ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

LXV. Jahrgang, Nr. 7/8.

Wien, Juli-August 1915.

Über die Verbreitung des Alkannins bei den Borragineen und sein Auftreten in der Pflanze.

Von Gertrud Pulitzer.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien,
Nr. 79 der II. Folge.)

(Mit Tafel V.)

I.

Geschichtliches.

Von den Arbeiten älteren Datums, welche vom Alkannarot oder Alkannin handeln, sind die meisten rein chemischer Natur. Untersuchungen dieser Art sind, um nur die wichtigsten zu nennen, die von Schlagdenhauffen und Reeb¹⁾, Gawalowski²⁾ ³⁾ und die Kapitel, die man darüber in den Handbüchern von Husemann⁴⁾, Wehmer⁵⁾, Wiesner⁶⁾, Abderhalden⁷⁾, Vogl⁸⁾ und Hanausek⁹⁾ findet.

Schlagdenhauffen und Reeb berücksichtigen in ihrer Arbeit hauptsächlich die in den Wurzeln von *Echium* und *Cynoglossum* vorkommenden Alkaloide, das Echin und Cynoglossin, die kurareähnliche Wirkung besitzen sollen; Vogtherr¹⁰⁾ und Hartwich¹¹⁾ befassen sich mit der Anatomie von einigen Alkannarot liefernden Pflanzen, namentlich mit *Macrotomia cephalotes* und sprechen auch den Gedanken aus, daß das Alkannin im Zellsaft gelöst sei. Das anatomisch-physiologische Verhalten der Wurzel von *Alkanna* ist Gegenstand einer Arbeit von

1) Schlagdenhauffen und Reeb, Pharm. Post 1892, Nr. 1, p. 1—4.

2) Gawalowski, Zeit. des Österr. Apothekervereines 1902, Bd. 40, p. 1002.

3) Derselbe, Chem. Zentralbl. 1903, S. 1041.

4) Husemann Th., Pflanzenstoffe 1884, p. 897.

5) Wehmer C., Pflanzenstoffe 1911, p. 642.

6) Wiesner J., Rohstoffe des Pflanzenreiches 1903, Bd. II, p. 534—538.

7) Abderhalden, Biochemisches Handlexikon, Bd. VI.

8) Vogl A. E. v., Pharmakognosie 1892, p. 377.

9) Hanausek T. F., Lehrb. d. techn. Mikroskopie 1901, p. 249.

10) Vogtherr M., Pharm. Zentralhalle 1896, Jahrg. 37, p. 148.

11) Hartwich, Realencyklopädie d. ges. Pharm.

E. Eriksson¹⁾. Dieser Verfasser bespricht zunächst die Anatomie der Wurzel von *Alkanna tinctoria* Tausch. Die Wurzel ist vielköpfig, diarch gebaut und seilartig gedreht, wodurch im Holzteil Zerreißen auftreten. Schon in der Wurzel der Keimlinge sind einzelne Epidermiszellen samt den zugehörigen Wurzelhaaren rot gefärbt. Die Zahl der gefärbten Epidermiszellen vermehrt sich beständig und beim Übergang der Wurzel aus dem primären in den sekundären Bau ist schon die ganze Oberhaut rot gefärbt. Der Farbstoff entsteht in der Zelle und durchdringt die Membran nicht. Die Wände der Farbstoffzellen der sekundären Rinde sind durch eine besondere Art der Verkorkung ausgezeichnet. Der Kork entsteht erst, nachdem das Alkannin gebildet wurde, an der Innenseite der Farbstoffschicht. Die Farbstoffbildung folgt den Rändern der ins Innere des Wurzelkörpers eindringenden, durch die Drehung hervorgerufenen Spalten. Das Vorkommen des Alkannins an dieser ungewöhnlichen Stelle wird als Folge des durch die Zerreißen verursachten Wundreizes erklärt. Dann wird die Art der Abschuppung der farbstoffhaltigen Borke, sowie die Untersuchungsmethode bei den frischen Pflanzen geschildert. Was den mikrochemischen Nachweis anbelangt, so verweise ich auf Molisch²⁾, der in seiner Mikrochemie als erster die Sublimationsfähigkeit des Alkannins anführt. Er benutzt diese Eigenschaft zur Unterscheidung von dem andern weit verbreiteten Pflanzenfarbstoff, dem Anthokyan. Das Alkanninsublimat besteht aus feinen Tröpfchen, nie aus Kristallen.

II.

Eigene Untersuchungen.

Das Alkannin bei *Echium vulgare* und *Lithospermum arvense*.

A. Anatomisches.

Die einheimischen Borragineengattungen *Lithospermum*, *Echium*, *Onosma*, *Anchusa* und auch *Cynoglossum* enthalten in ihren unterirdischen Organen ziemlich regelmäßig das Alkanninrot. Zieht man eine solche Wurzel aus dem Boden, so zeigt sich meistens, daß die Wurzeloberhaut mehr oder weniger mit roten Flecken bedeckt ist. Diese Flecke färben auch beim Reiben zwischen den Fingern ab. Die Färbung ist in der Nähe des Ursprungs von Adventivwurzeln und nahe den Grund-

¹⁾ Eriksson E., Über die *Alkanna*-Wurzel und die Entstehung des Farbstoffes in derselben, Ber. d. deutsch. pharm. Ges. 1910, Jahrg. 20, p. 202.

²⁾ Molisch H., Mikrochemie der Pflanze, 1913, p. 213.

blättern, sowie an gelegentlichen Wundnarben am deutlichsten. Junge und zarte Adventivwurzeln, Wurzelhaare sind reichlich gefärbt. Es ist vielfach behauptet worden, daß das Alkannin auch in oberirdischen Organen enthalten sei. Die Untersuchungen haben hier immer zu einem negativen Resultat geführt. In den Stengeln und Blättern konnte ich Alkanninfärbung nie vorfinden. Untersucht man die Wurzeloberhaut solcher abfärbender Stellen unter dem Mikroskop, so zeigen sich Zellkomplexe, die gewöhnlich streifenförmig angeordnet sind (Fig. 3) und deren Zellen getrennt von dem in jungen Exemplaren noch vorhandenen plasmatischen Inhalte Alkannin in größerer oder geringerer Menge enthalten. (Fig. 2.) Das Alkannin erscheint in Tropfen oder in schollenartiger Gestalt teils in der Zelle, teils der Innenseite der Membran angelagert, teils auch innerhalb der Interzellularen — wobei auch die kleinsten davon erfüllt sein können — und außerhalb der Membran dieser aufgelagert. (Fig. 2 und 4.) Der Farbstoff verteilt sich nicht im Protoplasma, auch nach dem Tode der Zelle nicht, sondern bleibt immer abgesondert davon bei den lebenden Zellen in Tropfen, bei getrockneten in Krusten oder Schollen, mit den Plasmaresten nicht vermischt. (Fig. 2.) Das Aussehen der alkanninführenden Zellen ist von der variablen Menge des Farbstoffes abgesehen an ungefähr gleich stark gefärbten Teilen von verschiedenen Pflanzen, wie *Onosma*, *Echium*, *Lithospermum* oder *Anchusa* dasselbe. Um der Entstehung des Alkannins nachzugehen, wurden Keimversuche angestellt. Ich hatte Gelegenheit, mit zahlreichen Arten derartige Versuche anzustellen. Keimlinge wurden erhalten von *Borrago officinalis*, *Anchusa italica*, *Cerithe retorta*, *Anchusa alba*, *Myosotis arvensis*, *Krynitzkia barbiger*, *Solenanthus apenninus*, *Solenanthus mollissimus*, *Omphalodes longiflora* und *Omphalodes linifolia*. Bei diesen Arten enthalten die Keimlinge kein Alkannin. Sie waren daher zur Untersuchung ungeeignet. Hingegen ergaben die Samen von *Echium* und *Lithospermum arvense* geeignetes Material. Diese Versuche wurden mit Samenmaterial, das ich im vorhergegangenen Sommer gesammelt hatte, ausgeführt und die Anweisungen, die Kinzel¹⁾ betreffs Ankeimung von Saaten gibt, befolgt. Die ausgesuchten Samen keimten immer nahezu vollzählig aus. Das Auskeimen erfolgte bei beiden Arten rasch und willig; bei *Echium* binnen 3—4 Tagen, bei *Lithospermum* ließ das Auskeimen länger auf sich warten; es erfolgte in der Regel in einer Woche bis zu zehn Tagen. Bei *Echium* ist das Würzelchen samt der Wurzelhaube schon beim 0.5 mm langen Keimling lebhaft rot gefärbt. Die Keimlinge von *Lithospermum* zeigen erst nach kurzem Wachs-

¹⁾ Kinzel W., „Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung“, p. 153.

tum — etwa bis zu 2—3 mm — Rötung. Die Wurzelhaube ist hier frei von Farbstoff, die hinter der Wurzelspitze liegende Region deutlich gefärbt. (Fig. 6.) Gelegentlich treten in einer Serie auch ganz farblose Exemplare auf. Zu den Untersuchungen dienten hauptsächlich die oben beschriebenen Keimlinge. Ein unverbrauchter Teil wurde auf Knopscher Nährlösung weiter gezogen. Dabei zeigte sich, daß die Färbung anfänglich — etwa bis zur Länge von 25—30 mm — namentlich was Färbung der Wurzelhaare betrifft, zunimmt, so daß die Wurzel ein karminrosa Aussehen hat, daß dann aber mit zunehmender Länge die Färbung der untergetauchten Wurzel abnimmt und bis auf kleine, nur mikroskopisch wahrnehmbare Flecke verschwindet. In Schnitten des jungen Keimlings sieht man unter dem Mikroskop — nach Vornahme von Plasmolyse mit 10—12% $\text{NO}_3\text{-K}$ -Lösung — den Farbstoff getrennt vom Plasma an der Wand liegen, in Interzellularen — stellenweise gleichsam die Mittellamelle bezeichnend — und in großen Tropfen auf der Außenwand des äußeren Wurzeloberhautgewebes. (Fig. 2.) Daß sich Alkannin tatsächlich auch außerhalb der Zelle befindet — im Gegensatz zu der von Eriksson ausgesprochenen Ansicht — also außen auf die Membran aufgelagert sei, geht unter anderm daraus hervor, daß sich der Verlauf der Wurzel auf der weißen Unterlage in roten Kurven und Strichen abbildet. Der Keimling färbt durch.

In den Keimlingen entsteht das Alkannin äußerst frühzeitig. Es wird von den äußern Wurzeloberhautzellen und Wurzelhaaren im Zellinhalt gebildet, tritt teilweise durch die Membran hindurch und gelangt auf die Außenfläche der Wurzeloberhaut, wo es dann in Tröpfchen aufliegt. (Fig. 1.) Der Farbstoff durchdringt die Zellmembran, bleibt dabei zwischen den einzelnen Membranlamellen zurück und kann schließlich auch die Interzellularen erfüllen. Der Beweis für den Durchgang des Alkannins durch die Zellhaut, gegensätzlich zu der in Erikssons Arbeit vertretenen Meinung, konnte neben dem Abfärben des unverletzten Keimlings auf die weiße Unterlage auch folgendermaßen erbracht werden. Es wurden Keimlinge (sowohl *Echium* als *Lithospermum*), die reichlich mit Alkannin versehen waren, rasch mit Olivenöl, in welchem letzterem der Farbstoff außerordentlich leicht löslich ist, abgetupft. Dabei wurde der meiste Farbstoff von dem Würzelchen entfernt, ohne daß es mechanisch verletzt wurde, und der Keimling besaß nun ein fast völlig farbloses Aussehen, wovon man sich unter dem Mikroskop überzeugen kann. Die so behandelten Pflänzchen wurden in eine verdunkelte Petrischale auf eine weiße, feuchte Filterunterlage gebracht und wuchsen weiter. Nach Verlauf von zwei Tagen, auch nach noch kürzerer Zeit — bis zu 24 Stunden — waren die Keimlinge dem freien Auge wieder rot gefärbt und ihre Form in den charakteristischen roten Strichen auf der Unter-

lage abgezeichnet. Es mußte demnach in den Oberhautzellen neues Alkannin gebildet worden sein, welches durch die Membran auf die Außenseite trat, wie durch die gezeichnete Unterlage bewiesen wird.

B. Physiologisches.

Es wurde beobachtet, daß die Aufzucht in Licht oder Dunkel für die im Keimling gebildete Farbstoffmenge nicht gleichgültig ist. Bei den darauf hinielenden Parallelversuchen in Licht und Dunkel zeigte sich, daß die Anzahl der Keimlinge in beiden Fällen die gleiche war. Hingegen stellte sich heraus, daß in der Zeit, die verfloß, bis in den hell und in den dunkel gehaltenen Schalen ungefähr dieselbe Anzahl Pflänzchen auskeimte, ein großer Unterschied bestand. Das Licht wirkt verzögernd auf die Keimung von *Echium vulgare* und *Lithospermum arvense* ein¹⁾. Während die im Dunkel gehaltenen Samen in ziemlich gleichen Zeiträumen auskeimten und die Keimlinge gleiche Größe aufwiesen, waren bei den Schalen, die im Licht gehalten wurden, große Ungleichmäßigkeiten in diesen Beziehungen zu finden. Die Lichtkeimlinge waren auch anfänglich (während Versuchszeitdauer) kleiner und schwächer und zeigten bedeutend weniger Alkannin als die Dunkelkeimlinge. Wurde aber eine Anzahl solcher farbarmer Lichtkeimlinge ins Dunkel gebracht, so zeigte sich alsbald eine beträchtliche Alkanninzunahme in der Wurzeloberhaut und in den Wurzelhaaren. Dunkelheit wirkt also fördernd auf die Alkanninbildung ein. Dieses Verhalten war bei beiden Versuchspflanzen das gleiche. Dagegen zeigte sich zwischen *Lithospermum* und *Echium* insoweit ein Unterschied, als die *Echium*-Wurzelchen sowohl im Lichte als auch im Dunkel reichlicher gefärbt waren als die *Lithospermum*-Pflänzchen und die *Echium*-Samen leichter und williger auskeimten als die *Lithospermum*-Samen.

Es war nicht nur möglich, die Alkanninmenge durch Dunkelheit zu steigern, sondern es gelang auch, die Pflanze künstlich an bestimmten Stellen zur Alkanninbildung zu veranlassen. Eriksson spricht den Gedanken aus, daß die Färbung der Holzklüfte in der *Alkanna*-Wurzel auf eine Reaktion des durch die Zerreißung der Gewebe hervorgebrachten Wundreizes zurückzuführen sei, da das Vorkommen des Alkannins im Innern des Holzparenchyms völlig anormal ist. Daran anknüpfend wurden von mir an den Keimlingen Versuche gemacht, Alkannin künstlich, eben durch Wundreiz hervorzurufen. An vorher ausgewählten farbstofffreien Stellen von 20—30 mm langen Keimlingen von *Echium* und *Lithospermum* wurden mit dem Rasiermesser 3—5 parallele Einschnitte gemacht,

¹⁾ K i n z l stellt für *Cerintho minor* und *Myosotis silvestris* deutliche Förderung der Keimung durch Licht fest. (Siehe l. c. 14, Frost und Licht, p. 85.)

die das Hautgewebe trennten und einige Zellreihen Parenchym eröffneten, das Gefäßsystem des Zentralzylinders aber unversehrt ließen. Die Verwundungen wurden sowohl im Hypokotyl, wo sonst kein Farbstoff auftritt, als auch an der Wurzel selbst angebracht. Die so behandelten Keimlinge wurden in der feuchten Petrischale im Dunkel gehalten. Nach kurzer Zeit stellte sich der gewünschte, positive Erfolg ein. *Echium* reagierte rasch und sicher binnen drei oder selten vier Tagen (Fig. 5); *Lithospermum* langsamer, aber deutlich erkennbar binnen etwa 10 bis 14 Tagen, nur weniger kräftig als *Echium*. Alkannin wird normalerweise nur von den Oberhautzellen gebildet — Epiblem und äußerem Endoderm. (Fig. 2 u. 3.) Wird nun Wundreiz in Anwendung gebracht, so zeigt sich der Farbstoff nicht nur in den von Oberhautzellen belegten Wundrändern und deren Umgebung in größerer Menge, sondern auch in den, durch die Verletzung etwas vorgequollenen Wurzelparenchymzellen (Fig. 5) in seiner typischen Gestalt von Tröpfchen. Was das Resultat der bei den Keimlingen künstlich hervorgebrachten Verletzung war, konnte ich an den auf Äckern und Schutthalden gesammelten Freilandexemplaren nahezu an jeder einzelnen Pflanze wieder erkennen. Es ist möglich, daß infolge von Gewebespannung und durch Verwundung von seiten anliegender Steine oder auch durch sonstige Einflüsse Wundreiz erzielt wird, der dann die Ursache von vermehrter Farbstoffbildung wird. Die narbigen Stellen sind dann jedesmal der Herd einer reichlichen Alkanninabscheidung und -speicherung, sowohl im Narbengewebe als auch in dem angrenzenden äußeren Endoderm oder, wenn die Wurzeln ältere sind, im angrenzenden Periderm. Dieselbe Erscheinung konnte auch vielfach im Herbarmaterial, das durchzusehen ich Gelegenheit hatte, beobachtet werden.

III.

Beobachtungen an Herbarmaterial.

Um einen besseren Überblick über die Verbreitung des Alkannins in der Familie der Borriginaceen zu erhalten, habe ich in der botanischen Abteilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien das Herbarmaterial eingesehen. Für das bereitwillige und freundliche Entgegenkommen bei Überlassung von Untersuchungsmaterial sage ich dem Herrn Kustos Dr. A. Zahlbruckner meinen verbindlichsten Dank.

Sehr viele Borragineenwurzeln haben infolge ihres Farbstoffgehaltes die Eigentümlichkeit, auf die Papierunterlage im Herbarium rot abzufärben. Diese Rotfärbung rührt, wie zahlreiche Stichproben ergaben, von dem Alkanningehalte der Wurzel her. Der mikrochemische Nachweis wurde durch die Sublimationsfähigkeit sowie durch die Rötung oder

Bläuung durch Säure, bzw. Alkali des in der Probe vorhandenen Rotfarbstoffes erbracht. Auf Grund des großen Herbarmaterials konnte die Verbreitung des Alkannins in der Familie der Borriginaceen eingehender studiert werden, als dies bisher der Fall war. Es ergab sich, daß das Alkannin, freilich nicht immer in größeren Massen, bei viel mehr Arten vorkommt, als dies nach früheren Angaben¹⁾ den Anschein hatte. Bei den Untersuchungen konnten naturgemäß nur diejenigen Arten in Betracht gezogen werden, die im Herbarium mit Wurzeln vertreten sind. Es mußten daher die meist baum- und strauchartigen Borriginaceen-Unterfamilien der Cordioideen und Ehretioideen, auch teilweise der Heliotropioideen, wegfallen. Über sie kann daher zusammenfassend nur gesagt werden, daß sie jedenfalls wenigstens in den oberirdischen Organen niemals Alkannin besitzen. Die krautige Unterfamilie der Borriginoiden bot dagegen für die Untersuchungen sehr geeignetes Material. Namentlich in einigen Gattungen zeigte sich die Fähigkeit zur Alkanninbildung in ganz besonders hohem Maße. Einzelne dieser Arten sind wegen ihres Farbstoffreichtums schon seit alter Zeit officinell oder auch in ihrer Heimat — die meisten dieser Wurzeln stammen aus dem Orient — als Rotfärbemittel benützt worden. Das Handelspräparat stammt nun durchaus nicht immer von *Alkanna tinctoria* Tausch, sondern auch von andern rotfärbenden *Alkanna*-Arten, sowie von *Arnebia*- oder auch *Macrotomia*-, *Lithospermum*- und *Onosma*-Arten. Der Alkanningehalt dieser Wurzeln ist ein sehr großer. In kleineren Mengen ist es aber noch viel weiter verbreitet. Von den rund 1100 im Herbarium enthaltenen Borriginaceenarten, von denen 736 auf Borriginoiden entfallen, konnte ich Alkannin bei ca. 150 Arten, und zwar nur bei den Borriginoiden, teils in sehr großen Mengen, teils auch in weniger auffallenden, geringeren Mengen finden. Der Nachweis konnte jedoch jedesmal mikrochemisch in der oben schon beschriebenen Weise erbracht werden. Die Beobachtungen haben gelehrt, daß Pflanzen mit rübenartig dicken Pfahlwurzeln und mehr xerophytischer Lebensweise auffällig zur Alkanninbildung neigen, so daß die Vermutung nahe liegt, daß diese durch jene vielleicht gefördert werde. Diese Vermutung wird dadurch unterstützt, daß sich Farbstoff nie bei denjenigen Arten fand, welche ein dünnes, kriechendes, vielfach verzweigtes Wurzelsystem besitzen, wie *Myosotis*, *Asperugo*, *Solenanthus*, *Borrago*, *Lithospermum purpureo-coeruleum* und noch andere mehr. Ebenso findet er sich nie bei denjenigen Arten, welche zwar ein dickes, ausdauerndes Rhizom besitzen, aber feuchte und schattige Standorte bewohnen, wie *Symphytum* und

1) Norton, Americ. Journ. of Pharmac. 1898, p. 346, und Holmes E., Diss. Erlangen 1896.

Pulmonaria. Auch zeigte sich, daß die Wasserkultur-Versuchspflanzen von *Echium* und *Lithospermum* wenig oder gar kein Alkannin mehr in ihren Wurzeln bilden und daß Pflanzen, die in feuchtem Boden gezogen wurden, ebenfalls dieselbe Erscheinung zeigten, während Pflanzen von ausgesprochen trockenen, sonnigen Standorten und mehr xerophytischem Habitus — etwa von schlechten steinigten Äckern oder Schutthalden — besonders schön gefärbte Wurzeln besaßen. Von den einheimischen Gattungen müssen *Onosma*, *Echium*, *Lithospermum* als besonders alkanninreiche Pflanzen hervorgehoben werden. Der Alkanningehalt von *Cynoglossum* ist weniger reichlich. In der folgenden tabellarischen Übersicht sind die Borragineenarten, in denen Alkannin nachgewiesen werden konnte, unter Ausschluß der Cordioideen, Ehretioideen und Heliotropioideen zusammengefaßt. Es wurden darin nur diejenigen Arten angeführt, die Alkannin enthalten; die Anzahl der jeweils untersuchten Arten einer Gattung geht aus der Artenzahlangabe für jede Gattung (Kolumne 2) hervor. Die Menge des Farbstoffes suchte ich durch (+) Pluszeichen anzudeuten. Zwei Pluszeichen (++) bedeutet reichlichen Alkanningehalt, ein Pluszeichen (+) geringeren, der jedoch nachgewiesen werden konnte.

IV.

Zusammenfassung.

Die vorstehenden Untersuchungen lassen sich in Kürze in folgendes zusammenfassen.

1. Die Verbreitung des Alkannins in den Wurzeln der Familie der Borraginaceen wurde an der Hand einer umfangreichen Sammlung verfolgt, wobei sich herausstellte, daß der Farbstoff weiter verbreitet ist, als dies vorher bekannt war. Es wurden im ganzen 1100 verschiedene Arten von Borraginaceen des Herbariums geprüft. Alkannin konnte bei rund 150 Arten, die sich auf die nicht baum- und strauchförmigen Borraginoideen (in der Anzahl von 736 Arten) verteilen, festgestellt werden. Am reichlichsten fand ich Alkannin bei den *Borraginoideae-Anchuseae*, den *Borraginoideae-Lithospermoideae*, und den *Borraginoideae-Echieae*. Weniger reichlich tritt es in den Kreisen der *Borraginoideae-Cynoglosseae* und der *Borraginoideae-Eritrichieae* auf. Doch ist es bei den in der tabellarischen Übersicht aufgeführten Arten deutlich erkennbar und nachweisbar.

2. Die Beobachtungen an der lebenden Pflanze wurden hauptsächlich mit *Lithospermum arvense* und *Echium vulgare* gemacht. An den Keimlingen wurde erwiesen, daß das Alkannin im Zellinhalt der lebenden Oberhautzelle schon im allerjüngsten Stadium des Keimlings ge-

Übersicht.

Gattung	Zahl der vorhandenen Arten	Alkannin enthaltende Arten	Menge derselben
<i>Borraginoideae-Cynoglosseae.</i>			
<i>Suchtelenia</i>	1	—	—
<i>Trichodesma</i>	17	—	—
"		<i>angustifolium</i> Harv.	+
"		<i>molle</i> ADC.	+
"		<i>physaloides</i> ADC.	+
"		<i>zeylanicum</i> R. Br.	+
<i>Brachybotrys</i>	1	—	0
<i>Caccinia</i>	4	—	0
<i>Heliocarya</i>	—	—	—
<i>Actinocarya</i>	—	—	—
<i>Pectocarya</i>	4	—	0
<i>Omphalodes</i>	13	<i>amplexicaule</i> Lehm.	+
"		<i>linifolia</i> Moench.	+
"		<i>Lucelliae</i> Boiss.	+
<i>Cynoglossum</i>	45	—	—
"		<i>clandestinum</i> Dsf.	+
"		<i>columnae</i> Biv.	+
"		<i>dioscoridis</i> Vill.	+
"		<i>lanceolatum</i> Forsk.	+
"		<i>micranthum</i> Dsf.	+
"		<i>montanum</i> Lam.	+
"		<i>nebrodense</i> Guss.	+
"		<i>occidentale</i> Gray	+
"		<i>officinale</i> L.	+
"		<i>pictum</i> Ait.	+
"		<i>suaveolens</i> R. Br.	+
"		<i>cheirifolium</i> L.	+
<i>Lindelofia</i>	1	—	0
<i>Solenanthus</i>	10	—	0
<i>Kuschakewiczia</i>	—	—	—
<i>Myosotidium</i>	1	—	0
<i>Rindera</i>	7	—	0
<i>Paracaryum</i>	21	—	0
<i>Borraginoideae-Eritrichieae.</i>			
<i>Echinospermum</i>	37	<i>anisocanthum</i> Turcz.	+
"		<i>barbatum</i> Lehm.	+
"		<i>cariense</i> Boiss.	+
"		<i>deflexum</i> Lehm.	+
"		<i>glomeratum</i>	+
"		<i>javanicum</i> Lehm.	+
"		<i>Lappula</i> Lehm.	+
"		<i>squarrosum</i> Link.	+
"		<i>marginatum</i> Lehm.	+
"		<i>merocarpum</i> Ledeb.	+
"		<i>minimum</i> Lehm.	+
"		<i>omphaloides</i> Schrk.	+
"		<i>pachypodium</i> ADC.	+
"		<i>Redowskii</i> Lehm.	+
"		<i>semiglabrum</i> Ledeb.	+
"		<i>sinaicum</i> ADC.	+

Gattung	Zahl der vorhandenen Arten	Alkannin enthaltende Arten	Menge derselben

Borraginoideae-Eritrichieae.

<i>Echinosperrum</i>	37	<i>Vahlhanum</i> Lehm.	+
<i>Eritrichium</i>	37		
"		<i>circumscissum</i> Gray	++
"		<i>micanthum</i> Phil.	+++
"		<i>strictum</i> Den.	++
"		<i>tinctorium</i> DC.	+
"		<i>verrucosum</i> Phil.	+
<i>Plagiobotrys</i>	30		
"		<i>campestris</i> Gray	+
"		<i>nothofulvus</i> Gray	+++
"		<i>tinctorius</i> Gray	+
<i>Krynitzkia</i>	31	<i>californica</i> Gray	+
"		<i>micantha</i> Gray	+
"		<i>ramosa</i> Gray	+
"		<i>Torreyana</i> Gray	+
<i>Cryptanthe</i>		<i>ammophila</i> Greene	+++
<i>Anoplocaryum</i>	1	—	0
<i>Megastoma</i>	1	—	0
<i>Allocarya</i>	4	—	0
<i>Sonnea</i>	—	—	—
<i>Ansinckia</i>	8	—	0
<i>Craniospermum</i>	1	—	0
<i>Asperugo</i>	1	—	0
<i>Microula</i>	—	—	—
<i>Tretocarya</i>	—	—	—
<i>Bothriospermum</i>	3	—	0
<i>Gastrocotyle</i>	1	—	0
<i>Echidiocarya</i>	—	—	—

Borraginoideae-Anchuseae.

<i>Symphytum</i>	21	—	0
<i>Borrigo</i>	6	—	0
<i>Trachystemon</i>	1	—	0
<i>Anchusa</i>	52 + 7		
"		<i>hybrida</i> Ten.	+
"		<i>affinis</i> R. Br.	+
"		<i>italica</i> Retz.	?
"		<i>tinctoria</i> L.	+++
<i>Lycopsis</i>	4	—	0
<i>Trigonocaryum</i>	—	—	—
<i>Nounea</i>	17		
"		<i>phanerantha</i> Viv.	+++
"		<i>cappadocica</i>	+++
<i>Pulmonaria</i>	19	—	0

Borraginoideae-Lithospermeae.

<i>Alkanna</i>	29	<i>graeca</i> Boiss. et Sprun.	+++
"		<i>megacarpa</i> DC.	+++

Gattung	Zahl der vorhandenen Arten	Alkannin enthaltende Arten	Menge des-selben

Borraginoideae-Lithospermeae.

<i>Alkanna</i>	29	<i>orientalis</i> Boiss.	++
"		<i>primuliflora</i> Grsb.	++
"		<i>pseudotinctoria</i> Hskn.	++
"		<i>nonneiformis</i> Griseb.	++
"		<i>Sartoriana</i> Boiss. et Hldr.	++
"		<i>syriaca</i> Boiss.	++
"		<i>tinctoria</i> L. Tausch	++
"		<i>tubulosa</i> Boiss.	++
<i>Cystostemon</i>	1	—	0
<i>Mertensia</i>	17	—	0
<i>Trigonotis</i>	5	—	0
<i>Myosotis</i>	43	—	0
<i>Moritzia</i>	2	—	0
<i>Antiphytum</i>	2	—	0
<i>Macromeria</i>	5	—	0
<i>Onosmodium</i>	7	—	0
<i>Lithospermum</i>	43		
"		<i>angustifolium</i> Mchx.	++
"		<i>apuleum</i> Vahl.	++
"		<i>arvense</i> L.	++
"		" <i>aureum</i> "	++
"		<i>callosum</i> Vahl.	++
"		<i>canescens</i> Lehm.	++
"		<i>cognatum</i> Greene	++
"		<i>incrassatum</i> Guss.	++
"		<i>multiflorum</i> Torr.	++
"		<i>officinale</i> L.	++
"		<i>prostratum</i> Lois.	+
"		<i>Sibthorpiatum</i> Griseb.	++
"		<i>spathulatum</i> Mart. et Gal.	++
"		<i>strictum</i> Lehm.	++
"		<i>tenuiflorum</i> L.	++
"		<i>villosum</i> Spreng.	++
"		<i>Gmelini</i> Michx.	++
<i>Sericostoma</i>	3	—	0
<i>Leucocline</i>	1	—	0
<i>Ancistrocarya</i>	—	—	—
<i>Moltkia</i>	5		
<i>Arnebia</i>	10	<i>coerulea</i> Lehm.	++
"		<i>cornuta</i> Fisch et Mey.	+
"		<i>decumbens</i> Coss. et Kr.	++
"		<i>Griffithii</i> Boiss.	+
"		<i>hispidissima</i> DC.	++
"		<i>linearifolia</i> DC.	+
"		<i>minima</i> Wettst.	++
"		<i>tibetana</i> Kurz	++
"		<i>tinctoria</i> Forsk.	++
<i>Taxostigma</i>	1	<i>purpurascens</i> A. Rich.	+
<i>Macrotonia</i>	6		
"		<i>Benthani</i> DC.	++
"		<i>cephalotes</i> Boiss.	++
"		<i>echioides</i> Bss.	++
"		<i>grandis</i> Bornm.	++
"		<i>perennis</i> Boiss.	++

Gattung	Zahl der vorhandenen Arten	Alkannin enthaltende Arten	Menge desselben

Borraginoideae-Lithospermeae.

<i>Macrotomia</i>	6	<i>endochroma</i> Hook. et Thoms.	++
<i>Onosma</i>	71		
"		<i>aleppicum</i> Boiss.	++
"		<i>auriculatum</i> Auch.	++
"		<i>austriacum</i> G. Beck	++
"		<i>Bourgaei</i> Boiss.	++
"		<i>creticum</i> Jávorka	++
"		<i>echinatum</i> Dsf.	++
"		<i>arenarium</i> W. et K.	++
"		<i>Vaudense</i> Gremli var.	++
"		<i>echioides</i> L.	++
"		<i>Visianii</i> Clem.	++
"		<i>Gmelini</i> Led.	++
"		<i>simplicissima</i> L.	++
"		<i>hispanicum</i> Degen et Held.	++
"		<i>longilobum</i> Bge.	++
"		<i>microsperma</i> Stev.	++
"		<i>molle</i> DC.	++
"		<i>sericeum</i> Willd.	++
"		<i>setosum</i> Ledeb.	++
"		<i>dichroanthum</i> Boiss.	++
"		<i>hispidum</i> Stev.	++
"		<i>erectum</i> Siebt. u. Sm.	++
"		<i>stellulatum</i> W. et K.	++
"		<i>stenosiphon</i> Boiss.	++
"		<i>tinctoria</i> Bieb.	++
"		<i>calycinum</i> Stev.	++
"		<i>tridentinum</i> Wettst.	++
<i>Cerinthe</i>	6	—	0

Borraginoideae-Echieae.

<i>Lobostemon</i>	29	<i>splendens</i> Buek	++
"		<i>spicatus</i> Buek	++
"		<i>viridiargenteum</i> Buek	++
<i>Echium</i>	48		
"		<i>angustifolium</i> L.	+
"		<i>arenarium</i> Guss.	++
"		<i>calycinum</i> Vis.	++
"		<i>creticum</i> L.	++
"		<i>flavum</i> Dsf.	++
"		<i>italicum</i> L.	+
"		<i>longifolium</i> Del.	++
"		<i>maritimum</i> W.	++
"		<i>plantagineum</i> L.	++
"		<i>Rauwolfii</i> DC.	++
"		<i>rubrum</i> Jacq.	++
"		<i>sericeum</i> (L.) Vahl.	++
"		<i>setosum</i> Vahl (<i>humile</i> Desf.)	++
"		<i>violaceum</i> L.	++
"		<i>vulgare</i> L.	++

Gattung	Zahl der vorhandenen Arten	Alkannin enthaltende Arten	Menge desselben
<i>Borraginoideae-Echieae.</i>			
<i>Megacaryon</i>	1	—	0
<i>Halascya = Zwackhia</i>	1	—	0
<i>Echiochilon</i>	2		
"		<i>fruticosum</i> Dsf.	+
<i>Borraginoideae-Harpagonelleae.</i>			
<i>Harpagonella</i>	—	—	—
<i>Rochelia</i>	5		
"		<i>stellulata</i> Rchb.	+
<i>Borraginoideae-Zoellerieae.</i>			
<i>Zoelleria</i>	—	—	—
Zweifelhafte Gattung.			
<i>Wellstedia</i>	—	—	—

bildet wird, die Zellhaut durchdringt, wobei es die Interzellularen und Mittellamellen ausfüllen kann und dann auf die Außenwand der Zellhaut tritt.

3. Das Auftreten des Alkannins wird durch Dunkelheit gefördert.

4. Das Alkannin kann auch künstlich durch Verwundung an bestimmten Stellen hervorgerufen werden. Dabei wird auch das Parenchym der Pflanze veranlaßt, Alkannin zu bilden, während dies sonst nur im Wurzelhautgewebe geschieht. Auch an Pflanzen, welche im Freien gefunden werden, kann das reichliche Auftreten des Farbstoffes im Wundgewebe und in der nächsten Umgebung der Verletzung oft wahrgenommen werden. Vielleicht wird die Alkanninbildung auch durch den trockenen und sonnigen Standort der Pflanze gefördert.

Wien, 11. Juli 1915.

Figurenerklärung (Tafel V).

Fig. 1. *Echium vulgare*: Flächenschnitt einer Keimwurzel mit Alkannintropfen auf den Epidermiszellen und Wurzelhaaren.

Fig. 2. *Lithospermum arvense*: Keimwurzel, quer, nach Plasmolyse mit KNO_3 . Zeigt den Farbstoff außen der Membran angelagert, im Zellinnern vom Plasma getrennt. Ebenso führen die Interzellularen und Mittellamellen Alkannintropfen.

Fig. 3. *Lithospermum arvense* (ausgewachsene Wurzel): Die Flächenansicht zeigt streifenförmige Anordnung von farbstoffhaltigen Zellkomplexen.

Fig. 4. *Echium vulgare* (mehrjährige Wurzel): Querschnitt zeigt Alkannin im Endoderm, den Interzellularen und der Mittellamelle.

Fig. 5. *Echium vulgare* (Wurzel und Hypokotyl): Alkanninbildung nach Verwundung. Parenchymzellen und Wundrand stark gefärbt.

Fig. 6. Keimpflanzen, Habitusbild von: *Lithospermum arvense* (1); *Lithospermum officinale* (2); *Echium vulgare* (3). Alle drei Alkannin enthaltend.

Neue Mitteilungen über Lebermoose aus Dalmatien und Istrien.

Von Victor Schiffner (Wien).

Die hier bearbeitete Kollektion ist der Hauptsache nach das Ergebnis eines einwöchentlichen Aufenthaltes, den ich im Jahre 1909 in der Zeit vom 5. bis 13. April auf der Insel Arbe nahm. Von Herrn Jul. Baumgartner geleitet, besuchte ich vor allem die mir schon durch seine und Herrn K. Loitlesbergers Tätigkeit rühmlichst bekannt gewordenen¹⁾ Ericeten und Taleinschnitte des Capo Fronte-Waldes und es gelang mir nicht nur, die meisten daselbst bereits gesammelten Raritäten zu Gesicht zu bekommen, sondern ich machte noch einige neue bemerkenswerte Funde; es ist eben eine jener Lokalitäten, deren Besuch sich immer lohnt. Besonders sei da von Laubmoosen *Rhaphidostegium Welwitschii* (Schpr.) Jaeg. u. Sauerb. genannt, der erste Standort dieser seltenen mediterranen Art in Dalmatien und in der ganzen Monarchie. Im allgemeinen waren allerdings, wahrscheinlich infolge eines vorausgegangenen rauhen stürmischen Winters, speziell die südlichen Lebermoosarten nicht in sonderlicher Verfassung, insbesondere auch die schönen, in den Vorjahren reichlich gesammelten Fossombronien fanden sich nur in dürftigen Spuren²⁾. Auch die Auffindung der *Riccia macrocarpa* an ihrem auf den Höhen hinter Valle di S. Pietro gelegenen Standorte wollte nicht gelingen; dieser mochte wohl auch durch das Abholzen des prächtigen Haines alter *Quercus Ilex*-Bäume, der früher daselbst stand, gelitten haben. Hingegen war in nächster Nähe der Stadt, insbesondere in den Strandföhrenanlagen gegen die Bucht von Eufemia,

¹⁾ Siehe V. Schiffner „Über Lebermoose aus Dalmatien und Istrien“ in Hedwigia, XLVIII, Seite 191—202.

²⁾ Auch in den letzten Jahren haben sich nach mündlicher Mitteilung Baumgartners diese Pflanzen nur sehr spärlich eingefunden, was wohl auf ein reliktenartiges Vorkommen schließen lassen dürfte; die Gewächse leiden eben derzeit öfters schon stark unter rauher Witterung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [065](#)

Autor(en)/Author(s): Pulitzer Gertrud

Artikel/Article: [Über die Verbreitung des Alkannins bei den Borragineen und sein Auftreten in der Pflanze. 177-190](#)