

2. Chemische Eigenschaften.

Die meisten Stoffe unserer Gruppe sind in Wasser wenigstens bei Anwesenheit schwacher Alkalien löslich, einige sogar sehr hygroskopisch. In Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform löst sich keine unserer Substanzen, und in kaltem, absolutem Alkohol sind zwar nicht alle, aber doch viele unlöslich, während sie sich in warmem, verdünntem Alkohol fast ausnahmslos gut lösen. Das zum Isolieren von Alkaloiden und Glykosiden so häufig benutzte Ausschütteln gelingt daher bei ihnen mit den gewöhnlichen Ausschüttelungsmitteln nicht, sondern nur mit Amyl- und Isobutylalkohol, und auch damit nur unvollkommen, wie ich durch N. Kruskal¹⁾ habe nachweisen lassen. Wie diese Methode sich verbessern lässt, werden wir weiter unten erfahren.

Aus der Tatsache, dass sie in wasserhaltigem Alkohol in der Hitze löslich sind, aber beim starken Abkühlen ausfallen, beruht die alte, sehr oft verwandte Schradersche²⁾ Methode der Darstellung. Das so erhaltene Saponin ist meist noch mit Farbstoffen etc. verunreinigt.

Versetzt man konz. wässrige Lösungen der Saponine mit heissgesättigter Baryumhydroxydlösung, so fällt ein Niederschlag aus, welcher das betreffende Saponin als Barytverbindung enthält. Dieser Niederschlag ist in Barytwasser unlöslich und kann daher mit letzterem ausgewaschen werden. Nach Abscheidung des Baryts aus der Verbindung erhält man das Saponin schneeweiss. Dies ist die von Fr. Rochleder³⁾ und seinen Schülern Schwarz und v. Payr eingeführte zweite Methode der Darstellung. Sie erinnert an die bekannte Zuckereinreinigungsmethode mittelst des Barytverfahrens und dürfte wohl auch auf der „Zuckerseitenkette“ im Saponinmolekül beruhen.

Eine dem Strontianitverfahren der Zuckerfabriken entsprechende Abscheidung der Saponine als Strontianverbindung ist nicht ausgebaut worden, wohl aber hat Greene⁴⁾

¹⁾ Dorpater pharmakol. Instit. Arb. Bd. 6, 1891, p. 18.

²⁾ Gehlens Neues allgem. Journ. der Chemie, Bd. 8, 1808, p. 548.

³⁾ Wiener Akad. Sitz-Ber. Bd. 11, 1854, p. 335 und Bd. 45, 1862, p. 7.

⁴⁾ Americ. Journal of Pharmacy vol. 50 [4. Reihe, vol. 8], 1878, p. 250 und 465.

bei Untersuchung des *Chamaelirium luteum* auf Saponin die dritte der alkalischen Erden, wenn auch anders als im obigen für Baryum angeführt wurde, verwendet. Er versetzte das konz. wässrige Dekokt der Wurzel unserer Pflanze mit Magnesiumhydroxyd, dunstete zur Trockne ein und kochte den zerriebenen Trockenrückstand mit Alkohol aus. Später ist diese Methode nur noch von Kruskal¹⁾ für die weisse Seifenwurzel, die Seifennüsse und für *Chamaelirium luteum* zu vergleichenden Gehaltsbestimmungen angewandt worden. Sie kann sich an Wert mit der Barytmethode nicht messen, weil dabei ja nur die Gerbstoffe unlöslich gemacht und gar keine auswaschbaren Verbindungen von Saponinen mit Magnesia hergestellt werden.

Denselben Einwand muss ich gegen die von L. Weil in Strassburg eingeführte und für das Rosskastaniensaponin patentierte²⁾ Verfahren erheben. Dieser Autor behandelt die entfetteten Kastanien nach dem Schraderschen Verfahren, löst das dabei gewonnene Rohsaponin nochmals in heissem Alkohol und digeriert die Lösung mit frisch gefälltem Bleihydroxyd. Wie er ganz richtig angibt, werden dabei Säuren (natürlich auch Saponinsäuren, falls welche vorhanden sind) entfernt, aber keine chemische Verbindung des zu reinigenden neutralen Saponins erzielt. Insofern ist auch diese Methode wie die von Greene der Barytmethode nicht gleichwertig, die ein höchstens mit Barytspuren verunreinigtes Saponin liefert und an Eleganz nichts zu wünschen übrig lässt.

Leider ergab sich bei einer Prüfung solcher von mir und von andern Autoren nach der Barytmethode abgeschiedenen Saponine aus verschiedenen Pflanzen, die ich³⁾ ausführte, dass diese Reinigung auf Kosten der Wirksamkeit geschieht, was übrigens auch schon R. Böhm für die von G. Dragendorff⁴⁾ abgeschiedenen Barytsaponine gefunden, aber nicht weiter verfolgt hatte.

Eine weitere Eigenschaft der Saponine, welche zur Reindarstellung derselben von Ed. Stütz⁵⁾ zuerst und fast ausschliesslich

¹⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 6, 1891, p. 46.

²⁾ Deutsches Reichspatent No. 144760.

³⁾ Tagebl. der Strassburger Nat.-Forsch.-Vers.; Sitz.-Ber. d. pharmakol. Sektion v. 19 Sept 1885, p. 230. — Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd 23, 1887, p. 239.

⁴⁾ Beiträge zur gerichtl. Chemie einzelner organischer Gifte 1872, p. 48.

⁵⁾ Liebigs Annalen der Chemie Bd. 218, 1883, p. 231.

benutzt worden ist, besteht darin, dass man die nach der Schraderschen Methode vorgereinigten Stoffe acetyliert und aus der Acetylverbindung regeneriert. Ich¹⁾ konnte zeigen, dass das dabei von Stütz gewonnene „ganz reine Saponin“ der Quillajarinde wirkungslos ist, während das unreine vom Blute aus etwa so giftig wie Strychnin ist. Ob dieses unwirksame, ganz reine Saponin in der Quillajarinde präformiert ist, lässt Stütz unentschieden; falls dies der Fall wäre, müssten wir also in der Rinde neben wirksamem Saponin unwirksames annehmen.

Die Saponinsubstanzen haben weiter sämtlichst die Eigenschaft, mit Bleisalzen Verbindungen einzugehen. Darauf beruht die von mir eingeführte und seitdem von recht verschiedenen Autoren mit Erfolg angewandte Abscheidungsmethode mittelst Bleiacetat²⁾, welche gleichzeitig die grosse Annehmlichkeit bietet, bei denjenigen Pflanzen, wo zwei Saponine vorhanden sind, diese zu trennen, indem das eine mit neutralem Bleiacetat ausgefällt wird, während das zweite aus dem Filtrate der ersten Fällung mittelst basischem Bleiacetat abgeschieden wird. Beide Bleiverbindungen werden mit Schwefelwasserstoff zerlegt und die entstehende schwarze Schüttelmixtur mit soviel Alkohol versetzt, bis sie filtrierbar wird. Die Filterrückstände werden mit Alkohol mehrmals energisch ausgekocht und diese Dekokte mit den ursprünglichen, inzwischen zum Sirup eingedunsteten Filtraten vereinigt. Aus den beiden Gemischen fällt nach dem Abkühlen Aether die Saponinsubstanzen aus. Erst seit dieser Zeit existiert die von mir eingeführte Bezeichnung „Gruppe der Saponinsubstanzen“, während noch kurz vorher Männer wie Dragendorff³⁾ dafür eintraten, dass es nur ein einziges einheitliches Saponin gäbe, und dass dieses aus verschiedenen Pflanzen identisch sei. Meine Methode hat Vorzüge, aber auch Schattenseiten. Der erste Vorzug derselben besteht darin, dass sie auch ohne Elementaranalyse die sämtlichen Saponine in zwei Untergruppen, d. h. in saure und in neutrale

¹⁾ Arch. exp. Path. u. Pharm. Bd. 23, 1887, p. 240.

²⁾ Kobert, l. c. p. 241.

³⁾ Christophsohn, Vergl. Untersuchungen über das Saponin der Wurzel von *Gypsophila Struthium*, der Wurzel von *Saponaria officinalis*, der Quillajarinde und der reifen Samen von *Agrostemma Githago*. Dissert. Dorpat 1874 (unter G. Dragendorff).

Saponine teilt und, falls Gemische dieser Untergruppen vorliegen, diese zu trennen verstattet. Der zweite Vorzug meiner Methode, den sie namentlich vor der Schraderschen hat, besteht darin, dass man bei fraktionierter Fällung mittels neutralem Bleiacetat in der ersten Fraktion die Hauptmenge der etwa anwesenden Gerb- und Farbstoffe hat, so dass die folgenden Fraktionen fast aus reinem saponinsaurem Blei bestehen. Ebenso besteht die basische Bleiacetatfällung fast ausschliesslich aus Bleisaponin. Ein dritter Vorzug meiner Methode, welchen sie namentlich den Methoden von Rochleder und von Stütz gegenüber hat, besteht darin, dass sie die Intensität der Giftwirkung der Saponine nicht im mindesten abschwächt. Die in die erste Untergruppe gehörigen Saponinsubstanzen sind, wie schon gesagt wurde, saurer Natur und können daher auch als Saponinsäuren bezeichnet werden. Freilich ist die Acidität derselben keine grosse. Immerhin genügt sie, um auf Lakmus rötend einzuwirken und Kongorot zu bläuen. Mit Ausnahme zweier werden diese Säuren in Wasser erst gut löslich, wenn man die Acidität derselben durch ein Alkali neutralisiert, während die neutralen Saponine meist auch in angesäuertem Wasser gut löslich sind. In diese Gruppe der sauren Saponinsubstanzen gehören die von mir gefundene Quillajasäure¹⁾ der Quillajarinde, die von meinen Schülern Jos. Atlass²⁾ und F. Kestner³⁾ aus der nördlichen und südlichen⁴⁾ Senegawurzel abgeschiedene, chemisch noch nicht weiter untersuchte Polygalasäure, die von Boorsma nach meiner Methode aus dem Samen des chinesischen Tees abgeschiedene Teesaponinsäure⁵⁾ und die von demselben Autor aus dem Assamtee gewonnene Assamsäure⁶⁾, sowie die von meinem Schüler

¹⁾ Kobert l. c. p. 240.

²⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 1, 1888, p. 62.

³⁾ Ueber die Isolierung der Saponinsubstanzen in *Polygala Senega* var. *latifolia*. Sitz-Ber der Dorpater Naturforschergesellschaft Bd. 11—13, p. 298.

⁴⁾ Th. Greenish, *Pharmac. Journal and Trans.* vol. 9, 1878, 7 sept, p. 193. — Geo Goebel, *Americ. Journ. of Pharm.* 1881, july, p. 321. — J. Maish, *ibid.* p. 387. — J. U. Lloyd, *Pharm. Rundschau* 1889, April, p. 86 und Aug. p. 191. — J. Maish, *Americ. Journ. of Pharm.* 1889, p. 449.

⁵⁾ Dissert. Utrecht 1891.

⁶⁾ *Pharmaz.-Ztg.* 1891 No. 14; van Rijn, *Glykoside* (Berlin 1900), p. 316.

W. Frieboes¹⁾ aus der Guajakrinde und den Guajakblättern dargestellten zwei Guajaksaponinsäuren. Das weiter unten noch zu besprechende Melanthin des Schwarzkümmels möchte ich in Melanthinsäure umbenennen, da es saure Eigenschaften hat. Auch das Saponin der Achrasamen²⁾ hat saure Eigenschaften. Die sämtlichen in diese erste Untergruppe gehörigen Substanzen fallen, wie gesagt, aus der wässrigen Drogenabkochung schon mit neutralem Bleiacetat aus.

Ihnen gegenüber steht die zweite Untergruppe, deren Glieder neutral reagieren und sich nicht mit Bleizucker, sondern erst mit Bleiessig, d. h. mit basischem Bleiacetat fällen lassen und daher aus dem Filtrate der ersten Fällung mit Vorteil gewonnen werden können. Hierher gehört die Mehrzahl der Saponinsubstanzen. Ich begnüge mich die den oben genannten Säuren entsprechenden zu nennen. Neben der Quillajasäure enthält die Quillajarinde das neutrale, von mir entdeckte und von meinem Schüler Dm. Pachorukow³⁾ untersuchte Quillajasapotoxin, welches mit dem von Kruskal dargestellten Saponin der levantischen Seifenwurzel⁴⁾, mit dem Sapindussapotoxin⁵⁾ Kruskals und dem Agrostemmasapotoxin desselben Autors⁶⁾ nicht verwechselt werden darf. Neben der Polygala-säure enthält die Senegawurzel das neutrale Senegin. Die Teesamen enthalten neben der Teesaponinsäure ein neutrales Teesaponin und der Assamtee neben Assaminsäure das neutrale Assamin. Neben Guajaksaponinsäuren fand Frieboes in Guajakrinde und -blättern neutrale Guajaksaponine. Von Saponindrogen, welche mehrere neutrale Saponinsubstanzen neben einander enthalten, kenne ich nur eine, die Sarsaparillwurzel. Mein Schüler W. v. Schulz⁷⁾ hat drei daraus gewonnene neutrale Substanzen einer chemischen und pharmakologischen Vorprüfung unterzogen, die er als Parillin, Sarsasaponin und

¹⁾ Beiträge zur Kenntnis der Guajakpräparate. Rostocker Preisschrift (Stuttgart 1903), p. 35.

²⁾ Maish, American Journal of Pharm. 1891, p. 67. — Michaud, ebenda p. 572; Americ. Chem. Journ. 13, 1892, p. 572.

³⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 1, 1888, p. 7.

⁴⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 6, 1891, p. 22.

⁵⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 6, 1891, p. 23.

⁶⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 6, 1891, p. 106.

⁷⁾ Dorpater Pharmakol. Inst. Arb. Bd. 14, 1896, p. 1.

Smilasaponin bezeichnet. Das Parillin weicht insofern vom typischen Verhalten der Saponinstoffe ab, als es erstens gut kristallisiert und als es zweitens in kaltem Wasser fast unlöslich, dafür aber in starkem Alkohol besser löslich ist als in verdünntem. Auch das Sarsasaponin ist kristallinisch. Da es in Wasser löslich ist, liess sich sein Verhalten im Dialysator studieren. Wie bei seiner kristallinischen Natur nicht anders zu erwarten ist, dialysiert es relativ leicht im Gegensatz zu den meisten andern Saponinsubstanzen.

Von Farbreaktionen, welche vielen Saponinsubstanzen eigen sind, nenne ich zwei. Beim längeren Stehen an der Luft (oder vorsichtigem Erwärmen) mit konz. oder fast konz. Schwefelsäure erfolgt, wie Rosoll fand, eine charakteristische Rotfärbung.

Mit alkoholischer Schwefelsäure und einem Tropfen verd. Eisenchlorid, erfolgt, wie ich¹⁾ fand, eine Grünblaufärbung. Beide Reaktionen sind zum mikroskopischen Nachweis unserer Substanzen in Pflanzenschnitten brauchbar.

Ein drittes Reagens, welches von Mecke²⁾ für Morphin, Kodein, Narkotin und Narcein angegeben ist, passt sehr gut auch für eine Reihe von Saponinsubstanzen, z. B. für Cereinsäure, welche, wie ich fand, damit kirschrot wird, und für Guajaksaponinsäure, welche damit nach Frieboes prachtvoll violett wird. Das Reagens besteht aus einer Lösung von seleniger Säure in konz. Schwefelsäure. Es ist auch zu pharmakognostischen Schnittreaktionen brauchbar.

Eine vierte Reaktion, welche ich schon 1885 fand und die fast alle damals käuflichen Saponine, sowie die von mir dargestellte Quillajasäure gab, ist auf meine Veranlassung von P. Hoffmann³⁾ aufs genaueste weiter untersucht worden. Sie besteht in einer intensiven Rotfärbung bei Zusatz und eventuellem Erwärmen mit Millons Reagens oder noch besser mit der Nasseschen⁴⁾ Modifikation dieses Reagens, d. h. einer Lösung von essigsaurem Quecksilberoxyd, der vor dem Gebrauche ein Tropfen Kaliumnitritlösung zugesetzt wird. Sie ist für die polizeiliche Chemie zum Nachweis von Quillajapra-

¹⁾ Pharmac.-Ztg. 1885; Realenc. der Pharmacie Bd. 9, 1890, p. 58.

²⁾ Nat. Edm. Springer, Der Alkaloidnachweis (Breslau 1902) p. 47.

³⁾ Chem. Ber., Jg. 36, 1903, p. 2734.

⁴⁾ Pflügers Arch. der ges. Phys., Bd. 83, 1901, p. 361.

raten in Genussmitteln und Fettemulsionen von grossem Wert, da sie ungemein empfindlich ist, kommt aber der intakten, ganz reinen Quillajasäure nach Hoffmann nicht zu, sondern einer Substanz, welche einerseits in der Quillajarinde präformiert enthalten ist und daher auch in unreinen Quillajapräparaten nie fehlt, und welche andererseits bei der Spaltung der Quillajasaponine durch trockne Hitze entsteht und dem Reaktionsprodukt durch Ausäthern entzogen werden kann. Ebenso kann man sie der unreinen Quillajasäure durch Auskochen mit Aether entziehen.

Die Zusammensetzung der meisten Saponinsubstanzen zeigt, dass sie annähernd zu Reihen gehören, welche durch die von A. Flückiger¹⁾ aufgestellte Formel $C_{10}H_{2n-10}O_{18}$ oder durch die von mir²⁾ aufgestellte Formel $C_nH_{2n-8}O_{10}$ ausgedrückt werden. Wenn die Werte zu diesen Formeln nicht genau stimmen, so kann dies bei nicht kristallisierenden Substanzen nicht wundernehmen. In die Flückigersche Reihe passen die von diesem Autor gewonnenen Zahlen für 2 Parilline $C_{40}H_{70}O_{18}$ und $C_{48}H_{86}O_{18}$, sowie die in meinem Institute von Kruskal³⁾ gefundenen Werte für Chamaelirin $C_{36}H_{62}O_{18}$ und die von P. Hoffmann⁴⁾ für Quillajasäure $C_{33}H_{56}O_{18}$. In meine Reihe passen mehr Glieder als in die Flückigersche, und zwar sind es von den verschiedensten Autoren analysierte Saponine. Sie finden sich bei Friboes⁵⁾ zusammengestellt, der der Reihe selbst zwei neue Glieder hinzugefügt hat, so dass jetzt die Formeln $C_{16}H_{24}O_{10}$, $C_{17}H_{26}O_{10}$, $C_{18}H_{28}O_{10}$, $C_{19}H_{30}O_{10}$, $C_{20}H_{32}O_{10}$, $C_{21}H_{34}O_{10}$, $C_{22}H_{36}O_{10}$, $C_{24}H_{40}O_{10}$, $C_{26}H_{44}O_{10}$ und $C_{29}H_{50}O_{10}$ durch Annäherungsanalysen von z. T. recht verschiedenen Pflanzen entstammenden Saponinsubstanzen wenn nicht erhärtet, so doch wahrscheinlich gemacht wird. Als Vorstehendes schon im Druck war, wurde von L. Rosenthaler⁶⁾ auch noch ein Saponin von der Formel $C_{15}H_{22}O_{10}$ gefunden.

Die Stoffe von der Formel $C_{17}H_{26}O_{10}$ habe ich als Sapotoxine bezeichnet. Selbst diese sind trotz gleicher pro-

¹⁾ Arch. der Pharmacie, Bd. 210 (3. Reihe Bd. 10), 1877, p. 532.

²⁾ Dorpater pharmakol. Inst. Arb. Bd. 6, 1891, p. 29.

³⁾ Ebenda, p. 25.

⁴⁾ Chem. Ber., Jg. 36, 1903, p. 2722.

⁵⁾ Beiträge zur Kenntnis der Guajakpräparate (Stuttgart 1903), p. 63.

⁶⁾ Arch. der Pharmacie, Bd. 241, 1903, p. 614.

zentischer Zusammensetzung wohl schwerlich identisch, wenigstens nicht die von mir selbst geprüften. Ich unterscheide sie daher durch die unterscheidenden Bezeichnungen Quillaja-Sapotoxin, Sapindus-Sapotoxin und Saponalbin-Sapotoxin (d. h. Sapotoxin der *Saponaria alba* s. *levantica*). Auch die von meinem Schüler Kimura¹⁾ analysierte Ipecacuanhasäure passt zu dieser Formel, unterscheidet sich aber in ihren Eigenschaften von den Saponinsubstanzen wesentlich.

Alle Saponinsubstanzen erleiden beim Erhitzen ihrer Lösungen mit verdünnten Mineralsäuren eine Spaltung in eine oder mehrere Zuckerarten, sowie in einen ungiftigen, in kaltem Wasser unlöslichen Stoff, Sapogenin genannt. P. Hoffmann (l. c.) hat sich mit dieser Spaltung kürzlich eingehend beschäftigt. Die Sapogenine sind ebenfalls nicht durchweg identisch. Sie sind als Säuren anzusehen, färben Kongorot blau und bilden wasserlösliche Alkalisalze, die z. T. kristallisieren. Für das Sapogenin der Quillajasäure stellt Hoffmann die Formel $C_{12}H_{18}O_4$ oder $C_{18}H_{27}O_6$ auf. L. Rosenthaler (l. c.) kommt für das Sapogenin des Entadasaponins zu der Formel $C_{30}H_{50}O_6$. Auf die Saponin-formeln älterer Autoren will ich hier nicht eingehen.

Der erste, welcher ein Alkalisalz eines Sapogenins in Kristallen erhielt, war Rochleder²⁾. Er nannte den aus der Saponinsäure der Caincawurzel dargestellten Stoff Caincetinkalium. Nach seiner Methode arbeitend, erhielt Hoffmann auch das Quillajasäure-Sapogeninkalium in Kristallen.

Unter den neben Sapogenin bei der Quillajasäurespaltung entstehenden Zuckerarten konnte Hoffmann Galaktose sowie einen rechtsdrehenden, nicht vergärbaren Zucker nachweisen. Auch Rosenthaler fand bei der Spaltung des Entadasaponins Galaktose.

Uebrigens sind, wie ich hier nachträglich bemerken möchte, die meisten Saponinsubstanzen an sich optisch aktiv, so dass sich in Lösungen derselben kleine Zuckermengen nicht ohne weiteres polariskopisch nachweisen lassen.

Neben Sapogenin und einem Zucker bzw. mehreren Zuckerarten entstehen bei der Spaltung mehrerer Saponine, wie zuerst

¹⁾ Archives internat. de Pharmacodyn. et de Ther., vol. 11, 1903, p. 421.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem., Bd. 85, 1862, p. 284.

meinem Schüler Kruskal aufgefallen ist und wie durch Hoffmanns Untersuchungen bestätigt wird, noch je ein anderer, zur Zeit noch ungenügend erforschter Stoff. Bei der Zerlegung des einzigen zur Saponinreihe gehörigen Alkaloides, des Solanins, ist dieser dritte Stoff von A. Hilger und W. Merkens¹⁾ soeben als Crotonaldehyd erkannt worden.

3. Ort des Vorkommens; Mengenverhältnis.

Es ist eine der grössten botanischen Merkwürdigkeiten, dass unsere Substanzen, über deren pflanzenphysiologische Bedeutung die Wissenschaft bisher gar nichts auszusagen weiss, so ungemein verbreitet sind, dass mein Schüler Frieboes²⁾ ohne grosse Mühe 46 Familien aufzählen konnte, in welchen Saponine vorkommen. Die Zahl der saponinhaltigen Pflanzenarten beträgt mehrere Hunderte. Ich begnüge mich hier auf die Frieboessche Zusammenstellung zu verweisen. Sie betrifft sowohl monokotyle als dikotyle Pflanzen aller Erdzonen.

Was die Pflanzenteile anlangt, welche Saponine enthalten, so nenne ich Wurzel (Senega, Saponaria, Chamaelirium), Knolle (Cyclamen), Rinde (Quillaja, Guajacum), Frucht (Sapindus), Samen (Aesculus, Thea, Entada, Agrostemma), Stengel (Dulcamara), Blätter (Guajacum). Es scheint also kaum einen Teil des Pflanzenorganismus zu geben, in welchem unsere Glykoside nicht vorkommen könnten. Damit ist aber natürlich nicht etwa gesagt, dass die Saponine auch in allen Teilen gebildet werden könnten. Es scheint am wahrscheinlichsten, dass sie in den Blättern gebildet und in andern Organen nur abgelagert werden.

Die Mengen, in welchen unsere Stoffe in Rinden, Wurzeln etc. abgelagert werden können, sind recht bedeutend. So fand beispielsweise E. Laves³⁾ in den Samen der Rosskastanie bis 13% des zu den Saponinen gehörigen Aphrodäscins. Einige quantitative Bestimmungen, welche ich für mehrere Saponindrogen ausführen liess, möge man bei Kruskal⁴⁾ einsehen.

¹⁾ Chem. Ber., Jg. 36, 1903, p. 3204.

²⁾ Beitr. z. Kenntn. d. Guajakpräparate (Stuttgart 1903), p. 38.

³⁾ Verhandl. d. Vers. deutsch. Nat. u. Aerzte, 1902, Bd. II.

⁴⁾ Dorpater pharmakol. Inst. Arb. Bd. 6, 1891, p. 43 u. 113.