

bereits an dem veränderten Geruch zu erkennen ist. Ferner dürften auf diese Weise in sehr vielen pinenhaltigen Ölen aus $C_{10}H_{16}$ das Pinolhydrat $C_{10}H_{18}O_2$ (Sobrerol), oder auch das Terpinhydrat $C_{10}H_{20}O_2$ entstehen.

Nachdem wir bisher bei den allgemeinen Erörterungen den Begriff „Bestandteil eines ätherischen Öles“ durch nähere Beleuchtung der Gewinnung des ätherischen Öles und seiner Aufbewahrung festlegten, soll in folgendem seine Herkunft in weiterem Sinne näher ins Auge gefaßt werden.

Herkunft der ätherischen Öle und Vorkommen in der Pflanze.

Die folgenden Erörterungen sollen an dieser Stelle allgemeiner Natur sein; bei der Besprechung der einzelnen Bestandteile der ätherischen Öle werden wir auf das Spezielle bezüglich dieser Frage eingehen; dort sollen dann diese interessanten Fragen vollständig erledigt werden. Überblicken wir die chemische Natur der Bestandteile der ätherischen Öle, so nehmen wir wahr, daß fast alle Klassen eines wissenschaftlich angeordneten chemischen Systems vertreten sind: wir finden Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde, Ketone, Säuren, Ester, Oxyde usw. der Methanreihe sowohl, als auch der zyklisch hydrierten und Benzolklasse vertreten. Wie und wo in der Pflanze haben wir uns alle diese Verbindungen entstanden zu denken? Ferner, ist die Hervorbringung eines ätherischen Öles stets und ständig in einer Pflanzenspezies dieselbe, d. h. enthält das Öl ein und derselben Pflanzenspezies stets und ständig dieselben Bestandteile oder nicht? Außerdem, kommt dasselbe Öl mit denselben Bestandteilen auch in verschiedenen Pflanzenspezies vor? Oder finden sich außerdem gewisse Bestandteile eines ätherischen Öles in anderen ätherischen Ölen wieder? Schließlich, enthält eine Pflanze in allen ihren Organen, d. h. Blättern (Blüten), Stamm und Wurzel stets dasselbe ätherische Öl mit denselben Bestandteilen oder nicht? Wir sind heute in der Lage über alle diese Fragen ziemlich scharf Auskunft geben zu können.

Zunächst entstehen die ätherischen Öle, wie sie der Wasserdampf bei der Destillation liefert, in seltenen Fällen erst während der Destillation. Aber wir haben bei allen ätherischen Ölen uns zunächst folgende äußerst wichtige Frage vorzulegen: ist bei der Destillation mit Wasserdämpfen Pflanzenmaterial zur Anwendung gekommen, welches frisch, unmittelbar von der lebenden Pflanze gewonnen wurde, oder wurden Pflanzenteile, z. B. Blüten, Blätter, Holz usw. benutzt, welche bereits lagerten und seit deren Entfernung von der lebenden Pflanze bereits längere Zeit verstrichen war. Unendlich verschieden kann die Zusammensetzung eines ätherischen Öles in bezug auf die einzelnen Bestandteile ausfallen, je nachdem der eine oder andere Fall vorliegt. Genau so wie im tierischen Organismus nach dem Absterben sofort ein Heer kleinster Lebewesen sich des abgestorbenen Organismus bemächtigt, seine einzelnen Moleküle in einfachere zerlegt, bis schließlich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak entstehen, so nehmen wir dieselben Erscheinungen im pflanzlichen Organismus wahr. Auch hier setzt das Spiel der Vernichtung hoch entwickelter Moleküle ein, auch hier entstehen einfache Verbindungen

z. B. aus den komplizierten Eiweißstoffen. Während der Entwicklung dieser Verbindungen können wir nun auch auf Moleküle stoßen, die mit Wasserdampf flüchtig sind. Ein klassisches Beispiel hierfür sind viele Blütenöle. Bei der Gewinnung derselben durch „Enfleurage“, also durch Ausbreiten der Blüten auf fette Pflanzenöle bzw. Paraffine gewinnen wir ein Öl, welches sich in vielen Eigenschaften von jenem unterscheidet, welches durch Destillation der frischen Blüten gewonnen wird. Die Enfleurage nimmt eben längere Zeit in Anspruch und diese genügt, um in den abgestorbenen Blüten Prozesse hervorzurufen, bei denen z. B. Anthranilsäuremethylester erzeugt wird. Nicht immer ist, wie in diesem Falle, die Schaffung neuer Moleküle von Vorteil für die technische Verwendung der Öle; als lehrreiches Beispiel hierfür dient das Rosenöl. Morgens in aller Frühe müssen die Rosen gepflückt werden und sofort zur Destillation gelangen; lagern sie, so tritt Gärung, d. h. Schaffung von neuen Molekülen ein, unter denen sich auch unangenehm riechende flüchtige Verbindungen befinden.

Aus diesen Ausführungen erkennen wir also, daß wir stets hinzufügen müssen, wie beschaffen das Rohmaterial eines Pflanzenteils gewesen ist bezüglich des Zeitpunktes der Trennung von der Pflanze, erkennen wir ferner bereits eine Quelle der Entstehung vieler ätherischer Öle: sie werden gebildet aus komplizierten anderen Molekülen der Pflanze.

Daß aber fast ausnahmslos — vielleicht die Ester ausgenommen — die Bestandteile der ätherischen Öle aus komplizierten Molekülen durch Abspaltung entstehen, ist ebenso zweifellos. Niemals dürfte die Pflanze primär, d. h. aus anorganischen Bestandteilen, wie Kohlensäure, Wasser, salpetersauren Salzen unter Einwirkung des Lichts ätherische Öle schaffen. Wir wissen, daß aus $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ unter Abtrennung von O Kohlehydrate entstehen in den chlorophyllhaltigen Zellen, eventuell hochmolekulare stärkeartige Verbindungen. Aus diesen Kohlehydraten, vielleicht unter Hydrolyse in wasserhaltige Kohlehydrate, entstehen unter fernerer Reduktion der salpetersauren Salze die Eiweißstoffe. Schaffung von Kohlehydraten und Eiweißstoffen ist das erste Ziel der Pflanze. Diese beiden Gruppen dienen zum Aufbau der Pflanze, indem die Kohlehydrate das Material für die Bildung der Wände weiterer Zellen liefern, die Eiweißstoffe für den Inhalt der Zellen, besonders das Protoplasma. Während dieses Schaffens neuer Zellen finden natürlich Zertrümmerungen von Molekülen statt; indem einmal für das Leben notwendige Verbindungen geschaffen werden müssen, ereignet es sich natürlich, daß Teile der Moleküle entstehen, die nicht für das weitere Leben, d. h. für das weitere Schaffen von Kohlehydraten, Eiweißstoffen und deren Modifikationen notwendig sind. Zu dieser von alters her bekannten Gruppe von Verbindungen, die man mit dem Sammelnamen der regressiven Stoffwechselprodukte bezeichnete, gehören die ätherischen Öle; auch die Alkaloide und Harze sind hierher zu rechnen. Deshalb besteht auch eine große Ähnlichkeit in der chemischen Konstitution zwischen diesen drei Gruppen. In den meisten Alkaloiden finden wir die Moleküle der Bestandteile der ätherischen Öle wieder; ich

will nur erinnern an das Piperonal im Piperin und Papaverin, an das Myristicin im Narkotin, an die hydrierten bityklischen Alkaloide der Atropin- und Kokaingruppe, die die größte Ähnlichkeit mit den hydrierten bityklischen Terpenen bzw. Kampfern haben. Unnötig für den direkten Stoffwechsel sind also zweifellos die ätherischen Öle; die Pflanze muß daher danach streben, diese Verbindungen aus dem Organismus auszuschleiden und sie dahin zu transportieren suchen, wo sie den weiteren Stoffwechsel nicht stören werden.

Diese Ausscheidung kann auf zweierlei Weise geschehen, entweder, indem das ätherische Öl vollkommen aus der Pflanze entfernt wird z. B. durch Ausatmung bei den Blüten, oder indem das ätherische Öl sich in einzelnen Zellen oder in Zwischenräumen innerhalb der Pflanzen ansammelt, die durch Zerstörung der Quer- und Längswände der Pflanze entstanden sind. In den meisten Fällen tritt alsdann gleichzeitig Verkorkung der Zellwände ein, so daß diese Produkte des regressiven Stoffwechsels von den produktiven Zellen ganz ferngehalten werden.

Wir haben nun bei dieser Abscheidung zwei Fälle zu unterscheiden: entweder findet Abscheidung der ätherischen Öle selbst in diesen Zellen bereits statt, oder aber es lagern sich Verbindungen ab, aus denen durch Einwirkung gewisser Moleküle die ätherischen Öle entstehen. Hiermit kommen wir zur eigentlichen Frage: aus welchen komplizierten Molekülen haben wir uns nun die Entstehung der ätherischen Öle zu denken? Es sind nur zwei Fälle möglich, entweder entstehen die ätherischen Öle aus den Kohlehydraten direkt oder aber aus den Kohlehydraten durch die Eiweißstoffe hindurch; ein anderer Fall ist nicht denkbar, da sie direkt aus den anorganischen Bestandteilen durch die Pflanze nicht erzeugt werden. Ob nun der eine Fall eintritt oder der andere, das ist für die Entstehung selbst nicht von wesentlicher Bedeutung, denn unter allen Umständen muß bei der Bildung aus den Kohlehydraten erstens Wasser abgespalten werden, zweitens muß eine Reduktion und drittens bei den zyklischen Verbindungen ein Ringschluß stattfinden. Diese drei chemischen Prozesse bieten keinerlei Schwierigkeiten; die olefinischen Verbindungen, seien es Alkohole, Aldehyde usw. erleiden bei ihrer Bildung Reduktion, indem häufig gleichzeitig Wasser abgespalten wird. Derartigen Reduktionsprozessen begegnen wir ja im Pflanzenleben vielfach. Komplizierter liegen die Verhältnisse bei der Schaffung der zyklisch-hydrierten und der Benzolbestandteile der ätherischen Öle. Im Jahre 1890 konnte ich nachweisen, daß durch einfache Wasserabspaltung aus dem olefinischen Citral das zur Benzolreihe gehörige Cymol entsteht, so können wir auch annehmen, daß vielleicht auf ähnliche Weise das Anethol und Eugenol, Thymol, Carvacrol usw. unter Ringschluß sich in der Pflanze bilden. Gerade die Wasserabspaltung und die Reduktion, zuweilen auch Oxydation sind ja die hauptsächlichsten chemischen Prozesse, denen wir im Pflanzenorganismus begegnen.

Nun aber müssen wir eins im Auge behalten, das ist, wie wir oben sahen, das Bestreben der Pflanze die ätherischen Öle als Produkte des

regressiven Stoffwechsels als störend für den weiteren Aufbau in der Pflanze aus derselben zu entfernen, d. h. es müssen diese Produkte häufig über weite Wege forttransportiert werden. Da nun aber die ätherischen Öle in den Pflanzensäften für gewöhnlich unlöslich sind, so bedient sich die Pflanze genau so wie beim Transport der unlöslichen Stärke eines einfachen Mittels. Wie diese in die löslichen Glukosen verwandelt wird, und letztere, an ihrem Bestimmungsort angelangt, wiederum in Reservestärke umgewandelt wird, so haben in vielen Fällen auch ähnliche Verhältnisse beim Transportieren von ätherischen Ölen statt. Die Pflanze bedient sich zu diesem Zweck der löslichen Glukoside, das sind ätherartige Verbindungen zwischen Alkoholen und Glukosen. Durch Fermente entstehen aus diesen Glukosiden alsdann die ätherischen Öle und die Glukosen: ich erinnere an das Gaultherin, welches Salizylsäuremethylester liefert, an das Salicin, welches Saligenin ergibt, an das Sinapin, aus dem Senföl erhalten wird. Häufig findet dabei gleichzeitig Oxydation statt, wie z. B. das Koniferin den Koniferylalkohol liefert, aus dem weiterhin durch Oxydation Vanillin entsteht. Dies sind alles Verhältnisse, bei denen wir in einer sehr großen Anzahl von ätherischen Ölen noch ihren Ursprung erkennen können.

Aber es ist ja nicht nötig, daß die Bildung des ätherischen Öles immer auf diese Weise vor sich geht: dieselbe kann vielmehr mit Umgehung des Glukosids auch direkt erfolgen. Es kann ein ätherisches Öl in vielen Fällen, z. B. ein Ester direkt aus einem Alkohol, also aus einem anderen ätherischen Öl + Säure entstehen; vielleicht entsteht das essigsaure Borneol, ein Bestandteil vieler Koniferennadelöle, auf diese Weise, vielleicht auch das Linalylacetat, ein Bestandteil einer großen Anzahl wohlriechender Öle. Vielleicht entstehen auch umgekehrt viele Alkohole durch Anlagerung von Wasser aus den Estern.

Die Kohlenwasserstoffe, deren Hauptkontingent die Terpene stellen, entstehen zweifellos aus zugehörigen Alkoholen; so kann das Pinen unter abermaligem Ringschluß aus dem Terpeneol entstehen, eine Reaktion, die uns im Laboratorium bisher nicht gelungen ist. Viele Terpene werden aus anderen Terpenen entstehen: so ist es nicht ausgeschlossen, daß das Limonen durch das Terpeneol hindurch aus dem Pinen entsteht. Es sind dies alles Reaktionen, die die Pflanze zweifellos mit so schwachen Wasseranlagerungs- und Wasserabspaltungsmitteln vollführt, wie wir sie im Laboratorium bisher nicht anwenden können. Die Mikrochemie spielt im Laboratorium der Pflanze eine große Rolle. Ein Hauptagens hierbei ist das Licht. Deshalb sind Versuche, wie sie von CLAMICIAN und seinen Mitarbeitern unter Benutzung der Lichtenergie ausgeführt wurden, mit Freuden zu begrüßen, da sie auch auf die Entstehung vieler ätherischer Öle ein neues Licht zu werfen versprechen.

Die Entstehung der Aldehyde und Ketone können wir uns in der Pflanze vollzogen denken durch Oxydation der Alkohole, oder aber aus einem Glykol durch Verschiebung einer benachbarten Hydroxylgruppe, indem intermediär ein ungesättigter Alkohol entsteht; auch hier kann der

Transport durch ein Glukosid erfolgen; so entstehen der Benzaldehyd und die Blausäure, zwei häufige Bestandteile ätherischer Öle, aus dem Glukosid Amygdalin.

Die Säuren können ihrerseits als von der Oxydation der Alkohole oder Aldehyde herrührend entstanden gedacht werden; die Oxyde, z. B. das Cineol, durch Wasserabspaltung aus dem δ -Glykol, dem Terpin. Die Disulfide gehen zweifellos aus den Eiweißstoffen durch Reduktion hervor, ebenso die Senföle; auch hier begeben wir Glukosiden.

Diese wenigen hier angeführten Beispiele mögen genügen, um in diesem allgemeinen Teil anzudeuten, nach welcher Seite hin wir unser Augenmerk richten müssen, um die Entstehung der ätherischen Öle in der Pflanze verfolgen zu können, sie mögen genügen, um bei der Besprechung der einzelnen Bestandteile im Speziellen eine Grundlage zu bilden, auf welcher wir die angeregten Gedanken weiter verfolgen können. Übrigens soll bereits hier darauf hingewiesen werden, daß viele Chemiker ihr Hauptaugenmerk auf diese schwierige Seite der Entstehung der ätherischen Öle gerichtet haben. So vor allen Dingen müssen wir die Arbeiten CHARABOTS erwähnen, denen wir ebenfalls späterhin ausführlich Rechnung tragen werden.

Zurückkommen müssen wir nunmehr auf die eingangs angeschnittenen Fragen. Bildet sich in ein und derselben Pflanzenspezies stets ein und dasselbe Öl und kann es geschehen, daß dasselbe Öl in verschiedenen Pflanzenspezies vorkommt? Diese Frage müssen wir in der allgemeinen Gültigkeit verneinen; im allgemeinen können wir allerdings den Satz aussprechen, daß dies meistens der Fall ist. Abhängig ist die Bildung der Bestandteile der ätherischen Öle genau so wie die Schaffung anderer Moleküle von den zugeführten Reagentien, von der Temperatur, dem Licht, vielleicht auch von elektrischen Erscheinungen. Genau so liegen die Verhältnisse bei der Pflanze. Wechseln wir den Standort einer Pflanze, so verändern wir damit unter Umständen die zugeführten Nahrungsmittel und mit Änderung des Klimas die Wärme, das Licht und vielleicht auch andere Kräfte. Notwendigerweise müssen bei dieser Änderung der Einwirkungselemente auch die Endprodukte in der Pflanze andere werden. Diese Änderung in der Zusammensetzung der ätherischen Öle einer Pflanze bezieht sich auf alle Organe, d. h. die Öle der Blätter sowohl wie des Stammes als auch der Wurzel unterliegen mit der Änderung des Standortes Änderungen in der Zusammensetzung. Als klassisches Beispiel für die veränderte Zusammensetzung des ätherischen Öles, gewonnen aus Pflanzen derselben Spezies in verschiedenen Gegenden, möge das Lavendelöl dienen. Zu den wertvollsten Bestandteilen desselben gehört das essigsäure Linalool; sehr verschieden aber in bezug auf den Gehalt an letzterem sind z. B. die Öle aus England, Südfrankreich und Spanien. Noch auffallender ist der wechselnde Gehalt des Fenchelöls (*Foeniculum vulgare*, Gärtn.) an Fenchon $C_{10}H_{16}O$; wir haben Fenchelöle, die viel Fenchon enthalten, andere, die kein Molekül aufweisen, je nachdem der Standort der Pflanze wechselt; so fehlt z. B. im macedonischen Fenchelöl das Fenchon vollständig. Wir sehen

also, daß die Bestandteile eines ätherischen Öles je nach dem Standort der Pflanze nicht nur in quantitativer, sondern auch in qualitativer Hinsicht Veränderungen erleiden. Allerdings ist der letztere Fall seltener, während das prozentische Verhältnis der einzelnen Bestandteile häufigerem Wechsel unterliegt. Diese Erscheinung ist auch durchaus natürlich, da die Erzeugung chemischer Verbindungen in der Pflanze von zwei Momenten abhängig ist, einmal, wie wir oben sahen, von den zugeführten Nahrungsmitteln und Energieverhältnissen, sodann aber von den ererbten Fähigkeiten.

Wir kommen hiermit zu der Unterfrage, ob bestimmte genera der Pflanzen, ob bestimmte Pflanzenreihen ätherische Öle hervorbringen, deren Bestandteile chemisch identisch oder doch ähnlich sind. Es ist dies eine Frage, welche sowohl die Chemiker als auch die Pflanzenphysiologen seit langer Zeit beschäftigt. Der eine Teil behauptet, daß bestimmte chemische Individuen nur in bestimmten Pflanzengruppen vorkommen, daß dieselben also charakteristisch sind für gewisse Gruppen, ferner, daß eine und dieselbe chemische Verbindung in verwandtschaftlich weit auseinanderstehenden Familien nicht vorkommt. Wir werden unsere Stellung zu dieser Frage aus den bisher dargelegten Erörterungen uns von selbst bilden können. Die Fähigkeit einer Pflanze, ein bestimmtes Molekül zu erzeugen, ist ererbt; die Zufuhr der chemischen Reagentien für diese ererbte Fähigkeit kann entweder konstant sein bei absolut gleichem Standpunkt der Pflanze, sie kann wechselnd sein bei wechselndem Standort. Schon beim Eintritt des letzteren Falles erkennen wir, daß chemische Zusammensetzung der Bestandteile ein und desselben Öles ein und derselben Pflanzenspezies wechseln kann bzw. muß. Was die ererbte Fähigkeit anlangt, so muß dieselbe für unseren vorliegenden Fall darin bestehen, daß in ein und derselben Pflanzenspezies seit Jahrtausenden die chemischen Prozesse sich stets in gleicher Weise und in bestimmter Richtung vollzogen haben. Diese Richtung wird im allgemeinen bei allen Pflanzen dieselbe sein, nur mit ganz geringen Abänderungen wird sie bei den einzelnen Pflanzenspezies wechseln. So werden alle Pflanzen stets und ständig Kohlehydrate und Eiweißstoffe hervorbringen; aber in nebensächlichen Reaktionen, so z. B. in der Abspaltung und Ausscheidung gewisser für das Leben der Pflanze nicht mehr notwendiger Bestandteile kann sich in der einzelnen Pflanzenspezies eine gewisse Richtung, besonders was die Zusammensetzung der Moleküle anlangt, ausgebildet und vererbt haben.

In der Tat erkennen wir, daß Bestandteile ätherischer Öle, um uns ganz vorsichtig auszudrücken, charakteristisch sind für einzelne Pflanzengruppen; z. B. sind die Koniferenharzöle besonders reich an Pinen; in den Kruziferen findet sich das Allylsenföl, in Alliumarten Allylbisulfid, in vielen Labiaten Thymol bzw. Carvacrol, in bestimmten Lauraceen der Zimtaldehyd; wir könnten alle diese Beispiele noch vermehren, aber sie mögen hier genügen, um festzustellen, daß zweifellos eine ererbte Fähigkeit in den einzelnen Pflanzenspezies vorliegt, gewisse

Bestandteile der ätherischen Öle zu erzeugen. Aber diese Fähigkeit, dieselben Verbindungen zu erzeugen, kann natürlich auch in verschiedenen Pflanzengruppen vorhanden sein, die verwandtschaftlich weit voneinander entfernt stehen. Denn wovon ist die Erzeugung eines chemischen Moleküls abhängig? Sie kann erfolgen einmal aus demselben Ausgangsmaterial unter Anwendung verschiedener Reagentien, sodann aus verschiedenem Ausgangsmaterial bei gleichen oder ungleichen Reagentien. Es ist nun ohne weiteres klar, daß bei den Stoffwechselprodukten der Pflanze, d. h. bei den vielen fortlaufenden chemischen Prozessen während des Lebens der Pflanze, Moleküle auftreten können in verwandtschaftlich nahe und weit auseinanderstehenden Pflanzen, welche gleich sind. Wenn nun zwei sehr nahe verwandte Pflanzenspezies denselben Standort haben, d. h. die zugeführten Reagentien usw. gleich sind, alsdann werden sie auch dasselbe ätherische Öl erzeugen, im entgegengesetzten Falle ein verschiedenes; ebenso verhält es sich natürlich bei Pflanzenspezies, wenn sie auch nicht nahe verwandt sind. Wir sehen demnach, daß es, um gewisse Bestandteile eines ätherischen Oles zu erzeugen, auf die Ausgangsmoleküle besonders ankommt; dieselben können aber in verwandtschaftlich weit auseinanderstehenden Pflanzen dieselben sein, da die Konstanz in der Vererbung der Fähigkeit, eine gewisse Gruppe von Verbindungen hervorzubringen, sich in vielen Pflanzen erhalten haben kann, während die Fortpflanzungsfähigkeiten, nach denen wir heute die Verwandtschaft der Pflanzen beurteilen, sich ganz anders vererbt haben können. Außerdem müssen wir stets im Auge behalten, ob ein Bestandteil in einem ätherischen Öl in größerer oder geringerer Menge vorkommt, ja sogar ob eine Pflanze viel oder wenig ätherisches Öl erzeugt; wir werden erst dann von einem charakteristischen Vorkommen eines ätherischen Oles in einer Pflanze sprechen können, wenn sich einmal der Bestandteil in größerer Menge vorfindet, sodann wenn die Pflanze überhaupt reich an ätherischem Öl ist. Geringe Spuren von ätherischem Öl finden sich zerstreut über das ganze Pflanzenreich; warum sollen bei den vielen möglichen Kombinationen zur Erzeugung eines Moleküls nicht auch in verwandtschaftlich entfernt stehenden Pflanzen geringe Mengen einer bestimmten Verbindung gebildet werden, zumal wenn diese sich nicht einmal immer vorfindet?

Ziehen wir nun aus vorstehenden Betrachtungen den Schluß, so ergibt sich, daß die Fähigkeit, gewisse Bestandteile der ätherischen Öle zu erzeugen, ererbt ist, daß aber diese Fähigkeit verloren gehen kann, wenn die äußeren Verhältnisse sich ändern, z. B. der Standort wechselt; deshalb werden also zweifellos nahe verwandte Pflanzen dieselben Bestandteile der ätherischen Öle hervorbringen können. Die ererbte Fähigkeit scheint aber im Laufe der Jahrtausende in vielen Fällen nicht so konstant gewesen zu sein wie die ererbte Fortpflanzungsfähigkeit, sie scheint mit kurzen Worten häufig leichter modifizierbar zu sein, so daß nunmehr nahe verwandte Pflanzen auch verschiedene Öle hervorbringen können. Diese Veränderlichkeit beruht auf dem großen Einfluß, den der

verschiedene Standort hervorbringt; der Einfluß des letzteren auf die geschlechtliche Fortpflanzung ist verhältnismäßig gering. Hierin liegt zweifellos der Hauptgrund, daß nahe verwandte Pflanzen verschiedene ätherische Öle hervorbringen. Und umgekehrt derselbe bedeutende Einfluß, den der Standort auf nicht verwandte Pflanzenspezies ausübt, bewirkt, daß sie dennoch dasselbe ätherische Öl erzeugen. Auf diese Frage kommen wir eingehend im speziellen Teil in den gegebenen Fällen zurück.

Als letzte Frage über das Vorkommen ätherischen Öles in der Pflanze in bezug auf die einzelnen Organe mag hier erwähnt werden, daß sich dasselbe in allen Teilen finden kann, daß aber in ein und derselben Pflanzenspezies in anderen Fällen besondere Organe bevorzugt sind. Viele Pflanzen enthalten demnach häufig nur in der Blüte und in den Blättern ätherisches Öl, andere nur in dem Holz des Stammes bzw. in dem zum Rhizom veränderten Stamme, schließlich weisen einzelne Pflanzen besonders in der Wurzel einen hohen Gehalt an ätherischem Öl auf. Wie verhält es sich nun mit der Frage, ob die Öle, welche Blätter, Stamm oder Wurzel liefern, identisch sind oder nicht? Auch können wir die Blüten und Früchte besonders aufführen in diesem Falle, obwohl sie modifizierte Blatt- und Stammteile sind, ebenso können wir häufig das ätherische Öl der Rinde von dem des Holzes unterscheiden. Jedoch müssen alle diese Fälle bei den ätherischen Ölen selbst besprochen werden. — Im allgemeinen hat sich die erwähnte Frage betreffend ergeben, daß die ätherischen Öle, welche aus den einzelnen Organen der Pflanze gewonnen werden, im großen und ganzen identisch sind, d. h. daß sie dieselben Bestandteile enthalten. Jedoch finden sich hiervon Ausnahmen. Als solche mag der Zimtstrauch (*Cinnamomum zeylanicum*) erwähnt werden; diese Pflanze liefert verschiedene Öle, je nachdem Blätter, Rinde oder Wurzeln destilliert werden; im Blätteröl finden wir Eugenol, im Rindenöl Zimtaldehyd, im Wurzelöl Laurineenkampfer $C_{10}H_{16}O$. Kaum können wir uns heterogenere Verbindungen vorstellen, Eugenol ein Phenol, Zimtaldehyd ein Aldehyd, die beide zur Benzolreihe gehören, Kampfer ein Keton, welches ein typischer Repräsentant der zyklisch-hydrierten Reihe ist. Zweifellos haben alle drei Öle ihren Ursprung in den grünen chlorophyllhaltigen Teilen der Pflanze, wo sie ursprünglich erzeugt werden müssen; die Abspaltungen aus komplizierteren Molekülen können jedoch an anderer Stelle erfolgen, so daß demnach durchaus nichts Auffallendes in dem verschiedenen Vorkommen chemisch verschiedener Öle in einzelnen Pflanzenorganen vorliegt. Nur muß die Konstanz bewundert werden, mit welcher die Pflanzen in diesem Falle so auffallend verschiedene chemische Reaktionen an verschiedenen Stellen des Organismus ausübt.

Andererseits wiederum begegnen wir Pflanzen, welche in allen Organen dasselbe ätherische Öl liefern; so liefert der chinesische Zimt (*Cinnamomum Cassia* D.C.) sowohl in den Blättern als auch in der Rinde sowie in den Wurzeln stets dasselbe ätherische Öl, welches sich durch hohen Gehalt an Zimtaldehyd auszeichnet.

Mag nun das ätherische Öl in der Epidermis vorhanden sein, mag es in inneren Geweben abgelagert sein, oder mag es sich in Form von Tröpfchen im Zellsaft bzw. Protoplasma befinden, mag dieselbe Pflanzenspezies stets dasselbe Öl liefern oder nicht, den sichersten Anhalt über die Natur der ätherischen Öle werden wir erhalten, wenn wir die Eigenschaften aller einzelnen Bestandteile kennen lernen, die überhaupt in den ätherischen Ölen vorkommen. So viel ist klar, daß das ätherische Öl, als ganzes betrachtet, in bezug auf seine Eigenschaften wechselt, und zwar am meisten bezüglich des prozentischen Mengenverhältnisses der einzelnen Bestandteile. Weniger wechselt das qualitative Vorkommen der einzelnen Bestandteile. Von der größten Wichtigkeit ist es daher, die Bestandteile selbst genau nach jeder Richtung hin zu untersuchen. Aus dem verschiedenen prozentischen Vorhandensein dieser Bestandteile können wir leicht die Eigenschaften eines ätherischen Öles vorausbestimmen. Schließlich muß erwähnt werden, daß ein prozentual geringes Vorkommen eines Bestandteils in den meisten Fällen nicht charakteristisch ist.

Nach Feststellung des Begriffs eines Bestandteils eines ätherischen Öles, nach Festlegung des verschiedenen Vorkommens der ätherischen Öle, sowie ihrer Entstehung, sowie schließlich nach Erörterung über die verschiedenen Gewinnungsmethoden ist es notwendig, die Eigenschaften zu erwägen, welche den einzelnen Bestandteilen der ätherischen Öle zukommen.

Eigenschaften der Bestandteile der ätherischen Öle im allgemeinen.

Wenn im vorliegenden Werke die Eigenschaften der Bestandteile so genau angegeben werden sollen, daß wir letztere dadurch in jeder Beziehung genau kennen lernen und vorkommendenfalls identifizieren können, so gehört zur vollständigen Erfüllung dieser Aufgabe eine vollkommene Angabe und Erörterung der Eigenschaften der ätherischen Öle. Unmöglich ist es jedoch alle Eigenschaften anzugeben; es ist von Wichtigkeit, diejenigen Eigenschaften herauszugreifen, welche für die Charakteristik der Bestandteile notwendig sind. Um ein Beispiel anzuführen, werden uns nicht vollständige Ausführungen sämtlicher physiologischer Notizen interessieren, können wir ferner ganz nebensächliche chemische Reaktionen übergehen, müssen wir ferner beiseite lassen ganz unnötige Angaben mancher physikalischer Konstanten. Nichtsdestoweniger ist im vorliegenden Werke alles dasjenige Material zusammengetragen worden, was einigermaßen Anspruch auf Wichtigkeit erheben kann.

Sämtliche Eigenschaften eines chemischen Moleküls können wir einteilen in physikalische und chemische.

Physikalische Eigenschaften.

Bei den physikalischen Eigenschaften geben wir die Wirkungen an, welche auf ein Molekül von seiner Umgebung, besonders den physikalischen Kräften, ausgeübt werden, ohne daß dabei eine Veränderung in seinem Molekül selbst vorgeht. Zu den physikalischen Eigenschaften