

Ueber pflanzliche Faserstoffe.

Von

DR. FRANZ RITTER VON HÖHNEL.

Honorardocent.

Vortrag, gehalten am 12. März 1884.

Mit acht Holzschnitten.

Im Laufe der Civilisation hat sich der Mensch eine Menge von Bedürfnissen geschaffen, zu deren Befriedigung Kunst und Natur ihre reichen Gaben von allen Seiten liefern müssen. Der speculative Spürsinn des Menschen hat alle Winkel der Erdoberfläche durchstöbert, ist in die Eingeweide der Erde, in das geheimnissvolle Dickicht der tropischen Urwälder, sowie in die einsamsten Meeresgebiete eingedrungen, überall nach brauchbaren Schätzen suchend. Von der fast mikroskopisch kleinen Wachsschildlaus der Chinesen bis zum Pottwal der grossen Meere, von dem mikroskopischen Lebewesen der Hefe bis zu den tausendjährigen Riesenstämmen der Mammuthbäume Californiens, von den seltenen Diamanten bis zu dem alltäglichsten Gestein müssen alle Kräfte und Producte der Erdoberfläche Tribut zollen der nimmer rastenden Energie, den stets sich verjüngenden Ansprüchen der Menschen. Und immer weiter sucht der Unermüdliche die Grenzen seiner Herrschaft hinauszuschieben, schon genügen ihm nicht die Kräfte der alternden Erde, schon gedenkt er in banger und früher Sorge für seine Nachkommen die warm strahlende Gabe der Sonne aufzuspeichern und zu sammeln, und so in eine neue Quelle

von Betriebskraft zu verwandeln. Kaum ahnen können die jetzigen Generationen die Höhe der Culturstufe, zu welcher die späteren hinaufsteigen werden, und wenn uns nicht die einfachsten physikalischen Gesetze der Abkühlung, wenn ferner nicht die organische Entwicklung des einzelnen Individuums, sowie ganzer Völkerstämme mit ihrem erst langsam auf- und dann rapid abwärtssteigenden Gange uns die bittere Nothwendigkeit eines innerhalb gemessener Zeiträume stattfindenden Unterganges der gesamten organischen Welt mit wuchtiger Gewissheit voraussehen lassen und also den endlichen traurigen Weg alles irdischen Lebens vorzeichnen würden, so könnten wir wohl wähnen, einst thatsächlich die Herren der ganzen Schöpfung zu werden und uns das Reich der Lüfte und des Lichtes ebenso direct tributpflichtig zu machen wie die feste Erdscholle und das weite Meer.

Sehen wir ab von den zahllosen Bedürfnissen, welche die vorgeschrittene Civilisation dem Einzelnen aufbürdete, fassen wir nur jene natürlichen ins Auge, welche der gesamten Menschheit, vom wilden Papua bis zum vorgeschrittensten Europäer eigen sind, so zeigt sich, dass dieselben eigentlich dreifacher Art sind: Wohnung, Kleidung und Nahrung, Alles stets in genügendem Maasse, das war das Paradies der ersten Menschheit, das ist noch jetzt für einen grossen Theil der Menschheit das Um und Auf der irdischen Wünsche.

Es ist eine sehr natürliche Thatsache, dass jedes dieser drei Bedürfnisse durch bestimmte Gruppen von

Stoffen, welche sich bis zu einem gewissen Grade durch äussere Merkmale charakterisiren liessen, befriedigt werden. Am besten und leichtesten ist jene Stoffgruppe allgemein zu kennzeichnen, welche das Bedürfniss der Kleidung befriedigt. Es sind dies die Fasern. Ursprünglich wurden diese in Form von rohen Geweben, oder verfilzten Schichten, oder gewundenen Fäden kaum zu etwas Anderem als zu Kleidungs Zwecken verwendet, zunächst in Form von Thierfellen oder von getrockneten und geklopften Bastschichten verschiedener Bäume. So liefert der Hemdenbaum in Südamerika, der Brodfruchtbaum in Australasien, der Papiermaulbeerbaum ebenda, sowie eine ganze Reihe von Gewächsen aus den Familien der Wolfsmilchgewächse, Nesselgewächse, Malvengewächse u. A. mächtige, aus verfilzten Bastfasern bestehende, gewebeähnliche Schichten, welche durch einfaches Schälen, Trocknen und Klopfen der Rinde erhalten werden können.

Die Pflanzen- und Thierfasern zeigen jedoch eine so grosse Verwendbarkeit nach den verschiedensten Richtungen hin, dass die Mannigfaltigkeit und Grösse ihres Verbrauches allmählig stieg, bis zur Gegenwart, wo eine unabsehbare Fülle von Anwendungen derselben existirt.

Es hat daher auch der Begriff der Faser allmählig eine Verschiebung erlitten, so dass der Technologe jetzt manchen Rohstoff oder manches Fabrikat zu derselben im weiteren Sinne des Wortes rechnet, was der Laie nicht als Faser bezeichnen würde. Während ursprünglich nur die Textil- oder Gespinnstfasern als „Fasern“

galten, zählt man jetzt zu ihnen noch die Papierfasern, Bürsten- und Besenmaterialien, Stopfmaterialien, einen Theil der Flecht- und Sparterierohstoffe, sowie die Baste. Sieht man von den thierischen Fasern ab, so gehören zu den Textilfasern Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute, Pflanzenseide, Pflanzendune, zum Theil Chinagras (= Ramié), Nesselfaser, Aloëfaser, Sanseveriafaser u. s. w. Die Papierfasern sind sämmtlich pflanzlich, und zwar: Leinen, Hanf, Jute, Baumwolle, Esparto, Strohfaser, Holzstoff, Holzcellulose, Bambusfaser, Papiermaulbeerbaumbast u. A.

Bürstenmaterialien sind an Pflanzenfasern Pitefaser, Coïr, Kitool oder Siam, Piassave, sogenannte Reisswurzel und Reissstroh, Esparto u. A. Zur Seilfabrication dienen Hanf, Jute, Piassave, Neuseeländischer Flachs, Manila, Aloë-, Sisalhanf, Kitool u. A. Stopfmaterialien sind Pflanzendunen (Kapok), Crin végétale, Crin d'Afrique, Seegras, Holzwole u. A. Technisch verwendete Baste sind z. B. Ulmenbast, Lindenbast (= Weidenbast), Cubabast u. s. w.

Wieschon diese Mannigfaltigkeit der Bezeichnungen und Verwendungen vermuthen lässt, stellen die Pflanzenfasern anatomisch sehr verschiedene Dinge dar. Während die Baumwolle und Pflanzenseide einzellige Haare sind, die Samen aufsitzen, bekleiden die Pflanzendunen zum Theil die Samen, zum Theil die Innenseite der Fruchtkapseln verschiedener Bombaceen. Die schön braune und glänzende Pulufaser, ein Stopfmaterial, bekleidet die Stämme verschiedener baumähnlicher Farn-

kräuter (*Cibotium Schiedei* u. A.) Oceaniens. Jede einzelne Pulufaser besteht aus einer einfachen Reihe von Zellen und bilden ein Haar. Fruchthaare, die aus mehreren Reihen und Schichten von Zellen gebildet werden, sind z. B. die Rohrkolbenfaser (*Typha*) und die Wolle des Wollgrases (*Eriophorum*). Das Chinagrass, ferner Hanf, Flachs und Jute bestehen fast nur aus Bastfasern. Manilahanf, Pitefaser, Aloë-, Sanseveriahanf sind theils Faserbündel aus den Blättern oder den Blattstielen und dem Stamme (Manila) verschiedener Pflanzen, oder aber ganze Gefäßbündel, die neben den Bastfasern noch viele andere anatomische Elemente, namentlich Gefäße enthalten. Die Coïr- oder Cocosfaser besteht aus den Gefäßbündeln der äusseren faserigen Schale der Cocosnuss. Das amerikanische Crin végétale von *Tillandsia usneoides* besteht aus ganzen Gruppen von Gefäßbündeln, ähnlich verhalten sich auch die Piassave- und die Kitoolfaser. Erstere stammt von der südamerikanischen *Attalea funifera*, letztere von der ostindischen *Caryota urens*, beides Palmen. Das vielverwendete Crin d'Afrique besteht aus den zerschlitzten Blättern von der Zwergpalme Nordafrikas und Südeuropas. Der sogenannte Holzstoff (Holzzeug) der Papierfabrikanten besteht aus dem durch Schleifen in seine Fasern zerlegten Holze verschiedener Bäume, so der Aspe, Tanne, Fichte, Weide. Die sogenannte Holzcellulose wird erhalten durch Isolirung der Holzfasern auf chemischem Wege, z. B. durch Kochen mit verdünnter Natronlauge bei erhöhtem Drucke. Ebenso werden die Strohfasern (aus Roggen-, Maislieschen-,

Gersten-, Reissstroh), ferner die Esparto- und Bambusfasern zum Zwecke der Papierfabrikation durch chemische und nachfolgende mechanische Bearbeitung des Rohproductes erhalten. Das Espartostroh, das auch zur Einlage in Cigarren (Virginia), zu Bürsten- und Flechtarbeiten, zu Seilen und groben Geweben Verwendung findet, besteht aus den stiltrunden Blättern des besonders in Nordafrika heimischen Grases *Stipa tenacissima*. Die Bambusfaser wird aus dem allbekannten Bambusrohre gewonnen, besonders in China und in Westindien.

Es gibt endlich Fasern, die aus ganzen Pflanzen bestehen; so das echte Seegras, welches nichts Anderes darstellt als eine monokotyle, an den sandigen Küsten Europas häufig vorkommende Pflanze (*Zostera marina*), die vom Meere ausgeworfen wird, am Strande vertrocknet und dann gesammelt wird. Vom echten Seegrass ist das unechte sogenannte Seegras wohl zu unterscheiden. Dieses besteht aus den verblühten Halmen einer Segge (*Carex brizoides*), die in manchen Gegenden in Wäldern weite Flächen bedeckt, und z. B. in Oberösterreich und am Rhein gesammelt, getrocknet und in Form von spiralig gedrehten Strängen in den Handel gebracht wird.

Es kann selbstverständlich nicht meine Aufgabe sein, in Folgendem die Eigenschaften und Besonderheiten aller erwähnten Fasern erschöpfend zu behandeln. Schon die grosse Mannigfaltigkeit derselben schliesst dies aus. Ich werde mich darauf beschränken müssen, die eigentlichen Textilfasern des Nähern ins Auge zu fassen, sowie

die wichtigsten allgemeinen Eigenschaften dieser zu besprechen.

Die Pflanzenfasern bestehen sämmtlich aus einer Grundsubstanz, Cellulose genannt, welche entweder in Verbindung mit Holzstoff oder mit Korkstoff in ihnen auftritt. Der Holzstoff ist kein einfacher chemischer Körper, sondern ein Gemenge von mehreren Substanzen, namentlich Coniferin und Vanillin. Das Vanillin ist jener Körper, welcher der Vanille den angenehmen Geruch ertheilt, und wenn nicht jedes Stück Holz intensiv nach Vanille riecht, so liegt der Grund hievon darin, weil das Vanillin mit der Cellulose in eigenthümlicher Weise verbunden ist. Durch Behandlung mit alkalischen Flüssigkeiten lässt sich aber an jedem Stücke Holz ein deutlicher Vanillegeruch hervorrufen. Man kann sich durch einfache Reactionen davon überzeugen, ob in einer Faser Holzstoff enthalten ist oder nicht. Betupft man die Faser mit einer Lösung von Phoroglucin oder von Indol und dann mit Salzsäure, so tritt bei Gegenwart von Holzstoff eine Rothfärbung ein. Betupft man die Faser mit einer salzsauren Auflösung von Carbolsäure, so tritt Grünfärbung, ferner mit einer schwefelsauren Auflösung von Anilinsulfat Gelbfärbung bei Gegenwart von Holzstoff ein. Auf diese Weise überzeugt man sich, dass z. B. Baumwolle, Wollgraswolle, Lein, Chinagrass nicht verholzt sind, und dass Hanf, Jute, Zeitungspapier, neuseeländischer Flachs, Manila, Pite, kurz die meisten Fasern verholzt sind.

Der Korkstoff kommt in Pflanzenfasern viel seltener vor. Er bedeckt z. B. in Form eines kaum 0.0005

Millimeter dicken Häutchen — Cuticula genannt — den Cellulosefaden der Baumwolle, Pflanzendünen und Pflanzenseiden, kurz aller Haare und die Oberhaut aller höheren Pflanzen. In Verbindung mit Cellulose ertheilt er dem Korke seine bekannten Eigenschaften. Merkwürdigerweise besteht der Korkstoff aus Wachs, das aber in so eigenthümlicher Weise mit der Cellulose verbunden ist, dass Niemand z. B. im Flaschenkorke 50 bis 60 % Wachs vermuthen würde.

Die Cellulose besteht, so wie der Holz- und Korkstoff, nur aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel fehlen daher (im Wesentlichen) der Pflanzenfaser. Da nun sämtliche Thierfasern (Haare, Seide) Stickstoff und theilweise auch Schwefel enthalten, so bestehen ganz bedeutende chemische Unterschiede zwischen Thier- und Pflanzenfasern. Es ist daher für einen Chemiker sehr leicht, Thier- und Pflanzenfasern von einander zu unterscheiden.

Von all den zahlreichen Methoden jedoch, dies zu thun, seien nur zwei kurz erwähnt. Kocht man eine Pflanzenfaser mit Kalilauge oder Natronlauge durch einige Minuten, so bleibt sie ungelöst, während sich Thierhaare und Seide lösen. Zündet man Pflanzenfasern an einer Flamme an, so brennen dieselben von selbst weiter, hinterlassen eine graue Asche und entwickeln hiebei einen nicht unangenehmen, etwas säuerlichen Geruch, während Thierfasern fast stets nur so lange brennen, als sie sich in der Flamme befinden, eine schwarze, glänzende und schwammige Kohle hinterlassen und einen

Geruch nach verbrannten Federn entwickeln. Zu beachten ist hiebei, dass fette Fasern unter allen Umständen von selbst weiter brennen.

Auf diese Weise ist man im Stande, Baumwolle oder Jute (oder die in Tuchen oft vorkommende Cosmosfaser) ohneweiters von Seide, Angora, Schafwolle und dergleichen zu unterscheiden. Zu diesen chemischen Unterschieden gesellen sich nun noch eine ganze Reihe anderer physikalischer, mikroskopischer. Was die ersteren anbelangt, so sei nur darauf hingewiesen, dass die Pflanzenfasern, namentlich die verholzten, sehr wenig dehnbar sind, nämlich nur um 1—2 %, während die Thierfasern um 5—15 % und im nassen Zustande bis um 25 % dehnbar sind, ohne zu zerreißen.

Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Pflanzenfasern gegen kalte Salpetersäure. Taucht man Baumwolle oder Holzstoff, Papier etc. in kalte concentrirte Salpetersäure ein, so entsteht eine sogenannte Nitroverbindung der Cellulose. Die Nitrocellulosen sind zum Theil in Aether oder Gemengen von Aether und Alkohol löslich und dienen dann zur Herstellung des Collodiums. Sie heissen dann Collodiumwollen. Zum Theile sind sie aber äusserst explosiver Natur und führen dann den Namen Schiesswolle oder Pyroxylin. Namentlich aus Watte werden Collodium- und Schiessbaumwolle erzeugt. Beide diese Körper haben die Eigenthümlichkeit, sich in einer alkoholischen oder ätherischen Lösung von Kampher oder in geschmolzenem Kampher aufzulösen, wobei zugleich selbst die explosivste Schiessbaumwolle

ganz ungefährlich wird. Eine solche in Kampher gelöste Nitrocellulose heisst im getrockneten und festen Zustande Celluloid. Dieses riecht daher intensiv nach Kampfer. Es kann verschiedentlich gefärbt werden und auf diese Weise zur Herstellung von Imitationen von Elfenbein, Schildpatt, Korallen, Malachit, Horn etc. verwendet werden. Man verfertigt daraus sogar Kleidungsstücke, Hemdkragen und dergleichen (Hyatt's Wäsche). Das Celluloid ist ungemein zähe, fest, sehr elastisch und lässt sich ganz so wie Horn, Elfenbein, Meerscham und dergleichen bearbeiten.

Sehr wichtig ist das Verhalten der Fasern gegenüber der Feuchtigkeit. Es ist dasselbe so verschieden und complicirt, dass es schon aus diesem Grunde eine nähere Besprechung verdient. Zunächst ist wichtig zu erwähnen, dass die Fasersubstanz eine quellungsfähige ist. Ein echter Krystall löst sich entweder in irgend einer Flüssigkeit oder er löst sich darin nicht. Ist das erstere der Fall, so wird er immer kleiner, er schmilzt aussen ab, nie aber ist die Flüssigkeit im Stande, in das Innere desselben einzudringen, er ist nicht quellungsfähig. Ganz anders verhalten sich die thierischen und pflanzlichen Zellwände. Ohne irgend etwas herauszulösen, sind verschiedene Flüssigkeiten, wie Wasser, Säuren, Alkalien, im Stande, in dieselben einzudringen und sie zum Aufquellen zu bringen. Da nun die Pflanzen- und Thierfasern aus organisirter Zellwandsubstanz bestehen, so sind sie sämmtlich auch quellungsfähig. Quellungsfähige Körner haben im trockenen Zustande auch die Fähigkeit,

die Luftfeuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade an sich zu ziehen. Sie sind, wie man sagt, hygroskopisch. Im Allgemeinen sind die Thierfasern viel hygroskopischer als die Pflanzenfasern. Da nun erstere auch höher im Preise stehen, so ist es für den Handel von Wichtigkeit, dass ihr hygroskopischer Wassergehalt, der bis auf über 40 % steigen kann, bestimmt wird. Es geschieht dies in den sogenannten Conditionirungsanstalten. Pflanzenfasern zeigen im lufttrockenen Zustande einen Wassergehalt von 5—13 %. Bewahrt man jedoch die Faser durch 24—48 Stunden in einem geschlossenen Raume auf, der mit Wasserdampf vollständig gesättigt ist, so kann sie bis 40 % Wasser aus der Luft aufnehmen. Dabei verhalten sich die verschiedenen Fasern durchaus nicht ganz gleich. Im Allgemeinen zeigt sich, dass jene Fasern, die wir oben als verholzte kennen gelernt haben, mehr hygroskopisches Wasser aufzuspeichern vermögen als die nicht verholzten. So nimmt der nicht verholzte Lein bis 14 % hygroskopisches Wasser auf, die stark verholzte Jutefaser bis 25 %. Hingegen bildet die Baumwolle, welche etwa 20 % Wasser aus feuchter Luft aufspeichert, eine Ausnahme. Bei der Pitefaser (von *Agave americana*) und dem Abaca- oder Manilahanf (von *Musa textilis*) kann die Menge von hygroskopischem Wasser auf 30—40 % steigen.

Wenn man eine Pflanzenfaser in Wasser legt, so quillt sie mit grosser Kraft an; sie wird dicker. Die Diczunahme beträgt bei den verschiedenen Fasern ziemlich gleich viel, nämlich 15—30 %. Beobachtet

man eine einfache Hanffaser unter dem Mikroskope zuerst in Luft, dann in Wasser, so sieht man, dass sie in letzterem um durchschnittlich 23 % dicker ist. Es ist klar, dass ein Hanfseil beim Nasswerden auch dicker werden muss, und zwar voraussichtlich um ebenso viel als die Einzelfaser. In der That lehrt die Beobachtung, dass sich trockene und gut gedrehte Hanfseile um circa 23 % beim Liegen in Wasser verdicken.

Man sollte glauben, dass ein trockener quellungsfähiger Körper beim Anquellen nach allen Richtungen hin sich vergrössern müsse. Allein es ist bekannt, dass sich Seile beim Nasswerden verkürzen. Die Verkürzung der Seile beträgt 2—12 und vielleicht noch mehr Procente der Länge, ist also sehr bedeutend. Ein 100 Meter langes Seil kann sich um 10—12 Meter verkürzen. Da nun diese Verkürzung mit einer sehr grossen Kraft geschieht, so kann man diese Eigenschaft der Seile dazu verwenden, sehr schwere Lasten zu heben oder fortzubewegen. Es ist historisch festgestellt, dass sich die Egyptianer der in Rede stehenden Eigenthümlichkeit der Seile bedienten, um ihre Obeliskten aufzustellen und Kolossalblöcke fortzuschaffen.

Was ist nun die Ursache der so auffallenden Verkürzung der Seile beim Quellen? Diese Frage, eine der ältesten existirenden wissenschaftlichen, hat im Laufe der Zeit die verschiedensten Beantwortungen erfahren. Bald sollte die Capillarität, bald die Drehung des Seiles, bald die Verkürzung der Einzelfaser die Ursache sein. Offenbar konnte aber eine endgiltige Beantwortung dieser

Frage erst dann platzgreifen, als das Verhalten der Einzelfaser genügend geprüft war. In der That ist dieses so eigenthümlich und interessant, dass es eine genauere Betrachtung verdient. Legt man eine gewöhnliche Pflanzenfaser, z. B. Lein, Hanf, Jute, in Wasser, so wird sie länger, aber nur um höchstens einige Zehntelprocente. Wenn man nun die Faser wieder trocknen lässt, so wird sie wieder kürzer, und zwar um ebenso viel, als sie sich bei Nasswerden verlängerte. Es ist sehr merkwürdig, dass es Fasern gibt, welche sich gerade umgekehrt verhalten. So z. B. der neuseeländische Flachs, der aus den Faser- und Gefässbündeln des Blattes der Flachslilie (*Phormium tenax*) besteht. Legt man neuseeländischen Flachs in Wasser, so verkürzt er sich, um sich dann beim nachfolgenden Trocknen wieder zu verlängern. Man könnte nun der Meinung sein, dass dies die specifische Eigenschaft dieser einen Faser ist. Dem ist jedoch nicht so, denn man ist durch geeignete Mittel im Stande, auch andere Fasern, z. B. Aloëhanf, in einen solchen Zustand zu bringen, in welchem sich der neuseeländische Flachs für gewöhnlich findet. Wenn man nämlich Aloëhanf nass macht und im nassen Zustande spannt und gespannt trocknen lässt, so verhält er sich ganz ähnlich wie natürlicher neuseeländischer Flachs. Er verkürzt sich nämlich anfänglich sowohl beim Nass-, als auch beim Trockenwerden und später nur beim Benetzen, während er beim Trocknen länger wird. Es ist überhaupt eine Eigenschaft aller, auch der thierischen Fasern, dass die durch Spannung erzeugte Dehnung beim nachträg-

lichen Benetzen und Wiedertrocknen zum Theile wieder ausgeglichen wird.

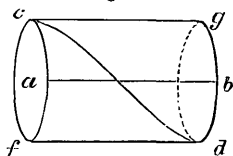
Wenn man irgend eine Faser oftmals um ihre eigene Axe dreht, so verhält sie sich ganz so wie natürlicher neuseeländischer Flachsh, wird also beim Nasswerden kürzer und beim Trocknen länger, nur mit dem Unterschiede, dass die Längenänderungen hiebei mehrfach grösser sind. Man kann also nach dem Gesagten jede Faser sehr leicht in jenen Zustand bringen, in welchem sich ein gut gedrehtes Seil befindet, nur mit dem Unterschiede, dass sich die Einzelfaser nur um höchstens 1%, das Seil hingegen um 8—10% verkürzt.

Die bisher besprochenen Eigenschaften der Einzelfaser erklären nun in einfacher Weise das Jedermann bekannte „Eingehen“ der Wäsche. Stoffe aus Thierfasern gehen stärker ein als solche aus Pflanzenfasern, weil erstere stärker dehnbar sind und daher auch mehr gedehnt werden bei dem Prozesse des Verspinnens und Webens. Mit diesen beiden Operationen sind immer starke mechanische Dehnungen verbunden, die dann beim Waschen zum Theile ausgeglichen werden. Beim Spinnen wird jedoch die Faser auch stark um ihre Axe gedreht, es ist ferner der ganze Garnfaden tordirt, weshalb sich ebenfalls das nasse Tuch verkürzen muss. Es fragt sich nun, woher kommt es, dass sich die gedrehte Faser gerade in entgegengesetzter Weise verhält? Wenn es vorläufig nicht möglich ist, für das eigenthümliche Verhalten des neuseeländischen Flachses, der gespannten Aloëfaser u. A. eine genügende Erklärung zu

finden, so ist es um so erfreulicher, dass man nunmehr eine vollständig befriedigende Erklärung für die Verkürzung tordirter Fasern, sowie der Seile und Garne beim Anquellen in Wasser kennt. Um aber diese Erklärung in plausibler Weise geben zu können, muss ich etwas weiter ausholen. Jede Faser stellt im Allgemeinen einen langen Cylinder dar, der beim Quellen etwas dicker wird. Es sei nun, wie Fig. 1 zeigt, $c d f g$ ein Stück eines solchen Fasercylinders. Man kann sich jede Faser als aus feinen Fäserchen zusammengesetzt denken,

welche mehr minder parallel mit der Axe des Cylinders liegen. Es sei $a b$ in Fig. 1 ein solches Fäserchen. Wenn nun der Cylinder durch Quellung dicker wird, so werden sich die Fäserchen (Fibrillen) einfach von einander entfernen, und es wird hiedurch die Länge des Cylinders nicht beeinflusst. Ein Cylinder, der also aus lauter mit der Axe parallelen Fasern besteht, braucht sich daher beim Dickerwerden nicht zu verkürzen. Die Fibrillen, aus welchen die Pflanzenfasern bestehen, sind sowohl im trockenen, wie im nassen Zustande nur wenig dehnbar, wie man daraus schliessen kann, dass die ganze Faser sich so verhält. Ebenso ist es sicher, dass die einzelnen Fibrillen bei verschiedenem Wassergehalte nur sehr wenig in der Länge differiren. Denkt man sich nun den Cylinder um seine Axe gedreht, so werden die Fibrillen, welche sich ursprünglich in der Lage $a b$ (Fig. 1) befanden, in eine zur Axe

Fig. 1.



geneigte Lage gelangen, sie werden mehr oder weniger genau die Form einer Spirale beschreiben müssen. Wird nun der aus spiralig angeordneten Fibrillen bestehende Faden (welche fast undehnbar sind!) dicker, so müssen entweder die Fibrillen länger werden, oder wenn sie dies nicht thun, muss der ganze Cylinder kürzer werden. Da nun in der That die Fibrillen fast nicht dehnbar sind, während, wenn der Cylinder um z. B. 25 0/0 dicker wird, auch die Spirale um 25 0/0 länger werden müsste, so muss sich der ganze Cylinder verkürzen. Da das Dickerwerden beim Quellen einer Faser oder eines Seiles mit grosser Kraft geschieht, so muss auch die Verkürzung derselben eine sehr kräftige sein.

Die Stärke der Verkürzung eines Seiles beim Nasswerden hängt von der Dehnbarkeit der Einzelfaser, der Stärke der Drehung, der Festigkeit des Seiles und anderen Umständen ab. Eine Rebschnur aus Hanf verkürzt sich um 10 0/0, während sich eine ebenso stark gedrehte Saite aus Seide nur um 1—2 0/0 verkürzt. Ein gewöhnlicher schwach gedrehter Hanfspagat verkürzt sich nur um 2—3 0/0 u. s. w. Diese wichtige Eigenthümlichkeit des Seiles lehrt uns zugleich, dass dieses als eine besondere Erfindung des Menschen zu gelten hat, eine Erfindung, die zwar, was die Hauptsache, die Torsion oder Drehung anlangt, sehr nahe liegend, keineswegs aber selbstverständlich ist. Der Wilde mochte wohl bemerkt haben, dass die Sehne seines Bogens leicht riss, wenn sie nicht gedreht war, und so mochte der Kampf ums Dasein das Seil, eine der ältesten Erfindungen,

geschaffen haben. Gegenwärtig ist die Zusammen-
drehung von Fasern, um diese zusammenzuhalten, um
kurze zu langen Fäden zu vereinigen, eine der wichtig-
sten Mittel, mit welcher die Millionen von Menschen
beschäftigende Textilindustrie arbeitet.

Während die Fasern bei der Quellung in Wasser
sich bald ein wenig verkürzen, bald ein wenig ver-
längern, zeigen sie gegenüber sehr starken Quellungs-
mitteln, wie z. B. concentrirter Schwefelsäure, Kupfer-
oxydammoniak u. dgl., constant die merkwürdige Er-
scheinung einer sehr starken Verkürzung. Legt man einen
Baumwollfaden in concentrirtes Kupferoxydammoniak,
so schwillt er auf das Fünf- bis Sechsfache seiner Dicke
an und wird dabei um die Hälfte kürzer. Zieht man
einen Papierstreifen durch concentrirte Schwefelsäure
hindurch, so verkürzt sich derselbe in auffallender Weise.
Das sogenannte Pergamentpapier wird dadurch erzeugt,
dass Papier durch Schwefelsäure von nicht zu starker
Concentration hindurch gezogen wird. Hierbei quellen
die Fasern stark an, der Papierbogen wird kürzer und
schmäler, und durch die verquollenen Fasern werden
die feinen Poren des Papiere verstopft und kleben die-
selben getrocknet überhaupt sehr fest zusammen. Hie-
durch kommt die pergamentähnliche Beschaffenheit
zu Stande.

Was bewirkt aber die interessante Erscheinung
der Verkürzung der Fasern in sehr starken Quellungs-
mitteln? Eine eigentliche Erklärung für dieselbe aufzu-
stellen ist bislang nicht möglich, sicher ist es aber, dass

die Ursache hievon in dem Umstande liegt, dass die Fasern in der Pflanze im Wesentlichen durch Dehnung länger werden. Erwärmt man einen durch Ausziehen erhaltenen Siegellackfaden, so verkürzt er sich beim Weichwerden gerade so wie die Fasern in Schwefelsäure. Erzeugt man sich aus Gummi arabicum einen dünnen Faden und legt diesen in Wasser, so quillt er erst an und verkürzt sich auf die Hälfte und löst sich hierauf. So wie ein Siegellackfaden oder ein Gummifaden durch Ausdehnen oder Ausziehen entsteht, so entstehen auch die langen Elemente, welche die Bastfaserbündel zusammensetzen, im Wesentlichen durch Dehnen. Und so wie eine künstlich gedehnte Bastfaser sich beim nachträglichen Quellen in Wasser etwas verkürzt, so tritt mit starken Quellungsmitteln auch die starke Verkürzung ein. Hier sei noch der Vollständigkeit halber bemerkt, dass jede beliebige Zellmembran, also nicht bloß die Fasern allein, sich nach zwei auf einander senkrechten Richtungen verkürzen und in der dritten Dimension verdicken, wenn sie in starke Quellungsmittel gebracht werden, weil eben jede beliebige Zellmembran durch Dehnung wächst.

Gehen wir zu einer weiteren auffallenden Eigenschaft der Fasern, zur Besprechung ihrer Festigkeit über, so ist vor Allem zu bemerken, dass die trockene pflanzliche Zellwand überhaupt durch eine grosse Festigkeit ausgezeichnet ist. Und dies ist einigermaßen begreiflich. Denn die Pflanzen sind im Allgemeinen recht schlanke und hohe Organismen, welche sich nur schlecht

gegen die äusseren Einflüsse schützen können. Sie müssen eine grosse mechanische Festigkeit besitzen, um dem zerstörenden Beginnen von Sturm und Hagel, von Menschen und Thier widerstehen zu können. Sie müssen daher aus Elementen aufgebaut sein, welche eine gewisse Festigkeit besitzen, wobei es aber durchaus nicht nöthig ist, dass jedes Element, jede Zelle zur Festigung der Pflanze dienen muss. So wie bei Menschen und Thier fast stets feste stützende Skelettheile vorhanden sind, die die weicheren Theile tragen, so ist dies auch im Allgemeinen bei den Pflanzen der Fall, und so wie in der Thierwelt die festigenden Bestandtheile des Körpers ihrer Function ganz besonders angepasst und namentlich nach mechanischen Regeln angeordnet sind, so gilt dies auch für die Pflanzenwelt. Die Holz- und Bastfasern der höheren Vegetabilien sind es in erster Linie, welche als Skeletbestandtheile derselben zu gelten haben, und es ist staunenswerth, zu sehen, wie dieselben am Querschnitte der Pflanzenstengel und Blätter gerade so angeordnet sind, wie sie ein verständiger Mechaniker bei gegebenem Materiale vertheilt haben würde. Selbstverständlich ist diese Vertheilung eine verschiedene, je nach dem Zwecke derselben und je nach speciellen Verhältnissen. Ein Stamm kann zum Beispiele bug- oder biegungsfest gebaut sein, d. h. er kann entweder so gebaut sein, dass er einer Zugwirkung den grösstmöglichen Widerstand leistet, oder aber, dass er sich möglich schwer brechen (biegen) lässt. Der Stamm einer Palme, der Halm des Weizens, die Blätter der Lilien u. s. w.

sind biegungsfest gebaut, während z. B. die Ranken des Weinstockes, des Kürbises, die Ausläufer der Erdbeere, die hängenden Triebe der Ampelpflanzen und die Stämme vieler Schlingpflanzen zugfest gebaut sind.

Bei zugfesten Organen finden sich die festigenden Bestandtheile möglichst nahe dem Centrum, während sie bei druckfesten sich nahe der Oberfläche derselben finden. Die Bastfasern und die Holzfasern werden daher als eigentliche festigende Bestandtheile der Pflanzen durch eine besondere Zähigkeit und Festigkeit ausgezeichnet sein. In der That ist es durch Versuche nachgewiesen, dass Eisendraht eine Zugfestigkeit besitzt, welche gar nicht viel grösser ist als die von trockenen Bastfasern. Nach den Untersuchungen von Schwendener trägt der Stengel der Gartennelke pro Quadratmillimeter Querschnitt der darin enthaltenen Bastfasern 14·3 Kilogr., während Schmiedeisenblech pro Quadratmillimeter Querschnitt 14·6 Kilogr. trägt. Die trockenen Bastfasern des neuseeländischen Flachses tragen pro Quadratmillimeter 20 Kilogr., bester Eisendraht 21·9 Kilogr. Man ersieht daraus, dass die Bastfasern eine Zugfestigkeit besitzen, welche kaum geringer als die von gezogenem oder gewalztem Eisen ist.

Es ist sicher, dass zwischen den verschiedenen Arten von Fasern, was die Festigkeit anbelangt, grosse Unterschiede bestehen. Es ist z. B. Leinfaser fester wie Baumwolle, Hanf fester wie Leinen. Ebenso ist es sicher, dass Manilahanf und neuseeländischer Flachs zu den festesten existirenden Fasern gehören. Es ist indessen

sehr schwierig, die relative Festigkeit der einzelnen Faserarten festzustellen, erstens, weil es fast unmöglich ist, den Querschnitt eines Faserbündels überall gleichmässig gross zu machen, und zweitens, weil dieselbe Faser je nach der individuellen Beschaffenheit der Stamm-pflanze, der Bereitungsweise der Faser, dem Wassergehalte u. dgl. höchst verschieden zugfest ist. Es gibt sehr festen und sehr schwachen Manilahanf u. dgl. Deshalb sind auch die Angaben über die relative Zugfestigkeit der technisch verwendeten Fasern sehr variirend.

Das Gewicht, das ein bestimmtes Faserbündel trägt, ohne zu zerreißen, hängt selbstverständlich auch von der Dicke des Bündels ab. Es sind daher nur solche Zahlen mit einander vergleichbar, welche mit genau gleich dicken Bündeln gewonnen wurden. Eine Zahl, welche ohneweiters die relative und absolute Festigkeit der Fasern angibt, ist hingegen jene, welche die sogenannte Reisslänge einer Faser anzeigt. Um diese Reisslänge zu charakterisiren, denke man sich einen ganz gleichmässig dicken Faden, der am oberen Ende befestigt ist und frei herabhängt, immer länger und länger werden. In Folge dieser Längenzunahme wird er immer schwerer werden und endlich wird er am oberen Ende reißen. Die Länge nun, bei welchem das Reißen eintritt, heisst die Reisslänge. Es ist klar, dass diese von der Dicke des (ganz gleichmässig dick gedachten) Fadens ganz unabhängig ist, denn ist der Faden z. B. dreimal so dick, so ist er auch dreimal so schwer und muss beim Erreichen derselben Länge wie früher zum

Zerreissen kommen. Hartig fand durch geeignete Versuche, dass die Reisslänge unserer Fasern eine bis mehrere geographische Meilen beträgt.

Von den allgemeinen Eigenschaften der Fasern sei hier noch das optische Verhalten derselben besprochen. Sehen wir hier von zwei äusserlichen optischen Eigenschaften, der Farbe und dem Glanze der Fasern, die ungemein wechseln — es gibt schneeweisse (Chinagrass) bis schwarze (Kitool), seidenglänzende (vegetabilische Seide) bis ganz matte (ostindische Baumwolle) Fasern — ab, und beschränken wir uns auf die Erörterung einer ebenso verborgenen als interessanten Eigenthümlichkeit der Fasersubstanz, nämlich die, das Licht zu polarisiren. Bekanntlich gibt es nicht blos eine Art weissen oder farbigen Lichtes, sondern mehrere. Das gewöhnliche ist das nicht polarisirte Licht, die übrigen sind die polarisirten Lichtarten (geradlinig, kreisförmig, elliptisch-polarisirt). Lässt man z. B. durch einen Bergkrystall oder einen isländischen Doppelspath Licht durchtreten, so kommt es in polarisirtem Zustande heraus. Es ist nun eine Eigenschaft aller festeren vegetabilischen und thierischen Zellwände, das Licht stark doppelt zu brechen. Das in das Innere von pflanzlichen und thierischen Körpern eindringende Licht ist kein gewöhnliches, sondern polarisirtes. Sehr auffallende und farbenreiche Erscheinungen werden im Polarisationsapparate durch die optischen Eigenschaften der Fasern hervorgerufen, doch würde es uns hier zu weit führen, dieselben hier zu beschreiben.

Wir haben bisher die Fasern als etwas Ganzes betrachtet und haben uns nicht gefragt, wie dieselben unter dem Mikroskope gebaut erscheinen. Hiedurch werden wir auch der Aufgabe näher treten, die wichtigeren Fasern von einander zu unterscheiden. Die Fasern sind keine so einfachen Gebilde wie die Krystalle; sie zeigen unter dem Mikroskope einen ziemlich complicirten Bau. Es kann hier selbstverständlich nicht unsere Aufgabe sein, alle Fasern auf ihren Bau zu untersuchen, und wir wollen uns daher damit begnügen, einige der wichtigeren herauszuheben.

Fig. 2.

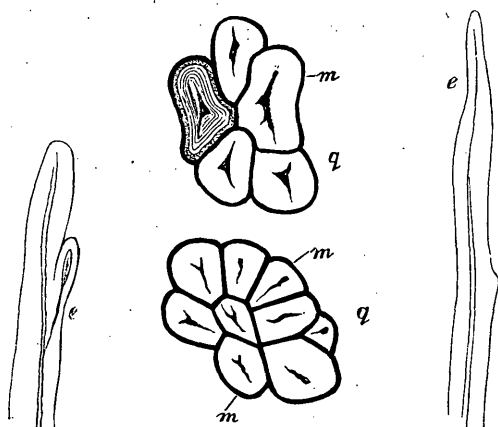


Querschnitte durch Baumwollfasern.
Vergr. 325 fach.

Die Baumwolle z. B. ist ein Samenhaar, das aus flachen, 2—4 Centimeter langen und 12—40 Tausendstel-millimeter dicken Zellen besteht, von welchen jede einen Faden bildet. Es stellt also jede Baumwollfaser eine flach zusammengepresste Röhre dar, die an einem Ende offen, am andern Ende geschlossen ist. Dabei ist die Faser um ihre Axe gedreht. Das Lumen erscheint am Querschnitte (Fig. 2) als schmale Linie und ist die Wandung, wie die obenstehende Figur zeigt, entweder sehr dick oder ziemlich dünn. Jedes Baumwollhaar ist von anderen vollständig isolirt, es stehen dieselben daher nicht in Bündeln.

Anders hingegen die Bastfasern (Fig. 3 bis 5). Diese bilden stets Bündeln. Figur 3 zeigt zwei Querschnitte durch Hanffaserbündel. Die Fasern sind durch eine mit *m* bezeichnete Lamelle verbunden. Löst man diese Lamelle z. B. mit Salpetersäure auf, so erfolgt die

Fig. 3.

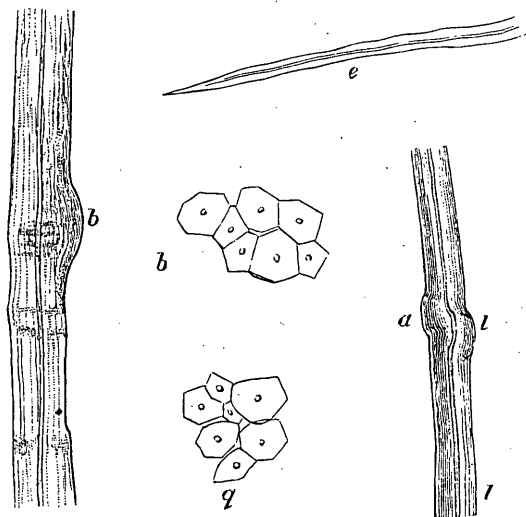


Hanffasern. Querschnitte (*q*) und Enden (*e*).
Vergr. 325 fach.

Trennung der Fasern. Beim Flachs ist die Verbindungslamelle viel schmaler. Man ersieht durch den Vergleich der drei Figuren 3 (Hanf), 4 (Flachs) und 5 (Jute) zugleich alle Formunterschiede, welche zwischen diesen drei wichtigen Fasern vorhanden sind: beim Flachs sind die Enden der einzelnen Bastfasern scharf zugespitzt, das Lumen ist ganz schmal linienförmig, im Querschnitte punktförmig; der Querschnitt der ganzen Faser ist poly-

gonal. Beim Hanf sind die Enden stumpf, manchmal sogar verzweigt, das Lumen ist breiter; der Querschnitt ist mehr abgerundet, zeigt ein spaltenförmiges Lumen und eine dicke Verbindungslamelle. Hanf und Flachs

Fig. 4.

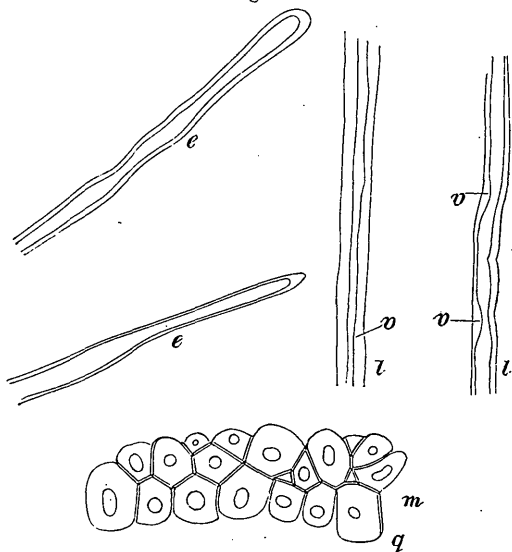


Flachsfasern. Querschnitte (*b*, *q*) und Mittelstücke (*l*), sowie ein Ende (*e*).
Vergr. 325 fach.

haben ferner im Gegensatze zur Jute die Eigenthümlichkeit, hie und da mit Querstreifen oder quergestellten Bruchlinien versehen zu sein, wodurch eine scheinbare Gliederung der Faser eintritt, welche der Jute vollständig fehlt. Diese Gliederung ist nicht eine Folge der

mechanischen Bearbeitung der Fasern gelegentlich ihrer Isolirung, sondern schon in der Pflanze entstanden, und zwar, wie ich fand, in Folge des wechselnden und ungleichen Gewebedruckes.

Fig. 5.

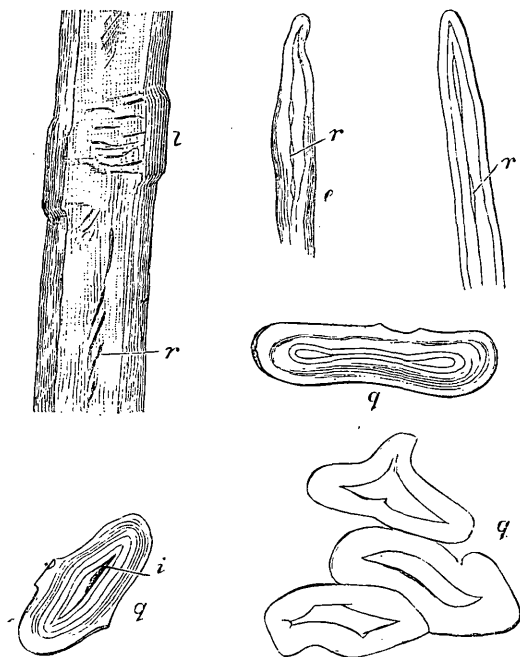


Jutefaser. Querschnitt (*q*), Mittelstücke (*l*), Enden (*e*).
Vergr. 325 fach.

Die Jute zeigt stumpfe weitleumige Enden, ein breites Lumen im Mitteltheile, das aber häufig Verengungen aufweist (Fig. 5 bei *v*), keine Gliederung; meist halb abgerundete, halb polygonale Querschnitte mit auffallender Verbindungslamelle und rundlichem Lumen.

Das Chinagras (oder Ramieh) ist eine ostindische Faser von ausgezeichneter Beschaffenheit, die aus ein-

Fig. 6.

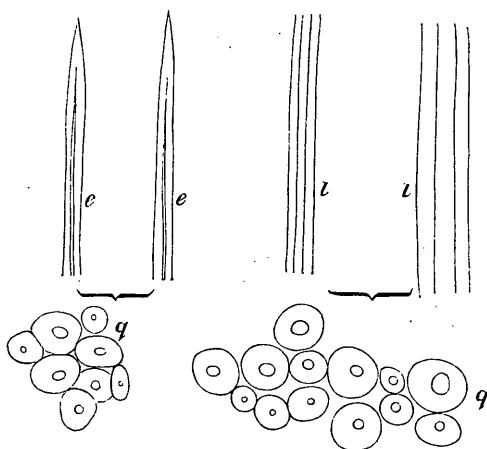


Chinagras (Ramieh). Querschnitte (*q*), Mittelstück (*l*), Enden (*e*).
Vergr. 325 fach.

zelenen Fasern von bis über 25 Centimeter Länge besteht; diese zeigen hiebei die beträchtliche Breite von bis 80 Tausendstelmillimeter (drei bis fünfmal so breit wie

Baumwolle, zweimal so breit als Jute, Hanf und Flachs); der eigenthümliche Querschnitt zeigt keine Verbindungslamelle und ein breit spaltenförmiges Lumen. Die Enden sind stumpf, die Mitteltheile zeigen zahlreiche Risse, Spalten (Fig. 6, *r*) und Querlinien etc.

Fig. 7.

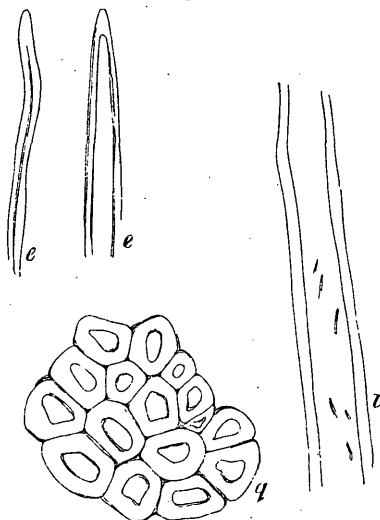


Neuseeländischer Flachs. Querschnitte (*q*), Mittelstücke (*l*),
Enden (*e*).
Vergr. 325fach.

Figur 7 zeigt uns die Fasern des neuseeländischen Flachses im Querschnitte und in der Längsansicht. Man ersieht daraus die auffallenden Unterschiede von den bisher betrachteten Fasern. Ebenso gibt uns Fig. 8 ein Bild von dem mikroskopischen Bau der Aloëhanffaser. Manilahanf und Pitehanf zeigen, was die Fasern anbe-

langt, genau dasselbe Bild wie Fig. 8, und es kann die sichere mikroskopische Unterscheidung von Aloë-, Manila- und Pitehanf nur dadurch geschehen, dass man darauf Rücksicht nimmt, dass letztere beide eigenthüm-

Fig. 8.



Aloëhanf. Querschnitte (*q*), Mittelstück (*z*), Enden (*e*).
Vergr. 325 fach.

liche accessorische Elemente besitzen, welche dem Aloëhanfe fehlen.

Soweit über die mikroskopischen Eigenschaften der Fasern, und nun zum Schlusse.

Wir haben in den unscheinbaren Fasern eine Menge von merkwürdigen Eigenschaften kennen gelernt und

eine Mannigfaltigkeit in der Beschaffenheit und Anwendung, die Demjenigen, der davon zum ersten Male hört, gewiss unerwartet kommt und sein Interesse gewiss im höchsten Grade anzuregen im Stande ist. Leider verbietet mir der beschränkte Raum, den betretenen Weg weiter zu verfolgen und nicht nur Eingehenderes über die Eigenschaften zu bringen, sondern noch weiters die technische, sociale und mercantile Bedeutung der Fasern zu beleuchten. Und es liessen sich auch ethische Studien und Betrachtungen über diese anknüpfen. In welch' bescheidener Art treten nicht die Fasern im alltäglichen Leben auf, und welch' enorme Bedeutung besitzen dieselben nicht im Leben nicht nur des Einzelnen, nicht nur weniger Völker, sondern der ganzen bewohnten Welt. Kaum ein nicht unmittelbar zur Existenz dienender Artikel greift so tief ein ins sociale Leben wie die Fasern; sie decken nicht nur buchstäblich die nackte Blösse desselben, sie helfen nicht nur geschlagene Wunden zu heilen, sondern sie nähren mittelbar Hunderttausende, ja Millionen von Menschen. Von dem Wachsthum der Baumwollfaser in Indien und in Nordamerika hängt das Gedeihen von Millionen civilisirter, aber armer Menschen ab, und eine missrathene Ernte würde Tod und Verderben in vielen blühenden Districten bedeuten.

Zum Glücke für die Menschheit ist die stets ausgleichende Mutter Natur immer bereit, selbst erzeugte Schäden auch wieder selbst zu heilen. Nicht nur die Verschiedenheit der Gegenden und die gegenseitige Entfernung derselben, wo die wichtigeren Fasern gewonnen

werden, sondern auch die grosse Mannigfaltigkeit dieser ermöglichen trotz Missernten eine continuirliche ernährende Beschäftigung des Menschen. Und die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Rohstoffe und speciell der Fasern drückt mit den Stempel dem Antlitze der Gegenwart auf! Welch' ein Gegensatz von heute zur Zeit vor 50 oder 100 Jahren! Welche Einförmigkeit damals in der Industrie, wie gering die Zahl von Rohstoffen und welche complicirte Mannigfaltigkeit heute!

Liebig hat vor längerer Zeit die Culturstufe der civilisirten Nation aus der Grösse des Seifenverbrauches zu beurtheilen versucht; ich glaube, wir sind gegenwärtig darüber hinaus und befinden uns in der Periode der tropischen Rohstoffe und können durch die Fülle und Mannigfaltigkeit dieser den Massstab an unsere Civilisation legen. Und kaum eine Gruppe von Rohstoffen ist dazu mehr geeignet als die der Fasern!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Höhnel Franz Xaver Rudolf Ritter von

Artikel/Article: [Ueber pflanzliche Faserstoffe. 707-739](#)