

RESTAURIERUNG UND MUSEUMSTECHNIK

Herausgegeben vom Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens
durch Rudolf Feustel

6

Astrid Pasch

REKONSTRUKTION EINER GOLDBLECHSCHEIBENFIBEL UND UNTERSUCHUNGEN ZU DEN HERSTELLUNGSTECHNIKEN

Ulrich Sieblist

DER VERGOLDETE SPANGENHELM VON STÖSSEN, KR. HOHENMÖLSEN

Detlef Liebel

REKONSTRUKTION DES BRONZESCHWERTES VON STENN IN ORIGINALGETREUER TECHNIK

Druck: Druckerei Volkswacht Gera, Zweigbetrieb Greiz

© 1985 by Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar

Nachdruck oder fotomechanische Vervielfältigung, auch einzelner Teile,
ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers nicht gestattet.

Inhalt

	<u>Seite</u>
Astrid Pasch	
Rekonstruktion einer Goldblechscheibenfibel und Untersuchungen zu den Herstellungstechniken	5
1. Konservierung	6
2. Technische Beschreibung und Herstellungstechniken	6
2.1. Vorderplatte	6
2.2. Rückplatte	8
2.3. Seitenwandung	10
2.4. Montage des Fibelkörpers	10
2.5. Füllung	10
2.6. Nadelkonstruktion	11
2.7. Verzierungen	11
2.8. Fassungen für die Steine	12
2.9. Gewellte Blechbänder	13
2.10. Drähte	13
2.11. Filigran	15
2.12. Aufbringen der Verzierungen	15
2.13. Steineinlagen und Perlen	16
3. Die Rekonstruktion und Nachbildung	17
3.1. Vorderplatte mit Auflötungen	18
3.2. Rückplatte und Seitenwandung	19
3.3. Montage von Vorder- und Rückplatte	20
3.4. Steineinlagen	21
4. Literatur	21
Ulrich Sieblist	
Der vergoldete Spangenhelm von Stöben, Kr. Hohenmölsen	23
1. Untersuchungen zur Technologie	26
1.1. Konstruktion des Helmes	26
1.2. Lederteile	29
1.3. Nackenschutz	30
1.4. Helmzier	30
2. Verzierungstechniken	30
3. Nachbildung	31
3.1. Die Spangen	32
3.2. Die Zimierplatte mit Hülse	32
3.3. Die Füllbleche	33
3.4. Stirnreif und Trapezbleche	33
3.5. Preßblech	34
3.6. Wangendecken	35
3.7. Nackenschutz	35
3.8. Lederarbeiten	36
4. Zusammenfassung	37
5. Literatur	38

	<u>Seite</u>
Detlef Liebel	
Rekonstruktion des Bronzeswertes von Stenn in originalgetreuer Technik	39
1. Die bildhafte Rekonstruktion	39
2. Bemerkungen zur bronzezeitlichen Schwertherstellung	41
2.1. Die Formverfahren	42
2.2. Das Schmelzen	44
2.3. Die Legierungen	44
3. Die praktischen Arbeiten zur Rekonstruktion	45
3.1. Anfertigung von Gipsformen für den Guß der Wachsmodelle	45
3.2. Herstellung des Bronzezugs	47
3.3. Herstellung der Bronzeklinge	48
4. Nachbehandlung der Gußstücke und Montage	51
5. Zusammenfassung und Ergebnisse	51
6. Literatur	52

Rekonstruktion einer Goldblechscheibenfibel und Untersuchungen zu den Herstellungstechniken

Das nördlich an den Grabfeldgau anschließende Tullifeld mit den Siedlungen Kaltenwestheim, Kaltensundheim und Mittelsdorf gilt nach den Ergebnissen archäologischer und historischer Forschungen sowie früher urkundlicher Erwähnungen als ein Gebiet, das im 7. und 8. Jh. planmäßig von den Franken besiedelt worden war (Behm-Blancke 1973). Zeugnisse dieses frühen Landesausbaues sind zwei Körpergräberfelder am Ortsrand von Kaltenwestheim. Die reichen Schmuck- und Waffenbeigaben in einem Teil der Gräber lassen die gehobene soziale Stellung der hier bestatteten Franken erkennen. Die hervorragenden Funde wurden 1969 durch eine Goldblechscheibenfibel bereichert, die am Rand eines Gräberfeldes nordöstlich der Ortslage von Kaltenwestheim zum Vorschein kam. Die aus einem zerstörten Frauengrab stammende Fibel war bei Erdarbeiten von einer Planierraupe erfaßt, dabei zerrissen und deformiert worden; es konnten nur Fragmente geborgen werden. Die bronzenen stabilen Bruchstücke sind nicht verbogen.

Kennzeichnend für die merowingischen Goldblechscheibenfibeln ist reiche Verzierung mit farbigen Steineinlagen in Verbindung mit Filigranornamentik. Auf der streng symmetrisch gestalteten goldenen Deckplatte der Kaltenwestheimer Fibel sind zwei einander überlagernde Kreuze so angeordnet, daß ein strahlenförmiges Muster entstand. Das erste Kreuz besteht aus vier zungenförmigen Armen, die gering erhöht durch Kastenkonstruktionen mit Steineinlagen gebildet und mit Kordeldraht gefaßt sind. Diese in Zelltechnik gefertigten Arme lassen sich als stilisierte Insekten deuten. Die Arme des zweiten Kreuzes werden durch Kordeldraht sowie durch dreieckige und runde Steineinlagen markiert. Auf den Freiflächen befinden sich Filigranverzierungen. Beide Kreuze reichen bis zum Fibelrand. Nach dieser Ornamentik läßt sich die Goldblechscheibenfibel den "Runden Fibeln mit erhabenen Armen" (Gruppe I.4. nach Thieme 1979) zuweisen, für die vier oder acht aus dem Deckblech herausgearbeitete Arme kennzeichnend sind. Mehrere Fibeln dieser Gruppe weisen als verbindendes Element vergleichbare stilisierte Insekten in Zelltechnik oder in Goldblech auf, die, wie auf unserem Stück, radial um den Mittelpunkt angeordnet sind. Die Fibelgruppe ist hauptsächlich im linksrheinischen Raum zwischen Mosel und Niederrhein verbreitet (Thieme 1979). Eine ähnliche Gestaltung der Schauseite weist die Goldblechscheibenfibel aus der Wüstung Großorden bei Quedlinburg auf (Schulz 1956, S. 1057, Abb. 16), die, wie das Kaltenwestheimer Stück, abseits des Hauptverbreitungsgebietes gefunden wurde und mit 5,8 cm auch genau den gleichen Durchmesser hat. Beide Exemplare stammen, wie auch die weiteren bekannten Goldblechfibeln aus dem thüringischen Raum von Siebleben, Kr. Gotha (Schmidt 1979, S. 64, Taf. 61, 1), und Ammern, Kr. Mühlhausen (Behm-Blancke 1973, Abb. 139), aus rheinfränkischen Werkstätten und sind als östliche Vertreter dieses auf byzantinische Anregungen aus dem Mittelmeerraum zurückgehenden Schmuckes anzunehmen. Diese Fibeln wurden von Frauen auf dem oberen Brustbereich als Schmuck und vermutlich zum Zusammenstecken eines Umhangs getragen. Nach der naheliegenden Deutung des Kreuzmotives als christliches Symbol (Schulz 1956) war die wohlhabende Trägerin der Fibel aus der Siedlung Kaltenwestheim Angehörige des katholischen Christentums.

Im Anschluß an die durch Grabinventare datierten Vertreter dieser Fibelgruppe ist die Goldblechscheibenfibel von Kaltenwestheim der 2. Hälfte des 7. Jh. zuzuweisen.

1. Konservierung

Die Konservierung der Goldblechscheibenfibel ist 1970 in der Restaurierungswerkstatt des Museums für Ur- und Frühgeschichte Thüringens von den Restauratoren J. Hucke und J. Emmerling durchgeführt worden.

Die stark deformierten Goldfragmente wurden mit Spiritus mechanisch gereinigt, dann, soweit dies möglich war, wieder gerade gebogen und mit Piaflex überzogen. Die Bronze- und Eisenteile, d. h. die Seitenwände und die Rückplatte mit der Eisennadel waren stark korrodiert. Die Patina auf der Bronze ist mit Komplexon III entfernt worden; von der völlig durchkorrodierten Eisennadel lösten sich nur die losen Korrosionsteile, während die Nadelform erhalten blieb. Alle Fibelteile wurden mit Kalloplast R (Meracrylsäureester) auf einer Zelluloidunterlage aufgeklebt.

Danach lag die Fibel über zehn Jahre in der Ausstellung des Museums. Ihr Zustand hat sich während dieser Zeit nicht verändert; lediglich die Zelluloidunterlage vergilbte stark.

Im Januar 1982 haben wir alle Fibelteile von der Unterlage abgelöst, um sie genauer zu untersuchen. Die Kalloplastreste und der Piaflexüberzug ließen sich mit Aceton und Toluol entfernen. Nach Abschluß der Untersuchungen wurden die Fragmente mit Piaflex auf einer runden, sechs Millimeter starken Plexiglasscheibe fixiert (Plexiglas und Piaflex sind nicht gilbend). Von einem Lacküberzug der Goldteile wurde abgesehen, weil Gold sich unter musealen Lagerbedingungen nicht verändert. Zum Schutz der Bronze- und Eisenteile erfolgte ein Überzug mit Schutzwachs AERO 46. Die einzelnen Fragmente der Fibel waren in sich stabil.

2. Technische Beschreibung und Herstellungstechniken (Taf. I - II, Abb. 1 - 5)

Die Fibel von Kaltenwestheim wirkt sehr massiv und ist durch den reichen Dekor ausgesprochen repräsentativ. Sie besteht wie alle vergleichbaren Goldblechscheibenfibeln aus zwei Grundkörpern, der Vorderplatte mit reichen Verzierungen und der Rückplatte mit der Nadelkonstruktion. Dazwischen befindet sich eine Seitenwandung. Die so geschaffene Kapsel ist mit einer Kalkmasse gefüllt.

Vorderplatte: Dm: 58,0; St: 0,1; - Rückplatte: Dm: 58,0; St: 0,6-1,2; - Seitenwandung: Br: 3,0; St: 0,6; - Nadelhalter: Br: 10,0; St: 2,0; - Böckchen des Nadelträgers: Anzahl: 2; L: 8,4; Br: 6,5; St: 2,0; Zwischenraum: 13,0; - Unterlegscheibe: Dm: 5,0; St: 0,5; - Äußere Niete: Anzahl: 8; - Fassung für die mittlere Perle: Dm: 14,0; H: 3,5; St: 0,1; - Fassung des Granatringes: äuß. Dm: 21,0; inn. Dm: 14,0; H: 2,2; St: 0,1 u. 0,2; - Fassungen für äußere Perlen: Anzahl: 4; Dm: 9,5-10,0; H: 2,3; St: 0,1; - Zellenfassungen: Anzahl: 4; L: 16,0; Br: 7,0 u. 5,3; L mittlere Zelle: 10,0; Br mittlere Zelle: 2,0; H: 2,1; St: 0,1 u. 0,2; - Dreieckige Fassungen: Anzahl: 12; Seitenlängen: 8,0, 8,0 u. 6,0; H: 2,0; St: 0,1; - Fassungen für die Steine in den äußeren Perlen: Anzahl: 4; Dm: 3; - Gewellte Bänder: Anzahl: 16; L: ca. 17,0; Br: 1,0; St: 0,1; - Kordeldrähte: Draht-St für äuß. Draht: 0,4; Draht-St mittl. Kordeldraht: 0,25; - Filigranspiralen: Anzahl: 48; Draht-St: 0,25-0,3 mm.

2.1. Vorderplatte

Die Vorderplatte besteht aus einer 0,1 mm dünnen runden Blechscheibe, auf die alle metallenen Verzierungselemente - Goldblechfassungen für die farbigen Steine und Perlen, Filigranaufgaben, gewellte Blechbänder - aufgelötet sind. Das Material der Vorderplatte ist Gold. Dies war schon auf Grund von Farbe, Glanz und Erhaltungszustand des Metalls eindeutig bestimmbar. Der Feingehalt wurde mit den handelsüblichen Prüfsäuren ermittelt und ergab mehr als 750 Tausendteile. Eine genauere Bestimmung wurde nicht vorgenommen, weil damit ein höherer Materialverlust verbunden gewesen wäre.

Die Vorderplatte ist nur noch fragmentarisch erhalten. Arbeitsspuren sind nicht mehr feststellbar, da diese durch Glätten und Polieren beseitigt worden waren. Nur ein kleines Loch

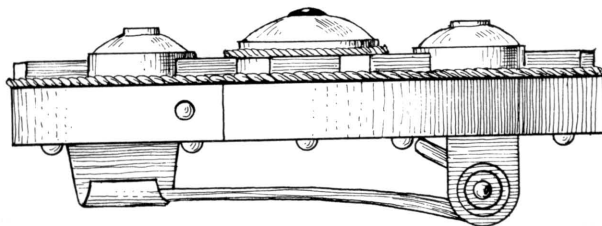
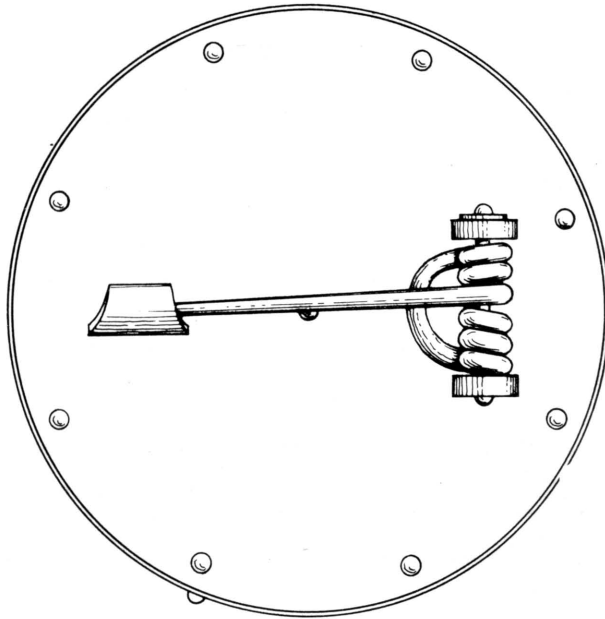
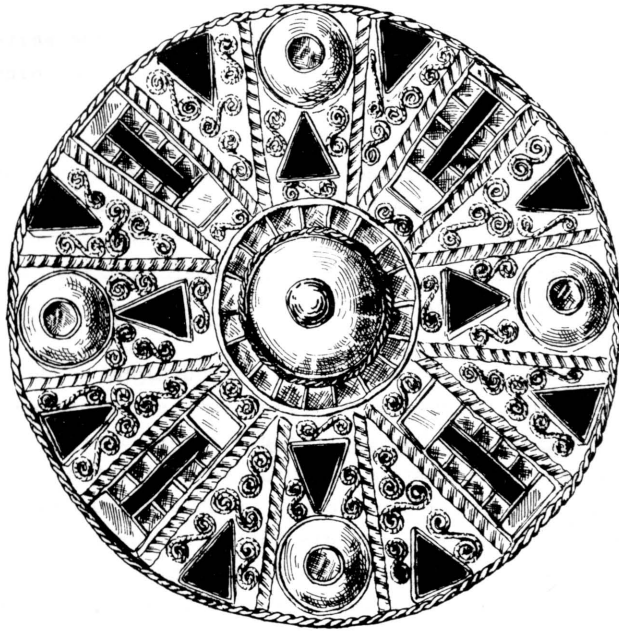


Abb. 1. Goldblechscheibenfibel von Kaltenwestheim (Rekonstruktionszeichnungen)

im Blech ist zu erkennen, das mit einem Blechstück auf der Vorderseite geflickt wurde. Ob dieses Loch ein Materialfehler, eine Schmorstelle o. ä. war, kann nicht mehr festgestellt werden.

Die Grundplatte ist geschmiedet. Werkzeuge waren der Amboß, auf dem das Blech geschlagen wurde, und der Hammer. Die Bahnen des Ambosses und des Hammers müssen sehr glatt, sicher sogar poliert gewesen sein, denn jede Unebenheit hätte sich auf dem Blech markiert. Geebnet und geglättet wurde das Blech ebenfalls mit einem Hammer oder mit der geraden und scharfen Kante eines Metall- oder Holzwerkzeuges.

Gold wird beim Schmieden hart und muß deshalb zwischengeglüht werden. Die Behauptung von Rademacher (1940, S. 11): "Das Goldblech der Fibel ist sehr dünn, es erreicht kaum die Stärke von einem halben Millimeter. Daß es trotzdem recht widerstandsfähig ist, verdankt es dem Austreiben durch langsames Hämmern, wodurch es zugleich gehärtet wird", muß zurückgewiesen werden, denn alle von ihm beschriebenen Goldbleche wurden nach dem Hämmern mit Steinfassungen, Filigran u. ä. belötet. Da die Löttemperatur höher ist als die Glüh-temperatur, sind die Goldbleche dabei wieder weich geworden. Hartgeschmiedetes dünnes Blech hat außerdem Spannungen in sich, die beim ersten Löten zu Verwerfungen führen können, so daß auch nach der letzten mechanischen Beanspruchung ein Glühen des Bleches notwendig ist. Ihre Widerstandsfähigkeit verdanken diese dünnen Goldbleche den Auflötungen und der Füllschicht bzw. der Dicke der Fibeln. Grund für die geringe Stärke der Vorderplatte war einmal die Einsparung des kostbaren Goldes, zum anderen erleichterte sie das Auflöten der Verzierungen. Bei einer dickeren Vorderplatte würde mehr Lötwärme benötigt und damit die Gefahr des Verschmorens der Auflötungen erhöht werden. Unter Schmoren versteht man das Anschmelzen des Metalls; Metallränder sind dabei besonders gefährdet.

Unter den meisten Steinen bzw. Steinfassungen ist die Vorderplatte ausgespart worden. Ob dies gleich nach dem Auflöten der Steinfassungen geschah oder erst nach der letzten Auflötung, bleibt ungewiß. Wahrscheinlicher wäre letzteres, weil jede Schnittkante die Gefahr des Anschmorens erhöht. Der Zweck der Aussparungen war sicherlich Materialersparnis, denn eine praktische Notwendigkeit ist nicht erkennbar.

Die These von Rademacher (1940, S. 14): "An beschädigten Fassungen läßt sich erkennen, daß die Goldplatte unter den Fassungen mehrfach ausgeschnitten ist. Dies geschah nicht wegen der geringfügigen Materialersparnis, vielmehr war dadurch die Möglichkeit gegeben, die Fassungen besser mit der Goldplatte zu verbinden, indem man nach dem Ausschneiden schmale Streifchen des Goldgrundes aufwärts bog und an die inneren Wandungen der Fassungen anlötete", trifft für die Kaltenwestheimer Fibel in keiner Weise zu.

Werkzeuge, mit denen die Aussparungen hergestellt wurden, waren Meißel oder Messer.

In den acht leeren äußeren Dreieckfassungen befinden sich Löcher für die Niete, mit denen die Vorderplatte an der Rückplatte befestigt war.

2.2. Rückplatte

Die Rückplatte ist 1,2 mm stark und hat einen Durchmesser von 58 mm. Sie verleiht der Fibel die Stabilität. Auf ihr ist die Nadelkonstruktion angebracht. Die Analyse des Metalls ergab Kupfer, Zink und Zinn.¹ Es handelt sich also um Messing.

Die Rückplatte wurde geschmiedet. Entsprechende Arbeitsspuren von der Herstellung sind freilich nicht mehr vorhanden, weil die Patina entfernt worden ist. Weiterhin ist anzunehmen, daß die Rückplatte geschliffen und poliert war. In der Nähe einer Lötung sind Feil-

¹ Die Materialuntersuchungen wurden im chemischen Labor des Museums für Ur- und Frühgeschichte, Weimar, von Dr. D. Bleck und M. Böhmel durchgeführt.

spuren zu erkennen, die vom Verfeilen des Lotkleckses herrühren. - Wie in der Vorderplatte gibt es Nietlöcher. Allerdings sind weitaus mehr Bohrungen auf der Rückplatte als für die Nieten notwendig waren; vielleicht sind einige Fehlbohrungen.

2.3. Seitenwandung

Diese besteht aus einem 6 mm breiten und 0,3 mm dicken Blechstreifen, der die Stärke der Füllung und damit die Dicke der Fibel bestimmt. Von der Wandung sind nur noch zwei Fragmente vorhanden; in einem befindet sich ein kleiner Niet. Durch die Metallanalyse wurden Kupfer und Zinn nachgewiesen. Die Seitenwandung besteht also aus Bronze. Die Enden des Wandungsstreifens überlappen sich um etwa zehn Millimeter - durch Lotreste feststellbar - sind vernietet und zusätzlich gelötet gewesen. Die Lötung kann aber auch unbeabsichtigt beim Auflöten der Seitenwandung auf die Rückplatte entstanden sein.

2.4. Montage des Fibelkörpers

Rückplatte und Seitenwandung waren durch Weichlötung miteinander verbunden. Lotreste (Zinn) sind sowohl am inneren Rand der Rückplatte als auch auf einer Kante der Seitenwandstücke vorhanden. Warum man hier nur eine Weichlötung vorgenommen, alle anderen Lötverbindungen an der Fibel aber hartgelötet hatte, bleibt unerklärlich. Die Rückplatte wurde nach dem Löten am Rand ringsum dünner gefeilt. Dies ist daraus zu schließen, daß sie zum Rande hin sehr dünn wird und auf der Außenseite rund abschließt, während sie auf der Innenseite einen scharfen Grat aufweist. Sicher wollte man so die sichtbare Lötfläche unauffälliger machen.

Vorderplatte und Rückplatte wurden durch neun Nieten aneinander gehalten. Acht davon waren am Rande, einer war in der Mitte angebracht. Von den randlichen Nieten sind keine mehr vorhanden, wohl aber die Nietlöcher in beiden Platten. Die acht Löcher der Vorderplatte befinden sich in den acht äußeren dreieckigen Steinfassungen, so daß sie unter den Steinen nicht mehr zu sehen waren. Solche verdeckten Nieten sind sehr selten und zeugen von einem ausgeprägten Schönheitssinn des Herstellers. Die Nietlöcher der Vorderplatte decken sich genau mit den dazugehörigen Löchern der Rückplatte. Der Zweck der weiteren Bohrungen in der Rückplatte bleibt problematisch.

Der mittlere aus Bronze bestehende Niet hielt außer der Vorder- und Rückplatte noch eine Perlmutterhalberle. Der Nietkopf ist nicht mehr vorhanden; die ebene Fläche um die Bohrung weist jedoch auf dessen Größe hin. Unter der Perle ist der Niet gespalten und eine Hälfte gegen die Unterseite der Perle gebogen worden. Da die Vorderplatte aber unter dieser Perle ausgespart war, mußte die Perle durch den Niet gehalten werden. Die Rückplatte hat in der Mitte die entsprechende Bohrung. Der Nietkopf fehlt auch auf dieser Seite.

Die Löcher für die Nieten wurden auf verschiedene Weise hergestellt. In die dünne goldene Vorderplatte hatte man sie einfach mit einem spitzen Gegenstand eingeschlagen - wie die ausgefranzten Ränder beweisen - in die Rückplatte dagegen gebohrt. Die Bohrlöcher in der Mitte der Platte sind konisch; es wurde dafür ein Spitzbohrer verwendet. Die anderen Bohrlöcher sind parallelwandig, stammen wohl von einem anderen Bohrer. An manchen Stellen sind kleine Kreise von der Größe der Bohrungen in das Metall geritzt. Es sind Bohransätze, die auf Verwendung von Kernbohrern hindeuten. Ein Kernbohrer besteht aus einem Rohr, mit dem man eine Scheibe, den Kern, aus dem Blech schneiden kann.

2.5. Füllung

Der Raum zwischen Vorder- und Rückplatte war ausgefüllt mit einer feinen weißen Masse aus Kalk (CaCO_3). Reste davon hafteten noch an den Fragmenten der Vorderplatte. Offenbar war Kalkmörtelpaste in die Fibel eingebracht worden, die dann unter Carbonatbildung aus-

härtete. Die Untersuchungen von etwa 30 Goldblechscheibenfibeln am Bonner Mineralogisch-Petrographischen Institut ergaben fast ausschließlich diese Verwendung von Kalk. Die Füllung sollte das Eindringen der Vorderplatte verhindern und insbesondere der Fibel beim Nieten die nötige Stabilität geben.

2.6. Nadelkonstruktion

Dazu gehören der Nadelträger, der Nadelhalter, die Nadelachse und die Nadel.

Der Nadelträger besteht aus zwei Messingböckchen, die im Abstand von 14 mm auf die Rückplatte gelötet sind.

Der Nadelhalter, ebenfalls aufgelötet, ist ein gebogenes Messingblech. (Der umgebogene Teil ist abgebrochen.)

Die Nadel und die Nadelachse bestehen aus Eisen. Beide sind vollkommen korrodiert. Von der Nadel ist nur noch die Federspirale vorhanden. Deren Wicklung ist infolge der Korrosion schwer erkennbar; auch das Röntgenfoto gibt keine genaue Information. Die Umrisse der Spirale deuten auf sechs Windungen. Die Nadel wurde aus Stahl hergestellt, weil solcher besondere Federkraft besitzt. Über die Herstellung können auf Grund der starken Zerstörung keine Angaben gemacht werden. Getragen wurde die Nadel von einer eisernen Achse, die beiderseits der Nadelträger gestaut war. An einem Ende der Nadelachse befindet sich zwischen Böckchen und dem Nietkopf ein Bronzeplättchen als eine Art Unterlegscheibe. Am anderen Ende der Nadelachse ist kein solches Plättchen gewesen. Dies deutet darauf hin, daß an dem Ende, wo sich das Bronzeplättchen befand, nach dem Einsetzen der Nadel genietet wurde, während der Nietkopf auf der anderen Seite bereits vorher hergestellt worden war. Das Bronzeplättchen sollte entweder den Nadelträger vor Beschädigungen beim Nieten schützen oder zusätzlich die Achse vor dem Herausrutschen bewahren.

2.7. Verzierungen

Die Verzierungen auf der Vorderplatte - 75 farbige Steine, 5 Perlmutterperlen, Filigran, gewellte Goldblechbänder und Kordeldrähte - machen die Wirkung und Schönheit der Fibel aus. Die metallenen Verzierungen sowie die Goldblechfassungen sind auf die Vorderplatte aufgelötet.

Den Mittelpunkt bildet eine 14 mm große runde Perlmutterhalbperle, die durchbohrt ist und mittels Bronzeniet an der Rückplatte befestigt war. Die Perle liegt in einer runden, 3,5 mm hohen Kastenfassung (Kastenfassungen nennt man diejenigen Metallteile, die Steine, Perlen usw. seitlich umschließen und diese durch Umschlagen der Oberkanten halten). Etwa 1 mm vom oberen Fassungsrand entfernt ist ein Kordeldrahttring angelötet. Unter dem Mikroskop sind an einigen Stellen der Einzelstränge des Kordeldrahtes schräge Fugen zu erkennen, die offensichtlich spiralförmig um den Draht verlaufen.

Die Perle ist von 19 trapezförmigen gefaßten Granaten umgeben. Die Steingröße beträgt jeweils ca. 2 x 3 mm. Die Fassung für die Granate besteht aus einem inneren und einem äußeren Blechring sowie 18 eingelöteten Zwischenstegen. Unter die Granate sind waffelartig gepreßte Goldfolieplättchen gelegt (zwei Steine und ein Folieplättchen fehlen).

Die Fassung der Perlmutterperle und der innere Blechring der Steinfassung stehen dicht bei einander, sind aber nicht miteinander verlötet.

Kreuzförmig um den Mittelteil angeordnet befinden sich am äußeren Fibelrand in vier runden Kastenfassungen Perlmutterhalbperlen von 10 mm Durchmesser. In die Halbperlen ist jeweils

ein Loch von 3,4 mm Durchmesser gebohrt. Was sich darin befunden hat, ist verlorengegangen. (Zwei Perlen fehlen.)

Zwischen den Perlmutterperlen befinden sich, ebenfalls kreuzweise angeordnet, vier große trapezförmige Kastenfassungen. Sie sind wiederum durch Blechstege in 11 Zellen für verschiedenfarbige Steine unterteilt, die vier verschiedene Größen haben: An der Außenseite befindet sich jeweils ein backsteinroter undurchsichtiger Glasstein, an der Innenseite ein milchigweißer Glasstein. Der in Längsrichtung dreigeteilte Mittelteil umfaßt einen langen schmalen blauen oder grünen durchsichtigen Glasstein. Rechts und links daneben sind je vier nahezu quadratische kleine Granate. Unter diesen liegen wiederum kleine Waffelfolieplättchen. (Eine große Zellenfassung fehlt völlig, eine ist stark deformiert. In dieser fehlen auch die backsteinfarbenen Einlagen, drei Granate und zwei Waffelfolieplättchen. Der weiße und der blaue Stein sind zerbrochen. In den beiden anderen Fassungen sind die backsteinfarbenen Steine mehr oder weniger stark beschädigt, die blauen bzw. grünen zerbrochen.)

Zwischen den großen Zellenfassungen und den Perlmutterperlen am Fibelrand befinden sich je eine dreieckige Kastenfassung mit der Spitze zur Mitte. (Drei Fassungen und alle Steine fehlen.) Gleiche Fassungen sind zwischen dem Mittelteil und den vier Perlmutterperlen angebracht; ihre Spitzen zeigen nach außen. (Eine Fassung fehlt, eine ist deformiert.) Diese Fassungen enthalten blaue durchsichtige Glassteine. (Sie sind zerbrochen.)

Weitere Schmuckelemente auf der Vorderseite sind schmale Goldblechbänder, die jeweils im Abstand von einem Millimeter wellenartig und schräg gefältelt sind. Die Fältelung zeigt zwei verschiedene Richtungen. Sie liegen jeweils auf beiden Seiten dicht neben den Perlenfassungen und den großen Zellenfassungen und verlaufen vom äußeren Fibelrand bis zu dem Granatfassungsring. Insgesamt waren 16 solche Bändchen der Fibel aufgelötet. (Vier davon fehlen, sechs sind nur noch teilweise vorhanden.) Zwischen die Fassungen und gewellten Blechbänder waren 48 kleine S-förmig gedrehte Spiralen aus Filigrandraht gelötet; Filigran: filum = Faden, granum = Korn - ist eine sehr alte, aber auch heute noch weitverbreitete Verzierungstechnik aus gekörntem Draht. (17 Filigranspiralen sind verlorengegangen, 5 nur noch zur Hälfte vorhanden.) Umrahmt wird die gesamte Fibel von einem Kordeidraht.

2.8. Fassungen für die Steine

Ausgangsmaterial für die Fassungen war dünnes Goldblech. Aus diesem wurden kleine Streifen geschnitten; deren Breite entsprach der Höhe der herzustellenden Fassungen. Solch ein Blechstreifen wurde dann mittels Zange zu einer Zarge gebogen und zusammengelötet. Die Lötstellen sind bei allen Fassungen leicht zu erkennen, weil sich dort die Blechstreifen um etwa einen Millimeter überlappen. So blieb zwar die Lötstelle immer sichtbar, aber die große Lötfläche garantierte gute Haltbarkeit. Bei allen eckigen Fassungen befindet sich die Lötstelle an einer Ecke.

Die Zwischenstege in den großen Zellenfassungen wurden aus etwas stärkeren Blechstreifen hergestellt, weil mit ihnen später zwei Steine gleichzeitig gefaßt werden mußten. Man hat sie erst untereinander zusammengelötet und dann nach Aussparung der Grundplatte als ein Stück in die Zarge eingelötet, im Gegensatz zu den anderen Lötungen oft nur punktarzig, manche Zwischenstege gar nicht. Die Fassungen für die ringförmig gelegten Granate im Mittelteil der Fibel bestehen aus zwei unterschiedlich großen runden Zargen mit eingelöteten Zwischenstegen. Das Material der Zwischenstege ist auch hier etwas stärker als das der Zargen.

Alle Fassungen, außer der für die mittlere Perlmutterperle, sind der Grundplatte aufgelötet. Die mittlere Fassung war wahrscheinlich nur eingeklemmt.

Die Steine und Perlen wurden soweit in die Fassungen eingelassen, daß von diesen ein knapper Rand überstand. Die Ecken der Fassungen hatte man eingekerbt. Dann sind die Fassungs-ränder über die Steinkanten gedrückt worden, so daß die Steine nicht herausfallen konnten. Die oberen breitgeschlagenen Kanten der Zwischenstege in den Zellenfassungen schoben sich beidseitig etwas über die Steinkanten.

2.9. Gewellte Blechbänder

Die gewellten Bändchen auf der Fibel bestehen aus einem 1 mm breiten, 0,1 mm dünnen Blechstreifen. Dieser wurde spiralförmig um einen anderen Blechstab (Br: 0,8, St: 0,2 mm) gewickelt, dann abgezogen und leicht gehämmert. Durch das Hämmern entstanden scharfkantige Knicke. Beim Aufbiegen der Wicklung bildete sich dann die Fältelung, wie sie die Wellenblechbänder der Fibel aufweisen. Die Biegung nach einer Falte entspricht der Kurve des Härteverlaufes. Die Schrägrichtung der Fältelungen ergibt sich zwangsläufig durch die spiralförmige Wicklung. Die Bänder waren in zwei verschiedenen Richtungen gewickelt worden, wodurch der Richtungsunterschied der schrägen Wellungen entstand. Die gewellten Goldblechbänder wurden auf Länge geschnitten und der Grundplatte aufgelötet.²

2.10. Drähte

Zur Drahtherstellung benutzt man in heutiger Zeit das Zieheisen. Zur Merowingerzeit war dieses in Mitteleuropa anscheinend noch unbekannt. Aus Bodenfunden ist jedenfalls kein Exemplar bekannt, das eindeutig als solches identifizierbar wäre. Es mußte also eine andere Technik der Drahtherstellung angewandt worden sein. Drähte über 1 mm Stärke wurden geschmiedet. Auf der Vorderseite der Fibel sind aber Drähte von 0,4 mm bzw. 0,25 mm Stärke angebracht. Solche dünnen Drähte lassen sich schwerlich schmieden. Die schrägen Fugen auf den Drähten weisen darauf hin, daß der Draht aus flachen oder quadratischen Metallstreifen hergestellt worden war (vgl. Foltz 1981). Der Querschnitt der Metallstreifen, wie sie für die auf der Fibel befindlichen Drähte notwendig waren, konnten wir nicht mehr feststellen. Versuche ergaben die Verwendung von Blechstreifen von 0,5 mm x 0,3 mm für den 0,4 mm starken Draht und 0,5 x 0,5 mm für den 0,25 mm starken Draht. Diese schmalen Streifen hatte man sehr eng gedreht und dann zwischen zwei ebenen Flächen (Stein, Bleche) gerollt. Dabei sind alle Unebenheiten der gedrehten Drähte gedrückt und geglättet worden. Die Fugen schlossen sich und waren kaum oder gar nicht mehr sichtbar. Es entstanden glatte, gleichmäßige Runddrähte. Daß diese nachträglich noch gezogen wurden, ist nicht anzunehmen, weil sich dabei die Wicklung wieder aufgezogen hätte.

Zu Kordeldrähten verdrehte man jeweils zwei Einzeldrähte miteinander. Beim Biegen traten ihre Fugen wieder deutlicher hervor. Daß diese am Original trotzdem kaum sichtbar sind, kann daher rühren, daß sie beim Auflöten der Kordeldrähte mit Lot zugelaufen sind oder daß sie durch nachträgliches Polieren und Abnutzung verrieben wurden. Bei der Herstellung der Einzel- und der Kordeldrähte mußte zwischengeglüht werden, damit sie wieder weich und geschmeidig wurden. Ungleichmäßiges Glühen verursacht ungleichmäßige Kordeldichte; solche ist auch am Original zu erkennen. Um den dünneren Kordeldraht in der Fibelmitte herzustellen, benötigte man zwei Einzeldrähte von 5 cm Länge. Für den äußeren Kordeldraht brauchte man jedoch zwei 40 cm lange Einzeldrähte. Ob diese in einem Stück hergestellt worden waren, ist wegen des Zerstellungsgrades am Original nicht mehr feststellbar. Ansatzstellen, die auf ein Zusammensetzen der Drähte schließen lassen, sind nicht zu erkennen. Daß die Herstellung sehr langer Drähte möglich war, beweisen zwei von Feldhaus (1914, S. 200) erwähnte Golddrähte von 90 cm und 140 cm Länge aus dem 5. - 7. Jh.; leider werden keine Angaben über ihre Stärke gemacht.

² Für ihre wertvollen Hinweise danke ich den Mitarbeitern des Bereiches Schmuckgestaltung der Hochschule Burg Giebiichenstein.

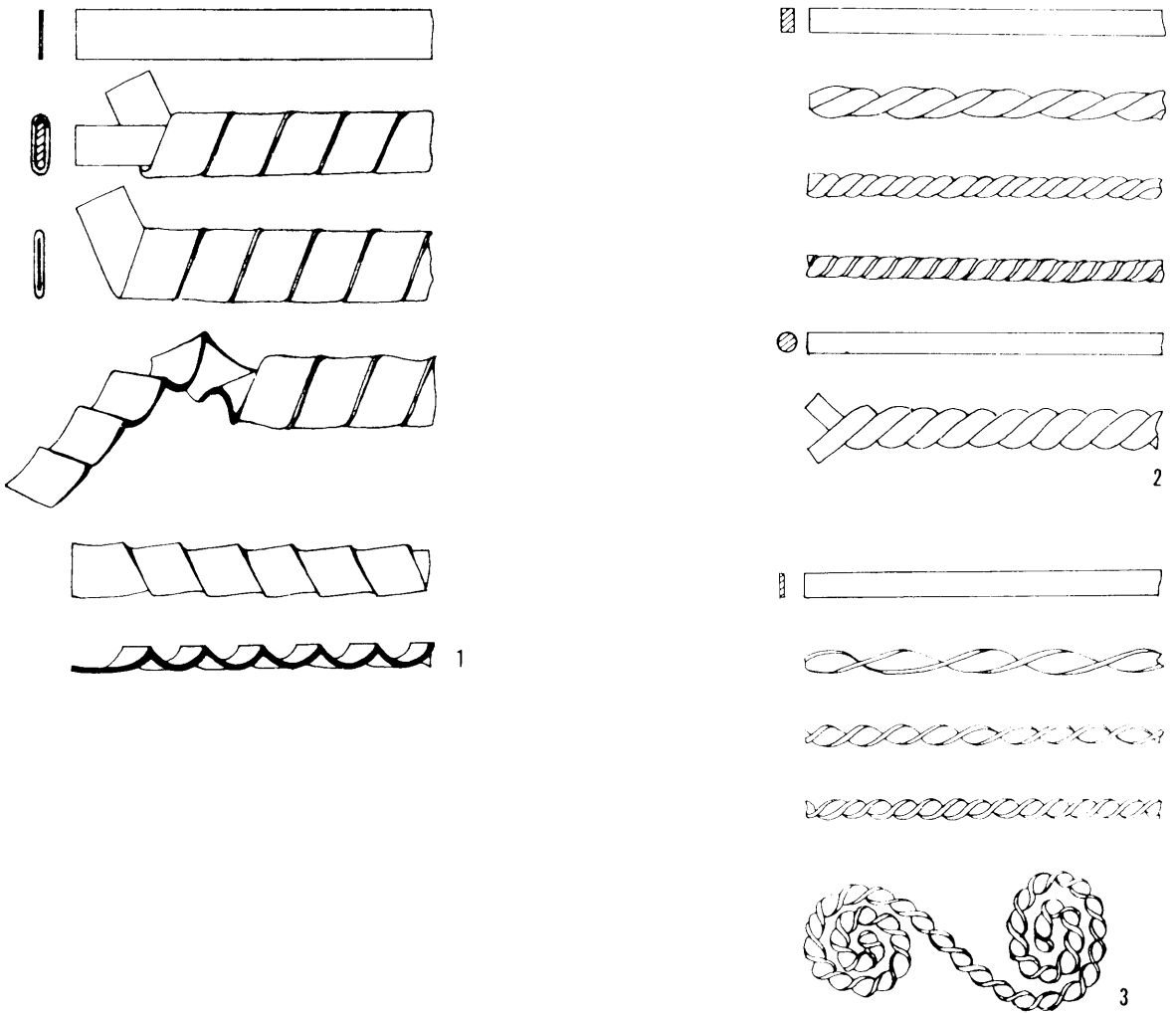


Abb. 3. Goldblechscheibenfibel von Kaltenwestheim. 1 Herstellung eines gewellten Blechbandes; - 2 Herstellung eines Kordeldrahtes; - 3 Herstellung des Filigrans; - 4 Atomnachweisdiagramms des Pyrops

2.11. Filigran

Filigran ist eine sehr alte Drahtbiede- und -legetechnik. Seine heutige Herstellung unterscheidet sich jedoch grundlegend von der früheren. Heute werden Filigrandrähte im allgemeinen aus flachgewalztem Kordeldraht oder Runddraht mit aufgeschnittenem Gewinde hergestellt.

Das Filigran auf der Goldblechscheibenfibrel besteht dagegen aus verdrehten Blechstreifen. Wie bei der Drahtherstellung wurden auch hier dünne, schmale Blechstreifen geschnitten, aber nur soweit verdreht, daß die körnige Struktur der Drähte noch deutlich sichtbar blieb. Auf dem Original ist eine Vielzahl verschieden starker Verdrehungen zu erkennen.

Die Filigrandrähte wurden dann zu kleinen Doppelspiralen gebogen. Dabei fertigte man jede einzeln an; sie fielen entsprechend unterschiedlich aus. Für eine Spirale brauchte man einen Filigrandraht von 1 - 2 cm Länge.

2.12. Aufbringen der Verzierungen

Das Aufbringen der Metallteile auf die Vorderplatte geschah durch Hartlötung. Sie ist eine feste und dauerhafte Verbindung zweier Metallstücke mittels eines bei niedriger Temperatur schmelzenden Metalles bzw. einer Metallegierung (Lot). Obgleich das Grundmetall weitgehend in festem Zustand bleibt, werden die Oberflächen der zu verbindenden Metallteile beim Schmelzen des Lotes in geringem Umfang im Lot gelöst. - Das Lotmetall ist meist dasselbe wie das Grundmetall; es enthält jedoch geringe Legierungsbeimengungen, die seinen Schmelzpunkt herabsetzen. Die Löttemperatur liegt über 450 °C, aber unter der Schmelztemperatur des Grundmetalls. Hartlötungen sind sehr stabil. Es ist z. B. möglich, so verbundene Stücke zu treiben, ohne daß dabei die Lötfläche wieder auseinanderreißt. Diese bleibt außerdem meist unsichtbar, da Grundmetall und Lotmetall gleichfarbig sind.

Neben dem Hartlöten wendet man noch das Weichlöten an. Es unterscheidet sich durch die Art des Lotes und die Löttemperatur, die unter 450 °C liegt. Es wird ausschließlich das niedrigschmelzende Zinnlot, d. h. eine Zinn-Blei-Legierung verwendet. Weichlötungen sind nicht sehr stabil; die Lötfläche bleibt oft sichtbar. Für Edelmetalle sind Zinnlötungen unsolid, denn sie verderben die Legierung.

Die Franken haben die Technik des Hartlötens außerordentlich gut beherrscht. An den Lötflächen unserer Fibel gibt es keine Lotreste oder Lotkleckse, wie man sie z. B. in den leeren Fassungen vermuten könnte. Rückschlüsse auf das verwendete Lot können deshalb hier nicht gezogen werden. Wolters (1975, S. 28) berichtet über die Verwendung hauptsächlich von Gold-Kupfer-Legierung als Hartlote in der europäischen Frühgeschichte. Daneben kamen auch Kupfer-Zinn-Blei-Legierungen zur Anwendung. Feine Lötungen an Gold wurden wahrscheinlich mit Malachitstaub durchgeführt. Malachit - $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, auch als "Chrysokolla" bezeichnet, wird beim Löten zu reinem Kupfer reduziert. Fast alle Länder der Antike verwendeten Malachit als Lot; sie stellten es teilweise sogar künstlich her. Da Malachitabbau zur Zeit der Merowinger in Europa nicht bekannt ist, wird vermutet, daß der Bedarf an Malachit und anderen reduzierbaren Kupferverbindungen durch Importe gedeckt wurde.

Bevor man die Verzierungen auf die Vorderplatte lötete, mußten alle Teile, vor allem die Platte, geschliffen und poliert, die Lötstellen metallisch blank und fettfrei sein. Das Lotmetall wurde dünn ausgeschlagen, in kleine Stücke - paillons - geschnitten oder zu Pulver gefeilt. Zum Abdecken der Lötstellen diente ein Flußmittel, welches das Fließen des Lotes förderte und den Sauerstoffzutritt verhinderte. Heute gebräuchliche Flußmittel - wie Borax und Salmiak - sind erst seit dem Mittelalter bekannt. Vorher verwendete man neben Harzen, Wachsen, Alaun, Weinstein, Soda vor allem Pottasche. Schon Varro (30 v. u. Z.) und

Tacitus (100 v. u. Z.) berichteten von der Pottaschegewinnung der Germanen und Gallier am Rhein. Ausgangsprodukt dafür war die Asche von Hölzern (besonders Buchen) und Binsen. Nach dem Löten ließen sich Reste solcher Flußmittel mit Wasser wieder entfernen. Die Reihenfolge, in der die einzelnen Verzierungselemente auf die Vorderplatte aufgelötet wurden, kann nur vermutet werden. Es ist anzunehmen, daß man Gruppen jeweils gleichartiger Elemente nacheinander auflötete, d. h. zuerst die größten und kompaktesten (Fassungen, Kordeldraht), dann die kleineren und zierlicheren (gewellte Blechbändchen, Filigran). Eine derartige Reihenfolge verringerte am ehesten die Gefahr des Verschmorens einzelner Teile.

Um die notwendige Löttemperatur zu erreichen, mußten Grundplatte und Auflötungen gleichzeitig erhitzt werden. Wahrscheinlich verwendete man zwei Wärmequellen: von unten ein Holzkohlefeuer, von oben das Lötrohr.

2.13. Steineinlagen und Perlen

Rein optisch sind drei Arten von Einlagen auf der Fibel zu unterscheiden: die glänzenden, nicht angegriffenen roten Granate, die teilweise stark angegriffenen verschiedenfarbigen Glassteine und die weißen Perlmuthalbperlen.

Der rote Granat stand in der Verwendung zu Schmuckzwecken bei den Germanen an hervorragender Stelle. Er war beliebt wegen seiner schönen roten Farbe (symbolisch die Farbe des Lebens). Bei einer Mikroanalyse des Steins wurde ein sehr hoher Magnesiumanteil festgestellt.³ Das bedeutet, daß es sich hier um Pyrop handelt, nicht, wie bisher angenommen, um Almandin. Der Pyrop (pyropos grch. feueräugig) gehört wie der Almandin in die Gruppe der Granate.
Pyrop - $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ (Magnesia-Tonerde)
Almandin - $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ (Eisen-Tonerde)

Reiche Fundstätten von Pyropen gibt es in Böhmen, auch im Erzgebirge und in Skandinavien. Sie kommen meist nur als sehr kleine Kristalle vor. Diese wurden zu rechteckigen bzw. quadratischen, etwa 1 mm dicken Plättchen verarbeitet. Ober- und Unterseite sind eben geschliffen und poliert. Die Seiten der Steine weisen viele kleine Bruchflächen auf, was darauf schließen läßt, daß man die Steine durch Brechen und nicht durch Schleifen in die richtige Größe und Form gebracht hat.

Die durchsichtig blauen und grünen sowie opak weißen Glassteine zeigen unter dem Mikroskop die für Glas typischen Luftblaseneinschlüsse. Durch Mikroanalyse wurde der stark zerstörte backsteinfarbene Stein ebenfalls als Glas, jedoch mit starken keramischen Verunreinigungen identifiziert. Es liegt die Vermutung nahe, daß diese Einschlüsse von der Wand des Hafens herrühren. Die farbgebenden Elemente der Glassteine konnten nicht bestimmt werden. Das Glas wurde wie die Pyrope zu kleinen 1 - 2 mm dicken Plättchen verarbeitet. Im Gegensatz zu den Pyropen sind aber hier die Seiten geschliffen. Die Oberfläche war sicher poliert, was aber wegen des schlechten Erhaltungszustandes des Glases nicht mehr nachweisbar ist. Die Gründe für die häufige Verwendung von Glassteinen liegen wohl in ihrer Vielfarbigkeit wie auch in ihrem geringeren Wert.

Die weißen Halbperlen wurden chemisch als Kalk ($CaCO_3$) bestimmt. Demnach könnte es Perlmutter, Koralle, Knochen, Kalkpaste u. ä. sein. Unter dem Mikroskop ist auf der angegriffenen Oberfläche eine plättchenartige Struktur zu erkennen; eine solche ist für Perlmutter typisch. Rademacher (1940) hat auch bei rheinischen Goldblechscheibenfibeln hauptsächlich Perlmuthalbperlen nachgewiesen. Perlmutter sind die silberglänzenden irisierenden inneren Schichten vieler Muscheln, Schnecken und dergleichen. Wegen seiner geringen Härte (3,5 -

³ Die Steinuntersuchungen wurden im Institut für Elektronenmikroskopie in Halle mit dem Rasterelektronenmikroskop durchgeführt.

4 der Mohsschen Skala) ist Perlmutter sehr leicht mit Säge, Feile, Schleifstein u. ä. zu bearbeiten.

Alle Steine und Perlmutterhalbperlen erhielten eine Kastenfassung. Unter den Einlagen befand sich ein Kalkbett als Unterlage für das Waffelblech und die Steine bzw. Halbperlen. Diese diente als Niveaueausgleich, denn die Steinhöhe war nicht gleich der Fassungshöhe. Die Steine hatten dadurch außerdem eine feste und zugleich elastische Unterlage, womit die Gefahr des Zerspringens beim Fassen geringer wurde. Allen Pyropen war eine waffelartig gepreßte Goldfolie untergelegt. Der Zweck ist klar: Die Steine sind so verarbeitet, daß kein Licht hindurchfallen kann. Dadurch geht viel von Farbe und Schönheit der Pyrope verloren. Die Waffelfolie aber erzeugt durch unterschiedliche Reflexion des einfallenden Lichtes einen Effekt, der die Steine lebhafter und farbtintensiver erscheinen läßt. Die Pyrope wurden so gegenüber den Glassteinen hervorgehoben.

3. Die Rekonstruktion und Nachbildung (Taf. III)

Die Goldblechscheibenfibeln von Kaltenwestheim war so nachzubilden, daß sie in Aussehen und technischen Details dem Original gleicht. Es sollte ein Eindruck vermittelt werden von der einstigen Schönheit der Fibeln, ihrer Rolle als Statussymbol und von der hohen Kunstfertigkeit der damaligen Goldschmiede. Darüber hinaus fanden die originalen Herstellungstechniken bei der Nachbildung weitestgehend Anwendung; hierbei wollten wir die am Original gewonnenen Erkenntnisse kontrollieren. Selbstverständlich wurde nicht jeder Arbeitsgang genau nachvollzogen. Das ergab sich aus den andersartigen Materialien (z. B. Messing statt Gold, Kunststoff statt Glas) und aus den heutigen, verbesserten, weniger arbeitsaufwendigen technischen Möglichkeiten. Das Ergebnis, d. h. das optische Bild durfte dadurch aber nicht beeinträchtigt werden.

Die Nachbildung ist nicht materialgerecht. Die Verwendung von Gold war wegen der hohen Kosten, auch für die später notwendige Vitrinensicherung in der Ausstellung, nicht angebracht. Bei Silber hätten sich große Lötprobleme ergeben. Denn die Silberlegierungen nehmen beim Glühen Sauerstoff auf, und es entsteht Kupferoxid. Die Oberfläche wäre hart und spröde geworden und hätte mehrmaliges Löten außerordentlich erschwert. Deshalb haben wir uns für eine Nachbildung in Messing entschieden, dem Material der Rückplatte. Probleme ergaben sich durch die Härte des Metalls. Es mußte bei mechanischer Beanspruchung mehrmals zwischengeglüht werden.

Als Vorlage für die Nachbildung galten die Rekonstruktionszeichnung und die vom Original abgenommenen genauen Maße. Die Fibel besteht aus 192 Teilen, davon 112 Metallteilen.

Obwohl von der Goldblechscheibenfibeln nur noch Fragmente vorhanden sind, kann man den Einzelteilen fast alle Informationen über ihr ursprüngliches Aussehen entnehmen.

Größe und Form der Vorderplatte waren aus Größe und Form der Rückplatte zu erschließen. Zunächst wurden auf Transparentpapier die äußere Begrenzung und der Mittelpunkt festgelegt. Vom Mittelpunkt ausgehend konnten nun die Maße der Perlmutterperle und des Granatrings eingezeichnet werden. Als Zeichenvorlage diente eine Röntgenaufnahme der Fibeln. Auf einem Lichtkasten wurden zuerst die Umrisse der zusammenhängend vorhandenen Teile auf das Papier übertragen, dann durch Drehen der Röntgenaufnahme das Fehlende ergänzt. Die Unregelmäßigkeiten des Originals wurden beibehalten, denn sie beleben und erhöhen so den Reiz der Fibeln.

Nicht rekonstruierbar aus den vorhandenen Fragmenten sind die Teile, die sich in den Durchbohrungen der vier äußeren Perlmutterperlen befunden haben. Hier half der Vergleich mit adäquaten Fibeln. Rademacher (1940) beschreibt vier von dreißig Fibeln mit solchen

Perlmutterperlen bzw. Perlmuttertscheiben, in deren sehr großen Durchbohrungen sich kleine in Gold gefaßte Granate befinden. Es kann deshalb als sicher gelten, daß auch bei der Kaltenwestheimer Fibel in den Bohrungen der vier Perlmutterperlen Granate gefaßt waren. Daß sich dort auch Niete befunden haben könnten, ist zurückzuweisen, weil die dazugehörigen Nietlöcher in der Rückplatte fehlen.

Nicht mehr feststellbar ist auch die Art der Steineinlagen in den äußeren Dreieckfassungen. Den vergleichbaren Fibeln bei Rademacher (1940) sind keine entsprechenden Informationen zu entnehmen. Die Verwendung blauer Steine bei der Nachbildung lag im Ermessen der Restauratorin.

Die Rückplatte, die darauf befindlichen Nadelträger und Nadelhalter und auch die Seitenwandung ließen sich aus den vorhandenen Teilen leicht rekonstruieren.

Schwieriger war die Rekonstruktion der Nadel, weil die Reste des Originals vollkommen durchkorrodiert sind. Die Umrisse der korrodierten Spirale deuten auf sechs Windungen. Für die Rekonstruktion wurden Vergleichsbeispiele (Rupp 1937, Taf. X) herangezogen.

3.1. Vorderplatte mit Auflötungen

Ausgangsmaterial für die Vorderplatte und die Auflötungen war 0,1, 0,2 und 0,3 mm starkes gewalztes Messingblech und 1 mm dicker Messingdraht.

Die Vorderplatte wurde aus einer runden, 0,3 mm starken Blechscheibe geschmiedet. Es mußte mehrmals Material weggenommen und zwischengeglüht werden. Das Polieren schloß die Arbeit an der Vorderplatte ab.

Für die Fassungen wurden aus 0,1 mm starkem Blech schmale Streifen geschnitten, daraus die Fassungsargen in den entsprechenden Größen gebogen und zusammengelötet. Beim Lötten der Zwischenstege in der großen Kastenfassung und dem Fassungsring fand ein Löthilfsmittel Anwendung. Die verlängerten Enden der Blechstreifen wurden zu kleinen Haken gebogen, so daß die Stege beim Lötten einen sicheren Halt auf der Lötunterlage hatten. Nach dem Lötten wurden die Haken abgeschnitten, und die Stege konnten in die äußere Fassungszarge eingepaßt werden.

Für die Kordeldrähte haben wir Messingsdraht auf die erforderliche Stärke von 0,4 und 0,25 mm gezogen, dann gekordelt, zu Ringen gebogen und an den Enden zusammengelötet. Die Verwendung von Zieheisen erübrigte die schwierige Herstellungsweise wie sie am Original Anwendung gefunden hatte.

Die Herstellung der gewellten Blechbänder entsprach der originalen Technologie. Ihr gingen jedoch Versuche voraus, die zum Erkennen des alten Verfahrens führten und ein anderes ausschloß. - Zunächst lag die Annahme nahe, daß die Bänder auf einem Spezialwerkzeug in die entsprechende Form gepreßt worden waren. Wir stellten also solch ein Werkzeug her. Es bestand aus einem 1 - 2 mm starken Messingblech, in dessen Kante wir im Abstand von einem Millimeter schräge Rillen gefeilt hatten. In diese schlugen wir einen Metallstreifen, wobei wir diesen mit einer Lage Blei abdeckten. Diese Methode erwies sich als ungeeignet: Beim gleichzeitigen Formen aller Fältelungen wurde das Metall nicht gestreckt und deshalb von den scharfen Kanten des Werkzeugs zerschnitten. - Beim nächsten Versuch haben wir die Wellungen nacheinander in den Streifen geschlagen, wobei das Metall nachgezogen werden kann. Als Schlagwerkzeug diente eine Punze, deren Kopfform einer Rille des Werkzeugs entsprach. Mit dieser Methode kamen wir der Form des Originals schon sehr nahe; zufriedenstellend war sie aber nicht: Die Knicke zwischen den Wellungen waren nicht so scharfkantig wie beim Original; auch die Seitenkanten der Bänder waren anders. Außerdem erfordert dieses

Verfahren so außerordentlich viel Geschick und Zeit, daß es unwahrscheinlich scheint, daß der Goldschmied ausgerechnet solch ein schwieriges und aufwendiges Detail für seine Verzierungen gewählt hatte. Es mußte eine einfachere Methode für die Herstellung dieser gewellten Bänder geben. - Wir überlegten, daß sich ein geknicktes Blech bei dem Versuch, dasselbe wieder geradezubiegen, zu beiden Seiten des Knickes rundet. Der Grund dafür ist, daß im Knick die größte Verformung stattfindet, dort die Verformungshärte am größten ist, die dann nach beiden Seiten des Knickes abnimmt. Die Biegung entspricht dem Härteverlauf. Bei unserem dritten Versuch wurde der dünne schmale Blechstreifen spiralförmig um einen Kern gewickelt, dann von diesem abgezogen und leicht gehämmert. Beim Aufbiegen der Wicklung bildeten sich genau die Fältelungen, die das Original aufweist. Auch die scharfkantigen Knicke und das Aussehen der Seitenkanten der Bänder stimmen mit dem Original überein. Der Arbeitsaufwand war gering. Das Ergebnis zeigte eindeutig, daß diese Methode am Original angewandt worden war.

Bei der Herstellung der Filigranspiralen fand die originale Technik Anwendung.

Das Auflöten der Teile auf die Grundplatte geschah in drei Etappen: 1. Fassungen (außer den vier Fassungen in den äußeren Perlmutterperlen) und äußerer Kordeldraht, 2. gewellte Blechbänder, 3. Filigran und Kordeldraht (an die mittlere Fassung). - Als Lot verwendeten wir weiches Silberlot mit sehr niedriger Schmelztemperatur; die Gefahr des Verschmorens von Messingteilen war dadurch sehr gering. Das Lot fand in zwei Formen Verwendung, als kleine Pailen, d. h. als winzige Blättchen für die Fassungen, und als Feilung, d. h. als Feilspäne für die gewellten Bänder und für das Filigran. Würde man auch beim Auflöten des Filigrans Lotpailen verwenden, bestünde die Gefahr der Lotklecksbildung. Die Entfernung solcher Lotkleckse wäre mit großen Schwierigkeiten verbunden. - Die Löteinrichtung bestand aus einer handelsüblichen, mit Stadtgas betriebenen Lötpistole und zuerst einer Asbestscheibe als Lötunterlage. Für das Auflöten der Teile auf die Grundplatte genügte das jedoch nicht. Die Hitze der Lötpistole reichte nicht aus, um die Grundplatte gleichmäßig zu erwärmen. Ungleichmäßige Erwärmung erzeugt aber Spannungen in dem dünnen Metall; es beginnt sich zu verziehen und die Auflötungen verrutschen. Das Lötverfahren mußte deshalb abgewandelt werden. Als Lötunterlage diente nun eine 2 mm starke Eisenplatte, die mit einem Bunsenbrenner von unten erwärmt wurde. Die Hitze übertrug sich gleichmäßig auf die Messingplatte der Fibel. Diese blieb plan und die Auflötungen konnten sich nicht verschieben. Eine weiche Lötflamme von oben reichte bereits aus, das Lot zum Fließen zu bringen. Zwischen den Lötungen mußte das gesamte Stück wiederholt in verdünnter Schwefelsäure gebeizt und dann an rotierenden Messingbürsten gekratzt werden; denn nur blankes Metall garantiert einwandfreie Lötungen.

Nachdem alle Lötungen ausgeführt waren, wurde die zu große Grundplatte knapp neben dem Kordeldraht rundherum abgeschnitten und der schmale überstehende Rand gegen diesen gedrückt.

Innerhalb der mittleren Fassungen und der acht äußeren Dreieckfassungen wurden Löcher für die Niete gebohrt. Die Metallarbeiten an der Vorderplatte waren damit abgeschlossen. Auf die Aussparungen, wie sie das Original aufweist, haben wir verzichtet.

Die gesamte Vorderplatte wurde galvanisch vergoldet. Die Goldfarbe war durch das Bad weitgehend festgelegt. Sie entspricht leider nicht der des Originals. Der Versuch, die Farbe mit niedrigeren Badtemperaturen zu verändern, blieb erfolglos. Auch eine nachträgliche Behandlung der Goldschicht hätte kaum etwas genützt.

3.2. Rückplatte und Seitenwandung

Ausgangsmaterial für die Rückplatte war 1 mm starkes Messingblech, das wir zunächst grob zusehnten, dann schliffen und polierten.

Die Seitenwandung wurde aus einem 0,3 mm starken Messingblechstreifen gebogen und an den Enden wie beim Original miteinander vernietet. Die Kanten dieses Blechringes mußten auf ebener Unterlage geschliffen werden, um später eine einwandfreie Lötung zu garantieren. Der äußere Durchmesser des Wandungsringes entsprach genau dem der Vorderplatte.

Rückplatte und Seitenwandung wurden durch Hartlötung miteinander verbunden, so daß ein Kasten entstand. Als Lötunterlage diente wieder das von unten erhitzte Eisenblech. Das überstehende Blech der Rückplatte haben wir abgeschnitten und abgefeilt, dann zum Rand hin die Rückplatte dünner gefeilt, so daß die Lötung an der Kante erschien. Obwohl beim Original Rückplatte und Seitenwand weich verlötet waren, erschien uns bei der Nachbildung eine Hartlötung vorteilhafter: Sie ist haltbarer, sauberer und sieht besser aus.

Die Böckchen des Nadelträgers und den Nadelhalter haben wir aus 2 mm starkem Messingblech geschmiedet und gefeilt. In die Böckchen wurden Löcher für die Nadelachse gebohrt. Alle drei Teile konnten gleichzeitig und ohne Löthilfen auf die Rückplatte gelötet werden. Das Biegen des Nadelhalters geschah anschließend.

Die Nadel gliedert sich in drei Teile: Federspirale, Sehne und eigentliche Nadel. Sie besteht aus 2 mm starkem Eisendraht. Die Arbeit begann an einem Ende des Drahtes mit dem Wickeln der ersten drei Windungen der Federspirale. Danach wurden etwa 1,5 cm des Drahtes gerade gelassen und dann die anderen drei Windungen in entgegengesetzter Richtung gewickelt. Als Hilfsmittel zum Wickeln diente ein Nagel, der die Stärke der Nadelachse hatte. Die letzte Windung lief zur eigentlichen Nadel aus. Die beiden Spiralröllchen wurden so zusammengebogen, daß ein gerader Stift durch sie hindurchgeschoben werden konnte. Dabei entstand aus dem geraden Stück Draht zwischen den zwei Spiralhälften die Sehne. Schließlich wurde die eigentliche Nadel auf Länge geschnitten, spitz geschmiedet und geschliffen. Während der Herstellung durfte man nicht zwischenglühen; der Draht mußte hart und elastisch werden. Durch Feuerbehandlung wäre die Federkraft verlorengegangen.

Nadel und Nadelachse wurden auf der Rückplatte zwischen den zwei Böckchen montiert und durch Vernieten der Achse gesichert. Der Abstand zwischen Nadel und Sehne mußte so groß sein, daß die Sehne beim Einklinken der Nadel in den Nadelhalter gegen die Rückplatte drückt und das Ausklinken der Nadel verhindert. Die Spirale dient als Feder für Nadel und Sehne.

Die Löcher für die Niete wurden von der Vorderplatte auf die Rückplatte übertragen und gebohrt.

3.3. Montage von Vorder- und Rückplatte

Vorder- und Rückplatte sollten durch Niete miteinander verbunden werden. Ausgangsmaterial für die Niete waren kurze, 1,2 mm starke Messingdrahtstücke. Das eine Ende der Stücke wurde zu Nietköpfen geschlagen, das andere gespalten, so daß es wie ein Splint funktionierte. Den Kopf des Nietes für die Halbperle in der Mitte haben wir angelötet. Abweichend vom Original schufen wir zwei verschiedene Niete, die aber den Anschein erwecken, ein durchgehender Niet zu sein. Der eine hielt die Perlmutthalbperle auf der Vorderplatte; der andere wurde nur an der Rückplatte befestigt.

Vor dem Zusammenfügen beider Platten wurde der Fibelkörper mit Wachs gefüllt und an den Nietstellen durchstoßen. Die acht äußeren Niete schoben wir dann durch Rück- und Vorderplatte und trieben die Enden in den Dreieckfassungen splintartig auseinander. Die Vorderplatte zog sich dabei gleichmäßig auf der Wachsfüllung und der Seitenwandung fest.

3.4. Steineinlagen

Die Perlmuthalperlen stellten wir aus Muschelschale her, die anderen Farbsteine als Imitationen aus Kunststoffen, nämlich Kalloplast R bzw. Polystyrol. Kalloplast-R-Methacrylsäureester ist ein gießfähiger farbloser Kunststoff, der mit Trockenpigmenten oder Tubenölfarbe verschieden eingefärbt werden kann. Wir gossen ihn in den entsprechenden Farben zu dünnen Platten, wobei als Gießunterlage eine ebene Glasscheibe diente. Hierdurch erscheint die Plastfläche wie Glas. Leider gilbt das Kalloplast mit der Zeit sehr stark, was es für die blauen Imitationen ungeeignet machte. Für diese "Steine" verwendeten wir Polystyrol, einen glasartig aussehenden Plastwerkstoff. Das bereits blaugefärbte Granulat wurde im Schmelzofen bei 400 °C ebenfalls zu Platten geschmolzen. - Aus den gegossenen bzw. geschmolzenen Platten wurden die Steinimitationen in die entsprechenden Größen und Dicken gefertigt, geschliffen und dann in die Fassungen eingelassen.

Als Steinunterlage diente Wachs. Für die Waffelfolien wurde mit einer Musterpunze gepreßtes Staniolpapier verwendet. Durch farbige Unterlagen konnte das Farbbild der Steine noch geringfügig variiert werden.

Befestigt wurden die Steineinlagen und Perlmutterperlen wie beim Original durch Fassen. Als Werkzeug diente eine polierte Planierpunze. Es mußte sehr vorsichtig gearbeitet werden, um die galvanische Goldschicht nicht zu beschädigen. Die Fassungen mit den runden roten Steinen wurden nur in die Bohrungen der vier äußeren Perlmutterperlen hineingeschoben und in die Wachsunterlage gepreßt. Sie sitzen aber so straff, daß ein Herausfallen nahezu unmöglich ist.

4. Literatur

- Behm-Blancke, G.: Gesellschaft und Kunst der Germanen. - Dresden, 1973.
- Neue Ergebnisse zur fränkischen Binnenkolonisation in Thüringen. - In: Ber. ü. d. 2. Internat. Kongr. f. Slaw. Archäol. - Berlin, 1973. - 2, S. 427 - 436.
- Beninger, E.: Germanenzeit in Niederösterreich. - Wien, 1934.
- Böhner, K.: Ein fränkisches Goldschmiedegrab aus dem Neuwieder Becken. - Rheinische Vorzeit in Wort und Bild 2 (1939) S. 113. Düsseldorf.
- Brepohl, E.: Theorie und Praxis des Goldschmiedes. - Leipzig, 1962.
- Diebeners Handbuch des Goldschmieds. - 2. Aufl. - Leipzig, 1936.
- Driehaus, J.: Zum Problem merowingerzeitlicher Goldschmiede. - Göttingen, 1972. - (Nachrichten der Akad. d. Wiss. in Göttingen, I. Philol.-Hist. Kl., Jg. 1972, 7).
- Feldhaus, F. M.: Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. - Leipzig, 1914.
- Foltz, E.: Antike Goldschmiedetechniken und ihre Erkennung. - Arbeitsbl. f. Restauratoren Gruppe 3, Edelmetalle (1981) Heft 2, S. 50 - 63. Mainz.
- Einige Beobachtungen zu antiken Gold- und Silberschmiedetechniken. - Archäolog. Korrespondenzbl. 9 (1979) S. 213 - 222. Mainz.
- Untersuchungen und Beobachtungen zu den Herstellungstechniken der Funde aus dem alemannischen Fürstengrab von Wittislingen. - Archäol. u. Naturwiss. 2 (1981) S. 171 - 203. Mainz.
- Mötefindt, H.: Zur Geschichte der Löttechnik in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. - Bonner Jahrbücher 123 (1916) S. 132 - 189. Bonn.
- Ohlhaver, H.: Der germanische Schmied und sein Werkzeug. - Leipzig, 1939. - (Hamburger Schr. z. Vorgesch. u. germ. Frühgesch.; 2).
- Patze, H. (Hrsg.): Handbuch der historischen Stätten. - Stuttgart, 1968. - 9, Thüringen, S. 229 - 230.
- Pietsch, A.: Rekonstruktion kaiserzeitlicher Fibeln. - Arbeits- u. Forschungsber. z. sächs. Bodendenkmalpflege 20/21 (1976) S. 279 - 298. Berlin.

- Kademacher, F.: Fränkische Goldscheibenfibeln aus dem Rheinischen Landesmuseum in Bonn. - München, 1940.
- Die fränkischen Gläser im Rheinland. - Rheinische Vorzeit in Wort und Bild 2 (1939). Düsseldorf.
- Rosenberg, M.: Die Geschichte der Goldschmiedekunst auf technischer Grundlage. - Frankfurt/Main, 1910. - Einführung.
- Rupp, H.: Die Herkunft der Zelleneinlage und die Almandin-Scheibenfibeln im Rheinland. - Bonn, 1937. - (Rhein. Forschungen z. Vorgesch.; 2).
- Schmidt, B.: Ein Reihengräberfeld des 6. Jh. bei Schönebeck (Elbe). - Jshr. Mitteldt. Vorgesch. 37 (1953) S. 281 - 311. Halle/Sa.
- Die späte Völkerwanderungszeit in Mitteldeutschland, Katalog (Südteil). - Halle/Sa., 1970. - (Veröff. Landesmus. f. Vorgesch. Halle; 25).
- Schulz, W.: Archäologische Zeugnisse frühen Christentums in Deutschland mit besonderer Berücksichtigung des mittleren Elb-Saale-Gebiets. - Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Ges.-sprachwiss. Reihe 5 (1956) S. 1057 - 1066. Halle/Sa.
- Schwahn, Ch.: Handwörterbuch des Gold- und Silberschmiedes und Metallarbeiters. - Halle/Sa., 1950. - (Kleine Fachbücherei d. Gold- u. Silberschmieds; 6).
- Seyer, R.: Die kunsthandwerkliche Produktion. - In: Die Germanen. - Berlin, 1983. - 2, S. 173 - 204.
- Theophilus <Presbyter> : Technik des Kunsthandwerkes im zehnten Jahrhundert. / In Auswahl neu hrsg., übers. u. erl. von W. Theobald. - Berlin, 1933.
- Thieme, B.: Filigranscheibenfibeln der Merowingerzeit aus Deutschland. - Ber. d. Röm.-Germ. Komm. 59 (1979) S. 383 - 500. Mainz.
- Vollstädt, H.; Baumgärtel, R.: Einheimische Edelsteine. - Dresden, 1975.
- Wolter, J.: Zur Geschichte der Löttechnik. - Hanau, 1975.

Ulrich Sieblist

Der vergoldete Spangenhelm von Stößen, Kr. Hohenmölsen (Taf. IV - XII)

Der Helm von Stößen stammt aus einem Körpergrab, das bei Erdarbeiten in einer Ziegelei im Jahre 1929 angeschnitten und geborgen wurde. Diese Bergung erfolgte nicht nach wissenschaftlichen Grundsätzen. Die Fundsituation konnte durch W. Schulz nur nach dem mündlichen Bericht rekonstruiert werden. Daraus war zu schließen, daß es sich um ein ausgeraubtes Kammergrab gehandelt hatte (Grab 35 des Stößener Gräberfeldes). Die Überreste des Helmes befanden sich in der östlichen Ecke der Grabkammer im Verein mit Keramik, einer Schere, einem Nagel, Nieten und Lederteilen. Letztere sind bedauerlicherweise nicht mehr vorhanden. Sie hätten eventuell eine Lederbestimmung der Innenauskleidung des Helms ermöglichen.

Der Spangenhelm von Stößen gehört in die späte Völkerwanderungszeit und zählt zur Gruppe der Helme vom Typ Baldenheim, die nach dem momentanen Stand der Forschung 24 Exemplare umfaßt (Pirling 1974, S. 472 f.). Alle, mit Ausnahme des Helmes von Leptis magna in Libyen, sind in Europa gefunden und haben prinzipiell den gleichen Aufbau. Die Basis besteht aus einem starken eisernen Stirnreif, an den nach oben zu umgekehrt T-förmige Spangen anschließen. Dazwischen befinden sich eiserne Füllungen, z. T. plattiert. Die alles zusammenfassende Spitze wird durch eine Zimierplatte gebildet und von einer Zimierhülse bekrönt. Der Stirnreifen dieser Helme wird durch vergoldete, reich verzierte Preßblechstreifen verdeckt. An der Unterseite befinden sich ohne metallische Verbindung die Wangendecken und der Nackenschutz. Dazu muß noch gesagt werden, daß nur wenige Exemplare vollständig gefunden wurden und keines unversehrt war. Bedingt durch unterschiedliche technische Details, läßt sich die Gruppe typologisch weiter untergliedern. So unterscheidet man zwischen sechsspangigen und vierspangigen Helmen. Ebenso augenfällig ist die Unterscheidung in Helme mit glattbogig verlaufender Kante der Spangen, mit Spangen, die über der Basis eine Stufe aufweisen und solche, die einen winklig abgelenkten Verlauf der Spangenkante zeigen.

Weitere Gruppen werden aufgestellt nach Art der Verzierung an den Spangen, Füllungen und Preßblechen der Stirnreifen. Alle diese Unterscheidungen sollen dazu dienen, eine chronologische Abfolge herauszuarbeiten, die Herkunft zu lokalisieren und eventuell bestimmte Werkstätten herauszustellen. Die Herkunft ist umstritten auf Grund der technischen Uneinheitlichkeit. So entsprechen die Helme, bis auf die Preßblechstreifen, einheimischer germanischer Handwerkstechnik, die keinen allzu großen Wert auf Exaktheit und Gleichmaß der Linienführung legte und eine schlichte Symbolik verwendete. Anders liegt die Sache bei dem Preßblechstreifen. Er zeigt ein recht realistisches Bild verschiedener natürlicher Motive, in unserem Falle Vögel und Weinreben. Diese Darstellungsweise geht sogar bis zu Gesichtsdarstellungen in natürlichen Proportionen (Krefeld-Gellep). Sie steht damit im Gegensatz zur übrigen Verzierungstechnik, was zu der Annahme führte, daß die Preßbleche römischen bzw. provinzialrömischen Import darstellen, die von den einheimischen Herstellern der Helme verarbeitet worden sind.

Eine andere Version besagt, daß lediglich der Model für die Preßbleche verhandelt worden ist. Doch ist diese Frage noch nicht endgültig geklärt.

Interessant ist, daß in einem Falle zwei Helme unterschiedlicher Spangenform ein gleiches Preßblech aufweisen, und zwar die von Stößen und von Planig. Untersuchungen Keßlers (1940, S. 9 f.) ergaben, daß das Preßblech des Planiger Helms zwar mit dem gleichen Model, aber erst nach dem Stößener gefertigt wurde. Der Abdruck läßt Verletzungen des Models erkennen, die beim Stößener Helm noch nicht vorhanden sind. Eindeutig stammen die Preßbleche jedoch von einem Model, also auch aus einer Werkstatt. Diese Schlußfolgerung

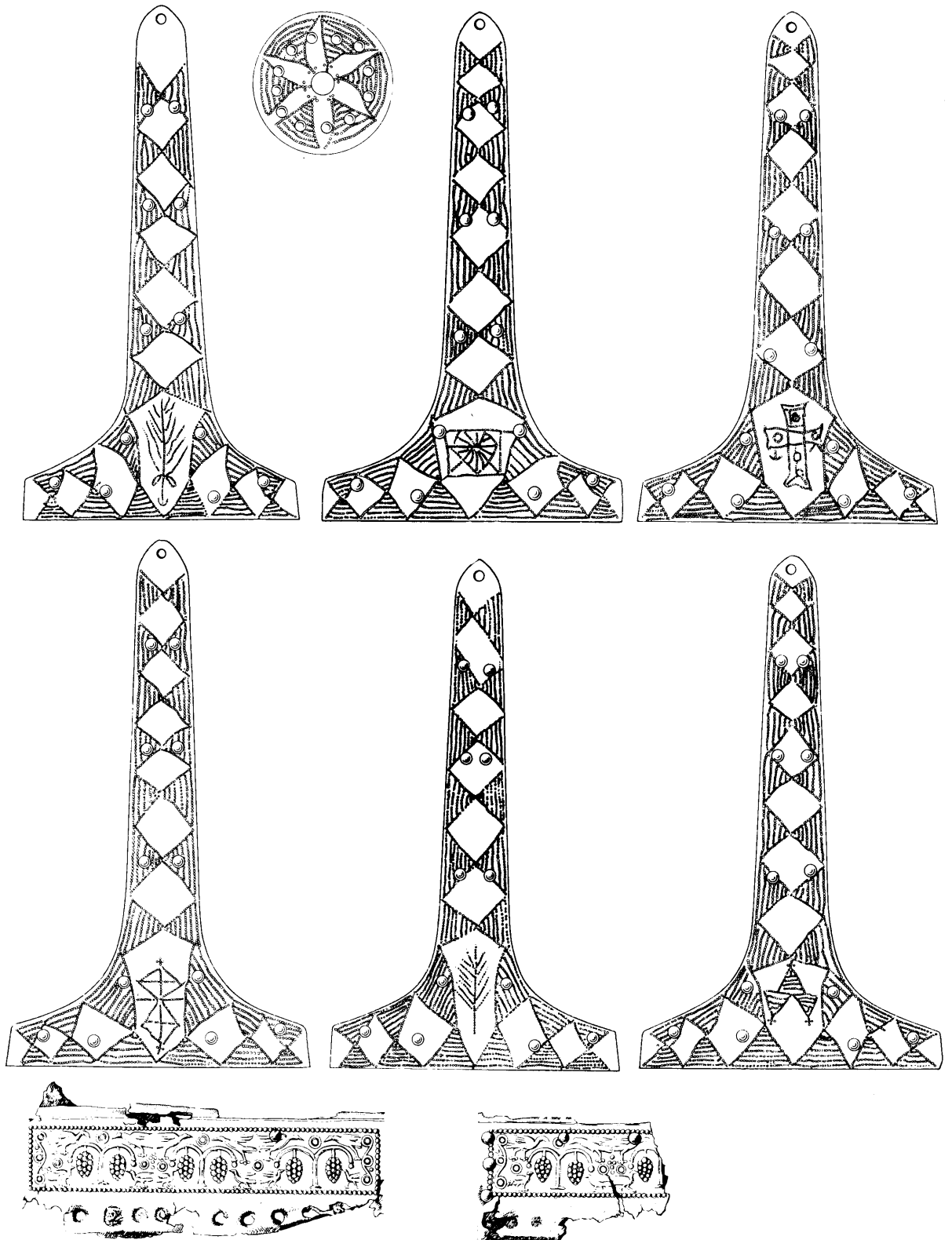


Abb. 1. Helm von Stößen: Teile des Frieses, Spangen, Zimierplatte

auf die Fertigung des ganzen Helms auszudehnen, ist nicht möglich, da sich die übrigen Verzierungsdetails unterscheiden.

Zur Funktion der Helme gibt es ebenfalls unterschiedliche Meinungen. Eine ordnet sie einem reinen Repräsentationszweck zu und sieht in ihnen ein Herrschaftszeichen, einen Vorläufer späterer Kronen. Diese Auffassung wird bestärkt durch die reiche Verzierung, die prächtige Gesamtaufmachung, durch die aufstrebenden Spangen, die ohne weiteres an die Zacken einer Krone erinnern und vor allem durch ihren Wert. So gibt Gröbbels (1905, S. 34), sich auf die lex Ripuaria beziehend, für einen Helm den enormen Wert von drei Ochsen und sechs guten Kühen an!

Als Schutz, Rang- und taktisches Orientierungszeichen in der Schlacht wertet Post (1954) den Spangenhelm. Dem steht nach meiner Meinung der Umstand entgegen, daß die Helme, abgesehen von Korrosionsschäden, alle an den empfindlichsten Stellen, nämlich den Kupfer- und Bronzeteilen, unverletzt sind. Soviel mir bekannt ist, zeigt nur der Helm von Morken Hiebmarken. Dieser ist jedoch erst später als die vergleichbaren Exemplare in den Boden gelangt, so daß er von mehreren Generationen getragen worden sein wird.

Nach einer ersten Konservierung wurde der Helm nur mittels seiner Originalteile zusammengesetzt und so aufbewahrt. Von diesem Zustand existieren Aufnahmen im Fotoarchiv des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, die sowohl die Menge der damals vorhandenen Originalsubstanz als auch einige technische Details erkennen lassen. Seine zweite Restaurierung erfuhr der Spangenhelm Anfang der sechziger Jahre. Ihr Ziel war es, den Helm in der Ausstellung als optisch geschlossenes Stück zu zeigen. Zu diesem Zwecke wurden die Teile, mit Ausnahme der Füllbleche, montiert und das gesamte Helminnere mit einer 1,5 cm starken Gipsschicht ausgekleidet. Aus den Resten der Füllbleche fertigte man, indem man Lücken ergänzte, ein einziges, formte es ab und füllte mit den so entstandenen "Füllblechen" die übrigen Zwischenräume. Da alle Füllungen mit Schellack und Graphit getönt wurden, entstand zwar der Eindruck der Vollständigkeit, der aber insofern irreführte, als beim Betrachter nicht die Vorstellung von Eisen-, sondern von Lederfüllungen hervorgerufen wurde.

An der Helmbasis wurde mit dem Zierfries auf ähnliche Weise verfahren. Einen Teil des Originalmaterials konzentrierte man an einer Seite des Helms, ohne großen Wert auf Paßstellen zu legen. So wurden z. B. zwei Endteile vom Musterrapport zusammengestellt und der Mittelteil einfach weggelassen, so daß ein völlig neues Motiv entstand. Für die Ergänzung der fehlenden Stücke verwendete man das einzige fast vollständig erhaltene Musterteil, allerdings mit allen Fehl- und Schadstellen, und drückte es sehr unscharf ab. Die gewonnenen Positive wurden mit Bronze getönt und mit ihnen ein laufendes Zierband gestaltet. Glücklicherweise wurden einige, nicht attraktiv genug erscheinende Originalteile des Frieses nicht mit eingefügt. Dadurch war es jetzt möglich, technische Details des Helmes zu belegen. Abschließend wurden die Wangendecken montiert. Dazu klebte man auf die Gipsauskleidung einen umlaufenden Streifen sehr starker Zeltleinwand und fixierte ihn zusätzlich mit Nägeln. An dieses Band klebte man links und rechts zwei senkrechte Streifen, an denen dann die Wangendecken befestigt wurden. Durch diese Verfahrensweise hingen die Wangendecken zwar unter dem Helm, aber durch die Stoffstücke, die übrigens sichtbar waren, wurden die interessanten Innenseiten völlig verdeckt.

Für die Ausstellung wurde der so vorbereitete Helm auf ein Rundholz mit Knauf gesetzt, welches auf einem Sockel befestigt war, in dem sich ein Langsamläufer befand. Der Helm drehte sich ganztags und war dadurch rundum sichtbar. Da dieser Mechanismus nicht reibungslos, sondern ruckartig verlief, schaukelten die Wangendecken ständig leicht und scheuerten dabei mit ihrer Oberkante an der Gipsfüllung des Helmes. Dieser Zustand war für die Erhaltung der Originalsubstanz nicht mehr vertretbar.

1. Untersuchungen zur Technologie

Als Grundbestandteile der Konstruktion kamen beim Stöbener Helm Kupfer und Eisen zur Anwendung, dazu noch die auf den Kupferteilen haftende Feuervergoldung. Das Helmfutter bestand aus Leder, das sich nur in wenigen Resten, und zwar jeweils an den Kanten des Stirnreifens feststellen ließ. An den Innenseiten der Wangendecken hingegen hatten sich fast die gesamten Futterflächen mit Resten der Vernähung erhalten. Alle diese Reste sind jedoch nur Diagenesen und konnten nicht bestimmt werden. Literaturvergleiche (Braat 1973, S. 80) ergaben als Material für das Helmfutter römischer Helme Schaf- bzw. Ziegenleder. Der Vorzug dieser Lederarten liegt darin, daß sie sehr geschmeidig und formbar sind. Als viertes, ebenfalls organisches Material, fanden sich in der Helmzier in einer Hülse Diagenesen von Haar, vermutlich Roßhaar. Weiterhin konnte an einem Teil des Stirnreifens im Bereich der Überaugenbögen ein Stück Textildiagenese in Leinenbindung festgestellt werden. Nach Aussage von Dr. B. Schmidt gehörte das jedoch nicht zum Helm, sondern stammt von einem Tuch, auf dem der Helm entweder stand oder in das er eingewickelt war. Für die einzelnen Teile des Helms ergaben sich folgende Maße: Stirnreif L: ?; Br: 43; St: ca. 2 mm. Trapezbleche L: ?; Br: 27; St: ca. 2 mm. Spangen Br (an der Basis): 1.: 110; - 2.: 104; - 3.: 109; - 4.: 107; - 5.: 102; - 6.: 107 mm (die Numerierung erfolgte beginnend beim Kreuzsymbol in korrigierter Reihenfolge im Gegenuhrzeigersinn); L: ?; St: 1,6 mm. Zimierplatte Dm: 47 - 49; St: 2; Dm Nietlöcher: 3 mm. Zimierhülse Dm: 8,5 - 8; Dm an der Einziehung: 6; L: 14; Dm Bohrung: 3 - 3,5 mm. Preßblech L: ?; Br: ca. 48; St: 0,2; H eines Ornamentfeldes: 24; L eines Ornamentfeldes: 128; Dm Lederlöcher: 3,5; Abstand Lederlöcher: ca. 6 mm. Wangendecken L: 121; Br: 82; Kupferblech-St: 0,3; Eisenblech-St: 0,8; Br Nahtstreifen: 4; Dm Nahtlöcher: 3,5 mm; Anzahl der Nahtlöcher: 35. Niete Kopf-Dm: 4 - 5 mm; Schaft-Dm: ?; L: ?; Anzahl insgesamt: 117.

1.1. Konstruktion des Helmes

Wie schon erwähnt, ist bei der Zweitrestaurierung unsachgemäß vorgegangen worden. Schmidt (1970), der das Gräberfeld neu bearbeitete und publizierte, konnte feststellen, daß Stirnreif und Spangen völlig falsch zusammengesetzt worden waren. Seine Bearbeitung ergab folgendes Bild: Spangenhelm vom Baldenheimer Typ. Das Gerüst des Helmes besteht aus sechs kupfernen vergoldeten Spangen, die an ihrer Basis durch einen eisernen Stirnreif zusammengehalten werden. Der eiserne Stirnreifen trägt außen einen vergoldeten, mit eingepreßten Ornamenten versehenen Kupferblechstreifen. Die Spangen werden im Scheitelpunkt von einer kreisrunden Platte aus vergoldetem Kupfer zusammengehalten. Auf dieser ist eine profilierte Zimierhülse befestigt, die oben eine Durchlochung aufweist. In diese Öffnung gehört ein 7,8 cm langer, im Querschnitt runder Eisenstab, der am unteren Ende einen eisernen Stift und eine eiserne Hülse trägt, die um die Zimierhülse herumgreift. Der eiserne Stift ist in einer Bronzescheibe befestigt. Die zwischen den Spangen frei bleibenden ovalen Flächen sind durch eiserne Futterblätter geschlossen. Sie sind nur noch teilweise erhalten und werden durch jeweils 10 Niete mit kugeligen Köpfen mit den Spangen verbunden. Jeweils zwei weitere Niete im Unterteil der Spangen sind mit etwa trapezförmigen Eisenstücken verbunden, die ihrerseits wieder auf dem eisernen Stirnreifen befestigt sind. Der dreizehnte Niet in jeder Spange hält die Scheitelplatte. Auch jedes eiserne Futterblatt ist an der Scheitelplatte, die damit 12 Niete aufweist, durch einen Niet befestigt.

Zwei Wangenklappen waren unten am Stirnreif befestigt. Sie bestehen aus je einer Eisen- und einer geschuppten, vergoldeten Kupferblechplatte, die innen wohl einen Lederüberzug trugen. Der Lederüberzug greift nach außen etwa 0,5 cm breit über und wurde am Rand durch Lederriemen, die in Resten noch vorhanden sind, festgeschnürt. Zu diesem Zweck weist jede Wangenplatte am Rande 35 Löcher auf. Spangen, Zimierplatte, Blechstreifen am Stirnreif und Wangenplatten sind verziert. Der vergoldete, an der Seite zusammenge-

nietete Kupferblechstreifen am Stirnreifen weist ein eingepreßtes Ornament auf, das fünfmal wiederkehrt. Jedes dieser fünf Muster ergibt ein Rechteck, das von Perllinien umrahmt wird. Es stellt jeweils drei Weinstöcke in Form eines senkrechten Stammes dar, der nach links und rechts einen Zweig in Bogenform aussendet, an deren Enden ein Punkt angebracht ist. Von diesen Bögen hängt je eine Weintraube aus 13, am äußersten Weinstock aus 15 Beeren herab, so daß es sich auf jedem Bild um sechs Weintrauben handelt. Auf diese Weintrauben schreiten sechs Vögel mit erhobenen Flügeln zu. Sie bewegen sich aber nicht in gleicher Richtung, sondern gehen, je ein Vogel von rechts und einer von links, auf denselben Weinstock zu. Der rechte Vogel besitzt nur kurze Flügel und keinen Schwanz. Weitere sechs, etwas größere Vögel fliegen oberhalb des Astwerkes der Weinreben. Sie befinden sich dabei über den schreitenden Vögeln und halten auch deren Richtung ein. Ihre Schnäbel weisen auf einen in der Mitte über jedem Weinstock befindlichen Punktkreis. Vom linken Vogel sind beide Beine, von den anderen Vögeln ist stets nur ein Bein zu sehen. Am Anfang und am Ende jedes der fünf großen Ornamentbilder befindet sich ein rankenähnliches Gebilde, das aus drei Punktkreisen besteht, die durch Linien miteinander verbunden sind. Zwischen der Anfangsranke und der senkrechten Perllinie befindet sich oben ein Punkt, zwischen der Endranke und der senkrechten Perllinie oben und unten ein Punkt. Der Raum zwischen Anfangsranke und dem ersten unteren Vogel trägt drei Punkte. Zwischen dem oberen und dem unteren Vogel ist, ebenso bei den folgenden beiden Vogelpaaren, ein Punktkreis angebracht. Den ersten und zweiten Weinstock trennt eine Gruppe von fünf Punkten, den zweiten und dritten Weinstock ein Punktkreis.

Auf den Spangen und auf der Zimierplatte sind längs der Randlinien Dreiecke angebracht, deren Basis die Randlinien selbst bilden und die bis zur Mitte der Spange bzw. der Zimierplatte reichen. Die Dreiecke bestehen aus eingepunzten parallelen Punktreihen. Zwischen den Dreiecken wird so auf der Zimierplatte ein sechszackiges Seesternmuster, auf den Spangen werden Rhomben als unverzierte Teile ausgespart. Nur auf dem Unterteil jeder Spange sind in deren Mitte sechseckige Schilde ausgespart, die eingepunzte Symbole tragen. Bei der Spange an der Stirnseite handelt es sich um ein großes lateinisches Kreuz, dessen Balkenenden in der Mitte leicht eingedellt sind. Am Querbalken des Kreuzes ist links (vom Helm aus) ein griechisches Alpha (α) und rechts ein Omega (Ω) angehängt. Ob die beiden, auf den Seitenarmen des Kreuzes befindlichen Kreise zwei der Kreuzesnägel darstellen sollen oder ob sie nur aus ornamentalen Prinzipien dort angebracht wurden, geht nicht klar hervor, zumal auch der obere Arm des Kreuzes einen Punktkreis sowie zwei waagerechte und eine senkrechte Linie trägt. Nicht klar zu deuten ist ferner die Einpungung auf dem unteren Balken des Kreuzes. Man könnte in ihr vielleicht einen laufenden Menschen sehen.

Die zweite Spange (nach rechts vom Helm aus) weist einen Rhombus mit 14 radialen Punzreihen auf.

Auf der dritten Spange ist ein Lebensbaum zu sehen, der unterhalb der Äste rechts und links je eine schleifenartige Punktverzierung und am Fuß einen Halbkreis zeigt.

Die vierte Spange trägt zwei durch eine waagerechte Linie getrennte Rhomben, an deren nach oben bzw. unten weisenden Spitzen jeweils ein Kreuz angehängt ist.

Bei der Verzierung der fünften Spange handelt es sich um ein aufrechtstehendes Dreieck mit einem Kreuz auf der Spitze und zwei daran hängenden, nach unten gerichteten Dreiecken, deren beide Kreuze nach unten weisen.

Eine Wiederholung des Lebensbaummotives bringt die sechste Spange. Den Schmuck der Wangenplatten des Helms bildet ein Schuppenmuster.

Höhe des Helms, ohne Wangenklappen: 21,0; mit Wangenklappen: 33,5; Helm-Dm: 22,0 (vorn/hinten), 19,9 (rechts/links); Wangenklappen-L: 12,5; Br: 8,5; L der Aufsteckvorrichtung: 7,8; Br: 1,7 cm.

Der Stirnreif stellt insgesamt die Basis des Helmes dar. Auf ihn bauen sich alle übrigen Teile auf. Er gewährleistet den Zusammenhalt des Ganzen und ist dementsprechend massiv gearbeitet. Er besteht aus einem 43 mm breiten und 2 mm starken Eisenblech, dessen Enden entweder feuerverschweißt oder überlappend vernietet waren. Ein eindeutiger Beleg für die eine oder andere Möglichkeit war auch durch Röntgenaufnahmen nicht zu finden. Als Anhaltspunkt könnten allein die Enden des darüber befestigten Preßbleches dienen, die mit drei Nietten quer über dem Band befestigt sind. Dem entgegen steht der Umstand, daß sich an der Überlappung ein Absatz markieren würde, der beim Tragen des Helmes gedrückt hätte. Bei der Nachbildung wurde deshalb der Stirnreif verschweißt. Zur Ermittlung der exakten Breite des Eisenreifens wurden die bei der Restaurierung nicht verwendeten Stücke herangezogen. Dabei ergab sich, daß eines von der üblichen Breite und Form abweicht, obwohl das Preßblech bis zum oberen Rand vorhanden und die Unterkante durch die erhaltene Lederumbündelung gesichert ist. Aus der leicht geschweiften, schräg laufenden Unterkante wurde auf ein Stück der Überaugenbögen geschlossen, die bei anderen Helmen des Baldenheimer Typs (Morken, Gellep, Planig) nachgewiesen sind. Dieses Detail war bisher für den Stößener Helm nicht belegt. Als weitere Angabe lieferte der Stirnreif die Maße der Löcher für die Ledervernähung, ihren Abstand vom Rand und untereinander. Am Oberrand ließen sich die Löcher für die Vernietung der Trapezbleche sowie der Füllungen einmessen.

Die Helmglocke besteht aus sechs feuervergoldeten Kupferspangen und den dazwischenliegenden eisernen Füllungen, die jeweils mit zehn halbkugeligen Nietten unter den Spangen befestigt sind. Die Form der Füllbleche konnte nur noch anhand von Fotos, die nach der Erstkonservierung angefertigt worden waren, erschlossen werden, da die Originalbegrenzung unter der Gipsauskleidung nicht erkennbar war und sich auch auf den Röntgenaufnahmen nicht abzeichnete. Zur Ergänzung wurden die Zeichnungen der Keßlerschen Veröffentlichung des Planiger Helms (1940, S. 4, Abb. 3) und die Innenaufnahme des Helms von Gammerringen (Gröbbels 1905, S. 7, Fig. 3) herangezogen. Aus der Lage der Niete auf dem Stirnreif wurde auf Füllbleche mit ausgezogenen unteren Enden, ähnlich denen des Planiger Helms, geschlossen. Eine Plattierung der Füllbleche ist nach Aussage des Fundberichtes nicht festzustellen gewesen.

Umfassendere Aussagen ließen die Kupferspangen zu. Sie zeigen eine durchgehende Materialstärke von 1,6 mm. Ihre Basisbreiten differieren leicht, dementsprechend auch die Schwünge der Kanten. Aus dem Verlauf der Punzverzierung auf den Spangen, deren Linien sich den Nietlöchern anpassen, sie z. T. umgehen, ist zu schließen, daß der Helm montiert, d. h. genietet, und dann erst die Punzverzierung angebracht wurde.

Die von Keßler (1940, S. 9) im Vergleich zum Planiger Helm hervorgehobene spitzere Form des Stößener Spangenhelms, entspricht nicht den Tatsachen. Dies belegt der Übergang von den Spangen zur Zimierplatte. Letztere hat ehemals den Spangen dicht angelegen; das ergibt sich aus der Deformierung, die durch das Ziehen der Nietten gegen das Grundblech hervorgerufen wurde. Außerdem dürfte die Wölbung der Zimierplatte der Wölbung der Spitze des Helms angepaßt worden sein. Die einzige an der Platte noch festsitzende Spange zeigt diesen Umstand deutlich. Daraus ist zu schließen, daß der Helm in der Erde Druck ausgesetzt gewesen ist, der die Deformierung bewirkt hat. Für eine derartige Annahme spricht auch, daß die Spange der Stirnseite nach links verwunden ist.

Bei der Nachbildung wurde dieser Deformierung Rechnung getragen und die Spangenwölbung der Wölbung der Zimierplatte angepaßt.

Die Zimierplatte besteht wie die Spangen aus feuervergoldetem Kupfer. Sie wurde aus einem leicht ovalen Stück Kupferblech aufgewölbt und trägt in ihrem Zentrum die Zimierhülse. Letztere besteht aus einem Stück starkwandigen Kupferrohrs und hat im sichtbaren Teil das Profil einer Halmafigur. Am Fuß ist sie eingezogen und in ein passendes Loch der Zimierplatte eingesetzt. Von innen wurde die Hülse durch Aufweiten festgenietet. Ihre Bestimmung als Halterung für die Helmzier ist zu vermuten.

Für die stabile Verbindung von Stirnreif und Helmglocke reichten die ausgezogenen Lappen der Füllbleche nicht aus. Deshalb befinden sich in den Winkeln zwischen diesen noch schmale trapezförmige Bleche, die eine Verbindung von Spangen und Stirnreif herstellen. Ihr Sitz dokumentiert sich in den mittleren beiden Nieten an der Basis der Helmspangen und den jeweils darunter liegenden drei Nieten im Stirnreif, die nicht von den Füllblechlappen in Anspruch genommen werden. Die Breite dieser Trapezbleche ließ sich durch ein Stück des Stirnreifens, das nicht mit montiert worden war und an dem ein Trapezblechstück haftete, ungefähr ermitteln. Auf die Länge allerdings konnte nur geschlossen werden.

Der Preßblechstreifen besteht ebenfalls aus feuervergoldetem Kupfer. Er dient der Verzierung des darunter verborgenen Stirnreifens. Befestigt wird er einerseits durch die Niete, die die Helmglocke mit dem Stirnreif verbinden, andererseits durch die Ledervernähung am unteren Rand. Die obere Kante ist treppenstufenartig nach innen abgewinkelt und unter die Spangebasis geschoben, da sowohl die Spangen als auch der Zierstreifen zu sehen sein sollten, ohne daß die Muster gestört werden. Die genaue Betrachtung des Zierstreifens ergab, daß er von Hand gepreßt bzw. geschlagen worden ist. Merkmale dafür waren kleine Doppelprägungen an den Kanten der Figuren und an den Perlverzierungen. Zur Herstellung des Frieses ist der Musterrapport fünfmal auf dem Blechstreifen abgedrückt.

Die Konstruktion der Wangendecken ist unkompliziert. Sie bestehen aus leicht gewölbtem eisernem Grundblech und darüberliegendem schuppenartig gepunztem Zierblech aus feuervergoldetem Kupfer.

Bemerkenswert ist, daß sich auf beiden Zierblechen die Anreißlinien für die Punzverzierung deutlich randparallel markieren. Sie sind sichtbar, da auch hier wie beim Helmrund das nach außen greifende Leder des Futters nicht erhalten ist.

1.2. Lederteile

Lederreste haben sich an den Innenseiten der Wangendecken und in geringen Resten am Helmunterrand in Form von Diagenesen erhalten. Die Lederart ließ sich nicht bestimmen, trotz des gut erhaltenen Narbens an einer der Wangendecken. In der Literatur über die anderen Baldenheimer Helme werden zwar in einigen Fällen Lederreste bzw. Diagenesen angegeben, jedoch zur Lederart keine Angaben gemacht. Lediglich für einen römischen Prunkhelm wurde unter Vorbehalt Schaf- bzw. Ziegenleder als Material für das Helmfutter angegeben (Braat 1973, S. 80). Die Wangendecken machen deutlich, in welcher Weise die Lederteile am Helm befestigt waren. Entsprechend dem Verlauf der Löcher, die sowohl durch das Zier- als auch durch das Eisenblech gehen, liegt auf der Innenseite eine glatte Naht aus 3,5 - 4 mm breiten Lederstreifen. Die Nähweise, die auf der Schauseite eine zopfartige Ziernaht ergibt, war am Stößener Helm nicht eindeutig zu erkennen, ist jedoch an anderen Helmen des gleichen Typs nachgewiesen, z. B. am Planiger Helm. Der Lederrest im Überaugenbogen, der sichtbar noch etwas um die Kante nach vorn umgeschlagen war, brachte den Beweis, daß das Futter von der Innenseite her um die Kante herum auf die Vorderseite übergriff. Bezüglich der Innenkonstruktion der Helmauskleidung und der Befestigungsart von Wangendecken und Nackenschutz am Futter lieferte das Original keine Anhaltspunkte. Hier mußte frei rekonstruiert werden.

1.3. Nackenschutz

Vom Nackenschutz fanden sich unter dem Originalmaterial keine Reste. Es sind auch vom Ausgräber keine beobachtet worden. Trotzdem kann nach Aussagen von B. Schmidt anhand der Parallelstücke auf einen solchen geschlossen werden. Eventuell sind die Reste davon bei der unsachgemäßen Bergung nicht beachtet worden und verlorengegangen. Der Nackenschutz der Helme von Morken, Gellep und Planig war jeweils zusammengerollt und völlig zusammengerostet und daher für einen Laien kaum als solcher erkennbar.

1.4. Helmzier

Der Helm von Stößen ist bis jetzt der einzige, bei dem Teile gefunden wurden, die vermutlich zur Helmzier gehören, und zwar zu deren Halterung. Jedoch ergab die Untersuchung, bei der das zusammengeklebte Stück gelöst und gereinigt wurde, daß sowohl die Montage als auch die Materialangaben nicht stimmten. Der Restaurator hatte sich offensichtlich mehr vom Wunsch als von Beobachtungen leiten lassen. Der untere zylindrische Teil mit dem Dorn besteht nicht wie beschrieben aus Bronze, sondern aus Eisenblech, das lediglich mit Kupfer gelötet worden ist. Der darüber befindliche, sich zur Spitze hin verjüngende Teil ist völlig haltlos darangesetzt worden. Er weist keinerlei Paßstellen zum Zylinderteil auf. Dieses besteht aus einer konischen Blechtülle, deren Ende nicht gesichert ist und die eine Längsnaht hat. Letztere ist außen, deutlicher jedoch im Bruch zu erkennen. Im Inneren der Tülle befindet sich ein ebenfalls konischer Stopfen, der etwa in ihrer Mitte endet. Dieser war wohl als Fortsetzung des Dornes in der Zylinderhülse angesehen worden, zeigte sich jedoch unter dem Mikroskop als Diagenese eines Bündels sehr dicker Haare, wahrscheinlich der Pferdehaare des Helmbusches. Demzufolge müßte der obere Teil genau umgekehrt auf der Zylinderhülse stehen. Leider ließ sich kein Anhaltspunkt dafür finden, wie die originale Verbindung ausgesehen hat. Daß die beiden Teile zusammengehören, legt die Betrachtung der Oberfläche nahe. Auf beiden finden sich Diagenesen organischen Materials, vermutlich dünnen weichen Leders von einer Umwicklung. Eventuell war der ganze Helmbusch am unteren Teil mit Harz oder einem ähnlichen Material zusammengeklebt und mit dünnem Leder umwickelt, um die Haare zusammenzuhalten. Auf Grund der angeführten Unsicherheiten wurde die Helmzier bei der Rekonstruktion weggelassen.

2. Verzierungstechniken

Abgesehen von der Oberflächenvergütung durch Schleifen, Polieren und Vergolden, weist der Helm von Stößen nur zwei Verzierungstechniken auf, nämlich das Herstellen des Preßbleches und das Ziselieren der Spangen und Wangendecken. Rechnet man die Vorarbeiten noch mit hinzu, so kommen bei der Herstellung des Modells für das Preßblech noch das Gravieren bzw. Ziselieren mit dem Meißel zur Anwendung.

Die Herstellung des Preßbleches erfolgt in zwei Abschnitten, dem Anfertigen des Modells und dem eigentlichen Pressen.

Technologisch gesehen sind die Modellen das Werkzeug zur Herstellung der Preßbleche. Sie dienen als spiegelverkehrte Negativunterlagen beim Preßvorgang, d. h. in sie wird das Blech hineingedrückt. Derartige Modellen sind aus Grabfunden, vor allen Dingen in Ungarn (Fettich 1937, Taf. 6,24,26) bekannt. Entweder sind sie aus Bronze gegossen, oder der Musterrapport wurde in den Metallblock graviert bzw. gemeißelt. Nach Paulsen (1967, S. 43) soll es auch in Hartholz geschnittene Modellen gegeben haben. Diese erfordern jedoch sehr dünne Folien als Preßbleche, weil sonst die Formen beim Pressen verletzt werden.

Auf den Model wird im zweiten Arbeitsgang das dünn ausgeschmiedete, weichgeglühte und vorpolierte Kupferblech gelegt und darauf ein Bleiblech von ca. 2 bis 3 mm Stärke. An

Stelle von Blei kann auch Leder als Treibunterlage verwendet worden sein. Mit dem Hammer wird dann auf das Blei bzw. Leder geschlagen und dieses preßt dadurch das Kupferblech in den Model. Um einen Zierfries zu erhalten, mußte die Folie mehrmals fortlaufend in diese Negativunterlage gedrückt werden, in unserem Falle fünfmal.

Je dichter beim Pressen geschlagen wird, um so schärfer erscheint die Zeichnung bzw. das Profil des Bleches. Schwierig gestaltet sich der Vorgang, weil das Blech durch die Schläge sehr leicht verrutscht. Es entstehen dann Doppelprägungen in der Art, daß Kanten zwei-, dreimal dicht nebeneinander eingedrückt erscheinen, ähnlich einem Fehldruck beim Mehrfarbendruck. Derartige Stellen finden sich auch auf dem Preßblechstreifen des Stößener Helmes. Hinzu kommt noch, daß sich das Blech, da es nicht auf der ganzen Fläche gleichzeitig gepreßt, sondern von einer Seite zur anderen durchgearbeitet wird, leicht verzieht, besonders an den nichtbearbeiteten Randflächen. Erst nach dem Pressen dürften die Streifen vergoldet worden sein, da im Falle ein Muster mißlingt, die kostspielige Vergoldung verloren gewesen wäre.

Unter dem Begriff Ziselieren faßt man eine ganze Reihe von Techniken zusammen, die bei der Oberflächengestaltung angewendet werden. Sie können sowohl spanabhebend wie auch spanlos verformend sein. In unserem Falle ist die Technik auf spanlose Verformung beschränkt, auf die Arbeit mit der Punze.

Für die Punzverzierungen auf den Spangen und der Zimierplatte wurde eine fast spitze Perlpunze verwendet. Die Muster wurden entweder vorgezeichnet oder, was wahrscheinlicher ist, freihand gearbeitet. Dazu wird die Punze mit der Spitze auf das Material gesetzt und leicht mit dem Hammer eingeschlagen. Je nach Stärke des Schlages entstehen so mehr oder minder tiefe Löcher. Werden die Einschläge entsprechend dicht gelegt, so ergeben sich zusammenhängende Linien. An diesen ist die Arbeitsrichtung erkennbar, da jeweils der Rand des vorherigen Loches durch den folgenden Schlag leicht eingedrückt wird und eine mondsichelförmige Gestalt erhält.

Bei der Ziselierung der Wangendecken wurde anders vorgegangen. Diesmal kam eine halbrunde gezackte Profilpunze zur Anwendung. Bei der Ausführung hat das Blech auf einer Unterlage aus Blei, Leder oder Holz gelegen. Die Punze wurde in Reihen seitlich nebeneinander mit leichten Schlägen in das Blech getrieben und dabei die jeweils zweite Reihe um ein halbes Muster versetzt, so daß ein Fischschuppenmuster entstand. Das Blech wird für diese Arbeiten vorher weichgeglüht.

3. Nachbildung

Nach Auswertung des Originals stand nun die Aufgabe, die Nachbildung unter Einbeziehung der Teile, die rekonstruiert werden mußten, zu fertigen. Dazu war es erst einmal erforderlich festzulegen, in welcher Abfolge gearbeitet werden sollte. Es muß dazu gesagt werden, daß allein anhand der Spangen die Möglichkeit bestand, Höhe und Umfang des Helmes zu bestimmen. Wie schon oben bemerkt, bedeutete das allerdings, genau den umgekehrten Weg der ursprünglichen Herstellung zu gehen. Beim Original wurden erst der Stirnreif und darauf aufbauend die Füllbleche aus Eisen gearbeitet. Sie sind aus dem härteren Material und von der Formung her am schwierigsten. Erst danach wurden die Kupferteile geschmiedet und den Wölbungen der Eisenteile angepaßt. Bei dieser Arbeitsfolge kann man spannungslos eine dichte Passung aller Teile erzielen. Unter Hinzufügen der Trapezbleche und des Preßbleches wurde dann mittels Bronzenieten der Helm zusammengefügt. Da in unserem Falle jedoch nur die Spangen als Richtschnur zur Verfügung standen, mußten die Arbeitsschritte praktisch im Rückwärtsgang erfolgen, was einige Probleme mit sich brachte.

3.1. Die Spangen

Zu Beginn wurden von den Spangen zeichnerisch die genauen Formen abgenommen, auf starkem Papier aufgerissen, ausgeschnitten und auf Kupferblech übertragen, anschließend die Spangen mit der Bügelsäge ausgesägt und verfeilt. Die Phasen an den Längsseiten wurden mit der Feile angebracht und die Teile mit Sandpapier und anschließend mit Filz und Tripel geschliffen. Auf die so vorbereiteten Spangenrohlinge konnten dann die Zeichnung der Verzierungen und der Nietlöcher übertragen werden. Ein Ausgangspunkt, meist die untere Spitze des Zentralmusters, wurde fixiert und von diesem aus in alle Richtungen mit dem Stechzirkel alle Punkte der Zeichnung angerissen. Da die Originalteile jedoch gewölbt sind, entstanden Verzerrungen. Daher mußten die Abstände oft durch Zurückmessen korrigiert werden. Es konnten auch immer nur geringe Distanzen gemessen werden, da sich sonst die Verkürzung durch die Wölbung zu stark bemerkbar machte. Aus Zeitgründen und auch im Hinblick auf die Anforderungen, die an eine rekonstruierte Nachbildung gestellt werden, blieb das Einmessen auf die End- und Schnittpunkte der Zentralmuster, die Nietlöcher und die Eckpunkte der Musterfelder beschränkt. Die Fülllinien der Dreieckfelder wurden frei eingesetzt, jedoch im Verlauf der Punzierung und der ungefähren Linienführung dem Original angepaßt. Nach Aufreißen mit dem Stechzirkel stellten wir dann eine Punze, die etwa der für das Original verwendeten entspricht, aus einem Stück Sechskantmaterial her. Diese wurde am Ende spitz zugerichtet und danach an der Filzschleifscheibe geschliffen, so daß die Spitze am Ende leicht gerundet war. Mit der so hergestellten Punze und dem Ziselierhammer konnten die Spangen auf einer Hartholzunterlage ziseliert werden. Danach wurden die Nietlöcher gebohrt. Als nächstes galt es, den Spangen die Wölbung und die Phase in der Längsrichtung zu geben. Diese Phase ist nicht etwa zur Stabilisierung angebracht, sondern bezweckt ein dichtes Anliegen der Füllbleche und Spangen, ohne die Füllungen übermäßig wölben zu müssen. Hier zeigten sich die ersten Probleme des rückschreitenden Arbeitsablaufes. Es mußte gewölbt werden, doch durfte dabei die Ziselierung keine Verletzung erfahren. Ein Abwinkeln im Schraubstock war also nicht möglich. Zuerst versuchten wir, mit dem Hammer auf einer gekehlten Unterlage die Bleche von der Rückseite her abzuwinkeln. Das brachte jedoch nicht den gewünschten Erfolg; es entstand nur ein Rundprofil. Die Lösung des Problems brachte die Anwendung eines Schrotpunzens, der aus einem Flachmeißel hergestellt worden war. Auf der Rückseite wurde entsprechend dem Verlauf der Kante des Originals entlang der Längsachse eine Linie angerissen, mit dem Schrotpunzen unter festen Schlägen auf einer weichen Holzunterlage nachgeschrotet und durch Ziehen geglättet. Durch die Materialverdrängung wurden die Spangen dabei abgewinkelt und gleichzeitig schon leicht, der Rundung der Helmglocke entsprechend, gewölbt. Durch Biegen von Hand erfolgte die genauere Anpassung an die Originalspangen. Die den Helmmumfang ergebende Rundung der Base erzielten wir auf einem ausgekehlten Holzstück mit dem Gummihammer. Abschließend wurden die feinen Anreißlinien des Stechzirkels verschliffen, die Spangen überpoliert, galvanisch vermessingt und vergoldet.

3.2. Die Zimierplatte mit Hülse

Der nächste Schritt war die Herstellung der Zimierplatte. Dazu wurde ein Stück Kupferblech in annähernd der geforderten Größe ausgeschnitten und mit dem Kugelhammer aufgezogen, bis die Wölbung der des Originals entsprach. Das geschah, indem wir das Blech vom Zentrum her kreisförmig schmiedeten, nachdem es vorher schon in einer Holzmulde mit dem Kugelhammer eine leichte Wölbung erhalten hatte. Anschließend wurde die Platte mit leichten Schlägen planiert, gefeilt und geschliffen, danach das Zentrum angekörnt, von da aus mit dem Stechzirkel der genaue Randverlauf und die Verzierung angerissen und die Nietlöcher gebohrt. Die Ziselierung erfolgte auf einem Sandkissen, damit die jeweils zu bearbeitende Fläche plan zu liegen kam. Auch hier blieb die originale Arbeitsrichtung berücksichtigt. Im Anschluß war ein Stück massives Rundkupfer für die Zimierhülse abzu-drehen. Das Original dürfte zwar, wie aus seinem schwach ovalen Querschnitt ersichtlich

ist, gefeilt worden sein; der Einfachheit halber haben wir es aber auf der Drehmaschine hergestellt. Das ermöglichte eine größere Paßgenauigkeit. Die Hülse wurde frei mit dem Handstahl gedreht. Der Stutzen am unteren Ende der Hülse, dessen Maße nicht abnehmbar waren, wurde passend für ein in die Zimierplatte gebohrtes Loch abgedreht. Danach durchbohrten wir die Zimierhülse ebenfalls in der Drehmaschine und trennten sie ab. Den Stutzen steckten wir durch die Bohrung der Platte, weiteten ihn mit einem Dorn auf einer Lederunterlage von unten her auf und vernieteten ihn so. Nun wurden die Spangen provisorisch mit der Zimierplatte durch Schrauben verbunden. Bei angezogenen Schrauben zeigte sich, daß die Spangen an den Basen nicht zusammenstießen, sondern auseinander spreizten. Das entsprach den Beobachtungen am Original. Die Spangen wurden deshalb so gebogen, daß sie sich an den Basen berührten, wodurch die Helmglocke ein etwas gedrungeneres Aussehen bekam. Die Anordnung der Spangen um die Zimierplatte ist belegt durch eine Detailfotografie vor der Zweitrestaurierung, auf der noch eine Spange im ursprünglich festgenieteten Zustand zu sehen ist. Abschließend haben wir die Zimierplatte und die Hülse galvanisch vermessingt und vergoldet.

3.3. Die Füllbleche

Nachdem so die für die Rekonstruktion endgültige Form gefunden war, mußten die Füllbleche geschmiedet werden. Wir wählten hierfür in Anlehnung an die bei Gröbbels (1905, S. 15, 27) gemachten Angaben zu den Helmen von Baldenheim und Vezéronce 2 mm starke Bleche. Stärkeres Blech erschien unangebracht, da bei Exemplaren mit stärkeren Füllblechen auch die Spangendicke erheblich größer ist. Entsprechend der größten von den Spangen eingeschlossenen Fläche wurde unter Zugabe eines Randes bis zur Spangenmitte und der Lasche für die Verbindung zum Stirnreif eine Schablone angefertigt. Nach dieser wurden dann die Bleche aus Schwarzblech mit der Hebelschere zugeschnitten und mit der Armfeile zugerichtet. Anschließend begann das Schmieden bzw. Aufziehen der Füllbleche mit dem Kugelhammer auf dem Amboß. Es kam dabei ein schwach gewölbter mittelschwerer Hammer zur Anwendung. Ähnlich wie bei der Zimierplatte wurden vom Mittelpunkt der stärksten Wölbung ausgehend, nach außen zu kreisend, die Flächen sorgfältig durchgearbeitet. Nachdem die ungefähre Wölbung erreicht war, wurde mit dem gleichen Hammer unter leichten Schlägen planiert. Dadurch konnte später das aufwendige Glattschleifen vermindert und ein größerer Materialabtrag vermieden werden. Dem Planieren folgte das Anpassen der Füllungen an die Spangen. Dazu mußte jedes Füllblech entsprechend der Wölbung beider Kanten der anliegenden Spangen auf dem Amboß oder einem gekehlten Holz auf der Amboßunterlage gerichtet werden, bis eine einigermaßen dichte Passung erreicht war. Auch hier zeigte sich wieder die Schwierigkeit, bedingt durch den umgekehrt durchgeführten Arbeitsgang: Es mußte sich das härtere Eisen dem weichen Kupfer anpassen. Bei der Herstellung des Originals dagegen war die Anpassung vergleichsweise leicht, da die Füllungen untereinander nur annähernd zu stimmen brauchten und die weichen Spangen daran angelegt worden sind. Nachdem die Passungen stimmten, wurden die Nietlöcher der Spangen auf die Füllungen übertragen und gebohrt, mit Feile und Schleifscheibe der Hammerschlag auf den Oberflächen entfernt, diese mit Filz und Tripel geschliffen und zum Schluß überpoliert. Wir haben dabei nur soweit eine Politur erzeugt, wie sie für die damaligen Mittel und Möglichkeiten anzunehmen ist.

3.4. Stirnreif und Trapezbleche

Mit dem provisorischen Zusammenbau der Helmglocke ergab sich das Maß für den nächsten, den eigentlich ersten Teil des Helmes, den Stirnreif. Aus 2 mm starkem Schwarzblech wurde ein 43 mm breiter Streifen geschnitten und entsprechend dem sich aus den Spangen ergebenden Helmoval gebogen. Beim Anpassen zeigten sich Zwischenräume unter den Basen der Spangen. Diese hatten durch das Wölben am unteren Rand leicht konkave Schwünge bekommen, so daß sie nicht in ganzer Breite dem Stirnreif auflagen. Dieser Umstand, eben-

falls eine Folge des rückwärtigen Arbeitsablaufes, war nicht vorher zu sehen gewesen und wegen der Musterung nicht mehr zu korrigieren. Soweit wie möglich haben wir diese Spalten am Stirnreif ausgeglichen. Nach Anpassen des Stirnreifes wurde dieser, wie schon oben erwähnt, nicht überlappend, sondern durch Verschweißen geschlossen und dadurch ein drückender Absatz vermieden. Auf den Reifen konnten nun die Helmglocke aufgesetzt und die Nietlöcher der Füllblechlaschen entsprechend den Randabständen des Originals angerissen und gebohrt werden. Nach provisorischer Befestigung mit Schrauben ergab sich der Sitz der Trapezbleche. Sie wurden ebenfalls mit den nötigen Wölbungen versehen, gebohrt und provisorisch eingefügt. Sie bestehen auch aus 2 mm starkem Schwarzblech. Anschließend wurden am Stirnreif die unter der Kreuzspanne befindlichen Überaugenbögen angerissen und ausgesägt. Ihre Tiefe und Breite ist nicht belegbar und wurde deshalb frei gestaltet. Bezüglich der Gestalt des Teiles über der Nasenwurzel läßt sich ebenfalls keine konkrete Aussage treffen. Eventuell hatten die Helme ein Nasal, jedoch ist es an keinem sicher nachzuweisen; wir ließen es deshalb bei der Rekonstruktion weg. Abschließend erhielt der Stirnreif noch die Ledernahtlöcher.

3.5. Preßblech

Die Herstellung des Preßbleches erforderte, wie schon beschrieben, zwei Arbeitsgänge: die Gravur des Modells und das Pressen selbst. Zu diesem Zwecke wurden das Aufmaß eines ganzen Modells zusammengestellt, die Randabstände nach oben und unten mit geringer Maßzugabe festgelegt und diesen Maßen entsprechend ein Stück Messing von 6 mm Stärke zugerichtet. Darauf rissen wir die Maße des Musterrandes an und übertrugen dann das Muster von den Originalteilen mit dem Stechzirkel auf das Messingstück, und zwar alle Eck-, Mittel- und Kreuzungspunkte sowie markante Stellen, z. B. Höhepunkte von Schwüngen und Bögen. Anhand dieser Punkte ergab sich das maßgerechte Bild. Es wurde mit der Reißnadel aufgerissen. Nachdem so die Zeichnung auf die Matrize übertragen war, begann das eigentliche Gravieren. Mit der biegsamen Welle und dem Kugelfräser wurden die Tiefen der Ornamente ausgehoben und zwischendurch ständig durch Abdrücken mit Plastilin mit dem Original verglichen. Nachdem die Muster ausgehoben waren, stachen wir mit dem Gravierstichel die Feinheiten nach und gravierten zum Schluß den umlaufenden Perlrand mit dem Fräser. Nach dem Polieren an der Schwabbel war die Matrize bereit für das Pressen. Für diesen zweiten Arbeitsgang befestigten wir den Modell auf einer Holzunterlage und sicherten gegen Verrutschen durch dicht neben dem Rand eingeschlagene Nägel ohne Köpfe. Da die Nägel nur soweit eingeschlagen waren, daß sie noch über die Matrize hinausragten, dienten sie gleichzeitig beim Pressen als Anschlag für das Kupferblech. Danach wurden das weichgeglühte Kupferblech sowie ein Bleiblech von etwa 3 mm Stärke aufgelegt und mit der leicht gewölbten Hammerbahn die Kupferfolie in den Modell getrieben. Bei dieser Arbeit wurde systematisch von einem Ende zum anderen vorgegangen. Auf diese Weise konnte sich das durch das Treiben längende Kupferblech nach der noch unbearbeiteten Seite hin ausdehnen. Eine andere Folge dieser Arbeitsweise aber war, daß sich das Blech verzog. Dadurch gelang es nicht, den Fries in einem Stück herzustellen, sondern es mußte jedes der fünf Muster separat gepreßt werden. Eine längere Versuchsreihe hätte sicherlich auch für dieses Problem eine Lösung gebracht, war jedoch aus Zeitmangel nicht möglich. Die fünf Musterstücke wurden dann durch Weichlöten miteinander verbunden, der so entstandene Streifen maßgerecht beschnitten und um den eisernen Stirnreif gepaßt. Durch Anreiben mit Polierstahl ließen sich die Löcher für die Ledervernähung und die Nietlöcher fixieren. Gelocht wurde nicht mit dem Bohrer, da dabei dünne Kupferfolie leicht einreißt, sondern mit der Lederlochzange. Es ließ sich damit sehr gut arbeiten, wenn ein Stück Stoff untergelegt worden war. Zum Schluß wurde der Fries galvanisch vermessingt und kontaktvergoldet. Mit dem Preßblech waren alle Teile für den eigentlichen Helm fertiggestellt und dieser konnte nun endgültig montiert werden. Die Messingniete in den notwendigen Maßen hatte uns freundlicherweise eine Schlosserwerkstatt zur Verfügung gestellt. Der Nietzieher mußte jedoch erst hergestellt werden. Dazu wurde ein Stück stark-

wandiges Eisenrohr von 3 mm Durchmesser verwendet. Den Nietkopfhalter fertigten wir aus einem Stück Rundmaterial durch Hohlschleifen mit einem Kugelschleifer und durch Nachpolieren mit einem Gummipolierer an der biegsamen Welle. Die Nieten wurden vor dem Einsetzen geschliffen und poliert. Nachdem das Zierblech auf den Stirnreif aufgelegt und der Niet eingesetzt war, dessen Kopf im Nietkopfhalter saß, wurde über den Nieten der Nietzieher gesteckt und auf diesen ein fester Schlag mit dem Hammer geführt. Dadurch legte sich der Kopf an der Oberfläche eng an; die zu vernietenden Teile wurden dicht aneinander gepreßt. Anschließend wurde mit der Hammerbahn vernietet, d. h. der Niet gestaucht und nachdem die Passung erreicht war, der innere flache Gegenkopf angeschlagen. Auf diese Weise verfahren wir bei allen weiteren Nieten und Nietungen. Nach dem Befestigen des Stirnreifens blieben noch die Trapezbleche und die Füllungen an den Reif zu nieten. Danach galt es, das Zierblech so anzulegen, daß der oben überstehende Rand im nächsten Arbeitsgang unter den Spangen zu liegen kam. Das erfolgte durch Anreiben mit einem kantigen Stück Holz. Die Spangen konnten, bedingt durch die Enge des Helmes, nicht mehr mit dem Hammer vernietet werden; dies mußte mit Hilfe einer Punze geschehen. Abschließend wurde die Zimierplatte aufgesetzt, ebenfalls vernietet und der Helm insgesamt mit Zaponlack überzogen.

3.6. Wangendecken

Die Herstellung der Wangendecken begann mit der eisernen Unterlage. Anhand der vollständig erhaltenen Wangendecke schnitten wir eine Schablone aus Karton und übertrugen sie wechselseitig auf 0,8 mm starkes Schwarzblech. Die angerissenen Bleche wurden ausgeschnitten, mit dem Kugelhammer auf dem Amboß schwach aufgezo-gen und die Löcher für die Ledervernähung mit dem Zirkel übertragen und gelocht. Der zweite Arbeitsgang bestand in der Herstellung der Zierbleche. Dazu war die Anfertigung einer Profilpunze aus Rundeisen notwendig, die am Kopfende durch Feilen ein Halbrundprofil, entsprechend dem Bogen des Originalmusters, erhielt. Die Kerben, aus denen sich das Zackenprofil ergab, wurden mit der Säge angebracht. Der ganze Punzkopf erhielt den notwendigen Schliff und die Politur am Filz.

Entsprechend der Schablone wurde das Kupferblech zugeschnitten. Die Begrenzung des zu punzenden Feldes ergab sich aus den auf dem Original sichtbaren Anreißlinien. Beim Einpunzen der Muster wölbte sich, bedingt durch die Materialverdrängung, das Blech stark nach vorn. Nachdem das Muster ganz angebracht war, wurde das Blech deshalb von hinten mit einem leichten Holzhammer wieder gerichtet, und so die dem Original entsprechende Wölbung erzielt. Die Löcher für die Ledervernähung wurden wie bei dem Preßblech fixiert und mit der Lederlochzange ausgestanzt.

3.7. Nackenschutz

Der Nackenschutz mußte anhand der Literatur frei ergänzt werden. Wir griffen dabei auf die Angaben zum Planiger Helm (Keßler 1940, S. 8, Abb. 9) zurück und übernahmen getreu die Art der Verkettung, die Ausführung der Ringe jedoch vereinfacht.

Der Kettenschutz wurde nicht, wie bei der Parallele, aus kleineren gestanzten und größeren vernieteten Ringen hergestellt. Dieser Arbeitsaufwand war im Rahmen der Zeitvorgabe nicht zu bewältigen. Vereinfachend wurden deshalb alle Ringe aus 2 mm starkem Rundmaterial hergestellt, wobei die kleineren einen Außendurchmesser von 10 mm und die größeren einen Außendurchmesser von 16 mm erhielten. Das Ausgangsmaterial war Schweißdraht der entsprechenden Stärke. Er wurde über Rundeisen von 6 mm bzw. 12 mm Durchmesser im Schraubstock zu Spiralen gewickelt, diese dann mit der Metallsäge aufgesägt und die einzelnen Ringe mit Hilfe von Zangen so ineinander gehängt, daß jeder Ring mit vier weiteren verbunden ist. Bei einer Probe ergab sich, daß die Anordnung der Ringe des Helmes

von Planig, nämlich die Ringreihen der kleineren und der größeren Ringe senkrecht nebeneinander, nicht stimmt. Würde das Geflecht in der dort angegebenen Weise an den Helm gehängt, verschöben sich bei Bewegung die Ringe gegeneinander, wodurch das Geflecht steif würde und seine Schmiegsamkeit verlöre. Um seine volle Elastizität zu bewahren, muß es also um 90° gedreht werden, die Reihung waagrecht statt senkrecht sein.

Die Breite des Nackenschutzes ergab sich aus der Anordnung der Wangendecken; die Länge wurde den Parallelen entsprechend gewählt. Aus diesen Maßen ergab sich eine Zahl von 12 Reihen kleiner und 13 Reihen großer Ringe übereinander. Insgesamt haben wir rund 1180 Ringe zusammengefügt.

3.8. Lederarbeiten

Das Lederfutter des Helms mußte genau wie der Nackenschutz frei rekonstruiert werden. Diese Rekonstruktion fußte einerseits auf den Originalbefunden der Helme von Morken, Krefeld-Gellep und Planig, andererseits auf der Rekonstruktionsbeschreibung zum Helm von Niederstotzingen (Paulsen 1967, Abb. 67) und dem Restaurierungsbericht zum Helm aus dem Knabengrab unter dem Kölner Dom (Doppelfeld 1964, S. 173 ff.).

Als Material für das Lederfutter mußte, da kein Lammlleder zur Verfügung stand (vgl. Braat 1973, S. 80), Zylinderkalb verwendet werden, welches durch einen Sattler als geeignet empfohlen worden war. Als erstes galt es, die Kopfform des Futters herzustellen.

Dazu mußte der Kopf des Autors, der die passende Größe für den Helm hatte, abgeformt werden. Dabei wurde wie folgt vorgegangen: Der Kopf wurde mit Alufolie abgedeckt und darauf eine etwa 5 cm starke Kappe aus Ton aufgebaut. Sie reichte am Gesichtsschädel bis an die Augenbrauen und am Hinterkopf bis ca. 7 cm unter das Hinterhauptbein. Diese Form wurde vorsichtig abgenommen und die Höhlung mit Gips ausgegossen. Nach Erhärten des Gipses wurde die Form entfernt und das Kopfmodell geglättet.

Inzwischen war ein Stück Leder mit einem Radius von 25 cm ausgeschnitten und etwa eine halbe Stunde in handwarmem Wasser eingeweicht worden. Zum Modellieren der Helmkappe wurde der Gipskopf auf ein Brett gestellt und das Leder, ausgehend von der Gesichtsseite, immer diagonal straff nach unten darübergezogen und mit kleinen Nägeln angeheftet. Nachdem das Leder gespannt war, wurden sechs Falten gelegt und mit dem Falzbein glattgestrichen. Das war notwendig, da sich das Leder nicht soweit formen ließ, daß die Kopfform ohne Faltenbildung herauskam. Bevor das Leder von der Form abgenommen werden konnte, mußte es trocknen. Nach dem Trocknen behielt das Stück auch ohne das Modell seine Form.

Die Falten mußten nun aufgeschnitten und die dadurch entstehenden Schlitzte in der Art einer Fußballnaht geschlossen werden. Dabei wird in die Naht ein zusammengelegter Lederstreifen eingefügt und mit eingenäht. Der Streifen dient als Zugentlastung und wurde der besseren Schmiegsamkeit wegen aus Nappaleder gefertigt. Nun mußte noch ein sogenannter Nähkloben hergestellt werden, wie ihn die Sattler beim Nähen zum Halten der Naht verwenden. Sein Funktionsprinzip ähnelt dem eines Feilklobens, nur daß hier nicht mittels einer Schraube gespannt wird, sondern dadurch, daß der Kloben auf einen Oberschenkel gelegt wird und der andere daraufdrückt. In diesen Kloben wurden nun der Nahtsaum mitsamt dem eingelegten doppelten Lederstreifen geklemmt und die Löcher für die Naht mit einer Ahle vorgestochen. Das Nähen geschah mit zwei Nadeln und einem leicht gewachsenen Faden. Durch Probieren wurde ermittelt, wie weit der Helm den Kopf bedecken sollte und dementsprechend die Länge der Nähte festgelegt. Als diese alle passend ausgeführt waren, wurde das Futter in den Helm eingesetzt, der Rand nach außen umgeklappt und so ermittelt, wieviel Leder für die Umbördelung zugegeben werden mußte. Diese stellt ebenso wie die eingenähten Lederstreifen eine Zugentlastung dar und ging analog

den Vergleichsstücken bis an den Perlrand des Zierfrieses. Das überstehende Leder wurde abgeschnitten, die eingelegten Nahtstreifen bis an die Innenkante des Helmes geführt, dort abgeschnitten und ausgeschärft. Die oberen Enden der eingenähten Streifen bildeten, indem sie durch Garn verspannt wurden, eine Stabilisierung des Helmkaappenscheitels. Durch die Enden der Nähte ergab sich auf der Vorderseite ein unschönes Bild. Aus diesem Grund wurde ein die Umbördelung bedeckender Streifen geschnitten, der mit einer Ziernaht darüber befestigt werden sollte. Die Löcher dafür wurden entsprechend der Vorgabe auf dem Stirnreif mit der Lederlochzange angebracht und anschließend (nach den Angaben bei Keßler 1940, Abb. 3,4) die Ziernaht gefertigt. Der Lederfaden dafür besteht aus dem gleichen Material wie das Futter und muß bei der Arbeit immer naß gehalten werden. Beim Nähen wurde, von innen kommend, jeweils außen ein Loch überspringend, der Faden wieder nach innen geführt und durch das übersprungene Loch zurück nach außen gezogen. Dabei wurde jedesmal der zuvor genähte Streifen durchstoßen. Aus der Aneinanderreihung dieser Stiche ergab sich eine zopfartige Ziernaht. Nach Anbringung des Helmputters waren die Wangendecken zu bespannen. Dazu wurden Lederstücke reichlich groß zugeschnitten, eingeweicht und nach vorn übergreifend über die Innenseiten gespannt. Bis zum Trocknen wurden sie durch Klammern gehalten, danach gelocht, am Innenrand beschnitten und in gleicher Weise wie das Helmfutter vernäht. Problematisch war jetzt nur noch die Art der Aufhängung der Wangendecken und des Kettenschutzes, für die es an keinem der gefundenen Helme einen Hinweis gibt. Folglich mußte auch sie frei gestaltet werden. Der Sitz der Wangendecken war ebenfalls nicht überliefert. Er wurde so gewählt, daß sich der Schwung der Überaugenbögen in dem der Wangendecken ungefähr fortsetzte. Die Befestigung erfolgte, indem mit dem gleichen Faden wie bei der Ziernaht, die Wangendecken unter Ausnutzung der vorhandenen Nahtlöcher angebracht wurden. Der Nackenschutz konnte nicht auf die gleiche Weise befestigt werden, da sonst die Ringe die Ziernaht verdeckt hätten; außerdem entsprach der Abstand der Nahtlöcher nicht dem der Ringe. Es wurden deshalb mit der Ahle Löcher in die Umbördelung gestochen und durch diese mit einem Lederfaden der Nackenschutz angenäht.

4. Zusammenfassung

Ausgangspunkt für die rekonstruierte Nachbildung des Spangenhelms von Stößen waren das Original, Fotos vom Zustand vor und nach der Erstrestaurierung sowie vergleichende Literatur. Eine Nachbildung eines Helms von diesem Typ gab es bisher nicht. Es sollte deshalb soweit als möglich nach den originalen Techniken gearbeitet werden, um Aufschlüsse über bisher nur in der Theorie bestehende technische Lösungen zu gewinnen. Im Falle der Preßblechtechnik gelang dies. Die Arbeit am Original erbrachte neben den Maßen und technischen Erkenntnissen ein neues gestalterisches Detail, das für den Helm bisher nicht nachgewiesen war, die Überaugenbögen. In Frage gestellt werden mußte die Konstruktion der Helmzierde, da sich die bisherige Montage des Aufsatzes als falsch erwies. Ein berichtigender Hinweis, der sich aus der praktischen Ausführung des rekonstruierten Nackenschutzes ergab, fand sich für die Zeichnung vom Planiger Helm. Die Leder- auskleidung wurde nach Literaturhinweisen frei gestaltet. Die gefundene Lösung dürfte praktikabel sein und dem Originalzustand weitgehend entsprechen.¹

¹ Die gestalterischen Fragen wurden unter freundlicher Mitarbeit von Dr. B. Schmidt gelöst. Bei technischen Problemen gab Werkstattleiter G. Fricke Unterstützung. Ihnen sei hiermit recht herzlich gedankt. Mit Ausnahme der Aufnahmen, die den Zustand des Helms nach der Erstrestaurierung zeigen und die dem Fotoarchiv des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale) entnommen wurden, wurden alle Aufnahmen neu angefertigt. - Die Darstellung der Helmentwicklung ist Schmidt (1970, Anl. 2) entnommen.

5. Literatur

- Braat, W. C.: Der Fund von Deurne, Holland. - In: Spätromische Gardehelme. - München, 1973. - S. 51 - 83. - (Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte; 15).
- Doppelfeld, O.: Das fränkische Knabengrab unter dem Chor des Kölner Domes. - Germania 42 (1964) S. 156 - 188. Berlin.
- Doppelfeld, O.; Pirling, R.: Fränkische Fürsten im Rheinland. - Düsseldorf, 1966. - (Schriften d. Rhein. Landesmus. Bonn; 2).
- Fettich, N.: Die Metallkunst der landnehmenden Ungarn. - Budapest, 1937. - (Archaeologica Hungarica; 21).
- Gröbbels, I. W.: Der Reihengräberfund von Gammertingen. - München, 1905.
- Keßler, P. T.: Merowingisches Fürstengrab von Planig in Rheinhessen. - Mainzer Z. 35 (1940) S. 1 - 12. Mainz.
- Paulsen, P.: Alamannische Adelsgräber von Niederstotzingen (Kreis Heidenheim). - Stuttgart, 1967. - (Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart: Reihe A Heft 12,1).
- Pirling, R.: Ein fränkisches Fürstengrab aus Krefeld-Gellep. - Germania 42 (1964) S. 188 - 216. Berlin.
- Ein Spangenhelm des Typs Baldenheim aus Leptis magna in Libyen. - München, 1974. - S. 471 - 482. - (Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte; Erg.-Bd. 1,2).
- Post, P.: Der kupferne Spangenhelm. - Bericht der RGK 34 (1954) S. 115 - 150. Berlin.
- Schmidt, B.: Thüringische Hochadelsgräber der späten Völkerwanderungszeit. - In: Varia Archaeologica. - Berlin, 1964. - S. 195 - 213. - (Schriften der Sektion für Vor- und Frühgeschichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften Berlin; 16).
- Die späte Völkerwanderungszeit in Mitteldeutschland, Katalog Südteil. - Berlin, 1970. - (Veröffentlichung des Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle; 25).
- Werner, J.: Zur Herkunft der frühmittelalterlichen Spangenhelme. - Prähist. Z. 34/35 (1949/50) S. 178 - 193. Berlin.
- Ziegel, K.: Zum Spangenhelm von Stößen. - Ausgrab. u. Funde 1 (1956) S. 230 - 232. Berlin.

Detlef Liebel

Rekonstruktion des Bronzeswertes von Stenn in originalgetreuer Technik (Taf. XIII - XX)

Im Jahre 1838 wurde in Stenn bei Zwickau ein Hügelgrab geöffnet, aus dem mehrere Bronzegegenstände sowie einige Keramikscherben geborgen wurden. Bei den Bronzen handelt es sich um ein Schwert, zwei Armreifen, ein Lappenbeil, einen Doppelknopf sowie mehrere Drahtstückchen. Das Schwert gehört zur Gruppe der süddeutschen Dreiwulstschwerter, die zeitlich in die Spätbronzezeit eingeordnet werden. Innerhalb dieser Gruppe zählt das Stenner Schwert wegen seiner Griffverzierung zum Typus Erlach. Von diesem sind heute etwa dreißig Schwerter bekannt, die im 12. Jh. v. u. Z. (HAA₁) in einem eng umgrenzten Gebiet Südostbayerns/Oberösterreichs zwischen Isar und Enns gegossen wurden.

Das Auffinden des Schwertes ist für die Urgeschichte der an bronzezeitlichen Funden recht armen Gegend um Zwickau ohnehin schon von Bedeutung, um so mehr aber, als das Schwert zu den wenigen Stücken seines Typs gehört, die außerhalb ihres Herstellungsgebietes gefunden wurden.

Es gilt heute als verschollen. Deshalb lag der Gedanke nahe, eine Rekonstruktion anzufertigen, hierbei bestimmte Aspekte bisher nur theoretisch formulierter bronzezeitlicher Gußtechnik praktisch zu erproben und dadurch neue Erkenntnisse zu gewinnen.

1. Die bildhafte Rekonstruktion

Um eine solide Rekonstruktion schaffen zu können, wurden zunächst alle einschlägigen Publikationen kritisch durchgesehen und zusätzlich weitere Quellen erschlossen. Außerdem waren analoge Objekte zu beachten. Äußerste Gewissenhaftigkeit sollte bei jeder Rekonstruktion oberstes Gebot sein, in diesem Falle auch deshalb, weil Müller-Karpe (1960) eine Anzahl Falsifikate beschreibt, die in manchen Details ohne Beispiel sind und die deshalb, zunächst unerkannt die Variationsbreite der vorhandenen Schwerter ausweiteten.

Die erste und wahrscheinlich einzige Beschreibung des Stenner Fundes aus eigener Anschauung gibt v. Larisch (1840) in seinen "Betrachtungen und Mitteilungen ...".

"Von einiger historischer Bedeutung, hinsichtlich des Fundortes, wie der aufgefundenen Sachen erscheint Folgendes:

Herr Pelz der Jüngere, Besitzer des Rittergutes Weissenbrunn erkaufte im Jahre 1839 von dem Bauer in Stenn einen, seit undenklichen Zeiten, auf dessen Felde, auf der Höhe zwischen Planitz und Stenn gelegenen Steinhaufen. Schon durch die Form der Erhöhung aufmerksam geworden und glaubend, daß sie in dem Schweden- oder einem andern Kriege als Schanze gedient haben könne, ermunterte er die Arbeiter zur Aufmerksamkeit auf Alles, was sich etwa Ungewöhnliches vorfinden möchte. Dieß blieb nicht ohne Erfolg. Bei dem allmählichen Wegräumen der Steine fanden sich folgende Gegenstände, welche die Güte des Herrn Pelz mir lange Zeit zur Anschauung überließ ...

Ein kurzes gerades Handschwert mit Griff, beides von guter Bronze mit edlem Roste, fast lackartig überzogen 1 Elle 2 Zoll lang. Die Spitze ist ca. 1/2 Zoll lang abgebrochen. Es besteht aus zwei massiven Stücken, dem 4 1/2 Z. langen Griffe, der hufeisenartig das breite Ende der 22 1/2 Zoll langen Klinge umfaßt und durch zwei, ebenfalls bronzene Nieten mit ihr verbunden und befestigt ist.

Des Griffes Ende schließt mit einem 1 3/4 Zoll langen, 1 1/4 Zoll breiten elliptischen Knopfe, auf welchem als äußerstes Ende sich ein 1 1/4 Zoll (im Originalmanuskript 1/4 Zoll - D. L.) erhabener warzenartiger Buckel befindet, durch welches ein 3/4 Z. tiefes Löchelchen in den Griff dringt - (wo wahrscheinlich vermitteltst einer Spindel noch eine kleine Zierde befestigt gewesen ist.

Die 2 3/4 Z. betragende Griffslänge vom Knopfe bis zu der Hufeisenform, welche die Klinge hält, ist mit 3 einförmigen schmalen, nur 1/8 Z. breiten Erhöhungen und einigen arabischenartigen, noch zu erkennenden Figuren, die innere Knopffläche mit einer Doppelreihe von Keilspitzengravirung, die äußere dieser Flächen aber mit Kreisbogen decorirt. Die Kante des Hufeisenartigen Theiles, welcher die Klinge hält, ist ebenfalls mit keilförmigen Einschnitten verziert.

Die Klinge ist zweischneidig, mit erhabenem Rücken auf beiden Seiten, dessen bedeutendste Stärke beim Griffe 1/4 Z. beträgt die sich von hier nach der Spitze zu, sehr ebenmäßig abflächt. Eigenthümlich und die Dauerhaftigkeit vermehrend ist die Form, daß am dicken Enden beim Griffe, die mittlere Hälfte der Klinge von den beiden Schneiden durch eine kleine Hohlkähle auf beiden Seiten begränzt ist, und diese beiden Hohlkählen sich

mit dem Rücken bis in die Spitze so verlaufen, daß sich die zwei Schneiden nach der Spitze zu schmälern und in der Spitze selbst ganz aufhören.

In der Länge von 1 1/2 Z., vom Griffe aus, erkennt man deutlich eine sägenartige Bildung beider Schneiden; mit ihrem übrigen Verlaufe aber, bis zum Spitzende erscheinen sie noch jetzt mit ziemlicher Schärfe und tragen verhältnißmäßig nur geringe Spuren einer ca. 1000jährigen Rostzerstörung.

Noch in diesem Augenblicke würde dieses Handschwert als eine, Respect einflößende Waffe dienen können. Zu bewundern ist, daß der Zahn der Zeit es nicht vermocht hat, die beiden Niete zu zerstören, da sie beide Theile, Griff und Klinge, noch gut mit einander verbinden.

Zu läugnen ist es nicht, daß die schöne Beschaffenheit des Metalls, wie der Arbeit, einen höheren Grad gewerblicher Kultur verräth.

Gewicht 1 Pfd. 19 3/16 Loth.

Noch bemerkenswerth ist, daß im Griffe, oder im Innern des, dem Griffe nächsten Theiles der Klinge, und zwar Klang und Gefühl nach, mehr noch in dieser, als in jenem, ein kleiner fester Körper, hörbar ab und zurückrutscht, je nachdem man das Schwert, die Spitze nach oben oder nach unten senkt. Ob eine absichtliche Verbergung eines Gegenstandes, oder ob das zufällige Zurückbleiben eines Stückchens von einem, möglicherweise vorhanden gewesenem Drathstifte, der zu mehrerer Befestigung von Griff und Klinge vorhanden gewesen sein könnte und auf räthselhafte Weise also zerstört wäre, läßt sich ohne Untersuchung durch Herausnahme der Niete nicht beurtheilen.

N A C H T R Ä G E

Bei dem Griffe des Handschwertes ist es auffallend, - und wie ich glaube, in meinem frühern Schreiben noch nicht bemerkt, daß die lange Achse des elliptischen Knopfes nicht parallel mit der Klingebreite, sondern schräge auf dieselbe gestellt ist; wie solches auch aus dem Gypsmodelle ersichtlich ist.

Die äußersten Ecken des hufeisenartigen Grifftheiles ersetzen so ziemlich den Zweck und die Bestimmung einer Parirstange der neuern Handwaffen.

Von dem Ende der sägenartigen Bildung der Klinge an, auf beiden Seiten derselben, ist auch auf den beiden Seiten einer jeden Schneide, also auf allen 4 Schneidenflächen, - ein erneuetes oder vielmehr wiederholtes Ausflachen der Schneide, nach Abnutzung durch Gebrauch und zwar durch Pochen; vielleicht auch durch eine Art Schärfung nach noch jetzt gebräuchlicher Art bei den Sensen, - bemerkbar, die bis in die Spitze hinauf sich verlaufend, zu erkennen ist."

In der Beilage zu v. Larisch ist das Schwert abgebildet, erscheint aber in dieser Form eher als freie Schöpfung denn als getreue Wiedergabe des Originals. Dagegen verwahrt das Landesmuseum für Vorgeschichte Dresden unter der Ortsakte Stenn Fotokopien zweier Zeichnungen¹, deren erste sehr wohl von der Hand v. Larischs stammen könnte, zumal dieser im Manuskript ausdrücklich auf eine Zeichnung hinweist und außerdem die Numerierung der einzelnen Stücke mit seiner Beschreibung übereinstimmt. Eine weitere Erwähnung und Abbildung findet sich bei Preusker (1843/44); diese scheinen aber bereits nicht mehr eigener Anschauung entsprungen zu sein.

Der Vollständigkeit halber sollen noch zwei Literaturstellen erwähnt sein, die aber nur eine Erwähnung des Fundes bzw. der Fundumstände beinhalten (Klemm 1855; Sitzungsbericht 1865). Erst viel später wurde der Stenner Fund, zum hundertjährigen Jubiläum seiner Auffindung, durch Grünberg (1938) noch einmal gewürdigt.

Inzwischen war das Original längst verschollen, wie Deichmüller (1911) beklagte. Er legte dabei gleichzeitig einen Gipsabdruck des Schwertes vor, bei dem es sich durchaus um den bereits von v. Larisch erwähnten handeln könnte. Ein Gipsabguß in Reliefform befindet sich auch im Städtischen Museum Zwickau (Inv.-Nr. C 244 a). Dieser gelangte aus den Beständen des Zwickauer Altertumsvereins anlässlich der Gründung des Museums in dessen Besitz. Er stimmt in den Maßen mit dem von v. Larisch beschriebenen Original überein, weist allerdings keine Verzierungen am Griff auf. Dabei zeigt sich, trotz einer Beschädigung der Knaufplatte am Gipsrelief, bei Verdoppelung der im Relief wiedergegebenen Hälfte eine deutliche Schrägstellung der Knaufplatte zur Klingenebene.

In der Ortsakte Stenn existiert außerdem eine "Zeichnung nach den Gipsabgüssen" im Maßstab 1:2 von 1924, wobei ich nicht umhin kann, die dort dargestellte Griffverzierung als schematisch und frei erfunden zu bewerten, da diese erheblich von den sonst übli-

¹ Diese Fotokopien wurden 1938 nach zwei Zeichnungen aus dem Zwickauer Stadtarchiv gemacht; die Zeichnungen sind heute verschollen, über ihren Ursprung ist nichts bekannt.

chen Verzierungen an Dreiwulstschwertern abweicht. Das schon erwähnte Foto einer zweiten Zeichnung dagegen zeigt deutlich die typische Spiralverzierung (vgl. Müller-Karpe 1961) und scheint deshalb der Beschreibung des Originals am nächsten zu kommen. Es entspricht auch weitgehend dem Zwickauer Gipsmodell.

In der Arbeit von Grünberg (1938) scheint nun die Abbildung schließlich eine Synthese aus dem Bericht v. Larischs und der Zeichnung darzustellen, ohne dabei eine Verjüngung des Griffs zum Knauf hin zu berücksichtigen, wie sie im Gipsmodell zu bemerken ist.

Müller-Karpe (1961) ordnet das Stenner Schwert (auf der Grünbergschen Arbeit fußend) dem Typ Erlach zu, den er folgendermaßen kennzeichnet:

Knaufkopf ist schlicht konisch, teils schmal und hoch, teils breit und niedrig.

Knaufscheibe ist leicht oval.

Oberseite mit Kranz von Würfelaugen, darum nach außen geöffnete Bogenmuster.

Unterseite der Knaufscheibe trägt meist ein Ornament aus eingeschlagenen Dreiecken.

Griffstange ist normalerweise leicht gebaucht und durch drei gleichmäßig voneinander entfernte gerundete, unverzierte Wulste gegliedert.

Drei Zwischenfelder führen regelmäßig ein Dreispirenmuster, das aus einer einfachen oder einer doppelten Linie gebildet wird, und das entweder fortlaufend den Griff umzieht oder ein geschlossenes Muster bildet.

Heftschultern sind durchweg gerade oder fast gerade.

Unterer Heftabschluß wird begleitet von einer Reihe Dreieckskerben.

Klinge weist meist rhombischen Querschnitt auf.

Sie ist in ihrem Oberteil fast durchweg eingezogen und gezähnt; Gesamtform ist parallelseitig.

Abweichend von dem reinen Typus Erlach zeigt das Stenner Schwert Anklänge an die älteren, der Stufe BzD zugehörigen Riegseeschwerter in folgender Hinsicht: Die Klinge weist eine durchgehende Mittelrippe auf, und die ovale Knaufscheibe ist gegenüber der Klingenebene verdreht. Außerdem fehlt dem Stenner Schwert das charakteristische Loch in der Knaufplatte.

Eine kritische Sichtung der Quellen führte zu folgendem Schluß: Das im Städtischen Museum Zwickau aufbewahrte Gipsrelief eines Dreiwulstschwertes befand sich bis 1914 im Besitz des Zwickauer Altertumsvereins. Es entspricht in seiner Gestalt den von Müller-Karpe vorgelegten analogen Schwertern sowie den von v. Larisch angegebenen Maßen. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, daß es sich bei diesem Relief um einen Abguß des Originals handelt. Darum wurde es als Grundlage für die Rekonstruktion verwendet. Die fehlenden Verzierungen wurden anhand der Zeichnung in Verbindung mit der Beschreibung v. Larischs und unter Berücksichtigung der übrigen Schwerter vom Typ Erlach rekonstruiert.

2. Bemerkungen zur bronzezeitlichen Schwertherstellung

Radiographische Untersuchungen von Hundt (1965) zeigen, daß bei einer großen Anzahl von Schwertern Klinge und Griff getrennt gegossen und dann miteinander vernietet worden sind.

Während Klingen wohl in vielen Werkstätten gegossen werden konnten, nimmt Hundt für die Herstellung dünnwandiger hohler Griffe nur wenige "Meisterwerkstätten" an, weil dafür die Beherrschung zweier Technologien erforderlich war: Erstens der dünnwandige Guß auf Kern ohne Stützen und zweitens der gleichzeitige Guß von Heft und Knauf, was erst ab einer bestimmten Stufe der Bronzegußtechnik (BzB) möglich war. - Schließlich sieht Hundt noch eine Entwicklung in der Art, wie Klinge und Griff miteinander verbunden sind und zeigt, daß die sinnvollste Lösung die erstmalig bei den Achtkantschwertern angewandte ist: Die Klinge reicht mit einer kurzen Griffzunge in das Heft und wird dort kraft-

schlüssig gehalten; die beiden Nieten sollen nur noch ein Herausrutschen der Klinge verhindern.

Eine derartige Konstruktion und Herstellungstechnik ist nach Hundt für alle Dreiwulstschwerter anzunehmen und stellt somit auch die konstruktive Grundlage für die vorliegende Nachbildung dar.

2.1. Die Formverfahren

Die bronzezeitlichen Gießer kannten nur zwei Formmaterialien: Lehm als plastisches Material und starre Steinformen. Während man mit Lehm sowohl mehrteilige Formen herstellen konnte als auch das Wachsausschmelzverfahren beherrschte, benutzte man mehrteilige Steinformen als dauerhafte Formen. Sie ließen allerdings keine besonderen Feinheiten zu. Offener Herdguß bzw. liegende abgedeckte Formen (gleich aus welchem Material) treten nach Drescher (1978) nicht vor dem späten Mittelalter auf, was angesichts des Fundmaterials allerdings fragwürdig erscheint.

Für den bronzezeitlichen Guß von Schwertklingen waren sowohl Lehmformen gebräuchlich, wie ein Fund von Morsum auf Sylt zeigt (Kalliefe 1918), als auch Steinformen, wie der Fund von Neckargartach beweist (Paret 1954). Interessant ist dabei, daß alle Formen den Einguß an der Griffzunge haben, während einige Messerformen aus demselben Depot den Einguß an der Spitze aufweisen.

Aus formalen Gründen scheint mir die Lehmform älter zu sein. Zur Untermauerung dieses Gedankens halte ich für überlegenswert, ob nicht die Zunahme der Produktion bronzener Gegenstände das Aufkommen an Bienenwachs derart überstieg, daß ein anderes Formverfahren, wie eben die Steinform, höchst willkommen sein mußte.²

Wie schon oben erwähnt, lassen Steinformen nicht die Oberflächengüte erwarten wie ein entsprechend aufbereiteter Formlehm. Die feinen Verzierungen, die bei allen Dreiwulstschwertern ins Gußstück eingetieft sind, lassen sich mit einer Steinform nicht erzielen, so daß eine solche höchstens als Gußform für einen Wachsröhling des Griffes denkbar ist. Außerdem tritt bei der Abkühlung des Metalls Schwund ein, der für Bronze mit 10,23 % Zinn 1,44 % beträgt (Reinglass 1926), so daß durch eine Verkeilung von Knaufplatte und Heftschultern in der starren Form das Gußstück reißen würde.

Drescher (1958) bildet eine Bronzeform für einen Mörigen-Schwertgriff ab, schreibt aber außerdem: "Ein Griff ... mit einer scharf abgesetzten Knaufplatte dürfte sich kaum günstig in eine Metallform gießen lassen (bzw. in eine ebenso starre Steinform - D. L.). In einer Lehmform ist das dagegen leicht möglich."

Für unser Objekt scheint deshalb das Wachsausschmelzverfahren am wahrscheinlichsten, bei dem das Wachsmo-
dell auf einen Lehmkern mit Entlüfter aufmodelliert oder in einer Vorform gegossen, anschließend verziert und danach in Formlehm eingehüllt wurde.

Lehm gilt als klassisches Formmaterial für Bronze-
guß, läßt sich doch mit einer Lehmform in Verbindung mit dem Wachsausschmelzverfahren eine auch heute noch unübertroffene Oberflächengüte erreichen. Als natürliches oder künstliches Gemisch aus Ton, Sand und organischem Material wird Lehm allerdings erst durch eine besondere Aufbereitung zum Formmaterial.

² Die Anregung zu dieser Überlegung verdanke ich Herrn Dipl.-Phil. H.-J. Beier, Halle.

Dabei kommt es hauptsächlich auf vier Bedingungen an:

Die eigentliche Formwandung muß auch nach dem Brennen glatt bleiben.

Der Schwund muß weitestgehend vermindert werden.

Die Form muß porös sein zum Abführen der heißen Gase beim Guß.

Da der Lehm in mehreren Schichten aufzutragen ist, um Trockenrisse zu vermeiden, muß gewährleistet sein, daß sich die einzelnen Schichten gut und dauerhaft miteinander verbinden.

Göbel (1980) beschreibt die Herstellung der Formen für afrikanische Goldgewichte (Messingfügürchen zum Abwiegen des Goldstaubes) folgendermaßen: Das Wachsmo­dell wird zunächst mit einer Schicht von Holzkohlepulver und Ton im Verhältnis 2:1 ummantelt, danach mit einer weniger gemagerten Tonschicht und zuletzt mit Erde. Unsere Versuche in dieser Richtung ergaben aber ein stellenweises Ausplatzen der inneren Formwandung.

Von Theophilus (1874), Ledebur (1901) und Kluge (1927) wird ein Zusatz von Kuh- oder Pferdemist zum Lehm empfohlen. Eigene Versuche belegten aber, daß Kuhmist, selbst bei einer Zugabe von 2:1 zum Lehm die Schwindung nicht ausreichend herabsetzen kann, so daß die Formwand beim Trocknen riß. Allerdings wird nach Theophilus das Kuhmist-Lehm-Gemisch auch nur als Kernmasse genommen.

Für die innere Formschicht empfiehlt Cellini (1867) gebranntes Hornmark (Hornasche), Tripel und Hammerschlag mit einem wässrigen Aufguß von Kuh- oder Pferdemist. Als eigentliche Formerde benutzt er Lehm bestimmter Provenienz mit Scherwolle gemischt, nachdem diese Mischung mindestens vier Monate gefault ist und die Konsistenz einer Salbe erreicht hat. Andere Autoren führen ebenfalls Haare und außerdem immer Spreu oder Häcksel an (Lüer 1902; Lüer/Creutz 1904; Ebert 1925, S. 155).

Ich verwendete eine Rezeptur der Apoldaer Glockengießerei. Zunächst wurden zwei Schichten "Schriftlehm", gemischt mit Haaren, danach eine Schicht "Feiner Schriftlehm" mit Haaren und gesiebter (Gersten)Spreu und zuletzt zur Stabilisierung "Schlechter Lehm" mit grober Spreu gemischt aufgetragen. Die Lehme enthalten wahrscheinlich zusätzlich noch bestimmte Zuschlagstoffe. Die Mischung bereitete ich gefühlsmäßig zu, wobei der organische Anteil wohl noch wesentlich höher hätte gewählt werden können. Der Zusammenhalt der einzelnen Lehmschichten war gewährleistet.

Die Oberflächengüte des fertigen Gußstückes ist verblüffend und wird auch mit modernen Formverfahren nicht übertroffen.

Wenngleich eine Lehmform als porös gilt, reicht die Porosität nicht aus, um die heißen Gießgase entweichen zu lassen. Es ist deshalb auch bei einer solchen erforderlich, Luftpfeifen anzubringen. Diese können mittels eines starken Wachsfadens gebildet werden, der an das Wachsmo­dell angeschmolzen, in die Formwand mit eingebaut wird und beim Brennen der Form verbrennt. Unterlassen dieser konstruktiven Elemente des Formenbaus hätte unweigerlich einen Fehlguß zur Folge.

An das Einformen schließt sich das Trocknen an, das auf keinen Fall einseitig behindert werden darf, weil sich sonst die Form verzieht, besonders bei so dünnen Wachsmo­dellen wie der Klinge.

Aus der trockenen Form muß nun das Wachs ausgeschmolzen werden. Es genügt, die Form in die Nähe des Feuers zu bringen. Allerdings wird niemals sämtliches Wachs herausfließen, da stets ein Teil in die Poren der Formwand dringt. Um das Wachs restlos zu entfernen und um die organischen Beimengungen zu veraschen, muß die Form anschließend gebrannt werden - nicht wegen der Festigkeit, denn sie wird durch das Brennen geringer.

Zum Brennen ist kein besonderer Ofen erforderlich. Es reicht aus, um die Gußform herum (Holz-)kohlen aufzuschütten und diese abzubrennen, wodurch die Form bis zur hellen Rotglut erhitzt wird.

Nach dem Abkühlen können eventuell aufgetretene Haarrisse mit dünnem Lehmbrei verstrichen werden. Die Form ist zum Guß bereit.

2.2. Das Schmelzen

Die erste "Schmelzanlage" wird wohl das offene Herdfeuer gewesen sein. Später erfand man den Tiegelofen und den Schachtofen, der bis heute als hüttenmännischer Schmelzofen fortlebt. Der Vorteil des Tiegelofens besteht darin, daß das Metall vor schädlichen Heizgasen geschützt bleibt, sein Nachteil ist begrenztes Fassungsvermögen, das aber für den Geräteguß der Bronzezeit völlig ausreichte. Erst die antiken Großplastiken erforderten den Schachtschmelzofen.

Als Heizmaterial muß von Anfang an Holzkohle verwendet worden sein, da nur sie den nötigen Heizwert besitzt und obendrein frei von schädlichem Schwefel ist. Holz konnte erst in dem seit der Renaissance bekannten Flammofen in Verbindung mit einem hohen Schornstein die benötigte Temperatur erbringen.

Die Luftzufuhr, wie sie zum Schmelzen von Bronze erforderlich ist, beschränkte sich zunächst auf die Ausnutzung des natürlichen Windes oder auf zusätzliche Luftzufuhr durch Wedeln mit einem "Fächer" oder mittels Blasrohr. Spätestens in der jüngeren Bronzezeit war auch schon der Blasebalg bekannt.

2.3. Die Legierungen

Reines Kupfer läßt sich wegen der Dickflüssigkeit seiner Schmelze schlecht gießen, und die Gußstücke sind porös und blasig. Dagegen läßt es sich gut hämmern und ist somit für die Kaltbearbeitung prädestiniert. Ein geringer Zinnzusatz indessen macht die Schmelze flüssiger und das Gußstück dicht und so hart, daß ab 6 % Zinnzusatz eine Kaltbearbeitung nahezu unmöglich wird. Deshalb ist Bronze der Gußtechnik vorbehalten.

Sicher hatte man schon frühzeitig erkannt, welche Legierung für welchen Zweck am besten geeignet ist. Dies beweist der hohe Stand der bronzezeitlichen Gießtechnik, die sich sowohl in den dünnwandigen Hohlgriffen der süddeutschen Dreiwulstschwerter als auch in den nordischen Luren widerspiegelt. Man stellte vielmehr für jedes Gußstück die geeignete Legierung her. Ein einmal als günstig erkanntes Ergebnis aber konnte nur durch Festhalten an der Tradition reproduziert werden, denn jeder Gießer wird Fehlgüsse vermeiden und nicht unnütz herumexperimentieren wollen. Allerdings war es schwierig, Legierungen mit bestimmten Eigenschaften zu erhalten, wenn Altmaterial (abgeschlagene Gußkegel, Ausschußprodukte, zerbrochene Gebrauchsgegenstände) unterschiedlicher Herkunft und Zusammensetzung eingeschmolzen wurden, was zweifellos üblich war.

Analysen einiger Bronzeschwerter (in Gewichtsprozent)

<u>Nr.</u>	<u>Bezeichnung</u>	<u>Cu</u>	<u>Su</u>	<u>Pb</u>	<u>Fe</u>	<u>Ni</u>	<u>As</u>	<u>Sb</u>	<u>sonst.</u>
1	Schwert der kelt. Periode: Griff ¹ Klinge ¹	86,52 94,89	13,22 4,17	0,22 0,85	Sp. Sp.				
						0,07			
2	Schwert von Steyer ¹	85,05	14,38	0,10					
3	Schwert von Irland ¹	83,50	5,15	8,35	3,0				
4	Schwert vom Rhein ¹	79,19	15,55	5,13					
5	Schwert aus Steier ¹	85,05	14,38		Sp.	Sp.			
6	Schwertklinge aus Hallstatt ¹	83,74	11,38	0,43	Sp.			Sp.	2,75 Zn
7	Nierenknaufschwert Westerhüsen/Magdeburg ²	93,30	2,50	1,00	0,15	0,50	0,80	1,00	0,50 Ag
8	Ried (Oberinntal) ²	86,00	10,00	0,08		1,30	1,80	0,40	0,20 Ag
9	Donauschwert Hauenstein ²	85,00	14,00	0,30	0,10	0,10	0,10	0,30	
10	Plötzen bei Löbau ²	88,00	9,00	0,80	0,10	0,30	1,00	0,30	
11	Schwert von Egg in Zürich ³	89,89	9,35	0,16	-	0,46			
12	Schwert aus Mykenae/ Griechenland ³	86,4	13,0	0,11	0,17				
13	kelt. Schwert von Gießen ³	91,9	6,7	0,7	0,3	0,3			
14	kelt. Schwert von Rügen ³	88,00	12,00						

1 Kluge 1927; 2 Otto/Witter 1952; 3 Reinglass 1926.

Analysen von Schwertern des Typs Erlach oder überhaupt von Dreiwulstschwertern waren in der Literatur nicht zu finden.

3. Die praktischen Arbeiten zur Rekonstruktion

3.1. Anfertigung von Gipsformen für den Guß der Wachsmodelle

Wie bereits ausgeführt wurde, stimmt das Gipsrelief im Museum Zwickau sehr gut mit den Maßen überein, die v. Larisch angibt. Daraus resultierte der Entschluß, von diesem Relief Gipsformen abzunehmen, die zur Herstellung der Wachsmodelle dienen sollten. Es zeigte sich jedoch, daß dieses Verfahren für die Klinge nicht möglich war. Für den bronzezeitlichen Schwertgießer waren diese Arbeiten überflüssig, weil er ja schöpferisch tätig sein konnte, während ich mich streng an eine Vorlage halten mußte. Allerdings ist es nicht ausgeschlossen, daß auch jenem Formen zur Verfügung standen, mit denen er effektiv Wachsmodelle produzieren konnte. Ich ging aber diesen Weg auch deshalb, weil es nicht unwahrscheinlich ist, daß das obengenannte Relief ein authentischer Abguß vom Original ist und jedes freie Modellieren ein Entfernen vom Original wäre.

Zum Abformen diente Dublinett, eine gelatineartige Masse, die warm (50°C) auf das ebenfalls angewärmte Modell gegossen wird. Isolierung ist dafür unnötig. Nach Gerben mit Alaunlösung ist diese Form dann bereit, mit Gips ausgegossen zu werden. Ich fertigte auf diese Art zwei Abgüsse an. Das ist ohne weiteres möglich, wenn es unmittelbar nacheinander erfolgt; bei längerem Stehen schwindet die Masse ziemlich und reißt. Diese schorende Abformung kam hier zur Anwendung, weil das Gipsrelief als quasi originales museales Objekt behandelt werden mußte, das obendrein noch mit einer wasserempfindlichen Farbe bemalt war. Gips als Abformmaterial wäre deshalb unangebracht gewesen. Silikonkautschuk wurde nicht verwendet, weil dabei das Risiko besteht, daß ölige Bestandteile in das poröse Modell eindringen.

Die so entstandenen Abgüsse konnte ich nun als Arbeitsmodelle bedenkenlos mit Gips abformen.

Von einem der Abgüsse formte ich den Griff ab, wobei ich ca. 3 cm der Klinge mit einbezog, weil dies später die Halterung für den Lehmkern ergeben sollte, der durch diese 3 cm mit der übrigen Lehmform in direkter Verbindung gebracht und damit in seiner Lage fixiert wird. Außerdem verlängerte ich das Gipsmodell am Knaufende um weitere 3 cm mit Ton, um an dieser Stelle später den Einguß für das Wachs anzubringen.

Zunächst tränkte ich das Modell mit Schellack-Lösung, isolierte mit Vaseline, umgrenzte das Modell mit Holzwänden bzw. über der Klinge mit einer Tonwand und goß mit Hartgips ab. Dadurch entstand die Negativform für eine Griffhälfte.

Nun galt es, eine darauf passende zweite Formschale für den Griff herzustellen. Dazu drückte ich auf die erste Formhälfte eine plastische aber ebene Tonplatte, ohne dabei die eigentliche Formhöhlung einzuengen. Damit war eine verdeckte Form für eine Griffhälfte entstanden. Ein Einguß war dafür nicht nötig, da durch den Spalt, der durch die Klinge entstanden war, eingegossen werden konnte. Allerdings war dieser Spalt recht schmal (5 mm), weshalb ich Wachs statt Gips als Gußmaterial verwendete. Zur Isolierung erwies sich ein Tränken der Gipsform mit Wasser am besten. Für den Guß wurde ein Gemisch aus Montanwachs, Montanharz und Paraffin benutzt, welches die günstige Eigenschaft hat, beim Erstarren fast nicht zu kontrahieren. (Bei Bienenwachs tritt erheblicher Schwund auf.)

Die Ausformung bereitete keinerlei Schwierigkeiten. Der Hohlraum der ersten Formhälfte wurde mit Ton verstrichen und genau darauf passend das entstandene Wachsmo-
dell gedrückt. Nach Isolierung mit Schellack und Vaseline konnte nun die zweite Hälfte der Griffform aus Hartgips gegossen werden. Ein Probeguß aus dieser Form ergab ein akzeptables Griffmodell, zumal v. Larisch ein Maß für die Dicke des Griffs nicht angibt. Es deutet sich aber bei diesem Griffmodell auch eine Verdrehung der ovalen Knaufplatte gegenüber der Klingenebene an, obwohl das "originale" Gipsrelief an dieser Stelle etwas abgeschabt ist, so daß die Abmessungen der Knaufplatte nicht mit der Beschreibung übereinstimmen.

Aus Plastilina knetete ich nun eine der späteren Wandstärke des Griffes entsprechende Platte von ca. 2 mm Dicke. Diese drückte ich in die beiden Hälften der Griffform, wobei die Knaufplatte und der Knaufkopf massiv ausgefüllt wurden. Die beiden so modifizierten Formenhälften wurden abgeformt; es entstanden die Positive der Kernform. Durch nochmaliges Abformen wurde die eigentliche Kernform geschaffen, in die später Lehm gestampft werden konnte zur Herstellung des Kernes.

Weil ich die Bronzeklinge einmal in einer Steinform und einmal mittels Wachausschmelzverfahren herstellen wollte, mußte zunächst wieder eine Gußform für das Wachsmo-
dell angefertigt werden. Dabei zeigte sich aber, daß ich für diesen Zweck das Gipsrelief nicht verwenden konnte, weil sich daraus durch Verdoppelung eine Klingestärke von 10 mm ergeben hätte, während v. Larisch nur 1/4 Zoll (6 mm) angibt. Ich mußte deshalb zur Anfertigung der Gipsform auf ein Modell zurückgreifen, das ich mit der später noch zu beschreibenden Steinform gewann. Dazu goß ich dieselbe mit Zinn aus und formte dieses Zinnmodell in Hartgips ab. Dazu drückte ich es bis zur halben Klingestärke in Ton und goß Hartgips auf. Eine Isolierung war nicht nötig. Nach Entfernen der Tonschicht legte ich das Zinnmodell in die entstandene Formhälfte zurück und verstrich die Berührungskante entlang der Schneide mit Ton, damit beim nachfolgenden Guß der zweiten Hälfte kein Gips zwischen Modell und die erste Formhälfte dringen konnte. Nach Anbringen von Formschlössern und der üblichen Isolierung wurde die zweite Formhälfte gegossen.

Die entstandene zweiteilige Gipsform entsprach nun völlig der Sandsteinform. Diese wollte ich nicht direkt zum Wachsguß verwenden, weil dazu ein Tränken mit Wasser nötig gewesen wäre, das vor dem Bronze-
guß erst wieder hätte restlos entfernt werden müssen. Die dem Sandstein entsprechende Oberflächenrauheit in der Gipsform konnte durch Schaben beseitigt werden.

3.2. Herstellung des Bronzegriffs

Die bronzezeitliche Schwertherstellung wird logischerweise in der Reihenfolge abgelaufen sein, daß man zunächst die Klingen goß und danach die passenden Griffe anfertigte. Nach Hundt (1965) vermochten zwar viele Werkstätten Schwertklingen herzustellen, aber nur wenige "beherrschten" den Griffguß auf Tonkern. Dafür spricht auch die Tatsache, daß bei den Schwertern vom Typ Erlach sowohl solche mit der typischen, im Querschnitt rhombenförmigen Klinge vorkommen als auch solche mit der um eine Zeitstufe älteren Klinge mit Mittelrippe vom Typ Riegsee. - Bei der Rekonstruktion des Stenner Schwertes mußte ich jedoch umgekehrt verfahren, da ich die Form des Griffs hatte und die Klingenform anpassen mußte.

Der Griff stellt ein dünnwandiges Hohlgußstück dar, so daß zunächst ein Kern angefertigt werden muß. Ob der bronzezeitliche Gießer den Kern frei modellierte oder mittels einer Form herstellte und ob er das Griffmodell auf der fertigen lehmummantelten Klingengriffzunge aufbaute, wissen wir nicht. Heute werden Gußkerne häufig durch Stampfen in eine Form erzeugt, und dieses Verfahren ist so simpel, daß es schon für die Bronzezeit erwartet werden kann. Der Griff ist in stehender Form gegossen worden, da bronzezeitliche Schwertgriffe im allgemeinen keine Kernstützen aufweisen. Demzufolge müssen die heißen Gießgase aus dem porösen Kern durch den Knauf abgeleitet werden, anderenfalls suchen sie sich einen Weg durch das flüssige Metall. Den Zweck eines Kernentlüfters, der auch bei vielen Schwertern, die Hundt untersuchte, nachzuweisen ist, erfüllt bereits ein lehmummantelter Faden, der nach dem Brennen ein dünnes Lehmröhrchen hinterläßt. Um diesen Faden einbringen zu können, gravierte ich in beide Hälften der Kernform von der Spitze des Kerns aus eine Rinne. In diese legte ich eine Wachsschnur, die auf beiden Seiten etwas über die Kernform hinausreichte. Nach Isolieren mit Silikonöl, das sich für diesen Zweck am besten erwies, stampfte ich von der Klingenöffnung her Lehm in diese Form, peinlich darauf bedacht, daß die Schnur nicht an der Wand zu liegen kam. (Der bronzezeitliche Gießer wäre möglicherweise mit einer gefetteten Holzform auch zum Ziel gekommen.)

Als Kernmaterial benutzte ich "Feinen Schriftlehm" mit Haaren und gesiebter Spreu. Nach dem Ausformen trocknete der Kern an der Luft, wobei ich die Wachsschnur mehrmals mit Tonbrei einstrich, stets Sorge tragend, daß an diesem Entlüfter kein Riß entstand. Nachdem der Kern lufttrocken war, wurde er in die gewässerte Griffform gelegt, in die ich inzwischen zum Knauf hin einen Einguß geschnitten hatte, und Bienenwachs wenig oberhalb der Schmelztemperatur (65 °C) eingegossen. Dadurch entstand ein Wachsmo­dell des Griffs, das bereits auf dem Kern saß und im Einguß den Kernentlüfter einschloß. Ich entfernte die Gußnähte und brachte am Wachsmo­dell die Verzierungen an. Es handelte sich dabei um drei verschiedene Muster: auf der Knaufplatte acht gleichartige nach außen geöffnete Bogenmuster; unterhalb der Knaufplatte zwei Ringe von Keilspitzeneindrücken sowie Keilspitzeneindrücke am Heftabschluß; schließlich Spiralenmuster am Griff.

Zur Herstellung des Dekors fertigte ich drei Werkzeuge an. Für das Knaufmuster wickelte ich 0,25 mm dickes Messingblech mit einem Pappstreifen als Abstandshalter zu einer Rolle und verlötete das Ende des Blechstreifens. Dann drückte ich diese Rolle längs an einer Seite zusammen und feilte diesen zusammengedrückten Teil 2 mm ein. Das entgegengesetzte Ende der Rolle verlötete ich zusammen mit dem Kopf eines Nagels und steckte auf diesen Nagel ein Hölzchen als Handhabe. Für das Spiralenmuster faltete ich einen Streifen desselben Messingbleches um einen Pappstreifen als Abstandshalter und rollte aus diesem Doppelblech ein dem Spiralenmuster entsprechendes Werkzeug, das wie oben verlötet wurde. Für die Keilspitzen schmiedete ich aus einem Messingstab ein entsprechendes Werkzeug.

Nach gelindem Erwärmen der Werkzeuge drückte ich mit ihnen die Muster in den Wachsgriff, wobei die genaue Temperatur entscheidend für den Erfolg der Arbeit ist. Ist das Werkzeug zu kalt, drückt es das Wachs beiseite und beiderseits entsteht ein Grat. Ist es zu heiß, schmilzt das Muster nach Entfernen des Werkzeuges wieder zusammen.

Nach dieser Verzierung brachte ich mit einem heißen Draht an den Ecken des Heftes je eine Wachsschnur als Luftkanal an sowie zum selben Zweck zwei Wachsschnüre an der Knaufplatte. Dann umkleidete ich das Wachsmo-
dell samt Eingußkegel und das freiliegende Stück des Kerns mit einer ca. 3 mm dicken Schicht aus "Schriftlehm" mit Haaren. Nach dem Antrocknen brachte ich noch eine gleichartige Schicht auf. Sehr entscheidend ist der genaue Zeitpunkt des Aufbringens der nächsten Schicht, damit sich beide Schichten innig miteinander verbinden und beim Brennen nicht trennen. Als dritte Schicht wurde ca. 1 cm "Feiner Schriftlehm" mit Haaren und gesiebter (Gersten)Spreu aufgetragen und nach deren Abtrocknen schließlich "Schlechter Lehm" mit grober Spreu in ca. 1,5 - 2 cm dicker Schicht, wobei ich an dieser Stelle die Wachsfäden für die späteren Luftkanäle mit einbettete. Damit war das Kernende und das Wachsmo-
dell in Formlehm eingehüllt und mußte nun an der Luft trocknen. Der Einfachheit halber schmolz ich anschließend im elektrisch beheizten Wärmeschrank das Wachs aus und brannte die Form bei 600 °C im Muffelofen. Bei der Herstellung der Klingensform stellte sich aber heraus, daß dies im Holzkohlefeuer ebenso einfach und gut möglich ist.

Am Anfang eines jeden Metallgusses steht die Frage nach der zu verwendenden Legierung. Weil aber beim Schwertgriff mechanische Eigenschaften eine untergeordnete Rolle spielen, soll an dieser Stelle auf eine umfangreiche Begründung der Wahl einer bestimmten Legierung verzichtet werden. Die Hauptforderung besteht lediglich darin, daß die Form gut ausläuft und das Gußstück alle Verzierungen wiedergibt. Aus der Literatur sind nur zwei Analysen von Schwertgriffen bekannt: die eines keltischen Stückes mit 13,22 % Zinn (Kaiser 1911) und die eines dem Stenner sehr ähnlichen Griffes aus Wedel mit 12,0 % Zinn (Drescher 1958). Eigene Versuche ergaben, daß schon eine 10%ige Zinnbronze gut ausläuft. Für die Rekonstruktion wurde aber die Legierung des Wedelschen Griffes mit 12 % Zinn verwendet, die aus handelsüblicher G-B₂ 10 durch Hinzufügen von 2 % Reinzinn hergestellt wurde.

Geschmolzen wurde in einem gasbeheizten Tiegelofen des VEB Industrieofenbau Zwickau mit Propangas und Druckluft. Die Legierung wurde von Anfang an mit Holzkohle abgedeckt, weil ohne diese Maßnahme besonders die Schmelze schnell oxydierte. Sobald alles Metall geschmolzen war, wurde das abgewogene Zinn hinzugefügt, mit einem trockenen Holzstab gepolt, d. h. umgerührt, die Holzkohle entfernt und in die mit Sand hinterfüllte kalte Form gegossen.

Die Gußhaut, welche beim Gießen in eine kalte Form erzielt wird, ist viel feiner als die beim Guß in heiße Formen. Durch das langsame Abkühlen und das damit längere Verweilen im Schmelzbereich wird die Ausbildung von Dendriten begünstigt, die die Oberfläche rauher machen. Nach Abkühlen der Form wurde diese zerschlagen. Das Gußstück kam sehr glatt heraus; alle Verzierungen waren "gekommen". Der Guß war gelungen.

3.3. Herstellung der Bronzeklinge

Während für den Griff nur eine Lehmform in Frage kam, belegt das archäologische Fundmaterial für die Klingensherstellung zwei Formverfahren, das in Lehmform oder Sandsteinform.

Sandstein kann von unterschiedlicher chemischer Beschaffenheit sein. Als Bindemittel für die Quarzkörnchen können Karbonat (Kalk), Ton oder Silikat auftreten. Eine Form für den Bronze-
guß muß Temperaturen um 1200 °C aushalten, ohne daß sich Bestandteile zersetzen. Kalkgebundener Sandstein sollte deshalb nicht als Formmaterial verwendet werden. Leider

war es uns nur möglich, karbonatisch gebundenen Sandstein aus Crottendorf zu beschaffen.

Für diese Form wurden zwei einseitig plangeschliffene Platten in den Abmessungen 90 x 14 x 6 cm verwendet, die gegeneinander noch einmal so lange geschliffen wurden bis sie ohne den geringsten Spalt aufeinander paßten. Dann wurde die Gestalt der Klinge des Gipsmodells auf eine der Platten übertragen und ihr Umriß sowie die Längsachse mit dem Meißel nachgezogen. Meißeln der Formhälften kam wegen der geringen Tiefe (3 mm) nicht in Frage; von Anfang an wurde die Klingeform nur geschliffen. Als Werkzeuge eigneten sich dafür Stücke einer Schleifscheibe, von denen eines plan-, das andere entsprechend der Mittelrippe halbrund geschliffen wurde.

Zuerst wurde entlang der Längsachse mit dem halbrunden Stück die Form der Mittelrippe herausgearbeitet, danach die beiden Schneiden mit dem plangeschliffenen Stück eingetieft und zuletzt die Verbreiterung der Klinge, die Griffzunge und die kreisförmige Verdickung am Ende der Mittelrippe mit beiden Werkzeugen geschliffen. Der Einguß wurde mit dem Meißel ausgehauen und anschließend mit einem Steinbohrer zwei Löcher von 8 mm Durchmesser und ca. 15 mm Tiefe für die Formschlösser eingebracht. Die Paßstifte aus Rundkupfer sind an einer Seite zugespitzt. Nachdem sie eingesteckt waren, wurde die zweite Formhälfte paßgerecht aufgelegt, wobei sich die Spitzen der Stifte eindrückten. An diesen Stellen wurden Paßlöcher in die zweite Formhälfte eingemeißelt.

Zur Übertragung der Kontur der Klinge habe ich die erste Formhälfte mit Ruß bestäubt und auf die zweite geklopft. Diese übertragene Fläche wurde zunächst wieder mit dem Meißel nachgezogen und anschließend die Formhöhlung eingetieft.

Um ein genaues Passen der Klinge im Griff zu gewährleisten, insbesondere ein Übereinstimmen der Verbreiterung der Mittelrippe mit dem Bogen des Heftabschlusses zu erzielen, wurde die Form mit Zinn ausgegossen und dieses Probegußstück in den inzwischen fertiggestellten Bronzegriff eingesteckt. Durch Nacharbeiten und mehrmaliges Ausgießen konnte ein genauer Paßsitz erreicht werden. Der letzte Zinnabguß bildete das Modell für die Gipsform.

Die Steinform war inzwischen sechsmal mit Reinzinn ausgegossen worden, wobei sich keine Veränderungen auf der Oberfläche des Sandsteins ergaben. Die Abgüsse zeigten sehr deutlich die Rauheit der Steinoberfläche. Es mag feinkörnigeren Sandstein geben, doch läßt sich auch damit niemals die Glätte einer Lehmform erreichen.

Für den Bronzeguß wurden nun in eine Formhälfte noch Luftkanäle eingraviert, wobei ich den normalerweise üblichen Verlauf für diese Kanäle wählte (im Gegensatz zu der Form aus Neckargartach). Damit war mit einem Arbeitsaufwand von ca. 8 Stunden die Sandsteinform für die Klinge fertiggestellt.

Zur Herstellung einer Lehmform wurde zunächst mit Hilfe der Gipsform ein Wachsmodell der Klinge gegossen. Dabei machte sich aber die Kontraktion des Bienenwachses ungünstig bemerkbar, indem am Abguß mehrere Stellen "ingesunken" waren und erst wieder ausgebessert werden mußten.

Bei der Herstellung der Lehmform machte ich folgende Erfahrung: Wird die feuchte Form auch nur für kurze Zeit abgelegt, so kann sie nicht gleichmäßig austrocknen und verzieht sich. Die Form darf deshalb nur hängend trocknen; stehend würde der schwere Lehm das dünne Wachsmodell zerbrechen.

Zum Aufhängen eignet sich schon eine eingegossene Schnur. Ich wählte aber einen Stahldraht von 3 mm Durchmesser (Schweißdraht), der dem Wachsmodell zusätzliche Stabilität

gab. In der Bronzezeit konnte ein Kupfer- oder Bronzedraht diesen Zweck erfüllen. Der in der ganzen Länge der Klinge eingegossene Draht hielt ohne weiteres das Gewicht der Lehmform, das immerhin mehrere Kilogramm betrug.

Zur Entlüftung wurde an der Spitze der Klinge eine ca. 5 mm dicke Wachsschnur, die oben aus der Form herausragte, befestigt und in die vierte Lehmschicht eingebettet.

Einformen mit Lehm erfolgte wie bei der Griffform beschrieben und beanspruchte ca. 4 Stunden reine Arbeitszeit (Herstellung und Ausbesserung des Wachsmodells eingeschlossen).

Nach der Trocknung, die zwei Wochen dauerte, wurde das Wachs ausgeschmolzen und die Form gebrannt. Dabei wandte ich, anders als beim Griff, direktes Holzkohlenfeuer an. Ich baute dafür einen "Ofen" aus Ziegelsteinen, entzündete darin Holzkohlen und legte darüber auf einen Auflagerost die Lehmform. Bereits nach 15 Minuten begann das Wachs zu schmelzen und wurde in Wasser ausgegossen. Nach weiteren 30 Minuten lief kein Wachs mehr aus. Der Rost wurde abgeräumt, auf die weitgehend abgebrannten Kohlen eine Schicht frischer Holzkohlen aufgegeben, darauf die Form gelegt und der Ofen mit Holzkohle bis ca. 5 cm über die Form aufgefüllt. Theophilus beschreibt, daß die Kohlen dreimal bis zur Form herabbrennen und erneut aufgefüllt werden mußten. Ich stellte hingegen fest, daß ein einmaliges Abbrennen die Form bis zur hellen Rotglut erhitzt und völlig ausreicht, um jegliches Wachs zu verbrennen und die dem Lehm beigemischten organischen Stoffe zu verkohlen. In der äußeren Lehmschicht verbrennt das organische Material, somit auch die Entlüfterschnur vollständig. Das Brennen dauerte (bei windigem Wetter) ohne zusätzliche Luftzufuhr 2 Stunden. Nach weiteren 30 Minuten war die Form bereits soweit erkaltet, daß sie aus der Asche gehoben werden konnte. Die wenigen Haarrisse wurden mit Lehmbrei verstrichen. Die Form war zum Guß bereit.

Aufgrund einiger Analysen kann man sagen, daß die meisten Schwerter aus Bronzen mit 9 - 15 % Zinngehalt bestehen. In diesem Konzentrationsbereich ist auch die Festigkeit der Zinnbronze am größten. Bei höheren Zinngehalten wird die Legierung durch das Auftreten der Delta-Phase zunehmend spröder, was für die Gebrauchseigenschaften der Schwertklingen nachteilig ist.

Bei 12 % Zinn ist die Härte schon doppelt so groß wie die des reinen Kupfers, während die Dehnbarkeit bei 15 % Zinn nur noch ein Viertel beträgt. Diese Bronze ist nicht mehr hämmerbar. Ein Schmieden in der Wärme kann aber durch den Einfluß von Verunreinigungen leicht zum Rotbruch führen. Ebenfalls führt nach Pietzsch (1964) ein Glühen ohne vorheriges Verdichten zum Rotbruch.

Zu den Gehalten anderer Elemente in der Bronze schreiben Otto/Witter (1952) sinngemäß, daß sie zu Beginn der Bronzezeit am größten waren, daß sie aber, seit man die hervorragenden Eigenschaften der reinen Zinnbronze einmal erkannt hatte und die Reinigung des Rohkupfers immer besser beherrschte, ständig zurückgingen und nur noch als unvermeidbare Verunreinigungen auftraten.

Bei der hochstehenden Bronzezüßtechnik der Urnenfelderzeit darf man wohl annehmen, daß der Gießer des Stenner Schwertes nach einer möglichst reinen Zinnbronze strebte. Der oben angedeutete Zusammenhang zwischen Zinngehalt und mechanischen Eigenschaften läßt darüberhinaus vermuten, daß der Zinngehalt der Klinge zwischen 10 und 14 % lag.

Für die Rekonstruktion goß ich Klingen mit 10, 12 und 14 % Zinnanteil. Obwohl die erste und letzte Klinge in der Steinform gegossen wurden, die 12 % zinnhaltige dagegen in der Lehmform, zeigen alle drei Klingen in ihren mechanischen Eigenschaften keine nennenswerten Unterschiede. Erstaunlich ist bei allen dreien die hohe Elastizität.

Der Schmelzvorgang geschah wie bei der Griffherstellung in einem gasbeheizten Tiegelofen. Zunächst wurde wieder Gußbronze mit 10 % Zinn eingesetzt, die durch Zufügen von Reinzinn die vorgesehenen Konzentrationen erhielt. Daneben versuchte ich, in einem Ofen mit Holzkohlenfeuer, wie ihn Theophilus beschreibt, zu schmelzen, was ebenso einfach war und außerdem noch schneller ging.

Während der Guß in die Lehmform völlig unproblematisch vor sich ging und die erwartete Qualität des Gußstückes ergab, traten bei der Sandsteinform die schon vermuteten Zersetzungserscheinungen auf.

Bereits beim ersten Guß in die nackte Form wurde die Formwand thermisch so zerstört, daß das Gußstück eine völlig raue Oberfläche bekam. Zwar konnte durch vierstündiges Schleifen auf einem Viertel der Klinge eine akzeptable Oberfläche erreicht werden, aber die Form war nahezu verdorben. Trotzdem konnte damit bewiesen werden, daß eine Steinform für eine Schwertklinge beim Bronzeuß vollständig ausläuft. Ich bin der Meinung, daß ein geeigneter Sandstein viele Güsse zuläßt, besonders, wenn die Oberfläche der Form mit einer wärmedämmenden Schicht versehen wird. Zu diesem Zweck trug ich auf die zersetzte Formoberfläche handelsübliche, vermutlich aus Graphit und Ton bestehende Schwärze dick auf (dicker als normalerweise üblich) und modellierte in dieser Schicht die Kontur der Form mit einem Polierstahl nach.

Unter Infrarotstrahlern wurde die Schicht gründlich getrocknet und die Form erneut ausgegossen. Der Guß verlief tadellos, und die Oberflächenglätte der Klinge war der im Lehmformverfahren hergestellten gleichwertig. Auch einen dritten Guß hielt die Form nach erneutem Schwärzen aus, ohne sich weiter nennenswert zu zersetzen.

Die Elastizität und Härte der in der Steinform gegossenen Klingen sind der im Wachsausschmelzverfahren hergestellten ebenbürtig. Damit konnte bewiesen werden, daß der Klingenguß in Steinformen erheblich ökonomischer ist als im Wachsausschmelzverfahren.

4. Nachbehandlung der Gußstücke und Montage

Die Nachbehandlung des Griffes beschränkte sich nach Abmeißeln des Gußkegels und der Luftpfeifen auf ein leichtes Glätten der Oberfläche mit Schleifpapier. An der Klinge mußten darüber hinaus einige Gußfahnen abgemeißelt werden, die durch Haarrisse in der Lehmform entstanden waren. Zusätzlich mußte ich die von v. Larisch beschriebene Zähnung mittels Feile anbringen. Danach befeilte ich die Griffzunge der Klinge, bis sie in den Griff paßte und hämmerte die Kante des Heftabschlusses dicht auf die Klinge. Zuletzt wurden zwei Löcher durch Griff und Klinge gebohrt und beide durch Einschlagen von zwei gegossenen Bronzenieten verbunden. Damit war das rekonstruierte Schwert von Stenn hergestellt.

5. Zusammenfassung und Ergebnisse

Ziel dieser Arbeit war, eine Rekonstruktion des verschollenen Bronzeswertes von Stenn in originalgetreuer Technik anzufertigen.

Dazu wurde zunächst nach kritischer Durchsicht der Quellen unter Einbeziehung eines Gipsreliefs und der Fotografien analoger Stücke ein klares Bild vom Aussehen des Schwertes erarbeitet.

Da das Gipsrelief möglicherweise einen Abguß vom Original darstellt, diente sein Griff als Modell zur Anfertigung von Gipsformen, die den Guß von Wachsmodellen erlaubten. Für die Klinge war dieses Verfahren nicht verwendbar, weil sich dadurch eine zu große Klingestärke ergeben hätte.

Zur Herstellung des Griffes kam das Wachs ausschmelzverfahren in Anwendung. Dafür wurde ein Wachsmo­dell mittels der erwähnten Gipsform über einen Lehmkern gegossen, welcher unbedingt mit einem Entlüfter versehen sein muß, weil anderenfalls ein Fehlguß resultiert, wie gezeigt werden konnte. Damit kann auch das Loch im Knaufbuckel der meisten Vollgriff­schwerter gedeutet werden.

Das Wachsmo­dell wurde verziert und mit vier Schichten Formlehm, gemischt mit Haaren bzw. Spreu, ummantelt. Nach Brennen der Form diente reine Zinnbronze mit 12 % Zinn zum Guß.

Die Klingenfertigung erfolgte einmal im Wachs ausschmelzverfahren und einmal durch Guß in eine Sandsteinform. Dabei konnte gezeigt werden, daß beide Verfahren zum Ziel führen, daß demnach prähistorische Steinformen auch für den Bronze­guß geeignet waren und nicht nur für die Anfertigung von Wachsmo­dellen.

Es konnte durch das praktische Beispiel bewiesen werden, daß die Produktion von Schwert­klingen mittels Steinformen wesentlich effektiver ist, weil diese mehrmals verwendbar sind. Allerdings ist dazu ein hitzebeständiger Sandstein erforderlich.

Es wurden drei Bronzeklingen mit Zinngehalten von 10, 12 und 14 % angefertigt und dabei festgestellt, daß diese nicht durch Hämmern formbar sind, sondern grundsätzlich nur ge­gossen sein können.

Versuche demonstrierten ferner, daß das Brennen der Form und das Schmelzen der Bronze in einem primitiven Herd mit Holzkohlefeuer möglich ist.

Insgesamt konnte mit dieser Arbeit bronzezeitliche Schwertherstellung praktisch nachvoll­zogen und damit eine Rekonstruktion des Stenner Schwertes in originalgetreuer Technik ge­schaffen werden.¹

6. Literatur

- Cellini, B.: Abhandlungen über die Goldschmiedekunst und die Sculptur. - Leipzig, 1867.
Drescher, H.: Der Überfangguß. - Mainz, 1958.
Göbel, P.: Afrikanische Goldgewichte. - Leipzig, 1980.
Grünberg, W.: Das reiche Hügelgrab von Stenn. - Sachsens Vorzeit 2 (1938). Leipzig.
Klemm, G.: Allgemeine Kulturwissenschaft. Bd. 2. - Leipzig, 1855.
Kluge, K.: Die antike Erzgestaltung und ihre technischen Grundlagen. - Berlin, 1927.
Larisch, A. v.: Betrachtungen und Mitteilungen ... - Jahresbericht des vogtländischen alterthumsforschenden Vereins zu Hohenleuben ... 15 (1840). Gera.
Ledebur, A.: Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. - Leipzig, 1901.
- Die Legierungen. - Berlin, 1919.
Müller-Karpe, H.: Gefälschte Bronzeschwerter. - Germania 38 (1960) S. 136-142. Berlin.
Otto, H.; Witter, W.: Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mittel­europa. - Leipzig, 1952.
Pietzsch, A.: Zur Technik der Wendelringe. - Berlin, 1964. - (Arbeits- und Forschungs­berichte zur sächs. Bodendenkmalpflege; Beiheft 4).
Preusker, K.: Blicke in die vaterländische Vorzeit. - 1843/44.

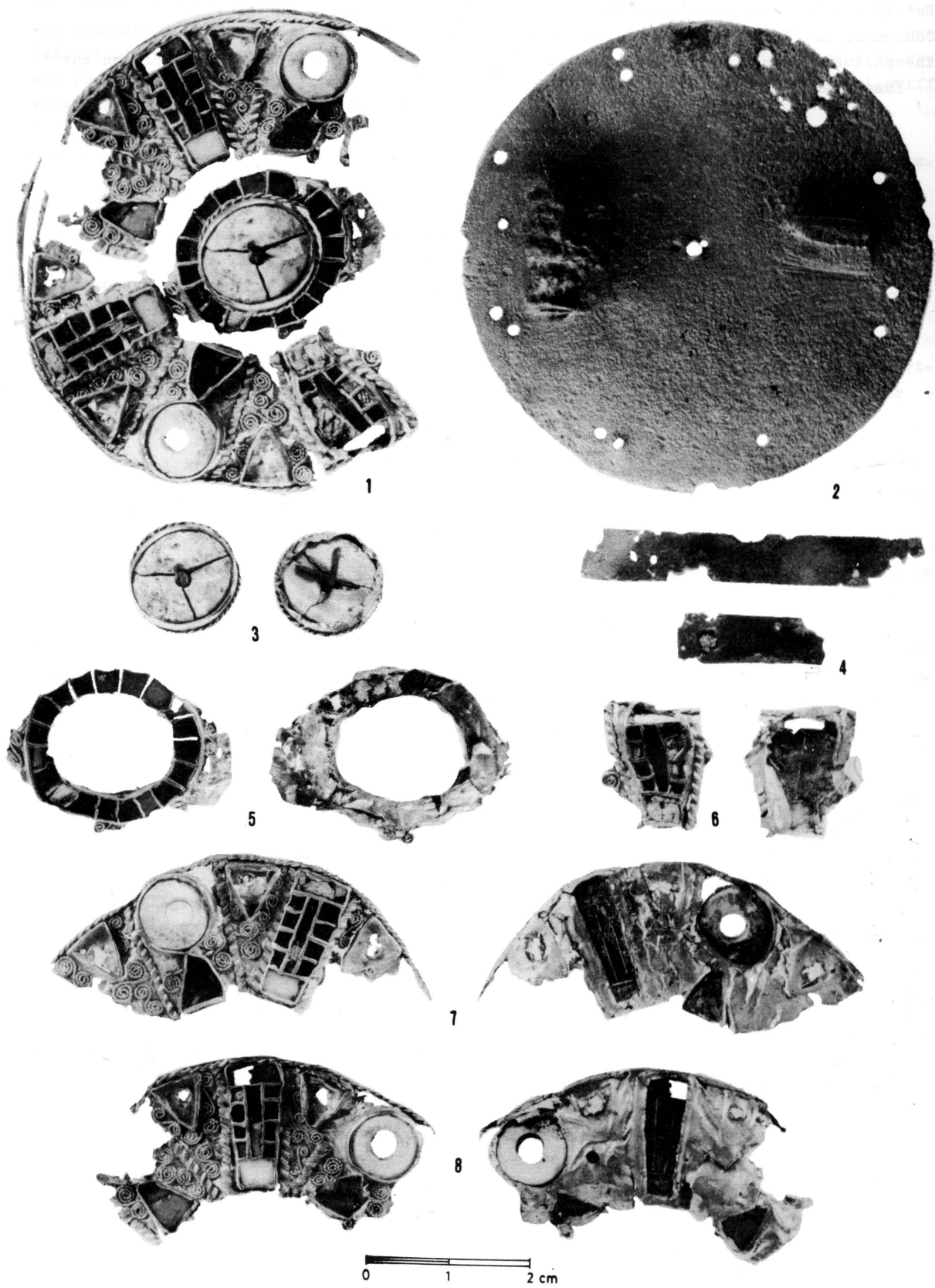
¹ An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen. Besonderer Dank gebührt dem Leiter des VEB Glockengießerei Apolda, Ing. oec. Rolf Kirchhoff, für das Interesse an meiner Arbeit und für die Be­reitstellung von Formlehm.

Für die Aufnahmen von Bild 5, 11, 12 bin ich Herrn H. Boswank, Dresden, für die zu Bild 25 und 31 Herrn W. Stoye, Zwickau, zu herzlichem Dank verpflichtet.

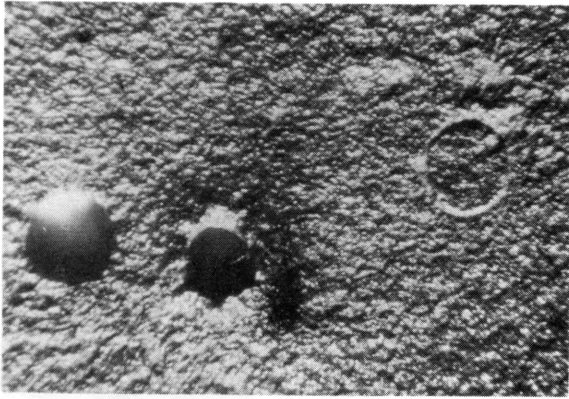
Reinglass, P.: Chemische Technologie der Legierungen. - Leipzig, 1926.

Schumann, H.: Metallographie. - Leipzig, 1980.

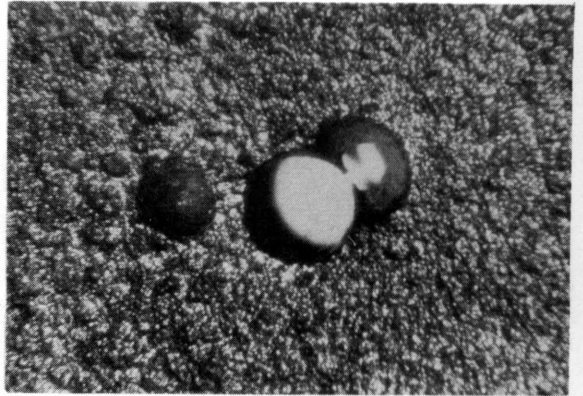
Theophilus Rugerus: Schemata diversarum artium. - Wien, 1874. - (Quellenschriften zur Kunstgeschichte; 7).



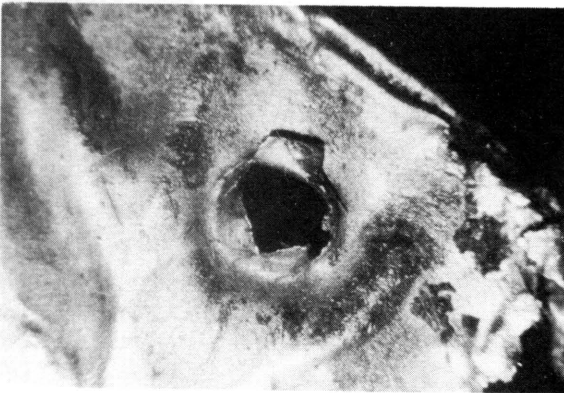
Goldblechscheibenfibel von Kaltenwestheim (Originalteile)
 1 Vorderansicht; - 2 Rückplatte; - 3 mittlere Perlmuthalberle (Vorder- und Rückseite); -
 4 Seitenwandreste; - 5 Granatring (Vorder- und Rückseite); - 6 - 8 Fragmente der Vorder-
 platte (Vorder- und Rückseite)



1



2



3



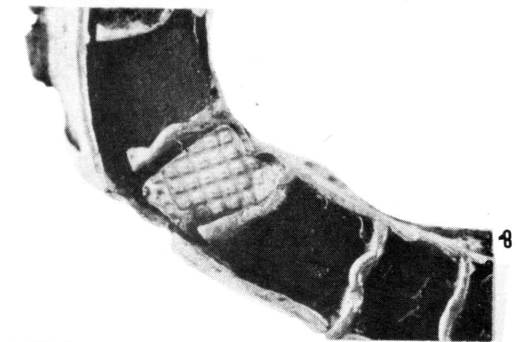
4



5



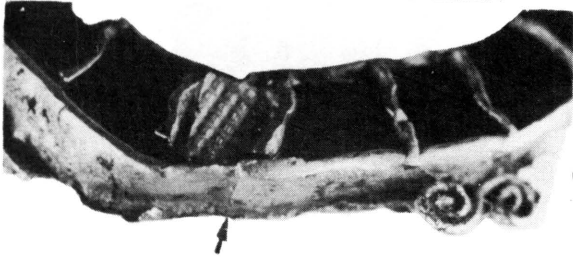
6



8



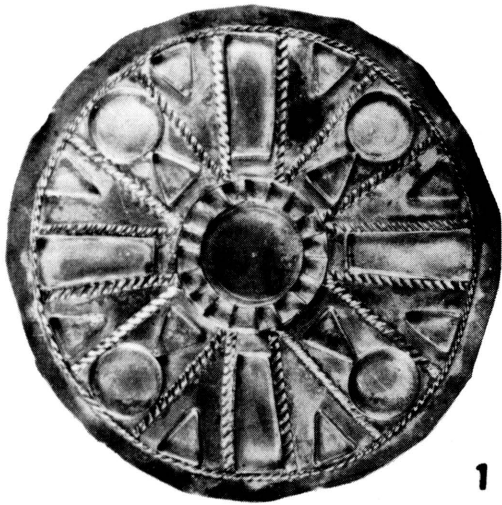
7



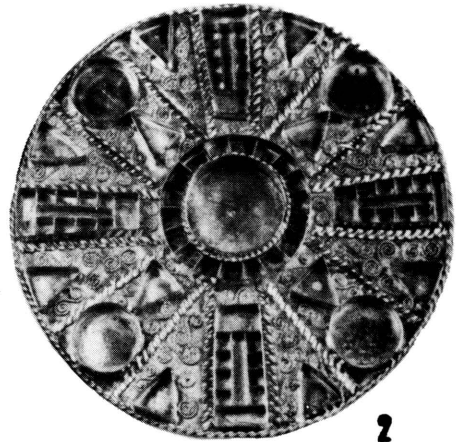
9

Goldblechscheibenfibel von Kaltenwestheim (Originalteile)

1 Zylindrische Bohrlöcher in der Rückplatte, 8/1; - 2 konische Bohrlöcher in der Rückplatte, 8/1; - 3 Nietloch in der Vorderplatte, 8/1; - 4 Flickstelle in der Vorderplatte, Unterseite, 6/1; - 5 Kordeldraht auf der mittleren Perlfassung, 20/1; - 6 - 7 gewelltes Blechband, Filigran und Fassung auf der Vorderplatte, 8/1, 5/1; - 8 Waffelfolie, 5/1; - 9 Lötstelle am Granatring, 5/1



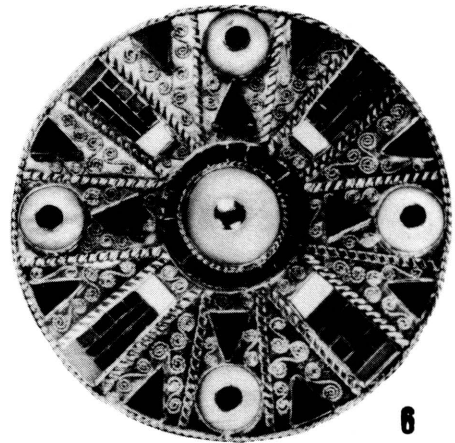
1



2



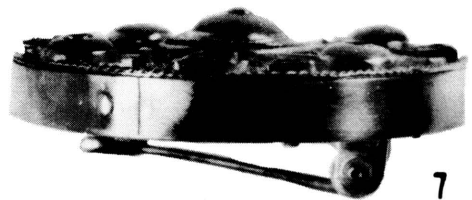
3



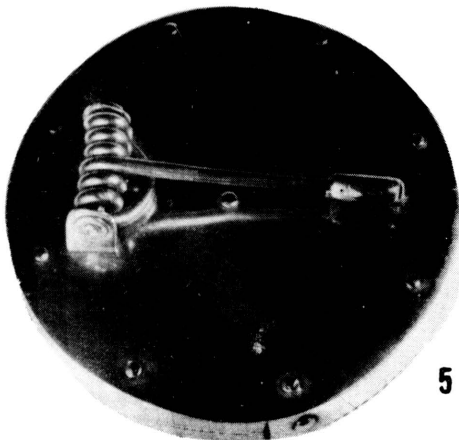
6



4



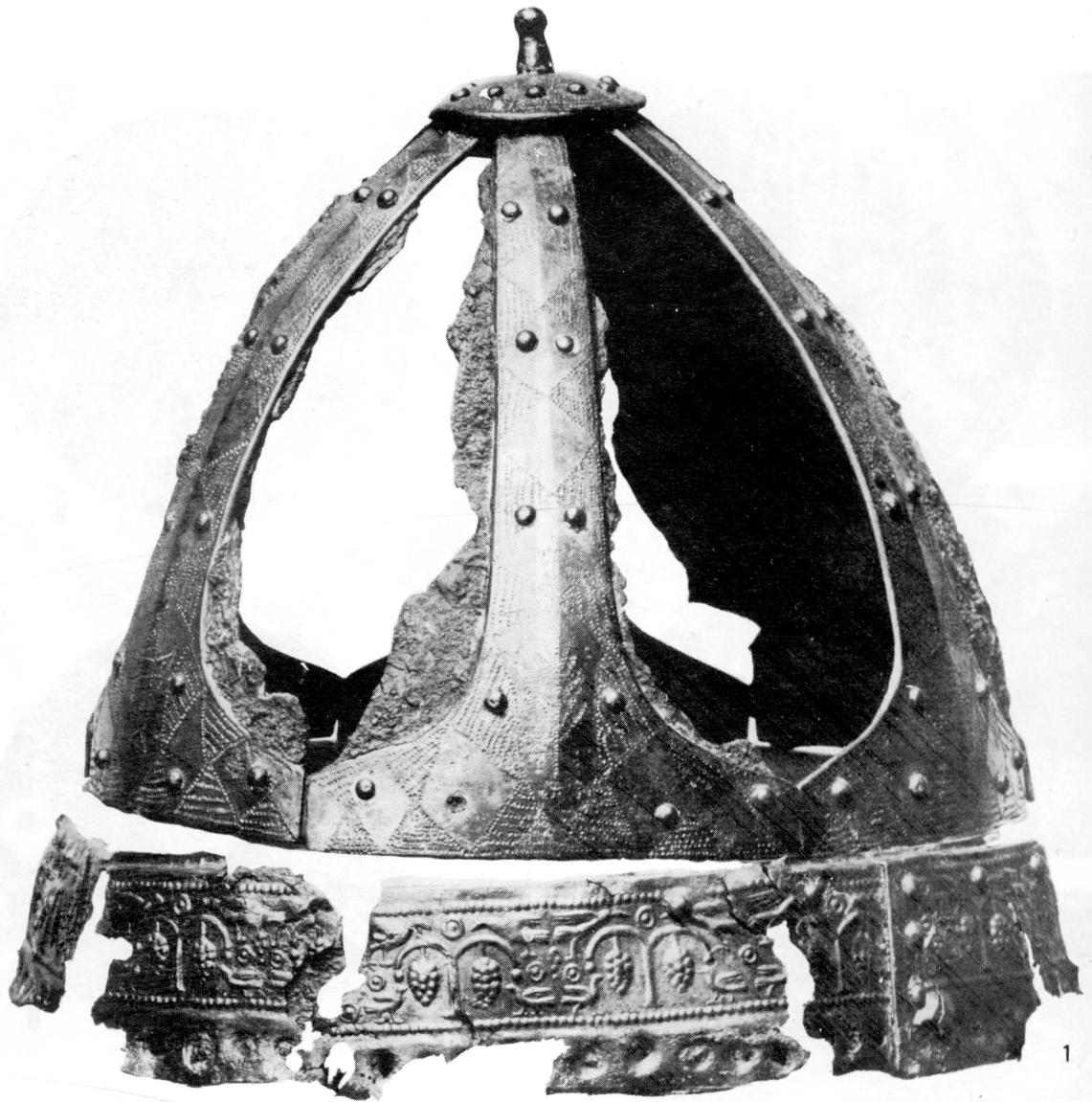
7



5

Rekonstruierte Fibel 1/1

1 Unbeschnittene Vorderplatte mit aufgelöteten Fassungen und Wellbändern; - 2 Vorderplatte mit allen Auflötungen; - 3 Nadel mit Nadelachse; - 4 Rückplatte mit Nadelböckchen und Nadelhalter; Seitenwandung; - 5 - 7 fertig montierte Fibel



1



2



3



4

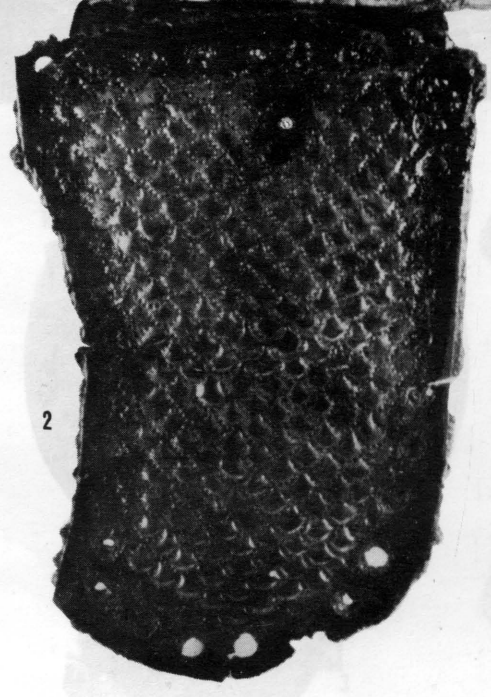
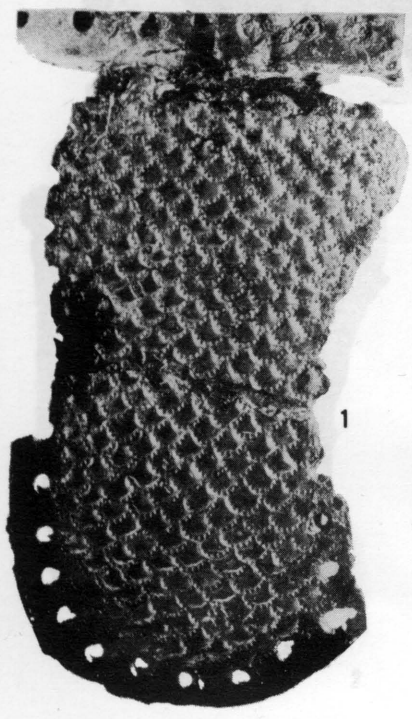
1 Spangenhelm von Stößen nach der ersten Restaurierung; - 2, 4 Lederfutter der Wangenklappen; - 3 Wangendecke

IV

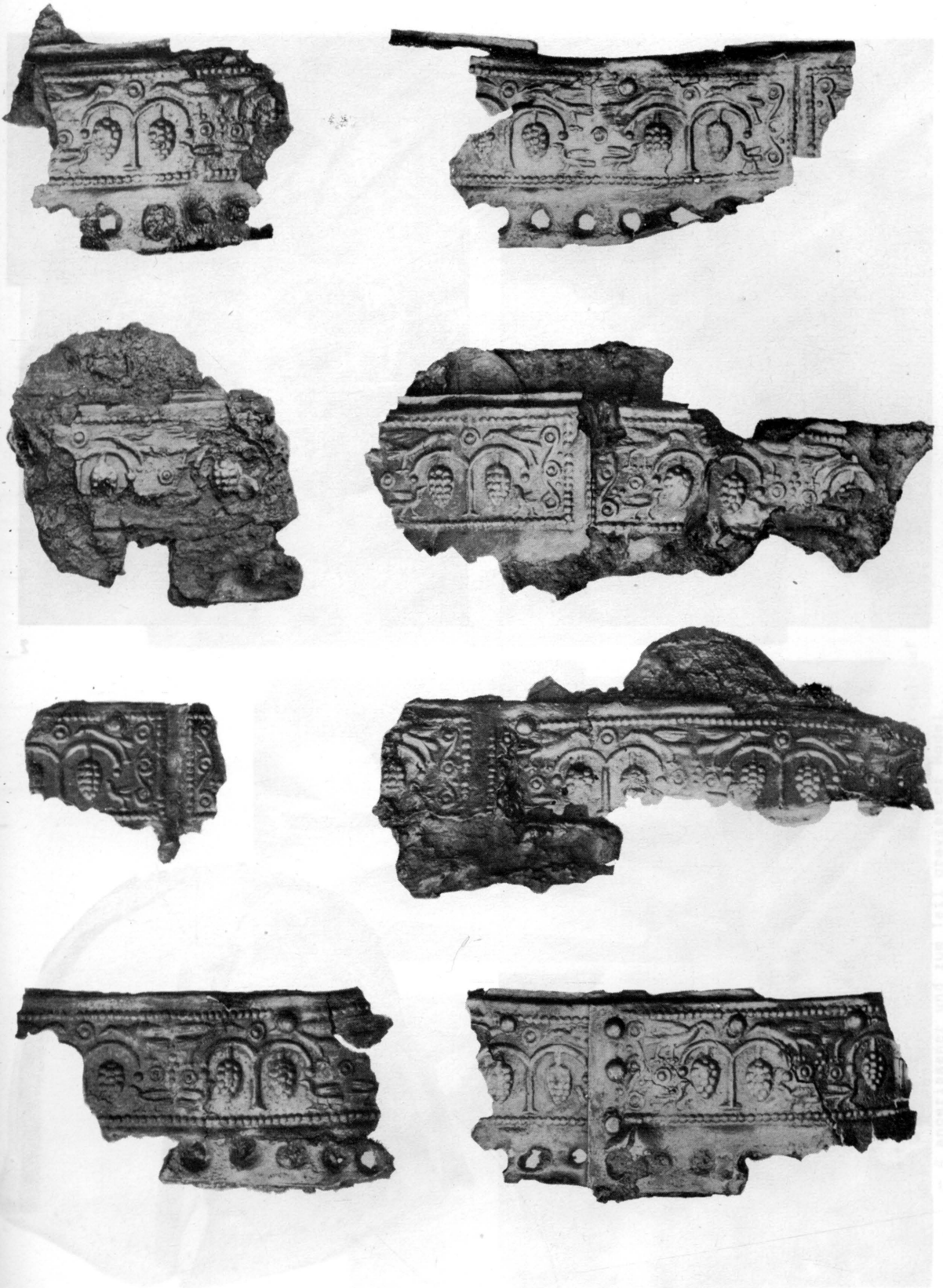
V



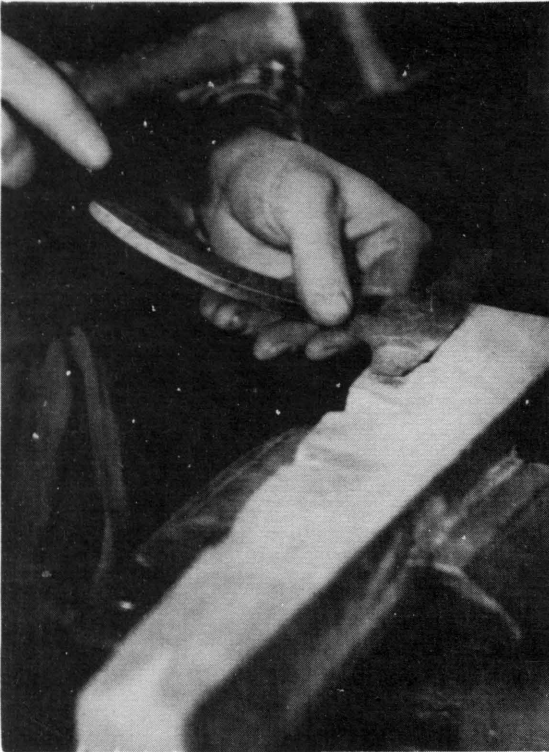
1 Spangenhelm von Stößen nach der zweiten Restaurierung und Rekonstruktion; Innenraum mit Gips ausgegossen; - 2 Zimierplatte an einer Spange



Spangenhelm von Stößen nach der zweiten Restaurierung und Rekonstruktion



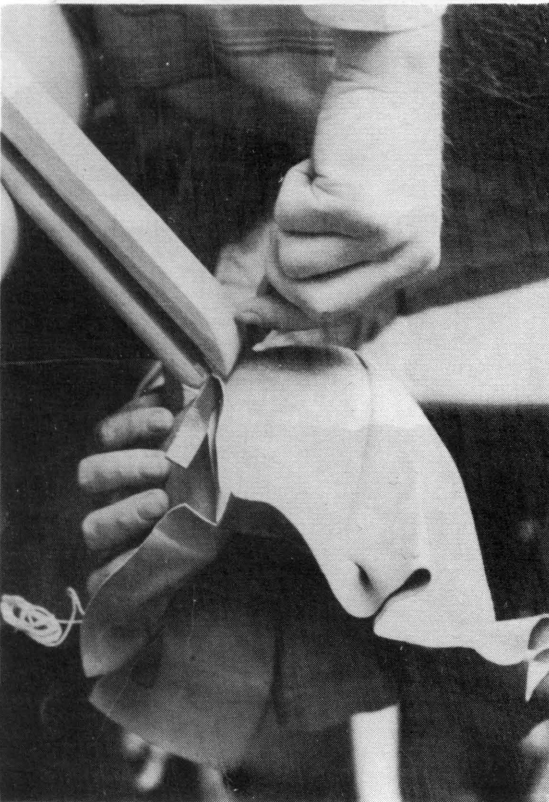
Reste des vergoldeten Kupferblechstreifens mit eingepreßten Ornamenten, auf den eisernen Stirnreifen genietet



1



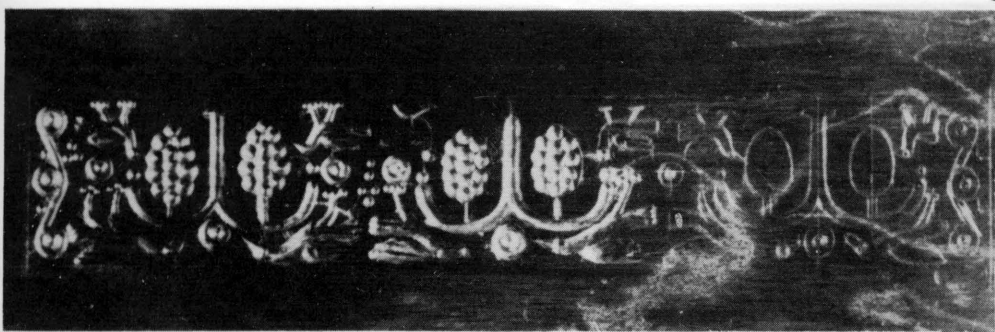
2



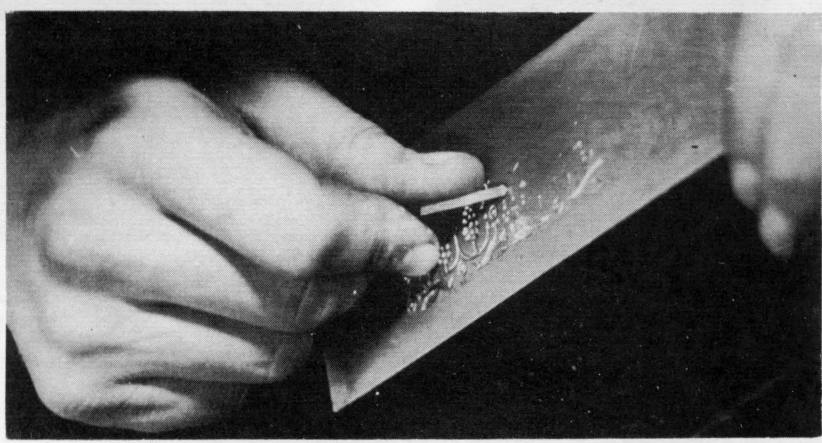
4

1 Basis der Spangen wird entsprechend dem Helmumfang getrieben; - 2 Anpassen der Nachbildung an die Originalspangen; - 3 in das Lederfutter wird ein Lederstreifen eingenäht; - 4 Lederfutter des Spangenhelms

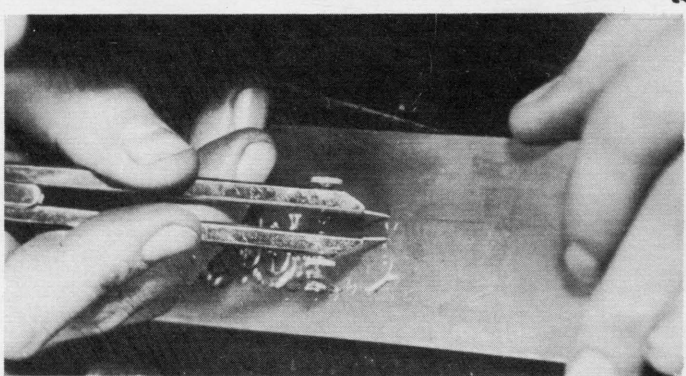
IX



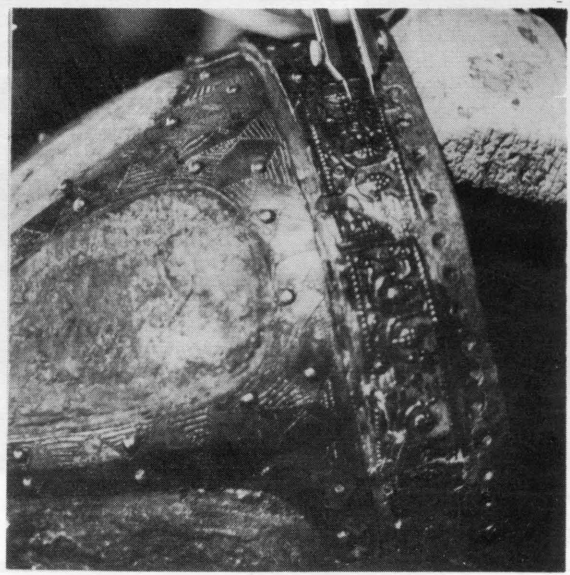
3



2

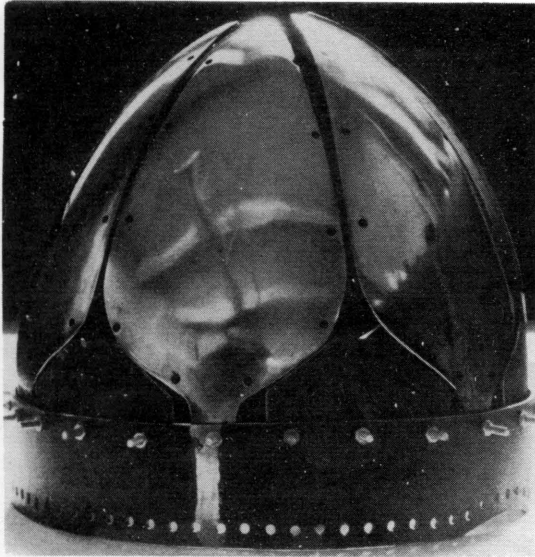


1



1 - 2 Übertragen des Musters mit dem Stechzirkel auf den Model; - 3 Gravieren des Models;
 - 4 angerissener und zum Teil gravierter Model

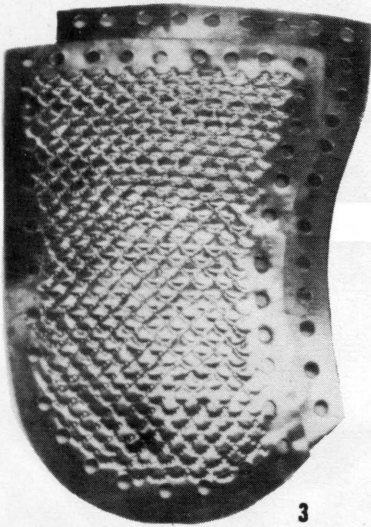
IX



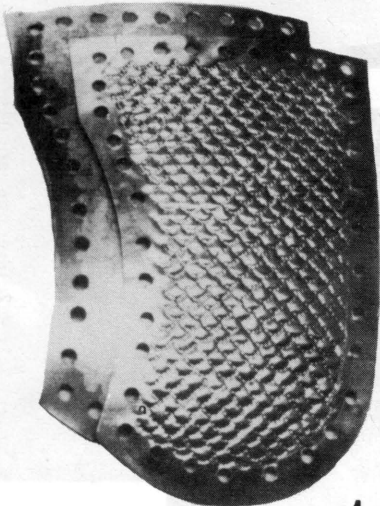
1



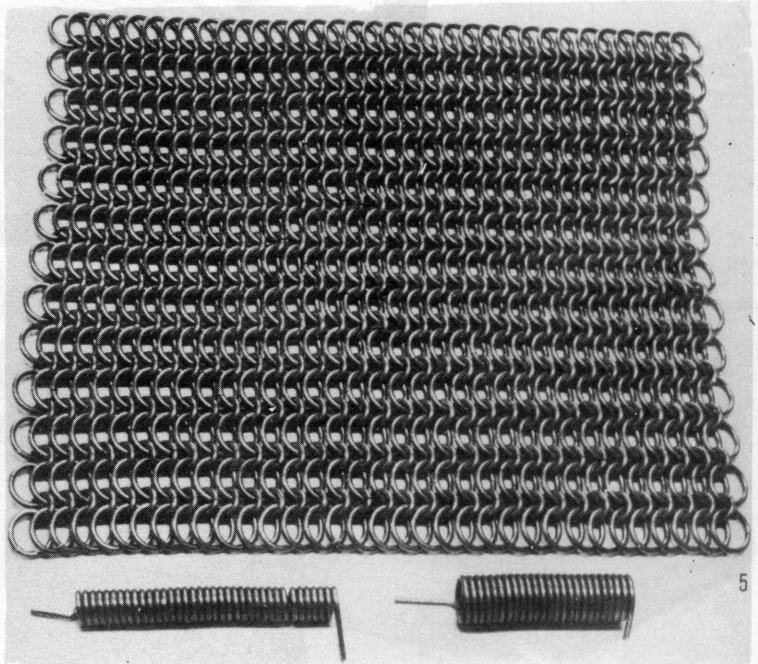
2



3



4



5

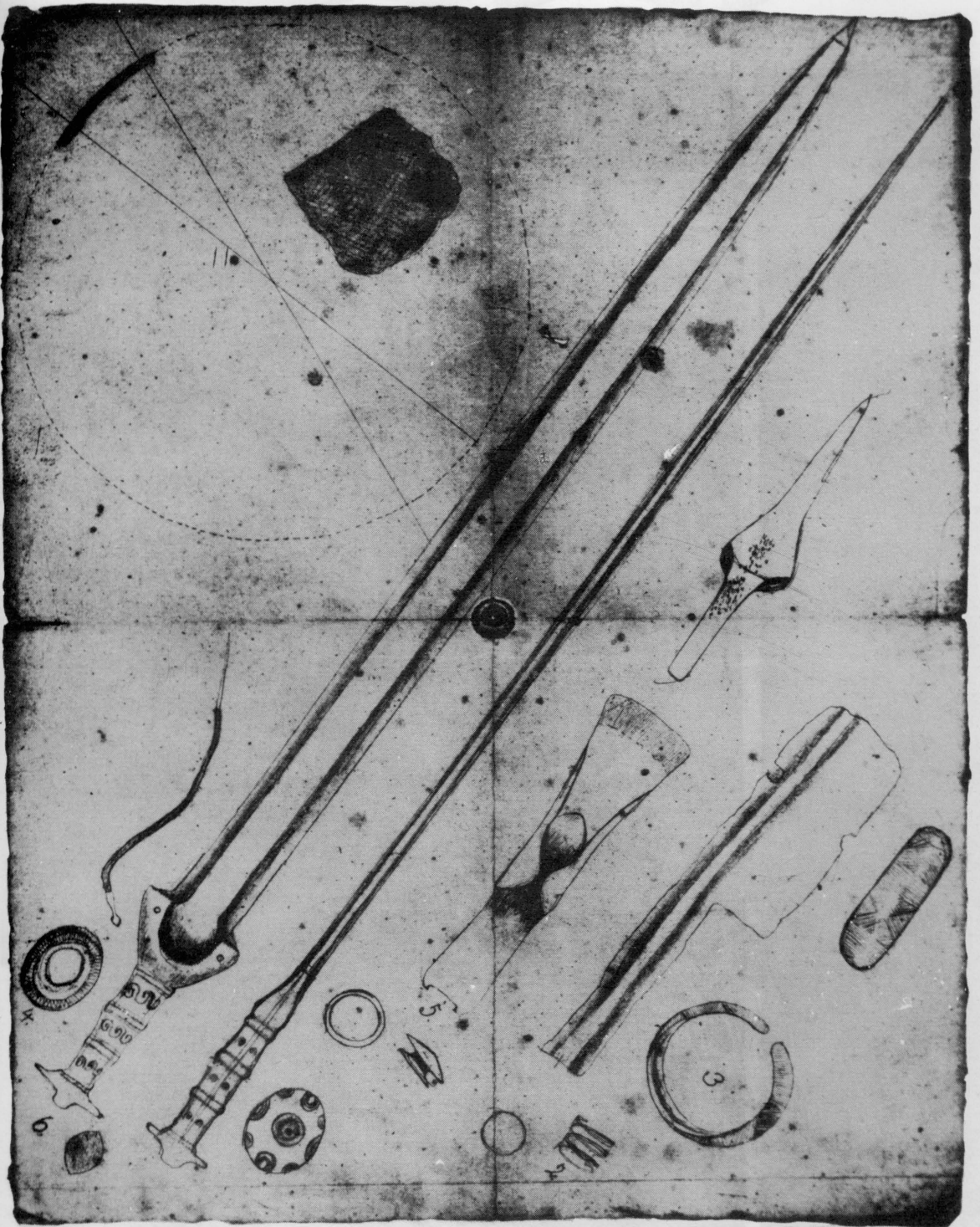
1 Provisorische Montage der Trapezfläche; - 2 vernieten der Spangen; - 3 - 4 Wangendecken und Lederfutter; - 5 Kettenschutz (Spiralen Halbfabrikat für die Ringe)



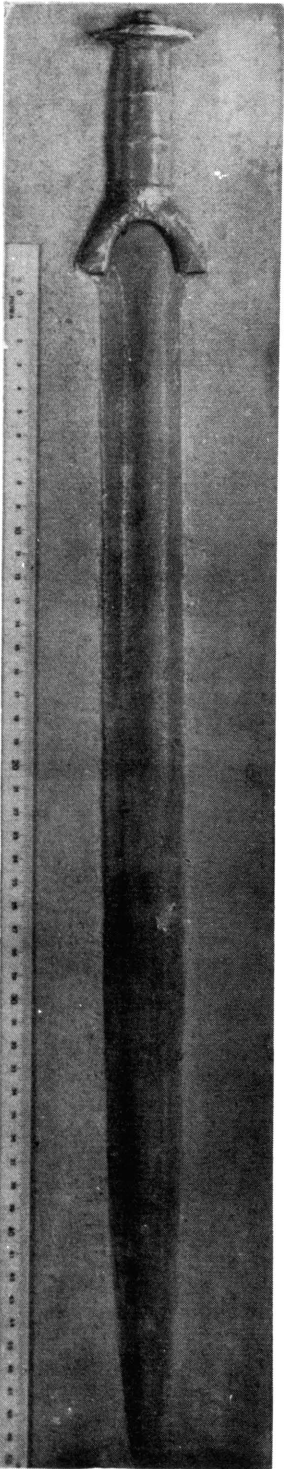
Originalgetreue Nachbildung des Spangenhelms von Stößen



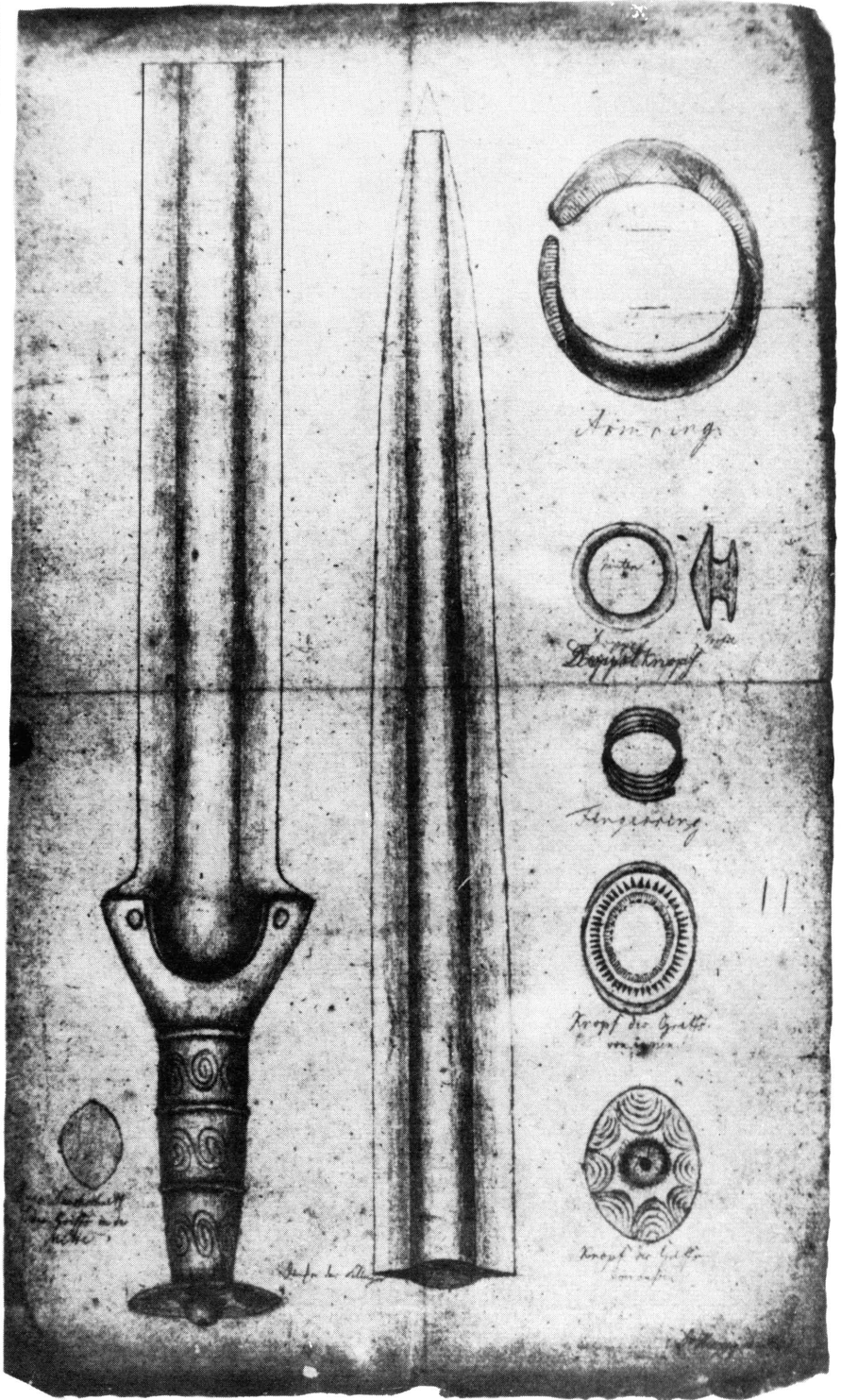
Originalgetreue Nachbildung des Spangenhelms von Stößen



Schwert von Stenn. Zeichnung (verschollen) aus dem Stadtarchiv Zwickau

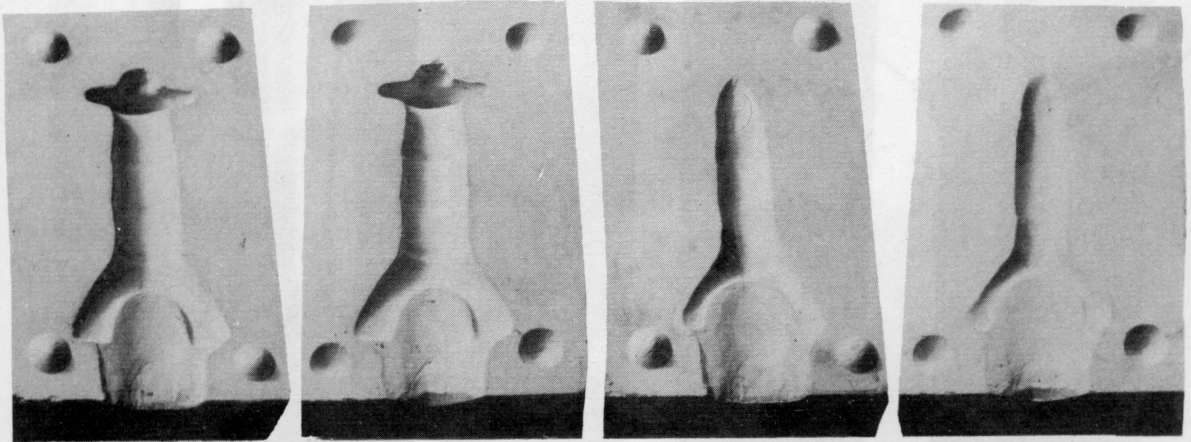
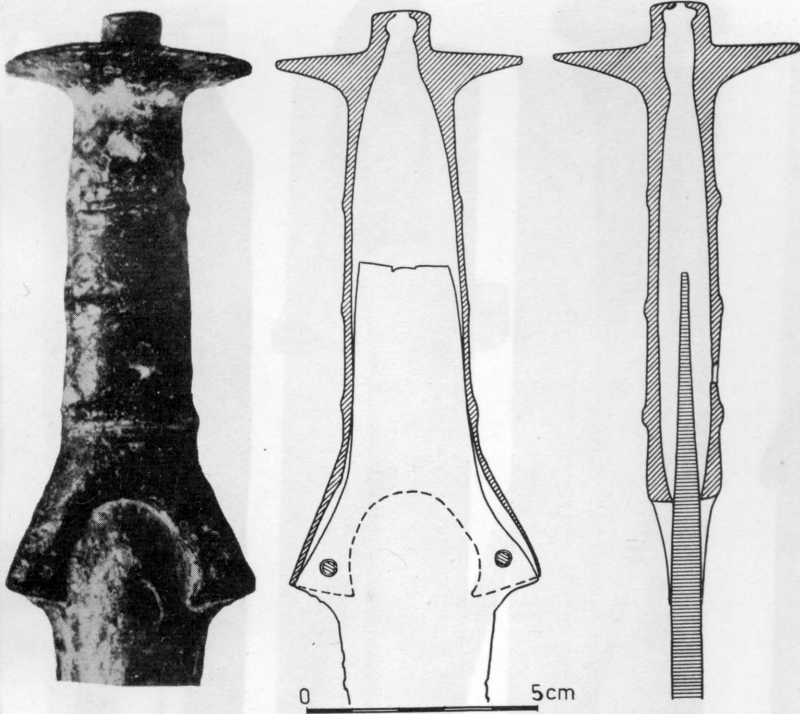


1



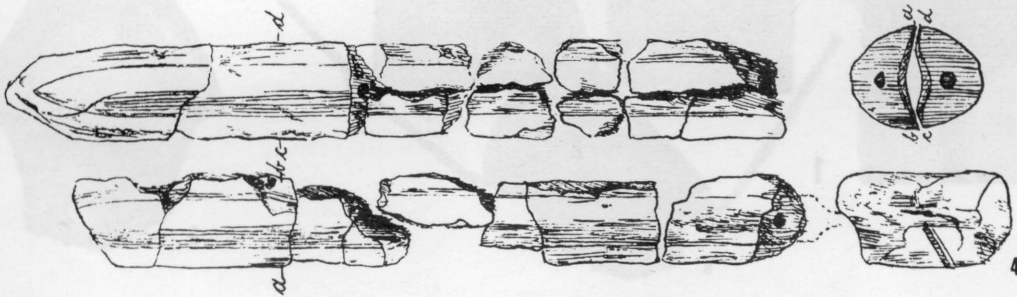
2

1 Gipsrelief im Städtischen Museum Zwickau; - 2 Der Fund von Stenn. Zeichnung (verschollen) aus dem Stadtarchiv Zwickau



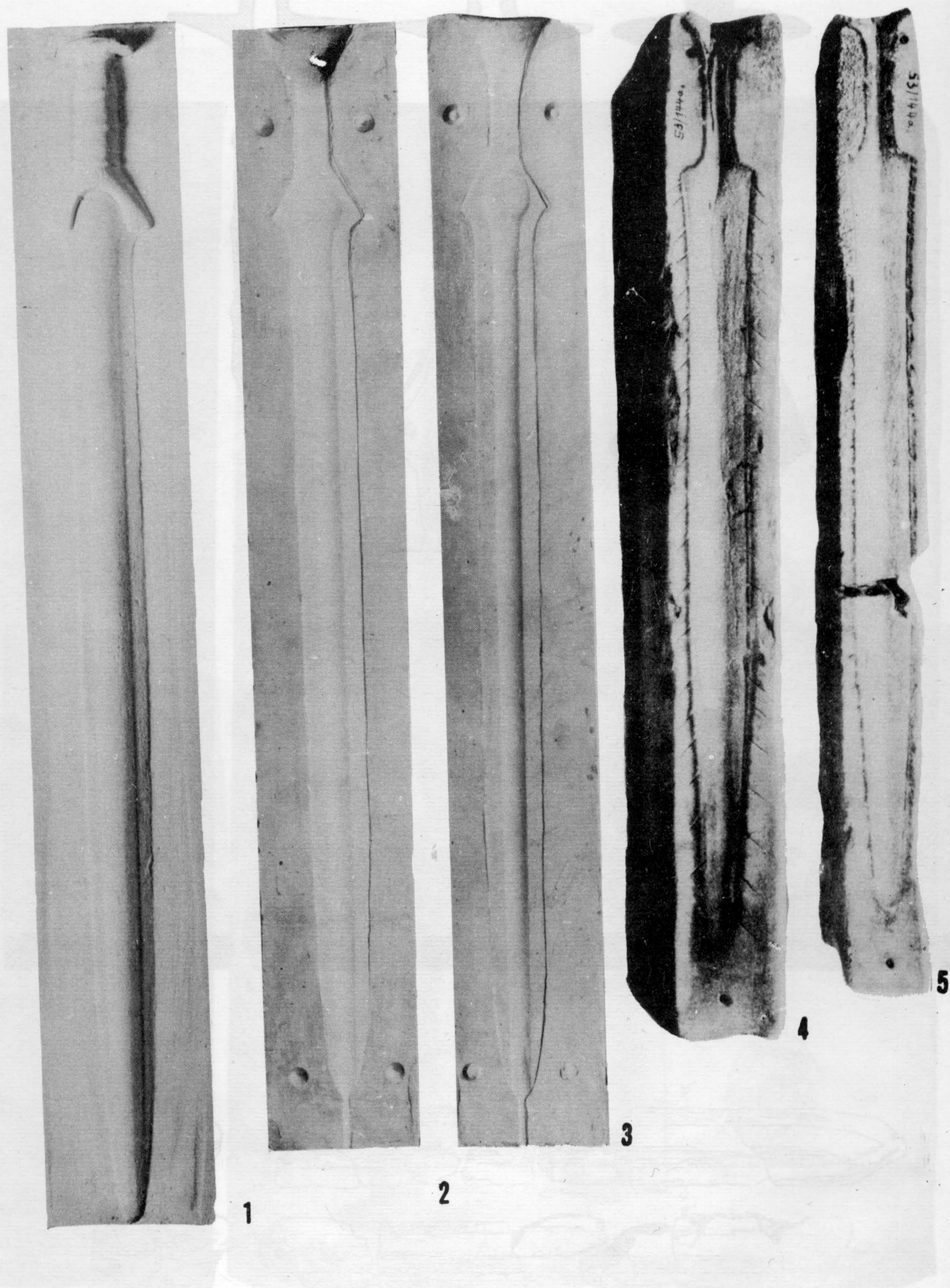
2

3

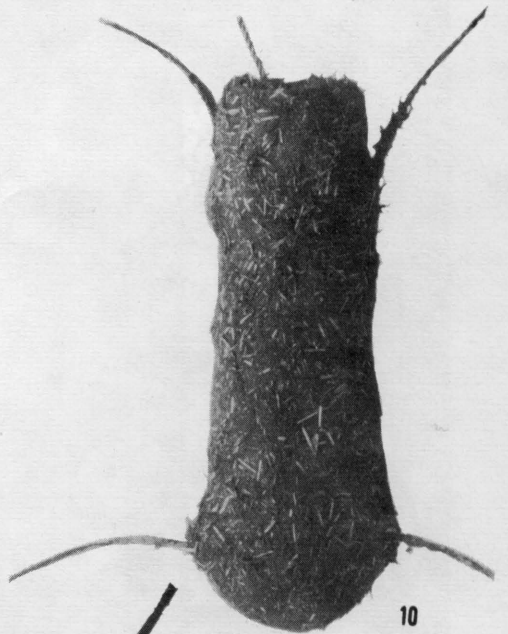
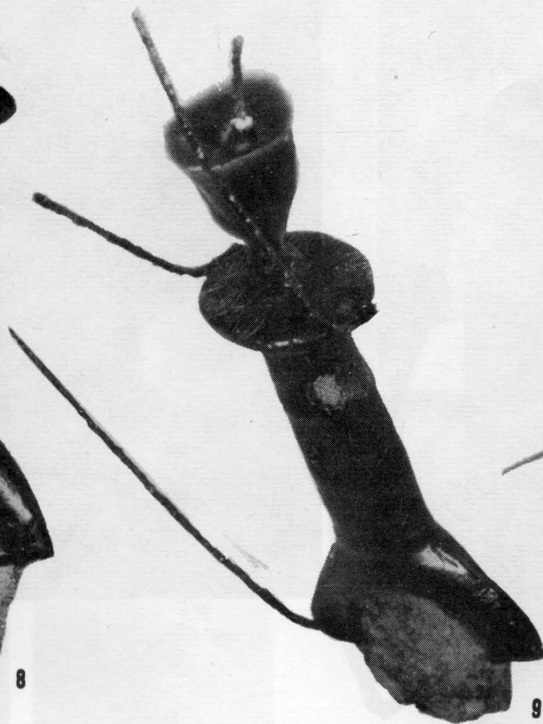
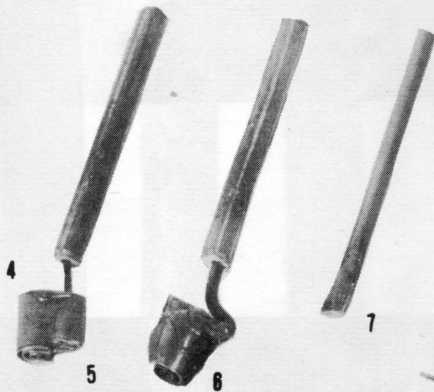
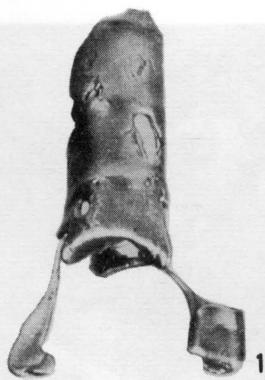
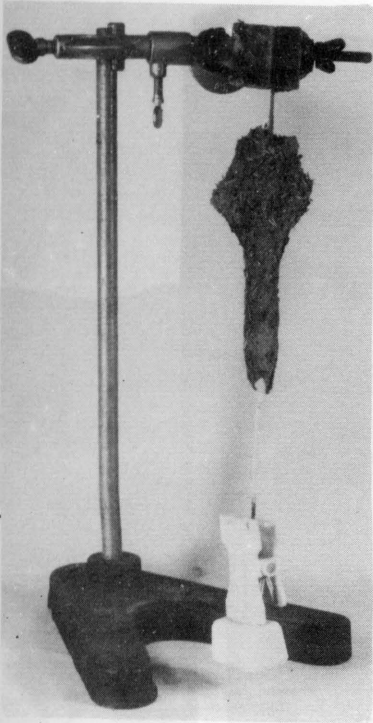


4

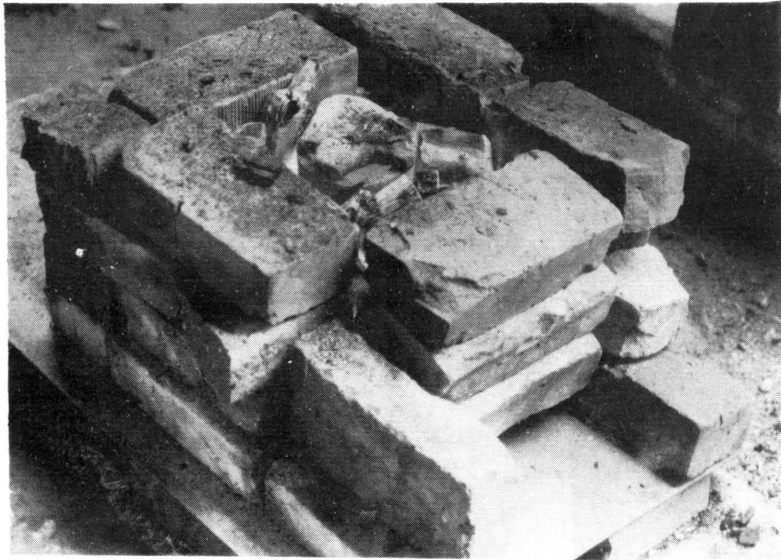
1 Konstruktion der Dreiwulstschwerter (n. Hundt 1965); - 2 Gipsform für den Griff; - 3 Gipsform für den Kern; - 4 Lehmform für eine Schwertklinge, Morsum/Sylt (n. Kalliefe 1918)



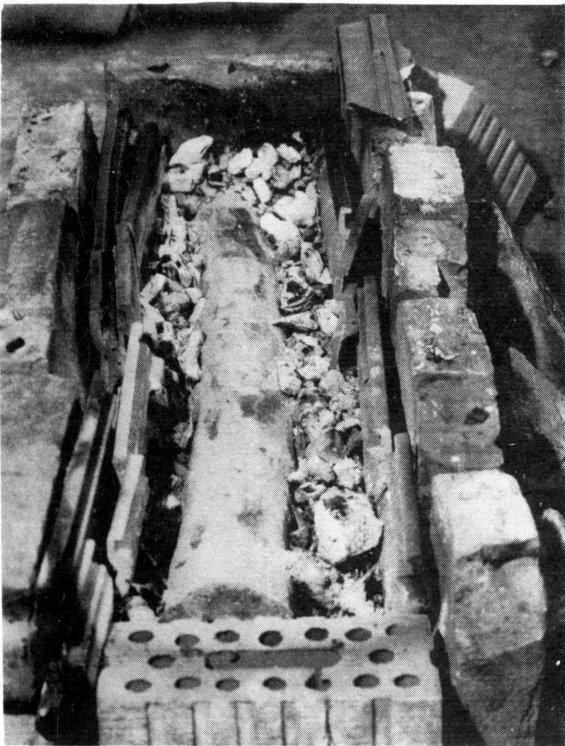
1 Abguß des Gipsrelief des Schwertes von Stenn; - 2 - 3 Gipsform für die Klinge; - 4 - 5 Gußformen aus Sandstein, Neckargartach (n. Paret 1954)



1 - 3 Auswirkungen des Fehlens von Kernentlüftern und Luftpfeifen; - 4 Lehmkern, an der Luft trocknend; - 5 - 7 Werkzeuge zum Verzieren; - 8 Wachsmodell des Griffes; - 9 Wachsmodell mit Entlüftungsschnüren; - 10 Wachsmodell in Lehm eingebettet



1

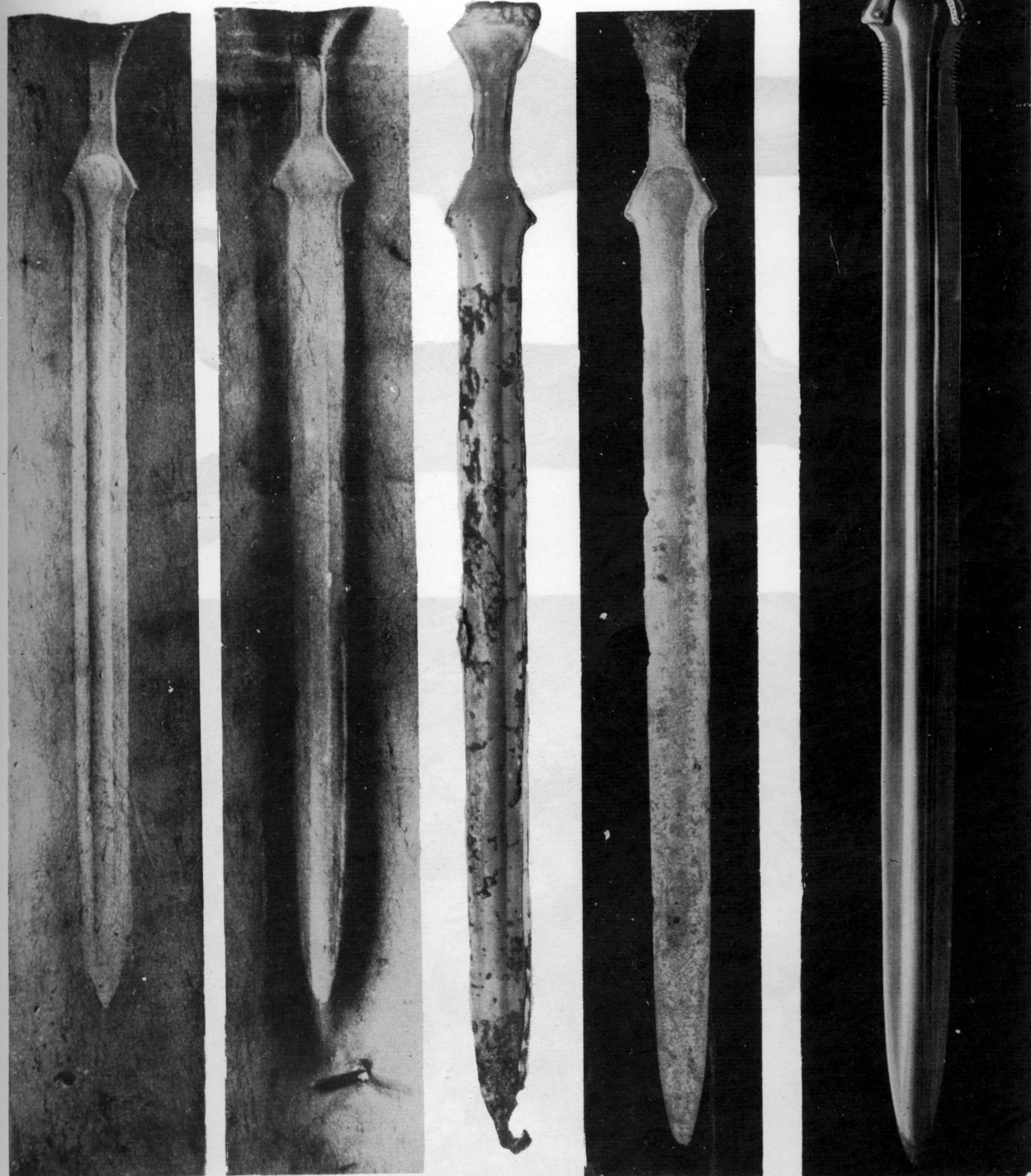


2



3

1 Schmelzofen; - 2 Brennherd für die Lehmform; - 3 Guß der Klinge



1

2

3

4

5

1 - 2 Steinform für die Klinge; - 3 Klinge aus der Lehmform; - 4 Klinge aus der nackten Steinform; - 5 das rekonstruierte Schwert von Stenn

