

Abriss eines Fallrohres infolge Spannungsrisskorrosion

Martin Möser, 2008

Am 10. Mai 1985 kam es im Industriekraftwerk Sonne bei Senftenberg zu einem Rohrabriss an einem Dampferzeuger. Zwei Arbeiter starben.

Bei der Havarie wurde ein Rohrstück in der Länge von 1,3 Meter abgeschleudert.

Es hatte also zwei Trennungen gegeben. Die eine Bruchstelle (I) befand sich im Einwalzbereich des Rohrbodens, die zweite (II) war durch eine Schweißnaht gegeben. Eine weitere Schweißnaht, die sich in einer Entfernung von nur 200 mm zum Rohrboden fand, war intakt geblieben.

Die Bruchstelle I ließ sich schon bei makroskopischer Betrachtung auf einen Bruchvorgang zurückführen. An der Bruchstelle II war ein Bindefehler zu sehen, der etwa ein 40% des Querschnittes einnahm.

Der Rohrbereich bis zur ersten Naht (Rohrstutzen) wurde etwa 1 Jahr vorher im Rahmen einer Reparatur eingesetzt.

Abmessungen: 70x4, Werkstoff: 15Mo3.

Der weiterführende Rohrbereich bestand aus St35.8.

Untersuchung von Bruchstelle I

Die Bruchlinie zackt stark; der Riss ist stellenweise tief im Anwalzbereich hinein verlaufen (Bilder 1 und 2).



Bild 1
Bruchstelle I mit
gezackten Rissufer; innen
Walzkante markiert

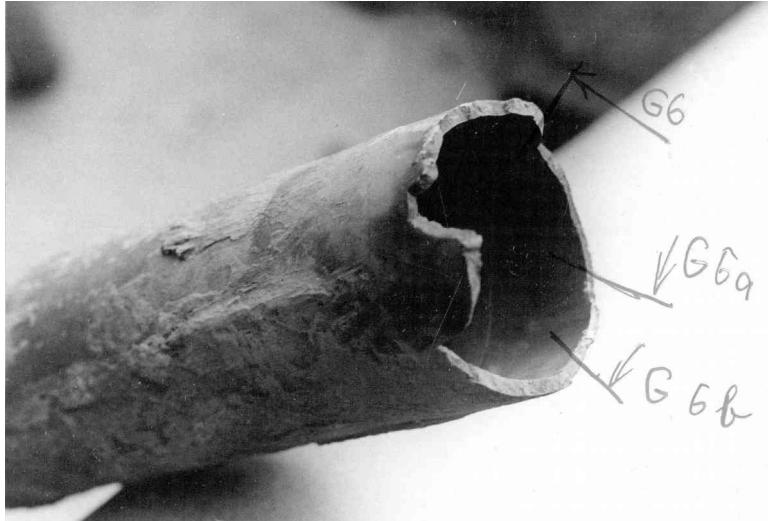


Bild 2
Bruchstelle I,
andere Perspektive

Das Bruchgefüge erscheint makroskopisch als strähnig, die Risse sind von außen her eingelaufen.

Für die Untersuchung im REM wurde ein Bereich ausgewählt, bei dem der Riss die Rohrwand noch nicht vollständig durchlaufen hatte (Bilder 3 und 4).



Bild 3
Bruchstelle I,
Draufsicht,
die rechts mit REM
bezeichnete Stelle wurde
näher untersucht

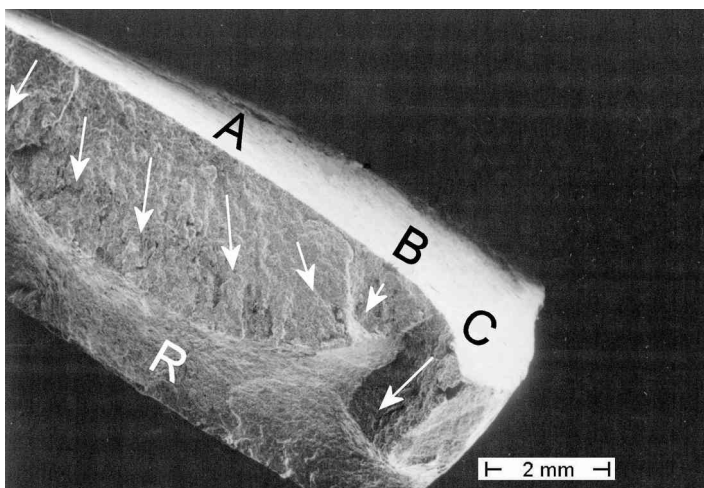


Bild 4
drei Einzelrisse A ...C,
die in der Höhe leicht
versetzt sind,
R als Restbruch
(Ausschnitt aus Bild 3,
rechts)

Im Anriss findet sich ein körniges Gefüge (Bilder 4 und 5). Bei höherer Vergrößerung werden feine Magnetitkristalle sichtbar (Bild 6). Der Restbruch zeigt Wabenstruktur als Kennzeichen des Verformungsbruches. Durch Verätzung sind die Waben allerdings schon verflacht worden (Bild 7).

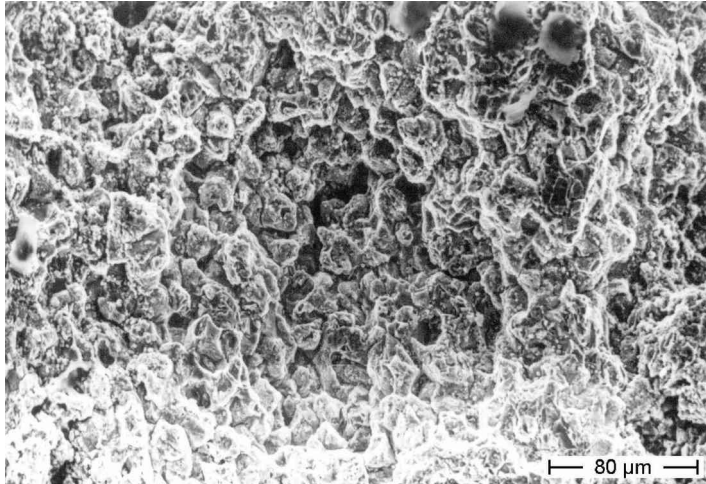


Bild 4
körniges Bruchgefüge im
Anriss
(Ausschnitt aus Bild 3)

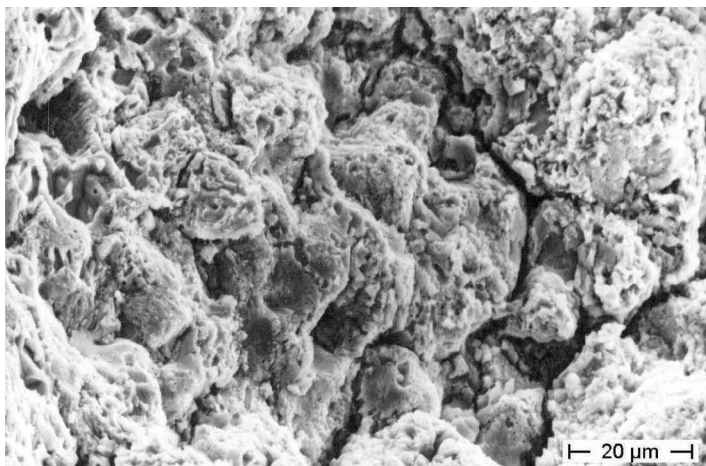


Bild 5
freigelegte Korngrenzen
(Ausschnitt aus Bild 4)

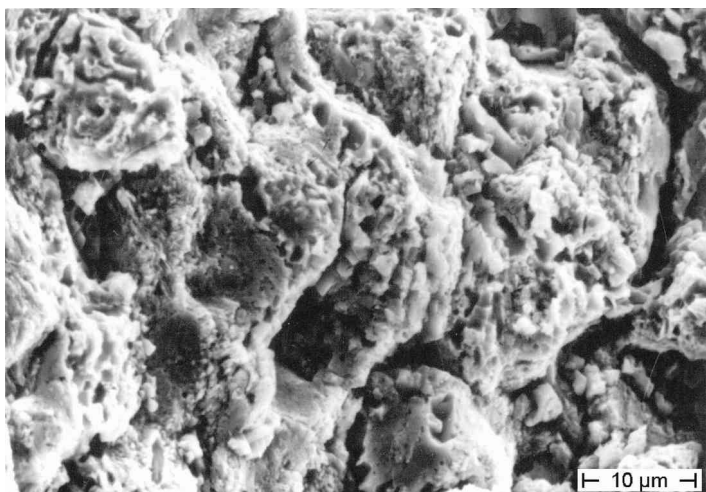


Bild 6
Magnetitkristalle auf den
Korngrenzflächen
(Ausschnitt aus Bild 5)

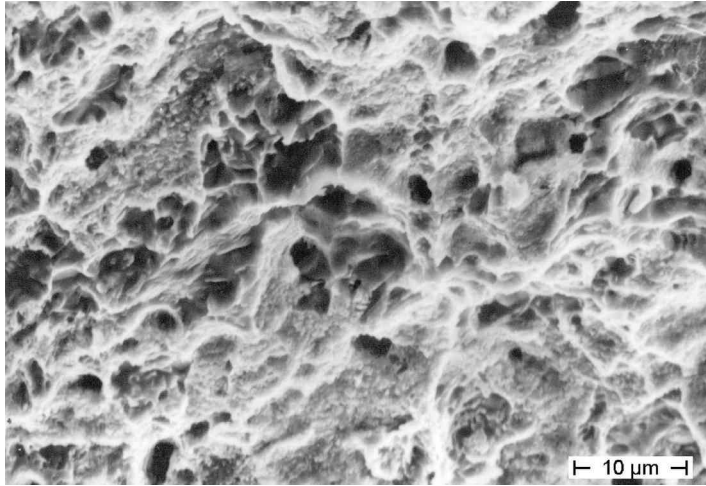


Bild 7
Restbruch mit
Wabenstruktur, leicht
abgezehrt (Ausschnitt
aus Bild 4, unten)

Untersuchung von Bruchstelle II

Der Bruch folgt dem Verlauf der Rundnaht. Ein strukturarmer Bereich wurde für die Untersuchung im REM ausgewählt (Bilder 8 und 9).



Bild 8
Bruchstelle II an
Rundnaht



Bild 9
strukturarme
Trennungsfläche
hier fast über die
gesamte
Rohrwanddicke

Der Bindefehler zeigt eine verrundete Berg- und Talstruktur (Bild 10 und 11). Zur Rohroberfläche hin hatte noch Bindung bestanden. Dieser Bereich wurde abgeschert (Bilder 12 und 13).

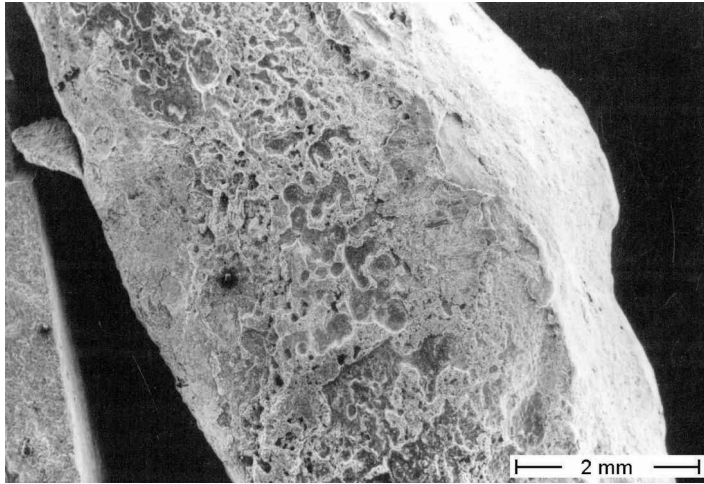


Bild 10
Bindefehler:
Verrundungsstrukturen
(Ausschnitt aus Bild 9)

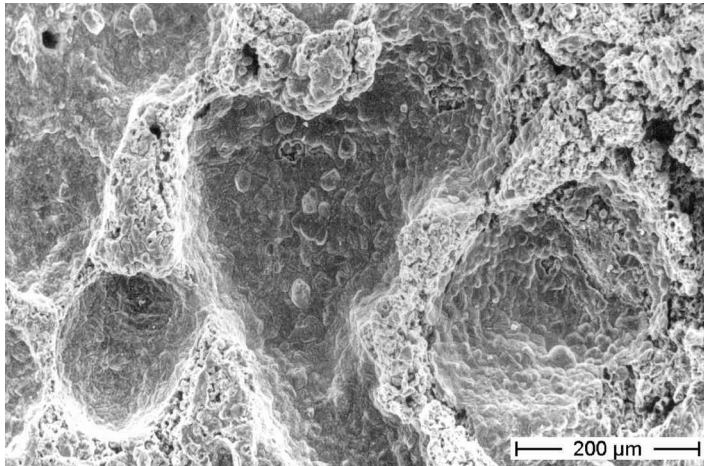


Bild 11
Berg- und Talmuster
(Ausschnitt aus Bild 10)

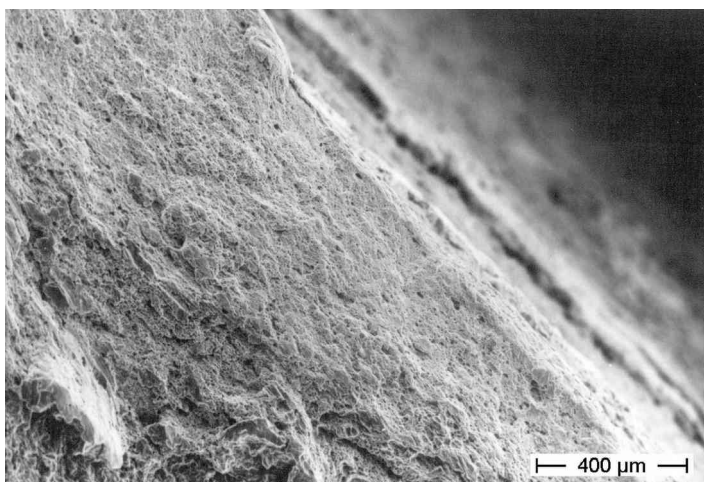


Bild 12
Restgewaltbruch
an der Nahtflanke
zur Rohraußenwand
als Scherbereich

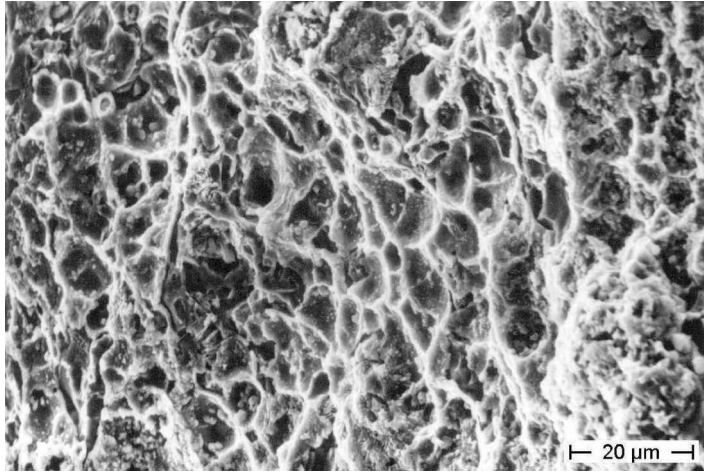


Bild 13
verätzter Wabenbruch,
im Bereich der
Scherlippe (Ausschnitt
aus Bild 12)

Diskussion

An der Bruchstelle I fanden sich Einzelrisse, die von der Rohraußenwand her einliefen und zueinander in der Höhe versetzt waren. Der Riss ist den Korngrenzen gefolgt (interkristallin). Bereiche des letzten Zusammenhalts (Restbruch) haben unter Ausbildung einer Wabenstruktur (duktil) versagt.

Bruchstelle II zeigte für den makroskopisch bindingslosen Bereich erwartungsgemäß Verrundungsstrukturen. Der Restquerschnitt hatte wiederum duktil versagt.

Der Primärschaden ist durch die Bruchstelle I gegeben. Der interkristalline Bruchverlauf ergibt sich durch das Wirken einer Spannungsrisskorrosion. Die Fahrweise war alkalisch; im Walzspalt hat sich Natronlauge angereichert. Bei der Reparatur, welche ein Jahr zuvor erfolgte, wurde offenbar das Rohr nicht genügend stark angewalzt.

Anmerkung: Die Bilder 1-3, 8 und 9 wurden durch das Staatliche Amt für Technische Überwachung erstellt.