

# Ein "einfacher" römischer Eisenhaken

Autor(en): **Solenthaler, C. / Mutz, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungsblatt der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte = Bulletin de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie = Bollettino della Società svizzera di preistoria e d'archeologia**

Band (Jahr): **7 (1976)**

Heft 28

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1034331>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Ein »einfacher« römischer Eisenhaken

Ch. Solenthaler  
A. Mutz

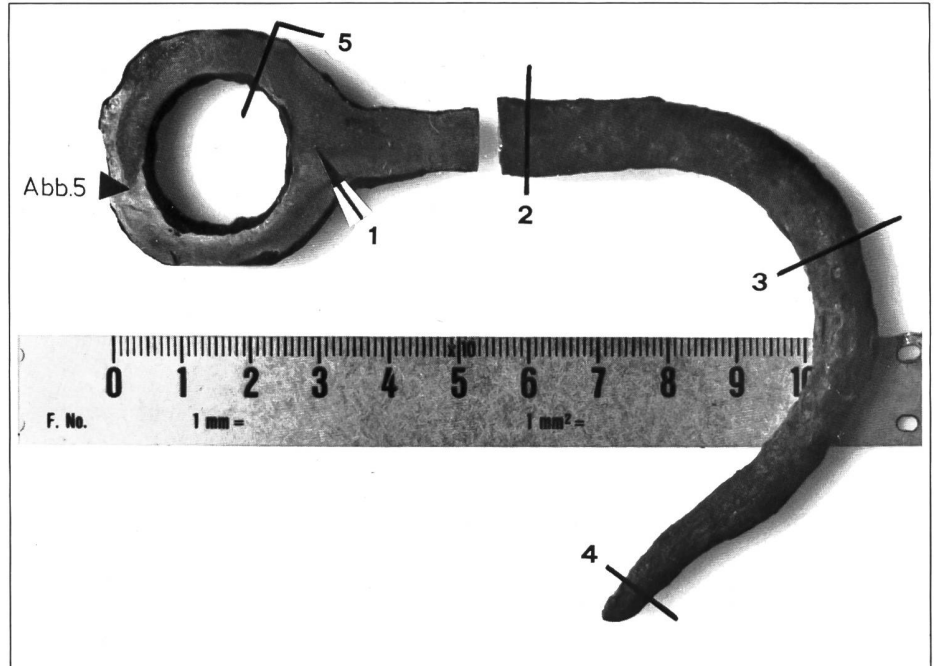
Abb. 1: Der untersuchte Haken, Lage des Längsschliffes (1), der Querschliffe (2-5) und von Abbildung 5

## Einleitung

Allzusehr sind wir es gewohnt, alltägliche Objekte nur flüchtig zu betrachten und über ihre Herstellung ein rasches Urteil zu fällen, das bei genauer Prüfung jedoch nicht immer mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Ein solcher Fall liegt hier vor. Ein einfacher eiserner Haken, in Augst gefunden (Abb. 1), der wegen seiner schlichten Form keine besondere Beachtung fand, war Gegenstand einer eingehenden metallographischen Untersuchung (durchgeführt am Institut für Metallforschung der ETH Zürich), worüber wir hier auszugsweise berichten. Das Hauptaugenmerk war auf die Herstellungsweise des Hakens gerichtet, die sich aus dem Gefügebau ableiten lässt.

Die äusserliche Betrachtung liess vermuten, dass ein 8-10 mm dicker Eisenstab am einen Ende leicht konisch geschmiedet und am anderen Ende zu einer Öse gebogen und mit dem Schaft verschweisst worden war. Das Ergebnis der Untersuchung lautet jedoch ganz anders: die innere Struktur des Materials ist äusserst kompliziert und zeigt, dass der Haken aus mehreren dünnen Eisenstücken zusammengeschiedet und intensiv verschweisst worden ist.

Dieses überraschende Resultat besagt zunächst, dass Eisen in der römischen Zeit ein kostbares Rohmaterial gewesen ist. Es wäre sonst nicht in einem so aufwendigen Arbeitsverfahren zu einem einfachen Gebilde geformt worden. Andererseits zeigt die-



ses Beispiel deutlich, mit welchem hohem handwerklichen Können der römische Schmied seinen Beruf ausübte, und wie genau er die Eigenschaften verschiedener Eisensorten kannte.

Es ist den modernen metallwissenschaftlichen Untersuchungen vorbehalten, solch spannende und aufschlussreiche Zusammenhänge zu erkennen und damit den längst verschollenen Schmieden ein ehrenvolles Zeugnis auszustellen.

## Metallographische Untersuchungen

Metallische Werkstoffe sind aus meist mikroskopisch kleinen Kristallen aufgebaut. Es können einerlei oder

mehrere Kristallarten vorhanden sein, deren Anteil von der chemischen Zusammensetzung des Werkstoffes abhängt. Ihre Ausbildungsform und Verteilung kann je nach Materialzustand (Gusszustand, verformt, gegläht usw.) verschieden sein. Man bezeichnet diesen mikroskopischen Aufbau als Gefüge, das an polierten Anschliffen im Mikroskop sichtbar gemacht werden kann. Anhand der Gefügemerkmale kann man die chemische Zusammensetzung abschätzen und Rückschlüsse auf den Herstellungsprozess ziehen. Am vorliegenden Fundstück (Abb. 1) wurden umfangreiche Gefügeuntersuchungen durchgeführt, deren wichtigste Ergebnisse im folgenden zusammengefasst sind.

Abb. 2

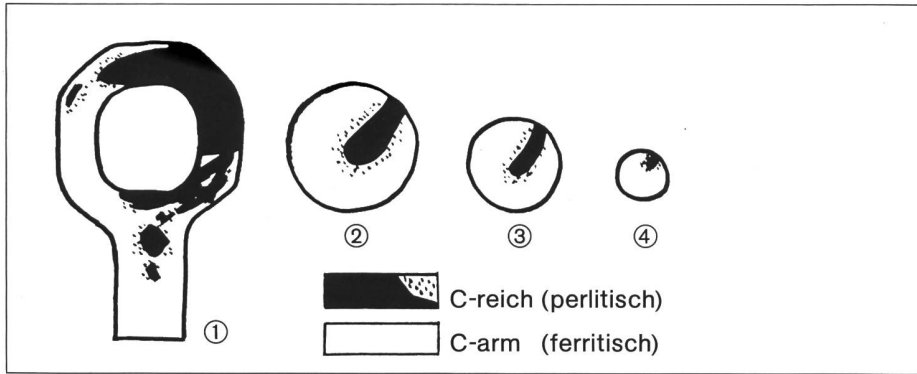
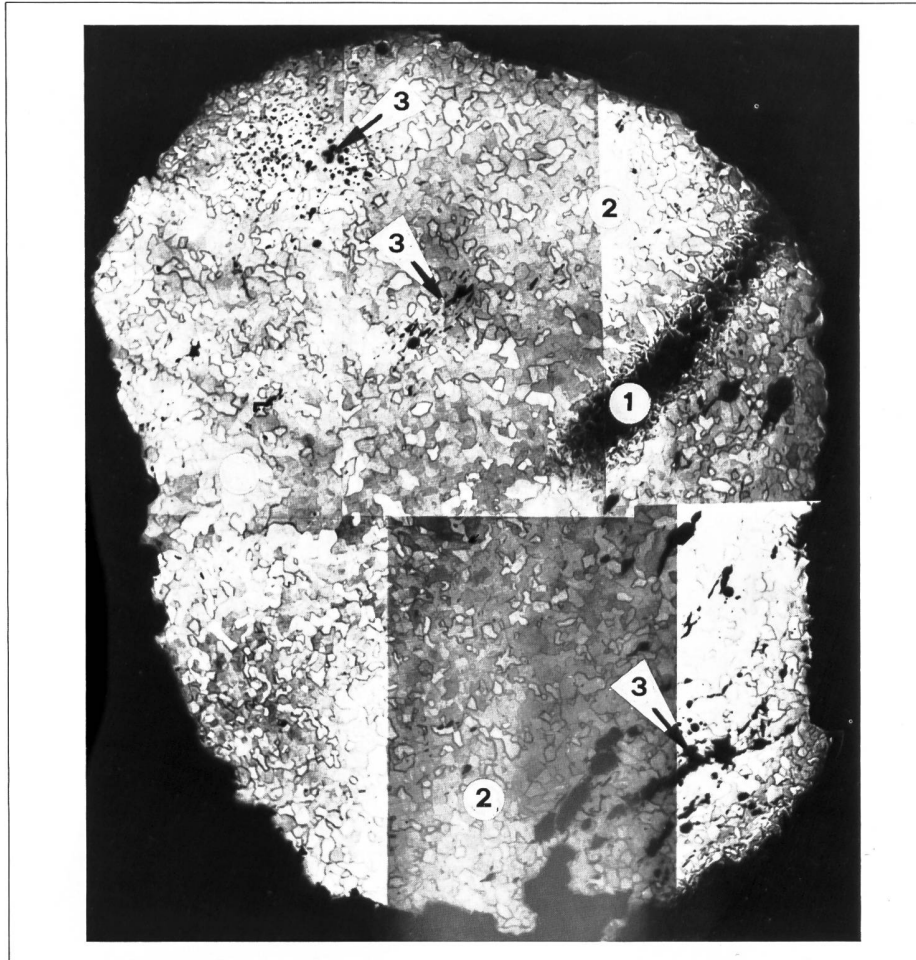


Abb. 2: Anordnung C-reicher resp. C-arter Gefügebereiche in den Querschliffen 2-4 und im Längsschliff 1 (vgl. Abb. 1)

Abb. 3: Querschliff 3  
1: Perlit  
2: Ferrit  
3: Schlackeneinschlüsse  
Vergrößerung = 15 x

Abb. 3



fügeverhältnisse sind aus den Abb. 5 bis 8 in stärkerer Vergrößerung ersichtlich. Der vielfach nadelig oder plattenförmig ausgebildete Ferrit (Abb. 5 und 6) deutet auf ein Schmieden bei hohen Temperaturen (mindestens 800° C) hin.

Die untersuchten Gefüge zeigen sowohl deutliche Verformungsmerkmale als auch typische Anzeichen einer nach der Verformung erfolgten Glühung. Während der plastischen Verformung von Metallkristallen laufen im submikroskopischen Bereich komplizierte Vorgänge ab: Die Kristalle werden mit zunehmender Verformung in ihrem inneren Aufbau mehr und mehr gestört und verfestigen sich. Gleichzeitig verändert sich ihre anfänglich mehr oder weniger isometrische Form. Durch Glühen bei hinreichend hoher Temperatur lassen sich diese Veränderungen wieder rückgängig machen. Die verformten Kristalle werden dabei nach und nach durch neue, praktisch störungsfreie – und deshalb wieder weichere – Kristalle ersetzt. Rekristallisierte Kristalle weisen wiederum eine mehr oder weniger isometrische Form auf. Abb. 7 zeigt die Merkmale eines teilweise rekristallisierten Gefüges: Mehr oder weniger isometrische Kristalle nebst solchen mit unregelmäßig gezacktem Korngrenzverlauf (Metallkristalle werden häufig als Körner bezeichnet), die vielfach durch feine Linien (sog. Äderung) unterteilt sind. Die Äderung weist deutlich auf die vorausgegangene Verformung hin.

Der Haken besteht z. T. aus praktisch reinem Eisen, z. T. aus Eisen, das bis gegen 0,8 Gewichts-Prozent Kohlenstoff (C) enthält. Dies äussert sich in einem stark inhomogenen Gefügebau. Abgesehen von den sehr zahlreich auftretenden Schlackeneinschlüssen (Abb. 3, Pos. 3) treten zwei verschiedene Gefügebestandteile auf: Ferrit (praktisch reine Eisenkristalle, C-Gehalt maximal 0,02%;

im Schliffbild *hell*) und Perlit (Kristallgemisch aus Ferrit und Eisenkarbid  $Fe_3C$ , C-Gehalt ca. 0,8%; im Schliffbild *dunkel*). Mit steigendem Kohlenstoffgehalt nimmt der Perlitanteil am Gefüge sukzessive zu. Bei 0,8% C besteht das Gefüge vollständig aus Perlit. Die Abb. 2 bis 4 geben eine Übersicht über die Anordnung der kohlenstoffreichen und kohlenstoffarmen Gefügebereiche. Die Ge-

Abb. 4

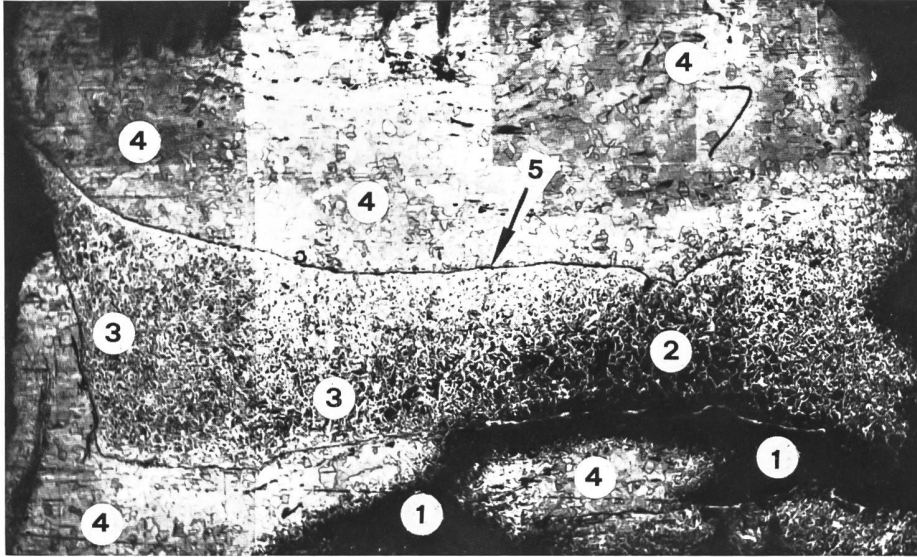


Abb. 4: Querschnitt 5 durch den Ringteil  
 1: ca. 0,8% C, Perlit  
 2: ca. 0,7% C, Perlit + wenig Ferrit  
 3: ca. 0,4% C, Perlit + Ferrit  
 4: max. 0,02% C, Ferrit  
 5: »Naht« (vgl. Text)  
 Vergrößerung = 15 x

Abb. 5: Kohlenstoffreiche und -arme Gefügebereiche  
 1: C-Gehalt hoch (max. 0,8%)  
 2: C-Gehalt mittel  
 3: C-Gehalt tief (max. 0,02%)  
 Lage gemäss Abb. 1  
 Vergrößerung = 60 x

Abb. 6: Kohlenstoffgehalt um 0,7%:  
 Perlit (dunkel) + Ferrit-Nadeln (hell)  
 Vergrößerung = 120 x

Abb. 5

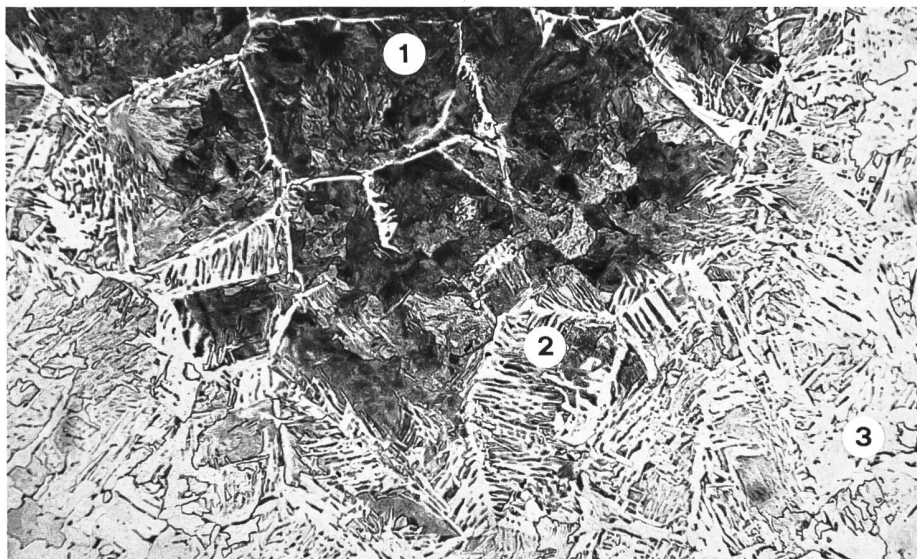
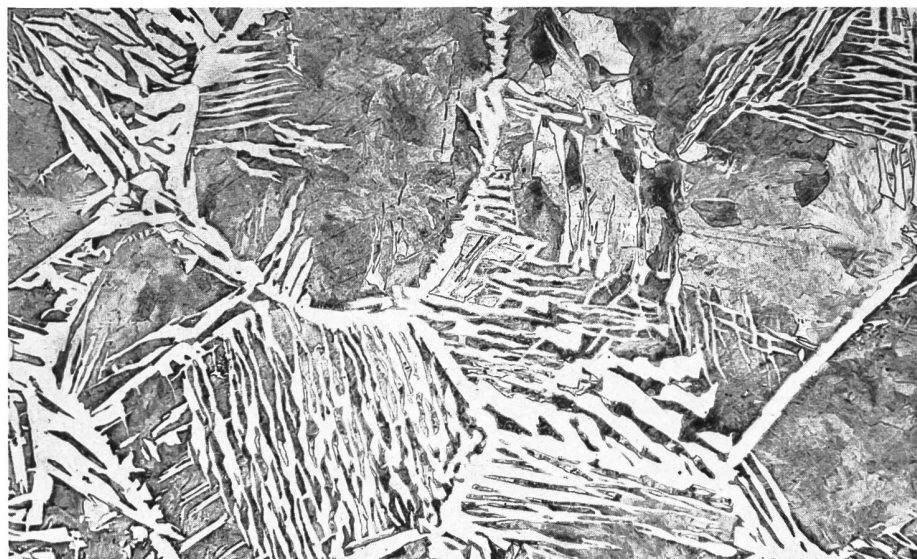


Abb. 6



Sie tritt – wie auch der gezackte Korn-  
 grenzverlauf – in vollständig rekristal-  
 lisiertem Gefüge auf (Abb. 8: einheit-  
 lich isometrische Form der Ferritkri-  
 stalle).

Der unterschiedlich hohe Rekristal-  
 lisationsgrad zwischen einzelnen Gefü-  
 gebereichen lässt sich mit den ver-  
 schiedenen hohen Kohlenstoffgehalten  
 erklären (die Rekristallisation wird  
 durch Legierungselemente und Parti-  
 kel einer zweiten Kristallart verzögert).  
 Diese Ergebnisse wurden auch mit Röntgen-  
 Feinstrukturuntersuchungen und Härte-  
 messungen bestätigt. Über den Herstellungs-  
 prozess des untersuchten Hakens kann auf-  
 grund des Gefüges folgendes gesagt wer-  
 den: Die Anordnung verschiedener Material-  
 bereiche mit stark unterschiedlicher  
 Zusammensetzung (C-Gehalte) lässt  
 den Schluss zu, dass der Haken aus  
 mehreren Teilen (Drahtstücke, Stäbe)  
 zusammengeschmiedet worden ist. Hiefür  
 spricht insbesondere auch die auffällige  
 dunkle Linie in Abb. 4 (Pos. 5: »Naht«),  
 die Gefügebereiche mit mittlerem bis  
 hohem Kohlenstoffgehalt deutlich gegen  
 rein ferritische Bereiche abgrenzt. Nach  
 dem Verschmieden wurde der Haken ge-  
 glüht. Eine Randhärtung des Werk-  
 stückes (z.B. durch Aufkohlen) konnte  
 nicht festgestellt werden.

Für diese eher umständliche Her-  
 stellungsweise scheint es zunächst  
 keine zwingenden Gründe zu geben.  
 Der Handwerker hätte den Haken an  
 sich aus einem einzigen, geeignet di-  
 mensionierten Stück Rohmaterial

Abb. 7

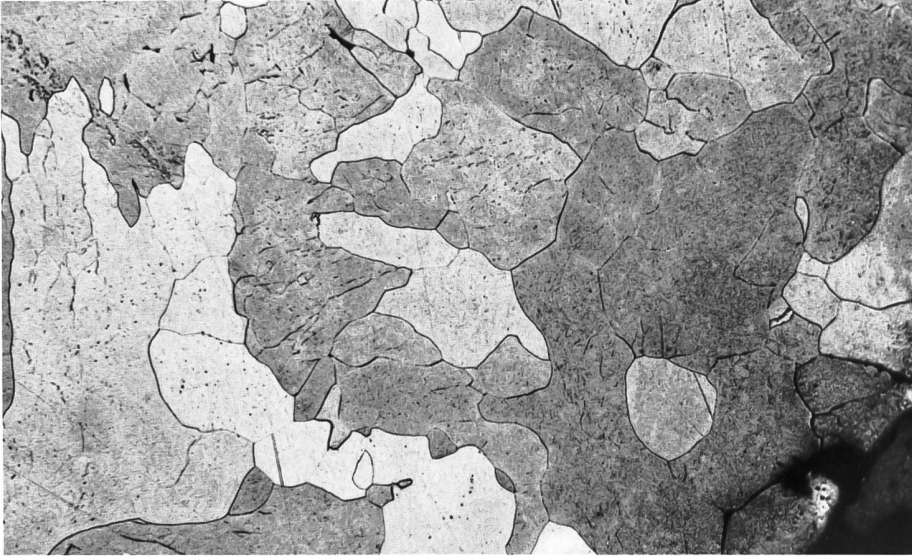
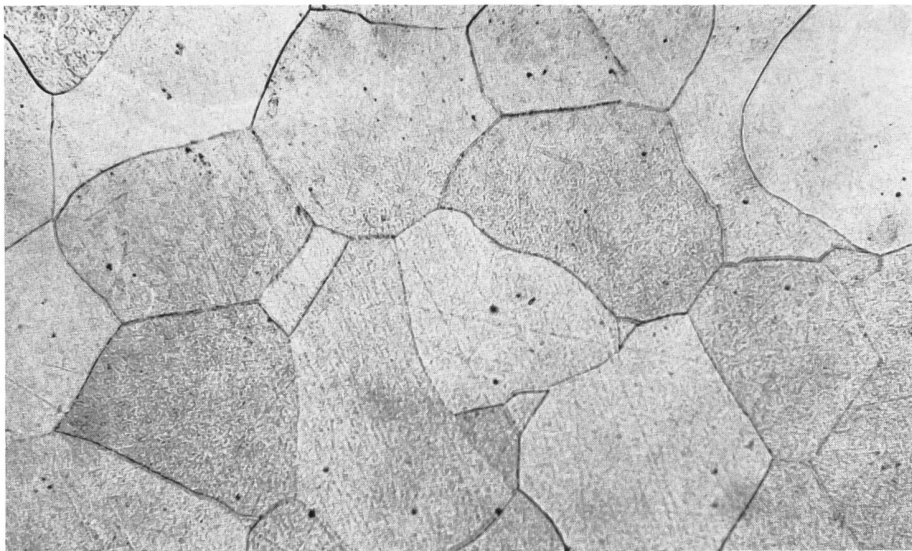


Abb. 7: C-Gehalt max. 0,02% : Ferrit. Teilweise rekristallisiertes Gefüge, Aderung  
Vergrößerung = 120 x

Abb. 8: C-Gehalt max. 0,02% : Ferrit. Vollständig rekristallisiertes Gefüge  
Vergrößerung = 300 x

Abb. 8



formen können. Möglicherweise stand aber kein solches zur Verfügung. Es ist denkbar, dass der Haken aus einer solchen »Materialverlegenheit« heraus aus zufällig zusammengelegten Stücken unterschiedlicher Zusammensetzung entstanden ist. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass bereits den Römern die besseren Festigkeitseigenschaften von kohlenstofflegiertem Eisen gegenüber dem reinen Metall bekannt waren. Mehrere Drähte aus weichem Reineisen wären in diesem Falle bewusst mit einem festeren, aber auch schwerer verformbaren »Stützdraht« aus kohlenstofflegiertem Eisen verbunden worden, um dem Haken die gewünschten mechanischen Eigenschaften zu geben.

## Un crochet de fer

Un crochet de fer (fig. 1) trouvé à Augst fut examiné métallographiquement, pour expliquer la méthode de fabrication à partir de la structure. Le résultat de l'examen est surprenant: la structure interne du matériel est extrêmement compliquée. Elle montre que le crochet a été intensivement soudé par forgeage à partir de plusieurs minces pièces de fer doux et d'alliage de fer au carbone, plus résistant, mais aussi plus difficile à déformer. C'est de là que le crochet tire les propriétés mécaniques désirées.

(Fig. 2-4: Vue générale de la disposition des domaines riches et pauvres en carbone. Fig. 5-8 grossissement plus grand de la même structure.)

Cet exemple montre avec quelle grande connaissance professionnelle le forgeron romain pratiquait son métier et à quel point il connaissait les propriétés des différentes sortes de fer.