

AUSWERTUNG DER HERSTELLUNGSTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DER GRUNDFORM (GIESSEN, SCHMIEDEN, TREIBEN) UND KONSTRUKTIONSTECHNIKEN

Die überwiegende Mehrzahl der hier behandelten Schmuckstücke wurde – wie es für byzantinischen Goldschmuck grundsätzlich kennzeichnend sein dürfte – aus Goldblech angefertigt. Daher stellt das Treiben (s. u.) in diesem Zusammenhang das wichtigste Verfahren zur Herstellung der Grundform dar, während vergleichsweise wenige Objekte oder Komponenten von Objekten durch Gießen und/oder Schmieden gefertigt worden sind (hauptsächlich Komponenten von Gürtelschnallen, vgl. z. B. **Kat. 39-41**). Dies lässt sich besonders gut am Beispiel des hier vorgestellten Armschmucks (**Kat. 4-6. 25-26**) zeigen: Mit Ausnahme des massiven, wohl durch einen aufwendigen Schmiede- bzw. Biegevorgang hergestellten Armreifenpaares **Kat. 6** wurden alle hier behandelten Armreifen – sowohl die sehr einfach gestalteten (unverziertes Armreifenpaar **Kat. 5**) als auch die aufwendig verzierten Exemplare (**Kat. 4. 25-26**) – aus Goldblech gefertigt (= Grundform getrieben).

Beim Gießen wird eine Metalllegierung im geschmolzenen Zustand in eine ein- oder mehrteilige Form gegossen und gibt so nach dem Erkalten deren Oberflächengestaltung wieder. Für gegossene Artefakte ist eine raue, feinkörnig strukturierte Oberfläche, die sogenannte Gushaut, charakteristisch: Sie ist z. B. noch auf der – nicht bearbeiteten – Rückseite des gegossenen Dorns der Gürtelschnalle **Kat. 41** erkennbar (vgl. **Abb. 159, 5**). In vielen Fällen ist die »Gushaut« jedoch bereits im Zuge einer Nachbearbeitung entfernt worden, so z. B. auch auf dem Bügel und der Vorderseite des Dorns der Gürtelschnalle **Kat. 41**.

Für die Herstellung von Schmuck aus Bunt- oder Edelmetall sind zwei unterschiedliche Gussverfahren von Bedeutung: Beim Zweischalenguss wird die Schmelze in eine zweiteilige Form, z. B. aus Stein, Ton oder Metall, eingegossen. Nach dem Erkalten wird das Objekt entnommen und nachbearbeitet. Die Gussform kann mehrfach verwendet werden. Zweiteilige Tonformen können durch Abdrücken eines Modells in den noch feuchten Ton hergestellt werden. Der Guss in einer zweiteiligen Form lässt sich nur dann nachweisen, wenn die »Gussnähte« in den betreffenden Bereichen des Objektes nicht restlos entfernt wurden und dort noch dementsprechende Fragmente vorhanden sind. Hingegen wird beim Guss in verlorener Form (Wachsausschmelzverfahren) ein Wachsmodell des zu gießenden Objektes geformt, eventuell verziert und mit Eingusskanälen mit Eingusstrichter versehen. Der Arbeitsaufwand lässt sich dadurch verringern, dass Wachsmodelle in einer zweiteiligen Form, beispielsweise in einer Tonform, die durch den Abdruck eines Positivmodells, eventuell eines ersten, »handgefertigten« Wachsmodells, entstanden ist, hergestellt werden. Danach wird das Wachsmodell in mit Sand, Schamott oder organischen Substanzen »gemagerten« Ton eingebettet. Die Magerungsbestandteile sollen verhindern, dass die Tonform beim Trocknen bzw. Brennen zu stark schwindet und reißt. Nach einer gewissen Trocknungszeit wird die einteilige Tonform gebrannt, wobei das Wachs vollständig ausschmilzt. Anschließend wird das geschmolzene Metall in den so entstandenen Hohlraum gegossen. Nach dem Erkalten wird die Form zerschlagen, der Rohguss entnommen und gegebenenfalls überarbeitet.

Das Wachsausschmelzverfahren dürfte z. B. zur Herstellung der zweiteiligen Model verwendet worden sein, die in weiterer Folge der Anfertigung der vierteiligen Gürtelgarnitur **Kat. 46** gedient haben. Bei der Herstellung dieser zweiteiligen Model dürfte man folgendermaßen vorgegangen sein: Zunächst wurde der

Dekor der vermutlich aus Bronze bestehenden Matrize (= »negative« Hälfte des zweiteiligen Modells) durch Gravur hergestellt. Die dreieckigen Kerben wurden ausgeschnitten, ebenso der Hintergrund der erhabenen gestalteten Astragalzier im Randbereich, die glatten Rahmen der einzelnen Zierfelder sowie das Monogramm der Hauptriemenzunge (einschließlich des Rahmens mit Punkt-Komma-Zier). Alle gekerbten bzw. fein gerieften Zierelemente (z. B. die Flechtbandmotive, Kerbleisten und -rahmen sowie die »Pseudofiligranzier«) waren auf den Matrizen in Form halbrunder Rippen unterschiedlicher Breite vorhanden: Die feinen Rippen und Riefen sind erst nach der Bearbeitung der Deckbleche im zweiteiligen Modell individuell durch Punzieren gestaltet worden (vgl. S. 178-180). Als weitere Möglichkeit für die Herstellung der Matrizen ist auch eine Herstellung im Wachsauflösvorgang in Betracht zu ziehen, wobei die Herausarbeitung des Dekors an den Wachsmustern und nicht an den bronzenen Halbfertigprodukten durchgeführt worden wäre. Um eine passgenaue Anfertigung der Patrize (= »positive« Hälfte des zweiteiligen Modells) zu gewährleisten, wurde von der verzierten Matrize ein Wachsabdruck hergestellt. Anschließend wurde die bronzenen Patrize im Wachsauflösvorgang (Guss in verlorener Form) gegossen und wies folglich die Reliefzier in umgekehrter Profilierung auf wie die Matrize. Insbesondere die exakte Ausführung der dreieckigen Kerben spricht dafür, dass Matrizen und Patrizen in der hier beschriebenen Reihenfolge angefertigt worden sind, da sie in dieser Präzision nur vertieft graviert werden können: Die Herstellung ebenso präziser, erhabener Dreiecke ist hingegen lediglich durch Umformung möglich.

Als Schmieden bezeichnet man die spanlose Querschnittsveränderung eines Metallstabes im heißen oder kalten Zustand durch Bearbeiten mit einem Hammer auf einem Amboss. Ob im glühenden oder im kalten Zustand geschmiedet wird, hängt vom Material sowie von dessen Stärke ab. Da beim Schmieden eine starke Verformung des Materials bzw. eine deutliche Veränderung der Materialstärke stattfindet, sind an geschmiedeten Werkstücken fallweise Längsstrukturen erkennbar. Auch Hammerspuren können häufig beobachtet werden.

Als Treiben bezeichnet man das spanlose Herausarbeiten einer Grundform aus einem Metallblech, dessen Stärke sich dabei nur geringfügig verändert. Getrieben wird ausschließlich im kalten Zustand mit Hammer und Amboss, eventuell auch auf einer weichen Unterlage bzw. unter Verwendung von Punzen, wobei das Metall durch die Kaltbearbeitung verdichtet wird und vor einer weiteren Bearbeitung ausgeglüht und hierdurch erneut gefügig gemacht werden muss. Das Treiben ohne Hilfsmittel, nur mit dem Hammer auf einer ebenen Unterlage, wird als »freies Treiben« bzw. als »Treiben aus freier Hand« bezeichnet. Diesem Begriff ist jener des »Formtreibens« gegenüberzustellen. Beim Formtreiben wird das Blech entweder über ein positives (erhabenes) oder in ein negatives (eingetieftes) Modell des herzustellenden Gegenstandes gearbeitet. Als Beispiel kann das Treiben von Halbkugeln angeführt werden. Aus zwei halbkugelig geformten Blechstücken zusammengelötete Hohlkugeln verschiedener Größe sind ein gebräuchliches Zierelement bei frühbyzantinischem Schmuck (z. B. am unteren Rand von halbmondförmigen Ohringen wie **Kat. 18** sowie an den oberen Enden des sichelförmigen Zierteils der beiden Ohringe **Kat. 19**).

Die als »Kompositbauweise« bezeichnete Eigenheit, qualitativ hochwertige Goldschmiedearbeiten aus möglichst vielen Einzelteilen zusammensetzen, dürfte für »byzantinische« bzw. mit byzantinischer Technologie arbeitende Werkstätten charakteristisch sein: Sie kann bei qualitativ hochwertigem, auf byzantischem Reichsgebiet gefundenem Goldschmuck beobachtet werden, kommt jedoch auch bei Schmucktypen vor, deren Verbreitung zwar vorwiegend oder sogar ausschließlich außerhalb des byzantinischen Reichsgebietes liegt, die jedoch unter byzantinischem Einfluss entstanden sind. Gute Beispiele für in »Kompositbauweise« angefertigte Schmuckstücke aus Gold sind insbesondere die hohlen Goldblecharmringe unterschiedlicher Qualitätsstufen **Kat. 4-6. 25-26**, der Anhänger **Kat. 23 (Abb. 122)** sowie alle anderen Schmuckstücke, die hohle Zierelemente aufweisen: Als Beispiele können die hohle, doppelkonische Aufhängung der Halskette **Kat. 1** und der hohle Kreuzanhänger der Halskette **Kat. 21** angeführt werden.

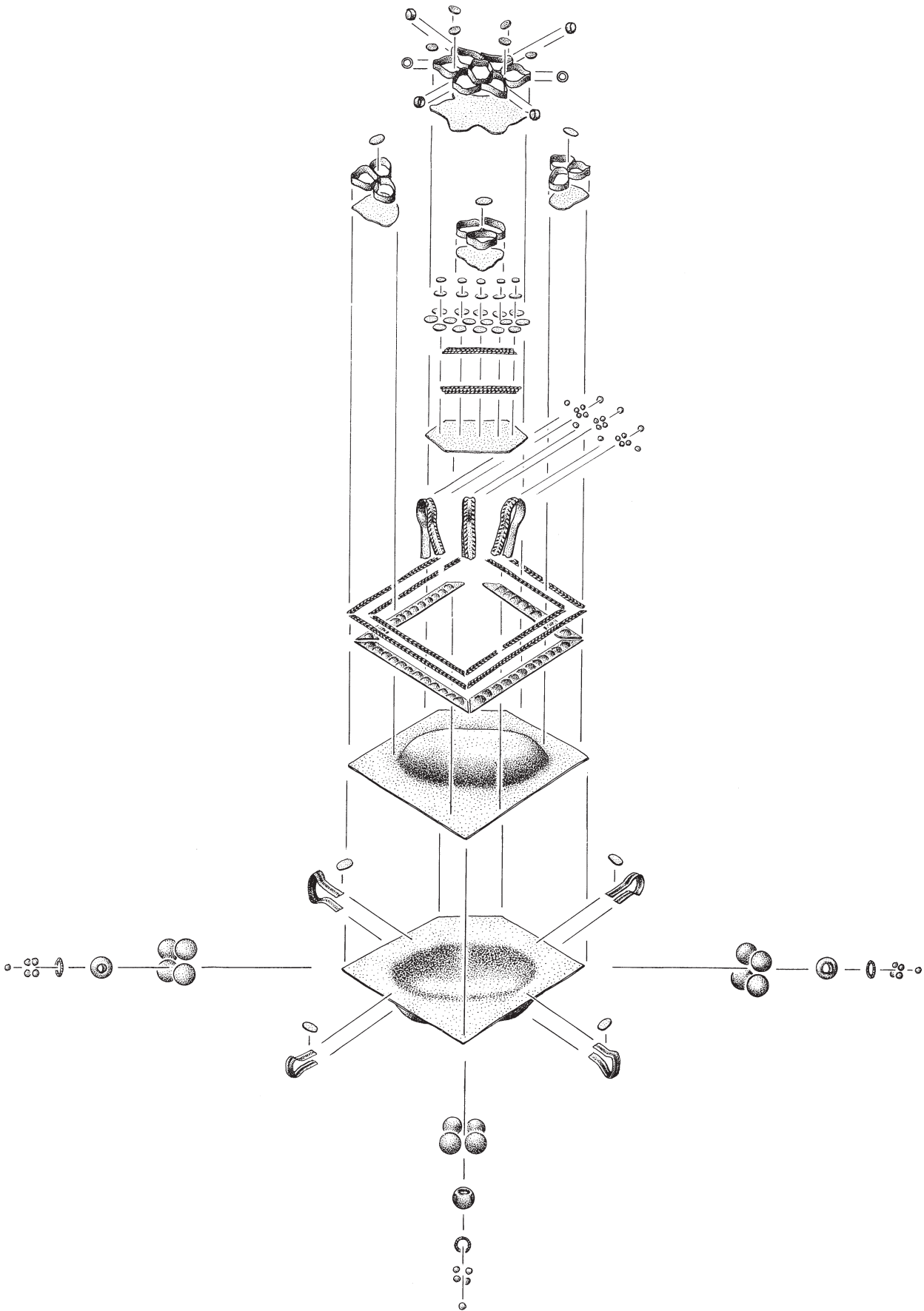


Abb. 122 Kat. 23: Explosionszeichnung aller Einzelteile des rautenförmigen Goldanhängers, die in »Komposittechnik« zusammen-
gelötet worden sind. – (Zeichnung M. Ober, RGZM).

Bemerkenswert ist z. B. auch, dass die drei Fingerringe **Kat. 7-9** aus dem kleinasiatischen Schatzfund II in herstellungstechnischer Hinsicht so ähnlich sind, dass von einer Werkstattgleichheit ausgegangen werden kann.

FÜLLMASSEN

Von besonderem Interesse ist im Zusammenhang mit der »Kompositbauweise« auch die Untersuchung der in den hohlen, aus Goldblech gefertigten Objekten bzw. Komponenten befindlichen Füllmassen: Spät-römische und frühbyzantinische Goldschmiede dürften eine Vielzahl verschiedener Füllmassen verwendet haben, die außer der Stabilisierung beim Gebrauch z. T. auch bereits eine Funktion im Zuge des Herstellungsprozesses besaßen (z. B. beim Treiben, Treibziselieren oder Punzieren – ähnlich einem »Treibkitt« – oder z. B. zur Fixierung von Glas- oder Edelsteineinlagen). Bei den frühbyzantinischen Objekten im RGZM wurden am häufigsten Schwefel, Kalziumsulfat »Gips« und Kalziumcarbonat »Kalzit«) dokumentiert, sowie organische Substanzen, die allerdings durch die zur Verfügung stehenden Analyseverfahren (Raman-Analyse und/oder Röntgenfluoreszenzanalyse [RFA]) meist nicht exakt bestimmt werden konnten. Alle hier als Füllmassen nachgewiesenen Substanzen (einzeln oder in Kombination) wurden bereits mehrfach bei anderen, spät-römischen und frühbyzantinischen Goldobjekten dokumentiert, wobei vor allem die an Goldschmuck des Virginia Museum of Fine Arts durchgeführten Untersuchungen (s. u.) von Bedeutung sind.

Kalziumsulfat (»gipsartige Füllmassen«)

Die drei Fingerringe **Kat. 7-9** aus dem Schatzfund II sind sowohl in typologischer als auch in technologischer Hinsicht eng verwandt (s. o.): Der weiße Füllstoff unter der Gemme des Fingerrings **Kat. 7** konnte mittels Raman-Analyse als Gips (Kalziumsulfat) identifiziert werden, ebenso der blaue Füllstoff unter der Gemme des Fingerrings **Kat. 9**. Bei dem dritten Exemplar aus dieser Gruppe, dem Fingerring **Kat. 8**, befindet sich unter der Gemme eine Schicht aus blauem Glas (niedriger Natriumgehalt, vermutlich durch Korrosion bedingt), darüber liegt in dem Bereich, wo ein Teil der Gemme abgebrochen ist, eine Schicht aus (möglicherweise modernem?) Gips (Kalziumsulfat).

Bei Materialanalysen an spätrömischen und frühbyzantinischen Goldobjekten im Virginia Museum of Fine Arts konnte ebenfalls mehrfach die Verwendung von Gips (Kalziumsulfat) als Füllmasse nachgewiesen werden, z. B. bei einem spätrömischen Fingerring (4. Jh., Fundort unbekannt; Nachweis durch energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse [EDX]) sowie bei einem vermutlich aus Syrien stammenden, spätrömischen Armreif mit feiner Durchbruchsarbeit (spätes 3. bis frühes 4. Jh.; Vergleichsstück zu **Kat. 25**, s. u. S. 184), wo die zur Hinterfütterung der Edelsteineinlagen in den Cabochons verwendete, weißliche Füllmasse durch EDX-Analysen als Gips (Kalziumsulfat) identifiziert werden konnte.

Auch bei einigen weiteren Goldobjekten im Virginia Museum of Fine Arts konnte mithilfe von Materialanalysen durch XRD (Röntgendiffraktometrie) und EDX eine weißliche Füllmasse als Gips (Kalziumsulfatdihydrat) angesprochen werden, z. B. bei einem Paar Goldblecharmreifen des späten 4. oder frühen 5. Jahrhunderts mit geperltem Dekor, wo die vorhandene Füllmasse in erster Linie einer Deformierung der Perlenzier der hohlen Goldblechreifen entgegengewirkt haben dürfte.

Besonders interessant ist der durch XRD und EDX erbrachte Befund bei einem Paar Goldblecharmreifen mit Edelsteineinlagen (spätes 3. bis frühes 4. Jh.): Hier dürfte zunächst leicht gelblicher Schwefel und dann der eventuell mit einem – weder durch EDX noch durch XRD genauer bestimmbar – organischen Zusatz ver-

mengte, weißliche Gips (Kalziumsulfatdihydrat) eingebracht worden sein. Dabei weisen die Autoren darauf hin, dass das nachgewiesene Füllmaterial zwar für die Stabilisierung der hohlen Armreifen beim Tragen, vermutlich jedoch nicht als Füllmasse während des Herstellungsvorganges (d. h. als »Treibkitt«) geeignet sein dürfte (hierfür könnte man eine besser formbare Substanz wie z. B. Bitumen verwendet haben).

Schwefel

Schwefel wurde bei einigen der hier behandelten Goldblechobjekte bzw. -komponenten unterschiedlichster Typen als Füllmasse verwendet, z. B. bei dem einfachen Armringpaar **Kat. 5**, dem aus zahlreichen Einzelteilen zusammengesetzten Oberarmring **Kat. 26** und den querzylindrischen Anhängern der Halskette **Kat. 20**, dem Körper des Ohrringanhängers **Kat. 14** sowie der Fassung des Fingerrings **Kat. 28**.

Schwefel besitzt im Mittelmeerraum eine lange Tradition als Füllmasse, sowohl allein als auch in Kombination mit anderen Substanzen (z. B. Gips; s. o.).

Kalziumcarbonat (»Kalzit«)

Materialanalysen (Raman-Analysen) des Füllstoffes im Inneren bzw. in den Cabochonfassungen des aus Goldblech angefertigten Kreuzanhängers der Halskette **Kat. 21** haben ergeben, dass es sich um Kalziumcarbonat (»Kalzit« mit organischem Anteil [= mithilfe der zur Verfügung stehenden Analyseverfahren nicht genauer bestimmbar]) handelt.

Bei Materialanalysen (EDX und mikrochemische Analysen) an einem frühbyzantinischen Goldblechmedaillon im Virginia Museum of Fine Arts (Fundort unbekannt; spätes 6. bis frühes 7. Jh.) konnte ebenfalls die Verwendung von Kalziumcarbonat als Füllmasse nachgewiesen werden, das mit einer beträchtlichen Menge Harz oder Wachs vermischt ist.

Auch der hohle Körper des aufwendig verzierten Armrings **Kat. 4** war mit Kalziumcarbonat (»Kalzit«; Nachweis durch RFA- bzw. Raman-Analysen) gefüllt. In der Hauptriemenzunge der Gürtelgarnitur **Kat. 46** konnten Spuren einer weißlichen Substanz ebenfalls als Kalziumcarbonat identifiziert werden.

Organische Substanzen (z. B. Bitumen, Wachs)

Im Inneren der aus Goldblech gefertigten Hauptriemenzunge **Kat. 44** haben sich Reste eines dunklen Füllstoffes erhalten: Den Materialanalysen zufolge könnte es sich hierbei um Bitumen handeln.

Ansonsten konnten organische Substanzen vor allem bei Objekten mit Cloisonnéverzierung nachgewiesen werden, wo sie häufig zur Hinterfütterung der Glas- oder Halbedelsteineinlagen gedient haben dürften (s. u. S. 172).

LÖTEN

Als Lötten bezeichnet man die Herstellung einer (möglichst dauerhaften) metallischen Verbindung zwischen zwei oder mehreren Metallteilen, indem ein metallisches Bindemittel (= das Lot) schmilzt, während die

zu verbindenden Metallteile noch im festen Zustand verbleiben, sich aber geringfügig im Lot lösen. Das Lot muss also einen Schmelzpunkt aufweisen, der deutlich unter jenem der zu lötenen Metallteile liegt (mind. 50 °C; für feine Arbeiten aufgrund der Gefahr von stellenweiser Überhitzung auch mehr). Außerdem sollten die Hauptlegierungsbestandteile weitgehend dem der zu verbindenden Teile entsprechen. Dies ist insbesondere bei der Vereinigung von Einzelteilen aus Edelmetall wichtig, da die Lotfugen sonst optisch störend in Erscheinung treten. Derartige Verbindungen werden deshalb in der Regel auch nicht mit auf Zinn-Blei-Basis legierten Weichloten herbeigeführt, die bereits bei unter 450 °C schmelzen. Zur Vereinigung von Einzelteilen, die aus Gold oder Silber bestehen, werden üblicherweise Hartlote entsprechender Farbgebung verwendet, deren Schmelzpunkt mehr als 650 °C beträgt. Im Bereich der Fugen optisch deutlich erkennbare Metallhebungen können darauf hinweisen, dass die Lötung mit einer Lotlegierung durchgeführt worden ist. Diese ermöglicht gelegentlich eine Abgrenzung von den beiden anderen antiken und historischen, überwiegend »lotspurenfreien« Verbindungsverfahren »Reaktionslötverfahren« und »Sintern« bzw. »eutektische Bindung«. Während die Lötverbindungen bei den beiden anderen Verfahren in der Regel punktuell sind, erscheinen die mit einer Lotlegierung herbeigeführten hin und wieder flächig, und eben dort kann mitunter überschüssiges Lot auftreten. Dieser Unterschied fällt insbesondere beim Auflöten von Granalien und Filigrandrähten ins Gewicht, auch wenn es durch geschickte Handhabung der Lotlegierung (z. B. durch Verwendung minimaler Lotmengen) möglich ist, die »Lotspurenen« relativ gering zu halten.

Als »Reaktionslötverfahren« bezeichnet man ein historisches Hartlötverfahren für Edelmetalle, bei dem anstelle von metallischen Lotlegierungen mineralische oder künstlich hergestellte Kupferverbindungen verwendet worden sind. Diese Kupferverbindungen wurden in pulverisierter Form mit der wässrigen Lösung eines organischen Klebstoffs vermischt, auf die Lötstelle aufgetragen und erhitzt. Die Entstehung einer Lotverbindung basiert auf der Reduktion der Kupferverbindung zu metallischem Kupfer. Die so entstandene, kupferhaltige Oberflächenlegierung besitzt einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Grundmetall der zu lötenen Teile und wirkt als Lot. Der zielgerichtete Auftrag von Reaktionslot ermöglicht punktuelle Verbindungen, die optisch kaum sichtbar in Erscheinung treten, und das Verfahren eignet sich deshalb aus ästhetischen Gründen besonders für sehr feine, beispielsweise Granulations- und Filigranarbeiten. Diese Lotverbindung nimmt, im Gegensatz zu Lotlegierungen, bei anhaltender oder nochmaliger Erhitzung an Festigkeit zu, da die Kupferatome hierdurch immer tiefer in das Grundmetall diffundieren. Durch diese Eigenschaft des Reaktionslötverfahrens wird z. B. auch schrittweises Vorgehen bei der Herstellung eines Werkstückes erleichtert.

Ein weiteres, für feine Granulations- oder Filigranarbeiten besonders geeignetes Verbindungsverfahren wird als »Sintern«, »eutektische Verbindung« oder »Diffusionsverbindung« bezeichnet und erfordert weder metallisches Lot noch ein Kupfersalz, sondern nur Temperaturen knapp unter dem Schmelzpunkt der betreffenden Legierung: Bei einer knapp unter dem Schmelzpunkt der betreffenden Legierung liegenden Temperatur wird ein Teil der Metalloberfläche flüssig, während der andere Teil noch bis zum Erreichen des Schmelzpunktes in fester Form, als »Kristallgitter«, bestehen bleibt. Wird also die erforderliche Temperatur erreicht, fließt der flüssige Legierungsanteil zwischen die zu verbindenden Metallteile und stellt schon nach geringer Temperatursenkung eine feste Verbindung dar.

Von der ebenfalls durch feine, »halsförmige« Lotverbindungen gekennzeichneten »Sintermethode« (s. o.) lässt sich das Reaktionslötverfahren ausschließlich durch den Nachweis eines deutlich erhöhten Kupfergehaltes im Bereich der Lötstelle eindeutig abgrenzen. Voraussetzung für einen definitiven Nachweis ist jedoch, dass ein Querschnitt durch die Lötstelle und den angrenzenden Bereich angefertigt werden kann. Da dies jedoch bei Originalen nur in Ausnahmefällen möglich ist, funktioniert die Unterscheidung dieser beiden Verfahren auf analytischem Wege bei experimentell-archäologischen Arbeiten gut, ist jedoch bei Originalen nach wie vor schwierig.

Das Reaktionslötverfahren dürfte bis in die Neuzeit das gebräuchlichste Lötverfahren – vor allem zur Anfertigung feiner Granulations- und Filigranarbeiten – gewesen sein. Grundsätzlich ist auch bei der überwiegenden Mehrzahl der hier untersuchten Objekte von einer Verwendung des Reaktionslötverfahrens auszugehen. Diese Arbeitshypothese beruht allerdings derzeit ausschließlich auf den, an den einzelnen Objekten erkennbaren, optischen Merkmalen und bedarf einer Überprüfung durch Materialanalysen (z. B. REM/EDX).

Bei einigen der hier vorgestellten Objekten (z. B. **Kat. 1-4, 46**; vgl. auch die herstellungstechnischen Angaben zu den einzelnen Artefakten auf S. 177-180) hat man mit »Löthilfen« (z. B. vierkantige Stäbe, Granalien) versucht, die Stabilität – vor allem von mechanisch stark belasteten Lötverbindungen (z. B. im Bereich von Ösen, Scharnieren und Ösenschlaufen) – zu verbessern. So wurden etwa Ränder oftmals überlappend zusammengeführt und Ösen mit angespreizten Endstücken versehen, wie z. B. bei der Gürtelgarnitur **Kat. 46** (vgl. auch die meist »omegaförmig« gestalteten Ösenschlaufen) (vgl. **Abb. 164, 51**). Hierdurch wurde nicht nur eine höhere Stabilität innerhalb der Verbindungszone bewirkt, sondern die Maßnahmen führten zu großflächigeren Kontaktzonen, an denen sich Legierungen bilden konnten.

Ein Indiz dafür, dass die Lötverbindungen bei der Gürtelgarnitur **Kat. 46** mit Reaktionslot hergestellt wurden, sind die stellenweise erkennbaren, rötlichen Verfärbungen im Bereich der Lötstellen. Diese ist vor allem im Bereich der Ösenschlaufen auf den Innenseiten der Beschläge ohne Rückplatte **Kat. 46, Nr. 5-12** gut zu sehen. Besonders deutlich ist diese Verfärbung z. B. im Umfeld der auseinandergebogenen Enden der einen Ösenschlaufe des Beschlags **Kat. 46, Nr. 12** erkennbar. Schwierigkeiten beim Anlöten der Ösenschlaufen sind offensichtlich bei dem schildförmigen Beschlag **Kat. 46, Nr. 6** aufgetreten. So wurde dort zur Verbesserung des Kontaktes mit dem Grundblech bei der einen Ösenschlaufe ein Blechstück hinzugefügt, während bei der anderen Ösenschlaufe sogar zwei Blechstücke erforderlich waren (vgl. **Abb. 164, 33, 57**). Bemerkenswert ist auch, dass die auf den Rückseiten der verzierten Deckbleche der Beschläge **Kat. 46, Nr. 5-12** befestigten Ösenschlaufen im Bereich der umgebogenen Enden offenbar großflächiger mit Reaktionslot bestrichen worden sind, als z. B. die Ösen auf der Rückplatte des rechteckigen Beschlags mit Riemenschieber und rechteckigem Querschnitt **Kat. 46, Nr. 13** (**Abb. 112, 4**).

EINLEGETECHNIKEN

Cabochon und Cloisonné

Glas- und Edelsteineinlagen sind grundsätzlich bei qualitativ gearbeitetem, spätrömischem und frühbyzantinischem Goldschmuck ein gebräuchliches Zierelement. Als Cabochon bezeichnet man eine einzelne, der Form der Fassung entsprechend zugeschliffene und mittels verschiedener Techniken befestigte Glas- oder Halbedelsteineinlage.

Bestimmte Techniken zur Befestigung von Glas- und Edelsteineinlagen dürften für das frühbyzantinische Goldschmiedehandwerk kennzeichnend sein, z. B. die Fixierung von durchlochtem Edelsteinen und Perlen durch Metalldrähte: So sitzt z. B. bei dem Fingerring **Kat. 28** der kugelförmige Smaragd in einer zargenförmigen Fassung, die von einem ringförmig aufgelöteten Blechstreifen gebildet wird. Der modern eingesetzte Smaragd besitzt links und rechts je ein gebohrtes Loch, in dem sich jeweils ein Stück geschmiedeten, rundstabigen Drahtes befindet, dessen Enden jeweils mit der Grundplatte verlötet worden sind. Die zentrale Fassung auf dem Kreuzanhänger der Halskette **Kat. 21** wurde aus ringförmig auf die Deckplatte gelötetem, rundstabigem Hohl Draht hergestellt. Auch in diesem Fall ist die Perlmuttereinlage zusätzlich auf rundstabigen,

massiven Draht aufgefädelt und somit befestigt worden (vgl. **Abb. 141, 15**). Auf dem Fingerring **Kat. 29** wurden die Perlen in den runden Fassungen durch Aufstecken auf einen rundstabigen Draht fixiert. Auf der Vorderseite des Ohrringanhängers **Kat. 14** dürften 14 durchbohrte Perlen (8 Stück erhalten) als Zierelement auf einen nur in Spuren erhaltenen Kupferdraht aufgefädelt worden sein.

Am gebräuchlichsten – sowohl inner- als auch außerhalb des byzantinischen Reichs- und Einflussgebietes – sind Cabochonfassungen, die aus einem – mit der Grundplatte verlöteten – Blechstreifen bestehen. Dabei erfolgte die Befestigung der darin eingefügten Edelsteineinlage je nach Stärke des Blechstreifens üblicherweise durch das Flachklopfen oder Anreiben der Oberkante.

Mit Ausnahme der Perlmuttereinlage der zentralen Fassung befinden sich alle Cabochons auf dem Kreuzanhänger der Halskette **Kat. 21** in Kastenfassungen, die aus einem, auf die Deckplatte aufgelöteten Blechstreifen bestehen: Die vier Fassungen mit blauen Glaseinlagen weisen je vier zungenförmige Fortsätze auf (vgl. **Abb. 141, 16**), die zur Befestigung der Einlagen beitragen. Bei den anderen Cabochonfassungen ist der Rand nach innen umgebogen.

Bei dem durchbrochen gearbeiteten Arming **Kat. 25** wurden die kastenförmigen Cabochonfassungen (3 im Bereich des größeren, 1 im Bereich des kleineren Abschnittes; vgl. **Abb. 144, 3. 9-12**) separat aus einer ca. 0,4 mm starken, etwas nach außen gewölbten Grundplatte und einem ca. 0,1 mm und 6 mm breiten, zagenartig gebogenen Blechstreifen angefertigt und anschließend von der Schauseite her an der vorgesehenen Stelle eingefügt und verlötet. Die einzelnen Fassungen ragen bis zu 4 mm ins Innere des Armings. Unter den Edelsteineinlagen befand sich vermutlich eine verformbare Masse wie Wachs oder Ton: Die Cabochons wurden in die Fassung eingedrückt und durch Umbiegen bzw. Anreiben der oberen Ränder befestigt.

Eine kreisrunde, aus einem auf die Grundplatte gelöteten Goldblechstreifen hergestellte Cabochonfassung ohne Bodenblech (rundes Loch in der Grundplatte) zierte auch das Zentrum der Schauseite des Ohrringanhängers **Kat. 14**. Unter der (nicht erhaltenen) Einlage sowie im Inneren des »kästchenartigen« Zierteils befindet sich eine weiß-graue Füllmasse: Die Raman-Analyse ergab, dass es sich um reinen Schwefel handeln dürfte (vgl. S. 169; **Abb. 134, 4-5**).

Als Cloisonné bezeichnet man eine flächendeckende Gestaltung der Metalloberfläche mit einem Zellenwerk, das der Fassung entsprechend zugeschliffene Halbedelsteine (insbesondere Almandine), eventuell auch Glasstücke enthält.

Die flächendeckende Cloisonnézier auf dem Besatz einer Frauenkronhaube **Kat. 11** (vgl. **Abb. 132, 1-3**) könnte dem Typ 2 nach Arrhenius angehören (»cement cloisonné«, s. o.). Das Zellenwerk enthält flache Almandin- bzw. grüne Glasplättchen, wobei einige Einlagen verloren gegangen sind. Die zahlreichen, relativ kurzen Zellwände dürften meist keinen Kontakt zur Grundplatte haben und sind nur miteinander bzw. mit der Einfassung verlötet worden. Unmittelbar unter jeder Glas- bzw. Almandineinlage befand sich ein (unverziertes?) Blechstück, von dem sich nur Spuren der goldenen Oberfläche erhalten haben und das daher vermutlich aus vergoldetem Silberblech angefertigt worden sein dürfte. Wahrscheinlich wurde das Blech mit einer knetbaren Masse (hier vermutlich: Bitumen oder Wachs?) hinterlegt, darunter sind Spuren einer hellen Füllmasse erkennbar (vermutlich: Gips oder Kalzit?). Die Fixierung der Einlagen erfolgte durch Anreiben der Oberkante der Fassungen.

Auch das Zellenwerk des Schwertknaufs **Kat. 37** könnte dem Typ 2 nach Arrhenius angehören (»cement cloisonné«, s. o.): Die aufgrund der gewölbten Grundform facettiert gestaltete Cloisonnézier (vgl. **Abb. 155, 1-3**) besteht aus insgesamt 17 Zellen, wobei fünf Einlagen verloren gegangen sind und es sich bei den erhaltenen Einlagen durchwegs um Almandinplättchen handelt. Das Zellenwerk wurde aus Blechstreifen hergestellt, deren Breite von Anfang bis Ende variiert, um eine facettierte Gestaltung, entsprechend der gewölbten Grundform des Objektes, zu gewährleisten. Die zentrale Fassung besteht aus einem kreisförmig

gebogenen Blechstreifen, dessen Unterkante mit der Grundplatte verlötet worden ist. Hingegen sind die Wände der übrigen Zellen nur mit den benachbarten Zellwänden, jedoch nicht mit der Grundplatte verlötet. Unter jeder Almandineinlage befindet sich ein unverziertes, sehr dünnes Blechstück (Blechst. 0,04 mm; Silber, feuervergoldet?), das vermutlich mit einer knetbaren Masse (Wachs, Ton?) hinterlegt wurde. Die Fixierung der Einlagen erfolgte durch Anreiben der Oberkante der Fassungen, fallweise erfolgte eine Nachbesserung in Form einer ein- oder beidseitigen Verstärkung der Zellwände durch dünne Blechstreifen und/oder kleine Blechstücke.

Die Grundform der Hauptkomponente der beiden querzylindrischen Anhänger der Halskette **Kat. 20** wurde jeweils aus einem Blechstück hergestellt, vermutlich wurden die 20 Durchbrüche jedes Exemplars bereits vor dem Biegevorgang ausgeschnitten. Das Einfügen der Almandineinlagen in diese Durchbrüche erfolgte anschließend, im Zuge der Herstellung der Grundform, vermutlich Reihe für Reihe: Es handelt sich um Almandineinlagen annähernd halbkugelförmiger Form, die eine auffallende Schlißtechnik aufweisen (vgl. **Abb. 140, 13**). Bei dem weißen Füllstoff (vgl. **Abb. 140, 1**) in den hohlen, querzylindrischen Anhängern handelt es sich um Schwefel (Nachweis durch RFA- und Raman-Analyse; vgl. S. 169).

Ein Zierfeld auf der Schauseite des Ohrringanhängers **Kat. 14** ist mit radial aufgebautem Zellenwerk mit Almandineinlagen verziert. Von ursprünglich 16 Almandineinlagen sind noch vier vorhanden (vgl. **Abb. 134, 1**): Es haben sich keine »Waffelleche« erhalten, eventuell waren silberne Exemplare (mit vergoldeter Schauseite) vorhanden, die durch Korrosion zerstört worden sind. Wahrscheinlich waren die Almandineinlagen/»Waffelleche« mit einer knetbaren Masse (Wachs, Ton?) hinterlegt, darunter befand sich eventuell dieselbe weiß-graue Füllmasse (vermutlich Schwefel), die noch im Inneren des Anhängers erhalten ist. Die Befestigung der Almandineinlagen erfolgte durch Anreiben der Oberkante der Fassungen. Die Cloisonnézier auf dem Ohrringanhänger **Kat. 14** könnte dem Typ 4 nach Arrhenius (»fused paste technique«, s. o.), eventuell auch dem Typ 3 (»sand putty technique«, s. o.) angehören.

Letzteres könnte auch für das cloisonnierte Schnallenbeschlag **Kat. 39** gelten, dessen Zellenwerk aus relativ dicken Blechstreifen angefertigt worden ist, wobei nur die längeren Abschnitte mit der Grundplatte verlötet worden sind. Die zahlreichen kurzen Zellwände hingegen haben meist keinen Kontakt zur Grundplatte (Spalt zwischen Grundplatte und der Unterkante der kurzen Zellwände) und sind nur punktuell miteinander verlötet: Die Cloisonnézier (vgl. **Abb. 157, 1-3**) besteht aus insgesamt 88 Zellen, wobei ein beträchtlicher Teil der Einlagen verloren gegangen ist. Es überwiegen Almandineinlagen, vermutlich waren außer der erhaltenen grünen Glaseinlage noch weitere Exemplare dieses Typs vorhanden. Sowohl die Glas- als auch die Almandineinlagen besitzen entlang der äußeren Kante zwei Facetten: Die untere erleichtert das Einsetzen der Einlage, die obere hingegen die Befestigung der Einlage in der Zelle. Unmittelbar unter jeder Glas- bzw. Almandineinlage befand sich ein (unverziertes?) Blechstück, von dem sich nur Spuren der goldenen Oberfläche erhalten haben und das daher vermutlich aus vergoldetem Silberblech angefertigt worden ist. Wahrscheinlich wurde das Blech mit einer knetbaren Masse (Wachs, Ton?) hinterlegt. Die Fixierung der Einlagen erfolgte durch Anreiben der Oberkante der Fassungen. Bei zwei Zellen sind Spuren einer nachträglichen Bearbeitung der Zellwände (zur Vergrößerung der Zelle) mit feinen Meißeln bzw. Stacheln erkennbar.

Nach Maiken Fecht findet sich dieselbe charakteristische, doppelt facettierte Schlißtechnik bei dem cloisonnéverzierten Schmuck aus Domagnano (Republik San Marino), den sie 1973 restauriert und untersucht hatte. Auch die Verwendung von Almandinen in Kombination mit grünen Glaseinlagen, die Herstellung des Zellenwerks aus relativ starken Blechstreifen, die Konstruktionsweise des Zellenwerks sowie nicht zuletzt die hohe Qualität der Einlegearbeit könnten dafür sprechen, dass das Beschlag der Schnalle **Kat. 39** und die Schmuckstücke aus Domagnano im Germanischen Nationalmuseum Nürnberg in derselben Werkstatt angefertigt worden sind. Diese Arbeitshypothese sollte durch vergleichende Materialanalysen der Glas- und Almandineinlagen sowie der verwendeten Goldlegierungen überprüft werden.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass für detaillierte Studien zu den in diesem Katalog vorgestellten Objekten mit Cabochon- und Cloisonnézier (vgl. auch den Kurzkatalog **Kat. 11. 14. 20. 25. 37. 39**) die Durchführung zusätzlicher Materialanalysen (insbesondere zu den Einlagen und Füllmassen) erforderlich wäre.

Email

Im Gegensatz zur Einlage von entsprechend zugeschliffenen Glasstücken in Zellenwerk (Cloisonné) oder Einzelfassungen (Cabochons) wird bei echten Emailarbeiten eine pastöse Glasmasse auf Metall aufgebracht und nachfolgend eingebrannt. Die Glasmasse setzt sich aus Quarzsand (SiO_2), Soda (Natriumcarbonat [Na_2CO_3]), Pottasche (Kaliumcarbonat [K_2CO_3]) und Kalk (Calciumoxid [CaO]) zusammen und wird durch die Beigabe von Metalloxiden gefärbt. Durch Erhitzung im Ofen schmilzt das Glas und verbindet sich fest mit der Metalloberfläche. Bei Verwendung verschiedenfarbiger Emailpasten an einem Objekt dürfen deren Schmelzpunkte nicht zu weit auseinanderliegen. Analysen ergaben, dass die Schmelzpunkte von byzantinischem Email zwischen 750 und 800°C lagen, die Spanne der Schmelzpunkte an ein und demselben Stück betrug ca. 30°C. Im Laufe der Zeit bzw. durch die Lagerung im Boden haben sich die ursprünglichen Emailfarben teilweise stark verändert, sodass die ursprüngliche Farbe in vielen Fällen nur durch eine analytische Bestimmung der farbgebenden Komponenten ermittelt werden kann.

Als Drahtemail bezeichnet man eine Verzierungs-technik, bei der eine Filigranzier die Trennung zwischen den verschiedenfarbigen Emailaufträgen bildet. Die aus Ägypten stammende Technik wurde vorwiegend in den ersten Jahrhunderten n. Chr. verwendet. Auch viele spätrömische oder frühbyzantinische Emailarbeiten, vor allem aus dem 5. Jahrhundert, wurden in dieser Technik ausgeführt. In späterer Zeit kommt das Drahtemail wesentlich seltener vor. Es wurde weitgehend vom Zellschmelz abgelöst (s. u.).

Als Zellschmelz (»émail cloisonné«) bezeichnet man eine Technik, bei der flache Blechstreifen die gitterartig gemusterte Trennung zwischen den verschiedenfarbigen Emailaufträgen bilden. Der Ursprung der Zellschmelztechnik dürfte im südöstlichen Mittelmeerraum (Ägypten, Syrien) liegen. Zellschmelzarbeiten fanden sich daher bevorzugt in »byzantinischen« bzw. von Byzanz beeinflussten Gebieten. Viele der frühesten Zellschmelzarbeiten gehören zur Variante des aufgesetzten Zellschmelzes, wo nur ein Teil der Metalloberfläche von emailgefüllten Stegen bedeckt ist: Diese stehen erhaben über dem flachen Goldgrund. Später setzte sich dann der – schon früher vereinzelt vertretene – flächendeckende Zellschmelz (»Vollschmelz«) durch. Eine weitere Variante stellt der »Senkschmelz« dar. Ähnlich wie beim »aufgesetzten Zellschmelz« wurde nur ein Teil der Fläche mit Zellschmelz verziert. Diesen Teil hat man jedoch entweder durch Treiben eingetieft oder aber ausgeschnitten und mit einer zweiten Platte hinterfüllt, sodass das Zellenwerk nach dem Schleifen und Polieren des Emails in einer Ebene mit der Goldfläche steht.

Das einzige der hier behandelten Objekte, bei dem die Emailzier teilweise noch gut erkennbar erhalten ist, ist die Halskette mit Kreuzanhänger **Kat. 21**. Dabei wurde das in Zellschmelz erstellte Motiv des Zentralmedaillons mit relativ niedrigen Blechstreifen gebildet. Eventuell war ursprünglich auch Drahtemail vorhanden, da als zusätzliches Zierelement in nicht (mehr?) emailierten Bereichen rundstabige Drähte mit spiralförmigen Nähten vorhanden sind, die vermutlich durch Verdrillen eines Blechstreifens hergestellt worden waren (vgl. **Abb. 141, 3-4. 20-21**). Bei einem der beiden Vogel motive hat sich im Email noch ein kleines, rundes Goldscheibchen erhalten und bei dem anderen ist an entsprechender Stelle noch erkennbar, dass hier ein Goldscheibchen verloren gegangen ist. Die Fixierung der Goldscheibchen im Email zeigt auch, dass Email einen wirksamen »Klebstoff« zur Befestigung von metallischen Komponenten darstellt.

Weiterhin deutet bei dem Ohrringpaar **Kat. 19** das Zellenwerk (sowie emailierte, allerdings wesentlich qualitätvoller gearbeitete Vergleichsbeispiele; vgl. S. 35-38) darauf hin, dass diese ursprünglich ebenfalls

mit Zellschmelz verziert waren. Das durch Lötung vereinigte Zellenwerk im Zentrum des Zierteils besteht aus ca. 1,3 mm breiten Blechstreifen und es besitzt eine zargenartige Einfassung (vgl. **Abb. 139, 1. 4**). Dabei ist das Zellenwerk nicht mit der Einfassung verbunden, sondern lediglich in den äußeren Rahmen eingesetzt. Außerdem besteht zwischen der Bodenplatte der Einfassung und dem Zellenwerk ein schmaler Spalt. Innerhalb des Zellenwerks beider Ohrringe finden sich die Anhaftungen einer rötlichen Substanz, bei denen es sich um Korrosionsprodukte der ursprünglich vorhandenen Emailinlagen handeln könnte (vgl. **Abb. 139, 1**) (RFA- und Raman-Analysen vgl. S. 244; **Kat. 19**). Der Spalt zwischen dem Zellenwerk und dem Boden der Einfassung könnte bedeuten, dass der vermutlich mehrfarbige Emailschatz des zentralen Zierteils zunächst separat eingebrannt worden ist. Durch einen neuerlichen Brand hat man vielleicht das eingefügte Zierteil im Email fixiert.

Bei der Restaurierung und herstellungstechnischen Untersuchung des spätrömischen bzw. frühbyzantinischen Goldschmucks im RGZM konnte Maiken Fecht Merkmale erkennen, die ihrer Ansicht nach darauf hinweisen dürften, dass einige Artefakte, bei denen man dies bisher nicht vermutet hatte (z. B. Durchbruchs- und Treibziselarbeiten sowie Granulations- und Filigranarbeiten), ursprünglich mit Emailsichten und/oder glasfrittenartigen Pasten gefüllt bzw. überzogen gewesen sein könnten. Diese Merkmale sollen nun angeführt und anschließend im Hinblick auf die hier behandelte Objektgruppe diskutiert werden:

1. In Bereichen, wo eigentlich eine blanke Oberfläche zu erwarten wäre (z. B. vertiefte, mit Feinwerkzeugen spanlos oder spanabhebend bearbeitete Bereiche sowie mittels verschiedener Feinwerkzeuge ausgeschnittene Durchbrüche), ist eine gleichmäßig strukturierte, feinkörnige Oberfläche erkennbar, die darauf hinweist, dass hier (nach Abschluss der Feinbearbeitung) ein thermischer Prozess stattgefunden hat bzw. dass im Zuge dieses thermischen Prozesses Substanzen, die eine Schmelzpunktniedrigung verursacht haben, zur Anwendung kamen (d. h., eine im heißen Zustand aufgebrachte Masse, z. B. Email, führte zu einer Strukturveränderung auf der Oberfläche des Goldblechs durch darin enthaltene Metalle bzw. Metallverbindungen, die eine ähnliche Wirkung besaßen wie ein Flussmittel; z. B. Blei). Eine derartige Strukturveränderung (mit oder ohne Materialreste; s. u.) findet sich bei einer beträchtlichen Anzahl der hier behandelten Objekte, z. T. zusätzlich auch auf der Rückseite, wo sie allerdings wohl eher nicht im Sinne einer Emailzier, sondern eher im Sinne einer Hinterfütterung mit einer glasfrittenartigen Füllmasse interpretiert werden sollten (z. B. die vielteilige Gürtelgarnitur **Kat. 46**, vgl. S. 169).

2. Bei einigen Objekten sind in diesen Bereichen auch Spuren verschiedenfarbiger (vorwiegend roter) Substanzen/Verfärbungen erkennbar: Hierbei könnte es sich um die Reste bzw. Korrosionsprodukte einer ursprünglich vorhandenen Emailzier handeln. Die einzige Möglichkeit zur Verifizierung dieser Arbeitshypothese sind allerdings Materialanalysen, die sich jedoch auch nicht immer eindeutig interpretieren lassen (z. B. wenn keine farbgebenden Bestandteile nachweisbar sind), da die Bestandteile von Glasmassen ja z. T. auch natürlich (im Erdreich) vorkommen. Hinweise auf das Vorhandensein einer Emailzier konnten bisher an folgenden Objekten gefunden werden: Gürtelkette **Kat. 2** – nachgewiesene Elemente = Silizium, Calcium, Aluminium und Eisen; Nebenriemenzunge **Kat. 43** = Kalk-Natron-Glas, farblos/entfärbt(?).

3. Bei manchen Durchbruchsarbeiten weisen die Durchbrüche zackenartige Grate auf. Deshalb stellt sich die Frage, ob diese Grate auf mangelnde Sorgfalt bei der Ausführung der Durchbruchsarbeit zurückzuführen oder ob sie vielmehr sogar absichtlich, z. B. zwecks besserer Befestigung eines eventuell vorhandenen »Fensteremails«, angebracht worden sind. In diesem Zusammenhang könnte es von Bedeutung sein, dass solche Grate (stellenweise) auch an den qualitativvoll gearbeiteten Durchbrucharbeiten aus einem syrischen Schatzfund vorkommen (**Kat. 1**, Halskette sowie **Kat. 2**, Gürtelkette). Ähnlich könnten auch, so Maiken Fecht, bestimmte Konstruktionsweisen (z. B. Medaillons mit leicht überstehender Rahmenzier) unter Umständen mit einer ursprünglich vorhandenen Emailzier in Zusammenhang stehen.

Außerdem zieht Maiken Fecht die Möglichkeit in Betracht, dass bei einigen Objekten eine eventuell bereits zum Zeitpunkt der Herstellung beschädigte bzw. reparierte Oberfläche und/oder die unregelmäßig gestaltete Oberfläche einer handwerklich minderwertigen Arbeit mittels einer Emailschiicht verdeckt worden ist. Die betreffenden Artefakte, z.B. die beiden Anhänger **Kat. 22** und **Kat. 23**, könnten daher im ursprünglichen Zustand anders ausgesehen haben oder vorhandene Bearbeitungsfehler durch eine vielleicht vorhandene Emailschiicht auf der Oberfläche des Objektes nicht erkennbar gewesen sein. Diese Möglichkeit ist zwar nicht auszuschließen, jedoch ohne einen positiven Nachweis durch Materialanalysen nicht zu beweisen.

Niello

Als Niello bezeichnet man die Verwendung ein oder mehrerer Metallsulfide zu dekorativen Zwecken an Metallobjekten, wobei durch die dunkle Farbe der Metallsulfide auf Artefakten aus Gold, Silber, Kupfer, Bronze und Messing ein deutlicher Farbkontrast erzielt wird.

Materialanalysen antiker Nielloarbeiten haben gezeigt, dass vom 1. bis zum 4. Jahrhundert vorwiegend reine Silbersulfide und in wesentlich geringerem Ausmaß auch reine Kupfersulfide verwendet worden sind. Mischungen aus Kupfer- und Silbersulfid konnten bei antiken Nielloarbeiten nur in Ausnahmefällen festgestellt werden, während sie vom 5. bis zum 10. Jahrhundert der gebräuchlichste Niellotyp sind. Reines Silbersulfid besitzt einen Schmelzpunkt von 861 °C, bei reinem Kupfersulfid beträgt er sogar 1121 °C. Beide Sulfide zerfallen beim Erhitzen unter oxidierenden Bedingungen vor Erreichen ihres Schmelzpunktes. Bei reinem Kupfersulfid kommt zusätzlich noch das Problem hinzu, dass sein Schmelzpunkt über jenem des Grundmetalls liegt (z.B. 10 % Zinnbronze schmilzt bei ca. 1000 °C). Die antiken Quellen enthalten keine Angaben zur Handhabung von reinem Silbersulfid bei Verwendung als Nielloeinlage. Praktische Versuche haben gezeigt, dass reines Silbersulfidpulver bei ca. 600 °C einen viskosen Zustand erreicht und sich in die dafür vorgesehenen Vertiefungen drücken lässt. Bei reinem Kupfersulfid ist dies jedoch – wie Experimente erkennen ließen – wesentlich schwieriger. Bei Verwendung reiner Silber- oder Kupfersulfide wurde die Oberfläche der Vertiefung meist relativ stark aufgeraut, um die Haftung des Niellos zu verbessern. Der deutlich niedrigere Schmelzpunkt einer Silber-Kupfersulfidmischung würde es erlauben, sie in eine Vertiefung einzuschmelzen. Jedoch konnte z.B. Susan La Niece feststellen, dass im Frühmittelalter in vielen Fällen auch Silber-Kupfersulfidmischungen weiterhin im halb geschmolzenen Zustand in Vertiefungen eingedrückt worden sind und sich daher mit dem Grundmetall nicht vollständig verbunden haben. Reine Silbersulfide waren im Frühmittelalter weiterhin als Niellopaste in Gebrauch. Die Verwendung reiner Kupfersulfide konnte jedoch auf analytischem Wege für die nachrömische Zeit nicht belegt werden.

Silber-Kupfer-Bleisulfide sind bei byzantinischen Nielloarbeiten ab dem 11. Jahrhundert nachgewiesen. Die frühesten, bisher bekannten, westeuropäischen Nielloarbeiten dieses Typs stammen aus dem 13. Jahrhundert. Ab dem Spätmittelalter ist dies bei Weitem der gebräuchlichste Niellotyp. Dies hängt wohl mit den technischen Vorteilen dieser Sulfidmischung zusammen. Die eutektische Mischung der Silber-Kupfer-Bleisulfide (im Verhältnis 5:7:8) besitzt einen Schmelzpunkt von 440 °C und kann daher in Pulverform in Vertiefungen eingeschmolzen werden. Da eine solche Mischung gut fließt, eignet sie sich auch zum Niellieren feinsten Gravuren. Beim Schmelzen der Sulfidmischung entstehen häufig Luftblasen, die an der Oberfläche des Niellos erkennbar sind.

Auf dem Fingerring **Kat. 33** wurde die Verwendung einer Sulfidmischung, die neben Silber auch Spuren von Blei, Kupfer und Quecksilber enthält, als Nielloeinlage (vgl. **Abb. 152, 1-2**) nachgewiesen.

Die Spuren dunkler Einlagen im Bereich der Filigranzier des Fingerrings **Kat. 27** konnten ebenfalls als Niello angesprochen werden: Die Materialanalysen haben gezeigt, dass es sich um Silbersulfid mit Spuren von Kupfersulfid handeln dürfte.

Die ausschließliche Verwendung von Silbersulfid als Nielloeinlage könnte eventuell darauf hinweisen, dass der Monogramming **Kat. 32** in frühbyzantinischer Zeit hergestellt worden ist, da dieser Niellotyp vor allem in römischer und frühbyzantinischer Zeit gebräuchlich gewesen sein dürfte. Ab dem 11. Jahrhundert wurde in byzantinischen Werkstätten zunehmend die Verwendung der Mischungen aus Silber-, Kupfer- und Bleisulfid üblich. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass man auch im Hoch- und Spätmittelalter vereinzelt reines Silbersulfid als Niello verwendet hat.

SPANLOSE UND SPANABHEBENDE FEINBEARBEITUNGSTECHNIKEN

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen »spanlosen« und »spanabhebenden« Verzierungstechniken. Die »spanlosen« Verzierungstechniken (z. B. Treibziselieren, Punzieren, Pressen, Prägen) sind dadurch gekennzeichnet, dass die Metalloberfläche beim Gestalten der ornamentalen Detailformen lediglich verformt wird. Es wird – im Gegensatz zu den »spanabhebenden« Verfahren (z. B. Ritzen, Gravieren, Meißeln) – kein Metall entfernt.

Linearer Dekor: Ritzen, Gravieren, Meißeln, Schroten

Mit einem sehr feinen, spanabhebenden Werkzeug (Nadelspitze) ausgeführte Vorritzungen finden sich bei einigen Objekten mit besonders qualitativ – in Treibziselieretechnik und/oder Durchbruchsarbeit – individuell gearbeitetem Dekor (z. B. die Hals- bzw. Gürtelketten **Kat. 1-2** sowie der halbmondförmige Ohring **Kat. 18**).

Die Arbeit mit Stichel (= Gravieren) und Meißel (= Meißeln) zählt zu den spanabhebenden Techniken. Beide Werkzeugtypen sind durch eine scharfe, keilförmige Arbeitskante gekennzeichnet. Sie dienen dazu, lineare und plastische Ornamente in die Metalloberfläche einzustechen bzw. erhaben herauszuarbeiten. Der grundlegende Unterschied zwischen diesen beiden Werkzeugtypen besteht darin, dass der Stichel mit dem Druck der Hand über die Metalloberfläche geführt wird, während der Meißel mit dem Hammer weiterbewegt wird.

Der mit Niello gefüllte Dekor auf den massiv gestalteten Fingerringen **Kat. 32-33** dürfte durch Gravieren hergestellt worden sein.

Aus technischen Gründen ist spanabhebender Dekor bei dünnen Gold- und Silberblechgegenständen nicht üblich, findet sich jedoch fallweise bei Objekten, die aus etwas stärkerem Blech hergestellt worden sind: Als Beispiele können die Teile einer vierteiligen Gürtelgarnitur **Kat. 42** sowie die zu einer zweiten, ähnlichen bzw. eventuell sogar werkstattgleichen Gürtelgarnitur gehörigen Nebenriemenzunge **Kat. 43** angeführt werden: Die verzierten Bereiche dieser Gürtelbeschläge wurden jeweils aus ca. 0,3-0,4 mm starkem Silberblech angefertigt, um eine Beschädigung durch Gravieren des Dekors zu vermeiden: Eine leichte Beschädigung des Goldblechs ist dennoch an einigen Stellen erkennbar. Der Dekor wurde durch Gravieren, Schroten und Punzieren hergestellt, wobei zwei charakteristische Punzen (einer mit rechteckiger Arbeitskante, ca. 1 mm lang und ca. 0,4 mm breit und ein zweiter mit annähernd kegelförmiger Spitze) verwendet worden sind. Die Vertiefungen hat man teilweise zusätzlich mit zwei verschiedenen Sticheln bearbeitet: Der Stichel mit

spitzwinkliger Arbeitskante wurde vor allem zur Nachbearbeitung der seitlichen Ränder, der oberen Kanten von Zierelementen unterschiedlicher Form sowie der Enden tropfen- bzw. bogenförmiger Vertiefungen benutzt. Der Stichel mit flächiger Arbeitskante ist ebenfalls zur Nachbearbeitung der oberen Kanten diverser Zierelemente, im Bereich der sichelförmigen Vertiefungen des rechteckigen Beschlags mit Riemenschieber sowie zur Nachbearbeitung der bogenförmigen Zierelemente der Riemenzungen verwendet worden.

Ein weiteres Beispiel ist die Gürtelschnalle **Kat. 41**: Bei dem aus auffallend dickem Goldblech gearbeiteten, D-förmigen Scharnierbeschlag finden sich in einigen Bereichen des plastisch gestalteten, treibziselierten Dekors auf der Schauseite auch Spuren einer spanabhebenden Bearbeitung (vermutlich graviert).

Plastischer Dekor, individuelle Herstellung: Treibziselieren und Punzieren

Bei der Herstellung der Grundform eines Blechgegenstandes kann grundsätzlich zwischen freiem Treiben (d. h. ohne Form) und Formtreiben (d. h. unter Verwendung positiver oder negativer Formen) differenziert werden. Analog steht bei der Gestaltung einer plastischen Verzierung dem Treibziselieren die Pressblechtechnik (= Serienanfertigung plastischen Dekors auf Blechen aus Edel- oder Buntmetall, unter Verwendung eines positiven, negativen oder zweiteiligen Modells) gegenüber.

Als Treibziselieren bezeichnet man die Gestaltung von Detailformen (Linien, Flächen) durch Bearbeitung eines Metallbleches mit Hammer und Punzen von Vorder- und Rückseite. Die drei grundlegenden Techniken beim Treibziselieren bezeichnet man als Schroten, Modellieren und Absetzen: Das Schroten wird sowohl zur Gestaltung linearer Ornamente als auch zum Vorzeichnen von Modellierungen bzw. für Details an modellierten Flächen verwendet. Der Schrotpunzen bzw. Schrotmeißel besitzt eine mehr oder weniger scharfkantige Arbeitskante, wird mit einer Hand über die Metalloberfläche geführt und durch leichte Schläge mit dem Ziselierhammer vorwärts getrieben. Für gerade Linien eignet sich am besten die Variante mit gerader Arbeitskante, für gebogene Linien jene mit gebogener Arbeitskante. Bei perfekter Handhabung von Schrotpunzen und Ziselierhammer ist die Oberfläche der Linien glatt und es sind daher keine Rückschlüsse auf die Länge der Arbeitskante des Werkzeuges möglich. Wird die Technik weniger gut beherrscht, hinterlassen die Ecken der Arbeitskante des Schrotpunzens kleine, quer zur Längsachse der Linie verlaufende Absätze, die fallweise sogar Rückschlüsse auf die Länge der Arbeitskante erlauben können. Beim Modellieren wird eine reliefartige Gestaltung erreicht, indem die Rückseite des Bleches mit gewölbten Punzen von der Rückseite her bearbeitet wird. Diese Technik wird auch als »Repoussé« bezeichnet. Neben Modellierpunzen mit gewölbter Arbeitsfläche unterschiedlicher Form und Größe kann zur Modellierung größerer Flächen auch die kugelförmige Arbeitsfläche eines kleinen Treibhammers (»Kugelhammer«) verwendet werden.

Wird das Blech ausschließlich von der Rückseite her modelliert, wirkt das so hergestellte Relief weich. Durch Schroten der Konturen lässt sich das Relief etwas deutlicher vom Hintergrund abgrenzen. Dies gelingt am besten, wenn die Konturen vor dem Modellieren auf der Vorderseite eingeschrotet werden, jedoch ist zwecks Vorzeichnung auch das Schroten auf der Rückseite möglich. Um die Konturen noch schärfer hervortreten zu lassen, kann man sie absetzen. Zu diesem Zweck verwendet man meist einen Setzpunzen mit einer einseitig keilförmigen Arbeitskante. Mit einem Setzpunzen kann man nicht nur die unmittelbare Umgebung eines aus einem Blech herausmodellierten Reliefs auf das ursprüngliche Niveau zurücksetzen und so dessen Konturen deutlicher hervortreten lassen. Man kann auch einen ursprünglich flachen, von geschroteten Linien begrenzten Bereich erhaben erscheinen lassen, indem man ausschließlich dessen Umgebung absetzt. Hierbei kommen außer Absetzpunzen auch verschiedene Planierpunzen zur Anwendung. Eine relativ gleichmäßige Blechstärke der erhabenen und der vertieften Bereiche weist darauf hin, dass beidseitig ziseliert worden ist: Wären die Reliefs ausschließlich durch Modellieren von der Rück- bzw. Gefäßinnenseite entstanden, müss-

ten die stärker gewölbten Bereiche deutlich dünner sein als der Hintergrund. Hätte man hingegen nur den Hintergrund von der Vorderseite her abgesetzt, wären hingegen die tiefer liegenden Bereiche dünner. Beim Punzieren wird die mit Dekor versehene Arbeitskante des Musterpunzens durch Hämmern in die Metalloberfläche eingeschlagen, wobei Metall verdrängt, aber nicht entfernt wird. Die Muster können einfach (z.B. Dreiecke, einfache bzw. mehrere konzentrische Kreise) oder komplex (z.B. Pflanzen- oder Tiermotive) sein.

Im Mittelmeerraum war die Treibziselieretechnik ein gebräuchliches Verfahren zur Herstellung von plastisch gestaltetem Dekor bei qualitativ hochwertigen Edelmetallgegenständen und wurde auch in spätrömischer und frühbyzantinischer Zeit häufig zur individuellen Gestaltung von Reliefs auf Silbergefäßen und Goldschmuck gehobener Qualität verwendet.

Bei dem frühbyzantinischen Medaillon **Kat. 15** mit Perlhuhnmotiv ist das treibzisierte Ornament durch ein auffallend deutliches Relief gekennzeichnet, das durch besonders sorgfältige, beidseitige Bearbeitung des Goldblechs entstanden sein dürfte (vgl. **Abb. 135, 2-3**). Es ist anzunehmen, dass schrittweise vorgegangen bzw. das Blech mehrfach gewendet worden ist. Die jeweils nicht in Bearbeitung befindliche Seite des Goldblechs lag jeweils vermutlich auf einer Kittmasse (Treibkitt) und im Zuge des Treibziseliervorganges war ein wiederholtes »Zwischenglühen« erforderlich. Der Treibziseliervorgang umfasste folgende Arbeitsschritte: Schroten der Konturen auf der Schauseite, Modellieren des Reliefs auf der Rückseite, Absetzen und Planieren (Spuren von Planierpunzen mit ovaler, halbrunder und rechteckiger Arbeitskante; **Abb. 135, 1-2**) des Reliefgrundes auf der Schauseite sowie die Gestaltung von Details mittels feiner Werkzeuge (= 1-2 Schrotpunzen mit gerader Arbeitskante, 1-2 Schrotpunzen mit gebogener Arbeitskante, 1 Musterpunzen mit länglich-ovaler Arbeitskante sowie 1 Körnerpunzen; vgl. **Abb. 135, 7-9**). Kreisförmige Zierelemente wurden vorwiegend durch mehrfaches Eindrücken eines Schrotpunzen mit stark gebogener Arbeitskante gestaltet, wobei vereinzelt eine unregelmäßige Linienführung und fächerförmige Werkzeugspuren (= Schrotpunzen mit gerader Arbeitskante für gebogene Linien verwendet) erkennbar sind.

Wie der Dekor des Medaillons **Kat. 15** zeigt, kann man plastisch oder halbplastisch gestalteten Dekor, der in Treibziselieretechnik hergestellt worden ist, anhand der zahlreichen individuellen Werkzeugspuren (z.B. verschiedener Punzen) erkennen. Hingegen sind bei Pressblechen üblicherweise keine oder nur wenige, meist auf bestimmte Bereiche beschränkte, individuelle Werkzeugspuren feststellbar und wo sie vorhanden sind, handelt es sich um Spuren einer Nachbearbeitung einzelner Details (s. u.).

Die Taschendeckplatte **Kat. 38** ist ein weiteres Beispiel für eine frühbyzantinische Goldschmiedearbeit mit treibzisiertem Dekor gehobener Qualität: Die Gestaltung des Dekors des Goldblechs erfolgte durch sorgfältiges, beidseitiges Treibziselieren (eventuell gemeinsam mit dem verstärkenden Bronzeblech), wobei schrittweise vorgegangen bzw. das Blech mehrfach gewendet worden ist. Die jeweils nicht in Bearbeitung befindliche Seite lag vermutlich auf einer Kittmasse (Treibkitt). Außerdem war im Zuge des Treibziseliervorganges ein wiederholtes »Zwischenglühen« erforderlich. Der Treibziseliervorgang bestand im Wesentlichen aus folgenden Arbeitsschritten: Schroten der Konturen auf der Rückseite, Modellieren des Reliefs auf der Rückseite, Schroten, Absetzen und Planieren des Reliefgrundes auf der Schauseite sowie die Gestaltung von Details mittels feiner Werkzeuge. Hervorzuheben ist bei dem treibzisierten Dekor der Taschendeckplatte **Kat. 38** ein ungewöhnlicher Punzentyp, der zur Gestaltung der Perlleisten verwendet worden ist (= jeweils im Bereich der Zwischenräume eingedrückt, um die einzelnen Perlen voneinander abzusetzen), es handelt sich um zwei verschiedene Werkzeuge mit einer 1,25 bzw. 0,8 mm langen, jeweils sichelförmig ausgeschnittenen Arbeitskante mit zwei rechtwinklig umgebogenen Fortsätzen. Zunächst wurde die Grundform der Perlleiste als halbrund profilierte Rippe in Treibziselieretechnik gestaltet, anschließend ein Punzen vom eben beschriebenen Typ im Bereich der Zwischenräume der Perlen eingedrückt, um die einzelnen Perlen voneinander abzusetzen. Das größere Werkzeug dieses Typs (Gesamtl. der Arbeitskante 1,25 mm)

wurde zur Bearbeitung der meisten Perlleisten verwendet, während die Gestaltung der Perlleisten mit etwas schmälere Rippen – z. B. im Bereich des Rahmens rechts oben bzw. unten – mit dem kleineren Werkzeug (Gesamtl. der Arbeitskante 0,8 mm) erfolgt ist.

Für die (Nach)Bearbeitung der Perlränder bzw. Perlleisten auf der Taschendeckplatte **Kat. 38** (treibziselierter Dekor; s. o.) und der Gürtelgarnitur **Kat. 46** (Grundzüge des Dekors mithilfe zweiteiliger Model hergestellt, in einigen Bereichen stark nachgearbeitet; s. u.) wurden Punzen gleichen Typs verwendet. Die von Maiken Fecht durchgeführten Vermessungen haben jedoch ergeben, dass keine Übereinstimmung bezüglich der auf **Kat. 38** und **Kat. 46** verwendeten Werkzeuge dieses Typs bestehen kann.

Bei den löwenkopfförmigen Manschetten des Armreifs **Kat. 4** handelt es sich ebenfalls um auffallend qualitätsvolle Treibziselierarbeiten. Die Details wurden mittels feiner Werkzeuge sorgfältig geschrotet, wobei mindestens je zwei verschiedene Schrotpunzen mit gerader bzw. gebogener Arbeitskante eingesetzt worden sind (vgl. **Abb. 126, 4. 11**). Zusätzlich wurde im Bereich der Augen und Ohren ein Perlpunzen verwendet (vgl. **Abb. 126, 4**).

Der Dekor des Deckblechs der fünf runden Beschläge **Kat. 45** weist ein deutliches Relief auf und ist jeweils ähnlich, aber nicht identisch, wurde daher vermutlich nicht in Pressblechtechnik, sondern individuell durch beidseitige Treibziselierung hergestellt (vgl. **Abb. 163, 1. 3. 5**).

Plastischer Dekor, Serienanfertigung: Verwendung ein- oder zweiteiliger Model (Pressen, Prägen)

Zur Herstellung einer größeren Anzahl von Blechen mit identischer Reliefverzierung kann man sich anstatt der aufwendigen Treibziselierertechnik auch der sogenannten Pressblechtechnik bedienen. Beim Pressen von Blechen handelt es sich um eine Variante des Formtreibens (s. o.), bei der es mehr um die Wiedergabe einer Reliefverzierung als um die Gestaltung einer Grundform geht. Zwischen den beiden Begriffen besteht jedoch, ähnlich wie beim freien Treiben und Ziselieren, ein fließender Übergang. Wie beim Formtreiben, unterscheidet man auch bei der Pressblechtechnik zwischen positiven (= erhabenen) und negativen (= eingetieften) Modeln.

Für die Differenzierung zwischen Blechen, deren plastischer Dekor in Serienanfertigung mittels positiver, negativer oder zweiteiliger Model geformt worden ist, gilt die Grundregel, dass das Muster sich stets auf jener Seite, die direkt mit dem Werkzeug in Berührung gekommen ist, deutlicher abzeichnet als auf der anderen. Daher weist das Muster bei Blechgegenständen, die mittels eines negativen (= eingetieften) Models hergestellt worden sind, stets auf der Vorderseite deutlichere Konturen auf als auf der Rückseite. Hingegen ist bei Blechen, die mittels eines positiven (= erhabenen) Models gepresst worden sind, das Gegenteil der Fall (= Muster auf der Rückseite deutlicher als auf der Vorderseite!). Bei einem Blech, dessen Verzierung in einem zweiteiligen Model geformt worden ist, wäre hingegen eine gleichmäßig deutliche Abzeichnung des Musters auf beiden Seiten zu erwarten: Somit stellen in einem zweiteiligen Model hergestellte Exemplare – eventuell noch mit Nachbearbeitung in einigen Bereichen – die höchste »Qualitätsstufe« innerhalb der Gruppe der Pressbleche dar, gefolgt von den mittels eines negativen Models hergestellten Pressblechen, während die über ein positives Model gepressten Exemplare durch ein flattes, undeutliches Relief gekennzeichnet sind und daher die niedrigste Qualitätsstufe darstellen. Einige Pressbleche wurden nach der Serienanfertigung mittels eines positiven, negativen oder zweiteiligen Models mit Punzen überarbeitet und können daher stellenweise individuelle Werkzeugspuren aufweisen, bzw. kleinere Unterschiede zwischen Beschlägen eines Typs sind möglich, auch wenn sie mittels desselben Models hergestellt worden sind. Besonders häufig erfolgte eine nachträgliche Bearbeitung im Bereich des Kerb- oder Perlrandes.

Der Dekor des goldenen Deckblechs der Hauptriemenzunge **Kat. 44** wirkt auf der Schauseite auffallend flau und wurde daher vermutlich mithilfe eines positiven Modells gepresst. An einigen Stellen sind Spuren einer Nachbearbeitung von Details mittels eines feinen Schrotpunzen erkennbar (z. B. die Blattrippen; vgl. **Abb. 162, 3-4**).

Das Drachenmotiv der einfachen Goldblechapplike **Kat. 36** dürfte ebenfalls mit einem Positivmodell gepresst worden sein (vgl. **Abb. 154, 1-2**). Die randliche Punktierung wurde jedoch vermutlich individuell mit einem Perlpunzen eingeschlagen.

Festzuhalten ist zunächst, dass byzantinische Werkstätten besonders häufig Negativmodell (auch zur Herstellung von »Massenware« bzw. häufig verwendeter Komponenten, wie z. B. gerippter Blechstreifen, vgl. z. B. **Kat. 14** und **Kat. 35**) und zweiteilige Modell verwendet haben dürften. Weiter fällt auf, dass zweiteilige Modell häufig für Medaillons bzw. medaillonartige Komponenten verwendet worden sind: Hier ist ein Zusammenhang mit der Münzprägung naheliegend, wo ja auch zweiteilige Formen verwendet wurden. Als Beispiele können z. B. die Medaillons der Halskette **Kat. 3**, des Ohrringanhängers **Kat. 14**, des Oberarmrings **Kat. 26**, des Münzfingerrings **Kat. 31** sowie der Scheibenfibel **Kat. 35** angeführt werden.

Auch bei frühbyzantinischen Gürtelgarnituren dürfte die Herstellung mithilfe zweiteiliger Modell mit oder ohne Nachbearbeitung die höchste Qualitätsstufe innerhalb der Gruppe der in Serienanfertigung hergestellten Produkte bilden bzw. in qualitativer Hinsicht durchaus eine – zeitsparende – Alternative zur Treibziselierung darstellen.

Bei der vierteiligen Gürtelgarnitur **Kat. 46** handelt es sich um ein besonders qualitativvolles und herstellungstechnisch interessantes Beispiel:

Der reliefartige Dekor auf den Schauseiten der 14 Beschläge der Gürtelgarnitur **Kat. 46** (vgl. **Abb. 164, 1-47**) ist äußerst präzise ausgeformt und auch die dreieckigen Vertiefungen der »Pseudo-Kerbschnittrahmen« sind auffallend scharfkantig gearbeitet. Individuelle Werkzeugspuren beschränken sich auf einzelne Bereiche, vor allem die gekerbten/gerieften Zierelemente, die mittels eines ungewöhnlichen Punzentyps nachgearbeitet worden sind (s. u.). Somit dürften die verzierten Deckbleche der Beschläge nicht mittels eines einteiligen Modells, d. h. entweder mit einer Matrize (= Negativmodell) oder einer Patrize (= Positivmodell) durch Abreiben oder Einhämmern angefertigt worden sein: Vielmehr ist von einer Herstellung in einem zweiteiligen Modell auszugehen: Dabei dürfte das Relief auf der Oberfläche der Matrize (= »negative« Hälfte des zweiteiligen Modells) in derselben Ausführung vorhanden gewesen sein wie auf der Schauseite der verzierten Deckbleche, während die Patrize (= »positive« Hälfte des zweiteiligen Modells) eine umgekehrte Profilierung besaß.

Weiter dürften alle mustergleichen Deckbleche eines Beschlagtyps jeweils mit demselben, zweiteiligen Modell hergestellt worden sein (= Modelgleichheit aller mustergleichen Beschläge). Diese Vorgangsweise wird vor allem durch wiederkehrende Unregelmäßigkeiten in den dreieckigen Vertiefungen deutlich belegt. Auch die astragalartigen Ränder weisen z. T. kennzeichnende Asymmetrien auf:

So lässt sich z. B. bei den drei mustergleichen Deckblechen der Nebenriemenzungen **Kat. 46, Nr. 2-4** der Nachweis der Modelgleichheit durch eine jeweils an exakt derselben Stelle auftretende Unregelmäßigkeit im Bereich der in »Pseudokerbschnitttechnik« gearbeiteten, dreieckigen Kerben des waagerechten, oberen Rahmenabschnitts erbringen: Hier sind an mehreren Stellen leichte Überschneidungen vorhanden, die zudem auch die Arbeitsrichtung beim Gravieren des Dekors im Zuge des Herstellungsvorgangs der Matrize (s. o. S. 166) erkennen lassen. Bei den fünf schildförmigen Beschlägen **Kat. 46, Nr. 5-9** findet sich eine bei allen Exemplaren an exakt derselben Stelle auftretende Unregelmäßigkeit in Form einer Einschnürung im Bereich der planen Leiste unterhalb des waagerechten, oberen Abschnitts der »Pseudokerbschnittzier«. Auch die drei doppelschildförmigen Beschläge **Kat. 46, Nr. 10-12** weisen eine übereinstimmende Unregelmäßigkeit im Bereich der »Pseudokerbschnittzier« auf. Diese befindet sich im Bereich der unteren Zierleiste

des größeren Abschnitts, jeweils rechts und links außen: Hier ist jeweils ein kleines, dreieckiges Zierelement ganz nach außen versetzt worden. Unmittelbar über dieser Stelle sind weiterhin auch Unregelmäßigkeiten im Bereich des äußeren Rahmens mit Astragalzier erkennbar: So befindet sich z. B. die zentrale und relativ kurze, doppelkonische Perle nicht exakt in der Mitte der Rahmenzier, die links außen befindliche, doppelkonische Perle stellt das längste Exemplar dar, während die rechts außen sitzende Perle dieses Typs etwas kürzer gestaltet ist.

Fallweise treten allerdings im Bereich der »Pseudokerbschnittzier« zwischen mustergleichen Exemplaren minimale Abweichungen bezüglich der Gestaltung der dreieckigen Zierelemente auf: Diese sind vermutlich durch geringfügigen Versatz beim Gebrauch des zweiteiligen Modells bedingt und sprechen nicht gegen eine Modelgleichheit der betreffenden Stücke.

Für die Anfertigung der 14 verzierten Deckbleche der Gürtelgarnitur **Kat. 46** waren demnach insgesamt sechs verschiedene, zweiteilige Modelle erforderlich, die jeweils über eine vermutlich aus Bronze gefertigte Matrize und Patrize verfügten. Bei den schildförmigen Beschlägen **Kat. 46, Nr. 5-9** sind auf der Innenseite im Randbereich Spuren (längs verlaufende Riefen) erkennbar, die darauf hinweisen, dass die dort eingesetzte Patrize eine Stärke von etwa 4,5 mm besessen haben dürfte.

Voraussetzung für die Herstellung der verzierten Deckbleche der vierteiligen Gürtelgarnitur **Kat. 46** im zweiteiligen Modell waren Zuschnitte geeigneter Größe und Formgebung (Blechst. meist ca. 0,1 mm). Dabei ist das Halbfabrikat des Deckblechs der Riemenschlaufe im Bereich des oberen und unteren Randes 7 mm länger ausgeführt worden, als es die Verzierung erforderte. Ebenso wurden dem Halbfabrikat des Scheidenbeschlags jeweils seitlich 7 mm zugegeben. Die Herstellung der unverzierten Randbereiche (»Zargen«) erfolgte durch rechtwinkliges Umbiegen der jeweils überstehenden Bereiche nach innen. Bei den Halbfabrikaten der Deckbleche der schildförmigen Beschläge und der doppelschildförmigen Beschläge sind ringsum 3 mm für den glatt belassenen Rand zugegeben worden. Weiterhin wurden dort mehrere Einschnitte angebracht, um die Kanten überlappend zusammenführen und verlöten zu können, wodurch sich die Randbereiche verengen ließen. Die Deckbleche der Nebenriemenzungen wurden im Bereich des zargenförmigen Randes 3 mm länger zugeschnitten, nach innen umgeschlagen und auf diese Weise stabilisiert. Ebenso ist man auch beim Zuschnitt für das Deckblech der Hauptriemenzunge (Nr. 1) vorgegangen. Die obere und untere Kante der Riemenschlaufe sowie die betreffenden Teilbereiche der seitlichen Ränder wurden mittels eines separaten, entsprechend gebogenen Blechstreifens (ca. 1 mm breit und ca. 0,15 mm stark) verstärkt.

Für den Herstellungsvorgang im zweiteiligen Modell wurden die Halbfabrikate der Deckbleche mit der späteren Schauseite auf die Matrize gelegt. In weiterer Folge wurde die Patrize auf die Rückseite des Halbfabrikates aufgebracht und durch Hämmern hineingetrieben, wodurch das betreffende Muster in das Goldblech eingeprägt worden ist. Um eine Formgebung mithilfe des zweiteiligen Modells durchführen zu können, sollte das Gefüge des Edelmetalls verformbar sein. Aus diesem Grund mussten die beiden Beschläge rechteckiger Form (= Riemenschlaufe **Kat. 46, Nr. 13** und Scheidenbeschlag **Kat. 46, Nr. 14**), die durch Umschlagen bzw. Bearbeitung der unverzierten Randbereiche stellenweise gehärtet worden waren, zunächst ausgeglüht werden. Bei allen anderen Halbfabrikaten war kein weiterer Glühvorgang erforderlich, da das Metall im Zuge der vorher im Randbereich erfolgten Lötungen (s. o.) bereits einer solchen Behandlung unterzogen worden war.

Als Vorbereitung für die individuelle Gestaltung der gekerbten bzw. geriefen Zierelemente mussten die infolge der Bearbeitung im zweiteiligen Modell gehärteten Goldblechstücke erneut ausgeglüht werden.

Auf der Hauptriemenzunge wurde die ca. 2 mm breite, wulstartige Rahmenzier um Zierfelder und Medaillon unter Verwendung einer charakteristischen Punze mit feinen Querriefen versehen: Diese Punze besaß eine leicht konkave Arbeitskante und beide Enden wiesen jeweils eine kleine abgewinkelte, annähernd dreieckige Fläche auf. Die Arbeitskante war einschließlich der Enden insgesamt ca. 2,5 mm lang und die Punze

wurde in einem durchschnittlichen Abstand von ca. 0,8 mm eingeschlagen. Mit einer Punze gleichen Typs, deren Arbeitskante jedoch insgesamt nur ca. 2 mm lang war, wurde die 1,7 mm breite, wulstartige Rahmenzier der übrigen Beschläge der Gürtelgarnitur **Kat. 46** mit Querriefen versehen.

Die inneren Kerbrahmen von Zierfeldern mit Flechtbandmotiven sind auf waagerechten Abschnitten vertikal gerippt und auf senkrechten horizontal. Im Bereich gebogener Abschnitte folgt die Anordnung der Rippen dem Verlauf der Kerbleiste. Die Kerbleiste im zentralen Zierfeld auf den Deckblechen der Beschläge mit rechteckigem Querschnitt (Riemenschlaufe und Scheidenbeschlag) weist jeweils horizontal angeordnete Riefen auf.

Zur Gestaltung der inneren Kerbrahmen der Zierfelder mit Flechtbandmotiven sind auf dem Deckblech der Hauptriemenzunge zwei verschiedene Punzen verwendet worden: Beide besaßen eine insgesamt ca. 1,5 mm lange, konkave Arbeitskante mit abgewinkelten Enden. Die Enden der einen Punze waren annähernd dreieckig ausgeführt; die der anderen hingegen ungefähr rechteckig. Im oberen Zierfeld der Hauptriemenzunge wurde die Punze mit dreieckigen Enden im oberen und rechten Bereich des Kerbrahmens verwendet. Der restliche Kerbrahmen des oberen Zierfeldes sowie der gesamte Kerbrahmen des unteren Zierfeldes ist hingegen mit der anderen Punze (mit rechteckigen Enden) gestaltet worden. Mit demselben Werkzeug hat man weiter auch die Kerbrahmen der Zierfelder auf den Nebenriemenzungen Nr. 3 und 4 sowie die Kerbleiste im zentralen Zierfeld der Riemenschlaufe Nr. 13 gestaltet. Dasselbe Zierelement auf dem Scheidenbeschlagsfragment Nr. 15 wurde hingegen mit der Punze mit dreieckigen Enden gekerbt, ebenso auch der Kerbrahmen des Flechtbandfeldes auf der Nebenriemenzunge Nr. 2. Dieselbe Punze wurde zudem für die Rippung des Rahmens der größeren Flechtbandfelder auf den doppelschildförmigen Beschlägen verwendet, wobei der waagerechte Teilbereich des Kerbrahmens mit einer anderen Punze gerippt worden ist: Dieses Werkzeug verfügte über eine annähernd plane Arbeitskante von ca. 0,7 mm Länge, mit leicht abgewinkelten bzw. verdickten Enden. Mit der zuletzt genannten Punze wurden zudem die Kerbrahmen der schildförmigen Beschläge bearbeitet. Vermutlich ist dasselbe Werkzeug auch zur Gestaltung der Riefen auf der wulstartigen Rahmenzier und auf den Flechtbandmotiven verwendet worden, wurde aber dort zumeist verkantet angesetzt.

Der charakteristische, für die individuelle Gestaltung der gekerbten bzw. geriefen Zierelemente der Gürtelgarnitur **Kat. 46** verwendete Punzentyp besaß zwei wichtige Aufgaben: Einerseits konnten mit der konkaven Arbeitskante Rippen eingepägt und andererseits die abgewinkelten Enden zum deutlichen Zurücksetzen des Reliefgrundes verwendet werden. Nur in einigen Bereichen wurde zusätzlich eine Dreikantpunze mehr oder weniger tief eingeschlagen, um das Relief deutlicher hervortreten zu lassen.

Die Punzen mit konkaver Arbeitskante und abgewinkelten Enden wurden bisweilen nicht völlig eingedrückt, sodass in einigen Bereichen nur der Abdruck des konkaven Bereichs der Arbeitskante oder auch nur ein Teil davon erkennbar ist. An anderen Stellen hingegen ist die Arbeitskante einschließlich der unterschiedlich gestalteten Enden vollständig zu sehen. Mitunter wurden Punzen verkantet eingeschlagen und die Konturen des Abdrucks geben daher nicht die tatsächliche Gestaltung der Arbeitskante wieder. Aus diesem Grunde kann nicht immer mit Sicherheit entschieden werden, mit welchem individuellen Werkzeug dieses Typs eine bestimmte Rippe oder Riefe ausgeführt worden ist. Dennoch ist anzunehmen, dass die Ausführung der Details auf den Deckblechen der 14-teiligen Gürtelgarnitur **Kat. 46** nicht mehr als sechs verschiedene Punzen dieses Typs erfordert hat. Zusätzlich dürfte zur Gestaltung halbkugelliger Details ein Kugelpunzen verwendet worden sein. Zusammenfassend ist festzustellen, dass zur individuellen Gestaltung von Rippen und Riefen auf Rahmen oder Rahmenabschnitten gleicher Breite und Formgebung normalerweise jeweils dieselben Punzen verwendet worden sind. Eine Ausnahme stellen in diesem Zusammenhang die schmalen Kerbrahmen von Flechtbandfeldern sowie die zentralen Kerbleisten auf dem Scheidenbeschlag und der Riemenschlaufe dar. Dennoch müssen diese Unterschiede nicht zwingend zu dem Schluss führen, dass

unterschiedliche Punzierungen stets von unterschiedlichen Handwerkern angebracht worden sind. Vielmehr ist es durchaus denkbar, dass dem Handwerker jeweils mehrere Punzen ähnlichen Typs zur Verfügung gestanden haben und dass er je nach Aufgabenstellung eine bewusste Auswahl getroffen hat.

Bei der Herstellung des Dekors der Gürtelgarnitur **Kat. 46** im zweiteiligen Model sowie der Feinbearbeitung von Details mittels verschiedener Punzen dürften Kittmassen eine wichtige Rolle gespielt haben. Diese mussten ebenso verformbar und dehnbar sein wie das Gold und sollten dem Blech im Zuge des Umformungsvorganges eine gewisse Stütze bieten.

Die Rückseiten der Bleche mit im zweiteiligen Model hergestelltem Dekor weisen eine gleichmäßige, samtartig matte Oberfläche auf. Diese Oberflächenstruktur kann keineswegs durch die Bearbeitung von Blechen zwischen metallischen Modellen ohne Zwischenlage entstanden sein: Ein auf diese Weise umgeformtes Blech müsste eine glatte Oberfläche aufweisen.

Eventuell könnte die matte Oberfläche im Zuge des Herstellungsvorganges im zweiteiligen Model durch eine Reaktion bewirkt worden sein, die infolge eines thermischen Vorgangs zwischen den Goldblechen und schmelzpunktsenkenden Substanzen in der Kittmasse stattgefunden hat. Dabei könnte es sich beispielsweise um eine kupferhaltige Glasfritte gehandelt haben, die langsam erstarrt bzw. lange verformbar ist, wenn sie im flüssigen Zustand aufgebracht wird, und somit die Formgebung der Goldbleche im zweiteiligen Model sowie das anschließend von der Schauseite her vorgenommene Treibziselieren/Punzieren der Details unterstützt. Diese Arbeitshypothese konnte allerdings durch die Ergebnisse der Materialanalysen bisher nicht bestätigt werden (s. S. 294-296; **Kat. 46**).

Durchbruchsarbeiten (*opus interrasile*)

Durchbruchsarbeiten finden sich häufig bei qualitativ gearbeitetem, spätrömischen bzw. frühbyzantinischem Goldschmuck des 3.-7. Jahrhunderts. In herstellungstechnischer Hinsicht waren bisher zwei Grundtypen bekannt: Bei dem einen – der besonders häufig bei spätrömischen Schmuck mit zahlreichen, kleinen Durchbrüchen belegt ist – wurde das Goldblech zunächst von der Schauseite her mit einem feinen, spanabhebenden Werkzeug durchbohrt, wodurch Grate auf der Rückseite des Goldblechs entstanden sind. Anschließend hat man die kleinen runden Löcher auf der Schauseite mittels eines feinen, spanabhebenden Werkzeuges mit annähernd dreieckigem Querschnitt (= Stichel?) erweitert. In der eben beschriebenen Technik dürfte auch die feine Durchbruchsarbeit eines vermutlich aus Syrien stammenden, spätrömischen Armrings (Ende 4./Anfang 5. Jh.) im Virginia Museum of Fine Arts angefertigt worden sein: Dieses Exemplar ist in formaler und stilistischer, z. T. auch in herstellungstechnischer Hinsicht mit dem hier behandelten Armring **Kat. 25** vergleichbar.

Bei der Durchbruchsarbeit des spätrömischen Armreifens **Kat. 25** konnte Maiken Fecht allerdings eine – bisher anscheinend noch nicht bekannte (bzw. zumindest in der Literatur bislang nicht erwähnte) – Variante dieses Verfahrens identifizieren: Auch hier ist der erste Schritt bei der Herstellung einer Durchbruchsarbeit mit zahlreichen, kleinen Durchbrüchen die Anfertigung von Bohrlöchern (eines für jeden Durchbruch), die jedoch in weiterer Folge vorwiegend mit einer feinen Säge vergrößert und nur ausnahmsweise (z. B. für Korrekturen) mit einem Stichel nachgearbeitet worden sind. Diese Vorgangsweise entspräche einer modernen Technik, dem sogenannten *à jour* Sägen, und dürfte großes handwerkliches Können bei der Handhabung der Säge sowie die Verwendung eines extrem feinen Werkzeuges voraussetzen, was bei einer Goldschmiedearbeit höchster Qualität wie diesem Stück keineswegs überrascht. Vergleichende, lichtmikroskopische Untersuchungen haben jedenfalls gezeigt, dass die Werkzeugspuren (= auffallend feine, vertikal verlaufende Kratzer, die sich teilweise überschneiden, wobei meist kein Ansatz vorhanden ist, wie er z. B.

bei Verwendung eines Stichels zu erwarten wäre; vgl. **Abb. 144, 14-28**) in den Durchbrüchen des Armrings **Kat. 25** den feinen Sägespuren an den von Maiken Fecht angefertigten Vergleichsstücken weitgehend entsprechen. Vereinzelt dürften allerdings (z. B. für Korrekturen) auch für die Durchbruchsarbeiten des Armrings **Kat. 25** Stichel verwendet worden sein.

Bemerkenswert ist außerdem, dass die Durchbrüche des Armreifens **Kat. 25** anscheinend bereits nach Herstellung der D-förmigen Grundform angefertigt worden sind (Merkmal: Die Grate der Durchbrüche sind auf der Blechrückseite unverändert erhalten und nicht verformt). Auch dies spricht für die Herstellung in einer auf höchstem handwerklichen Niveau arbeitenden Werkstatt (eventuell die Hofwerkstätten in Konstantinopel?). Bei der überwiegenden Mehrzahl der Vergleichsstücke dürften die Durchbruchsarbeiten am (planen) Blechstreifen ausgeführt worden sein.

Bei dem anderen Grundtyp – der vor allem bei frühbyzantinischen Durchbruchsarbeiten mit größeren Durchbrüchen gebräuchlich sein dürfte – wurde der »Hintergrund« des Dekors mit einem feinen Meißel ausgeschnitten: Innerhalb dieses Grundtyps kann jedoch zwischen mehreren Varianten differenziert werden, die eventuell als Eigenheiten unterschiedlicher Werkstätten gedeutet werden können. Besonders qualitätvolle Exemplare goldener, frühbyzantinischer Durchbruchsarbeiten stammen aus einem syrischen Schatzfund des späten 6. bis frühen 7. Jahrhunderts (**Kat. 1**, Halskette sowie **Kat. 2**, Gürtelkette): Die durchbrochen gearbeiteten Medaillons bzw. Kettenglieder der beiden goldenen Ketten lassen stellenweise noch Spuren einer geritzten Vorzeichnung (eventuell z. T. mithilfe einer Zirkelkonstruktion?) erkennen. Die fast ausschließlich plane Verzierung weist sorgfältig geschrotete Konturen und Details auf: Es wurden sowohl bei den Durchbruchsarbeiten der Hals- als auch der Gürtelkette jeweils mehrere verschiedene Schrotpunzen (mit gerader bzw. gebogener Arbeitskante unterschiedlicher Länge) benutzt; eine Verwendung derselben Werkzeuge (= eindeutiger Nachweis einer Werkstattgleichheit) ist möglich, lässt sich jedoch nicht eindeutig beweisen, da die Arbeitskante von Schrotpunzen üblicherweise keine charakteristischen Merkmale bzw. Unregelmäßigkeiten aufweist. Bei der Gürtelkette wurde in einigen Bereichen des Dekors zusätzlich ein Perlpunzen verwendet, der bei den Durchbruchsarbeiten der Halskette nicht vorkommt. Der Hintergrund des floralgeometrischen Dekors ist mit einem feinen Meißel ausgeschnitten worden: Das Werkzeug wurde – wie bei vielen Durchbruchsarbeiten dieses Typs – schräg geführt (Durchbrüche zur Schauseite hin offenkönisch gestaltet), sodass dadurch an einigen Stellen die geschroteten Konturen entfernt wurden. An einigen Stellen sind, vor allem im unteren Randbereich der Durchbrüche, zackenartige Grate erkennbar.

Im Hinblick auf eventuell vorhandene Emailinlagen in den Durchbrüchen (»Fensteremail«, s. o. S. 174-175) dieser und anderer Durchbruchsarbeiten stellt sich die Frage, wie man die auch bei diesen Ketten, die doch als Arbeiten von sehr hoher Qualität anzusprechen sind, stellenweise erkennbaren Grate im Bereich der Durchbrüche interpretieren sollte. Sind sie absichtlich hergestellt worden, z. B. um die Haftung von Emailinlagen zu verbessern, oder unabsichtlich entstanden und daher auch als Merkmal für Qualitätsunterschiede heranzuziehen?

Die durchbrochen gearbeiteten Medaillons der Halskette **Kat. 21** können ebenfalls als Durchbruchsarbeiten hoher Qualität bezeichnet werden, obwohl die Linienführung insgesamt weniger sorgfältig wirkt als bei den Durchbruchsarbeiten **Kat. 1** und **Kat. 2**. Vor allem bei der Gestaltung von Details können teilweise Unregelmäßigkeiten (z. B. Medaillons mit der Darstellung eines Vogelpaares auf einem Baum) beobachtet werden, z. B. die Verwendung von Schrotpunzen mit gerader Arbeitskante zur Gestaltung gebogener Linien (z. B. Voluten) sowie die daraus resultierenden, fächerartigen Werkzeugspuren. Zur Gestaltung der Details wurden auffallend feine Werkzeuge benutzt, wobei mehr verschiedene Werkzeugtypen benutzt worden sind als bei den Durchbruchsarbeiten der Ketten **Kat. 1-2**: mindestens je ein Schrotpunzen mit gerader und gebogener Arbeitskante sowie je ein Perl- und ein Körnerpunzen, ein rechteckiger Punzen (im Bereich der Schwanzfedern), ovale Planierpunzen (im inneren Randbereich der Kerbleiste). Zum Ausschneiden

des Hintergrundes wurde wiederum ein feiner Meißel eingesetzt, wobei z.T. ein unregelmäßiger Verlauf der Kanten beobachtet werden kann. Insgesamt dürften bei den durchbrochen gearbeiteten Medaillons der Halskette **Kat. 21** nicht nur in motivischer, sondern auch in herstellungstechnischer Hinsicht Übereinstimmungen mit halbmondförmigen Ohrringen gehobener Qualität feststellbar sein.

Wie bei der überwiegenden Mehrzahl aller frühbyzantinischen Durchbruchsarbeiten aus Goldblech dürfte auch bei den halbmondförmigen Ohrringen der »Hintergrund« des Dekors stets mit einem feinen Meißel ausgeschnitten worden sein, wobei das Werkzeug meist leicht schräg geführt worden ist. Die handwerkliche Qualität der Ausführung der Durchbruchsarbeiten variiert bei den verschiedenen Exemplaren allerdings stark. Dasselbe trifft auch auf die mithilfe diverser Punzentypen gearbeitete, linear bis plastisch gestaltete Verzierung zu: Die einzelnen Exemplare unterscheiden sich deutlich bezüglich der verwendeten Techniken und Werkzeuge sowie des handwerklichen Könnens. Zwar gibt es einige Paare/Exemplare von hervorragender Qualität, doch kann die handwerkliche Qualität der Durchbruchs- und Treibziselierarbeiten der meisten halbmondförmigen Ohrringe bestenfalls als durchschnittlich bezeichnet werden. Das spricht wiederum für ihre Herstellung in zahlreichen verschiedenen Werkstätten (sowohl innerhalb als auch außerhalb des Byzantinischen Reiches?).

Bei den fünf halbmondförmigen Ohrringen **Kat. 16-18** handelt es sich um Exemplare unterschiedlicher Qualität, wobei die Treibziselier- und Durchbruchsarbeiten des Einzelstücks **Kat. 18** eindeutig am qualitativsten gearbeitet worden sind. Die Gestaltung der Konturen und Details des beidseitig bearbeiteten, treibzisierten Dekors der Lunula von **Kat. 18** erfolgte mittels vier oder fünf verschiedener Schrotpunzen bzw. -meißel (davon mindestens einer mit gebogener Arbeitskante) sowie mindestens eines Perl- oder Körnerpunzens und ist durch eine auffallend sorgfältige Ausführung gekennzeichnet. Zudem haben sich nur bei diesem Exemplar Spuren von Vorritzungen erhalten. Der Dekor der Halbmonde des Ohrringpaares **Kat. 17** wurde ebenfalls durch beidseitige Treibziselierung hergestellt. Die Gestaltung der Konturen und Details des Dekors erfolgte mit mindestens zwei oder drei verschiedenen Schrotpunzen bzw. -meißeln und mindestens einem Perl- oder Körnerpunzen. Vor allem bei der Ausführung der Details ist z.T. unsorgfältig vorgegangen worden. Zur Gestaltung der Details des nur von der Schauseite gearbeiteten, treibzisierten Dekors der Zierteile des Ohrringpaares **Kat. 16** wurden zwar feine Werkzeuge (2 oder 3 verschiedene Schrotpunzen bzw. -meißel und 1 Perlpunzen) eingesetzt, allerdings ist die Ausführung sowohl der Details als auch der Durchbrüche auffallend grob. Zudem unterscheiden sich **Kat. 16, 17** und **18** noch bezüglich weiterer herstellungstechnischer Merkmale, z.B. hinsichtlich des Aufbaus bzw. der verwendeten Komponenten und Verzierungstechniken (vor allem im unteren Randbereich – z.B. Granulation, Perl- oder Kerbdraht, Hohlkugeln aus Goldblech). Somit dürfte es sich bei **Kat. 16, 17** und **18** mit Sicherheit um Produkte verschiedener Werkstätten handeln.

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON RUNDSTABIGEM DRAHT

Die Verwendung bestimmter Verfahren zur Herstellung von rundstabigem Draht (z.B. die hypothetische Erfindung des Drahtziehverfahrens in frühbyzantinischen Werkstätten, s.u.), der Einsatz bestimmter Zierdrahttypen bzw. Kombinationen von Zierdrähten (z.B. hohle Perldrähte, vgl. z.B. **Kat. 21**, sowie hohle und massive Astragaldrähte, vgl. **Kat. 1** und **Kat. 3**, mehrere Kordeldrähte zwischen 2 Perldrähten, vgl. S. 188-190), bestimmte Verfahren zur Herstellung von hohlem und massivem Perldraht (z.B. verschiedene Varianten zweiteiliger Model, vgl. S. 189-190) und die Verwendung bestimmter Kettentypen (z.B. Fuchsschwanzkette, vgl. **Kat. 3** und S. 191-192) dürften für das byzantinische Feinschmiedehandwerk kennzeichnend sein.

Seit einem Jahrhundert diskutieren Archäologen über den Zeitpunkt sowie den Ort der Erfindung des Drahtziehverfahrens, ohne jedoch zu einem eindeutigen Ergebnis zu gelangen. Die Berücksichtigung metallurgischer Kriterien hat zur Klärung dieser Frage beigetragen. Dennoch ist die eindeutige Identifizierung von gezogenem Draht, der mit z. T. relativ primitiven Ziehplatten manuell hergestellt worden war, schwierig. Die Verwendung des Drahtziehverfahrens wurde sowohl für die griechische und römische Antike als auch für die Spätlatènezeit vorgeschlagen, jedoch ist keine dieser Hypothesen allgemein akzeptiert worden. Andrew Oddy geht davon aus, dass man Drahtziehplatten in spätrömischer oder frühbyzantinischer Zeit, also irgendwann zwischen dem 5. und dem 7. Jahrhundert erstmals benutzt hat. Er verweist in diesem Zusammenhang auf den vermutlich aus gezogenem Draht bestehenden goldenen Stecker eines byzantinischen Ohrgehänges, das aus typologischen Gründen ins 6. oder 7. Jahrhundert datiert werden kann. Auch Jack Ogden ist der Meinung, dass das Drahtziehverfahren zu dieser Zeit allgemeinere Verbreitung fand. Den seiner Ansicht nach frühesten, gezogenen Draht kann er auf römischen, byzantinischen oder koptischen Ohrringen aus Ägypten feststellen, die vermutlich aus dem 5. Jahrhundert stammen. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang auch die Beobachtung Viktor Freibergers, dass an einer der Fibeln von Untersiebenbrunn (frühes 5. Jh.) gezogener Draht vorhanden sein könnte. Niamh Whitfield ist ebenfalls der Ansicht, dass das Drahtziehverfahren im östlichen Mittelmeerraum im 6. oder zumindest im 7. Jahrhundert bekannt war. Kennzeichnende Merkmale von rundstabigem Draht, der mit einer Ziehplatte aus Metall gezogen worden ist, sind vor allem: feine, parallel in Längsrichtung verlaufende Kratzer, eine im Querschnitt bzw. metallurgischem Dünnschliff erkennbare Verlängerung der Metallpartikel sowie eine auffallende Regelmäßigkeit des Drahtes.

Bei mehreren der hier untersuchten, frühbyzantinischen Goldobjekten des RGZM konnte die Verwendung gezogenen Drahtes nachgewiesen werden: Die zur Anfertigung der Halskette **Kat. 3** benutzten Drähte (Dm. ca. 0,7 mm) weisen einen annähernd rundstabigen Querschnitt und längs verlaufende Rillen auf der Drahtoberfläche auf, sodass eine Herstellung mithilfe (vermutlich relativ primitiver) Ziehplatten angenommen werden kann: Als Ausgangsmaterial für den Drahtziehvorgang dürften geschmiedete Blechstreifen mit quadratischem Querschnitt gedient haben. Bei den Riemenzungen der vierteiligen Gürtelgarnitur **Kat. 42** sind Nietstifte vorhanden, die aus ca. 1,5 mm starkem, vermutlich gezogenem Draht – mit zahlreichen, parallel in Längsrichtung verlaufenden Rillen auf der Drahtoberfläche – angefertigt worden sind. Auch die Nietstifte des cloisonierten Schnallenbeschlages **Kat. 39** und der Riemenzungen der vierteiligen Gürtelgarnitur **Kat. 46** dürften aus gezogenem Draht hergestellt worden sein.

Wie z. B. Diane Lee Carroll und Jack Ogden zeigen, dürften in der Antike auch Drähte, die mittels verschiedenster Techniken hergestellt worden sind, abschließend mithilfe durchlochter Platten geglättet worden sein: Auch dieses Glättungsverfahren hinterlässt feine, parallel in Längsrichtung verlaufende Kratzer an der Oberfläche des Drahtes. Im Gegensatz zum eigentlichen Drahtziehverfahren bewirkt dieses Glättungsverfahren jedoch lediglich eine geringfügige Verlängerung des Drahtes. Die zur Glättung verwendeten, durchlocherten Platten sind einer wesentlich geringeren Belastung ausgesetzt und müssen daher nicht unbedingt aus Metall, sondern können z. B. auch aus Knochen oder Geweih bestanden haben.

Vor allem feine, rundstabige Golddrähte wurden in der Antike und im Mittelalter fallweise auch mit dem sogenannten strip-drawing-Verfahren angefertigt: Kennzeichnendes Merkmal dieses Herstellungsverfahrens, bei dem ein Blechstreifen mehrmals durch eine durchlochte Platte geführt und somit immer stärker aufgerollt wurde, ist eine einzelne, in Längsrichtung verlaufende Nut. Außerdem können häufig feine, längs verlaufende Kratzer auf der Drahtoberfläche festgestellt werden.

Bei allen halbmondförmigen Ohrringen **Kat. 16-18** sowie bei dem Ohrring mit granuliertem Dreieck **Kat. 13** (vgl. **Abb. 133, 2**) dürfte der Stecker bzw. obere Rahmen jeweils aus einem hohlen, rundstabigen Draht mit regelmäßigem Querschnitt angefertigt worden sein: Die auf der Oberfläche jeder dieser Drähte erkenn-

bare, einzelne Längsnaht weist auf eine Herstellung durch »strip-drawing« hin. Auch die Filigranzier des Mondsichelohrringpaares **Kat. 19** wurde ausschließlich aus feinem (Dm. knapp 0,5 mm), ebenfalls durch »strip-drawing« hergestelltem, rundstabigem Draht angefertigt (vgl. **Abb. 139, 1**).

Grundsätzlich war in der Antike und im Mittelalter das »Verdrillen« eines der wichtigsten Verfahren zur Herstellung von vor allem feinem, rundstabigem Draht: Spiralförmig umlaufende Nähte auf der Oberfläche eines rundstabigen Drahtes können als Hinweis auf eine Herstellung durch »Verdrillen« eines dünnen Blechstreifens (= »strip-twisting«; es entsteht hohler, rundstabiger Draht) oder eines etwas dickeren Streifens mit rechteckigem bis quadratischem Querschnitt (= »block-twisting«; es entsteht massiver rundstabiger Draht) gedeutet werden. Durch »Verdrillen« hergestellte, rundstabige Drähte finden sich z. B. als Filigranzier auf der Halskette **Kat. 21** (spiralförmige Nähte auf der Drahtoberfläche; vgl. **Abb. 141, 4**), dem Fingerring **Kat. 27** und dem Ohrringpaar **Kat. 17** (vgl. **Abb. 137, 3**). Bei **Kat. 22** wurden die beiden schlaufenförmigen Ösen aus rundstabigem Draht (Dm. knapp 0,8 mm) gebogen, der vermutlich durch »Verdrillen« eines Blechstreifens unregelmäßiger Breite angefertigt worden ist: Auf der Drahtoberfläche ist eine unregelmäßig spiralförmig verlaufende Naht erkennbar. Bei der Halskette **Kat. 20** wurden die Anhänger mittels eines ca. 0,6 mm starken, rundstabigen Drahtes an den Ringösen befestigt: Die einzelnen, spiralförmigen Nähte auf der Oberfläche jedes Drahtes sprechen für eine Herstellung durch »Verdrillen« eines Blechstreifens.

Ein gebräuchliches Verfahren zur Herstellung von groben, massiven rundstabigen Drähten war auch das Drahtschmieden. Durch Ausschmieden eines länglichen, gegossenen Barrens oder eines schmalen Blechstreifens mit einem Hammer auf einer harten, ebenen Unterlage (z. B. auf einem Amboss) unter möglichst gleichmäßiger Drehung entstehen Drähte, die durch folgende Merkmale gekennzeichnet sind: ein ungleichmäßiger, meist nicht vollkommen runder, massiver Querschnitt, der vor allem im Endbereich abnehmen kann, sowie facettenförmige Hammerspuren und kurze, längs verlaufende »Falten«. Die Nietstifte der Riemenzungen **Kat. 43-44** wurden aus deutlich facettiertem, vermutlich geschmiedetem, rundstabigem Draht angefertigt (vgl. **Abb. 162, 1**), ebenso die Stecker des Ohrringpaares **Kat. 19**. Nach der Erfindung des Drahtziehverfahrens dienten geschmiedete Drähte auch häufig als Ausgangsmaterial für die Herstellung von gezogenem Draht.

FILIGRAN, GRANULATION SOWIE HERSTELLUNG VERSCHIEDENER ZIERDRAHTTYPEN

Filigran

Als Filigran bezeichnet man eine Verzierungstechnik, bei der feine Drähte als Muster auf das Grundmetall aufgelötet werden. Bei den Filigrandrähten kann es sich sowohl um einfachen, rundstabigen Draht (s. o. S. 186-187) als auch um Zierdrähte verschiedenster Form (z. B. Kerb- und Perldraht, Astragaldraht, Kordeldraht, s. u.) handeln.

Kerb- und Perldrähte

Die Unterscheidung zwischen Perl- und Kerbdrähten beruht auf der Form der Arbeitskante des zur Herstellung benutzten Werkzeuges: Nur bei Verwendung eines Werkzeuges mit einer bogenförmigen Aussparung entsteht auf dem Draht eine runde bis ovale Perle; wird der Vorgang mehrmals wiederholt, bildet sich ein Zierdraht, der einer »Schnur« von lückenlos aneinandergereihten »Perlen« gleicht und daher als

»Perldraht« bezeichnet wird. Wird hingegen ein Werkzeug mit einer einzelnen Kante verwendet, entsteht eine V- oder U-förmige Kerbe: Das Endergebnis ähnelt im Idealfall einer regelmäßigen Reihe von doppelkonischen bzw. ovalen Perlen. Der Draht kann jedoch auch nur schwache Rillen mit unregelmäßigen Abständen aufweisen und wird daher als »Kerbdraht« bezeichnet. Beispiele für Kerbdrahte finden sich als Zierelemente auf dem Ohringpaar **Kat. 16** sowie dem Fingerring **Kat. 30**.

Es ist nicht immer möglich, eindeutig festzustellen, mit welchem Werkzeug ein bestimmter Perldraht angefertigt worden ist, weil eine Vielzahl von Faktoren das Erscheinungsbild der Perlen beeinflusst. Grundsätzlich jedoch dürfte das Vorhandensein eines »Äquatorschnittes« jeweils an der stärksten Stelle der einzelnen Perlen dafür sprechen, dass der Perldraht durch »Rollen« mittels eines Werkzeuges mit mehreren scharfen Kanten bzw. einer oder mehreren bogenförmigen Aussparungen hergestellt worden ist: Indem beim »Rollen« einer Klinge über einen rundstabigen Draht eine Kerbe entsteht, bildet sich infolge der Verdrängung des Metalls auf beiden Seiten der Kerbe je ein Wulst. An jener Stelle, wo jeweils zwei solcher Wülste zusammenlaufen und eine »Perle« bilden, entsteht eine Art »Naht« – der sogenannte Äquatorschnitt, der durch lichtmikroskopische Untersuchungen, fallweise auch bereits durch Makroaufnahmen, leicht nachweisbar ist. Durch »Rollen« hergestellte Perldrahte – entsprechend dem von Theophilus (Mitte 12. Jh.) beschriebenen Verfahren unter Verwendung einer sogenannten Perldrahtfeile – dürften sowohl in der Antike als auch im Mittelalter ein gebräuchlicher Zierdrahttyp gewesen sein und konnten auf zahlreichen der hier untersuchten, frühbyzantinischen Goldobjekten des RGZM dokumentiert werden, z. B. **Kat. 4, 15** (vgl. **Abb. 135, 1**), **Kat. 37, 39** und **45** (vgl. **Abb. 163, 6-7**). Die Filigranzier auf dem Ohringanhänger **Kat. 14** besteht aus Kerbdrahten, die knapp 0,4 mm stark und schräg, wahrscheinlich durch »Rollen« mittels einer einfachen Klinge, gekerbt worden sind. Der äußere Rand des Anhängers wird hingegen von einem ca. 0,7 mm starken, schräg gekerbten Perldraht begrenzt (= vermutlich durch »Rollen« mittels eines Werkzeuges mit einer Rille bzw. zwei Kanten hergestellt).

Im Gegensatz dazu dürfte ein zweites, alternatives Verfahren der Perldrahtherstellung – die Umformung eines rundstabigen Drahtes durch Hämmern auf die obere Hälfte einer zweiteiligen Form (ähnlich dem von Theophilus im 12. Jh. beschriebenen »Organarium«) – wesentlich seltener und vermutlich erst seit dem Frühmittelalter verwendet worden sein. Merkmale, die darauf hindeuten, dass ein Perldraht durch Umformung eines rundstabigen Drahtes in einer zweiteiligen Form angefertigt worden ist, sind: runde, besonders regelmäßig geformte »Perlen«, die durch schmale, längliche »Hälse« verbunden sind und keine umlaufende, deutliche Rille im zentralen Bereich der »Perle« (= »Äquatorschnitt«) aufweisen. Stattdessen kommen stellenweise feine, relativ kurze Kerben im Randbereich der »Perle« vor. Auf den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten, frühbyzantinischen Goldobjekten in den Sammlungen des RGZM konnten keine Perldrahte dieses Typs dokumentiert werden.

Nach den u. a. von Wladyslaw Duczko und Niamh Whitfield gemachten Beobachtungen, treten die ersten, in einer zweifachen Form angefertigten Perldrahte an frühbyzantinischem Goldschmuck im 6. Jahrhundert auf. Dieses Herstellungsverfahren könnte daher von byzantinischen Goldschmiedern entwickelt worden sein.

Hohle Perldrahte

Grundsätzlich dürften in der spätrömischen bzw. frühbyzantinischen Schmuckproduktion gehobener Qualitätsstufen häufig hohle Zierdrahte (vorwiegend Perldrahte, teilweise auch Astragaldrahte) verwendet worden sein: Mehrere Beispiele, die durch Dellen und/oder Nähte erkennbar sind, finden sich auf dem aufwendig gestalteten Armring **Kat. 4** sowie als Randzier auf den Medaillons der Halskette **Kat. 21** (vgl. **Abb. 141, 6. 22-24**).

Zur Herstellung eines hohlen Perldrahts ist nach Jack Ogden und Simon Schmidt ein Verfahren erforderlich, das möglichst wenig Druck ausübt, damit der hohle Draht nicht verformt wird. Verformungen sind fallweise, in mehr oder weniger starkem Ausmaß, bei Originalmaterial erkennbar. So weist z. B. der hohle Perldraht am Rand einer spätrömischen Zierplatte mit Löwenjagdmotiv in Durchbrucharbeit (British Museum M&LA AF 332) kleine, sichelförmige Dellen auf, die nach J. Ogden und S. Schmidt auf die Herstellung in einer zweiseitigen Form hinweisen könnten, in der relativ viel Druck auf den Draht ausgeübt wird, wenn man mit einem Hammer auf den oberen Teil der Form klopft.

J. Ogden und S. Schmidt empfehlen daher folgende Vorgangsweise, bei der es sich im Prinzip um ein Mittelglied zwischen den beiden von Theophilus beschriebenen (s. o.) Verfahren handelt: Der Hohl Draht wird zwischen zwei aneinander befestigten Platten, die je eine U-förmige Rille aufweisen, von Hand gedreht, während auf die obere Platte leicht geklopft wird. Es wird jeweils nur eine »Perle« gebildet, dann wird der Draht weiterbewegt. Bei diesem Verfahren entstehen sehr regelmäßig geformte »Perlen«, ohne dass sich bei hohlem Draht »Dellen« bilden. Wie die beiden Autoren experimentell zeigen können, eignet sich dieses Werkzeug auch zur Herstellung von massivem Perldraht und ist außerdem weniger aufwendig anzufertigen als ein »Organarium«. Die Verwendung eines Holzstäbchens im Kern erleichtert nicht nur die Herstellung der Goldblechröhre, sondern stützt sie auch beim Anbringen der »Perlverzierung«, falls es nicht schon vorher beim Löten oder Zwischenglühen (um die Weichheit des Metalls zu erhalten) verbrannt ist. Für diese These von J. Ogden und S. Schmidt spricht die Holzkohlefüllung, die sich in einigen hohlen Perldrähten spätrömischer bzw. byzantinischer Zeitstellung feststellen lässt, z. B. in einem Ohrring, der sich in der Walters Art Gallery zu Baltimore (Nr. 57.606-7) befindet.

Die von J. Ogden und S. Schmidt vorgeschlagene Vorgangsweise bei der Anfertigung von hohlem Perldraht stellt selbstverständlich nur eine einzige von einer Vielzahl möglicher Herstellungsverfahren – die teilweise sehr ähnliche Ergebnisse liefern können – dar. Der von ihnen erbrachte Nachweis, dass dieses Verfahren sich gut zur Herstellung von hohlem Perldraht eignet, kann somit nicht als Beleg dafür dienen, dass es in der Antike tatsächlich in Gebrauch war. Auch für die Anfertigung des hohlen, rundstabigen Drahtes, der als Ausgangsmaterial für die Perldrahtherstellung diente, gab es mehrere alternative Möglichkeiten (z. B. »strip-drawing« und »strip-twisting«, s. o. S. 186-187).

Andere Zierdrahttypen

Astragaldrähte

Auf den Rand des Hauptmedaillons der Halskette **Kat. 1** wurde ein knapp 2 mm starker, hohler Astragaldraht aufgelötet, der einige Dellen und Kerben aufweist bzw. leicht verformt ist. An einigen Stellen sind Spuren einer Längsnaht erkennbar, sodass eine Herstellung des – als Ausgangsmaterial verwendeten – rundstabigen Drahtes durch »strip-drawing« (s. o. S. 186-187) anzunehmen ist (vgl. **Abb. 123, 6**). Die Astragalzier könnte, wie auch viele hohle Perldrähte (s. o.), durch »Rollen« des hohlen, rundstabigen Drahtes zwischen zwei Platten mit entsprechend geformten Vertiefungen angefertigt worden sein. Es gibt einige weitere Goldschmiedearbeiten höchster Qualität, die ebenfalls mit hohlen Astragaldrähten verziert sind, z. B. ein vermutlich aus Syrien stammender Medaillonanhänger im Virginia Museum of Fine Arts.

Im Gegensatz dazu ist bei der Halskette **Kat. 3** auf den Außenrand des Medaillons ein ebenfalls ca. 2 mm starker, massiver Astragaldraht aufgelötet worden: Vermutlich erfolgte die Formgebung der Astragalzier durch »Rollen« des massiven, ursprünglich rundstabigen Drahtes mittels eines Werkzeuges mit nur einer entsprechend geformten Einheit (vgl. **Abb. 125, 3**).

Kordeldraht

Zwei miteinander verdrehte, rundstabile Drähte werden hier als »Kordeldraht« bezeichnet und sind ein gebräuchliches Element der Filigranverzierung. Im Regelfall setzt sich ein Kordeldraht aus zwei rundstabilen Drähten zusammen, jedoch werden fallweise auch Kerb- oder Perldrähte als Ausgangsmaterial verwendet. Bei dem Ohrringpaar **Kat. 19** wurden auf den unteren Rand des Zierteils jeweils ein »Kordeldraht« (= 2 miteinander verwundene, rundstabile Drähte) sowie ein einzelner, rundstabiger Draht aufgelötet (vgl. **Abb. 139, 1**). Der Durchmesser der vermutlich durch »strip-drawing« hergestellten rundstabilen Drähte beträgt nur knapp 0,5 mm. Die Filigranzier auf der Schauseite des Anhängers **Kat. 23** besteht aus je zwei, meist gegenläufigen »Kordeldrähten« (= je 2 miteinander verwundene rundstabile Drähte) bzw. aus alternierenden Perl- und Kordeldrähten (vgl. **Abb. 143, 3**).

Eine Filigranzier, die am oberen und unteren Rand von zwei Perldrähten begrenzt wird und dazwischen mehrere »Kordeldrähte« umfasst, kommt bei frühbyzantinischem Schmuck häufig vor, z. B. seitlich auf der Fassung des Fingerrings **Kat. 27** (vgl. **Abb. 146, 5**).

Granulation

Als Granulation bezeichnet man eine vorwiegend bei Edelmetallen angewandte Verzierungstechnik, bei der kleine Gold- oder Silberkügelchen auf Blech aus demselben Metall aufgelötet werden. So konnten lineare Muster, geometrische oder figurale Ornamente gestaltet sowie ganze Flächen gefüllt werden.

Der zentral an die Unterseite des Steckers angelötete, traubenförmige Zierteil des Ohrrings **Kat. 13** setzt sich aus insgesamt 18 Granalien zusammen (vgl. **Abb. 133, 1**). Weitere fünf einzelne Granalien wurden in regelmäßigen Abständen an die Unterkante des Steckers angelötet. Zur Befestigung der Granalien wurde vermutlich das Reaktionslötverfahren verwendet: Letzteres dürfte sowohl in der Antike als auch im Mittelalter das gebräuchlichste Lötverfahren, vor allem zur Anfertigung feiner Granulations- und Filigranarbeiten, gewesen sein (vgl. S. 170). Auch der untere Rand des halbmondförmigen Ohrringpaars **Kat. 16** (vgl. **Abb. 136, 2**; S. 240) sowie die Cabochonfassung des Fingerrings **Kat. 29** sind mit relativ feiner Granulationszier in Dreiecksform versehen.

Eine besonders feine (Dm. der Granalien ca. 0,5 mm), lineare Granulation (Reihengranulation) schmückt die Ränder der zweiteiligen Hohlkugeln an den oberen Enden der Mondsicheln des Ohrringpaars **Kat. 19** (vgl. **Abb. 139, 2**).

Auch der untere Rand des halbmondförmigen Ohrringpaars **Kat. 17** ist mit linearer Granulation (Dm. der Granalien ca. 1,5 mm) verziert.

KETTEN: HERSTELLUNGS- BZW. VERBINDUNGSTECHNIKEN

Die Halskette **Kat. 3** kann hinsichtlich ihrer Herstellungstechnik als doppelte Fuchsschwanzkette angesprochen werden. Dieser Kettentyp besitzt im Mittelmeerraum eine lange Tradition und ist auch in spät-römischer und frühbyzantinischer Zeit sehr gebräuchlich.

Im Gegensatz dazu ist die Halskette **Kat. 20** in einer ungewöhnlichen Technik aus zwei breiten und zwei schmalen Blechstreifen hergestellt. Maiken Fecht konnte die Technik rekonstruieren (es bestehen gewisse Ähnlichkeiten mit Flechttechniken bei organischen Materialien). Es kann bisher nur ein Vergleichsstück für

diesen Kettentyp angeführt werden: ein Halsband mit getriebenen bzw. treibziselierten Löwenkopfen aus der Walters Art Gallery zu Baltimore, das aus dem türkischen Antikenhandel stammt und ins 4. Jahrhundert datiert wird.

Die beiden querzylindrischen Anhänger der Halskette **Kat. 20** besitzen im Inneren ein Goldblechröhrchen, das vermuten lässt, dass sie ursprünglich auf eine (andere) Kette aufgefädelt waren. Zudem ist die Kette eigentlich zu fragil, um die schweren Anhänger zu tragen, und weist daher einige Risse auf. Es wäre daher denkbar, dass entweder alle oder zumindest die beiden querzylindrischen Anhänger ursprünglich nicht zu der geflochtenen Kette gehörten und erst sekundär hinzugefügt wurden. Da die zur Verbindung der Anhänger mit der Kette verwendeten, feinen rundstabigen Drähte mittels einer antiken Technik (»Verdrillen« eines Blechstreifens; s. o. S. 188) hergestellt worden sind, dürfte es sich aber nicht um neuzeitlich gefertigte Drähte handeln. Somit hätte man im Falle einer modernen Umgestaltung antike Drähte verwendet, während andererseits auch die Möglichkeit einer antiken Umarbeitung in Betracht zu ziehen ist.

BEFESTIGUNG VON BESCHLÄGEN AUF LEDER ODER TEXTILIEN (Z. B. GÜRTELBESCHLÄGE)

Die Befestigung von Gürtelbeschlägen durch mitgegossene Lochzapfen und insbesondere durch separat angelötete Ösenschlaufen dürfte für Produkte byzantinischer Werkstätten kennzeichnend sein: Als Lochzapfen bezeichnet man durchbohrte, relativ flache, rechteckige oder trapezförmige Laschen auf der Rückseite gegossener Schnallenbeschläge. Zumindest die überwiegende Mehrheit dieser Laschen scheint mitgegossen worden zu sein. Die Befestigung durch Lochzapfen findet sich häufig bei Schnallen byzantinischer Herkunft. Es ist anzunehmen, dass die Lederriemen kleine Schlitzlöcher besaßen, durch die man diese Zapfen stecken konnte. Bezüglich der Fixierung der Beschläge an der Innenseite des Gürtelriemens sind bisher zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen worden: erstens mit einer Schnur oder einem Draht und zweitens durch Splinte aus Metall oder Holz. Beide Befestigungsweisen ermöglichen es, den Beschlag relativ leicht vom Riemen abzunehmen.

Eine ähnliche Befestigungstechnik mithilfe von »Ösenschlaufen« ist bei getriebenen und gepressten Gürtelbeschlägen »mediterraner« Herkunft gebräuchlich: Auf der Beschlagsrückseite befinden sich aus einem starken Blechstreifen geformte Ösen, deren Enden meist umgebogen und flächig angelötet worden sind, sodass ein annähernd omegaförmiges Gebilde entsteht (vgl. z. B. das D-förmige Scharnierbeschlag der Gürtelschnalle **Kat. 41** sowie einige Beschläge der vierteiligen Gürtelgarnituren **Kat. 42** und **Kat. 46**).

Bei der Gürtelgarnitur **Kat. 46** sind die Beschläge ohne Rückplatte auf der Rückseite des verzierten Deckblechs mit omegaförmigen Ösenschlaufen versehen worden (vgl. **Abb. 112, 1-2, 4-5**). Zur Herstellung der Ösenschlaufen wurden stets Blechstreifen von ca. 1 mm Breite und ca. 0,2 mm Stärke verwendet, die alle einen Mittelgrat aufweisen. Dabei sind Abschnitte unterschiedlicher Länge zunächst in der Mitte ösenförmig umgebogen und danach wieder zusammengeführt worden. Die Enden hat man hingegen auseinandergebogen. Von den beiden Ösenschlaufen der schildförmigen Beschläge wurde eine im Bereich des rechtwinklig ausgeführten Randes angebracht; die andere nahe dem bogenförmigen Rand. Die Ösenschlaufen der schildförmigen Beschläge Nr. 5, 6 und 9 sind jeweils 14 mm lang. Dasselbe gilt auch für die obere Ösenschlaufe des schildförmigen Beschlags Nr. 8 und die nicht komplett erhaltene untere Ösenschlaufe dürfte ursprünglich die gleiche Länge besessen haben. Im Gegensatz dazu besitzt das Exemplar Nr. 7 zwei lediglich 10 mm lange Ösenschlaufen. Bei allen diesen Beschlägen sind die Laschen

so angeordnet, dass die Öffnungen der Ösen jeweils zum oberen und unteren Rand weisen. Auf den Rückseiten der drei doppelschildförmigen Beschläge wurden jeweils drei Ösenschlaufen angebracht. Alle drei Ösenschlaufen des Exemplars Nr. 11 sind vollständig; zwei davon sind ca. 12,5 mm lang: Die erste dieser Ösenschlaufen befindet sich in der Mitte, die zweite im Bereich der bogenförmigen Oberkante des größeren Abschnitts. Die dritte Ösenschlaufe (auf dem kleineren Abschnitt) ist hingegen nur ca. 9 mm lang. Auch bei dem Exemplar Nr. 12 beträgt die Länge der untersten Ösenschlaufe (auf dem kleineren, U-förmigen Abschnitt) ca. 9 mm. Zudem ist hier die auf dem größeren, U-förmigen Abschnitt befestigte Ösenschlaufe ebenfalls ca. 12,5 mm lang. Daher ist anzunehmen, dass auch die mittlere, nicht komplett erhaltene Ösenschlaufe, wie bei dem Vergleichsstück, ursprünglich 12,5 mm lang gewesen ist. Bei dem dritten doppelschildförmigen Beschlag (Nr. 10) ist die mittlere Ösenschlaufe ca. 16 mm lang und die des kleineren U-förmigen Abschnitts ca. 13 mm. Die Länge der Ösenschlaufe, die am oberen Rand des größeren Abschnittes befestigt wurde, ist nicht bekannt, da sie nur fragmentarisch erhalten blieb. Bei den doppelschildförmigen Beschlägen weist die Öffnung der oberen und unteren Ösenschlaufen – ebenso wie jene der schildförmigen Beschläge – zum oberen oder unteren bogenförmigen Rand (= ein eventuell vorhandener Splint wäre demnach vertikal orientiert). Im Gegensatz dazu ist die Öse der mittleren Lasche jeweils zu den seitlichen Rändern gerichtet (= ein eventuell vorhandener Splint wäre horizontal orientiert). Möglicherweise ist eine bessere Fixierung des Beschlags auf dem Gürtel gewährleistet, wenn die beiden äußeren Splinte vertikal orientiert sind, der mittlere hingegen horizontal. Auf der Rückplatte der rechteckigen Riemenschlaufe Nr. 13 sind ebenfalls zwei omegaförmige Ösenschlaufen angebracht worden. Diese sind jeweils ca. 6 mm lang und mit der Öffnung der Öse jeweils zum oberen bzw. unteren Rand des Beschlags gerichtet.

Da bei den fünf runden Goldblechbeschlägen **Kat. 45** die Enden der Blechstreifen jedoch im rechten Winkel auf die Rückseite der Goldblechplatte des Beschlags aufgelötet wurden, sind die Ösenschlaufen in diesem Fall nicht omegaförmig. Die Fixierung auf dem Lederriemen erfolgte bei den Beschlägen mit Ösenschlaufen ähnlich wie bei den Beschlägen mit Lochzapfen (s. o.).

GOLDLEGIERUNGEN

Für die Herstellung von spätantiken und frühbyzantinischen Goldschmuck dürften vorwiegend Goldlegierungen mit einem Goldgehalt von 90-96 % verwendet worden sein; bei späterem Goldschmuck liegt der Goldgehalt im Durchschnitt nur noch bei ca. 80 %. Spätantike bzw. frühbyzantinische Goldmünzen hingegen weisen stets einen Goldgehalt von mehr als 97 % auf. Die von A. Gonosová und Ch. Kondoleon durchgeführten, vergleichenden Materialanalysen an spätantiken und frühbyzantinischen Goldschmuck haben gezeigt, dass Schmuck des 3.-5. Jahrhunderts den höchsten Goldgehalt aufweist: Die auf der Oberfläche gemessenen Werte lagen im Durchschnitt bei 97 %.

Zwar konnten nur bei einer Auswahl der hier vorgestellten Objekte Materialanalysen durchgeführt werden, doch entsprechen die bisherigen Ergebnisse den soeben genannten Werten: Bei einer beträchtlichen Anzahl der hier untersuchten Artefakte lag der Goldgehalt um oder über 90 %. Zu dieser Gruppe gehören z. B. das Armringpaar **Kat. 6**, die Fingerringe **Kat. 7-9, 27, 29** und **33**, die Halsketten **Kat. 20-21**, der Oberarmring **Kat. 26**, das Ohringpaar **Kat. 19**, der Bügel von Schnalle **Kat. 40** und die Riemenzunge **Kat. 43**.

Bei dem ursprünglich mit Zellenmelz verzierten Ohringpaar **Kat. 19** weist das Zellenwerk stets einen deutlich höheren Goldgehalt (97-98 %) auf als alle anderen Komponenten (91,5-94,3 %). Bei der Halskette **Kat. 20** wurde bei den querzylindrischen Anhängern (95,0-97,0 %) und der geflochtenen Halskette (94,0-

95,0 %) ein etwas höherer Goldgehalt gemessen als bei den (eventuell sekundär; s. o. S. 191-192) zur Befestigung der Anhänger verwendeten Drähten (90,0-91,0 %).

Etwas darunter, nämlich im Bereich von ca. 75 bis ca. 88 % liegt der Goldgehalt des Ohrringanhängers **Kat. 14**, des Ohrrings **Kat. 13**, des Armingpaares **Kat. 5** und der vierteiligen Gürtelgarnituren **Kat. 42** und **Kat. 46** (dazu R. Schwab, Anhang S. 312-313 **Tab. 1**).

Bei einigen wenigen Objekten lag der Goldgehalt nur zwischen ca. 45 und 60 %, z. B. bei dem Fingerring **Kat. 27**. Die Pressblechapplike **Kat. 36** weist einen Goldgehalt von nur ca. 70 % auf.

Bei der Interpretation der hier angeführten Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Messungen stets auf der Oberfläche der Goldobjekte durchgeführt worden sind: Da bei Goldlegierungen von einer Oberflächenanreicherung des Goldes auszugehen ist (weil Kupfer und Silber – im Zuge der Bodenlagerung bzw. eventuell auch des Herstellungs- oder Reinigungsvorganges – aus der oberflächlichsten Schicht der Goldlegierung entfernt worden ist!), dass der gemessene Goldgehalt jeweils geringfügig über dem »tatsächlichen« Goldgehalt, d. h. in tieferen Schichten des Objektes liegt. Allerdings dürfte die überwiegende Mehrzahl der hier als Vergleichsbeispiele angeführten, zerstörungsfreien Materialanalysen an spätantiken und frühmittelalterlichen Goldartefakten ebenfalls auf der Oberfläche gemessen worden sein, da es nur selten möglich ist, archäologische Goldobjekte zu beproben oder zumindest die oberflächlichste Schicht zu entfernen.

Bei allen Schmuckstücken aus dem kleinasiatischen Schatzfund II (**Kat. 3-9**) waren im Grundmetall silbrige Osmium-Iridium-Einschlüsse erkennbar. Dies könnte eventuell darauf hinweisen, dass das zur Anfertigung dieser Objekte verwendete Rohmaterial zumindest aus Lagerstätten derselben Region stammt. Allerdings dürften solche Einschlüsse in zahlreichen Goldlagerstätten (z. B. auch in griechischen bzw. kleinasiatischen Lagerstätten) vorkommen. Üblicherweise sind Osmium-Iridium-Einschlüsse allerdings vor allem bei massiven Goldartefakten und nur selten bei den aus Goldblech gefertigten Objekten nachweisbar, da sie sich bei der Herstellung feiner Komponenten aus Goldblech oder bei feinen Filigrandrähten nachteilig auswirken dürften.

Osmium-Iridium-Einschlüsse konnten bei einigen der hier untersuchten Objekte nachgewiesen werden, außer bei **Kat. 3-9** z. B. auch bei **Kat. 42-43**. Ein überraschendes Ergebnis stellt die Tatsache dar, dass solche Einschlüsse auch bei mehreren, aus Goldblech angefertigten Artefakten festgestellt werden konnten, z. B. bei den Armringen **Kat. 4** und **Kat. 5**.

M. Fecht / B. Bühler

ALLGEMEINE BEOBACHTUNGEN ZUM BYZANTINISCHEN FEINSCHMIEDEHANDWERK

Eine Synthese der Ergebnisse der typologischen, stilistischen und technologischen Untersuchungen an Schmuck aus dem byzantinischen Reichs- und Einflussgebiet kann im Idealfall eine Zuordnung zu bestimmten Werkstätten ermöglichen. Bis vor einigen Jahren wurden herstellungstechnische Studien und Materialanalysen – wenn überhaupt – nur an Metallobjekten höchster Qualität durchgeführt, während bei Produkten mittlerer bis einfacher Qualität herstellungstechnische Merkmale für die Auswertung überhaupt nicht herangezogen oder falsch beurteilt worden sind. Es wäre wünschenswert, vermehrt technische Studien und Materialanalysen an frühmittelalterlichen Bunt- und Edelmetallfunden aller Qualitätsstufen aus dem byzantinischen Reichs- und Einflussgebiet durchzuführen. Ziel wäre eine Identifizierung und Lokalisierung von Werkstätten – sowohl innerhalb als auch außerhalb des Reichsgebietes –, die Schmuck »byzantinischen« Typs hergestellt haben. Dies wird jedoch erst möglich sein, wenn vermehrtes Augenmerk auf technische Unterschiede innerhalb einer typologisch-stilistischen Gruppe gelegt wird und es danach

gelingt, Eigenheiten bestimmter Werkstätten und Handwerker sowie Werkstatttraditionen lokaler bis überregionaler Größenordnung herauszuarbeiten.

Dennoch sind bereits einige technische Besonderheiten bekannt, die für das byzantinische Feinschmiedehandwerk charakteristisch sein könnten: Hierzu gehört z.B. die als »Kompositbauweise« bezeichnete Eigenheit, qualitativ hochwertige Feinschmiedearbeiten aus möglichst vielen Einzelteilen (= vorwiegend aus Blech ausgeschnittene Komponenten, teilweise auch gegossene Einzelteile sowie Filigran und Granulation; vgl. z.B. **Kat. 23**) zusammenzusetzen. Grundsätzlich gilt, dass byzantinische Werkstätten die Grundform hochwertiger Feinschmiedearbeiten wesentlich häufiger aus Blech (d.h. durch Treiben) als durch Gießen und Schmieden hergestellt haben und dass verschiedenste Füllmassen bzw. Treibkitte verwendet worden sind. Dies lässt sich z.B. an dem hier vorgestellten Armschmuck **Kat. 4-6, 25** und **26** zeigen: Lediglich bei **Kat. 6** handelt es sich um ein massives, jeweils aus wenigen, geschmiedeten Komponenten zusammengesetztes Armringpaar, während alle anderen Armreifen aus Goldblech hergestellt worden sind, z.T. aus einer beträchtlichen Anzahl von Einzelteilen bzw. unter Verwendung anspruchsvoller Verzierungstechniken wie Treibziselieren, Durchbrucharbeiten und/oder Edelsteineinlagen (vgl. **Kat. 4, 25-26**). Grundsätzlich kann bei byzantinischen Gold- und Silberobjekten gehobener Qualität häufig eine individuelle Gestaltung von plastischem Dekor durch Treibziselieren und Punzieren beobachtet werden (vgl. z.B. **Kat. 4, 15, 38**). Eine Alternative dazu stellt die Serienanfertigung von plastischem Dekor mittels verschiedener Modeltypen dar, wobei byzantinische Werkstätten besonders häufig Negativmodell und zweiteilige Modell – auch zur Herstellung von »Massenware« (vgl. die Medaillons bei **Kat. 3, 14, 26, 31, 35**) bzw. häufig benutzter Komponenten, wie z.B. gerippte Blechstreifen – verwendet haben dürften. Die höchste Qualitätsstufe der Serienanfertigung – die Herstellung des Dekors mithilfe eines zweiteiligen Modells sowie die zusätzliche Nachbearbeitung einiger Bereiche durch Punzieren und/oder Treibziselieren – dürften byzantinische Feinschmiede fallweise auch zur Anfertigung hochwertiger Produkte eingesetzt haben (vor allem zur Herstellung mehrerer Objekte gleicher Größe mit identischem Dekor, z.B. Gürtelgarnituren; vgl. z.B. **Kat. 46**). Außerdem dürfte eine Befestigung von (Gürtel)Beschlügen durch mitgegossene Lochzapfen oder separat angelötete Ösenschlaufen für Produkte byzantinischer Werkstätten kennzeichnend sein (vgl. z.B. **Kat. 41-43, 46**). Durchbrucharbeiten unterschiedlicher Techniken und Qualitätsstufen finden sich häufig bei qualitativ gearbeitetem, spätrömischem bzw. frühbyzantinischem Goldschmuck (vgl. **Kat. 1-2, 16-18, 21, 25, 28**). Überdies sind bei byzantinischen Feinschmiedearbeiten gehobener Qualität aus Bunt- und Edelmetall folgende Verzierungstechniken gebräuchlich: Granulation, Filigran, Edelstein- bzw. Glaseinlagen sowie Perlen als Zierelemente (eventuell bestimmte Befestigungstechniken/Typen von Fassungen/Zellentypen charakteristisch, z.B. Fixierung von durchlochtem Edelsteinen und Perlen durch Metalldrähte [vgl. z.B. **Kat. 14, 28**], Email [vgl. z.B. **Kat. 21**] und Niello [vgl. z.B. **Kat. 27, 32-33**]). Zudem könnten die Verwendung bestimmter Verfahren zur Herstellung von rundstabigem Draht (Erfindung des Drahtziehverfahrens in frühbyzantinischen Werkstätten?), der Einsatz bestimmter Zierdrahttypen bzw. Kombinationen von Zierdrähten (z.B. hohle Perldrähte, vgl. z.B. **Kat. 4**; mehrere Kordeldrähte zwischen 2 Perldrähten; hohle und massive Astragaldrähte, vgl. **Kat. 1, 3**), bestimmte Verfahren zur Herstellung von hohlem und massivem Perldraht (z.B. verschiedene Varianten zweiteiliger Modell) und die Verwendung bestimmter Kettentypen (z.B. Fuchsschwanzkette, vgl. **Kat. 3**) für das byzantinische Feinschmiedehandwerk kennzeichnend sein.

Die überwiegende Mehrzahl der genannten Merkmale findet sich allerdings ausschließlich bei Produkten gehobener Qualitätsstufen. Wesentlich schwieriger ist es hingegen, im byzantinischen Reichsgebiet hergestellte »Massenware« mittlerer bis niedriger Qualität von außerhalb des Reichsgebietes angefertigten Nachahmungen zu unterscheiden. In einigen Fällen (vgl. z.B. **Kat. 22, 36**) wird man wohl derzeit nicht mit Sicherheit klären können, ob ein bestimmtes Schmuckstück »byzantinischen« Typs innerhalb oder außerhalb des byzantinischen Reichsgebietes hergestellt worden ist: Einerseits hat es sicherlich auch innerhalb des

byzantinischen Reichsgebietes Werkstätten gegeben, die ausschließlich Feinschmiedearbeiten einfacher bis mittlerer Qualitätsstufen hergestellt haben, vorwiegend in Serienanfertigung (z. B. Pressblechtechnik) arbeiteten und daher z. B. keine Erfahrung in der individuellen Gestaltung hochwertiger Treibziselier- und Durchbrucharbeiten besaßen. Außerdem ist zu beachten, dass einige Techniken »mediterranen« Ursprungs – wie z. B. die Filigran- und Granulationszier sowie das zur Befestigung solch feiner Komponenten besonders geeignete Reaktionslötverfahren – auch außerhalb des römischen bzw. byzantinischen Reichsgebietes (z. B. in den Steppengebieten Eurasiens) eine lange, eventuell sogar bereits in vorchristliche Zeit zurückreichende Kontinuität aufweisen. Dennoch ist anzunehmen, dass auch im Frühmittelalter ein Technologietransfer vom Byzantinischen Reich in dessen Rand- bzw. Nachbargebiete stattgefunden hat. Für eine Reihe von Innovationen aus dem Bereich des Feinschmiedehandwerks – z. B. für die Verwendung bleihaltigen Niellos, bestimmter Emailtypen und Befestigungstechniken für Edelstein- und Glaseinlagen sowie für das Drahtziehverfahren, die Herstellung massiver Perldrähte mithilfe einer zweiteiligen Form und für bestimmte, vorwiegend hohle Zierdrahttypen – wurden eine Erfindung in den Goldschmiedewerkstätten Konstantinopels und eine anschließende Verbreitung in die Provinzen sowie die Randgebiete des Byzantinischen Reiches vorgeschlagen. Eine detaillierte Untersuchung von Mechanismen des Technologietransfers im Umfeld des Byzantinischen Reiches würde allerdings eine vermehrte Durchführung von gezielten, herstellungstechnischen Studien und Materialanalysen an frühmittelalterlichen Bunt- und Edelmetallfunden aller Qualitätsstufen aus dem byzantinischen Reichs- und Einflussgebiet erfordern.

B. Bühler