

## ARCHAISCHE GOLDARBEITEN AUS KLEINASILIEN IN DER BERLINER ANTIKENSAMMLUNG – HERSTELLUNGSTECHNIK, MATERIALANALYTIK UND DER FUNDKOMPLEX »AUS EPHEOSOS«

Die Antikensammlung der Staatlichen Museen zu Berlin besitzt zwei Konvolute goldener Schmuckstücke, die aus dem westlichen Kleinasien stammen sollen. In einem angeblichen Grabfund »aus Ephesos« sind eine Raubvogelfibel, zwei Astragale und vier kahnförmige Ohrringe (Kat. 1-3) mit drei keramischen Salbgefäßen und der verzierten Scheibe

eines Bronzespiegels vergesellschaftet (Abb. 1). Dieses Ensemble wurde 1963 aus dem Kunsthandel für das Antikemuseum in (West-)Berlin angekauft<sup>1</sup>. Die anderen zehn Goldobjekte kamen bereits im Jahr 1925 als Schenkung von Theodor Wiegand in die Antikenabteilung der Königlichen Museen zu Berlin; er hatte sie im türkischen Antikenhandel



**Abb. 1** Fundkomplex »aus Ephesos« in der Antikensammlung der Staatlichen Museen zu Berlin Inv. 1963.6-12: Raubvogelfibel, zwei Doppelspulen-Astragale und vier Ohrringe aus Gold, bronzene Spiegelscheibe mit umlaufendem Tierfries und drei Salbgefäße aus Ton. – (Foto J. Laurentius, Antikensammlung, Staatliche Museen zu Berlin).



**Abb. 2** Schmuckstücke der Schenkung Theodor Wiegand Inv. 30988a-g4 mit unterschiedlichen Goldfarben. – (Foto B. Niemeyer).

erworben: eine granulierte Perle, ein kahnförmiger Ohring, zwei Appliken mit Schalenspiralmotiven, ein kleiner Anhänger, zwei Zierbleche, eine Halbkugel, ein Blechstreifen sowie ein Stück Goldfolie<sup>2</sup> (Kat. 4-13; **Abb. 2**).

Die Untersuchungen zur Herstellungstechnik und die Goldanalytik der Berliner Funde sollen hinsichtlich Technologie und Material einen Vergleich mit den Goldobjekten aus dem Artemision von Ephesos ermöglichen, die beim Neubau des Artemistempels unter König Kroisos um 560 v. Chr. als Eigentum der Göttin unter der Basis des neuen Altars deponiert worden sind und in das späte 7. bis frühe 6. Jahrhundert v. Chr. datieren. Die Berliner Funde gleicher Zeitstellung sind mit dem Makel einer unsicheren Herkunft aus dem Kunsthandel behaftet, der durch den Vergleich mit den sicher aus dem Artemision stammenden Stücken relativiert werden könnte, wenn Herstellungstechniken, Materialanalysen und Objekttypologie der ephesischen und der Berliner Exemplare miteinander übereinstimmen würden.

In einem Anhang wird der 1963 erworbene Fundkomplex »aus Ephesos« einer stilistischen Beurteilung unterzogen und seine Zusammengehörigkeit bewertet.

### Form-, Füge- und Ziertechniken

Die ausführliche Beschreibung der angewandten Techniken stellt die Grundlage für einen technologischen Vergleich dar. Gleiche Arbeitsweisen und Techniken an gleichartigen Goldobjekten machen die Herkunft aus einem begrenzten Kulturraum sehr wahrscheinlich, weil Arbeitstechniken am ehesten in Werkstattgemeinschaften eines gemeinsamen Sprachraumes weitergegeben werden, zumal wenn gleichartiges Rohmaterial verarbeitet wird.

### Guss

Nur die vier kleinen Ohringe aus dem Grabfund (Kat. 2) sind massiv gegossen, was ihre Gusshautreste belegen. Aus jeweils einer verlängerten Spitze eines Gussrohlings wurde der Ohrbügel ausgeschmiedet, erkennbar am polygonalen Querschnitt. Um die porige Gusshaut einzuebnen, sind die Ohringkörper überschmiedet worden, was dicht an dicht liegende Abschlüge einer kleinen Hammerbahn belegen. Da keine Formnähte erkennbar sind, muss der Guss im Wachsausschmelzverfahren in verlorener Form erfolgt sein, möglicherweise an einem

Gussbaum, der das Gießen einer größeren Zahl von Objekten in einem Gussvorgang erlaubt.

## Blecharbeiten

Dreidimensionale Stücke wie Raubvogelfibel, Astragale, granuliert Perle und Ohrring (Kat. 1. 3-5) sind in ihren Grundformen aus ausgeschmiedeten Blechelementen aufgebaut und durch metallisches Goldlot miteinander verbunden. Die beiden Schalen-spiralappliken (Kat. 6. 10) bestehen aus einfachen, kaum plastisch bearbeiteten Goldblechen, die mit aufgelöteten Perl- und Kerbdrähten verziert wurden. Blechstreifen und Goldfolie (Kat. 12-13) zeigen kaum Bearbeitungsspuren.

### Raubvogelfibel (Kat. 1; Abb. 3a)

Das Vorderseitenblech mit Granulationszier, ein Verbödungsblech mit Nadelvorrichtung und eine umlaufende profilierte Zarge wurden zu einem Hohlkörper zusammengelötet. Das Vorderseitenblech könnte sowohl frei getrieben als auch in einem Model geformt worden sein. Anschließend wurden sorgfältig feine Linien ziseliert, um die Granuli bei ihrer Verlötung sicher in Position zu halten. Die beim Treiben oder Modelformen entstandene Kante wurde begradigt, eine profilierte Zarge von 2,2 mm Breite aufgeschoben und punktuell verlötet. Vorher ist die Zarge beidseitig der mittigen Profillinie mit Granulireihen belötet worden. Die Nahtstelle der Zarge ist unter dem linken Flügel sichtbar (Abb. 4). Danach wurde das Verbödungsblech aufgelötet; die auf der Kante verlötete Zarge vergrößert die Auflagefläche und sorgt so für eine stabilere Verlötung des Rückseitenbleches.

Selbst die Nadelrast besteht aus Blechelementen: einem Zylinder und einem darauf verlöteten Blechstreifen, der zur Aufnahme der Nadelspitze umgebogen ist (Abb. 5).

### Astragale (Kat. 3; Abb. 3b)

Beide Stücke sind jeweils aus zwei identischen Spulen zusammengelötet. Jede der vier Spulen besteht aus einer Zarge und zwei schälchenförmigen



**Abb. 3** Goldene Schmuckstücke des Fundkomplexes »aus Ephesos« Inv. 1963.6-8: **a** Vorder- und Rückseite der Raubvogelfibel. – **b** Astragale und Ohrringe. – (a Foto J. Laurentius, Antikensammlung, Staatliche Museen zu Berlin; b Foto B. Niemeyer).



**Abb. 4** Nahtstelle der aufgeschobenen seitlichen Zarge mit Granulireihe an der Raubvogelfibel Kat. 1. – (Foto B. Niemeyer).



**Abb. 5** Nadelrast aus einem Zylinder und einem umgebogenen Goldblech an der Raubvogelfibel Kat. 1. – (Foto B. Niemeyer).

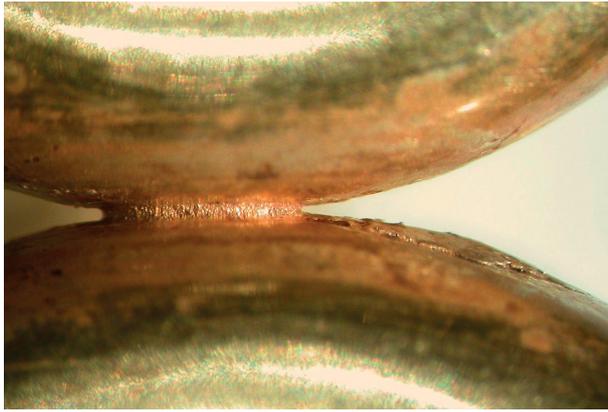


**Abb. 6** Drei Zargenüberlappungen mit Perforierungen zum Luftaustausch an den Astragalen Kat. 3. – (Fotos B. Niemeyer).

Deckeln. Für die Zargen wurden Blechstreifen ausgeschmiedet und zu Zylindern mit sich überlappenden Kanten verlötet. Zur Ausarbeitung der konkaven Form wäre es naheliegend gewesen, die Kanten über einem Dorn auszusmieden. Dann wäre die Lötfläche an den Außenbereichen verschmiedet, in der Mitte dagegen weitestgehend unbearbeitet und stufig sichtbar geblieben. Da es sich aber genau andersherum verhält, die Zarge also in der Mitte verschmiedet und die Überlappung an den Randbereichen erhalten geblieben ist, muss der Mittelbereich der Spule bearbeitet worden sein. Sinnvoll wäre ein Schmieden oder Drücken über einem zweiteiligen Formkern, über dem maßidentische Stücke hergestellt werden konnten. Die identischen Einwöl-

bungen aller vier Spulenzargen, die identischen Öffnungsdurchmesser für die schälchenförmigen Deckel und vor allem die verschmiedeten »Tailen« sprechen für dieses Vorgehen. Jede Spule wurde in Kantennähe von innen nach außen einmal perforiert, um beim Verlöten der Deckel den Austausch von sich erheizender und wieder abkühlender Luft zu ermöglichen; andernfalls wären die Spulen spätestens beim Verlöten des jeweils zweiten Deckels explodiert (**Abb. 6**).

Die schälchenförmigen Deckel dürften in einer Matrize, einer Form mit negativem Relief, geformt worden sein, denn sie haben alle exakt den gleichen Durchmesser von 1,5 cm. Die Verlötnungen der Deckel auf den Zargenkanten sind nicht vollkommen gelun-



**Abb. 7** Lötung zwischen den Deckeln zweier Astragalspulen Kat. 3. – (Foto B. Niemeyer).



**Abb. 8** Vier Ansichten der perldrahtverzierten Perle Kat. 4. – (Fotos B. Niemeyer).



a

b

**Abb. 9** Stoßstellen der Zierbänder aus profilierten Blechstreifen und Perldraht an der Perle Kat. 4: **a** Senkrechte Segmentunterteilungen stoßen an die horizontale Äquatorabdeckung. – **b** Nahtstelle der horizontalen Äquatorabdeckung und der senkrechten Segmentunterteilungen mit überkragenden Perldrahtenden. – (Fotos B. Niemeyer).

gen, denn die Fugen stehen streckenweise offen. Vor der Deckelverlötung wurden kleine Steinchen, Metallkügelchen o. Ä. eingebracht, damit die Astragale beim Schütteln klappern; wegen der anschließenden Lötvorgänge muss das eingebrachte Material feuerfest sein. Jeweils zwei Einzelspulen sind punktförmig an beiden Deckelkanten zu einem stili-

sierten Astragal verlötet worden, die Lötunkte sind zwischen 1,1 und 2,5 mm breit (Abb. 7).

#### Granulierte Perle (Kat. 4; Abb. 8)

Die Perle ist aus insgesamt 40 Einzelteilen zusammengesetzt: Zwei Halbschalen (Elemente 1-2) wurden zu einer Kugel verlötet und mit Perldraht-

abschnitten auf Blechstreifen mit M-förmigem Querschnitt verziert. Diese Streifen verdecken die Lötnaht der Halbkugeln, den Äquator (Elemente 3-4), und teilen diese in acht trapezförmige Segmente (Elemente 5-20). Wegen der an den Blechstreifenenden überkragenden Perldrähte müssen die Streifen für die Segmentabtrennungen separat angefertigt und können nicht von einem vorbereiteten langen Zierstreifen abgetrennt worden sein (Abb. 9). In jedem Segment sind jeweils zwei gebogene Voluten aus Perldracht gegenständig verlötet (Elemente 21-36) und bilden so ein herzförmiges Motiv, das von gepressten Appliken aus dem Artemision bekannt ist<sup>3</sup> (Abb. 10).



**Abb. 10** Aus Perldrachtabschnitten gebogenes herzförmiges Motiv auf der Perle Kat. 4. – (Foto B. Niemeyer).

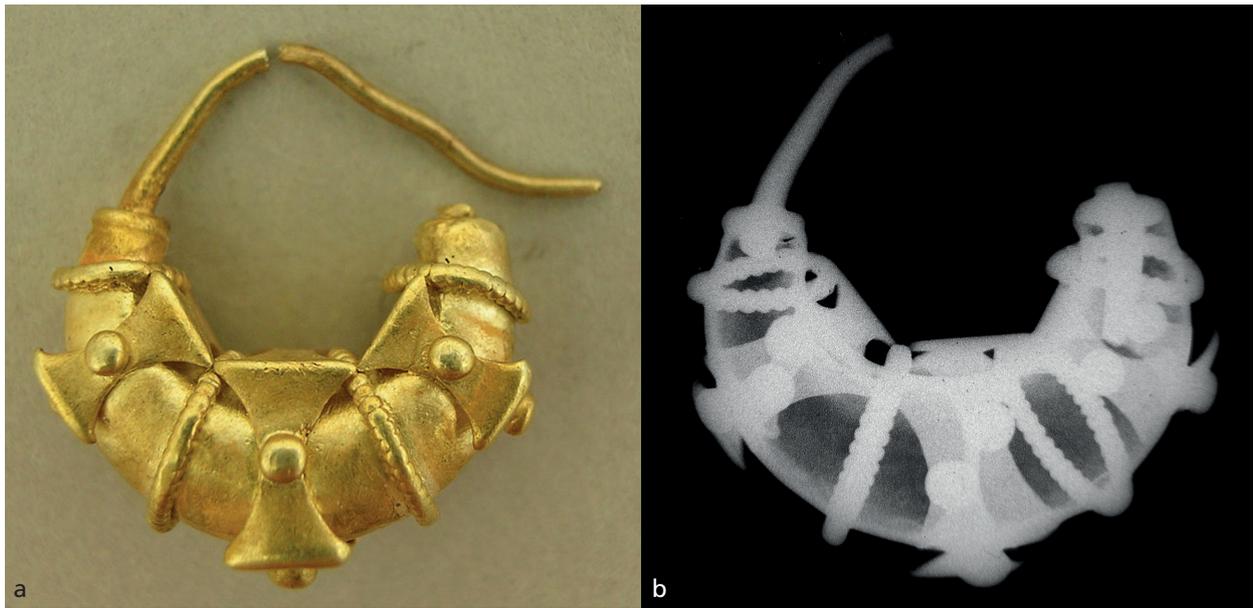
Zum Auffädeln der Perle wurden die Halbschalen anfangs grob perforiert; das nach außen aufgerissene Goldblech ist durch Ösen aus M-Blech-Perldracht-Streifen mit einem Durchmesser von 3,2 mm verstärkt worden (Elemente 37-40; Abb. 11). Vom Blechstreifen mit M-förmigem Querschnitt sind auf der Perle insgesamt ca. 21 cm, vom Perldracht mind. 34,7 cm verarbeitet worden.

#### Kahnförmiger Ohrring (Kat. 5; Abb. 12)

Für den Grundkörper des Ohrrings wurden aus Goldblech zwei mondsichelförmige Halbschalen aufgetieft und mit metallischem Lot verbunden. Dieser blutegelförmige Körper wurde im Wechsel mit vier Perldrachttringen und drei Blechstreifen verziert. Die drei Perldrähte mit einem Durchmesser von 0,8 mm machen eine Gesamtlänge von ca. 6,2 cm aus. Jeder Blechstreifen wurde zunächst in vier doppelaxt- oder spulenförmige Abschnitte gegliedert, von denen drei in der Mitte mit jeweils einem Goldkugelchen mit einem Durchmesser von 1,4-1,6 mm belötet wurden. Die drei Blechstreifen passen sich in ihren Maßen ihrer jeweiligen Lage am Ohrring an: Der mittlere ist max. 4,4 mm breit, die doppelaxtförmigen Seitenflächen zwischen 6 und 6,4 mm lang; die beiden äußeren Blechstreifen sind mit 3,5 und 3,7 mm schmaler, die Seitenflächen mit 4,5-5 mm kürzer. Der jeweils oben liegende Abschnitt trägt keine Granalie (Abb. 13). Die Spitzen des Ohrrings sind mit jeweils einer Runddrahtöse verstärkt; in den Öffnungen wurden der konisch zugerichtete Ohrbügeldraht sowie ein flach abgeschnittenes Drahtstück verlötet. Insgesamt sind also 22 Einzelteile für den Ohrring verarbeitet worden.



**Abb. 11** Ausgefranzte Perforierungen der Fadenlöcher mit aufgelöteter Verstärkung an der Perle Kat. 4. – (Fotos B. Niemeyer).



**Abb. 12** Kahnförmiger Ohrring mit Blech-, Perldraht- und Granaliendekor Kat. 5: **a** Seitenansicht. – **b** Die Röntgenaufnahme zeigt den hohlen Grundkörper, die aufgelöteten Zierelemente und die an den Spitzen eingelöteten Drahtabschnitte, links der Ohrbügel, rechts ein »Verschlussdraht«. – (Foto B. Niemeyer; Röntgenaufnahme H. Born, Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin).

### Schalenspiralappliken (Kat. 6, 10; Abb. 14-15)

Die kleinere vollständige Applik (Kat. 6) besteht aus sechs Elementen, die mit metallischem Lot verbunden wurden: das Grundblech, vier Perldrahtvoluten sowie ein Perldrahtring um den Mittelbuckel. Die Perldrahtelemente wurden zurechtgebogen und auf einem wohl grob vorgeschrittenen Goldblech verlötet. Erst danach wurde der Außenkontur exakter versäubert, indem Goldblech mit einem Schneidwerkzeug abgetrennt wurde. Dass dabei von der Vorderseite aus gearbeitet wurde, belegen nach hinten umgebogene Grate. Auf einer weichen Unterlage liegend sind dann vermutlich die neun Buckel von der Rückseite nach vorn gewölbt und die vier Perforierungen mit einem Durchmesser von 1 mm in die Zwickel um den Zentralbuckel geschlagen worden. Das Goldblech ist unregelmäßig aufgerissen, die Blechspitzen stehen nach vorn hoch und sind dicht an die Perldrähte gedrückt.

Vom Dekorprinzip her entspricht die fragmentierte Applik (Kat. 10) dem vollständigen kleineren Exemplar, nur dass die Mitte hier nicht durch einen Zentralbuckel mit umlaufendem Perldrahtring akzentuiert ist. Der Volutenperldraht ist von geringer



**Abb. 13** Ohrläppchenbogen ohne Granalien am Ohrring Kat. 5. Zwischen den sanduhrförmig zugeschnittenen Blechstreifen ist die Fuge der Grundkörper-Halbschalen sichtbar. – (Foto B. Niemeyer).

Qualität, eigentlich handelt es sich eher um Kerbdraht, bei dem schmale Wülste anstatt kugeliger Perlen gerollt worden sind.

### Tropfenförmiger Anhänger (Kat. 9; Abb. 16)

Zwei halbovoide Blechschalen sind am Äquator miteinander verlötet. In eine dieser Schalen wurde vorher in der Mitte eine Perforierung eingebracht und auf einen Durchmesser von etwa 0,6 mm erweitert. Um diese aufgerissene Blechspitze wurde eine



**Abb. 14** Vorder- und Rückseite der Schalenspiralapplik 1 mit vier ausgefranst Perforierungen um den Mittelbuckel Kat. 6. – (Fotos B. Niemeyer).



**Abb. 15** Vorder- und Rückseite der fragmentierten Schalenspiralapplik 2 Kat. 10. – (Fotos B. Niemeyer).



**Abb. 16** Vier Ansichten des deformierten tropfenförmigen Anhängers Kat. 9. – (Fotos B. Niemeyer).

Drahtöse als Verstärkung und in die Öffnung ein weiterer Runddraht als Aufhängöse gelötet. Für den Arbeitsablauf könnte es vorteilhafter gewesen sein, zunächst die Drähte an der Perforierung zu verlöten und erst beim letzten Lötvorgang die zweite Halbschale anzufügen.

#### Blechstreifen (Kat. 12; Abb. 17a)

Es handelt sich um das Teilstück eines längeren Streifens, denn beide Enden sind eindeutige Bruchkanten. Der Streifen wurde nach Ausweis der leicht welligen Kanten ausgeschmiedet. Im Abstand von 4mm von einer der Bruchkanten ist quer eine 0,15mm breite Riefe eingraviert, eine an antiken Edelmetallobjekten selten zu beobachtende Technik, weil durch den Materialabtrag eine Sollbruchstelle entsteht.

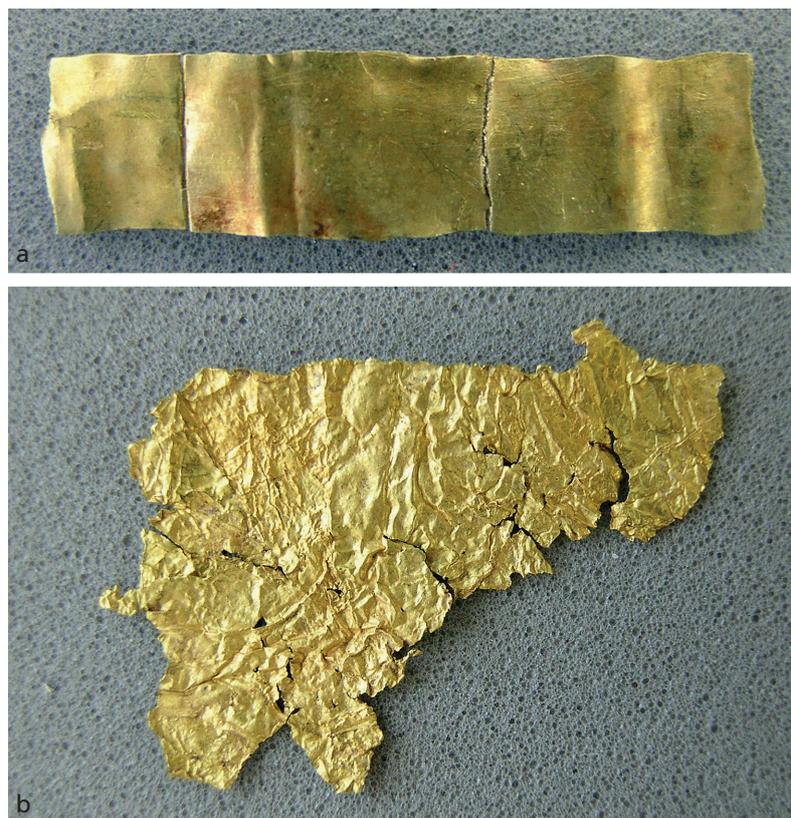
#### Goldfolie (Kat. 13; Abb. 17b)

Die sehr dünn ausgeschlagene Goldfolie kann nur zur Vergoldung eines Gegenstandes aus Bronze, Silber oder einem organischen Material verwendet worden sein. Die Kanten sind sämtlich unregelmäßig ausgerissen. Die starke Knüllung deutet darauf hin, dass die Folie wegen ihres Materialwertes vom Trägerobjekt abgerissen wurde.

#### Modeln: Patrizen und Matrizen

Das quadratische Zierblech mit Sternmotiv und die runde Blütenapplik (Kat. 7-8; Abb. 18-19) sind über Patrizen, also Positivmodellen gearbeitet, weil die Konturen auf der Rückseite deutlicher ausgeprägt sind als auf der Vorderseite. Die Oberfläche des Zierbleches mit Sternmotiv weist eine pockig-körnige Struktur auf, als ob ein Stück Leder zwischen Goldblech und Hammerbahn die Wucht der Schläge abfedern sollte. Die Stärke des Goldbleches blieb so erhalten, aber die Lederstruktur wurde eingedrückt.

Die Blütenapplik wurde ebenfalls über einer Patrizie geformt. Die vier Befestigungsglaschen, von denen nur noch zwei erhalten sind, wurden aus dem Blech mit ausgeschnitten und zusammen mit der Kante nach hinten umgebördelt (Abb. 19). Wegen fehlen-



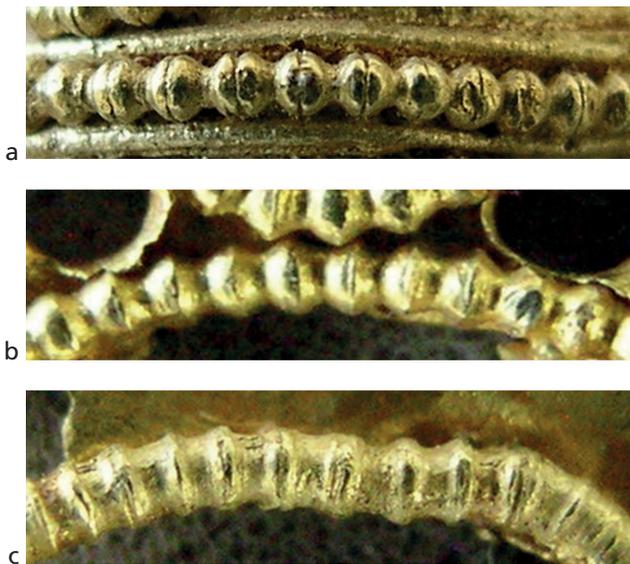
**Abb. 17** a Blechstreifen Kat. 12. – b Goldfolie Kat. 13.– (Fotos B. Niemeyer).



**Abb. 18** Quadratisches Zierblech mit gepresstem Schalenspiralmotiv Kat. 7. Die beiden erhaltenen Bruchstücke liegen auf der Schwarz-Weiß-Tafelabbildung bei Greifenhagen 1970 mit damals noch vorhandenem Mittelfragment. – (Foto B. Niemeyer).



**Abb. 19** Vorder- und Rückseite des runden Zierbleches mit Blütenmotiv Kat. 8. Auf der Rückseite sind nur noch zwei von ursprünglich vier dreieckigen Montagelaschen erhalten. – (Fotos B. Niemeyer).



**Abb. 20** Perldrähte unterschiedlicher Qualität: **a** an der Perle Kat. 4 mit sichtbaren Äquatoren. – **b** an der Schalenspiralapplik 1 Kat. 6 mit fast zugeprägten Äquatorialnähten. – **c** an der Schalenspiralapplik 2 Kat. 10 mit scheibenförmigen Wülsten statt runden Perlen. – (Fotos B. Niemeyer).

der Perforierungen kann diese Applik aber nicht auf ein Textil aufgenäht gewesen sein, sondern muss als Folienvergoldung einer dünnen Scheibe oder eines scheibenförmigen Objektteils aus einem organischen Material gedient haben.

Auf die wahrscheinliche Verwendung einer Matrize, eines Negativmodells, zur Formung maßidentischer Deckelschälchen für die Astragale hingewiesen (Kat. 3). Auch die Ausformung des Raubvogel-Vorderseitenbleches in einer Matrize wäre denkbar, kann aber durch Arbeitsspuren nicht belegt werden (Kat. 1).

### Drähte/Perldrähte

Funktionselemente wie die Nadel der Raubvogelfibel und der Bügel des hohlen Ohrings bestehen aus geschmiedeten Golddrähten. Verzierungen sind mit Perldrähten von recht unterschiedlicher Qualität ausgeführt worden (**Abb. 20**). Perldräht wird mit einer sogenannten Perldrähtfeile gerollt, wobei die Bezeichnung »Feile« hier irreführend ist, weil kein Material abgefeilt wird. Die Kügelchen werden vielmehr durch Druck und Reibungswärme erzeugt – es handelt sich also um einen spanlosen Verformungsvorgang. Ein sicherer Hinweis auf diese Technik ist der sogenannte Äquator am größten Perlendurchmesser. Hier stoßen die Kanten der beiden beim Rollen entstehenden Halbkugeln aufeinander. Je weniger

vom Äquator zu erkennen ist, desto besser wurde gerollt und desto qualitativvoller ist der Perldraht. Die Verwendung von Perldraht soll eine Liniengranulation vortäuschen und kann daher als Pseudo-Granulation bezeichnet werden. Optisch ist beides kaum voneinander zu unterscheiden, technisch ist die Verlötung der Perldrähte aber sehr viel einfacher und risikoloser als eine echte Granulation mit einzelnen Goldkügelchen.

Die Perldrahtkügelchen der Goldperle (Kat. 4) sind gleichmäßig ausgeformt; die Äquatornähte bleiben jedoch als breite Schlitze deutlich sichtbar (**Abb. 20a**). Mit einem Durchmesser von 0,6mm kommen auf einen Zentimeter Perldraht etwa 17 Perlen, sodass bei den verwendeten 34,7cm Draht ca. 585 Perlen gerollt worden sind. Lediglich zwei Perlen sind unvollständig ausgeformt, hier sind vier »Scheiben« entstanden; bei der verarbeiteten Perldrahtlänge eine wohl akzeptable Nachlässigkeit.

Bei der vollständigen Schalenspiralapplik (Kat. 6) sind vom qualitativvollen Perldraht mit einem Durchmesser von 0,5 mm ca. 8,5cm verbraucht worden. Dieser Perldraht ist am feinsten und auch am sorgfältigsten gerollt, die Äquatoren sind fast vollständig zugedrückt (**Abb. 20b**).

Der Perldraht des kahnförmigen Ohrings (Kat. 5) ist mit einem Durchmesser von 0,8mm gröber. Außen sind die Drahtabschnitte stark abgegriffen, sodass kaum noch einzelne Perlen zu erkennen sind (**Abb. 21**).

An der fragmentierten Schalenspiralapplik (Kat. 10) ist der Perldraht qualitativ so schlecht, dass er eigentlich als Kerbdraht bezeichnet werden muss. Hier scheint ohne viel Druck gerollt worden zu sein, sodass statt runder Perlen unregelmäßige Wülste entstanden sind (**Abb. 20c**). An einem Volutenende ist der Drahtanfang in Form eines 3mm langen ungekerbten Stückes erhalten (**Abb. 22**). Am daneben liegenden Volutenende ist die schräge Schnittfläche sichtbar, die vom Durchtrennen des Drahtes mit einem einseitig geschärften Werkzeug herrührt. Dies kann als Beleg für die Echtheit der Applik gelten, denn bei der Verwendung eines modernen Seitenschneiders wäre eine dachförmige Schnittspur entstanden.



**Abb. 21** Abrieb am Perldraht des Ohrings Kat. 5. – (Foto B. Niemeyer).

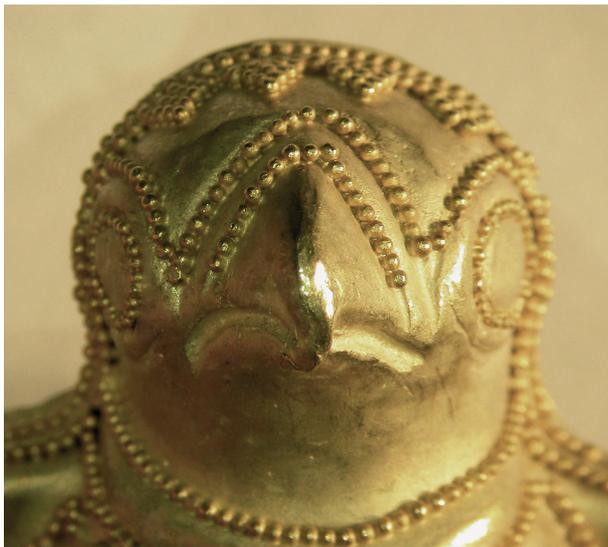


**Abb. 22** Detail von Schalenspiralapplik 2 Kat. 10. Links der ungekerbte Drahtanfang, rechts die schräge Schnittspur vom Durchtrennen des Golddrahtes. – (Foto B. Niemeyer).

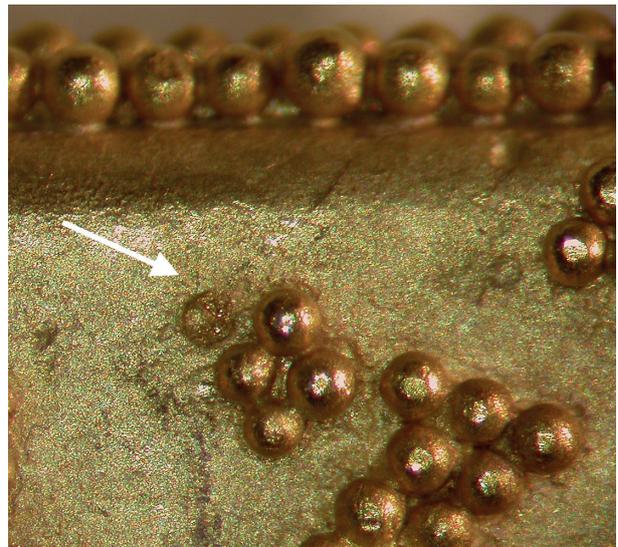
## Granulation

Die Granulation der Raubvogelfibel (Kat. 1; **Abb. 3a**) ist von hoher Qualität, die Lage der Granalien wurde durch vorziselierte Riefen stabilisiert. Nur in den Zickzacklinien auf den ausgebreiteten Flügeln ist es zu einigen Verschiebungen gekommen, was durch das »Aufschwimmen« der Kügelchen auf dem geschmolzenen Lot verursacht worden sein dürfte, sofern Goldlot verwendet wurde.

Die Granulationszier besteht aus 2864 zählbaren Granalien von 0,3 bis 0,6 mm Durchmesser; 105 verlorene Granuli sind mit eingerechnet, weil ihr ursprüngliches Vorhandensein durch sichtbare Löt-



**Abb. 23** Kopf der Raubvogelfibel Kat. 1 mit Granulidreiecken auf der Stirn und Granulilini an Schnabel und Augen. – (Foto B. Niemeyer).



**Abb. 25** Verlorene Granalie am Flügel der Raubvogelfibel Kat. 1. – Der Pfeil zeigt den Messpunkt von Tab. 1, Analyse-Nr. 7. – (Foto B. Niemeyer).



**Abb. 24** Granulireihen in vorziselierten Linien an den Oberschenkeln der Raubvogelfibel Kat. 1. – (Foto B. Niemeyer).

punkte gesichert ist. Die eigentliche Zahl dürfte jedoch höher gelegen haben, denn viele Granuli sind in der verschmoreden Oberfläche versunken. Am Vogelkopf sind die Augen, die Augenbrauen und

der Schnabelansatz durch Granalien betont; den Stirnschmuck bilden vier Dreiecke aus Goldkügelchen (**Abb. 23**). Die plastische Halswulst wird von zwei Granulireihen begleitet; die untere Reihe erweitert sich zu einer den ganzen Körper umlaufenden Granulilinie. Der sich hervorwölbende Vogelkörper ist durch die vorziselierten und mit Granuli gefüllten Linien in Rauten unterteilt. Die Beine sind mit vertikalen und horizontalen Granulireihen strukturiert, die Krallen ebenfalls durch Granulilini dargestellt (**Abb. 24**). Die Granulation des Vorderseitenbleches muss vor der Montage der weiteren Fibelemente durchgeführt worden sein.

Schwierig zu beurteilen ist die hier angewandte Granulationsmethode. Die Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse (Sy-RFA) ergibt keinen Anhaltspunkt für eine Ausführung mittels Reaktionslötung. Weil dafür Kupfersalze als Reaktionslot eingesetzt werden, müsste ein deutlich erhöhter Kupfergehalt am Verschmelzungspunkt messbar sein<sup>4</sup>. Der Kupfergehalt des vermeintlichen Lotmaterials unter der verlorenen Granalie von 1,1 % Cu liegt aber im Bereich der Kupferwerte der anderen Fibelemente und ergibt daher keinen Beleg für eine echte Reaktionslötung (**Abb. 25**).

## Lötungen

Zier- und Funktionselemente wie profilierte Blechstreifen und Perldrähte sowie die großen Goldkugelchen und Ohrbügeldrähte im hohlen Ohrring wurden mit Goldlot auf den hohlen Blechkörpern verlötet, teilweise nur punktuell (Kat. 5). Viel metallisches Lot ist bei den Astragalen eingesetzt worden, wo zunächst die Zargen großflächig überlappend verlötet, dann die Deckel auf- und jeweils zwei Spulen an zwei Stellen zusammengelötet worden sind (Kat. 3). Bei der Raubvogelfibel sind zumindest die Einzelelemente mit Lot zusammengesetzt worden. Für die Granulation kann die Verwendung von metallischem Goldlot nur vermutet werden, weil eine echte Reaktionslötung eher unwahrscheinlich ist (Kat. 1).

## Auswertung der Analysedaten

### Das Gold aus Ephesos nach den Wiener Analysen

Im Jahr 2009 wurden von einer Wiener Arbeitsgruppe Röntgenfluoreszenzanalysen (RFA) von 70 Schmuckstücken, drei Statuetten und elf Münzen vorgelegt, die bei den Grabungen des Österreichischen Archäologischen Instituts im Artemision von Ephesos zwischen 1965 und 1994 zum Vorschein kamen und im Ephesos-Museum in Selçuk aufbewahrt werden<sup>5</sup>. Die Bedeutung dieser Analysen liegt im darin fassbaren Übergang von der Verwendung natürlicher Goldseifen zu gereinigtem bzw. geläutertem Gold, der mit der neu entwickelten Möglichkeit zur Scheidung von Gold und Silber verbunden ist. Die im Fluss Paktolos abgelagerten natürlichen Goldseifen sind mit 17-30 % Silber- und weniger als 1 % Kupfergehalt von blasser Goldfarbe und werden als Elektrum bezeichnet; aus ihnen wurden die ältesten bekannten Edelmetallmünzen Europas geprägt. König Kroisos führte ein standardisiertes bimetallisches Währungssystem aus Gold- und Silbermünzen ein, das die Raffinationsmethode der Zementation voraussetzt. Damit konnte

aus Goldseifen mit hohen Anteilen von Zusatzmetallen ein Gold mit einem Reinheitsgrad von über 97 % gewonnen werden.

Diese neue Technologie lässt sich analytisch an den Goldfunden aus dem Artemision von Ephesos ablesen: Viele Schmuckstücke sind aus natürlichem Seifengold, dem weiteres Silber (mit darin enthaltenem Kupferanteil) zulegiert worden sein muss. Etliche Objekte bestehen aber auch aus quasi reinem Gold, das optisch meistens durch eine sattgelbe Farbe und Hochglanz zu erkennen ist. Für Blecharbeiten ist dieses Gold wegen seiner Weichheit besonders geeignet, zumal die daraus hergestellten Schmuckstücke nicht getragen, sondern als Weihgaben im Heiligtum der Artemis niedergelegt werden sollten. Aspekte wie Deformierungsanfälligkeit und Abrieb durch das Tragen der Schmuckstücke waren daher ohne Bedeutung.

Dass hochreines Gold auch für den Guss massiver Statuetten verwendet wurde, ist wegen des hohen Schmelzpunktes umso erstaunlicher: Ein anthropoide Miniaturanhänger wurde aus geläutertem, silberfreiem Gold mit 99,5 % Au gegossen. Allerdings spielt Massivguss bei 3 von 73 Objekten (= 4 %) insgesamt eine untergeordnete Rolle.

Die Spannweite der im Artemision gefundenen Schmuckstücke reicht von absolut reinem Gold (99,9 % Au) bis zu einer Legierung, in welcher der Silberanteil mit 50,9 % den des Goldes mit 48,7 % leicht übertrifft. Es handelt sich also um eine stark goldhaltige Silberlegierung, die schon von sehr heller, fast weißsilberner Farbe ist<sup>6</sup>. Bei vier hochreinen und silberfreien Goldobjekten mit 97,2-98,7 % Au, die jeweils aus einer Vielzahl von Einzelkomponenten zusammengesetzt sind, wird der leicht erhöhte Kupfergehalt zwischen 1,1 und 2,8 % Cu als Hinweis auf eine Reaktionslötung interpretiert<sup>7</sup>.

### Das Gold der Funde in Berlin

Von den 17 archaischen Schmuckstücken (7./6. Jh. v. Chr.) aus Kleinasien in der Berliner Antikensammlung wurden 59 Legierungsanalysen durch zwei unterschiedliche RFA-Verfahren gewonnen (Tab. 1):

Analyse-Nr.	Kat.-Nr.	Objekt	Objektelement	Goldfarbe	Sy-RFA/Sy-XRF			ARTAX®			
					Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu	Fe
1	9	tropfenförmiger Anhänger	Lochöse	sattgelb	95,57	1,81	2,62				
2			Grundblech	sattgelb	95,54	1,59	2,87	94,1	3,9	1,64	0,36
3			Hängeöse	sattgelb	95,33	1,64	3,02				
4					sattgelb	94,61	1,84	3,55	93,7	4,4	1,60
5	13	Goldfolie		sattgelb	90,11	9,52	0,37	89,1	10,1	0,55	0,34
6	1	Raubvogelfibel	Granalie	sattgelb	84,65	14,82	0,53	86,4	12,7	0,42	0,45
								86,3	12,8	0,58	0,30
								86,1	12,7	0,77	0,40
								86,2	13,1	0,36	0,36
								86,3	12,8	0,54	0,31
7			»Lötmaterial« von verlorener Granalie		72,75	26,15	1,1	74,4	21,5	3,73	0,37
8	6	Schalen-spiralapplik	Perldraht	sattgelb	70,71	26,97	2,31	71,2	26,3	2,23	0,21
9			Grundblech	sattgelb	70,31	27,43	2,26	71,5	25,4	2,93	0,17
								74,0	23,3	2,61	0,17
10	1	Raubvogelfibel	Zarge	bläss	68,46	29,8	1,74	71,1	27,3	1,41	0,19
11			Schmorstelle, VS	bläss	68,2	30,14	1,66	69,5	28,2	1,98	0,32
12			Flügelblech neben verlorener Granalie	bläss	66,24	32,99	0,78				
13			VS, Buckel im Körper	bläss	66,15	33,13	0,72				
14	5	Ohrring mit Doppelaxtdekor	Grundblech	bläss	65,18	33,7	1,12	69,6	29,1	1,01	0,30
15	1	Raubvogelfibel	Schmorstelle, RS	bläss	63,95	34,61	1,45	68,4	30,0	1,52	0,14
16	3	Astragal 2	Spulenkörper 1	sattgelb	63,91	33,94	2,15	65,4	30,6	3,69	0,28
17			Deckel 3	sattgelb	63,8	33,72	2,49				
18			Spulenkörper 2	sattgelb	63,65	34	2,35	65,6	30,9	3,10	0,37
19			Lot		63,52	29,6	6,87	38,5	37,8	20,55	3,13
20			Deckel 4	sattgelb	63,29	34,24	2,47				
21	3	Astragal 1	Deckel 3, Rand	sattgelb	63,25	33,58	3,17	65,0	31,4	3,42	0,18
22			Deckel 2, Mitte	sattgelb	63,13	34,59	2,28	65,7	31,3	2,82	0,23
23	8	rundes Zierblech		sattgelb	63,11	36,3	0,59				
24	3	Astragal 1	Spulenkörper 2	sattgelb	63,1	33,71	3,18				
25	3	Astragal 2	Deckel 1	sattgelb	63,08	34,31	2,61	65,6	31,1	3,08	0,27
26	8	rundes Zierblech		sattgelb	63,04	36,37	0,59	66,7	32,1	0,77	0,40
27	1	Raubvogelfibel	RS-Blech	bläss	62,98	35,4	1,63	66,8	30,9	2,11	0,19
28	3	Astragal 1	Deckel 1, Rand	sattgelb	62,71	34,58	2,7	64,9	31,8	3,12	0,20
29			Deckel 4, Mitte	sattgelb	62,32	34,73	2,94	66,9	29,6	3,37	0,20
30	5	Ohrring mit Doppelaxtdekor	Doppelaxtblech	bläss	62,22	36,34	1,45				
31	1	Raubvogelfibel	Nadelhalter	bläss	62,02	36,09	1,89				
32	3	Astragal 1	Spulenkörper 1	sattgelb	61,88	35,83	2,29	65,4	31,6	2,67	0,29
33	3	Astragal 2	Deckel 2	sattgelb	61,87	35,49	2,65	65,7	31,0	2,93	0,34
34	5	Ohrring mit Doppelaxtdekor	Lot ?		61,44	35,37	2,81				
35	3	Astragal 1	Lot		59,21	29,17	11,62	54,2	18,2	24,45	3,21
36	5	Ohrring mit Doppelaxtdekor	Perldraht	bläss	59,07	39,7	1,23				
37			Granalie	bläss	59,03	39,73	1,24				
38	12	Blechstreifen		sattgelb	58,71	40,23	1,05	61,5	36,9	1,27	0,31
39	1	Raubvogelfibel	Nadel, Bruchstelle	bläss	58,57	35,61	5,81				
40	2	Ohrring 2	Bügel	sattgelb	58,03	38,98	2,99				
41	2	Ohrring 3	Bügel	sattgelb	57,49	38,9	3,61				
42	2	Ohrring 4	Bügel	sattgelb	57,44	39,46	3,1				

**Tab. 1** Materialanalysen der Goldobjekte aus Kleinasien in der Antikensammlung Berlin aufgelistet nach abnehmendem Goldgehalt unter Angabe der Goldfarben sowie der Messstellen an den Objekten.

Analyse-Nr.	Kat.-Nr.	Objekt	Objektelement	Goldfarbe	Sy-RFA/Sy-XRF			ARTAX®			
					Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu	Fe
43	2	Raubvogelfibel	Schmorstelle, Nadel		56,44	40,34	3,22	60,4	35,9	3,60	0,15
44	12	Blechstreifen		sattgelb	56,13	42,76	1,11				
45	5	Ohrring mit Doppelaxtdekor	Bügel	blass	56,12	42,53	1,35				
46	4	granulierte Perle	Perldraht	blass	55,21	40,9	3,88				
47			Blechstreifen unter Perldraht	blass	54,63	40,8	4,56				
48	2	Ohrring 3	Körper	sattgelb	54,16	40,54	5,3	56,4	39,0	4,41	0,16
49	2	Ohrring 4	Körper	sattgelb	53,54	42,24	4,22	56,2	38,8	4,72	0,22
50	10	Schalenspiralapplik	Perldraht	blass	53,46	43,2	3,34				
51	2	Ohrring 2	Körper	sattgelb	52,32	44,98	2,71	55,7	40,5	3,66	0,16
52	2	Ohrring 1	Körper	sattgelb	51,73	43,85	4,42	55,3	39,5	5,00	0,18
53	10	Schalenspiralapplik	Grundblech	blass	51,66	46,07	2,26				
54	4	granulierte Perle	Grundblech	blass	51,65	44,38	3,96				
55	2	Ohrring 1	Bügel	sattgelb	51,49	45,57	2,94				
56	10	Schalenspiralapplik	Lot?		51,33	45,03	3,65				
57			Grundblech	blass	50	46,14	3,86				
58	7	quadratische Applik		sattgelb	49,26	49,37	1,37	52,9	45,3	1,60	0,24
59	11	Halbkugel		sattgelb	41,73	55,92	2,34	45,0	52,0	2,75	0,31

Tab. 1 Fortsetzung.

synchrotron basierte RFA (Sy-RFA) und Mikro-RFA bei Raumklima. Letztere liefert aufgrund der Materialdichte und der resultierenden Eindringtiefe der Anregung eher Oberflächeninformationen, bei der Sy-RFA wird mit einer hochenergetischen Anregung bis tief in das Material hinein gemessen. Die Analysen der Berliner Schmuckstücke erreichen eine mit den ephesischen Funden vergleichbare Spannweite: von fast reinem Gold mit 95,57 % Au bis zu einem Goldanteil von 41,73 % Au. Die Berliner Funde mit dem höchsten Goldgehalt sind der tropfenförmige Anhänger und die Goldfolie mit 95,57 bzw. 90,11 % Au (Kat. 9. 13; Tab. 1, Analyse-Nrn. 1-5). Bei beiden Exemplaren korrespondieren hoher Goldgehalt und sattgelbe Farbe. Der erhöhte Silbergehalt von 9,52 % in der Goldfolie könnte den Prozess des Goldschlagens erleichtert haben, weil fast reine Gold-Silber-Legierungen ziemlich weich sind.

Bei einem Goldgehalt bis ca. 60 % liegt der Kupfergehalt bei den sattgelben Stücken mit 2,15-3,17 % über denen der weißlichen Stücke mit einem Kupfergehalt zwischen 0,72 und 1,89 %. Der leicht erhöhte Anteil an Kupfer dürfte also für die sattere Goldfarbe verantwortlich sein.

Andere Objekte entziehen sich dem eindimensionalen Zusammenhang zwischen hohem Goldgehalt und sattgelber Farbe. Obwohl der Goldgehalt zwischen 41 und 70 % schwankt, zeigen die Granalien der Raubvogelfibel, die vier gegossenen Ohrringe, beide Astragale, die vollständige Schalenspiralapplik, das quadratische und das runde Zierblech, die deformierte Halbkugel und der Blechstreifen (Kat. 1-3. 6-8. 11-12) ebenfalls eine sattgelbe Farbe. Hier wird das Phänomen der oberflächlichen Goldanreicherung sichtbar, die durch die bevorzugte Korrosion von Kupfer und Silber sowohl während der Bodendlagerung entsteht, aber auch intentionell erzeugt werden kann. Aus einer dünnen Oberflächenschicht werden die Legierungsmetalle herausgelöst, sodass der Goldgehalt ansteigt und deutlich über dem Durchschnittswert des Werkstückes liegt. Analytisch spiegeln dies die unterschiedlichen Messwerte von atmosphärischer und Sy-RFA wider.

Bei den weißlichen Stücken korrespondieren höherer Silber- und niedriger Kupfergehalt. Bei einem Goldgehalt unter 60 % ist diese vermutete Korrelation zwischen Silber- und Kupfergehalt mit der Goldfarbe allerdings nicht mehr nachvollziehbar zu erklä-

ren. Bei der quadratischen Applik sind Gold- und Silbergehalt gleich, die Legierung der deformierten Halbkugel müsste mit nur noch 41,73 % Au, aber 55,92 % Ag eigentlich als hoch-goldhaltige Silberlegierung bezeichnet werden (Kat. 7. 11; **Tab. 1**, Analyse-Nr. 59). Trotz des niedrigen Goldgehaltes weisen beide Stücke eine satte Goldfarbe auf.

Mit einem Goldgehalt zwischen 51,49 und 58,03 % Au gehören auch die vier kleinen gegossenen Ohringe zu den stark mit Silber und Kupfer versetzten Legierungen (Kat. 2; **Tab. 1**, Analyse-Nrn. 40-42. 48-49. 51-52. 55). Für Guss und anschließende Überarbeitung dürfte dies von Vorteil gewesen sein, weil die Legierung wegen der Zusätze einerseits schneller schmilzt, andererseits weicher ist und sich leichter ausschmieden lässt. Bei drei Ohrringen ist der Goldgehalt der Bügel gegenüber dem der Körper leicht erhöht, gleichzeitig sind Kupfer- und Silbergehalt verringert. Dies könnte auf eine unbeabsichtigte oberflächliche Goldanreicherung während des Schmiedeprozesses zurückzuführen sein. Die Bügeldrähte mussten während des Ausschmiedens mehrfach durchgeglüht werden, sodass in den Oberflächenbereichen Kupfer und Silber oxidiert wurden und sich der Goldgehalt entsprechend erhöhte.

Schließlich bestätigt die Analytik das Fehlen von Platinmetall-Einschlüssen, was schon bei der Betrachtung der Objekte im Mikroskop auffiel. Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass keine Korrelation zwischen Legierungszusammensetzung und Bearbeitungstechnik zu beobachten ist. Entgegen der Erwartung, dass hochkarätiges weiches Gold vorwiegend für Blecharbeiten und stärker mit Silber legiertes Gold zum Gießen verwendet worden war, ist festzustellen, dass hoch- und minderkarätiges Gold sowohl zum Gießen als auch zum Schmieden und Treiben eingesetzt wurde, obwohl das Reinigen des Goldes von Begleitmetallen durch Zementation bekannt war und auch angewendet wurde.

## Analysen an Lotstellen

An fünf Objekten wurde versucht, Lot zu analysieren. Echtes metallisches Lot liegt bei den Astragalen

vor, wo die gut zugänglichen Lötstellen zwischen den Spulen gemessen werden konnten (**Abb. 7; 26b**; Kat. 3; **Tab. 1**, Analyse-Nrn. 19. 35): Gold-, Silber- und Kupfergehalt weichen deutlich von den Werten der Astragalelemente ab; insbesondere der Kupfergehalt ist deutlich erhöht. Hier kann der erhöhte Kupfergehalt aber nicht, wie bei den Artemisionsfunden geschehen, als Hinweis auf eine Reaktionslötung gelten, weil das metallische Lot sichtbar ist und die Fugen ausgefüllt hat.

Die Lotanalyse unter einer verlorenen Granalie an der Raubvogelfibel zeigt einen gegenüber den Goldblechelementen sogar erhöhten Goldgehalt, was in diesem Fall nicht für metallisches Lot spricht. Der niedrige Kupfergehalt ist aber auch nicht mit einer Reaktionslötung vereinbar, sodass die Befestigungsmethode der Granuli auf der Fibel auf der Grundlage der Analysen nicht eindeutig zu klären ist. Nachvollziehbar ist der erhöhte Goldgehalt der Granalie mit 84,65 % Au, weil dadurch das oberflächliche Anschmelzen des Kügelchens bei der Verlötung verhindert wurde.

Zwei Lotmessungen müssen fraglich bleiben: Beim Ohrring mit Doppelaxtblechen (Kat. 5; **Tab. 1**, Analyse-Nr. 34) könnte es zu einer »Mischmessung« von Lot und Basismetall gekommen sein; denn nur der Kupfergehalt ist leicht erhöht. Der Silbergehalt liegt in der Spannweite der anderen Ohrringelemente. Bei der fragmentierten Schalenspiralapplik (Kat. 10; **Tab. 1**, Analyse-Nr. 56) zeigt sich kein Unterschied zwischen Lot und Blech, sodass vermutlich gar keine Lotstelle gemessen wurde.

## Ergebnis

Da die herstellungstechnische Detailuntersuchung der Funde aus dem Artemision noch nicht abgeschlossen ist, hat sich die vorliegende Arbeit zu einer Vorstudie entwickelt. Nach den bisherigen Erkenntnissen sind die Berliner Goldobjekte in Material, angewandten Herstellungstechniken und Objekttypologie den Funden aus dem Artemision so ähnlich, dass ihre Herkunftsangabe Kleinasien nicht grundsätzlich infrage gestellt werden muss. Im Gegenteil

steht zu erwarten, dass nach Abschluss der herstellungstechnischen und materialanalytischen Untersuchung der Funde aus dem Artemision eine noch

bessere Datengrundlage für eine Provenienzbestätigung der archaischen Goldobjekte in der Berliner Antikensammlung vorliegen wird. B. N.

## Anhang 1: Materialanalytische Untersuchungen an den Berliner Goldfunden aus Ephesos

Die hier vorgestellten Objekte wurden mit der sogenannten Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) untersucht, einer Methode zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von festen, pulverförmigen und flüssigen Proben. Das Messprinzip der RFA basiert darauf, dass durch die Primärstrahlung einer Röntgenquelle eine Probe zur Aussendung von sekundärer Strahlung, der sogenannten Röntgenfluoreszenzstrahlung, angeregt wird. Die Sekundärstrahlung wird von einem Detektor gemessen und in ein Spektrum eingeordnet. Da die Anzahl und die Anordnung der Elektronen für jedes chemische Element verschieden sind, ist die Energie, die bei diesem Prozess in Form von Röntgenquanten abgestrahlt wird, elementspezifisch. Die RFA liefert zunächst qualitative Informationen zu den chemischen Elementen in der untersuchten Probe. Eine quantitative Analyse ist zusätzlich möglich, da die Intensität der ausgesandten Strahlung ein Maß für die in der Probe vorhandene Menge eines chemischen Elements ist.

Die Analyse mittels Röntgenfluoreszenz bietet folgende Vorteile:

1. Das Verfahren ist zerstörungsfrei.
2. Es benötigt keine oder nur eine geringe Probenpräparation. Zur verlässlichen Quantifizierung ist eine möglichst glatte Oberfläche im Bereich des Messfleckes nötig, im vorliegenden Fall von Flächen kleiner als 0,01 mm<sup>2</sup>.
3. Die RFA ist ein Multielementverfahren, bei dem mit einem energiedispersiven Detektor unter Luftatmosphäre alle Elemente schwerer als Silizium gleichzeitig bestimmt werden können.
4. Durch kleine Strahlflecken der Anregungsstrahlung können lokal inhomogene Verteilungen bestimmt werden.

5. Die Quantifizierung kann mit Reinelementstandards durchgeführt werden.

Ein weiteres wichtiges Merkmal, insbesondere beim Vergleich mit anderen Methoden, ist die Informationstiefe, d.h. die maximale Tiefe, aus der noch Informationen aus der Probe detektiert werden können. Die Informationstiefe wird bestimmt durch die Eindringtiefe der anregenden Strahlung und die Absorption der Fluoreszenzstrahlung in der Probe. Da die Energie der Fluoreszenzstrahlung elementabhängig ist, ist auch die Informationstiefe vom betrachteten Element abhängig.

### Untersuchungen mit dem Röntgenfluoreszenzspektrometer ARTAX®<sup>8</sup>

Neben der Möglichkeit, zerstörungsfreie Analysen von hoher Sensitivität bis in den Spurenelementbereich verbunden mit simultaner hoher Ortsauflösung durchzuführen, ist die Mobilität des Analysengerätes ein weiterer Vorteil für die Untersuchung von Kunst- und Kulturgut.

Mithilfe einer Polykapillarlinsen wird der Anregungsstrahl auf eine Größe von 70 µm fokussiert. Für die Messungen ist kein Vakuum erforderlich. Durch den Aufbau des Spektrometers sind Größe und Form des zu untersuchenden Objektes kaum Grenzen gesetzt. Die Anregungsrohre (mit Molybdän als Targetmaterial) und der Detektor befinden sich in einem Messkopf, der in einem Abstand von 0,5 cm an die Oberfläche des Objektes herangebracht wird. Mithilfe einer xyz-Schrittmotoreinheit kann dieser Messkopf an eine beliebige Stelle gefahren werden. Neben Einzelmessungen ist es auch möglich, »Linescans« oder »Area Mappings« durchzuführen.



**Abb. 26** Messstellendokumentation bei der atmosphärischen Röntgenfluoreszenzanalyse: **a** auf dem Körper der Raubvogelfibel Kat. 1. – **b** an der Lötung einer Astragal-Doppelspule Kat. 3. – **c** auf dem Perldraht von Schalenspiralapplik 1 Kat. 6. – **d** an der Öse des tropfenförmigen Anhängers Kat. 9. – (Fotos O. Hahn).

Zur exakten Positionierung des Messflecks markiert ein Laserspot die Position des Anregungsstrahls (Abb. 26). Eine CCD-Kamera überwacht die Positionierung. Durch die Verwendung eines thermoelektrisch gekühlten Silizium-Driftkammer-Detektors (XFlash™) entfällt die Notwendigkeit einer Kühlung mit flüssigem Stickstoff<sup>9</sup>.

Für die Untersuchungen der Goldobjekte wurden Anregungsbedingungen von 50 kV und 600 µA gewählt, um insbesondere die Elemente Gold und Silber optimal zu analysieren. Etwa fünf Einzelmessungen mit einer jeweiligen Messzeit von 30 s wurden zu einer Gesamtmessung akkumuliert. Die quantitative Auswertung erfolgt mit einem Fundamentalparameteransatz unter Berücksichtigung der Elam-Datenbank<sup>10</sup>. Für eine Charakterisierung des Anregungsspektrums wird eine umfassende Kalibrierung verwendet, welche die Transmission der

Röntgenstrahlung durch die Röntgenlinse berücksichtigt.

### Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung

Synchrotronstrahlung ist bezüglich vieler Eigenschaften herkömmlichen Röntgenstrahlungsquellen überlegen. Die für die Nutzung zur RFA relevantesten sind ihre hohe Intensität und Fokussierbarkeit (zusammenfassend auch als Brillanz bezeichnet). Der Streuuntergrund wird zudem durch Ausnutzung der linearen Polarisierung der Strahlung reduziert. Hohe Brillanz und Polarisierung führen zur hohen Sensitivität der Sy-RFA. Diese ist vor allen Dingen für Objekte erforderlich, bei denen nur geringe Probenmengen zur Verfügung stehen, oder wenn es um Spurenelementanalyse geht.

Die RFA-Untersuchungen mit Synchrotronstrahlungsanregung wurden am Strahlrohr der Berliner Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) bei BESSY durchgeführt. An der BAMline entsteht hochenergetische Synchrotronstrahlung im Wellenlängenschieber und wird danach entweder als polychromatische Strahlung genutzt oder mit einem W/Si-Doppelmultilayer- (DMM) und/oder Si(111)-Doppelkristallmonochromator (DCM) monochromatisiert. Der Vorteil des DMMs liegt in einer höheren Anregungsintensität, allerdings auf Kosten der Energieauflösung. Bei RFA-Messungen stellt die Energieauflösung der anregenden Strahlung aber im Allgemeinen keine Einschränkung dar. Durch Einsatz entsprechender Optiken können Strahlfleckgrößen zwischen  $(80 \times 15) \text{ mm}^2$  und  $(2 \times 2) \mu\text{m}^2$  erzeugt werden.

Die Proben oder das Objekt wird in einem typischen Sy-RFA-Aufbau ( $45^\circ$ -Winkel zur einfallenden Synchrotronstrahlung) auf einem motorisierten xyz-Probenmanipulator an Luft montiert (Abb. 27). Ein sogenanntes Long-Distance-Mikroskop und ein Videosystem dienen zur detaillierten Auswahl der Analysenpunkte und der Überwachung der Probe während der Messung. Die von der Probe ausgestrahlte Fluoreszenzstrahlung wird mit Halbleiterdetektoren (Si[Li]) energiedispersiv detektiert.

Die hier vorgestellten Messungen wurden bei einer Anregungsenergie von 40 keV, also oberhalb der Silber-K-Kante, und mit einem Strahlfleck von etwa  $(700 \times 600) \mu\text{m}^2$  durchgeführt. Die Monochromatisierung erfolgte mit dem DMM. Die Messzeiten betragen 120 s pro Punkt. Insgesamt wurden Spektren an 61 Messpunkten aufgenommen. Zur Quantifizierung der Messungen wurden für die Kalibrierung zusätzlich Spektren von Reinelementen aufgenommen.

### Einfluss der Messbedingungen auf das Ergebnis

Bei Betrachtung der erhaltenen Werte für die Elementgehalte in **Tabelle 1** fällt auf, dass sich zwischen den beiden Messreihen aus dem ARTAX® und



**Abb. 27** Raubvogelfibel Kat. 1 bei der Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse in der BAMline. – (Foto B. Niemeyer).

von der Sy-RFA deutliche Abweichungen ergeben. Diese können auf die verschiedenen Messbedingungen und die damit verbundenen unterschiedlichen Messvolumen zurückgeführt werden. Wie bereits erwähnt, ist die Informationstiefe von der betrachteten Fluoreszenzenergie abhängig. Bei den Messungen am Synchrotron wurde die Silber-K-Linie betrachtet. Bei den hier vorliegenden Bedingungen ergeben sich Informationstiefen von kleiner als  $10 \mu\text{m}$  für Silber. Bei den Messungen mit dem ARTAX® wurde für die Auswertung des Silbergehaltes die Silber-L-Linie mit ihrer Energie von 2984 keV zugrunde gelegt. Dieses entspricht einer Informationstiefe von kleiner als  $1 \mu\text{m}$  (s. **Tab. 1**, Analyse-Nr. 19).

Es ist ein bekanntes Phänomen, dass Gold sich an der Oberfläche anreichert bzw. nicht so edle Elemente bevorzugt aus der Oberfläche herausgelöst werden<sup>11</sup>. Die Abweichungen der beiden Messungen geben uns die Zusatzinformation, inwieweit eine Anreicherung des Goldes in der Oberfläche vorliegt.

M. R. / O. H.

## Anhang 2: Der Fundkomplex »aus Ephesos« in Berlin – ein einheitlicher Grabfund?

Der von Adolf Greifenhagen 1965 publizierte Fundkomplex Inv. 1963.6-12, den er im Kunsthandel mit dem Hinweis auf Ephesos erworben hatte<sup>12</sup>, besteht aus drei keramischen Salbgefäßen, einem bronzenen Handspiegel mit graviertem Tierfries am Rand der Spiegelscheibe sowie den oben beschriebenen Goldobjekten (**Abb. 1**). Während Greifenhagen in der Erstpublikation von 1965 noch von einem zusammengehörigen Fund, vermutlich dem Inhalt eines Grabes unbekanntem Fundortes aus dem kleinasiatisch-ionischen Bereich, sprach, schrieb er in Band 1 seines Schmuckkataloges von 1970 »angeblich aus einem Grab in Ephesos«<sup>13</sup>. Ob er in der Zwischenzeit neue Informationen des Kunsthändlers erhielt und dies im Inventarbuch nachtrug oder aufgrund der kunsthistorischen Parallelen aus dem Artemision von Ephesos zu dieser Einschätzung gelangte, ist nicht belegbar. Jedenfalls ist die Herkunft aus Ephesos nicht über alle Zweifel erhaben. Michael Kerschner hat sogar die Zusammengehörigkeit des Konvoluts infrage gestellt<sup>14</sup>. Deshalb wird im Folgenden abgewogen, ob die chronologische Einordnung und die landschaftliche Zuweisung der einzelnen Stücke die Zugehörigkeit zu einem einheitlichen Fund plausibel erscheinen lassen.

Die drei Salbgefäße – eine heute kopflose Ente, ein Granatapfel und ein gelagerter Widder – wurden bisher dem ostionischen Raum zugeordnet. Parallelen stammen aus den Nekropolen in Kameiros auf Rhodos und Samos und wurden der rhodischen »Kunstindustrie« zugeschrieben<sup>15</sup>, was heute allerdings nicht mehr haltbar scheint. Viele in den Nekropolen von Ialysos und Kameiros zutage gekommene archaische Keramiken, besonders des White Goat Style und der Fikellura-Ware, werden nämlich aufgrund von Tonanalysen mit Milet verbunden. Deshalb kann die früher auf Rhodos vermutete, sehr produktive Töpferindustrie wohl als Mythos angesehen werden<sup>16</sup>. Bei Fayence- und figürlichen Salbgefäßen fehlen bislang Materialanalysen, doch sollte man auch hier mit einer rein kunsthistorischen Zuschreibung vorsichtig sein. Parallelen zum Berliner

Granatapfel, die als Exporte aus Ostionien nach Italien gelangten, sprechen für eine Datierung des Stückes in das erste Viertel des 6. Jahrhunderts v. Chr., die auch für die übrige Keramik zutreffen dürfte<sup>17</sup>. Trotz unserer Unkenntnis, wo die Objekte genau hergestellt wurden, könnten sie aber durchaus in einem einzigen Kontext vergesellschaftet gewesen sein.

Der Bronzespiegel mit dem gravierten Dekor macht kaum weniger Schwierigkeiten bei der Einordnung. Die engsten Parallelen scheinen lydisch zu sein, vor allem ein Spiegel aus Sardeis (Il Manisa/TR) im Museum von Istanbul<sup>18</sup>.

Zur Raubvogelfibel und zu den Kahnohrringen liegen in der Tat viele Parallelen unter den Funden des 7. Jahrhunderts v. Chr. aus dem Artemision von Ephesos vor<sup>19</sup>. Mehrere Raubvogelfibeln bilden typologisch die engsten Vergleiche zu dem Berliner Stück, jedoch sind die in Granulationstechnik aufgelegten Details wesentlich gröber als bei unserer Fibel, die nach der Qualität der Goldschmiedearbeit eher an die rhodischen Bleche aus der Nekropole von Kameiros erinnert<sup>20</sup>. Auch eine goldene Eule aus Samos steht ihr im Detailreichtum näher als die ephesischen Exemplare<sup>21</sup>. Eine Datierung der Raubvogelfibel aus dem Berliner Komplex in die Mitte oder zweite Hälfte des 7. Jahrhunderts v. Chr. könnte daher zutreffen.

Die schmucklosen Kahnohrringe sind eine von Lydien über Lykien bis Zypern weitverbreitete Ohrringform mit einer offenbar langen Laufzeit vom 7. bis mindestens in das 5. Jahrhundert v. Chr.<sup>22</sup> Sie lassen sich also nicht genau datieren. Zwei Gussformen für solche Ohrringe aus Schiefer wurden in Sardeis ausgegraben<sup>23</sup>.

Zu den beiden hohl gearbeiteten Doppelspulen wurden die engsten Parallelen in Alt-Smyrna, bei Izmir (TR), gefunden. Sie lagen zusammen mit fünf Paaren von Kahnohrringen in einer kleinen Nekropole am Stadthügel von Bayraklı in einem archaischen Kalksteinsarkophag, der in das frühe 6. Jahrhundert v. Chr. datiert wird<sup>24</sup>. Sie unterscheiden sich von den Berliner Exemplaren durch mit Granulation

geschmückte Dreiecke in den Zwickeln zwischen beiden Spulen. Weitere Vergleichsstücke aus Gold gehören zum sogenannten Lydian Treasure im Museum von Uşak, doch sind sie mit granulierten Rändern und Rosetten auf den Oberseiten stärker verziert<sup>25</sup>. Auch sie sind in das 6. Jahrhundert v. Chr. zu datieren.

Eine eindeutige Verbindung mit Ephesos scheint sich also nicht zu ergeben. Vielmehr zeigt sich, dass die Schmuckformen nach Lydien weisen, in dessen Einflussbereich auch Smyrna lag<sup>26</sup>. Nicht umsonst konnte Kerschner einen guten Teil der archaischen Goldvotive im Artemision von Ephesos mit Lydien verknüpfen und zeigen, dass auch reiche Lyder der Artemis in Ephesos ihre Votive darbrachten<sup>27</sup>. Umgekehrt findet sich ebenso in lydischen Kontexten, z. B. in Gräbern in Sardeis, importierte griechische Keramik<sup>28</sup>.

Die Kunsthändlernaussage, dass der ganze 1963 angekaufte Komplex zu einem zusammengehörigen Kontext gehört – und dann vermutlich zu einem Grabkontext, in dem die Raubvogelfibel ein altes

Erbstück darstellte –, ist meines Erachtens aus kunst- und kulturhistorischen Gründen plausibel. Denn Spiegel, die tönernen Kosmetikfläschchen, Astragale, also Spielwürfel mit erotischer Bedeutung<sup>29</sup>, und Goldschmuck passen als Grabinventar für ein früh verstorbenes Mädchen vortrefflich zusammen<sup>30</sup>. Die Raubvogelfibel zeigt das heilige Tier der ephesischen Artemis, die eine besondere Schutzfunktion für unverheiratete Mädchen innehatte.

Übrigens haben auch die Schmuckstücke aus der Wiegand'schen Erwerbung in Berlin (Inv. 30988a-g; s.o.), die Vierpässe, Goldplättchen und Rosetten etc., neben Parallelen im Artemision zugleich Gegenstücke im »Lydian Treasure«, sodass auch diese Goldplättchen in Sardeis und Umgebung oder zumindest von lydischen Goldschmiedern hergestellt worden sein dürften<sup>31</sup>.

Die Goldanalysen helfen bei diesen Zuordnungsfragen nicht weiter, da das Material sowohl in Ephesos als auch im lydischen Gebiet und vermutlich an der ganzen ionischen Küste aus denselben Bergwerken in Lydien stammte. A. S.

## Katalog

### Die Schmuckstücke des Fundkomplexes »aus Ephesos«

#### Kat. 1

Raubvogelfibel, Inv. 1963.6

Maße: B. 50,8mm (rekonstruiert 70 mm), H. 41,1 mm, T. 11,4mm; Gew. 18,49 g

Erhaltungszustand: Der auffälligste Schaden ist die Deformation des rechten Flügels. Die Überhitzung hat Teile von Verbödung, Broschierung und Nadel verschmort, sodass in diesem Bereich auch die Granuli verschoben oder ganz in der Goldschmelze versunken sind. Die Fibel könnte bei der Einäscherung der Verstorbenen am Gewand befestigt gewesen und mit ins Feuer geraten sein. Da sie nicht vollständig zusammengeschmolzen ist, könnte sie nach dem Verbrennen der Kleidung in eine Randlage abgerutscht sein. Der in zwei Teile zerbrochene Nadelrest ist am Ende U-förmig umgebogen und mit dem Nadelhalter verschmolzen (**Abb. 28**). Eine Doppelnadel, wie sie einige Vergleichsstücke aus dem Artemision aufweisen, kann



**Abb. 28** Deformierte Flügelspitze mit verschmortem Nadelhalter an der Raubvogelfibel Kat. 1. – (Foto B. Niemeyer).

ausgeschlossen werden, weil die Nadelrast dafür nicht ausgelegt ist (**Abb. 5**)<sup>32</sup>.

Technik: Hohlkörper aus Blechelementen. Ausformung des Vorderseitenbleches evtl. in einer Matrize. Montage durch Lötung. Granulationszier.

Die beiden nächsten Vergleichsstücke sind zwei Raubvogelfibeln mit Granulationszier in Istanbul. Bei einer halten sich Reliefdekor und Granulation die Waage. Körper und Flügelfedern sind durch Punzpunkte und ziselierte Kerben angedeutet; granuliert sind nur einige Konturlinien. Am Kopf sind die Augen von Granuli eingefasst und eine »Stirnlinie« markiert. Die zweite rein plastisch angelegte Fibel weist lediglich einen granulierten »Halsreif« auf<sup>33</sup>.

#### **Abb. 3a; 4-5; 23-25; 26a; 28**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 6-7. 10-13. 15. 27. 31. 39. 43  
Lit.: Greifenhagen 1965, 14 Taf. 6, 1-3 Farbtaf.; 1970, 28 Taf. 8, 5-7; 1974, 22-23. – A. Greifenhagen in: Gehrig u. a. 1980, 86 Kat. 36a. – Higgins 1981, 120 Taf. 22D. – Deppert-Lippitz 1985, 97 Taf. 4. – Rudolph 1995, 76. – Platz-Horster 2001, 23-24 Kat. 10. – Pülz/Bühler 2008b, 177.

#### **Kat. 2**

Vier kahnförmige Ohrringe, Inv. 1963.7

Maße: 12,4 mm × 12,2 mm × 4,6 mm, 11,6 mm × 11,5 mm × 4,5 mm, 10,9 mm × 11,25 mm × 4,9 mm, 10,9 mm × 11,4 mm × 4,8 mm; Gew. 2,28, 2,19, 2,16 u. 2,12 g

Erhaltungszustand: Komplet; die Ohrdrähte leicht deformiert.

Technik: Massivguss. Ausschmieden der Ohrbügel.

#### **Abb. 3c**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 40-42. 48-49. 51-52. 55  
Lit.: Greifenhagen 1965, 13 Taf. 6, 4; 1970, 28 Taf. 8, 9.

#### **Kat. 3**

Zwei Astragale/Doppelspulen, Inv. 1963.8

Maße: 33,1 mm × 17,7 mm × 16,7 mm, 32,85 mm × 17,75 mm × 16,4 mm; Gew. 7,65 u. 7,63 g

Erhaltungszustand: Komplet mit nur geringen Deformationen.

Technik: Hohlkörper aus Blechelementen. Formung der Deckel in Matrizen. Montage durch Lötung.

Im Museum von Uşak werden fünf Goldastragale aufbewahrt, die mit Perldrahtzier sowie sechs- und achtblättrigen Blüten in flachem Relief verziert sind. Aus Ephesos liegen vergleichbare Doppelspul-Astragale aus Bronze, Elfenbein/Knochen und Bergkristall vor<sup>34</sup>. Die Doppelspulenform dürfte eine stilisierte Form echter Astragale sein, der Sprunggelenksknöchelchen von Schaf und Ziege, die in der Antike als Würfel oder zum Orakeln benutzt wurden. Özgen und Öztürk vermuten eine Verwendung als Haarzier oder Aufnähdekor an Gewändern, Züzün und Büyükkolancı denken für die Bergkristallexemplare an eine Anwendung als optische Linsen, Ohrpflocke oder für magische Lichtspiele.

#### **Abb. 6-7; 26b**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 16-22. 24-25. 28-29. 32-33. 35  
Lit.: Greifenhagen 1965, 13-14 Taf. 6, 5; 1970, 28 Taf. 8, 8. – Hackens 1976, 57.

## Die Goldobjekte der Schenkung Theodor Wiegand

#### **Kat. 4**

Runde Perle mit Perldraht, Inv. 30988a

Maße: Dm. am Äquator 15,5 mm; Dm. zwischen den Löchern 15,4 mm; Gew. 3,5 g

Erhaltungszustand: Komplet mit leicht eingedrückten Segmentflächen. Deutliche Abriebspuren an einer der Fadenösen und an den Äquatoren der Perldrähte.

Technik: Hohlkörper aus modelgeformten Halbschalen und Blechstreifen. Montage durch Lötung. Perldrahtzier.

#### **Abb. 20a; 8-11**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 46-47. 54

Lit.: Greifenhagen 1970, 27-28 Taf. 8, 2. – Rudolph 1998, 108 Kat. 21.

#### **Kat. 5**

Kahnförmiger Ohrring mit doppelaxtförmigen Zierelementen, Inv. 30988b

Maße: B. 17,2 mm, H. 15,6 mm, T. 7,8 mm; Gew. 2,09 g

Erhaltungszustand: Vollständig; der Ohrbügel ist an der höchsten Stelle gebrochen. Deutliche Abriebspuren an den Perldrähten (**Abb. 21**) und den umgebogenen Kanten der Zierbleche.

Technik: Hohlkörper aus mondsichelförmigen Halbschalen und profilierten Blechstreifen. Montage durch Lötung. Perldraht- und Granulationszier. Die relativ großen Granuli sind nicht sphärisch-rund, sondern eher linsenförmig-flach, sodass sie wohl auf einer planen Unterlage einzeln aus Draht- oder Blechabfällen erschmolzen worden sind.

Bei den Ephesos-Grabungen des British Museum sind drei vergleichbar verzierte Schmuckobjekte gefunden worden: zwei ebenfalls kahnförmige Ohrringe und vermutlich ein Nadelkopf. Zwei fragmentarische Ohrringe mit doppelaxtförmigen Dekorelementen aus Gold befinden sich im Museum von Uşak, ein silbernes Exemplar stammt aus Bayındır bei Elmali, ein weiteres wird in der Burton Y. Berry Collection des Indiana University Art Museum, Bloomington

(USA), verwahrt. Ein Anhänger mit doppelaxtförmigen Seitenblechen und Filigrandrahtzier stammt aus einer um 550 v. Chr. datierten reichen Brandbestattung in Gordion (TR)<sup>35</sup>.

**Abb. 12-13, 21**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 14, 30, 34, 36-37, 45

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 3. – Rudolph 1998, 107 Kat. 4.

**Kat. 6**

Applik mit Schalenspiralmotiv, Inv. 30988c

Maße: 11,3 mm × 11,7 mm (im »Quadrat«) oder

11,7 mm × 12,4 mm (über Eck); Gew. 0,4 g

Erhaltungszustand: Vollständig; der Mittelbuckel ist leicht eingedrückt.

Technik: Blecharbeit mit ausgetriebenen Buckeln und Perldrahtzier. Montage durch Lötung.

Zu dieser Applik gibt es einige Vergleichsstücke im British Museum, in Istanbul und im Museum von Uşak, wobei sie in den Größen und im Vorhandensein von Aufnählöchern variieren<sup>36</sup>.

**Abb. 14; 20b; 26c**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 8-9

Lit.: Greifenhagen 1970, 27 Taf. 8, 1.

**Kat. 7**

Quadratische Applik, Inv. 30988d

Maße: 13,4 mm × 12 mm u. 7 mm × 5,7 mm,

ursprünglich 19 mm × 19,5 mm; Gew. 0,09 u. 0,02 g

Erhaltungszustand: Von den ursprünglich drei Fragmenten sind nur noch zwei erhalten, das mittlere fehlt. Bei Greifenhagen 1970 sind alle drei abgebildet; der Verbleib des jetzt fehlenden Teiles konnte nicht geklärt werden (**Abb. 18**). Beim größeren Fragment in der Ecke eine Perforierung zum Aufnähen der Applik.

Technik: Blecharbeit. Dekor über Patrizie geformt.

Zu diesem Stück gibt es im British Museum zwei komplett erhaltene Vergleichsexemplare, eines davon mit vier Perforierungen. Die leicht unrunde Kreisriefe in der Mitte könnte ein Hinweis darauf sein, dass alle Stücke aus dem gleichen Model gewonnen wurden<sup>37</sup>.

**Abb. 18**

Analysen-Nr. in **Tab. 1**: 58

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.

**Kat. 8**

Runde Applik mit Blütenmotiv, Inv. 30988e

Maße: Dm. 13,2 mm; Gew. 0,23 g

Erhaltungszustand: Leicht deformiert, an einer Stelle eingerissen; zwei der ursprünglich vier dreieckigen Laschen sind verloren; die schiefriegen Stellen sich überlappend Goldlagen auf der Rückseite sind durch Lufteinschlüsse im gegossenen Ausgangsmaterial entstanden.

Technik: Blecharbeit. Dekor über Patrizie geformt.

Das Vergleichsstück im British Museum weist zwei Perforierungen zum Aufnähen in gegenüberliegenden Zwickeln auf. In den Grabungen der 1990er Jahre wurden in Ephesos zwei als »Kämme« bezeichnete Goldobjekte unbekannter Verwendung gefunden, die jeweils sechs vergleichbare dreieckige Laschen aufweisen<sup>38</sup>.

**Abb. 19**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 23, 26

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.

**Kat. 9**

Tropfenförmiger Anhänger, Inv. 30988f

Maße: H. 10,6 mm; Dm. 5,5 u. 4,1 mm; Gew. 0,35 g

Erhaltungszustand: Deformiert; ein Teil des Äquators ist aufgerissen.

Technik: Hohlkörper aus Halbschalen und Draht. Montage durch Lötung.

Diverse vergleichbare Anhänger wurden im Artemision von Ephesos gefunden. Sie variieren in der Größe, haben teilweise Aufhängeösen aus Blechstreifen oder es fehlt die Verstärkungsöse<sup>39</sup>.

**Abb. 16; 26d**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 1-4

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.

**Kat. 10**

Fragmentierte Applik mit Schalenspiralmotiv,

Inv. 30988g1

Maße: Erhalten 17 mm × 14,4 mm; Gew. 0,59 g

Erhaltungszustand: Unvollständig; aus drei Fragmenten zusammengesetzt.

Technik: Blecharbeit mit Kerbdrahtzier. Montage durch Lötung.

Die drei Vergleichsstücke im British Museum sind ebenfalls deutlich asymmetrisch<sup>40</sup>.

**Abb. 15; 20c; 22**

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 50, 53, 56-57

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.

**Kat. 11**

Deformierte Halbkugel, Inv. 30988g2

Maße: 8,2 mm × 5,8 mm × 4,3 mm; Gew. 0,14 g

Erhaltungszustand: Deformiert; innen wenige grauviolette Silberchloridauflagen.

Bei der deformierten Halbkugel dürfte es sich um ein Halbfertigprodukt handeln; die Kante ist ohne jede Spur von metallischem Lot (**Abb. 29**). Die Halbkugel sollte also noch weiter verarbeitet werden, möglicherweise zu einem Nadelkopf, wie er im Artemision gefunden wurde<sup>41</sup>.

Technik: Blecharbeit.

**Abb. 29**

Analysen-Nr. in **Tab. 1**: 59

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.



**Abb. 29** Ober- und Unterseite der deformierten Halbkugel Inv. 30988g2. – (Fotos B. Niemeyer).

#### Kat. 12

Blechstreifen, Inv. 30988g3

Maße: L. 20,03 mm, B. 4,9-5,1 mm, St. 0,15-0,2 mm;  
Gew. 0,16 g (mit Gewebehinterlegung)

Erhaltungszustand: Aus drei Fragmenten zusammengeklebt; ein Bruch verläuft durch die gravierte Riefe.

Technik: Blecharbeit.

#### Abb. 17a

Analysen-Nrn. in **Tab. 1**: 38, 44

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.

#### Kat. 13

Stück einer Goldfolie, Inv. 30988g4

Maße: 16,6 mm × 14,1 mm, St. unter 0,05 mm;  
Gew. 0,03 g

Erhaltungszustand: Ursprünglich stark geknüllt, soweit wie möglich geglättet.

Technik: Blecharbeit.

Im Artemision von Ephesos wurde ebenfalls ein Stück stark verknüllter Goldfolie geborgen<sup>42</sup>.

#### Abb. 17b

Analysen-Nr. in **Tab. 1**: 5

Lit.: Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 4.

B. N.

#### Anmerkungen

- 1) Inv. 1963.6-12. – Greifenhagen 1965; 1970, 28 Taf. 8, 5-9. – Heilmeyer u. a. 1988, 44-45 Nr. 2-5; 300-301 Nr. 13-15.
- 2) Inv. 30988a-g. – Greifenhagen 1970, 27-28 Taf. 8, 1-4. – Th. Wiegand war in verschiedenen Funktionen von 1895 bis 1911 an Grabungen in Priene, Milet, Didyma, Baalbek, auf Samos und ab 1927 in Pergamon tätig und von 1912 bis 1930 Direktor der Antikenabteilung der Königlichen Museen zu Berlin.
- 3) Pülz 2009, 287-288 Kat. 320-321 Taf. 30 Farbtaf. 18. – Ü. Yüçrük-Planken in: Seipel 2008, 151 Kat. 79.
- 4) Nestler/Formigli 1993, 24 Abb. 16. Der Kupfergehalt steigt bei einer etruskischen Reaktionslötung von ca. 0,5% im Kugelnkern auf 5% Cu an der Schmelzstelle an.
- 5) Melcher u. a. 2009. – Pülz 2009. – Pülz/Bühler 2006; 2008a; 2008b; 2009. – Weitere 1200 Goldobjekte aus den englischen Grabungen von 1904 und 1905 unter David George Hogarth werden im British Museum in London und im Archäologischen Museum von Istanbul verwahrt, s. Hogarth 1908.
- 6) Pülz 2009, 135. 309 Kat. 411-412 Farbtaf. 24.
- 7) Melcher u. a. 2009, 172. – Archäologisches Museum Istanbul, Inv. 3033, 3087, 3088, 3157: N. Atakan in: Seipel 2008, 138 Kat. 38 (Inv. 3033); 144 Kat. 59 (Inv. 3357). – Hogarth 1908, 98 Taf. 3, 3; 4, 33 (Inv. 3088); 107 Taf. 3, 1; 7, 45 (Inv. 3087).
- 8) Verwendet wurde ein Gerät der Fa. Bruker Nano GmbH, Berlin.
- 9) Bronk u. a. 2001.
- 10) Elam/Ravel/Sieber 2001.
- 11) Mongiatti/Meeks/Simpson 2010.
- 12) Greifenhagen 1965, 13; im Inventarbuch der Antikensammlung wurde die Zufügung »Grabfund« wieder gestrichen.
- 13) Greifenhagen 1970, 28 Taf. 8, 5-9.

- 14) Kerschner 2006, 279 Anm. 148.
- 15) Greifenhagen 1965, 13
- 16) Coulié 2014, 47-48.
- 17) z.B. aus Gravisca: Boldrini 1994, 46 Kat. 19. – Aus Catania: Pautasso 2009, 52 Kat. 80-81 Taf. 4 Farbtaf. A.
- 18) Karagöz 2013, 98 Kat. 41 Abb. 97-99. – Oliver 1971. – Zu einem Vergleichsstück im British Museum in London: Albenda 1985.
- 19) Heute zu großen Teilen im British Museum in London: Hogarth 1908, 97 Taf. 4, 21-24. 27-28; 10, 35. 40-41. – N. Atakan in: Seipel 2008, 130-132 Kat. 10-14.
- 20) Coulié/Filimonos-Tsopotou 2014, 97-98 Abb. 46; 130-131 Kat. 5-1. 5-2; 133-135 Kat. 6-1. 6-2.
- 21) Greifenhagen 1965, 16 Anm. 21. – Buschor 1952, 36-37 Taf. 11, 5; er datiert die Eule in das 2. Viertel des 7. Jhs. v. Chr.
- 22) Castor 2008, bes. 18. 26. – London, British Museum, Inv. GR 1907,1201.74-90: Hogarth 1908, 103 Taf. 6, 43-44. – Marshall 1911, 71-72 Kat. 926-941 Taf. 9, 927. 934. 941. – Selçuk, Ephesos-Museum: Ü. Yüğrük-Planken in: Seipel 2008, 140 Kat. 44-47. – Pülz 2009, 82-84. 262-264 Kat. 208-225 Taf. 21-22 Farbtaf. 12. – Lydian Treasure: Özgen/Öztürk 1996, 164 Kat. 113-114. – Buchholz 1986, bes. 131-133.
- 23) Waldbaum 1983, 143 Kat. 950-951 Taf. 54. – Kerschner 2008, 226.
- 24) Bayraklı, heute im Museum von Izmir: Akurgal 1999, 51. 55. 65-66 Taf. 4-9.
- 25) Museum Uşak, Inv. 1.153.96-1.157.96: Özgen/Öztürk 1996, 204-206 Kat. 172-176. – Weitere Stücke ohne Fundorte im Museum für Kunst und Gewerbe Hamburg, Inv. 1967.144a.b und dem Rhode Island School of Design Museum, Inv. 23. 358a.b: Hackens 1976, 57-58 Kat. 17.
- 26) Zum Kulturkontakt zwischen Ephesos, Smyrna und Lydien: Kerschner 2005, bes. 131-133. 140-141.
- 27) Kerschner 2006, bes. 267-268; 2008.
- 28) Butler 1922, 118-119 Abb. 124-125.
- 29) Zwierlein-Diehl 2013.
- 30) Hierzu grundsätzlich Schwarzmaier 2006, bes. 211-224.
- 31) Özgen/Öztürk 1996, 166-167 Kat. 117-118; 206-208 Kat. 177-181.
- 32) Archäologisches Museum Istanbul, ohne Inv.-Nr., und London, British Museum, Inv. GR 1907,1201.9: Hogarth 1908, 97 Taf. 4, 22 u. 10, 35; 4, 28 u. 10, 40; 4, 29. – Marshall 1911, 80 Kat. 1037 Taf. 10, 1037.
- 33) Archäologisches Museum Istanbul, Inv. 3091: Hogarth 1908, 97 Taf. 4, 27. – Pülz/Bühler 2008b, 177 Abb. 149-151. – N. Atakan in: Seipel 2008, 130 Kat. 10. – Archäologisches Museum Istanbul, Inv. 3092: Hogarth 1908, Taf. 4, 23. – Pülz/Bühler 2008b, 176-177 Abb. 154.
- 34) Selçuk, Ephesos-Museum, Inv. 22/42/93, 20/32/85a.b u. 21/32/85: D. Züzün / P. Büyükkolancı in: Seipel 2008, 183-184 Kat. 159 (Knochen); 191 Kat. 192-194 (Bergkristall). – Hogarth 1908, 153 Taf. 18, 37 (Bronze); 190-192 Taf. 36, 1-39 (Knochen/Elfenbein).
- 35) Ephesos, Archäologisches Museum Istanbul, Inv. 3039: Hogarth 1908, 104 Taf. 6, 58 u. 10, 38; 107 Taf. 6, 59 u. 10, 46. – N. Atakan in: Seipel 2008, 139 Kat. 42. – London, British Museum, Inv. GR Jewellery 977: Hogarth 1908, Taf. 10, 47. – Marshall 1911, 75 Kat. 977 Taf. 10, 977. – Museum Uşak, Inv. 1.127.96: Özgen/Öztürk 1996, 60 Abb. 138; 192 Kat. 149 (Bayındır). – Bloomington, Indiana University Art Museum, Inv. 69.76.20.B: Rudolph/Rudolph 1973, 32 Kat. 35b. – Rudolph 1995, 73-74 Kat. 13.B. – Calinescu 1994, 15 Abb. 7. – Gordion: Young 1951, bes. 17-19 Taf. 8, 4.
- 36) London, British Museum, Inv. GR 1907,1201.65 u. GR Jewellery 827: Hogarth 1908, 112 Taf. 9, 33. 41-42. – Marshall 1911, 65 Kat. 827-836 Taf. 9, 827. – Museum Uşak, Inv. 1.159.96: Özgen/Öztürk 1996, 207 Kat. 178.
- 37) London, British Museum, Inv. GR Jewellery 888: Hogarth 1908, 111 Taf. 8, 15. – Marshall 1911, 67 Kat. 888 Taf. 9, 888 (mit vier Perforierungen).
- 38) London, British Museum, Inv. GR 1907,1201.58: Hogarth 1908, Taf. 10, 23. – Marshall 1911, 66 Kat. 873 Taf. 9, 873. – Selçuk, Ephesos-Museum, Inv. 15/42/93-94: Ü. Yüğrük-Planken in: Seipel 2008, 158 Kat. 104-105. – Pülz 2009, 313 Kat. 434-435 Taf. 36 Farbtaf. 25.
- 39) London, British Museum, Inv. 1907,1201.175: Hogarth 1908, 105 Taf. 10, 52-56. – Marshall 1911, 79 Kat. 1021 Taf. 10, 1021. – Selçuk, Ephesos-Museum: Ü. Yüğrük-Planken in: Seipel 2008, 136 Kat. 26-35. – Pülz 2009, 245-253 Kat. 126-152. 164-165 Taf. 18 Farbtaf. 9.
- 40) London, British Museum, Inv. GR 1907,1201.67: Hogarth 1908, 113 Taf. 9, 34. 45-46. – Marshall 1911, 65 Kat. 837-839; Bühler 2005.
- 41) Selçuk, Ephesos-Museum, Inv. 2/41/86: Ü. Yüğrük-Planken in: Seipel 2008, 143 Kat. 56. – Pülz 2009, 268 Kat. 235 Taf. 23 Farbtaf. 13.
- 42) Selçuk, Ephesos-Museum, Kiste 910688: Pülz 2009, 353 Kat. 690 Farbtaf. 27.

### Abgekürzt zitierte Literatur

- Albenda 1985: P. Albenda, *Mirrors in the Ancient Near East. Notes in the History of Art* 4, Nr. 2/3, Winter/Spring 1985, 2-9.
- Akurgal 1999: M. Akurgal, *Bayraklı Höyüğünde, Arkaik Döneme ait Küçük Bir Mezarlık ve Bazı Buluntular. Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi* 2, 1999, 51-69.
- Boldrini 1994: S. Boldrini, *Le ceramiche ioniche. Gravisca: Scavi nel santuario greco 4* (Bari 1994).
- Bronk u. a. 2001: H. Bronk / S. Röhrs / A. Bjeoumikhov / N. Langhoff / G. Schmalz / R. Wedell / H. E. Gorny / A. Herold / U. Waldschlager, *ArtTAX – a new mobile spectrometer for energy-*

- dispersive micro X-ray fluorescence spectrometry on art and archaeological objects. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* 371/3, 2001, 307-316.
- Buchholz 1986: H.-G. Buchholz, Spätbronzezeitliche Ohringe Zyperns in Gestalt von Rinderköpfen und ihr Auftreten in Griechenland. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 18, 1986, 117-155.
- Bühler 2005: B. Bühler, Die Goldappliken aus dem Artemision von Ephesos. *Studien zur Technologie. Forum Archaeologiae* 36/IX/2005. <http://homepage.univie.ac.at/elisabeth.trinkl/forum/forum0905/36tech.htm> (20.2.2017).
- Buschor 1952: E. Buschor, Ein frühdädalischer Ringhallentempel. In: T. Dohrn (Hrsg.), *Festschrift Andreas Rumpf. Zum 60. Geburtstag dargebracht von Freunden und Schülern* (Krefeld 1952) 32-37.
- Butler 1922: H. C. Butler, *Sardis. I: The Excavations; 1: 1910-1914* (Leyden 1922).
- Calinescu 1994: A. Calinescu, *The art of ancient jewelry. An introduction to the Burton Y. Berry Collection* (Bloomington 1994).
- Castor 2008: A. Q. Castor, *Archaic Greek Earrings: An Interim Survey. Archäologischer Anzeiger* 2008/1, 1-34.
- Coulié 2014: A. Coulié, *La céramique de la Grèce de l'Est: le style des chèvres sauvages. La collection du Musée de Louvre* (Paris 2014).
- Coulié/Filimonos-Tsopotou 2014: A. Coulié / M. Filimonos-Tsopotou (Hrsg.), *Rhodes, une île grecque aux portes de l'Orient. XV<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> siècles avant J.-C. [Ausstellungskat.]* (Paris 2014).
- Deppert-Lippitz 1985: B. Deppert-Lippitz, *Griechischer Goldschmuck. Kulturgeschichte der antiken Welt* 27 (Mainz 1985).
- Elam/Ravel/Sieber 2002: W. T. Elam / B. D. Ravel / J. R. Sieber, A new atomic database for X-ray spectroscopic calculations. *Radiation Physics and Chemistry* 63/2, 2002, 121-128.
- Gehrig u. a. 1980: U. Gehrig u. a., *Die Meisterwerke aus dem Antikenmuseum Berlin, Staatliche Museen Preußischer Kulturbesitz* (Stuttgart 1980).
- Greifenhagen 1965: A. Greifenhagen, *Schmuck und Gerät eines lydischen Mädchens. Antike Kunst* 8, 1965, 13-19.
- 1970: A. Greifenhagen, *Schmuckarbeiten in Edelmetall. 1: Fundgruppen* (Berlin 1970).
- 1974: A. Greifenhagen, *Schmuck der alten Welt* (Berlin 1974).
- Hackens 1976: T. Hackens, *Classical jewelry. Museum of Art, Rhode Island School of Design* (Providence 1976).
- Heilmeyer u. a. 1988: W.-D. Heilmeyer u. a., *Antikenmuseum Berlin. Die ausgestellten Werke* (Berlin 1988).
- Higgins 1981: R. A. Higgins, *Greek and Roman jewellery* (London 1981).
- Hogarth 1908: D. G. Hogarth, *Excavations at Ephesus. The Archaic Artemisia* (London 1908).
- Karagöz 2013: Ş. Karagöz, *Kleinasiatisch-gräko-persische Kunstwerke im Archäologischen Museum von Istanbul. Istanbulur Forschungen* 54 (Tübingen 2013).
- Kerschner 2005: M. Kerschner, *Ionier und ihr Verhältnis zu Phrygern und Lydern. In: E. Schwertheim / E. Winter (Hrsg.), Neue Forschungen zu Ionien. Fahri Işık zum 60. Geburtstag gewidmet. Asia-Minor-Studien* 54 (Bonn 2005) 113-146.
- 2006: M. Kerschner, *Lydische Weihungen in griechischen Heiligtümern. In: A. Naso (Hrsg.), Stranieri e non cittadini nei santuari greci. Atti del convegno internazionale, Udine 2003. Studi udinesi sul mondo antico* 2 (Firenze 2006) 253-291.
- 2008: M. Kerschner, *Die Lyder und das Artemision von Ephesos. In: Muss 2008, 223-229.*
- Marshall 1911: F. H. Marshall, *Catalogue of the jewellery, Greek, Etruscan, and Roman, in the Departments of Antiquities, British Museum* (London 1911; reprint 1969).
- Melcher u. a. 2009: M. Melcher / M. Schreiner / B. Bühler / A. M. Pülz / U. Muss, *Investigations of ancient gold objects from Artemision at Ephesus using portable  $\mu$ -XRF. ArchéoScience. Revue d'Archéométrie* 33, 2009, 169-175. <http://archeosciences.revues.org/2172> mit abweichender Analysen-Tabelle (20.2.2017).
- Mongiatti/Meeks/Simpson 2010: A. Mongiatti / N. Meeks / S. J. Simpson, *A gold four-horse model chariot from the Oxus Treasure: a fine illustration of Achaemenid goldwork. The British Museum Technical Research Bulletin* 4, 2010, 27-38. [www.britishmuseum.org/pdf/BMTRB4%20Mongiatti.pdf](http://www.britishmuseum.org/pdf/BMTRB4%20Mongiatti.pdf) (20.2.2017).
- Muss 2008: U. Muss (Hrsg.), *Die Archäologie der ephesischen Artemis. Gestalt und Ritual eines Heiligtums* (Wien 2008).
- Nestler/Formigli 1993: G. Nestler / E. Formigli, *Etruskische Granulation. Eine antike Goldschmiedetechnik* (Siena 1993).
- Oliver 1971: A. Oliver, jr., *A Bronze Mirror from Sardis. In: D. G. Mitten / J. Scott, Studies presented to George M. A. Hanfmann. Monographs in Art and Archaeology* 2 (Cambridge 1971) 113-120.
- Özgen/Öztürk 1996: I. Özgen / J. Öztürk, *Heritage recovered. The Lydian treasure* (Ankara 1996).
- Pautasso 2009: A. Pautasso, *Stipe votiva del Santuario di Demetra a Catania. 2: La ceramica greco-orientale. Studi e materiali di archeologia greca* 9 (Catania 2009).
- Platz-Horster 2001: G. Platz-Horster, *Antiker Goldschmuck: Altes Museum. Eine Auswahl der ausgestellten Werke* (Berlin 2001).
- Pülz 2009: A. M. Pülz, *Goldfunde aus dem Artemision von Ephesos. Forschungen in Ephesos* 12, 5 (Wien 2009).
- Pülz/Bühler 2006: A. M. Pülz / B. Bühler, *Die Goldappliken aus dem Artemision von Ephesos. Studien zur Typologie und Technik. Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien* 75, 2006, 219-235.
- 2008a: A. M. Pülz / B. Bühler, *Die Goldfunde aus dem Artemision von Ephesos und ihre Herstellung. In: Muss 2008, 167-171.*
- 2008b: A. M. Pülz / B. Bühler, *Typologie und Technologie der Raubvogel Darstellungen aus Gold. In: Muss 2008, 173-179.*
- 2009: A. M. Pülz / B. Bühler, *Technological and typological studies on gold jewellery from the Archaic Artemision at Ephesus: the »boat-shaped« earring. In: A. Giunilia-Mair (Hrsg.), Archaeometallurgy in Europe. 2<sup>nd</sup> International Conference, Aquileia, Grado 2007 (Milano 2009) 106-115.*
- Rudolph 1995: W. Rudolph, *A golden legacy. Ancient jewelry from the Burton Y. Berry Collection at the Indiana University Art Museum* (Indianapolis 1995).
- 1998: W. Rudolph, *The sanctuary workshops at Ephesos. In: D. Williams (Hrsg.), The art of the Greek goldsmith* (London 1998) 105-109.

Rudolph/Rudolph 1973: W. Rudolph / E. Rudolph, Ancient jewelry from the collection of Burton Y. Berry. An introductory catalogue (Indianapolis 1973).

Schwarzmaier 2006: A. Schwarzmaier, »Ich werde immer Kore heißen« – Zur Grabstele der Polyxena in der Berliner Antikensammlung. *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 121, 2006, 175-226.

Seipel 2008: W. Seipel (Hrsg.), Das Artemision von Ephesos. Heiliger Platz einer Göttin [Ausstellungskat.] (Wien 2008).

Waldbaum 1983: J. C. Waldbaum, Metalwork from Sardis: The Finds through 1974. *Archaeological Exploration of Sardis Monograph* 8 (Cambridge, Mass. 1983).

Young 1951: R. S. Young, Gordion – 1950. *University Museum Bulletin [Philadelphia]* 16, 1951, 2-19.

Zwierlein-Diehl 2013: E. Zwierlein-Diehl, Jeux d'astragale sur les gemmes. *Archéothéma* 31, novembre-décembre 2013, 59-61.

## Zusammenfassung / Summary

### Archaische Goldarbeiten aus Kleinasien in der Antikensammlung Berlin – Herstellungstechnik, Materialanalytik und der Fundkomplex »aus Ephesos«

Ein Konvolut einzelner Schmuckstücke und die Goldbeigaben eines angeblichen Grabfundes wurden technologisch und analytisch untersucht. Die meisten Objekte sind Blecharbeiten, die aus einer Vielzahl von Einzelteilen mit metallischem Goldlot zusammengefügt und mit Granulation oder granulations-imitierendem Perl- oder Kerbdraht verziert wurden. Nur vier kleine Ohrringe sind massiv gegossen. Zwei Zierbleche dürften über Patrizen (Positivmodellen), die Deckel der Astragale in Matrizen (Negativmodellen) geformt worden sein. Alle Objekte wurden mit Synchrotron- und atmosphärischer Röntgenfluoreszenz analysiert. Die Daten zeigen das breite Spektrum an Goldlegierungen, die im 7./6. Jahrhundert v. Chr. in Kleinasien verarbeitet wurden: vom natürlichen Seifengold (Elektrum) bis zu geläutertem, fast reinem Gold. Eine Korrelation zwischen Goldqualität und Verarbeitungsmethode konnte nicht festgestellt werden. Sowohl hochreines als auch mit viel Silber und Kupfer legiertes Gold wurde zum Schmieden von Blecharbeiten, aber auch zum Massivguss verwendet. Aus der Goldfarbe kann wegen des Phänomens der oberflächlichen Goldanreicherung nicht auf eine Legierungszusammensetzung geschlossen werden. Der 1963 angekaufte Fundkomplex aus lydischen Metallarbeiten und ostionischen Salbgefäßen aus Ton dürfte einen Grabfund des frühen 6. Jahrhunderts v. Chr. darstellen, dessen Herkunft aus Ephesos jedoch nicht zu sichern ist.

## Schlagworte

Massivguss / Hohlkörper / metallisches Lot / Gold / Elektrum / atmosphärische Röntgenfluoreszenzanalyse / Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse

### Archaic Gold Jewellery from Asia Minor in the Berlin Collection of Classical Antiquities – Manufacturing Techniques, Material Analysis and the »Burial from Ephesus«

A lot of ten selected jewellery items and seven gold objects belonging to a burial complex were investigated technologically and analytically. The majority of the jewellery is made from gold sheet elements decorated with granulation or granulation imitating beaded wires assembled using a metallic gold solder. Only four small earrings are massively cast. Two plaques were probably formed on positive dies, four astragal elements in negative matrices. All items were analysed by atmospheric and synchrotron XRF showing the broad variety of gold alloys used in Ephesus in the late 6<sup>th</sup> and early 7<sup>th</sup> centuries BC: from natural gold/electrum to refined nearly pure gold. No correlation between the gold quality and working method could be observed. High quality gold as well as gold alloys with high silver and copper contents were used for hammering sheet objects and also for casting. Due to the phenomenon of surface enrichment, the gold colour gives no indication for the alloy composition. The assemblage of Lydian gold items and East Ionian ceramic vessels acquired in 1963 can be interpreted as items from a burial which dates from the early 6<sup>th</sup> century BC. But its postulated origin directly from Ephesus cannot be ensured.

