



## Die Bamberger Kaisergewänder

### Farbstoffe: KRAPP, KERMES und KARMIN

Neben dem blauen Farbstoff Indigo für die Trägerstoffe, wurden für die Haltefäden der Goldstickerei vor allem rote Farbstoffe eingesetzt.

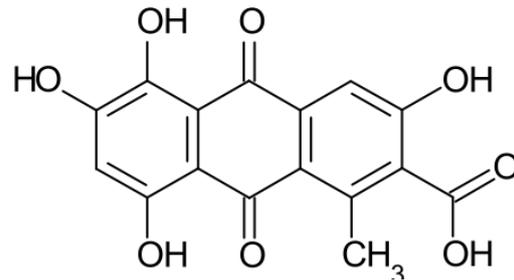
Besonders prestigeträchtige Farbmittel wie Kermes und Karmin leistete man sich nur für die roten Haltefäden des Goldlahns auf den blauen Kaisergewändern. Kermes war im Mittelalter einer der teuersten roten Farbstoffe im europäischen Raum. „Verschnitten“ – ob mit oder ohne Wissen des Endverbrauchers – wurde allerdings häufig mit dem kostengünstigeren Farbstoff aus der Krappwurzel.

KERMES, auch unechtes Karmin genannt, wird als roter Farbstoff aus der weiblichen Schildlaus Kermes vermilio gewonnen. Nach dem Absterben verbleiben die Körperhüllen auf den Kermes. Eichen, die als Wirtsorganismus dienen. Von dort können sie, Beeren gleich, für die man sie ursprünglich hielt, abgesammelt werden.

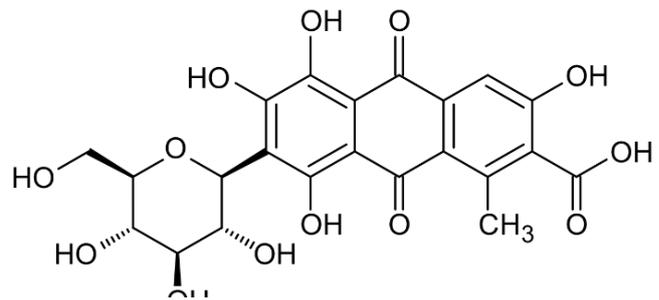
KARMIN, das echte Karmin, stammt ebenfalls von einer Schildlaus, nämlich der weiblichen CochenilleLaus: Für die Haltefäden der Kaisergewänder wurde entweder polnischer (*Porphyrophora polonica* L.) oder armenischer Cochenille (*Porphyrophora hamelii* Brandt) eingesetzt. Dies geht aus dem Verhältnis der nachgewiesenen Farbstoffmoleküle hervor. Die polnische und die armenische CochenilleLäuse leben unterirdisch an den Wurzeln eines Nelkengewächses. Die polnische Cochenille wurde erstmals bereits im Jahr 812 n. Chr. in einer Verordnung Karl des Großen erwähnt.

Zur Gewinnung des teuren roten Farbstoffs werden die auf mittel und südeuropäischen Wirtspflanzen parasitierenden Schildläuse zwei bis drei Monate nach ihrer „Animpfung“ auf der Wirtspflanze abgesammelt, getrocknet und schließlich vermahlen. Nach dem Einweichen in Wasser und einem fünfzehnminütigen Kochvorgang erhält man eine rote Färbebrühe, die durch ein Tuch abfiltriert werden muss.

Abhängig von der Vorbehandlung der Textilien mit Beize färben sich die Textilfasern unterschiedlich rot. Mit Alaun (Kaliumaluminiumsulfat) werden die Fasern rotviolett, mit Weinstein (Kaliumhydrogen und Calciumtartrat) dunkelrot und mit Zinn(II)Chlorid leuchtend rot.



Strukturformel von Kermesinsäure:  
Sie ist der Hauptbestandteil von Kermes.



Strukturformel von Karminsäure: Sie unterscheidet sich durch ein Zuckermolekül von Kermesinsäure.

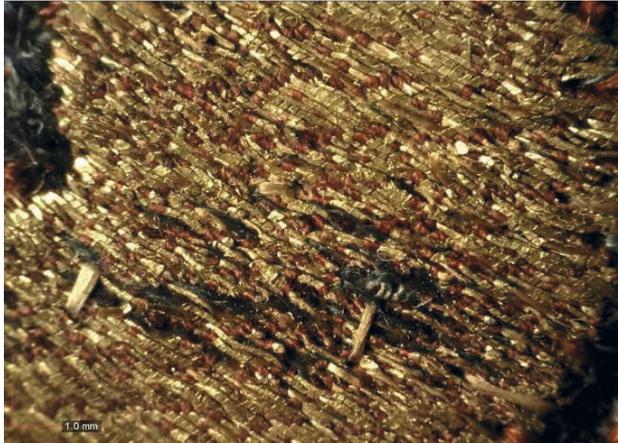
KRAPP wurde in allen analysierten Proben als färbender Nebenbestandteil der Haltefäden nachgewiesen. Diese Beimischung hat in jedem Fall die Farbstoffherstellung kostengünstiger gestaltet.

Krapp ist im Gegensatz zu Kermes und Karmin nicht tierischen, sondern pflanzlichen Ursprungs. Während man sich für die Haltefäden der Kaisergewänder noch Kermes und Karmin leistete, traf man für die aufwändigen roten Stickereien beim weißen Kunigundenmantel eine andere Wahl:

Der Farbstoff der Haltefäden für die Kaisermotive besteht aus kultiviertem Krapp und Sappanholz. Auch die roten Schussfäden der Tunika wurden mit Krapp gefärbt, allerdings ausschließlich mit Krapp und nicht mit Sappanholz.

Der Färberkrapp (*Rubia tinctorum*) war für Rotfärbungen allgemein verbreitet, weil günstig, und so wurde die alte Kulturpflanze im Mittelalter europaweit angebaut. Karl der Große empfahl die Kultivierung der Pflanze. Unter anderem in Speyer und im Elsass wurde Färberkrapp im Großmaßstab angebaut. Straßburg verdankte seinen Reichtum zu einem guten Teil dem florierenden Handel mit der Färberröte.

Geerntet werden die drei Jahre alten Rhizomen der *Rubia tinctorum*. Diese werden im Frühjahr und Herbst ausgegraben, anschließend ofentrocknet und zerkleinert. Dabei bildet sich ein

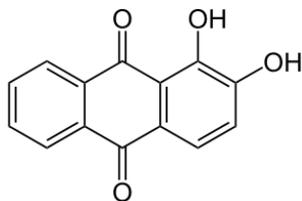


Blauer Kunigundenmantel: Detail Goldstickerei mit roten Haltefäden. USB-Mikroskop

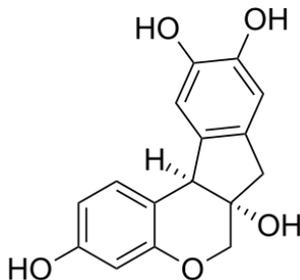


Der Goldfaden wird angelegt und nur durch den roten Haltefaden aus Seide auf dem Trägergewebe fixiert. 3D-Mikroskop

roter Farbstoff aus den gelben Rhizomen, der aufgrund seiner molekularen Struktur zunächst gelb und erst nach dem Trocknen rot erscheint. Der färbende Hauptbestandteil ist Alizarin, daneben sind Purpurin und weitere Anthrachinone enthalten. Die Farbnuance ist abhängig von der Extraktion des Farbstoffs, den Nebenbestandteilen und der vorangegangenen Beize der Textilien.



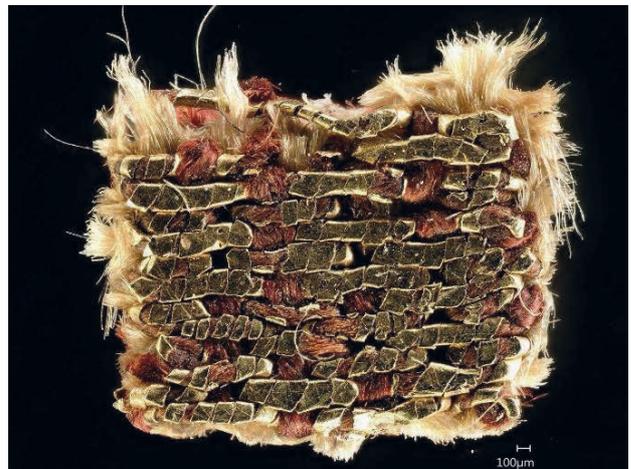
Strukturformel von Alizarin: Hauptbestandteil von Krapp, enthält in der Vorstufe wiederum ein Zuckermolekül.



Strukturformel von Alizarin: Hauptbestandteil von Krapp, enthält in der Vorstufe wiederum ein Zuckermolekül.

SAPPANHOLZ wurde in Kombination mit KRAPP ausschließlich als Farbstoff in den Garnen sowohl für die Schrift als auch für die Kaisermotive im weißen Kunigunden mantel eingesetzt. Diese Farbstoffe sollten die luxuriösen Insektenfarbstoffe Kermes und Karmin nachahmen.

Der Farbstoff aus Rotholz, der aus dem Kernholz des tropischen Sappanholzes gewonnen wird, ist dem Tropenbaum *Caesalpinia sappan* L. aus dem Orient oder Brasil bzw. Per nambukholz (*Caesalpinia brasiliensis* L.) aus Übersee zuzuordnen. Im historischen Kontext kommt jedoch ausschließlich Sappanholz in Frage.



### Farbstoffe: INDIGO

Auffallend ist der häufig tiefblaue Farbton des originalen Trägergewebes vom Blauen Künigunden, Sternen und Reitermantel und vom Rationale.

Da man im Mittelalter auf die Verwendung von Naturstoffen angewiesen war, sind wertvolle Seidengewebe aus dieser Zeit ausschließlich mit Naturfarbstoffen aus ober- und unterirdischen Pflanzenteilen gefärbt. Das tiefblaue bis blauviolette Trägergewebe kann man heute nur bei genauer Betrachtung der Gewänder erkennen, weil es lediglich unterhalb der Goldstickereien erhalten ist.

Diese sind in einer umfassenden „Renovierungsphase“ im Spätmittelalter ausgeschnitten und auf ein neues Trägergewebe aufgebracht worden. Die Farbstoffanalysen haben ergeben, dass es sich bei dem originären blauen Farbstoff durchgehend um Indigo und seine Derivate handelt.

INDIGO wurde im Mittelalter vornehmlich aus Färberwaid (*Isatis tinctoria*) gewonnen, der zu jener Zeit insbesondere in Thüringen angebaut und von dort bis nach England exportiert wurde. Zum Färben wurden ausschließlich die Blätter



*Färberwaid Isatis tinctoria: Geerntet wird die Blattrosette (Pfeil) im ersten Jahr. Im zweiten Jahr kann der Samen gewonnen werden [https://plantsbank.com/isatistinctoria/]*



*Waidstein in Sömmerda, Thüringen: Mit ihm wurde im Mittelalter das Färberwaid zermalm [Sander].*

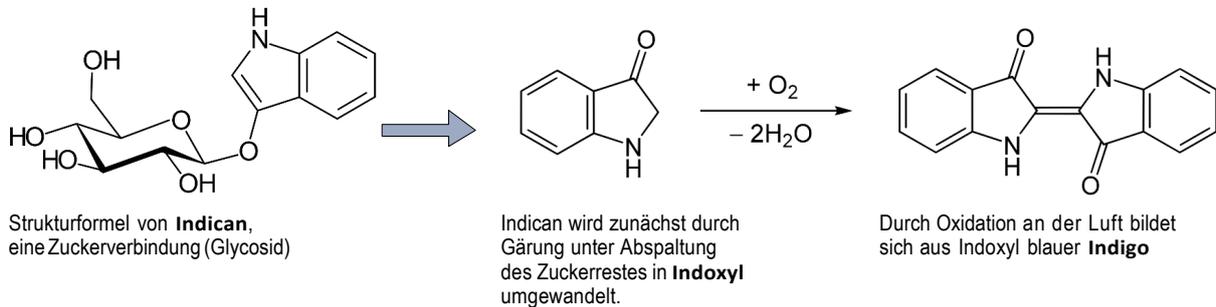
verwendet, in denen die Vorstufen des Indigos, nämlich Indican und IsatanB, enthalten sind. Von der Blätternte bis zum blau gefärbten Stoff durchlief der Waid mehrere Zwischenprodukte, in denen immer wieder eine Fermentation bzw. Gärung in der Waidmasse angestoßen wurde.

Zur Farbstoffgewinnung hat man im späten Frühjahr die Blattrosetten des Waid mit einem sogenannten Waideisen geerntet, mit dem man die Rosette von der Wurzel trennt; daher bezeichnete man dieses Ernteverfahren auch als „Stich“.

Nach der ersten Ernte bildete sich nach etwa sechs Wochen erneut eine Blattrosette, die gestochen werden konnte.

In günstigen Jahren hatte man bis zu vier Ernten. Nach dem Waschen breitete man die Blattrosetten auf Wiesen aus, wo die Blätter in die Welke übergingen und der Gärungsvorgang angestoßen wurde. Anschließend zerquetschte man in der Waidmühle mit Hilfe eines großen Steinrads mit Querrillen die welken Blätter zu Waidmus, das zu faustgroßen Waidballen geformt wurde und auf den Markt kam.

Chemischer Prozess vom Naturfarbstoff Indican zum Indigo:



Die Waidmasse durfte nur von der Färberzunft gemäß wohlgehüteter Rezepturen weiterverarbeitet werden. Nach dem Herausziehen der gefärbten Stoffe aus der Küpe, erschienen diese zunächst gelb. Erst durch Oxidation an der Luft wurde aus dem gelben ein blaues Textil.



Blauer Kunigundenmantel, Detail: originaler blauer Trägerstoff (Pfeile gelb) und spätmittelalterlicher Trägerstoff (Pfeil weiß)

### Metallfäden: GOLD und SILBER

Gold gehört bis heute zu den begehrtesten und prestigeträchtigsten Materialien.

Das Edelmetall ist das Zeichen der Macht. Kaiser, Fürsten und Machthaber wurden bis ins Grab mit goldenen Ausstattungen und Accessoires versorgt, Dinge, die noch tausende Jahre nach dem Ableben unverehrt als Grabfunde zutage treten und unsterblich zu sein scheinen.

Der Glanz des Goldes prägt auch die Kaisergewänder. Als Stickereien mit reinen Goldfäden, die mit Haltefäden fixiert, dicht an dicht gelegt, biblische Motive darstellen oder in prächtig ausgeschmückten Buchstaben die Stellung der Machthaber in der Welt und ihre Verbindung zu Gott



Gewebestück: Mit Indigo gefärbter originaler Trägerstoff, auf den mit Hilfe roter Haltefäden Goldlahn gestickt ist (3D-Digitalmikroskopie)

beschreiben. Heute zeigen sich die Kaisergewänder mit ihren reichhaltigen szenischen Darstellungen anders als im ursprünglichen Zustand, da spätestens ab dem 15. Jahrhundert ein massiver Eingriff erfolgte und die Goldstickereien fast aller Gewänder auf neue Trägerstoffe übertragen wurden.

Um dem ursprünglichen Aussehen der Kaisergewänder auf die Spur zu kommen – welches Motiv war vorgesehen, welcher Buchstabe sollte dargestellt werden? – wurden neben kunsthistorischen und textiltechnologischen Studien ergänzend materialwissenschaftliche Methoden eingesetzt. Dabei ging es vor allem um eine vergleichende Materialanalyse, die im interdisziplinären Team zielgerichtet erfragt wurde. Bei den Goldfäden, die in mikrometerdicken Streifen um einen Seidenfaden gewickelt sind, waren es vor allem Fragen zur Zusammensetzung des Goldes, zu den Abmessungen der Fäden (Fadenstärke und breite) und zu den Bearbeitungsspuren (Schnittkante und Oberfläche).

## Goldfäden

Die Goldfäden wurden elementanalytisch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung untersucht. Dass die elementare Zusammensetzung keinesfalls isoliert gesehen werden kann, ist auch der Tatsache geschuldet, dass bereits die mittelalterliche Stickereiwerkstatt verschiedene Chargen von Goldlahn zu verarbeiten hatte und Gold über lange Jahre ein Schmelzprodukt aus kursierenden Goldobjekten war. Dies kann zu signifikanten Unterschieden in der Zusammensetzung des Goldfadens innerhalb eines Gewandes und sogar eines Motivs führen. Daher war es notwendig, die Indizien der kunsthistorischen, textil technologischen und materialwissenschaftlichen Betrachtungen zusammenzuführen.

Vergleichende Untersuchungen der Goldfäden, um originale Goldstickereien von Reparaturen zu unterscheiden:

### Beispiel Weißer Kunigundenmantel

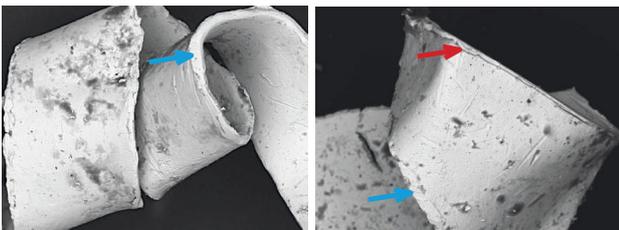
Fragestellung: Ist es wahrscheinlich, dass die Goldfäden aus den Kaisermotiven und den Schriftriegeln gleichzeitig entstanden sind?

Materialanalytisches Ergebnis: Ja, sie sind mit hoher Wahrscheinlichkeit gleichzeitig entstanden. Nicht nur die Goldzusammensetzung ist vergleichbar, sondern auch der verwendete Farbstoff für die Seidenseele.

Probe aus dem Weißen Kunigundenmantel	Gold	Silber	Kupfer	Probennahmestelle	Roter Farbstoff Seidenseele
P2: Kaisermotiv Foto: Sibylle Ruß	96,79	0,78	2,43		Krapp und Sappanholz (Rotholz)
P5: Schriftriegel Foto: Sibylle Ruß	96,76	0,99	2,25		Krapp und Sappanholz (Rotholz)

### Beispiel Blauer Kunigundenmantel

Morphologische Untersuchungen von Goldfäden im Rasterelektronenmikroskop:



An den Kanten eines Goldfadens sind neben Schnittkanten (Pfeile blau) auch Quetschwulste (Pfeile rot) zu sehen, die durch das Zuschneiden entstehen (Pfeile).

## „Nürnberger Gold“ auf dem Blauen Kunigundenmantel

Die Kaisergewänder sind eine goldgestickte Vergangenheitsinszenierung. Entsprechend war diese Wertschätzung (zumindest zeitweise) immer wieder Anlass, Reparaturen durchzuführen. So wurden auch Schäden in den goldgestickten motivischen Elementen mit Goldfäden ausgebessert, die jedoch heute grau korrodiert erscheinen.

Die Frage war, weshalb sich die Goldfadenreparaturen grau verfärbt haben. Gold gilt schließlich als extrem beständiges, nicht korrodierendes Edelmetall. Im Verlauf der Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die graue Schicht auf den Goldfäden faktisch eine schwarze Korrosionsschicht ist. Dass sich eine solche bilden konnte, hat mit dem Metallfaden selbst zu tun, der in seinem Kern aus Silber besteht und lediglich eine hauchdünne Goldauflage trägt. Das Silber kann durch die Goldschicht diffundieren und in Anwesenheit von Schwefeldioxid in der Luft (Hausbrand etc.) zu Silbersulfid korrodieren.

Diese Art des „Goldes“ hat eine lange Tradition und wird Zwischgold genannt. Erst mals erwähnt wird es von Theophilus Presbyter im 12. Jhd. für die Herstellung von Metallarbeiten und Metallfäden. Vermutlich ist dieser golden erscheinende Silberlahn als eine kostengünstige Variante zu reinem Gold gesehen worden. In Deutschland wurde die Technik des kalten, rein mechanischen Auftrags einer dünnen Goldfolie unter Druck („kaltes Schweißen“) durch Aufhämmern zu einer ultradünnen Schicht auf Silber jedoch erst im 15. Jhd. populär. Dieser Zeitrahmen würde in die erste nachweisbare Erhaltungsmaßnahme der Kaisergewänder im Spätmittelalter passen, in der die Goldstickereien aus den originalen Trägerstoffen ausgeschnitten und auf neue Seidengewebe appliziert wurden.

Deutlich grenzt sich die dünne Goldschicht (rot) von der dicken Silberschicht (blau) ab. Silber kommt sowohl in der Kernmatrix des Metallfadens vor als auch oberhalb der Goldschicht, hier zusammen mit Schwefel, was den Silbersulfidbelag belegt.



Blauer Kunigundenmantel: Entnahmebereich des grauen Fadens.



Entnommener Faden mit vergrautem Goldlahn und gelber Seele (weißer Pfeil, USB Lichtmikroskop).

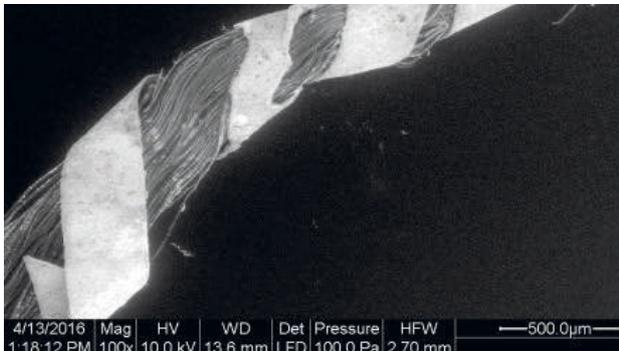
Lichtmikroskopische und Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen des vergrauten Silberfadens:



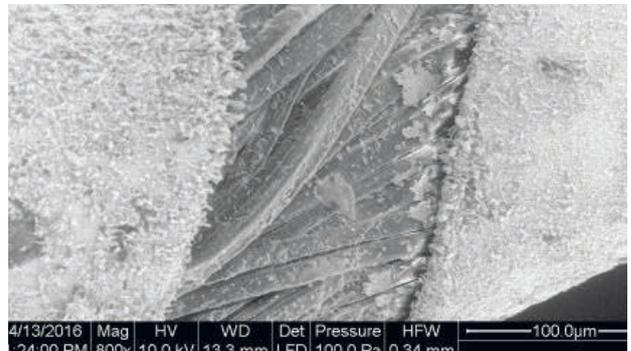
Unter der schwarzen Schicht wird eine goldfarbene Oberfläche mit Bearbeitungsspuren sichtbar (Pfeil).



Querschliff: Unter UV-Anregung ist die starke Fluoreszenz der Seidenfasern zu erkennen. Der dreieckige Querschnitt lässt auf eine Bombyx-Seide schließen.

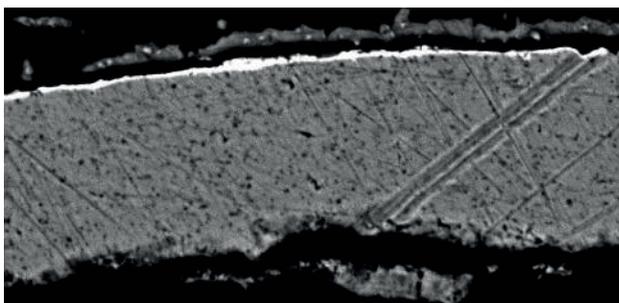


Rasterelektronenmikroskopisches (REM) Bild des „Nürnberger Goldfadens“.

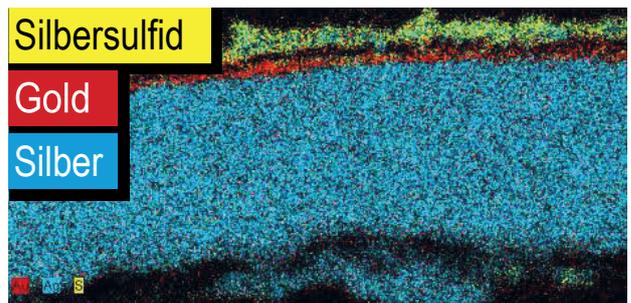


Detail zur Abbildung links mit deutlicher Korrosionsschicht auf der Metalloberfläche, die keine Bearbeitungsspuren und keine Schnittkante mehr erkennen lässt.

In der elementanalytischen Untersuchung wird der Aufbau des vergrauten Metallfadens geklärt:



REM-Bild für die Mapping-Aufnahme: Detail des Metallfadens im Querschliff.



EDS-Mapping, in dem ein Probenbereich nach ausgewählten Elementen abgerastert wird (Überlagerungsbild).

## Vorzeichnung: AURIPIGMENT, BLEIWEISS und KNOCHENASCHE

Dass für die Vielzahl an Medaillons, die auf den Kaisergewändern aufgestickt wurden, eine Vorzeichnung unabdingbar ist, leuchtet ein. Trotzdem erwies sich die Suche danach nicht einfach, denn aufgrund der zahlreichen Überarbeitungen der Gewänder konnten wir lediglich auf dem originalen Trägergewebe fündig werden, wie zum Beispiel auf dem Blauen Kunigundenmantel: Winzige weiße Partikel waren aufgrund ihrer Lage und Konsistenz eindeutig als Vorzeichnung zu identifizieren. Weiße bis eierschalenfarbene Partikel mit bräunlichen Spuren sind eine Mischung aus Knochenasche (Hydroxylapatit) und Gips, die mit Protein (Leim; Kasein) gebunden sind.

Die Masse aus Malmittel (Knochenasche und Gips) und Bindemittel kann in viskoser Konsistenz hergestellt worden sein und war somit zum Aufmalen mit einem Pinsel geeignet. Alternativ kann man auch ein festes Kreidestück benutzt haben, wie heute noch üblicherweise eine Schneiderkreide. Bei einer flüssigviskosen Auftragsweise ist von einer warmen Zubereitung der Vorzeichnungssubstanz vor Ort auszugehen, als zubereitete Kreide kann sie auch fertig im Handel angeboten worden sein.

Die Verwendung von Knochenasche war im Mittelalter in vielen Lebensbereichen üblich. In der Malerei wurde sie vor allem als Pigment und Füllmittel in Farben und Putz mörteln eingesetzt. Die Zusammensetzung der Knochenasche, die aus Schlachtabfällen hergestellt wurde, ist zu 73–84% Calciumphosphat, zu 9–10%, Calciumcarbonat, zu 2–3% Magnesiumphosphat und zu 4% Calciumfluorid 4%.

Dass Vorzeichnungspartikel nicht weiß sein



Blauer Kunigundenmantel mit dem Bereich, in dem die Vorzeichnung gefunden wurde [Gaasch].



Weißer Vorzeichnungspartikel (weißer Pfeil) [Ruß].

müssen, hat sich bei der Inaugenscheinnahme des Reitermantels gezeigt. Gelbe Partikel ließen bereits vermuten, dass die Zusammensetzung der Vorzeichnungspartikel eine andere als im Blauen Kunigundenmantel sein könnte.

Die Analysen lieferten dann auch ein erstaunliches Ergebnis: Das benutzte Pigment ist Auripigment (Arsensulfid). Auripigment war deutlich teurer als Knochenasche. Die Frage war: Sollte es tatsächlich nur eine Vorzeichnung sein? Oder hatte die Verwendung des Pigments einen anderen Hintergrund?

Auripigment ist seit der Antike bekannt und war als leuchtendes Gelbpigment unter anderem bereits in pompejanischen Wandgemälden beliebt. Bis in die Renaissance wurde es immer auch mit Gold in Verbindung gebracht, wie aus der Namensgebung schon ersichtlich wird (lat. aurum), und entsprechend als Ersatz für Vergoldungen verwendet. Wenn das Geld knapp war, mussten bspw. Heiligscheine in der Wandmalerei schon einmal mit Auripigment ausgemalt werden. In der Buchmalerei hat man bereits ab dem 8. Jahrhundert Auripigment als gelben Grund für Vergoldungen und Handschriften eingesetzt. Für die Vorzeichnung auf dem Reitermantel ist diese Tatsache von Belang, da ein frühmittelalterlicher Einsatz des Pigments auf dem Reitermantel nicht unwahrscheinlich ist. Unter Umständen liegt sogar eine ähnliche Intention vor.

Durch die gelbe Vorzeichnung sollten die Motive auf dem Reitermantel möglicherweise weniger scharf abgegrenzt, quasi mit einer Aura, auf dem dunkelblauen Trägerstoff erscheinen. Vielleicht wollte man auch sicherstellen, dass die Vorzeichnungen zu keiner „Störung“ auf dem Reitermantel führen und diese sich an den Rändern der Goldapplikationen optisch integrieren.

Andererseits darf man sich nicht auf den maltechnischen Ansatz versteifen, denn Auripigment wird im 19. Jh. auch als Reduktionsmittel beim Färben mit Indigo empfohlen, um das Färbeergebnis zu verbessern. Nun stellte sich die Frage, ob dieses Vorgehen bereits im Frühmittelalter bekannt war und weshalb in den Vorzeichnungspartikeln Bindemittel enthalten sind.



Lichtmikroskopisch sind zwischen den Fasern des originalen blauen Trägergewebes inhomogene Vorzeichnungspartikel zu sehen, die aus einem weißen bis braunen Substanzgemisch bestehen.

Als Bindemittel ist in den Partikeln vor allem Protein mit einer Zugabe von ungesättigten Fettsäuren (Öl) nachzuweisen. Diese Rezeptur entspricht der in der Literatur angegebenen, in der darauf hingewiesen wird, dass Auripigment nur schwer in reinem Öl anzureiben ist, weshalb dieses Pigment wohl zunächst auch nur in wässrigen und Temperatechniken verwendet wurde. In mittelalterlichen Rezepten wird allerdings bereits die Zugabe von Leinöl beschrieben. Weniger spektakulär, aber dennoch interessant ist eine Substanz, die zur Vorzeichnung auf dem Sternenmantel benutzt worden ist: Bleiweiß (Bleikarbonat) – ein Weißpigment, das wiederum vor allem mit Protein (Leim; Kasein) und etwas Öl gebunden wurde.



Ausschnitt aus dem Reitermantel mit goldgesticktem Dekorrahmen, der auf dem originalen Trägerstoff liegt (Pfeil) [Gaasch].



Lichtmikroskopisch erkennt man, dass die Partikel nicht lose aufliegen, sondern in den Trägerstoff eingedrungen sind: Teilweise liegen große feste Schilben auf, teilweise dünnt sich die Masse entlang der Fasern aus, so dass davon auszugehen ist, dass die Vorzeichnung aufgemalt wurde.

Bleiweiß ist ein basisches Bleikarbonat, das seit dem Altertum ein bedeutendes Weißpigment gewesen ist. Bis in das 19. Jahrhundert war Bleiweiß das einzige und sehr verbreitete Künstlerweiß.

Dass es zum Vorzeichnen genutzt wurde, hat mit seinen Eigenschaften zu tun: Bleiweiß lässt sich gut zu feineren Korngrößen verreiben. Wenn dann als Bindemittel ein Protein, wie beispielsweise ein Tierleim, zugesetzt wird, bleibt es geschmeidig. Die Zugabe von Öl macht die Mischung hart, da Bleiverbindungen das Aushärten trocknender Öle katalysieren. Diese Eigenschaften konnte man sich für ideale Mischungen zunutze machen.

(Ursula Drewello)



Fragment vom Reitermantel (Depot) mit gelber Vorzeichnung auf originalem blauem Trägerstoff [Ruf].



Lichtmikroskopisch ähnelt das Vorzeichnungsmaterial aus Bleiweiß dem aus Knochenasche, was auf das ähnliche Bindemittelgemisch zurückzuführen ist: Die inhomogenen Vorzeichnungspartikel auf den blauen Seidenfasern wirken glänzend und „fett“ und sind weiß bis bräunlich.