Die

Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und Baumwolle,

anatomisch, chemisch und technisch untersucht,

nebst

Beobachtungen über die Entwickelung der Bastzellen.

Von

Siegfried Reissek,

correspondirendem Mitgliede der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.

(Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 3. April 1851.)

(Tafel XLVI—LIX.)

Vorwort.

In vorliegender Arbeit, deren erster Theil bereits im November 1848 der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vorgelegt wurde, war ich bemüht, die benannten Fasergewebe von ihrer Entstehung, durch alle Stadien der Entwickelung und technischen Bearbeitung bis zur völligen Abnützung einer umfassenden Prüfung zu unterwerfen. Neben den wissenschaftlichen Ergebnissen, worunter die aufgedeckte Bildungsweise des Bastes von besonderem Interesse ist, haben sich auch manche praktische Resultate herausgestellt. Darauf gründen sich die Tabellen, welche zur qualitativen Prüfung des rohen und verarbeiteten Flachses und zur Unterscheidung der Flachs- und Baumwollfasern in Fabrikaten jeder Art, entworfen worden sind. Rücksichtlich der Güte des Flachses, welche von der Cultur und Bearbeitung des Leines abhängig ist, habe ich wohl die Winke unserer vorzüglichsten Schriftsteller, als Rüfin, Schubarth, Irlbeck, Kurtz, Breunlin, Morgenroth, Reider, Veit u. A., nicht übersehen, jedoch überall aus Autopsie das Urtheil festgestellt und auf die anatomische Grundlage basirt. Nur bei einigen neuesten Kunstproducten des Flachses habe ich

die anatomischen und chemischen Veränderungen der Flachsfaser nicht angeben können, weil die Bereitungsweise des Stoffes im Augenblicke nicht bekannt, oder doch nicht näher erprobt worden ist. Dahin gehört von Claussen's Verfahren, den Flachs in einen der Baumwolle ähnlichen, und wie diese, verspinnbaren Stoff zu verwandeln, so wie Slak's Erfindung, denselben in ein seideähnliches Product umzuwandeln. Hier wird sich aber die Lücke bald ausfüllen lassen. Ohne Zweifel hätte die Arbeit noch viel umfassendere Resultate geben müssen, wenn sie sich auf alle, allgemeiner verwendeten Fasergewebe erstreckt haben würde. Das Bedürfniss ihrer genaueren Kenntniss ist zu allgemein, als dass es hier nicht wiederholt angeregt werden sollte. Es wird bei späteren Untersuchungen der übrigen Fasergewebe an die vorliegenden angeknüpft werden können.

Über die Flachsfaser.

Tafeln XLVI — LIV.

I. Entwickelungsgeschichte, Bau und Zusammensetzung der Flachsfaser.

Die Entwickelung der Flachsfaser lässt sich nicht anders, als in Verbindung mit jener der umliegenden Gewebstheile erforschen. Um ihr Entstehen zu beobachten, muss man von der äussersten Stammspitze ausgehen, wo noch keine entwickelten Internodien, kein Chlorophyll vorhanden sind, und die Blätter als unscheinbare Wärzchen auftreten. Steigt man von hier aus zur Wurzel hinab, so lassen sich an jedem erwachsenen Stengel alle Entwickelungsstufen übersehen. Nimmt man einen halb ausgewachsenen Stengel, in dem Ausbildungsgrade, wie Taf. XLVI, Fig. I, darstellt, so bezeichnen die Punkte *a*, *a'*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* ungefähr die Stellen, wo man die verschiedenen Entwickelungsstufen der Faser und des übrigen Gewebes antrifft. Bei *a* ist das Erscheinen der Faser wahrnehmbar, bei *f* ist dieselbe fast ausgebildet, bei *b*, *c*, *d*, *e* sind die Mittelstufen zu finden. In der folgenden Darstellung wird bei jeder Entwickelungsstufe auf die hier bezeichnete, entsprechende Stelle des Stammes hingewiesen werden. Man pflegt sonst bei Beschreibung einer Entwickelungsphase des Stammes das Internodium durch Zählung zu bestimmen. Dies ist beim Leine nicht wohl anwendbar, weil er in der Zahl der Internodien zu stark variirt.

Um ein befriedigendes Resultat zu erhalten, wurde die Entwickelungsgeschichte zuvörderst an Pflanzen verfolgt, die in einem mässig fruchtbaren Boden erzogen und ohne weitere Pflege sich selbst überlassen waren, um eine freie und naturgemässe Entfaltung zu erzielen. Zunächst wurden dann Pflanzen aus verschiedenen Bodenarten vergleichend untersucht. Daraus ergab sich, neben der Kenntniss der charakteristischen und typischen Bildung, auch jene der vielen und mitunter bedeutenden Abweichungen, welche zur Begründung des technischen Theiles von Wichtigkeit sind.

Zur besseren Übersicht der Entwickelungsgeschichte kann man mehrere Stadien unterscheiden.

Erstes Stadium.

Das jüngste Stammgewebe des Leines, wie man es in der äussersten Stengelspitze antrifft, besteht durchweg aus einem ziemlich gleichförmigen, dichten Parenchym, ohne Gefässe und Interzellulargänge. Die anfangs rundlichen Zellen gehen bald in gestreckte über. Bei schärferer Betrachtung kann man selbst im sehr jungen Zustande nach der etwas abweichenden Gestaltung der Zellen drei Schichten unterscheiden: die vereinigte Rinden- und Cambiumschichte, welche aus den kürzesten und verhältnissmässig kleinsten Zellen gebildet ist; die Holzschichte, welche aus längeren, aber etwas engeren Zellen besteht; das Mark, welches aus den weitesten Zellen zusammengesetzt ist. Von langgestreckten Zellen, welche allenfalls in der Rindenschichte oder an derselben lägen, und die künftigen Bastzellen bilden, bemerkt man im jüngsten Zustande keine Spur.

Zweites Stadium.

Sobald die Blätter, die zuerst als unbedeutende Erhöhungen des Rindenparenchyms erscheinen, merkbarer hervortreten, nimmt man auch deutliche Veränderungen im Stammgewebe wahr. Diese bestehen:

1. In der schärferen Ausprägung und Sonderung der Rinde, des Holzes und Markes. 2. In der Bildung von Gefässbündeln an der inneren Grenze des Holzes. 3. In dem Auftreten von Interzellulargängen im innersten Theile der Rinde. Meistentheils sind schon mehrere, sehr gestreckte und schmale Interzellulargänge in dem tieferen Theile der Rinde, gewöhnlich zwischen der fünften bis siebenten Zelllage vorhanden, wenn die Gefässbündel kaum noch in der Anlage sind. In Fig. III [1]) ist ein Längendurchschnitt aus diesem Stadium, wo die Bildung der Interzellulargänge begonnen. Er entspricht dem Punkte *a* in Fig. I; *A*, Rinde, *C*, innerster Theil derselben, der sich später zum Cambium heranbildet, *B*, Interzellulargang, *D*, Holz. In der Regel trifft man bei der Beschaffenheit der Schichten, wie sie vorliegende Figur zeigt, schon zahlreiche Interzellulargänge an, welche bis in den obersten Theil der Stammspitze, wo die Sonderung der Schichten noch undeutlich ist, sich erstrecken und in eben dem Masse, als der Stamm fortwächst, an Zahl und Länge zunehmen. Sie sind in der Mitte am weitesten und laufen nach beiden Enden spitz aus. Die unbedeutend gestreckten, oder hier und da noch rundlichen Zellen der Rinde, *A*, führen einen feinkörnigen Inhalt, welcher aus Amylum und Proteinkörnern besteht. Um diesen Inhalt bildet sich allmählich Chlorophyll, die Körner werden aufgelöst und liefern die Substanz für das Chlorophyll. Die Rinde wird von einer einfachen Lage etwas weiterer, an ihrem freien Theile convexer, mit einer mässigen Cuticula versehener Epidermiszellen bedeckt, die einen sparsamen körnigen Inhalt führen. Das Cambium, *C*, ist von der Rinde im Baue nicht verschieden, die Interzellulargänge, *B*, bezeichnen die Grenze beider. Das Holz, *D*, besteht aus etwas engeren und längeren Zellen, welche einen gallertigen, homogenen Inhalt führen (Protoplasma M o h l's), der früher die Zelle ganz ausfüllte, jetzt aber durch Aufnahme von Flüssigkeit in sein Inneres Vacuolen enthält. Diese Vacuolen, *h*, sind mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt und scharf umschrieben, so dass man sie bei oberflächlicher Betrachtung leicht für Tochterzellen halten könnte, wie dies auch von mehreren Beobachtern bei anderen Pflanzen geschehen. Anfangs sind die Vacuolen sphärisch, später länglich; zuletzt, wenn sie sich stark vergrössern und die gallertige Füllungsmasse nach und nach durch Auflösung verschwindet, verfliessen oft mehrere in einander. Endlich verschwinden sie, bei vollständiger Auflösung des Protoplasma, ganz, und auf Kosten desselben bilden sich im wässerigen Inhalte der Zelle Körnchen. Diese Metamorphose ist überall, wo die gallertige Füllungsmasse auftritt, zu finden, ich habe dieselbe und das merkwürdige Verhältniss, welches sie bei den Fadenpilzen zu der einschliessenden Zelle und der Zellbildung im Allgemeinen hat, schon früher beschrieben [2]).

Drittes Stadium.

Wenn die Interzellulargänge zwischen Rinde und Cambium eine beträchtliche Länge erreicht haben, und keine weitere Ausdehnung mehr erfahren, so schlägt sich an den Wandungen derselben, welche von den umschliessenden Zellen gebildet werden, eine dünne Schichte Cellulose in Gestalt einer Membran nieder, welche den ganzen Interzellulargang auskleidet. Der Zeitpunkt für die Membranbildung tritt ein, wenn der Interzellulargang, wie bemerkt, seine volle Grösse erreicht hat. Gewöhnlich ist derselbe über 100 Mal, oft 200—300 Mal länger als die umgebenden Zellen. Auf der Entwickelungsstufe, Fig. III, ist die Membran meistentheils schon in der Bildung begriffen, jedoch anfänglich, wegen der grossen Zartheit und innigen Verbindung mit den Nachbarzellen, schwer zu erkennen. Sie verhält sich dann wie zartwandige Milchgefässe. Durch kurze Maceration, oder durch Behandlung mit einer verdünnten Kalilösung (1 Theil auf 8 Theile Wasser) lässt sie sich, wie bei jungen Milchgefässen, deutlich machen.

Die Membran, welche den Interzellulargang auskleidet, muss natürlich die Gestalt desselben annehmen, und eine Röhre oder langgestreckte Zelle bilden. Da die Interzellulargänge gewöhnlich in der Mitte am weitesten sind, und nach beiden Enden sich zuspitzen, so erhält auch die gebildete Zelle eine verlängerte, spindelförmige Gestalt.

---

[1]) Alle folgenden Abbildungen, mit Ausnahme derer, wo es besonders bemerkt wurde, sind bei 400maliger Vergrösserung dargestellt.

[2]) Endophyten der Pflanzenzelle. H a i d i n g e r Naturw. Abhandl. I. Bd. 1846.

Während sich die Interzellulargänge mit Membranen auskleiden, schreitet nichts desto weniger die Bildung neuer Interzellulargänge zwischen den vorhandenen, bis zu einem gewissen Grade, fort. Es bilden sich zwischen den auskleidenden Membranen der älteren Gänge und zwischen den Wänden der anstossenden Zellen des Gewebes neue Interzellulargänge, welche ebenfalls eine Membran in ihrem Innern erzeugen. So kommt es, dass man später eine besondere Schichte von langgestreckten, röhrenförmigen Zellen zwischen Rinde und Cambium antrifft, welche in Interzellulargängen entstanden sind. Diese Zellen nehmen die Stelle ein, welche der künftige Bast inne hat, und die Untersuchung erweist, dass sie sich wirklich zu Bastzellen entwickeln. Die Bastzellen des Leines sind also Zellen, welche frei in Interzellulargängen zwischen Rinde und Cambium sich bilden, und durch Absetzung von Cellulose in Gestalt einer die Wand des Interzellularganges auskleidenden Membran entstehen[1]).

Die Bildung der Membran erklärt sich aus der Beobachtung leicht. Der Interzellulargang ist mit flüssigem Inhalte erfüllt, welcher gleiche Beschaffenheit mit dem Inhalte der Nachbarzellen besitzt, und Dextrin als bildungsfähigen Stoff aufgelöst enthält. Es kann sich daher, so wie im übrigen Gewebe, auch in der Höhlung des Interzellularganges, die aus Cellulose bestehende Membran um so leichter bilden, da durch Endosmose und Exosmose beständiger Stoffwechsel vermittelt wird. Ist die Zelle im Interzellulargange entstanden, so erfolgt auch die weitere Entwickelung derselben, die Ablagerung von secundären Schichten in ihrem Innern auf gleiche Weise, wie in den gewöhnlichen Gewebszellen.

Auf jener Stufe, wo die Bastzellen schon grösstentheils gebildet, aber noch zart, dünn und schwer zu erkennen sind, und einen wässerigen, durchsichtigen Inhalt führen, stellt sich der Querdurchschnitt des Stammes wie in Fig. II dar (50 Mal vergrössert). Er entspricht dem Punkte *a'* in Fig. I. *A*, die vereinigte Rinden- und Cambiumschichte, welche in ihrem Innern die Bastzellen führt; *D*, das Holz, welches nach innen zu einen Kreis von jungen Gefässbündeln zeigt; *E*, das Mark; *b* der Ansatz einer Axillarknospe. In Fig. IV ist ein Stück aus diesem Durchschnitte mehr vergrössert (400 Mal). *A*, Rinde, man bemerkt im Verhältniss zur früheren Stufe, dass sich das Chlorophyll fortgebildet hat, aber noch keine deutlichen Kügelchen zeigt, auch noch Reste des feinkörnigen Amyluminhaltes vorhanden sind. Die Epidermis ist deutlicher abgesetzt. *C*, das Cambium, es besteht aus dünnwandigen Zellen, deren Inhalt wie früher beschaffen ist. Zwischen Rinde und Cambium, und theilweise auch zwischen den äusseren Cambiumzellen, liegen die Bastzellen. Sie sind in diesem Stadium am Querdurchschnitte in der Gestalt äusserst schwer, oft gar nicht von den Cambiumzellen zu unterscheiden. Bei Abzählung der Zelllagen, wobei in der Regel 5—6 Lagen für die Rinde und 3 für das Cambium entfallen, kann man sich jedoch von ihrer Anwesenheit, Lage und Gestalt leicht überzeugen. *D*, das Holz, welches in dem innersten Theile bei *g* einen unausgebildeten Gefässbündel zeigt. Die Holzzellen haben ihre gallertartige Füllungsmasse, die sie besassen, eingebüsst und zeigen einen sparsamen, sehr feinkörnigen, auf Kosten des aufgelösten Protoplasma gebildeten Inhalt. *E*, das Mark, bei *i* ein kleiner Interzellularraum desselben, wie sie hier und da sich vorfinden. Die Markzellen gehen in das Holz allmählich über, und erweitern sich nach innen zu immer mehr. Sie enthalten feinkörniges, unvollkommenes Amylum, welches sich durch Jod nicht bläut, sondern vergilbt, aber beim Grösserwerden der Körner, wie man es in der Rinde sieht, sich allmählich bläulich färbt, so dass vom Gelb zum Blau sich alle Uebergänge finden. Um das Amylum bildet sich ein schwaches Chlorophyll. Ausserdem führen die Markzellen unvollkommene Cytoblasten und Zellschläuche, *p*. Die Zellschläuche entstehen durch Verdichtung und Gerinnung des schleimigen, proteinhaltigen Inhaltes um die Körnerklumpen. Zwischen ihnen und den Cytoblasten findet man Uebergänge. Durch Wasserzugabe, besonders durch starkes Begiessen abgewelkter Pflanzen, lassen sie sich in Menge erzeugen, so wie sie auch im Freien bei den meisten Phanerogamen nach vorangegangener Trockenheit und nachfolgendem Regen entstehen, aber eben so schnell in den meisten Fällen vorübergehen.

[1]) Dieses Resultat wurde bereits in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vom 16. November 1848 mitgetheilt.

Viertes Stadium.

Wenn solchergestalt die Anlage des Bastes gebildet worden, so hält dessen Fortentwickelung mit jener des übrigen Gewebes gleichen Schritt. Die Bastzellen wachsen in die Länge und Breite, in gleichem Verhältnisse mit den umliegenden, begrenzenden Zellen der Rinde und des Cambiums. Ebenso durchgeht der Inhalt seine bestimmten Entwickelungsphasen. Die nächste, hervorstechende Entwickelungsstufe des Stammes, wie man sie in Fig. I, an dem Punkte *b* oder etwas unterhalb desselben findet, ist Fig. V—IX. In Fig. V (50 Mal vergrössert) ein Querdurchschnitt, Fig. VI ein Längsdurchschnitt des Stammes. Fig. IX ein Querdurchschnitt, stärker vergrössert (400 Mal). *A*, Rinde, *C*, Cambium, *D*, Holz, *E*, Mark, welche Bezeichnung auch für die folgenden Figuren gilt. Die Gefässbündel an der inneren Grenze des Holzes sind ausgebildet. Das Mark enthält zerstreute Höhlungen, *h*, welche meist an der Stelle früherer Zwischenzellenräume, durch Zerreissen und Zusammenfallen der umgebenden Zellen entstehen, welche beim Anwachsen der übrigen Gewebstheile nicht mehr sich vergrössern und den flüssigen Inhalt verlieren. Die Höhlungen fliessen später in einander und vereinigen sich zu einer einzigen, grossen Markhöhle, welche schon längere Zeit, bevor noch die äusseren Schichten zur Ausbildung gekommen sind, den inneren Raum des Stammes einnimmt, und ohne Unterbrechung denselben durchzieht. Das Mark erreicht um die Zeit, wo grössere Hohlräume in demselben entstanden sind, den höchsten Grad der Ausbildung, seine Zellen verdicken sich von nun an nicht mehr, nur die äussersten, dem Holze anliegenden Zellen erfahren späterhin noch eine geringe Verdickung ihrer Membran.

Die Schichten des Stammes haben auf dieser Stufe folgende Veränderungen erlittten, Fig. VI, IX. Alle Zellen haben sich um das Doppelte vergrössert. Die Rinde enthält, mit Ausnahme der Epidermis, deren Inhalt ziemlich gleich geblieben, ausgebildeteres Chlorophyll, welches besonders in den mittleren Zelllagen sich zu Kügelchen differenzirt hat. Die Kügelchen sind jedoch meistentheils noch blassgrün, auch nicht völlig isolirt und scharf begrenzt. Die Bastzellen haben an Länge und Weite gewonnen, die Membran erscheint noch dünn und gleichförmig. An die Stelle des klaren, flüssigen Inhaltes, welcher früher in den Interzellulargängen und den sich bildenden Bastzellen vorhanden war, ist ein reichlicher feinkörniger Inhalt getreten, welcher diesen Zellen ganz das Aussehen von Milchgefässen ertheilt. In den jüngeren Bastzellen (wie in der mittleren bei *B* in Fig. VI) ist dieser Inhalt sparsamer, in den älteren (wie in den äusseren in Fig. VI) dichter und gröber, auch bemerkt man hier, dass sich einzelne der Körnchen zu winzigen Zellchen ausgebildet haben. Dies geschieht, indem die Körnchen durch Aufnahme von Flüssigkeit in das Innere sich höhlen und ihre äussere, die Höhlung umgebende Substanz zur Membran sich differenzirt. Die Bastzellen bilden keine gleichdicke und gleichmässig zwischen Rinde und Cambium ausgebreitete Schichte, sondern die Bastschichte ist häufig unterbrochen, besonders in mageren Leinpflanzen. Sie besteht an manchen Stellen aus 4—5, an manchen nur aus einer einzigen Lage von Zellen. In der Regel jedoch bildet eine 3—4fache Zellenlage den Bast.

Die ungleiche Dicke und stellenweise Unterbrechung der Bastschichte erklärt sich durch ihre Entstehung aus Interzellulargängen. Im Querdurchschnitte erscheinen die Bastzellen meist unregelmässig und ein wenig ausgebuchtet, Fig. IX, *B*, woran ebenfalls der ungleiche Durchmesser der Interzellularräume Schuld ist. Die Bastzelle besteht, so wie bei ihrem Erscheinen, aus reiner Cellulose. Davon überzeugt man sich leicht durch die bekannte Behandlungsweise mit Jod und Schwefelsäure (4 Theile auf 1 Theil Wasser), wodurch sich die Membran schön blau färbt. Der Inhalt der Bastzelle färbt sich durch Jod dunkelgelb und scheint viel Dextrin zu enthalten. Da sich derselbe nicht isoliren lässt, so kann man auch keine besondere chemische Prüfung damit vornehmen.

Die Cambiumzellen haben einen, vom früheren Stadium wenig abweichenden Inhalt. Hier und da bemerkt man eine unbedeutende Vergrünung desselben und Bildung von ungefärbten, sehr durchsichtigen Cytoblasten, welche in der Jugend durch einige Schleimfädchen der Membran anhängen. Die Holzzellen

verdicken sich, ohne noch deutliche Tüpfel zu bilden. Bisweilen eilen einzelne Holzzellen in der Verdickung voran. Der Inhalt aller Holzzellen ist sparsam feinkörnig, wie auf der früheren Stufe. Die Gefässbündel sind ausgebildet und enthalten Spiralgefässe. Der braune, dunkle Ring, den die Spiralgefässe am Querdurchschnitte zeigen, wird durch die mehrfach über einander liegenden Windungen der Spiralfaser verursacht. Die Markzellen, welche ziemlich allmählich in das Holz übergehen, sind etwas grösser geworden, und schliessen ein ausgebildeteres Chlorophyll ein, welches hier und da zu Kügelchen sich formt, die aber kleiner und blasser sind, als in der Rinde. Wie früher, zeigen die Markzellen auch jetzt, mehr oder minder vollkommene, oft rudimentäre Zellschläuche, Fig. IX, *p*, *p*. Oft entstehen die Zellschläuche um die ausgebildeten Chlorophyllkügelchen.

Zur Vervollständigung der anatomischen Details dieses Stadiums, ist in Fig. VII ein stärkerer Gefässbündel des Holzes dargestellt. Dieser besteht beim Lein, in der Jugend wie im Alter, fast nur aus Spiralgefässen, ohne begleitende und umschliessende besondere Zelllage. Nach unten liegen die Markzellen, *E*, nach oben die Holzzellen, welche ihn begrenzen. Oft sind die Gefässbündel mehr in das Holz gerückt und allseitig von demselben umschlossen, die umgebenden Zellen zeigen aber, den etwas geringeren Durchmesser abgerechnet, keine Verschiedenheit von den übrigen Holzzellen. In Fig. VIII ist der Durchschnitt einer Spaltöffnung des Stengels zu sehen. In Fig. X das Stück einer losgetrennten Bastzelle, an welcher sich die charakteristische, allmähliche Verschmälerung und Zuspitzung wahrnehmen lässt. Die Bastzellen lassen sich schon in diesem Stadium bei einiger Vorsicht leicht von dem umliegenden Gewebe abtrennen, da ihr Zusammenhang, obgleich ein ziemlich vollständiger, dennoch kein sehr inniger ist. Aus diesem Verhalten drängt sich, auch ohne Rücksicht auf die Entwickelungsweise, die Vermuthung auf, dass die Bastzelle keine, mit dem umliegenden Gewebe gleichzeitig entstehende und gleichförmig auftretende Bildung sein möge, eine Vermuthung, welche sich durch die Entwickelungsgeschichte bestätigt.

Fünftes Stadium.

Dieses entspricht dem Punkte *c* in Fig. I. Das Stammgewebe verhält sich, wie der Querdurchschnitt, Fig. XI. Rinde, Cambium und Mark sind im Wesentlichen unverändert, ausser dass die Cuticula der Epidermis sich stärker verdickt, und das Chlorophyll der Rindenzellen unbedeutend sich fortgebildet hat. Die äusseren Zellen des Markes, dessen Inneres von grösseren Höhlungen durchsetzt wird, haben den früher angegebenen Inhalt. Man kann noch immer Übergangsformen vom Cytoblast zum Zellschlauch bemerken, bisweilen sieht man eine Bildung wie in *p* und *p'*. Es wachsen einzelne Cytoblasten *p*, zu sphärischen Zellen aus, *p'*, *p'*, welche fast die Grösse der Mutterzelle erreichen und sich oft an die Wand derselben anlegen. Der Inhalt der Cytoblastenzelle ist klar, die Membran äusserst zart. Diese Bildung ist eine zufällige und vorübergehende. Zufällig, weil sie nur hier und da, ohne die geringste Gesetzmässigkeit auftritt, und auf das fernere Verhalten der Markzellen auch keinerlei Einfluss übt. Cytoblastenzellen der beschriebenen Art sind überhaupt unwesentliche Bildungen, und man würde denselben bei weitem nicht den Einfluss auf die Gewebsgestaltung zugeschrieben haben und noch zuschreiben, wenn man auf ihr Vorkommen in Geweben, deren Zellen keine weitere Vermehrung erfahren, geachtet hätte.

Die Bastzellen verdicken sich in diesem Stadium sehr merklich. Die Verdickung geschieht gleichmässig, der Inhalt bleibt unverändert. Auch die Verdickung der Holzzellen nimmt zu und sie verlieren ihren gekörnten Inhalt.

Eine etwas höhere Entwickelungsstufe ist Fig. XII. Sie macht den Übergang zu Fig. XIII und stammt aus einem mageren, schwachen Stengel, daher die Abweichung im Baue erklärlich. Die Rinde zeigt zwei Interzellularräume. Solche kommen, obwohl selten, auch schon früher vor. Mit zunehmendem Alter vergrössern sie sich. Die Bastschichte ist unterbrochen, und besteht an verschiedenen Punkten aus 1—3 Lagen von Zellen, nach links zu sieht man einen walzlichen Bastbündel. An der Unterbrechungsstelle des Bastes communiziren Rinde und Cambium. Oft bemerkt man, selbst bei kräftigen Pflanzen, im Umfange des

Stengels 10—20 Unterbrechungen der Bastschichte, noch häufiger aber Stellen, wo nur eine einzige Lage von Bastzellen vorhanden ist. Im Allgemeinen kann man die verschiedene und abwechselnde Mächtigkeit der Bastschichte als Regel aussprechen, und es wird sich später herausstellen, von welch' grossem Vortheile diese Eigenthümlichkeit des Bastes für die leichtere Gewinnung und Bearbeitung der Faser ist. Die Verdickung der Fasern auf vorliegender Entwickelungsstufe ist bedeutend, doch nimmt man noch keine ausgesprochene Schichtung der Wand wahr.

Sechstes Stadium.

Diese Entwickelungsstufe ist auf dem Punkte *d* in Fig. I zu treffen. Der Querdurchschnitt des Stammes zeigt sich wie Fig. XIII, der Längendurchschnitt wie Fig. XVI. Dieses Stadium charakterisirt sich hauptsächlich durch den Abschluss in der Grössenzunahme aller Zellen, nächstdem durch die vollendete Ausbildung des Chlorophylls der Rinde, und schärfere Umschreibung der Stengelhöhlung an der Stelle des verschwindenden Markes. Die Epidermiszellen, deren Cuticula das Maximum ihrer Verdickung erreicht hat, führen wie früher, sparsamen, feinkörnigen Inhalt, stellenweise mit einem Anfluge von Chlorophyll. Die Rindenzellen enthalten ausgebildete, vollkommene, fast homogene Chlorophyllkügelchen, welche zum grössten Theile noch der Wand anhängen. Sie liegen in dem jetzt erweiterten Zellraume lockerer und zerstreuter, als es früher der Fall gewesen, und haben, nebst scharf abgegrenzter Gestalt, die grösste Intensität der Farbe erreicht. In der innersten Zelllage der Rinde ist das Chlorophyll gewöhnlich unvollkommener. Die Bastzellen sind erweitert und mächtig verdickt, so dass nahezu die Hälfte des Lumens von der Verdickung ausgefüllt wird. Zugleich lassen sich am Querdurchschnitte die Schichten deutlicher noch als am Längenschnitte erkennen. Meistentheils sind ihrer drei bis vier. Der Inhalt ist wie im früheren Stadium beschaffen, doch vergrössern sich seine Körnchen mit zunehmendem Durchmesser der Bastzelle. Meistentheils sind sie farblos, die grösseren haben bisweilen einen zarten, gelblich grünen Anflug, wie bei entstehendem Chlorophylle. Zwischen den Körnchen finden sich zahlreich die oben beschriebenen, aus denselben entstehenden Zellchen. In den meisten Bastzellen ist die Körnermasse in mehrere Partien vertheilt, und an den Unterbrechungsstellen bloss flüssiger, klarer Inhalt vorhanden. Mitunter finden sich auch Bastzellen vor, die mit Körnern vollständig erfüllt sind. Die Bastzellen hängen sehr selten an allen Punkten ihrer Oberfläche unter sich zusammen, sondern erzeugen, vermöge der abgerundeten oder gefurchten Oberfläche und der oft vorkommenden Einschnürungen, zahlreiche, kleine Interzellulargänge. In kräftigen und üppigen Leinpflanzen findet man die Interzellulargänge viel sparsamer, als in mageren Exemplaren, die eine dünne und sehr unterbrochene Bastschichte besitzen. Sie sind sowohl am Querdurchschnitte, Fig. XIII, als am Längendurchschnitte, Fig. XVI, zu bemerken. Die Zwischenzellengänge, vereint mit der geringen Innigkeit der Verbindung an den Berührungspunkten, sind die Hauptursache, dass sich die Bastzellen in diesem und allen folgenden Stadien, so wie auch im erwachsenen, trockenen Stengel mit solcher Leichtigkeit trennen lassen. Die Zwischenzellengänge führen, wie die Bastzellen, einen gummigen Inhalt, welcher bis zur vollendeten Ausbildung der Faser sich erhält, und derselben zumeist die Geschmeidigkeit verleiht, wodurch sich eine gute Leinfaser auszeichnet.

Wir sahen schon früher, dass sich die Bastzellen ungleichzeitig bilden, obgleich sie in der Regel später, wenn die ganze Bastschichte angelegt ist, in dem Grade ihrer Ausbildung nicht auffallend von einander abweichen. Doch bemerkt man auf dieser und den folgenden Stufen, wo die Verdickung der Membran bedeutend zugenommen hat, nicht selten sehr deutlich die ungleiche Ausbildung neben einander liegender Bastzellen. So ist dies in Fig. XIV, fig. 1, zu sehen, bei *a* zeigt sich die geringste, bei *b* eine stärkere, bei *c* die stärkste Verdickung der Bastzellen, woraus man auf das Alter der Verdickung schliessen muss. Es erscheinen übrigens hier, wie in allen Querdurchschnitten, die Bastzellen desshalb von so ungleicher Weite, weil der Schnitt die Zellen in verschiedener Höhe trifft, daher solche, wo die Spitze getroffen wurde, auch sehr klein und enge sich darstellen. Bisweilen ist die Furchung der Bastzellen,

welche ihre ausgebuchtete Gestalt im Querdurchschnitte bedingt, so bedeutend, dass sie wie Fig. XIV, fig. 2 aussehen.

Die Wand der Bastzelle besteht auch in diesem Stadium, wie früher, aus reiner Cellulose und stimmt hierin mit den Rinden- und Cambiumzellen überein. In Fig. XV sind Zellen dargestellt, welche auf den Gehalt an Cellulose mit Jod und verdünnter Schwefelsäure geprüft wurden, in fig. 1, einige Rindenzellen, in fig. 2 eine Bastzelle. Der Inhalt beider färbt sich durch Jod bräunlich, zieht sich in Klümpchen zusammen, und wird durch Schwefelsäure nicht verändert. Die Rindenzellen quellen dabei etwas auf, und werden an den Verbindungsstellen aufgelockert, so dass sie sich bei einigem Drucke leicht isoliren lassen.

Die übrigen Stammschichten verhalten sich in diesem Stadium wie folgt: Die Cambiumzellen sind unverändert, ihr Inhalt hat einen unbedeutenden Anflug von Chlorophyll; die Holzzellen haben an Dicke bedeutend gewonnen und zeigen im Längendurchschnitte zahlreiche Tüpfelcanäle. Im Querdurchschnitte sind die Tüpfelcanäle um so schwieriger zu sehen, je dicker der Schnitt geführt wurde, und das Holz scheint aus gleichmässig verdickten Zellen zu bestehen. Die verdickten Wände der Holzzellen zeigen keine deutliche Schichtung. Das Mark ist zum grössten Theile geschwunden, die übrig gebliebene, nach Innen von den Resten der zerrissenen Zellen gebildete Markschichte hat mit Ausnahme des schwindenden, festen und flüssigen Inhaltes, die frühere Beschaffenheit.

Eine unbedeutend höhere Entwickelungsstufe, als die beschriebene, ist Fig. XVII. Sie entspricht dem Punkte *e* in Fig. I. Die Unregelmässigkeit in der Gestalt der Bastzellen und in der Dicke der Bastschichte tritt hier besonders deutlich hervor. Bemerkenswerth ist noch, dass die Chlorophyllkügelchen der Rinde den Culminationspunkt ihrer Ausbildung erreichen und sich aufzulösen beginnen. Es werden dabei auf Kosten der halbfesten Grundmasse der Chlorophyllkügelchen Körnchen aus denselben gebildet, und aus jedem Kügelchen differenziren sich beim Zerfallen desselben mehrere, oft viele solche Körnchen.

Siebentes Stadium.

In den folgenden Perioden schreitet die Erhärtung aller, namentlich der Holzschichte fort, ausserdem erleiden nur die Bastzellen und der Inhalt der Rinde und des Cambiums merkliche Veränderungen. Ehe wir zur Schilderung derselben schreiten, dürfte es zweckmässig sein, die verschiedenen und mitunter sehr abweichenden Gestalten der Bastzelle, welche schon im früheren Stadium in ziemlicher Entwickelung vorkommen, hier übersichtlich zusammen zu stellen. Es werden sich daraus die verschiedenen Abweichungen, welche wir an der ausgebildeten Bastzelle und an der verarbeiteten Flachsfaser antreffen, desto leichter erklären.

Man kann im Allgemeinen die Bastzelle auf der früheren Stufe als halb ausgebildet ansehen, weil die Verdickung der Membran, welche hier als massgebend erscheint, bereits zur Hälfte sich gebildet hat. Die normalen Bastzellen stellen sich isolirt wie Fig. XIX, fig. 1 (120 Mal vergrössert), fig. 2 (400 Mal vergrössert) dar. Im vollkommenen Zustande sind sie in der Mitte am dicksten, verschmälern sich nach beiden Enden allmählich und laufen in haarförmige Spitzen aus. Doch gibt es viele Abweichungen und Unregelmässigkeiten, wohin vornämlich stellenweise Auftreibungen und Knoten der Bastzelle gehören. An den meisten Bastzellen sind die Schichten, woraus die Wand besteht, angedeutet. Sie sind zahlreich, und treten desto deutlicher hervor, je stärker die Verdickung ist. Die Bastzelle erlangt dadurch ungefähr das Ansehen, als ob sie zarte Längsstreifen an der Oberfläche hätte, was aber nicht der Fall ist.

Unbedeutende, knotige Anschwellungen der Bastzelle trifft man häufig an. Fig. XIX, fig. 2, *a*, *a*. Auch früher schon in Fig. XVI, im Längendurchschnitte des Stengels, wurden solche sichtbar. Gewöhnlich sind die Knoten in unregelmässigen Abständen vertheilt. Bei Verfolgung der Bastzellen auf längeren Strecken im Gewebe, überzeugt man sich, dass diese Knoten dort entstehen, wo solche Verbindungsstellen von Rinden- oder Cambiumzellen sich befinden, oder ursprünglich befanden, welche etwas eingedrückt sind.

Die Bastzelle, die sich zwischen solchen Parenchymzellen im Interzellulargange bildet, wird in der Gestaltung der Oberfläche von den Nachbarzellen bedingt. Daraus erklärt sich auch das Vorkommen solcher Formen, wie Fig. XIX, fig. 5. Die Anzahl der Knoten und die Grösse ihrer Abstände entspricht der Zahl und Länge der Rindenzellen[1]). Bisweilen findet man in solchen Anschwellungen der Zelle, quer durch die verdickte Wand verlaufend, einen zarten, dunklen Streifen, Fig. XIX, fig 5 und 6, *a*, *a*. Auch ausserhalb der Knoten, in walzenförmigen Bastzellen, findet man solche Streifen, mitunter zahlreich, Fig. XX, fig. 1. Ohne Zweifel sind sie Tüpfelcanälen, welche sich später schliessen, vergleichbar, und nichts Anderes als kleine Querspalten und Hohlräume, welche die secundären Verdickungsschichten der Bastzelle durchsetzen. Dieselbe Erscheinung, jedoch in einem ungleich ausgebildeteren Grade, hat Schacht[2]) an den Holzzellen verschiedener Gewächse getroffen und vortrefflich beschrieben und abgebildet. Er hat ein ganzes System solcher Spalten entdeckt, welche in verschiedener Richtung gegen den Längendurchmesser der Zelle die Verdickungsschichten durchsetzen. Ähnliche Streifen erscheinen, wie wir später sehen werden, sehr oft an der verarbeiteten Faser, haben aber in einer mechanischen Ursache, in Zerrung, Drehung und Quetschung ihren Grund. Man muss desshalb auch bei Untersuchung der unausgebildeten Faser sorgsam verfahren, und bei der Trennung vom umgebenden Gewebe jede Zerrung vermeiden, um kein falsches Bild zu erhalten. Noch muss ich einer besonderen, mit der beschriebenen im äusseren Ansehen ziemlich übereinkommenden Bildung gedenken. Bisweilen scheinen bei Bildung der Interzellulargänge einzelne Zellreihen des umliegenden Gewebes so isolirt zu werden, dass sie frei in die Höhlung hineinragen. Diese Zellreihen werden später aufgelöst, während aber ihre Auflösung erfolgt, an der die Scheidewände zuerst Theil nehmen, schlägt sich eine Membran von Cellulose, als Anlage einer Bastzelle, im Innern der Zellreihe nieder, und die Reste der Querwände sind dann an der ausgebildeten Faser in ähnlicher Weise als Querstreifchen bemerkbar, wie wir solches in Fig. XIX, fig. 5, sahen. Auf diese Art bin ich wenigstens allein im Stande, eine Reihe von Bildungen zu erklären, welche ich leider nicht in allen Übergängen verfolgen konnte, weil sie selten und mehr zufällig sind. Und desshalb vermuthe ich sogar, dass sich im Zusammenhange mit dieser Bildung vielleicht der Übergang zwischen der Bastzelle dem Milchsaftgefässe und dem wahren Gefässe wird nachweisen lassen. Ich spreche diese Ansicht aus, ohne ihr ein weiteres Gewicht beizulegen, oder sie einem kritischen Urtheile aussetzen zu wollen.

Bisweilen findet man, durch die besondere Form des Interzellularganges veranlasst, Bastzellen, welche in der Mitte enger sind, Fig. XX, fig. 4, 5. Bisweilen solche wie Fig. XX, fig. 3. Hier ha sich bei *a* eine bedeutende Anschwellung gebildet und an beiden Enden derselben ist die Zelle sehr eng. Nicht selten haben die Bastzellen ungemein dünne, verlängerte, haarförmige Enden, Fig. XX, fig. 2, 3, welche von den Verdickungsschichten ganz ausgefüllt sind und keine Höhlung mehr erkennen lassen. Solche haarförmige Enden bilden sich in den engsten Theilen der Interzellulargänge, welche in Gewebsschnitten kaum deutlich werden, sie sind selbst im ausgebildeten Zustande um ein Mehrfaches enger, als der Durchmesser der jüngsten Gewebszellen, so dass man aus diesem Verhalten ohne Rücksicht auf die Entwickelungsgeschichte zu dem Schlusse geführt wird, dass die Bastzellen keine mit dem übrigen Parenchyme gleichzeitig auftretende Zellen sein mögen.

In der Regel ist die Verdickungsschichte der Bastzellen gleichmässig und ihre Begrenzungslinie parallel. Nur nach den verschmälerten, haarförmigen Enden hin convergiren dieselben. Die dünnen Haarspitzen werden auch meist früher von der Verdickungsschichte ausgefüllt, als der übrige Theil der Bastzelle.

---

[1]) Ähnliche Anschwellungen der Bastzellen kommen bei sehr vielen Pflanzen vor, und haben immer in der Form des Interzellularganges und in der angegebenen Entstehungsweise der Bastzelle ihren Grund. Meyen hat solche Bastfasern, welche jener des Leines nahe kommen, bei *Ceropegia aphylla* und *Hoya carnosa* dargestellt (Neues Syst. I. Tab. VI, Fig. 1—8). Ebenso ist an den bedeutenden Aussackungen der Bastzellen, wie sie z. B. Link von *Daphne Mezereum* abbildet (*Anat. plant.* I. Tab. VIII, Fig. 6), die Form des Interzellularganges, in dem sie entstehen, Schuld.

[2]) Botan. Zeit. 1850, p. 697, t. VII. Die ästigen Holzzellen, welche Schacht fig. 3, 4, 6 abbildet, haben, wie kaum zu zweifeln, gleiche Entstehung mit den Bastzellen.

Trotz diesem Normalbaue findet man doch nicht selten abweichende Bastzellen, von dem Ansehen Fig. XX, fig. 4, 5. Diese Formen werden durch die stellenweise übermässige Entwickelung der Verdickungsschichte und die endliche vollständige Verschliessung der Höhlung an mehreren Stellen hervorgebracht, fig. 4, *b*, *b*. Gewöhnlich ist dann, an denjenigen Punkten, wo die Schichten sich nicht berühren, ihre Oberfläche uneben. Besonders auffallend sind solche seltene Bastzellen wie fig. 5, wo durch stellenweise Ausfüllung des Lumens scheinbare Querscheidewände entstehen.

Wenn man den Inhalt der Bastzellen in diesem Stadium einer genaueren Untersuchung unterwirft, so findet man drei verschiedene Abweichungen, welche in Fig. XIX, XX zusammengestellt sind. In der Regel enthält der Inhalt, wie früher, eine ziemlich gleichförmige, feine, farblose Körnermasse, welche zerstreute Zellchen einschliesst, und gewöhnlich klümpchenweise in grösseren und kleineren Unterbrechungen die Höhlung der Bastzelle ausfüllt, Fig. XIX, fig. 2, 5. Bisweilen bekommt der körnige Inhalt einen Anflug von Chlorophyll, der in manchen Fällen so stark ist, dass sich die Körnchen wie in Fig. XIX, fig. 3, darstellen. Hier kann über die wahre Chlorophyllnatur derselben kein Zweifel obwalten. Bisweilen trifft man zwischen dem körnigen, ungefärbten Inhalte einige Chlorophyllkörner an, Fig. XIX, fig. 6 bei *c*. Die Entstehung dieser Chlorophyllkügelchen hängt wahrscheinlich mit dem Auftreten der Zellchen zwischen den Körnern zusammen. Der farblose sowohl, als der vergrünte Inhalt der Bastzelle färbt sich durch Jod gelbbraun, Fig. XIX, Fig. 4, letzterer etwas dunkler. Obwohl die Körnerklümpchen ungleich in der Höhlung vertheilt sind und keine umhüllende Membran besitzen, so kommen doch Fälle vor, wo sich rudimentäre Membranen ganz nach Art der Primordial- oder Zellschläuche um dieselben bilden, Fig. XIX, fig. 6, *p*, *p*. Hier durchzieht ein unregelmässig gefalteter und ausgesackter, stellenweise unterbrochener, löchriger Zellschlauch die Bastzelle. In ähnlicher Weise sind bisweilen kürzere, rudimentäre Schläuche oder Zellhautstücke zu sehen. Die Bildung des Zellschlauches ist eine für den Bestand und die weitere Entwickelung der Bastzelle ganz unwesentliche Erscheinung, und sie kann, wie wir oben bei den Markzellen gesehen, ebenfalls durch Wasserzugabe hervorgerufen werden. Doch liefert sie mit den übrigen Metamorphosen der Bastzelle den Beweis für die vollkommene Zellnatur derselben. Anderseits sehen wir daraus, dass man in ähnlichen Fällen auf das Vorhandensein einer schlauchigen Hülle um Körnerklumpen des Inhaltes kein besonderes Gewicht zu legen habe, dass es für die allgemeine Betrachtung unwesentlich ist, ob solche Zellschläuche vorkommen oder nicht. Überblickt man eine grössere Reihe von Entwickelungsstufen und abweichenden Formen, so überzeugt man sich oft, dass die Grenzen, innerhalb welcher viele Bildungen schwanken, nicht so enge gesteckt sind, und die Gegenwart oder Formverschiedenheit einer Bildung keine solche Bedeutung habe, als man ihr auf den ersten Blick beilegen möchte.

Achtes Stadium.

Die vorletzte Entwickelungsstufe des Stengelgewebes und der Bastschichte ist in Fig. XXI im Längendurchschnitte, in Fig. XXII im Querdurchschnitte dargestellt. Diese Stufe entspricht dem Punkte *f* in Fig. I. Das Gewebe ist seiner Vollendung nahe. Die Blätter fallen grossentheils ab, besonders wenn die Leinpflanzen dicht stehen. Die Epidermis beginnt sich zu lockern, die Cuticula zu verwittern, rauh und bräunlich zu werden. Die Interzellularräume der Rinde haben sich vergrössert. Das Chlorophyll zeigt deutlicher das früher beschriebene Zerfallen in Körner. Es tritt nun gewöhnlich eine Bildung von Chlorophyllzellen auf, indem sich um die Körner, welche auf Kosten der zerfallenden Chlorophyllkügelchen entstehen, eine zarte Membran bildet, Fig. XXIII. Es legen sich mehrere der secundären Chlorophyllkörnchen aneinander, fig. 1, um dieses Klümpchen entsteht aus dem umgebenden, bildungsfähigen Schleiminhalte der Rindenzelle ein Bläschen, fig. 2, 3. Meistens trifft man in den Rindenzellen solche Bläschen mit hüllenlosen Körnerklümpchen vermischt an. Die Höhlung der Bastzellen hat sich bis auf einen geringen Theil, welcher im Querdurchschnitte nur als dunkles Pünktchen erscheint, durch die Verdickungsschichten ausgefüllt. Ihr Inhalt ist sparsamer geworden, hat aber sonst die früheren Eigenschaften. Das Cambium

führt gewöhnlich, obwohl nicht ausschliessend, einen etwas chlorophyllhaltigen, feinkörnigen Inhalt, ziemlich übereinstimmend mit jenem der Rinde, auf seinen ersten Entwickelungsstufen, Fig. XXI. Die Körnchen ballen sich auch häufig in Klümpchen zusammen, obwohl ein Verfliessen derselben zu einem homogenen Korne und eine dadurch bedingte Bildung vollkommener Chlorophyllkügelchen, wie wir dies in der jungen Rinde sehen, selten erfolgt. Hier und da finden sich mässige, meist sphärische, ungeschichtete Amylumkörner vor, aber nur wenige in einer Zelle, und man kann die Entwickelungsstufen derselben, vom zartesten Korne an, verfolgen. Das Holz ist fester und trockener geworden, das übriggebliebene Mark faltig, vertrocknet und ohne festen Inhalt, nach innen wird es von den zerrissenen und zusammengefallenen Resten der ehemaligen tieferen Markschichte eingesäumt.

Befeuchtet man in diesem Stadium einen Gewebsschnitt mit Jodtinctur, so stellt sich derselbe wie Fig. XVIII dar. Der körnige Chlorophyllinhalt der Rinde und des Cambiums, so wie der Inhalt der Bastzellen bräunt sich, ebenso die Wände der Holzzellen. Insbesondere tritt bei den Bastzellen der Umriss der Höhlung, durch die Färbung des Inhaltes veranlasst, schärfer hervor, als im natürlichen Zustande. In vorstehender Figur ist nach rechts unten eine Bastzelle zu sehen, welche in der Ausbildung stark zurückgeblieben ist und eine noch ziemlich weite Höhlung zeigt. Auch die übrigen Bastzellen haben eine wenn gleich geringere Abweichung unter einander.

An den isolirten Bastfasern dieses Stadiums lässt sich, die Zunahme der Verdickung abgerechnet, der früher beschriebene Bau wahrnehmen. Einzelheiten, die auf dieser Stufe mitunter hinzukommen oder deutlicher erscheinen, sind folgende. Nicht selten zeigt sich eine sehr zarte, parallel-spiralige Streifung an der Oberfläche der Bastfaser, Fig. XXIV, fig. 1, 2. Ihre Entstehung ist schwer zu deuten, jedoch rühren die Streifen entschieden von keiner besonderen, die Bastzelle umkleidenden Spiralfaser her. Mit dieser Streifung darf eine andere nicht verwechselt werden, welche sich als ein eng gegittertes Netz wahrnehmen lässt, und im ausgezeichnetsten Grade bei den Bastzellen der Apocyneen und Asclepiadeen vorkommt. Diese letztere Streifung nimmt man an der unverletzten Bastfaser des Leines nicht wahr, sie erscheint jedoch sehr deutlich, wenn die Bastfaser stark gequetscht wird, Fig. XXIV, fig. 3. Der Untertheil der abgebildeten Bastfaser ist normal, und lässt nur parallele Längsstreifen als Andeutung der Verdickungsschichten wahrnehmen, der Obertheil ist gequetscht, *a, a,* und zeigt die gitterförmige Streifung. In der Deutung dieser Erscheinung schliesse ich mich der Ansicht Mohls [1]) an, welcher den Grund derselben in der ungleichen Dicke und Dichtigkeit der verschiedenen Theile einer zusammenhängenden Membran und ihrer Verdickungsschichten findet.

Bisweilen sind einzelne Verdickungsschichten deutlicher abgesetzt und schärfer gesondert, Fig. XXIV, fig. 2 und Fig. XXI in der äusseren Bastzelle. Diese Eigenthümlichkeit kommt auch im Baste anderer Pflanzen vor; bei der Nessel ist sie sehr ausgesprochen. Ebenso ist sie bei den gewöhnlichen, verdickten Gewebszellen seit länger bekannt [2]). Eine andere, seltenere Eigenthümlichkeit besteht in der auffallenden Dicke der Schichten, Fig. XXIV, fig. 4. Im trockenen, mageren Boden, bei dünnstehender Leinsaat trifft man sie am häufigsten.

Neuntes Stadium.

Bei vollkommener Ausbildung des Leines werden zuletzt die Höhlungen der Bastzelle ausgefüllt, so dass sie nicht mehr als Zelle, sondern als solide Faser erscheint, und der Ausdruck Bastfaser durch den Bau gerechtfertigt wird. Die Ausfüllung der Höhlung erfordert jedoch längere Zeit. Die Bastschichte der ganzen Pflanze ist sehr spät und dann erst vollendet, wenn die Samen längst ausgereift sind, die Blätter ganz oder grösstentheils sich abgelöst haben, der Stengel gelb oder bräunlich geworden ist und dem

---

[1]) Grundz. der Anat. u. Phys. der veget. Zelle, p. 21. Wahrscheinlich kommt diese Art der Streifung allen Bastzellen zu, tritt jedoch im normalen Zustande nicht immer deutlich genug hervor.

[2]) Meyen hat sie von Cycas revoluta, Cereus grandiflorus schön abgebildet.

Absterben sich nähert. Um die Zeit, wenn die Samenkapseln ihre volle Grösse erreichen, die Samen halbreif sind und aus dem milchigen in den festen Zustand übergehen, ist wohl der grössere Theil der Bastfasern ausgebildet, in dem oberen Theile des Stengels und in den Ästen ist aber die Entwickelung noch nicht vollendet. Die ausgebildeten Fasern haben um diese Zeit noch jene Weiche, Geschmeidigkeit und Glanz, welche für eine gute Faser charakteristisch sind; später, wenn die Kapseln sich öffnen, die Blätter grösstentheils abfallen, die Pflanze im Wachsthume stockt, verhärtet und vertrocknet, erhärtet auch die Faser allmählich, wird steifer, spröder und glanzloser. Zugleich wird die gegenseitige Verbindung der Fasern fester, weil das gummige Bindungsmittel derselben (Inhalt des ursprünglichen Interzellularganges) eintrocknet.

Um die volle Ausbildung des Bastes im ganzen Stengel zu erzielen, müsste demnach die Leinpflanze bis über die Samenreife und bis zum völligen Absterben im Boden belassen werden [1]). So lange darf aber die Pflanze, wenn die Güte der Faser erhalten werden soll, nicht im Boden verbleiben. Darum handelt es sich, den richtigen Zeitpunkt des Raufens so zu wählen, dass der grösste Theil der Fasern seine volle Ausbildung erlangt, dabei aber an Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Geschmeidigkeit nicht verloren hat. Der Zeitpunkt der vollständigen Ausbildung aller Fasern wäre für die Erzielung eines guten Flachses zu spät gewählt, obwohl dieser Zeitpunkt, wenn die Güte der Fasern durch Verbleiben im Stengel nicht verlöre, allerdings der passendste sein müsste.

Es ist somit unvermeidlich, dass man in dem geernteten Leine Fasern von verschiedener Ausbildung und Qualität erhält. Die obersten Fasern des Stengels sind unvollkommener, und können den unteren nur zufällig an Güte gleichkommen oder sie übertreffen, im Falle als der rechte Zeitpunkt des Raufens übersehen wurde. Hierzu gesellt sich noch der Umstand, dass gar nicht selten die in gleicher Höhe und neben einander liegenden Fasern des Stengels einen verschiedenen Grad der Ausbildung besitzen, der ihnen vermöge der ungleichzeitigen Entstehung zukommt. Je häufiger diese Ungleichmässigkeit vorkommt, desto mehr verliert die Qualität des Flachses.

Die chemische Beschaffenheit der ausgebildeten Faser ist dieselbe wie auf allen Entwickelungsstufen, sie besteht aus reiner Cellulose. Ihre Zusammensetzung ist nach den neuesten Untersuchungen von Mitscherlich [2]) C_{24} H_{21} O_{21}, wodurch die Angabe Mulder's, dass sie aus C_{12} H_{10} O_{10} bestehe, berichtigt wird.

Am Schlusse dieses Capitels sind einige historische Notizen über unsere Kenntnisse des Baues der Flachsfaser anzuführen. Leuwenhoek [3]), der Vater der Mikroskopie, war der erste, der die Flachsfaser untersuchte und beschrieb. Doch hat seine Untersuchung für den jetzigen Stand der Wissenschaft, bei der Mangelhaftigkeit der damaligen Hülfsmittel, kaum mehr als historischen Werth. Spätere Beobachter haben dem Gegenstande mindere Aufmerksamkeit geschenkt, so dass eine bessere Kenntniss erst verhältnissmässig spät erlangt wurde durch die 1822 entworfenen Abbildungen und Beschreibungen Fr. Bauer's, welche derselbe zu der Abhandlung Thomson's [4]) über die Gewebe an den ägyptischen Mumien gegeben hat. Bauer erkannte die röhrige Natur der Flachsfaser und die Form derselben schon so bestimmt, dass er im Stande war, Flachs- und Baumwollhaare jederzeit durch das Mikroskop zu unterscheiden. Auch nahm er zuerst wahr, dass die Flachsfaser durch alle Operationen der Bearbeitung, bis zur völligen Abnützung der Gewebe, nicht wesentlich verändert werde. Offenbar war seine Auffassung eine weit richtigere, als sie beim Anblicke der Zeichnungen scheint. Denn diese sind geradezu unbrauchbar. Die damals verbreitete Sucht, alle mikroskopischen Gegenstände körperlich darzustellen, Schatten und Lichter

---

[1]) Das Absterben ist hier in Bezug auf den Gipfeltrieb gemeint, denn der untere Theil des Stengels bildet unter günstigen Verhältnissen neue Triebe und erhält sich mehrere Jahre, wenn man die Pflanze überwintert.

[2]) Monatsberichte der königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. März 1850.

[3]) Philosoph. Transact. XII. 1678.

[4]) Nach den Ann. of Philos. mit Zusätzen in Liebig's u. Wöhler's Ann. der Chem. u. Pharmac. Bd. 69.

in kräftiger Manier anzubringen, hatte zur Folge, dass die dargestellten Bastfasern eher Grashalmen mit Gelenken und Einschnürungen gleichsehen, als röhrigen Zellen. Die knospenähnlichen Seitenanhänge der Fasern sind ganz naturwidrig. Auch sind die Höhlungen viel zu weit, und wenn die dargestellten Exemplare wirklich aus Mumien-Leinwand stammen und dort durchweg in dieser Gestalt vorkommen, so beweisen sie, dass die alten Ägypter entweder eine andere, als die heute gebräuchliche Leinsorte oder Leinart zogen, oder die Stengel viel früher ernteten, als es bei uns der Brauch ist. Besser sind die Zeichnungen Varley's[1]). Doch leiden auch sie an den Unzukömmlichkeiten der körperlichen Darstellung.

Nach Franz Bauer hat Meyen gründlicher als frühere Beobachter den Bau der Flachsfaser erforscht. Mehrere darauf bezügliche Notizen sind im Verlaufe mitgetheilt. Heut zu Tage ist der Gegenstand, da er jedem Forscher bei der Hand ist, und die mikroskopische Forschung sich aus den Kinderschuhen hervorgearbeitet hat, geläufig geworden. Es blieb nur die Entwickelungsgeschichte zu verfolgen übrig, und die zartesten Details, welche im Baue sich darbieten, zu erforschen, so wie der Zusammenhang der Entwickelungserscheinungen mit dem Baue der ausgebildeten Bastfaser. Dies habe ich im Vorstehenden vollständig zu geben versucht.

II. Veränderungen der Flachsfaser beim Rösten, Dörren, Brechen, Schlagen, Reiben, Schwingen und Hecheln.

Die Methoden, welche man zur Gewinnung der Bastfaser aus den geernteten Stengeln in Anwendung bringt, sind in verschiedenen Ländern verschieden. Sie üben indess auf die Veränderungen, denen der Stengel dabei unterliegt, keinen wesentlichen Einfluss. In der folgenden Darstellung sind die Veränderungen, welche sich bei der am meisten verbreiteten belgischen Methode ergeben, zu Grunde gelegt. An dieselbe schliesst sich die Erörterung der chemischen Röste und der Dampfröste, welche gegenwärtig entschiedene Oberhand gewonnen hat über die belgische Methode, und dieselbe ohne Zweifel in wenigen Jahren ganz verdrängen wird. Später, wenn über die Güte der Flachsfaser die Rede sein wird, soll der verschiedenen Methoden und ihres Einflusses auf die Güte der Faser nochmals gedacht werden.

Der Zweck der Röste besteht darin, einen Gährungsprocess im Gewebe des Leinstengels einzuleiten, dadurch die Verbindung, welche die Bastschichte einerseits mit der Rinde, anderseits mit dem Holze vermittelst des Cambiums besitzt, zu lockern und zu zerstören, um die Trennung des Bastes leichter bewerkstelligen zu können[2]). Verfolgt man den Process, welcher sich bei der gemischten Röste darbietet, so bemerkt man Folgendes: Kurze Zeit darauf, nachdem die Leinstengel ins Wasser gebracht worden sind, worin sie die Röste zu überstehen haben, beginnt der Inhalt der Rinden- und Cambiumzellen, welcher wie wir früher gesehen Chlorophyll führt, zersetzt zu werden, etwas später werden auch die Zellen mürbe, lockern und lösen sich zuletzt bei längerem Verweilen im Wasser theilweise auf. Da die Zellen des Cambiums und des inneren Rindentheiles die dünnsten sind, so werden sie zuerst angegriffen. Daher lockert sich der Zusammenhang des Bastes und Holzes am frühesten. Hierzu trägt die scharfe Abgrenzung des Cambiums und der Holzschichte wesentlich bei.

Der Bast lässt sich bei eingeleiteter Röste an dem unteren Theile des Stengels stets früher und leichter von den anliegenden Schichten trennen, als am oberen. Die Ursache davon ist, weil das Cambium und die Rinde in dem untersten, ausgebildetsten Theile des Stengels durch Überreife bereits an Festigkeit verloren, und die Zellen mürbe geworden sind. Das Holz widersteht der Einwirkung des Wassers am längsten und um die Zeit, wenn sich die Bastschichte in der ganzen Länge des Stengels leicht ablösen

---

[1]) A. a. O. tab. IV.

[2]) Die Verbindungsart der Schichten haben wir oben kennen gelernt. Es ist schwer begreiflich, wie die, jeder anatomischen Wahrnehmung widerstreitende, empirisch rohe Ansicht entstehen konnte, dass die Schichten des Lein- und Hanfstengels durch einen Firniss von Pflanzenleim, Harz und Gummi zusammenhängen, welche Ansicht sogar in die besten Bücher, wie Liebig's, Wöhler' sund Poggendorff's Handwörterbuch der Chemie aufgenommen ist.

lässt — der Zeitpunkt der vollendeten Röste — ist bloss die ursprüngliche Membran der Holzzellen an den unverdickten Stellen mürbe geworden, was zur Folge hat, dass der Holzkörper leichter als im frischen Zustande zerbrochen werden kann.

Der körnige Inhalt der Rinde und des Cambiums, insbesondere das Chlorophyll, wird bei der Röste zersetzt, bräunt sich und zwar um so stärker, je länger die Röste gedauert. Bei zu langer Röste, wenn endlich die Fäule eintritt, die Rinden- und Cambiumzellen mehr und mehr sich auflösen und in eine schmierige Masse übergehen, bräunt sich auch der körnige Inhalt immer stärker, legt sich aber zugleich mit den übrigen Zellresten inniger an die Bastschichte und verunreinigt dieselbe. Die Bastfasern werden bei einer über Gebühr andauernden Röste nicht allein viel dunkler und schmutziger, sondern es wird auch ihre spätere Reinigung bedeutend erschwert. Auch verlieren die Fasern an Güte, indem sich die Gährung bald in ihrem Innern einstellt und sie mürbe, glanzlos und missfärbig macht.

Werden die Leinstengel aus der Wasserröste in die Thauröste und Vorbleiche gebracht, so erhöht sich ihre verminderte Zähigkeit in den ersten Tagen wieder, weil der wässrige Gehalt sich vermindert. Nach und nach wird die Rinde und der Überrest des Cambiums morsch, rissig, so dass sich die Bastfaser, beim Reiben mit den Fingern, vollständig vom Holze abtrennt. Je grösser die Rissigkeit der umliegenden Zellen, desto leichter die Ablösbarkeit der Bastschichte. Zuletzt treten kleine, graue und schwarze Pünktchen am Stengel auf, welche den Fingerzeig zum Abschlusse der Röste geben. Diese Pünktchen sind Anfänge eines Fadenpilzes, einer *Puccinia*, welche gleiche Entwickelungsweise mit der *P. graminum*, dem gewöhnlichen, schwarzbraunen Rostpilze der Getreidearten und übrigen Gräser besitzt. Bisweilen zeigt sich auch eine andere Art von Fadenpilzen, ein *Fusisporium* dazwischen, welche das sicherste Zeichen der über Gebühr fortdauernden und bereits in die faulige übergehenden Gährung ist. Werden die Leinstengel über die gesetzte Zeit in der Thauröste belassen und ist die Witterung anhaltend feucht, so entwickelt sich die *Puccinia* vollkommen, endlich tritt eine *Sphaeria* an ihre Stelle und der Stengel erhält ein dunkelfleckiges Aussehen. Zugleich wird Bast und Holz von der Fäule ergriffen.

Nimmt man die Leinstengel zu früh aus der Thauröste, so lässt sich die Bastschichte schwer und unvollständig vom Holze trennen. Die Ursache davon ist, dass das Cambium noch nicht völlig zerstört, oder doch so mürbe und morsch geworden ist, dass es der Trennung keinen Widerstand entgegensetzt. Nimmt man die Leinstengel zu spät aus der Thauröste, so wird auch die Bastfaser von der Verwitterung und Zerstörung ergriffen, sie verliert ihre Zähigkeit und Geschmeidigkeit, wird morsch, brüchig und glanzlos.

Die chemische Röste mit verdünnten Säuren, gemeiniglich Schwefelsäure, welche man in neuester Zeit versucht hat, beruht auf demselben Principe wie die andern Röstmethoden, der Zweck ist die Cambiumschichte aufzulockern, um die Trennung der Bastbündel leichter zu bewerkstelligen. Die anatomischen Veränderungen, welche sich bei diesem Verfahren zeigen, bestehen wie bei der gewöhnlichen Röste in der Erweichung, Auflockerung und theilweisen Auflösung der Wände des Cambiums und der Rinde. Eine Modification dieser Methode, welche sich durch die Kürze der Zeit, innerhalb welcher die Röste vollbracht werden kann, auszeichnet, ist das Verfahren Claussen's. Er wendet Soda und Schwefelsäure mit Wasser im so hohen Grade verdünnt an, dass die Faser dadurch nicht angegriffen wird. Darin werden die Leinstengel gekocht und so die Röste in vier Stunden beendigt. Die Veränderungen, die bei Auflockerung des Gewebes eintreten, bleiben dieselben. Die Hauptursache der schnellen Beendigung der Röste ist dabei weniger den Beimischungen, als dem kochenden Wasser selbst zuzuschreiben, welches die Verbindung zwischen dem Baste und der Rinde einerseits, und dem Cambium und Holze anderseits schnell lockert. Die Röste erfolgt eben so gut ohne diese Beimischungen, wie die Dampfröste augenscheinlich beweist.

Diese Methode, auch amerikanische Röstmethode genannt, hat durch ihre geringe Kostspieligkeit in Verhältniss zur Menge und Qualität des erzeugten Productes, durch Zeitersparniss und leichte Anwend-

barkeit selbst unter beschränkten Verhältnissen, so viele Vortheile für sich, dass sie in kurzer Zeit in den Unionsstaaten, in England, Irland und an vielen Orten des Continentes in Aufnahme gekommen ist. Die ursprüngliche Art dieser Röste besteht darin, dass hölzerne Kufen mit warmem Wasser gefüllt werden, in welche man die Leinstengel legt. Durch Schlangenröhren, worin warme Dämpfe circuliren, wird die Temperatur in denselben gleichmässig erhalten und so die Röste in drei Tagen absolvirt. Da das warme Wasser dabei die Hauptrolle spielt, so wird der Zweck vollkommen erreicht, wenn dasselbe auf was immer für eine Weise in hinreichender Temperatur erhalten wird. In Österreich hat man dazu mit Vortheil die Abflüsse warmer Quellen benützt. Sogar Schwefelquellen sind dazu brauchbar. Zu Ullersdorf in Mähren wird ein grosses Röst-Etablissement durch warme Schwefelquellen versorgt. Die Versuche, welche der kaiserl. Rath Prof. Reuter in Wien, über diese Röstmethode angestellt hat, beweisen auf das Entschiedenste, neben den grossen Vortheilen vor der gemischten Röste, die leichte Anwendbarkeit derselben für jeden Landwirth.

Auch bei dieser Röstungsart wird eine Gährung im Stengel hervorgerufen, wie die lebhaften Gasausscheidungen beim Verlaufe derselben lehren. Der Bast löst sich mit ungleich grösserer Reinheit, als bei der gemischten Röste, von den umgebenden Schichten, und die Faserbündel desselben behalten Glanz, Glätte und Weisse im viel höheren Grade bei.

An den Stengeln, welche nach der belgischen Methode vollständig geröstet und hierauf gedörrt wurden, lassen sich Bastbündel und Bastfasern leicht mit der überliegenden Rinde vom Holzkörper ablösen. Sehr oft trennen sie sich während der Dörre, an vielen Stellen, wo die Rinde rissig ist, von selbst ab. Die Eigenschaft der Bastschichte, sich am gerösteten und gedörrten Stengel beim Brechen und Reiben der Länge nach in viele, ungleichdicke Faserbündel abzulösen, hängt genau mit ihrem Baue zusammen. Es wurde früher gesagt, dass die Bastschichte von ungleicher Dicke und stellenweise unterbrochen sei, dass sie aus vielen, neben einander liegenden Faserbündeln bestehe. Daher lösen sich auch durch mechanische Einwirkung diese Bündel ihrer ganzen Länge nach ab. Sie haben das Ansehen einzelner Fasern, im Grunde aber bestehen sie im Durchmesser aus 30—40 und mehr, unter einander verklebten Bastfasern, wie man sich leicht mit einem einfachen Vergrösserungsglase überzeugen kann. Ich bezeichne sie desshalb im Folgenden als Faserbündel, im Gegensatze zu den Fasern, worunter einzelne Bastzellen verstanden sind.

Die Bastfasern, welche sich an gerösteten, gedörrten Stengeln von freien Stücken ablösen, oder mit den Fingern leicht abgelöst werden können, stellen sich dar wie in Fig. XXV, XXVI. Man bemerkt die Faserbündel an den wenigsten Stellen rein, glatt und glänzend, sondern an der oberen Seite von den Überresten der Rinde, an der unteren von jenen des Cambiums verunreinigt. In Fig. XXV, bei *A*, *A*, *A*, sind die Überreste der Rindenschichte zu sehen, an denen man noch die einzelnen Zellen gut zu erkennen im Stande ist, obwohl die meisten sehr rissig und verwittert sind. In diesen Zellen bemerkt man mitunter die gebräunten Reste des Inhaltes, ebenso zeigen sich bei *a*, *a*, *a*, an der Oberfläche der Fasern Reste des früheren Zellinhaltes der Rinde. Sie sind mit Membranstücken untermischt, die im verschiedenen Grade der Zerstörung stehen. Bei *x* ist ein Pflänzchen der oben erwähnten *Puccinia*, welche bei der Thauröste die schwarzen Pünktchen an der Oberfläche der Stengel verursacht. In Fig. XXVI sieht man ein Faserbündel, welches von einem dunkelbraunen, eingeschrumpften Rindenstücke *A*, *A*, bedeckt wird. Solche Faserbündel haben unter dem Mikroskope ein sehr schmutziges und unerfreuliches Aussehen.

Der Bau und die chemische Beschaffenheit der Faser sind unverändert geblieben.

Durch das Brechen wird der Holzkörper des Leinstengels vom Baste getrennt, durch das Schwingen die dem Baste oberflächlich anklebenden Unreinigkeiten (Ageln), welche hauptsächlich von den Rindenresten herrühren, vollends entfernt. Beide Processe sind rein mechanischer Natur, und bezwecken lediglich Ablösung und Reinigung der Faser. Je schonender man dabei verfährt, eine desto grössere Menge von Faserbündeln und Fasern wird erhalten; je weniger Sorgfalt angewendet wird, desto mehr

Fasern werden verworren, verschlungen, zerrissen, zerquetscht und fallen als Werg (Heede) weg. Letzteres besteht zum grössten Theile aus verworrenen, gezerrten, gespaltenen oder wie immer mechanisch entstellten Fasern und Faserbündeln. Sind die Leinstengel allzustark gedörrt, so ist auch die Menge der Fasern, welche ins Werg fallen grösser, weil die Fasern durch den Einfluss der Hitze spröde werden, leichter brechen, sich spalten und verwirren. Die verschiedenen Vorrichtungen, deren man sich zum Brechen bedient (Handbreche, Botthammer, Brechmaschine etc.), bringen keine weitere Verschiedenheit hervor, als dass im Verhältniss zur Vollkommenheit des Werkzeuges und der Geschicklichkeit seiner Handhabung eine geringere oder grössere Fasermenge verdorben wird und ins Werg fällt. Auch das Schwingen, Bürsten und Ribben des Flachses übt trotz der verschiedenen Behandlung keinerlei Einfluss auf die Structur der gewonnenen Fasern aus.

Der durch Brechen und Schwingen gewonnene Flachs besteht aus Faserbündeln, denen an der Oberfläche häufig halbfreie Fasern anhängen. Die Faserbündel erreichen im vollkommensten Zustande die Länge des Stengels. Ihre Festigkeit und Haltbarkeit wird durch den Ansatz neuer Fasern, in verschiedener Höhe und durch innige Verbindung der Fasern mit ihren Wänden erreicht. Durch Vorrichtungen, welche, wie die Brechmaschine, die Faserbündel leichter spalten, gewinnt der Flachs an Feinheit. Das nachfolgende Hecheln vollendet das Spalten, Verfeinern und Reinigen der Faserbündel, so wie die Entfernung der verworrenen, unbrauchbaren Bündel. Die beim Hecheln abfallenden Fasern zeigen auch grösstentheils die Spuren der mechanischen Einwirkung, sie sind gespalten, abgeplattet, rissig oder faltig. Die Fasern, die durch Brechen, Schwingen und Hecheln eine mechanische Verletzung erleiden, stellen sich gewöhnlich wie Fig. XXXII dar. Man bemerkt stellenweise Auftreibungen und Querfalten *a*, *a*, *a*, *a*, ebenso stellenweise Abplattungen *b*, *b*, welche durch stärkeren Druck entstanden sind; bei noch heftigerer Einwirkung zeigen sich Risse und Fransen.

Überblickt man eine Anzahl von Faserbündeln und Fasern des gehechelten und zum Verspinnen fertigen Flachses, so lassen sich alle Formen, welche in Fig. XXVII und XXVIII dargestellt sind, so wie noch verschiedene Mittel- und Ergänzungsformen auffinden. In Fig. XXVII, fig. 1, 2, sind ganz reine und glänzende Faserbündel zu sehen, fig. 3—5 unreine, durch Reste der Rinde und des Cambiums an der Oberfläche verunreinigte. In fig. 3 sind die anklebenden Schmutztheilchen gebräunt, in fig. 4, 5 bemerkt man bei *a*, *a*, in den schmutzig grünen Theilchen unverkennbare Reste des Chlorophylls und kann auch den allmählichen Übergang desselben in die verschiedenen Abstufungen des Braun verfolgen. Solche verunreinigte Fasern, wie fig. 3, sind desto häufiger zu treffen, je nachlässiger der Flachs behandelt wurde; oft bemerkt man im gehechelten und versponnenen Flachse sogar noch ansehnliche Rindenstücke, wie wir selbe in Fig. XXV, bei *A*, gesehen haben. Holzstücke bleiben an den Faserbündeln nur bei sehr roher Zubereitung zurück und lassen sich desto schwerer entfernen, je unvollkommener die Röste war. Sie sind mit blossem Auge deutlich zu erkennen.

In Fig. XXVIII übersieht man die Hauptformen der Faser, welche sich im Flachse in allen Stadien seiner Behandlung vorfinden, aber im gehechelten Zustande am leichtesten zu beobachten sind. fig. 5—8, sind die häufigsten und vollkommensten Fasern eines guten Flachses. Die Einzelnheiten des Baues sind aus der früheren Beschreibung bekannt. fig. 1, eine knotige, mit weiter Höhlung versehene Faser, sie nimmt eine tiefere Entwickelungsstufe ein; fig. 2, eine Faser mit scharf abgesetzter innerster Schichte, ebenfalls wegen der noch ziemlich weiten Höhlung und des körnigen Inhaltes, eine tiefere Entwickelungsstufe bezeichnend; fig. 3, eine gewöhnliche, häufig vorkommende Faser mit enger Höhlung, der Ausbildung nahe; fig. 4, eine sehr auffallende, bemerkenswerthe Form, welche auf einer der ersten Entwickelungsstufen, wo die Zellwand sich kaum zu verdicken beginnt, zurückblieb und im trockenen Zustande bandartig und gedreht ist. Solche Fasern kommen selten vor; fig. 5, 6, ausgebildete Fasern mit einer geringen Andeutung der Höhlung; fig. 7, 8, ganz vollkommene Fasern; fig. 9, eine durch scharfe Absetzung der inneren Schichtenlage und zugleich vollständige Verschliessung der Höhlung ausgezeichnete

Faser. Kommt selten vor. fig. 10, eine unregelmässig angeschwollene, in einem ungleich weiten Interzellulargange entstandene Faser. Kommt sparsamer vor.

Die Faser des gehechelten Flachses besteht, wie zu erwarten steht, aus reiner Cellulose, da nur mechanische Einwirkungen bei der Bearbeitung stattgefunden haben. In Fig. XXIX ist eine mit Jod und Schwefelsäure behandelte, die Zusammensetzung aus Cellulose zeigende Faser. Das rosenkranzförmige, knotige Aussehen derselben und die besondere Gestalt der Knoten sind weder charakteristisch, noch beständig. Doch gestaltet sich die Faser bei plötzlicher Einwirkung der Säure öfters so. Jedenfalls aber ist es bemerkenswerth, dass die Länge der Knoten ziemlich genau der Länge der Rindenzellen entspricht, zwischen denen die Bastzellen entstanden sind. Man bemerkt im Innern den Primordial- oder Zellschlauch *p*, *p*. Nach unten, wo sich die Wand durch stärkere Säureeinwirkung aufgelöst, ragt der Zellschlauch hervor. Derselbe hat den Durchmesser der Höhlung, sein Inhalt färbt sich durch Jod gelbbraun, an der Stelle, wo kein Inhalt vorhanden ist, wie bei *p'*, erkennt man die Membran desselben, welche anfangs mit dem schleimigen Inhalte verschmolzen ist und erst später sich völlig differenzirt, meist aber diese Differenzirung nicht erreicht. Der Zellschlauch entsteht hier, insbesondere beim Austrocknen der Bastfaser, durch Verdichtung des bildungsfähigen, schleimigen Inhaltes der Zelle in Form einer Membran, welche sich an die Wand der Faser legt, durch Einwirkung von Jodtinctur sich aber ablöst und deutlich hervortritt[1]).

III. Veränderungen der Flachsfaser beim Spinnen, Zwirnen, Weben und Bleichen.

Beim Spinnen werden die Faserbündel und die freien Fasern des Flachses umeinander gewunden und zu einem Faden vereinigt. Nach Verschiedenheit der Dicke des Fadens ist auch die Anzahl der Faserbündel sehr verschieden. Selbst die dünnsten und zartesten Fäden, welche man spinnt, müssen aus Faserbündeln bestehen, um Haltbarkeit zu haben. Einzelne Fasern können zu keinem Faden vereinigt werden. Bei hochfeinen und mittelfeinen Garnen bilden in der Regel 1—3 Faserbündel den Faden. Den haltbarsten, gleichförmigsten und reinsten Faden gibt ein einziges Faserbündel. Die feinsten Fäden, welche man überhaupt zu spinnen im Stande wäre, müssten aus 2—3 Bastfasern bestehen. Bis jetzt hat man es zu einer solchen Feinheit des Fadens nicht gebracht, wird es auch nie dazu bringen, da der Bau der Faserbündel es nicht verstattet. Die Fäden der feinsten Gespinnste, seien es Hand- oder Maschinengespinnste, bestehen wenigstens aus mehreren Fasern.

Durch das Umschlingen und Verschlingen der Faserbündel und Fasern wird die Vereinigung derselben bewirkt und durch Drehung dem Faden die nöthige Festigkeit ertheilt. Die Fasern werden durch die Drehung nur unbedeutend, die meisten gar nicht verändert. Hier und da wird eine geringe Windung der Schichten verursacht, insbesondere an den Fasern, welche nach aussen liegen. Bei der Maschinenspinnerei, wo die Fasern vor dem Spinnen durch Streckwalzen laufen, werden sie auch wohl gequetscht, doch ohne auffallende Spuren davon zu tragen.

Beim Haspeln und Reinigen des Garnes, als Vorarbeit des Webens, bleibt die Faser unverändert. Doch muss Letzteres mit Vorsicht geschehen, um nicht etwa durch scharfe und heisse Lauge der Faser zu schaden. Ebenso erleidet die Faser beim Weben, zufällige Zerrungen einzelner Stellen abgerechnet, keine Veränderung.

---

[1]) Das Vorhandensein des Zellschlauches auf dieser und den übrigen Entwickelungsstufen spricht für seine Unbedeutenheit als selbstständiges Gebilde. Denn da der Zellschlauch sich auf den verschiedenen Entwickelungsstufen zeigt, wo er nach Verschiedenheit der Höhlungsweite sich ebenfalls im verschiedenen Durchmesser erzeugt, sich generationsweise immer wieder bildet und künstlich hervorgerufen werden kann, bis ihm die verschwindende Höhlung der Faser den Raum zu seiner Erzeugung benimmt, da er gerade in faulenden und zerfallenden Zellen am häufigsten erscheint: so kann er auch kein Gebilde sein, das im fertigen Zustande noch eine wesentliche Bedeutung für das Leben der Mutterzelle hätte. Ich werde an einem andern Orte weitläufiger auf den Gegenstand eingehen. Neuerlichst hat Braun in den „Betrachtungen über die Verjüngung der Pflanze", in tiefer und geistreicher Weise den Gegenstand behandelt.

Auch die Bleiche verändert die Faser nicht, es mag die Rasen- oder Chlorbleiche angewandt werden. Die Chlor- oder chemische Bleiche kann auch keineswegs wegen einer etwaigen chemischen Umwandlung der Fasersubstanz den Namen führen. In jeder chemisch gebleichten Faser lässt sich die Zusammensetzung aus Cellulose nachweisen, wenn auch durch Infiltration die Fasersubstanz allerdings eine fremde Beimischung erhält. Diese wirkt aber nicht umbildend auf die Materie der Faser. Das Weisswerden der Faser bei der Bleiche wird verursacht: 1. Durch Entfärbung der den Fasern, trotz der vorangegangenen Reinigung, noch anklebenden Reste der Rinde und des Cambiums, so wie durch theilweise Loslösung und Absonderung dieser Reste. 2. Durch Entfärbung des Inhaltes, welcher die Höhlung der Faser ausfüllt. 3. Durch Mattwerden der glänzenden Oberfläche in Folge der langsam einwirkenden Gährung. 4. Durch Trübung und Auflockerung der Faser in ihrem Innern in Folge eben dieser Einwirkung. Vermöge solcher Eigenschaften reflectirt die Faser das Licht im stärkeren Grade und erscheint dadurch weisser. Am besten zeigt sich diese Eigenschaft der gebleichten Faser unter dem Mikroskope, wenn man sie mit der rohen Faser vergleicht. Die rohe Faser ist durchscheinend, die gebleichte in einem viel geringeren Grade. Übrigens verhält sich die Flachsfaser bei der Bleiche ganz so wie die Baumwollfaser, worüber unten Näheres angegeben ist.

Durch anhaltende Einwirkung der Bleichflüssigkeit und durch die Gährung werden die noch zusammenhängenden und verklebten Bündel der Fasern aufgelockert und das Gewebe gleichförmiger. Die anklebenden Unreinigkeiten der Faser, nämlich Körnchen des Zellinhaltes, zersetztes Chlorophyll, Membranenreste, werden grösstentheils entfernt und um so sicherer, je anhaltender und stärker die Einwirkung ist. Bleiben auch zuletzt solche Überreste an der Faser zurück, so sind sie völlig entfärbt. Doch gewinnt die Leinwand an Reinheit, wenn auch diese farblosen Reste durch fortgesetzte Bleiche entfernt werden. Eine gute Bleiche soll daher die Leinwand nicht nur vollkommen weiss, sondern auch rein machen, und die Überreste der umgebenden Zellschichten des Bastes von der Faser vollständig entfernen. Man kann sich zur Beurtheilung der Bleiche, nächst den sonstigen Merkmalen, des Mikroskopes mit vielem Vortheile bedienen. Man erfährt dadurch am besten, welchen Grad der Reinheit die Fasern und Fäden erlangt haben.

Bei der Appretur der Linnenzeuge werden die Fasern untereinander verklebt, ohne Veränderungen zu erleiden. Durch das Waschen wird die Appretur allmählich entfernt und die Fasern wieder aufgelockert.

Entsprechend den geringen Veränderungen, welchen die Faser beim Spinnen, Weben und Bleichen ausgesetzt ist, stellt sich das Gewebe der gebleichten Leinwand im Wesentlichen wenig verschieden dar vom präparirten Flachse. In Fig. XXX ist ein Theil eines Fadens aus guter, mittelfeiner, gebleichter Leinwand zu sehen. Die Fasern sind unbedeutend gewunden, sonst zeigen sie den bekannten Bau. Die Unreinigkeiten der Oberfläche sind entfernt. Hier und da bemerkt man in der Leinwand auch Fasern, wie Fig. XXXI, an denen noch geringe Unreinigkeiten zurückgeblieben sind, die aber völlig entfärbt die Weisse der Leinwand nicht zu beeinträchtigen im Stande sind. In gröberen, wenn auch ziemlich weissen Leinwanden, findet man an den Faserbündeln noch ganze Zellreihen und grössere Gewebsstücke der Rinde und des Cambiums vor, vom Ansehen wie Fig. XXV, *A*. Die Hauptursache, warum grobe Leinwanden schwerer zu bleichen sind und nicht jenen Grad von Weisse erlangen, liegt in der Dicke der Fäden und Faserbündel, zwischen denen sich die Überreste der Rinde und des Cambiums leichter und häufiger erhalten, daher die Leinwand auch ein grauliches Ansehen beibehält. Oft findet man in Leinwanden alle Gestalten der Faser untermischt, welche früher beschrieben und in Fig. XXVIII abgebildet wurden. Je geringer die Flachssorte ist, aus der die Leinwand bereitet wurde, desto häufiger trifft man halbentwickelte und unregelmässige Fasern. Ebenso findet man in der Leinwand stellenweise Fasern, welche beim Brechen und Hecheln gezerrt und gequetscht wurden. Solche Fasern sind in schlechten Leinwanden, die aus wergigem Flachse verfertigt werden, häufiger. Sie stellen sich wie Fig. XXXII dar. Durch den Druck haben sie hier und da Querfalten und Risse erhalten. Die Falten erscheinen wie bei *a*, *a*, *a*, *a*, stehen

gewöhnlich dicht und geben der Oberfläche der Faser ein gekerbtes Ansehen. Durch starken Druck erscheint die Faser bauchig und die Höhlung erweitert, so bei *b*, *b*.

Die chemische Zusammensetzung der Faser bleibt unverändert. In Fig. XXXIII ist eine gebleichte Leinwandfaser zu sehen, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt wurde, und wo sich, durch anfängliche stärkere Einwirkung der Säure, die zwei äussersten Schichten blasig erhoben haben, die inneren Schichten aber frei von der Einwirkung geblieben sind.

Beim Färben der Linnen, dasselbe mag mit oder ohne Beizmittel geschehen, sammelt sich der Farbstoff zuerst in der Höhlung der Faser, wenn eine solche vorhanden ist und hierauf in den Schichten der Wand an, wodurch die Färbung an Haltbarkeit gewinnt. Wenn die Höhlung enge ist, so erscheint sie meist tiefer gefärbt, wie ein dunkler Streif.

Beim Zwirnen werden die Fasern des Garnes, eine im Ganzen unbedeutende Drehung abgerechnet, ebenso wenig verändert, wie beim Weben. In Fig. XXXIV sind Stückchen eines halbgebleichten, schwarzgefärbten Zwirnes zu sehen. Man bemerkt eine schwache Drehung, welche die Fasern erlitten, sonst aber ihren Normalbau. In fig. 1 sind an der Oberfläche derselben noch Überreste der Rinde und des Cambiums zu sehen, selbst Membranenstücke, welche durch die Bearbeitung nicht entfernt wurden. Auch diese werden vom Farbstoffe durchdrungen, obwohl ihre natürliche bräunliche Färbung bisweilen noch hervorsticht. Man kann solche Überreste besonders an halbgebleichten, groben Zwirnen deutlich sehen, sie geben denselben das schmutzige, gelbliche Aussehen.

IV. Veränderungen der Flachsfaser bei der Papierbereitung.

Die Veränderungen, welche die Flachsfaser bei der Verarbeitung zu Papier erleidet, sind bloss mechanische, die Substanz der Faser bleibt unverändert und nimmt nur durch Infiltration fremdartige Stoffe auf. Man kann den Inbegriff aller Veränderungen wie folgt bezeichnen: Die Flachsfasern werden bei der Papierbereitung zerstückt, zerfasert, zermalmt, und in eine zartfädige und flockige, mittelst Flüssigkeit sich verfilzende und in Blätter und Platten leicht zu formende Masse verwandelt, welche Blätter das Papier bilden. Hiermit ist zugleich das Wesen der Papierbereitung vom anatomischen Standpunkte ausgesprochen.

Die Papierfabrication hat in den letzten Jahren so ausserordentliche Fortschritte gemacht, und wird rücksichtlich der Maschinenverwendung so verschiedenartig betrieben, dass ich um Weitläufigkeiten zu vermeiden, die einfache, ältere Bereitungsweise zur Betrachtung wähle, da dieselbe ohnehin den neueren Methoden zur wesentlichen Grundlage dient. Die zwei Hauptarten der Papierbereitung sind bekanntlich jene mit und ohne Chlorbleiche. Bei den Bereitungsweisen ohne Chlorbleiche, dem sogenannten alten System, worunter die holländische als die vorzüglichste anerkannt ist, werden die zur Papierbereitung bestimmten Lumpen zuerst sortirt, gewaschen und geschnitten. Der Bau und die Zusammensetzung der Fasern in den Lumpen ist wie in neuen Geweben, nur sind die Fasern durch den Gebrauch abgenützt und durch die verschiedenen Einwirkungen, worunter das öftere Waschen die hauptsächlichste ist, mürbe geworden, so dass sie sich leichter zerreissen, zerfasern und zermalmen lassen, als es im rohen Zustande möglich wäre. Beim Schneiden der Lumpen wird ein geringer Theil der Fasern zerstückt, wohl auch gespalten. Werden die Lumpen der Gährung überlassen, bevor man zur Zermalmung derselben schreitet, so wird die Faser mürbe, indem ihre Schichten bei Einwirkung des Wassers sich auflockern, theilweise selbst die Cellulose derselben angegriffen und zerstört wird. Je mehr die Fasern Höhlungen behalten haben, in welchen proteinhaltige Inhaltsreste zurückgeblieben sind, desto leichter erfolgt die Gährung und Zersetzung. Das Protein dient hier als Ferment. Die Folge davon ist, dass sich die der Gährung unterworfenen Fasern leichter spalten und zermalmen lassen, und dem Papiere eine grössere Gleichförmigkeit und Weiche verleihen. Wird dagegen die Gährung nicht eingeleitet, so behält die Faser auch einen

bedeutenderen Grad von Festigkeit und gibt, bei sonst gleicher Behandlung, ein härteres und steiferes Papier.

Bei der Behandlung in der Cylindermühle (oder der einst angewendeten Hammermühle) wird die Faser in Stückchen zertheilt, gespalten, zerfranst und zermalmt. Die Fasern erhalten dabei das Ansehen, wie in den meisten Figuren auf Taf. LIII, LIV. Die Bastfasern zerfallen in kleine Stücke, und diese werden wieder auf die mannigfaltigste Art durch Druck gespalten, gefranst, und in sehr feine, unter dem Mikroskope fadig aussehende Stückchen zertheilt. Der Ausfaserungscylinder verrichtet das Zerschneiden, der Feinerungs- oder Raffinircylinder das Zerfransen und Zermalmen der Faser in sehr kleine, feine, haarförmige Theile. Es bleiben dabei immer zahlreiche Faserstücke unversehrt, oder werden nur wenig gespalten und gefranst, so dass sie, wie rohe und verarbeitete Fasern, die Schichtung der Wand und die Höhlung erkennen lassen. Viele unzermalmte Faserstücke werden plattgedrückt und rissig. Die Leichtigkeit der Zerfaserung hängt von der Schichtung der Bastzelle ab. Man kann sich davon überzeugen, wenn gemischte Linnenzeuge zur Papierbereitung verwendet werden. Die zwischen den Leinfasern vorkommenden Baumwollhaare besitzen eine viel dichtere und innigere Schichtung als die Flachsfaser, sie werden daher viel schwieriger zertheilt, verkleinert und zermalmt. Je kürzere Zeit und je weniger Sorgfalt auf die Zermalmung der Faser verwendet wird, desto geringer ist die Qualität des Papieres.

Die zermalmten Fasern bilden mit Wasser eine breiartige Masse, den Teig. Beim Abflusse des Wassers legen sich die Faserstücke aneinander und verfilzen sich um desto leichter, je mehr sie zerspalten und zerfranst sind. Auf dieser Eigenschaft beruht das Schöpfen oder Formen des Teiges zu Platten, Blättern. Die Qualität des Teiges lässt sich aus dem äusseren Ansehen durch Übung wohl gut bestimmen, indess ist nicht zu zweifeln, dass man durch mikroskopische Untersuchung hierin eine noch grössere Sicherheit erzielen könnte.

Die Anlagerung der Faserstückchen beim Schöpfen richtet sich nach der Form, und da diese Unebenheiten darbietet, so entsteht das Korn des Papieres. Das Korn wird durch eine ungleiche Vertheilung der Faserstücke hervorgebracht. Durch den Austausch oder die Wechslung werden diese Unebenheiten gemildert und das Gewebe ausgeglichen. In eben dem Masse, als das Wasser dabei abfliesst, adhäriren und verfilzen sich die Faserstücke (Filzen des Papieres), die Masse des Papieres fällt zusammen, wird pappartig. Beim Trocknen des Papieres, so wie beim trockenen Austausche, verändert sich das Gewebe nicht weiter, ausgenommen, dass es dichter und fester und die Oberfläche ebener und glatter wird. Das Leimen des Papieres besteht in der Vereinigung der Faserstücke durch ein Bindungsmittel, und ist der Appretur der Linnenzeuge gewissermassen zu vergleichen.

Bei Anwendung des neueren Systemes, bei Erzeugung der chlorgebleichten Papiere ist das Streben ebenfalls auf eine entsprechende Zermalmung der Faser und Gewinnung eines ebenen, glatten, dabei aber möglichst weissen und nach Erforderniss dünnen und zarten Blattes gerichtet. Daher die Faser vor oder nach der Zermalmung durch Chlorkalk oder andere Präparate gebleicht wird. Bei der Behandlung mit Zerfaserungs-, Raffinircylindern etc. ergeben sich dieselben Veränderungen wie oben, ebenso beim Schöpfen. Bei der nachfolgenden starken Presse und dem fortgesetzten Austausche, insbesondere wenn derselbe vor dem völligen Trocknen oft vorgenommen wird, werden die Faserstücke des Gewebes ausgeglichen, besser vertheilt und ein gleichförmiges Blatt erzielt.

Die chemische Beschaffenheit der Faser bleibt bei allen Processen der Papierbereitung unverändert. Die Cellulose lässt sich in allen Sorten des Papieres ebenso deutlich nachweisen, wie an den Fasern des Stengels. Der Ausspruch Mitscherlich's[1]), dass nur das mit reinem Wasser dargestellte Papier reine Cellulose sei, ist begründet, insofern sich hier die Cellulose gleich bei der ersten Reaction in voller Reinheit darstellen lässt. Bei allem Papier mit Chlorbleiche tritt aber der Umstand hinzu, dass die Faser durch die Chlorverbindungen sowohl äusserlich verunreinigt ist, als auch innerlich eine bedeutende Infiltration

[1]) Monatsberichte der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. März 1850.

erlitten hat, welche mitunter so stark ist, dass selbst die Reaction auf Cellulose, ohne weitere Vorbereitung vollständig paralysirt werden kann, wie es namentlich bei geringen Sorten der dünnblättrigen Maschinenpapiere der Fall ist[1]). Legt man Streifen eines, mit starker Chlorbleiche verfertigten Papieres ins Wasser, und knetet sie eine Weile darin, so kann man sogleich den unangenehmen, merklich chlorigen Geschmack desselben wahrnehmen. Prüft man das Papier ohne Vorbereitung auf Cellulose, so erhält man statt der blauen, oft eine dunkelbraune oder schwärzliche Färbung. Diese lässt sich ohne Schwierigkeit, bis auf einen geringen Rest wegwaschen. Da die Chlorverbindungen dadurch entfernt werden, so tritt die blaue Farbe immer deutlicher hervor. Durch nochmalige oder mehrmals wiederholte Reaction und Auswaschen des Papieres im Wasser färbt sich das Papier nach Entfernung aller Chlorreste vollkommen blau. Aber selbst blau gefärbte Stellen, wo die Cellulose rein zu Tage gekommen ist, werden, wenn sie zwischen chlorhaltigen Papierstücken im Wasser liegen, schon nach wenigen Minuten durch erneuerte Chlorinfiltration verändert und nehmen eine schmutzig grüne Farbe an.

Die Chlorbleiche verringert bekanntlich die Festigkeit und Haltbarkeit der Faser und des daraus bereiteten Papieres, so dass es leichter mürbe wird und zerfällt, als das mit reinem Wasser dargestellte Papier. Eine auffallende Wirkung übt auch die Salzsäure auf die Fasern aus, wenn sie darin gekocht werden. Meyen und Mitscherlich fanden[2]), dass Fasern in kochender Salzsäure mehr oder minder plötzlich in kleine, glänzende Theilchen zerfielen, welche sich in der Flüssigkeit bald zu Boden setzten. „Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass diese Theilchen ziemlich von gleicher Länge waren, und durch sehr regelmässiges Zerfallen der Flachsfasern gebildet, so dass jedes Theilchen in einem kleinen Ende der cylindrischen oder prismatischen Röhre der Flachsfaser bestand. Zuweilen waren einzelne Stücke bedeutend länger, dann aber konnte man mehr oder weniger deutlich sehen, dass auch diese noch aus mehreren kleinen zusammengesetzt waren, welche den vorigen in der Länge glichen; zuweilen waren aber auch die einzelnen Schichten der dicken Membran, woraus die Flachsfaser zusammengesetzt ist, durch den Einfluss der kochenden Säure von einander getrennt." Durch anhaltendes Kochen im Wasser bewirkten Meyen und Mitscherlich ebenfalls ein Zerfallen der Faser, doch ist es lange nicht so vollkommen, und lässt sich mit der regelmässigen Zertheilung der Fasern durch die kochende Salzsäure nicht vergleichen.

Die verschiedenen Papiersorten haben eine grosse Übereinstimmung im Baue, obgleich sich ihre Feinheit durch den verschiedenen Grad der Zerfransung und Zermalmung der Fasern ziemlich leicht erkennen lässt. Es folgt hier eine Analyse der gewöhnlichen Papiere. Die Faser stellt sich, obgleich sie farblos ist, unter dem Mikroskope, ebenso wie die rohe Faser, mit einem sehr zarten gelblichen Anfluge dar.

Druckpapier. In Fig. XXXV, das Gewebe eines gröberen, ungeleimten Papieres ohne Chlorbleiche. Es besteht grösstentheils aus ziemlich erhaltenen, nur an den Schnittenden und an einzelnen Punkten der Oberfläche stark gefransten und gespaltenen Faserstücken. Die Schichtung der Wand und die Höhlung der Faser lässt sich an vielen Stücken noch deutlich erkennen. Fig. XXXVI, ein mit Jod und Schwefelsäure behandeltes Faserstück, welches die Zusammensetzung aus Cellulose zeigt.

Schreibpapier. In Fig. XXXVII, Gewebe eines gewöhnlichen, mittelfeinen Schreibpapieres, ohne Chlorbleiche. Es enthält noch ziemlich viele Faserstücke, die eine unbedeutende Zerfransung erlitten und die Schichtung und Höhlung erkennen lassen, der grössere Theil ist aber stark zerfasert, zermalmt und in eine verfilzte, fädige Masse verwandelt. Bei *b*, *b*, sind einzelne, bei der Zerfaserung entstandene, längere Fäserchen. In Fig. XXXIX, Gewebe eines Papieres mit Chlorbleiche. Es stimmt mit dem vorigen überein. Man sieht an den oberen Fasern die Leichtigkeit, mit welcher die Spaltung erfolgt, besonders deutlich

---

[1]) Die Erscheinung hat Ähnlichkeit mit jener bei vielen dickwandigen, geschichteten Pflanzenmembranen, wo in der äusseren Schichte die Reaction auf Cellulose ebenfalls wegen Infiltration fremder Stoffe verhindert wird, wo aber die Cellulose nichts desto weniger der constituirende Bestandtheil ist. Vergl. Mohl in der Botan. Zeit. 1847, Sp. 497.

[2]) Wiegm. Archiv für Naturgesch. 1838, I, p. 297.

ausgesprochen. In Fig. XL, Gewebe eines feinen, geglätteten englischen Briefpapieres. Die Mehrzahl der Faserstückchen zeigt sich wie fig. 1, 2; besonders solche, die wie fig. 2 plattgedrückt sind, finden sich häufig. Viele Faserstücke sind auch so vollkommen zermalmt, wie fig. 3. Mitunter finden sich welche, von der Länge fig. 4, welche aber, wenn ungefranst, doch stark gequetscht und rissig sind, so dass die etwa vorhandene Höhlung, wie an der Faser zur Rechten, nur undeutlich ist.

Zeichenpapier. In Fig. XLI, Gewebe eines englischen, feinen Velinpapieres. Die Fasern zeigen den höchsten Grad der Zermalmung, daher das Gewebe auch sehr dicht und gleichförmig ist. Mitunter, aber sparsamer, bemerkt man auch längere Faserstückchen, wie bei *a*, wo eine Faser sich zeigt, deren Höhlung durch die ungleichmässige Ausbildung der secundären Ablagerung stellenweise unterbrochen ist. In Fig. XLIV ist ein Faserstückchen dieses Papieres, nach der Einwirkung von Jod und Schwefelsäure, welches das Bestehen aus Cellulose zeigt.

Graues Fliesspapier. In Fig. XLV, das Gewebe eines groben, grauen Fliesspapieres. Enthält durchaus nur längere, wenig zerfranste und zermalmte Faserstücke, überdies häufig Schmutztheilchen und Baumwollfasern, *y*, oder Schafwollhaare, *h*, *h'*. Sie stammen von der Ungleichheit der Lumpen her, worunter sich häufig gemischte Linnenzeuge, Stücke von Tuch und andern Schafwollstoffen vorfinden. Die Baumwollfasern, *y*, erkennt man an der Windung und geringen Verdickung der Wand, die Schafwollhaare, die schon dem freien Auge auffallen, an der netzigen Oberfläche, der cylindrischen Form, dem hornartigen, matten Glanze und den bogigen Krümmungen.

Gefärbtes Papier. In Fig. XLII, Gewebe einer gröberen Sorte blauen Lackmuspapieres. Die Faserstücke sind ungleich vom Farbstoffe durchdrungen, ja man findet häufig auch ungefärbte darunter. Bei *a* ist ein gefranstes, ungefärbtes, bei *a' a'* vom Farbstoff durchdrungene Faserstücke zu sehen. An diesen bemerkt man deutlich, dass der Farbstoff in die Schichten selbst eingedrungen sei. In Fig. XLIII, Gewebe eines durch Säuren gerötheten Lackmuspapieres. Wie beim vorigen sieht man auch hier sehr intensiv gefärbte, blasse und farblose Faserstücke untermischt. Sie verursachen das ungleichmässige äussere Aussehen dieser Papiere. An den gerötheten Fasern bemerkt man häufig die dunklere Färbung der Höhlung, weil der Farbstoff in derselben sich leichter absetzt, da sie viel zugänglicher ist. Die vorhandenen Baumwollfasern, *y*, erkennt man an der Windung der dünnen Wand und an der weiten Höhlung.

Elektrisches und Glaspapier. In Fig. XXXVIII, Gewebe eines durch Behandlung mit einem Gemische von 2 Theilen Schwefel- und 1 Theil Salpetersäure explodirend und elektrisch gemachten Briefpapieres. Durch die auflösende Wirkung der Schwefelsäure, welche aber durch die zugesetzte Salpetersäure vermindert wird, ist ein grosser Theil des Fasergewebes in eine homogene, etwas durchscheinende Masse verwandelt, was nach oben zu an vorstehender Figur bemerkbar wird. Einzelne Faserstücke, die an der Verschmelzung nicht völlig theilgenommen, sind noch erkennbar, z. B. bei *a*. Hier und da bemerkt man Löcher, *x*, welche durch die Einwirkung auf die dünnsten Stellen des Papieres hervorgerufen wurden. Bei dem explodirenden Böttger'schen Glaspapiere wird durch die vollkommene Umwandlung des Fasergewebes in eine homogene, structurlose Masse die Durchsichtigkeit erzielt.

V. Über die Güte der Flachsfaser und ihre Abhängigkeit von der Cultur und Bearbeitung des Leines.

Ein guter Flachs soll fein, weich, geschmeidig, glänzend, glatt, langfasrig und von weissgelblicher oder graugelblicher Farbe sein. Diese Eigenschaften einer guten Flachsfaser sind in ihrem Baue begründet, werden aber von der Sorte und Cultur des Leines, so wie der Gewinnungsart der Faser bedingt. Es sollen zunächst die anatomischen Eigenschaften einer guten Faser, dann das Verfahren, welches man bei der Cultur einzuschlagen hat, um eine solche zu erzielen, und zuletzt die geeignetsten Methoden, aus dem guten Fasergewebe auch einen guten Flachs zu bereiten, in Betracht gezogen werden.

Die anatomischen Eigenschaften einer guten Faser sind: 1. Bedeutende Länge; 2. Geringer Durchmesser; 3. Glatte, ebene Oberfläche; 4. Gleichmässige, nur nach den Enden allmählich abnehmende Dicke; 5. Vollständige Ausfüllung der Höhlung durch die secundären Schichten; 6. Reichthum und Zartheit der Verdickungsschichten; 7. Glanz; 8. Hinreichendes Bindemittel zur gegenseitigen Vereinigung der Fasern.

Ad 1. Eine entsprechende, grössere Länge der Faser ist eine vorzügliche Eigenschaft und bewirkt, dass sich mehrere Fasern viel leichter und inniger zu einem Bündel zu vereinigen im Stande sind, als es sonst der Fall wäre. Die Faserbündel, welche durch die Vereinigung und den Anschluss neuer Fasern nach oben und unten erzeugt werden, erhalten eine grössere Länge, Festigkeit und Haltbarkeit, weil die Fasern auf grössere Strecken unter einander vereinigt sind. Es können sich allerdings auch aus kurzen Fasern lange Faserbündel bilden, und man trifft sie häufig an, aber sie haben auch eine geringere Haltbarkeit und Festigkeit, so dass schon leichte Zerrung die Loslösung der Fasern und die Zerreissung des Bündels bewirken kann. Der Übelstand, der aus einem Flachse mit kurzen Fasern für den Spinner erwächst, ist nicht zu übersehen. Die Faserbündel reissen leichter beim Verspinnen, und wegen der Kürze der einzelnen Fasern, deren sich der Spinner zum Umschlingen bedient, geht seine Arbeit mühsamer und unvollkommener von Statten. Kürzere Fasern veranlassen eine schnellere Abnützung aller Linnenstoffe, indem bei der geringen Innigkeit, mit welcher die Fasern unter einander verschlungen sind, ein Zerreissen schneller und leichter herbeigeführt wird.

Ad 2. Dünne Fasern gehören zu den Haupterfordernissen eines guten Flachses. Sie bewirken, dass die Bündel, welche aus ihnen zusammengesetzt sind, eine viel grössere Anzahl von Fasern fassen, als andere dickfasrige Bündel von gleichem Durchmesser. Auch halten die Fasern, weil sie zahlreicher sind, mehr zu einem Ganzen zusammen, und helfen die Zähigkeit der Faserbündel mit bedingen. Die Vorzüglichkeit zarter Fasern stellt sich bei der Bearbeitung des Flachses, insbesondere beim Hecheln, sehr deutlich heraus. Das Hecheln hat die Zertheilung und Ausgleichung der Faserbündel zum Zwecke, die gröberen Bündel werden dabei in feinere zerlegt. Nimmt man zwei Faserbündel von gleichem Durchmesser, einen dünnfasrigen und einen dickfasrigen, und zieht sie durch die Hechel, so wird ersterer viel leichter gespalten und in mehrere Bündel zerlegt werden können. Bei der Spaltung des dickfasrigen Bündels werden, da die Faseranzahl geringer ist, nicht mehr so viel Fasern auf die einzelnen Bündel entfallen, als nöthig sind, ein festes und haltbares Bündel zu bilden. Die Faserbündel fallen bei der Spaltung leicht in Stücke und werden wergig. Aus dieser Ursache darf man einen dickfasrigen Flachs nicht so fein hecheln, wie einen dünnfasrigen, wenn nicht ein übergrosser Theil ins Werg fallen soll. Dieser Übelstand wird noch ausserdem durch die Kürze der Fasern erhöht, welche in gleichem Grade mit der Dicke zunimmt.

Um einen sehr feinen Flachs zu erzielen, hat man in neuester Zeit das Verfahren gewählt, die Stengel zur Blüthezeit zu raufen. Um diese Zeit haben die Fasern ihre normale Dicke grösstentheils noch nicht erreicht, die Faserbündel sind daher zarter und dünner, als im ausgebildeten Zustande und lassen sich bei der Bearbeitung mehr verfeinern. Allein die Zähigkeit und Haltbarkeit gewinnt dabei nicht. Ein Faden, der aus solchem Flachse gesponnen ist, kann dieselbe oder noch grössere Haltbarkeit besitzen, als ein Faden aus vollkommen ausgebildetem Flachse, aber er erlangt diese Eigenschaft nur durch die ungleich grössere Anzahl von Fasern, woraus er zusammengesetzt ist. Er setzt aber auch eine grössere Quantität von Leinstengeln voraus.

Ad 3. Eine ebene Oberfläche der Faser trägt wesentlich zur Güte des Flachses bei, weil die Fasern sich gegenseitig leichter und inniger zu verbinden im Stande sind, als bei furchiger und grubiger Oberfläche. Die Oberfläche darf desshalb nicht entschieden kantig sein, was auch gemeiniglich nicht der Fall ist, aber dennoch keine solche Gestalt haben, wie die Fasern, welche z. B. unter Fig. XVII, abgebildet sind. Faserbündel, die aus so gestalteten Fasern bestehen, haben eine grössere Lockerheit, und fallen bei der

Bearbeitung leicht in ihre Theile und ins Werg. Zugleich besitzen solche Bündel eine rauhere Oberfläche, an der die Schmutztheile, welche aus der Röste zurückbleiben, leichter haften und schwieriger zu entfernen sind.

Ad 4. Die Eigenschaft einer guten Faser, von der Mitte, als ihrem dicksten Theile, sich allmählich zu verschmälern und feinhaarspitzig zuzulaufen, trägt zur Festigkeit und Haltbarkeit der Bündel bei, und ist die Hauptursache der gleichmässigen Dicke, wodurch sich gute Faserbündel auszeichnen. Vermöge der dünnen, gleichförmigen Endtheile vereinigen sich die Fasern innig unter einander, wo die tiefer stehenden auslaufen, legen sich unmerklich neue an. Solche Fasern, die wir früher Fig. XX, fig. 3 und XXVIII, fig. 10 gesehen haben, welche höckrig und bauchig sind und plötzlich in eine Haarspitze sich verschmälern, vermögen keine so enge Verbindung einzugehen, desswegen haben auch Bündel, in denen sie zahlreich vorkommen, eine geringe Festigkeit.

Ad 5. Die vollständige Ausfüllung der Höhlung durch die secundären Schichten, oder die Solidität der Faser, ist eine der wichtigsten Eigenschaften. Ihr verdankt die Faser vor Allem Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Den soliden Fasern zunächst stehen jene, mit sehr enger Höhlung, die unter dem Mikroskope als zarter Streifen erscheint. In Fig. XXX, einer Probe aus mittelfeiner Leinwand, ist die Solidität der Faser durchweg zu bemerken, daher auch die Qualität der Leinwand eine vorzügliche. Die gehöhlten Fasern, welche nicht zur vollständigen Ausbildung gelangt sind, haben an und für sich weniger Festigkeit, nehmen aber auch Wasser und andere Flüssigkeiten leichter in die Höhlung auf und behalten es längere Zeit, so dass sie in Gespinnsten und Geweben bald mürbe werden, und die Abnützung des Stoffes herbeiführen.

Ad 6. Die Biegsamkeit und Geschmeidigkeit der Faser wird, nächst der eigenthümlichen Beschaffenheit ihrer Substanz, durch den Reichthum der secundären Verdickungsschichten bedingt. Lange und dünne Fasern besitzen eine grössere Anzahl von Schichten, diese sind zarter als bei groben Fasern, und verursachen daher eine grössere Biegsamkeit und Nachgiebigkeit.

Ad 7. Der Glanz der Faser wird von ihrer glatten Oberfläche und der eigenthümlichen, frisch halbdurchsichtigen Substanz bedingt, die sich gewissermassen im Ansehen einerseits dem Glase, anderseits dem Perlmutter nähert. Mit den übrigen guten Eigenschaften vereinigt sich meistentheils ein entsprechender Glanz. Dass derselbe in der angegebenen Beschaffenheit der Substanz seinen Grund habe, zeigt sich deutlich an der gebleichten Faser. Sie ist viel matter, weil die Oberfläche an Glätte verloren hat, und die Substanz getrübt ist. Die Faser verliert ihren Glanz theilweise oder ganz, durch allzu langes Verbleiben im lebenden Stengel, durch überlanges Rösten und starkes Dörren, dabei wird sie zugleich härter und spröder.

Ad 8. Die Fasern müssen ein hinreichendes Bindemittel besitzen, um mit einer gewissen Festigkeit sich in ihrer Verbindung erhalten zu können. Dieses Bindemittel ist die ursprünglich dextrinhältige Flüssigkeit des Interzellularganges, von der sich aber nur ein geringer Rest vertrocknet erhielt, der die Ablösung der Fasern bei angewandtem Drucke nicht verhindert. Die gummiartige Materie, von welcher in Büchern, die über den Lein handeln, gesprochen wird, und die rings um den Bast vorhanden sein soll, ist nichts als der flüssige Inhalt des Cambiums und der inneren Rinde.

Die Eigenschaften einer guten Faser sind so auffallend, dass man in allen Fällen mit Sicherheit eine geringe oder schlechte Flachssorte zu unterscheiden im Stande ist. Wo es sich um ein sehr genaues Urtheil handelt, kann man das Mikroskop zur Bestimmung der Probe mit Vortheil benützen. Aus den angegebenen mikroskopischen Merkmalen lässt sich unschwer die Qualität der Faserbündel und Fasern im rohen und verarbeiteten Flachse erkennen, und die innere Güte des Productes schätzen. Bis jetzt ist die mikroskopische Untersuchung auf diesem Felde noch gar nicht versucht worden. Sie wird sich aber praktisch erweisen, wesshalb ich zu ihrer leichteren Durchführung in einer am Schlusse beigefügten Tabelle die Merkmale der guten und schlechten Flachsfaser zusammengestellt habe.

Ein guter Flachs muss zunächst durch sorgfältige Cultur erzielt werden. Bei Bearbeitung des Fasergewebes hat man mehr passiv zu verfahren und seine guten Eigenschaften möglichst zu erhalten. Die

Bearbeitung kann dem Fasergewebe wohl bei grosser Vollkommenheit einen gesteigerten Werth geben, ohne jedoch die natürlichen Eigenschaften der Faser zu verbessern. Unter den Culturmethoden des Leines ist die belgische als die vorzüglichste anerkannt. Es soll in Kürze angegeben werden, warum die nach dieser Methode gezogenen und behandelten Leinpflanzen eine so vorzügliche Faser geben, und welche Culturmittel für die verschiedenen Eigenschaften von Einfluss sind.

Die Länge und Dicke der Faser ist von der Länge und Weite des Interzellularganges zunächst abhängig. Je schneller der Lein aufschiesst und je höher der Stengel wird, desto schneller bilden und verlängern sich auch die Interzellulargänge, umgekehrt desto kürzer und weiter werden sie. Es ist daher ein fruchtbarer, hinreichend feuchter Boden, gute Bearbeitung desselben und eine hoch- und schnellwüchsige Leinsorte erforderlich, um eine lange und dünne Faser zu erzielen. Je mehr die Leinsaat durch Lockerung und Düngung des Bodens, Jäten, Ländern u. dgl. begünstigt wird, eine desto grössere Vollkommenheit erreicht sie. Die Fasern erlangen bei dieser Behandlung eine bedeutende Länge, Zartheit, Gleichmässigkeit und Glätte. Die Solidität der Faser, die vorzüglichste Eigenschaft derselben, wird in einem fruchtbaren, gut bearbeiteten, hinreichend feuchten Boden für die Bastschichte des unteren und mittleren Stengeltheiles leicht erzielt. Bis zur Raufezeit des Leines ist der grösste Theil der Fasern in diesen Theilen solide geworden. Es wurde jedoch schon früher erwähnt, dass die Fasern im oberen Theile zur Raufezeit noch nicht vollständig verdickt und ausgebildet sind. Wenn sie nach dem Raufen bis zur völligen Abtrocknung noch einige Zeit nachreifen, so verdicken sich ihre Wände nicht unbedeutend, ohne dass dabei die Güte der Fasern im unteren Theile des Stengels leidet, und man erhält die grösstmögliche Menge an soliden Fasern. Je höher, schlanker und biegsamer die Leinstengel sind, desto grösser ist ihr Gehalt an soliden Fasern. Bei kurzen, dicken Stengeln ist oft nur die Hälfte oder ein Drittheil der Fasern solide. Der Reichthum und die Zartheit der Verdickungsschichten ist vorzüglich bei üppiger, schnellwüchsiger Saat zu finden und abhängig von der Lockerung, Düngung und Reinhaltung des Bodens. Auf trockenen, unfruchtbaren Gründen findet man deutlicher ausgesprochene, aber auch dickere Schichten, welche eine steifere Faser erzeugen.

Unter den Gewinnungsmethoden des Flachses sind jene die vorzüglichsten, welche, mit möglichster Erhaltung der guten Eigenschaften, die grösste Menge an schönem Flachse erzielen. Über diese Methoden, so wie die Veränderungen der Faser bei der Bearbeitung, und über die Sorgfalt die dabei anzuwenden ist, wurde früher gesprochen. Hier bleiben noch einige Röstmethoden und ihr Einfluss auf die Güte der Faser zu erwähnen.

Ohne Zweifel liefert die Dampfröste und die auf das Gleiche hinauslaufende, warme Wasserröste die grösste Quantität und die vorzüglichste Qualität des Flachses. Dies ist anerkannt. Die Ursache lässt sich unschwer aus den Veränderungen nachweisen, welche im Gewebe des Stengels bei dieser Röstmethode eintreten. Während die übrigen Röstmethoden wohl eine Lockerung und leichte Abtrennbarkeit der Bastschichte von der überliegenden Schichte der Rinde und der unterliegenden des Cambiums nach sich ziehen, so tritt diese Lockerung bei der Dampfröste doch ungleich vollkommener ein. Die Bastschichte löst sich bei der Bearbeitung des dampfgerösteten Leines in vorzüglicher Reinheit von den anliegenden Schichten, oder die darauf klebenden Reste derselben lassen sich doch viel leichter und vollständiger entfernen, als bei andern Röstmethoden. Die Faserbündel des gewonnenen Flachses sind daher viel glatter, glänzender und weisser, als die bei der Thauröste oder gemischten Wasserröste erzielten. Wesentlich begünstigt wird diese Eigenschaft und überhaupt auch die Zähigkeit und Haltbarkeit der dampfgerösteten Faserbündel durch die kurze Dauer der Röste. Es können innerhalb dieser Frist die braunen Zersetzungsproducte des Blattgrünes welche namentlich bei der Thauröste und lang anhaltenden, gemischten Röste sich bilden und Hauptursache des missfärbigen Ansehens der Faserbündel sind, sich nicht erzeugen. Die grössere Quantität des durch die Dampfröste gewonnenen Productes erklärt sich ebenfalls aus dem Gesagten. Der Übelstand, dass beim Brechen und Schwingen so viel Faserbündel und Fasern abfallen, kommt

hier nicht vor, weil die Faserbündel compacter bleiben und durch Fetzen und Haare an der Oberfläche nicht so verunreinigt sind, daher auch keine so sorgfältige Entfernung derselben nöthig machen.

Die Thauröste ohne Verbindung mit der Wasserröste hat bekanntlich den Nachtheil, dass der Flachs dabēi minder zähe bleibt, und zu feinen und haltbaren Gespinnsten und Geweben weniger tauglich ist, auch mehr ins Werg fällt, als der Wasserflachs. Der Grund davon liegt in der geringen Festigkeit, welche die Faserbündel bei dieser Röste behalten. Da dieselbe längere Zeit dauert, und die Gährung im Cambium und der Rinde, wodurch die Auflockerung der Bastschichte bewirkt wird, mit Unterbrechungen stattfindet; da ferner ein Theil der Stengel der Gährung stärker ausgesetzt ist, und desshalb früher als die übrigen sich zur Fäule neigt, oder stellenweise wirklich fault: so werden auch die Faserbündel in solchen Stengeln stärker aufgelockert, daher sie bei der Bearbeitung leichter reissen und ins Werg fallen. Durch die länger anhaltende und unterbrochene Gährung während der Thauröste wird die Rinde rissig und morsch, springt bei der nachfolgenden Dörre leichter stellenweise ab, die Faserbündel werden entblösst, spalten und fransen sich in der Hitze leicht aus und fallen zahlreicher ins Werg. Je mehr hervorstehende und auseinanderfahrende Fasern an der Oberfläche der gerösteten Stengel zu bemerken sind, desto geringeren und sparsameren Flachs erhält man daraus.

Das Sortiren der Stengel ist zur Erzielung eines gleichförmigen Productes nothwendig. Es kommen dadurch Stengel von gleicher Entwickelung zusammen, daher die Gährung gleichförmig auf sie einwirken kann. Ohne Sortirung können viele Stengel schon überröstet sein, während andere noch nicht vollständig die Röste überstanden haben, besonders am oberen Theile, welcher weniger ausgebildete Fasern enthält. Ein so gewonnenes Product erfordert eine mühsamere Bearbeitung, und gibt dennoch einen geringeren und ungleichförmigeren Flachs.

Die kalte Wasserröste ohne Verbindung mit der Thauröste verursacht bei der Bearbeitung einen grösseren Aufenthalt, weil die Faserbündel breiter sind und sich nicht so leicht spalten lassen. Auch wird eine stärkere Bleiche erfordert, weil die Reste der Rinde und des Cambiums, welche die Faserbündel verunreinigen, in grösserer Ausdehnung zurückgeblieben sind, daher erst nach längerer Zeit sich gänzlich entfernen lassen.

Die lombardische Röstmethode, wobei die Stengel drei bis vier Tage im Wasser geweicht werden bis sie untersinken und hierauf ausserhalb des Wassers aufgeschichtet und in Gährung versetzt werden, scheint für die Zähigkeit und Geschmeidigkeit der Faser, nach der Dampfröste, die zuträglichste zu sein, vorzüglich desshalb, weil die Faser dabei wenig austrocknet. Auch lassen sich die Faserbündel bei dieser Methode besser reinigen.

Tabelle zur Prüfung der Güte des Flachses im rohen und verarbeiteten Zustande [1]).

Eigenschaften des guten Flachses.	Eigenschaften des schlechten Flachses.
1.	
Faserbündel lang, dünn, rundlich, von gleichem Durchmesser.	Faserbündel kurz, dick, glatt, von ungleichem Durchmesser.
2.	
Faserbündel glatt, weisslich oder weissgelblich, von Zellresten nicht verunreinigt.	Faserbündel rauh, bräunlich oder schmutzig grau, von häufigen Überresten der Zellen bedeckt und vereinigt.

[1]) Zur Vergleichung dienen die Abbildungen Fig. XXVII, XXVIII, XXX.

Eigenschaften des guten Flachses.	Eigenschaften des schlechten Flachses.
Faserbündel mit abstehenden Härchen oder Fasern nur wenig überdeckt, ungefranst und ungetheilt.	3. Faserbündel mit abstehenden Härchen zahlreich bedeckt, oft zerfranst oder gespalten.
Faser lang, dünn, nach den Enden allmählich haarspitzig zulaufend.	4. Faser kurz, dick, dabei oft stellenweise eingeschnürt und bauchig erweitert, mit unregelmässigen Enden.
Faser solide, oder mit kaum merklicher Höhlung, welche als zarte, dunkle Linie erscheint. Guter Flachs enthält wenig gehöhlte Fasern.	5. Faser röhrig mit deutlicher, oft erweiterter Höhlung, welche stellenweise Körnchen enthält. Geringer Flachs enthält viel gehöhlte Fasern.
Schichten der Faser zahlreich, dünn, zart, oft kaum wahrnehmbar.	6. Schichten der Faser minder reich, dicker, gröber, deutlich wahrnehmbar.
Faser glänzend, mit glatter Oberfläche.	7. Faser matt, mit unreiner Oberfläche.

Über die Hanffaser.

Hierzu Taf. LV, LVI.

I. Bau des Hanfstengels und der Hanffaser.

Der Hanfstengel und die Hanffaser zeigen einen dem Leine und der Leinfaser ähnlichen und in den meisten wesentlichen Stücken übereinstimmenden Bau, desshalb ich mich bei der Beschreibung kürzer fassen und auf die früheren Schilderungen berufen kann. Die Hanffaser ist, so wie die Leinfaser, eine Zelle, welche frei in einem Interzellulargange zwischen Rinde und Cambium entsteht. Sie ist anfangs dünnwandig, und führt einen feinkörnigen Inhalt, verdickt sich aber später durch Ablagerung secundärer Schichten so sehr, dass die Höhlung verschwindet. Um die Reifezeit der Bastzellen verliert sich der Chlorophyllgehalt der Rinde immer mehr, zuletzt entfärbt sich die Rindenschichte oft ganz.

Untersucht man den vollkommen ausgebildeten, fruchttragenden Hanfstengel[1]), so zeigt sich derselbe im Querdurchschnitte wie in Taf. LV, Fig. I; im Längendurchschnitte wie in Fig. III. Die Rinde besteht grösstentheils aus tafelförmigen, verdickten, tüpfellosen Zellen, und nicht immer zeigt sich eine deutlich abgesetzte Epidermis. Oft jedoch kann man besser die zwei Schichten der Rinde unterscheiden; Fig. I, *A*, die aus dickwandigen Zellen gebildete Epidermis, und die aus dünnwandigen Zellen bestehende innere Rindenschichte. Die Cuticula ist wenig auffallend und unbedeutend dicker, als die Wände der unterliegenden Zellen. Der feste Inhalt der Rindenzellen ist sparsam, feinkörnig, höchstens mit einem matten Anfluge von Chlorophyll, er bildet ein Überbleibsel des früher vorhandenen, zerfallenen und aufgelösten Chloro-

[1]) Die Untersuchungen des Gewebes wurden an Gartenexemplaren angestellt, da mir keine frischen Exemplare solcher Sorten zu Gebote standen, welche man zur Fasergewinnung anpflanzt.

phylles. Der Bast, ***B***, bildet, wie beim Lein, keine gleichdicke Schichte im Stengel, sondern ist abwechselnd dicker, stellenweise auch unterbrochen, und besteht aus zahlreichen Bündeln. Man sieht diese Anordnung der Bastbündel in Fig. I, oft ist sie noch deutlicher, wie überhaupt die verschiedenen Abweichungen des Leines sich hier wiederholen. Die Bastzellen schliessen ziemlich enge aneinander, und sind wie beim Leine unverästet, langgestreckt, nach beiden Enden allmählich verschmälert, die Wand durch 3—6 Schichten-Ablagerungen verdickt. Das Cambium, ***C***, besteht aus vier bis fünf Lagen kurzer, dünnwandiger Parenchymzellen, welche bisweilen ein sparsames, feinkörniges Amylum führen, sonst aber häufig jeden festen Inhalt entbehren. Das Holz, ***D***, wird aus mässig langen, bis zum Drittheile ihres Durchmessers verdickten Zellen gebildet, die von engen, zerstreuten Tüpfeln durchzogen werden. Im Querdurchschnitte, Fig. II, sind die Holzzellen durch Jod gefärbt, welches die Wände der übrigen Zellen unverändert lässt. Auch hier unterscheidet man die Rinde, ***A***, die beinahe nur aus einer Epidermalschichte besteht, den Bast, ***B***, das Cambium, ***C***, das Holz, ***D***, welches aus ungleichweiten Zellen zusammengesetzt ist. Der Längendurchschnitt, Fig. III, zeigt dieselben Schichten, bei ***D*** bemerkt man an den Holzzellen die zahlreichen, aber sehr kleinen Tüpfel.

Die Hauptformen der ausgebildeten Bastfaser, sind in Fig. IV zusammengestellt. Man bemerkt die grosse Übereinstimmung mit der Flachsfaser. Auch lassen sich beiderlei Fasern untermischt nur sehr schwer unterscheiden. In den vollkommensten Fasern ist die Höhlung ganz ausgefüllt, und man sieht höchstens noch, wie in fig. 3, 4, eine sehr zarte Linie als Andeutung der früheren Höhlung. In unausgebildeten Fasern kann man die Höhlung durch die ganze Faser verfolgen. An manchen Fasern trifft man, wie wir dies beim Leine sahen, knotige Erhöhungen an, fig. 1, 3, welche den Vertiefungen der Wände des Interzellularganges und der Vereinigungsstelle der umgebenden Zellen entsprechen. An der Spitze sind die Bastfasern gewöhnlich verschmälert, fig. 1. Bisweilen trifft man auch solche an, welche ohne Verschmälerung mit einer abgerundeten Spitze endigen, fig. 2.

Der Bau der männlichen Hanfpflanze stimmt mit dem geschilderten überein, indess ist, wie die ganze Pflanze schmächtiger und zarter, auch die Bastschichte etwas dünner.

Die chemische Zusammensetzung der Hanffaser ist dieselbe wie beim Leine, die Faser besteht aus reiner Cellulose.

II. Veränderungen der Hanffaser beim Rösten, Brechen, Schlagen, Reiben, Schwingen, Hecheln, Winden, Spinnen, Weben.

Die Methoden der Gewinnung und Bearbeitung der Hanffaser fallen in den meisten Punkten mit jenen des Flachses zusammen, auch sind die Veränderungen, denen die Hanffaser dabei unterliegt, nicht wesentlich unterschieden[1]). Es wäre darnach überflüssig, auf die Prüfung dieser Methoden einzugehen, und es genügt die Hauptveränderungen, denen der Hanf bei der Bearbeitung ausgesetzt ist, mit Rückblick auf den Flachs zusammenzustellen.

Der Zweck der Hanfröste besteht darin, durch einen Gährungsprocess im Stengel die Verbindung der Bastschichte mit dem Cambium und der Rinde zu lockern, um durch die folgende Bearbeitung die Trennung des Bastes desto leichter zu bewerkstelligen. Man wendet dabei die Wasserröste an, weil sie wegen der Derbheit und Festigkeit des Hanfstengels leichter, schneller und gleichförmiger einwirkt, als die Thauröste. Die Wasserröste verursacht eine Auflockerung und theilweise Zerstörung der Cambiumzellen, wodurch sich die Bastschichte leicht vom Holze abtrennen lässt. Auch die Rinde wird angegriffen, jedoch minder gelockert und zerstört als beim Leine, weil die Rindenzellen dicker und fester sind (vgl. Fig. I, II, III).

---

[1]) Welikopolsky hat eine Methode vorgeschlagen, wornach der Hanf mit viel geringeren Kosten besser und zweckmässiger als bisher, bearbeitet und benützt werden kann. Vergl. über das Unternehmen: Mittheilungen der ökonom. Gesellschaft zu Petersburg, 1846, Heft II, p. 258.

Die Folge davon ist, dass sich die Rinde beim Brechen, Reiben, Hecheln etc. schwieriger entfernen lässt, und selbst an dem sorgfältiger bearbeiteten Hanfe noch in starken Überresten zurückbleibt. Auch trägt die grössere Dicke der Faserbündel an ihrer stärkeren Verunreinigung Schuld. Durch Zersetzung des Cambium- und Rindeninhaltes wird der Bast gebräunt.

An hinreichend gerösteten Hanfstengeln, lässt sich der Bast leicht vom Holze trennen, und spaltet sich dabei die Faserbündel. Die leichte Spaltbarkeit, in breitere oder schmälere, faden- oder bandartige Bündel, beruht auf der eigenthümlichen Lagerungsweise des Bastes, der wie beim Leine keine gleichdicke Schichte bildet, sondern stellenweise Verdünnungen, selbst Unterbrechungen besitzt. Da die Unterbrechungen jedoch sparsamer sind, so erklärt sich daraus die so häufige Spaltung des Bastes in breite, bandartige Faserbündel. Wird der Hanf einer sorgfältigen Behandlung durch Brechen, Schlagen, Schwingen, Hecheln etc. unterzogen, so gewinnen auch die Faserbündel an Glätte, Glanz, Reinheit und Gleichheit. Die Abfälle an Werg, die bei einer geringen Qualität und nachlässigen Behandlung um desto grösser sind, bestehen, wie beim Leine, grösstentheils aus verworrenen, gezerrten, gedrehten, gequetschten und zerfransten Bündeln und Fasern.

Die Faserbündel des zu groben Seilerarbeiten verwendeten Hanfes enthalten im Durchmesser nicht selten 100—200 Fasern, welche von den Überresten der den Bast begrenzenden Schichten verunreinigt, rauh und missfärbig sind. Dünne Faserbündel, die nur aus weniger Fasern bestehen, finden sich sparsamer. Der Loire'sche, Bologne'sche u. a. zarte Hanfsorten dagegen bestehen, vermöge der Vorzüglichkeit der Spielart und Sorgfalt der Cultur und Bearbeitung, durchgehends aus zarten, glatten und glänzenden Faserbündeln.

Bei dem Verspinnen und Verweben des Hanfes erleidet derselbe, ausser unwesentlichen Zerrungen einzelner Fasern und Bündel, keine erhebliche Veränderung. Ebenso bei der Verarbeitung zu Bindfäden, Seilen und Tauen jeder Art. Bei dieser Manipulation werden die Faserbündel gewunden und gedreht, doch ohne ein bedeutend verändertes Aussehen zu erhalten. Man findet in Hanfschnüren und Hanfgeweben, die nicht durch anhaltenden Gebrauch abgenützt sind, den normalen Bau der Faser und die typischen Formen derselben, welche in Fig. IV dargestellt sind, ganz gut erhalten. Die Abnützung von dergleichen Fabrikaten beruht wie bei Leinenwaaren zunächst in dem Zerfallen der Faserbündel und in der Auflockerung der Fasersubstanz, welche früher mürbe wird, wenn die Fasern Höhlungen besitzen, in denen sich die Feuchtigkeit leichter sammelt und länger erhält, als in soliden Fasern.

Beim Färben verhält sich die Hanffaser genau wie die Flachsfaser. Wenn eine Höhlung zugegen ist, sammelt sich der Farbstoff in derselben zuerst an. Soll die Färbung dauerhaft sein, so muss der Farbstoff die Schichten der Wandung vollkommen durchdringen und sich in denselben absetzen.

Bei der Verarbeitung zu Papier, erleidet die Hanffaser dieselben Veränderungen, wie die Flachsfaser, sie wird zerstückt, zerfranst, zermalmt und die Faserstücke verfilzen sich untereinander zur Papiermasse.

Die Hauptformen der Bündel und Fasern, welche sich im zubereiteten, rohen Hanfe zeigen, sind in Taf. LVI zusammengestellt. Der minder sorgfältig bearbeitete Hanf hat, wie früher bemerkt wurde, dicke, ungleiche, unreine Faserbündel. Die hier abgebildeten Faserbündel sind von einer mittleren Sorte. Fig. V ein dünner Faserbündel, auf der Oberfläche, bei *a*, *a*, *a* von körnigen Resten der Rinde und des Cambiums bedeckt. Fig. VI ein etwas dickerer Faserbündel, bei *A*, *A*, *A* noch von zahlreichen, rissigen, eingeschrumpften Cambiumzellen bedeckt, bei *x* der Endtheil einer Faser. Fig. VIII ein gereinigter, glatter, glänzender Faserbündel. Im rohen Hanfe findet man selten ganz reine Bündel, meistentheils sind sie nur stellenweise rein. Fig. VII einzelne Fasern, an welchen man bei *a*, *a* Reste des Chlorophylles bemerkt, welches sich bei der Röste bräunt; fig. 1 eine solide Faser, die kaum eine Andeutung zur Höhlung besitzt; fig. 2 eine dünnwandige, stark gehöhlte, auf tiefer Entwickelungsstufe stehende Faser, deren Wand aus zwei Schichten zusammengesetzt ist. Fig. IX ein schwarz gefärbter Faserbündel, welcher an der Oberfläche bei *A*, *A* durch Reste der Zellhäute, bei *a*, *a* durch körnige, aus der Zersetzung des Inhaltes

rührende Reste verunreinigt ist. Fig. X einzelne, schwarz gefärbte Fasern mit unreiner Oberfläche. Fig. XI eine mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüfte Faser. Sie färbt sich dunkelblau, und wenn die Färbung nicht zu tief, und die Wand nicht allzustark von der Schwefelsäure angegriffen ist, erkennt man die Schichtung sehr deutlich.

Die Güte des Hanfes hängt von der Beschaffenhdit der Bündel und Fasern ab. Die Eigenschaften, welche oben als charakteristisch für einen guten Flachs angegeben wurden, kommen auch der Hanffaser zu. Die obige Tabelle, welche bei Prüfung von Flachsproben dienen soll, lässt sich fast ebenso beim Hanfe anwenden, wenn feine Proben zur Untersuchung vorliegen. Denn in groben Hanfsorten, wie namentlich die zu gemeinen Seilerarbeiten verwendeten, haben manche Eigenschaften, wie Zartheit, Geschmeidigkeit und Weichheit der Faser nur untergeordneten Werth.

Über die Nesselfaser.

I. Bau der Nesselfaser und Veränderungen derselben bei der Bearbeitung.

Der Stengel der gemeinen, grossen Nessel schliesst sich in seinem Baue jenem des Hanfes und Leines zunächst an. Auch hier ist die Bastfaser ein Milchgefäss, welches in einem Interzellulargange zwischen Rinde und Cambium entsteht. Die Interzellulargänge treten fast gleichzeitig mit der Bildung der Internodien auf, und man kann die Entstehung der Bastzellen viel deutlicher als beim Leine beobachten, so dass diese Pflanze für die Verfolgung der Entwickelungsgeschichte insbesondere geeignet ist. Die Interzellulargänge und Bastzellen sind geräumiger, und in der Jugend gesonderter, so dass sich alle Vorgänge besser überblicken lassen. Rinde, Cambium, Holz und Mark durchlaufen ähnliche Metamorphosen, wie es beim Leine geschildert wurde; bemerkenswerth ist es aber, dass um die Zeit, wo sich die Bastzellen zu bilden anfangen, das Holz durchweg reichliches Chlorophyll enthält, dessen Kügelchen, gleich jenen der Rinde, einige Amylumkörner einschliessen, um welche sich die Chlorophyllsubstanz lagert. Selbst die Epidermalzellen enthalten ausgebildete Chlorophyllkörner. Im Allgemeinen bildet sich das Chlorophyll etwas früher, als im Leine, wenn man das Auftreten der Bastschichte zum Zeitmasse nimmt. Das Mark enthält schon sehr früh grosse, zartwandige Cytoblastenzellen, welche sich später auflösen.

Die ausgebildete Bastschichte zeigt häufigere Unterbrechungen, als beim Leine und Hanfe, auch finden sich einzelne Bastzellen im Rindengewebe öfter isolirt, als man es bei jenen begegnet. Die Bastzellen führen in der Jugend einen körnigen Inhalt, mit dazwischen liegenden, winzigen Zellchen, wie sie beim Leine beschrieben wurden. Mit der zunehmenden Verdickung der Wand nimmt der körnige Inhalt ab, und vergeht endlich, obgleich sich in den ausgebildeten Fasern oft noch ziemliche Reste davon vorfinden, welche mitunter gröbere, ungleiche Körner enthalten. Im Ganzen sind die Bastfasern um die Hälfte oder das Doppelte weiter als beim Leine und Hanfe, mit denen sie in Gestalt und Länge ziemlich übereinkommen. An Biegsamkeit stehen sie den genannten Fasern nach. Die Verdickung der Wand ist in der Regel schwächer als beim Leine und Hanfe. Auch in ganz ausgewachsenen Stengeln trifft man noch Fasern mit ziemlich weiter Höhlung, dagegen treten die Schichten der Wand oft sehr deutlich hervor, bisweilen erscheinen sie so scharf abgesetzt, wie die äussere Wand der Faser. Häufig besitzt die Faser knotige Anschwellungen in bestimmten Abständen, die von denselben Ursachen wie beim Leine bedingt sind.

Die Bastfaser der Nessel besteht aus Cellulose. Die Veränderungen, welche sich beim Rösten, Brechen, Schwingen, Hecheln, Spinnen, Weben u. s. f. heraustellen, sind den früher beschriebenen gleich. Chemisch wird die Nesselfaser bei der Verarbeitung ebensowenig verändert.

Über das Verhältniss des Bastes zu den Milchgefässen, Interzellulargängen und der Interzellularsubstanz.

Man hat die Bastfasern bis jetzt als Zellen angesehen, welche sich an die gewöhnlichen, verdickten Gewebszellen anschliessen, so viel Eigenthümliches sie auch sonst besitzen. Ebenso hat man die Übergänge beider Gebilde aufzufinden geglaubt. Über die Enstehungsart des Bastes wissen wir sehr wenig. Vergleicht man die ausweichenden und unbestimmten Angaben, so sieht man leicht, dass die Frage darüber noch in der Schwebe sei. Meyen[1]) gibt wohl an, die Entstehung der Bastfaser, insbesondere beim Leine, mit Sicherheit verfolgt zu haben. Es sollen sich an der Stelle der Bastschichte äusserst zarte, etwas langgestreckte, prismatische Parenchymzellen bilden, welche mit ihren Enden genau übereinander stehen, und sich allmählich, durch Resorption der Scheidewände, in lange Faserzellen oder Baströhren umwandeln. Diese Ansicht ist auch vielfach getheilt worden, kann aber schon durch einfache Untersuchung des ausgebildeten Bastes widerlegt werden. Denn die Bastfasern liegen ungeordnet, in verschiedener Höhe nebeneinander, während sie nach obiger Ansicht immer mit ihren Enden übereinander stehen müssten, wodurch die Bastschichte eine ganz andere Gestaltung erhalten würde. Eine der sonderbarsten Ansichten Meyen's ist überdies, dass nach Auflösung der Scheidewände zwischen den Parenchymzellen, welche die Bastfaser bilden, die Ränder dieser Zellen (welche also beiderseits offene Röhren bilden müssten) mit einander verwachsen. Diese Angabe widerstreitet so sehr unsern Erfahrungen über die Bildung und das Wachsthum der Zelle, dass man ihr schon desshalb den Glauben versagen möchte.

Schleiden[2]) bemerkt, dass er nicht zweifle, dass die Bastzellen aus ursprünglich parenchymatischen Zellen wie das Prosenchym entstanden seien, doch ohne die Entwickelungsgeschichte zu geben, was um so mehr hätte erwartet werden dürfen, da er sonst derartige Urtheile auf die Entwickelungsgeschichte basirt wissen will. Er hat schwerlich die haarförmigen Enden langer Bastfasern, wie beim Leine, Hanfe und so vielen Kräutern, die bedeutend dünner sind, als die jüngsten Gewebszellen, mit Aufmerksamkeit betrachtet, sonst könnte er diese Ansicht nicht hegen. Übrigens hat er unsere mangelnde Kenntniss in diesem Punkte gebührend hervorgehoben.

Zuletzt ist Schacht[3]) bei vergleichender Untersuchung der Milchgefässe und Bastzellen zu dem Resultate gekommen, dass letztere nichts als Milchsaft führende, sich häufig verzweigende Bastzellen sind. Er verweist dabei auf seine, nächstens erscheinende Schrift über das Enstehen und den Bau der Pflanzenzelle, wo weitere Untersuchungen darüber folgen sollen. Ihm ist es ganz unbekannt geblieben, das ich bereits dritthalb Jahre früher in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie den Gegenstand behandelt habe, so wie die von ihm prätendirte Entdeckung dort mit klaren Worten ausgesprochen und ebenso die Entstehungsweise der Bastzellen angegeben ist.

Aus den vorstehenden Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Bastzellen bei *Linum*, *Urtica*, *Cannabis*, in Interzellulargängen zwischen Rinde und Cambium entstehende, langgestreckte Zellen sind[4]). Vergleicht man die Entwickelungsgeschichte und den Bau dieser Zellen mit den Milchgefässen, über welche die Untersuchungen der Baronesse Hermine v. Reichenbach Licht verbreitet haben[5]), so stellen sich die Bastzellen als entschiedene Milchgefässe heraus.

---

[1]) Wiegm. Archiv für Naturgeschichte, 1838, I, p. 298. Ob die von der königl. Akademie zu Berlin gekrönte Preisschrift Pollander's über den Flachs, Untersuchungen über die Entstehung der Bastzellen enthalte, ist mir unbekannt. Sie ist mir noch nicht zugekommen.

[2]) Grundzüge der Botanik, 2te Auflage, I, p. 251.

[3]) Botan. Zeitung, 1851, Nr. 29.

[4]) Eine kurze Mittheilung wurde bereits gegeben in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, November 1848. Mohl, der die späteren Arbeiten von Fritsch a. a. Orte in seiner Darstellung über die vegetabilische Zelle (Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, IV. Bd., 2te Lief., p. 302) citirt, übergeht sie. Ebenso ist sie Schacht ganz unbekannt geblieben.

[5]) Botan. Zeitung, 1846, Sp. 833, von einem Ungenannten. Die verehrte Forscherinn möge es entschuldigen, dass ich ihren Namen nenne. Ich denke, es müsse heutzutage Jeder mit seinem Namen einstehen, wenn eine Arbeit jene Beachtung finden soll, welche ihr, wie im vorliegenden Falle vollends gebührt. Ein Beweis des Gesagten liegt in der geringen Rücksicht, welche Wigand und Schacht a. a. Orte derselben geschenkt haben.

Untersuchungen über die Entwickelungsweise der Bastzellen anderer Pflanzen lieferten das Resultat, dass sie in den verschiedensten Familien dieselbe Entwickelungsweise besitzen. So bei *Humulus*, *Tilia*, *Acer*, *Daphne*[1]). Diese Beispiele sprechen dafür, dass die beschriebene Entwickelungsweise des Bastes wohl allgemeines Gesetz sei. Anderseits stellt es sich heraus, dass die Milchgefässe bei den blattlosen Euphorbien und den Asclepiadeen, welche an der Stelle des Bastes vorkommen, als wahre Bastzellen angesehen werden müssen, weil sie mit diesen in Bau und Entwickelung übereinstimmen. Auch kommen die Bastzellen und Milchgefässe in der frühen Entstehung, welche jener der übrigen Gefässe voraneilt, überein. Da nun beide Systeme in dieselbe Reihe zu stellen sind, so bleibt uns nur die Alternative, die Bastzellen mit dem Namen der Milchgefässe zu benennen oder umgekehrt. Das Letztere scheint zweckmässiger, weil der Name besser die Einheit und Bedeutung der Gebilde charakterisirt und auch älter ist. Die so lange streitige, und selbst nach der neuesten Bekanntschaft mit der Entwickelungsgeschichte dunkel gebliebene Bedeutung der Milchgefässe kann nicht länger mehr zweifelhaft sein. Die Milchgefässe sind Bastzellen, welche in verschiedenen Theilen des Pflanzengewebes zerstreut sind, aber zwischen der Rinde und dem Cambium eine besonders starke und regelmässige Schichte bilden. Das Bastsystem, in dem bezeichneten Umfange, durchlauft vom nackten oder nur mit einer rudimentären Zelle ausgekleideten Interzellulargange, bis zum vollständig ausgefüllten, von einer soliden Bastfaser eingenommenen Raume, alle Übergangsstufen.

Bei genauerer Vergleichung der Bastzellen und Milchgefässe verschiedener Familien erhält man, auch ohne Rücksicht auf Entwickelungsgeschichte, sehr gewichtige Winke, dass beide eine gleiche Bedeutung haben mögen. Insbesondere, wenn man auf die längst bekannte Erscheinung bei *Hoya* und *Euphorbia* achtet, wo Milchgefässe an der Stelle des Bastes liegen. Bei Vergleichung echter Bastzellen mit dem umgebenden Parenchyme gelangt man zu dem Schlusse, dass sie nicht aus ursprünglichen Parenchymzellen entstehen und gleichzeitig mit den Rinden- und Cambiumzellen auftreten mögen. Wenn die Bastzellen gewöhnliche, gleichzeitig mit den übrigen auftretende Gewebszellen wären, so müssten sie:

1. In Fällen, wo sie von so bedeutender Länge sind, wie beim Leine, Hanfe, der Nessel und überhaupt den meisten Kräutern, schon im jüngsten Zustande eine bedeutende Länge besitzen, denn sonst könnten sie sich, bei der verhältnissmässig geringen Länge, welche die Nachbarzellen erreichen, nicht leicht in einem so hohen Grade strecken, ohne sich von den Wänden derselben abzulösen.

2. Ausgesackte und ästige Bastzellen liegen häufig zwischen kurzen, regelmässigen Parenchymzellen eingekeilt. Solche Zellen sind aus ursprünglich gleichgestalteten Parenchymzellen um so schwieriger herzuleiten, je unregelmässiger sie aussehen.

3. Bastzellen mit sehr dünnen, haarspitzigen Enden kommen oft vor. So Taf. XLIX, Fig. XX, fig. 2, 3. Diese Enden sind mehrmals enger als die umliegenden Gewebszellen in ihrem jüngsten Zustande, ja oft geringer im Durchmesser, als die Zellkerne der Stammspitze. Sie können also schwerlich aus Parenchymzellen entstanden sein, sei es aus einzelnen, oder aus verschmolzenen Reihen derselben. Die Annahme, dass solche Parenchymzellen die zu Bastzellen sich umwandeln, später eine dünne, haarförmige Spitze vorschieben, ist unseren Erfahrungen über das Zellenleben des Gefässstammes zu sehr entgegen, als dass man ihr huldigen könnte.

4. Die Bastzellen haben durchgehends einen lockeren Zusammenhang, und lassen sich ohne Schwierigkeit in den meisten Stämmen isoliren. Auch dies spricht gegen ihre Entstehung aus Parenchymzellen.

Wenn man die Meyen'sche Ansicht vertheidigen wollte, der gemäss die Bastzellen aus einer Reihe von Parenchymzellen durch Aufsaugung der Scheidewände und Verdickung der rückbleibenden Wandungen entstehen, so stehen die unter 3 und 4 angeführten Eigenthümlichkeiten schroff entgegen. Wie will man

---

[1]) Ich wiederhole, was schon früher bemerkt wurde, dass dickstenglige Pflanzen sich zur Verfolgung der Entwickelungsgeschichte am besten eignen.

die haarspitzigen Enden der Bastzellen, wie namentlich die monströsen Anschwellungen und Ausbuchtungen, wie die so häufigen Verästlungen derselben erklären? Man geräth in unlösliche Widersprüche.

Unter den Milchgefässen findet man bekanntlich alle Übergänge vom blossen Interzellulargange zu einer sehr verdickten, denselben auskleidenden Zelle. Die Übergangsformen sind diejenigen, wo eine Verdickung der Wand entsteht, aus welcher sich aber keine selbstständige Membran differenzirt. In dem reinen, unverdickten Interzellularraume, der die Stellung des Milchgefässes einnimmt, erzeugt sich übrigens ein gleicher Inhalt, wie in den Milchgefässen, die mit Wandungen versehen sind. Aus beiden Gründen muss, wie schon oben angedeutet wurde, der reine, geschlossene Interzellulargang, der die Stellung und den Inhalt des Milchgefässes besitzt, unter den Gesichtspunkt der Zelle gebracht werden. Geschlossene Interzellulargänge inmitten eines saftreichen Gewebes haben aber auch die entschiedene Function wirklicher Gewebszellen. Enthält das umgebende Parenchym Dextrin, so ist dieses auch im Interzellulargange vorhanden, und es erfolgt die Bildung einer Membran durch Niederschlag auf die Wandungen der Höhlung sehr leicht.

Es wurde früher angeführt, dass man in solchen Formen der Bastzelle, wie sie vom Leine in Fig. XX, fig. 4, 5 abgebildet sind, die abgeschlossenen Hohlräume gewissermassen als Zellen ansehen könne. Solche Bastfasern beständen also aus einer Reihe von Zellen, die in einer Mutterzelle eingebettet sind, in gleicher Weise, wie wir diess an Conferven und Pilzfäden sehen. Diese Ansicht dürfte auf den ersten Blick unbegründet scheinen, weil die Enstehungsweise der Hohlräume eine so verschiedene ist. Bei näherer Betrachtung zeigt es sich aber, dass die Entstehungsart jener der übrigen Zellen nicht so schroff gegenübersteht. Denn die Vermehrung der Zellen durch Theilung ist von vorstehender Bildung nicht wesentlich unterschieden. Auch bei den Bastzellen erheben sich die secundären Schichten an gewissen Punkten stärker, berühren sich, verschmelzen und bilden so die Scheidewand, wodurch der ursprüngliche Hohlraum in besondere Zellräume abgetheilt wird. Die Bildungsweise dieser Zellräume wird erklärlich, wenn man einen Blick auf die Baumwollhaare wirft, welche auf Taf. LVII, Fig. VIII, 1, 2, 3 abgebildet sind. Hier zeigt sich eine ähnliche, wenn auch viel unvollkommenere Abtheilung der ursprünglichen Zelle in abgesonderte Hohlräume, *b*, *b*, *b*. Die Bildung dieser Zellräume in der Bastzelle und dem Baumwollhaare steht gegen die Bildung regelmässiger Tochterzellen allerdings weit zurück, aber die Verwandtschaft zu den einzelligen, durch Scheidewände abgetheilten Schläuchen der Pilze und Algen lässt sich nicht verkennen. Ich werde gelegenheitlich Anlass nehmen, darauf zurückzukommen. Wie sehr unsere Ansichten auf diesem Felde durch jede neue Thatsache modificirt werden, zeigt die beschriebene, merkwürdige Entstehungsweise der Bastzelle selbst am besten.

Die Entwickelung der Bastzelle bringt einen neuen Beweis für das Bestehen der, zuerst von Mirbel in seiner Abhandlung über *Marchantia* angegebenen, interutriculären oder Zwischenzellenbildung bei, welche später von Kützing [1]) bei den Tangen, von Unger [2]) bei den Dikotylen illustrirt, aber von vielen Autoren bezweifelt wurde. Andere Fälle dieser Zellbildung als bei Bastzellen und Milchgefässen habe ich nicht verfolgt. Aus der Beschreibung, welche Kützing von den Tangen gegeben hat, ist jedoch die grosse Ähnlichkeit nicht zu verkennen. Er schlägt für diese Bildung den Namen „Interzellulargewebe" vor. Neuerlichst hat Wigand [3]) diese Theorie, so wie die damit enge verknüpfte Ansicht über das Vorkommen der Interzellularsubstanz hart angegriffen, und ihr die Stützen zu rauben gesucht. Er sagt [4]): „Eine zwischen den Zellen gelagerte, sei es selbstständige, oder aus den Zellen abgesonderte, sogenannte Interzellularsubstanz existirt nicht, alle dafür angeführten Gewebsformen erklären sich genügend nach den anderweitigen

---

[1]) Phycologia gen. p. 64, tab. 26, 27, 32, 65, 66.
[2]) Grundzüge der Anat. p. 45, mit Abbildung.
[3]) Interzellularsubstanz und Cuticula. Braunschweig 1850.
[4]) A. a. O. p. 35.

Gesetzen über den Bau der Zelle." Die Arbeit dürfte jedoch nicht jenen Grad analytischer Genauigkeit besitzen, welcher geeignet ist, dieses mit solcher Bestimmtheit prätendirte Resultat zu rechtfertigen, obwohl der Verfasser in vielen untersuchten Fällen gewiss im vollen Rechte ist. Die Frage über die Verhältnisse der formlosen Interzellularsubstanz den zunächst Betheiligten überlassend, will ich nur darauf eingehen, was directen Bezug hat. Auffallend ist die an mehreren Orten ausgesprochene, auch wohl andern Beobachtern unterschobene Meinung, dass eine vorhandene Interzellularsubstanz oder membranöse Überzüge der Interzellulargänge nur Absonderungen jener Zellen sind, worauf sie sich ablagern. Ich möchte diese Annahme für gezwungen halten, weil man bedenken muss, dass der Interzellulargang durch gemeinschaftliche Wandungen mit dem umgebenden Gewebe verbunden, und mit Flüssigkeit erfüllt, nothwendig an dem endosmotischen Processe dieser Zellen Theil nehmen muss. Daher kann er auch aus seinem eigenen, dextrinhaltigen Inhalte eben so leicht eine Schichte Cellulose an der äusseren Wand jener Zellen absetzen, und wiederholt ablagern, wie diese selbst in ihrem Innern Verdickungsschichten erzeugen. Aus einem einzigen untersuchten Falle bei *Euphorbia Lathyris* schliesst Wigand, dass die Wand der Milchgefässe integrirender Bestandtheil der umgebenden Gewebszellen sei. Aus einem einzigen Falle darf man sich einen allgemeinen Schluss wohl nur mit grosser Vorsicht erlauben. Hätte Wigand die Vielförmigkeit der Milchgefässe in Betracht gezogen, so würde ihm die Möglichkeit, zu einem entsprechenden Resultate durch Beobachtung zahlreicher Formen zu gelangen, um so mehr eingeleuchtet haben, da die Interzellulargänge hier in schärferer Ausprägung als irgendwo vorkommen. Wigand hält bei *Euphorbia Lathyris* (p. 31, fig. 34) die Schichten des Milchgefässes für Verdickungsschichten der anstossenden Gewebszellen, selbe müssten demnach die äussersten und ältesten Schichten derselben sein. Bei Verfolgung der Entwickelungsgeschichte hätte sich indess leicht finden lassen, dass die Schichten des Milchgefässes nach innen zu, und in entgegengesetzter Richtung von den Schichten der anstossenden Zellen abgelagert werden, das Milchgefäss somit als selbstständige Bildung angesehen werden müsse. Dass die Milchgefässe an ihrer Oberfläche oft Spitzen und wagrecht abstehende Fortsätze erzeugen, welche in die Zellfugen des anstossenden Gewebes eingekeilt sind und bei ungenauer Beobachtung leicht für Theile der Gewebszellen angesehen werden können, liegt lediglich in der Form des Interzellularganges, nach welchem sie sich im Umrisse gestalten. Im hohen Grade ist dies bei *Xanthosma lividum* [1]) der Fall. Auf Grund des Gesagten ergibt sich aber eine andere Deutung der übrigen Details, *a* ist nichts weiter als ein kleiner Interzellularraum, wie sie an den eingedrückten Verbindungsstellen der Zellen nicht selten und gewöhnlich dreieckig vorkommen, und welche Frl. Reichenbach schon ganz richtig beschrieben und gedeutet hat. Die angebliche Fortsetzung der Scheidewand der Gewebszellen, *c*, ist weder eine solche, noch überhaupt ein Product der unterliegenden Gewebszelle, weil solche Fortsetzungen in die Wand des Milchgefässes nicht vorkommen, ebenso wenig wie bei den Bastzellen. Wenn diese Bildung überhaupt eine beständige, und auf den Verbindungspunkt zweier Zellen streng angewiesene wäre, so müsste sie stets an diesem Punkte erscheinen. Man darf aber die Schacht'schen Spalten in den Verdickungsschichten und obliterirte Tüpfel, welche bei dickwandigen Milchgefässen und Bastzellen ähnlich erscheinen, nicht dafür ansehen. Auch ohne Verfolgung der Entwickelungsgeschichte hätte sich Wigand von der Selbstständigkeit der Milchgefässe durch Folgendes überzeugen können: 1. Durch die leichte Ablösbarkeit und continuirliche Sonderung mittelst Kalilösung und Säuren, wodurch man grobe Milchgefässe als ganze und geschlossene Schläuche darzustellen im Stande ist. 2. Durch den Umstand, dass, wenn man die Gefässwand, so weit sie der anstossenden Gewebszelle anliegt, als Bestandtheil der letzteren ansieht, wir immer eine Gewebszelle erhielten, die an ihrem freien, in den Interzellulargang hineinragenden Theile dicker, und wenn das Milchgefäss geschichtet ist, mehrschichtiger, so wie mit ihren Schichten an dieser Stelle scharf abgeschnitten ist. Dies widerspricht aber allen unseren Erfahrungen über die Schichtung der Zellwände.

---

[1]) Botan. Zeitung 1846, tab. I, Fig. 15.

Über die Baumwollfaser.

Hierzu Tafel LVII — LIX.

I. Entwickelungsgeschichte, Bau und Zusammensetzung der Baumwollfaser.

Die Baumwolle besteht aus Haaren, welche den Samen der zur Gattung *Gossypium* gehörigen Arten bekleiden. Die Hauptmasse der im Handel vorkommenden Baumwolle ist orientalischen, amerikanischen und ostindischen Ursprunges. Sie stammt von drei Hauptarten. Die orientalische Baumwolle, nämlich die in Ägypten und den umliegenden, afrikanischen, asiatischen und europäischen Ländern gebaute, kommt von *G. herbaceum*; die amerikanische zumeist von *G. barbadense*, mitunter auch von *G. arboreum*, und selbst Spielarten des *G. herbaceum*; die ostindische von *G. barbadense* und *herbaceum*. Ausserdem werden verschiedene Arten strichweise cultivirt und kommen in den Handel. So *G. racemosum* auf Portorico und andern westindischen Inseln; *G. hirsutum* im französischen Westindien und Guiana; *G. vitifolium* in Westindien, Brasilien, Ägypten. Die Unterscheidung der Baumwollstauden ist übrigens zu schwierig, um überall mit Bestimmtheit gegeben werden zu können. Die Baumwolle aller der genannten Arten ist weiss, selten mit einem gelblichen Anfluge. Gemeiniglich bekommt sie einen gelben Anflug erst, wenn Regengüsse die Ernte beschädigen. Dagegen zeichnet sich die Baumwolle des in vielen Tropengegenden, so wie auch in Südeuropa gebauten *G. religiosum* durch röthlich braune Farbe aus, und die echte chinesische Baumwolle, welche von *G. Nanking* stammt, durch gelbröthliche Färbung.

Es wäre von Interesse, die Mutterpflanze einer jeden Baumwollsorte aus der alleinigen Untersuchung der Faser mit Zuverlässigkeit bestimmen zu können, wie dies bei andern Fasergeweben thunlich ist. Allein hier hat die Sache besondere Schwierigkeiten, denn der Bau der Baumwollfasern wechselt, wie wir im Verlaufe sehen werden, oft an demselben Individuum und Samenkorne ziemlich stark. Nur die Fasern des *G. herbaceum* lassen sich gewöhnlich leicht unterscheiden. Anderseits ist die Bestimmung der Pflanzen selbst eine schwierige, weil sie sich, gleich andern, der Cultur seit Jahrtausenden anheim gefallenen Arten, unter dem Einflusse der Menschenhand ungemein verändert und in eine Menge von Spielarten aufgelöst haben. Dazu kommt noch der Umstand, dass man die Urformen sehr selten im wirklich wilden Zustande antrifft, daher auch keine Kriterien für den Werth der Artcharaktere besitzt, welche bis jetzt grösstentheils von Culturpflanzen oder verwilderten Formen hergenommen wurden.

Die im Handel vorkommende Baumwolle ist der mechanisch losgetrennte, haarige Überzug des Samens. Die Samenkörner wechseln von der Grösse eines Pfefferkornes bis zu jener eines Kirschkernes, sind eiförmig oder eiförmig-länglich, grau oder schwärzlich, lederartig, und an ihrer ganzen Oberfläche dicht mit verlängerten, geschlängelten Haaren besetzt. Sie entfalten einen schwachgekrümmten Keim, welcher von einem fleischigen Eiweisskörper umhüllt wird. Nach Verschiedenheit der Sorten sind die Haare von verschiedener Länge, Dicke, Steifigkeit und Weisse. In Fig. II ist ein Samenkorn von *G. herbaceum* im halbentblössten Zustande dargestellt, an der Vorderseite sind die Haare entfernt, an den übrigen Seiten hängen sie noch an.

Das Vorkommen einer haarigen, baumwollartigen Samenhülle tritt in der Familie der Malvaceen ausser *Gossypium* noch auf bei *Fugosia*, *Thespesia*, *Serraea*, *Hibiscus*. Ein flüchtiger Blick auf diese Gattungen wird nicht überflüssig sein, um den Zusammenhang der Erscheinungen besser wahrzunehmen. Die haarige Hülle hat hier denselben Ursprung aus der Samendecke wie bei *Gossypium*. Aber immer sind die Haare kürzer und sparsamer. Bisweilen trifft man sie auch nur auf einzelnen Stellen des Samens. Unter den Pflanzen, welche bei uns allgemein gebaut werden, hat *Hibiscus syriacus* haarige, mit einem rothgelben Borstenkamme gezierte Samen, Fig. I. Bei andern Arten von *Hibiscus* fehlt die haarige Samendecke, statt ihrer ist die innere Fruchthaut mit einem Haarkleide versehen. Dieses erinnert an die dichte, wollige

Bekleidung der inneren Fruchthaut bei den Bombaceen, welche hierin morphologisch gleichzustellen ist. Die beiden Arten der Behaarung auf das einfache, vegetative Blatt bezogen und zurückgeführt, lassen sich wie folgt ausdrücken: Das Fruchtblatt der Baumwollstaude entspricht dem an der Oberfläche kahlen, am Rande behaarten, das Fruchtblatt der Bombaceen, dem an der Oberfläche behaarten, am Rande kahlen oder behaarten Vegetationsblatte.

Wenn man die Entwickelungsgeschichte der Baumwollfaser verfolgen will, so muss man bis zur Blütezeit zurückgehen. In dieser Periode bemerkt man an den Samenknospen, welche zumeist in zwei Längsreihen aus der Mittelsäule hervorgehen, äusserlich keine Spur von Haaren oder sonstigen Vorragungen, als Andeutung der künftigen Haare. Die Oberfläche der Samenknospe wird von kleinen, flachen oder unbedeutend gewölbten, enganschliessenden Epithelialzellen gebildet. Die Cuticula fehlt denselben. Im Inhalte finden sich häufiger oder sparsamer farblose, äusserst zarte Schleimkörner, welche bei Verdichtung oder Gerinnung des übrigen schleimigen, proteinhaltigen Inhaltes zu einer bald vollkommenen, bald rudimentären Kernbildung mitverwendet werden.

Verfolgt man die weitere Entwickelung der Epithelialzellen, von welcher ich nach den bei *G. herbaceum* angestellten Beobachtungen eine Schilderung gebe, so bemerkt man zur Zeit der Befruchtung, selten schon früher, und dann gewöhnlich nur an einzelnen Stellen der Samenknospe, dass sich die Epithelialzellen merklich zu erheben und auszusacken beginnen. Die Samenknospe erscheint dadurch schon bei mässiger Vergrösserung feinwarzig, wie Fig. III (30 Mal vergrössert), bei starker Vergrösserung an der Oberfläche wie Fig. IV (400 Mal vergrössert). An der Erhebung nehmen in der Regel alle Epithelialzellen Theil, nur nicht gleichmässig, so dass manche Zelle schon ziemlich ausgesackt und verlängert erscheint, während die Nachbarzelle sich erst zu wölben beginnt. Durch die ungleichmässige Entwickelung und das Vorgreifen einzelner Zellen und ganzer Zellgruppen werden manche Zellen oft ganz in ihrer Erhebung und schlauchigen Verlängerung gehemmt, was jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf den allgemeinen Entwickelungsgang übt. Die Zellen wachsen schnell, so dass sie gegen das Ende der Blütezeit hier und da bereits als kurze cylindrische Schläuche über die Fläche der Samenknospe vortreten, Fig. V, (400 Mal vergrössert). Ihr Inhalt ist auf dieser Stufe unverändert, nur vermehren sich die Schleimkörnchen fortwährend. Allgemein tritt Kernbildung auf. Bei vollkommener Kernbildung, Fig. V, *a*, verdichtet sich der schleimkörnige Inhalt zu Klümpchen, die anfangs durch Schleimfädchen der Zelle anhängen. Bei unvollkommener Kernbildung, die häufiger eintritt, Fig. V, *b*, *b*, ballen sich die Körnchen des Inhaltes zu Klümpchen zusammen, diese runden sich mehr oder minder ab, ohne jedoch eine bestimmte Gestalt anzunehmen, auch findet eine Schleimströmung und Bildung von Schleimfädchen nicht statt. Zwischen der vollkommenen und unvollkommenen Kernbildung finden sich indess alle Übergänge. Die Zellwand ist in diesem Stadium nicht merklich verdickt. Gewöhnlich findet sich indess eine dünne Schleimschichte an der Innenwand abgelagert. Die Membran besteht aus reiner Cellulose, wie die Reaction mit Jod und Schwefelsäure (4 Theile auf 1 Theil Wasser) beweist.

Von jetzt an schreitet die schlauchige Verlängerung der Epithelialzellen, im gleichen Masse mit der Vergrösserung der Samenknospe, also im ganzen rasch vorwärts. Die Schläuche verengen sich allmählich nach oben und nehmen eine schwach geschlängelte Form an. Sie erscheinen jedoch, wegen der bedeutenden Länge, welche bei stärkerer Vergrösserung immer nur einen geringen Theil im Gesichtsfelde zu behalten erlaubt, fast cylindrisch. Um die Zeit, wenn die Kapsel sich ihrer normalen Grösse nähert, aber noch grün und saftig ist, haben die Schläuche bereits eine 4 — 5 Mal grössere Dicke, und 300 — 700 Mal grössere Länge als unmittelbar nach der Blütezeit. Fig. VI stellt sie auf dieser Stufe dar. Der Inhalt ist schleimkörnig wie früher. Die Zellkerne sind aufgelöst, erzeugen sich auch im Verlaufe nicht weiter [1]). Die

[1]) Zellkerne dieser Art sind hier wie in den meisten Fällen, und wie es scheint, in den Stengeln und Blättern der Phanerogamen gesetzmässig nur vorübergehende Bildungen, die sich mitunter (besonders im Marke) zu deutlichen grösseren Zellen ausbilden, aber keine das Gewebe verstärkende, vollkommene Zellen oder Zellgruppen erzeugen.

Membran ist fester, aber unbedeutend dicker. Jod färbt die Körner des Inhaltes braun, Fig. VII, fig. 1. Die Zellwand besteht wie früher, aus reiner Cellulose. Mit Jod und Schwefelsäure, in dem bekannten Verhältnisse, behandelt, stellt sie sich nebst dem eingeschlossenen Inhalte wie Fig. VII, fig. 2, dar. Die festen Bestandtheile des Inhaltes werden durch Jod gebräunt, aber durch die Säure nicht verändert.

Schon einige Zeit nach der Blüte erscheinen die Schläuche äusserlich als deutliche Haare. Mit fortschreitender Vergrösserung der Samenknospen und Ausbreitung der Haare wird aber der Raum in den Fruchthöhlen immer beschränkter. Daher legen sich die Haare später, wenn die Fruchthöhle nicht mehr im gleichen Verhältnisse anwächst, an die Nachbargebilde an und verfilzen sich unter einander. Wenn die Kapsel ihre volle Grösse erreicht hat und der Reife zueilt, verschwindet der feinkörnige Inhalt der Haare, wie wir selben in Fig. VII sahen, mehr und mehr, er wird aufgelöst und grösstentheils auf seine Kosten scheint die nun allmählich erfolgende Verdickung der Zellwand zu geschehen. Sie erreicht meist den vierten bis dritten Theil vom Durchmesser des Haares, ist farblos, homogen und gewöhnlich von ziemlich gleicher Dicke. Jedoch kommen auch nicht selten Fälte vor, wo die Verdickungsschichte die Hälfte des Haardurchmessers und darüber erreicht, ja selbst so bedeutend wird, dass sie das Lumen stellenweise verschliesst. Im letzteren Falle wird die Höhlung dadurch in mehrere Fächer abgetheilt, nach Art besonderer Zellräume. Noch öfter findet man Haare, wo bei freiem Lumen die Ablagerung eine verschiedene Mächtigkeit hat.

Durch die Verdickung der Wände gewinnen die Haare Festigkeit, Stärke und Spannkraft, so wie auch die ihnen eigenthümliche Färbung. Zur Zeit der Fruchtreife verliert sich der flüssige Inhalt, und sie collabiren in Folge dessen besonders an den dünnwandigen Stellen, und gewinnen eine zusammengedrückte Gestalt. Bei dem Aufspringen der Kapsel, welches die gepressten Haare durch ihre geringe Elasticität gleichwohl unterstützen, lockern und entwirren sie sich zum Theile. Auch drehen sie sich dabei vielfach um ihre Längsachse, so dass sie an den gewundenen Stellen ein breitgedrücktes Ansehen erhalten. Die Drehung ist durch Austrocknung des Inhaltes wohl zunächst bedingt, kann aber so lange das Haar in der gepressten Lage verbleibt, an welche es sich während des Wachsthums gewöhnet hat, nicht erfolgen. Wird es aber freigemacht, so dreht es sich alsbald, und um so stärker, je trockner die Luft ist, gleich den Fruchtschnäbeln der Geranien und Erodien. Auch ist die Drehung um so stärker, je gröber und dünnerwandig das Haar ist. Durch die Torsion erlangt das Haar bei schwacher Vergrösserung das Ansehen, als ob es stellenweise eingeschnürt wäre, und dasselbe mag auch Ursache gewesen sein, dass man das Baumwollhaar als gezähnt beschrieben hat.

Unter Fig. VIII sind verschiedene Formen des ausgebildeten Haares von *G. herbaceum* dargestellt, unter Fig. IX, X verschiedene Formen des ausgewachsenen Haares von *G. barbadense* (400mal vergrössert)[1]).

Das Haar von *G. herbaceum*, wie es im Handel vorkommt, stellt eine, am unteren Ende durch das Losreissen vom Samen offene, am oberen geschlossene, im Ganzen spindel- oder kegelförmige, stückweise betrachtet fast cylindrische Röhre, oder röhrige Faser vor. Diese ist, in Folge des ausgetrockneten Inhaltes, meist etwas zusammengefallen und breitgedrückt, gewöhnlich aber stellenweise rundlich, stellenweise zusammengedrückt, wie es die stattgefundene Drehung bedingt, Fig. VIII, fig. 1, 3, 4. Die Wand ist durch secundäre Ablagerung mehr oder minder verdickt, gewöhnlich aber füllt die Ablagerung nur einen geringen Theil des Lumens aus, Fig. VIII, fig. 1, *a*. Bisweilen nimmt sie einen grösseren Theil desselben ein, fig. 1, *b*, fig. 2, *b*, oder verschliesst gar das Lumen der Röhre vollständig, so dass höchstens eine feine Linie als Andeutung desselben zurückbleibt, fig. 1, *c*, *c*. Je dicker die secundäre Ablagerungsschicht, um desto geringer die Windung der Faser. Der sehr sparsame Inhalt besteht aus Resten der ursprünglichen Füllungsmasse, aus Schleimkörnchen. Diese färben sich durch Jod gelbbraun und treten dann deutlicher hervor. Häufig fehlen sie aber durchaus, oder in dem grössten Theile der Faser.

---

[1]) Die Zeichnungen sind sämmtlich nach befeuchteten Haaren. Man kann die Baumwolle nicht wohl anders untersuchen, wenn man über ihren Bau ins Klare kommen will.

Die Haare von *G. barbadense*, welche einen grossen Theil der amerikanischen Sorten bilden, stimmen in allen wesentlichen Punkten mit obigen überein. Gewöhnlich sind sie dicker, und die Verdickung der Wände bedeutend geringer, daher auch biegsamer und nachgiebiger, weicher und seidenartiger, Fig. IX, X. Die Drehung ist viel stärker als bei obigen, woran die Zartheit der Wandungen Schuld trägt. Als Überbleibseln des Inhaltes begegnet man mitunter neben den Resten der Schleimkörner noch einzelnen Fetttröpfchen, Fig. X, fig. 1, *a*. Diese entstehen hier auf gleiche Weise wie in vielen anderen Pflanzen, namentlich in den Pilzen, wo sich anfangs in der verlängerten schlauchigen Zelle, welche jener des Baumwollhaares ähnlich ist, schleimiger Inhalt vorfindet, der später in einen fetttropfigen umgebildet wird. In Fig. IX, X sind Untertheile, in Fig. XI Obertheile der Fasern dargestellt. Letztere gestalten sich ziemlich verschieden, je nachdem sie entweder eine scharfe Spitze bilden, die durch die Ablagerungsschicht der Wandung ganz ausgefüllt ist, fig. 1, *a*, oder ein dickes, stumpfes Ende zeigen, fig. 2, *a*, worin man bisweilen noch, wie bei *b*, ein deutliches Lumen sieht.

Noch sind zwei bemerkenswerthe Abweichungen zu erwähnen, welche ich an den Fasern der beiden angeführten Arten beobachtete, und die wahrscheinlich auch bei den übrigen Arten der Gattung vorkommen. Die erste Abweichung, welche in Fig. XII, fig. 1 zu ersehen ist, betrifft die Beschaffenheit der secundären Ablagerungsschicht. Dieselbe ist an der Oberfläche nicht deutlich abgesetzt, wie sonst der Fall, sondern die Substanz bildet Fädchen, die in einem früheren Stadium quer durch den Zellraum mit der gegenüber liegenden Wand im Zusammenhange gestanden haben mussten. Diese Bildung ist im Wesen nicht verschieden von Fig. VIII, fig. 1, *c*, *c*, wo ebenfalls stellenweise Berührungen der secundären Ablagerungsschicht vorkommen. Jedoch ist sie im vorliegenden Falle besonders modificirt. Auch deutet die Oberfläche solcher Ablagerungsschichten, wie in Fig. VIII, fig. 2, die sich hier und da warzig erheben, auf eine Bildung hin, deren endlicher Ausgang die Verschliessung des Lumens ist. Im Ganzen stimmt dieser Vorgang wesentlich mit jenem überein, den wir früher bei der Entwickelung der Flachsfaser bemerkten, wo das Lumen der Faser ebenfalls durch stellenweise Berührung der Verdickungsschichten verschlossen wird. (Vergl. Flachsfaser, Fig. XX, fig. 4, 5.)

Die zweite abweichende Form, welche sich mitunter zwischen den ausgebildeten Fasern vorfindet, ist in Fig. XII, fig. 2, dargestellt. Es sind Fasern, die auf einer tieferen Entwickelungsstufe verharren. Die Verdickungsschicht erzeugt sich entweder nicht, oder im sehr geringen Grade, und der körnige Inhalt bleibt in grösserer Menge zurück. Solche Fasern stechen von den normalen sehr ab. Der körnige Inhalt erhält sich übrigens, selbst in den ausgebildeten Fasern, bisweilen in reicherer Menge, und wird durch Färbung mit Jod anschaulicher. In Fig. XII, fig. 3 ist eine mit Jod behandelte, ausgebildete Faser von *G. barbadense* zu sehen. Im unteren Theile derselben, bei *p*, *p*, finden sich Andeutungen zum Zell- oder Primordialschlauche, indem sich die Körnermasse an einer Seite der Wandung mit einem Häutchen überzogen hat. Ein vollkommener Zellschlauch wird nicht erzeugt. Diese Andeutung einer Zellschlauchbildung fällt im Wesen mit jener zusammen, welche sich, mehr oder minder vollkommen, fast bei allen Pflanzen im Alter der Zelle und bei der Fäule zeigt, wo oft mehrere Generationen von Zellschläuchen auftreten.

Die Wand der ausgebildeten Baumwollfaser besteht, wie auf den früheren Entwickelungsstufen, aus reiner Cellulose, was die Reaction mit Jod und Schwefelsäure in dem bekannten Verhältnisse beweist[1]). In Fig. XIII ist eine mit diesen Stoffen behandelte Faser des *G. barbadense* dargestellt. Sie färbt sich, nach der Stärke der Einwirkung beider, mehr oder minder intensiv blau. In concentrirter Säure

---

[1]) Analysen der Baumwolle gaben nach *Mulder physiol. Chemie p. 435* und *Scheik. Onderz. III*, folgendes Resultat:

Baumwolle mit Alkohol ausgezogen:		Baumwolle, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt worden:	
C 44,91		*C* 44,30	44,46
H 6,40		*H* 6,20	6,19
O 48,69		*O* 49,50	49,34.

löst sich die Faser auf, und zwar schneller als die ausgebildete Flachsfaser. Bei Einwirkung diluirter Säure schwillt sie an, wird unregelmässig, knotig und bauchig, ohne sich zu färben. In gleichem Grade, als man eine stärkere Säure darauf einwirken lässt, kann man alle Übergänge von der geringen bis zur stärkeren Anschwellung und endlichen vollständigen Auflösung leicht beobachten.

Die secundäre Ablagerung an der Innenwand der Faser erscheint, auch bei guten Instrumenten, im natürlichen Zustande homogen, oder es lässt sich wenigstens keine deutliche Schichtung derselben wahrnehmen, in der Art, wie wir z. E. diese Schichtung bei der Flachs- oder Hanffaser beobachten. Setzt man aber die Fasern der Einwirkung von schwach diluirter Schwefelsäure aus, so schwellen sie an, und die Schichtung erscheint sehr deutlich. Solche, der Säureeinwirkung ausgesetzte Fasern sind in Fig. XIV dargestellt. In fig. 1 eine schwächer, in fig. 2 eine stärker von der Säure angegriffene Faser, welche an ihrem oberen Ende bereits aufgelöst ist. In fig. 1 bemerkt man bei *a* die ursprüngliche Membran der Faser, welche sich von der secundären Ablagerungschicht *b* losgetrennt hat. Die Ablagerung *b* erscheint an dem unteren Ende der Faser noch ohne Schichtung, an dem oberen Theile, wo die Säure stärker eingewirkt, aufgetrieben und aus zahlreichen sehr dünnen Schichten zusammengesetzt. Die Höhlung der Faser *c* ist bald verengert, bald erweitert, gewöhnlich abwechselnd enger und weiter; an den erweiterten Stellen finden sich oft Gasblasen *d*, durch die Säureeinwirkung erzeugt. An der Faser fig. 2, wo die Säure stärker eingewirkt, ist die Höhlung sehr verengert, so dass sie nur als dunkle Linie erscheint. Im unteren Theile bei *b* tritt die Schichtung hervor, weiter oben bei *b'* sind die Schichten schon in der Auflösung begriffen und erscheinen sehr zart punktirt, bei b^2 erreichen sie ihre völlige Auflösung. In der Höhlung bei *d* ist ebenfalls eine Gasblase sichtbar. Die kleinen, zugerundeten Räume der Höhlung erhalten bei höherer Einstellung des Mikroskopes einen röthlichen Anflug, was überhaupt bei ähnlichen, mit wässeriger Flüssigkeit erfüllten Räumen der Fall ist. Noch muss bemerkt werden, dass die Einschnürungen, welche die stellenweise bauchige Anschwellung der Faser veranlasst, bei oberflächlicher Betrachtung für wirkliche, fadenförmige Ringe angesehen werden könnten, oder eine Reihe derselben für das Ergebniss einer, das Baumwollhaar umschlingenden Spiralfaser. In der Wirklichkeit aber finden sich keine derartigen Gebilde vor. Die Einschnürungen erscheinen wohl als dunkle, umlaufende, ringförmige Linien, aber ring- oder spiralförmige Fasern sind an ihrer Stelle nicht vorhanden.

Wenn man die mit Jod getränkte Faser mit stärkerer Schwefelsäure behandelt, wodurch nach eingetretener Bläuung die Auflockerung und Auflösung der Faser erfolgt, so lässt sich, nebst der Schichtung der Wand, auch die Beschaffenheit des festen Inhaltes der Faser deutlich erkennen. In Fig. XV ist eine Faser, welche mit Jod und überschüssiger Säure behandelt wurde, dargestellt. Der untere Theil ist von der Einwirkung der Säure verschont geblieben und im unversehrten Zustande, bei *b* ist die secundäre Ablagerung, bei *c* die Höhlung der Faser. Der obere Theil, auf den die Säure stärker eingewirkt, zeigt bei *a* die ursprüngliche Membran, welche sich von der secundären Ablagerung *b* losgetrennt hat. Bei *b'* bemerkt man die beginnende Sonderung der äussersten Schichte der secundären Ablagerung von den übrigen, noch enge zu einem homogenen Ganzen verbundenen Schichten. In Fig. XVI eine der Säureeinwirkung viel stärker ausgesetzte Faser. Die primäre Membran ist vollständig aufgelöst, ebenso der ganze untere Theil der Zellwand mit sammt der Ablagerung. Am obern Theile haben sich Reste, welche in der Auflösung begriffen sind, erhalten, und in der wolkenartigen, verwischten Schichtung derselben sind die Schichten der secundären Ablagerung angedeutet, *b*. Im Innern dieser Schichten bei *p*, an der Stelle der früheren Höhlung, befindet sich der Zellschlauch, welcher in Folge der braunen Färbung durch Jod deutlich wird. Dieser Zellschlauch ist sehr unvollkommen, oft unterbrochen und löcherig, wie bei *p'*, und enthält die Reste des aus der Entwickelung zurückgebliebenen, proteinhaltigen, körnigen Inhaltes. Er entsteht in der ausgebildeten Faser durch Coagulirung um die Körnerreste. Er ist den Andeutungen von Zellschläuchen, welche wir in Fig. VII, fig. 2 und XII, fig. 3 gesehen haben, gleichzusetzen, und im Ganzen unwesentlich. Man kann auch von der Bildung einzelner Hautstücke, wie sie in Fig. VII, fig. 2

abgebildet wurden, zu einem röhrigen Schlauche, wie der vorstehende, alle Übergänge finden, so dass man schon hieraus auf die geringe Bedeutung dieses Schlauches schliessen müsste, auch wenn ähnliche Erfahrungen bei andern Pflanzen nicht vorlägen.

Wenn wir einen historischen Rückblick auf die Kenntnisse über die Structur der Baumwollfaser werfen, so treffen wir beinahe dasselbe Verhältniss, wie bei der Flachsfaser. Die meisten Untersucher des Flachses haben auch zugleich die Baumwolle mit in ihr Bereich gezogen. Leuwenhoek war der Erste, welcher die Baumwollfaser mikroskopisch prüfte, und schon ihm entging der Unterschied derselben von der Flachsfaser, welcher sich durch die Windungen und plattgedrückten Glieder äussert, nicht. Franz Bauer[1]) hat zugleich mit der Untersuchung über die Flachsfaser, solche über die Baumwolle gepflogen, und die Unterschiede beider gut erkannt. So blieb auch hier nur die Entwickelungsgeschichte und darauf gestützt eine detaillirtere Betrachtung des Baues zu machen übrig, welche ich im Vorstehenden vorgenommen habe.

Von den Structurverhältnissen der ausgebildeten Baumwollfaser, wie sie im Vorstehenden angegeben sind, weicht die Darstellung, welche Hartig[2]) neuerlich gegeben hat, wesentlich ab. Sie geht zumeist aus dem Streben dieses emsigen Forschers hervor, auch hier die Erscheinungen auf seine unhaltbare und mehrfach widerlegte Theorie der Astathe, Ptychode und Ptychoide zurückzuführen. Dann mag sie auch aus der Gewohnheit desselben, mikroskopische Objecte körperlich darzustellen entspringen, eine Methode, die in vielen Fällen zu Selbsttäuschungen führt, und den Gebrauch solcher Darstellungen erschwert, weil sie nie den Vortheil gewähren, den eine richtige, durchsichtige, mikroskopische Flächenzeichnung für das Verständniss und die Enträthselung zweifelhafter, mikroskopischer Gebilde besitzt. Die von Hartig als äusserste benannte Haut der Baumwollfaser (*a* in seinen Abbildungen) ist die ursprüngliche Membran, der Astathekörper (*c*) ist die secundäre Ablagerungsschicht, der Ptychodenschlauch (*d*) der Zellschlauch. Die Membran, welche nach Hartig unter der äusseren Haut liegen, und bei Behandlung mit diluirter Salpetersäure spiralig oder ringförmig gefaltet sein soll, fehlt, die wirklich vorhandenen, meist ringförmigen Falten werden von der ursprünglichen Membran selbst gebildet. Zum Theil scheint Hartig auch die äusserste, sich stärker erhebende Schichte der secundären Verdickung für eine besondere Membran angesehen zu haben. Spiral- und Ringfalten, wie er sie zeichnet (Fig. 3 — 7 seines Buches) kommen nicht vor. Die Ansicht, dass die secundäre Ablagerung aus einem dicken Bande bestehe, welches in spiraligen Windungen um den inneren Zellraum gelagert sei, ist gänzlich unrichtig und auf den ersten Blick zu widerlegen. Eben so unrichtig ist die Angabe, dass die Ablagerung (Astatheband Hartig's) aus lauter feinen Fasern bestehe. Diese Ansicht wurde zweifelsohne durch das oft verworrene und gekreuzt-gestreifte Aussehen der Ablagerung in den mit Säure behandelten Fasern hervorgerufen. Dieses Aussehen hat aber lediglich in der Drehung und Zerrung der Faser seinen Grund, wodurch die, im ungedrehten Zustande parallel verlaufenden Schichten sich kreuzen, und demgemäss auch ihre Grenzlinien gekreuzt erscheinen müssen.

II. Über die Güte und Brauchbarkeit der Baumwollfaser, als abhängig von ihrem Baue.

Über die technische Brauchbarkeit der verschiedenen Baumwollsorten gibt die Erfahrung allerdings den besten Aufschluss, und man war durch langjährige praktische Beobachtungen im Stande, darüber zu entscheiden. In dem Folgenden will ich versuchen, diesen Erfahrungen eine wissenschaftliche, anatomische Grundlage zu geben.

Die rohe, käufliche Baumwollfaser ist im Allgemeinen, vorausgesetzt, dass sie nicht vor oder nach der Ernte durch Elementarunfälle, schlechte Gewinnungsart etc. in der Qualität gelitten, ganz wie die ausgebildete

---

[1]) A. o. a. O.

[2]) Untersuchungen über die explosive Baumwolle. Braunschweig 1847.

normale Faser des reifen Samens beschaffen, nur sind ihre Windungen gewöhnlich viel zahlreicher. Die Unterschiede der Sorten gründen sich: 1. auf die Länge der Faser, 2. die Dicke, 3. die Festigkeit, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit, 4. die Weichheit, 5. den Grad der Gewundenheit, 6. die Farbe und den Glanz. Alle diese Eigenschaften sind mitunter an derselben Sorte Abweichungen unterworfen.

Die strauchigen und baumartigen Baumwollpflanzen besitzen längere Fasern, als die krautigen. Die Dicke ist wandelbar. Wie oben bemerkt, sind die Haare am Grunde am weitesten und verengen sich nach oben allmählich. Es ist daher bei Untersuchungen der Dicke mittelst des Mikroskopes zu beachten, an welcher Stelle des Haares die Messung angestellt wird. Nur auf diese Art ist einige Genauigkeit möglich. Nimmt man einen Büschel gewöhnlicher, käuflicher Baumwolle zur mikroskopischen Ansicht, so sieht man, des verworrenen Zustandes der Fasern halber, diese immer von verschiedener Dicke neben einander. Meistentheils sind die Fasern der amerikanischen und ostindischen Baumwolle, besonders die von *G. barbadense* etwas dicker als die übrigen. Doch finden sich auch bei diesen oft genug Fasern, die jenen des *G. barbadense* im Durchmesser gleichkommen. Die dicksten Fasern erreichen den Durchmesser von 0,0020—0,0026 P. Z.

Die Festigkeit, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit der Faser, hängt an und für sich von der Derbheit der Wandungen, im verarbeiteten Zustande, als Gewebe, aber auch noch von ihrer Länge ab. In ersterer Beziehung sind die Fasern von *G. herbaceum* entschieden vorzuziehen, indem sie in Folge der dickeren secundären Ablagerung eine grössere Zähigkeit besitzen, wie sich aus der Ansicht der Faser Fig. VIII, im Verhältniss zu jener des *G. barbadense*, Fig. IX, X, ergibt. Man findet wohl immer in Proben beider Sorten eine namhafte Anzahl von Fasern mit Wandungen von gleicher Dicke, die Mehrzahl aber zeigt die eben ausgesprochene Verschiedenheit. Hieraus geht hervor, dass sich die Faser von *G. herbaceum*, wenn selbe zugleich von entsprechender Länge ist, zur Verfertigung dauerhafter Gespinnste und Gewebe besser eignen müsse, als die Faser von *G. barbadense* und andern Arten.

Der Grad der Weichheit und Schmiegsamkeit hängt zunächst von der Beschaffenheit der secundären Ablagerung ab. Je dicker diese, desto steifer und spröder ist auch die Faser. Die Wollhaare von *G. barbadense*, mit dünneren Wänden, sind desshalb auch weicher, seidenartiger, als jene von *G. herbaceum*, und zur Verfertigung weicher und zarter Gewebe vorzuziehen. Übrigens findet man in allen Baumwollsorten einzelne steifere und sprödere Fasern mit dickeren Wänden, und wieder andere ungemein weiche und nachgiebige, welche noch die ursprüngliche unverdickte Zellwand besitzen. Solche Fasern, welche in Fig. XII, fig. 2 von *G. barbadense* dargestellt sind, kommen nicht selten vor, und müssen, wie schon früher bemerkt wurde, als tiefere Entwickelungsstufe angesehen werden.

Die Drehung und Windung der Faser wird durch die Austrocknung des flüssigen Inhaltes bedingt, und erfolgt hauptsächlich bei Entwirrung der Haardecke des Samens. Sie ist um so stärker, je dünner die Wand und je grösser das Lumen der Faser ist. Daher auch die Drehung bei *G. barbadense* stärker als bei *G. herbaceum*. Fasern mit dünnen, der ganzen Länge nach gleichmässigen Wandungen drehen sich am stärksten, dickwandige nur unbedeutend oder gar nicht. Die Windungen verlaufen schraubenförmig in derselben Richtung, oder sie springen hier und da in die entgegengesetzte Richtung um. Letzteres scheint hauptsächlich durch die Lage der Faser während des Austrocknens bedingt zu sein.

Die Farbe und der Glanz hängt von der Färbung der Wand und des Inhaltes ab. Nächstdem wird der Glanz durch die eigenthümliche, festere, derbere und glattere Beschaffenheit der Aussenwand hervorgebracht. Die Ansicht, die nichts desto weniger in den besten technischen Werken als Factum angeführt wird, ist ganz irrig, dass der Glanz der Faser von einem besonderen Firnisse der Oberfläche herrühre. Das Baumwollhaar glänzt wie das Menschenhaar, ohne desshalb gefirnisst zu sein. Die in den meisten Fällen ungefärbte Wand verleiht der Faser ihr weisses Aussehen. Doch wird dasselbe, durch Reste des körnigen Inhaltes, welche aus der Entwickelungsperiode stammen und durchscheinen, beeinträchtigt. Je häufiger und graulich-grüner diese Inhaltsreste sind, desto matter und schmutziger erscheint auch die Faser. Die Bleiche benimmt ihr diesen farbigen Anflug und stellt sie weiss und glänzend dar.

Die geringere Dauerhaftigkeit der Baumwollzeuge im Verhältniss zu Linnen beruht auf der ungleichen Dicke, Dünnwandigkeit, hauptsächlich aber auf der Kräuselung und Windung der Faser. Die Flachsfasern sind vermöge ihrer Derbheit und Dickwandigkeit, welche sich bis zum völligen Verschwinden der Höhlung erstreckt, noch mehr aber wegen ihrer walzenförmigen Gestalt, Glätte und Schmiegsamkeit ungleich besser geeignet zähe und dauerhafte Dräthe zu bilden.

III. Veränderungen der Baumwollfaser bei ihrer Verarbeitung.

Die Veränderungen, denen die Baumwollfaser bei der Verarbeitung zu Gespinnsten und Geweben aller Art unterliegt, sind fast nur mechanisch, und ähnlich jenen, die wir an der Flachsfaser kennen gelernt haben. Sehr oft ist nur eine geringe oder keine mechanische Veränderung bemerkbar. Bei dem Verspinnen wird die Faser oft gekniet, gefaltet, gezerrt und stellenweise eingerissen, doch hat alles dies auf das äussere Ansehen nur geringen Einfluss. Ebenso bringt das Weben und Appretiren der Baumwollzeuge, wenn man die geringe Zerrung, Drehung und Quetschung mancher Fasern abrechnet, keine weitere, mechanische oder chemische Umänderung hervor. Auch die Bleiche der Baumwollstoffe, sowohl die Rasenbleiche, als Chlorbleiche, bringt keine entschiedene, chemische Veränderung in der Weise hervor, dass der constituirende Bestandtheil der Baumwollfaser, die Cellulose in ihrer Zusammensetzung alterirt würde, noch weniger aber eine mechanische Veränderung der Faser. Auf den ersten Blick scheint das Gesagte freilich nicht so, wenn man bedenkt, dass die Bleiche theilweise auf einer chemischen Operation beruht. Die Einwirkungen der Rasenbleiche bestehen in einer Veränderung der Oberfläche, der Art, dass sowohl aller Schmutz und die anklebenden Farbstoffe entfernt werden, als auch, dass die glänzende Oberfläche, der sogenannte Firniss des Baumwollhaares (der aber, wie früher bemerkt wurde, als solcher Stoff nicht wirklich existirt) eine matte Beschaffenheit erhält. Durch die stattfindende, langsame Gährung bei der Rasenbleiche wird die Substanz der Faser selbst gelockert, der etwa vorhandene Inhalt derselben zerstört, ohne dass jedoch die Einwirkung so stark wäre, dass die Cellulose der Faser zersetzt würde. Man kann diesen Stoff in der gebleichten Faser eben so wohl darstellen, wie in der rohen, ungebleichten. Die Chlorbleiche erreicht denselben Zweck. Dabei findet überdies eine chlorige Infiltration der Faser Statt, in gleicher Weise, wie es bei chlorgebleichten Leinwanden und Papieren vorkommt und oben angegeben wurde. Doch vermag auch diese Infiltration nicht die Cellulose chemisch so zu verändern, dass sie sich, nach Auswaschen der Chlorreste nicht in voller Reinheit darstellen liesse.

Ebenso wenig äussert das Färben mit organischen oder anorganischen Pigmenten einen wesentlichen Einfluss. Zum Belege dienen die Kattunfasern, Fig. XVII, in fig. 2, 3 ungefärbte, in fig. 1, 4 gefärbte; beide im trockenen Zustande dargestellt. In fig. 3 bemerkt man an der Oberfläche Staubtheilchen, welche das Schmutzigwerden der Zeuge veranlassen. In Fig. XVIII sind verschieden gefärbte Kattunfasern im befeuchteten Zustande dargestellt, wodurch sie anschwellen und ihr Bau besser erkenntlich wird. Durch Vergleichung mit den vorangehenden Abbildnngen der Normalfaser ergibt sich, dass die gefärbte Faser, kleine Risse und Falten abgerechnet, keine sonstige Veränderung erleide. Alle Arten von Baumwollgespinnsten und Geweben, so wie auch die Baumwolle in gemischten Linnenerzeugnissen verhalten sich hierin ganz gleich.

Die Intensität, womit die Baumwollfaser Farbstoffe aufnimmt, ist verschieden. Meistentheils findet man Fasern in verschiedener Stärke von dem Farbstoffe durchdrungen, so dass einzelne oft sehr dunkel gefärbt erscheinen, während andere kaum einen zarten Anflug besitzen. Diese Verschiedenheit in der Aufnahme des Farbstoffes erklärt sich aus der Structur der Faser und den vorangegangenen, mechanischen Veränderungen. Um eine vollkommene, intensive und dauerhafte Färbung zu erhalten, muss der Farbestoff, nach Erforderniss mit oder ohne Beizmittel, sowohl in das Innere der Faser aufgenommen und an die Wände abgesetzt, als auch die secundären Ablagerungsschichten von demselben durchdrungen werden. Die Faser färbt sich um desto dunkler, je mehr sich der Farbstoff in der Höhlung angesammelt hat, und um

desto dauerhafter, je mehr die secundäre Ablagerung von demselben durchdrungen ist. So ist in Fig. XVIII, fig. 3, die Faser durch die Ansammlung des Farbstoffes in der Höhlung dunkler gefärbt, als die übrigen.

Die Beizmittel, welche man in der Färberei anwendet, bringen in der Faser keinerlei Veränderung hervor. Ihre Wirksamkeit besteht darin, dass die Lösung die Fasersubstanz durchdringt, dort zurückbleibt, und durch die Verwandtschaft zum Farbstoffe, den sie festhält, eine dauerhafte Färbung vermittelt. Doch geht das Beizmittel keine chemische Verbindung mit der Faser ein, durch welche sie eine besondere Verwandtschaft zum Farbstoffe erhielte. Davon überzeugt man sich bei Behandlung der gebeizten und gefärbten Faser mit Jod und Schwefelsäure. Die Substanz der Faser zeigt sich unverändert als Cellulose. Die Wirkung der Beizmittel kann daher nur in Bezug auf die Farbe, nicht aber auch zugleich in Bezug auf die Fasersubstanz als chemisch angesehen werden. Die heutige Ansicht, über die Imprägnirung der Faser mit Farbstoffen, wonach die Vereinigung des Pigmentes mit der Faser nicht bloss auf einer Adhäsion und Haarröhrchenwirkung, sondern auf wahrhaft chemischer Verwandtschaft beruht, gewinnt immer mehr Boden. Ohne auf eine nähere Erörterung des Gegenstandes eingehen zu können, weil die Kenntnisse über die chemischen Verhältnisse der Farbstoffe überhaupt erst in der Entwickelung sind, genügt es die Thatsache anzuführen, dass die dauerhaftest gefärbte Faser, doch ebenso reine Cellulose besitzt, wie die rohe, ungefärbte Faser, daher keine chemische Veränderung des Grundstoffes der Faser durch das imprägnirte Pigment oder das Beizmittel hervorgebracht wurde.

Das Beizmittel wird im gelösten Zustande mit Leichtigkeit in die Schichten der secundären Ablagerung aufgenommen und infiltrirt. Die Dauerhaftigkeit der Farbe steht mit der Innigkeit dieser Aufnahme im gleichen Verhältnisse. In dieser Beziehung wären mikroskopische Untersuchungen für das Verhalten verschiedener Farbstoffe, mit und ohne Verbindung von Beizmitteln, von Interesse. Wie es scheint würde durch derlei Untersuchungen der rationelle Betrieb der Baumwollfärberei, eine so hohe Stufe er auch erreicht hat, nur gewinnen können.

Die Aufnahme des Farbstoffes in die Höhlung der Faser geschieht auf drei Wegen. Einmal durch die untere Öffnung der Faser, welche beim Losreissen vom Samen sich gebildet, dann durch die Risse der Faser, welche bei der Verarbeitung etwa entstanden, und durch die unverletzte Oberfläche selbst. Je weiter die untere Öffnung ist, je weniger sie durch Falten, Windungen, oder vorgelagerte fremde Stoffe verschlossen wird, je mehr Risse sich gebildet, desto schneller und leichter erfolgt auch die Aufnahme des Farbstoffes in die Höhlung der Faser. Die Schleimkörner, welche aus früherer Entwickelungsperiode in der ausgebildeten Faser zurückgeblieben sind, treten nach der Aufnahme des Farbstoffes deutlicher hervor. Je weniger der Farbstoff das Innere durchdrungen und nur oberflächlich sich abgelagert hat, je schwächer das Beizmittel ist, um desto leichter büsst auch die Faser den Farbstoff beim Waschen ein.

Bei der Papierbereitung wird die Baumwollfaser in gleicher Weise verändert, wie wir dies an der Flachsfaser gesehen, sie wird zerfranst, zerstückt und zermalmt, die chemische Qualität bleibt unverändert. Hierbei laufen, wie beim Linnenpapier, längere, weniger zerstörte Faserstücke unter. Bei der Färbung des Papieres nehmen die Faserfragmente den Farbstoff auf dieselbe Weise an, wie ungetheilte Fasern, nur dass hier seine Ablagerung, wegen der grösseren Anzahl von Berührungspunkten, noch leichter erfolgt.

Die Veränderungen, welche die Baumwolle bei ihrer Umwandlung in Schiessbaumwolle oder Fulmin erleidet, sind rein chemisch. Über diesen Gegenstand, welcher in neuester Zeit, wegen der geringeren Brauchbarkeit des Fulmins vor dem Schiesspulver, an Interesse verloren, verweise ich die Leser auf die oben angeführte Schrift Hartig's.

IV. Unterscheidungsmerkmale der rohen und verarbeiteten Baumwoll- und Flachsfaser.

Die Kenntniss der Unterschiede der Baumwoll- und Flachsfaser im rohen und verarbeiteten Zutande ist ein Gegenstand von nicht geringer, praktischer Wichtigkeit. Es wird schon durch die, seit länger bekannte, chemische Beschaffenheit der Baumwoll- und Flachsfaser, welche beide aus Cellulose bestehen,

angedeutet, dass man wahrscheinlich auf ein absolutes, unter allen Verhältnissen zuverlässiges und leicht wahrnehmbares, chemisches Merkmal zur Unterscheidung beider Fasern werde verzichten müssen, insbesondere in dem Zustande, wo sie zu Geweben verarbeitet sind. Der Erfolg hat dies auch bewiesen. Man war nicht so glücklich, ein sicheres, leicht wahrnehmbares und überall brauchbares Unterscheidungsmerkmal aufzufinden. Das von Böttger[1]) empfohlene Mittel, die Zeuge auf ihren Baumwollgehalt mit Ätzkali zu prüfen, erweist sich, wie C. H. Binder[2]) richtig bemerkt, in jenen Fällen als brauchbar, wo der Faden der Kette aus Flachs und der Schuss aus Baumwolle besteht, aber wenig brauchbar in jenen Fällen, wo Kette und Schuss Baumwolle enthalten. Derselbe bemerkt schon, dass die mikroskopische Untersuchung der einzige Weg zu sein scheine, um zu einem bestimmten Resultate zu kommen, und spricht sich für die vom Carlsruher Gewerbsvereine bekannt gegebene Methode aus. Diese besteht darin, dass man den zu prüfenden Linnenstoff, nachdem er von seiner Appretur befreit worden, in einer Glasröhre über einer Weingeistflamme so lange erhitzt, bis er strohfarben erscheint. Bei der mikroskopischen Untersuchung lassen sich dann die gestreckten, glänzenden Fasern des Flachses, von den gekräuselten der Baumwolle leicht unterscheiden.

Diese letztere Methode, lässt sich zur Unterscheidung von beiderlei Fasern in den meisten Fällen allerdings mit gutem Erfolge anwenden, aber sie ist weniger praktisch, weil man nebst dem Mikroskope noch der Lampe hierzu bedarf, und die Entfernung der Appretur immer einigen Aufenthalt verursacht, man daher in Fällen, wo es sich um eine schnelle Beurtheilung einer Probe handelt, wie auf Märkten, Messen etc. dieselbe nicht wohl in Anwendung bringen kann. Ein gleich sicherer Erfolg lässt sich, wie wir unten sehen werden, durch eine blosse Prüfung mit der Loupe erreichen.

Später hat Apotheker Kindt[3]) ein Verfahren veröffentlicht, wodurch man beiderlei Fasern leicht unterscheiden, und den Gehalt an Baumwolle in Linnenzeugen sicher ermitteln könne. Er äussert sich darüber folgendermassen: „Bei meinen Versuchen über Schiessbaumwolle, Flachs etc. hatte ich die Bemerkung gemacht, dass diese beiden Substanzen sich gegen die concentrirten Säuren etwas verschieden verhalten, und obgleich es lange bekannt ist, dass concentrirte Schwefelsäure alle Pflanzenfaser in Gummi, und durch längere Einwirkung in Zucker verwandelt, so sah ich Baumwolle doch schneller von der Säure verwandelt werden, als Flachs. Concentrirte Schwefelsäure ist mithin das Mittel, durch welches man aus mit Baumwolle gemengter Leinwand jene entfernen kann, und folgendes Verfahren führt zur Erreichung dieses Zweckes. Das zu prüfende Gewebe muss durch wiederholtes Auswachsen mit warmem Regen- oder Flusswasser, längere Zeit fortgesetztes Kochen und nachheriges Ausspülen im genannten Wasser, von aller Appretur möglichst befreit werden, und ich bemerke ausdrücklich, dass eine gänzliche Entfernung derselben zum Gelingen des Versuches durchaus nothwendig ist. Nachdem es dann gut getrocknet worden, taucht man die Probe etwa bis zur Hälfte in gewöhnliches, englisches Vitriol, und hält sie nach der Stärke des Gewebes etwa eine halbe bis zwei Minuten darin. Man sieht die Probe, so weit sie eingetaucht worden, durchscheinend werden. Sie wird darauf unter Wasser gelegt, dies löst die aus der Baumwolle erzeugte, gummiartige Masse auf, durch vorsichtiges, gelindes Reiben mit den Fingern kann man diese Auflösung noch befördern. Da aber selbst durch wiederholtes Waschen im frischen Wasser nicht leicht alle Säure weggeschafft wird, so thut man gut, die Probe einige Zeit in Salmiakgeist zu legen (gereinigte Pottasche oder Soda im Wasser aufgelöst bewirken dasselbe), und dann nochmals mit Wasser auszuwaschen. Nachdem sie durch gelindes Pressen zwischen Druckpapier, von dem grössten Theile der Feuchtigkeit befreit worden, so trocknet man sie. War Baumwolle vorhanden, so fehlen nun die Baumwollfäden in dem Gewebe, so weit es in Säure getaucht worden war, und durch Zählen der Fäden beider Probetheile lässt sich der Gehalt schätzen." „Hat man die Probe zu lange in der

---

[1]) Dingl. polytechn. Journ., Bd. XC, p. 362.

[2]) Allg. Zeitung für Nation. Industr., 1844, Nr. 67.

[3]) Weserzeitung, 1846, 7. Nov. — Berlin. Nachrichten, 1846, Nr. 257. — Botan. Zeit. 1846, Nr. 51. — Poggend. Annalen, 1847, Nr. 1. — Zeitschrift des Gewerbewes. 1847, Nr. 1. u. a. Journ.

Schwefelsäure liegen lassen, so werden auch die Leinfäden mürbe oder ganz zerfressen. Blieb sie nicht lange darin, so ist nur etwas von den Baumwollfäden abgebeizt. Man muss, wenn man dieselbe Probe brauchbar machen will, sie abwaschen, trocknen und das Eintauchen in Säure wiederholen."

Diese von Kindt empfohlene Methode, der man eine entschiedene praktische Brauchbarkeit zugestehen muss, möchte jedoch, wie man sich durch mehrfache Versuche überzeugen kann, nicht immer völlig ausreichen, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Weil die Schwefelsäure nach dem Grade ihrer Stärke zwar verschieden, aber dennoch ganz entschieden beiderlei Fasern angreift, weil beide eine gleiche Zusammensetzung haben. Diesen Übelstand hat der Entdecker auch nicht verhehlt, wie aus den oben angeführten Worten hervorgeht. 2. Weil sowohl die Flachs- als Baumwollfaser von verschiedener Güte sind, und in verschiedener Beschaffenheit in demselben Gespinnste oder Gewebe vorkommen, demnach verschieden und ungleich angegriffen werden, so dass einzelne dünnerwandige Flachsfasern sich aufzulösen beginnen, während derbere Baumwollfasern weniger gelitten haben. 3. Weil es sich oft um die genaueste, procentliche Bestimmung von Flachs und Baumwolle handelt. 4. Weil man sehr kleine Beimengungen von Baumwolle auf diese Art nicht zu entdecken im Stande ist. In wie weit diese Methode mit Erfolg anwendbar sei, werden wir unten sehen.

Vincent[1]) fand bei Behandlung verschiedener Fasergewebe mit chemischen Stoffen ein Mittel, wodurch Flachs- und Baumwollfasern zu unterscheiden sind. Taucht man nämlich Gewebe gemischter Beschaffenheit in eine gesättigte Chlorlösung, nimmt sie nach einer Minute heraus, und behandelt sie mit Ammoniak im Überschusse, so wird die Flachsfaser dunkler braun als die Baumwollfaser, welche nur schwach gefärbt erscheint[2]).

Die mikroskopische Untersuchung behufs einer sicheren Unterscheidung und beiläufigen procentlichen Schätzung von Flachs und Baumwolle in gemischten Geweben ist schon seit einer Reihe von Jahren hier und da mit grösserem oder geringerem Erfolge angewendet worden, obgleich nicht allgemein und praktisch geworden. Schon Franz Bauer[3]) war im Stande Flachs- und Baumwollfasern in gemischten Zeugen mit dem besten Erfolge durch das Mikroskop zu unterscheiden. Nach ihm haben Dujardin, Kützing, Vincent, Schleiden u. A. die Unterscheidbarkeit oft genug hervorgehoben. Ich halte diese Methode, obgleich sie anfänglich für den Ungeübten allerdings weniger ansprechend ist, dennoch für die verlässlichste. Allein um praktisch zu werden, muss eine Tabelle die Unterschiede beider Fasern angeben, dass auch der Ungeübte sich nicht irren kann. Man verfährt nach dieser Methode auf folgende Art: Die Fäden des zu prüfenden Fabrikates werden, falls sie Appretur erhalten haben, von derselben durch Waschen im warmen Wasser befreit und von einander getrennt. Ist keine Appretur vorhanden, so werden sie, ohne sonstige Vorbereitung, gelockert und diejenigen, die man prüfen will, ausgewählt. Hierauf schneidet man ein Stück des Fadens von der Länge mehrerer Linien ab, und bringt ihn, mit Wasser befeuchtet, unter das Mikroskop, am besten mit einem Glasplättchen bedeckt. Die Baumwoll- und Flachsfasern wird man dann auf den ersten Blick unterscheiden, wenn man die in der Schlusstabelle zusammengestellten Merkmale beider vergleicht. Wenn man in gemischten Geweben Dräthe von verschiedenen Stellen auswählt, überzeugt man sich leicht, wo und wie viel Baumwoll- oder Flachsfasern vorhanden sind. Hat man einigemal die Untersuchung auf diese Art gemacht und einen sicheren Blick gewonnen, so ist später selbst die Herausnahme und Untersuchung einzelner Dräthe bei Geweben nicht mehr nöthig, sondern man kann bei geringer

---

[1]) Compt. rend. hebd. Novemb. 1849.

[2]) Die Bemerkung Vincent's, dass die Bastfasern der *Lagetta funifera* (Daphne Lagetto) durch wässerige Jodlösung blau gefärbt werden, fand ich nicht bestätiget. Ich untersuchte sie unmittelbar an trockenen Stämmen, von welchen das kais. botanische Museum hierorts Exemplare besitzt, die von der österreichischen Expedition nach Brasilien herrühren. Die Fasern dieser Pflanze werden durch solche Jodlösung gelbbraun, wie andere Bastfasern. Vielleicht waren die von Vincent zum Versuche benützten Fasern durch anklebende Stärke verunreinigt, und erschienen dadurch dem blossen Auge in blauer Farbe?

[3]) A. o. a. O.

Vergrösserung unter dem Glase ganze Stückchen des Gewebes, nach vorangegangener, starker Auflockerung, schnell überblicken und durch Zählung genau bestimmen, wo und wie viel Baumwolle- und Flachsfäden vorhanden sind. Diese Methode reicht für alle Zukunft aus, selbst für den Fall, dass die einzelnen Fäden in Gespinnsten und Geweben in einer beliebigen und fixen procentlichen Zusammensetzung bereitet würden. Man kann dann, durch Zählung der Fasern eines Fadens unter dem Glase, auf das Bestimmteste seine procentliche Zusammensetzung ermitteln, und auf diese Art kleine Beimengungen der Baumwolle entdecken, welche keine andere Methode nachzuweisen im Stande ist.

Da die qualitative und quantitative Bestimmung auf diese Art schnell und sicher, ohne besondere Vorbereitung, selbst schon mit einem guten Taschenmikroskope gemacht werden kann, da man die geringste Beimischung von Baumwolle zu entdecken im Stande ist, so dürfte sich diese Methode in allen Fällen bewähren, wo es sich um schnelle Prüfung und genaue procentliche Schätzung handelt, und von der Kindt'schen Anwendung finden, welche immer Vorbereitung erheischt und nur annähernde, quantitative Bestimmung gestattet. Doch wird letztere Methode ihren Werth in allen Fällen beibehalten, wo kein Vergrösserungsglas zu Gebote steht, und es sich nur überhaupt darum handelt, zu bestimmen, ob eine grössere Menge Baumwolle in einem Linnenzeuge vorhanden sei.

In Fällen, wo es sich bloss um eine qualitative Bestimmung und ungefähre quantitative Schätzung des Baumwollgehaltes in Linnenstoffen handelt, kann man mit einer starken Loupe ausreichen. Man nimmt einige Fäden des Stoffes, entwirrt die Fasern, befeuchtet sie, und trocknet sie hierauf schnell, am besten auf einer Glastafel über einer Weingeistflamme. Dann bringt man sie unter die Loupe. Je weniger Wasser sie zurückbehalten haben, desto besser. Unter der Loupe stellen sich die Flachsfasern gestreckt, glänzend und ohne Spur von Drehung dar, die Baumwollfasern erscheinen gekräuselt und bei scharfer Betrachtung wie gegliedert oder gezähnt. Bei einiger Übung lassen sich beiderlei Fasern mit Sicherheit unterscheiden.

Die in der Schlusstabelle angegebenen vier ersten Unterscheidungsmerkmale der Flachs- und Baumwollfaser sind die beständigsten und auffallendsten. Zur Unterscheidung beider Fasern im rohen und verarbeiteten Zustande reichen aber die drei ersten Merkmale aus. Nur selten findet man Baumwollfasern, welche sich schwieriger unterscheiden lassen. Sie sind ungedreht, und haben dickere Wände als gewöhnlich, so dass sie sich hierin den Flachsfasern nähern. Meistentheils stammen sie von *G. herbaceum*. In diesen Fällen müssen die übrigen Merkmale verglichen und die Fasern auf längere Strecken untersucht werden, wo sich dann herausstellt, dass die Verdickung nur stellenweise eine stärkere ist, was bei der Flachsfaser in dieser Art nicht vorkommt. In Fig. XIX ist eine derartige Baumwollfaser abgebildet. Solche Fasern haben übrigens bei einer Prüfung gar keinen Einfluss, weil sie immer sehr vereinzelt vorkommen.

Die Flachs- und Baumwollfasern lassen sich auch in Papieren, welche aus gemischten Linnenzeugen bereitet wurden, durch die angegebenen Merkmale leicht unterscheiden. So ist in der Substanz des gerötheten Lackmuspapieres Taf. LIV, Fig. XLIII, bei *y* eine Baumwollfaser zwischen den Flachsfasern zu erkennen, ebenso in der Substanz des gemeinen, grauen Löschpapieres Fig. XLIV, bei *y*. Hier sticht die Baumwollfaser durch ihre Windungen, Beschaffenheit der Wand und Höhlung ebenso von den Flachsfasern ab, als von den Schafwollhaaren *h*, h^1.

Um die in der Tabelle angeführten Unterschiede der Flachs- und Baumwollfasern zu erläutern, sind auf Taf. LIX, Fig. XIX beide vermischt abgebildet, wie sie aus einem gemischten Zeuge genommen wurden. Bei *a*, a^1, a^2, Flachsfasern; bei *b*, b^1, Baumwollfasern. Die Unterschiede beider sind auffallend und treten durch die Färbung noch mehr hervor.

Tabelle zur Unterscheidung der Flachs- und Baumwollfasern in Fabricaten aller Art.

Merkmale der Flachsfaser.		Merkmale der Baumwollfaser.
	a. Ungefärbte Faser.	
Ungewunden, gerade und gestreckt. Bei schwacher Vergrösserung walzlich, haarförmig erscheinend. Der Hitze ausgesetzt gestreckt, ungekräuselt.	1.	Mehr oder minder, oft sehr stark gewunden und schraubenförmig gedreht. Bei schwacher Vergrösserung wie gegliedert oder gezähnt erscheinend. Der Hitze ausgesetzt gewunden und gekräuselt.
Wand sehr dick, Höhlung daher enge, linien- oder fadenförmig, häufig fehlend.	2.	Wand dünn, Höhlung weit, bandförmig.
Cylindrisch oder der cylindrischen Form sich nährend.	3.	Mehr oder minder plattgedrückt, vornehmlich in der Nähe der Windungen.
Wand zart parallel der Länge nach gestreift, als Andeutung der Schichten aus denen sie besteht.	4.	Wand ohne Längsstreifen und Andeutung von Schichten.
Wand im Innern oft mit zarten, horizontalen Querstreifen.	5.	Wand im Innern ohne Querstreifen.
Oberfläche oft zart parallel gestreift.	6.	Oberfläche ungestreift.
Höhlung (wenn sie vorhanden) ohne deutliche Körnchen, ohne Punkte und Linien.	7.	Höhlung mit zarten ungleichen Körnchen, Pünktchen, und Linien.
Wand (wenn eine Höhlung vorhanden) gleichdick, innere Grenzlinie parallel.	8.	Wand hier und da ungleich dick, innere Fläche oft stellenweise erhoben, wie warzig.
	b. Gefärbte Faser.	
	Zeigt nebst den obigen noch folgende Unterschiede.	
Gleichmässig der ganzen Länge nach gefärbt.	9.	Gewöhnlich ungleichmässig, einzelne Stellen der Höhlung lichter oder dunkler gefärbt.
Wand von demselben Farbentone wie die Höhlung (wenn eine vorhanden, wo sie dann eine dunkle Linie bildet).	10.	Wand von einem, besonders bei dunklen Farben mehr ins Gelbliche oder Grünliche spielenden Farbentone, von der Höhlung (welche dunkler und wie unregelmässig punktirt und stellenweise gestrichelt aussieht), als lichter abstechend.
Neben einander liegende Fasern ziemlich gleich in dem Grade der Färbung, gewöhnlich etwas dunkler, als die etwa vorhandenen Baumwollfasern.	11.	Neben einander liegende Fasern meist ungleich in dem Grade der Färbung, gewöhnlich etwas lichter, als die etwa vorhandenen Flachsfasern.
	c. Mit Schwefelsäure behandelte Faser.	
Mit verdünnter Schwefelsäure getränkt unverändert oder wenig angeschwollen, knotig.	12.	Mit verdünnter Schwefelsäure getränkt stark aufgetrieben, knotig und bauchig. Schichtung der Wand als parallele, reichliche Streifung erkennbar.
In concentrirter Säure langsamer sich lösend.	13.	In concentrirter Säure schnell sich lösend.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren, mit Ausnahme jener, wo es besonders bemerkt wurde, sind bei 400maliger Vergrösserung gezeichnet.

Tafel XLVI.

Fig. I. Eine halb ausgewachsene Leinpflanze, in natürlicher Grösse. Die Punkte a, a^1, b, c, d, e, f bezeichnen die Stellen, wo man die vorzüglichsten Entwickelungsstufen des Stammgewebes antrifft. Die folgenden Figuren beziehen sich darauf.

Fig. II. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte a^1 in Fig. I, 50mal vergrössert. Drittes Stadium. *A*, vereinigte Rinden- und Cambiumschichte; *D*, Holz, im Innern mit der Anlage der Gefässbündel; *E*, Mark; *b*, Ansatz einer Axillarknospe.

Fig. III. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *a* in Fig. I. Zweites Stadium. Sehr junge Entwickelungsstufe. *A*, Rinde, vom Cambium *C* noch nicht gesondert; *B*, Anfänge der Bastzellen, als Interzellulargänge zwischen Rinde und Cambium; *D*, Holz. Die Zellen desselben sind mit einer dünnen, homogenen Gallertmasse (Protoplasma Mohl's) ausgefüllt, in welcher sich Höhlungen mit wässriger Flüssigkeit erfüllt zeigen, *h*, *h*, *h*.

Fig. IV. Ein Stück aus dem Querdurchschnitte Fig. II. Drittes Stadium. *A*, Rinde; *C*, Cambium; *D*, Holz; *E*, Mark. Zwischen den innersten Rinden- und den äussersten Cambiumzellen sind die Bastzellen in der Anlage zu treffen. Bei *g* ein Gefässbündel des Holzes; *p* ein Zell- oder Primordialschlauch, welche häufig in den Markzellen vorkommen; *i* ein Interzellularraum des Markes.

Fig. V. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *b* in Fig. I oder unbedeutend tiefer, 50mal vergrössert. Viertes Stadium. *A*, Rinde; *C*, Cambium; *D*, Holz, in welchem die Gefässbündel als dunkle Flecken erscheinen; *E*, Mark; *h*, Höhlungen desselben.

Fig. VI. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *b* in Fig. I. Viertes Stadium. *A*, Rinde; *B*, Bast; *C*, Cambium; *D*, Holz; *E*, Mark. Diese Bezeichnung gilt auch für alle folgenden Figuren.

Fig. VII. Querdurchschnitt eines Gefässbündels, aus der Stelle *b*, oder tiefer in Fig. I. Bei *g* der Gefässtheil, welcher nach oben an die Holzzellen stosst, nach unten bei *E* an die Markzellen.

Fig. VIII. Spaltöffnung der Rinde, aus der Stelle *b* in Fig. I, oder etwas tiefer.

Fig. IX. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *b* in Fig. I. Viertes Stadium. Die Bezeichnung ist die frühere; *p*, *p* Zellschläuche im Marke.

Tafel XLVII.

Fig. X. Endtheil einer jungen Bastzelle, aus dem Punkte *b* in Fig. I.

Fig. XI. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *c* in Fig. I. Fünftes Stadium. Die Bezeichnung wie früher; *p*, Cytoblast; p^1, p^1, sphärische, zartwandige Cytoblastenzellen.

Fig. XII. Querdurchschnitt des Stengels, zwischen dem vierten und fünften Stadium. Eine etwas höhere Entwickelungsstufe, als die frühere.

Fig. XIII. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *d* in Fig. I. Sechstes Stadium.

Fig. XIV. Abweichende Formen der Bastzelle, aus diesem Stadium. fig. 1, Bastzellen mit ungleicher Entwickelung der Wand; *a*, jüngste *b*, ältere, *c*, älteste Zelle; fig. 2, Bastzellen mit unregelmässiger Oberfläche und Höhlung.

Fig. XV. Rinden- und Bastzellen, welche mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft wurden. Der feste Inhalt ist durch Jod gebräunt und durch die Schwefelsäure nicht verändert worden. fig, 1, Rindenzellen; fig. 2, Bastzelle.

Fig. XVI. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *d* in Fig. I. Sechstes Stadium.

Tafel XLVIII.

Fig. XVII. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *e* in Fig. I. Zwischen dem sechsten und siebenten Stadium.

Fig. XVIII. Querdurchschnitt des Stengels, aus einem der Ausbildung nahen Punkte, mit Jod behandelt. Der feste Inhalt der Rinde, des Bastes und Cambiums, so wie die Holzzellen sind braun gefärbt.

Fig. XIX. Übersicht der normalen und anomalen Formen, der zur Hälfte und darüber ausgebildeten Bastzelle. fig. 1 gewöhnliche, typische Form, 120mal vergrössert; fig. 2, Bastzelle mit Anschwellungen, *a*, *a*; fig. 3, mit stark vergrüntem Inhalte; fig. 4, mit farblosem, durch Jod braungefärbtem Inhalte; fig. 5, knotige Bastzelle mit regelmässigen, gleichweit abstehenden Knoten, *a*, *a*; fig. 6, Bastzelle mit einem Zellschlauche *p*, *p*, und einzelnen zerstreuten Chlorophyllkügelchen *c*.

Tafel XLIX.

Fig. XX. Fortsetzung der Formenreihe der halbausgebildeten Bastzelle, sich an Fig. XIX anschliessend. fig. 1, gewöhnliche, mit zahlreichen Schacht'schen Spalten in der verdickten Wand versehene Bastzelle; fig. 2, sehr verdünnte, haarspitzige Bastzelle; fig. 3, mit unregelmässiger, bauchiger Anschwellung, *a*; fig. 4, mit stellenweise durch die Verdickungsschichten verschlossener Höhlung, *b*, *b*; fig. 5, mit zahlreichen, durch die Vereinigung der Verdickungsschichten erzeugten, abgeschlossenen Hohlräumen.

Fig. XXI. Längendurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *f* in Fig. I. Achtes Stadium. *i*, Interzellularraum, *b*, die verdünnte Spitze einer Bastzelle. Die übrige Bezeichnung der Schichten ist wie früher.

Tafel L.

Fig. XXII. Querdurchschnitt des Stengels, aus dem Punkte *f* in Fig. I. Achtes Stadium.

Fig. XXIII. Chlorophyll aus den Rindenzellen dieses Stadiums. fig. 1, ein Klümpchen secundärer Chlorophyllkörnchen; fig. 2, solche Klümpchen, von einem Bläschen umhüllt.

Fig. XXIV. Bastzellen, nahe vor ihrer Ausbildung. Schliessen sich als Ergänzung an die Formenreihe in Fig. XIX und XX an. fig. 1, 2, Bastzellen mit oberflächlicher, zarter, paralleler Spiralstreifung; fig. 2, mit scharf abgesetzter innerster Verdickungsschichte; fig. 3, eine gequetschte Bastfaser; *a*, *a*, gitterförmige Streifung der Verdickungsschichten; fig. 4, Bastfaser mit wenigen, dicken, sehr ausgeprägten Schichten.

Fig. XXV. Aussehen der Fasern und Faserbündel im nach belgischer Methode gerösteten und gebrochenen Flachse. *A*, *A*, *A*, grössere, *a*, *a*, *a*, kleinere Reste der Rindenschichte, welche als Schmutz der Faser anhängen, *x*, ein Pflänzchen des Pilzes *(Puccinia)*, welcher bei der Thauröste die schwarzen Pünktchen am Stengel verursacht.

Fig. XXVI. Ebensolches Faserbündel. Die Reste der Rindenschichte *A*, *A*, sind hier körniger und stärker gebräunt.

Tafel LI.

Fig. XXVII. Aussehen der gebrochenen, geschwungenen und gehechelten Faserbündel. Sie sind zum Theile rein und glatt an der Oberfläche, wie fig. 1, 2, so dass die sparsamen körnigen Schmutztheilchen, wie fig. 1, *A*, kaum in Betracht kommen, zum Theile wie fig. 3, 4, 5, von den Überresten der Rinde und des Cambiums verunreinigt. In fig. 3, *A*, sieht man häufige, gebräunte Überreste der Rinden- und Cambiumschichte, in fig. 4, *a*, *a*, grünliche von Chlorophyll herrührende Schmutztheile.

Fig. XXVIII. Übersicht der Hauptformen der gereinigten Faser, wie sie im gebrochenen, geschwungenen, gehechelten und versponnenen Flachse vorkommen. fig. 5—8, normale, vollkommene, am häufigsten vorfindliche Fasern; fig. 9, 10, anomale Formen; fig. 1 — 4, unvollkommene, auf verschiedener Entwickelungsstufe zurückgebliebene Fasern, worunter fig. 4 den tiefsten, fig. 3 den höchsten Ausbildungsgrad besitzt.

Tafel LII.

Fig. XXIX. Faser, aus gehecheltem Flachse, welche mit Jod und Schwefelsäure behandelt wurde. Die Faser erhält dadurch oft ein knotiges, rosenkranzförmiges Ansehen, die Knoten entsprechen in der Länge ungefähr den Parenchymzellen des Stengels, zwischen denen sich die Bastzelle bildete. *b*, *b*, Wand; *p*, *p*, Zellschlauch, durch Jod gebräunt und durch Schwefelsäure nicht weiter verändert; p^1, ein von Inhalt freies Stück des Zellschlauches, wodurch seine Membran hervortritt.

Fig. XXX. Faserbündel, aus guter, mittelfeiner, gebleichter Leinwand.

Fig. XXXI. Fasern, aus derselben Leinwand, welche an der Oberfläche noch Reste der zersetzten Rinden- und Cambiumschichte zeigen, welche durch die Bleiche nicht vollständig entfernt wurden.

Fig. XXXII. Fasern, welche am häufigsten im Werg, sparsamer in Linnenzeugen vorkommen und beim Brechen, Schwingen, Hecheln mechanische Verletzungen erlitten haben; *a*, *a*, *a*, *a* sind geringere, *b*, *b* stärkere Verletzungen der Faser.

Fig. XXXIII. Faser, aus gebleichter Leinwand, nach schwacher Einwirkung von Jod und Schwefelsäure. Die zwei äussersten Schichten der Faser haben sich blasig erhoben und gebläut, die inneren Schichten sind fast unverändert.

Fig. XXXIV. Fasern, aus halbgebleichtem, schwarzgefärbtem Zwirn, mit unreiner, von den Resten der Rinde und des Cambiums entstellter Oberfläche. fig. 1, Faserbündel; fig. 2, Mittelstück und Endtheil einzelner Fasern.

Tafel LIII.

Fig. XXXV. Gewebe eines gröberen, ohne Chlorbleiche bereiteten Druckpapieres. Es besteht aus zerstückten, gefransten und gespaltenen Fasern.

Fig. XXXVI. Faser dieses Papieres, mit Jod und Schwefelsäure behandelt, wodurch sich die Zusammensetzung aus Cellulose erkennen lässt.

Fig. XXXVII. Gewebe eines mittelfeinen, mittelweissen, ohne Chlorbleiche bereiteten Schreibpapieres; *b*, *b*, haarförmige, durch Längsspaltung der Faser entstandene Stückchen.

Fig. XXXVIII. Explosives, elektrisches Papier; *a* Faserstück, im Übergange zur homogenen Masse, woraus das Papier gebildet wird, *x* durch Einwirkung der Säure während der Bereitung entstandenes Loch.

Fig. XXXIX. Gewebe eines mittelfeinen Schreibpapieres mit Chlorbleiche.

Tafel LIV.

Fig. XL. Gewebe eines englischen, feinen, geglätteten Briefpapieres. fig. 1, 2, kurze, platte Faserstücke, aus denen es grösstentheils besteht; fig. 3 mit diesen zugleich vorkommende, zermalmte Fasern; fig. 4 sparsamer vorfindliche, längere Faserstücke.

Fig. XLI. Gewebe eines englischen, feinen Zeichenpapieres, welches augenscheinlich aus Fasern geringer Qualität, die sich wegen der vorhandenen Höhlung leichter zermalmen lassen, besteht; *a*, sparsamere, grössere Faserstücke desselben Papieres.

Fig. XLII. Gewebe eines groben Lackmuspapieres; *a*, einzelne, ungefärbte Faserstücke desselben; a^1, a^1, zerfranste Faserenden, welche die augenscheinliche Aufnahme des Farbstoffes in die Schichtensubstanz beweisen.

Fig. XLIII. Gewebe desselben, durch Säure gerötheten Lackmuspapieres; *y*, eine, unter den Flachsfasern vorhandene Baumwollfaser.

Fig. XLIV. Faserstück, aus dem feinen Zeichenpapiere, dessen Gewebe in Fig. XLI dargestellt ist, mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft.

Fig. XLV. Gewebe eines groben, grauen Fliesspapieres. Bei *y* eine Baumwollfaser, bei *h* ein ungefärbtes, bei h^1, h^1 gefärbte Schafwollhaare, welche den Flachsfasern beigemengt sind.

Tafel LV.

Fig. I. Querdurchschnitt des erwachsenen Stengels einer weiblichen Hanfpflanze; *A*, Rinde; *B*, Bast; *C*, Cambium; *D*, Holz.

Fig. II. Querdurchschnitt wie der vorige, mit Jod behandelt, wodurch sich die Holzzellen bräunen.

Fig. III. Längendurchschnitt des erwachsenen Stengels. Bezeichnung der Schichten wie früher.

Fig. IV. Hauptformen der ausgebildeten Hanffaser der weiblichen Pflanze. fig. 3, 4, vollkommene, solide; fig. 1, 2, unvollkommene, gehöhlte Fasern.

Tafel LVI.

Fig. V. Faserbündel des gebrochenen und geschwungenen Hanfes; *a*, *a*, *a*, körnige Reste des zersetzten Inhaltes der Rinde, welche die Fasern verunreinigen und bräunen.

Fig. VI. Faserbündel, aus eben solchem Hanfe; *A*, *A*, *A*, membranöse Reste der Rindenzellen; *x* Endtheil einer Faser.

Fig. VII. Fasern, aus eben solchem Hanfe; *a*, *a* anklebende Reste des Chlorophylles der umgebenden Schichten.

Fig. VIII. Faserbündel, aus eben solchem Hanfe, mit ganz reiner und glatter Oberfläche.

Fig. IX. Faserbündel, aus gefärbtem Hanfe oder Hanfzwirne; *A*, *A*, membranöse Reste der Rinde; *a*, *a* körnige, aus dem zersetzten Inhalte der Rinde herrührende Reste.

Fig. X. Einzelne Fasern desselben Hanfes. fig. 1, Mittelstück; fig. 2, Endtheil einer Faser.

Fig. XI. Ausgebildete Hanffaser, welche mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft wurde.

Tafel LVII.

Fig. I. Samen von *Hibiscus syriacus* in natürlicher Grösse.

Fig. II. Same von *Gossypium herbaceum* in natürlicher Grösse; am oberen Theile sind die Haare entfernt, um die Gestalt des Samens anschaulich zu machen.

Fig. III. Samenknospe derselben Pflanze zur Blütezeit, beiläufig 30mal vergrössert.

Fig. IV. Epidermalzellen der Samenknospe, zur Blütezeit.

Fig. V. Dieselben am Schlusse der Blütezeit; *a* Cytoblast; *b*, *b*, Klümpchen des körnigen Inhaltes.

Fig. VI. Haare des Baumwollsamens, aus den verlängerten Epidermalzellen entstanden, um die Zeit, wo die Kapsel fast ihre volle Grösse erreicht hat, aber noch saftig und grün ist.

Fig. VII. Haare des Baumwollsamens, aus demselben Stadium. fig. 1, ein mit Jod behandeltes; fig. 2, ein mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüftes Haar.

Fig. VIII. Ausgebildete Haare von *Gossypium herbaceum*. fig. 1, ein stellenweise sehr dickwandiges und durch Ausfüllung der Höhlung solides Baumwollhaar; *a*, *a*, normale Höhlung des Haares, welches an diesen Stellen wie die gewöhnlichen Formen gewunden ist; *b*, *b*, *b*, verengte Höhlung im ungewundenen Theile des Haares; *c*, *c*, Höhlung, die im Verschwinden begriffen ist.

Fig. IX. Baumwollhaar von *Gossypium barbadense*. fig. 1, ein dickes, stark gewundenes Haar; fig. 2, ein dünnes, schwächer gewundenes Baumwollhaar.

Tafel LVIII.

Fig. X. Fasern von *Gossypium barbadense*. fig. 1. Mittelstück; fig. 2. Endstück einer Faser; *a*, *a*, Oeltröpfchen.

Fig. XI. Endtheile der Fasern von *Gossypium barbadense*. fig. 1, *a*, Faser mit sehr scharfer Haarspitze; fig. 2, Fasern mit stumpfen Spitzen, bei *a* mit ausgefüllter, bei *b* mit noch vorhandener Höhlung.

Fig. XII. Abweichende, sparsamer vorkommende Fasern von *G. barbadense.* fig. 1, Faser, deren verdickte Wand nach innen nicht scharf abgesetzt ist, und sich mit der überliegenden Seite durch rudimentäre, fädige Fortsätze berührt; fig. 2, eine auf tiefer Entwickelungsstufe zurückgebliebene, sehr dünnwandige Faser; fig. 3, Faser, deren Inhalt durch Behandlung mit Jod gebräunt wurde wodurch bei *p*, *p*, der Zellschlauch deutlich wird.

Fig. XIII. Faser von *G. barbadense,* welche mit Jod und Schwefelsäure auf den Gehalt an Cellulose geprüft wurde.

Fig. XIV. Faser von *G. barbadense,* nach Behandlung mit schwach verdünnter Schwefelsäure. In fig. 1 ist der untere Theil der Faser frei von der Einwirkung geblieben, der obere von der Säure aufgelockert; *a*, ursprüngliche, weitabstehende Membran der Faser; *b*, die zahlreichen Verdickungsschichten; *c*, Höhlung; *d*, Luftblase, welche sich bei der Säureeinwirkung darin gebildet. fig. 2, *b*, *b*, Schichten der secundären Ablagerung, aufgelockert, aber unzerstört; b^1, b^1, dieselben zerfallend; b^2, von der Säure aufgelöst; *d*, eine Luftblase.

Tafel LIX.

Fig. XV. Faser von *G. barbadense,* mit Jod und Schwefelsäure behandelt, nach schwacher Einwirkung der Säure; *a*, ursprüngliche Membran der Faser; *b*, Verdickungsschichten; b^1, äusserste Lamelle derselben, welche sich in Gestalt eines Häutchens erhoben; *c*, Höhlung.

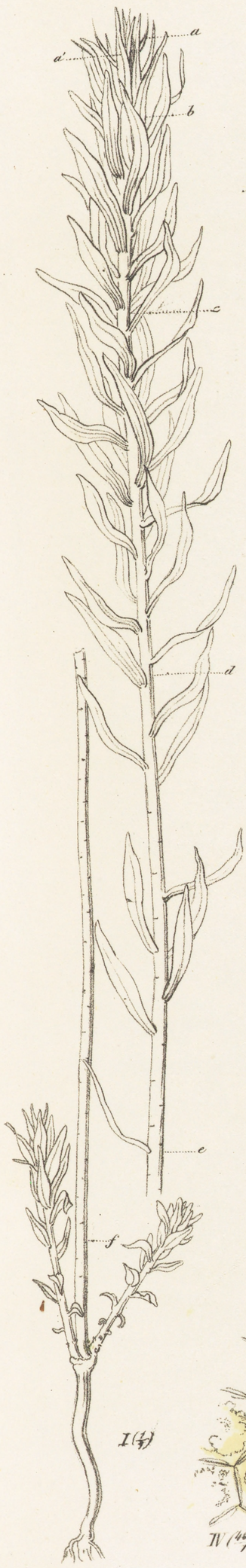
Fig. XVI. Faser von *G. barbadense,* mit Jod und Schwefelsäure behandelt, nach starker Einwirkung der Säure; *b*, Reste der Schichten der Wand, wolkenartig, in der Auflösung begriffen; *p*, *p*, Zellschlauch; p^1, rissiger und löchriger Theil desselben.

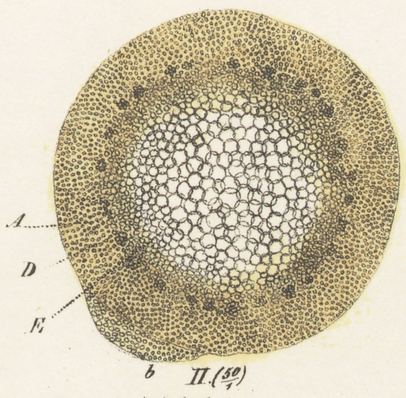
Fig. XVII. Trockene Kattunfasern. fig. 1 und 4, gefärbte; fig. 2, 3, ungefärbte; fig. 3, an der Oberfläche durch Staub verunreinigte Fasern.

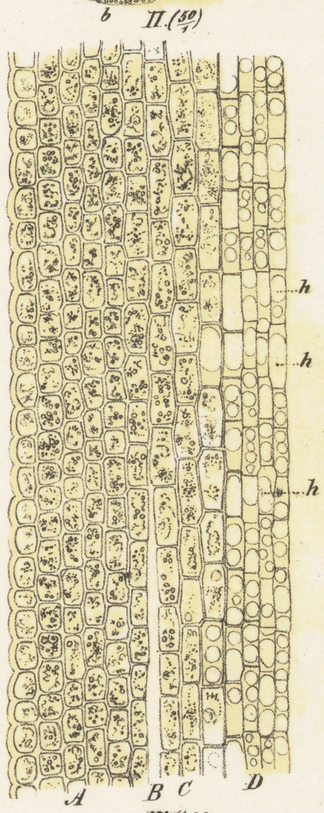
Fig. XVIII. Benetzte, farbige Kattunfasern. fig. 3, Faser, in deren Höhlung sich der Farbstoff stärker angelagert hat.

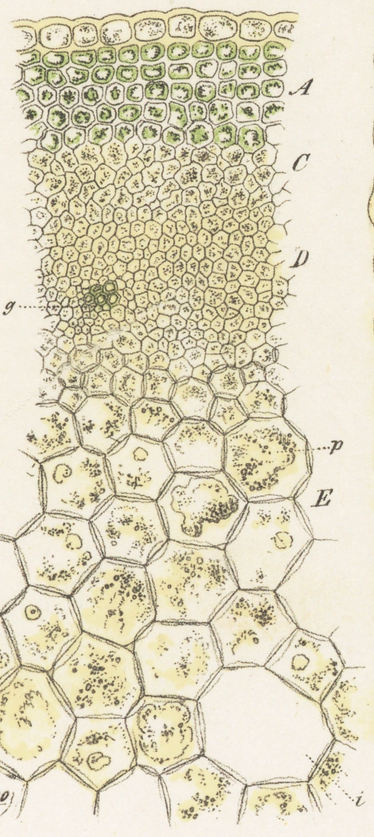
Fig. XIX. Fasern, aus einem gemischten Linnenzeuge; *a*, a^1, a^2, Flachsfasern; *b*, *b*, b^1, Baumwollfasern.

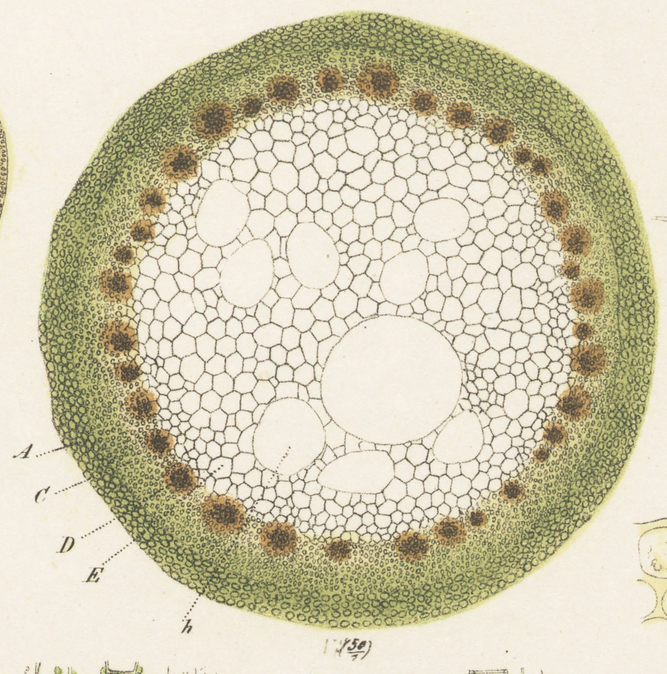
Entwicklungsgeschichte der Flachsfaser.

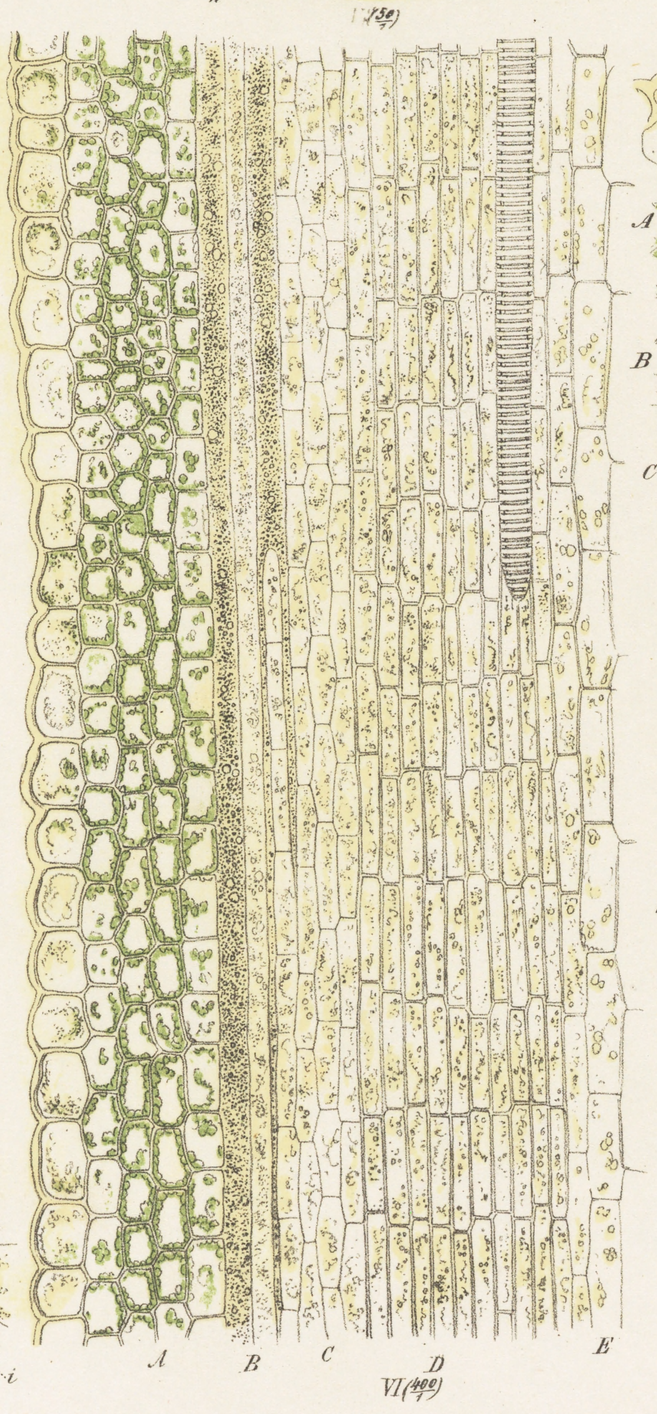


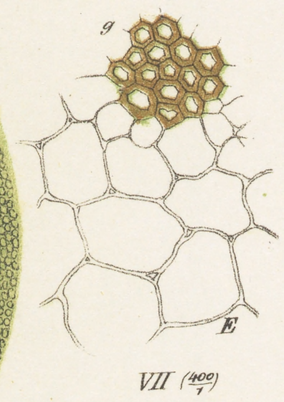


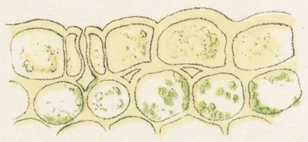


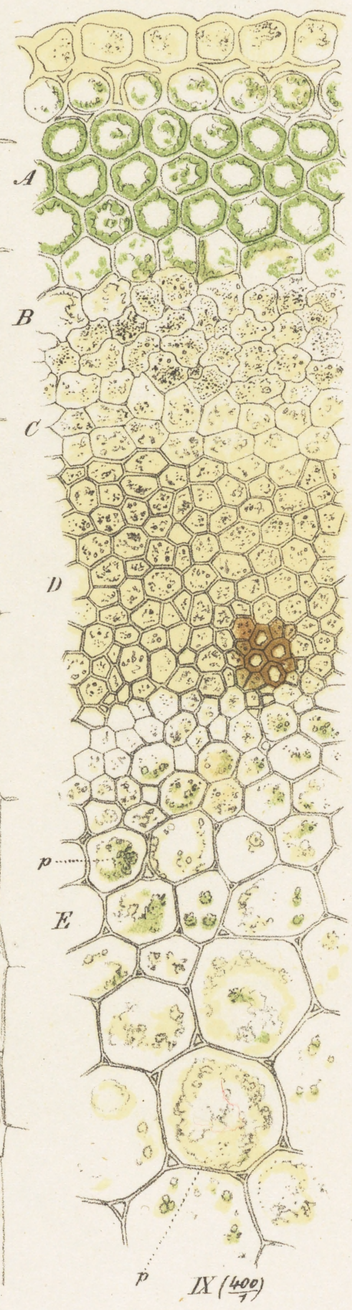










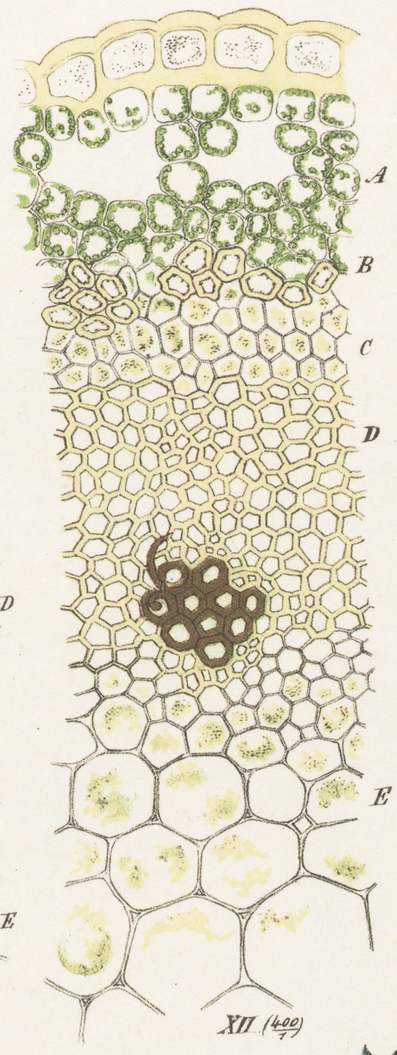


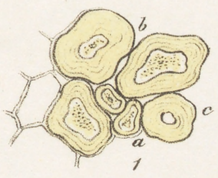
Gezeichnet vom Verfasser.

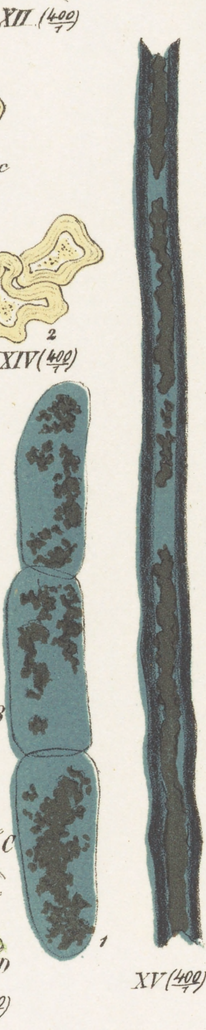
Lith. u. gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften
MATH. NATURW. CLASSE.

Entwicklungsgeschichte der Flachsfaser.





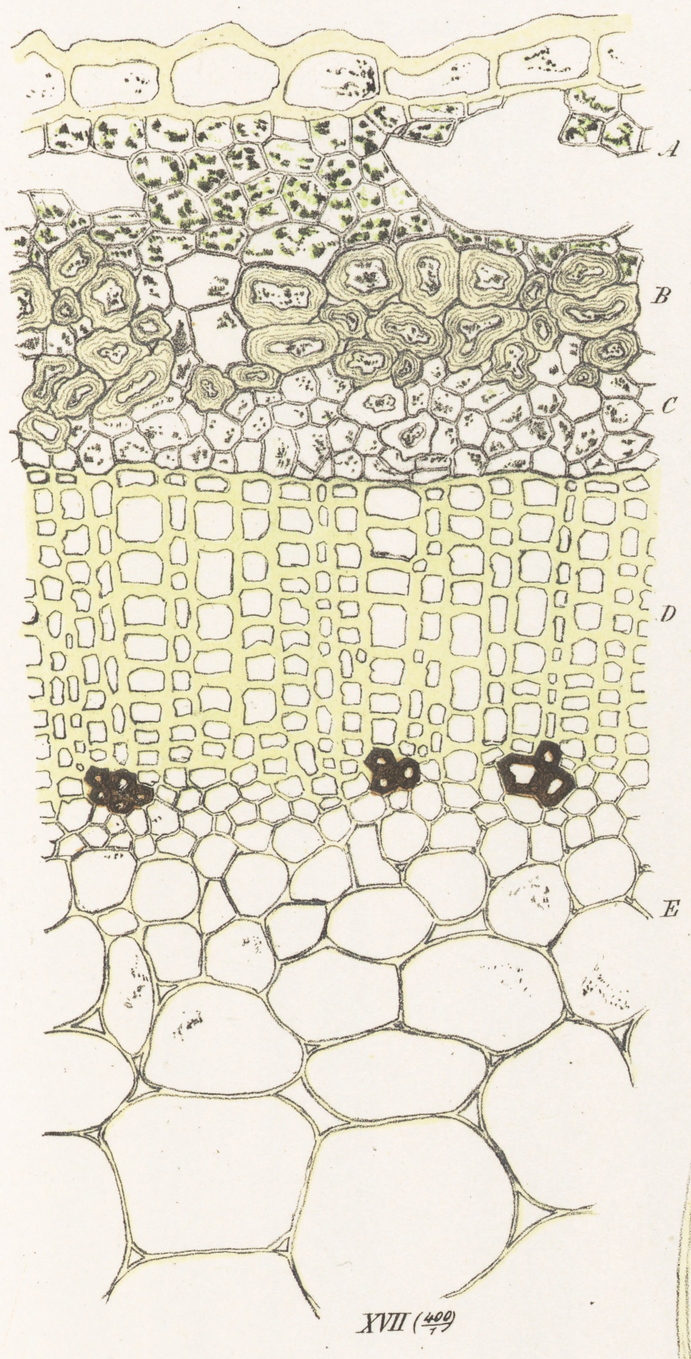


Gez. v. Verfasser.

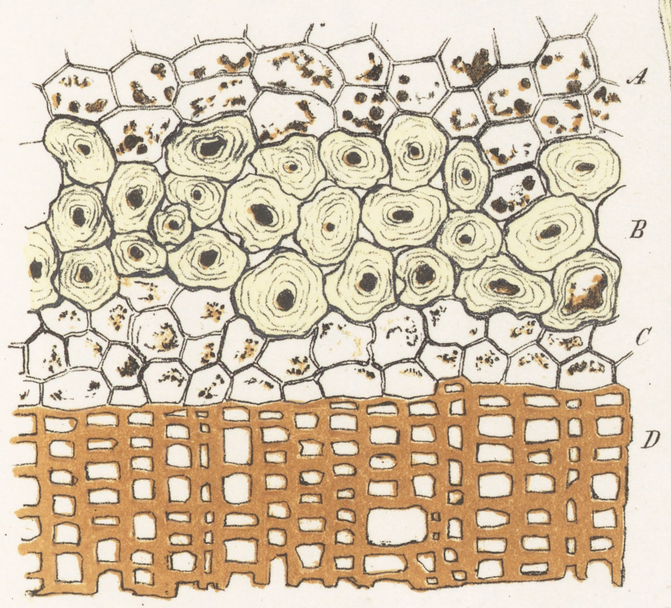
Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

Entwicklungsgeschichte der Flachsfaser.

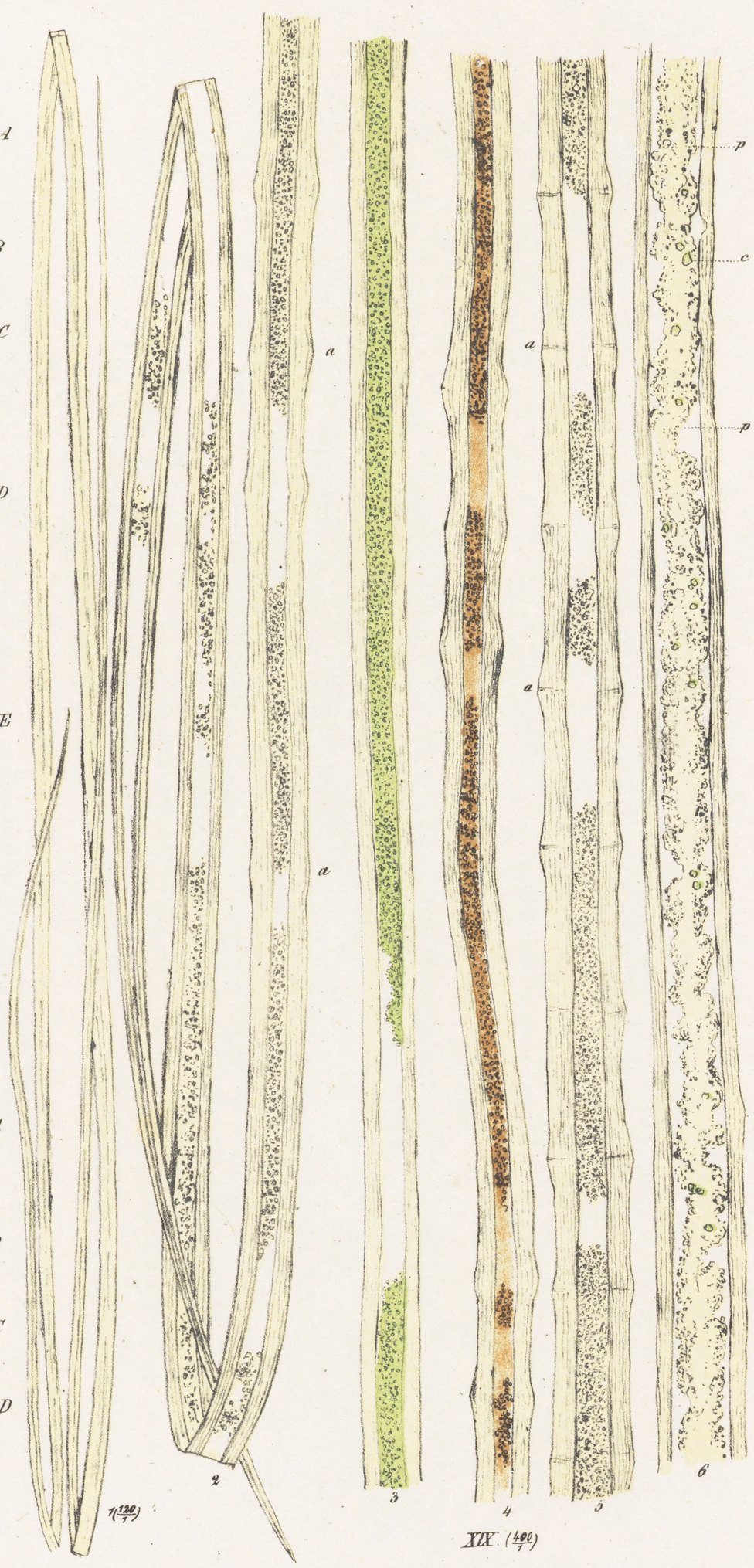
Taf. XLVIII.



XVII ($\frac{400}{1}$)



XVIII. ($\frac{400}{1}$)



XIX. ($\frac{400}{1}$)

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof-u. Staats-Druckerei.

Gez. v. Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k.k. Hof- u. Staats-Druckerei

Ausgebildete und geröstete Flachsfaser.

TAF. I.

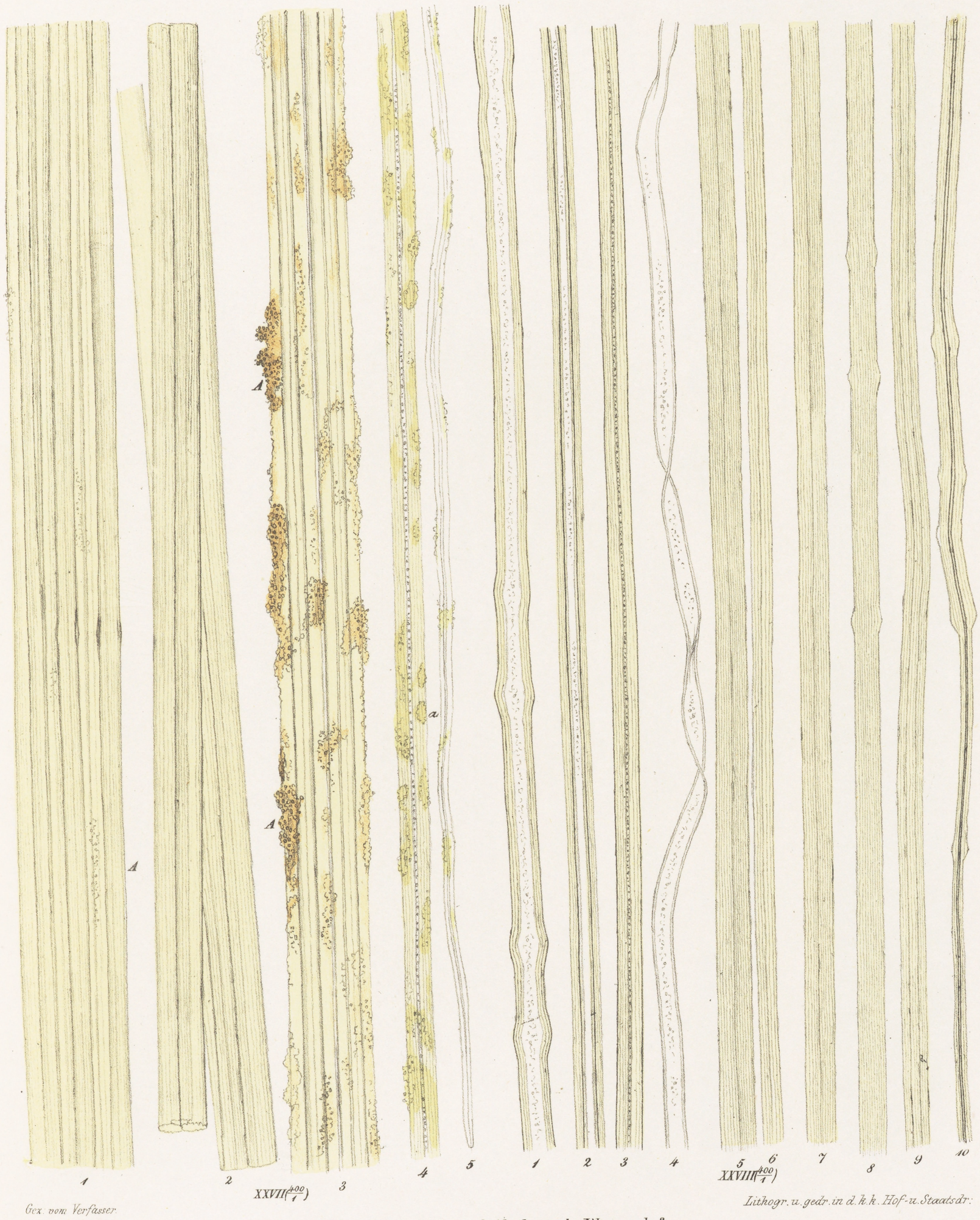
Gez. vom Verfasser.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Lith. u. ged. in der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Geröstete u. gebrochene Flachsfaser.

Taf. LI.



Gez. vom Verfasser.

Lithogr. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staatsdr.

Denkschriften der kaiserl: Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Versponnene und zu Leinwand verwebte Flachsfaser.

XXIX ($\frac{400}{1}$) XXX ($\frac{400}{1}$) XXXI ($\frac{400}{1}$) XXXII ($\frac{400}{1}$) XXXIII ($\frac{400}{1}$) XXXIV ($\frac{400}{1}$)

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

Zu Papier verarbeitete Flachsfaser.

Taf. LIII.

XXXV $(\frac{400}{1})$

XXXVI $(\frac{400}{1})$

XXXVII $(\frac{400}{1})$

XXXVIII $(\frac{400}{1})$

XXXIX $(\frac{400}{1})$

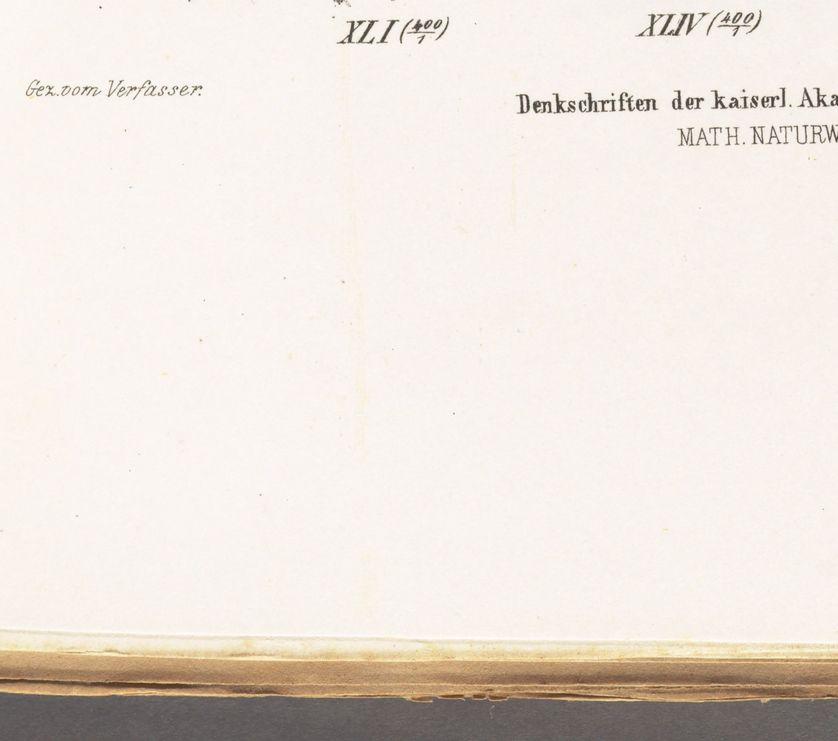
Gez. vom Verfasser

Lith. in d. k. k. Hof u. Staats Druckerei.

Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.

Zu Papier verarbeitete Flachsfaser.

XL $(\frac{400}{1})$



XLI $(\frac{400}{1})$

XLII $(\frac{400}{1})$

XLIV $(\frac{400}{1})$

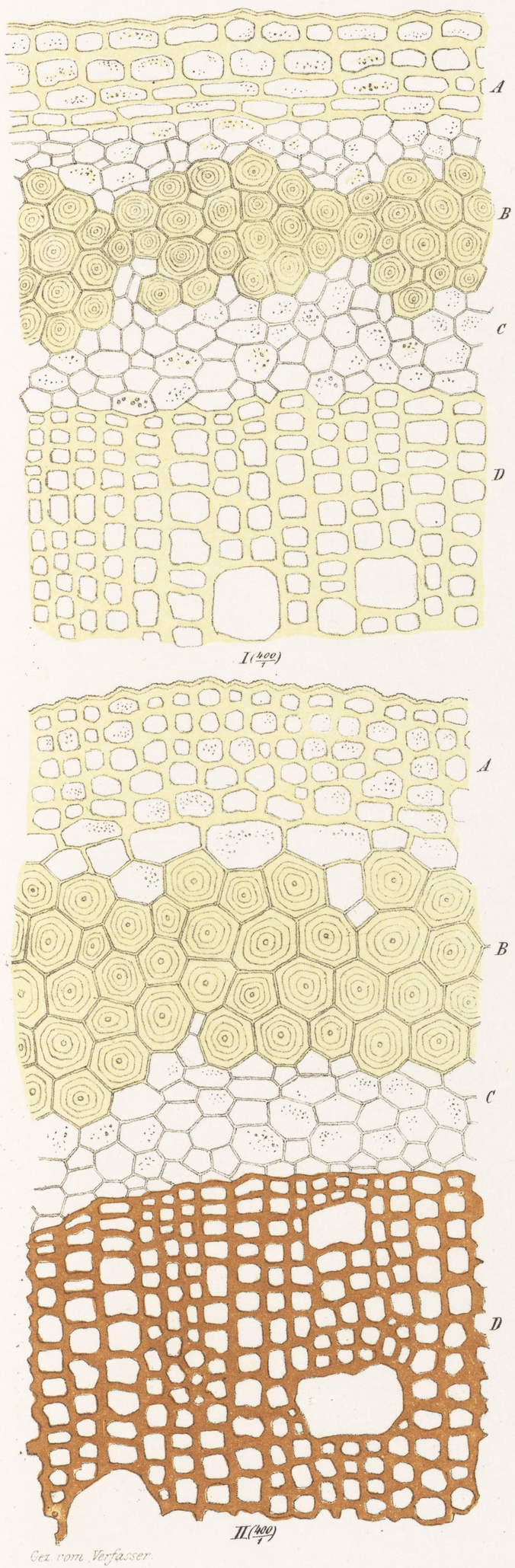
XLIII $(\frac{400}{1})$

XLV $(\frac{400}{1})$

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. ged. in der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Bau des Hanfstengels und der Hanffaser.



I $(\frac{400}{1})$

II $(\frac{400}{1})$

III $(\frac{400}{1})$

IV $(\frac{400}{1})$

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.

Geröstete, gebrochene und gefärbte Hanffaser.

TAF. LVI.

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. ged. in der k. k. Hof u. Staatsdruckerei.

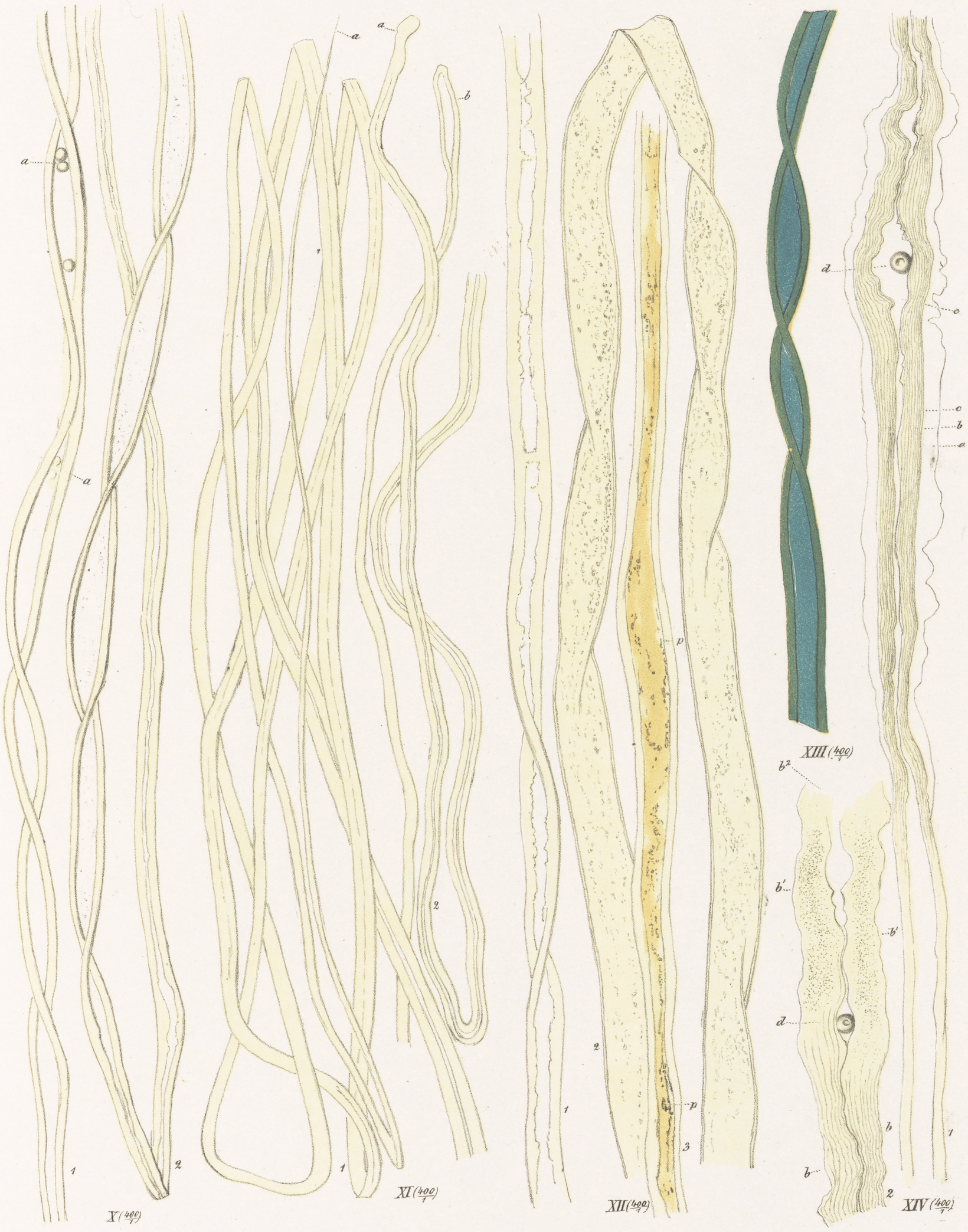
Entwicklungsgeschichte und Bau der Baumwollfaser.

TAF. LVII.

Gez. vom Verfasser

Lith.u. ged. in der k.k. Hof.u. Staatsdrukerei

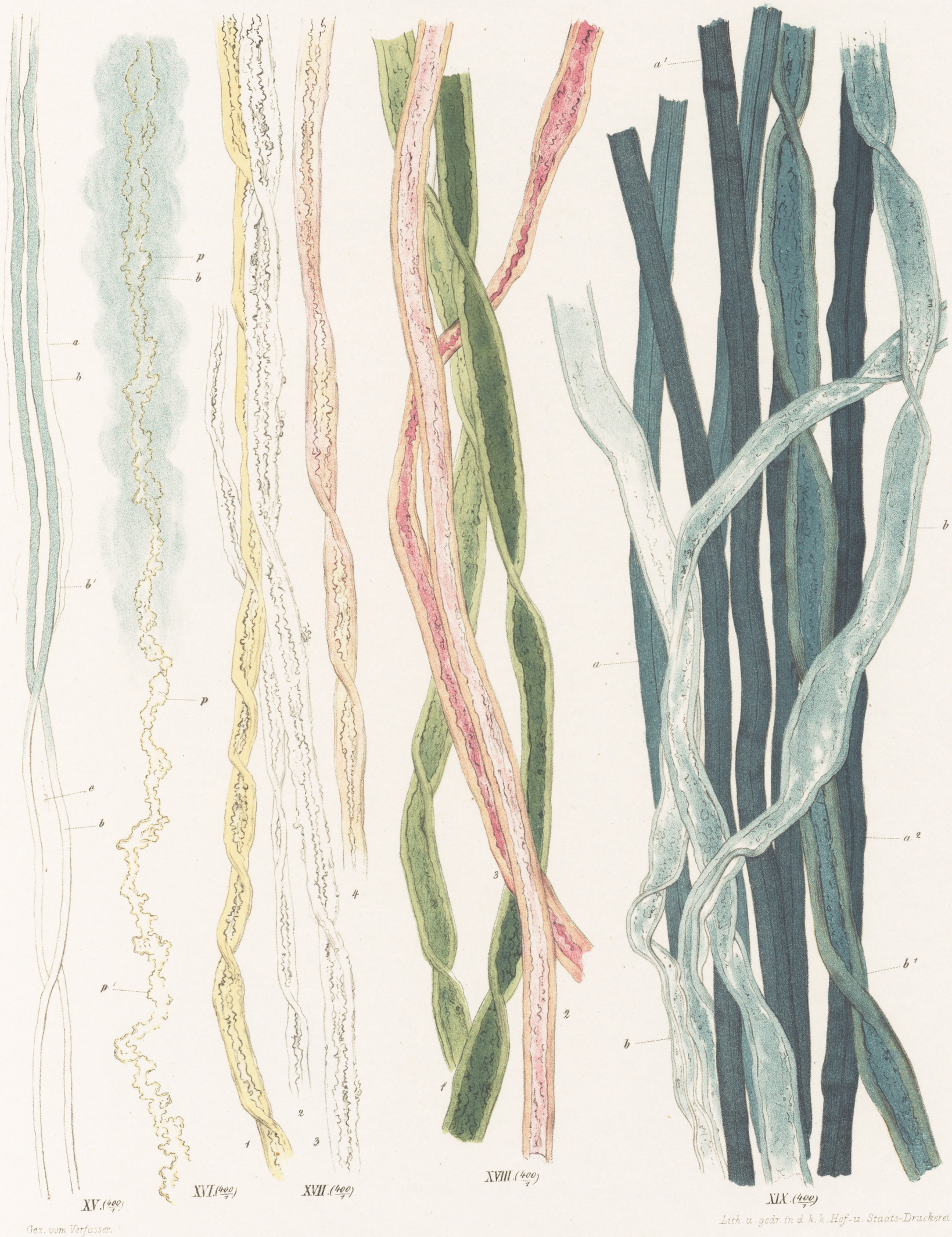
Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften.
MATH. NATURW. CLASSE.



Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei

Versponnene, verwebte, gefärbte und mit Flachs gemischte Baumwollfaser.



XV. (400/1)

XVI. (400/1)

XVII. (400/1)

XVIII. (400/1)

XIX. (400/1)

Gez. vom Verfasser.

Lith. u. gedr. in d. k. k. Hof- u. Staats-Druckerei.