© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

MITTEILUNGEN

der

Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora (E.V.).

Im Auftrage der Vorstandschaft herausgegeben

von der Redaktionskommission.

Für Form und Inhalt der Aufsätze sind die Verfasser verantwortlich.

II. Bd. MÜNCHEN, den 1. Januar 1908. Nr. 6.

I. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Vergleichende Entwicklungsgeschichte von Adoxa und Chrysosplenium.

Von **Alfons Eichinger.** (Schlufs.)

Drude hat aber die Blütenmorphologie von Chrysosplenium nicht richtig erkannt. Er behauptet nämlich, der mit den Perigonzipfeln alternierende Staminalkreis sei der innere. Da er die Blüten für obdiplostemon hält, müssen die Perigonzipfel notwendigerweise die Petala vorstellen, die Sepala müssen unterdrückt sein. Eine andere Auffassung gewinnt man, wenn man die Entwicklungsgeschichte der Blüten untersucht. Es zeigt sich nämlich, dafs die Organe in Dekussion entstehen (T. I, 10). Zuerst werden zwei Blättchen angelegt, darauf in Dekussion die beiden anderen. Dann entstehen wieder in Dekussion die vor den Perigonzipfeln stehenden Staubblätter paarweise (*I* und *II*). Hierauf folgen gleichzeitig die vier Stamina (T. I, 11, III), die mit dem ersten Kreis abwechseln und schliefslich die beiden Karpelle. Dieser entwicklungsgeschichtliche Befund stimmt mit der Verstäubungsfolge der Stamina ebenfalls überein. Dies hat Drude verleitet, den den Perigonzipfeln opponierten Staubblattkreis als den äufseren anzusehen. Dem ist aber nicht so. Vielmehr ist, wie aus Fig. 11 hervorgeht, der mit den Perigonzipfeln alternierende Kreis der äufsere, es entwickelt sich aber der innere Kreis zuerst. Man kann unter diesen Umständen die Blüten nur dann für obdiplostemon halten, wenn man die Perigonblätter als Sepala erklärt. Dies wird noch dadurch bestätigt, dafs die Petala in manchen Blüten auftreten. Der Verwandtschaftsbeweis von Adoxa und Chrysosplenium ist nunmehr hinfällig.

Die Ähnlichkeiten, die Drude noch aufzählt, sind rein äufserliche. So fand er in Hannover eine Blüte von Chrysosplenium alternifolium mit acht gespaltenen Staubgefäfsen, was ihn besonders bewog, die beiden Pflanzen als verwandt anzusehen. Ob eine wirkliche Spaltung oder eine Vermehrung stattfand, gibt Drude nicht an.

Novak (23, 24) hat am Grunde der Blumenblätter von Adoxa Drüsen gefunden, die er für Staminodien erklärt, da er Gefäfsbündel zu ihnen abzweigend gefunden habe. Es sei also ein zweiter Staminalkreis vorhanden, was zu den Saxifrageen überleite. Lagerberg (21) hat die Unrichtigkeit dieser Behauptung festgestellt. Es handelt sich hier nur um Emergenzen, die nicht von Gefäfsbündeln versorgt werden.

Gynäceum und Samenentwicklung.

Im Gynäceum findet Drude grofse Ähnlichkeit von Adoxa mit Saxifrageen. „Und da zeigt nun auch die Analyse des Gynäceums einen Bau, der sich mit der vielgestaltigen Familie der Saxifrageen recht wohl vereinbaren läfst, wenn er auch von Chrysosplenium selbst recht weit verschieden ist. Denn es kommen in dieser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Familie sogar 4—6 völlig apocarpe Ovarien vor; die getrennten Styli sind Regel; zwar selten, aber doch in gewissen Fällen finden sich einzelne in den Fächern aufsteigende oder herabhängende Samenknospen; der Bau des Samens ist völlig übereinstimmend mit Adoxa."

Es gibt allerdings unter den Saxifrageen Gattungen, die nur eine oder wenige Samenanlagen in jedem Karpell haben. So ist bei Whipplea und Colmeiroa nur eine Samenanlage im Fache vorhanden, die vom Scheitel herabhängt. Ixerba hat zwei hängende Samenanlagen. Aber sie haben mit Ausnahme von Colmeiroa, die eine steinfruchtartige Frucht hat, Kapseln, eine Fruchtart, die bei den Saxifrageen die weiteste Verbreitung hat. Trotzdem ist es nicht angängig, Adoxa zu Chrysosplenium zu stellen, weil in einer ganz anderen Gruppe vielleicht ein äufserlich ähnliches Gynäceum vorkommt. Adoxa und Chrysosplenium weisen schon im groben Aufbau ihres Gynäceums grofse Verschiedenheit auf. Adoxa hat einen aus vier bzw. fünf Karpellen zusammengesetzten Fruchtknoten. Er ist vier- bzw. fünffächerig und hat in jedem Fache eine hängende Samenanlage, die die Mikropyle nach innen kehrt. Die Frucht ist eine grünliche Steinfrucht mit 1—5 Steinen. Chrysosplenium hat zwei Fruchtblätter (die normale Zahl bei den Saxifrageen), diese sind verwachsen und bilden einen einfächerigen Fruchtknoten. An den Fruchtblättern sitzen viele anatrope Samenanlagen. Die Frucht ist eine vielsamige grüne Kapsel. Dagegen zeigt Adoxa mit dem Gynäceum von Sambucus unleugbare Ähnlichkeit. Es sind hier allerdings nur drei Fruchtblätter vorhanden, in jedem der drei Fruchtfächer eine hängende mit der Mikropyle nach innen gekehrte Samenanlage. Die Frucht ist eine Steinfrucht mit 1—3 Steinen.

Diese äufseren Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten spiegeln sich auch in der inneren Organisation des Gynäceums, besonders der Samenanlagen wieder. Die Entwicklungsgeschichte gibt am besten Aufschlufs. Die Anlagen der Samenknospen von Adoxa entstehen als kleine gerade Höcker. (T. II, 1.) Vorne unter der Epidermis liegt das Archespor, das sich durch seinen Plasmareichtum, durch seine Gröfse und durch die Gröfse des Kernes sofort von den anderen Zellen unterscheidet. (T. II, 1 *a*.) Mit Jodgrün-Fuchsin gefärbte Mikrotomschnitte lassen eine sehr schöne Differenzierung erscheinen. Die vegetativen Kerne färben sich stark grün, ihre Nucleolen rot, der generative Kern nur schwach grün mit rotem Nucleolus, das Protoplasma der vegetativen Zellen wenig, das der generativen Zelle schön hellrot. Die Samenanlage buckelt sich oben etwas aus, zugleich erfolgt im unteren Teile eine Krümmung nach innen. Während dieser Zeit erfolgen im Archespor einige Teilungen. Zunächst tritt eine Querwand auf (T. II, 2 *b*), wodurch zwei ziemlich gleichgrofse Zellen entstehen, dann erfolgt in der oberen Zelle noch eine Längsteilung. (T. II, 3.) Ob eine Längswand auftritt und noch weitere Zellen abgegeben werden, konnte nicht entschieden werden, schliefslich ist eine grofse Embryosackzelle mit grofsem Kern vorhanden, der Nucellus krümmt sich immer mehr nach innen und oben, an der Aufsenseite tritt auch das einzige Integument auf, das den Nucellus von unten her umwächst. (T. II, 4 *J*.) Ebenso findet die Umwallung des Nucellus durch das Integument von beiden Seiten her gleichmäfsig statt. Auf dem Querschnitt (T. II, 5 *J*) sieht man das Integument flügelartig zu beiden Seiten herumwachsen. So ergibt sich die hängende nach innen gekrümmte Gestalt der Samenanlage. Der einschichtige Nucellus, dessen Spitze nun nach oben sieht, wird von dem Integument vollständig umwachsen, das durch fortgesetzte Zellteilungen auch in seiner Dicke ganz beträchtlich wächst. Gerade durch den einschichtigen Nucellus und durch das eine dicke Integument gibt sich Adoxa als eine Sympetale zu erkennen. Für diese ist ja in vielen Fällen ein solcher Bau der Samenanlagen charakteristisch. In den jüngeren Stadien unterscheiden sich die den Embryosack umgebenden Zellen des Nucellus durch die Färbung ihrer Kerne ganz ausgezeichnet von den Zellen des Integuments. Mit Jodgrün-Fuchsin-Färbung ist ein eigentliches Kerngerüst, das in den Kernen des Integuments in seinen verschiedenen Phasen hervortritt, nicht zu sehen, die Kerne sind gleichmäfsig hellgrün gefärbt. Sie erinnern in ihrer Färbung ganz an die Kerne der Tapetenzellen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Pollensäcke von Adoxa. Die Tapetenzellen, die sich sofort durch die schön rosenrote Färbung ihres Protoplasmas von den anderen Zellen der Antheren unterscheiden, haben aufserordentlich grofse Kerne, die sich ebenfalls gleichmäfsig grün färben. Sie sind wie die Kerne des Nucellus auf dem Stadium der allmählichen Desorganisation. Denn der Nucellus wird in seinem oberen Teile durch die Vorgänge im Innern des Embryosackes nach und nach verdrängt, und zwar schreitet dies von unten nach oben fort. Ziemlich lange erhält sich eine Nucellarkappe am oberen Ende des Embryosackes, selbst an dem mit Endosperm gefüllten Embryosack lassen sich noch einige desorganisierte Zellen auf die Nucellarkappe zurückführen. Der mächtig heranwachsende Embryosack wird bald von einer Schichte Zellen umgeben, die sich aus dem Integument heraus differenzieren. Diese Zellen, die manchmal auch in zwei Schichten übereinander stehen, zeichnen sich vor den übrigen Zellen durch ihren Plasmareichtum aus. Man kann sie sicherlich als Tapetenzellen bezeichnen (T. II, 16, T. III, 1 u. 10 *T.*), wenn sie auch nicht die typische Ausbildung erlangen, wie wir sie sonst bei Sympetalen zu sehen gewohnt sind. Meist zeichnen sie sich ja durch ihre Streckung in radialer Richtung recht deutlich aus. Jedenfalls kann man bei Adoxa in jenen Zellen eine Andeutung der Tapetenschicht erblicken und wahrscheinlich werden sie auch hier die Funktion haben, das Endosperm zu ernähren. Die Zellen des Integuments erfahren durch das Wachstum des Embryosackes eine Streckung besonders in der Längsrichtung und werden in der Querrichtung immer mehr zusammengedrückt, nur unten und oben erhalten sich im Samen kleine Gewebepartien. Die Fruchtknotenwand, die hier die Steinschicht ausbildet, läfst drei Schichten unterscheiden. Zu innerst findet sich eine Schicht von langgestreckten, sklerenchymatischen Zellen. Die Wände sind stark verdickt, die Zellen laufen in horizontaler Lage um die Fruchtknotenwand herum. Die zweite Schicht besteht aus gleichen Zellen, sie laufen aber in vertikaler Richtung. Diese beiden Schichten sind schon frühzeitig recht deutlich und fallen besonders ins Auge durch ihre langen und grofsen Kerne, die sich rechtwinkelig kreuzen. Die dritte Schicht besteht aus parenchymatischen Steinzellen. Hierauf folgt nach aufsen eine mehrschichtige Zellreihe, die Zellen sind in radialer Richtung langgestreckt und zeichnen sich vor allem dadurch aus, dafs sie — wenigstens in der jungen Frucht — frei sind von Stärke, während die anderen Zellen des Fruchtknotens damit vollgepfropft sind.

Bei Chrysosplenium findet man ganz andere Verhältnisse. Die zahlreichen Samenanlagen, die an den beiden Fruchtblättern entstehen, zeigen sich zunächst als kleine gerade Höcker. Schon die Kerne haben ein anderes Aussehen. Bei Adoxa sind sie grofs und erreichen selbst in den vegetativen Zellen eine beträchtliche Ausdehnung. Meist haben sie einige kleine Nucleoli. Bei Chrysosplenium sind die Kerne viel kleiner und mit einem grofsen Nucleolus versehen. Das Archespor liegt unter der Epidermis und unterscheidet sich von den vegetativen Zellen nicht beträchtlich. Es tritt zunächst durch eine Querwand eine Teilung ein (T. II, 6). Die obere von den zwei Zellen, die als Schichtzelle (*S*) zu bezeichnen ist, teilt sich, wie das bei vielen Pflanzen der Fall ist, weiter, während die untere einstweilen nur an Gröfse zunimmt (T. II, 7). In den aus der Schichtzelle entstandenen Zellen gehen nun aufser Längsteilungen auch Querteilungen vor sich derart, dafs die Embryosackmutterzelle (*E*) immer weiter nach unten zu liegen kommt und schliefslich beträchtlich tief im Nucellus steckt. Dann erst erfolgt die Tetradenteilung (die Zahl der Zellen konnte nicht sicher ermittelt werden), jedenfalls entwickelt sich die unterste der Zellen zum Embryosack, die oberen werden verdrängt und umgeben ihn oben mit einer stark glänzenden Kappe.

Dies Verhalten von Chrysosplenium, insbesondere die Teilung der Schichtzellen, zeigt mit Adoxa keine Übereinstimmung, vielmehr erweist es sich als Saxifragee. Saxifraga, Ribes und Heucheria wurden von Warming (34.) und Vesque (33.) näher untersucht. Es zeigt sich eine ganz auffällige und unverkennbare Ähnlichkeit bei Anlage des Embryosackes dieser Pflanzen mit Chrysosplenium, während Adoxa keine Spur von Ähnlichkeit zeigt. Überhaupt ist bei vielen Sympetalen eine derartige Ausbildung von Schichtzellen nicht vorhanden, ebensowenig findet eine Verschiebung des Embryosackes nach innen statt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Samenanlagen krümmen sich bei Chrysosplenium nicht alle nach einer Richtung. Ein Längsschnitt durch den Fruchtknoten lehrt, dafs die oberen Samenanlagen nach aufwärts, die unteren nach abwärts und die mittleren nach seitwärts sich krümmen. Im Gegensatz zu Adoxa finden sich hier zwei Integumente vor (T. II, 8 *A, J*), von denen das innere (*J*) zuerst entsteht. Die Integumente haben den Nucellus noch nicht umwachsen, ist die Krümmung der Samenanlage vollständig erfolgt. Die Integumente sind zweischichtig. Der Embryosack dehnt sich immer mehr aus und verdrängt so den Nucellus. Aber noch lange Zeit bleibt eine Nucellarkappe am Mikropylenende und am Chalazaende vorhanden. Längs der Integumente erhalten sich ebenfalls Nucelluszellen längere Zeit. Jedoch beteiligt sich der Nucellus nicht an der Bildung der Samenschale oder des Endosperms, sondern geht noch vor Reifung der Samen zugrunde. Die beiden Nucellarkappen werden ebenfalls von den Embryosackzellen verdrängt und aufgezehrt. Zwischen innerem und äufserem Integument zeigt sich schon frühzeitig ein Unterschied. Die äufsere Zellreihe des inneren Integumentes nämlich bleibt dünnwandig und nimmt aus Farblösungen nicht viel Farbe auf. Untersucht man die Verteilung der Stärke in der Samenanlage, so findet man, dafs sie ausschliefslich im äufseren Integument sich findet, ebenso in der Chalazaregion. Es ist vielleicht jene Schicht des inneren Integuments als Enzymschicht aufzufassen, hier würde die Stärke in lösliche Produkte umgewandelt, die dann zur Ernährung des Endosperms weiter gegeben werden. Die Zellen des inneren Integuments werden mit der Samenreife deformiert und zusammengedrängt, doch kann man ihre Umrisse an der inneren Schicht noch erkennen. Ebensowenig werden die Zellen des äufseren Integuments bis zur Unkenntlichkeit zusammengeprefst. Die äufsere Lage der Zellen bekommt bald eine braune, ziemlich harte Oberfläche, die hier die mechanischen Elemente des Samens vollständig ersetzt, da eine sklerenchymatische Verdickung einzelner Zellen nicht stattfindet.

Die Frucht von Chrysosplenium ist eine Kapsel, die mehrere Eigentümlichkeiten zeigt. Man mufs sie wohl als saftige Kapsel bezeichnen, da sie nicht trocken wird und selbst nach der Samenentlassung noch grün bleibt. Der Fruchtknoten ist bekanntlich unterständig, nur die beiden Griffel sind sichtbar. (T. II, 9.) Nach der Befruchtung streckt sich der Teil zwischen den beiden Griffeln sehr beträchtlich, die Griffel stellen sich dadurch in horizontale Lage ein, zugleich findet auch von unten her ein Längenwachstum der Kapsel statt, die bald über die Perigonblätter, die hier stehen bleiben, hervorsieht. (T. II, 10, 11.) Sie öffnet sich dann an der oberen Verwachsungsnaht der Fruchtblätter zwischen den beiden Griffeln. Die Wände der Kapsel schlagen sich nun nach aufsen um, so dafs eine kelchförmige Vertiefung entsteht, in der die Samen liegen. (T. II, 12.) Wahrscheinlich werden die Samen, die wegen ihrer Gröfse und Schwere vom Winde nicht transportiert werden können, aus dieser Höhlung durch den Regen herausgewaschen. Ein einfacher Versuch mit herabtropfendem Wasser lehrt, dafs der Vorgang möglich ist. Auch im Freien läfst sich leicht feststellen, dafs nach einem schweren Regen alle offenen Kapseln teilweise oder ganz entleert sind. Besonders im Walde, wo die von den Bäumen herabfallenden Tropfen gröfser und wuchtiger sind als Regentropfen, tritt die Herausschwemmung leicht ein. Beim Öffnen der Kapseln kann natürlich von einem Mechanismus, wie er wohl bei trockenen Kapseln wirkt, nicht die Rede sein, vielmehr lag die Vermutung nahe, dafs das Öffnen mit einem aktiven Wachstum verknüpft sei. Eine blofse Quellung etwa schleimhaltiger Zellen ist nicht vorhanden. Bei Betrachtung der Längsschnitte einer geschlossenen und geöffneten Kapsel zeigt sich zunächst, dafs der Winkel, den die beiden Kapselwände zusammen bilden, wenigstens im unteren Teile ziemlich gleich geblieben ist. (T. I, 12, 13.) An der Öffnung beteiligt sich also nur das Stück *a b*, das um *a* als Hebelpunkt einen Bogen beschreibt. Das Stück *c a* erfährt, wie eine einfache Messung ergibt, nur ein gleichmäfsiges Längenwachstum auf der Innen- und Aufsenseite. Dagegen ist bei dem Stück *a b* aufser einem Gesamtlängenwachstum, das sich aus direkten Messungen ergibt, ein gröfseres auf der Innenseite vorhanden. Die mikroskopische Betrachtung des Längsschnittes beider Fälle (T. I, 14, 15) zeigt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufser der Gesamtstreckung aller Zellen, besonders die inneren Epidermiszellen (*J*) sehr verlängert. Bei *d* entsteht infolge dieser Streckung der Innenwand eine Einknickung der Epidermis; da nunmehr die Aufsenseite, die zuerst konvex war, fast konkav wird, mufs natürlich eine derartige Faltung eintreten. Um die Längenzunahme des Stückes *a b* zu messen, wurden an Topfpflanzen direkt vergleichende Messungen angestellt. Bei geschlossenen Kapseln, die an der Nahtstelle oben bereits eine Trennung aufwiesen oder bei denen eine Trennung bald erfolgte, ergab die Messung des Stückes *a b* eine Länge von 2—2½ mm. Nach einiger Zeit, wenn die Öffnung der Kapseln erfolgt war, zeigte sich eine durchschnittliche Zunahme von ⅓—½ mm, also ungefähr 20 %.

Eine Ähnlichkeit in der Samenentwicklung von Chrysosplenium und Adoxa läfst sich wohl nicht herausfinden, dagegen ergeben sich einige Verschiedenheiten, von denen das Auftreten von zwei Integumenten bei Chrysosplenium, von einem Integument bei Adoxa besonders in die Augen fällt. Die Samenentwicklung von Sambucus aber ist wohl geeignet, eine Verwandtschaft mit Adoxa darzulegen. Die Samenanlagen entstehen als kleine gerade Höcker, die unter der Epidermis das Archespor bergen, das sich durch seinen Plasmareichtum sofort von den anderen Zellen unterscheidet. Auch hier sind die Kerne grofs und führen einige Nucleoli. Das Archespor teilt sich in zwei Zellen durch eine Querwand (T. II, 13), ob noch weitere Teilungen stattfinden, ist ungewifs. Jedenfalls verschwinden die entstandenen Zellen bis auf eine spurlos; diese stellt die Embryosackmutterzelle dar und dürfte wohl aus der innersten Zelle hervorgehen. Das eine Integument entsteht genau wie bei Adoxa (T. II, 13) und umwächst den sich nach oben krümmenden Nucellus von unten her und von beiden Seiten, so dafs eine Samenanlage entsteht, die in ihrer hängenden Form mit der Mikropyle nach innen gekehrt, der von Adoxa sehr gleich ist. Die Spitze des Nucellus bleibt auch hier streng einschichtig, die Zellen werden hier etwas eher deformiert als bei Adoxa, meist schon bei Beginn der Endospermbildung. Das Integument wird durch stetige Zellteilungen sehr dick, der heranwachsende Embryosack drängt es schliefslich immer mehr zusammen. Wie bei Adoxa differenziert sich aus dem Integument eine den Embryosack einschliefsende Zellschicht heraus, der man die Funktion von Tapetenzellen zuschreiben mufs (T. III, 5 u. 6 *T*), wenn sie auch nicht in ihrer Gestalt so charakteristisch ist, wie man sie bei vielen Sympetalen antrifft. Die Fruchtwand ist ähnlich gebaut wie bei Adoxa. Zu innerst findet sich eine Schicht von Zellen, die stark verdickt und in die Länge gestreckt sind, sie laufen in horizontaler Richtung um die Fruchtknotenhöhlung herum. Die zweite Lage ist ähnlich beschaffen, die Zellen laufen aber senkrecht zu der ersten Schicht, also vertikal. Beide Schichten fallen wie bei Adoxa schon frühzeitig ins Auge durch ihre langgestreckten grofsen Kerne, die senkrecht aufeinander stehen. Die dritte Schicht besteht aus einer Reihe von Zellen, deren Grenzen nach innen wellig gebogen verlaufen. Sie sind in horizontaler Richtung gestreckt, ihre Wände werden später stark sklerenchymatisch und verleihen der Steinschicht eine aufserordentliche Härte und Festigkeit. Diese dritte Schicht wird bei Adoxa nur aus Steinzellen gebildet, die in horizontaler Richtung wenig gestreckt sind und tafelförmig nebeneinander liegen. Der Fruchtknoten von Sambucus zeigt wie der anderer Caprifoliaceen, z. B. Viburnum, noch vor der Befruchtung ein aufserordentlich starkes Wachstum, das ihn und die Fruchtknotenhöhlung beträchtlich in die Länge streckt. Die Samenanlage zeigt nur schwaches Wachstum, so dafs sie zunächst in die verhältnismäfsig sehr grofse Höhlung als winziger Körper hereinhängt. Später füllt sie jedoch als Same den ganzen Raum vollständig aus.

Die Vorgänge im Innern des Embryosackes.

Die Kernteilungen im Innern des Embryosackes von Adoxa erfolgen wie gewöhnlich, es sind schliefslich acht Kerne vorhanden, von denen drei am Mikropylenende, drei am Chalazaende und zwei in der Mitte liegen. Sie unterscheiden sich anfänglich nicht wesentlich voneinander, aber bald zeigt sich eine Differenz. Die Synergiden- und Antipodenkerne haben nämlich die Tendenz, zu verschwinden, sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

desorganisieren sich bald und werden zerdrückt und aufgelöst. Dieses Verschwinden erfolgt ganz unregelmäfsig und ist nicht an eine bestimmte Zeit gebunden. Man findet oft die Synergidenkerne spurlos verschwunden, während die Antipodenkerne noch deutlich nachzuweisen sind (T. II, 15 *A*; T. III, 9 *A*). Oft auch sind umgekehrt die Antipoden nicht mehr sichtbar, während die Synergidenkerne deutlich neben dem Eikern liegen (T. III, 8 *S*). Es kommt aber jedenfalls nie soweit, dafs sich Antipoden und Synergiden mit Protoplasma umgeben, es konnte nie ein derartiger Fall gefunden werden. Ebensowenig gelingt es, nach den Kernteilungen einen Unterschied zwischen Synergidenkernen und Eikern nachzuweisen. Die beiden Polkerne in der Mitte verschmelzen zu einem sekundären Embryosackkern, der sich durch seine ganz beträchtliche Gröfse auszeichnet und meist 3—4 oder mehr Nucleolen führt. Um diese Zeit umgibt sich der Eikern mit einer dünnen Protoplasmaschicht. Auch dann noch können Synergiden- und Antipodenkerne (T. II, 15; T. III, 9*A*) vollständig erhalten sein. Nicht selten können im Embryosack drei Kerne hintereinander gefunden werden. Der mittlere Kern ist sehr grofs und stellt sicher den sekundären Embryosackkern dar. Der zweite Kern liegt am Mikropylenende und kann wohl nur den Eikern darstellen, der dritte hat seinen Platz am Chalazaende und stellt wahrscheinlich einen der drei Antipodenkerne dar, der länger erhalten bleibt als die anderen, von denen keine Spur in den untersuchten Fällen nachzuweisen war. Auffallend ist nur, dafs an ihm keine Spur angehender Desorganisation zu bemerken ist, dafs er vielmehr im Vergleich zu der anfänglichen Gröfse der Antipodenkerne ein deutliches Wachstum zeigt (T. II, 14 *A*). Man sieht daraus, wie wenig sich die Vorgänge im Embryosack in ein zeitliches Schema hineinpressen lassen. Jedenfalls ist wie auch in anderen Dingen die Bildung des Eiapparates recht individuell und wahrscheinlich auch von äufseren Umständen abhängig, es handelt sich vielleicht um Temperatur, Licht usw., ebenso wird auch der Zustand, in dem sich die Pflanze befindet, mafsgebend sein, vor allem kommen in Betracht Reservestoffe, kräftige Wurzeln usw.

Die Eizelle ist relativ inhaltsarm, sie nimmt aus Farblösungen nur ganz wenig Farbe auf, ihr Kern liegt meist am Grunde der Zelle (T. II, 15 *E*); diese Lage behält er auch noch später bei, wenn sich das Ei durch nachträgliches Wachstum etwas vergröfsert hat. Die Befruchtung erfolgt wahrscheinlich normal durch die Mikropyle, doch konnte bis jetzt ein Pollenschlauch nicht nachgewiesen werden. Wohl treiben die Pollenkörner kräftige Pollenschläuche in die Narbe, man kann sie aber nur eine kleine Strecke weit verfolgen. Die Endospermbildung geht rasch vor sich. (T. II, 16.) Die gebildeten Endospermkerne (*E*) liegen frei im Protoplasma durch den ganzen Embryosack verteilt. Bei der Kernteilung verteilt sich auch das Protoplasma gleichmäfsig um die Kerne herum, und zwar so, dafs kammerförmige Gebilde entstehen, in deren Mitte die Kerne liegen. Zunächst könnte man die Kammern für Zellen halten, da es so ganz den Anschein hat, als wären wirklich Zellwände zwischen den einzelnen Kernen aufgetreten, von denen Plasmastränge ausstrahlen. Es ergibt sich aber, dafs nur Protoplasma einerseits jene abteilenden Wände bildet, andererseits von diesen ausstrahlend den Kern umgibt. Rasch erfolgen die Teilungen hintereinander, es entstehen eine ganze Anzahl freier Kerne, ohne dafs eine Wandbildung eintritt. Wann diese erfolgt, ist nicht leicht festzustellen, denn es läfst sich nicht sagen, ob der Anfang zur Wandbildung gegeben ist oder ob nur trennende Protoplasmaplatten vorhanden sind. Selbst dann, wenn die Wände ganz sicher vorhanden zu sein scheinen, kann in ihnen keine Cellulose durch Reagentien nachgewiesen werden. Während dieser Zeit hat die Eizelle keinerlei Veränderung erlitten (T. III, 1), sie liegt als ovales Bläschen am Mikropylenende (*Ei*) und unterscheidet sich von den sie umgebenden Endospermzellen (*E*) nicht gerade wesentlich. Auffallend ist ihre Armut an Protoplasma und die relative Gröfse ihres Kernes, der meist heller gefärbt wird als die Kerne des Endosperms. Die Teilung der Eizelle erfolgt also sehr spät. Die Embryobildung erfolgt sonst normal. Interessant ist, dafs bei Adoxa, wie bei so vielen anderen Frühlingspflanzen, der Embryo noch nicht ausgewachsen ist, wenn auch der Same bereits reif ist. Er erfährt daher den Sommer und Herbst hindurch eine Nach-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

reifung. Daher kommt es auch, dafs die Samen von Adoxa nach der Reife ausgesät nicht sofort keimen, sondern erst im nächsten Jahre im April. Lagerberg (21.) hat darüber genaue Untersuchungen angestellt.

Die anfänglichen Kernteilungen im Embryosack von Chrysosplenium sind normal. T. II, 8 zeigt die erste Teilung. Auch die generativen Kerne sind recht klein. Die beiden Polkerne liegen in der Protoplasmamasse, die sich an beiden Enden des Embryosackes angesammelt hat und in der Mitte eine grofse Vakuole aufweist. Der Embryosack wächst mit der Samenanlage, die umliegenden Nucellarzellen aufzehrend und füllt sich immer mehr mit Protoplasma, in dem schliefslich acht Kerne liegen. Die Antipoden zeigen wie bei Adoxa die Tendenz zu verschwinden, doch erfolgt dieser Vorgang nicht so rasch wie bei Adoxa. Die Antipodenkerne umgeben sich nämlich immer mit Protoplasma, die Kerne zeigen meist noch ein nachträgliches Wachstum. Es ist nicht ausgeschlossen, dafs sie anfänglich einer Nahrungszuleitung für das sich entwikkelnde Endosperm von der Chalazaseite her dienen. (T. III, 4 *A*; 2 *C*.) Dafs von dieser Seite Stoffe zugeführt werden, ist wohl ersichtlich durch den Protoplasmareichtum der dort befindlichen aus kleinen Zellen bestehenden Gruppe (*Ch*); auf diese folgen die langgestreckten, ziemlich protoplasmareichen Nucelluszellen (*N*), denen die Antipoden (*A*) aufsitzen. Diese bleiben aber nicht allzulange bestehen und werden bald durch das den Embryosack füllende Endosperm zusammengedrückt.

Der Eiapparat zeigt einige Eigentümlichkeiten. Zunächst unterscheiden sich Synergiden und Ei recht wenig voneinander. Anfänglich ist wohl die mittlere Zelle etwas gröfser als die beiden anderen und gibt sich dadurch als Ei zu erkennen, dafs ihr Kern ziemlich hoch liegt. Ihr Protoplasma zeigt aufserdem eine Anzahl kleiner Vakuolen, die um den Kern gruppiert sind (T. III, 3 *a*). Die beiden Synergiden sind leicht an der einzigen Vakuole unterhalb des Kernes zu erkennen (T. III, 3 *b*). Bald aber beginnen sie mächtig heranzuwachsen, ihr Protoplasma wird dichter und körniger, ebenso durch Farben intensiv färbbar. Auch die Kerne teilen dieses Wachstum und zeigen einen grofsen Nucleolus. Dagegen hat sich die Eizelle nur wenig vergröfsert und ist überhaupt meist nicht mehr zu sehen, da sie zwischen den beiden Synergiden liegt und von ihnen vollkommen verdeckt wird. Es gelingt aber manchmal sie blofszulegen durch schlechte Fixation. Alsdann werden die Synergiden, die mit dem Endosperm verbunden sind, durch die Kontraktion des Embryosackes mit losgerissen und kommen weiter nach unten zu liegen, während die Eizelle oben liegen bleibt. Ebenso bekommt man durch schwachen Druck an Handschnitten die ungeteilte Eizelle (*E*) zu Gesicht (T. II, 17). Dann zeigt sich der beträchtliche Gröfsenunterschied. Nimmt man Synergiden (*S*) und Eizelle (*E*) als Kugeln an (die Synergiden sind in Wahrheit etwas zusammengedrückt), so ergibt eine einfache Berechnung, dafs der Kubikinhalt der Synergide ungefähr zehnmal so grofs ist als der des Eies. Der tatsächliche Längsdurchmesser der Synergide ist annähernd 60 μ. Die Befruchtung erfolgt durch die Mikropyle her, durch die der dicke, stark tingierbare Pollenschlauch eindringt. Sofort setzt die Endospermbildung ein. Der sekundäre Embryosackkern, der nicht weit unter dem Eiapparat liegt, teilt sich, die entstehenden Endospermkerne rücken von der Mitte nach auswärts. Zunächst entsteht ein kleiner Sack von Protoplasma, der an seinem oberen offenen Ende an den Synergiden angeheftet ist und nach unten in den Embryosack hereinhängt (T. III, 4 *En*). In dieser Protoplasmaschicht liegen die kleinen Endospermkerne, deren Zahl sich vermehrt, gleichmäfsig verteilt. Unter immer weiter gehender Verdrängung des Nucellus vergröfsert sich der Endospermsack mehr und mehr, besonders in der Längsrichtung, unten an die Antipoden anstofsend. Das Innere des Sackes ist mit klarer Flüssigkeit gefüllt. In diesem Stadium, wenn die Wände der Endospermzellen noch nicht aufgetreten sind, hat sich das Ei schon geteilt, und zwar hat es den Anschein, als ob das Ei nach seiner Befruchtung zwischen den Synergiden heraustreten würde (T. II, 18 *E*; T. III, 4 *E*). Immer sieht man den jungen Embryo vor den Synergiden liegen, der zwei- und dreigeteilte ist gewöhnlich an den Synergiden durch Protoplasmastränge aufgehängt und liegt frei im Endospermsack. In diesem treten zwischen den Kernen Wände auf, die Endospermzellen bilden sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vollkommen aus. Das Innere des Endospermsackes füllt sich nach und nach mit Zellen und zwar erfolgt dies von aufsen nach innen. Wir haben es also hier mit einer Endospermbildung zu tun, wie sie im Pflanzenreiche oft vorkommt, die von aufsen nach innen verläuft und zentripetal genannt werden mufs. Zugleich mit den fortgesetzten Teilungen des Embryos breitet sich das Endosperm stark aus und verdrängt bald das Nucellargewebe, von dem eine Kappe an der Mikropyle und der Chalaza noch einige Zeit erhalten bleibt. Die Embryobildung verläuft ziemlich normal. Es teilt sich zuerst die untere Zelle längs, dann entsteht eine Querwand; der kurze Embryoträger entsteht erst jetzt aus der oberen Zelle, die 4—5 Zellen liefert, während gewöhnlich der Embryoträger von Anfang an angelegt wird. Im reifen Samen ist der Embryo nicht sonderlich differenziert, das Hypokotyl ist lang und verbreitert sich nach vorne zu, die beiden Kotyledonen sind klein und erscheinen nur als kleine Höcker. Selbst im reifen Samen, d. h. einem Samen, der sich in der offenen Kapsel liegend vorfindet, ist der Embryo noch klein. Seine Länge wurde gemessen von 165—230 μ. Nahe liegt, dafs hier wie bei Adoxa und vielen anderen Frühlingspflanzen eine längere Nachreife stattfinden mufs, ehe der Same keimt. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die Samen keimen nämlich sofort nach ihrer Aussaat im Mai oder Juni in ungefähr 14 Tagen. Der Embryo hat bis zu dieser Zeit schon an Länge zugenommen, es wurden solche gemessen von 350—600 μ. Gerade diese Verschiedenheit der Länge der Embryonen in beiden Fällen macht es wahrscheinlich, dafs die Nachreifung des Embryos sofort erfolgt und unter günstigen Umständen zur sofortigen Keimung führt. Ob diese Verhältnisse, die bei den Keimungsversuchen im Laboratorium auf offener Erde und in feuchter Luft zutage traten, auch in der Natur zutreffen, bleibt einer späteren Untersuchung vorbehalten.

Einiges möge noch über die Synergiden im Eiapparat von Chrysosplenium erwähnt werden. Da bei Chrysosplenium weder ein Tapetum noch ein haustorienartiges Gebilde entwickelt wird, so war es bei der auffallenden Gröfse der Synergiden wahrscheinlich, dafs sie eine ernährungsphysiologische Funktion für den Embryosack bekleiden. Zunächst ist es wohl nicht zweifelhaft, dafs durch die Integumente Nahrung in den Embryosack geschafft wird. Prüft man junge Samenanlagen auf Stärke, so findet man das äufsere Integument bis einschliefslich der Chalazaregion von reichlicher Stärke erfüllt. Eine Prüfung mit Fehlingscher Lösung ergab das Vorhandensein geringer Mengen von reduzierendem Zucker in den Integumenten. Das innere Integument wird hier das Tapetum der Sympetalen ersetzen, vielleicht sind Fermente vorhanden, die die Stärke verzuckern und dem Endosperm zuführen. Dieses enthält vorwiegend fette Öle. Dafs auch in der Chalazaregion Nährstoffe eindringen, darauf deuten die früher geschilderten Verhältnisse hin und auch die Tatsache, dafs ein schwaches, meist mit einem Gefäfs versehenes Gefäfsbündel bis dorthin führt. An der Mikropyle ist wie an der Chalaza eine Nucelluskappe längere Zeit erhalten, die aus Zellen mit stark tinktionsfähigem Inhalt besteht. Unmittelbar darunter liegen die Synergiden, die ebenfalls mit stark färbbarem Inhalt ausgerüstet sind. An frischem Material wurden verschiedene Reaktionen auf ihren Inhalt gemacht. Fehlingsche Lösung ergab keine Reaktion, nur wie erwähnt in den Integumenten; ebensowenig trat mit α-Naphthol und Schwefelsäure eine Färbung ein. Jod-Jodkali färbte die Synergiden nebst Nucelluskappen und Chalazaregion stark gelb, Salpetersäure und Ammoniak ergab schwache Gelbfärbung. Millonsches Reagens ergab keine Reaktion. Es handelt sich, wie anzunehmen ist, wohl um eiweifsartige Stoffe, die, was oft der Fall ist, nicht auf alle Eiweifsreagentien gleichmäfsig reagieren. Auch die dichte körnige Beschaffenheit ihres Inhalts deutet auf eiweifsartige Stoffe hin. Vielleicht sind auch in den Synergiden nur Enzyme vorhanden, die die zugeführten Nährstoffe in geeignete verwandeln. Dafs sie der Ernährung in irgend einer Weise dienen, dafür spricht auch der Umstand, dafs der Endospermsack sich an die Synergiden direkt anhängt und dafs später die Zellen des Endosperms direkt an sie anschliefsen, aufserdem noch die bemerkenswerte Tatsache, dafs die Synergiden sehr lange Zeit erhalten bleiben. Wenn der Embryo bereits zahlreiche Teilungen aufweist und das Endosperm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vollkommen fertig ist, sind sie noch vorhanden und anscheinend noch tätig. (T. II, 19 *S.*) Ihre Tätigkeit müfste sich in diesem Falle darauf beschränken, aus dem Endosperm die Baumaterialien für den Embryo zurechtzumachen, da ja von aufsen eine Zufuhr nicht mehr stattfinden kann. Die Synergiden schrumpfen schliefslich mit der Reifung der Samen immer mehr zusammen und werden schliefslich gänzlich zerdrückt. Wahrscheinlich kommt ihr Inhalt dem Embryo zugute.

Die Vorgänge im Embryosack von Sambucus gleichen denen von Adoxa in vieler Beziehung. Schon die Kerne zeigen hinsichtlich der Gröfse und ihrer Tinktionsfähigkeit grofse Ähnlichkeit, es sind auch hier einige Nucleolen vorhanden. Bei der Ausbildung des Eiapparates finden wir dieselben Verhältnisse. Synergiden und Antipoden werden nie ausgebildet, nur ihre Kerne treten auf, um bald zu verschwinden. Dabei zeigen sich auch hier ähnliche Verschiebungen und Unregelmäfsigkeiten wie bei Adoxa. Schliefslich ist am Mikropylenende ein Kern, der Eikern, vorhanden, in der Mitte des Embryosackes liegt der grofse sekundäre Embryosackkern, der eine Anzahl von Nucleolen führt. Die Endospermbildung erfolgt wie bei Adoxa. Die ersten Endospermkerne liegen meist in dem schmalen Embryosacke hintereinander in einer Reihe (T. III, 5*En*). Das Protoplasma ist um die Kerne gleichmäfsig verteilt und bildet Kammern, die man leicht für Zellen halten könnte. Es sind jedoch Zellwände nicht vorhanden und es ist schwer zu sagen, wann sie auftreten. Die Zahl der Endospermkerne, die frei im Protoplasma liegen, ist nicht so grofs wie bei Adoxa, es tritt die Zellwandbildung viel früher auf. Das Endosperm vermehrt seine Zellen durch fortgesetzte Teilungen und füllt den Embryosack, der sich mächtig in die Länge und Breite streckt, bald vollkommen an. Wie bei Adoxa ist die Eizelle, obwohl die Befruchtung schon stattgefunden hat, noch ungeteilt geblieben. Sie liegt als rundliches Bläschen am Mikropylenende (T. III, 6*Ei*). Sie zeichnet sich wie bei Adoxa durch auffallende Armut an Protoplasma aus, färbt sich sehr wenig, nur einige kleine Stärkekörner sind in ihr verteilt. Der Kern liegt im unteren Ende und zeichnet sich in späteren Stadien durch seine Gröfse aus. Die Embryobildung ist normal. Eine Nachreifung des Embryos wie bei Adoxa findet nicht statt. Die reifen Samen bergen in ihrem öligen Endosperm einen Embryo, der $^2/_3$ des Embryosackes einnimmt und schon hoch differenziert ist.

So lassen auch die Vorgänge im Embryosack, unter ihnen besonders Anlage des Eiapparates und Endospermbildung, wohl erkennen, dafs von einer Ähnlichkeit zwischen Chrysosplenium und Adoxa nicht die Rede sein kann, während Adoxa und Sambucus gleiche Verhältnisse zeigen.

Anhangsweise möge bei Adoxa noch eine interessante Tatsache festgestellt werden. Ziemlich oft kommt es nämlich vor, dafs hinter dem normalen Embryosack auf die Chalazaregion zu ein zweiter Embryosack ausgebildet wird. T. III, 7 zeigt eine junge Samenanlage, in der wie sonst die grofse Embryosackmutterzelle zu sehen ist. Der grofse Kern befindet sich auf dem Stadium der Gamosomenbildung. Hinter dieser generativen Zelle sieht man, durch eine kleine vegetative Zelle deutlich getrennt, eine Zelle liegen, die sofort durch ihren Plasmareichtum und durch die Gröfse ihres Kernes, der eben auch im Stadium der Gamosomenbildung sich befindet, sich auszeichnet. Besonders auch Färbungen mit Jodgrün-Fuchsin lassen die Zelle sofort als eine generative erkennen. Leider konnten jüngere Stadien bis jetzt nicht gefunden werden, um zu sehen, ob hier vielleicht ein zweites Archespor angelegt wird. Es könnte auch leicht sein, dafs die zweite Zelle aus irgend einer vegetativen Zelle hervorgeht. T. III, 8 zeigt einen anderen Fall. Im oberen Embryosack (*I*) ist bereits das Achtkernstadium vorhanden. Die Antipoden sind aber bereits verschwunden, die Synergiden (*S*) sind eben noch sichtbar. Oben liegt der Eikern (*Ei*), in der Mitte die beiden Polkerne (*P*). Am Chalazaende zeigt sich durch einige vegetative Zellen getrennt eine zweite Embryosackmutterzelle (*II*), die sofort durch ihre Gröfse und Tinktionsfähigkeit von den vegetativen Zellen sich abhebt. Eine Weiterentwicklung dieser Embryosackanlage hat hier also nicht stattgefunden. In T. III, 9 sehen wir einen etwas älteren Embryosack ausgebildet. Die Eizelle (*Ei*) ist fertig, der sekundäre

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Embryosackkern (*S*), der durch seine Gröfse auffällt, liegt in der Mitte, an der Chalaza sind noch Reste der Antipoden (*A*) zu sehen, die im vorigen Falle bereits spurlos verschwunden waren. Die Anlage des zweiten Embryosackes (*II*) hat sich etwas weiter entwickelt. Die Zelle hat sich auf Kosten der umliegenden vegetativen Zellen bedeutend vergröfsert und ist durch die Teilung der zwischenliegenden vegetativen Zellen etwas weiter vom ersten Embryosack hinweggerückt worden. Ihr Kern hat sich geteilt, um die beiden entstandenen ziemlich grofsen Kerne hat sich das Protoplasma, dessen Menge ebenfalls eine Vermehrung erfahren hat, gleichmäfsig angesammelt. T. III, 10 zeigt eine Samenanlage, die in ihrer Entwicklung ziemlich weit fortgeschritten ist. Im Embryosack *I*, der vollkommen mit Endosperm (*E*) gefüllt ist, findet sich ein vielzelliger Embryo. Der zweite Embryosack (*II*) ist weit von dem ersten entfernt, was wahrscheinlich dadurch bedingt wurde, dafs die Zellschicht, die zwischen den beiden Anlagen war, durch Teilungen vergröfsert worden ist. Es kann auch sein, dafs in diesem Falle der Embryosack so wie so etwas weiter hinten angelegt wurde. Die Zellen zwischen den beiden Säcken sind klein und zeichnen sich besonders auch durch ihren Protoplasmareichtum aus, ebenso auffällig ist ihre regelmäfsige Lagerung, was auch dafür spricht, dafs sie nachträglich durch Teilung entstanden sind (*Ch*). Die zweite Anlage (*II*) ist ziemlich grofs geworden. Man sieht an ihren Wänden deutlich die Reste der Zellen liegen, die durch sie aufgezehrt wurden, ebenso sind die umliegenden Zellen etwas zusammengedrückt. Im Embryosack sind mehrere Teilungen vor sich gegangen. Die Fig. 10 in T. III, die nach einem Mikrotomschnitt gefertigt wurde, läfst deutlich vier Kerne erkennen. Auf den nächsten Schnitten sind weitere Kerne zu sehen, deren Zahl nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Jedenfalls dürfte die Gesamtzahl der Kerne acht sein. Man sieht daraus, dafs dieser zweite Embryosack einer Entwicklung wohl fähig ist. Ob er aber je die Gröfse des ersten erreicht, ob vielleicht eine Verdrängung des ersten durch ihn eintreten kann, ob überhaupt ein befruchtungsfähiger Eiapparat ausgebildet wird, das sind Fragen, die einer Untersuchung vorbehalten bleiben.

Es ist schon längere Zeit bekannt, dafs Embryosäcke auch in Mehrzahl in einer Samenanlage vorkommen können, so bei Cheiranthus Cheiri, Rosa sp., Rosa livida, Trifolium pratense, Taraxacum officinale. Bei Cheiranthus Cheiri liegt eine gröfsere Anzahl schlauchförmiger Embryosäcke nebeneinander, von denen immer nur der gröfsere einen Embryo enthält. Dasselbe ist bei verschiedenen Rosa sp. nach Hofmeister (18.) und bei Rosa livida nach Strasburger (31.) sehr häufig. Schwere (29.) traf bei seinen Untersuchungen über Taraxacum officinale einmal zwei Embryosäcke an, beide in dem gleichen Entwicklungsstadium, im Innern mit Embryonen, die ebenfalls gleich weit entwickelt waren. Ob hier ein Embryosack in der Entwicklung zurückgeblieben wäre, kann natürlich nicht entschieden werden. Jedenfalls ist das Auftreten zweier Embryosäcke bei Taraxacum ganz anormal, da Schwere unter den vielen Samenanlagen, die er jedenfalls geschnitten hat, keinen derartigen Fall mehr antraf. Jönsson (20.) hat bei Trifolium pratense Polyembryonie gefunden und seiner Ansicht nach ist es wahrscheinlich, dafs dieselbe in den meisten Fällen eher auf das Vorhandensein mehrerer Embryosäcke als mehrerer Eizellen in einem Embryosack zurückzuführen sei. Trifolium pratense wäre dann die erste Pflanze, bei der mehrere Embryosäcke je einen reifen Embryo zu erzeugen vermöchten. Denn bei all den anderen Pflanzen hat nur ein Embryosack das Übergewicht über die anderen, die zugrunde gehen. Ähnlich ist es auch bei Adoxa. In keinem Falle waren die Embryosäcke in den untersuchten Blüten auch nur annähernd gleich, immer hatte der obere einen grofsen Vorsprung. Was das Vorkommen mehrerer Embryosäcke bei Adoxa von den anderen angeführten Fällen unterscheidet, ist der Umstand, dafs die beiden Anlagen hintereinander liegen. Bei Cheiranthus und Rosa liegen die Embryosäcke nebeneinander — Taraxacum kommt wegen der Seltenheit des Auftretens dieser Erscheinung nicht in Frage, bei Trifolium pratense scheinen die Verhältnisse wenig geklärt zu sein —, es sind bei ihnen bestimmte Teile des Archespors, vielleicht Schichtzellen oder Tetradenzellen, zu je einem Embryosack geworden. Bei Adoxa aber ist

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

es vielleicht so, dafs irgend eine vegetative Zelle im Makrosporangium die Fähigkeit erlangen kann, zu einer Makrospore zu werden. Die Trennung beider Zellen schon am Anfang durch vegetative Zellen führt wohl sicher zu der Annahme, dafs der zweite Embryosack nicht nur aus einer Tetradenzelle hervorgeht. Die Häufigkeit der Erscheinung ist variabel. Manchmal finden sich Blüten, deren zwei oder drei Samenanlagen zwei Embryosäcke haben, häufig sind aber auch im ganzen Köpfchen keine doppelten Embryosäcke zu finden.

Wie oben erwähnt, sind die Pollenschläuche bei Adoxa aufser direkt unter den Narben nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden, trotzdem alle Färbungen, die man anzuwenden pflegt, versucht wurden. Es lag daher die Vermutung nahe, dafs es sich vielleicht bei Adoxa um Parthenogenesis handelt. Allerdings stimmte von vorneherein der Umstand nicht dafür, dafs die Samenerzeugung bei den verschiedenen Pflanzen eine recht verschiedene war. Selten hatten alle Früchte die normale Anzahl der Steine entwickelt, viele Blüten zeigten oft gar keinen Samenansatz. Trotzdem wurden im heurigen Frühjahr an einer Anzahl Blüten Kastrationsversuche gemacht. Die Pflanzen ertragen das Entfernen der Staubblätter ganz leicht, ebenso das Abreifsen der Griffel. Von all den Blüten, die kastriert wurden, zeigte aber keine eine Samenbildung. Sie blieben eine Zeitlang frisch und grün; auch nachdem die Blumenkrone abgefallen war, waren die Fruchtknoten noch lebenskräftig, zeigten aber kein weiteres Wachstum und trockneten schliefslich ein, während die befruchteten Exemplare wenigstens zum Teile Samen ansetzten.

Zusammenfassung und Stellung von Adoxa im System.

Die vergleichende Entwicklungsgeschichte von Adoxa und Chrysosplenium zeigt, dafs beide nicht verwandt sein können und im System nicht zusammengestellt werden dürfen. Die Gründe sind folgende:

1. Die Keimung beider Pflanzen stimmt in keinem Punkte überein.
2. Die Ähnlichkeit bezüglich der Vegetationsorgane ist eine rein äufserliche, sie wird bedingt dadurch, dafs beide Pflanzen Frühlingspflanzen sind, oft an einem Standort vorkommen und durch die Zartheit ihrer Blätter und Stengel ausgezeichnet sind.
3. Die Anatomie ergibt Verschiedenheiten; die Spaltöffnungen entstehen bei Adoxa direkt und liegen nicht in Gruppen, bei Chrysosplenium erst nach einigen Zellteilungen und sind in Gruppen vereinigt. Adoxa zeigt keine Gerbstoffidioblasten, die bei Chrysosplenium sehr zahlreich sind. Der blühende Stengel von Adoxa hat keinen Zentralzylinder, wohl der von Chrysosplenium.
4. Die Blüten von Adoxa haben nur einen Staminalkreis, der Kreis von Honigdrüsen ist nicht als Staminalkreis aufzufassen. Chrysosplenium hat obdiplostemone Blüten mit zwei Staminalkreisen. Bei Adoxa fällt die Blumenkrone mit den Staubblättern im ganzen ab, bei Chrysosplenium bleiben Perigon und Staubblätter stehen.
5. Das Gynäceum von Adoxa besteht aus fünf Karpellen, in jedem Fache eine Samenanlage, die innenwandig (intrors) ist, die Frucht ist eine Steinfrucht. Chrysosplenium hat zwei Karpelle mit vielen anatropen Samenanlagen, die Frucht ist eine Kapsel.
6. Die Samenanlage von Adoxa hat ein dickes Integument, einen einschichtigen bald verschwindenden Nucellus, keine Schichtzellen, ein wenn auch nicht typisch ausgebildetes Tapetum. Synergiden und Antipoden werden nicht ausgebildet, die Endospermbildung erfolgt durch freie Kernteilung, die Kerne sind im Embryosack gleichmäfsig verteilt. Das Ei erhält sich längere Zeit ungeteilt. Die Samenanlage von Chrysosplenium hat zwei Integumente, grofsen Nucellus, der längere Zeit erhalten bleibt, Schichtzellen. Der Eiapparat hat Synergiden und Antipoden, erstere auffallend grofs. Die Endospermbildung erfolgt nach dem zentripetalen Typus, die Embryobildung setzt sofort nach der Befruchtung ein.

Kurz mag auch noch die Frage geprüft sein, ob irgend eine Berechtigung vorhanden ist, Adoxa zu den Araliaceen zu stellen. Die kleinen meist gelblichgrünen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blüten der Araliaceen ähneln denen von Adoxa etwas. Sie sind in Kelch, Krone, Andröceum und Gynäceum fünfzählig, die Griffel sind frei. In jedem Fruchtfach ist meist eine Samenanlage vorhanden, diese ist aber nicht wie bei Adoxa anatrop-apotrop, sondern anatrop-epitrop, was nicht nur für die Araliaceae, sondern für die ganze Gruppe der Umbelliflorae bezeichnend ist. Dann ist die Krone der Araliaceae freiblätterig, ihre Astivation meist klappig; sehr charakteristisch ist ferner der um den Grund der Griffel liegende oberständige Diskus. Der Blütenstand ist meist eine Dolde. Anatomisch ist besonders die Anwesenheit schizogener Sekretbehälter zu bemerken, die keinem Vertreter der Familie fehlen. Die Samenentwicklung, wie sie Ducamp (9.) angibt, zeigt keinerlei Analogien mit der von Adoxa, der reife Same ist meist durch ruminates Endosperm ausgezeichnet. Was insbesondere die Ähnlichkeit der Vegetationsorgane von Adoxa und Panax trifoliata anbelangt, so ist diese nur äufserlich. Die Blätter beider Pflanzen weisen keine auffallende Ähnlichkeit auf, das unterirdische System von Panax, das nach Drude dem Rhizom von Adoxa gleichen soll, ist kein Rhizom, sondern eine Pfahlwurzel. Endlich ist die Frucht von Panax keine Steinfrucht, sondern eine Beere.

Es bedarf wohl keiner weiteren Interpretation dieser Befunde, um zu beweisen, dafs Adoxa auf keinen Fall mit den Araliaceen etwas gemein hat. Vielmehr mufs Adoxa aus der Reihe der Choripetalen genommen werden, denn sie erweist sich als sympetale Pflanze aus einigen Gründen, die kurz zusammengefafst sein sollen.

1. Adoxa besitzt eine verwachsenblätterige Blumenkrone, die mit den Staubblättern abfällt.
2. Die anatrop-apotrope Samenanlage ist für viele Sympetalen die Regel.
3. Die Samenanlage zeigt einen kleinen, vergänglichen Nucellus, das Archespor liegt direkt unter der Epidermis.
4. Bezeichnend ist das eine dicke Integument.
5. Es ist ein wenn auch nicht ganz typisch ausgebildetes Tapetum vorhanden.

Unter den Sympetalen sind es insbesondere die Caprifoliaceae, speziell Sambucus, in deren Reihe Adoxa gestellt werden mufs. Der Bau des Gynäceums und der Frucht, die Entwicklung der Samenanlage, die Gestaltung des Eiapparates, die Bildung des Endosperms berechtigen hiezu. Allerdings weicht der Blütenbau von Adoxa von dem der Sambucusblüte ab, indem das unpaare Kelchblatt nach vorne liegt. Auch die Spaltung der Staubblätter, sowie der Blütenstand sind abweichend.

Ebenso ist der Gesamthabitus von Adoxa ein ganz anderer. Eine anatomische Ähnlichkeit ist nur darin gegeben, dafs das Blatt von Adoxa und Sambucus Armpalisaden hat.

Demgemäfs ist Adoxa keine Saxifragee, sondern eine Sympetale. Am besten ist es, sie in einer eigenen Familie der Adoxaceae zu belassen und diese den Caprifoliaceae anzugliedern.

Literaturverzeichnis.

1. Baillon M. H., Sur l'organisation des Adoxa. Bull. mens. de la soc. Linn. de Paris 1878.
2. — —, Histoire des plantes. 1880.
3. Borodin J., Zur vergleichenden Anatomie der Chrysosplenium-Blätter. Bot. Ztrbl. 1884, 19, p. 291.
4. Braun A., Über Adoxa. Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Provinz Brandenburg. 1875.
5. — —, Das Individuum der Pflanze. 1853.
6. Coulter J. M. and Chamberlain C. J., Morphology of Angiosperms. 1903.
7. Drude O., Über die verwandtschaftlichen Beziehungen von Adoxa zu Chrysosplenium und Panax. Bot. Jahrb. V.
8. — —, Über die natürliche Verwandtschaft von Adoxa und Chrysosplenium. Bot. Ztg. 1879.
9. Ducamp L., Recherches sur l'embryogenie des Araliacées. Ann. d. sc. nat. VIII, Ser. 15, 1902.
10. Eichler A. W., Blütendiagramme. 1875.
11. Engler und Prantl, Pflanzenfamilien. III, IV.
12. Engler A., Über epidermale Schlauchzellen, beobachtet bei den Saxifragen der Sektion Cymbalaria. Bot. Ztg. 1871.
13. Fritsch K., Die Gattungen der Caprifoliaceen. Bot. Zentralbl., 50. Bd., 1892.
14. Giltay E., Über Abnormitäten in den Blüten von Adoxa Moschatellina. Nederlandsch kruidkundig Archief, 2 Ser. III, 4, 1882.
15. Goebel K., Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Ztg. 1880.
16. Guttenberg H. R. v., Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von Adoxa Moschatellina. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXIII, 1905.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

17. Hegelmaier F., Zur Entwicklungsgeschichte endospermatischer Gewebekörper. Bot. Ztg. 1886.
18. Hofmeister W., Neue Beobachtungen über Embryobildung d. Phanerogamen. Jahrb. f. wiss. Bot. I.
19. Jönsson B., Om embryosäckens utweckling hos Angiospermerna. Acta Univ. Lund. T. XVI.
20. — —, Polyembryonie hos Trifolium pratense. Bot. Zentralbl. 16, 1883.
21. Lagerberg, Torsten, Organografiska Studier öfver Adoxa Moschatellina L. Arkiv för Botanik. Bd. 3, 1904.
22. Marat M. L., Remarque sur la place de l'Adoxa Moschatellina dans la classification. Journ. d. Bot. II, 1888.
23. Novak Th., Beiträge zur Morphologie und Anatomie von Adoxa Moschatellina. Ref. von Němec im Bot. Zentralbl. XC, 1902.
24. — —, Über den Blütenbau der Adoxa Moschatellina. Österr. bot. Zeitschr. Nr. 1, 1904.
25. Payer, Traité d'organogénie comparée de la fleur.
26. Roeper, Die Stellung der Frucht ist von der Stellung des vorhergehenden Organenkreises der Blume abhängig. Bot. Ztg. 1846.
27. Schacht H., Über Pflanzenbefruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot. I.
28. Schenk, Mifsbildungen bei Adoxa Moschatellina. Flora 1849.
29. Schwere, Zur Entwicklungsgeschichte der Frucht von Taraxacum officinale. Flora 82. 1896.
30. Solereder H., Systematische Anatomie der Dikotylen. Stuttgart. 1899.
31. Strasburger, Befruchtung und Zellteilung. Jena. 1877.
32. Tieghem M. Ph. v., Anatomie de la Moschatelline. (Adoxa Moschatellina.) Bull. d. l. Soc. bot. de France XXVII, 1880.
33. Vesque J., Sur le sac embryonnaire. Ann. des scienc. nat. 1878.
34. Warming E., De l'ovule. Ann. des scienc. nat. 1878.
35. Wydler H., Zur Kenntnis einheimischer Gewächse. Flora 1860.
36. — —, Morphologische Mitteilungen. 4. Adoxa Moschatellina. Bot. Ztg. 1844.
37. — —, Berichtigungen zu den morphologischen Mitteilungen. Bot. Ztg. 1844.
38. — —, Über Adoxa Moschatellina. Flora 1850.
39. — —, Über Adoxa Moschatellina in Berner Mitteilungen 1871, p. 262.

Mehrere neue Varietäten des genus Rosa.[1]

Von **Jos. Schnetz**, Kgl. Gymnasiallehrer in München.

R. canina L. Formenkreis transitoria nov. var. Vollmanniana[2]) Schnetz. *Aculei e deducta basi curvati. Stipulae in margine glandulis ciliatae. Petioli dense breviter-pilosi, ± glandulosi, aculeolati. Foliola mediocria, ovata vel late ovata, nonnunquam paene rotunda, in apice acuta (vel infimi paris saepe obtusiuscula), ad basin breviter angustata, subtus glaucescentia, lateralia petiolulata. Serratura superiorum foliolorum irregulariter simplex, inferiorum composita. Bracteae (appendice excepto) aeque longae quam pedunculi. Pedunculi ca. 1cm longi, pilosuli. Flores solitarii vel 2—3 aggregati, saturate rosei. Styli plus minus, saepe dense pilosi. Sepala reflexa. Receptacula fructifera globosa.* Mayental. 1905.

Ich habe diese hübsche, durch hervorstechende Merkmale ausgezeichnete Rose in unseren „Mitteilungen" II. Bd. Nr. 4 p. 62 mit der *var. medioxima Déségl.* identifiziert. Wiewohl sie mit dieser manche Ähnlichkeit hat, so kam ich doch, nachdem ich sie im August 1907 wieder aufgesucht hatte, von dieser Auffassung ab: dagegen sprechen die unregelmäfsig einfach gesägten oberen Blättchen und die ± behaarten Griffel.

R. subcanina sens. ampl. nov. var. Schwertschlageri[3]) Schnetz. v^2z^2. ♄ ca. 1,5 m. *Aculei curvati. Stipulae et bracteae in margine et in nervo auriculi glandulosae. Petioli glandulosi. Foliola ovata vel late-ovata, ad basin interdum paulum angustata, subtus pallidius viridia, irregulariter biserrata, in nervo mediano et sparsim in nervis secundariis glandulis subfoliaribus praedita. Pedunculi breves. Styli lanati. Sepala patentia vel partim reflexa, exteriora glandulis ciliata. Receptacula fructifera ovoidea*

---

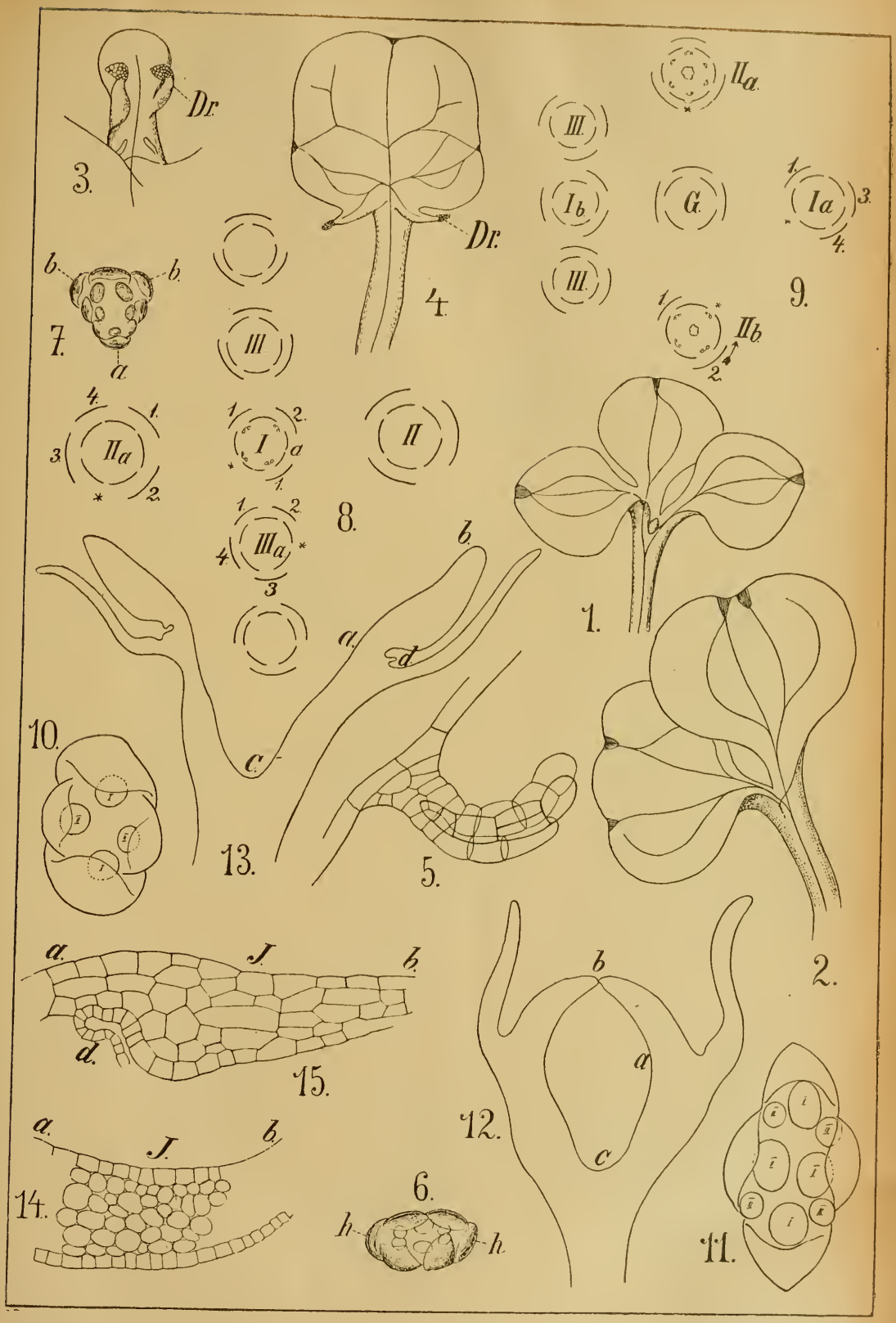
1) Sie wurden sämtlich von mir bei Münnerstadt gefunden. Da meine „Rosenflora von Münnerstadt" (s. Mitt. II. Bd. p. 45—47 u. p. 61—62) auch in dieser Nummer wegen zu grofsen Umfanges nicht bis zum Schlufs hätte aufgenommen werden können, eine weitere Verzettelung aber den Zweck der Arbeit, einen Überblick über Vorkommen und Verteilung der Rosen im genannten Gebiete zu geben, beeinträchtigen würde, so hebe ich einstweilen als Gegenstand von mehr selbständiger Bedeutung einige Neuheiten aus dieser Zusammenstellung heraus.

2) Zu Ehren des Vorsitzenden der Bayer. Bot. Gesellschaft, meines Freundes Prof. Dr. Vollmann, so genannt.

3) Zu Ehren des Herrn Lyzealprofessors Dr. J. Schwertschlager-Eichstätt so genannt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

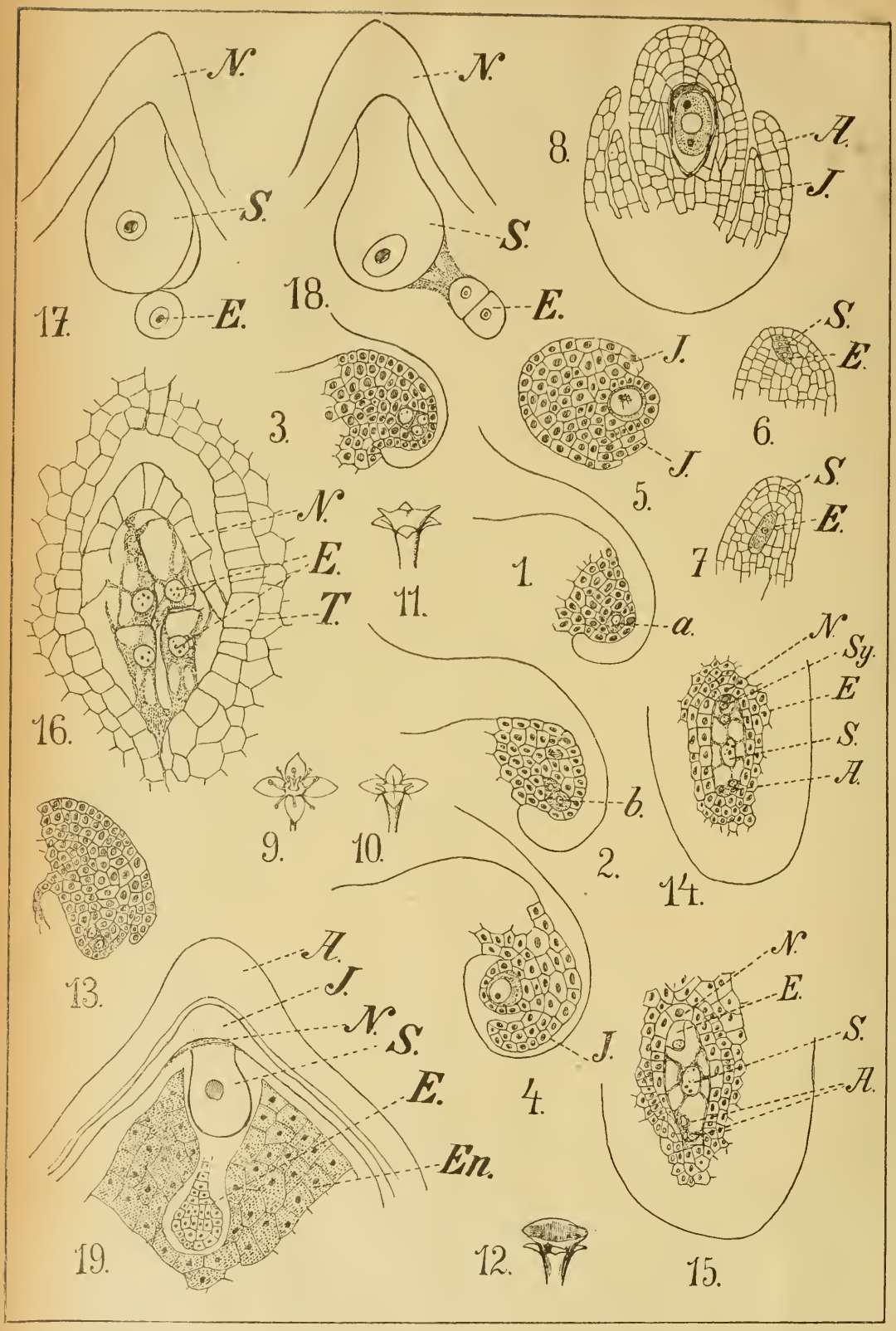
Tafel I.



del. Eichinger.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

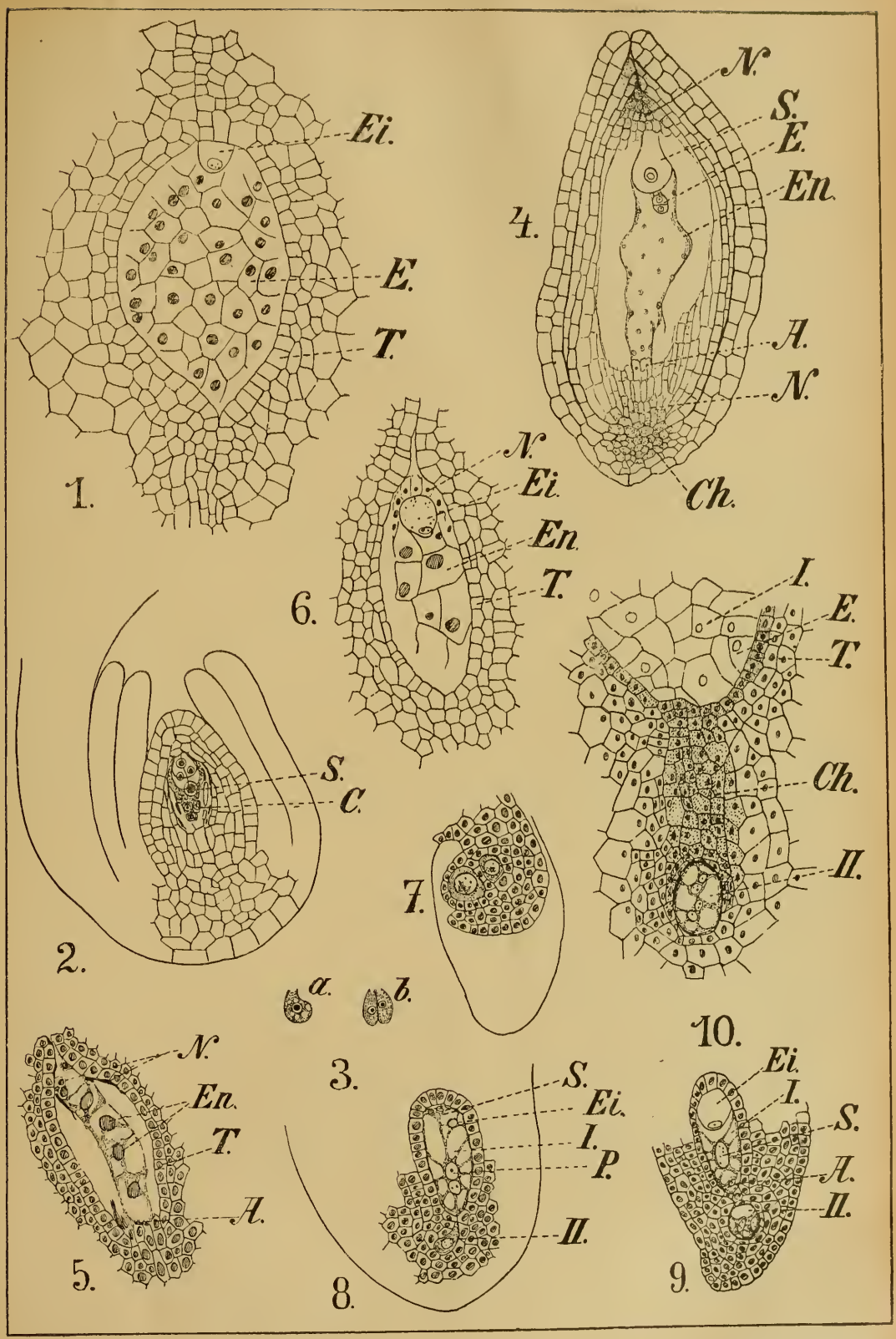
Tafel II.



del. Eichinger.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel III.



del. Eichinger.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Figurenerklärung.

Tafel I.

1. Chrysosplenium alternifolium, tricotyle Form.
2. C. a., Anfang einer tetracotylen Form.
3, 4. C. a., junge Laubblätter. *Dr* = Drüsenzipfel mit Drüsen.
5. C. a., Drüse von einer jungen Blüte.
6. Adoxa Moschatellina, junge Endblüte. *h* = Kelchbl.
7. A. M., junge Seitenbl. *bb* = Vorbl., *a* = Deckbl.
8, 9. A. M., siebenblüt. Köpfchen. S. Text.
10, 11. Chrysosplenium rosulare, Entwicklung der Blüte.
12. Chrysosplenium alternifolium, geschlossene Kapsel im Längsschnitt.
13. C. a., geöffnete Kapsel im Längsschnitt.
14. C. a., Teil der Wand der geschlossenen Kapsel vergröfsert.
15. C. a., Teil der Wand der geöffneten Kapsel vergröfsert. *J* = Innenwand.

Tafel II.

1. u. 2. Adoxa Moschatellina, Entwicklung der Samenanlage. *a* = Archespor, *b* Zweiteilung.
3. A. M., der Kern der oberen Zelle hat sich geteilt.
4. A. M., junge Samenanlage mit Embryosackzelle. *J* = Integument.
5. A. M., Samenanlage quer mit Embryosackzelle. *J* = Integument.
6. u. 7. Chrysosplenium alternifolium, Abgliederung der Schichtzellen. *S* = Schichtzellen, *E* = Embryosackzelle.
8. C. a., junge Samenanlage. Im Embryosack sind zwei Polkerne vorhanden. *A* = äufseres, *J* = inneres Integument.
9, 10, 11 u. 12. C. a., Entwicklung der Frucht.
13. Sambucus nigra, junge Samenanlage, etwas schief getroffen. Das Archespor hat eine Zelle nach oben abgegeben.
14. Adoxa Moschatellina, Anlage des Eiapparates. *N* = Nucellus, *Sy* = Synergiden, *E* = Eikern, *S* = sekundärer Embryosackkern, *A* = Antipoden.
15. A. M., Anlage des Eiapparates. *N* = Nucellus, *E* = Ei, *S* = sekundärer Embryosackkern, *A* = Antipoden.
16. A. M., Endospermbildung, Eizelle nicht getroffen. *N* = Nucellus, *E* = Endospermkerne, *T* = Tapete.
17, 18. Chrysosplenium alternifolium, Synergide mit ungeteiltem Ei und Synergide mit Embryo. *N* = Nucellus, *S* = Synergide, *E* = Ei bzw. Embryo.
19. C. a., oberer Teil der Samenanlage. *A* = äufseres, *I* = inneres Integument, *N* = Nucellarkappe, *S* = Synergide, *E* = Embryo, *En* = Endosperm.

Tafel III.

1. Adoxa Moschatellina, Embryosack. *Ei* = Eizelle, *E* = Endosperm, *T* = Tapete.
2. Chrysosplenium alternifolium, Samenanlage mit Eiapparat. *C* = Antipoden, *S* = sekundärer Embryosackkern.
3. C. a., *a* = Eizelle, *b* = Synergiden (vergr.).
4. C. a., Samenanlage nach der Befruchtung. *N* = Nucellus, *S* = Synergide, *E* = Embryo, *En* = Endosperm, *A* = Antipoden, *Ch* = Chalaza.
5. Sambucus nigra, Endospermbildung. *N* = Nucellusreste, *En* = Endospermkerne, *T* = Tapete, *A* = Antipodenreste.
6. S. n., Embryosack. *N* = Nucellusrest, Ei = Eizelle, *En* = Endosperm, *T* = Tapete.
7. Adoxa Moschatellina, junge Samenanlage mit zwei Embryosäcken.
8. A. M., Samenanlage mit zwei Embryosäcken. I. Normaler Embryosack: *S* = Synergidenkerne, *Ei* = Eikern, *P* = Polkerne. II. Zweiter Embryosack.
9. A. M., Samenanlage mit zwei Embryosäcken. I. Normaler Embryosack: *Ei* = Eizelle, *S* = sekundärer Embryosackkern, *A* = Antipodenrest. II. Zweiter Embryosack.
10. A. M., Samenanlage mit zwei Embryosäcken. I. Normaler Embryosack: *E* = Endosperm, *T* = Tapete *Ch* = Chalazaregion. II. Zweiter Embryosack.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 2_1908

Autor(en)/Author(s): Eichinger Alfons

Artikel/Article: Wissenschaftliche Mitteilungen. Vergleichende Entwicklungsgeschichte von Adoxa und Chrysosplenium. (Schlufs.) 81-95