

Alte und neue Textilpflanzen.

Von

Prof. Dr. Oswald Richter.

(Wien.)

Vortrag, gehalten den 17. Februar 1915.

(Mit 2 Tafeln.)

In einem sehr anregend geschriebenen, interessanten Artikel behandelte in diesen Berichten vor kurzer Zeit Molisch (1) den Naturmenschen und zeigte dessen ganz überraschende Fähigkeit, jene Pflanzen aus den Millionen und Abermillionen von Gewächsen ausfindig zu machen, die ihm als Genuß-, Nahrungs- oder endlich als Heilmittel dienlich sein konnten.

In ganz analoger Weise hat der Mensch des Naturzustandes früherer oft recht tiefstehender Kulturepochen es verstanden, aus der ihn umgebenden vielgestaltigen Pflanzenwelt diejenigen Gewächse herauszufinden, die ihm eine mehr minder wärmende, seine Blößen deckende oder eine seinem Geschmacke oder wirklichen, beziehungsweise vermeintlichen Range entsprechende Bekleidung liefern sollten, oder die endlich dem Wunsche nach festem Material zum Binden, Festhalten von Materialien auf in starker Strömung befindlichem Wasser u. dgl. entsprachen.

Und wieder müssen wir Wissenschaftler gestehen, daß sozusagen keine neue Pflanze, die als Textilpflanze einige Bedeutung gewann, von uns aufgestöbert werden

kann, die nicht schon den Wilden oder unseren Vorfahren niederer Kulturepochen bekannt gewesen wäre.

Wenn ich also den Ausdruck „alte“ und „neue“ Textilpflanzen verwende, so bin ich mir des logischen Fehlers in diesem Sprachgebrauche wohl bewußt. Ich bezeichne sonach, um dies gleich vorweg zu nehmen, Textilpflanzen als „neu“

1. dem eigentlichen Sprachgebrauche entsprechend, wenn die betreffenden erst jüngst gefunden wurden;
2. wenn sie den enormen Anforderungen der modernen Großindustrie gerecht werden oder den modernen Bedürfnissen entsprechen dürften.

Deshalb können sie immerhin schon den Wilden oder Völkern niederer Kulturstufe bekannt gewesen sein.

Analog erhält eine Textilpflanze die Bezeichnung „alt“

1. dem Sprachgebrauche entsprechend, wenn sie schon in grauer Vorzeit in der Eigenschaft als Textilpflanze bekannt war oder
2. im übertragenen Sinne, wenn sie als Textilpflanze sozusagen abgewirtschaftet hat.

Es ist klar, daß durch die unvermeidliche, nicht ganz scharfe Trennbarkeit der Bezeichnungen eine bloß relative Berechtigung derselben entsteht, daß es daher auch vorkommen kann, daß eine „alt“ gewordene Textilpflanze durch irgend eine bedeutende Erfindung, die Konstruktion einer neuen Maschine oder dgl., oder etwa die Auffindung eines bis dahin

für diese Pflanze unbekanntes Trennungsmittels der Fasern, die zur ungeheueren Verbilligung der Faser-gewinnung führt, plötzlich wieder „neu“, modern werden kann und daß umgekehrt durch plötzliche Förderung einer Textilpflanze in der besprochenen Art eine zweite aus der Reihe der beachtenswerten Textilpflanzen ausscheiden muß, gewissermaßen außer Kurs gesetzt und zum „alten Eisen“ gelegt werden kann.

So wird man vom historischen Standpunkte in des Wortes wahrstem Sinne die Baumwolle zweifellos als „alt“ gelten lassen müssen, da sie bereits den alten Indern bekannt war. Als Bekleidungsstoff im Großen kommt sie aber erst seit rund 170 Jahren in Betracht, ist also ein neuer Faserstoff. Erst die Erfindung der großen Baumwollentkörnungs- und -reinigungs- und anderer S. 391/3 ff. genannter Maschinen sowie die weitgehende Verbilligung der Haargewinnung durch die gleichzeitige Auswertung der Baumwollsamens behufs Ölgewinnung machte die Baumwolle zur Beherrscherin des Weltmarktes und gab dem Spruche „Cotton is king“: „Baumwolle ist König“ die Berechtigung.

Dem Bedürfnis, die Fülle von nutzbaren Faserpflanzen nach wissenschaftlichen und gleichzeitig praktisch brauchbaren Gesichtspunkten einzuteilen, entsprechend, kann man zunächst eine Scheidung dahin durchführen, ob es sich

I. um die Auswertung von niederen Pflanzen wie Algen, Pilzen oder Flechten oder

II. um die höherer Gewächse zu Textilizwecken handelt, und im zweiten Falle wird es wieder einen fundamentalen Unterschied bedeuten, ob sich das „fasrichte Wesen“ wie es so bezeichnend in Böhmers Warenkunde heißt,

1. im Stengel oder in den Blättern,
2. in den Früchten der höheren Pflanzen findet.

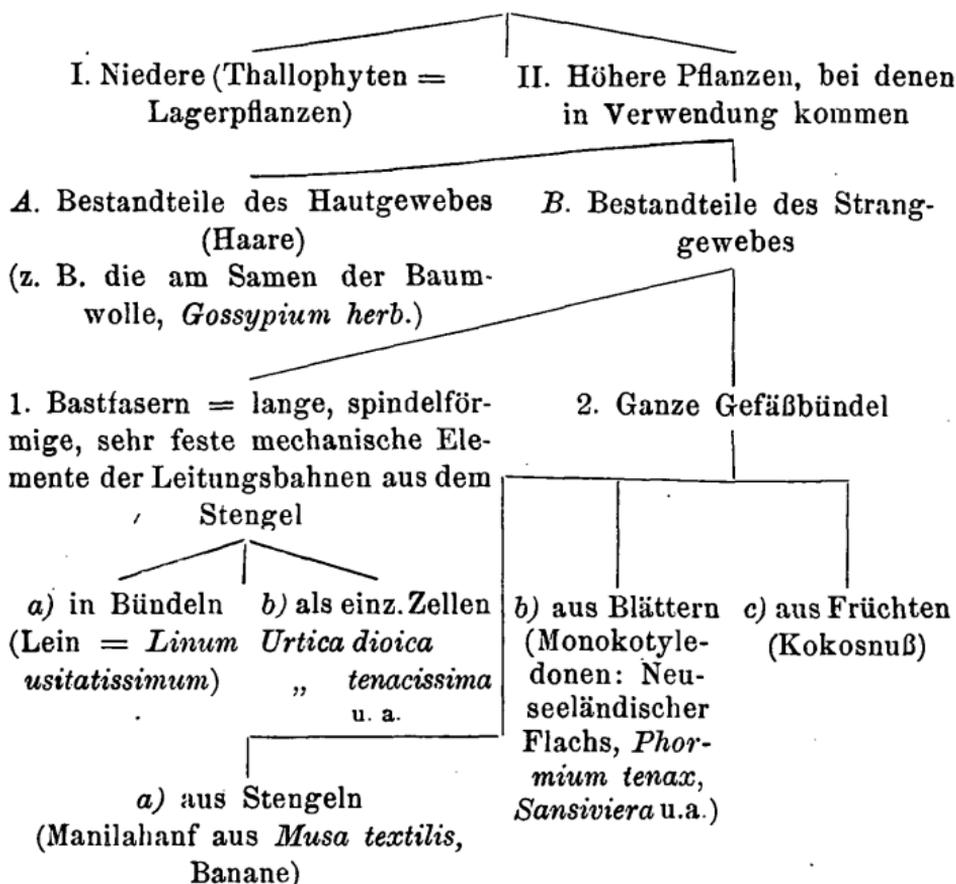
Im Falle der Auswertung niederer Pflanzen handelt es sich um die Verwendung von Zellfäden; bei Benutzung höherer Gewächse werden Bestandteile des Hautgewebes (Zellen oder Zellfäden = Haare) oder Bestandteile des Stranggewebes (ganze Gefäßbündel = die Leitungsbahnen der Pflanzen) oder Zellen oder deren Vereinigungen (Bastfasern oder Bastfaserbündel = die mechanischen Elemente der Gefäßbündel) als textiltechnische Bestandteile in Frage kommen.

Die folgende Tabelle (S. 389) mag über diese Verhältnisse einen raschen Überblick bieten.

I. Thallophyten als textiltechnisch verwertbare Pflanzen.

Da alle bisherigen Versuche, Lagerpflanzen (Thallophyten) textiltechnisch auszuwerten, keine brauchbaren Resultate gaben und die derzeit im Gang befindlichen Experimente, gewisse Algen einer technischen Behandlung zur Erzeugung von Geweben zuzuführen, noch nicht abgeschlossen sind, mögen gleich besprochen werden:

Textiltechnisch verwertbare Pflanzen.



II. Höhere Pflanzen in textiltechnischer Verwendung.

A. Gewächse, bei denen die Haare den technisch verwertbaren Bestandteil bilden.

1. Die Baumwolle (*Gossypium herbaceum*).

Die Baumwolle wird bereits in den Überlieferungen der Inder erwähnt. Doch mag dabei beachtet

werden, daß es mehrere Baumwollarten gibt, die bestimmt nicht in Ostindien einheimisch sind, nämlich Arten, die ihre Heimat in Amerika haben. Von deren Existenz erhielt man zuerst durch die Spanier Nachricht, die bei der Eroberung Amerikas nicht wenig erstaunt waren, dort bereits Gewänder aus Baumwolle vorzufinden.

Nach Europa, speziell Griechenland, kam seinerzeit die Baumwolle durch die Phönizier, die typische Baumwollplantagen auf der Insel Tylos, jetzt Bacharim, im persischen Meerbusen besaßen und den Import nach Griechenland und Rom bereits in der Form von gewebten Stoffen besorgten. Eine großzügige Verwendung der Baumwolle gab es aber zur Zeit der Phönizier in Europa noch nicht, da die Schifffahrt der damaligen Zeit noch zu sehr in den Kinderschuhen steckte.

Auch nach Ägypten mußte die Baumwolle erst importiert werden. Vor dem Jahre 500 v. Chr. war die Baumwollpflanze den Ägyptern unbekannt. Sie erfaßten jedoch sofort nach dem Bekanntwerden mit diesem Kulturgewächse dessen große Bedeutung und legten nun ihrerseits seit 500 v. Chr. Baumwollplantagen in ihrer fruchtbaren Heimat an.

Heute gehören Amerika, speziell die Vereinigten Staaten, zu den bedeutendsten Baumwolllieferanten der Erde. Die folgenden, Brüggemanns Werke (p. 301) entnommenen Zahlen mögen den Aufschwung des Baumwollexportes Amerikas nach Europa illustrieren.

Die jährliche Lieferung betrug in den Jahren:

1790	12,698.000	kg
1800	22,675.000	„
1830	112,286.600	„
1850	266,658.000	„
1870	487,240.400	„
1890	751,177.400	„
1910	1.450,000.000	„

Es ist besonders interessant, daß selbst der Bürgerkrieg in der nordamerikanischen Union (1861—1864), während dessen Wüsten die Felder jahrelang vernachlässigt wurden, an der stetigen Zunahme des Exportes der Baumwolle keine nachhaltige Hemmung hervorzurufen imstande war.

Man kann aus diesen Zahlen ohne weiteres erschließen, daß unzählige Bewohner Amerikas beim Ernten und der Versendung der Baumwolle nach Europa, ganz abgesehen von jenen, die die Baumwolle in Amerika direkt verarbeiten, vollauf Beschäftigung finden. Diesen enormen Aufschwung hatte die Baumwolle den großen Erfindungen der Engländer zu danken, die der Baumwollindustrie die Streckwalzen zum Strecken der Baumwolle, die Spinnmaschinen und mechanischen Webstühle bescherten, die mit den Entkörnungs-, den Baumwollreinigungsmaschinen und der Erfindung der Ausnützung des Öls der Samen der Baumwolle erst jene den Weltmarkt beherrschende Bedeutung gaben, die sie heute besitzt.

Worin liegt nun der Grund für die bisher beispiellose Konkurrenzlosigkeit der Baumwolle? Antwort: In der leichten Beschaffbarkeit des Rohmaterials, das sich in großer Menge in den Früchten der Baumwollstaude findet. Die Frucht von *Gossypium* ist eine Kapsel, die bei der Reife aufspringt und dabei die ganze Überfülle der Wolle hervorquellen läßt. Nimmt man etwas von dieser Wolle mit den Fingern aus der Kapsel, so wird man bald gewahr, daß sie mit dem Samen eng verbunden ist. Sie besteht, pflanzenanatomisch genau ausgedrückt, aus Haaren, d. h. sehr in die Länge gestreckten Oberhautzellen des Samens, deren Wände aus reinsten Zellulose ($C_6 H_{10} O_5$) bestehen.

Mikroskopisch stellt sich ein solches Haar als wiederholt gedrehte Zelle mit breitem Innenraum (Lumen) und deutlicher, oft gekreuzter Streifung dar. Sein Querschnitt ist bandförmig, s. Fig. 6 (1—4).

Die biologische Bedeutung dieser Haare liegt auf der Hand. Sie sollen dem Samen ein recht großes Volumen bei relativ geringem Gewichte geben und den Reibungswiderstand beim Falle in der Luft erhöhen, etwa wie die Wolle des Pappel- oder Weidenbaumes oder die des Wollgrases.

Die ganze Arbeit des Menschen bei der Gewinnung des Rohstoffes besteht also darin (vgl. auch H. Brüggemann), die Kapseln von den Stauden zu reißen, die Wolle daraus zu entfernen und die Wolle von den Samen zu befreien. Nur für die beiden ersten Betätigungen kommt die in den Baumwollgegenden der

gemäßigten Zone — die Baumwolle wächst zwischen dem 40° nördlicher oder südlicher Breite, wo die durchschnittliche Wärme 20° beträgt und zu frühe Fröste nicht zu befürchten sind — ohnehin sehr billige Handarbeit in Betracht. Schon die mit der Hand sehr mühselig durchzuführende Arbeit der Samenentfernung wird von „Entkörnungsmaschinen“ besorgt. Diese arbeiten entweder (Brüggemann p. 503) in der Art, daß sie die Körner auf dem Boden eines Behälters zurückhalten, in dessen schmalen Spalten Kreis sägen arbeiten, die nur die Haare durch die Öffnungen ziehen können, oder in der Art, daß eine mit Leder überzogene Walze die Haare mit den Körnern mitnimmt und diese von einem nahe zur Walze eingestellten Messer zurückgehalten werden. Dabei löst eine rasch auf und ab bewegte Stoßschiene die Körner aus der Fasermasse, die nun der Bewegung der mit Leder überzogenen Walze folgt. In beiden Fällen nimmt eine Bürste die Fasern von der ersten Walze ab, die nun von einem Luftstrom erfaßt werden, der sie gegen eine Siebtrommel führt. Von da kommen sie in den Behälter einer Wasserpresse, die sie zu kleineren prismatischen Ballen formt, deren 50—100 nun in einer $2\frac{1}{2}$ Millionen Kilogramm Druck ausübenden Dampfpresse zu den bekannten harten, mit Jutepack Tuch versehenen Ballen vereinigt werden, wie sie zur Verfrachtung kommen.

Diese Rohbaumwolle muß natürlich noch einer gründlichen Reinigung unterzogen werden, die schon in den Stätten der weiteren Verarbeitung von den Putz-

maschinen besorgt wird. Beim Pflücken, beim Befördern zur Entkörnung, bei dieser und beim Verpacken sind Unreinigkeiten in das Rohmaterial gelangt, die entfernt werden müssen. Zu diesem Zwecke verwendet man Maschinen, deren wichtigster Bestandteil eine mit 10 — 15 cm langen Messern besetzte, 90 km in der Stunde (!) laufende Walze ist, welche die durch die Verunreinigungen erzeugten Faserbatzen schließlich die eigene Geschwindigkeit annehmen läßt, worauf sie abgeschleudert werden. Sie treffen dabei auf einen aus dreieckigen Stäben bestehenden Rost, werden hier zerschellt und fliegen auf die Messerwalze zurück. Diese nimmt sie wieder auf, schleudert sie schließlich wieder an den Rost und das geht so fort, bis die Fremdkörper oder nicht ausgeputzte Samen frei gemacht sind; diese fliegen nun ab, da sie, weil schwerer als die Baumwollhaare, mit einer größeren lebendigen Kraft ausgestattet, auch die Gegenwirkung eines Luftstromes überwinden, der durch die Rostspalten gesaugt wird und verhindert, daß auch Haare in den Abfallraum gelangen. Die Fasern, weil leichter, werden von ihm vielmehr mitgenommen und in Kanäle zu zwei Siebtrommeln geführt, wo sich die reine Baumwolle zu bandartigen Massen (Vliesen) ansammelt, die von zwei kleinen geriffelten Abnahmezylindern als einziges Vließ der weiteren Verarbeitung zugeführt werden. (Vgl. Brüggemann, S. 504—506.)

Auf die weitere maschinelle Behandlung der Baumwolle, die Feinputzerei, wo auch die kleinsten Un-

reinigkeiten entfernt werden, das maschinelle Parallelegen der Fasern, das maschinelle Sortieren nach verschiedenen Haarlängen, das Spinnen auf den so überaus komplizierten Spinnmaschinen, endlich das maschinelle Weben und Stricken können wir, so interessant auch alle diese Betätigungen sind und so sehr sie auch geeignet wären, Anlaß zur Bewunderung menschlichen Scharfsinns zu geben, nicht eingehen. Nur einige Zahlen sollen hier Erwähnung finden, die uns zeigen, welche technische Höchstleistungen auf diesem Gebiete erreicht wurden.

Da beim maschinellen Spinnen wegen der stetigen Verfeinerung der Fäden die Fasern im Fadenquerschnitte immer weniger zahlreich werden, so haben sie durch einfaches Aneinanderpressen nicht mehr Halt genug, um auf Holzspulen maschinell aufgewickelt werden zu können. Dieser Halt wird nun in der Art während des Aufwickelns erreicht, daß der Faden vor dem senkrechten Ablaufen zur Spule durch einen Flügel geht, der 600—1200 Umdrehungen in der Minute, also 10—20 Umdrehungen in der Sekunde (!) macht (Brüggemann, S. 511).

Auch ist es interessant, welche Taxierung die maschinelle Behandlung gezeitigt hat. Gespinnste, wovon 10.000 bis 120.000 m auf 1 kg gehen, gelten heute bloß als mittelfein (Brüggemann, S. 508).

Den Abschluß der Gewebeerstellung bilden schließlich die Vollendungs- und Verschönerungsarbeiten, das Bleichen, Färben, Bedrucken, Entwässern und Trocknen

und etliche andere Arbeiten, die entweder alle oder wenigstens in ihrer Mehrzahl bei den Geweben der verschiedensten Provenienz angewendet werden müssen. Es sei daher hier wenigstens einiger der wichtigsten dieser Vollendungsarbeiten gedacht.

Bei der Bleicherei werden zunächst Kalk, Soda oder Natronlauge zur Entfettung der inkrustierenden natürlichen Verunreinigungen und zur Entfernung der durch den Spinn- und Webeprozess zugeführten Fette und Öle verwendet. Nachher erfolgt das eigentliche Bleichen oder Weißmachen mit Chlorkalklösung.

Zum Färben werden natürliche und künstliche Farbstoffe verwendet. Doch dürften jene von diesen in absehbarer Zeit verdrängt werden (Näheres bei Brüggemann, S. 530 u. f.)

Konzentrierte Natronlauge bewirkt ein starkes Einschrumpfen der Baumwolle. Verhindert man jedoch nach Prevost und Thomas das Schrumpfen durch starkes Spannen der mit konzentrierter Natronlauge getränkten Ware, so zeigt sie einen seidenartigen Glanz, der weder beim Naßwerden noch beim Trocknen verloren geht. Dabei wird die Baumwolle auch noch viel aufnahmefähiger für Feuchtigkeit und Farbstoffe. Man hat diesen Prozeß nach dem Erfinder Mercer Mercerisation genannt.

Zum Druck verwendet man nur noch äußerst selten Handdruck, sonst durchaus Druckmaschinen (Brüggemann, S. 532.).

Diese Andeutungen über die Maschinen und die notwendigen chemischen Prozesse der Baumwollindustrie

mögen genügen, um zu zeigen, daß, vielleicht abgesehen von etlichen Verschönerungsarbeiten (Bleichen), vom Momente des Entsamens bis zur Erzeugung des Gewebes die Baumwollhaare sozusagen in keine Menschenhand mehr kommen, es sei denn, daß sie für die arbeitenden Maschinen zurecht gelegt werden. Es gibt vielleicht kein zweites Gebiet, wo es der Mensch in so glänzender Weise verstanden hat, die teure manuelle Arbeitskraft auszuschalten wie gerade da.

Die leichte Gewinnung der Haare war also das eine, die fast völlige Ausschaltung der menschlichen Arbeitskraft das zweite und die Auswertung des in den Samen von *Gossypium* befindlichen Öls ist das dritte Geheimnis, das uns die dominierende Weltmachtstellung der Baumwolle erklärt.

Hiezu noch einige Angaben und Zahlen: Die Samen der Baumwollpflanzen enthalten ein hellgelbes Öl, das in der Industrie zum Schmieren von Maschinenteilen benützt wird. Auch zur Beleuchtung von Minengängen und zur Seifen- und Kerzenfabrikation erweist es sich als sehr geeignet. Olivenöl beigemengt, erhöht es dessen Haltbarkeit bedeutend. Die Ölmühlen von Texas liefern allein jährlich über 25.000 Millionen Liter Öl und über 130.000 Tonnen Ölkuchen, die als Viehfutter verwendet werden.

Diese Zahlen zeigen, welch wichtiges Nebenprodukt der Baumwollindustrie das Baumwollöl darstellt. Ertragreiche Nebenprodukte verbilligen aber

ein Naturprodukt ganz wesentlich und mit der Verbilligung steigt die Nachfrage.

2. Pappel-, Weiden-, Wollgraswolle etc.

Es war nur natürlich, daß man sich nach den geschilderten Erfahrungen an einem Gewächse der wärmeren Breitengrade auch in unseren Klimaten nach analogen Vorkommen von mit Wollhaaren versehenen Samen umsah und man fand bei Pappeln, Weiden und beim Wollgras wirklich etwas, was mit der Baumwolle entfernt vergleichbar war. Es ist in der Tat erstaunlich, in welchen Massen bei der Samenreife der Pappeln und Weiden oft die in ihre Wolle gehüllten Samen in den Alleen, beziehungsweise an den Bachrändern herumliegen. Nach Böhmer (S. 569) hat Herzer in München im 18. Jahrhundert die Wolle des Pappelbaumes brauchbar machen wollen. Es ist aber bezeichnend, daß dieser Erfinder ein großes Gewicht auf den Zusatz von Baumwolle legte, sofern er Watten, Bettdecken, Handschuhe, Strümpfe u. a. daraus herstellen wollte. Aus 8 Lot Hasenhaaren und 4 Lot Pappelwolle wurden sogar Hüte verfertigt. Die verlockende Rechnung Herzers besagt Folgendes:

1 Pappelbaum gibt 40 Pfund Wolle; 1 Pfund Wolle, völlig zugerichtet kostet 32 kr., 1 Zentner = 100 Pfund kostet 53 $\frac{3}{4}$ fl., und stellt sich somit (für die damalige Zeit) billiger als Baumwolle. „Nur schade“, sagt Böhmer S. 569 bei Besprechung dieser Rechnung, „daß Dr. Herzer“ ... „1788“ ... „von der Art der Verarbeitung wenig Nachricht gegeben hat. Es hat auch derselbe“ ... „gemeldet, daß nicht nur von dem wollichten Wesen an den Pappeln und Weiden, sondern auch vom Wollgrase, dem Weideröschen, dem Teichkolben und vom Hundskraut Hüte bereitet wurden und diese Manufaktur schon so gestiegen sei, daß 8 Gesellen die Bestellungen nicht alle fördern

können. Prof. Tilius setzt hinzu: Freylich kann man zu-
geben, daß diese sämmtlichen wollichten Wesen der Pflanzen
nicht die Elastizität haben, auch nicht die Verdichtung
annehmen, welche man, zumal bei der Wolle von Tieren,
so vorzüglich trifft.“ — „Es wird“ endlich „der Möglich-
keit, Hüte aus Pflanzenwolle zu verfertigen, aus nach-
folgenden Gründen ganz widersprochen: alle Pflanzenwolle
wäre wässericht und mürbe, löste sich in der Luft und
Nässe bald auf, nehme keine Krimpung, auch sogar durch
die schärfsten Beizen nicht an, sondern würde dadurch
nur noch mehr mürbe.“

1792 erschien auch eine Schrift, die die Auswertung
des Pappus, der fallschirmartigen Flugvorrichtung der
Distelköpfe, zu Hüten empfiehlt. Als Rezept wird
 $\frac{1}{2}$ Distel-, $\frac{1}{2}$ Schafwolle empfohlen. „4300 Distelköpfe
sollen etwa 3 Pfund 24 Loth wiegen.“ „Daraus erhält man
1 Pfund reine Wolle; und mit diesem Pfunde Distelwolle
soll man ebenso weit reichen als mit zehn guten Winter-
haasenfellen.“

Über die Weiden weiß Böhmer (S. 573) Folgendes
zu berichten: „Je älter die Bäume und je weniger sie ge-
köpft wurden, je mehr Früchte oder Wollzapfen tragen
sie; fünf bis sechs kleine Sträucher, welche im guten
nassen Grunde stehen, geben 10—14 Pfund Wolle, hin-
gegen 3 bis 4 große alte 23, 30 bis 32 Pfund. Diese inn-
ländische Baumwolle ist leichter und feiner als die Persische
und Cyrische und kommt der fremden in der Länge fast
gleich, mit der von Carassao verglichen, wird sie merklich
feiner, nur nicht so weiß und etwas länger befunden.“
„Aus einem Pfunde werden auf einer verbesserten Art
kleinen Rades 20 bis 21 Stücke gesponnen.“ „Vor sich
kann diese Wolle füglich statt der Wolle gebraucht werden.“

Sehr gelobt wird von Böhmer (S. 577) die lange Wolle
des Alpenwollgrases, *Eriophorum alpinum* L., doch sei die

Pflanze zu selten. Desto leichter seien die Haare vom gemeinen Wollgras zu beschaffen. Dessen Wolle sei „fein, zart wie Seide, weiß, bisweilen weißgelblich oder grünlich, wenn sie aber ihre Vollkommenheit nicht erreicht, zerbrechlich“. Nach Gleditsch kann man die Wolle jedoch nicht „vor sich allein“ spinnen, sie müsse mit gemeiner Wolle vermischt und zusammengekrätzt werden.

Die Wolle des Weidenröschens, *Epilobium angustifolium*, sollte sich nach Holmberger, abgesehen von einer Verwendung als Polster- und Bettdeckenstopfmittel, auch zu Garn für Dochte, Handschuhe und dgl. verwenden lassen. „Sie läßt sich vor sich allein spinnen, hält aber nicht fest zusammen.“ Man muß also auch da mischen, um etwas Haltbares zu erzielen.

Das Gleiche gilt von der Wolle vom Rohrkolben, *Typha latifolia*.

3. *Asclepias syriaca*, Seidenpflanze.

Bei *Asclepias* sind die wie Fallschirme wirkenden Haare Träger der Früchtchen, etwa wie beim Löwenzahn, *Leontodon*. Man hat sie wegen des herrlichen Glanzes vegetabilische Seide genannt. Wie man sich jedoch leicht überzeugen kann, sind diese Haare ungemein spröde und brechen wie Glas, womit bereits die Möglichkeit einer erfolgreichen technischen Verwertung ausgeschlossen erscheint. Schon Böhmer sagt S. 583: „Nur schade ist es, daß diese Seide kurz und kaum etliche Zoll lang ist, folglich nicht wie die wahre Seide genützt, sondern nach Art der Wolle behandelt werden muß.“ Es sei charakteristisch, daß „diese Wolle sich eigentlich nicht filzet, sondern nur durch Hilfe des Leimes mit zugesetzter Wolle vereinigt.“ Um das Material geschmeidiger zu machen, legte man es 12—14 Tage in Regenwasser und behandelte es dann mit Seife und bekam so ein für Strumpferzeugung geeignetes Material (vgl. p. 435).

B. Gewächse, bei denen das Stranggewebe den technisch verwertbaren Bestandteil bildet.

a) Pflanzen, bei denen die Bastfasern technisch verwertet werden.

1. Lein, *Linum usitatissimum*.

Der Lein oder Flachs gehört zu den ältesten bekannten Kulturpflanzen und er ist gleichzeitig die Textilpflanze, über deren Geschichte wir am genauesten unterrichtet sind. So wird der Lein mit seiner ganzen Bereitungsweise schon auf den ägyptischen Denkmälern abgebildet und, was noch weit mehr für das Alter seiner Kultur und Auswertung spricht: nach den Untersuchungen von Bauer, Thomson und Unger ist die Flachsfaser der eigentliche Bestandteil der Mumienbinden. Aus der Bibel läßt sich entnehmen, daß Ägypter und Juden Flachsbau betrieben und Leinen anfertigten. Insbesondere bestand die Priesterkleidung bei beiden Völkern aus Leinen. Auch in China ist der Flachs angetroffen worden. Im Homer werden Leinenpanzer der Helden und leinene Decken erwähnt. Freilich groß dürfen wir uns die Flachskultur in der damaligen Zeit nicht vorstellen. Das beweist auch der Umstand, daß sowohl Griechen wie Römer meist wollene Kleider trugen. Nur bei festlichen Gelegenheiten legte man Leinen an. Auch war Leinen als Alltagsgewand nur auf ganz wenige Personen beschränkt. Die Kleidung der Könige und Priester bestand dabei zum Teil aus ägyptischem

Leinen, das als das beste gepriesen und nach Griechenland und Italien importiert wurde (vgl. Wittmack, S. 1 u. 2).

Beim Flachs sind es wie bei den anderen Objekten dieser Gruppe die Bastfasern, die zu Textilzwecken Verwendung finden. Das sind aber Bestandteile der Gefäßbündel oder Leitungsbahnen der Pflanze, die verhältnismäßig tief im Inneren des Stengels liegen und sowohl mit vielen Elementen der Gefäßbündel wie mit den sie begrenzenden Rindenzellen in engster Verbindung stehen. Um somit die Bastfaserbündel praktisch verwertbar zu machen, muß man sie in irgendeiner Form aus ihrer Umgebung befreien und das geschieht entweder durch die Tätigkeit von Bakterien bei den sogenannten natürlichen Trennungs- (Mazerations-) verfahren, landläufig Rotte genannt, oder auf künstlichem Wege, sei es mit Hilfe chemischer Substanzen bei der künstlichen Mazeration, sei es auf mechanischem, gewöhnlich maschinellem Wege.

Um sich eine richtige Vorstellung von diesen Verhältnissen zu machen, ist es notwendig, sich über den Zusammenhang der Zellen eines Gewebes Klarheit zu verschaffen.

Besonders an stark verdickten Zellen lassen sich unter dem Mikroskope sehr leicht die folgenden Zellhautbestandteile unterscheiden (Fig. 1): 1. Die Innen- (J), 2. die Zwischen- oder Verdickungs- (V) und 3. die Außenlamelle (A). Die Außenlamellen zweier benachbarter Zellen (2 A) sind innig miteinander verklebt,

fest verbunden und befinden sich, beide als Einheit betrachtet, und wenn man jetzt ihre Lage zum Zellinnern ins Auge faßt, gewissermaßen in der Mitte zwischen den Zellen. Daher hat man diese beiden Lamellen zusammen auch als Mittellamelle ($M = 2A$) bezeichnet. Diese hat eine andere chemische Zusammensetzung als die Zwischen- und Innenschichte der Zellhaut. Während diese reine, beziehungsweise verholzte Zellulose sind, besteht die Mittellamelle aus Pektin, einer in die Gruppe der Gummiarten gehörigen Substanz (Grafe).

Die Mazeration oder Freilegung der Fasern besteht also im wesentlichen in der Lösung dieser Pektin- oder Mittellamelle.

Es gibt nun eine große Anzahl von Bakterien und anderen Mikroorganismen, die diese Fähigkeit besitzen. Die bekanntesten Bakterien der Gruppe sind Amylobakter, Granulobakter und *Plectridium pectinovorum*. Diese Bakterien lassen sich unschwer in absoluten Reinkulturen ziehen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die optimalen Bedingungen für ihre Ernährung zu studieren. Man findet dabei, daß sie bei Zutat bestimmter Substanzen besonders gut gedeihen und kann diese Erfahrungen, wie es Beijerinck und van Delden taten, zur Anreicherung der Bakterien in dem Behälter für das Rohmaterial verwerten und auf diese Art eine Beschleunigung in der Fasergewinnung bei der Rotte erzielen. Fribes hat auch durch Anwendung von absoluten Reinkulturen auf sterilisiertes

Stengelmaterial eine optimale Bakterienentwicklung erzielt und hat dabei eine verhältnismäßig sehr schnelle Rotte erreicht. Doch soll die gewonnene Faser den technischen Anforderungen nicht in jeder Hinsicht entsprechen haben. (Näheres darüber bei Lafar und Richter O.)

Unter den derzeit üblichen Rotteverfahren ist das auch in den Niederlanden gebräuchliche der Wasserrotte dasjenige, das am schnellsten zum Ziele führt. Es werden dabei die in große Bündel vereinigten Stengel, mit Steinen beschwert, in die sonndurchwärmten, fast stehenden Gewässer, wie sie die Niederlande haben, in vertikaler Stellung mit dem dicken Ende nach unten, gegeben und hier 2—4 bei kühlerer Witterung 5—7 Tage, bei kalter bis 3 Wochen belassen, wobei von Zeit zu Zeit an willkürlich herausgegriffenen Proben der Fortgang der Mazeration kontrolliert wird.

Für die Wasserrotte gelten noch die folgenden Regeln:

1. Stark fließendes Wasser ist ganz unbrauchbar, da die Bakterien zu rasch abgeschwemmt werden.

2. Eisenhaltiges Wasser ist ebenso unbrauchbar, da dadurch der Flachs dunkel gefärbt wird und schwer zu bleichen ist.

3. Weiches Wasser erweist sich am geeignetsten.

4. Die Wasserschicht über den Stengelenden soll noch 20 cm hoch sein.

5. Da das Wasser unten kälter ist und die Rotte am unteren Stengelende rascher vor sich geht als oben, haben die Stengel zur Erreichung einer gewissen Gleichmäßigkeit im Resultate mit den leichter rottenden unteren Enden

nach abwärts versenkt zu werden, wodurch die schwer rottenden Spitzen in wärmeren oberen Wasserschichten verbleiben. Daher ist ein Eintragen mit den Spitzen abwärts oder ein wirres Durcheinander oder Horizontal-schichten durchaus zu vermeiden.

6. Der Verlauf der Rotte ist an herausgenommenen Proben gewissenhaft zu kontrollieren (Pfuhl, S. 4, 5, 6).

„In Belgien wird der beste, feinste Flachs gewöhnlich zweimal gerottet und zwar wird im Frühjahr der im vorigen Herbst geerntete und getrocknete Flachs ins Wasser gebracht, vor vollendeter Röste aber wieder herausgenommen, etwas getrocknet und einige Wochen ausgebreitet liegen gelassen, dann wiederum aufbewahrt und erst im nächsten Frühjahr fertig geröstet.“ (Pfuhl, S. 6.) Das vorzügliche und geschmeidige Produkt lohnt die vermehrte Arbeit.

Eine andere Methode ist die der Schlammrotte, bei der man die Flachsstengel mit eisenfreiem fettigen Schlamm oder eisenfreiem abgestochenen Rasen umgibt und schließlich mit einer Schichte Schlamm oder Erde bedeckt. Auch hier muß durch Beschwerung mit Steinen dem Aufsteigen des in Rotte befindlichen, durch Gasblasen gehobenen Flachsese entgegengearbeitet werden.

In unseren Alpenländern oder in den Gebirgs-gegenden Böhmens fehlt die Gelegenheit zur Wasserrotte. Man hat also Zuflucht zur Taurotte genommen, bei der der Flachs, der zur Gänze ausgerissen (gerauft), am Felde durch 4 bis mehr Wochen liegen gelassen und abwechselnd vom Tau und Regen

durchfeuchtet (daher der Name) und von der Sonne gedörrt wird. Da nun die diversen Trockenperioden eine bedeutende Hemmung der Bakterienentwicklung bedingen, verzögert sich der Effekt so sehr und die erhaltene Faser steht qualitativ auch hinter der durch Wasserrotte gewonnenen zurück.

Einen Übergang von der natürlichen zur künstlichen Rotte stellten eigentlich schon die oben geschilderten Versuche der Bakteriologen dar, durch Reinkulturen der Rotteerreger dem natürlichen Prozesse nachzuhelfen. Eine zweite Methode der Beschleunigung, die übrigens viel älter ist, ist die der Warmwasserrotte. Sie besteht darin, daß der Flachs in durch Dampf erwärmtem Wasser geröstet wird, das konstant bei $20-22^{\circ} \text{R} = 25-26^{\circ} \text{C}$ gehalten wird. Die Rotte ist unter diesen Umständen in 80—90 Stunden beendet (Pfuhl, S. 6, 7).

Ist also in der Art eine Gruppe von Forschern bestrebt, mit den Mitteln biologischer Forschung (hohe Temperatur, Reinkultur) den Rottebakterien gewissermaßen die optimalen Bedingungen der Entwicklung abzulauschen, um so das stets sehnlich erstrebte Ziel, die Abkürzung der Rottezeit — Zeit ist bekanntlich Geld — zu erreichen, so hat eine andere Gruppe von Experimentatoren sich das Ziel gesetzt, das Gleiche ohne die Mithilfe von Mikroorganismen, d. h. einfach auf chemischem Wege zu erzielen.

Man nimmt besonders gern mehr minder starke Lösungen von Alkalien oder Säuren, arbeitet damit

häufig in der Wärme und bekommt so auf künstlichem Wege eine Isolierung der Faser, und zwar in sehr kurzer Zeit, doch meist auf Kosten der Faserqualität.

So hat Pfuhl in seinem kritischen Referat aus dem Jahre 1886 überhaupt alle künstlichen Mazerationsmittel verworfen: „Die Heißwasserröste, bei welcher in selbsttätigen Apparaten der Flachs wiederholt mit kochendem Wasser übergossen wird, ferner die Dampfröste, bei welcher die Stengel in verschlossenen eisernen Kästen der direkten Einwirkung von Wasserdampf ausgesetzt werden, endlich das Rösten mit verdünnter Schwefelsäure, das Behandeln der Stengel mit Laugen und Seifen usw. haben keine günstigen Resultate ergeben.“ „Kurz alle Versuche, den Gärungsprozeß zu umgehen, haben sich als verfehlt und aussichtslos erwiesen.“ (Pfuhl, S. 7.)

Ich möchte aber doch betonen, daß nicht alle Praktiker den chemischen Mitteln zur Erzielung der Rotte so skeptisch gegenüberstehen wie Pfuhl. So rühmt Stirn in seiner Technologie (S. 100) die von Baur empfohlene 0·5 % H_2SO_4 mit nachheriger Anwendung von Sodalösung als technisch ganz vorzüglich verwendbar. Immerhin muß man Pfuhl Recht geben, wenn er, ganz abgesehen von der häufig eintretenden Schädigung der Faserqualität, in der Schwierigkeit des Materialzutransportes an die Stelle der chemischen Bearbeitung, in der Schwierigkeit der Entfernung der letzten Reste der Alkalien oder Säuren und in der

damit zusammenhängenden schlechten Färbbarkeit, den oft überraschend und ungewollt auftretenden Farbumschlägen und dem Entstehen unerwarteter Flecke im schon gewebten Material ganz wesentliche Mängel der chemischen Mazerationsmittel sieht.

Es hat also eine dritte Gruppe von Forschern die Fasergewinnung auf rein mechanischem Wege zu erzwingen getrachtet. Die erzielte Faser war aber „rauher und härter“ und „ließ sich nicht so fein ver-spinnen wie jene durch die Gärung gewonnene“. Bei der geringsten Veranlassung aber ging „dieser Flachs nachträglich noch in Gärung über“; da die in Gärung überführbaren Stoffe nicht entfernt worden waren. „Leinwand aus solchem Flachsgarn hergestellt“, verlor „bei dem Kochen mit Laugen und Bleichen so erheblich an Gewicht, Dichtigkeit und Festigkeit, daß sie wesentlich wertloser wird“ (Pfuhl, S. 7).

Nach erfolgter unsichtbarer (durch das Mikroskop erkennbarer) und aus dem leichten Auseinanderweichen der Zellen bei Fingerdruck erschließbaren Zell-trennung hat nun noch die makroskopisch sichtbare Abscheidung der Bastfasern von den anderen Gewebsteilen zu erfolgen. Das geschieht mittels des Brech-, Schwing- und Hechelprozesses.

Die Breche besteht in einfachster Ausführung aus zwei parallelen Brettern aus hartem Holz, zwischen denen ein drittes mit einer Handhabe drehbar befestigt ist. Der rauschtrocken gemachte gerottete Flachs wird nun in kleinen Bündeln quer über die zwei

parallelen Bretter gelegt und das dritte mit der Handhabe darauf gedrückt. Durch das Einbiegen zwischen die Brechenbretter zerbricht das spröde, trockene Holz, der geschmeidige Bast weicht aus und bleibt so erhalten. In manchen Gegenden wie in Westfalen klopft man den Flachs vor dem Brechen mit einem 2 kg schweren Schlägel auf der Hirnfläche eines Holzklotzes, in Belgien mit einer Art Hammer (Botthammer), mit dem der Flachs gleichsam gedroschen wird.

Das Schwingen besorgt die sog. Schwinge, ein schwertförmiges, mit einem Handgriff versehenes, an den Kanten zugeschärftes Holzstück, wozu der Flachs in den sogenannten Schwingstock eingeklemmt wird.

Wir sagten oben, die Fasern lägen als Gefäßbündelteile relativ tief im Stengelinneren und seien sowohl mit anderen Gefäßbündelbestandteilen wie mit dem Grundgewebe verbunden. Zur Trennung von jenen, speziell dem Holze, diene das Brechen und Schwingen, für die Freilegung von diesen benutzt man die Hecheln. Da an den getrockneten Rinden- auch noch fast überall die Oberhautzellen kleben, ist also das Fasergut von alledem zu befreien, was der Pflanzenanatom primäre Rinde und Epidermis (Oberhaut) nennt und das beim Praktiker unter den Namen Schäben geht. Diese also entfernt der Hechelprozeß, der außerdem zur vielfachen Zerteilung der Bastfaserbündel führt, verworrene Fasern schichtet und erlaubt, eine Sondernung der längeren von den kürzeren Faserbündeln.

durchzuführen, sie zu ordnen und parallel zu legen. In ihrer einfachsten Ausführung besteht die Hechel aus einer Anzahl einfach versetzter, parallel geordneter oder konzentrisch gruppierter Nadelreihen, die auf einem Brette sehr fest angebracht sind. Je nach der Nadeldistanz unterscheidet man gröbere, feinere und sehr feine Hecheln. Die Nadeln sind aus Eisen oder Stahl und im Längsschnitt scharf zugespitzte Kegel mit stets rundem Querschnitt. Der Arbeiter faßt den unreinen Flachs, schlägt ihn auf die Handhechel und zieht nun das Material durch sie durch. Das wiederholt er zunächst auf der groben und dann auf den feineren kontinuierlich, bis der Flachs schäbenfrei und schön geschlichtet erscheint. Die Schäben fallen in und um die Hechel herab. Ergänzend sei noch betont, daß für maschinelle Verspinnung der Flachs noch feiner gehechelt werden muß als für Handspinnerei, was mit dicht mit geschliffenen, hakig gebogenen Stahlstiftchen besetzten Lederbändern oder Trommeln (Walzen) geschieht, die maschinellen Antrieb besitzen.

Ich habe absichtlich im vorhergehenden die Handapparate der Flachsbearbeitung allein vorgeführt und beschrieben, da sie wegen ihrer elementaren Konstruktion ungemein leicht zu verstehen sind und dort, wo sie durch maschinellen Betrieb ersetzt werden, schließlich doch auch gedanklich wiederholt erscheinen. Denn wenn ich, wie oben erwähnt, ein Lederband oder eine Walze mit oben geschliffenen Stahl- oder Nickelstahlstiften — Nickelstahl verwendet man heute vielfach

wegen der Nichtabnutzbarkeit dieser von Krupp gefundenen Legierung — benutze, um den Kämmprozess gründlicher auszuführen, so mache ich ja doch nichts anderes als hecheln, und wenn Maschinen mit geriffelten Walzen und höchst kompliziertem Gange den durchgeschickten Flachs quetschen, knicken und vom Holze befreien, machen sie ja doch nichts anderes als eine schlichte Breche, und wenn ich endlich sonderbar gebogene Schlegel an einer Maschine das Flachsgut durchklopfen sehe, so erkenne ich darin sofort das Prinzip der Schwinge.

Man hat nun für jede Art Reinigungsarbeit eine Maschine konstruiert, man hat aber später auch erreicht, daß eine einzige Maschine hintereinander alle drei Arbeiten, das Brechen, Schwingen und Hecheln besorgt. Diese Cardonschen Maschinen fehlen heute wohl in keinem größeren Flachsverarbeitungsunternehmen. Hier sei ihre Leistungsfähigkeit durch einige Zahlenangaben illustriert. Von einer Beschreibung muß natürlich wegen der komplizierten Konstruktion der Maschine abgesehen werden, was umso leichter möglich ist, als Pfuhl die Maschine S. 19 sehr eingehend beschreibt.

„Eine Probe russischer (livländischer) Rösteflachs ergab in Lille auf der mit der Hechelmaschine kombinierten Cardonschen Maschine 17% gehechelten Flachs und 5·6% Heede (ausgekämmtes minderes Material), in Summa 22·6% Faser überhaupt. Derselbe Rösteflachs, mit der Hand bearbeitet, ergibt im Mittel 10·5% Hechelflachs und 8·4% Hechelheede oder 18·9% Faser überhaupt. Die Mehraus-

beute an Hechelflachs betrug also im Durchschnitt $6\frac{1}{2}\%$, an Faser überhaupt $3\cdot7\%$, bezogen auf den Rösteflachs; das sind, bezogen auf das durch Handarbeit erhaltene Resultat, $\frac{6\cdot5 \times 100}{10\cdot5}$, fast 62% mehr Hechelflachs oder fast 19% mehr Faser überhaupt.“ Dabei war der Flachs „von vorzüglicher Beschaffenheit und Reinheit“ (Pfuhl, S. 21). Das war natürlich ein gewaltiges Plus an Leistung gegen sonst und daß dies die Verwerter der Maschine recht wohl einzuschätzen wußten, beweisen die Summen, um die sie die Patente für England, Frankreich, Belgien und Deutschland (M. Bertram u. Gebr. Gruschwitz in Neusalz a. O.) dem Erfinder Cardon abgekauft haben. „Man spricht von einer Ankaufsumme von über 3 Millionen Francs“ (Pfuhl, S. 21).

Ich hebe ausdrücklich hervor, daß auch die Cardonsche Maschine als Ausgangsmaterial gerösteten Flachs voraussetzt. Im Jahre 1911 wurde nun von Hollier und Cord eine Maschine zum Entschälen von Faserpflanzen auch für Österreich angemeldet, wo sie mit Beginn der Patentdauer vom 15. März 1913 patentiert wurde, die die Entfernung des Holzes auch aus ungerotteten Faserpflanzen erreicht. Dies wäre also eine Brechmaschine, die keine Rotte braucht. Eine analoge Entschälungsmaschine bringt auch das österr. Patent Nr. 60.463 und die von der „International Flax Fiber Company in New York“ in der österr. Patentschrift Nr. 50.357 geschilderte Maschine soll gleichfalls ohne vorhergehende Rotte arbeiten können. Bei dieser werden die Stengel gleichzeitig gebogen und geschabt, wodurch das Abschälen der Rinde vom Holze erreicht wird. Über die Bedeutung dieser Erfindungen

heute schon zu sprechen, ist wohl noch etwas verfrüht, da noch zu wenig Zeit seit der patentrechtlichen Gültigkeit der zugehörigen Patentschriften verfloß und so die große Masse der Interessenten noch nicht Stellung dazu nehmen konnte.

Selbstverständlich haben auch die aus Flachs hergestellten Garne und Gespinnste für die Erzielung von rein weißem oder gefärbtem Material einen Bleich-, bezw. Färbeprozess durchzumachen.

Zur Erkennung der Leinenwaren sei noch auf die folgenden mikroskopischen Charaktermerkmale hingewiesen.

Die Fasern haben 1. einen sehr schmalen Innenraum (Lumen), 2. sehr dicke Wandungen und 3. gras-knotenartige Verbreiterungen. Alle Merkmale zeigt Figur 7₁₋₂ (Taf. II) sehr gut.

Den Abschluß dieses Abschnittes mag endlich eine Tabelle (S. 414) bilden, die uns den Flachsfaserertrag verschiedener Länder Europas im Jahre 1886 illustriert und die ich Pfuhs Arbeit (S. 12) entnehme.

Als Nebenprodukt der Flachsindustrie ist das in gewissen Gegenden aus den Samen gewonnene Öl zu verzeichnen.

2. Der Hanf, *Cannabis sativa*.

Der Hanf dürfte als Textilpflanze ebenso lange bekannt sein wie der Flachs und dem Oriente, speziell Mittelasien, entstammen. Genau läßt sich wie bei so vielen anderen Kulturpflanzen auch für den Hanf die

		Die gerösteten Stengel er- geben an (in ‰)						
		Schwing- flachs		Brech- u. Schwing- heede		Summe Faser		
		‰	kg	‰	kg	‰	kg	
mittl. Sort.	bess. Sort.	Belgien u. Holland . .	26·5	795	3·5	105	30	900
		Rheinland und West- falen	23	749	7	229	30	978
		Pommern	26	790	5	152	31	942
mittl. Sort.	bess. Sort.	Einz.GegendenSchle- siens u. Böhmens .	15·3	350	10	229	25·3	579
		Rußland, bessere Sorten	20—22‰		5—6‰		25—28‰	
		Irland, in guter Schwin- gerei	17·75‰		8‰		25 ³ / ₄ ‰	
		Böhmen, Schwingerei .	17·7 ‰		10·1‰		27·8‰	

Heimat nicht feststellen. Nach einer älteren Ansicht stammt der Hanf aus Kleinasien, man fand ihn aber auch im Himalaja, 7000 Fuß hoch, und in China. (Wittmack, S. 2.) Nach Herodot webten die Thrazier Kleider aus Hanf, Hiero von Syrakus soll Stricke aus Hanf hergestellt haben, Plinius erwähnt den Hanf als Heilpflanze (Leunis, 2. Bd., S. 975). Im Jahre 1884 war der Hanfbau in Europa, Amerika, Asien und Afrika mit den in der nach Bouché-Grothes Angaben, S. 7, zusammengestellten Tabelle zum Ausdruck gebrachten Produktions-, Import-, Verbrauchs- und Exportwerten vertreten.

Zu der nachstehenden Tabelle sei nur noch bemerkt, daß in Südschweden, Norwegen und Dänemark der Hanf deshalb spärlich gedeiht, weil er gegen das

In Kilogrammen:	Produktion	Import	Verbrauch	Export
Rußland	120,000.000	—	56,000.000	64,000.000
Italien	96,000.000	—	56,000.000	40,000.000
Ungarn	70,000.000	—	65,600.000	3,400.000
Frankreich	50,400.000	18,820.000	69,000.000	1,200.000
Österreich	20,500.000	4,000.000	24,500.000	—
Deutschland	10,590.000	54,512.000	30,000.000	34,584.000
Belgien	2,500.000	1,500.000	4,000.000	—
Spanien	2,200.000	2,000.000	3,200.000	—
Rumänien	1,600.000	—	1,000.000	600.000
Skandinavien, Dänemark	1,000.000	15,000.000	16,000.000	—
Holland	372.000	2,240.000	1,884.000	728.000
Großbritannien	—	45,000.000	45,000.000	—
Vereinigte Staaten	12,750.000	3,700.000	16,450.000	—
Ägypten	8,000.000	—	3,000.000	5,000.000
Summen	395,912.000	146,772.000	391,634.000	149,512.000

Klima nicht so widerstandsfähig ist wie der Flachs. In Spanien wird der Hanfbau nur lässig betrieben (Grothe-Bouché, S. 5, 6), dagegen erreicht die Hanffaser eine ganz besondere Feinheit in Italien, dessen Hanf mit dem feinsten Flachs konkurrieren kann. „Wesentlich ist diese Feinheit durch die Rött-Methode der Italiener bedingt“ (Wittmack, S. 2). Im allgemeinen sind Gewebe aus Hanf gröber als die aus Flachs, aber dauerhafter. Der Hanf wird zur Erzeugung von Garn, in Seilwerken zur Fabrikation von Stricken, dann zur Gewinnung von Schusterdraht, Hanfleinen, Segeltuch, Gurten und Netzen benutzt (Leunis, S. 975, 1.—2. Bd.).

Die Methodik der Fasergewinnung ist ähnlich der beim Flachs beschriebenen. Der Hanf wird also auch zuerst gerottet, dann gebrecht, dann geschwungen und zuletzt gehechelt. Man verfährt dabei in der Regel so, daß man den Hanf im Herbst erntet, recht trocknen läßt, über den Winter im luftigen Boden aufbewahrt und erst im Frühjahr röstet (Böhmer, S. 514). Nach Berthollet soll eine Nachbehandlung des gerösteten Materials mit einer schwarzen Seifenlösung die Faserweichheit erhöhen und die Fasertrennung erleichtern. Mir ist es nun geglückt, mit der S. 421 ff. beschriebenen Methode auch die Hanffaser zu gewinnen und als Leinenersatz verwendbar zu machen.

Was endlich die anatomische Charakteristik des Hanfes anlangt, so sind besonders die bauchig angeschwollenen Enden der Fasern sehr bezeichnend (vgl. Wiesner). Fig. 8₁₋₃, Taf. II.

3. Die Brennessel, *Urtica dioica*, und ihre nächsten Verwandten.

Die Nesseln, den Begriff allgemein gefaßt, sind wie wir auch im folgenden sehen werden, schon von den Völkern niederster Kulturstufe als wertvolle Faserpflanzen erkannt worden und es ist bei der naturwissenschaftlich-kritischen Bewertung der geschichtlichen Berichte nicht immer leicht zu sagen, um welche Art von Nesseln es sich handelt, wenn einfach von Nesseln berichtet wird. Man wird dann aus der geographischen Lage der Heimat der genannten Völker auf die eine oder andere Nesselart rückschließen müssen. So berichtet Böhmer S. 545, „daß die Baskiren die wildwachsende Nessel als Hanf zurichten und benutzen und daß schon in Nestors Jahrbüchern bei dem Jahre 904 das Segel aus Nesseln erwähnt wurde“. Auch Lepechin berichtet in der „Reise durch Rußland“, „wie von Wogulen statt des Hanfes die Nessel gebraucht wurde, die daraus gefertigte Leinwand aber nicht an der Luft gebleicht, sondern einige Tage in starker Lauge gebrühet und hernach ausgerieben wurde“.

Zweifellos ist *Urtica dioica*, unsere gemeine Brennessel gemeint, wenn es bei Böhmer weiter heißt: „In Leipzig wurde eine Manufactur von Nesselzwirn angelegt, dazu die frischen Stengel gesammelt, und nachdem solche etwas welk geworden, zerquetscht und daraus eine Art grünen Werg erhalten, welches

sich als Flachs zubereiten und spinnen ließ und einen dunkelgrünen, sehr ebenen und dünnen Faden gegeben, der beinahe einem wollenen Faden gleichgekommen. Wenn man diese grünen Fäden kochet, so wird das Wasser grün gefärbet, die Fäden aber viel weißer, glatter und fester. Wird dieser Nesselstengel wie Flachs geröstet, gebrecht und gehechelt, so kann man daraus eine Art Leinwand weben, welche Nessel- oder Nettetuch genannt und in Frankreich, sonderlich in der Picardie, in Menge gemacht wird (aus Breslauer Sammlungen, Nov. 1723)“.

Aus diesen und ähnlichen historisch beglaubigten Angaben geht hervor, daß unsere gemeine Brennessel, *Urtica dioica*, in Europa Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts zu Textilizwecken ausgewertet wurde, und die erzielten Gewebe hatten in der Tat eine Weichheit, Schönheit und einen Glanz, bei gleichzeitiger enormer Festigkeit, die es schier unverständlich machen, daß eine Pflanze, die Stoffe solcher Art zu liefern imstande war, ganz außer Kurs gesetzt werden konnte. Ein Grund dafür war offenbar der rapide Aufschwung der Baumwolle, die bald in Falsifikationen als sogenanntes Nesseltuch (Muslin) die Nessel verdrängte, weit mehr jedoch war ein zweiter Grund maßgebend: der Mangel einer sicheren Methodik der Fasergewinnung und der auffallend ungleiche Ausfall der entsprechend den Erfahrungen bei anderen Pflanzen im übrigen gleich begonnenen und durchgeführten Rotte. Diese Umstände machten es unmöglich, den Bedarf an

gerottetem Material für den nun immer intensiver einsetzenden maschinellen Spinnbetrieb zu liefern, womit die Nessel als Textilpflanze von der Bildfläche verschwand. Das geschah so gründlich, daß heute die meisten Laien ganz erstaunt dreinschauen, wenn sie hören, daß die Brennessel noch mehr ist als ein höchst zuwideres brennendes Unkraut, das man mit Stumpf und Stil ausrotten soll. Daran hat auch der Versuch, die Pflanze in den fünfziger und achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wieder zu Ehren zu bringen, nichts geändert. In unermüdlicher Forscherarbeit hat C. B. Bouché, der Inspektor des botanischen Gartens in Berlin, in mehr als zwanzigjähriger Tätigkeit die Kulturbedingungen der gemeinen Nessel studiert, hat immer wieder mit anderen Mitarbeitern wie Deininger, Grothe die Fasergewinnung betrieben und in einem in zwei Auflagen erschienenen Büchlein auf die öffentliche Meinung Einfluß zu nehmen gesucht — vergebens.

Seit 1877 war sogar eine eigene Behörde: die deutsche Kommission für Anbahnung der Nesselkultur und Beförderung der technischen Verwendung und Verwertung der Nesselfasern an der Arbeit, die sich mit echt deutscher Gründlichkeit dem Studium der Fasergewinnung aus der Nessel widmete, ohne zum ersehnten Resultate zu gelangen. Auch die von der deutschen Regierung ausgeschriebenen Preise änderten daran nichts. Und der Grund? — Es fehlte ein billiges und sicher wirkendes Mazerationsmittel, um die immer brennender werdende Nesselfrage zu lösen.

Ich will nicht erst auf all die gutgemeinten Ratschläge eingehen, die teils in wissenschaftlichen Zeitschriften, teils in Patentschriften erschienen und angeblich die Lösung des Problems brachten. Nur aufzählen möchte ich einige und verweise im übrigen auf Grothe-Bouché, S. 58 f. Empfohlen wurde:

1. Die Rotte ähnlich wie beim Hanf. Welche Erfahrungen man dabei sammeln kann, mag Bouché nach seinen eigenen Versuchen und mit eigenen Worten mitteilen (S. 65):

„Was ich einmal gelesen: ‚Als ich einst die Röstgarben der Nesseln herausnahm (sie lagen 6 Tage) und prüfte, fand ich sie ungleich in der Röste vorgeschritten, aber doch durchweg nicht vollendet geröstet. Als ich nach drei Stunden wieder hinzutrat und untersuchte, war die Rindensubstanz samt Fasern in Ablösung begriffen und schwamm davon‘ — das habe ich voll bewahrheitet gefunden.“

2. Allerlei Alkalien.

3. Kochendes Wasser oder Dampf.

4. Dämpfe von Kohlenwasserstoff(!).

5. Verdünnte Natronlauge, Kalkmilch, schwefelige Säure und dabei mit Anwendung hohen Dampfdruckes (Pfiel und Seibert, Kreisel und Seibert, 1909—1911) u. a. m.

6. Allerlei Maschinen (s. Bouché-Grothe, S. 77).

Tatsache bleibt, daß noch vor kurzem der Satz Bouchés (S. 58) seine Gültigkeit hatte: „Die auf die Isolierung der Nesselpflanze verwendeten Bemühungen haben klar hervortreten lassen, daß eine billig auszu-

führende, bessere und leichtere Isolierungsmethode der Bastfasern überhaupt zu erstreben sei, um das Gebiet zu halten.“

Diese Lösung ist mir nun vor 2 Jahren gegliickt und ich habe darüber mit dem pekuniären Unterstützer meiner einschlägigen Experimente, Herrn Fabrikanten Friedrich Pick, am 5. Februar 1914 ein österreichisches und deutsches und Anfang des Jahres 1915 ein ungarisches und ein amerikanisches Patent angemeldet, wovon die ersten zwei bereits erteilt wurden.

Im Jahre 1900 veröffentlichte ich eine Mitteilung über ein neues Mazerationsmittel für Pflanzengewebe, das in konzentriertem Ammoniak (NH_3) bestand, welches man siedend, bei 40°C oder bei Zimmertemperatur auf allerlei Pflanzengewebe einwirken zu lassen braucht, um binnen wenigen Minuten, Tagen, beziehungsweise Wochen einen glatten Zerfall derselben zu erzielen.

Was nun dieses Verfahren von allen bisherigen Mazerationsmitteln unterscheidet, ist der Umstand, daß die getrennten Zellen noch ihren gesamten Inhalt wie Kern, Plasma, Stärkekörner (Fig. 2, Taf. I), Kristalle (Fig. 4, Taf. I), Öl (Fig. 3, Taf. I), die Kallusmasse von Siebröhren (Fig. 5, Taf. I) in ausgezeichneter Weise erhalten zeigen, während alles dies durch die anderen Mazerationsmittel künstlicher Art zerstört wird. Die Stärkekörner (vgl. Fig. 2, Taf. I) sind z. B. so tadellos konserviert, daß man sogar ihren ganzen Bau wie Kornkörperchen und Schichtung noch wahrnehmen kann.

Was uns nun in diesem Zusammenhange besonders interessiert, ist die Tatsache, daß die Zellhaut qualitativ durch das NH_3 in gar keiner Weise leidet, und darin liegt nun auch die Bedeutung des NH_3 zur Gewinnung von Textilfasern, auf die schon Radecke 1897 und Fuchs 1907 aufmerksam gemacht haben.

Die weitere Verfolgung des Problems nach der Verbilligung des Verfahrens durch sukzessive Verdünnung des NH_3 führte schließlich dazu, zu zeigen, daß man mit Wasser allein bei der Brennessel auch zum Ziele kommt und damit war auch die Lösung des Nesselproblems, die denkbar billigste Gewinnung der Faser, gegeben.

Man kann entweder frisch geerntete, abgeschnittene Brennesseln — die Nesseln und ihre Verwandten werden nicht gerauft — direkt oder rauschtrockene Nesseln verwenden, die man $\frac{1}{2}$ —2 Stunden ins Wasser legt und dann sofort dem Brech- und Hechelprozesse unterzieht. Eine Röste ist also bei dieser Methodik gar nicht nötig. Am geeignetsten sind Nesseln, wie sie im Prater in der Fasanerie wachsen und die weit über Manneshöhe erreichen. Die Ende Juli oder Anfang August geernteten Nesseln werden sofort der Bearbeitung durch die Hanfmaschinen übergeben, wobei als Ende der Maschinenarbeit die Faser erscheint. Diese Maschinen sind Entschälungs-, Brech- und Hechelmaschinen, die dasselbe durchführen, was man manuell gleichfalls leicht fertigbringt. Mit einem Taschenmesser läßt sich oft meterlang die grüne Rinde von

der mit behandschuhter Hand entblätterten Nessel abziehen, worauf sie, noch naß, sofort der Hechelwirkung ausgesetzt werden kann. Für die Landwirtschaft wichtig ist auch die Feststellung, daß, wie oben mitgeteilt, auch das Nesselstroh nach meiner Methode verwertbar ist. Die vielfache Betätigung des Landwirts im Anfang August würde eine rasche Aufarbeitung der Nessel sehr schwer machen. Es hat sich gezeigt, daß auch das Nesselstroh in der oben geschilderten Art behandelt werden kann, wenn man es bloß $\frac{1}{2}$ Stunde bis 2 Stunden in Wasser legt und die nasse (feuchte) Nessel dem Brech- und Hechelprozeß unterzieht. In früherer Zeit hat man sich wiederholt bemüht, auf mechanischem (maschinell) Wege die Nesselfasern frei zu bekommen, hat aber dazu stets die gerotteten und rauschtrocken gemachten oder sofort getrockneten Nesseln analog den Verfahren mit anderen gerotteten Pflanzen benützt. Bei diesen sind jedoch Rinde und Holz so fest miteinander verklebt, daß eine mechanische Trennung ausgeschlossen erscheint. Das Geheimnis der neuen Methodik ist also das kurze Aufquellenlassen in Wasser. Die Rinde quillt rascher als das Holz und lockert sich damit naturgemäß von diesem, worauf für die Hand oder die Maschine leichte Arbeit bei der Trennung übrig bleibt. Das neue Verfahren setzt also die feuchte Verarbeitung der Pflanzen voraus, was noch einen weiteren Vorteil mit sich bringt, die Herabminderung des gesundheitsschädlichen Verstaubens der Schäben. Vorteil-

haft wird nun besonders hier ein Nickelstahlbesatz der Hecheln werden, damit ein Rosten der Hechelzähne nicht eintritt.

Bei diesen Untersuchungen ließ sich noch eine sehr überraschende Beobachtung machen: die Brennessel wurde nämlich als eine der zuckerreichsten Pflanzen erkannt. Es war zwar schon bekannt, daß Nesseln Zucker enthalten (Pfeffer). Herr Assistent Gustav Klein, dem ich auch hier für seine qualitativen und quantitativen Analysen herzlich danke, die er auf meine Veranlassung durchführte, stellte nun fest, daß durchschnittlich 8% der Trockensubstanz der Rinde Lävulose (links drehender) oder Fruchtzucker ist. Wenn nun noch eine praktische Methodik zur Darstellung dieser großen Zuckermengen gefunden wird, wird dieser Zucker als eines der wichtigsten Nebenprodukte der Nesselkultur anzusehen sein. Aufmerksam wurde ich auf diesen hohen Zuckergehalt dadurch, daß stets Unmengen von Fliegen aller Größen auf die im Glashause des pflanzenphysiologischen Institutes zum Trocknen ausgelegten Nesselrinden anfliegen und sich hier delectierten.

Nebenprodukte der Nesselkultur wären weiter die zermahlene Holz- und Blattabfälle des Brechprozesses als Viehfutter für Kühe, Schafe und Geflügel, das Chlorophyll als Eiweißkörper, junge Blätter und Sprosse als Salat, Extrakte aus den unterirdischen Stämmen als Haarbodentinktur (Leunis), endlich reichlich Asche, speziell Nitrate und Kaliumkarbonat, da die

Nessel die Fähigkeit besitzt, Nitrate, wo sie sie findet, gierig aufzunehmen und zu speichern (Molisch 2.). Man bereitet weiter aus den Samen der *Urtica dioica* das Nesselwasser zum Anfeuchten von Seide, weiter das Chinagrün zum Färben von Likören und aus den herbstlichen Blättern das Brennesselrot. Medizinisch kommt die Nessel als Mittel zum Peitschen (*urticatio*) gelähmter Glieder in Betracht und soll blutreinigend wirken (Leunis, 2. Bd., S. 975).

Es sei endlich erwähnt, daß Extrakte der Nessel-samen bei Hühnern ein rascheres Legen bedingen sollen.

Es zeigte sich dann weiter bei Experimenten, welche die Überprüfung der landläufigen Rotte bei der Nessel zum Gegenstand hatten, daß auf den Nesselstengeln zwei Bakterienarten vorhanden sein müssen: 1. Rottebakterien und 2. Zellulosezerstörer, Bakterien, die die wertvollen Fasern aufzehren. Diese nun scheinen gerade dann ihre optimale Entwicklung zu finden, wenn der erwähnte Fruchtzucker schon recht reichlich aus den Zellen in das zur Rotte nötige Wasser übertritt. Andererseits scheint hoher Fruchtzuckergehalt den Rotteerregern zu schaden, zumal durch die Förderung ihrer Gegner, der Zellulosevergärer. Da gibt es nun ein ausgezeichnetes Mittel, den vom Menschen gewollten Rotteerregern beizuspringen und den Faser-schädlingen gewissermaßen den Brotkorb höher zu hängen. Man laugt die Rinde oder die Stengel etwa 12 Stunden mit Wasser aus. Dadurch gewinnt man

den Zucker als Nebenprodukt und sichert eine ungestörte Rotte (Patent vom 5. Februar 1915).

Durch diese drei Verfahren: 1. das mit NH_3 , 2. das biologische der Sicherstellung der Rotte durch Fruchtzuckerentzug aus der Rinde und 3. das mechanische nach vorheriger Befeuchtung der trockenen Nesseln mit Wasser, wobei bei jedem durch Eintauchen des Materials in Wasser die Lävulose ausgezogen werden kann, läßt sich eine bereits maschinell spinnbare Faser aus der gemeinen Nessel gewinnen, die zu einer seidenartigen Feinheit gebracht werden kann, wenn man die nach 1—3 dargestellten langen Faserbündel noch eine halbe Stunde in Seifenwasser kocht oder auch bloß in heißem Seifenwasser eine halbe Stunde untertaucht und nachher feucht oder trocken nach Riffeln hechelt.

In allen Fällen ist in dieser Art ein vorzüglicher Leinen-, vielleicht Seidenersatz geliefert, dessen Bedeutung gerade bei der herrschenden Baumwollnot jedermann einleuchtet (vgl. auch O. Lindemanns Artikel in der Frankfurter Zeitung 1914, Nr. 275, p. 6).

Die Faserqualität ist von Direktor Reinhardt an der Textilschule in Reichenberg überprüft und als fester wie die des Leins qualifiziert worden. Ich konnte an einer Faser (Zelle) 70 g, an einen dreifach gezwirnten Faden 1 kg anhängen, ehe sie rissen. Außerdem haben Direktor Reinhardt und Direktor Mirus der Lambacher Spinnerei erklärt, daß aus dem gelieferten Material die feinsten Nummern gesponnen werden können. In

der Komorner Spinnerei sind nun tatsächlich die betreffenden Garne gesponnen und nachher in einer Weberei verwebt worden. Anatomisch ist die Brennessel dadurch gekennzeichnet, daß die Faserbündel meist durch oft kristallführende Bastparenchymzellen, kleine kästchenartige Zellen des Bastes, verbunden sind, wodurch eine weitergehende auch mechanische Isolierung im nassen Zustande schon gewährleistet sein dürfte (Fig. 9, 1–2, Taf. II). Die Faser selbst hat einen sehr schmalen Innenraum und eine sehr dicke, zweifach schräg gekreuzt gestreifte Wand (Fig. 9, 2–3, Taf. II).

Nachdem, wie erwähnt, das Nesselproblem nach der technischen Seite gelöst ist und die Brennessel in der Reihe der neuen Faserpflanzen rasch einen hervorragenden Platz einzunehmen verspricht, fragt es sich noch, was man von ihr bisher über die landwirtschaftliche Seite der Frage weiß. Und da kann denn mitgeteilt werden, daß diese von Bouché so erschöpfend durchgearbeitet wurde, daß man heute wohl kaum noch viel von Bedeutung wird beifügen können. „Lästige Unkräuter“ charakterisiert Leunis die Nesseln, und das besagt schon, wie leicht sie kultiviert werden können. Auf dem schlechtesten Boden wie auf üppigem Grunde findet man sie, am häufigsten in der Nähe von Misthaufen und überhaupt in der Nähe menschlicher Ansiedlungen. Ja man kann sagen, daß die Brennesseln geradezu angeben, wo Menschen einmal gesiedelt haben. So verraten Nesselinseln in der Pflanz-

längst verfallene Menschensiedlungen, denn die Nessel ist eine Nitratpflanze (Molisch 2). Dort, wo Mensch und Tier wohnen, gibt es Harn als Abfallstoff. Harnstoffbakterien verarbeiten ihn zu kohlenstoffsaurem Ammonium, Nitrosobakterien dieses zu Nitriten und Nitratbakterien diese bis zur Bildung von Nitraten. Die Nesseln finden also in der Nähe menschlicher Wohnungen jene Stoffe, die sie gierig speichern, mit denen sie aber auch gut hauszuhalten verstehen müssen, da nach Bouché ein Nesselfeld zehn Jahre nicht neu gedüngt zu werden brauchte und trotzdem reichliche Ernte trug. Für die Gewinnung langer Fasern sind noch die folgenden Momente zu beachten. Man warte bei der Ernte nicht auf die nach dem Fruchtansatz einsetzende Verzweigung, da diese lästig wirkt. Am besten ist leicht vergeiltes, d. h. in die Länge schießendes Material, das man durch teilweise Beschattung der Pflanzen oder durch Feuchtigkeit erhält. Daher sind an Waldrändern erwachsene oder an Bächen vorkommende, mit Hufattichblättern im Daseinskampf stehende wilde Nesseln nach meinen Erfahrungen ganz besonders geeignet. Bouché empfiehlt Mischkultur mit tagsüber Schatten werfenden Pflanzen, wie Mais oder Obstbäumen, oder relativ enge Anpflanzung von Wurzelstockstücken bei 30 cm Distanz. Dadurch ist bei bester Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes gleichzeitig der Höchstertrag besten Fasergutes gesichert.

Alle diese Erfahrungen stellen der Nessel *Urtica dioica* ein gutes Horoskop.

Übertroffen wird die Schönheit der Nesselfasern von der der Ramie, *Urtica* (= *Böhmeria utilis, nivea, tenacissima*). Diese Nessel wird fast ausschließlich in China und zwar in Plantagen kultiviert, die 7—8 Jahre ertragfähig bleiben. Die Stengel wurden bisher, wenn sie die Länge von 1—1·20 m erreicht hatten, abgeschnitten, der Blätter entledigt, durch Abstreifen von der Oberhaut befreit und die Fasern nach leichtem Rösten und vielem Waschen freigelegt. Die Fasern sind 0·50—1·20 m lang, schneeweiß und werden von den Chinesen durch Zusammendrehen einzelner solcher Fäden versponnen. Der Handelsname dieses Fasermaterials heißt Chinagrass. In den Südprowinzen Chinas war 1872 die Produktion an diesem Stoff so gewaltig gestiegen, daß 3,500.000 kg ausgeführt werden konnten. In Tokio wurde die Ramiemanufaktur, geschichtlich nachgewiesen, 1660 begonnen. „Es werden dort jährlich zirka 10 Millionen Yards feines Grasleinen (der Name des Ramiefabrikats) fabriziert“ (Bouché-Grothe, S. 11). Auch in Ostindien gibt es große Ramieplantagen, was das Interesse erklärt, mit dem die englische Regierung jeden Fortschritt der Ramiekultur verfolgt.

In Deutschland haben sich auch etliche Fabriken mit der Verarbeitung der Ramie befaßt und die erzeugten Garne, Strümpfe, Stoffe, Plüsch geben Zeugnis von der weitgehenden Verwertbarkeit der Ramie. Eine der größten diesbezüglichen Unternehmungen ist die „Ramiegesellschaft von Emmendingen“. Und den-

noch konnte sich die Ramieindustrie in Deutschland nicht halten. Alle Unternehmungen stellten den Betrieb ein bis auf die von Emmendingen und diese hat sich auf die Erzeugung von Strümpfen für Auerbrenner beschränkt. Grund dieses Niederganges war der Mangel eines geeigneten Trennungsmittels der Fasern. Man war genötigt, das gesamte Rohmaterial, also die Stengel samt dem verhältnismäßig wertlosen Holze, nach Deutschland zu importieren, und dieser Umstand verteuerte die Gewinnung der Faser so sehr, daß eine Konkurrenz mit dem einheimischen Fasermaterial von Lein und Hanf ausgeschlossen war. Versuche Bouchés, die Ramie in Deutschland anzupflanzen, mißlang, da die Pflanze auf wärmere Klimate geeicht ist. Die indische Regierung, die, wie gesagt, wegen der indischen Plantagen ein besonderes Interesse an der Ramiekultur hat, schrieb sogar 1869, 1872/73 Preise bis zu 100.000 Mark aus für eine Maschine oder ein passendes Verfahren zur Fasergewinnung der Ramie, ohne daß sich irgend jemand fand, der die hohen Preise hätte gewinnen können. Es hat sich nun vor kurzem gezeigt, daß aus der Ramie, *Urtica utilis* oder *tenacissima*, und allen ihren Verwandten wie *Urtica platyphyllos* u. a. nach meiner Methode leicht und billig die Fasern in tadellosem Zustande zu gewinnen sind. Die erhaltenen Fasern sind bis 3 dm lang, weich, geschmeidig und von überraschendem Glanze. Damit erscheint auch mit der Lösung des Brennessel- das Ramieproblem gelöst.

Die neue Errungenschaft wird durch die Ergebnisse der Kulturversuche der faserführenden Nesseln erst ins rechte Licht gesetzt. „In Algier gedeihen *Urtica nivea*, *Böhmeria candicans*, *palmata*, *tenacissima* in üppiger Vegetation, gewähren mehrfache Schnitte per Jahr und werden eine großartige Zukunft haben, wenn ein Mittel gefunden werden würde, die Fasern schnell und leicht zu isolieren, was jetzt (1884) noch schwierig ist.“ (Bouché-Grothe, S. 13.) Auch in Nordamerika wurden Pflanzungen von *Urtica nivea* und einer durch sehr gefährliche Brennhaare ausgezeichneten Nesselart, der *Laportea pustulata*, angelegt und haben schon 1884 sehr hohe Erträge geliefert. Die Pflanzungen in Louisiana und Mississippi lieferten bei 3 bis 4 Schnitten pro Acre 500 Pfund Fasermaterial, pro Hektar also zirka 1500 Pfund. In Australien wurde die Ramie, *Urtica nivea*, *tenacissima*, in den englischen Kolonien Lagos, den Seychellen, Jamaika, in der französischen Kolonie Cochinchina mit Erfolg angebaut und Cochinchina lieferte 1884 schon Ramiematerial. Es sind endlich auch in Bologna Versuche mit der chinesischen Nesselpflanze (*Urtica nivea*) angestellt worden (Bouché-Grothe, S. 13, 129).

Anatomisch charakterisiert ist der auf mechanische Weise isolierte, mit Wasser befeuchtete Ramiebast durch 0·5—1·2 m (!) lange Faserbündel, die bei der Seifenbehandlung in etwa 3 dm lange Faserzellen zerfallen, die ganz ähnlich gestreift sind wie die Bastzellen der gemeinen Nessel. Sie sind viel dicker als

die der Brennessel, weil sie ein viel breiteres Lumen, einen weiten Innenraum, besitzen. Die Anordnung in der Rinde, die allseitige Begrenzung von kleinen Bast- und Rindenzellen, die die mechanische Trennung so sehr erleichtern, ist ganz der bei der *Urtica dioica* zu vergleichen, weshalb ich von einer Zeichnung absah.

Die Nessel der kalten Zonen Asiens scheint die Hanfnessel, *Urtica cannabina*, zu sein, die offenbar schon sehr früh als Textilpflanze erkannt wurde, worauf wenigstens die recht originelle primitive Methode der Fasergewinnung zu deuten scheint, die Steller (s. Bouché-Grothe, S. 129) von den Bewohnern der Kamtschatka zu erzählen weiß:

Diese „räufen im August und September die Nesseln aus der Erde, binden sie in Bündel und lassen sie in offenen Scheunen an der Luft trocknen; hierauf spalten sie die Stengel mit einem Messer der Länge nach, schaben die Rinde von dem Faden sehr behende mit den Zähnen ab, schwingen und schlagen diese Bündel mit einem Stocke und spinnen endlich, oder winden vielmehr dieselben mit flachen Händen, welche sie beständig belecken, in lange Fäden zusammen, die sie in Knäueln aufwickeln und also entweder einfach zum Nähen oder doppelt und mehrfach zu verschiedenen Arten von Fischernetzen gebrauchen.“

Das Verbreitungsgebiet dieser Nessel reicht von Japan, Kamtschatka, Südsibirien bis an die Wolga.

Die durch ihre Brennhaare sehr gefährliche *Laportea* wurde schon erwähnt. *Laportea pustulata* kommt in Nordamerika und auf den mexikanischen

Hochländern massenhaft vor, *Laportea gigas* wächst in Queensland und Neusüdwaies und wird von den australischen Eingebornen zu Netzen und Matten verwendet. Auch die Fasern von Glashausexemplaren der *Laportea*-Arten lassen sich nach meiner Methode isolieren, doch glaube ich, daß sich gerade die *Laportea*-Arten wegen des höchst gefährlichen Verlaufes der durch das Gift ihrer Haare erzeugten Wunden trotz der Güte dieser Fasern solange kaum als Textilpflanzen einbürgern werden, solange nicht ein billiges und wirksames Mittel gegen die Ätzung der Haut durch sie gefunden wird.

Eine Nessel, die im Prater von Wien und in den Donauauen geradezu massenhaft vorkommt, ist die *Parietaria*. Sie ist etwa so hoch wie unsere einjährige Brennessel, *Urtica urens*. Die Fasern beider Pflanzen lassen sich mit meiner Methode vorzüglich präparieren, wodurch beide, die einheimische und das bei uns vorzüglich gedeihende eingewanderte Objekt, in die Reihe der nutzbaren Textilpflanzen unserer Heimat eintreten. Es sei übrigens betont, daß *Parietaria debilis* schon in Portugal, in Ostindien, in Angola in Afrika und in Australien zur Faser-gewinnung benützt wird (Bouché-Grothe, S. 12).

In unserer Heimat gewinnt endlich die Tatsache ein erhöhtes Interesse, daß auch der Hopfen, *Humulus lupulus*, meiner Methodik gehorcht und auch aus ihm mit ihr ein recht gutes Fasermaterial von sehr großer Festigkeit gewonnen werden kann. Bisher

wurde der Hopfen „auf Faser nicht verarbeitet. Es ist dies freilich mehrfach empfohlen, besonders in Deutschland von Flatow, Nördlinger u. a., allein stets bisher ohne Erfolg“. (Bouché-Grothe, S. 14/15.) Was nun die erwähnte Spinnbarmachung der Hopfenfaser anlangt, so dürften die folgenden, Bouché-Grothe, S. 15 entnommenen Daten deren Bedeutung für die Textilindustrie ausreichend illustrieren: 1884 umfaßten Amerikas Hopfengärten schon 23.880 ha. Da der Faserertrag nach Versuchen mit dem Hopfen zwei Drittel des Hopfenertrages ergibt, somit etwa 483 kg pro Hektar, hätte sich der Hopfenfaserertrag für Amerika 1884 schon mit 16,500.000 kg gestellt. Deutschland produzierte 1884 24,000.000, Großbritannien 19,500.000, Österreich-Ungarn 5,100.000 kg Hopfen. Auf der ganzen Erde wurden 1875 auf 104.500 ha 70,000.000 kg Hopfen kultiviert, die eine Menge von 46,700.000 kg Faserstoff enthielten, der „bisher fast ganz ungenützt bleibt“. Heute benutzt man die Hopfenranken lediglich als Dünger oder verbrennt sie, um die Asche für Düngungszwecke zu nutzen. Welche Werte werden bei der heutigen Hopfenkultur mit ihrem Aufschwung vernichtet! Nur in Schweden stellt man aus Hopfenfasern Stricke, Matten, Säcke und grobe Gewebe her (Leunis, S. 975). Auch der gesamte wilde Hopfen ist durch meine Methode der Technik erschlossen, wie ich mich überzeugte.

4. Andere für Textilzwecke brauchbare Pflanzen, bei denen die Bastfasern für die textiltechnische Verarbeitung in Betracht kommen oder kämen und nach meiner Methode isolierbar sind.

Die Anwendung meiner Methode auf eine große Anzahl anderer Gewächse ergab deren Allgemeinverwendbarkeit zur Isolierung von Bastfasern.

So gibt der Lein, der Oleander, *Nerium Oleander*, die weitverbreitete Charakterpflanze der trockenen Hänge des Mittelmeergebietes, der weiße Steinklee, *Melilotus albus*, der besenartige Pfriemen, *Sarothamnus scoparius*, und *Spartium junceum*, der gemeine, auf den trockensten Standorten wild wachsende Besenstrauch, endlich die Schwalbenwurz, *Asclepias syriaca* (*vincetoxicum*), ganz herrliche Fasern.

Dabei ist besonders erwähnenswert, daß alle diese Pflanzen sich entweder durch besondere Genügsamkeit auszeichnen, in unseren Klimaten heimisch oder ihnen leicht anpaßbar oder aber wie *Melilotus* schon Kulturpflanzen unserer Heimat sind, bei denen eben jetzt ihre textiltechnische Verwendbarkeit dargetan ist.

Eine besondere Besprechung verdient noch *Asclepias syriaca*, richtiger *Asclepias cornuti*, die Schwalbenwurz, von deren seidenglänzenden Haaren bereits S. 400 die Rede war. Nicht diese, sondern die herrlichen seidenglänzenden und seidenweichen und sehr festen Bastfasern sind es, die die Pflanze zu einer erstklassigen Textilpflanze machen dürften. Seit Fried-

richs des Großen Zeiten hat man diese Pflanze der Haare wegen verwenden wollen (Wittmack, S. 9) — ohne Erfolg.

Am Ende des 18. Jahrhunderts hat nach Böhmer (S. 585) Gelot die textiltechnische Bedeutung der Fasern erkannt und durch elftägige Rotte und nachherige Behandlung der Stengel mit Breche, Schwinge und Hechel wie durch Abziehen der Rinde, dreitägiges Liegen in Wasser und Reiben in der Hand zu isolieren versucht. Da aber die Methode zu kompliziert war, mag man ihr nicht viel Bedeutung zugemessen haben, denn man hörte rund 60—70 Jahre nichts mehr von der Brauchbarkeit von *Asclepias* für die Fasergewinnung. Erst Bouché und Deininger haben neuerdings die Bastfasern als das eigentlich textiltechnisch Brauchbare an der Pflanze betont (Wittmack, S. 9), ohne daß jedoch Deiningers in Wittmack, S. 8 geschilderte Methode der Isolierung der *Asclepias*-Faser zur allgemeinen Anerkennung hätte verhelfen können. Nun ist durch meine Beobachtung der Isolierbarkeit der *Asclepias*-Fasern auf mechanischem Wege nach Befuchtung mit Wasser und darauf folgendem halbstündigen Kochen der freigelegten Fasern mit Seife das Schwalbenwurzproblem gelöst.

5. Die Jute.

Die Jute ist die Faser einer Pflanze aus der Familie der Lindengewächse oder Tiliaceen, die schon den alten Indern bekannt war und von ihnen gebaut

wurde und heute noch im ganzen Lande in großer Menge kultiviert wird. Die Jute ist ein einjähriges Kraut von 2—3 m Höhe, das vom Samen gezogen wird und innerhalb dreier Monate die Schnitthöhe erreicht. Sie wird in Wasser gelegt und nach einigen Tagen der Bast abgezogen. Die Jutefaser bildet das Rohmaterial für die aus Indien kommenden Kaffeesäcke. Wie rasch die Juteproduktion in dem vergangenen Jahrhundert zunahm, mögen die folgenden, Wittmack S. 4 entnommenen. Daten belegen:

Im Jahre 1835 wurden aus Indien ungefähr 3900 Ballen Jutefaser ausgeführt, 1861 stellte sich der Export gleich 390.000 Ballen und 1884 war der Gesamtexport Ostindiens auf 6,000.000 q hinaufgeschneit. Als Absatzgebiet kam dafür England und Schottland in Betracht. In der Stadt Dundee waren schon im Jahre 1866 nicht weniger als 28.000 Personen nur mit der Jutegewinnung beschäftigt.

Die Jutefaser ist also relativ leicht zu gewinnen und zu präparieren, auch färben und spinnen läßt sie sich relativ leicht, freilich bloß für grobe Stoffe.¹ Und wenn man die leichte Kultivierbarkeit und den staunenswert raschen Wuchs der Pflanze bedenkt, so wäre man geneigt, der Jute einen ersten Platz unter den Faserpflanzen einzuräumen.

Leider hat die Jute zwei Nachteile, von denen besonders der erste von sehr schwerwiegender Art ist. Zum Spinnen der Jute benötigt man nämlich den Tran des Walfisches oder den von Robben, weiter

¹ Man macht Packleinwand, Treppenläufer, Teppiche; Vorhänge, Quasten und ähnliches daraus.

Petroleum und andere Öle, mit denen die Faser eingölt werden muß. (Wittmack, S. 4. Brüggemann, S. 542.) Das heißt: die Jutefabrikation hängt direkt von der Menge der gewonnenen Trane ab und das ist eine unangenehme Einschränkung. Außerdem haftet der Trangeruch den Fasern und allen aus ihnen hergestellten Produkten an. Der zweite Nachteil ist die teilweise Wasserdurchlässigkeit der Faser, die sich besonders bei der Juteausstellung in der Rotunde in Wien zeigte (Wittmack, S. 4).

Trotz der zwei Mängel bleibt die Jute besonders wegen ihres raschen Wuchses eine der wichtigsten neueren Textilpflanzen, was auch die vielen Neugründungen von Jutefabriken in Deutschland, in Braunschweig, Köln, Bremen etc., und Österreich, in Simmering, Floridsdorf u. a. beweisen.

Anatomisch ist die Jutefaser durch eigentümliche Zellhautverdickungen ausgezeichnet, die auch in der Fig. 10, 1-3, Taf. II sehr deutlich zum Ausdruck kommen, und ist dadurch von allen anderen textiltechnisch benutzten Fasern mikroskopisch zu unterscheiden.

b) Pflanzen, deren Gefäßbündel textiltechnisch ausgewertet werden.

Als textiltechnisch verwertbare Pflanzen dieser Gruppe, die insbesondere zur Herstellung sehr fester Stricke, Netze und grober Zeuge ausgewertet werden, verdienen in erster Linie Mitglieder der Familie der Monokotylen Erwähnung. Nach meiner Methodik

lassen sich alle bisher gehörigen bisher untersuchten Objekte, deren Blattbündel ausgewertet werden sollen, in der Art präparieren, daß man sie im frischen oder nach erfolgtem Trocknen im in Wasser geweichten Zustande durch eine Baumwollhechel zieht und die sofort isolierten, von anhaftenden chlorophyllführenden Mesophyll- (Grundgewebs-) Zellen makroskopisch noch grün gefärbten Gefäßbündel $1\frac{1}{2}$ Stunde in Seife kocht. Man bekommt dadurch sofort prachtvoll weißes, oft meterlanges Material. Jedermann kann sich mit Blättern der Zimmerpflanze *Aspidistra* von der Brauchbarkeit der Methode überzeugen.

Die größte Zukunft dürfte unter diesen Objekten das ohnehin schon zur Herstellung von Tauwerk und festestem Strickmaterial benutzte *Phormium tenax* haben; da es in Dalmatien und anderen Ländern Süd-Österreichs leicht gezogen werden kann. Seine Fasern sind so fest, daß ein 2 cm langes Blattfragment bis 25 kg zu tragen vermag, ehe es reißt. *Phormium tenax* wird nach seiner Heimat neuseeländischer Flachs genannt, ist aber seit rund 50 Jahren auch in Neusüdwales, in Ostindien und anderen Orten in Kultur und liefert zum Teil „kolossale Erträge“ (Wittmack, S. 12).

Ungemein langes, zartes, aber sehr festes, für Gewebe geeignetes Fasermaterial liefert nach meiner Methode auch die Monokotyle *Sansevieria guineensis* aus ihren Blättern. Sie wird, als Bowstringhanf nach alter Methode gewonnen, zu Stricken und Bogensehnen benutzt.

Auch von *Yucca*-Arten benützt man die Gefäßbündel des Stammes. Auch die Blattgefäßbündel der Agaven und Ananasarten, besonders die der *Agave americana* finden als *India*-Faser eine weitgehende Verwendung.

Ein industriell bereits weitgehend ausgenutztes Objekt stellen die Gefäßbündel der *Musa*-Arten oder Bananen dar, von denen die *Musa textilis* das meiste Material liefert. Der Mittelpunkt ihres Verbreitungsgebietes sind die Philippinen, weshalb das Textilprodukt auch den Namen Manilahanf erhalten hat. Bei seiner Gewinnung werden die Stämme eine Zeit in Wasser gelegt und dann durch eiserne Kämme gezogen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung kann man außer den Bastfasern und dem Bastparenchym Spiralgefäße, die charakteristischen Bestandteile des Holzes, im Gefäßbündel erkennen.

Da das Fasermaterial also ganze Gefäßbündel sind, ist der Manilahanf grob und hart. Hechelt man ihn aber feiner, so gewinnt man (Wittmack, S. 11) ein viel feineres Material, das zur Herstellung der bekannten Manila-Bastkleider benutzt wird.

Als Beispiel für die Gewinnung von Gefäßbündeln aus Früchten mag die Kokosfrucht genannt sein, die so gut bekannt ist, daß auf deren Besprechung föhlich verzichtet werden kann.

Über andere hierher und in die anderen Gruppen gehörige Textilpflanzen vgl. Böhmers, v. Wiesners, Wittmacks, Hanauseks und Brüggemanns einschlägige Werke.

Literaturverzeichnis.

- Böhmer G. R. Technische Geschichte der Pflanzen. I. T. Leipzig, Weidmannsche Buchhandlung, 1794.
- Bouché C. B. und Grothe H. Ramie, Rhea, Chinagrass und Nesselfaser. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1884.
- Brüggemann H. Die Textilindustrie, in: Die Pflanzen und der Mensch. Stuttgart, Kosmos-Verlag, 1913. S. 497.
- Grafe Viktor. Gummisubstanz, Hemizellulosen, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Humussubstanzen. Biochemisches Handlexikon II.
- Hanausek T. T. Lehrbuch der technischen Mikroskopie. Stuttgart, Verlag von Ferdinand Enke, 1901.
- Lafar Fr. Handbuch der technischen Mykologie, III. Bd. Jena, Verlag von G. Fischer, 1904—1906. S. 269.
- Leunis Joh. Synopsis der Pflanzenkunde. II. Abt. Hannover, Hahnsche Buchhandlung, 1877.
- Molisch H. 1. Der Naturmensch als Entdecker auf botanischem Gebiete. Vortrag des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, 1914, 54. Jahrg., H. 4. 2. Über den mikrochemischen Nachweis von Nitraten und Nitriten in der Pflanze mittels Diphenylamin oder Brucin. Ber. d. d. bot. Gesellsch., Jahrg. 1883, Bd. I, H. 3, S. 153.
- Pfeffer W. Pflanzenphysiologie, I. und II. Bd. Leipzig, Verlag von W. Engelmann, 1897 und 1904.
- Pfuhl E. Fortschritte in der Flachsgewinnung. Rigasche Industrie-Zeitung, 1886. Nr. 1—6.
- Richter O. 1. Ein neues Mazerationsmittel für Pflanzengewebe. Österr. bot. Zeitschr., Jahrg. 1900, Nr. 1. 2. Die Bedeutung der Reinkultur. Berlin, Gebrüder Bornträger, 1907. S. 26.

Stirm K. Chemische Technologie der Gespinnstfasern.
Berlin, Gebrüder Bornträger, 1913.

Wiesner Jul. v. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, I. und
II. Bd. Leipzig, W. Engelmann, 1900—1903.

Wittmack. Neuere Faserstoffe. Nachrichten des Klub
der Landwirte.

Tafelerklärung (Taf. I).

Vergrößerung 180.

- Fig. 1. *Taxus baccata*, Eibe, Querschnitt durch das Holz.
M = Mittellamelle = 2 *A* = zwei Außenlamellen,
V = Verdickungsschichte,
J = Innenlamelle (Orig.).¹⁾
- „ 2. Eine mit siedendem konzentrierten Ammoniak in
 $\frac{1}{2}$ Minute isolierte Zelle der Kartoffelknolle. Man
sieht die Stärkekörner mit Kornkörperchen und
Schichtung tadellos erhalten (Orig.).
- „ 3. Auf gleiche Weise in 1 Minute isolierte Ölzelle
aus der Zimtrinde (*Cinnamomum*) mit Ölkugel
(Orig.).
- „ 4. Auf gleiche Weise isolierte Raphidenzelle von
Aloë. Die Nadeln (Raphiden) von oxalsaurem Kalk
sind vorzüglich erhalten (Orig.).
- „ 5. Auf gleiche Weise isolierte Siebröhre von Kürbis
(*Cucurbita Pepo*) mit wohlerhaltener Kallusplatte
(Orig.).

¹⁾ Die sämtlichen Zeichnungen rühren von der kunstgeübten Hand
des Herrn Assistenten Josef Gicklborn her, dem ich auch hier herzlich
dafür danke.

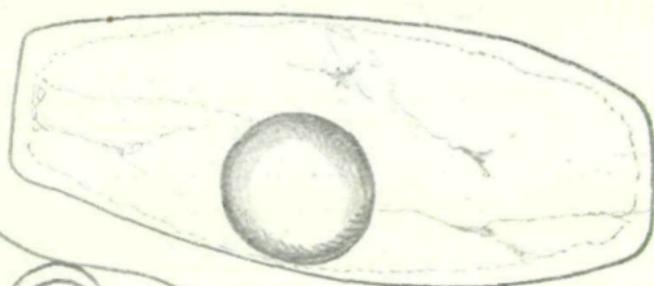


Fig. 3

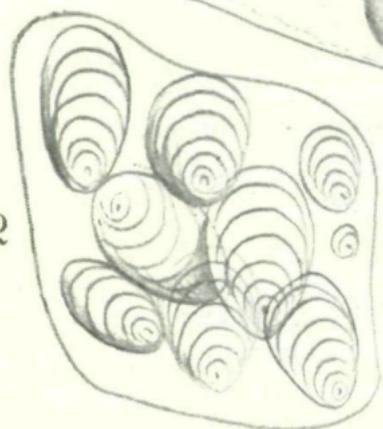


Fig. 2

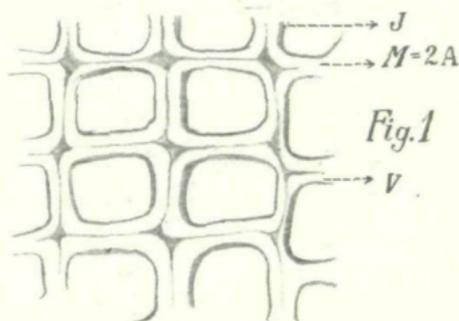


Fig. 1

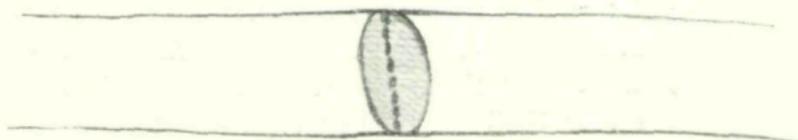


Fig. 5

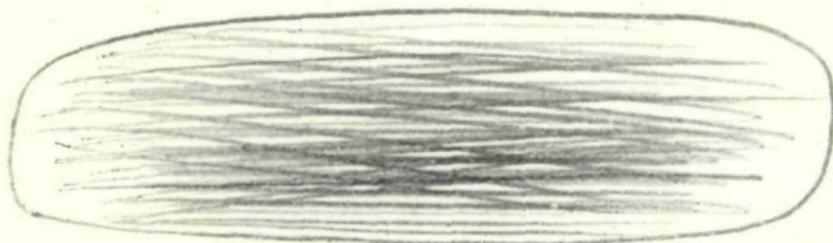
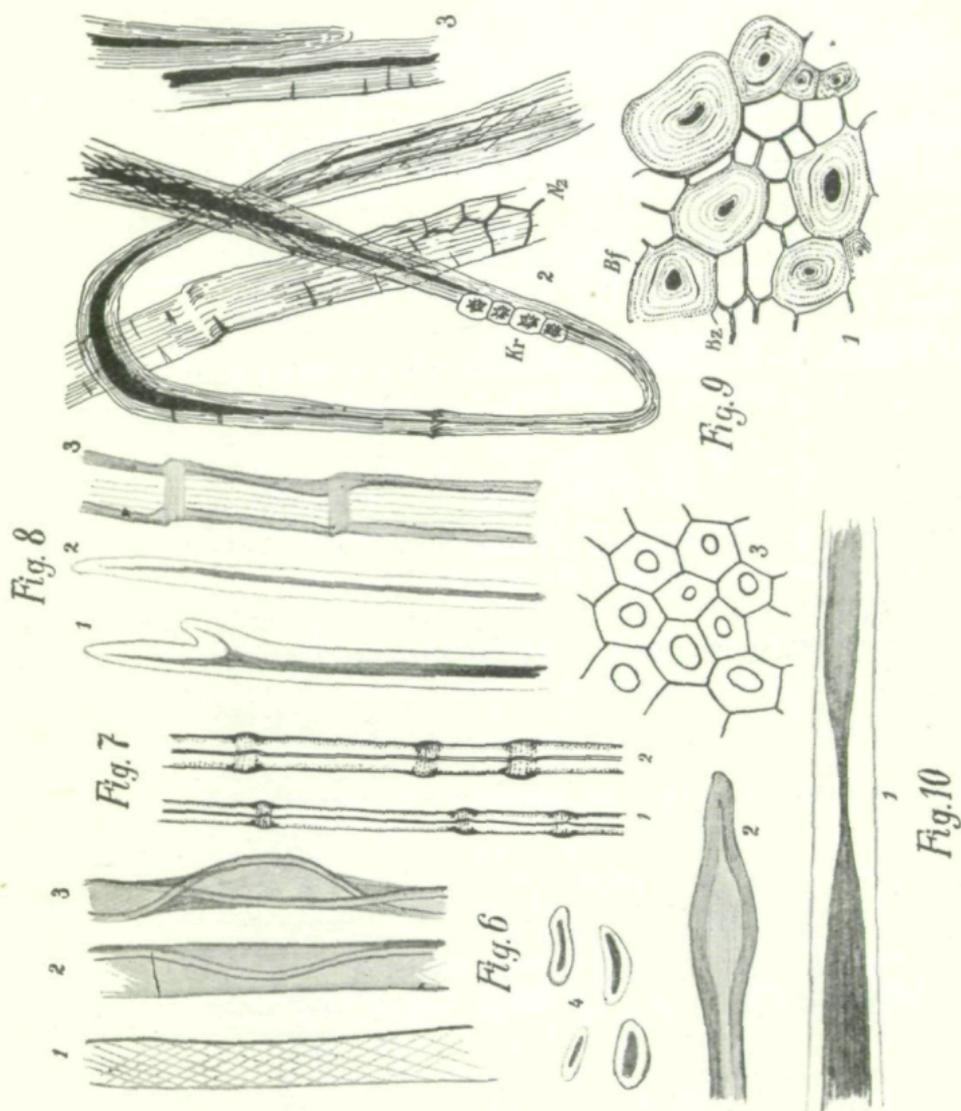


Fig. 4

Tafelerklärung (Taf. II).

Vergrößerung 180.

- Fig. 6. (1—4.) Charakteristische Bilder des Baumwollhaares, 1—3. Längsansichten; 4. die bandartigen Querschnitte; 1. zeigt besonders schön die gekreuzte Streifung, 2 und 3. die oft vielfache Drehung des Haares (nach Hanausek).
- „ 7. (1 u. 2.) Leinenfasern. 1. dünne, 2. breitere Leinenfaser. Charakteristisch für sie sind: a) die dicke Wand, b) der enge Innenraum (Lumen) und die grashalmartigen Knoten (Orig.).
- „ 8. (1—3.) Hanffasern. 1 und 2. Faserenden, 1. sehr charakteristische Endgabel der Faser; 3. zeigt das breite Lumen der dickwandigen Faser (nach Hanausek).
- „ 9. (1—3.) Charakteristische Bilder der Nesselfasern, Fasern von *Urtica dioica*. 1. Querschnitt durch ein Faserbündel (nach Möller).
Bf = Bastfasern mit engem Lumen und prachtvoll geschichteter Wand.
Bz = Bastparenchymzellen.
2. Mechanisch isolierte Bastfasern mit anhaftenden Kristallzellen (*Kr*). Der Inhalt dieser Zellen sind Drusen von oxalsaurem Kalk (nach Möller).
Nz = Netzzeichnung, die von den benachbarten Grundgewebs- und Bastzellen auf den Fasern zu sehen ist. Man beachte die Streifung der Faser, die nach der S. 427 geschilderten Trennungsmethode sich völlig frei von anhaftenden Zellen zeigt.
3. Faserende (nach Möller).
- „ 10. (1—3.) Jutefasern. 1. Stück einer Faser mit charakteristischer Verdickung. 2. Bauchig erweitertes Faserende. 3. Bastfaserbündel im Querschnitt (nach Hanausek).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Richter Oswald

Artikel/Article: [Alte und neue Textilpflanze. \(2 Tafeln.\) 383-442](#)