

Die chemische Zusammensetzung einiger Hortfunde aus der halleschen Gegend

Von H. Otto, Bitterfeld

Mit Taf. XIII—XVII

Bei der Zusammenstellung frühbronzezeitlicher Hortfunde aus der näheren Umgebung von Halle und Merseburg, die sich besonders auf den Fluren um Dieskau häufen, hat M. Jahn¹⁾ auf Grund der typologischen Zusammenhänge und der außerordentlichen Reichhaltigkeit der Funde nachgewiesen, daß in dieser Gegend zur beginnenden Bronzezeit eine straffe Zusammenfassung wirtschaftlicher Kräfte und politischer Machtstellungen vorhanden war und daß dort vielleicht auch ein größeres Kulturzentrum bestanden hat. Über die reinen Formenvergleiche hinaus können aber noch durch erz- und metallkundliche Untersuchungen der aufgefundenen Metallgegenstände zusätzliche Aufschlüsse und weitere Klärungen über den Machtbereich und die alten, vorzeitlichen Handelsverbindungen dieses Kulturmittelpunktes gewonnen werden. Die Behandlung dieser Fragen ist besonders leicht, weil zahlreiche chemische Analysen von den infrage kommenden Funden vorliegen und noch viele andere, typologisch ähnliche und metallkundlich gleich zusammengesetzte Gegenstände als Vergleichsmaterial herangezogen werden können, die ebenfalls analysiert sind. Durch die jahrelang betriebenen Forschungen von W. Witter ist ja die Bestimmung der Herkunft der benutzten Erze und die Ermittlung von Verbreitungsgebieten einzelner Leitlegierungen möglich geworden. Somit liefern uns die metallkundlichen und chemischen Untersuchungen der zusammengebrachten Hortfunde zahlreiche Anhaltspunkte zur Erforschung der technischen Organisation in der Vorzeit. Es ist sehr reizvoll, die typologischen und metallkundlichen Beziehungen genauer zu erfassen, da uns gerade in diesen Hortfunden eine Fülle von formenkundlich verschiedenen Gegenständen überliefert wurden.

Aus folgenden Funden liegen bisher Analysen von Metallgegenständen vor²⁾:

¹⁾ M. Jahn, Ein kultureller Mittelpunkt bei Halle/S. während der frühen Bronzezeit; in *Jahresschrift Halle*, Bd. 34, 1950, S. 81 ff.

²⁾ Die Analysen wurden bereits teilweise veröffentlicht in: W. Witter und H. Otto, Der Hortfund von Dieskau, Saalkreis. Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Gegenstände und der Nachweis der Metallherkunft; in *Jahresschr.* XXIX, 1938, S. 174—179; W.

1. Hortfund I von Dieskau, Saalkreis, Taf. XI (1907 mit Tongefäß gefunden, Museum Halle H. K. 45: 38)
50 Analysen: 14 Stabdolche z. T. mit Nieten, 1 Randleistenbeil, 2 Doppeläxte, 27 Ringe, 2 Spiralen, Spiralröllchen (23 Stück gefunden). Verschollen ist u. a. ein Vollgriffdolch.
2. Hortfund II von Dieskau, Saalkreis, Taf. X,² (1937 mit Tongefäß gefunden, Museum Halle H. K. 37: 18)
11 Analysen: 1 Stabdolch, 1 Doppelaxt (2 Stück gefunden), 6 Randleistenbeile (292 Stück gefunden), 2 Ringe (4 Stück gefunden), 1 Spirale (7 Stück gefunden). Das Gesamtgewicht des Fundes betrug etwa 45 kg³⁾.
3. Hortfund I von Halle-Kanena, Stdtkr. Halle (fr. Kanena, Saalkreis), Taf. XIII—XIV (1923 gefunden, Museum Halle H. K. 23: 188)
1 Analyse: 1 Schleifennadel; es wurden noch eine Doppelaxt, 2 Randleistenbeile und 7 Ringe gefunden.
4. Hortfund II von Halle-Kanena, Stdtkr. Halle (fr. Kanena, Saalkreis), Taf. XV—XVII (1934 mit Tongefäß gefunden, Museum Halle H. K. 34: 305).
1 Analyse: 1 Stabdolch; es wurden noch 48 Randleistenbeile, 9 Ringe und 3 Spiralen gefunden.
5. Hortfund von Bennwitz, Saalkreis (1878 mit Tongefäß gefunden).
3 Analysen: 3 Randleistenbeile (Museum Halle H. K. 5481, Museum Berlin II 11448, Museum Nürnberg V 6286). Es wurden 297 Randleistenbeile im Gesamtgewicht von etwa 100 kg gefunden, die in verschiedene Museen gekommen sind.
6. Hortfund von Schkopau, Kr. Merseburg (1821 gefunden).
2 Analysen: 2 Randleistenbeile (Museum Halle H. K. 7530, Museum Dresden 554). Es wurden 121 Randleistenbeile im Gesamtgewicht von etwa 50 kg gefunden, die ebenfalls in verschiedene Museen gekommen sind.

Die Metallanalysen lassen sich ganz zwanglos in sog. Leitlegierungsgruppen⁴⁾ einordnen, welche erz- und metallkundlich begründet sind und gleichartige Metalle umfassen. Da bei verschiedenen Lagerstätten in den Erzen nur selten genau der gleiche Metallinhalt vorkommt, also die jeweils vorhandenen Elemente sehr verschieden nach Zahl und Menge sind und diese Eigentümlichkeiten auch in die

Witter, Die Ausbeutung der mitteldeutschen Erzlagerstätten in der frühen Metallzeit; in *Mannus-Bücherei* 60, 1938.

³⁾ Der zu dieser Gruppe von Hortfunden gehörige Goldfund von Dieskau aus dem Jahre 1874 (1 Randleistenbeil, 2 Armbänder, 1 Ring im Gesamtgewicht von 605 Gramm Gold, 1 Ring aus goldhaltigem Silber, 30 Gramm schwer) ist nicht untersucht worden.

⁴⁾ H. Otto, Die Anwendung der Spektralanalyse für kulturhistorische Fragen; in *Spectrochimica Acta* 1, 1940, S. 381—399; W. Witter, Über den Stand der Metallforschung (Kupfer und Bronze) im Dienst der Vorgeschichtsforschung; in *Nova Acta Leopoldina* 12, 1943, Nr. 82, 197—214; H. Otto, Über die um 2000 v. Chr. in Europa benutzten Kupferlegierungen; in *Forsch. u. Fortschr.* 24, 1948, S. 153—156.

Analysen

	Fundort	Gegenstand	Kupfer %	Zinn %	Blei %
A. Arsen-					
1	Dieskau I	Stabdolch	92,7	Spur	Spur
2	Dieskau I	Stabdolch	95,2	Spur	Spur
3	Dieskau I	Stabdolch	91,4	0,04	0,07
4	Dieskau I	Stabdolch	94,5	Spur	Spur
5	Dieskau II	Stabdolch	94,6	0,01	Spur
6	Halle-Kanena II	Stabdolch	95,2	0,02	0,04
B. Fahlerzmetalle:					
7	Dieskau I	Ösenring	97,2	0	Spur
8	Dieskau I	Halskette	97,4	0	0
9	Dieskau I	Ring, dick	88,0	8,50	Spur
10	Dieskau I	Ösenring	96,7	0	Spur
11	Dieskau I	Ösenring	94,1	0	Spur
12	Dieskau I	Ring	90,5	6,00	Spur
B. Fahlerzmetalle:					
13	Dieskau I	Spirale	93,6	0,01	Spur
14	Dieskau I	Niet zu Nr. 4	97,2	0,05	Spur
15	Dieskau II	Spirale	96,3	Spur	Spur
16	Dieskau II	Randleistenbeil	87,5	0,03	0,15
17	Schkopau	Randleistenbeil	97,6	0,10	Spur
18	Schkopau	Randleistenbeil	95,5	0,20	0,08
19	Bennewitz	Randleistenbeil	93,6	0,06	0,05
20	Dieskau I	Doppelaxt	86,7	0,50	0,50
21	Dieskau I	Doppelaxt	80,6	13,00	Spur
22	Dieskau II	Doppelaxt	87,6	0,70	0,08
23	Dieskau I	Stabdolch	82,5	12,00	0,07
24	Dieskau I	Ring	93,5	1,60	Spur
25	Dieskau I	Ring	89,6	5,00	Spur
26	Dieskau I	Ring	80,6	12,00	0,06
27	Dieskau I	Glockenniet	85,5	5,00	0,15
28	Dieskau II	Randleistenbeil	97,6	0,90	0
29	Dieskau II	Randleistenbeil	94,6	1,50	Spur
30	Dieskau II	Randleistenbeil	90,2	3,20	0,10
31	Bennewitz	Randleistenbeil	94,7	2,20	Spur
32	Bennewitz	Randleistenbeil	94,0	4,00	Spur

tabelle

Silber %	Gold %	Nickel %	Arsen %	Antimon %	Wismut %	Eisen %	Schwefel %
-------------	-----------	-------------	------------	--------------	-------------	------------	---------------

Kupferlegierungen

0,08	0	0	7,00	0	0,05	0,15	Spur
0,01	0	0	4,60	0	0,01	0,10	—
0,12	0,0008	0	7,60	0,50	0,10	0	—
0,12	0,0040	0,20	4,70	0,30	0,03	0	—
0,14	0,0008	0,14	4,60	0,50	0,008	Spur	0,34
0,09	0	0	3,70	0,70	0,04	0	—

1. Nickelfrei

1,40	0	Spur	0,20	1,00	0,01	0	—
1,00	0	Spur	0,60	0,80	Spur	0	—
1,50	0	Spur	0,60	0,90	0,008	0	0,41
1,10	0	Spur	1,00	0,90	0,05	Spur	—
1,40	0	Spur	3,00	1,00	0,08	0	0,41
1,40	0	Spur	1,10	0,70	Spur	0	0,30

2. Nickelhaltig

1,00	0	1,30	0,80	3,00	0,008	0	—
0,14	0,0003	1,40	0,30	0,90	Spur	0	—
1,40	0	0,50	0,60	0,90	Spur	Spur	—
1,30	0,0003	3,30	1,90	5,50	0,008	0,03	—
1,00	0	0,15	0,25	0,75	0,006	0	—
1,30	0	0,55	1,00	1,30	0,005	0	—
1,60	?	1,10	1,00	2,30	0,005	0	—
1,00	0,0005	1,80	4,20	5,00	0,008	0	—
1,00	0	1,40	1,00	2,70	0,008	0	0
2,50	0	1,45	1,90	5,50	Spur	Spur	0,10
1,80	0	1,25	0,20	1,30	0,10	0,15	Spur
1,90	0,0003	1,30	0,40	1,10	Spur	0	0,10
1,40	0	1,00	1,00	1,30	Spur	0	0,61
1,30	0,0008	1,50	1,50	3,00	0,05	0	0
1,60	0,0003	1,80	1,50	4,00	Spur	0	—
0,30	0	0,50	0,05	0,60	Spur	Spur	0
1,30	0	1,30	0,30	0,80	0	0	—
1,30	0,0005	1,25	1,00	2,70	Spur	0	—
1,20	0	0,20	0,60	0,80	0,10	0	—
0,30	0	0,45	0,20	0,80	0,008	0	—

erschmolzenen Metalle übergehen, ist damit ein Weg zur Bestimmung der Herkunft gegeben. Es ist jedem Metallfachmann bekannt, daß man aus der Zusammensetzung der Metalle mit größter Sicherheit die Erze ermitteln kann, die zur Erzeugung der Metalle dienten und daß man auch den eingehaltenen Bearbeitungsgang damit erschließen kann.

Von den 68 Analysen aus den genannten Hortfunden gehören 66 Stück zwei voneinander verschiedenen Metalltypen an, deren ausgedehnte Anwendung und weite Verbreitung erst in den letzten 15 Jahren nachgewiesen wurde. Es handelt sich vor allem um Arsen-Kupferlegierungen und sogenannte Fahlerzmetalle, die erhebliche Mengen Silber, Nickel, Arsen und Antimon enthalten und in denen auch gelegentlich größere Zinngehalte auftreten. Im Gegensatz zu den üblichen Vorstellungen über die benutzten Metalle in der ersten Periode der Bronzezeit liegen also keine reinen Zinn-Kupferlegierungen vor; schon allein deswegen ist ein Vergleich und ein genaueres Eingehen auf diese Abweichungen notwendig. Im Einzelnen verteilen sich die Analysen auf die beiden Metallgruppen wie folgt:

A. Arsen-Kupferlegierungen (mit 4—8 % Arsen), 15 Analysen.

B. Fahlerzmetalle

1. Mit Silber — Arsen — Antimon (bis 1,5 % Silber, bis 3 % Arsen, bis 2 % Antimon). Drei von diesen Analysen enthalten außerdem noch 3—8 % Zinn, 15 Analysen .

2. Mit Silber — Nickel — Arsen — Antimon (etwa 1,5 % Silber, 1,5 % Nickel, 1 % Arsen, 1—5,5 % Antimon). 26 Analysen enthalten noch Zinngehalte, die teilweise bis 13 % ansteigen, 36 Analysen⁵⁾.

An Hand von einigen charakteristischen Analysen sollen nun die aufgefundenen metallurgischen Verhältnisse näher erörtert werden. Für die Tabelle wurden typische Analysenbeispiele aus jeder Leitlegierungsgruppe ausgewählt; die übrigen, bei den einzelnen Gruppen nicht besonders angeführten Analysen aus halleschen Hortfunden und die zum Vergleich aufgezählten Gegenstände anderer Funde entsprechen in allen Einzelheiten genau diesen Beispielen. Eine gleiche Herkunft dieser Metalle ist also für jede dieser besprochenen Gruppen aus den erwähnten lagerstättenkundlichen Gründen gesichert. Es sollte eigentlich hier nicht nochmals ausdrücklich betont werden, daß auch wirklich gleichartige

⁵⁾ Die Schleifennadel aus dem Hortfund I von Halle—Kanena enthält 2 % Zinn und kleine Mengen Silber, Antimon und Wismut. Das Metall dazu ist offenbar aus einem zinnhaltigen Kupfererz erschmolzen worden. Eine absichtliche Zinnzumischung kann nicht angenommen werden; allenfalls könnte man nach den Versuchen von W. Witter an einen kleinen Zusatz von angereichertem Zinn erz zum schmelzenden Kupfer denken. — Das Randleistenbeil aus dem Hortfund I von Dieskau enthält 14 % Zinn und 0,16 % Arsen, außerdem kleine Mengen Blei, Silber und Nickel. Ob es zur Gruppe zinnhaltiger Arsen-Kupferlegierungen gehört, die ebenfalls in größerer Menge bekannt sind, ist nicht sicher.

Metalle zusammengefaßt worden sind. Immer wieder erweist es sich aber als notwendig darauf hinzuweisen, daß die Einteilung in Leitlegierungen auf natürlichen lagerstättenkundlichen Gegebenheiten beruht und daß dieser direkte Weg eindeutig zur Erschließung der Herkunft der Metalle mit exakt naturwissenschaftlichen Methoden führt. Bisher ist nur sehr selten bei der typologischen Analyse auch auf die Zusammensetzung des Werkstoffes eingegangen worden, aus dem die Gegenstände hergestellt wurden. Die Vernachlässigung der technologischen Hinweise führt aber bei der Einstufung allein nach der Form zu falschen Schlüssen⁶⁾. Das Urteil des Metallfachmannes ist somit auch bei der Interpretierung der formkundlichen Zusammenhänge nicht mehr abzulehnen, sondern muß berücksichtigt werden: Gleiche Zusammensetzung der Metalle, gleiche benutzte Erze, gleiche Herkunft der Erze, gleiche technologische Bearbeitungsgänge!

Sämtliche analysierten Stabdolche (vgl. Analysen Nr. 1—6) der oben genannten Hortfunde sind bis auf einen (Analyse Nr. 23), der auch eine abweichende Form besitzt, aus Arsen-Kupferlegierungen angefertigt worden. Es ist eigentümlich, daß nur für die Herstellung von Stabdolchen und sonst für keine anderen Gegenstände der halleschen Hortfunde diese Legierungen benutzt wurden.

Vier Stabdolche des Hortfundes Dieskau I bestehen aus einer Arsen-Kupferlegierung (mit 4,6 ‰, 4,6 ‰, 6,0 ‰ und 7,0 ‰ Arsen, vgl. Analysen Nr. 1 und 2), die mit einem verhältnismäßig reinen Kupfer als Grundmetall hergestellt wurde. Durch ihre Reinheit und dadurch, daß sie fast stets goldfrei sind, unterscheiden sich diese Metalle deutlich von der folgenden Gruppe. Eine gleiche Zusammensetzung fanden wir auch bei einer Reihe typologisch gut bekannter Funde wie bei den Dolchen von Bygholm (0,3 ‰ Arsen), El Argar (1,0 ‰ Arsen), Alcalá (1,2 ‰ Arsen) und Remedello (7,8 ‰ Arsen). Ferner sind zahlreiche Flachbeile mit frühen Formen in dieser Gruppe bekannt.

Aus einer anderen Arsen-Kupferlegierung, die im Gegensatz zu der eben angeführten fast stets geringe Goldgehalte und auch noch andere Beimengungen enthält, sind weitere neun Stabdolche von Dieskau I (4,2—7,6 ‰ Arsen, Analysen Nr. 3 und 4), je ein Stabdolch von Dieskau II (4,6 ‰ Arsen, Analyse Nr. 5) und Halle-Kanena II (3,7 ‰ Arsen, Analyse 6) hergestellt worden. Stabdolchklingen aus gleichem Material kennen wir noch aus der näheren Umgebung von Halle (vom Jägerberg in Halle mit 3,0 ‰ Arsen und von Merseburg mit 4,2 ‰ Arsen) und zwei Stück aus dem bekannten Hortfund von Groß-Schwechten⁷⁾ (3,0 ‰ und 3,9 ‰ Arsen).

⁶⁾ Flachbeile z. B. aus typischen reinen Zinn-Kupferbronzen können, abgesehen von leicht erkennbaren Zufallstreffern, nach unseren heutigen Kenntnissen über die vorgeschichtliche Metallverarbeitung zeitlich nicht mehr in die Periode I der mitteleuropäischen Bronzezeit eingeordnet werden, sondern müssen jünger sein!

⁷⁾ K. S c h w a r z ; in Jahresschrift Halle, Bd. 33, 1949, S. 74—75, Taf. XII—XIII mit weiteren Schrifttumsangaben.

Technologisch gehören beide Metallgruppen, deren Arsengehalte nach unseren Analysen bei etwa 8% wahrscheinlich aus metallkundlichen Gründen ein Ende finden, zusammen. Eine zufällige Erzeugung der Arsen-Kupferlegierungen mit hohen Arsengehalten etwa durch einfaches Ausschmelzen arsenhaltiger Kupfererze kann nicht angenommen werden. Dafür sind die Legierungen zu gleichmäßig zusammengesetzt und bevorzugt für die Anfertigung ganz bestimmter Gegenstände benutzt worden. Es kommt daher nur eine absichtliche Herstellung vielleicht durch Zusatz arsenhaltiger Kupfererze oder Arsenerze zum schmelzenden Kupfer in Frage. Angestellte Versuche haben bewiesen, daß z. B. das gediegen vorkommende Arsen, das Mineral Scherbenkobalt, vom schmelzenden Kupfer sehr leicht aufgenommen wird und daß man es so ohne Schwierigkeiten und mit ganz gering aufzuwendenden Mitteln durchaus in der Hand hatte, einfach durch Zugabe bestimmter Mengen von Arsenerzen Legierungen herzustellen, die eine gleiche Zusammensetzung besaßen und damit auch die gleichen gewünschten Eigenschaften aufwiesen. Solche Metalle ergeben nämlich sehr gute und dichte Gußstücke, weil das Arsen u. a. auch den schädlichen Sauerstoff im Kupfer entfernt. Arsenlegierungen sind weich nach dem Gießen, sie bleiben es auch nach dem Schmieden in der Hitze. Allein durch anhaltendes Hämmern und Schmieden in kaltem Zustande erreichen sie eine Härte, die derjenigen der später ausschließlich benutzten reinen Zinn-Kupferbronzen entspricht. Legierungen mit höheren Arsengehalten haben ferner eine ähnliche helle Farbe wie manche Bronzen.

Arsenerze und arsenhaltige Kupfererze treten nur an bestimmten Stellen in Mitteleuropa auf. Aus lagerstättenkundlichen Gründen läßt sich die Herkunft der benutzten Erze aus dem Vorlande des Erzgebirges erschließen, was W. Witter mehrmals ausführlich begründet hat. Besonders kommt die Gegend um Zwickau und Ölsnitz in Betracht, wo es gediegenes Kupfer mit Arsengehalten gab, wo arsenhaltige Kupfererze, die goldhaltig sind, vorkommen — die Goldgehalte finden sich z. B. in der zweiten Gruppe der genannten Arsen-Kupferlegierungen wieder — und wo reine Arsenerze in erheblichen Mengen auftraten. Die Ermittlung der Herkunft dieser Erze ist eindeutig, und das Herstellungsgebiet derartiger Legierungen kann selbstverständlich nur in Gegenden liegen, in denen auch die lagerstättenkundlichen Grundlagen dafür gegeben sind. An zwei Stellen auf der Erde ist bisher eine ausgedehnte Benutzung von Arsen-Kupferlegierungen nachgewiesen worden: in Mitteleuropa und im Corocoro-Gebiet Südamerikas. Im letzteren Gebiet sind aber die Erze erst einige Jahrtausende später als in Mitteleuropa ausgebeutet worden. In beiden Fällen liegen ähnliche lagerstättenkundliche Bedingungen vor, die zu einer gleichen metallurgischen Entwicklung geführt haben.

Aus nickelfreien Fahlerzmetallen sind ebenso viele Fundstücke angefertigt worden, wie aus Arsen-Kupferlegierungen. Die Metalle enthalten kein Gold, sie sind zinnfrei und können in zwei verschiedene Typen unterteilt werden: in der

einen ist mehr Antimon und in der anderen mehr Arsen vorhanden. Die erste Gruppe enthält im Durchschnitt etwa 0,7—1,4 % Silber, 0,2—0,6 % Arsen und 0,8—1,0 % Antimon. Daraus sind drei Ösenringe und die Röllchen der Halskette von Dieskau I (Analysen Nr. 7 und 8) hergestellt worden. Unter unseren vielen Analysen haben wir allerdings nur sehr wenig Ösenringe in dieser Leitlegierungsgruppe nachweisen können. Bemerkenswert ist aber noch, daß auch ein untersuchter Spangenbarren aus dem benachbarten Hortfund von Schkeuditz ebenfalls aus diesem Metall besteht. Zwei dicke Ringe von Dieskau I gehören auch zur Gruppe der nickelfreien Fahlerzmetalle mit mehr Antimon als Arsen, sie enthalten aber außerdem noch größere Mengen Zinn (6,0—8,5 % Zinn, 1,1—2,3 % Silber, 0,3—0,6 % Arsen, 0,6—1,6 % Antimon; vgl. Analyse Nr. 9). Von diesen zinnhaltigen Legierungen kennen wir zahlreiche Vergleichsstücke aus mitteldeutschen Funden. So bestehen daraus ein Niet des Dolchstabes von Leubingen (mit 6 % Zinn), der auch zeitlich der gleichen typologischen Stufe wie die Hortfunde angehört, der Stabdolch von Giebichenstein (mit 9,1 % Zinn) und 16 Randleistenbeile des großen Hortfundes von Carsdorf (mit 1,1—7,0 % Zinn).

Die andere Gruppe der nickelfreien Fahlerzmetalle, die mehr Arsen als Antimon enthält (0,7—1,6 % Silber, 1,0—3,0 % Arsen, 0,9—2,0 % Antimon), unterscheidet sich ganz deutlich von den eben genannten Legierungen; sie ist typisch für Ösenringe. Allein 7 Ösenringe von Dieskau I (Analysen Nr. 10 und 11) bestehen daraus. Zahlreiche andere Ösenringe dieser Zusammensetzung kennen wir z. B. von den Hortfunden Carsdorf, Packisch, Kr. Liebenwerda und Oberklee. Auch aus dem bereits genannten Hortfund von Schkeuditz gehören drei Ringe und ein Spangenbarren hierher. Außerdem wurde ein Griffdolch (von Stubbendorf, Mecklenburg) in dieser Gruppe nachgewiesen. Dieses Metall ist ebenfalls mit Zinnzusätzen verwendet worden. Aus den halleschen Hortfunden kennen wir allerdings nur ein Stück, einen Ring von Dieskau I (Analyse Nr. 12), der hierher gehört. Zinnhaltige Legierungen dieser Art sind aber sonst weit verbreitet. Als Beispiele seien ein Ösenring und 8 Randleistenbeile des Hortfundes von Carsdorf (3,3—8,0 % Zinn), ein Ösenring von Schkeuditz, einige Stabdolche mit gegossenem Stielansatz aus Mecklenburg (13,0—15,0 % Zinn) genannt. Auch ein Randleistenbeil (mit 9,0 % Zinn) von Osmünde, Saalkreis, das zusammen mit einem Noppenring aus Gold gefunden wurde, gehört hierher. Es sei noch darauf hingewiesen, daß in den beiden nickelfreien Fahlerzgruppen keine Randleistenbeile aus halleschen Hortfunden auftreten.

Mehr als die Hälfte der analysierten Gegenstände besteht aus nickelhaltigen Fahlerzmetallen etwa folgender Zusammensetzung: 0,3—2,5 % Silber, 0,15—3,3 % Nickel, 0,2—4,2 % Arsen, 0,7—5,5 % Antimon. Die Legierungen enthalten im Gegensatz zur nickelfreien Gruppe häufig Gold und sind nie zinnfrei. Schwach zinnhaltige Metalle (unter 0,2 % Zinn) wurden anscheinend weniger benutzt. Wir kennen bis jetzt als Beispiele einen Ring, ein Stück Blech für einen

Stabdolchschaftschuh, eine Spirale (Analyse Nr. 13) und einen Niet (Analyse Nr. 14) der Stabdolchklinge Analyse Nr. 4 des Hortfundes Dieskau I, ferner eine Spirale (Analyse Nr. 15), ein Randleistenbeil (Analyse Nr. 16) des Hortfundes Dieskau II, zwei Randleistenbeile aus Schkopau (Analysen Nr. 17 und 18) und ein Randleistenbeil von Bennewitz (Analyse Nr. 19). Ähnliche Beispiele von Funden aus der näheren Umgebung Halles sind kaum bekannt; das gleiche Material ist aber z. B. für einen Niet des Hortfundes von Groß-Schwechten und für einen Dolch von Adlerberg b. Worms benutzt worden.

Sehr viele Funde aus nickelhaltigen Fahlerzmetallen weisen größere Zinnmengen auf, die gelegentlich bis 15 % Zinn ansteigen können. Zu dieser Leitlegierungsgruppe gehören zwei Doppeläxte (Analysen Nr. 20 und 21), 12 Ringe (Analysen Nr. 24 bis 26), eine Spirale, ein Glockenniet (Analyse Nr. 27), ein Stabdolch mit drei kleinen Nietlöchern (Analyse Nr. 23) von Dieskau I; eine Doppelaxt (Analyse Nr. 22), 5 Randleistenbeile (Analysen Nr. 28—30), zwei Ringe von Dieskau II und zwei Randleistenbeile (Analyse Nr. 31 und 32) von Bennewitz. Metalle mit höheren Zinngehalten wurden, nach unseren Analysen zu urteilen, häufiger verwendet, z. B. für die Doppelaxt von Eilenburg (4,5 % Zinn), für die Stabdolche von Drobitz (9,0 % Zinn), Schmöckwitz (4,9 % Zinn), Groß-Schwechten (9,0 und 10,0 % Zinn) und für Glockenniete zu den Stabdolchen von Groß-Schwechten (0,5 und 12 % Zinn). Außerdem sind daraus zwei Randleistenbeile (3,0 und 5,5 % Zinn) und ein Ring (2,0 % Zinn) des Hortfundes von Carsdorf hergestellt worden. Die Verwendung von Blech und Nieten aus Fahlerzmetallen zur Verzierung der Stabdolche aus Arsen-Kupferlegierungen beweist, daß auch wirklich die verschiedenen Leitlegierungen nebeneinander benutzt wurden und offenbar zweckentsprechend verarbeitet worden sind; ein deutlicher Beweis für die bereits hochstehende technische Entwicklung der Kupfermetallurgie!

Silberhaltige Fahlerze, die arsen- und antimonhaltig sind, kennt die Lagerstättenkunde mit dieser charakteristischen Zusammensetzung nur aus dem reichen Erzrevier von Saalfeld, wo noch vor 200 Jahren ein ausgedehnter Bergbau auf Kupfer umging. Damals wurde auch das silberhaltige Fahlerz des Silbergehaltes wegen besonders abgebaut. Nur von dort sind zinnhaltige und nickelhaltige Erze bekannt, die gemischt mit Fahlerzen auftreten, und in Mitteldeutschland sind auch die meisten der daraus erzeugten Metalle nachgewiesen worden. Aus Mangel an modernen Vergleichen können wir uns jedoch kein genaueres Bild über die Ereschmelzung und Verarbeitung derartig verwickelt zusammengesetzter Legierungen machen, die heutzutage nur als Speisen betrachtet würden. Von Gußkuchenfunden her wissen wir aber, daß die Rohmetalle mehrere Male umgeschmolzen worden sein müssen, vielleicht unter Zuschlag von Kupferkies oder ähnlichen Erzen, da die im ersten Schmelzgang erzeugten Rohmetalle nicht für Schmiedezwecke geeignet sind. Man hat aber bestimmt absichtlich vor allem schmiedbare

Legierungen hergestellt, was besonders gut auch für den Laien an den ausgeschmiedeten Enden der Ösenringe erkennbar ist. Der Nickelgehalt muß ebenfalls auf einen absichtlichen Zusatz von Nickelerzen oder eine absichtliche Verwendung von Nickelerz-Fahlerzgemischen zurückgeführt werden, denn sonst könnte man die Auffindung von vielen hundert gleichartigen Legierungen nicht erklären. Es sei ferner nochmals darauf hingewiesen, daß die an sich schon sehr verwickelt zusammengesetzten Fahlerzmetalle auch noch mit Zinnzusätzen verwendet wurden. Die Erzschnelzer und Metallhandwerker der beginnenden Bronzezeit müssen demnach ausgezeichnete Fachleute gewesen sein; sogar heute noch mit unseren zahlreichen Hilfsmitteln würde es nämlich außerordentlich schwer sein, jede dieser vorgeschichtlichen Legierungen so zu bearbeiten, wie es die technischen Eigenschaften erfordern würden. Es wird bei der Beurteilung der Metalltechnik zur beginnenden Bronzezeit allgemein viel zu wenig beachtet, welche Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der verschiedenen Metallsorten vorhanden waren und wie viele Erfahrungen erst haben gesammelt werden müssen, ehe man eine dem Stoff entsprechende Technik bei der Erschmelzung und weiteren Verarbeitung der einzelnen Metallsorten gefunden hatte.

Aus den vorliegenden zahlreichen Analysen von Metallgegenständen halleischer Hortfunde können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Zur Anfertigung der Gegenstände aus den eingangs aufgeführten Hortfunden um Halle wurden nur Arsen-Kupferlegierungen und Fahlerzmetalle benutzt. Reine Zinn-Kupferbronzen fehlen.
2. Alle untersuchten Stabdolche sind bis auf einen, der auch eine abweichende Form besitzt, aus Arsen-Kupferlegierungen hergestellt worden.
3. Die Ösenringe bestehen aus nickelfreien Fahlerzmetallen.
4. Für die Herstellung der Doppeläxte wurden zinnhaltige, nickelführende Fahlerzmetalle benutzt.
5. Randleistenbeile treten nur in nickelhaltigen Fahlerzmetallgruppen auf. Einige von ihnen enthalten nur sehr geringe Mengen Zinn.
6. Die Arsen-Kupferlegierungen und die benutzten Fahlerze stammen aus dem Vorlande des Erzgebirges und aus den Erzrevieren um Saalfeld. Sie sind also nicht von weiterher eingeführt worden.

Die analytische Untersuchung der sechs großen frühbronzezeitlichen Hortfunde aus der Umgebung von Halle hat also ergeben, daß für die Herstellung der Gegenstände sämtlicher Hortfunde gleichartige Metalle benutzt wurden, die aus gleichen Erzeugungsgebieten stammen müssen. Wenn auch die Erzherkunft für zwei verschiedene Gebiete erschlossen worden ist, so läßt sich aber aus der mehrmals nachgewiesenen Verwendung beider Metallgruppen an einem Fundstück eindeutig eine diese Legierungen gemeinsam verarbeitende Werkstätte erschließen. Aus der Einheitlichkeit der Metalle kann man außerdem auch eine mehr oder weniger gleichzeitige Anfertigung der verschiedenen Gegenstände ableiten. Da

die Metallerzeugungsstätten nicht allzu weit von den Fundorten der vergrabenen Schätze liegen, ist es auch leicht erklärlich, daß zentnerweise die Metallgegenstände in das benachbarte Kulturzentrum wanderten. Sie müssen für den Besitzer in der frühen Bronzezeit einen großen Wert dargestellt haben.

Offenbar mit der gewaltsamen Zerstörung der mitteldeutschen Machtzentren in dieser Zeit, deren Vorboten bereits in dem massenweisen Vergraben der Metallschätze fühlbar sind, findet eine vollständige Umstellung in der Metalltechnik statt. Es werden neue Erzvorkommen erschlossen, die Handelsbeziehungen verlagern und erweitern sich, und die Entwicklung der Metallurgie führt zu der alleinigen Benutzung von Zinn-Kupferbronzen weiter, durch welche die gesamte spätere Bronzezeit beherrscht wird, während die Arsenlegierungen und die Fahl-erzmetalle mitsamt ihren Erzrevieren der Vergessenheit anheim fallen. Und gerade deshalb bilden die halleschen Hortfunde außer ihrer eigenartigen Schönheit der Formen auch in metallkundlicher Hinsicht ein dauerndes Zeugnis für den ersten Höhepunkt der Metalltechnik in der beginnenden Bronzezeit!

Es bleiben gewiß noch viele Fragen offen; besonders die Zusammenhänge zwischen den typologisch-chronologisch und metallkundlich erschlossenen Tatsachen und auch z. B. die Stabdolchfrage müßte noch einmal in diesem Zusammenhange überprüft werden. Sie lassen sich aber nur durch gemeinsame Arbeit zwischen Metallfachmann und Vorgeschichtler einer Lösung näher bringen und sie haben wenig Aussicht auf eine ausreichende Klärung, wenn beide Fachrichtungen für sich nebeneinander arbeiten. Nur gemeinsame Forschungen führen hier weiter und können die bestehenden Schwierigkeiten in der Deutung und Auswertung der gefundenen Tatsachen überbrücken.

