

Bruch durch Resonanzen (Ermüdung) I

Martin Möser, 06.05.2010

Gelegentlich wachsen Ermüdungsrisse so schnell, dass man an eine einmalige Überlastung glaubt. Tatsächlich liegt ein Resonanzfall vor. Die Voraussetzung ist an Rohrabzweigungen gegeben, an deren Ende ein Messgerät angebracht wurde (Mess-Stutzen).

Im vorliegenden Fall war eine sogenannte Vorarmatur gebrochen (CrNi-Stahl). Der Schaden erfolgte in einem Kernkraftwerk (Rheinsberg) bei einer Druckprobe. Ein Arbeiter war zugegen.

Senkrecht zur Rohrachse sind zwei Risse eingelaufen, ein größerer und ein kleinerer. Die Risse sind einander entgegen gerichtet. Die Restbruchbereiche sind unter 45° orientiert, als Scherlippen (Bild 1).

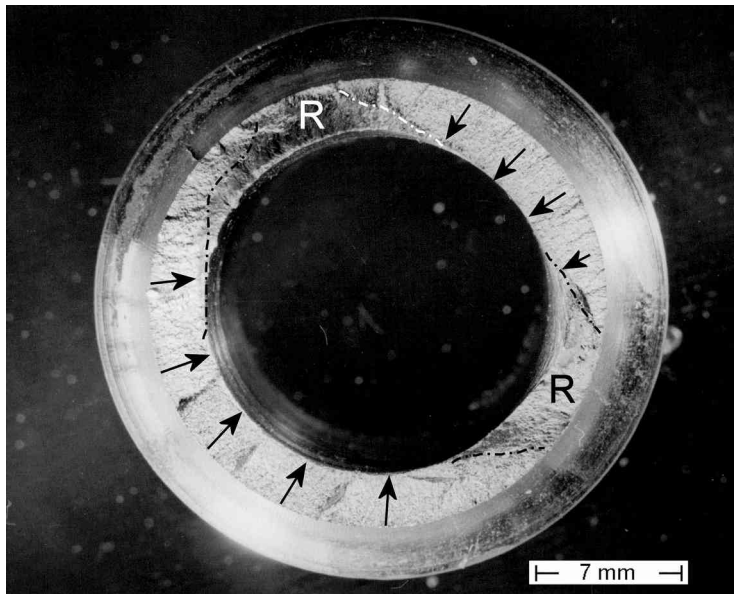


Bild 1:
lichtoptische
Übersichtsaufnahme
der Bruchfläche;
zwei gegenläufige
Anrisse,
Restgewaltbruch R
als Scherlippen

In Bild 2 wurde der kleinere der beiden Risse (Gegenriss) noch einmal heraus gehoben.

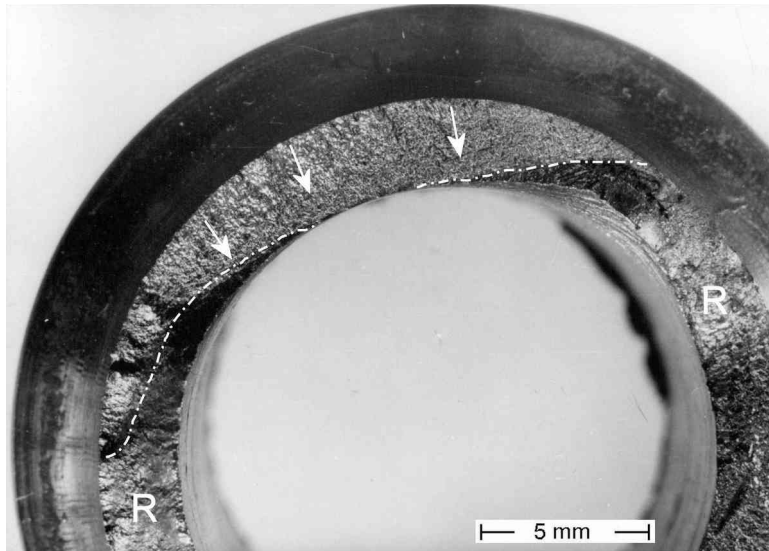


Bild 2:
Gegenriss; die Orientierung der Probe entspricht der, wie sie in den folgenden REM-Aufnahmen zur Anwendung kam.

Die REM-Untersuchung erfolgte an der linken Flanke des Gegenrisses, und zwar am Übergang zum Restbruch. Die Bruchbahnen sind gut ausgeprägt. Es werden Streifen sichtbar, die sich quer zu den Bruchbahnen orientieren. Die Breite der Streifen erreicht etwa $2\ \mu\text{m}$ (Bild 3).

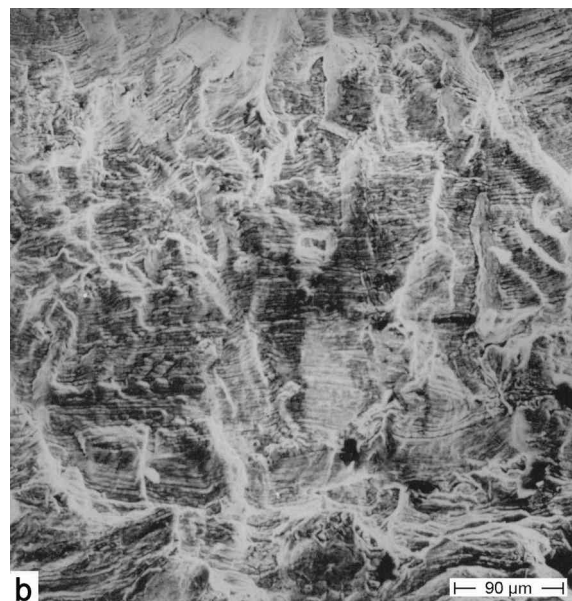
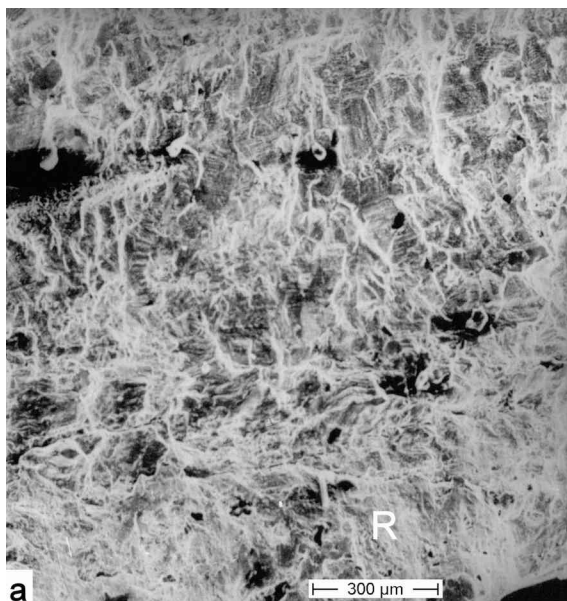




Bild 3 (a-d): Bruchbahnen mit Streifenstrukturen (Vergrößerungsfolge), R = Restbruch

Diskussion

Mit Bruchbahnen, welche eine Querstruktur aufweisen, findet sich das Bild des Ermüdungsbruches. Die Breite der Streifen entspricht dem Rissfortschritt pro Lastwechsel. Dieser hat in der Endphase etwa $2 \mu\text{m}$ betragen.

Wenn zwei Risse einander entgegenlaufen, ist dies ein Zeichen dafür, dass die Biegung doppelseitig erfolge. Das wiederum charakterisiert ein Aufschwingen.