

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

**Dr. K. Goebel** und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**XX. Band.**

**15. Dezember 1900.**

**Nr. 23 u. 24.**

---

**Inhalt:** **Strasburger**, Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. (Schluss.) — **Möbius**, Nachträgliche Bemerkungen über Parasitismus und sexuelle Reproduktion im Pflanzenreiche. — **Minchin, The Porifera**, Eine neue zusammenfassende Darstellung der Schwämme. — **Korotneff**, Zur Kenntnis der Embryologie der *Pyrosoma*. — **Reh**, Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Diaspinen gegen äußere Einflüsse. (Schluss.) — **Selenka**, Menschenaffen (*Anthropomorphae*).

---

## Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung.

Von **Eduard Strasburger**.

(Schluss.)

So stimmen denn diese Versuche mit den Ergebnissen der von Heyer<sup>1)</sup> und von Fisch<sup>2)</sup> angestellten Kulturen, die sich besonders auf *Mercurialis* und *Cannabis* bezogen und ebenfalls an den extremsten Standorten durchgeführt wurden, überein. Bei hinreichend hohen Zahlen glichen sich die Abweichungen stets aus. Bei Fisch, der, wie schon erwähnt wurde, mit einer einzigen Hanfrasse operierte, und sehr viel Exemplare stets gleichzeitig abzählen konnte, waren die Abweichungen nicht einmal bedeutend. Selbst die Hanfkümmerringe auf Sand ergaben auf 465 Männchen 699 Weibchen, was einem Verhältnis von 100 Männchen zu 150,3 Weibchen entsprach und von der Gesamtdurchschnittszahl aller Versuche, die 100 zu 154,23 betrug, nur wenig abwich.

Hingegen ist von H. Hoffmann ein Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht der Keimpflanzen in bestimmten Fällen direkt behauptet worden<sup>3)</sup>. Bei *Mercurialis* und bei *Lychnis* erhielt Hoffmann in Dichtsaat, somit, wie er hinzufügt, bei schlechter Ernährung,

---

1) l. c. p. 15 ff.

2) l. c. p. 141.

3) Ueber Sexualität. Bot. Zeitg., 1885, Sp. 145 ff., 161 ff.

etwas mehr Männchen als Weibchen. Noch mehr soll unter solchen Verhältnissen die Zahl der Männchen bei *Rumex Acetosella* und bei *Spinacia oleracea*<sup>1)</sup> dominiert haben. Doch gegen die Hoffmann'schen Schlussfolgerungen ist erstens zu bemerken, dass sie sich innerhalb mehr als bescheidener Zahlenverhältnisse bewegten, zweitens, dass Dichtsaaten einen Fehler in sich schließen, der eine ganz besondere Ueberwachung verlangt. Bei Dichtsaaten geht im allgemeinen eine größere Anzahl von Individuen zu Grunde und zwar kann das eine Geschlecht dann besonders betroffen werden. Aus den Angaben von Fr. Haberlandt<sup>2)</sup> folgt unmittelbar, dass beim Hanf unter ungünstigen Entwicklungsbedingungen das männliche Geschlecht vornehmlich leidet. Fr. Haberlandt ließ Hanfsamen zwischen Flanell ankeimen und pflanzte die Keimlinge in vier aufeinander folgenden Tagen aus, im ganzen 1000 Stück. Aus den am ersten Tage ausgepflanzten Individuen entwickelten sich mehr Männchen, aus den an den letzten drei Tagen ausgepflanzten, mehr Weibchen. Die Sterblichkeit der ausgepflanzten Keimlinge stieg vom ersten bis zum vierten Tage von ca. 13 bis auf ca. 70%. Die Zahl der sterbenden Männchen nahm somit, allem Anschein nach, von Tag zu Tag zu. Entgegen der Hoffmann'schen Behauptung war denn schon Fr. Haberlandt<sup>3)</sup> zu dem Ergebnis gekommen, dass beim Hanf weder Düngung noch Anbauzucht das Geschlecht der Pflanzen zu beeinflussen vermöge. Es schien ihm daher die Behauptung nicht zu gewagt, dass das Geschlecht der werdenden Pflanze bereits im Keime des Samenkorns vorgebildet sei. In den Versuchen von Fisch<sup>4)</sup> blieben Dichtsaaten des Hanfes, soweit als sie noch die Entwicklung aller Individuen zuließen, ohne allen Einfluss auf das Zahlenverhältnis der Geschlechter. Leydhecker<sup>5)</sup> konnte den Haberlandt'schen Ergebnissen auch schon die weitere Angabe hinzufügen, dass die Zeit des Anbaues, ob frühe oder späte Aussaat, auf die Geschlechtsbildung keinen Einfluss übe. Andererseits meinte Leydhecker freilich, dass der Kraftzustand des Bodens das weibliche Geschlecht fördere. Dem musste Fr. Haberlandt<sup>6)</sup> wiederum entgegentreten, als er vergleichende Versuche auf sehr stark gedüngtem Boden anstellte. Von den 6282 erzielten Pflanzen waren 54,46% Weibchen und 45,54% Männchen. Die älteren Versuche hatten ihm 54,03% Weibchen und 45,97% Männchen ergeben.

Fr. Haberlandt stellte bereits fest, dass die Sortierung des Hanfsamens nach der Größe und dem spezifischen Gewicht, ohne Ein-

1) l. c. Sp. 165.

2) Fühling's landw. Zeitung, 1877, p. 881.

3) Wiener landw. Zeitg., 1869, Nr. 3.

4) l. c. p. 139.

5) Landw. Wochenbl. d. k. k. Ackerbauministeriums, Wien, 1870, p. 209.

6) Fühling's landw. Zeitg., 1877, p. 881.

fluss auf das Zahlenverhältnis der Geschlechter bei der Ernte sei <sup>1)</sup>. Diese Versuche schienen geboten, da von Autenrieth und Mauz das Gegenteil behauptet worden war <sup>2)</sup> und diese Meinung sich unter den Gärtnern und Samenzüchtern verbreitet hatte. So auch konnte Fisch erweisen, dass das Alter des Samens auf das Geschlecht der Hanfpflanzen keinen Einfluss übe <sup>3)</sup>. Ich selbst entnahm die Samen zu bestimmten Aussaaten, die dann im nächstfolgenden Frühjahr ausgeführt wurden, am 25. September und 25. Oktober 1891, einerseits einzelnen sehr kräftigen, andererseits einzelnen besonders schwachen Hanfpflanzen. Die Samen jeder einzelnen Pflanze wurden besonders ausgesät. Das Ergebnis war:

	M	W
Aus Samen, die einer kräftigen Pflanze am 25. September entnommen waren . . . . .	99	119
Aus Samen, die einer kräftigen Pflanze am 25. Oktober entnommen waren . . . . .	88	98
Aus Samen, die einer schwachen Pflanze am 25. September entnommen waren . . . . .	64	72
Aus Samen, die einer sehr schwachen Pflanze am 25. Oktober entnommen waren . . . . .	29	33

Das gegenseitige Verhältnis der Männchen zu den Weibchen schwankte somit nur wenig und entfernte sich nicht auffällig von der Heyer'schen Durchschnittszahl von 100 Männchen auf 116 Weibchen für die nämliche Art. Zum mindesten waren die Schwankungen nicht größer als sie für Zählungen, die an einer so geringen Zahl von Individuen vorgenommen wurden, zulässig sind.

Meine frühere Erfahrung <sup>4)</sup>, dass es möglich sei einem Pflanzenteil Klemmen anzulegen, die ihn bis auf die Wasserbahnen zusammendrücken, ohne dass er welke, bestimmte mich zu einem weiteren Versuch. Sollte mangelhafte Ernährung von Einfluss auf das Geschlecht sein, so könnten eventuell solche Klemmen an blütenbildenden Sprossen weiblicher diöcischer Pflanzen die Bildung männlicher Blüten veranlassen. Ich brachte daher an kräftige Sprosse weiblicher *Bryonia dioica*-Stücke, in etwa 10 cm Entfernung von der fortwachsenden Spitze, Klemmen an, durch welche der Spross bandartig abgeflacht wurde. Das verlangsamte zwar, verhinderte aber nicht das Wachstum dieser Sprosse. Ich entfernte dann auch die an diesen Sprossen sich entfaltenden Blätter und erreichte damit schließlich, dass ihre Blüten nicht mehr fertig gestellt, ihr Wachstum schließlich ganz sistiert wurde. Doch eine Bildung männlicher Blüten an Stelle der weiblichen erreichte ich auf diesem Wege nicht. Dabei verlängerten sich manche der so geklemmten Sprosse bis auf 50 cm Länge über der geklemmten Stelle.

1) Wiener landw. Zeitg., 1869, Nr. 3.

2) Vergl. Flora, 1822, Bd. II, vierte Beilage, p. 50.

3) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1887, p. 139.

4) Ueber den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen, 1891, p. 604.

Vor kurzem will nun Marin Molliard<sup>1)</sup> auch gefunden haben, dass bei *Mercurialis annua* die Temperatur der Umgebung von Einfluss auf die Geschlechtsverteilung sei. Er benutzte Samen von Stöcken, die, wie er angiebt, unter ungleichen Bedingungen gewachsen waren, und säete sie in sieben getrennten Quadraten, am 18. April und am 25. Juni 1898, aus. Die Entwicklung vollzog sich in dem nämlichen Boden, doch bei sehr verschiedener Luftwärme. Für die erste Kultur entsprach ihr Mittel einer Temperatur von 12° C, für die zweite einer solchen von 18,5° C. In der ersten Kultur erhielt Molliard auf 100 Männchen 86 Weibchen, in der zweiten auf 100 Männchen 99 Weibchen. Zwar schwankten auch andere Bedingungen von einer Kultur zur anderen, doch glaubt Molliard nicht, dass sie denselben Einfluss wie die Temperatur ausgeübt hätten und er schließt, dass die Wärme bei *Mercurialis* die Bildung der Weibchen fördere. Für *Cannabis* meinte Molliard<sup>2)</sup> „durch vergleichende Versuche“ kurz zuvor gezeigt zu haben, dass die Temperatur ohne Einfluss auf das Geschlecht sei. Also würde sich *Mercurialis annua* anders verhalten. Nun aber heißt es bei Heyer<sup>3)</sup> ausdrücklich, dass höhere Temperatur keine Wirkung auf das Zahlenverhältnis der Geschlechter bei *Mercurialis* ausübe. Das 21. Tausend Pflanzen, das Heyer am 6. Oktober geerntet hatte, zeigte „dieselbe Verteilung der Geschlechter, wie die übrigen im Anfang des Sommers ausgerauften 20 Tausend. Das 21. Tausend gehörte aber der 2. Generation desselben Sommers an, deren Entstehung jedenfalls auf die während des Juni stattgefundene Befruchtung zurückzuführen ist und die somit aus Samen entstanden war, die während der heißen Tage des Sommers zur Reife gelangten. — Das gesetzliche Verhältnis der Geschlechter bleibt demnach in den verschiedenen Jahreszeiten dasselbe“. Auch die im Warmhaus kultivierten *Mercurialis* ergaben Heyer<sup>4)</sup> negative Resultate. „Weder die verschiedenen Bodenarten noch die hohe Temperatur waren im stande gewesen, die Entstehung eines der beiden Geschlechter zu begünstigen“. Wie kommt also Molliard zu dem anders lautenden Ergebnis? Da lässt sich zunächst bemerken, dass die Aussaat vom 18. April, 1894 Männchen und 1637 Weibchen, die am 25. Juni, 2019 Männchen und 1999 Weibchen lieferte. Da Molliard nicht angiebt, für die zweite Aussaat mehr Samen als für die erste verwandt zu haben, ja aus seiner Schilderung vielmehr sich schließen lässt, dass beide Aussaaten einander glichen, so ist das Fehlen von 487, also etwa eines

1) De l'influence de la température sur la détermination du sexe. Comptes rendus de l'Acad. Paris, 1898, T. 127, p. 669.

2) De l'hermaphroditisme chez la Mercuriale et le Chauvre. Revue générale de Botanique, T. X, 1898, p. 333.

3) l. c. p. 23.

4) . c. p. 39.

Siebtels der Pflanzen in der ersten Ernte, doch wohl nur dem Umstand zuzuschreiben, dass mehr Individuen bei derselben zu Grunde gingen. Dass die beiden Geschlechter einer diöcischen Pflanze von der Ungunst der Verhältnisse verschieden betroffen werden können, haben wir aber zuvor schon erfahren. Die Zahl der von Molliard geernteten Individuen ist auch nicht hoch genug, um die durch bloßen Zufall veranlassten Ergebnisse auszuschließen. Hat doch Heyer ausdrücklich für *Mercurialis* hervorgehoben, dass erst bei der Zählung von 14000 Pflanzen das Verhältnis zwischen weiblichen und männlichen Individuen anfang konstant zu werden<sup>1)</sup>. So bedeutend ist außerdem der von Molliard in seinen beiden Aussaaten erhaltene Unterschied im Zahlenverhältnis der Geschlechter nicht, als dass er zu einer endgiltigen Schlussfolgerung berechtigt hätte, er konnte höchstens nur zur Wiederholung der Versuche anregen. So wie die Verhältnisse zunächst liegen, hätten diese sehr wohl mit entgegengesetzten Ergebnissen abschließen können. Wie stark im einzelnen die Schwankungen sein können, haben ja auch die verschiedenen Molliard'schen Quadrate ergeben, und bei dem ersten Versuch liegt sogar ein Quadrat (3) vor, das 207 Weibchen auf 192 Männchen, also 108 Weibchen auf 100 Männchen aufweist, während in der zweiten Aussaat in einem Quadrat (1) 325 Männchen nur 283 Weibchen gegenüberstehen, wo somit nur 87 Weibchen auf 100 Männchen entfallen. Ein schlagender Beweis für den Einfluss der Temperatur auf das Geschlecht würde sich erst aus wiederholten Versuchen, bei Ausschluss aller anderen Möglichkeiten, ergeben, und müsste weit stärkere Differenzen aufweisen, oder in weit höheren Zahlen sich bewegen, um überzeugend zu wirken. Inzwischen liegt die Sache aber so, dass wenn man einerseits die Männchen, andererseits die Weibchen der beiden Molliard'schen Versuche addiert, man ein Verhältnis der beiden Geschlechter von 107,6 männlichen auf 100 weibliche Pflanzen erhält, während bei Heyer auf 40000 Exemplare sich erstreckende Zählungen 100 weibliche Pflanzen zu 105,86 männliche ergaben. Greife ich aus der Tabelle der Heyer'schen Abhandlung<sup>2)</sup>, welche das Geschlechtsverhältnis der *Mercurialis annua* in den aufeinander folgenden Zählungen uns vorführt, einerseits das 12., 13. und 14. Tausend, andererseits das 15., 16. und 17. Tausend heraus und addiere die Männchen und Weibchen, so erhalte ich 1495 Männchen zu 1505 Weibchen und 1528 Männchen zu 1472 Weibchen. Das ergibt für das erste Dreitausend auf 100 Männchen 100,06 Weibchen, für das zweite auf 100 Männchen 96,33 Weibchen. Und doch handelte es sich um Pflanzen, die zu gleicher Zeit geerntet wurden und von denen es heißt, dass sie übereinstimmend auf sehr sonnigem, gut gedüngtem Boden gewachsen

1) l. c. p. 19.

2) l. c. p. 17.

seien. Zusammenaddiert ergeben diese sechs Tausend Pflanzen ein Verhältnis von nur 101,5 Männchen auf 100 Weibchen, ein Verhältnis, welches somit noch immer um 4,3 Männchen unter der Mittelzahl bleibt. Diese wurde, wie ich schon hervorhob, erst konstant, also der Mittelzahl entsprechend, als Heyer's Zählungen das vierzehnte Tausend überschritten hatten. Ich griff soeben sechs aufeinander folgende Tausende aus der Heyer'schen Tabelle heraus; bei einer willkürlicher getroffenen Wahl der Tausende hätte ich leicht auch ganz ähnliche Kombinationen erlangen können, wie sie Molliard aus seinen Kulturen gewann. Um das zu illustrieren, möchte ich beispielsweise noch hinzufügen, dass die Summierung des 3., 4., 7. und 19. Tausend der in der Heyer'schen Tabelle angeführten, unter gleichen Bedingungen aufgewachsenen Pflanzen 2164 Männchen zu 1836 Weibchen ergibt, also nur 84,8 Weibchen auf 100 Männchen, ein Ergebnis, das über das der Molliard'schen Frühjahrskultur noch hinausgeht.

Im Jahre 1893 versuchte ich auch die Beantwortung der Frage, ob nicht die Nachkommen der unter extremen Bedingungen erzogenen Pflanzen eine Verschiebung des gewohnten Zahlenverhältnisses der Geschlechter aufweisen würden. Zu diesem Zwecke säete ich im Sommer *Melandrium album* einerseits auf sehr guter Gartenerde, andererseits in reinem Sande aus. Die Aussaat erfolgte im Freien und in beschränkterem Maße auch in Blumentöpfen. Im Frühjahr 1894 zeigten sich die im Gartenboden erwachsenen Stöcke sehr üppig entwickelt und standen dicht gedrängt an einander. Nur wenig zahlreich und schwach waren die Exemplare auf Sand. Da in beiden Fällen die gleiche Zahl Samen ausgesät worden war, musste die Mehrzahl der Samen im Sande nicht gekeimt haben; auch ging weiterhin eine größere Anzahl von Keimlingen noch zu Grunde. Nunmehr wurden Bestäubungen ausgeführt einerseits zwischen den kräftigsten Pflanzen und den schwächsten Pflanzen der beiden Kulturen unter einander, andererseits der kräftigsten Pflanzen der einen Kultur durch die schwächsten der anderen und umgekehrt. Ueber dem 4 m langen und 2,6 m breiten Raume, auf dem die Pflanzen wuchsen, hatte ich zur Zeit der Versuche Gaze spannen lassen. Eine Mauer und Bretterwände bildeten den seitlichen Abschluss. Die Wirksamkeit dieses Abschlusses stand unter dauernder Kontrolle. Die ersten Bestäubungen wurden am 3. Juni vorgenommen, die weiteren folgten von Tag zu Tag. Die Aussaat erfolgte im September in gewöhnlicher Gartenerde. Die im Jahre 1895 erfolgte Feststellung der Zahlenverhältnisse der Geschlechter ergab für die Nachkommen kräftiger Weibchen, die mit kräftigen Männchen bestäubt worden waren, auf 100 Männchen 133,3 Weibchen. für die Nachkommen schwacher Weibchen, die Pollen von schwachen Männchen erhalten hatten, auf 100 Männchen 137,8 Weibchen; für die Nachkommen kräftiger Weibchen mit schwachen Männchen auf

100 Männchen 128 Weibchen, für die Nachkommen schwacher Weibchen mit kräftigen Männchen auf 100 Männchen 132 Weibchen. Geerntet wurden im ersten Falle 66 Männchen und 88 Weibchen, im zweiten 103 Männchen und 142 Weibchen, im dritten 57 Männchen und 73 Weibchen, im vierten 50 Männchen und 66 Weibchen.

Das Ergebnis dieses Versuches lässt sich wohl dahin zusammenfassen, dass ein Einfluss extremer Ausbildung der Eltern auf das Zahlenverhältnis der Geschlechter der Nachkommen nicht besteht. Dass die Weibchen etwas zu stark in diesen Versuchen hervortraten, erklärt sich einfach aus dem Umstande, dass die männlichen Stöcke von *Melandrium* im Winter nachweislich stärker leiden. Würde etwa die kümmerliche Entwicklung im Sande die Fähigkeit der Individuen, ihr eigenes Geschlecht zu reproduzieren, herabsetzen, so hätte die Bestäubung der schwachen Weibchen durch kräftige Männchen besonders viel Männchen, die umgekehrte Bestäubungsart, besonders viel Weibchen ergeben müssen, was durchaus nicht der Fall war. Von einem auffallend kräftigen Weibchen, das durch ein über die Maßen schwaches Männchen bestäubt worden war, säete ich den Inhalt der Kapsel besonders aus und erntete 7 Männchen und 8 Weibchen. Ebenso erzog ich besonders die Nachkommen einer weiblichen Pflanze, die aus dem Boden gehoben, samt ihrer einzigen aus einer einzigen Blüte, die durch ein sehr kräftiges Männchen bestäubt worden war, hervorgegangenen Frucht nur zwei Gramm wog. Das Ergebnis waren 7 Männchen und 7 Weibchen. Eine zweite der vorhergehenden fast völlig gleichende Pflanze ergab mir aus ihrer einen Frucht 9 Männchen und 14 Weibchen.

Im Jahre 1896 wurde dieser Versuch noch einmal wiederholt. Wiederum erzog ich einerseits sehr kräftige Exemplare auf fruchtbarer Gartenerde und andererseits sehr schwache auf Sand und bestäubte die kräftigsten Stöcke durch die schwächsten und umgekehrt. Die Aussaat erfolgte im September, während des Winters wurden die Pflanzen vor stärkerem Frost geschützt. Die Ernte im Jahre 1897 ergab: aus kräftigen Weibchen und schwachen Männchen 364 männliche und 472 weibliche Pflanzen, somit 100 auf 129,6; aus schwachen Weibchen und kräftigen Männchen 286 männliche und 358 weibliche Pflanzen, somit 100 auf 125,1.

Ein von Fisch<sup>1)</sup> angestellter, hier anzuschließender Versuch, hatte das nämliche Ergebnis. Fisch säete den Samen seiner auf sterilem Sandboden erzeugten Hanfpflanzen aus und erzielte auf 80 Männchen 125 Weibchen, also entsprechend der für seine Hanfrasse gültigen Durchschnittszahl von 100 Männchen auf 156 Weibchen.

Als Fisch<sup>2)</sup> zwei besonders kräftigen Stöcken einer Hanfkultur

1) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1887, p. 145.

2) l. c. p. 143.

zu verschiedenen Zeiten Samen entnahm und getrennt aussäete, erhielt er zunächst besonders viel Weibchen und gelangte zu der Vorstellung, dass in dem von einer Hanfpflanze erzeugten Samen zuerst das weibliche Geschlecht wesentlich vorherrsche, dann erst die Zahl der männlichen Samen zunehme, und so die gewohnte Durchschnittszahl herstelle. Doch da Fisch von nur zwei Pflanzen in diesem Versuche ausging, so konnte der Zufall das Ergebnis bestimmt haben. War doch bereits der Ausfall für die Nachkommen der einen Pflanze weniger ausgeprägt, als für die der anderen. Die Zahl der ausgesäeten Samen betrug 3058, war also ziemlich hoch, doch hier wäre es vor Allem auf die Zahl der samenliefernden Pflanzen angekommen. Diese Zahl müsste aber bedeutend gesteigert werden, um ein entscheidendes Resultat zu ermöglichen. Auch ist hinzuzufügen, dass bereits vorhandene Versuche von Heyer<sup>1)</sup> nicht eben für die von Fisch gemachte Annahme sprechen. Heyer erntete von zwei Beeten des gewöhnlichen Hanfes die an denselben Pflanzen zuerst und die zuletzt reif gewordenen Samen und erhielt von dem einen Beete genau das entgegengesetzte Resultat wie vom anderen. Doch operierte Heyer in diesem Fall mit einer nur geringen Samenzahl. Im Besonderen erreichte die Zahl der aus den zuerst gereiften Samen erzogenen Pflanzen in beiden Fällen nicht einmal das Hundert, so dass rein zufällige Einflüsse ebenfalls das Ergebnis getrübt haben könnten.

Da auch behauptet worden ist, dass die Jahreszeit, in der die Samen erzeugt werden und der Reifezustand auf das Geschlecht der aus ihnen hervorgehenden Pflanzen von Einfluss sei, habe ich am 17., 19. und 20. Oktober 1891 im freien Felde Früchte von *Melandrium album* gesammelt und den Samen aussäen lassen. Diese Samen stammten zum Teil aus reifen Spätfrüchten, zum Teil aus eben solchen noch unreifen Früchten. Die Ernte fand am 11. und 25. Juli 1892 statt.

#### I. Samen reif.

1. Früchte vom 19. Oktober: 293 M., 360 W., somit auf 100 M. 122,8 W.
2. Früchte vom 20. Oktober: 182 M., 261 W. Auf 100 M. 143,4 W.

#### II. Unreifer Samen.

3. Samen noch weiss, als sie aus der Frucht befreit wurden; vom 17. Oktober: 44 M., 64 W. Auf 100 M. 145,4 W.
4. Samen ebenso, noch weiß; vom 20. Oktober: 90 M., 123 W. Auf 100 M. 136,6 W.
5. Samen hellbraun, als sie aus der Frucht befreit wurden; vom 20. Oktober: 251 M., 332 W. Auf 100 M. 132 W.

Im Ganzen wurden aus diesen Samen 860 Männchen und 1140 Weibchen erzogen, was auf 100 Männchen 132,5 Weibchen giebt. Es ist das annähernd die nämliche Zahl, die ich bei der Zählung spontaner Pflanzen und die auch Heyer fand, eine Beeinflussung des Geschlechts

1) l. c. Nachtrag p. 138.

durch die Zeit des Einsammelns oder durch den Reifezustand der Samen ergab sich somit in diesen Versuchen nicht.

Die Behauptungen von Thury<sup>1)</sup>, dass der Reifezustand des Eis von Einfluss auf das zukünftige Geschlecht der Tiere sei, und dass aus früh befruchteten Eiern Weibchen, aus spät befruchteten Eiern Männchen hervorgehen, veranlasste bereits H. Hoffmann zu entsprechenden Versuchen mit diöcischen Pflanzen<sup>2)</sup>. Bei *Spinacia* erhielt Hoffmann bei früher und später Bestäubung zunächst dieselbe Anzahl von Männchen und Weibchen. Bei *Mercurialis* glaubte er zu finden, dass frühe Befruchtung relativ mehr Männchen liefert, nur relativ, denn in allen seinen Aussaaten betrug die Zahl der Weibchen das Vielfache der Männchen. Während in seinen Versuchen von 1864 und 1865 Hoffmann nur das Alter der weiblichen Blüten berücksichtigte, wandte er in den Jahren 1866 und 1867 auch verschieden alten Pollen an. Es war das einerseits frischer, andererseits vorjähriger Pollen. Er glaubte mehr weibliche Pflanzen mit altem Pollen erlangt zu haben. Dann setzte er seine Versuche 1867 und 1868 fort und erhielt dabei bei Früh- und Spätbestäubung den vorausgegangenen entgegengesetzte Resultate. Also kann den H. Hoffmann'schen Versuchen mit *Mercurialis* nur ein negativer Erfolg zuerkannt werden. Hierauf stellte Hoffmann von 1868 Versuche mit „*Lychnis dioica*“ an. Die Bestäubung der weiblichen Blüten durfte, wie es sich zeigte, nicht über den vierten Tag hinausgeschoben werden, da sonst eine spontane Abgliederung der Blüten erfolgte. Frühe und späte Bestäubung ergaben in einer ersten Versuchsreihe fast die gleiche Anzahl von Männchen und Weibchen; in einer späteren Versuchsreihe ging, im Gegensatz zur Thury'schen Hypothese, eine größere Zahl Weibchen aus der späten Bestäubung hervor. Aus spontan erzeugtem Samen wurden übrigens zu gleicher Zeit noch mehr Weibchen als aus jenen spät bestäubten Blüten erlangt, was am besten wohl zeigte, dass alle diese Versuche zu der Annahme einer Beeinflussung des Geschlechts durch frühe oder späte Bestäubung nicht ermächtigen.

Ich selber nahm diese Frage wieder auf, nicht eben in der Voraussetzung, dass sich ein bestimmender Einfluss des Reifezustandes der Geschlechtsprodukte auf das Geschlecht der Nachkommen aus den Versuchen ergeben würde, wohl aber um dem Einwurf zu entgehen, dass ich diese Möglichkeit vernachlässigt hätte. Auch sollten mir diese Versuche zugleich Gelegenheit zu der Feststellung bieten, von welchem Augenblicke an ein aus den Antheren künstlich befreiter Pollen zur Weiterentwicklung auf der Narbe befähigt ist.

Bei Versuchen, welche darauf ausgehen, Geschlechtsprodukte verschiedenen Reifezustandes bei Angiospermen zusammenzuführen, darf

1) Arch. Biol. Genève 20 Sept. 1863 und 1864 Nr. 75 p. 223.

2) Zur Geschlechtsbestimmung. Bot. Ztg., 1871, Sp. 81.

nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Verzögerung der Bestäubung bei der weiblichen Blüte einen ganz anderen Ausgangspunkt für den Versuch schafft, als das Aelterwerden der Pollenkörner. Denn in den meisten angiospermen Pflanzen, so den Pflanzen, mit welchen bis jetzt experimentirt wurde, ist das Ei im Embryosack fertig gestellt, wenn die Narben empfängnisfähig werden. Schiebt man somit die Bestäubung hinaus, so wird in der Zeit das Ei, somit das Geschlechtsprodukt, älter, oder, wenn man will, auch reifer. Anders bei dem Pollen. Der reife Pollen, den man altern lässt, enthält zwar schon die generative Zelle, doch noch nicht jene Spermakerne, welche die Befruchtung vollziehen. Diese gehen ja erst kurz vor der Befruchtung aus der Teilung des generativen Kerns im Pollen hervor. Im Hinblick auf diesen letzten Teilungsschritt ist somit der in Aktion tretende Spermakern von annähernd demselbem Alter, ob er altem oder jungem Pollen entstammt. Es müsste dann nicht das Alter des Spermakerns, sondern des generativen Kerns maßgebend sein. Doch wenn das Alter des letzteren bestimmend für das Geschlecht wäre, wie sollte da das notwendige Verhältnis von Männchen und Weibchen bei diöcischen Gymnospermen eingehalten werden, da bei ihnen doch der generative Kern auf dem Nucellus der Samenanlage meist eine monatelange Ruhepause durchmacht. Wenn der „Reifegrad“ der Geschlechtsprodukte für das Geschlecht der Produkte in Betracht käme, so würde andererseits bei Angiospermen für die Zusammenführung gleichalteriger Geschlechtsprodukte wohl allgemeiner gesorgt sein. Dagegen liegen bei Juglandeem, Cupuliferen, Betulaceen, ja auch Orchideen, Bestäubung und Befruchtung oft ziemlich weit auseinander.

In meinen Versuchen mit jungem Pollen von *Melandrium album* und *rubrum* griff ich auf immer jüngere Antheren zurück, solange als sich der Pollen noch wirksam zeigte. Der Pollen wurde künstlich mit einem schmalen Elfenbeinmesserehen aus den Antheren befreit, sein Zustand an einer kleinen Probe meist auch unter dem Mikroskop geprüft. Mit Pollen, der sich mit Protoplasma noch nicht angefüllt zeigte und eben erst die Teilung in die generative und vegetative Zelle vollzogen hatte, war eine Befruchtung nicht möglich, wohl aber mit solchem, der den vollen Inhalt bereits führte. Dieser Pollen wurde einerseits den Narben eben erst entfalteter, andererseits drei bis vier Tage alter Blüten aufgetragen. Das Resultat fiel im Einzelnen sehr schwankend aus, im ganzen aber so, dass 221 männliche und 289 weibliche Pflanzen erzielt wurden. Zufälliger Weise ergaben die Pflanzen aus der ersten Kapsel bei der Ernte 1 Männchen und 22 Weibchen. Diese Kapsel entstammte der Bestäubung einer älteren Blüte mit sehr jungem Pollen. Das konnte die Vorstellung einer erfolgten Beeinflussung erwecken, die freilich im entgegengesetzten Sinne, als es die Thury'sche Hypothese verlangt, ausgefallen wäre. Bald folgten aber bei der

gleichen Bestäubungsart Fälle mit der gleichen Zahl von Männchen und von Weibchen, vereinzelt auch mit dominirenden Männchen, so dass ein Schluss nur gegen Thury aus dem Ergebnis gezogen werden konnte. Die beobachtete Mannigfaltigkeit war zum Mindesten keine andere, als die eines Kontrollversuches mit Samen aus spontan erzeugten Früchten, die einzeln ausgesät ebenfalls schwankende Werte, zusammengenommen aber 198 Männchen und 262 Weibchen ergaben. — Nicht anders war es mit denjenigen Fällen, in welchen alter Pollen auf junge, im Oeffnen begriffene, ja zum Teil künstlich geöffnete weibliche Blüten gebracht wurde. Aus Blüten, die ich am 2. August 1892 mit Pollen bestäubte, der am 26. Juli aus reifen Blüten geerntet worden war, erhielt ich 48 Männchen und 68 Weibchen, und aus Blüten, die am 9. August mit Pollen vom 27. Juli bestäubt wurden, 50 Männchen und 57 Weibchen.

Bestimmte im hiesigen Institut vor Jahren gesammelte Erfahrungen veranlassten mich, Bestäubungsversuche mit Pollen anzustellen, welcher entweder hohe Temperaturen zuvor auszuhalten hatte, oder bestimmten chemischen Einflüssen ausgesetzt worden war. Nach den Vorstellungen, die ich mir über die geschlechtlichen Anlagen in den Geschlechtsprodukten gebildet hatte, konnte ich zwar nicht erwarten, dass eine etwaige „Schwächung“ des Pollens von Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen sein würde, immerhin galt es diese Möglichkeit experimentell zu prüfen.

Dass trockener Pollen in den meisten Fällen Temperaturen bis  $90^{\circ}$  eine Zeitlang ertragen kann, ohne seine Keimfähigkeit einzubüßen, hatte P. Rittinghaus im hiesigen Institut schon nachgewiesen<sup>1)</sup>. Er stellte fest, dass man den trockenen Pollen mancher Pflanzen sogar bis auf  $104,5^{\circ}$  C. während 10 Minuten erhitzen kann, ohne ihn zu töten. Andererseits fand er, dass Chloroformdämpfe rasch die Keimfähigkeit des lufttrocknen Pollens vernichten. In Nährlösung befindliche Pollenkörner vermochten hingegen bis 40 Minuten lang, ohne Schädigung Chloroformdämpfe zu ertragen.

Ich selbst konstatierte nun vor Allem, dass auch der trockene Pollen von *Melandrium album* eine Temperatur von  $90^{\circ}$  C. 10 Minuten lang erträgt, ohne seine Keimfähigkeit einzubüßen. Um sicherzustellen, dass der Pollen selbst diese Temperatur erreicht habe, stellte ich entsprechende Kontrollversuche an. Diese lehrten, dass 15 Minuten nötig waren, um die in unseren auf  $90^{\circ}$  erhitzten Wärmeschrank eingeführten Uhrschalen auf die gleiche Temperatur zu bringen. Bei der Einführung der Schale pflegte die Temperatur des Wärmeschranks um  $5^{\circ}$  zu sinken, erreichte aber bald wieder die vorhergehende Höhe. Die Schalen wurden 25 Minuten im Wärmeschrank gelassen. Somit musste der Pollen, den

1) Ueber die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äussere Einflüsse. Inaug.-Diss. Bonn 1887.

sie führten, sicher mindestens 10 Minuten lang  $90^{\circ}$  selbst erreicht haben. Von den mit diesem Pollen bestäubten *Melandrium*-Blüten setzten, mit Ausnahme von zweien, alle an. Mit Pollen, der in gleicher Weise bis auf  $100^{\circ}$  C. erhitzt worden war, erhielt ich auch nicht eine Frucht. Die Aussaat der Samen ergab in dem einen Beet 54 Männchen und 70 Weibchen, in dem anderen 39 Männchen und 56 Weibchen. Die Männchen standen somit in beiden Fällen an Zahl den Weibchen nach, doch nicht in irgend wie ungewohntem Verhältnis.

Dann wurde Pollen von *Melandrium album* trocken, 30 Minuten lang, im Uhrglas, unter einer Glasglocke, bei Zimmertemperatur, der Einwirkung von Alkoholdämpfen ausgesetzt. Diese stiegen aus dem 97% Alkohol auf, der sich in dem Untersatze befand, in den die Glocke tauchte. Aus den erhaltenen Samen wurden in einem Beete 18 männliche und 28 weibliche, in einem anderen 24 männliche und 32 weibliche Pflanzen erzielt. Trockner Pollen derselben Art, der 60 Minuten lang den Alkoholdämpfen ausgesetzt war, blieb unwirksam, ebenso trockener Pollen, auf den 15, beziehungsweise 30 Minuten lang Chloroformdämpfe, oder 25 Minuten lang Schwefelkohlenstoffdämpfe eingewirkt hatten.

In der weiteren Absicht zu ermitteln, ob bei einer Bastardirung von *Melandrium album* und *rubrum*, das Geschlecht der Nachkommen in irgend welcher Beziehung zu ihrer Farbe stehen würde, kreuzte ich diese beiden Arten mit einander. Ich wollte feststellen, ob, wenn der Pollen von der roten Art stamme, die männlichen Nachkommen etwa vornehmlich rot, und wenn er der weißen Art entnommen sei, etwa vornehmlich weiß sein würden. Diesen Versuch nahm ich im Jahre 1898 vor, und führte die Bestäubungen der Pflanzen im Juli unter Gaze aus. Ich erntete im nächsten Jahre 62 männliche und 79 weibliche Pflanzen. Auffallender Weise blühten diese Pflanzen durchgehends rot. Ich wusste diese Erscheinung mir nicht zu deuten, und verschob, da sie nicht in den Rahmen meiner Aufgabe fiel, auf später ihre eventuelle Aufklärung. Zunächst begnügte ich mich mit dem Ergebnis, dass Blütenfarbe und Geschlecht auf die Bastarde von *Melandrium album* und *rubrum* unabhängig von einander vererbt werden. Eine willkommene Erklärung der roten Blütenfärbung dieser Bastarde brachte mir dann die Arbeit von de Vries<sup>1)</sup>. Er weist nach, dass die rote Blütenfarbe von *Melandrium rubrum*, bei der Vereinigung mit *Melandrium album*, die Rolle einer dominierenden Eigenschaft spielt und das Weiss des *Melandrium album* an seiner Aeusserung verhindert.

Eine Anzahl Fruchtkapseln von *Melandrium album* wurde des Weiteren von mir zum Zweck der Feststellung erzogen, ob Bestäubung mit dem Pollen sämtlicher Antheren einer Blüte oder mit den Pollen nur

1) Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Ber. d. deutsch. Bot. Gesell. 1900. p. 86, 87.

eines einzigen Staubfaches auf die Verteilung des Geschlechts bei den Nachkommen von merklichem Einfluss sei. Auch dieses war nicht der Fall. Ich erhielt aus der ersten Art der Bestäubung 120 Männchen und 152 Weibchen, aus der zweiten 114 Männchen und 146 Weibchen.

Ein Jahr später wurde dieser Versuch in der Weise noch erweitert, dass der nur einem einzigen Staubfache entstammende Pollen, zum Teil reif, zum Teil unreif zur Verwendung kam. Ich brachte den Inhalt von sechs Fruchtkapseln, die in der tiefer folgenden Zusammenstellung mit 1 bis 6 bezeichnet sind, dann einzeln zur Aussaat. Von diesen Kapseln wurden 1 bis 3 aus reifen Pollen gewonnen, die Kapseln 4 bis 6 aus unreifen. Den unreifen Pollen hatte ich außerdem auf nur je eine Narbe der weiblichen Blüten gestrichen. Die Pflanzen, an denen die Bestäubung vorgenommen wurde, standen in Töpfen innerhalb eines abgeschlossenen Raumes; andere Blüten als die bestäubten setzten nicht an.

Die Ernte ergab:	M.	W.
Aus Kapsel 1	23	31
” ” 2	27	20
” ” 3	32	27
” ” 4	40	41
” ” 5	19	23
” ” 6	25	27

Diese Zahlen sprechen von selbst, so dass sie einer weiteren Erläuterung nicht bedürfen. Sie liefern das nämliche Bild, das uns schon so oft entgegentrat, und dieselben Schwankungen, die sich auch sonst bei dem Vergleichen kleiner Zahlen ergeben.

Hinzugefügt sei, dass Heyer<sup>1)</sup> sich auch die Frage stellte, ob jede einzelne weibliche Pflanze das Bestreben habe, die beiden Geschlechter dem gesetzlichen Verhältnis nach zu erzeugen. Er operierte zu diesem Zwecke mit *Mercurialis annua* und säete die sämtlichen von jeder einzelnen Pflanze erzeugten Samen für sich aus. Es ergaben sich im Einzelnen wiederum nicht unbedeutende Schwankungen, die sich dann weiterhin gegenseitig ausglich. Im Extrem kam es vor, dass die Nachkommen einer Pflanze auf 254 Männchen nur 169 Weibchen aufzuweisen hatten, also auf 150,29 Männchen 100 Weibchen, und auch dass eine Pflanze auf 222 Männchen 243 Weibchen produzierte, also nur 91,36 Männchen auf 100 Weibchen. Das Gesamtergebnis der Ernte waren aber 1296 männliche zu 1155 weiblichen Pflanzen, also ein Verhältnis von 112,20 zu 100. Die Zahl der Männchen war etwas zu hoch, doch nicht auffällig bei der immerhin noch begrenzten Zahl von Individuen.

Aus diesen jahrelang fortgesetzten und nach allen Richtungen hin variierten Versuchen geht wohl genugsam hervor, dass das Geschlecht

1) l. c. Nachtrag p. 135.

diöcischer Angiospermen durch die Einflüsse, welcher sich während der Entstehung und Entwicklung auf sie geltend machen, nicht beeinflusst wird. Es handelt sich also in der Verhältniszahl der Geschlechter bei diesen Pflanzen um eine erblich fixierte Größe. Dass diese schon im Keime bestimmt sein muss, folgt aus der Konstanz der Zahl bei hinreichend hohen Zählungen für eine gegebene Art oder Rasse und ihrer Verschiedenheit je nach Art beziehungsweise auch Rasse. Zu demselben Schlusse, wie ich ihn hier vertrete, war seiner Zeit auf Grund seiner Versuche bei den Fröschchen, Eduard Pflüger<sup>1)</sup> gelangt. Er äußerte sich dahin, „dass die nach Rasse verschiedene Natur der Eltern, die Ei und Samen in sich entwickeln, maßgebend ist für den Charakter der Entwicklung der Geschlechtsorgane in den jungen Geschöpfen nach der Befruchtung und dass eine Reihe der abnormsten Einflüsse, welche das Ei nach der Befruchtung treffen, nichts vermögen zur Aenderung dieser Geschlechtsverhältnisse.“ Für Eduard Pflüger „ist deshalb die Hoffnung durch irgend welche Einwirkungen das Geschlecht eines befruchteten Eies bestimmen zu können, minimal, ja es erscheint kaum glaublich, dass irgend welche Einwirkung, die vor der Befruchtung das reife Ei und den reifen Samen treffen, einen Einfluss auf das Geschlecht auszuüben vermögen.“

Es handelt sich bei der Trennung der Geschlechter allem Anschein nach um solche Anlagen, deren Sonderung Naudin<sup>2)</sup> schon 1861 in den Pollen und in die Samenanlagen, Georg Mendel<sup>3)</sup> für die Rassenbastarde der Erbse 1866 in die Geschlechtsprodukte verlegt hatte. Die grundlegende Mendel'sche Arbeit war seiner Zeit unbekannt und unbeachtet geblieben, vor Allem weil ihre Veröffentlichung in einer Zeitschrift erfolgte, die den wenigsten Gelehrten in die Hände fällt. Jetzt haben gleichzeitig Hugo de Vries<sup>4)</sup>, C. Correns<sup>5)</sup> und Erich Tschermak<sup>6)</sup> deren Ergebnisse bestätigt. Es geht aus diesen Angaben, und zwar zunächst für Rassenbastarde hervor, dass bestimmte Eigen-

1) Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. XXIX, 1882, p. 25.

2) Sur l'Hybridité dans les végétaux, Nouv. Archives du Muséum. T. I, 1865, p. 150. Der Pariser Akademie eingereicht im Dezember 1861.

3) Versuche über Pflanzen-Hybriden, Verhandl. d. Naturf. Vereins in Brünn, Bd. IV, p. 1.

4) Sur la loi de disjonction des hybrides. Comptes rendus de l'Acad. d. Se. Paris 1900, 26 Mars. Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1900 p. 83; sur les Unités des caractères spécifiques et leur application à l'étude des hybrides, Revue générale de Bot. T. XII. 1900 p. 257.

5) Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1900 p. 158 und Bericht in der Bot. Ztg. 1900 p. 229.

6) Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*, Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Oesterreich 1900, Heft 5; Ueber künstliche Kreuzung von *Pisum sativum*, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1900 p. 232.

schaften der Erzeuger sich ausschließen und als „dominierende“ und „recessive“ Merkmale in den Nachkommen geltend machen. Das dominierende Merkmal tritt in der ersten Generation allein in Erscheinung, das recessive bleibt latent. Werden dann aber derartige Bastarde mit ihrem eigenen Pollen bestäubt, so erfolgt in den Nachkommen eine Spaltung der Eigenschaften, so zwar dass drei Viertel das dominierende, ein Viertel das recessive Merkmal zeigen. Das erklärt sich daraus, dass, wie Mendel schon annahm, der Bastard zweierlei männliche und weibliche „Befruchtungszellen“ bildet. Die dominierenden sind in gleicher Zahl wie die recessiven vorhanden. Der Zufall muss nun, der Wahrscheinlichkeit nach, bei hinreichend gehäufter Beobachtung, in 50% der Fälle Gleiches, in 50% Ungleiches bei der Befruchtung zusammenbringen. In den 50% der Fälle, wo Ungleiches sich begegnet, wird 25 Mal das dominierende Merkmal auf dominierendes, 25 Mal das recessive auf recessives treffen. Wo Gleiches zusammentrifft, wird das dominierende Merkmal wieder zur Herrschaft gelangen; daher die eine Hälfte der Nachkommen von vorn herein nur das dominierende Merkmal aufweisen kann; wo bei gleicher Vereinigung die dominierenden Merkmale einander begegnen, werden naturgemäß die Nachkommen auch mit diesem Merkmal ausgestattet sein. Daher 75% der Nachkommen zweiter Generation mit dominierendem Merkmal ausgestattet sind. Diesen stehen aber nur die 25% Pflanzen gegenüber, bei welchen der Zufall die recessiven Geschlechtsprodukte zusammenführte. Dass die Trennung der Merkmale aber in den Geschlechtsprodukten sich vollziehen muss, dafür bieten die Rassenbastarde der Erbsen überzeugende Beweise. Bei der Kreuzung von Erbsen mit gelbem und grünem Keim verhält sich das Gelb als dominierend, das Grün als recessiv. Da findet man denn in den Schoten der mit eigenem Pollen bestäubten Bastarde auf je drei Keime von gelber Farbe durchschnittlich einen solchen von grüner Farbe. Damit ist in der That der Nachweis erbracht, dass die Trennung dieser Merkmale schon vor Anlage des Keimes, also jedenfalls in den Geschlechtszellen, vor sich ging.

In diesem Nachweis erblicken wir eine schwer wiegende Thatsache, in der wir auch einen Anknüpfungspunkt für die Vorstellung finden, die wir uns von dem Zeitpunkt der Verteilung der Geschlechtsanlagen bei diöcischen Pflanzen gebildet haben. Führten unsere Versuche uns doch auch dahin, das Geschlecht als ein schon vorbestimmtes anzunehmen.

Es liegt uns dabei fern, hier Stellung zu der Frage zu nehmen, ob die Mendel'sche Regel über Rassenbastarde hinaus gilt. Wir verweisen vielmehr auf die Erörterungen, welchen Correns<sup>1)</sup> neuerdings in der botanischen Zeitung diese Frage unterwirft. Für uns kommt es vor Allem nur darauf an, hervorzuheben, dass auch die Trennung

1) l. c. 1900 p. 233 ff.

der sexuellen Merkmale getrenntgeschlechtlicher Organismen sich allem Anschein nach in den Geschlechtsprodukten vollzieht.

In Uebereinstimmung mit jenen Merkmalpaaren von Rassen, bei welchen das eine Merkmal das andere an der Aeusserung hindert, sehen wir auch in dem Paar der Geschlechtsmerkmale der getrenntgeschlechtlichen Organismen die Merkmale des einen Geschlechts nur zur Aeusserung gelangen. Im Gegensatze hingegen zu jenen Merkmalpaaren der Rassen, bei denen das dominierende allein in sämtlichen Nachkommen sich äußert, halten sich die geschlechtlichen Merkmale der getrenntgeschlechtlichen Organismen ein mehr oder weniger vollständiges Gleichgewicht. Es lässt sich nicht anders denken, als dass bei dem Zusammentreffen der mit bestimmten Geschlechtstendenzen ausgestatteten Geschlechtsprodukte, die Vereinigung darüber entscheidet, welches Geschlecht dominieren, welches latent bleiben soll. Wie oft der Ausschlag nach der einen, wie oft er nach der anderen Seite erfolgt, darüber bestimmen ererbte Eigenschaften, die in dem numerischen Verhältnis der Geschlechter bei den Nachkommen zur Anschauung gelangen.

Bei der Trennung der Anlagen für die Keime mit gelben und grünen Cotyledonen, in den aus einer gelb- und grünkeimigen Rasse gezogenen Erbsenbastarden, findet eine genaue Halbierung dieser Eigenschaften statt. Das erweckt in Correns die Vorstellung, diese Halbierung müsse sich bei einer Kernteilung vollzogen haben<sup>1)</sup>. Er erblickt darin eine Stütze für die Weismann'sche, das heißt qualitative Reduktionsteilung. Ich kann diese Ansicht nicht teilen und zwar zunächst aus dem Grunde nicht, weil mich meine Untersuchungen gelehrt haben, dass qualitative Reduktionsteilungen nicht existieren<sup>2)</sup>. Dem lässt sich entgegenhalten, dass meine Untersuchungen nicht beweisend seien und andere ganz verschieden lauten. Daher ich hier noch zeigen möchte, dass auch mit Hilfe der qualitativen Reduktionsteilung die Halbierung der Eigenschaften bei den als Beispiel herangezogenen Erbsenbastarden sich nicht erklärt. Denn um auf diesem Wege den gegebenen Erfolg zu haben, müssten nicht nur die bei der Entwicklung der männlichen Geschlechtsprodukte entstandenen Produkte der Halbierung zur Wirksamkeit gelangen, sondern es würde das auch bei den weiblichen Geschlechtsprodukten notwendig sein. Nun ist aber doch bekannt, dass die der Pollenmutterzelle entsprechende Embryosackmutterzelle nur ein Ei erzeugt. Dieses würde durch die qualitative Reduktionsteilung das eine Merkmal erhalten, das nicht zur Eibildung verwendete andere hingegen verloren gehen. Nach der Wahr-

1) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1900, p. 164 und Bot. Ztg., 1900, p. 232.

2) Vergl. hierzu auch die ganz neuerdings erfolgte Veröffentlichung von J. A. Janssens, Rapprochements entre les cinèses polliniques et les cinèses sexuelles dans le testicule des *Tritons*. Anat. Anzeiger, Bd. XVII, 1900, p. 520.

scheinlichkeitsrechnung könnten auf solche Weise erst sehr hohe Zahlen jene Beziehungen verraten, wie sie schon bei kleinen Zählungen von Nachkommen der Rassenbastarde sich ergeben. — Ziehen wir die Trennung der Geschlechtsmerkmale in diese Kategorie von Erscheinungen noch hinein, so ergibt sich weiter, dass die Ergebnisse hier durchaus nicht zu glatten Halbierungen führen und die von Fisch untersuchte Hanfrasse, ganz konstant, 3 Weibchen auf 2 Männchen zeitigte. Für solche Fälle kommen wir ohne die Annahme anderweitig sich geltend machender innerer Einflüsse nicht aus. Man könnte sie vielleicht als ererbte korrelative Wirkungen auffassen.

Dass überhaupt erst das Zusammenwirken verschiedener zum Teil weit ausgreifender Einrichtungen zu den Ergebnissen führt, die als konstante Verteilung der Merkmale im Resultat uns entgegentreten, lehrt ja auch noch die weitere Erwägung, dass von den erzeugten Pollenkörnern oder Spermatozoen die bei weitem größte Menge zu Grunde geht. Also auch bei einer bestimmten Verteilung der Merkmale auf die Pollenkörner oder Spermatozoiden kann sich, nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung, die Gesetzmäßigkeit dieser Verteilung erst aus der Häufung der Beobachtungen ergeben.

Mir liegt es auf Grund meiner histologischen Erfahrungen auf dem Gebiete der Entwicklung am nächsten, die Bestimmung über die Natur der Anlagen in die Zeit der tiefgreifenden Umgestaltungen zu verlegen, welche die Kerne bei der Reduktion der Chromosomenzahl erfahren. Korrelative Einflüsse mögen dann aber dahin wirken, dass für Merkmale, die sich gegenseitig ausschließen, eine entsprechende Verteilung, unter Umständen, wie bei jenen Rassenbastarden, in gleicher Zahl sich vollziehe. Von diesem Gesichtspunkt aus würde sich weiter ergeben, dass die vier aus derselben Mutterzelle hervorgegangenen Pollenkörner Träger der nämlichen erblichen Tendenzen wären, ebenso die sämtlichen Kerne eines Embryosackes. Dass dem im Embryosack so ist, muss auch Correns<sup>1)</sup> aus dem Verhalten bestimmter Rassenbastarde von *Zea Mays* folgern, welche an den Merkmalen des sich bildenden Endosperms zeigen, dass auch dem sekundären Embryosackkern dieselben Rassenmerkmale wie dem Eikern zukommen. Daher Correns die Trennung der Merkmale in den Samenanlagen an die Anlage des Embryosacks knüpft. Für die männlichen Kerne ist ihm dieser Zeitpunkt unsicher, und er neigt dazu ihn in die erste Kernteilung im Pollenkorn zu verlegen. Er wird dazu bestimmt durch eine Wahrnehmung, die er an Bastarden des rotblühenden *Epilobium angustifolium* mit einer weißblühenden Rasse machte<sup>2)</sup>. Die Pollenkörner dieses Bastards waren alle gleichmäßig graugrün, während bei vollzogener Trennung der Merkmale in den Pollenmutterzellen 50% der

1) Bot. Zeitg., 1900, Sp. 232.

2) l. c. p. 232, Anmerkung.

Pollenkörner, seiner Ansicht nach, graugrün und 50% weiß hätten sein müssen. Hierzu ist zu bemerken, dass die Teilung in den generativen und den vegetativen Kern in der Pollenzelle durchaus typisch, wie in Gewebezellen verläuft, und keine Anknüpfungspunkte für die Annahme einer qualitativen Reduktionsteilung bietet; dass weiter diese Teilung nur einen aktiven Kern liefert, wodurch die Schwierigkeiten für die Erklärung der gleichzähligen Produkte, in der Art wie sie Correns anstrebt, erhöht wird, dass endlich das Verhalten von *Epidobium* durchaus nicht gegen meine Auffassung von der sich bei der numerischen Reduktion in den Zellkernen der Pollenmutterzellen vollziehenden Merkmalbestimmung spricht. Denn die Merkmale der neuen Kerne sollen sich erst in der nächsten Generation äußern, somit auch nicht in dem Aussehen und der Farbe der Pollenhäute der Mutterpflanze, die zudem noch bei ihrer Entstehung unter dem Einfluss des die Kerne der Tapetenzellen enthaltenden umgebenden Cytoplasma stehen. In den Samenanlagen bei den Erbsenhybriden äußert sich doch auch der Einfluss der getrennten Merkmale erst an dem Keim, der der neuen Generation angehört.

Wenn ich die Trennung der Merkmale innerhalb der Pollen- und Embryosack-Mutterzellen in den Zeitpunkt der numerischen Reduktion der Chromosomen verlege, ist mir dabei klar, dass dieser Schluss für jedes getrenntgeschlechtliche Prothallium von Pteridophyten so viel bedeutet, wie die Erzeugung von Geschlechtsprodukten mit derselben geschlechtlichen Tendenz. Vor dieser Konsequenz brauche ich aber zunächst nicht zurückzuschrecken, füge andererseits hinzu, dass entsprechende Versuche in Zukunft werden zu entscheiden haben, ob sie zutreffend ist.

Aus dem Umstande, dass die Geschlechtsprodukte mit einer bestimmten geschlechtlichen Tendenz schon ausgestattet sind, erklärt sich jetzt des weiteren, dass auch parthenogenetisch erzeugten Nachkommen ein bestimmtes Geschlecht zukommt. Als eine besondere, in der Einrichtung der einzelnen, sich so vermehrenden Arten gegebene Einrichtung ist aber zu betrachten, dass das Geschlecht der parthenogenetisch erzeugten Nachkommen entweder dauernd nur eines ist, oder zwischen nur weiblich einerseits, weiblich und männlich andererseits, abwechselt.

Bei *Chara crinita* einer der wenigen parthenogenetischen Pflanzen<sup>1)</sup> von verhältnismäßig höherer Organisation, sind alle Nachkommen weiblich. Die unbefruchteten Eier besitzen somit in diesem Falle die Bestimmung zum weiblichen Geschlecht. Eine solche Rasse hat sich in Mitteleuropa ausgebildet. Es ist ja auch klar, dass sich der Augenblick, wo die parthenogenetische Entwicklung der Eier zur Herrschaft gelangte, und als solche sich bewährte, die Bildung männlicher, nun-

1) A. de Bary, Zur Keimungsgeschichte der Charen. Bot. Zeitg., 1875, Sp. 379.

mehr überflüssiger Individuen, ein Luxus wurde, der allmählich beseitigt werden musste. Das vollzog sich wohl auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl. Dass es sich bei der parthenogenetischen Form von *Chara crinita* wirklich um Rassenbildung handelt, geht wohl aus dem Umstand hervor, dass männliche Exemplare dieser Pflanze noch von Hermannstadt in Siebenbürgen, Gurjew am kaspischen Meere, Courthezon bei Orange in Frankreich und dem Piraeus in Gricehenland bekannt sind<sup>1)</sup>. — Ebenso wie für *Chara crinita* lässt sich auch für *Antennaria alpina*, bei der Juel<sup>2)</sup> vor kurzem Parthenogenesis nachwies, wohl begreifen, warum sie in der Regel nur in weiblichen Individuen auftritt. Da die Eier dieser Pflanze die Fähigkeit erlangt haben, ohne Befruchtung Nachkommen zu erzeugen, so sind die männlichen Individuen, als überflüssig, im Schwinden begriffen. Ob freilich auf die Dauer eine solche Entwicklungsart vorteilhaft ist, kann auf Grund sonstiger Erfahrungen bezweifelt werden. — Dass aber auf parthenogenetischem Wege nicht allein, wie bei den eben angeführten Pflanzen, weibliche Individuen erzeugt werden können, beweisen die Bienen, bei welchen aus unbefruchteten Eiern Drohnen, das heißt männliche Tiere hervorgehen. Das ist durch Untersuchungen von Wilhelm Pauleke erst neuerdings wieder sicher gestellt worden<sup>3)</sup>. Aus den befruchteten Eiern der Königin entwickeln sich, wie bekannt, bei spärlicher Kost Arbeiterinnen, bei reichlichem und besserem Futter Königinnen. Die Königinnen und Arbeiterinnen sind weiblich, die ersteren nur mit vollkommenerem weiblichen Apparat versehen, während die letzteren allenfalls nur parthenogenetisch sich entwickelnde Eier legen können, aus welchen Drohnen entstehen. Es lässt sich vorstellen, dass bei den Bienen das Sperma der Drohnen mit sehr verstärkten Tendenzen weiblichen Geschlechts ausgestattet sei, da es ihm gelingt, die an sich männlichen Tendenzen der unbefruchteten Eier zu überwinden. Dass es sich dabei um ganz besondere Einrichtungen handelt, die sich bei diesen Organismen ausgebildet haben, liegt auf der Hand. — Auf die Angaben, die über das Geschlecht parthenogenetisch erzeugter Nachkommen von Hymenopteren und Lepidopteren gemacht worden sind, will ich hier nicht eingehen, da sie nach M. Nussbaum's<sup>4)</sup> Untersuchungen „zur Parthenogenese bei Schmetterlingen“, fraglich er-

1) W. Migula, Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Bd. V, 1897, p. 357; A. Braun, Ueber Parthenogenesis bei Pflanzen, Abh. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1857, phys. Klasse, p. 349. — Bemerkte sei, dass ich hier den Namen des Standortes Courthezon, der seither immer wieder falsch nach Braun wiedergegeben wird, in die richtige Schreibart gebracht habe.

2) Bot. Centralblatt, Bd. 74, 1898, p. 369.

3) Zur Frage der parthenogenetischen Entwicklung der Drohnen. Anat. Anz., Bd. XVI, 1899, p. 474.

4) Archiv f. mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch., Bd. 53, 1898, p. 444.

scheinen können. — Hingegen liegen die Verhältnisse bei den Blattläusen klar vor. Die aus befruchteten Eiern im Frühjahr ausschlüpfenden Weibchen gebären auf parthenogenetischem Wege nur Weibchen, die in derselben Weise das Zeugungsgeschäft fortsetzen. Alle diese Weibchen sind ohne Samentaschen, ihre Befruchtung ist somit nicht möglich; erst im Herbst werden auf dem nämlichen parthenogenetischem Wege sowohl vollkommene Weibchen als auch Männchen erzeugt. Es findet dann die Begattung statt, und liefert die befruchteten Eier für das nächste Frühjahr. Da liegt also wiederum eine besondere den Lebensverhältnissen dieser Organismen angepasste Einrichtung vor, dass die geschlechtliche Tendenz der Eier sich je nach Umständen ändert. — Bei dem Rädertiere *Hydatina senta* gehen nach Maupas<sup>1)</sup> und nach M. Nussbaum<sup>2)</sup> aus parthenogenetischen Eiern ebenfalls, je nach Umständen, Männchen oder Weibchen hervor. Hat ein die parthenogenetischen Eier produzierendes Weibchen aber einmal begonnen, Eier zu legen, so sind alle folgenden von demselben Geschlecht wie das erste, also ihr Geschlecht dauernd bestimmt.

Dass in den Individuen diöcischer Pflanzenarten die Fähigkeiten zu der Ausbildung des entgegengesetzten Geschlechts nicht fehlen, sondern nur latent sind, das zeigt sich durch das Auftreten dieses entgegengesetzten Geschlechts gelegentlich an. Bei Versuchen mit *Mercurialis*, *Cannabis*, welche die Ausschließung des einen Geschlechtes verlangen, hat man stets darauf zu achten, ob nicht einzelne Individuen monöcisch wurden, oder hermaphrodite Blüten erzeugten. Noch belehrender wird das Auftreten des entgegengesetzten Geschlechts, wenn es an diöcischen Holzgewächsen erfolgt, die an unzähligen Sprossen zuvor nur das eine Geschlecht erzeugten<sup>3)</sup>. Das ist bei *Taxus baccata*, *Cephalotaxus Fortunei*, *Chamaerops humilis*, *Aucuba japonica*, Weiden und einer ganzen Anzahl anderer Holzgewächse, auch bei *Ruscus aculeatus*<sup>4)</sup>, ja sogar bei *Viscum album* beobachtet worden. Da blieb während Millionen von Kerngenerationen das eine Geschlecht latent, bis plötzlich seine Auslösung erfolgte und die schlummernde Fähigkeit der Pflanze zu seiner Erzeugung verriet<sup>5)</sup>. Bei Tieren lässt sich bekanntlich vielfach durch Kastrationen das Vortreten von Merkmalen

1) Sur le déterminisme de la sexualité chez *Hydatina senta*. Comptes rendus de l'Acad. Paris, 14. Sept. 1891.

2) Die Entstehung des Geschlechts bei *Hydatina senta*. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 49, 1897, p. 227.

3) Litt. in Penzig, Pflanzen-Teratologie, Bd. I, p. 528.

4) Hildebrand, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1896, p. 330.

5) Ueber das eigenartige Verhalten von *Rhus Cotinus* und einiger anderer Gewächse, vergl. A. Schulz, Beitr. zur Morph. u. Biol. d. Blüten, Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1892, p. 395 und Fr. Hildebrand, Ueber einige Fälle von Abweich. der Ausbild. d. Geschlechter bei Pflanzen, Bot. Zeitg., Orig. Abh., 1893, p. 27.

des entgegengesetzten Geschlechtes veranlassen. Bei Pflanzen ist ähnliches nicht zu erreichen. Das hängt mit den Bedingungen zusammen, die bei den Pflanzen gegeben sind, und die anders als bei den Tieren liegen. Die Kastration innerhalb einer Blütenanlage müsste, um überhaupt wirksame Entwicklungsvorgänge in Richtung des entgegengesetzten Geschlechts auslösen zu können, äußerst früh erfolgen. Die Erfahrung lehrt uns aber, dass die Anlagen einen solchen Eingriff alsdann noch nicht vertragen. Spätere Kastration muss aber unter allen Umständen für eine gegebene Blüte erfolglos bleiben, weil letztere im Gegensatz zu den in Betracht kommenden Tieren, nur einmal Geschlechtsprodukte erzeugt und damit ihre Fähigkeit in dieser Richtung erschöpft hat. Die Vorstellung, dass man durch Entfernen ganzer Blütenanlagen bei diöcischen Pflanzen die Bildung von Blüten entgegengesetzten Geschlechts hervorrufen würde, ist aber von vornherein unzutreffend. Diese Operation könnte allenfalls nur zur Anlage immer neuer Blüten desselben Geschlechts anregen. Doch existieren entgegengesetzte Angaben von Autenrieth<sup>1)</sup> und von Mauz<sup>2)</sup>. Beide wollen durch Zurückschneiden der Zweige, beziehungsweise durch Entfernen der Blüten männlicher Hanfpflanzen, die Bildung mehr oder weniger vollkommener hermaphroditer Blüten erzielt haben. Diese bereits alten Angaben sind oft mit der Autenrieth-Mauz'schen Deutung wiederholt worden; die Erscheinung an sich mag aber darin ihren Grund gehabt haben, dass Autenrieth wie Mauz Exemplare vorlagen, die an sich schon zur Monöcie neigten, und vielleicht auch ohne Beschneidung andersgeschlechtliche Blüten erzeugt hätten. Ich selbst habe zahlreiche Exemplare des Hanfes, männliche und weibliche, zum Teil dauernd ihrer Blüten beraubt, zum Teil zurückgeschnitten, indem ich ihre Gipfeltriebe, oder auch die Gipfel aller Seitentriebe, oder endlich auch ihren ganzen oberen Teil entfernte, stets aber mit negativem Resultat. Weder hermaphrodite Blüten, noch solche des rein entgegengesetzten Geschlechts gelang es mir so zu bekommen. Für *Mercurialis* giebt auch Autenrieth an, einen Erfolg nicht erzielt zu haben. Ebenso hat Heyer<sup>3)</sup> zahlreiche Exemplare dieser Pflanze wiederholt zurückgeschnitten, ohne Blüten des andern Geschlechts hervorzulocken. Noch eindringlichere Versuche stellte ich mit *Melandrium album* an. Ich entfernte, so weit als sich dies ohne Beschädigung der jüngsten Anlagen bewerkstelligen ließ, einzeln alle Blütenknospen. Diese Operation setzte ich an drei kräftigen Weibchen und einer Anzahl Männchen von Mitte Juni bis Mitte Juli 1895 fort. Als ich hierauf die Weiterentwicklung der zurückgebliebenen Anlagen zuließ, erhielt ich aus

1) De discrimine sexuali jam in seminibus plantarum dioicarum apparente. Diss. inaug., Tubingae 1821.

2) Vergl. Flora, 1822, Bd. II, vierte Beilage, p. 51.

3) l. c. p. 42.

ihnen durchaus unveränderte männliche oder weibliche Blüten. Eben- sowenig gelang es mir, die Bildung der nicht vorhandenen Fruchtknoten in männlichen Blüten und der Staubblattanlagen in weiblichen Blüten zu veranlassen, als ich sie kastrierte. Von relativ fortgeschrittenen Blütenknospen an, ging ich bis zu den jüngsten hinab, an denen die Operation sich noch ausführen ließ. Es wurden einerseits die Staubblattanlagen, andererseits der in Entwicklung begriffene Fruchtknoten entfernt. Da sehr junge Blütenknospen solchen Eingriff nicht vertrugen, versuchte ich an weiblichen Pflanzen es auch, die Fruchtknoten- anlagen durch einen Nadelstich zu beschädigen. Alle diese Kastrationen blieben ohne Einfluss auf das entgegengesetzte Geschlecht. Den nur angestochenen Fruchtknotenanlagen gelang es vielfach ihre Wunde auszuheilen. Die frühzeitige Entfernung der Staubblätter verhinderte nicht die Streckung der Blütenachse zwischen Kelch und Blumenkrone. Andererseits veranlasste die Entfernung oder Beschädigung der Fruchtknoten nicht eine solche Streckung in der weiblichen Blüte. Also auch die sekundären geschlechtlichen Merkmale dieser Blüten bleiben unbeeinflusst.

Die bei der Befruchtung schon bestimmte Herrschaft des einen Geschlechts macht sich bei den diöcischen Pflanzen dementsprechend frühzeitig geltend, lange bevor es zur Blütenbildung kommt. Denn rasch stellen sich an der jungen Pflanze jene korrelativen Erscheinungen ein, die als sekundäre Merkmale das gegebene Geschlecht begleiten. Man kann es einem Bingelkraut (*Mercurialis*), einer Hanfpflanze, selbst auch einem *Melandrium* sehr bald ansehen, ob sie zu männlichen, oder zu weiblichen Pflanzen sich entwickeln werden. Beim Hanf ist das weibliche Exemplar kräftiger, sein Stengel wird merklich dicker; bei den Melandrien, die ich in so großer Zahl zu sehen bekam, sind die Männchen kleiner, stärker verzweigt und späterhin auch blütenreicher als die Weibchen.

Auch der Umstand, dass diöcische Pflanzen aus der embryonalen Substanz ihrer Vegetationspunkte ganz allgemein nur das eine Geschlecht reproduzieren, ist entscheidend dafür, dass schon in der embryonalen Substanz über das Geschlecht entschieden ist. Doch es ließe sich vielleicht der Gedanke fassen, dass der ältere Teil an einer diöcischen Pflanze durch das in ihm herrschende Geschlecht auch das Geschlecht der sich neu entwickelnden Teile dauernd bestimme. Man könnte ja annehmen, dass gewisse formative Stoffe aus den älteren Teilen den Vegetationspunkten zuströmen und die morphogenen Vorgänge im Sinne des Geschlechtes in ihnen auslösen. Dass dem nicht so sein kann, lehrt der Umstand, dass es möglich ist, Reiser des einen Geschlechts auf der Unterlage des entgegengesetzten zu veredeln, ohne dass irgend welche geschlechtlichen Beeinflussungen sich einstellen. So kräftig sich auch die weiblichen Reiser von *Ginkgo biloba* in vielen

unserer Gärten auf den männlichen Stämmen entwickelt haben, sie bleiben, was sie waren. So viel Samenanlagen soleher veredelter weiblicher Aeste ich auch untersucht habe, nie fand ich eine Veränderung an ihnen in Richtung der männlichen Blüten, nie auch eine männliche Blüte. Auch die männlichen Stämme selbst, an welchen die veredelten weiblichen Reiser schließlich mächtige Entwicklung nahmen, haben niemals Anlagen weiblicher Blüten aufgewiesen. Und doch fließen die in den weiblichen Aesten erzeugten Assimilate notgedrungen auch dem männlichen Stamme zu und werden von dort aus, im Frühjahr, in den Wasserbahnen, nicht nur den sich entwickelnden weiblichen, sondern auch den männlichen Sprossen zugeführt. Selbst der etwas abweichende Habitus der weiblichen Aeste von *Ginkgo*, die sich durch gedrungeneren Wuchs und etwas geneigtere Zweige auszeichnen, auch später ihr Laub werfen, bleibt auf dem männlichen Stamm erhalten.

Ich habe andererseits auch mit krautartigen diöcischen Pflanzen Versuche angestellt und Zweige des entgegengesetzten Geschlechts auf ihnen veredelt. Diese Veredlung wurde zuerst bei *Bryonia dioica* ausgeführt, hatte dort aber keinen Erfolg. Sie gelang hingegen in einer Anzahl von Fällen bei *Mercurialis annua* und fast stets bei *Cannabis sativa*. Die Veredlung wurde in allen diesen Fällen durch Pfropfung junger Zweige vollzogen. Ich führte sie aus, sobald das Geschlecht des Individuums am Habitus oder an den ersten Blütenanlagen sich zeigte. Den an der Basis einseitig zugeschärften Zweig setzte ich in den Gefäßbündelkreis der Unterlage ein, entweder von oben, nach vorangehendem Köpfen der Unterlage, oder von der Seite, oberhalb der Achselknospen. Die Gipfeltriebe der Unterlage wurden auch im letzten Falle nach einiger Zeit entfernt. Die gepfropften Zweige entwickelten sich meist recht kräftig, so unter andern ein 25 cm langer männlicher Hanfzweig auf einer kräftigen weiblichen Pflanze, bis auf 1,30 m Länge, ein anderer ähnlicher auf 1 m; in keinem Falle aber, weder beim Hanf noch bei *Mercurialis*, ließ sich eine Aenderung des Geschlechtes nachweisen. Selbst nach hermaphroditen Blüten, die unter Umständen spontan bei diesen Pflanzen auftreten, suchte ich bei meinen Objekten vergeblich. Also auch die spezifische Ernährung durch die Unterlage entgegengesetzten Geschlechts konnte die gegebene geschlechtliche Tendenz der Vegetationspunkte nicht beeinflussen.

Allen diesen Ergebnissen lassen sich nun aber die Versuche von Maupas<sup>1)</sup> und M. Nussbaum<sup>2)</sup> entgegenstellen, denen Beeinflussung des Geschlechtes der Eier bei dem Rädertierchen *Hydatina senta* gelang. Wie M. Nussbaum diese Beeinflussung nunmehr darstellt, sollen Weibchen, die nach dem Auskriechen aus dem Ei reichlich Nahrung fanden, weibliche Brut erzeugen, männliche Brut hin-

1) l. c. Comptes rendus de l'Acad. Paris, 14. Sept. 1891.

2) Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 49, 1897, p. 228.

gegen liefern, wenn sie um die gleiche Zeit hungern mussten. Dass eine solche Einwirkung auf *Melandrium* nicht möglich ist, haben wir gesehen. Ob Pollen und Ei den schwächsten oder stärksten, den am schlechtesten oder den am besten ernährten Individuen entstammten, blieb auf das Geschlechtsverhältnis der Nachkommen ohne Einfluss. Eine Verallgemeinerung lassen die Befunde bei *Hydatina* somit nicht zu. Es lässt sich vielmehr auch hier nur an die Ausbildung eines Specialfalles denken, eine besondere Einrichtung, aus der diese Species Vorteil zieht. Dasselbe gilt für den ganz ähnlichen Fall der Blattläuse. Bei diesen werden auf parthenogenetischem Wege nur Weibchen erzeugt, so lange als die Entwicklungsbedingungen sehr günstig liegen, das heißt die Tiere über eine reiche Nahrung verfügen. Im Herbst, wenn Mangel sich einstellt, werden die Weibchen durch ihn so beeinflusst, dass sie nicht nur weibliche, sondern auch männliche Eier legen und so für die Befruchtung jener Eier vorgesorgt ist, welche den Winter überdauern sollen. Durch Zufuhr von reichem Futter kann das Erscheinen männlicher Blattläuse jahrelang verhindert werden.

Eine nachträgliche Beeinflussung des Geschlechts der aus den Samen sich entwickelnden diöcischen Phanerogamen ist weder Heyer noch mir gelungen und entgegengesetzt lautende Angaben, im besonderen die von Molliard für Hanf, ergaben sich als nicht stichhaltig. Ebenso wenig vermochten die seiner Zeit von Landois<sup>1)</sup> aufgestellten Behauptungen einer nachträglichen Aenderung des Geschlechts bei Bienen und Schmetterlingen sich zu halten. Landois versetzte Bienen-eier, welche die Königin in Arbeiterinnenzellen gelegt hatte, in Drohnenzellen und meinte, dass sie dort, in Folge besonderer Nahrung sich zu männlichen Drohnen, statt zu weiblichen Arbeiterinnen entwickelt hätten. Dagegen machten v. Siebold<sup>2)</sup> und G. Kleine<sup>3)</sup> alsbald geltend, dass von Menschenhand berührte Eier alsbald beseitigt und durch andere ersetzt werden. So auch beobachtete vom Rath<sup>4)</sup>, dass in einem Bienenstock ohne Königin eine Anzahl von Drohnen, die abnormer Weise von den Arbeiterinnen nach Art der Königinnen gefüttert wurden, trotzdem ihr Geschlecht nicht veränderte. Sie erreichten eine ansehnliche Größe und die mikroskopische Untersuchung der Geschlechtsorgane ergab deren auffallende Hemmung. Doch es blieb bei dieser Veränderung. Oft citiert wird auch die Angabe von Landois<sup>5)</sup>

1) Ueber das Gesetz der Entwicklung der Geschlechter bei den Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XVII, 1867, p. 375 und ebenda p. 378.

2) Zusatz zu Landois' vorläufiger Mitteilung. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XVII, 1867, p. 525.

3) Ueber das Gesetz der Entwicklung der Geschlechter bei den Insekten, ebenda p. 553.

4) Festschrift für August Weismann. Ber. d. naturf. Gesellsch. in Freiburg i. Br., Bd. VIII, 1894; vergl. auch Biol. Centralbl., Bd. XVI, 1894, p. 319.

5) l. c. p. 378.

über *Vanessa urticae*. Er will aus Tausenden von ganz jungen Räu-  
 pchen willkürlich Männchen oder Weibchen gezogen haben, je nach  
 dem er sie schlecht oder gut nährte. Ein Ueberfluss von Nahrung  
 sollte die Ausbildung des weiblichen Geschlechts veranlassen. Gegen  
 diese Angabe von Landois hat sich v. Siebold ebenfalls gewandt,  
 und sie erscheint daher nicht unanfechtbar. Doch selbst wenn sie  
 zutreffend wäre und auch einige andere ähnliche Angaben, so die von  
 Reichenau<sup>1)</sup> für Hirschkäfer, gelten sollten, könnte man auf Grund  
 anderweitiger Erfahrungen deren Verallgemeinerung nicht zulassen,  
 und sie müssten in das Gebiet der Specialanpassungen verwiesen werden.  
 Zunächst sind aber diese Angaben überhaupt noch fraglich, sicher  
 hingegen ein von M. Nussbaum festgestellter Fall, der die nachträg-  
 liche Geschlechtsänderung bei dem grauen Polypen vorführt. „Bei dem  
 grauen Polypen des süßen Wassers“, so schreibt Nussbaum, „kann  
 das Geschlecht . . . am fertigen Tier durch Variation der äußeren  
 Bedingungen abgeändert werden. Je nach dem Grade der Ernährung  
 erzeugt derselbe Polyp Eier oder Hoden“. Dieses Experiment, so fügt  
 Nussbaum hinzu, „stellt also einen Fall dar, wo man auch nach  
 der Befruchtung das Geschlecht noch verändern kann“ . . .<sup>2)</sup>. — Die  
 Richtigkeit der M. Nussbaum'schen Angaben ist über allen Zweifel  
 erhaben, nur darf nicht unbeachtet bleiben, dass es sich bei dem grauen  
 Süßwasserpolypen um einen Zwitter handelt<sup>3)</sup>. Bei diesen treten aber  
 die Tendenzen der beiden Geschlechter aktiv in die Erscheinung. Dass  
 unter diesen Umständen bestimmte Bedingungen es gestatten, die  
 Aeüßerung des einen Geschlechts zu unterdrücken, beziehungsweise  
 des andern zu stärken, ist nicht auffällig. Augenscheinlich lag beim  
 grauen Polypen das Bedürfnis nicht vor, die geschlechtlichen Tendenzen  
 so festzulegen, wie es bei den getrenntgeschlechtlichen Organismen  
 geschah. Ja es mochte unter Umständen hier Vorteil bringen, ein  
 schwaches Individuum auf die Bildung der männlichen Geschlechts-  
 produkte einzuschränken und die Bildung des weiblichen bei einem  
 stärkeren Individuum zu fördern, das damit seine Progenitur besser  
 ausstatten kann. Das lässt sich nicht selten auch an monöcischen  
 Pflanzen beobachten. Die Wassermelonen erzeugen vielfach<sup>4)</sup> zunächst  
 nur männliche Blüten, weibliche erst an der Spitze älterer Zweige.  
 Pflanzen, deren Entwicklung durch ungünstige Einflüsse frühzeitig  
 sistiert wird, bleiben demgemäß männlich. Dass keine Umwandlung

1) Ueber den Ursprung des sekundären männlichen Geschlechtscharakters,  
 insbesondere bei den Blatthornkäfern. Kosmos, 5. Jahrg., 1881—82, Bd. X, p. 172.

2) Archiv f. mikr. Anat., Bd. 49, 1897, p. 306.

3) M. Nussbaum, Geschlechtsentwicklung bei Polypen. Sitzungsber.  
 der niederrh. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. Sitzungen der med.  
 Sekt., 1892, p. 13 u. 40.

4) Heyer l. c. p. 64.

der Geschlechter dabei vorliegt, ist ohne weiters klar. Einen 40 Fuß hohen Baum der monöcischen *Castanea americana*, der bis dahin reichlich Früchte trug, dann aber zu kränkeln anfang, sah Meehan<sup>1)</sup> von jenem Augenblicke an, noch tausende männlicher Blüten, aber keine einzige weibliche mehr entwickeln. Cugini<sup>2)</sup> fand bei hungernden Pflanzen des monöcischen Mais solche, die ausschließlich männliche Aehren trugen. Eine ähnliche Beobachtung an derselben Pflanze machte auch K. Müller<sup>3)</sup>. Nicht anders verhielt es sich mit den Prothallien von *Osmunda regalis* und von *Ceratopteris thalictroides*, die Prantl<sup>4)</sup> kultivierte. Bei mangelhafter Ernährung blieb die Bildung des „Meristems“ aus und damit auch die Bildung von Archegonien. Solche Prothallien trugen nur Antheridien, konnten aber durch nachträgliche Besserung der Ernährung zur Bildung eines „Meristems“ und somit auch von Archegonien veranlasst werden. Mangelhafte Ernährung wirkt also auf solche Prothallien nicht anders als auf die Wassermelone ein, sie lässt die Ausbildung des weiblichen Geschlechts nicht zu. Aus ähnlichem Grunde werden bei zu schwacher Beleuchtung, so wie das Borodin<sup>5)</sup> feststellte, an Farnprothallien nur Antheridien erzeugt. Für die Prothallien von *Equisetum Telmateja* gab Schacht<sup>6)</sup> schon an, dass sie steril blieben, falls man sie auf Wasser schwimmend sich entwickeln lässt. Ist Erde am Boden des Gefäßes vorhanden, so bilden sich bei solchen schwimmenden Prothallien Antheridien, vereinzelt auch Archegonien aus. Auf humusreichem Boden erzogen, haben solche Prothallien nach Milde<sup>7)</sup> stets reichliche Archegonien aufzuweisen. Die Tendenz zur Diöcie macht sich bei andern Arten aber bereits stark geltend. Im besondern geht aus den Angaben von Duval Jouve<sup>8)</sup> hervor, dass bei *Equisetum maximum*, *sylvaticum*, *arvense*, *limosum*, *palustre*, *ramosissimum* und *variegatum* Prothallien, die reich an Archegonien sind, im allgemeinen keine Antheridien ausbilden, so dass auf Hunderte weiblicher Prothallien nur ein oder zwei Antheridien tragende zu finden sind. Eine solche Tendenz zur geschlechtlichen Trennung

1) On two classes of male flowers in *Castanea* and the influence of nutrition on sex, Proceedings of the American association for the advancement of science 19. Meeting held at Troy, New-York, Aug. 1872, Cambridge, 1874. p. 282, Bot. Zeitg., 1874, p. 334.

2) Intorno ad un anomalia della *Zea Mays*. Nuovo giorn. bot. ital., Bd. XII, 1880, p. 247 und Bot. Centralbl., 1880, S. 1130.

3) Natur, 1864, p. 107.

4) Bot. Zeitg., 1881, Sp. 772.

5) Regel's Gartenflora. 1868 p. 95 und Bull. de l'Acad. de St. Pétersb., Bd. XII, 1867, Nov., p. 446.

6) Die Spermatozoiden im Pflanzenreich, 1864, p. 2.

7) Das Auftreten von Archegonien an Vorkeimen von *Equisetum Telmateja*. Flora 1852, p. 497.

8) Histoire naturelle des *Equisetum* de France, 1864, p. 107.

sei aber an den männlichen Prothallien derselben Pflanzen nicht vorhanden, so dass man an der Basis ihrer Zweige häufig Archegonien fände. Wo bei Farnen eine Neigung zur Diöcie der Prothallien gegeben ist, erscheint sie nicht fixiert und von den vorhandenen Bedingungen beeinflussbar. So in etwas begrenzterem Maße auch bei *Equisetum*. Es bringt auch hier Vorteil, nur den kräftigeren Prothallien die Ausbildung der neuen Generation anzuvertrauen. Daraus erklärt sich auch, dass bei so vielen Equiseten die Archegonien tragenden Prothallien keine Antheridien bilden. Die hatten eben von Anfang an sich kräftig entwickelt und wurden daher frühzeitig weiblich bestimmt. In den schwächeren Prothallien erfolgte zunächst die Auslösung des männlichen Geschlechts, dann auch die des weiblichen, als sie durch die Gunst der Umstände erstarkten. Das alles schließt, wie nochmals betont werde, an die nämlichen Erscheinungen an, wie sie die Wassermelone uns bot. Eine ganz andere Sache wäre es, wenn es bei den Gefäßkryptogamen gelänge, nach vollzogener Trennung der Sporen in Mikro- und Makrosporen, erstere zur Bildung von Archegonien und letztere zu einer solchen von Antheridien willkürlich zu veranlassen. Angaben, dass dies gelang, liegen in der Litteratur nicht vor und sind nicht eben zu erwarten.

Eine bestimmte Geschlechtsverteilung beim monöcischen Perlmais hatte W. Knop<sup>1)</sup> in Nährstofflösungen erreicht, die ein unterschwefelsaures Salz (unterschwefelsaure Magnesia) an Stelle eines schwefelsauren enthielten. An allen neun Exemplaren seiner Kultur „wurde die männliche Rispe in eine einfache Aehre sitzender Blüten, denen, am unteren Ende, einige kurz gestielte männliche und vier bis fünf weibliche eingestreut waren, zusammengezogen“. Diese Erscheinung wiederholte sich an späteren, entsprechenden Kulturen. Da könnte es scheinen, als wenn eine geschlechtliche Auslösung durch das unterschwefelsaure Salz vollzogen worden wäre. In Wirklichkeit liegt aber die Sache doch anders. Bei der Kultur in Nährstofflösung mit unterschwefelsaurem Salz wird die Bildung seitlicher Ausgliederungen an der primären Aehre der Pflanzen unterdrückt. Das führt zur Bildung derjenigen weiblichen Blüten, die dort erzeugt worden wären, an der terminalen männlichen Aehre. So wurde durch das unterschwefelsaure Salz die Einschränkung der seitlichen Ausgliederung bei Kürbis, Melone und Gurke auch erreicht. Bei diesen erwähnt Knop nichts von einer gleichzeitigen Beeinflussung des Geschlechts der Blüten. Zahlreiche Blüten traten auf, doch die Fruchtanlagen wurden alsbald abgestoßen<sup>2)</sup>.

1) Erster Bericht vom Neuen landwirtsch. Inst. der Univ. Leipzig, herausg. von Blomeyer, 1881, p. 27, 38.

2) l. c. p. 50, 51.

An solche Verschiebungen der getrenntgeschlechtlichen Blüten am monöcischen Individuum knüpfen jene Fälle an, wo Verschiebungen der Geschlechtsorgane in der hermaphroditen Blüte sich vollziehen. Verwandlung von Staubblättern in Carpelle, und umgekehrt, sind da eine so bekannte Erscheinung, dass ich auf sie einfach hinweisen kann. Der Umstand, dass beide geschlechtliche Tendenzen in demselben Individuum, beziehungsweise in jeder Blüte desselben, zur Auslösung kommen, erleichtert diese Umwandlung. Es braucht ja nur der gewohnte Rhythmus in der geschlechtlichen Auslösung gestört zu werden, damit derartige Erscheinungen sich äußern. Im besonderen hat Hugo de Vries<sup>1)</sup> ganz vor kurzem gezeigt, dass die Umwandlung der inneren Staubgefäße beim Mohn in Nebencarpelle durch gesteigerte Ernährung leicht erreicht werden kann. Wichtig war zugleich das Ergebnis, dass in diesem Fall der durch jene gesteigerte Ernährung erzielte Effekt bis zu einem gewissen Maße erblich ist, und dass man daher, durch Selektion der besternährten Individuen, die Zahl der Nebencarpelle in aufeinander folgenden Generationen steigern kann.

Das was sich aus meinen Versuchen für diöcische Pflanzen, aus jenen Eduard Pflüger's für Frösche ergab, das gilt auch, wie sich wohl behaupten lässt, für die Säugetiere, mit Einschluss des Menschen. So ist jedem Züchter bekannt, dass er allen Versuchen das Geschlecht seiner Haustiere nach Willkür zu bestimmen, ohnmächtig gegenübersteht. Für die Geschlechtsbestimmung beim Menschen lässt sich dasselbe behaupten, und der gemachte Ausspruch wird sich auch kaum ändern, selbst wenn das sogenannte Hofacker-Sadler'sche Gesetz Geltung haben sollte. Dieses „Gesetz“ sagt aus, dass beim Menschen die männlichen Nachkommen überwiegen, wenn der Vater älter ist, die weiblichen, wenn das für die Mutter zutrifft, dass beide Zahlen annähernd einander gleichen, oder nur wenig günstiger für die Knaben sind, wenn Vater und Mutter dasselbe Alter haben. Heyer<sup>2)</sup> wandte sich gegen dieses Gesetz, das aus zu wenigen und zu kleinen Zählungen abstrahiert worden wäre, und dem auch zahlreiche Angaben widersprächen. Er fügte hinzu, dass bei *Mercurialis* die einander befruchtenden Pflanzen gleiches Alter besitzen und doch das Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Nachkommen das nämliche sei, wie beim Menschen, bei welchem das Alter des Vaters gewöhnlich überwiege. Das Hofacker-Sadler'sche Gesetz kann im allgemeinen heute als aufgegeben gelten<sup>3)</sup>; es würde übrigens, auch wenn es gälte, das Verhältnis zu Gunsten der Knaben

1) Ernährung und Zuchtwahl. Biol. Centralbl., 1900, Bd. XX, p. 193.

2) l. c. p. 104.

3) Lexis, Geschlechtsverhältnis der Geborenen und der Gestorbenen, im Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Bd. III, 1892, p. 816. Ebenso in der neuen Auflage, Bd. IV, 1900, p. 177.

nur wenig verschieben. Man könnte ja immerhin denken, dass es sich als Art- oder Rassen-Eigentümlichkeit ausgebildet habe; irgend eine Vorausbestimmung des Geschlechts auf Grund des Altersverhältnisses der Eltern würde es aber nicht zulassen. Etwas besser begründet scheint die von Düsing<sup>1)</sup> vertretene Ansicht, dass, im besondern bei Pferden, um so mehr männliche Nachkommen gezeugt werden, je mehr der Hengst geschlechtlich in Anspruch genommen wird. Düsing stützt sich in seiner letzten Zusammenstellung<sup>2)</sup> auf fast 1190500 Beobachtungen in Gestüten, die nach der Zahl der von jedem Hengst jährlich gedeckten Stuten auf sieben Klassen verteilt werden. Hatte der Hengst 60 und mehr Stuten gedeckt, so stellte sich das Geschlechtsverhältnis der männlichen zu den weiblichen Nachkommen auf 101,2 zu 100, mit abnehmender Zahl der Deckungen ging es mehr und mehr zurück. Bei 20 bis 34 Deckungen betrug es nur noch 95,6 zu 100. Auch die Düsing'schen Anschauungen, im besondern in ihrer Uebertragung auf den Menschen, haben sich bisher einer allgemeinen Annahme nicht zu erfreuen gehabt<sup>3)</sup>; sie würden übrigens im Extrem ebenfalls nur eine Verschiebung der Verhältniszahl der beiden Geschlechter in den Grenzen von 95,6 zu 101,2 bedeuten und somit die Vorausbestimmung des Geschlechts nicht nennenswert günstiger gestalten.

Alle Versuche bei Metaphyten und Metazoen auf experimentellem Wege in die unter erblichem Einfluss stehenden Geschlechtsverhältnisse einzugreifen, sind, so oft das Gegenteil auch behauptet wurde, bisher erfolglos geblieben. Wie bei Metaphyten, so bei Metazoen, ist der getrenntgeschlechtliche Organismus gegen jede äußere Beeinflussung seines Geschlechtes gesichert. Eine solche Beeinflussung würde in der That das erblich fixierte Verhältnis je nach Umständen verschieben und eine gedeihliche Fortentwicklung der Species gefährden.

Doch damit ist nicht gesagt, dass es nicht doch einmal bei Metaphyten oder Metazoen gelingen sollte, diesen Widerstand zu brechen. Es könnte das nur, so meine ich, durch Einflüsse geschehen, auf welche der Organismus nicht vorbereitet ist. Man müsste gewissermaßen durch Ueberraschung auf ihn einwirken. Gegen alle Einflüsse die ihn im Laufe seiner Entwicklung treffen können, ist der Organismus geschützt. Es gelte daher mit solchen Mitteln ihm zu begegnen, denen er nicht erblich fixierte Fähigkeiten entgegenstellen kann, oder mit Mitteln die stark genug sind, diese seine Fähigkeiten zu überwinden, ohne ihn anderweitig zu schädigen. Dabei käme es darauf an, die Embryonalzellen zu erreichen, die gewünschte Auslösung direkt oder indirekt in ihnen zu erwirken. Es ist klar, dass diese

1) Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei Pferden, Landw. Jahrb., herausg. von Thiel, Bd. XVI, 1887, p. 699 und 1888, Bd. XVIII, p. 373.

2) l. c. 1888, p. 382.

3) Vergl. Lexis, l. c.

unter allen Umständen notwendige Beeinflussung der Embryonalzellen mehr Aussicht auf Erfolg bei jenen Pflanzen und Tieren bieten muss, die ihre Geschlechtsprodukte ins Wasser entleeren, oder deren Geschlechtsprodukte nur wenig verhüllt sind, als bei jenen, deren Eier an schwer zugänglichen Stellen des Körpers befruchtet werden. Auch wird mit wenigzelligen Organismen als solchen, leichter als mit vielzelligen zu experimentieren sein. Denn eine gleichzeitige Beeinflussung aller Elemente, somit auch embryonalen Zellen, ist bei wenigzelligen Organismen leichter vorstellbar als bei jenen, bei welchen der Weg zu den embryonalen Zellen durch zahlreiche andere Gewebe führt. Bei einer Anzahl verhältnismäßig einfach gebauter Algen und Pilze hat neuerdings Georg Klebs<sup>1)</sup> nicht geringe morphogene Erfolge durch direkte chemische und physikalische Beeinflussungen erzielt. Er bekam auf diese Weise die verschiedenen Arten der Fortpflanzung in seine Gewalt und konnte die Organismen nach Belieben in diese oder jene Fortpflanzungsart einzutreten. Auch Parthenogenesis vermochte er auf diese Weise anzuregen, und das gelang seitdem Alexander Nathansohn<sup>2)</sup> auch bei einer relativ hoch organisierten Pflanze, dem Wasserfarne *Marsilia*. — Willkürliche Geschlechtsbestimmungen, oder gar Umwandlungen der Geschlechter, weisen aber die Versuche von Klebs bisher nicht auf. Doch das könnte ja damit zusammenhängen, dass Klebs bisher nur sehr wenige getrenntgeschlechtliche Objekte in den Kreis seiner Untersuchungen zog. Für *Spirogyra* verzeichnet, trotz aller seiner sonstigen Erfolge, Klebs selbst: „Welche Umstände bei der Bestimmung des männlichen und weiblichen Geschlechts entscheiden, ist bisher rätselhaft“<sup>3)</sup>. Bei *Vaucheria repens* gelang es Klebs<sup>4)</sup> durch äußere Einflüsse, so durch höhere Temperatur und durch niederen Luftdruck, eine Ueberproduktion der Antheridien zu veranlassen. Andererseits war es ihm nicht möglich, die Antheridien zu unterdrücken und allein nur Oogonien zu erhalten. Doch wenn die Kulturen bei *Vaucheria repens* rein weibliche und rein männliche Pflanzen, ganz nach Willkür, auch ergeben hätten, so würde eine andere Erscheinung nicht vorgelegen haben, als in jenen Fällen bei monöcischen Phanerogamen oder monöcischen Prothallien, wo bestimmte Kulturbedingungen nur die Bildung der einen, etwa der männlichen Geschlechtsorgane, zulassen. — Ein Zusatz von 0,1% Kaliphosphaten oder Natronphosphaten beförderte bei der eben-

1) Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, 1896; Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, I, II und III. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXII p. 1; Bd. XXXIII p. 513; Bd. XXXV p. 80, 1898, 1899, 1900.

2) Ueber Parthenogenesis bei *Marsilia* und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1900, p. 99.

3) Die Bedingungen der Fortpflanzung etc., p. 253.

4) Ebenda p. 130 ff.

falls monöcischen *Saprolegnia mixta*<sup>1)</sup> auf den Oogonien die Bildung der bei dieser Species an sich nie sehr zahlreichen Antheridien. Mit 0,05% Hämoglobinlösungen konnten andererseits Pflanzen erzielt werden mit einer Unmenge von Oogonien, die auffallend große Eier führten, während die Antheridien ganz fehlten, oder höchstens unter vielen hunderten an ganz vereinzelt Oogonien sich fanden.

Auf Grund seiner bisherigen Erfahrungen konnte Klebs auch bereits die Ansicht aussprechen, dass „so lange die für das Wachstum der niederen Organismen charakteristischen äußeren Bedingungen vorhanden sind, Fortpflanzung nicht eintritt. Die für diesen Prozess günstigen Bedingungen sind stets für das Wachstum mehr oder weniger ungünstig“<sup>2)</sup>. Dieser Gegensatz zwischen dem Wachstum der vegetativen Teile und der Fortpflanzung herrscht auch bei den Blütenpflanzen, und dürfte innerhalb gewisser Grenzen auch im Tierreich gelten.

Auch an tierischen Eiern soll durch chemische und andere Reize parthenogenetische Furchung ausgelöst worden sein. An den Eiern von *Bombyx* wollen Tichomiroff<sup>3)</sup> mit Schwefelsäure und durch andauerndes Bürsten, bei den Froscheiern Dewitz<sup>4)</sup> mit Sublimatlösung, an Eiern von Fischen und Amphibien, Koulagine<sup>5)</sup> mit Antidiphtherieserum eine parthenogenetische Entwicklung eingeleitet haben. Loeb<sup>6)</sup> gelang es mit Manganchlorür bestimmter Konzentration von Eiern des Seeigels *Arbacia* sogar normale *Plutei* zu erlangen. Ganz neuerdings geben Piéri<sup>7)</sup> und Hans Winkler<sup>8)</sup> an, mit Extraktivstoffen des Sperma Echinodermeneier bis zum Morulastadium gebracht, beziehungsweise ihre ersten Teilungen veranlasst zu haben. In allen diesen Fällen wären somit auch morphogene Auslösungen gelungen, die zwar nicht in die Geschlechtssphäre gehören, wohl aber doch zu Versuchen, diese zu beeinflussen, anregen.

Goebel<sup>9)</sup> spricht die Vermutung aus, es könnte sich vielleicht auch bei manchen „Bastardierungen“, bei denen die Eizelle es nur bis zu einem unvollständigen Embryo bringt, dann abstirbt, nicht um Befruchtung, sondern um den Uebertritt löslicher Stoffe aus dem Pollenschlauch in die Eizelle handeln. Durch „Wuchsenzyme“ könnte es unter Umständen noch gelingen „auch kernlose Zellen“ zur Weiter-

1) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXIII, p. 562 ff.

2) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXV, p. 151.

3) Archiv f. Anat. u. Phys., 1886, Phys. Abt., Supplementband.

4) Biol. Centralbl., Bd. VII, 1888, p. 93.

5) Zool. Anz., Bd. XXI, 1898, p. 653.

6) Americ. Journ. of Physiol., Bd. III, 1899, p. 135.

7) Archives de zool. exp. et gén., 3. sér., T. VII, 1899, p. XXIX.

8) Nachrichten der Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, Math.-Phys. Klasse, 1900, Heft 2.

9) Bei Besprechung der Mitteilung von Hans Winkler, Flora, Bd. 87, 1900, p. 308.

entwicklung zu bringen. Ich hätte meinerseits gegen „Wuchsenzyme“ nichts einzuwenden, so weit darunter wirkliche Enzyme, die morphogene Auslösungen zu vollziehen im stande sind, zusammengefasst würden. Dass solche morphogene Auslösungen aber auch durch solche Körper wie Manganchlorür vollzogen werden können, haben wir gesehen, und nicht minder vermögen es physikalische Einwirkungen, wie Wärme. In allen diesen Fällen wird es sich aber nicht um direkte Wirkungen des Stoffes selbst, beziehungsweise des physikalischen Agens handeln, sondern um Reize, welche von ihnen auf die lebendigen Bestandteile der Protoplasten ausgeübt werden. Sie können durch diesen Reiz die Thätigkeit eines lebendigen Bestandteils der Protoplasten entweder unmittelbar anregen, oder, wie es bei reichlicher Nahrungszufuhr oder dem Einfluss der Wärme anzunehmen ist, deren Vermehrung veranlassen und so bedingen, dass er in Wirksamkeit trete. Was im besonderen die Wirkung höherer Temperaturen anbetrifft, so haben die im hiesigen Institut durch Hottes ausgeführten Versuche ergeben, dass sie unter Umständen eine wesentliche Zunahme des Kinoplasma im Zellkörper zur Folge hat. Dass es auf die Zunahme dieses aktiven Bestandteiles des Cytoplasma bei der durch höhere Temperatur veranlassten parthenogenetischen Furchung der Eier von *Marsilia* ankommen könnte, hat auch schon Alexander Nathansohn<sup>1)</sup> empfunden. Doch weist er diese Annahme zunächst noch ab, weil ihm die Existenz des Kinoplasma noch nicht hinlänglich begründet erscheint. Man wird es mir wohl nicht verargen, wenn ich in diesem Punkte anderer Ansicht bin. Dass thatsächlich in Furchungszellen von Echinodermeneiern, Teilungsvorgänge, wenn auch unvollständige, selbst in kernlosen Protoplasten sich abspielen können, wenn ein Centrosom und die spindelbildende Substanz zugegen sind, hat Boveri<sup>2)</sup> bereits gezeigt. Dem Centrosom mit anschließender Strahlung entspricht aber eben das, was ich als Kinoplasma in Protoplasten der höher organisierten Pflanzen bezeichne.

Die durch auslösende Agentien erzielten Anläufe zu parthenogenetischer Entwicklung bei Metazoen und Metaphyten haben bisher noch nicht bis zur Ausgestaltung geschlechtsreifer Individuen geführt. Ob das bei weiterer Ausdehnung der Versuche und Schaffung entsprechender Bedingungen möglich sein wird, muss erst die Zukunft lehren. Zunächst ist die Annahme wohl zulässig, dass eine künstlich ausgelöste parthenogenetische Entwicklung nicht bis zum normalen Abschluss geführt werden könne.

Kehren wir zu unserer Aufgabe nunmehr zurück, so fasst sich

1) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1900, p. 108.

2) Zur Physiologie der Kern- und Zellteilung. Sitzungsber. d. physikal.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg, 31. Okt. 1896.

diese in dem Ergebnisse zusammen, dass eine willkürliche Bestimmung des Geschlechts bei diöcischen Phanerogamen bis jetzt nicht gelang. Dieses Ergebnis lässt sich zunächst auch noch auf das gesamte Pflanzenreich ausdehnen und gilt zum mindesten auch für Metazoen.

Soweit als unsere Mittel bis jetzt reichen, wäre der einzige Weg, auf dem wir eine Verschiebung des Zahlenverhältnisses der Geschlechter bei getrenntgeschlechtlichen Organismen erreichen könnten, der der künstlichen Zuchtwahl. Also nur durch Benutzung der individuellen Variationen und durch Verbindungen unter gleichmäßig abweichenden Individuen ließen sich solche Erfolge erzielen. Es müssten Rassen mit einer andern Verhältniszahl der Geschlechter erzogen werden, so wie solche Rassen auch von selbst entstanden sind. Wir lernten solche beim Hanf kennen, Eduard Pflüger<sup>1)</sup> hat sie für die Frösche nachgewiesen. Es wird auch angegeben, dass beim Menschen die Geschlechtsverteilung von Land zu Land etwas verschieden ist. In Mitteleuropa stellt sie sich ganz allgemein auf 106 Knaben zu 100 Mädchen. In London scheint sich das Verhältnis im Laufe der Zeit etwas geändert zu haben. Für die Jahre 1628 bis 1662 wird es auf 106,8 zu 100, gegenwärtig auf 104 zu 100 angegeben<sup>2)</sup>. Wie es sich mit den anderen Menschenrassen verhält, lässt sich bis jetzt nicht sicher beurteilen. Für die Juden soll sich in Mitteleuropa das Verhältnis der Knaben zu den Mädchen etwas höher als für die Arier stellen.

Eine Verschiebung der Zahlenverhältnisse der Geschlechter beim Menschen ließe sich, soweit unser Einblick jetzt reicht, nur durch Züchtung gewinnen. Eine solche durchzuführen ist aber ebenso unmöglich, wie etwa der Versuch auf gleichem Wege, durch Ehen unter Mitgliedern langlebiger Familien die Lebensdauer des Menschen zu erhöhen. Auch würden derartige Züchtungsversuche längere Zeiträume beanspruchen und keinesfalls den Wünschen derjenigen entsprechen, die im Einzelfall ein ganz bestimmtes Ergebnis verlangen.

Diese mögen sich aber an der Erwägung beruhigen, dass das Zahlenverhältnis der Geschlechter, ebenso wie die Lebensdauer, bei den lebenden Wesen eine Anpassungserscheinung ist und den Bedürfnissen der Species unter gegebenen Bedingungen am besten entspricht. Jeder willkürliche Eingriff in dieses Verhältnis würde es nur zu Ungunst der Art verschieben, und daher für ihr Fortbestehen verhängnisvolle Folgen haben.

---

1) Ueber die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und die Geschlechtsverhältnisse der Frösche. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. XXIX, 1882, p. 24 ff.

2) Lexis l. c. p. 816.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [20](#)

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

Artikel/Article: [Versuche mit diöcischen Pflanzen in Ru<sup>l</sup>cksicht auf Geschlechtsverteilung. 753-785](#)