

Ueber den Sitz der Alkaloide in der Chinarinde*);

von
Prof. A. Wigand.

Die Frage, in welchem anatomischen Systeme der Chinarinde das Chinin und die andern Basen enthalten sind, ist nicht nur von physiologischem, sondern auch von praktischem Interesse, weil sich dadurch ein wichtiger Gesichtspunct für die Beurtheilung des Werthes der Rinden eröffnet. Die Chinarinde besteht bekanntlich (mit Ausnahme der die Oberfläche bedeckenden Korkschicht) aus zweierlei Zellgewebe, dem von dünnwandigen Zellen gebildeten Parenchym von korkiger Consistenz und dem faserigen, aus fadenförmigen, stark verdickten Zellen bestehenden Bast. Beide Gewebe sind so angeordnet, dass das Parenchym bei jüngeren Rinden fast ausschliesslich vorhanden ist, bei älteren Rinden aber die äussere Schicht bildet, während der Bast an der inneren Grenze junger Rinden auftritt und in der Folge stets die innere Schicht bildet, welche mit dem Alter fortwährend sich verdickt, so dass ältere Rinden überwiegend aus Bast bestehen. Uebrigens liegen in dieser Schicht die Bastzellen grösstentheils isolirt, und durch Parenchymgewebe getrennt, wie überhaupt zwischen den beiden genannten Schichten keine ganz scharfe Grenze wahrzunehmen ist, indem das Parenchym nach innen zu, das Bastgewebe dagegen nach aussen zu ziemlich all-

*) Der vorstehende Aufsatz, dem Hauptinhalte nach in der botanischen Zeitung, 1862. No. 18. erschienen und zu gleicher Zeit vom Verf. mit einigen dem besonderen Zweck entsprechenden Modificationen an die Redaction des Archivs f. Ph. gesandt, gelangte jedoch nicht in deren Hände. Obgleich bereits Jahresfrist verstrichen ist, theilt der Verf., dem Wunsch der Redaction gemäss, denselben nochmals mit, um so mehr, da durch Howard's inzwischen erschienenenes Werk über die Chinarinden in Betreff des Sitzes der Alkaloide eine entgegengesetzte Ansicht vertreten und von dem Berichterstatter über dieses Werk p. 232 des Archivs von diesem Jahre auf die vorliegende Abhandlung Bezug genommen wird.

mäßig verschwindet. Da von vornherein wahrscheinlich ist, dass so eigenthümliche Stoffe wie die Alkaloide nicht in dem ganzen Gewebe der Rinde gleichmässig, sondern entweder von der einen oder andern Zellenart erzeugt werden, so entsteht die Frage, in welcher derselben die Alkaloide gefunden werden. In neuerer Zeit ist, besonders nach dem Vorgange Weddell's *), die Ansicht die herrschende geworden, dass die Alkaloide ihren Sitz in den Parenchymzellen, sei es nun in der Parenchymschicht oder zwischen den Bastzellen, haben. Im Folgenden theile ich eine Untersuchung mit, bei welcher ich auf verschiedenen Wegen zu dem übereinstimmenden Ergebniss gelangt bin, dass es im Gegentheil die Bastzellen sind, welche in ihrer verdickten Wand die Alkaloide enthalten.

I. Die erste von mir zur Beantwortung obiger Frage befolgte Methode gründet sich auf das Verhalten der Zellenwand zu einer Pigmentlösung. Bekanntlich besitzt die reine Pflanzenmembran nicht wie die thierische Faser das Vermögen, aus einer Farblösung, z. B. einem Cochenilleauszug, das Pigment in concentrirtem Grade in sich aufzunehmen und zu binden, wohl aber wird derselben diese Fähigkeit mitgetheilt durch vorhergehende Behandlung mit gewissen Stoffen (Beizen), oder manche Zellenwände besitzen auch diese Eigenschaft von Natur. Hierher gehört unter anderen die Bastzelle der Chinarinde, und zwar muss aus dem Umstande, dass man durch Ausziehen der Bastzellen mit Wasser oder Alkohol jene Fähigkeit entfernen und auf solche Bastzellen, welche das Farbsammelungsvermögen nicht besitzen, z. B. von *Linum usitatissimum*, durch Tränkung der letzteren mit jenem Auszug übertragen kann, geschlossen werden, dass jene Fähigkeit lediglich auf der Gegenwart eines bestimmten, der Zellenwand eingelagerten Stoffes beruhe. Da nun auch reines Chinin oder Cinchonin oder deren Salze

*) Weddell, histoire nat. des Quinquinas, p. 25.

den Bastzellen des Flachses eingetränkt die Färbungsfähigkeit hervorrufen, bez. wesentlich steigern, so liegt die Annahme nahe, dass diese Stoffe auch in den Chinabastzellen die Ursache der Pigmentsammlung sein mögen, und es bedarf nur des Nachweises, ob nicht etwa andere in der Zellenwand vorkommenden Stoffe eine Wirkung bedingen. Gegen das Xylogon spricht vor Allem der Umstand, dass dieser Stoff in der Zellenwand eine weite, die Färbungsfähigkeit dagegen nur eine beschränkte Verbreitung besitzt. Dasselbe gilt für die mineralischen und Proteïn-Stoffe, falls deren Vorkommen in der Bastzellenwand überhaupt angenommen werden kann. Die Proteïnstoffe sind ohnehin in Alkohol unlöslich, während der die Pigmentsammlung in den Bastzellen bedingende Stoff durch Alkohol ausgezogen werden kann. Dagegen musste die Wahrnehmung, dass nicht nur bei der Chinarinde gerade die Bastzellen, welche jenes Verhalten gegen Pigmente zeigen, der Sitz des Cyaneogens*) sind, sondern dass im Allgemeinen die Pflanzen, deren Bastzellen pigmentsammelnd sind, zugleich dieselben sind, bei denen durch Salzsäure oder Schwefelsäure eine violette Färbung erfolgt, während bei anderen Pflanzen, z. B. *Fraxinus*, *Guajacum officinale*, mit der einen Erscheinung zugleich auch die andere fehlt, — auf den Gedanken führen, dass es dieser Stoff sei, welcher die Farbaufnahme bedingt. Indess fällt das Vorkommen beider Erscheinungen nicht vollkommen zusammen, indem sich auch Pflanzen finden, deren Bastzellen färbungsfähig sind, ohne Cyaneogen zu enthalten, so wie umgekehrt. Auch verhalten sich beide Stoffe in Beziehung auf Ausziehbarkeit verschieden. Aus

*) So habe ich einen besonders bei den Holzgewächsen weit verbreiteten, die Membran, namentlich der Bast- und Holz- zellen durchdringenden Stoff benannt, welcher durch Wasser und Alkohol ausziehbar, an sich farblos, durch die Eigenschaft, durch Salzsäure oder Schwefelsäure violett gefärbt zu werden, nachweisbar, und mit dem Gerbstoff einerseits und mit dem rothen Pigment der Farbhölzer andererseits wenigstens physiologisch verwandt ist.

den Chinabastzellen lässt sich der die Pigmentsammlung bedingende Stoff leichter als das Cyaneogen, aus der Ulmenrinde umgekehrt der letztere leichter als der erstere ausziehen. Am evidentesten geht die Unabhängigkeit der Farbsammlung von dem Cyaneogen aus einem Versuche hervor, in welchem die beiderlei Stoffe, aus einer und derselben Rinde ausgezogen und auf Querschnitte von *Linum* übertragen, sich räumlich trennen und so vertheilen, dass das Cyaneogen fast ausschliesslich auf die Holzzellen, die Fähigkeit, Farbe zu concentriren, fast ausschliesslich auf die Bastzellen übergeht. — Zu den Stoffen, welche die Zellenwand durchdringen, gehört auch der Gerbstoff, den wir bereits als einen jener die Färbung vermittelnden oder vorbereitenden sogen. Beizstoffe kennen, und es ist auffallend, dass die Fähigkeit der Bastzellen, Farbstoff zu sammeln, fast durchweg bei gerbstoffführenden Pflanzen beobachtet wurde, wogegen sie bei gerbstofffreien Pflanzen, z. B. *Cytisus Laburnum*, *Gujacum officinale*, *Morus alba*, *Fraxinus excelsior*, mangelt. Gleichwohl giebt es auch Beispiele von gerbstofffreien Pflanzen, wie *Daphne Mezereum*, *Ilex Aquifolium*, bei welchen die Färbung der Bastzellen erfolgt. Namentlich aber ist gegen den Gerbstoff, als Ursache der Färbungsfähigkeit der Chinabastzellen, einzuwenden, dass gerade in diesen, wenn auch das übrige Rindengewebe gerbstoffreich ist, so wie auch die Bastzellen der Weide und Ulme, kein Gerbstoff nachzuweisen ist, während auf der andern Seite die gerbstoffhaltigen Bastzellen der Eiche die Fähigkeit Farbe aufzunehmen gar nicht, und die gerbstoffreichen Zellen des Kernholzes der Eiche nur in eben so geringem Grade wie die gerbstofffreien Zellen des Splintes zeigen. Entscheidend ist besonders folgender Versuch. *Calisaya-Chinarinde*, deren Bastzellen sich durch Cochenillelösung deutlich färben, wird mit kochendem Wasser ausgezogen, in Folge dessen die genannte Eigenschaft der Bastzellen verschwunden ist; aus dem Auszuge sodann durch Eisenchlorid die Chinagerbsäure gefällt und mit der klaren

Flüssigkeit Querschnitte von *Linum* getränkt, — bei der Behandlung mit Cochenillelösung färben sich die Bastzellen der letzteren intensiv roth*). Es folgt daraus, dass Gerbstoff, falls er in der Membran der Chinabastzellen anwesend ist, die Ursache für die Färbungsfähigkeit nicht ist. — So werden wir auf indirectem Wege zu der Annahme geführt, dass es das Chinin oder die anderen Alkaloide sind, auf welchen die Verwandtschaft der Bastzellen zu dem Pigmente beruht, und zur Bestätigung dient folgender directer Versuch. Calisaya-Chinarinde wird mit gesäuertem Wasser infundirt und es werden mit der Flüssigkeit Querschnitte von *Linum* getränkt; die Bastzellen (zum Theil auch das Holz) werden durch Cochenilleauszug deutlich und dauerhaft blassroth gefärbt. Nun wird aus jenem Chinaauszuge das Chinin etc. durch kohlensaures Natron ausgefällt. Mit der filtrirten (nicht mehr bitter schmeckenden) Flüssigkeit werden Querschnitte von *Linum* getränkt und darauf mit Cochenilleauszug behandelt; es erfolgt in den Bastzellen entweder gar keine oder nur eine ganz schwache, bald wieder von selbst verschwindende Färbung. Das Chinin muss also sowohl in dem mit Chinainfusum getränkten *Linum*-Bast, als auch in den Chinabastzellen selbst die Ursache der Farbaufnahme gewesen sein. Als der Sitz der China-Alkaloide ergibt sich hiernach die Wand der Bastzellen, und die Fähigkeit der letzteren, Pigment zu sammeln, kann als Mittel dienen, mit einiger Sicherheit das Vorhandensein von Alkaloiden in irgend einer Chinarinde nachzuweisen. Ob die Alkaloide ausserdem auch in dem Inhalte der Bastzellen, so wie in den Parenchymzellen enthalten sind, ist die obige Methode nicht geeignet zu entscheiden. — Zwar färben sich auch die Holzzellen von *Cinchona* in einem Cochenilleauszug schwach und vorübergehend roth, aber da in der Wand der Holzzellen

*) Dass diese Wirkung nicht etwa dem überschüssigen Eisensalze zuzuschreiben ist, geht daraus hervor, dass dasselbe, wie andere Versuche zeigen, nur sehr schwach als Beizstoff wirkt.

Gerbstoff nachgewiesen werden kann, so lässt sich jene Erscheinung schon aus diesem erklären, ohne dass zur Annahme des Vorkommens von Chinin in dem Holze Grund ist.

II. Die durch Grahe*) und Batka**) bekannte Erscheinung, dass alkaloidhaltige Chinarinden in einer Glasröhre trocken bis zur Verkohlung erhitzt, eine carminrothe Substanz entwickeln, welche sich als Anflug an der Wand des Glases ansetzt, kann ebenfalls für unsere Frage Anwendung finden. Dass die Erscheinung nicht, wie Böttger***) meint, durch Chinarothe, sondern durch die Alkaloide verursacht wird, geht daraus hervor, dass die Chinabasen nach Grahe in Verbindung mit organischen, nicht flüchtigen Säuren, nach Batka in Verbindung mit Cellulose, Amylum, Dextrin, Zucker, Gummi dieselbe carminrothe Färbung zeigen. Ich füge hinzu, dass die Erscheinung auch bei schwefelsaurem Chinin†), so wie bei reinem Cinchonin††) erfolgt. — Wenn man nun Querschnitte von Chinarinde (*Calisaya*, *Loxa*) verkohlt, so erscheinen die Bastzellen unter dem Mikroskope zuletzt blutroth (während dies bei den Holzzellen von *Cinchona* nicht der Fall ist, eben so wenig wie bei den

*) Dingler's polyt. Journal, 1858. p. 120. — Chem. Centralblatt, 1860. No. 13.

**) Nova Acta, 1850. — Chem. Centralblatt, 1859. No. 55.

***) Dingler's polyt. Journal, 1858. p. 120.

†) Dasselbe schmilzt beim Erhitzen zu einer gelbbraunen Masse, welche beim Erkalten carminroth wird. Auch entwickelt sich beim Erhitzen des schwefelsauren Chinins ein carminrother Anflug. Die geschmolzene Masse schmeckt nicht mehr rein bitter, sondern scharf säuerlich und riecht schwefelartig, dann etwas cumarinartig. Bei weiterem Erhitzen bläht sich die Masse zu einer schwarzen, porösen, geschmacklosen Kohle auf.

††) Das reine Cinchonin schmilzt zuerst zu einer glashellen Masse, wird dann mit schwarzbrauner oder schwarzer Farbe unter Entwicklung weisser Dämpfe sublimirt; bei weiterem Erhitzen findet die Sublimation aber auch in Form eines etwas carminrothen Anflugs statt. Bei dem reinen Chinin sah ich weissen Dampf, aber keine rothe Färbung.

Bastzellen von *Quercus*, welche sich braun oder rothbraun, aber nicht blutroth färben). Auch diese Erscheinung scheint darauf hinzuweisen, dass die Chinabastzellen der Sitz der Alkaloide sind.

III. Ein anderer Weg, den Sitz der Alkaloide in der Chinarinde zu ermitteln, eröffnet sich von Seiten der vergleichenden chemischen Analyse. Und zwar bieten sich für dieselbe verschiedene Angriffspunkte dar. Nachfolgend theile ich eine Reihe von Bestimmungen mit, welche Herr Dr. F. Drönke auf meine Veranlassung nach genau von mir geprüftem Material vorzunehmen die Güte hatte.

| | Spec. Gew. | Chi- nin | Cin- cho- nin | Alka- loide überh. |
|--|---------------|-------------|---------------------|--------------------------|
| 1. Calisaya Ia. (Stammrinde, unbedeckt) | 1,29 | 2,968 | 0,53 | 3,498 |
| 2. „ Ia. (Zweigrinde, ohne Kork- schicht)..... | 1,377 | 1,124 | 0,935 | 2,059 |
| 3. „ IIa. (Stammrinde, unbedeckt) | 1,22 | 2,368 | 0,432 | 2,80 |
| 4. Cinchona scrobiculata (Stammrinde, unbedeckt)..... | 1,14 | 0,42 | 3,09 | 3,51 |
| 5. China Carthagena (Stammrinde, un- bedeckt)..... | 1,12 | 1,435 | 0,324 | 1,759 |
| 6. Calisaya Ia. (Bast *) der Stammrinde | 1,45 | 3,46 | 0,64 | 4,10 |
| 7. „ Ia. (Parenchym der Stamm- rinde)..... | 1,11 | 2,365 | 0,395 | 2,760 |
| 8. „ Ia. (Bast der Zweigrinde)... | 1,56 | 1,242 | 1,033 | 2,275 |
| 9. „ Ia. (Parenchym der Zweig- rinde)..... | 1,05 | 0,828 | 0,688 | 1,516. |

1. Zunächst stimmen alle chemischen Untersuchungen, insbesondere die von Weddell, Reichardt und Delondre darin überein, dass der Gehalt an Alkaloiden mit dem Alter der Chinarinden zunimmt, d. h. in den flachen Stammrinden grösser, als in den dicken, und in diesen wiederum grösser ist, als in den dünnen röhrigen Zweigrinden. Am bestimmtesten tritt dies hervor bei der Vergleichung von ungleich starken Rinden einer und derselben Abstammung. Da man die letztere mit Sicher-

*) Ueber den Sinn der Ausdrücke „Bast“ und „Parenchym“ in dieser und in den folgenden Analysen s. unten.

heit fast nur für die von *Cinchona Calisaga* abstammende Königs-Chinarinde kennt, und da gerade diese Sorte in verschiedenem Kaliber als platte und gerollte vorkommt, so eignet sich die Vergleichung vorzugsweise für unsern Zweck. Ich stelle hier drei verschiedene Reihen*) von Procentbestimmungen der Alkaloide für die beiden Formen der Königschina zusammen.

| Stammrinde: | I. (Delondre) | II. (Reichardt) | III. (Dronke) |
|---------------|---------------|------------------|------------------|
| Chin. sulph. | 3—3,2 | Chinin ... 2,701 | Chinin ... 2,968 |
| Cinch. sulph. | 0,6—0,8 | Cinchonin 0,264 | Cinchonin 0,53 |
| zusammen | 3,6—4,0 | Alkaloid.. 2,965 | Alkaloid.. 3,498 |
| Zweigrinde: | | | |
| Chin. sulph. | 1—1,5 | Chinin ... 0,659 | Chinin ... 1,124 |
| Cinch. sulph. | 0,6—0,8 | Cinchonin 0,327 | Cinchonin 0,935 |
| zusammen | 1,6—2,3 | Alkaloid.. 0,986 | Alkaloid.. 2,059 |

Ebenso geht für andere Sorten, z. B. *Huanuco*, *Loxa*, *Huamalis*, *Jaën*, *China rubra*, aus den vorhandenen Analysen, so weit sie sich auf Proben von verschiedenem Kaliber für die einzelnen dieser Sorten erstrecken, hervor, dass der Alkaloidgehalt im Verhältniss wie der Durchmesser des Stammes ab- und zunimmt. Selbst bei der Vergleichung verschiedener Sorten kann man, obgleich hier noch andere Momente in Betracht kommen, im Allgemeinen als Regel annehmen, dass der Reichthum an Alkaloiden im Verhältniss steht zu der Dicke der Rinde; so ist die fast nur in starken Röhren vorkommende *China regia convoluta* reicher als die in mittelstarken Röhren vorkommende *Huanuco*, und diese reicher als die stets dünnröhrige *Loxa* und *Jaën*, unter denen die ganz feinnröhrigen (zugleich bastlosen) Sorten zum Theil gar kein Alkaloid enthalten.

Da beim Dickenwachsthum des Stammes die Rinde nur durch Ansetzen nach innen, d. h. durch Verdickung

*) Die den obigen Analysen zu Grunde liegende Stammrinde war unbedeckt, d. h. der Korkschicht beraubt, — die Zweigrinde bei den Analysen, I. und II. bedeckt, bei III. dagegen der Korkschicht beraubt.

der Bastschicht wächst, und daher die Bastschicht im Verhältniss zur Korkschicht^{nitz} und zur zelligen Rindenschicht immer mehr überwiegt, und wird, je älter der Stamm wird, — da überdies bei den Stammrinden die Korkschicht fast immer fehlt, und auch die Parenchymschicht bei älteren Rinden als Borke nach und nach abgelöst wird, so dass die Rinde annähernd nur aus der Bastschicht besteht, — und da ferner die Bastzellen nach innen im Allgemeinen reichlicher auftreten als nach aussen, so lässt sich der oben aus den Analysen nachgewiesene Zusammenhang des Alkaloidgehaltes mit dem Alter und der Stärke der Rinde auch so ausdrücken, dass der Reichthum an Alkaloiden zunimmt im Verhältniss wie die Menge von Bastzellen wächst. Diese Thatsache führt aber unmittelbar zu der Annahme, dass die Alkaloide eben in den Bastzellen ihren Sitz haben, ja es wird sogar durch jene Beziehungen, unter anderen durch den Umstand, dass ganz feintröhrige Rinden, in denen noch fast gar keine Bastzellen angelegt sind, zum Theil gar kein Alkaloid ergeben, sehr wahrscheinlich, dass die Alkaloiderzeugung nur auf die Bastzellen mit Ausschluss der Parenchymzellen beschränkt ist.

2. Am sichersten würde sich freilich der Antheil beider Gewebe an der Production der Alkaloide feststellen lassen, wenn es möglich wäre, Bastzellen und Parenchym zu sondern und jeden Theil für sich nach seinem Alkaloidgehalte zu bestimmen. Bei *China regia plana* I. und *convoluta* (ohne Kork) habe ich durch Stossen der Rinde und Durchsieben durch ein feines Sieb versucht, das Parenchym möglichst vom Baste zu trennen. Dies gelingt zwar nur unvollständig, jedoch kann man durch jene Manipulation doch die Masse einer Rinde in zwei Parthien theilen, von denen die eine reicher an Bastzellen, die andere reicher an Parenchym ist. Der Kürze halber habe ich die erste Parthie in der obigen Zusammenstellung schlechtweg als „Bast“, die zweite als „Parenchym“ bezeichnet, was also nur relativ zu nehmen

ist. Aus den bei 6. bis 9. mitgetheilten Zahlen ergibt sich nun, dass der „Bast“ bei weitem den grösseren Antheil am gesammten Alkaloidgehalt liefert, indem derselbe bei der Stammrinde 4,1 Proc. das „Parenchym“ nur 2,76 Proc., bei der gerollten Königschina 2,275 Proc., das „Parenchym“ nur 1,516 Proc. Alkaloid enthält. Gelänge es, das Parenchym vollständig vom Baste zu befreien, so würde dasselbe wahrscheinlich gar kein Alkaloid liefern. — Der von der gerollten Königschina abgeriebene Kork (resp. Borkie) ergab sich bei der Untersuchung als alkaloidfrei. Dasselbe gilt vom Holze, dessen bitterer Geschmack demnach auf der Chinovasäure zu beruhen scheint.

3. Man hat bereits früher für die Beurtheilung des medicinischen Werthes, nämlich für den Alkaloidgehalt einer Chinarinde, einen empirischen Maassstab in dem specifischen Gewichte erkannt. Bestimmter geht dies aus der obigen vergleichenden Untersuchung hervor. Mit Ausnahme von der gerollten *Calisaya* und der Rinde von *Cinchona scrobiculata* nimmt hiernach der Alkaloidgehalt mit dem specifischen Gewichte ab und zu. Auch diese Erscheinung erklärt sich ganz einfach, wenn es wahr ist, dass die Chinabasen ausschliesslich oder überwiegend ihren Sitz in den Bastzellen haben; denn die letzteren mit ihren ausserordentlich verdickten Wänden bestimmen in höherem Grade das specifische Gewicht als das dünnwandige Parenchym, — mit anderen Worten: eine Rinde von grösserem spec. Gewichte muss mehr Masse an Bastzellenwänden und daher mehr Alkaloid enthalten, und indem wir dies in der Wirklichkeit bestätigt finden, dient diese Thatsache zur Bestätigung jener Annahme. Hierbei ist noch Folgendes zu bemerken. a) Aus den mitgetheilten Zahlen ergibt sich, dass zwischen verschiedenen Rinden der Alkaloidgehalt in einem viel stärkeren Verhältniss steigt und fällt als das spec. Gewicht. Es weist dieser Umstand darauf hin, dass ein Factor vorhanden sein muss, welcher das specifische Gewicht mitbestimmt, für den Alkaloidgehalt dagegen nicht in Rech-

nung kommt, d. h. dass das Parenchym frei von Alkaloid sein muss. Mit dieser Erklärungsweise stimmt auch überein, dass das Verhältniss der specifischen Gewichte sich dem der Alkaloidgehalte in demselben Grade nähert, je annähernder die eine Rindenmasse nur aus Bast, die andere nur aus Parenchym besteht. Während zwischen der *Calisaya* Ia. und IIa. das Verhältniss der specifischen Gewichte ca. 1,06, das der Alkaloidgehalte 1,25 ist, oder zwischen der *Calisaya* I. und *Carthagera* das Verhältniss der spec. Gewichte 1,15, das der Alkaloide ca. 2 ist, ergiebt sich dagegen zwischen „Bast“ und „Parenchym“ der *China Calisaya* das Verhältniss der spec. Gewichte als 1,3, das der Alkaloide als 1,5; und für die gerollte *China regia* das Verhältniss der spec. Gewichte ca. 1,5, für das der Alkaloidgehalte 1,45. b) Die oben nachgewiesene Beziehung zwischen dem Alkaloidgehalte und dem specifischen Gewichte bedarf jedoch noch einer weiteren Beschränkung. Dieselbe setzt nämlich, so wie sie oben aufgefasst wurde, voraus, dass alle Chinabastzellen in Hinsicht auf ihre Alkaloidproduction sich qualitativ gleich verhalten, d. h. bei gleicher Stärke und Zahl gleich viel Alkaloid erzeugen; nur unter dieser Voraussetzung kann die Masse der Bastzellen einen directen Maassstab für den Gehalt einer Rinde an Basen abgeben. Nun ergiebt sich aber aus unserer Tabelle, dass die Alkaloidgehalte nicht durchweg in dem Verhältniss steigen und fallen wie die specifischen Gewichte, vielmehr nimmt der Alkaloidgehalt z. B. der *Carthagera-China* gegen die *Calisaya* Ia. im Vergleich zu den specifischen Gewichten in einem viel stärkeren Verhältnisse ab, als die *Calisaya* IIa. zu *Calisaya* Ia.; und umgekehrt ist die Rinde der *Cinchona scrobiculata*, obgleich leichter als die übrigen Rinden, an Alkaloid reicher. Es weist dies darauf hin, dass jene Regel streng genommen nur unter verschiedenen Rindenarten gleicher Abstammung gilt, dass aber von Rinden verschiedener Abstammung jede ihren besonderen Maassstab, d. h. einen in ihrer Natur begründeten specifischen

Grad von Alkaloiderzeugung besitzt. Ja selbst verschiedene Rinden gleicher Abstammung schreiten in Beziehung auf ihren Alkaloidgehalt nicht ebenmässig nach der Skala der specifischen Gewichte fort, denn wir sehen, dass der Alkaloidgehalt der Zweigrinde von *Calisaya* viel geringer ist, als man nach deren spec. Gewicht im Vergleich mit der Stammrinde erwarten sollte. Es scheint hieraus zu folgen, dass der Alkaloidgehalt einer jeden einzelnen Bastzelle nicht während der ganzen Entwicklung gleich ist, sondern, wie es auch ganz natürlich ist, mit dem Alter des betreffenden Zweiges oder Stammes (wenigstens bis zu einem gewissen Puncte) zunimmt, — d. h. da in der einzelnen Bastzelle die Erzeugung von Alkaloid bis zu einem gewissen Stadium fort dauert und das gebildete Alkaloid in der Zellenwand abgelagert wird, der absolute Gehalt sich also mit dem Alter steigert, so ist es daraus erklärlich, dass die Rinde eines jungen Stammes selbst bei gleicher Zahl und Grösse, d. h. Masse der Bastzellen, doch nicht so viel Alkaloid liefert, als die eines älteren Stammes derselben Art. — Kurz für den Alkaloidgehalt verschiedener Rinden bestehen nicht bloss quantitative, sondern auch qualitative Unterschiede, und deshalb hat die Beziehung zwischen Werth und Gewicht einer Chinarinde nur ganz im Allgemeinen Gültigkeit*).

4. Für den relativen Alkaloidgehalt von Rinden gleichen Alters, aber verschiedener Abstammung, hat Weddell ein empirisches Gesetz aufgestellt, welches in praktischer Beziehung unstreitig ungleich wichtiger ist, als alle ohnehin vergeblichen Versuche, die verschiedenen Handelssorten zu charakterisiren, welches aber auch für das theoretische Interesse unsere Beachtung verdient, indem danach der Gehalt an Alkaloiden (besonders Chinin) in nahem Zusammenhange mit dem anatomischen Bau der Chinarinde, namentlich mit der Grösse und Verthei-

*) Nach Karsten (Berliner Monatsberichte, 1858. p. 260) übt der Standort, besonders das Klima, einen wichtigen Einfluss auf die Alkaloiderzeugung in den Chinabäumen.

lungsweise der Bastzellen erscheint. Das Gesetz lautet nämlich so: je mehr sich eine Chinarinde in ihrer Structur derjenigen, wie wir sie bei der *China Calisaya* finden, die Bastzellen durch die ganze Dicke der Rinde möglichst gleichmässig vertheilt, und unter einander sowohl in horizontaler als verticaler Richtung möglichst isolirt, die einzelne Bastzelle dick im Verhältniss zur Länge (etwa $\frac{1}{10}$), — daher der Bruch durch die ganze Rinde gleichmässig, und kurz-, fein- und steiffaserig, nähert, — desto reicher ist sie, *ceteris paribus*, an Alkaloid; je mehr sie sich von jener Normalstructur entfernt, je mehr sich also nach aussen eine bastlose Schicht sondert, je mehr die Bastzellen strahlenförmig oder in einzelnen Gruppen verbunden sind, je mehr sich Länge und Dicke der einzelnen Fasern von dem obigen Verhältniss entfernen, je mehr also der Bruch nur nach innen zu faserig, je mehr er lang- und weichfaserig, oder kurz-, grob- und stumpffaserig ist, — desto ärmer ist, *ceteris paribus*, die Rinde an Chinin.

Wenn es nun wahr ist, wovon ich mich durch verschiedene Schätzungen und Messungen überzeugt zu haben glaube, dass bei der Calisaya-Rinde die Gesamtmasse der Bastzellen grösser ist als bei anderen Chinarinden von abweichender Grösse und Anordnung der Bastzellen, so weist diese Erscheinung wiederum darauf hin, dass die Bastzellen den Sitz der Alkaloide darstellen, und durch die letztere Annahme würde jene auf den ersten Blick auffallende Abhängigkeit der chemischen Beschaffenheit einer Chinarinde von ihrer Structur grossentheils ihre Erklärung finden und das Weddell'sche empirische Gesetz eine physiologische Begründung erfahren.

5. In Betreff der beiden wichtigsten China-Alkaloide, *Chinin* und *Cinchonin*, ergibt sich aus fast allen vorhandenen chemischen Untersuchungen, dass beide in der Regel in derselben Rinde neben einander vorkommen, jedoch so, dass in den Zweigrinden fast ausnahmslos das Cinchonin über das Chinin, in den Stammrinden dagegen

im Allgemeinen das Chinin überwiegt. Namentlich zeigt sich dies bei der Vergleichung von Stamm- und Zweigrinde gleicher Abstammung, z. B. bei der *Calisaya* in unserer Tabelle. Ferner beweisen die dortigen Angaben, dass das Cinchonin mit dem Lebensalter der Rinde nicht nur relativ (im Verhältniss zum Chinin), sondern auch absolut (d. h. zu Gunsten des Chinins) abnimmt. Dieser letztere Umstand macht es, da ohnehin kein Grund ist anzunehmen, dass zwei so nahe verwandte Stoffe in verschiedenen Bastzellen entstehen sollten, sehr wahrscheinlich, dass das Cinchonin sich durch den Lebensprocess*) allmählig in Chinin umwandelt, — eine Annahme, welche auch durch die chemische Aehnlichkeit unterstützt wird, daher auch bereits von den Chemikern**) als wahrscheinlich ausgesprochen worden ist.

Hierbei ist jedoch noch Folgendes zu bemerken. Nach den verschiedenen Analysen ähnlicher Rinden variirt das Verhältniss des Cinchonins zum Chinin in bedeutendem Grade; während in vielen Fällen in den Stammrinden das Chinin und in den Zweigrinden das Cinchonin stark überwiegt, nähern sich in anderen, sowohl Stamm- als Zweigrinden, die beiden Stoffe in ihren Mengen, ja es giebt Zweigrinden, wo das Chinin überwiegt (z. B. *Ch. regia convoluta* s. oben 2.), und es giebt Stammrinden, welche reicher an Cinchonin als an Chinin sind, z. B. *C. scrobiculata* mit 0,42 Proc. Chinin und 3,09 Proc. Cinchonin (nach Weddell 0,3 — 0,4 Chin. sulph., 0,7 — 0,8 Cinch. sulph.; Delondre 0,6 — 0,8 Chin. sulph., 1,2 Cinch. sulph.); *China flava Maracaibo* nach Delondre mit 0,3 — 0,4 Proc. Chin. sulph. und 1,0 Proc. Cinch. sulph. Ueberhaupt sind die Columbischen Rinden im Allgemeinen reicher

*) Vielleicht auch erst in der abgeschälten Rinde bei der an den Stammrinden natürlich langsameren Austrocknung.

**) Zuerst von Stoltze und Mitscherlich. Neuerdings ist es Strecker gelungen, das Cinchonin in eine mit dem Chinin zwar nicht identische, aber doch isomere Base überzuführen. Ann. der Ch. u. Ph. Bd. 123. p. 379.

an Cinchonin als die Peruanischen und Bolivia-Rinden, und selbst die Stammrinden oft eben so reich oder reicher an Cinchonin als an Chinin. *Cinchona pubescens* soll nach Guibourt gar kein Chinin, sondern nur Cinchonin enthalten. Es geht hieraus hervor, dass das relative Alter der Rinde das Verhältniss der beiden Alkaloide nicht allein bestimmt, sondern dass dabei noch andere Umstände in Betracht kommen, dass namentlich, wie *Cinch. scrobiculata* und *pubescens* beweisen, für gewisse Species ein für allemal die Cinchoninbildung eigenthümlich ist, d. h. die Umwandlung in Chinin hier nur langsam und unvollständig fortschreitet.

Jedenfalls ist die von Weddell*) aufgestellte Ansicht, dass das Cinchonin seinen Sitz nicht wie das Chinin in der Bastgeschicht, sondern in der äusseren zelligen Rindenschicht habe, zu verwerfen. Als einziger Grund dafür wird angeführt, dass manche alte Rinden mit erhaltener zelliger Schicht verhältnissmässig reicher an Cinchonin waren, — was aber doch in Betracht, wie sehr auch bei unbedeckten Stammrinden das Cinchonin oft vorwiegt, nicht in Anschlag kommen kann, zumal da auch bei den ältesten Rinden die zellige Schicht, gesetzt sie enthielte das Cinchonin, niemals in solcher Ausdehnung vorkommt, dass dadurch das Ueberwiegen dieses Alkaloids bedingt werden könnte, indem mit dem Alter der Rinde gerade die Bastgeschicht immer überwiegender wird.

IV. Das Ergebniss aus dem Vorstehenden ist der Hauptsache nach der Nachweis, dass das Chinin und Cinchonin in den Bastzellen erzeugt und in der Folge in der Substanz der verdickten Membran der letzteren abgelagert werden; und zwar sind die Bastzellen höchst wahrscheinlich der ausschliessliche Sitz der Alkaloide. Denn dass das Rindenparenchym kein Alkaloid enthält, wird deshalb sehr wahrscheinlich, weil Rinden, welche

*) Les quinquinas p. 25.

kaum einzelne Bastzellen enthalten, auch annähernd ohne Alkaloid sind, weil ferner das dem Rindenparenchym so analoge Blattgewebe nachweislich kein Alkaloid enthält, und weil es endlich physiologisch nicht wohl denkbar ist, dass eine so eigenthümliche Stoffbildung dem Baste und den so verschiedenen Parenchymzellen gemeinsam sein sollte. Die Korkschicht ist, wie die directe chemische Prüfung lehrt, vollkommen alkaloidfrei, und dasselbe gilt vom Holze der Chinabäume.

Was die physiologische Bedeutung obiger Thatsache betrifft, so bietet sie einen neuen Fall für das bereits für die Milchsaft-Familien, namentlich für die Euphorbiaceen, Papaveraceen erkannte Gesetz, dass die besondere Function der Bastzellen in der Erzeugung eigenthümlicher Stoffe, insbesondere der Alkaloide, bestehe*). Durch Analogie, welche durch das oben angeführte Färbungsvermögen der Bastzellen unterstützt wird, dürfen wir jenes Gesetz ohne Bedenken auch auf die übrigen Alkaloide, welche bei den echten und sogenannten falschen Chinarinden, d. h. in der Familie der Cinchonaceae vorkommen, und sogar auf andere eigenthümliche Stoffe, wie das Daphnin in *Daphne Mezereum*, das Salicin in der Weidenrinde und den bitteren Stoff in der Ulmenrinde ausdehnen. Die Bastzellen der letzten beiden Rinden besitzen, wie oben erwähnt, ein sehr unterschiedenes Vermögen, Pigment zu sammeln, und verdanken dasselbe gewissen ausziehbaren Stoffen, von welchen oben auf indirecte Weise gezeigt wurde, dass sie nicht wohl etwas Anderes als Gerbstoff oder die diesen Rinden eigenthümlichen Bitterstoffe sein können. Abgesehen davon, dass der Gerbstoff aber bei beiden Rinden in der Membran der Bastzelle nicht nachweisbar ist, sprechen bei der Weidenrinde gegen den Gerbstoff als Ursache der Farbsammlung folgende Versuche. 1) Die Bastzellen

*) Vergleiche Schacht, Lehrb. der Anat. u. Physiol. I. p. 400, wo derselbe auch bereits die im Vorstehenden nachgewiesene Bedeutung der Chinabastzellen vermuthungsweise ausspricht.

einer mit Wasser ausgezogenen Weidenrinde haben die Fähigkeit, sich mit Cochenillelösung zu färben, verloren, dagegen wird diese Fähigkeit durch Tränkung von Querschnitten von *Linum* mit jenem Auszuge auf die Bastzellen der letzteren übertragen. 2) Wird aus diesem Auszuge der Gerbstoff, sei es durch Hausenblase oder durch Eisenchlorid, gefällt, so behält derselbe gleichwohl die Eigenschaft, in den *Linum*-Bastzellen die Pigmentsammlung zu verursachen. 3) Auch wenn man Weidenrinde so lange auszieht, dass sich kaum mehr eine Spur von Gerbstoff in dem letzten Auszuge nachweisen lässt, bleibt in dem letzteren die Eigenschaft, auf *Linum*-Bast übertragen, demselben die Fähigkeit mitzutheilen, sich mit Cochenille zu färben. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass das Salicin dieser Stoff ist, welcher demnach ebenfalls seinen Sitz und Ursprung in den Bastzellen hat*).

Auch von praktischem Interesse ist die Nachweisung, dass die China-Alkaloide ihren Sitz in den Bastzellen haben, indem dadurch gewisse allgemeine, bisher nur auf Erfahrung beruhende Kriterien für den relativen Werth verschiedener Chinarinden, namentlich dass der Werth einer Rinde *ceteris paribus* zunimmt mit der Stärke, d. h. mit dem Alter, und dass unbedeckte Rinden werthvoller sind als bedeckte, ihre theoretische Erklärung und eben dadurch ihre um so festere Begründung finden. Es ist namentlich zu erwarten, dass hiernach gewisse gangbare Verkehrtheiten in der Beurtheilung des Werthes der Chinasorten mehr und mehr verschwinden werden. Dass es nicht an solchen fehlt, geht schon aus den Handelspreisen hervor, welche auch immer im stärksten Missverhältniss zu dem wahren Werthe stehen, ähnlich wie

*) womit jedoch die bekannte Erscheinung, dass der Bast der Weidenrinde durch Schwefelsäure roth gefärbt wird, nicht, wie man gewöhnlich annimmt, zusammenhängt, indem die letztere Reaction von dem oben erwähnten Cyanogen herrührt und bei salicinlosen Rinden eben so gut statt findet.

dies bei der moskowitischen und sibirischen Rhabarber und bei dem sibirischen und canadischen Castoreum der Fall ist, was aber bei den Chinarinden deshalb besonders auffallend ist, weil hier der den Werth bestimmende Factor, der Gehalt an Alkaloid, besonders an Chinin, so evident ist. Zwar ist man in neuerer Zeit von dem früheren Vorurtheil, wonach man die feintröhrigen Rinden, besonders die Loxa, für die besten hielt, nach und nach abgekommen; gleichwohl entspricht der Preis noch durchaus jenem Vorurtheil; denn obgleich die Loxa-China höchstens (bei den dicksten Röhren) 0,7 Proc. Chinin und 1 Proc. Cinchonin enthält, so ist doch der Preis höher als der der stets alkaloidreicheren Huanuco, und sogar fast eben so hoch als der der unbedeckten Calisaya, deren Chiningehalt den der Loxa wenigstens um das Vierfache, meist aber noch viel mehr übertrifft, indem derselbe bei der letzteren oft ganz verschwindend und auch der Cinchoningehalt bei jener meist grösser als bei der Loxa ist. Die platte unbedeckte Calisaya enthält nach Dronke's Analyse fast doppelt so viel Alkaloid und darunter fast 3mal so viel Chinin, als die gerollte (wobei noch überdies die 17,6 Proc. betragende Korkschicht abgezogen ist), nach Reichardt 3mal so viel Alkaloid und 4—5mal so viel Chinin, nach Delondre 2mal so viel schwefelsaures Alkaloid und 3mal so viel schwefelsaures Chinin als die gerollte, und darnach stehen beide Sorten ungefähr in gleichem Preis. Calisaya I. enthält doppelt so viel Alkaloid und etwas mehr als doppelt so viel Chinin als die Carthagena, während sich der Preise wie 7:1 verhält. Carthagena enthält $18\frac{1}{7}$ mal so viel Alkaloid, doppelt so viel Chinin als die beste Loxa, die je untersucht worden ist (für die meisten Loxa-Rinden ist das Verhältniss noch viel ungünstiger, da sie meist so gut als kein Chinin und nicht viel mehr Cinchonin enthalten), und dennoch ist die Loxa circa 5 mal so theuer als die Carthagena*).

Marburg, im Juni 1862.

*) Die Preiswürdigkeit einer Waare steht im Verhältniss

Nachtrag. Es bleiben mir nun noch einige Bemerkungen über die Gründe übrig, womit von Howard in seinen *Illustrations of the nueva Quinologia of Pavon* die der meinigen entgegengesetzte Ansicht, wonach die China-Alkaloide nur im Parenchym enthalten seien, vertheidigt wird, und zwar muss ich mich, da mir das Werk selbst bis jetzt nicht zu Gebote steht, auf den ohnehin fast ausschliesslich diesen Punkt hervorhebenden Bericht von H. Karsten in diesem Archiv pag. 232 beziehen.

Die Gründe, welche in diesem Bericht für die Ansicht Howard's angeführt werden, sind folgende:

1) Die Entdeckung krystallisirter Alkaloide innerhalb der Parenchymzellen von *Cinchona succirubra*. Dies würde allerdings ein unwidersprechlicher Beweis sein, vorausgesetzt, dass die Alkaloidnatur der „concentrisch gruppirten Krystalle“ wirklich nachgewiesen ist; bei Karsten wird nur angegeben, dass sie sich in Alkohol und Aether lösen. Die bei gewissen Chinarinden in Menge in den Parenchymzellen vorkommenden unlöslichen Krystalldrusen werden gewöhnlich für oxalsauren Kalk gehalten.

2) Nach mehreren Beobachtungen von Spruce und Cordover, in Uebereinstimmung mit Karsten's eigener Erfahrung, ist die *China rubra* aus tiefer gelegenen, wärmeren Gegenden ärmer an Alkaloiden, als von höher gelegenen Orten, und dem entsprechend fand Spruce die Rinden der *C. Calisaya* in tiefer gelegenen Gegenden hol-

zum Werthe und im umgekehrten Verhältniss zum Preise. Nehmen wir als Maassstab für den Werth der Chinarinde den Chiningehalt, und als Preis den Durchschnitt von 5 Jahren an, so ergeben sich für die oben angeführten Sorten folgende Beziehungen:

Die unbedeckte Königschina ist 3mal preiswürdiger als die gerollte und auch 3mal preiswürdiger als die beste Loxa. Die Carthagena-Rinde ist, verglichen mit der unbedeckten Königschina, $3\frac{1}{2}$ mal, mit der bedeckten 11 mal, mit der Loxa 13 mal preiswürdiger.

zig, in höheren dagegen reicher an Parenchym. Abgesehen davon, dass diese Beobachtungen wenigstens nach dem Bericht nur sehr unbestimmt erscheinen, glaube ich auf dieses Argument kein grosses Gewicht legen zu können, theils weil die *China rubra* ein zu unbestimmter Begriff ist, theils weil sich der zweite Theil des Beweises auf eine andere Art bezieht als der erste.

3) Wichtiger ist die Angabe, dass Howard in der parenchymatösen Aussenrinde von *C. lancifolia* Mut. mit wenig Bastgewebe mehr Alkaloid fand, als in der nur aus Bastgewebe bestehenden Innenrinde, und ebenso in dem äusseren Theile der Stammrinde von *C. succirubra* Pav. mit wenig Bast grösseren Alkaloidgehalt als in dem inneren nur aus Bast bestehenden Theile. Da diese Ergebnisse in auffallendem Widerspruch mit den von mir oben pag. 139 und 140 mitgetheilten Analysen der nach Bast und Parenchym möglichst gesonderten Königschina, an deren Genauigkeit ich keinen Grund habe zu zweifeln, stehen *), so muss die Frage nach dieser Seite hin einstweilen dahin gestellt bleiben, bis weitere Untersuchungen die eine oder die andere Beobachtung bestätigen. Vor der Hand spricht die allgemeine Ansicht und namentlich sprechen die Analysen von Pelletier, Reichardt und Delondre, wonach die unbedeckte Königschina reicher an Alkaloiden ist als die bedeckte, sowie die Analyse von Delondre, wonach die platte *Ch. rubra de Cusco sine epid.* alkaloidhaltiger ist als die gerollte, zu meinen Gunsten.

4) Derselbe Widerspruch zeigt sich zwischen Howard's und meinen vergleichenden Analysen von jüngeren und älteren Rinden gleicher Art. Howard fand in dünnen grossentheils aus Zellgeweben bestehenden Röhren von

*) Das Resultat der Analyse der zweiten Rinde ist um so auffallender, als der die beiden Schichten, wie angegeben wird, trennende „Harzring“ nichts anderes sein kann als das Periderma, und folglich die äussere an Parenchym reichere Schicht die Borke ist, welche man bisher weit entfernt war für den Hauptsitz der Alkaloide anzusehen.

C. lancifolia mehr Alkaloid als in mittleren und noch weniger in fast platten $\frac{1}{2}$ " dicken Rinden, welche vorwiegend aus Bastgewebe bestanden, während ich für die *Calisaya* das entgegengesetzte Resultat gewonnen habe. Dass Zweigrinden ärmer an Alkaloid sind als Stammrinden ist übrigens von jeher, wie von Howard und Karsten selbst anerkannt wird, (p. 233) eine so ausgemachte Sache *), dass es wohl kaum noch einer Entscheidung in diesem Differenzpunkt bedarf. Doch kann ich nicht umhin zwei Gewährsmänner für mich anzuführen: Howard, welcher (p. 233) durch Analysen von dünneren und dickeren Astrinden und Stammrinden von *C. Calisaya* (also an derselben Pflanzenart wie ich) zu dem Resultat kam, dass der Alkaloidgehalt mit dem Alter zunehme, und Karsten, welcher **) dasselbe an *C. lancifolia* Mut. (also an derselben Pflanzenart, für welche es von Howard bestritten wurde) dadurch nachwies, dass er in der Stammrinde $1\frac{1}{2}$ Procent schwefelsaure Alkaloide, in jungen Zweigrinden dagegen gar keine organische Basen sind.

Den Widerspruch zwischen den Resultaten von Howard's Analyse der *C. lancifolia* und der *C. Calisaya* sucht Karsten (p. 237) daraus zu erklären, dass von den älteren Handelsrinden (nur auf *C. Calisaya* kann sich dies beziehen) die parenchymatöse Aussenschicht wie gewöhnlich durch die Sammler abgekratzt gewesen sei, während doch unmittelbar darauf angegeben wird, dass jene Rinden von *C. Calisaya* speciell für Howard's Untersuchungen, wie es scheine von Herrn Spruce gesammelt seien. Abgesehen aber davon würde ja das Abkratzen der Aussenschicht nach Howard's Ansicht umgekehrt einen geringen Alkaloidgehalt für die Stammrinde von *C. Calisaya*

*) Doch ist als Ausnahme dieser Regel zu erwähnen, dass Reichel (vergl. Schleiden's Pharmakognosie p. 285) zwar in mittleren Rinden von *C. lancifolia* mehr Alkaloid fand als in jungen, dagegen in alten weniger.

**) Monatsberichte der Berliner Akademie 1858, p. 261.

zur Folge haben, also, da das Resultat der Analyse das entgegengesetzte ist, das Gegentheil beweisen.

Das Abnorme von Howard's Analyse der Rinden von *C. lancifolia* zeigt sich übrigens weniger in Beziehung auf den Gesamtgehalt an Alkaloiden, indem dieser bei jungen und alten Rinden fast constant erscheint, (so dass daraus fast ebensowenig ein Argument für Howard's Ansicht als für die meinige entnommen werden kann), als in Beziehung auf die einzelne Alkaloide, von denen das Chinin mit dem Alter der Rinde abnehmen, das Cinchonin aber zunehmen soll, während doch nach allen sonstigen Erfahrungen entweder beide Alkaloide mit dem Alter zunehmen oder nur das Chinin zu- dagegen das Cinchonin abnimmt.

Karsten macht (p. 238) gegen die vergleichenden Analysen, auf welche ich meine Ansicht stütze, den Einwurf, dass dabei die Zusammengehörigkeit der Rinden hinsichtlich des Standortes und der Individualität ausser Acht gelassen sei. Ich räume ein, dass, wenn es mir vergönnt gewesen wäre, verschiedene Rinden eines und desselben Baumes von *C. Calisaya* zu untersuchen, die Analysen vielleicht etwas andere Zahlen ergeben hätten. Indess wird doch Karsten der Verschiedenheit vom Standort und Individuum gewiss nicht eine solche Bedeutung zuschreiben wollen, dass dadurch sich Zweig- und Stammrinden in Beziehung auf den Alkaloidgehalt geradezu umkehren sollten, und vollends undenkbar ist es, dass dieser ungünstige Zufall bei allen Analysen, welche je von ungleich starken Rinden einer Art angestellt worden sind, sich hätte wiederholen sollen. Was aber wegen jener Mangelhaftigkeit des Materials meinem Beweis an Exactheit gebricht, das bin ich so glücklich mit Hilfe meiner wichtigen Gewährsmänner Howard und Karsten zu ergänzen, denn p. 233 wird ausdrücklich hervorgehoben, dass die verschiedenen Rindenstücke des *C. Calisaya*, welche zu Howard's Analysen dienten, von dem gleichen Standorte gesammelt waren, und Karstens oben ange-

führte Analyse von *C. lancifolia* bezieht sich nach seiner eigenen Angabe auf einen und denselben Baum. Es stimmen also geradezu diejenigen Untersuchungen jener Beiden, welche in Beziehung auf das Material allen Anforderungen genügen, mit dem Resultat meiner Analyse von *C. Calisaya* überein; — wogegen gerade von derjenigen vergleichenden Analyse Howard's, welche von Karsten meiner Ansicht entgegengestellt wird, nämlich derjenigen von *C. lancifolia* nicht angeführt wird (wenigstens in Karstens Bericht), dass das Material mit Berücksichtigung der genannten Umstände gesammelt worden sei. So erscheint also der Einwurf, womit Karsten meine Ansicht zu widerlegen versuchte, in Wahrheit als eine Bekräftigung meiner Ansicht, während sich derselbe gegen Howard's Ansicht umgewendet hat.

Auf den anderen Theil meiner vergleichenden Analysen, die Vergleichung des Alkaloidgehalts vom Rindengewebe mit vorwiegendem Parenchym und vorwiegendem Bast, findet natürlich Karstens Einwurf gar keine Anwendung; gleichwohl wird dieser Beweis, obwohl in directem Widerspruch mit den betreffenden von Karsten stark betonten Analysen Howard's, von Ersterem nicht berücksichtigt. Auch meine anderen Beweise finden weder bei Howard noch Karsten Widerlegung.

Zum Schluss muss ich noch einige andere in dem Bericht Karstens vorkommende Punkte berühren.

Zunächst soll nach Howard mit der gesteigerten Bildung oder Anhäufung von Alkaloiden die Grenze zwischen Bast und Zellgewebe mehr und mehr verschwinden (p. 231). Abgesehen davon, dass bei den Chinarinden bekanntlich überhaupt keine scharfe Grenze zwischen Bast- und Parenchym-Schicht existirt, ist nicht einzusehen, wie eine solche Grenze verschwinden könnte und namentlich wie dies mit einer Anhäufung von Alkaloiden zusammenhängen könnte, die Erklärung wenigstens, welche Karsten von dieser Erscheinung giebt, nämlich eine allmähliche Umänderung der Bastseicht in parenchymatisches

Gewebe und schliesslich in Kork- und Bastgewebe dadurch, dass alle Elementarorgane ihre Function und Structur ändern (d. h. also, dass die Bastzellen sich in Parenchymzellen verwandeln), ist auch von vorn herein schwer einzusehen, weil alsdann die Verdickungsschichten der Bastzellen aufgelöst werden und neue Zellen innerhalb der letzteren durch Quertheilung entstehen müssten, was meines Wissens nach in der Pflanzenanatomie unerhört ist. Deshalb verstehe ich auch nicht, was Karsten mit der „Mittelrinde“ meint, welche nach seiner Ansicht höchst wahrscheinlich der Hauptsitz der Alkaloide sein soll. Alle Chinarinden bestehen nur aus der primären Parenchymschicht und der secundären oder Bastschicht, welche beide ohne scharfe Grenze in einander übergehen; eine Mittelrinde als eine von der ersteren verschiedene Schicht existirt bei keiner Chinarinde.

Zur Bestätigung des Zusammenhangs des Bruchs mit dem Alkaloidgehalt wird p. 235 eine Stelle von Weddell (p. 25) angeführt, wonach diejenigen Rinden, deren Bruch sich dem korkigen näheren mehr Chinin, diejenigen, deren Bruch kurzfasrig sei, mehr Cinchonin enthielten. Diese Stelle lautet jedoch bei Weddell gerade umgekehrt, nämlich: „Ainsi, plus la surface de la fracture transverse d'un quinquina s'approchera de la forme subéreuse, plus on pourra présumer, qu'il renferme cinchonine; plus, au contraire, elle s'approchera de la forme courtement fibreuse, plus on devra être porté à croire qu'il contient de quinquine.“ Ohnehin steht aber diese Stelle in gar keiner Beziehung zu der angeführten Ansicht von Howard, indem hier von Alkaloidgehalt überhaupt, bei Weddell dagegen vom Verhältniss des Chinin- zum Cinchoningehalt die Rede ist.

Endlich muss ich die Behauptung, dass auch Kork und Borke Alkaloid enthalten, bestreiten; Karsten hätte in der directen chemischen Analyse, auf welche ich mich (p. 142) berufe, einen besseren Grund anerkennen müssen als in den „carminrothen Dämpfen der Zersetzungspro-

ducte;“ aber auch diese Angaben kann ich nicht bestätigen, weder Kork noch Borke zeigen mir beim Verkohlen in der Glasröhre rothe Dämpfe, auch die Parenchymschicht nicht, während dies bei dem Bast sehr deutlich statt findet. Auch schmecken weder Kork noch Borke bitter, die Parenchymschicht nur schwach, der Bast dagegen stark bitter. —

Sonach sind die einzigen Punkte, welche aus Howard's Untersuchung meiner Ansicht gegenüber in Betracht kommen können: die angebliche Entdeckung von krystallisirten Alkaloiden in den Parenchymzellen in der rothen China-rinde, und die Angabe, dass er in der äusseren parenchymatischen Schicht derselben Rinde mehr Alkaloid gefunden habe als in dem Bastgewebe. Möchten die Chemiker durch Nachprüfung dieser Punkte die bestehende Differenz über die im Vorstehenden behandelte wichtige Frage zur Entscheidung bringen.

Marburg, im Juni 1863.

Chiningehalt ostindischer China-Rinden und Blätter.

Die von den Engländern in Ostindien im Neilgherry-Gebirge seit dem Jahre 1861 angepflanzten Cinchonon lieferten schon jetzt, nach den chemischen Analysen Howard's das interessante Ergebniss, dass sie hinsichts ihres Gehaltes an organischen Basen den guten südamerikanischen Rinden gleichkommen. Vorzugsweise wurde in Ostindien die *C. succirubra* Pav. angepflanzt. Von dem Ende 1862 vorhandenen 25,000 Cinchonon-Bäumchen gehörten die Hälfte dieser Art an. Howard erhielt aus 15 Monate alter Rinde dieser Species 3,30 — 3,40 Proc. organische Basen, wovon durch Aether 2,40 Proc. Chinin mit etwas Cinchonidin vermischt ausgezogen wurde und 0,60 Cinchonin zurückblieb. (Verlust 0,30 — 0,40 Proc.)

Eine andere Analyse einjähriger Rinde lieferte 2,59 Proc. organische Basen, wovon 2,55 Proc. in Aether