

Rissbildung an Zentrifugen durch verschleppten Wasserstoff

Martin Möser, September 2008

Ein Betrieb stellte Großzentrifugen her. Zum Einsatz kam der Stahl 30Mn5, der eigens für diesen Zweck erschmolzen wurde.

Die Zentrifugen bestehen zunächst aus einem längsgeschweißten Zylinder. An diesen werden noch Deckel und Boden geschweißt (jeweils als Kehlnaht). Als Ganzes wird die Zentrifuge dann vergütet.

Die Längsnaht wurde mit dem Elektroschlack-Verfahren ausgeführt. Die Nähte für Deckel und Boden schweißte man mit dem Unter-Pulver-Verfahren bei einer Vorwärmung von 300 °C.

Zum Vergüten wurden die Zentrifugen auf 840 °C erwärmt und im Wasser abgeschreckt. Angelassen wurden sie bei 650 °C. Die erreichte Härte betrug 54 HRC bzw. 592 HV10.

Serienweise fanden sich anschließend Risse unter den Deckel- und Bodennähten. Dann verschwand diese Erscheinung, um irgendwann wieder aufzutauchen.

Zur Untersuchung kam eine Probe, die nach dem Anlassen aufgebrochen wurde.

Der Bruch ist im Allgemeinen entlang der Korngrenzen (interkristallin) verlaufen. Es wurden dabei Einschluss Hohlräume frei gelegt (Bilder 1 und 2). Die Korngrenzflächen wirken leicht überätzt.

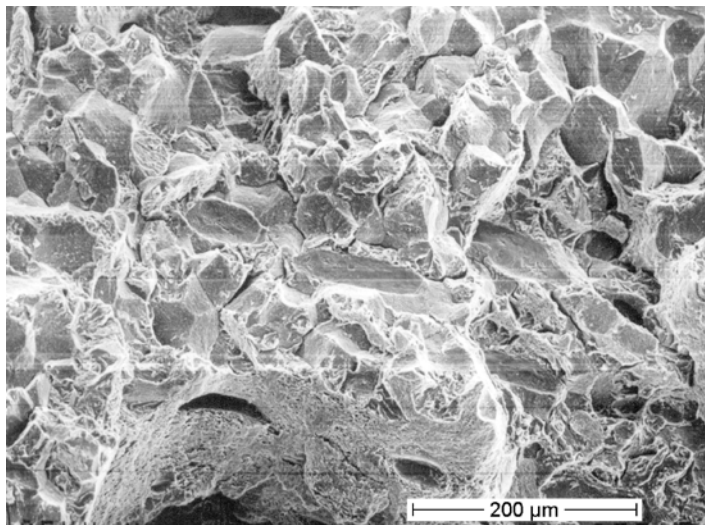


Bild 1
Korngrenzflächen
frei gelegt

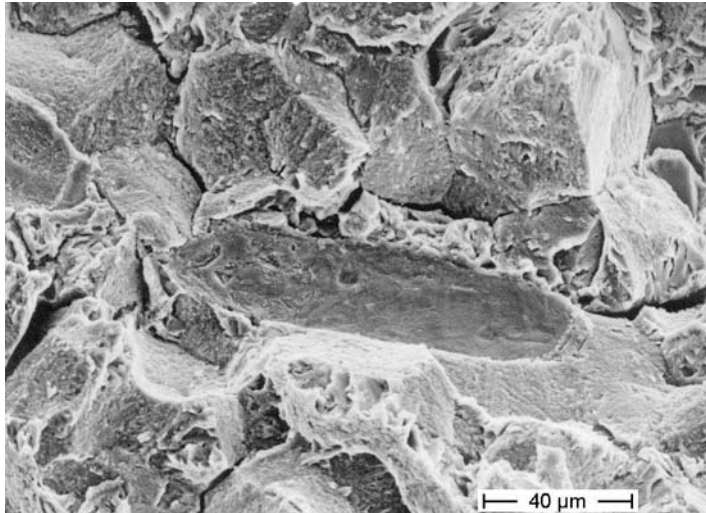


Bild 2
Einschlusshohlraum
zwischen den Körnern
(Ausschnitt aus Bild 1)

Es interessierten Bereiche, die erst beim Aufbrechen entstanden sind, also noch keinen Luftkontakt hatten. Einen solcher ist in den folgenden Aufnahmen zu sehen. Er verbindet zwei Bruchterrassen. Die Trennung ist transkristallin, fein-facettiert verlaufen. Als Zentrum diente ein Einschlusshohlraum, bei dem der Einschluss tatsächlich noch vorhanden ist (Bilder 3-5).

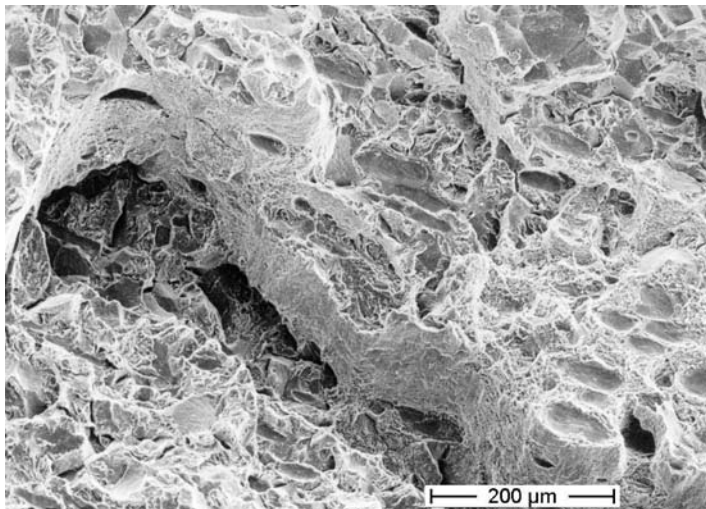


Bild 3
ein weiterer Ausschnitt
(Anschluss zu Bild 1 nach
unten)

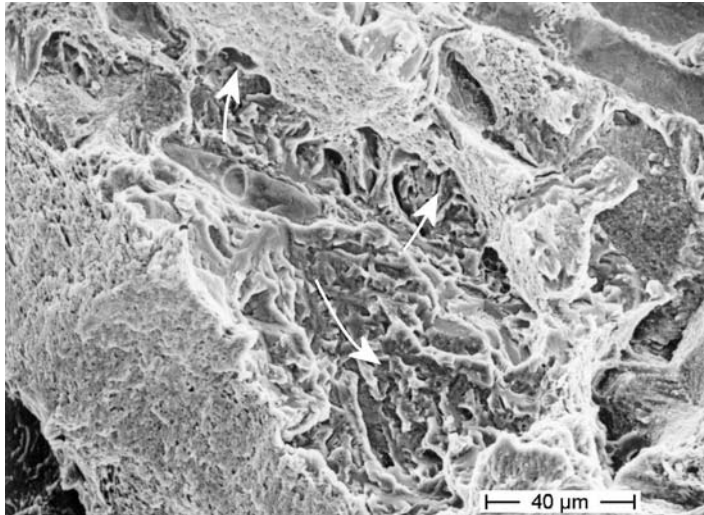


Bild 4
Bruchhof, umgeben von
transkristallinem
Facettenbruch; frischer Bruch
(Ausschnitt aus Bild 3)

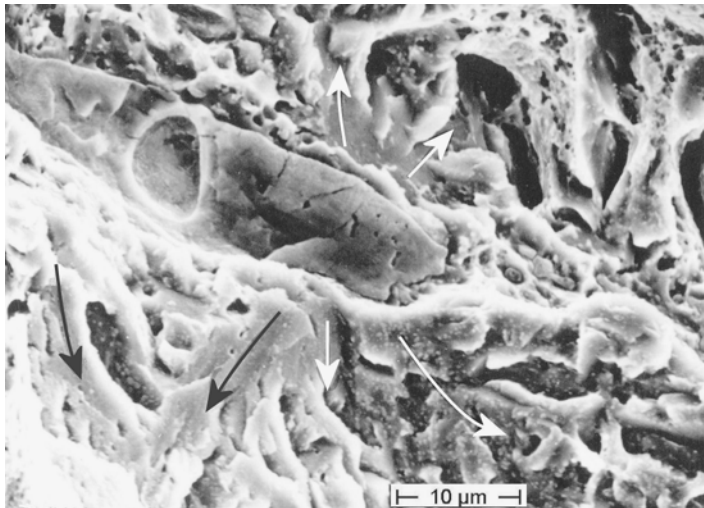


Bild 5
kompakter Einschluss als
Zentrum des
Facettenbereichs
(Ausschnitt aus Bild 4)

Ein weiteres Fischauge aus ungefähr dieser Gegend ist in Bild 6 zu sehen.

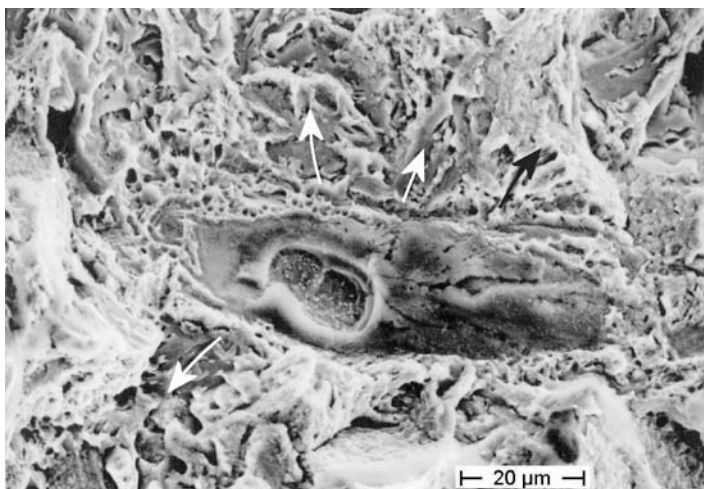


Bild 6:
ein weiterer Bruchhof mit
fast intaktem Einschluss

Diskussion

Die Anrissbereiche, welche vorgefunden wurden, zeigten ein interkristallines Bruchgefüge. Die Risse entstanden, als sich der Stahl im Zustand der Vollhärte befand. In den frisch erzeugten Bruchzonen (nach dem Anlassen) waren feinfacettierte Höfe zu sehen, die als Zentrum jeweils einen Einschlusshohlraum aufwiesen. Diese Minifischaugen lassen den Schluss zu, dass eine Versprödung durch Wasserstoff vorliegt.

Es konnte ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Anlieferung des Stahles und dem Auftreten der Risse dahingehend festgestellt werden, dass nur frischer Stahl betroffen war. Der Wasserstoff, der zwangsläufig von der Schmelze über die Zuschlagsstoffe aufgenommen wird, hatte den Stahl noch nicht in ausreichendem Maße verlassen. Im martensitischen Zustand war der Stahl dann entsprechend anfällig.

Es wurde u.a. vorgeschlagen, die Zentrifugen zwischen Abschrecken und Anlassen nicht voll auskühlen zu lassen, sondern bei etwa 100 °C abzufangen, so lange der Wasserstoff noch harmlos ist.

Dass Restwasserstoff beim Härten Probleme bereiten kann, war schon von [1] berichtet worden.

Literatur:

[1] Lange, G.; Hofmann, H.: Zusammenhang zwischen Wasserstoffaufnahme und Porigkeit von Eisen. Archiv Eisenhüttenwesen 37 (1966), S. 391-397