

SONDERDRUCK AUS:

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
PHILOSOPHISCH-HISTORISCHE KLASSE
DENKSCHRIFTEN 194. BAND

VERÖFFENTLICHUNGEN DER KOMMISSION FÜR FRÜHMITTELALTERFORSCHUNG
NR. 10

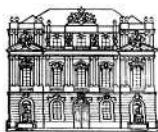
STUDIEN ZUR ARCHÄOLOGIE DER AWAREN 3

FALKO DAIM

**DAS AWARISCHE GRÄBERFELD
VON LEOBERSDORF, NÖ**

BAND 2

BEITRÄGE VON
OTTO CICHOCKI, SILKE GREFEN-PETERS,
WOLFGANG HAIDER, HANS-JÜRGEN HUNDT,
PETER STADLER, MICHAEL STEINBERGER,
CHRISTINA STRELI und PETER WOBRAUSCHEK



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
WIEN 1987

STATISTISCHE AUSWERTUNG DER ANALYSENERGEBNISSE AWARISCHER BRONZEBESCHLÄGE AUS LEOBERSDORF

Peter Stadler, Wien

Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung waren 154 Analysen awarischer Bronzegegenstände aus Leobersdorf, die vom Atominstitut der österreichischen Universitäten mittels Röntgenemissionspektroskopie durchgeführt worden waren. Folgende Elemente wurden in die Untersuchung einbezogen: Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, Sn, Sb, Pb. Die Daten zeigt Tab. 1.

A. Methode der Statistischen Analyse

A.1. Zur Gewinnung eines Überblickes über die Verteilung der Proben in diesem achtdimensionalen Raum wurden zunächst Scatterplots jeweils zweier Elemente erstellt. Dabei wurden die Daten von der SPSS^x-Prozedur SCATTERGRAMM in den zuvor mit FREQUENCIES ermittelten Konzentrationsbereichen linear gegeneinander aufgetragen¹. (Siehe zugehöriger Job Tab. 2.) Zudem wurden die Korrelationskoeffizienten und verschiedenen anderen Kenndaten ermittelt. Um die Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Grabkomplexen zu veranschaulichen, wurden die Scattergramme für alle Gräber einzeln erstellt und daraus händisch auf eine gemeinsame Darstellung unter Verwendung von Symbolen übertragen, da dies leider in SPSS^x nicht direkt möglich ist. Die Datenmittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima bezüglich der verschiedenen Variablen zeigt Tab. 3.

A.2. Die Clusteranalyse erfolgte mithilfe von WARD'S-Method, welche in der CLUSTAN-Prozedur HIERARCHY implementiert ist. Zunächst wurden die Daten zentriert und normalisiert (d.h. durch entsprechende Transformationen auf den Mittelwert von 0 und die Standardabweichung von 1 gebracht). Als Ähnlichkeitsmaß wurde die Euklidische Distanz (also ein Dissimilaritätskoeffizient) verwendet.² (Siehe zugehöriger Job Tab. 4). Dieses hierarchische Clusterverfahren wurde unter sämtlichen in CLUSTAN vorhandenen Verfahren als das empirisch am besten geeignete ausgewählt. Es handelt sich dabei um ein polythetisches Verfahren - d.h. alle Variablen werden in gleicher Weise berücksichtigt. Dazu wird ausgehend von den Einzelproben durch Zusammenfassung der jeweils ähnlichsten zwei Proben oder Probengruppen (also Cluster) eine Hierarchie (Dendrogramm, „Stammbaum“) errichtet. Schon Barbara Ottaway konnte die Vorteile dieses Clusterverfahrens bei ihrer Analyse armoricobritischer Dolche bestätigen³. Nach Durchführung der Clusteranalyse wurde mittels einer vom Autor selbst zu

¹ SPSS^x User Guide, 2nd ed., Chicago 1986.

² David WISHART, Clustan 1 C User Manual. London 1978, 175p.

³ Barbara OTTAWAY. Cluster analysis of impurity patterns in Armorico-british daggers. *Archaeometry* 16, 1974, 221-231.

CLUSTAN hinzugefügten Subroutine das Struktogramm zur Ermittlung einer optimalen Clusterzahl und mittels der Prozedur PLINK das Dendrogramm geplottet.

B. Ergebnisse

B.1. Scattergramme

Wichtige Ergebnisse der zweidimensionalen Korrelationsanalysen zeigt Tab. 5. Anscheinend wird dabei eine klar positive Korrelation zwischen Sn und Ag (0.86) erhalten, fast ebenso hohe, aber negative Werte wurden zwischen Cu und den anderen Hauptbestandteilen sowie auch Ag ermittelt. Betrachtet man jedoch die Korrelationen der Proben aus demselben Grabverband, so fallen diese Korrelationen kaum so hoch wie bei der Gesamtbestimmung aus, d.h. daß sich die ursprüngliche Vermutung, das Ag stamme aus dem Sn-bestandteil der Legierung, was lagerstättenkundlich nur schwer möglich sein kann, nicht mit absoluter Sicherheit bestätigen ließ.

Die negativen Korrelationen wurden ganz klar nur bei den Hauptelementen Cu-Sn, Cu-Pb, nicht aber Cu-Zn erhalten (außer im Falle von hohen Zinkkonzentrationen, wie bei den Blechen aus Grab 56 und 81). Das bedeutet, daß je höher der Cu-gehalt ist, der Gehalt an Zusätzen immer niedriger sein muß. Mit anderen Worten, Sn und Pb bildeten Zusätze zur Gußbronze. (Zn dagegen bei den Blechen, falls nicht schon von vorneherein derartige bereits vorhandene Legierungen weiterverwendet wurden.)

Ganz andere Korrelationen bei seinen 67 publizierten Analysen awarischer Bronzen aus Ungarn erhielt László Költő, sie betragen: Ag-Sn . . . 0.05⁴, Ag-Pb . . . 0.32, Cu-Pb . . . -0.76, Cu-Sn . . . -0.69, Cu-Ag . . . -0.01, aber Fe-Cu . . . -0.5⁴.

Um den Sachverhalt des zweidimensionalen Verhaltens der Legierungen zu veranschaulichen, bringe ich in Abb. 1-4 vier charakteristische Scattergramme. Sie werden durch die Dreiecksdiagramme in Abb. 8 des Beitrages von WOBRAUSCHEK - HAIDER - STRELI vervollständigt. Alle Abbildungen zeigen ein deutliches „Zusammenclustern“ der Proben bereits im zweidimensionalen Raum. Proben aus demselben Grabverband wurden zu diesem Zweck durch dasselbe, aus Legende 1 ersichtliche Symbol gekennzeichnet. Abb. 1 zeigt das Scattergramm Cu-Sb, mit einer globalen Unkorreliertheit. Die Abb. 2—4 dagegen zeigen 3 negative Korrelationen, Cu-Pb, Cu-Ag und Cu-Sn⁵.

B.2. Clusteranalyse

Zunächst wurde die Auswirkung des Analysenfehlers (s. Beitrag WOBRAUSCHEK - HAIDER - STRELI) auf die Clusterbildung untersucht. Es wurden die Probenmittelwerte einmal um die Standardabweichung vermindert, einmal erhöht. Diese so erhaltenen Doppelproben waren dennoch die verwandtesten Proben und wurden genauso geordnet, wie ihre Mittelwerte. D.h. der Analysenfehler wirkt sich kaum auf die Clusterzugehörigkeit aus, ist also vernachlässigbar. Das gilt natürlich nicht für statistische Ausreißer. Außerdem ist die Zusammensetzung verschiedener gußgleicher Objekte aus einem Grabverband nicht signifikant verschieden.

⁴ Diese Werte wurden aus den von ihm angeführten Daten, die nur einen Bruchteil seiner gesamten Analysen ausmachen, ermittelt. László Költő, *Avarkori bronztárgyak Röntgenemissziós analízise*. Somogyi Megyei Múzeumi Közlemények 5, Kaposvár 1982, 5-68.

⁵ Die zugehörigen Korrelationskoeffizienten s. Tab. 5.

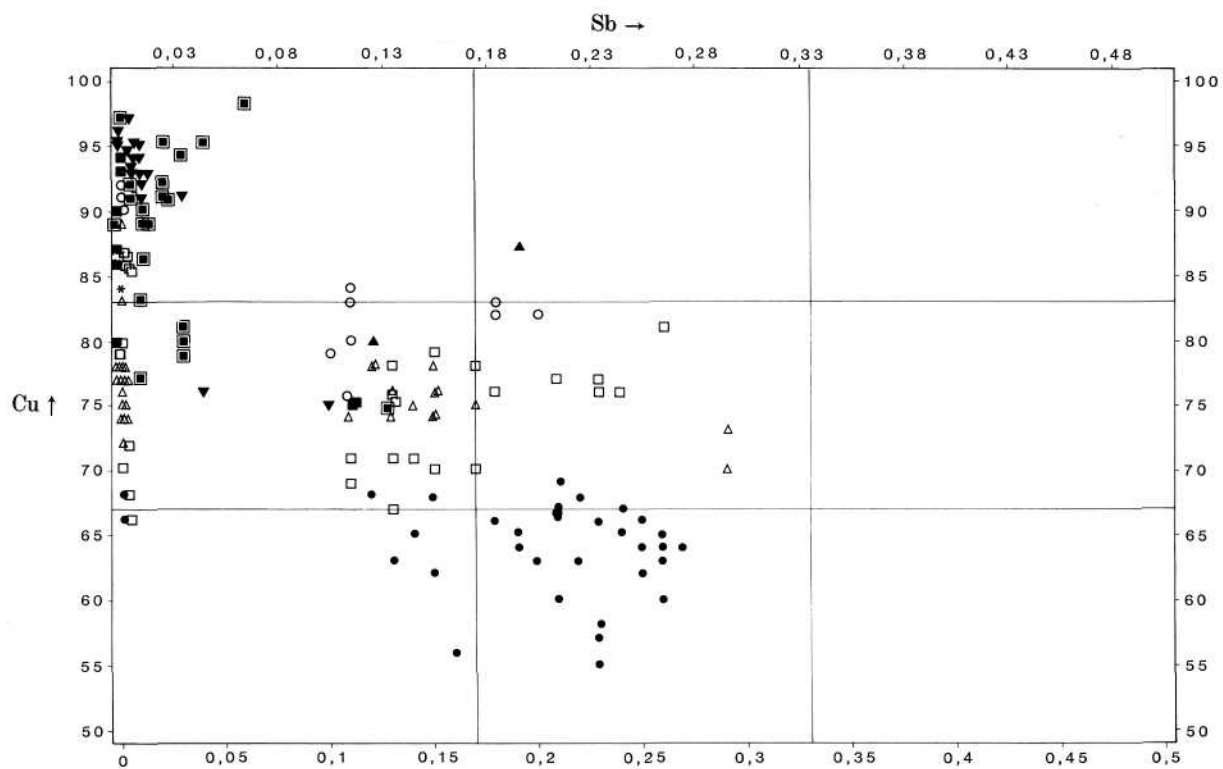


Abb. 1:

■ Grab 51	△ Grab 81
○ Grab 56	● Grab 82 A
* Grab 57	▼ Grab 93
□ Grab 69	▣ Grab 145 A
▲ Grab 71	

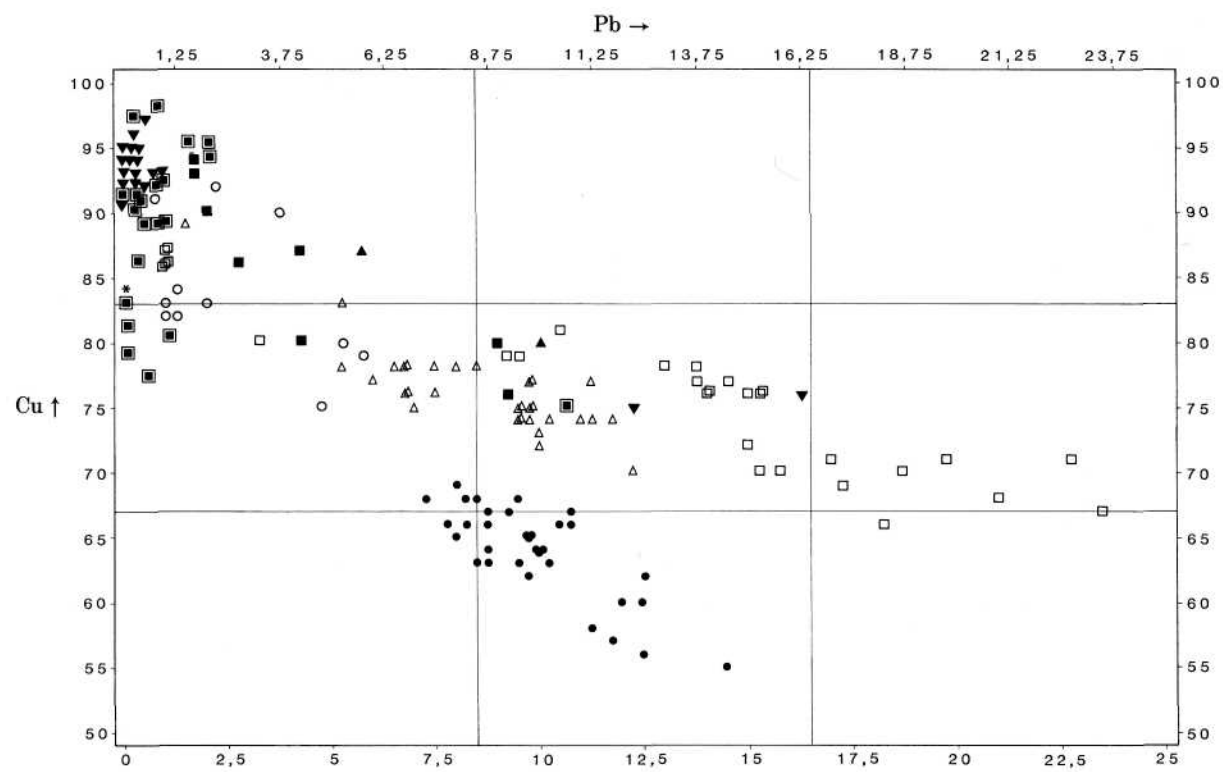


Abb. 2:

■ Grab 51	△ Grab 81
○ Grab 56	● Grab 82 A
* Grab 57	▼ Grab 93
□ Grab 69	▣ Grab 145 A
▲ Grab 71	

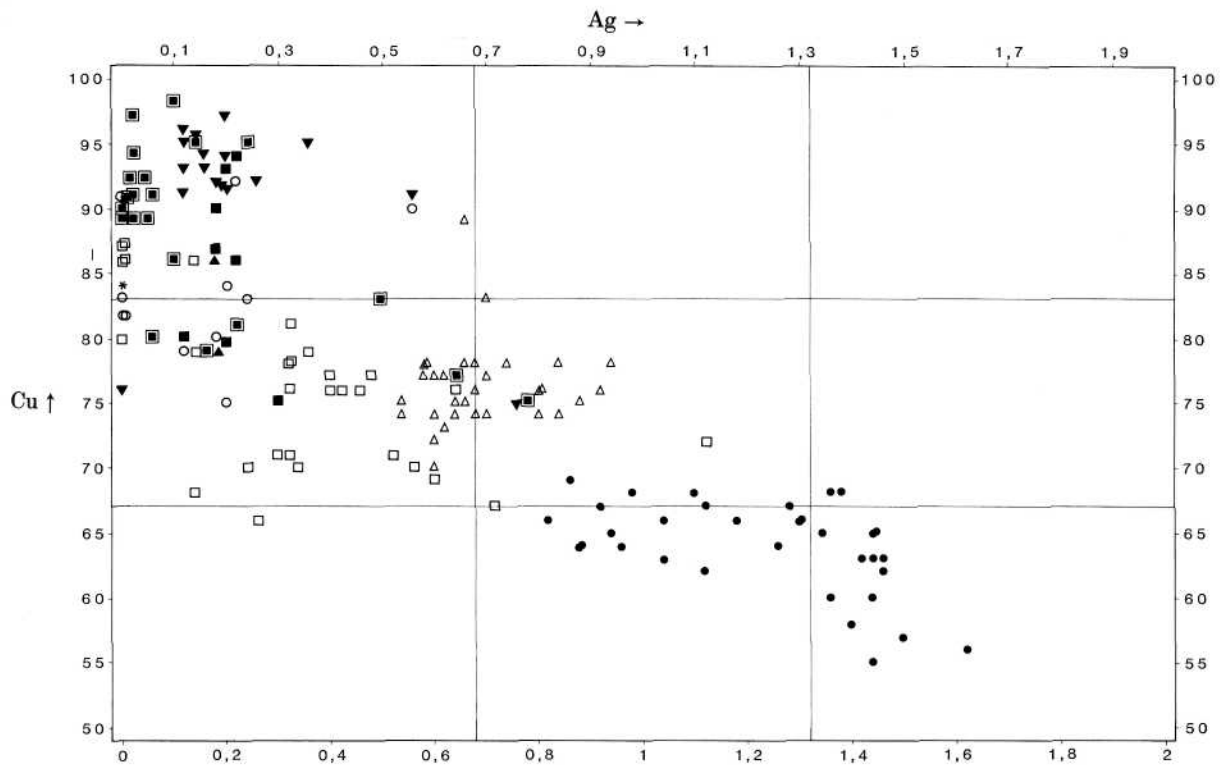


Abb. 3:

■ Grab 51	△ Grab 81
○ Grab 56	● Grab 82 A
* Grab 57	▼ Grab 93
□ Grab 69	◻ Grab 145 A
▲ Grab 71	

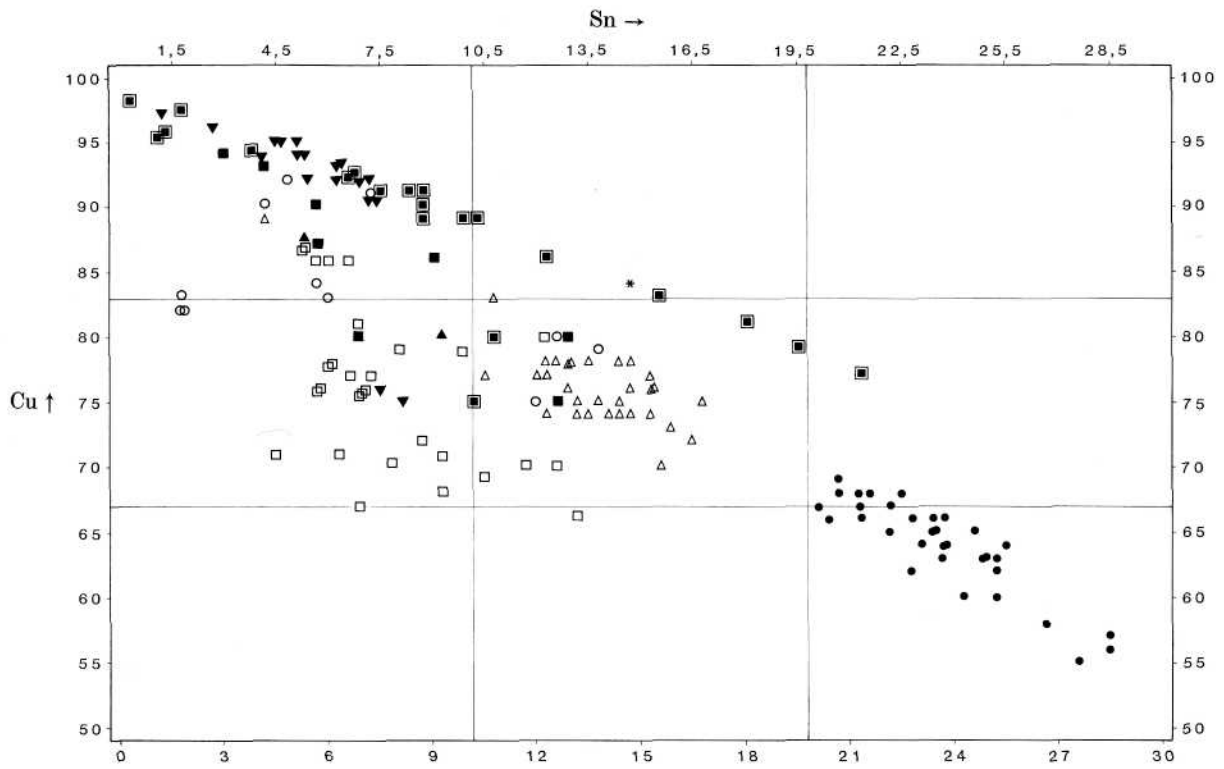


Abb. 4:

■ Grab 51	△ Grab 81
○ Grab 56	● Grab 82 A
* Grab 57	▼ Grab 93
□ Grab 69	◻ Grab 145 A
▲ Grab 71	

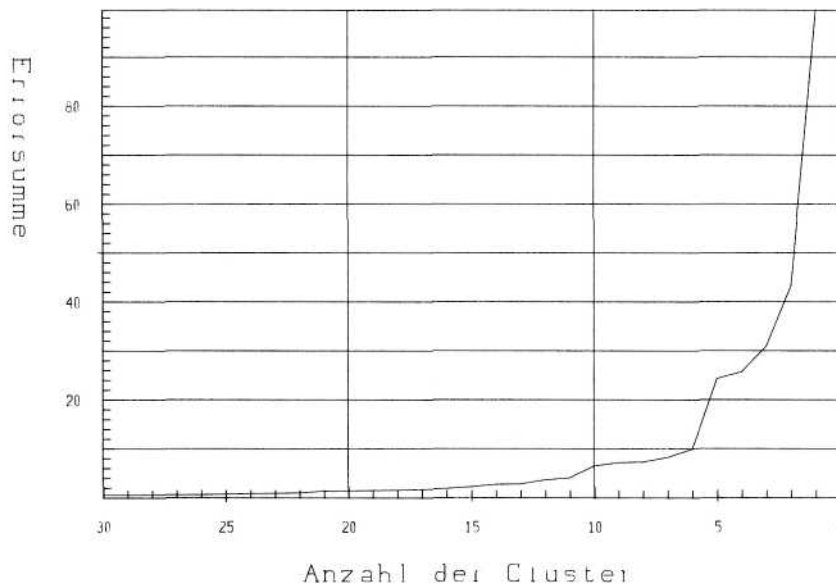


Abb. 5

Das Struktogramm Abb. 5 zeigt den Verlauf des Distanzmaßes (Errorsumme) bei den letzten 30 Fusionsschritten bei Ward's Verfahren. Bei einem Distanzwert von 4.071 und einer dem entsprechenden Clusterzahl von 11 würde eine weitere Fusionierung zu einer wesentlichen Erhöhung des Distanzmaßes auf 6.481 führen. Das bedeutet, daß bei diesem Schritt offensichtlich unähnliches vereinigt würde. Deshalb kann als „natürliche“ Anzahl der Cluster 11 (eine zweite, hier nicht weiter verfolgte Möglichkeit liegt bei 6 Clustern) angesehen werden.

Abb. 6 zeigt das Dendrogramm in einer logarithmischen (ln) Auftragung des Distanzmaßes gegenüber den Proben, wobei die verschiedenen Fusionen durch die baumartige Struktur gut dokumentiert werden. Beim Wert von 4.071 (entsprechend einem natürlichen Logarithmus von 1.4) wurde eine Horizontale gezogen und auf ihr die 11 Cluster, die sich beim Abbrechen des Clusterprozesses auf diesem Niveau ergeben, gekennzeichnet.

Bemerkenswert an diesem Clusterergebnis, was mit keinem anderen hierarchischen Verfahren so ausgeprägt war, ist, wie Objekte grabweise richtig angeordnet wurden, d.h. Objekte aus demselben Grab haben in allgemeinen die ähnlichste Zusammensetzung⁶.

In Tab. 6 wird diese Partition in 11 Cluster statistisch dokumentiert. Nach der Überschrift werden die jeweiligen Ergebnisse zu den verschiedenen Clustern aufgelistet.

VAR bedeutet dabei Variable, F-RATIO ist das Verhältnis der Varianz der Variablen im Cluster zur Varianz derselben Variablen bezüglich aller Proben. T ist das Verhältnis aus der Differenz des Mittelwertes der Variablen im Cluster und des Mittelwertes der Variablen insgesamt zur Standardabweichung der Variablen insgesamt.

⁶ In Zukunft sollte durch Einführung eines Stresskriteriums, das die richtige Zuordnung gleichlicher Objekte aus einem Grabverband zum selben Cluster berücksichtigt, die optimale Methode mathematisch verifiziert werden.

MN-ORIG gibt den Mittelwert der Variablen im Cluster an für die nicht standardisierten (also originalen) Daten, STD-ORIG gibt die Standardabweichung für die Originaldaten wieder. Die Erwartungswerte für F-RATIO betragen 1.0, für T dagegen 0.0.

Kleine F-RATIO-werte bedeuten: Die Variable hat im Cluster eine geringere Varianz und ist deshalb gut diagnostisch. Große Absolutwerte der T-werte bedeuten, daß hier bezüglich dieser Variablen ein Cluster gebildet wird, der sich substantiell gegenüber der Gesamtgruppe bezüglich dieser Variablen unterscheidet.

B.3. Diskussion der Cluster aufgrund der Ergebnisse in Tab. 6

Cluster (1), mit 38 Proben der größte, zeichnet sich durch den höchsten Cu-wert aus, Sb und Ni liegen unter der Nachweisgrenze. Die Hauptmasse der Proben beinhaltet die komplette Gürtelgarnitur aus Grab 69. Großen Anteil haben auch die gegossenen Beschläge aus Grab 71. So weisen unter anderem Schnallenbeschlag und Schnallenbügel genauso wie Hauptriemenbeschlag und Anhänger eine sehr ähnliche Zusammensetzung auf, was sich in der Zugehörigkeit zum selben Cluster niederschlägt. Auch ein Teil der gegossenen Beschläge aus Grab 51 fällt in diesen Cluster.

Cluster (2) (6 Proben) besitzt den zweithöchsten Ni-gehalt, Fe, Sb und Pb (letzteres nur in diesem Cluster!!) liegen unter der Nachweisgrenze. Hierzu zählen die restlichen gegossenen Beschläge aus Grab 71 sowie das einzige Fundobjekt aus Grab 57, eine gegossene Nebenriemenzunge.

Cluster (3) (9 Proben) hat einen niedrigen Sn-, aber einen relativ hohen Zn-gehalt. Nur Ni war nicht nachweisbar. In diese Gruppe fallen nur Bleche und zwar aus den Gräbern 56 (3 St.), 81 (5 St., dabei handelt es sich um sämtliche von den gegossenen Hauptriemenbeschlägen abgepreßten Blechbeschläge) und 145 (1 St.).

Cluster (4), mit 3 Proben der drittkleinste, ist charakterisiert durch den niedrigsten Sn-, die höchsten Zn- und Sb- werte. Ni und Ag konnten nicht nachgewiesen werden. Genauso wie bei Cluster (3) sind hier nur Bleche, diesmal jedoch nur aus Grab 56, enthalten.

Cluster (5), mit zwei Proben der zweitkleinste, besitzt einen auffallend hohen Eisen-gehalt. Sb, Ag und Ni blieben im allgemeinen unter der Nachweisgrenze. Dazu zählen ein schmaler Hauptriemenbeschlag aus Grab 81 (81/1/3/2) und der Blechteil der Riemenschleife aus Grab 71.

Cluster (6) (16 Proben) hat den zweithöchsten Pb-gehalt, es konnten alle untersuchten Metalle nachgewiesen werden. In diese Gruppe fallen die restlichen Güsse aus Grab 51, die beiden Beschläge aus Grab 93, sowie ein Blech- und ein Gußbeschlag aus Grab 56, sechs Nebenriemenbeschläge, ein Lochschützer, die Schnalle und die Nebenriemenzunge in Sekundärverwendung aus Grab 81.

Cluster (7) (18 Proben): lediglich Ni ließ sich nicht nachweisen. Der Pb-gehalt ist der dritthöchste. Hierzu gehören die drei gußgleichen Nebenriemenzungen sowie die eine Platte der Hauptriemenzunge aus Grab 81 und die Hauptriemenzunge, die Schnalle, 5 Nebenriemenbeschläge, 6 Hauptriemenbeschläge und eine Nebenriemenzunge aus Grab 145.

Cluster (8) (12 Proben): Hier liegt der höchste Pb-wert vor, Ni konnte nicht nachgewiesen werden. Daran beteiligt sind die restlichen Objekte aus Grab 81, die Hauptriemenzunge, fünf Hauptriemenbeschläge, drei Nebenriemenbeschläge. Ferner die beiden „römischen“ Objekte aus Grab 69.

Cluster (9) (16 Proben): Sb und Ni liegen hier unter der Nachweisgrenze. Anteilig

an diesem Cluster sind die Objekte aus nur einem Grab, nämlich 145 und zwar beide Lochschützer, 6 Hauptriemenbeschläge und 8 Nebenriemenbeschläge.

Cluster (10) beinhaltet nur eine Probe mit dem höchsten Ni-gehalt. Dabei handelt es sich um eine im sonstigen Grabverband von Grab 71 fremd anmutende Blechrosette.

Cluster (11) schließlich umfaßt 33 Proben, die alle aus demselben Grab 82 stammen. Besonders ausgeprägt ist hier der höchste Sn- und Ag-gehalt, dem der niedrigste Cu-wert entspricht. Ni konnte nicht nachgewiesen werden.

B.4. Chronologische Abfolge der Cluster

Tab. 7 gibt die chronologische Stellung der Gräber, aus denen hier Proben untersucht wurden, in Sequenzdaten (SD) wieder. Diese wurden bei der Seriation des gesamten publizierten awarischen Fundmaterials aus Männergräbern erhalten und entsprechen der relativchronologischen Stellung eines jeden Grabes im Seriationsergebnis⁷. Diese Sequenzdaten wurden eingeführt, um Seriationsergebnisse von unterschiedlichen Gräberzahlen dennoch miteinander vergleichen zu können. Es handelt sich dabei um Zahlen zwischen 1 und 1000, wobei 1 ein ganz frühes, 1000 ein ganz spätes Grab bedeutet.

In den Tab. 8 und 9 wird die Aufteilung der Cluster auf die nach Sequenzdaten angeordneten Gräber vorgenommen. In Tab. 8 werden die Prozentwerte für die Cluster, in Tab. 9 für die Gräber angegeben.

Ziel wird es in Zukunft auch sein, aus der Kombination typologischer und chemischer Ergebnisse Rückschlüsse auf Werkstättenkreise zu ermöglichen. Dabei sollen die in einer Datenbank nach archäologischen Kriterien ausgewählten und kartografisch und chronologisch ausgewerteten Typen mit dem Analysenbefund konfrontiert werden. Sollten dann archäologische Typen aus einem geografisch und zeitlich eng begrenzten Abschnitt die gleiche elementare Zusammensetzung aufweisen, dann wäre dies ein weiteres Argument dafür, daß sie zur selben Zeit am selben Ort (also in derselben Werkstätte) aus derselben Bronzecharge hergestellt worden sind.

Tab. 1: Daten: Werte \leq Nachweisgrenze wurden auf 0.0 gesetzt.

Lfd. Nr.	G./O. Nr.	Fe	Ni	Cu	Zn	Ag	Sn	Sb	Pb
1	51/4/1	0.92	0.00	86.46	0.69	0.23	8.86	0.00	2.76
2	51/4/2	0.66	0.00	75.86	0.87	0.31	12.74	0.11	9.41
3	51/4/3	1.26	0.00	90.19	0.49	0.19	5.80	0.00	1.94
4	51/4/4	0.00	0.00	94.00	0.58	0.23	3.02	0.00	1.85
5	51/4/5	0.00	0.00	93.02	0.39	0.21	4.30	0.00	1.76
6	51/4/6	0.42	0.00	87.86	1.51	0.19	5.69	0.00	4.22
7	51/4/7	0.00	0.00	80.77	1.44	0.20	12.84	0.00	4.36
8	51/4/8	0.00	0.00	80.82	2.44	0.12	7.03	0.00	9.09
9	56/2/1G	0.00	0.00	92.27	0.22	0.22	4.84	0.00	2.29
10	56/2/1B	0.00	0.26	79.68	0.40	0.12	13.76	0.00	5.64
11	56/2/2B	0.52	0.00	84.36	7.85	0.20	5.59	0.11	1.34

⁷ Zur Methodik siehe Peter Stadler, Seriation awarischer Gürtelgarnituren aus Nové Zámky und Želovce. In: Herwig FRIESIXGER und Falko DAIM, Die Bayern und ihre Nachbarn. Veröffentlichungen der Kommission für Frühmittelalterforschung der Österr. Akademie der Wissenschaften, Bd. 9, 1985, 127—132, sowie Peter Stadler, Die Seriation awarischer Gürtelgarnituren, Masch. Diss. Wien 1985, 6-95.

Tab. 1: Daten: Werte \leq Nachweisgrenze wurden auf 0.0 gesetzt.

Lfdde. Nr.	G./O. Nr.	Fe	Ni	Cu	Zn	Ag	Sn	Sb	Pb
12	56/2/3B	0.84	0.00	82.75	13.30	0.00	1.81	0.18	1.04
13	56/2/4B	0.35	0.00	83.63	7.79	0.24	5.86	0.11	1.95
14	56/2/4R	0.00	0.00	90.78	0.68	0.57	4.24	0.00	3.68
15	56/2/5B	0.83	0.00	82.61	13.12	0.00	1.91	0.20	1.24
16	56/2/6B	0.36	0.00	75.55	7.14	0.21	11.96	0.11	4.63
17	56/2/7B	0.71	0.00	83.16	13.12	0.00	1.73	0.18	1.04
18	56/2/8B	0.00	0.00	91.04	0.86	0.00	7.20	0.00	0.68
19	56/2/9G	0.00	0.33	80.70	0.55	0.21	12.54	0.11	5.31
20	57/1	0.00	0.37	84.43	0.21	0.00	14.76	0.00	0.00
21	81/1/1a	0.45	0.00	72.78	1.69	1.13	8.72	0.00	14.96
22	81/1/1b	0.00	0.00	76.44	0.72	0.47	6.91	0.23	15.05
23	81/1/2a	0.43	0.00	81.03	0.54	0.32	6.85	0.26	10.51
24	81/1/2b	0.72	0.00	76.78	0.80	0.41	6.81	0.24	14.10
25	81/1/2c	0.00	0.00	77.04	0.72	0.41	6.75	0.23	14.45
26	81/1/2d	0.32	0.21	77.09	0.86	0.48	7.09	0.21	13.73
27	81/1/3a	0.80	0.00	71.38	0.87	0.53	9.35	0.11	16.96
28	81/1/3b	3.24	0.00	80.75	0.00	0.00	12.34	0.00	3.37
29	81/1/3c	0.73	0.00	70.01	2.24	0.25	7.80	0.00	18.79
30	81/1/3d	0.50	0.00	70.83	0.45	0.57	11.76	0.15	15.66
31	81/1/3e	0.88	0.00	66.19	1.06	0.26	13.33	0.00	18.13
32	81/1/3f	0.52	0.00	69.91	1.02	0.61	10.48	0.11	17.22
33	81/1/4aV	0.32	0.00	86.17	6.39	0.00	5.94	0.00	1.02
34	81/1/4bV	0.47	0.00	87.34	5.77	0.00	5.41	0.00	0.90
35	81/1/4cV	0.77	0.00	86.65	5.83	0.00	5.61	0.00	0.97
36	81/1/4dV	0.58	0.00	87.10	5.74	0.00	5.50	0.00	1.02
37	81/1/4eV	0.63	0.00	86.35	5.26	0.15	6.49	0.00	1.02
38	81/1/5	0.45	0.27	76.59	0.87	0.65	7.02	0.18	13.97
39	81/1/6a	0.00	0.22	79.68	0.57	0.14	9.89	0.00	9.27
40	81/1/6b	0.38	0.00	70.08	1.00	0.34	12.65	0.17	15.22
41	81/1/7»	0.00	0.00	67.17	1.08	0.73	6.92	0.13	23.53
42	81/1/7b	0.48	0.31	78.64	1.15	0.33	5.89	0.17	13.02
43	81/1/7c	0.46	0.22	76.80	1.10	0.33	5.74	0.13	15.23
44	81/1/7d	0.31	0.24	79.67	1.60	0.36	8.21	0.15	9.48
45	81/1/7e	0.38	0.32	71.95	0.93	0.33	6.29	0.14	19.67
46	81/1/7f	0.52	0.22	76.65	1.06	0.42	5.63	0.13	15.37
47	81/1/7g	0.00	0.00	68.78	0.23	0.15	9.40	0.00	21.08
48	81/1/7h	0.45	0.22	78.25	1.01	0.32	5.97	0.13	13.65
49	81/1/7i	0.00	0.00	71.17	1.06	0.30	4.38	0.13	22.64
50	93/2/2a	0.00	0.29	87.23	0.55	0.19	5.64	0.19	5.82
51	93/2/2b	0.00	0.00	80.02	0.37	0.19	9.16	0.12	9.99
52	145/2/1	0.32	0.00	75.02	0.00	0.55	14.34	0.00	9.53
53	145/2/2	0.00	0.00	72.77	0.24	0.60	16.36	0.00	9.88
54	145/2/3	0.65	0.00	89.36	3.59	0.66	4.24	0.00	1.39
55	145/2/4	0.00	0.00	74.74	0.29	0.85	12.23	0.00	11.71
56	145/2/5	0.00	0.00	78.92	0.32	0.59	13.03	0.00	6.81
57	145/2/6	0.00	0.00	78.30	0.23	0.59	12.18	0.00	8.58
58	145/2/7	0.00	0.00	83.18	0.00	0.71	10.66	0.00	5.16
59	145/2/8	0.00	0.00	77.92	0.00	0.58	15.25	0.00	5.94
60	145/2/9	0.00	0.00	76.49	0.22	0.81	15.38	0.15	6.79
61	145/2/10	0.00	0.00	76.36	0.26	0.69	14.85	0.15	7.53
62	145/2/11	0.00	0.00	76.51	0.00	0.81	13.00	0.13	9.14
63	145/2/12	0.00	0.00	78.73	0.00	0.68	12.67	0.12	7.56
64	145/2/13	0.00	0.00	78.59	0.00	0.85	13.36	0.15	6.85

Tab. 1: Daten: Werte <= Nachweisgrenze wurden auf 0.0 gesetzt.

Lfd. Nr.	G./O. Nr.	Fe	Ni	Cu	Zn	Ag	Sn	Sb	Pb
65	145/2/14	0.00	0.00	76.52	0.28	0.92	15.35	0.00	6.68
66	145/2/15	0.00	0.00	78.08	0.22	0.67	12.85	0.12	7.90
67	145/2/16	0.00	0.00	78.64	0.24	0.94	14.74	0.00	5.16
68	145/2/17	0.00	0.00	77.19	0.00	0.70	10.65	0.00	11.18
69	145/2/18	0.00	0.00	78.00	0.00	0.74	14.47	0.00	6.50
70	145/2/19	0.00	0.00	74.20	0.00	0.60	15.18	0.13	9.66
71	145/2/20	0.00	0.00	73.09	0.00	0.63	15.77	0.29	10.05
72	145/2/21	0.00	0.00	74.67	0.00	0.69	14.49	0.11	9.55
73	145/2/22	0.00	0.00	77.06	0.00	0.61	12.34	0.00	9.73
74	145/2/23	0.00	0.00	77.38	0.00	0.62	11.97	0.00	9.87
75	145/2/24	0.00	0.00	75.49	0.00	0.66	13.77	0.00	9.78
76	145/2/25	0.00	0.00	75.02	0.00	0.88	16.73	0.17	6.94
77	145/2/26	0.00	0.00	70.83	0.00	0.61	15.69	0.29	12.36
78	145/2/27	0.00	0.00	75.58	0.29	0.64	13.31	0.14	9.87
79	145/2/28	0.00	0.00	74.62	0.00	0.55	14.13	0.00	10.26
80	145/2/29	0.00	0.00	74.52	0.00	0.71	14.85	0.15	9.54
81	145/2/30	0.00	0.00	74.41	0.00	0.64	13.20	0.00	11.35
82	145/2/31	0.00	0.00	74.24	0.00	0.81	13.53	0.15	10.99
83	82/2/2a	0.47	0.00	66.99	0.00	1.18	20.44	0.18	10.60
84	82/2/2b	0.00	0.00	68.29	0.00	1.09	20.67	0.15	9.46
85	82/2/2c	0.00	0.00	62.98	0.00	1.12	22.85	0.25	12.48
86	82/2/3a	1.05	0.00	64.12	0.22	1.26	23.07	0.19	9.92
87	82/2/3b	0.49	0.00	62.70	0.00	1.47	25.14	0.15	9.77
88	82/2/3c	0.00	0.00	65.21	0.00	1.45	23.29	0.14	9.71
89	82/2/3d	0.00	0.00	55.87	0.00	1.45	27.72	0.23	14.44
90	82/2/3e	0.42	0.00	68.55	0.00	0.98	21.34	0.22	8.24
91	82/2/3f	0.00	0.00	65.43	0.00	0.95	23.34	0.26	9.65
92	82/2/3g	0.00	0.00	60.65	0.00	1.37	25.23	0.21	12.11
93	82/2/3h	0.82	0.00	63.83	0.00	1.04	23.63	0.26	10.33
94	82/2/3i	0.00	0.00	63.50	0.00	1.45	25.24	0.13	9.48
95	82/2/3j	0.66	0.00	65.54	0.00	1.35	22.33	0.19	9.65
96	82/2/3k	0.00	0.00	66.43	0.00	1.04	23.65	0.25	8.32
97	82/2/4a	0.61	0.00	63.68	0.31	1.42	24.95	0.20	8.77
98	82/2/4b	0.00	0.00	64.82	0.00	0.96	23.79	0.27	9.88
99	82/2/4c	0.00	0.00	56.75	0.22	1.63	28.48	0.16	12.47
100	82/2/5a	0.00	0.00	57.65	0.00	1.51	28.36	0.23	11.76
101	82/2/5b	0.00	0.00	66.08	0.00	1.30	23.31	0.00	8.85
102	82/2/5c	1.00	0.00	58.90	0.34	1.40	26.76	0.23	11.26
103	82/2/5d	0.00	0.00	60.92	0.22	1.44	24.32	0.26	12.54
104	82/2/5e	0.00	0.00	68.44	0.00	1.38	22.58	0.00	7.31
105	82/2/5f	0.00	0.00	66.42	0.00	0.83	21.45	0.23	10.68
106	82/2/5g	0.71	0.00	63.60	0.41	1.46	24.98	0.22	8.53
107	82/2/5h	0.00	0.00	64.89	0.00	0.88	23.81	0.26	9.99
108	82/2/5i	0.00	0.00	67.57	0.00	0.92	22.26	0.21	8.78
109	82/2/5j	0.00	0.00	65.38	0.26	1.44	24.46	0.24	7.96
110	82/2/5k	0.00	0.00	68.19	0.00	1.37	21.47	0.12	8.41
111	82/2/5l	0.00	0.00	64.13	0.00	0.89	25.59	0.25	8.67
112	82/2/5m	1.20	0.00	66.37	0.38	1.31	22.67	0.21	7.74
113	82/2/5n	0.00	0.00	69.79	0.00	0.87	20.66	0.21	8.12
114	82/2/5o	0.00	0.00	67.49	0.32	1.29	21.18	0.24	9.15
115	82/2/5p	0.36	0.00	67.39	0.27	1.12	19.99	0.21	10.64
116	69/2/1	0.00	0.00	96.40	0.00	0.12	2.77	0.00	0.00
117	69/2/2	0.00	0.00	94.77	0.32	0.37	4.45	0.00	0.00

Tab. 1: Daten: Werte \leq Nachweisgrenze wurden auf 0.0 gesetzt.

Lfd. Nr.	G./O. Nr.	Fe	Ni	Cu	Zn	Ag	Sn	Sb	Pb
118	69/2/3	0.00	0.00	97.41	0.34	0.20	1.15	0.00	0.00
119	69/2/4	0.00	0.00	94.56	0.00	0.13	4.65	0.00	0.00
120	69/2/5	0.00	0.00	94.22	0.22	0.23	5.25	0.00	0.00
121	69/2/6	0.00	0.00	91.46	0.66	0.56	7.26	0.00	0.00
122	69/2/7	0.00	0.00	92.28	0.34	0.19	7.09	0.00	0.00
123	69/2/8	0.00	0.00	93.01	0.00	0.13	6.38	0.00	0.00
124	69/2/9	0.00	0.00	92.83	0.28	0.17	6.36	0.00	0.00
125	69/2/10	0.00	0.00	92.31	1.25	0.20	5.45	0.00	0.67
126	69/2/11	0.00	0.00	91.99	0.26	0.26	6.18	0.00	0.97
127	69/2/12	0.00	0.00	93.87	0.25	0.20	5.07	0.00	0.00
128	69/2/13	0.00	0.00	94.36	1.09	0.17	3.98	0.00	0.00
129	69/2/14	0.59	0.00	91.41	0.26	0.12	7.06	0.00	0.00
130	69/2/15	0.00	0.00	94.62	0.00	0.15	4.98	0.00	0.00
131	69/2/16	0.00	0.00	92.27	0.28	0.20	6.83	0.00	0.00
132	69/2/17	0.91	0.00	75.01	2.95	0.75	8.08	0.00	12.15
133	69/2/18	0.00	0.00	75.98	0.31	0.00	7.41	0.00	16.15
134	71/6/1	1.14	0.00	90.57	0.34	0.00	7.62	0.00	0.00
135	71/6/1A	0.31	0.00	92.06	0.22	0.00	6.58	0.00	0.74
136	71/6/2	0.90	0.00	96.77	0.21	0.00	1.84	0.00	0.00
137	71/6/3	7.14	0.00	79.61	1.17	0.00	10.93	0.00	0.96
138	71/6/4	0.31	0.00	95.05	1.62	0.15	1.21	0.00	1.47
139	71/6/5	0.40	0.00	95.46	0.43	0.24	1.24	0.00	2.05
140	71/6/5A	0.00	0.00	98.11	0.42	0.00	0.40	0.00	0.70
141	71/6/6A	0.00	0.00	89.19	0.88	0.00	8.79	0.00	0.85
142	71/6/7	0.00	0.00	89.47	0.00	0.00	9.98	0.00	0.00
143	71/6/7A	0.00	0.00	92.30	0.28	0.00	6.62	0.00	0.67
144	71/6/8	0.00	0.00	93.78	0.30	0.00	3.84	0.00	1.94
145	71/6/9	0.00	0.34	86.43	0.49	0.00	12.44	0.00	0.00
146	71/6/10	0.00	0.27	76.52	0.44	0.65	21.42	0.00	0.00
147	71/6/10A	0.00	0.34	82.89	0.65	0.50	15.57	0.00	0.00
148	71/6/11	0.00	0.24	81.11	0.38	0.22	17.89	0.00	0.00
149	71/6/12	0.00	0.46	79.27	0.47	0.17	19.46	0.00	0.00
150	71/6/13	0.00	0.00	90.99	0.23	0.00	8.46	0.00	0.00
151	71/6/14	0.00	0.00	90.34	0.29	0.00	8.85	0.00	0.00
152	71/6/15	0.00	0.00	90.66	0.00	0.00	8.81	0.00	0.00
153	71/6/16	0.00	0.00	88.54	0.00	0.00	10.18	0.00	0.71
154	71/6/17	0.63	1.76	75.23	0.53	0.79	10.31	0.13	10.61

Tab. 2: SPSS^x-Job für IBM 3083 unter VM/CMS

```

TITLE          SCATTERGRAMM DER ANALYSENERGEBNISSE AWARISCHER BRONZEN
FILE HANDLE    RAWDATA / NAME='AWCLUS DATA A'
DATA LIST      FILE=RAWDATA FIXED<1) /
              FE,NI,CU,ZN,AG,SN,SB,PB (12X,8F9.4) FREQUENCIES
GENERAL=ALL OPTIONS        6,10 STATISTICS        ALL SCATTERGRAM
FE(0.0,4.0),NI(0.0,0.5),CU(50.0,100.0),ZN(0.0,15.0),
AG(0.0,2.0),SN(0.0,30.0),SB(0.0,0.5),PB(0.0,25.0)
OPTIONS        7 STATISTICS        ALL

```

Tab. 3: Statistik der Daten

	MITTEL- WERTE	STANDARD- ABWEICHUNGEN	MINIMA	MAXIMA
Fe	0.2776	0.6886	0.0000	7.1400
Ni	0.0447	0.1682	0.0000	1.7600
Cu	78.5348	10.4340	55.8700	98.1100
Zn	0.9966	2.2655	0.0000	13.3000
Ag	0.5383	0.4548	0.0000	1.6300
Sn	12.2001	7.2362	0.4000	28.4800
Sb	0.0868	0.0976	0.0000	0.2900
Pb	7.0816	5.7223	0.0000	23.5300

Tab. 4: CLUSTAN-1C-Job für IBM 3083 unter VM/CMS

```

FILE
ANALYSE AWARISCHER BRONZEOBJEKTE
 154  S      S SN 8
      (12X,BF9.4)
LABELS X X
FE      NI      Cu      Zn      Ag      Sn      Sb      Pb
51/4/1  51/4/2  51/4/3  51/4/4  51/4/5  51/4/6  51/4/7  51/4/8  56/2/1G 56/2/1B
56/2/2B 56/2/3B 56/2/4B 56/2/4R 56/2/5B 56/2/6B 56/2/7B 56/2/8B 56/2/9G 57/1
81/1/1a 81/1/1b 81/1/2a 81/1/2b 81/1/2c 81/1/2d 81/1/3a 81/1/3b 81/1/3c 81/1/3d
81/1/3e 81/1/3-f 81/1/4aV81/1/4bV81/1/4cv'S1/1/4dV81/1/4eV81/1/5 81/1/6a 81/1/6b
81/1/7a 81/1/7b 81/1/7c 81/1/7d 81/1/7e 81/1/7-f B1/1/7g 81/1/7h 81/1/7i 93/2/2a
93/2/2b 145/2/1 145/2/2 145/2/3 145/2/4 145/2/5 145/2/6 145/2/7 145/2/8 145/2/9
145/2/10 145/2/11 145/2/12 145/2/13 145/2/14 145/2/15 145/2/16 145/2/17 145/2/18 145/2/19
145/2/20 145/2/21 145/2/22 145/2/23 145/2/24 145/2/25 145/2/26 145/2/27 145/2/28 145/2/29
145/2/30 145/2/31 82/2/2a 82/2/2b 82/2/2c 82/2/3a 82/2/3b 82/2/3c 82/2/3d 82/2/3e
82/2/3-f 82/2/3g 82/2/3h 82/2/3i 82/2/3J 82/2/3k 82/2/4a 82/2/4b 82/2/4c 82/2/5a
82/2/5b 82/2/5c 82/2/5d 82/2/5e 82/2/5-f 82/2/5q 82/2/5h 82/2/5i 82/2/5J B2/2/5k
82/2/5l 82/2/5m 82/2/5n 82/2/5o 82/2/5p 69/2/1 69/2/2 69/2/3 69/2/4 69/2/5
69/2/6 69/2/7 69/2/8 69/2/9 69/2/10 69/2/11 69/2/12 69/2/13 69/2/14 69/2/15
69/2/16 69/2/17 69/2/18 71/6/1 71/6/1A 71/6/2 71/6/3 71/6/4 71/6/5 71/6/5A
71/6/6A 71/6/7 71/6/7A 71/6/8 71/6/9 71/6/10 71/6/10A 71/6/11 71/6/12 71/6/13
71/6/14 71/6/15 71/6/16 71/6/17 CGRREL
  1 5
HIERARCHY
6 2 15 XI
RESULT
XXXXXX 8 5 XXX
TREE
2
TREE

PLINK
      2 1
ANALYSE AWARISCHER BRONZEOBJEKTE NACH WARD'S METHODE: LN-AUFTRAGUNG
PLINK
      2
ANALYSE AWARISCHER BRONZEOBJEKTE NACH WARD'S METHODE
STOP

```

Tab. 5: Wichtigste Korrelationen der Elemente

Grab Nr.	Sn/Ag	Cu/Ag	Cu/Sn	Cu/Pb	Cu/Zn
51	0.38	-0.19	-0.88	-0.88	-0.55
56	0.17	-0.26	-0.46	-0.45	-0.39
81	0.13	-0.57	-0.49	-0.93	-0.70
145 A	0.11	0.08	-0.81	-0.83	0.70
82A	0.54	-0.55	-0.91	-0.79	-0.15
69	0.31	-0.35	-0.66	-0.95	-0.61
71	0.45	-0.67	-0.87	-0.33	-0.14
Ges.	0.84	-0.81	-0.84	-0.75	0.16

Tab. 6: Ergebnis der Clusteranalyse

ANALYSE AWARISCHER BRONZEOBJEKTE
 WARDS METHOD GROUP 143 PUSE POINTS 28 137 AT COEF 4.071
 11 CLUSTERS

CLUSTER 1 NUMBER OF CASES = 38

CASE NUMBERS

1 3 4 5 6 9 14 18 116 117 118 119 120 121 122
 123 124 125 126 127 128 129 130 131 134 135 136 138 139 140
 141 142 143 144 150 151 152 153

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Sb	0.0000	-0.8889	0.0000	0.0000
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Zn	0.0318	-0.2519	0.4261	0.4038
Pb	0.0376	-1.0998	0.7882	1.1100
Cu	0.0626	1.3427	92.5441	2.6110
Ag	0.0982	-0.8578	0.1482	0.1425
Sn	0.1216	-0.9103	5.6127	2.5236
Fe	0.2503	-0.1643	0.1645	0.3445

CLUSTER 2 NUMBER OF CASES = 6

CASE NUMBERS

20 145 146 147 148 149

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Fe	0.0000	-0.4031	0.0000	0.0005
Sb	0.0000	-0.8889	0.0000	0.0001
Pb	0.0000	-1.2376	0.0000	0.0087
Zn	0.0041	-0.2457	0.4400	0.1442
Cu	0.1181	0.3105	81.7750	3.5859
Sn	0.2070	0.6527	16.9233	3.2924
Ni	0.2131	1.7359	0.3367	0.0776
As	0.3428	-0.6192	0.2567	0.2663

CLUSTER 3 NUMBER OF CASES = 9

CASE NUMBERS

11 13 16 33 34 35 36 37 54

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Pb	0.0432	-0.9610	1.5822	1.1889
Fe	0.0506	0.3472	0.5167	0.1549
Sn	0.0932	-0.8169	6.2889	2.2093
Cu	0.1448	0.6357	85.1678	3.9709
Ag	0.2193	-0.8269	0.1622	0.2130
Sb	0.3176	-0.5132	0.0367	0.0550
Zn	0.3502	2.2752	6.1511	1.3406

CLUSTER 4 NUMBER OF CASES = 3

CASE NUMBERS

12 15 17

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Ag	0.0000	-1.1836	0.0000	0.0008
Sn	0.0002	-1.4349	1.8167	0.0910
Pb	0.0004	-1.0442	1.1067	0.1159
Cu	0.0008	0.4126	82.8400	0.2859
Zn	0.0021	5.3779	13.1800	0.1049
Fe	0.0110	0.7489	0.7933	0.0723
Sb	0.0140	1.0238	0.1867	0.0115

CLUSTER 5 NUMBER OF CASES = 2

CASE NUMBERS

28 137

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Sb	0.0000	-0.8889	0.0000	0.0000
Ag	0.0000	-1.1836	0.0000	0.0000
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0000
Cu	0.0060	0.1577	80.1800	0.8061
Sn	0.0190	-0.0781	11.6350	0.9970
Pb	0.0887	-0.8592	2.1650	1.7041
Zn	0.1334	-0.1817	0.5850	0.8273
Fe	16.0363	7.1334	5.1900	2.7577

CLUSTER 6 NUMBER OF CASES = 16

CASE NUMBERS

2 7 8 10 19 26 38 39 42 43 44 45 46 48 50
51

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Zn	0.0528	-0.0049	0.9856	0.5206
Cu	0.0972	0.0230	78.7750	3.2532
Ag	0.0993	-0.5377	0.2938	0.1433
Fe	0.1238	-0.0373	0.2519	0.2423
Sn	0.1677	-0.5162	8.4650	2.9632
Ni	0.5252	0.8898	0.1944	0.1219
Sb	0.5396	0.2446	0.1106	0.0717
Pb	0.5772	0.6521	10.8131	4.3474

CLUSTER 7 NUMBER OF CASES = 18

CASE NUMBERS

22 23 24 25 60 61 62 63 64 66 70 71 72 76 77
78 80 82

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Zn	0.0164	-0.3475	0.2094	0.2898
Cu	0.0502	-0.2419	76.0111	2.3380
Fe	0.0781	-0.3103	0.0639	0.1925
Ag	0.1248	0.2444	0.6494	0.1607
Pb	0.2087	0.4987	9.9356	2.6144
Sn	0.2245	0.0720	12.7211	3.4285
Sb	0.3857	0.9384	0.1783	0.0606

CLUSTER 8 NUMBER OF CASES = 12

CASE NUMBERS

21 27 29 30 31 32 40 41 47 49 132 133

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Cu	0.0746	-0.7438	70.7742	2.8506
Zn	0.1222	0.0736	1.1633	0.7919
Sn	0.1255	-0.4160	9.1900	2.5636
Fe	0.2713	0.2225	0.4308	0.3587
Pb	0.3415	1.8569	17.7075	3.3438
Ag	0.4730	-0.1539	0.4683	0.3128
Sb	0.5352	-0.2058	0.0667	0.0714

CLUSTER 9 NUMBER OF CASES = 16

CASE NUMBERS

52 53 55 56 57 58 59 65 67 68 69 73 74 75 79
81

CLUSTER	DIAGNOSIS OP MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Sb	0.0000	-0.8889	0.0000	0.0000
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Zn	0.0035	-0.3958	0.1000	0.1349
Fe	0.0135	-0.3741	0.0200	0.0800
Sn	0.0532	0.1681	13.4169	1.6683
Cu	0.0550	-0.1581	76.8850	2.4479
Ag	0.0760	0.3074	0.6781	0.1254
Pb	0.1536	0.2710	8.6325	2.2429

CLUSTER 10 NUMBER OF CASES = 1

CASE NUMBERS

154

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Sn	0.0000	-0.2612	10.3100	0.0000
Pb	0.0000	0.6166	10.6100	0.0000
Ag	0.0000	0.5534	0.7900	0.0000
Ni	0.0000	10.1998	1.7600	0.0000
Sb	0.0000	0.4431	0.1300	0.0000
Cu	0.0000	-0.3167	75.2300	0.0000
Fe	0.0000	0.5117	0.6300	0.0000
Zn	0.0000	-0.2060	0.5300	0.0000

CLUSTER 11 NUMBER OF CASES = 33

CASE NUMBERS

83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97
98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112
113 114 115

CLUSTER	DIAGNOSIS OF MEANS, STANDARD		DEVIATIONS	AND F-RATIO
VAR	F-RATIO	T	MN-ORIG	STD-ORIG
Ni	0.0000	-0.2660	0.0000	0.0001
Zn	0.0039	-0.4005	0.0894	0.1424
Pb	0.0828	0.4871	9.8688	1.6465
Sn	0.0937	1.5763	23.6063	2.2147
Cu	0.1111	-1.3449	64.5016	3.4774
Ag	0.2561	1.5228	1.2309	0.2302
Fe	0.2935	-0.0603	0.2361	0.3731
Sb	0.4494	1.1480	0.1988	0.0654

