

Bruch von Zylinderdeckel-Dehnstiftschrauben eines Schiffsmotors durch Korrosionswasserstoff

Martin Möser, September 2008

Der Motor hatte eine Leistung von 2206 kW und drehte mit 376 U/min. Der Zünddruck erreichte 87-90 bar. Der Durchmesser der Schrauben betrug etwa 50 mm. Der Bruch setzte nach einer Betriebszeit von 32 000 Stunden ein.

Die Schrauben standen oberhalb des ersten Gewindeganges zumindest zeitweise unter Wasser, so dass schon der Auftraggeber das Vorliegen einer Spannungsrisskorrosion vermutete.

Die Bruchfläche zeigt Rastlinien. Der Risseinlauf ist relativ eng begrenzt (Bild 1). Unter dem Einlauf finden sich auf dem Schraubenmantel Korrosionsgruben (Bild 2).

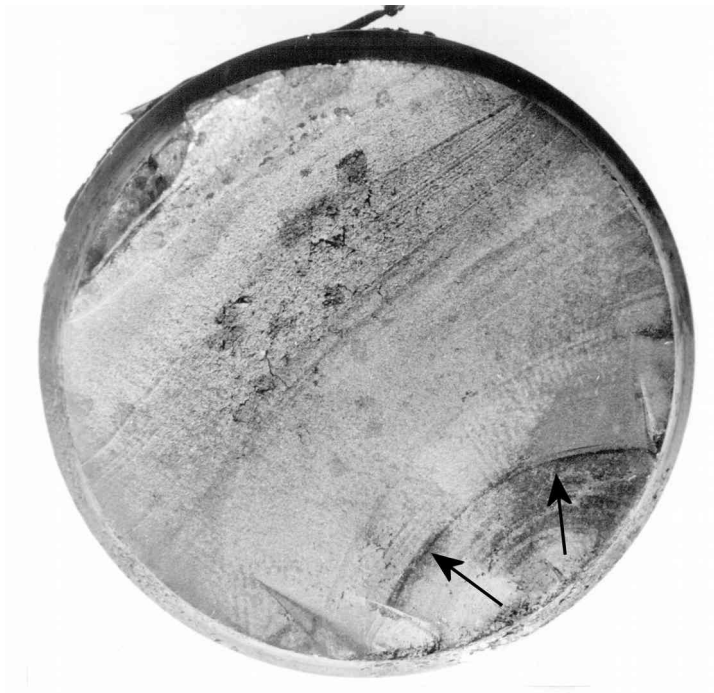


Bild 1
Bruchfläche in der
Draufsicht;
Rastlinien

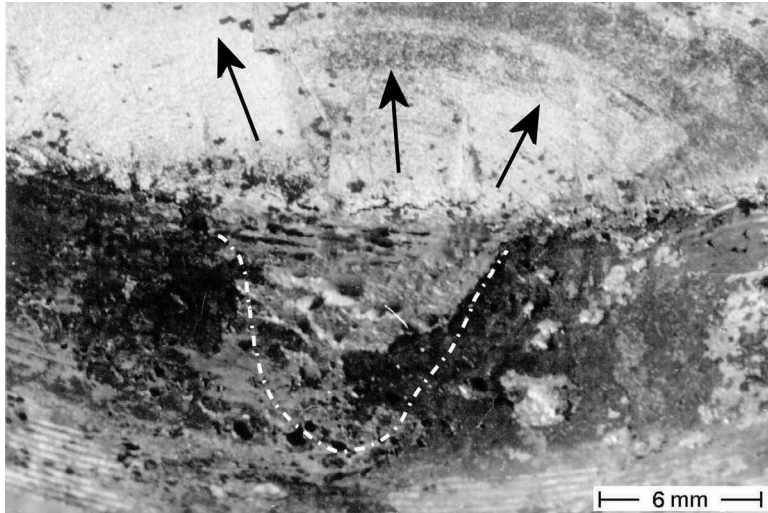


Bild 2
Verätzung auf dem
Schraubenmantel
unterhalb des
Risseinlaufes,
ansonsten dunkler
Belag

Aufnahmen, die mit dem REM erstellt wurden, zeigen, dass die einzelnen Teilfronten des Risses ihren Ausgang an Korrosionsgruben nehmen. Diese erreichen eine Tiefe von etwa 0,5 mm. Die Bruchfläche ist zunächst noch relativ strukturlos, das heißt, sie wurde durch Korrosion eingeebnet (Bild 3).

Einzelne Teilchen, die sich auf der Bruchfläche fanden, wurden mit EDX analysiert. Neben Schwefel wurden Chlor, Calcium und Kalium, also Rückstände des Schmierstoffes, angezeigt.

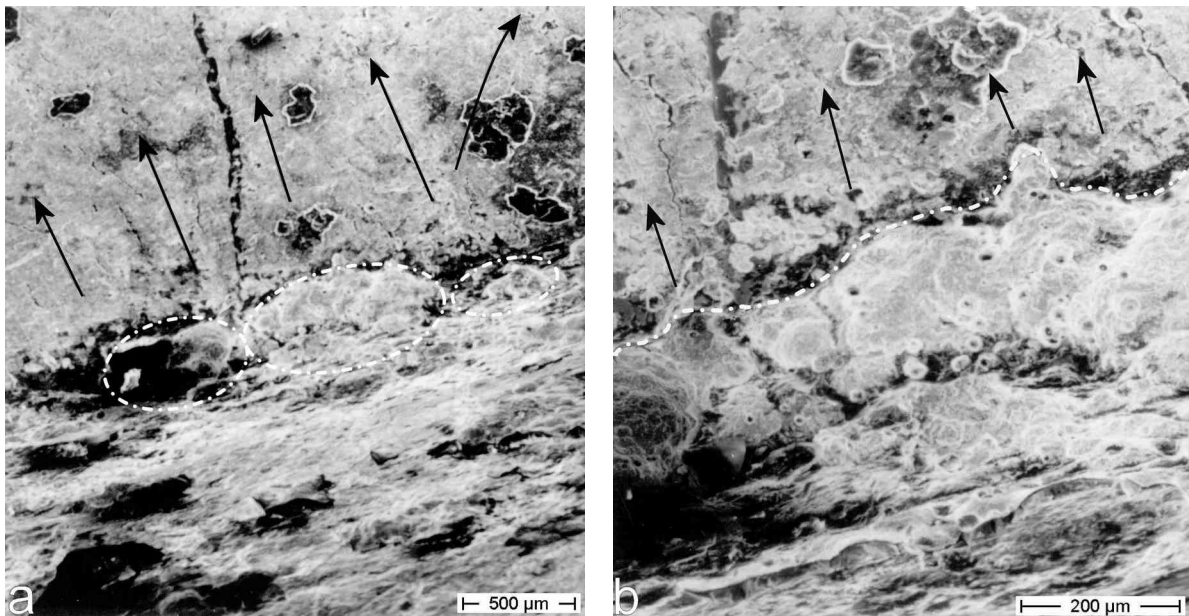


Bild 3:
Riss-Start jeweils an einzelnen Korrosionsgruben; diese sind etwa 0,5 mm tief (Vergrößerungsfolge)

Verwertbare Bruchstrukturen waren nur in tieferen (jüngeren) Bereichen der Bruchfläche zu sehen. Die Einschluss Hohlräume wurden aufgeweitet. Sie dienten als Starter für feinfacettierte Bruch (Bild 4).

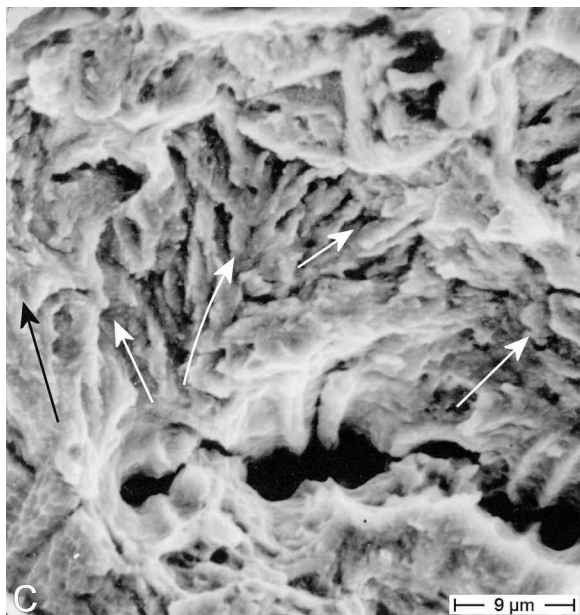
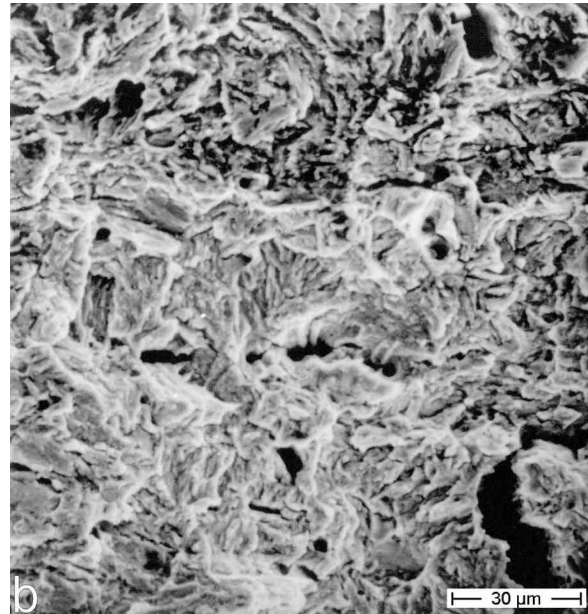
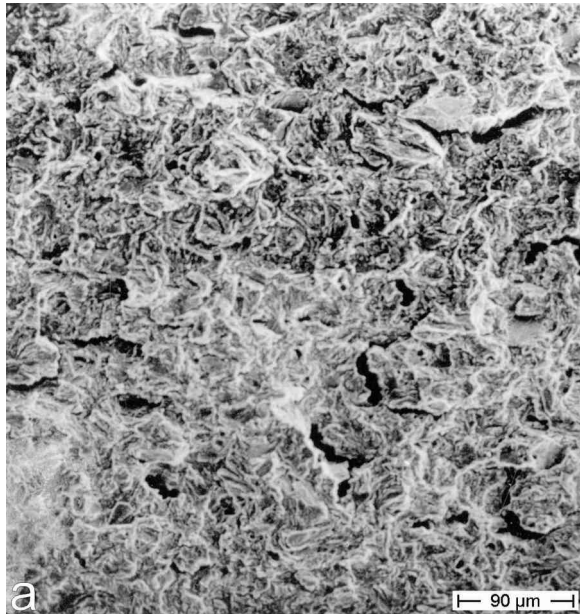


Bild 4:
aufgezogene Einschluss-Spalten als Zentren für
feinfacettierte Bruchhöfe
(Vergrößerungsfolge aus einem tieferen Rissbereich)

Diskussion:

Unterhalb des Risseinlaufes war der Schraubenmantel stärker korrodiert worden. Die Korrosion ebnete auch die älteren Bereiche der Bruchfläche ein. In ihren jüngeren Bereichen fanden sich dagegen feinfacettierte Bruchhöfe, die sich an aufgezogenen Einschluss-hohlräumen gebildet hatten. Die Rissbildung kann also dem Wasserstoff zugeschrieben werden (Minifischaugen).

Die Korrosion ist vorzugsweise während des Betriebes abgelaufen. Das dort befindliche Wasser hat dann Temperaturen von schätzungsweise 80-90 °C. Allmählich haben sich die Korrosionsstellen zu Kerben entwickelt.

Der bei der Korrosion entstandene Wasserstoff drang in den Stahl ein. Bei Betriebstemperatur war er harmlos. Wenn das Schiff im Hafen liegt, wird der Hauptmotor still gelegt und kühlt aus. Unterhalb von etwa 40 °C wird der Wasserstoff bruchaktiv. Irgendwann sind die Korrosionsgruben auch genügend tief, so dass die Rissbildung einsetzen kann. Der Vorrat an Wasserstoff ist jedoch begrenzt; der Riss stoppt ab. Dieser Vorgang wiederholte sich noch einige Male.

Das Bruchgefüge war transkristallin ausgebildet. Das verweist darauf, dass der Stahl nicht sonderlich fest war und gegenüber Wasserstoff weniger empfindlich ist. Somit kann die Mitwirkung von Schwefelwasserstoff angenommen werden.

Ölverseuchtes Wasser neigt zur Freisetzung von Schwefelwasserstoff, wobei insbesondere an die Wirkung sulfatreduzierender Bakterien zu denken ist.