

es sich um organische (pathologische) Veränderungen handeln könnte. Auch eine zufällige Entstehung ist undenkbar. Es bleibt die Deutung einer künstlichen Bewirkung. Hier ist die entscheidend bedeutsame Frage zu stellen, ob diese erweiternden Zerstörungen von Tieren — etwa von einem in der Erde wühlenden Nager — oder von Menschenhand stammen. Nur beim Schädel Helfta Inv.-Nr. 6801 könnte an tierische Zahnarbeit gedacht werden. W. Gieseler hat einen ähnlichen Befund bei einem der Hohlenstein-Schädel in diesem Sinne gedeutet⁴. Die Erscheinungsbilder bei den beiden anderen Schädeln sind aber kaum auf Tierfraß zurückzuführen: Zur Fertigung der symmetrischen Doppelkreisfigur mit den glatten, stellenweise „abgegriffenen“ Rändern und ebenso der kantigen Erweiterung mit schnittflächenähnlichen Segmenten und scharfen Winkelungen dürften die Fähigkeiten eines in Frage kommenden Tieres niemals ausreichen. Mit an Gewißheit grenzender Wahrscheinlichkeit ist daher anzunehmen, daß hier ein Mensch eingegriffen hat. Wenn aber die Ergebnisse der mit offensichtlich wechselnder Methode durchgeführten Prozedur allein schon in den beiden vorliegenden Fällen sehr unterschiedlich gestaltet sind, ist es nicht abwegig, die „ausgefheilte“ Kreisform bei Helfta Inv.-Nr. 6801 nunmehr doch auch als eine von Menschenhand geschaffene dritte Möglichkeit zu diskutieren.

Die Prüfung der weiteren schwerwiegenden Frage: Wann und von wem wurde diese Veränderung vorgenommen? soll hier nicht vorgetragen werden. Sie gelangte zu dem Schluß: Dieser ungewöhnliche, keine Heilabsichten verfolgende Eingriff muß in prähistorischer Zeit geschehen sein.

Diese Bekanntgabe ist in erster Linie als Anregung gedacht, in den Museumsbeständen einmal die Schädel umzudrehen und auf den Zustand des Foramen magnum zu untersuchen. Ist es doch ganz unwahrscheinlich, daß solche künstlichen Veränderungen nur in einem zufälligen zusammengetragenen Material relativ häufig — und gleich in zwei, wenn nicht drei Varianten — vorkommen sollten. Erst wenn sehr viel mehr Fälle bekanntgegeben sind, wird es sich lohnen, Deutungsversuche des Phänomens zu unternehmen und die hier nicht berücksichtigten paläanthropologischen und ethnologischen Parallelen heranzuziehen.

Münster (Westf.).

Kurt Gerhardt.

Zur Frage spektralanalytischer Untersuchungen an prähistorischen Metallgegenständen.

I

Seit den Arbeiten von O. Montelius ist die Diskussion über das Für und Wider einer chemisch-analytischen Herkunfts- und Zeitbestimmung prähistorischer Metallgegenstände nicht wieder verstummt. So hat unlängst W. A. von Brunn¹ die Untersuchungsergebnisse W. Witters und seiner Mitarbeiter einer eingehenden Kritik unterzogen. Er ist dabei zu dem Schluß gelangt, daß eine

⁴ W. Gieseler, Verhandl. d. Deutsch. Ges. f. Rassenforsch. 9, 1938 Taf. 24, 13.

¹ Prähist. Zeitschr. 34/35, 1949/50, 235ff. Vier frühe Metallfunde aus Sachsen und Anhalt.

Herkunftsbestimmung der Erze auf spektralanalytischem Wege ungenau bleibe, bis die Mehrzahl der in Frage kommenden Lagerstätten untersucht sei, und daß von einer zeitlichen Aufteilung nach dem chemischen Gehalt abgesehen werden müsse, solange diese Aufteilung durch die geschlossenen Funde widerlegt würde.

Mittlerweile ist von H. Otto² eine Arbeit erschienen, die sich mit der zeitlichen Gliederung früher Bronzen Mitteleuropas auf Grund spektralanalytischer Untersuchungen befaßt. Otto hat in einer Übersichtstabelle die Untersuchungsergebnisse von 1033 Bronzen zusammengefaßt und nach technologischen und typologischen Gesichtspunkten gegliedert. Hierbei zeigt sich nun doch eine gewisse Übereinstimmung zwischen technischer Entwicklung und zeitlicher Folge der Formen, vornehmlich gekennzeichnet durch das Überwiegen hoher Zinngehalte bei „Beilen mit Kerbe“ und Randleistenbeilen³.

Die Arbeit läßt damit deutlich werden, daß die Zeitstellung prähistorischer Metallgegenstände spektralanalytisch festzulegen oder doch wenigstens wahrscheinlicher zu machen ist⁴. Verspricht demnach jede weitere derartige Untersuchung greifbare Resultate zu liefern, so erheben sich gegen ihre Durchführung immer wieder Einwände, sei es aus Sorge um die Erhaltung des Fundgegenstandes, sei es aus Unkenntnis der technischen Vorgänge. Um diesen Einwänden zu begegnen darf im folgenden das Verfahren als solches vom Techniker selbst beschrieben werden.

Stuttgart.

S. Junghans.

2

Die Entwicklung der quantitativen Spektralanalyse geht auf W. Gerlach und seine Schule zurück. Ihre Anwendung auf die Analyse prähistorischer Metallgegenstände ist besonders mit den Namen von W. Witter, J. Winkler und H. Otto verknüpft.

Für die Analyse prähistorischer Metallgegenstände eignet sich die spektrochemische Analyse ganz besonders, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Der Materialbedarf ist äußerst gering. Er beträgt nur 0,04 gr je Probe.
2. Die Aufnahme einer Probe enthält sämtliche Elemente, die in einem Metall, wenn auch nur in Spuren vorhanden sind.
3. Die quantitative Nachweisempfindlichkeit der Spektralanalyse ist wesentlich größer als die der chemischen Analyse, die genaue Erfassung geringer Gehalte also möglich.
4. Die photographische Aufnahme der Spektren ist ein Dokument, das jederzeit zu Kontrollen herangezogen werden kann.

² Forsch. u. Fortschr. 25, 1949, 73ff. Typologische und technologische Bronzezeit.

³ Diese Übereinstimmung bleibt verschwommen, da die Differenzierung der Formen nicht in ausreichendem Maße durchgeführt werden konnte. Otto hat jedoch eine größere Arbeit angekündigt in der eine eingehende Gliederung angestrebt wird.

⁴ Auf die Anwendung moderner statistischer Methoden bei der Auswertung der analytischen Ergebnisse kann hier nicht näher eingegangen werden. Verf. des Obenstehenden hofft in Kürze die Ergebnisse der spektralanalytischen Untersuchung früher Bronzen Süddeutschlands vorlegen zu können, wobei, soweit es die Belange des Prähistorikers betrifft, der Statistiker zu Wort kommen wird. In diesem Zusammenhange werden auch die Möglichkeiten einer Herkunftsbestimmung der Erze, unter Berücksichtigung der Arbeit von R. Pittioni über „Spektralanalytische Untersuchungen von Bronzen aus Hallstatt“ (Mitt. d. Prähist. Komm. 5 [1949] Nr. 4), behandelt werden.

5. Die für die Untersuchung hergestellten Proben können ohne weiteres ein zweites Mal untersucht werden.
6. Unkosten und Zeitaufwand sind bei der Spektralanalyse erheblich geringer als bei der chemischen Analyse.

Seit dem von Winkler⁵ 1935 ausführlich beschriebenen Verfahren, erlauben moderne Apparaturen ein schnelleres und genaueres Arbeiten. Die entnommene Probe wird im Hochspannungsfunken angeregt und das so entstehende Spektrum photographisch aufgenommen. Die qualitative Auswertung wird mittels eines Spektrenprojektors erledigt, während die zahlenmäßige Bestimmung der Anteile der einzelnen Elemente durch Ausphotometrieren der Schwärzungen der Spektrallinien mit dem Schnellphotometer erfolgt. Zum Vergleich dienen sog. Eichproben, die durch sehr sorgfältige chemische Analyse genau auf ihre Zusammensetzung hin untersucht werden. Dabei ist der Gehalt der einzelnen Elemente in den verschiedenen Eichproben so abgestuft, daß der ganze, in Frage kommende Konzentrationsbereich von ihnen erfaßt wird. Aus den mit Hilfe der Eichproben aufgestellten Eichkurven, kann durch Interpolation der jeweils gesuchte Gehalt entnommen werden.

Die beschriebene Arbeitsmethode ergibt gut brauchbare Ergebnisse, wie immer wieder durchgeführte Kontrollanalysen beweisen. Sie läßt auch jederzeit den Vergleich der Analyseergebnisse zweier getrennt arbeitenden Untersuchungsstellen zu. Als Beispiel seien die Ergebnisse der chemischen und der Spektralanalyse eines Rippenbarrens gegenübergestellt.

Chemische Analyse nach Wieland Werke Ulm:

Sn	Pb	As	Sb	Ni	Bi	Ag
3,7	0,05	0,10	0,05	0,26	0,05	0

Spektralanalyse nach E. Scheufele Schorndorf:

Sn	Pb	As	Sb	Ni	Bi	Ag
3,6	0,04	0,12	0,08	0,25	0,03	Spur.

Gegen das technische Verfahren als solches können also keinerlei Bedenken mehr erhoben werden. Ebenso dürften die benötigten 0,04 g in den meisten Fällen zur Verfügung stehen.

Vom auswertenden Prähistoriker ist lediglich zu berücksichtigen, daß das untersuchte Fundstück, z. B. der oben angeführte Rippenbarren, nicht an jeder Stelle die gleiche Zusammensetzung zu haben braucht, sondern daß Anreicherungen eines oder mehrerer Elemente an einzelnen Stellen möglich sind. Diese Erscheinung, die der Metallfachmann Seigerung nennt, ist auch heutzutage nicht vollständig zu vermeiden und in jedem Gußstück mehr oder weniger stark nachzuweisen. Es darf also die beim Fundgegenstand meist auf eine Stelle beschränkte Probe nicht als Durchschnittsprobe gewertet werden.

Da vom Prähistoriker zur chronologischen oder geographischen Auswertung jedoch immer eine große Anzahl Analysen verlangt werden, läßt sich bei Anwendung statistischer Methoden die erwünschte Gruppierung, auch für umgeschmolzene Gegenstände, durchführen.

Schorndorf.

E. Scheufele.

⁵ J. E. R. Winkler, Veröff. d. Landesanstalt f. Volkheitskde. zu Halle 7, 1935.