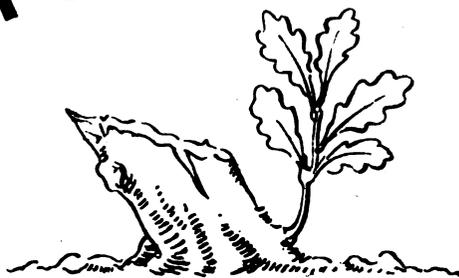


# BOTANISCHES ARCHIV



ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.  
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,  
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT  
KÖNIGSBERG.

BAND VI HEFT 5-6 AUSGEGEBEN AM 1. JUNI 1924

---

Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Verlag des Repertori-ums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1924 by Carl Mez in Königsberg.

---

Vergleichende Anatomie der Wurzeln und Rhizome  
einiger pharmakognostisch wichtiger Solanaceen.

Lokalisation und Bestimmung der Alkaloide.

Von ERICH LEWINSKY (Königsberg Pr.).

## EINLEITUNG.

In Verfolg der Tatsache, dass die Wurzeln und Rhizome der *Scopolia*-Arten mehrfach als Ersatz für die *Radix Belladonnae* empfohlen worden sind, sich die Untersuchungen jedoch zumeist auf die chemischen Bestandteile dieser Pflanzen bezogen, erschien es nützlich, die anatomischen Merkmale der Rhizome und Wurzeln von den im Botanischen Garten zu Königsberg erhältlichen Arten der Gattung *Scopolia* genau festzustellen.

Die bisher erschienenen Arbeiten auf diesem Gebiete sind sehr lückenhaft; so brachte die Apothekerzeitung Berichte über die *Scopolia carniolica* von HOLMES (1) und NEVINNY (2), auf die noch im Verlaufe meiner Arbeit zurückzukommen sein wird. In ihnen nimmt die Anatomie der Pflanze neben den geographischen und morphologischen Befunden den geringsten Raum ein.

Gleichzeitig wurde es für nötig erachtet, die Wurzeln und Rhizome einiger anderer Solanaceen, von denen andere Organe zum Teil schon pharmaceutisch verwendet werden, vergleichsweise zu untersuchen. Auch die getrockneten und zu Pulver verarbeiteten Drogen wurden einer Untersuchung unterworfen.

Zur Vervollständigung wurde die Lokalisation der Alkaloide in den einzelnen Vegetationsperioden festgelegt und gleichzeitig die Menge der vorhandenen Alkaloide quantitativ bestimmt.

Die vorliegende Arbeit bezweckt so, einen Befund über die pharmaceutische Verwendungsmöglichkeit der bearbeiteten Rhizome und Wurzeln zu ermöglichen. Sie wurde auf Anregung von Herrn Prof. Dr. ABROMEIT unternommen. Meinem verehrten Lehrer danke ich hier für die mir ständig zuteil gewordene Überwachung und Hilfe bei meinen Untersuchungen herzlichst.

## A. BOTANISCH-ANATOMISCHER TEIL.

### I. SCOPOLIA CARNIOLICA Jacq.

#### 1. Historisches.

Zuerst wurde die Pflanze von MATTHIOLUS (3) 1563 erwähnt, der sie *Solanum somniferum alterum* nannte. CASPAR BAUHIN (4) beschrieb sie 1622 unter dem Namen *Solanum somniferum bacciferum*.

Im Jahre 1761 veröffentlichte SCOPOLI (5) die Entdeckung dieser Pflanze in Idria in seiner Flora Carniolica unter der Bezeichnung einer *Atropa* mit krautigem Stengel, eiförmigen ganzrandigen Blättern und kapselartiger Frucht; in einer späteren Ausgabe (6) nannte er sie *Hyoscyamus scopolia*. 1764, also 3 Jahre nach dem Erscheinen der Arbeit SCOPOLIS, benannte JACQUIN (7) die Pflanze diesem zu Ehren *Scopola carniolica*, beschrieb sie eingehend und gab auch eine gute Abbildung bei. Dieser Name wurde dann noch des öfteren geändert; so LINNE (8) 1767 und WILLDENOW (9) 1794 *Hyoscyamus scopolia*, MÖNCH (10) 1794 *Scopolia trichotoma*, SCHULTES (11) 1794 *Scopolina atropoides*, LINK (12) 1821 *Scopolia atropoides*, G. DON (13) 1837 *Scopolia carniolica*.

Dieser letzte Name ist dann als endgültig anerkannt worden, jedoch haben die späteren Botaniker die Pflanzen fälschlich *Scopolia carniolica Jacquin* genannt, während G. DON doch der Autor für diesen Namen war und JACQUIN sich der Bezeichnung *Scopola* bedient hatte.

Inzwischen waren noch 4 weitere Pflanzengattungen "*Scopolia*" benannt worden, nämlich von ADANSON (14) 1763 die jetzige *Ricotia* L. (*Cruciferae*), von FORSTER (15) 1776 die jetzige *Griselinia* Forst. (*Cornaceae*), von LINNE (16) 1781 die jetzige *Daphne* L. (*Thymelaeaceae*), von SMITH (17) 1790 die jetzige *Toddalia* (*Rutaceae*).

Der LINNÉsche Name *Hyoscyamus scopolia* ist nicht anwendbar, weil hinreichende systematische Unterschiede die Aufstellung eines besonderen Genus rechtfertigen; nach der jetzt gebräuchlichen Methode muss man daher auf den ältesten Doppelnamen zurückgreifen und sie (mit Einschaltung des i) *Scopolia carniolica Jacq.* nennen.

Nach De CANDOLLE gibt es 3, nach KOCH 2 Varietäten der *Scopolia carniolica*: die eine (*Sc. longifolia* DC. = *Scopolina atropoides* Reichb. (18), Freyer (19)) trägt braunpurpurne, die andere (*Sc. concolor*) gelbe, die dritte (*Sc. brevifolia*) grünliche Blüten. Diese dritte ist als *Scopolina viridiflora* Freyer (20) (= *Sc. Hladnikiana* Koch, 21) abgetrennt und ist äusserst selten.

NEVINNY (2) gibt eine Monographie der Pflanze, die er entgegen der obigen Darstellung *Sc. atropoides* Link nennt. Nach ihm sind ausser dieser noch einige andere Arten bekannt, von denen die *Scopolia japonica* insofern Interesse verdient, als ihr Rhizom auf dem Londoner Markt zuerst als "japanische Belladonna" erschien und zur Beachtung des Wurzelstockes von *Scopolia carniolica* führte. Die Pflanze wurde von TSCHONOSTRI in blühendem Zustande an Bächlein in den höchsten Bergen von Nitzkoo und vor Tanaka, wo sie den Namen "Haschiri-do-uro" führt, gefunden. MAXIMOWICZ hält die japanische Spezies für wahrscheinlich identisch mit der *Scopolia carniolica*.

Bezüglich der geographischen Verbreitung kann man nach NEVINNY deutlich zwei Wohngebiete unterscheiden: ein südwestliches, das Alpengebiet (Küstenland der

früheren Österreichisch-ungarischen Monarchie, Krain, Steiermark, der äusserste westliche Teil Kroatiens) und ein östliches: das Karpathengebiet (samt den transsilvanischen Alpen). Das Hauptwohngebiet ist Österreich-Ungarn, Siebenbürgen, Bukowina, Moldau. Die äusserste Westgrenze erreicht die Pflanze in Krain, die östlichste im Gouvernement Smolensk, die nördlichste im Kurländischen Oberland; die nordwestlichste in Schlesien (Grünberg) und die südlichste an der walachischen Grenze in Ungarn. Es ist jedoch zu unterscheiden ein urwüchsiges Vorkommen und ein durch Hinzutun des Menschen (Kultur etc.) erweitertes Auftreten. Zu diesem letzteren gehören z.B. die Funde nördlich vom Dnjestr. Über das Vorkommen in Ostpreussen ist zuerst von ABROMEIT (22) berichtet worden. Später wurde von ASCHERSON (23) dasselbe festgestellt. Nach ABROMEIT (24) findet sich die *Scopolia carniolica* in folgenden ostpreussischen Kreisen: Memel, Heydekrug, Tilsit, Ragnit, Niederung, Labiau, Insterburg, Pillkallen, Darkehmen, Goldap.

In der 82. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte zu Königsberg 1910 berichtete ABROMEIT über die Versuche, die *Scopolia carniolica* medizinisch zu verwenden, die aber infolge des Todes von PODACK (25), der sich mit diesen Versuchen befasste, zu keinem Abschluss gelangt wären. Auch KELLY (26) hat Angaben über die klinischen Erfahrungen mit *Scopolia* gemacht. Eingehender stellte FÜHNER (27) die bisherigen pharmacologischen Forschungen zusammen und berichtete gleichzeitig über verschiedene Vergiftungsfälle nach dem Genuss von *Scopolia*-Wurzeln.

## 2. Morphologie.

Der Wurzelstock ist ein Sympodium mit wickelartigem Aufbau; er ist hin und her gebogen, durch die besonders auf der Unterseite hervortretenden Einschnürungen gegliedert - einzelne Glieder schwach knollenförmig verdickt -, von oben nach unten zusammengedrückt, etwa 9 cm lang, 1,5 - 4 cm dick, grau bis hell bräunlich. Oberseits ist er mit zahlreichen Stengelnarben bedeckt.

## 3. Anatomie.

Ich lasse nunmehr meine eigenen anatomischen Untersuchungen folgen, denen ich unmittelbar die Untersuchungen der übrigen infrage kommenden Solanaceen anschliesse.

Im Rhizom ist die Epidermis von isodiametrischem Querschnitt, sie wölbt sich nach aussen etwas vor und ist dünnwandig und meist zerrissen. Das Phellogen entsteht in der Schicht, die unmittelbar unter der Epidermis liegt, sodass die Epidermis gewissermassen aus zwei Lagen besteht. Diese Verhältnisse sind in noch unverkorkten Zellen gut wahrnehmbar. Die Korkzellen selbst sind normal, tafelförmig, rechteckig, mit dünnen Wänden, seltener mässig verdickt. Auf das Periderm folgt eine verhältnismässig breite (aus ca. 12 Schichten bestehende) Rinde, die aus grossen, Stärke und Calciumoxalat führenden Zellen gebildet wird. Die Wände der Zellen des primären Phloems sind meist zerdrückt.

Das cambiale Gewebe besteht aus 6 Reihen dünnwandiger Zellen, die oft schwer kenntlich sind. Es folgen radial angeordnete Stränge von Gefässbündeln, die in d. Parenchym eingebettet liegen. Das innere Phloem ist in einzelnen Bündeln an das Xylem angelehnt. WEISS (28) fand hier hadromständiges Phloem, wie es RADLKOFER (29) im Wurzelholze von *Atropa belladonna* nachgewiesen hat. Das innere Phloem stellt häufig isolierte Gruppen dar, die durch Parenchym von dem übrigen Leitungs-gewebe getrennt sind (FEDDE, 30, hat auf dieses Phloem bereits verwiesen). Die Gefässe, die fast durchweg netzförmige Verdickungen besitzen, sind auf dem Querschnitt, sobald sie zu mehreren beisammen liegen, infolge des gegenseitigen Druckes sechseckig mit deutlich sichtbaren Ecken; einzeln liegende Gefässe sind rund bis oval. Messungen ergaben als Maximalwerte für die Gefässlumina 57,7 - 63,5  $\mu$  Durchmesser; die Breite im Längsschnitt betrug im Höchstwert 80,8  $\mu$ .

Das Mark ist dünnwandig; seine Zellen besitzen grosse Interzellularen. Sklerenchymzellen fehlen dem ganzen Rhizom.

Die ältere Wurzel zeigt in ihrem anatomischen Bau eine fast völlige Übereinstimmung mit dem Rhizom. Auch ein Mark ist vorhanden. Auch hier kommen Netzgefässe in d. weitaus häufigsten Fällen vor; seltener finden sich Übergänge zu Hoftüpfelung. Bei den primären Gefässen habe ich nur spiralige Verdickung finden können. Die Siebröhren sind sehr schwer kenntlich.

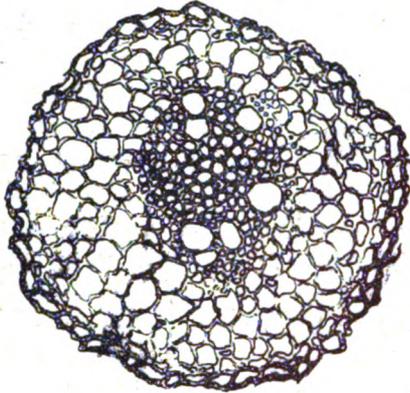


Fig. 1. *Scopolia carniolica*. Querschnitt durch junge Wurzel.

Die junge Adventivwurzel (Fig. 1) lässt 3 - 4 Korklagen erkennen; auf diese folgt eine dünne Rinde, darauf eine nur schwach entwickelte Endodermis, die den tetrarchen Strang einschliesst. Die Mitte nimmt ein Gefäss ein: ein typisches Mark ist also nicht vorhanden.

Ein charakteristisches Merkmal der Scopolien bilden die Knötchen, die sich in einem Abstand von 5 - 10 mm an den jungen Würzelchen vorfinden. Sie zeigen im Wurzelquerschnitt ein verkorktes Gewebe parenchymatischer Zellen, die so klein sind, dass sie auch bei sehr starker Vergrösserung nur schwer erkennbar sind. Im Längsschnitt der Wurzel, der also der Querschnitt der Knötchen ist, kann man schon deutlicher eine Struktur wahrnehmen, sodass die Vermutung nahe liegt, es handle sich

hier nur um eine seitliche Verzweigung der Wurzel, der alle Eigenschaften dieser zukommen, zumal bereits ein tetrarcher Gefässbündelstrang deutlich ausgebildet ist (Fig. 2, 3).

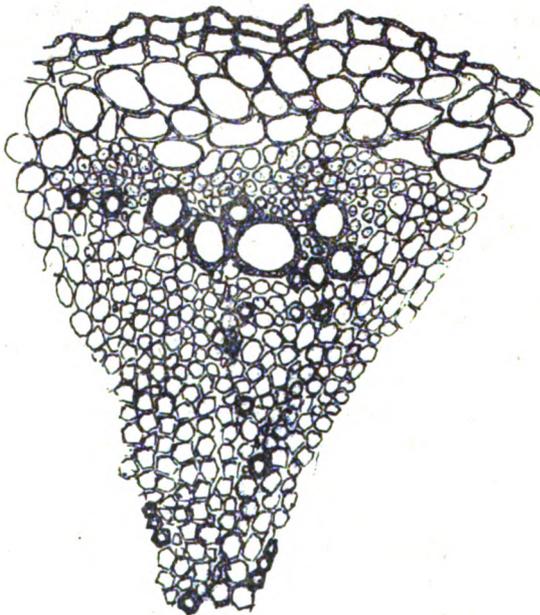


Fig. 2. *Scopolia carniolica*. Knötchen im Querschnitt.

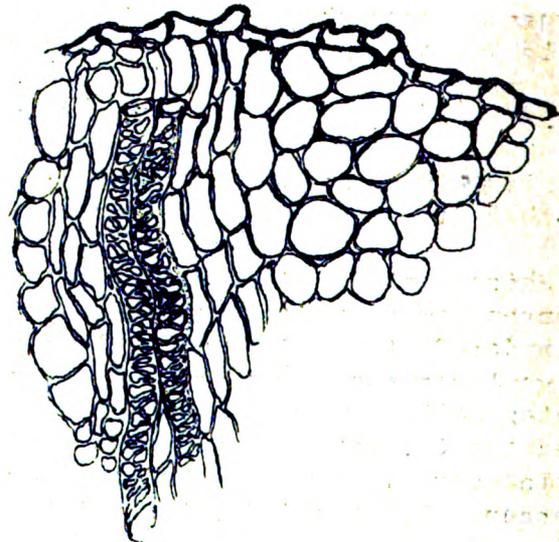


Fig. 3. *Scopolia carniolica*. Knötchen im Querschnitt, Gefässe im Längsschnitt getroffen.

Das Calcium-Oxalat tritt in den weitaus meisten Fällen als Kristallsand auf, der sich in grösserer Menge hauptsächlich im Parenchymgebe der Rinde vorfindet. Bei starker Vergrösserung erweist sich der Sand als aus winzig kleinen Tetraedern bestehend (Fig. 4), manchmal lässt sich jedoch auch bei stärkster Vergrösserung keine bestimmte Struktur mehr erkennen. Der Kristallsand füllt sowohl die ganze Zelle aus, als auch häufig zwei bis drei Zellen in grösseren Mengen. Calcium-Oxalat kommt auch in den anderen Teilen des Rhizoms vor, insbesondere im Mark. Hier herrschen Einzelkristalle als Tetraeder vor, deren Grösse zwischen 1 und 4  $\mu$

schwankt; doch habe ich auch solche von 5, ja sogar 10  $\mu$  Grösse messen können. In der Wurzel liegen die Verhältnisse analog; doch kommt hier der Kristallsand weniger reichlich vor, meist sind es Einzelkristalle von oben beschriebenen Merkmalen.

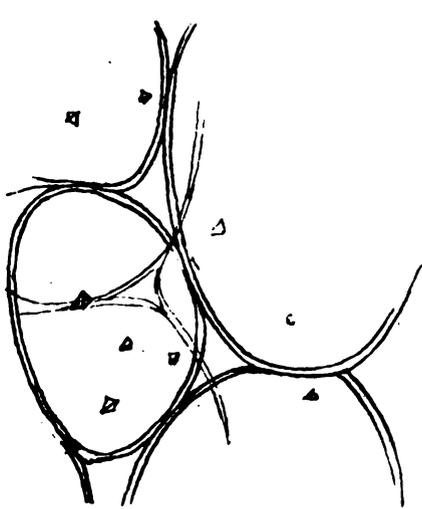


Fig. 4. *Scopolia carniolica*, Einzelkristalle v. Calciumoxalat.

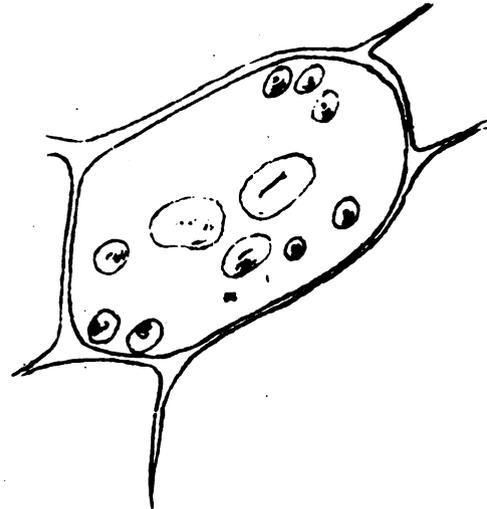


Fig. 5. *Scopolia carniolica*, Stärkekörner.

Das Pulver der Droge, d.h. des Rhizoms mit der Wurzel, besitzt eine dunkel gelbbraune Farbe. Sein Geruch ist ähnlich wie der der Belladonna-Wurzel, schwach narkotisch. Ein Geschmack ist nicht vorhanden. Man sieht in der Hauptsache Parenchymfetzen; ferner Netzgefäss-Fragmente in reichlicher Menge. Die Stärkekörner (Fig. 5) kommen teils einfach, teils zusammengesetzt vor; sie sind rundlich bis eiförmig oder halbkugelig. Ihre Grösse beträgt im Durchschnitt 7 - 10  $\mu$ ; der Höchst-Durchmesser beträgt 15  $\mu$ , jedoch sind auch Körner von 1 - 5  $\mu$  keineswegs selten. Die Schichtung der Stärkekörner ist nicht sichtbar, nur bei grösseren Körnern geht durch die Mitte ein schmaler Spalt. Kristallsand und Einzelkristalle sind im Pulver sehr zahlreich. Vereinzelt finden sich Korkreste. Sklerenchymzellen fehlen.

## II. SCOPOLIA LURIDA Din.

(*Anisodus luridus* Link et Otto, 31, *Nicandra anomala* Link et Otto, 31; *Whitleya stramonifolia* Sweet, 32)

Der anatomische Bau weist gegenüber dem der *Scopolia carniolica* keine Verschiedenheit auf. Auch hier herrschen Netzgefässe vor, die jedoch zum Teil deutliche Übergänge zu Hoftüpfelung besitzen. Die primären Gewebe zeigen Ring- und Spiralgefässe; das Maximum der Breite der Gefässe betrug im Lumen 64,9  $\mu$ , im Längsschnitt 79,3  $\mu$ , Zahlen, die ziemlich konstant bleiben. In der Wurzel erkennt man marktständiges Xylem in reichlicher Menge (Fig. 6).

Calcium-Oxalat findet sich im Rhizom und in der Wurzel viel zahlreicher als bei der *Scopolia carniolica* vor; im Rindenparenchym des Rhizoms ist das ganze Gesichtsfeld mit tetraederförmigen Einzelkristallen übersät. Daneben tritt noch reichlich Kristallsand auf, der sogar in den Zellen des Korkgewebes hin und wieder vorkommt. Die übrigen Gewebe enthalten ebenfalls Oxalat, besonders wieder das Mark. Die Länge der Kristalle schwankt bei Grossformen zwischen 5 und 7  $\mu$ . Neben den Tetraedern kommen auch kleine säulenförmige Kriställchen vor. Die Wurzel zeichnet sich durch den Besitz von Kristall-Kammerfasern aus, deren Zellen auch zwischen den Gefässbündeln verlaufen.

Das Pulver stimmt hinsichtlich seiner Farbe mit dem der *Scopolia carniolica* überein. Es riecht ebenfalls schwach narkotisch und wirkt in grösser-

ren Mengen niesen-erregend; es schmeckt schwach bitter. - Hier fallen zunächst die grossen Mengen von Stärkekörnern auf. Sie sind rund, oval, eiförmig, einfach oder zusammengesetzt und stimmen in Bau und Grösse mit denen der *Scopolia carniolica* überein. Das grösste von mir gefundene Korn hatte eine Grösse von 18  $\mu$ . Auch Calciumoxalat ist reichlich vorhanden. Ferner kommen im Pulver vor: Parenchymfetzen, Gefässfragmente mit netzartigen Verdickungen sowie Korkreste. Auch hier ist das Fehlen von Sklerenchymzellen bemerkenswert.

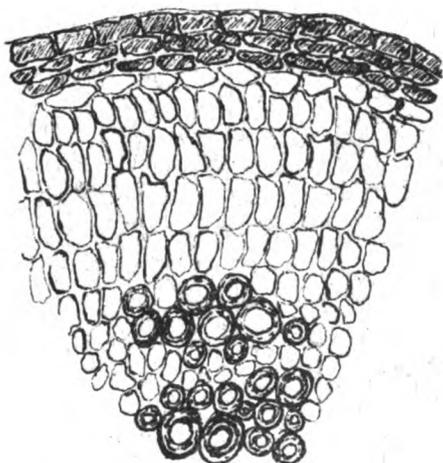


Fig. 6. *Scopolia lurida*. Wurzel mit markständigem Xylem.

### III. *SCOPOLIA PHYSALOIDES* Dur. (*Hyoscyamus physaloides* L.)

Im Rhizom erscheint die Epidermis im Querschnitt etwas abgeplattet; das Periderm ist dünnwandig und geht bei älteren Wurzeln bis tief in das Gewebe hinein (bis 10 Korklagen). Seine Zellen sind teils quadratisch, teils langgestreckt. Das sehr stärkereiche Rhizom zeigt in seinem Bau keine Abweichungen von den besprochenen Arten; auch die Grösse der Gefässe stimmt überein.

Bei der Wurzel erkennt man unter der Korkschicht die Schicht der Exodermis, an die sich

die Rinde anschliesst. Der schon mit blossen Auge deutlich erkennbare Cambialring besteht wie bei der *Scopolia carniolica* aus mehreren Reihen. Auch hier sind die Phloem-Primanen meist zerquetscht. Die Gefässe sind wesentlich breiter als bei den vorhergehenden; ihre Maximalweite beträgt im Lumen 108  $\mu$ , im Längsschnitt 115,4  $\mu$  (!), ist also recht beträchtlich. (Nach Messungen SOLEREDERS, die FEDDE (30) erwähnt, beträgt der Maximaldurchmesser des Lumens bei den Gefässen der Solanaceen 0,03 - 0,09 mm.) Die Gefässe zeigen fast durchweg Netzverdickungen mit häufigen Übergängen zu Hoftüpfeln. Am Mark befinden sich Ring- und Spiralgefässe. Die Gefässbündel liegen in radialen Reihen, die sich in ununterbrochener Folge bis zum Mark erstrecken, umgeben von einer Parenchymscheide, deren Zellen dickwandig sind. Das Mark besteht aus lockerem grosszelligem Gewebe, das mit Calciumoxalat und Stärke gefüllt ist. In ihm liegen Gefässgruppen eingebettet, die die weitesten Gefässe enthalten. Ein Schnitt durch eine jüngere Wurzel zeigt die Gewebe in normaler Folge. Die Gefässbündel sind deutlich bicollateral. Hier bilden das Mark kleine Zellen, die allerdings grösstenteils von Gefässen verdrängt sind.

Die junge Adventivwurzel hat einen der *Scopolia carniolica* analogen Bau; nur kann man hier in älteren Stadien schon ein Markgewebe konstatieren, wenn es auch von Gefässen erfüllt ist. Die auch hier vorhandenen Knötchen zeigen im allgemeinen den oben beschriebenen Bau; wie dort konnte ich in einem Längsschnitt bereits (Tüpfel-)Gefässe wahrnehmen, ein Umstand, der meine oben erwähnte Annahme bestätigt.

Das Calciumoxalat erweist sich hinsichtlich seiner Form und Grösse wie das vorher beschriebene. Es zieht sich vom Kork durch die ganze Rinde und das übrige Gewebe und nimmt grosse Zellkomplexe ein. Seine Menge übertrefft die des Oxalats in den entsprechenden Teilen von *Scopolia carniolica* wie auch zum Teil von *Scopolia lurida*.

Das Drogenpulver ist von weisslich-grauer Farbe; Geruch und Geschmack entsprechen den vorher erwähnten. Sehr grosse Mengen von Stärkekörnern, welche die beiden andern Arten weit übertreffen, erfüllen das Gesichtsfeld. Die Körner sind kreisrund mit meist gut sichtbarem exzentrisch gelegenen Kern und undeutlicher Schichtung. Hinsichtlich ihrer Grösse verhalten sie sich wie die der *Scopolia lurida*. Kristallsand und Einzelkristalle sind ebenfalls reichlich vorhanden. Die Menge der übrigen Elemente des Pulvers tritt demgemäss erheblich in den Hintergrund. Trotzdem finden sich noch viele Gefässstücke, ferner Parenchym-

fetzen und Kork.

Ein Vergleich der drei *Scopolia*-Arten mit der Wurzel von *Atropa belladonna* zeigt auf den ersten Blick grosse Ähnlichkeit im anatomischen Bau, sodass GILG-BRANDT (34) behaupten, *Radix Belladonnae* wäre von *Rhizoma Scopoliae carniolicae* "kaum zu unterscheiden". Und doch lassen sich immerhin beträchtliche Unterschiede erkennen. Ein brauchbares Merkmal bilden die Gefässe, die bei der *Belladonna*-Wurzel fast immer Hoftüpfelung zeigen, während die *Scopolien* meist netzartige Verdickungsleisten aufzuweisen haben. Auch die Breite der Gefässe von *Belladonna* übertrifft die der *Scopolia carniolica* bei weitem. So konnte ich Lumina bis zu 125,5  $\mu$  und Längsbreiten bis 115,4  $\mu$  messen. Nach TSCIRCH (35) fehlt der *Belladonna*-Wurzel das Mark! Die Stärkekörner sind meist grösser als bei den *Scopolien*; nach meinen Messungen schwankt die Grösse zwischen 1 und 24  $\mu$ . TSCIRCH (35) gibt 3 - 20  $\mu$  an und GILG-BRANDT (34) erwähnen als Höchstgrenze sogar 30  $\mu$ . - Die beiden Arbeiten von HOLMES (1) und NEVINNY (2) widersprechen sich insofern, als HOLMES die Stärkekörner der *Scopolia carniolica* als kleiner, NEVINNY dieselben als grösser (!) als die der *Belladonna*-Wurzel bezeichnet.

#### IV. *MANDRAGORA VERNALIS* Bertol.

(*Mandragora acaulis* Gaertn., 37, *Atropa Madragora* Willd., 38.)

Die Epidermis, die an den Adventiwurzeln noch deutlich sichtbar ist, besitzt isodiametrische, etwas gewölbte Zellen. Im Kork wechseln tafelförmige Schichten mit mehr quadratisch gebauten Zellen ab, jedoch überwiegt die erstere Form.

Das Rhizom hat im allgemeinen den oben beschriebenen Bau. Jedoch tritt hier der den Stengeln der Solanaceen nach De BARY (39) eigentümliche Collenchym-Mantel auf; er bildet ein rings geschlossenes Gewebe mit konvexen Kanten-Verdickungen. Das Collenchym bildet etwa 5 Lagen mit recht kleinen Zellen, die an Grösse weit hinter den Parenchymzellen zurückbleiben und sich bis zum Cambium-Ring erstrecken. Auch die Gefässe werden zum teil von Collenchym umgeben, das dann grössere Zellen besitzt. Die Gefässe hatten eine Maximalbreite von 118,2  $\mu$  im Lumen und von 72  $\mu$  im Längsschnitt; sie haben netzartige Verdickungen.

In der Wurzel erreicht die primäre Rinde eine beträchtliche Grösse: sie umfasst etwa 30 Reihen, deren Zellen (die Untersuchung wurde an Herbst-Exemplaren vorgenommen) über und über mit Stärke gefüllt sind. Das etwa 5-schichtige kambiale Gewebe schliesst einen Holzkörper ein, der zum überwiegenden Teil aus grossen stärkeführenden Parenchymzellen besteht. Im Parenchym sind die Gefässe radial angeordnet, um die herum sich "Stärke-scheiden" gebildet haben. Die Gefässe treten in ihrer Grösse weit hinter die Parenchymzellen zurück; die Gefässbreite betrug im Lumen bis zu 64,9  $\mu$ , im Längsschnitt bis zu 57,7  $\mu$ , ist also geringer als die im Rhizom, wie auch in den vorher besprochenen Pflanzen. Es sind Treppengefässe mit Übergängen zur Netz- und Hoftüpfelung. Das Mark ist umgeben von einem Gefässbündelkreise. Die Markzellen bilden ein lockeres, grosses Parenchymgewebe mit z. T. verdickten Wänden. Bicollaterale Gefässbündel habe ich in der Wurzel nicht gefunden.

An der jüngeren Wurzel kann man eine Art Endodermis deutlich wahrnehmen, die den zentralen Strang umgibt. Die Gefässe sind hier relativ breiter als in der Hauptwurzel (Lumen bis 64,9  $\mu$ ). Die Gefässe schliessen einen dichten Kranz um das Mark, das aus lückenlos aneinander schliessenden Zellen mit dicken Wänden besteht und Stärke führt. Die ganze junge Adventiwurzel zeigt wie die der *Scopolia* ebenfalls den Besitz von knötchenartigen Gebilden, die jedoch hier in viel weiteren Abständen auftreten. Die Knötchen sind hier gänzlich verkorkte Gebilde. Die primären Gefässbündel sind diarch angeordnet.

Das Vorkommen von Calciumoxalat konnte in dem von mir untersuchten Material nicht festgestellt werden. Weder in Herbst- noch in Frühjahrsexemplaren war dieses nachzuweisen; es ist daher eine bemerkenswerte Tatsache, dass in den Wurzeln und Rhizomen von *Mandragora vernalis* oxalsaurer Kalk nicht vorhanden ist.

Das Pulver ist von hellgelber Farbe, schwach narkotischem Geruch und bitterlichem Geschmack. Es besteht zum grössten Teile aus Stärkekörnern; diese

sind teils rund, teils halbmondförmig, teils fast dreieckig. Sie besitzen einen exzentrisch gelegenen Kern und eine nur schwach sichtbare Schichtung. Vielfach ist die Stärke zusammengesetzt (bis vierfach). Die Durchschnittsgrösse ist 8 - 15  $\mu$ , Grosskörner bis zu 28  $\mu$  gross. Von anderen Pulverelementen fielen besonders auf: Parenchymetzen mit Stärkekörnern gefüllt; Gefässfragmente sind in relativ geringerer Anzahl vorhanden. Mechanische Elemente fehlen im Pulver.

V. *PHYSALIS ALKEKENGI* L.  
(*Physalis Halicacabum* Scop., 40.)

A. Rhizom. - Die Epidermis ist auch im älteren Rhizom noch wohl ausgebildet. Kork fehlt fast vollkommen, auch den älteren Rhizomteilen. Der Bau des Rhizoms ist gegenüber den vorbehandelten Solanaceen ganz abweichend. Unter einer in ca. 17 Lagen vorhandenen primären Rinde, die reichlich Stärke enthält, liegt ein geschlossener Ring mechanischen Gewebes, von Bastfasern. Sie liegen in einfacher Schicht, sind stark verdickt, daher englumig. Oft ist die Verdickung so stark, dass das Lumen nur als schmaler Spalt erscheint. Da sich in den Ringe immer eine Faser an die andere reiht, sind sie im Querschnitt polygonal abgeplattet. Die Bastfasern färben sich mit Phloroglucin-Salzsäure nur hell rosa. Der mechanische Ring umhüllt die Phloemschicht, deren Siebröhren deutlich in die Erscheinung treten. Das Phloem besteht aus etwa 9 Lagen. Nur zu beiden Seiten von dem kreisrunden Querschnitt schliesst sich an das Phloem die Xylemschicht an. In dem ganzen übrigen Teil folgt auf das Phloem unmittelbar die innere Bastfaserschicht, die dann auch hier zum Teil in Form eines geschlossenen Ringes vorhanden ist. Wo Xylem vorkommt, grenzt dieses zunächst an das innere Phloem, das eine zusammenhängende Gruppe bildet und erst auf dieses folgen dann die inneren Bastfasern, die in diesem Falle meist einzeln oder zu zweien bis fünfem liegen. Ausser den geschilderten finden sich auch einzelstehende innere Phloempartien vor. Die Bastfasern bestehen aus sehr schmalen Zellen mit starken Wandverdickungen und schieforientierten, links aufsteigenden Spaltentüpfeln, die unbehört sind.

Die Menge der Gefässe tritt infolge ihres auf zwei Zonen beschränkten Vorkommens stark zurück; sie liegen eingebettet in Holzparenchym und erscheinen primär als Ring- und Spiral-, sekundär als Tüpfel- (selten Netz-)Gefässe. Ihre Maximalbreite beträgt im Lumen 56,7  $\mu$ , im Längsschnitt 65  $\mu$ . Dem gegenüber erreichen die Bastfasern eine Breite von 40  $\mu$  im Längsschnitt mit einem Lumen von kaum sichtbarer bis zu 38  $\mu$  Breite.

Die innere Bastschicht umschliesst ein grosses Markgewebe; es besteht aus gleichartigen Zellen, die mit grossen Interzellularräumen aneinander schliessen. Die Zellen des Markgewebes enthalten sehr viel Stärke und Calciumoxalat. Das Mark nimmt im Rhizom den grössten Raum ein.

b. Wurzel. - Auf die in etwa 9 Lagen vorhandene stärkereiche Rinde folgt die Schutzscheide, die das Pericambium vom Phloem abgrenzt. Das sich anschliessende zentrale Gewebe ist völlig verholzt und besteht aus Gefässen, Tracheiden und Holzparenchym. Es fehlt hier also das Mark. Auch hier sind die sekundären Gefässe meist mit Tüpfelverdickungen versehen; es herrschen vor den Gefässen die Tracheiden vor. Breite im Längsschnitt bis 43,3  $\mu$ , im Lumen bis 50,5  $\mu$ . Der Gefässbündelstrang erscheint triarch.

Das Calciumoxalat tritt in der Rinde des Rhizoms ganz vereinzelt in tetraederförmigen Einzelkristallen auf. Bemerkenswert ist sein stellenweises Vorkommen in d. Epidermis. Im Mark finden sich mehr oder weniger grosse Mengen von Kristallsand, desgleichen tetraederförmige Kristalle sowie solche von pyramidenförmigem Bau. Auf manchen Schnitten tritt das Oxalat reichlicher auf, jedoch bei weitem nicht so stark wie bei den Scopolien. Die Wurzel enthält ebenfalls nur sehr geringe Mengen.

Das Pulver der Droge besitzt eine weisslichgraue Farbe. Der Geruch ist wenig typisch, der Geschmack bitter. Stärkekörner sind reichlich vorhanden. Ihre Gestalt ist rundlich bis eckig, sie sind einfach oder zusammengesetzt mit exzentrisch gelegenen Kern. Ihre Grösse beträgt durchschnittlich 7 - 8  $\mu$ , kleinere Körner sind 1 - 2, grössere bis zu 15  $\mu$  gross. Neben der grossen Stärkemenge fallen

insbesondere die Bastfaser.- Stücke auf, die das Pulver charakterisieren. Ihre Beschreibung ist oben bereits erfolgt. Ferner sind Stücke der Epidermis und Parenchymfetzen häufig. Ring-, Spiral-, Tüpfel- und Netzgefäße treten nur vereinzelt auf, ebenso kleine, stark lichtbrechende Kristalle von oxalsaurem Kalk.

#### VI. SOLANUM DULCAMARA L.

(*Dulcamara flexuosa* Moench, 42.)

a. Rhizom. - Der Kork entsteht nach de BARY (39) in der Epidermis selbst, eine Tatsache, die man nur bei wenigen Solanaceen beobachten kann. Das Rhizom entspricht in seinem Bau fast völlig dem der unten zu beschreibenden Wurzel. Nur treten im Gegensatz zu dieser die Markstrahlen meist zwei- und dreireihig auf. Es herrschen Tüpfelgefäße vor. Das Mark ist in bemerkenswerter Weise durch das Auftreten von Siebröhren ausgezeichnet, die ihm ein eigentümliches zerschlitztes faseriges Aussehen verleihen.

b. Wurzel. - Die reichlich Stärke und Kalkoxalat führende Rinde verläuft in etwa 8 Schichten bis zum primären Phloem, das in normaler Weise aus Siebröhren und Geleitzellen sich zusammensetzt. Auf eine kleine (dreireihige) Kambialschicht folgt der starke Holzkörper, der die ganze Mitte des Querschnittes ausfüllt. Er besteht aus mehr oder weniger radial angeordneten Gefässgruppen, die von stark verholztem Parenchym umgeben sind. Den übrigen Holzteil nehmen - unterbrochen von den Markstrahlen - Librifasern ein, die so dicht nebeneinander gelagert sind, dass sie im Querschnitt polygonal abgeplattet erscheinen. Die Dicke der Wände bei den Fasern ist nicht beträchtlich, die linksschiefe Tüpfelung tritt jedoch deutlich hervor. Die Durchschnittsbreite der Fasern beträgt 14,4  $\mu$ .

Die Markstrahlen sind einreihig und verlaufen radial zwischen den Librifasern. Sie besitzen deutliche Tüpfelung. Ihre Höhe beträgt 12 - 30 Zelllagen. Die Gefäße sind anfänglich mit ringförmigen oder spiralförmigen, die sekundären mit getüpfelten Verdickungen versehen. Es kommen jedoch auch Netzgefäße vor. Die Breite der Gefäße geht im Längsschnitt bis zu 88,3  $\mu$ , im Lumen erreichen sie eine Breite von 105,3  $\mu$ . Neben den Gefässen kommen besonders zahlreich Tracheiden vor mit spiralförmigen oder meist betüpfelten Verdickungen. Die letzteren sind wiederum häufig als sogenannte Fasertracheiden ausgebildet und bilden als solche den Übergang von typischen Tracheiden zum typischen Librifaser. Sie besitzen linksschiefe Spaltentüpfel, die jedoch im Gegensatz zum typischen Librifaser undeutlich behöft erscheinen. SANIO fand, wie de BARY (39) angibt, im ersten Jahresring von Bittersüß-Stengeln gefächerte Faserzellen und nimmt an, dass solche auch in der Wurzel vorkommen. In den von mir untersuchten Exemplaren fand ich jedoch nichts derartiges. - Ein Mark fehlt der Wurzel.

In der jungen Adventivwurzel hebt sich besonders schön die Endodermis hervor, auf die das Pericambium folgt. Der Gefässbündelstrang ist tetrarch.

Calciumoxalat tritt meist im Rindenparenchym von Rhizom und Wurzel in grosser Menge in Form von Kristallsand auf, der sich bei näherer Untersuchung wiederum als aus winzig kleinen Tetraedern zusammengesetzt erweist.

Die gepulverte Droge zeigt eine weissgraue Farbe. Der charakteristische Geruch des Bittersüßes ist deutlich wahrnehmbar, ebenso der "bittersüße" Geschmack. Zunächst fallen reichliche Stärkemengen auf; die Körner sind rund, oval, eckig bis dreieckig, gewölbt und besitzen einen exzentrisch gelegenen Kern. Ihre Grösse beträgt 2 - 7 - 11  $\mu$ ; sie sind einfach oder zusammengesetzt. Ferner erscheint im Pulver viel oxalsaurer Kalk in Form der winzigen Kriställchen; auch sind Kristallsand-Zellen keineswegs selten. Weiter charakterisieren die Droge Parenchymfetzen, Tüpfelgefäße und -Tracheiden, viel Bastfasern (Librifasern), die unverholzt sind, sowie endlich Stücke von Korkzellen.

## VII. DATURA STRAMONIUM L.

(*Stramonium vulgatum* Gaertn., 43; *Stramonium foetidum* Scop., 44; *Stramonia altera* J. Bauhin, 41; *Solanum foetidum pomospinoso* C. Bauhin, 45.)

Wurzel. - Auch hier entsteht wie bei *Solanum Dulcamara* der Kork in der Epidermis selbst (de BARY, 39). Dem aus etwa 10 Lagen bestehenden Rindenparenchym folgt unmittelbar das Phloem, das besonders viel oxalsauren Kalk enthält. Das 5-reihige Kambialgewebe schliesst den Holzteil ein. Dieser besteht in seinem weitest aus grössten Teile aus äusserst wenig verholzten Librifasern, sodass sie mit Phloroglucin-Salzsäure fast ungefärbt bleiben. Stark gerötet werden ausser den Gefässen nur die um dieselben sich gruppierenden Holzparenchym-Schichten. Während nach der Peripherie zu die Gefässbündel in einem starken Ringe mechanischen Gewebes eingebettet liegen, hört dieser Zustand in der Richtung des Zentrums mehr und mehr auf und macht einem dünnwandigen Gewebe von lückenlos aneinander schliessenden unverholzten Parenchymzellen Platz, in dem sich die Bündel befinden, nur umgeben von verholztem Parenchym.

Die Holzfasern erscheinen infolge ihrer dichten Anordnung polygonal; sie treten nur selten als typisches Librifaser auf; in den meisten Fällen sind es Fasertracheiden: lang, schmal, mit sehr dicken Wänden und höfgetüpfelten Spaltentüpfeln; ihre Breite beträgt im macerierten Längsschnitt durchschnittlich 28,8  $\mu$ . Die Gefässe und Tracheiden besitzen sämtlich getüpfelte Verdickungsschichten. Sie liegen in der mechanischen Zone ziemlich dicht in radialen Reihen, später nimmt ihre Menge ab. Die Breite beträgt im Längsschnitt bis 93,8  $\mu$ , im Lumen bis 115,4  $\mu$ .

Die Markstrahlen treten meist ein-, oft auch zwei-, selten dreireihig auf u. besitzen reichliche Tüpfel. Ihre Höhe schwankt zwischen 4 und 21 Zelllagen. Von einem typischen Marke kann man nicht sprechen, da die Mitte ein Gefässstrang einnimmt. Um ihn herum liegt ein geschlossener Mantel mit darin eingebetteten Gefässen. Hier tritt auch Phloem auf. WEISS (28) beschreibt solches bereits und nennt es "hadromständiges Leptom".

Die jüngeren Wurzeln zeichnen sich durch die ausserordentliche Breite ihrer Gefässe aus. So beträgt deren Lumen bis zu 132,7  $\mu$ . Im übrigen wiederholen sich hier die Verhältnisse der älteren Wurzel nur mit der Ausnahme, dass die oben beschriebene Parenchymgruppe, die dort auf den Mantel mechanischen Gewebes folgt, fehlt, sodass hier die ganze Zentralschicht gleichmässig von Prosenchym erfüllt ist. Die Stränge sind tetrarch.

Calciumoxalat ist in der Rinde reichlich vorhanden; meist als Kristallsand, doch kommen auch viele Einzelkristalle vor in Form von Oktaedern oder seltener als Prismen oder Säulen. Die Einzelkristalle sind hier recht gross, so messen grössere 5 - 8  $\mu$ . Im Holzkörper wie auch im Mark ist kein Oxalat mehr nachzuweisen.

Das Pulver besitzt eine hellgelbe Farbe und riecht und schmeckt schwach narkotisch. Es ist charakterisiert durch den Besitz von Einzelkristallen in überaus reichlicher Menge. Sie übertreffen an Zahl bei weitem die Stärkekörner, die sich so vereinzelt vorfinden, dass man fast von einem Fehlen der Stärke sprechen könnte: so kann man (die Angaben beziehen sich auf im Herbst entnommene Exemplare) im Gesichtsfelde meist nur 1 - 2, seltener bis 6, oft aber auch gar keine Körner zählen. Sie sind sehr klein, von rundlicher Gestalt, 1 - 4  $\mu$  gross, die grössten bis zu 11  $\mu$ . Ferner tritt im Pulver viel Parenchym auf, das zum Teil verholzt ist. Des weiteren finden sich mehr oder weniger stark verholzte Librifasern; ausserdem Tüpfelgefässfragmente, Tracheiden und Korkreste.

## VIII. HYOSCYAMUS NIGER L.

(*Hyoscyamus vulgaris et niger* C. Bauhin, 45.)

a. Wurzel der einjährigen Pflanze. - Die Epidermis ist bei jüngeren Wurzeln oft stark nach aussen gewölbt. Der Kork bildet neben den tafelförmigen Zellen auch solche von  $\pm$  rundlicher Gestalt. Die Rinde ist äusserst dünn; sie besteht nur

aus etwa 6 Schichten, an die sich der relativ grosse primäre Phloemteil anschliesst. Der ganze innerhalb des Kambiums liegende Teil ist verholzt mit Ausnahme einer kleinen Markzone. Der Bau des Holzkörpers entspricht fast völlig dem in der Wurzel von *Solanum Dulcamara*: auch hier folgen die Gefässbündel in radialer Anordnung; sie sind von englumigem Holzparenchym umgeben. Der übrige Holzteil wird wiederum von mechanischen Zellen gebildet; sie entsprechen den bei *Solanum Dulcamara* beschriebenen Librifasern. Tracheiden und Fasertracheiden sind sehr zahlreich. Die Markstrahlen sind ein- (selten zwei-)reihig und reich getüpfelt; ihre Höhe beträgt 4 - 8 Lagen, ist also viel geringer als bei der Bittersüss-Wurzel. Die Gefässe zeigen meist Hoftüpfel und sind im Längsschnitt bis 53,4  $\mu$ , im Lumen bis 50,5  $\mu$  breit (in jüngeren Wurzeln jedoch bis 60,6  $\mu$ ). Das Mark besteht in der älteren Wurzel aus grossen unverholzten Parenchymzellen mit Interzellularräumen. Die jüngere Wurzel dagegen lässt keine besondere Markzone erkennen, da hier das ganze Zentragebe verholzt ist.

Stärke fehlt in der Wurzel völlig, wenigstens war in den von mir untersuchten Herbst-Exemplaren keine solche nachweisbar.

b. Wurzel der zweijährigen Pflanze. - Die Wurzel ist schon äusserlich durch ihren stärkeren Bau von derjenigen der einjährigen Pflanze unterschieden; sie besitzt rübenförmige Gestalt. Auch in ihrem anatomischen Bau weist sie wesentliche Abweichungen auf. Die Rinde ist hier viel dicker (etwa 25 Reihen) und bildet ein lockeres Gewebe mit grossen Interzellularen. An sie schliesst sich das Phloem, das viel Calciumoxalat enthält. Der Kambialzuwachs besteht im wesentlichen aus unverholztem Parenchym, das mit grossen Interzellularräumen den Hauptteil einnimmt. In ihm liegen als radial verlaufende Nester die Xylemgruppen, die von verholztem Parenchym eingeschlossen werden; zwischen ihnen verlaufen zweireihige Markstrahlen. Hof-Tüpfelgefässe herrschen vor, doch finden sich auch Netz- und Treppentracheen in grösserer Menge. Die Breite beträgt im Maximum bei Längsschnitten 86,6  $\mu$  bei 83,7  $\mu$  Lumen. Von einem eigentlichen Mark kann man nicht sprechen, da das Zentrum der Wurzel von einem Xylemstrang gebildet wird; um diesen herum liegt wiederum lockeres Parenchymgewebe, das die die Markkrone bildenden Stränge verbindet.

In einer jüngeren Wurzel fällt die an Grösse den übrigen Teil weit übertreffende Rinde auf, die hier ungefähr aus 30 Lagen besteht. Die Gefässe besitzen vorwiegend netzartige Verdickungen. Die Stränge erscheinen triarch.

Das Calciumoxalat kommt auch hier vorwiegend als Sand und als tetraederförmige Einzelkristalle vor. FEDDE (30) fand bei *Hyoscyamus* Oktaeder, die auch ich in der Wurzel der zweijährigen Pflanze nachweisen konnte. Der oxalsaure Kalk breitet sich in der Rinde aus und rückt bis in den Holzteil hinein vor.

Das Pulver (von der Wurzel blühender Pflanzen; auch diesen fehlte die Stärke) ist von braungelber Farbe; sein Geruch und Geschmack ähnelt dem Wurzelpulver. Es enthält viel Bast- (Libriform-) Fasern, die sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot färben. Ausserdem sind in reichlicher Menge Gefässfragmente vorhanden mit meist netzartigen und getüpfelten, aber auch ringförmigen Verdickungsleisten. Viel Calciumoxalat in den oben beschriebenen Formen erfüllt das Gesichtsfeld. Des weiteren kommen im Pulver Parenchymetzen vor, sowie nicht gerade häufig Reste von Korkgewebe.

#### BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL.

Aufgrund der vorstehend beschriebenen Untersuchungen kann ich an den Schluss dieses Teiles folgenden Bestimmungsschlüssel setzen:

A. Stärke fehlt oder ist ganz vereinzelt.

I. Im Wurzelholze sind ein starker äusserer und ein starker innerer Ring mechanischen Gewebes vorhanden; beide sind durch Parenchym verbunden:

*Datura stramonium.*

II. Die Doppelringe fehlen dem Wurzelholze.

a. Zwischen radial angeordneten Gefässgruppen Libriform: *Hyoscyamus niger*  
(planta annua)

- b. Die Stelle des Libriforms nimmt lockeres Parenchym ein:  
*Hyoscyamus niger* (planta biennis).
- B. Stärke reichlich vorhanden.
- I. Calciumoxalat fehlt in der Wurzel oder ist kaum vorhanden:  
*Mandragora vernalis*.
- II. Calciumoxalat ist reichlich vorhanden.
- a. Sklerenchymgewebe vorhanden.
1. Ein Bastfaserring umschliesst das weite Mark des Rhizoms. Siebröhren im Marke nicht bemerkt:  
*Physalis alkekengi*.
  2. Bastfaserring fehlt. Das Mark des Rhizoms enthält Siebröhren:  
*Solanum dulcamara*.
- b. Sklerenchymgewebe fehlt.
1. Tüpfelgefäße in Überzahl in der Wurzel: *Atropa belladonna*.
  2. Netzgefäße in der Überzahl in Rhizom und Wurzel.
    - § Gefäße sehr weit (Lumen bis 110  $\mu$ ): *Scopolia physaloides*.
    - §§ Gefäße viel enger (Lumen bis 60  $\mu$ ): *Scopolia carniolica*,  
*Scopolia lurida*.

## B. CHEMISCHER TEIL.

Es kann nicht die Aufgabe dieses Abschnittes sein, Untersuchungen über die Natur der in den Wurzeln und Rhizomen der behandelten Solanaceen vorhandenen Alkaloide anzustellen, da hierüber schon so eingehende Forschungen vorliegen, dass eine erneute Untersuchung missig erschien.

Wichtig ist dagegen, Aufschlüsse zu erhalten über den Sitz der Alkaloide in den behandelten Pflanzen, desgleichen den Gehalt an Alkaloiden zu bestimmen um dann ein abschliessendes Urteil über die Brauchbarkeit dieser Wurzeln und Rhizome abgeben zu können.

Über die Lokalisation der Alkaloide liegen Arbeiten aus dem botanischen Institut der Universität Brüssel vor, so die ausführliche Abhandlung von MOLLE (46), ferner von de WEWRE (47), ERRERA (48), MAISTRIAU und CLAUTRIAU.

Besonders die Arbeit von MOLLE beschäftigt sich schon mit einem Teile der von mir bearbeiteten Pflanzen, sodass mir nur übrig blieb, seine Resultate zu überprüfen und Fehlendes zu ergänzen.

An den Anfang der nun folgenden vergleichenden Untersuchungen setze ich aus historischen Gründen und der Vollständigkeit halber einen kurzen Überblick über die bisher bei den betreffenden Pflanzen isolierten Alkaloide und ihre Natur.

### I. SCOPOLIA CARNIOLICA.

1887 entdeckte MARTIN (49) bei der *Scopolia japonica* "Solanin". Er betont ausdrücklich, dass die Pflanze kein Atropin, sondern Solanin enthält, das er in deutlich kristallinischer Form und mit den charakteristischen Solanin-Reaktionen dargestellt habe.

LANGAARD (50) fand in den Wurzeln zwei mydriatische Alkaloide: Scopolein und Rotoin. - EYKMAN (51) fand ein Alkaloid, das er Scopolein nannte, und ein Glycosid, das Scopolin; dieses letztere sollte in saurer Lösung in Zucker und Scopoletin zerfallen. Er hält Rotoin (LANGAARD) und "Solanin" (MARTIN) für Scopoletin und spricht die Vermutung aus, dass das Scopolein nahe verwandt, wenn nicht sogar identisch mit dem Atropin oder einem seiner Isomeren sei.

1887 wiesen SCHMIDT und HENSCHKE (52) nach, dass die Wurzel der *Scopolia japonica* in erster Linie Atropin und Hyoscyamin, ferner Hyoscin, Cholin und einen Schillerstoff, das Scopoletin, enthält. Dieser letztere ist eine Chrysatropasäure, die von KUNZ (53) in *Atropa belladonna* nachgewiesen worden ist. Das Rotoin LANGAARDs ist kein Alkaloid, sondern nach SCHMIDT (52) das Natriumsalz einer kohlenstoffreichen Säure der Fettsäurereihe, und zwar das Verseifungsprodukt des in der *Scopolia*-Wurzel enthaltenen Fettes. Die drei mydriatischen Alkaloide (Atropin, Hyoscyamin und Hyoscin) können unter bestimmten Voraussetzungen ineinander über-

gehen.

Die Wurzel (mit dem Rhizom) der *Scopolia carniolica* Jacq. (= *Scopolia atropoides* Link) enthält nach den Untersuchungen von SCHMIDT (54) 0,32% Hyoscyamin, 0,03% Atropin und Scopolamin (Hyoscin) als l- u. n-Scopolamin, Scopoletin, Betain, Cholin, Phytosterin, Saccharose, Atroscin (l-Scopolamin). Nach SCHMIDT ist das Scopoletin vielleicht das Spaltprodukt des Glycosids Methylaesculin (Scopolin).

Andere (55) fanden Hyoscyamin 0,43%, Hyoscin, Phytosterin 0,1%, fettes Öl, Arachin, Dextrose.

#### Lokalisation.

Zum mikrochemischen Nachweis benützte ich in erster Linie Jodjodkali, das MOLLE als das "Reactif par excellence" bezeichnet hat. MOLLE erläutert eingehend die technische Seite der vorzunehmenden Untersuchung. Da auch Eiweisskörper die betreffenden Alkaloid-Reaktionen geben, wie ERRERA (48) schon nachgewiesen hat, lässt er derartig reagierende Schnitte 15 Minuten in Weinsäure-Alkohol (Acid. tartar. crist. 1,0 ad 20 ccm Alk. absol.) legen; dann werden dieselben Reagentien auf die so behandelten Schnitte gebracht: enthielten die Zellen Alkaloide, so sind diese durch den Weinsäure-Alkohol gelöst, reagieren sie dagegen wie vorher, so handelt es sich um Eiweisskörper, die dann nachgewiesen werden können.

Jodjodkali erzeugt in den alkaloidhaltigen Zellen einen Niederschlag, der aus bräunlichen Kügelchen besteht. Die Reaktionen verliefen einwandfrei; hinderlich waren nur die grossen Stärkemengen, die sehr schwer völlig wegzubringen waren. Die Jodjodkali-Lösung stellte ich dar nach der Vorschrift: Jod 1,0, Jodkali 1,0, Wasser ad 100,0. - Zur Unterstützung des Befundes diente noch Kalium-Quecksilberchlorid (HgCl<sub>2</sub> 13,0, KJ 49,0, H<sub>2</sub>O 1000,0) sowie 10% Tannin-Lösung und 10% Pikrinsäure-Lösung.

Kalium-Quecksilberchlorid erzeugt einen käsigen Niederschlag, Tannin gibt eine weissliche Fällung, während Pikrinsäure in konzentrierter Lösung nach einiger Zeit eine Fällung von gelben Kriställchen erzeugt.

MOLLE hat die *Scopolia japonica* untersucht. Er fand in Vegetationspunkten im Ruhestadium in allen Zellen gleichmässig viel Alkaloide. In wachsenden Teilen des Stammes fand er Alkaloide um den Bauteil herum, besonders in den parenchymatischen Elementen, in deren Mitte die Phloemteile liegen. In der Wurzel ohne sekundäres Gewebe findet sich das Alkaloid (nach MOLLE) in der Rinde; bei Wurzeln mit aktivem Kambium und Phellogen ausserdem in Phloemparenchym, Holzparenchym, in den dem Phloem und Kambium benachbarten Teilen und in den zwei oder drei innersten Korkbelägen.

Die von mir untersuchten Rhizome und Wurzeln der *Scopolia carniolica* ergaben analoge Verhältnisse, wie MOLLE sie in der *Sc. japonica* nachgewiesen hat. Sowohl im Rhizom wie in der Wurzel ist die Rinde am alkaloidreichsten. Der Gehalt der übrigen Teile fällt wesentlich gegenüber der Rindenschicht ab. Die mikrochemischen Nachweise zeigten nur eine unbedeutende Zunahme der Alkaloidmenge in blühenden Pflanzen gegenüber den in jüngeren Wachstumsstadien befindlichen.

Die Bestimmung der Alkaloide erfolgte bei der *Scopolia japonica* nach folgender Vorschrift (SCHMIDT, 52): Das fein gepulverte Rhizom wurde durch Perkolation mit Alkohol erschöpft, die erhaltene Flüssigkeit bei 30 - 40° abgedunstet bis eine halbflüssige Masse übrig blieb, die viel Fett enthielt. Zur Entfernung desselben wurde der Rückstand mit warmen Wasser gemischt, dem man 1% Salzsäure zugesetzt hatte, dann die Fettschicht entfernt und die übrige saure Flüssigkeit mit Chloroform ausgezogen, bis dieses keine Farbstoffe und andere Verunreinigungen mehr aufnahm; alsdann wurde die Lösung ammoniakalisch gemacht, der Gesamt-Alkaloidgehalt mit Chloroform ausgeschüttelt und bei 100° getrocknet.

Wegen der Umständlichkeit dieses Verfahrens einerseits, dann aber auch wegen der Menge des zur Untersuchung nötigen Materials nahm ich von der Benützung dieser Vorschrift Abstand.

Ausgehend von der Absicht, bei Verwendung möglichst geringer Materialmengen eine einfache aber sicher zum Ziele führende Methode zu wählen, griff ich auf die

von der Pharmac. Helvet. 4. ed. p. 354 gegebene Vorschrift zur Bestimmung der Alkaloide bei Radix Belladonnae zurück, die folgendermassen lautet: "12 g Belladonna-Wurzel werden in einer 250 ccm fassenden Arzneiflasche mit 120 g Äther übergossen und während 1/4 Stunde häufig umgeschüttelt. Man fügt alsdann 5 ccm Ammoniak hinzu, schüttelt während einer halben Stunde häufig kräftig durch und lässt absetzen. Hierauf giesst man soviel von der ätherischen Lösung durch einen Bausch gereinigter Baumwolle in einen Kolben von 200 ccm Inhalt, als klar abfließt, wägt und destilliert den Äther ab. Alsdann übergiesst man den Rückstand mit 5 ccm absolutem Alkohol, gibt nach dem Lösen 10 ccm Wasser, 3 Tropfen Hämatoxylin und 30 ccm Äther hinzu und titriert mit 1/100 Normal-Salzsäure bis zur rotbraunen Färbung der wässerigen Schicht. Hierauf verdünnt man mit 30 ccm Wasser und titriert unter häufigem Verschliessen und kräftigem Durchschütteln des Kölbchens, bis eine zitronengelbe Färbung der wässerigen Lösung eintritt und eine weitere Aufhellung nach erneutem Säure-Zusatz und Umschwenken nicht mehr erfolgt. Man verbrauche auf je 10 g der abgegossenen Lösung nicht weniger als 1,4 ccm 1/100 Normal-Salzsäure, was einem Minimalgehalt von 0,4% Alkaloiden in der Belladonna-Wurzel entspricht".

Diese Vorschrift ist jedoch bei den Scopolien nicht anwendbar, da die lebhaftere Färbung der zur Titration gelangenden Flüssigkeit einen scharfen Farbenumschlag verhindert. Ich versuchte nunmehr nach der von FROMME (56) gegebenen und von HERZOG (57) abgeänderten Vorschrift der Untersuchung von Cortex Chinae zu arbeiten, die ich für vorliegende Zwecke noch ein wenig modifizieren musste, bis sie mir brauchbare Ergebnisse lieferte. Als Indikator verwendete ich allgemein Methylrot (RUPP, 58), das einen schnellen, sicheren Farbenumschlag hervorruft. Dieser Indikator ist mit gutem Erfolge zur Titration sehr schwacher Basen, wie sie die Alkaloide darstellen, angewendet worden, sodass seiner Benützung als Ersatz für d. früher gebräuchlichen Indikatoren nichts im Wege stand. Ich verwendete eine 0,2% verdünnt-alkoholische Lösung (75 ccm Alkohol 90%, 25 ccm Wasser).

Ich ging folgendermassen vor: 3 - 5 g gepulvertes Rhizom, 2,5 ccm Salzsäure 25% und 30 ccm Wasser werden in einer Arzneiflasche von 200 g Inhalt 10 Minuten lang auf dem Wasserbade erhitzt. Nach Erkalten fügt man 70 g Äther und 35 g Chloroform hinzu, schüttelt einige male durch, übersättigt mit 5 ccm officineller Natronlauge, sodass eine starke alkalische Reaktion entsteht, und schüttelt das Gemisch anhaltend und kräftig. Hierauf wird 1,5 g Tragantpulver hinzugefügt und noch einmal solange stark geschüttelt, bis sich die ätherische Sicht völlig geklärt hat. Vom Äther-Chloroform-Gemisch werden nun soviel wie möglich (etwa 60 g) durch Watte in ein 150 ccm fassendes SOXLETH-Kölbchen filtriert. Nach Abdestillieren des Gemisches versetzt man den Rückstand mit 10 ccm Weingeist und dampft diesen bis auf einige ccm ab. Dann löst man den Rückstand noch einmal in 10 ccm Weingeist, fügt 10 ccm 1/100 Normalsalzsäure, 75 ccm Wasser und 3 Tropfen Methylrot hinzu und lässt 1/100 Normal-Kalilauge bis zum Farbumschlag hinzufliessen.

Das Ergebnis war das folgende:

In Angriff genommene Menge	4,0
Abfiltriertes Äther-Chloroform-Gemisch	60,0
Hinzugefügte ccm 1/100 Norm. HCl	10,4
Verbrauchte ccm 1/100 Norm. KOH	<u>7,91</u>
	2,49

1 ccm n/100 HCl = 0,00289 g Alkaloide (berechnet auf Hyoscyamin). - Demnach in 60 g Gemisch (= 2,285 g Rhizom) = 0,00719 g Alkaloide. Also in 100 g = 0,315 g Alkaloide.

Demnach enthält das Rhizom der blühenden Pflanze von *Scopolia carniolica* 0,315% Alkaloide. - Kontrollbestimmungen lieferten analoge Werte.

## II. SCOPOLIA LURIDA Dur.

Nach SIEBERT (59) enthält die ganze Pflanze zur Blütezeit viel Hyoscyamin (weder Atropin noch Scopolamin). Nach der Fruchtreife besitzt sie kein Hyoscyamin mehr, sondern nur etwas Atropin. SIEBERT nimmt jedoch an, dass auch Hyoscin

vorhanden ist, er diesen Körper aber wegen zu geringer Materialmengen nicht isolieren konnte. SCHMIDT und SCHÜTTE (60) fanden dagegen nach der Samenreife praeformiert nur Hyoscyamin, kein Atropin und nehmen an, dass das von SIEBERT gefundene Atropin als Umwandlungsprodukt von Hyoscyamin anzusprechen sei.

#### Lokalisation der Alkaloide.

Reagentien und Reaktionen wie vorher. Auch hier sitzt das Alkaloid beim jungen Rhizom fast in allen Gewebeschichten. Ich erhielt stärkere Fällungen in den innern Korklagen und im angrenzenden Rindenparenchym. In der übrigen Rinde sowie im Mark nicht so reichlich. In der Gefäßzone beobachtete ich nur vereinzelte Fällungen. Im Rhizom der blühenden Pflanze erhielt ich ebenfalls im Kork und in den subepidermalen Rindenschichten die reichlichsten Fällungen; desgleichen im Mark. Der Holzteil enthielt weniger Alkaloid.

Die jüngere Wurzel enthält in den Schichten, die in und unterhalb der Epidermis liegen, Alkaloide. In älteren Stadien lokalisieren sie sich ausserdem in dem zwischen den Kylemstrahlen verlaufenden Parenchymgewebe, sowie im Mark.

Die Bestimmung der Alkaloide, vorgenommen nach der vorher erwähnten Methode, hatte folgendes Ergebnis:

In Angriff genommene Menge =	5,0
Ausgeschüttelt mit Äther 60,0	
" " Chlorof. 30,0	
Abfiltriertes Äther-Chloroform-Gemisch	60,0
Hinzugefügte ccm Norm/100 NCl	10,0
Verbrauchte ccm, n/100 KOH	4,7
demnach zur Absättigung	5,3 ccm.

1 ccm n/100 HCl = 0,00289 g Alkaloide. Demnach in 60 g Gemisch (= 3,33 g Rhizom) 0,0153 g Alkaloide = 0,46 g in 100 g.

Also enthielt das Rhizom der blühenden Pflanze von *Scopolia lurida* 0,46% Alkaloide. - Die Resultate mehrerer Bestimmungen stimmten überein.

#### III. SCOPOLIA PHYSALOIDES Dur.

Über die Natur der in ihr enthaltenen Alkaloide liegen noch keine Untersuchungen vor. Von einer Isolierung musste leider aus ökonomischen Gründen Abstand genommen werden. Auf Grund der für *Scopolia carniolica*, *Scopolia lurida* sowie für *Atropa belladonna* vorliegenden Untersuchungen könnte die Annahme berechtigt sein, dass es sich bei der *Scopolia physaloides* um eben dieselben Alkaloide handelt.

#### Lokalisation der Alkaloide.

Die Untersuchungen, die nach der bei *Scopolia carniolica* gegebenen Methode vorgenommen wurden, hatten folgendes Ergebnis:

Im jüngeren Rhizom lokalisiert sich das Alkaloid hauptsächlich in der Epidermis und der Rinde, aber auch im ganzen übrigen Gewebe. Am wenigsten finden sich die Alkaloide in der unmittelbar an die Gefässe grenzenden Zone. Analoge Verhältnisse beobachtete ich im Rhizom einer blühenden Pflanze.

Auch bei der Wurzel ist der Hauptsitz der Alkaloide die Epidermis und die darunter liegenden Rindenschichten, sowie das Mark. Fast ganz frei ist die Holzzone. Bei der Wurzel der blühenden Pflanze sind die Fällungen relativ reichlicher, beziehen sich aber auf dieselben Gewebeschichten, zu denen nur noch das Parenchym des Holzes und das des Markes tritt.

Bestimmung der Alkaloide nach der bei gegebenen Vorschrift:

In Angriff genommene Menge =	5,0
Ausgeschüttelt mit Äther 60,0	
" " Chlorof. 30,0	
Abfiltr. Äther-Chlorof.-Gemisch	30,0

Hinzugefügte ccm n/100 HCl	10,0
Verbrauchte ccm n/100 KOH	8,2
Demnach zur Absättigung	1,8 ccm.

1 ccm n/100 HCl = 0,0289 g Alkaloide bezogen auf Hyoscyamin. Demnach in 30 g Gemisch (= 1,66 Rhizom) 0,005202 g Alkaloide.

Also enthielt das Rhizom der blühenden *Scopolia physaloides* 0,312% Alkaloide. - Die Richtigkeit der Untersuchung bestätigten mehrere Kontrollbestimmungen.

Um zu einem abschliessenden Urteil über die Bewertung der in den Wurzeln und Rhizomen der *Scopolia*-Arten bestimmten Alkaloide zu gelangen, führe ich nunmehr die entsprechenden Werte der Wurzel von

#### ATROPA BELLADONNA

an. Entgegen der früher von MEIN vertretenen Auffassung, dass die Radix Belladonnae Atropin enthält, fand man später (61) in älteren Wurzeln nur Hyoscyamin, in jüngeren daneben etwas Atropin und Scopolamin (SCHMIDT) sowie Atropamin (HESSE, 62). - KUNZ (63) hat eine kleine Menge Bilineurin oder Cholin ausgezogen; desgleichen Chrysatropasäure, die PASCHKIS (64) für identisch mit dem von EYCKMANN in *Scopolia japonica* entdeckten Scopoletin hielt. Der in der Literatur angegebene Alkaloidgehalt der Wurzel schwankt zwischen 0,31 - 0,64%, soll jedoch öfters erheblich geringer sein. Die

#### Lokalisation der Alkaloide

ist von DE WEWRE (47) und MOLLE (48) untersucht worden. DE WEWRE nahm an, dass das Atropin das typische Alkaloid der Belladonna wäre, während MOLLE bereits die neuen Untersuchungen bekannt waren, sodass sich seine Forschungen auf die Reaktionen der 3 mydriatischen Alkaloide erstrecken, wie sich übrigens auch DE WEWREs Befunde auf diese beziehen, da die angeführten Reagentien durchaus nicht für Atropin allein charakteristisch sind. Im übrigen stimmen die Untersuchungen der beiden Forscher überein, wenn auch die von MOLLE etwas ausführlicher dargestellt sind. Dieser fand, dass in der Wurzelhülle und im Periblem reichlich Alkaloide vorhanden sind. Sie kommen ferner in wachsenden Organen der ganzen Rinde vor und umschliessen die Endodermis. Der Zentralzylinder ist völlig frei davon, solange das Cambium noch nicht tätig ist. Später beobachtet man Alkaloide im sekundären Holzparenchym in geringen Mengen, reichlicher wieder im "intraxylären Bast".

Die von mir vorgenommenen vergleichenden Untersuchungen ergaben eine Übereinstimmung mit obigen Angaben.

Bestimmung der Alkaloide. - Obwohl die Pharm. Helvet. IV. p. 453 die oben angeführte Bestimmung der Alkaloide bei Radix Belladonnae aufgenommen hat, erschien es mir im Interesse eines einwandfreien Vergleichsbildes ratsam, die Bestimmung nach der für die *Scopolia*-Arten benützten Methode auszuführen. Das Resultat war das folgende:

In Angriff genommene Substanzmenge	4,0
Ausgeschüttelt mit Äther	70,0
" " Chloroform	30,0
Abfiltriertes Äther-Chloroform-Gemisch	53,0
Hinzugefügte ccm n/100 HCl	10,0
Verbrauchte ccm n/100 KOH	8,96
Demnach zur Absättigung	1,04 ccm

1 ccm n/100 HCl = 0,00289 g Hyoscyamin, demnach in 53 g Gemisch (= 2 g Radix Belladonnae) 0,003 g. Also enthielt die Wurzel der blühenden *Atropa belladonna* 0,15% Alkaloide.

Eine solche Wurzel würde der Pharm. Helvet. IV. nicht entsprechen; das Resultat stimmt jedoch mit den Untersuchungen von SCHMIDT und SCHÜTTE (66) überein, die in der Frühjahrswurzel 0,1329 - 0,1792% an Alkaloiden fanden. Gegenüber den bei den *Scopolia*-Arten des botanischen Gartens zu Königsberg gefundenen Werten ist also bei den *Atropa*-Exemplaren desselben Gartens ein erheblicher Unterschied im Al-

kaloidgehalt bemerkbar.

#### IV. *MANDRAGORA VERNALIS* Bertol.

CLOUCEL (67) fand Mandragorin, das sich als ein Gemenge von Hyoscyamin (0,17%) Scopolamin, Atropin (0,04%) erwies (THOMS und WENTZEL, 68, AHRENS, 69). SCHAARSCHMIDT (70) fand Solanin, das er mit Salpetersäure bzw. Schwefelsäure nachgewiesen hat. Die Untersuchungen über die

#### Lokalisation der Alkaloide

nahm ich nach den bei *Scopolia carniolica* dargelegten Methoden vor. Das Rhizom d. jüngeren Pflanze enthielt in der Epidermis und den Korkschichten Alkaloide in nicht sehr reichlicher Konzentration. Eine wesentlich grössere Menge enthalten d. Rinde sowie die Phloemelemente. Die Gefässbündelzone lieferte nur geringfügige Niederschläge, während das Mark wieder stärkere Reaktionen ergab. Ältere Pflanzen d.h. solche während der Frucht- und Samenreife lieferten ausser den erwähnten Niederschlägen noch stärkere Reaktionen in den Korkschichten.

Bei der Wurzel enthält ebenfalls in den jüngeren Vegetationsperioden die Rinde den grössten Anteil an Alkaloiden, während ausser geringeren Mengen in Epidermis und Kork die übrigen Gewebe fast frei davon sind. In späteren Stadien ergaben sich dieselben Verhältnisse, wie sie beim Rhizom von mir beobachtet werden konnten.

SCHAARSCHMIDT (70) wies nach folgender Methode das Solanin nach: Er legte die Schnitte in einen Tropfen Salpetersäure bzw. nicht zu konzentrierte Schwefelsäure und beobachtete nach einigen Sekunden eine schön kirschrote Färbung: die Reaktion des Solanins. Er fand auf diese Weise Solanin in den subepidermalen Zellen der *Mandragora*-Wurzeln.

Im ganzen zeigte der mikrochemische Nachweis, dass die Wurzeln und Rhizome der *Mandragora vernalis* gegenüber den *Scopolia*-Arten geringere Alkaloidmengen enthalten.

Zur Bestimmung der Alkaloide schlug ich wiederum den bei der *Scopolia carniolica* beschriebenen Weg ein. Ich ging aus von einer Substanzmenge von 3 g, die ich mit 60 g Äther und 30 g Alkohol ausschüttelte.

Abfiltriertes Äther-Alkoholgemisch:	50,00
Hinzugefügte n/100 HCl	10,0
Verbrauchte ccm n/100 KOH	8,8
Mithin zur Absättigung	1,2 ccm

1 ccm n/100 HCl = 0,00289 gr Alkaloide, bezogen auf Hyoscyamin als das hauptsächlich vorkommende Alkaloid. Demnach in 50 g Gemisch (= 1,666 g Substanz) 0,003468 g Alkaloide. Also enthielt die Wurzel (mit dem Rhizom) der blühenden *Mandragora vernalis* 0,209% Alkaloide. - Mehrere Bestimmungen ergaben übereinstimmende Werte.

#### V. *PHYSALIS ALKEKENGII* L.

Nach DESSAIGNES und CHAUTARD (71) enthalten alle Teile der Pflanze einen amorphen Bitterstoff, den sie als "Physalin" bezeichnen. MOLLE nennt ihn ein Alkaloid und untersuchte dasselbe.

#### Sitz in der Pflanze.

Er besitzte Jodjodkali, mit dem es eine gelbbraune Fällung gibt, die ziemlich schnell verblasst. So erhielt er im Rhizom von *Physalis alkekengi* Niederschläge in den Vegetationspunkten, in der Epidermis, den Stereiden und in den parenchymatischen Elementen, die in der Nähe des Phloems liegen. Desgleichen auch im Mark.

Ich untersuchte zur Bestätigung der Angaben MOLLEs die Rhizome und Wurzeln in mehreren Entwicklungsstadien und erhielt ebenfalls Niederschläge. Diese waren jedoch nur sehr minimal und beschränkten sich auf einige Stellen in der Epidermis,

dann in der Rinde sowie im Mark.

Die **B e s t i m m u n g** der Alkaloide ergab, wie zu erwarten war, ein negatives Resultat; ein Alkaloid war quantitativ nicht nachweisbar, sodass die Annahme berechtigt erscheint, dass es sich bei den mit Jodjodkali erzeugten Niederschlägen entweder gar nicht um solche von Alkaloiden handelt oder dass die vorhandenen Alkaloide so minimale Mengen darstellen, dass sie mit den gebräuchlichen Mitteln quantitativ nicht bestimmbar sind.

#### VI. SOLANUM DULCAMARA L.

1821 fand DESFOSES (72) ein glycosidähnliches Alkaloid, dem er den Namen Solanin gab. Nach DAVIS (73) ist das "Solanin" des Handels eine Mischung von Solanin und Solanidin. Verdünnte Mineralsäuren spalten das Solanin (nach SCHMIDT, 74) in Galaktose, Isodulcit und Solanidin. Über die Formel des Solanidin sind bestimmte Angaben noch nicht gemacht worden. Bei längerer Berührung mit starker Salzsäure werden Solanidin und auch Solanin in amorphes hellgelbes Solanicin ( $C_{50}H_{78}NO_2$ ) verwandelt. WITTSTEIN fand nach SCHMIDT (74) in den Stengeln von *Solanum dulcamara* neben Solanin das Alkaloid Dulcamarin, das den typischen Geschmack des Bittersüß hervorrufen soll. DAVIS (73) isolierte aus frischen Pflanzen ebenfalls Dulcamarin; ferner ausser Solanin und Solanidin noch Solanein.

#### Zur Lokalisation der Alkaloide<sup>1)</sup>

benützte MOLLE die oben erwähnten Reaktionen: Jodjodkali erzeugt ähnliche Kügelchen, wie sie durch die mydriatischen Alkaloide hervorgerufen werden; sie entstehen jedoch gelblich und werden dann erst z. braun. Pikrinsäure gibt eine Fällung von gelben Körnchen, die in Essigsäure löslich sind.

Ich arbeitete nach demselben Verfahren, dem ich noch das von SCHAARSCHMIDT (siehe oben) zur Solanin-Bestimmung benützte anschloss: Salpetersäure und Schwefelsäure, die beide kirschrote Färbungen ergaben. MOLLE fand als Sitz des alkaloidähnlichen Stoffes im Spross die Epidermis, deren Elemente noch nicht verkorkt sind, ferner das Rindenparenchym und das Markparenchym. In älteren Stengeln fehlt das Alkaloid in den Stereiden, während Rinde und Mark noch reichliche Mengen enthalten. Meine Untersuchungen des Rhizoms bestätigten diese Angaben.

In der Wurzel fand MOLLE das Alkaloid im Kork und in der Rinde. SCHAARSCHMIDT gibt als Sitz des Solanins bei Rhizom und Wurzel nur die subepidermalen Schichten an. Meine Untersuchungen stimmten damit überein.

Die **B e s t i m m u n g** des Solanins gestaltete sich insofern abweichend von den vorhergehenden Alkaloidbestimmungen, als das Solanin weder in Äther noch in Chloroform löslich ist, sodass es nach den benützten Methoden nicht bestimmt werden konnte. Da SCHMIDT (74) als Lösungsmittel Amylalkohol angibt, versuchte ich zunächst das Solanin mit diesem Lösungsmittel auszuziehen und nach der oben beschriebenen Methode zu titrieren. Die Bestimmung verlief jedoch ergebnislos, sodass ich auf die gewichtsanalytische Bestimmung zurückgreifen musste.

Die von SCHMIDT (74) gegebenen Vorschrift zur gravimetrischen Bestimmung von Solanin habe ich nach einigen vergeblichen Versuchen in folgender Weise modifiziert:

10 g der gepulverten Wurzel wurden mit 75 g Alkohol, dem 1% Weinsäure zugesetzt war, 14 Tage unter häufigem Umschütteln extrahiert. Sodann wurde die Flüssigkeit abfiltriert, das Filtrat mit gebrannter Magnesia neutralisiert und zur Trockne verdampft. Der Rückstand wurde mehrmals mit heissem Alkohol ausgewaschen und heiss abfiltriert. Darauf wurde der Alkohol abdestilliert und der Rückstand in 20 ccm Wasser mit 3 - 5 Tropfen Essigsäure warm gelöst, filtriert und mit Ammoniak schwach alkalisch gemacht. Beim darauf folgenden Erwärmen fiel das Solanin aus, das auf dem Filter gesammelt und mehrmals mit 2,5% Ammoniak gewaschen wurde.

1) Der Einfachheit und Einheitlichkeit halber bediene ich mich der Bezeichnung "Alkaloide", wenn diese auch nicht ganz zutreffend ist.

Nun wurde der Niederschlag nochmals mit 25 ccm heissem Alkohol in gewogenem Gefäss gelöst, der Alkohol abgedunstet und das Solanin bei 100° getrocknet und gewogen.

In Angriff genommene Substanzmenge =	12,0 g
Gewicht d. zurückgebliebenen Solanins =	0,067 g
Also in 100 g =	0,558 g

Kithin enthielt die Wurzel der blühenden Pflanze von *Solanum dulcamara* 0,558% Solanin, was mehrere Untersuchungen bestätigten. DAVIS (73) fand in den Stengeln, Blättern und reifen Früchten 0,3 - 0,7% Solanin.

### VII. DATURA STRAMONIUM L.

Die Pflanze enthält hauptsächlich Hyoscyamin (SCHMIDT, 75, KIRCHER, 76, FELD-HANS, 77). Letzterer fand in der Hauptwurzel im Mittel 0,1% und in den Wurzelzweigen 0,25% Alkaloid. SCHMIDT (80) fand etwas Scopolamin.

#### Lokalisation der Alkaloide.

Nach MOLLE enthält die Wurzel im allgemeinen wenig Alkaloid. Meist kommt es im Kork vor, wo es besonders bei jüngeren Wurzeln vorherrscht. Die Rinde enthält weniger, desgleichen das Phloemparenchym und die Mark-Gegend.

Ich erhielt in jüngeren Wurzeln deutliche Fällungen nur im Kork und in den unmittelbar darunter gelegenen Rindenschichten. Die übrigen Teile der Wurzel blieben ohne Reaktion. In älteren Wurzeln fand ich analoge Verhältnisse.

Die Bestimmung der Alkaloide konnte hier wiederum nach den bei *Scopolia carniolica* angeführten Verfahren unternommen werden.

Da das zugebote stehende Material an blühenden Pflanzen recht knapp war, ich aber andererseits mehrere Kontrollbestimmungen ausführen musste, versuchte ich mit einer kleineren Substanzmenge auszukommen. Diesbezügliche Versuche sind bereits in jüngster Zeit von DIETERLE (78) angestellt worden und haben den beabsichtigten Erfolg gezeitigt.

Ich nahm zum Ausgang 2,3 g der Wurzel, die ich in oben angegebener Weise mit nur 2 ccm Salzsäure und 20 ccm Wasser digerierte. Zur Ausschüttelung verwendete ich 50 g Äther und 25 g Chloroform. Zur Trennung der wässrigen Schicht genügte 1 g Tragant. Ich filtrierte vom Äther-Chloroform-Gemisch 40 g ab.

Hinzugefügt ccm n/100 HCl =	10,0
Verbraucht ccm n/100 KOH =	8,8
Somit verbraucht n/100 HCl	1,2 ccm

1 ccm n/100 HCl = 0,00289 g Hyoscyamin, folglich in 40 g Gemisch (= 1,225 g Wurzel) 0,003468 g Alkaloide. Demnach enthielt die Gesamtwurzel der blühenden *Datura stramonium* 0,283% Alkaloide. - Kontrollbestimmungen ergaben denselben Wert.

### VIII. HYOSCYAMUS NIGER L.

LADENBURG (79) stellte 1881 das flüssige Hyoscyamin des Handels dar, ferner Hyoscyaminum pur. crist. und ein neues Alkaloid, das er "Hyoscin" nannte. Nach E. SCHMIDT (80) ist dieses aber Scopolamin, wie dieser es ausser in *Hyoscyamus niger* noch in *Scopolia carniolica*, *Datura* und *Atropa belladonna* nachgewiesen hat. Nach SIIM-JENSEN (81) ist es zweifelhaft, ob wirklich Hyoscin von der Formel  $C_{17}H_{23}NO$  existiert. Nach SCHMIDT und LADENBURG entsteht Atropin durch molekulare Umlagerung von Hyoscyamin, es ist jedoch unbekannt, ob Atropin bei *Hyoscyamus niger* präformiert vorkommt. Bis jetzt sind sicher nachgewiesen Hyoscyamin, Pseudohyoscyamin und Scopolamin. GERRARD (82) fand in der Wurzel der zweijährigen Pflanze im ersten Jahre 0,155, 0,160, 0,172 (Dezember)% Alkaloide. Nach ihm enthält die Wurzel mehr Alkaloide als die anderen Teile der Pflanze.

Zwischen einjährigen und zweijährigen Pflanzen bestehen hinsichtlich des Alkaloidgehaltes keine Unterschiede. DRAGENDORFF (83) fand in wild wachsenden Wurzeln 0,071% Hyoscyamin vom 5 - 17. Juni; am 19. Juni und 1. Juli nur 0,02%!

## Lokalisation der Alkaloide.

Nach MOLLE enthält die junge Wurzel nur in der Rinde Alkaloide, später beobachtet man sie auch im Phloemparenchym sowie in den innern Korkschichten. SIIM-JENSEN hat ausserdem im Phelloderm und Phellogen der Wurzel Alkaloide nachgewiesen. Nach ihm enthalten die Markstrahlen der Rinde viel, die des Holzes keine Alkaloide.

Ich erhielt in den jüngeren Wurzeln reichliche Füllungen im Kork und in der Epidermis, desgleichen in der Rinde. Die Zone um die Gefässbündel herum enthielt keine Alkaloide.

Die Untersuchungen der älteren Wurzeln stimmten mit den Ergebnissen der oben erwähnten Forscher überein.

Sämtliche Untersuchungen konnten von mir nur an Wurzeln der einjährigen Pflanze vorgenommen werden, da die zweijährige mir für diese Zwecke nicht erreichbar war.

**Bestimmung der Alkaloide.** - Das gelegentlich der Bestimmung von *Datura stramonium* Ausgeführte findet in noch höherem Masse auf die nun folgende Anwendung: Es standen mir nur 0,9 g der Droge für jede Untersuchung zur Verfügung, sodass ich die Bestimmung wieder ein wenig abändern musste.

Zur Digestion benützte ich 1,5 ccm Salzsäure und 15 ccm Wasser. Die Ausschüttelung der Alkaloide nahm ich mit 30 ccm Äther und 15 ccm Chloroform vor. Zur Ausfällung dienten 4 ccm Natronlauge und zur Trennung der wässerigen Schicht 1 g Traganth. So erhielt ich folgende Werte:

Abfiltriertes Äther-Chloroformgemisch =	24,0
Vorgelegte ccm n/100 HCl	5,0
Titrierte ccm n/100 KOH	<u>4,7</u>
Somit verbraucht n/100 HCl	0,3 ccm.

1 ccm n/100 HCl = 0,00289 g Hyoscyamin. In 24 g Gemisch (= 0,48 g Wurzel) sind 0,000867 g Alkaloide. Demnach enthält die Wurzel des blühenden *Hyoscyamus niger* (planta annua) 0,18% Alkaloide. - Kontrollbestimmungen ergaben gleiche Werte. Meine Befunde decken sich annähernd mit den von GERRARD angegebenen Prozentsätzen.

## ZUSAMMENFASSUNG.

Ich fasse nunmehr meine Untersuchungen im folgenden zusammen:

1. Der Hauptsitz der Alkaloide in den behandelten Wurzeln sind die Epidermis und die subepidermalen Schichten der Rinde.
2. Das Rhizom der untersuchten *Scopolia*-Arten ist hinsichtlich seiner wirksamen Stoffe und seines Gehaltes an Alkaloiden ebenso wie die Radix Belladonnae zu verwenden. Der Alkaloid-Gehalt übertrifft den der Belladonna-Wurzel.
3. Von den 3 Arten der Gattung *Scopolia* gebührt der *Sc. lurida* der Vorzug, da ihr Alkaloid-Gehalt den der beiden andern übertrifft.
4. Die Menge der Alkaloide in der Wurzel von *Mandragora vernalis* liegt unter den bei den *Scopolia*-Arten gefundenen Werten, übertrifft aber den Gehalt der untersuchten Belladonna-Wurzeln.
5. Rhizom und Wurzel von *Physalis alkekengi* enthalten keine bestimmbar Alkaloide.
6. Der Solanin-Gehalt in den Wurzeln von *Solanum dulcamara* stimmt mit den bei d. Stengeln dieser Pflanze ermittelten Werten überein.
7. Die Alkaloide der Wurzeln von *Datura stramonium* und *Hyoscyamus niger*, die von mir lediglich zum Vergleich herangezogen wurden, sind früher bereits bestimmt worden, ohne dass sich eine praktische Verwendungsmöglichkeit aus den Befunden ergeben hätte.
8. Die anatomischen Unterschiede ergeben sich aus dem Bestimmungsschlüssel.

## LITERATURVERZEICHNIS.

- (1) HOLMES in Apothekerzeitung 1889, p. 1387. - (2) NEVINNY in Apothekerzeitung 1894, p. 825. - (3) MATTHIOLI, Comm. in lib. IV. Dioscorid. (1583) p. 418 fig. 420. - (4) BAUHIN, Pinax p. 166. - (5) SCOPOLI, Flor. Carn. p. 288 nr. 2 et 2. ed. (1772) I, p. 158 nr. 254. - (7) JACQUIN, Observ. bot. I, p. 32. - (8) LINNE, Mantissa I, p. 46. - (9) WILLDENOW, Spec. I. p. 1013. - (10) MOENCH, Methodus p. 462. - (11) SCHULTES, Österr. Flora (1814) p. 383. et ROEMER et SCHULTES, Systema IV, p. 312. - (12) LINK, Enum. (1821) T. 178. - (13) G. DON, Gen. syst. IV, p. 470. - (14) ADANSON, Fam. II (1763) p. 419. - (15) FORSTER, Char. gen. (1775) p. 139 t. 70. - (16) LINNE fil. Suppl. (1781) p. 60. - (17) SMITH, Icon. II (1790) t. 34. - (18) REICHENBACH, Flor. Germ. exc. 2633. - (19) FREYER, Pl. exsicc. nr. 1550. - (20) FREYER, l.c. p. 2056. - (21) KOCH, Syn. 3. ed. p. 385. - (22) ABROMEIT in Königsb. Hartung. Ztg. 1890, 2. Beil. nr. 58. - (23) ASCHERSON in Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin 1890, p. 59, 81. - (24) ABROMEIT in Schrift. Phys.-Ökonom. Ges. Königsb. XXXVIII (1897) p. 74 - 76. - (25) PODACK in Deutsch. med. Wochenschr. 1897, Ver. Beil. p. 226. - (26) KETLY, in Therapie d. Gegenw. 1903, p. 117. - (27) FÜHNER in Therap. Monatsh. XXXIII (1919) p. 221 - 227. - (28) WEISS in Bot. Ztbl. XV, 1883, p. 410. - (29) RADLKOFER in Abhandl. Naturw. Ver. Bremen VIII (1883) p. 427 Anm. - (30) FEDDE, Beitr. z. vergl. Anat. d. Solanaceen, Diss. Breslau 1896. - (31) LINK et OTTO, Icon. pl. select. (1828) p. 77. - (32) SWEET, Brit. fl. Gard. II, t. 125. - (33) LINNE, Amoen. Acad. VII, t. 6, f. 1. - (34) GILG-BRANDT, Lehrb. d. Pharmacognosie, Berlin 1922, p. 335. - (35) TSCHIRCH, Handb. d. Pharmacogn. III, lief. 5. - (36) BERTOLONI, Virid. Bonon. (1824) p. 6 et Pl. Ital. II, p. 618. - (37) GAERTNER, De fruct. II, p. 236 t. 131. - (38) WILLDENOW, Spec. pl. I. 2. p. 1016. - (39) DE BARY, Vergl. Anat. 1877. - (40) SCOPOLI, Carn. 2, p. 286. - (41) J. BAUHIN, III, 609 ic. (bezw. 624). - (42) MOENCH, Method. p. 514. - (43) GAERTNER, l.c. p. 243, t. 132, f. 4. - (44) SCOPOLI, l.c. p. 157. - (45) C. BAUHIN, Pinax 168 (bzw. 169). - (46) MOLLE in Rec. Inst. bot. Univ. Brux. 1906, t. 2. - (47) DE WEWRE, in Rec. Inst. bot. Brux. 1906, t. 2. - (48) ERRERA, MAISTRIAU et CLAUTRIAU in Rec. Inst. bot. Brux. 1906, t. 2. - (49) MARTIN in Arch. d. Pharmac. 213, p. 336. - (50) LANGGAARD, Phytochem. Notiz. über Japan. Pflanz. Tokio 1883. - (51) EYCKMANN, u. HENSCHKE, in Arch. d. Pharmac. 226 (1888) p. 185. - (52) KUNZ, in Arch. d. Pharmac. 1858, p. 723 ff. - (53) SCHMIDT in Apoth.-Ztg. 1893, 9. 6. - (54) DUNSTAN und CHASTON in Pharm. Journ. 1889, p. 461. - (55) FROMME in Ber. CAESAR & LORETZ, Halle; Apoth.-Ztg. 1904, p. 744. - (56) HERZOG in Apoth.-Ztg. 1920, p. 216. - (57) RUPP in Arch. Pharm. Vol. 253 (1915) p. 366. - siehe auch: SEEGER, Über d. Aufbau neuer Indikatoren, Diss. Marburg 1907 und LOOSE, Über indikationsfäh. Azokombinat. Diss. Marburg 1909. - (58) SIEBER, in Arch. Pharmac. 1890, p. 145-146. - (59) SCHMIDT und SCHÜTTE in Arch. Pharmac. 1891, p. 529 - 530. - (60) Berichte der chem. Fabr. SCHERING, Note 34. - (61) HESSE in Annalen der Chemie 1891. - (62) KUNZ in Arch. d. Pharmac. 1885, p. 704 ff. - (63) PASCHKIS, in Arch. d. Pharmac. 1885, p. 543. - (64) CARR u. HEYNOLDS in Pharm. Journ. 1908, p. 542. - (65) SCHMIDT u. SCHÜTTE, l.c. p. 508. - (66) CLOUCEL, Un. pharm. 1885. - (67) THOMS u. WENTZEL in Ber. D. chem. Ges. 1898. - (68) AHRENS in Annal. d. Chem. 1889. - (69) SCHAARSCHMIDT in Zeitsch. f. wiss. Mikroskop. I (1884) p. 61-62. - (70) DESSAIGNES u. CHAUTARD in Journ. pharm. chim. 1852. - (71) DESFOSSÉS in Journ. de pharm. 1827. - (72) DAVIS in Pharm. Journ. 1902. - (73) SCHMIDT, Lehrb. d. pharm. Chemie 6. ed. II. 2. p. 1662 ff. - (74) SCHMIDT in Arch. d. Pharmac. 1905, p. 306. - (75) KIRCHER, in Arch. d. Pharmac. 1905, p. 324. - (76) FELDHANS in Arch. d. Pharmac. 1905, p. 328 ff. - (77) DIETERLE in Arch. d. Pharmac. 1923, 2, p. 77. - (78) LADENBURG in Ber. D. chem. Ges. 1870. - (79) SCHMIDT in Arch. d. Pharmac. 1892, p. 207. - (80) SIIM-JENSEN in Bibl. Bot. 1901. - (81) GERRARD in Pharmac. Journ. and Transact. 1890, p. 212. - (82) DRAGENDORFF in Wiggers und Husemanns Jahresber. d. Pharmacogn. 1874, p. 97.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Lewinsky Erich

Artikel/Article: [Vergleichende Anatomie der Wurzeln und Rhizome einiger pharmakognostisch wichtiger Solanaceen. Lokalisation und Bestimmung der Alkaloide 313-333](#)