

# **Naturfaserstoffe und ihre Identifizierung**

Seminar an der FH Hildesheim  
14./15.10.2004

Leitung: Eva Jordan-Fahrbach



## 1. Baumwolle

### Rohbaumwolle

Die Baumwollfaser ist das Samenhaar einer malvenähnlichen Staudenpflanze. Dieses Samenhaar ist an das ca. erbsengroße Samenkorn der Baumwollfrucht angewachsen. Die etwa walnussgroße Frucht besteht aus einer Kapsel mit drei bis fünf Fächern, die noch vor der endgültigen Reife aufplatzen und die Samenhaare hervorquellen lassen. Die von Hand oder mit Hilfe großer Pflückmaschinen geernteten Kapseln werden getrocknet, die Faserbüschel aus der Kapsel gelöst und die Fasern maschinell von den Samenkörnern getrennt. Der an den Samenhaaren verbleibende, unverspinnbare, kurzfasrige Flaum wird durch einen zweiten Durchlauf durch die Egreniermaschine gewonnen und dient unter der Bezeichnung "Baumwoll-Linters" als Rohstoff für die Chemiefaserherstellung.

#### *Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Unter dem Mikroskop sieht die Faser wie ein flaches Band mit korkenzieherartigen Drehungen aus. Der Querschnitt ist länglich-oval bzw. nieren- oder bohnenförmig.

17%ige Natronlauge führt an den Schnittenden der Baumwollfaser zu pilzkopfähnlichen Ausstülpungen. In Cuoxam quillt Baumwolle perlkettenartig auf.

### Mercerisierte Baumwolle

Unter Mercerisation versteht man die Behandlung von Baumwollgarnen oder -geweben mit kalter starker Natronlauge unter Spannung. Unter Einfluss von Lauge schrumpfen Baumwollzeuge und nehmen an Dichte und Festigkeit zu. Bei gleichzeitiger Spannung erhöht sich der Glanz.

#### *Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Mercerisierte Baumwolle erscheint zylindrisch glatt. Die Querschnitte sind geschlossen, meist rundlich mit rundlichem Lumen.

## 2. Leinen/Flachs

Die Fasern werden aus dem Stängel der Flachsfaser gewonnen und gehören daher zu den Bastfasern. Sie sind in die Rindenschicht des Stängels eingebettet und müssen erst durch einen zeitraubenden Prozess daraus befreit werden.

Bei der Ernte wird die Flachspflanze mit der Wurzel ausgeraut und von den Samenkapseln getrennt. Für die Röste wird das Flachsstroh entweder auf dem Feld ausgebreitet (Tauröste) oder in Wasser eingelegt (Wasserröste). Dieser biologische Prozeß mit Hilfe von Mikroorganismen zerstört die enzymatisch abbaubaren Begleitsubstanzen, so dass der Zusammenhalt des Stängels langsam verloren geht. Durch "Schwingen", "Brechen" und "Hecheln" wird dann die Flachsfaser aus dem Stängel isoliert und von den beim Rösten versprödeten Holzschichten weitgehend befreit.

#### *Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Unter dem Mikroskop erscheint die Faser glatt. Stellenweise zeigt sie Querrisse und Längsstreifen, Spalten und Aufspießungen. Wegen ihrer knotenartigen Verdickungen wirkt sie bambusartig. Der Querschnitt ist polygonal mit einem kleinen kreisrunden, ovalen oder punktförmigen Lumen.

In 17%iger Natronlauge quellen die Schnittenden der Leinenfaser trompetenartig auf. In 22,5%iger Kalilauge quellen Flachsfasern nach Herzog bis auf das etwa 1,83fache ihres ursprünglichen Durchmessers (Möglichkeit zur Unterscheidung von Hanf).

### 3. Ramie

Ramie ist eine Stängelbastfaser aus der Familie der Nesselgewächse. Hauptanbaugebiete sind heutzutage China und Indien, aber es gibt auch Arten, die in gemäßigttem Klima gedeihen. Ramie wird im Zustand der sog. Grünreife geerntet. Nach dem Schnitt wird die Entholzung vorgenommen und zwar meist im Anbaugebiet unmittelbar nach der Ernte auf dem Feld. Überwiegend üblich ist die Grünentholzung der frischen noch wasserhaltigen weichen Stängel, welche, bei größtmöglicher Faserschonung, ein wertvolleres Spinngut ergibt als die seltener angewandte Trockenentholzung des entblätterten schon verhärteten Stängelgutes, die unabhängig von Standort und Erntezeit erfolgen kann. Die Entholzung wird in China noch vorwiegend mit der Hand ausgeführt, wobei, nach der Entblätterung, der Stängel in Längsrichtung gebrochen, der Bast vom holzigen Stängelkern abgespleißt und durch Schaben mit Holzmessern von Rindenresten und anhaftendem Pflanzengummi befreit wird. Die Pektine der Ramiefaser sind vergleichsweise zäher und härter als die der anderen Bastfasern, so dass die übliche biologische Röste nicht oder nur sehr unvollkommen zum Ziel führt.

#### *Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Die Faser ist bandartig flach mit vereinzelten Drehstellen und breitem deutlichen Lumen. Sie zeigt häufige Längsstreifungen, Verschiebungen und Risse als Folge mechanischer Deformation während der Verarbeitung. Die Querschnitte sind meist abgeplattet länglich bis oval mit polygonalem Lumen. Cuoxam (Kupferoxidammoniak) ergibt gleichmäßig starke Quellung und anschließende Lösung. Chlorzinkjod färbt rotviolett.

### 4. Nesselfaser

Die Nesselfaser ist die Stängelbastfaser der großen Brennnessel, die bis zum 18. Jahrhundert versponnen und verwebt wurde. Vermutlich nutzte man die Pflanze aber auch schon in der Frühzeit als Faserlieferant. Sichere Belege sind etwa 1000 Jahre alt. Die Funde stammen aus der Bronzezeit in Dänemark. Der russische Mönch Nestorius berichtet zum erstenmal von prächtigen Gewändern, von Segeltuch und Schiffstauen aus Nessel. In Deutschland stammen die ersten Belege aus dem 12. Jahrhundert. In den Klöstern des Mittelalters befasste man sich zum Beispiel unter anderem auch mit der Herstellung von Nesselgeweben. Im 15. Jahrhundert gewann die Verarbeitung von Nessel immer mehr an Bedeutung, die bis ins 18. Jahrhundert anhielt. 1723 – vor Einführung der Baumwolle – gab es in Leipzig noch eine Nesselmanufaktur.

Die Bastfasern der großen Brennnessel liegen in der Rinde des Stängels und machen je nach Sorte 7 bis über 14% vom Stängeltrockengewicht aus. Im Gegensatz zu Hanf und Lein (Flachs) mit kompakten Faserbündeln liegen bei der Fasernessel die Bastfasern locker und einzeln oder in kleinen Gruppen und lassen sich daher auch leichter aus der Rinde herauslösen.

Die Einzelfaser hat eine durchschnittliche Länge von 5 – 6 cm. Im Vergleich hierzu findet man bei Lein und Hanf im Durchschnitt 3 – 4 cm lange Fasern.

Nesselfasern sind bei gleichem verfahrenstechnischen Aufwand feiner aufschließbar und haben bessere mechanische Eigenschaften (Reißkraft, Elastizitätsmodul) als Grünflachsfasern.

Als Leitelemente findet man bei mikroskopischer (Untersuchung der Fasern auch Oberhautreste mit Brennhaaren und Rindenzellen mit Calciumoxalatdrusen. Leitelemente sind zellige Verunreinigungen bei Stängelfasern sowie einkeimblättrigen Blatt- und Fruchtfasern, die den rohen wie teilweise auch noch den verarbeiteten Fasern von der Gewinnung her anhaften. Sie dienen bei schwer zu unterscheidenden Bastfasern wie Flachs, Hanf und Nessel als zusätzliche Orientierungshilfen.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Der Querschnitt der Nesselfaser ist flach nierenförmig, die Längsansicht ähnelt der von Flachs und Hanf.

Während das Rindengewebe des Flachses kristallfrei ist, weist dasjenige der Nesselfaser Drusen von Calciumoxalat auf. Sie sind besonders leicht in polarisiertem Licht zu erkennen.

## 5. Hanf

Hanf wird wie Flachs durch Rösten, Brechen und Schwingen gewonnen. Die Langfasern sind wie beim Flachs Zellbündel von 1 bis 2 m Länge, die Einzelfasern 15 bis 28 mm lang. Sie laufen im Gegensatz zu Flachs nicht spitz, sondern klumpenförmig zu.

Das Ende einer frei nach unten hängenden Hanffaser dreht nach Befeuchten mit Wasser meistens nach rechts (=Uhrzeigersinn; Flachs nach links) bei Blickrichtung vom Klemmpunkt in Faserrichtung. Die Reaktion ist auf die entgegengesetzte Drehung der Fibrillen der äußeren Wandschichten zurückzuführen.

Hanf ist noch reißfester als Flachs (etwa um 20%), die Nassfestigkeit ist höher als die Trockenfestigkeit. Hanf saugt in hohem Maße Feuchtigkeit auf, ohne sich nass anzufühlen, wird aber bei hoher Wasseraufnahme bretartig steif. Für Textilien kommt Hanf wegen seiner Grobheit und Härte kaum in Betracht.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Unter dem Mikroskop erscheint die Faser zylindrisch glatt und deutlich längsgestreift. Stellenweise zeigt sie Quer- und Schrägrisse. In 22,5%iger Kalilauge quellen Hanffasern nach Herzog bis auf das etwa 1,25fache ihres ursprünglichen Durchmessers auf.

## 6. Jute

Die Jutefaser wird aus dem Stängelbast der Jute gewonnen. Ihre Hauptanbauggebiete sind seit alters her Ostbengalen und die Provinz Assam der Indischen Union. Die Ernte erfolgt von Hand mittels Sichel Anfang Juli bis Mitte Oktober. Wird unmittelbar nach der Blüte geerntet, ergeben sich feinere noch kaum verholzte Fasern, aber mit geringerem Ertrag. Wird erst bei Samenreife geerntet, so gewinnt man mehr, aber gröbere und stark verholzte Fasern von ungleichmäßiger Farbe.

Die Jutefaser ist eine Bündelfaser, die sich aus Einzelfasern (Elementarfasern) zusammensetzt. Bei ihnen sind im Gegensatz zu Hanf und Flachs die Stärke der Zellwand und die Größe des Lumens in Längsrichtung unregelmäßig.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

In Cuoxam ist die Jutefaser nicht löslich. Neocarmin MS färbt die Faser rotbraun (beeinträchtigt durch den unterschiedlichen Reinheitsgrad der Faser). Angefeuchtete feine Bündelfasern drehen beim Trocknen und Blickrichtung vom Klemmpunkt in Faserrichtung im Uhrzeigersinn (gleichsinnig wie Hanf, gegensätzlich zu Flachs). Beim Reißen von Bündelfasern oder Garnen trennen sich die Fasern mit stumpfer Abbruchfläche, ohne dass dabei aufgespaltene Faserenden entstehen.

## 7. Wolle

Die verschiedenen Schafwollarten unterscheiden sich in Bezug auf Länge, Dicke, Glanz und Kräuselung. Diese Eigentümlichkeiten stehen untereinander in engem Zusammenhang: Matte, stark gekräuselte Wollen sind gleichzeitig fein und relativ kurz, während glanzreiche Wollen glatt, wenig gekräuselt und länger sind. Die im Handel vorkommenden Wollen werden eingeteilt in Merinowollen, Cheviotwollen (grobe Teppichwollen) und eine Zwischenkategorie, die unter der Bezeichnung "Crossbredwollen" alle Wollen umfasst, die zwischen diesen beiden Klassen liegen.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Unter dem Mikroskop zeigen die Wollfasern dachziegelartig übereinander gelagerte Epidermisschuppen. Entfernt man diese, so wird eine längsgestreifte Faserschicht sichtbar. Grobe Fasern, sowie Grannen- und Stichelhaare weisen einen dunklen Markstrang auf. Der Querschnitt ist oval bis kreisrund.

## 8. Maulbeerseide

### Rohseide

Echte Seide wird von der Raupe des Maulbeer-Seidenspinners, eines Nachtschmetterlings gewonnen, der zur Bildung eines Kokons ein Drüsensekret erzeugt. Soweit man die Tiere nicht für die Zucht braucht, tötet man sie durch Heißluft ab. Der eigentliche Kokon kann in seinem äußeren Teil ohne weiteres abgehaspelt werden. Dazu legt man die Kokons in ein Bassin mit warmem Wasser und bearbeitet sie mit Bürsten. Dabei erweichen die Klebesubstanzen, der Anfang des Fadens wird freigelegt und bleibt an der Bürste hängen. Mehrere Kokons, deren Fadenenden gefunden wurden, werden nun in eine mit warmem Wasser gefüllte Spinnshale gelegt und auf einen Haspel aufgewunden. Der Haspel dreht sich in einem geheizten Gehäuse (der Leim erhärtet in der Wärme) und verbindet die jeweils von einem Kokon stammenden Einzelfäden zu einem Doppelfaden. Die gemeinsam aufgewundenen Doppelfäden mehrerer Kokons nennt man Grège.

Die Rohseide (Grège) ist mehr oder weniger glanzlos und hart. Der ihr anhaftende Seidenleim oder "Bast" (Serecin) nimmt den Glanz und die Geschmeidigkeit und muss deshalb entfernt werden. Er beschleunigt auch die Alterung der Seide.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Das mikroskopische Bild der Rohseide zeigt, dass die Einzelfasern durch das Serecin umhüllt und verklebt sind. Die Längsansicht wirkt häufig zerklüftet. Der Querschnitt ist dreieckig-abgeplattet bis länglich-rundlich.

### Entbastete Seide

Rohseide ist noch mehr oder weniger glanzlos und hart. Der ihr anhaftende Seidenleim oder „Bast“ verdeckt die gerade an der Seide geschätzten Eigenschaften wie Glanz und Geschmeidigkeit und muss daher entfernt werden. Der Bast enthält aber auch die der Rohseide anhaftenden Farbstoffe, so dass das Entbasten gleichzeitig wie eine Bleiche wirkt. Man unterscheidet beim Entbasten drei Stufen:

1. Nicht entbastete Seide: Ecrú-Seide
2. Teilweise entbastete Seide: Souple-Seide (durch Behandlung mit ein- bis zweiprozentiger heißer Seifenlauge)
3. Entbastete Seide: Cuite-Seide (zweimalige durch Behandlung mit ein- bis zweiprozentiger heißer Seifenlauge)

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Entbastete Seide erscheint unter dem Mikroskop glänzend glatt. Sie zeigt vereinzelt Verdickungen und Längsstreifen und besitzt einen ungleichmäßigen Längsverlauf. Der Querschnitt ist dreieckig-abgerundet und teilweise oval-rundlich.

Erschwerte Seide

Die Gewichtsverluste beim völligen Entbasten stellen bei dem hohen Marktpreis der Naturseide einen erheblichen Wertverlust dar. Um Gewichtsverlust wieder auszugleichen, nutzt man die Eigenschaft der Seide, mit Metallsalzen (Zinnchlorid, Natriumphosphat sowie Wasserglas) Verbindungen einzugehen, die bis zu gewissen Grenzen die positiven Eigenschaften nicht schmälern. Die Alterungsbeständigkeit der Seide nimmt dadurch jedoch deutlich ab.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Erschwerte Seide ist durch Veraschen von nicht erschwerter zu unterscheiden. Bei nicht erschwerter bleibt nach der Bildung einer schwarzen Masse ein geringer leichter weißer Rückstand, bei mineralisch erschwerter Seide bleibt die Faserstruktur erhalten

## **9. Wildseide**

Die Wildseiden werden im Gegensatz zur Maulbeerseide von einem Nachtschmetterling gewonnen., dessen Raupen nicht gezüchtet , also nicht als Haustier gehalten werden. Die bekannteste und beliebteste Wildseide, die Tussahseide, stammt von einem in Indien und China lebenden Eichenspinner, der seinen Namen von seiner Nahrung, den Eichenblättern, bekommen hat. Er liefert einen hühnereigroßen, bis zu 5 cm langen Kokon, dessen äußere Hülle aus losen Fadenstückchen besteht. Die Kokons mancher in China lebender Eichenspinner können jedoch relativ gut abgehaspelt werden. Die der indischen Sorten, einschließlich Tussah, können nicht abgehaspelt sondern müssen versponnen werden. Oft werden Tussahseiden im Naturton verarbeitet, denn sie enthalten einen schwer zerstörbaren Farbstoff. Wildseiden sind gegenüber Säuren und Laugen weit weniger empfindlich als Maulbeerseiden und deshalb recht dauerhaft und gut zu waschen.

*Mikroskopisches Erscheinungsbild:*

Der Querschnitt der Tussahseiden ist länglich und einem Keil ähnlich. Darum ist die Seide weniger glanzreich, recht ungleichmäßig, rauer und härter im Griff. Ihre Längsansicht ist gestreift.

## Unterscheidung der Stängelbastfasern

|                                                              | <b>Flachs/Lein</b>                                                                                                            | <b>Ramie</b>                                                                                                                      | <b>Nessel</b>                                                                                                               | <b>Hanf</b>                                                                                       | <b>Jute</b>                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Neutrale Einbettung (Wasser, Triacetin): Längsansicht</b> | glatte Faser, stellenweise Quer-risse und Längs-streifen, Spalten und Aufspießungen, knotenartige Verdickungen, bambusähnlich | Faser bandartig flach mit breitem deutlichen Lumen, vereinzelt Drehstel-len, häufige Längs-streifungen, Verschie-bungen und Risse | Längsansicht ähnlich der von Flachs und Hanf                                                                                | Zylindrisch glatt und deutlich längsgestreift, stellenweise Quer- und Schrägrisse                 | Zylindrisch glatt, Quer- und Schrägrisse sowie Verdickungen fehlen meist, un-gleichmäßig dicke Zellwand, Verholzung z.T. sichtbar |
| <b>Querschnitt</b>                                           | polygonal mit kleinem kreisrunden, ovalen oder punktförmigen Lumen.                                                           | meist abgeplattet länglich bis oval mit polygonalem Lumen                                                                         | flach nierenförmig                                                                                                          | Polygonal mit deutlichem Lumen                                                                    | Polygonal rundliche bis längliche Formen, schwankende Größe, Lumen oval bis rundlich                                              |
| <b>Polarisiertes Licht</b>                                   | Horizontale OW-Richtung: <u>meist</u> Interferenzfarbe Indigo, NS-Richtung (90°-Position): Orange                             | Horizontale OW-Richtung: <u>meist</u> Interferenzfarbe Indigo, NS-Richtung (90°-Position): Orange                                 | Horizontale OW-Richtung: <u>meist</u> Interferenzfarbe Indigo, NS-Richtung (90°-Position): Orange. Drusen von Calciumoxalat | Horizontale OW-Richtung: <u>meist</u> Interferenzfarbe Orange, NS-Richtung (90°-Position): Indigo | Horizontale OW-Richtung: <u>meist</u> Interferenzfarbe Orange, NS-Richtung (90°-Position): Indigo                                 |

|                                       | <b>Flachs/Lein</b>                                                                                 | <b>Ramie</b>                                                                     | <b>Nessel</b>                                                                    | <b>Hanf</b>                                                                                      | <b>Jute</b>                                                               |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Chlorzinkjod</b>                   | Blaufärbung                                                                                        | Rot-Violettärbung                                                                | Blaufärbung                                                                      | Baufärbung                                                                                       | Blaufärbung                                                               |
| <b>Cuoxam</b>                         | Schnittenden quellen trompetenartig auf. Lumen zieht heraus und ringelt sich auf, <u>Auflösung</u> | gleichmäßig starke Quellung und Auflösung                                        | Quellung und Auflösung                                                           | Hanftreppe: charakteristisches Zusammenschieben der Mittellamelle, <u>anschließend Auflösung</u> | Keine Auflösung                                                           |
| <b>Kalilauge 22,5%ig</b>              | Quellung auf das 1,83fache des ursprünglichen Durchmessers                                         |                                                                                  |                                                                                  | Quellung auf das 1,25fache des ursprünglichen Durchmessers                                       |                                                                           |
| <b>Trocknen angefeuchteter Fasern</b> | meist Drehung gegen den Uhrzeigersinn vom Klemmpunkt in Faserrichtung betrachtet                   | meist Drehung gegen den Uhrzeigersinn vom Klemmpunkt in Faserrichtung betrachtet | meist Drehung gegen den Uhrzeigersinn vom Klemmpunkt in Faserrichtung betrachtet | meist Drehung im Uhrzeigersinn vom Klemmpunkt in Faserrichtung betrachtet                        | meist Drehung im Uhrzeigersinn vom Klemmpunkt in Faserrichtung betrachtet |

## Einbettungsreagenzien für die Faseranalyse

1. Ansetzen einer 17%igen Natronlauge:  
In einem 100 ml Messkolben werden 17g NaOH (in der Apotheke in Plätzchenform zu kaufen) in ca. 90 ml kaltem Wasser gelöst. Achtung! Die Lösung erwärmt sich dabei stark! Nach dem Abkühlen der Natronlauge auf Raumtemperatur wird der Messkolben bis zur Eichmarke mit kaltem Wasser aufgefüllt.
2. Ansetzen von Cuoxam:  
In einem 100ml Erlenmeyerkolben wird eine Spatelspitze Kupferstaub (aus dem Chemikalienhandel) mit ca. 15 ml 25%iger Ammoniaklösung übergossen. Dazu wird zur Oxidation des Kupfers aus einer Pipette tropfenweise Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) gegeben, bis sich alles Kupfer gelöst und die Lösung tintenblau gefärbt hat. Dabei muss der Kolben gut geschüttelt werden, denn die Reaktion verläuft sehr heftig.  
Achtung! Für Analysezwecke sollte das Cuoxam immer frisch angesetzt werden, weil es sich schnell zersetzt. Bei längeren Einwirkungszeiten ätzt Cuoxam das Glas sowohl der Objektträger als auch der Linsen im Mikroskop an!
3. Herstellung und Verwendung von Chlorzinkjodlösung  
66g  $ZnCl_2$ , wasserfrei und 6g KJ werden in 34 ml Wasser gelöst. Dann wird soviel Jod zugesetzt, wie die Lösung aufnimmt, das sind etwa 3 Körnchen. Wird eine Blaufärbung beim Einbetten in Chlorzinkjod beobachtet, so liegt eine Cellulosefaser vor. Lösen sich die Fasern in Chlorzinkjod auf, so liegt eine Acryl- oder Acetatfaser vor. Wird jedoch eine Orangefärbung beobachtet, so liegen Polyamidfasern vor.

## Literaturhinweise

Döcke: Prüfen von Textilien, VEB Fachbuchverlag Leipzig

Band I: Chemische und analytische Verfahren

Band II: Mikrountersuchungen

Band III: Untersuchungen von Form und makroskopischer Struktur

Farke, Heidemarie: Archäologische Fasern, Geflechte, Gewebe, Weimar 1986

Herzog, Alois: Die Unterscheidung der Flachs- und Hanffaser, Berlin 1926

Koch, P.A.: Mikroskopie der Faserstoffe, Spohr Verlag, Stuttgart

Koch, Paul-August; Satlow, Günter: Großes Textillexikon, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart 1965

Loske, Theodore: Methoden der Textilmikroskopie, Franckh'sches Verlagshaus, Stuttgart 1964

Stratmann, Maria: Erkennen und Identifizieren der Faserstoffe, Spohr Verlag, Stuttgart