

UNTERSUCHUNG DES EISENKERNS DES TRICHTINGER RINGES

ULRICH ZWICKER,
unter Mitarbeit von E. GREMBLER und K. NIGGE

Mit 10 Textabbildungen

Einleitung

Eine frühere Veröffentlichung¹ über den Eisenkern des Trichtinger Rings durch P. GOESSLER am Forschungsinstitut für Edelmetalle in Schwäbisch Gmünd hat folgendes ergeben: „Eine an der aufgerissenen Stelle (Abb. 2) gemachte leichte Einbohrung ergab geschmiedetes Weicheisen mit sehr geringem Kohlenstoffgehalt, nämlich 0,15 %. An anderen Stellen des Eisens scheint eine höhere Kohlung vorzuliegen, die aber auf keinen Fall die Prozentzahl des Stahls (0,9) erreicht. Das Eisen scheint also aus Stücken mit verschiedenem, aber verhältnismäßig geringem Kohlenstoffgehalt zusammengeschmiedet zu sein“². Eine erneute Untersuchung sollte durch Prüfung der Schlackeneinschlüsse den Nachweis erbringen, daß es sich um im Rennfeuerverfahren hergestelltes Eisen handelt. Das am Württembergischen Landesmuseum Stuttgart aus dem Trichtinger Ring ausgebrochene Stückchen des Eisenkernes³ mit einem Volumen von etwa 3 mm³ wurde deshalb analytisch, makroskopisch und mikroskopisch untersucht, ferner die Härte geprüft. Eine Spektralanalyse (SPA) an Bohrspänen, die an derselben Stelle wie das Stückchen entnommen wurden, sollte klären, ob weitere metallische Bestandteile im Eisenkern vorhanden sind.

Makroskopische Untersuchung

Gemäß Abb. 1 und 2 zeigt die Oberfläche des ausgebrochenen Eisenstückchens, die dem Silber zugewandt war, eine feinporige Aufrauung, die wahrscheinlich durch Oxidation und Korrosion des Eisens entstanden ist. Die Bruchfläche zeigt einen Verformungsbruch.

Mikroskopische Untersuchung und Elektronenstrahlmikroanalyse

Die Abb. 3–5 geben das ungeätzte Gefüge des Eisenkerns einer Schliifffläche quer zur Ringachse wieder. Man findet ungleichmäßig verteilte, rundlich eingeformte Schlackenteilchen mit hellen

¹P. GOESSLER, Der Silberring von Trichtingen. Festschr. d. Arch. Ges. zu Berlin zur Feier d. hundertjährigen Bestehens d. Arch. Inst. d. Dt. Reiches (1929).

²Siehe Beitrag von P. EICHORN, S. 213 ff.

³Das Stückchen des Eisenkernes wurde aus der aufgemeißelten Stelle herausgefräst. Siehe Beitrag von P. EICHORN.

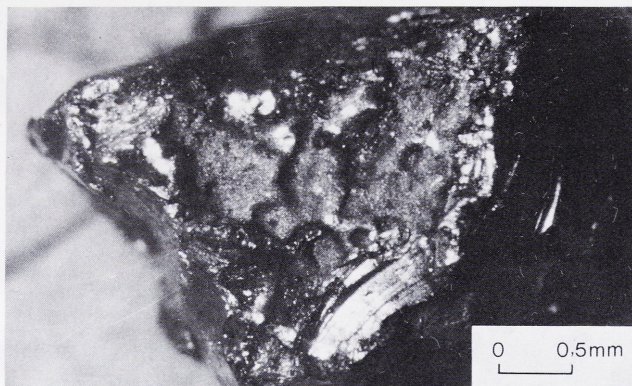


Abb.1 Oberfläche des ausgebrochenen Eisenstückchens aus dem Trichtinger Ring, die dem Silber zugewandt war.

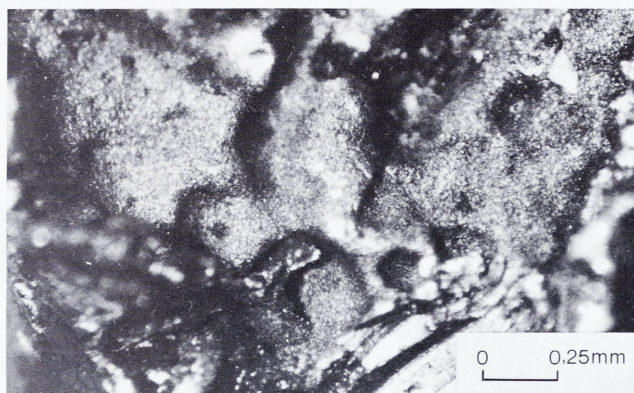


Abb.2 Stärkere Vergrößerung der in Abbildung 1 wiedergegebenen Oberfläche mit feinporiger Aufrauung.

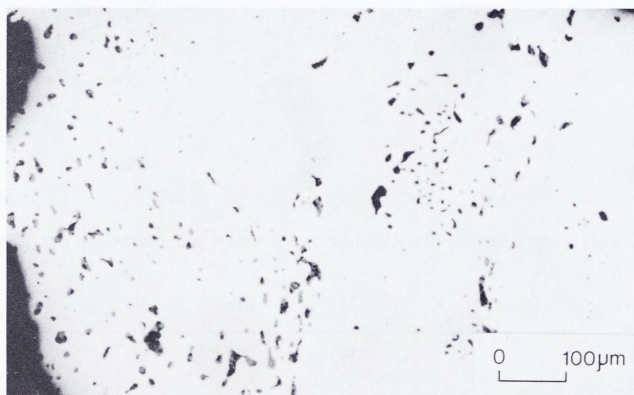


Abb.3 Ungeätztes Gefüge des Eisenkerns des Trichtinger Ringes, Schlifffläche quer zur Ringachse.

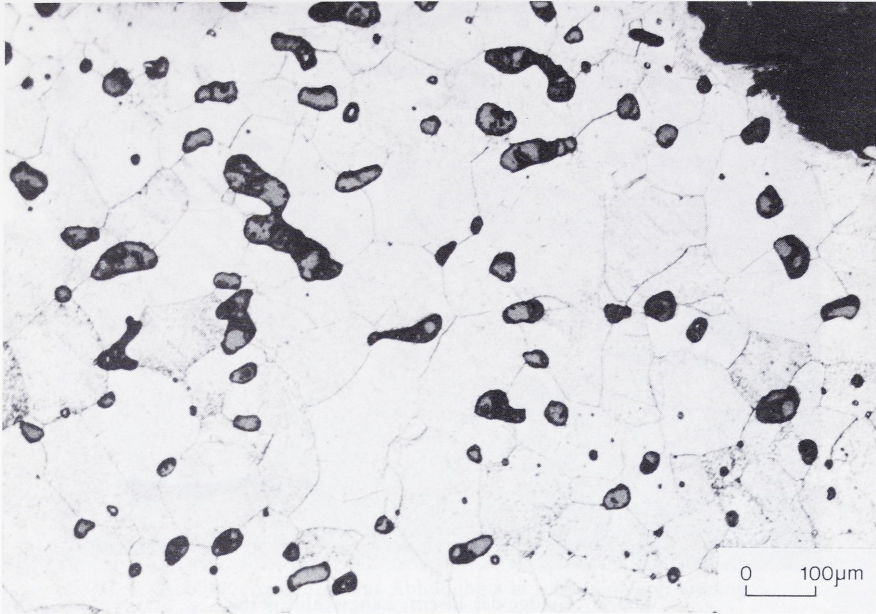


Abb. 6 Gefüge des Eisenkerns, geätzt mit 3 %iger alkoholischer Salpetersäure.

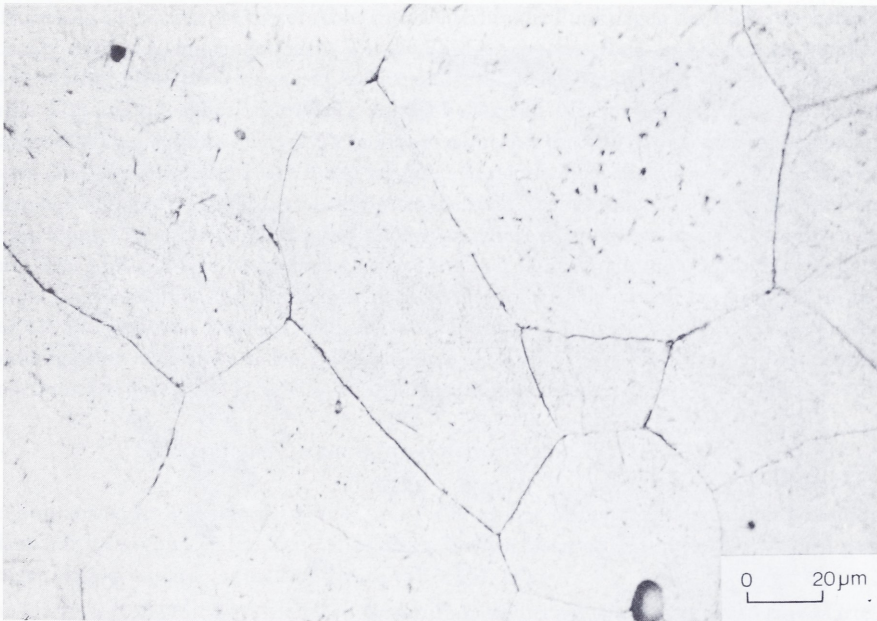


Abb. 7 Schlackenfreie Stelle des Eisens in stärkerer Vergrößerung.

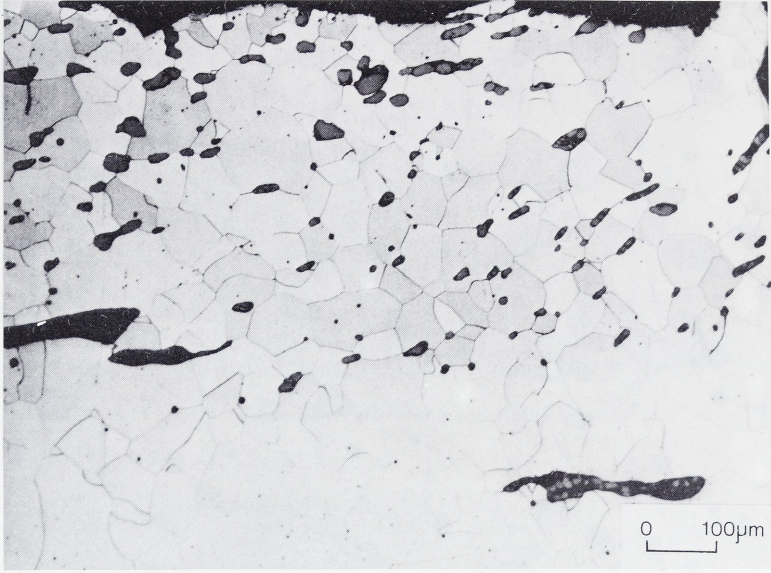


Abb. 8 Gefüge des Eisens, Längsschliff geätzt.

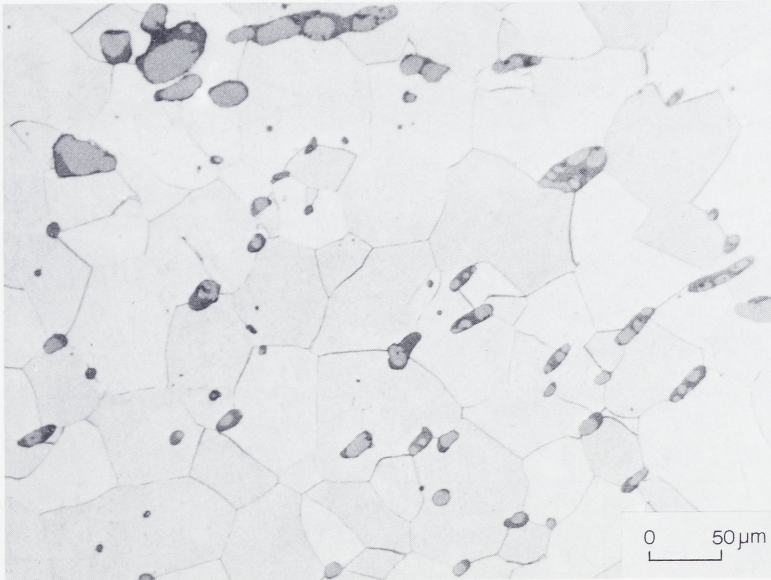


Abb. 9 Wie Abbildung 8, doch in stärkerer Vergrößerung.

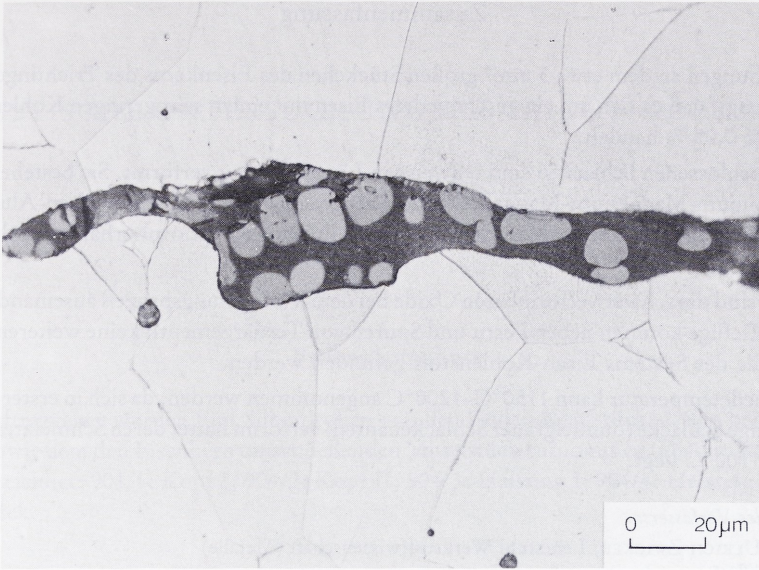


Abb. 10 Ausschnitt aus Abbildung 8 in stärkerer Vergrößerung.

und dunklen Phasenanteilen. Wie aus der Abb. 5 zu ersehen ist, sind einige helle Anteile bei der Verformung gebrochen. In dieser Abb. sind weiterhin die Punktlagen der Elektronenstrahlmikroanalyse (ESMA) mit eingetragen. Wie die ESMA zeigt, bestehen die hellgrauen Anteile (P1) aus Fe-Al-Mg-Mn-Oxid (Magnetit), während die dunkelgrauen (feineutektischen) Schlackenanteile (P2) aus phosphorhaltigem Fe-Al-Ca-K-Mg-Mn-Na-Silikat bestehen. Die einzelnen Phasenbestandteile dieses feinen Eutektikums lassen sich mit der ESMA nicht auflösen. In der Matrix (P3) werden neben Eisen keine weiteren Bestandteile nachgewiesen. Die Abb. 6 und 7 zeigen das Gefüge der Abb. 3 bis 5 im geätzten Zustand. Insbesondere bei der stärkeren Vergrößerung (Abb. 7) werden feinste Karbidteilchen an den Korngrenzen und im Korninnern beobachtet. Die Abb. 8, 9 und 10 geben das geätzte Gefüge in Längsrichtung wieder. Man sieht deutlich, daß hauptsächlich die dunklen Schlackenteilchen wahrscheinlich bei Temperaturen von über 1100°C verformt wurden, während die oxidischen, höher schmelzenden Schlackenbestandteile nicht verformt wurden, sondern – wie die Abb. 5 zeigt – zerbrechen. Als Schmiedetemperatur kann deshalb 1150°C – 1200°C angenommen werden.

Spektralanalytische Untersuchung und Härtemessung

Die Bohrspäne des Eisenkerns wurden mit Hilfe zweier Graphitelektroden mit einem Spektralapparat Q24 von der Fa. Zeiss abgefunkt. Neben Eisen als Hauptmenge wurden geringe Mengen an Ca, Si und Mg nachgewiesen (SPA 357/28).

Eine Härtemessung mit dem Kleinlasthärteprüfgerät Durimet, Fa. Leitz, ergab eine Härte von $92,9^{+8,9}_{-10,5}$ HV 1.

Zusammenfassung

Untersuchungen an dem etwa 3 mm³ großen Stückchen des Eisenkerns des Trichtinger Ringes haben gezeigt, daß es sich um ein geschmiedetes Eisen mit einem sehr geringen Kohlenstoffgehalt von $\leq 0,05\%$ handelt.

Die eingeschlossenen Schlacken sind teilweise in Längsrichtung verformt. Sie bestehen aus Eisen-Aluminium-Magnesium-Mangan-Oxiden (hellgraue Anteile) und aus Eisen-Aluminium-Kalzium-Kalium-Magnesium-Mangan-Natrium-Silikaten, die phosphorhaltig sind (dunkle Anteile).

Teilweise sind die schwer verformbaren Oxide bei dem Verformungsprozeß auseinandergebrochen. Im Gefüge konnten neben Ferrit und Spuren von Tertiärzementit keine weiteren Phasenbestandteile des Systems Eisen-Kohlenstoff gefunden werden.

Als Schmiedetemperatur kann 1150°C–1200°C angenommen werden, da sich in erster Linie die silikathaltige Schlacke (dunkelgrauer Schlackenanteil) verformt hatte, deren Schmelztemperatur bei etwa 1100°C liegt.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. ULRICH ZWICKER, Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft (Metalle)
Martensstraße 5
8520 Erlangen