

U e b e r

den jährlichen Bastzuwachs

einiger Bäume.

Von

Dr. Carl Hielscher.

Während über den jährlichen Zuwachs des Holzkörpers und die Elemente, welche denselben im Laufe einer Vegetationsperiode zusammensetzen, ausführliche Untersuchungen vorliegen, sind über die bei Dicotylen sich gleichfalls jährlich erneuernde Bast­schicht und die Anzahl der Elemente, die vom Cambium centripetal gebildet worden, nur Andeutungen vorhanden.

Abgesehen davon, dass die Feststellung der Holzzuwachsgrösse ein höheres praktisches (forstliches) Interesse bot, liess sich diese auch aus verschiedenen Gründen leichter feststellen. Einmal sind die Holzjahrringe fast überall stärker und mit blossem Auge und gewöhnlichem Massstab zu controlliren, andererseits ist die Grenze der Holzjahresproduction anatomisch fast immer scharf markirt; endlich ist nicht zu vergessen, dass die Feststellung von jährlichen Bastjahresproductionen auch deshalb Schwierigkeiten bietet, weil diese nur in wenigen Fällen das ganze Leben der Pflanze hindurch auf dem Stamm bleiben, vielmehr früher oder später abgestossen und der Controlle entzogen werden.

Sicher ist es aber vom physiologischen Standpunkt ausserordentlich wichtig, über die jährliche Erneuerung des Bastes und die Stärke und Zusammensetzung des „Bastjahrringes“ ausgedehntere Erfahrungen zu besitzen, als sie die paar spärliche Notizen, die bis jetzt vorliegen, bieten. Es ist doch gewiss z. B. ebensowichtig und muss interessiren, die Grösse der Bahnen zu kennen, in denen sich die „plastischen Stoffe“ der Planze im Stamm bewegen, als es bisher interessirt hat, die Grösse der Strombahn für Wasser in der Pflanze festzustellen.

Mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. Kraus, der mich auf diese Frage hinwies, veranlasste mich auch, an Laub- und Nadelhölzern zunächst zwei dies­bezügliche Fragen etwas weiter zu fördern:

1. die Frage, welches die anatomische Zusammensetzung der Jahr für Jahr neu gebildeten Bast­schicht, des Bastjahrringes, ist; und
2. die Frage, wie stark an älteren normal gewachsenen Stämmen die faktisch vorhandene Rinde, dem Holzkörper gegenüber ist.

In erstem Falle handelte es sich darum, von Jahr zu Jahr zu constatiren, ob und welche Bastelemente gebildet worden und in welcher Stärke sie in den successiven Lebensjahren auftreten. Zu diesem Behufe mussten die Theile in verschiedenem Alter auf ihre Bastproduction geprüft werden, am zweckmässigsten lebendes Material. Solches lieferte mir ausreichend der hallische botanische Garten.

Zur Entscheidung der zweiten Frage bot sich eine Collection Querschnitte von Musterstämmen, die ursprünglich die Forstabtheilung der hiesigen Gewerbeausstellung vom Jahre 1881 geschmückt, und nachträglich durch freundliche Vermittlung des Herrn Oberförster Brecher in Zöckeritz an das botanische Institut übergegangen waren.

Die mir zu Gebote stehende Zeit gestattete mir nur Beiträge zu vorstehenden Fragen zu liefern, nicht eine erschöpfende Behandlung, noch auch andere gleichfalls naheliegende Fragen zu bearbeiten. Gleichwohl hat die Bearbeitung dieser beiden Fragepunkte eine Anzahl allgemeiner Sätze ergeben, die theils neu, theils Sicherstellungen und Verallgemeinerungen bereits bekannter Thatsachen sind. Ich führe diese allgemeinsten Resultate meiner Arbeit gleich hier an:

1. Bei allen untersuchten Bäumen, 26 Arten Nadel- und Laubhölzer, findet in der That jedes Jahr eine neue Bastproduction, wenn man will, die Bildung eines Bastjährrings statt;

2. Diese Bastproductionen des Jahres bilden aber in keinem Falle eine so markirte, regelmässig wiederkehrende Zone, dass sie als „Jährring“ sicher erkannt und zur Altersabschätzung sicher benutzt werden können, wie die „Holzringe.“

3. Der primäre (erstjährige) Bast besteht stets aus Hart- und Weichbast; vom zweiten Jahr ab kann — wie in den meisten der untersuchten Fälle — diese Zusammensetzung beibehalten, oder dahin abgeändert werden (*Alnus*, *Fagus*), dass nur Weichbast entsteht. Von da ab dauert die einmal angenommene Formirung des Bastes bis in's Alter des Stammes unverändert fort.

4. Auch in den allergeringsten Fällen (*Cupressaceen*) beträgt die jährliche Bastproduction 3 Tangentialreihen Weichbast; meistens aber mehr z. B. bei der Buche 5, bei der Erle 7—8, bei *Ulmus* 6—12 u. s. w.

5. Betrachtet man die nicht von Kork unterlagerten Bastschichten als functionsfähig und thätig, (eine Frage, die allerdings nicht präjudicirt werden soll), dann sind immer eine ziemlich grosse Anzahl gleichartig gebauter Bastzonen in Activität. So z. B. bei *Thuja orientalis* im 12. Jahre 25 von 32, bei *Juniperus communis* im 11. Jahre 18, bei *Aesculus* im 44. Jahre 32—34 von 44 u. s. w.

6. Der jährliche Gesamt-Bastzuwachs ist, räumlich genommen, immer ausserordentlich viel geringer als der des Holzes; er erreicht auch im günstigsten Falle nicht den des Holzes. Er beträgt höchstens den 5., gewöhnlich nur den 10—20., ja, wie bei der Buche nur den 50. Theil des letzteren.

Die wenigen Angaben, welche über die Stärke und anatomische Structur des jährlichen Bastzuwachses existiren, rühren zumeist von Theod. Hartig und sind in dessen „Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen“ enthalten; auch Hausteins „Baumrinde“ und Mohls bekannter Aufsatz in der Bot. Ztg. 1855 sind mit einzelnen diesbezüglichen Bemerkungen versehen*). Das Wesentliche dieser Angaben konnte de Bary in der „Vergl. Anatomie“ (S. 547) auf einer halben Seite wiedergeben und ist hier kaum zu recapituliren nöthig, zumal an Ort und Stelle im speciellen Theil daran erinnert werden muss. — Zu der im 2. Theil behandelten Frage über die Stärke des Rinden- und Holzdurchmessers ist mir keine wesentliche Angabe bekannt geworden.

Method e.

Der im ersten Jahre angelegte Bast besteht bei Laub- und Nadelhölzern stets aus dreierlei Elementen, aus Siebröhren, Bastparenchym und Bastfasern. In späteren Jahren können die letzteren, welche in zusammenhängenden concentrischen Ringen oder in, ihrerseits wieder in Zonen liegenden, oder ganz regellos vertheilten Bündeln auftreten, fehlen, dann sind nur zweierlei Elemente vorhanden; diese, Siebröhren und Bastparenchym, fehlen nimmer. Nicht selten treten neben den Bastfasern auch Steinzellen; mitunter vor den Fasern überwiegend oder dieselben verdrängend, auf. Nicht immer besitzen die Bastfasern, welche im Folgenden als Hartbast dem Weichbast (Siebgewebe) gegenübergestellt werden sollen, verdickte Wände, bisweilen sind sie kaum dickwandiger als die Weichbastelemente, von ihnen aber dadurch verschieden, dass ihre Wand verholzt ist. Um in solchen Fällen im Querschnitt Hart- und Weichbast zu unterscheiden, wurden die Schnitte in eine Lösung von schwefelsaurem Anilin gelegt; dadurch hoben sich die sich gelbfärbenden Bastfasern vor dem farblos bleibenden Weichbast sehr scharf ab. Da, wie sich bald herausstellte, der Hartbast jedes Jahr zuerst entsteht, so war das Verfahren, welches ich zur Bestim-

*) Die Arbeit von Jul. Vesque in Ann. scienc. nat. VI. Sér. Tome II enthält keine hierhergehörigen Angaben.

mung des jährlichen Bastzuwachses, im Falle Hartbast vorhanden war, anwandte, einfach ein Abzählen der in jedem Jahr angelegten Bast-schichten. Zu diesem Zwecke wurden an einem Aste vom einjährigen Triebe an die aufeinanderfolgenden Altersstufen successive aufgesucht und für jeden Jahrgang, nach Maassgabe der Holzjahrringe, die Bast-schichten gezählt. Den besten Anhaltspunkt für das Zählen boten dabei, wie bemerkt, die Hartbastzonen, wenn diese aus verdickten und verholzten Zellen bestanden. War aber im secundären Bast kein Hartbast mehr vorhanden, so war für jedes Jahr Abzählen der Weichbastzonen zwischen Cambium und dem primären Hartbastgürtel erforderlich. Auf diese Weise konnte also der in jedem einzelnen Jahre erfolgende Bastzuwachs und seine Zusammensetzung controllirt worden. Wo alte Stammquerschnitte allein zur Verfügung standen, konnten auch diese einer Untersuchung unterworfen werden. Hier musste durch Vergleich mit lebendem Material zunächst constatirt werden, dass noch kein Bast abgestossen war, dann konnte an ihnen ersehen werden, ob sich bis in ihr Alter die Jahresproduction an Bast gleich geblieben.

Die zweite Frage, wie gross der factische Rindenradius zum Holzradius sich verhält, wurde wesentlich an den schönen Stammquerschnitten constatirt, die der hiesigen Gewerbe-Ausstellung vom Jahre 1881 entstammen. Hier handelte es sich um Feststellung von Maassen mittelst des Massstabes. Die diesbezüglichen Resultate sind im 2. Theil der Arbeit einfach tabellarisch zusammengestellt und in den Vorbemerkungen das Wissenswerthe über Methode u. s. w. dort angeführt.

I. Wachsthum und Bau des Bastes von Jahr zu Jahr.

In vorstehender Frage wurden folgende Nadelhölzer untersucht:

Cupressus funebris Endl., *Chamaecyparis squarrosa* Sieb. et Zucc., *Cryptomeria Japonica* Don, *Cryptomeria elegans* Veitsch, *Thuja occidentalis*, *Thuja orientalis*, *Juniperus communis*, *Juniperus Sabina*, *Juniperus virginiana*, *Callitris quadrivalvis*, *Biota orientalis* Endl. (*Thuja orientalis*) var. *compacta* Hort.

Von Laubhölzern wurden folgende geprüft:

Fraxinus excelsior, *Quercus pedunculata* var. *fastigiata* Loud. *Quercus Cerris*, *Fagus sylvatica*, *Salix vitellina*, *Salix babylonica*, *Salix cinerea*, *Populus nigra*, *Alnus incana*, *Carpinus Betulus*, *Ulmus campestris*, *Acer platanoides*, *Aesculus Hippocastanum*, *Tilia parvifolia*, *Robinia pseudacacia*.

Im Folgenden sind der besseren Uebersichtlichkeit halber, zuerst die Bäume bei denen auch im sekundären Bast Hartbast gebildet wird und dann solche, bei denen sich nur Weichbast bildet, abgehandelt. Zur ersteren Abtheilung gehören die unter-

suchten *Cupressineen*, *Salicaceen*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Aesculus* und *Robinia*; von den *Cupuliferen Quercus* und von den *Betulaceen Carpinus*. Zur zweiten Abtheilung sind zu rechnen von den *Betulaceen Alnus* und von den *Cupuliferen Fagus*. Zwischen diesen beiden Abtheilungen nehmen die untersuchten Species der *Oleaceen*, der *Papilionaceen* und von den *Betulaceen Carpinus Betulus* L. gewissermassen eine Mittelstellung ein, weil bei ihnen zwar im sekundären Bast Hartbast produziert wird, aber nicht in jeder Vegetationsperiode.

A. Sekundärer Bast mit Hartbast.

Cupressineae.

Bei den *Cupressineen* (und nach Schacht l. c. S. 227 und H. von Mohl l. c. S. 891 auch bei den *Taxineen*) ist die Vertheilung im Bast so, dass zwischen zwei Hartbastzonen ausnahmslos drei Weichbastzonen liegen. Die Hartbastzellen sind zu concentrischen Ringen zusammengestellt, welche der Anlage nach bis auf die Durchtrittsstellen der Markstrahlen geschlossen sind; die Weichbastschichten bestehen regelmässig aus je zwei Siebröhrenzonen und einer dazwischen liegenden Bastparenchymlage. Eine genaue Beschreibung hiervon gab H. v. Mohl (l. c. S. 891). Vorher hatte schon Hartig (l. c. Tab. IX, Fig. 4 und 5 und Tab. X, Fig. 2 und 3) eine Abbildung des Bastbaues von *Taxus baccata* L. und *Juniperus communis* L. gegeben. Von Schacht (l. c. pag. 228 und 239) wurde auch darauf aufmerksam gemacht, dass die Zahl der Jahrringe des Holzes selten oder niemals mit den scheinbaren Jahrringen des Bastes harmonirt, von letzterem vielmehr in einem Sommer oftmals mehrere solcher Lagen gebildet werden. In der That ist die Zahl der Lagen öfter in verschiedenen Jahren ungleich, wie wir unten näher sehen werden.

Cupressus funebris Endl.

Im ersten Jahre wurden zwei Hartbast- nebst zugehörigen je drei Weichbastzonen angelegt, im zweiten Jahre ebenso. Vom dritten Jahre ab besteht jedoch der Jahrring des Bastes nur noch aus je einer Schicht. Es waren demnach im dritten Jahre 5, im vierten Jahre 6, im fünften Jahre 7 u. s. w. Hartbast- nebst zugehörigen Weichbastlagen zu zählen. Ein weiterer Unterschied der späteren Zuwachse den ersten gegenüber besteht darin, dass sie nicht aus stark verdickten Fasern, die lückenlos aneinanderstossen, bestehen, sondern dass nur Theile des Bastfaserringes in genannter Weise ausgebildet, dazwischen aber schwachverdickte (über verholzte) Fasern liegen.

Aus der Lagerung der Schichten ist der Schluss zu ziehen, dass in jeder Vegetationsperiode die Bastbildung mit der Anlegung eines Hartbastringes beginnt.

Chamaecyparis squarrosa Sieb. et Zucc.

In den ersten vier Jahren wurden je eine Bastlage, im fünften und sechsten Jahre je zwei Bastbänder gebildet. Während des siebenten Jahres ward wiederum nur eine Bastschicht angelegt, von achten Jahren an aber wieder deren zwei; es erschienen also in diesem Jahre elf, im folgenden neunten Jahre dreizehn Hartbastzonen, immer mit entsprechendem Weichbast.

Die Bastfasern waren gleichmässig, wenn auch nicht sehr stark verdickt; die Bastparenchymzellen hatten weitere Lumina als die Siebröhren.

Auch hier beginnt die Bastbildung mit Hartbast.

Cryptomeria Japonica Don.

Der Bastzuwachs im ersten und zweiten Jahre betrug je zwei Lagen; am Schluss des dritten Jahres traten sieben auf, immer von dem entsprechenden Weichbast begleitet. Vom vierten bis sechsten Jahre wurden wiederum nur zwei Bastlagen gebildet.

Cryptomeria elegans Veitch.

Nachdem im ersten Jahre zwei Bastlagen gebildet waren, entstand bis zum vierten Jahre jährlich nur eine. Vom sechsten Jahre ab wurde regelmässig wieder bis zum fünfzehnten je eine Bastschicht angelegt. Schon im fünften Jahre waren nach erfolgter Korkentwicklung drei Bastlagen in die Borke getreten; im zehnten Jahre liegen in derselben deren vier. Im fünfzehnten Jahre waren von den vorhandenen siebzehn Bastringen zehn durch Korkbildung abgeschnitten, ein Abstossen derselben hatte aber noch nicht stattgefunden. Die Hartbastzellen waren stark verdickt; eine Aenderung im Grade der Verdickung mit zunehmendem Alter liess sich nicht bemerken.

Ein Schluss auf die Entstehungszeit der Elemente des Bastes liess sich auch hier ziehen: die drei Weichbastzonen sind zwischen Cambium und dem zuletzt gebildeten Hartbastringe sichtbar, die zuerst in der neuen Vegetationsperiode angelegten Bastzellen müssen also Hartbastelemente sein.

Thuja occidentalis.

Es wurden, nachdem im ersten Jahre vier Bastschichten entstanden waren, jährlich deren zwei oder drei neue angelegt. Im zweiten Jahre wurden zwei solche

gebildet, und der gleiche Bastzuwachs stellte sich ein bis zum zwölften Jahre mit Ausnahme der Jahrgänge 3, 5 und 6, in welchen je drei neue Bastbänder erschienen. Es wurden also im dritten Jahre neun, im vierten elf, im fünften vierzehn, im sechsten siebzehn Bastlagen gezählt. Vom siebenten Jahr ab nahm die Zahl derselben, wie schon gesagt, wieder regelmässig um zwei zu, so dass im achten Jahre einundzwanzig, im neunten dreiundzwanzig u. s. f. solcher Zonen vorzufinden waren.

Die Bastfaserzellen waren mässig verdickt, der Grad ihrer Verdickung keiner wesentlichen Veränderung unterworfen.

Die neue Bastbildung beginnt auch hier mit der Anlegung von Sklerenchymfasern.

Thuja orientalis.

Die jährliche Vermehrung der Bastelemente geschah ziemlich unregelmässig. Nachdem sich im ersten Jahre 3 Bastschichten entwickelt hatten, traten zu diesen im zweiten und dritten Jahre je 6 neue, so dass am Schlusse der dritten Vegetationsperiode 15 Hartbastringe zu zählen waren. Im vierten Jahre wurde nun 1 neuer Bastgürtel produziert, von fünften Jahre an wurden dann wieder je zwei im Jahre angelegt. Von den im Ganzen vorhandenen 32 Hartbastringen lagen im 12. Jahre 7 in der Borke; im 14. Jahre, in welchem die Zahl der durch Korkbildung abgeschnittenen in der Borke befindlichen Bastzonen 8 betrug, begann die Abstossung derselben.

Die Wände der Hartbastzellen waren verdickt, bedeutende Abweichungen im Grade der Verdickung traten in den verschiedenen Jahren nicht hervor. Die Bastparenchymzellen übertrafen auch hier die Siebröhren an Weite der Lumina.

Im Frühjahr wird das Bastwachsthum mit der Bildung von Hartbastzellen beginnen; denn zwischen Cambium und dem innersten Hartbastringe waren die drei Weichbastzonen, welche zu diesem gehörten, schon angelegt.

Das ungefähre Verhältniss des Bastzuwachses zum Holzzuwachs wurde an einem vierzehnjährigen Zweige feststellen. Er war der mittlere Holzradius desselben gleich 9,25 mm und die mittlere Rindendicke gleich 0,625 mm. Annähernd betrug also der jährliche Holzzuwachs 0,66 mm. Der Zuwachs des Bastes verhält sich zu dem des Holzes wie 1 : 14,8.

Juniperus communis.

Der einjährige Trieb zeigte an der Basis drei Bastschichten. Hiezu kamen in den drei nächsten Jahren je zwei neue Bänder, denen sich im folgenden, im fünften,

Jahre nur eine neue Lage anschloss. Zu den in diesem Jahre vorhandenen 10 Bast-
schichten traten dann jährlich wiederum 2 neue, so dass also der sechsjährige Zweig
12, der siebenjährige Zweig 14 u. s. w. Bastbinden aufwies. Durch Korkbildung
abgeschnitten wurde der Bast zuerst im 11. Jahre; in diesem Jahre lagen in der Borke
4 Bastzonen. Im 15. Jahre waren 10 Bastschichten innerhalb der Borke zu zählen,
im 16. Jahre war eine derselben abgestossen, im 18. Jahre, in welchem sich
in der Borke im Ganzen 19 Bastschichten befanden, wurde ein zweiter Bastgürtel
abgeworfen.

In der neuen Vegetationsperiode wird zuerst Hartbast gebildet.

Juniperus Sabina.

Nach der Bildung dreier Bastschichten im ersten Jahre ward in den folgenden
Vegetationsperioden immer nur je ein Bastgürtel angelegt. Daher fand ich (bis zum
22. Jahre) die Anzahl der Bastringe stets um zwei grösser als die Anzahl der Holz-
jahre der betreffenden Zweige. Im 22. Jahre lagen zwei Bastschichten inner-
halb der Borke, die äussere derselben war an einzelnen Stellen bereits abge-
worfen worden.

Das Vorhandensein von drei Weichbastzonen am Ende der Vegetationsperiode
lässt auch hier die Folgerung zu, dass im Frühjahr zuerst Hartbast gebildet wird.

Juniperus virginiana.

Hier entstanden nach der Bildung dreier Bastschichten im ersten Jahre und
nur einer Bastschicht im zweiten, in den folgenden Vegetationsperioden je zwei
Bastlagen. Ein dreijähriger Zweig zeigte daher sechs, ein vierjähriger acht Bast-
gürtel u. s. w.

Die Zahl der Bastschichten betrug also das doppelte der Zahl der Holzjahr-
ringe. Im zwölften Jahre waren drei Bastringe durch Korkbildung in die Borke
getreten, im dreizehnten Jahre war dies mit vier Bastbinden der Fall. Im letzteren
Jahre hatte auch die Abstossung einiger dieser Schichten begonnen. Die neue Vege-
tationsperiode beginnt mit Hartbastbildung.

An einem 52jährigen Stamm fanden sich 45 Hartbastringe, von denen 33 blos
verholzt, 12 ausserdem auch verdickt waren. Nach Analogie mit dem Bastwachs-
thum in jüngeren Zweigen müssten 104 Hartbastringe vorhanden sein, es sind also
wohl 59 Hartbastringe mit entsprechendem Weichbast abgestossen worden.

Callitris quadrivalvis.

In jeder Vegetationsperiode wurde eine Bast­schicht gebildet, nachdem im ersten Jahre deren drei entstanden waren. Das zweite Jahr zeigte somit vier, das dritte Jahr fünf Bastlagen u. s. w. Der untersuchte Zweig war neun­jährig, und bis zu diesem Alter traten keinerlei Abweichungen ein.

Die Wände der Hartbastzellen waren in den verschiedenen Jahren gleich stark. Das Bastwachsthum beginnt wahrscheinlich mit Produktion von Hartbastzellen.

Biota orientalis var. *compacta* Hort.

Nach Anlegung von zwei Bast­schichten im ersten Jahre, wurde bis zum fünften in jeder Vegetationsperiode nur eine Bastbinde gebildet. Im fünften Jahre entstanden zwei Bastlagen, im sechsten, siebenten, achten und neunten nur je eine. Zu den im letzteren Jahre vorhandenen 11 Bast­schichten traten im zehnten Jahre zwei neue. Vom folgenden elften Jahre ab bestand der jährliche Zuwachs wiederum aus nur je einer Lage.

Die Entstehungszeit der Hartbastzellen fällt auch hier wohl in den Anfang der Vegetationsperiode; denn zwischen dem Cambium und dem zuletzt gebildeten Hartbastringe waren drei Weichbastzonen zu zählen.

Salix vitellina.

In der im ersten Jahre entstandenen Bastzone liessen sich 5 Hartbastgürtel mit je 3—8 Weichbastringen dazwischen unterscheiden. Weichbastzonen zwischen zwei Hartbastreihen gewöhnlich 4. Zu diesen traten im zweiten Jahre wieder 5 neue, ebenso im dritten Jahre, und so bis zum sechsten Jahre. Jede Bast­schicht in diesen zuletzt genannten Jahren bestand aus einer Hartbastzone und 3—8 Weich­bastzonen.

Nach Hartig (l. c. pag. 444) werden bei Weiden jährlich nur 2—4 Bastkreise angelegt; die Hartbastzellen erschienen in Gruppen. Sie hatten im Querschnitt die Gestalt nach der Peripherie des Stammes gestreckter Rechtecke; ihre Grösse war in den verschiedenen Jahren ziemlich dieselbe. Die von diesen Bastfaserbündeln, welche ziemlich dicht neben einander lagern, gebildeten Reihen liessen nicht selten Gabelung erkennen. Eine Folge hiervon war, dass die Bündelreihen von den Mark­strahlen in schiefer Richtung durchschnitten wurden, was nach Hartig (l. c. p. 444) nur bei den Pappeln der Fall sein soll.

Die Bastfasern ziemlich stark verdickt, lassen in späteren Jahren keine Aenderung im Grade der Verdickung bemerken. Die Siebröhren zeichneten sich vor dem Bastparenchym durch grössere Lumina aus.

Die Thatsache, dass zwischen dem Cambium und der innersten Hartbastzone ebensoviel Weichbast vorhanden war, wie zwischen zwei Hartbastgürteln, gestattet auch hier den Schluss, dass im folgenden Frühjahr zuerst Bastfasern gebildet werden.

Salix babylonica.

Jährlich werden mehrere Bastschichten angelegt. Eine jede derselben besteht aus einem Kreise von Bastzellgruppen und einer Anzahl von Weichbastzonen. Am Ende des ersten Jahres fand ich sechs solcher Schichten vorhanden; zwischen zwei Hartbastgürteln liegen 5—9 Weichbastzonen. Hierzu treten im zweiten Jahre drei neue Hartbastringe nebst dazu gehörigem Weichbast, denen sich im dritten Jahre 4 hinzusetzen. Die Zahl der Weichbastzonen zwischen je zwei Faserreihen schwankte in den beiden letzten Jahren zwischen 3 und 9, die geringeren Zahlen waren häufiger.

Die Bastfasern sind zu rechteckigen Bündeln zusammengestellt, welche, ziemlich nahe an einander liegend, einen Ring bilden. Wie bei *Salix vitellina* schneiden diese Ringe einander und gaben hierdurch Veranlassung, dass sie von den Markstrahlen in schiefer Richtung getroffen werden. Die Verdickung der Faserzellen war in allen drei Jahren gleich stark, ebenso blieb die Grösse der Hartbastbündel immer annähernd die gleiche.

Salix cinerea.

Am Ende des ersten Jahres waren 4 Bastschichten vorhanden, zu denen im zweiten Jahre 3 neue traten. Jede Schicht war zusammengesetzt aus einer Hartbastzone und, im ersten Jahre 3—5, im zweiten 3—8 Weichbastzonen. Am häufigsten war die Weichbastlage 4 oder 5 Zellen dick.

Die Hartbastzellen bildeten auch hier Gruppen von der Form kürzerer oder längerer schmaler Rechtecke. Zwei derartige Complexe hatten bei den weiter nach aussen gelegenen Sklerenchymzonen eine grössere tangential Entfernung, als bei den weiter nach innen zu gelegenen: es wurde also im zweiten Jahre mehr Hartbast gebildet als im ersten Jahre. Die von Hartig nur für die Pappeln in Anspruch genommene Eigenschaft war also auch hier, wie bei *Salix babylonica* anzu-

treffen. Was den Grad der Verdickung der letzteren betrifft, so blieb dieser in beiden Jahren derselbe.

Der Weichbast war zwischen dem Cambium und dem innersten Hartbastringe in ebenderselben Ausdehnung wie früher zwischen zwei Faserzonen ausgebildet. Im folgenden Jahre wird daher wohl Hartbastproduktion am Anfang stattfinden.

Populus nigra.

Der Bastzuwachs betrug jährlich eine Hartbastzone und 3—10 Weichbastzonen, nachdem sich im ersten Jahre drei Bastschichten entwickelt hatten, deren jede aus einer Hartbastzone und 6—8 Weichbastzonen zusammengesetzt war. Die Zahl der Bastlagen in jedem Jahre war daher um zwei grösser als die Zahl der Holzringe. Hartig (l. c. p. 444) giebt für die jährliche Bastproduktion der Pappeln mit grober rissiger Borke, zu welchen auch *Populus nigra* gehört, 2—4 Bastfaserbündelkreise an, also weit mehr als von mir beobachtet wurde.

Die Bildung von Bast wird lange Jahre ausgeführt; an einem 103jährigen Stamm wurden 106—120 Bastschichten gefunden, mit meist 10 Weichbastzonen dazwischen.

Die Bastzellen liegen in kleinen meist rechteckigen Bündeln, deren nicht allzu regelmässige Vertheilung schon von Hanstein (l. c. p. 46) erwähnt wird. Diese Gruppen lagen in den ersten Jahrgängen weiter von einander entfernt als in den späteren. Mit Zunahme des Alters wird also auch die Zahl der Faserbündel vermehrt. Dabei nahm aber die Grösse derselben ab, der Grad der Verdickung der Zellen blieb jedoch gleich. Schon von Hartig (l. c. p. 444) wird auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass die Bastlagen nicht wie gewöhnlich in concentrischen Kreisen erscheinen, sondern wellenförmige und abgerissene Schichten bilden, so dass sie die Markstrahlen in schräger Richtung durchschneiden. Die Weichbastzellen sind, wie auch Hanstein (a. a. O. S. 47) erwähnt, radial und tangential reihenweis gestellt.

Der letzte Hartbastring hatte vom Cambium eine ebenso grosse Entfernung, wie zwei Hartbastzonen von einander. Deshalb wird die Bastbildung in der nächsten Vegetationsperiode mit der Produktion von Bastfasern anfangen.

Tilia parvifolia.

Nach Ablauf der ersten Vegetationsperiode waren 5 Bastschichten zu zählen. Jede dieser Schichten bestand aus einem Faserbündelkreise und 4—8 Weichbastzonen. Am Ende des zweiten Jahres waren 8 solcher Schichten vorhanden, zu denen bis

zum neunten Jahre für jedes einzelne Jahr zwei neue Schichten treten. Im 10. und 11. Jahre wurde nur je eine Schicht angelegt, vom 12. bis zum 16. Jahre entstanden deren wieder je 2, so dass jetzt im ganzen 34 Bastlagen gebildet worden waren. Zu diesen kamen im 17. und 18. Jahre je eine neue, und vom 19. Jahre an bis zum 23. Jahre, welches Alter der untersuchte Ast hatte, wieder je zwei hinzu.

Der hier beschriebene Gang des Bastwachstums der Linde stimmt bis auf die Abweichung, dass der einjährige Zweig an der Basis nur 4 Bastbündelkreise hatte, während ich deren 5 zählte, mit den hierüber von Hartig (l. c. pag. 561) gemachten Angaben im Ganzen überein; bis zum 17. Jahre auch darin, dass die Zahl der Bündelkreise etwas über doppelt so gross als die der Holzjahre sein soll. Auch Schacht (l. c. pag. 232) hat angegeben, dass jährlich mehrere Bastschichten entstanden. Bei einem 76 jährigen Stamm wurden 156 Bastschichten gezählt. Von diesen lagen 40—46 innerhalb der Borke, eine Abstossung von Bast hatte aber nur an einigen Stellen stattgefunden. Immer lagen zwischen zwei Hartbastbündeln 4—8 Weichbastzonen. Die Bastproduktion ist also unverändert fortgesetzt worden.

Die Bastzellen in meist rechteckigen Gruppen; drei bis fünf solcher liegen neben einander und bilden einen flachen Bogen. Diese successive angelegten Bögen erschienen schliesslich im Querschnitt zusammen als spitze Pyramiden. Schon im ersten Jahre liessen sich kleinere und grössere Hartbastgruppen unterscheiden; mit zunehmendem Alter wurde die Zahl der grösseren Bündel über die der kleineren überwiegend; dem grösseren Stammumfange entsprach eine vermehrte Zahl der Hartbastelemente, letztere Thatsache erwähnt bereits Hanstein (l. c. pag. 45). Der Grad der Verdickung der Bastfasern bleibt in allen Jahren derselbe.

In der neuen Vegetationsperiode wird wahrscheinlich mit Hartbastproduktion begonnen, weil zwischen Cambium und dem jüngsten Faserbindelring ebensoviel Weichbast vorhanden war, wie zwischen zwei anderen Hartbastgruppen.

Ulmus campestris L.

Jedem Holzring entspricht ein Bastring; derselbe besteht aus 6—12 Weichbastzonen und dem Hartbast. Letzterer ist zusammengesetzt aus meistens zwei radial dicht hinter einander liegenden kleinen Bastfaserbündeln, welche die Form langgestreckter Rechtecke besitzen. Diese Gruppen reihen sich ziemlich dicht aneinander, einen tangentialen Ring bildend. Mitunter fanden sich statt der zwei auch drei oder vier Bastfaserrechtecke in der Bastproduction eines Jahres; auch waren vereinzelt im Weichbast noch wenigzellige Faserbündel anzutreffen.

Eine hiermit übereinstimmende Beschreibung des secundären Bastes findet sich bei Hanstein (l. c. p. 49).

Da die tangentielle Entfernung zwischen zwei Hartbastgruppen in älteren Jahren dieselbe blieb, wie in jüngeren, musste, dem Wachsthum der Peripherie folgend, die Bastfaserbildung mit der Zunahme des Alters stärker werden. Die Verdickung der Bastfasern zeigte immer denselben Grad. Der Weichbasttheil der in den ersten vier Jahren gebildeten Bastschichten bestand aus 10—12 Zellzonen, der im fünften Jahre und später entstandene nur aus 6—12 Zonen.

Auf die Zeit der Entstehung des Hartbastes war auch hier ein Schluss zulässig: zwischen dem Cambium und dem deutlich hervortretenden innersten Hartbastgürtel war der radiale Abstand ebenso gross, wie zwischen zwei Hartbastzonen, deshalb wird Hartbast wohl bald im Frühjahr gebildet.

Acer platanoides.

Die im ersten Jahre angelegten zwei Bastschichten bestehen aus je einer Hartzone und je 10—15 Weichbastzonen; hierzu kommt in den folgenden Jahren je eine Bastschicht, welche wiederum aus einer Hartbastlage und meistens 10—15 Weichbastzonen zusammengesetzt ist. Bis zum sechsten Jahre traten hierin keine Aenderungen ein. Von jetzt an bilden sich, wie Hartig beschrieb (l. c. pag. 547) zwischen den Bündelkreisen Complexe von Steinzellen, während sich die Zahl der Faserringe vermindert. Mit der anderen Angabe Hartig's, dass in den jüngeren Pflanzentheilen die Zahl der Bastbündelkreise der Zahl der Holzringe entspricht, oder dass die Spitze jedes Jahrringes gleiche, die Basis doppelte Zahl der Bastbündelkreise hat, stimmt meine Beobachtung nicht überein.

Die Bastzellen sind in den ersten Jahren zu rechteckigen, nahe an einander liegenden Gruppen vereinigt; durch die später gebildeten Bastschichten nach aussen gedrängt, erlangten dieselben eine weitere tangentielle Entfernung. Ihr rechteckiger Umriss ging dann auch verloren. Es fand Sklerose der sie umgebenden Parenchymzellen statt: dadurch wurde ihr vergrösserter Umriss kreisrund, elliptisch oder auch ganz unregelmässig und endlich erschienen die Faserbündel ganz umschlossen von einer Hülle von Steinzellen. Zuerst geschah dies im primären Faserring. Ausserdem wurden auch noch andere, nicht an Hartbastzellen stossende, Bastparenchymzellen sklerotisch und vermehrten die Zahl der Steinzellennester. Von solchen erschien zuletzt der sekundäre Bast ganz durchsetzt; Hanstein (l. c. pag. 55) sah sie schliesslich schon in grosser Nähe des Cambiums aus dem secundären Weichbast entstehen,

während die Bildung von Bastfasern ganz zurücktrat. Bei einem 86jährigen Stamm waren 58 concentrische Reihen solcher Steinzellengruppen zu zählen, ein 220jähriger Stamm zeigte deren nur noch 34. Hier hatte schon Borkeabstossung stattgefunden.

Im Grade der Verdickung der Hartbastzellen trat mit der Zunahme des Alters keine Verschiedenheit an; auch der radiale Abstand zwischen je zwei Faserbündeln zeigte keine Aenderungen.

Fraxinus excelsior L.

Bei *Fraxinus excelsior* L. traten im Bastwachsthum eines dreijährigen Wurzel-schösslings und eines normal entstandenen Astes einige Verschiedenheiten auf. Bei beiden war im ersten Jahre eine Bastschicht vorhanden, aus Hart- und Weichbast bestehend; während aber beim ersteren 10—12 Weichbastzonen gezählt wurden, hatte der letztere deren nur 8. Beim Schössling wurde im zweiten Jahre eine zweite Faserbinde angelegt, ein zweijähriger Zweig des Astes zeigte aber nur die primäre Binde. Im ersteren Falle kamen noch zu dem zweiten Faserring 16—18 Weichbastzonen, im letzteren Falle waren in der Vegetationsperiode nur deren 8 gebildet worden. Im dritten Jahre wurde auch beim Schössling die Anlage von Hartbast unterlassen, die Bastlage bestand aus 8—10 Weichbastzonen, war also fast gleich der aus 8 Zellzonen zusammengesetzten Bastlage eines dreijährigen Zweiges.

Am Schlusse des ersten Jahres waren beim Schössling ausser dem Sklerenchymgürtel 10—12 Weichbastzonen zu zählen. An die letzte dieser Zonen legte sich im zweiten Jahre ein neuer Hartbastring, die centrifugale Thätigkeit des Cambiums hat also mit der Bildung von Bastfasern begonnen.

Die Hartbastbildung wurde bis zum neunten Jahre ausgesetzt, Weichbast dagegen regelmässig angelegt. Der Bastzuwachs eines Jahres war in diesem Falle nur aus der Differenz der Zahlen der Weichbastzonen zweier auf einander folgender Jahre zu bestimmen. Bei dem dreijährigen Zweige des Astes hatte er, wie in den beiden ersten Jahren, 8 Zellzonen betragen. Im vierten Jahre lagen zwischen Hartbast und Cambium 32 Zonen, der Bastzuwachs dieses Jahres belief sich also wiederum auf 8 Weichbastzonen. Im fünften Jahre wurden nur 3 solche gebildet, eben soviel im sechsten Jahre. Ueberhaupt schwankte von jetzt ab der jährliche Zuwachs zwischen 3 und 5 Weichbastzonen. So war im neunten Jahre aus dem Vorhandensein von 48 Weichbastreihen zwischen Cambium und dem primären Faserring, während im vorhergehenden Jahre 44 auftraten, zu erkennen, dass 4 Zonen Weichbast gebildet worden waren. Im 23. Jahre betrug die Gesamtzahl der Weich-

bastzonen 102—104, es waren mithin vom fünften Jahre ab in jeder Vegetationsperiode mindestens 3 solche angelegt worden.

Der im ersten Jahre entstandenen Hartbastgürtel war, beim Schössling, wie beim Ast, aus ziemlich grossen, rechteckigen Zellbündeln zusammengesetzt. In beiden Fällen erschienen schon im dritten Jahre die einzeln Gruppen durch Steinzellen verbunden, sodass eine vollkommen geschlossene Binde entstand. Dasselbe geschah mit dem zweiten Fasergürtel des Schösslings, welcher anfangs ebenso wie der erste aufgebaut war. Das zweite Hartbastband im anderen Falle wurde erst im zehnten Jahre angelegt. Durch Sklerose von angrenzenden Bastelementen in derselben Reihe bildete sich bald ein mächtiger Sklerenchymring. Im 17. Jahre trat eine dritte aus Bündeln von Bastfasern und Steinzellen bestehende Ringlage hinzu. Neben diesen die ursprünglichen Fasergruppen zuletzt ganz einhüllenden Steinzellenmassen zeigten sich Gruppen solcher, welche nicht an Bastfasern grenzten, und so waren die im sekundären Baste liegenden verholzten Elemente zum Theil Complexe von Bastfasern und Steinzellen, zum Theil blos Steinzellenmassen. Das 23. Jahr wies 6 solcher aus verholzten Zellen bestehenden Ringe auf. Zwischen je zwei solchen Ringen lagen immer 12—25 Weichbastzonen zwischen dem ersten und dem zweiten befanden sich 48 Zonen; die der 12 nahen Zahlen waren etwas seltener als die der 25 nahe liegenden.

An das bisher Erwähnte schlossen sich die beim Wachsthum eines 64jährigen Stammes beobachteten Verhältnisse an. In seinem 31. Jahre zeigte dieser Stamm 12 aus verholzten Zellgruppen bestehende Zonen, im 40. Jahre 15, im 48^{sten} 17, im 51^{sten} 18 und im 64. Jahre 22. Zwischen zwei solchen Zonen 12—25 Weichbastlagen. Ein Unterschied im Grade der Wandverdickung in den früheren und späteren Jahren liess sich nicht bemerken. In der Masse des Nachwuchses der Sklerenchymelemente war, dem Grösserwerden des Stammumfangs angemessen, eine Vermehrung eingetreten. Die Notiz Schacht's (l. c. pag. 232), nach welcher die Esche fortdauernd Bastbündel bildet, entspricht wohl nur mit der Einschränkung den thatsächlichen Verhältnissen, dass dies in Zwischenräumen von mehreren Jahren geschieht. Gar nicht vereinbar mit meinen Ergebnissen sind die Beobachtungen Kohl's (Oleaceen-Holz pag. 14 und 15), welcher in einem 12jährigen Stamm 5 vollständige Sklerenchymringe, bei einem 21jährige deren 12 neben einem in Entstehung begriffenen 13^{ten} fand.

Aesculus Hippocastanum.

Die im ersten Jahre gebildete Bastschicht bestand aus einem Hartbastring und 11—15 Weichbastzonen. Der erstere war zusammengesetzt aus halbmondförmigen

Zellgruppen, deren offene Seiten nach innen zu lagen. Die Entfernung der Endpunkte der Bögen vom Cambium betrug 11—13, die der am weitesten nach aussen liegenden Punkte 13—15 Weichbastzonen. Der jährliche weitere Bastzuwachs beläuft sich auf eine ziemlich unregelmässige (nach Hartig l. c. p. 532 soll dieselbe regelmässig concentrisch sein) Hartbast- nebst 5—8 Weichbastzonen. Im zweiten Jahre waren 2, im dritten 3 u. s. w. solcher Bastschichten vorhanden. Während nun die Hartbastbögen des primären Ringes von Steinzellen ganz umschlossen wurden und der Gürtel durch fortgesetzte Sklerose von Parenchymzellen sich immer mächtiger entwickelte, dabei aber, vielfach ungeschlossen bleibt, bildeten sich auch Partien von Weichbastzellen zu Steinzellengruppen um. So traten schon im zweiten Jahre einige solcher Nester auf, sich zum Theil an die zerstreuten Hartbastbündel anschliessen, im dritten Jahre waren bereits zwei, mit dem primären drei, von Hartbast und Steinzellen zusammengesetzte Bänder vorhanden. Das primäre eingeschlossen, waren im siebenten Jahr deren 7, im achten 8, immer mit je 5—8 Weichbastzonen vorhanden. Schliesslich war in der Weichbastlage jedes einzelnen Jahres im Anschluss an die Hartbastbündel ein solches Band entstanden, und so wurden bei einem 12jährigen Stamme im ganzen 12, bei einem 17jährigen Stamme 17 u. s. w., bei einem 39jährigen 39, jetzt immer neben 3—6 Weichbastzonen, wie auch beim folgenden 44jährigen Stamme gezählt. Letzterer liess zwar 44 Bastlagen erkennen, doch waren 10—12 von diesen durch Korkbildung der Borke zugetheilt, zum Theil offenbar schon abgestossen.

Die secundären Bastfaserbündel waren kleiner als die primären und auch aus weniger stark verdickten Zellen gebildet. Dieselben lagen in tangential gestreckten rechteckigen Gruppen, deren Zahl mit dem Grösserwerden des Stammumfangs entsprechend vermehrt wurde.

Zwischen Cambium und dem innersten Hartbastring blieb auch hier immer so viel Abstand, wie zwischen zwei Hartbastzonen, die letzteren werden daher am Anfang der Vegetationsperiode gebildet werden.

Wie der Stamm verhält sich auch die Wurzel. Auch hier wurde der im ersten Jahre gebildete Hartbastgürtel durch Umlagerung von Steinelementen zu einer mächtigen Sklerenchymbinde. Im sekundären Bast traten ebenfalls Hartbast- und Steinzellenbänder auf, deren radialer Abstand wie beim Stamme zwischen 3—6 Weichbastzonen schwankte; so wurde im zweiten Jahre eine zweite Hartbastbildung gebildet. Die Abstossung von Bast begann hier früher, im 24. Jahre waren nur noch 12, im 25^{sten} nur noch 13 Bastschichten vorhanden.

Robinia pseudacacia.

In den ersten drei Jahren ward je eine Bastschicht angelegt, aus Hartbast und Weichbast bestehend, und zwar kamen von dem letzteren auf die beiden ersten Schichten je 16—20 Zonen, auf die dritte 14—16 Zonen. Der Bastzuwachs des vierten Jahres betrug nur 10—12 Weichbastringe, zu denen im fünften Jahre neben dem vierten Hartbastringe eine Weichbastlage von 14—16 Zellen Dicke trat. Im sechsten Jahre wurde wiederum nur Weichbast, und zwar 10—12 Zonen desselben, gebildet, die Bastschicht des siebenten Jahres bestand aus einem Hartbastkreise und 14—16 Weichbastzonen, die des achten Jahres besass ausser dem Hartbastring nur 5 Weichbastzonen, die des neunten hatte ausser Hartbast wieder eine 14—16 Zellen breite Weichbastlage. Im zehnten Jahre ward wieder ausschliesslich Weichbast, und zwar 10—12 Zonen angelegt; das 13. Jahr zeigte 9 Hartbastgürtel und 14—16 Weichbastzonen; das 14^{te} besass nur einen Zuwachs von 10—12 Weichbastzonen. Der am häufigsten auftretende Abstand zweier Hartbastbänder betrug somit 14—16 Zonen. Im neunten Jahre lagen 2 Bastschichten in der Borke, im 14^{ten} war dies mit 6 Schichten der Fall. Die Korkbildung innerhalb des Bastes kann auch früher eintreten. Hartig (l. c. pag. 492) führt an, dass die älteste Bastlage oft schon im zweiten Jahre durch Korkschichten abgeschnürt wird.

Die Hartbastzellen waren zu recheckigen Gruppen zusammengestellt; da die einzelnen Bündel in späteren Jahren in grösserer tangentialer Entfernung von einander entstanden als in früheren, nahm offenbar die Hartbastbildung mit zunehmenden Alter ab. Ein Unterschied in der Wandverdickung trat jedoch nicht hervor. Die einzelnen Gruppen des primären Hartbastringes waren durch Steinzellen in Zusammenhang gebracht; aber auch hiervon abgesehen, war der erste Hartbastkreis stärker entwickelt als die folgenden.

Quercus pedunculata var. *fastigata* Loud.

Der Jahrring des Bastes besteht aus zwei Schichten, deren jede aus einem Hartbastring und 3—9 Weichbastzonen gebildet war. Im ersten Jahre waren also 2, im zweiten 4, im dritten 6, im vierten 8 u. s. w., im siebenten Jahre 14 Hartbastbänder vorhanden. An Weichbastzonen zwischen zwei Faserreihen traten öfter 9 oder dieser Zahl nahe liegende Mengen auf. Da nach Wiesner (l. c. pag. 481) und Schacht (l. c. pag. 228) der Stamm bis zum 30. und 35. Jahre borkefrei bleibt, kann bis dahin keine Abstossung von Bast stattfinden. Die einzelnen Hartbastbündel sind zu Reihen geordnet, welche Reihen wiederum den Fasergürtel zu-

zusammensetzen. Die Bündel sind vierkantig und bestehen, wie auch von Höhnel (l. c. p. 72) angibt, aus 2—70 Zellen. Der Grad der Verdickung der Hartbastzellen blieb für die verschiedenen Jahre der gleiche, dem Grösserwerden des Stammumfangs entsprechend wurde auch die Menge des Hartbastes vermehrt, wenn auch, wie Hanstein (l. c. p. 48) erwähnt, die einzelnen Bündel meist dünner werden und weniger regelmässig gestellt sind.

Die Gruppen des primären Faserringes wurden später durch Steinzellen mit einander in Verbindung gebracht, und, indem von Jahr zu Jahr immer mehr Parenchymzellen an der Sklerose Theil nehmen, entsteht schliesslich ein starker Sklerenchymring, in welchem die ursprünglichen Hartbastzellen wie in eine Grundmasse von Steinzellen eingebettet erschienen. Auch im sekundären Baste traten vereinzelt Steinzellenmassen auf, nicht selten in derselben Reihe mit den Faserbündeln, die Ringe derselben deutlicher hervorhebend, öfter geschah dies in den breiten Bastmarkstrahlen.

Quercus Cerris.

Alljährlich wird eine Bastlage gebildet, welche einen Hartbast- und 5—10 Zellzonen Weichbast besitzt. Das Alter eines Zweiges stimmt also mit der Zahl der bei ihm gefundenen Bastschichten. Eine Anzahl der rechteckigen Bastgruppen ist oft durch dichteres Aneinanderrücken der einzelnen Bündel zu einer tangentialen Reihe geordnet, Stücke eines Ringes darstellend. Derartige Ringstücke bilden zum Theil einen ganzen concentrischen Ring, zum Theil sind sie aber auch vereinzelt im sekundären Bast anzutreffen. Mit der Zunahme des Alters wird die Bildung von Hartbast mehr und mehr ausgesetzt: die einzelnen Gruppen desselben werden allmählig kleiner und ihre tangentiale Entfernung grösser. Ein Unterschied im Grade der Verdickung tritt dagegen nicht hervor.

Die im ersten Jahre angelegte Hartbastzone übertraf die später gebildeten an Mächtigkeit der einzelnen Bündel. Durch eingeschobene Steinzellen wurden diese zu einem geschlossenen Ringe vereinigt; indem die Zahl der Steinelemente grösser wird und bald überwiegt erscheinen die primären Faserbündel rings von einem starken Steinzellenwall umgeben. Auch im sekundären Bast entstanden Steinzellengruppen, dieselben vereinigten theilweise die einzelnen Hartbastbündel zu nahezu geschlossenen Binden (Wiesner l. c. p. 486); besonders stark geschah die Bildung derselben in den breiten Bastmarkstrahlen. Schliesslich zogen diese radialen Steinzellenstrahlen bis zum äusseren Sklerenchymring, nicht selten schoben sie sich sogar in die grossen Markstrahlen hinein und veranlassten so Einbiegungen des Cambiums.

Die Zahl der zu einem Hartbastring gehörigen Weichbastzonen schwankte um die der 5 nahen aber höheren Zahlen, die Zahl 10 und die ihr nächsten niederen Zahlen kam weit seltener vor. Das Auftreten von ebensoviel Weichbastzonen am Schlusse eines Jahres, wie sonst gewöhnlich zwischen zwei Hartbastgürteln vorhanden war, macht es wahrscheinlich, dass die Bastfasern am Anfang der Vegetationsperiode gebildet werden. Ein 194jähriger Eichenstamm besass 172—178 Bastschichten, deren jede aus einem Hartbastringe und 9—15, sehr oft jedoch 12 Weichbastzonen bestand. Der erstere war zusammengesetzt aus vierkantigen, dicht neben einander liegenden Gruppen. Eine Abnahme in der Zahl und Grösse dieser Gruppen fand im Alter nicht statt, es war demnach, entsprechend dem Grösserwerden des Stammumfangs eine Vermehrung der Hartbastelemente eingetreten.

Carpinus Betulus.

Am Ende des ersten Jahres waren ein Hartbastgürtel und 7 Weichbastzonen vorhanden. Zu diesen kamen im zweiten Jahre 6, im dritten und vierten je 5 und vom fünften ab je 3 oder je 4 Weichbastzonen. Wenn ein Hartbastring auch nur im ersten Jahre angelegt wurde, so wurden doch wenigstens Hartbastbündel im sekundären Bast gebildet, und diese behalten ihre ursprüngliche radiale Stellung bei. Sie entstanden in der Regel vor den breiten gefässlosen Holzpartien, aber auch an anderen Stellen. Ihre Anlage und ihr Vorkommen war jedoch ziemlich unregelmässig. Bald erschienen die im Querschnitt vierkantigen Gruppen peripherisch, bald, aber weit häufiger, radial gestreckt, bald lagen mehre kleinere solcher Bündel zu einer Reihe geordnet nebeneinander, bald waren wenige oder eine einzige grössere Gruppe so lang wie eine solche Reihe. Während an einzelnen dieser Hartbast bildenden Stellen immer Nachbildung desselben stattfand, war diese an anderen Stellen zeitweise oder ganz ausgesetzt worden. Die Verdickung der Bastfasern blieb immer gleich.

Der Hartbastring des ersten Jahres war zusammengesetzt aus ziemlich weit auseinander liegenden Gruppen. Diese wurden allmähig durch Steinzellen mit einander verbunden und bildeten endlich mit diesen ein geschlossenes Band. Bis dicht an dieses heran erstreckten sich einzelne der sekundären Hartbastbündel, während andere, welche sich erst in späteren Vegetationsperioden zu entwickeln begonnen hatten, nicht so weit reichten. Ausserdem traten auch, wie schon Schacht (l. c. p. 230) angedeutet hat, Bündel von verholztem, dickwandigen Parenchym vereinzelt in den sekundären Bastschichten auf.

Das Auftreten radial geordneter Faserbündel bei der Hainbuche wird bereits von Hartig (l. c. p. 256 und 257) erwähnt; Schacht führt nur an (l. c. pag. 230), dass die Ausbildung der Bastbündel sehr unregelmässig erfolge und häufig an einigen Stellen ganz unterbleibe.

Weichbastlagen entstanden in jedem Jahre. Ein 136-jähriger Stamm besass 430 Weichbastzonen, jährlich müssen also mindestens 3 derselben angelegt worden sein; dies Ergebniss schliesst sich an das bei dem 15-jährigen Ast gefunden an.

B. Hartbast fehlt im sekundären Baste.

Alnus incana D. C.

Im ersten Jahre sind ausser dem Hartbastring 7—10 Weichbastzonen angelegt. Zwischen Cambium und dem primären Hartbastring lagen im zweiten Jahre 13, im dritten 17, im vierten Jahre 24 Weichbastzonen; der jährliche Zuwachs war daher bzw. gleich 3—6, 4 und 7 Zonen. Vom siebenten Jahre ab schwankte die Zahl der Weichbastzonen einer jährlichen Lage zwischen 7 und 10, wie aus der Thatsache folgte, dass die Gesamtzahl der Weichbastzonen im siebenten Jahre 43, im neunten 58, im dreizehnten 89, im fünfzehnten 106—108, im zwanzigsten 155—160, im zweiundzwanzigsten 172—175, im siebenunddreissigsten gegen 280 betrug. Im Laufe der werden die primären Hartbastgruppen allmähig ganz von Steinzellen umschlossen, so dass ein zusammenhängender sich fortwährend ergänzender Sklerenchymring entsteht. Daneben treten auch im Weichbast Steinzellenbündel auf und zwar am häufigsten in den nach aussen geschobenen in den ersten Jahren gebildeten Partien. Diese Bündel haben unregelmässige Umrisse und verschiedene Grösse. Die am weitesten nach aussen gelegenen waren in der Regel die grösseren. Mitunter erschienen mehrere dieser Gruppen nahe zusammen gelagert, öfter aber waren sie einzeln und zerstreut. Von den breiten gefässlosen Holzpartien aus gingen als Verlängerungen derselben in den Weichbast hinein, bis etwas über die Mitte desselben reichend, ziemlich breite, mitunter unterbrochene, radiale Steinzellenzeihen. Nicht selten drangen diese in Bögen in das Holz und brachten auf diese Weise Einbiegungen des Cambiums an den betreffenden Stellen zu Stande.

Von Hartig ward bereits angegeben (l. c. p. 366), dass bei der Erle ausser dem primären Bastbündelkreise eine regelmässige Bildung von Bastfaserbündeln nicht mehr stattfindet, dass aber neben unregelmässig vertheilten Steinzellencomplexen,

einer derselben vor den breiten gefässlosen Holzpartien auftritt. Schacht's Meinung, dass Bildung von sekundären Bastfasern erfolge, wenn auch nur an denjenigen Stellen, wo im Holz die Gefässe fehlen, muss irrthümlich sein. Auch von Höhnel (l. c. p. 59) führt an, dass sekundäre Bastfasern ganz fehlen, mit der seltenen Ausnahme, dass die Sklerenchymklumpen hier und da eine vereinzelte Bastfaser enthalten.

Fagus sylvatica.

Die erstjährige Bastschicht besteht aus einem Hartbastgürtel und 9—20 Weichbastzonen. Die einzelnen den Gürtel zusammensetzenden Bastzellgruppen haben, wie auch von Schacht beschrieben ist (l. c. p. 229) hufeisenförmige Gestalt. Ihre offene nach innen liegende Seite besitzt an ihrer am weitesten nach aussen gekehrten Stelle von Cambium eine Entfernung von 18—20, an ihrem innersten Punkte einen Abstand von 9—11 Weichbastzonen. Im zweiten Jahre ist die Hufeisenform der Sklerenchymgruppen noch erhalten. Die kleinste Entfernung derselben vom Cambium füllten 17—18, die grösste 27—28 Weichbastzonen aus. Der Zuwachs des zweiten Jahres hatte also eine Dicke von 7—9 Zonen. Im ersten und auch noch im zweiten Jahre stiessen die einzelnen Hartbastgruppen mit den Enden an einander, aber schon im dritten Jahre erschienen sie von Steinzellen umgeben, und dieser Steinzellenmantel wurde allmähig dicker. Die Bogenform der Faserbündel ging dabei auch verloren oder wurde zunächst wenigstens undeutlicher. An die Stelle des ursprünglichen, einen ausgezackten Umriss besitzenden Hartbastmantels trat eine glatt begrenzte Sklerenchymhülle. Im dritten Jahre hatte diese vom Cambium einen Abstand von 36 Zonen, im vierten von 40, im fünften von 45, im sechsten von 49, im siebenten von 54 Weichbastzonen. Während also der Zuwachs im dritten Jahre noch mindestens 8 Zellzonen betrug, ist er in den folgenden auf 4 oder 5 Zonen gesunken. Auf dieser Höhe erhielt er sich auch; denn ein 116jähriger Stamm besass im ganzen gegen 590 Weichbastzonen.

Aehnlich, wie ausserhalb des Steinzellringes gehen auch innerhalb desselben in dem von ihm und dem Cambium begrenzten Weichbastraume Veränderungen vor sich. Die Enden der halbmondförmigen Fasergruppen sind gegen die grossen Markstrahlen des Holzes gekehrt. An diesen Enden drängten sich Steinzellen zwischen die einzelnen Gruppen, und, indem die Sklerose, den Bastmarkstrahl und die umliegenden Bastparenchymzellen umfassend, in der Richtung nach den Holzmarkstrahlen fortschritt, entstanden schlidsslich breite Steinzellenreihen, welche den Weichbast in radialer Richtuug durchsetzten, mitunter das Cambium keil-

förmig in den Holzmarkstrahl hineindrängend, wie schon Hartig (l. c. pag. 212) und Hanstein (l. c. pag. 41) beschrieben haben. Diese Reihen erweitern sich nicht selten an der Grenze gegen den Sklerenchymring und bekommen dann im Querschnitt ein büschelförmiges Aussehen. Neben ihnen traten im secundären Bast noch vereinzelte grössere und kleinere Steinzellenklumpen auf, nicht blos, wie Hartig (l. c. pag. 212) sagt, zwischen den ältesten äussersten Lagen, sondern, wie auch Hanstein bemerkt (l. c. pag. 41), überall im sekundären Bast.

II. Verhältniss der Rinden- zur Holzstärke.

In dem Folgenden ist es versucht durch Messungen von Rinde und Holz das Verhältniss dieser, sowie die Stärke des jährlichen Wachstums von beiden, festzustellen. Da die Messungen, wie Eingangs bemerkt, an mustergültigen Stämmen vorgenommen werden konnten, so dürfen die gefundenen Zahlen in erhöhtem Masse als normale gelten. An jedem der Stammquerschnitte wurden aus mindestens sechs Messungen Holzradius und Rindendicke im Mittel berechnet. Das Alter der betreffenden Stammscheiben wurde möglichst genau durch Abzählen der Jahrringe bestimmt. Da die Werthe für den jährlichen Zuwachs der Rinde nur dann Giltigkeit beanspruchen dürfen, wenn noch keine Abstossung von Borke stattgefunden hat, so sind die betreffenden Zahlen bei Individuen, bei welchen dieses augenscheinlich der Fall war, in der Tabelle in Parenthese gesetzt worden. Wo möglich, sind den Messungen auch Bemerkungen über Wachstums- und Standortsverhältnisse, sowie über die Höhe und das Alter des Baumes, beigefügt worden; sie entstammen meist den officiellen Etiquetten, wie sie den Objecten der Forstabtheilung der Ausstellung beigegeben waren. Alles Weitere ergibt sich aus der Tabelle von selbst; die Hauptresultate sind bereits Eingangs ausgehoben.

Tabelle über den jährlichen Holz- und Rindenzuwachs von Laub- und Nadelhölzern.

Name der Pflanze.	Alter des Querschnittes in Jahren.	Wachstums- u. Standortsverhältnisse.	Mittlere Länge des Holzradius	Mittlere Dicke der Rinde in Centimetern.	Mittlerer jährl. Holzzuwachs	Mittlerer jährl. Rindenzuwachs	Verhältniss des Rindenzuwachses zum Holzradius.	Bemerkungen.
<i>Thuja orient. L.</i>	14		0,925	0,062	0,066	0,0044	1 : 14,8	
<i>Pinus silvestris L.</i>	132	Mosigkauer Haide; Tiefebene (Anhalt).	30,125	2,67	0,228	0,0202	1 : 11,28	
<i>P. silvestris L.</i>	163	Mosigkauer Haide; Tiefebene.	44,57	4,43	0,273	0,027	1 : 10,04	
<i>P. silvestris L.</i>	201	Oberförsterei Gossera b. Zeitz, tiefgründiger Lehmboden.	28,991	2,37	0,144	0,0118	1 : 12,22	Baumhöhe 36,5 m.
<i>P. silvestris L.</i>	205	Mosigkauer Haide; Tiefebene.	51,7	4,657	0,252	0,022	1 : 11,11	
<i>P. Abies L.</i>	24		9,76	0,25	0,407	0,010	1 : 39,13	
<i>P. Abies L.</i>	25		9,87	0,25	0,394	0,01	1 : 39,48	
<i>P. Abies L.</i>	109		9,6	9,325	0,088	0,003	1 : 29,53	
<i>P. Abies L.</i>	194		30,05	0,35	0,154	(0,002)	1 : 85,73	Borke ist jedenfalls schon abgeworfen.
<i>P. Abies L.</i>	234	Oberförsterei Gossera b. Zeitz; tiefgründiger Lehmboden.	36,7	0,383	0,156	(0,002)	1 : 95,80	Alter des Stammes, dem die Scheibe entnommen ist, 250 Jahre, Höhe desselben 42,5 m. Borkeabstossung hat stattgefunden.
<i>P. Picea L.</i>	51		10,45	0,325	0,204	0,0063	1 : 32,16	
<i>P. Picea L.</i>	92		15,96	0,675	0,173	0,007	1 : 23,57	
<i>P. Picea L.</i>	173	Oberförsterei Schmiedefeld; Porphyrboden.	66,4	2,68	0,384	0,015	1 : 24,77	Alter des Stammes, aus dem die Scheibe geschnitten, 200 Jahre.
<i>P. Picea L.</i>	221	Oberförsterei Gossera b. Zeitz; thoniger Lehmboden.	43,441	2,158	0,196	0,009	1 : 20,06	
<i>P. Larix L.</i>	28		5,00	0,425	0,178	0,015	1 : 11,76	
<i>P. Larix L.</i>	65		8,535	0,725	0,131	0,011	1 : 11,77	
<i>P. Larix L.</i>	72	Oberförsterei Zoeckeritz, Unterforst Petersberg, trockener Höhenboden, strenger Lehm.	15,69	1,6	0,218	0,022	1 : 9,90	Alter des Stammes 75 Jahre, Höhe desselben 18 m.
<i>Salix alba L.</i>	6	Etwas excentrisch gewachsen.	4,075	0,425	0,679	0,070	1 : 9,60	

Name der Pflanze.	Alter des Querschnittes in Jahren.	Wachstums- u. Standortsverhältnisse.	Mittlere Länge des Holzradius	Mittlere Dicke der Rinde in Centimetern.	Mittlerer jährlicher Holzzuwachs	Mittlerer jährlicher Rindenzuwachs	Verhältniss des Rindenzuwachses zum Holzradius.	Bemerkungen.
<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.	162	Forstrevier Tilkerode. Stamm excentrisch.	18,9	2,85	0,117	0,017	1 : 6,65	
<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.	194		26,17	3,8	0,135	0,019	1 : 6,89	
<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.	218	Oberförsterei Zoeckeritz; Unterf. Petersberg; auf strengem, trockenem Lehm gewachsen.	26,7	2,19	0,122	0,01	1 : 12,2	Alter des Stammes 225 Jahre, Höhe desselben 20 m.
<i>Carpinus Betulus</i> L.	77	Forstrevier Neudorf, etwas excentrisch gewachsen.	15,455	0,82	0,200	0,010	1 : 18,84	
<i>Carpinus Betulus</i> L.	136	Stamm etwas excentrisch.	18,4	1,35	0,135	0,009	1 : 13,63	
<i>Carpinus Betulus</i> L.	141	Forstrevier Neudorf, 400 m über dem Meere auf lehmigen Boden gewachsen.	15,44	1,15	0,109	0,008	1 : 13,42	Baumhöhe 15 m.
<i>Alnus incana</i> D. C.	22		3,716	0,283	0,169	0,012	1 : 13,1	
<i>Alnus incana</i> D. C.	37	Etwas excentrisch gewachsen.	7,9	0,575	0,213	0,015	1 : 13,74	
<i>Fagus sylvatica</i> L.	116	Forstrevier Neudorf, Harzgebiet; in geschützter Lage 300 m über dem Meere, auf tiefgründigem Lehm in der Ebene gewachsen.	26,7	1,175	0,230	0,010	1 : 22,72	Alter des Stammes 160 Jahre, Höhe desselben 20 m.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	128	Forstrevier Golmenglin.	33,78	0,625	0,264	0,004	1 : 55	
<i>Fagus sylvatica</i> L.	168	Oberförsterei Ziegelrode; auf humosem, wenig tiefgründigem, trockenem Boden gewachsen.	43,3	0,85	0,258	0,005	1 : 50,99	Baumhöhe 31 m.
<i>Betula alba</i> L.	62	510 m über dem Meere gewachsen.	12,275	0,912	0,198	0,014	1 : 13,47	Baumhöhe 17 m.
<i>Betula alba</i> L.	86	Forstrevier Nedlitz.	24,28	2,73	0,282	0,030	1 : 8,9	
<i>Betula alba</i> L.	139	Mosigkauer Haide; Tiefebene. Stamm excentrisch gewachsen.	30,1	4,76	0,216	0,034	1 : 6,31	Baumhöhe 22 m.

Nachtrag.

Die vorliegende Arbeit war fertig, als J. Moeller's „Anatomie der Baumrinden“ (Berlin 1882) in meine Hände gelangte. Das Buch verfolgt andere Zwecke, als die vorliegende Abhandlung, doch decken sich manche Untersuchungen, soweit es die Anatomie der Rinden anlangt und bestehen einige geringfügige Differenzen zwischen Moeller's und meinen Angaben; ich habe jedoch keinen Grund an der Richtigkeit meiner Beobachtungen zu zweifeln.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Hielscher Carl

Artikel/Article: [Über den jährlichen Bastzuwachs einiger Bäume 111-139](#)