

Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung *Rumex*.

Von

F r a n z R o t h

in Münstereifel.

Mit Tafel 1.

Keimbildung ohne vorhergegangene Befruchtung wurde im letzten Jahrzehnt für eine größere Menge höherer Pflanzen nachgewiesen. Die Untersuchungen ergeben fast einheitlich die Tatsache, daß apogame Entwicklung meist nach erfolgtem Geschlechtsverlust wie bei *Alchimilla*¹⁾, *Taraxacum*²⁾ und *Hieracium*³⁾ einsetzt, des weitern, wenn

1) Murbeck, Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchimilla*. Lunds Univertitets Årsskrift, Bd. 36, Afdelen. 2, Nr. 7. kongl. Fysiografiska Söllskapets Handlingar, Bd. 11, Nr. 7. Lund 1901.

Strasburger, Die Apogamie der Eualchimillen und allgemeine Gesichtspunkte, die sich aus ihr ergeben. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLI, Heft 1. Leipzig 1904.

2) Raunkiaer, Arkiv för Botanik. Bd. 2, Nr. 4.

Juel, Kimdanelse uden Befrugtning hos Maelkebötte (*Taraxacum*). Bot. Tidsskrift Bd. Köbenhavn 1903.

Juel, Die Tetradenteilung in der Samenanlage von *Taraxacum*. Arkiv för Botanik, Bd. 2, 1904.

Juel, Die Tetradenteilungen bei *Taraxacum* und anderen Cichorieen. Kungl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 39, Nr. 4. 1905.

3) Ostenfeld og Raunkiaer, Kastreringsforsög med *Hieracium* og andre *Cichorieae*. Bot. Tidsskrift. Köbenhavn. 25, 1903

die Befruchtung unmöglich geworden ist durch Verwachsung oder Verstopfung der Mikropyle wie bei *Elatostema*¹⁾ und *Wikstroemia*²⁾, und endlich dann, wenn die Befruchtung erschwert, bez. unmöglich wurde durch Diöcie oder das fast völlige Fehlen des männlichen Geschlechtes, wie dies bei *Thalictrum*³⁾, *Bryonia*⁴⁾, *Antennaria*⁵⁾, *Balanophora*⁶⁾ und *Chara*⁷⁾ der Fall ist.

„Apogame Fortpflanzung stellt sich wie Strasburger⁸⁾ bemerkt, als Aushilfe in bestimmten Fällen ein“, wenn auch die sterilen Bastarde zeigen, „daß durch Geschlechtsverlust als solchen nicht immer Apogamie ausgelöst zu werden braucht.“

Ostenfeld, Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 22, 1904.

Ostenfeld, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Fruchtentwicklung bei der Gattung *Hieracium*. Ibid. 22, 1904.

Murbeck, Parthenogenese bei den Gattungen *Taraxacum* und *Hieracium*. Botaniska Notiser. 1904.

Rosenberg, Über Embryobildung in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1906.

1) Treub, L'Apogamie de l'*Elatostema acuminatum* Brongn. Ann. du Jard. Bot. d. Buitenzorg 2. S., V. 1905.

2) Winkler, Über Parthenogenesis bei *Wikstroemia indica* (L.) C. A. Mey. Bot. Untersuchungen aus Buitenzorg II. Ann. du Jard. Bot. d. Buitenzorg 2. S., V. 1905.

3) J. B. Overton, Über Parthenogenesis bei *Thalictrum purpurascens*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1904.

4) Bitter, Abh. d. Nat. Ver. Bremen 18. 1904.

5) Juel, Parthenogenesis bei *Antennaria alpina* R. Br. Bot. Centralblatt Bd. 74. 1898.

Juel, Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 33, Nr. 5. 1900.

Treub, L'organe femelle et l'apogamie de *Balanophora elongata*. Ann. du Jard. Bot. d. Buitenzorg. Bd. XV. 1898.

6) Lotsy, *Balanophora globosa* Jungh. Ann. du Jard. Bot. d. Buitenzorg 2. S., I. 1899.

7) A. de Bary, Zur Keimungsgeschichte der Charen. Bot. Zeitung. 1875.

8) l. c. S. 152 und S. 159.

Auch die Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Individuen führt nicht notwendig zur apogamen Fortpflanzung, zu der die nächsten Verwandten befähigt sind. So fand Juel¹⁾, daß *Antennaria dioica*, Overton²⁾, daß *Thalictrum dioicum* durchaus auf Befruchtung angewiesen ist. Immerhin ist aber ein beträchtlicher Teil apogamer Pflanzen durch Diöcie wohl veranlaßt zu einer solchen Fortpflanzung gekommen, und es schien deshalb aussichtsreich, diöcische Pflanzen auf die Art ihrer Keimentwicklung hin zu untersuchen. Die geschlechtlich stark differenzierte Familie der Polygonaceen ging ich zu diesem Zwecke durch und wählte zur genaueren Untersuchung die Gattung *Rumex*, die neben äußerstem Formenreichtum auch zahlreiche diöcische Arten aufweist.

Monographisch ist die Gattung *Rumex* schon von Campdera³⁾ bearbeitet worden, und ausführlicher finden wir sie auch dargestellt von Meisner⁴⁾ unter den *Polygonaceae* in De Candolle's Prodrömus; sie wurde in neuerer Zeit leider in eingehender Gesamtdarstellung nicht behandelt, und ich war, wollte ich einzelne Arten genauer studieren, auf die weithin verstreute Literatur lokal begrenzter Arbeiten und einzelner Notizen über *Rumex* angewiesen. Jedem, der sich genauer mit dieser Gattung beschäftigt hat, wird der überaus große Formenreichtum aufgefallen sein, den man hier antrifft. Damit hängt freilich auch die Schwierigkeit zusammen, die sich einer systematischen Gesamtdarstellung bietet. Es vergeht bis heute fast kein Jahr, daß nicht neue *Rumex*-formen — selbst von unserer einheimischen Flora — beschrieben werden. Diese Gestaltenmannigfaltigkeit ließ meine Arbeit ja als besonders verlockend erscheinen, weil ich hoffen konnte, Anhalts-

1) l. c.

2) l. c.

3) F. Campdera, Monographie des *Rumex*. Précédée de quelques vues générales sur la famille des Polygonées. Paris 1819.

4) De Candolle, Prodrömus systematis naturalis regni vegetabilis Pars XIV, Parisiis MDCCCLVI.

punkte zur Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung zu gewinnen.

Die Gattung *Rumex* zerfällt in die zwei¹⁾ Sectionen *Lapathum* und *Acetosa*, die sich ziemlich scharf von einander abheben. So interessant systematisch die Unterschiede dieser beiden Gruppen im allgemeinen sind, so im besondern die geschlechtliche Differenzierung; sie ist merkwürdigerweise wenig untersucht, und es wird ihr auch bei neuern zusammenfassenden Arbeiten selten die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt, obschon sie auch systematisch in vielen Fällen ein wertvolles Kriterium abgeben könnte. Die Gruppe *Lapathum* ist charakterisiert durch das Vorherrschen der hermaphroditen Blüten, zu denen sich bisweilen auch rein weibliche gesellen, so daß wir es mit gynomonöcischen Pflanzenarten zu tun haben. In der Gruppe *Acetosa* im Gegensatze zu der vorigen herrscht die Diöcie und die Monöcie, während Arten mit hermaphroditen Blüten in der Minderzahl sind. Galt es, nach apogamen Arten zu suchen, so konnte man diese vor allen andern unter den diöcischen Arten vermuten, und *Rumex Acetosa* L., der Typus für die ganze Gruppe, gab das naheliegendste Versuchsobjekt ab.

Fast alle *Rumex*arten und somit auch *Rumex Acetosa* L. sind auf Windbestäubung angewiesen. Der Pollenstaub wird von den männlichen Pflanz in so großer Menge erzeugt, daß in den meisten Fällen wohl nur selten eine weibliche Pflanze ohne Pollen bleiben wird. Wer in unseren Breiten im Frühjahr durch die Wiesen geht, wirbelt ganze Wolken des Blütenstaubes von *Rumex Acetosa* L. auf, und es erscheinen dann meist die Bestände weiblicher Pflanzen ziemlich regelmäßig von männlichen Individuen durchsetzt. Daß die beiden Geschlechter häufiger örtlich getrennt

1) Meisner l. c. unterscheidet noch eine dritte Gruppe: *Acetosella*, die hier mit der Gruppe *Acetosa* vereint werden soll, wie das auch von U. Dammer geschieht in Engler-Prantl. Die natürl. Pflanzenfamilien III. Teil 1. Abt. a Leipzig 1893.

erscheinen, wie es auch J. B. Overton¹⁾ bei *Thalictrum purpurascens* feststellen konnte, hat ja in manchen Zufälligkeiten seinen Grund. Es hat jedoch den Anschein, daß bei *Rumex Acetosa* L. und *Rumex Acetosella* L. wenigstens an manchen Stellen die weiblichen Exemplare bedeutend zahlreicher vertreten sind, wie ich es an vielen Tausenden Exemplaren im Freien beobachten konnte. Natürlich kann ja ein männlicher Stock, der mitten zwischen weiblichen wächst, außerordentlich viele von diesen bestäuben; wenn jedoch auf große Entfernungen, wie es häufiger der Fall ist, bald das eine, bald das andere Geschlecht in reinen Beständen vorherrscht, dann liegt immerhin das Ausbleiben der Bestäubung nahe. Bei *Rumex Acetosa* L. und *Rumex Acetosella* L. tritt auch wohl wie bei andern diöcischen Pflanzen der Fall ein, daß die ersten blühenden Exemplare die weiblichen sind, wiewohl das durchaus nicht regelmäßig erfolgt. Wenn wir hiermit zusammenhalten, daß bei *Rumex Acetosa* L. Pollenkörner auf der Narbe jedenfalls nicht häufig anzutreffen sind, da auf vielen Tausenden Schnittserien niemals ein keimendes Pollenkorn gefunden wurde, so könnte dieser oberflächliche Befund auf Apogamie hinweisen. Um diese indeß sicher zu stellen, war es nötig, durch Isolationen in weitestem Umfang weibliche Blüten unter sichern Abschluß zu bringen, so daß der Zutritt von Pollen völlig ausgeschlossen war. Nur so ließ sich auf experimentellem Wege eine Gewißheit erreichen. Weibliche Pflanzen völlig abgeschlossen zur Entwicklung von Blüten zu bringen und in diesem Zustande längere Zeit zu erhalten, ist durchaus nicht so leicht. Da die Isolation der Einzelblüte ihrer Kleinheit wegen ausgeschlossen war, so konnte nur der Abschluß des Blütenstandes oder der ganzen Pflanze vorgenommen werden. Diese Isolation mußte schon in frühem Entwicklungszustande, wo die erste Blüte noch nicht auf-

1) cit. in Strasburger, Die Apogamie der Eualchimillen S. 158.

gegangen und die meisten noch nicht differenziert waren, vor sich gehen, und es war zu bedenken, ob nicht die für weiblich angesehenen Pflanzen in Wirklichkeit hermaphrodite oder männliche Blüten aufweisen konnten. In diesem Falle wäre durch die Isolation nichts erreicht, weil eine männliche Blüte imstande ist, fast alle weiblichen innerhalb des Abschlusses zu bestäuben. Dagegen ist nun zu bemerken, daß für ein einigermaßen geübtes Auge schon in den frühen Entwicklungsstadien, in denen die Isolierung vorgenommen werden muß, sich absolut sicher erkennen läßt, ob ein Individuum hermaphrodit oder rein weiblich ist. Die hermaphroditen Blüten gleichen völlig den rein männlichen und sind wie diese schon sehr früh von den weiblichen deutlich zu unterscheiden. Selbst eine einzige männliche Blüte an dem sonst weiblichen Blütenstand könnte dem aufmerksamen Beobachter nicht entgehen. Dazu kommt noch, daß die hermaphroditen Exemplare bei uns außerordentlich selten sind. Nachdem ich in den verschiedensten Gegenden des Rheinlandes viele Tausende von Exemplaren untersucht hatte, fand ich auf einer Wiese des Bonner bot. Gartens ein hermaphroditisches Exemplar, das übrigens keinen normalen Pollen ausbildete.

Bei genauer Untersuchung jedes einzelnen Blütenstandes oder jeder einzelnen Pflanze vor der Isolation durfte ich mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen, daß ich rein weibliche Pflanzen zum Abschluß von Pollen vor mir hatte. Dieser Abschluß wurde auf mannigfache Art vorgenommen.

Tubulierte Glasglocken, mit Wattepfropfen verschlossen, wurden über die ganzen Pflanzen gestülpt; sie erwiesen sich indes als wenig vorteilhaft, da die Pflanzen infolge der erhöhten Temperatur und des stark vermehrten Feuchtigkeitsgehaltes der Luft bald vergeilten und nur kümmerlich blühten. Die hier vorliegenden Bedingungen schienen auf die Blütenentwicklung hemmend zu wirken, ähnlich wie bei *Glechoma hederacea* nach Klebs¹⁾ durch ähnliche

1) Klebs, Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. S. 35 ff.

Bedingungen die Blütenbildung zum Stillstand und gar zu vegetativer Fortentwicklung gebracht werden kann. So gelang es auch Klebs unter gleichen Verhältnissen *Rumex Acetosa* L. in beständigem, vegetativen Wachstum zu erhalten.

Darauf wurde eine große Anzahl von Stöcken im abgeschlossenen Glashause gezogen; aber auch hier zeigte sich ein vorwiegend vegetatives Wachstum, schließlich vergeilten die Pflanzen, und die meisten Blüten fielen ab. Es wurden indes spärlich keimfähige Samen geerntet. Zu gleicher Zeit waren auf den Wiesen weibliche Blütenstände mit Pergamindüten isoliert worden, die mit einem Wattepfropfen absolut dicht gegen Pollen abgeschlossen waren. Hier zeigte sich nun die merkwürdige Tatsache, daß diese Blüten weitaus länger im Stadium des Blühens blieben als solche, die nicht isoliert waren. Ob in diesem Falle das Ausbleiben der Befruchtung oder auch wie vorhin die durch den Abschluß geschaffenen ungünstigen Bedingungen maßgebend gewesen sind, ließ sich noch nicht entscheiden. In den Pergamindüten erfolgte schließlich dennoch ein Samenansatz. Ungefähr die Hälfte der abgebundenen Blütenstände ergab je 3—20 keimfähige Samen. Da bei dem zuletzt angewandten Abschluß die Verhältnisse zum Blühen keineswegs die denkbar günstigsten waren, wie die häufig verkrümmte Blütenstandsachse bewies, so muß man schließen, daß unter normalen Bedingungen eine höhere Anzahl von Blüten zur Keimentwicklung ohne vorhergegangene Befruchtung befähigt ist. Um diesen Punkt noch näher zu verfolgen, mußte eine Isolierung gefunden werden, bei der die natürlichen Verhältnisse möglichst gewahrt werden. Es lag am nächsten, nach nicht einheimischen, diöcischen *Rumex*arten zu suchen, bei denen man es in der Hand hatte, nur weibliche Pflanzen heranzuziehen und daher sicher sein konnte, daß männliche Individuen nicht vorhanden waren. Stellte man bei diesen, im Freien herangezogen, Samenansatz fest, so stand freilich noch immer die Möglichkeit offen, daß durch nahe ver-

wandte Rumexarten die Bestäubung und damit die Befruchtung erfolgt sein konnte. Das scheint indeß ausgeschlossen zu sein, weil Kreuzungen bei diöcischen Rumexarten bisher in keinem einzigen Falle beobachtet werden konnten. Bastarde der zweihäusigen Rumex-Arten sind — nach Focke¹⁾ — völlig unbekannt. Dagegen gehören die zwitterigen Arten dieser Gattung zu denjenigen Pflanzen der europäischen Flora, welche die zahlreichsten Bastarde liefern. Auf dieses merkwürdige Verhalten soll später noch näher eingegangen werden.

In dem zu Kulturzwecken angebauten *Rumex hispanicus* Koch fand ich eine Species, die völlig konstant sich in festen Merkmalen von *Rumex Acetosa* L. unterscheidet, mit dem sie allerdings im ganzen große Ähnlichkeit hat. Sie blüht jedoch meist erst im Sommer und Herbst, wenn der große Flor von *Rumex Acetosa* L. vorbei ist. Schon früher hatte ich an den weiblichen Stöcken des *Rumex hispanicus* Koch reichlichen Samenansatz beobachtet. Eine Bestäubung war freilich nicht grade ausgeschlossen, aber doch sehr unwahrscheinlich, weil in weiter Entfernung keine männlichen Exemplare vorhanden waren. Auch diese Form wurde mit Pergamindüten isoliert; die Blüten setzten auch keimfähigen Samen an. Andere Exemplare wurden in einen eben gelichteten Buchenhochwald gesetzt, in dem Pflanzen von *Rumex Acetosa* L. auf weite Entfernung nicht vorhanden waren, wodurch eine Bestäubung hätte erfolgen können. Die in den Wald ausgepflanzten Exemplare von *Rumex hispanicus* Koch blühten reich und zeigten starken Samenansatz. Die zuerst entstandenen Samen erwiesen sich indes als taub, und es hatte äußerlich den Anschein, als ob nur die Samenschale gewachsen sei. Erst die mikroskopische Untersuchung ergab, daß auch bei diesen tauben Samen ein Embryo gebildet worden war, der vielleicht aus Mangel an Nahrung sein Wachstum eingestellt hatte, sonst aber völlig einem normalen Embryo

1) Focke, Die Pflanzenmischlinge. Berlin 1881. S. 346.

glich. Die später entstehenden Samen erwiesen sich fast ausschließlich als keimkräftig, — und die aus ihnen hervorgegangene Generation trug unverkennbar den Charakter von *Rumex hispanicus* Koch. Unter der Voraussetzung, daß die Samen durch Befruchtung von *Rumex Acetosa* L. entstanden wären, hätte man bei den Monohybriden oder den Dihybriden dafür Anhaltspunkte finden müssen. Davon war jedoch nichts zu finden, und es bestand die größte Wahrscheinlichkeit, daß alle bei *Rumex hispanicus* Koch entstandenen Samen ohne Befruchtung zustande gekommen waren, soweit das die beobachteten Exemplare betraf. Es ließ sich demnach hier feststellen, wieviele Samenanlagen normaler Weise bei *Rumex hispanicus* Koch zur Keimbildung befähigt waren. Gewöhnlich fanden sich an den einzelnen Blütenwirteln einer, auch wohl zwei oder drei Samen und zwar an den tiefer stehenden Blütensträußen mehr als an den oberen Zweigen. Die größte Zahl der Blüten war stets ohne Entwicklung zum Samen stehen geblieben, um nach einiger Zeit zugrunde zu gehen. Daraus geht allerdings noch nicht hervor, daß solche Blüten aus innern Gründen zur Weiterentwicklung nicht fähig waren. Das zeigt ja schon die oben erwähnte Tatsache, daß in den tauben Samen Embryonen vorgefunden wurden, die allem Anscheine nach durchaus normal erscheinen.

Auch Winkler¹⁾ konnte bei *Wikstroemia indica* (L.) C. A. Mey beobachten, daß „normaler Weise nicht alle Blüten Früchte liefern, sondern immer nur einige wenige in jeder Infloreszenz und zwar in den allermeisten Fällen die beiden untersten oder nur eine von ihnen, seltener noch eine oder mehrere der höher inserierten.“ Die naheliegende Erklärung, die Winkler gibt, trifft wohl das Richtige, es entwickeln sich auch bei andern Blütenpflanzen die unteren und daher früher entstehenden Blüten besser als die weiter oberhalb, weil den erstern mehr Nährstoffe zufließen.

1) l. c. S. 214, 215.

Für *Rumex hispanicus* Koch liegt wohl derselbe Fall vor, wenn auch hier die allerersten Blüten ihren Entwicklungsgang bis zur völligen Ausgestaltung des Samens nicht vollenden konnten.

Vergleicht man mit einem im Samen stehenden *Rumex hispanicus* Koch, der isoliert von männlichen heranwuchs, den nahe verwandten *Rumex Acetosa* L., der zwischen männlichen Individuen stand und von diesen bestäubt werden konnte, so tritt der Unterschied zwischen beiden sehr auffällig in die Erscheinung. Unter normalen Verhältnissen gehen auch bei *Rumex Acetosa* L. Samenanlagen, wie es vorhin angegeben wurde, zugrunde; man findet ihn aber trotzdem so dicht mit den reifen Samen später besetzt, als ob keine Anlage fehlgeschlagen wäre, während bei einem isoliert stehenden *Rumex hispanicus* Koch weit spärlicher Samen gebildet wurde. Das konnte darauf hinweisen, daß dort, wo so viele Samen entstehen, eine Bestäubung bzw. Befruchtung eingetreten wäre, während bei dem geringen Samenansatz eine Keimentwicklung ohne Befruchtung stattgefunden habe. Diese Frage, ob nur ein Teil der Blüten zu einer solchen Entwicklung befähigt ist, kann allein durch cytologische Befunde geklärt werden.

Fast das gleiche Ergebnis hatte die Untersuchung der Art *Rumex arifolius* All., welcher in den höheren Mittelgebirgen Europas und in den Alpen an die Stelle von *Rumex Acetosa* L. tritt. Systematisch stehen beide Arten sich außerordentlich nahe, bastardieren aber, soweit es bis jetzt bekannt ist und auch meine Versuche ergeben, niemals untereinander. Der Samenansatz war auch hier kein vollständiger. Von 20 Blüten setzten c. 4 Samen an, die keimfähig waren.

Auch die kleinste Form unserer heimischen Rumexarten, *Rumex nivalis* Hegetschw. zeigte ein ähnliches Verhalten. Diese Art ist insofern interessant, als sie sich systematisch an *Rumex arifolius* All. so enge anschließt, daß man sie vielfach als eine Form dieser Species angesehen hat. Sie weicht jedoch durch völlig konstante Merkmale

von *Rumex arifolius* All. ab und ist deshalb ganz gewiß keine Standortsvarietät, die in bedeutenderen Höhen an dessen Stelle tritt. Das geht des weitern auch aus dem lokal scharf begrenzten Vorkommen von *Rumex nivalis* Hegetschw. hervor. Er bevorzugt die östlichen Alpen und geht in der Schweiz durch Graubündten bis zum Berner-oberland, wo er schon äußerst selten wird. Ich erhielt Exemplare aus dem Alpengarten der Universität Lausanne, Pont de Nand ob Bex, in dessen Umgebung die Pflanze im Freien nirgendwo vorkommt. Professor Wilczek kultivierte in dem Garten vier weibliche Stöcke *Rumex nivalis* Hegetschw., welche alljährig nach seiner Angabe reichlich Samen bringen.

Die experimentellen Versuche zur Isolierung weiblicher Blüten dehnte ich endlich noch auf *Rumex Acetosella* L. aus, der als gemeines Ackerunkraut ja leicht zu beschaffen war. Auf den Wiesen trifft man ihn wohl niemals an und deshalb findet man ihn auf weite Strecken manchmal nicht. Da im Bonner Botanischen Garten *Rumex Acetosella* L. außerordentlich selten ist und von mir nur einmal in kümmerlichen Exemplaren aufgefunden wurde, nahm ich die Isolierung im Glashause vor, und sie war auch bei freistehenden Topfkulturen mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit gewahrt, da auf eine Entfernung von mehr als 1000 m überhaupt keine Exemplare vorkamen. Wenn man weiterhin den geschützten, von Luftzug unberührten Standort dieser Kulturen in Betracht zieht, so spricht sehr wenig für Eintreten einer Bestäubung. Der Samenansatz erfolgte bei *Rumex Acetosella* L. außerordentlich spärlich, indem auf 300 Samenanlagen ein keimfähiger Same kam. Da die Versuche zum zweiten Male geprüft dasselbe Ergebnis hatten, scheint hier nicht die Ungunst äußerer Bedingungen mitgespielt zu haben. Um so frappanter stechen von isoliert stehenden Exemplaren diejenigen ab, die man draußen auf den Feldern zwischen männlichen über und über mit Samen besetzt sieht. Die geringe Samenentwicklung bei *Rumex Acetosella* L. bei

ausgebliebener Befruchtung findet wohl in der auffallend starken vegetativen Vermehrung durch Ausläufer eine nahe-
liegende Erklärung.

Die cytologische Untersuchung mußte sich zunächst auf die Pollenbildung beziehen. Es erwies sich im Laufe der Arbeit Alkohol-Eisessig (3 Teile abs. Alkohol und 1 Teil Eisessig) als vorzügliches Fixierungsmittel für *Rumex* und war sogar hier dem Flemmingschen Gemisch noch vorzuziehen. Zunächst wurden Pollenmutterzellen von *Rumex Acetosa* L. in Schnittserien von 5 und 10 μ zerlegt. Als Färbungsmittel diente Safranin-Gentiana-Orange und Heidenhains Hämatoxylin, nach dem Verfahren, wie es in dem Bonner bot. Institut seit längerer Zeit üblich ist.

Als erstes und häufigstes Bild trat fast stets einem die Diakinese entgegen, in der die kurzen Doppelchromosomen deutlich voneinander getrennt an der Kernwand zerstreut liegen. Sie bilden in fast typischer Weise die Figuren, die von Strasburger¹⁾ und Miyake²⁾ für die Pollenmutterzellen von *Galtonia caudicans* gezeichnet und beschrieben sind. Die Zahl der Chromosomen ließ sich hier und in der Polansicht der Äquatorialplatte ohne Schwierigkeit auf 8 festlegen. (Vergl. Fig. 1 und 2.) Während man früher nur bei Monocotylen niedere Chromosomenzahlen erwartete, hat man durch die Arbeit der letzten Jahre grade bei den Dikotylen die wenigsten gefunden. So konnte Juel bei *Crepis tectorum* nur 4 Chromosomen in reduzierter Zahl beobachten. Deshalb war auch die hier gefundene, verhältnismäßig niedrige Zahl weiter nicht überraschend. Die *Rumex Acetosa* L. so nahe-
stehenden Arten *Rumex hispanicus* Koch, *Rumex arifolius* All. und *Rumex nivalis* Hegetschw. weisen genau dieselbe Zahl und Größe der Chromosomen auf und auch in der

1) Strasburger, Über Reduktionsteilung Stzber. d. Akad. der Wiss. 1904.

2) Miyake, Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monocotylen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLV, Heft 1. 1905.

Art der Kernteilung machen sie keinen Unterschied. Auf das genauere Studium der Reduktionsteilung soll hier nicht eingegangen werden.

Von den bis jetzt untersuchten *Rumex*arten macht *Rumex Acetosella* L. eine überraschende Ausnahme. Sowohl in der Diakinese wie in der Kernplatte ließen sich 16 Chromosomen bei der Teilung der Pollenmutterzelle abzählen, die an Größe um die Hälfte oder mehr hinter den Chromosomen der vorhin studierten Arten zurückbleiben (vergl. Fig. 3 und 4). Daß zwei nahe verwandte Species verschiedene Chromosomenzahl haben, hatte schon die Untersuchung zweier *Drosera*arten durch Rosenberg¹⁾ ergeben. Auch Strasburger hat bei *Alchimilla*²⁾ und Juel bei *Antennaria*³⁾ schon früher verschiedene Chromosomenzahl innerhalb derselben Gattung angegeben. Neuerdings hat auch Laibach⁴⁾ im Bonner bot. Institut gefunden, daß bei *Cruciferen* eine große Mannigfaltigkeit in der Zahl der Chromosomen herrscht.

Bei *Drosera longifolia*, die mit 20 Chromosomen in der reduzierten Zahl doppelt so viel hat wie *Drosera rotundifolia*, entsprechen nach der Annahme Strasburgers je zwei Chromosomen der ersten je einem Chromosom der zweiten Art⁵⁾. Wenn dagegen Rosenberg⁶⁾ auf die Reduktionsteilung des Bastardes hinweist, wo von den 30 vorhandenen Chromosomen je 10 sich paaren, während die übrigen 10 in der Kernhöhle verstreut ohne Anschluß

1) Rosenberg, Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1903.

2) Die Apogamie der Eualchimillen l. c. S. 94.

3) Juel, Vergl. Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gatt. *Antennaria*. K. Sv. Vet. Ak. H. Bd. 33, 1900.

4) nach mündlicher Mitteilung.

5) Strasburger, Typische und allotypische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLII, Heft 1. 1905. S. 29.

6) Rosenberg, Erblichkeitsgesetze und Chromosomen. Särtryck ur Botaniska Studier tillägnade F. R. Kjellman Uppsala. 1906.

sind, und mit Bezug auf diesen Befund behauptet, entgegen der eben angeführten Annahme entspreche bei *Drosera* je ein Chromosom der doppelzähligen je einem Chromosom der einfachzähligen Art, so ist das eben eine neue Annahme, die mit den herrschenden Ansichten über Erbllichkeit und Individualität der Chromosomen wohl nicht in Einklang zu bringen ist. Seiner Ansicht nach sind in *Drosera longifolia* konsequenter Weise nicht, wie wir das sonst annehmen, die Erbeinheiten zweimal, sondern viermal vorhanden, so daß bei der Reduktionsteilung bald die einen bald die anderen 10 Chromosomen, die immer die ganze Erbmasse enthalten, in Frage kommen. Die verschiedene Chromosomenzahl bei den ziemlich nahe verwandten Arten *Rumex Acetosa* L. und *R. Acetosella* L. luden ja natürlich dazu ein, Bastarde zwischen beiden zu untersuchen, um die Befunde Rosenbergs auch an diesem Objekt zu studieren.

Trotz vieler Mühe gelang es bis jetzt nicht, künstlich eine Hybride heranzuziehen, wie wohl dies nach dem früher Gesagten, daß Bastarde bei den diöcischen *Rumex*-species völlig fehlen, nicht verwunderlich war.

Bei genauerem Studium der diöcischen *Rumex*formen fiel mir ein Herbarexemplar in die Hand, welches seinem äußern Habitus nach fast genau die Mitte zwischen *Rumex Acetosa* L. und *R. Acetosella* L. hält. Während der Blütenstand und die Samenhülle völlig der ersteren Art gleichen, sind die Blätter in ihrer ganzen Beschaffenheit von denen der zweiten Art nicht zu unterscheiden. Diese Form war als „*Rumex Acetosa?* Vereinigte Staaten Nordamerika“ bezeichnet. Wie ich bald an Hand der trefflichen Übersicht nordamerikanischer *Rumex*arten von Trelease¹⁾ feststellen konnte, hatte ich *Rumex hastatulus* Baldw. vor mir, von dem schon Meisner²⁾ schreibt, daß er sowohl *Rumex Acetosa* L. wie *Rumex Acetosella* L. gleiche. Da *Rumex hastatulus* Baldw. demnach gleichsam

1) Trelease, The species of *Rumex* occurring North of Mexico. 1892.

2) l. c. S. 64.

eine Zwischenform darstellt, lag die Vermutung nahe, daß in ihm der gesuchte Bastard vorliegen könne. Allerdings hatte ich bei den Herbarexemplaren normalen Samen, den man bei Bastarden gewöhnlich nicht antrifft, feststellen können, der leider nicht mehr keimkräftig war infolge seines hohen Alters und mir kein Material zur Untersuchung lieferte. Auch meine vielfachen Bemühungen, aus den Vereinigten Staaten diese so interessante Pflanze zu erhalten, waren bis jetzt ohne Erfolg. Sollte die Untersuchung, die ich später hoffe vornehmen zu können, bei der Zählung der Chromosomen die reduzierte Zahl 12 ergeben, die demnach in der Mitte zwischen der Chromosomenzahl von *Rumex Acetosa* L. und *Rumex Acetosella* liegen würde, wie es bei einem Bastard nach Analogie der Befunde Rosenbergs anzunehmen wäre, so würde die Zahl allein nichts beweisen. Denn auch *Rumex scutatus* L. weist sowohl in der Diakinese wie in der Äquatorialplatte¹⁾ der Reduktionsteilung 12 Chromosomen auf (vergl. Fig. 5 und 6), ist darum aber keineswegs eine Zwischen- oder Bastardform von *Rumex Acetosa* L. und *Rumex Acetosella* L. Dieser Schluß wäre erst zulässig, wenn ebenso wie bei dem Droserabastard typische *Acetosa*- und typische *Acetosella*-Chromosomen, die sich ja in ihrer Größe deutlich voneinander unterscheiden, sich vorfinden würden²⁾.

Ebenso wie Bastarde zwischen den diöcischen Arten untereinander unbekannt sind, so auch zwischen diöcischen und hermaphroditen Arten. Daß diese letztere Verbindung nicht so leicht zustande kommen kann, hat ja wohl seinen Grund neben vielem andern in der großen Verschiedenheit der Chromosomenzahl. Ein typischer Vertreter der herma-

1) Am besten liess sich bei dieser und den vorher erwähnten *Rumex*arten die Zählung der Chromosomen vornehmen, wenn man sie in einer Ansicht vom Pol aus beobachten konnte in dem Momente, wo sie aus der Äquatorialplatte polwärts sich entfernt hatten.

2) Die von Rosenberg (l. c.) gezeichneten Figuren lassen übrigens den angegebenen Größenunterschied nicht deutlich hervortreten.

phroditen Species aus der Sektion *Lapathum*, *Rumex cordifolius* Horn., zeigte schon in der Diakinese eine weitaus größere Zahl Chromosomen, als ich sie bisher in einer Rumexspecies gesehen hatte. Man konnte hier meist mehr als 20 feststellen (vergl. Fig. 7); weil jedoch die ganze Kernhöhle (bei einer Dicke der Schnittserien von 5 μ) nicht in einem Schnitt lag, war die wirkliche Zahl hier nur schwer zu bestimmen. Die Chromosomen sind kürzer im Verhältnis zur Dicke als alle vorherbeobachteten, und während jene abgerundet erscheinen, kommt diesen eine mehr eckige Gestalt zu. Der im Stadium der gesonderten Chromosomen und in der Diakinese vorhandene Nucleolus ist im Verhältnis zu den Arten mit geringerer Chromosomenzahl außerordentlich groß. Ob freilich die Größe des Nucleolus allgemein mit der Zahl der Chromosomen zunimmt, können erst weitere Befunde in dieser Richtung klarstellen. Eine genaue Zählung der Chromosomen bei *Rumex cordifolius* Horn. konnte ich in einer günstigen Polansicht der Kernplatte vornehmen. Es ließ sich die Zahl 40 ziemlich sicher bestimmen (vergl. Fig. 8). Damit gehört *Rumex cordifolius* Horn. zu den Pflanzen, welche die höchsten Chromosomenzahlen führen. Für *Nymphaea alba* sind sogar 48 angegeben.

Bei einer anderen hermaphroditen Art aus der gleichen Gruppe, bei *Rumex verticillatus* L. vermutet Fink¹⁾ 24 Chromosomen. Da er jedoch keine sichere Zählung vorgenommen hat, so möchte ich aus seinen Figuren einstweilen schließen, daß die Zahl jedenfalls höher als 24 ist und vielleicht der von *Rumex cordifolius* Horn. gleichkommt. Es hat fast den Anschein, als ob hohe Chromosomenzahlen die Bastardierung eher erleichterten, als ihr hinderlich wären, weil sie grade in der Sektion *Lapathum* vielleicht stärker als in irgend einer andern Pflanzengruppe herrscht.

1) Bruce Fink, Contribution to the life history of Rumex. Minnesota Bot. Studies II, Series Minneapolis. 1899.

Was nun die Chromosomenzahl an sich angeht, so läßt sich nicht sagen, ob ihr morphologisch ein Wert zukommt. Man vermag in der scheinbar regellosen Verschiedenheit noch keine Gesetzmäßigkeit zu erblicken. Während Pflanzen, die systematisch unendlich weit voneinanderstehen, die gleiche Zahl aufweisen, finden sich in ein und derselben Familie ja wie bei *Rumex* in einer Gattung ganze Reihen verschiedener Zahlen. Einstweilen lassen sich für diese merkwürdige Erscheinung noch keine Anknüpfungspunkte finden. Eigenartig und erwähnenswert scheint es mir immerhin, daß bei *Rumex* nahe verwandte Arten, die sich äußerlich sehr gleichen, dieselbe Chromosomenzahl haben, so *Rumex Acetosa* L., *hispanicus* Koch, *arifolius* All. und *R. nivalis* Hegetschw., während die verhältnismäßig stark abweichenden Formen *Rumex scutatus* L. und *Rumex Acetosella* andere Zahlen und andere Größen der Chromosomen aufweisen. Endlich zeigen Vertreter der Gruppe *Lapathum* wie *Rumex cordifolius* Horn. und voraussichtlich noch manche andere aus dieser Abteilung die oben erwähnten starken Abweichungen.

Bei sämtlichen untersuchten *Rumex*arten war der Pollen normal ausgebildet; bei manchen Arten, besonders denen aus der Gruppe *Lapathum* kommen bisweilen Unregelmäßigkeiten vor, und es kommt nicht oder nur teilweise zur Bildung normalen Pollens, wie es Campdera¹⁾ für *Rumex alpinus* L. beschreibt. Auch das hermaphrodite Exemplar von *Rumex Acetosa* L., welches ich in Kultur hatte, bildete weder an seinem normalen Standort noch im Topfe eingepflanzt guten Pollen.

Die Entstehung der Samenanlage ist von Bruce Fink²⁾ für *Rumex verticillatus* L. und *Rumex salicifolius* Weinm. eingehender geschildert worden.

Der *Nucellus* weist schon in frühen Stadien eine Zelle auf, die durch ihre Größe auffällt. Sie liegt ziemlich

1) Campdera, l. c.

2) l. c.

zentral und teilt sich in eine Tapetenzelle und eine zweite größere Zelle, die von jetzt ab noch stärker wächst. Während die Tapetenzelle sich weiter teilt, nimmt diese nur an Volumen in der Länge und Breite ständig zu. In ihr hat man ohne Zweifel die Embryosackmutterzelle zu sehen. Schon bald sammelt sich die Kernmasse klumpenförmig, und man kann wohl nach der von Fink gegebenen Zeichnung schließen, daß man es hier mit einer typischen *Synapsis* zu tun hat. Nachdem die Zelle noch stetig und zwar besonders in die Länge wächst, erfolgt die Ausbildung des Kernfadens. Das jetzt folgende Stadium, in dem die Chromosomen sich heraussondern, ist von Fink nicht gefunden worden. Die Tapetenzellen haben sich unterdes noch mehrmals geteilt, und jetzt erst findet man in der Embryosackmutterzelle die Chromosomen in die Kernplatte eingereiht. Soweit der Zeichnung nach zu sehen ist, liegen in dem optischen Durchschnitt der Kernplatte ungefähr 12 Chromosomen, was jedenfalls auf bedeutend mehr als 24, sogar auf mehr als 40 Chromosomen schließen läßt. Da der Eintragung der Chromosomen von Fink kein Wert beigelegt worden ist, so kann man mit Rücksicht auf diese Zeichnung keine Sicherheit gewinnen. Aus der Embryosackmutterzelle gehen, wie gewöhnlich, 4 Zellen hervor, von denen die eine zum Embryosack auswächst. Die 3 übrigen werden verdrängt, und ihre Reste finden sich an der Wand des Embryosackes zerstreut. Unterdes hat sich der Embryosackkern geteilt, und die beiden neuen Kerne sind nach oben und unten auseinander gewichen, um sich dann wiederum zu teilen. Aus ihnen gehen dann endlich durch erneute Teilung die 8 Embryosackkerne hervor, von denen 2, die beiden Polkerne, bald miteinander verschmelzen. Der Eiapparat und auch die Antipoden sind völlig normal ausgebildet. Beim Eintritt des Pollenschlauches, der sehr deutlich zu sehen ist, sind die Synergiden hier schon zugrunde gegangen. Die Befruchtung selbst ist von Fink nicht gesehen worden, tritt aber wohl ohne Zweifel regelmäßig ein. Aus der Eizelle entsteht bald

darauf der Embryo, und eine rege Endosperm bildung setzt zu gleicher Zeit ein. Als bemerkenswerte Eigenart mag hier Erwähnung finden, daß nach der Bildung des Embryos noch Pollenschläuche in den Embryosack eintreten.

Aus der Arbeit Fink's ging für meine Zwecke somit nur hervor, daß bei *Rumex* gewisse Arten wie die dort geschilderten eine völlig normale Keimentwicklung aufweisen und aller Wahrscheinlichkeit nach auf Befruchtung angewiesen sind. Ich wählte zur eignen Untersuchung natürlich die Arten aus, bei denen ich Samenansatz ohne vorhergegangene Befruchtung festgestellt hatte.

Das Flemming'sche Gemisch stellte sich zur Fixierung der Samenanlagen als nicht günstig heraus, und es hatte den Anschein, als ob die so fixierten Samenanlagen häufiger durch das Schneiden herausgerissen würden. Deshalb gab ich Alkohol-Eisessig, der bei der Fixierung der Pollenmutterzellen so gute Dienste geleistet hatte, den Vorzug. Aber auch jetzt kam es leider noch sehr häufig vor, daß trotz dickerem Schneiden ($15\ \mu$) Kerne des Embryosacks vom Messer weggerissen wurden. Deshalb gelang es mir auch nicht bei größter Häufung des untersuchten Materials, die Entwicklung der Keimanlage von dem Archespor bis zu dem fertigen Embryo in allen Stadien zu erhalten. Es kam mir ja freilich auch vor allem darauf an, die Teilung in der Embryosackmutterzelle zu studieren, weil ich hier ja den ersten Aufschluß suchen mußte, wie eine Keimentwicklung ohne Befruchtung vor sich gehen könne. Eine überaus große Menge von Schnittserien wurde durchmustert, ehe es gelang, eine Embryosackmutterzelle anzutreffen, die sich eben zur Teilung vorbereitete. Sie war in dem Stadium, welches der Synapsis kurz vorhergeht, und es ließen sich deshalb keinerlei Schlüsse daraus ziehen. Selbst der Zustand der Synapsis würde nichts für oder gegen das Eintreten einer Reduktionsteilung beweisen, nachdem Strasburger zeigen konnte, daß bei *Alchimilla* auf die Synapsis eine somatische Teilung folgt. Es gelang mir jedoch, ein klares Diakinesestadium

aufzufinden und ich konnte mit aller Sicherheit feststellen, daß 8 Chromosomen meist zu je zweien gepaart an der Wand der Kernhöhle verstreut lagen (vergl. Fig. 9). Dieses Stadium glich in Zahl, Größe und Lage der Chromosomen völlig dem bei den Pollenmutterzellen geschilderten. Die Diakinese ist im allgemeinen ein Kriterium für das Eintreten der Reduktionsteilung. Freilich hat Juel bei dem apogamen *Taraxacum* gefunden, daß es in der Embryosackmutterzelle wie gewöhnlich zur Bildung einer Diakinese kommt, auf die indes hier eine Reduktionsteilung nicht folgt. Die vordem dicken Chromosomen werden zu dünnen Fäden, die paarweise zusammenhaften und in der nämlichen Zahl auftreten wie vorhin. Die kurzen dicken Chromosomen der Diakinese haben sich gespaltet und sind in den einzelnen Hälften zu Fäden ausgewachsen. Wegen der Ähnlichkeit dieses Vorganges mit den Prophasen einer homöotypischen Teilung nimmt Juel¹⁾ an, „daß in den Prophasen in der Embryosackmutterzelle von *Taraxacum* nach der Diakinese ein Umschlag eintritt, indem der Kern sich von nun an nach den Regeln der homöotypischen Teilungsart richtet“. Da in der Samenanlage nur diese eine Teilung ausgeführt wird, kommt es nicht zu einer Reduktion in der Zahl der Chromosomen. Ähnliche Verhältnisse hat auch Strasburger²⁾ neuerdings bei *Marsilia* angetroffen. Bei *Rumex Acetosa* L. ließ sich in den Embryosackmutterzellen eine derartige Umkehr nach der Diakinese nicht antreffen, es gelang nicht, weitere Teilungsstadien aufzufinden. Es ist geradezu verwunderlich, wie selten man in der weiblichen Anlage besonders im Embryosack Kerne in Teilung antrifft. Obschon fixiert wurde in vielerlei Abstufungen der äußeren Verhältnisse, zu fast allen Zeiten des Tages und indem die Temperatur von 10° bis 25° variiert wurde, um nach den einzelnen Stunden der Wärmezunahme günstigere Entwicklungsstadien anzutreffen, gelang es nur sehr selten und nach

1) Juel, l. c. S. 8, 9.

2) nach mündlicher Mitteilung.

Durchsicht außerordentlich vieler Schnittserien, Kerne in Teilung zu beobachten. Es ließ sich mit ziemlicher Sicherheit feststellen, daß die Chromosomen in der reduzierten Zahl vorhanden waren (vergl. Fig. 10 und 11) und damit ergab sich ein Anhaltspunkt mehr für meine Vermutung, daß *Rumex Acetosa L.* und *Rumex hispanicus Koch*, die den Versuchen nach ohne Befruchtung Samen lieferten, in manchen Fällen bezw. in manchen Samenanlagen dennoch auf dieselbe angewiesen waren. Es scheint sich demnach *Rumex* in den betreffenden Arten ähnlich zu verhalten wie *Thalictrum purpurascens*. Overton¹⁾ konnte hier Embryosackmutterzellen finden, welche in eine normale Reduktionsteilung und solche, welche in diese nicht eintreten. Diese letzteren weisen natürlich die vegetative Zahl der Chromosomen auf und sind ohne Befruchtung zur Weiterentwicklung des Eikernes befähigt. Dieses Stadium konnte bei allen untersuchten *Rumex*arten bis jetzt nicht aufgefunden werden. Es scheinen sich hier Schwierigkeiten in der Entwicklung einzustellen, ähnlich wie Strasburger bei den apogamen *Alchimillen* auch nur durch außerordentliche Häufung des untersuchten Materials die notwendigen Entwicklungszustände erhielt. Dazu kommt noch, daß bei allen diesen *Rumex*arten nur ein Teil, bisweilen eine verschwindend kleine Zahl in die Entwicklung der Samenanlage ohne Befruchtung eintritt, und daß jede Samenanlage einzeln orientiert und geschnitten werden muß.

Nachdem sämtliche Kerne des Embryosacks gebildet sind, und Eiapparat und Antipoden sich normal ausgebildet haben, nähern sich die Polkerne einander und verschmelzen. Schon bald zeigen die Antipoden Spuren der Degeneration und lassen sich dann nicht mehr deutlich erkennen. Auch die Synergiden schwinden ziemlich frühe, und die Eizelle und den Polkern trifft man allein in normaler und kräftiger Entwicklung, selbst dann, wenn der flaschenförmig zusammengedrückte Nucellus ein eventuelles Zugrunde-

1) l. c.

gehen ankündet. Zwar wurden auch in solchen Fällen noch normale Embryonen ausgebildet, die aber später wohl aus Mangel an Nahrung ihr Wachstum einstellten. Mit ziemlich hoher Gewißheit läßt sich sagen, daß der Embryo aus der Eizelle hervorgeht. Er liegt an der Stelle, wo man das Ei findet, das selbst nicht mehr zu sehen ist, während allenthalben Endospermkerne in reger Tätigkeit sind (vergl. Fig. 12). Endospermkerne konnte ich häufiger in Teilung antreffen. Die unregelmäßigen Teilungsverhältnisse lassen indes keinerlei Schlußfolgerung zu, ob eine Befruchtung stattgefunden hat oder nicht. Es wurde bei der großen Menge des untersuchten Materials kein einziges Mal ein Pollen auf der Narbe keimend oder ein Pollenschlauch wahrgenommen. Die Mikropyle verhält sich normal, aber die tiefrote Färbung, die nach Behandlung mit Safranin-Gentiana den Durchgang des Pollenschlauches gewöhnlich anzeigt, war nicht zu sehen. Es soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, daß man auf sehr vielen Schnittserien noch in alten Stadien der Samenanlage von dem Embryosack nur geringe Reste, ein oder zwei Kerne oder gar nichts vorfand. Es konnte noch nicht festgestellt werden, wann und warum diese Abortierung des Embryosackes einsetzte. Diese Verhältnisse erinnern ja an den merkwürdigen Befund, den Rosenberg¹⁾ für *Hieracium* festgestellt hat. Bei den von ihm untersuchten Arten tritt, wie es ja auch wohl für diöcische Rumexarten gilt, in den meisten Fällen eine Reduktion der Chromosomen ein. Sehr selten teilt sich die Embryosackmutterzelle nur einmal, und Rosenberg nimmt an, daß hier ähnlich wie bei *Taraxacum* der Embryosack apogam entwickelt werde. Zugleich mit der Reduktionsteilung und bisweilen schon vorher vergrößert sich an dem Grunde des *Nucellus* oder noch tiefer an der *Chalaza* eine Zelle sehr stark und wächst schließlich zu einem Gebilde aus, das einem normalen Embryosack völlig gleicht, in dem sich die Eizelle

1) l. c.

dann auch ohne Befruchtung zu einem regelrechten Keim entwickelt. Unterdes ist die normal entstandene Embryosacktetraede mehr und mehr verdrängt worden, um bald zugrunde zu gehen. Bei den untersuchten Rumexarten war es immerhin auffallend, daß an der *Chalaza* besonders große Zellen lagen, die sich dort schon in frühen Stadien ausbildeten. Späterhin schienen sie jedoch ihr Wachstum eingestellt zu haben und fielen nicht mehr sonderlich auf.

Gestattet die Feststellung apogamer Entwicklung an sich schon einen außerordentlich interessanten Einblick in die Art der Fortpflanzung, so war dadurch zugleich ein realer Untergrund gewonnen, von dem aus man das Problem des Formenreichtums in manchen Pflanzengattungen in Angriff nehmen konnte. Es lag die Anschauung ja nahe, daß mit dem Aufhören der Befruchtung ein Austausch gegenseitiger Eigenschaften aufgehoben und eine Entwicklung begonnen wurde, die von jetzt ab ihre Eigenart streng bewahren mußte. So erklärte sich schon Murbeck die merkwürdige Konstanz der Alchimillen und Strasburger vertritt in seiner bedeutsamen Arbeit denselben Standpunkt. Schwieriger gestaltet sich schon die Frage, welches die Ursachen für den Polymorphismus bei apogamen Arten sind. Dabei ist jedoch vorerst zu entscheiden, ob die Ausbildung des Formenreichtums vor oder nach Eintritt der Apogamie erfolgt ist. Im letzteren Falle könnte es sich ja nur um die Bildung neuer Formen auf vegetativem Wege handeln. Nach Strasburger darf „der hochgradige Polymorphismus der Enalchimillen wohl als Ausdruck einer starken Mutation gelten, die sich bei dieser Untergattung vollzog“¹⁾. Gleichzeitig läßt er aber die Möglichkeit offen, daß auch nach Aufhören der Befruchtung die Artbildung fort dauern könne. Das läßt sich auf verschiedene Weise vorstellen, besonders aber mit Hinblick auf die Erblichkeit der Stockvariation, die R. v. Wettstein an *Sedum reflexum* feststellte. Wo Diöcie zur apogamen oder

1) l. c. S. 144.

einer ähnlichen, die Befruchtung ausschaltenden Fortpflanzung geführt hat, und wo der Polymorphismus nicht Geschlechtsverlust zur Folge hat, da liegt, wie ich meine, der Gedanke nahe, daß erst nach Eintreten der Apogamie die Vielgestaltigkeit entstanden sein könne. Daher möchte ich denn auch annehmen, daß bei den diöcischen *Rumex*-arten das Überflüssigwerden der Befruchtung durch die Trennung der Geschlechter herbeigeführt worden ist, aber die ziemlich konstanten Unterarten erst nachträglich entstanden sind. Ähnlich wie die Vielgestaltigkeit der *Caulerpen* nach Reinke¹⁾ nur auf vegetativen Wege erfolgen kann, so läßt sich vorstellen, daß bei diesen diöcischen Arten individuell erworbene Eigenschaften von einer Generation auf die andere übertragen und verstärkt werden konnten, ohne daß die Befruchtung zum Ausgleich dieser kleinen Unterschiede natürlich in Frage kam. Bei einer solchen Entstehung neuer Formen braucht man nicht einmal an die Knospenvariation im eigentlichen Sinne zu denken. Auf dieselbe Weise erkläre ich mir auch das Hervorgehen so vieler wohl umgrenzter Formen bei *Chara crinita Wallr.* Nach Migula²⁾ gibt es manche Formen darunter, die jedenfalls völlig konstant sind³⁾. In allen Fällen, wo bei derselben Pflanze das eine Mal die Befruchtung notwendig, das andere Mal überflüssig oder gar unmöglich ist, wie das für *Thalictrum purpurascens* und die von Rosenberg

1) cit. in Strasburger, Die Apogamie der Eualchmillen e. c.

2) Migula, Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Leipzig 1897. S. 348 ff.

3) Wenn man selbst die Vererbung erworbener Eigenschaften nicht zugeben will, wäre trotzdem die Entstehung neuer Formen nach Einstellung der Befruchtung noch auf einem anderen Wege, dem der fortschreitenden Variabilität möglich. Hier könnte sie sogar noch leichter als irgendwie sonst vor sich gehen, weil eben die ausgleichende Wirkung der Befruchtung aussetzt. Vergl. Jensen, Organische Zweckmäßigkeit, Entwicklung und Vererbung e. c. Jena 1907 und de Vries, Die Mutationstheorie 1. u. 2. Bd. Leipzig 1901, 1904.

untersuchten Hieracien, auch wohl für die diöcischen *Rumex*-arten gilt, da könnten sich im Laufe der Zeit zwei oder mehr Linien herausbilden, die in bezug auf die Notwendigkeit der Befruchtung variiert erscheinen. Es ist deshalb von größtem Interesse, Versuche anzustellen, ob die aus apogamen Samen entstandenen Pflanzen tatsächlich sich von denen unterscheiden, die aus normal entstandenen Keimen hervorgehen.

Wenn man die Gattung *Rumex* genauer studiert, findet man eine größere Anzahl von Unterarten fast ausschließlich in der Sektion *Acetosa*, die ja auch die meisten diöcischen Species aufweist. Diese Formen sind zum Teil schon seit langem beschrieben, und wenn sie immer wieder in der gleichen Weise auftreten, so spricht das entschieden für ihre Constanz. Meisner¹⁾ gibt bei *Rumex Acetosa* L. von Unterarten 4, bei *Rumex Acetosella* L. sogar 8, bei *Rumex scutatus* L. wiederum 4 an, und ganz ähnlich ist es bei manchen anderen Species. Auch Koch²⁾ stellt einen Teil der hier angegebenen Formen für die deutsche Flora fest. In den Arbeiten von Haussknecht³⁾ und Murbeck⁴⁾ findet sich noch eine beträchtliche Zahl solcher konstanter Formen, die den Stammarten sehr nahe stehen aber nicht in dieselbe übergehen.

So konnte ich auch selbst außer den obengenannten bei *Rumex Acetosa* L. abweichende Formen feststellen, die unter denselben Bedingungen aufgewachsen, dennoch in kleinen, aber konstanten Unterschieden voneinander abstehen. Ehe jedoch hierüber genauer berichtet werden kann, müssen dieselben längere Jahre auf ihre Konstanz geprüft werden.

Bei *Rumex arifolius* All. war mir aufgefallen, daß

1) l. c.

2) Koch, Synopsis der Deutschen und Schweizer Flora. Leipzig 1846.

3) Haussknecht, Beitrag zur Kenntnis der einheimischen Rumices. Jena 1884.

4) Murbeck, Die nordeuropäischen Formen der Gattung *Rumex*. 1899.

die Samen eigentümlich gefärbt erscheinen und sich darin von dem sehr ähnlichen *Rumex Acetosa* L. leicht unterscheiden lassen. Vor der Reife besonders schimmert durch die grüne, dünne Samenschale ein lebhaft roter Farbstoff; das auch sonst bei *Rumex* häufig auftretende Anthocyan ist hier in größerer Menge in der Samenhaut abgesetzt. Die Samen nehmen nach ihrer Reife eine stumpf graue Färbung an, während sie bei *Rumex Acetosa* L. glänzend schwarzbraun erscheinen. Die untersuchten Pflanzen stammten aus dem Alpengarten von Zöschen und aus dem Berner Oberland. Als ich später aus dem bot. Garten Göttingens *Rumex arifolius* All. erhielt, der ohne jeden Zweifel ein echter Typus der Art war, fand ich bei diesem ausschließlich glänzend schwarzbraune Samen wie bei *Rumex Acetosa* L. Auch Herbarexemplare aus den deutschen Mittelgebirgen zeigten den gleichen Samen, der ebenso wie der graue in der Kultur sich konstant erhielt. Nachträglich fand ich meine Beobachtung in einer Arbeit von Murbeck ¹⁾ für Schweden bestätigt. Ähnliches scheint auch für *Rumex nivalis* Hegetschw. vorzuliegen.

Ob es sich hier um Unterarten im Sinne von Jordan ²⁾ oder um Linien im Sinne Johannsens ³⁾ handelt, will ich noch nicht entscheiden. Mehr an die letzteren erinnern diejenigen Abgrenzungen innerhalb derselben Art, die sich auf die geschlechtliche Differenzierung beziehen. Es ist schon früher diese Mannigfaltigkeit hervorgehoben worden. Von den diöcischen Formen bis zu den hermaphroditen sind vielerlei Abstufungen vorhanden, die über die Entstehung der Diöcie einige Aufklärung geben können. Es ist die allgemeine Ansicht, daß die Diöcie eine abgeleitete Form und aus dem Hermaphroditismus entstanden ist. Dahin spricht sich Correns aus in seinen Arbeiten über

1) Murbeck, Die nordeuropäischen Formen der Gattung *Rumex* Bot. Not. 1899.

2) cit. in de Vries, Mutationstheorie I. Bd. Leipzig 1901.

3) Johannsen, Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena 1903.

gynodiöcische Pflanzen¹⁾. Es hat schon Hildebrand²⁾ darauf aufmerksam gemacht, daß bei diöcischen Arten wie bei *Rumex Acetosa* L. weder in den weiblichen Blüten Rudimente des männlichen, noch in den männlichen Rudimente des weiblichen Organs vorhanden sind. Die Trennung der Geschlechter ist hier jedenfalls schon seit langer Zeit zur Ausbildung gekommen. Trotzdem finden sich auch heute noch, wenn immerhin sehr selten, hermaphrodite Individuen bei *Rumex Acetosa* L. Ob es häufiger vorkommt, daß bei derartigen Zwitterformen die Geschlechtsorgane völlig abortieren, wie es bei dem von mir kultivierten Exemplar der Fall ist, kann ich nicht entscheiden. Ähnlich verhält sich *Rumex Acetosella* L., der bei uns und überhaupt im größten Teile Mitteleuropas ausschließlich diöcisch ist, während Zwitterblüten nach Lindmann³⁾ auf dem Dovrefjeld das gewöhnliche zu sein scheinen. Auch Rosenberg⁴⁾ sind solche hermaphroditen Formen von Norwegen bekannt. Lokal begrenzt sind hier also noch Linien erhalten, bei denen die frühere Form der Geschlechtsorgane, hermaphrodite Blüten, geblieben sind, während die weitaus größere Zahl sich zur völligen Diöcie gewandt haben. Gehen wir einen Schritt weiter zu monöcischen *Rumex*arten, wie *Rumex scutatus* L. eine ist. Überall findet sich angegeben und es läßt sich auch wohl nicht daran zweifeln, daß er monöcisch oder polygamisch sei. Mein Beobachtungsmaterial aus dem Rheintal bei Remagen und aus dem Bonner botanischen Garten zeigte ausschließlich hermaphrodite Blüten. Es scheinen also auch hier geschlechtlich differenzierte Linien sich abgegrenzt zu

1) Correns, Experimentelle Untersuchungen über gynodiöcische Pflanzen. 1904. Weitere Untersuchungen über Gynodiöcie. Ber. d. d. Bot. Ges. 1905.

2) Hildebrand, Die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen. Leipzig 1867.

3) cit. in Kunth, Handbuch der Blütenbiologie. Bd. 2, 2. Leipzig 1899.

4) nach mündlicher Mitteilung.

haben. Bei Hallier¹⁾ ist angegeben, daß die Blüten eigentlich Zwitter seien, häufiger jedoch, besonders auf schlechtem Boden, fehlschlügen, so daß bei einigen der Stempel, bei anderen die Staubgefäße nicht vorhanden seien. Um diese Angaben experimentell festzustellen, wurden 100 Stöcke in Erde gepflanzt, welche von fettem Humus bis zu reinem Sand in vielfältiger Mischung bereitet war. Es zeigt sich, daß trotz mehrjähriger Kultur die Blüten völlig konstant ihren Hermaphroditismus bewahrten. Jede dieser Linien, mag sie nun das phylogenetisch ältere oder jüngere Merkmal aufweisen, scheint dasselbe mit einer gewissen Konstanz festzuhalten und zu vererben. Zu ähnlichen Ergebnissen ist Correns in seinen Studien über Gynodiöcie gekommen²⁾).

Während in der Gruppe *Acetosa* die verschiedensten Übergänge zum Hermaphroditismus, — dieser selbst aber selten — vorhanden sind, trifft man in der Gruppe *Lapathum* durchgängig hermaphrodite Formen. Sie weisen indes auf demselben Stock häufiger auch rein weibliche Blüten auf, so daß wir es mit gynomonöcischen Formen zu tun haben. Die Gynomonöcie und die Androdiöcie ist bei den Arten der Section *Lapathum* viel häufiger, als es in der ältern Literatur angegeben wird. Bei den einzelnen Arten ist das Zahlenverhältnis der hermaphroditen zu den rein weiblichen Blüten sehr verschieden und schwankt zwischen Stöcken mit nur hermaphroditen und solchen mit nur weiblichen Blüten. So tritt z. B. *Rumex crispus* L. nach Warnstorff³⁾ bei Ruppin in folgenden drei Formen auf: 1. Mit größeren Zwitterblüten, deren Narben nicht zwischen den Perigonblättern hervortreten, homogam! 2. Mit kleineren weiblichen und denselben untermischten zwitterigen Blüten und 3. mit sehr kleinen, rein

1) Hallier, E., Flora von Deutschland, hrsg. von Schlechtendal, Langenthal-Schenk. Gera Untermaus Bd. 9. 1882.

2) l. c.

3) cit. in Kunth, Handbuch der Blütenbiologie. Bd. 2, 2. Leipzig 1899.

weiblichen Blüten, deren Narben zwischen den Perigonblättern weit hervorragen. Für alle die von mir untersuchten *Rumex*arten, die gynomonöisch sind, gilt es als feststehend, daß die Pflanze zuerst hermaphrodite, später ausschließlich weibliche Blüten hervorbringt. Es hat den Anschein, als ob aus Mangel an Nahrung später nur weibliche Blüten hervorgebracht würden. Darauf deuten ja auch wohl die Erfahrungen bei *Satureja* nach Correns hin¹⁾.

Da ich beabsichtigte, in Fragen der Gynomonöie und ihrer Vererblichkeit Untersuchungen anzustellen bei *Rumex crispus* L. und *Rumex Patientia* L., die mir besonders geeignet erschienen, war eine Prüfung notwendig, ob die rein weiblichen Blüten normalen Samen lieferten. Es wurden zu diesem Zwecke alle hermaphroditen Blüten, die man schon in jungen Stadien erkennen kann, beseitigt, und die nunmehr rein weiblichen Blütenstände mit Pergamindüten abgeschlossen. Das geschah zu einer Zeit, wo auf den betreffenden Stöcken hermaphrodite Blüten meiner Erfahrung nach nicht mehr gebildet werden, und es war deshalb eine gewisse Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß es innerhalb der Düten nicht zu einer Bestäubung kommen würde. Zu meiner großen Überraschung setzten fast alle weiblichen Blüten normalen keimkräftigen Samen an. Da diese Versuche indes nicht völlig einwandfrei sind, wage ich nicht in diesem Falle Keimentwicklung ohne vorhergegangene Befruchtung zu behaupten, bevor weitere Versuche dies sichergestellt haben.

Es bleibt endlich noch die Frage zu beantworten, welches wohl die Ursachen für das starke Bastardieren in der Gruppe *Lapathum* und für das Ausbleiben desselben in der Gruppe *Acetosa* sind. Die Kreuzung hat in der Sektion *Lapathum* solche Dimensionen angenommen, daß sich fast eine Lebensarbeit dazu gehört, alle die so entstandenen Formen sicher kennen zu lernen. Für Thüringen

1) l. c.

konnte Haussknecht¹⁾ eine große Anzahl und als einheimisch 29 Bastarde aufzählen. Ebenso beschreibt Focke²⁾ mindestens 26 Kreuzungsformen. Dazu kommen noch hinzu alle, die von Rechinger³⁾, dem besten Kenner dieser schwierigen Formen, beschrieben sind. Neben den Angaben von Murbeck⁴⁾ finden sich besonders viele in der Österreichischen botanischen Zeitschrift verstreut, in der Kerner und Rechinger kleinere Arbeiten über *Rumex* veröffentlichten. In der Gruppe *Lapathum* soll es nach Haussknecht sogar Tripelbastarde geben, die noch keimfähigen Samen liefern. Rechinger stellt deren Existenz gleichfalls nicht in Abrede. Eine Ursache für das Entstehen der überaus zahlreichen Kreuzungen sieht Kerner in der Dichogamie. „Die hohen Rumexstauden aus der Gruppe *Lapathum*, namentlich *Rumex alpinus*, *nemorosus* und *obtusifolius*, tragen in ihren Rispen vorwaltend scheinzwittrige Fruchtblüten, scheinzwittrige Pollenblüten und neben diesen spärliche echte Zwitterblüten.“ Da die Narben den Antheren in der Entwicklung voraus sind, so kann nicht „einartige“ sondern nur „zweiartige“ Kreuzung stattfinden; das gilt wenigstens für die ersten Blüten. Kerner folgert daraus, daß Dichogamie zur Bastardierung führt⁵⁾. Haussknecht ist der Ansicht, daß die Windblütigkeit und das gesellige, meist gruppenweise Vorkommen die Bastardierung begünstigt habe. Damit wäre aber noch nicht erklärt, weshalb sich bei den ebenfalls windblütigen

1) Haussknecht, Beitrag zur Kenntnis der einheimischen Rumices. Mitt. der geogr. Ges. Jena 1884.

2) l. c.

3) Rechinger, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Rumex*. Österreich. bot. Zeitschr., Jahrg. 41, 42. 1891, 1892.

4) Murbeck, l. c.

Murbeck, Beiträge zur Kenntnis der Flora von Südbosnien und der Hercegovina. Lund 1891.

Murbeck, Contribution à la connaissance de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique III, S. IV. Lund 1899–1900.

5) Kerner v. Marilaun, Die Bedeutung der Dichogamie Österreich bot. Zeitschr. Bd. 40. 1890.

Arten der Gruppe *Acetosa* die Kreuzung nicht einstellt. Man darf meiner Meinung nach bei der Erklärung dieser auffallenden Erscheinung nicht außer acht lassen, daß jedenfalls mit dem Eintritte der Diöcie bei *Rumex* die Tendenz zur Barstardierung nicht länger fortbesteht. Wie weit das für alle Arten zutrifft, läßt sich jetzt noch nicht sagen. Die Diöcie als solche ist nun keineswegs ein Hindernis der Kreuzung, wie ja die Bastarde bei diöcischen Pflanzen, insbesondere bei den *Salix*-Arten, lehren. Wesentlich ist nur, daß bei *Rumex* in ihr der konstante Endzustand erreicht ist, der die Entwicklungsreihe von den hermaphroditen Formen bis zu den diöcischen beschließt. Wie die Zwischenrassen nach de Vries¹⁾ durch starkes Variieren ausgezeichnet sind, während die Endglieder konstant bleiben, so finden wir auch hier zwischen den beiden Extremen, dem Hermaphroditismus und der Diöcie, außergewöhnlich starkes Fluctuieren, und nur die Endglieder selbst sind konstant. Ähnlich versucht auch Burk²⁾, die kleistogam blühenden Pflanzen als Zwischenrassen im Sinne von de Vries zu erklären. Das sind indes nur Gedanken, die erst durch genaueres experimentelles Studium bei *Rumex* sich als sicher erweisen können. Soviel steht immerhin fest, daß die Bildung neuer Formen in der Gruppe *Lapathum* ganz anders erfolgt als in der Gruppe *Acetosa*. Hier bilden kleine, aber mehr konstante Unterschiede solche Formen aus, die sich deutlich voneinander abheben, während in der Gruppe *Lapathum* die Neubildung zwar intensiver erfolgt, dann aber meist Formen ergibt, die in starkem Fluctuieren zwischen zwei oder mehr Arten begriffen sind. So bildet sich nach Haussknecht und Rechinger um *Rumex obtusifolius* L. ein ganzer Formenkreis, in dem die einzelnen Glieder so stark variieren, daß eine sichere Abgrenzung im einzelnen zu geben, geradezu unmöglich wird.

1) de Vries, Mutationstheorie, I. Bd. Leipzig 1901.

2) Burk, Die Mutation als Ursache der Kleistogamie. Receuil des Travaux Bot. Neerlandais V. 1, 2. 1905.

Literatur.

- Bary, de, Zur Keimungsgeschichte der Charen Bot. Zeitung. 1875.
- Bitter, Parthenogenesis und Variabilität der *Bryonia dioica*.
Abh. d. Nat. Ver. Bremen Bd. 18. 1904.
- Burk, Die Mutation als Ursache der Kleistogamie. Recueil des
Travaux Botan. Neerlandais V. 1, 2. 1905.
- Campdera, Monographie des Rumex. Paris 1819.
- Correns, Experimentelle Untersuchungen über Gynodiöcie
Ber. d. deutsch. bot. Ges. Berlin 1904.
Weitere Untersuchungen über Gynodiöcie *ibid.* 1905.
Ein Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluvialis*.
ibid. 1906.
- Fink, Contribution to the life-history of Rumex. Minnesota
Bot. Studies Minneapolis 1899.
- Focke, Die Pflanzenmischlinge. Berlin 1881.
- Hallier, E., Flora von Deutschland, hrsg. v. Schlechtendal,
Langenthal und E. Schenk. Gera-Untermhaus. Bd. 9. 1882.
- Haussknecht, Beitrag zur Kenntnis der einheimischen Rumices.
Mitt. d. geogr. Ges. Jena 1884.
- Hildebrand, Die Geschlechterverteilung bei den Pflanzen.
Leipzig 1867.
- Jensen, Organische Zweckmäßigkeit, Entwicklung und Ver-
erbung vom Standpunkte der Physiologie. Jena 1907.
- Johannsen, Über Erblichkeit in Populationen und in reinen
Linien. Jena 1903.
- Jordan, cit. in de Vries, Mutationstheorie, I. Bd. Leipzig 1901.
- Juel, Vergleichende Untersuchungen über typische und partheno-
genetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kgl.
Svenska Vetensk.-Akad. Handl. B. 33, Nr. 5. 1900.
Kindanelse uden Befrugtning hos Maelkebötte (*Taraxacum*)
Bot. Tidskr. Bd. 25. Kobenhavn 1903.
Die Tetradenteilung in der Samenanlage von *Taraxacum*.
Arkiv för Botanik Bd. 2. 1904.
Die Tetradenteilungen bei *Taraxacum* und anderen
Cichorieen. Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. Bd. 39,
Nr. 4. 1904.
- Kerner v. Marilaun, Die Bedeutung der Dichogamie. Öster-
reichische bot. Zeitschrift, Bd. 40. 1890.

- Klebs, Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903.
- Knuth, Handbuch der Blütenbiologie, Bd. 2, 2. Leipzig 1899.
- Lotsy, *Balonophora globosa* Jungh. Extr. d. Ann. du Jard. Bot. d. Buitenzorg 2. S. V. 1. 1899.
- Meisner, Polygonaceae in De Candolle, Prodrum Systematis naturalis Regni vegetabilis. Par. MDCCCLVI.
- Migula, Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Leipzig 1897.
- Miyake, Über die Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen in „Histologische Beiträge. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42, Heft 1. 1905.
- Murbeck, Beiträge zur Kenntnis der Flora von Südbosnien und der Hercegowina. Lund 1891.
 Contribution à la connaissance de la Flore du Nord-Ouest de l'Afrique III & IV. Lund 1899—1900.
 Die nordeuropäischen Formen der Gattung *Rumex*. Bot. Not. 1899.
 Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchemilla*. Lunds. Univ. Arsskr. Bd. 36, Afd. 2, Nr. 7. 1901.
 Parthenogenese bei den Gattungen *Taraxacum* und *Hieracium*. Bot. Not. 1904.
- Ostenfeld og Raunkiaer, Kastreringsforsög med *Hieracium* og andre Cichorieae. Bot. Tidsskr. Kobenhavn 1903.
- Ostenfeld, Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 22. 1904.
 Weitere Beiträge zur Kenntnis der Fruchtentwicklung bei der Gattung *Hieracium* *ibid.* 22. 1904.
- Overton, Über Parthenogenesis bei *Thalictrum purpurascens*. Ber. d. deutsch. Ges. 22. Berlin 1904.
- Raunkiaer, Arkiv för Botanik. Bd. 2, Nr. 4.
- Rechinger, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Rumex*. Österreich. bot. Zeitschr. Jahrg. 41, 42. 1891, 1892.
- Rosenberg, Über die Tetradenteilung eines *Droserabastardes*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Berlin 1904.
 Über Embryobildung in der Gattung *Hieracium*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Berlin 1906.
 Erbliehkeitsgesetze und Chromosomen. Särtryck ur Botaniska Studier tillägnade F. R. Kjellman. Uppsala 1906.
- Strasburger, Die Apogamie der Eualchimillen und allgemeine Gesichtspunkte, die sich aus ihr ergeben. Leipzig 1904. Jahrb. f. wiss. Bot. B. 41, H. 1.
 Typische und allotypische Kernteilung in „Histologische Beiträge“ l. c. Leipzig 1905.

Trelease, The species of Rumex occuring North of Mexico
Third Annual Rep. of the Missouri. Botanical Garden 1892.

Treub, L'organe femelle et l'apogamie du Balanophora elongata. Ann. du Jard. d. Buitenzorg, Bd. 15. 1898.

L'apogamie de l'Elatostema acuminatum Brongn. ibid.
Ser. 2. Bd. 5. 1905.

Vries, de, Mutationstheorie. I. Bd. Leipzig 1901.

Winkler, Über Parthenogenesis bei Wikstroemia indica (L.)

C. A. Mey. in Bot. Unters. aus Buitenzorg II. Ann. du
Jardin Bot. de Buitenzorg 2. S. Vol. V. 1906.

Figurenerklärung zu Taf. I.

Die sämtlichen Bilder wurden nach Mikrotomschnitten ausgeführt, und alle Einzelheiten unter dem Zeichenprisma eingetragen. Sämtliche Bilder sind ca. 1100 mal vergrößert; nur Fig. 10 ca. 750 und Fig. 12 ca. 180 mal. Soweit es nicht anders angegeben, sind die gezeichneten Bilder Pollenmutterzellen.

Rumex Acetosa L.

Fig. 1. Diakinese.

Fig. 2. Kernplatte in Polansicht.

Rumex Acetosella L.

Fig. 3. Diakinese.

Fig. 4. Kernplatte in Polansicht.

Rumex scutatus.

Fig. 5. Diakinese.

Fig. 6. Kernplatte in Polansicht.

Rumex cordifolius Horn.

Fig. 7. Diakinese.

Fig. 8. Kernplatte in Polansicht.

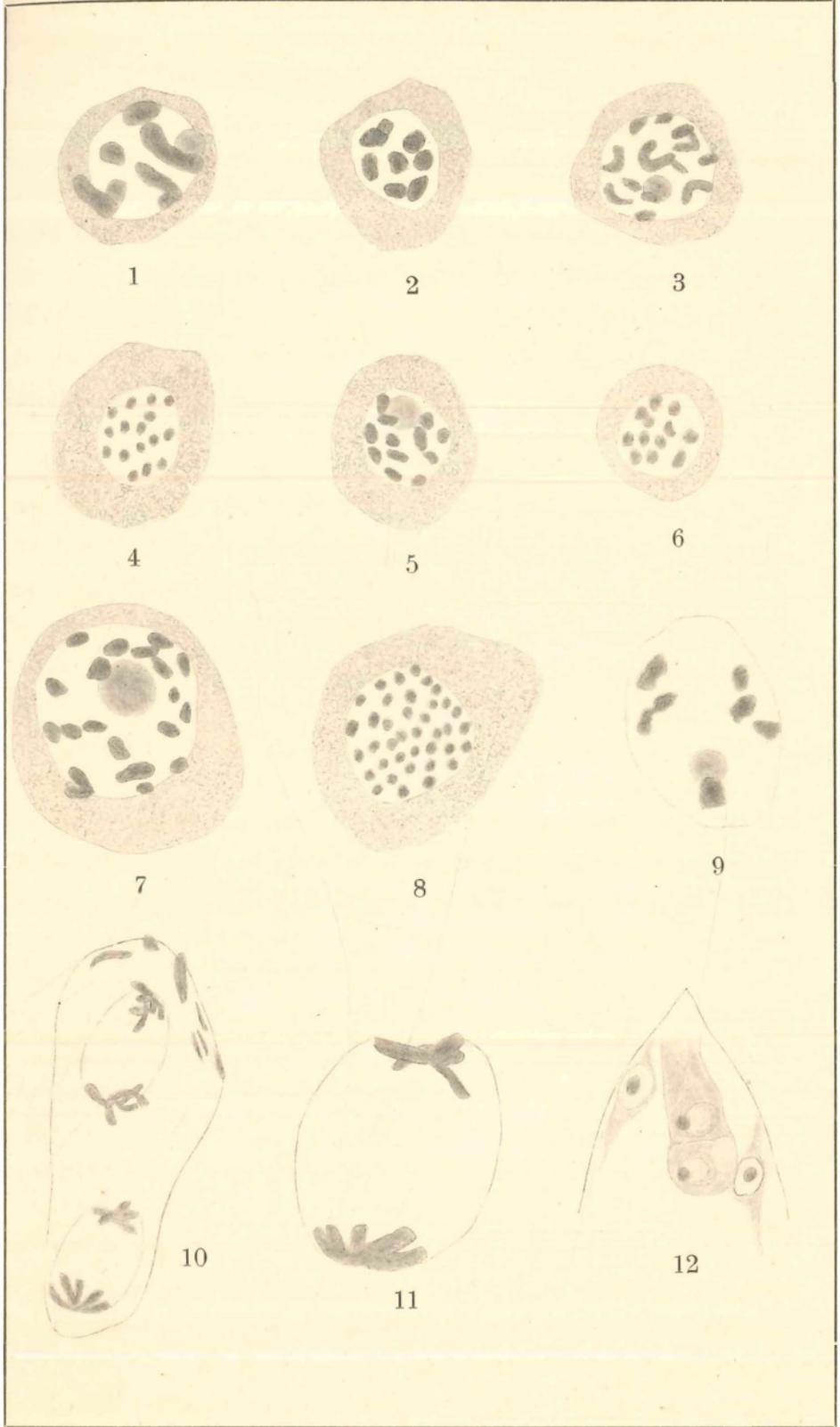
Rumex Acetosa L.

Fig. 9. Diakinese; Embryosackmutterzelle.

Fig. 10. Zweite Teilung im Embryosack.

Fig. 11. Die untere Teilungsfigur einzeln gezeichnet.

Fig. 12. Junger Embryo; Endospermbildung.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [63](#)

Autor(en)/Author(s): Roth Franz

Artikel/Article: [Die Fortpflanzungsverhältnisse bei der Gattung Rumex 327-360](#)