

Berliner Beiträge zur Archäometrie	Band 11	Seite 5 – 12	Berlin 1992
------------------------------------	---------	--------------	-------------

Metallanalysen von Luristan-Waffen

JOSEF RIEDERER, Rathgen-Forschungslabor, Schloßstr. 1a, 1000 Berlin 19

Zusammenfassung

Aus dem Deutschen Klingensmuseum in Solingen wurden 45 Dolche und Schwerter aus Luristan analysiert. Die Objekte lassen sich sieben Gruppen unterschiedlicher Herkunft und unterschiedlicher Datierung zuordnen. Alle untersuchten Objekte bestehen aus Zinnbronzen, und nur vereinzelt treten Bleigehalte bis zu 2 % auf. Die Zinngehalte liegen vorwiegend im Bereich von 7 – 12 %. Zinnärmere Objekte sind selten. Vereinzelt wurde Kupfer verwendet. In einzelnen Gebieten, etwa in Aserbeidschan, liegt der Zinngehalt konstant bei 9 %. Die Spurenelementgehalte finden sich in dem für Bronzen üblichen Bereich. Arsen, das in Bronzen der frühen Kulturen dieses Gebietes in Konzentrationen von einigen Prozenten vorliegen kann, erreicht bei den Waffen aus Luristan maximal 0,8 %. Betrachtet man die einzelnen Objektgruppen, so lassen sich bei den meisten charakteristische Merkmale erkennen. Objekte von Amlash zum Beispiel zeichnen sich durch hohe Zinngehalte sowie relativ hohe Konzentrationen von Arsen und Eisen aus. Die Schwerter von Mazendaran sind dagegen arm an Arsen, Antimon und Nickel bei gleichzeitig recht hohen Zinngehalten. Von den Analysen der Schwerter und Dolche aus Luristan wurden Mittelwerte gebildet und mit den Mittelwerten von Analysen anderer Luristan-Sammlungen verglichen. Die Übereinstimmung ist sehr gut, und die Abweichung der Einzeldaten vom Mittelwert ist relativ gering, so daß es sich bei der in Luristan verwendeten Bronze um einen recht einheitlichen Werkstoff handelt.

Abstract

From the Deutsche Klingensmuseum in Solingen a series of daggers and swords has been analyzed. These objects can be classified into seven groups of different origin. All objects consist of a tin bronze which only rarely contains lead up to 2 %. The concentrations of tin are found first of all in a range between 7 – 12 %. Objects with low amounts of tin are rare. Also copper was not used frequently. In some regions, like Aserbeidschan the concentration of tin is quite constantly close to 9 %. The trace elements are found in the range of usual concentrations of bronzes. Arsenic which goes up to some percents in objects from the early cultures of this region, does not exceed 0,8 % in Luristan bronzes. Most of the seven groups are characterized by peculiar features. Weapons from Amlash for instance show high amounts of tin and high concentrations of arsenic and iron too. The swords from Mazendaran on the contrary are relatively poor in arsenic, antimony and nickel, while the concentration of tin is high. From the analytical data of the swords and daggers average values have been calculated and compared with average values of the analysis of other Luristan collections. There is a high coincidence and the single values do not differ much from the averages, thus showing that for Luristan bronzes a relatively homogeneous material was used.

In der Entwicklung der antiken Metalltechnik nehmen die Erzeugnisse der Bronzezießer Luristans eine wichtige Stellung ein. Trotzdem liegen über die Art der verwendeten

ten Legierungen bisher nur sehr knappe Informationen vor. Aus dem reichhaltigen Material in deutschen Museen wurde deshalb als erstes die umfassende Sammlung von Schwertern und Dolchen des Deutschen Klingenmuseums in Solingen ausgewählt, um an einem Komplex definierter Objekte Erfahrungen über die Zusammensetzung von Luristanbronzen zu sammeln. 45 Objekte dieser Sammlung wurden analysiert.

Die Waffen aus Luristan im Deutschen Klingenmuseum sind in dem von Haedeke (1982) herausgegebenen Führer durch die Ausstellung aufgeführt und kurz charakterisiert. Für den größten Teil der Waffen wird eine Herstellung im 8. – 6. Jh. v. Chr. angenommen, einzelne Stücke stammen aus der Zeit um 1000 v. Chr. oder dem späten 2. Jt. v. Chr.

Die Analysen sind in der folgenden Tabelle chronologisch und nach Herkunftsgebieten geordnet aufgeführt. Innerhalb der einzelnen Gruppen sind die Objekte nach steigenden Zinngehalten geordnet, um Ähnlichkeiten der Zusammensetzung zu verdeutlichen. Die genauen Angaben zu den einzelnen Objekten finden sich im Anschluß an die Analysentabelle.

		Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Ag	Sb	As	Bi	Co
A.												
1.	57.244	90,59	8,48	0,182	0,002	0,12	0,26	0,02	0,04	0,25	<0,025	0,048
2.	61.35	90,69	8,85	0,212	0,002	0,11	0,02	0,11	<0,01	<0,05	<0,025	<0,005
3.	59.27 (G)	89,36	10,53	<0,025	<0,001	0,06	<0,005	0,05	<0,01	<0,05	<0,025	<0,005
	59.27 (K)	90,08	9,78	<0,025	<0,001	0,10	<0,005	0,04	<0,01	<0,05	<0,025	<0,005
4.	68.15	88,67	11,23	<0,025	<0,001	0,07	<0,005	0,03	<0,01	<0,05	<0,025	<0,005
B.												
5.	77W23 (G)	93,43	5,25	0,485	0,002	0,02	0,09	0,04	0,30	0,38	<0,025	0,0072
	77W23 (K)	94,46	4,54	0,213	0,001	0,22	0,07	0,05	0,07	0,35	<0,025	0,012
6.	61.38	90,03	9,00	0,091	0,008	0,44	0,02	0,07	0,02	0,32	<0,025	0,010
7.	67.29	90,09	9,06	0,068	0,002	0,09	0,06	0,05	0,03	0,51	<0,025	0,028
8.	82W3	89,49	9,44	0,405	0,044	0,05	0,05	0,07	0,15	0,29	<0,025	0,014
9.	69W9 (G)	89,61	9,50	0,692	0,005	0,06	0,04	0,07	0,02	<0,05	<0,025	<0,005
	69W9 (K)	89,36	8,73	1,62	0,010	0,10	0,05	0,09	0,04	<0,05	<0,025	<0,005
C.												
10.	59.71	88,61	10,17	1,01	<0,001	0,06	0,03	0,104	0,02	<0,05	<0,025	<0,005
11.	59.145 (G)	88,93	10,58	0,284	<0,001	0,02	0,01	0,16	0,02	<0,05	<0,025	<0,005
	59.145 (K)	89,14	8,22	2,09	<0,001	0,21	0,01	0,12	0,03	0,18	<0,025	<0,005
12.	62.107	87,24	11,38	1,03	0,011	0,04	0,02	0,07	0,15	0,05	<0,025	0,0067
13.	61.134	87,44	12,14	0,204	<0,001	0,18	0,01	0,03	<0,01	<0,05	<0,025	<0,005
D.												
14.	62.36	90,82	8,07	0,239	0,002	0,09	0,15	0,07	0,03	0,52	<0,025	0,011
15.	59.73	89,57	9,50	0,202	0,002	0,10	0,07	0,01	0,02	0,47	<0,025	0,049
16.	72W8 (G)	88,02	11,14	0,300	0,018	0,19	0,05	0,05	0,04	0,18	<0,025	0,0082
	72W8 (K)	91,47	5,81	1,67	<0,001	0,13	0,06	0,03	0,14	0,69	<0,025	<0,005
E.												
17.	63.97	91,42	7,95	0,026	0,004	0,18	0,03	0,01	0,03	0,34	<0,025	0,0065
18.	68.20 (G)	87,71	10,86	0,395	0,005	0,20	0,07	0,10	0,18	0,45	<0,025	0,029
	68.20 (Kn)	86,18	11,81	1,14	0,005	0,07	0,05	0,05	0,04	0,63	<0,025	0,023
19.	63.48	87,23	11,50	0,436	<0,001	0,12	0,04	0,05	0,03	0,59	<0,025	0,010

	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Ag	Sb	As	Bi	Co	
F.												
20.	68.8	97,56	2,03	0,272	0,001	0,10	0,01	0,01	0,05	<0,025	0,0061	
21.	56.10	94,54	4,72	0,294	0,002	0,07	0,09	0,02	0,04	<0,025	0,016	
22.	61.33	91,19	6,92	1,31	<0,001	0,11	0,19	0,02	0,05	<0,025	0,015	
23.	62.38	90,37	9,23	0,037	0,001	0,07	0,02	0,01	0,04	<0,025	<0,005	
24.	56.169	88,99	9,94	0,262	<0,001	0,12	0,25	0,06	0,06	0,29	<0,025	0,032
25.	59.32	89,05	10,35	0,155	<0,001	0,10	0,03	0,04	0,02	0,26	<0,025	<0,005
26.	57.73	83,45	15,91	0,182	<0,001	0,07	0,11	0,02	0,02	0,21	<0,025	0,017
27.	59.97	80,36	18,63	0,131	0,028	0,13	0,02	0,02	0,02	0,61	<0,025	0,051
G.												
28.	56.9	88,37	< 0,20	0,025	0,006	4,04	1,14	0,03	0,19	6,19	<0,025	0,037
29.	58.105	97,85	< 0,20	0,052	0,001	0,13	0,05	0,16	0,09	1,66	<0,025	<0,005
30.	72W9	93,90	0,28	0,364	0,010	0,03	0,04	0,04	5,02	0,33	<0,025	<0,005
31.	59.10	93,27	5,68	0,762	0,003	0,03	0,07	0,02	0,03	0,11	<0,025	0,013
32.	64.80	91,03	7,28	1,39	0,005	0,16	0,01	0,07	<0,01	<0,05	<0,025	<0,005
33.	55.166	92,37	7,40	<0,025	<0,001	0,19	0,01	0,01	0,02	0,05	<0,025	<0,005
34.	62.53	90,76	7,98	0,477	0,002	0,22	0,10	0,01	<0,01	0,40	<0,025	0,041
35.	63.46	90,55	8,16	0,573	0,064	0,05	0,05	0,05	0,10	0,39	<0,025	0,012
36.	64.42	90,14	8,33	0,162	<0,001	0,19	0,27	0,07	0,02	0,79	<0,025	0,022
37.	56.168	90,93	8,79	0,088	<0,001	0,16	<0,005	0,01	0,02	<0,05	<0,025	<0,005
38.	62.51	89,80	9,40	<0,025	0,002	0,18	0,28	<0,005	<0,01	0,31	<0,025	0,015
39.	62.108	88,66	10,02	0,100	<0,001	0,09	0,14	0,15	0,04	0,79	<0,025	<0,005
40.	67.31	89,32	10,08	0,078	0,002	0,23	0,06	0,03	0,03	0,15	<0,025	0,024
41.	L.37	89,05	10,34	0,060	<0,001	0,08	0,04	0,01	0,03	0,39	<0,025	<0,005
42.	62.147	88,24	11,02	0,050	0,002	0,21	0,03	0,01	0,04	0,39	<0,025	0,013
43.	63.100	88,12	11,19	0,068	0,002	0,11	0,06	0,02	0,03	0,38	<0,025	0,021
44.	69W14 (K)	86,28	12,03	0,070	0,002	<0,01	0,06	0,02	0,07	1,47	<0,025	<0,005

A. Frühe Dolche und Schwerter

1. Rahmengriffdolch von Tepe Gian, Kassiten Dynastie, um 1500 – 1200 v. Chr.
2. Kurzsword, Aserbeidschan, 1500 – 1000 v. Chr.
3. Dolch, Mazendaran 2./1. Jt. v. Chr.
4. Schwert, Mazendaran 2./1. Jt. v. Chr.

B. Schwerter aus Aserbeidschan, um 1000 v. Chr.

5. Langsword
6. Schwert
7. Kurzsword
8. Kurzsword
9. Schwertklinge

C. Schwerter aus Mazendaran, 9. – 8. Jh. v. Chr.

10. Kurzsword
11. Schwertgriff
12. Schwertgriff
13. Langsword

D. Schwert und Dolche aus dem Iran, 1. Jt. v. Chr.

14. Schwert, Nordwestiran, 1. Jt. v. Chr.
15. Dolch, Talisch, 1. Jt. v. Chr.
16. Rahmengriffdolch, Iran, 1000 – 700 v. Chr.

E. Schwerter und Dolch aus Amlash, 1000 – 700 v. Chr.

17. Schwert, um 1000 v. Chr.

18. Stabdolch, 9. – 8. Jh. v. Chr.

19. Kurzschwert, 900 – 700 v. Chr.

F. Ohrendolche aus Luristan, 800 – 600 v. Chr.

20. – 27.

G. Dolche und Schwerter aus Luristan, 800 – 600 v. Chr.

28. – 32. Dolche, 800 – 700 v. Chr.

33. – 38. Dolche, 800 – 600 v. Chr.

39. + 40. Rahmengriffdolche, 800 – 600 v. Chr.

41. Rahmengriffdolch, 7. Jh. v. Chr.

42. Schwert, 800 – 600 v. Chr.

43. Sichelschwert, 800 – 600 v. Chr.

44. Kurzschwert, um 600 v. Chr.

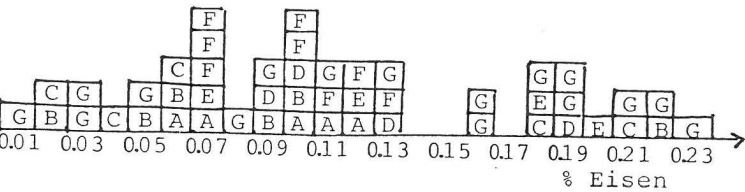
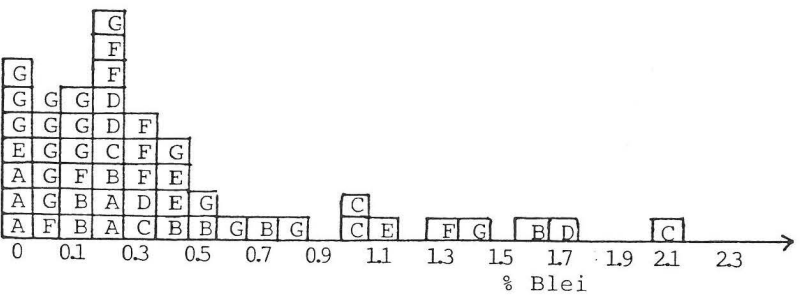
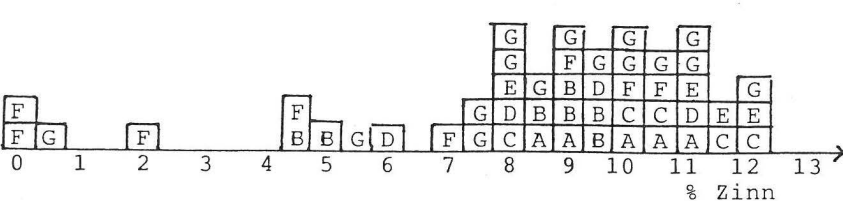
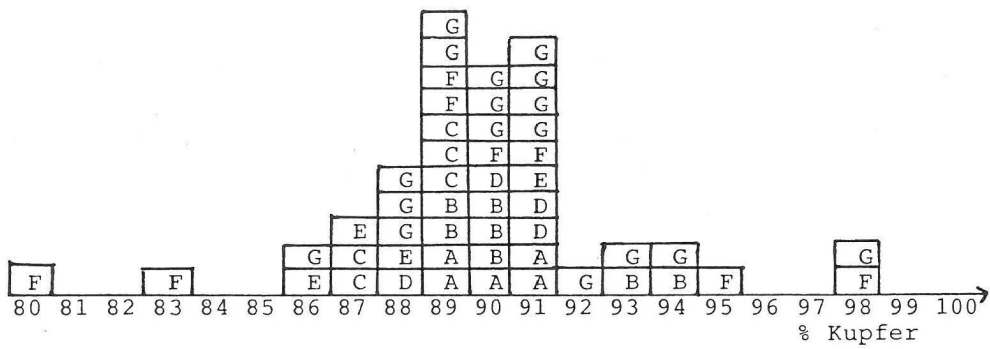
In den folgenden Diagrammen sind für die Elemente Kupfer, Zinn, Blei, Eisen, Nickel, Silber, Antimon und Arsen die in den untersuchten Objekten vorkommenden Konzentrationen dargestellt, wobei die Objektgruppen A – G markiert sind, so daß auffallen sollte, wenn sich eine dieser Gruppen durch eine besondere Zusammensetzung auszeichnen sollte.

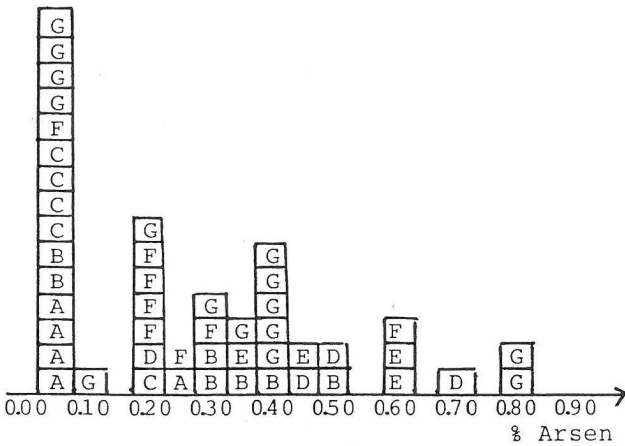
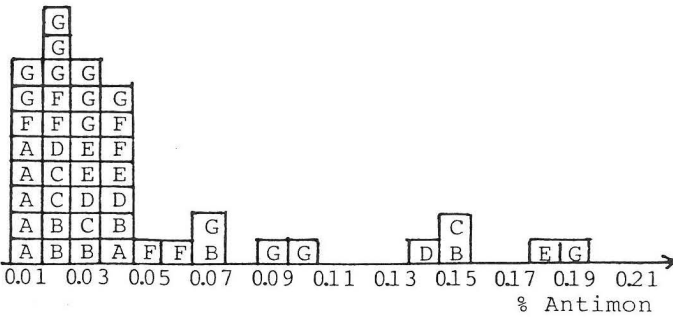
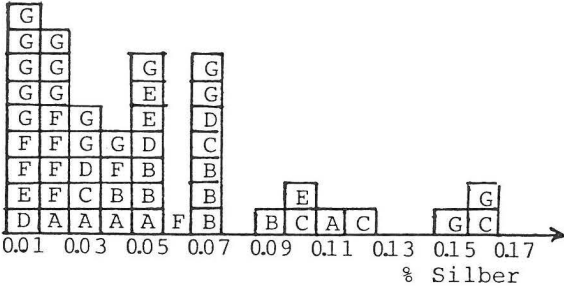
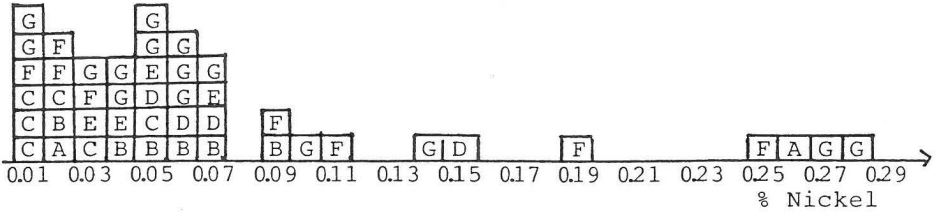
Bei den Kupfergehalten fällt sofort auf, daß die Luristandolche der Gruppen F und G in weiten Grenzen schwanken, da Werte von 80 – 98 % vorkommen, wobei der engere Bereich von 86 – 93 % recht gleichmäßig belegt ist. Es gibt somit keine typische Luristanbronze mit einem charakteristischen Kupfergehalt, sondern zur Herstellung von Dolchen und Schwertern wurde Kupfer mit Zinn in allen technisch sinnvollen Mischungsverhältnissen legiert. Auch bei den übrigen Objektgruppen findet sich diese breite Streuung der Kupfergehalte. Lediglich die Gruppe C, die Schwerter aus Mazendaran, sind relativ kupferarm und entsprechend zinnreich.

Bei den Zinngehalten ergibt sich ein entsprechendes Bild. Drei Luristandolche sind zinnfrei, also aus Kupfer hergestellt. Bei den übrigen Luristandolchen und -schwertern fällt die breite Schwankung der Zinngehalte auf, wobei Dolche, die 15 oder 18 % Zinn enthalten, kaum für den Gebrauch bestimmt sein konnten, da diese Legierung extrem spröde ist. Die Schwerter von Mazendaran sind besonders zinnreich. Die Schwerter aus Aserbeidschan haben, von einem Stück abgesehen, einheitliche Zinngehalte um 9 %.

Die Bleigehalte liegen bei den meisten Stücken unter 1 %. Beim Vergleich der Ohrendolche aus Luristan mit den übrigen Luristanwaffen fällt auf, daß die Ohrendolche geringfügig mehr Blei (0,1 – 0,2 %) enthalten als der Rest (0 – 0,1 %). Relativ hohe Bleigehalte kommen bei einigen Klingen vor, die in mehreren Fällen deutlich mehr Blei enthalten als die Griffe.

Bei den Gehalten an Eisen, Nickel, Silber und Antimon lassen sich keine Zusammenhänge zwischen Objekttyp und Elementkonzentrationen erkennen. Die Analysendaten schwanken in relativ engen Grenzen, wodurch die Verwendung eines einheitlichen Erztyps für den größten Teil der untersuchten Objekte angenommen werden kann.





Das Arsen zeigt eine wesentlich größere Schwankungsbreite von arsenfreien Objekten bis zu Einzelstücken mit 6 %. Bei den Arsengehalten fällt auf, daß einzelne Objektgruppen sehr ähnliche Elementkonzentrationen zeigen, etwa die Ohrendolche aus Luristan mit 0,2 – 0,3% As, eine Gruppe weiterer Luristanwaffen, die 0,3 – 0,4 % As enthalten oder die Schwerter aus Mazendaran mit sehr niederen Arsenwerten.

Betrachtet man nun die Objektgruppen A – G, um innerhalb dieser Gruppen Objekte ähnlicher Zusammensetzung und somit Werkstattzusammenhänge zu erkennen, oder um Beziehungen zwischen verschiedenen Gruppen abzuleiten, so fällt wieder die Heterogenität der Luristangruppen F und G auf. Für Objekte aus diesem Bereich wurden alle Legierungen, vom Kupfer bis zur extrem zinnreichen Bronze verwendet.

Der Dolch 28 (Inv. Nr. 56.9) mit den extrem hohen Eisen-, Nickel- und Arsengehalten nimmt von der Legierung her eine Sonderstellung ein, da dieser Kupfertyp vor allem zur frühen Zeit der Kupferverarbeitung vor dem 2. Jahrtausend v. Chr. verarbeitet wurde. Hier liegt also ein Metalltyp vor, der mit den Werkstoffen der Luristan-Periode nichts zu tun hat.

Das zweite Kupferobjekt, der Dolchgriff 29 (Inv. Nr. 58.105) steht dem Dolch 28 noch nahe, da der Arsengehalt deutlich erhöht ist und die Legierung somit an die frühen arsenhaltigen Kupfersorten erinnert.

Auch das dritte Kupferobjekt, das Schwert 30 (Inv. Nr. 72W9) hat seine Besonderheit, da hier der Antimongehalt mit 5 % recht hoch ist. Die in der Analysentabelle folgenden Objekte lassen untereinander keine Beziehung erkennen. Lediglich bei den zinnreichen Stücken 39 – 43 ist eine Verwandtschaft erkennbar, da die Spurenelementgehalte ähnlich sind. Die Kombination von ca. 0,06 % Pb, 0,001 % Zn, 0,1 – 0,2 % Fe, 0,03 – 0,06 % Ni, 0,01 % Ag, 0,03 % Sb und 0,4 % As könnte eine Gruppe gleicher Herkunft auszeichnen.

Die Ohrendolche sind, was die Hauptbestandteile betrifft, recht heterogen, während die Spurenelemente dagegen sehr ähnlich sind. Vor allem die Gruppe 21 – 26 zeigt im Spurenbereich keine nennenswerte Variation, so daß auch hier eine Durchschnittsanalyse mit 0,001 % Zn, 0,7 – 0,10 % Fe, etwas stärker schwankenden Nickelkonzentrationen von 0,02 – 0,2 %, 0,02 – 0,05 % Ag, 0,02 – 0,05 % Sb und einem erstaunlich einheitlichen Arsengehalt um 0,2 % als charakteristisch für diese Gruppe angesehen werden kann. Zwischen den Ohrendolchen und den übrigen Dolchen und Schwertern Luristans gibt es keine Übereinstimmung der Analysen, die eine enge Verwandtschaft belegen würde.

Die drei Amlash-Objekte stellen eine eigenständige Gruppe dar, die sich durch hohe Zinngehalte sowie relativ hohe Eisen- und Arsengehalte auszeichnen.

Auf die hohen Zinngehalte der Schwerter aus Mazendaran wurde bereits hingewiesen. Charakteristisch für diese Gruppe sind auch die niederen Arsengehalte. Auch Antimon und Nickel finden sich im unteren Bereich der üblichen Konzentrationen.

Auch die Gruppe der Schwerter aus Aserbeidschan, bei denen die Stücke mit 9 % Zinn auffallen, die auch sonst ähnlich zusammengesetzt sind, bildet einen eigenen Materialkomplex.

So kann zusammenfassend festgestellt werden, daß die Luristanwaffen aus einem relativ einheitlichen Legierungstyp bestehen. Sieht man von den drei Kupferobjekten

ab, so besteht der Rest aus reinen Zinnbronzen. Die Zinngehalte schwanken zwar in weiten Grenzen, dennoch zeichnet sich eine Kerngruppe mit 86–91 % Kupfer und 7–12 % Zinn deutlich ab. Die starke Schwankung der Elemente läßt sich auch bei den Spurenelementen beobachten, doch gilt auch hier, daß nur einzelne Objekte für Extremwerte verantwortlich sind, während sich die Masse durch einheitliche Werte auszeichnet.

So kann der Werkstoff, der zur Herstellung von Schwertern und Dolchen im nordwestlichen Iran in der Zeit von 1000–600 v. Chr. hergestellt wurde, durch die Mittelwerte der Elementkonzentrationen recht gut charakterisiert werden. Zur Diskussion der Homogenität oder Heterogenität dieser Objektgruppe erscheint es sinnvoll, die an den Waffen aus Solingen gewonnenen Werte mit Daten von zwei anderen Gruppen von Luristan-Objekten zu vergleichen. Deshalb werden in der folgenden Tabelle auch die Durchschnittswerte der Analysen von figürlichen Luristan-Objekten aus dem Museum Altenessen (60 Analysen) sowie die Daten der Sammlung des Ashmolean Museums (132 Analysen), die MOOREY (1971) publizierte, aufgeführt.

	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Ag	Sb	As	Bi	Co
S	89,5	8,45	0,39	0,001	0,11	0,06	0,05	0,04	0,31	<0,025	0,01
E	91,5	7,49	0,30	0,001	0,13	0,05	0,06	0,05	0,51	<0,025	0,01
O	90,8	8,14	0,23	–	0,15	0,11	0,05	–	0,40	<0,01	–

Die Aufstellung der Mittelwerte, die bei den drei Objektgruppen ausgesprochen gut übereinstimmt, zeigt, daß es sich bei dem Werkstoff der Luristanfunde um einen sehr präzise zu definierbaren Werkstoff handelt, nämlich um eine reine Zinnbronze mit ca. 8 % Zinn, einen geringen Anteil von Blei im Bereich von 0,3 % und Spurenelementgehalten im unteren Konzentrationsbereich. Arsen ist mit 0,3–0,5 % noch leicht erhöht, Eisen noch im oberen Bereich der in Bronzen üblichen Konzentrationen, während der Rest einige hundertstel Prozente kaum übersteigt.

Blickt man nun in die Nachbarschaft Luristans, um zu erkunden, welche Kupferlegierungen dort in der Zeit um 1000–900 v. Chr. verwendet wurden, so zeigt sich, daß der in Luristan verwendete Typ der Zinnbronze im gesamten Mittelmeerraum und im Vorderen Orient in kaum zu unterscheidender Art verwendet wurde. Zu dieser Zeit waren die frühen Kupferwerkstoffe, das reine Kupfer und das stark arsenhaltige Kupfer außer Gebrauch, die Zinnbronze hatte sich seit der Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr. durchgesetzt und die anderen Legierungselemente des Kupfers, das Blei und das Zink wurden noch nicht mit Kupfer verschmolzen. Größere mit Luristan zeitgleiche Komplexe von Bronzeerzeugnissen finden sich in Ägypten aus dem Ende des Neuen Reiches und der 3. Zwischenzeit, aus phönikischen Städten in Palästina sowie aus dem phrygischen Bereich Kleinasien und den nachmykenischen und protogeometrischen Perioden des ägäischen Raumes. Somit ordnen sich die Luristanbronzen, aus denen die Schwerter und Dolche des Deutschen Klingensmuseums in Solingen hergestellt wurden, ohne Abweichung in das Bild der Kupferlegierungen des beginnenden 1. Jahrtausends v. Chr. ein.