Zeitschrift: Jahrbuch des Bernischen Historischen Museums
Herausgeber: Bernisches Historisches Museum
Band: 21 (1941)

Artikel: Über moderne Hilfsmittel zur Untersuchung antiker Metalle
Autor: Flatt, R. / Huber, K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1043290

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: 14.07.2025

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

Über moderne Hilfsmittel zur Untersuchung antiker Metalle.

Von R. Flatt und K. Huber.

In den Jahren 1860 bis 1865 sind von L. R. von Fellenberg zahlreiche antike Bronzen schweizerischer Fundstellen analysiert worden[1]). Diese Untersuchung beschränkte sich damals auf die Ermittlung des Prozentgehalts der verschiedenen Elemente mittelst der klassischen Methoden der chemischen Analyse.

Zur Durchführung solcher Analysen benötigt man verhältnismässig viel Substanz (mindestens einige Dezigramme). Man wird deshalb bei besonders wertvollen Objekten dem Chemiker nur ungern solche massive Probenahmen zugestehen.

Vor kurzem wurden wir von der Direktion des Historischen Museums in Bern ersucht, ein sehr seltenes Fundstück ihrer urgeschichtlichen Sammlung zu analysieren (goldtauschierte Randaxt von Renzenbühl, Strättligen bei Thun), wobei uns nahegelegt wurde, uns zur Schonung dieses aussergewöhnlich schönen Stückes mit den kleinstmöglichen Analysenproben zu begnügen.

Es sollten untersucht werden:

1. die Bronze;
2. das Gold der Tauschierung;
3. eine schlackenähnliche Substanz, die am Schneidenteil der Randaxt haftet.

Zur Analyse des Goldes standen nur wenige kleinste Feilspäne (ca. 3 mg) zur Verfügung, für diejenige der Bronze einige Bohrspäne (ca. 12 mg). Von der 3. Substanz besassen wir eine Probe von etwa einem Dezigramm.

Zur Untersuchung von Metallen verfügt die analytische Chemie heute über moderne Methoden, die weit mehr leisten als die Verfahren zur quantitativen Analyse zur Zeit der Arbeiten von Fellenbergs. Einerseits erlauben sie, mit viel weniger Material auszukommen, anderseits führen deren Ergebnisse zu wichtigen Schlussfolgerungen, die früher nicht zugänglich waren. Diese Tatsachen würden es rechtfertigen, die antiken Bronzen nach diesen modernen Gesichtspunkten neuerdings einem eingehenden Studium zu unterziehen.

Eine solche Untersuchung müsste ausser der chemischen Analyse umfassen:

1. Die Spektralanalyse, die erlaubt, Bestandteile in Mengen bis herab zu Tausendstel mg und weniger zu erkennen, und die auch über die quantitativen Verhältnisse weitgehend orientieren kann.
2. Die metallographische Untersuchung von polierten und geätzten Schliffflächen, wobei im mikroskopischen Bild die Gefügebestandteile und deren Korngrösse und Form erkannt werden können.

[1]) Mitteilungen der bern. Naturforschenden Gesellschaft 448 und 449, 459–460, 474 und 475, 490 und 491, 497–498, 548, 580–581 (1860–1865).

3. Die röntgenographische Strukturbestimmung, die über Art, Zusammensetzung und Korngrösse der Gefügebestandteile sehr bedeutungsvolle Aufschlüsse liefert.

Zur Untersuchung der goldtauschierten Bronze-Randaxt haben wir speziell die letztgenannte Methode herangezogen. Ohne auf Einzelheiten der Technik und ihre wissenschaftlichen Grundlagen einzugehen, möchten wir im folgenden eine Anzahl Röntgenaufnahmen wiedergeben und die Schlussfolgerungen, zu denen sie führten, kurz besprechen.

Die Aufnahme Nr. 1 zeigt das Röntgenspektrum der oben erwähnten schlackenähnlichen Schicht. Es konnte aus dem Typus der Ringfolge und aus den Abständen herausgelesen werden, dass diese Substanz basisches Kupfercarbonat sein muss, das identisch ist mit dem Mineral Malachit ($CuCO_3 \cdot Cu[OH]_2$) und das ein regelmässiger Bestandteil der Patina ist. Zur Kontrolle wurde ein Spektrum, Nr. 2, von reinstem, künstlich hergestelltem Malachit aufgenommen. Man erkennt ohne weiteres die Identität beider Spektren.

Die verfügbare Substanzmenge erlaubte uns, eine quantitative Analyse durchzuführen, wodurch das Resultat der röntgenographischen Untersuchung auf chemischem Weg bestätigt werden konnte. Die ursprüngliche Vermutung, dass die untersuchte Masse ein von der Herstellung der Randaxt verbliebener Schlackenrest sei, erwies sich somit als irrig. Es handelt sich hier zweifellos um ein Korrosionsprodukt.

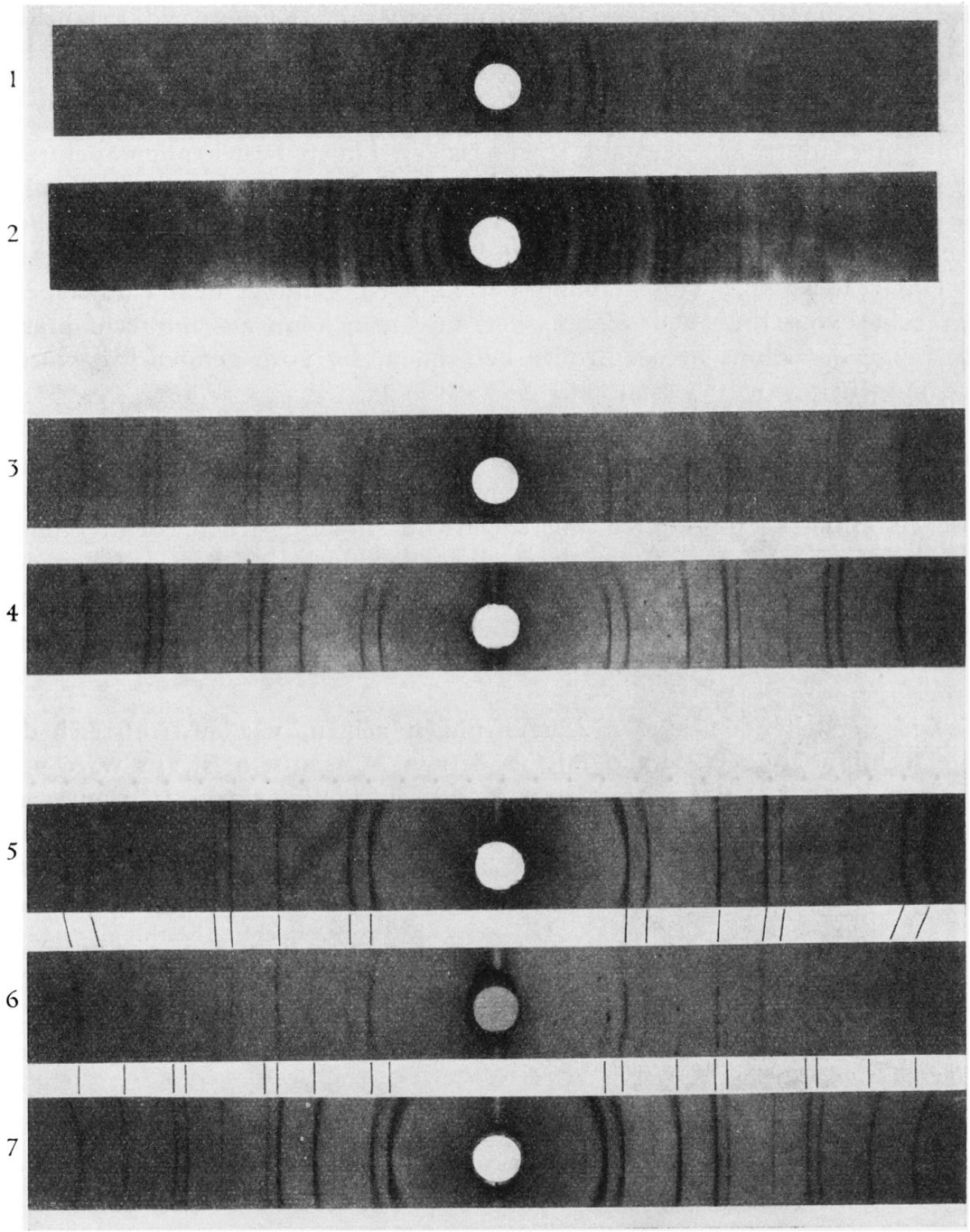
Die folgende Aufnahme, Nr. 3, wurde mit den wenigen Goldspänen erhalten. Nr. 4 ist eine Kontrollaufnahme mit reinstem Gold. Die Spektren sind identisch, was aber hier nicht zur Schlussfolgerung führen kann, es handle sich bei unserer Probe um 24-karätiges Gold. Es ist nämlich bekannt, dass Silbergoldlegierungen aller Mischungsverhältnisse nicht unterscheidbare Spektren liefern. Die Röntgenaufnahmen Nr. 3 und 4 liessen immerhin den Schluss zu, dass grössere Mengen Kupfer nicht vorhanden sein konnten.

Die chemische Analyse, die zufolge der sehr kleinen Einwage präzise Resultate nicht erwarten liess, ergab einen Kupfergehalt von 1—2 % und einen Silbergehalt von etwa 30 %. Die quantitative Spektralanalyse, die allerdings einen beträchtlichen Aufwand bezüglich Apparatur erfordert, könnte in diesem Fall zu besser gesicherten Werten führen.

Sehr interessant sind die Aufnahmen Nr. 5, 6 und 7, die zur Ermittlung der Zusammensetzung der Bronze dienten.

Die Bohrspäne ergaben das Spektrum Nr. 6. Man erkennt hier deutlich zwei Arten von Linien. Die einen bestehen aus kontinuierlichen Strichen, die andern sind nur durch eine Anzahl Punkte angedeutet. Es ergab sich daraus der Schluss, dass unsere Probe zwei verschiedene Gefügebestandteile enthält. Ihre Identifizierung war mit Hilfe der Kontrollaufnahmen Nr. 5 und 7 möglich.

Das aus Punkten bestehende Spektrum ist dasjenige des Kupfer (I)-oxyds (Cu_2O). In der Kontrollaufnahme Nr. 7 von reinstem, künstlich erzeugtem Kupfer (I)-oxyd liegen die gleichmässigen Linien an den Stellen der punk-



Tafel mit Spektren.

1. «Schlacke»; 2. Reinster Malachit; 3. Goldstift der Randaxt; 4. Reinstes Gold; 5. Reines Kupfer; 6. Bronzespäne der Randaxt; 7. Kupfer (I) -oxyd.

tierten Linien in Nr. 6. Diese Auflösung der Linien in Punkte rührt davon her, dass in unserer Probe aus dem Bronzestück die Kupferoxydkriställchen verhältnismässig gross sind (Grössenordnung 10^{-3} mm gegenüber 10^{-5} bis 10^{-4} mm in der Kontrollprobe).

Aufnahme Nr. 5 ist das Spektrum von reinem Kupfer. Es gleicht dem Aufbau nach durchaus dem aus regelmässigen Linien bestehenden Spektrum von Nr. 6, hingegen sind die Linienabstände deutlich verschieden. Es ist bekannt, dass Bronze mit relativ viel Kupfer und wenig Zinn (sog. α-Bronze) gleichen Kristallbau besitzt wie reines Kupfer, und daher sind die Spektren gleicher Art.

Die regelmässige Verschiebung der Linien gegenüber dem Kupferspektrum rührt vom Einbau des Zinns her, und man kann aus ihr recht präzis die Menge des Zinns in der Bronze berechnen. Im vorliegenden Fall wurde ein Zinngehalt von 9 % ermittelt.

Diese Berechnung ist nur schlüssig, wenn die Bronze ausser Kupfer und Zinn keine anderen Metalle in nennenswerter Menge enthält.

Wir haben deshalb auch in diesem Fall das Ergebnis der röntgenographischen Untersuchung durch die chemische Analyse sichergestellt. Einmal zeigte die qualitative Prüfung, dass neben den normalen Bestandteilen der Bronze, Kupfer und Zinn, die übrigen Metalle höchstens in kleinsten Spuren vorhanden sein können. Die quantitative Analyse ergab in Übereinstimmung mit dem Befund der röntgenographischen Untersuchung das Verhältnis Kupfer : Zinn = 91 : 9.

Die vorstehenden kurzen Ausführungen zeigen, wie aussichtsreich die Untersuchung antiker Metalle mit modernen Hilfsmitteln ist. Es wäre von grösstem Interesse, alle verfügbaren Methoden hiefür einzusetzen, um ein lückenloses Bild über Herkunft und Bearbeitung der Metalle in vorgeschichtlichen Zeiten zu gewinnen.

Chemisches Institut der Universität Bern
Anorganische Abteilung.