

Versprödung von Schraubenstahl durch Beizwasserstoff

Martin Möser, 14.08.2009

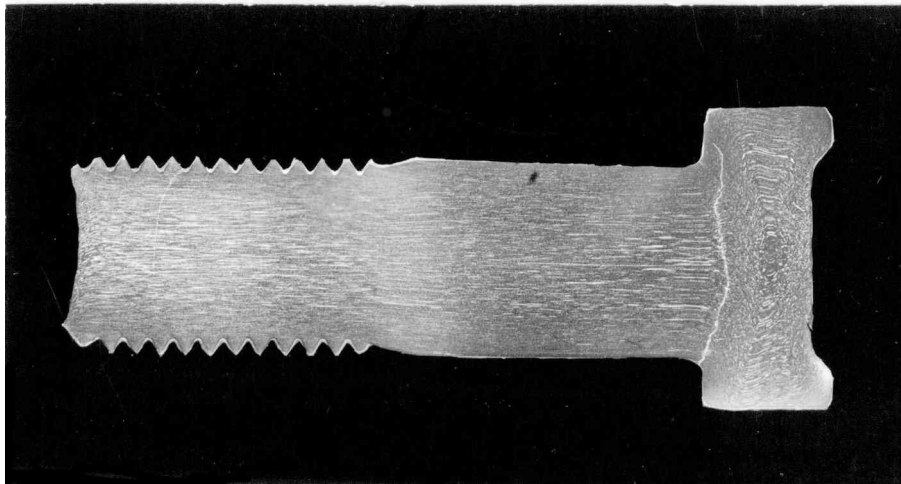
Ein Montagetrupp schraubte eine Stahlkonstruktion zusammen. Nach drei Stunden platzte der erste Schraubenkopf ab. Nach weiteren sechs Stunden war die Hälfte der Schrauben gebrochen, oder sie hingen nur noch über einen Materialzipfel zusammen. Die Schrauben waren feuerverzinkt worden. Angaben zum Stahl wurden nicht gemacht.

Beim manchen Schrauben war die Bruchstelle durch den Übergang vom Schaft in den Kopf gegeben (Bild 1), andere Schrauben brachen im ersten Gewindegang (Bild 2, links).



Bild 1:
demontierte Schraube;
Riss im Übergang zum
Kopf, minimaler
Zusammenhang

Aufnahme:
ASMW Magdeburg



Die Risse waren einseitig oder auch doppelseitig eingelaufen; sie wiesen eine strähnige Struktur auf. Der Restbruchbereich zeigte sich samtig (Bild 2).

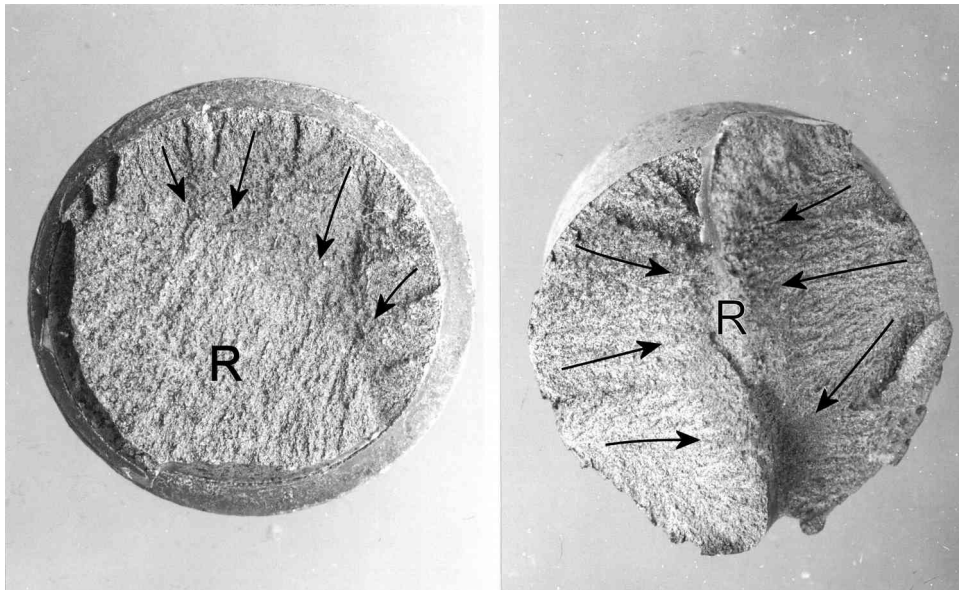


Bild 2: links einseitiger Anriss (Bruch im ersten Gewindegang), rechts doppelseitiger Anriss (Bruch im Übergang zum Kopf), R = Restbruch (samtig)

Die Untersuchung mit dem REM ergab für den Anriss ein körniges (interkristallines) Gefüge, siehe Bild 3. Durchsetzt waren diese Bereiche von feinfacettierten transkristallinen Bruchfeldern. Diese nahmen ihren Ausgang an Korngrenzflächen (Bilder 4 und 5). Vereinzelt bildeten diese Bruchfelder jeweils ein eigenes Zentrum aus im Sinne einer Rosette (Bild 6).

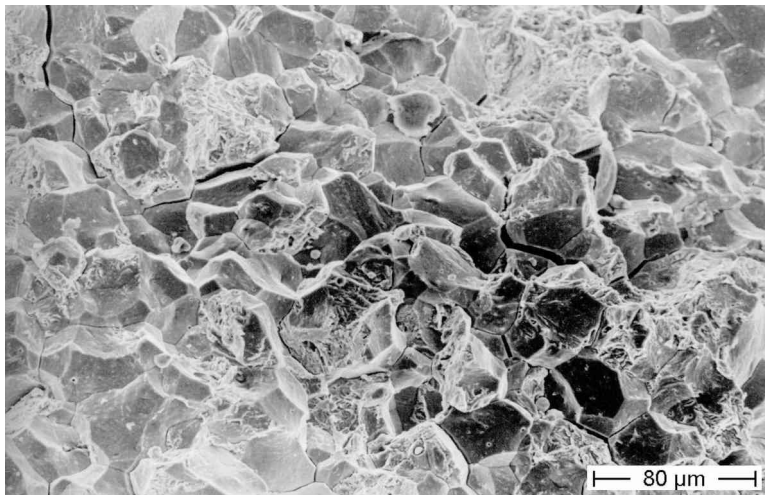


Bild 3:
Anrissbereich mit
körniger
Bruchstruktur
(Rissverlauf von
links nach rechts)

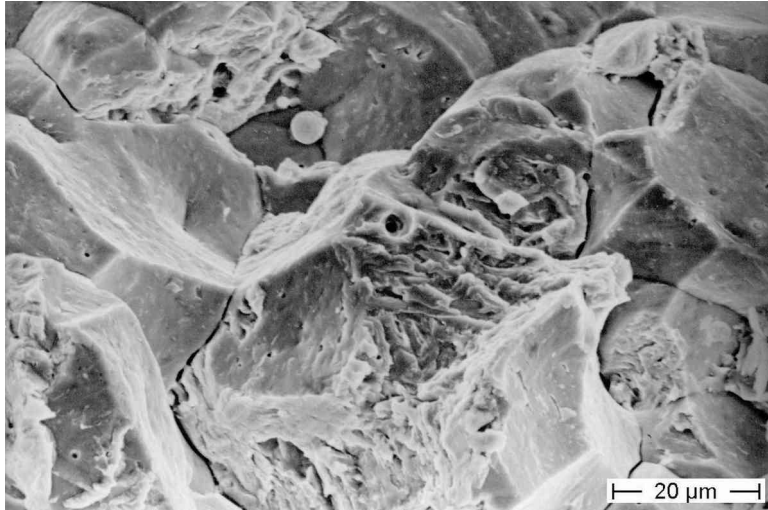


Bild 4:
Rissverlauf
vorwiegend entlang
der Korngrenzen
(Ausschnitt aus
Bild 3)

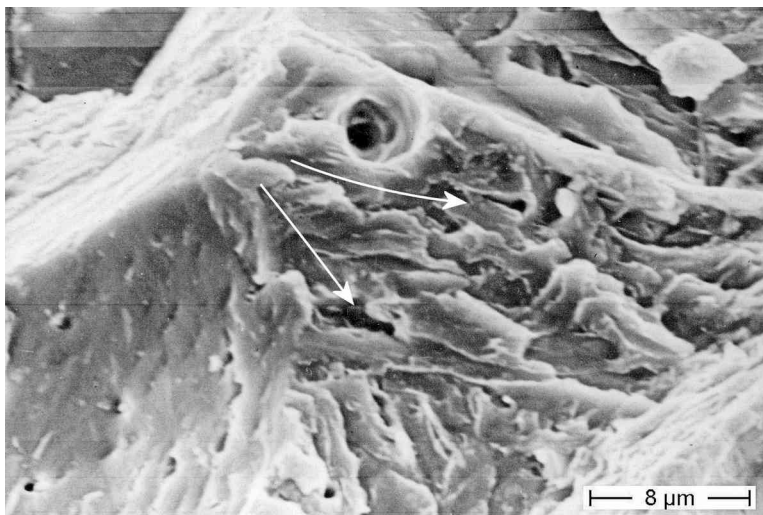


Bild 5
transkristallines
Rissfeld mit feiner
Facettenstruktur,
ausgehend von einer
Korngrenzfläche
(Ausschnitt aus
Bild 4)

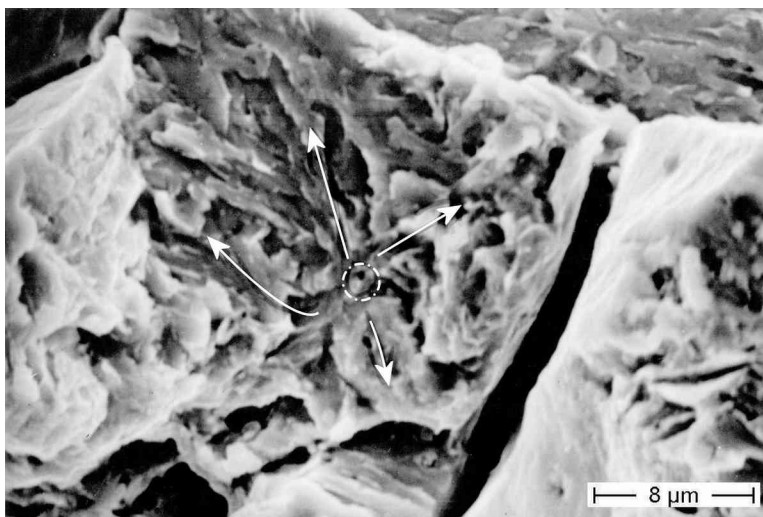


Bild 6
feinfacettierte
Rissfeld als Rosette

Auch die Korngrenzflächen selbst waren nicht immer glatt ausgebildet, vielmehr fanden sich dort Ansätze von Waben (Bild 7-9).

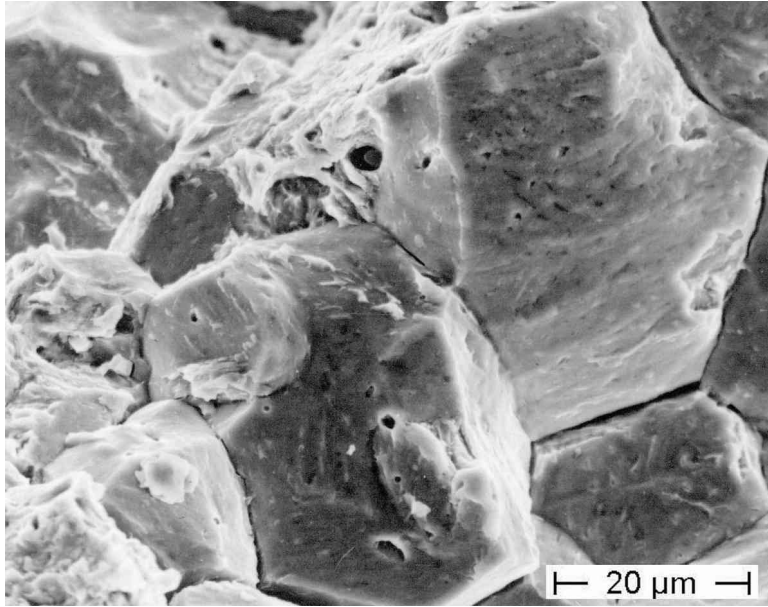


Bild 7
Bereich mit relativ
glatten
Korngrenzflächen

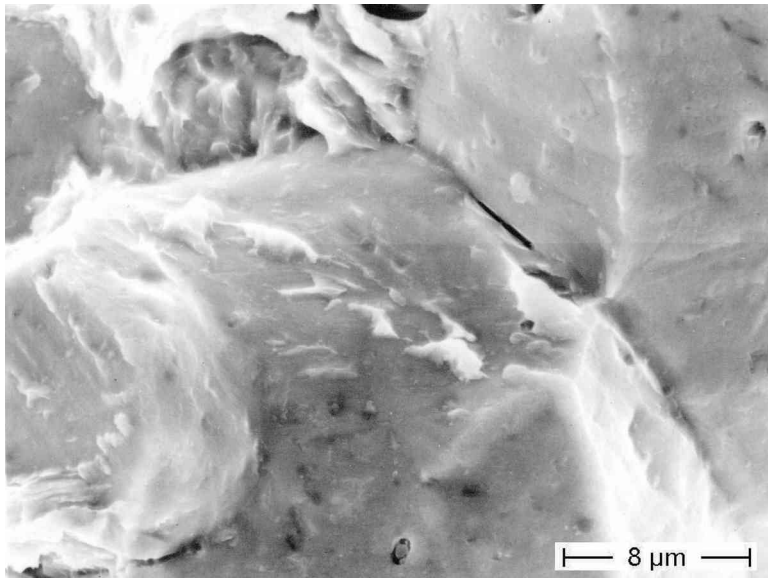


Bild 8
ringförmige
Erhebung auf
Korngrenzfläche
(Ausschnitt aus
Bild 7)

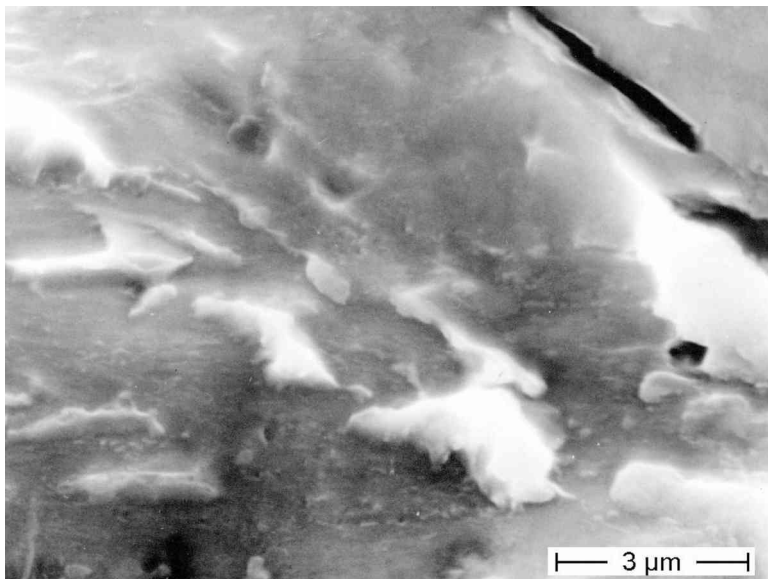


Bild 9
„Ringkrater“
(Ausschnitt aus
Bild 8)

Der Restbruchbereich wies durchgehend eine Wabenstruktur auf. Bei den größeren Waben wurden als Keime rundliche Einschlüsse sichtbar. Ihre Größe betrug max. 10 µm (Bild 10).

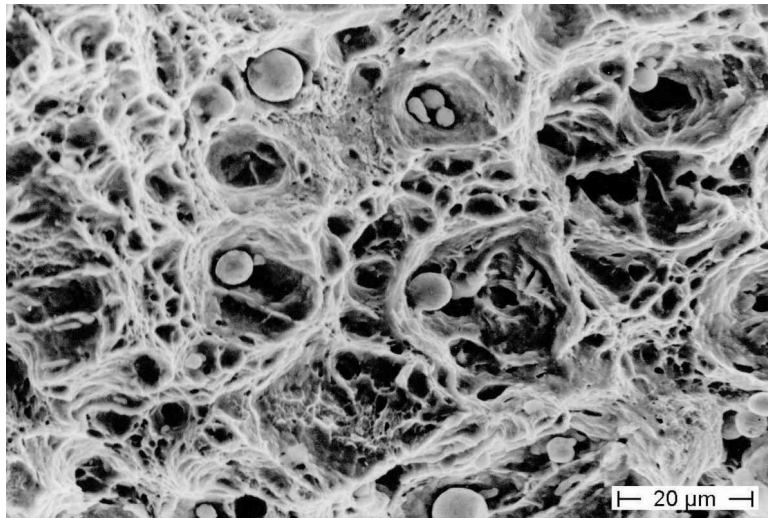


Bild 10
Restbruchbereich:
Waben, teilweise
Einschlüsse in der
Größe von
max. 10 µm als
Keime

Diskussion

Festzustellen ist:

- Die Bolzen brachen verzögert.
- Der Anriss zeigt interkristallines Bruchgefüge, durchsetzt mit transkristallinen Inseln.
- Im Restbruchbereich findet sich eine Wabenstruktur als Kennzeichen des Verformungsbruches.

Aus der Tatsache heraus, dass der Stahl beim endgültigen Bruch Waben ausgebildet hat, er somit fließfähig war, kann jede Art einer bleibenden Versprödung ausgeschlossen werden. Außerdem ist es nicht die Eigenart eines Sprödbrechens, sich zu verzögern. Das trifft auch für Härterisse zu, die aber schon vom Kohlenstoffgehalt des Schraubenstahles her (max. 0,25%) unwahrscheinlich sind.

Bleibt als Möglichkeit nur noch eine Versprödung durch Wasserstoff. Als deutlicher Beweis dafür ist das Auftreten fein-transkristalliner Bruchbereiche zu werten.

Zu suchen war nach der Quelle des Wasserstoffes. Das Feuerverzinken schied dafür aus. Also befragte man das Personal eingehend, ob das (vorgelagerte) Beizen vorschriftsmäßig verlaufen sei.

Man hatte den Korb mit Schrauben gerade aus dem Beizbad gezogen, als die Frühstückspause eingeläutet wurde. Erst als man wieder zurück kam, beförderte man die Schrauben in das Spülbad. Die Schrauben hatten damit genügend Zeit, sich mit Wasserstoff voll zu saugen. Das nachfolgende Verzinken hat den Wiederaustritt des Wasserstoffes genügend lange verzögert.

Die Festigkeitsklasse der Schrauben war, wie schon erwähnt, nicht genannt worden. Vom Schadensmechanismus her kam nur die Güte 10.9 in Frage. Das wurde bestätigt, als sich der Schaden nach einigen Jahren wiederholte. Bemerkenswert war in diesem Fall, dass die Zeitspanne zwischen Verzinkung und Montage bis zu siebenzig Tage betragen hatte.