

# Material- und herstellungstechnologische Untersuchungen an Goldtextilfunden des frühen Mittelalters

## Investigations on Material- and Manufacturing Technology of Gold Textiles of the Early Medieval Period

### Untersuchung der Trennverfahren zur Herstellung von Goldstreifen

An Goldstreifen mit gut erhaltenen Schnittflächen und -kanten kann das Trennverfahren und das verwendete Werkzeug ermittelt werden. Beim Abtrennen des Streifens von der Goldfolie werden charakteristische Kanten, Grate, Verrundungen, Riefen neben dem Rand und Texturen auf der Schnittfläche erzeugt. Untersuchungen ergaben das Trennen durch Scherschneiden (Abb. 1), drückendes (Abb. 2) und ziehendes Messerschneiden (Abb. 3).

### The investigation of the cutting process for manufacturing gold strips

Gold strips with well preserved cutting surfaces and -edges show information about the cutting process and the cutting tool. When cutting the strips of the gold foil, characteristic edges, burrs, roundings and grooves parallel to the margin and textures on the cutting surface are produced. Investigations resulted in shearing (fig. 1), pressing (fig. 2) and pulling knife-cutting (fig. 3).

### Alloy analysis with SEM-EDX

Because we conduct a pure surface analysis, sampling and preparing the specimens to highly polished, structure etched micro-sections is essential. Small contaminants falsify the result, because the penetration depth of the electron beam measures between 0.5 and 1.0 µm for pure gold with a plane surface. Due to

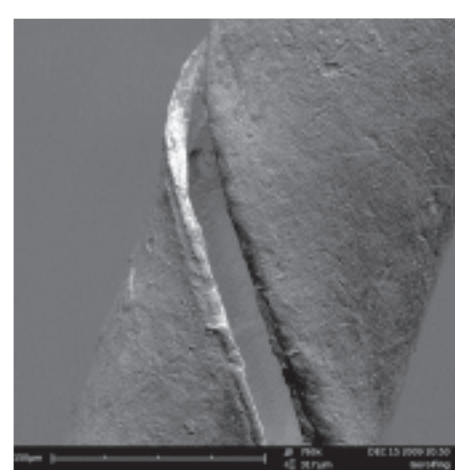


Abb. 1: Durch Scherschneiden abgetrennter Goldstreifen aus Gerolfing "Löwenbuckel".  
Fig. 1: The gold strip from Gerolfing "Löwenbuckel" was cut by shearing.

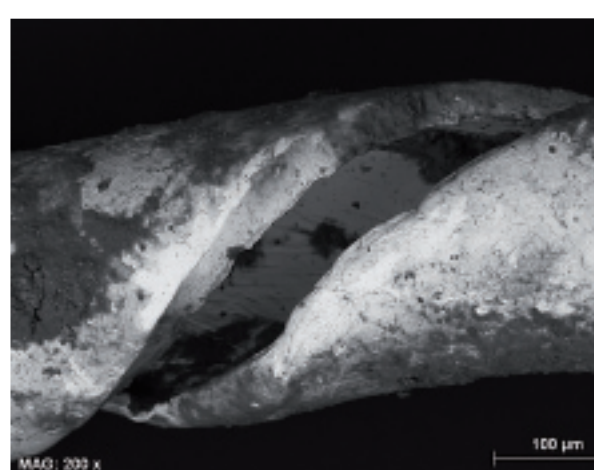


Abb. 2: Durch drückendes Messerschneiden abgetrennter Goldstreifen aus Greding, Grab 143.  
Fig. 2: The gold strip from Greding grave 143 was cut by pressing knife-cutting.

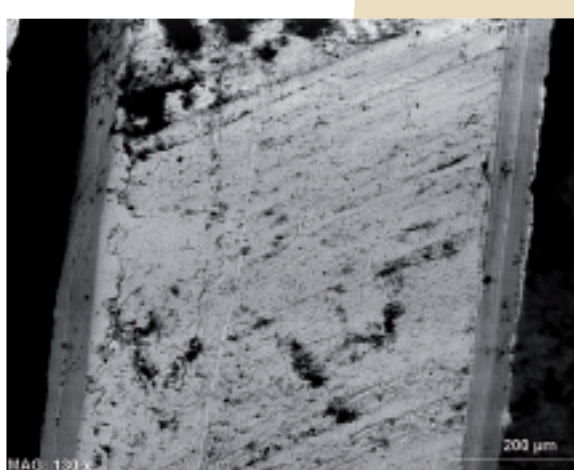


Abb. 3: Durch ziehendes Messerschneiden abgetrennter Goldstreifen aus Unterhaching, Grab 5.  
Fig. 3: The gold strip from Unterhaching, grave 5, was cut by pulling knife-cutting.

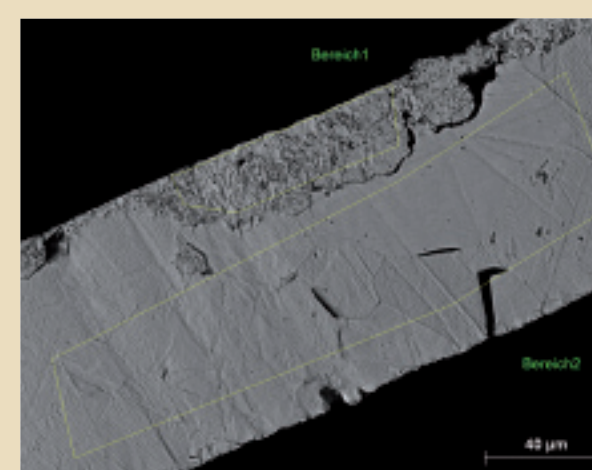


Abb. 4: Angetzter Gefügequerschnitt eines Goldstreifens aus Hersching, Grab 1, mit ausgebluteten Körnern im Randbereich.  
Fig. 4: The etched microstructure of a cross-section of a gold strip from Hersching, grave 1, shows leached grains in the margin area.

### Legierungsbestimmung mit REM-EDX

Da es sich um eine reine Oberflächenanalyse handelt, ist für eine exakte quantitative Bestimmung der Metallzusammensetzung eine Probenentnahme und die Präparation als strukturgeätzter-hochglanzpolierter Schliff Voraussetzung. Kleinste Verschmutzungen verfälschen das Ergebnis, da bei reinem Gold und einer planen Oberfläche die Eindringtiefe des Elektronenstrahls zwischen 0,5 und 1,0 µm liegt. Legierungsunterschiede in Randzonen und Kernbereichen durch die Auslaugung von Kupfer und Silber während der Bodenlagerung sind im Gefüge sichtbar (Abb. 4) und können vom Messbereich ausgeschlossen werden, um das quantitative Analyseergebnis nicht zu verfälschen.

leaching effects of copper and silver during soil storage, differences in alloy composition in margin and core areas are visible in the microstructure (fig. 4). These leached areas are excluded from the measuring range so they will not falsify the quantitative analytical result.

### The investigation of the gold condition and the gold foil manufacturing by means of microstructures

Microstructural analysis gives a statement if gold strips are made of stressed or ductile gold. The deformation grade of the microstructures is described with a six step system from 'not' to 'heavily deformed'. Therefore a cross- or longitudinal section is necessary (fig. 5). For interpreting the manufacturing technology of the gold foil at least two orientated micro sections must be analysed. For example, a deformed microstructure in the cross-section (fig. 6) and a non-deformed polygonal microstructure in the flat-section (fig. 7) state the manufacturing of foil through hammering.

### Untersuchung des Goldzustandes und der Goldfolienherstellung anhand der Gefüge

Gefügeuntersuchungen geben Aufschluss darüber, ob Goldstreifen aus spannungsreichem oder duktilem Gold gefertigt wurden. Der Deformationsgrad der Gefüge wird mit einem sechsstufigen System von nicht bis sehr stark deformiert beschrieben. Hierzu ist ein Goldstreifenquer- oder Längsschnitt notwendig (Abb. 5). Für die Interpretation der Umformtechnik zur Goldfolienherstellung müssen mindestens zwei Schnitte untersucht werden. Ein deformiertes Gefüge im Querschnitt (Abb. 6) und ein Polygonalgefüge mit nicht gestreckten Körnern im Flachschnitt (Abb. 7) belegen die Folienherstellung durch Schmieden.

### The processing of gold threads and the pattern reconstruction

Most investigated gold threads were woven in braids. The patterns can be reconstructed by the depressions of the warp crossing sections in the gold threads (fig. 8). A few gold threads were fixed by embroidery. There are depressions in the gold threads from the fixing threads (fig. 9).

### An exemplary reconstruction of the manufacturing technique of gold braids

The reconstructions of the gold braid from Kinding, grave 80, as a comb- (fig. 10) and a tablet-weaving (fig. 11) show the

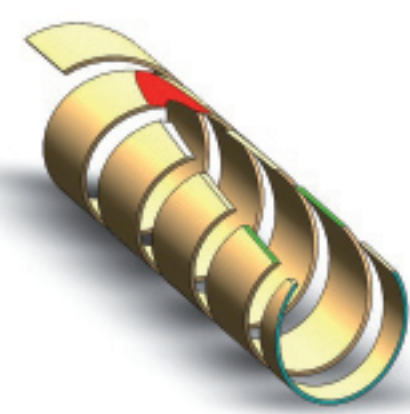


Abb. 5: Schnitte durch einen gewickelten Goldfaden: rot = Flachschnitt; grün = Querschnitt; blau = Längsschnitt.  
Fig. 5: Sections through a wound gold strip: red = flat-section; green = cross-section; blue = longitudinal-section.

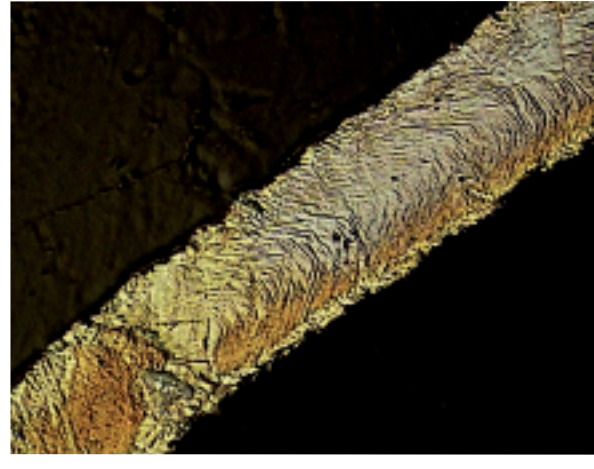


Abb. 6: Querschnitt eines gewickelten Goldstreifens aus Gerolfing "Löwenbuckel", Bildbreite: 83 µm.  
Fig. 6: Cross-section of a wound gold strip from Gerolfing "Löwenbuckel" with strongly deformed grains; image width: 83 µm.

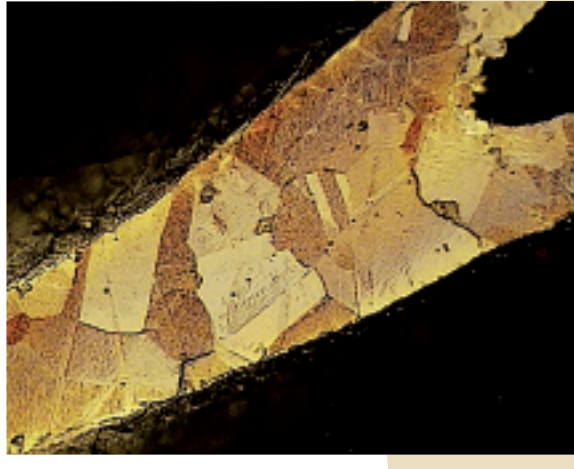


Abb. 7: Flachschnitt eines gewickelten Goldstreifens aus Gerolfing "Löwenbuckel" mit einem nicht deformierten Polygonalgefüge; Bildbreite: 250 µm.  
Fig. 7: Flat-section of a wound gold strip from Gerolfing "Löwenbuckel" with a non-deformed, polygonal microstructure; image width: 250 µm.

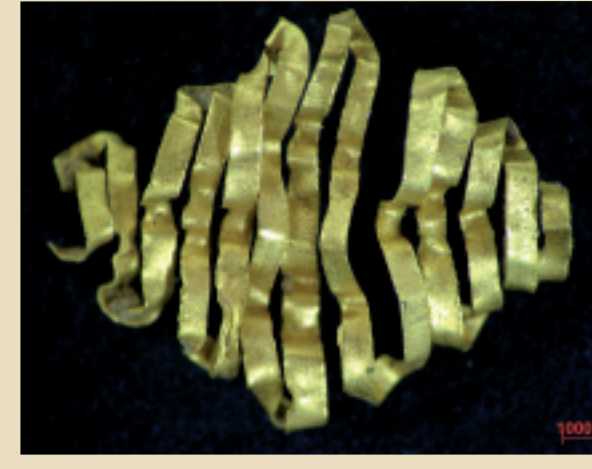


Abb. 8: Fragment einer Raute von Kinding, Grab 80.  
Fig. 8: Fragment of a rhomb from Kinding, grave 80.

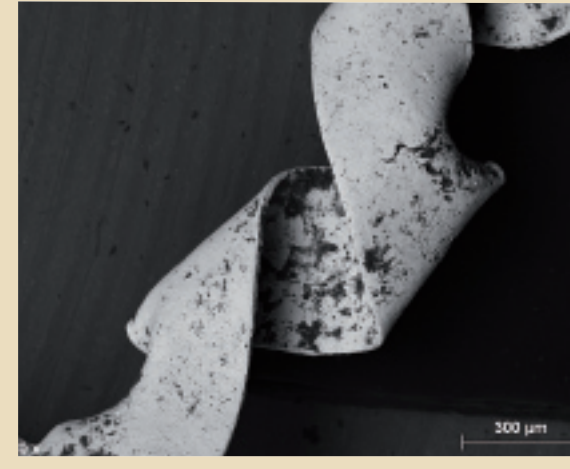


Abb. 9: Abdruck eines Überfangfadens an einem gewickelten Goldstreifen aus Pulling, Grab 75.  
Fig. 9: Depressions caused by a fixing thread on a wound gold strip from Pulling, grave 75.

### Einarbeitung der Goldfäden und Musterrekonstruktion

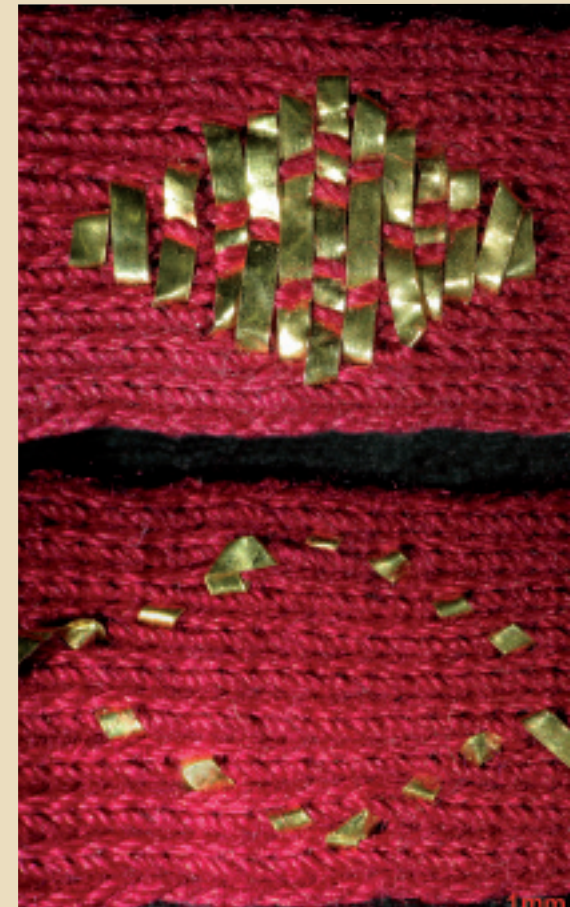
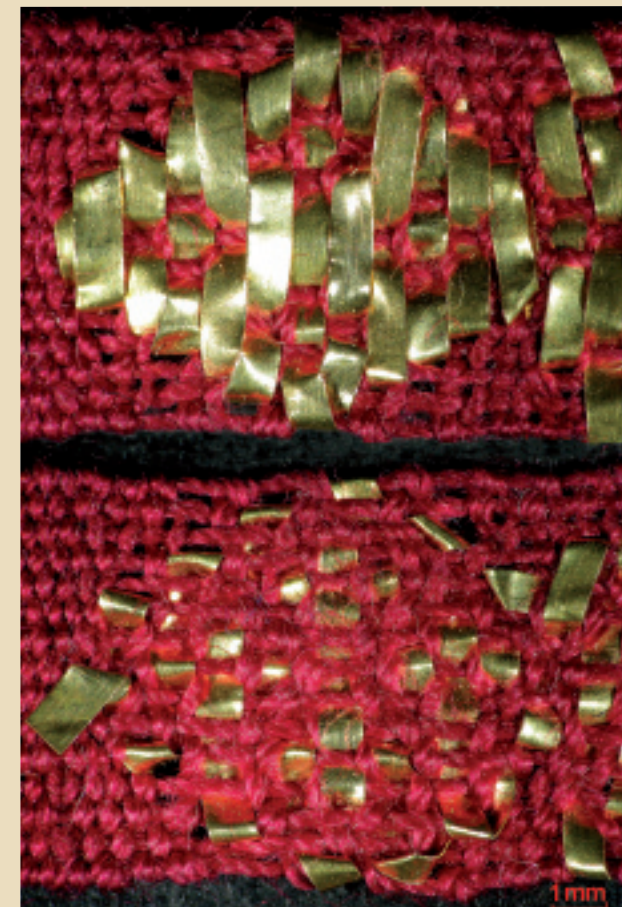
Die meisten der untersuchten Fäden wurden als Borte webtechnisch verarbeitet. Die Muster können durch in die Goldfäden eingedrückte Abbindestellen (Abb. 8) der vergangenen textilen Kettfäden rekonstruiert werden. Wenige Goldfadenfunde wurden durch Sticken in Anlegetechnik aufgebracht. An den musterbildenden Abbindestellen sind die Abdrücke der vergangenen Überfangfäden vorhanden (Abb. 9).

Abb. 10: Rekonstruktion der Raute von Kinding, Grab 80, als Kammgewebe (Ober- und Unterseite). Rekonstruktionen angefertigt von Fr. Streiter und Fr. Weiland.  
Fig. 10: Comb-weaving reconstruction of the rhomb from Kinding, grave 80, (top and bottom side). Reconstructions made by Fr. Streiter and Fr. Weiland.

Abb. 11: Rekonstruktion der Raute von Kinding, Grab 80, als Brettchengewebe (Ober- und Unterseite). Rekonstruktionen angefertigt von Fr. Streiter und Fr. Weiland.  
Fig. 11: Tablet-weaving reconstruction of the rhomb from Kinding, grave 80, (top and bottom side). Reconstructions made by Fr. Streiter and Fr. Weiland.

### Beispielhafte Rekonstruktion der Bortenherstellung

Die Rekonstruktionen der Goldborte aus Kinding Grab 80 als Kamm- (Abb. 10) und Brettchengewebe (Abb. 11) belegen die einstige Einarbeitung des Goldfadens als Musterschuss in ein Brettchengewebe. Die Goldfäden an den Umkehrstellen liegen tiefer als an den musterbildenden Abbindestellen. Der Tiefenunterschied entsteht durch einen in den Musterpartien abbindenden Kettfaden und vier Kettfäden eines Brettchens an den Umkehrstellen. Im Kammgewebe sind Abbindepunkte und Umkehrstellen gleich tief. Zudem kann im Kammgewebe kein geschlossenes, dichtes Gewebe um die Goldfäden erzeugt werden, da die Goldfäden breiter als die Kettfäden sind.



processing of the gold threads as a pattern weft in a tablet-weaving. At the turning points the gold threads lie deeper than at the pattern-forming fixing points of the warp. The depth difference exists because one warp thread crosses the gold thread in the pattern areas and four warp threads of a tablet at the turning points. Besides, it is not possible to produce a compact combwoven textile next to the gold threads, because the gold threads are broader than the warp threads.