

Neue Metallanalysen von frühbronzezeitlichen „Bronzen“ aus mitteldeutschen Hortfunden

Von Helmut Otto, Leuna

Mit Tafel XXII-XXVII und 2 Textabbildungen

In den letzten Jahren mußte leider aus äußeren Gründen die spektralanalytische Untersuchung urgeschichtlicher Metallfunde stark eingeschränkt werden. Wir sind aber heute trotzdem in der Lage, mehr als 60 neue Analysen von solchen Metallfunden vorlegen zu können, die hauptsächlich in den letzten Jahren bei typologischen Vergleichen eingehend behandelt wurden, ohne daß man jedoch auch die Metallzusammensetzung berücksichtigen und Schlüsse daraus ziehen konnte. Besondere Bedeutung haben die hier vorgelegten Analysen deswegen, weil sich unter den untersuchten Funden auch ein Gegenstand — eine sogenannte Prunkaxt von besonderer Form — befindet, welcher vielfach seit seiner Bekanntgabe zu chronologischen Erörterungen Anlaß gegeben hat, weil hier offensichtlich eine Form vorliegt, von der anzunehmen ist, daß sie eine weitgehende Beeinflussung durch südosteuropäische Formen oder sogar von Fundstücken aus dem nahen Orient erfahren hat.

Vorwiegend sind gerade für die mitteldeutsche Urgeschichte Nachweise derartiger unmittelbarer Kontakte in steinzeitlichen oder bronzezeitlichen Kulturgruppen zur Festlegung der absoluten Chronologie von größter Wichtigkeit, und man hat selbstverständlich bei der Untersuchung derartiger Hinterlassenschaften auch immer wieder naturwissenschaftliche Methoden herangezogen, um dieses oder jenes Ergebnis mehr zu sichern.

Schon vor einiger Zeit wurde z. B. auf die Funde zweier Askoi aufmerksam gemacht¹⁾, die aber ihrer Form nach keine recht klaren Beziehungen zu südosteuropäischen Funden erkennen ließen, wo derartige Formen verhältnismäßig häufig auftreten. Der eine Askos war mit einer Henkeltasse der Salzmünder Gruppe zusammen gefunden worden. Wenn nun schon typologisch eine offensichtlich heimische Herstellung erschlossen werden konnte, so wurde sie ganz sicher gemacht durch die petrographische Untersuchung des verwendeten Tones, welche ebenfalls eindeutig eine einheimische Herkunft ergab.

In einem anderen Falle waren bei der Aufdeckung eines neolithischen Bechergrabes u. a. auch Kupfergeräte gefunden worden²⁾, wodurch nun wieder der Frage

¹⁾ O. F. Gandert u. H. Behrens, Zwei Askoi aus Mitteldeutschland und ihre Bedeutung für die Datierung der sogenannten nordischen Kulturen der Jungsteinzeit, in: Jahresschrift Halle 36, 1952, S. 42—52; Nachtrag Jahresschrift Halle 39, 1955, S. 249.

²⁾ H. Behrens, Ein neolithisches Bechergrab aus Mitteldeutschland mit beinerner Hammerkopfnadel und Kupfergeräten, in: Jahresschrift Halle 36, 1952, S. 53—69.

nach den Beziehungen zwischen Glockenbecherleuten und Schnurkeramikern nachgegangen werden mußte. Die chemische Untersuchung des aufgefundenen Metallpfriems ergab damals, daß eine Arsen-Kupferlegierung mit 2,8% Arsen vorlag, wie sie in Mitteleuropa und auch in Westeuropa zu dieser Zeit und später weit verbreitet ist, während die mitgeführte Pfeilspitze aus fast reinem Kupfer bestand, für das allerdings aus Mangel an Begleitelementen eine Herkunftsermittlung nicht möglich war.

Bei der bereits erwähnten Prunkaxt aus Naumburg, die zusammen mit Randbeilen, Ringen, Manschetten und einem Dolchgriff gefunden wurde, sind von M. Jahn³⁾ formenkundliche Beziehungen bis nach Syrien festgestellt worden, wobei auch darauf hingewiesen wurde, daß schon C. F. A. Schaeffer⁴⁾ ebenfalls auf manche Übereinstimmung zwischen typischen mitteleuropäischen Metallgegenständen — wie z. B. Ösenringen, Nadeln und kleinen Dolchen — und syrischen aufmerksam gemacht hatte. Da freundlicherweise Herr Schaeffer einige Metallproben, darunter auch zu der genannten Prunkaxt ein Vergleichsstück aus Ugarit — Ras Shamra für eine spektralanalytische Untersuchung zur Verfügung stellte, kann nunmehr, nachdem auch diese Analysen fertiggestellt sind, neben dem Formenvergleich auch noch ein Materialvergleich durchgeführt werden, der bislang ausstand⁵⁾.

Die Frage, die sich jetzt erhebt, lautet: Kann man mit Hilfe der Metallzusammensetzung nachweisen, ob das Metall nach Mitteldeutschland eingeführt wurde oder nicht? Da die Prunkaxt einem typischen frühbronzezeitlichen Hortfund entstammt und da ähnliche Hortfunde in den zwanziger und dreißiger Jahren mehrfach in Mitteldeutschland gemacht worden sind und die Fundkomplexe formenkundlich zueinander in Beziehung gesetzt wurden, kann ein Analysenvergleich dieser sämtlichen Funde tatsächlich die soeben aufgeworfene Frage beantworten.

Es handelt sich hauptsächlich um die folgenden Hortfunde — wobei wegen der Prunkaxt der Naumburger Fund mehr in den Vordergrund gestellt wird —, die zu diesem Vergleich herangezogen werden können, weil hieran die Frage der Zusammengehörigkeit und der formenmäßigen Beziehungen zu anderen, bereits bekannten Hortfunden vor mehreren Jahren eingehend diskutiert wurde⁶⁾. Von jenen Hortfunden wurden sämtliche Stücke analysiert:

1. Naumburg a. d. Saale (Halle 56: 955)

Prunkaxt, Dolchgriff, Zungenbarren, 4 Randbeile, 2 Schneideteile von Randbeilen, Manschette, Manschettenteil, 2 Ringe.

Gesamtgewicht 2,9 kg.

³⁾ M. Jahn, Kulturverbindungen zwischen Mitteldeutschland und Vorderasien zu Beginn des 2. Jahrtausends v. u. Z., in: Jahresschrift Halle 35, 1951, S. 57—70.

⁴⁾ C. F. A. Schaeffer, Mission de Ras Shamra, Tome V, Ugaritica II, Paris 1949.

⁵⁾ Auch bei der Untersuchung von Kontakten in späteren Perioden haben naturwissenschaftliche Methoden wertvolle Hilfsarbeit leisten können. Hier soll nur auf zwei Beispiele hingewiesen werden: W. Schulz, Die Grabfunde des 4. Jahrhunderts von Emersleben bei Halberstadt, in: Jahresschrift Halle 36, 1952, S. 102—139 und Th. Voigt, Große Porzellanschneckenhäuser in vorgeschichtlichen Gräbern, in: Jahresschrift Halle 36, 1952, S. 171—183.

⁶⁾ W. A. v. Brunn, Vier frühe Metallfunde aus Sachsen und Anhalt, in: Prähistorische Zeitschrift 34/34, 1950, S. 235—266. Dort finden sich auch genaue Angaben über die einzelnen Stücke, die hier nicht noch einmal wiederholt werden.

2. Burgstaden, Ortsteil von Milzau, Kr. Merseburg, Fundplatz Unterkriegstedt (Halle 45:22; 25:460; 33:8, zur Zeit in Berlin)

2 Zungenbarren, 6 Randbeile, 2 Randbeilstücke, 3 Barrenringe, 2 Bruchstücke davon, 3 kl. Dolche.

Gesamtgewicht 3,1 kg. Dazu einige Stücke in Privatbesitz.

3. Lissen, Ortsteil von Osterfeld, Kr. Zeitz (Halle 29:55; zur Zeit Berlin)

8 Randbeile, 5 Barren- und Halsringe, 1 Bruchstück davon, 2 kl. Dolche, 1 Pfriem.

Gesamtgewicht 2,9 kg.

4. Trebbichau, Kr. Köthen (Köthen II a 16—36)

17 Ringe, 3 dicke Ringe, 2 Manschetten.

Gesamtgewicht 8,6 kg.

Das Gesamtgewicht ist sicherlich bei einigen Hortfunden noch höher anzusetzen, da gelegentlich nicht alle Stücke erhalten geblieben sind.

Um aber eine noch breitere Grundlage zu schaffen, sind zum Vergleich viele andere Hortfunde neu analysiert worden⁷⁾, von denen bereits mehrere Stücke oder auch nur Einzelstücke analysiert waren. Damit wird dem etwaigen Vorwurf einer einseitigen Auswahl des Materials oder der willkürlichen Begrenzung der Untersuchung auf ganz bestimmte Gebiete begegnet.

Die Analysen der einzelnen Gegenstände findet man in den Analysentabellen S. 327—329, und zwar sind jeweils gleiche Gegenstände zusammengefaßt, die eine gleiche chemische Zusammensetzung haben. Bei den Analysen Nr. 1—23 handelt es sich um die Beile dieser Hortfunde und bei den Analysen Nr. 24—50 vorwiegend um die verschiedenen Ringsorten. Der besseren Übersicht wegen sind, wie üblich, auch noch die wichtigsten in den Metallen enthaltenen Leitelemente besonders gekennzeichnet, so daß dadurch hoffentlich der Überblick bei der Vielzahl der Analysen etwas erleichtert wird.

Bis auf wenige Ausnahmen (Analysen Nr. 24—27 und 59) gehören die Metalle zur Leitlegierungsgruppe der sog. silberhaltigen Fahlerzmetalle, d. h. Legierungen, die vorwiegend etwa 1% Silber und daneben wechselnde Mengen Arsen und Antimon enthalten. Gelegentlich tritt in solchen Fahlerzlegierungen auch noch ein Nickelgehalt auf, der bis etwa 1,5% ansteigen kann. Derartige silberhaltige Fahlerzmetalle sind zu Hunderten im mitteldeutschen Raum nachgewiesen, wie man sich leicht bei der Durchsicht der bereits früher veröffentlichten Analysentabellen überzeugen kann⁸⁾.

⁷⁾ Trotz ungünstiger Verhältnisse ist es durch die in jeder Hinsicht gewährte Unterstützung des Direktors des Mineralogischen Institutes in Halle, Herrn Dr. R. Gaedeke, ermöglicht worden, diese Analysen durchzuführen. Dafür sei ihm auch hier herzlichst gedankt. — Bei sämtlichen, hier neu gebrachten Analysen wurde kein Zink gefunden. Eine besondere Spurensuche erfolgte nicht. Elemente, die mit 0 bezeichnet wurden, könnten also doch vielleicht als Spur vorhanden sein.

⁸⁾ H. Otto u. W. Witter, Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa, Leipzig 1952, S. 130—180. Analysen Nr. 407—460 u. 561—680 (silberhaltige Fahlerzmetalle), Analysen Nr. 467—560 und 681—734 (ebensolche Metalle mit Zinn); Analysen Nr. 735—818 und 937—949 (nickelhaltige und silberhaltige Fahlerzmetalle), Analysen Nr. 819—936 und 950—1002 (ebensolche Metalle mit Zinn). Die Nummern der hier aufgeführten Handbuchanalysen wurden in der Tabelle 2 in eckige Klammern gesetzt. — Gleichartige Metalle sind auch durch die noch laufenden Untersuchungen von Dr. S. Junghans in Stuttgart nachgewiesen worden, wie wir uns bei dem Vergleich unserer Analysentabellen überzeugen konnten.

Bisher konnten wir folgende Haupttypen von Fahlerzleitlegierungen unterscheiden, wobei wieder bemerkt werden muß, daß sich diese Einteilung auf die Auswertung von sehr zahlreichen Analysen gründet⁹⁾:

Kupfer	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	
A: Rest	etwa 1%	—	1–3%	1–3%	} auch vielfach mit Zinnzusätzen vorkommend
B: Rest	etwa 1%	etwa 1%	1–3%	1–3%	
C: Rest	—	etwa 1%	1–3%	1–3%	fast ausschließlich mit Zinnzusatz
D: Rest	—	—	1–3%	1–3%	weniger häufig bisher nachgewiesen

Ein Schwerpunkt der unter A und B genannten Metalle liegt im weiteren mitteldeutschen Raum und zieht sich bis nach Böhmen hinein. Die Gruppen C und D treten vorwiegend um das Alpengebiet herum auf.

Wenn man nun noch die Zinngehalte der analysierten Metalle in der Tabelle 1 betrachtet, so fällt auf, daß überhaupt nur eine geringe Anzahl Proben derartig hohe Zinngehalte enthält, welche auf einen absichtlichen Zusatz hindeuten. Ob nämlich der geringe Zusatz von etwa 2–4% schon Wirkungen auf die Eigenschaften der Fahlerzlegierungen erkennen ließ, erscheint zweifelhaft. Da wir aber aus moderner Zeit keinen Vergleich in dieser Hinsicht haben, kann diese Frage nicht mit der gewünschten Klarheit beantwortet werden. Bei höheren Gehalten ist vielleicht auch schon durch die Farbe der Legierung der Einfluß des Zinns erkennbar gewesen. Von regelrechten „Zinnbronzen“ könnte man eigentlich nur bei den Analysen Nr. 54–55 (Trebbichau, Manschetten), 57 (Lissen, Dolch) und 58 (Naumburg, Prunkaxt) sprechen.

Wie man sich leicht bei der Betrachtung der Tabellen überzeugen kann, treten also bevorzugt zwei Metalltypen in den obengenannten vier Hortfunden auf:

Zinn	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	
Spuren	etwa 1%	Spuren bis 0,1%	0,1–2,5%	0,1–1,2%	37 Analysen ¹⁰⁾

Dazu gehören folgende Funde:

Naumburg: Nr. 1 (Zungenbarren), 3–8 (Beile), 28–29 (Ringe), 51–53 (Manschetten)

Burgstaden: Nr. 2 (Zungenbarren), 9–10 (Beile), 43–46 (Ringe)

Lissen: Nr. 11 (Beil), 47–48 (Ringe)

Trebbichau: Nr. 30–42, 49–50 (Ringe)

Die Analysen Nr. 2, 9–11 ergaben bereits Zinngehalte bis fast 1%. Es dürfte sich hierbei um zufällige Beimischungen handeln, die durch die Schmelzarbeit mit in die Legierung hineingeraten sind. Eine absichtliche Zumischung von Zinn oder Zinnerz in derartig geringer Menge kommt wohl nicht in Frage.

⁹⁾ Während in Halle früher die Auswertung der Analysen nach lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten vorgenommen wurde, ist jetzt S. Junghans auf Grund rein statistischer Untersuchungen ebenfalls zur Abgrenzung von gleichen und ähnlichen Metallgruppen gelangt.

¹⁰⁾ Hierzu sind auch die Analysen gerechnet, die Zinngehalte unter 1% ergaben.

Zinn	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	
2–4%, in eini- gen Analysen 5–10%	etwa 1%	Spuren bis 0,07%	0,2–1,5%	0,2–0,8%	16 Analysen

Dazu gehören folgende Funde:

Naumburg: Nr. 58 (Prunkaxt) mit 7% Zinn

Burgstaden: Nr. 12 (Zungenbarren), 13–16 (Beile)

Lissen: Nr. 17–22 (Beile), 57 (Dolch) mit 7,5% Zinn

Trebbichau: Nr. 56 (Ring), 54–55 (Manschetten) mit 10 u. 5% Zinn

Ringe treten seltener in dieser Gruppe auf; das stimmt auch mit den früher gemachten Beobachtungen überein. Im Naumburger Hortfund ist nur ein Stück mit hohem Zinngehalt vertreten. Das ist die Prunkaxt. Die übrigen Stücke sind praktisch zinnfrei, und der geringe Zinngehalt (1,5%) des Dolchgriffes (Nr. 63) dürfte wohl nicht auf eine absichtliche Zumischung zurückzuführen sein.

Den Rest von 10 Analysen kann man noch folgendermaßen aufteilen:

3 Analysen von Fahlerzmetallen mit 0,2 bis 1% Nickel

Trebbichau: Nr. 60–62 (Ringe)

Zu dieser Gruppe gehört auch

1 Analyse von Fahlerzmetall mit Nickel und 1,5% Zinn

Naumburg: Nr. 63 (Dolchgriff)

Der Zinngehalt ist so gering, daß man eigentlich keine Abtrennung von der vorigen Gruppe vornehmen kann.

5 Analysen von schwach verunreinigtem Kupfer

Burgstaden: Nr. 24 (Ring)

Lissen: Nr. 25–27, 59 (Ringe)

1 Analyse von schwach verunreinigtem Kupfer und 3,2% Zinn

Burgstaden: Nr. 23 (Randbeil)

Danach besteht also mehr als die Hälfte der untersuchten Funde aus praktisch zinnfreien Fahlerzmetallen. Allerdings treten in den hier behandelten Hortfunden nur Leitlegierungen der oben genannten Leitlegierungsgruppe A (vgl. S. 318) auf; wie eine spätere Zusammenstellung aber zeigt, sind die unter B genannten Leitlegierungen in den mitteldeutschen Hortfunden auch in großer Menge nachgewiesen worden. Die Einheitlichkeit der Metalle ist auffällig, und die einzelnen Legierungen sind so klar auseinander zu halten, daß z. B. von einer Vermischung verschiedenster Metalltypen keine Rede sein kann. Nach den vorliegenden Analysen würde überhaupt auch nur die Annahme einer einzigen möglichen Vermischung vertretbar sein, und zwar einer solchen von Fahlerzmetallen und den reinen Metallen Nr. 24–27, wobei ein Metall mit kleineren Silber-, Arsen- und Antimongehalten anfallen würde, welches aber immer noch die Kennzeichnung des Fahlerzmetalles hätte, in dem aber selbstverständlich die geringfügigen Beimengungen des fast reinen Kupfers überdeckt würden. Allenfalls könnte noch bei Nr. 51 (Manschette Naumburg) etwas Metall ähnlich Nr. 63 (Dolchgriff Naumburg) zugesetzt worden sein. Andere Fälle einer Vermischung sind aus metallurgischen Gründen auszuschließen. Es liegen

demnach ursprünglich erzeugte und keine vermischten Metalle vor¹¹⁾). Man kann demnach, nach den Analysen zu urteilen, auf Grund der gleichmäßigen chemischen Zusammensetzung nicht daran zweifeln, daß die Fahlerzmetalle aus ein und demselben Erzgebiet stammen müssen.

Die eingangs gestellte Frage nach der Herkunft des Metalles der 405 Gramm¹²⁾ schweren Prunkaxt aus dem Naumburger Hortfund läßt sich somit dahingehend beantworten, daß der Metallgießer ein Material verwendet hat, welches auch für zahllose andere Gegenstände verarbeitet worden ist, die uns der Form nach geläufiger und typisch für den aunjetitzer Kreis sind. Bei einem angenommenen Import dieses Stückes müßte ein anderer Metalltyp vorliegen, als er in den Begleitfunden vorkommt. Das ist aber nicht der Fall, wie wir soeben gesehen haben. Es liegt also kein fremdes Material vor, und die Ansicht von einer Einfuhr der fertigen Axt wird man demnach nach unseren jetzigen Kenntnissen nicht mehr vertreten können.

Diese Feststellung wird aber noch weiter erhärtet, wenn man überprüft, ob auch in anderen, bisher hier nicht behandelten Hortfunden gleicher Art ebenfalls ähnliche Metalltypen vorliegen. Vergleicht man nun die Metalle der Naumburger Funde mit Analysen von ähnlichen Gegenständen, die aus entfernter liegenden Gegenden stammen, so findet man ebenfalls wieder diese schon geschilderte Übereinstimmung in der Metallzusammensetzung. Das soll die Tabelle 2, S. 329 erläutern.

Von den recht seltenen Zungenbarren besitzen diejenigen von Naumburg, Oberklee und Burgstaden eine gleiche Zusammensetzung. Der zweite Barren von Burgstaden, der noch mehr als derjenige von Oberklee der Form nach sich einem Flachbeil nähert, enthält jedoch 3% Zinn und paßt sich damit auch in bezug auf seine chemische Zusammensetzung den übrigen Beilen dieses Fundes an. Dazu sei nebenbei erwähnt, daß zahlreiche andere Beile, wie z. B. auch solche aus dem großen Hortfund von Carsdorf ähnliche Zinngehalte im Fahlerzmetall ergaben. Die beiden Barren von Kischlitz und Schkopau enthalten dagegen noch Nickel; sie gehören also zu einer Fahlerzgruppe, die in den bisher beschriebenen Funden weniger vertreten waren.

Jedes Randbeil des Naumburger Fundes hat eine andere Form (Abb. 1), ein Zeichen, daß man wohl nicht, wie in späteren Perioden, fertige zweiteilige Gußformen benutzte. Gelegentlich müssen auch beim Guß Schwierigkeiten aufgetreten sein; solche Hinweise kann man z. B. am Beil Nr. 4 finden, auf dessen Breitseite

¹¹⁾ Schon früher wurde bereits mehrfach betont, daß sich kaum Hinweise auf Vermischung der verschiedensten Leitlegierungen finden: H. Otto, Stand der quantitativen Untersuchung vorgeschichtlicher Metallfunde, in: Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 14, 1938, S. 74. — Derselbe, Neue Ergebnisse der Erforschung frühbronzezeitlicher Kupferlegierungen, in: Forschungen und Fortschritte 15, 1939, S. 399. — W. Witter, Über den Stand der Metallforschung (Kupfer und Bronze) im Dienst der Vorgeschichtswissenschaft, in: Nova Acta Leopoldina N. F. 12, 1943, Nr. 82, S. 205. H. Otto u. W. Witter, 1952, S. 36 u. 75. — In den späteren Perioden der Bronzezeit wird, nach den bisher vorliegenden Analysen zu urteilen, das Grundmetall Kupfer immer reiner, ein Zeichen dafür, daß das verwendete Kupfer einem gut wirkenden Reinigungsprozeß unterworfen wurde, durch den man alle schädlichen Bestandteile entfernte. Hier wäre also eine Vermischung verschiedenster Metalle wahrscheinlich kaum noch nachzuweisen.

¹²⁾ Vgl. v. Brunn, 1950, S. 238.

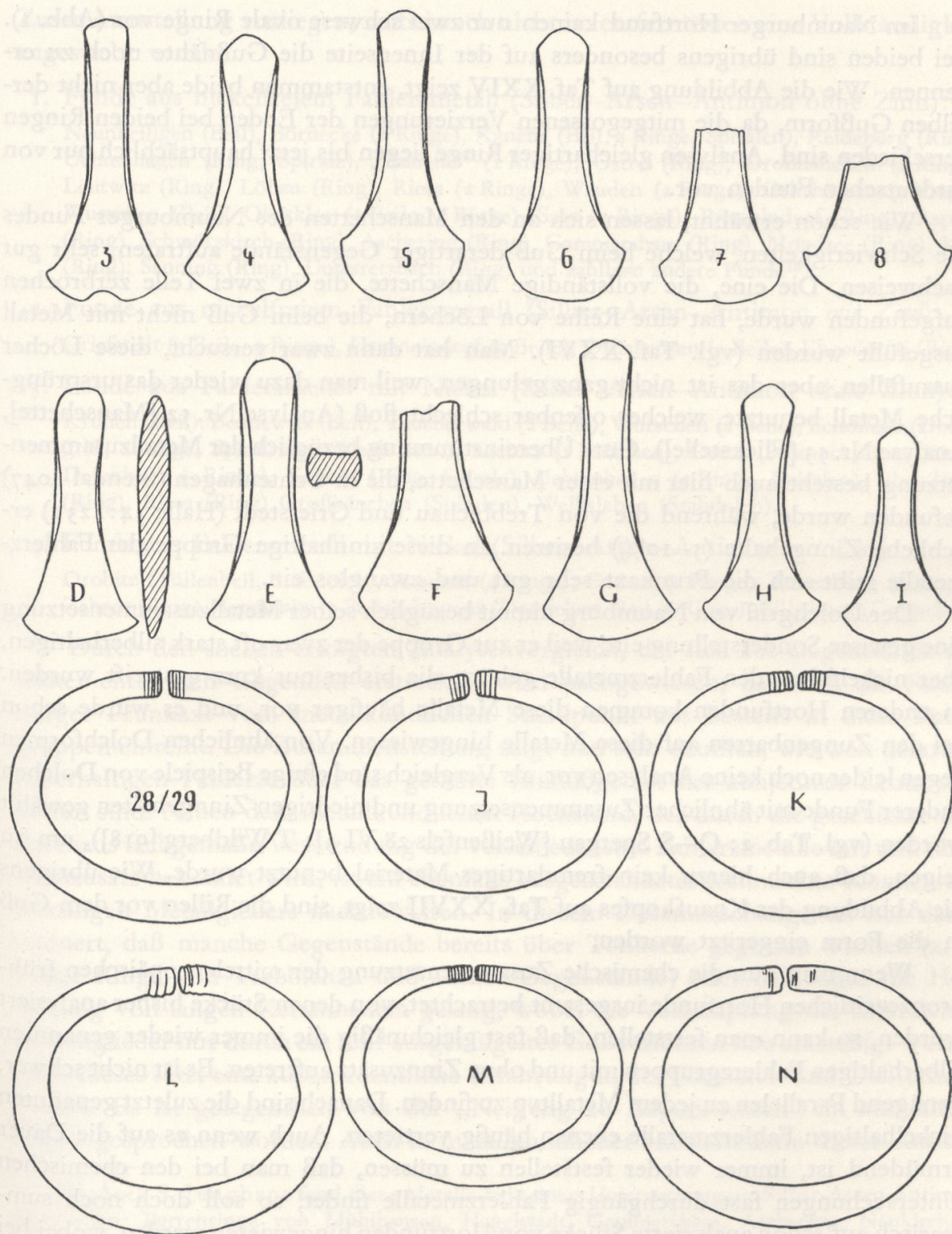


Abb. 1 Hortfund von Naumburg und Vergleichsstücke, etwa $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

Spuren eines eingefallenen Lunkers zu erkennen sind, der wie eine Längsrille aussieht. Noch deutlicher sind derartige Gußfehler an den anschließend erwähnten Manschetten erkennbar. Um vor allem die Beziehungen zu böhmischen Funden zu kennzeichnen, sind in der Tabelle 2 einige Beile mit ähnlichen Formen aus dieser Gegend mit gleicher chemischer Zusammensetzung aufgeführt.

Im Naumburger Hortfund kamen nur zwei schwere ovale Ringe vor (Abb. 1). Bei beiden sind übrigens besonders auf der Innenseite die Gußnähte noch zu erkennen. Wie die Abbildung auf Taf. XXIV zeigt, entstammen beide aber nicht derselben Gußform, da die mitgegossenen Verzierungen der Enden bei beiden Ringen verschieden sind. Analysen gleichartiger Ringe liegen bis jetzt hauptsächlich nur von ostdeutschen Funden vor.

Wie schon erwähnt, lassen sich an den Manschetten des Naumburger Fundes die Schwierigkeiten, welche beim Guß derartiger Gegenstände auftraten, sehr gut nachweisen. Die eine, die vollständige Manschette, die in zwei Teile zerbrochen aufgefunden wurde, hat eine Reihe von Löchern, die beim Guß nicht mit Metall ausgefüllt wurden (vgl. Taf. XXVI). Man hat dann zwar versucht, diese Löcher auszufüllen, aber das ist nicht ganz gelungen, weil man dazu wieder das ursprüngliche Metall benutzte, welches offenbar schlecht floß (Analyse Nr. 52 [Manschette], Analyse Nr. 53 [Flickstelle]). Gute Übereinstimmung bezüglich der Metallzusammensetzung besteht auch hier mit einer Manschette, die in Uchtenhagen (Stendal 4047) gefunden wurde, während die von Trebbichau und Griefstedt (Halle 34: 223 e) erhebliche Zinngehalte (5–10%) besitzen. In diese zinnhaltige Gruppe der Fahlerzmetalle reiht sich die Prunkaxt sehr gut und zwanglos ein.

Der Dolchgriff von Naumburg nimmt bezüglich seiner Metallzusammensetzung eine gewisse Sonderstellung ein, weil er zur Gruppe der zwar oft stark silberhaltigen, aber nickelführenden Fahlerzmetalle gehört, die bisher nur kurz gestreift wurden. In anderen Hortfunden kommen diese Metalle häufiger vor, und es wurde schon bei den Zungenbarren auf diese Metalle hingewiesen. Von ähnlichen Dolchformen liegen leider noch keine Analysen vor, als Vergleich sind einige Beispiele von Dolchen anderer Funde mit ähnlicher Zusammensetzung und niedrigen Zinngehalten gewählt worden (vgl. Tab. 2: Q—S Spergau [Weißenfels 28 VI 3]; T Wildberg [918]), um zu zeigen, daß auch hierzu kein fremdartiges Material benutzt wurde. Wie übrigens die Abbildung des Knaufkopfes auf Taf. XXVII zeigt, sind die Rillen vor dem Guß in die Form eingeritzt worden.

Wenn man nun die chemische Zusammensetzung der mitteleuropäischen frühbronzezeitlichen Hortfunde insgesamt betrachtet, von denen Stücke bisher analysiert wurden, so kann man feststellen, daß fast gleichmäßig die immer wieder genannten silberhaltigen Fahlerzgruppen mit und ohne Zinnzusatz auftreten. Es ist nicht schwer, genügend Parallelen zu jedem Metalltyp zu finden. Danach sind die zuletzt genannten nickelhaltigen Fahlerzmetalle ebenso häufig vertreten. Auch wenn es auf die Dauer ermüdend ist, immer wieder feststellen zu müssen, daß man bei den chemischen Untersuchungen fast durchgängig Fahlerzmetalle findet, so soll doch noch summarisch auf schon analysierte Stücke von Hortfunden hingewiesen werden, wobei bei dieser Zusammenstellung auch viele noch unveröffentlichte Analysen benutzt wurden. In den folgenden untersuchten Hortfunden sind also die wichtigsten Haupttypen der frühen Bronzezeit vertreten, so auch Ringe aller Art, wie Thüringer-, Piesdorfer-, Blutegelringe, Ösenringe und Barrenringe. Die Funde von Dieskau, Groß-Schwechten, Kläden, Birkau, Carsdorf, Packisch, Molkenberg sind hierbei nicht berücksichtigt worden. Man kann sich leicht an Hand der Analysentabellen im „Handbuch“ überzeugen, daß gleiche Metalle wie bei den Funden der folgenden

Zusammenstellung vorliegen, wobei auch nicht im entferntesten eine Vollständigkeit angestrebt wurde.

1. Funde aus nickelfreiem Fahlerzmetall (Silber–Arsen–Antimon ohne Zinn):

Neunheiligen (Beil), Börnecke (2 Ringe), Kanena (Beil, 4 Ringe, Spiralen), Reideburg (Ring), Uchtenhagen (Ring, Spirale), „Saaletal“ (2 Ringe), Ostro (Ring), Großhänchen (4 Ringe), Leutwitz (Ring), Löbau (Ring), Riesa (2 Ringe), Wauden (2 Ringe), Orlishausen (2 Ringe), Wurschen (Beil), Oberklee (2 Beile, 3 Ringe), Saaz (2 Ringe), Prinzelndorf (Ring), Asparn (Ring), Schwörzkirch (Ring), Aschering (Ring), Gammersham (Ring), Mondsee (Ring), Kilb (Ring), Senning (Ring), Unterretzbach (Ring) und zahllose andere Funde¹³⁾.

2. Funde aus nickelfreiem Fahlerzmetall (Silber–Arsen–Antimon *mit Zinn*):

Griefstedt (3 Beile, 3 Ringe), Hausneindorf (2 Beile), Orlishausen (2 Beile), Ebendörfel (Ring).

3. Funde aus Fahlerzmetall mit Nickel (Silber–Arsen–Antimon ohne Zinn):

Krüden (Beil), Bennewitz (Beil), Taucherwald (2 Beile), Wurschen (2 Beile), Schollene (Dolchgriff, 2 Ringe, Spiralringe, Blech usw.), Kiebitz (2 Röllchen), Ostro (Schmuckplatte, Ring), Derenburg (5 Ringe), Kanena (Ring, Spirale), Uchtenhagen (2 Ringe, Spiralen), Ebendörfel (Ring), Riesa (Ring) Großhänchen (Spiralen), Welbsleben (Stabdolch).

4. Funde aus Fahlerzmetall mit Nickel (Silber–Arsen–Antimon *mit Zinn*):

Drobitz (Tüllenbeil, Stabdolch), Piesdorf (4 Ringe), Endorf (2 Ringe), Derenburg (2 Ringe), Zehren (Ring), Bennewitz (2 Beile), Kanena (Doppelaxt, Beil, 6 Ringe), Eilenburg (Doppelaxt),

Durch den soeben erfolgten Analysenvergleich, der sich auf Gegenstände aus weiter entfernten Gegenden erstreckte, wird nachgewiesen, daß sich die Naumburger Prunkaxt vom metallkundlichen Standpunkt aus bestens in diese Fundgruppen einreicht. Die Zusammenstellung zeigt nun sehr deutlich, wie weit derartige silberhaltigen Fahlerze über das gesamte Einflußgebiet der aunjetitzer Leute verbreitet sind. Neben dem metallkundlichen Hochstand, der durch die geschickte und durchaus fachgemäße Verwendung der verschiedensten Fahlerzmetalle mit und ohne Zinnzusatz bekundet wird, ist ein ebenfalls ausgezeichnetes technisches Können des damaligen Metallgießers nachzuweisen. In diesem Zusammenhange sei nur daran erinnert, daß manche Gegenstände bereits über Tonkerne gegossen wurden (z. B. einige Ringe von Trebbichau und andere Gegenstände) oder daß sogar die Herstellung von langen Kettennadeln gelang, wobei die Verknüpfung der zahlreichen Kettenglieder nur durch ein sehr ausgeklügeltes Gußverfahren bewerkstelligt wurde. Alles dieses setzt eine außerordentliche Erfahrung in der Formerei- und Gußtechnik voraus. Es ist gelegentlich von der „Neigung zu Experimenten“ im aunjetitzer Kreise gesprochen worden. Auch in metallkundlicher Hinsicht kann dieser Ansicht

¹³⁾ Auch S. Junghans fand diese Metalle bei seinen Untersuchungen: Silber-Arsen-Antimon ohne Zinn: Barrenringe von Mühlhausen, Hagelstadt, Gammersham, Aschering, Neukirchen, Salching, Ziegelei Jungmeier und Ortler, Kott; Rippenbarren von München-Luitpoldpark, Waging-Mittermühle, Mittermühle, Schabenberg, Mariapolsching (zusammen etwa 60 Analysen).

Nickel-Silber-Arsen-Antimon ohne Zinn: Barren von Niederscheiern, Krumbach, Ziegelei Jungmeier (zusammen 3 Analysen).

Nach den Analysen gibt es in den Hortfunden auch Barren oder Barrenringe aus alpinem Material, z. B. Nickel-arsenhaltig (Handbuch Analysen Nr. 1111 Tullschitz, 1114 Mühlviertel, selten auch mit 3,5% Zinn, 1120 Burg Landeck) oder nur mit Nickel (Analysen Nr. 1190 u. 1191 Munderfing, 1207 Mühlviertel). Trotz der vielen Analysen sind solche Funde nur vereinzelt bekannt.

durchaus zugestimmt werden. Unklar ist allerdings noch, ob die genannten, verschiedenen Metalle auf einem Werkplatz oder in verschiedenen Werkstätten bearbeitet wurden. Diese Frage muß offen bleiben, weil dazu ein Vergleich zwischen aufgefundenen Formen und nachgewiesenen Metalltypen erst noch vom Urgeschichtler vorgenommen werden muß. Fest steht aber, daß diese Metalle unvermischt in zahlreichen Hortfunden nebeneinander auftreten.

Aus der Gleichmäßigkeit der Metalle und ihrem häufigen Vorkommen kann man nun noch schließen, daß nur ein Lagerstättentyp abgebaut worden sein kann, der auch entsprechenden Vorrat an Erzen besaß. Wenn man nämlich aus den bekannten, zwischen 400 und 500 liegenden Hortfunden¹⁴⁾ die Gesamtmenge des geförderten reinen Erzes abschätzt, so kommt man auf eine Menge, die in der Größenordnung von mindestens 10 Tonnen und mehr liegt. Es kann also keineswegs eine kleine Lagerstätte, wie sie in Südosteuropa so häufig auftreten¹⁵⁾, ausgebeutet worden sein, von der heute vielleicht gar keine Überreste mehr vorhanden sind. Nach unserer heutigen lagerstättenkundlichen Kenntnis gab es in Europa nur eine Erzprovinz mit derartigen silberreichen Fahlerzen, und zwar in der Saalfelder Gegend zwischen Erzgebirge und Thüringer Wald. Dort kamen übrigens auch viele nickelreiche Erzgänge vor. Aus alpinen Gegenden sind Fahlerze mit größeren Silbergehalten nicht bekannt, aus denen etwa die beschriebenen Leitelegierungen stammen könnten.

Das wird auch durch die Ergebnisse der überaus eingehenden Untersuchungen von Zschocke, Preuschen und Pittioni bestätigt, die bei ihren vielen, wenn auch leider oft nur qualitativen Erz- und Metallanalysen aus den alpinen Lagerstätten bisher nicht auf derartige Metallzusammensetzungen gestoßen sind. Dort kamen vielmehr hauptsächlich Metalle mit einem Silbergehalt unter 0,1% vor, die neben Nickel meist noch Arsen oder Antimon enthalten¹⁶⁾.

Wir sind in Mitteldeutschland leider nicht in der glücklichen Lage, in den erzreichen Gebieten des Harzes, des Thüringer Waldes oder des Erzgebirges noch Spuren vorgeschichtlicher Bergbautätigkeit nachweisen zu können, da offenbar durch den sehr intensiven mittelalterlichen Bergbau alle Spuren davon vernichtet worden sind. Aber auch andere Bergbauspuren, z. B. solche auf Zinn, sind nicht mehr zu finden, die noch umfangreicher gewesen sein müssen. R. Pittioni hat gelegentlich darauf hingewiesen¹⁷⁾, daß für die alpinen Kupfererzorkommen eine Gesamtproduktion von etwa 50000 Tonnen Kupfer anzusetzen sei! Wenn man aus

¹⁴⁾ Darunter sind sehr viele Hortfunde mit Hunderten von Beilen oder Ringen. Die aus dem bevorzugten Vorkommen der Ringfunde im Süden und dem Auftreten der Beilhortfunde hauptsächlich im Norden abgeleiteten formenkundlichen und wirtschaftlichen Folgerungen sind in ihrer Gesamtheit noch nicht erschöpfend behandelt. Der Einfluß verschiedener Erzgebiete ist jedenfalls aus dem Gegensatz Ringe oder Beile nicht abzuleiten, wenn man nicht darauf abheben will, daß die Ringe in großer Anzahl in der auf S. 323 genannten Gruppe 1 bevorzugt auftreten.

¹⁵⁾ Diese haben übrigens keine derartige umfangreiche Verknüpfung von silberreichen Fahlerzen wie im Saalfelder Gebiet.

¹⁶⁾ Der älteste Metallfund der Salzburger Gegend, ein Metallstück aus einer Siedlung der Münchshöfer Kultur, das mir von M. Hell, Salzburg, freundlicherweise zur Untersuchung eingeschickt wurde, hat übrigens die Zusammensetzung eines Metalls aus typisch alpinen Erzen ergeben mit 0,03% Silber, 0,5% Nickel und 1,1% Arsen.

¹⁷⁾ R. Pittioni, Prehistoric copper mining in Austria. Problems and facts, in: University of London, Institute of Archaeology, 7th Annual Report, London 1951, S. 16—43.

diesem erzeugten Kupfer nun Bronzen herstellen wollte, mußte man ja dazu das Zinn einführen, da in den Alpen keine Zinnerzlagerstätten vorkommen. Nimmt man einen durchschnittlichen Zinngehalt von nur etwa 10% in den fertigen Bronzen an, so benötigt man zu der eben genannten Kupfermenge mindestens 5000 Tonnen Zinn, welches aus über 6000 Tonnen Zinnstein gewonnen worden sein muß¹⁸⁾. Auch hier hat der mittelalterliche Bergbau, sei es nun bei den reichen Zinnseifen-vorkommen nördlich und südlich des Erzgebirges oder in anderen Gegenden¹⁹⁾ kaum Spuren des vorgeschichtlichen Bergbaus übrig gelassen. Der intensive Kupferbergbau in den Alpen ist also nicht der einzige der Bronzezeit gewesen, er setzt sogar noch einen gleich intensiven Bergbau auf Zinn in anderen Ländern voraus und er konnte überhaupt erst in diesem Maße betrieben werden, nachdem die Bronzeherstellung in Gebieten entdeckt worden war, wo beide Erze – Kupfer- und Zinnerze – nebeneinander vorkamen.

Von den wirtschaftlichen Querverbindungen zwischen den kupferherstellenden und zinnerzeugenden Ländern kann man sich nur schwer eine Vorstellung machen. Welche Organisation sorgte für eine Belieferung ohne Stockung mit dem benötigten Rohmaterial und auf welchen Handelswegen wurden Kupfer und Zinn befördert? Und wo haben die Werkstätten gelegen, in denen man dann die Bronze herstellte und meisterhaft verarbeitet hat? Was floß als Gegenwert in die erzeugenden Länder? Könnte nicht vielleicht auch – besonders wenn man die über ganz Mitteleuropa verbreiteten, einheitlichen Formen betrachtet – die dahinterstehende mächtige, wirtschaftliche Organisation eine Art Monopolstellung erreicht haben, die dann die anderen, kleineren Herstellungsstätten erdrückte? Ob jemals alle diese Fragen geklärt werden können?

Als letztes bleibt nun noch übrig, die Frage zu prüfen, ob ähnliche Leitlegierungen von silberhaltigen Fahlerzmetallen, wie sie in den mitteleuropäischen Hortfunden vorkommen und woraus auch die Naumburger Prunkaxt besteht, vielleicht ebenfalls im Orient auftreten. Die Prunkaxt mit der halbkreisförmigen Schneide und einem Schaftungsteil mit Loch, welche unterhalb des Schaftloches nochmals mit einem ringförmigen Ansatz zum Umfassen des Schaftes versehen ist, läßt formenmäßig, wie schon erwähnt, Beziehungen bis zu vorderasiatischen Funden erkennen. M. Jahn²⁰⁾ hat vor allem Übereinstimmungen herausgestellt mit den Funden aus Ugarit, die in den großen Berichten von C. F. A. Schaeffer²¹⁾ eingehend beschrieben wurden. Glücklicherweise können wir jetzt sogar den direkten Analysenvergleich

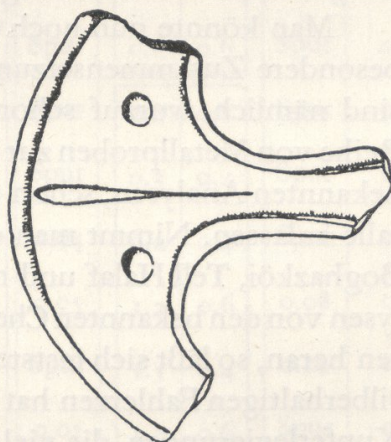


Abb. 2. Axtstück, Ugarit,
 $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

¹⁸⁾ Das ist eine außerordentliche Menge, wenn man bedenkt, daß nördlich des Erzgebirges, in der Gegend von Plauen, in knapp 70 Jahren (von 1512 bis 1580) etwa 250 Tonnen Zinn gewonnen wurden!

¹⁹⁾ Für die englischen Zinnlagerstätten gilt sinngemäß das gleiche.

²⁰⁾ M. Jahn, 1951, S. 57–70.

²¹⁾ C. F. A. Schaeffer, *Ugaritica II*, Paris 1949; Der selbe, *Stratigraphie comparée et chronologie de l'Asie Occidentale (III^e et II^e millénaires) Syrie, Palestine, Asie Mineure, Chypre, Perse et Caucase*, London 1948.

mit demjenigen Stück²²⁾ durchführen, welches eine besonders enge Formenverwandtschaft mit der Naumburger Axt zeigt (Abb. 2).

	Kupfer	Zinn	Blei	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	Wismut	Eisen	Zink
Prunkaxt Naumburg	89,0	7,0	0,02	1,0	Spur	0,5	0,7	0,04	0	0
Axtstück Ugarit	86,5	12,0	0,6	0,02	0	0	0	0	0,5	0,3

Die Gegenüberstellung zeigt zwei völlig verschiedene Metalltypen mit Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung, die auch für den in der Metallkunde weniger Bewanderten deutlich erkennbar sein dürften. Das Bruchstück der Axt aus Ugarit besteht aus einer regelrechten Bronze mit einem sehr reinem Grundmetall. Nickel, Arsen, Antimon und Wismut sind darin nicht enthalten, Silber nur in ganz geringfügiger Menge. Der Bleigehalt ist nicht ungewöhnlich in Metallen des Orients, offenbar ist er auf das benutzte Zinn zurückzuführen. In mitteleuropäischen Bronzen sind die nachgewiesenen Bleimengen fast stets erheblich kleiner. Ob man allerdings daraus ein Unterscheidungsmerkmal für Leitlegierungen ableiten kann, ist nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht ganz klar. Dafür ist aber ein geringfügiger Zinkgehalt u. a. als typisches Merkmal für Metalle aus dem Orient zu werten, wie sich beim Vergleich der bisher vorliegenden Analysen zeigt.

Man könnte nun noch einwenden, daß gerade dieses eine Stück aus Syrien eine besondere Zusammensetzung hat. Auch das ist nicht der Fall. Von C. F. A. Schaeffer sind nämlich, worauf schon eingangs hingewiesen wurde, dankenswerterweise eine Reihe von Metallproben zur Verfügung gestellt worden, die, zusammen mit den bereits bekannten Analysen, schon einen gewissen Überblick über die dort verwendeten Metalle zulassen. Nimmt man dazu noch die Spektralanalysen von Funden aus Byblos, Boghazköi, Tell Halaf und neuere aus Cypern und Mykene²³⁾ und zieht weitere Analysen von den bekannten Chemikern Desch, Sebelien u. a. aus Cypern, Kreta und Ägypten heran, so läßt sich feststellen, daß sich bisher in keinem Falle die Verwendung von silberhaltigen Fahlerzen hat nachweisen lassen. Anders verhält es sich mit den Arsen-Kupferlegierungen, die viel häufiger im Orient auftreten, als bisher bekannt war. Sie haben in verschiedenen Gebieten verschiedene charakteristische Beimengungen, welche gewisse Abgrenzungen ermöglichen, so weit das unsere Analysen erkennen lassen. Nach unserer vorläufigen Übersicht dieser ebenfalls sehr zahlreich vorkommenden Legierungen sind die typischen Arsen-Kupferlegierungen des mitteldeutschen Raumes von denen aus Südeuropa oder aus dem Orient wohl zu unterscheiden. Doch diese Frage soll hier nicht weiter behandelt werden; sie wird an anderer Stelle erörtert. Der Hinweis darauf ist aber notwendig, weil, wie bekannt, viele Stabdolche aus den frühbronzezeitlichen Hortfunden aus diesen Arsen-Kupferlegierungen bestehen.

Wir stellen also abschließend fest, daß die Naumburger Prunkaxt zwar nach fremdem Vorbild, jedoch aus durchaus gebräuchlichem, heimischem und sehr weitverbreitetem Material angefertigt worden ist.

²²⁾ R. S. 6320; Ugaritica II, S. 50, Fig. 18, 38 und S. 63, Fig. 26, 8. — Analysen von bekannten Vergleichsstücken aus anderen Ländern lagen leider nicht vor.

²³⁾ S. Junghans führte solche von Funden aus Boghazköi durch und kontrollierte auch einige Analysen von Funden aus Ugarit.

Tabelle I

Nr.			Kupfer	Zinn	Blei	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	Wismut	Eisen
1	Naumburg, Zungenbarren	56:955 c		0.02	o	0.8	Spur	0.4	0.7	0.01	o
2	Burgstaden, Zungenbarren	45:22 b		0.9	o	0.7	0.04	0.9	0.5	0.008	o
3	Naumburg, Randbeil	56:955 d		o	o	0.8	Spur	0.4	0.8	0.008	o
4	Naumburg, Randbeil	56:955 e		0.2	0.03	0.8	0.1	0.5	0.4	0.01	o
5	Naumburg, Randbeil	56:955 f		o	o	0.6	o	0.4	0.8	0.02	o
6	Naumburg, Randbeil	56:955 g		Spur	Spur	1.1	0.03	0.9	0.6	0.008	o
7	Naumburg, Randbeil	56:955 h		Spur	o	1.2	Spur	1.2	0.7	0.01	Spur
8	Naumburg, Randbeil	56:955 i		o	0.01	0.8	o	0.7	0.9	0.01	o
9	Burgstaden, Randbeil	45:22 c		0.9	o	0.5	0.02	0.6	0.8	0.008	o
10	Burgstaden, Randbeil	45:22 f		0.8	o	0.6	Spur	0.1	0.5	Spur	Spur
11	Lissen, Randbeil	29:55 f		0.8	o	0.7	Spur	0.6	0.6	Spur	o
12	Burgstaden, Zungenbarren	45:22 a	Hauptmenge	3.0	o	0.7	Spur	1.2	0.8	Spur	o
13	Burgstaden, Randbeil	45:22 d		4.0	o	0.6	Spur	0.3	0.4	Spur	o
14	Burgstaden, Randbeil	25:460 b		4.0	o	0.9	0.04	0.2	0.4	Spur	o
15	Burgstaden, Randbeil	25:460 d		3.0	o	0.6	0.05	1.2	0.6	0.08	o
16	Burgstaden, Randbeil	25:460 c		2.5	o	0.7	Spur	1.5	0.4	0.02	o
17	Lissen, Randbeil	29:55 a		2.2	o	1.1	0.01	1.0	0.6	Spur	o
18	Lissen, Randbeil	29:55 b		3.2	Spur	1.1	0.04	0.6	0.6	0.008	o
19	Lissen, Randbeil	29:55 c		3.0	Spur	0.7	0.07	0.4	0.6	Spur	o
20	Lissen, Randbeil	29:55 d		2.2	o	0.6	0.06	0.3	0.6	Spur	o
21	Lissen, Randbeil	29:55 q		3.2	o	0.6	0.07	0.4	0.6	Spur	Spur
22	Lissen, Randbeil	29:55 h		2.0	o	0.3	0.1	0.05	0.05	Spur	0.05
23	Burgstaden, Randbeil	25:460 a		3.2	o	Spur	0.04	Spur	Spur	o	0.1
24	Burgstaden, Ring	45:22 j		o	o	0.01	0.06	o	o	o	o
25	Lissen, Ring	29:55 j		o	o	0.01	0.01	Spur	Spur	Spur	0.3
26	Lissen, Ring	29:55 k		o	o	0.01	0.04	Spur	Spur	Spur	0.2
27	Lissen, Ring	29:55 l		o	o	0.01	Spur	o	o	Spur	0.2

Tabelle 1

Nr.			Kupfer	Zinn	Blei	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	Wismut	Eisen
28	Naumburg, Ring	56:955 l		0.2	Spur	1.0	0.06	0.6	0.5	0.01	0
29	Naumburg, Ring	56:955 m		0.2	0.02	0.8	0.06	1.2	0.9	0.03	0
30	Trebbichau, Ring	IIa 32		0	0	1.1	Spur	0.9	0.9	0.03	Spur
31	Trebbichau, Ring	IIa 36		Spur	0	1.0	Spur	0.8	0.8	0.01	0
32	Trebbichau, Ring	IIa 34		Spur	0	0.9	0.01	0.9	0.8	0.1	0
33	Trebbichau, Ring	IIa 29		0	0	0.9	Spur	0.6	0.6	Spur	0
34	Trebbichau, Ring	IIa 30		0	0	1.1	0	0.9	0.8	0.08	0
35	Trebbichau, Ring	IIa 35		0	Spur	0.8	0.04	1.0	0.9	0.03	0
36	Trebbichau, Ring	IIa 31		0	0	1.4	0	1.0	0.9	0.25	Spur
37	Trebbichau, Ring	IIa 33			Spur	1.5	0	0.9	0.9	0.02	0
38	Trebbichau, Ring	IIa 21		0	0	1.0	0	0.3	0.1	0.08	0
39	Trebbichau, Ring	IIa 23		0	0	0.6	0	0.3	0.3	Spur	0
40	Trebbichau, Ring	IIa 24		0	0	0.7	0	0.3	0.9	0.05	0
41	Trebbichau, Ring	IIa 25		Spur	0	1.0	0	1.5	0.9	0.2	0
42	Trebbichau, Ring	IIa 26		0.03	0	1.1	0	1.9	0.9	0.05	0
43	Burgstaden, Ösenring	45:22 m	Hauptmenge	0	0	1.5	Spur	2.1	1.0	0.2	0
44	Burgstaden, Ösenring	45:22 k		0	0	1.6	Spur	2.5	0.8	0.12	0
45	Burgstaden, Ösenring	45:22 l		0	0	1.5	0	2.2	0.9	0.03	0
46	Burgstaden, Ösenring	25:46oe		0	0	1.4	0	1.5	1.0	0.08	0
47	Lissen, Ösenring	29:55 m		0	0	0.9	0	0.8	0.8	0.1	0
48	Lissen, Ösenring	29:55 p		Spur	Spur	1.1	Spur	1.0	0.9	0.1	0
49	Trebbichau, dicker Ring	IIa 19		0.8	0	0.8	Spur	0.1	0.05	Spur	Spur
50	Trebbichau, dicker Ring	IIa 20		0	0	1.0	0	0.8	0.05	Spur	0
51	Naumburg, Manschette	56:955 j		0.5	Spur	1.0	0.12	0.8	0.7	0.03	0
52	Naumburg, Manschette	56:955 k		Spur	1.5	1.0	Spur	2.0	1.2	0.18	0
53	Naumburg, Füllung	56:955 k	0	0.7	1.0	Spur	0.6	0.6	0.08	0.1	
54	Trebbichau, Manschette	IIa 16	10.0	0.05	1.5	0	1.2	0.3	0.08	Spur	
55	Trebbichau, Manschette	IIa 17	5.0	0.08	0.9	0.06	1.5	0.4	0.05	0	
56	Trebbichau, Ring	IIa 22	3.2	0	0.8	0	0.5	0.2	0.01	0	
57	Lissen, Dolch	29:55 e	7.5	0.06	0.65	0.02	0.5	0.3	0.01	0.05	
58	Naumburg, Prunkaxt	56:955 a	7.0	0.02	1.0	Spur	0.8	0.7	0.04	0	
59	Lissen, Ösenring	29:55 i	0.03	0	0.2	0.12	0	0	Spur	0	
60	Trebbichau, Ring	IIa 28	0.07	0	0.9	0.8	0.5	0.8	Spur	0	
61	Trebbichau, Ring	IIa 27	0.4	0	0.6	0.25	0.3	0.3	Spur	0	
62	Trebbichau, dicker Ring	IIa 18	0.6	0	1.0	1.0	0.4	0.1	0	Spur	
63	Naumburg, Dolchgriff	56:955 b	1.5	Spur	1.2	1.2	0.9	2.5	Spur	0	

Tabelle 2

Nr.		Kupfer	Zinn	Blei	Silber	Nickel	Arsen	Antimon	Wismut	Eisen
	Zungenbarren									
1	Naumburg	97.5	0.02	o	0.8	Spur	0.4	0.7	0.01	o
A	Oberklee [564]	96.0	o	Spur	1.2	Spur	1.5	0.9	0.08	o
2	Burgstaden	96.8	0.9	o	0.7	0.04	0.9	0.5	0.008	o
21	Burgstaden	94.1	3.0	o	0.7	Spur	1.2	0.8	Spur	o
B	Kischlitz [741]	97.0	0.06	Spur	1.8	0.15	0.4	0.4	o	o
C	Schkopau [821]	95.5	0.2	0.08	1.3	0.55	1.0	1.3	0.005	o
	Randbeile									
3	Naumburg	97.5	o	o	0.8	Spur	0.4	0.8	0.008	o
4	Naumburg	97.5	0.2	0.03	0.8	0.1	0.5	0.4	0.01	o
5	Naumburg	97.8	o	o	0.6	o	0.4	0.8	0.02	o
6	Naumburg	97.0	Spur	Spur	1.1	0.03	0.9	0.6	0.008	o
7	Naumburg	96.4	Spur	o	1.2	Spur	1.2	0.7	0.01	Spur
8	Naumburg	97.2	o	0.01	0.8	o	0.7	0.9	0.01	o
D	Wirrwitz [425]	97.3	0.02	Spur	1.3	0.04	0.4	0.7	0.01	o
E	Schießglock [428]	98.8	0.03	Spur	1.3	0.07	0.25	0.4	Spur	o
F	Oberklee [430]	97.7	Spur	Spur	1.2	Spur	0.12	0.8	Spur	o
G	Koserice [567]	98.1	Spur	Spur	0.75	Spur	0.5	0.4	Spur	Spur
H	Unter-Themenau [568]	97.5	Spur	Spur	0.8	Spur	0.9	0.7	Spur	o
I	Saaz [429]	98.0	Spur	Spur	1.0	0.03	0.25	0.6	Spur	o
	Ringe									
28	Naumburg	97.3	0.2	Spur	1.0	0.06	0.6	0.5	0.01	o
29	Naumburg	96.5	0.2	0.02	0.8	0.06	1.2	0.9	0.03	o
30	Trebbichau	97.0	o	o	1.1	Spur	0.9	0.9	0.03	Spur
J	Carsdorf [454]	97.5	o	o	0.8	o	0.6	0.8	0.02	o
K	Packisch [657]	95.5	Spur	Spur	1.4	0.04	1.9	0.9	0.1	o
L	Hoyerswerda [651]	94.4	o	Spur	0.9	o	2.2	1.0	0.3	o
M	Leutwitz [455]	97.0	o	0.04	1.3	Spur	0.6	0.9	0.01	o
N	Gr. Tschernosek [660]	96.0	o	Spur	0.9	Spur	1.8	1.1	0.05	o
	Manschetten									
51	Naumburg	96.4	0.5	Spur	1.0	0.12	0.8	0.7	0.03	o
52	Naumburg	93.7	Spur	1.5	1.0	Spur	2.0	1.2	0.18	o
53	Naumburg, Füllung	96.4	o	0.7	1.0	Spur	0.6	0.6	0.08	0.1
O	Uchtenhagen	95.4	o	o	0.9	o	2.5	0.5	0.2	o
54	Trebbichau	86.5	10.0	0.05	1.5	o	1.2	0.3	0.08	Spur
55	Trebbichau	91.7	5.0	0.09	0.9	0.06	1.5	0.4	0.05	o
P	Griefstedt	89.9	6.0	Spur	1.0	o	2.0	0.5	0.15	o
58	Naumburg, Prunkaxt	89.0	7.0	0.02	1.0	Spur	0.5	0.7	0.04	o
	Dolche									
63	Naumburg	92.2	1.5	Spur	1.2	1.2	0.9	2.5	Spur	o
Q	Spergau, Griff	96.6	0.6	0.02	0.6	1.1	0.1	0.5	0.05	0.5
R	Spergau, Klinge	95.0	0.2	Spur	1.5	1.3	0.5	0.9	Spur	0.15
S	Spergau, Niet	95.0	2.0	o	0.8	1.2	0.3	0.2	Spur	Spur
T	Wildberg [918]	90.0	4.6	0.06	1.1	1.0	1.1	2.0	0.08	o