

Abstumpfung von Kompass-Pinnenspitzen durch Reibkorrosion

Martin Möser, 05.05.2010

Ein Magnetkompass besteht aus einem Stab- oder Ringmagneten, welcher auf einer Pinne ruht, die wiederum in einen Hohlkegelstein aus Saphir oder Diamant greift. Das Ganze wird von einer Kapsel umgeben, die mit Öl (heute: „Fluid“) gefüllt ist.

Magnetkompass sind nicht nur für See-Schiffe, sondern auch für Fluss-Schiffe vorgeschrieben. Dort versagten sie relativ schnell durch Schwergängigkeit.

Die Pinne hat die Form eines Kegels. Im gegebenen Fall wurde sie aus dem Stahl X90CrMo18 (1.4112) gefertigt. Der als Lager dienende Hohlkegelstein aus Saphir wies einen Radius von 150 μm auf. Der Ausgangsradius der Pinnenspitze war nicht angegeben worden (üblicherweise 30 μm).

Als Ursache der Schwergängigkeit fand man, dass sich die Spitze der Pinne erkennbar abgestumpft hatte. Der Kontaktbereich erreichte einen Durchmesser von etwa 100 μm , siehe Bild 1 - Bild 3.

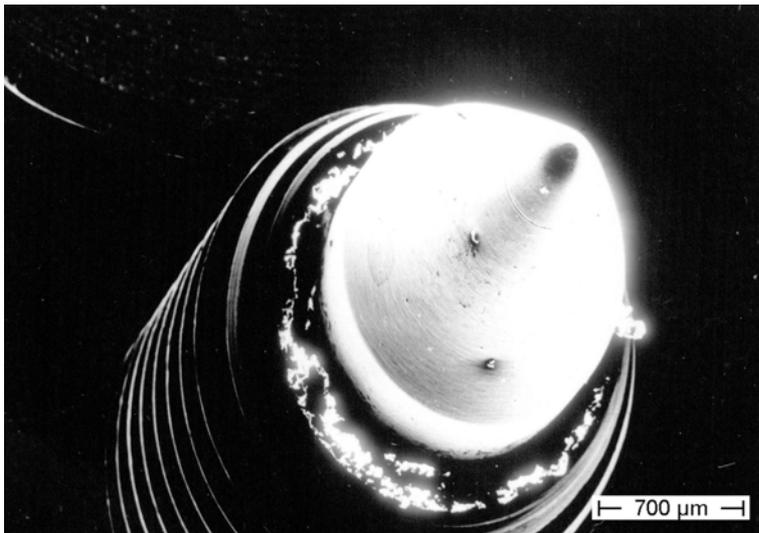


Bild 1:
Übersichtsaufnahme
der Pinne,
Spitze dunkel infolge
Aufladung

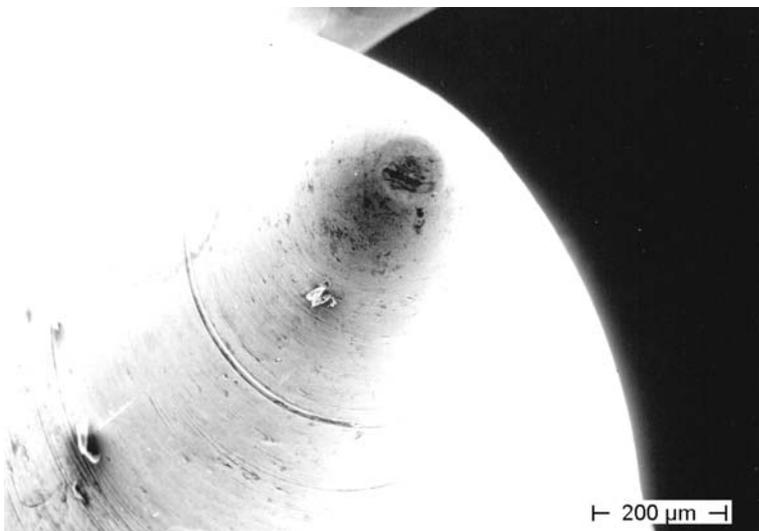


Bild 2:
Kegelspitze stumpf
(Ausschnitt aus
Bild 1)

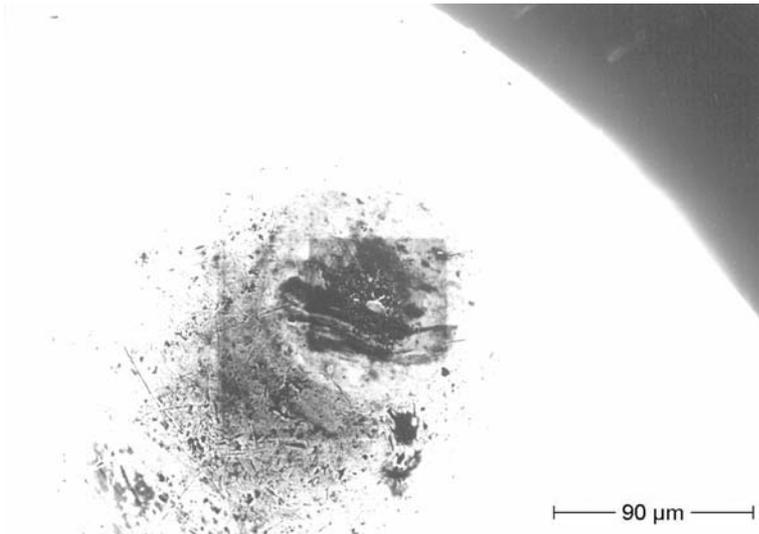


Bild 3:
Kegelspitze auf einer
Breite von 100 µm
abgeplattet
(Ausschnitt aus
Bild 2).

Durch Kontamination
mit Kohlenstoff
werden die
Ausschnitte sichtbar,
welche bei höherer
Vergrößerung erfasst
wurden.

Die Kontaktfläche erscheint verätzt. Es finden sich feine Grübchen; die Karbide wurden frei
gelegt (Bild 4 und Bild 5).

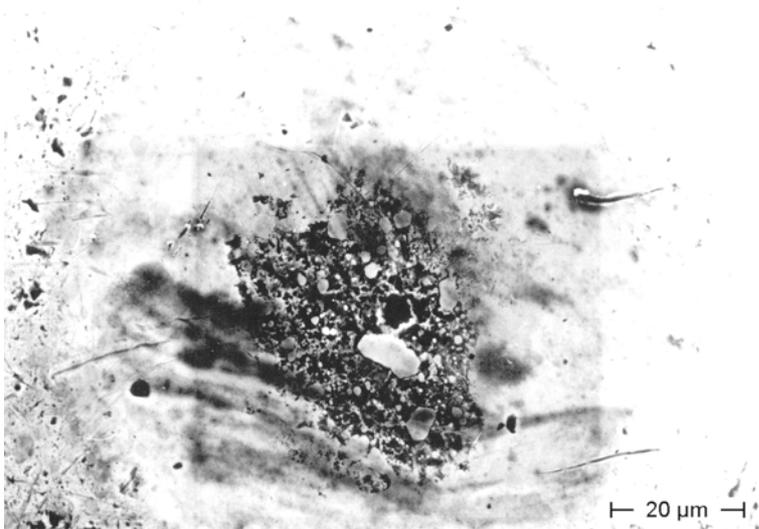


Bild 4:
Kegelspitze verätzt
(Ausschnitt aus
Bild 3)

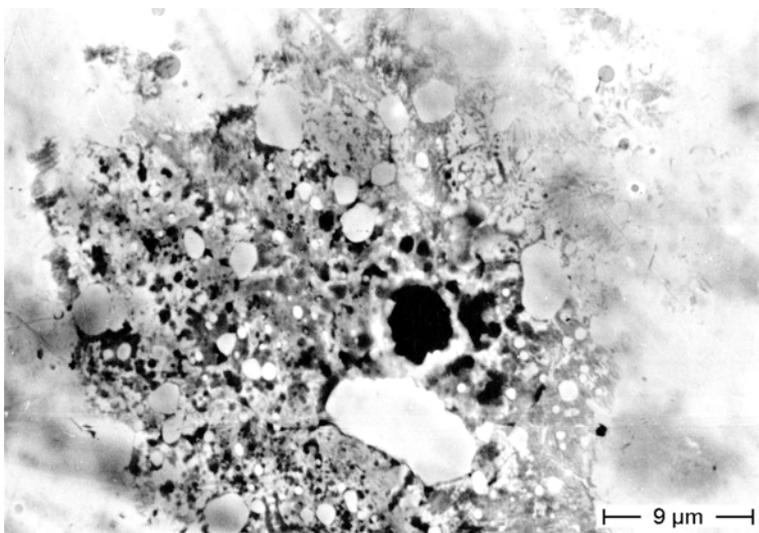


Bild 5
Ätzgrübchen mit
Karbiden als helle
Punkte
(Ausschnitt aus
Bild 4)

Diskussion

Die Pinnenspitze wurde soweit abgeplattet wurde, dass die Auflagerfläche nun einen Durchmesser von etwa 100 µm aufweist. Mit Grübchen und freigelegten Karbiden finden sich typische Ätzerscheinungen.

Seegehende Schiffe werden mit Zweitakt Dieselmotoren ausgerüstet, welche relativ langsam laufen (Drehzahlbereich zwischen 80 und 300 Umdrehungen pro Minute). Fluss-Schiffe werden mit Viertakt-Dieselmotoren ausgerüstet, wie sie auch in Lastkraftwagen eingesetzt werden. Diese Schnell-Läufer arbeiten mit etwa 2000 Umdrehungen pro Minute.

Die Schnell-Läufer lassen das Schiff naturgemäß stärker vibrieren als die Langsamläufer. Die Vibrationen übertragen sich letztlich auf die Pinne, welche nun gegen den Saphir reibt. Der Chromstahl schützt sich gegen Korrosion durch Ausbildung einer Passivschicht, bestehend aus Chromoxid. Diese Schicht wird durch die Mikroreibungen zerstört. Es ist davon auszugehen, dass auch das Öl zersetzt wird. Damit kann sich ein Lokalelement gegenüber den intakten Bereichen der Pinnenoberfläche aufbauen. Die Kontaktfläche geht in Lösung (analog dem Lochfraß).

Der Schaden lässt sich damit dem Themenbereich der „Reibkorrosion“ zuordnen. Dem Hersteller gelang es, den Schaden im Labor nachzufahren. Als Abhilfe wurde der Lagerstein schwingungsmäßig vom Gehäuse getrennt (Steinhalter gefedert).

Heutzutage setzt man Iridium als Pinnenmaterial ein. Ein Edelmetall ist gegenüber Reibkorrosion beständig.