

Das weitere Schicksal meiner isolierten weiblichen *Mercurialis annua*-Pflanzen.

Von

Eduard Strasburger.

Mit 1 Tafel.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Nach fünfmonatlicher Kultur in einem abgeschlossenen Gewächshause, und zwar einem Vermehrungshause, fing eine Anzahl meiner isolierten weiblichen Pflanzen von *Mercurialis annua* an, abständig zu werden. Diese Pflanzen hatten bis dahin endlose Mengen weiblicher Blüten erzeugt. Alle diese Blüten waren der Reihe nach abgestorben, auch jene vereinzelt unter ihnen, deren Fruchtknoten zuvor ein wenig angeschwollen, und die infolgedessen zeitweilig die Hoffnung erweckten, daß sie sich zur Frucht- und Samenbildung anschicken wollten. Einen Topf mit vier kräftigen, noch völlig gesunden weiblichen Pflanzen ließ ich, nachdem sie vier Monate abgeschieden gelebt hatten, in ein anderes Gewächshaus, unser Kakteenhaus, überführen, wo ich ihnen eine Anzahl stäubender männlicher Individuen zugesellte. Es war das Anfang September vorigen Jahres. Die bestäubten weiblichen Pflanzen setzten alsbald reichlich an und lieferten damit den Beweis, daß sie durch ihren langen Aufenthalt in dem Vermehrungshause, zu ungewohnter Vegetationszeit, ihre Fähigkeit zu normaler Fortpflanzung nicht eingebüßt hatten. Über das alles habe ich bereits im VII. Heft meiner Histologischen Beiträge¹⁾ berichtet und ich bringe es nur ins Gedächtnis zurück, um mit dem weiteren anzuknüpfen.

So auch möchte ich daran erinnern, daß meine isolierten weiblichen Exemplare von *Melandrium rubrum* nur insoweit

¹⁾ Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts Apogamie, Parthenogenese und Reduktionsteilung, 1909, S. 29, 35.

Samen produzierten, als sie bestäubt worden waren und daß die weiblichen Stöcke von *Cannabis sativa* die ich abgeschlossen hielt, steril blieben.

Die entgegengesetzten Erfolge W. Krügers¹⁾ mit isolierten weiblichen Pflanzen derselben Arten suchte ich mir vorläufig durch die Annahme zu erklären, daß diese Weibchen vereinzelt, unbeachtet gebliebene männliche oder hermaphrodite Blüten erzeugt hätten. Der entsprechende Passus im VII. Heft meiner Histologischen Beiträge²⁾ lautet: »so erscheint mir vorläufig die Annahme, daß die Krügerschen Pflanzen vereinzelt männliche, bezw. hermaphrodite Blüten trugen, die meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben«. Ich verwies an gleicher Stelle auf die Angabe in O. Penzigs Pflanzenteratologie, daß bei *Mercurialis annua* »sehr häufig monöcische Exemplare gefunden worden« sind, auch hermaphrodite Blüten »gar nicht selten« bei dieser Pflanze vorkommen, und daß nicht minder monöcische Formen und hermaphrodite Blüten »gar nicht selten« bei *Cannabis sativa* zur Beobachtung gelangten.

Die von W. Krüger gemachte interessante Angabe³⁾, daß aus den Samenkörnern die seine isolierten weiblichen *Mercurialis*- und *Cannabis*-Pflanzen produzierten, nur weibliche Individuen hervorgingen, suchte ich aus dem durch C. Correns⁴⁾ kargelegten Vererbungsregeln abzuleiten, den zufolge Samenanlagen von Weibchen die mit dem Pollen am weiblichen Stock erzeugter Staubblätter befruchtet wurden, nur wieder ebensolche Weibchen liefern durften.

Zudem glaubte ich bei dem jetzigen Stand der histologischen Forschung den Wunsch äußern zu müssen⁵⁾, daß fernere Angaben über »Parthenogenesis« im Pflanzenreich durch mikroskopische Prüfung gedeckt werden.

Die sämtlichen weiblichen Individuen meiner *Cannabis*-Kul-

¹⁾ Über ungeschlechtliche Fortpflanzung und das Entstehen weiblicher Individuen durch Samen ohne Befruchtung bei *Mercurialis annua* und anderen diöcischen Pflanzen, Ber. d. Deutsch. bot. Gesell., 1908, S. 333.

²⁾ S. 38.

³⁾ a. a. O. S. 337, 341.

⁴⁾ Ich verweise auf die entsprechenden Citate im VII. Heft meiner Histologischen Beiträge S. 38 und 39.

⁵⁾ a. a. O. S. 32.

turen starben im Laufe des Monats Januar, also nach halbjähriger Existenz ab, ohne Frucht und Samen anzusetzen. Offenbar hatte ich eine *Cannabis*-Rasse in Kultur, die nicht zu Gynomonöcie neigte. Meine Anfrage bei Haage und Schmidt in Erfurt, ob es dieser Firma möglich sei, mich mit Samen von Nachkommen jener «Thüringer Hanfsorte» zu versorgen, die sie an C. Fisch zu seinen in den Jahren 1885 und 1886 angestellten Versuchen¹⁾ geliefert hatte, wurde verneinend beantwortet. So muß ich es zunächst anderen überlassen zu prüfen, ob meine Vermutung²⁾, daß das auffällige Verhältnis von 154,24 Weibchen zu 100 Männchen, zu welchem C. Fisch bei der Zählung von 66327 Hanfpflanzen gelangte, dadurch bedingt war, daß er mit einer Rasse operierte die viel Gynomonöcisten enthielt, in Tatsachen ihre Bestätigung findet. Nehmen wir das Vorhandensein zahlreicher Gynomonöcisten in in den Kulturen von C. Fisch an, so würden sie, sich mit eigenem Pollen oder untereinander befruchtend, Pflanzen geliefert haben, die bei den Zählungen den Weibchen zugute kamen.

Es schien, daß auch meine weiblichen Stöcke von *Mercurialis annua* nicht einer Rasse angehören, die sich zur Bildung männlicher Geschlechtsprodukte bewegen läßt, da sie bei kräftigem Wuchs, der ansehnlichen Höhe von 85 cm, überreicher Bildung weiblicher Blüten, keinen Fruchtansatz zeigten. Auch nach Ablauf von fünf Monaten bekam ich nur abgewelkte Blüten, allenfalls schwach angeschwollene taube Fruchtanlagen zu sehen. Da stellte sich Mitte Januar, also fünf und ein halb Monate nach der Aussaat an einer der isolierten Pflanzen eine Mehrzahl von Fruchtsätzen ein. Es war die vorderste der fünf Pflanzen, in dem zu vorderst stehenden Topfe und an ihr außerdem der vorderste aller Zweige der diese Fruchtanlage trug. Sie zeigten sich ziemlich gleichmäßig an seiner nach außen gekehrten Seite verteilt. Ich suchte die Pflanze sorgfältigst auf männliche Blüten ab, doch vergebens. Damit traten alle die alten Fragen an mich wieder heran, um

¹⁾ Über die Zahlenverhältnisse der Geschlechter beim Hanf, Ber. d. Deutsch. bot. Gesell. 1887, S. 145.

²⁾ a. a. O. S. 40.

³⁾ a. a. O. S. 34.

welchen Vorgang es sich wohl bei dieser Pflanze handeln könne. Da männliche Individuen von *Mercurialis annua* sehr viel Pollen erzeugen, dieser zudem ganz normal ist, da die Kerne dieser Pflanzen nur wenig Chromosomen führen, während Geschlechtsverlust meist mit Chromosomenreichtum sich vereint zeigt, so mußte mich das früher schon gegen die Wahrscheinlichkeit von Eiapogamie bei *Mercurialis* stimmen. Viel eher konnten solche Befunde wie sie die Untersuchung dieser Pflanzen ergeben hatte, mit Adventivkeimbildung zusammen gehen. Ich suchte daher nach Polyembryom an dem in Betracht kommenden Exemplar, mußte aber feststellen, daß insofern als seine angeschwollenen Fruchtknoten sich als fertil erwiesen, sie stets nur einen einzigen Keim von völlig normalem Aussehen und an völlig normaler Ansatzstelle in den Samenanlagen führten. Ich glaubte schließlich nicht anders als annehmen zu müssen, daß ich die zufällige Bestäubung dieses weiblichen *Mercurialis*zweiges vollzogen hätte. Diese Möglichkeit schien zulässig, da ich tatsächlich einmal, nachdem ich die blühenden männlichen Pflanzen im Kakteenhause auf ihren Duft¹⁾ geprüft hatte, mich, ohne die bis dahin geübten Vorsichtsmaßregeln einzuhalten, in das Vermehrungshaus begab, um nochmals festzustellen, daß auch bei lichtem Sonnenschein die weiblichen Blüten geruchlos bleiben. Bei der Annahme einer solchen Fehlerquelle hätte ich mich wohl beruhigen können, hätten nicht einige Wochen später die vier anderen im nämlichen Topf befindlichen weiblichen Stöcke mit Fruchtsatz begonnen. Schließlich folgten nach einiger Zeit auch die fünf Pflanzen im anderen Topfe mit der gleichen Erscheinung nach. Der Fruchtsatz war an diesen neun Pflanzen aber wesentlich schwächer als am vorderen Ast der ersten Pflanze, auch zeigten sich die Fruchtsanlagen merklich anders verteilt, sie bevorzugten die oberen Teile der Blütenstände. Ähnlich verhielt es sich auch mit dem Fruchtsatz den die hinteren Äste der ersten Pflanze aufwiesen.

Und nun gelang es auch männliche Blüten an diesen Pflanzen festzustellen. Ihre Zahl war äußerst gering, so daß es die größte Mühe kostete, sie zu entdecken. Erst Anfang

¹⁾ a. a. O. S. 36.

April stellten sie sich häufiger in den Blütenständen ein, und ließen sich nun unschwer auffinden. Hierauf starben diese Pflanzen rasch ab. Fast durchweg standen die männlichen Blüten dieser zuvor rein weiblichen Individuen den an männlichen Pflanzen erzeugten an Größe nach. Während man an kräftigen männlichen Stöcken gegen 20 Staubblätter in den Blüten anzutreffen pflegt, sank hier deren Zahl meist unter 12, konnte sogar bis auf 2 zurückgehen. Da in einer Anthere bis gegen 1000 Pollenkörner erzeugt werden können, so wird immerhin die von jeder noch so kleinen Blüte ausgehende Wirkung, zum mindesten in Hinblick auf alle gegebenen Möglichkeiten, keine geringe sein. Nichts ist andererseits leichter als die ersten männlichen Blüten die vereinzelt in den Knäueln der weiblichen Blüten aufgetaucht sind, zu übersehen. Denn jede männliche Blüte die sich öffnet, entleert sofort den trockenen Pollen aus ihren Antheren. Dieser Pollen fällt hinab auf tiefer gelegene Teile der Pflanze und wird durch den geringsten Luftzug verstäubt. Dazu kommt, daß die männliche Blüte schon am nächsten Tage schrumpft und durch die anschwellenden benachbarten Blütenknospen abgestoßen wird. Nach ihr wird man somit vergeblich suchen, wenn man durch Anschwellung der Fruchtknoten angeregt, seine Nachforschungen beginnt. Zudem scheint mir aus meinen Beobachtungen zu folgen, daß stattgehabte reichlichere Bestäubung eine weitere Bildung männlicher Blüten am weiblichen Stock so lange sistiert, als sich nicht ein neues Bedürfnis nach ihnen einstellt. Der Vorgang könnte dadurch eine gewisse Periodicität erlangen.

Wie ein ganz kürzlich in dem am 29. April d. J. ausgegebenen Hefte der Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft erschienener Aufsatz von Georg Bitter¹⁾ lehrt, war Georg Bitter schon früher zu der Überzeugung gelangt, daß die Fertilität isolierter weiblicher Stöcke von *Mercurialis annua* auf männliche an ihnen erzeugte Blüten zurückzuführen sei.

Selbstverständlich kann trotzdem die Frage noch immer aufgeworfen werden, ob es auch bei den W. Krügerschen Pflanzen sich so verhielt. Daß dort die Samenbildung ohne

¹⁾ Zur Frage der Geschlechtsbestimmung von *Mercurialis annua* durch Isolation weiblicher Pflanzen. S. 120.

Beteiligung männlicher Blüten vor sich gegangen sein sollte, dürfte nunmehr freilich recht unwahrscheinlich erscheinen. Allein man soll auch nicht vergessen, daß Adventivkeimbildung für mehrere andere Euphorbiaceen nachgewiesen ist. Dahin gehört vor allem das klassische Beispiel der *Caelebogyne*, jetzt *Alchornea, ilicifolia*. Alexander Braun berichtet aus älterer Literatur je über einen Ausnahmefall mit zwei Keimlingen bei *Euphorbia platyphyllos* und *E. helioscopia*, die freilich beide durch andere Ursachen als Adventivkeimbildung, wie sich jetzt annehmen läßt¹⁾, verursacht waren. Hingegen stellte F. Hegelmeier einen sicheren Fall von polyembryonaler Adventivkeimbildung für *Euphorbia dulcis* fest²⁾. Bei dieser Pflanze, die habituelle Polyembryonie aufweist, hat zugleich der Pollen gelitten, so daß nur ein Drittel, ja unter Umständen ein Fünfzehntel der Körner, nach F. Hegelmeier³⁾ als tauglich gelten kann. *Mercurialis annua* weist nun ähnliches für ihren Pollen nicht auf. Doch das wäre an sich auch noch nicht entscheidend, da es sich bei ihr allenfalls doch nur um fakultative Adventivkeimbildung handeln könnte. Zudem sind selbst habituell polyembryonale Gewächse, so beispielsweise *Evonymus latifolius*, den Alexander Braun als »vortreffliche« Pflanze in Hinblick auf seine polyembryonalen Fähigkeiten bezeichnet⁴⁾, mit durchaus normalem Pollen versehen. Das könnte auch anders nicht sein, da *Evonymus europaeus*, wie ich vor mehr denn dreißig Jahren schon fand⁵⁾, zu denjenigen polyembryonalen Gewächsen gehört, deren Ei befruchtet werden muß, bevor sie zur Adventivkeimbildung aus Nuzellarzellen schreiten. Ähnlich fand ich es damals auch schon bei *Funkia ovata*, *Nothoscordum fragrans* und *Citrusarten* vor⁷⁾.

1) Über Polyembryonie und Keimung von *Caelebogyne*. Abh. der Berl. Akad. d. Wiss. von 1859. 1860 S. 156.

2) Vgl. F. Hegelmeier, über einen neuen Fall von habitueller Polyembryonie, Ber. d. Deutsch. bot. Gesell. 1901 S. 488, ist Polyembryonie bei den beiden genannten *Euphorbia*-Arten nicht begegnet. Vgl. S. 496, 497.

3) In dem soeben angeführten Aufsatz, S. 488.

4) a. a. O. S. 494.

5) Über Polyembryonie usw. S. 156.

6) Über Polyembryonie, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XII, 1878, S. 659.

7) In demselben Aufsatz S. 648, 650, 652 u. 662.

Wie ich das bereits erwähnte, fällt der *Mercurialis*pollen aus den aufgesprungenen Antheren der entfaltetten Blüten gleich heraus. Er mag bei diesem Vorgang schon, wie weiterhin durch Verwehung, eine Anzahl weiblicher Blüten der eigenen gynomonöcisch gewordenen Pflanze, so wie anderer benachbarter rein weiblich gebliebener, oder ebenfalls schon zur Gynomonöcie übergegangener Stöcke bestäuben. Außerdem kann der auf tiefere Teile der Pflanze niedergefallene Blütenstaub durch kleine Ameisen, die stets auf unseren Pflanzen emsig auf der Suche nach Blattläusen waren, auf die großen gefiederten Narben der weiblichen Blüten verschleppt werden. Georg Bitter¹⁾ hat auch beobachtet, daß sich die Ameisen an den tröpfchenausscheidenden pfriemlichen Nektarien, die in Zweifzahl innerhalb der weiblichen Blüten mit den Karpiden abwechseln, vorhanden sind, zu schaffen machen. Ich kann das bestätigen. So mögen denn diese Nektarien, auf welche F. E. Weiß schon nachdrücklich hingewiesen hatte²⁾, doch nicht ganz nutzlos für die Bestäubung sein, wenn auch nicht für eine Bestäubung durch Fliegen, da letztere, wie Fr. Hildebrand betont, nur männliche *Mercurialis*pflanzen umschwärmen, weibliche nie besuchen³⁾.

Auch Georg Bitter stellte fest, daß die durch den Pollen vereinzelt an ihnen aufgetretener männlicher Blüten befruchteten weiblichen Individuen fast ausschließlich nur wieder Weibchen produzierten. Er gibt als Ergebnis seiner Aussaaten an: 146♂:2♂ — 69♂:3♂ — 104♂:4♂ — 105♂:1♂ — 70♂:0♂ — 37♂:0♂ — 53♂:1♂ — 110♂:10♂ — also insgesamt 723♂:21♂. Diese Angaben kamen mir sehr willkommen, weil sie mir die Durchführung noch weiter auszudehnender Versuche ersparen. In dem feuchten Vermehrungsraum waren die Bedingungen einem normalen Ausreifen der *Mercurialis*samen nicht günstig. Die große Mehrzahl der Früchte blieb taub, und zwar nicht — wie ich mehrfach feststellen konnte — weil Partenokarpie vorlag, sondern weil die befruchtete Samenanlage

¹⁾ a. a. O. S. 123.

²⁾ Die Blütenbiologie von *Mercurialis*, Ber. d. Deutsch. bot. Gesell. 1906, S. 504.

³⁾ Einige weitere biologische Beobachtungen, Beihefte zum bot. Centralbl., Bd. XXIV, I. Abt. 1908, S. 83.

weiterhin schrumpfte. Von den ausgereiften Samen wurde eine größere Zahl der Untersuchung geopfert, die feststellen sollte, daß der reife Same der isolierten weiblichen Pflanze stets nur einen Keim führe. Der Rest der geernteten Samen wurde ausgesät, ergab im ganzen aber nur 16 Pflänzchen. Die Keimung erfolgte erst nach etwa 6 Wochen, im Gegensatz zu der Keimung von Samen derselben Art die unter normalen Verhältnissen reiften, und die nach etwa 10 Tagen aufzugehen pflegen. Von den 16 Pflänzchen waren 14 weibliche und 2 männliche. Ob die beiden Männchen der gynomonöcischen Bestäubung oder einer Bestäubung mit Pollen männlicher Pflanzen, die als mögliche Fehlerquelle zuvor erörtert wurde, entstammten, muß unentschieden bleiben. Für alle Fälle blieb das weibliche Geschlecht in den erzielten Nachkommen siebenmal so stark wie das männliche vertreten.

Sehr lehrreich war das Verhalten der fünf Pflanzen jenes Topfes den ich Ende November in das Kakteenhaus überführt hatte und dort mit dem Pollen männlicher Individuen bestäubte. In dieser kühleren und trockneren Gewächshause gedieh die *Mercurialis annua* sichtlich gut und produzierte reife Samen, die in dem Maße als die Pflanzen sie austreuten, auf untergelegter Gaze gesammelt wurden. Die männlichen Pflanzen hatten nur so lange als es die wiederholt vorgenommene Bestäubung erheischte, in der Nähe der weiblichen geweiht. Sie wurden hierauf nicht nur aus dem Gewächshause entfernt, sondern auch für ihre Vernichtung Sorge getragen. Aus den geernteten Samen, die schon nach acht Tagen zu keimen begannen, erwachsen 71 Nachkommen, davon 40 Weibchen und 31 Männchen. Also dieselben weiblichen Individuen, die isoliert gehalten, nur, oder fast nur weibliche Nachkommenschaft geliefert hätten, ergaben mit den Pollen männlicher Individuen bestäubt, nicht auffallend viel mehr Weibchen als Männchen.

Am 2. März waren die letzten Samen von diesen bestäubten Pflanzen geerntet worden. Anderweitige Fruchtanlagen an ihnen fehlten. Denn alle nach der Entfernung der männlichen Pflanzen an den Weibchen entfalteten Blüten schrumpften ohne anzusetzen. Das hielt so bis Anfang April an, bis zu dem Augenblick, so läßt sich annehmen, wo eine Ansammlung be-

stimmter Stoffe in den Pflanzen die Bildung vereinzelter männlicher Blüten an ihnen, in ähnlicher Weise wie zuvor an den nie bestäubten Weibchen des Vermehrungshauses, auslöste. Diese männlichen Blüten gelang es wiederholt an ihnen nachzuweisen. Die Fruchtanlagen, die an den Zweigen sichtbar wurden, zeigten sich annähernd ebenso an ihnen verteilt, wie vorher an den Weibchen des Vermehrungshauses, nachdem diese männlichen Blüten erzeugt hatten. Ungeachtet dessen, daß auch die Pflanzen des Kakteenhauses sich zu verfärben begannen, nahmen ihre Fruchtanlagen doch an Größe zu und es ließ sich alsbald feststellen, daß sie fast durchweg fruchtbar waren. Daher ich auch annehme, daß es die zu hohe Luftfeuchtigkeit war, das die Taubwerden so vieler Fruchtanlagen in dem Vermehrungshause bedingt hatte. Stets enthielten auch diese Samen nur eine Keimanlage, von durchaus typischer Ausbildung und in ganz normaler Anheftung. Das Reifen der Samen hielt bis Ende Mai an, während das Laub der betreffenden Pflanzen immer mehr vergilbte. Mitte Juni starben die Pflanzen ab, nachdem es immerhin gelungen war, ihre Vegetationszeit über volle zehn Monate auszudehnen.

Die geernteten Samen wurden nacheinander ausgesät. Ihre Gesamtzahl betrug 907. Davon keimten 148, also 16,3 %, eine Zahl, die nicht als zu gering gelten darf, wenn man den Alterszustand der Pflanzen berücksichtigt, welche den Samen lieferten. Die Nachkommen waren sämtlich weiblich, also der Ausfall des Versuches so rein, wie man es nur wünschen konnte. Dabei handelte es sich um die Nachkommen der nämlichen weiblichen Individuen, die bei ihrer Bestäubung mit dem Pollen männlicher Stöcke 31 Männchen auf 40 Weibchen geliefert hatten.

Da die isolierten weiblichen Individuen von *Mercurialis annua* sowohl in den von Georg Bitter angestellten Versuchen, als auch in den meinigen, männliche Blüten erzeugt haben, und sich wohl annehmen läßt, daß sie das in den W. Krügerschen Versuchen ebenfalls taten, so erweckt das die Vorstellung, als wenn die weiblichen Vertreter dieser Spezies überhaupt zu einer solchen Leistung befähigt wären. Georg Bitter äußert sich zu dieser Frage wie folgt¹⁾: »Für

¹⁾ a. a. O. S. 124.

die Existenz rein weiblicher Pflanzen bei *Mercurialis annua*, d. h. solcher, welche die ominösen, versteckten männlichen Einzelblüten, die nun schon mehreren Forschern die Versuchsergebnisse arg getrübt haben, nicht besitzen, scheinen mir nach meinen Erfahrungen zur Zeit keine Anhaltspunkte vorzuliegen. Aussaaten aus verschiedenen botanischen Gärten, die ich an von meinen Isolationsversuchen weit entfernten Orten anstellte, ergaben nur negative Resultate.« — Das Verhalten meiner isolierten weiblichen *Mercurialis*pflanzen mußte mich zu der Auffassung führen, daß es das Unterbleiben der Frucht- und Samenbildung ist, welche das normaldiöcische *Mercurialis*weibchen bestimmt, männliche Blüten zu erzeugen. Wäre dem anders, so hätten die Weibchen meiner Kultur nicht über fünf Monate auf die Bildung der ersten männlichen Blüten zu warten gebraucht. Es mag aber sein, daß eine durch Generationen fortgesetzte zufällige oder beabsichtigte Isolierung der Weibchen, und die durch eine solche immer wieder ausgelöste Bildung männlicher Blüten, schließlich zur Entstehung ausgeprägt gynomonöcischer Rassen der *Mercurialis annua* führen könnte. So haben, nach W. Krügers Abbildungen¹⁾ zu urteilen, seine isolierten *Mercurialis*weibchen schon auf weit jüngeren Entwicklungsstadien als die meinigen fruktifiziert. Es ließen sich Umstände denken, die ähnliche Erscheinungen auch in der freien Natur begünstigen könnten. Ob mein Gedankengang zutrifft, würde sich durch entsprechende Kulturen prüfen lassen.

Auffällig ist, daß sich auch jene meiner isolierten *Mercurialis*weibchen zur Bildung männlicher Blüten noch befähigt zeigten, die zuvor infolge einer normalen Bestäubung durch Männchen fruktifiziert hatten. Sonst pflegen ja Vorgänge, die in gewissem Sinne diesen entsprechen, so die Auslösung der Parthenokarpie, wie das besonders E. Ewert²⁾ und auch Fr. No11³⁾ erwiesen, bei Pflanzen, die an sich zu derartiger Fruchtbildung neigen, zu unterbleiben, wenn diese zuvor einige

¹⁾ a. a. O. S. 336.

²⁾ Ich zitiere hier nach Hans Fitting, Entwicklungsgeschichtliche Probleme der Fruchtbildung, Biol. Centralbl. Bd. XXIX, 1900. S. 202.

³⁾ Fruchtbildung ohne vorangegangene Bestäubung (Parthenokarpie) bei der Gurke, Stzb. d. Niederrh. Gesell. für Natur- und Heilkunde in Bonn, 1902, S. 157.

Früchte infolge von Bestäubung angesetzt haben. In dem Falle unserer *Mercurialis annua* ist wohl anzunehmen, daß die Fruchtbildung, die an ihr infolge eingeschränkter Bestäubung erfolgte nicht genügte, um das gesamte Fruchtungsbedürfnis der Pflanze zu sättigen.

Georg Bitter hebt hervor, daß die Ergebnisse seiner Versuche auch insofern mit denen W. Krügers nicht übereinstimmen, als er von seinen isolierten *Mercurialis*-Weibchen nicht ausschließlich weibliche Nachkommenschaft, vielmehr etwa 2,8% Männchen erhielt. Doch haben tatsächlich auch einige der G. Bitterschen Aussaaten nur Weibchen geliefert, der Zufall es daher wohl fügen konnte, daß ein solches Ergebnis bei Krüger ganz allgemein sich einstellte. C. Correns¹⁾ Versuche mit polygamen, sowohl rein weibliche als auch gynomonöcische Individuen aufweisenden Pflanzenarten, die ich seinerzeit heranzog²⁾ um mir die rein weibliche Nachkommenschaft der isolierten Krügerschen *Mercurialis*-Weibchen zu erklären, lassen auch das Auftreten der wenigen Prozente der männlichen Nachkommen, wie sie aus verschiedenen Bitterschen Aussaaten hervorgingen, zu. Eine rein weibliche, oder doch zur Versuchszeit noch rein weibliche *Mercurialis*-Pflanze mit dem Pollen einer gynomonöcisch gewordenen befruchtet, würde wohl nur Weibchen erzeugen, während die mit eigenem Pollen oder dem eines anderen gynomonöcisch gewordenen Individuum bestäubten Gynomonözisten, auch Männchen den Ursprung zu geben vermöchten. Eigentlich ist der Prozentsatz der männlichen Nachkommen der gynomonöcischen *Mercurialis*-Pflanzen auch in jenen Zahlen, welche die G. Bitterschen Kulturen darboten, auffällig klein, was dadurch bedingt sein könnte, daß die Neigung zur Gynomonöcie bei der weiblichen *Mercurialis* immerhin nur schwach wäre, und vielleicht stets einer Auslösung bedürfe, die erst beim Unterbleiben rechtzeitiger Fruchtbildung sich einstellt. Wie es aber kommt, daß bei einer solchen angiospermen Pflanze der Pollen männlicher Blüten, die aus einem weiblichen Diöcisten hervorgingen, es nur ausnahms-

¹⁾ Ich will hier nur auf C. Correns' die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen, 1907, S. 38, verweisen.

²⁾ a. a. O. S. 38.

weise vermag, die weibliche Tendenz der Eier zu besiegen, während es doch, nach Correns¹⁾ und Noll²⁾, die Hälfte der Pollenkörner eines männlichen Diöcisten sonst tut, kann ich mir sehr wohl auf Grund der theoretischen Betrachtungen erklären, die ich über die Phylogenie der Sexualität phanerogamer Sporophyten neuerdings angestellt habe³⁾. Der phanerogame weibliche Diöcist verdankt sein Geschlecht dem mit weiblicher Tendenz ausgestatteten Ei und einem mit geschwächter männlicher Tendenz versehenen Pollenkorn. Bringen es bestimmte Bedingungen mit sich, daß sich dessen ungeachtet die männliche Tendenz an dem weiblichen Individuum in der Bildung einzelner männlicher Blüten Geltung verschafft, so ist sie ihrem Ursprung nach dennoch schwach. Auch wenn hierauf aus der Teilung der Pollenmutterzellen solcher Blüten eine Hälfte der Pollenkörner mit gestärkter männlicher Tendenz hervorgeht, so bleibt diese gegen die Norm doch zurück, so daß sie der weiblichen Tendenz der allermeisten Eier unterliegt.

So lange an meinen isolierten Weibchen der *Mercurialis annua* kein Fruchtsatz sich gezeigt hatte, sah ich mich nicht veranlaßt, Material von ihnen für weitere Untersuchung zu fixieren. Das geschah mit dem Augenblicke, wo die Fruchtbildung merklich vortrat. Zunächst wurden entsprechende Entwicklungszustände den Exemplaren des Vermehrungshauses entnommen, dann auch jenen des Kakteenhauses, als diese, nachdem ich sie von den Männchen getrennt hatte, sich entschlossen, zum zweiten Mal zu fruktifizieren.

In meinem, die vermeintliche Parthenogenesis von *Mercurialis annua* behandelnden Aufsatz der Histologischen Beiträge⁴⁾ gab ich bereits an, daß die Pollenmutterzellen dieser Pflanze in ihrer Reduktionsspindel 7 Gemini führen. Es dürfte am Platze sein, jetzt das Bild zu veröffentlichen. Unsere Fig. 10, Tafel 4 führt

¹⁾ Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen 1907.

²⁾ Versuche über die Bestimmung des Geschlechtes bei diöcischen Pflanzen, Stzber. d. Niederrh. Gesell. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn, Naturwiss. Abt. 1907. S. 80.

³⁾ Histol. Beitr. Heft VII, 1909, S. 12 ff.

⁴⁾ a. a. O. S. 34.

es vor. Es ist der nämliche Typus der Ausgestaltung wie ihn etwa die kürzlich von mir untersuchten, normal geschlechtlichen Thymeläaceen aufwiesen¹⁾. Eine Polansicht der Reduktionskernplatte, Fig. 11, läßt eine leichte Zählung der Gemini zu. Nicht minder leicht ist es in den Anaphasen des ersten Teilungsschnittes (Fig. 12), diese Zahl zu bestimmen.

Die theoretisch zu erwartende Zahl der Chromosomen in der vegetativen Sphäre des Sporophyts ist demgemäß 14. Am besten ist es stets für solche Feststellungen der vegetativen, diploiden Chromosomenzahl sich an entsprechend fixierte Wurzelspitzen zu wenden, die in kräftigem Wachstum begriffen waren. In Fig. 4, Tafel 4 sind zwei aufeinanderfolgende Pleromzellen aus dem medianen Längsschnitt einer solchen Wurzelspitze zu sehen, von denen die obere eine Kernspindel in Seitenansicht, die untere eine Kernplatte in Polansicht vorführen. Man wird im allgemeinen in den Polansichten der Kernplatten die verlangten 14 Chromosomen abzählen können, auch mehr oder weniger deutlich ihre Gruppierung zu Paaren bemerken. Die ruhenden Kerne solcher Wurzelspitzen führen einen einzigen großen, stark tingierbaren Nukleolus, außerdem nur ein zartes, schwach sich färbendes Netzwerk. Anders in den Vegetationspunkten und allem sonstigen embryonalen Gewebe der Blütenregion. Die stark färbbare Substanz der Kerne ist dort in eine Anzahl nicht so großer Körner zusammengeballt, die ziemlich gleichmäßig an der Kernwandung verteilt sich zeigen und deren man im allgemeinen 7 bis 14 antrifft. Diese Substanzansammlungen markieren Chromosomen, beziehungsweise Chromosomenpaare. Ich stelle sie in zwei Figuren vor, die beiden Tapetenzellen des Pollenfaches entnommen sind, deren Kerne in diesem Falle sich nicht durch Teilung vermehren. In Fig. 8, Tafel 4 sind 7 Körner der genannten Art an der Kernwandung verteilt. Sie wurden sämtlich, bei wechselnder Einstellung, in das Bild eingetragen. In Fig. 9 ist ihre Zahl bedeutender, und zwar läßt sich aus ihrer Anordnung und Größe erkennen, daß es zum Teil Paare kleiner Körner sind, die ein größeres Korn der Fig. 8 vertreten. Die Zahl der Körner mag unter Umständen auch weniger als 7 betragen, wenn noch weitere Substanzver-

¹⁾ Dasselbst Fig. 70 Taf. III.

schmelzungen stattgefunden haben. Der Durchmesser der einzelnen Körner pflegt dann im Verhältnis zuzunehmen. Während der Prophasen sondern sich aber bei *Mercurialis annua* die Chromosomen für gewöhnlich in voller Zahl und verteilt sich demgemäß die färbbare Substanz auf sie. Das zeigen die Kernspindeln Fig. 5 und 6, die den Vegetationskegeln der Blütenstände entnommen sind. Es kann aber auch die Trennung der Chromosomen im Teilungsvorgang unter Umständen weniger vollkommen sein. Einen besonders interessanten Fall traf ich gelegentlich in dem Nuzellus einer jungen Samenanlage vor. Er zeigte in der Anaphase die Chromosomen zu Paaren vereinigt, so daß man beiderseits genau 7 solcher Elemente erblicken konnte (Fig. 7). Die Zahl der Verbindungsfäden zwischen beiden Tochterkernanlagen war auf die gleiche Zahl beschränkt. Es dürften doch wohl homologe Chromosomen gewesen sein, die sich hier so zu Paaren vereinigt hatten, wie denn auch in den ruhenden Kernen die chromatische Substanz von je zwei homologen Chromosomen hier dazu neigt, je ein stark tingierbares Korn zu bilden. Das scheint mir angetan auch einige Streiflichter auf die Paarungen von »Prochromosomen« in den Prophasen der Reduktionsteilung zu werfen, wie sie erst neuerdings wieder J. B. Overton¹⁾, O. Rosenberg²⁾ und H. Lundegårdh³⁾ schildern.

Die weiblichen Blüten der *Mercurialis annua* bilden bekanntlich Wickeln, die geknäuelte in den Achseln der Laubblätter stehen. Die männlichen Blüten, die meine isolierten weiblichen Pflanzen produzierten, nahmen meist die Scheitelregion der weiblichen Wickel ein; sie konnten auch tiefer an ihnen stehen; öfters wurden sie als eine seriale Beiknospe in der Achsel zwischen dem Laubblatt und der weiblichen Blütenwickel, auch wohl zwischen dieser und der Tragachse ausgebildet. Diese verschiedenen Fälle stellen die Figuren 1 bis 3 dar, die

¹⁾ On the Organisation of the Nuclei in the Pollen Mother-cells of certain Plants, with especial Reference to the Permanence of the Chromosomes, Ann. of Bot. Vol. XXIII, 1909, S. 19.

²⁾ Zur Kenntnis von den Tetradenteilungen der Compositen, Svensk Botanisk Tidskrift B. 3, 1909, S. 64.

³⁾ Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger dicotyler Pflanzen, daselbst S. 78.

ich bei 15 facher Lupenvergrößerung gezeichnet habe. Die Zahl der Staubblätter war, wie ich bereits erwähnte, in diesen männlichen Blüten öfters stark reduziert, die Antheren aber gut ausgebildet und ihr Pollen völlig normal.

Die Embryosackmutterzelle wird ziemlich tief in dem Gewebe des Nuzellus ausgebildet, nachdem die Archesporzelle eine größere Zahl von Schichtzellen abgegliedert hat. Wie die Fig. 13 und 14, Tafel 4, zeigen, ging auch in meinen isolierten weiblichen *Mercurialis*-Pflanzen, die in die Fruchtbildung eingetreten waren, der Kern der Embryosackmutterzelle in die Reduktionsteilung ein. Die Fig. 13b zeigt ihn in Synapsis, die Fig. 14 in Diakinese. Ist letztere erreicht, so lassen sich 7 Gemini an der Kernwandung abzählen. Ihr Bau ist genau derselbe wie in den Pollenmutterzellen. Die Reduktionsteilung der Embryosackmutterzelle liefert eine größere untere und eine kleinere obere Zelle. Nur die größere untere wiederholt die Teilung, so daß eine Reihe von drei Zellen entsteht, von denen auch jetzt die unterste die größte ist. Ein im wesentlichen zutreffendes Bild dieses Zustandes hatte einst schon J. Vesque¹⁾ entworfen, so eigenartig er sich auch sonst die anderweitigen Entwicklungsvorgänge in den Embryosackanlagen der Angiospermen zurechtlegte. Auch für *Ricinus communis* bildete L. Guignard drei an der Embryosackmutterzelle hervorgegangene Zellen ab²⁾, und läßt er nach der ersten Teilung nur die untere Zelle die Teilung wiederholen³⁾. Die beiden oberen der aus der Embryosackmutterzelle hervorgegangenen Zellen werden alsbald durch die untere verdrängt (Fig. 15). In letzterer spielen sich die in den angiospermen Embryosackanlagen üblichen Kernteilungen ab. Ich begnüge mich in Fig. 16 den Zustand wiederzugeben, der im oberen und unteren Ende der Embryosackanlage je zwei Kerne zeigt. Die Fig. 17 führt den fertigen Embryosack vor. Seine Polkerne sind in Verschmelzung begriffen; die Antipoden

1) Auf Taf. 18 in Fig. 18 der 6 Serie der Ann. d. sc. nat. Bot. 1879. Nouvelles recherches sur le développement du sac embryonnaire des Phanerogames angiospermes, S. 338.

2) Revue des sciences naturelles 3eme Série, Montpellier, 1882 Bd. I, Taf. XII, Fig. 115, 116.

3) Dasselbst S. 39.

sind klein, ohne Membranhüllung und dem baldigen Untergang geweiht; der Eiapparat hat gewohnten Bau.

Während die Embryosackanlage die über ihr befindlichen Zellen zu verdrängen beginnt, stellen sich Teilungen in der Epidermis am Scheitel des Nucellus ein. So wächst der Nucellus in eine Spitze aus, die weiterhin die Mikropyle im inneren Integument ganz ausfüllt. Die Mikropyle im äußeren Integument ist der aus radial gestreckten Zellen aufgebauten, der Ansatzstelle des Funiculus aufsitzenden Caruncula entgegengerückt. Bei 15 facher Lupenvergrößerung stellt sich der mediane Längsschnitt durch den Fruchtknoten auf diesem Entwicklungszustand so dar, wie es unsere Fig. 18 Tafel 4 vorführt.

Schnitte, die durch die pfriemlichen Nektarien gingen, zeigen, daß deren Köpfchen der Bau secernierender Drüsen durchaus zukommt. Die gestreckten, strahlig angeordneten Zellen, welche die Anschwellung der Köpfchen veranlassen, sind durch große inhaltsreiche Kerne ausgezeichnet.

In allen den Samenanlagen, die nicht befruchtet werden, und das ist die große Zahl, macht der Embryosack eine bestimmte Veränderung durch. Er nimmt im allgemeinen dabei an Größe etwas zu. An den Synergiden seines Eiapparats werden homogene Kappen auffällig, die im unteren Teile Streifung zeigen. Sie stellen eine bedeutende Anschwellung der zuvor nur schwach entwickelten Fadenapparate vor (Fig. 19, Tafel 4). Der Inhalt des ganzen Eiapparates wird körnig-faserig, die Synergidenkerne rücken in den unteren Teil ihrer Zellen (Fig. 19, 20a). Auch der sekundäre Embryosackkern schwillt an und wird trübe (Fig. 20b); die Antipoden sind kaum mehr als solche kenntlich (Fig. 19). Dann geht die Samenanlage zu Grunde.

Es leuchtet ein, daß es bei dem immerhin nur geringen Prozentsatz der in Keimbildung eintretenden Blüten, des Zusammenwirkens besonders glücklicher Umstände bedarf, damit der Befruchtungsaugenblick in einem Präparat abgefaßt werde. Es gelang mir das auch nur in ganz vereinzelt Fällen, von denen ein Fall in dem Bilde Fig. 21 festgehalten wurde. Die Pollenschlauchspitze ist oben an der linken Synergide zu sehen, deren Inhalt stark lichtbrechend erscheint und sich intensiv färbte; die rechte Synergide ist wenig verändert. Spermakern und

Eikern sind verschmolzen, die verschieden großen Kernkörperchen beider Kerne noch getrennt. Der Endospermkern befindet sich im Spindelstadium. Aus dem Vergleich mit absichtlich bestäubten Blüten wäre zu schließen, daß Pollen etwa 48 Stunden zuvor auf die Narbe dieser Blüte gelangte.

Georg Bitter gibt an, daß sich mehrfach Pollenkörner auf den Narben seiner isolierten weiblichen *Mercurialis*-Pflanzen bei mikroskopischer Betrachtung nachweisen ließen¹⁾. Ich konnte in einer größeren Anzahl von Fällen auch die Schlauchbildung aus solchen Pollenkörnern nachweisen. Die Fig. 22 führt diese Erscheinung vor.

In Fig. 23 ist eine junge Keimanlage dargestellt. Ich habe eine große Zahl solcher Keimanlagen auf Kernteilungen durchsucht. Die in Fig. 26 vorgeführte Kernspindel und in Fig. 27 abgebildete Telophase lehren, daß die Kerne der Keimanlagen diploid sind. Dieser Feststellung kam hier der Umstand zu gute, daß die Chromosomen meist getrennt in den Teilungsbildern vortraten.

Umrasch in einer größeren Anzahl von Fällen feststellen zu können, daß nur je ein Keim in den Samenanlagen entsteht und stets die Lage des zuvorigen Eies einnimmt, griff ich zu der einst in vormikrotomischen Zeiten von mir geübten Methode des Schneidens zwischen Daumen und Zeigefinger zurück. Einen solchen Schnitt, der eine Keimanlage führte, die ihre beiden Kotyledonen eben vorzuwölben begann, habe ich bis 15facher Vergrößerung in Fig. 25 dargestellt. Adventivkeime traten mir in keinem einzigen Falle entgegen.

Zum Schluß füge ich auch noch das Spindelstadium eines Endosporenkerns aus einem älteren Embryosack vor bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 28). Mit andern Kernspindeln der Pflanze verglichen, läßt dieses Bild ohne Weiteres das Anwachsen der Chromosomenzahl auf das Dreifache der haploididen Generation erkennen.

Ergebnisse.

Meine isolierten weiblichen Pflanzen von *Mercurialis annua* blieben monatelang steril, bildeten hierauf vereinzelt männliche

¹⁾ a. a. O. S. 124.

Blüten aus und begannen gleichzeitig zu fruchten.

Die männlichen Blüten entleeren sofort nach dem Öffnen ihren Pollen und werden am nächsten Tage vom Stock abgestoßen, daher ihre vereinzeltere Bildung sich so leicht der Beobachtung entziehen kann.

Isolierte sterile Weibchen mit dem Pollen männlicher Individuen bestäubt, liefern männliche und weibliche Nachkommen in mehr oder weniger gleicher Anzahl.

Die mit dem Pollen von männlichen, vereinzelt an den Weibchen entstandenen, Blüten befruchteten Weibchen liefern fast ausschließlich weibliche Nachkommen.

Weibchen, die mit dem Pollen von Männchen bestäubt, fruktifiziert hatten, entschlossen sich nach erneuerter längerer Isolierung zur erneuerten Bildung vereinzelter männlicher Blüten.

Die haploide Chromosomenzahl bei *Mercurialis annua* beträgt, wie zunächst für Pollenmutterzellen festgestellt wurde, sieben.

Die diploide Generation führte 14 meist nachweisbare Chromosomen in ihren Kernen.

Auch in allen Samenanlagen isolierter Weibchen, die zu fruktifizieren beginnen, vollzieht sich die Reduktionsteilung in der Embryosackmutterzelle.

Die untere der beiden durch den ersten Teilungsschritt der Embryosackmutterzellen erzeugten Zellen wiederholt die Teilung.

Die unterste der drei Zellen verdrängt die beiden andern; sie wird zur Embryosackanlage, in der sich die für Angiospermen gewohnten weiteren Vorgänge vollziehen.

Die nicht befruchteten Samenanlagen sterben ab; das ist an den isolierten Weibchen die große Zahl.

Nur wenige Prozente der Samenanlagen entwickeln sich weiter und von ihnen läßt sich nachweisen, daß sie befruchtet worden sind.

Die Keime der Keimanlage zeigen bei der Teilung 14 Chromosomen.

Adventivkeime treten bei *Mercurialis annua* nicht auf.



Erklärung der Abbildungen.

Als Fixierungsmittel dienten Alkohol-Eisessig oder Chromosmiumessigsäure. Die Färbung wurde mit Eisenhämatoxylin oder Safranin-Gentiana-Orange vorgenommen.

Fig. 1—3. Knäuel weiblicher Blüten mit vereinzelt männlichen Blüten. In 1 die weiblichen und die männlichen, in 2 und 3 nur die männlichen Blüten bezeichnet. Die obere der rechts befindlichen weiblichen Blüten in Fig. 1 verschumpft und abgestorben, sie lag tiefer im Bilde, wurde aber bei tieferer Einstellung gezeichnet. Vergr. 3.

Fig. 4. Zwei Zellen aus dem Plerom der Wurzelspitze mit Kernspindel in Seiten- und Polansicht. Längsschnitt. Vergr. 1600.

Fig. 5 und 6. Teilungsbilder aus dem embryonalen Gewebe der weiblichen Blütenstände. In 5 die Kernspindel in Seitenansicht, in 6 in Polansicht. Vergr. 1600.

Fig. 7. Eine Anaphase im jungen Nuzellargewebe. Je zwei homologe Chromosomen zu je einem Element vereinigt. Vergr. 1600.

Fig. 8 und 9. Tapetenzellen der Antherenwandung, die chromatischen Ansammlungen im ruhenden Kern vorführend. Vergr. 1600.

Fig. 10 und 11. Reduktionskernspindeln in einer Pollenmutterzelle, in Seiten- und Polansicht. Vergr. 1600.

Fig. 12. Anaphase der Reduktionsteilung in der Pollenmutterzelle. Vergr. 1600.

Fig. 13. Embryosackmutterzelle mit Kern in Synapsis. In a mitsamt dem Nuzellus dargestellt, 400 Mal vergrößert; in b allein abgebildet, bei 1600 facher Vergrößerung.

Fig. 14. Der Embryosackmutterzellkern in Diakinese. Vergr. 1600.

Fig. 15. Die unterste der aus der Embryosackmutterzelle hervorgegangenen Zellen die beiden oberen verdrängend. Vergr. 1600.

Fig. 16. Junge Embryosackanlage mit 4 Kernen. Vergr. 400.

Fig. 17. Fertiger Embryosack. Vergr. 400.

Fig. 18. Medianer Längsschnitt durch den Fruchtknoten und die beiden Samenanlagen. Vergr. 15.

Fig. 19. Überreifer Embryosack, dessen Ei unbefruchtet blieb. Vergr. 400.

Fig. 20. Eiapparat in a und sekundärer Embryosackkern b eines ähnlichen Embryosackes wie in Fig. 19. Vergr. 400.

Fig. 21. Obere Seite eines Embryosacks kurz nach der Befruchtung. Vergr. 400.

Fig. 22. Einige Zellen einer Narbe mit gekeimtem Pollenkorn. Vergr. 400.

Fig. 23. Oberes Ende eines Embryosacks mit junger Keimanlage. Vergr. 400.

Fig. 24. Medianer Längsschnitt durch einen etwas angeschwollenen Fruchtknoten, mit einer abgestorbenen und geschrumpften Samenanlage. Darüber hatte der Mikrotomschnitt eine männliche Blüte getroffen. Vergr. 15.

Fig. 25. Frucht- und Samenbildung. In dem noch unreifen Samen ein junger Embryo, welcher beginnt, seine Keimblätter anzulegen. Vergr. 15.

Fig. 26. Kernspindel in Seitenansicht aus der Endzelle einer ganz jungen Keimanlage. Vergr. 1600.

Fig. 27. Telophase aus einer jungen Keimanlage. Vergr. 1600.

Fig. 28. Kernspindel in Seitenansicht eines noch freien Endospermkerns aus dem Wandbeleg des Embryosacks. Vergr. 1600.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Strasburger Eduard

Artikel/Article: [Das weitere Schicksal meiner isolierten weiblichen Mercurialis annua-Pflanzen. 507-525](#)