

- 0,23 grauer, von feinen Wurzelkanälen durchzogener eisenfleckiger Klei.
Reste von stark zersetzten Radizellen. Körner im Mittel 2—10 „, sel-
ten über 100 „
- 0,38 grauer, eisenfleckiger Klei. Körner im Mittel 2—10 „, selten über 100 „.
Etwas stark zersetzte organische Reste
- 0,56 s. o.
- 0,73 s. o. Körner bis maximal 160 „
- 0,88 s. o.
- 1,04 s. o. Körner bis maximal 40 „
- 1,18 s. o.
- 1,28 s. o. Viel organische Reste
- 1,48 s. o. Sehr viel organische Reste.

AUS: DIE KUNDE NF 8 1957

Der Bronzeguß in Formen aus Bronze

Versuche mit originalgetreuen Nachbildungen bronzzeitlicher
Gußformen aus Niedersachsen

Von Hans Drescher, Hamburg-Harburg

Mit 5 Tafeln

Aus der Bronzezeit sind die verschiedensten Arten von Gußformen bekannt. Wir kennen einteilige offene Formen zum Guß von Barren oder anderen groben Gußstücken, zweiteilige Schalen- oder Klappformen (Kokillen) aus gebranntem Lehm, Stein und Metall, mehrteilige steinerne und bronzene Stückformen, sowie auf verschiedene Art hergestellte Lehmformen, welche zum einmaligen Gebrauch bestimmt waren.

Im Rahmen einer Arbeit, die sich neben der Bestandsaufnahme aller bronzzeitlichen Gußformen und Gußzapfen aus Mitteleuropa auch deren technische Auswertung zum Ziel gesetzt hat, wurden auch die Gußformen aus Niedersachsen untersucht. Bisher sind dort nur Formen aus Bronze gefunden worden, während solche aus Stein, die in der Regel am häufigsten vorkommen, und solche aus Lehm fehlen. Das dürfte wohl Zufall sein, denn der Nachweis, daß zumindest Lehmformen der verschiedensten Art benutzt wurden, läßt sich zum Beispiel leicht an zahlreichen Geräten der Ilmenaukultur erbringen. Bei Ausgrabungen bronzzeitlicher Siedlungen in diesem Gebiet dürften sicher auch solche Gußformen zu finden sein.

Insgesamt wurden in Niedersachsen sechs bronzzeitliche Gußformen gefunden. Zwei Formen für Absatzbeile der Periode II stammen aus Haassel, Kr. Uelzen (Land. Mus. Hannover 4951 und 4952 — im folgenden Haassel I und II bezeichnet. Taf. 1 und 2). Leider ist nicht bekannt, ob sie zusammen gefunden wurden. Sie befinden sich seit 1861 in Museumsbesitz.

Form I¹⁾ soll eine hellgrau-grüne und Form II eine graue staubfarbene Patina besessen haben. Heute weisen beide eine graubraune

¹⁾ K. H. Jacob-Friesen, Einführung in Niedersachsens Urgeschichte 1939. 100, Abb. 101.

z. T. schwarze oder metallisch-blanke Oberfläche auf. Während Form II eine bei solchen Gußformen übliche schwere Art ist, ist Form I wesentlich leichter. Form I wiegt $330 + 420$ Gramm, Form II $830 + 980$ Gramm. Der aus der ersten Form gewonnene Gußrohling war nach Entfernung des Zapfens 165 mm, der der zweiten Form 180 mm lang. Die Schalen beider Formen passen gut zueinander. Beim Guß werden sie durch jeweils vier scharf profilierte längliche Zapfen in der richtigen Lage gehalten (vgl. die Querschnitte, Taf. 2).

Eine weitere Absatzbeilform, die in der Nähe von Lüneburg gefunden wurde, befand sich nach Jacob-Friesen 1884 in Hamburg in Privatbesitz und ist seitdem verschollen. Sie stammte aus der bekannten Wellenkamp-Sammlung und dürfte zwischen 1860 und 1870 gefunden sein²⁾. Je ein grün patinierter Bronzenachguß dieser Form, die schon Wellenkamp anfertigen ließ, befinden sich im Museum in Lüneburg (1084) und im Museum für Völkerkunde in Hamburg. (1899: 9 — im folgenden „Lüneburg I“, Taf. 1 und 2.) Da sich beide Formen gleichen und das Abgießen solcher Gegenstände sehr einfach ist, darf man wohl annehmen, daß die Kopien dem Original entsprechen³⁾. Die Form dürfte etwa $670 + 710$ Gramm schwer gewesen sein. Die aus ihr zu gewinnenden Gußstücke waren etwa 170 mm lang.

Eine weitere Form, deren Fundort mit „im Lüneburgischen“ angegeben wird, liegt im Landesmuseum Hannover (4953 — im folgenden „Lüneburg II“ genannt, Taf. 1 und 2). Bei der Untersuchung dieser bisher für ein Original gehaltenen Form stellte sich heraus, daß es sich um den modernen Abguß einer bronzezeitlichen Form handelt, der offensichtlich mit Hilfe von heute üblichem Formsand vorgenommen wurde. Da beide Formhälften nach dem Guß kaum überarbeitet wurden, lassen sich eindeutige Merkmale dieses Verfahrens an beiden Formhälften feststellen. Verschiedene Einzelheiten auf den Abgüssen deuten an, daß die Oberfläche des benutzten Originals verkrustet, abgestoßen oder durch Oxydation beschädigt war (vgl. die Rückseite der Formschale). Ferner war mit großer Wahrscheinlichkeit

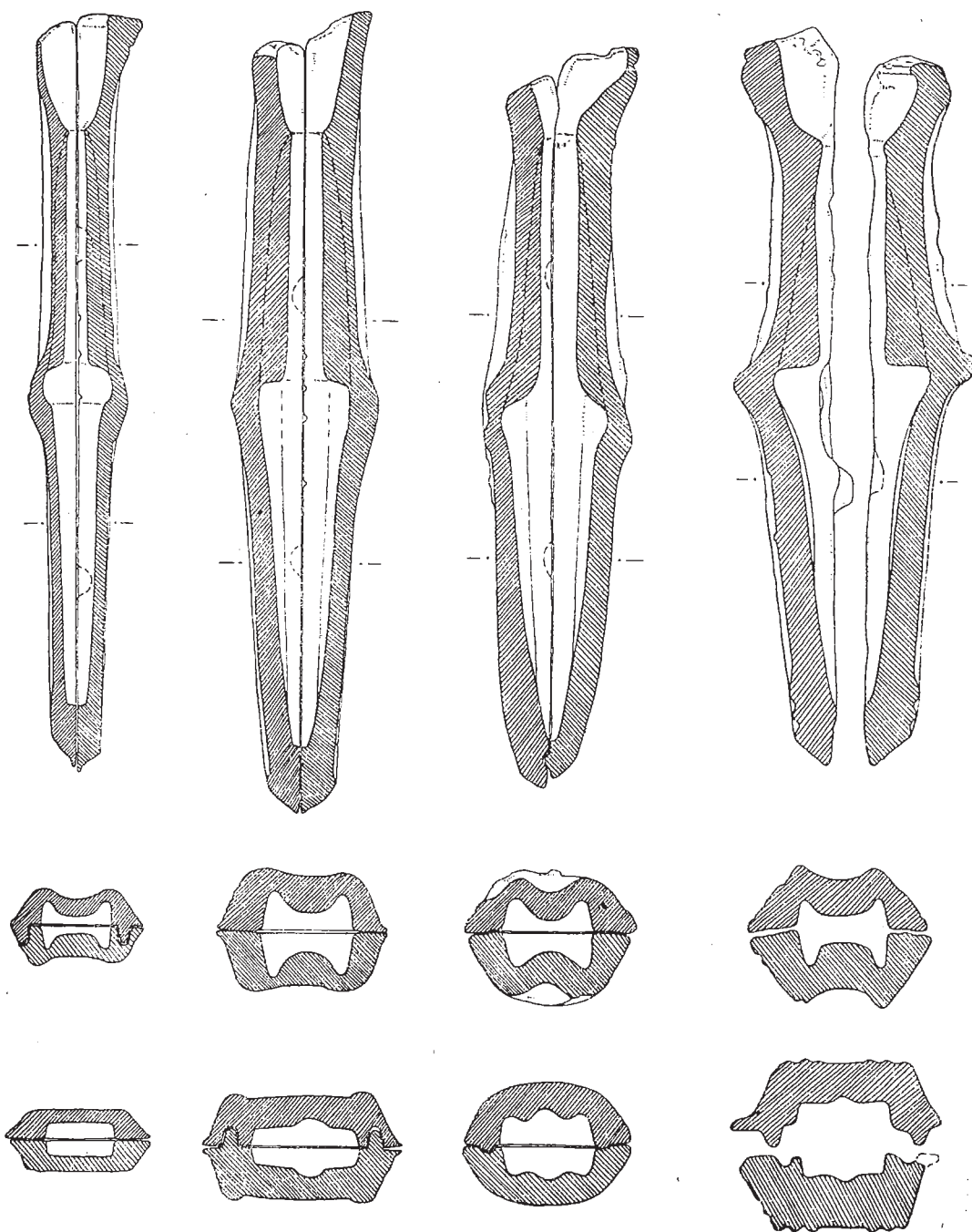
²⁾ K. H. Jacob-Friesen, Der Bronzegießerfund von Schinna, Kr. Nienburg, Die Kunde, 1940, 108, Abb. 2, Taf. 25.

³⁾ Bei einem erneuten Vergleich (8. 1957) des Abgusses aus dem Völkerkunde-Museum in Hamburg mit dem Exemplar in Lüneburg zeigte es sich, daß das letzte Stück nur die Originalform sein kann. Die Form ist allerdings sehr sorgfältig mit Ölfarbe künstlich patiniert. Das geschah sicherlich, um die bei den Gußversuchen des Gelbgießers Ramm verdorbene Form wieder ansehnlich zu machen. Herr Dr. Körner teilte mir freundlicherweise die diese Form betreffenden Angaben aus dem Katalog des Dr. Heintzel mit, in dem es u. a. heißt: ... Gußform in der Nähe von Lüneburg gefunden worden und von W. zur Ansicht geschickt. Dieser übergab die Form dem Gelbgießer Ramm, der einige Nachgüsse von Celten ausführte, auch die Form selbst vervielfältigte. Ein solcher Nachguß und ein Celt befindet sich im Lüneburger Museum. Die echte Celtform wurde auf der W.'schen Auktion in Hamburg von einem Zigarrenhändler Awe gekauft. Dieselbe hat ein grauweißes Ansehen, da die Patina bei der Rammschen Gußarbeit ihre Farbe verloren hatte

Reste der alten verbrannten Patina befinden sich anscheinend noch unter dem Farbanstrich. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß auf der Auktion eine Nachbildung versteigert wurde.

Im Museum Lüneburg liegt auch ein Beilrohling (Messing?), der wahrscheinlich aus der Originalform gewonnen wurde.

Tafel 2



HAASSEL I

HAASSEL II

„LÜNEBURG“ I

„LÜNEBURG“ II

Schnittzeichnungen der Gußformen aus Haassel, Kr. Uelzen, und denen aus der Umgebung von Lüneburg. M 1 : 2

die eine Schale etwa in der Mitte durchgebrochen, zumindest aber verlief dort ein tiefer Riß, dessen Abguß jetzt auf der Kopie zu erkennen ist. Bemerkenswert ist auch die Verzierung der Rückseite dieser Form. Im allgemeinen sind die in Nordeuropa gefundenen Formen unverziert. Bei den drei anderen Formen passen beide Hälften gut zueinander, hier ist das nicht der Fall.

Das Negativ des Absatzbeils ist bei beiden Hälften 168 mm lang, und auch der Abstand vom oberen Rand des Beils bis zum Ende der Schäftungszunge ist ebenfalls annähernd gleich. Dagegen ist die Schneide bei einem Negativ 70 mm und bei dem anderen 75 mm breit. Solche Abweichungen lassen sich aber auch an Absatzbeilen beobachten, die nach dem Guß noch nicht nachgebessert sind. Wichtig ist, daß die Zapfen der einen Hälfte nicht zur anderen Hälfte passen und daß die Nähte der Schalen nicht schließen. Die Differenz zwischen den Zapfen beträgt vom Einguß gemessen 4–6 mm und in der Breite sogar 7 mm (vgl. die Schnittzeichnung). Es ist also nicht möglich, die Hälften zusammenzusetzen. Da leider das Original nicht zur Untersuchung vorliegt, kann keine sichere Entscheidung getroffen werden, ob es sich um zusammengehörende Teile handelt oder nicht. Durch das Abgießen oder durch Verkrustungen und Beschädigungen am Original mögen ja auch Abweichungen hervorgerufen sein.

Die beiden anderen Formen aus Niedersachsen, eine zweiteilige Form für ein Tüllenbeil und die Hälfte einer Sichelform, stammen aus Schinna, Kr. Nienburg (Land. Mus. Hannover 128 : 39 und 129 : 39, Taf. 3). Sie wurden zusammen mit einem Tüllenhammer, einer Lanzen spitze, einer Knopfsichel und zwei Halsringen gefunden. K. H. Jacob-Friesen⁴⁾ hat diesen interessanten Fund veröffentlicht. Er datiert ihn in die Periode V. Die Tüllenbeilform, welche 282 + 300 Gramm wiegt, war zum Guß eines 85 mm langen Beiles bestimmt, die andere zum Guß einer 105 mm langen Knopfsichel. Beide Formen sind vorzüglich erhalten und befinden sich noch in dem Zustand wie bei ihrer Auf- findung. Das erwies sich bei der Untersuchung als sehr wertvoll. Die beiden Schalen der Tüllenbeilform, die durch vier Zapfen in der richtigen Lage gehalten werden, schließen gut aneinander an.

Auch zur Sichelform gehörte offensichtlich eine zweite Hälfte, denn am unteren Rand zeigt sich eine Einbuchtung, in die sicher ein ent- sprechender Zapfen des fehlenden Teils paßte. Die Innenseiten beider Formen sind sehr sorgfältig nachgearbeitet. Es finden sich Spuren von Meißelpunzen, des Hammers und des Schleifsteins. Auch die Außen- seiten blieben nicht im Gußzustand, sie sind weitgehend überge- schliffen, und zeigen z. T. dicht an dicht liegende Hammerschläge. Sie sind besonders gut an der unteren Hälfte der Sichel- und der Beilform zu erkennen.

Formen aus Bronze wurden an den verschiedensten Stellen Europas gefunden und kommen anscheinend bei allen Kulturen vor⁵⁾. Sie

⁴⁾ K. H. Jacob-Friesen, a. o. O.

⁵⁾ Bisher konnten vom Verfasser mehr als 30 Formen aus Bronze unter- sucht werden. Viele vorgeschichtliche Formen sind durch moderne Guß- versuche verdorben worden, zumindest sind die alten Gebrauchsspuren ver- wischt, was die richtige Auswertung sehr erschwert. Für die hier beschriebe- nen Gußversuche wurden daher jeweils maß- und werkstoffgerechte Nach- bildungen gefertigt.

lassen sich schon seit der frühen Bronzezeit nachweisen. Auch in der Eisenzeit werden sie noch benutzt, wie die zum Guß von drei Kettengliedern bestimmte spätlatènezeitliche Form vom Montlinger Berg b. St. Gallen (Mus. St. Gallen) zeigt.

Am häufigsten sind Bronzeformen, die zum Guß von Lappenbeilen bestimmt waren. Dann folgen solche für Absatz- und Tüllenbeile sowie für Tüllenmeißel. Weiterhin sind noch Formen für Nadeln und Speerspitzen bekannt, dann eine vierteilige Form zum Guß von Griffen zu Mörigerschwertern und für Sicheln bisher als einziges Exemplar die von Schinna.

Für die Versuche wurden u. a. Nachbildungen der Form aus Haassel I und der Form „Lüneburg I“ gefertigt. Ferner wurden Abgüsse der Tüllenbeilform und der Sichelform aus Schinna hergestellt sowie die zweite Hälfte der Sichelform ergänzt.

Auf Grund fehlgeschlagener Gußversuche und aus den verschiedensten theoretischen Erwägungen heraus wird manchmal angenommen, daß die Formen aus Bronze nicht zum direkten Guß geeignet sind ⁶⁾ (bzw. die Kunst, in sie zu gießen, verloren sei) und daß es sich wahrscheinlich um Vorformen zum Gewinnen von Wachsmodellen handele, wie es ja auch für verschiedene Steinformen angenommen wird ⁷⁾. Ein häufiger Hinweis ist der, die Form würde durch das einzugießende Metall aufgelöst, zumindest würde aber eine Verschmelzung beider Teile eintreten.

A. Götze ⁸⁾ sagt dazu: „... Das Material einer Gußform aus Bronze steht in engster Beziehung zu dem Metall, das hineingegossen wird. Dabei ist natürlich von größter Bedeutung, daß das Material, das zum Gießen dient, einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Material der Gußform hat.“

Bei den vom Verfasser ausgeführten Versuchen zeigte es sich ganz allgemein, daß es keine Mühe macht, eine Verschmelzung des einzugießenden Metalls mit der Form zu verhindern, auch dann nicht, wenn die Form aus der gleichen Legierung besteht wie das zum Guß benutzte Metall.

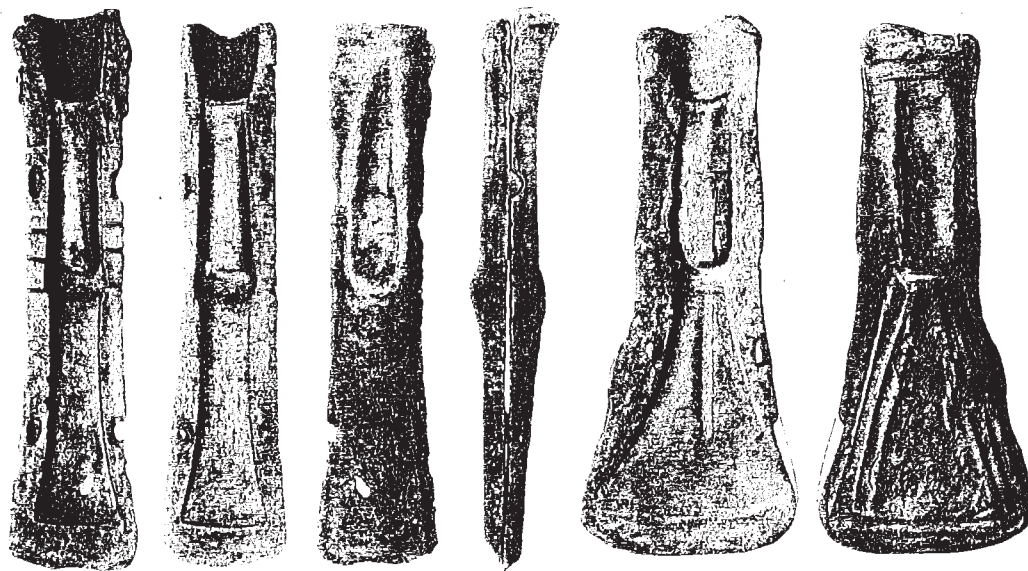
Nicht immer einfach ist es dagegen, die Form so auszugießen, daß man einen sauberen, in allem dem Negativ entsprechenden Abguß erhält. Schwierigkeiten bereiten auch die im Formhohlraum vorhandene Luft und die beim Guß entstehenden Gase, die nicht wie bei den Lehmformen und zum Teil auch bei den Steinformen von der Wandung aufgenommen werden. Nun kann bei den Metallformen ein Teil der Luft aus den nie besonders dicht schließenden Nähten der Form entweichen. Manchmal finden sich an den Formen auch besondere Luftabzüge, welche oft dort angebracht sind, wo sich beim Guß Luft und Gase am leichtesten festsetzen (vgl. die Formen aus Haassel, Taf. 1). Trotzdem wurde bei mehreren Versuchen das Auslaufen der Form durch Luft und Gase gestört. Durch Schrägstellung der Form

⁶⁾ z. B. G. Schwantes, Geschichte Schleswig-Holsteins (1939) 446 (vergl. auch Anm. 24).

⁷⁾ Hans Drescher, Die Verwendung von Steinformen zur Herstellung von Wachsmodellen, Harburger Jahrbuch V, 1955, 129.

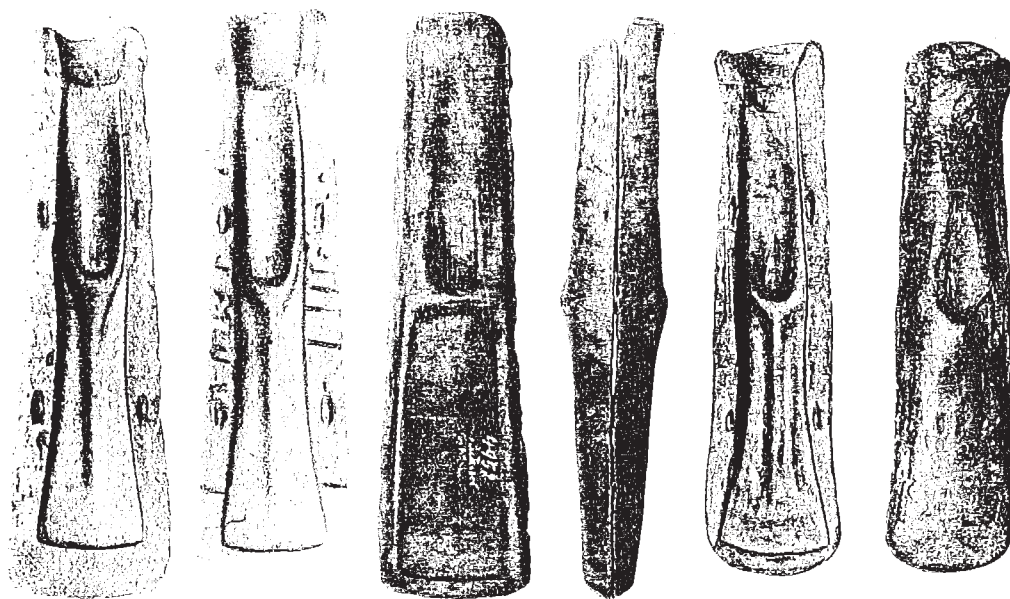
⁸⁾ A. Götze, Die Technik gegossener Bronze-Ketten, Opuscula Archaeologica Oscari Montelio (1913) 155.

Tafel 1



HAASSEL I

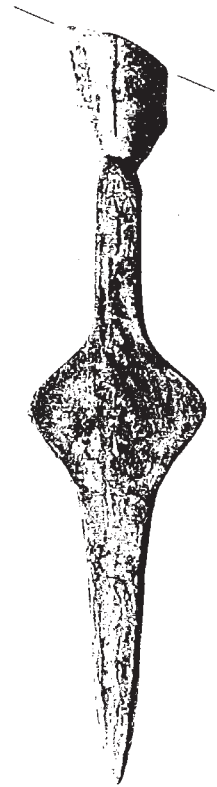
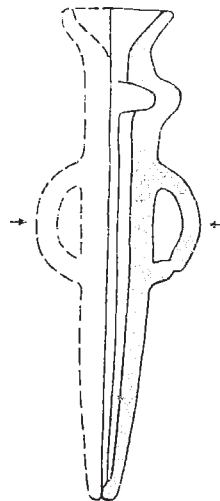
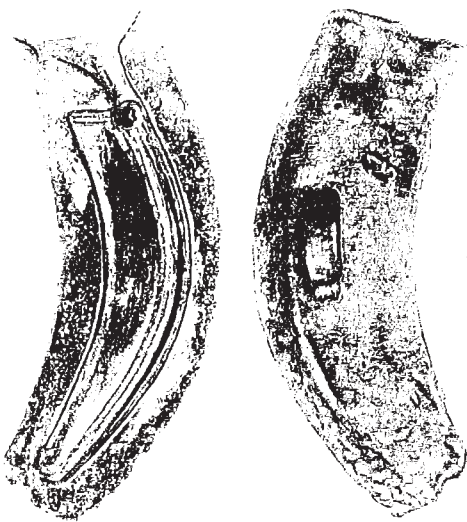
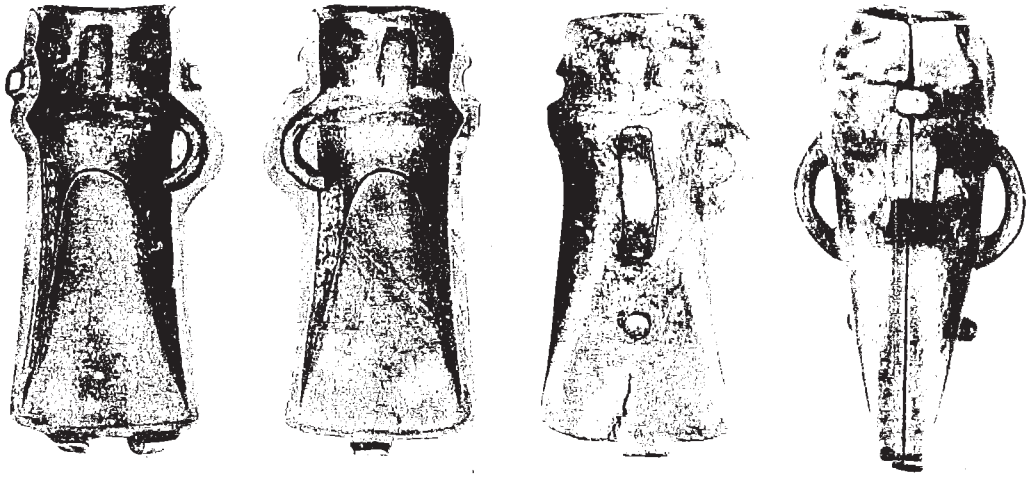
„LÜNEBURG“ II



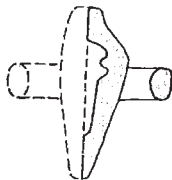
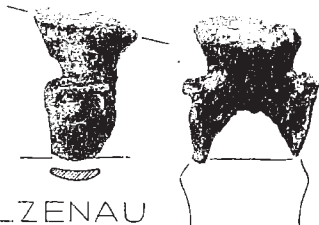
HAASSEL II

„LÜNEBURG“ I

Gußformen aus Bronze für Absatzbeile aus Haassel, Kr. Uelzen, und aus der Umgebung von Lüneburg. M 1 : 3



SCHINNA



STOLZENAU

FALKENSEE

Gußformen aus Bronze für Tüllenbeile und Knopfsicheln aus Schinna, Kr. Nienburg.
Gußzapfen aus Stolzenau, Kr. Stolzenau; Rohling eines Lappenbeiles mit Gußzapfen
aus Falkensee, Kr. Osthavelland. M 1 : 2

beim Guß ließen sich solche Fehlgüsse weitgehend vermeiden. Da nun das einfließende Metall nicht mehr wie bei einer senkrecht stehenden Form den ganzen Einguß ausfüllt und so die Luft im Formhohlraum einschließt, läuft jetzt das Metall an einer Wandung entlang und an der anderen bleibt Platz zum Entweichen der Luft.

Eine Betrachtung der Originalformen bestätigte das Versuchsergebnis, denn bei nahezu allen Bronzeformen ist die eine Schale oft bis zu 15 mm länger als die andere und dazu vielfach noch stärker ausgebildet als diese. Gleichzeitig dürfte der erhöhte Formrand zum Aufsetzen des Tiegelrandes beim Guß gedient haben (vgl. die Schnitte, Taf. 2).

Aus Falkensee, Kr. Osthavelland (Mus. f. Vor- u. Frühgesch. Berlin 29 299, Taf. 3), stammt der Gußrohling eines schweren mittelständigen Lappenbeils, welcher noch den Gußzapfen besitzt. Seine Oberfläche zeigt, daß hier in eine Form gegossen wurde, die um 23 Grad schräg gestellt war.

In Hipfersdorf, Niederösterreich, wurden acht Absatzbeilrohlinge gefunden. Einer davon, mit größeren Gußfehlern und offensichtlich wieder zum Einschmelzen bestimmt, besitzt noch seinen Gußzapfen mit ebenfalls schräger Oberfläche (Nat. Hist. Mus. Wien 61 483).

Die Untersuchung einer größeren Anzahl von Gußzapfen und Fundstücken, an denen sich diese noch befinden, zeigte ferner, daß in vielen Fällen der Guß in mehr oder weniger schräg stehenden Formen erfolgte. Das gilt z. B. für den Guß von Hängebecken, von Ringen der verschiedensten Art, sowie auch von Tüllenbeilen, Lanzen spitzen und Messern. An den Gußrohlingen und Zapfen läßt sich vielfach erkennen, ob sie in Formen aus Stein, Metall oder Lehm gegossen wurden, und oft sogar, wie diese Formen aufgebaut waren. Aus diesem Grunde kann gesagt werden, daß die Schrägstellung auch bei Stein- und Lehmformen üblich war und somit keine Eigenart des Gusses in Metallformen ist *) (vgl. Taf. 3, Gußzapfen aus Stolzenau).

Wichtiger als die Schrägstellung der Bronzeform ist aber ihre richtige Erwärmung vor dem Guß und eine geeignete Temperatur des einzugießenden Metalls. Große schwere Formen brauchen nur so weit angewärmt zu werden, daß man sie gerade noch anfassen kann. Leichte Formen zum Guß kleinerer Gegenstände wiederum

*) Aus Niedersachsen sind bisher bekannt: Ein 80 Gramm schwerer Gußzapfen (wahrscheinlich von einem Tüllenbeil) aus Stolzenau, Kr. Stolzenau — Taf. 3, Depotfund der Per. VI (Land. Mus. Hannover 5 589 — K. H. Jacob-Friesen, Kunde 1940, Taf. 26), rotbraune und graubraune Reste feinkörnigen Formlehms an verschiedenen Stellen.

180 mm langer Gußrohling eines geraden Messers mit Gußzapfen aus Adendorf, Kr. Lüneburg, Depotfund der Per. V (Mus. Lüneburg — G. Körner, ein Verwahrfund der jüngeren Bronzezeit von Adendorf, Kr. Lüneburg, Hammaburg 1951/1952, 41, Abb. 1, 2). In zweiteiliger Form gegossen.

Unvollständiges Gußstück eines Armrings, C-förmiger Querschnitt, mit Gußzapfen aus Barum, Kr. Lüneburg, Depot der Per. V (Land. Mus. Hannover — E. Sprockhoff, Niedersächsische Depotfunde der jüngeren Bronzezeit 1932, Taf. 5 —, K. H. Jacob-Friesen, Einführung in Niedersachsens Urgeschichte (1939) Abb. 166). In verlorener Form nach Wachsmo- dell gegossen. An der Innenseite feinkörnige Lehmreste grau bis rotbraun, grobkörnige in Poren am Gußkegel. — Die Formen zu allen drei Gußzapfen standen beim Guß um etwa 12 Grad geneigt.

wurden z.T. bis auf 300 Grad und mehr erwärmt¹⁰⁾. Genaue, allgemeingültige Angaben lassen sich nicht machen, denn für jede Form gelten andere Werte, die man nur durch Versuche ermitteln kann. Wichtig ist der Schmelzpunkt der in die Metallform zu gießenden Bronze und die Temperatur, bei der das Metall gegossen wird.

Es ist zweckmäßig, bewußt eine niedrige Gußtemperatur zu wählen, das Metall keinesfalls zu überhitzen und dann die Form nicht langsam volllaufen, sondern das Metall hineinstürzen zu lassen.

Es ist selbstverständlich, daß Bronzen mit 15—25% Zinn, welche um 850 bzw. 800 Grad Celsius schmelzen, leichter und besser in Metallformen zu gießen sind als solche mit 6—10% Zinn, die bei 1036 bzw. 1000 Grad Celsius schmelzen.

Bei den Versuchen wurde, um vergleichbare Unterlagen zu bekommen, für alle Nachbildungen der Formen Bronze mit 10% Zinn und die gleiche Legierung zum Herstellen der Gußstücke benutzt¹¹⁾. Versuchsweise wurde auch Bronze mit 10% Zinn in eine Form gegossen, deren Legierung 20% Zinn enthält. Auch das gelang ohne Schwierigkeiten. Obwohl die Bronze der Form einen niedrigeren Schmelzpunkt als die eingegossene besitzt, reicht die Wärme der letzteren nicht aus, die um mehrere hundert Grad kältere Form zum Schmelzen zu bringen.

Vor dem Guß wurden die Versuchsformen entweder mit feinem Lehm ausgeschlämmt, dünn mit Öl oder Kreide überzogen, angerußt oder mit Graphit ausgestrichen. Es hat den Anschein, als ob die beiden letzten Überzüge am günstigsten sind. Sie sind jedoch nicht unbedingt erforderlich, denn die beim Erwärmen der Form vor dem Guß entstehende Oxydhaut genügt oft schon, um Gußstück und Form zu trennen. Außerdem zieht sich der Gußrohling beim Erkalten zusammen, so daß er meistens lose in der Form liegt.

Bei den Gußversuchen erlitten die Formen durch den Gußvorgang keine Beschädigungen. Rissebildungen und Sprünge treten erst auf, wenn die Form nach dem Guß zu schnell abkühlt. Bei den Versuchen steckten die Formen in heißem Sand. Dort blieben sie auch noch eine Weile liegen, wenn schon das Gußstück herausgenommen war, was gleich nach dem Erstarren des Metalls geschah. Durch solche Vorsichtsmaßnahmen läßt sich auch das Verziehen der Formen weitgehend vermeiden. Trotzdem dürften auch die Formen aus Bronze nach einer gewissen Anzahl von Güssen unbrauchbar werden, denn

¹⁰⁾ Die Temperaturen wurden mit den leicht zu handhabenden Thermochromstiften gemessen — Faber Castell Nr. 2 819.

Die von E. Voce ausgeführten Gußversuche (2 Ausgüsse) mit einer gut erhaltenen Bronzeklappform für ein Lappenbeil mit Öse aus Mâcon, Frankreich, und einer Sichelform aus Stein vom Züricher See wurden mit auf 150 Grad Celsius erwärmten Formen ausgeführt. Benutzt wurde Bronze mit 7% Zinn, welche bei 1150 Grad Celsius in die Form gegossen wurde (H. H. Coghlan, Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World, Oxford 1951).

¹¹⁾ Die durch Dr. H. Otto, Leuna, 1956/1957 durchgeführten spektralanalytischen Untersuchungen des Metalls einiger Formen ergaben in %:

Haassel I: Cu; 12,0 Sn; 0,11 Ag; 0,6 Ni; Spuren As; Sb; Bi.

Haassel II: Cu; 14,0 Sn; 0,05 Ag; 0,7 Ni; 0,1 As; 0,1 Sb; 1,0 Fe.

Schinna, Tüllenbeil: Cu; 2,0 Sn; 1,0 Pb; 0,5 Ag; 0,3 Ni; 0,3 As; 0,1 Sb; 0,3 Fe.

Schinna, Sichel: Cu; 0,9 Sn; 0,9 Pb; 0,1 Ag; 0,2 Ni; 0,3 As; 0,05 Sb.

Erlingshofen: Cu; 13,0 Sn; 0,7 Pb; 0,8 Ag; 0,05 Ni; 1,5 As; 0,9 Sb; 0,5 Fe.

durch das häufige Erwärmen und Abkühlen wird das zunächst feinkörnige Metallgefüge ganz grob und locker. Das ließ sich an einer zerbrochenen Versuchsform sehr deutlich erkennen. Es handelt sich bei dieser Umwandlung offensichtlich um einen ähnlichen Rekristallisationsvorgang, wie er eintritt, wenn man Kupfer-Zinn-Bronzen oder Kupfer nach dem Schmieden, durch das sie hart und spröde geworden sind, wieder erwärmt und im Wasser abschreckt. Sie werden so wieder weich und biegsam.

Wie die Teile der Formen in vorgeschichtlicher Zeit beim Guß und vorher beim Erwärmen zusammengehalten wurden, ist nicht bekannt ^{11a)}. Da aber sehr viele Formen eine Ose auf der Rückseite besitzen, ist anzunehmen, daß sie zusammengebunden wurden. Ob man hierzu nun Schnüre nahm, welche sicher nur einen oder wenige Güsse aushielten, oder ob man Draht benutzte, ist nicht zu sagen. Absatzbeilformen, wie die Fundstücke aus Niedersachsen, dürfte man sicher etwa bis zur Hälfte in den Boden gesteckt und mit Steinen festgelegt haben. Das ist notwendig, da eine nicht zusammengebundene Form sonst vom einlaufenden Metall auseinandergedrückt wird oder die Nähte nicht dicht schließen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen nun einige Formen und Versuche beschrieben werden.

Die ersten Gußversuche wurden 1948 mit der Form „Lüneburg I“ ausgeführt. Der Guß in einer nicht angewärmten, mit Lehm ausgeschlammten Form ergab einen unbrauchbaren, porigen Rohling. Der Guß in einer auf 50 bis 100 Grad erwärmten Form aber gelang. Die durch das Gießen auf etwa 150 bis 200 Grad erwärmte Form ließ sich besonders gut ausgießen. Bisher geschah das zwölfmal. Schäden traten nicht auf. Die Gußrohlinge wogen um 600 Gramm, die fertigen Beile um 560 Gramm.

Für weitere Versuche wurde die Nachbildung der Form Haassel I benutzt. Es handelt sich hier um eine Form, welche im Verhältnis zur Größe des einzugießenden Beiles eine auffallend dünne Wandung besitzt. Die im Innern angerußte Form wurde zunächst auf 80 bis 100 Grad erwärmt. Durch den ersten Guß hatte sie sich auf etwa 320 Grad erhitzt, danach wurde sie weitere drei Male mit Erfolg ausgegossen. Bei den letzten Güssen wurden durch das einlaufende Metall die dünnen Wandungsteile des Eingußtrichters und die Mitte der ganzen Form für einen Augenblick rotglühend, sie war also um 600 Grad warm und offensichtlich zu heiß geworden. Bei den folgenden Versuchen wurde sie regelmäßig auf 150 bis 200 Grad gehalten und hielt so ohne Schaden mehr als 15 Güsse aus. Die Rohlinge wogen hier um 390 Gramm und die fertigen Beile um 315 Gramm.

Vor diesem Versuch war eine andere Form, ebenfalls ein Abguß

^{11a)} Eine guterhaltene zweiteilige Bronzeform für Absatzbeile aus Wiltshire, England, besitzt im oberen und unteren Drittel der Formschalen eine im Guß nachgebildete Umwicklung mit Schnüren (für die Übersendung eines Fotos, die auf Veranlassung von Herrn H. W. M. Hodges, Belfast, erfolgte, habe ich der Direktion des Britischen Museums, London, zu danken).

Vielleicht deuten die zwei Rippen unterhalb des Eingusses bei der Form Lüneburg II auch eine Umschnürung an. Ganz ähnliche Rippen besitzt die Absatzbeilform aus Vorland, Kr. Grimmen, Pommern (Mus. f. Ur- und Frühgeschichte Berlin).

der Form Haassel I, nach dem dritten Guß unbrauchbar geworden. Der Einguß war zu voll gelaufen, so daß Bronze über seinen Rand lief und diesen umklammerte. Ferner war in der Mitte der Form Metall durch die Naht gedrungen und umfaßte die Wandung. Beim Versuch, das kaum erstarrte Gußstück aus der noch erheblich warmen Form zu lösen, zerbrach diese.

Mehrere der bei den Versuchen gewonnenen Gußstücke zeigen tiefe Einbuchtungen und Hohlräume am Ende des Schäftungsausschnittes hinter dem Absatz. Es handelt sich um Schwindungslunker, wie sie sich auch an zahlreichen Fundstücken feststellen lassen. Ferner waren die Ränder der Schäftungszunge zum Teil leicht wellig. Hier war das Metall nicht gut an die Formwandung herangekommen. Auch das läßt sich an fast allen Rohlingen solcher Beile nachweisen.

Bei den Metallformen ist im Vergleich zu Formen aus anderen Werkstoffen das Schwinden (Zusammenziehen des Metalls) des Gußstückes beim Erkalten besonders groß, da das eingegossene Metall zu schnell abkühlt, weil die Bronzeform ihm die Wärme entzieht. In ungünstigen Fällen entstehen hierdurch Sprünge im Werkstück, so daß es unbrauchbar wird. Es hat den Anschein, als sei die Oberfläche in Metallformen gegossener Gegenstände etwas härter als die solcher aus Lehmformen.

Gußstücke, die in Stein- oder Lehmformen gegossen wurden, besitzen oft eine leicht körnige Oberfläche. Die aus Metallformen stammenden sind vielfach von dicht an dicht liegenden feinen Falten oder flachen unregelmäßig geformten Furchen überzogen. Auf Grund dieser Merkmale läßt sich für manche Funde beweisen, daß sie aus Metallformen stammen. Das scheint z. B. für die meisten bisher untersuchten Absatzbeilrohlinge aus Niedersachsen und Schleswig-Holstein zuzutreffen ¹²⁾.

Es ist also unter günstigen Voraussetzungen ohne weiteres möglich, die Benutzung von Metallformen auch dort nachzuweisen, wo solche bisher fehlen.

Die Metallmenge zum Guß eines schweren Beils ist in einem Herd mit Blasebalg (z. B. einfaches Schmiedefeuer) in etwa 10—15 Minuten geschmolzen ¹³⁾. Zum Guß, dem Abkühlen der Form, Entnehmen des Gußstückes und erneutem Zusammensetzen der Form sind nicht mehr als 15 Minuten erforderlich. Danach kann die Form gleich neu benutzt

¹²⁾ Besonders gute Beispiele sind Absatzbeilrohlinge aus Meldorf, Dithmarschen, Teil eines Depots? (Mus. Altona 1934: 114), Fintel, Kr. Rotenburg (Mus. Stade 589), Wiegersen, Kr. Stade, Depot, u. a. drei Beile, zwei davon Rohgüsse, einander sehr ähnlich, jedoch nicht sicher, ob aus gleicher Form (Mus. Stade 593 und 594), Tüllenbeil aus Mittelsdorf, Kr. Stade (Mus. Stade 798), Tüllenbeil aus Bergen (Mus. Bergen, Kr. Celle).

¹³⁾ Der Bronze wurden keine modernen Desoxydationsmittel (z. B. Phosphorkupfer) oder Flußmittel zugesetzt. In vorgeschichtlicher Zeit hat man den Zutritt des Sauerstoffs durch Abdecken des flüssigen Metalls mit Holzkohle verhindert. Das geschah im Mittelalter und ist z. T. auch noch heute üblich. Im Metall eines Absatzbeilrohlings aus Wiegersen, Kr. Stade (Mus. Stade 594), liegen an mehreren Stellen im Metall Holzkohlestücke. Ferner steckt in einem Arm eines Gußzapfens (für ein Tüllenbeil?) aus Seebenau, Kr. Salzwedel (Land. Mus. Halle), ein größeres Kohlestück, während der zweite Arm gar nicht ausgelaufen ist. Vermutlich war der Gußkanal durch mitgebrannte Kohle versperrt.

werden, da man sicher mehrere Tiegel im Feuer bzw. den zum ersten Guß benutzten Tiegel wieder nachgefüllt hat.

Von den Rohlingen wurden anschließend die Zapfen abgebrochen und — wie die Fundstücke zeigen — die Schneiden regelmäßig ausgeschmiedet. Die Gußnaht und die Ränder der Schäftungszunge glättete man mit dem Hammer; vielfach wurde auch die ganze Beiloberfläche mehr oder weniger sorgfältig nachgeschliffen.

Große Depotfunde, welche oftmals aus mehreren hundert Beilen und Sichelstücken bestehen, enthalten kaum zwei Stücke, die aus einer Form stammen, obgleich man doch annehmen sollte, daß in großen Funden viele Stücke aus der gleichen Form sein müßten. Es ist also anzunehmen, daß in den Gießwerkstätten eine größere Anzahl Formen für die gleichen Gegenstände vorhanden waren.

In Stade-Campe¹⁴⁾ wurden elf Absatzbeilrohlinge zusammen mit einem Kupferbarren und einem kleinen porigen Bronzestück gefunden (Mus. Stade). Sehr wahrscheinlich handelt es sich hier um einen Gießfund. Die elf Beile entstammen acht verschiedenen Gußformen, denn nur einmal sind drei und einmal zwei Stücke einander gleich. Das läßt sich auf Grund der Gußnähte erkennen, welche sich in allen Einzelheiten gleichen. Es ist bemerkenswert, daß mit den drei Beilen aus gleicher Form ein weiteres Stück in allen Abmessungen und Abweichungen übereinstimmt. Nur die Gußnaht verläuft hier anders. Entweder hat man mit Hilfe ein und derselben Vorlage sich mehrere Klappformen aus Lehm hergestellt, die nur wenige Güsse aushielten, oder aber auch mehrere Metallformen geschaffen. Leider ist die Oberfläche der elf Beile stark oxydiert, so daß nicht sicher zu sagen ist, aus welchem Material die Form bestanden hat.

Nicht so leicht wie die Herstellung der schweren und plumpen Absatzbeile erschien zunächst der Guß der kleinen Knopfsichel in der Form aus Schinna. Die im Vergleich zum Beil nur geringe Metallmenge muß ja die nur sehr dünne Schneide der Sichel ausfüllen. Die Versuche, wiederum mit Gußbronze 10 ausgeführt, gelangen aber recht gut. Von zwölf Abgüssen waren zehn brauchbar. Bei den Fehl-güssen hatte sich auf der Sichelrippe unter dem Knopf eine größere Blase angesetzt, so daß hier die Form nicht auslief. Ähnliche Fehler ließen sich an einigen Sichelstücken des Depotfundes von Glienicke, Kr. Beeskow, feststellen (Mus. f. Ur- u. Frühgesch. Berlin). Beim Guß vollständig mißlungene Sichelstücken enthält der Gießfund von Weissig, Kr. Großenhain, Sachsen (Land. Mus. Dresden).

¹⁴⁾ W. Wegewitz, Der Stader Gießfund aus der älteren Bronzezeit, Rundschau, Blätter für Heimatkunde 1929, Nr. 8, Beilage zum Volksblatt.

E. Sprockhoff, Niedersachsens Bedeutung für die Bronzezeit Westeuropas, 31. Bericht der Röm.-Germ.-Kommission 1941, II. Teil, Taf. 30.

Bei dem von W. Wegewitz erwähnten „Gußzapfen“ handelt es sich nur um porige, verschmolzene Bronze. Die abgebildete Schlacke ist rezent. Bei der von W. Wegewitz und K. Kersten durchgeführten Nachgrabung wurde eine Grube von 2,40 : 1,40 m Größe und 0,60 m Tiefe mit zwei Herdstellen und an einer Seite drei Pfostenlöchern erfaßt. Hinweise auf eine Gießerei — Reste von Formen und Tiegeln — fanden sich leider nicht. — Wieweit die Fundstücke des Depots von Ilsmoor b. Stade (Land. Mus. Hannover) untereinander oder evtl. mit dem von Stade-Campe übereinstimmen, ist noch nicht untersucht worden.

Beschädigungen traten an der Versuchsform, welche vor dem Guß auf 100 bis 250 Grad erhitzt wurde, nicht auf. Vor dem ersten Guß wurde sie angerußt, danach nicht mehr. Versuchsweise wurde auch die Formhälfte mit dem Sichelnegativ gegen eine ebenfalls erwärmte Steinplatte gelegt und ausgegossen. Der Guß gelang gut.

Gering war die zur Herstellung einer Sichel benötigte Arbeitszeit, da sich auch diese Form mehrfach nacheinander ausgießen ließ. Sechs Sichel wurden in 40—45 Minuten gegossen. Von den Gußstücken brauchte nur noch der Zapfen abgeschlagen zu werden.

Wie viele große Hortfunde von Sichelrohlingen zeigen, wurden sie häufig in diesem Zustand verhandelt. Das Hämmern und Schleifen der Schneide wurde wohl dem überlassen, der die Sichel benutzen wollte. Für den Gießer waren also einschließlich des Schmelzens der Bronze bestimmt nicht mehr als 10 Minuten zur Herstellung einer Knopfsichel nötig.

Da sich häufig gerade Sichelnegative zu mehreren an einem gemeinsamen Einguß, aber auch getrennt nebeneinanderliegend in Steinplatten eingegraben finden, dürfte der Zeitaufwand vielfach noch geringer gewesen sein, weil solche Formen ja zweifellos zur gleichen Zeit ausgegossen wurden.

Die aus der Form von Schinna gewonnenen Gußrohlinge wogen zwischen 85 und 90 Gramm, die fertigen Sichel etwa 48 bis 50 Gramm.

Eine noch geringere Metallmenge war zum Ausguß der zweiteiligen Nadelform aus dem bekannten Hortfund der Perioden III/IV von Berlin-Spindlersfeld erforderlich (ehem. Märk. Mus. Berlin)¹⁵⁾. Der Einguß erfolgte bei dieser Form durch den Schaft der Nadel. Das läßt sich auch sonst häufig bei Nadelgußformen und an manchen Nadeln beobachten. Bei einer solchen Anordnung des Eingusses wurde auch der Nadelkopf gut ausgefüllt, weil das im Nadelschaft und im Einguß befindliche Metall nach unten drückt. Von dem Gußrohling wird der Zapfen entfernt und der Nadelschaft ausgeschmiedet. Dadurch wird er dünner und etwa 180—220 mm lang, hart und federnd. Nur 48—50 Gramm wog der Rohling und 25—30 Gramm die fertige Nadel.

Das Fundstück aus Spindlersfeld ist bisher die kleinste Bronzeform, für welche sich beweisen läßt, daß Bronze in sie gegossen wurde¹⁶⁾, denn ein zweifellos dieser Form entstammender Nadelkopf wurde mit ihr zusammen gefunden.

Im Gegensatz zu den bisher behandelten zweiteiligen Schalenformen benötigten die Tüllenbeilformen zur Vervollständigung einen Kern, welcher den Hohlraum der Beiltülle aussparen sollte. Aus den in zahlreichen benutzten Tüllenbeilen und nicht nachgebesserten Gußstücken noch vorhandenen Lehmresten läßt sich schließen, daß es üblich war, die Kerne aus Lehm zu fertigen. Ferner lassen die Gestalt und Oberfläche der Beiltüllen, welche ja dem benutzten Kern ent-

¹⁵⁾ E. Sprockhoff, Marburger Studien 1938, Taf. 82, 31/33.

¹⁶⁾ In Birka im Mälarsee, Schweden, wurde eine nur 50 mm lange und 2,4 mm dicke wikingerzeitliche (11. Jh.) Bronzeform für runde Anhänger gefunden (Stat. Hist. Mus. Stockholm). Das Negativ ist nur um 1 mm tief. Eine Nachbildung dieser Form ließ sich bisher mit Bronze, Messing oder Edelmetallen nicht ausgießen. Vermutlich war sie zum Guß von Zinn oder Bleianhängern bestimmt, wie sie ja auch in Birka gefunden wurden.

sprechen, Schlüsse auf dessen Herstellungsart und Beschaffenheit zu. Über den außerhalb des Gußstückes liegenden Teil des Kerns, welcher beim Guß mit den zwei Hälften der Klappform verbunden war, geben die zahlreichen, in ihrem Aufbau gleichartigen Gußformen Auskunft.

Die Gestalt des meistens außerhalb der Form liegenden Eingußtrichters läßt sich z. T. aus den Formen, hauptsächlich aber aus den zahlreichen Gußzapfen von Tüllenbeilen erschließen, welche ja Ausgüsse dieses Teiles sind. Unter den Formresten des großen Gießereiplatzes von Haag bei Randers/Nordjütland befindet sich u. a. auch das Bruchstück eines Eingußtrichters aus Lehm, welcher zu einer Lanzenspitzen- oder Tüllenbeilform gehört haben muß¹⁷⁾.

Auf Grund dieser Beobachtungsmöglichkeiten ist es also verhältnismäßig einfach, den Guß eines Tüllenbeiles zu rekonstruieren¹⁸⁾.

Zunächst muß ein Kern aus Lehm gefertigt werden. Da die Stein- und Metallformen ja nicht für einmaligen Gebrauch, sondern für eine größere Anzahl von Güssen bestimmt waren, die sicher oftmals schnell nacheinander erfolgen sollten, so hat man sicher gleich mehrere Kerne geformt; denn für jeden Guß war ein neuer Lehmern erforderlich.

Bei den Versuchen mit der Tüllenbeilform aus Schinna erwiesen sich als Ausgangswerkstücke 90 mm lange Lehmrollen am geeignetsten, die von oben nach unten konisch verlaufen und einen ovalen Querschnitt besitzen (Taf. 4, 2). Solch ein Lehmstück legt man in eine der beiden Formschalen (Taf. 4, 1), wobei man es oben 10 mm überstehen läßt; dann bringt man die zweite Schale hinzu und quetscht den Lehm zusammen. Oben herausgepreßtes Material drückt man wieder zurück¹⁹⁾. Jetzt wird die Form geöffnet und der Kernrohling entnommen. Er ist ein getreuer Abdruck des Formhohlraums, nur ohne Öse und den unteren Teil des Beils (Taf. 4, 3). Diesen Rohling

¹⁷⁾ C. Neergard, Haagfundet, Aarbøger 1908, 273, Figur 28 a, b. — G. Schwantes, Geschichte Schleswig-Holsteins (1939) 441, Abb. 671.

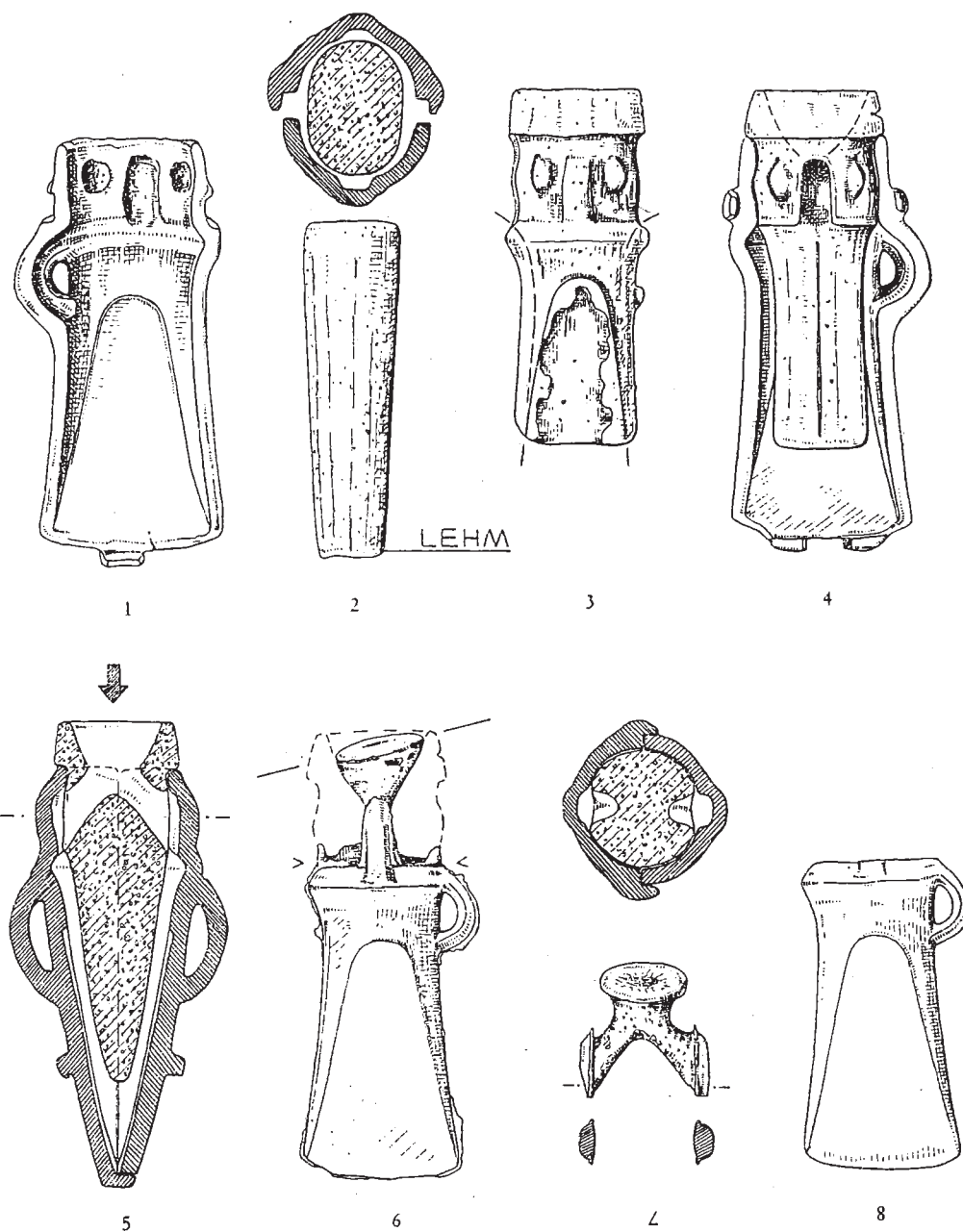
¹⁸⁾ Die von C. Neergard, Fig. 31—34, vorgelegte Rekonstruktion eines Tüllenbeilkerns und einer zusammengesetzten Steinform ist richtig, wenn man von den zu dünnen Armen des Eingusses absieht. — Bei der Rekonstruktion von A. Oldeberg (Metalltechnik under förhistorisk Tid, 1943, Teil II, Fig. 296) erscheinen die Dübel zum Halten des Kerns im Längsschnitt. Eine solche Lage ist bei den bisher bekannten Formen aus Skandinavien nicht üblich. Die unter Fig. 297 vorgelegte Rekonstruktion einer Lanzenspitzenform läßt den Kern merkwürdigerweise ganz fort.

Die schematische Rekonstruktion einer Tüllenbeilform aus Stein mit Lehmern durch H. H. Coghlan (vergl. Anm. 10) zeigt einen Einguß mit zwei Kanälen welche parallel zur Trennfuge der Form am Beilrand und nicht wie üblich quer zu diesen ansetzen. Ob es solche Formen gibt, konnte noch nicht geklärt werden.

¹⁹⁾ Evans (The Ancient Bronze Implements, London 1881 — Kernherstellung 443—46, 449), welcher die Herstellung der Kerne richtig beschreibt, nur daß er das unerläßliche Brennen derselben vor dem Guß nicht erwähnt und die Gußkanäle und den Einguß aus dem getrockneten Kern herausgeschabt, gibt an, daß zur Kernherstellung Lehm von oben in die zusammengebundene Form gestopft wird. Das erwies sich als unzumutbar.

Die von Evans allerdings mit mancherlei Bedenken vorgebrachte Ansicht, daß es sich bei bestimmten Tüllenbeilen aus Blei um Formen zur Herstellung von Kernen handelt, ist gewiß falsch. Die Kerne lassen sich nicht wieder aus einer solchen Form entfernen.

Tafel 4



Die Verwendung der Tüllenbeilform aus Schinna, Kr. Nienburg. 1 Formschale, 2—5 Anfertigung des Lehmkerns, 6 und 7 Gießrohling und Gießzapfen, 8 das fertige Beil. M 1 : 2

läßt man zunächst etwas antrocknen. Im folgenden Arbeitsgang wird der Teil des Kerns geformt, der später die Tülle des Beiles bildet. Man schnitzt von dem Rohling eine etwa 2—4 mm starke Schicht ab und schafft so den Platz für die Wandung des Beiles. Als nächstes schneidet man den Eingußtrichter sowie die beiden quer zur Naht der Klappform am Beilrand liegenden Anschnitte heraus, die sich am Kernoberteil zwischen den beiden runden Buckeln abzeichnen. Diese Buckel, welche ja Abdrücke von Vertiefungen im Oberteil der Form sind, sollen verhindern, daß sich der Kern in der Form verdreht und daß er durch das einfließende Metall angehoben wird.

Dann schneidet oder schabt man die Verbindung vom Anschnitt zum Kegel heraus (Taf. 4, 4 und 5). Das geschieht am zweckmäßigsten mit einem in der Schneide leicht gerundeten Spachtel, mit welchem man auch die Innenseiten der Gußkanäle und die nicht mit den Fingern zu erreichenden Teile des Eingusses glättet. Den jetzt fertiggestellten und plastischen Kern setzt man vorsichtshalber nochmals in die Form hinein, um möglicherweise beim Modellieren entstandene Verformungen wieder auszugleichen. Anschließend wird der Kern getrocknet und danach zweckmäßigerweise zusammen mit einer größeren Anzahl weiterer Kerne gebrannt. Das geschieht am besten in einem offenen, nicht zu kräftigen Holzfeuer. In diesem bleiben sie solange, bis sie eine Zeitlang durch und durch rotglühend gewesen sind.

Bei den Versuchen benötigte die Anfertigung eines einzelnen Kerns im Zuge einer Herstellung von mehr als zehn Kernen zwischen 15 und 20 Minuten. Hierin ist die Lehmzubereitung, sowie das Brennen des Kerns enthalten, aber nicht das Trocknen. Verwendet wurde sandiger Lehm aus einer Kiesgrube und Ziegeleiton, dem Sand und gesiebter Pferdemist zugesetzt waren. Je mehr Sand ein Kern enthält, desto weniger schwindet er beim Trocknen. Es ist zweckmäßig, Lehm zu verwenden, der noch plastisch, aber nicht zu feucht ist.

Durch das Brennen sind die Kerne leicht und porös geworden. Dem Lehm zugesetzte organische Stoffe sind herausgebrannt bzw. verkohlt. Von außen haben die Kerne nun eine ziegelrote Farbe, die oftmals, wenn die Kerne nicht lange gebrannt sind, nur wenige Millimeter tief in den Kern hineinreicht. Wie die Versuche zeigten, genügt aber solch ein mäßiger Brand, wenn auch ein vollkommen gleichmäßiges Kerngefüge sicher besser ist. In vielen Tüllenbeilen und Beilrohlingen finden sich Formreste, die die verschiedensten Brennstufen zeigen. Vielfach ist z. B. das Innere des Kerns dunkelrotbraun bis schwarzbraun, während eine dünne Außenschicht ziegelrot gebrannt ist. Es wurde daher vermutet, daß diese Rotfärbung nicht durch den Brand, sondern beim Guß durch das einlaufende Metall verursacht wurde. Bei den Versuchen zeigte sich aber regelmäßig, daß eine Verfärbung des Kerns hierbei nur dann und wann am Einguß bzw. in den Anschnitten auftrat, also dort, wo das heiße Metall längere Zeit auf dieselbe Stelle traf.

Zum Guß wird nun der Kern in die Form gesetzt und diese wie üblich erwärmt. Der Kern hängt ziemlich lose in der Form, da er durch das Trocknen und Brennen kleiner geworden ist. Der Schwund betrug bei den Versuchskernen zwischen 0,5—1,8 mm im Vergleich zum Formhohlraum. Zwischen der Form und dem Kern entstand also

im ungünstigsten Falle eine Naht von fast 1 mm (Taf. 4, 5 und Schnitt durch das Formoberteil). Diese Nähte und der lose sitzende Kern üben auf das Gelingen des Gusses keinen ungünstigen Einfluß aus, im Gegenteil, durch die umlaufende Naht können Luft und Gase gut nach oben entweichen, und ferner wird der Kern durch das gleichmäßig von zwei Seiten in die Form fließende Metall genau in die Mitte des zu gießenden Beils gerückt. Gleich nach dem Guß, welcher in einer angeruhten und auf 150—250 Grad erwärmten Form erfolgte, konnte man den Rohling aus der Form nehmen (Taf. 4, 6). Zuerst schlägt man den Lehm ab, welcher den Zapfen umgibt, dann entfernt man ihn selber (Taf. 4, 7; 8 das fertige Beil). Wie die Bruchränder an den Gußzapfen und an Tüllenbeilen zeigen, geschah das in der Regel durch Abschlagen. Nur im Ausnahmefall schlug man mit dem Meißel eine Kerbe ein, um das Ablösen zu erleichtern. Den Tüllenrand und die Gußnähte hat man meistens abgeschliffen bzw. mit dem Hammer geglättet. Fast an allen benutzten Tüllenbeilen läßt sich außerdem beobachten, daß die Schneiden vor dem Schleifen ebenfalls mit dem Hammer bearbeitet worden sind, der immer eine ziemlich stark gerundete Bahn besaß. Durch das Schlagen dürften sich gleichzeitig die zum Teil sehr harten Kernreste aus der Tülle gelöst haben. Die Versuchsform wurde bisher vier Mal ausgegossen. Der erste Guß mißlang, weil die Form nur handwarm war. Die Herstellung eines gebrauchsfertig geschliffenen Tüllenbeiles dürfte einschließlich Guß und Kernherstellung etwa 45 Minuten benötigt haben. Das Gewicht des Gußstückes beträgt 180—200 Gramm, das des fertigen Beils 120 bis 140 Gramm.

Ein interessantes Tüllenbeil, bei dem außer der Schneide auch die Seiten facettenartig gehämmert sind, stammt aus Dibbersen, Kr. Harburg (Helms-Mus. Harburg 68121, Taf. 5). Es wurde sehr wahrscheinlich in einer Stein- oder Lehmform gegossen. Am Tüllenrand, dort wo der Gußzapfen ansetzte, sind noch zwei außergewöhnlich große Stümpfe zu beobachten, welche ebenfalls glatt geschlagen worden sind.

Während das aus der Form von Schinna zu gießende Beil einem Typ angehört, bei dem die Tülle sich vom Rand ausgehend zunächst verengt, um dann über der Schneide etwa wieder die obere Breite zu erreichen, verjüngt sich der Tüllenraum bei dem Beil aus Dibbersen gleichmäßig vom Rand zur Schneide.

Besonders in den Tüllen von Beilen der Perioden V und VI der Bronzezeit lassen sich an den breiten Seiten der Beile, also quer zur Gußnaht der Klappform verlaufend, feine Rippen beobachten. Sie setzen meistens etwas unterhalb der Anschnitte am Rand an und führen bis zum Boden der Tülle und ragen gewöhnlich etwa einen Millimeter weit in den Hohlraum hinein. Manchmal gehen von diesen Rippen noch zwei weitere aus, welche in die unteren beiden Ecken der Tülle führen. Dadurch entsteht ein dreiarmliges Strahlenmuster, wie es sich auch gelegentlich auf den Innenseiten der Gürteldosen der Periode III oder an den Rückseiten mancher Plattenfibeln findet²⁰⁾.

²⁰⁾ Zuerst wurden diese Dinge ausführlich durch H. Ohlshausen behandelt — Technik alter Bronzen, Verhandlg. der Berliner Gesellsch. f. Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte 1885, 410.

Hier werden auch die grundlegenden Arbeiten zu diesem Thema von Lane

Diese Rippen werden unterschiedlich gedeutet. Sie werden entweder für Gußnähte, als Ornamente oder als Hilfsmittel zum besseren Verkeilen der Schäftung in der Tülle angesehen. Tatsächlich gibt es Beile, bei denen die Rippen 3—5 mm weit vorstehen und welche zum Teil keine Ose besitzen. In solchen Fällen ist wohl offensichtlich, daß sich der Schaft zwischen den Rippen verkeilen sollte. Leicht läßt sich beweisen, daß es sich bei diesen Rippen nicht um Gußnähte von zweiteiligen Kernen handelt; denn den Rippen ist es unschwer anzusehen, daß sie in den noch weichen Kern eingeschnitten wurden, also keine Abgüsse einer Naht sind (vgl. Taf. 4, 4). Eine solche müßte auch durch den ganzen Kern führen und nicht, wie häufig zu beobachten, mehrere Zentimeter unterhalb des Randes ansetzen. Ferner hätte ein zweiteiliger Kern nur dann einen Sinn, wenn er sich ohne Beschädigung wieder aus dem Gußstück entfernen ließe. Da sich regelmäßig bei solchen Beilen der Tüllenraum unten verbreitert, ist auch das unmöglich. Bemerkenswert ist aber, daß die Rippen unter den beiden Anschnitten beginnen, praktisch also eine Verlängerung des Eingusses darstellen und vielleicht dadurch das Einlaufen des Metalles günstig beeinflussen. Notwendig waren sie jedoch nicht. Bei den weit dünnwandigeren und schlechter zu gießenden Lanzenspitzen ließen sich solche Rippen bisher nicht feststellen.

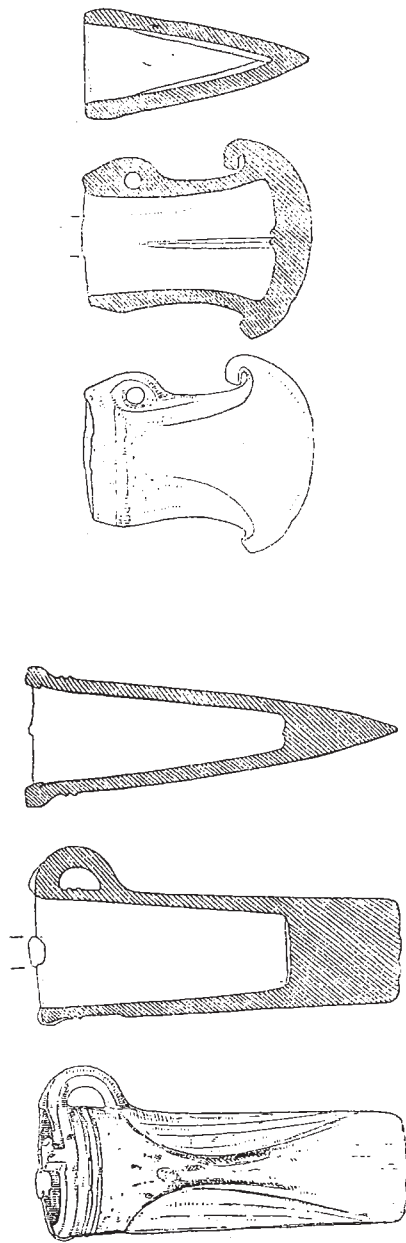
Als Beispiel für ein Beil mit zwei Rippen in der Tülle wird ein 80 mm langes Fundstück aus Heidgraben, Kr. Pinneberg/Schleswig-Holstein, vorgelegt (Mus. Altona 1934: 1, Taf. 5). Die etwa 1—1,2 mm hohen Rippen setzen hier dicht unterhalb des 10 mm breiten Anschnittes an und führen bis zum spitz auslaufenden Tüllenende.

Zwei ähnliche, aber erst 15 mm unter dem Rand ansetzende, bis zu 1,5 mm hohe Rippen besitzt ein 60 mm langes Tüllenbeil aus Bliedersdorf, Kr. Stade (Mus. Stade 1155, Taf. 5). Als Beispiel für ein Beil mit 6 Rippen in der Tülle wird ein 66 mm langes Fundstück aus Hollenbeck, Kr. Stade, abgebildet (Mus. Stade 4014, Taf. 5). Die Oberfläche dieses Beils ist vom Rand bis zur Schneide ganz außerordentlich sorgfältig mit dem Hammer überarbeitet. Die beiden Mittelrippen setzen 15 bzw. 20 mm unter dem Rand an, die danebenliegenden etwas tiefer.

Für Beile mit einer sich in der Tiefe verbreiternden Tülle, wie die Fundstücke aus Heidgraben, Bliedersdorf und Hollenbeck, kommt nur ein Tonkern in Frage. Bei solchen mit keilförmigen Tüllen, wie sie das Beil aus Dibbersen besitzt, muß auch mit der Benutzung von Metallkernen gerechnet werden, die nach dem Guß wiedergewonnen und dann erneut in die Form eingesetzt werden konnten. Technisch ist das ohne weiteres möglich, wenn man leichtflüssige Bronze, z. B. mit 15—20% Zinn, benutzt und den Kern vor dem Guß gut anwärmt. Daß tatsächlich Bronzekerne benutzt wurden, beweist der noch vor-

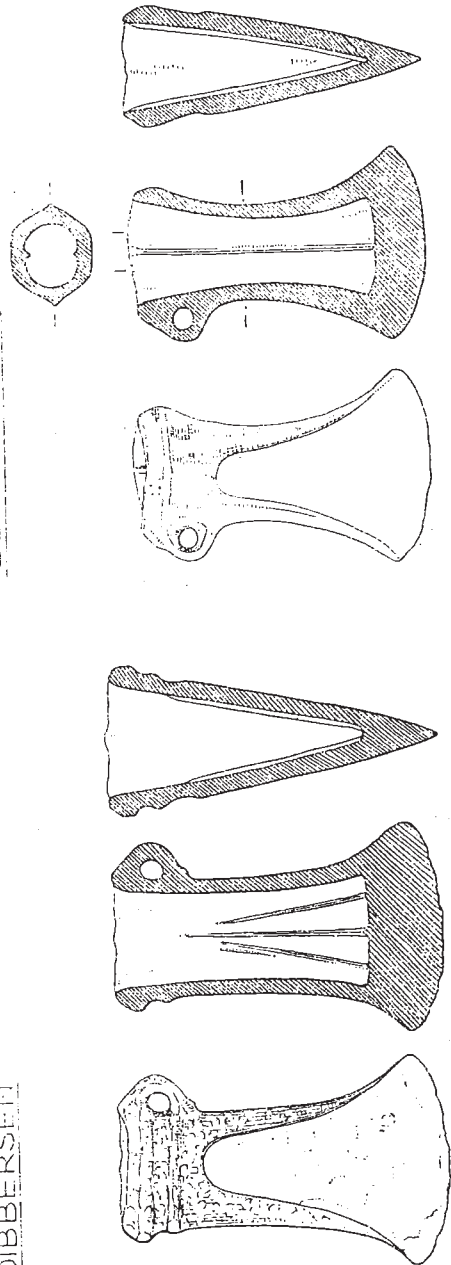
Fox oder die von Evans ausführlich besprochen. Vergl. auch H. J. Hundt, Die Bronzedosen der älteren Bronzezeit Mecklenburgs, *Germania* 28, 1944—1950 H. 3/4, 265.

Längsrippen, wie sie das Beil von Heidgraben (Taf. 5) in der Tülle besitzt, werden von R. Moschkau als angeschmolzene Kernstützen aus Draht angesehen (Technik der Vorzeit, Frenzel-Radig-Reche, Grundriß der Vorgeschichte Sachsens, 221 Abb. 51).



DIBBERSEN

BLIEDERSDORF



HOLLENBECK

HEIDGRABEN

Tüllenbeile aus Dibbersen, Kr. Harburg; Bliedersdorf und Hollenbeck, Kr. Stade; Heidgraben, Kr. Pinneberg. M 1 : 2

handene Kern zur vierteiligen Gußform für den Griff eines Möri-
ger-schwertes aus Erlingshofen, Amt Eichstätt, Mittelfranken (Staats-
sammlg. München) ²¹⁾.

Ferner gibt es noch eine Anzahl von Steinformen, bei denen die
Benutzung von Metallkernen mit Sicherheit anzunehmen ist. Durch
solche Kerne konnte z. B. die Herstellung der Tüllenbeile um 15–20
Minuten verkürzt werden, die sonst zum Formen des Kerns erforder-
lich waren.

Unter den Funden des großen Depotfundes von Vietkow, Pom-
mern ²²⁾, der u. a. mehr als 100 Tüllenbeile enthielt, befand sich
ein 106 mm langer T-förmiger Gegenstand, welcher bisher als Amboß
angesehen wird. Unter Umständen handelt es sich hier um einen
Metallkern zum Guß von etwa 100–110 mm langen Tüllenbeilen,
denn der Teil des Kerns, der die Tülle aussparte, ist 88 mm lang. Um
einen solchen Metallkern benutzen zu können, mußte die Wandung
bei beiden Hälften der betreffenden Gußform dicht über dem Rand
des Beilnegatives ausgeschnitten werden, um dort den Kern ein-
hängen zu können. Solche Formen sind tatsächlich aus Metall und
auch aus Stein bekannt. Da mit ihnen zusammen bisher keine Kerne
gefunden wurden, läßt sich die Verwendung von Metallkernen nur
vermuten. Selbstverständlich ließen sich solche Formen auch mit
Lehmkernen verwenden, die man nur auf eine andere Art befestigte.

Abschließend zur Frage der Kerne sei festgestellt, daß mehrteilige
Kerne nicht zu belegen sind. Mit der Verwendung von einteiligen
Kernen aus Metall ist wahrscheinlich in größerem Umfange zu rech-
nen. Solche aus Stein wurden sicher nicht benutzt; denn sie sind kaum
zu mehreren Güssen zu verwenden, auch dann nicht, wenn man sie
vielleicht mit einer dünnen Lehmschicht überzieht. Außerdem sind sie
umständlich und mühsam herzustellen.

Der Verwendungszweck des bisher als Kern zum Guß für Tüllen-
beile ²³⁾ bezeichneten Steingegenstandes aus dem Gießerfund von
Beckern, Kr. Striegau/Schlesien, ist bisher noch ungeklärt. Um den
Kern für eine zum direkten Metallguß bestimmte Form dürfte es sich
jedenfalls nicht handeln, zumal die Tüllenbeilformen aus Schlesien
zum Einsetzen von Kernen eingerichtet sind, die im Prinzip den schon
ausführlich beschriebenen aus Lehm gleichen.

Der im Übergang zur Wandung leicht gerundete 9 mm breite
Tüllenboden des Beils aus Dibbersen besitzt in der Mitte eine Kerbe.
Solche Kerben werden von A. Götze, welcher die festen Formen als
Vorformen für Wachsmodelle ansieht, so gedeutet, daß hier ein
zwischen beide Formhälften gelegter blechartiger Kernhalter endete,

²¹⁾ H. Drescher, Der Überfangguß, ein Beitrag zur vorgeschichtlichen Me-
talltechnik — in Druck beim Röm.-Germ. Zentralmus. Mainz. Bronzeformen:
Haassel I, Taf. 28; Spindlersfeld, Taf. 28; Erlingshofen, 14; Montlinger Berg,
Taf. 39.

H. Drescher, Die Knöpfe von Hagen, Kr. Lüneburg, Ein Beitrag zum bronze-
zeitlichen Metallguß nach Wachsmodeilen offa 15, 1956, Abb. 2 Metallkerne
zum Aussparen von Knopfsen.

²²⁾ E. Sprockhoff, Niedersachsens Bedeutung für die Bronzezeit Westeuro-
pas, 31. Bericht der Röm.-Germ. Kommission II. Teil, Taf. 48, 4.

²³⁾ H. Seger, Schlesiens Vorzeit in Bild und Schrift NF. V. Bd. Breslau 1909
Abb. 19d. — Ebert, Reallexikon Bd. 2, Taf. 76h.

der den Kern in der Mitte des Formhohlraumes halten sollte und mit eingegossen wurde²⁴⁾. Bei einer solchen Deutung wird übersehen, daß es keine Gußformen mit entsprechenden Aussparungen zum Einsetzen eines Kerns gibt, und ferner, daß beim Guß von Tüllenbeilen überhaupt keine mit einzugießenden Kernhalter nötig sind.

Aus dem gleichen Grunde kann auch der Annahme Götzes nicht zugestimmt werden, daß in den Lehmkernen manchmal eine Metallachse lag, die durch den Formhohlraum bis zur Schneide des Beiles reichte.

Kerben am Tüllenboden entstehen leicht, wenn man beim Modellieren des Kerns dessen Seitenflächen glattstreicht bzw. sein ziemlich dünnes und leicht zum Bruch neigendes Ende mit dem Spachtel zu-recht-drückt. Eine gußtechnische Bedeutung kommt ihnen gewiß nicht zu.

Poren die gelegentlich am Tüllenboden der Beile zu finden sind, werden von A. Götze als Hohlräume angesehen, welche durch Heraus-ziehen einer im Kern liegenden Metallachse aus dem Wachsmo-dell entstanden sind, „... wobei sich die beim Vorwärtsstoßen mitgeführ-ten Tonteile als Schlauch oder Sack vor die Stirnfläche legten“. Hier wird übersehen, daß beim Ausbrennen eines Wachsmodells die in diesem enthaltenen Fremdkörper nicht an ihrem Platz bleiben.

Leider hat A. Götze nicht immer angegeben, um welche Fundstücke es sich handelt, von denen er seine Schlüsse abgeleitet hat.

Wenn A. Götze weiter sagt: „Soweit Schalenformen mitwirken, handelt es sich in den meisten Fällen um Vorformen für Wachsmo-delle“, so ist das falsch, wie die Untersuchungen von bisher mehr als 200 Steinformen zeigten. Für die meisten Formen läßt sich be-weisen, daß in sie Metall gegossen wurde. Bei den Tüllenbeilformen dürfte es sich ausnahmslos um direkte Gußformen handeln. A. Olde-berg ist auch der letzten Ansicht²⁵⁾. Selbstverständlich lassen sich auch aus solchen Steinformen (weniger gut aus Metallformen) tadel-lose Wachsmo-delle gewinnen²⁶⁾. Wie einige Fundstücke beweisen, machte man auch gelegentlich von dieser Möglichkeit Gebrauch.

An den vielen bisher in bezug auf ihre Technik untersuchten Tüllen-beilen aus Mittel- und Nordeuropa ließ sich regelmäßig die Benutzung eines Eingusses mit zwei Gußkanälen beobachten, welcher wie bei der Form aus Schinna oder dem Beil aus Dibbersen quer zur Naht der Gußform angebracht ist. Nur an wenigen Formen aus Ungarn und dem Alpengebiet fanden sich bisher einseitig sitzende Eingüsse mit nur einem Anschnitt.

Zweiarmige Eingüsse, die parallel zur Formnaht angeordnet sind, wurden bisher nicht festgestellt, desgleichen auch keine entsprechen- den Merkmale an den Gußzapfen. Für Großbritannien und Irland werden von H. W. M. Hodges, Belfast²⁶⁾, außer der zuletzt genannten Art noch Eingüsse mit vier Armen angenommen. Auch hierfür

²⁴⁾ Ebert, Reallexikon Bd. 2, Taf. 76, S. 148—160.

²⁵⁾ Nach H. H. Coghlan (Anm. 10) S. 53 und Gespräche mit dem Verfasser 1955 in Stockholm.

²⁶⁾ Persönliche Mitteilung über unveröffentlichte neue Studien (1957). Vgl. auch H. W. M. Hodges, Studies in the late bronze age in Ireland — I. Stone and clay moulds and wooden models for bronze implements. The Ulster Journal of Archaeology Vol. 17, 1954, 62.

fehlen auf dem Festland bisher Belege. Das Vorkommen abweichender Ausführungen ist aber durchaus möglich, und es wäre gut, wenn man in Zukunft auch auf solche technische Eigenarten achten würde.

Es ist erstaunlich, daß sich nach den Arbeiten Ohlshausens und Evans u. a. in der Literatur kaum noch Hinweise auf technische Merkmale an Tüllenbeilen finden, obwohl doch z. B. die Gestaltung des Kerns, der Rippen und Muster in der Tülle, die Lage des Eingusses und a. m. im Interesse einer Verfeinerung der Typologie genauso sorgfältig ausgewertet werden müßten wie äußere Merkmale. Schon 1876 hat S. Müller versucht, auch die Gestalt der Tüllen und das Auftreten von Rippen im Innern (welche er allerdings wie Montelius als Gußnähte bzw. Gußränder bezeichnet) auszuwerten²⁷⁾, und auch A. Götze²⁴⁾ gab wertvolle Anregungen. Allgemein üblich ist aber eine solche alles auswertende Betrachtungsweise leider noch nicht geworden.

Abschließend sollen noch einige Hinweise zur Herstellung der Metallformen selber gegeben werden. Endgültige Angaben lassen sich aber vor Abschluß besonderer Untersuchungen nicht machen.

Bei vielen Formen ist es offensichtlich, daß sie mit Hilfe von Wachsmodellen in einer verlorenen Form gegossen wurden. Das gilt vor allem dann, wenn sich Ösen und andere unterschrittene Teile oder Spuren an ihnen finden, die der Spachtel auf dem Wachsmodell erzeugt hat. Andere wiederum können ohne weiteres in zweiteiligen Klappformen aus Lehm gegossen worden sein. Nahezu bei allen Formarten lassen sich grob und wenig sorgfältig ausgeführte Stücke neben bis ins letzte durchgefeilten, zum Teil an der Außenseite sogar noch verzierten Exemplaren feststellen. Bei den meisten Formen läßt sich ferner erkennen, daß zu ihrer Herstellung feste Modelle benutzt wurden. (Fertige Geräte bzw. Rohlinge von solchen oder Holzmodelle). Wollte man eine Form mit Hilfe von Wachs herstellen, so wurde die bis zur Hälfte in Lehm eingebetete Vorlage mit einer etwa gleichmäßig starken Wachsschicht belegt und dann die beabsichtigte äußere Gestalt in Wachs modelliert. Anschließend wurde das Wachsmodell möglicherweise einschließlich der zur Hälfte abgeformten Vorlage in Lehm gehüllt. War eine Hälfte gegossen, so wurde die zweite Hälfte dagegen modelliert.

Der Grund dafür, daß die Wandungen der Gußformen, seien sie nur um 5 oder 10 mm stark, immer etwa gleichmäßig dick sind und sich regelmäßig auch in ihrer äußeren Gestalt den Umrissen des Modells anpassen, darf sicherlich in der Verwendung gleichmäßig starker Wachsscheiben gesehen werden (vgl. die Außenseite der Form von Schinna oder die der Absatzbeilformen sowie die Schnitte). Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß es wichtig ist, die Wandungen der Formen annähernd gleichmäßig stark auszubilden, um das Auftreten unerwünschter Spannungen zu vermeiden. Das ist bei den Stein- und Lehmformen nicht nötig, da sie im Gegensatz zu den Metallformen sehr schlechte Wärmeleiter sind. Keinesfalls trifft die Vermutung zu, daß die leichtere und feinere Gestalt der Form aus Schinna einen technischen Fortschritt gegenüber den älteren, plum-

²⁷⁾ S. Müller, Aarbøger 1876, 208.

pen Absatzbeilformen anzeigt²⁸⁾, denn die Stärke der Wandung bzw. überhaupt das Metallgewicht einer Form ist anscheinend abhängig von der Menge des in die Form zu gießenden Metalls (vgl. die Gewichtsangaben der Formen und der Gußrohlinge dazu).

An beiden Schalen der Tüllenbeilform aus Schinna lassen sich am oberen Rand die Spuren von jeweils zwei Anschnitten ermitteln. Bei einer Tüllenbeilform aus Karbow b. Lübz/Mecklenburg (Land. Mus. Schwerin, B 99 a) liegen die Reste eines ebenfalls zweiarmigen Eingusses am Rand unterhalb der Schneide.

An den Absatzbeilformen zeigen vielfach die umlaufenden Ränder der Längsseiten und der Unterseiten noch die nicht nachbehandelte Gußhaut. Wenn sich hier keine Spuren eines Eingusses befinden, kann dieser nur am oberen Rand gelegen haben, wo er meistens mit dem Hammer überarbeitet worden ist. Auf Grund solcher Befunde darf wohl angenommen werden, daß es üblich war, Gußformen senkrecht stehend zu gießen.

Auf Grund der Versuche kann wohl nicht mehr daran gezweifelt werden, daß die Metallformen zum direkten Guß bestimmt und zur Massenherstellung von Gegenständen geeignet waren. Auch gelegentlich mit solchen Formen zusammen gefundene Gegenstände, welche zweifellos aus diesen gegossen worden sind, bestätigen das Versuchsergebnis.

Darüber hinaus lassen sich aber auch an den Formen selber Beweise für eine Benutzung finden. Hier sind an erster Stelle die feinen Risse zu nennen, die sich an vielen Formen finden. Bei den Absatzbeil- und Lappenbeilformen verlaufen sie fast regelmäßig quer durch die Form unterhalb des Absatzes bzw. zwischen den Lappen, also dort, wo vor allem beim Erkalten und Zusammenziehen des Gußstückes die größten Spannungen auftraten.

Bei der Tüllenbeilform aus Schinna führte ein solcher Riß, welcher am unteren Rand neben dem Zapfen ansetzt, etwa 20 mm weit in die Form hinein. Der Riß, welcher sich vor allem an der Außenseite zeigt, geht von einer Gußblase an der Wandung aus. Er wurde teilweise durch Einhämmern eines dünnen Bleches geschlossen.

Weiter befindet sich an der Tüllenbeilform aus Schinna unter der Patina der Innenseite eine dunkle Schicht, welche außen fehlt. Es dürfte sich um Ruß bzw. eine durch Hitzeeinwirkung hervorgerufene Oxydschicht handeln. Ähnliche Beobachtungen ließen sich auch an anderen Formen machen. Weiter fanden sich im oberen Teil beider Hälften der Tüllenbeilform in Poren und Unebenheiten an der Außenseite Reste von rotgebranntem Lehm. Ebenso ließen sich eingebrannte Lehmreste an der Seite der Sichelform unterhalb des Eingusses feststellen. Durch solche Beobachtung dürfte auch die erhebliche Erhitzung der genannten Formen erwiesen sein. Das ist um so wertvoller, weil auch fachgerecht ausgeführte Versuche gegenüber den an den Fundstücken selbst ablesbaren Spuren nur als Hilfsmittel von untergeordneter Beweiskraft angesehen werden dürfen.

Der vor allem in der Bronzezeit benutzte Überfangguß²¹⁾ (Guß von

²⁸⁾ K. H. Jacob-Friesen, a. o. O. 117/18.

Dolch- und Schwertgriffen auf die Klingen, Nadelköpfen auf ihre Schäfte, Drähten von Fibeln in den Bügeln, Ringverbänden um zerbrochene Ringe, Ergänzungen von Teilen der Wandung bei Hängegefäßen u. a. m.) ist technisch eng mit dem Guß in Metallformen verwandt. Auch hier muß Metall durch Guß an vorhandenes Metall herangebracht werden. Meistens liegen allerdings die Verhältnisse beim Überfangguß etwas günstiger, da nur der zu ergänzende Gegenstand aus Metall besteht, die übrigen Teile aber aus Lehm und in wenigen nachweisbaren Fällen aus Stein gefertigt waren. Die häufige und — wie es scheint — mühelose Anwendung des Überfanggusses und der schon bei den Tüllenbeilen erwähnten Metallkerne zeigt anschaulich, daß für die Gießer der Bronzezeit auch der Guß in Metallformen kaum etwas Besonderes gewesen sein dürfte. Wahrscheinlich wurde er weit mehr benutzt, als uns heute die Funde zeigen. Unbrauchbar gewordene Formen und Bronzekerne wurden zweifellos gleich wieder eingeschmolzen, während solche aus Stein erhalten blieben.

Ob der Überfangguß oder der Guß in Metallformen älter ist, ließ sich noch nicht ermitteln, doch dürfte die Erfindung beider Verfahren kaum in Mitteleuropa gemacht sein ²⁹⁾. Die älteste in Deutschland festgestellte Gußform aus Bronze stammt wahrscheinlich aus dem Bodenseegebiet (Land. Mus. Stuttgart A 3125). Sie ist für den Guß eines 115 mm langen und 35 mm breiten, 11 mm starken Flachbeiles aus Kupfer (?) bestimmt und gehört der frühen Bronzezeit an. Etwas jünger sind die Beispiele für den Überfangguß, z. B. eingegossene Klingen in Dolchstabköpfe oder auf die Klingen gegossene Dolchgriffe, Ringverbände an Dolchstäben, Kernhalter in Äxten und Ringen sowie verschiedene Arten von Reparaturen.

Die erste schriftliche Erwähnung eines Gusses in Metallformen wie auch des Überfanggusses findet sich in der im 11. Jahrhundert geschriebenen „*Schedula diversarum artium*“ des Theophilus, welcher wahrscheinlich im Benediktinerkloster Helmarshausen b. Paderborn lebte. Er sagt im Kapitel XVI (Von Eisen zum Gießen): „Es gibt auch Gießeisen, lang, (im Querschnitt) rund und viereckig, in welche das flüssige Gold, Silber oder Kupfer gegossen wird.“ — Es ist bemerkenswert, daß Theophilus, der doch sonst nicht mit ausführlichen Beschreibungen der Arbeitsgänge und Hinweisen auf Schwierigkeiten spart, hier nur diese kurze Mitteilung gibt. Wahrscheinlich war die Benutzung solcher Formen für ihn genauso alltäglich, wie das noch für einen Silberschmied des 19. Jahrhunderts gewesen sein dürfte.

Erst durch die moderne Industrie, welche Bleche, Drähte und sonstige Halbfabrikate in nahezu allen in Frage kommenden Abmessungen und Stärken auf den Markt brachte, ging die Verwendung solcher Metallformen zurück, sie ist aber noch in den meisten Gold- und Silberschmiedewerkstätten bekannt. Auch der Guß von schlichten Ringen aus Gold und Silber oder die Herstellung der Mundstücke aus Messing für Blasinstrumente erfolgt zum Teil heute noch in Stahlformen.

²⁹⁾ Przeworski, Metallindustrie Anatoliens (1939) 115 — nennt frühe Metallformen aus Mesopotamien und Anatolien.

Die röhrenartigen Formen der Buxtehuder Filigranwerkstätten des 19. Jahrhunderts, in welchen Rohlinge für die Drahtherstellung gewonnen wurden, besaßen einen Durchmesser von 8,6 mm und waren etwa 320 mm lang. Die Formen für Bleche haben einen Durchmesser von 13,85 mm und 160 mm Länge ³⁰⁾. Festgestellt werden konnten ferner ganz moderne, zum Ausgießen mit Gold bestimmte Stahlformen mit einem Querschnitt von 6/6 mm und 100—150 mm Länge. Auch in der Industriegießerei werden Formen aus Metall benutzt. Meistens sind es einfache Kokillen, aber auch große und dabei ziemlich dünnwandige eiserne Rohre werden in Formen aus Stahl gegossen (bis zu 300 Stück in einer Form). Ferner sind Kerne aus Stahl in Gebrauch, und auch der Überfangguß wird noch häufig angewendet ³¹⁾.

Die Frage, warum in der Bronzezeit überhaupt Metallformen benutzt wurden und man sich nicht mit den zum Teil sogar weit besser ausgießbaren Lehm- und Steinformen begnügte, läßt sich leicht beantworten, wenn man die Ergebnisse der Gußversuche auswertet.

Eine Klappform aus Lehm läßt sich meistens nur 2 oder 3 mal, vielfach nur zu einem einzigen Guß verwenden. Metallformen halten bei richtiger Behandlung bestimmt mehr als 50 Güsse aus. Dabei ist zu bedenken, daß die Anfertigung einer Metallform kaum länger als die von 3—5 gleichartigen Lehmformen ³²⁾ gedauert haben dürfte. Steinformen lassen sich allerdings auch mehrfach wieder benutzen, doch sind sie, selbst aus gut zu bearbeitenden Steinen, nicht wesentlich schneller als eine Metallform herzustellen.

Es dürfte also erwiesen sein, daß man Metallformen benutzte, weil man sie weit länger als Formen aus anderen Werkstoffen benutzen konnte. Andere Gründe, wie das Fehlen von Lehm oder geeignetem Gestein oder daß sie handlicher zu transportieren waren, dürften demgegenüber unwesentlich sein.

Die Versuche zeigten ferner, wie außerordentlich leicht es ist, von einfachen Gegenständen, wie es Beile, Sicheln, manche Nadeln oder auch Lanzenspitzen und Tüllenbeile sind, einen täuschend ähnlichen Abguß herzustellen. Diese Tatsache mahnt bei der Bezeichnung bestimmter Fundstücke als Import zur Vorsicht; denn angenommen, ein Gießer formt solchen Fremdling ab — vielleicht geschah es, weil das Stück praktischer im Gebrauch oder beim Guß weniger Metall erforderte oder aber weil es eben anders als gewöhnlich war —, so konnte er schon an einem Tag viele solcher „Importgegenstände“ fertigen. Ein Einzelstück kann also das Fundgut weiter Gebiete beeinflusst haben. Auch die Feststellung, daß ein einzelner Gießer mit je einer einziger Bronzeform schon an einem Tage 30—40 Absatzbeile, an 50

³⁰⁾ W. Fischer, Silberfiligran-Werkstätten in Buxtehude. Harburger Jahrbuch III, 1948, 177.

³¹⁾ P. Schimpke, Technologie der Maschinenbaustoffe (1945) Leipzig. 9. Auflage, 173.

³²⁾ Über die Herstellung und Verwendungsmöglichkeiten von Lehmformen für Absatzbeile, Sicheln, Tüllenbeile, Radnadeln u. a. soll in Kürze berichtet werden.

Knopfsicheln oder 12—15 Tüllenbeile anfertigen konnte, verdient Beachtung. Es ließ sich dadurch selbst der Bedarf einer größeren Siedlung an solchen Gegenständen decken ³³⁾.

Ein Gefäß vom Lausitzer Typ aus dem Kreise Lüchow-Dannenberg

Von G. Voelkel, Lüchow

Mit 1 Abbildung

In der Südspitze vom Jagen 182 des staatlichen Forstreviers Dünsche, unmittelbar an dem die Dörfer Siemen und Dünsche verbindenden Waldwege, befindet sich ein 36 m im Durchmesser haltender, 2 m hoher Hügel mit sehr deutlich markiertem Kreisgraben. Das zum Niederungsgebiet der Jeetzel gehörige und als „Lucie“ bekannte Waidgelände wird durch ein regelmäßiges System von Abzugsgräben entwässert und war früher zweifellos von sumpfiger Beschaffenheit. In der Umgebung des Kreisgraben-Hügels liegen einzelne Dünenbildungen.

Den Hügel schneidet in seinem südöstlichen Teil ein schmaler, in den Hauptweg einmündender Waldweg. Parallel zu diesem wird der Hügelsand abgetragen und zur Ausbesserung der Waldwege verwandt. Dabei kam im März 1956 ein Gefäß aus dem Profil des Anschnittes zum Vorschein. Nach Aussagen der Waldarbeiter lag es 8 m vom Kreisgraben entfernt in 1,50 m Tiefe unter der Hügeloberfläche, ohne Steinsetzung und nur mit Sand gefüllt. Gleichzeitig wurden in einer weiteren Entfernung von 2 m, jedoch nur 50 cm unter Hügeloberfläche, Reste und Bodenstück eines Rauhtopfes mit Leichenbrand geborgen.

Das Hügel-Profil zeigt von oben nach unten eine 30 cm starke, schwarzgraue Schicht, anschließende Ortsteinbildung und gelben aufgeschütteten Sand.

Die bis auf einen Riß völlig erhaltene Terrine (Abb. 1) mit leicht gekehltem, 3,6 cm hohem Hals nebst etwas auswärts geneigtem Rand besitzt eine gut geglättete Außenfläche von rötlich-ockergelber Farbe. Der Ton ist fein geschlämmt und mit Glimmer gemagert. Der sanft gerundete Umbruch liegt in 4,5 cm Höhe unter Gefäßmitte. Die Wirkung der ebenmäßig schönen Form wird gesteigert durch die Art der Verzierung, die beim ersten Anblick an die der Rebenstorfer Rillen-

³³⁾ Die beschriebenen Versuchsstücke befinden sich in der Schau- bzw. Studiensammlung des Helms-Museums in Harburg. Die Zeichnungen wurden vom Verfasser nach den Originalen gefertigt. Ebenso die Fotos mit Ausnahme der Gußform aus Schinna (A. Fernandez, Helms-Museum), der Form aus Spindlersfeld (nach E. Sprockhoff) und des Gußrohlinges aus Falkensee (Aufnahme des Mus. f. Ur- und Frühgesch. Berlin).