

Ueber die Verbreitung chemischer Verbindungen in der Pflanzenwelt.

Von

Ed. Schär.

(Vortrag in der Sitzung vom 26. Nov. 1888.)

Zu Anfang unseres Jahrhunderts erschien (1804 in erster und 1816 in zweiter Auflage) eine Schrift des bekannten Genfer Botanikers Aug. Pyr. De Candolle ¹⁾, welche damals nicht geringes Aufsehen erregte und den Titel führte: »Versuch über die Arzneikräfte der Pflanzen verglichen mit den äussern Formen und der natürlichen Klasseneintheilung derselben«. In diesem Buche, dessen zweite Ausgabe mir in der deutschen Uebersetzung von K. J. Perleb (1818) vorliegt, bespricht der berühmte Vertreter der systematischen Botanik in einer ersten Abtheilung »Grundsätze und Regeln der Vergleichung zwischen den Formen und Eigenschaften der Pflanzen« und erörtert in einem I. Capitel die »Allgemeinen Beweise, dass es eine Analogie zwischen den Eigenschaften und den äussern Formen der Pflanzen gibt«. Diese Beweise werden 1) »aus der Theorie«, 2) »aus der Naturbeobachtung« und 3) »aus pharmakologischen, ökonomischen u. a.

¹⁾ Essai sur les propriétés médicales des plantes comparées avec leur formes extérieures et leur classification naturelle. Paris 1804. — Ed. II. Paris 1816.

Erfahrungen) hergeleitet, und im Vorworte des Autors lesen wir die Bemerkung: „Ich wünschte sehr, diess Werk möchte, indem es einem geschickten Chemiker in die Hände fiel, denselben veranlassen, diesem einzelnen Punkte der Wissenschaft eine eigene Reihe von Versuchen zu widmen, und einige Pflanzen einer jeden Familie zu zerlegen, um zu untersuchen, ob im Allgemeinen die analogen Säfte und Organe der Arten gleicher Geschlechter oder Familien von Pflanzen in ihren nähern chemischen Bestandtheilen übereinstimmen oder nicht?“

Vergleichen wir die neuere Entwicklung der organischen Chemie mit dem damaligen Stande dieser Wissenschaft, so kann der Unterschied kaum grösser gedacht werden! Zu jener Zeit waren ja wohl die Elemente entdeckt, aus denen die organischen Substanzen gebildet sind; durch die Arbeiten Scheele's und anderer Chemiker, am Schlusse des letzten und zu Beginn dieses Jahrhunderts, waren eine Anzahl organischer Verbindungen, so namentlich einige Pflanzensäuren und Cyanverbindungen, aufgefunden und in ihren chemischen Eigenschaften erkannt und beschrieben worden; zahlreiche Pflanzenstoffe waren zwar in unreiner Form, d. h. als theilweise ziemlich complicirte Gemenge chemischer Verbindungen beobachtet und aus mannigfachen Materialien extrahirt; allein an eine Ermittlung ihrer procentischen Zusammensetzung, an die Aufstellung einer chemischen Formel und an eine rationelle Classification konnte erst in spätern Decennien gedacht werden, als die Methoden der Elementar-Analyse so weit ausgebildet waren, dass sie Gemeingut der chemischen Laboratorien werden konnten.

Wie ganz anders stellt sich, nachdem seit Herausgabe des kleinen Werkes von De Candolle drei Viertel eines Jahrhunderts verfloßen sind, die organische Chemie in ihrer heutigen Gestalt und Ausdehnung dar! Abgesehen von einer schon jetzt fast unüberschbaren Reihe synthetisch dargestellter Verbindungen, sog. künstlicher organischer Substanzen im Rahmen der Chemie des Kohlenstoffs, treten uns zahllose organische Stoffe der verschiedensten Kategorien entgegen, welche in den letzten fünfzig Jahren in geringerer oder grösserer chemischer Reinheit aus dem unerschöpflichen Materiale der Pflanzen- und Thierspecies aller Länder und Zonen isolirt worden sind und welche selbst wieder, durch Verquickung der chemischen Analyse und Synthese, eine reiche Menge neuer organischer Substanzen in Form künstlicher Derivate und Zersetzungsproducte geliefert haben. Dieser Reichthum chemischer Verbindungen in der Pflanzenwelt und die eminente Bedeutung, welche vielen Stoffen dieser Art als Bestandtheilen von Heilmitteln, Genussmitteln und Nahrungsmitteln zukömmt, fordern ganz von selbst zu dem Versuche auf, eine Uebersicht über die Verbreitung aller dieser Substanzen im Pflanzenreiche zu gewinnen und dabei auch die speciellen Ansichten in Betracht zu ziehen, welche in der erwähnten Schrift seitens eines hervorragenden Naturkundigen jener Zeit niedergelegt worden sind.

Hierbei legt die einem Vortrage eingeräumte Zeit von vornherein die Nothwendigkeit einer Beschränkung in der Behandlung des Gegenstandes nahe, und es werden desshalb, neben der Betonung allgemeiner Gesichtspunkte, die sog. allgemein verbreiteten Pflanzenstoffe nur kurz besprochen und im Uebrigen nur einzelne,

wichtigere, specielle Gruppen von Pflanzenstoffen eingehender betrachtet werden können.

Von physiologisch-chemischem Standpunkte aus wird zunächst an die wohlbekannte Thatsache zu erinnern sein, dass der Chemismus der Pflanze, weil von den denkbar einfachsten chemischen Verbindungen ausgehend, vorwiegend synthetischer Natur ist, während die chemischen Vorgänge im thierischen Organismus, welcher sich im Sinne einer regressiven Umwandlung, Auflösung und Vereinfachung hochorganisirter Verbindungen seiner Nahrung bethätigt, gewissermassen analytischen Character tragen. Da aber — eine nicht unwichtige Erkennungseigenschaft der neuern biologischen Chemie — diese Unterschiede zwischen Thier und Pflanze nicht als absolute, sondern nur als relative aufzufassen sind, so ergeben sich für die chemische Beschaffenheit der pflanzlichen und der thierischen organischen Substanzen gewisse Differenzen, andererseits aber auch gewisse Analogien, welche namentlich in der Thatsache ihren Ausdruck finden, dass in neuerer Zeit zahlreiche organische Stoffe, welche als nur dem Thierkörper angehörend betrachtet worden waren, auch in Pflanzen aufgefunden, z. Th. sogar als weitverbreitete pflanzliche Verbindungen erkannt worden sind.

So tragen in der That die meisten in der Pflanze auftretenden chemischen Verbindungen den Character synthetisch gebildeter Stoffe, die aus einfacheren Substanzen durch Anlagerungen von Atomcomplexen, durch Substitutionen, durch abwechselnde chemische Reductionen und Oxydationen, mit einem Worte durch chemischen Aufbau entstanden sind, während sich die Producte des thierischen Stoffwechsels und zahlreiche Bestandtheile

des Thierkörpers als Producte vorwiegender Oxydationen und Spaltungen, also als Ergebnisse eines chemischen Abbaus darstellen. Hinwieder zeigen sich in der chemischen Biochemie des Thieres und der Pflanze insofern eigenenthümliche Analogien, als beispielsweise die im Thierleibe vorkommenden Proteinstoffe, nach vorheriger chemischer Veränderung der Proteinstoffe der pflanzlichen oder thierischen Nahrung, durch den thierischen Organismus regenerirt, also durch eine partielle Synthese wieder erzeugt werden, während andererseits im Pflanzenkörper, zumal bei der Keimung und anderen physiologisch wichtigen Vorgängen, in den lebenden Geweben Asparagin, Amidosäuren (wie Leucin und Tyrosin), kreatinartige Substanzen und wohl auch pflanzliche Ptomaine gebildet werden. — lauter Verbindungen, welche mit den bei chemischen Umsetzungen im Thierkörper, namentlich bei der regressiven Metamorphose der Eiweisssubstanzen und bei gewissen fäulnissartigen Vorgängen im Darmkanal, auftretenden Stoffen (aus der Gruppe der Amidosäuren, der Guanidin- und Harnstoffderivate, sowie der thierischen Ptomaine) theils identisch, theils nahe verwandt sind. Man wird also an der Hand der neuern Ergebnisse der physiologischen Chemie des Pflanzen- und Thierreichs daran festhalten dürfen, dass einerseits auch im Pflanzenleben vielfach regressiv chemische Vorgänge zu beobachten sind, wie sich andererseits im menschlichen und thierischen Körper Vorgänge abspielen, die als synthetische Reactionen zu betrachten sind und die mehr und mehr zur Geltung kommende Ansicht bekräftigen, dass jener Antagonismus in den chemischen Functionen der Pflanze und der thierischen Lebewesen nicht mehr in der frühern strengern Fassung aufrecht zu erhalten sei.

Jedenfalls aber unterscheidet sich die Pflanze vom Thier durch den ausserordentlichen Reichthum der in ihr gebildeten Substanzen, und es legt die fast unüberschaubare Reihe von Pflanzenstoffen, auch da, wo es sich nur um eine kleinere Anzahl derselben handelt, sofort das Bedürfniss nach einer Classification nahe. Eine bisher allgemein übliche Eintheilung unterscheidet zunächst die (allgemein verbreiteten) Pflanzenstoffe, denen eine unzweifelhaft physiologische Rolle im Pflanzenleben zukömmt, und in zweiter Linie die sog. «specificen, vereinzelt auftretenden» Stoffe, deren physiologische Bedeutung eine weniger erhebliche oder, wie meist, überhaupt nicht nachweisbar ist. Zu der ersten Abtheilung gehören, wenigstens theilweise, zunächst die Pflanzensäuren, sodann gewisse indifferente Stoffe, so besonders die Kohlenhydrate, ferner Harze, Fette, Eiweissstoffe, Farbstoffe und Gerbstoffe, während der zweiten Gruppe zahlreiche Classen chemischer Verbindungen angehören, so die Pflanzenbasen (Alkaloiden), manche Pflanzensäuren der Fettreihe und der aromatischen Reihe einschliesslich zugehöriger Alkohole, Aldehyde und Ester, die aromatische Gruppe der Phenole und Chinone, besonders die Naphthalin- und Anthracenreihe, die ätherischen Oele und verschiedene Harzsäuren, zahlreiche specifiche Farbstoffe, Bitterstoffe (incl. Glycoside) u. A. m. Kaum ist es nothwendig zu betonen, dass jene beiden Abtheilungen vielfach in einander übergehen, insofern manche Gruppen chemischer Stoffe sowohl der einen wie der andern angehören, und dass somit eine schablonenhafte Trennung solcher Hauptabtheilungen von Pflanzenstoffen a priori unthunlich ist. Geht doch die Natur, unbekümmert um menschliche Schematisirung und Systematisirung, ihre eigenen Wege,

während unsere Classificationen immer nur Hilfsmittel zu besserer Uebersicht bleiben werden.

Dem pharmakognostischen Standpunkte des Vortragenden entsprechend soll lediglich eine beschränkte Auswahl medicinisch und technisch wichtiger Pflanzenstoffe den Gegenstand des nachstehenden Ueberblickes bilden, dem zunächst einige historische Bemerkungen vorangehen mögen.

Wie nicht anders zu erwarten, haben die allgemeinen Vorstellungen über die Verbreitung physiologisch wirksamer Stoffe in der Pflanzenwelt periodisch nicht wenig gewechselt. Immerhin lässt sich die Meinung, dass in botanisch verwandten Pflanzen analoge heilkräftige Substanzen, mit andern Worten, analoge chemische Bestandtheile enthalten seien, schon in relativ frühe Zeit zurück verfolgen. Sie tritt schon im classischen Alterthume auf und lässt sich namentlich in dessen späterer Periode in der medicinischen und botanischen Literatur nachweisen. Vor Allem sind die von Galenus (II. Saec.) in mehreren seiner Hauptschriften über Arzneimittellehre (*περὶ κράσεως καὶ δυνάμεως τῶν ἀπλῶν φαρμάκων*) und *τέχνη ἰατρικῆ*) niedergelegten Ansichten bemerkenswerth. Dieser hervorragende medicinische Autor und seine Schule beschäftigten sich in eingehender Weise mit den sog. Qualitäten und Graden der Arzneistoffe hinsichtlich ihrer Feuchtigkeit oder Trockenheit, ihrer Hitze oder Kälte, und unzweifelhaft war bei der Zumessung der Eigenschaft und des Grades nicht allein pharmakodynamische Erfahrung, sondern auch die Berücksichtigung natürlicher botanischer Verwandtschaft, insoweit solche dem botanisch noch weniger geschulten Auge entgegentrat, massgebend. Die Lehren der galenischen Medizin-Schule

wurden später durch die arabischen medicinischen Autoren übernommen und weiter ausgeführt, und allbekannt ist, dass der letztern Einfluss in der ersten, grossen Blüthezeit der südeuropäischen medicinischen Facultäten, sowohl an den spanisch-arabischen, wie an den italienisch-christlichen Hochschulen, ein absolut massgebender war. So haben namentlich die medicinischen Schriftsteller von Salerno theils in Commentaren der Schriften arabischer Aerzte, theils in selbstständigen Werken die Ansichten über Natur und Grade der Heilmittel naturphilosophisch formulirt und dabei den Drogen verwandten botanischen Characters vielfach gleiche medicinische Qualitäten vindicirt. Nur wenigen Aerzten und Pharmazeuten dürfte es unbekannt sein, dass diese Ansichten sich in manchen Benennungen älterer Dispensatorien und Compendien der *materia medica* bis in unser Jahrhundert hinein erhalten haben; wir erinnern beispielsweise an die »*Semina quatuor frigidissima*« (Gemenge von 4 *Cucurbitaceen*-Samen), »*Species calefacientes*« (Gemisch verschiedener äth. Oel führender Vegetabilien), an die allgemeine Anwendung von Gewürzen als »*Stimulantia*« u. A. m.

Mit der Herrschaft der iatrochemischen Richtung der Medizin, welche sich im XVI. Jahrhundert besonders an Paracelsus' Schriften anlehnte und im Uebrigen namentlich durch zahlreiche alchymistische Autoren, auf Grundlage alchymistisch-medicinisch-philosophischer Theorien, genährt wurde, treten die Beobachtungen und Meinungen über die Existenz analoger Heilkräfte in verwandten Pflanzen eine Zeit lang in dem Masse zurück, als den auf chemischem Wege bereiteten Salzen, Säuren, Oxyden und sonstigen Metallverbindungen vorwiegendes Interesse und Vertrauen seitens der ärztlichen Gelehrten entgegen-

gebracht wurde; doch nur, um in den bedeutsamen Zeiten der Reform und intensiven Pflege der speciellen Botanik, im XVII. und XVIII. Jahrhundert, wieder neu aufzuleben. Insbesondere wurde eine, vom Princip analoger Wirkung verwandter Pflanzen geleitete, auf die praktische Medizin hinzielende Richtung der Botanik zunächst durch die sog. Väter der Botanik, einen Trogus, Bauhinus, Brunfels etc., späterhin auch durch den grossen Linné intensiv gepflegt und vertreten, und die Ansichten dieser Männer über die Analogie der Heilkräfte botanisch verwandter Pflanzen, wenn auch nicht in allen ihren Schriften mit gleicher Absichtlichkeit und Bestimmtheit niedergelegt, haben nichtsdestoweniger im Stillen und in Folge des Umstandes, dass damals so vielfach die Botaniker zugleich Lehrer der Medizin, die Mediziner zugleich Botaniker waren, die damalige materia medica und Therapie nicht wenig beeinflusst.

Allmähig kam, gegen Ende des letzten und zu Anfang dieses Jahrhunderts, die Zeit heran, in der mehr und mehr einzelne chemische Stoffe des Pflanzenreichs in reinerer Form isolirt, ihren chemischen Eigenschaften nach bekannt und mit anderweitigen theils anorganischen, theils künstlich erhaltenen organischen Verbindungen verglichen wurden.

In diese Periode fällt die Anfangs erwähnte Schrift De Candolle's, deren Schlussworte hier eine Stelle finden mögen.

»Das Gesetz der Analogie zwischen Formen und Eigenschaften findet sich mehr oder weniger bestätigt in 107 Familien und verletzt in dreien. Ich glaube daher aus dieser Abhandlung folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

1. Die nämlichen Theile oder die einander entsprechenden Säfte der Pflanzen des nämlichen Geschlechtes haben ähnliche medizinische Eigenschaften.

2. Die gleichnamigen Theile oder die einander entsprechenden Säfte der Pflanzen der nämlichen Familie haben verwandte Eigenschaften.

3. Die Ausnahmen, welche diesen beiden Gesetzen zu widerstreiten scheinen, beruhen auf bestimmten Ursachen.

4. Das unbezweifelt stattfindende Gesetz der Analogie berechtigt uns, zu glauben, dass man auch bei denjenigen Familien, deren Ausnahmen der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse noch nicht zu lösen vermag, einst, wenn Medizin, Chemie und Botanik hinreichende Fortschritte werden gemacht haben, die Uebereinstimmung mit den obigen Grundsätzen noch entdecken werde.

Diese Anschauungen eines in der damaligen botanischen Wissenschaft so hochangesehenen Gelehrten konnten ihren Eindruck in botanischen und medizinischen Kreisen nicht verfehlen: auch stand De Candolle mit solchen Ansichten keineswegs allein da, und so finden wir in den medizinisch-botanischen Lehrbüchern der ersten Decennien unseres Jahrhunderts ganz allgemein eine der Lehre De Candolle's zustimmende Haltung, wobei vielfach die Anordnung der Medicinalpflanzen nach natürlichen Familien mit der Eintheilung der *materia medica* nach gewissen älteren pharmakologischen Gruppen zusammenfiel.

Allein allmählig begann man, mit der fortschreitenden Auffindung, chemischen Untersuchung und nachherigen Classificirung immer neuer Pflanzenstoffe, sich von jener

Annahme eines nahen Zusammenhanges der Stellung der Pflanzen im natürlichen Systeme mit den von ihr producirten chemischen Substanzen zu entfernen; mehr und mehr machte sich eine skeptische Richtung geltend, welche zwar das auffallende Auftreten gewisser Classen chemischer Stoffe in einzelnen Pflanzenfamilien nicht in Abrede stellen konnte, dasselbe aber als ein mehr zufälliges betrachtete und eher geneigt war, ein regelloses Vorkommen der zahllosen, von Tag zu Tag sich mehrenden specifischen Pflanzenstoffe in den verschiedenen Abtheilungen, Familien und Gattungen der Pflanzenwelt anzunehmen, ohne einer allfälligen nähern Beziehung zwischen den morphologischen Verhältnissen und dem Chemismus der einzelnen Pflanzen weiter nachzuforschen.

Der heutige, von Pflanzenphysiologen, systematischen Botanikern und Chemikern eingenommene Standpunkt ist ein der Würdigung und wissenschaftlichen Erforschung der oben angedeuteten Beziehungen viel günstiger geworden; wie immer und überall einer allzu einseitigen Richtung früher oder später eine Reaction zu folgen pflegt, so finden wir gegenwärtig hinsichtlich der Verbreitung specifischer und allgemeinerer Pflanzenstoffe in den zahlreichen natürlichen Familien mehr vermittelnde Ansichten und gewissermassen eine neutrale, abwartende Stellung. Wie wenig man auch über die physiologische Bedeutung specifischer Pflanzenstoffe bis jetzt Sicheres erkannt haben mag, so sind doch in neuerer Zeit, namentlich in Gelehrtenkreisen der neuen Welt, theoretische Ansichten über den Zusammenhang der Entwicklung der Pflanzen und ihrer genetischen Beziehungen mit den pflanzlichen chemischen Processen und ihren Producten aufgestellt worden, deren Besprechung gänzlich ausser-

halb des Rahmens unserer Uebersicht fallen müsste, die aber, obwohl stark mit naturphilosophischen Hypothesen durchsetzt, immerhin der Beachtung in botanischen und pharmakologischen Kreisen werth sind ¹⁾.

Gehen wir nach diesen einleitenden Betrachtungen zur speciellen Besprechung unseres Themas über.

I. Allgemein verbreitete Pflanzenstoffe.

Es zeigen sich bei dieser grossen und wichtigen, hier nicht eingehender zu behandelnden Kategorie von Pflanzenstoffen insofern ganz eigenartige Verhältnisse, als mehrere Gruppen derselben, so namentlich die anorganischen Bestandtheile, die Kohlenhydrate, die Pflanzensäuren und die Farbstoffe theils ausserordentlich weitverbreitete, ganz allgemein vorkommende, theils spezifische, d. h. für einzelne Pflanzenfamilien oder Genera charakteristische chemische Verbindungen einschliessen.

So finden wir bei den anorganischen Substanzen, welche, ohne zu den eigentlichen organischen Stoffen zu gehören, doch in der lebenden Pflanze abgelagert werden und sich in deren Asche wiedertreffen, eine specielle Anhäufung besonderer Mineralstoffe in einzelnen Gattungen und Familien. Nur beispielsweise sei der specifischen Accumulation des Siliciums (als Kieselsäure) bei den *Gramineen*, des Calciums (als Oxalat) bei gewissen monocotylen Gattungen, bei *Gnajaicum*, bei *Fouquieria* ²⁾ (*Tamariscineae*), besonders aber des Mangans

¹⁾ s. die Schrift: H. C. de S. Abbott, Comparative chemistry of higher and lower plants. Philadelphia 1887. (Extr. from „American Naturalist“, Aug. u. Sept. 1887.)

²⁾ s. hierüber n. demächst im Archiv der Pharmacie erscheinende Mittheilung. E. S.

bei *Zingibraceen* ¹⁾ und bei *Tropi* ¹⁾, sowie des Jods bei *Laminarien* und bei manchen *Crocifloren* erwähnt.

Unter den Kohlenhydraten und nächst verwandten Körpern treten die verschiedenen Zuckerarten aus der Gruppe der fünf- und sechsatomigen Alkohole in sehr verschiedener Vertheilung auf; so der Quercit, Pinit, Sorbit und Dulcit in entschiedener Beschränkung auf einzelne oder auf relativ wenige Pflanzenfamilien, andrerseits z. B. der Mannit in viel allgemeinerer Verbreitung, doch immerhin so, dass diese als Alkohol aufzufassende Zuckerart für gewisse Familien, wie z. B. diejenige der *Oleaceen*, in hohem Grade charakteristisch ist und nahezu a priori in jeder *Oleacee* erwartet werden darf.

Von grosser Verbreitung sind bekanntlich die den Character von Aldehyden tragenden sog. Glycosen, unter denen freilich Inosit eine wesentlich geringere Verbreitung aufweist, dessenungeachtet aber sowohl in Gattungen der *Cryptogamen*, als der *Mono-* und *Dicotyledoneen* aufgefunden wurde.

Die zur Abtheilung der Anhydride zu zählenden Zuckerarten finden wir namentlich in Form von Saccharose (Rohrzucker) weiter verbreitet, auffallender Weise aber in grössern, eine commercielle Ausbeutung lohnenden Mengen, doch nur in wenigen Pflanzen aus den Familien der *Palmen* (*Phoenix*, *Borassus*, *Cocos*, *Caryota*, *Arenga*), der *Gramineen* (Zuckerrohr, Zuckerhirse), der *Chenopodiaceen* (Zuckerrübe) und der *Aceraceen* (Zuckerahorn), während dagegen andere verwandte Zuckerarten ein zum Theil auch in quantitativer Hinsicht beschränk-

¹⁾ s. F. A. Flückiger, Manganese occurring in plants. Pharm. Journ. and Transact. Jan. 23. 1886.

teres Vorkommen aufweisen, wie z. B. die Melitose und Melezitose in gewissen Mamma-Arten, die der Trehalose in der thierischen Trehala-Mamma analoge Mycose im Mutterkorn und andern Pilzkörpern, die Gentianose, sowie die angeblich in einigen *Sapoteaceae* getroffene, bisher nur als thierisches Product betrachtete Galactose (Milchzucker).

Unter den anhydridartigen, meist in organisirter Form auftretenden Kohlenhydraten der Cellulose-Gruppe ist bekanntlich zunächst der eigentliche Zellstoff in seiner normalen Form und in diversen, kaum noch mit aller Scharfte unterschiedenen Modificationen von allgemeinsten Verbreitung; ebenso die verschiedenen Stärkearten, deren chemisches Substrat, das Amylum, als Gemenge zweier Substanzen betrachtet wird, welche die Stärkekörner vielleicht nicht immer in gleichem quantitativen Verhält. niss zusammensetzen. Bemerkenswerth ist vor allem die äusserst häufige und reichliche Verbreitung der Stärke in der Abtheilung der *Monocotyledoneen*, zumal in der Reihe der *Spelaeophyten* und in den Familien der *Gramineen* und *Liliaceen*, während die dicotylen Pflanzen, des allgemeinen Vorkommens der Stärke ungeachtet, nur in wenigen Familien, wie etwa den *Schmaceen*, *Cacodrubaceen* und *Euphorbiaceen* besonders reichliche, technisch und ökonomisch bedeutsame Anhäufung dieses Stoffes aufweisen, die *Cryptogamen* aber nur in einzelnen höheren *Gefusscryptogamen* (Farn) grossere Mengen Amylum erzeugen. Von den in ihrer Zusammensetzung mit Stärke übereinstimmenden, theilweise als Stärke-Modificationen zu betrachtenden Stoffen zeigt das Lichenin ein charakteristisches Vorkommen in den Familien der *Flechten* und *Algen*, das Glykogen ein solches bei den *Pilzen*, während

die verschiedenen Gummi- und Pflanzenschleimarten, theils, wie das sog. Bassorin in allgemeinsten Verbreitung, theils, wie Arabin, in einer Anzahl dicotyler Familien, theils, wie das Sinistrin Schmiedebergs, nur in einzelnen monocotylen Pflanzen (*A. dilleni*) angetroffen werden. Hinwieder ist das Inulin, als crystallisirbare Substanz gewissermassen die höchste Stufe der Körper von der empirischen Formel $C_6H_{10}O_5$ darstellend, in seinem Vorkommen nahezu ganz auf einige wenige Familien in den obersten Reihen dicotyler Pflanzen beschränkt, d. h. es findet sich dieser Stoff, abgesehen von seinem Auftreten in einzelnen *Algen* und seiner noch problematischen Existenz in der Abtheilung der *Pilze*, nur in den Familien der *Campanulaceen* und besonders der *Compositen*, bei welcher letzteren das Inulin, gewissermassen das Amylum substituierend, in ebenso charakteristischer Weise auftritt, wie der Mannit bei den *Uleaceen*.

Was sodann die Pflanzensäuren betrifft, so differiren hier die Verhältnisse in einem noch höhern Grade als bei der vorstehenden Gruppe, insofern manche Pflanzensäuren, unter denen nur die Oxalsäure, die sog. Fruchtsäuren, gewisse höhere Fettsäuren und manche mit dem Lignin nahe verwandte Gerbsäuren genannt werden mögen, als äusserst verbreitete Substanzen gelten müssen, während andererseits viele andere Säuren entweder ein sehr viel beschränkteres Vorkommen aufweisen oder auch nahezu isolirt in einzelnen Gattungen und Arten dastehen, so etwa gewisse Harzsäuren, wie Abietinsäure, Gurjunsäure, Elemisäure, das Santonsäure-Anhydrid (Santonin) in dem Genus *Artemisia*, auch die Ameisensäure, welche trotz ihrer angeblichen grossen Verbreitung in pflanzlichen Drüsen und Drüsenhaaren, sowie in Secreten, doch

nur in 5 bis 6 Pflanzenfamilien in fassbarer Menge nachgewiesen ist.

Um endlich auch der Farbstoffe zu gedenken, so erweisen sich die unter dieser Bezeichnung zusammengefassten Pflanzenstoffe von specifischer Färbung und bestimmten chemischen Eigenschaften einestheils als sehr allgemein verbreitete Substanzen, anderntheils aber auch als Specialfarbstoffe, welche auf bestimmte Genera oder Familien beschränkt bleiben. Zu der ersteren Kategorie gehört selbstverständlich zunächst das Chlorophyll in seinen verschiedenen, vermuthlich durch Differenzen in der nähern Zusammensetzung bedingten Varietäten und Derivaten; sodann diverse gelbe Blütenfarbstoffe, die auch in Früchten und Samen auftreten und theilweise mit thierischen Farbstoffen (Lutein) identisch sein dürfen, ferner blaue und violette Farbstoffe der cyanischen Reihe, Algenfarbstoffe, wie das Phycochrom, endlich auch weniger bekannte, wohl als Oxydationsproducte von Gerbstoffen aufzufassende farbende Substanzen, die das Chlorophyll begleiten oder auch, ohne Derivate des Blattgrüns zu sein, nach dem Verschwinden des letzteren in manchen Geweben entstehen. Ein allgemeineres Vorkommen zeigen überdiess auch gewisse theils gerbstoffähnliche, theils harzartige Chromogene, welche in frischen oder absterbenden, zum Theil auch in künstlich abgetödteten Pflanzentheilen bei Einwirkung von Luft und Licht gefärbte Stoffe erzeugen, wie diess beim Eindampfen von Pflanzensäften oder bei manchen selbstbläuenden Pilzen zu beobachten ist.

II. Specifische Pflanzenstoffe.

1. Alkaloide. Bei dieser in chemischer und pharmakologischer Hinsicht wichtigsten und interessantesten

Gruppe von specifischen Pflanzenstoffen erscheint eine Beschränkung auf sichere, wichtigere Pflanzenbasen, welche nach ihren physiologischen Wirkungen bekannt und auch nach ihrem quantitativen Vorkommen nicht zu ignoriren sind, um so mehr geboten, als es nicht an einer grossen Zahl von chemischen Substanzen älteren und neueren Datums fehlt, welche entweder nur spurenweise in Pflanzentheilen vorhanden oder noch niemals in chemisch reiner Form dargestellt worden sind, so dass deren Alkaloid-Natur bald behauptet, bald bestritten, jedenfalls aber als problematisch angesehen wird.

Ein bei der Betrachtung des Auftretens der Alkaloide ab- und auftranzendes merkwürdiges Factum ist die grosse Ungleichheit in der Vertheilung dieser Verbindungen in der Pflanzenwelt. Es fehlen die Pflanzenbasen bei den so zahlreich existirenden *Cryptogamen* so gut wie gänzlich, zumal wenn einige wenige in giftigen Pilzen vorhandene Alkaloide, die wie das Muscarin später zu erwähnen sind, aus der Gruppe der Pflanzenbasen im engeren Sinne, d. h. aus der Gruppe der Pyridin-Derivate entfernt und einer andern Kategorie basischer Substanzen beigezählt werden. Ebenso auffallend ist die nahezu vollständige Abwesenheit von Alkaloiden in der Abtheilung der *Gymnospermen*, sowie der *Monocotyledoneen*, bei welchen letztern ja überhaupt die allgemein verbreiteten Pflanzenstoffe, zumal die Kohlenhydrate vorwiegen; nur in der Familie der *Melanthaceen* ist die Gruppe der Pflanzenbasen durch das Veratrin, d. h. durch die Veratrum- und Sabailla-Alkaloide, sowie durch das Colchicin vertreten, und erst in neuester Zeit ist auch in der Familie der *Palmen*, d. h. in den Samen der *Areca* ¹⁾ ein wirk-

¹⁾ s. E. Jahns: Ueber die Alkaloide der Arecanuss (*Arecolin* u. *Arecaïn*). Ber. d. d. chem. Ges. 1888 p. 3404.

sames Alkaloid signalisirt worden. Doch auch in der grossen Abtheilung dicotyler Pflanzen sind die Alkaloide sehr ungleich verbreitet und, wenn dieser Ausdruck statt- hat ist, relativ stark localisirt. Es fehlen dieselben so gut wie ganz in der Classe der *Apetalen*, so bei den *Cupaliferen*, *Salicinen*, *Urticinen*, *Polypodiaceen* u. s. w., und nur die Familie der *Piperaceen* führt das Piperin, dessen auffallend geringe Verbreitung um so bemerkenswerther ist, als diese Pflanzenbase und das leicht daraus zu erhaltende Piperidin (Hexahydropyridin) zu den relativ einfachsten Pyridin-Derivaten zu gehören scheinen.

Es treten uns die Alkaloide hauptsächlich in der Classe der *Chloripetalen*, sowie in einigen *Sympetalen*-Familien entgegen, wobei zunächst die zwei Hauptfälle zu unterscheiden sind, dass einzelne Alkaloide in mehreren Pflanzenfamilien verbreitet sind, andere dagegen auf eine bestimmte Familie beschränkt bleiben. Bis jetzt sind nur 3-4 Beispiele des ersteren Falles bekannt, nämlich das Coffein, einschliesslich des nahe verwandten Theobromins, das Berberin und das Buxin. Das Coffein, eine schwach basische Pflanzenbase, welche als Kohlensäure-Derivat aufzufassen ist und daher nicht den Alkaloiden im engeren Sinne zugehört, findet sich in fünf Pflanzenfamilien verbreitet, und auch das Theobromin kommt in mehr als einer Familie vor; ebenso treffen wir das Berberin ¹⁾ in 4-5 Familien, unter welchen 3 Familien der Reihe der *Polyparpaceen* und eine den

¹⁾ Ueber Verbreitung des Berberins vergl. 1) Dr. C. Schilbach: „Salze des Berberins“. Arch. d. Pharm. 1857. S. 158-159, u. 2) F. A. Flückiger: Bem. über d. Verbreitung d. Berberins. Arch. d. Pharm. 1857. Bd. 25. Heft 19.

„*Testudinaria*“ angehören, nämlich die *Berberidaceen*, die *Mitrasaccharaceen* und die *Menispermaceen*, andererseits die *Rubiaceen*. In diesen 4 Familien, unter welchen sich dieses Alkaloid in nicht weniger als 25 bis 30 Pflanzenspecies nachgewiesen, obwohl es nebenher nicht an problematischen Angaben über angebliches Vorkommen von Berberin fehlt.

Eine weitere Ordnung, diejenige der *Leguminosen*, in welcher dieses Alkaloid sogar zuerst, freilich unter dem Namen Jamaicin aus der sog. Jamaika-Wurmrinde von *Andria nymphaea* erkannt worden sein soll, wird, wie es schon Flückiger (l. s. c.) andeutete und wie ich demnächst an anderer Stelle bestimmter nachzuweisen haben werde, künftighin aus der Reihe der berberinhaltigen Pflanzen zu streichen sein, so lange wenigstens, als dieses Alkaloid nicht in unzweifelhaftem *Leguminosen*-Material nachgewiesen wird. Immerhin erinnert die Thatsache des reichlichen Vorkommens des Berberins in drei sich so nahe stehenden Familien unwillkürlich an die von DeCandolle vertheidigte Lehre, und das Auftreten dieser Pflanzenbasen in zahlreichen Pflanzenarten legt nicht weniger als die Verbreitung des Coffeins in mehreren nahe, welche physiologische Bedeutung für die betreffenden Pflanzen diesen beiden Stoffen wohl innewohnen möge?

Nicht ohne Interesse, besonders in historischer Beziehung, ist auch das gleichzeitige Vorkommen des Buxins, dessen Identität mit Bebeerin (oder Bibirin), sowie mit Pelosin von Flückiger nachgewiesen wurde, in den Familien der *Buraceen*, *Lauraceen* (*Nectandra*), *Menisperm-*

maeen (Chondolendron) und vielleicht noch anderwärts; da dieses Alkaloid wohl zweifellos, wie das Berberin, ein Pyridin-Derivat ist, so zeigt sich auch an diesem Beispiele, wie Pflanzenbasen im engern chemischen Sinne, ähnlich dem Coffein, in botanisch keineswegs benachbarten Familien auftreten können.

Während so Coffein, Berberin und Buxin in nicht weniger als 10 bis 11 *Choripetalen*-Familien getroffen werden, ist dagegen der zweite Fall der Beschränkung gewisser Alkaloide auf eine Pflanzenfamilie oder eine Pflanzenreihe sehr viel häufiger. Unter den wichtigsten Beispielen dieser Art sind besonders hervorzuheben:

1. Die Familie der *Papaveraceen* mit den zahlreichen Alkaloiden des Milchsaftes von *Papaver somniferum*, welche in der ungefähren Zahl von 15 die sogenannten Opiumbasen darstellen, und von denen einzelne auch noch in andern *Papaver*-Arten und selbst in andern *Papaveraceen*-Gattungen (*Argemone*) vorzukommen scheinen. Im Uebrigen sind diese Alkaloide auf das Genus *Papaver* und damit auf die zugehörige Familie beschränkt, während in einigen andern *Papaveraceen* als besondere Alkaloide das Chelidonium und Sanguinarin vorkommen und in der botanisch so nahe verwandten Familie der *Fumariaceen* das Corydalin getroffen wird.

2. Ist die Familie der *Ranunculaceen*, in der ältern medizinischen Botanik, wie in der neuern Pflanzenchemie längst durch zahlreiche scharfe und hautröthende, zum Theil flüchtige Bestandtheile bekannt, durch eine Anzahl auf das Genus *Aconitum* beschränkte, intensiv giftige Pflanzenbasen characterisirt, welche unter dem Namen der Aconitbasen zusammenzufassen sind und unter denen namentlich die untereinander nahe verwandten »Aconitine«

aus den europäischen, indischen und chinesisch-japanischen *Aconitum*-Arten als medicinisch- und toxikologisch-wichtig hervorragen.

3. Die Familie der *Rubiaceen* enthält in der Unterfamilie der *Cinchonaceen* die in neuerer Zeit an Zahl erheblich angewachsenen sog. China-Alkaloide oder Alkaloide der Chinarinden, welche bis in die neuere Zeit als absolut auf die Gattung *Cinchona* beschränkt betrachtet wurden, nach unsern jetzigen Kenntnissen aber auch in einer zweiten Gattung (*Remijia*) vertreten sind. Eben- sowenig auf das Genus *Cinchona* beschränkt sind einige andere, nicht mehr zu den China-Alkaloiden im engeren Sinne zu rechnende Basen, welche auch in falschen Chinarinden vorkommen, immerhin aber auf die *Cinchonaceen* beschränkt bleiben. Ausser dem oben genannten Coffein weist die Familie der *Rubiaceen*, Abtheilung *Cydonaceen*, als wichtigeres Alkaloid auch noch das auf 1 Gattung beschränkte Emetin der *Ipecacuanella*-Wurzel auf: in wie weit die in manchen Species der *Veronica* auftretenden emetisch wirkenden Substanzen mit dem Emetin verwandt sind, bleibt noch zu erforschen übrig.

4. Ein weiteres Beispiel der Localisirung von physiologisch sehr wirksamen Pflanzenbasen in einer Pflanzenfamilie, d. h. in einem einzigen Genus derselben, bilden die *Loganiaceen*, deren Gattung *Strychnos* höchst bemerkenswerther Weise zwei, physiologisch stark differirte Alkaloide, nämlich einerseits das Strychnin (mit dem begleitenden Brucin), andererseits das Curarin des Chiriqui-Pfeilgiftes ¹⁾ aus südamerikanischen *Strychnos*-Arten ent-

¹⁾ s. d. neue Arbeit v. R. Boehm: Chemische Studien über das Curare.

schliesst. Auch die nahe verwandte Familie der *Apocynaceen* enthält neben manchen stickstofffreien Bitterstoffen einige auf mehrere Gattungen vertheilte Pflanzenbasen, unter denen hier als Beispiel eines sauerstofffreien, festen Alkaloides von bestimmter pharmakologischer Wirkung das Wrightin (Conessin) aus der ostindischen *Wrightia andalyssenterica* und der afrikanischen *Holarrhena africana* erwähnt werden möge.

5. Endlich ist eine wegen des spezifischen Vorkommens mehrerer, in physiologischer und chemischer Hinsicht erheblich verschiedener Alkaloide besonders bedeutsame Familie diejenige der *Solanaceen*, in welcher die Pflanzenbasen Solanin, Nicotin, sowie die mydriatisch wirkenden Alkaloide Hyoscyamin und Atropin (inclusive Hyoscin) vorkommen, erstere zwei auf die entsprechenden Gattungen *Solanum* und *Nicotiana* beschränkt, letztere dagegen über eine grössere Anzahl von *Solanaceen*-Gattungen und Species verbreitet, so im Genus *Atropa*, ferner *Hyoscyamus*, *Datura*, *Scopolia* und vielleicht auch *Mandragora*. Von besonderem Interesse ist hierbei, dass die beiden meist neben einander vorkommenden Alkaloide Atropin und Hyoscyamin in dem für die neuere organische Chemie so wichtig gewordenen Verhältnisse der Desmotropie stehen.

Von weniger wichtigen Familien, in denen sich gewisse Alkaloide ausschliesslich vorfinden, sind beispielsweise aus der Reihe der *Ascutiniaceen* die *Erythrocyklen* (mit dem Cocain), aus der Reihe der *Terbinthiaceen* die *Rutaceen* (mit dem Pilocarpin und Harmalin) zu nennen.

Als eine höchst auffallende Thatsache ist der relative Mangel an Alkaloiden in einer ganzen Reihe von weitverbreiteten, durch Zahl der Genera und Species

ausgezeichneten Familien zu verzeichnen. So enthalten unter Andern in der Abtheilung der *Choripetalen* die *Umbellifereen* ausser einigen noch problematischen Pflanzenbasen nur das Coniin, die *Euphorbiaceen* nur das Mercuridin und wenige andere als Alkaloide ebenso unvollständig erkannte Stoffe; bei den *Rosifloren* sind, von einem später zu nennenden Ammoniak-Derivate abgesehen, keine wirklichen Pflanzenbasen sicher bekannt, und in der grossen Familie der *Leguminosen* kennen wir unverhältnissmässig wenige gut charakterisirte Pflanzenbasen, unter welchen bis jetzt nur das Spartein, Eserin, Erythrophlaein und Trigonellin als Bestandtheile medizinischer Drogen grössere Beachtung gefunden haben. Aehnlich verhält es sich bei den *Sympetalen* mit der Familie der *Labiaten*, welche gleichfalls keine genauer bekannten Alkaloide aufweist und mit den *Aggregaten-Compositen*, welche Familie doch mindestens 10,000 Species gegenüber ungefähr 20,000 *Monocotyledoncen*-Species aufweist. Die wenigen, bei den *Compositen* signalisirten Pflanzenbasen, wie etwa Anthemis u. A. m., sind vor der Hand grösstentheils als problematische Alkaloide zu betrachten.

Von viel grösserer und allgemein wissenschaftlicher Bedeutung sind dagegen die Alkaloide der *Pilze*, d. h. eine Anzahl theils giftiger, theils physiologisch indifferentere basischer Substanzen, welche sowohl in *Hymenomyceten*, wie in *Pyrenomyceten* getroffen werden, so z. B. das Muscarin, das Amanitin, das Ergotin u. s. w. Diese basischen Stoffe sind keine Pyridinbasen, gehören also nicht den Alkaloiden im engern Sinne, sondern vielmehr der Gruppe der Ammoniumbasen der Fettreihe an und sind theilweise künstlich darstellbar. Sie stehen ausser-

dem in näher Beziehung zu den thierischen Ptomainen (Fäulniß-Alkaloiden), welche theils von gleicher chemischer Natur sind, theils Aminbasen der Fettreihe darstellen, in selteneren Fällen vielleicht auch als Pyridin-Derivate (der Colidlin- und Parvolin-Reihe) anzusprechen sind, im Weiteren aber auch zu gewissen pflanzlichen Ptomainen, welche aus beliebigen giftigen oder nicht giftigen *Hutpilzen* bei Aufbewahrung und fäulnißartiger Zersetzung (unter gewissen Bedingungen) entstehen können und zweifellos schon oftmals räthselhafte Pilzvergiftungen verursacht haben ¹⁾. Sehr nahe verwandt mit solchen pflanzlichen Ptomainen sowie mit den Ammoniumbasen der Muscarin-Gruppe sind ohne Zweifel auch manche basische Stoffe, welche als Stoffwechselproducte aus lebenden Schizomycceten (Bakterien im weitern Sinne), theils Fäulniß-, theils Krankheitserregern, isolirt worden sind und möglicherweise ein hervorragendes pathologisches Interesse beanspruchen. Da auch in der lebenden Pflanze fäulnißartige Processe denkbar sind, und überdiess bei Verarbeitung von Pflanzenmaterial Anlass zu mancherlei Zersetzungen gegeben ist, so werden zur Erklärung des Auftretens pflanzlicher Ptomaine, welche bei der Pflanze wohl ebenso wie beim Thier auch im lebenden Organismus entstehen können, gewisse Muttersubstanzen, sogen. Ptomainbildner anzunehmen sein, als welche theils Eiweissstoffe, d. h. in deren Molekül enthaltene grössere Atom-complexe, theils und namentlich die verschiedenen Lecithine betrachtet werden müssen.

¹⁾ v. u. A. die Schrift: Vergiftung durch die Sporendochel (*Helvella esculenta*) in Folge von Ptomainbildung v. G. Jompière, B. Studer, R. Demme und J. Berlinerblau, Bern 1888. (Sep.-Abdr. aus d. Mitth. d. naturf. Ges. in Bern.)

Ueber den Gehalt von Pflanzensamen (namentlich der *Leguminosen* und *Cerealien*) an Lecithin sind neuestens von Schmelz und Steiger¹⁾ interessante Aufschlüsse gegeben worden. Die ohne Zweifel sehr allgemeine Verbreitung des Lecithins lässt es als wahrscheinlich erscheinen, dass das relativ häufige Auftreten von Cholin, welches von Harnack, Boehm, Griess, H. Kunz und E. Jahn in *Pflanzensamen*, sowie bei *Araceen*, *Cupuliferen*, *Malvaceen*, *Urticaceen*, *Solanaceen*, *Rubiaceen*, *Leguminosen* etc. nachgewiesen wurde, und ebenso auch die Auffindung von Trimethylamin bei *Pflanzensamen*, *Cupuliferen*, *Chenopodiaceen*, *Rubiaceen*, *Compositen* u. s. w. wenigstens theilweise auf spontane oder unbeabsichtigte Zersetzung von Lecithin zurückzuführen ist. Beide Substanzen, das Cholin, wie das Trimethylamin, letzteres als Zersetzungsproduct des ersteren, müssen wohl vorwiegend als Lecithin-Derivate aufgefasst werden, welche unter besondern Bedingungen, sei es in der lebenden Pflanze, sei es bei Verarbeitung von Pflanzensäften, besonders auch bei Verseifung von Pflanzentetten, aus der genannten Muttersubstanz entstehen und bei dem häufigen Vorkommen der letztern wohl in der Zukunft noch bei manchen Pflanzenuntersuchungen aufgefunden werden mögen.

Zum Schlusse der Besprechung der Pflanzenbasen möge auf eine nicht uninteressante Studie von L. Errera²⁾

¹⁾ Ueber den Lecithingehalt der Pflanzensamen. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. XIII. (1889) S. 365 u. f. Nach dieser Untersuchung beträgt der Lecithingehalt bei Leguminosensamen 1—2%, bei Cerealien und Leinsamen 0,5—1%, auf Trockensubstanz berechnet.

²⁾ L. Errera: Ueber die Bedeutung und Localisirung der Alkaloide in den Pflanzen. — Original im Bull. de l'Académie royale de Belgique 1887. Ser. 3. T. XIII. 272. — Deutscher Auszug in „Naturw. Rundschau“ 1887, No. 30.

verwiesen werden, in der sich manche die vorstehenden Angaben ergänzenden Facten verzeichnet finden.

2. Pflanzensäuren der Fettreihe. Wie oben bei Aufzählung der allgemeiner verbreiteten Stoffe erwähnt, weisen manche Säuren dieser grossen Gruppe eine weite Verbreitung und theilweise auch ein quantitativ bedeutendes Vorkommen auf; insbesondere sind in dieser Richtung zu nennen: *a)* Die Säuren der normalen Fettsäure-Reihe, unter denen vor Allem die Säuren mit höherem Kohlenstoffgehalt, wie Palmitinsäure und Stearinsäure, theils in freiem Zustande, theils mit Alkoholen der Aethyl-Reihe und vor allem mit Glycerin zu Estern verbunden, in den zahlreichen pflanzlichen Fetten (Oelen, Talg und Wachsarten) auftreten. Merkwürdig weniger verbreitet sind die Laurin- und Myristinsäure, welche zunächst in den Fetten der *Lauraceen* und *Myristicaceen*-Samen, überdiess aber in je 5 bis 6 weiteren Familien in grösseren Mengen getroffen werden, sowie die Arachinsäure, welche nur in einer Familie, und auch hier auf einzelne Gattungen beschränkt, reichlicher vorzukommen scheint. Noch seltener treten beispielsweise Ameisensäure und Baldriansäure auf, letztere in charakteristischer Weise bei *Fabrianaceen*, besonders aber bei *Compositen* und *Umbelliferen*, in welcher letztern, sowie in der Familie der *Rutaceen*, überdiess auch mehrere mit den Fettsäuren in Beziehung stehende Alkohole, nämlich Hexyl- und Octylalkohol, in Form von Estern und Ketonen, verbreitet sind.

b) In der Oelsäure-Reihe ist zunächst die weite Verbreitung der Oelsäure in den flüssigen und halbflüssigen Pflanzenfetten hervorzuheben, so dass die Glyceride dieser Säure mit zu den wichtigsten Welthandelsartikeln zu

zahlen sind; erheblich spärlicher ist das Vorkommen anderer Verbindungen derselben homologen Reihe, so der Angelicasäure, die in freier Form und als Ester neben normalen Fettsäuren namentlich in zwei Familien, den schon genannten *Compositen* und *Umbelliferen*, relativ häufiger auftritt; ferner die auf wenige Gattungen einer Familie beschränkte Hypogacensäure und die in ein bis zwei botanisch nahe verwandten Familien gleichfalls als Glycerid aufgefundenen Erucasäure.

Unter den übrigen Säuren, welche als Glyceride verbreitet sind, sind noch zwei typische Fettsäuren sogen. Selenenreihen, nämlich die Linolensäure und die Ricinöl-säure, anzuführen, erstere von allgemeinerer, weiter Verbreitung in mehreren, trocknende Öle liefernden Familien, wie z. B. der *Cruciferen* und *Euphorbiaceen*, letztere bedeutend seltener und bis jetzt auf ein bis zwei Gattungen der letztgenannten Familie beschränkt.

cc Die Bernsteinsäure-Reihe mit ihren Derivaten enthält Säuren von sehr weiter Verbreitung in Früchten und anderweitigen Pflanzenorganen, wie die Weinsäure, Citronensäure und Äpfelsäure, welche letztere namentlich in den Wurzelbildungen zahlreicher *Umbelliferen* als charakteristischer Bestandtheil getroffen wird; ausserdem aber auch einige theoretisch wichtige Säuren von viel beschränkterem Vorkommen, so die Bernsteinsäure selbst, die bis jetzt nur bei *Coniferen*, *Papaveraceen* und *Compositen* in etwas grösserer Menge beobachtet wurde, ferner die Fumarsäure, einerseits bei den enge benachbarten *Fumariaceen* und *Papaveraceen*, andererseits bei den beiden *Cryptogamen*-Classen der *Flechten* und *Pilze* von speci-fischer Verbreitung, und die bei den *Equisetaceen* und *Ranunculaceen* reichlicher auftretende, aber auch in andern

Familien, wie *Geraniaceae*, *Chenopodiaceae* und *Compositae*, mehrfach beobachtete Aconitsäure.

3. Säuren der aromatischen Reihe und zugehörige Alkohole, Aldehyde und Ester. Kaum dürfte in irgend einer andern Gruppe chemischer Pflanzenstoffe hinsichtlich der Art und Häufigkeit des Vorkommens, sowie dem Grade der physiologischen Bedeutung zwischen den einzelnen Substanzen so grosse Verschiedenheit obwalten wie bei den zahlreichen, in der Pflanze auftretenden aromatischen Verbindungen.

In erster Linie ist hierbei an die ganz allgemeine und eine Mehrzahl der Pflanzenzellen betreffende Verbreitung gewisser complicirter, ihrer nähern Constitution nach freilich noch wenig bekannter aromatischer Substanzen zu erinnern. Derartige aromatische Complexe (zunächst durch Substitutionen in Benzolkernen entstehende Derivate) sind vor allem im Moleküle der Protein-substanzen enthalten, treten sodann in den Verdickungsschichten der Zellwände, zumal in den zu mechanischen Functionen bestimmten verholzten Gewebetheilen, bei *Scleren* und *Scleren*, in Gestalt der sog. Ligninstoffe auf und sind vielleicht in Form vorübergehender, bei Zersetzung hochmolekularer Stoffe nascirender Atomcomplexe bei wichtigen physiologischen Vorgängen theilhaftig. Eine grössere Anzahl einfacher zusammengesetzter aromatischer Substanzen kommen zwar in viel weniger auffallender Verbreitung vor, sind aber immerhin in zahlreichen Familien vertheilt und für manche derselben geradezu charakteristisch. Sie lassen sich in mehrere übersichtliche Gruppen einordnen.

a) Benzyl-Derivate. Die bei dieser Gruppe einzig in Frage kommende wichtigere Verbindung, die Benzoe-

säure tritt sowohl in freier Form wie als Ester des zugehörigen Alkohols über auch eines anderweitigen Alkohols, besonders in zwei ethnophylogenetischen Familien, den *Papilionaceen* und *Hamamelidaceen*, auf, ausserdem in zwei Familien der angiosyrischen Abtheilung, den *Styraceen* und *Compositen*, obgleich letztere mit Ausnahme der *Styraceen*, bei den genannten Familien eine allgemeinere Verbreitung aufzuweisen. In der Abtheilung der *monocotylen* Gewächse finden wir diese Säure in bemerkenswerther Weise nur bei den *Umbellifern*, *Palmen* (*Daemonorops*) und *Zitronen* (*Martyniaca*) vertreten, ausserdem in quantitativ beschriebenen Grade in ungefähr 6 andern Familien der *dicotylen* Pflanzen.

Bedeutender erscheint dagegen das Vorkommen einer bekannten Gruppe von Oxybenzyl-Derivaten, nämlich der Salicylsäure, ihres Aldehydes und ihrer Ester, besonders des Methyl-Esters. Diese Verbindungen treten in besonders kennzeichnendem Grade in diversen Gattungen der *Ericaceen* (*Calluna*), *Androsacha*, *Monotropa*, *Pyrola* etc.), sowie in der Familie der *Rosaceen* (*Spiraea* etc.) und der *Compositen* auf, ausnahmsweise auch in einem *Cypripodiaceen* (*Hetuba*), wogegen die Verbreitung in einigen andern Familien als eine viel spärlichere zu bezeichnen ist.

b) Dioxylbenzyl-Derivate. Als typische Substanzen von verhältnissmässig beschränkter Verbreitung stellen sich hier dar: das Vanillin und das Catechin (einschliesslich der nahe verwandten Catechugesäure). Erstere Verbindung, welche bekanntlich in neuerer Zeit durch Zersetzung des sehr allgemein vorkommenden Glycosides Coniferin erhalten wird und auch aus andern Materialien darstellbar ist, tritt präformirt nur in einzelnen *Orchideen-*

Früchten, sowie in Harzsäften der *Styracaea* in merklicher Menge auf; letztere, das Catechin, nebst der sie begleitenden Gerbsäure, ist bis jetzt in erheblicheren Mengen nur in den Familien der *Mimosaceae* (*Acacia*), der *Papilionaceae* (*Phorcarpos*, *Babou*) und der *Rubiaceae-Cinchonaceae* (*Uncaria*) aufgefunden worden, obwohl eine weitergehende Verbreitung in bescheidenerem Massstabe als unzweifelhaft gelten darf, da eisenführende Gerbsäuren, welche bei trockener Destillation, wie die Catechugerbsäure und das Catechin, Brenzcatechin liefern, in zahlreichen Pflanzen beobachtet sind.

c) Trioxybenzyl-Derivate. In dieser Gruppe präsentirt sich als besonders typische Substanz zunächst die Gallusgerbsäure, das sog. Tannin, eine Bezeichnung, welche wissenschaftlich nur mit dem erstgenannten Namen synonym sein darf, aber nichtsdestoweniger vielfach für beliebige anderweitige Gerbstoffe gebraucht wird. Die Gallusgerbsäure, welche allerdings in relativ grösster Menge und in sehr auffallender Weise in den Galläpfeln einzelner *Cupuliferen*, sowie in den Gallen gewisser *Anacardiaceen* (*Rhus*) getroffen wird und deshalb längere Zeit hindurch auch kurzweg als «pathologische Gerbsäure» bezeichnet wurde, darf kaum mehr dieser Auffassung entsprechend benannt werden, da eine mit dem Tannin als identisch betrachtete Substanz auch in den Früchten und Blättern einzelner *Rhus*-Species, sowie in den Früchten von *Combretaceen* (*Terminalia*) vorkommt. Auf die Frage der absoluten oder nur annähernden Identität der verschiedenen Tanninarten aus obgenannten Materialien kann hier nicht eingetreten werden; bedeutsam bleibt jedenfalls, dass beispielsweise die Gerbsäure von Holz, Rinde und Früchten der *Quercus*-Arten, welche Galläpfel

liefern, chemisch von der Gallusgerbsäure differirt und deshalb bekanntlich letztere Substanz für gewisse technische Zwecke unbrauchbar ist. Hier ist wohl auch der Ort, auf die allgemeine Thatsache der relativ sehr complicirten Structur der Mehrzahl der Gerbstoffe oder Gerbsäuren hinzuweisen, wie denn auch die Grösse ihres Moleküls aus verschiedenen physikalisch-chemischen Eigenschaften, wie z. B. aus ihrem amorphen Character erhellt. Abgesehen von der durch eine einfachere Constitution ausgezeichneten Gallusgerbsäure, sind die in den normalen Pflanzentheilen verbreiteten Gerbstoffe in zwei Hauptcategorias einzuordnen, insofern die einen dieser Verbindungen als Catechin-Derivate, die andern als Gallussäure-Derivate zu betrachten sind; dieser Eintheilung entspricht im Grossen und Ganzen auch die theils eisenröthliche, theils eisenbläuende Wirkung, sowie die Fähigkeit, bei Zersetzung durch Wärme entweder Pyrocatechin oder Pyrogallol zu liefern. Höchst wahrscheinlich sind manche dieser Substanzen als Glycoside aufzufassen, in denen der Catechin- oder Gallussäure-Complex mit Zucker gepaart ist, andere dagegen als Verbindungen dieser Stoffe mit Phloroglucin, einem bekannten Benzol-Derivate.

Etwas weiter verbreitet als die Gallusgerbsäure, welche wohl als eine Glycosidverbindung der Digallussäure zu betrachten ist, scheint die Gallussäure selbst zu sein, da dieselbe in fassbaren Mengen nicht allein in der Familie der *Cupuliferen*, in erster Linie in den *Gallen*, sondern in mehreren andern Familien, namentlich in *Magnoliaceen*, *Ternströmiaceen*, *Myrtifloren* und *Caesalpiniaceen* (*Caesalpinia*) gefunden worden ist, ohne Zweifel aber noch in manchen andern Familien existirt.

Ebenso weist die Chinasäure, welche zuerst in den Chinarinden, mit Alkaloiden verbunden, entdeckt wurde und bei Zersetzung das theoretisch so wichtige Chinon liefert, eine relativ bedeutende Verbreitung auf, welche sich in einzelnen Familien in spezifischer Weise bemerklich macht. Abgesehen von der Familie der *Rubiaceen*, in der diese Säure besonders bei den *Cinchonaceen* allgemein verbreitet ist, zeichnet sich namentlich die Familie der *Ericaceen* durch häufiges Vorkommen derselben aus; sie findet sich ausserdem in mehr oder weniger reichlicher Vertheilung auch in Gattungen der *Oleaceen*, *Cupuliferen* und mancher anderer Familien und steht somit auf der Grenze zwischen den spezifischen und allgemein verbreiteten Pflanzenstoffen.

d) Allyl-Benzol- (und Propyl-Benzol-) Derivate. In dieser interessanten Gruppe aromatischer Körper sind als characteristisch auftretende Pflanzenstoffe namentlich die Zimmtsäure und das Cumarin zu nennen.

Die Zimmtsäure ist, theils in freier Form, besonders aber in Gestalt von Zimmtsäure-Estern sowie als Zimmtsäure-Aldehyd, vor allem in den Familien der *Papilionaceen* (*Myroxylon-Balsame*), der *Ericaceen*, der *Styraceen* (*Benzoë*) und der *Hamamelidaceen* (*Liquidambar*) in quantitativ erheblicher Weise vertreten und für einzelne Gattungen dieser Familien bemerkenswerth; in der Familie der *Lauraceen* tritt sie vorzugsweise in Form ihres Aldehydes auf (ätherische Oele der *Cinnamomum*-Rinden). Obwohl die Zimmtsäure-Verbindungen ohne Frage über eine grössere Anzahl von Familien vertheilt sind, so scheint diess doch, soweit die Erfahrungen bis jetzt gehen, nirgends in besonders auffallendem Grade der Fall zu sein.

Noch charakteristischer als das Auftreten der Zimmtsäure ist dasjenige des Cumarins, dessen Gegenwart bei den betreffenden Pflanzen meist einen ganz specifischen Geruch der Rinden, Blätter oder Früchte, bezw. Samen bedingt. Diese Verbindung findet sich, wenn auch keineswegs reichlich, doch in der ganzen Pflanzenwelt, von den *Farnkräutern* bis zu den *sympetalen* Gewächsen verbreitet und tritt in nicht weniger als 12 Familien und ca. 30 Arten als besonders bemerkenswerther Pflanzenstoff auf ¹⁾, vor allem bei den *Caesalpiniaceen* (*Dipterix*), *Papilionaceen* (*Melilotus*), *Orchideen* und *Gramineen* (*Anthoxantum*, *Hierochloa*), überdiess auch in den Familien der *Filices* (*Adiantum*), der *Pulmen*, *Rosaceen*, *Rubiaceen* (*Asperula*), *Compositen* (*Liatris*) u. m. a.

Unter den Propyl-Benzol-Derivaten ist namentlich die mit dem Cumarin nahe verwandte, als Hydrocumar-säure zu bezeichnende Melilotsäure erwähnenswerth, welche in sehr auffälliger Weise in einzelnen *Papilionaceen*-Gattungen, namentlich *Melilotus*, vertreten ist. Derselben Familie gehört auch eine andere, hieher zu zählende Substanz an, nämlich das Ratanhin, ein mit dem Tyrosin homologes Amidhydrocumarsäure-Derivat, welches durch seinen Namen allerdings irriger Weise auf das Genus *Krumeria* (*Caesalpiniaceae*) hindeutet, in Wirklichkeit aber bis jetzt nur in der brasilianischen „*Resina d'Angelim Pedra*“ (*Ferreirea-Sophoreae*) nachgewiesen worden ist.

4. Phenole, Chinone und Ketone (der Benzol-, Naphthalin- und Anthracen-Reihe). Die relativ zahlreichen

¹⁾ vergl. H. Lojander, Verbreitung des Cumarins im Pflanzenreiche, im Journal de pharmacie d'Alsace-Lorraine. Aug. 1887.

Repräsentanten dieser noch zu den aromatischen Verbindungen (im weitern Sinne) gehörenden Abtheilung kommen vielfach, theils für sich, theils mit andern Verbindungen, besonders Kohlenwasserstoffen gemengt, als ätherische Oele vor, wie denn diese noch anzuführenden wichtigen Pflanzenstoffe nur insofern als eigene Gruppe von Substanzen betrachtet werden können, als sie, obwohl zumeist complicirtere Gemische, doch vorwiegend aus Kohlenwasserstoffen besonderer Art bestehen.

Aus der Gruppe der Derivate der Cymdreihe ist zunächst als Kohlenwasserstoff das Cymol selbst zu erwähnen, welches in besonders charakteristischer Weise zumal in den Familien der *Umbelliferen* und *Labiaten*, sodann auch bei *Myrtaceen* (*Eucalyptus*), als Bestandtheil vorhandener ätherischer Oele auftritt, während eine andre Verbindung derselben Gruppe, das Cuminal (Cuminsäure-Abdehyd) auf die *Umbelliferen* beschränkt scheint. Dasselbe gilt auch für ein Phenol der Cymdreihe, das durch specifischen Geruch ausgezeichnete Carvol, welches einen Hauptbestandtheil des ätherischen Oeles von *Cicum Carri* bildet. Dagegen finden wir zwei andre phenolartige Substanzen, das Caryacrol und das Thymol, ebenso wie das Cymol bei *Umbelliferen* und *Labiatae* verbreitet, so dass die nahe Verwandtschaft hinsichtlich gewisser chemischer Bestandtheile (in den ätherischen Oelen) nicht allein zwischen einzelnen Gattungen der einen oder andern dieser beiden Pflanzenfamilien, sondern auch zwischen den Familien selbst in sehr bedeutsamer Weise zu Tage tritt.

Aus der Abtheilung der Phenole der Allyldreihe, resp. der Allyl-Benzole ist in erster Linie das bei *Umbelliferen*, sodann bei *Myrsinaceen* (*Illerium*) und bei

einigen *Compositen* nachgewiesene Anethol zu erwähnen. Von relativ weiterer Verbreitung kann bei Eugenol (dem nachstehenden Principe des Nelkenöls) gesprochen werden, da diese Verbindung in einer grössern Anzahl Species von *Lauraceen*-Gattungen (*Cinnamomum*, *Dicypellium*, *Ruscifera* [?]), sowie in mehreren *Myrtaceen* (besonders *Eucalyptus* und *Chenopodaceen*) getroffen wird, so dass von einer chemischen Verknüpfung dieser Familien durch diese phenolartige Verbindung die Rede sein könnte.

Eine weitere, zu den Allylbenzol-Phenolen gehörende Substanz ist das Safrol, über dessen Verbreitung unlängst von F. A. Flückiger ¹⁾ interessante Mittheilungen erschienen sind. Dieser Stoff, der am auffallendsten im äther. Oele der Wurzel von *Sassafras offic.* vertreten ist, zeigt eine durch zahlreiche neuere Beobachtungen bestätigte auffallende Verbreitung in den botanisch sich ziemlich nahe stehenden Familien der *Lauraceen*, *Magnoliaceen* und *Melastomaceen*; von besonderem wissenschaftlichem Interesse ist dabei die Art, wie die drei nahe verwandten Stoffe aus der Gruppe der Phenole, das Anethol, Eugenol und Safrol, in ein und derselben Gattung der *Magnoliaceen* (*Illicium*) für einander vicarisirend auftreten; denn die Früchte von *Illicium verum* Hook. (*fruct. Anis. stellat. genuin.*) führen Anethol, diejenigen von *Illicium religiosum* Sieb. u. Z. (*fract. Anis. stellat. spur.*) enthalten dagegen Eugenol und Safrol. Letztere Verbindung ist bekanntlich, neben kleinen Mengen Eugenol, neuerdings in dem flüssigen ätherischen Oele des *Campher*-Baumes aufgefunden worden und wird daraus im Grossen isolirt ²⁾.

¹⁾ F. A. Flückiger, The distribution of Safrol. Pharm. J. and Transact. Vol. XVII. 989 (1887).

²⁾ vergl. die Berichte von „Schimmel & Co. in Leipzig“ seit 1886.

Hinsichtlich der Körper der Phenolgruppe möge schliesslich erwähnt werden, dass manche dahin zu zählende Verbindungen ganz beschränktes Vorkommen aufweisen, so z. B. die als Oxim-Derivate bekannten Toluolphenole, deren Existenz, insoweit es wenigstens fassbare Quantitäten betrifft, bis jetzt nur in der Ordnung der *Malvaceen* dargezogen wurde.

Was sodann die Chinone und Ketone der Benzol-, Naphthalin- und Anthracen-Reihe betrifft, so sind neben einigen älteren Angehörigen dieser Gruppe in neuerer und neuester Zeit manche weitere, hieher zu zählende Pflanzenstoffe isolirt und auf ihre Constitution untersucht worden.

Bekannt ist das Vorkommen des Hydrochinons in der Familie der *Knochenen*, wo dasselbe, wohl in einer Anzahl von Species, vielleicht auch von Gattungen, in Form eines Glycosides, als *-Albutin* auftritt. Weniger sicher ist andrerseits für manche Pflanzen (z. B. bei *Hydrocotylen*, *Angelicaceen* u. s.), wo die Existenz von Brenzcatechin (einem der Dioxybenzole) im präformirten Zustande, wogegen zwei andere, chinonartige Substanzen, das Perezon und das Jugbon (Nurmi in letzter Zeit als zweifellos präformirt aus den entsprechenden Materialien isolirt worden sind. Die erstere Verbindung aus der Familie der *Cucurbitaceen* (*Perezon*) ist ein Oxylhinon von nicht ganz unbestrittener Constitution, die zweite aus der Familie der *Juglandaceen* muss als ein Chinon der Naphthalin-Reihe betrachtet werden. Ob diese Stoffe auf die beiden genannten Familien beschränkt sind, lässt sich gegenwärtig weder behaupten noch bestreiten.

Unter den Chinon- resp. Ketone-Derivaten des Anthracens sind hauptsächlich zu erwähnen: die Chrysophan-

säure mit dem nahe verwandten Chrysarobin und Emodin, die Cathartinsäure und die Frangulinsäure. Diese mit Alizarin zum Theil isomere und homologe Verbindungen treten in deutlich wahrnehmbarer Menge nur in wenigen Familien auf und bilden zumeist die wirksamen Bestandtheile medizinisch wichtiger Drogen, so in der Familie der *Lobeliae* (*Pavonia*), der *Polygonaceen* (*Rumex*, *Rhona*), der *Rhamnaceen* (*Rhamnus*) und der *Caesalpiniaceen* (*Andira*, *Cassia*); in mehreren Fällen treten diese Körper zugleich als Farbstoffe auf und bedingen charakteristische Färbungen der betreffenden Rohstoffe und ihrer Präparate.

5. Aetherische Oele (Terpene- und Terpen-derivate). Unter allen bekannten Pflanzenstoffen gibt es, wenn wir von den Eigenthümlichkeiten einiger sog. Alkaloid-Familien absehen, kaum eine Gruppe, welche in so hohem Grade, wie diese, für einzelne Pflanzenfamilien und innerhalb derselben für einzelne Tribus und Gattungen charakteristisch wäre, und bei welcher die Verbreitung chemisch gleichartiger oder analoger Substanzen in botanisch verwandten Pflanzen in so illustrativer Weise zur Beobachtung gelangte. Mit derselben Wahrscheinlichkeit, mit der beispielsweise bei *Cinchona*-Arten und bei der verwandten Gattung *Remijia* das Vorkommen von China-Alkaloiden, bei *Datura*- und *Hyoscyamus*-Species das Vorhandensein von Atropin oder andern Solaneen-Alkaloiden, bei Angehörigen des Genus *Strychnos* die Gegenwart von Strychnos-Basen (Strychnin und Brucin oder Curarin) erwartet werden darf, so wird der Botaniker und Pharmakognost bei Untersuchung neuer Pflanzen aus gewissen Familien die Nachweisung flüchtiger Oele prognosticiren dürfen.

Insdem hinsichtlich der Verbreitung, Bedeutung und chemischen Charakteristik der ätherischen Oele auf einen frühern Uebersichts-Vortrag verwiesen werden muss, soll hier wesentlich daran erinnert werden, dass diese Pflanzen-erete, welche erwähnertmassen meist als mehr oder weniger zusammengesetzte Gemenge auftreten, hauptsächlich Kohlenwasserstoffe, sog. Terpene, enthalten, denen sich, wenn auch nicht regelmässig, sauerstoffhaltige Substanzen, d. h. Terpen-Derivate (Terpenoxyde oder Terpenhydrate), sowie Stoffe aus der Gruppe der Phenole, Ketone, Aldehyde und Ester, zugesellen. Davon abgesehen sind eine Reihe ätherischer Oele bekannt, welche, theilweise nicht präformirt, sondern erst durch Einwirkung von Enzymen auf Glycoside etc. entstehend, eine ganz abweichende chemische Natur besitzen, d. h. als Gemenge von schwefelhaltigen Verbindungen oder von Cyan-Derivaten (Nitrilen) erkannt worden sind.

Die ganze Classe der im Allgemeinen als Cymol-hydrate aufzufassenden Terpene ist von Wallach auf Grund eulasslicher Studien über diese Körperreihe in eine systematische Eintheilung gebracht worden, bei welcher namentlich drei grössere Gruppen zu unterscheiden sind, nämlich *a*) die Pentene der Formel C_5H_{10} , *b*) die Terpene im engeren Sinne, von der Formel $C_{10}H_{16}$, in mehrere Haupttypen: Pinen, Camphen, Limonen, Dipentene etc. zerfallend, und *c*) die Polyterpene der allgemeinen Molekularformel $(C_{10}H_{16})_x$.

Die Terpene, einschliesslich der als Eucloptene oder Stearoptene vorkommenden Terpenoxyde, sowie mancher, theils als Campher-Arten, theils als specitische Harzsauren auftretender Terpenhydrate, finden sich namentlich in ungefähr zehn Pflanzenordnungen reichlicher vertreten, näm-

lich bei zwei *Gymnospermen*, *Sclerineen*, *Amentaceen*, *Umbellifloren*, *Umbellaten*, *Myrtifloren*, *Leguminosen*, *Labiatifloren* und *Aggregaten*. Ganz besonders sind bekanntlich speciell die Familien der *Coniferen*, *Piperaceen*, *Lauraceen*, *Dipterocarpeen*, *Rutaceen*, *Amantaceen*, *Umbellifloren*, *Myrtaceen*, *Labiaten* und *Compositen* durch allgemeinere Verbreitung ätherischer Oele charakterisirt, wobei einerseits bei den ätherischen Oelen der *Coniferen*, *Lauraceen* und *Aurantaceen*, andererseits bei denjenigen der *Umbellifloren*, *Myrtaceen* und *Labiaten* mannigfache Analogien in den chemischen Bestandtheilen bemerkbar sind, wie schon aus dem sub 4 Gesagten hervorgeht. Neuere Untersuchungen über ätherische Oele haben überdies gezeigt, dass ungeachtet der sehr grossen Zahl specifisch riechender ätherischer chemische Verbindungen zu betrachtenden Kohlenwasserstoffe oder Terpene eine ziemlich beschränkte ist, und dass in Folge dessen gewisse Terpene, wie z. B. das Cinen und Camphen (wie auch das sauerstoffhaltige Cineol, Cajeputol oder Eucalyptol) in einer ganzen Reihe botanisch verschiedener Pflanzen als Gemengtheile ätherischer Oele vorkommen. Es müssen demnach die Differenzen in Geruch und Geschmack vielfach auf das Vorhandensein bestimmter Substanzen aus anderweitigen chemischen Gruppen zurückgeführt werden, welche Beimengungen ohne Zweifel sehr häufig geringfügigster Art und weder qualitativ noch quantitativ fassbar sein mögen.

Ausgezeichnet durch Bildung von ätherischen Oelen oder richtiger von Glycosiden, welche durch Fermentwirkungen flüchtige, schwefelhaltige Oele erzeugen, ist namentlich die Familie der *Cruciferen*, in zweiter Linie

diejenige der *Balanen*, in welcher glycosidische Substanzen, die bei ihrer Zerlegung zwar nicht schwefelhaltige Oele wie z. B. Schwefelcyanallyl, sondern Benzoesäure-Aldehyd (Bittermandelöl) liefern, allgemeiner verbreitet zu sein scheinen.

Da die chemisch noch so lückenhaft bekannten Stoffe, welche den Hauptbestandtheil der Kautschuks und Gutta-percha-Arten bilden, in neuerer Zeit als der Gruppe der sog. Polyterpene der allgemeinen Formel $(C_5H_8)_n$ zugehörig angesehen werden und dabei die Meinung obwaltet, dass sich diese Substanzen wesentlich durch ein sehr hohes Molekulargewicht von den Terpenen im engeren Sinne unterscheiden, so ist es nicht ohne Interesse, hier beiläufig zu bemerken, dass nach dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens zwischen den das Kautschuk und die Gutta-Percha liefernden Familien (*Agaveaceae*, *Arbo-carpaceae*, *Euphorbiaceae* und *Sapotaceae*) und denjenigen, in denen ätherische Oele in bemerkenswerther Weise vorkommen, keinerlei oder wenigstens nur sehr unwesentliche Beziehungen zu existiren scheinen. Weder sind die eben genannten Pflanzenfamilien durch gleichzeitiges Auftreten ätherischer Oele (Terpene), charakterisirt, noch weist die botanische Provenienz der wichtigeren äther. Oele auf Familien hin, in denen Kautschuk-Substanzen in merklichem Maasse nachweisbar wären. Wenn aber die Familien, welche die Stoffe der Kautschuk-Gruppe liefern und andererseits diejenigen, in denen sich ätherische Oele anhäufen, botanisch keineswegs nahe unter sich verwandt sind, so zeigen doch innerhalb ein und derselben Familie die genannten Producte jeweilen grössere Uebereinstimmung in den nähern Bestandtheilen und den allgemeinen physikalisch-chemischen Eigenschaften, inso-

... die Durchschnittsverhältnisse in Betracht gezogen und Ausnahmen nicht allzusehr berücksichtigt werden.

Einen ziemlich hohen Grad von Localisirung in einzelnen Familien oder Gattungen weisen gewisse Harzsäuren auf, wie denn beispielweise die Cambogiasäure ausschliesslich *Morales* auf die entsprechende Gattung, die interessante Gurgulsäure auf das Genus *Gurjucium* beschränkt bleibt, während andere Harzsäuren, so die Abietinsäure, die Copalinsäuren, die Gurjunsäure in einer viel grösseren Anzahl von Species, Gattungen und zum Theil wohl auch Familien vorzukommen scheinen.

Leider gestattet es der diesem Aufsätze zugewiesene Raum nicht, an dieser Stelle auf eine Besprechung gewisser Gruppen von flüchtigen Oelen einzugehen, die nicht selten unheimlicher Weise als ätherische Oele aufgeföhrt werden und n. A. in den Familien der *Euphorbiaceen* und *Umbelliferae* in charakteristischer Weise vorkommen.

6. Specifische Farbstoffe. Während, wie schon erwähnt, bemerkt, manche Farbstoffe, so z. B. das Kattannin, gewisse farbende Materien der Blüten und andere Holzfarbstoffe eine grosse, zum Theil ganz allgemeine Verbreitung in der Pflanzenwelt aufweisen, so gehören andererseits die technisch wichtigen, von Pflanzen produzierten Farbstoffe sammtlich oder in grosser Mehrzahl der Abtheilung der speciellen Pflanzenstoffe an; d. h. sie besitzen specifischen Character, zeigen eine nur beschränkte Vertheilung über das Pflanzenreich und treten häufig kaum über den Rahmen der Species oder Gattung hinaus.

Diese zahlreichen, fast ausschliesslich der aromatischen Reihe angehörenden Farbstoffe, welche vielfach noch ganz unvollkommen erforscht sind, können in dieser Uebersicht nicht eingehender erörtert, sondern höchstens in einigen wichtigeren Repräsentanten namhaft gemacht werden.

Unter den Anthracen-Derivaten, die den Character von Farbstoffen tragen, sind einzig das Alizarin und nahe verwandte Purpurin von phytochemischer Bedeutung, während deren technisch-commercielle Rolle bekanntlich nahezu vollständig an den synthetisch dargestellten Krappfarbstoff, das künstliche Alizarin, übergegangen ist. Es sind die genannten Farbstoffe auf die Gattung *Rubia* und damit auf die zugehörige Familie beschränkt, obwohl die Verbreitung von Farbstoffen der Alizarinreihe auch in andern Pflanzenfamilien angenommen werden muss. So scheinen beispielsweise die Farbstoffe des *Madderwurms*, sowie einzelne Blütenfarbstoffe dieser Gruppe anzugehören.

Ebenso wie das Alizarin auf die *Rubiaceen* beschränkt bleibt, so ist diess bei den beiden technisch wichtigen Benzol-Derivaten Hamatoxylin und Brasilin (den färbenden Principien des *Campêcheholz*s und des *Brennholz*s) mit Bezug auf die Familie der *Cassipitaceen* (speciell die Genera *Huamberryllon* und *Cassipouita*) der Fall. Eine auffallend grössere Verbreitung ist dagegen bei einem Körper der Indolgruppe, dem Chromogen des Indigblaus, nachzuweisen, insofern diese Verbindung, welche erst in Folge von Gährungs- und Oxydationsvorgängen aus den Pflanzensäften sich als Indigblau niederschlägt, zunächst in drei Gruppen von Pflanzenfamilien getroffen wird, welche theilweise in botanischer Hinsicht

nicht weit auseinander, nämlich erstens in einigen Abtheilungen der *Papilionaceen* (*Lobelia*, *Galega*), sodann bei *Polypodiaceen* und *Cruciferen* (*Polygonum*, *Isatis*) und endlich *Agrocyben* und *Asclepiaden* (besonders *Nerium*). Fernerhin ist die Bildung von Indigblau noch in einigen andern Familien, wie z. B. bei einzelnen *Compositen*-Gattungen (*Spatholobus*, *Eupatorium*) beobachtet worden.

Ebenso sind die Farbstoffe Quercitrin und Quercetin keineswegs in einer Familie localisirt, sondern scheinen ebenfalls eine weitere, vermuthlich noch mehr verzweigte Verbreitung zu besitzen: bis jetzt müssen die Familien der *Caryophyllen*, der *Terbinthaceen* und der *Rubiaceen* als diejenigen bezeichnet werden, in denen die genannten Substanzen reichlicher auftreten.

Von solchen Farbstoffen, die hinwieder nur in einzelnen Familien und innerhalb derselben meist nur in einzelnen Gattungen und Arten vorkommen, mögen hier etwa genannt werden: das Santalin (Farbstoff des rothen Sandelholzes) in *Pterocarpus* (*Papil.*); der eigenthümliche Farbstoff der Kamaladrüsen, welcher im *Euphorbiaceen*-Genus *Mallotus* und vermuthlich auch in der *Papilionaceen*-Gattung *Flemingia* (als färbende Substanz der sog. Warzdrüsen) auftritt; die Tournesol-Farbstoffe in der Familie der *Euphorbiaceen* (*Crotophora*); das Morin und Morcharin bei den *Urticaceen*; das Curcumin in der Familie der *Zingiberaceen*, das Crocin in derjenigen der *Leguminen* (vielleicht auch bei den *Rubiaceen*, d. h. in der Gattung *Garcinia*) u. A. m.

7. Glycoside und Bitterstoffe. Angesichts dieser grossen Gruppe, welche zu einem grossen Theile Verbindungen von noch unerforschter chemischer Constitution und deshalb auch unbekannter chemischer Zugehörigkeit

einschliesst und überdiess eine leider noch allzugrosse Anzahl ungenügend reiner als Gemenge zu betrachtender Substanzen beherbergt, macht sich a priori die Nothwendigkeit einer, wenn auch noch so provisorischen und rohen Eintheilung geltend, bei welcher die eigentlichen Glycoside und die Bitterstoffe im engeren Sinne, welche den Complex des Traubenzuckers nicht in sich führen, am Besten ungetrennt bleiben, da vielfach die Glycosidnatur solcher Stoffe noch als problematisch gelten muss.

Es lässt sich in der grossen Abtheilung der hieher zu zählenden Substanzen, welche sich von den Pflanzenbasen und ausgesprochenen Pflanzensäuren als indifferente oder nur mit schwach-basischen oder schwach-sauren Eigenschaften begabte Stoffe unterscheiden und, mit wenigen Ausnahmen, auch stickstofffrei sind, endlich auch sehr häufig einen mehr oder weniger intensiv bitteren Geschmack aufweisen, zunächst eine Gruppe von Stoffen abtrennen, welche durch intensive physiologische Wirksamkeit, vielfach durch geradezu toxischen Character ausgezeichnet sind und schon aus diesem Grunde das Interesse des Pharmakologen und Pharmakognosten in hohem Grade beanspruchen. Eine zweite, an Zahl der einzelnen Körper unzweifelhaft viel grössere Gruppe umfasst Substanzen, welche, wenn auch nicht inner physiologisch indifferent, doch durch relativ viel mildere Wirkungen und Abwesenheit eigentlich giftigen Characters (bei Anwendung kleiner Dosen) von der erstgenannten Kategorie sich unterscheiden. Auch die Stoffe dieser Gruppe treten vielfach als wirksame Bestandtheile arzneilicher Drogen auf und besitzen nebenbei besonderes theoretisches Interesse, da sie die Verbreitung gewisser chemischer Verbindungen in nahe verwandten Pflanzen in zahlreichen

Beispielen illustriren. Doch muss hier von vornherein gänzlich davon Umgang genommen werden, eine oder nur einigermaßen vollständige, geschweige denn eine nähernd erschöpfende Uebersicht der Substanzen dieser grössten aller Gruppen vornehmen zu wollen; nur eine beschränkte Anzahl besonders illustrativer oder sonst nisch bemerkenswerther Typen möge hier in abgekürzter Darstellung wie bei den vorhergehenden Abschnitten in Beachtung nahe gelegt werden.

Unter den Glycosiden und Bitterstoffen von etwas siverer physiologischer Wirkung lassen sich durch mögliches Zusammenfassen einer Anzahl von Substanzen mit sehr ähnlichen physiologischen Eigenschaften pharmakologische Gruppen aufstellen, welche nach gewissen typischen Stoffen benannt werden.

Eine der wichtigeren dieser Gruppen ist die *Digitalis*-Gruppe, deren Körper sich besonders dadurch auszeichnen, dass sie eine charakteristische, die Herztätigkeit verlangsamende Wirkung ausüben und den Tod durch den Herzstillstand in Systole bedingen.

Hier sind in erster Linie mehrere in *Digitalis purpurea* vorkommende, früher unter dem Namen *Digitales* zusammengefasste Substanzen zu nennen, denen die Digitalis-Präparate der Pharmacopoeen ihre Wirkung verdanken. Diese Stoffe scheinen bis jetzt auf wenige Arten in der Familie der *Scrophulariaceen* beschränkt zu sein; weit dieselben auch in andern *Digitalis*-Species vorkommen, ist noch unbestimmt; dagegen sind Substanzen, welche die grösste Analogie mit den Digitalis-Substanzen weisen und vielleicht mit dem einen oder andern der Digitalis-Stoffe identisch sind, neuestens in einer neuen *Scrophularineen*-Gattung (*Franciscana*) signalisirt worden.

Neben der letztgenannten Familie ist sodann besonders die Familie der *Apocynaceae* durch das Vorkommen von Herzgiften characterisirt; wir treffen dieselben namentlich in den Gattungen: *Apocynum*, *Thevetia*, *Touplandia*, *Nerium*, *Strophandrus*, die eine Anzahl theils zu Pfeilgiften, theils zu Ordealgiften verwendete Pflanzen aufweisen, von denen mehrere auch medizinische Bedeutung erlangt haben. Ebenso treten in mehreren *nonwoodyen* Familien, so namentlich bei den *Liliaceae*, *Saururaceae* und *Anacardiaceae* wirksame Stoffe vom Character der Herzgifte auf; ganz besonders sind solche Substanzen bekannt in den Gattungen *Scilla* (incl. *Vergastis*), *Convolvulus*, *Anacardium*, wie ja denn eine *Vergastis*-Species zu den allerältesten Medicamenten gehört, während andererseits die längst als Volksheilmittel bekannte *Convolvulus napellus* nunmehr als digitalisähnlich wirkendes Arzneimittel erkannt worden ist.

Von relativ geringerer Bedeutung sind einige Herzgifte, welche in der Familie der *Ranunculaceae* (*Helleborus*, *Aconitum*), sowie bei den *Actinorhizeen* (*Antitoxis*) verbreitet sind; doch möge immerhin an die weit zurückgehende medizinische Anwendung von *Helleborus*-Arten, sowie an die Bedeutung der *Antitoxis bicolorata* als Pfeilgiftpflanze erinnert werden.

Eine weitere Gruppe ist die Picrotoxin-Gruppe; die zu ihr gehörenden Stoffe, welche eher toxicologische als medizinische Bedeutung besitzen, wirken vor allem erregend auf die in der Medulla spinalis und oblongata liegenden Nervencentren und bedingen so heftige Krämpfe, verbunden mit Verlangsamung der Herzaction, Steigerung des Blutdrucks und Beschleunigung der Respiration. Die typische Substanz dieser Kategorie ist das für die Familie

der *Meningitiden* ein charakteristische *Picrotoxin*, welches bis jetzt ausserhalb dieser Familie (*Cocculus*) nicht getroffen worden ist. In wie weit dasselbe auch in andern *Meningitiden* vorkommt, so z. B. in den zur Bereitung des *Thomas-Pfeilschmitt's* dienenden Materialien vorhanden ist, muss noch genauer constatirt werden. Dagegen ist das Vorkommen *picrotoxin*artiger Substanzen namentlich dargehan für die Familie der *Umbelliferen* (*Cicuta*, *Uranthe*, *Sium*), die *Euphorbiaceen* (*Bucus*, *Phyllanthus*, *Hypocistis*, *Hymenocallis*) und in geringerem Grade bei den *Magnoliaceen* (*Sikkimin* des giftigen japan. *Sternanis*), bei den *Papaveraceen* (*Sanguinarin*) und den *Malpighiaceen* (*Cornamyrin*).

Eindlich darf hier auch der *Saponin*-Gruppe noch gedacht werden, welche aus der Abtheilung der physiologisch indifferenten Pflanzenstoffe in diejenige der physiologisch wirksamen Substanzen versetzt worden ist, seitdem durch die werthvollen experimentellen Arbeiten *Koberts* in *Dorpat* nachgewiesen wurde, dass in den als Gemenge zu betrachtenden *Saponinen* verschiedener Pflanzen sehr energisch wirkende, eigentliche toxische Substanzen (wie z. B. die *Quillajasäure*) enthalten sein können. Während früher einfach ein als *Glycosid* aufgefasster und als *Saponin* bezeichneter Stoff, der im Laufe der Zeit aus manchen Pflanzen unter besondern Namen dargestellt worden war, als in den verschiedensten Familien verbreitet angenommen wurde, geht aus den neuern Untersuchungen eher hervor, dass es sich in den zahlreichen Fällen, in denen sog. „*Saponine*“ aus Pflanzentheilen extrahirt worden sind, um mehr oder weniger complicirte Gemische handelt, in denen allerdings gewisse weitverbreitete Stoffe als nähere Bestandtheile vorkommen und

sollt predominiren, während nebender — vielleicht durch Spaltung ursprünglich vorhandener Glycoside bei der Bereitung entstanden — auch specifische, meist physiologisch wirksame Verbindungen zugegen sind, welche selbstverständlich einzelnen »Saponinen« einen besondern Character ertheilen müssen. Fassen wir der Einfachheit halber den Begriff »Saponin« eher im frühern Sinne auf, so ist trotz der relativ weiten Verbreitung des Saponins immerhin darauf hinzuweisen, dass dieser Stoff nur in wenigen Familien quantitativ so hervortritt, dass die betreffenden Pflanzenarten entweder als Nutzpflanzen oder Medicinalpflanzen in Frage kommen. Auffallend ist die Bildung des Saponins besonders bei den *Caryophyllaceen*, aus welcher Familie zwei der wichtigsten saponinhaltigen Nutzpflanzen, nämlich *Saponaria* und die noch nicht näher bekannte Stammpflanze der sog. levantischen *Seifenwurzel* zu nennen sind, soham bei den *Rosaceen* (*Quillaja* und andere Genera), und ausserdem besonders bei *Liliaceen* und *Smilacaceen* (Parillin der *Sarsaparillwurzel*), *Sipulaceen* (*Sapponia* aus Ostindien), *Bilbyaceen* (Senegin der *Senegawurzel*), *Symplocaceen*, *Scrophulariaceen* (Digitonin der *Digitalis purp.*) u. s. w. Dass mit diesen Namen die Aufzählung der Familien, in denen saponinartige Stoffe entdeckt wurden, keineswegs abgeschlossen ist, bedarf kaum der Erwähnung; dagegen verdient vielleicht die eigenthümliche Thatsache angemerkt zu werden, dass in mehreren saponinhaltigen Familien, so namentlich bei den *Caryophyllaceen*, das Auftreten des Saponins mit einer starken Anhäufung von Kalk (als organisches Kalksalz) Hand in Hand zu gehen scheint, was sich theils im hohen Aschengehalt, theils im Vorwiegen des Calciums in den Aschenbestandtheilen mani-

besteht. Es dürfte nicht ohne Interesse sein, diesen Punkt in der ganzen Reihe saponinhaltiger Pflanzentheile weiter zu verfolgen.

Wie schon angedeutet, ist mit der Anführung der vorgenannten Gruppen die Reihe von physiologisch wirksamen oder selbst toxischen neutralen Pflanzenstoffen nicht entfernt erschöpft; doch mögen die hier behandelten Beispiele genügen, denen vielleicht als eine weitere Illustration der Verbreitung toxisch wirkender Stoffe in einzelnen Pflanzenfamilien das von P. C. Plugge und M. de Zuyver in Groningen in mehreren Gattungen der *Euphorbia* (besonders *Andromeda* und *Rhododendron*) nachgewiesene Andromedotoxin beigelegt werden kann. Waren doch in dieser im Uebrigen als harmlos geltenden Pflanzenfamilie schon längst gewisse *Andromeda*- und *Rhododendron*-Arten als medizinisch wirksam und zum Theil selbst als narkotisch-giftig erkannt worden, ohne dass die Natur der wirksamen Stoffe bekannt gewesen wäre.

Bei den indifferenten Stoffen von weniger ausgeprägter physiologischer Wirkung kann zunächst eine Gruppe von Bitterstoffen im engeren Sinne des Wortes unterschieden werden, bei denen vielfach ein charakteristisches Auftreten innerhalb einzelner Familien, und sei es auch nur in gewissen Gattungen, beobachtet werden kann. Wir nennen in dieser Richtung einige Beispiele aus der Abtheilung der arzneilichen Pflanzenstoffe, in denen derartige Bitterstoffe als wirksame Substanzen auftreten, so das Vorkommen von Bitterstoffen (Hesperidin u. A.) bei den *Rutaceen-Aurantiaceen*, die Verbreitung intensiv bitterer Substanzen (Quassin u. s. w.) in mehreren Gattungen der *Simarubaceen*, die Gegenwart bitterer und zu-

gleich scharfjürgender Stoffe (Colocynthin, Elaterin etc.) in den Gattungen *Celastrus*, *Echallium* u. A. der *Cucurbitaceen*, das Auftreten der charakteristischen Bitterstoffe bei den *Geraniaceen* (*Geranium*, *Menyanthes*, *Ophelia* etc.), die Verbreitung bitterer, zum Theil specifisch wirkender Stoffe (wie z. B. des Santonins, Cnicins etc.) in der Familie der *Compositen*, so in unsern Gattungen *Artemisia*, *Senecio*, *Achillea*, *Cnicus*, *Anthemis*, *Lactuca* u. A. m.

Bitterstoffe von ähnlicher Art, zum Theil von genauer bekannter chemischer Zusammensetzung und, wie viele Andere, der Reihe der aromatischen Körper angehörend, sind auch in einigen *monocotylen* Pflanzenfamilien beobachtet, so bei den *Liliaceen* das Alon in den *Alb-* Arten, bei *Melanthaceen* das Veratramarin in *Veratrum*-Species, bei *Araceen* das Acorin u. s. w. In allen diesen Fällen ist, so weit bis jetzt bekannt, die betreffende Substanz auf einzelne Gattungen und auf die bezügliche Familie beschränkt.

Die in ihren Eigenschaften theilweise den Bitterstoffen sich anschliessende Classe der Glycoside enthält chemisch sehr divergirende Substanzen, d. h. Körper, die bei ihrer Spaltung durch Fermente (oder verdünnte Säuren und Alkalien) sehr verschiedene Spaltungsproducte neben dem gleichzeitig auftretenden Zucker liefern. Insoweit diese Pflanzenstoffe, namentlich von medicinischen Gesichtspunkten aus, in Betracht kommen, würden vornehmlich 4 Gruppen zu unterscheiden sein.

Eine erste Gruppe umfasst Glycoside, bei deren Spaltung flüchtige Cyanverbindungen und Sulfoeyanverbindungen organischer Radicale auftreten. Diese Zersetzungsproducte nehmen, wenn die betreffenden Pflanzentheile behufs Spaltung der Glycoside zerquetscht, mit

Wasser macerirt und später destillirt werden, den Character ätherischer Oele an (Senfö, Meerrettigöl etc.), obwohl sie wohl nicht prädominirt vorhanden, strenge genommen den ätherischen Oelen nicht mehr beigezählt werden dürfen.

Angerechnet durch das Vorkommen solcher Substanzen ist namentlich die Familie der *Cruciferen* (*Brassicen*, *Lepidium*, *Cochlearia* u. A. m.), der *Resedaceen*, der *Tropaealen* und *Geraniaceen*; unter den dahingehörigen Arten, welche bei geeigneter Behandlung jene flüchtigen, scharfen und hautirritirenden Cyanderivate liefern, treffen wir eine Anzahl altbekannter Arzneipflanzen und Volksheilmittel.

Eine weitere Kategorie von Glycosiden liefert bei chemischer Spaltung Producte, welche der Gruppe der Benzol-Derivate angehören, so besonders das bei den *Rosaceen* (zuletzt bei *Amygdaleen* und *Pomaceen*) verbreitete, in neuerer Zeit auch bei den *Linaceen* beobachtete Amygdalin, dessen Spaltungsproducte, Benzaldehyd und Cyanwasserstoff, das bekannte äther. Bittermandelöl zusammensetzen; in der nämlichen Ordnung der *Rosaceen* ist vorzugsweise auch das Phlorizin vertreten, dessen Vorkommen übrigens über den Rahmen dieser Familie hinausgeht. Glycoside analogen Characters, wenn auch mit differirenden Spaltungsproducten, enthält die Familie der *Salicaceen* in dem auf die Genera *Salix* und *Populus* beschränkten Salicin und Populin. Von viel allgemeinerer Verbreitung erscheint dagegen das Glycosid Coniferin, bemerkenswerth als erste Muttersubstanz des künstlichen Vanillins, ein Körper, den man früher nur bei den *Coniferen* vermuthete, bis neue Erfahrungen denselben in einer ganzen Reihe von Pflanzengeweben diverser

Provenienz nachgewiesen haben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser Stoff sich nicht selten in der lebenden Pflanze selbst unter Vanillinbildung zersetzt.

Eine dritte Gruppe von Glycosiden, deren Spaltungsproducte höhere homologe Verbindungen einer Fettsäuren-Nebenreihe darstellen, findet sich bei den *Convolvaceen* über die Gattungen *Convolvulus*, *Ipomoea* und *Pharbitis* vertheilt und bildet, in den beiden Hauptstoffen Convovulin und Orizabin, die wirksamen, purgirenden Bestandtheile einer Anzahl theils älterer, theils neuerer *Convolvulaceen*-Drogen und der daraus dargestellten Rohharze. Diese Glycoside scheinen bisher noch in keiner andern Familie gefunden und somit ein charakteristisches Product der genannten Genera zu sein.

In einer weitem und letzten Abtheilung von Glycosiden könnten endlich eine Reihe anderer Substanzen zusammengefasst werden, die bei ihrer Zersetzung Producte verschiedener chemischer Natur liefern und ebenso, wie Vertreter der vorgenannten Glycosid-Gruppen, theilweise als wirksame Bestandtheile arzneilicher Pflanzen zu betrachten sind. In diese letztere Kategorie gehört beispielsweise das Glycyrrhizin, welches nach neuern Beobachtungen nicht allein in einer oder zwei *Papilionaceen*-Gattungen, sondern auch in der Familie der *Sapoteaceen* vorkommt und den eigenthümlichen süßen Geschmack der betreffenden Pflanzentheile bedingt. Eine nicht uninteressante Gruppe von Glycosiden besteht aus einer kleinern Anzahl durch intensive Fluorescenz ihrer Lösung ausgezeichneten Substanzen, von denen hier wegen ihres Vorkommens in der früher officinellen *Roskastanien*-Rinde und in gewissen Sorten der *Fraxinus-Manna*, nur das Aesculin und das vermuthlich chemisch analoge

Fraxin genannt werden sollen. Wir treffen diese Stoffe, welche mit einzelnen in der Abtheilung der specifischen Farbstoffe namhaft gemachten Glycosiden verwandt sind, in der Ordnung der „*Aesculinae*“ und in der Familie der *Glucosen*, ohne übrigens daraus schliessen zu dürfen, dass diese Stoffe sich nicht weiterhin in andern Familien theilt finden. Die Zahl von Pflanzen, welche fluorescirende Auszüge liefern, ist nicht ganz gering; wohl mag es sich in gewissen Fällen um Verbindungen handeln, die mit jenen Substanzen identisch oder denselben sehr analog sind. Anders verhält es sich z. B. bei den Samen von *Datura*, sowie bei Wurzeln und Früchten der *Atropa Belladonna*, aus welcher namentlich durch H. Kunz die fluorescirende Substanz, ein Derivat der aromatischen Reihe, in reiner Form als Chrysatropasäure isolirt worden ist. Gänzlich unbekannt sind immerhin noch die fluorescirenden Materien einiger exotischer Pflanzen geblieben.

Wir haben im Vorstehenden die wenn auch noch so lückenhafte Uebersicht wichtigerer Pflanzenstoffe in dem Umfange vorgenommen, wie er durch die Beziehung der Frage nach chemisch-botanischen Verwandtschaften, zugleich aber durch naheliegende einschränkende Rücksichten gegeben war.

Wenn wir uns zum Schlusse die Frage vorlegen, in wie weit der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über die Verbreitung chemischer Substanzen in der Pflanzenwelt die Richtigkeit der Anfangs erwähnten Ansichten De Candolle's und anderer Botaniker jener Zeit bestätige oder verneine, so wird kaum geläugnet werden dürfen, dass jenem Autor in unseren Tagen eine noch erheblich grössere Anzahl phytochemischer Thatsachen zu Gebote stehen würden, um als Beweise für verschiedene seiner Sätze

verwerthet zu werden. Es wird zuzugeben sein, dass, wenn auch seit der Zeit, in welcher pflanzenchemische Untersuchungen eben erst inscenirt wurden, die Unterscheidung und Classification der allgemein verbreiteten und der sog. specifischen Pflanzenstoffe in manchen Richtungen wiederholt gewechselt hat, doch gerade bei der Kategorie der specifischen und namentlich der physiologisch wirksamen Substanzen eine häufige, oft geradezu überraschende Coincidenz chemischer und botanischer Verwandtschaft zwischen Pflanzen-Arten, -Gattungen und selbst -Familien zu constatiren ist, und dass da, wo angeblich specifische Pflanzenstoffe (wie Coffein, Berberin, Cholin, Cumarin, Cineol etc.) in einer Anzahl botanisch heterogener Familien auftreten, die Grenzlinien jener ohnehin künstlichen und desshalb willkürlichen Zweitheilung der Pflanzenstoffe zu verschieben sind.

Freilich können diese Verhältnisse nicht erörtert werden, ohne damit auch die Cardinalfrage der physiologischen, functionellen Bedeutung der so zahlreichen Producte des pflanzlichen Chemismus zu berühren. Dass diese Frage für die grosse Gruppe der sog. allgemein verbreiteten Stoffe, wenn auch keineswegs gelöst, doch in manchen Punkten aufgeklärt und auf experimentellem Wege erledigt ist, wurde schon zu Anfang hervorgehoben, ebenso, dass bei den sog. specifischen Pflanzenstoffen die Frage nach ihrer physiologischen Rolle und ihrer biologischen Genesis vielfach, ja, in der Hauptsache noch ungelöst scheine.

Immerhin würde es als unverzeihliche Lücke und als eine Missachtung zahlreicher neuerer botanischer und phytochemischer Arbeiten gelten müssen, wollten wir nicht am Schlusse einer Betrachtung, welche freilich

anderweitigen Gesichtspunkten gewidmet war, wenigstens auf die eine bedeutsame Erscheinung hinweisen, dass ohne Zweifel in vielen Fällen die specifischen Pflanzenstoffe verschiedenster Categorien mit mehr oder weniger ausgeprägter physiologischer oder gar toxischer Wirkung als chemische Schutzmittel der Pflanze gegen eine Anzahl verschiedenster Angriffe und Schädlichkeiten fungiren.

Sehr lehrreiche und interessante Aufschlüsse dieser Art finden wir namentlich in einer neuesten vortrefflichen und höchst werthvollen biologischen Studie von Prof. E. Stahl ¹⁾ »über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfrass«. In dieser eingehenden, durchgehends experimentellen Arbeit weist der bewährte Forscher nach, wie namentlich Gerbsäuren, specifische Farbstoffe, gewisse Pflanzensäuren, ätherische Oele, Bitterstoffe und verschiedene, noch ungenügend bekannte, scharfe Stoffe in den sog. Oelkörpern der *Lebermoose* den Pflanzen als Abschreckungsmittel oder als Gift gegenüber den aggressiven Individuen der Thierwelt dienen. Und wer diese in mancher Beziehung bahnbrechende Schrift gewürdigt hat, der wird, bei Betrachtung der Pflanzenwelt im Lichte vertiefter und ergänzter darwinistischer Principien, un schwer dem Schlusssatze ihres Verfassers zustimmen, dass »die die Pflanzen umgebende Thierwelt nicht bloss auf die Gestaltung (mechanische Schutzmittel!), sondern auch auf den Chemismus der Pflanzen von tiefgreifendem Einflusse gewesen ist«. Bei solcher, weiterhin experimentell zu erhärtenden Betrachtung muss sich nicht allein für

¹⁾ Dr. E. Stahl, Professor d. Botanik in Jena. Pflanzen und Schnecken. Jena, Gustav Fischer 1888. (Sep.-Abdruck aus der Jenai'schen Zeitschr. f. Naturw. u. Medizin. Bd. XXII. N. F. XV.)

manche spezifische Pflanzenstoffe eine ungezwungene Deutung ihrer Function ergeben, sondern es wird sich damit zugleich herausstellen, in wie weit solche Substanzen und die sie erzeugenden chemischen Vorgänge als Resultate biologischer Entwicklung im Kampfe des Lebens aufzufassen sind.

Allein auch die Ergebnisse derartiger Untersuchungen über chemische Schutzmittel der Pflanze können nur eine partielle Erklärung der physiologischen Rolle und »Erwerbung« gewisser spezifischer Pflanzenstoffe herbeiführen; noch bleiben uns zahlreiche Substanzen dieser Art ungelöste Räthsel, die immer wieder zu weiterer Ueberlegung und Forschung einladen, und noch gilt dem Naturkundigen der alte Spruch: »Multum e veritate etiam futuris relictum est«.

Notizen.

Einige Notizen aus alten Chroniken. — Herr Prof. Georg v. Wyss hatte die Freundlichkeit, mir folgende Notizen mitzutheilen, welche er beim Durchgehen alter Chroniken auffand:

1. A^o. 1033. Eclipsis solis 3 Calend. Julii hora quasi 6^a.
2. A^o. 1039. Eclipsis solis XI Cal. Septembris.
3. A^o. 1065. Cometa per totum orbem diu apparuit.
4. A^o. 1083. Visus est splendor quidam quasi facula volans per aerem ab oriente in occidentem. — Eclipsis solis facta est 2 Cal. Octobris hora tertia et mortalitas magna subsecuta est.
5. A^o. 1096. Eclipsis lunae facta est 6 Idus Augusti Luna B.
6. A^o. 1097. Cometes apparuit. Aestas fertilissima fuit.
7. A^o. 1105. Prudie ante Vigiliam nativitatis Domini visus est ab occidente tantus inter sidera ignis flammarum, ut solis jubar crederetur, si in Orientis esset parte.