

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

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte

Band: 7 (1976)

Heft: 28

Artikel: Ein "einfacher" römischer Eisenhaken

Autor: Solenthaler, C. / Mutz, A.

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein »einfacher« römischer Eisenhaken

Ch. Solenthaler
A. Mutz

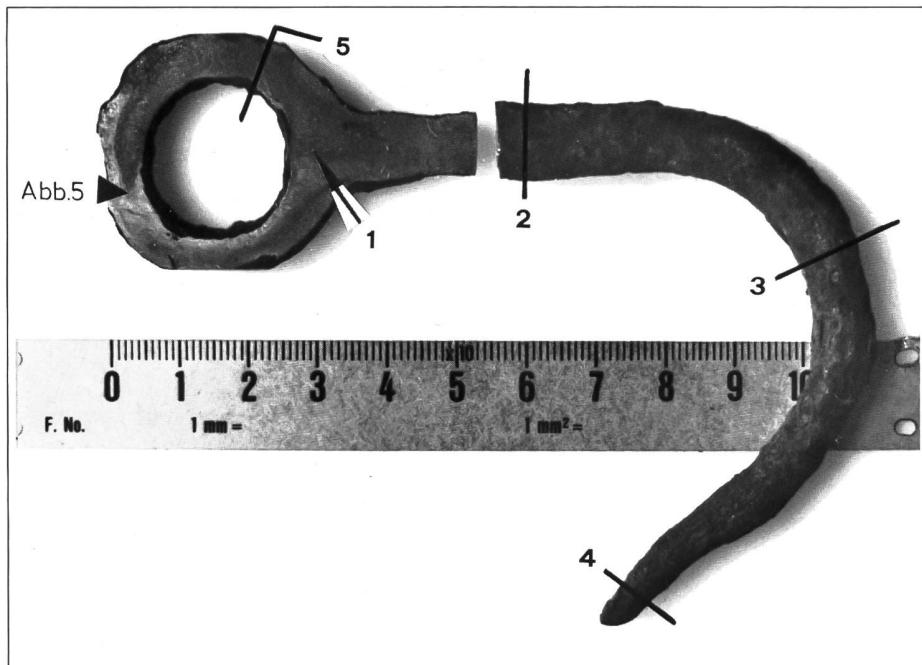
Abb. 1: Der untersuchte Haken, Lage des Längsschliffes (1), der Querschliffe (2-5) und von Abbildung 5

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 Gefügeaufbau ableiten lässt.

Die äusserliche Betrachtung liess vermuten, dass ein 8-10 mm dicker Eisenstab am einen Ende leicht konisch geschniedet 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 zusammengeschmiedet 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. Anderseits zeigt die-



ses Beispiel deutlich, mit welch 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

mehrerelei Kristallarten vorhanden sein, deren Anteil von der chemischen Zusammensetzung des Werkstoffes abhängt. Ihre Ausbildungsf orm und Verteilung kann je nach Materialzustand (Gusszustand, verformt, geglättet 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

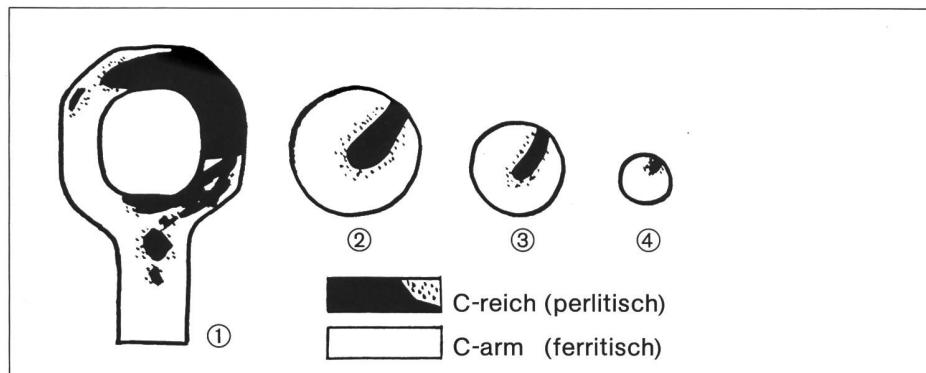
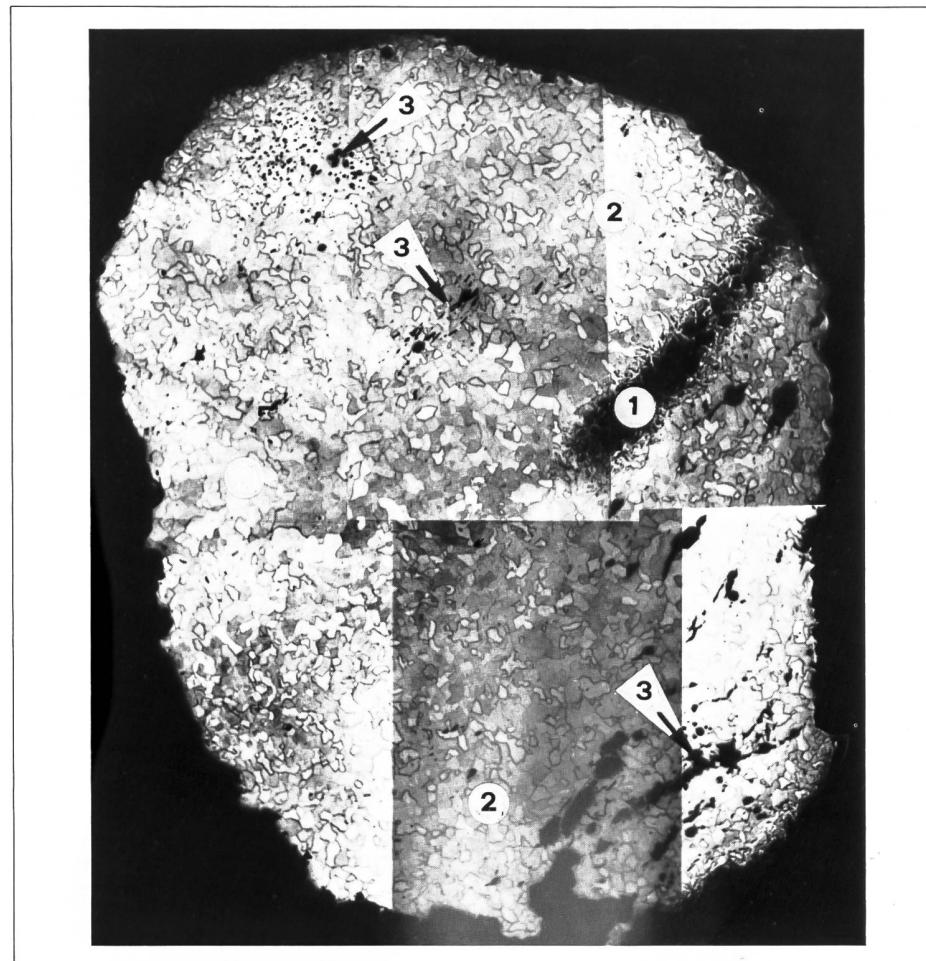


Abb. 2: Anordnung C-reicher resp. C-armen Gefügebereiche in den Querschliffen 2-4 und im Längsschliff 1 (vgl. Abb. 1)

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

Abb. 3



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 Gefüeaufbau. Abgesehen von den sehr zahlreich auftretenden Schlackeneinschlüssen (Abb. 3, Pos. 3) treten zwei verschiedene Gefüebestandteile 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 Perlanteil 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-

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 $800^{\circ}C$) 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.

Abb. 4

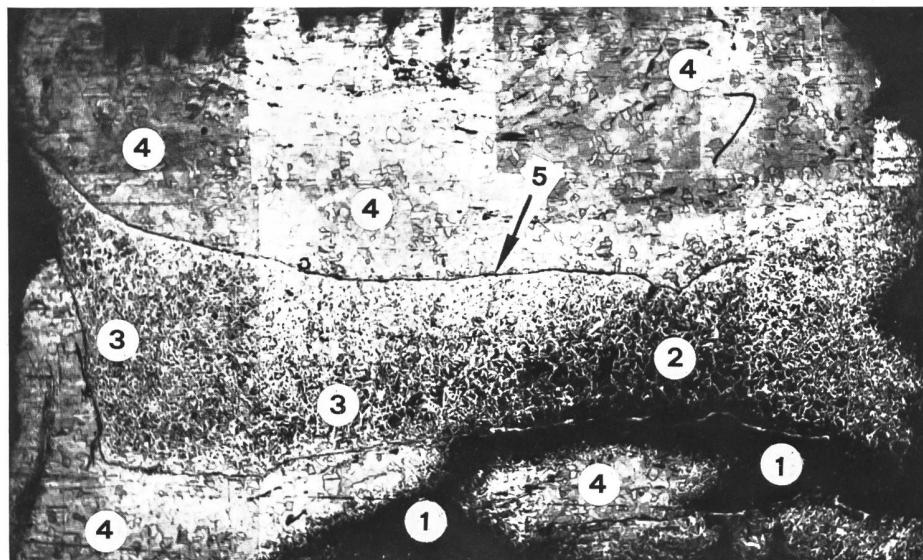


Abb. 5

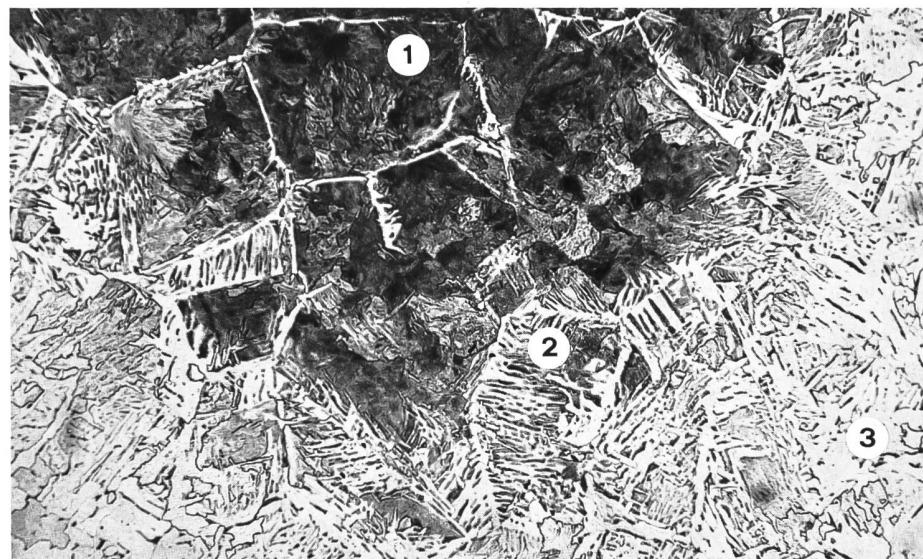


Abb. 6



Abb. 4: Querschliff 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%:
Perlitz (dunkel) + Ferrit-Nadeln (hell)
Vergrößerung = 120 x

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 Ge-
fügebereichen lässt sich mit den ver-
schieden hohen Kohlenstoffgehalten
erklären (die Rekristallisation wird
durch Legierungselemente und Par-
tikel einer zweiten Kristallart verzög-
ert). Diese Ergebnisse wurden auch
mit Röntgen-Feinstrukturuntersuchun-
gen und Härtemessungen bestätigt.
Über den Herstellungsprozess des un-
tersuchten Hakens kann aufgrund des
Gefüges folgendes gesagt werden: 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.
Hierfür spricht insbesondere auch die
auffällige dunkle Linie in Abb. 4
(Pos. 5: »Naht«), die Gefügebereiche
mit mittlerem bis hohem Kohlen-
stoffgehalt deutlich gegen rein fer-
ritische 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

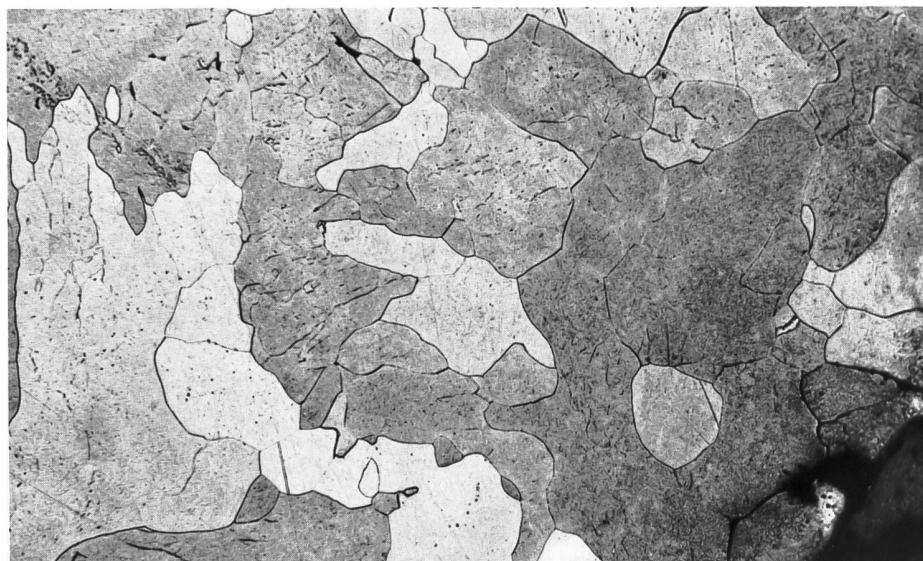
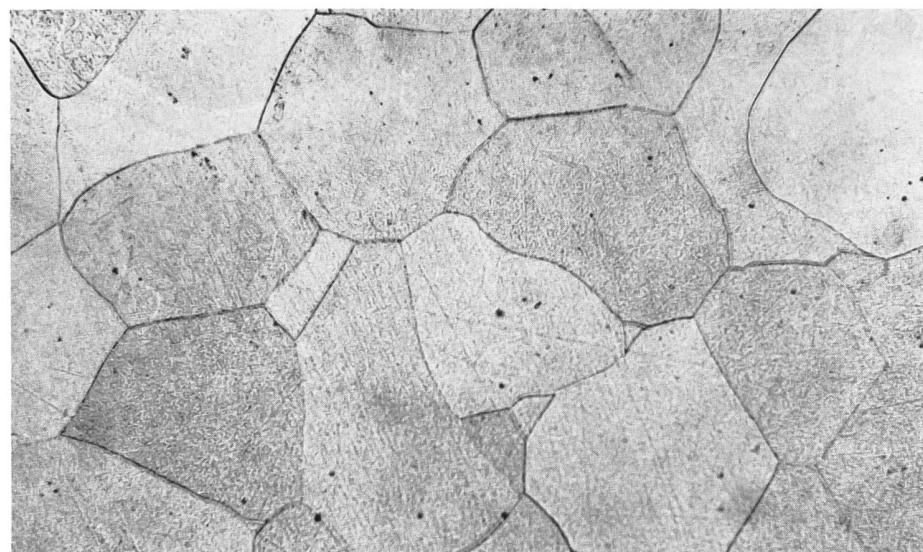


Abb. 7: C-Gehalt max. 0,02%: Ferrit. Teilweise rekristallisiertes Gefüge, Aderung
Vergrosserung = 120 x

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