

Spannungsrissskorrosion an Schweißungen einer Frischdampfleitung

Ein Industriekraftwerk war Anfang der 1970iger Jahre errichtet worden. Für die Frischdampfleitungen kamen nahtlose Rohre zum Einsatz.

Nach einer Betriebszeit von 14 Jahren wurden die Schweißverbindungen (Rundnähte) dieser Leitungen einer Röntgenprüfung unterzogen. Einige Nähte stuft man als „unbrauchbar“ ein und ließ sie neu schweißen. Ein Jahr später wurden einige der reparierten Nähte undicht und mussten ausgebessert werden. Nach einem weiteren Jahr leckte die Leitung wiederum.

Technische Daten:

Betriebsstunden	110.00 h
Betriebsdruck	3,0 MPa (Ü)
Betriebstemperatur	430 °C
Rohrabmessungen	273 * 8 mm
Werkstoff	15Mo3
Laufzeit nach Reparatur	8000 h

Schliffuntersuchungen

Als Bezug dient eine Naht, die noch aus der Zeit der Errichtung des Kraftwerkes stammte. Die Rohrwände sind ungleich stark (links 7 mm, rechts 8 mm), was einen Kantenversatz bewirkte, der an der Wurzel ausgeglichen wurde. Die Wurzel selbst war einwandfrei ausgeführt (Bild 1).



Bild 1:
Originalnaht,
Rohrwand links
deutlich dünner,
Kantenversatz unten

An der Reparaturaht interessierte ein Bereich, in dem der Riss die Wand noch nicht durchtrennt hatte. Die Wurzel hängt durch. Die Kanten sind beidseitig versetzt. Die Decklagen wurden voluminös ausgeführt. Als Folge war die Winkelschrumpfung stark, und die beiden Rohrenden sind entsprechend eingezogen.

Der Riss geht von der Wurzelkerbe aus und zwar auf der Seite, wo der Querschnittssprung größer ist (Bild 2).

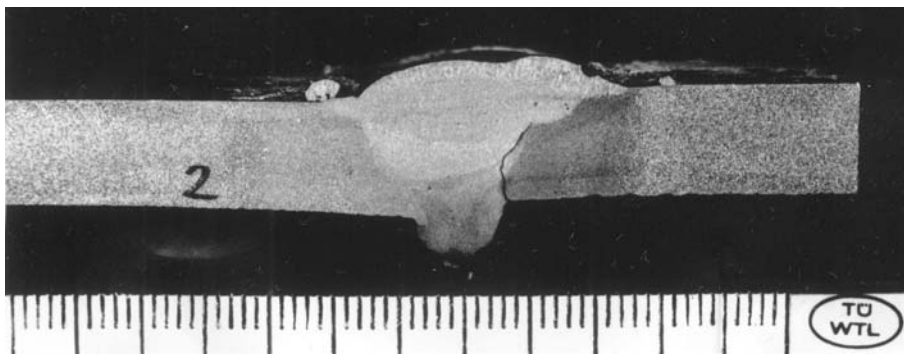


Bild 2:
angerissener
Rohrbereich;
Wurzeldurchhang
und beidseitiger
Kantenversatz,
Rohrenden eingezogen

Der Riss verläuft weitgehend innerhalb des Schweißgutes, wobei er sich grob an der Fusionslinie orientiert (Bild 3).

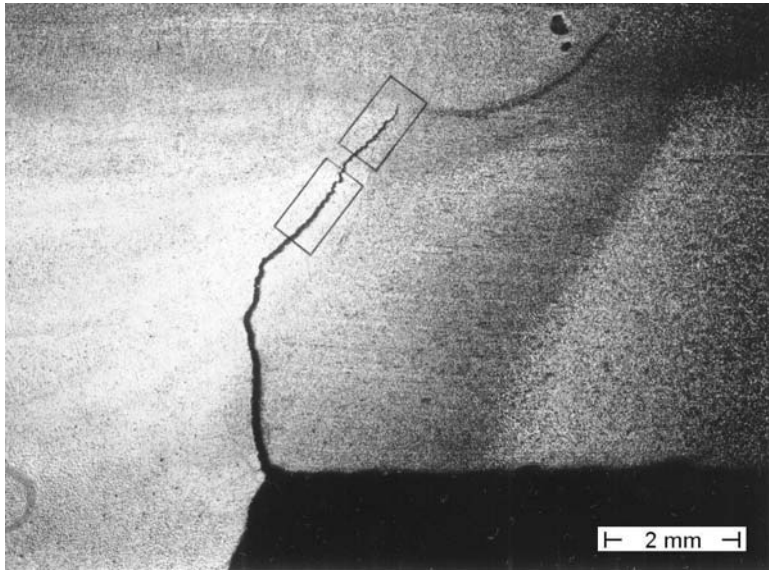


Bild 3:
Rissverlauf
vorwiegend im
Schweißgut
(Ausschnitt aus
Bild 2)

Der Auslauf des Risses wirkt interkristallin (Bild 4).

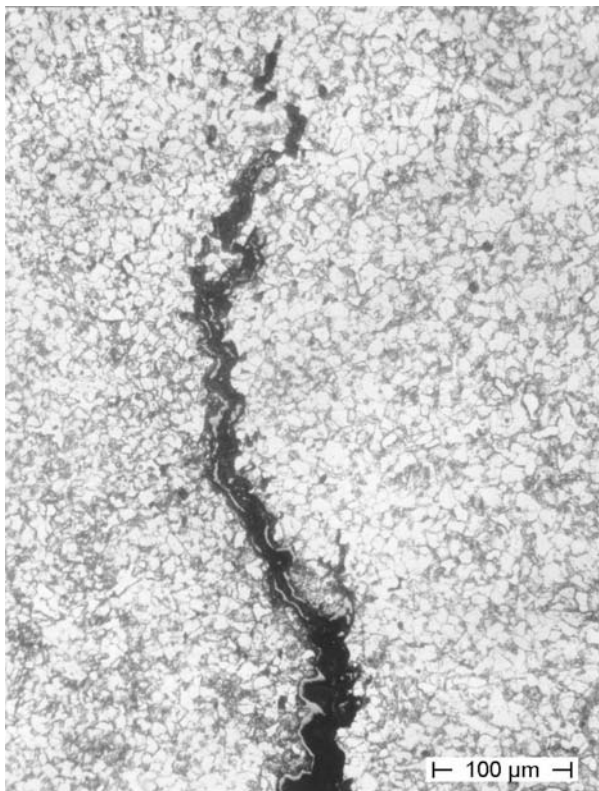


Bild 4:
Rissverlauf
andeutungsweise
entlang der
Korngrenzen
(Ausschnitt aus
Bild 3)

Härtemessung: Ein Vergleich mit der Originalnaht ergab, dass die Härte dort etwa um 20 Vickersseinheiten (HV1) niedriger lag. Damals waren die Nähte offenbar spannungsarm gegläht worden.

Für die Untersuchung im REM wurde die angeschliffene Probe von Bild 2 aufgebrochen.

Fraktographische Untersuchung.

Der Riss war punktuell gestartet und hatte sich dann pilzförmig ausgebreitet (Bild 5). Bei höherer Vergrößerung deutet sich eine Kornstruktur an, die verzundert ist (Bild 6).

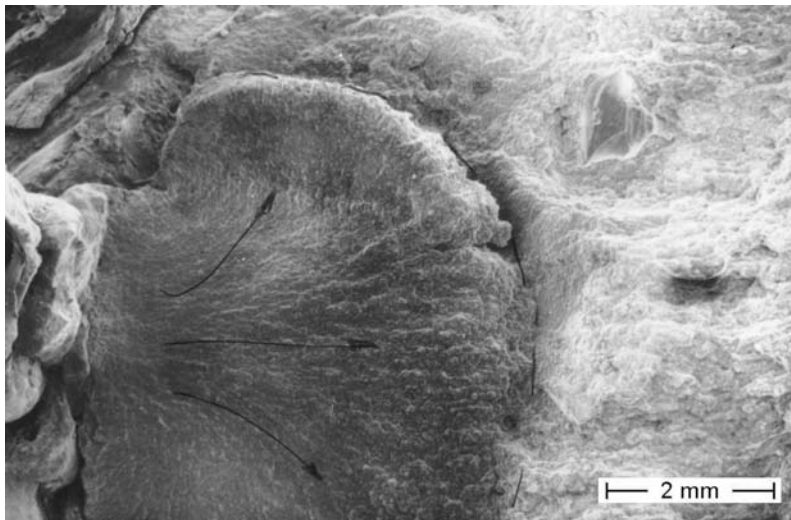


Bild 5:
punktueller
Risseinlauf ,
pilzförmige
Rissausbreitung

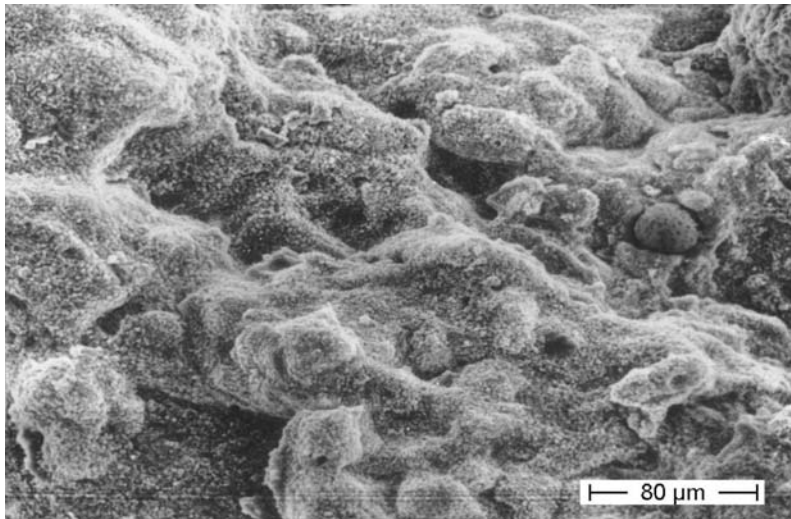


Bild 6:
Kornstruktur, durch
Verzunderung
verflacht
(Ausschnitt aus
Bild 5)

Am Übergang zum Gewaltbruch war das Bruchgefüge noch gut erhalten, was aber praktisch nur für eine Kornreihe gilt (Bild 7 und Bild 8).

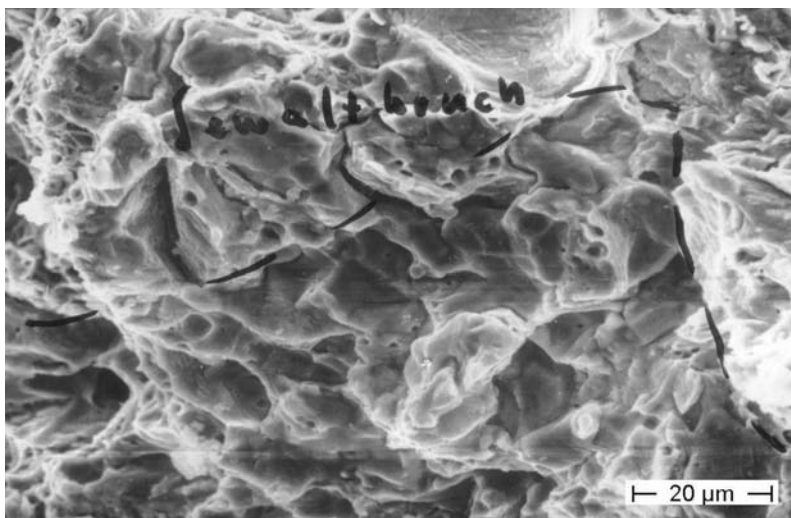


Bild 7:
Übergang zum
Gewaltbruch,
Bruchgefüge liegt
frei

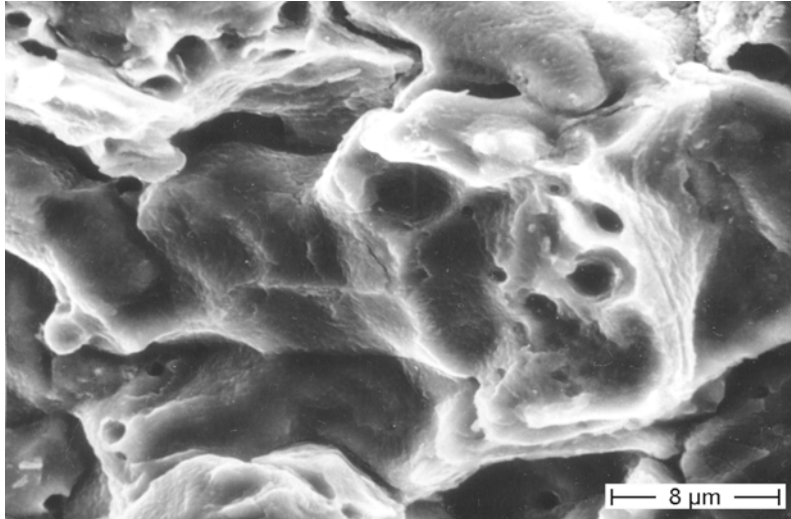


Bild 8:
freigelegtes Korn
(Ausschnitt aus
Bild 7)

Diskussion

Mit Korngrenzenbruch zeigt sich für den gegebenen (weichen) Stahl das Bild der Spannungsrissskorrosion. Für eine längere Zeit muss also Wasser angelegen haben.

In [1] wird ausgeführt, dass Dampfleitungen dann durch Spannungsrissskorrosion gefährdet sind, wenn

- der Dampf Wassertropfen mitreißt und sich somit Salze anreichern können (bei stoßartiger Kesselbelastung)
- die Schweißnähte nicht spannungsarm geglüht wurden, was sich auch in höheren Härten äußert.

Im vorliegenden Fall wurde die Kerbwirkung der Schweißnaht dadurch erhöht, dass die Wurzel durchhing, die Schweißflanken in der Höhe versetzt waren und in den Decklagen das Schweißgut massiert wurde. Was die stoßartige Kesselbelastung angeht, so war sie damit zu erklären, dass die Industriekraftwerke gegen Ende der DDR zunehmend die Schwankungen des Netzes ausgleichen mussten.

Es wurde angemahnt, die Regeln der Schweißkunst auch bei Reparaturen zu beachten und die Nähte spannungsarm zu glühen.

Zusammenfassung:

Es lag eine Spannungsrissskorrosion vor. Unzulänglichkeiten von Nahtausbesserungen hatten sich mit einer Verschärfung der Betriebsbedingungen überlagert.

Literatur

- [1] Volkmer, P.; Wollmann, H.-J.: Grenzen der Kosteneinsparung bei schweißtechnischen Reparaturen und Neuanfertigungen. Der Maschinenschaden 61 (1988) S. 1-9

Anmerkungen: Die Schliiffuntersuchungen (Bild 1-4) und die Härtemessungen wurden vom Staatlichen Amt für Technische Überwachung der DDR (SATÜ) durchgeführt; der eigene (REM-)Bericht diente als Zuarbeit.

Das Kraftwerk gehörte dem VEB Zellstoff- und Zellwollewerk Wittenberge. Etwa zwei Jahre nach dieser Untersuchung wurde das Werk stillgelegt. Insofern war eine Rückmeldung über den langfristigen Erfolg der erneuten Reparatur nicht möglich. Die Elbe verlor einen starken Verschmutzer, siehe http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bundesarchiv_Bild_183-1990-0502-*.

Martin Möser, 11. Februar 2011