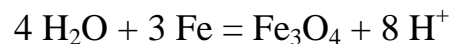


# Entkohlung von Siederohren in Dampfkraftwerken

Martin Möser, 25. November 2010

Die Erkenntnis, dass Wasserstoff bei höheren Temperaturen den Stahl entkohlt, ergab sich bei der Einführung der Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren kurz vor dem ersten Weltkrieg. Dieser Vorgang hat noch eine wesentliche Bedeutung in Kraftwerken.

An der Wasserseite der Siederohre wird der Stahl oxidiert, wobei Magnetit, aber auch Wasserstoff entsteht (Schikorr-Reaktion):



Solange der Angriff gleichmäßig erfolgt, bleibt die Menge des freigesetzten Wasserstoffes unterkritisch. Das ändert sich, wenn die Oxidschicht verletzt wird. Die Oxidation schreitet nun muldenförmig in die Tiefe voran, und die Oxidschicht verstärkt sich. Der Stahl wird weniger stark gekühlt, was die Oxidation weiter beschleunigt.

Durch Verlust des Karbidanteils (Perlit) verliert der Stahl seine Festigkeit und insbesondere seine Kriechbeständigkeit. Anstelle der Perlitinseln verbleiben Hohlräume, wodurch die Zähigkeit sinkt. Der Bruch erfolgt während des Betriebes. Das Prinzip wird in Bild 1 dargestellt ([1]). Eine ausführliche Darstellung des Problems findet sich in [2].

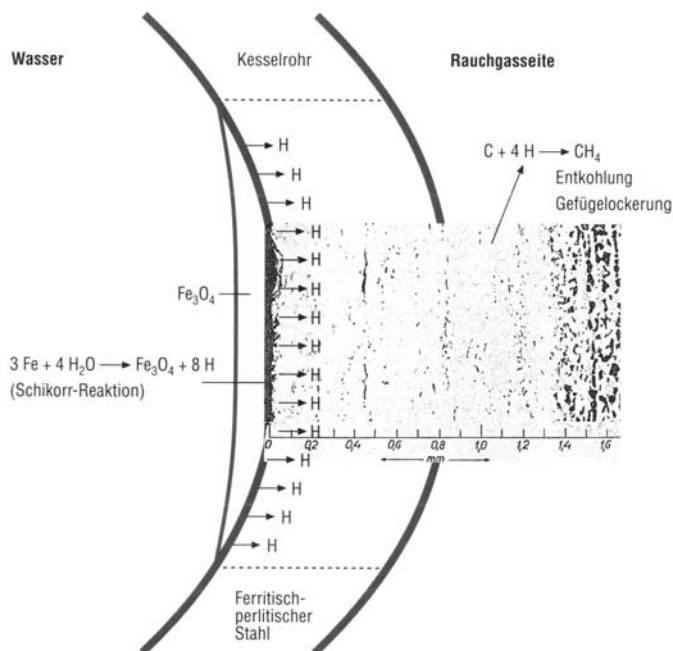


Bild 1:  
Siederohr:  
wasserstoffbedingte  
Entkohlung von der  
Wasserseite her als  
Folge örtlich  
verstärkter Korrosion  
(entnommen aus [1])

Als Material für die Siederohre dient üblicherweise der Stahl St35. Dieser Fall lässt sich anhand des Schlibfbildes sicher abklären. Der Vollständigkeit halber sollten auch fraktographische Aufnahmen erstellt werden.

In der Bruchfläche werden körnige Bereiche sichtbar. Die Korngrenzflächen sind entweder ganz glatt ausgebildet oder mit feinen Waben bedeckt. Im ersteren Fall ist die Trennung endgültig, im letzteren ist das Gefüge vorgeschädigt, das heißt, das Verformungsvermögen ist eingeschränkt. Vereinzelt sieht man auch Inseln mit grober Wabenausbildung (Bild 2 - Bild 4).

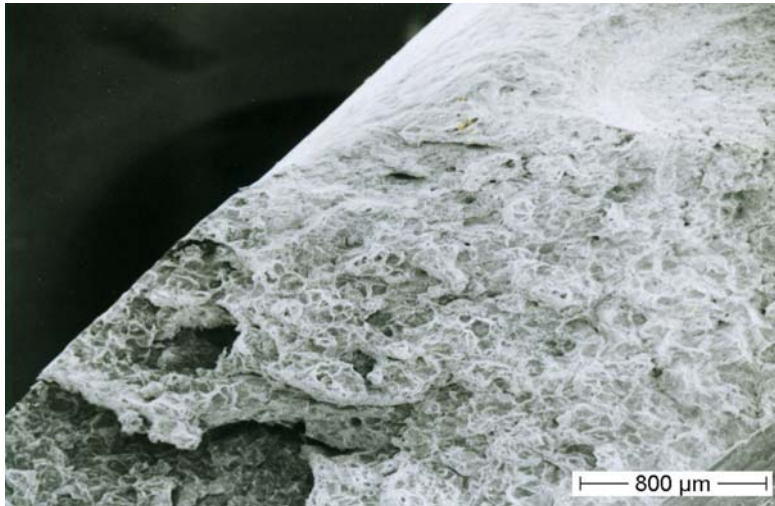


Bild 2:  
Übersichtsaufnahme  
der Bruchfläche:  
Körnigkeit  
angedeutet

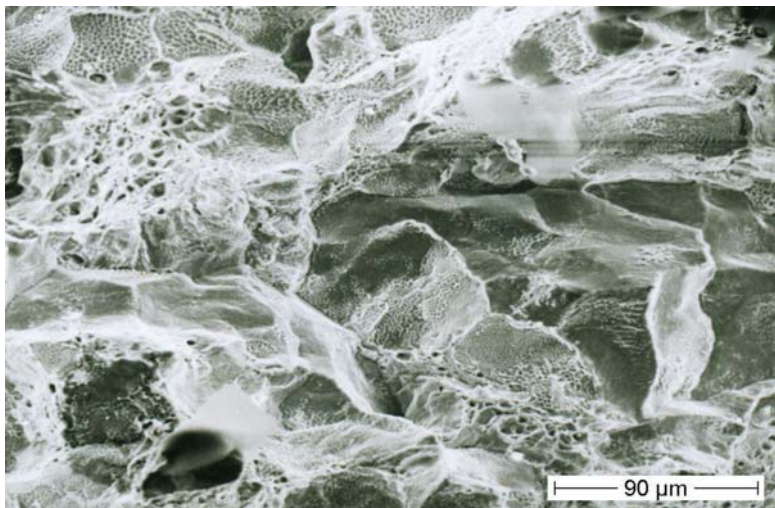


Bild 3:  
Korngrenzflächen  
glatt oder auch  
feinwabig, vereinzelt  
auch größere Waben  
(Ausschnitt aus  
Bild 2)

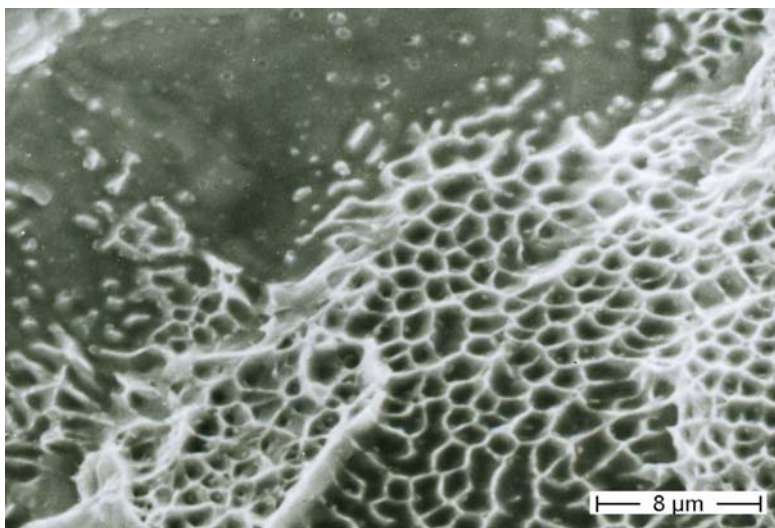


Bild 4:  
Übergang vom  
glatten Korngrenz-  
bereich zu feiner  
Wabigkeit  
(Ausschnitt aus  
Bild 3)

Den Übergang zum intakten Gefüge erkennt man daran, dass die Waben nun durchgehend grob ausgebildet sind (Bild 5).

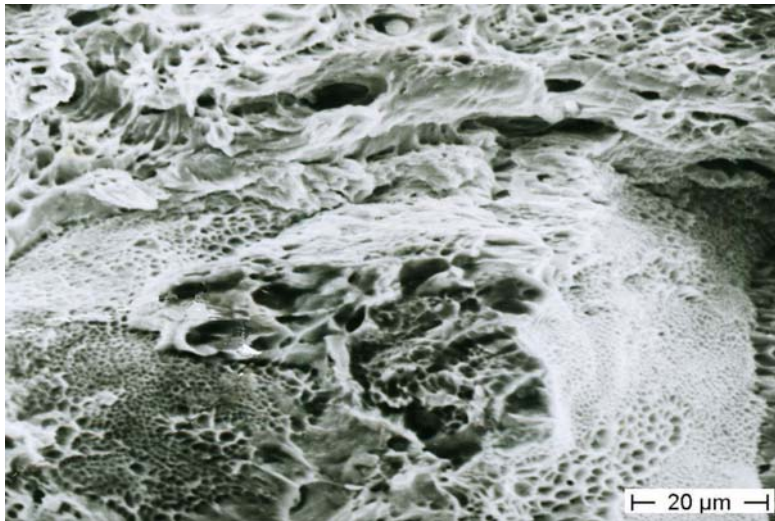


Bild 5:  
Übergang vom  
vorgesädigten  
Bereich zum intakten  
Gefüge mit grober  
Wabenstruktur  
(Ausschnitt aus  
Bild 2, oben)

Festzustellen ist, dass im Inneren des Stahls eine Vorschädigung abläuft, welche den Korngrenzenverbund schwächt. Dies wiederum kennzeichnet das „Kriechen“.

Durch die zunehmende Inanspruchnahme alternativer Energiequellen wird die Stromspeisung stärker schwanken. Man wird versucht sein, dies teilweise über Kohlekraftwerke auszugleichen. Damit werden auch die Magnetischen stärker belastet, was den hier beschriebenen Effekt fördert.

#### Literatur

- [1] Wendler-Kalsch, E.; Gräfen, H.: Korrosion und Korrosionsschadenskunde. Springer Verlag Berlin-Heidelberg 1998
- [2] Pollmann, S.: Korrosionsvorgänge auf der Innenseite thermisch hochbelasteter Siederohre in Dampfkraftwerken. Werkstoffe und Korrosion 22 (1971) S. 8-16