

# **Die Entwicklung der Seidengewinnung und die Anwendung des Nebenproduktes Sericin als Klebemittel in der Restaurierung**

Hai-Yen **Hua-Ströfer** Yun Tsong **Liou**

## **Zusammenfassung**

A by-product of natural silk production is sericin which is the basic material of silk glue. In this article we describe the formation of sericin during the evolution of the silk worm and its recovery from the silk raw material. After description of the physical and chemical properties of sericin we derive possible applications of this natural glue. The advantageous application in the restauration of paper and textiles is explained by case studies.

Ein Nebenprodukt der natürlichen Seidenherstellung ist die Gewinnung von Sericin, welches die Grundlage des Seidenleims darstellt. In diesem Artikel wird ausgehend von der Entwicklung des Seidenwurms die Bildung und Gewinnung von Sericin beschrieben. Aus den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Sericins lassen sich seine Anwendungsmöglichkeiten ableiten. Sein vorteilhafter Einsatz in der Papier- und Textilrestaurierung wird an Fallbeispielen erläutert.

## **1. Ursprung und Herstellung**

Seidenfäden sind aus Proteinen aufgebaut. Im Jahre 1865 hat Cramer aus diesen den Eiweißstoff Serin gewonnen, der etwa 10% der Gesamtmenge ausmacht. Später wurde der Begriff „Sericin“ geprägt für die Eiweißkomponente, welche aus dem Kokon der Seidenraupe gewonnen wird.

Nach dem Schlüpfen der Seidenraupe wächst diese in nur einem Monat in der Größe um den Faktor 75 und im Gewicht um vier Zehnerpotenzen. Eine Seidenraupe (*Bombyx mori Linnaeus*) verspeist in ihrem Leben etwa 20-23g an Maulbeerblättern. Dies entspricht 5.0-5.5 g an getrockneter organischer Materie. 37-40% davon werden aufgenommen und der Rest wird ausgeschieden. Es werden also nur etwa 2g der

getrockneten organischen Materie verwertet. Die Seidenraupe verwandelt die verschiedenen Bestandteile der Maulbeerblätter in sogenannte flüssige Seide, welche in den Seidendrüsen gespeichert wird. Mit der fortschreitenden Reifung der Seidendrüsen wird der Körper der Seidenraupe transparent. In dieser Entwicklungsphase gewinnt die Seidenraupe die Fähigkeit des Spinnens. Während des Spinnvorganges wird die gebildete Seidenfaser, das Fibroin, mit einer Schicht Sericin überzogen. Beides sind Proteine, die aus 18 Aminosäuren bestehen. Nach etwa zwei Tagen ist der Kokon fertig, wobei ca 1200 bis 1500 m Seidenfaser entstanden sind.

Sericin und Fibroin enthalten zwar dieselben Aminosäuren, jedoch aufgrund der Häufigkeit der Verwendung der verschiedenen Aminosäuren beim Aufbau des entsprechenden Proteins und aufgrund der verschiedenen Anordnung derselben im Proteinmolekül ist Fibroin NICHT wasserlöslich, während Sericin wasserlöslich ist.

Aus diesen unterschiedlichen Eigenschaften ergibt sich die Verwendung des Fibroins als Textilrohstoff während Sericin als unerwünschtes Nebenprodukt betrachtet worden ist.

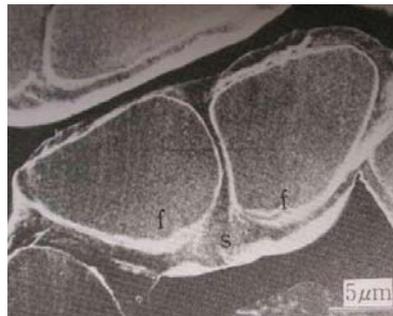


Abb. Querschnitt eines gewebten Kokons. f: Fibroin, s: Sericin.

## **2. Entgummierung und Gewinnung des Sericins & physikalisch – chemische Eigenschaften von Sericin**

Die besonderen Eigenschaften von Seide wie ihr Glanz und die Geschmeidigkeit des Gewebes sind zurückzuführen auf die Eigenschaften des Fibroins. Deshalb muß Sericin aus dem Kokon entfernt werden, bevor dieser zu Seidenfasern, Rohseide und schließlich Textilien verarbeitet wird. Dieser Verfahrensschritt wird als Entgummierung bezeichnet.

Die Entgummierung wird i.a. unter alkalischen Bedingungen im pH Bereich von 9.5 bis 11.5 ausgeführt. Die Carboxylgruppen (-COOH) im Sericinmolekül reagieren mit Alkalilauge unter Bildung von -COONa. Die gelösten Salze werden mit großen Mengen Wasser ausgespült. Aufgrund der großen Menge an eingesetztem Wasser sind die Lösungen sehr verdünnt, was die Rückgewinnung schwierig macht. Deshalb sind diese in früheren Zeiten direkt in einen Fluß geleitet worden, während sie heute in Kläranlagen behandelt werden.

In neuerer Zeit ist der Entgummierungsprozeß durch den Einsatz von Enzymen, chemischen Hilfsmitteln und höheren Temperaturen und Drucken verbessert worden. Dabei fallen konzentriertere Lösungen an. Auch ist durch die Anwendung neuer Technologien wie Membrantrennverfahren, Extraktionsverfahren, die Gefriertrocknung und die Sprühtrocknung die Gewinnung und Aufbereitung von Sericin gefördert worden.

Sericin wird unterschieden in solches von kristallisierter und amorpher Struktur. Das Verhältnis der beiden ist unterschiedlich in verschiedenen Typen von Kokons. Die Löslichkeit in Wasser verschiedener Temperatur wird u.a. durch das Verhältnis von kristallisiertem zu amorphem Sericin bestimmt.

Bei Zimmertemperatur bildet der wässrige Extrakt von Kokons ein Gel. Temperatur, Konzentration und pH beeinflussen die gelbildenden Eigenschaften des Sericins. Bei indirektem Erwärmen von geliertem Sericin auf Temperaturen über 85°C löst es sich wieder in Wasser auf. Dieser Prozeß ist reversibel. Allerdings tritt eine Alterung des Sericins beim Kochen wässriger Lösungen auf, da Seitenketten der Aminosäuren, aus denen das Protein zusammengesetzt ist, sich zersetzen.

### **3. Anwendung von Sericin als Klebemittel**

Sericin hat gute Eigenschaften hinsichtlich seines hygroskopischen Charakters, seines Absorptionsvermögens für UV Licht, seiner Bioverträglichkeit und seiner Klebefähigkeit. Es hat deshalb Verwendung gefunden in medizinischen Produkten, Kosmetikartikeln, Klebstoffen und als Fermentationsmedium. Beim Einsatz im medizinischen Bereich hat sich Sericin bisher bewährt. Zur Nutzung als Klebstoff wird Sericin dann durch Tränken mit Sericinlösungen und anschließendes Trocknen oder durch mechanisch – thermisches Einbügeln in das Gewebe eingebracht.

Im Folgenden soll nun der Einsatz von Sericin als Klebemittel im restauratorischen Bereich betrachtet werden. Die vorgestellten beispielhaften Fallstudien beziehen sich auf die Restaurierung von Asiatica, bei deren Trägermaterialien Papier und Seide seit

langer Zeit dominieren.

In der traditionellen asiatischen Malerei werden Bilder als Hängerollen oder als Querrollen gefertigt. Die grundlegende Idee dieser traditionellen Methode ist die Hinterklebung des ursprünglichen Bildes mit mehreren Schichten Papier. Als Klebematerial wird dabei i.a. Weizenstärke eingesetzt. Durch diese Konstruktion als „Verbundmaterial“ kann das Bild Wechselbeanspruchungen ausgesetzt werden: Es kann gerollt werden, was die Aufbewahrung erleichtert und das ursprüngliche Bild schützt, oder es kann bei Bedarf auch wieder aufgehängt werden. Ein wesentlicher Punkt bei der Montage ist der Einsatz von Materialien und Klebemitteln, die weich und nicht hart sind, die zäh aber geschmeidig sind und die trotzdem langzeitstabil sind. Ist dies nicht der Fall, kommt es zu Knittern und Rissen.

Mit der Zeit altern aus Weizen hergestellte Klebstoffe und verlieren an Klebekraft. Dadurch trennt sich das ursprüngliche Bild von den hinterklebten Schichten. Auch kann das Klebemittel spröde werden. Beides führt zu einer verstärkten Alterung des Bildes und zur Ausbildung von Rissen, Knicke und Fehlstellen.

Aufgrund der Konstruktion, die der asiatischen Malerei zugrunde liegt, müssen bei der Restaurierung zunächst die Schichten hinterklebtes Papier entfernt werden. Dann beginnt die Restaurierung des ursprünglichen Bildes und zwar von der Rückseite her. Beim Ablösen der allerletzten Schicht von hinterklebtem kaschiertem Papier, dem sogenannten „Leben“ gibt es Probleme, wenn der alte Klebstoff aufgrund von Verhärtung und Sprödigkeit nicht leicht zu lösen ist. Ein altes schwaches Papier und Seide auf dem das ursprüngliche Bild gemalt ist, wird dann beim Ablösen der Hinterklebung oft gefährlich geschädigt.

Ein leicht quellendes Bindemittel erleichtert diesen Operationsschritt und mindert die Gefährlichkeit beim Ablösen. Es empfiehlt sich die Anwendung von Seidenleim oder einer Mischung von Seidenleim und Weizenstärke.

Wässrige Lösungen von Sericin sind einfach herzustellen. Die Viskosität kann in Abhängigkeit vom Wassergehalt über einen weiten Bereich verändert werden. Nach dem Trocknen wird das Material nicht spröde sondern bleibt weich und elastisch. Sind mehrere Papier- oder Textilschichten unter Nutzung einer wässrigen Lösung von Sericin zusammengeklebt, so können sie durch Anfeuchten leicht wieder getrennt werden. Die Reversibilität des Klebevorgangs ist sichergestellt.

Beim Restaurieren von Seidenmalerei nach der traditionellen Methode wird folgendermaßen vorgegangen: Als Sicherheitsmaßnahme wird das Bild auf der Vorderseite fixiert. Durch diese Fixierung wird die Seidenfaser des ursprünglichen Bildes stabilisiert und eine Bewegung einzelner Seidenfasern relativ zueinander verhindert.

Hierzu wird nach der Reinigung das Bild auf der Vorderseite mit Ölpapier beklebt. Ölpapier ist Papier getränkt mit Holzöl (Aleurites fordii Hemsl). Bei diesem Klebevorgang wird traditionell Weizenstärke oder Klebemittel auf der Grundlage von Seetang eingesetzt. Im nächsten Arbeitsschritt wird auf das Ölpapier ein Stück großes Langfaserpapier geklebt. Dann wird das so geschützte Bild mit der Bildseite nach unten auf einem Glastisch fixiert. Anschließend beginnt der eigentliche Restauriervorgang mit dem Ablösen der einzelnen hinterklebten Papierschichten. Nach erfolgter Restaurierung wird der auf der Bildvorderseite angebrachte Schutz nach leichtem Anfeuchten wieder abgelöst. Wird Weizenstärke als Klebemittel eingesetzt, so ist dieser Ablöseschritt zeitaufwendig und gefährlich. Leicht wird Originalpigment mit dem Bindemittel abgetragen und irreversibel entfernt.



Bei der Restaurierung des auf Seide gemalten historischen Portraits eines chinesischen Ministers wurde nun folgendermaßen vorgegangen:

Nach der Reinigung des Bildes wurde das Ölpapier Stück für Stück mit einer wässrigen Lösung von Seidenleim auf der Vorderseite des Bildes aufgebracht. Darauf wurde die Schicht Langfaserpapier zur Stabilisierung geklebt. Nach dem Umdrehen und Fixieren auf dem Glastisch wurden die vier Papierschichten der Hinterklebung Schicht für Schicht abgetragen. Dann erfolgte die Restaurierung des ursprünglichen Bildes von der Rückseite her: Fehlstellen wurden ergänzt und Risse geflickt. Dabei wurde eine Mischung von 70% Weizenstärke und 30% Seidenleim eingesetzt.



Schließlich wurde in diesem Falle die zuletzt abgenommene Originalschicht des „Leben“ – Papiers wieder auf die Rückseite des Originalbildes aufgebracht. Dieses „Leben“ – Papier hatte viel Farbe des Bildes aufgenommen, weshalb es als ursprüngliches „Leben“ wieder genutzt werden mußte. Auf dieses Ur – Leben wurde nun ein zweites neues sehr dünnes „Leben“ zur Unterstützung kaschiert. Schließlich erfolgte das Loslösen vom Glastisch und die Drehung des Bildes nach oben. Das noch feuchte Ölpapier wurde entfernt. Es verblieben fast keine Rückstände an Seidenleim auf der Malerei. Dadurch ist eine später evt. notwendige Retuschierung problemlos. Der Verlust von Originalpigmenten war nicht zu beobachten.

Die Nachleimung erfolgt in der traditionellen Methode mit einer Mischung aus Gelatine und Alaun. Während Gelatine einen starken Oberflächenglanz erzeugt, schädigt Alaun langfristig die Faser.

Der Einsatz von wässrigen Sericinlösungen zur Nachleimung von Seidenfasern hat den Vorteil der chemischen Verwandtschaft und des guten Eindringvermögens. Seidenleim wird von der Faser aufgesogen. Nach der Trocknung tritt kein Glanz auf. Der Leim wird auch nicht hart sondern bleibt geschmeidig.

Ein weiterer Vorteil beim Einsatz von Seidenleim zum Verkleben des Ölpapiers bei der Fixierung liegt darin, dass beim Ablösen der mit Weizenstärke hinterklebten Papierschichten stärkelösende Enzyme als Hilfsmittel eingesetzt werden können.

„Seidenleim“ als wässrige Lösung von Sericin bietet sich also generell als Ersatz für Weizenstärke oder andere pflanzliche Klebstoffe, wie z.B. auf der Basis von Seetang, sowie als weitere Zugabe zu Klebemittel bei Restaurierarbeiten an.

Hai-Yen Hua-Ströfer /The HaiYen Institute for Conservation of Works of Art /Okt. 02

Zur Erschließung anderer Anwendungen von Seidenleim zur Verbesserung traditioneller Restauriertechniken ist weitere Forschung nötig.

**Hai-Yen Hua-Ströfer**

Head of The Hai-Yen Institute for Conservation of Works of Art

Karl-Kuntz Weg 9

D-68163 Mannheim

E-mail: [hua@ivx.de](mailto:hua@ivx.de)

[www.hua-stroef.de](http://www.hua-stroef.de)

**Yun Tsong Liou**

Department of Agricultural Extension, Miaoli District Agricultural Improvement

Station C.O.A.,

Miaoli

Taiwan, ROC

E-mail: [liuyc@mdais.gov.tw](mailto:liuyc@mdais.gov.tw)