

## Rissbildung beim Sprengaufweiten von Rohren (Sprödbbruch)

Wärmetauscher stellen zentrale Teile von Chemieanlagen und Kernkraftwerken (Druckwasser) dar. Das Problem der Herstellung besteht darin, den Raum zwischen Rohr und Bohrung der Bodenplatte dicht zu halten.

Als übliche Methode weitet man das Rohr durch ein Innenwalzen auf. Da die Eigenspannungen weitgehend unkontrolliert sind, ergibt sich eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion. Ein Beispiel für Rissbildung an austenitischem Stahl wird von Bild 1 gegeben. Die Risse hatten sich dort eingestellt, wo die Rohre aus der Bohrung austraten und nun frei aufgeweitet waren. Die Risse waren quer zur Achse orientiert.

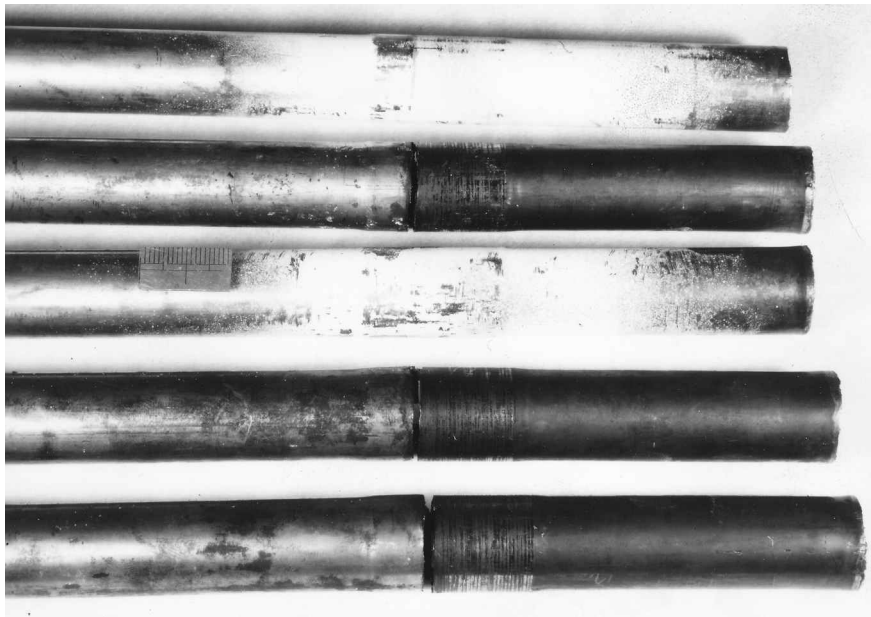


Bild 1:  
Spannungsrisskorrosion an eingewalzten Rohren aus austenitischem Stahl (X8CrNiTi18.10)

Es hat sich deshalb das Einsprengen etabliert.

Ein Betrieb hatte gute Erfahrungen bei der Verarbeitung von austenitischem Stahl gesammelt. Beim Übergang auf ferritischen Stahl (10CrMo9.10) ergab sich jedoch ein Rückschlag insofern, als sich die Wärmetauscher bei der Druckprobe als undicht erwiesen.

Die entsprechende Bruchstelle wurde erwartungsgemäß im Aufweitungsbereich gefunden; die Rohre waren längs aufgerissen.

Die Bruchfläche war schon angerostet. Nach einem Reinigen mit inhibierter Salzsäure zeigten sich die Strukturen noch gut erhalten.

Der Riss lief von der Außenwand her ein; er ist schon makroskopisch als Sprödbbruch zu erkennen (Bild 2).

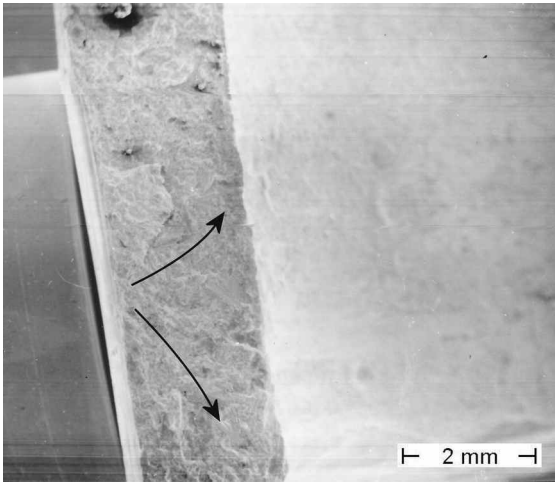


Bild 2:  
punktuellder Rissstart an  
der Rohraußenwand

Bei höherer Vergrößerung werden (transkristalline) Spaltfacetten sichtbar; der Riss ist eine Kornbreite unter der Oberfläche gestartet (Bild 3 und Bild 4).

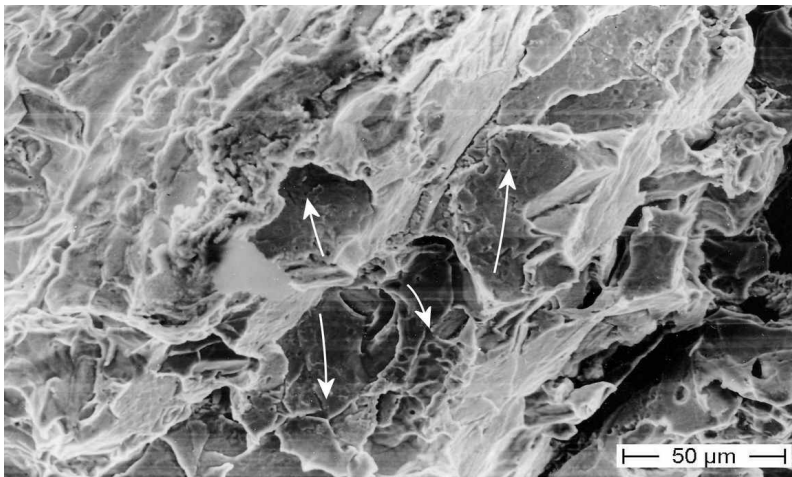


Bild 3:  
Rissstartgebiet  
mit  
Spaltfacetten,  
Rissverlauf  
eingezeichnet  
(Ausschnitt aus  
Bild 2)

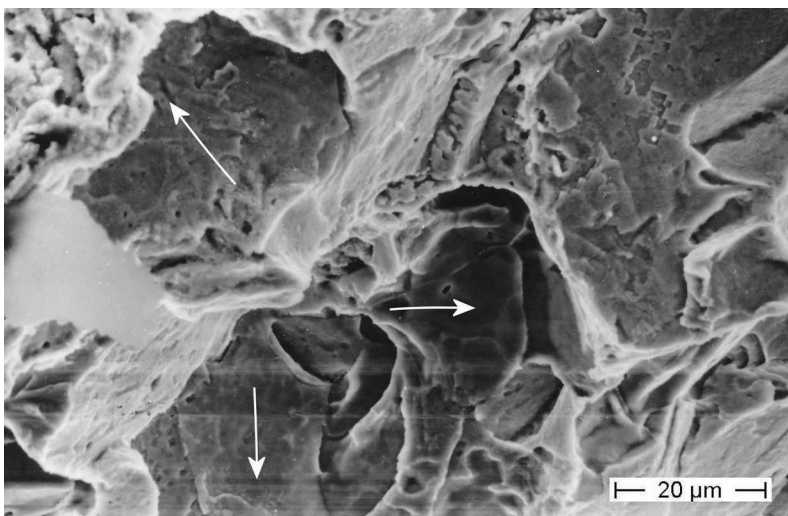


Bild 4:  
unmittelbares  
Startgebiet  
(Ausschnitt aus  
Bild 3)

Ein weiteres Startgebiet fand sich etwa 0,4 mm unterhalb der Rohroberfläche (Bild 5 und Bild 6).

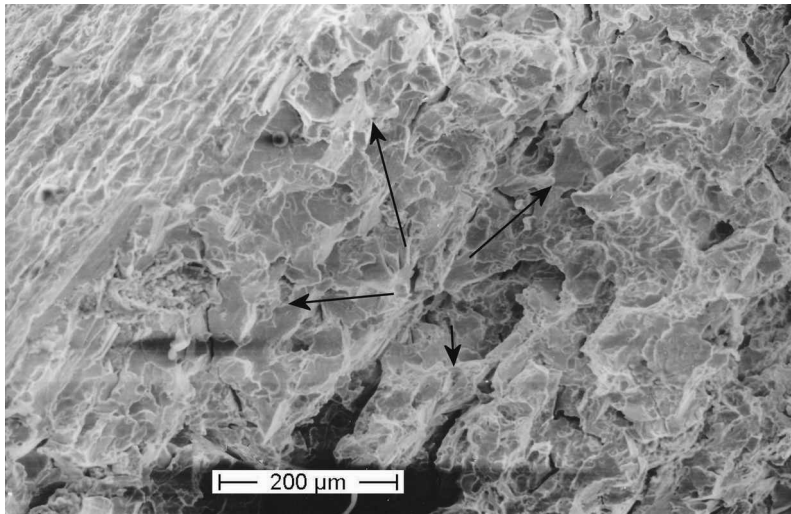


Bild 5:  
Nebenstartgebiet

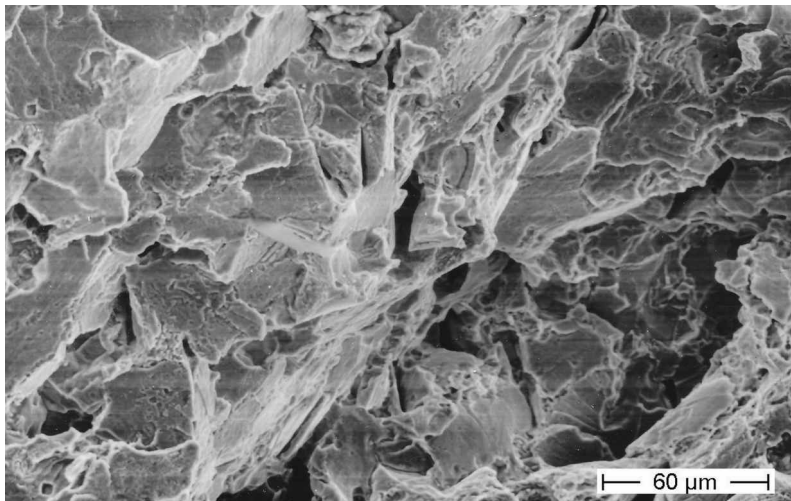


Bild 6:  
transkristalline  
Facetten  
(Ausschnitt aus  
Bild 5)

## Diskussion

Es findet sich durchgehend transkristalliner Sprödbruch. Dass der Rissstart an der Rohraußenwand erfolgte, ist dadurch zu erklären, dass die Explosion im Stahl zunächst eine Druckspannungswelle erzeugt. Diese wird an der Außenfläche reflektiert und läuft als Zugspannungswelle zurück.

Es wurde empfohlen, die Sprengladung zu vermindern, d. h., das erforderliche Minimum genauer zu bestimmen.

Martin Möser, 26. August 2015 (14.12.2015)

Als Beispiel für eine ungewollte Sprengaufweitung findet sich in dieser Homepage der Fall „Havarie einer Chemiekolonnen durch innere Explosion“.

