

Lochfraß an Kobaltquellen aus Chrom-Nickel-Stahl

Martin Möser, 05.02.2010

Im Grundwasser sind Eisen und Mangan gelöst. Bei Zutritt von Sauerstoff werden Bakterien wirksam, welche diese Metallionen oxidieren, was als Vererzung bezeichnet wird. Es bilden sich Ablagerungen aus, welche die Brunnenfilter zusetzen ("biologische Verockerung").

Als Abwehr kann man die Bakterien abtöten, unter anderem dadurch, dass man das Wasser bestrahlt. Wegen ihrer relativ großen Reichweite kommt dafür die Gamma-Strahlung zur Anwendung. Geeignet ist hierfür insbesondere das Kobalt-60-Isotop. Es liefert eine hochenergetische Strahlung bei hoher Halbwertszeit.

Das Kobalt wird in ein kleines Rohr eingebracht und dieses an den Enden verschlossen. Mehrere solcher „Quellen“ werden in ein „Quellenrohr“ gepackt, welches mit destilliertem Wasser gefüllt wird. Darüber kommt das „Sondenrohr“. Das Ganze wird über ein Schutzrohr im Brunnen versenkt. Dieses Verfahren hatte sich in der DDR durchgesetzt. Technische Einzelheiten sind in [1] beschrieben.

Bei den Quellen handelt sich um den russischen Typ GIK-7 mit einem Außendurchmesser von 11 mm und einer Höhe von 81 mm, siehe [2].

Die Quellenumhüllungen wurden aus dem Stahl X8CrNi18-10 gefertigt und mittels einer Bördelnaht beidseitig verschweißt. Dabei ergibt sich am Deckel eine Randwulst. Die Enden haben somit jeweils die Form eines Topfes.

Eine solche Quelle kann etwa 10 Jahre genutzt werden. Beim Wechsel der Quellen stellte man fest, dass das Quellenrohr undicht geworden war. Die Quellen waren also dem Brunnenwasser ausgesetzt gewesen. Im Deckelbereich hatten sich Beläge ausgebildet, wobei die Topfform begünstigend wirkte.

Nach Entfernung der Kobaltfüllung wurde mir die Quelle gebracht. Sie befand sich in einem Bleikasten. Dieser wurde unter ein Stereomikroskop gestellt. Der Kastendeckel wurde abgezogen. Der Geigerzähler raste. Am Belag vorbei erspähte ich Lochfraß. Die Quelle wurde zur Dekontamination zurück gebracht. Als ich sie wieder erhielt, war sie sauber.

Die REM-Übersichtsaufnahme zeigt einen zeiligen, konzentrisch verlaufenden Angriff über etwa die Hälfte des Umfanges (Bild 1).

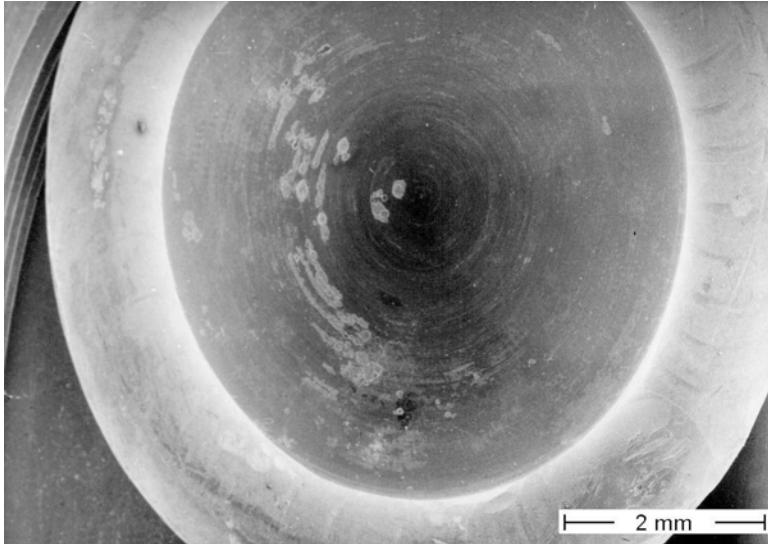


Bild 1:
Blick in den
Deckeltopf,
halb umlaufende
Abzehrungszone
links

Der Angriff orientiert sich an Bearbeitungsriefen, siehe Bild 2.

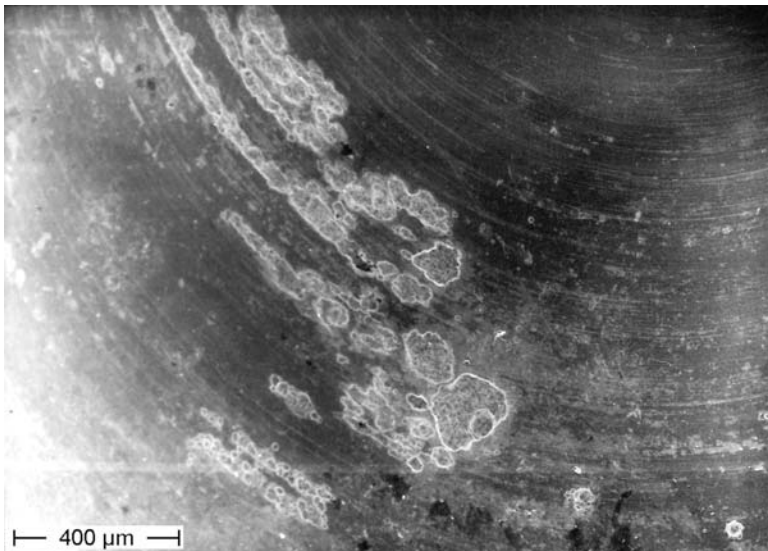


Bild 2:
Führung des
Angriffes durch
Bearbeitungsriefen
(Ausschnitt aus
Bild 1)

Einzelne Löcher haben einen Durchmesser von etwa 80 µm erreicht. Längliche Abtragszonen sind etwa 40 µm breit. Die Löcher waren relativ flach ausgebildet. Keines der Löcher hatte das Blech durchdrungen, siehe die Bild 3 und Bilder 4.

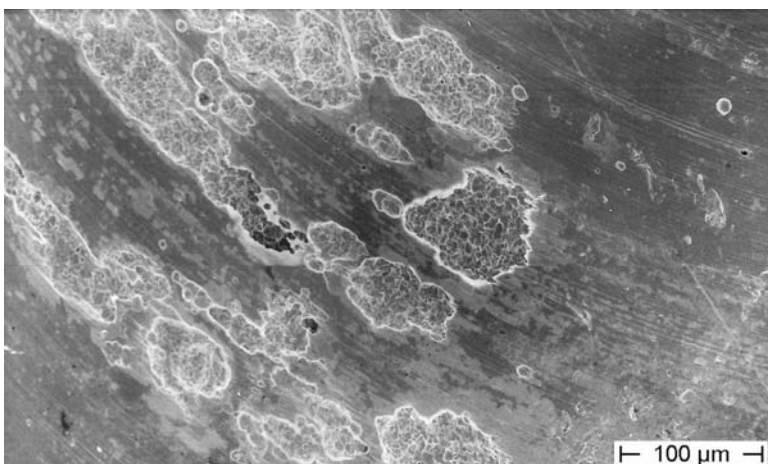


Bild 3:
maximaler Loch-
durchmesser 80 µm
(Ausschnitt aus
Bild 2)

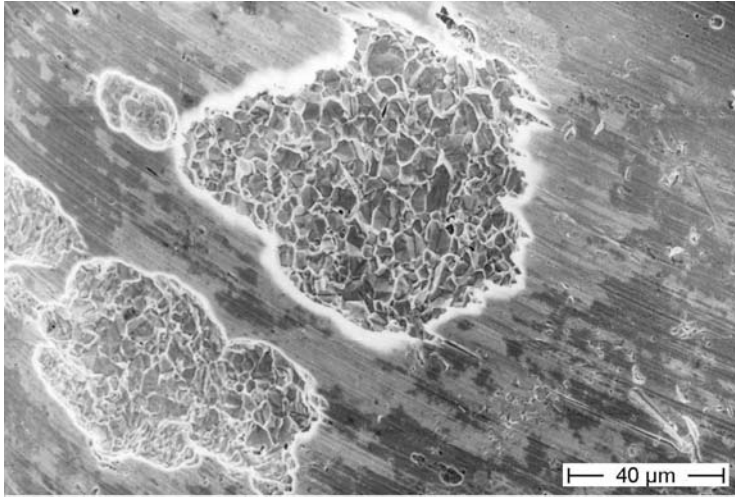


Bild 4:
körnige Ätzmuster
im Lochgrund
(Ausschnitt aus
Bild 3)

Der Angriff war entlang der Kornflächen erfolgt, so dass sich der Eindruck eines interkristallinen Bruches ergibt (Bild 5).

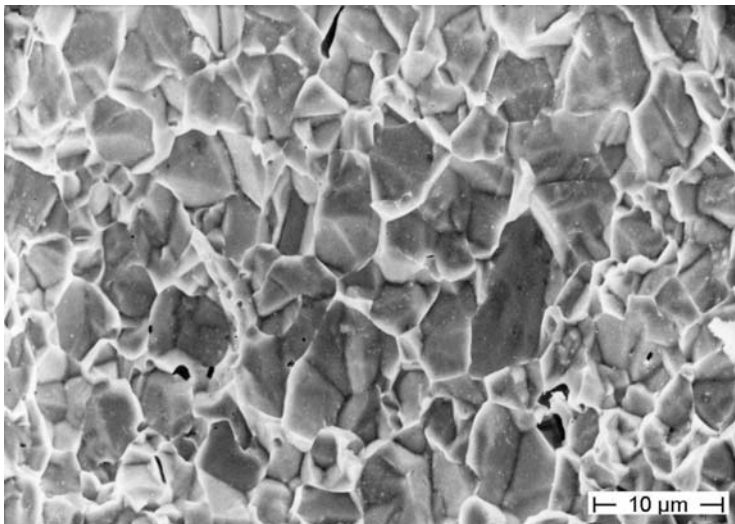


Bild 5
Angriff entlang von
Kornflächen
(Ausschnitt aus
Bild 4)

Diskussion

Austenitischer Chrom-Nickel-Stahl schützt sich durch Ausbildung einer Passivschicht. Chloridionen sind in der Lage, die Passivschicht des Stahles zu zerstören. Die Chloridionen werden nicht in beliebiger Verdünnung aktiv, sie müssen vielmehr angereichert werden. Es ist also eine Kruste auszubilden.

Lochfraß – das sagt der Name – geht in eine gewisse Tiefe, diese ist allerdings begrenzt. Gewöhnlich folgt der Angriff der Form einer Halbkugel. Da auch die seitliche Ausdehnung beschränkt ist, bilden sich zahlreiche Lochkeime. Auf diese Weise breitet sich der Angriff in der Fläche aus. Bearbeitungsriefen begünstigen den Abtrag.

Ein Ätzangriff bevorzugt gewisse kristallographische Richtungen, weshalb man über die Form der Ätzgrübchen auch die kristallographische Ausrichtung eines Kristalls bestimmen kann. Die Innenfläche einer Lochfraßstelle wirkt daher leicht kantig, im gegebenen Fall sogar regelrecht körnig.

Der vorliegende Stahl ist in Deutschland unter der Bezeichnung V2A bekannt (Versuchsschmelze 2 der Fa. Krupp). Um die Beständigkeit gegenüber Lochfraß zu erhöhen, wird der

Stahl zusätzlich mit Molybdän legiert, und man kommt zum V4A-Stahl. Der Einsatz des Letzteren wurde für die weitere Produktion von Quellen empfohlen. Zumindest sollte das Quellenrohr daraus gefertigt werden, um dort ein Leckwerden zu vermeiden.

Seit der Wiedervereinigung ist die Brunnen-Bestrahlung nur noch für Brauchwasser zugelassen. In [1] wird die Möglichkeit beschrieben, die Quellen auch außerhalb des Brunnens anzubringen.

Literatur

- [1] Hübner, E.; Frenzel, M.; Gumbrecht, P.: Brunnenbestrahlungsanlage zur Verhinderung biologischer Verockerung. DE19526792C1
- [2] Kugel, K.: Entsorgung radioaktiver Abfälle im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM). Bundesamt für Strahlenschutz 2000