

Bruch des Pleuels eines Schiffsmotors

Martin Möser, September 2008

Die „Aschberg“, ein fast neues Ro-Ro-Schiff, pflügte im Frühsommer des Jahres 1980 die Wellen des atlantischen Ozeans vor Afrikas Küste, als aus dem Maschinenraum ein starkes Poltern zu vernehmen war. Dann wurde es auf dem Schiff still (und dunkel), bis die Hilfsdiesel ansprangen.

Ein Pleuel war gebrochen und hatte den gesamten Motor zerschlagen.

Daten:

Pleuelwerkstoff: 42CrMo4

Umdrehungen 500/min

Betriebsstunden gesamt ca. 8000 h

Betriebsstunden auf der letzten Fahrt ca. 370 h

Der Motor war in V-Anordnung ausgelegt, wobei zwei Pleuel jeweils ein Lager benutzten: Ein Pleuel wurde mit einem dritten Auge neben der Kurbelzapfenbohrung versehen, über welches der andere, kürzere Pleuel angelenkt wurde. Gebrochen war der „Nebenpleuel“, und zwar im Bereich des großen Auges.

Die Bruchfläche ist sehr eben ausgebildet. Es werden die Enden von zwei Schrauben (A und B) sichtbar, welche den Pleueldeckel hielten. Die Rissebene ist jeweils durch den letzten tragenden Gewindegang vorgegeben, siehe Bild 1.

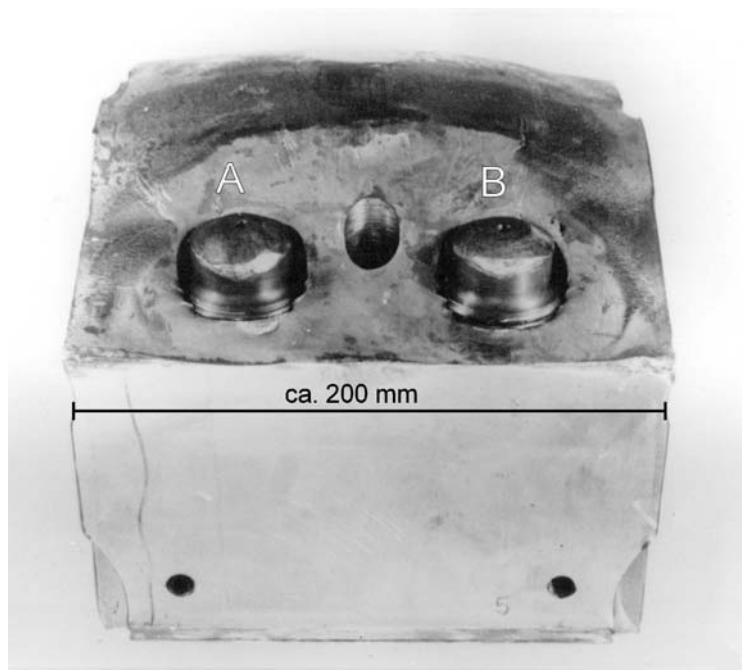


Bild 1
Bruchfläche des Pleuels
mit den Schrauben A
und B,
Ansicht schräg von vorn
(Lagerfläche)

An der Draufsicht (Bild 2) kann man erkennen, dass der Riss hauptsächlich vom Schraubenloch B her einlief. Ein Restbruchgebiet war nicht zu sehen.

Unterhalb von Loch B finden sich feine Rastlinien. Die letzte Linie tangiert die Außenwand. (Bild 3).

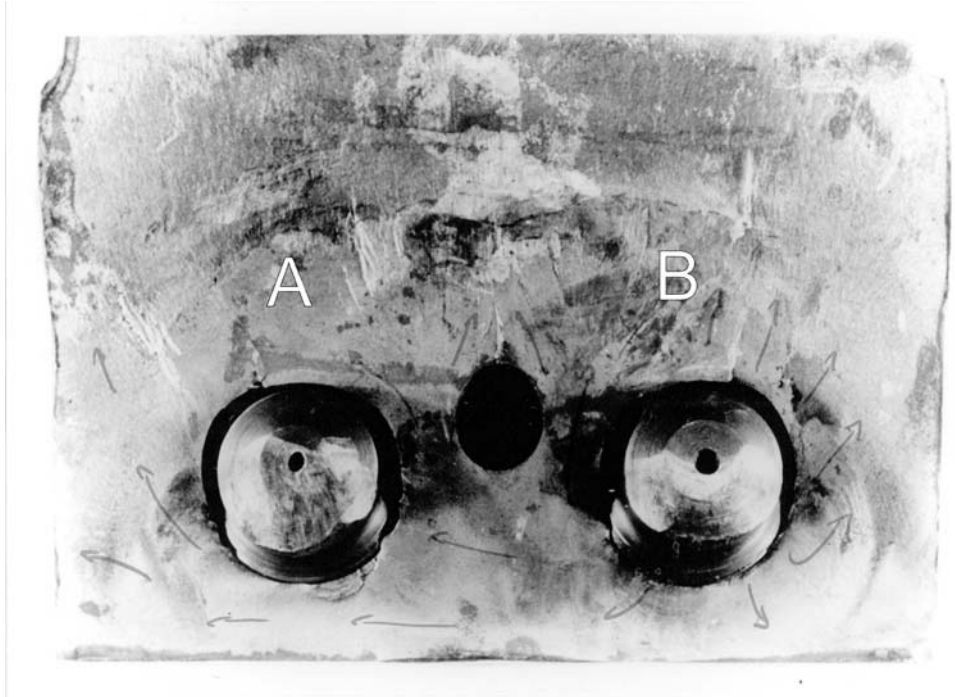


Bild 2: Draufsicht, Risshauptstart an Schraubenloch B



Bild 3
Schraubenloch B mit
schwach
ausgeprägten
Rastlinien, die letzte
tangiert die
Außenwand.

Dem Verfasser wurde zur weiteren Untersuchung der Bereich A zur Verfügung gestellt. Ein kurzer Riss startete am Schraubenloch. Dieser Bereich wurde vom Haupttriss abgeschnitten, welcher von der Seite her einlief (Bilder 4 und 5).

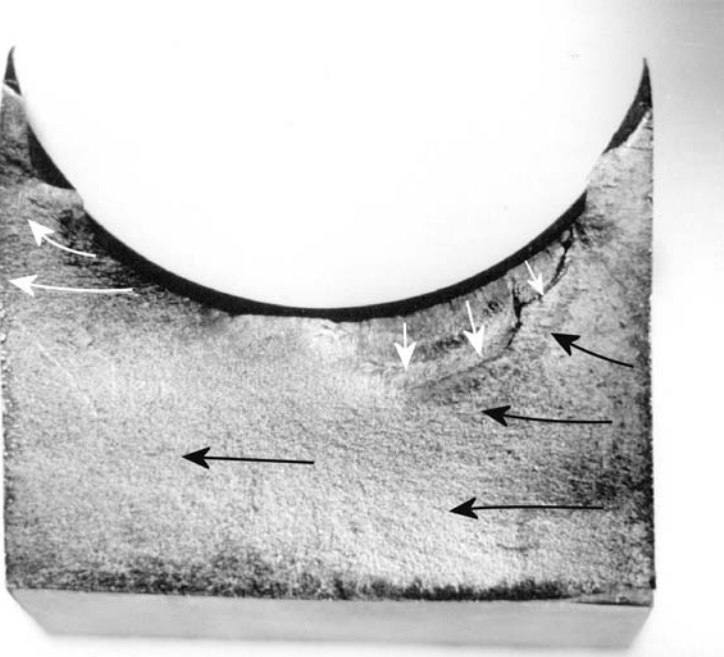


Bild 4
übergebener Bereich A
mit kurzem, separaten
Risseinlauf; die
Hauptfront kommt von
rechts (Loch B)

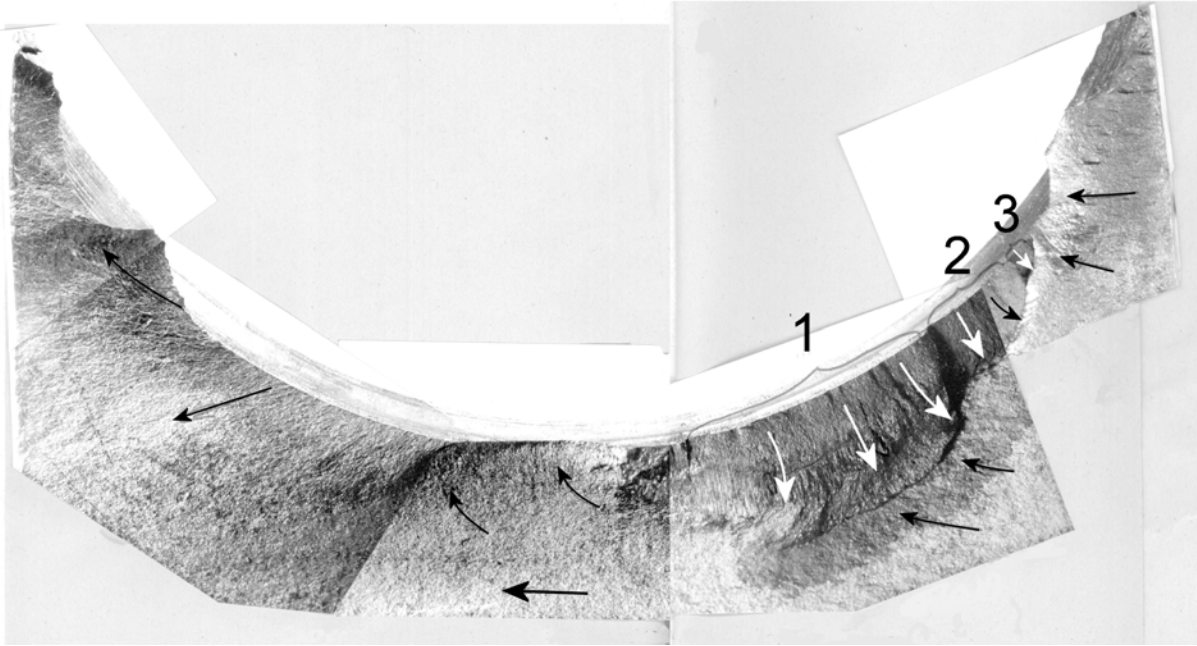


Bild 5: lichtoptische Detailübersicht von Bruchbereich A, Risseinläufe 1... 3 (Fotomontage)

Eine elektronenoptische Übersichtsaufnahme des Anrisses ist in Bild 6 zu sehen. Die Bruchfläche wurde verhämert. Die Gewindeflanke trägt Abreißzonen, die sogenannten Rattermarken. Sie stellen sich ein, wenn mit stumpfem Werkzeug gearbeitet wird.

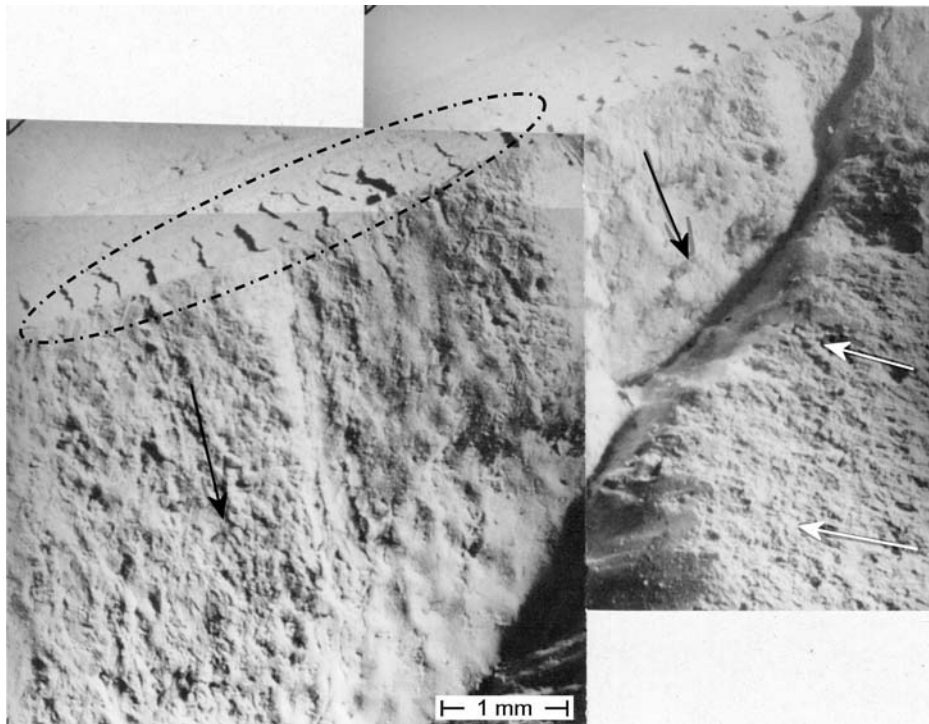


Bild 6
REM-Übersicht des
Anrissbereiches A:
Rissfläche
verhämert;
Rattermarken auf der
Gewindeflanke
(markiert)

Bei höheren Vergrößerungen finden sich im Hauptriss Bruchbahnen, welche eine feine Querstruktur tragen. Diese Streifen haben eine Breite von etwa 0,5 Mikrometer (Bild 7).

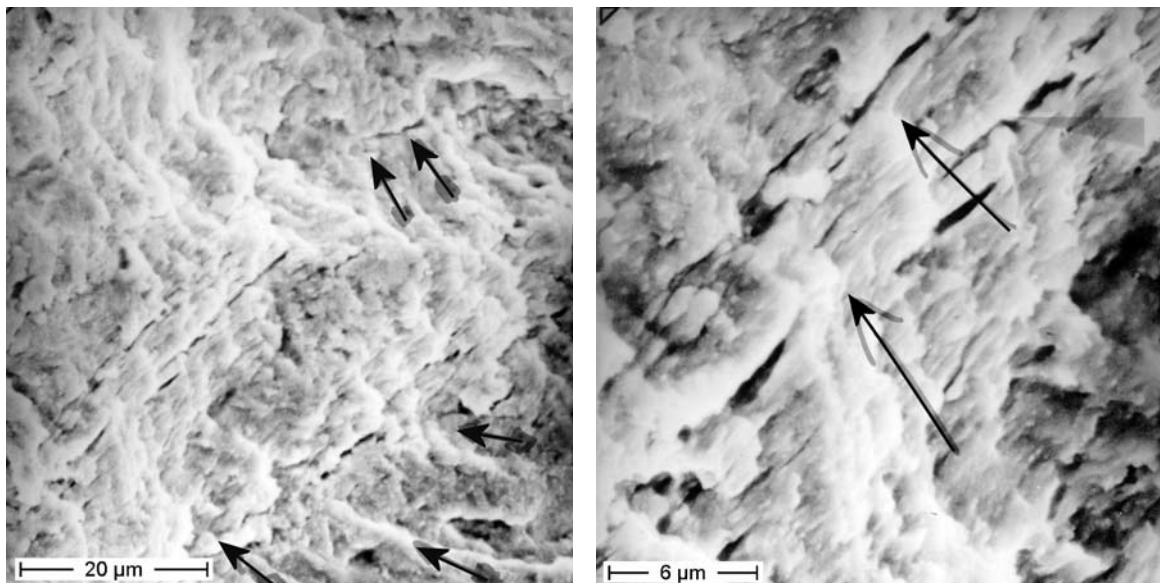


Bild 7: Bruchgefüge unterhalb des Risseinlaufes; Bahnen mit quer angeordneten Streifenstrukturen, Abstand der Streifen etwa 0,5 µm (Vergrößerungsfolge)

Diskussion

Der Schaden wurde durch Ermüdung ausgelöst; das ergibt sich zunächst aus der Ebenheit der Bruchfläche und liegt auch von der Belastungsart her (zyklisch) nahe. Als Startgebiete dienten jeweils die Schraubenlöcher.

Direkt unter dem Anriss B wurden makroskopische Rastlinien sichtbar, auf der restlichen Bruchfläche fehlten sie. Mikroskopisch finden sich sogenannte Schwingungsstreifen; ihre Breite beträgt etwa 0,5 μm .

Rastlinien kennzeichnen längere Ruhephasen, so dass man bei Schiffen gut die einzelnen Fahrten zählen kann, siehe [1]. Schwingungsstreifen markieren im Allgemeinen den Rissfortschritt pro Lastwechsel. Da die Streifen aber nur 0,5 μm breit sind, kann man davon ausgehen, dass etwa 10 Lastwechsel einen Streifen bilden [2].

Die Rastlinien unter dem Schraubenloch B sind allerdings zu fein ausgebildet, um wesentliche Schlussfolgerungen treffen zu können. Nachdem der Riss dort zur Außenwand durchgetreten war, ist er schnell gewachsen. Das überwiegende Risswachstum hat somit während der letzten Fahrt stattgefunden.

Maßgebend für die Rissauslösung war die Tatsache, dass die Gewindeflanken grob eingedreht wurden (Rattermarken). Man leitete entsprechende Vorsichtsmaßnahmen ein, so dass sich der Schaden nicht wiederholte.

Anmerkung: Die Aufnahmen 1-3 stammten von Prof. H. Schumann, Rostock

Literatur

- [1] Matthaes, K.: Untersuchung von Kurbelwellenbrüchen. Metallkunde 66 (1975) S. 539-600
- [2] Effertz, P.-H.; Frank, R.; Hagn, L.: Schwingungsbruch in Vergütungsstählen. In: Bruchuntersuchungen und Schadenklärung – Probleme bei Eisenwerkstoffen, Allianz-Versicherungs AG München und Berlin 1976, S. 12-22