

Typha als Nutzpflanze.

Von

P. Graebner, E. Medlewska und A. Zinz.

(Arbeiten der Studienkommission für Typha-Forschung.)

Mit 7 Textfiguren.

I. Geschichte der Erforschung.

Von P. Graebner.

In getreideärmeren Gegenden der Erde werden schon seit Jahrhunderten die stärkereichen Grundachsen der *Typha*-Arten gegessen¹⁾ oder zu Mehl verarbeitet, so in Asien, Nordamerika und Neuseeland und Dinter berichtet auch, daß die Eingeborenen in Südwestafrika, ehe ihnen die deutsche Regierung Mehl lieferte, die Grundachsen verarbeiteten, ebenso wird es von den Tuaregs erwähnt. In China soll sogar *Typha minima* oder eine verwandte Form für diese Zwecke angebaut werden. In Neuseeland und in Ostindien werden die jungen männlichen Kolben vor dem Aufspringen der Staubbeutel gesammelt und auf Tücher gebreitet. Der reichlich ausfallende Pollen wird zu Mehl verarbeitet und namentlich zu Brot und Kuchen verbacken. In unseren Ländern wurde er hin und wieder zur Verfälschung von Hexenmehl (Semen Lycopodii) verwendet.

Auch die sammetartigen Fruchtkolben, die sich mitunter in großen Mengen entwickeln, wurden in manchen Gegenden auch anders denn als beliebtes Kampfmittel der Jugend gebraucht. Man benutzte die daunenartig schwellenden Haare der Früchte bereits im Altertum²⁾ als Stopfmateriale für Kissen usw., eine Verwendung, die noch heute auf dem Lande viel geübt wird. Dies Material hat aber den großen Nachteil, daß es bei öfterer Benutzung der Kissen bald verfilzt. Auch Versuche, diese Haare technisch zu verwerten, liegen weit zurück. Von der Leipziger Herbstmesse 1789 wird berichtet³⁾, daß Filzhüte aus Hasenhaaren ausgestellt waren, denen man $\frac{1}{3}$ *Typha*-Haare zugesetzt hatte. Daß die Kolben vielfach zu Dekorationszwecken gebraucht werden, ist be-

¹⁾ Vgl. Graebner, Typhaceae in Pflanzenreich IV, S. 7 (1900).

²⁾ Kronfeld in Verh. Zool. Bot. Ges. Wien XXXIX (1889) S. 138.

³⁾ Boehmer, Technische Geschichte der Pflanzen I (1794) S. 43.

kannt; nicht selten sieht man sie in Kirchen zur Ausschmückung der Heiligenbilder angebracht. Damit die Haare nicht auseinander fliegen, die Kolben also nicht zerfallen und die Umgebung unreinigen, empfiehlt man, die Kolben vorher zu kochen¹⁾; am besten ist es, dem Wasser etwas Kleister oder Leim beizufügen.

Selbst die Nutzung der Faser ist schon früher empfohlen worden. Caspary²⁾ erwähnt, daß man versucht hätte, die sehr zähen Fasern der Grundachsen zu verspinnen. Die Verwendung der Blätter zum Einlegen, zum Dichten von Dauben und Böden in Fässern seitens der Faßbinder ist uralt und hat den Pflanzen den weit verbreiteten Namen Böttcherliesch oder Böttcherschilf gegeben. Auch grobes Flechtwerk, Matten usw., sowie Bindeseile für die Getreidegarben werden seit Jahrhunderten aus ihnen gemacht. Die zuckerhaltigen jungen Sprosse werden gern von Kindern gekaut, daher in manchen Gegenden Eßliesch. Abkochungen der schleimigen und stärkereichen Grundachse, die auch etwas Gerbstoffe enthält, wurden vielfach und werden auch wohl noch jetzt gegen Katarrh des Halses sowie auch zur Auflage bei Eiterungen gebraucht. Diese Abkochungen zeigen eine bordeauxrote Farbe.

Alle diese Verwendungsformen blieben aber gänzlich bedeutungslos trotz der riesigen Mengen, in denen die Pflanzen in unsern Niederungen vorkommen. Ja vielfach beschäftigte man sich mit Maßnahmen zu ihrer Ausrottung. Bei den Teichwirten und Fischzüchtern war sie wenig beliebt; ihre Grundachsen wuchsen weit in die Teiche hinein, verkleinerten die Wasserfläche und erschwerten den ganzen Betrieb, ohne einen nennenswerten Nutzen zu bringen. In den Zeitschriften für Teichwirtschaft³⁾ wird empfohlen, die Triebe unter Wasser abzuschneiden und dadurch die Grundachsen zum Faulen zu bringen. Nach den Versuchen von Frau A. Zinz tritt wenigstens bei *T. angustifolia* bei solchen Schnitten unter Wasser während der Sommermonate durch Eindringen des Wassers in die Blattscheiden ein fast völliges Verfaulen der Grundachsen ein.

Zum Zwecke der oben zitierten Monographie der Typhaceen im Pflanzenreich wurden im Berliner und nachher im Dahlemer Botanischen Garten alle erreichbaren Arten und Formen der Gattung kultiviert und auf ihre biologischen Eigentümlichkeiten geprüft.

¹⁾ Kronfeld, a. a. O., S. 138.

²⁾ Caspary in Schriften Phys.-ökon. Ges. Königsberg (1873).

³⁾ Vgl. z. B. Schlesinger in Allg. Fischerei-Zeitung (1918) S. 143. — Keyking in Fischerei-Zeitung XXI, S. 118.

Auch nachher sind diese Kulturversuche, Aussaaten usw. stets fortgesetzt worden, alle natürlich von einem rein wissenschaftlich-systematischen und pflanzengeographischen Standpunkte aus.

Für praktische Zwecke hat sich wohl zuerst J. B. Gèze mit der Gattung *Typha* beschäftigt, der vom französischen Landwirtschaftsministerium den Auftrag zur Erforschung der besseren Nutzbarmachung französischer Sumpflandschaften, in erster Linie des Rhonedeltas erhielt und neben der Untersuchung der Landschaften auch Kultur- und Düngeversuche gemacht hat. Über seine *Typha*-Studien hat er neben kleineren eine umfangreiche Arbeit veröffentlicht¹⁾. Irgendwelche Angaben über direkte Nutzung macht Gèze nicht.

Erst die Faserstoffnot durch die Absperrung während des Weltkrieges lenkte die Blicke der Wissenschaft und Technik wieder auf die heimischen Nutzpflanzen. Der leider inzwischen einem schleichenden Leiden erlegene Prof. Dr. Paul Hoering, Berlin, der sich schon früher mit der Verwertung der Sumpfflora, namentlich in Ägypten mit der Verarbeitung des Papyrus zu Brikettes usw. erfolgreich beschäftigt hatte, machte am Anfang des Krieges die zuständigen Stellen auf die großen Mengen wertvoller Fasern aufmerksam, die in den unermeßlichen *Typha*-Beständen Deutschlands ungenutzt stecken. In der richtigen Erkenntnis der ungeheuren Wichtigkeit dieses Materials namentlich für die Zeiten der wirtschaftlichen Blockade ließ er zunächst mit eigenen Mitteln die wissenschaftliche Untersuchung der *Typha*-Arten und ihrer Faser beginnen; indem er einen Chemiker Herrn Dr. F. Baum und eine Botanikerin Fräulein E. Medlewska für diese Dinge beschäftigte und gleichzeitig eine Studienkommission für *Typha*-Forschung ins Leben rief, der u. a. auch der Verfasser angehörte. Die Kommission wurde unter dem Vorsitz des Herrn Unterstaatssekretärs Dr. Richter Exz. dann von der Deutschen *Typha*-Verwertungsgesellschaft übernommen und hat in dieser Form bis 31. Dezember 1918 bestanden. Ihr wurde noch eine botanisch-gärtnerische Abteilung angegliedert, deren Leitung der Frau A. Zinz übertragen wurde, die sich um die Erforschung der Lebensbedingungen, der Formen und der Kulturmöglichkeiten von *Typha* große Verdienste erworben hat.

¹⁾ Gèze, Etudes botaniques et agronomiques sur les *Typha* et quelques autres plantes palustres; Villefranche-de-Rouergue 1912.

2. Die nutzbaren Typha-Arten und -Formen.

Von P. Graebner und A. Zinz.

Die großen Bestände der Rohrkolben werden in Deutschland bekanntlich aus *Typha latifolia* und *T. angustifolia* gebildet, die beide in allen Teilen nicht selten sind und von denen namentlich die letztere oft große Flächen in fast ungemischtem Bestande überzieht. Die Rundfrage des Preußischen Landwirtschaftsministeriums im Jahre 1917 ergab, daß mehrere Kreise bis über 30 ha große Bestände der *T. angustifolia* besitzen. Aus der Provinz Brandenburg wurden 76 ha angegeben, aus dem ganzen Staate 312 ha. Diese Zahlen sind aber sicherlich zu niedrig, da sie meist nur oberflächlich geschätzt sind und erfahrungsgemäß von den Landbewohnern oft *Typha* nicht vom Schilfrohr und anderen Ufergräsern geschieden wird.

Typha latifolia findet sich vorzugsweise auf kahlem, nassem Boden oder auf nur zeitweise überschwemmtem Gelände an, namentlich in Torfstichen, in Ziegelgruben usw. tritt es oft plötzlich in großer Menge auf, auch am kahlen Ufer siedelt es sich leicht an. Auf dauernd überschwemmten Orten, besonders in etwas tieferem Wasser scheint es nicht zu keimen; jedenfalls kommen die Keimlinge nicht zur Entwicklung. Hat es erst Fuß gefaßt, dann vermag es natürlich auch in das Wasser hineinzuwachsen und im Wasser einen Bestand zu bilden. Nach den Beobachtungen von A. Zinz sind etwa 60 cm die größte Tiefe, zu der es hinabzudringen vermag. Auch an dieser tiefsten Stelle schien der Wasserstand nur zeitweilig diese Höhe erreicht zu haben. In künstlich aufgefüllten Fischteichen können natürlich auch größere Tiefen vorkommen. In natürlichen Seen überschritt es im allgemeinen 20 cm nicht.

Wie schon aus den oben angeführten Monographien hervorgeht, ist die Art sehr veränderlich. Aussaat und Kulturversuche haben eine sehr starke Abhängigkeit von Boden- und Feuchtigkeitsverhältnissen ergeben; weitere Versuche müssen den praktischen Wert der einzelnen etwa beständigen Formen dartun. Unter den verschiedenen Boden- und Feuchtigkeitsbedingungen, die den Pflanzen geboten wurden, erreichten am gleichen Tage gesäte und auch zu gleicher Zeit geerntete Individuen sehr verschiedene Größen.

Während gewisse Aussaaten auf Boden mit stärkeren Feuchtigkeitsschwankungen und auf ärmerem Torfboden, auf sandigem Torfboden, nur kaum 2 cm Höhe erreichten mit einer kleinen knolligen Grundachse, die kaum Linsengröße erreicht hatte und nur eine kurze intravaginale Fortsetzungsknospe aufwies, waren die kräftigsten Kulturen auf flach überschwemmtem gedüngtem Boden bis über 2 m hoch geworden, ihre Grundachsen waren bis 6 dm verlängert und hatten sich sternförmig nach sechs verschiedenen Richtungen vorgeschoben. Auf Versuchskulturen an natürlichen Standorten, auf nassen Mooren hatten die Keimlinge im Durchschnitt die Höhe von 5—7 dm erreicht.

Der Fasergehalt der Blätter an *T. latifolia* erwies sich im allgemeinen als ziemlich schwankend, die Abweichungen sind aber sicher zum großen Teil auf die verschiedenartigen Aufschließungsmethoden zurückzuführen: bei denen ein Teil der sich ablösenden Elementarfasern verloren geht. Er schwankt nach den Angaben meist zwischen 25 und 30 % der Trockensubstanz der Blätter. Sehr erheblich wird die Erntemenge eines *T. latifolia*-Bestandes dadurch eingeschränkt, daß je nach dem Standorte früher oder später der ganze Boden dicht mit den dicken Grundachsen durchzogen ist und daß dann oft schon nach 4—5 Jahren der Ansiedlung eine reichliche, ja öfter überreichliche Entwicklung von Blütenständen beginnt. Die Stengel sind für die Fasergewinnung wenig geeignet, da sich die Faser an ihnen schwer von den verfilzten Teilen entfernen läßt.

T. angustifolia ist anscheinend erheblich weiter verbreitet als die vorgenannte Art, jedenfalls haben ihre Bestände größere Ausdehnung und sind auch im allgemeinen weniger mit anderen Arten der Rohrgrasbestände gemischt, das geerntete Schilf ist daher meist reiner als bei *T. latifolia*. *T. angustifolia* wächst vorzugsweise im Wasser, an den Rändern von Seen und Teichen und an Flußufern. Sie geht von ihren Standorten recht tief in das Wasser hinein; Frau Zinz maß reine Bestände bis zu einer Wassertiefe von 1,75 m, in der die Grundachsen auf dem Schlamm krochen. Die Keimung geschieht bei dieser Art leichter im Wasser als bei *T. latifolia*: soweit die bisherigen Versuche reichen, kann bei ruhigem Wasser bis zu einer Wassertiefe von 2 dm auf die Möglichkeit des Gedeihens der Keimlinge gerechnet werden. Im allgemeinen geschieht aber auch bei *T. angustifolia* die Keimung am

Wasserrande auf dem kahlen Boden und die sich schnell entwickelnden Grundachsen kriechen in das Wasser hinein.

Auch *T. angustifolia* ist äußerst veränderlich und reagiert sehr stark auf Veränderung des Standorts, besonders des Wasser- und Nährstoffgehaltes. Die Höhenschwankungen sind nicht so stark wie die bei *T. latifolia*, wohl aber ist die Zahl, die Breite und Dicke der Blätter und die Art der Verzweigung sehr wechselnd. Die Zahl der beständigen Formen, also im Wasser, scheint größer zu sein als bei *T. latifolia*. Einjährige Sämlinge erreichten im besten Falle eine Höhe von etwas über 1 m.

Der Fasergehalt der Blätter schwankt im allgemeinen zwischen 33 und 35 %, ist also recht erheblich. Die Elementarfasern lösen sich bei der gleichen Art der Aufschließung wie bei *T. latifolia* weniger leicht von den Faserbündeln los. Dies ist wohl der Grund, weshalb das aufgeschlossene Material meist ziemlich gleichmäßig ausfällt. — An dauernd überschwemmten Orten, namentlich in tiefem Wasser, kommt es bei *T. angustifolia* meist nicht zu sehr reichlicher Kolbenbildung, ja an manchen alten Standorten in Seen usw. beobachtet man viele Jahre hintereinander nur spärliche Blütenstengel. Eine so völlige Erschöpfung der Pflanzen eines Standortes durch überreichliche Blütenbildung, wie man sie häufig bei *T. latifolia* sieht, beobachteten wir niemals.

Bastarde und Abkömmlinge derselben sind nicht selten zu finden. Die einfache Kreuzung *T. angustifolia* × *latifolia*, die unter dem Namen *T. glauca* bekannt ist, findet sich in der Nähe der gemeinsamen Standorte der beiden Arten. Da ihre geschlechtliche Reproduktivkraft geschwächt ist, wächst sie vegetativ sehr stark, und mehrfach konnte, wie Graebner auch schon früher in seinen Monographien hervorhob, beobachtet werden, daß die Erzeuger gegen den Bastard zurückwichen, ja daß mitunter in kleineren Teichen nur der letztere, in dem er den besiedelbaren Platz gänzlich ausfüllte, allein zurückblieb. *T. glauca* hält in den Merkmalen meist etwa die Mitte zwischen den beiden Arten. Die Blätter sind schmaler als bei *T. latifolia* und breiter als bei *T. angustifolia*. auf dem Rücken im mittleren Teile etwas gewölbt, oberwärts fast flach. Die meist braunschwarzen Kolben zeigen mittlere Dicke und tragen meist auf einem ganz kurzen Stengelstück den männlichen Blütenstand. Der Fasergehalt ist schwankend.

Außer den primären Bastarden lassen sich noch einige Abkömmlinge der Kreuzungen erkennen, von denen besonders zwei

Erwähnung finden mögen. An mehreren Orten¹⁾ ist bereits hervorgehoben, daß der Bastard unserer beiden *Typha*-Arten häufig größer und kräftiger ist als die Erzeuger. Besonders auffällig ist da eine Pflanze, die bis 4,5 m hoch wird und in mehreren Teilen Norddeutschlands bestandbildend angetroffen wurde. Zur Zeit des Beginns der Studien zur Nutzbarmachung der Rohrkolben im ersten Kriegsjahre wurde mir diese Form in riesigen Exemplaren durch Herrn Prof. Hoering gebracht. Um sie stets genau bezeichnen zu können, haben wir ihr deshalb den Namen *Hoeringii*²⁾ beigelegt, unter welchem Namen ihre einzelnen Teile bereits auf den deutschen Faserstoffausstellungen in Berlin, Düsseldorf und Leipzig gezeigt wurden. *T. Hoeringii* besitzt eine sehr dicke und kräftige Grundachse, die kräftiger ist als die von *T. latifolia* und *T. angustifolia*, die sehr lang kriecht und sich reichlich verästelt. Die Blätter sind flach, im mittleren Teile auf dem Rücken schwach gewölbt, nicht oder schwach graugrün, so breit oder breiter als die von *T. latifolia*. Die weiblichen Kolben sind sehr dick, meist dicker als von *T. latifolia*, meist ein kleines Stück von dem männlichen Blütenstande entfernt. Während des Sommers zeigen sie eine sehr dunkle bis fast schwärzlich-braune Farbe, die im Herbst in silbergrau übergeht. Dadurch wird der Fruchtkolben dem der süd-europäischen *T. Shuttleworthii* ähnlich, mit der man die Pflanze in diesem Zustande verwechseln könnte. Die Untersuchung zeigt aber, daß die durch das Hervorragen der Fruchthaare am Kolben entstehende silbergraue Farbe nicht wie bei *T. Shuttleworthii* durch das Zurückbleiben der Narben hinter dem Längenwachstum der Haare zustande kommt, sondern daß bei *T. Hoeringii* die Narben zur Reifezeit abfallen und so die Haare sichtbar werden. Oft geschieht das Abfallen der Narben nicht gleichmäßig, so daß sie noch an einer Seite des Kolbens sitzen, wenn sie an der anderen bereits verschwunden sind. Das Merkmal blieb auch in der Kultur konstant. Die Fruchtbarkeit und Keimfähigkeit der Samen war in allen untersuchten Fällen recht hoch, erstere etwa 80%, letztere etwa 60—70%.

Herr Dr. Baum hat die Pflanze (in Fernwerder bei Ketzin a. d. Havel am 3. November gesammelt) auf ihren Fasergehalt untersucht und berichtet darüber folgendes:

¹⁾ Vgl. u. a. Graebner, *Typhaceae* a. a. O. 16.

²⁾ Nach Prof. Dr. Paul Hoering, *20. September 1868 in Bartenstein in Württemberg, †29. Januar 1919 in Berlin, Privatgelehrter daselbst. — Vgl. F. Baum in *Neue Faserstoffe* I (1919).

„Das untersuchte Material zeigte 83,29% Trockengehalt und 5,85% Asche. Beim Ausziehen mit Wasser wurden erhalten:

10,75% wässriger Extrakt, Ätznatronverbrauch zum
Aufschließen der mit Wasser ausgezogenen
Blätter 12,06%,

21,6% Faserausbeute.

Die drei letzten Zahlen sind auf wasserfreie Substanz berechnet.

Die gewonnene Faser mit 91,3% Trockengehalt zeigt:

20,06% Pentosane,

66,26% Zellulose und

0,43% Stickstoff in der Trockensubstanz.

Diese Zahlen bewegen sich in den Normalgrenzen bis auf die Faserausbeute, die gegenüber der bei *Typha angustifolia* erhaltenen Ausbeute von etwa 33—35% erheblich zurücksteht. Zum Teil rührt dies davon her, daß die Fasern beim Aufschließen (unter den gleichen Versuchsbedingungen) leichter in Elementarfasern zerfallen, die ausgespült werden. Die gewonnene Faser gleicht sonst mehr derjenigen aus *Typha latifolia*, die Pflanze selbst zeigt beim Lagern unter Wasser größere Geschmeidigkeit und Nachgiebigkeit, also eine Art Lappigwerden, als die beiden *Typha*-Arten.“

T. Hoeringii kann kaum anders denn als ein Abkömmling der *T. glauca* betrachtet werden, der sich durch eigene Fruchtbarkeit fortpflanzt und eine Konstanz erreicht hat.

Eine zweite Form bedarf noch der Untersuchung, sie steht in den äußeren Merkmalen der *T. angustifolia* näher, meist ist sie, wie die typische *T. glauca*, stärker graugrün. Ihre Blätter sind schmal und schlank, wenig breiter als die von *T. angustifolia*, aber viel flacher. Die weiblichen Kolben sind schwärzlich-braun, dabei schmal und schlank, meist länger als bei allen übrigen Formen und nur wenig dicker als an typischen *T. angustifolia*; männliche und weibliche Blütenstände sind nicht oder wenig voneinander entfernt. Zur sicheren Bezeichnung mag diese Form nach der eifrigen Erforscherin der heimischen *Typha*-Formen, Frau Anna Zinz als *Zinziae* Graebn. bezeichnet werden.

Von deutschen, bzw. mitteleuropäischen¹⁾ Arten und Formen von *Typha* kommen für die Fasernutzung und eventuell für den Anbau noch einige andere in Betracht, über die die Untersuchungen aber noch nicht zu einem genügenden Abschluß gelangt sind, um

¹⁾ Vgl. Ascherson und Graebner, Synopsis der Mitteleurop. Flora. 2. Aufl., I, S. 415 ff.

hier jetzt etwas zu sagen. In erster Linie sind das die schon erwähnte, in Süddeutschland wild wachsende *T. Shuttleworthii* und die mediterrane *T. australis*.

3. Zur Entwicklung des mechanischen Gewebes im Blatte der *Typha angustifolia*.

Von E. Medlewska.

I. Das Untersuchungsmaterial. Ein ideales Untersuchungsmaterial zum Verfolgen der Entwicklung eines Gewebes wären Proben von einer und derselben Pflanze, vorausgesetzt, daß sie sich ohne Schädigung des normalen Gedeihens des Individuums in verschiedenen Zeiträumen entnehmen ließen.

Zu den im folgenden beschriebenen Messungen und Analysen waren aber in jedem Monat die Blätter mehrerer *Typha*-Pflanzen nötig. Um trotzdem ein zu vergleichenden Studien möglichst geeignetes Material zu erhalten, wurden folgende Vorsichtsmaßregeln beobachtet:

1. Es wurde vom Mai bis Oktober¹⁾ *Typha angustifolia* eines Standorts, nämlich vom See Falkenhagen bei Seegefeld in der Nähe von Spandau untersucht — und zwar wurden in jedem Monat vier möglichst ausgewachsene Pflanzen von derselben Stelle des Sees, nämlich der Nordseite geerntet, soweit es sich übersehen ließ, Sprosse einer Grundachse.

Es muß noch bemerkt werden, daß von diesem ganzen Bestande der *Typha angustifolia* keine einzige Pflanze zur Blüte gelangte. Dies mag wohl darin begründet sein, daß diese *Typha*-Art tief in den See hinein wächst, oft über 1½ m im Wasser steht. Auf der Südostseite des Sees finden sich am flachen Ufer Bestände der *Typha latifolia*, die sehr reichlich Kolben trugen. Diese wachsen nicht so tief ins Wasser wie die *angustifolia* und gehen über in Bestände der *Typha glauca*, von der einzelne Exemplare zur Blüte gelangten.

2. Die äußeren, niedrigen, in späteren Monaten meist schon gebräunten Blätter, sowie die inneren jungen wurden vernachlässigt und nur die mittleren Blattspreiten der äußeren langen Blätter verwendet.

¹⁾ Am 12. November, bis zu welchem Tage Temperaturen unter 0° nicht beobachtet wurden, war *Typha angustifolia* in Falkenhagen braun und zusammengefallen, während *T. latifolia* noch frisch aussah.

3. Die genannten Blatteile wurden gleichmäßig an der Luft getrocknet; durch Kochen mit $\frac{1}{2}$ prozentiger Natronlauge wurden die Bastbündel von den weicheren Blatteilen isoliert. Durch mechanische Bearbeitung, Auskochen mit Wasser und sorgfältiges Auswaschen wurden die Reste der anderen Gewebe und der Lauge entfernt. Die gebliebenen Verunreinigungen waren gering.

Durch mikroskopische Zählung wurde festgestellt, daß in den zur Untersuchung gelangten Faserbündeln¹⁾ höchstens 3—6 pro Mille Stückchen Oberhaut und 5—8 sternförmige Versteifungszellen sich vorfanden. Nur die Holzgefäße ließen sich nicht ebenso gut

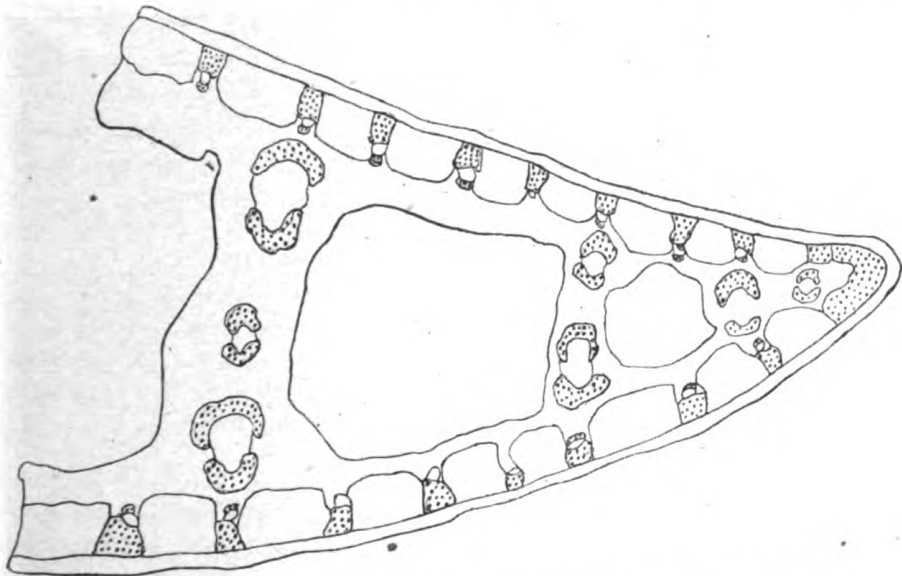


Fig. 1. Verteilung der Bastfasern in einem Teil des mittleren Blattes von *Typha angustifolia*.

entfernen. Spuren derselben waren fast in allen Bündeln aus der Mitte der Blätter eingeschlossen, während die subepidermalen Bastrippen davon in der Regel frei waren.

Das so vorbereitete lufttrockene Bastgewebe wurde für die chemischen Analysen direkt verwendet, während für die mikroskopischen Messungen die Elementarzellen durch Mazeration mit dem Schulzeschen Gemisch isoliert werden mußten²⁾.

¹⁾ Für die Maifaser genügte eine $\frac{1}{10}$ prozentige Na-Lauge, sonst zerfiel sie in die Elementarzellen.

²⁾ Inwieweit auch Alkoholmaterial zur Mikroskopierung herangezogen wurde, siehe Abschn. III.

II. Die Verteilung des mechanischen Gewebes im Blatte der *Typha angustifolia*.

Das *Typha*-Blatt gehört bei Schwendener zu seinem zweiten Typus der Querschnittsformen des mechanischen Systems in bilateralen Organen „zur Herstellung der erforderlichen Biegefestigkeit mit möglichst geringem Materialaufwande“ an. Die I-förmigen „Träger“ werden in den Blattspreiten aus subepidermalen Bastrippen auf der Ober- und Unterseite des Blattes als „Gurtungen“ und den zwischen den Luftkammern befindlichen Parenchymcheiden mit eingelagerten Fibrovasalsträngen als „Füllungen“ gebildet.



Fig. 2. Spindel-förmige Spitzen der Faser von *Typha angustifolia*.

Ein Querschnitt durch den mittleren Teil der Blattspreite eines ausgewachsenen Blattes (Fig. 1) enthielt:

1. Zwei Eckbastbündel, die der Gefahr des Einreißen vorbeugen sollen und als die stärksten mechanischen Bündel des Blattes aus 60 und 63 Zellen bestanden;

2. 59 zwischen dem Assimilationsgewebe liegende subepidermale Bastrippen auf der Unterseite (gewölbte Seite) des Blattes, aus je 20—30 Zellen bestehend. Von diesen Bastrippen waren nur 3 kleine ganz ohne leitende Gefäße, während die übrigen von Mestomanlagen begleitet waren, die wiederum auf der Gegenseite wenigzellige Bast-sicheln einschlossen;

3. 53 subepidermale Bastrippen auf der Oberseite (konkave Seite) des Blattes, alle in Begleitung von Mestomanlagen. Die Zahl der Zellen bewegte sich in denselben Grenzen wie unter 2 angegeben.

4. Die Epidermiszellen über den Bastrippen sind auf beiden Seiten des Blattes höher als die übrigen, so daß die Lage der Baststränge schon äußerlich durch erhöhte Streifen (Rippen) an den Oberflächen ge-

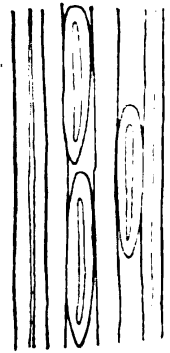


Fig. 3. Stäbchenförmige Sklerenchymzellen.

kennzeichnet ist. In den Blattspreiten verschwindet auf der Innenseite das mechanische Gewebe ganz. Hier liegt unter der Epidermis nur Parenchym;

5. 23 sichelförmige Bastbelege an den Mestomsträngen der zwischen den Luftkammern befindlichen Parenchymcheiden. Die seitlichen, den Ecken zunächst liegenden Scheiden enthielten 2, die inneren 5 je 3 Fibrovasalstränge. Doch wechselt natürlich die Höhe der Querscheiden und damit die Zahl der Gefäßbündel in den verschiedenen Teilen des Blattes. Die Bastzellen der sichelförmigen Belege bleiben bis zum Schluß der Vegetationsperiode bedeutend englumiger als die der Eckbündel und der subepidermalen Rippen. Diese Tatsache steht völlig im Einklang mit dem ökonomischen Prinzip der Pflanze, da ja diese Teile des mecha-

nischen Systems nur zur Aussteifung der parenchymatischen Füllung und eventuell zum Schutz des Mestoms dienen, aber lange nicht so viel Widerstand zu leisten haben wie die Gurtungen.

In den Versteifungslamellen sind übrigens niemals einfache Baststränge (ohne Mestom) gefunden worden, wie sie von Herzog für *Typha latifolia* angegeben werden.

Außer den spindelförmigen Bastzellen mit polygonalem Querschnitt und schlanker Zuspitzung der Enden (Fig. 2) wurden auf den Längsschnitten bedeutend kürzere, stäbchen- bis kistenförmige Sklerenchymzellen mit abgeplatteten oder auch abgerundeten Enden beobachtet (Fig. 3). Sie scheinen regelmäßig in einer Schicht zwischen der Epidermis und den subepidermalen Rippen vorzukommen, bleiben bei der Isolierung der Bündel mit Natronlauge mit letzteren vereinigt und können als vorzügliches tech-

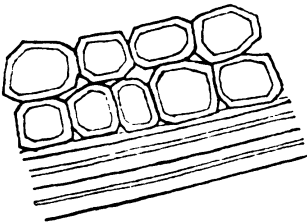


Fig. 4.

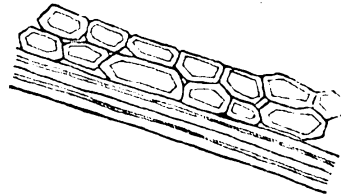


Fig. 5.

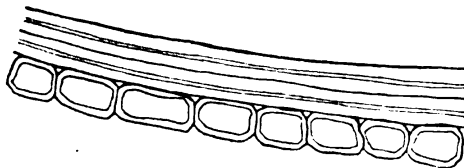


Fig. 6.

Fig. 4—6. „Kistenförmige“ Sklerenchymzellen an der mit Lauge aufgeschlossenen *Typha*-Faser und in daraus hergestellten Geweben (gez. A. Zinz).

nisches Erkennungszeichen der *Typha*-Faser dienen¹⁾. Da ihr Querschnitt denen der eigentlichen Bastzellen gleicht, sind sie nur auf Längsschnitten zu sehen und scheinen bis jetzt nicht beobachtet worden zu sein.

III. Die Entwicklung des mechanischen Gewebes im Blatte vom Mai bis Oktober. Die Entstehung der subepidermalen Bastbündel im *Typha*-Blatt hat Haberlandt²⁾ an *Typha*

¹⁾ Zahlreiche spätere Untersuchungen von *Typha*- Fasern, selbst in fertigen Geweben und Mischturen, haben die Anwesenheit dieser charakteristischen Steinzellen ergeben; in manchen Geweben lagen viele der Zellen frei im Färbematerial (Fig. 4—6).

P. Gr.

²⁾ G. Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. S. 9.

latifolia untersucht und berichtet darüber folgendes: „Die Bastbündel gehen nur aus sehr wenigen Meristemzellen hervor, manchmal sind es 3—4 neben- oder übereinander liegende Zellen, gewöhnlich 2, nicht selten bloß eine. Auch der Fall kommt vor, daß zwei Meristemzellen nur in ihren benachbarten Hälften zu Bastcambium werden, während sich die beiden anderen Hälften rechts und links zum grünen Parenchym schlagen.“

„Im Gegensatz zu dem Teilungsmodus etwa bei *Scirpus holoschoenus* (Teilung nach allen Richtungen) treten die zuerst hauptsächlich radialen Wände auf, welche häufig schief ansetzen und so zu einer ziemlich unregelmäßigen Entstehungsweise des Bastcambiums Anlaß geben. Es folgen dann rasch die sogenannten Allwärtsteilungen und bald ist, wie im vorhergehenden Falle, ein Meristembündel gebildet, welches ausschließlich zum Baststrange wird.“

„Paralleluntersuchungen an *Typha angustifolia* sind nicht angestellt worden. Die Entstehung der Bastrippen dürfte sich aber kaum wesentlich anders verhalten.“

Als die vorliegenden Beobachtungen Anfang Mai begannen, ragte die längste gefundene *Typha*-Pflanze des Bestandes (vom Rhizom an gerechnet, 163 cm hoch) 40 cm über das Wasser empor. Die Bastzellen der zur vergleichenden Untersuchung herangezogenen Blätter hatten bereits eine Wandungsdicke von 54,3% der Gesamtbreite. Von nun an bis zur Beendigung der Vegetationsperiode der Pflanze wurden die Veränderungen sowohl der Länge und Form der Zelle als auch der Dicke und der chemischen Beschaffenheit der Wandung festgestellt.

Die Länge der Bastzellen in den einzelnen Monaten. Die durch Mazeration isolierten und ausgewaschenen Bastzellen wurden auf dem Objektträger in Glycerin, möglichst dünn gesät, ausgebreitet. Nun wurden alle ganzen Fasern eines jeden Gesichtsfeldes bei einer Vergrößerung von 130 — 100 mit Hilfe des Abbéschen Zeichenapparates auf Papier in Strichform gezeichnet. Um einen möglichst zuverlässigen Durchschnittswert zu bekommen, wurden von vielen Proben mindestens 100 Messungen gemacht. Die gezeichneten Linien wurden mit dem Meßrädchen gemessen, und ihre Längen, durch die Vergrößerung¹⁾ dividiert, ergaben die absolute Länge der

¹⁾ Die genaue Vergrößerung wurde ermittelt, indem 1/2 mm eines Zeißschen Objektivmikrometers bei derselben Stellung des Zeichenapparates nachgezogen und mit einem Maßstab gemessen wurde.

einzelnen Fasern. Die aus den erhaltenen Zahlen sich ergebenden Durchschnittswerte für die einzelnen Monate wurden in Kurventafeln eingetragen und zeigen ein Zunehmen der Zellenlänge vom Mai bis August. Für die Zeit vom August bis Oktober ist keine bedeutende Streckung mehr zu verzeichnen. Im Mai fand sich unter 100 eine Faser von 2,3 mm, wenige maßen über 1 mm, die meisten etwa 0,5 mm, die kürzesten 0,15 mm.

Die Breite der Bastzellen und des Lumens wurde mit dem Zeißschen Okularmikrometer gemessen. Ein Teilstrich desselben entsprach bei der angewendeten Vergrößerung $0,0012 \text{ mm} = 1,2 \mu$. Die mazerierten Bastzellen wurden nach dem Auswaschen getrocknet und dann — um den Quellungsfehler zu vermeiden — in Glyzerin untersucht. Die Messung erfolgte an der breitesten Stelle der Faser.

Die Dicke der Gesamtzelle nimmt von Mai (etwas über 9μ bis Juli) etwa $7,5 \mu$ ab, bleibt dann bis September ziemlich konstant, um von da bis Oktober etwas über die Anfangsdicke zuzunehmen. Das Lumen nimmt von 4μ bis Juli bedeutend ab (ca 2μ). Parallel mit dem Lumen verringert sich der Eiweißgehalt. Die Wandungsbreite wächst bis September mehr langsam, von da bis Oktober auffallend stark.

Zur Kontrolle wurden die Querschnittsgrößen der Zellen vom Mai, Juli und Oktober nach der Methode von Ambronn¹⁾ bestimmt. An in Glyzerin eingebetteten Querschnitten des Alkoholmaterials wurden die größten gefundenen Querschnittsflächen von etwa 50 Zellen (für jeden Monat) mit dem Abbéschen Zeichenapparat auf Papier gezeichnet, ausgeschnitten und gewogen, zuerst die Gesamtquerschnitte, dann diejenigen der Wandung.

Die aus den so erhaltenen Zahlen, dem Gewicht des Zeichenpapiers und der Vergrößerung (die lineare Vergr. betrug 1000) berechneten Querschnittsgrößen (Durchschnittswerte von je 50 Messungen) betrug:

	Gesamtquerschnitt	Wandung	Lumen
Mai:	82,2 2	68,28 2	13,94
Juli:	77,48 2	68,8 2	8,68
Oktober:	84,75	77,82	6,93

Die Ergebnisse bestätigen im großen und ganzen diejenigen der zuerst angewendeten Methode. Der Grund für die durchweg

¹⁾ Vergl. Herzog, Mikroskopischer Atlas, Text S. 23 ff.

etwas höheren Breitenwerte mag darin liegen, daß die Auswahl der größten getroffenen Querschnitte — um möglichst außerhalb der Mitte getroffene Zellen zu vermeiden — zur Vernachlässigung der auch in der Mitte schmälere Zellen führen muß, ferner darin, daß die Zellen ja durchaus nicht kreisförmig sind und mit dem Mikrometer in verschiedenen Lagen gemessen werden.

Chemische Veränderung der Wandung. Die Struktur der Wandung der *Typha*-Bastfaser läßt sich unter dem gewöhnlichen Mikroskop infolge der relativ geringen Querschnittsgrößen der Zellen kaum verfolgen. Nur die stark lichtbrechende Mittel lamelle ist deutlich zu unterscheiden. Auch mikrochemische Reagenzien gaben keinerlei zuverlässigen Aufschluß über eventuelle Schichtung der Membran, vielweniger über deren Änderung in den verschiedenen Entwicklungsstadien.

Die Untersuchung der chemischen Veränderung der Zellwand beschränkte sich darum auf quantitative Feststellung der wichtigsten Bestandteile derselben in größeren Durchschnittsproben der isolierten Bastbündel, nämlich der Zellulose, der furfurolliefernden Bestandteile (Hemizellulosen)¹⁾ und des Verholzungsgrades. Die Bestimmung des Zellulosegehaltes erfolgte nach Cross und Bevan, vergl. König und Hühn a. a. O.

Die Maifaser war schon nach zweimaliger Behandlung im Chlorstrom gebleicht, während später das Chlorüberleiten und das Kochen mit Natriumsulfitlösung drei bis viermal wiederholt werden mußten. Um bei dem vielfachen Filtrieren Verluste und Ungenauigkeiten möglichst zu vermeiden, erwies sich ein Leinwandfilter als vorteilhaft, da das Filtrierpapier zu sehr litt und leicht Teile davon in die Substanz übergangen.

Der Filter besteht aus einem Glasgefäß mit eingeschlifffenen Deckel. Durch diesen führen zwei Rohrleitungen, beide oben mit eingeschlifffenen Kappen zu verschließen. Das mittlere Rohr etwa bis zur Mitte in das Gefäß hinein und kann mit dem eingeschlifffenen Ende eines Glasrichters mit Siebboden verbunden werden. Zwischen Trichtersieb und Boden des Gefäßes bleibt ein kleiner Zwischenraum übrig. Zur Chloreinleitung wird der Trichter herausgenommen und die befeuchtete Faser in dem Glasgefäß, das zweckmäßig unten erweitert sein kann, ausgebreitet. Nach Beendigung der Operation wird mit Hilfe des Trichters, an das sicherheits halber ein Leinwandfilter befestigt werden muß, durch Absaugen nach oben ausgewaschen, ebenso nach der Sulfitbehandlung, für welche der Trichter wiederum

¹⁾ J. König und Fr. Hühn, Bestimmung der Zellulose in Holzarten und Gespinstpflanzen (1912) S. 2, 51; König und Hump, Chemie und Struktur der Pflanzenzellmembran 1914.

abgespült und entfernt wird. Die letzten Reste des Filtrates müssen durch Schräghaltung des Apparates entleert werden. Die Substanz bleibt so vom Einwiegen bis zum Schluß der Behandlung im Glasgefäß, in dem auch die Zellulose getrocknet und nach Aufsetzen der Kappen und Abkühlen gewogen wird¹⁾.

b) Die Methoxylbestimmungen wurden nach Zeisel und Fanto ausgeführt²⁾.

c) Die Pentosanbestimmungen nach Tollens und Krüger.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen liefern nichts Überraschendes. Ähnliche Veränderungen — natürlich graduell verschieden — sind nicht nur von anderen Bastfasern bekannt, sondern gelten als eine allgemeine Erscheinung während der Entwicklung der Pflanzenzellmembran überhaupt.

IV. Die gefundenen Werte, vom physiologischen Gesichtspunkt aus betrachtet. Die angewendeten Methoden reichen nur hin, den Endeffekt der Entwicklung nach verhältnismäßig langen Zwischenräumen (hier 4—6 Wochen)³⁾ festzustellen, nicht aber die Art und Weise der feineren Wachstumsvorgänge zwingend zu erweisen.

Nichtsdestoweniger hieße es mechanisch arbeiten, Tatsachen der Entwicklung, zu welchem Zwecke es auch immer sei, festzustellen, ohne dem physiologischen Zusammenhang derselben nachzugehen, und es wäre kritiklos, derartige Schlüsse für eine Pflanze zu ziehen, ohne an sie den Maßstab bereits bewiesener physiologischer Erscheinungen an anderen Arten, als Prüfstein anzulegen.

Soweit es sich um dimensionale und Gestaltsveränderungen der Zellen nach erfolgter Anlage des Gewebestranges handelt, schließen sich die im vorhergehenden Kapitel zusammengefaßten Untersuchungen an Krabbes grundlegende Arbeiten über das „gleitende Wachstum“ an⁴⁾. Krabbe versteht darunter Wachstumsvorgänge, die mit gegenseitigen Verschiebungen bestimmter Zellen oder Zellkomplexe vorhanden sind. An einer anderen Stelle der Einleitung heißt es: In der vorliegenden Arbeit soll nun u. a. gezeigt werden, daß mit den Zellteilungen immer nur ein bestimmter in vielen Fällen nur sehr kleiner Schritt zur Ausbildung

¹⁾ Die Dimensionen des Apparates sind so gewählt, daß er auf der analytischen Wage Platz hat.

²⁾ Vergl. Weyl, Die Methoden der organischen Chemie. II. Bd., besonderer Teil. I. Abt. Leipzig 1911. S. 515 ff.

³⁾ Weil sonst die erwarteten Veränderungen innerhalb der Fehlergrenzen liegen würden.

⁴⁾ Krabbe, Das gleitende Wachstum bei der Gewebebildung der Gefäßpflanzen. Berlin 1886.

eines Gewebes getan ist, wobei ich zunächst nur an die Gefäß- und Bastbündel denke. Während der Ausbildung dieser Bündel ist überall auch ein individuelles, mit Gleiten verbundenes Wachstum bestimmter Zellen zu beobachten, und es fragt sich, welche Bedeutung diesem Wachstum bezüglich der Ausbildung der genannten Gewebe zugeschrieben werden muß. Übrigens hat der Verfasser seine Hauptaufmerksamkeit den Gefäßbündeln zugewendet. Monocotyledonen ohne Verdickungsring sind überhaupt nicht berücksichtigt, ebensowenig Blattoorgane.

Parallel mit der Längenzunahme der Bastzellen der *Typha angustifolia* von 0,54 mm im Mai auf 0,67 mm im Juli, das ist um 24% der ursprünglichen Länge, wurde eine Abnahme der Gesamtbreite von 9,2 μ auf 7,5 μ (das ist 18,4%) beobachtet. Die erstgenannte Veränderung allein könnte in einem Wachstum durch Intussuszeption ihre Ursache haben, welches nun entweder gleichmäßig in allen Teilen der Wandung vor sich gehend oder als Spitzenwachstum gedacht werden könnte, wie es z. B. Haberlandt¹⁾ für *Vinca major* ziffermäßig nachgewiesen hat. Eine Messung der Spitzen ließ sich bei *Typha* nicht gut durchführen, da die Zellen von der Mitte aus ganz allmählich nach beiden Seiten zu schmaler werden und keine plötzliche Verengung aufweisen. Längenzunahme mit gleichzeitiger Verkleinerung des Querschnitts ist aber nur durch eine Streckung nach Art des Ausziehens eines elastischen Schlauches zu erklären. Flächenwachstum durch passive Dehnung, verursacht durch den Druck im Innern der Membran wachsender Tochterzellen nimmt Schmitz²⁾ für *Gleocapsa* und andere Thallophyten an.

Tangentiale Dehnung der Siebröhren der Kiefer, durch radialen Druck infolge der fortgesetzten Tätigkeit des Kambiums bewirkt, veranlaßt die Bildung des sogenannten Hornbastes³⁾.

Für die in Frage kommende Streckung der Bastzellen ist vom Zeitpunkt der Untersuchung an bei dem Seite 43 erwähnten Verhältnis von Lumen und Wandungsdicke innerer Turgor als ursächliche Kraft ausgeschlossen. Die festgestellten Tatsachen können nur durch ein aktives gleitendes Wachstum, dessen Energie

¹⁾ Haberlandt, Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen, S. 49 ff.

²⁾ Schmitz in Sitzber. Niederrh. Ges. Natur. u. Heilk. Bonn, 1880, S. 250 ff.

³⁾ Strasburger, Über das Wachstum der Zellhäute, S. 178.

dazu hinreicht, den neu entstehenden Zellteilen in dem auch vorher schon lückenlosen Gewebe Platz zu schaffen, d. h. den vorhandenen Gewebezusammenhang zu sprengen¹⁾, verbunden mit dem Druck der Nachbarzellen, die in gleicher Weise tätig sind.

Ein Beweis dafür, daß auch noch starkwandige Bastzellen selbst kurz vor Beendigung ihres Wachstums Elastizität genug besitzen, um den Druck von Nachbarelementen nachzugeben, sieht Wiesner in dem tiefen Eindrücken, welche, wie er beobachtet hat, turgeszierende Markstrahlen selbst in sehr dickwandigen Bastzellen hervorrufen (Elementarstrukt. S. 238 und Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. LXII. 2 (1870), Taf. I, Fig. I A B). Möglich, daß im Blatte der *Typha* auch die Inanspruchnahme auf Biegungsfestigkeit zur Dehnung beiträgt. Diese oder eine Art Auswahl der am leichtesten zu durchbrechenden Stellen der Zwischensubstanz mögen die auf Fig. 7 dargestellten Drehungen der Spitzen bewirken. Welchen Vorteil beide Erscheinungen, sowohl die des Einkeilens der Zellen zwischen die benachbarten als auch die Krümmung, wodurch die Nachbarelemente gewissermaßen umklammert werden und die Berührungsflächen wachsen, für die Festigkeit des Gewebestranges bieten, liegt auf der Hand.



Fig. 7. Gebrochene Spitzen der Bastfasern von *Typha angustifolia*.

Das Schlankerwerden der Zellprismen mag gerade für Pflanzen bzw. Organe ohne eigentliches Dickenwachstum den Zweck haben, daß der Gewebestrang trotz der Längenzunahme seiner Elemente nicht zuviel Raum — etwa auf Kosten der Nachbarsysteme, hier des in den Monaten der stärksten vegetativen Tätigkeit so notwendigen Palisadenparenchyms — beansprucht. Ist doch z. B. durch das Längenwachstum der sich entwickelnden Leitungselemente bei Dikotyledonen eine Verschmälerung der Markstrahlen nachgewiesen (Krabbe a. a. O. S. 52, Taf. I, Fig. 1).

Während das Dickenwachstum der Wandung in der Zeit der stärksten Längenzunahmen (bis August) allerdings hinreicht, um den Einfluß der Dehnung sogar mit einem geringen Überschuß auszugleichen, ist es im Vergleich zu der nach Abschluß der Hauptlängenstreckung einsetzenden rapiden Zunahme nur gering. Dies entspricht einer allgemeinen Beobachtung, über die schon Hoff-

¹⁾ Krabbe a. a. O., S. 46 und in Pringsh. Jahrb. XVIII (1887), S. 349 ff.

meister (Pflanzenzellen S. 160) schreibt: „Innerhalb einer gegebenen Zeit erfolgt das Wachstum der Haut einer Zelle in der Regel vorwiegend entweder in die Länge und Breite oder in die Dicke. Zellen, welche die Flächendehnung ihrer Wand beträchtlich vergrößern, verdicken währenddem diese Wand nur wenig und umgekehrt.“

Wie ist nun aber diese plötzliche Wandverdickung der *Typha*-Bastzelle zu denken? Erfolgte sie ohne Zunahme des Gesamtquerschnitts, läge die Annahme nahe, sie als eine Analogie der von Krabbe an Asclepiadeen und Apocynaceen, auch an der Leinenfaser beobachteten Anlagerungen von sukzessiven neugebildeten Zellhäuten zu denken. Hier ist aber keine entsprechende Verringerung des Lumens zu beobachten, dagegen nimmt die Gesamtbreite zu.

Schließen wir uns also der wahrscheinlichen Ansicht Krabbes an, daß ein Wachstum durch Intussuszeption nur kurze Zeit nach der Anlage möglich ist, so sind die eben genannten Tatsachen nur durch eine chemische Veränderung der Wandung, die eine Art Quellung zur Folge hat, zu erklären. Dafür spricht die gleichfalls in der letzten Zeit der Vegetationsperiode so plötzlich ansteigende Ausbeute an Furfurol. Ein Breitenwachstum des Gewebestranges als unvermeidliche Wirkung der Quellung der einzelnen Zellmembranen — selbst auf Kosten der vegetativ arbeitenden Systeme — kann ja in einem so späten Entwicklungsstadium der Pflanze nicht mehr von Nachteil sein.

V. Der technische Wert der Faser in den verschiedenen Entwicklungsstadien.

1. Zusammenstellung der Werte von Kap. III:

Monat	Der Elementarzelle			Der Rohfaser		
	Länge	Lumenbreite	Gesamtdicke	Zellulosegehalt	Pentosan-gehalt	Methylzahl
	mm	μ	μ	%	%	
Mai	0,54	4,3	9,9	83	7,8	3,5
Juni	0,62	3,9	8,5	70	18,4	12,5
Juli	0,67	1,8	7,5	60	19,4	12,4
August	0,73	1,8	7,8	66	19,3	12,6
September	0,75	1,8	7,5	68	19,3	13,7
Oktober	0,80	1,6	9,4	62	23,4	13,8

(Fortsetzung Heft 3.)