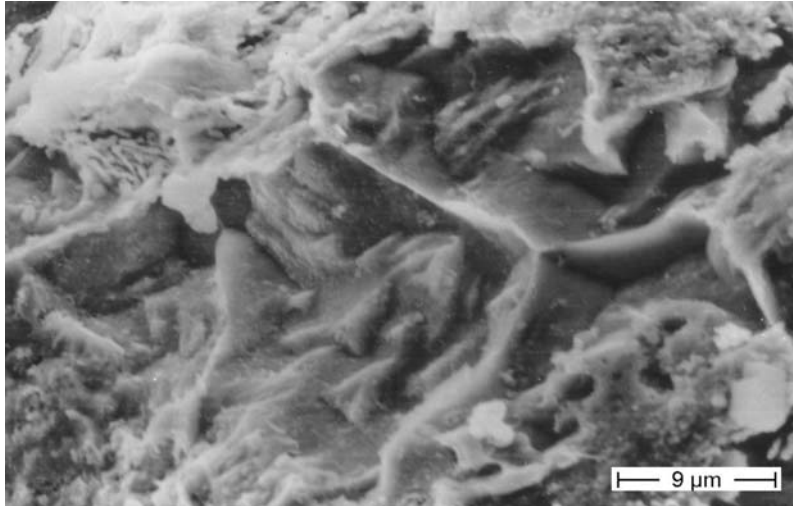


Bild 6:
Ätzstufen innerhalb
der Kornfläche
(Ausschnitt aus
Bild 5)

Die Belagsreste wurden mit EDX analysiert. Es konnte erwartungsgemäß Kupfer nachgewiesen werden. Die Schicht wurde von der Röntgenstrahlung durchschlagen, so dass auch die Elemente der Unterlage bzw. des Zunders (Eisen und Mangan) angezeigt werden (Bild 7).

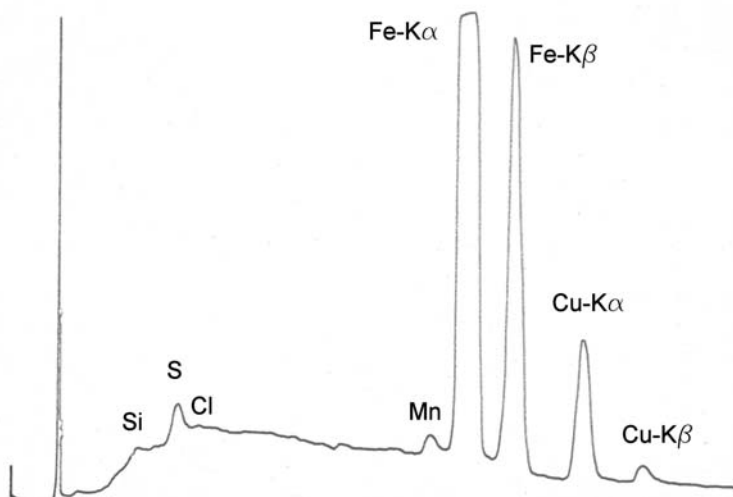


Bild 7:
Belagsanalyse:
Kupfer, sowie
etwas Schwefel und
minimal Chlor

Diskussion

Erosion als vermuteter Abtragsmechanismus hätte Schleifspuren auf mikroskopischem Niveau hinterlassen. Stattdessen waren ausgeprägte Ätzstrukturen zu sehen. Weiterhin fand sich Kupfer im Belag. Es lag somit ein elektrochemischer Angriff vor, der im Niederschlag des (edleren) Kupfers seine Ursache hatte. Als Quelle des Kupfers kamen nur die Kondensatoren in Frage.

Das Messing der Kondensatoren wird vom Kesselwasser dann angegriffen, wenn sowohl der Gehalt an Kohlendioxid wie auch an Sauerstoff zu hoch ist [1].

Literatur:

[1] Uhlig, H. H.: Korrosion und Korrosionsschutz. Berlin: Akademieverlag 1975, S. 290-299

Martin Möser, 02. August 2011