

Torsionsbruch an Draht aus CrNiMo-Stahl

Martin Möser

Zwei Führungssonden von Herzkathetern brachen hinter einer Lötstelle.

Vorgeschichte

Bei einem Herzkatheter handelt es sich um einen Kunststoffschlauch. In eine Vene oder Arterie wird zunächst eine elastische Führungssonde eingebracht und darüber der Katheter geschoben.

Die Führungssonde besteht aus einem gestreckten (Stütz-)Draht, der von einer Spirale aus deutlich dünnerem Draht umhüllt wird (Hülldraht).

An der Spitze der Führungssonde müssen beide Drähte mit einander verbunden werden. Beim DDR-Modell verlötete man die Drähte miteinander (Weichlötung). Um der Spitze eine gewisse Biegsamkeit zu verleihen, ließ man die Hüllspirale etwas über den Kerndraht hinaus ragen (um 45 mm).

Als Material für die Drähte diente kalt gezogener austenitischer Stahl (X5CrNiMo18-10). Der Stützdraht war 0,4 mm stark, der Hülldraht 0,22 mm.

Übergeben wurden zwei Führungsdrähte (A und B), bei denen der überstehende Spiralenbereich beim Herausziehen aus den Adern abgebrochen war.

Fall A

Der Bruch ist senkrecht zur Drahtachse erfolgt. Die Bruchfläche ist wabig ausgebildet. Die Waben sind umlaufend verstreckt. Bei höherer Vergrößerung deuten sich feinste Teilchen als Wabenkeime an (Bild 1 - Bild 3).

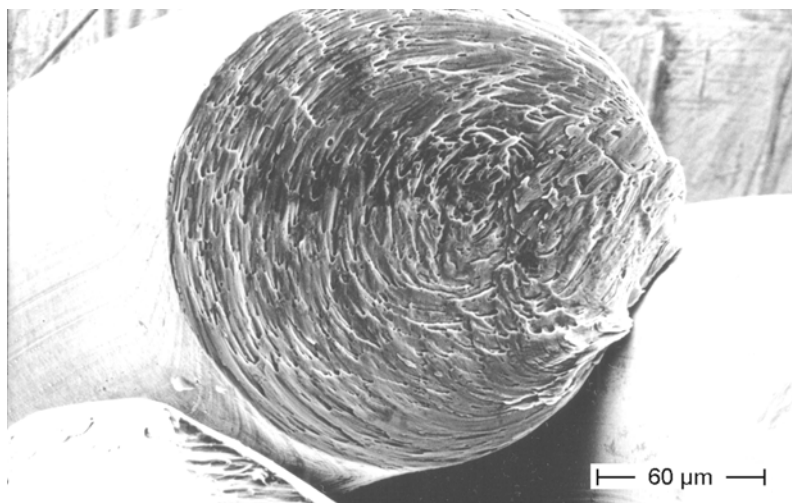


Bild 1:
Probe A;
Übersichtsaufnahme,
Bruch senkrecht zur
Drahtachse,
umlaufend orientierte
Wabenstruktur



Bild 2:
Wabenstruktur
(Ausschnitt aus
Bild 1)

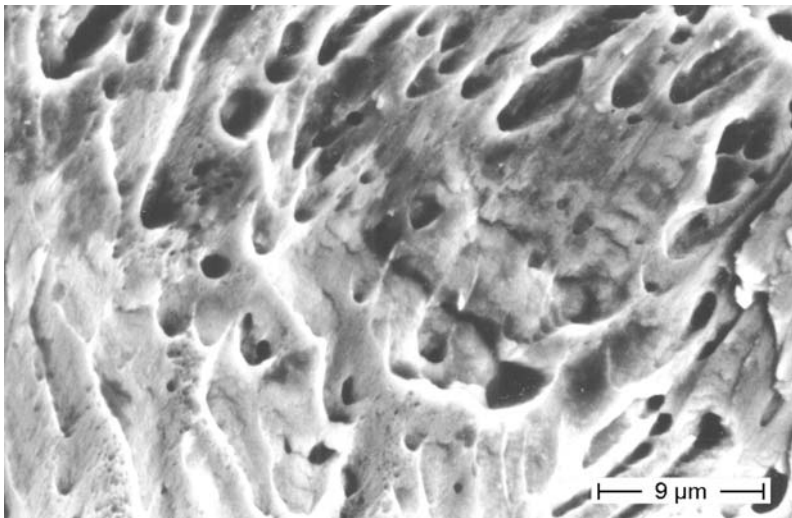


Bild 3:
Andeutung von
Teilchen als
Wabenkeime
(Ausschnitt aus
Bild 2)

Fall B

Das Bruchgefüge ist weitgehend durch die aus Fall A bekannte, verstreckte Wabenstruktur gekennzeichnet. Davon unterscheidet sich allerdings ein Bereich in der Ausdehnung von $40 \times 60 \mu\text{m}$. Das Gefüge ist dort grabenartig ausgebildet. Die Kanten dieser Kavernen sind verrundet (Bild 4 - Bild 7).

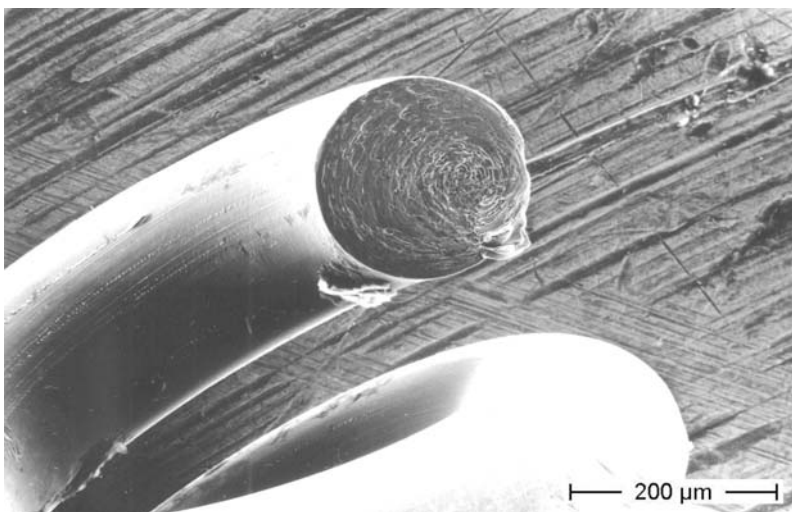


Bild 4:
Probe B;
Übersichtsaufnahme

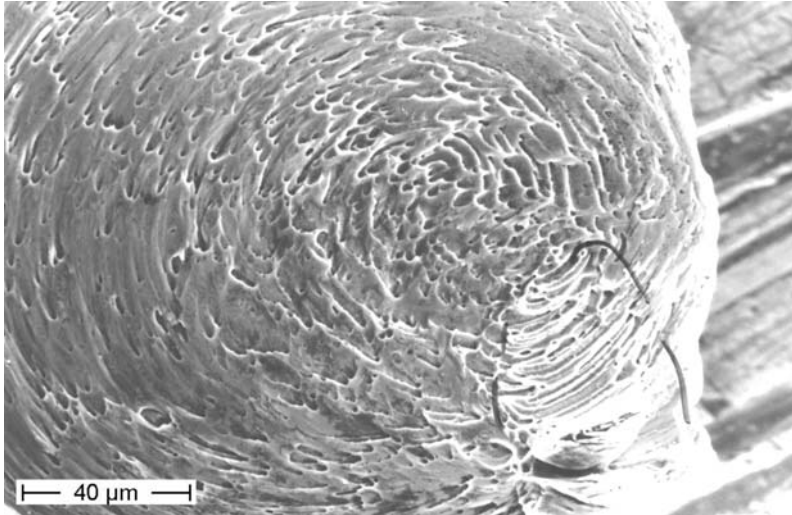


Bild 5:
verstreckte Waben;
rechts unten
Störung in der
Ausdehnung von
40*60 μm markiert
(Ausschnitt aus
Bild 4)

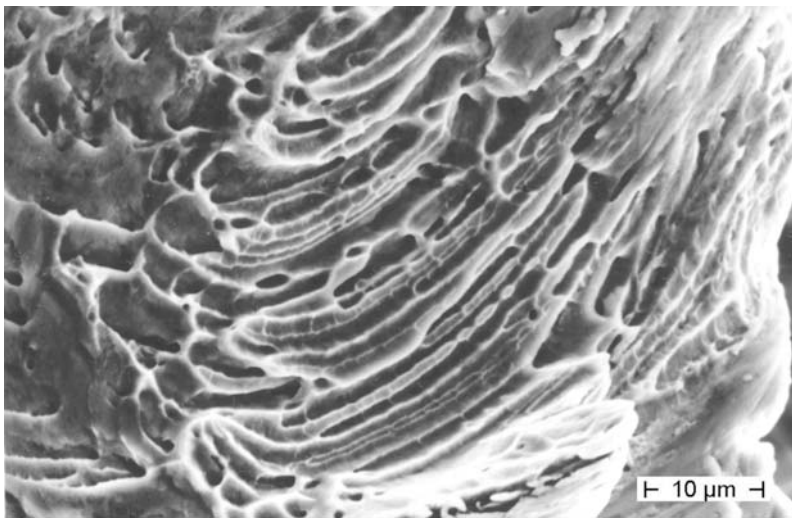


Bild 6:
längliche Gräben im
gestörten
Gefügebereich
(Ausschnitt aus
Bild 5)

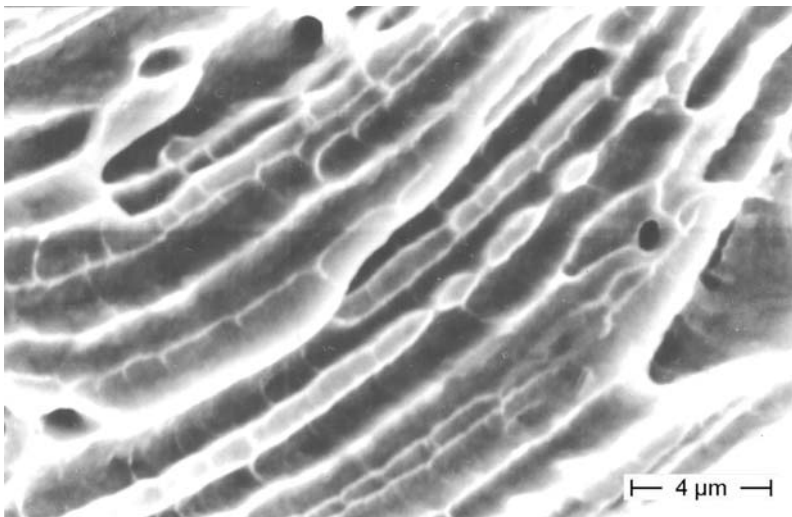


Bild 7:
Strukturen
verrundet
(Ausschnitt aus
Bild 6)

Diskussion

Im Fall A finden sich mit Waben ausschließlich die Strukturen des Verformungsbruches. Die Verstreckung der Waben ergibt sich aus der Torsion als Richtung der Belastung (Scherwaben).

Im Fall B hat ein Defekt den Bruch begünstigt. Die Verrundung seiner Strukturen kennzeichnet diesen Defekt als Heißriss. Er ist also schon bei der Warmverformung des Drahtes entstanden.

Der Hülldraht war auf seine Zug-Festigkeit geprüft worden. Es ergab sich eine Bruchkraft von 50 N. Diesen Wert kann man auf die Festigkeit gegenüber Torsion übertragen. Im Fall A sind also beträchtliche Kräfte aufgewendet worden, was beim gegebenen Verwendungszweck allerdings schwer vorstellbar ist.

Bei Fall B überrascht wiederum, dass der Heißriss nicht schon beim Ziehen des Drahtes einen Bruch bewirkt hat.

06. Februar 2011

Zu Problemen, die bei der Einführung der Herzkatheter aus DDR-Produktion auftraten, siehe *Spannungsrissskorrosion an Führungsdrähten von Herzkathetern durch Rückstände des Lötwassers* in dieser Homepage