

Exkurs

Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Nadel

CH. J. RAUB

Mit 7 Textabbildungen

1. Nadel

Die Gesamtlänge der Nadel beträgt 160 mm, davon sind 64 mm mit Goldblech plattiert. Der Kern der Nadel besteht aus einer Silberlegierung. Da der Kern bei der Restaurierung gelötet und geklebt wurde, mußte auf eine Analyse verzichtet werden.

Die Nadel läuft von 2 mm Durchmesser an der Spitze auf 3,5 mm am Beginn der Goldverkleidung zu. Die Goldblechummantelung zeigte einen in Längsrichtung verlaufenden sehr engen Spalt, der sich beim Umlegen des Blechs um den Silberkern ergab. Die Blechdicke liegt bei etwa 150 μm . Mit der Strichprobe wurde eine Karätigkeit von 22 bis 23 kt bestimmt. Eine Untersuchung mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse zeigte als Legierungsbestandteile etwa 5 % Silber und etwa 3 % Kupfer. Eine Spektralanalyse wurde nicht durchgeführt.

Der Silberkern wurde vor der Ummantelung mit dem Goldblech durch Eindrehen bzw. Ein-drücken von etwa 0,3 mm breiten und 0,3 mm tiefen Rillen verziert (Abb. 1. 2). Die Rillen wurden einzeln gefertigt, wie unregelmäßiger Abstand, Breite und Tiefe nahelegen. Von der Nadelspitze aus gezählt, wurden nach 8, 5, 5, 5, 7 und 11 Rillen jeweils bis 2 mm breite Streifen von trapezförmigem Querschnitt belassen. Auf diesen geriffelten Abschnitt folgen ein 4 mm breiter Bereich unter der Spiralverzierung sowie schließlich 17 Rillen auf 12 mm Länge bis zum Beginn der 12 mm langen Kapsel. Nach Vorbereitung des Silberkerns wurde das weichgeglühte Goldblech auf den Kern gedrückt. Dabei war mehrmals zwischenzuglühn. Ob die Längsschicht der Goldummantelung ursprünglich verschweißt war, läßt sich nicht mehr feststellen. Gelötet wurde die Naht nicht.

2. Kapsel

Die Kapsel wurde als Doppelkonus aus 1 Teil gefertigt (Abb. 3–5). Der mittlere Durchmesser betrug 9 mm, der obere und untere 4 mm, die Höhe 10 mm. In den oberen Konus war am Ende als eine Art „Steinfassung“ ein Goldblechstreifen (Breite etwa 2 mm) eingesetzt, dessen Enden sich etwa 2 mm überlappten. Der obere Rand dieses Rings war leicht eingebördelt. Aus der Fassung ragte halbrund etwa 1 mm hoch eine bernsteinfarbige Masse, deren Untersuchung reinen Schwefel ergab. Kurz über dem „Äquator“ des Doppelkonus wurden um 90° versetzt von der Rückseite her in traubenförmigem Muster (gleichseitiges Dreieck, Kantenlänge 3 mm) 10 Punkte eingedrückt, deren Höhe bei 0,3 mm und deren Durchmesser bei 0,5 mm liegt. Zwischen den großen Trauben befinden sich 4 Gruppen von 3 im Dreieck (Kantenlänge 1,5 bis 2 mm) angeordneten Punkten. Dieses Muster ist am unteren Konus spiegelsymmetrisch angeordnet (Abb. 3).

Die Herstellung des Doppelkonus erforderte größtes Geschick. Zuerst wurde aus einem Goldblech ein Rohrstück von etwa 4 mm \varnothing gedrückt, dessen Mitte angezeichnet und dann von den Enden her, eventuell mit Hilfe einer Negativform, die Mitte so nach außen verformt, daß ein

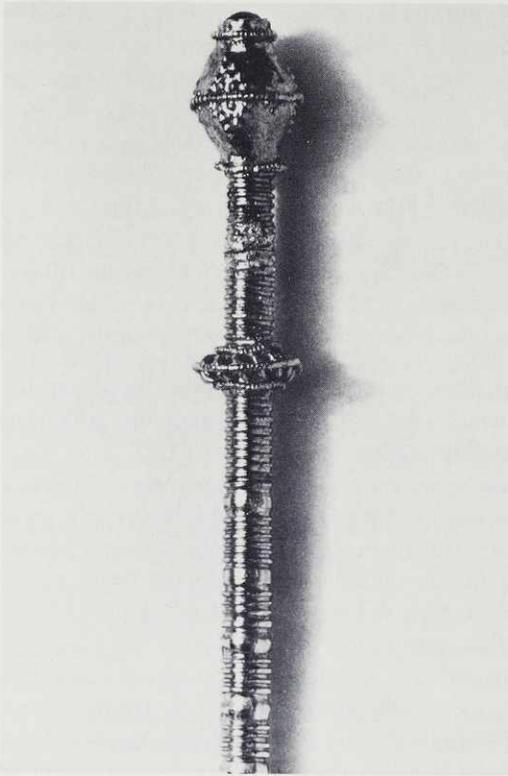


Abb. 1 Detail des oberen Teiles der Nadel.
Maßstab 1,6:1.



Abb. 2 Röntgenshattenbild der Nadel-
mitte. Maßstab 4:1.

Doppelkonus entstand. Mit einem hakenförmigen Werkzeug konnten dann die spiegelsymmetrischen Muster auf beiden Konen von den Enden her eingedrückt werden. Dabei ergaben sich Verschiebungen einzelner Punkte, besonders in den Mustern des unteren Konus, die zum Teil zu dicht an die Mittellinie (die an ein bis zwei Stellen unter dem Knotendrahring noch sichtbar ist) gelangten. Der benachbarte Punkt ist dann häufig deutlich weiter von der Mittellinie entfernt. Oberes und unteres Ende des Doppelkonus wurden manschettenartig aufgetrieben (Breite der Manschette 1,5 mm). Dabei rissen beide Manschetten drei- bis viermal kurz ein, was das Einsetzen der oberen Fassung und das Aufstülpen auf die goldblechummantelte Silbernadel erleichterte. Auf die Verbindungsstellen Kapsel/Nadel, Kapsel/Fassung und die Mittellinie der Doppelkapsel wurden dann Ringe aus Knotendraht gesetzt. Diese Ringe wurden nur an wenigen Punkten sehr schwach ohne Lötzugabe „angeheftet“. Die beiden kleineren Ringe sind nicht vollkommen geschlossen. Das eine Drahtende ist glatt, das andere keilförmig abgetrennt (Zange der Schere?). Beim die Mittellinie verdeckenden Draht sind die Enden spaltlos verlötet.

3. Spiralverzierung

Aus einem Drahtstück von 80 bis 100 mm Länge und 0,5 mm \varnothing wurde durch Wickeln über einen Dorn von etwa 1 mm \varnothing ein Spiraldraht mit etwa 16 eng aneinanderliegenden Windungen

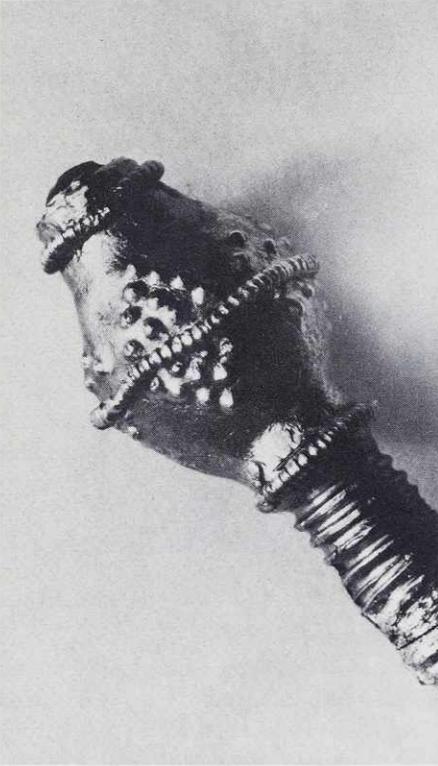


Abb. 3 Seitenansicht der Kapsel. Maßstab 4:1.

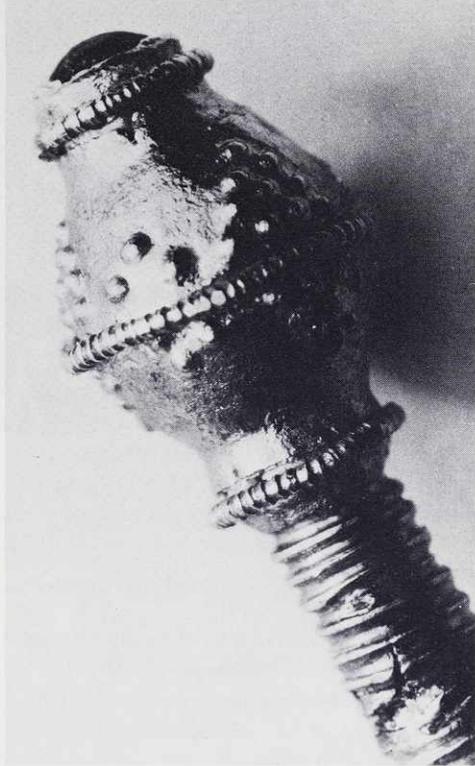


Abb. 4 Seitenansicht der Kapsel. Maßstab 5:1

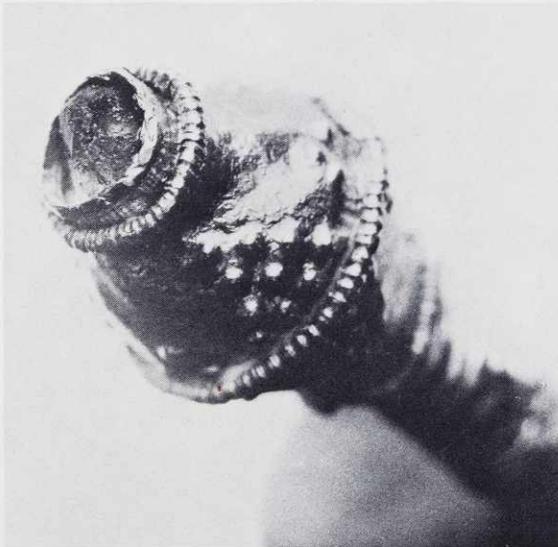


Abb. 5 Schrägansicht der Kapsel mit Schwefelfüllung, von oben. Maßstab 5:1.



Abb. 6 Spiralverzierung. Maßstab 5:1.

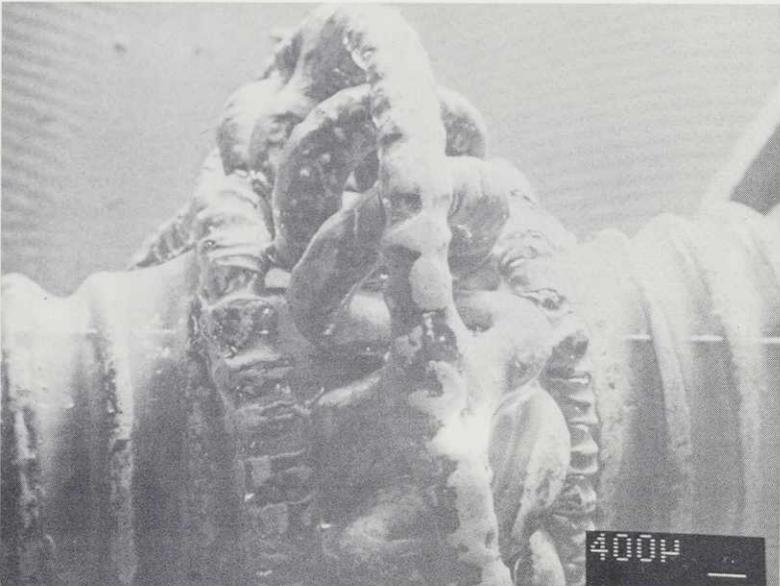


Abb. 7 Spiralverzierung; rasterelektronenmikroskopische Aufnahme.

hergestellt. Wie Spalte am Draht zeigen, wurde dieser durch Rundhämmern bzw. Walzen von verdrehtem Vormaterial erzeugt. Die Enden der über einem Dorn (4 mm \varnothing) zu einem Kreis gebogenen Spirale wurden verlötet, und die fertige Spirale wurde auf die Nadel geschoben. Über die Mitte der Spirale wurde dann ein aus einem Knotendraht mit sauber verlöteten Enden hergestellter Ring (9,5 mm \varnothing , entspricht dem Durchmesser des großen Rings um die Mitte des Doppelkonus) geschoben und dieser im Mittel an jede zweite Windung der Spirale äußerst sorgfältig mit wenig Lot gelötet. Nach der Röntgenfluoreszenzanalyse war das Lot etwas reicher an Kupfer und Silber als das übrige Material. In Bestätigung ergab die Strichprobe auch eine etwas niedrigere Karätigkeit von 20 bis 22 kt. Derartige Lote sind farblich kaum verändert und besitzen einen 40 bis 70°C tiefer liegenden Schmelzpunkt als die silber- und kupferreichere Basislegierung. Ober- und unterhalb der Spirale wurden noch zwei Knotendrähte gelegt, deren Enden offenstehen, ein Zeichen, daß sie nicht als geschlossene Ringe übergeschoben wurden. Der Durchmesser dieser Ringe entspricht mit 4 bis 5 mm demjenigen der kleinen Ringe an der Kapsel. Die Ringe wurden teilweise unter Zugaben von sehr wenig Lot an zwei bis drei Stellen auf die Goldhaut der Silbernadel mehr geklebt als gelötet. Die Ursache für diese vergleichsweise schwache Lötung ist in der Diffusion von Silber aus dem Kern in die Goldhaut und damit einer Verringerung der Schmelztemperatur zu sehen. Ein Erhitzen bis zum sauberen Schmelzen des Lots auf der Goldhaut war daher unmöglich.

4. Knotendraht

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wurde auch der Knotendraht durch Verarbeiten von gehämmertem und gewalztem, verdrehtem Vormaterial hergestellt, da an einigen Stellen längere Spalte im Draht beobachtet werden. In den weichgeglühten Draht wurden mit einem scharfkantigen Werkzeug etwa 0,3 mm breite und 0,1 bis 0,2 mm tiefe Rillen gedrückt. Der Rillenabstand ist etwa gleich der Rillbreite. Das verdrängte Material wölbt sich am Rand der Rille auf, so daß sich die in Abb. 4, 5 und 7 dargestellte Struktur ergibt. Abstand, Breite und Tiefe der Rillen lassen keine Unterteilung in Gruppen zu, d. h. sie wurden im Einzelverfahren hergestellt. Dementsprechend variiert auch der Rillenabstand von 0 bis 0,6 mm. Für die vorliegende Nadel mußten insgesamt mehr als 180 mm Knotendraht hergestellt werden.

5. Füllung der Kapsel

Die bernsteingelbe Füllung der Kapsel erwies sich als praktisch reiner Schwefel, der geschmolzen in die Kapsel gefüllt wurde. Hierdurch wurde die dünne Goldblechkapsel stabilisiert, das offene Ende täuschte mit einer Art Fassung noch einen gefaßten Stein bzw. Bernstein vor. IR-spektroskopische Analysen ergaben keinen nachweisbaren Anteil an organischen Bestandteilen. Die Schwefelfüllung von dünnen Goldobjekten in der Antike und später ist seit langem bekannt.

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt eine hervorragende Kenntnis und großes Geschick in der Verarbeitung von dünnem Goldblech und feinem Draht. Für die Nadel wurden von der Plattierung über das Lötens bis zur Herstellung von Knotendraht die verschiedensten Methoden verwandt. Hervorzuheben ist auch die Verwendung von geschmolzenem Schwefel zur Erhöhung der Stabilität von aus dünnem Goldblech gefertigten Hohlkörpern.

Anschrift des Verfassers:

Dr. CH. J. RAUB, Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie
Katharinenstraße 17
7070 Schwäbisch Gmünd