Neue Ergebnisse aus Java über die Verbreitung der Alkaloide in der Cinchona-Pflanze.

Von Ed. Schaer.

(Eingegangen den 18. XI. 1897.)

Die Frage der Verbreitung der Chinaalkaloide in den Cinchonon und insbesondere der Lokalisation der Chinabasen in den einzelnen Gewebeteilen und Zellformen der Hauptorgane der Cinchonapflanze hat nicht allein seit dem Beginn einer wissenschaftlich-pharmakognostischen Betrachtung der Cinchonon und ihrer offizinellen Rinden die Fachmänner wiederholt beschäftigt, sondern auch ausserhalb der Kreise der eigentlichen Chinologen je und je lebhafteres Interesse erregt. Ist es doch selbstverständlich, dass die Erörterung und Klarlegung jener Verhältnisse auch von praktischen Gesichtspunkten aus, namentlich für die Auswahl der zu arzneilicher Verwendung dienlichen oder zur Alkaloidextraktion geeigneten Teile der Cinchonon und für die Bestimmung des relativen Wertes der verschiedenen Rindenarten (Zweig-, Stamm- und Wurzelrinden), ausserdem auch für die rationelle Gestaltung der Extraktionsmethoden bei Chinarinden von grosser Bedeutung sein wird.

Ohne hier des näheren auf die bereits ziemlich umfangreiche Litteratur über Verteilung und Sitz der Chinabasen in den Cinchonon eintreten zu wollen, möge daran erinnert werden, dass besonders um die Mitte der sechziger Jahre über diese Frage eine ziemlich lebhafte Kontroverse geführt worden ist. Dieselbe wurde u. A. veranlasst durch die damals von Wigand in seinem Lehrbuche der Pharmakognosie (Berlin 1863, S. 112) ausgesprochene Ansicht, „dass die Alkaloide, namentlich das Chinin, ihren Sitz in der Bastseicht und zwar in den Bastfasern haben“, eine Meinung, welche schon mehrere Jahre zuvor in etwas anderer Form von Schacht in seiner „Anatomie und Physiologie der Gewächse“ (Berlin 1856, I. 400) in dem Satze geäussert wurde: „Ich halte es für wahrscheinlich, dass alle Alkaloide Produkte der Bastzellen sind und dass auch das Chinin und Cinchonin nur in den Bastzellen der Chinarinden vorkommen“. Die erwähnte Behauptung Wigand's war aus eingehenden, nach neueren Auffassungen allerdings nicht einwandfreien Versuchen¹⁾ abgeleitet,

¹⁾ s. Botan. Zeitung XX (1862), S. 137—143; Ref. im Cannstatt-Wiggers'schen J.-Ber. f. 1862, S. 137.

hauptsächlich aus dem sowohl den Chinabasen als andererseits den Baströhren der Chinarinden zukommenden Vermögen einer gewissen Anziehung und Fixierung gewisser Farbstoffe, wie namentlich des Cochenillefarbstoffs. Bei diesen Versuchen war ein relativ indifferentes Verhalten des parenchymatischen Teils der Rinde beobachtet worden und da ausserdem Wigand, bei einer durch Sieben zerstoßener Rinden versuchten Trennung der Bastzellen von dem Parenchym, in dem an Bastzellen reichen Anteile durch die Grahe'sche Reaktion wie durch chemische Extraktion einen höheren Alkaloidgehalt wahrnehmen konnte, so glaubte er sich zu dem Ausspruche (l. s. ¹c.) berechtigt: „Gelänge es, das Parenchym vollständig von Baströhren zu befreien, so würde dasselbe wahrscheinlich gar kein Alkaloid liefern“.

Demgegenüber hatte schon früher der bekannte Chinologe Weddell, auf Grund der ihm vorliegenden Erfahrungen über die damals ausschliesslich bekannten und verwendeten amerikanischen Rinden, zwar die Meinung ausgesprochen, das günstigste Verhältnis hinsichtlich des Alkaloidgehalts sei eben das, welches die zu seiner Zeit chininreichste amerikanische flache Calisayarinde darbot, nämlich nahezu isolierte kurze Bastfasern, ziemlich zahlreich und sehr gleichmässig im Parenchym des Bastes verteilt. Andererseits aber verwarf er (in s. *Histoire naturelle des Quinquinas* 1849, p. 25) ausdrücklich die Ansicht, dass die verholzten Bastfasern selbst eine irgend erhebliche Menge Alkaloid enthalten könnten. Diesem Urteile Weddells hat sich später bekanntlich J. E. Howard in London, der als langjähriger Besitzer einer namhaften Chininfabrik und als Herausgeber mehrerer botanisch-pharmakognostischer Werke über die Cinchonen und ihre Rinden in diesen Fragen als kompetent gelten durfte, insoweit angeschlossen, als er gleichfalls nicht die Bastzellen, sondern das Parenchym der Mittelrinde (z. T. auch der Innenrinde) für den Sitz der Alkaloide hielt¹⁾.

In diesen Streit der Meinungen, der allerdings gegenwärtig als in der Hauptsache erledigt gelten darf, hatte u. A. seiner Zeit auch Flückiger eingegriffen durch eine 1866²⁾ publizierte Untersuchung, bei welcher der Verfasser dieser Zeilen als Mitbeteiligter das erste intensivere Interesse für Pharmakognosie schöpfte und deren Zweck nicht allein in der Feststellung der Verteilung der Chinabasen in den Rinden, sondern auch in der Ausmittlung der chemischen Beschaffenheit der Substanz der Bastfasern der Chinarinden bestand. Es mag genügen, an diesem Orte des historischen Zusammenhangs wegen

¹⁾ s. J. E. Howard, *Quinology of the East Indian plantations*. London 1869, fol. 33/34.

²⁾ Beiträge zur Anatomie der Chinarinden. Schweiz. W.schr. f. Pharm. IV., S. 361 ff.

zu bemerken, dass schon aus dieser Arbeit, bei welcher eine weitgehende, nahezu absolute Trennung von Bastfasern und Parenchym durch Schlämmung (unter besonderen Cautelen gegen nennenswerte Extraktion der Alkaloide) erreicht wurde, die unzweifelhafte Thatsache gefolgert werden konnte, dass, wenn überhaupt, die Chinarinde-Bastfasern nur in sehr geringem Mafse als Träger der Chinabasen, speziell des Chinins in Frage kommen, vielmehr vorwiegend, vielleicht sogar ausschliesslich das eigentliche Parenchymgewebe der Mittelrinde und teilweise auch der Innenrinde die Alkaloide beherbergt.

Diese Anschauung ist, im Gegensatz zu der Ansicht Wigands, zu der sich auch einige andere Pharmakognosten wie z. B. C. A. J. A. Oudemans¹⁾, s. Zeit bekannten, im Laufe der Jahre durch zahlreiche neuere Beobachtungen und ergänzende Untersuchungen so befestigt worden, dass sie sich in allen neueren maßgebenden Lehrbüchern der Pharmakognosie vertreten findet.

Obwohl nun in dieser, den Sitz der Basen in den Rinden und zwar zunächst in den Rinden der oberirdischen Teile betreffenden Kardinalfrage allmählich eine einheitliche Auffassung Platz greifen konnte, so hat es doch, von einzelnen interessanten und auch praktisch wertvollen Arbeiten und Erfahrungen über den Alkaloidgehalt der Wurzelrinden, des Wurzel- und Stammholzes, der Blätter und anderer Teile abgesehen, an einer auf rationelle Beobachtungen und Versuche an lebenden Cinchonon gestützten systematischen Untersuchung des Auftretens und der Verbreitung der Alkaloide in den verschiedenen Organen und Gewebeteilen dieser wichtigen Nutzpflanzen gefehlt. Zu derartigen durchgreifenden Studien war dann erst der richtige Zeitpunkt gekommen, als die von der holländischen und englischen Regierung in ihren indischen Kolonien bewerkstelligte und unter unendlichen Schwierigkeiten und Enttäuschungen durchgeführte Acclimation und Anpflanzung der wertvollsten südamerikanischen Cinchonon aus dem Stadium der Versuche und der ersten Entwicklung in dasjenige einer festgegründeten Unternehmung eingetreten war und als infolge des günstigen Fortganges der asiatischen Cinchononkulturen auf Java, auf Ceylon, in Süd- und Nordindien die neuen sog. Kulturrinden den ernstlichen Wettbewerb mit den südamerikanischen Rinden des bisherigen Welthandels aufnehmen konnten. Schon vor Jahren hatten die genannten Regierungen in der richtigen Einsicht, dass eine erfolgreiche Förderung der Cinchononkultur ausserhalb der alten Heimat dieser Bäume nicht ohne gleichmässiges systematisch-wissenschaftliches

¹⁾ s. dessen „Handleiding tot de pharmacognosie. Haarlem 1865“ p. 117 in dem Abschnitte: „over de weefsel-elementen, waarin de Kina-Alkaloiden afgezet zijn.“

Studium gewisser Fragen zu erwarten sei, jeweilen zu geeigneter Zeit botanische und chemische Hilfsarbeiter zur Unterstützung der Leiter der holländischen und britischen Regierungspflanzungen nach Ostindien beordert und an verschiedenen Stellen Versuchsstationen errichten lassen, um in diesen Hilfsinstituten die verschiedensten auf die Wachstumsverhältnisse der Cinchonon, die Veränderung und Vermehrung des Alkaloidgehaltes der Rinden, die pflanzlichen und tierischen Schädlinge der Chinabäume u. s. w. bezüglichen Fragen durch botanisch-physiologische und phytochemische Untersuchungen zur Abklärung zu bringen. Ueber den praktischen Erfolg und nebenbei auch über den wissenschaftlichen Wert solcher Massnahmen konnten nicht lange Zweifel obwalten; genügt es doch, an das einzige Beispiel der von dem hochbetagten Altmeister der Chinologen, Dr. J. E. de Vrij im Haag, s. Z. auf Java begonnenen und bis zur Stunde fortgesetzten „chinologischen Studien“ zu erinnern, welche stets auch in den pharmazeutischen Kreisen Europas die verdiente Würdigung gefunden haben.

Unter den auf botanische und chemische Untersuchungen bezüglichen offiziellen Berichten, welche in den letzten Dezennien an die englische und holländische Regierung erstattet und in deren Auftrage veröffentlicht worden sind, dürften wohl wenige grösseres Interesse in Fachkreisen erregen, als eine Beilage zu dem vor kurzem publizierten und versandten periodischen Berichte des Direktors der Regierungspflanzungen auf Java, P. van Leersum, über den Stand der Cinchonakulturen im 2. Quartal 1897¹⁾. Die betreffende Beilage enthält einen Bericht über die Thätigkeit des botanischen Laboratoriums der Regierungspflanzung in dem genannten Zeitraum und ist verfasst von dem Botaniker und Adjunkten des obenerwähnten Direktors, Herrn J. P. Lotsy²⁾.

Das besagte Memorial, welches die Hauptergebnisse einer eingehenden und mühevollen Untersuchung über die Verbreitung und das Auftreten der Chinabasen in den lebenden Cinchonon enthält, bringt eine so wichtige Ergänzung unserer bisherigen Kenntnisse der einschlägigen Fragen, dass dessen Mitteilung in einer pharmazeutischen Zeitschrift ratsam erscheint, welche in gleichem Masse die Förderung der pharmazeutischen Drogenkunde, wie der pharmazeutischen Chemie bezweckt. Da aber der grössere Teil des fraglichen Berichtes pharmakognostisch interessante Daten enthält, so hat es mir nicht allein wünschenswert, sondern geradezu geboten scheinen wollen, nicht nur

1) Bericht omtrent de Gouvernements Kina-onderneming over het 2. kwartaal 1897. Extra Bijvoegsel der Javasche Courant 1897, No. 67.

2) Verslag omtrent de werkzaamheden verricht an het botanisch Laboratorium der Gouvernements Kina-onderneming gedurende het 2. kwartaal 1897.

die Schlusssätze desselben anzuführen, sondern den Wortlaut in extenso an diesem Orte in deutscher Uebersetzung wiederzugeben und damit den pharmazeutischen Interessenten des deutschen Sprachgebietes etwas zugänglicher zu machen.

Der Bericht des Botanikers Dr. J. P. Lotsy, datiert Tirtasari auf Java, 1. Juli 1897, lautet folgendermaßen:

„Die Untersuchung über die Lokalisation des Alkaloids ist beendet und das Manuskript abgeliefert worden. Da aber der vielen Tafeln wegen kaum auf eine sehr rasche Drucklegung gezählt werden kann, erachte ich es für wünschenswert, hier das Eine und Andere über die gewonnenen Resultate mitzuteilen. Ich werde zu diesem Ende die verschiedenen Organe des Chinabaumes nach einander besprechen und ganz in Kürze angeben, an welchen Stellen sich das Alkaloid vorfindet.“

A. Das Blatt.

Die äusserste Schicht des Blattes wird durch eine einzige Lage farbloser, ohne Zwischenräume aneinander schliessender Zellen gebildet. Wir nennen diese Schicht die Epidermis. Hier und da finden sich in derselben die Atmungsöffnungen oder Stomata (Spaltöffnungen), welche durch sogenannte Schliesszellen geöffnet und geschlossen werden können. Sowohl in jungen, als in alten Blättern enthalten die Epidermiszellen normaler Weise kein Alkaloid; nur Blätter sehr schlecht vegetierender, kranker Pflanzen scheinen zuweilen wenig Alkaloid in ihrer Oberhaut zu führen.

Auch die Schliesszellen enthalten kein Alkaloid. In sehr jugendlichem, noch ungefärbten Zustande enthält in der That keine einzige Zelle des Blattes Alkaloid. Die Epidermis ist somit von Anfang an alkaloidfrei.

Bei *Cinchona Ledgeriana* findet sich stets und bei *C. succirubra* in der Regel auf der Oberseite des Blattes, unmittelbar unter der Epidermis, eine grosszellige, ebenfalls farblose Schicht. Diese Zellschicht heisst Hypoderma. In sehr jugendlichem Zustande enthält dieses Hypoderma kein Alkaloid, aber bald tritt letzteres auf und von da an fällt das Hypoderma stets durch seinen hohen Alkaloidgehalt auf. Während öfters in alten *Ledgeriana*-Blättern das Alkaloid sich nur mit Mühe nachweisen lässt, findet man es immer ohne Schwierigkeit in diesem Hypoderma.

In der Nachbarschaft der Blattnerven scheinen die Hypodermiszellen mehr Alkaloid zu enthalten, als in gewissen Abständen von den ersteren.

Das ganze grüne Blattgewebe, ausser den in den Blattnerven liegenden grünen Zellen, wird als Mesophyll bezeichnet. Dieses Mesophyll enthält in jungen, noch durch roten Zellsaft braun gefärbten Blättern eine sehr erhebliche Menge von Alkaloid.

Bei *C. succirubra* ist auch in den ausgewachsenen Blättern das Alkaloid leicht im Mesophyll nachzuweisen, jedoch stets in viel geringerem Masse als in dem jungen Blatte. Zuweilen lässt sich bei *C. succirubra* deutlich sehen, dass in der Nähe der Blattnerven das Mesophyll mehr Alkaloid führt, als in einer gewissen Entfernung von denselben.

Blätter der *C. succirubra*, die sich ganz in der Dunkelheit aus einer ruhenden Knospe entwickelt hatten, waren natürlich ganz weiss; aber auch diese enthalten sowohl im Hypoderma als im Mesophyll (und noch in anderen Zellen) Alkaloid. Doch ist damit nicht gesagt, dass letzteres sich hier im Dunkeln gebildet hat. Es kann sehr wohl durch das Blatt dem bereits in der Rinde vorhandenen Alkaloid-Vorrat entnommen worden sein.

In dem Mesophyll alter *Ledgeriana*-Blätter lässt sich Alkaloid bald nachweisen, bald auch nicht, doch fällt es hier immer schwer, dessen Gegenwart zu konstatieren. Für weitere Einzelheiten muss auf die grössere Publikation verwiesen werden.

Die allerdünnsten Blattnerven bestehen nur aus einigen kleinen Holzgefässen, welche von eigentümlich veränderten Mesophyllzellen, d. h. von der sogen. Mesophyllscheide umgeben sind. Diese Holzgefässe enthalten kein Alkaloid; in der Mesophyllscheide habe ich solches nur zwei Mal angetroffen. In etwas dickeren Blattnerven findet sich ausser den erwähnten Elementen noch eine farblose Zellschicht, die sog. Uebergangszellen, welche als reduzierte Siebröhren aufzufassen sind. Auch diese sind alkaloidfrei. Diese dünneren Blattnerven lassen sich als unvollkommen bezeichnen; erst die nachfolgende Dimension stellt einen vollkommenen Blattnerven dar. Dieser besteht aus einigen Holzgefässen, Siebröhren mit ihren Geleitzellen, alles von einem mehr oder weniger dicken Mantel von Grundgewebe umgeben.

Die Holzgefässe enthalten kein Alkaloid; sie sind in der That auch als tote Zellen anzusehen. Die Siebröhren und Geleitzellen, deren Hauptfunktion die Weiterführung von Eiweissstoffen ist, enthalten ebensowenig Alkaloid.

Die Epidermis dieser dickeren Nerven enthält kein Alkaloid. Die äusserste Lage des Grundparenchym-Mantels besteht aus sog. Collenchym-Zellen, d. h. Zellen, deren Ecken in eigenartiger Weise verdickt sind. Diese führen Alkaloid. Der innerste Teil des Mantels besteht aus gewöhnlichen Parenchymzellen und insoweit dieselben kein

Kalkoxalat enthalten, führen sie Alkaloid. Niemals habe ich Kalkoxalat und Alkaloid in derselben Zelle angetroffen.

Der Blattstiel zeigt in den Hauptzügen denselben Bau, wie die vollkommenen Blattnerven. Einzig befinden sich in demselben nicht ein, sondern verschiedene Gefässbündel. Diese sind zu einem Ringe geordnet und lassen so in der Mitte des Blattstiels einen Zylinder von Grundparenchym frei. Eine Zelllage, die dicht ausserhalb dieser Gefässbündel liegt, wird als Stärkemehlscheide bezeichnet, weil sie eine besonders grosse Menge von Stärkemehl enthält. Die wenigen Zellen zwischen der Stärkemehlscheide und den Gefässbündeln heissen pericyclische Zellen. Ausserhalb der Stärkemehlscheide finden wir den gewöhnlichen Mantel von Grundparenchym.

Die Epidermis und die Haare des Blattstiels enthalten kein Alkaloid, dagegen wohl die Collenchym- und Parenchymzellen des Mantels; die Stärkemehlscheide führt kein Alkaloid, wohl aber die pericyclische Zellschicht.

Die Gefässbündel bestehen, wie oben erwähnt, aus Holzteil und Siebröhrenteil. Den ersteren nennen wir Xylem, den letzteren Phloëm. Zwischen beiden findet sich bereits in dem Blattstiel eine Parenchymlage, das sog. Cambium.

Das Phloëm liegt nach Aussen, das Xylem nach Innen; es kann deshalb das Cambium nach Aussen neues Phloëm, nach Innen neues Xylem bilden. Die verschiedenen Gefässbündel des Blattstiels sind seitlich durch Streifen von Grundparenchym voneinander geschieden, welche wir primäre Markstrahlen nennen. Der äusserste Teil dieser Markstrahlen, d. h. der zwischen den verschiedenen Phloëmbündeln liegende Teil, enthält Alkaloid.

Das Cambium führt in der Regel kein Alkaloid; zuweilen jedoch und nicht sehr selten, ist es alkaloidhaltig. Das Phloëm besteht aus Siebröhren, Geleitzellen und Grundgewebe; das sog. Phloëmparenchym und nur dieses enthält Alkaloid, die beiden ersteren Zellformen nicht.

Die Markstrahlen des Xylemteils können Alkaloid führen, doch ist dies durchaus nicht immer der Fall. Der Zylinder von Grundparenchym im Zentrum des Blattstiels enthält Alkaloid, insofern dessen Zellen kein Kalkoxalat führen. Die sog. Gummiharzbehälter des Blattstiels enthalten kein Alkaloid; es lässt sich in denselben Harz und Gerbsäure nachweisen.

B. Die Knospenschuppen.

Es sind dies eigentümlich geformte Blätter, welche die jungen Organe der Knospe beschirmen. Dieselben führen auf der Innenseite

eigenartige Drüsen, die eine gummöse Flüssigkeit abcheiden, welche die jungen Teile gegen Austrocknen schützt. Der äusserste secernierende Teil dieser Drüsen führt kein Alkaloid, wohl aber der innerste, ruhende Teil. In den Parenchymzellen der Knospenschuppen finden wir ziemlich viel Alkaloid, dagegen fehlt dasselbe in der Epidermis und in den Haaren. Auch die abgefallenen Knospenschuppen enthalten noch Alkaloid, die Pflanze ist demnach mit letzterem nicht sehr sparsam.

Wir sehen somit, dass ein Blatt in sehr jugendlichem Zustande, so lange dasselbe noch ganz ungefärbt ist, kein Alkaloid führt, dass das Alkaloid aber bald auftritt, um in einem bestimmten Zeitpunkt sein Maximum zu erreichen, worauf der Gehalt wieder abnimmt, bis derselbe in dem ausgewachsenen Blatte wieder ganz gering wird.

C. Der Stamm.

Die Behandlung dieses Teils lässt sich rationeller Weise in zwei Abschnitte teilen. Es soll nämlich zunächst der Teil des Stammes besprochen werden, der noch kein Dickenwachstum erfahren hat: die primären Teile, und sodann diejenigen, die bereits in die Dicke gewachsen sind: die sekundären Stammteile.

I. Primäre Stammteile.

An der Spitze jeden Stammes oder Zweiges findet sich ein Knöspchen, aus dem alle Teile des Stammes hervorgehen. Der äusserste Punkt dieser kleinen Knospe oder dieses Vegetationszentrums enthält kein Alkaloid.

Bald beginnen sich aber bestimmte Zellen zu Gefässbündeln zu differenzieren und sobald dies der Fall ist, enthalten alle Zellen, die Gefässbündelanfänge gerade ausgenommen, Alkaloid. Die Epidermis führt kein Alkaloid.

In einem schon vorgerückteren Stadium können wir in dem Stamm bereits eine Rinde oder einen primären Bast unterscheiden, innerhalb desselben einen Gefässbündelring und weiter nach Innen das sog. Mark. Die innerste Lage der primären Rinde heisst Stärkemehlscheide. Die Zellen des Primärbastes enthalten viel Alkaloid zwischen der Stärkemehlscheide und der Epidermis, welche keines enthalten. In dem Mark nimmt das Alkaloid rasch stark ab; sobald ersteres abstirbt, verschwindet es ganz.

1a. Gewebe innerhalb der Stärkemehlscheide.

Nehmen wir einen sehr jungen Zweig gerade beim allerersten Beginn des Dickenwachstums, so finden wir Alkaloid in dem peri-

cyclischen Gewebe. Die primären Markstrahlen enthalten sowohl in der Phloëm- als in der Xylemstrecke Alkaloid. Das Cambium ist alkaloidfrei. Das Parenchym zwischen den Holzgefäßen, das sog. Vasalparenchym enthält wenig, dasjenige zwischen den Siebröhren, das sog. Cribralparenchym viel Alkaloid.

1b. Stärkemehlscheide und ausserhalb desselben liegende Gewebe.

In der Stärkemehlscheide findet sich kein Alkaloid. Alle andere Zellen des Primärbastes, ausgenommen die Gummiharzbehälter, die oxalathaltenden Zellen und die Epidermis, führen Alkaloid.

II. Die sekundären Gewebe.

In der Regel führt das Cambium nach dem Eintritt des Dickenwachstums kein Alkaloid. Gleichwohl trifft man dasselbe von Zeit zu Zeit darin an. Die noch nicht differenzierten, aber schon in Bildung begriffenen zukünftigen Bast- oder Holzzellen enthalten Alkaloid. Die ausgebildeten Holzgefäße enthalten kein Alkaloid, die ausgewachsenen Holzfasern sehr selten. Die verschiedenen Zellen der Markstrahlen, nämlich die Markstrahlen- und Markplattenzellen enthalten Alkaloid, sei es, dass sie den primären oder sekundären Markstrahlen angehören. Die Holzparenchymzellen führen gleichfalls Alkaloid. Dieses Alkaloid wird in den Markstrahlen sowie im Holzparenchym zusammen mit Stärkemehl angetroffen, selbst in den ältesten Gewebeschichten von 1 dm dicken Zweigen. Die Markstrahlencellen enthalten am meisten, die Markplattencellen weniger und die Holzparenchymzellen am wenigsten Alkaloid.

Sekundäre Rinde.

Die sekundäre Rinde entsteht durch die Wirksamkeit des Cambiums, sie wird daher zwischen Holz und primärer Rinde gebildet. Es ist deshalb selbstverständlich, dass sie zum Phloëm gehört. Das wichtigste Gewebe der sekundären Rinde ist denn auch das Siebröhrengewebe, welches vorzugsweise zum Transport von Eiweissstoffen dient. Weiterhin finden sich natürlich in der Sekundärrinde Markstrahlen, Bastparenchym und Bastfasern.

Das Cambium beginnt damit, nach aussen zu Siebröhren und Bastparenchym zu bilden, besonders die ersteren. Dadurch, dass auf diese Weise an der Innenseite des Bastes stets neue Elemente gebildet werden, entsteht allmählich ein starker Druck auf die Rinde; diese dehnt sich dabei wohl einigermaßen aus, aber nicht genügend, um allen neugeformten Zellelementen Raum zu bieten. Es müssen deshalb einzelne dieser Elemente platt gedrückt werden, um den jüngeren den

nötigen Platz zu verschaffen. Natürlich sind es die dauerhafteren Siebröhren, welche diese Kompression erleiden: Je weiter wir uns also vom Cambium nach Aussen begeben, desto weniger Siebröhren treten uns entgegen, da dieselben bis zur Unkenntlichkeit zusammengepresst worden sind.

Betrachten wir somit die Rinde eines Chinabaumes, so finden wir von Innen nach Aussen:

1. eine an Siebröhren reiche Region;
2. eine an Siebröhren arme Schicht;
3. den primären Bast ohne Siebröhren.

Da nun das Bastparenchym Alkaloid führt, die Siebröhren dagegen nicht, haben wir hier die Erklärung für die auf chemischem Wege längst bekannt gewordene, aber unerklärt gebliebene Thatsache, dass der Alkaloidgehalt von Aussen nach Innen zu abnimmt. Die ebenfalls alkaloidfreien Bastfasern können hier ausser Betracht bleiben, da sie im Vergleich mit den Siebröhren sehr wenig Raum einnehmen. Später wird bei einer Cinchone durch Korkbildung die primäre Rinde abgeworfen. Die Chemiker haben bereits gefunden, dass auch bei alten Bäumen die äusserste Rindenschicht alkaloidreicher ist als die innerste. Auch dies lässt sich durch die Siebröhren erklären, da auch hier der äusserste Teil des Sekundärbastes ärmer an Siebröhren ist, als der innerste.

Betrachten wir nun noch in speziellerer Weise, welche Elemente des Sekundärbastes Alkaloid enthalten. Die vorläufig zur Ruhe gelangten Abkömmlinge der Cambiumzellen enthalten Alkaloid. Diejenigen, welche später zu Markstrahl- und Markplattenzellen, sowie zu Bastparenchymzellen werden, bleiben alkaloidhaltig; ja, in diesen nimmt selbst das Alkaloid stark zu. Diejenigen, welche Siebröhren, Geleitzellen oder Bastfasern bilden, verlieren sehr bald ihren Alkaloidgehalt.

In der primären Rinde treten nach dem Dickenwachstum ebenfalls Veränderungen ein. Die subepidermale alkaloidführende Zellschicht verwandelt sich in ein alkaloidfreies korkbildendes Cambium. An der Innenseite sondert dieses Cambium ein alkaloidhaltiges, chlorophyllführendes Gewebe ab, das Phelloderm. Nach der Aussenseite hin bildet dasselbe Korkzellen, die auch bald Alkaloid führen; nicht viel später sterben sie aber ab und verlieren dann ihr Alkaloid. Zuweilen, jedoch recht selten, enthält auch das Cambium Alkaloid.

An den Stellen, wo in der jungen Rinde Spaltöffnungen lagen, wird ein neues Atmungsorgan gebildet: die sog. Lenticellen. Das Füllgewebe dieser Lenticellen enthält Alkaloid. Durch die Korkbildung werden Teile der Rinde und schliesslich auch des sekundären Bastes

abgetrennt, welche, weil ausserhalb der Ernährungszone liegend, auf-trocknen. Diese ausgetrockneten Borke-Parenchymzellen führen zu-weilen kleine Mengen von Alkaloid.

D. Die Wurzel.

Am Ende der ganz jungen, noch vollkommen weissen Cinchonen-wurzel befindet sich ein dickes, das Würzelchen gegen Beschädigungen schützende Organ, die sog. Wurzelhaube. Diese enthält Alkaloid. Der Wachstumspunkt der Wurzel enthält, im Gegensatz zu dem-jenigen des Stammes, kein Alkaloid.

Die Epidermis führt kein Alkaloid; doch kann zuweilen beim Durchschneiden eines Würzelchens in der äussersten Zellage Alkaloid angetroffen werden. Sorgfältigere Besichtigung lehrt aber dann, dass hier die Epidermis bereits abgestossen und dass die äusserste Schicht in diesen Fällen die subepidermale Schicht oder Exodermis ist. Diese Exodermis führt zuweilen schon ganz dicht am Vegetationspunkt Al-
kaloid, zuweilen in grösserem Abstand davon, stets aber bereits dann, wenn die Epidermis noch besteht. Bei der Wurzel treffen wir im Zentrum ein Gewebe, in welchem die Gefässbündel liegen; dieses Ge-webe heisst Zentralzylinder. Die Zellage unmittelbar ausserhalb dieses Zentralzylinders heisst Endodermis; Zuweilen enthält diese Zell-schicht Alkaloid, zuweilen ist es die zunächst ausserhalb liegende. Letzteres scheint die Regel zu sein. Aeltere Wurzeln führen ausser in der Exodermis in mehreren Zellen der primären Rinde Alkaloid.

In dem Zentralzylinder habe ich niemals Alkaloid angetroffen, selbst nicht in der äussersten Zellschicht des pericyclischen Teils, während wir dasselbe wohl in den pericyclischen Stammteilen vorfinden.

Das korkbildende Cambium aber, welches aus der peri-cyclischen Schicht entsteht, enthält dagegen wohl Alkaloid, ebenso die daraus entstandenen jungen Korkzellen. Auch führt zuweilen das Cambium kein Alkaloid, wohl aber die jungen Korkzellen. Durch diese Korkbildung wird nun die primäre Rinde thatsächlich abgeworfen und so bildet die junge Wurzel an ihrer Aussenseite viel früher ein aus-schliesslich aus sekundärer Rinde bestehendes Gewebe, als der junge Zweig.

In der sekundären Wurzelrinde finden wir das Alkaloid ganz in derselben Weise lokalisiert, wie in der sekundären Stammrinde. Auch das Wurzelholz führt Alkaloid in den Markstrahlen, den Markplatten und dem Holzparenchym.

E. Die Fortpflanzungs-Organ.

In sehr jugendlichem Zustand enthalten die Blütenteile kein Alkaloid. In etwas älteren Blumenblättern wird viel Alkaloid ge-

funden; werden dieselben aber älter, so vermindert sich der Gehalt; es enthalten jedoch ältere Blumenblätter im Verhältnis mehr Alkaloid, als alte vegetative Blätter.

I. Der Kelch.

Die Epidermis enthält kein Alkaloid. Viel Alkaloid findet sich in der subepidermalen Zellschicht und ziemlich viel im Parenchym. Im allgemeinen scheint das nach Aussen liegende Parenchym mehr Alkaloid zu führen, als das nach Innen gelegene.

II. Die Blumenkrone.

Verhält sich wie der Kelch.

III. Die Staubgefässe.

So lange dieselben in jungem Zustande sind, enthalten sie Alkaloid nur in dem Staubfaden und dem sog. Connectiv, d. h. dem Gewebe, welches die Staubbeutel seitlich mit einander verbindet. Später tritt dasselbe auch in den drei Zellschichten der Staubbeutel, somit hier auch in der Epidermis auf. In ausgewachsenen älteren führt allein die Epidermis Alkaloid. Das pollenbildende Gewebe sowohl, als die Zellen, die zu dessen Ernährung dienen, die sog. Tapetenzellen sind von Anfang an alkaloidfrei. Auch der vollentwickelte Pollen enthält kein Alkaloid.

IV. Das Gynaeceum.

Gynaeceum nennen wir alle Teile, die zu den weiblichen Fortpflanzungsorganen gehören. Das Parenchym des Griffels führt Alkaloid. In der Wand des Fruchtknotens finden wir mehr Alkaloid in dem nach aussen, als in dem nach innen liegenden Parenchym. Die Epidermis enthält kein Alkaloid. Der Teil, der die jungen Samen trägt, die Placenta und die hornartige Innenwand der Frucht sind von Beginn ihrer Entwicklung an alkaloidfrei.

Die sehr jungen Samen oder Eichen führen kein Alkaloid. Sehr wenig von letzterem findet sich in der Zwischenwand der jungen Frucht. Die Blütenstiele und die jungen Fruchtsiele enthalten Alkaloid im Parenchym, nicht aber in den Siebröhren. Weder im Samengewebe, noch im Embryo konnte Alkaloid nachgewiesen werden. Doch machen es die hier anwesenden grossen Mengen von Eiweissstoffen unmöglich, diese Thatsache mit vollkommener Bestimmtheit aufzustellen. Nur die makrochemische Analyse einer grossen Menge Samen würde hier Sicherheit schaffen können. Doch müsste in diesem Falle mit grösster Sorgfalt eine Verunreinigung des Samens mit Teilchen der Fruchtwand vermieden werden. Die Cotyledonen führen bald nach der Keimung wieder Alkaloid.

Allgemeine Ergebnisse.

- I. Das Alkaloid findet sich nicht in den Siebröhren, sondern im Parenchym.
- II. Dasselbe tritt auch in grünen Zellen auf.
- III. Normaler Weise findet sich das Alkaloid stets als Inhaltsstoff von lebenden Parenchym-Zellen oder von Zellen, die nur wenig von Parenchym abweichen.
- IV. Zellen, welche Oxalsäure führen, enthalten kein Alkaloid.
- V. Im allgemeinen (Ausnahmen kommen vor) finden wir in jungen Organen, wie Blattstielen, Blattparenchym, bei den Vegetationspunkten etc. das Alkaloid im Zellsafte gelöst. In ältern Organen, z. B. in der sekundären Rinde kommt es dagegen in festem, amorphem Zustande in der Zelle vor.
- VI. Oefters tritt das Alkaloid in der Form von Tannat auf. Ob dasselbe auch in Verbindung mit anderen Säuren, wie z. B. Chinovasäure vorkommt, ist noch nicht untersucht.
- VII. Sehr aktive Organe, wie das Cambium und die äusserste Stelle des Vegetationspunktes führen in der Regel kein Alkaloid. Dicht bei diesen Thätigkeitszentren wird dasselbe jedoch in reichlicher Menge angetroffen.
- VIII. In der Nachbarschaft des Stamm-Vegetationspunktes findet sich viel mehr Alkaloid, als in der Nähe des Wurzel-Vegetationspunktes.

In Vorstehendem wurde absichtlich vermieden, etwas über die Funktionen der alkaloidhaltigen Organe mitzuteilen. Es könnte dies allzu leicht zu nicht beabsichtigten Schlüssen Anlass geben. In der grösseren Abhandlung, wo gleichzeitig auf allfällige irrtümliche Folgerungen hingewiesen werden kann, wird jedoch über diesen Punkt das Eine und Andere bemerkt werden.

Immerhin wird man wohl daran thun, die Lust zur Spekulation über die Rolle des Alkaloids bis zum Abschluss der physiologischen Versuche zu überwinden. Die vorbereitenden Massregeln zur Anstellung dieser Versuche sind bereits in Angriff genommen.“

Soweit der Bericht des Botanikers Dr. J. P. Lotsy. In Fachkreisen wird ohne weiteres zugestanden werden, dass durch die wertvollen Resultate dieser neueren eingehenden Untersuchung über eine grössere Zahl längst wissenswerter Punkte Licht verbreitet und zu-

gleich auch für die Erledigung mancher praktischer Fragen Wegleitung gegeben wird. Sicherlich wäre es wünschenswert, bei einer Anzahl anderer wichtiger Arzneipflanzen analoge systematische Untersuchungen über das Auftreten und die Verteilung wirksamer Substanzen vorzunehmen, um auch hier bestimmtere Anhaltspunkte über deren rationelle Verarbeitung und Anwendung zu gewinnen. Andererseits legen die von Dr. Lotsy im Interesse der Cinchonapflanzungen vorgenommenen Nachforschungen eine Reihe der theoretisch interessantesten phytochemischen Fragen nahe, deren Erwähnung und Erörterung hier zu weit führen würde und welche überdies, wie bereits in den Schlusssätzen des Berichtes angedeutet wird, zu ihrer Entscheidung noch zahlreicher Experimente und Beobachtungen an der lebenden Pflanze bedürfen. Dass diese in gleichem Mafse den Botaniker, Chemiker und Pharmakognosten, wie den praktischen Arzt und Apotheker interessierenden Arbeiten unentwegt fortgesetzt und gefördert werden, dafür bürgt der wissenschaftliche Sinn und die Beharrlichkeit, mit denen die gegenwärtigen Vorgesetzten der Regierungs-Chinakulturen auf Java, ihren Vorgängern gleich, ihres Amtes walten.

Strassburg, pharm. Inst. der Univ., im November 1897.

Aus dem pharmakologischen Institute zu Leipzig.

Ueber Curare und Curarealkaloide.

Von R. Boehm.

(Eingegangen den 30. 11. 1897.)

Unter der Bezeichnung Curare werden bekanntlich diejenigen Pfeilgifte zusammengefasst, welche von den Indianerstämmen Südamerikas in weiter Ausdehnung in den Stromgebieten des Orinoco und Amazonas und ihrer Nebenflüsse fabriziert werden. Drei Handelssorten von Curare und einige Curarerinden sind vom Verfasser chemisch untersucht und die Resultate der Untersuchung in einer jüngst erschienenen Monographie¹⁾ niedergelegt worden. Einem Wunsche der verehrlichen

¹⁾ Das südamerikanische Pfeilgift Curare in chemischer und pharmakologischer Beziehung. I. Teil: Das Tubocurare, mit 1 Tafel 1895; II. Teil: (Schluss): 1. Das Calebassencurare; 2. Das Topfcurare; 3. Ueber einige Curarerinden, mit 4 Tafeln. Leipzig 1897. Abhandlungen der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. XXII u. XXIV, (auch separat im Buchhandel erschienen).