

Abzehrungen an den Kolbenböden eines Schiffdieselmotors (Kavitation)

Martin Moeser, Januar 2009

An Vorkammerdieselmotoren 6 VD 18/15, die als Schiffsantriebe eingesetzt wurden, fanden sich in den Kolbenböden tiefgehende Abzehrungen. Diese gaben die Lage der Kanäle der Einspritzdüse wieder. Es bestand die Gefahr, dass der Kolben durchbrochen wird (Bild 1).

Die Oberfläche der Abzehrungen war sehr stark strukturiert. Die Ränder der Abzehrungsgebiete zeigten sich als wulstartig aufgeworfen. Es hat also keine Abtragung mit einebnendem Charakter stattgefunden, somit schieden Erosion oder korrosiver Abtrag aus. Man hatte deshalb an ein Aufschmelzen gedacht.

Ein gereinigtes Probenstück (Bild 2) wurde rasterelektronenmikroskopisch in Bereichen beginnender und stärkerer Abtragung untersucht.

Das Material wurde verhämert (Bild 3) und schließlich zungenartig ausgezogen (Bild 4). Tiefere Kavernen zeigten Verrundungsstrukturen (Bild 5).

Kolbenmaterial (Al, Si) fand sich in den Ablagerungen auf dem Auslassventil (Bild 6, Spektrogramm), wenn auch nur zu geringen Anteilen.

Das zungenartige Ausziehen von Material, welches hier vorgefunden wurde, deckt sich mit dem Erscheinungsbild der **Kavitation**, wie es in der Literatur [1-4] beschrieben wurde.

Eine Kavitation setzt voraus, dass der Kraftstoff noch flüssig aus der Vorkammer in den Hauptbrennraum gelangt ist. An der heißen Kolbenfläche ist der Kraftstoff, begünstigt durch wirbelbedingte Unterdrücke, lokal verdampft. Die Dampfbläschen implodierten. Bekanntermaßen bildet sich dabei ein Mikrotropfen aus, der mit Schallgeschwindigkeit auf das Material schlägt. Die Masse der Einschläge bewirkt dann die Zerrüttung.

Die Motoren wurden mittels Abgasturbine aufgeladen. Zwecks ausreichender Spülung überschneiden sich die Ventile in ihren Öffnungszeiten, das heißt, das Auslassventil öffnet eher als das Einlassventil schließt. Bei Teillastbetrieb hat das zur Folge, dass das Abgas teilweise in den Ansaugkanal des Zylinderkopfes zurück

strömt. Dort lagert sich Ölkohle ab, die den Verbrennungsablauf soweit stört, dass unverbrannter Kraftstoff in den Hauptbrennraum gelangt.

Die Betreiber wurden aufgefordert, diese Ölkohleablagerungen vorsorglich zu entfernen.

Literatur

- [1] Wiegand, H. O.; Hirth, F. W.; Speckhardt, H.: Klärung der Einzelmechanismen bei der Schädigung von Kupfer unter Kavitationsbeanspruchung in wässrigen Medien. *Werkstoffe und Korrosion* 23 (1972). S. 1112-1117
- [2] Hirth, F. W.; Speckhardt, H.: Das Schadensbild bei Kavitationskorrosion von Reinaluminium Al 99,5. *Werkstofftechnik* 7 (1976) S. 409-413
- [3] Vyas, B.; Preece, C. M.: Cavitation erosion of face centered cubic metals. *Metallurgical Transactions* 8A (1976) pp. 915-923
- [4] Höss, S.; Hirth, F. W.; Louis, H.; Bauer, G. H.: Kavitations-Korrosion, Schadensbilder und Mechanismen – Vergleich zwischen Strömungskavitation, Kavitation durch rotierende gelochte Scheibe und Schwingungskavitation. *Werkstoffe und Korrosion* 31 (1980) S. 1-14

Zum Bildteil→

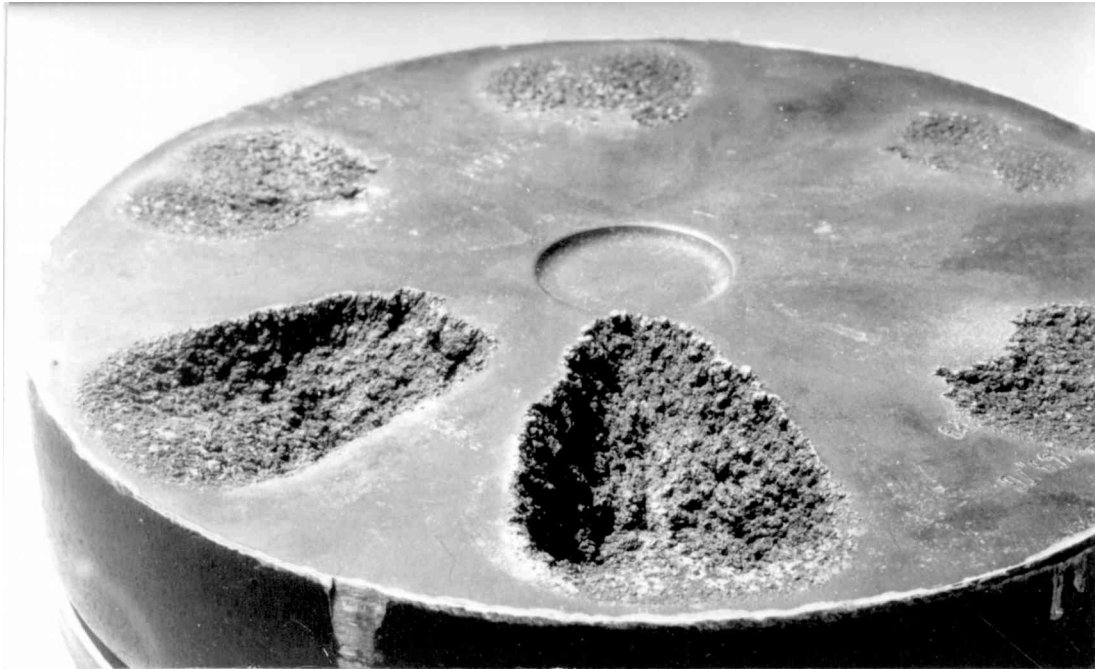


Bild 1: Im Muster der Einströmkanäle angeordnete Abzehrungsgebiete auf der Kolbenoberfläche

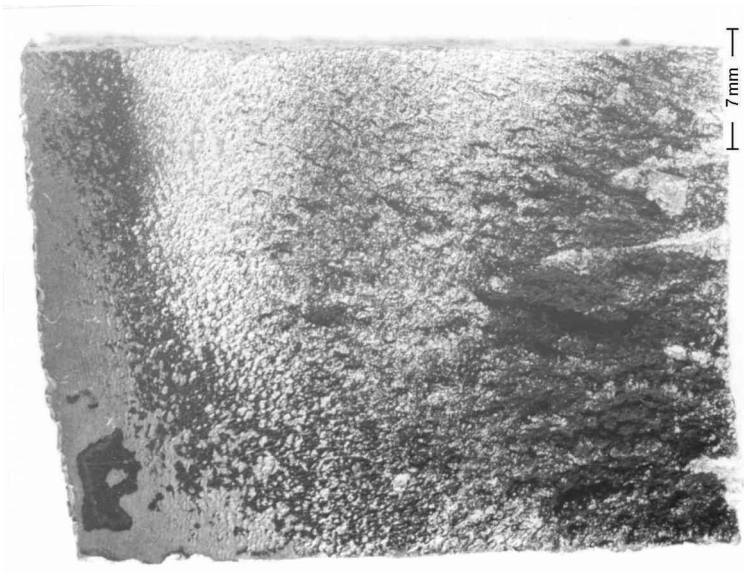


Bild 2:
untersuchtes
Probenstück;

Abzehrung
nimmt von
links nach
rechts zu

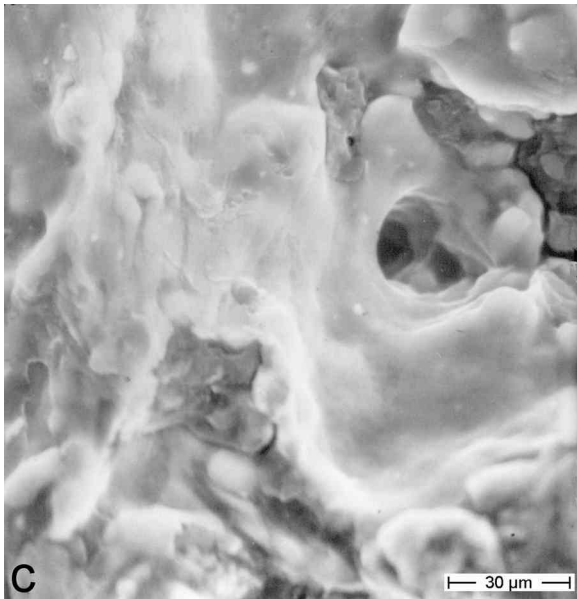
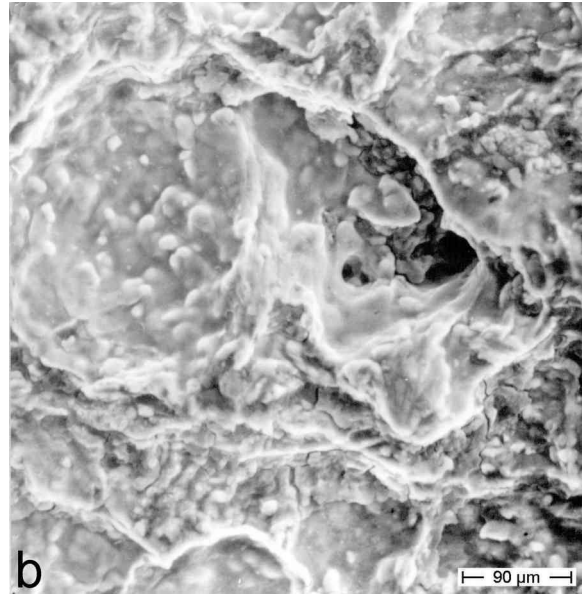
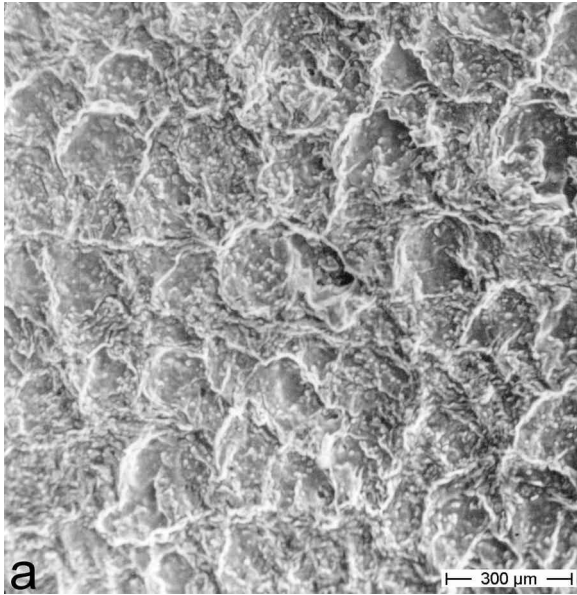


Bild 3(a-c):
plastische Verformung und Lochbildung im
Bereich beginnender Abtragung
(Vergrößerungsfolge)

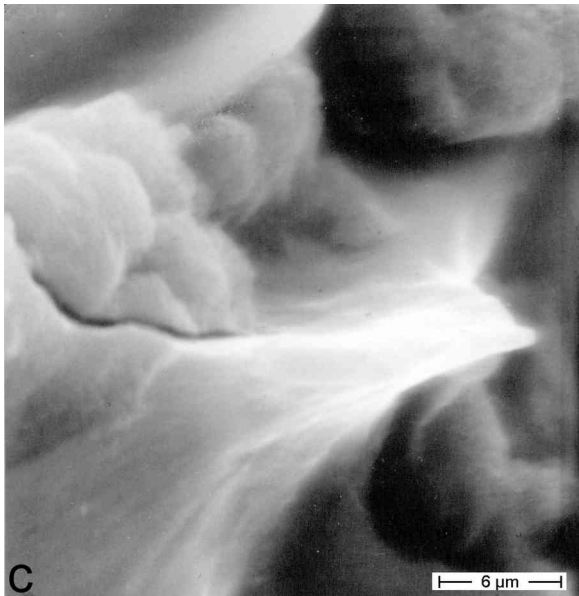
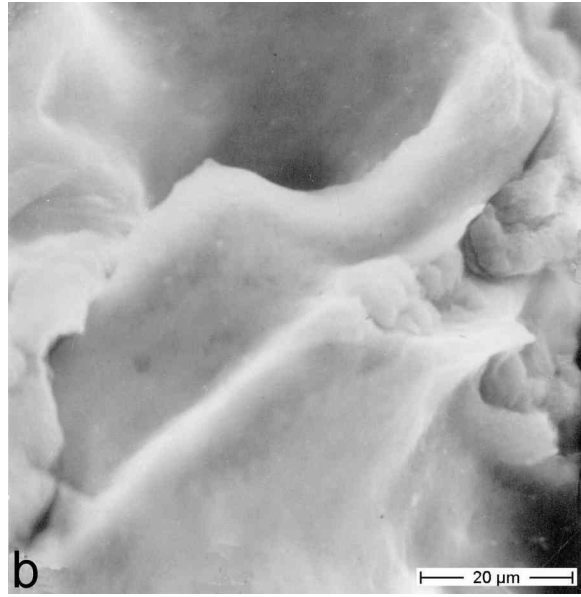
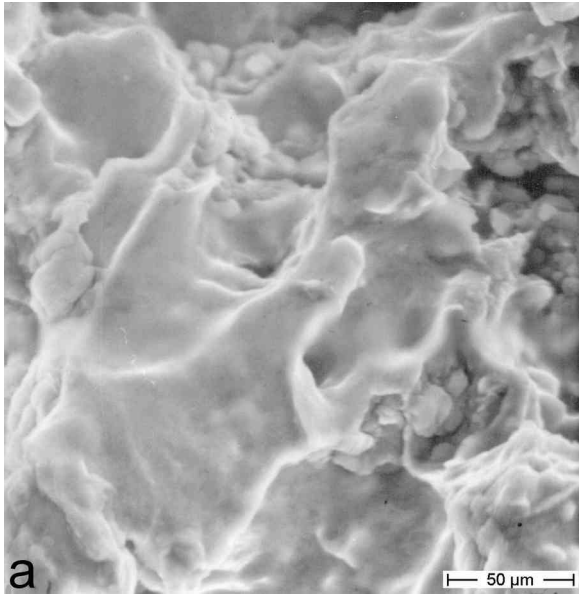


Bild 4(a-c):
dünn ausgezogene Abreißkämme in der Zone
stärkerer Abtragung
(Vergrößerungsfolge)

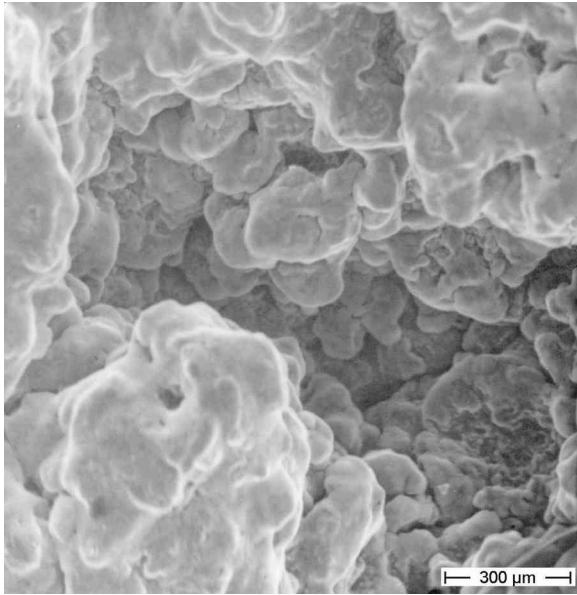


Bild 5:
Kaverne mit
Verrundungsstrukturen



Bild 6:
Auslassventil mit
Ablagerungen

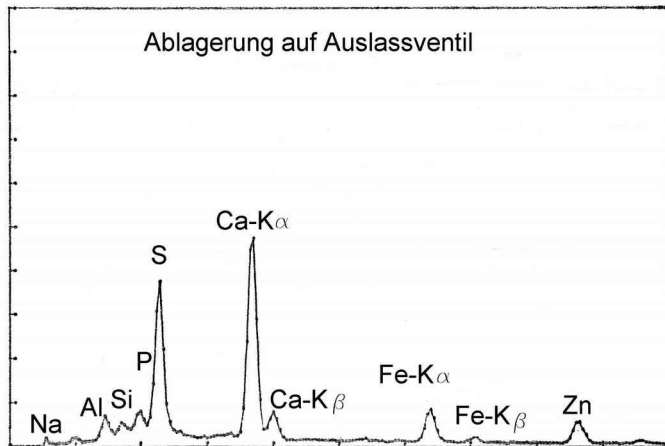


Bild 6:
röntgendispersive Analyse
des Belages auf Sitzfläche
des Auslassventils:
u.a. Aluminium und
Silizium als
Kolbenmaterial