

Lunker in Stahlgussteilen (Scherenbolzen)

Die Gelenkbolzen von Drahtscheren brachen gehäuft an ihrer Basis. Die Teile wurden aus dem Stahl C60 (C-Gehalt von 0,6%) gegossen und in eine Scherenhälfte eingeschweißt.

Die Basis der Bolzen hat eine etwa quadratische Form in der Ausdehnung von 5*5 mm.

Schon bei geringer Vergrößerung wirkte der innere Bereich der Bruchfläche aufgelockert (Bild 1).

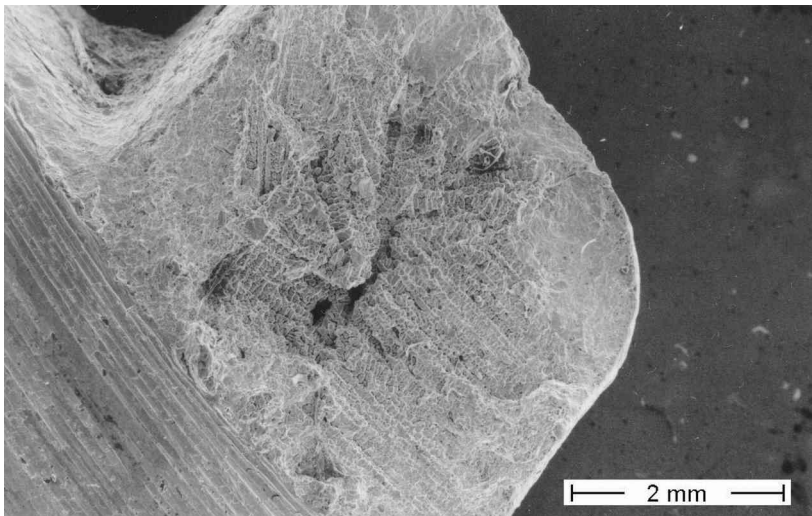


Bild 1:
Zentrum der
Probe
aufgelockert

Die Wandung des Defekts hat eine stängelige Ausbildung. Zusammen gehalten wurde das Teil durch eine Schale in der Breite von etwa 1 mm. Diese Schale hat durch Gewaltbruch versagt (Bereiche F bzw. G in Bild 2).

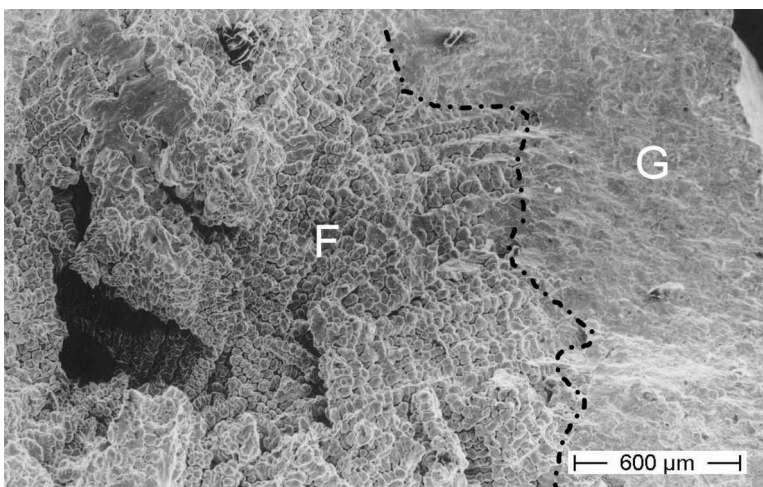


Bild 2
Fehlstelle (F) mit
Stängelstruktur,
intakter Rand als
Gewaltbruch G,
(Ausschnitt aus
Bild 1)

Mit zunehmender Vergrößerung wird sichtbar, dass die Stängelkristalle eine Art Knospenstruktur ausgebildet haben. Der Durchmesser der Knospen beträgt etwa 30 μm (Bild 3 und Bild 4).

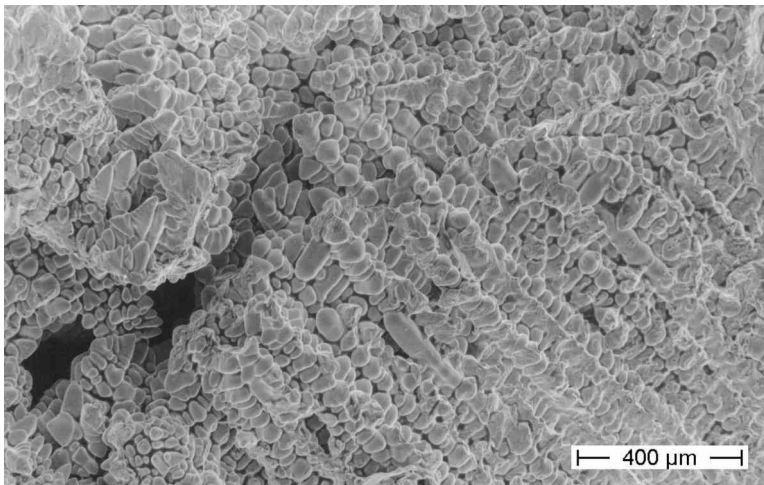


Bild 3:
Stängelkristalle
mit
knospenartiger
Unterstruktur
(Ausschnitt aus
Bild 2)

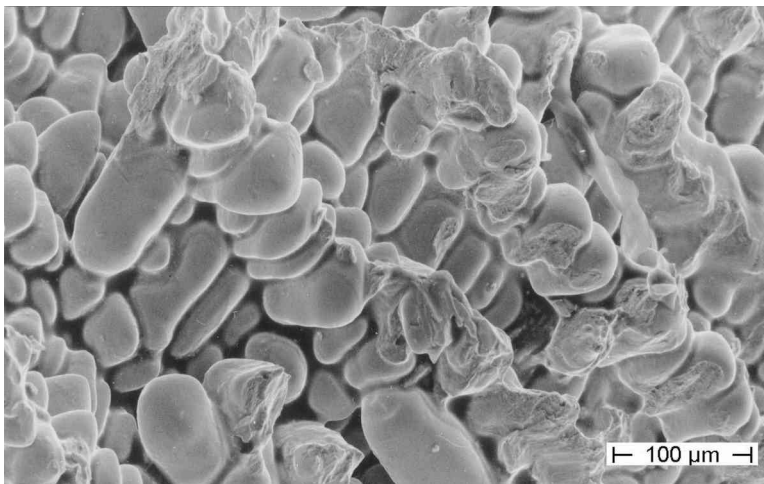


Bild 4
Durchmesser
der Knospen
ca. 30 μm
(Ausschnitt aus
Bild 3)

Ein weiteres Schadensstück ist in Bild 5 zu sehen. Der Defekt geht lochartig in die Tiefe.

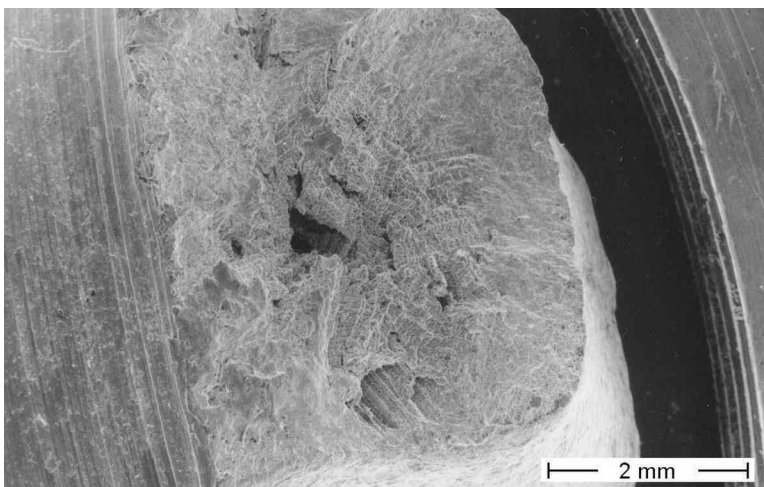


Bild 5:
zweites
Schadensstück;
Defekt läuft
lochartig aus

Die Knospenstruktur der Stängelkristalle belegt, dass diese ungestört in den Hohlraum wachsen konnten. Der Schmelzfluss war bei der Erstarrung gehemmt, so dass das Zentrum der Teile nicht ausgefüllt wurde. Es liegt ein Lunker vor.

Da sich die Stängelkristalle knospen- oder baumartig ausbilden, werden sie auch als Dendriten (nach dem griechischen **déndron** = Baum) bezeichnet.

Diskussion:

Beim Erstarren von Metallschmelzen unterscheidet man dahingehend, wie gut sie in die Form einfließen und diese – trotz Schwindung – auch ausfüllen. Die entsprechenden Begriffe sind **Fließvermögen** und **Formfüllungsvermögen** [1]. Entscheidend ist Letzteres.

Reine Metalle fließen gut, während Legierungen im Allgemeinen die Form besser ausfüllen.

Die beste Formfüllung erhält man, wenn das System ein sogenanntes **Eutektikum** aufweist. Die Erstarrung erfolgt bei einer Temperatur, welche niedriger ist als die der Ausgangsstoffe.

Im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm (EKD) findet sich ein Eutektikum bei 4,3% C. Der Schmelzpunkt liegt dann bei 1147 °C (im Eisen-Graphit-System), siehe Linie E in Bild 6. Diese Zusammensetzung ist für Grauguss maßgebend.

Der vorliegende Stahl (C60) ist im EKD relativ weit links eingeordnet (Linie S). Bewegt man sich vom Eutektikum in diese Richtung, öffnet sich für die Erstarrung ein Temperaturintervall. Die obere, ansteigende Linie gibt an, bei welcher Temperatur die Kristallisation einsetzt (Liquiduslinie), die untere, wann die Erstarrung abgeschlossen ist (Soliduslinie). Letztere verläuft zunächst horizontal. Unterhalb von 2,06 % steigt auch sie an, so dass das Temperaturintervall wieder kleiner wird.

Für den C60 betragen die Liquidus- und Solidus-Temperatur etwa 1480 °C bzw. 1430 °C.

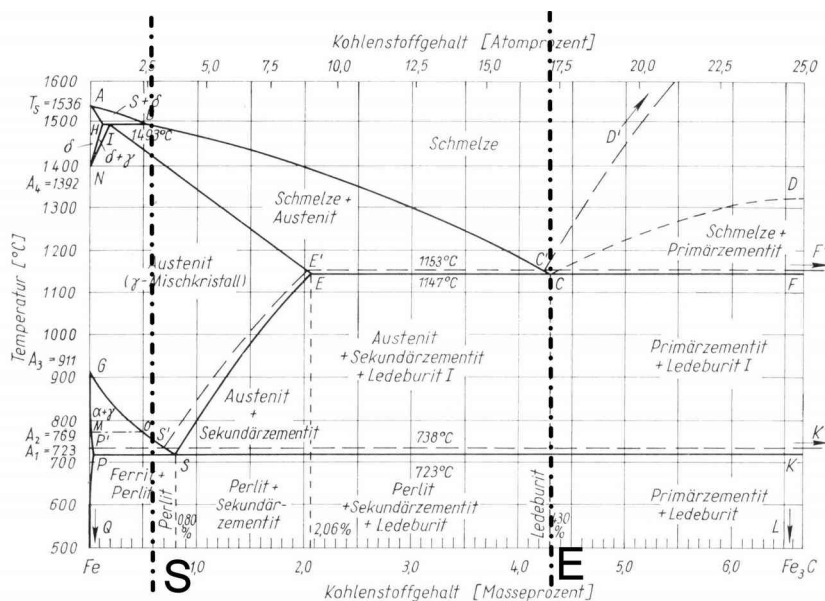


Bild 6: Eisen-Kohlenstoff-Diagramm [2], Linie E markiert das Eutektikum, Linie S den Stahl C60

Wenn eine Schmelze über einen größeren Temperaturbereich erstarrt, bilden sich die schon genannten Dendriten aus. Im Teilbild A von Bild 7 ist dieser Zustand als **exogen-schwammartig** dargestellt. Eine Erstarrung am eutektischen Punkt wird von Teilbild B als **endogen-schalenbildend** beschrieben; die Kristalle nehmen eine rundliche Form an.

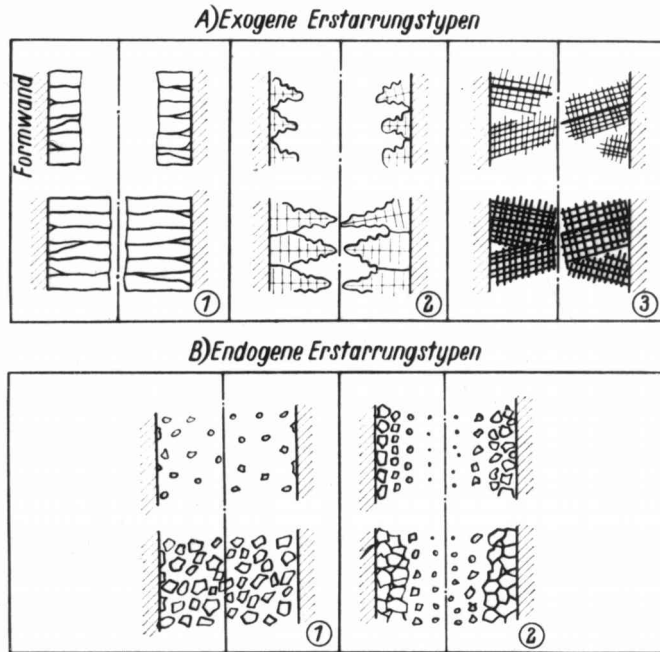


Bild 7:
Erstarrungstypen
A) exogen
B) endogen
(aus [3])

Bild 25. Schematische Darstellung der Haupttypen des Erstarrungsablaufs, jeweils zu zwei aufeinanderfolgenden Zeitpunkten

- A) Exogene Erstarrungstypen:**
 1. Glatte wandige Erstarrung; 2. Rauwandige Erstarrung;
 3. Schwammartige Erstarrung
- B) Endogene Erstarrungstypen:**
 1. Breiartige Erstarrung; 2. Schalenbildende Erstarrung

Die Dendriten behindern ihrerseits das Nachfließen der Schmelze. Um diesen Nachteil aufzuheben, wird die Schmelze überhitzt.

Allgemein gilt, dass die Gießtemperatur etwa 100 °C über der Schmelztemperatur liegen soll, bei Stahl entsprechend etwas höher, etwa 130 °C. Man muss also eine Stahlschmelze auf mindestens 1600 °C erwärmen. Weiterhin ist die Schwindung höher als bei Gusseisen.

Zusammenfassung: Die Scherenbolzen brachen, weil sie durch Lunker geschwächt waren.

Literatur:

- [1] Patterson, W.; Kümmerle, R.: Über das Fließ – und Formfüllungsvermögen der Metalle. Gießerei 46 (1965) S. 897-904
- [2] Schumann, H.: Metallographie. 10. Auflage, Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, S. 297
- [3] Engler, E.: Zur Morphologie erstarrender Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Gießerei, techn.-wissenschaftl. Beihefte (1965). S.169-202

Martin Möser, 18.08.2011

Gießen von Metallen: [http://frericks.biz/media/DIR_3901/Allgemeines\\$20zum\\$20Gie\\$C3\\$9Fen\\$20AF.pdf](http://frericks.biz/media/DIR_3901/Allgemeines$20zum$20Gie$C3$9Fen$20AF.pdf)

Zur Einbausituation des Bolzens: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kalaschnikow>

Da Gusseisen normalerweise bei eutektischer Zusammensetzung vergossen wird, müssten Lunker dort die Ausnahme darstellen, siehe dazu die Ausarbeitung „Lunker in Grauguss“ in dieser Homepage.