

**Anatomische Studien über wichtige Faserpflanzen
Japans mit besonderer Berücksichtigung der
Bastzellen.**

VON

K. Saito, Rigakushi.

Mit Tafeln XX u. XXI.

I. Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen verdanken ihren Ursprung dem Umstande, dass es trotz zahlreichen, zur Gewinnung der Gespinnst- und anderen technisch nöthigen Fasern dienenden einheimischen und kultivierten Pflanzen Japans eine einschlägige Litteratur bislang nicht existiert und somit eine Bearbeitung der Anatomie des Basttheils unserer Faserpflanzen unter Berücksichtigung der technischen Anwendung dringend nöthig ist. Ich verzichtete auf eine monographische Aufzählung aller in Frage kommender Pflanzen, aber bestrebte mich, erstens eine allgemeine anatomische Charakteristik, zweitens die Anordnung im Pflanzenkörper und drittens, so weit möglich, die Entwicklungsgeschichte der Bastfasern unserer Objektpflanzen klar zu stellen.

Was die Terminologie anbetrifft, so schliesse ich mich überhaupt Haberlandt an, und verstehe unter „Bast“ nicht allein die spezifisch-mechanischen Fasergewebe in der Rinde des Dicotylenstammes, sondern auch das entsprechende Gewebe in Monocotylen und diejenigen in den interxylären Phloem der Dicotylen.

Der Ausdruck „Faser“ ist bekanntlich auf höchst verschiedenen Zellformen¹⁾ verwendet; so verstehen wir darunter Bast- und Holzfasern dicotyler und monocotyler Pflanzen, Gefässbündel der Blätter, Pflanzenhaare u. s. w. In der vorliegenden Arbeit sind hauptsächlich nur Bastfasern in Betracht gekommen, obgleich der Unterschied zwischen Bast- und Holzfasern nicht so sehr auf morphologischen Merkmalen, sondern vielmehr in topographischer Lagerung liegt.

Um Wiederholung zu vermeiden, wird eine allgemeine Besprechung der Litteratur hier nicht unternommen werden: man findet die Litteraturangabe an den passenden Orten der folgenden Abschnitte.

ANGEWANDTE REAGENTIEN.

1) Jod und Schwefelsäure. Ich stellte Jodlösung nach Höhnel²⁾ folgendermassen her: man löst 1 gram Kaliumjodid in 100 gram destilliertem Wasser und setzt einen Ueberschuss von Jod zu, bis die Lösung dadurch gesättigt ist.

Die angewandte Schwefelsäure³⁾ besteht aus 2 Volumentheilen

1) C. R. Dodge, A descriptive catalogue of useful fiber plants of the world. 1897.

2) F. Höhnel, Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. 1887. p. 21.

3) Berthold, Ueber die mikroskopischen Merkmale der wichtigsten Pflanzenfasern. 1883. (Ref. in Just's Botanische Jahresberichte.)

reinsten Glycerin, 1 Volumtheil destillierten Wassers und 3 Volumtheilen concentrirter Schwefelsäure.

Behandelt man die Bastzellen mit den beiden Reagentien, so färben sich die aus reiner Cellulose bestehenden Zellwände rein blau, während bei den mit andrer Substanz incrustierten eine gelbe oder grüne Färbung eintritt.

2) Chlorzinkjod. Die Lösung¹⁾ wird leicht hergestellt durch Auflösen von 20 gram Zinkchlorid, 6.5 gram Kaliumjodid, und 1.3 gram Jod in 10.5 c.c. Wasser; sie färbt reine Cellulose röthlich bis blauviolett und die verholzten Fasern gelb.

3) Phloroglucin und Salzsäure. Behandelt man eine verholzte Zelle mit concentrirter alkoholischer Lösung von Phloroglucin, und fügt nach Trocknen des Objectes einige Tropfen concentrirter Salzsäure hinzu, so tritt eine intensive Rothfärbung auf.

4) Schwefelsaures Anilin. Eine concentrirte wasserige Lösung färbt die verholzten Zellwände gelb. Die Reaktionsintensitäten mit Phloroglucin-Salzsäure und schwefelsaurem Anilin stimmten überein.

5) Kupferoxydammoniak. Dieses Reagens bereitet man dadurch, dass man kleine Stückchen von Kupferdrehspänen mit Ammoniak übergießt und dann in offener Flasche stehen lässt. Es löst die, aus reiner Cellulose bestehenden Bastzellen, während die verholzten nur aufquellen.

6) Zinnchlorür. Sättigt man concentrirte Salzsäure mit metallischem Zinn, so entsteht eine Lösung von Zinnchlorür.

1) W. Behrens, Tabellen zum Gebrauch bei mikroskopischen Arbeiten. Dritte Auflage. 1898. p. 147.

Dieses Reagens dient zur Abspaltung des Hadromals¹⁾ von verholzten Membranen.

7) Millon'sches Reagens²⁾. Manche monocotyle Bastzellen färben sich mit diesem Reagens ziegelroth wie Eiweissstoffe.

8) Alkanna³⁾. Eine concentrirte alkoholische Lösung wurde zum Nachweise des Fettes angewendet.

9) Mazerationsgemisch⁴⁾. a) verdünnte Chromsäure. b) verdünnte Kalilauge. c) Schulze's Mazerationsgemisch. Manche Bastzellen sind leicht isolierbar, ohne vorausgängige Behandlung mit irgend einem Mazerationsmittel. Nach Isolierung der Bastzellen wurden die Länge und Breite⁵⁾ aus einer genügend grossen Reihe von Versuchen genau gemessen.

10) Fixierungsmittel. Ich wandte Flemming'sche Lösung⁶⁾ mit gutem Effekte an.

11) Farbstoffe⁷⁾. Fuchsin-Jodgrün; Boehmer's Haematoxylin; Methylgrün; Safranin; Gentianaviolett; Orange; Fuchsin; Congoroth u. s. w.

1) F. Czapek, Ueber die sogenannten Ligninreaktion des Holzes. Sep.-Abd. aus Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. XXVII. Heft. 1 und 2. 1899.

2) A. Zimmermann, Die botanische Mikrotechnik. 1892. p. 226.

3) Ebenda. p. 69.

4) Ebenda. p. 6.

5) Unter Breite ist stets der Durchmesser der Faser an ihrer breitesten Stellen zu verstehen.

6) A. Zimmermann, *l.c.* p. 69.

7) Ebenda.

UEBERSICHT DER UNTERSUCHTEN FASERPFLANZEN MIT IHREN
TECHNISCHEN ANWENDUNGEN.

Pflanzennamen.	Fundorte. (* kultiviert !)	Zur Faser- gewinnung verwendbare Theile.	Technische Anwendung.
MONOCOTYLEDONEÆ.			
1. Pandanaceæ.			
<i>Pandanus odoratissimus</i> , L. ¹⁾ (Nom. jap. Adan).	Liukiu und Formosa.	Stutzwurzel.	Seile.
2. Gramineæ.			
<i>Oryza sativa</i> , L. ²⁾ (Nom. jap. Ine).	Ganzes Japan.*	Halm.	Papier, matte.
<i>Bambusa stenostachia</i> , Hack. (Nom. jap. Shichiku).	Formosa.	„	Papier.
3. Amaryllidaceæ.			
<i>Agave americana</i> , L. ³⁾ (Nom. jap. Riuzetsuran).	Liukiu und Formosa.*	Blatt.	Gespinnstoff.
4. Musaceæ.			
<i>Musa sapientum</i> , L. var. <i>liukiuensis</i> , Matsu- mura. (Nom. jap. Ito-basio).	Liukiu.	Blattstiel.	Gespinnstoff und Papier.
5. Zingiberaceæ.			
<i>Alpinia nutans</i> , Rosc. (Nom. jap. Gæto).	Liukiu und Formosa.	Blattscheide.	Seile.
DICOTYLEDONEÆ.			
6. Ulmaceæ.			
<i>Ulmus montana</i> , Sm. var. <i>laciniata</i> , Trautv. (Nom. jap. Ohio).	Hokkaido.	Stengel.	Gespinnstoff.
7. Moraceæ.			
<i>Broussonetia kasinoki</i> , Sieb. (Nom. jap. Kôzo).	Ganzes Japan mit Ausnahme von Hokkaido.	Stengel.	Papier.

1) Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Erste Auflage. 1873. p. 42.; Höhnel, Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe, 1887. p. 55.; Dodge, l.c. p. 257.

2) Wiesner, l.c. p. 451.; Höhnel, l.c. p. 77.; Dodge, l.c. p. 254.

3) Wiesner, l.c. p. 434.; Schlesinger, Examen microscopique et microchimique des fibres textiles, 1875. p. 27.; Höhnel, l.c. p. 51.; und Dodge, l.c. p. 43.

Pflanzenamen.	Fundorte. (* kultiviert!)	Zur Faser- gewinnung verwendbare Theile.	Technische Anwendung.
<i>B. papyrifera</i> , Vent. ¹⁾ (Nom. jap. Kajinoki).	Ganzes Japan mit Ausnahme von Hokkaido.	Stengel.	Papier.
<i>Cannabis sativa</i> , L. ²⁾ (Nom. jap. Asa).	Ganzes Japan.*	„	Gespinnstoff und seile.
8. Urticaceæ.			
<i>Boehmeria nivea</i> , Hook. et Arn. ³⁾ (Nom. jap. Karamushi).	Ganzes Japan.	Stengel.	Gespinnstoff.
<i>B. spicata</i> , Thunb. (Nom. jap. Koakaso).	„	„	„
<i>Urtica Thunbergiana</i> , S. et Z. (Nom. jap. Irakusa).	„	„	Zwirn, Seile.
9. Leguminocæ.			
<i>Pueraria Thunbergiana</i> , Benth. ⁴⁾ (Nom. jap. Kudu).	Ganzes Japan.	Stengel.	Gespinnstoff.
<i>Wistaria chinensis</i> , S. et Z. ⁵⁾ (Nom. jap. Fuji).	„	„	„
10. Linaceæ.			
<i>Linum usitatissimum</i> , L. ⁶⁾ (Nom. jap. Ama).	Ganzes Japan.*	Stengel.	Gespinnstoff.
11. Celastraceæ.			
<i>Celastrus articulatus</i> , Thunb. (Nom. jap. Tsuruumemodoki).	Ganzes Japan.	Stengel.	Zwirn, Netze.
12. Vitaceæ.			
<i>Vitis Coignetia</i> , Pull. (Nom. jap. Yamabudo).	Ganzes Japan.	Stengel.	Seile, Sack, u. a.
13. Tiliaceæ.			
<i>Corchorus capsularis</i> , L. ⁷⁾ (Nom. jap. Tsunaso).	Ganzes Japan.*	Stengel.	Seile, selten Gespinnst.

1) Wiesner, Technische Mikroskopie, 1867. p. 229.; Rohstoffe. 1873. p. 458.; Höhnel, *l.c.* p. 46.; Wiesner, Die mikroskopische Untersuchungen des Papiers, etc. 1887. p. 31.; Dodge, *l.c.* p. 98. u. s. w.

2) Reissek, Die Fasergewebe des Leines, Hanfes, der Nessel, etc. Denkschrift d. Wien. Akad. 1852.; Schacht, Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe, etc. 1853. p. 25.; Wiesner, *l.c.* 1867. p. 110.; *l.c.* 1873. p. 372.; Höhnel, *l.c.* p. 36.; Schlesinger, *l.c.* p. 19.; Focke, Mikroskopische Untersuchungen etc. Archiv der Pharmacie. 1886. p. 613.; Wiesner, *l.c.* 1887. p. 26.; Dodge, *l.c.* p. 106. u. s. w.

3) Schacht, *l.c.* p. 26.; Wiesner, *l.c.* 1873. p. 336.; Schlesinger, *l.c.* p. 20.; Höhnel, *l.c.* p. 42.; Focke, *l.c.* p. 612.; Dodge, *l.c.* p. 85. u. s. w.

4) Dodge, *l.c.* p. 275.

5) Ebenda. p. 328.

6) Reissek, *l.c.*; Schacht, *l.c.* p. 21.; Wiesner, *l.c.* 1867. p. 108.; *l.c.* 1873. p. 359.; Schlesinger, *l.c.* p. 26.; Focke, *l.c.* p. 610.; Höhnel, *l.c.* p. 34.; Wiesner, *l.c.* 1887. p. 26.; Dodge, *l.c.* p. 219. u. s. w.

7) Wiesner, Indische Faserpflanzen. 1870.; *l.c.* 1873. p. 393.; Schlesinger, *l.c.* p. 25.; Focke, *l.c.* p. 615.; Höhnel, *l.c.* p. 43.; Dodge, *l.c.* p. 125. u. s. w.

Pflanzennamen.	Fundorte. (* kultiviert !)	Zur Faser- gewinnung verwendbare Theile.	Technische Anwendung.
<i>Tilia cordata</i> , Mill. var. <i>japonica</i> , Miq. (Nom. jap. Shinanoki).	Ganzes Japan.	Stengel.	Seile.
14. Malvaceæ.			
<i>Abutilon Avicennæ</i> , Gaertn. ¹⁾ (Nom. jap. Ichibi).	Ganzes Japan.*	Stengel.	Seile.
<i>Urena lobata</i> , L. (Nom. jap. O-bondenkwa).	Liukiu und Formosa.	„	„
<i>Hibiscus syriacus</i> , L. (Nom. jap. Mukuge).	Ganzes Japan:	„	„
15. Sterculiaceæ.			
<i>Firminia plataniifolia</i> , L. (Nom. jap. Aogiri).	Ganzes Japan.	Stengel.	Seile.
16. Thymeleaceæ.			
<i>Daphne pseudomezereum</i> , A. Gr. (Nom. jap. Onishibari).	Ganzes Japan.	Stengel.	Papier.
<i>Edgeworthia papyrifera</i> , S. et Z. ²⁾ (Nom. jap. Mitsumata).	Südliches Japan.*	„	„
<i>Wickstroemia sikokianum</i> , Fr. et Sav. ³⁾ (Nom. jap. Gampi).	Südliches Japan.	„	„

II. Die Anordnung der Bastzellen mit ihren histologischen Merkmalen.

Seitdem Schwendener in seinem classischen Werke über „das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen“⁴⁾ zum erstenmale nachgewiesen hatte, dass die lang gestreckten und stark verdickten Bastfasern in dem Pflanzenkörper allein mechanischen Zwecken dienen und als ein besonderes Gewebesystem den übrigen Gewebesystemen gegenüber gestellt werden muss, sind

1) Dodge, l.c. p. 35.

2) Ebenda. p. 154.

3) Ebenda. p. 327.

4) Leipzig. 1874.

unsere diesbezüglichen Kenntnisse Dank den weiteren Forschungen mehrerer Autoren insbesondere von Haberlandt¹⁾ bedeutend bereichert worden.

Während wir im vorliegenden Kapitel die Anordnung der Bastzellen von der Schwendener-Haberlandt'schen Grundlage aus zu betrachten versuchten, so wird doch auch das De Bary'sche topographische System²⁾ nicht ausser Acht gelassen und genügend berücksichtigt.

1. MONOCOTYLEN.

a. CYLINDRISCHE ORGANE.

1) *Bambusa stenostachia*. (Fig. 2-4.)

Das mechanische Gewebe des Halmes von *Bambusa*-arten ist nach Schwendener's 14. Typus³⁾ angeordnet.

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.7-2.8 mm, und die Breite 7-25 μ . Die Dicke einer und derselben Faser nimmt von den Enden nach der Mitte allmählich zu. Man kann hier zweierlei Fasern unterscheiden, nämlich dick- und dünnwandige. Bei den ersteren scheint das Lumen in der Längsansicht nur als eine dunkle Linie oder ein etwas breiterer Streif; und die Zellenden sind schmal und stumpf. Bei den letzteren, d. h. dünnwandigen Bastzellen dagegen sind die Enden breiter und weitleumig. Die Wanddicke ist verschieden; zuweilen tritt eine dünne Querwand auf, welche selten von einem Tüpfelkanal durchzogen ist. Die

1) G. Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems, 1879.

2) De Bary, Vergleichende Anatomie. 1877.

3) Schwendener, *l.c.* p. 65.

kleinen ovalen Porenkanäle durchsetzen die ganze Länge der Wandung.

In den Querschnitten unterscheiden wir ebenfalls zwei Formen, die eine ist dünn-, die andere dickwandig. Die ersteren sind rund und gross im Umriss, dagegen die zweiten polygonal mit abgerundeten Ecken, oder ganz rund und kleinzellig. Die dünnwandigen Zellen kommen in Gruppen mit deutlichen intercellularen Räumen vor.

Jodlösung färbt die Bastzellen gelb, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure grünlich. Phloroglucin-Salzsäure färbt die Bastzellen kirschroth. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzellen grünlich und bringt sie zur Aufquellung. Millon'sches Reagens färbt die Wandung ziegelroth.

2) *Oryza sativa*. (Fig. 1, 5, und 6.)

Die Diagnose¹⁾ Schwendener's über die Anordnung des Bastes von Gramineen trifft nicht bei *Oryza sativa* zu, weil, wie von ihm²⁾ gezeigt wurde, man bei der letzteren einen continuierlichen subepidermalen Bastring findet, welcher die kleinen Mestomen der äussersten Reihen umschliesst, und selten mit einigen der tiefer liegenden Gefässbündel verwachsen ist. Die meisten der letzteren sind etwas tiefer ins Mark vergeschoben in gleichen Abständen sowohl von der Oberfläche als auch von einander. Obgleich die Internodiumtheile von den Blattscheiden nicht umhüllt sind, zeigen die Querschnitte derselben auch den subepidermalen Bastring, mit welchem die tiefer liegenden Mestomen verwachsen sind. Auf Grund dieser Merkmale sollte *Oryza sativa* als eine besondere

1) Schwendener, l.c. p. 60.

2) Ebenda. p. 106.

Klasse von den übrigen Gramineen unterschieden werden, und zwar mit folgender Diagnose:—

Ein subepidermaler continuierlicher Bastring ist vorhanden; subepidermale Bastrippen fehlen gänzlich. Innere Gefässbündel sind meist in grösserer Anzahl in der peripherischen Zone des Markes reihenförmig angeordnet, und einige oder alle der Bündel sind mit dem Bastring verwachsen.

An den Knoten des Halmes sieht man den subepidermalen Bastring nicht mehr deutlich; er zeigt einen abweichenden Bau. Unter der Epidermis liegt eine dünne Parenchymschicht, welche unmittelbar an den Bastring sich anschliesst. Auf der Innenseite des Bastrings kommen deutliche Mestomanastomosen vor.

Die Länge der Bastzelle beträgt 0.55–1.9 mm, die Breite 4–15 μ . Der Umriss der Bastzellen ist geradlinig, von beiden Enden nach der Mitte in der Breite zunehmend. Die Enden sind schmal oder breit, das Lumen ist theils linienförmig, theils breit und enthält häufig Plasmareste, selten auch Stärkekörnchen. Die Wand ist glatt, meist 1–2 μ dick, und von linksschiefen Porenspalten durchzogen; nicht selten kommen dünne Querwände vor.

Die Querschnitte sind polygonal, manchmal mit abgerundeten Ecken. Das Lumen ist rund oder oval, und die Wand verschieden dick.

Jodlösung giebt eine gelbe Färbung; auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird sie grünlich. Mit Phloroglucin-Salzsäure werden die Bastzellen in den Knoten intensiv, aber in Internodien schwach oder nie roth gefärbt. Von der Wachstumszone der Internodien aus nach vorliegenden Knoten aufwärts, nimmt die Holzreaktion der Bastzellen allmählich zu; auch auf den Querschnitten des Halmes sind die Bastzellen um die Gefässbündel in der Verholzung mehr fortgeschritten. Kupferoxydammoniak ruft

geringe Aufquellung hervor und färbt grünlich; die Bastzellen in den Knoten sind schwächer quellbar als in den Internodien. Die Millon'sche Reaktion wurde auch bei der Wandung constatirt.

3) *Pandanus odoratissimus*. (Fig. 7 und 8.)

Was die Anordnung der mechanischen Elemente in der kurzen Stutzwurzel von *Pandanus odoratissimus* betrifft, so ist sie bereits von Schwendener¹⁾ genau beschrieben.

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.75–2.15 mm, und die Breite 15–25 μ . Die Breite an einer und derselben Zelle von den Enden nach der Mitte nimmt allmählich zu, aber zuweilen ist der Umriss wellig. Die Wand ist 3–5 μ dick, von linksschiefen Porenspalten durchzogen. Das Lumen scheint ziemlich breit, selten findet sich eine dünne Querwand. Die Enden sind breit, etwas verdickt, wo das Lumen noch deutlich sichtbar ist.

Die Querschnitte sind polygonal, geradlinig begrenzt, mit scharfen Ecken. Die Wand ist gleichmässig verdickt, und das Lumen rund oder oval gestaltet.

Jodlösung färbt die Bastzellen gelb, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure grünlich. Phloroglucin-Salzsäure giebt bei einigen Bastzellen intensive Rothfärbung, bei anderen ist aber die Reaktion eine nur eben sichtbare. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzellen bläulich, ohne sie jedoch aufzuquellen.

b. BILATERALE ORGANE.

1) *Musa sapientum*, var. *liukiuensis*. (Fig. 14 und 15.)

Der Bast in dem Blattstiel von *Musa sapientum*, var. *liukiuensis* ist nach Schwendener's II System¹⁾ angeordnet.

Die Länge der Bastzellen beträgt 2.65–6.4 mm, meist 3–5.5

¹⁾Schwendener, l.c. p. 81.

mm, und die Breite 18–31 μ . Die Bastzellen sind gleichmässig dick, glatt, mit geringer Wanddicke und haben ein grosses und deutliches Zelllumen, welches nur Spuren von Plasmaresten enthält und selten mit dünnen Querwänden versehen ist. Die Enden sind meist gespitzt.

Die Querschnitte sind polygonal mit stark abgerundeten Ecken, und schliessen meist dicht aneinander. Das Lumen ist gross, rund; die Wandung beträgt nur 1–4 μ .

Mit Jodlösung werden die Bastzellen gelbbräunlich gefärbt, und auf folgendem Zusatz von Schwefelsäure gelb. Durch Phloroglucin-Salzsäure werden sie roth gefärbt. Kupferoxydammoniak färbt die Zellen bläulich und lässt unbedeutend aufquellen. Die Millon'sche Reaktion wird an der Wandung deutlich erhalten.

2) *Agave americana*. (Fig. 9 und 10.)

Der Bast ist an den Blättern von *Agave americana* wie der vorigen Art nach Schwendener's II System angeordnet.

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.7–1.9 mm, und die Breite 20–40 μ . Sie sind dünnwandig, glatt, von den Enden nach der Mitte merklich breiter; stellenweise erscheinen ihre Grenzen durch Anlagerung von umgebenden Parenchymzellen wellenförmig gestaltet. Die Enden sind ausgezogen, und das Lumen ist mehrmals breiter als die Wandung, mit allmählich schmaler werdenden Extremitäten; die Wand ist sehr dünn und von einem System der linksschiefen Porenspalten durchzogen.

Die Querschnitte sind polygonal, geradlinig begrenzt, mit scharfen Ecken dicht aneinander schliessend. Das Lumen scheint rund oder oval, selten etwas eckig, und die Wand ist dicker als bei *Musa*-fasern.

Jodlösung färbt die Bastzellen gelb, und auf weiterem Zusatz

von Schwefelsäure grünlich. Alle Holzreagentien geben die charakteristischen Färbungen. Kupferoxydammoniak bringt die Bastzellen zu geringer Aufquellung und färbt sie bläulich.

3) *Alpinia nutans*. (Fig. 11–13.)

Die Blattscheide von *Alpinia nutans* ist ebenfalls nach Schwendener's II System gebaut. Futterer¹⁾ stellte bereits die Anordnung des Bastes in der Blattscheide fest; ich hatte es deshalb für unnöthig, hier auf weitere Beschreibung einzugehen.

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.6–2.7 mm, die Breite 10–25 μ . Die Bastzellen sind an beiden Enden schmal ausgezogen, aber die Enden selbst sind nicht scharf spitzig, sondern etwas abgerundet und verdickt. Die Wand ist 3–5 μ dick und führt eine Reihe von Längsspalten. Stellenweise erscheint die Zellcontour wellenförmig gestaltet. Das Lumen ist meist breit und enthält oft kernhaltige Plasmamasse.

Die Querschnitte sind polygonal mit etwas abgerundeten Ecken. Das Lumen ist breit, rundlich oder oval, und ist die Wand sehr dünn, oder mässig dick.

Jodlösung färbt die Bastzellen gelblich, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure grünlich. Phloroglucin-Salzsäure färbt sie roth und Kupferoxydammoniak grünlich, ohne sie jedoch im mindesten aufzuquellen. Die Millon'sche Reaction wurde bei der Wand deutlich constatirt.

2. DICOTYLEN.

a. BASTBILDUNG IN EINFACHER RINGLAGE.

Diese Gruppe bildet einen förmlichen Bastring, der höchstens

1) W. Futterer, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Zingiberaceæ. Bot. Centralblatt. Bd. LXVIII. 1896. p. 429.

an einzelnen Stellen kleine Unterbrechungen zeigt, so dass die Bastzellen vereinzelt oder in kleinen Gruppen auftreten. Durch ausserordentliche Querschnittgrösse zeichnen die Bastzellen sich aus. Hieher gehören:—

Boehmeria spicata, *Urtica Thunbergiana*, *Linum usitatissimum*, *Celastrus articulatus*.

1) *Boehmeria spicata*. (Fig. 42–44.)

Die Länge der Bastzelle beträgt 7–26 mm, und die Breite 11–72 μ . Man kann zweierlei Bastzellen unterscheiden, eine mit localen Erweiterungen¹⁾, andere ohne solche. Die Wand ist glatt oder deutlich gestreift, und manchmal zeigen die Bastzellen ungleichmässige Verdickung, so dass das Lumen also verschieden breit ist, und zuweilen ganz verschwindet. Sie enthalten Plasma mit vielen Stärkekörnchen, und treten auch Querwände auf, welche von seitlichen Zellwänden nicht unterbrochen sind. Die Enden sind schmal ausgezogen und etwas abgerundet.

Das Zelllumen der Bastzellen, welche die oben erwähnten localen Erweiterungen besitzen, ist anfangs selbstverständlich noch ununterbrochen. Früher oder später kommen aber bei den erweiterten Partien manchmal Einkapselungen des Plasmas durch die Wandlamellen zu Stande, welche also das vorhandene Plasma von den alten Zelllumen völlig abschliessen.

Die Dicke der alten Wandlamelle ist bei den erweiterten Stellen dünner als bei den nicht erweiterten. Folgende Messungen zeigen diese Verhältnisse.

1) G. Krabbe, Ein Beitrag zur Kenntniss der Struktur und des Wachsthum der vegetabilischen Zellhäute. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVIII. 1887. p. 346 Er nennt eine Anzahl local erweiterter Bastzellen, aber er erwähnte *B. spicata* nicht.

	Erweiterte Zellregionen.		Nicht erweiterte Zellregionen.	
	Durchmesser.	Dicke der alten Wandlamelle.	Durchmesser.	Dicke der alten Wandlamelle.
1	50 μ .	5 μ .	18 μ .	8 μ .
2	72 „	4 „	18 „	8 „
3	55 „	5 „	15 „	5 „
4	48 „	7 „	25 „	10 „
5	48 „	5 „	24 „	8 „
6	32 „	4 „	17 „	7 „
7	38 „	4 „	19 „	5 „
8	40 „	3 „	11 „	4 „
9	60 „	6 „	20 „	7 „
10	62 „	4 „	14 „	6 „
	50.5 μ .	4.7 μ .	18.1 μ .	6.8 μ .

Die Querschnitte sind polygonal mit abgerundeten Ecken, oder rundlich. Die Wand ist deutlich geschichtet, und in der Dicke wechselnd. Das Lumen ist meist breit, und mit Inhaltmasse gefüllt.

Jodlösung färbt die Bastzellen braunroth, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird die Färbung himmelblau. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzellen blau und bringt sie schliesslich zur Auflösung. Holzreagentien geben gar keine Reaktion:

2) *Urtica Thunbergiana*. (Fig. 57 und 58.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 5–60 mm, die Breite 20–63 μ . Die Breite an einer und derselben Zelle ist ungleichmässig, an den einen Partien schmal, an den anderen bandförmig. Die Bastzellen sind deutlich gestreift und Verschiebungen kommen häufig vor. Das Lumen ist breit und enthält körnige Plasmamassen; die Enden sind schmal, abgerundet, etwas dickwandig und häufig verzweigt.

Die Querschnitte sind polygonal mit abgerundeten Ecken, oder oval abgeplattet. Die Wand ist deutlich geschichtet und die Schichten sind manchmal radial gestreift. Das Lumen ist oval oder abgeplattet.

Jodlösung färbt die Bastzellen braunroth, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure himmelblau. Durch Kupferoxydammoniak werden sie blau gefärbt, und nach starker Aufquellung schliesslich gelöst, mit Ausnahme des inneren Häutchens, welches spiralig gestreift wird.

3) *Linum usitatissimum*. (Fig. 19 und 20.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 14–85 μ , die Breite 18–25 μ , meist 20 μ . Die Bastzellen sind sehr regelmässig gestaltet, in Breite von den Enden nach der Mitte allmählich zunehmend. Die Enden sind konisch zugespitzt, selten stumpf. Das Lumen ist meist zu einer dunklen Linie reduciert, jedoch es kommen Erweiterungen des Lumens, in welchem der Plasmakörper häufig eingekapselt liegt, nicht selten vor. Der Plasmakörper enthält viele Zellkerne und Stärkekörnchen. Die Wand ist längsstreifig und mit Verschiebungslinien versehen.

Die Querschnitte sind rundlich, selten etwas eckig. Das Lumen ist klein, oft punktförmig und mit Plasmamassen gefüllt. Die Wand ist deutlich geschichtet.

Jodlösung färbt die Bastzellen bräunlich, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird die Färbung himmelblau. Durch Kupferoxydammoniak wird die Zellwand zuerst stark aufgequollen, und dann gerade oder schief parallel gestreift. Während die Zellwand nach kurzer Zeit allmählich gelöst wird, bleibt die Innenhaut als dünner, geradgestreckter oder wellig gebogener, selten spiraliger

Schlauch zurück.¹⁾ Holzreagentien geben keine Reaktion.

4) *Celastrus articulatus*. (Fig. 37–39.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 20–70 μ m, und die Breite 80–135 μ m. Sie sind tangential abgeplattet und weitleumig. Auf den tangentialen Schnitten des Stammes scheinen die Bastzellen weitleumig zu sein, wogegen sie auf den radialen Schnitten mit schmalen dunkellinieförmigen Lumen versehen sind. Auf den Längswänden der Bastzellen kommen zwei Streifungssysteme vor, welche zur Längsachse in einem scharfen Winkel geneigt sind. Die Bastzellen besitzen deutliche Verschiebungen und Porenspalten. Die Enden sind schmal ausgezogen, und an der tangentialen Ansicht erscheinen sie stumpf, wo die Zellwand etwas verdickt ist. Das Lumen ist breit und abgeplattet, es enthält noch eine reichliche Menge von desorganisierten Plasmamassen.

Die Querschnitte sind meist unregelmässig, breit oder abgeplattet. Das Lumen ist auch breit und enthält manchmal gelbe Plasmareste. Die Zellwand ist dick, geschichtet, und von vielen Porenkanälen durchzogen.

Jodlösung färbt die Bastzellen braunroth, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird diese Färbung himmelblau. Behandelt man die Bastzellen mit Kupferoxydammoniak, so tritt sich Lösung der Zellmembran sofort ein und am Ende trennt die Innenhaut als spiralig gestreifter Schlauch ab. Die letztere wird mit den in die Porenkanäle der Wand eingelagerten Partien freigelegt.

1) Vergl. Wiesner, Technische Mikroskopie 1867. p. 108.; Rohstoffe, 1873. p. 371 und Die mikroskopische Untersuchung des Papiers. 1887. p. 28. u. s. w.

Eine ähnliche Thatsache hatte Wiesner¹⁾ bei den Bastzellen der Maispflanze einmal constatirt.

b) BASTBILDUNG SOWOHL AN DER AUSSENGRENZE DER
PRIMAREN STRÄNGE ALS AUCH IM INNEREN DES
SEKUNDARBASTES.

Der relativen Menge und Vertheilung der späteren Fasern zufolge können dieselbe wie folgt eingetheilt werden.

a)²⁾ Einfache Ringlage der Bastbündel im ersten Jahre und später bloss einzelne zerstreute oder in kleiner Gruppe auftretende Bastzellen. Der erste Bast besteht aus einem in zahlreiche Bündel aufgelösten Ring; zwischen je zwei Gruppen verläuft alsdann meist ein Rindenstrahl radial nach aussen oder er stellt mit den benachbarten Sclereiden³⁾ oder ihren Gruppen eine Verbindung her.—i. e. Tschirch's „Gemischter Ring“⁴⁾ (*Pueraria Thunbergiana*, *Wistaria chinensis*). Hieher gehören:—

Boehmeria nivea, *Ulmus montana*, var. *laciniata*, *Pueraria Thunbergiana*, *Wistaria chinensis*.

1) *Boehmeria nivea*. (Fig. 40 und 41.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 12.3–24.5 mm, eine für Bastzellen beispieldlose Grösse⁵⁾. Die Breite misst 40–90 μ , meist etwa 50 μ , und wird nach beiden Enden allmählich schmaler, die Enden selbst sind abgerundet. Bei einigen Zellen ist das Zellumen stellenweise ausgefüllt, so dass eine scheinbare Querwand ent-

1) Wiesner, Mikroskopische Untersuchungen der Maisliche und der Maisfaserprodukte. Besonderer Abdruck aus Dingler's Polyt. Journal I. Februarheft 1865, Bd. CLXXV. p. 11.

2) Schwendener, *l.c.* p. 145.

3) A. Tschirch, Beiträge zur Kenntniss des mechan. Gewebesystems der Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVI. 1885. p. 303.

4) Ebenda. p. 318.

5) Diese Thatsache stimmt mit den bisherigen Angaben ein.

steht. Längsstreifungen und Verschiebungen kommen deutlich vor. Die Wand ist 15–30 μ verdickt und das Lumen enthält desorganisierte Inhaltmasse.

Die Querschnittform ist polygonal, mit abgerundeten Ecken. Die Wand ist sehr deutlich geschichtet und das Lumen breit.

Jodlösung färbt die Bastzellen bräunlich; auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird die Färbung blau, grün oder gelblich. Bei einigen Zellen rufen die Holzreagentien die charakteristischen Färbungen vor¹⁾. In Kupferoxydammoniak quellen die Bastzellen enorm auf, ohne sich jedoch völlig aufzulösen.

2) *Ulmus montana*, var. *laciniata*. (Fig. 31 und 32.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 1.5–7.5 mm, die Breite 10–20 μ . Die Bastzellen sind sehr dickwandig und deutlich aus zwei Schichten konstruiert. Die äussere Schicht scheint manchmal von der inneren abgetrennt zu sein. Auch bei den künstlich zerquetschten Bastzellen zeigen sich oft die spiraligen Streifungen der äusseren Schicht, die zuweilen ganz abgeworfen ist, und Verschiebungen der inneren Schicht. Die Enden sind stumpf, und hier erscheinen zwei deutliche Schichten, manchmal die äussere von der inneren abgetrennt.

Die Querschnittform ist polygonal, dicht aneinanderschliessend. Die Wand ist dick und aus zwei Schichten konstruiert. Das Lumen ist schmal, so dass es nur schwer erkennbar ist.

Jodlösung färbt die Bastzellen bräunlich; auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird die äussere Schicht gelb oder braun, die innere dagegen himmelblau. Die Holzreagentien geben nur mit der äusseren Schicht die charakteristische Färbung. Kupfer-

1) Bei den in Handel kommenden Chinagrass (Nom. Jap. *Karamushi*) findet man nicht mehr die Holzreaktion.

oxydammoniak färbt die Bastzellen bläulich, und bringt sie zu geringer Aufquellung.

3) *Pueraria Thunbergiana*. (Fig. 16–18.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.95–4.20 mm, die Breite 10–22 μ . Sie sind regelmässig gebaut, und verschmälern sich gegen die Enden. Die Enden sind kegelförmig, aber etwas abgerundet, selten verzweigt. Das Lumen ist oft sehr schmal und erscheint nur als eine dunkle Linie, enthält manchmal reichliche desorganisierte Plasmamassen.

Die Querschnittform ist polygonal, manchmal mit etwas abgerundeten Ecken. Die Zellen schliessen sich einander fest an. Die Zellwand besteht aus zwei Schichten, und das Lumen ist verschieden breit, bei einigen Bastzellen erscheint es sogar nur punktförmig.

Jodlösung färbt die Bastzellen braun, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird die äussere Schicht gelb, dagegen die innere himmelblau. Phloroglucin-Salzsäure ruft in der äusseren Schicht die charakteristische Holzreaktion hervor, während sie bei der inneren ganz ausbleibt. Mit Kupferoxydammoniak behandelt quellen die Bastzellen auf, ohne sich jedoch völlig zu lösen. Das innere Haut erscheint als spirallige oder quergestreifte Schläuche.

4) *Wistaria chinensis*. (Fig. 35 und 36.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 1.3–3.7 mm, die Breite 10–20 μ . Die Wand ist, wie bei *Pueraria Thunbergiana*, ganz deutlich in zwei Schichten gesondert. Die Enden sind abgerundet, verdickt und selten verzweigt. Man kann zweierlei Bastzellen unterscheiden, d. h. dick- und dünnwandige. Die ersteren sind

kleinlumig, wogegen die zweiten, nur selten vorkommenden, durch Querwände in eine Anzahl weitleumiger Kammern getheilt sind, in den Kammern findet sich Protoplasma mit Zellkernen. Die Wand ist von Porenspalten durchzogen.

Die Querschnitte sind polygonal, mit abgerundeten Ecken. Die Wand besteht aus zwei Schichten. Das Lumen führt das Plasma und ist meist breiter als bei *Pueraria Thunbergiana*.

Jodlösung färbt die Bastzellen bräunlich mit gelber Umrandung, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird die sekundäre Schicht himmelblau, indem die primäre ganz unverändert bleibt. Jedes Holzreagens giebt die charakteristische Färbung nur mit der äusseren Schicht. Kupferoxydammoniak bringt blaue Färbung hervor und bewirkt Aufquellung der Bastzellwand, wobei das innere Haut ganz ungelöst bleibt.

β ¹⁾ Einfache Ringlage von Bastbündeln in ersten Jahr und noch später stark fortsetzende concentrische Bastbildung.

Nach der relativen Anordnung der benachbarten Stränge auf dem Querschnitte unterscheidet man zwei topographische Hauptformen²⁾.

I. Concentrische Schichten von Bastzellgruppen wechseln mit ebensolchen von Weichbast regelmässig ab, und die beiderlei Schichten von benachbarten Strängen passen annähernd, wenn auch nicht immer ganz genau aufeinander. (*De Bary*). Hieher gehört:—

Vitis Coignetiae.

1) *Vitis Coignetiae*. (Fig. 47–49.)

Die primären und sekundären Bastzellen unterscheiden sich von einander nicht unwesentlich. Die primären Bastzellen sind

1) Schwendener, *l.c.* p. 145.

2) De Bary, *l.c.* p. 542.

weitleumig, länger und nicht so reichlich getüpfelt wie die sekundären.

Die Länge der primären Bastzellen beträgt 1–3 mm, bei den sekundären 0.4–0.95 mm. Die Breite beträgt bei den ersten 25–30 μ , bei den sekundären 10–25 μ , und nimmt von den Enden nach der Mitte allmählich zu. Die Wand ist gleichmässig verdickt, und von linksschiefen Porenspalten durchzogen, aber die letzteren kommen nicht auf den Zellenden vor. Das Lumen erscheint sehr breit, darin kommen 1–4 gerade oder schief gerichtete, dünne unverholzte Querwände vor. Der Umriss ist manchmal wellig contourniert. Die Enden sind schmal, oder abgeplattet, manchmal verzweigt.

Bei den Querschnittformen lassen sich auch zweierlei Arten unterscheiden. Die primären Bastzellen sind gross, polygonal mit abgerundeten Ecken, aber die sekundären oval und tangential abgeplattet. Bei den letzteren treten die Porenspalten auf den tangentialen Wänden reichlicher auf als auf den radialen. Die Wand ist gleichmässig dick und das Lumen oval oder rundlich.

Jodlösung färbt die Bastzellen gelb, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure grünlich. Phloroglucin-Salzsäure giebt die charakteristische Reaktion, aber mit Salzsäure allein werden die Bastzellen auf dem Querschnitte des Stammes von der cambialen Seite aus allmählich roth gefärbt¹⁾. Kupferoxydamoniak färbt die Bastzellen blau, indem sie nur wenig aufquellen.

- **II.** Concentrische, mit Weichbast abwechselnde Faserzonen sind zwar im allgemeinen zu unterscheiden, streckungsweise regelmässig angeordnet, im ganzen jedoch unregelmässig, indem sie sowohl in einzelnen Strängen durch Weichbastelemente unterbrochen als auch in

1) Vergl. A. Tschirch, *l.c.* p. 325. und derselbe, *Angewandte Pflanzenanatomie*. Bd. I. 1889. p. 176.

benachbarten Strängen durch Markstrahlen getrennt und ungleich zahlreich und ungleich vertheilt sind. (*De Bary*).

Diese Anordnung ist bei dem Baste vieler dicotyler Pflanzen die gewöhnlichste, aber mit mannigfachen Modificationen. Hieher gehören:—

Corchorus capsularis, *Tilia cordata*, var. *japonica*, *Abutilon Avicennae*, *Urena lobata*, *Hibiscus syriacus*, *Firminia platanifolia*, *Cannabis sativa*, *Broussonetia kasinoki*, *Edgeworthia papyrifera*, *Wickstroemia sikokianum*, *Daphne pseudo-mezereum*.

1) *Corchorus capsularis*. (Fig. 45 und 46.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.6–6.35 mm, die Breite 13–22 μ . Die Bastzellen sind in ihrem ganzen Verlauf nur wenig unregelmässig. An jeder isolierten Bastzelle findet man die Verengung des Lumens („Der Nichtparallelismus des äusseren und inneren Contours“¹⁾). Stellenweise erscheint das letztere nur als eine dunkle Linie, die aber nie fehlt. Die Enden sind abgerundet und stark verdickt, häufig weitleumig.

Die Querschnitte sind polygonal, geradlinig begrenzt. Die Wand ist verschieden breit, so dass das Lumen verschieden weit erscheint.

Jodlösung färbt die Bastzellen goldgelb, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure dunkelgelb bis braun oder grünlich. Die Holzreagentien geben stets charakteristische Färbung. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzellen bläulich, dann quellen sie etwas auf.

1) Wiesner, Indische Faserpflanzen, Sitzungsberichte d. Wien. Akad. 1870, und Rohstoffe 1873. p. 399.

2) *Tilia cordata*, var. *japonica*. (Fig. 23 und 24.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 1.48–2.4 mm, die Breite 17–23 μ . Die Breite ist an ein und derselben Faser von den Enden nach der Mitte zu allmählich vergrössert. Die Enden sind scharf oder unregelmässig, und erscheint das Lumen als eine dunkle Linie. Die Wand ist stark verdickt, und stellenweise erscheint ihre Umriss wellenförmig gestaltet. Sie ist auch von reihenweise angeordneten Porenspalten durchzogen.

Die Querschnittform ist polygonal. Die Zellen sind mit einander fest verbunden, und von den breiten Mittellamellen umhüllt. Das Lumen ist punktförmig oder etwas weiter.

Jodlösung färbt die Bastzellen goldgelb. Diese Farbe ändert sich bei weiterem Zusatz von Schwefelsäure in schmutzigbraun und schliesslich in grünlichblau. Jedes Holzreagens giebt die charakteristische Färbung; auch beim blossen Zusatz von Salzsäure färben sich auf dem Querschnitte des Stammes die Bastzellen deutlich roth. In Kupferoxydammoniak quellen sie unter Bläuung etwas auf; das innere Haut tritt dann sehr deutlich hervor, und die sekundäre Verdickungsschicht lässt schöne Lamellenstruktur erkennen.

3) *Firminia platanifolia*. (Fig. 27 und 28.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 1.5–3.0 mm, die Breite 15–20 μ . In der Längsansicht scheint die Dicke an einer und derselben Bastzelle ziemlich gleichmässig zu sein, aber häufig kommt dieselbe mit vielen Auswüchsen der Wand vor. Die Wand ist sehr dick und von rundlichen Porenkanälen durchzogen; das Lumen erscheint als eine dunkle Linie, und fehlt manchmal ganz. Die mittleren Partien der Bastzellen zeigen selten etwas Anschwellung des Lumens, wo die Zellwände relativ

schwächer verdickt als in die übrigen Stellen. Die Enden sind stets dickwandig, scharf oder etwas abgerundet, manchmal mit Abzweigungen.

Auf dem Querschnitte kommen die Bastzellen in Gruppen vor. Sie sind polygonal, mit etwas abgerundeten Ecken. Die Mittellamelle ist breit, und das Lumen sehr schmal, punktförmig oder etwas weiter.

Jodlösung färbt die Bastzellen goldgelb. Auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure werden sie gelbgrün oder blaugrün mit gelber Umrandung, oder bräunlich gefärbt. Jedes Holzreagens giebt die charakteristische Färbung. In Kupferoxydammoniak quillt jede Bastzelle nur schwach unter starker Bläuung auf.

4) *Abutilon Avicennæ*. (Fig. 29 und 30.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 1–2.1 mm, die Breite 8–37 μ . Die Breite der Bastzellen nimmt von den Enden nach den Mittelpartien ungleichmässig zu. Das Lumen ist sehr breit, aber verengert sich an manchen Stellen, oft bis zum gänzlichen Verschwinden. Die Enden sind meist etwas abgerundet und verdickt, doch ist das Lumen noch deutlich sichtbar.

Die Querschnitte sind polygonal und geradlinig begrenzt oder manchmal etwas abgerundet. Das Lumen ist breit und abgerundet polygonal. Im allgemeinen sind die Querschnitte grösser als die von *Corchorus capsularis*.

Jodlösung färbt die Bastzellen gelblich, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure dunkelgelb bis braun. Alle Holzreagentien liefern die charakteristischen Färbungen. Durch Kupferoxydammoniak werden die Bastzellen anfangs blaugrünlich gefärbt und später zu enormer Aufquellung gebracht.

5) *Urena lobata*. (Fig. 33 und 34.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.75–2.43 mm, die Breite 14–26 μ . Die Verdickung der Wände einer und derselben Bastzelle ist ungleichmässig, und kommen Verengung und Verschwinden des Lumens oft vor. Selten findet man Porenkanäle in der Wandung. Die Enden sind stumpf, etwas verdickt, nicht auffallend breit, und selten verzweigt. Das Lumen ist meist schmal, seltener breit, und stellenweise verschwindet es gänzlich¹⁾.

Die Querschnitte sind polygonal, mit scharfen oder abgerundeten Ecken und zeigen eine deutliche breite Mittellamelle. Das Lumen ist sehr schmal, oft punktförmig.

Jodlösung färbt die Bastzellen goldgelb; auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure wird diese Farbe kaum verändert. Alle Holzreagentien liefern mit Bastzellen die charakteristische Färbung. Kupferoxydammoniak färbt die Zellen ohne Aufquellung blau.

6) *Hibiscus syriacus*. (Fig. 25 und 26.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 0.6–1.7 mm, die Breite 12–35 μ . Die Bastzellen sind durch die Kerben und Geschlängel²⁾ an der Wandung unregelmässig gestaltet. Die Wand ist dünn und von Porenspalten durchzogen. Das Lumen ist weit, selten mit Verengungen. Die Enden sind schmal ausgezogen, nicht besonders weitleumig, aber häufig verzweigt. In den Bastzellen kommen häufig Fetttröpfchen vor.

Die Querschnitte sind polygonal, geradlinig begrenzt, und an den Ecken etwas abgerundet. Die Mittellamelle ist breit, ebenso das Lumen polygonal mit abgerundeten Ecken.

1) A. Rosoll (Jahresbericht d. niederösterreichischen Landoberrealschule etc. in Wiener Neustadt. 1894.) sagt, dass die Enden der Bastzellen von *Urena lobata* scharf sind, und dass ein Verschwinden des Lumens nie vorkommt; doch diese Angaben stimmen mit meiner Untersuchung nicht.

2) Vétillard, Etude sur les fibres végétales textiles. 1876. (Citiert in Dodge, l.c. p. 191.)

Jodlösung färbt die Bastzellen goldgelb, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure ändert sich die Farbe in grünlich. Die Holzreagentien liefern mit den Bastzellen die charakteristische Reaktion. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzellen unter geringer Aufquellung blau.

7) *Cannabis sativa*. (Fig. 53–56.)

Die Länge der Bastzellen beträgt 7–50 mm, die Breite 10–35 μ . Die Bastzelle nimmt von den Enden nach der Mitteltheil allmählich, aber unregelmässig in der Breite zu. Das Lumen ist breit, plasmahaltig mit vielen Kernen, und wird nach den Enden hin allmählich verschmälert. Längsstreifungen und deutliche Verschiebungslinien kommen auf der Wand vor, um welche das Stückchen der Umrandungslamelle oft gehängt ist. Die Enden sind meist abgerundet, sehr dickwandig, manchmal mit seitlichen Verzweigungen¹⁾.

Die Querschnitte sind polygonal, aber die Ecken abgerundet. Sie schliessen sich an einander stets dicht an. Die Mittellamelle ist sehr breit, die Wand deutlich geschichtet. Das Lumen ist schmal, linienförmig, einfach oder unregelmässig verzweigt.

Jodlösung färbt die Bastzellen bräunlich; auf Zusatz von Schwefelsäure wird diese Färbung himmelblau mit einer gelben Umrandung. Die Holzreagentien geben die charakteristische Färbung nur auf der Umrangungsschicht. Trotz der grösseren Breite

1) Das Vorkommen der gabeligen Enden bei den Bastzellen von *Cannabis sativa* wurde schon von vielen Forschern beobachtet: vergl. Schacht, Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe. 1852. p. 26.; Schlesinger, Examen microscopique et microchimique des fibres textiles. 1875. p. 19.; Focke, Mikroskopische Untersuchungen der bekannteren Gespinnstfasern etc. Archiv. d. Pharmacie. 1886. p. 19.; Höhnel, Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. 1887. p. 36.; und Wiesner, Die Mikroskopische Untersuchung des Papiers etc. 1887. p. 29.

der primären Bastzellen, ist die Mittellamella derselben dünner als die der sekundären. Durch Kupferoxydammoniak werden die Bastzellmembranen blau oder blaugrün gefärbt und quellen enorm auf, zugleich erscheint auf der Wand eine deutliche schiefe Parallelstreifung. Das Innenhäutchen tritt hierbei als spiralig oder quer gestreifter Schlauch auf, welcher breiter als bei der Bastzelle von *Linum usitatissimum* ist. Wenn aber die äussere verholzte Schicht von der inneren abgetrennt wird, so wird die letztere von Kupferoxydammoniak ganz aufgelöst, während die äussere Schicht zurückbleibt¹⁾.

8) *Broussonetia kasinoki* (Fig. 21 und 22.) und *B. papyrifera*.

Die Bastzellen von *Broussonetia kasinoki* sind mit einander locker verbunden, und sind ohne Mazerierung leicht zu isolieren. Die Länge beträgt 1.51–10 mm, die Breite 10–34 μ . Die Bastzellen sind mit vielen deutlichen Verschiebungen versehen. Man kann zweierlei Zellen²⁾ unterscheiden, dicke und dünne. Einige der Bastzellen sind dickwandig, und die anderen oft bandförmig flach. Das Lumen ist bei den ersteren linienförmig, und bei den letzteren in der Längsansicht schwer zu erkennen. Bei den bandförmigen Zellen scheinen die Enden breit und abgerundet, bei den dickwandigen schmälern dagegen scharf. Die Breite der Bastzelle nimmt von den Enden nach der Mitte gleichmässig zu. Sie erscheinen im Längsverlaufe häufig von einer lockeren dünnwandigen Scheide umschlossen, welche manchmal abgeworfen

1) Vergl. Wiesner, Technische Mikroskopie. 1867. p. 111.; Rohstoffe. 1873. p. 376 und Die mikroskopische Untersuchung des Papiers. 1887. p. 28. u. s. w.

2) Höhnel (l.c. 1887. p. 47.) hat zuerst die zweierlei Bastfaserformen von *Broussonetia papyrifera* unterschieden.

wird. Verzweigte Zellenden kommen häufig vor, die Zweige sind oft mehrmals verästelt.

Die Querschnitte der Faserbündel sind auch von zweierlei Formen. Die eine besteht aus grossen, abgerundeten oder unregelmässigen Formen; die anderen sind wenig in Zahl, dickwandig und polygonal mit abgerundeten Ecken oder sogar abgerundet contouriert. Alle Querschnitte zeigen die aus reiner Cellulose bestehenden Schichten. Die sekundären Verdickungsschichten sind oft von der primären (i.e. dünnwandigen Scheide) abgetrennt. Das Lumen erscheint breit, abgeplattet oder punktförmig.

Jodlösung färbt die Bastzellen rothbraun mit dunkler gefärbten Verschiebungslinien, und auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure geht diese Farbe in himmelblau über. Die Holzreagentien geben keine Reaktion. Durch Kupferoxydammoniak werden die Bastzellen sofort in Lösung gebracht.

ANHANG. Die Bastzellen von *Broussonetia papyrifera* lassen sich von denen aus *B. kasinoki* schwer unterscheiden. Ihre Länge beträgt 5.5–11 mm, und die Breite 10–35 μ .

9) *Edgeworthia papyrifera*. (Fig. 50–52.)

Die Bastzellen verbinden sich locker und sind sehr leicht isolierbar. Die Länge beträgt 0.7–4.5 mm, die Breite 14–31 μ . Der Umriss der Bastzellen ist höchst variabel¹⁾. Eine continuierliche Dickenzunahme von den Enden nach dem Mitteltheil sieht man niemals und fast an jeder Zelle treten plötzliche

1) Dasselbe Verhältniss wurde schon von K. Supprian (Beiträge z. Kenntniss der Thymeliaceae und Peneaceae. Engler's Bot. Jahrb. Bd. XVIII. 1894. p. 313.) und H. Solereder (Systematische Anatomie der Dicotyledonen. 1899. p. 812.) bei den Bastzellen von Thymeliaceen beobachtet.

Erweiterungen, Verengerungen und noch Wellungen auf. In allgemeinen aber haben die meisten Bastzellen überwiegend schmale Enden und breite Mitteltheile, und enthalten in ihren breiten Lumen nur Spuren von körnig auftretenden Plasmamassen. Die Zellenden sind meist abgerundet, häufig verzweigt, mit dicker Wandung und etwas erweiterten Lumen. Selten kommen spindelförmige Bastzellen, welche kurz und breit sind, vor; bei solchen Zellen erscheint das Lumen schmal und fast gleichmässig weit. Aber an den meisten Bastzellen läuft die äussere Contour der Wandung der inneren nicht parallel. Hierzu tritt aber noch die Eigenthümlichkeit, dass an einzelnen Stellen der Zelle das Lumen ganz verschwindet. Hin und wieder erkennt man kleine Tüpfelspalten.

Die Querschnitte sind rund, mit verschieden breitem Lumen. Die Wand zeigt keine Schichtenstruktur.

Jodlösung färbt die Bastzellen goldgelb. Auf weiterem Zusatz von Schwefelsäure bleibt diese Färbung unverändert, aber nur einige werden bläulich gefärbt. Die Holzreagentien geben bei einigen die charakteristische Färbung, während andere nur schwach verändert werden¹⁾. Durch Chlorzinkjod kommen zuerst intensiver gefärbte Querstreifungen unregelmässig angeordnet vor. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzellen sofort unter starker Aufquellung blau, und zeigen dabei manchmal angeschwollene Partien, die durch Knoten von einander abgetrennt werden.

10) *Wickstroemia sikokianum*.

Die Bastzellen verbinden sich locker; die Länge beträgt 2.5–5.3 mm, und die Breite 10–30 μ . Morphologische und

¹⁾ Bei den Handelsmaterialien findet man die Holzreaktion der Bastzellen von Thymeliaceenarten nicht mehr.

chemische Eigenschaften lassen sich bei den Bastzellen von *Wickstroemia sikokianum* nicht deutlich unterscheiden, doch sind sie im allgemeinen dünnwandiger und grosslumiger als bei *Edgeworthia papyrifera*, und haben selten Verengerungen.

11) *Daphne pseudomezereum*.

Die morphologischen und chemischen Eigenschaften der Bastzellen bieten kein besonderes Interesse. Die Länge beträgt 1.3–6.2 mm, die Breite 10–25 μ . Die primären Bastzellen sind rundlicher und regelmässiger als bei sekundären gestaltet.

III. Einiges ueber physikalische und chemische Eigenschaften der Bastzellen.

In diesem Kapitel will ich mich mit einigen merkwürdigen Eigenschaften der Bastzellmembranen, i.e. Verschiebungen, Lignin- und Eiweissreaktionen beschäftigen.

1. Ueber die „Verschiebungen“ der Bastzellen im Sinne v. Höhnel's.

An der Wandung der Bastzellen fand Reissek¹⁾ häufig eigenartige Knoten und Querstreifen, von welchen er die ersteren für eine von umgebenden Elementen hervorgebrachte Bildung hielt und die letzteren für kleine Querspalten und Hohlräume, welche die Verdickungsschichten durchsetzen. Aber die ähnlichen Streifen, die sehr oft an den verarbeiteten Fasern vorkommen, hat

1) Reissek, Die Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und Baumwolle. (Aus dem IV Bände d. Denkschrift d. Mathem.-Naturw. Klasse d. Kais. Akad. d. Wissenschaft. 1852. p. 12).

er für eine von mechanischen Ursachen hervorgebrachte Erscheinung gehalten. Nachher untersuchte Vétillard¹⁾ die „Verschiebungen“ im Sinne von Höhnel's (=plis de flexion), doch bleibt nach ihm die wirkliche Ursache noch unaufgeklärt. Höhnel²⁾ hat die Querlinien (Streifen) und Knoten der Bastzellwand „Verschiebungen“ genannt und schliesst er, dass dieselbe nichts anderes sind als Bruchstellen, welche von ungleichmässigem Druck des Pflanzengewebes hervorgebracht wurden. Wiesner³⁾ hielt die Knoten für „Kunstprodukt“, aber es ist nach ihm noch unentschieden ob alle, von Höhnel als „Verschiebungen“ genannten Querlinien, wie der Autor denkt, schon im Pflanzenkörper durch Gewebedruck entstanden sind.

Entgegen der Ansicht Höhnel's schrieb Schwendener⁴⁾ diese Erscheinung nur einer mechanischen Ursache zu, er konnte an gut losgelösten Bastzellen keine Verschiebungen und Risse finden.

Um ein Urtheil darüber zu gewinnen untersuchte ich sowohl die technisch präparierten Bastfasern als auch die Basttheile aus intakten Stammstücke. Zunächst ist zu bemerken, wie schon von Höhnel gezeigt wurde, dass monocotyle Pflanzen keine Verschiebung der Bastzellen zeigen, bei den Dicotylen dagegen kommen die Verschiebungen deutlich an den Bastzellen von Urticaceen (*Boehmeria nivea*⁵⁾, *B. spicata*, *Urtica Thunbergiana*), Moraceen

1) Vétillard, Etudes sur les fibres végétales textiles. 1876.

2) Höhnel, Beiträge zur Pflanzenanatomie und Physiologie. Bot. Ztg. Bd. IV. 1882. p. 621.; Ibid., Ueber den Einfluss des Rindendruckes auf die Beschaffenheit der Bastfasern d. Dicotylen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XV. 1884. p. 311.; und Ibid., Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. 1887. p. 10.

3) Wiesner, Die mikroskopische Untersuchung des Papiers, mit besonderen Berücksichtigung der ältesten oriental und europäischen Papiere. 1887. p. 35.

4) Schwendener, Ueber die Verschiebungen der Bastfasern im Sinne v. Höhnel's Ber. d. D. B. G. Bd. XII. 1894. p. 239.

5) Höhnel, l.c. p. 316.

(*Cannabis sativa*¹⁾, *Broussonetia kasinoki*, *B. papyrifera*²⁾), Linaceen (*Linum usitatissimum*³⁾), Celastraceen (*Celastrus articulatus*) vor.

An den mittelst Mikrotom hergestellten Längsschnitten der Basttheile war die Beziehung der Verschiebungen zu den umgebenden Zellen klar zu sehen. Diejenigen Theile der Bastzellen, welche Parenchymzellen berühren, besitzen die Verschiebungen genau an der Kontaktstelle der letzteren, und dieselben Bilder, die Höhnel in seiner Arbeit angiebt, wurden auch von mir gefunden.

Wie von dem letzt genannten Autor einmal geschah, so untersuchte ich auch von entwicklungsgeschichtlichem Standpunkte aus die Bastzellen. An den jungen, noch dünnwandigen Bastzelle der Dicotylen lässt sich keine Verschiebung nachweisen; dieselbe kommt in den unteren Theilen des Stammes der krautigen Pflanzen häufig vor, während in dem oberen Zweigen nicht oder nur spärlich. Ganz demselben Unterschied begegneten wir bei jungen und alten Zweigen der Bäume, oder bei sekundären und primären Bastzellen. Diese Thatsache erklärt entschieden das nachträgliche Zustandekommen der Erscheinung bei den Bastzellen.

Somit kann ich die Angaben von Höhnel völlig bestätigen und es schliesst „jeden Zweifel darüber aus, dass die Verschiebungen der Bastzellen nichts anderes sind als scharfe Biegungs- oder oft Bruchstellen“ (Höhnel, l.c. p. 325), die von dem ungleichmässigen Druck der umgebenden Elemente hervorgebracht wurden.

Andererseits aber können diese Verschiebungen, wie Reissek, Wiesner und Schwendener untersucht haben, als „Kunst-

1) Höhnel, l.c. p. 316.

2) Ebenda. p. 322.

3) Ebenda. p. 317.

produkt“ leicht hervorgerufen werden. So fand ich in den im Handle befindlichen oder präparierten Bastfasern von *Pueraria Thunbergiana* und *Ulmus montana*, var. *laciniata* die Verschiebungen (Knoten und Querlinien) in der inneren Celluloseschicht der Wandung. Wenn eine Faser von Flachs, Hanf u. a. künstlich gebogen wird, so kommen unregelmässig hervortretende Knickungen mit Querstreifen leicht zu Stande und dies zeigt den Grund warum in verarbeiteten Bastfasern viel häufiger die Verschiebungen vorkommen als bei denselben in lebenden Pflanzen.

Daraus schliessen wir, dass die fraglichen Verschiebungen theils in Folge von Spannungsverhältnissen schon in den lebenden Pflanzen vorhanden, theils aber aus mechanischen Ursachen erst beim Präparieren entstanden sein können.

2. Ueber die Ligninreaktion der Bastzellen.

Die Wände der Bastzellen bestehen aus gewissen Stoffen, worunter die Cellulose und Holzstoff sehr verbreitet vorkommen. Die Verholzung der Bastzellen kommt durch das frühzeitige Entstehen des Holzstoffes in den vorher aus reiner Cellulose zusammengesetzten Membranen zu Stande; doch fehlt sie bei gewissen Bastzellarten gänzlich. Oft in derselben Gattung hat eine Art verholzte Bastzellen, die andere aber nicht, z. B. bei *Boehmeria nivea* sind sie häufig verholzt, dagegen bei *B. spicata* überall unverholzt.

Hinsichtlich der chemischen Eigenschaften des Holzstoffes wurden schon in früherer Zeit viele Untersuchungen angestellt, doch werden recht abweichende Ansichten von verschiedenen Forschern vertreten.

1) Czapek, Ueber die sogenannte Ligninreaktion des Holzes. Sep. Abd. aus Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiol. Chemie. Bd. XXVII. Heft 1 und 2. 1899.

Diese Unklarheit der chemischen Natur des verholzten Membranstoffes wurde in aller neuester Zeit durch die vortreffliche Untersuchung¹⁾ Czapek's beseitigt. Die aus den Holzfeilspähen nach seiner neuen Darstellungsmethode isolierte Substanz giebt die charakteristische Phloroglucinreaktion, und dem chemischen Verhalten nach ist sie ein aromatischer Aldehyd, wofür der Autor den Namen „Hadromal“ vorgeschlagen hat.

Dass die verholzte Membran der Bastzellen das Hadromal enthält, scheint mir ohne Zweifel, und so suchte ich der Czapek'schen Methode folgend nach diesem Stoffe, und zwar in allen Fällen mit gleichem Erfolge. Die Reaktionsfarbe der extrahierten Lösung weicht nach dem Verholzungsgrade der Bastzellen von scharlach bis kirschroth ab.

Da aber diese und andere wichtige Reaktionen mit denselben des Hadromal's ganz übereinstimmten, so glaube ich, dass die extrahierte Substanz mit dem Hadromal Czapek's identisch sei. Auf die qualitativen und quantitativen Bestimmungen des Holzstoffes ging ich jedoch nicht weiter ein; es findet sich das Hadromal zum Theil frei in der verholzten Bastzellmembranen, also in einer durch Zinnchlorür direkt extrahierbaren Form, zum grösseren Theile aber existiert es als ätherartige Verbindung²⁾.

Die von dem Hadromal befreite Bastzellmembran liefert die charakteristische Ligninreaktion nicht mehr, sondern nur deutliche Cellulosereaktion, mit Ausnahme einiger monocotyler Bastzellen, die mit anderen Stoffen imprägniert sind. Ob jedes Fragment einer verholzten Bastzellmembran aber neben Cellulose und Hadromal noch Vanillin, Coniferin u. a. enthält, muss dahin gestellt bleiben.

1) Czapek, *l.c.* 1889.

2) Vergl. Czapek, *l.c.*

3. Zur Eiweissreaktion der Bastzellmembran.

In der vorliegenden Studien hatte ich Gelegenheit bei einigen, von mir untersuchten Bastzellen (*Oryza sativa*, *Bambusa stenostachia*, *Musa sapientum*, var. *liukiensis* und *Alpinia nutans*) die Rothfärbung der Membranen mit Millon's Reagens leicht zu constatieren. Bei anderen monocotylen und allen dicotylen Bastzellen wurde die Reaktion nicht erhalten.

Es ist von Correns¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, „dass die Elemente, deren Membranen am stärksten mit Millon's Reagens reagieren, mit jenen, die das Maximum der Verholzung zeigen, gar nicht identisch sind“. Auch nach meiner Untersuchung zeigen die nicht oder nur schwach verholzten subepidermalen Bastzellen der Internodien von *Oryza sativa* eine ebenso starke Reaktion, als dieselben in den Knoten, welche schon stark verholzt sind. Aehnliches fand ich bei den Rohfasern von *Oryza sativa*, welche keine Holzreaktion zeigen, aber die Rothfärbung mit Millon's Reagens deutlich geben. Halmstücke von *Bambusa stenostachia*, welche mit Zinnchlorür von dem Hadromal befreit waren, gaben noch stark die Millon'sche Reaktion. Auch die Reaktionsfarben des Hadromals und der Bastzellmembran mit Millon's Reagens weichen deutlich von einander ab; bei der ersteren ist sie orangeroth, dagegen bei dem letzteren ziegelroth.

Entwicklungsgeschichtlich habe ich die Bastzellen von *Bambusa stenostachia* verfolgt. In den weissen Zuwachszonen am Grunde junger Halme tritt in den Bastzellmembranen mit Millon's Reagens keine deutliche Färbung ein, während der plasmatische Zellinhalt sich intensiv ziegelroth färbt. Ferner giebt die

1) C. Correns, Ueber die vegetabilische Zellmembran. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVI. 1894. p. 595.

Membran in etwas fortgeschrittenen Stadien stark die Millon'sche Reaktion, doch ist die Verholzung lange noch nicht begonnen.

Diese Thatsachen bestätigten völlig Correns's Ansicht über die Unabhängigkeit der Reaktion von der Verholzung. Was aber die Ursache der genannten Reaktion anbelangt, so hat Wiesner¹⁾ seinerzeit sich vorgestellt, dass sie wohl auf Vorhandensein des Eiweissstoffes beruhe, welcher in jenen Zellwänden enthalten ist, die so lange wachsthumfähig sind. Dagegen betonen Fischer²⁾, Correns³⁾ und Strasburger⁴⁾ dass die Reaktion hier nicht durch Eiweisskörper, sondern durch Tyrosin hervorgebracht wird. Czapek⁵⁾ hielt es wahrscheinlich, dass das von den Membranen der Laub- und Lebermoosen isolierbare „Sphagnol“ auch die Millon'sche Reaktion der Zellwände von Bromeliaceen, *Zea Mays* u. s. w. bedinge.

Vor kurzem fand Shibata⁶⁾ im hiesigen Laboratorium bei den jungen Bastzellen von *Bambusa*-Arten eine reichliche Menge von Tyrosinkrystallen, welche mit der Verdickung der Bastzellen allmählich abnehmen, und sich schliesslich nicht mehr finden lassen. Da er nun nachwies, dass die rothe Reaktion der Membran genau dieselbe Zu- und Abnahme erleidet wie der Gehalt an Tyrosinkrystallen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass die Ursache

1) Wiesner, Untersuchungen über die Organization der vegetabilischen Zellhäute. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. XCIII. 1. 1886; derselbe, Zur Eiweissreaktion und Struktur der Zellmembran, Ber. d. D. B. G. Bd. VI. 1888. p. 33.

2) A. Fischer, Zur Eiweissreaktion der Zellmembran. Ber. d. D. B. G. Bd. V. 1887. p. 423; derselbe, Zur Eiweissreaktion der Membran. Ibid. Bd. VI. 1888. p. 113.

3) Correns, *l.c.* p. 616.

4) E. Strasburger, Die pflanzlichen Zellhäute. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXI. 1898. p. 511.

5) Czapek, Zur Chemie der Zellmembranen bei den Laub- und Lebermoosen. Flora. LXXXVI. 1899. Heft. 4. p. 361.

6) K. Shibata, Beiträge zur Wachstumsgeschichte der Bambusgewächse. Abd. u. d. Jour. of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan. vol. XIII, pt. III. 1900. p. 483.

wenigstens bei Bambusen auf dem Vorhandensein von Tyrosin in der Zellhaut. Damit ist aber nicht ausgeschlossen, dass bei Bastzellen anderer Pflanzenarten andere Substanzen dieselbe Reaktion hervorrufen.

IV. Zur Entwicklungsgeschichte der Bastzelle

Die Untersuchungen¹⁾ Haberlandt's haben es klar gestellt, dass das Bastgewebe sowohl aus jugendlicher Epidermis als auch aus dem Cambium oder Grundparenchym hervorgehen kann. Bei den von mir untersuchten Fällen aber traten die Bastzellen stets aus der Cambiumanlage hervor (Fig. 59). Sie sind zuerst sehr dünnwandig, und werden nachher vergrößert und die Zellecken zeigen dann mehr oder minder deutliche collenchymatische Verdickung²⁾.

Diese Erscheinung, welche auf den Querschnitten sämtlicher Cambiumzellen gleichzeitig vorkommt, wurde seit geraumer Zeit bei den Bastzellen der Monocotylen sowohl wie der Dicotylen ausnahmslos beobachtet.

Bei unseren Bastzellen ist die collenchymatische Verdickung der Bastcambiumzellen in ihren Ecken bei *Cannabis sativa* und *Pueraria Thunbergiana* sehr stark, dagegen bei *Urtica Thunbergiana* und *Bambusa stenostachia* nur schwach ausgeprägt. Die inneren Zellcontouren sind unregelmässig und die ganzen Cambiumstränge tragen ein weiches Aussehen; bei derartigen Bastcambiumzellen fand ich niemals die distinkte stark lichtbrechende innerste Schicht³⁾

1) Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechan. Gewebesystems der Pflanzen. 1879.

2) Schwendener, Das mechanische Princip etc. p. 5; Haberlandt, *l.c.* p. 50.

3) Haberlandt, *l.c.* p. 51.

der collenchymatischen Wandung. Diese Schicht soll nach Haberlandt als die erste Wandlamelle der Bastzelle angelegt sein. Bei den von mir untersuchten Fällen aber scheint dies nicht der Fall zu sein, so vergrössert sich die dünnwandige Bastzelle zuerst in ihrer Breite und erst dann bildet sich eine stärker lichtbrechende, etwas dickwandige aber unregelmässig contourierte Schicht innerhalb der primären Wandschicht.

Die Umwandlung der collenchymatischen Cambiumzellen zu ausgebildeten Bastzellen kommt dadurch zu Stande, dass die obenerwähnte sekundäre Schicht in seiner Steifheit zunimmt, ihre Contour allmählich regelmässiger und die Dicke wächst. Hand in Hand mit dieser Wandverdickung tritt die Resorption der collenchymatischen Wandung ein, welche bis dahin ganz unverholzt bleibt, um sich schliesslich ins Intercellularsubstanz zu verwandeln. In den untersuchten Fällen stellt also die Bastzellwandung in ihrem jüngsten Stadium nicht die innerste Schicht der collenchymatischen Wandung dar, wohl aber eine innerseits derselben von neuem abgelagerte Wandschicht.

Ueber die Art und Weise des Dickenwachsthums der auf diese Weise gebildeten Bastzellen, stimmen die Meinungen früherer Autoren¹⁾ insofern überein, dass die Lamellenablagerung bei dem Process eine wichtige Rolle spielen muss. Ohne aber eine kritische Besprechung diesbezüglicher Litteratur zu unternehmen, sei es mir gestattet in folgendem meine eigenen Untersuchungen anzuführen.

Ich suchte den Eintritt der Verdickung in der Weise zu beobachten, dass ich von dem oberen Internodium nach dem

1) Krabbe, *l.c.*; Haberlandt, *physiologische Pflanzenanatomie*. II Auflage. 1896. p. 36; Strasburger, *Die pflanzlichen Zellhäute*, *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. XXXI. 1898. p. 511: u. s. w.

unteren successiv eine Reihe von Querschnitten machte. Die Durchmusterung derartiger Schnitte ergab folgendes: die dem Vegetationspunkte des Stammes sehr nahe liegenden Internodien enthalten ausschliesslich einschichtige Bastzellen. Untersucht man aber nach unten hin, so verfehlt man nicht, und zwar unweit von den Vegetationspunkten, ein Internodium ausfindig zu machen, in welchem zweierlei Bastzellen so auftreten, dass die oberen Theile derselben nur einschichtige Bastzellen, während die unteren Theile zweischichtige Elemente enthalten. Es ist ferner auffallend, dass die Bastzellen in den unmittelbar darunter liegenden Internodium schon ganz und gar zweischichtig geworden sind.

Unter den von mir untersuchten Objekten mache ich hier besonders auf die Bastzellen von *Pueraria Thunbergiana* und *Cannabis sativa* aufmerksam, da sie eine verholzte äussere und eine unverholzte innere Wandschicht sehr deutlich zeigen; es kommt dabei sehr frühzeitig die Verholzung der primären unregelmässig contourierten Wandung zu Stande, in welcher aber eine neue Ablagerung von Cellulosehäuten successiv folgt, und so wird die ausgebildete Zellwand aus zwei Schichten bestehen. Die Grenze zwischen diesen verholzten und unverholzten Wandschichten lässt sich mit Reagentien von einander klar unterscheiden; bei *Pueraria Thunbergiana* aber vereinigen sich die nachträglich abgelagerten Lamellen zu einer homogenen Schicht, welche mittelst Jod-Schwefelsäure wieder die ursprüngliche Lamellenstruktur anzeigt. Auch bei den Bastzellen von *Corchorus capsularis* habe ich die wiederholten Neubildungen von Cellulosehäutchen constatirt; doch treten in diesem Falle die successiv neugebildeten Zellhäutchen sehr dünn auf, und verschmelzen in dem völlig ausgebildeten Zustande zu einer homogenen verholzten Schicht, wie man es bei *Pueraria Thunbergiana* sieht. Somit ist es zweifelsohne, dass die

Lamellenbildung bei der Verdickung der oben erwähnten Bastzellen stattfindet.

Untersucht man die völlig ausgebildeten Bastzellen von *Boehmeria spicata*, welche mit Erweiterungen des Lumens versehen sind, so findet man häufig die Einkapselung des Plasmas an den betreffenden Stellen, welche durch Cellulosehäutchen in ihren ganzen Umriss umhüllt ist, und ein derartiges Häutchen muss naturgemäss, wie Krabbe¹⁾ meinte, als eine nachträglich abgelagerte Wandschicht aufgefasst werden. Aehnliches tritt im seltenen Falle bei den Bastzellen von *Wistaria chinensis* ein, welche mit unverholzten Wänden in viele, je mit einem Kern versehene Kammern, getheilt sind.

In verschiedenen verholzten Bastzellen ist noch Plasma vorhanden, und in jungen, aber verholzten Bastzellen von *Pueraria Thunbergiana* fand ich sogar ziemlich grosse Stärkekörnchen. Die Verholzung der Membran beginnt sehr frühzeitig, wenn sie noch dünnwandig und unregelmässig contouriert sind, und die darauf folgenden Schichten, wie schon oben erwähnt, lagern sich als Celluloselamellen ab, welche in den meisten Fällen früher oder später verholzt werden.

Bei einem und demselben jungen Internodium können verholzte und unverholzte Bastzellen neben einander vorkommen: so fand ich sehr oft im oberen Theile eines Internodiums unverholzte und im unteren desselben schon verholzte Bastzellen. Das darauf liegende Internodium trägt keine verholzte Bastzelle, während die darunter liegende überall verholzte enthält. Diese Verholzung, wie bereits von Lange²⁾ und Schellenberg³⁾ gezeigt wurde,

1) Krabbe, *l.c.* p. 414.

2) T. Lange, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Gefässe und Tracheiden. Flora. Bd. XLIX. 1891. p. 393.

3) H. Schellenberg, Beiträge zur Kenntniss der verholzten Zellmembran. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXIX. 1896. p. 426.

dauert so lange fort, als das Lumen noch lebendes Plasma führt.

Wichtig ist die Frage, ob eine verholzte Zelle noch in die Länge wachsen kann. Nach den Untersuchungen von Schellenberg¹⁾ besitzt die einmal verholzte Zelle keine Theilungsfähigkeit mehr und eine verholzte Zellmembran zeigt kein Flächenwachsthum. Nathansohn²⁾ in seinen Untersuchungen über das Wachsthum der trachealen Elemente schliesst aber, dass „die Verholzung keine zur Regulierung des Wachsthums dienende Einrichtung ist; im Gegentheile, dass das Wachsthum regulatorisch auf die Anlage verholzter Elemente einwirkt.....“. Speciells in Bezug auf die Bastzellen aber fehlten es bisher Beobachtungen, welche die Beziehungen zwischen Verholzung und Wachsthum beleuchten; so müssen weitere empirische Beweise darüber erbracht werden.

Bei meinen Untersuchungen beobachtete ich, dass bei *Fueraria Thunbergiana* die Länge des Internodiums, bei welchen die verholzten und unverholzten Bastzellen gleichzeitig vorkommen, derjenigen der darunterliegenden gleich war; welche, wie schon oben erwähnt, ausschliesslich die verholzten Bastzellen enthalten, obgleich sie in letzterem Stadium noch dünnwandig, plasmahaltig mit mehreren Kernen und sogar mit einigen kleinen Stärkekörnern versehen waren. Bei solchen Internodien waren die Tüpfelgefässe schon völlig ausgebildet und die Streckung des betreffenden Internodiums zu dieser Zeit schon vollständig beendet, zugleich begann die Verholzung der ersten Wandlamelle der Bastzellen von unten nach oben allmählich fortzuschreiten; und so musste die

1) Schellenberg, *l.c.*

2) A. Nathansohn, Beiträge zur Kenntniss des Wachsthums der trachealen Elemente. *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. XXXII. 1898. p. 671.

passive Dehnung der Zellwand nach ihrer Verholzung ausgeschlossen werden.

Was das active Wachsthum der Bastzellen betrifft, so ist es auffallend, dass die unverholzten Bastzellen, welche in einem Internodium mit den verholzten nebeneinander vorkommen, in ihren Enden noch mit Querwänden versehen sind, während bei den verholzten aus demselben Internodium eine durch gleitendes Wachsthum¹⁾ hervorgerufene, endgültige Aufrichtung resp. ein Steilerwerden der schiefen Endflächen schon vollendet war. Gleiches gilt für *Corchorus capsularis*. Diese Erscheinung, von einem anderen Grunde als demjenigen, welchen Schellenberg angiebt, ausgehend, bestärkte mich in der Meinung, dass die Bastzellen nach ihrer Verholzung die Fähigkeit des Eigenwachsthums verlieren.

Insoferne nun meine verhältnissmässig wenigen Beobachtungen ein Urtheil gestatten, beginnt die Verholzung der Bastzellen dann wenn die Bastzellen ihre passive Dehnung und ihr actives Wachsthum vollendet haben; der Process schreitet dabei von dem unteren nach dem oberen Theile des Internodiums allmählich fort, bis alle Bastelemente verholzt sind. Doch kann ich die Schellenberg'sche Ansicht, dass die Verholzung der Wände eine wachsthumsheimmende Einrichtung der Zellen ist, nicht gut annehmen, weil die anatomischen Kriterien für Wachsthumsbefähigung der Bastzellen uns zur Zeit noch unbekannt sind, und für solche Zellen ferner kein wachsthumsregulierendes Mittel mehr nöthig ist; somit lege ich auf die Verholzung der Bastzellen, Nathansohn beipflichtend, keinen weiteren Werth als eine mechanische Einrichtung die ihre Aufsteifung herstellt.

1) Vergl. G. Krabbe, Das gleitende Wachsthum bei der Gewebebildung der Gefässpflanzen. 1886.

Obgleich die völlig ausgebildeten Bastzellen meist Plasma und Kerne verlieren, so enthalten sie selbstverständlich in jugendlichen Stadien dieselben stets. Auf die Mehrkernigkeit der Bastzellen wurde bereits von früheren Forschern aufmerksam gemacht und es soll hier zunächst das Schicksal des Kernes in der Bastzelle besprochen, und dann gezeigt werden, wie die Vermehrung des zuerst einzigen Kernes sich vollzieht. Treub nahm für die Kernvermehrung der Bastzelle von *Urtica dioica* eine indirekte Theilung an, während Kallen¹⁾ die Vermehrung durch den Fragmentationsprocess vor sich gehen lässt.

Bei verschiedenen Bastzellen in jugendlichem Zustande begegnete ich vielen Kernen von runden, ovalen oder spindelförmigen Gestalten; ferner untersuchte ich in dieser Hinsicht verschiedene Internodien von einem noch unausgewachsenen Stamm von *Urtica Thunbergiana*, *Pueraria Thunbergiana* u. s. w. Um einer Täuschung bei der Beobachtung vorzubeugen, fixierte ich die Objekte mit Flemming'scher Lösung und nach dem Färben der Mikrotomschnitte mit Safranin, Gentianaviolett und Orange wurden die Bastzellen unter dem Mikroskope verfolgt.

Die Bastcambiumzelle aus dem Vegetationspunkt trug einen rundlichen Kern, welcher natürlich in diesem Stadium mitotisch sich theilt. Die langgestreckte, aber noch dünnwandige Bastzelle von *Urtica Thunbergiana* aus älteren Internodien enthält mehrere Kerne, welche fast alle amitotische Theilungsstadien (Fig. 60) und selten die karyokinetische Figur (Fig. 61) zeigten. Interessant ist die Frage, ob diese Karyokinesis nur Vermehrung der Zellkerne bringt oder gleichzeitig zur Zelltheilung führt. Wegen des seltenen Vorkommens der Erscheinung war es mir leider nicht

1) F. Kallen, Verhalten des Protoplasmas in dem Gewebe von *Urtica urens*, entwicklungsgeschichtlich dargestellt. Flora. Bd. XL. 1882. p. 85.

gelungen, eine Entscheidung darüber zugeben, doch halte ich die letztere für das wahrscheinlichere, denn die Bastzellen, welche die Mitosis der Kerne zeigten, sind noch mit Querwänden von einander abgetrennt (Fig. 61). Die Formen des Kernes sind mannigfaltig: kreisrund bis spindelförmig in allen Uebergängen. Die Amitosis kommt nur bei den länglichen Kernen zu Stande, indem sie, wie von Kallen gezeigt wurde, durch Verdünnen von Kernsubstanz an einzelnen Stellen, und durch Auseinanderziehen und endliches Zerreißen zu Tochterkernen werden.

In älteren Stadien fand ich noch mehrere kreisrunde oder spindelförmige Kerne, welche aber bei den von mir beobachteten Fällen nie mitotische Theilung zeigten. Die amitotische Kerntheilung fand ich auch bei jungen Bastzellen von *Boehmeria nivea*, *Corchorus capsularis* u. s. w., und bei *Pueraria Thunbergiana* sogar in etwas verholzten Zellen.

Die Zahl der vermehrten Kerne nimmt aber mit der Wandverdickung der Zelle allmählich ab, und bei völlig ausgebildetem Zustande der Zellwandung fand ich sehr oft in Plasmaresten keinen einzigen Zellkern mehr.

Die völlig ausgebildeten Bastzellen enthalten, wie schon Haberlandt zeigte, nur Luft und zuweilen Zellsaft. In einigen Fällen aber z. B. bei den Bastzellen von *Boehmeria spicata*, *Linum usitatissimum* eine beträchtliche Menge der Stärkekörner, und bei *Hibiscus syriacus* kommen Tropfen des Fettes in Bastzellen vor.

Ein sehr häufiger Inhaltstoff des Bastcambiums ist aber Eiweiss, welches mit dem Alter der Zelle allmählich abnimmt, und schliesslich verschwindet. Nicht selten enthalten die jungen Bastzellen ausserdem noch Stärkekörnchen, welche bei den Bast-

zellen von *Pueraria Thunbergiana* nach ihrer Verholzung noch unverändert bleiben.

Von anorganischen Stoffen fand ich in den jungen Bastzellen stets Magnesia und Phosphorsäure¹⁾, welche in den völlig ausgewachsenen Zellen nicht mehr sich nachweisen lassen. Ein Abnehmen und eventuelles Verschwinden dieser Stoffe findet auch nach etwaiger Verholzung statt.

V. Uebersicht ueber die präparierten, in den Handel kommenden Bastfasern.

Die mikroskopischen Untersuchungen der europäischen Handelsfasern verdanken wir in erster Stelle Wiesner²⁾. In neuester Zeit erschien der vortreffliche Katalog von Dodge³⁾, welcher aber der Natur seines Werkes gemäss sich hauptsächlich mit der Kultur, Vorbereitung u. s. w. beschäftigte und nur wenig die Histologie der Pflanzenfasern behandelte.

In Folgendem gebe ich eine Uebersicht über die Nebenbestandtheile, welche in den japanischen Pflanzenrohfasern mit den Bastzellen gleichzeitig vorkommen, an, hauptsächlich vom histologischen Standpunkte; die Art und Weise der Verarbeitung der Fasern u. s. w. ist natürlich unberührt gelassen.

1) Zum Nachweise von Magnesia, Phosphorsäure und anderen anorganischen Stoffen bediente ich mich der von Zimmermann (*l.c.*) angegebenen Methode.

2) Wiesner, Rohstoffe. 1873. zweite Auflage ist im Erscheinen begriffen.

3) Dodge, *l.c.*

1. GESPINNST- UND SEILWAAREN.

a. MONOCOTYLEDONE FASER. (MIT GEFÄSSE.)

Name der Pflanzen.	Beschaffenheit der Bastzellwand.	Nebenbestandtheile.
<i>Oryza sativa.</i>	unverholzt.	Spiralgefäße, Parenchym und verkieselte Epidermiszellen ¹⁾ .
<i>Musa sapientum</i> , var. <i>liukiuensis.</i>	verholzt.	Stärke oder Calciumoxalat führende Parenchymzellen, Stegmata ²⁾ ; und selten Spiralgefäße, Epidermiszellen und Milchgefäße.
<i>Agave americana.</i>	„	Spiralgefäße, Parenchymzellen.
<i>Alpinia nutans.</i>	„	Spiralgefäße, Stärke führende Parenchymzellen.
<i>Pandanus odoratissimus.</i> *	„	Spiralgefäße, Parenchymzellen mit verholzten und getüpfelten Wänden, stärkeführende dünnwandige Parenchymzellen.

b. DICOTYLEDONE FASER. (OHNE GEFÄSSE.)

Name der Pflanzen.	Beschaffenheit der Bastzellwand.	Nebenbestandtheile.
<i>Linum usitatissimum.</i>	unverholzt.	Parenchymzellen und selten Epidermiszellen.
<i>Cannabis sativa.</i>	halb verholzt.	Calciumoxalat führende Parenchymzellen und selten Epidermiszellen.
<i>Boehmeria nivea.</i>	unverholzt.	Calciumoxalat führende Parenchymzellen.
<i>B. spicata.</i>	„	„
<i>Urtica Thumbergiana.</i>	„	„
<i>Corchorus capsularis.</i>	verholzt.	Calciumoxalat führende Bastparenchymzellen und spärliche Markstrahlenzellen.

1) Wiesner, Technische Mikroskopie. 1867. p. 235.

2) Ueber das Vorkommen der Stegmata bei den *Musa*-fasern vergleiche Wiesner, Rohstoffe 1873. p. 434. und Höhnel, l.c. 1887. p. 50.

Name der Pflanzen.	Beschaffenheit der Bastzellwand.	Nebenbestandtheile.
<i>Abutilon Avicennae.</i>	verholzt.	Calciumoxalat führende Parenchymzellen.
<i>Hibiscus syriacus.</i>	„	„
<i>Pueraria Thunbergiana.</i>	halb verholzt.	Calciumoxalat führende Parenchymzellen und verholzte Sklerenchymzellen ¹⁾ .
<i>Wistaria chinensis.</i>	„	Zweierlei Arten der Parenchymzellen; a) kleinzellig aber dickwandig und Calciumoxalat führend, b) grosszellig, aber dünnwandig und stärkeführend. Auch selten verholzte Zellen.
<i>Ulmus montana, var. laciniata.</i>	„	Calciumoxalat führende Parenchymzellen.
<i>Tilia cordata, var. japonica.</i>	verholzt.	Getüpfelte und Calciumoxalat führende Bastparenchymzellen; getüpfelte und stärkeführende Markstrahlzellen, und langgestreckte Parenchymzellen mit getüpfelten und verholzten Wänden.
<i>Ferminia platanifolia.</i>	„	Calciumoxalat oder Stärke führende Parenchymzellen und Steinzellen.
<i>Vitis Coignetiae.</i>	„	Stärke führende Bastparenchymzellen und Stärke oder Calciumoxalat führende Markstrahlzellen.

1) Diese Sklerenchymzellen gelten zur guten Erkennungsmerkmale der Faser von *Pueraria Thunbergiana*.

2. PAPIER.

Name der Pflanzen.	Beschaffenheit der Bastzellwand.	Nebenbestandtheile.
<i>Broussonetia kasinoki.</i>	unverholzt.	Calciumoxalat führende Parenchymzellen und Milchgefäße.
<i>Edgeworthia papyrifera.</i>	„	Calciumoxalat führende Parenchymzellen.
<i>Wickstroemia sikokianum.</i>	„	„
<i>Oryza sativa.</i>	„	Verkieselte Epidermiszellen und Bruchstücke der Gefäße.
<i>Bambusa stenostachia.</i>	verholzt.	Zweierlei Parenchymzellen; a) dickwandig und getüpfelte. b) dünnwandige. Auch Poren- und Netzgefäßen.
<i>Musa sapientum, var. liukiensis.</i>	„	Stegmata, Spiralgefäße, Milchgefäße und Epidermiszellen.

VI. Résumé.

1. Betreffs der Verbreitung und Anordnung der Bastzellen wurden einige weitere Beiträge zur Vervollständigung früherer Angaben erbracht.

2. Dimensionsverhältnisse der Bastzellen :—

Name of Pflanzen.	Länge m. m.		Breite μ=m. m. m.		
	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	
<i>Pandanus odoratissimus.</i>	0.75	2.15	15	25	
<i>Oryza sativa.</i>	0.55	1.90	4	15	
<i>Bambusa stenostachia.</i>	0.70	2.80	7	25	
<i>Agave americana.</i>	0.70	1.90	20	40	
<i>Musa sapientum, var. liukuensis.</i>	2.65	6.40	18	31	
<i>Alpinia nutans.</i>	0.60	2.70	10	25	
<i>Ulmus montana, var. laciniata.</i>	1.50	7.50	10	20	
<i>Broussonetia kasinoki.</i>	1.51	10.00	10	34	
<i>B. papyrifera.</i>	5.50	11.00	10	35	
<i>Cannabis sativa.</i>	7.00	50.00	10	35	
<i>Boehmeria nivea.</i>	12.30	245.00	40	90	
<i>B. spicata.</i>	7.00	26.00	11	72	
<i>Urtica Thunbergiana.</i>	5.00	60.00	20	63	
<i>Pueraria Thunbergiana.</i>	0.95	4.20	10	22	
<i>Wistaria chinensis.</i>	1.30	3.70	10	20	
<i>Linum usitatissimum.</i>	14.00	85.00	18	25	
<i>Celastrus articulatus.</i>	20.00	70.00	80	135	
<i>Vitis Cointetæ</i> {	primäre Bastzelle.	1.00	3.06	25	30
	Sekundäre Bastzelle.	0.40	0.95	10	25
<i>Corchorus capsularis.</i>	0.60	6.35	13	22	
<i>Tilia cordata, var. japonica.</i>	1.48	2.40	17	23	
<i>Abutilon Avicennæ.</i>	1.00	2.10	8	37	
<i>Urena lobata.</i>	0.75	2.43	15	26	
<i>Hibiscus syriacus.</i>	0.60	1.70	12	35	
<i>Firminia platanifolia.</i>	1.50	3.00	15	20	
<i>Daphne pseudomezereum.</i>	1.30	6.20	10	25	
<i>Edgeworthia papyrifera.</i>	0.70	4.50	14	31	
<i>Wickstroemia sikokianum.</i>	2.50	5.30	10	30	

3. Lumen mit Verengerungen kommt bei den Bastzellen von *Boehmeria spicata*, *Corchorus capsularis*, *Abutilon Avicennæ*, *Urena lobata*, *Hibiscus syriacus*, *Firminia platanifolia*, *Edgeworthia papyrifera*, *Wickstroemia sikokianum* und *Daphne pseudomezereum* vor; Lumen mit Erweiterungen bei den Bastzellen von *Linum usitatissimum* und *Boehmeria spicata*.

An den local erweiterten Stellen der Bastzellen von *Boehmeria spicata* und *Linum usitatissimum* wird die Wand

bedeutend dünner und die Plasmapartien in diesen Erweiterungen pflegen früher oder später sich einzukapseln.

4. Ein oder mehrere Querwände kommen bei den Bastzellen von *Vitis Coignetiae*, *Wistaria chinensis*, *Oryza sativa*, *Bambusa stenostachia*, *Musa sapientum*, var. *liukiensis*, *Pandanus odoratissimus* vor. Die die Wand durchsetzenden Poren sind verschieden gerichtet (linksschief oder längslaufend), und mannigfach gestaltet (rund oder spaltenförmig).

5. Die „Verschiebungen“ der Bastzellwand sind sowohl in den lebenden Pflanzen durch den ungleichmässigen Druck als auch in präparierten Handelsmaterialien vorhanden. Dieselben fehlen bei allen untersuchten monocotylen Faserpflanzen und auch bei vielen dicotylen Gespinnstpflanzen.

6. Die Verholzung der Bastzellwand fehlt bei *Boehmeria spicata*, *Urtica Thunbergiana*, *Broussonetia kasinoki*, *Celastrus articulatus* und *Linum usitatissimum*. Ferner die Verholzung der Bastzellen von *Pueraria Thunbergiana*, *Wistaria chinensis*, *Cannabis sativa* und *Ulmus montana*, var. *laciniata* beschränkt sich auf die äussere Wandlamelle.

Die Bastzellen von *Vitis Coignetiae* und *Tilia cordata*, var. *japonica* färben sich auf dem Querschnitte der Stengel mit Salzsäure (ohne Zusatz von Phloroglucin) roth.

7. Nach der Czapek'schen Methode konnte das Hadromal aus allen verholzten Bastzellen extrahiert werden.

8. Die Millon'sche Reaktion der Zellwand wurde nur bei den Bastzellen von *Bambusa stenostachia*, *Oryza sativa*, *Musa sapientum*, var. *liukiensis* und *Alpinia nutans* constatirt. In diesem Falle ist die Färbung von der Verholzung unabhängig.

9. Die meisten der völlig ausgebildeten Bastzellen enthalten Luft und zuweilen noch etwas Plasmareste. In einigen Fällen

aber führt die Bastzelle doch noch Stärkekörner (*Linum usitatissimum*, *Boehmeria spicata*), Fett (*Hibiscus syriacus*) und sogar Zellkerne in ihrem Plasmakörper (*Alpinia nutans* u.a.).

10. Die jungen Bastzellen haben eine collenchymatische Verdickung in ihren Ecken und sind plasmahaltig mit einem oder mehreren Kernen.

11. Die Vermehrung der Kerne geschieht durch direkte Theilung, aber in den jüngeren Stadien fand ich noch deutliche karyokinetische Theilung.

12. Das Dickenwachsthum der Bastzellen kommt dadurch zu Stande, dass die neuen Lamellen an der inneren Seite der alten Wand—durch Apposition—angelagert werden.

13. Die Verholzung tritt in der Bastcambiumzelle dann ein, wenn die letztere noch dünnwandig ist, und ihre Enden aber schon völlig aufgerichtet sind, und Plasma noch vorhanden ist.

14. Die jungen Bastzellen enthalten Eiweiss, Magnesia, Phosphorsäure und zuweilen Stärkekörnchen.

Anhang.

TABELLE ZUR BESTIMMUNG VON JAPANISCHEN PFLANZENFASERN.

Die analytische Bestimmungstabelle der europäischen Spinnstoffe wurde von Schlesinger¹⁾, Vétillard²⁾, Höhnel³⁾ und Behrens⁴⁾ in den Dienste des technischen Zweckes gestellt. Das Bedürfniss, durch die histologische Methode die japanischen, im

1) Schlesinger, Examen microscopique et microchimique des fibres textiles. 1875.

2) Vétillard, Études sur les fibres végétales textiles. 1876.

3) Höhnel, Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. 1887.

4) H. Behrens, Mikrochemische Analyse organischer Verbindungen. zweite Auflage. 1896. Er hat dieses Verfahren durch umfassende Anwendung physikalischer und chemischer Hilfsmittel erreicht.

Handel kommenden Pflanzenfasern zu charakterisieren, habe ich in vorliegender Arbeit gewissenhaft zu erfüllen versucht und füge hiermit in folgendem eine Bestimmungstabelle japanischer Pflanzenfasern bei.

A. UNVERHOLZTE BASTFASERN.

(Fasern, die durch Phloroglucin-Salzsäure nie gefärbt werden.)

a. DICOTYLEDONE BASTFASERN. (OHNE GEFASSE.)

I.—Die Querschnitte werden durch Jodlösung braun, zeigen keine Umrandung (Mittellamelle). Die Wand ist deutlich geschichtet. (*Linum usitatissimum*, *Boehmeria nivea*, *B. spicata*, *Urtica Thunbergiana*, *Celastrus articulatus*, *Broussonetia kasinoki*.)

1. Querschnitte. Polygonal, mit scharfen oder abgerundeten Ecken; deutlich geschichtet, zeigen keine Umrandung. Das Lumen ist klein oder erscheint punktförmig.

Längsansicht. Mit Jod und Schwefelsäure schön blau; erscheint durchsichtig; ziemlich gleichmässig dick, glatt oder zart gestreift; Verschiebungen häufig; Ausbauchungen der Fasern besonders an den Verschiebungsstellen häufig. Das Lumen erscheint als eine schmale Linie. Die natürlichen Enden sind spitzig. Länge 14–85 mm; Breite 18–25 μ .

(Die Bastzellen vom untersten Theile des Stengels zeigen häufig Erweiterungen des Lumens, und die Plasmapartien in diesen Stellen pflegen später sich einzukapseln. Sie sind grösser, zeigen ein grosses Lumen mit stärkeführenden Protoplasten. Die Schichtung ist deutlich.)

Linum usitatissimum (Nom. jap. Ama). (Fig. 19 und 20.)

2. Querschnitte. Polygonal mit abgerundeten Ecken, sehr gross; Schichtung deutlich. Das Lumen breit, manchmal mit dunkelgelben Massen gefüllt.

Längsansicht. Manche Fasern auffallend breit; die Breite jedoch an einer und derselben Faser sehr ungleich; glatt oder gestreift; sehr häufig Risse in der Wandung. Das Lumen ist deutlich sichtbar, sehr breit, manchmal mit dunkelgelbem Inhalte. Verschiebungen deutlich. Die Enden sind relativ dickwandig, abgerundet. Länge 12.3–245 mm; Breite 40–90 μ , meist 50 μ .

Boehmeria nivea (Nom. jap. Karamushi). (Fig. 40 und 41.)

3. Querschnitte. Polygonal mit abgerundeten Ecken; Schichtung deutlich. Das Lumen ist gross, mit dunkelgelben Massen gefüllt.

Längsansicht. Manche Fasern gleichmässig breit; glatt oder gestreift, Verschiebungen deutlich. Das Lumen ist deutlich sichtbar, oft mit Verengerungen oder es verschwindet ganz. Die Enden sind etwas verdickt. Länge 7–26 mm; Breite 11–72 μ .

(Die Bastzellen von untersten Theile des Stammes haben manchmal Erweiterungen des Lumens, und die Plasmapartien in diesen Stellen pflegen früher oder später sich einzukapseln. An den Erweiterungen ist die Dicke der alten Wandlamelle dünner als an anderen Stellen. Das Lumen enthält manchmal Stärkekörnchen.)

Baehmeria spicata (Nom. jap. Koakaso). (Fig. 42–44.)

4. Querschnitte. Polygonal mit abgerundeten Ecken oder oval, meist flach oder sehr gross; Schichtung deutlich und manchmal radial gestreift. Das Lumen ist breit, mit dunkelgelben Massen gefüllt.

Längsansicht. Manche Fasern auffallend breit; die Breite an einer und derselben Faser sehr ungleich; deutlich gestreift; an meisten Fasern häufig Rissbildung in der Wandung. Das Lumen ist sichtbar, sehr breit, oder manchmal mit Inhaltmasse. Verschiebungen deutlich. Die Enden sind relativ dickwandig, abgerundet. Länge 5–60 mm; Breite 20–63 μ .

Urtica Thunbergiana (Nom. Jap. Irakusa). (Fig. 57 und 58.)

5. Querschnitte. Abgeplattet, oval, oder unregelmässig; Schichtung deutlich. Das Lumen sehr gross, abgeplattet oder unregelmässig und enthält eine dunkelgelbe Masse. Porenspalten sehr merkwürdig.

Längsansicht. Die Breite an einer und derselben Faser fast gleichmässig. Deutliche Streifungen und Verschiebungen. Das Lumen ist breit und enthält grosse Mengen von Plasmaresten. Enden schmal, dickwandig. Länge 20–70 mm; Breite 80–135 μ .

Celastrus articulatus (Nom. jap. Tsuruumemodoki). (Fig. 37–39.)

6. Querschnitte. Polygonal mit abgerundeten Ecken, oder unregelmässig; die Schichtung deutlich. Das Lumen sehr klein, punkt- oder linienförmig, oder unregelmässig. Die Fasern erscheinen häufig von einer lockeren dünnen Scheide eingeschlossen.

Längsansicht. Zweierlei Fasern:—dicke und dünne. Sie sind theils bandförmig flach, theils dickwandig, mit schönen Verschiebungen. Die Fasern sind von einer lockeren dünnwandigen Scheide eingeschlossen. Die Enden sind abgerundet oder scharf, manchmal verzweigt. Länge 1.51–10 mm; Breite 10–34 μ .

Broussonetia kasinoki (Nom. jap. Kōzo). (Fig. 21 und 22.)

II.—Die Querschnitte werden durch Jodlösung gelb, zeigen keine Umrandung (Mittellamelle). Die Wand ist nie geschichtet. Lumen mit deutlichen und häufigen Verengerungen.

(*Edgeworthia papyrifera*, *Daphne pseudomezereum*, *Wickstroemia sikokianum*.)

1. Querschnitte. Rund oder oval. Lumen gross, selten sehr klein oder ganz verschwunden. Nie geschichtet.

Längsansicht. Die Breite an einer und derselben Faser ungleichmässig. Das Lumen ist breit, mit auffallenden Verengerungen, stellenweise ganz fehlend, selten lassen die Porenspalten in ausgezeichneter Weise erkennen. Die Enden sind verdickt und abgerundet. Länge 0.7–4.5 mm; Breite 14–31 μ .

Edgeworthia papyrifera (Nom. jap. Mitsumata). (Fig. 50–52.)

2. Querschnitte. Rund oder oval, manchmal unregelmässig. Lumen gross, zuweilen sehr klein und verschwindet oft ganz. Keine Schichtenstruktur.

Längsansicht. Fast gleich den Bastzellen von *Edgeworthia papyrifera*, nie aber so dickwandig wie bei letzteren.

a) Länge 1.3–6.2 mm; Breite 10–25 μ .

Daphne pseudomezereum (Nom. jap. Onishibari).

β) Länge 2.5–5.3 mm; Breite 10–30 μ .

Wickstroemia sikokianum (Nom. jap. Gampi).

b. MONOCOTYLEDONE BASTFASERN. (MIT GEFÄSSE.)

Querschnitte. Klein, polygonal, mit abgerundeten Ecken, oder vollkommen rund. Lumen meist gross.

Längsansicht. Mit Jod und Schwefelsäure grünlich; die Breite an einer und derselben Faser nach beiden Enden allmählich verschmälert. Das Lumen ist meist breit, selten mit Querwand. Die natürlichen Enden schmal oder breit. Mit Millon's Reagens ziegelroth. Länge 0.55–1.9 mm; Breite 4–15 μ .

(An den Rohfasern sieht man die charakteristischen verkieselten Epidermiszellen).

Oryza sativa (Nom. jap. Ine). (Fig. 5 und 6.)

B. VERHOLZTE BASTFASERN.

(Fasern, die durch Phloroglucin-Salzsäure roth gefärbt werden.)

a. DICOTYLEDONE BASTFASERN.

(Ohne Gefässe; *Musa*-faser zeigt selten Gefässe! Die Verholzung tritt bei einigen Arten nur an den äusseren Wandschichten.)

I.—Nur an den äusseren Wandschichten verholzt.

(*Cannabis sativa*, *Ulmus montata*, var. *laciniata*, *Pueraria Thunbergiana*, *Wistaria chinensis*.)

1. Querschnitte. Immer in Gruppen angeordnet, mit mehr oder minder abgerundeten Ecken, schliessen dicht an einander. Alle sind von einer dünnen verholzten Aussenschicht umgeben. Das Lumen linienförmig, einfach oder verzweigt, unregelmässig, manchmal mit einspringenden Winkeln, ohne Inhalt. Schöne concentrische Schichtung.

Längsansicht. Fasern unregelmässig dick, oft mit daran hängenden Stückchen der Umrandungslamelle. Verschiebungen häufig. Streifungen deutlich. Das Lumen ist schmal oder breit, meistens grösser als bei *Linum usitatissimum*. Die Enden sind breit, dickwandig und abgerundet, häufig verzweigt. Länge 7–50 mm; Breite 10–35 μ .

Cannabis sativa (Nom. jap. Asa). (Fig. 53–56.)

2. Querschnitte. Polygonal, geradlinig begrenzt. Sie sind von einer dünnen verholzten Mittellamelle umgeben. Das Lumen punkt- oder linienförmig, selten etwas verbreitert. Nie concentrische Schichtung.

Längsansicht. Fasern schmal, oft mit daran hängenden Stückchen der Umrandungslamelle. Verschiebungen häufig an der inneren Schicht, von welcher die äussere Schicht oft abgetrennt und spiralig gestreift. Lumen linienförmig. Die Enden sind abgerundet. Länge 1.5–7.5 mm; Breite 10–20 μ .

Ulmus montana, var. *laciniata* (Nom. jap. Ohio). (Fig. 31 und 32.)

3. Querschnitte. Polygonal, geradlinig begrenzt, selten etwas abgerundet, von einer relativ dickeren Mittellamelle umgeben. Lumen punktförmig oder breit.

Längsansicht. Fasern schmal, mit daran hängenden Stückchen der Mittellamelle. Verschiebungen häufig an der inneren Schicht. Lumen linienförmig oder breiter, mit Plasmaresten. Enden sind stumpf oder etwas abgerundet, manchmal verzweigt. Länge 0.95–4.20 mm; Breite 10–22 μ .

(An den Handelsmaterialien kommen stets grösse getüpfelte Sklerenchymzellen vor.)

Pueraria Thunbergiana (Nom. jap. Kudu). (Fig. 16-18.)

4. Querschnitte. Polygonal, geradlinig begrenzt, von einer dünnen Mittellamelle umgeben. Lumen breit und rund.

Längsansicht. Fasern schmal, oft mit daran hängenden Stückchen der Mittellamelle. Verschiebungen häufig an der inneren Schicht. Lumen meist breit, oft mit Plasmaresten. Die Enden häufig in innere und äussere Schichten getrennt, stumpf, manchmal verzweigt. Länge 1.3-3.7 mm; Breite 10-20 μ .

(An den Handelsmaterialien von *Wistaria*-fasern kommen stets in Reihen angeordnete, Calciumoxalatkrystalle einschliessende Zellen vor.)

Wistaria chinensis (Nom. jap. Fuji). (Fig. 35 und 36.)

II.—Ganz verholzt.

a. Lumen mit auffallenden Verengerungen.

(*Corchorus capsularis*, *Abutilon Avicennae*, *Hibiscus syriacus*, *Urena lobata*, *Firminia platanifolia*.)

1. Querschnitte. Gruppenweise angeordnet, polygonal, geradlinig begrenzt; Ecken scharf. Lumen rund oder oval, glatt, ohne Inhalt.

Längsansicht. Fasern glatt, ohne Verschiebungen und Streifungen; Lumen deutlich sichtbar, breit, mit Verengerungen, verschwindet aber nie. Die Enden immer abgerundet und mässig stark verdickt, weitleumig. Länge 0.6-6.35 mm; Breite 13-22 μ .

Corchorus capsularis (Nom. jap. Tsunaso). (Fig. 45 und 46.)

2. Querschnitte. Im allgemeinen etwas grösser als bei *Corchorus capsularis*, geradlinig begrenzt, oder etwas abgerundet. Lumen rund oder oval, grösser als bei *Corchorus capsularis*.

Längsansicht. Fasern ungleichmässig dick, glatt, ohne Verschiebungen und Streifungen. Lumen gross, mit auffallenden Verengerungen, und stellenweise ganz fehlend. Enden stumpf, stark verdickt, häufig verzweigt. Länge 1-2.1 mm; Breite 8-37 μ .

Abutilon Avicennae (Nom. jap. Ichibi). (Fig. 29 und 30.)

3. Querschnitte. Polygonal, geradlinig begrenzt, mit abgerundeten Ecken. Lumen rund oder oval, selten etwas eckig.

Längsansicht. Die Breite an einer und derselben Faser sehr ungleich. Lumen sehr breit, selten mit Verengungen. Enden stumpf oder verzweigt und nicht weitleumig. Die Wand ist im allgemeinen dünn. Länge 0.6–1.7 mm; Breite 12–35 μ .

Hibiscus syriacus (Nom. jap. Mukuge). (Fig. 25 und 26.)

4. Querschnitte. Mehr oder minder polygonal, mit scharfen oder abgerundeten Ecken. Lumen klein, punktförmig, zuweilen breiter und oval. Mittellamelle breit.

Längsansicht. Die Dicke ist an einer und derselben Faser ungleichmässig. Lumen meist schmal, mit auffallenden Verengungen, stellenweise ganz fehlend. Enden stumpf und stets verdickt, aber nicht auffallend weitleumig. Kupferoxydammoniak bewirkt fast gar keine Aufquellung. Länge 0.75–2.43 mm; Breite 15–26 μ .

Urena lobata (Nom. jap. Obondenkwa.) (Fig. 33 und 34.)

5. Querschnitte. Polygonal, geradling begrenzt, kommen in Gruppen. Ecken scharf oder etwas abgerundet. Lumen sehr schmal, punktförmig oder etwas erweitert.

Längsansicht. Dicke an einer und derselben Faser ziemlich gleichmässig. Wandung ist dick und mit runden Porenkanälen. Lumen meist linienförmig und stellenweise ganz fehlend, selten mit mittlerer angeschwollener Partie. Die Enden stumpf, verdickt, und häufig mit Verzweigungen. Länge 1.5–3 mm; Breite 15–20 μ .

Firminia plataniifolia (Nom. jap. Aogiri). (Fig. 27 und 28.)

β . Lumen ohne Verengungen.

(*Tilia cordata*, var. *japonica*, *Vitis Coignetiae*.)

1. Querschnitte. In Gruppen angeordnet, polygonal, geradlinig begrenzt; Ecken scharf. Lumen sehr schmal, punktförmig.

Längsansicht. Die Faser kurz, gleichmässig dick, manchmal wellig contouriert. Die wand ist stark verdickt, so dass das Lumen nur als eine dunkle Linie scheint. Die Enden sind scharf oder stumpf, manchmal verzweigt. Länge 1.48–2.4 mm; Breite 17–23 μ .

Tilia cordata, var. *japonica* (Nom. jap. Shinanoki). (Fig. 24 und 24.)

2. Querschnitte. In Gruppen angeordnet, polygonal mit abgerundeten Ecken oder oval. Lumen rundlich oder oval, glatt und breit.

Längsansicht. Die Faser kurz, gleichmässig dick; die Wand mit

reichlichen Porenspalten. Lumen breit, mit einer oder mehreren Querwänden. Faser selten wellig contouriert. Die Enden stumpf oder abgeplattet, manchmal mit Verzweigungen. Länge 1-3 mm (Primäre Bastzelle), 0.4-0.95 mm (Sekundäre Bastzelle); Breite 25-30 μ (Primäre Bastzelle), 10-25 μ (sekundäre Bastzelle).

Vitis Coignetiae (Nom. jap. Yamabudo). (Fig. 47-49.)

b. MONOCOTYLEDONE BASTFASERN.

(Neben den Bastzellen kommen stets Gefässe vor, mit einer Ausnahme von *Musa*-faser.)

I. Millon'sche Reaktion positiv.

(*Bambusa stenostachia*, *Musa sapientum*, var. *liukiensis*,
Alpinia nutans.)

1. Querschnitte. Meist abgerundet; Lumen immer rundlich und breit oder sehr schmal bis punktförmig. Zweierlei Arten der Bastzellen, dünne und dicke, theils klein, theils gross und weitluminig.

Längsansicht. Zweierlei Bastzellen, dünn- und dickwandige. Gleichmässig breit, glatt, mit kleinen Porenkanälen. Enden stumpf. Lumen gross und häufig mit Querwand. Länge 0.7-2.8 mm; Breite 7-25 μ .

Bambusa stenostachia (Nom. jap. Shichiku). (Fig. 2-4.)

2. Querschnitte. Polygonal mit abgerundeten Ecken, schliessen meist dicht aneinander. Lumen gross, fast oder ganz rund.

Längsansicht. Fasern gleichmässig dick, glatt, dünnwandig. Lumen gross und nach beiden Enden allmählich verschmälert, selten mit Querwand. Enden scharf und verdickt. Länge 2.65-6.4 mm; Breite 18-31 μ .

(An den Rohfasern und Papieren aus *Musa sapientum*, var. *liukiensis* findet man stets Stigmata, welche in der Asche leicht nachzuweisen sind.)

Musa sapientum, var. *liukiensis* (Nom. jap. Ito-basio.) (Fig. 14 und 15).

3. Querschnitte. Polygonal, geradlinig begrenzt, manchmal mit abgerundeten Ecken, dicht aneinander schliessend. Lumen gross, meistens rund.

Längsansicht. Fasern gleichmässig dick, manchmal wellig contourniert, mit Längsspalten. Lumen gross, rund. Enden breit und verdickt. Länge 0.6–2.7 mm; Breite 10–25 μ .

Alpinia nutans (Nom. jap. Gæto). (Fig. 11–13).

II.—Millon'sche Reaction negativ.

(*Pandanus odoratissimus*, *Agave americana*.)

1. Querschnitte. Polygonal, geradlinig begrenzt, mit scharfen Ecken, dicht aneinander schliessend. Lumen rund oder oval.

Längsansicht. Mitteltheil einer und derselben Faser auffallend breiter. Lumen ziemlich breit. Enden breit und verdickt. Wand mit linksschiefen Porenspalten und manchmal wellig contourniert. Kupferoxydammoniak bringt sie nicht in Aufquellung. Länge 0.75–2.15 mm; Breite 15–25 μ .

(An den Rohfasern kommen stets getüpfelte Parenchymzellen vor.)

Pandanus odoratissimus (Nom. Jap. Adan). (Fig. 7 und 8.)

2. Querschnitte. Polygonal, geradling begrenzt, scharf eckig, dicht aneinander schliessend. Lumen gross, oval, mit etwas scharfen Ecken.

Längsansicht. Die Breite der Fasern nach den Mitteltheil auffallend grösser, manchmal wellig contourniert. Lumen breit. Enden stumpf und verdickt. Wand mit linksschiefen Porenspalten. Kupferoxydammoniak bringt sie zu geringer Aufquellung. Länge 0.7–1.9 mm; Breite 20–40 μ .

Agave americana (Nom. jap. Riuzetsuran). (Fig. 9 und 10.)

Die vorstehende Arbeit wurde auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Miyoshi in einer Zeitfrist von September 1899 bis Juni 1900 im botanischen Institut der Kaiserlichen Universität zu Tokio ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer für die freundliche Anregung und Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Prof. Dr. Matsumura spreche ich für seine vielfache Belehrung hier meinen herzlichsten Dank aus.

Herrn Prof. Dr. Miyabe und Herrn S. Suzuki in Sapporo, Herrn K. Ando und Herrn H. Kuroiwa in Liukiu, Herrn Y. Tanaka, Herrn Y. Shirasawa und Herrn J. Umemura, welche mir Alkohol- und Handelsmaterialien auf freundlichste Weise zusandten, bin ich ebenfalls zu grossem Dank verpflichtet.

Botanisches Institut
Kaiserl. Universität
zu Tokio.

December 1900.

Litteratur Verzeichniss.

1852. S. Reissek, Die Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und Baumwolle. Denkschrift d. Wien. Akad.
1853. H. Schacht, Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe durch das Mikroskop und durch chemische Reagentien.
1865. J. Wiesner, Mikroskopische Untersuchungen der Maisliche und der Maisfaserprodukte. Besonderer Abdruck aus Dingler's polytechn. Journal, erstes Februarheft, Bd. CLXXV. S. 225.
1867. ———, Technische Mikroskopie.
1870. ———, Beiträge zur Kenntniss der indischen Faserpflanzen, etc. Sitzungsberichte d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. LXII. 1.
1873. ———, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Erste Auflage. Leipzig.
1874. S. Schwendener, Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig.
1875. R. Schlesinger, Examen microscopique et microchimique des fibres textiles. Paris.
1876. M. Vétillard, Études sur les fibres végétales textiles. Paris. (Skizziert von W. H. Seaman in citierten Werke Dodge's, p. 352. Appendix B.)

1877. De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig.
1879. G. Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanze. Leipzig.
1882. F. Kallen, Verhalten des Protoplasmas in dem Gewebe von *Urtica urens*, entwicklungsgeschichtlich dargestellt. Flora. Bd. XL. p. 65.
- . F. Höhnel, Beiträge zur Pflanzenanatomie und Physiologie. Bot. Ztg. Bd. IV. p. 621.
1883. V. Berthold, Ueber die mikroskopischen Merkmale der wichtigsten Pflanzenfasern. Beilage zur Zeitschr. für landw. Gewerbe. (Ref. in Just's Bot. Jahresberichte. 1883.)
1884. F. Höhnel, Ueber den Einfluss des Rindendruckes auf die Beschaffenheit der Bastfasern der Dicotylen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XV. p. 311.
1885. A. Tschirch, Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. Ebenda. Bd. XVI. p. 303.
1886. H. Focke, Mikroskopische Untersuchungen der bekannteren Gespinnstfasern, der Shoddywolle und des Papiers. Archiv der Pharmacie. p. 609.
- . J. Wiesner, Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. Sitzungsberichte d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. XCIII. 1.
- . G. Krabbe, Das gleitende Wachstum bei der Gewebebildung der Gefäßpflanzen. Berlin.
1887. F. Höhnel, Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. Wien, Pest, Leipzig.
- . J. Wiesner, Die mikroskopische Untersuchung des Papiers, mit besonderer Berücksichtigung der ältesten orientalischen und europäischen Papiere. Wien.
- . G. Krabbe, Ein Beiträge zur Kenntniss der Struktur und des Wachstums der vegetabilischen Zellhäute. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVIII. p. 346.
- . A. Fischer, Zur Eiweissreaktion der Zellmembran. Berichte d. D. B. G. Bd. V. p. 423.
1888. ———, Zur Eiweissreaktion der Membran. Ebenda. Bd. VI. p. 113.
- . J. Wiesner, Zur Eiweissreaktion und Struktur der Zellmembran. Ebenda Bd. VI. p. 33.
1889. A. Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie. Wien und Leipzig.

1891. Th. Lange, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Gefässe und Tracheiden. Flora. Bd. XLIX. p. 393.
1892. A. Zimmermann, Die botanische Mikrotechnik. Tübingen.
1894. C. Correns, Ueber die vegetabilische Zellmembran. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVI. p. 587.
- . S. Schwendener, Ueber die „Verschiebungen“ der Bastzellen im Sinne v. Höhnel's. Berichte d. D. B. G. Bd. XII. p. 239.
- . K. Supprian, Beiträge z. Kenntniss der Thymeliaceae und Peneaceae. Engler's Bot. Jahrbücher. Bd. XVIII. p. 313.
- . A. Rosoll, Ueber vegetabilische Faserstoffe. Jahresberichte der niederösterreichischen Landoberrealschule etc. in Wiener Neustadt. (Ref. in Bot. Centralblatt. Bd. LX. p. 215.)
1896. H. Behrens, Mikrochemische Analyse organischer Verbindungen, Heft II.
- . G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage.
- . H. Schellenberg, Beiträge zur Kenntniss der verholzten Zellmembranen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXIX. p. 237.
- . W. Futterer, Beiträge z. Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Zingiberaceae. Bot. Centralblatt. Bd. LXVIII. p. 241.
1897. C. R. Dodge, A descriptive catalogue of useful fiber plants of the world, including the structural and economic classification of fibers. Reports. no. 9. U. S. department of Agriculture. fiber investigation.
1898. W. Behrens, Tabellen zum Gebrauch bei mikroskopischen Arbeiten. Dritte Auflage. Braunschweig.
1899. A. Nathansohn, Beiträge z. Kenntniss des Wachstums der trachealen Elemente. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXII. p. 671.
- . E. Strasburger, Die pflanzlichen Zellhäute. Ebenda. Bd. XXXII.
- . H. Solereder, Systematische Anatomie d. Dicotyledonen.
- . F. Czapek, Ueber die sogenannte Ligninreaktion des Holzes. Separat-Abdruck aus Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiologische Chemie. Bd. XXVII. Heft 1 und 2.
- . ———, Zur Chemie der Zellmembranen bei den Laub- und Lebermoosen. Flora. Bd. LXXXVI. Heft. 4. p. 361.
1900. K. Shibata, Beiträge zur Wachsthumsgeschichte der Bambusgewächse. Abdruck aus dem Journal of the College of Science, Imperial University, Tokyo, Japan. Vol. XIII. pt. III.
-

Inhalt.

	Seite.
I. Einleitung	395
II. Die Anordnung der Bastzellen mit ihren histologischen Merkmalen	401
III. Einiges über physikalische und chemische Eigenschaften der Bastzellen	425
IV. Zur Entwicklungsgeschichte der Bastzelle	432
V. Uebersicht über die präparierten, in den Handel kommenden Bastfasern	440
VI. Résumé	443
Anhang. Tabelle zur Bestimmung von japanischen Pflanzenfasern.	446
Litteratur Verzeichniss	455

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel. XX.

- Fig. 1. ($\times 25$): Querschnitt durch den Halm von *Oryza sativa*.
Fig. 2-4. Die Bastzelle von *Bambusa stenostachia*.
- Fig. 2. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. *a* dick-, *b* dünnwandige Zelle. *p* Porentüpfeln.
- Fig. 3. ($\times 395$): Zellende. *a*, *b*, *p* wie oben.
- Fig. 4. ($\times 395$): Querschnitte. *a*, *b* wie oben.
Fig. 5 und 6. Die Bastzelle von *Oryza sativa*.
- Fig. 5. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende. *p* Porenspalten.
- Fig. 6. ($\times 395$): Querschnitte. Die Zelle bei *b* etwas grösser als bei *a*.
Fig. 7 und 8. Die Bastzelle von *Pandanus odoratissimus*.
- Fig. 7. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 8. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende. *p* Porenspalten.
Fig. 9 und 10. Die Bastzelle von *Agave americana*.
- Fig. 9. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 10. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende.
Fig. 11-13. Die Bastzelle von *Alpinia nutans*.
- Fig. 11. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. *a* Zelle mit Längsspalten (*p*). *b* Zelle mit Kern (*k*).
- Fig. 12. ($\times 395$): Zellende. *a* normal. *b* wellig contouriert.
- Fig. 13. ($\times 395$): Querschnitte. *a* dünn-, *b* dickwandige zelle.
Fig. 14 und 15. Die Bastzelle von *Musa sapientum*, var. *livikiuensis*.
- Fig. 14. ($\times 395$): Querschnitte. Die Zelle bei *b* grösser als bei *a*.
- Fig. 15. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende. *c* Stegmata. *p*. Porenspalten.
Fig. 16-18. Die Bastzelle von *Pueraria Thunbergiana*.
- Fig. 16. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. Lumen bei *a* grösser als bei *b*. *au* äussere, *in* innere Schicht der Wand.
- Fig. 17. ($\times 395$): Zellende. *a* normal. *b* mit Verzweigung (*z*). *au*, *in* wie oben.
- Fig. 18. ($\times 395$): Querschnitte. *au*, *in* wie oben.

- Fig. 19 und 20. Die Bastzelle von *Linum usitatissimum*.
- Fig. 19. ($\times 395$): *a* Zellende. *b* kleinlumige Zelle. *c* Lumen mit Erweiterung (*er*). *d* durch Kupferoxydammoniak gequollene Ansicht. *v* Verschiebung, *st* Stärkekörnchen, *tr* innere Haut.
- Fig. 20. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 21 und 22. Die Bastzelle von *Broussonetia kasinoki*.
- Fig. 21. ($\times 395$): *a-c* Längsansicht des Mitteltheiles. *a* bandförmige Bastzelle. *b* dickwandige, *c* schmale Bastzelle. *d* Zellende. *h* Umhüllungsschicht.
- Fig. 22. ($\times 395$): Querschnitte. *h* wie oben.
- Fig. 23 und 24. Die Bastzelle von *Tilia cordata*, var. *japonica*.
- Fig. 23. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 24. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b, c* Zellende. *c* wellig contourierte Stelle. *p* Porenspalten.
- Fig. 25 und 26. Die Bastzelle von *Hibiscus syriacus*.
- Fig. 25. ($\times 395$): *a* Längsansicht. *b, c* Zellende. *en* Verengung des Lumens. *z* Verzweigung der Ende.
- Fig. 26. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 27 und 28. Die Bastzelle von *Firminia platanifolia*.
- Fig. 27. ($\times 395$): *a* Längsansicht. *b, c* Zellende. *c* Zelle mit unregelmässigen Ausbauchungen der Wand. *p* Porenkanäle, *en* Verengung des Lumens, *er* Anschwellung des Lumens, *z* Verzweigung.
- Fig. 28. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 29 und 30. Die Bastzelle von *Abutilon Avicennae*.
- Fig. 29. ($\times 395$): *a, b* Längsansicht des Mitteltheiles. *c* Zellende. *en* Verengung des Lumens.
- Fig. 30. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 31 und 32. Die Bastzelle von *Ulmus montana*, var. *laciniata*.
- Fig. 31. ($\times 395$): Querschnitte. *au, in* äussere und innere Schichte der Wand.
- Fig. 32. ($\times 395$): *a, b* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zelle mit Verschiebung (*v*) auf der innere Wandschicht. *c* Zellende. *au, in* wie oben.
- Fig. 33 und 34. Die Bastzelle von *Urena lobata*.
- Fig. 33. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende. *en* Verengung des Lumens.
- Fig. 34. ($\times 395$): Querschnitte.
- Fig. 35 und 36. Die Bastzelle von *Wistaria chinensis*.
- Fig. 35. ($\times 395$): Querschnitte. *p* Porenspalten. *au, in* äussere und innere Wandschichte.
- Fig. 36. ($\times 395$): *a, b* Längsansicht des Mitteltheiles. *c* Zellende. *k* Kern, *v* Verschiebung. *au, in, p* wie oben.

Tafel. XXI.

Fig. 37–39. Die Bastzelle von *Celastrus articulatus*.

Fig. 37. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. *a* tangentielle Ansicht. *b* radiale Ansicht. *p* Porenspalten, *v* Verschiebung.

Fig. 38. ($\times 395$): Zellende.

Fig. 39. ($\times 395$): Querschnitte. *p* wie oben.

Fig. 40 und 41. Die Bastzelle von *Boehmeria nivea*.

Fig. 40. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende. *v* Verschiebung.

Fig. 41. ($\times 395$): Querschnitte.

Fig. 42–44. Die Bastzelle von *Boehmeria spicata*.

Fig. 42. *a–f*, Längsansicht des Mitteltheiles. *a–c* ($\times 395$). *f* ($\times 135$). *g* Zellende ($\times 395$). *en* Verengung des Lumens, *cap* Einkapselung des Lumens, *k* Kern, *α* , *β* Zwei Erweiterungen des Lumens.

Fig. 43. ($\times 395$): Erweiterung (*er*) des Lumens. *st* Stärkekörnchen. *cap* wie oben.

Fig. 44. ($\times 395$): Querschnitte.

Fig. 45 und 46. Die Bastzelle von *Cochorus capsularis*.

Fig. 45. ($\times 395$): *a* Längsansicht des Mitteltheiles. *b* Zellende. *en* Verengung des Lumens.

Fig. 46. ($\times 395$): Querschnitte.

Fig. 47–49. Die Bastzelle von *Vitis Coignetia*.

Fig. 47. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. *a* primäre Bastzelle, *b* sekundäre Bastzelle. *qr* Querwand, *p* Porenspalten.

Fig. 48. ($\times 395$): Zellende. *a* primäre Bastzelle, *b* sekundäre Bastzelle. *p* wie oben.

Fig. 49. ($\times 395$): Querschnitte. *a*, *b*, *p* wie oben.

Fig. 50–52. Die Bastzelle von *Edgeworthia papyrifera*.

Fig. 50. ($\times 395$): Querschnitte. *bp* Bastparenchym.

Fig. 51. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. *a* Zelle mit den durch Chlorzinkjod hervorgerufene Querstreifen der Wand. *b* unregelmässig contourierte Zelle. *c* Zelle mit Porenspalten (*p*). *d* Zelle mit Verzweigung (*z*).

Fig. 52. ($\times 395$): Zellende. *a* mit Verengung des Lumens (*en*). *b*, *c* mit Verzweigung *z*.

Fig. 53–56. Die Bastzelle von *Cannabis sativa*.

- Fig. 53. ($\times 395$): Querschnitte. *au*, *in* äussere und innere Wandschichte.
- Fig. 54. ($\times 395$): Längsansicht des Mitteltheiles. *v* Verschiebung, *au*, *in* wie oben.
- Fig. 55. ($\times 395$): Zellende. *a* normal. *b* verzweigte.
- Fig. 56. ($\times 395$): Innere Haut nach Behandlung mit Kupferoxydammoniak, Fig. 57 und 58. Die Bastzelle von *Urtica Thunbergiana*.
- Fig. 57. ($\times 395$): Querschnitte. Verdickungsschichte radial gestreift.
- Fig. 58. ($\times 395$): *a* Zellende, *b* Längsansicht des Mitteltheiles. *k* Kern.
- Fig. 59. ($\times 395$): Bastcambiumzelle von *Urtica Thunbergiana*. *bc* Bastcambiumzelle. *s.s.* Stärkescheide.
- Fig. 60. ($\times 900$): Alle Stadien der amitotischen Kerntheilung. *nuc.* Kernkörperchen.
- Fig. 61. ($\times 900$): *a* Zelle mit ruhendem Kern (*k*). *b* dieselbe mit ruhendem Kern (*k*) und mitotisch sich theilenden Kern (*mk*). Figuren 60 und 61 beziehen sich auf Bastcambiumzellen von *Urtica Thunbergiana*.

