

kurze Zeit nach dem Abziehen der Epidermis im Wasser in großer Menge in Form von einfachen oder Zwillingssphäriten, Doppelpinseln, Hantelformen oder Prismen auskristallisiert. Der Körper hat einige Ähnlichkeit mit Hesperidinen; ob er aber tatsächlich zu ihnen gehört oder mit ihnen verwandt ist, wird die Makroanalyse entscheiden.

II. Käte Löw: Über Unterschiede in der Anatomie von Zweigen der Trauerbäume und der entsprechenden aufrechten Formen.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität,
Wien Nr. 99 der II. Folge.)

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 2. Februar 1917.)

L i t e r a t u r.

Untersuchungen an Trauerbäumen wurden häufig angestellt, um die Frage nach der Ursache des abnormen Wuchses und andere Fragen physiologischer und anatomischer Natur zu beantworten. Zahlreiche Autoren befaßten sich, von verschiedenen Gesichtspunkten aus, mit wechselnden Resultaten, mit der Erklärung des Hängewuchses.

Eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur findet sich in einer Arbeit BARANETZKYs¹). Physiologische Untersuchungen, betreffend die Schwerkraftwirkung auf Trauerbäume, wurden unter anderen von HABERLANDT²) und HERING³) durchgeführt.

Weitaus geringer ist die Zahl der anatomischen Untersuchungen.

Zum Nachweis der mechanischen Funktion der Bast- und Sklerenchymelemente in der Rinde dikotyler Holzgewächse unter-

1) BARANETZKY J., Ueber die Ursachen, welche die Richtungen der Aepte von Baum- und Straucharten bedingen. *Flora* 1901, p. 138.

2) HABERLANDT, G., Zur Statolithentheorie des Geotropismus. *FRINGSHEIM*, Jahrb. f. w. Bot. 1903, Bd. XXXVIII, p. 457.

3) HERING, H., Untersuchungen über das Wachstum invers gestellter Pflanzenorgane, *FRINGSHEIM*, Jahrb. f. w. Bot. 1904, Bd. XI, p. 545.

sucht TSCHIRCH¹⁾ vergleichsweise junge Zweige der aufrechten und Hängeform von *Fraxinus excelsior* und *Salix caprea*. Er findet besonders im ersten Falle bedeutend schwächere Ausbildung der Bast- und Sklerenchymelemente im Hängebaum. BARANETZKY²⁾ vergleicht, zur Ergänzung seiner physiologischen Untersuchungen, die aufrechten und Hängeformen von *Caragana arborescens*, *Ulmus montana* und *Fraxinus excelsior*. Er gibt an, daß im Vergleich zu den aufrechten Formen, die Elemente des Holzkörpers der Hängearten schwächer verdickt sind. Bei der letztgenannten Hängeform findet er auffallende Förderung in der Ausbildung von Parenchym und Mark und langsame Entwicklung der mechanischen Elemente. Bezüglich der Erklärung des Herabhängens der Zweige schließt er sich der Ansicht VÖCHTINGS³⁾ an, räumt aber histologischen Verhältnissen einen gewissen Einfluß ein.

WIEDERSHEIM⁴⁾ beobachtet den Einfluß der Belastung auf das mechanische System in Hängezweigen. Bei dieser Gelegenheit untersucht er den Stammaufbau der Trauerformen von *Fraxinus excelsior*, *Caragana arborescens* und *Ulmus montana*, im Vergleich zu dem der entsprechenden aufrechten Bäume, und bestätigt die Erfahrungen BARANETZKYs. Bei *Fagus silvatica*, *Sorbus aucuparia* und *Corylus avellana* findet er keine konstanten Unterschiede, ebenso wenig bei *Fraxinus excelsior*, wie er der Ansicht TSCHIRCHs gegenüber ausdrücklich betont.

Da 1. die Anatomie der Trauerbäume im Vergleich zu der der normalen Formen bisher nur als Teilfrage neben Hauptfragen physiologischer Art behandelt wurde,

2. in der Literatur wechselnde Angaben vorliegen (*Fraxinus excelsior*),

3. die Untersuchungen nicht an einer größeren Zahl von Individuen einer Art, wie es zum Zwecke eines Vergleiches notwendig ist, vorgenommen wurden, veranlaßte mich mein verehrter Lehrer, Prof. Dr. HANS MOLISCH, den anatomischen Aufbau der Zweige von Trauerbäumen mit dem der entsprechenden aufrechten Formen zu vergleichen.

1) TSCHIRCH, A., Beitrag zur Kenntnis des mechanischen Gewebesystems. PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. Bot. 1885, Bd. XVI, p. 315.

2) BARANETZKY, J., l. c. p. 138.

3) VÖCHTING, K., Ueber Organbildung im Pflanzenreiche. 1866, II. Teil, p. 78.

4) WIEDERSHEIM W. Ueber den Einfluß der Belastung auf die Ausbildung von Holz- und Bastkörpern bei Trauerbäumen. PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. B. t. 1903 Bd. XXXVIII p. 41.

Material und Methode.

Zu Vergleichszwecken können nur aufrechte und entsprechende Hängebäume verwendet werden, welche:

1. Der gleichen Art angehören.
2. Gleichaltrig sind.
3. Unter gleichen Verhältnissen leben.
4. In größerer Zahl vorhanden sind.

Bezüglich des ersten Punktes könnte eingewendet werden, daß Kulturpflanzen dieser Anforderung nicht genügen können, da innerhalb einer Art zahlreiche Unterarten und Rassen usw. vorhanden sind. Diesem Einwand suchte ich dadurch zum Teil zu begegnen, daß ich immer eine möglichst große Zahl von Individuen einer Art, auch von verschiedenen Standorten, untersuchte. Die restlichen Bedingungen (Punkt 2—4) fand ich in Beständen von Baumschulen erfüllt, wo an mehreren Exemplaren einer Pflanzung von jungen, normalen Bäumen Hängeformen durch Pfropfung erzeugt werden, während der Rest normal weiter wächst, so daß dann die gleichaltrigen — aufrechte — und Hängebäume nebeneinander stehen, unter den gleichen Bedingungen aufgewachsen und in größerer Anzahl zur Verfügung sind. Ich entnahm das Material für meine Untersuchungen der städtischen Baumschule in Albern bei Wien und einer Baumschule in Brünn (Mähren). Zur Ergänzung prüfte ich auch einzelne Exemplare anderer Standorte. Ich verglich 1-, 2- und 3jährige (manchmal 4jährige) Zweige des Hängebaumes mit den entsprechenden der aufrechten Form und zwar immer mehrere Zweige eines Individuums in verschiedenen Internodien und mehrere Individuen einer Art. In allen Fällen, wo sich kein diesbezüglicher Vermerk findet, handelt es sich bei den untersuchten Vergleichsobjekten um junge Bäume. Die Messungen erfolgten am Querschnitt. Ich untersuchte aufrechte und Hängeformen von: *Morus alba*, *Sophora japonica*, *Caragana arborescens*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*.

Untersuchungen.

A. *Morus alba*.

Zeit der Untersuchung: September 1916.

Untersucht wurden 3 \uparrow und 3 \downarrow Bäume.¹⁾ (Albern.)

1. Unterschiede im Aussehen.

Morus alba p. ist ein echter Trauerbaum; die Zweige hängen von der Stelle der Pfropfung fast vertikal abwärts. Das Wachstum ist an den Spitzen

1) \uparrow = aufrecht, \downarrow = hängend.

gehemmt¹⁾). Die Zweige sind internodienreicher und die Internodien bedeutend länger als die der dazu gehörigen normalen Pflanze. Sonst ist in Umfang und Beschaffenheit der Triebe äußerlich kein Unterschied zu beobachten. Die Blätter von *Morus alba p.* sind, besonders an der am stärksten belichteten Seite, größer und kräftiger als die des aufrechten Baumes.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stamm aufbaues.

Die Epidermis bleibt bis zur zweiten Vegetationsperiode erhalten. Das mehrschichtige, dickwandige Periderm entwickelt sich im zweiten Jahre. Die primäre Rinde enthält Kollenchym und Rindenparenchym; in ihrem äußersten Teile schließen Sklerenchymzellen zu einem Ring zusammen. Zu den starken, primären Bastbündeln kommt im zweiten Jahre eine breite Zone sekundärer Bastbelege dazu. Das Holz ist reich an Libriformfasern und hat meist einreihige Markstrahlen. Die Markzellen sind dünnwandig.

2. Vergleich.

Im Bau der aufrechten — verglichen mit dem der Hängeform zeigen sich sehr auffallende und konstante Unterschiede; sie sind im Schnitt ohne weiteres auseinanderzuhalten. Bedeutendster Unterschied: Beschaffenheit des mechanischen Systems. Er besteht in Menge und Ausbildung der Elemente.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel werden bei der Trauerform später angelegt, als bei der aufrechten. Die sekundären Bastbelege entstehen beim normalen Baume in den letzten Internodien des zweijährigen Triebes, beim Hängebaum sind sie erst später zu beobachten. Die primären Bastbündel sind im ersten Jahre bei beiden Formen ungefähr gleich groß, im zweiten und dritten Jahre bei der Hängeform viel kleiner und unregelmäßiger, oft nur als schmale Streifen ausgebildet. Der sekundäre Bastbelag besteht beim normalen Baume aus einem breiten Ringe von einzelnen Bastfasern, beim Hängebaum aus kleinen Komplexen von Bastzellen. Die Zellwände der primären Bastbündel und der Bastzellen des sekundären Bastbelages sind im normalen Stamme mächtig verdickt, das Lumen schlitzförmig oder unsichtbar. Die Wände der primären Bündel im Hängebaum sind sehr zart (im ersten Jahre von denen der Parenchymzellen nicht zu unterscheiden), später durch den Druck der umliegenden Gewebe zusammengepreßt, so daß das Lumen zum Verschwinden kommt. Ähnliche Beschaffenheit zeigen die sekundären Bastbelege, doch sind die Zellwände noch dünner, vom umgebenden Bastparenchym nur durch die auffallende Faltung abgegrenzt. (Bedeutender Unterschied). Das Kollenchym ist besonders im ersten Jahre im aufrechten Baume stärker ausgebildet. Später ist dieser Unterschied undeutlich, da das Kollenchym vom Sklerenchymring verdeckt wird. Das Sklerenchym tritt im Hängebaum frühzeitiger auf und ist in allen Jahren dort stärker ausgebildet, wie um die schwachen Bastelemente zu ersetzen.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Im Hängebaum sind die Libriformelemente in geringerer Menge vorhanden als im aufrechten, die Zellwände viel dünner. (Am deutlich-

1) VÖCHTING, H., l. c. p. 78.

sten im ersten Jahre.) Der Unterschied ist weniger auffallend als im Bastteil, aber konstant. Im Gegensatz zu Bast und Holz sind Rindenparenchym und Mark im Hängebaum stärker ausgebildet. Dieses Merkmal ist aber nicht ganz konstant.

B. *Sophora Japonica*.

Mai 1916 und November 1916.

Untersucht wurden: 3 \uparrow und 4 \downarrow Bäume (Brünn),

1 \uparrow und 1 \downarrow Baum, beides ältere Exemplare (Albern).

I. Unterschiede im Aussehen.

Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Sophora japonica p. ist eine echte Trauerform, die Zweige hängen vertikal abwärts. Das Wachstum ist an den Spitzen gehemmt. Neue Zweige inserieren auf der Höhe der Krümmung der älteren, so daß eine Schirmform zustande kommt. Die Hängeform ist viel reicher verzweigt, die Internodien der Zweige sind kürzer als die der aufrechten. In Stärke und Beschaffenheit der Triebe ist äußerlich kein Unterschied festzustellen. Der Hängebaum hat etwas größere und kräftigere Blätter, die später abfallen, als die des normalen Baumes.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

Die Epidermis besitzt einen krustenförmigen Wachsüberzug und eine starke Kutikula; sie bleibt bis zum vierten Jahre erhalten, dann erst tritt Peridermbildung ein. Die primäre Rinde enthält mehrschichtiges Kollenchym, welches in dünnwandiges Rindenparenchym übergeht. Die großen, primären Bastbündel werden durch einzelne Steinzellen, später durch Sklerenchymgruppen zu einem Ringe geschlossen. In der sekundären Rinde sind außerdem kleinere Bastgruppen in mehreren Lagen ausgebildet. Das Holz ist gefäßreich; die Markzellen haben kräftige, getüpfelte Wände.

2. Vergleich.

Die aufrechte und Hängeform von *Sophora japonica* sind anatomisch sehr stark voneinander verschieden. Die Unterschiede sind konstant. Sie sind im Bau der älteren Bäume noch deutlicher ausgeprägt. Die aufrechte und die Trauerform sind im Schnitt ohne weiteres auseinander zu halten.

Bedeutendster Unterschied: Behaffenheit des mechanischen Systems. Er besteht nicht in allen Fällen in der Menge, vorwiegend in der Ausbildung der mechanischen Elemente.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel und Sklerenchymgruppen sind bei beiden Formen im ersten Jahre fast gleich groß, in den späteren Jahren sind sie beim Hängebaum individuenärmer, der Ring ist schmaler. Die sekundären Bastbelege werden im Trauerbaum später und meist in viel geringerer Menge angelegt, als im aufrechten. So bestehen sie in einigen Fällen im aufrechten Baum aus vier oder mehr Lagen von Bastbündeln, im hängenden aus unregelmäßig verstreuten kleinen Bastgruppen; zuweilen aber beobachtet man bei beiden Formen die gleiche Menge

von Bastbelegen. Die Zellwände der primären Bastbündel und der sekundären Bastbelege sind im normalen Zweige durchwegs mächtig verdickt, das Lumen ist punkt- oder spaltförmig, die Wandungen der gleichen Elemente des Hängezweiges sind zart, das Lumen ist weit. (Bedeutender Unterschied) Das Kollenchym zeigt in seiner Größe und Ausbildung keine konstanten Unterschiede.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Die Libriformelemente des aufrechten Baumes sind durchwegs stärker ausgebildet als die des Hängebaumes, doch ist der Unterschied weniger auffallend als im Bastteil. Rindenparenchym und Mark sind gewöhnlich im Trauerbaum umfangreicher als im normalen. Ersteres ist besonders deutlich an den untersuchten Zweigen der älteren Bäume zu beobachten, wo im zweiten und dritten Jahre das Rindenparenchym beim aufrechten vollkommen fehlt, während es beim Hängebaum sehr stark entwickelt ist. Die Epidermis junger Hängezweige zeigt meist reicheren Haarbesatz als die der entsprechenden aufrechten.

C. *Caragana arborescens*.

Dezember 1915 und Oktober 1916.

Untersucht wurden: 6 \uparrow und 4 \downarrow Bäume (Albern).

· 6 \uparrow und 4 \downarrow Bäume (Brünn).

1 \downarrow Baum mit \uparrow Trieben aus der Unterlage.

I. Unterschiede im Aussehen.

Caragana arborescens p. ist ein echter Trauerbaum; die Zweige hängen fast vertikal von der Stelle der Pfropfung abwärts. Das Wachstum ist an den Spitzen gehemmt. Der Hängebaum ist weiter verzweigt, blüht reicher und verliert später das Laub als der aufrechte. Die Hängezweige sind gleich stark, in vielen Fällen stärker, als die gleichaltrigen normalen; in ihrer Beschaffenheit ist äußerlich kein Unterschied zu beobachten.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammbaufbaues.

Die Epidermis wird schon in der ersten Vegetationsperiode abgeblättert. Unterhalb der Epidermis verlaufen starke Bastrippen längs des Stammes. Peridermbildung erfolgt schon in den jüngsten Internodien. In das Rindenparenchym sind große primäre Bastbündel eingelagert. Im darunterliegenden Teile der sekundären Rinde wechseln tangential angeordnete Bastbelege mit Siebröhren und Bastparenchymplatten ab. Das Holz ist reich an Libriformelementen; das Mark ist kleinzellig.

2. Vergleich.

Bei allen untersuchten Bäumen wurden, mit einer Ausnahme, sehr auffallende und konstante Unterschiede zwischen der aufrechten und Hängeform gefunden. Diese ist im Schnitt ohne weiteres kenntlich.

Bedeutendster Unterschied: Beschaffenheit des mechanischen Systems. Er besteht nicht in der Menge, sondern in der Ausbildung der mechanischen Elemente.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel werden bei der Trauerform etwas später angelegt als bei der aufrechten. In der Größe des Bastteiles¹⁾, in Menge und Ausdehnung der primären Bastbündel und der sekundär entstehenden Bastbänder besteht kein Unterschied. In einigen Fällen scheint die Bastproduktion beim Hängebaum auffallend erhöht, wie um die Schwäche der einzelnen Faser auszugleichen. Alle Wände der Bastzellen sind beim aufrechten Baum mächtig verdickt, das Lumen punktförmig oder unsichtbar; beim Hängebaum sind sie sehr zart und durch den Druck der umgebenden Gewebe etwas zusammengepreßt. (Bedeutender Unterschied.)

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Die Wände der Libriformzellen sind beim Hängebaum schwächer als die der aufrechten Form. Der Unterschied ist weniger auffallend als der des Bastteiles, aber ebenso konstant. Das Holz des aufrechten Baumes ist frühzeitiger vollkommen ausgebildet als das der Hängeform. In der Größe besteht kein Unterschied. Die Markzellen des Trauerbaumes haben weitere Lumina und dünnere Wände als die des normalen.

In einem Falle war bei einem aufrechten Baume der Raum des Markes von einem Nest von Steinzellen erfüllt.

In der Ausbildung des Periderms, Rindenparenchyms; der Bastrippen unter der Epidermis wurde kein konstanter Unterschied beobachtet.

Unter 15 untersuchten Hängebäumen fanden sich bei einem Exemplare die erwähnten Unterschiede der Ausbildung nur in einjährigen Zweigen. Die zwei- und dreijährigen Hängetriebe waren ebenso gebaut wie die entsprechenden aufrechten.

D. *Fraxinus excelsior*.

Januar 1916 und Oktober 1916.

Untersucht wurden: 6 \uparrow und 6 \downarrow Bäume (Brüm).

1 \uparrow alter Baum, ein kleiner Teil der Aeste hängt abwärts. (Bot. Garten, Wien.)

I. Unterschiede im Aussehen.

Fraxinus excelsior p. ist nicht als echter Trauerbaum zu bezeichnen. Es kommen außer den herabhängenden Trieben (wie sie *Caragana* oder *Morus* zeigen) horizontale oder geneigt nach aufwärts gerichtete vor; diese senken sich später, oder verbleiben in ihrer Stellung, so daß auf diese Weise eine allmähliche Erhebung des Hängebaumes stattfinden kann²⁾. Das Wachstum ist an den Spitzen nicht gehemmt. Beim Hängebaum überwiegt die Zahl der

1) „Bastteil“ = Zone, welche die sekundäre Rinde von den primären Bastbündeln bis zum Verdickungsring umfaßt.

2) VÖCHTING, K.: l.c. p. 83.

Langtriebe, beim aufrechten die der Kurztriebe. Erstere haben wohl längere, aber nicht schlankere Internodien als der entsprechende normale Baum¹⁾. In der Beschaffenheit der Zweige ist äußerlich sonst kein Unterschied zu beobachten.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

I. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Die Epidermis wird im zweiten Jahre abgestreift; während der ersten Vegetationsperiode entsteht das großzellige Periderm. Die primäre Rinde besteht aus mehrschichtigem Kollenchym und dünnwandigem Rindenparenchym, in welchem Steinzellen verstreut liegen. Die sekundäre Rinde enthält außer den starken primären Bastbündeln, welche zuerst durch vereinzelte Sklerenchymzellen, später durch Sklerenchymgruppen zu einem Ringe vereinigt werden, keine weiteren Festigkeitselemente. Das Holz ist in vielen Fällen abnorm gebaut; bei zwei- und dreijährigen Zweigen schalten sich zwischen die Jahresringe schmalere Streifen ein, die gefäßlos, oder mit sehr engen Gefäßen versehen sind. Das Mark besteht aus starkwandigen Zellen, Steinzellen sind zwischen ihnen verstreut.

2. Vergleich.

Langtriebe. Im Aufbau der normalen — verglichen mit dem der Hängeform wurden Unterschiede beobachtet; doch sind sie sehr geringfügig oder nicht konstant.

In der Ausbildung des mechanischen Systems besteht insofern ein Unterschied, als ein Teil der Elemente (Sklerenchym) beim Hängebaum etwas später angelegt wird, daher sind im ersten Jahre die zu erwähnenden Unterschiede deutlich, im zweiten und dritten Jahre weder deutlich noch konstant.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Im ersten Jahre sind die Bastbündel des aufrechten Baumes größer und regelmäßiger, die Wände der Bastzellen stärker verdickt als beim Hängebaum. Der Unterschied ist unbedeutend und in den späteren Jahren nicht konstant. Die Ausbildung des Sklerenchyms im Hängebaum ist abwechselnd stärker oder schwächer als im normalen. Das Kollenchym des aufrechten Baumes ist in allen Fällen etwas breiter und weist stärkere Eckenverdickung auf als das der Trauerform. Der Unterschied ist geringfügig.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Das Holz ist im allgemeinen in aufrechten Bäumen frühzeitiger vollkommen ausgebildet. Sonst besteht weder in der Größe des Holzteiles, noch in der Beschaffenheit seiner Bestandteile (Gefäße, Librifasern, Markstrahlen usw.) ein konstanter Unterschied. Ebenso wenig konnte ich in der Ausbildung von Mark und Rindenparenchym konstante Unterschiede finden.²⁾

1) BARANETZKY, J.: l. c. p. 220.

2) BARANETZKY findet Rindenparenchym und Mark des Hängebaumes auffallend stärker ausgebildet. l. c. p. 220.

Im zweiten Jahre überwiegt die Peridermbildung im Hängebaum die des aufrechten; diese Verschiedenheit wird später wieder ausgeglichen.

Kurztriebe. Etwas regelmäßiger und deutlicher sind die Unterschiede beim Vergleiche der Kurztriebe der beiden Formen zu beobachten; so Verschiedenheiten in der Ausbildung von Bast, Sklerenchym und Kollenchym.

Der Holzkörper ist im aufrechten Triebe frühzeitiger zur Gänze ausgebildet und umfangreicher, dagegen ist im Hängetrieb Rindenparenchym in größerer Menge vorhanden.

Markanter als die anatomischen Unterschiede gleichartiger Triebe der beiden Baumformen, sind die zwischen Lang- und Kurztrieb des gleichen Baumes bestehenden. Und zwar beim Hängebaum, wie auch makroskopisch sichtbar, deutlicher ausgeprägt.

E. Corylus avellana.

April 1916 und November 1916.

Untersucht wurden: 3 \uparrow und 3 \downarrow Bäume (Albern).

I. Unterschiede im Aussehen.

Corylus avellana p. zeigt keinen ausgesprochenen Trauertypus. Die Zweige hängen in mehr oder weniger großem Winkel zur Lotlinie abwärts. Im Zentrum der Krone über der Propfungsstelle richten sie sich auf; die Endteile und die Triebe nächster Ordnung senken sich gewöhnlich wieder; das Wachstum ist an den Spitzen nicht gehemmt. In Stärke und Beschaffenheit der Zweige ist äußerlich kein Unterschied zu beobachten, außer daß die jungen Hängetriebe reicher behaart sind als die entsprechenden aufrechten.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammbaufbaues.

Die Epidermis überdauert die erste Vegetationsperiode. Das mehrschichtige Periderm ist schon im ersten Internodium des ersten Jahres vorhanden. Die primäre Rinde enthält Kollenchym und Rindenparenchym, die sekundäre Rinde starke primäre Bastbündel, die sich mit um- und zwischengelagerten Steinzellen zu einem Ring schließen. In mehrjährigen Zweigen überwiegt das Sklerenchym. Im äußersten Teile der sekundären Rinde, in der Nähe des Verdickungsringes, treten zuerst einzelne Bastzellen, später radial am Umfang angeordnete Bastgruppen auf. Das Holz ist auffallend reich an kleinen Gefäßen, welche dicht übereinander liegen. Die Markstrahlen sind einreihig, das Mark hat große, dickwandige Zellen.

2. Vergleich.

Im anatomischen Stammbaufbau sind Unterschiede vorhanden, doch sind sie geringfügig oder nicht konstant. Die beiden Formen sind im Schnitt nicht ohne weiteres zu unterscheiden. Das mechanische System ist fast in gleicher Weise ausgebildet. Da, wo zwischen beiden Formen Unterschiede vorhanden sind, bestehen sie in der Menge der Elemente und sind, wie bei *Fraxinus*, im ersten Jahre deutlicher ausgeprägt.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Der Bastteil ist beim aufrechten und Hängebaum ungefähr gleich stark.

Der Ring aus Bast- und Sklerenchymgruppen ist am deutlichsten im ersten Jahre, aber auch in den folgenden, beim Hängebaum schmaler als beim aufrechten; die Bast- und Sklerenchymgruppen, besonders die ersteren, sind individuenärmer, die Zellen etwas kleiner. Der Unterschied ist unbedeutend. Die sekundär entstandenen Bastbündel sind bei beiden Formen in gleicher Menge und Beschaffenheit vorhanden.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Sie zeigen in ihrer Ausbildung bei aufrechten und Trauerbäumen keinen Unterschied. Im ersten Jahre ist der Holzteil des Trauerbaumes, später der des normalen, umfangreicher. Ersterer hat mehr Gefäße. In Größe und Ausbildung des Marks bestehen zwischen beiden Formen keine konstanten Unterschiede. Die Epidermis der jungen Hängetriebe weist dichter angeordnete und längere Haare auf als die der aufrechten. Die restlichen Bestandteile des Stammaufbaues zeigen keine oder keine konstanten Unterschiede.

F. *Sorbus aucuparia*.

Juni 1916.

Untersucht wurden: 3 \uparrow und 3 \downarrow Bäume (Albern).

I. Unterschiede im Aussehen.

Sorbus aucuparia p. stellt keine ausgesprochene Trauerform dar. Die Zweige hängen bogenförmig oder in mehrfacher Krümmung abwärts. Zweige, welche im Zentrum der Krone oder auf der Höhe der Krümmung inserieren, sind oft vollkommen aufgerichtet. Auch zweijährige Zweige haben diese Stellung. Das Wachstum ist an den Spitzen nicht gehemmt. In Stärke und Aussehen der Zweige der beiden Formen ist äußerlich kein Unterschied zu beobachten. Die Blätter des Hängebaumes sind etwas größer und kräftiger als die des aufrechten. Die Triebe des normalen Baumes¹⁾ sind auch vielfach und in verschiedenen Richtungen gekrümmt und sind oft, so zum Beispiel wenn sie Früchte tragen, in ähnlicher Weise nach abwärts gerichtet wie die der Trauerformen.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.**1. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.**

Die Epidermis bleibt bis zum zweiten Jahre erhalten. Schon im ersten Internodium des einjährigen Zweiges ist Periderm vorhanden. Die primäre Rinde enthält Kollenchym, Rindenparenchym, niemals Steinzellen. In der sekundären Rinde liegen die großen primären Bastbündel; später werden weitere Bastbelege ausgebildet. Das Holz ist gefäßreich; zwischen den dünnwandigen Markzellen ist Sklerenchym eingelagert.

2. Vergleich.

Im anatomischen Aufbau von *Sorbus aucuparia* und der Hängeform sind in allen Jahren konstante Unterschiede nicht zu beobachten.

1) Es sind junge Bäume gemeint.

Die beiden Formen können im Schnitt nur im ersten und dritten Jahre mit einiger Sicherheit bestimmt werden.

Auch hier werden die Festigkeitselemente im Hängebaum viel später ausgebildet, so daß sich der einjährige Zweig des Trauerbaumes noch deutlich vom normalen unterscheidet. In zweijährigen Zweigen ist die Beschaffenheit wechselnd, bei verschiedenen Exemplaren und verschiedenen Zweigen desselben Exemplares verschieden. Im dritten Jahre bestehen gewisse konstante Unterschiede.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel sind beim aufrechten Baume schon in den ersten Internodien des ersten Jahres vollkommen ausgebildet, während sie beim Hängebaum entweder erst angelegt sind, oder doch auffallend schwächer verdickte Zellwände haben. In zweijährigen Zweigen ist die Ausbildung abwechselnd bei der aufrechten oder der Hängeform kräftiger. Die sekundären Bastbelege entstehen im zweiten Jahre und sind hier bei verschiedenen aufrechten und hängenden Vergleichsobjekten in der Anlage vorhanden oder sie fehlen. Im dritten Jahre waren sie in allen untersuchten Zweigen des normalen Baumes vorhanden und fehlten beim Hängebaum.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

In Menge und Ausbildung der mechanischen Elemente des Holzes besteht kein Unterschied.

Der Holzteil wird im normalen Baume früher ausgebildet und ist bei zweijährigen Zweigen dort umfangreicher. Im dritten Jahre ist der Unterschied nicht mehr konstant.

Die parenchymatischen Elemente überwiegen im ersten Jahre bei den Hängezweigen, später wird der Unterschied ausgeglichen.

Resultate der Untersuchungen.

1. Beim Vergleich der untersuchten Trauerbäume mit den entsprechenden aufrechten Formen wurden im anatomischen Stammbau Unterschiede beobachtet, die bei den verschiedenen Baumarten mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit und Konstanz in Erscheinung treten. Sie sind:

- a) Auffallend und konstant (bei *Morus*, *Sophora* und *Caragana*).
- b) Geringfügig oder weniger konstant (bei *Fraxinus* und *Corylus*).
- c) Nicht konstant (bei *Sorbus*).

2. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist die Beschaffenheit des mechanischen Systems. Die mechanischen Elemente der Rinde und des Holzes, Bast- und Librifasern, sind im Hängebaum:

- a) In geringerer Menge und bedeutend schwächerer Ausbildung vorhanden als im entsprechenden aufrechten Baum (*Morus*).

- b) Sie sind nicht vermindert, aber am Querschnitt bedeutend dünnwandiger als die der normalen Pflanze (*Caragana*, *Sophora*).
- c) Sie sind in gleicher Menge und Ausbildung wie im normalen Baum entwickelt, oder zeigen nur geringfügige Unterschiede, werden aber später angelegt. (*Fraxinus*, *Corylus*, *Sorbus*).

3. Zeigt der Baum typischen Hängewuchs, so ist das mechanische System, verglichen mit dem des normalen, auffallend schwächer entwickelt. (*Morus*, *Sophora*, *Caragana*); zeigt er keine ausgesprochene Trauerform, so ist es um wenig schwächer oder gleich stark ausgebildet (*Fraxinus*, *Corylus*, *Sorbus*).

4. Die Unterschiede im mechanischen Anteil des Holzes der Vergleichsobjekte sind viel weniger auffallend als die des Bastteiles.

5. Der Holzteil ist in aufrechten Zweigen meist frühzeitiger zur Gänze entwickelt als der der hängenden.

6. Die Ausbildung von Rindenparenchym und Mark ist in einigen Fällen im Hängebaum gefördert.

7. Die Epidermis der Hängeform von *Sophora* und *Corylus* zeigt reicheren Haarbesatz als die der aufrechten.

8. Bei *Fraxinus excelsior* p. konnte ich weder abweichende Beschaffenheit des mechanischen Teiles¹⁾, noch auffallende Förderung der parenchymatischen Elemente²⁾ beobachten.

9. Außerlich bestehen in Umfang und Beschaffenheit der aufrechten und Hängezweige keine oder nur sehr geringfügige Unterschiede.

10. Bei *Morus*, *Sophora* und *Sorbus* sind die Blätter des Hängebaumes etwas größer und kräftiger als die der normalen Form.

Die in den Punkten 2 und 3 angeführten Tatsachen finden eine Erklärung in der Annahme, daß die Faktoren: „Mangelhafte Ausbildung der spezifisch mechanischen Elemente“ und „Abnorme Wachstumsrichtung“ einander gegenseitig wenigstens zum Teil bedingen.

Ad 4. Nach SCHWENDENER³⁾ und HABERLANDT⁴⁾ dienen die Bastelemente der Rinde nur in jungen Zweigen spezifisch mechanischen Zwecken, während im späteren Alter die mechanischen Elemente des Holzes allein diese Funktion übernehmen. Es ist möglich, daß demzufolge bei älteren, aufrechten und Hängezweigen der Unterschied des Bastteiles gegen den des Holzes zurücktritt.

1) Wie TSCHIRCH sie durchwegs findet, l. c. p. 315.

2) Wie BARANETZKY konstatiert, l. c. p. 138.

3) SCHWENDENER, S.: Das mechanische Prinzip im Aufbau des Monokotylen-Stammes, Basel 1874, p. 142.

4) HABERLANDT, G.: Physiologische Pflanzenanatomie 1909, p. 141.

Ad 10. Nach MOLISCH¹⁾ erscheint es möglich, daß bei Hängebäumen die Veredlungsstelle eine Stauung der Assimilate und infolgedessen reichere Ernährung der Blätter verursacht.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Prof. Dr. HANS MOLISCH, für das wohlwollende Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen aufrichtigsten Dank zu sagen.

Erklärung der Tabellen.

Um einen tunlichst genauen Vergleich zu ermöglichen, wurden Messungen ausgeführt. Es wurden bei jedem untersuchten Exemplar des aufrechten und Hängetypus mehrere ein- bis vierjährige Zweige in verschiedenen Internodien gemessen und die gewonnenen Werte verglichen. Die in den Längsreihen der Tabelle stehenden Zahlen geben den Querdurchmesser des zu Häupten der Reihe genannten Stammanteiles an. Die Zahlen je zweier, untereinanderstehender Querreihen geben zum Vergleich die Werte bei der aufrechten (\uparrow) und der Hängeform (\downarrow) des untersuchten Baumes an, der in der ersten Rubrik genannt ist. Und zwar werden je zwei Vergleichsobjekte einer Baumart mit einer römischen Ziffer und dem Anfangsbuchstaben des Gattungsnamens, Alter und Internodium mit arabischen Ziffern bezeichnet. CI. Ij. I. J. bedeutet *Caragana*I, einjährig, I. Internodium. Die Zahlen sind Durchschnittswerte, die Größen sind in μ angegeben. Es erfolgten zahlreiche Messungen. Die in folgenden angeführten beziehen sich auf: I. *Morus alba*, II. *Sophora japonica*, III. *Fraxinus excelsior*.

Morus alba.

	Kollenchym	Sklerenchym	Rindenp.	Bündel ²⁾	Holz	Mark
MI, 1j. 4. J.	\uparrow 54·6		54·6	91	309·4	1656·2
	\downarrow 54·6		36·4	0	273	1820
MII, 1j. 6 J.	\uparrow 54·6		72·8	91	400	1092
	\downarrow 36·4		54·6	72·8	345·8	1492
MI, 2j. 9 J.	\uparrow 54·6	0	43·5	91	382·2	1820
	\downarrow 36·4	36·4	50·9	54·6	105·5	2147

1) MOLISCH, H.: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei, Jena 1916.

2) „Bündel“ = primäre Bastbündel.

	Kollenchym	Sklerenchym	Rindenp.	Bündel ¹⁾	Holz	Mark
M _{II} , 2 j. 8 J.	54·6	0	54·6	109·2	946·4	1820
	36·4	0	72·8	72·8	637	2457
M _I , 3 j. 1. J.	54·6	36·4	36·4	91	2056	1820
	54·6	54·6	72·8	72·8	1383	2002
M _{II} , 3 j. 1. J.	72·8	36·4	54·6	91	1547	1720·8
	36·4	91	72·8	54·6	2574	1820

Sophora japonica.

	Epidermis	Kollenchym	Rindenpar.	Bündel ¹⁾	Holz	Mark
S _I , 1 j. 1. J.	18·2	36·4	54·6	54·6	163·8	582·4
	36·4	54·6	54·6	54·6	182·0	600·6
S _{II} , 1 j. 3. J.	36·4	54·6	54·6	36·4	436·6	527·8
	36·4	36·4	72·8	36·4	145·6	491·4
S _{II} , 2 j. 2. J.	36·4	54·6	36·4	72·8	762·4	418·6
	36·4	54·6	54·6	54·6	546·0	582·4
S _{III} , 2 j. 1. J.	36·4	91·0	0	91·0	418·6	527·8
	18·2	109·2	72·8	72·8	1437·8	6734·0
S _I , 3 j. 1. J.	36·4	54·6	36·4	91·0	1073·8	5096·0
	54·6	54·6	72·8	36·4	891·8	6916·0
S _{III} , 4 j. 1. J.	36·4	91·0	0	54·6	2911·0	762·4
	36·4	91·0	127·4	72·8	2093·0	1001·0

1) „Bündel“ = primäre Bastbündel.

Fraxinus excelsior.

		Periderm	Kollenchym	Rindenspar.	Bündel ¹⁾	Holz	Mark
1.	FI, 1 j. 1. J. L.	72.8	91.0	218.4	91.0	435.0	2002.0
		72.8	91.0	364.0	72.8	473.2	2093.0
	FII, 2 j. 1. J., L.	91.0	72.8	200.2	91.0	762.4	2639.0
		72.8	54.6	200.2	91.0	800.8	2365.0
	FIII, 3 j. 1. J. L.	91.0	91.0	618.6	91.0	1255.8	3094.0
		91.0	72.8	345.8	91.0	828.4	2275.0
2.	FII, 1 j. 1. J. K.	109.2	163.80	309.4	91.0	418.6	2093.0
		127.4	54.6	473.2	72.8	382.2	2093.0
	FII, 2 j. 1. J. K.	91.0	91.0	327.6	91.0	855.4	2093.0
		91.0	91.0	309.4	91.0	327.6	1456.0
	FII, 3 j. 1. J. K.	273.0	127.4	163.8	109.2	1619.8	2457.0
		109.2	91.0	273.0	91.0	618.8	2457.0

1. Vergleich zwischen aufrechten und hängenden Langtrieben. (L.)
2. Vergleich zwischen aufrechten und hängenden Kurztrieben. (K.)
Siehe Text

Erklärung der Tafel III.

Abb. 1. Querschnitt durch die Rinde von *Morus alba*; zeigt die primären Bastbündel *b* und den sekundären Bastbelag *b*₁. Die Zellwände der Bastfasern sind mächtig verdickt, die Lumina spaltförmig.

Abb. 2. Zum Vergleich: Querschnitt durch die Rinde von *Morus alba pendula*; die Wände der primären Bastbündel *b* und der sekundären Bastbelege *b*₁ sind zart und durch den Druck der umgebenden Gewebe zusammengepreßt, die Lumina weit.

Abb. 3. Teile eines Querschnittes durch sekundäre Rinde und Holz von *Caraga naarborescens* mit primären Bastbündeln *b* und sekundären Bastbelegen *b*₁, deren Zellwände sehr stark verdickt sind; Lumina punktförmig oder unsichtbar.

1) „Bündel“ = primäre Bastbündel.

Abb. 4. Zum Vergleich: Teil eines Querschnittes durch sekundäre Rinde und Holz von *Caragana arborescens pendula*. Die Bastfasern der primären Bastbündel b und der sekundären Bastbelege b_1 sind sehr zart, das Lumen ist weit; die Wandungen der Holzzellen sind bedeutend schwächer als im aufrechten Vergleichsobjekt.

Bei der Anfertigung der Zeichnungen wurde verwendet: Mikroskop Leitz, Ok. 2, Obj. 6.

12. Hermann Ross: Dem Andenken der Forschungsreise von Spix und Martius in Brasilien 1817—20.

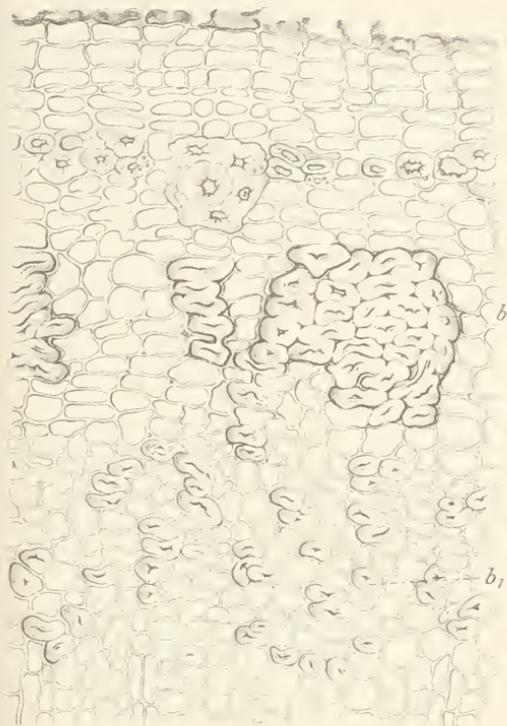
(Mit einer Abb. im Text.)

(Eingegangen am 10. Februar 1917.)

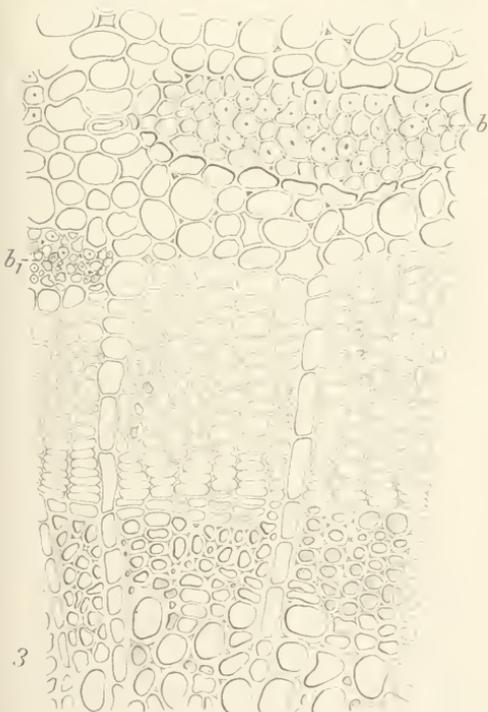
Vor hundert Jahren traten der Akademiker JOH. BAPT. SPIX und der junge Botaniker CARL FRIEDR. PHIL. MARTIUS in München ihre fast 4 Jahre dauernde Reise zur naturwissenschaftlichen Erforschung Brasiliens an. König Max I. hatte schon 1815 eine „literarische Sendung“ zur naturwissenschaftlichen Erforschung des tropischen Amerika geplant und die Kgl. bayerische Akademie der Wissenschaften beauftragt, entsprechende Vorschläge zu machen. Der österreichische Hof benutzte die Gelegenheit der Vermählung der Erzherzogin Leopoldine mit dem Kronprinzen von Portugal, dem späteren Kaiser Dom Pedro I. von Brasilien, um eine Anzahl Naturforscher dem Gefolge der Erzherzogin anzugliedern. Bayerns König erreichte es, daß Münchener Gelehrte die Fahrt auf einer der beiden Fregatten, welche die Erzherzogin in die neue Heimat führten, machen durften, und daß ihnen für ihre Reise innerhalb Brasiliens möglichst vielseitige Unterstützung und Förderung zuteil wurde. Erst im Dezember 1816 erfuhren SPIX und MARTIUS, daß die Wahl auf sie gefallen sei, und so blieb ihnen nur wenig Zeit für eine wissenschaftliche Vorbereitung, sie mußten ihre ganze Kraft hauptsächlich einer möglichst zweckmäßigen Ausrüstung zuwenden.

Am 6. Februar 1817 verließen die beiden Gelehrten München und trafen nach 4 Tagen in Wien ein, dessen wissenschaftliche Schätze sie nach Möglichkeit für ihre zukünftigen Zwecke ausnützten. Dann ging es mit einem Teil des Gefolges der Erzherzogin nach Triest, aber erst am 10. April lichtete die Fregatte „Austria“, auf welcher die Ueberfahrt gemacht wurde, die Anker. Die Leiden der Seefahrt

1



2



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Löw Käte

Artikel/Article: [Über Unterschiede in der Anatomie von Zweigen der Trauerbäume und der entsprechenden aufrechten Formen. 104-119](#)