Die Blütenvariationen der Einbeere.

Von P. Stark.

(Eingegangen am 30. Oktober 1917.)

Einleitung.

In meiner früheren Arbeit über die Schwankungen im Laubblattquirle der Einbeere habe ich schon darauf hingewiesen, daß diese Wandlungen häufig mit solchen in der Blütenregion verknüpft sind, und habe dort eine eingehendere Behandlung der Variationen innerhalb der verschiedenen Blütenquirle in Aussicht gestellt. Diese Ergänzung soll auf den folgenden Seiten geliefert werden. Die Untersuchung erstreckte sich auf dieselben Standorte, die auch das Material für die früheren Studien geliefert hatten. (Baar, Schwarzwald, Kaiserstuhl, Oberrheinebene.) Da nur etwa ein Zehntel der Einbeersprosse zur Blüte gelangt, so steht das Material hinsichtlich der Individuenzahl hinter dem früheren zurück. Immerhin erstreckte sich die Untersuchung auf weit über 10000 Einzelsprosse.

Wiederum sehe ich mich veranlaßt, meinem Freunde Dr. W. Weinreich für mannigfache Hilfe beim Einsammeln und Verarbeiten des Materials meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Eine vorläufige Mitteilung über die wichtigsten Resultate wurde in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft gegeben (XXXV, 1917).

Literatur.

Wie über die Schwankungen im Laubblattquirle so gibt es auch über die Blütenvariationen nur wenige eingehende Darstellungen, Als solche nenne ich die Arbeiten von Magnin und Vogler (32, 47), die sich auf ein Material von über 1000 Blüten stützen. Während die registrierten Diagramme im wesentlichen übereinstimmen, weichen die

beiden Autoren hinsichtlich ihrer Interpretierungen voneinander ab. Nach Magnin kommt den Variationen eine erhebliche phylogenetische Bedeutung zu, während Vogler in erster Linie Ernährungseinflüsse für die Durchbrechung des Normaltypus verantwortlich macht. Wir werden auf diese Frage natürlich später eingehen müssen.

Abgesehen davon finden sich in der Literatur nur kürzere Notizen, meist eingestreut in Arbeiten von weiterem Umfang (1. 3. 17. 21. 23. 31. 38), ferner flüchtige Angaben in teratologischen Werken (33. 34. 37) und Floren (5. 40).

Überblickt man diese Daten, dann gewinnt man den Eindruck, daß auch hier wie beim Laubblattquirl in den verschiedenen Gegenden ein wechselndes Verhalten zu konstatieren ist. Sehr häufig sind Blütenanomalien nach den Befunden Magnins offenbar in der Umgebung von Lyon, während in Norddeutschland Abweichungen vom Typus recht selten zu sein scheinen. Auf Einzelheiten können wir erst im folgenden näher eingehen.

Kap. I. Überblick über die auftretenden Blütenvariationen.

Es wird zunächst unsere Aufgabe sein, einen kurzen Überblick über die bei *Paris quadrifolia* beobachteten Bildungsabweichungen zu geben. Wir können diese in zwei Gruppen gliedern: 1. in solche, bei denen nur einzelne Glieder eines Quirls von der Änderung betroffen sind (lokale Abweichungen) und 2. solche, bei denen entweder alle Glieder einheitlich derselben Wandlung unterliegen oder wo der gesamte Blütenbau gestört wird. Natürlich können im ersten Fall in ein und derselben Blüte gleichzeitig mehrere, oft ganz verschiedenartige Bildungsabweichungen verwirklicht sein.

Der Einfachheit halber geben wir im folgenden die Diagramme stets in Form von sechs hintereinandergereihten Zahlen wieder, von denen die erste dem Laubblattquirl entspricht. Dieses Verfahren deckt sich zwar nicht mit den üblichen Gepflogenheiten, aber es ist durch die besonderen Bauverhältnisse bei der Gattung *Paris* gerechtfertigt. Schon durch die regelmäßige Alternanz zu den Kelchblättern ergibt sich eine enge Beziehung zwischen dem Laubblattquirl und der Blüte, und diese Verkettung findet auch ihren Ausdruck in der Korrelation, die hinsichtlich der Quirlzahlen besteht. Ferner läßt sich bei kaum einer Pflanze ein so auffallender kontinuierlicher Übergang von der Region der Laub-

blätter zu der der Antheren in bezug auf die morphologische Ausgestaltung verfolgen, eine Erscheinung, auf die schon Moquin-Tandon hingewiesen hat. Erwähne ich schließlich noch, daß durch Unterdrückung des Blütenstiels mitunter der Laubblattquirl direkt in die Blüte einbezogen wird und daß in manchen abnormen Fällen ein spiralgiges Ineinanderfließen beider sonst getrennten Regionen stattfindet, dann mag das eingeschlagene Verfahren berechtigt erscheinen. Wir gelangen somit zu dem Diagramm:

4. 4. 4. 4. 4. 4.

Hierbei verdient noch etwas Beachtung. In der Literatur trifft man nämlich durchweg die Schreibweise:

4. 4. 4. 8. 4

an. Dies beruht darauf, daß die Antheren tatsächlich in einem einzigen Zyklus stehen. Dagegen ist aber zu bemerken, daß sich schon beim normalen Bau eine ganz bestimmte Zuordnung der Staubblätter zu den Perigonquirlen nachweisen läßt: vier entsprechen den Sepalen, vier den Petalen. Dies ist aber fast ausnahmslos auch dann möglich, wenn ein überzähliges Glied in den Staubblattquirl eingefügt ist. Haben wir zum Beispiel nach der alten Schreibweise das Diagramm

4. 4. 4. 9. 4,

dann steht nicht etwa das überschüssige Glied in einer Lücke, sondern eines der Perigonblätter trägt zwei Antheren, so daß wir es offenbar mit einer Spaltung zu tun haben. Je nachdem, ob es sich um ein Kronblatt oder um ein Kelchblatt handelt, kommen wir also zu dem Diagramm:

4. 4. 4. 4. 5. 4 oder 4. 4. 4. 5. 4. 4.

Eine solche Scheidung ist aber für unsere späteren Betrachtungen von Bedeutung.

I. Lokale Veränderungen.

Die lokalen Veränderungen sind der verschiedensten Art. Sie betreffen die Ausbildungsweise der einzelnen Blütenorgane, ferner ihre Zahl und ihre gegenseitigen Beziehungen.

a) Metamorphosen.

Unter Metamorphosen fassen wir alle die Fälle zusammen, wo ein bestimmtes Glied ganz oder teilweise die Merkmale eines andern an-

genommen hat. Solche Umgestaltungen sind in jedem Quirl beobachtet, und zwar können sie im Sinne eines nach außen oder nach innen liegenden Zyklus erfolgen.

So zeigen die Kelchblätter manchmal Laubblattcharakter. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Blüte Andeutungen einer Auflösung der Quirle in Spiralen zeigt. Dann gehen die Laubblätter kontinuierlich in Kelchblätter über, alle morphologischen Zwischenstadien sind vorhanden. Dies gilt sowohl von der Größe als auch von der Nervatur, die bei den Laubblättern netzadrig, bei den Kelchblättern paralleladrig ist. Besonders auffällig sind Zwischenbildungen, die hälftig dem einen, hälftig dem andern Organ folgen. Diese finden sich vor allem an der Grenzregion, wo der Charakter des Laubblattquirls in den des Sepalenquirls überschlägt, und zwar ist hier die nach der Spitze der Spirale gerichtete Flanke kelchblattartig ausgestaltet.

Seltener sind die Fälle, wo das Kelchblatt sich in seiner Ausbildung dem Kronblatt nähert. Entweder ist dann das gesamte Kelchblatt mäßig verschmälert, so daß man dem isolierten Gebilde nicht ansehen würde, in welchen Perigonkreis es zu stellen ist, oder aber die Umwandlung ist so vollständig, daß die ursprüngliche Natur ganz verloren gegangen ist. Daran schließen sich Fälle an, wo die Metamorphose nur hälftig erfolgt ist, wo also die eine Flanke normal sepaloid, die andere petaloid ausgestaltet ist.

Besonders charakteristisch sind solche Mittelbildungen für vollständig aufgelöste Diagramme, in denen zwischen den zwei normalen Hüllkreisen noch ein dritter angedeutet ist. Der eingeschaltete Zyklus besteht dann aus verschmälerten Sepalen, denen meistens überzählige Antheren zugeordnet sind.

Übergangsbildungen von Kelchblättern zu Antheren habe ich nicht beobachtet.

Die Kronblätter können entweder dem äußeren oder dem inneren Nachbarquirl nachschlagen. Im ersten Fall sind sie ganz- (Schönberg, Maxau, Wolfartsweier) oder halbseitig (Maxau) sepaloid; im zweiten Fall zeichnen sie sich durch den Besitz von Staubbeuteln aus (Daxlanden), manchmal allerdings bloß wieder auf der einen Flanke.

In diesem Zusammenhang muß auch noch eine andere Erscheinung erwähnt werden. Es kommt häufig vor, daß ein Kronblatt fehlt, daß dafür aber neben der Lücke vor dem Kelchblatt ein überzähliges Staubblatt steht, z. B.:

4. 4. 3. 5. 4. 4 oder 5. 5. 4. 6. 4. 4.

Diese Erscheinung legt die Vermutung nahe, daß die Kronblattanlage verrutscht ist, in den Antherenkreis geriet und durch diese Verlagerung selbst als Staubblatt ausgebildet wurde. Darnach hätten wir einen besonders interessanten Fall einer Metamorphose, der durch korrelative Beeinflussung erzeugt ist. Sicher ist diese Deutung aber nicht, denn es könnte ja auch sein, daß durch die Unterdrückung des Kronblatts eine Staubblattanlage mehr Platz fand (Fig. 1). Hierüber müßten entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen Aufschluß geben¹⁾.

Abnorme Ausgestaltung der Antheren gehört bei den untersuchten Standorten zu den häufigsten Erscheinungen. Die Umwandlung ist aber immer nur einer Art. Die Staubbeutel verkümmern, und es kommt dadurch ein kronblattartiges Gebilde zustande. Häufig ergreift dieser Vergrünungsprozeß nicht bloß eine Anthere, sondern alle Glieder des Staubblattquirls werden in Mitleidenschaft gezogen. In manchen Fällen ist die Vergrünung bloß halbseitig.

Übergänge von Antheren in Karpelle beobachtete Magnin (32) in der Umgebung von Lyon.

Die Metamorphose von Karpellen gehört zu den seltensten Erscheinungen. Hierher zählen die merkwürdigen Fälle, wo aus dem Karpellkreis ein bis mehrere Kronblätter oder Antheren entspringen. Die Karpellnatur der abnormen Gebilde gibt sich stets noch an der violetten Färbung zu erkennen. Meist erstreckt sich die Metamorphose bloß auf die Griffel, in extremen Fällen werden aber auch die entsprechenden Fächer des Fruchtknotens reduziert, so daß vollständig unregelmäßige Bildungen zustande kommen.

Fig. 1.
Diagramm 4. 4. 3. 4. 5. 4.

b) Spaltung.

Gabelförmige Spaltungen einzelner Glieder finden sich in allen Quirlen. Daß sie im Laubblattkreis vorkommen, wurde schon in der früheren Arbeit erwähnt. Man kann hier alle Übergangsphasen von eben angedeuteter Einbuchtung in der Spitze bis zu fast vollendeter Lostrennung der Spaltprodukte beobachten. Unter den nichtblühenden

¹⁾ In entsprechender Weise nimmt Magnin die Metamorphose eines Staubgefäßes in ein Karpell für das Diagramm 4. 4. 4. 4. 3. 5 an. Haacke hat für diese Erscheinung den Namen Topoplasie geprägt (14, analoge Umwandlung von Hüllblättern in Perigonblätter).

Sprossen beobachtete ich $2\frac{1}{2}$ -, $3\frac{1}{2}$ -, $4\frac{1}{2}$ - und $5\frac{1}{2}$ -blättrige Individuen, ferner Primärblattstadien mit einfachem oder gar doppeltem Einschnitt. Seltener sind die Spaltungen der Laubblätter bei Blühsprossen. Die drei einzigen hierhergehörigen Exemplare hatten die Diagramme $5\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4. 4 (Schönberg), $5\frac{1}{2}$. 5. 5. 5. 5. 5 (Kaiserstuhl) und $3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3. 3. 3 (Kaiserstuhl).

Auch Spaltungen in den Perigonkreisen zählen zu den Seltenheiten; ich beobachtete die Diagramme:

5. $4\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4 (Durlach),
 5. $4\frac{1}{2}$. 4. 5. 4. 4 (Schönberg, Maxau),
 4. 4. $4\frac{3}{2}$. 4. 4. 4 (Weingarten).

Der zweite Fall ist sehr charakteristisch. Er zeigt, daß die Gabelung, die in einem Kelchblatt vorliegt, bei dem davorstehenden Staubblatt schon vollständig vollzogen ist, so daß vor der Gabelung zwei Antheren stehen. Es weist dies auf die korrelative Verkettung koordinierter Organe hin, für die wir später zahlreiche Belege finden werden. Im dritten Diagramm ist ein Kronblatt einfach, ein anderes doppelt gegabelt.

Sehr häufig sind Spaltungen in den Antherenkreisen (Fig. 1a). Ich will hier nicht die zahlreichen gefundenen Fälle (über 50) anführen, sondern nur auf zwei Gesetzmäßigkeiten hinweisen¹⁾. Erstlich erstreckt sich die Gabelung zumeist auf die Kelchstaubblätter; das ist deshalb verständlich, weil bei der erheblicheren Breite der Sepalen hier viel mehr Raum zur Verfügung steht. Ferner erfolgt die Gabelung mit Vorliebe bei solchen Sprossen, wo in irgend einem Quirl schon überzählige Glieder eingefügt sind. Hierher zählen z. B. die Diagramme:

4. 4. 4. 5. $4\frac{1}{2}$. 4 (Schönberg)	5. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 4 (Weingarten)
5. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. 4. 4 „	4. 4. 4. 5. $6\frac{1}{2}$. 5 „
5. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 4 „	4. 4. 4. 6. $4\frac{1}{2}$. 5 „

Weit verbreitet sind Gabelungserscheinungen schließlich auch bei den Griffeln.

c) Überzähligkeit von Quirlen.

Die Gabelung kann als Vorstadium zu der vollständigen Spaltung angesehen werden, durch welche eine Vermehrung der Quirlzahl erzielt wird. Eine solche Einschaltung neuer Organe ist ja im Laub-

¹⁾ Vgl. Tab. XVI, Anhang.

blattquirl eine sehr bekannte Erscheinung. Die Gliederzahl kann von 4 bis auf 8 anwachsen.

Überzähligkeit ist auch in allen andern Quirlen beobachtet. Die Perigonblätter schwanken zwischen den Zahlen 4 und 7; jedoch wurde 7 bloß in einem Fall erreicht. Die Tendenz zur Vermehrung ist im Kelchkreis viel größer als im Kronblattkreis. Außerdem verdient Beachtung, daß selten die Kronblätter allein überzählig sind. Diagramme wie

4. 5. 4. 4. 4. 4 oder 4. 4. 5. 4. 4. 4

treten nur ganz vereinzelt auf; vielmehr werden fast stets die Antheren von demselben Teilungsprozeß ergriffen; dadurch erklärt es sich, daß Perigonblätter ohne zugehörige Staubgefäße kaum zutage treten.

Wie bei der Gabelung so stehen die Antheren auch bei der Überzähligkeit allen anderen Blütenquirlen voran; das gilt insbesondere von den episepalen Staubgefäßen, bei denen die Tendenz zur Vermehrung offenbar größer ist als bei den epipetalen. Häufig erstreckt sich die Spaltung auf mehrere Glieder der beiden Antherenkreise. Ich führe hier ein paar Diagramme an:

4. 4. 4. 5. 4. 4
4. 4. 4. 6. 4. 4
4. 4. 4. 7. 4. 4
4. 4. 4. 7. 8. 4
4. 4. 7. 5. 8. 6

Fig. 1a.
Spaltungsstadien nach Henslow.

3. 3. 3. 5. 3. 3
3. 3. 3. 7. 3. 4
5. 4. 4. 5. 4. 4
5. 4. 4. 6. 4. 4

In all diesen Fällen stehen die überzähligen Staubgefäße seitlich nebeneinander; die Spaltung ist also in radialer Richtung erfolgt. Daß wirklich Spaltung vorliegt, ergibt sich aus der schon erwähnten Tatsache, daß die überzähligen Glieder immer paarweise mit einem normalen vor einem Perigonblatt stehen (Fig. 11). Ausnahmsweise sind einem Kelchblatt sogar drei Antheren zugeordnet (Fig. 2).

Von dieser seitlichen Spaltung ist eine solche in tangentialer Richtung scharf zu unterscheiden. Hier stehen die überzähligen Glieder vor den normalen, fallen also aus dem achtzähligen Antherendoppelkreis heraus (Fig. 9).

Sehr oft sind beide Fälle miteinander verknüpft (Fig. 3).

Auch im Karpellkreis ist die Vermehrung nicht selten. Meist erstreckt sich die Spaltung bloß auf die Griffel, so daß ein vierfächeriger Fruchtknoten 5—7 Griffel trägt. In fortgeschrittenen Fällen ist aber auch die Fächerzahl vermehrt. Dagegen sind Fälle, wo die Vermehrung bloß die Fächerzahl und nicht die Griffel ergreift, recht selten.

Änderungen des Karpellkreises scheinen von bestimmten Standortsverhältnissen abhängig zu sein. Wenigstens beobachtete ich solche gewöhnlich an bestimmten Stellen immer in großer Anzahl. Besonders bezeichnend ist hierfür eine kleine *Paris*-Kolonie auf dem Schloßberg bei Freiburg, die sich in folgender Weise zusammensetzte¹⁾:

Fig. 2.
Diagramm 4. 4. 4. 7. 4. 4.

Fig. 3. Radiale und tangentielle Antherenspaltung.

Diagramm	Zahl d. Ind.	Diagramm	Zahl. d. Ind.
4. 4. 3. 4. 4. 4. (5)	1	4. 4. 4. 5. 4. 4. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 4	20	4. 4. 4. 5. 4. 5. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 4. (5)	2	5. 4. 4. 4. 4. 4	4
4. 4. 4. 4. 4. 4. (6)	2	5. 4. 4. 4. 4. 4. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 5	1	5. 4. 4. 4. 4. 5. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 5. (6)	2	5. 5. 5. 5. 5. 5	1
4. 4. 4. 5. 4. 4. (5)	1	5. 3. 3. 5. 3. 3. (4)	1

Hier ist also bei 64% (!) zum mindesten die Griffelzahl gegenüber dem Normaltypus erhöht.

d) Unterzähligkeit von Quirlen.

An die Überzähligkeit der einzelnen Quirle läßt sich naturgemäß die Unterzähligkeit anschließen. Auch diese Erscheinung tritt in allen Quirlen auf, aber nicht überall mit gleicher Häufigkeit. Daß der Laub-

¹⁾ Die Diagramme mit eingeklammerter Zahl beziehen sich auf die Fälle, wo nur die Griffelzahl erhöht ist.

blattkreis eine geringere Anzahl Glieder hat als die Blütenregion, ist ein seltener Fall. Auf 1589 Blüten mit dem Diagramm 5. 4. 4. 4. 4 kommen nur 38 mit dem Diagramm 3. 4. 4. 4. 4. Ähnlich verhält es sich mit den Kelchblättern. Dagegen scheint der Kronblattkreis die ausgesprochene Tendenz zu besitzen, rudimentär zu werden. Neben Blüten, denen bloß eine Petale fehlt, treten häufig solche auf, bei denen 2, 3 oder gar alle Kronblätter geschwunden sind¹⁾. Wir haben hier die Diagramme:

4. 4. 3. 4. 4. 4	5. 5. 0. 5. 5. 5	5. 4. 1. 4. 4. 4	5. 5. 2. 5. 4. 4
4. 4. 2. 4. 4. 4	5. 5. 1. 5. 5. 5	5. 4. 2. 4. 4. 4	6. 4. 1. 5. 4. 4
4. 4. 1. 4. 4. 4	5. 5. 2. 5. 5. 5	5. 4. 3. 4. 4. 4	6. 4. 2. 4. 4. 4
4. 4. 0. 4. 4. 4	5. 5. 3. 5. 5. 5	5. 5. 1. 5. 4. 4	6. 5. 1. 5. 5. 5

Fig. 4.

Diagramm 4. 4. 2. 4. 4. 4.

Fig. 5.

Diagramm 4. 4. 1. 4. 4. 4.

und viele andere (Fig. 4, 5). Bei manchen Sprossen ist indes die Reduktion nicht vollständig, sondern die Petalen sind bloß verkleinert auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ oder es ist an der Basis der Staubblätter ein winziger, eben noch erkennbarer Stummel vorhanden.

In den beiden Staubblattwirteln ist die Rückbildung noch seltener als in den Perigonkreisen. Dies steht damit im Zusammenhang, daß die Staubblätter viel eher isoliert stehen, als Kelch- und Kronblätter.

Beim Karpellkreis betrifft die Reduktion entweder bloß die Griffel oder auch die Fruchtfächer. Die Rückbildung geht meist bloß bis zur Dreizahl und nie über die Zweizahl hinaus (4. 4. 4. 4. 4. 2).

Um noch die allgemeinen Verhältnisse der Vermehrung und Verminderung in den verschiedenen Wirteln anschaulich zur Darstellung zu bringen, ist in Tabelle I das Ergebnis von 11269 Zählungen wieder-

¹⁾ Häufig auch von Deves (3) beobachtet, z. B.: 5. 5. 2. 8. 4, 5. 4. 1. 7. 4 und 5. 4. 2. 9. 4.

Tabelle I. Variabilität in den verschiedenen Wirteln.

	Gliederzahl											Mittelwert
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Laubblätter	—	—	—	311	8454	2319	176	9	—	—	—	4,21
Kelchblätter	—	—	—	272	10430	547	18	2	—	—	—	4,03
Kronblätter	6	21	36	579	10404	221	5	3	—	—	—	3,96
Kelchstaubblätter	—	—	1	130	10141	903	78	13	3	—	—	4,08
Kronstaubblätter	—	—	4	299	10516	421	22	6	1	—	—	4,01
Karpelle	—	—	3	184	10571	477	21	2	—	—	1	4,03

gegeben. Wir erhalten allenthalben eingipflige Variabilitätskurven mit einem steilen Maximum über 4. Da die Tendenz zur Vermehrung wie gesagt diejenige zur Verminderung überwiegt, so ist der rechte Ast der Kurve stärker entwickelt, und der Mittelwert liegt über 4. Eine Ausnahme macht bloß der Kronblattkreis. Hier überwiegen entsprechend der starken Neigung zur Reduktion die unterzähligen Individuen die überzähligen um das Dreifache. Die Zahl der abweichenden Quirle erreicht beim Laubblattkreis mit 25% ihr Maximum. Daran schließt sich mit 10% der Quirl der Kelchstaubblätter an.

Interessant ist ein Vergleich mit den Zählungen, die Henslow und Vogler angestellt haben (17, 46). Ich verzichte hier auf Wiedergabe der Einzelheiten, und stelle nur die von mir berechneten Mittelwerte in einer Tabelle zusammen (Tabelle II). Die Übereinstimmung

Tabelle II.

Quirlzahlen	Stark, Oberrheingebiet, 11 269 Individuen	Henslow, Cambridge, 1500 Individuen	Vogler, St. Gallen, 1200 Individuen
Laubblätter	4,21	4,21	4,26
Kelch	4,03	4,01	4,06
Krone	3,96	3,99	4,05
Staubgefäße	8,09	8,06	8,16
Karpelle	4,03	4,02	4,04

zwischen meinen Werten und denen von Henslow ist ganz auffallend. Voglers Werte sind durchweg höher und dabei macht sich eine fortschreitende Abnahme der Beträge von außen nach innen bemerkbar

Vor allem ist von einer Tendenz der Krone zur Reduktion wie auch bei Magnin nichts zu sehen¹⁾.

e) Verwachsung.

Wir scheiden hier von Verwachsung alle jene Fälle aus, wo gleichartige Organe seitlich miteinander in Zusammenhang treten. Tatsächlich läßt sich ja die Frage diskutieren, ob es sich bei den oben besprochenen Gabelungen mitunter nicht um Spaltungen, sondern um Verschmelzungen handelt. Eine solche dürfte jedenfalls bei den Diagrammen vorliegen, die vom Vierer- zum Dreiertypus führen, wie

3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 3. 3, 3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 4. 4, 3. 3. 3. 4. $3\frac{1}{2}$. 4 usw.

Denn zweifellos kommt der Dreiertypus durch die Verwachsung je eines Organpaares in jedem Quirl der tetrameren Ausgangsform zustande, worauf zahlreiche Übergangsphasen hinweisen.

Nach Ausschluß dieser Fälle bleibt noch ein kleiner Rest übrig, bei dem sich die Verwachsung auf ungleichwertige Organe erstreckt. Am häufigsten begegnen wir dieser Erscheinung im Doppelkreis der Kron- und Kronstaubblätter. Hier kommt es vor, daß das Kronblatt auf halbe Länge mit dem vor ihm stehenden Staubblatt verwachsen ist. Die gemeinsame Basis spaltet sich in zwei Zipfel, von denen der äußere grün und petalenartig ist, während der innere normale Staubbeutel trägt. Indes kommt es auch vor, daß der äußere Zipfel ebenfalls ein oder zwei Staubbeutel aufweist. Hier ist also das Kronblatt offenbar im Sinne der Antherenbildung beeinflußt, eine Erscheinung, die wohl mit der Verwachsung im Zusammenhang steht²⁾.

Verwachsungen seltener Art sind die, wo Glieder des Perigonkreises oder Filamente mit den Karpellen verschmelzen³⁾.

II. Änderungen des Diagramms.

Alle die besprochenen Änderungen können nicht bloß einzeln auftreten, sondern in der mannigfachsten Weise miteinander kombiniert. In einem Kreis kann Vermehrung, im anderen Verminderung erfolgen,

¹⁾ Da allenthalben die Vierersprosse nicht vollständig ausgezählt wurden, kommen beim Vergleich nur die relativen Werte in Betracht.

²⁾ Einen entsprechenden Fall beschreibt Magnin (32).

³⁾ Verwachsungen von Antheren mit Karpellen beobachtete auch Magnin. Die Staubfäden endeten in diesem Fall in griffelartige Bildungen, die violett gefärbt waren, aber noch Pollen trugen.

Überzähligkeit kann sich mit Gabelung kombinieren usf. Es handelt sich dann eben um eine zufällige, d. h. beziehungslose Häufung lokaler Abweichungen. Davon scharf zu unterscheiden sind die Fälle, wo das Diagramm in gesetzmäßiger Weise geändert wird, wo ein ganzer Zyklus eine abnorme Ausbildung erfährt, ein Quirl ausfällt oder eingefügt wird oder neue Symmetrietypen zum Durchbruch gelangen, Über diese Erscheinungen soll hier kurz berichtet werden.

a) Qualitative Änderungen von Quirlen.

Unter qualitativer Veränderung von Quirlen begreifen wir eine solche, wo ein Blütenkreis durchweg abnorme Ausbildung im Sinne einer Metamorphose erfährt.

Fig. 5a. Links normaler, rechts laubblattartiger Kelch ($\frac{1}{2}$ verkl.).

Hierher gehört vor allem der Fall, daß die Kelchblätter samt und sonders laubblattähnlich ausgebildet werden. Dieser Fall ist mir zum ersten Mal im Dögginger Wald (Baar) begegnet, hier aber gleich in einer Fülle von Exemplaren. Diese Individuen sehen recht seltsam aus. Von der Ferne möchte es scheinen, als ob zwei Etagen von Laubblättern vorhanden wären, eine größere und eine kleinere. Erst bei näherem Zusehen zeigt sich, daß der zweite, obere Kreis durch die abnorm vergrößerten Kelchblätter vorgetäuscht wird. Die Sepalen sind oval verbreitert, netzadrig und erreichen bis 3 cm Länge bei 1 cm Querdurchmesser (Fig. 5a). Bemerkenswert ist, daß solche Sprosse gewöhnlich in größeren Gruppen beisammen stehn. Das gilt vom Dögginger Wald, und in derselben Weise auch vom Schönberg, wo ich später derselben Erscheinung begegnete. In der Literatur sind solche Fälle scheinbar nicht erwähnt, doch möchte ich darauf hinweisen, daß sich im

Berliner Herbar zahlreiche entsprechende Belegexemplare finden, die von Al. Braun in der Karlsruher Gegend gesammelt wurden.

Zu den qualitativen Änderungen gehört auch die Vergrünung der Antheren. Daß einzelne Staubblätter häufig petaloide Gestaltung erfahren, wurde schon erwähnt. Derselbe Prozeß zieht aber vielfach auch das gesamte Androeceum in Mitleidenschaft, so daß die Blüte total vergrünt erscheint. Auch hier verdient wieder Beachtung, daß solche Sprosse gewöhnlich in größerer Gesellschaft beisammenstehn. Es treten einzelne Rudel von Individuen auf, die sich ausschließlich aus vergrüntem Exemplaren zusammensetzen. Da solche Rudel sich zumeist durch vegetative Vermehrung von einem einzigen Sproß ableiten, so kann man — wie auch bei der laubblattartigen Ausbildung des Kelches — annehmen, daß die Tendenz zu bestimmten Variationen bei der Rhizomzerteilung erhalten bleibt (Fig. 6).

Vergrünung beobachtete Al. Braun auch bei Sprossen im botanischen Garten zu Freiburg (nach Belegexemplaren im Berliner Herbar). Hier ist die Erscheinung vielleicht durch Kultur bedingt. Nach Kirchner (19) soll Vergrünung bei der Einbeere und infolge von Insektenstichen auftreten.

Fig. 6. Vergrünte Blüte.

b) Spiralige Auflösung von Quirlen.

Ein typischer Fall von spiraliger Auflösung der Quirle trat nur einmal zutage. Hier ging der Laubblattkreis kontinuierlich in den Kelchquirl über; die Laubblätter waren einzeln am Stengel verteilt und wurden nach der Spitze zu mehr und mehr sepaloid. In ähnlicher Weise verlief der Übergang von den Sepalen zu den Petalen und von diesen wieder zu den Antheren; überall ein schrittweises Ineinanderfließen der Formgestaltung.

Für diejenigen Blütenmorphologen, die eine Ableitung des Quirltypus von dem Spiraltypus annehmen, sind solche Durchbrechungen der Normi natürlich phylogenetisch bedeutungsvoll und als Atavismen zu werten.

c) Einschaltung neuer Quirle.

Vom eben geschilderten Typus nicht scharf zu unterscheiden sind jene Formen, bei denen zwischen den Kelchblättern und Kronblättern

einzelne Zwischenbildungen unregelmäßig eingeschaltet sind, die, genau in der Mitte zwischen Sepalen und Petalen inseriert, ebenfalls eine Anthere vor sich tragen. Da wie gesagt in solchen Blüten eine große Unregelmäßigkeit herrscht, so ist die Aufstellung und Würdigung derartiger Diagramme sehr schwierig und ich will mich darauf beschränken, hier einige Typen anzuführen. Wir erhalten anstatt der 6 Zahlen 8; 2—4 entsprechen dem Perigon, 5—7 den Antheren (Fig. 7, 8):

3. 3. 1. 3. 3. 1. 3. 3	4. 4. 1. 4. 4. 1. 4. 4	4. 4. 3. 4. 5. 3. 4. 4
3. 3. 1. 3. 4. 2. 3. 4	4. 4. 2. 4. 4. 3. 4. 5	4. 4. 3. 4. 5. 4. 4. 6
3. 3. 1. 3. 4. 3. 4. 5		7. 7. 2. 7. 9. 2. 7. 10

Neben diesen unregelmäßigen Einfügungen treten aber auch ganz gesetzmäßige auf, und zwar handelt es sich um eine Veränderung des

Fig. 7.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 5. 3. 4. 4.

Fig. 8.

Diagramm 7. 7. 2. 7. 9. 2. 7. 10.

Kelchstaubblattkreises. Nicht zu selten beobachtet man Blüten, in denen sich sämtliche Kelchstaubblätter in tangentialer Richtung gespalten haben, so daß jede Sepale zwei hintereinander stehende Staubgefäße trägt. Wir gelangen damit zu folgendem Diagramm:

4. 4. 4. 4. 4. 4. 4 (Fig. 9).

Einmal beobachtete ich ein verzweigtes Rhizom, bei dem drei Sprosse dieselbe Abnormität zeigten; auch in Kultur ist diese Erscheinung bei zwei miteinander in Verbindung stehenden Sprossen gleichzeitig aufgetreten, ohne daß ich in der Lage wäre, einen besonderen äußeren Faktor dafür verantwortlich zu machen.

In anderen Kreisen fand ich eine solche Verdoppelung nicht, doch erwähnt Eichler (7) einen Fall, wo ein besonders üppig entwickeltes Exemplar einen doppelten Karpidenkreis aufwies.

f) Veränderung der Tetramerie.

Normalerweise sind alle Quirle von *Paris quadrifolia* tetramer. Daß diese Regel häufig in einzelnen Zyklen durchbrochen wird, wurde oben besprochen. Sehr häufig zeigen nun die verschiedenen Kreise die Tendenz, gleichsinnig zu variieren. So kommen dann regelmäßig trimere und pentamere Sprosse zustande. Das Diagramm 3. 3. 3. 3. 3. 3 begegnete mir 78 Mal, 5. 5. 5. 5. 5. 5 137 Mal. Ein durchweg hexamerer Sproß trat nur dreimal auf. Das liegt daran, daß bei hochzähligen Individuen sehr leicht lokale Störungen eintreten. Durchgehende Heptamerie fehlt nach den bisherigen Befunden, doch traf ich einmal einen fünfblättrigen Sproß mit vollständig heptamerer Blüte (5. 7. 7. 7. 7) an (Fig. 12, 13).

Fig. 11.

Diagramm 4. 4. 4. 8. 4. 4.

g) Änderung der Symmetrieverhältnisse.

Schon durch die oben aufgeführten lokalen Veränderungen wird der radiäre Bau der Blüte in mannigfacher Weise geändert. Hier sollen nur zwei Fälle erwähnt werden, wo durch tiefergreifende Verschiebungen eine neue Gleichgewichtslage der Blütenorgane angestrebt wird. Die

Fig. 12.

Diagramm 6. 6. 6. 6. 6. 6.

Fig. 13.

Diagramm 5. 7. 7. 7. 7. 7.

beiden Exemplare stammten vom Schönberg und wiesen bloß zwei Karpelle auf. Dazu gesellte sich aber die Erscheinung, daß die Blütenorgane derartig gegeneinander verrückt waren, daß der radiäre Blütenbau in bilaterale Symmetrie überging, und zwar waren zwei ungleichwertige Symmetrieebenen vorhanden. Dieser Zustand wurde dadurch erreicht, daß die Blätter des Perigons und die Antheren nach zwei

gegenüberliegenden Polen auseinanderrückten. Besser als durch Worte ist dies durch die beigegebenen Diagramme (Fig. 14, 15) zu veranschaulichen. Diese Abnormität verdient deshalb unsere besondere Beachtung, weil dadurch ein in der ganzen Ordnung der Liliifloren fehlender Bauplan erzielt wird. Offenbar haben wir es hier mit einer innerlich bedingten Bildungsabweichung zu tun. Dies muß deshalb hervorgehoben werden, weil mitunter durch phototropische Einflüsse Stellungseinflüsse zustande kommen, die aber nicht von einer Reduktion des Karpellkreises begleitet sind. So habe ich bei einem am Waldsaum (Schönberg) wachsenden Sproß beobachtet, wie sich alle Organe der Laub- und Blütenregion bis auf diejenigen, die der Lichtseite direkt opponiert lagen, dem hellen Pol zukehrten. Damit wurde die Blüte zygomorph (Fig. 16).

Fig. 14.

Fig. 14 und 15 Diagramm 4. 4. 4. 4. 2.
Veränderte Symmetrieverhältnisse.
(Stellung der Staubgefäße!)

Fig. 15.

Fig. 16.

Stellungsverhältnisse durch
einseitiges Licht verändert.
(Licht kommt von rechts.)

Hier würde natürlich mit einer Veränderung der Lichtlage sofort eine Neuorientierung eintreten. Ich erwähne diese Erscheinung bloß deshalb, weil bisher bei Blüten nichts Analoges beobachtet worden zu sein scheint.

Kap. II. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Quirlen.

Wie aus den vorigen Ausführungen hervorgeht, kommen Veränderungen der Quirlzahlen sowohl in einzelnen Kreisen vor, als auch in vollständig durchgreifender Weise, so daß ein neues Diagramm zustande kommt. Diese beiden Extreme sind aber durch zahlreiche Brücken miteinander verbunden. Mit diesen Verhältnissen wollen wir uns hier näher beschäftigen. Eine derartige Betrachtung ist besonders deshalb

von Bedeutung, weil die statistische Bearbeitung des Materials ergeben hat, daß die verschiedenen auftretenden Typen nicht etwa in rein zufälliger Verteilung gegeben sind, sondern daß hier unverkennbare Gesetzmäßigkeiten herrschen. Diese sind es, denen wir hier im einzelnen nachgehen wollen.

Zunächst wäre da die Frage zu untersuchen, ob zwischen der Zahl der Laubblätter und jener der Blütenquirle irgendeine Beziehung besteht. Daß dem tatsächlich so ist, geht schon aus den Angaben Henslows, Voglers und Magnins zur Genüge hervor. Um aber exakte Daten zu gewinnen, stellen wir die von uns gefundenen Werte zu einer Korrelationstabelle zusammen. Wir betrachten der Einfachheit halber bloß die Beziehung zwischen Laub- und Kelchblättern (Tabelle III). Als Grundlage für die Statistik diene das Material der verschiedenen oberrheinischen Standorte. Das Material ist also verschiedener Herkunft, jedoch würde jede Teilstatistik eines einzelnen Standorts genau dasselbe Bild liefern. Es ist noch zu bemerken, daß die nicht vierblättrigen Sprosse möglichst vollzählig, die Vierersprosse dagegen bloß mit Auswahl gesammelt wurden. Bei Berücksichtigung des gesamten Materials wären die Mittelwerte durchweg niedriger ausgefallen, jedoch hätte sich das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Quirle, auf das es uns hier ja ankommt, nicht in wesentlicher Weise verschoben.

Die Tabelle III redet eine deutliche Sprache. Sie zeigt nämlich, daß Kelch- und Laubblätter zwar nicht in eindeutiger Weise einander

Tabelle III. Korrelation zwischen Laub- und Kelchblättern.

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kelchblätter					Zahl der Individuen	Mittel- wert
	3	4	5	6	7		
3	204	94	12	1	—	311	3,39
4	54	8378	19	3	—	8454	4,00
5	14	1845	458	1	1	2319	4,18
6	—	111	55	10	—	176	4,43
7	—	2	3	3	1	9	5,33

zugeordnet sind, daß aber trotzdem eine enge Korrelation besteht, und zwar derart, daß bei den niederen Laubblattzahlen auch die niederen Kelchblattzahlen vorherrschen, und daß mit der Laubblattzahl auch die Kelchblattzahl regelmäßig zunimmt. Während sich die Zahl der Laub-

blätter von 3 zu 7 erhebt, steigen die zugeordneten Mittelwerte des Sepalquirils von 3,39 zu 5,33 an. Die Schwankungen besitzen demgemäß eine engere Amplitude, und da dies auch für die übrigen Blütenkreise zutrifft, so können wir der Feststellung Magnins beipflichten, daß die Blüte sich durch eine größere Konstanz auszeichnet.

Natürlich kann man auch, wenn man will, die Beziehung der Laubblätter zu jedem andern Blütenkreis feststellen, ich will mich aber darauf beschränken, hier lediglich in einer zusammenfassenden Tabelle (IV) die Mittelwerte wiederzugeben. Die einzelnen Daten finden sich im Anhang

Tabelle IV. Korrelation zwischen Laub- und Blütenkreisen.

Zahl der Laubblätter	Mittlere Zahl der Kelchblätter	Mittlere Zahl der Kronblätter	Mittlere Zahl der Kelchstaubblätter	Mittlere Zahl der Kronstaubblätter	Mittlere Zahl der Karpelle
3	3,39	3,25	3,89	3,40	3,81
4	4,00	3,97	4,03	4,01	4,00
5	4,18	4,00	4,29	4,12	4,13
6	4,43	4,01	4,51	4,28	4,30
7	5,33	4,67	5,89	4,89	5,44

(Tabelle XVII—XX) und beziehen sich allenthalben auf dieselben 11269 Einzelsprosse. In allen Quirlen findet sich derselbe Anstieg, nur bei den Kronblättern fallen drei Werte sehr nahe zusammen, und zwar deshalb, weil die Korrelation hier durch die den Petalen innewohnende Tendenz zur Reduktion gestört ist. Sonst aber ist das Bild im wesentlichen dasselbe.

Auf Grund dieser Erfahrungen erscheint es keineswegs verwunderlich, daß sich innerhalb der Blütenregion selbst noch festere Verknüpfungen ergeben. Es kann hier natürlich nicht unsere Aufgabe sein, alle möglichen Korrelationstabellen anzuführen. Ich beschränke mich vielmehr auf drei Beispiele.

Die Beziehung zwischen Kelch- und Kelchstaubblättern erläutert Tabelle V. Die Erklärung ist kaum notwendig. Wir sehen, wie sich mit dem Anstieg von 3 zu 7 Kelchblättern der Kurvengipfel für die Kelchstaubblätter ebenfalls von 3 über 4, 5 und 6 nach 7 verschiebt; gleichzeitig erhebt sich der Mittelwert stufenweise von 3,70 zu 7,00. Darin gibt sich die enge Zugehörigkeit der Kelchstaubblätter zu den Petalen kund. Tatsächlich erreicht hier die Korrelation ihren vollendetsten Ausdruck.

Tabelle V. Korrelation zwischen Kelch- und Kelchstaubblättern.

Zahl der Kelchblätter	Zahl der Kelchstaubblätter							Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kelchstaubblätter
	2	3	4	5	6	7	8		
3	—	127	107	31	6	1	—	272	3,70
4	—	1	10029	344	44	9	3	10430	4,04
5	—	2	5	528	12	—	—	547	5,01
6	1	—	—	—	16	1	—	18	5,83
7	—	—	—	—	—	2	—	2	7,00

Nicht ganz so schön liegen die Verhältnisse bei den Kron- und Kronstaubblättern, wenigstens bei den niederen Kronblattzahlen. Aber gerade um dieser Unregelmäßigkeit willen habe ich die Tabelle (VI) an-

Tabelle VI. Korrelation zwischen Kron- und Kronstaubblättern.

Zahl der Kronblätter	Zahl der Kronstaubblätter							Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kronstaubblätter
	2	3	4	5	6	7	8		
0	—	—	3	3	—	—	—	6	(4,50)
1	—	2	14	5	—	—	—	21	(4,14)
2	—	5	25	6	—	—	—	36	(4,03)
3	4	281	259	28	1	—	—	579	3,53
4	—	11	10209	168	13	3	—	10404	4,02
5	—	—	6	211	4	—	—	221	4,99
6	—	—	—	—	4	1	1	5	6,20
7	—	—	—	—	—	2	1	3	7,33

geführt. Die mittlere Zahl der Kronstaubblätter für 0, 1 und 2 Kronblätter liegt nicht, wie man erwarten könnte, unter dem Mittelwert für 3 Petalen (3,53), sondern durchweg beträchtlich höher. Das liegt wiederum daran, daß wir es bei so weitgehender Reduktion der Kronblätter mit einer besonderen, vom übrigen Blütenbau unabhängigen Erscheinung zu tun haben. Erst von der Dreierklasse an treten normale Verhältnisse ein, und hier ist dann auch die Korrelation in vollem Maße verwirklicht. Dies ergibt sich sowohl bei Betrachtung der Kurven Gipfel wie auch der Mittelwerte, die Schritt für Schritt von 3,53—7,33 anwachsen.

Schließlich seien hier noch die Zahlen für Kronstaubblätter und Griffel angeführt. Etwas Besonderes ist über Tabelle VII nicht zu sagen. Wir finden wiederum denselben Anstieg bei Kurvengriffeln und Mittelwerten.

Tabelle VII. Korrelation zwischen Kronstaubblättern und Karpellen.

Zahl der Kronstaubblätter	Zahl der Karpelle							Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Karpelle
	2	3	4	5	6	7	10		
2	—	1	3	—	—	—	—	4	(3,75)
3	—	166	97	32	3	1	—	299	3,58
4	3	16	10414	78	5	—	—	10516	4,01
5	—	1	51	364	5	—	—	421	4,77
6	—	—	5	10	7	—	—	22	5,09
7	—	—	1	3	—	1	1	6	6,00
8	—	—	—	—	1	—	—	1	6,00

Wir haben bisher die Vorgänge nur in großen Zügen betrachtet, ohne des Näheren auf die einzelnen Blütendiagramme einzugehen. Diese Lücke ist im folgenden noch auszufüllen. Dabei wollen wir zunächst von einem konkreten Fall ausgehen, dem Übergang vom Vierer- zum Fünftertypus (4. 4. 4. 4. 4. 4 → 5. 5. 5. 5. 5. 5). Zwischen Ausgangspunkt und Endpunkt liegen naturgemäß eine ganze Menge Zwischenglieder, bei denen bloß 1—5 Kreise pentamer geworden sind. Da taucht für uns die Frage auf: Treten alle die nach der Variationsrechnung möglichen Stadien etwa in gleicher Anzahl auf oder gibt sich darin eine bestimmte Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Darüber soll das folgende Schema Auskunft geben (Tabelle VIII). Darin sind alle möglichen Zwischendiagramme eingetragen und die Zahl der auftretenden Fälle beigelegt. Es zeigt sich nun, daß etwa die Hälfte der Diagramme überhaupt nicht verwirklicht wird, daß andere nur ganz spärlich vertreten sind und daß sich die erdrückende Mehrzahl der Fälle auf ganz bestimmte Typen beschränkt.

Als zweite hervorstechende Gesetzmäßigkeit ist zu konstatieren, daß die rechte Seite der Tabelle viel stärker vertreten ist als die linke. 191 Diagramme beginnen mit 4, 2029 mit 5. Diese Tatsache können wir dahin interpretieren, daß die Neigung zur Überzähligkeit im Laubblattquirl am größten ist und daß die Zunahme der Gliederzahl in der Blütenregion zumeist erst dann erfolgt, wenn der Laubblattkreis pentamer geworden ist.

Tabelle VIII. Übergang vom Vierer- zum Fünfertypus.

4. 4. 4. 4. 4	(9083)	5. 4. 4. 4. 4	1614
4. 4. 5	15	4. 4. 5	9
4. 5. 4	15	4. 5. 4	5
4. 5. 5	5	4. 5. 5	2
5. 4. 4	115	5. 4. 4	142
5. 4. 5	7	5. 4. 5	8
5. 5. 4	4	5. 5. 4	3
5. 5. 5	5	5. 5. 5	2
4. 4. 5. 4. 4. 4	0	5. 4. 5. 4. 4. 4	2
4. 4. 5	0	4. 4. 5	0
4. 5. 4	3	4. 5. 4	1
4. 5. 5	3	4. 5. 5	1
5. 4. 4	1	5. 4. 4	0
5. 4. 5	0	5. 4. 5	0
5. 5. 4	0	5. 5. 4	0
5. 5. 5	1	5. 5. 5	0
4. 5. 4. 4. 4. 4	0	5. 5. 4. 4. 4. 4	2
4. 4. 5	0	4. 4. 5	0
4. 5. 4	0	4. 5. 4	0
4. 5. 5	0	4. 5. 5	0
5. 4. 4	2	5. 4. 4	130
5. 4. 5	1	5. 4. 5	5
5. 5. 4	4	5. 5. 4	5
5. 5. 5	5	5. 5. 5	93
4. 5. 5. 4. 4. 4	0	5. 5. 5. 4. 4. 4	0
4. 4. 5	0	4. 4. 5	0
4. 5. 4	0	4. 5. 4	0
4. 5. 5	0	4. 5. 5	0
5. 4. 4	0	5. 4. 4	2
5. 4. 5	0	5. 4. 5	1
5. 5. 4	0	5. 5. 4	2
5. 5. 5	5	5. 5. 5	(161)
191 (+ 9083)		2029 (+ 161)	

Betrachten wir nun die rechte Seite etwas genauer, so ergeben sich hier sehr deutlich folgende Maxima

5. 4. 4. 4. 4	1614
5. 4. 4. 5. 4. 4	142
5. 5. 4. 5. 4. 4	130
5. 5. 4. 5. 5. 5	93
(5. 5. 5. 5. 5. 5)	161

1979 = 98% der Fälle.

Auf diese vier Maxima fallen ca. 98% aller Individuen. Wir können danach feststellen: Die Vermehrung erstreckt sich in erster Linie auf den Laubblattkreis (5. 4. 4. 4. 4). Dann schließt sich nicht etwa der Kelchquirl an — das Diagramm 5. 3. 4. 4. 4. 4 erscheint bloß zweimal! — sondern es folgen zunächst die Kelchstaubblätter (5. 4. 4. 5. 4. 4)

Fig. 17.

Diagramm 4. 4. 4. 4. 4. 4.

Fig. 18.

Diagramm 5. 4. 4. 4. 4. 4.

Fig. 19.

Diagramm 5. 4. 4. 5. 4. 4.

und dann erst der Kelch (5. 5. 4. 5. 4. 4). Daran reihen sich die Kronstaubblätter gleichzeitig mit den Karpellen (5. 5. 4. 5. 5. 5), und zu allerletzt ergreift die Vermehrung die Kronblätter, womit der Prozeß beendet ist (5. 5. 5. 5. 5. 5). (Fig. 17—22.)

Fig. 20.

Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4.

Fig. 21.

Diagramm 5. 5. 4. 5. 5. 5.

Fig. 22.

Diagramm 5. 5. 5. 5. 5. 5.

Aus dem geschilderten Entwicklungsgang wird verständlich, daß Diagramme, bei denen die Zahl der Perigonblätter diejenige der zugehörigen Staubblätter übertrifft, fast vollständig fehlen. Die einzigen derartigen Fälle sind 5. 4. 5. 4. 4. 4 und 5. 5. 4. 4. 4. 4, die je zweimal auftreten.

Wenden wir uns nunmehr der linken Seite der Tabelle zu, so fällt auf, daß wir hier eigentlich bloß ein ausgeprägtes Maximum zu verzeichnen haben, nämlich über 4. 4. 4. 5. 4. 4. Das entspricht genau einem Maximum auf der rechten Seite. Die übrigen häufiger zu erwartenden Diagramme sind zwar alle vertreten, aber nur in spärlicher Anzahl. Das hängt eben damit zusammen, daß die Vermehrung der Blütenquirle in der Regel an eine solche des Laubblattkreises geknüpft ist. Bloß der Kreis der Kelchstaubblätter mit seiner ausgesprochenen Neigung zur Überzähligkeit macht eine Ausnahme. Wir gelangen somit zur Reihe

4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)
4. 4. 4. 5. 4. 4	115
4. 5. 4. 5. 4. 4	2
4. 5. 4. 5. 5. 5	5
4. 5. 5. 5. 5. 5	5

127 = 66% der Fälle.

Daneben finden sich aber auch einige andere Typen in höherer Anzahl vor, so 4. 4. 4. 4. 4. 5 (15), 4. 4. 4. 4. 5. 4 (15) und 4. 4. 4. 4. 5. 5. (5). Diese Ausnahmen betreffen aber bloß die Kronstaubblätter und die Karpelle. Für die Perigonkreise bleiben unsere Betrachtungen zu Recht bestehen. Die vier Diagramme, die sich in unser Schema einfügen, machen 66% aus, die 27 andern bloß 34%.

Ganz dieselben Betrachtungen gelten von dem Übergang des Fünfer- zum Sechsertypus. Nur ist die Zahl der Fälle entsprechend geringer. Bloß ein Diagramm fällt aus dem Rahmen heraus (5. 5. 5. 5. 6. 5). Alle übrigen (33 von 34) gehören unserer Stufenleiter an:

5. 5. 5. 5. 5. 5	(161)	6. 5. 5. 5. 5. 5	24
5. 5. 5. 6. 5. 5	3	6. 5. 5. 6. 5. 5	4
5. 6. 5. 6. 5. 5	1	6. 6. 5. 6. 5. 5	0
5. 6. 5. 6. 6. 6	0	6. 6. 5. 6. 6. 6	1
5. 6. 6. 6. 6. 6	0	6. 6. 6. 6. 6. 6	(3)

Wir wenden uns nunmehr der Verminderung der Gliederzahl zu, das heißt, dem Übergang vom Vierer- zum Dreiertypus (Tabelle IX). Wir haben hier wieder ein zweigeteiltes Schema, je nachdem die Laubblattzahl 3 oder 4 ist. Diesmal zeigen aber die linke und die rechte Hälfte keine so starke Differenzen, das heißt, die Reduktion der Blüte vollzieht sich fast ebenso leicht bei drei- und vierblättrigen Sprossen. Auf jeder

Seite ergeben sich wieder wie beim Übergang von der Tetramerie zur Pentamerie deutliche Lücken und Maxima. Greifen wir die Etappen heraus, die uns auch bei der Entwicklung zum Fünftypus begegnet sind, so erhalten wir die Reihe:

3. 3. 3. 3. 3. 3	(82)	4. 3. 3. 3. 3. 3	14
3. 3. 3. 4. 3. 3	29	4. 3. 3. 4. 3. 3	24
3. 4. 3. 4. 3. 3	4	4. 4. 3. 4. 3. 3	4
3. 4. 3. 4. 4. 4	10	4. 4. 3. 4. 4. 4	152
3. 4. 4. 4. 4. 4	39	4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)
<hr/>		<hr/>	
82 = 52%		194 = 84%	

Ein Blick in das Hauptschema erweist aber, daß zahlreiche Ausnahmen bestehen, und daß vor allem die dritte Stufe (3. 4. 3. 4. 3. 3 und 4. 4. 3. 4. 3. 3) nicht als eigentlicher Gipfel anzusehen ist. Diese Ausnahmen bestehen im wesentlichen aber alle darin, daß das Nachbarglied mit anderer Karpellzahl ebenfalls stark vertreten ist und für die dritte Stufe sogar einen Gipfel bedeutet. Wir müssen die Reihe daher durch folgende Glieder ergänzen,

3. 3. 3. 3. 3. 4	16	4. 3. 3. 3. 3. 4	2
3. 3. 3. 4. 3. 4	25	4. 3. 3. 4. 3. 4	6
3. 4. 3. 4. 3. 4	5	4. 4. 3. 4. 3. 4	15
<hr/>		<hr/>	
46 = 29%		23 = 9%	

Dieselbe Erscheinung ist übrigens schon beim Fortschritt zur Pentamerie zu verzeichnen. Dort haben wir die Nebenreihe:

4. 4. 4. 4. 4. 5	15	5. 4. 4. 4. 4. 5	9
4. 4. 4. 5. 4. 5	7	5. 4. 4. 5. 4. 5	8
4. 5. 4. 5. 5. 4	4	5. 5. 4. 5. 5. 4	5
<hr/>		<hr/>	
26		22.	

Alle sonstigen Diagramme sind selten und machen bloß 19 bzw. 7% aus. Fälle, bei denen die Perigonblattzahl diejenige des zugehörigen Antherenkreises übertrifft, fehlen fast vollständig. Wir kommen darnach fast zu denselben Folgerungen wie beim Anstieg der Tetramerie zur Pentamerie. Setzen wir das Diagramm 3. 3. 3. 3. 3. 3, das dem Trilliumtypus entspricht, als Ausgangspunkt, dann können wir folgende Regeln aufstellen: Der Übergang zum Vierertypus vollzieht sich auf zwei Linien, je nachdem der Laubblattquirl dreizählig bleibt oder gleich ein viertes Laubblatt eingefügt wird. Die Einschaltung in der Blütenregion erfolgt in beiden Fällen zuerst im Kreis der Kelch-

Tabelle IX. Übergang vom Vierer- zum Dreiertypus.

3. 3. 3. 3. 3	(82)	4. 3. 3. 3. 3	14
3. 3. 4	16	3. 3. 4	2
3. 4. 3	5	3. 4. 3	0
3. 4. 4	2	3. 4. 4	1
4. 3. 3	29	4. 3. 3	24
4. 3. 4	25	4. 3. 4	6
4. 4. 3	0	4. 4. 3	0
4. 4. 4	9	4. 4. 4	1
3. 3. 4. 3. 3. 3	4	4. 3. 4. 3. 3. 3	0
3. 3. 4	0	3. 3. 4	0
3. 4. 3	0	3. 4. 3	0
3. 4. 4	3	3. 4. 4	0
4. 3. 3	0	4. 3. 3	0
4. 3. 4	0	4. 3. 4	2
4. 4. 3	0	4. 4. 3	0
4. 4. 4	3	4. 4. 4	1
3. 4. 3. 3. 3. 3	0	4. 4. 3. 3. 3. 3	0
3. 3. 4	0	3. 3. 4	0
3. 4. 3	0	3. 4. 3	0
3. 4. 4	0	3. 4. 4	0
4. 3. 3	4	4. 3. 3	4
4. 3. 4	5	4. 3. 4	17
4. 4. 3	1	4. 4. 3	3
4. 4. 4	10	4. 4. 4	152
3. 4. 4. 3. 3. 3	0	4. 4. 4. 3. 3. 3	0
3. 3. 4	0	3. 3. 4	0
3. 4. 3	0	3. 4. 3	0
3. 4. 4	0	3. 4. 4	0
4. 3. 3	0	4. 3. 3	0
4. 3. 4	0	4. 3. 4	1
4. 4. 3	2	4. 4. 3	4
4. 4. 4	39	4. 4. 4	(9083)
157 (+ 82)		232 (+ 9083)	

staubblätter, dann folgt ein Kelchblatt, dann ein Kronstaubblatt und schließlich ein Kronblatt. Bis dahin ist die Übereinstimmung mit dem Übergang zum Fünftertypus vollständig. Nur hinsichtlich der Karpelle bestehen kleine Differenzen. Während dort nämlich das fünfte Karpell zumeist erst gleichzeitig mit dem Kronstaubblatt erschien (5. 5. 4. 5. 4. 4 → 5. 5. 4. 5. 5. 5), tritt es hier vielfach schon in früheren Phasen auf. Wir bekommen daher als typische Reihen (Fig. 23—28):

3. 3. 3. 3. 3. 3	(82)	4. 3. 3. 3. 3. 3	14
3. 3. 3. 4. 3. 3	29	4. 3. 3. 4. 3. 3	24
3. 3. 3. 4. 3. 4	25	4. 3. 3. 4. 3. 4	6
3. 4. 3. 4. 3. 4	5	4. 4. 3. 4. 3. 4	17
3. 4. 3. 4. 4. 4	10	4. 4. 3. 4. 4. 4	152
3. 4. 4. 4. 4. 4	39	4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)
<hr/>		<hr/>	
108 = 71%		213 = 92%.	

Wir könnten übrigens unserer Stufenfolge noch eine andere Formulierung zuteil werden lassen. Aus den bisherigen Angaben folgt, daß zwischen einem Perigonkreis und dem zugeordneten Staubblattkreis eine enge Beziehung besteht. Während Diagramme wie 4. 5. 5. 4. 4. 4, 4. 4. 4. 5. 5. 4, 4. 5. 4. 4. 5. 4, 4. 4. 5. 5. 4. 4 selten sind oder fehlen, treten solche, in denen die zugeordneten Glieder des Kelch-Kelchstaubblattkreises und des Kron-Kronstaubblattkreises gleichzeitig variieren, sehr häufig auf. Wir können daher unser Schema folgendermaßen anschreiben:

$$\begin{array}{c} 4. \quad 4. \quad 4. \\ 4. \quad 4. \quad 4. \end{array}$$

Dabei bedeuten die oberen Zahlen die Perigonquirle, die darunterstehenden die koordinierten Staubblattquirle. Unsere Stufenfolge kann nun so gefaßt werden: Zuerst variiert der Laubblattquirl, dann folgt in zwei Etappen der Doppelkreis der Kelch- und Kelchstaubblätter, dann entsprechend jener der Kron- und Kronstaubblätter und mit ihnen jener der Karpelle; oder:

$$\begin{array}{ccccccc} 4. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 5 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5. \\ 4. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5. \end{array}$$

Das heißt, die Zunahme erfolgt im großen und ganzen von außen fortschreitend nach innen, und nur innerhalb der einzelnen Doppelkreise geht das akropetal stehende Glied voran. Entsprechend ist der Übergang zum Sechsertypus:

$$\begin{array}{ccccccc} 5. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 6. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 6. & 6. & 5. & 5 \rightarrow 6. & 6. & 5. & 6 \rightarrow 6. & 6. & 6. & 6. \\ 5. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 6. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 6. & 6. & 5. & 5 \rightarrow 6. & 6. & 5. & 6 \rightarrow 6. & 6. & 6. & 6. \end{array}$$

Sowohl beim Übergang von der Tetramerie zur Pentamerie, wie auch von der Pentamerie zur Hexamerie gibt es dazu noch eine Doppelreihe, welche in der Blütenregion dieselben Glieder enthält, während der Laubkreis vier- bzw. fünfzählig bleibt. Beim Übergang vom Dreier- zum Vierertypus ist diese Nebenreihe sehr stark entwickelt, so daß wir unserem Schema die Form geben müssen:

Auch hier erfolgt der Übergang akropetal; nur die Karpelle machen eine Ausnahme; bei ihnen erfolgt die Vermehrung gleichzeitig mit den Kelchstaubblättern. Sie eilen also dem inneren Doppelkreis voran.

Unsere Betrachtung verlangt nach verschiedener Richtung noch eine Ergänzung. Die Vermehrung kann auch in der Weise erfolgen, daß ein Glied übersprungen wird. So kann in seltenen Fällen der Dreiertypus direkt in den Fünftertypus übergehen. Auch dieser Prozeß erfolgt in der geschilderten Weise. Dies ergibt sich aus folgender Übersicht, die alle beobachteten Diagramme enthält.

Fig. 23.

Diagramm 3. 3. 3. 3. 3. 3.

Fig. 24.

Diagramm 4. 3. 3. 3. 3. 3.

Fig. 25.

Diagramm 4. 3. 3. 4. 3. 3.

3. 3. 3. 3. 3. 3.	82	5. 3. 3. 3. 3. 3.	6
(3. 3. 3. 3. 3. 5)	7)	(5. 3. 3. 3. 3. 5)	1)
3. 3. 3. 5. 3. 3.	11	5. 3. 3. 5. 3. 3.	2
3. 3. 3. 5. 3. 5.	4	5. 3. 3. 5. 3. 5.	0
(3. 5. 3. 5. 3. 3.)	0)	(5. 5. 3. 5. 3. 3.)	1)
3. 5. 3. 5. 3. 5.	1	5. 5. 3. 5. 3. 5.	1
3. 5. 3. 5. 5. 5.	0	5. 5. 3. 5. 5. 5.	16
3. 5. 5. 5. 5. 5.	4	5. 5. 5. 5. 5. 5.	161.

Das sind lauter Fälle, die dem Schema angehören oder die sich nur durch die Karpellzahl von der typischen Durchgangsstufe unterscheiden. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Übergang vom Vierer- zum Sechsertypus. Neben vier atypischen Diagrammen haben wir hier:

4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)	6. 4. 4. 4. 4. 4	16
4. 4. 4. 6. 4. 4	20	6. 4. 4. 6. 4. 4	1
4. 4. 4. 6. 4. 6	0	6. 6. 4. 6. 4. 6	1
4. 6. 6. 6. 6. 6	1	6. 6. 6. 6. 6. 6	(3).

Zu diesen Fällen gesellen sich nun noch solche, wo Laubblattquirl und Blütenquirl einem verschiedenen Typus folgen, wo also der Laubblattquirl eine bestimmte Gliederzahl besitzt, während die Blütenkreise zwischen zwei anderen Werten schwanken. So kann, um nur ein Beispiel zu erwähnen, der Laubkreis trimer sein, während die Blütenkreise zwischen 4 und 5 variieren. Natürlich bestehen hier, wenn wir den Dreier- bis Sechsertypus in Betracht ziehen, sehr viele Kombinationsmöglichkeiten, sie sind indes in größerer Menge nur für manche Mischtypen zutage getreten, und nur diese sollen hier angeführt werden:

Fig. 26.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 3. 4.

Fig. 27.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 4. 4.

Fig. 28.

Diagramm 4. 4. 4. 4. 4. 4.

3. 4. 4. 4. 4. 4	38	4. 3. 3. 3. 3. 3	14
3. 4. 4. 5. 4. 4	10	4. 3. 3. 5. 3. 3	5
3. 5. 4. 5. 4. 4	0	(4. 5. 3. 5. 3. 3)	0)
		4. 5. 3. 5. 3. 5	1
3. 5. 4. 5. 5. 5	2	4. 5. 3. 5. 5. 5	2
3. 5. 5. 5. 5. 5	4	4. 5. 5. 5. 5. 5	5
(sonstige	7)	(sonstige	1)
5. 3. 3. 3. 3. 3	6	6. 4. 4. 4. 4. 4	96
5. 3. 3. 4. 3. 3	5	6. 4. 4. 5. 4. 4	10
(5. 4. 3. 4. 3. 3)	0)	6. 5. 4. 5. 4. 4	7
5. 4. 3. 4. 3. 4	1		
5. 4. 3. 4. 4. 4	33	6. 5. 4. 5. 5. 5	6
5. 4. 4. 4. 4. 4	1589	6. 5. 5. 5. 5. 5	24
(sonstige	2)	(sonstige	5)

Die bisherigen Befunde zeigen, daß unserem Schema eine allgemeine Bedeutung zukommt, daß also innere oder äußere Faktoren dahin wirken müssen, daß von den außerordentlich zahlreichen möglichen Diagrammen immer nur ein ganz bestimmter kleiner Prozentsatz in größerer Anzahl realisiert wird.

Schließen wir alle bisher besprochenen Diagramme aus, so bleibt noch ein kleiner Rest übrig, der sich dadurch auszeichnet, daß wir kein bestimmtes Schema aufstellen können. Sie beruhen offenbar darauf, daß zu den gesetzmäßigen Wandlungen lokale Variationen hinzutreten, die das normale Bild verschleiern. Hierher gehören vor allem jene Fälle, wo der Karpellkreis seine eigenen Wege geht, wo die Kronblätter von den geschilderten Reduktionsprozessen betroffen werden oder wo endlich die Tendenz der Antheren zur Spaltung bemerkbar wird. Es sind das Diagramme wie:

3. 6. 2. 6. 4. 4 5. 4. 2. 5. 4. 4 5. 5. 3. 6. 4. 4 6. 5. 1. 6. 4. 5
 4. 4. 4. 7. 6. 5 5. 4. 4. 6. 4. 5 5. 4. 1. 5. 4. 4 6. 5. 2. 5. 4. 3
 4. 5. 3. 5. 6. 6 5. 5. 1. 5. 4. 4 6. 5. 1. 5. 4. 5 6. 5. 3. 5. 4. 5 usw.

Solche Unregelmäßigkeiten findet man hauptsächlich bei Sprossen, die im allgemeinen eine hohe Quirlzahl aufweisen, bei denen also schon von vornherein das Gleichgewicht in stärkerem Maße gestört ist.

Zum Schluß wird es sich noch empfehlen, ganz kurz unsere Resultate mit denen anderer Autoren zu vergleichen. Da ist zunächst zu erwähnen, daß die von Henslow gefundenen Diagramme im wesentlichen mit den unsrigen übereinstimmen, vor allem hinsichtlich der Haupttypen. Es mögen hier zum Beleg nur jene Fälle angeführt werden, die den Dreier- und Vierertypus, bzw. den Vierer- und Fünfertypus miteinander verbinden.

4. 3. 3. 3. 3. 3	1	5. 4. 4. 4. 4. 4	194
4. 3. 3. 4. 3. 3	2	5. 4. 4. 5. 4. 4	31
4. 3. 3. 4. 3. 4	3		
4. 4. 3. 4. 3. 4	2	5. 5. 4. 5. 4. 4	11
4. 4. 3. 4. 4. 4	2	5. 5. 4. 5. 5. 5	1
4. 4. 4. 4. 4. 4 (1164)		5. 5. 5. 5. 5. 5	6
sonstige	2	sonstige	7

Es gehören also fast sämtliche Diagramme unserer Reihe an. Auch der Fundpunkt Magnins (Umgebung von Lyon) liefert in der Hauptsache dasselbe Bild. So verteilen sich die Verbindungsglieder der Tetramerie zur Pentamerie folgendermaßen:

Hauptreihe		Nebenreihe ¹⁾		Sonstige
5. 4. 4. 4. 4. 4	214	5. 4. 4. 4. 4. 5	4	8 Exemplare.
5. 4. 4. 5. 4. 4	17	5. 4. 4. 5. 4. 5	1	
5. 5. 4. 5. 4. 4	44	5. 5. 4. 5. 4. 5	2	
5. 5. 4. 5. 5. 5	0	5. 5. 4. 5. 5. 4	4	
5. 5. 5. 5. 5. 5	41	5. 5. 5. 5. 5. 4	3	

Die Maxima treten also bis auf eines (5. 5. 4. 5. 5. 5) sehr scharf hervor. Immerhin fällt den von uns beobachteten Variationen gegenüber auf, daß 1. die Tendenz der Petalen zur Reduktion anscheinend fehlt und vielmehr eine Neigung zur Überzähligkeit festzustellen ist, 2. daß dagegen häufig die Kronstaubblätter mit vermindeter Gliederzahl erscheinen (4. 4. 4. 4. 3. 4, 4. 4. 4. 4. 2. 4, 4. 4. 4. 4. 2. 3) und 3. daß die Karpelle häufig hinter der Gliederzahl der übrigen Blütenquirle zurückbleiben (5. 5. 5. 5. 5. 4). Diese Tatsachen wirken dahin zusammen, daß die Quirlzahlen vielfach von außen nach innen fortschreitend abnehmen, wohlgemerkt ohne die von uns zu Hilfe genommene Umgruppierung zu Doppelkreisen.

Dieser Gegensatz erscheint bei dem von Vogler untersuchten Standort von St. Gallen noch verstärkt, wie folgende Übersicht zeigt (43):

Hauptreihe		Nebenreihe		Sonstige
5. 4. 4. 4. 4. 4	182	5. 4. 4. 4. 4. 5	1	5. 5. 4. 4. 4. 4 9
5. 4. 4. 5. 4. 4	0	5. 4. 4. 5. 4. 5	0	5. 5. 5. 4. 4. 4 3
5. 5. 4. 5. 4. 4	8	5. 5. 4. 5. 4. 5	2	
5. 5. 4. 5. 5. 5	1	5. 5. 4. 5. 5. 4	2	
5. 5. 5. 5. 5. 5	43	5. 5. 5. 5. 5. 4	4	

Die bei uns nur in verschwindender Anzahl (3 von 2029) auftretenden Typen 5. 5. 4. 4. 4. 4 und 5. 5. 5. 4. 4. 4 machen hier einen großen Teil sämtlicher Varianten aus, während eines unserer häufigsten Diagramme (5. 4. 4. 5. 4. 4) ganz fehlt und ein anderes (5. 5. 4. 5. 5. 5) nur einmal sich vorfindet. So wird verständlich, wenn Vogler sagt, daß die Tendenz zur Vermehrung von den Laubblättern nach den Karpellen zu ständig abnimmt. Offenbar herrschen an seinem Standorte andere Verhältnisse als an dem unsrigen, und für ihn ergibt sich als typisch die Reihe:

5. 4. 4. 4. 4. 4	182
5. 5. 4. 4. 4. 4	9
5. 5. 4. 5. 4. 4	8
5. 5. 5. 5. 5. 4	4
5. 5. 5. 5. 5. 5	43.

¹⁾ Unterscheidet sich von der Hauptreihe bloß durch Karpellzahl.

Kap. III. Über die Ursachen der Blütenvariationen.

Wir haben in den beiden vorstehenden Kapiteln die verschiedenen Blütenvariationen besprochen, ohne uns darüber Aufschluß zu geben, in welcher Weise sie zustande kommen. Daß irgend eine Gesetzmäßigkeit hinter den geschilderten Erscheinungen stehen muß, geht ja aus den Angaben des letzten Kapitels deutlich hervor. Es wäre daher nur noch nachzutragen, ob sich die Faktoren herausarbeiten lassen, auf denen die nach bestimmter Richtung gehenden Variabilitätserscheinungen beruhen.

Über die qualitativen Änderungen ist da nicht viel Besonderes zu sagen. Auffällig ist, daß manche Abnormitäten fast stets gesellig erscheinen. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß laubblattartige Ausbildung des Kelchs meist in ganzen Rudeln auftritt, so daß über ein bestimmtes Areal hin fast alle Sprosse diese Erscheinung zeigen. Das gilt sowohl vom Dögginger Standort wie auch vom Schönberg. Ob es aber innere oder äußere Anlässe sind, welche dieser Wandlung zugrunde liegen, dafür bieten sich noch keine Anhaltspunkte. Jedoch scheint die Tatsache, daß gewisse seltene Bildungsabweichungen (Apetalie, Verdoppelung des Antherenkreises durch tangentielle Spaltung) vielfach an mehreren Sprossen ein und desselben Rhizoms erscheinen, während benachbarte Rhizome normal ausgebildete Sprosse tragen, eher auf innere Ursachen hinzuweisen. Jedenfalls kann die Apetalie nicht wie bei *Stellaria media* (Krafft) eine Folge der Unterernährung sein, da sie auch bei sonst pentameren Individuen zutage tritt. Wie die Verlaubung des Kelches, so erscheinen auch Vergrünung der Blüte und Überzähligkeit der Karpelle meistens bei ganzen Kolonien, die sich möglicherweise von einem Rhizom ableiten.

Greifbarere Resultate erhalten wir, wenn wir uns den Änderungen der Quirlzahlen zuwenden. Hier hat die kausale Analyse schon einige Erfolge gezeitigt, über die im folgenden berichtet werden soll.

I. Ernährungsfaktoren.

Die nächstliegende Vermutung ist die, daß die Änderung der Quirlzahl mit den Ernährungsverhältnissen im Zusammenhang steht¹⁾.

¹⁾ Auf einen Zusammenhang zwischen den Gliederzahlen der Blütenkreise und der Ernährung wiesen schon zahlreiche Autoren hin, wie Goebel, Klebs, Losch, Vogler usw. (17, 20, 30, 47). Experimentelle Daten geben Krafft, Reinöhl und de Vries (22, 33, 48/49).

Daß dies für den Laubblattquirl zutrifft, wurde in der früheren Arbeit eingehend erwiesen. Die Zahl der Laubblätter ist direkt ein Maßstab dafür, ob die Bedingungen günstig oder ungünstig sind; tatsächlich schwankt die mittlere Quirlzahl von Boden zu Boden und erreicht ihr Maximum auf fruchtbarem Mergel. Daß dieselben Beziehungen auch für die Blütenquirle gelten, ist von vornherein wahrscheinlich, aber doch durch nähere Untersuchungen exakt zu ermitteln. Da muß nun zunächst erwähnt werden, daß gerade der Standort, der entsprechend seiner günstigen Bodenbeschaffenheit den höchsten Mittelwert für den Laubblattquirl zeigt, der Schönberg, ausgezeichnet ist durch das Auftreten sehr hochzähliger Blütendiagramme. So treffen wir gerade hier Typen, die sonst fehlen, wie:

4. 6. 6. 6. 6. 6 5. 7. 7. 7. 7. 7 6. 6. 5. 6. 5. 5 7. 6. 5. 6. 5. 5
 5. 5. 5. 5. 6. 5 6. 6. 4. 6. 4. 6 6. 6. 5. 6. 6. 6 7. 4. 5. 6. 5. 5
 5. 5. 5. 6. 5. 5 6. 6. 4. 6. 5. 4 6. 6. 6. 6. 6. 6 7. 6. 5. 6. 6. 6

Auf der andern Seite sind es gerade die Standorte mit magerem Untergrund, wo $\pm$ trimere Blüten dominieren. Das gilt besonders von Wolfartsweier (s. Tabelle XII, Anhang). Man vergleiche nur die Gegenüberstellung²⁾:

	Wolfartsweier	Schönberg
3. 3. 3. 3. 3. 3	24	2
5. 5. 5. 5. 5. 5	5	62

Um aber feste Daten zu erhalten, müßte man bei den zu vergleichenden Standorten Zählungen derart durchführen, daß alle Individuen, also auch die Vierer vollständig berücksichtigt würden, weil bloß dann die Zahlen wirklich vergleichbar sind. Ich verfüge nur über zwei Serien, die dieser Bedingung entsprechen, eine vom Schönberg (1912) und eine von Wolfartsweier (1917). Es handelt sich hier zwar um verschiedene Jahrgänge, aber nach meinen Feststellungen kann der Unterschied der mittleren Quirlzahlen, der sich in der Statistik kundgibt, nicht auf diesem Umstand beruhen, sondern ist wirklich den Ernährungsverhältnissen zuzuschreiben. Ich gebe im folgenden bloß die Werte für die Kelchzahlen; bei den übrigen Quirlen würde die Differenz in derselben Weise hervortreten.

Aus Tabelle X geht hervor, daß auf dem Standort mit fruchtbarem Mergelboden (Schönberg) die mittlere Sepalenzahl einen sehr hohen Wert (4,35) erreicht, während sie auf dem mageren Untergrund von Wolfarts-

²⁾ Hier sind alle Dreier- und Fünfersprosse ausgezählt.

Tabelle X. Zahl der Kelchblätter auf gutem und schlechtem Boden.

Standort	Zahl der Kelchblätter					Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kelchblätter
	3	4	5	6	7		
Schönberg . .	7	2397	152	10	1	2667	4,35
Wolfartsweiler .	35	1184	10	—	—	1229	3,98

weier (Röth des Buntsandstein) hinter 4,00 zurückbleibt, weil hier die Minusvarianten dominieren.

Daß bei einer eingehenden Untersuchung sich für die übrigen Standorte eine entsprechende Abstufung ergeben würde, folgt aus dem Umstand, daß ganz allgemein hohe Sepalenzahl mit hoher Laubblattzahl korrelativ verknüpft ist, und mutatis mutandis gilt dies auch für die andern Quirle der Blütenregion. Deshalb mag das eine Beispiel genügen.

Nach Vogler soll der Einfluß der Ernährungsverhältnisse noch weiter reichen. Er soll sich nicht darin erschöpfen, daß auf schlechten Böden die unterzähligen, auf guten die überzähligen Diagramme den Sieg davontragen, sondern auch innerhalb der einzelnen Diagramme selbst sollen die Schwankungen durch Änderungen in der Nährstoffzufuhr bedingt sein. So würde ein Diagramm wie 5. 5. 5. 4. 4. 4 auf eintretenden Mangel an Baustoffen zurückzuführen sein. Vogler selbst stellt diese Deutung ausdrücklich bloß als Vermutung hin, und tatsächlich stößt sie auf gewichtige Bedenken. In Diagrammen wie 5. 3. 3. 5. 3. 5 oder 6. 4. 4. 6. 4. 4 müßte man ein rhythmisches Schwanken des Ernährungszustandes annehmen, und zwar zu einer Zeit, wo die noch embryonalen Organe dicht gedrängt beieinander liegen. Diese Vorstellung an sich schon bereitet Schwierigkeiten; ganz unverständlich aber bleibt die Tatsache, daß nur ganz bestimmte Diagramme realisiert werden, während nach der Voglerschen Auffassung ein jedes beliebige gleich möglich sein müßte, da ja die Ernährungsschwankungen zufälliger Natur sind.

II. Die Raumverhältnisse am Vegetationspunkt.

Die angeführten Bedenken nötigen uns, die Lösung in einer anderen Richtung zu suchen, die indes schon von Vogler angedeutet wird. Es muß nämlich die räumliche Verteilung der Organe am Vegetationspunkt berücksichtigt werden. Nehmen wir an, daß die Größe der Organ-

anlagen in bestimmter Weise begrenzt ist und nicht unbedingt der Größe des Vegetationspunkts proportional geht, dann wird gute Ernährung zur Folge haben, daß im Laubblattquirl ein oder zwei Anlagen mehr Platz finden, daß also fünf oder sechs Laubblätter erscheinen. Damit ist der erste Schritt für eine weitere Entwicklung angebahnt; es ist verständlich, wie die Tendenz zur Vermehrung weiter besteht und auf einen fünfzähligen Laubblattquirl eine völlig pentamere Blüte folgt. Wir gelangen damit zum regulären Fünftertypus (5. 5. 5. 5. 5. 5). Die Erfahrung zeigt aber, daß dieses Schlußglied der Entwicklung nur in manchen Fällen erreicht wird, und daß sogar die Mehrzahl der Individuen auf der Stufe 5. 4. 4. 4. 4. 4 stehen bleibt. Die erbliche Tendenz zur Tetramerie, die in der Blüte ja stärker wirkt als im Laubblattkreis, siegt über das durch die Ernährungsverhältnisse erzeugte Bestreben, ein überzähliges Glied einzuschalten, und es bleibt eine Lücke bestehen. Aber die Kluft zwischen den beiden Diagrammen 5. 4. 4. 4. 4. 4 und 5. 5. 5. 5. 5. 5 wird durch bestimmte Zwischenglieder überbrückt. Wir erhalten, wenn wir die S. 267 gegebene Schreibweise benutzen, die Entwicklungslinie:

$$\begin{array}{ccccccc} 4. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 5 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \\ 4. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \end{array}$$

wobei wie gesagt die beiden oberen Zahlen die Perigonkreise, die beiden unteren die zugeordneten Staubgefäßkreise bedeuten.

Darnach können wir den Prozeß in folgender Weise beschreiben.

Bestimmte Ernährungsverhältnisse verursachen, daß der Laubblattkreis überzählig wird (4. 4. 4. 4. 4. 4 $\rightarrow$ 5. 4. 4. 4. 4. 4). In der Mehrzahl der Fälle bleibt dabei die Blüte tetramer. Mitunter aber wird der Doppelkreis Kelch-Kelchstaubblätter in Mitleidenschaft gezogen. Die durch das überzählige Laubblatt erzeugte Lücke wird entweder durch Bildung eines neuen Staubblatts oder eines Staubblatts + Kelchblatt

ausgewertet (5. $\begin{smallmatrix} 4. & 4. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4 und 5. $\begin{smallmatrix} 5. & 4. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4), während der innere Doppelkreis

Kron-Kronstaubblätter unberührt bleibt. Man hätte vielleicht vom baumechanischen Standpunkt aus erwarten können, daß zunächst auf den Laubblattkreis die benachbarten Sepalen treten, daß also an Stelle von

5. $\begin{smallmatrix} 4. & 4. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4 das Diagramm 5. $\begin{smallmatrix} 5. & 4. \\ 4. & 4. \end{smallmatrix}$ 4, das tatsächlich bei Vogler das häufigste Zwischenglied darstellt, erschiene. Dazu ist aber zu bemerken,

daß das Diagramm 5. $\begin{smallmatrix} 4. & 4. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4 wahrscheinlich bloß ein verkapptes 5. $\begin{smallmatrix} 5. & 4. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4

ist. In vielen Fällen ließ sich nämlich beobachten, daß das eine Kelchblatt, vor dem zwei Antheren stehen, wesentlich breiter ist und mehr Nerven besitzt als die anderen. Wir haben es hier also mit nicht vollendeter Spaltung oder mit nachträglicher Verschmelzung zu tun, denn Schumann hat beobachtet, daß gerade bei solchen Diagrammen in jugendlichen Phasen Verwachsung der gepaarten Anlagen eintritt. Wir können also die Vermutung aufstellen, daß ein solches breites Kelchblatt eigentlich zwei Sepalen entspricht. Wir können darnach den Satz aussprechen, daß sich an den Laubkreis als zweite Stufe der Doppelkreis der Kelchblätter und Kelchstaubblätter anschließt. Es folgt also auf den ersten Quirl der zweite und mit ihm verkoppelt der vierte, was bei der engen Beziehung zwischen Kelchblättern und zugehörigen Antheren durchaus verständlich ist. Im weiteren Verlauf treten nun

die beiden Diagramme $\begin{smallmatrix} 5. & 4. \\ 5. & 5. \end{smallmatrix}$ 5 und $\begin{smallmatrix} 5. & 5. \\ 5. & 5. \end{smallmatrix}$ 5 in die Erscheinung; es

folgt also der innere Doppelkreis und mit ihm die Karpelle nach. Auch hier hätte man wieder eine andere Stufenfolge vermuten und an Stelle von $\begin{smallmatrix} 5. & 4. \\ 5. & 5. \end{smallmatrix}$ 5 das Zwischenglied $\begin{smallmatrix} 5. & 5. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 5 oder $\begin{smallmatrix} 5. & 5. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4 erwarten können.

Denn bloß dann wäre die Entwicklung im wahrsten Sinn akropetal gewesen. Hier macht sich aber der Umstand bemerkbar, daß der Kronblattkreis infolge einer starken Tendenz rudimentär zu werden offenbar einer Vermehrung sehr stark widerstrebt und erst dann in den Umbildungsprozeß eintritt, wenn schon alle andern Quirle vorausgegangen sind. Vielleicht läßt sich hierfür wie auch für das Diagramm $\begin{smallmatrix} 4. & 4. \\ 5. & 4. \end{smallmatrix}$ 4

noch der Gesichtspunkt geltend machen, daß die Antheren als die wichtigeren Organe vor den zugehörigen Perigongliedern erscheinen.

Wenn wir aber von diesen Störungen absehen, dann können wir mit Vogler die Behauptung aussprechen, daß die Vermehrung akropetal fortschreitet, daß die durch Einschaltung eines Laubblattkreises geschaffenen Lücken nach und nach von Gliedern der Blütenregion erobert werden.

Eine Bestätigung findet unsere Betrachtungsweise darin, daß so selten teilweise oder völlig pentamer gestaltete Blüten bei vierblättrigen Sprossen angetroffen werden. Auf 2190 Sprosse mit fünf Laubblättern entfallen bloß 191 vierblättrige, die dann aber innerhalb der Blütenregion der Mehrzahl nach wieder unserem Schema folgen. Offenbar bereitet es mehr Schwierigkeiten, auf einen vierblättrigen Laubquirl durch

Einfügung von zwei Gliedern in eine Lücke eine pentamere Blüte folgen zu lassen (4. 5. 5. 5. 5 bloß 5 mal!), als eine durch ein überzähliges Laubblatt entstandene Lücke leer stehen zu lassen (5. 4. 4. 4. 4. 4 1614 Mal!).

Was hier von dem Übergang des Vierer- in den Fünftypus gesagt wurde, gilt in derselben Weise von dem Fortschritt der Pentamerie zur Hexamerie, und auch von der Tetramerie zur Hexamerie. Immer hat der Laubquirl den Vortritt, dann folgt der alternierende Sektor mit Kelch- und Kelchstaubblättern und dann erst jener mit Kron- und Kronstaubblättern.

Den umgekehrten Weg geht die Reduktion, das heißt der Übergang von der Tetramerie zur Trimerie; sehen wir von der Verminderung der Karpelle ab, die zumeist mit Verspätung einsetzt und sich offenbar aus inneren Gründen noch in Diagrammen wie 3. 3. 3. 3. 3. 4 häufig behauptet, dann betrifft der Rückgang zuerst den inneren Doppelkreis Kron-Kronstaubblätter. 4. 4. 4. 4 gibt 4. 4. 3. 4 und 4. 4. 3. 4; dann

erst folgt der Sektor mit Kelch- und Kelchstaubblättern nach (4. 3. 3. 3 und 4. 3. 3. 3) und als letzter Schritt vollzieht sich der Schwund eines

Laubblatts (3. 3. 3. 3). Nimmt man aber die Trimerie als Ausgangspunkt, dann lautet die Formulierung genau so wie bei dem Fortschritt von der Tetramerie zur Pentamerie, das heißt, die Vermehrung vollzieht sich akropetal; die durch Einfügung eines Laubblatts geschaffene Lücke wird sukzessiv ausgefüllt. Ein Blick auf die Tabelle IX könnte allerdings Anlaß zu Bedenken geben. Während nämlich vierblättrige Sprosse mit $\pm$ pentamerer Blüte selten sind, gibt es sehr zahlreiche Übergangsphasen vom Dreier- zum Vierertypus, die nur drei Laubblätter aufweisen. Darüber ist aber dasselbe zu sagen wie über die Sepalen mit gepaarten Staubblättern. Die Trimerie des Laubquirls, die bei den Diagrammen 3. 3. 3. 3. 3 zweifellos echt ist, wird bei diesen Übergangsphasen häufig nur vorgetäuscht. Ein Laubblatt zeichnet sich gewöhnlich durch besondere Breite aus und empfängt aus dem Stengel mehr Gefäßbündelstränge als seine beiden Nachbarn. Es ist hier also der bevorstehende Spaltungsprozeß morphologisch schon angedeutet. Ferner mag hier mitwirken, daß die Konstanz im allgemeinen in der Blütenregion größer ist, daß also der Regel zuwider der Laubblattkreis infolge ungünstiger

Ernährung reduziert wird, während die Blüte ihren Normaltypus festzuhalten sucht (3. 4. 4. 4. 4 u. a.).

Durch die Raumverhältnisse ist es wohl auch bedingt, daß sich im allgemeinen bloß Typen mit benachbarten Quirlzahlen miteinander kombinieren, also 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6, und daß Kombinationen des Dreier- und Fünfer- oder des Vierer- und Sechsertypus viel seltener sind; ferner gehört hierher die Tatsache, daß gänzlich unregelmäßige Diagramme mit starken Oszillationen der Quirlzahlen nur ganz vereinzelt erscheinen; denn hier bleiben auf der einen Seite am Vegetationspunkt größere Lücken bestehen, während andererseits in einen schmalen Zwischenraum mehrere Organanlagen eingezwängt werden müssen. Besonders der letztere Prozeß scheint auf Schwierigkeit zu stoßen. Das folgt aus dem Umstand, daß die Blütenregion bei hochzähligen Laubquirlen sehr häufig einem niederen Gliederzahltypus folgen kann, während das Umgekehrte nur ausnahmsweise eintritt. Das ergibt sich aus Tabelle XI, in der nur die Sprosse mit regelmäßiger Blüte berücksichtigt sind. Bloß die Dreier fallen etwas aus dem Rahmen heraus, doch wurde schon darauf hingewiesen, daß wir es hier öfters mit versteckter Spaltung im Laubquirl zu tun haben.

Tabelle XI.

Zahl der Laubblätter	Blüte trimer	Blüte tetramer	Blüte pentamer	Blüte hexamer
3	66	38	4	—
4	13	7949	5	1
5	6	1589	157	—
6	—	96	24	3
7	—	1	1	1

III. Beziehungen zwischen Quirlzahl und Anatomie.

Wir haben bisher die Beziehungen, die zwischen der Quirlzahl und der Zahl der Gefäßbündel bestehen, bloß gestreift und müssen auf diese Frage hier umso eher eingehen, als wahrscheinlich die Nährstoffzufuhr in erster Linie auf die Zahl der Gefäßbündelstränge und bloß indirekt auf die Quirlzahl einwirkt. Dazu müssen wir uns aber zunächst mit dem normalen Bau eines Vierersprosses vertraut machen. Der Stengel eines solchen enthält drei Kreise von Gefäßbündeln, von denen die beiden äußeren achtzählig sind; der innere ist vierzählig (Fig. 29, 31).

Das Schicksal der einzelnen Kreise ist folgendes: Je zwei äußere, kleine Stränge gehen in der Seitennervatur eines Laubblattes auf. Der mittlere Kreis bildet die Hauptnerven¹⁾ und sendet acht Abzweigungen nach der Blütenregion, die im Perigon und Androeceum endigen, und zwar erhält jeder der acht Sektoren ein Bündel. Ein Staubblatt und das zugehörige Perigonblatt sind daher an demselben Gefäßbündel inseriert. Die vier inneren Bündel endlich münden in den Karpellkreis. Wir können daher als Gefäßbündeldiagramm eines Vierersprosses angeben: 8. 8. 4. Ein völlig pentamerer Sproß dagegen besitzt mehr Gefäßbündel (Fig. 32). Die zwei äußeren Kreise sind zehn-, der innere fünfzählig. Ein Dreiersproß endlich besitzt den Bauplan: 6. 6. 3 (Fig. 30). Ferner ergab der anatomische Befund, daß die von uns geschilderten Zwischenphasen auch eine mittlere Gefäßbündelzahl aufweisen. So entspricht dem Diagramm 4. 4. 3. 4. 3. 3 die Stammstruktur 7. 7. 3, dem Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4 meist 9. 9. 4 (Fig. 33, 34²⁾).

Fig. 29. Verteilung der Bündel in die vier Blätter.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32. Stammstruktur 10. 10. 5 (zu Diagramm 6. 5. 5. 5. 5. 5).

¹⁾ Jedes Laubblatt erhält aus dem mittleren Kreise ein großes Gefäßbündel als Mittelnerv, und von rechts und links ein durch Gabelung entstandenes halbes Gefäßbündel als Seitennerven (Fig. 29; vergl. auch lit. 6).

²⁾ Durch ein Versehen ist in Fig. 34 und 35 im innersten Kreis ein Glied zu viel eingezeichnet. Der Stammstruktur 9. 9. 5 würde ein Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 5 entsprechen. (Anmerkung während der Drucklegung.)

Darnach kommen wir zu folgender Feststellung: Die Quirlzahl steht in engem Zusammenhang mit der Zahl der Gefäßbündel. Der äußere Kreis schaltet freilich aus, weil er nur die kleinen Seitennerven der Laubblätter versorgt. Wird dagegen in den mittleren Kreis infolge günstiger Ernährungsverhältnisse ein Gefäßbündel eingeschaltet, dann erscheint ein überzähliges Laubblatt, das jedoch, weil es nur den halben Satz von Gefäßbündeln empfängt, gewöhnlich schmal ausfällt. Außerdem ermöglicht dieses überzählige Gefäßbündel die Einschaltung eines neuen Kelch-Kelchstaubblattsektors (Fig. 35). Wird in den mittleren Bündelkreis noch ein zweites Glied eingeschoben, dann erscheinen fünf gleichgestaltete Laubblätter, und außerdem folgt die Einschaltung eines fünften Kron-Kronstaubblattsektors nach. Die Blüte wird pentamer¹⁾. Die

Fig. 33. Stammsstruktur 7. 7. 3
(zu Diagramm 4. 4. 3. 4. 3. 3).

Fig. 34. Stammsstruktur 9. 9. 4
(zu Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4).

Berücksichtigung des Gefäßbündelsystems liefert uns also einen Schlüssel dafür, warum die Vermehrung sukzessiv erst den äußeren und dann den inneren Doppelkreis ergreift und warum die einander zugeordneten Glieder des Perigons und Androeceums die Tendenz zeigen, miteinander zu variieren, warum also Diagramme wie 5. 4. 5. 5. 4. 4 und ähnliche so äußerst selten sind. Und schließlich macht sie auch begreiflich, weshalb sich die Karpelle oft so schlecht in das Schema einfügen. Denn das Gynoeceum ist ja insofern unabhängig von der äußeren Blütenregion, als es sein eigenes Gefäßbündelnetz besitzt. Allerdings ist auch der innere Gefäßbündelkreis vom äußeren korrelativ abhängig, und so entspricht einem mittleren Gefäßbündelring von zehn Gliedern zumeist ein innerer mit fünf Bündeln. Auch hier sind die Raumverhältnisse von maßgebender Bedeutung.

¹⁾ Vergl. hierzu vor allem die Untersuchungen Murbecks über Rosaceen (31).

Wir können demnach folgende Beziehung zwischen Gefäßbündel- und Quirlzahl aufstellen:

6. 6. 3 → 3. 3. 3. 3. 3. 3.

7. 7. 3 → 4. 3. 3. 4. 3. 3 (bezw. 4. 4. 3. 4. 3. 3); oder 3. 4. 3. 4. 3. 3 mit einem breiten Laubblatt.

8. 8. 4 → 4. 4. 4. 4. 4. 4 (oder 4. 4. 3. 4. 4. 4).

9. 9. 4 → 5. 4. 4. 5. 4. 4 oder 5. 5. 4. 5. 4. 4 mit einem schmalen Laubblatt.

10. 10. 5 → 5. 5. 4. 5. 5. 5 oder 5. 5. 5. 5. 5. 5.

7. 7. 4 → 4. 3. 3. 4. 3. 4 oder 4. 4. 3. 4. 3. 4 oder 3. 3. 3. 4. 3. 4 mit einem breiten Laubblatt.

Es wäre nun noch die Häufigkeit des Diagramms 5. 4. 4. 4. 4. 4 zu erklären. Der Gefäßbündelstrang besitzt hier den Bauplan 9. 9. 4, also denselben wie 5. 5. 4. 5. 4. 4. Warum kommt es hier also nicht zur Bildung eines eingeschalteten Blütensektors? Die Antwort ist die, daß hier das überzählige Gefäßbündel meist vollständig in der Bildung der Blattnervatur aufgeht. Es sendet keinen Abzweiger nach oben und somit wäre für einen eingeschalteten Blütensektor keine Zuleitung vorhanden¹⁾. Es muß indes hervorgehoben werden, daß sich die Vorgänge keineswegs immer so streng schematisch gestalten, wie es bisher dargestellt wurde.

Zunächst mag erwähnt werden, daß im äußeren Gefäßbündelring häufig überzählige Glieder erscheinen. So werden als Extreme beobachtet

14. 6. 3 → 3. 3. 3. 3. 3. 3,

14. 8. 3 → 4. 4. 4. 4. 4. 4,

18. 10. 5 → 5. 5. 5. 5. 5. 5.

Auf die Quirlzahl hat dies aber keinen Einfluß, da der äußere Gefäßbündelring meist bloß für die kleineren Seitennerven bestimmt ist²⁾.

Fig. 35. Stammstruktur 9 9. 4 (zu Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4). Verteilung der Bündel in die Blätter. Blatt 5 erhält weniger. Die Bündel k münden in den Kelch-Kelchstaubblattkreis.

¹⁾ Das Bündeldiagramm unterhalb des Laubblattquirls ist 9. 9. 4, oberhalb bloß 8. 4 (natürlich fehlt hier der äußere Ring).

²⁾ Ausnahmsweise scheint auch allein ein Überschuß im äußeren Ring zur Produktion eines neuen Blattes zu genügen, so bei der Zuordnung 10. 8. 4 : 5. 4. 4. 4. 4. 4.

Von größerer Bedeutung ist eine andere Erscheinung. Untersucht man die Gefäßbündelzahl des Sprosses (etwa auf halber Höhe) und vergleicht die Werte mit den Quirlzahlen, so findet man sie vielfach als zu klein, das heißt, es sind weniger Gefäßbündel vorhanden, als zur Insertion aller Quirlglieder erforderlich erscheinen. So gibt es Vierersprosse mit dem Strangbau 6. 6. 3, 6. 7. 3, 7. 6. 3, 7. 7. 3, 7. 8. 3, 8. 7. 3, 8. 7. 4. und 8. 8. 3; ferner völlig pentamere Individuen vom Typus 6. 6. 3, 8. 8. 4, 9. 7. 3, 10. 8. 3, 10. 8. 4 und 10. 9. 4 usw. (s. Tabelle XXI, Anhang).

Diese Tatsache ist deswegen von Bedeutung, weil sie uns zeigt, daß die Tetramerie bzw. Pentamerie im Stengel oft gar nicht vorgebildet ist, sondern erst sekundär durch Spaltungen der Gefäßbündelstränge erreicht wird. Offenbar ist hier die Quirlzahl das Primäre, und erst nachträglich paßt sich das Gefäßbündelnetz den neuen Verhältnissen an. Es treten Gabelungen ein, die manchmal erst unmittelbar unter der Organanlage erfolgen und zwar innerhalb der Nodien selbst. Vielfach spielt sich aber die Vermehrung schon innerhalb der Internodien ab, so daß man eine ständige Verschiebung des Bildes erhält, wenn man in verschiedener Höhe des Stengels und Blütenstiels Schnitte anlegt. Dafür sollen hier einige Belege geliefert werden. Die folgenden Zahlen bedeuten Gefäßbündeldiagramme in verschiedenen Lagen von unten nach oben fortschreitend. Die drei Zahlen über dem Strich beziehen sich auf den Stengel unterhalb des Laubquirls, die zwei Zahlen darunter auf den Blütenstiel. Hier fällt ja ein Kreis aus. Wie ein Blick auf die angeführten Beispiele zeigt, wird auch hier die erforderliche Bündelzahl erst durch ganz verspätete Teilungen innerhalb der Knoten selbst erreicht.

4. 4. 3. 4. 4. 4	<u>7. 6. 3</u>	5. 5. 4. 5. 5. 5	<u>8. 8. 4</u>	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>9. 7. 3</u>
	8. 4		9. 5		10. 3
	8. 4		10. 5		10. 5
4. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 2	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>6. 7. 3</u>	5. 5. 5. 5. 5. 5	10. 9. 4
	6. 6. 4		8. 4		9. 5
	8. 4		9. 5		10. 5
	8. 4		10. 5		
5. 5. 4. 5. 5. 5	8. 8. 3	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>8. 8. 3</u>	6. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 3
	9. 5		9. 5		<u>8. 6. 3</u>
	9. 5		9. 5		8. 4

Weitere Belege liefert der Anhang (Tabelle XXII).

Die angeführten Beispiele zeigen, daß offenbar das Gefäßbündelnetz der Vermehrung größeren Widerstand entgegengesetzt als die Quirlzahlen. Bei vollständiger Pentamerie der äußeren Organe kann es noch im tetrameren Zustand verharren, eine Erscheinung, die offenbar auf erblichen Zuständen beruht. Die auffällige Tatsache aber, daß tetramere, ja sogar pentamere Sprosse innerlich $\pm$ trimeren Gefäßbündelaufbau zeigen, beruht wohl darauf, daß *Paris quadrifolia* sich von dem trimeren *Trillium*-Typus ableitet, und die Tetramerie erblich noch nicht gefestigt ist. So kommt es, daß die mittlere Zahl der Gefäßbündelstränge stets niedriger ausfällt, als nach den Quirlzahlen zu erwarten wäre. Dies ist aus den Tabellen XII, XIII deutlich zu ersehen. Abgesehen von dieser Tatsache zeigen die beiden Tabellen aber außerdem, daß zwischen der Gliederzahl des mittleren Gefäßbündelrings und jener der Laubblätter bzw. Antheren eine enge Korrelation besteht.

Tabelle XII. Zusammenhang zwischen der Zahl der Laubblätter und der des mittleren Gefäßbündelrings.

Zahl der Laubblätter	Zahl der Gefäßbündel					Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Gefäßbündel
	6	7	8	9	10		
3	35	3	—	—	—	38	6,1
4	8	14	21	—	—	43	7,3
5	5	7	24	14	2	52	8,1

Tabelle XIII. Zusammenhang zwischen der Zahl der Staubblätter und der des mittleren Gefäßbündelrings.

Zahl der Staubblätter	Zahl der Gefäßbündel						Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Gefäßbündel
	6	7	8	9	10	11		
6	12	2	—	—	—	—	14	6,1
7	15	6	—	—	—	—	21	6,4
8	6	10	43	5	1	—	65	7,8
9	—	1	6	12	2	—	21	8,7
10	—	—	—	8	5	1	14	9,5

Kap. IV. Phylogenetische Betrachtungen.

Wir haben im letzten Kapitel die Ernährungsfaktoren und die baumechanischen Bedingungen besprochen, die für die verschiedenartige Ausgestaltung der Quirle von Einfluß sein können. Es muß aber zum Schluß noch darauf hingewiesen werden, daß mutmaßlich noch ganz andere Einflüsse am Werk sind. Auch hier kann ich wieder an meine früheren Untersuchungen anknüpfen.

Dort wurde mit Heranziehung der notwendigen Argumente die Auffassung vertreten, daß *Paris quadrifolia* eine plastische Art ist, die nach allen Kriterien einen noch wenig gefestigten Eindruck macht. Und es wurde die Vermutung ausgesprochen, daß eine Entwicklungslinie vom alten *Trillium*-Typus zu den hochzähligen asiatischen *Paris*-Arten aufzustellen sei. Wichtig ist, daß sich die Variabilitätskurven der verschiedensten Merkmale durchschneiden, woraus auf einen fortschreitenden Entwicklungsprozeß geschlossen werden kann.

Diese Betrachtungen, dort hauptsächlich an den Laubblättern demonstriert, lassen sich nun auch auf die Blütenregion übertragen. Darnach würden die trimeren Blüten als Rückschläge zum älteren Typus zu deuten sein. Daß bei der Verwirklichung der Trimerie gleichzeitig äußere Ursachen am Werke sind, tut dieser Deutung keinen Abbruch; die Befähigung zur Trimerie ruht eben als ererbte latente Eigenschaft in unserer Art und wird durch gewisse nach dieser Richtung wirkende Faktoren wieder ausgelöst.

In diesem Zusammenhang ist vor allem noch zweier Tatsachen zu gedenken. Die eine ist die, daß sich in Zentralchina eine scharfe Scheidung zwischen *Paris* subgen. *Euthyra* und *Trillium* schwer durchführen läßt. Diels sagt hierüber: „Häufig kommen bei den Arten von *Enthyra* dreizählige Blüten vor, eine Anbahnung des *Trillium*-Typus, der, in Nordamerika bedeutender verbreitet, dort die Gattung *Paris* vertritt. Die Grenzen zwischen beiden sind sehr schwach, zumal korollinische Färbung der Sepalen bei *Paris* in China und Japan bereits häufig beobachtet wird.“

Ferner ist auf die oben berichtete Tatsache hinzuweisen, daß äußerlich völlig tetramere Sprosse häufig einen durchaus trimeren Gefäßbündelverlauf zeigen oder daß dieser Zustand wenigstens in einzelnen Ringen, vor allem dem, welcher den Karpellen entspricht, verwirklicht ist. Von diesem Extrem führen dann zahlreiche Brücken — Einschaltung

eines siebenten Gefäßbündels in den äußeren oder mittleren Ring, Spaltungen in der oberen Stengelregion usw. zu dem tetrameren Endstadium (6. 6. 3 → 6. 7. 3, 7. 6. 3, 7. 7. 3, 7. 7. 4, 8. 7. 3, 8. 7. 4 usw. → 8. 8. 4).

Umgekehrt wären die Variationen mit überzähligen Gliedern als fortschrittliche Typen zu betrachten. Eine solche Vermutung hat schon Henslow (1832) aufgestellt. Er sagt: Supposing now by way of hypothesis, we assume the normal character of the plant to be, that it have its several whorl composed of the minimum values which have been observed in the numbering of their separate parts, we should reduce it to the state of a *Trillium*, an allied genus, which affords as excellent an example of the law of subdividing prevalent among monocotyledons, as the usual state of *Paris quadrifolia* is a remarkable exception to it. If we would now attempt to account for the reason of such an anomaly, we may suppose that this plant is ever struggling, as it were, to become double in all its parts; but that it seldom succeeds, except in the case of the leaves, in subdividing and developing any more than one of the subordinate parts of each separate whorl.“

Tatsächlich haben wir schon innerhalb der Gattung *Paris* eine Varietätenreihe, bei der die normale Laubblattzahl auf 5 (var. *obovata*), 6 (var. *hexaphylla*) und sogar auf 8 (var. *dahurica*) ansteigt. Jedoch erstreckt sich die Vermehrung bloß in einem Fall, nämlich bei var. *obovata*, auch auf die Blütenregion. Das typische Diagramm ist hier 5. 5. 5. 5. 5. 4; der Karpellkreis verharrt also noch auf dem ererbten Zustand¹⁾. Dieses Verhalten in Verbindung mit der Tatsache, daß bei vielen asiatischen *Paris*-Arten der Laubblattquirl eine höhere Gliederzahl aufweist als die Blütenkreise, also gewissermaßen in der Entwicklung voraneilt (*P. Bockiana*, *P. Henryi*, *P. verticillata*, *P. thibetica*, *P. incompleta*, *P. yunnanensis* usw.), legt die Vermutung nahe, daß sich der Sprung zu einem neuen Typus nicht immer glatt und vollständig vollzogen hat, sondern daß vielleicht die Blüte etappenweise die neue Station erreichte. Von diesem Standpunkt aus könnte auch den von uns beobachteten Zwischenstationen eine phylogenetische Bedeutung zukommen, indem sie Phasen darstellen, die bei dem Umbildungsprozeß anderer Arten tatsächlich passiert wurden. Wir könnten darnach annehmen, daß die Vermehrung im Laubblattkreis einsetzte, daß dann schubweise die Blütenquirle nachfolgten, bis der Prozeß in dem Karpellkreis zuletzt seinen Abschluß erreichte.

¹⁾ Die achtblättrige *Paris Debeauxii* besitzt sogar wie *Trillium* bloß drei Karpelle!

Innerhalb der Spezies *P. quadrifolia* ist die Vermehrung in der Blütenregion nicht über die Pentamerie hinausgekommen. Das gilt überhaupt fast allgemein vom Euparisstamm (*P. tetraphylla*, *incompleta*). Dagegen treffen wir in den Untergattungen *Euthyra* und *Parisella* viel höherzählige Diagramme an. In der Tabelle XIV sind die einschlägigen Daten, soweit ich ihrer habhaft werden konnte, übersichtlich zusammen-

Tabelle XIV¹⁾. Übersicht über die Quirlzahlen der verschiedenen *Paris*-Arten.

	Laub- blätter	Kelch- blätter	Kron- blätter	Staub- gefäße	Karpelle
<i>Paris quadrifolia</i>	4	4	4	8	4
" " var. <i>obovata</i>	4—8	4—5	4—5	8—10	4
" " " <i>hexaphylla</i>	5—8	4	4	8	4
" " " <i>dahurica</i>	7—9	4	4	8	4
" <i>tetraphylla</i>	4	4	0	8	4
" <i>Cavaleriei</i>	5	5	5	?	?
" <i>Fargesii</i>	(4—)6	(4—)6	(4—)6	(6—)12	5
" <i>pinfaënsis</i>	6	?	?	?	3
" <i>Biondii</i>	6	6	6	12	6
" <i>petiolata</i>	5—7	5	5	10	5
" <i>chinensis</i>	5—7	5—6	5—6	8—10	4—5
" <i>Bockiana</i>	6—7	5?	5?	10?	?
" <i>Delavayi</i>	6—7	4—6	4—6	10	6
" <i>Henryi</i>	6—7	4?	4?	8	?
" <i>aprica</i>	6—8	6	6	?	6
" <i>verticillata</i>	8	4	4	8	4—5
" <i>Christii</i>	8?	—	—	8	8?
" <i>Debeauxii</i>	8	—	—	—	3
" <i>gigas</i>	8?	—	—	—	4
" <i>formosana</i>	8	6	6	12	6
" <i>thibetica</i>	7—10	5	—	10—12	5—6
" <i>japonica</i>	7—10	7—9	7—9	ca. 12	6
" <i>incompleta</i>	7—12	4—5	0	8	4
" <i>polyphylla</i>	6—13	5—7	5—7	5—14	4—7
" " var. <i>stenophylla</i>	12—22	—	—	8—10	4—5
" <i>Marchandii</i>	12	8	8	12	8
" <i>yunnanensis</i>	10—14	8—9	8—9	20	10
" <i>hamifer</i>	16	10	—	—	—

¹⁾ Hierzu lit. 2, 4, 8—11, 13, 15—16, 18, 23—28, 36, 50.

gestellt, und zwar nach der Quirlzahl geordnet. Wir haben in der Blütenregion:

Tetramerie bei *P. quadrifolia*, *tetraphylla*, *incompleta* und *verticillata*.

Pentamerie bei *P. Cavaleriei*, *petiolata*, *thibetica*.

Hexamerie bei *P. chinensis*, *Delevayi*, *Fargesii*, *Biondii* und *formosana*.

Hepta- bis Dekamerie bei *P. Franchetiana*, *japonica*, *Marchandii* und *yunnanensis*.

Fast alle diese Diagramme können auch von *Paris quadrifolia* verwirklicht werden. Hexamere Blüten traf ich allerdings bloß viermal, Heptamerie blieb auf einen einzigen Fall beschränkt. Einmal traf ich sogar ein Diagramm an, das fast vollständig dem Bauplan von *P. yunnanensis*, also dem höchstzähligen Typus, folgte (K 8. C 8. A 19. G 10).

Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß es sich in unserem Fall offenbar nur um Modifikationen handelt. Wenigstens ist dies solange als das Wahrscheinlichste anzunehmen, als nicht Züchtungsversuche vorliegen, die das Gegenteil beweisen. Doch ist das nach dem, was schon früher über diesen Gegenstand gesagt wurde, kein aussichtsreiches Unterfangen. Jedenfalls ist darauf hinzuweisen, daß schon bei ein und demselben Rhizom die aufeinanderfolgenden Jahrgänge sehr stark schwanken. Indessen sind diese Schwankungen nicht ganz regellos, Sprosse mit niederer Quirlzahl in den Blütenkreisen liefern auch im nächsten Jahr einen niedrigeren Mittelwert als solche mit höheren. Hierin herrscht dieselbe Gesetzmäßigkeit wie bei den Laubblättern (Tabelle XV). Das kann aber ebenso auf äußeren Einflüssen wie auf inneren erblichen Anlagen beruhen.

In derselben Weise nun, wie bei *P. quadrifolia* der Typus noch keineswegs gefestigt ist, so kommen auch bei den asiatischen *Paris*-arten und bei der Gattung *Trillium* Schwankungen in der Blütenregion vor, die zu einem Ineinanderfließen der verschiedenen Diagramme führen. Beim alten *Trillium*-Typus sind solche Durchbrechungen des normalen

Tabelle XV. Quirlzahlen in zwei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden.

Blüten- diagramm	Bau der Blüte des nächstjährigen Sprosses				Zahl der Individuen	Mittlere Gliederzahl im nächsten Jahr
	+ trimer	+ tetramer	+ pentamer	+ hexamer		
4. 4. 4. 4. 4	1	83	11	1	96	4,1
5. 5. 5. 5. 5	—	18	5	2	25	4,4
6. 6. 6. 6. 6	—	—	3	—	3	5,0

Baus allerdings selten, besonders in den floralen Kreisen. Von *Tr. sessile* wird einmal das Diagramm 5. 5. 5. 8. 4, von *Tr. erectum* 5. 5. 5. 5. 5. 5 angegeben (37), ferner sind bei *Tr. erythrocarpum* polymere Blüten beobachtet. Das sind aber nur vereinzelte Fälle. Im allgemeinen ist das Genus recht konstant. Dagegen begegnet uns bei den asiatischen *Paris*-Formen häufig die Erscheinung, daß zwar auf einer Quirlzahl ein ausgeprägtes Maximum ruht, daß aber sehr häufige Ausschläge nach einer oder nach beiden Seiten vorkommen. So variiert die Blüte von *P. quadrifolia* var. *obovata* zwischen 4 und 5 (Maximum auf 5), *P. Fargesii* und *Delavayi* zwischen 4 und 6 (Maximum auf 6), *P. polyphylla* zwischen 5 und 7, hier kommen sogar trotz der hohen Quirlzahl in extremen Fällen noch Rückschläge zum Dreiertypus vor. Eine größere Amplitude erreichen die Schwankungen noch in den Laubkreisen (*P. quadrifolia* 3—7, *P. thibetica* und *japonica* 7—10, *P. incompleta* 7—12, *P. polyphylla* var. *stenophylla* 12—22 usw.). Wir sehen also, wie sich auf diese Weise die Variabilitätskurven allenthalben durchschneiden und wie ausgehend von dem trimeren *Trillium*-Typus alle Zwischenstufen bis zu hochzähligen asiatischen *Paris*-Arten vorhanden sind, die gleichzeitig oft eine Höhe von einem Meter erreichen. Hierin spricht sich, wie schon früher betont wurde (44), ein fortschreitendes Erstarken des Stammes aus.

Wir haben bisher unser Augenmerk auf die Quirlzahlen beschränkt und wollen nun noch die Aufmerksamkeit auf andere Merkmale lenken.

Innerhalb des *Euparis*-Stammes befinden sich zwei Arten, die keine Krone besitzen¹). Es sind dies *P. tetraphylla* und *P. incompleta*. Es muß also die Tendenz, die Petalen zu reduzieren, in der Gattung vorhanden sein und wir treffen dazu die Ansätze schon bei *P. quadrifolia*. Unter den auftretenden Variationen befinden sich sehr viele, bei denen eins oder mehrere Kronblätter geschwunden sind (4. 4. 3. 4. 4. 4, 4. 4. 2. 4. 4. 4, 4. 4. 1. 4. 4. 4, 5. 5. 3. 5. 5. 5, 5. 5. 2. 5. 5. 5, 5. 5. 1. 5. 5. 5 usw.). Mitunter ist die Reduktion nur unvollständig, so daß noch ein kleiner Stummel des verkümmerten Organs zu erkennen ist. In extremen Fällen ergreift der Schwund aber alle Glieder, so daß Diagramme wie 4. 4. 0. 4. 4. 4, 5. 5. 0. 5. 5. 5 erreicht werden. Damit ist die Apetalie erreicht.

Ein anderes Merkmal, das für einige asiatische *Paris*-Formen spezifisch ist, ist die laubblattartige Ausbildung des Kelches. Schon innerhalb des Varietätenkreises von *P. quadrifolia* wird diese Er-

¹) Einen Übergang hierzu bildet wohl die *P. Henryi* mit sehr kurzen Kronblättern (4).

scheinung angestrebt und bei verschiedenen asiatischen Arten ist sie völlig zum Durchbruch gekommen (*P. aprica*, *Biondii*, *Cavaleriei*, *chinensis*, *Delavayi*, *formosana*, *gigas*, *incompleta*, *polyphylla*, *yunnanensis*). Für *P. aprica* werden Maße von 6—7,5 cm, für *P. gigas* von 6×3 cm, für *P. Debeauxii* von $8 \times 1,8$ cm und schließlich für *P. Biondii* von 9×2 cm angegeben. Allerdings sind das Formen, die auch sonst erheblichere Größenmaße aufweisen als *P. quadrifolia*. Eine analoge Vergrößerung der Kelchblätter mit gleichzeitigem Übergang in netzförmige Aderung ist uns nun auch vielfach bei der einheimischen Einbeere begegnet, so daß wir erkennen, daß auch hier dieselbe Befähigung in latentem Zustande schlummert.

Ich erwähne noch, daß auch eine Reduktion des Blütenstiels, wie sie für *P. Henryi* bezeichnet ist und eine Verwachsung der Griffel, die an die Verhältnisse von *P. chinensis* und *Delavayi* erinnert, von mir beobachtet wurden.

Ich gehe nun zum Schluß noch auf das Auftreten von Merkmalen ein, die in der Gattung *Paris* nichts Ihresgleichen finden. Es ist dies die Verdoppelung des Antherenkreises und die Änderung der Symmetrieverhältnisse innerhalb der Blüte.

Die Verdoppelung des Antherenkreises kann in zweifacher Weise erfolgen, durch radiale und durch tangentielle Spaltung. Je nachdem kommen wir zu den Diagrammen 4. 4. 4. 4. 4. 4 oder 4. 4. 4. 8. 4. 4. Es werden also 12 statt 8 Staubgefäße gebildet. Unstimmigkeiten zwischen der Zahl der Perigonblätter und jener der Antheren kommen zwar auch bei asiatischen *Paris*-Arten vor, aber sie liegen nach der entgegengesetzten Richtung. So werden für *P. japonica* 14—18 Perigonblätter, aber bloß ca. 12 Staubgefäße, für *P. Marchandii* 16 Perigonblätter und ebenfalls 12 Staubgefäße angegeben usw. Unsere Eigenschaft ist also offenbar dem Genus sonst fremd.

In erhöhtem Maße gilt dies von der Änderung der Symmetrie. Wie wir sahen, kommt diese dadurch zustande, daß die Zahl der Karpelle auf zwei reduziert wird — eine Annäherung an die übrigen Liliaceen mit einem Fruchtblatt! — und daß gleichzeitig die übrigen Glieder nach den zwei Polen zusammenrücken. Auf diese Weise kommt ein Diagramm zustande, das nur noch zwei einander ungleichwertige Symmetrieebenen aufweist. Wir haben es hier mit einer für die Liliaceen durchaus fremdartigen Erscheinung zu tun, die uns zeigt, daß in der Gattung *Paris* noch ganz neue Möglichkeiten schlummern.

Zusammenfassung.

1. Die Blüte der Einbeere zeichnet sich durch ihre Befähigung zu den Variationen verschiedenster Art aus. Hierher gehört die Gabelung, die Einschaltung und Ausschaltung einzelner Blütenglieder, die meist an einen bestimmten Radius gebunden ist, und die Metamorphose (Umwandlung von Kelchblättern in Laubblätter, Petalen in Sepalen, Staubgefäßen in Petalen oder Karpelle und schließlich von Karpellen in Staubgefäße). Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Fälle von „Topoplasie“, wo durch Verlagerung einer Organanlage in einen Nachbarquirl eine andersartige Ausbildung bedingt wird.

2. Vielfach wird der gesamte Blütenbau geändert. Die Quirle lösen sich in Spiralen auf, der Kronblattkreis fällt aus, ein Antherenkreis wird eingefügt, alle Kelchblätter werden laubblattartig, die Blüte wird trimer, pentamer, hexamer oder gar heptamer und ferner wird durch bestimmte Umgestaltungen der radiäre Bauplan ganz und gar verlassen.

3. Die Einschaltungen und Ausschaltungen erfolgen nicht gesetzlos, sondern zwischen den einzelnen Blütenquirlen besteht ebenso wie zwischen der Blüten- und Laubregion eine feste Korrelation.

4. Der Übergang vom Vierer- zum Fünftertypus vollzieht sich in ganz bestimmten Etappen. Die Vermehrung ergreift zuerst den Laubblattkreis (5. 4. 4. 4. 4. 4), dann den Doppelkreis der Kelch- und Kelchstaubblätter (5. 4. 4. 5. 4. 4 und 5. 5. 4. 5. 4. 4) und schließlich den Doppelkreis der Kron- und Kronstaubblätter mitsamt den Karpellen (5. 5. 4. 5. 5. 5 und 5. 5. 5. 5. 5. 5), schreitet also im wesentlichen von außen nach innen fort und erfaßt zuerst den Kelchblatt-, dann den Kronblattsektor. Denselben Weg hält die Entwicklung vom Vierer- und Fünftertypus zum Sechsertypus ein. Diagramme, welche sich dem vorgezeichneten Schema nicht fügen, sind äußerst selten.

5. Umgekehrt vollzieht sich der Übergang von der Tetramerie zur Trimerie meistens von innen nach außen und zwar im wesentlichen auf denselben Entwicklungsetappen, die den Vierer- mit dem Fünftertypus verbinden (4. 4. 4. 4. 4. 4, 4. 4. 3. 4. 4. 4, 4. 4. 3. 4. 3. 4, 4. 3. 3. 4. 3. 3, 4. 3. 3. 3. 3. 3, 3. 3. 3. 3. 3. 3).

6. Wie für die Laubblätter so läßt sich auch für die Blütenkreise der Nachweis erbringen, daß zwischen den Ernährungsbedingungen und den Quirlzahlen ein Zusammenhang besteht. Wir treffen die höherzähligen Diagramme hauptsächlich auf guten Böden an.

7. In den meisten Fällen wirkt günstige oder ungünstige Ernährung zunächst auf die Zahl der Bündel in den drei Gefäßbündelringen (8. 8. 4 gibt 9. 9. 4, 9. 9. 5, 10. 10. 5 oder 7. 7. 4, 7. 6. 3, 6. 6. 3 usw.) und erst sekundär wird dadurch die Quirlzahl beeinflusst. Mitunter erfolgt aber die Vermehrung der Organe unabhängig von der Gefäßbündelzahl, so daß erst durch verspätete Gabelungen innerhalb des Bündelnetzes der nötige Anschluß erreicht wird. Viele Einzelheiten, besonders das Vorherrschen bestimmter Diagrammtypen, finden in der Berücksichtigung des Gefäßbündelverlaufs ihre Erklärung, so vor allem das sektorenweise Variieren koordinierter Organe.

8. Die Variationen haben auch eine phylogenetische Bedeutung; die Trimerie stellt eine Rückkehr zum alten *Trillium*-Typus dar; wichtig ist in dieser Hinsicht, daß äußerlich tetramer oder pentamer gestaltete Sprosse in bezug auf die Gefäßbündelkreise häufig trimer sind. Erst im weiteren Verlauf treten dann Spaltungen der Bündel ein, die den tetrameren oder pentameren Typus anbahnen.

9. Durch den Übergang zu der Pentamerie, Hexamerie, Heptamerie und Dekamerie (!) werden Diagramme geschaffen, die mit solchen asiatischen *Paris*-Arten übereinstimmen. Und da auch diese noch keineswegs erblich fixiert sind, so kommt ein auffälliges Ineinanderfließen der verschiedenen Typen zustande.

10. Auch zahlreiche andere Merkmale asiatischer Arten treten bei *Paris quadrifolia* als Variationen zutage; hierher gehören: laubblattartige Ausbildung des Kelchs, Schwund der Krone, Verwachsung der Griffel zu einer Säule und Unterdrückung des Blütenstiels.

11. Schließlich treten auch ganz neuartige Eigenschaften auf; so die Verdoppelung der Antherenzahl durch radiale oder tangentielle Spaltung und die völlige Preisgabe des radiären Blütenbaus infolge von Organvorlagerungen.

Literatur.

1. Baxter. Note on an abnormal form of *Paris quadrifolia*. The pharmac. journ. a. transact. 1888/9, 19.
2. Chamisso. De plantis in expeditione romanzoffiana observatis. Linnaea. 1831, 6.
3. Deves. Beobachtungen an *Paris quadrifolius*. Ber. üb. d. Vers. d. naturh. Ver. f. Rheinl.-Westf. Jahrg. 1910.
4. Diels. Die Flora von Centralchina. Engl. bot. Jahrb. 1901, 29.
5. Döll. Flora von Baden. 1857/62.
6. Dutailly. Recherches sur le développement des Asparaginées. Assoc. franc. pour l'avanc. d. sc. 25. sess. 1906.

7. Eichler. Blütendiagramme. 1875/8.
8. Engler-Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. II. 5. 1889.
9. Franchet. Plantes du Thibet oriental. Nouv. Arch. du Mus. d'hist. nat. Paris. 1887/8.
10. Franchet. Monographie du genre Paris. Mém. publ. par la soc. philom. à l'occ. du cent. d. sa fond. Paris. 1888.
11. Franchet. Plantarum sinensium ecloga secunda. Journ. d. bot. 1898, 12.
12. Goebel. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Blätter. Bot. Zeitg. 1882.
13. Gray. Diagnostic characters of new species of Phanerogamous plants. Mem. of the amer. acad. of. sc. N. S. 1857, 6.
14. Haacke. Über eine Serie bemerkenswerter Fälle von Topoplasie. Biol. Centrbl. 1896, 16.
15. Hayata. Contributions to the flora of Mt. Morrison. Tok. Bot. Mag. 1906, 20.
16. Hayata. Materials for a flora of Formosa. The journ. of the coll. of sc. imp., univ. of Tokio. 1911/12, 20.
17. Henslow. The varieties of Paris quadrifolia. Mag. of nat. hist. 1832, 5.
18. Hoffmann. Hortus mosquensis. Moskau. 1808.
19. Kirchner. Neue Beobachtungen über die Bestäubungseinrichtungen einheimischer Pflanzen. Progr. z. 68. Jahresf. d. k. würt. Landwirtsch. Akad. Hohenh. Stuttgart. 1886.
20. Klebs. Über Variationen der Blüten. Jahrb. f. wissensch. Bot. 42, 1906.
21. Kocbek. Bildungsabweichungen von Paris quadrifolia, Ost. bot. Zeitschr. 1888, 38.
22. Krafft. Experimentelle und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Caryophyllaceenblüten. Flora. N. F. 1917, 9.
23. Krause, E. H. L. Teratologische Einzelheiten. Bot. Centrbl. 77.
24. Ledebour. Monographia generis Paridum. Dorpat. 1827.
25. Ledebour. Icones plantarum florum Rossicam. Cent. I. Riga. 1829.
26. Ledebour. Flora altaica. 2. 1830.
27. Ledebour. Flora rossica. 4. 1853.
28. Leveillé. Nouvelles contributions à la connaissance des Liliacées, Amaryllidacées, Iridacées et Hemodoracées de China. Mem. d. pontif. acad. Rom. dei nuov. Line. 24, 1906.
29. Leveillé. Beschreibung neuer Parisarten in Repert. nov. spec. Bd. III, VI, VII, IX, XI und XII. 1906—12.
30. Losch. Über die Variation der Anzahl der Sepalen und der Hüllblätter bei Anemone nemorensis L. Ber. d. dtsch. bot. Ges. 34, 1916.
31. Lüscher. Floristisches aus dem Kanton Aargau. Deut. bot. Monatsschr. 5, 1887.
32. Magnin. Les variations foliaires et florales du Paris quadrifolia. Annales d. l. soc. bot. d. Lyon. 30, 1905.
33. Masters, M. T. Pflanzenteratologie. Übers. von Dammer. Leipzig. 1886.
34. Moquin-Tandon. Éléments de tératologie végétale. Paris. 1841.
35. Murbeck. Über die Baumechanik bei Änderungen im Zahlenverhältnis der Blüte. Lunds Univ. årskr. N. F. Afd. 2. 11, 1914.
36. Pampanini. Le piante vascolari raccolte del Rev. P. C. Silvestri etc. Nuov. giorn. bot. Ital. 1910, 17.
37. Penzig. Pflanzenteratologie. Bd. 2. Genua. 1894.

38. Pluskal. Beiträge zur Teratologie und Pathologie der Vegetation. Öster. bot. Wochenbl. 2, 1852,
39. Reinöhl. Die Variation im Androeceum der *Stellaria media*. Bot. Zeitg. 1903, 61.
40. Schrank. Bayr. Flora. München. 1789.
41. Scholz. Morphologie der Smilacaceae. 23. Jahresber. d. niederöster. Landesrealgymn. Stockerau. 1887/8.
42. Schumann. Sproß- und Blütenentwicklung von *Paris* und *Trillium*. Ber. d. d. bot. Ges. 1893, 11.
43. Stark. Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von *Paris quadrifolia*. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 1915, 33.
44. Stark. Untersuchungen über die Variabilität des Laubblattquirls bei *Paris quadrifolia*. Zeitschr. f. Bot. 1915, 7.
45. Stark. Über die Variabilität der Blüte von *Paris quadrifolia*. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 1917, 35.
46. Vogler. Probleme und Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Blüten und Blütenständen. Jahrb. d. St. Gall. naturw. Ges. f. 1910.
47. Vogler. Die Variabilität von *Paris quadrifolia* in der Umgebung von St. Gallen. Flora. 1903, 92.
48. de Vries. Halbe Galtonkurven als Zeichen diskontinuierlicher Variation. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 12, 1894.
49. de Vries. Mutationstheorie. Leipzig. 1901.
50. Wright. Liliaceae. Journ. of the Linn. Soc., Bot. 1903, 36.

Anhang.

Tabelle XVI. Diagramme mit gegabelten Organen (zu Kap. I).

Diagramm	Fälle	Diagramm	Fälle	Diagramm	Fälle
$3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3. 3	1	4. 4. 3. $4\frac{1}{2}$. 4. 4	2	4. 4. 4. 4. $4\frac{2}{2}$. 4	1
$5\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4. 4	1	4. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. 4. 4	8	4. 4. 4. 4. $4\frac{2}{2}$. 5	1
$5\frac{1}{2}$. 5. 5. 5. 5. 5	1	4. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 4	1	4. 4. 4. 4. $5\frac{2}{2}$. 5	1
		4. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 5	1	4. 4. 4. 5. $4\frac{1}{2}$. 4	2
5. $4\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4	1	5. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. 4. 4	4	4. 4. 4. 5. $6\frac{1}{2}$. 4	1
5. $4\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4	2	5. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 4	1	4. 4. 4. 6. $4\frac{1}{2}$. 5	1
		5. 5. 2. $5\frac{1}{2}$. 3. 4	1	5. 4. 4. 5. $4\frac{1}{2}$. 4	1
4. 4. $4\frac{3}{2}$. 4. 4. 4	1	5. 5. 3. $5\frac{1}{2}$. 4. 4	1		
				4. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. $4\frac{1}{2}$. 4	1
3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 3. 3	1	3. 3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 3	2	4. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. $5\frac{1}{2}$. 4	1
3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 4. 4	1	3. 3. 3. 4. $3\frac{1}{2}$. 4	1		
3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 4. 5	1	3. 3. 3. 4. $3\frac{1}{2}$. 5	2	3. 3. 3. 6. 3. $3\frac{2}{2}$	1
3. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. 4. 4	1	4. 4. 3. 4. $4\frac{1}{2}$. 4	1	3. 4. 4. 4. 4. $5\frac{1}{2}$	1
4. 3. 3. $4\frac{1}{2}$. 5. 5	1	4. 4. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. 4	3	4. 4. 3. 4. 3. $3\frac{1}{2}$	1
		4. 4. 4. 4. $3\frac{1}{2}$. 4	1	4. 4. 4. 4. 4. $4\frac{1}{2}$	1

Tabelle XVII. Korrelation zwischen Laub- und Kronblättern (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kronblätter								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kronblätter
	0	1	2	3	4	5	6	7		
3	—	1	4	226	76	4	—	—	311	3,25
4	1	8	11	240	8177	14	2	1	8454	3,97
5	3	7	19	101	2017	171	—	1	2319	4,00
6	2	5	2	6	129	29	3	1	176	4,01
7	—	—	—	—	5	3	—	1	9	4,67

Tabelle XVIII. Korrelation zwischen Laub- und Kelchstaubblättern (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kelchstaubblätter								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kelchstaubblätter
	2	3	4	5	6	7	8	10		
3	—	105	144	54	7	1	—	—	311	3,89
4	2	15	8225	173	28	8	3	—	8454	4,03
5	—	10	1669	612	25	3	—	—	2319	4,29
6	—	—	101	61	14	—	—	—	176	4,51
7	—	—	1	3	4	—	—	1	9	5,89

Tabelle XIX. Korrelation zwischen Laub- und Kronstaubblättern (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kronstaubblätter								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kronstaubblätter
	1	2	3	4	5	6	7	8		
3	—	3	192	104	12	—	—	—	311	3,40
4	—	—	55	8323	58	13	4	1	8454	4,01
5	—	1	28	1979	306	4	1	—	2319	4,12
6	—	—	—	130	42	4	—	—	176	4,28
7	—	—	—	4	3	1	1	—	9	4,89

Tabelle XX. Korrelation zwischen Laubblättern und Karpellen (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Karpelle								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Karpelle
	2	3	4	5	6	7	8	10		
3	—	119	140	46	5	1	—	—	311	3,81
4	3	45	8327	71	8	—	—	—	8454	4,00
5	—	20	1976	321	1	1	—	—	2319	4,13
6	—	—	128	43	5	—	—	—	176	4,30
7	—	—	3	3	2	—	—	1	9	5,44

Tabelle XXI. Sprosse mit unterzähligen Gefäßbündelringen (Kap. III). (Es werden hier jene Fälle angeführt, in denen die Gefäßbündelringe weniger Glieder zeigen, als nach den Quirlzahlen zu erwarten wäre; die in Klammern beigefügten Zahlen bedeuten die zu erwartenden Ziffern.)

4. 4. 3. 4. 3. 3	6. 6. 3	(7. 7. 3)	5. 5. 3. 5. 5. 5	6. 7. 3	(10. 10. 5)
4. 4. 3. 4. 4. 4	6. 6. 2	(8. 8. 4)	5. 5. 4. 5. 4. 4	8. 8. 3	(9. 9. 4)
"	6. 7. 3	(8. 8. 4)	"	8. 8. 4	(9. 9. 4)
"	7. 6. 3	(8. 4. 4)	5. 5. 4. 5. 5. 5	8. 8. 3	(10. 10. 5)
"	7. 7. 3	(8. 8. 4)	"	8. 8. 4	(10. 10. 5)
"	8. 7. 4	(8. 8. 4)	5. 5. 5. 5. 5. 5	6. 6. 3	(10. 10. 5)
4. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 2	(8. 8. 4)	"	9. 7. 3	(10. 10. 5)
"	6. 6. 3	(8. 8. 4)	"	10. 8. 3	(10. 10. 5)
"	7. 7. 3	(8. 8. 4)	"	10. 8. 4	(10. 10. 5)
"	8. 8. 3	(8. 8. 4)	"	10. 9. 4	(10. 10. 5)
5. 4. 3. 4. 4. 4	8. 6. 3	(9. 9. 4)	6. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 3	(ca. 11. 11. 4)
5. 4. 4. 4. 4. 4	8. 8. 3	(9. 9. 4)	6. 5. 4. 5. 4. 4	8. 7. 3	(ca. 11. 11. 4)
"	9. 8. 3	(9. 9. 4)	"	7. 7. 3	(ca. 11. 11. 4)

Tabelle XXII. Gabelungen innerhalb des Gefäßbündelsystems (Kap. III). (Die hinter den Blütendiagrammen stehenden Diagramme der Gefäßbündel beziehen sich auf verschiedene Stengelzonen; die über dem Strich auf den Laubstengel (drei Ringe?), die unter dem Strich auf den Blütenstiel (zwei Ringe). Die Reihenfolge entspricht einem Fortschreiten von der Basis nach der Spitze. Das zu erwartende Gefäßbündeldiagramm ist in Klammer beigefügt).

Blüten- diagramm	Diagramm d. Bündel	Theoretisch	Blüten- diagramm	Diagramm d. Bündel	Theoretisch
4. 4. 3. 4. 4. 4	6. 6. 2 <u>6. 6. 4</u> 8. 3 8. 4	8. 8. 4	5. 4. 4. 5. 4. 4	<u>9. 8. 3</u> 9. 5	9. 9. 5
			5. 5. 1. 5. 5. 5	<u>8. 7. 3</u> 9. 5	10. 10. 5
4. 4. 3. 4. 4. 4	<u>6. 7. 3</u> 8. 4	8. 8. 4		10. 5	
4. 4. 3. 4. 4. 4	7. 7. 3 <u>7. 8. 3</u> 8. 3	8. 8. 4	5. 5. 4. 5. 4. 4	<u>9. 8. 4</u> 9. 5	9. 9. 4
			5. 5. 4. 5. 5. 5	<u>9. 8. 3</u> 9. 5	10. 10. 5
5. 4. 3. 4. 4. 4	<u>8. 6. 3</u> 7. 4	9. 9. 4	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>6. 6. 3</u> 9. 3	10. 10. 5
5. 4. 2. 4. 4. 5	<u>7. 7. 3</u> 8. 5	9. 9. 5	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>10. 8. 3</u> 9. 4	10. 10. 5
5. 4. 4. 4. 4. 4	8. 8. 3 <u>9. 8. 3</u> 8. 4	9. 9. 4	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>10. 8. 4</u> 10. 5	10. 10. 5
			6. 5. 4. 5. 4. 4	<u>7. 7. 3</u> 9. 4	ca. 11. 11. 4
5. 4. 4. 4. 4. 4	<u>10. 7. 2</u> 7. 4 8. 4	9. 9. 4	6. 5. 4. 5. 4. 4	<u>8. 7. 3</u> 9. 4	ca. 11. 11. 4

Tabelle XXIII. Allgemeiner Überblick über die beobachteten Diagramme. Nicht berücksichtigt sind hierbei die Diagramme mit eingeschalteten neuen Kreisen (4. 4. 4. 4. 4. 4 usw.) und mit Spaltung einzelner Staubgefäße in der Tangentialebene, also alle Fälle, wo hintereinanderstehende Staubgefäße zutage treten, denn diese Variationen lassen sich nicht in unser sechsgliedriges Schema einfügen¹⁾.

Es bedeutet in den einzelnen Rubriken:

Da = Daxlanden (bei Karlsruhe), Kst = Kaiserstuhl (bei Freiburg),
 We = Weingarten " " Ma = Maxen (bei Karlsruhe),
 Du = Durlach " " Nd = Neudorf (bei Straßburg),
 Wo = Wolfartsweyer " " So = sonstige kleinere Fund-
 Sch = Schönberg " Freiburg), punkte.

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
3. 3. 2. 5. 3. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 3. 3. 3	4	9	31	24	2	—	—	12	—	82
3. 3. 3. 3. 3. 4	—	5	6	5	—	—	—	—	—	16
3. 3. 3. 3. 3. 5	—	1	5	1	—	—	—	—	—	7
3. 3. 3. 3. 3. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 3. 4. 3	—	—	2	—	3	—	—	—	—	5
3. 3. 3. 3. 4. 4	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
3. 3. 3. 3. 4. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 4. 3. 3	—	4	7	13	3	—	—	2	—	29
3. 3. 3. 4. 3. 4	1	3	7	12	1	1	—	—	—	25
3. 3. 3. 4. 3. 5	—	1	1	1	—	—	1	—	—	4
3. 3. 3. 4. 3. 7	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 4. 4. 4	—	4	2	2	—	1	—	—	—	9
3. 3. 3. 4. 4. 5	—	2	—	2	—	—	1	—	—	5
3. 3. 3. 4. 5. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 5. 3. 3	1	2	—	7	1	—	—	—	—	11
3. 3. 3. 5. 3. 4	—	2	1	—	—	—	—	—	—	3
3. 3. 3. 5. 3. 5	—	1	—	2	—	—	1	—	—	4
3. 3. 3. 5. 3. 6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 5. 4. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 6. 3. 3	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
3. 3. 3. 6. 3. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Übertrag	6	40	64	73	11	2	3	14	—	213

¹⁾ Ferner wurden alle die Diagramme weggelassen, wo sich die überzähligen Glieder keinem bestimmten Kreise zuordnen lassen; das kommt aber äußerst selten vor.

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	6	40	64	73	11	2	3	14	—	213
3. 3. 3. 6. 3. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 6. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 7. 3. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 4. 3. 3. 3	—	1	—	—	1	1	1	—	—	4
3. 3. 4. 3. 4. 4	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
3. 3. 4. 4. 4. 4	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3
3. 3. 4. 4. 4. 5	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2
3. 3. 4. 5. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 4. 5. 4. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 4. 6. 3. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 4. 2. 4. 2. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 4. 2. 4. 2. 4	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
3. 4. 2. 4. 4. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
3. 4. 2. 5. 3. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 4. 3. 4. 3. 3	1	—	1	2	—	—	—	—	—	4
3. 4. 3. 4. 3. 4	—	1	1	2	1	—	—	—	—	5
3. 4. 3. 4. 3. 5	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
3. 4. 3. 4. 4. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 4. 3. 4. 4. 4	—	3	2	5	—	—	—	—	—	10
3. 4. 3. 5. 3. 4	—	2	2	1	—	—	—	—	—	5
3. 4. 3. 5. 3. 5	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3
3. 4. 3. 5. 4. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 4. 4. 4. 4. 3	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2
3. 4. 4. 4. 4. 4	1	8	7	19	2	1	1	—	—	39
3. 4. 4. 4. 4. 5	—	1	1	3	—	—	—	—	—	5
3. 4. 4. 4. 5. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3. 4. 4. 5. 4. 4	—	4	—	5	1	—	—	—	—	10
3. 4. 4. 5. 4. 5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3. 4. 4. 5. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 4. 4. 5. 5. 6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 5. 1. 5. 5. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 5. 2. 5. 3. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 5. 3. 5. 3. 5	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
3. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3. 5. 4. 5. 5. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 5. 4. 5. 5. 5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
3. 5. 5. 5. 5. 5	—	1	—	2	—	1	—	—	—	4
3. 6. 2. 6. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 3. 2. 5. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
4. 3. 2. 6. 3. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 3. 3. 3	3	—	3	2	1	—	2	—	3	14
Übertrag	11	72	89	128	21	8	9	14	3	355

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	11	72	89	128	21	8	9	14	3	355
4. 3. 3. 3. 3. 4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 3. 3. 3. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 3. 3	1	1	4	8	6	—	2	—	2	24
4. 3. 3. 4. 3. 4	—	4	—	—	1	1	—	—	—	6
4. 3. 3. 4. 3. 5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 4. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 4. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 5. 5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 5. 3. 3	—	1	1	3	—	—	—	—	—	5
4. 3. 3. 5. 3. 4	—	—	1	1	—	2	—	—	—	4
4. 3. 3. 5. 3. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 6. 3. 3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
4. 3. 4. 4. 3. 4	—	1	—	—	1	—	—	—	—	2
4. 3. 4. 4. 4. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4. 3. 4. 6. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 4. 0. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 1. 2. 3. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 1. 4. 4. 4	—	—	2	—	1	—	1	—	—	4
4. 4. 1. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 2. 4. 4. 4	3	—	1	1	1	—	3	—	—	9
4. 4. 2. 5. 4. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 3. 4. 3. 3	1	—	2	—	—	—	1	—	—	4
4. 4. 3. 4. 3. 4	2	5	5	2	—	2	1	—	—	17
4. 4. 3. 4. 3. 5	—	4	1	—	—	—	—	—	—	5
4. 4. 3. 4. 4. 3	—	—	2	1	—	—	—	—	—	3
4. 4. 3. 4. 4. 4	8	18	39	27	6	6	43	4	1	152
4. 4. 3. 4. 5. 4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 4. 3. 5. 3. 4	—	—	2	1	—	—	—	—	—	3
4. 4. 3. 5. 4. 4	—	—	1	2	—	—	2	—	—	5
4. 4. 3. 5. 4. 5	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 3. 6. 3. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 4. 2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	3
4. 4. 4. 4. 3. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 4. 3	—	—	2	—	1	—	—	—	—	3
4. 4. 4. 4. 4. 4	553	857	612	1487	1996	755	1194	353	1576	9383
4. 4. 4. 4. 4. 5	—	—	—	9	1	1	1	—	3	15
4. 4. 4. 4. 4. 6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 5. 4	1	9	1	—	2	1	1	—	—	15
4. 4. 4. 4. 6. 4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 4. 4. 4. 6. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 7. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Übertrag	583	979	768	1679	2042	778	1258	371	1585	10043

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	583	979	768	1679	2042	778	1258	371	1585	10043
4. 4. 4. 4. 7. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 5. 4. 4	2	18	10	14	55	7	1	1	7	115
4. 4. 4. 5. 4. 5	—	4	—	—	—	1	—	—	2	7
4. 4. 4. 5. 5. 4	—	2	—	—	2	—	—	—	—	4
4. 4. 4. 5. 5. 5	—	5	—	—	—	—	—	—	—	5
4. 4. 4. 5. 5. 6	—	1	—	—	—	2	—	—	—	3
4. 4. 4. 5. 6. 4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	4
4. 4. 4. 5. 7. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 6. 4. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4. 4. 4. 6. 4. 4	1	3	2	2	11	—	1	—	—	20
4. 4. 4. 6. 4. 5	—	1	—	—	2	—	—	—	—	3
4. 4. 4. 6. 5. 5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 4. 4. 7. 4. 4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4
4. 4. 4. 7. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 7. 6. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 8. 4. 4	—	2	—	—	1	—	—	—	—	3
4. 4. 5. 4. 5. 4	—	2	—	—	1	—	—	—	—	3
4. 4. 5. 4. 5. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	2	3
4. 4. 5. 5. 4. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 5. 5. 5. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4. 4. 5. 6. 6. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 6. 4. 7. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 7. 5. 8. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 5. 1. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
4. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
4. 5. 3. 5. 5. 5	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2
4. 5. 3. 5. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 5. 4. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
4. 5. 4. 5. 4. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 5. 4. 5. 5. 5	—	—	—	1	2	—	1	—	—	4
4. 5. 5. 5. 5. 5	—	—	—	—	3	—	2	—	—	5
4. 6. 3. 6. 3. 3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 6. 4. 7. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 6. 6. 2. 6. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 6. 6. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 3. 1. 4. 3. 3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 3. 3. 3. 3. 3	—	2	1	—	1	—	—	2	—	6
5. 3. 3. 3. 3. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. 3. 3. 4. 3. 3	2	—	—	2	1	—	—	—	—	5
5. 3. 3. 5. 3. 3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
5. 4. 0. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Übertrag	590	1034	781	1700	2137	789	1265	374	1598	10268

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	590	1034	781	1700	2137	789	1265	374	1598	10268
5. 4. 1. 4. 4. 4	1	—	—	—	1	1	—	—	—	3
5. 4. 2. 4. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 2. 4. 4. 4	2	1	—	—	2	2	—	—	—	7
5. 4. 2. 4. 5. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
5. 4. 2. 5. 4. 4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2
5. 4. 3. 4. 3. 3	—	—	2	—	—	2	—	—	—	4
5. 4. 3. 4. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 3. 4. 4. 4	10	1	3	1	4	2	12	—	—	33
5. 4. 3. 4. 5. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 4. 3. 5. 4. 4	4	1	—	2	—	—	1	1	—	9
5. 4. 3. 6. 2. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 4. 3. 7. 4. 4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
5. 4. 4. 3. 4. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 4. 4. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 4. 4. 4. 4	225	34	85	96	443	87	217	294	135	1616
5. 4. 4. 4. 4. 5	3	3	—	—	—	—	2	—	1	9
5. 4. 4. 4. 4. 6	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
5. 4. 4. 4. 5. 4	3	—	—	—	1	—	1	—	—	5
5. 4. 4. 4. 5. 5	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2
5. 4. 4. 4. 6. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 4. 4. 5. 4. 4	23	4	7	25	46	10	6	10	11	142
5. 4. 4. 5. 4. 5	1	2	1	1	—	—	3	—	—	8
5. 4. 4. 5. 5. 4	—	—	—	—	2	—	1	—	—	3
5. 4. 4. 5. 5. 5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
5. 4. 4. 6. 4. 4	1	5	—	1	3	1	1	—	1	13
5. 4. 4. 6. 4. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5. 4. 4. 7. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 4. 5. 4. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. 4. 5. 4. 5. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2
5. 4. 5. 4. 5. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5. 5. 0. 5. 5. 5	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
5. 5. 1. 5. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. 5. 1. 5. 5. 5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 2. 5. 3. 3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 2. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2
5. 5. 2. 5. 5. 5	—	—	1	—	1	—	2	1	—	5
5. 5. 3. 5. 3. 3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 3. 5. 3. 4	—	1	—	—	—	—	1	—	—	2
5. 5. 3. 5. 3. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	1	2	2	—	4	1	2	12
5. 5. 3. 5. 4. 5	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Übertrag	896	1092	883	1831	2647	895	1525	682	1751	12203

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	896	1092	883	1831	2647	895	1525	682	1751	12203
5. 5. 3. 5. 5. 4	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2
5. 5. 3. 5. 5. 5	3	2	1	1	7	—	1	1	—	16
5. 5. 3. 6. 4. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 4. 3. 5. 5	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2
5. 5. 4. 4. 4. 4	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
5. 5. 4. 5. 3. 4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5. 5. 4. 5. 3. 5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 4. 5. 4. 4	7	1	3	5	48	10	34	10	12	130
5. 5. 4. 5. 4. 5	1	1	—	—	—	—	3	—	—	5
5. 5. 4. 5. 5. 4	1	—	—	1	—	1	2	—	—	5
5. 5. 4. 5. 5. 5	15	1	4	4	3	33	10	19	6	95
5. 5. 4. 5. 6. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
5. 5. 4. 6. 4. 4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
5. 5. 4. 6. 4. 5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
5. 5. 4. 6. 5. 5	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2
5. 5. 5. 5. 4. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2
5. 5. 5. 5. 4. 5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
5. 5. 5. 5. 5. 3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 5. 5. 5. 4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
5. 5. 5. 5. 5. 5	14	1	3	5	62	24	20	10	12	151
5. 5. 5. 5. 6. 5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
5. 5. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
5. 6. 5. 6. 5. 5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 7. 7. 7. 7. 7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 4. 1. 5. 4. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
6. 4. 2. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 4. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 4. 4. 4. 4. 4	12	1	1	—	40	3	17	15	7	96
6. 4. 4. 4. 4. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
6. 4. 4. 5. 4. 4	1	—	—	—	6	2	1	—	—	10
6. 4. 4. 6. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 5. 0. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 5. 0. 5. 5. 5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6. 5. 1. 5. 4. 5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6. 5. 1. 5. 5. 5	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
6. 5. 1. 6. 4. 5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6. 5. 2. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6. 5. 3. 4. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
6. 5. 3. 5. 4. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
6. 5. 3. 5. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Übertrag	959	1099	897	1849	2824	974	1620	739	1794	12755

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	959	1099	897	1849	2824	974	1620	739	1794	12755
6. 5. 4. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 5. 4. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	2	2	1	7
6. 5. 4. 5. 4. 5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
6. 5. 4. 5. 5. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
6. 5. 4. 5. 5. 5	1	—	—	—	3	—	1	—	1	6
6. 5. 4. 6. 4. 4	1	—	—	—	1	—	—	—	—	2
6. 5. 5. 5. 5. 5	—	—	—	1	15	1	3	2	2	24
6. 6. 4. 6. 4. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 6. 4. 6. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 6. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4
6. 6. 5. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 6. 6. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	2	3
7. 4. 4. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 4. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 5. 4. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
7. 5. 4. 5. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 6. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 6. 5. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 6. 4. 6. 4. 6	1	—	—	—	1	—	—	—	—	2
7. 8. 8. 10. 9. 10	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	962	1100	897	1850	2864	975	1627	743	1800	12818