

Variation der Anzahl der Strahlblüten bei einigen Kompositen.

Von

Paul Vogler, St. Gallen, Schweiz.

Mit 5 Abbildungen im Text.

Aus zahlreichen variationsstatistischen Untersuchungen bei Kompositen, Umbelliferen etc. ergab sich, daß für die Variation der Anzahl gleichwertiger Organe meist mehrgipflige Kurven gefunden werden, deren Gipfel in der Regel auf den Haupt- oder Neben- zahlen der sog. Fibonaccireihe liegen.¹⁾ Um ein ausnahmsloses Gesetz handelt es sich dabei aber nicht, da auch Gipfelzahlen aus anderen Reihen²⁾ vorkommen können. Die Untersuchungen dürfen also noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden, und ich glaube darum, daß alles, was an weiterem Tatsachenmaterial beigebracht wird, für den Variationsstatistiker Wert haben dürfte. Das ist der Grund, warum ich die folgende bescheidene Arbeit an dieser Stelle zur Publikation bringe. Ein Teil des Beobachtungsmaterials läßt sich nämlich unter das „Ludwigsche Gipfelgesetz“ unterordnen, ein anderer Teil scheint eine Ausnahme zu machen.

a) *Chrysanthemum parthenium* (L.) Bernh.

Das Beobachtungsmaterial stammt aus dem Garten an der Rorschacherstraße, St. Gallen. Die Hauptmenge der Stöcke, deren Strahlblüten ausgezählt wurden, wuchs als üppige Kolonie auf gutgedüngtem Gartenboden; ihre Abstammung dürfte eine einheitliche sein; doch läßt sich das nicht mehr sicher nachweisen. Zum Vergleich wurde schon 1907 ein vereinzelter Stock, der abseits auf seit Jahren ungedüngtem Boden aufgegangen war, herbeigezogen.

¹⁾ Vergleiche namentlich die zahlreichen Arbeiten von Ludwig im Botan. Centralblatt; ihm zu Ehren wurde diese Gesetzmäßigkeit als „Ludwigsches Gipfelgesetz“ bezeichnet.

²⁾ Vergl. Vogler, Variat. Untersuchungen an den Dolden von *Astrantia major* L. (Beihefte z. Bot. Centralblatt. Bd. XXIV. 1908.)

388 Vogler, Variation der Anzahl der Strahlblüten bei einigen Kompositen.

Im Sommer 1909 konnte das Ergebnis des reichlicheren Materials von 1907 an spärlicherem Material nachkontrolliert werden. Trotz der absolut etwas kleinen Zahl der ausgewählten Blütenköpfchen ist das Resultat so klar und eindeutig, daß eine weitere Zählung vollständig überflüssig erscheint.

Die gefundenen Zahlen sind folgende:

1) Gedüngter Boden: üppige Kolonie 1907. $n = 1750$.

Zahl der Strahlblüten:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Frequenz:	—	7	40	144	145	152	163	167	187	224	238	<u>250</u>	34	9

2 einzelne Stöcke 1909. $n = 262$.

Frequenz:	1	—	4	15	15	22	21	26	29	36	27	<u>61</u>	5	—
-----------	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------	---	---

Total ($n = 2012$):	1	7	44	159	160	174	184	193	216	260	265	<u>311</u>	39	9
-----------------------	---	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------------	----	---

(Vergl. die ausgezogene Kurve in Fig. 1.)

2) Ungedüngter Boden: 1 Stock 1907. $n = 370$.

Zahl der Strahlblüten:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Frequenz:	3	17	58	<u>69</u>	55	41	36	26	28	19	14	4	—
-----------	---	----	----	-----------	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Kleine Kolonie 1909. $n = 159$.

Frequenz:	3	5	10	<u>31</u>	22	8	11	4	9	14	16	<u>24</u>	1
-----------	---	---	----	-----------	----	---	----	---	---	----	----	-----------	---

Total:	6	22	68	<u>100</u>	77	49	47	40	37	33	30	28	1
--------	---	----	----	------------	----	----	----	----	----	----	----	----	---

(Vergl. die punktierte Kurve in Fig. 1.)

Eine schönere Übereinstimmung mit dem „Ludwigschen Gipfelgesetz“ läßt sich kaum denken. Wir finden in beiden Kurven den Hauptgipfel alles überragend auf 21 bzw. 13 und je eine scharfe Knickung auf 13 bzw. 21. Und was für die beiden Gesamtkurven gilt, zeigt sich jeweils schon bei den Komponenten, selbst bei so kleiner Anzahl der Varianten, wie die Zählungen von 1909 aufweisen.

Ob hinter dem Gipfel auf 18 und der Knickung auf 19 in den beiden Sammelkurven etwas mehr als bloßer Zufall steckt, wage ich nicht ohne weiteres zu entscheiden; vielleicht liegt darin eine Andeutung für eine Entwicklung nach der Trientalisreihe (vergl. Vogler l. c.). Auffällig ist ferner, daß nur in der einen Sammelkurve eine schwache Andeutung eines Gipfels auf der ersten Nebenzahl 16 sich findet.

Sehr instruktiv zeigen meine Zahlen auch die Abhängigkeit der Lage des Gipfels von der Ernährung der betreffenden Stöcke. Es kann sich hier nach allem nicht um verschiedene Rassen handeln; die sprungweise Verschiebung des Gipfels ist nur bedingt durch den Ernährungszustand.¹⁾

¹⁾ Vergl. u. a. Vogler, Variationskurven bei *Primula farinosa*. (Vierteljahrsschrift der Züricher Naturf. Gesellschaft. XLVI. 1901.)

b) *Boltonia latisquama* A. Gray.

Es handelte sich für mich zunächst darum, als Illustration zum „Ludwigschen Gipfelgesetz“ ein Beispiel zu bekommen für die höheren Werte der Reihe. Das veranlaßte mich, die Strahlblüten bei *Boltonia* auszuzählen. Dabei zeigte sich nach den ersten hundert Zählungen, daß ein größeres Material nötig sei, um zu eindeutigen Resultaten zu kommen. Da aber diese Zählungen sehr viel Zeit in Anspruch nehmen, und doch in kurzer Frist — zwei Tage Regenwetter genügen jeweils, die Boltoniablüten für weitere Zählungen unverwendbar zu machen — ausgeführt werden mußten, war ich gezwungen, Schüler für die Arbeit in Anspruch zu nehmen.

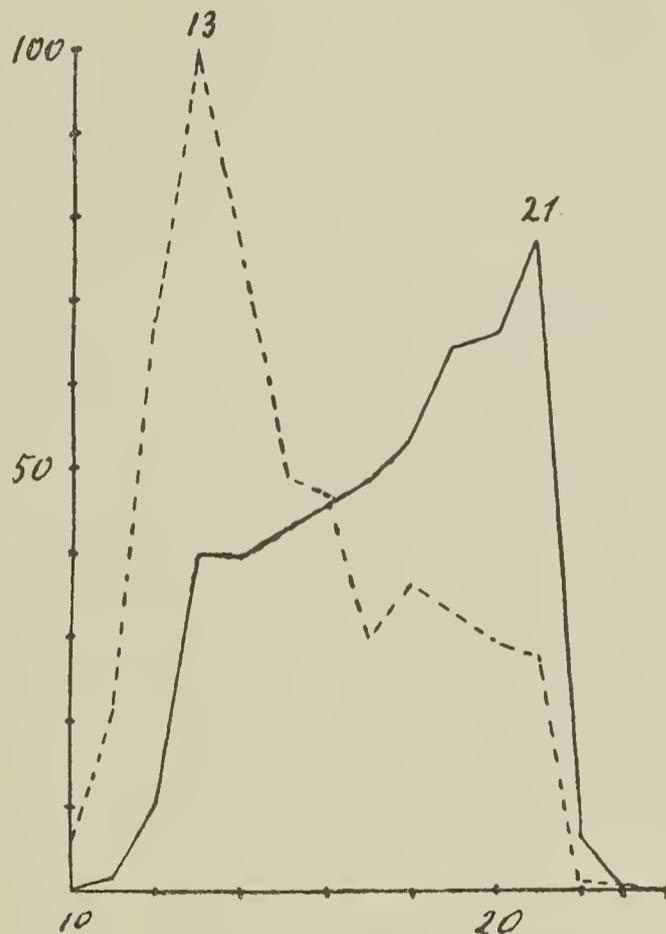


Fig. 1. Variationskurven der Strahlblüten von *Chrysanthemum parthenium* — von gedüngtem, ---- von ungedüngtem Boden (beide auf 500 reduziert).

Da ich die Zählungen jeweils von verschiedenen Klassen ausführen ließ, hatte ich im Vergleich der verschiedenen Klassenresultate eine Kontrolle über ihre Zuverlässigkeit; da zudem jeder Schüler auf einmal in der Stunde nur ca. 10 Köpfchen auszählte, dürften wohl diese Schülerzählungen den eigenen vollständig gleichwertig sein.

Im Jahre 1907 wurde mit den Zählungen begonnen und dabei drei Büsche getrennt gehalten: zwei im Garten an der Rorschacherstraße, einer im Stadtpark. Es wurden je 500 Köpfchen ausgezählt; ebenso im Jahre 1908 von den beiden gleichen Büschen im Garten; 1909 ebenso von diesen zweien und wieder von einem Busch im Stadtpark, von dem es sich aber nicht sicher feststellen ließ, ob es der gleiche sei wie 1907. Insgesamt wurden also 4000 Köpfchen ausgezählt, eine Anzahl, die eigentlich zur Entscheidung der Frage, ob *Boltonia* dem Ludwigschen Gipfelgesetz folge, vollständig genügen sollte.

390 Vogler, Variation der Anzahl der Strahlblüten bei einigen Kompositen.

Die gefundenen Zahlen sind folgende:

Garten 1.

Strahlblüten:	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
1907:	—	—	—	—	1	2	1	1	1	7	14	16	20	25	43	46	42	<u>47</u>	43	42	27	19	
1908:	1	1	1	1	4	1	6	3	5	11	13	33	21	34	29	31	<u>35</u>	26	23	21	27	28	
1909:	³⁷ 1	2	—	—	—	1	4	4	5	5	8	10	21	23	43	29	35	33	<u>43</u>	23	33	29	23
Total:	1	3	1	1	1	6	7	11	9	11	26	37	70	64	102	101	112	110	<u>116</u>	89	96	83	70

Strahlblüten:	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
1907:	22	12	13	12	2	11	1	5	1	5	3	3	3	2	1	1	2	1	1	1	1
1908:	22	16	13	27	17	6	12	5	1	1	3	2	1	5	4	1	1	3	2	2	1
1909:	13	18	16	20	7	8	8	5	7	3	3	1	5	5	—	1	2	—	2	1	—
Total:	57	46	42	59	26	25	21	15	9	9	9	6	9	12	5	3	5	4	5	4	2

Garten 2.

Strahlblüten:	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1907:	—	—	1	3	2	4	6	5	11	22	17	31	36	35	29	44	<u>47</u>	38	21	29	22	24	20	13
1908:	—	2	4	2	8	12	13	8	11	24	32	26	33	36	30	<u>43</u>	29	31	27	14	19	10	24	15
1909:	—	2	3	—	2	2	4	7	17	22	27	33	27	31	<u>40</u>	29	33	27	35	34	19	18	17	18
Total:	—	4	8	5	12	18	23	20	39	68	76	90	96	102	99	<u>116</u>	109	96	83	77	60	52	61	46

Strahlblüten:	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1907:	18	3	8	6	1	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1908:	13	9	9	4	7	1	2	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
1909:	9	6	9	8	8	5	1	2	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Total:	40	18	26	18	16	8	3	4	3	1	2	1	—	—	—	—	—	—

Park.

Strahlblüten:	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
1907:	—	—	—	2	—	1	3	1	1	2	6	3	9	10	17	19	24	32	41
1909:	1	—	—	1	2	3	5	10	9	18	29	20	29	36	44	49	<u>54</u>	33	36
Strahlblüten:	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
1907:	37	41	<u>56</u>	46	27	25	23	15	15	12	6	4	8	3	3	6	1	1	—
1909:	19	25	20	19	8	13	4	4	2	2	—	2	—	1	1	1	1	—	—

Betrachten wir zunächst die 500er-Kurven, so finden wir die höchsten Gipfel je auf folgenden Zahlen: 56, 55, 56; 55, 54, 53; 61, 56. Also mit Ausnahme von Park 1907 alle auf oder in unmittelbarer Nähe der Fibonaccihauptzahl 55. Die Kurven sind aber noch sehr vielgipflich; die Nebengipfel lassen sich nicht in die Zahlenreihe einordnen.

Berechnen wir für jede 500er-Kurve: Mittelwert und Standardabweichungen, so erhalten wir folgendes Resultat:

Garten 1:	Mittelwert:	Standardabweichung:
1907	57,020 \pm 0,27	\pm 6,04
1908	57,240 \pm 0,31	\pm 6,99
1909	57,040 \pm 0,29	\pm 6,48
Garten 2:		
1907	54,790 \pm 0,24	\pm 5,34
1908	54,040 \pm 0,23	\pm 5,08
1909	55,074 \pm 0,26	\pm 5,83
Park:		
1907	60,544 \pm 0,23	\pm 5,32
1909	55,534 \pm 0,22	\pm 4,86

Diese Zahlen sind vor allem interessant durch die Konstanz der Werte von Garten 1 und 2 durch die drei Jahre hindurch. Für Garten 1 liegen die Abweichungen vollständig innerhalb der wahrscheinlichen Fehlergrenze, und auch für Garten 2 erreichten sie nicht das fünffache. Für Park dagegen ist die Differenz von 1907 und 1909 so groß, daß es sich hier wohl um zwei verschiedene Büsche handelt. (Fig. 2.)

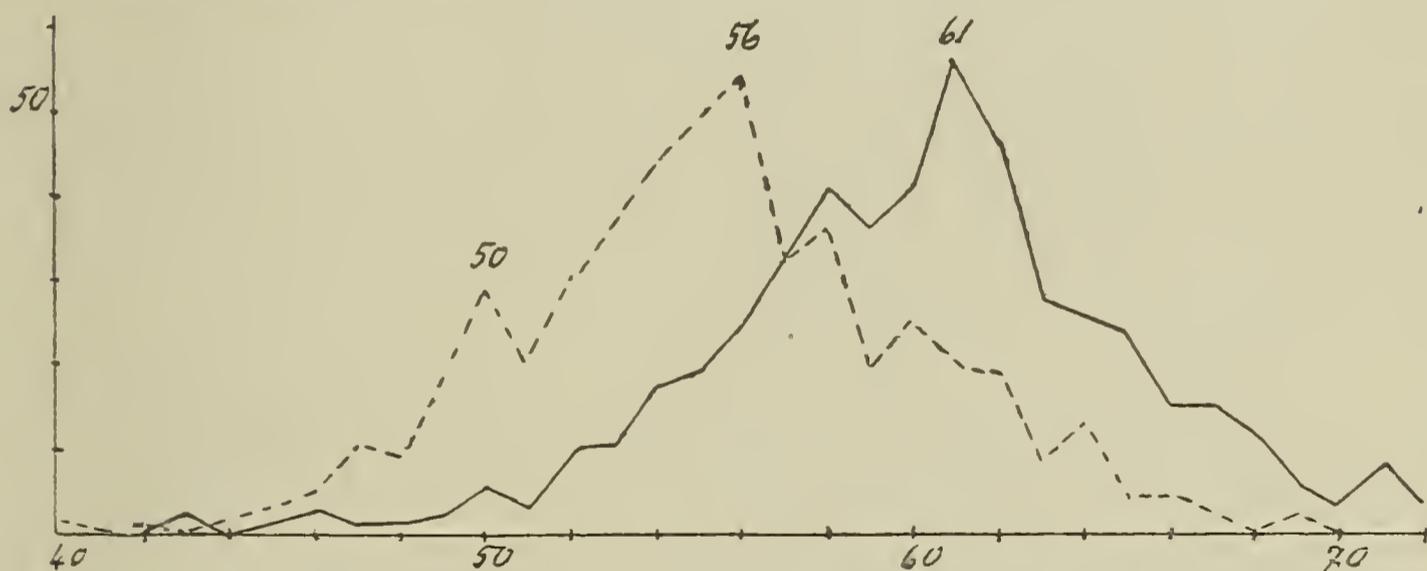


Fig. 2. Variationskurven der Strahlblüten von *Boltonia latisquama* aus dem Stadtpark St. Gallen.
— 1907. - - - - 1909. (n = 500.)

Die große Übereinstimmung in Mittelwert und Standardabweichung innerhalb der drei Jahrgänge jedes Busches gestattet uns, zur Konstruktion der Kurve die drei 500er-Zählungen zusammenzuziehen; wir erhalten dann die beiden 1500er-Kurven, die in Figur 3 dargestellt sind. Diese sagen uns aber nicht viel neues: Garten 1 hat den Hauptgipfel auf 56, einen zweiten kleineren auf 54, ferner (nach der Frequenz geordnet) auf 52, 58, 50, 64, 74, 45; Garten 2 auf 54, 52, 61, 64, 45. Von allen diesen Zahlen gehört direkt zur Fibonaccireihe nur 52 als 4×13 ; in die *Trientalis*-Reihe hinein dagegen 54 als 3×18 und 58 als 2×29 . Trotzdem sprechen die Kurven wohl eher dafür, daß auch für den Hauptgipfel wenigstens das Ludwigsche Gipfelgesetz gilt; ob dabei noch andere Reihen hineinspielen, können vielleicht weitere Zählungen ergeben.

Erklärt sich auch die Übereinstimmung je der Mittelwerte der drei Jahrgänge im Garten daraus, daß wir es in allen drei Jahrgängen je mit dem gleichen Stock zu tun haben, so bleibt sie doch interessant deswegen, weil die Witterungsverhältnisse in den drei Sommern sehr verschieden waren; wir denken an den warm-trockenen Sommer 1907 und an den kalt-nassen 1909. Ein „Einfluß des Jahrgangs“ macht sich an keinem der beiden Stöcke im Garten bemerkbar.

Umso schwieriger ist es, eine Erklärung zu geben für den konstanten Unterschied zwischen Garten 1 und Garten 2, und ebenso zwischen diesen und Park. Für die ersten zwei kann es

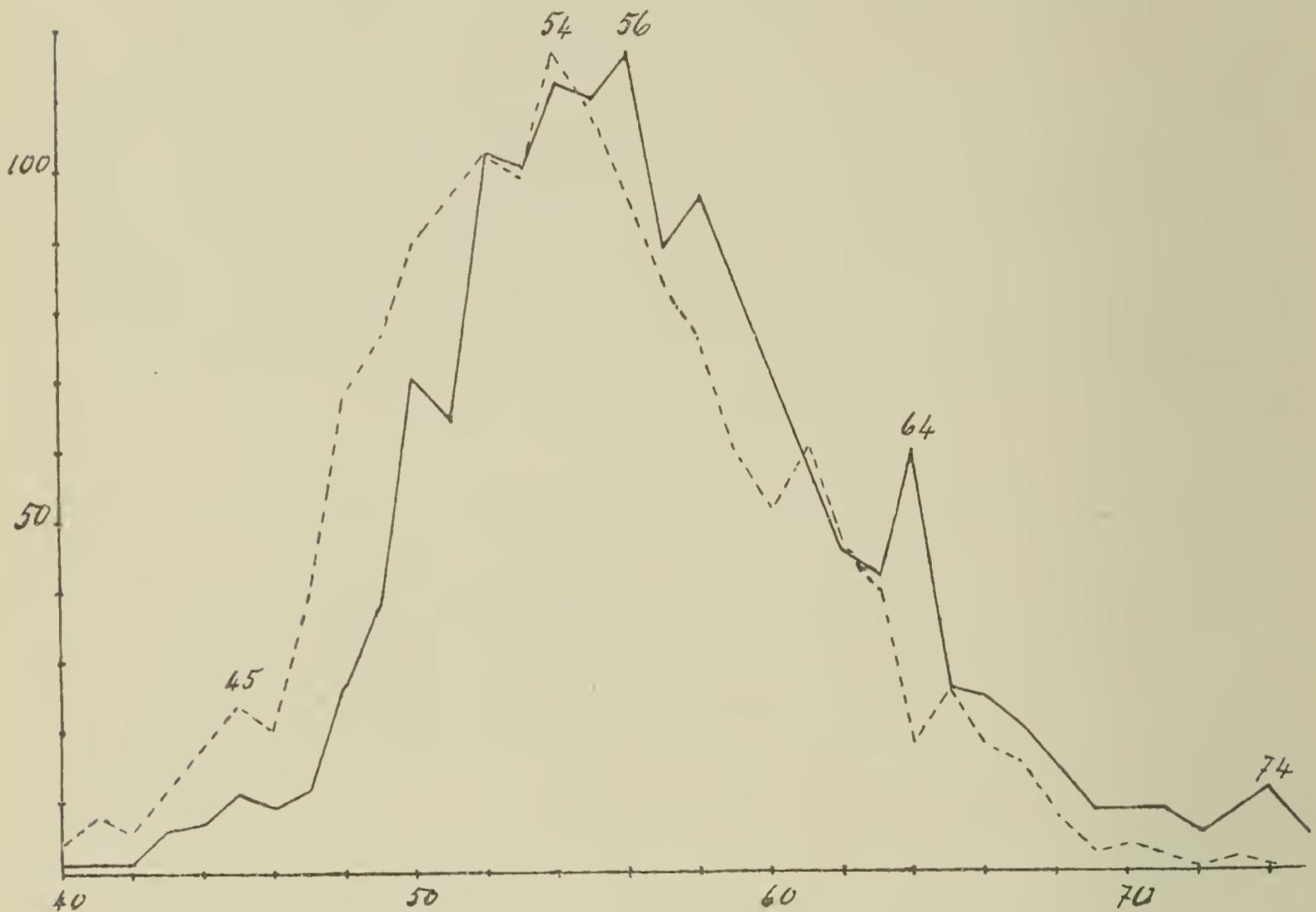


Fig. 3. Variationskurven der Strahlblüten von *Boltonia latisquama* aus einem Garten, St. Gallen, von zwei verschiedenen Stöcken nach den Zählungen in drei aufeinanderfolgenden Jahren. ($n = 1500$.)

sich nicht um zwei verschiedene „reine Linien“ handeln; denn die beiden „Stöcke“ wurden erhalten durch Teilung eines ursprünglich einzigen, der aus dem Park stammte, also wohl zu Park 1907 wenigstens im gleichen Verhältnis steht. Alles spricht für verschiedene Phänotypen desselben Biotypus. Welche Faktoren bedingen aber die Verschiedenheit? Ich kann auf diese Frage im Moment keine Antwort geben. Die beiden Stöcke im Garten wuchsen unter ganz gleichen Bedingungen, wenigstens dem Anschein nach. Hier müßten systematische Kulturversuche einsetzen; eine Arbeit für einen, dem mehr „Raum und Zeit“ zur Verfügung steht. Mir muß es für einstweilen genügen, auf das Problem hingewiesen zu haben.

c) *Senecio alpinus* (L.) Bernh.

Wenn auch die Gipfel der Boltoniakurve nicht immer genau auf Fibonaccizahlen fallen, so liegt doch der jeweilige Hauptgipfel stets so nahe bei 55, daß es nicht wohl möglich ist, *Boltonia* als eine Ausnahme gegenüber dem gewöhnlichen Verhalten der strahlblütigen Kompositen zu betrachten. Anders verhält es sich mit *Senecio alpinus*. Die ersten Zählungen machte ich im August 1906 auf dem Rigi und zwar in drei Abteilungen: 1) ein Strauß von Rigi-Staffel (1600 m), 500 Stück; 2) ein Strauß aus der nächsten Umgebung von Rigi-Klösterli (1300 m), 500 Stück; 3) ein Strauß aus der Gegend zwischen Rigi-First und Rigi-Unterstetten (1500 m). 250 Stück. 1907 wurden zum Vergleich damit Zählungen in St. Gallen vorgenommen, und zwar entsprechend der tieferen Lage, ca. 700 m, früher im Jahr, im Juni, von zwei verschiedenen Standorten: 1) beim Tivoli, 400 Stück; 2) beim Riethüsli, 700 Stück. 1908 setzte ich die Zählungen auf dem Rigi weiter fort an Material aus der Umgebung von Rigi Klösterli: ein Strauß zu 500 und einer zu 250 Stück. Insgesamt wurden also 3100 Köpfchen ausgezählt; eine in anbetracht der geringen Variationsbreite der Anzahl der Strahlblüten von *Senecio alpinus* gewiß recht große Zahl.

Tabellarisch zusammengestellt erhielt ich folgende Zahlen:

Strahlblüten: 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
Rigi 1906.

I:	—	—	—	—	2	2	6	25	37	54	65	85	<u>89</u>	64	39	18	11	1	2
II:	—	2	—	3	2	18	38	50	62	<u>94</u>	79	77	55	12	6	1	1	—	—
III:	1	1	2	7	5	8	15	34	35	<u>48</u>	43	31	16	2	1	1	—	—	—

St. Gallen 1907.

Tivoli:	1	—	—	1	1	4	5	15	23	66	78	<u>80</u>	67	32	11	7	3	1	—
Riethüsli:	—	1	—	8	18	33	55	96	110	114	<u>128</u>	81	39	13	3	1	—	—	—

Rigi 1908.

I:	1	—	3	10	18	22	<u>49</u>	43	68	<u>70</u>	65	61	48	23	12	7	—	—	1
II:	—	1	1	3	2	6	12	17	35	<u>40</u>	33	<u>37</u>	25	16	10	2	2	—	—

(Graphisch dargestellt in Figur 4.)

In vier Kurven sehen wir den Hauptgipfel auf 19, in je einer auf 20, 21 und 22. Dazu kommen noch bei Rigi 1908, I, ein deutlicher Nebengipfel auf 16 und bei Rigi 1908, II, ein solcher auf 21; von insgesamt 9 Gipfeln fallen also nur 3 auf Fibonaccizahlen, wovon zudem nur einer als Hauptgipfel auftritt. Betrachtet man ferner den ganzen Verlauf der Kurven, so erscheinen sie, mit einziger Ausnahme von Rigi 1908, II, viel symmetrischer zu beiden Seiten ihres Hauptgipfels als die von *Boltonia* — man beachte ferner die viel geringere Standardabweichung —, so daß es also hier noch unwahrscheinlicher ist, daß die Abweichung von der Fibonaccizahl etwa nur durch die zu geringe Menge der Zählungen bedingt sei.

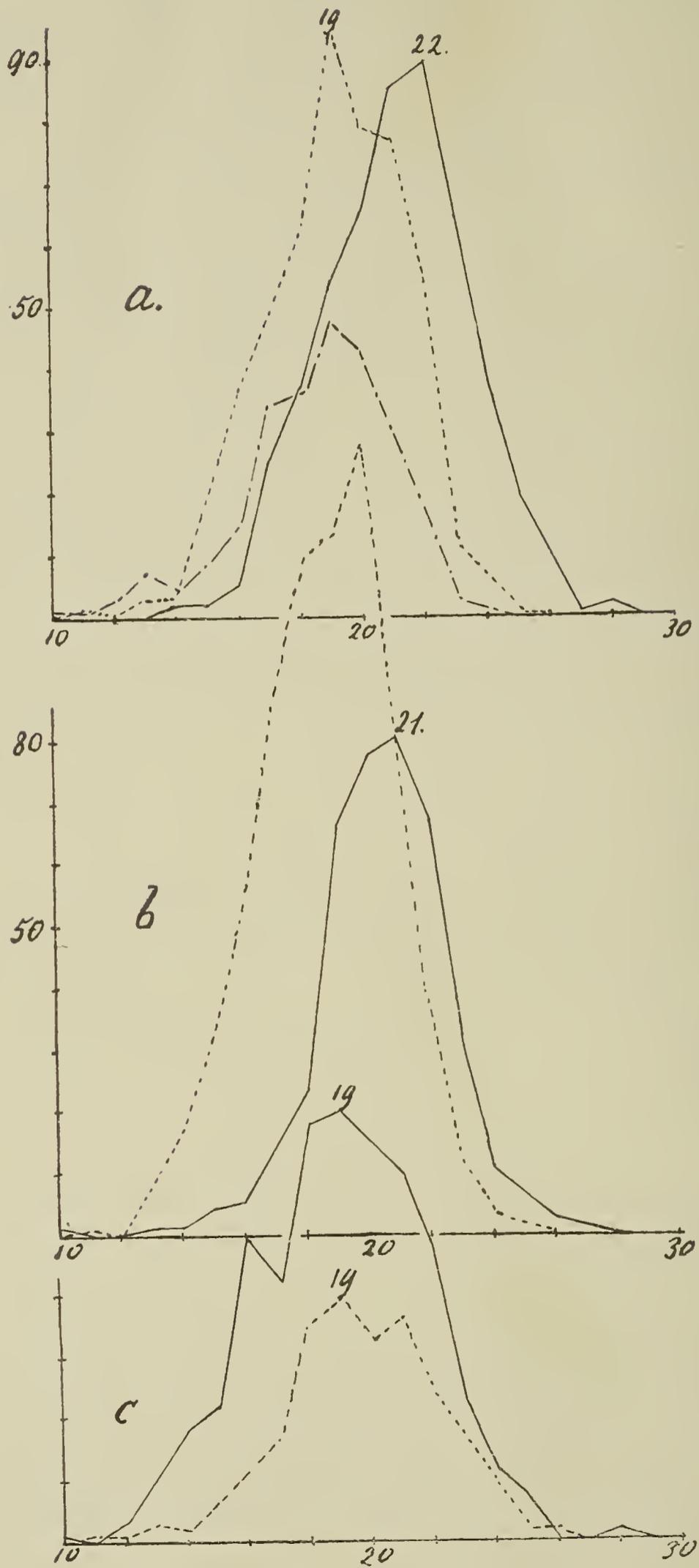


Fig. 4. Variationskurven der Strahlblüten von *Senecio alpinus*.

a) Drei verschiedene Kurven vom Rigi 1906.

b) Zwei verschiedene Kurven von St. Gallen 1907.

c) Zwei verschiedene Kurven vom Rigi 1908.

Für den Mittelwert und die Standardabweichung erhalten wir folgende Zahlen für die einzelnen Kurven:

Rigi 1906.	I:	21,082 \pm 0,105	\pm 2,334
	II:	19,194 \pm 0,099	\pm 2,222
	III:	18,576 \pm 0,142	\pm 2,248
St. Gallen 1907.			
	Tivoli:	20,485 \pm 0,111	\pm 2,209
	Riethusli:	18,621 \pm 0,084	\pm 2,154
Rigi 1908.	I:	18,930 \pm 0,123	\pm 2,761
	II:	19,600 \pm 0,167	\pm 2,631

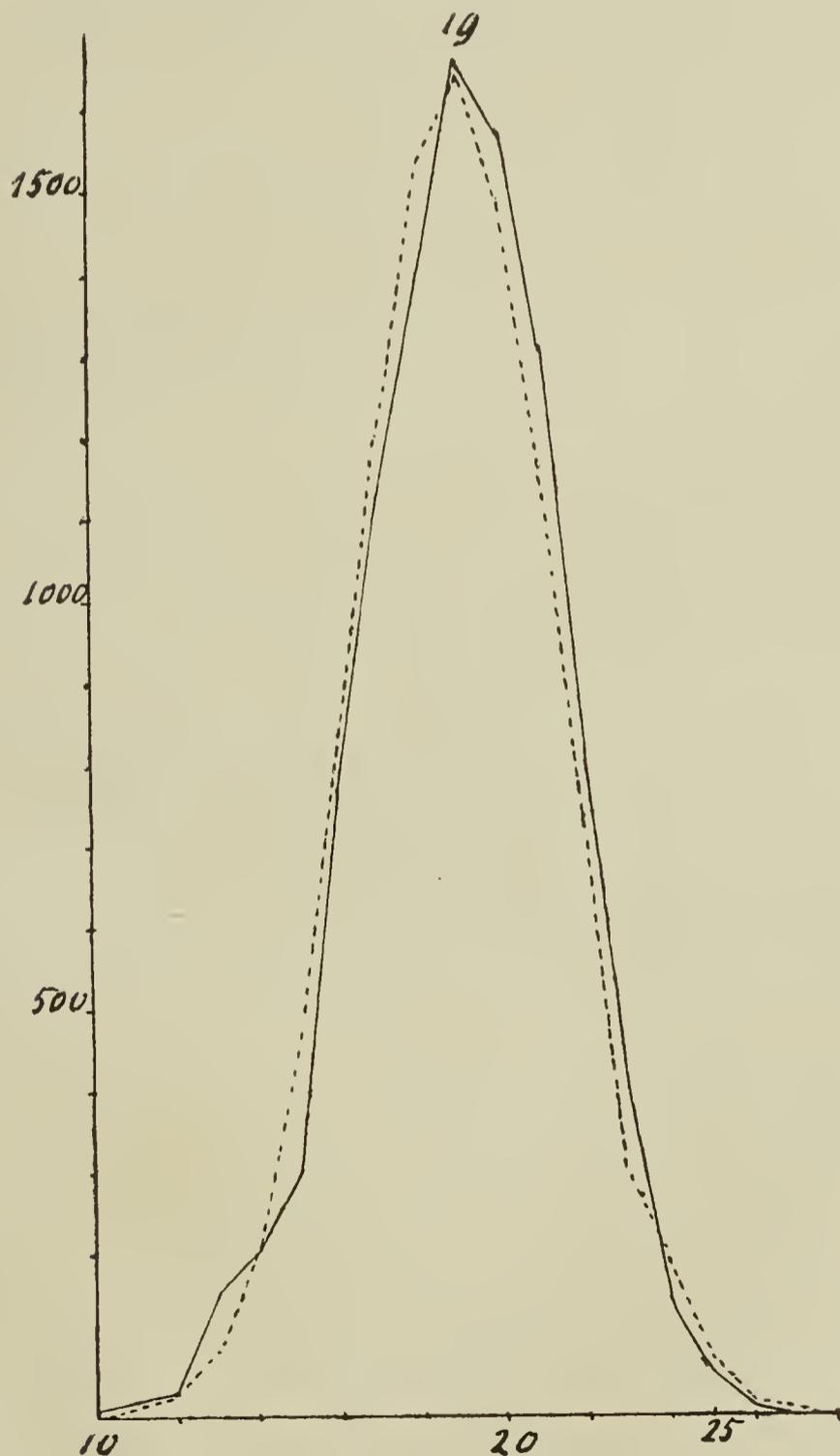


Fig. 5. Empirische Variationskurve der Strahlblüten von *Senecio alpinus* ($n = 2213$) umgerechnet auf 10000, verglichen mit der theoretischen Kurve - - -.

Am auffälligsten ist die starke Abweichung der beiden Mittelwerte Rigi 1908 voneinander. Wenn wir aber den wahrscheinlichen

396 Vogler, Variation der Anzahl der Strahlblüten bei einigen Kompositen.

Fehler berücksichtigen und dann den Mittelwert auf ganze Zahlen abrunden — Bruchteile von Strahlblüten können ja nicht vorkommen —, so erhalten wir doch in beiden Fällen 19 als Mittelwert, und ebenso für Rigi 1906, II und III und für St. Gallen 1907, Riethusli.

Es ist nicht ohne Interesse, diese fünf Kurven zusammenzuziehen zu einer Sammelkurve, dann erhalten wir folgende Zahlen:

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2	5	6	31	45	87	169	240	310	<u>366</u>	348	287	183	66	32	12	3	—	1 = 2213

Die empirische Kurve ist annähernd symmetrisch mit Gipfel auf 19. Rechnen wir die Zahlen um auf 10000 und vergleichen sie mit den theoretischen der idealen Fehlerkurve (nach Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre), so erhalten wir:

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
emp. K.:	9	23	27	145	208	398	764	1130	1401	<u>1654</u>	1572	1297	827	298	145	54	14	—	5
theor. K.:	2	9	27	83	210	446	792	1198	1530	<u>1641</u>	1491	1141	736	303	186	71	24	7	1

Also eine ganz leidliche Übereinstimmung, immerhin die empirische Kurve etwas schief nach rechts, wie Figur 5 zeigt, wo die ausgezogene Kurve die empirische, die punktierte die theoretische darstellt.

Eine weitere Diskussion des *Senecio*-Zahlenmaterials an dieser Stelle dürfte überflüssig sein; aus allem geht hervor, daß die Variationskurven für die Anzahl der Strahlblüten bei *Senecio alpinus* sich mit ihren Hauptgipfeln auf 19 nicht unter das Ludwigsche Gipfelgesetz subsummieren lassen. Es ist auch nicht anzunehmen, daß weitere Zählungen zu einem anderen Resultate führen werden.

Soweit meine kurzen Mitteilungen; ich glaube, es geht daraus hervor, daß es sich lohnt, die Zählungen an Kompositen noch weiter fortzusetzen; daß mit dem Nachweis der Giltigkeit des Ludwigschen Gipfelgesetzes in sehr zahlreichen Fällen das Problem der gesetzmäßigen Lage der Strahlblütengipfel noch nicht vollständig gelöst ist.

St. Gallen, im Oktober 1909.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [BH_25_1](#)

Autor(en)/Author(s): Vogler Paul

Artikel/Article: [Variation der Anzahl der Strahlblüten bei einigen Kompositen.
387-396](#)