

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—5 beziehen sich auf *Derbesia Lamourouxii*.

- „ 1. Einzelner Sphärokrystall mit deutlich sichtbarem Kern. Die radialfaserige Streifung an den Rändern, wie sie auch bei Fig. 2 und 3 eingezeichnet ist, wurde durch Cochenilletinctur an den Objecten sichtbar gemacht. Etwa 280mal vergr.
- „ 2. Zwei mit einander verwachsene Sphärokrystalle, deren Verwachsungsmodus an den der zusammengesetzten Stärkeköerner erinnert. 280mal vergr.
- „ 3. Zwei Sphärokrystalle, die durch einen schmalen Isthmus mit einander verbunden sind. In letzterem deutliche Schichtung. 280mal vergr.
- „ 4. Conglomerat cylindrisch abgeflachter Sphärokrystalle. 120mal vergr.
- „ 5. Rosenkranzartige Sphärokrystallkette aus acht Gliedern bestehend. Die einzelnen Individuen sind theils rundlich, theils oval, theils so verbunden, wie in Fig. 2 gezeichnet, theils nach Art der in Fig. 3 dargestellten Sphäritgruppen. 120mal vergr.
- „ 6—8 beziehen sich auf *Bryopsis plumosa*. Etwa 35mal vergr.
- „ 6. Verwundete Spitze eines Zellschlauches. Zahlreiche Sphärokrystalle verschiedener Grösse dringen aus der Wunde hervor.
- „ 7. Am offenen Ende eines verwundeten Zellschlauches hat sich ein Wundverschluss gebildet. Bei *ss* sind in ihm Sphärokrystalle eingelagert.
- 8. Amorphe Kittsubstanz hat sich an der Membran abgelagert, ohne dass es zu einem völligen Verschluss der Wunde gekommen wäre. Einlagerung zahlreicher Kryställchen.

12. Hugo de Vries: Ueber Curvenselection bei *Chrysanthemum segetum*.

Mit Tafel VII.

Eingegangen am 5. März 1899.

Im Jahrgang 1894 dieser Berichte habe ich die Aufmerksamkeit der Botaniker auf die anthropologischen und zoologischen Arbeiten von QUETELET und GALTON gelenkt¹⁾. Ihre statistischen Methoden waren bis dahin in der Botanik unberücksichtigt geblieben, obgleich auch hier ein weites Feld für ihre Anwendung offen lag. Seitdem ist eine bedeutende Reihe von Abhandlungen auf diesem neuen Gebiete erschienen, welche namentlich in den bahnbrechenden Arbeiten LUDWIG's übersichtlich und vollständig zusammengestellt sind²⁾.

1) Ueber halbe Galtoncurven als Zeichen discontinuirlicher Variation. Diese Berichte, Bd. XII, S. 197.

2) Die früheren Arbeiten über diesen Gegenstand finden sich aufgeführt in „LUDWIG, Ueber Variationscurven und Variationsflächen der Pflanzen“. Botan.

Diese Arbeiten bevorzugen die morphologisch-statistische Richtung. Daneben eröffnet sich aber eine Anzahl von Fragen, deren Beantwortung nur auf experimentellem Wege möglich ist. Die Cultur unter günstigen Bedingungen und die Selection haben hier einzugreifen. Durch diese Verfahren lassen sich zusammengesetzte Curven in ihre einzelnen Bestandtheile zerlegen¹⁾, halbe Curven lassen sich umkehren²⁾ oder zur Abspaltung einer neuen Rasse mit symmetrischer Curve verwenden³⁾ u. s. w.

Es lassen sich aber auch an mehrgipfeligen Curven neue, bis dahin nicht aufgefundene Gipfel hervorrufen, wie ich in diesem Aufsätze zu zeigen hoffe. Und auch diese neuen Gipfel können durch weitere Cultur und Selection isolirt werden.

Meine Versuche beziehen sich auf *Chrysanthemum segetum*, und zwar auf die Zahl der Strahlenblüthen im Köpfchen. Sie haben zu den folgenden Ergebnissen geleitet: Während im wildwachsenden Zustande diese Art eine eingipfelige Curve zeigt, deren Höhepunkt auf 13 Strahlenblüthen liegt, befindet sich in der Cultur eine Mischrasse mit zweigipfeliger Curve, deren Gipfel auf 13 und 21 Zungenblüthen fallen. Aus diesen lassen sich zwei Rassen, mit den Gipfeln auf 13 bzw. auf 21 isoliren. Es lassen sich fernerhin auch weitere Gipfel erreichen, von denen auch die leiseste Andeutung im wildwachsenden Zustande und in der Cultur bisher fehlte. Solcher Gipfel habe ich bis jetzt zwei erhalten, welche den Strahlenblüthenzahlen 26 und 34 entsprechen, nebst einer Andeutung eines weiteren Gipfels (vermuthlich auf 55).

Auch diese neuen Gipfel folgen den bekannten Gesetzen LUDWIG'S⁴⁾, d. h. sie liegen auf den Haupt- und Nebenzahlen der BRAUN-SCHIMPER'schen Reihe⁵⁾.

Die Erreichung meiner Ergebnisse in einer verhältnissmässig

Centralbl., Bd. LXIV, 1895. Die späteren namentlich in LUDWIG'S „Beiträgen zur Phytarithmetik“, ibid. Bd. LXXI, 1897, „Ueber Variationscurven“, ibid. Bd. LXXV, 1898, und „Die pflanzlichen Variationscurven und die GAUSS'sche Wahrscheinlichkeitscurve“, ibid. Bd. LXXIII, 1898.

1) Eine zweigipfelige Variationscurve. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. II, Heft I, S. 52, 1895.

2) z. B. bei *Trifolium pratense quinquefolium*, vergl. „Over het omkeeren van halve Galtoncurven“. Botanisch Jaarboek Dodonaea, Gent, Bd. X, 1898, S. 27.

3) Diese Berichte, a. a. O.

4) F. LUDWIG, Botanische Mittheilungen, Die constanten Strahlencurven der Compositen und ihre Maxima. Schriften der Naturf. Gesellsch. zu Danzig, N. F., Bd. VII, Heft 3, 1890. — Vergl. auch meinen citirten Aufsatz im Archiv für Entwicklungsmechanik, S. 55.

5) In dieser Reihe ist jede Zahl gleich der Summe der beiden vorangehenden. z. B. $5 + 8 = 13$, $8 + 13 = 21$, $13 + 21 = 34$. Die Nebenzahlen sind gleich den Summen von drei oder mehreren Zahlen, z. B. $5 + 8 + 13 = 26$.

kurzen Reihe von Jahren verdanke ich vorwiegend der Anwendung einer doppelten, bisweilen sogar dreifachen Selectionsmethode. Ihr Princip ist das folgende. Auf jedem Beet werden nur die Samen einer einzigen, möglichst rein befruchteten Mutterpflanze ausgestreut. Bei der ersten Selection, im Anfang der Blüthe, wird jede Pflanze nach der Anzahl der Zungenblüthen im Endköpfchen ihres Hauptstammes beurtheilt. Die so erhaltenen Zahlen geben die Individuencurve (individuelle Curve) für das Beet. Dann werden alle Pflanzen bis auf etwa die 10—20—30 besten ausgerodet. Im August oder September wird nun für jedes Individuum die Zahl der Zungenblüthen auf allen blühenden Köpfchen ermittelt; die so für jede einzelne Pflanze erhaltene Zahlenreihe giebt ihre Partialcurve. Nur die Pflanzen mit den besten Partialcurven werden als Samenträger ausgewählt. Und unter diesen wähle ich wiederum im nächsten Jahre die allerbeste aus, indem die Individuencurven für die Nachkommenschaft der zwei bis vier besten Samenträger in der oben angegebenen Weise isolirt ermittelt und unter einander verglichen werden.

Diese Methode bezeichne ich mit dem Namen der Curvenselection.

I. Die eingipfelige Curve des wildwachsenden *Chrysanthemum segetum*.

Die Pflanze wächst in unserer Gegend nicht. Prof. LUDWIG hatte die Freundlichkeit, für mich in Thüringen eine Zählung vorzunehmen und fand auf tausend Köpfchen die folgenden Zahlen:

Z.-B. ¹⁾	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
K.	1	6	3	25	46	141	529	129	47	30	15	12	8	6	2

Hier ist nur ein Hauptgipfel bei 13 vorhanden, secundäre Maxima fehlen¹⁾.

Mein früherer Assistent, Herr Lehrer Dr. H. W. HEINSIUS, hat für mich in demselben Jahre die Strahlenblüthen in den Köpfchen dieser Pflanze unweit Vucht und unweit Hintham in der niederländischen Provinz Noord-Brabant gezählt. Er fand:

1) In diesen und den folgenden Zahlenreihen bedeutet die obere Reihe (Z.-B.) die Anzahl der Zungenblüthen pro Köpfchen, für die untere resp. die unteren bedeutet K. die Anzahl der untersuchten Köpfchen und Ind. die Anzahl der untersuchten Individuen, wenn von jeder Pflanze nur ein Köpfchen, und zwar das am Ende des Hauptstammes (der primären Achse) befindliche berücksichtigt wurde. Die Zahlenreihen K. nenne ich Partialcurven, die Ind. bezeichneten aber individuelle Curven.

2) Mitgetheilt in LUDWIG, Ueber Variationscurven und Variationsflächen. Bot. Centralblatt, Bd. LXIV, 1895, S. 5.

Z.-B.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
K.	Vucht	0	1	13	5	3	8	18	78	37	22	11	17	2	3	3	0
	Hinth.	1	0	9	9	8	15	14	33	9	4	1	0	1	0	0	0

Im Ganzen 221 und 104 Einzelzählungen. Also auch hier dieselben Curven wie in Thüringen.

Eine kleine Erhebung auf der Zahl 8 scheint in diesen drei Curven vorzuliegen. Es ist dies deshalb wichtig, weil 8 die in der Hauptreihe (1, 2, 3, 5, 8, 13 u. s. w.) der 13 vorangehende Zahl ist.

Hauptsache ist aber, dass an diesen zwei so weit von einander entfernten Standorten (Thüringen und Niederlande) keine höheren Gipfel wie derjenige auf 13 vorkommen.

II. Die zweigipfelige Curve des cultivirten *Chrysanthemum segetum*.

Schon im Jahre 1895 habe ich in meinem Aufsatz über eine zweigipfelige Variationscurve in WILHELM ROUX' Archiv für Entwicklungsmechanik eine solche Curve beschrieben und abgebildet. Sie bildete damals den ersten Fall einer pflanzlichen Combinationscurve.¹⁾ Sie bezog sich auf eine Cultur von 1892 im Versuchsgarten des botanischen Gartens in Amsterdam, welche aus einem Gemenge von Samen aus fast 20 anderen botanischen Gärten hervorgegangen war. Während der Blüthe wurde die Curve für die einzelnen Individuen bestimmt, indem von jeder Pflanze nur das am Gipfel des Hauptstammes, also der primären Achse, befindliche Köpfchen berücksichtigt wurde. Die Curve war somit eine individuelle, jedes Individuum war durch eine einzige Zahl vertreten. Sie hatte für die 97 blühenden Pflanzen die folgende Form:

Z.-B.:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ind.:	1	14	13	4	6	9	7	10	12	20	1

Sie zeigte somit zwei deutliche Gipfel auf den Zahlen 13 und 21 der BRAUN-SCHIMPER'schen Hauptreihe. Auffallend ist das sehr steile Herabfallen links von 13 und rechts von 21. Es deutet dieses darauf hin, dass nicht ein einfaches Gemenge von Samen zweier getrennten Rassen vorgelegen hat, da sonst wenigstens die Ordinaten 6—11 der wildwachsenden Form wohl nicht gefehlt hätten.

Theils um hierüber Sicherheit zu gewinnen, theils als Anfang der in diesem Aufsatz zu behandelnden neuen Rassen, habe ich 1895 diesen Versuch wiederholt, dabei aber die Samenproben der einzelnen

1) Vergleiche auch LUDWIG im Bot. Centralbl. 1895, S. 22 des Separatabdruckes „Ueber Variationscurven und Variationsflächen“. Einen zweiten Fall einer zweigipfeligen Curve lieferte mir die Cultur der fasciirten *Crepis biennis*; vergl.: Sur les courbes galtoniennes des monstruosités, Bulletin scientifique de la France. Tome XXVII, 1896, pag. 396.

botanischen Gärten getrennt ausgesät. Es waren wiederum Proben aus nahezu 20 Gärten. Ich hatte im Juli 589 blühende Exemplare und zählte die Zungenblüthen auf dem Endköpfchen der primären Achse jeden Individuums. Ich fand:

Z.-B.:	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Ind.:	7	3	3	5	14	153	77	60	55	31	33	39	41	56	10	1	0	0	1

Die aus diesen Zahlen construirte Curve ist auf Tafel VII in Fig. 1 dargestellt. Sie ist deutlich zweigipfelig und fällt auf der Aussenseite beider Gipfel wiederum äusserst steil herab. Sie hat nicht genau dieselbe Form wie in 1892 (Archiv für Entw.-Mech. a. a. O. S. 58), was auch nicht zu erwarten war, da das Samengemenge in beiden Jahren wohl nicht dieselbe Zusammensetzung haben konnte.

Da die Samenproben der einzelnen Gärten getrennt gesät waren, konnte bei den Zählungen die Herkunft berücksichtigt werden. Es ergab sich, dass aus keinem Garten eine reine Rasse erhalten war, weder eine solche mit auf 13 gipfelnder, noch mit auf 21 gipfelnder Curve. Beide Formen kamen überall durch einander und zwar in der verschiedensten Mischung vor. Es werden somit in den botanischen Gärten nicht zwei getrennte Rassen, sondern es wird eine Mischrasse cultivirt.

In demselben Jahre habe ich auch eine Probe von Samen aus dem Handel gesät. Sie war unter dem Namen *Chrysanthemum segetum grandiflorum* aus der bekannten Gärtnerei der Herren HAAGE und SCHMIDT in Erfurt bezogen. Ich hatte im Juli 282 blühende Pflanzen und zählte für jede die Strahlenblüthen im Endköpfchen:

Z.-B.:	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ind.:	1	0	0	1	1	27	27	24	31	30	21	29	24	58	7	0	1

Also wiederum eine zweigipfelige Curve, aber mit weniger scharf ausgeprägten Gipfeln. Der einundzwanziger Gipfel überwog hier, wie er es auch in meiner Cultur von 1892 gethan hatte.

Aus obigen Zahlenreihen folgere ich, dass im Handel und in den botanischen Gärten eine Mischrasse vorkommt mit zweigipfeliger Strahlencurve¹⁾. Ausser ihren beiden Hauptgipfeln zeigt sie mehr oder weniger deutlich eine Bevorzugung der Individuen mit 16 Strahlen im Endköpfchen ($16 = 8 + 5 + 3$, also eine der Nebenzahlen), wie in unserer Fig. 1 und auch in den oben gegebenen Zahlen des *Chrysanthemum segetum grandiflorum* erkenntlich ist. Dagegen fehlen die Gipfel bei 26 und 34, welche später in meiner Cultur aus dieser Mischrasse hervorgegangen sind, in ihr selbst noch durchaus. Diese Gipfel sind also bis jetzt weder in der wildwachsenden, noch in der cultivirten Form aufgefunden worden.

1) Dass die Mischrasse nicht ein mechanisches Gemenge zweier Rassen ist, werde ich am Schlusse des IV. Abschnittes, S. 92 zeigen.

III. Isolirung der 13strahligen Rasse, 1892—1894.

Aus meiner Cultur der Mischrasse im Jahre 1892 habe ich zunächst die 13strahlige Rasse isolirt, wie ich bereits in ROUX' Archiv a. a. O. beschrieben habe. Am Anfang der Blüthe rodete ich sämtliche Pflanzen mit mehr als 13 Strahlen im Endköpfchen aus und behielt nur etwa ein Dutzend mit 12—13 Strahlen. Als diese Pflanzen kurze Zeit nachher reichlich blühten, bestimmte ich die Partialcurve für ihre sämtlichen Köpfchen. Weitaus die meisten hatten 13 Strahlen, die übrigen ergaben folgende Reihe:

Z.-B.:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
K:	—	49	18	17	7	5	1	3	1	0

Also eine sehr einseitig ausgebildete Curve. Diese ist in Fig. 2A dargestellt.

Aus den Samen dieser auserlesenen Pflanzen ergab sich im nächsten Jahre sofort eine Rasse mit steiler, symmetrischer, eingipfeliger Curve, ganz der wildwachsenden Form entsprechend. Sie erhielt sich auch im dritten Jahre rein. Ihre individuellen Curven waren:

Z.-B.:	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Ind. 1893:	2	1	0	7	13	94	25	7	7	1	2	0	3	0
Ind. 1894:	0	1	3	8	31	221	50	8	5	4	3	1	2	1

Beide Curven haben dieselbe Form wie die der 21-er Rasse (Fig. 3), aber mit dem Gipfel auf 13.

Berechnet man für sie die GALTON'schen Median- und Quartilwerthe, so findet man:

	Q _i	M	Q _{iii}
für 1893	0,4	13,1	0,6
für 1894	0,4	13,1	0,4

Die Curven für diese beiden Generationen sind einander somit nahezu völlig gleich. Die Rasse ist sofort nach dem Isoliren constant geworden.

IV. Isolirung der 21strahligen Rasse.

1895—1897 (Tafel VII, Fig 2B und Fig. 3).

Aus der cultivirten Mischrasse könnte man versuchen, ausser der 13-er Rasse noch drei andere zu isoliren, mit den Gipfeln auf 8, 16 und 21 Zungenblüthen¹⁾. Ich habe dieses aber nur für die der Hauptreihe angehörige 21-er Rasse versucht.

1) Inzwischen hat LUDWIG gezeigt, dass bei Umbelliferen die mehrgipfeligen Curven der Doldenstrahlen oft einfach dadurch in ihre Componenten zerlegt werden können, dass man die Individuen der einzelnen Fundorte getrennt berücksichtigt. Bot. Centralbl. Bd. LXIV 1895, S. 14 ff.

Ich isolirte dazu aus der Cultur, welche im Jahre 1895 von den aus botanischen Gärten bezogenen Samen hervorgegangen war (Fig. 1), Mitte Juli, die Individuen, welche 21 oder mehr Zungenblüthen im Endköpfchen hatten. Es waren 36 Exemplare. Als diese, nach dem Ausroden der übrigen, Ende August, wiederum reichlich blühten, zählte ich auf jedem die Strahlen sämtlicher Köpfchen und erhielt dadurch 36 Partialcurven. Von diesen hatten viele nur einen Gipfel auf 13, andere deren zwei auf 13 und 21, noch andere nur einen auf 21; diese letzteren wurden also als Samenträger ausgewählt, die übrigen aber ausgerodet.

Ich gebe zunächst die Summe der Zahlen für 22 Pflanzen, welche nur einen Gipfel auf 13—14 hatten:

Z.-B.:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
K.:	3	54	58	51	28	19	19	12	2	2

Diese Pflanzen gehörten also, trotz ihres 21-strahligen Endköpfchens, offenbar nicht der 21-strahligen Rasse an.

Sodann gebe ich die Zahlen, auf dieselbe Weise bestimmt, für die sechs besten, als Stammpflanzen ausgewählten Samenträger:

Z.-B.:	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
K.:	0	1	3	5	4	6	11	21	30	29	1

Im Ganzen 111 Köpfchen. Gipfel auf 20—21. Die Curve ist abgebildet in Fig. 2 B. Hätte man die Endköpfchen dieser sechs Pflanzen (5 mit 21, eins mit 26 Strahlen) mitgezählt, so wäre der Gipfel genau auf 21 gefallen.

Die Samen dieser sechs Pflanzen wurden getrennt geerntet und im nächsten Jahre (1896) ebenfalls getrennt ausgesät. Da sie aber von Mitte Juli bis Ende August gleichzeitig mit den 30 übrigen ausgewählten, aber am Schluss als minderwerthig befundenen Pflanzen geblüht hatten und von diesen befruchtet sein konnten, war eine grosse Reinheit ihrer Samen noch nicht zu erwarten.

Im Jahre 1896 trat die Blüthe früher ein und konnte die Zählung bereits Anfang Juli stattfinden. Ich bestimmte für die Nachkommenschaft der sechs Stammpflanzen von 1895 die sechs individuellen Curven, indem ich wiederum von jedem Individuum nur die Zungenblüthen im Endköpfchen des Hauptstammes zählte. Ich fand:

Z.-B.:	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ind. A:	0	4	6	10	19	30	26	43	39	34	44	60	105	17	0	1
B:	0	1	0	3	9	15	15	22	30	33	36	64	123	15	5	0
C:	0	0	1	0	1	7	13	8	4	7	8	10	61	9	0	0
D:	0	0	1	1	9	6	8	13	6	11	21	28	62	3	0	0
E:	1	0	2	1	24	16	14	10	10	12	22	33	122	13	3	0
F:	0	1	1	0	17	24	8	18	20	13	19	19	66	4	0	0

Im Ganzen wurden somit 1490 Einzelpflanzen gezählt. Die Vergleichung dieser sechs Culturen liess nun einen Rückschluss auf die

sechs Mutterpflanzen zu. Alle zeigen den Gipfel auf 21 viel stärker ausgeprägt als die Mischrasse (Fig. 1), aber nur in der Nachkommenschaft der Pflanze B ist dieser Gipfel der einzige. Die übrigen zeigen noch mehr oder weniger deutlich die Gipfel auf 13—14 und auf 15—16—17.

Die Nachkommen von B wurden somit zur Fortsetzung des Versuches ausgewählt; die übrigen aber verurtheilt. Die Pflanze B stammte von aus Groningen erhaltenem Samen; die Partialcurve ihrer Seitenköpfchen gipfelte 1895 am schärfsten auf 21, aber doch mit so geringem Unterschied von jenen der fünf übrigen Samenträger, dass ich nur darauf einen Ausschluss letzterer nicht gründen konnte.

Die Nachkommen von A, C, D und F wurden am 10. Juli 1896 ausgerodet. Von denen von E (aus Berner Samen) liess ich elf Pflanzen nach dem Ausroden der übrigen noch bis zum 18. August stehen und zählte dann die Strahlenblüthen auf ihren Seitenköpfchen. Die Endköpfchen von 9 dieser Pflanzen hatten 21 Z.-B., diejenigen von den beiden anderen 22 Z.-B. gehabt. Die Pflanzen ergaben zusammen folgende Partialcurve:

Z.-B.:	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
K.:	4	13	78	70	40	26	11	12	5	4	4

Zusammen also 267 Köpfchen. Der Gipfel wiederum auf **13** trotz des höheren Merkmales der Endköpfchen.

Von den Nachkommen der ausgewählten Familie B wurden ebenfalls am 10. Juli alle Exemplare ausgerodet bis auf zwölf, welche sämtlich 21 Strahlen im Endköpfchen hatten. Am 12. August wurde wiederum eine Zählung zum Zweck einer schärferen Auslese vorgenommen. Es ergab sich, dass drei Pflanzen einen Gipfel auf 13 hatten, sechs andere einen Hauptgipfel auf 16, während drei Individuen für die Fortsetzung der Cultur geeignet schienen. Ich gebe jetzt die Zahlen dieser Partialcurven:

Z.-B.:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
K von Nr. 1—3:	1	0	3	25	11	2	2	0	0	0	2	0	0
K „ Nr. 4—9:	0	0	1	4	12	8	16	8	10	6	6	10	0
K „ Nr. 10:	0	0	0	1	1	4	3	2	2	0	3	3	0
K „ Nr. 11:	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	14	0
K „ Nr. 12:	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	0	3	4

Auf Grund dieser Zahlen wurden Nr. 10—12 ausgewählt und Nr. 1—9 gleichzeitig mit der Familie E am 18. August ausgerodet oder doch aller Blüthen und Knospen völlig beraubt.

Unter den drei Pflanzen Nr. 10, 11 und 12 fand nun noch eine weitere Wahl statt. Nr. 12 hatte vier Seitenköpfchen mit mehr als 21 Strahlen und stand in dieser Beziehung einzig da. Sie gab dadurch, und weil sie aus einer Cultur von nahezu 1500 Exemplaren

ausgewählt war, Recht zu der Hoffnung, in ihrer Nachkommenschaft die gewünschten höheren Gipfel (26, 34 u. s. w.) auftreten zu sehen.

Nr. 10 und 11 waren nur ausgewählt, um zu versuchen, die 21-er Rasse rein darzustellen.

Auf Nr. 10—11 wurden dann sämtliche blühende und verblühte Köpfchen ausgezeichnet, um im Herbst die Samen der nach dieser Isolirung blühenden Blüthen getrennt von den übrigen Samen ernten zu können. Denn die früheren Blüthen konnten unrein befruchtet sein, und aus diesem Grunde mussten sie von der Fortsetzung des Versuches ausgeschlossen werden.

Die Reingewinnung der neuen Rasse gelang bereits im nächsten Jahre (1897) völlig (Fig. 3). Aus den Samen von Nr. 10 und 11 hatte ich zwei Beete, welche im Juli 1897 die folgenden individuellen Curven (von jeder Pflanze also nur das Endköpfchen berücksichtigend) ergaben.

Z.-B.:	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	32
Ind. Nr. 10:	0	0	1	2	0	2	3	41	4	1	2	0	0	0	0	0
Ind. Nr. 11:	1	3	0	3	7	14	43	142	43	21	11	5	3	1	0	1

Die Curven sind also in beiden Familien eingipfelig und symmetrisch, die Rasse somit rein. Für Nr. 11 ist die Linie auf Taf. VII in Fig. 3 graphisch dargestellt.

Nach der in der 13-er Rasse gemachten Erfahrung lässt sich also schliessen, dass auch die 21-er Rasse bei weiterer Fortsetzung rein bleiben würde.

Jetzt komme ich auf die Natur der cultivirten Mischrasse zurück. Ihre zweigipfelige Curve fällt in allen untersuchten Fällen ausserhalb der beiden Gipfel sehr steil herab (Fig. 1), und zwar viel steiler als einer Zusammensetzung aus den symmetrischen Curven der 13-er und 21-er Rassen entsprechen würde, auch wenn man für die auffallende Höhe der mittleren Ordinaten (14—20) die Anwesenheit einer 16-er Rasse zur Erklärung heranzieht. Mit anderen Worten: die extremen Individuen der Einzelrassen fehlen in der Mischrasse oder kommen doch in viel zu geringer Zahl vor.

Ich betrachte dieses als einen Beweis dafür, dass in der Mischrasse die einzelnen Typen durch fortwährende Kreuzungen derart vermischt sind, dass rassenreine Individuen darin nicht oder nur selten vorkommen. Auch gelang es mir nicht, solche rassenreinen Individuen in den Mischungen aufzufinden. Denn die möglichst sorgfältig ausgewählten Samenträger haben nicht symmetrische Partialcurven, wie die reinen Rassen, sondern stark asymmetrische, den Einfluss des anderen Typus nur zu deutlich verrathende (Fig. 2 A und B), ja bisweilen selbst mehrgipfelige (z. B. S. 91, Nr. 4—9). Erst die Aussaat möglichst rein befruchteter Samen ergiebt die reinen Rassen (Fig. 3).

Kreuzung ist bei *Chrysanthemum segetum* die Regel. Vom Insectenbesuch abgeschlossene Blumen tragen keinen Samen. Weit von anderen entfernte, vereinzelte Individuen sind verhältnissmässig unfruchtbar. Und verschiedene Varietäten, gleichzeitig, aber in einer Entfernung von etwa 100 Meter von einander blühend, bleiben dennoch nicht rein, z. B. *C. segetum fistulosum*.

V. Gewinnung hochgradiger Rassen.

1896—1898 (Fig. 4—7).

Ausgangspunkt für diese Versuche bildete die Pflanze Nr. 12 aus der Cultur von 1896 (S. 91). Sie war, wie erwähnt, aus etwa 1500 Individuen ausgewählt, und zwar zuletzt aus den 12 besten als die einzige, welche Seitenköpfchen mit mehr als 21 Strahlen trug.

Ihre Samen wurden in drei Gruppen geerntet und ausgesät. Die erste Gruppe stammte von Blüten, welche vor dem Ausroden der übrigen etwa 1500 Pflanzen sich öffneten, die zweite von Köpfchen, welche später auch von anderen ausgewählten Pflanzen befruchtet werden konnten, die dritte von rein befruchteten Samen, aus Blüten, welche nur mit Nr. 10 und 11 (S. 91) gleichzeitig geblüht hatten.

Im Juli 1897 hatte ich etwas über 400 blühende Pflanzen. Von jeder wurde die Zahl der Zungenblüthen im Endköpfchen bestimmt. Ich erhielt für die drei Gruppen (1., 2. und 3. Ernte) drei individuelle Curven, welche aber nicht wesentlich von einander verschieden waren, und von denen ich somit nur die Summe mittheile:

Z.-B.:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Ind.:	0	2	1	2	1	0	12	10	169	102	45	30	19	12	3	1	2	1	1	0	0	1

Die aus diesen Zahlen construirte Curve ist auf Taf. VII, Fig. 4, dargestellt. Die aus der 1. Ernte stammenden Samen lieferten etwa $\frac{3}{5}$ der Individuen, da die beiden letzteren, reineren Ernten sehr spärlich ausgefallen waren. Auch die besten Individuen, namentlich dasjenige mit 34 Zungenblüthen, stammten aus der ersten Ernte.

Die Curve zeigt erstens, dass die Familie den Curvengipfel auf 21 ebenso scharf zeigt als die reinen Rassen (Fig. 3), auch fehlen ihr die Gipfel auf 13 und 16 durchaus. Zweitens aber ist die Curve asymmetrisch; auf der 34-er Seite fällt sie langsam herab. Die Familie ist plötzlich reich an Individuen mit 22—34strahligen Endköpfchen geworden; mehr als die Hälfte (217 auf 419) gehören dieser Gruppe an. Die im vorigen Sommer erweckte Hoffnung zeigte sich jetzt als völlig berechtigt.

In dieser Familie habe ich die 25 besten Pflanzen gespart und alle übrigen ausgerodet. Ich erhielt für jene, Mitte August, in der mehrfach beschriebenen Weise 25 Partialcurven, welche fast alle auf

oder dicht neben Z.-B. 21 gipfelten. Viele zeigten sich als gute Stammpflanzen für eine neue 21-er Rasse; ihre Samen wurden zu diesem Zweck geerntet und ergaben, soweit ausgesät, im Jahre 1898, Familien mit ähnlichen Curven wie Fig. 4.

Für die Fortsetzung des Versuches wählte ich aber, da sich durch die Partialcurven keine bessere ergeben hatte, die Pflanze mit 34 Strahlen im Endköpfchen aus. Sie ist in Fig. 4 durch \times angedeutet.

Aus ihren Samen, zum Theil durch die ganze Familie, zum Theil durch die isolirten Samenträger befruchtet, stammt die Cultur von 1898, deren individuelle Curve in Fig. 5 dargestellt ist.

Für diese Curve wurden im Juli 1898 die Strahlenblüthen auf den Endköpfchen von allen Pflanzen aus dieser Familie gezählt. Es waren 241 Individuen. Die erhaltenen Zahlen waren:

Z.-B.:	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Ind.:	1	2	10	17	17	20	21	30	17	13	10	11	6	9		
Z.-B.:	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Ind.:	13	21	6	3	5	3	1	2	0	0	0	0	0	2	0	1

Die Curve ist zweigipfelig mit einer Andeutung eines dritten Gipfels (46—48, vielleicht auf 55 hindeutend). Sie theilt erstere Eigenschaft mit der Curve der Mischrasse (Fig. 1). Aber die Form ist eine andere, da das steile Herabfallen auf den Aussenseiten der Gipfel fehlt. Die ganze Familie stammt aus einer Mutter; die Bestäubung durch sehr verschiedene Väter hat ohne Zweifel grossen Einfluss gehabt. Doch ist zu bemerken, dass die Partialcurven der Väter keine Andeutungen eines Gipfels auf 26 und keine Köpfchen mit mehr als 31 Zungenblüthen aufwiesen.

Betrachten wir jetzt die drei Hauptpunkte dieser Curve (Fig. 5), jeden für sich, und fangen wir mit dem Gipfel auf 26 an. Diese Zahl ist nicht eine Zahl der Hauptreihe von BRAUN und SCHIMPER, sondern eine Nebenzahl, aus der Addition dreier Hauptzahlen ($5 + 8 + 13 = 26$) entstanden. Das Vorkommen von Gipfeln auf solchen Nebenzahlen wurde zuerst von LUDWIG entdeckt¹⁾; sie treten hervor, sobald die Anzahl der gezählten Individuen hinreichend gross ist, um die feineren Details der Curven erkennen zu lassen. Sie stellen sich dann als kleinere Gipfel zwischen den höheren, den Hauptzahlen entsprechenden Gipfeln heraus. Sie können entweder als Summen von mehreren Hauptzahlen oder als Multipla solcher betrachtet werden ($13 \times 2 = 26$).²⁾

In unserem Versuche tritt aber diese Nebenzahl nicht als ein kleiner Nebengipfel hervor, sondern sie bildet einen der beiden

1) LUDWIG, Beiträge zur Phytarithmetik, Botan. Centralbl. Bd. LXXI, 1897. S. 4 des Sep.-Abdr.

2) LUDWIG, Ueber Variationscurven, Ibid. Bd. LXXV, 1898. S. 8 des Sep.-Abdr.

Hauptgipfel der ganzen Curve. Und zwar in jeder Hinsicht die am kräftigsten entwickelte. Dazu kommt, dass links von ihr die Curve keineswegs steil herabfällt. Dieses wird ohne Zweifel zum Theil dadurch verursacht, dass in meiner Cultur noch einzelne Individuen zu der 21-er Rasse zurückgekehrt waren, wie der Verlauf der Curve bei den Ordinaten 20—22 andeutet. Zum Theil auch berechtigt es zu der Vermuthung, dass auch Nebenzahlen als Merkmale isolirbarer Rassen vorkommen können, ähnlich wie solches für die Hauptzahlen gilt.

Wenngleich die mathematischen Beziehungen der Zahlen unserer Curven durch die Arbeiten LUDWIG's und Anderer klargelegt worden sind, so fehlt uns doch bis jetzt noch jede Einsicht in ihre ursächlichen Beziehungen. Die Frage nach den erblichen Einheiten, den Pangenien, welche dem Spiele dieser Zahlen zu Grunde liegen, ist bis jetzt noch kaum erörtert.¹⁾ Es ist daher von grösstem Interesse, zu erfahren, wie weit sich die Isolirung reiner Rassen aus den ursprünglichen pleomorphen Formen durchführen lässt.

Aus diesem Grunde habe ich zunächst versucht, den Anfang zu einer 26-er Rasse, also zu einer Rasse mit dem Curvengipfel auf einer Nebenzahl, zu isoliren. Und es ist mir solches über Erwartung gelungen (Fig. 6).

Nachdem im Juli 1898 die individuelle Curve meiner Cultur (Fig. 5) bestimmt war, habe ich weitaus die meisten Pflanzen sofort ausgerodet, einige aber beibehalten, um aus ihnen noch eine weitere Wahl treffen zu können. Es waren dieses die Individuen, deren Endköpfchen mehr als 33 Zungenblüthen hatten.

Als nun am 1. September für diese ausgewählten Exemplare die Partialcurven bestimmt wurden, stellte sich heraus, dass einige einen Gipfel auf 34, andere einen solchen auf 26, noch andere aber beide Gipfel aufwiesen. Diejenigen mit einem Gipfel auf 26 waren elf an der Zahl, ihre Partialcurven stimmten unter sich hinreichend genau überein, um nur ihre Summe mitzutheilen:

Z.-B.: 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38
 K.: 1 0 0 1 3 3 13 36 43 36 10 6 6 6 5 2 2 4 1 0 2

Die diesen Zahlen entsprechende Curve ist in Fig. 6 dargestellt. Sie ist symmetrisch, und zwar ebenso schön wie die der reinen 13-er und 21-er Rassen.

Berücksichtigt man, dass die Partialcurven der ausgewählten Samenträger für jene beiden Rassen gar nicht symmetrisch, sondern sehr einseitig ausgebildet waren (Fig. 2, A und B) und dass sie dennoch bereits in der nächsten oder der zweitnächsten Generation

1) Eine zweigipflige Variationskurve, im Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. II, Heft I, 1895. (Vergl. S. 64, sub 7.)

eine reine Rasse mit steiler symmetrischer Curve gaben (Fig. 3), so ist der Schluss wohl erlaubt, dass auch aus den für die 26-er Rasse ausgewählten Stammpflanzen diese Rasse sich weiterhin rein erhalten wird.

Die Endköpfchen dieser elf Pflanzen hatten die folgenden Anzahlen von Zungenblüthen:

Z.-B.:	35	36	37	38	39	40	46
Ind.:	2	1	2	2	1	1	2

Addirt man diese zu den obigen Zahlen, so wird die Form der Reihe resp. der Curve dadurch nicht wesentlich beeinflusst.

Zweitens habe ich in ähnlicher Weise untersucht, ob sich in meiner Cultur der Anfang zu einer reinen 34-er Rasse finden würde. Ich habe darin auf's Gradewohl 14 Pflanzen mit je 34 Strahlen im Endköpfchen herausgegriffen. Die Zungenblüthen ihrer Seitenköpfchen wurden wenige Tage nach der Feststellung der Curve Fig. 5 gezählt. Sie ergaben:

Z.-B.:	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
K.:	1	0	4	2	2	5	5	8	11	6	3	4	2	0	0	0	0	1	1	1
K.:	1	0	4	2	2	5	5	8	11	6	17	4	2	0	0	0	0	1	1	1

Im Ganzen 70 Köpfchen. Die erste Reihe sind die Zahlen der Seitenköpfchen; die zweite diese selben Zahlen + den 14 Endköpfchen. Letztere Reihe ist in Fig. 7 graphisch dargestellt. Die Curve ist noch keineswegs eine sehr schöne, aber von der auf's Gradewohl ausgewählten Gruppe konnte auch nicht erwartet werden, dass sie völlig rein sein würde.

Ausser dieser Gruppe hatte ich noch zwei Pflanzen, deren Endköpfchen 40 Zungenblüthen hatten, und deren Partialcurven auf 32 bis 35 gipfelten. Ich habe von diesen beiden Samen geerntet zur Fortsetzung der 34-er Rasse. Nach allen bisherigen Erfahrungen unterliegt es aber keinem Zweifel, dass auch diese nach einer bis zwei Generationen völlig rein sein und eine steile symmetrische Curve haben wird.

Aber schon jetzt betrachte ich die Möglichkeit der Isolirung einer Rasse mit einem Gipfel, von welchem in der ursprünglichen Cultur (1895, Fig. 1) gar keine Andeutung vorhanden war, als völlig sichergestellt.

Als dritten Componenten der Cultur Fig. 5 betrachte ich eine Rasse mit einem Gipfel oberhalb 45. Nach der BRAUN-SCHIMPERschen Reihe ist dieser vermuthliche Gipfel zunächst auf 55 zu erwarten.¹⁾ Und nach den Erfahrungen mit der Mutterpflanze der

1) In LUDWIG's citirtem Aufsatz „Ueber Variationscurven“ findet sich S. 8 die solchen Berechnungen zu Grunde liegende Zusammenstellung in sehr bequemer Form. Danach käme nur noch eine Nebenzahl zweiter Ordnung (47) zur Erklärung des rechten Endes unserer Curve Fig. 5 in Betracht.

1898er Cultur gemacht (in Fig. 4, mit Z.-B. 34) ist zu erwarten, dass die grösste Aussicht, weitere Gipfel zu erhalten, von denjenigen Pflanzen geboten wird, welche 1898 die meisten Zungenblüthen im Endköpfchen hatten, also von den Pflanzen mit Z.-B. 48.

Ich habe deshalb zunächst am 1. September die Partialcurve dieses Individuums mit denen der übrigen ausgewählten Pflanzen verglichen. Sie war weitaus die beste:

Z.-B.:	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
K.:	2	0	6	4	4	3	5	1	1	2	0	2	0	0	1	0	1

Alle übrigen ausgewählten Samenträger (15 Exemplare) gaben an demselben Tage zusammen eine Curve, welche der in Fig. 5 abgebildeten nahezu parallel verlief und wie diese zweigipfelig war (Gipfel auf 26 und auf 32—33).

Ich beabsichtige somit im nächsten Sommer nur von dieser Pflanze die Samen auszusäen, um womöglich höhere Gipfel wie 1898 zu erreichen und zu isoliren.

Zusammenfassung der Resultate.

1. *Chrysanthemum segetum* folgt, auch in dem neu von mir gefundenen Theile seiner Curve, den Gesetzen LUDWIG'S.

2. Die wildwachsende Form hat eine monomorphe Curve, deren Gipfel auf 13 liegt, mit geringer Andeutung eines Gipfels auf 8.

3. Die cultivirte Form hat eine zweigipfelige Curve (Fig. 1), mit den Gipfeln auf 13 und 21, und Andeutungen von Nebengipfeln auf 8 und 16. Sie ist nicht ein Gemenge reiner Formen, sondern eine Mischrasse, deren einzelne Individuen meist ungleichseitige (Fig. 2), bisweilen auch zweigipfelige Partialcurven haben.

4. Aus ihr gelang es, die 13er und die 21er Rasse durch Selection rein zu erhalten, und zwar mit steilen, symmetrischen Curven (Fig. 3).

5. Aus ihr gelang es ferner, einen ganz neuen Abschnitt der Curve zu erhalten, mit zwei Gipfeln auf 26 und 34, von denen in der ursprünglichen Cultur auch nicht die Spur vorhanden war (Fig. 5).

6. An der Zusammensetzung dieses neuen Abschnittes theiligten sich u. a. Pflanzen mit symmetrischer, auf 26 gipfelnder Partialcurve (Fig. 7) und solche mit nahezu eingipfeliger Curve, deren Gipfel auf 34 Strahlenblüthen lag (Fig. 7). Es können somit aus ihr diese beiden neuen Rassen rein isolirt werden.

7. Sorgfältige Cultur in Gartenerde mit starker Düngung und Selection nach den Endköpfchen und nach den Partialcurven waren die Mittel, diese Resultate zu erreichen.

Erklärung der Abbildungen.

———— Individuelle Curven; sie beziehen sich auf die Zahl der Strahlenblüthen im Endköpfchen jedes Individuums der betreffenden Cultur.

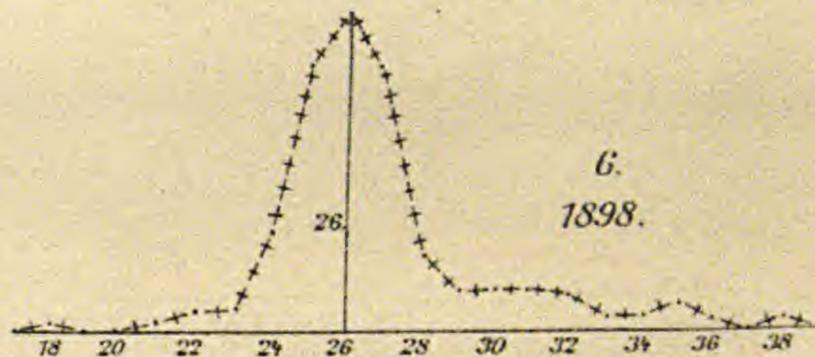
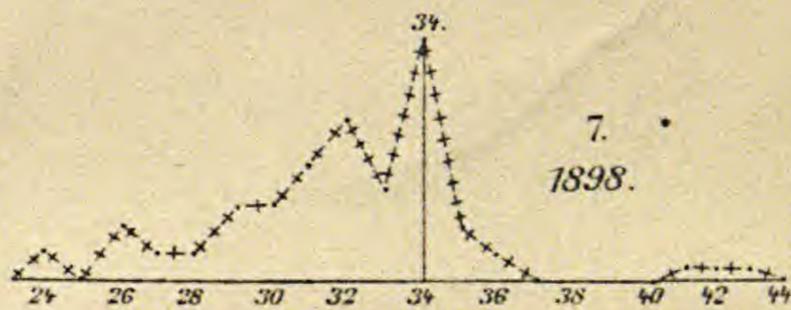
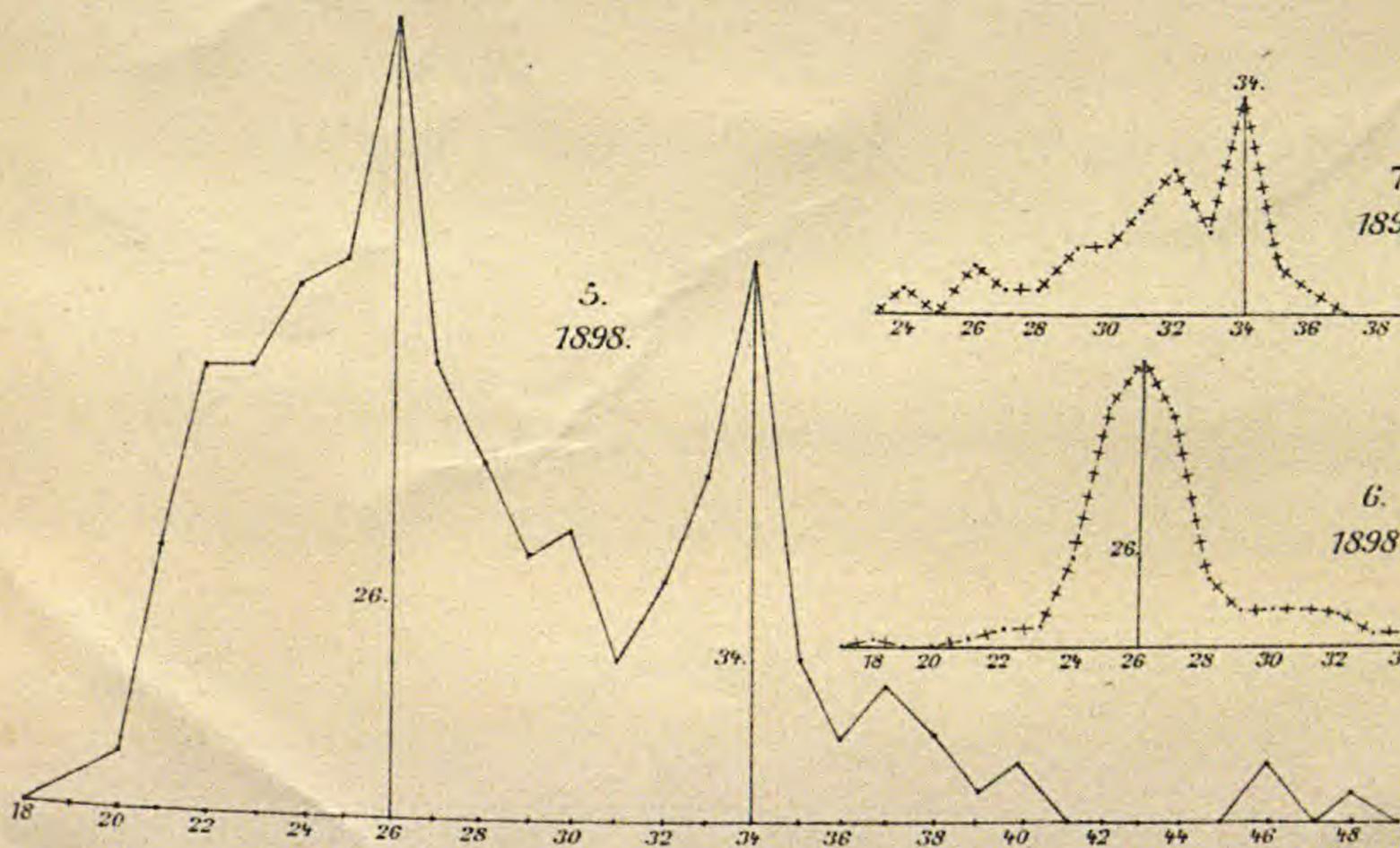
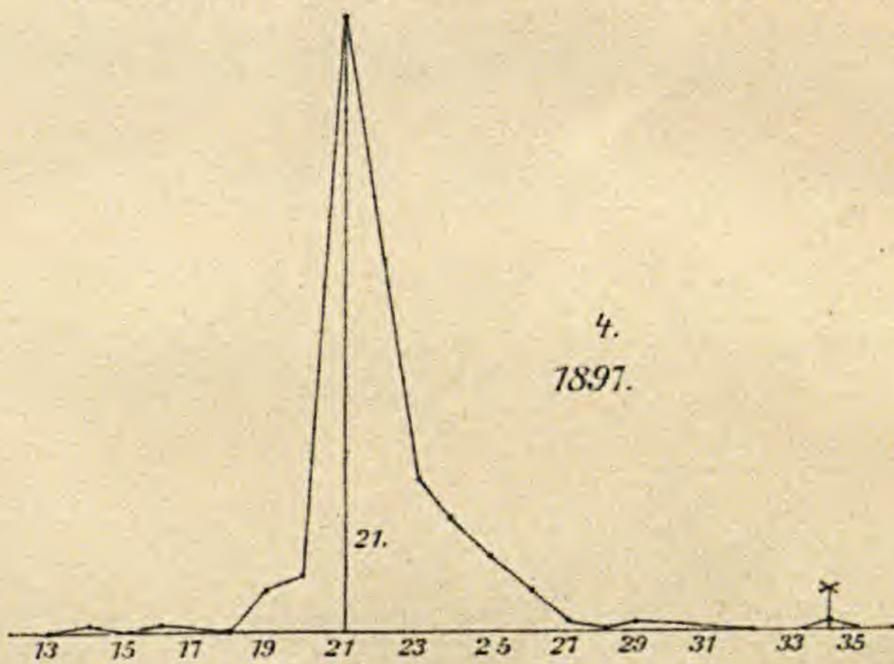
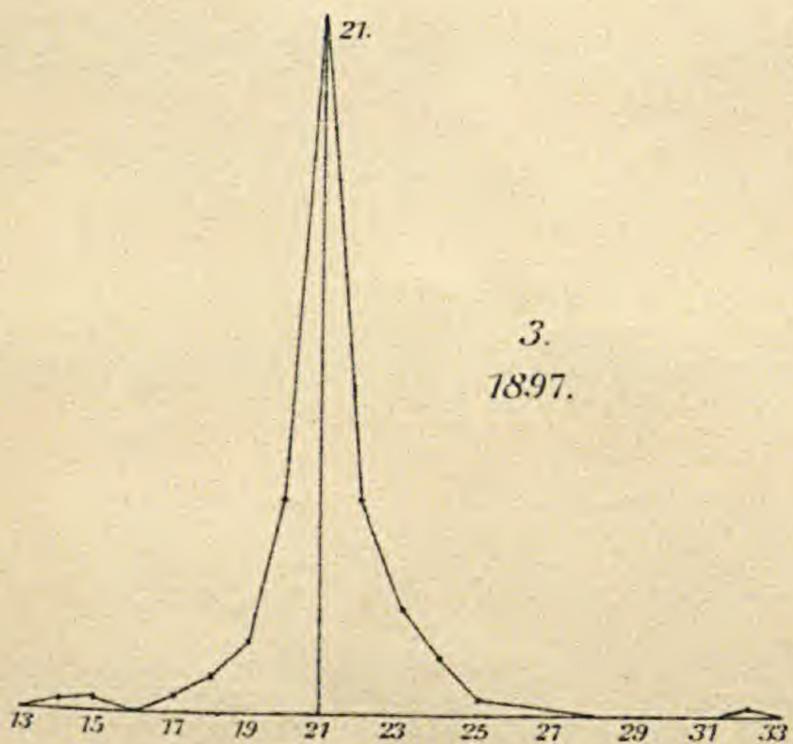
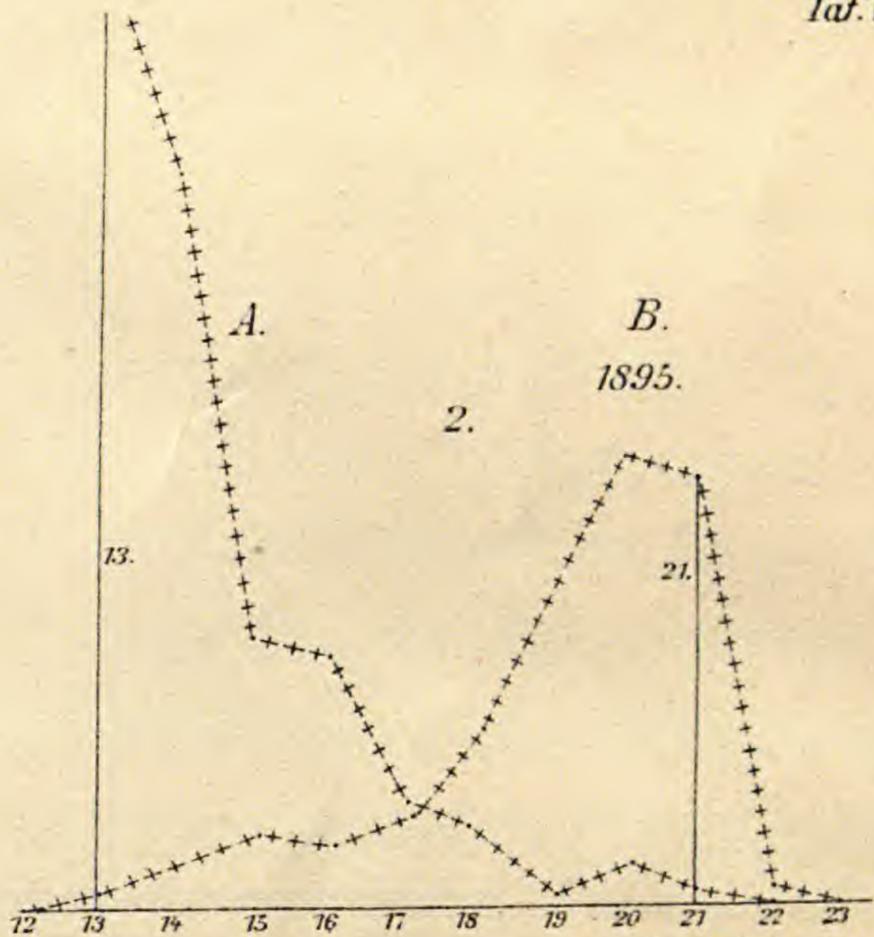
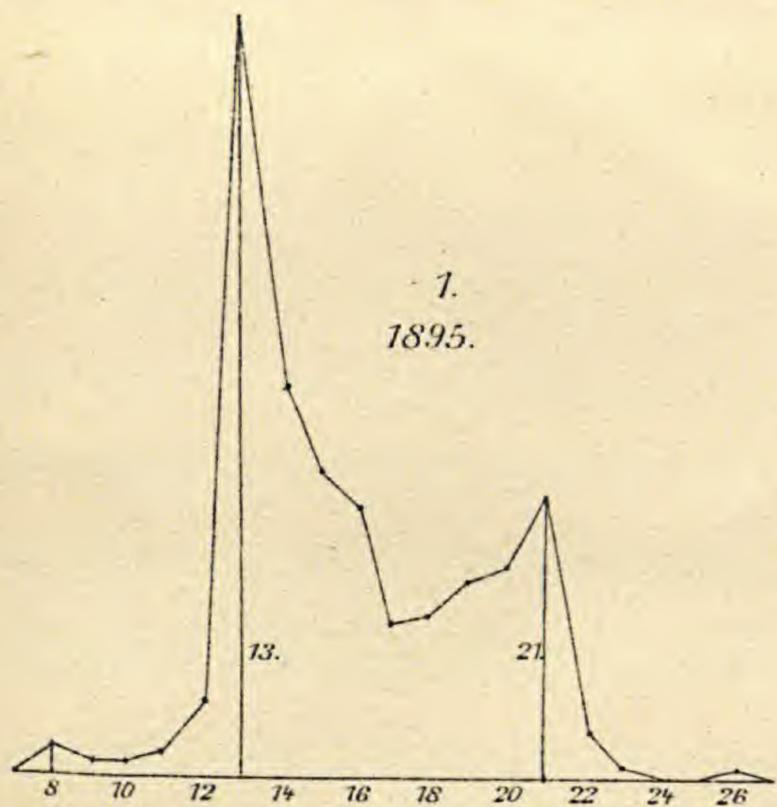
+ + + + Partial-Curven; sie beziehen sich auf die Zahl der Strahlenblüthen in der grösstmöglichen Zahl von Seitenköpfchen einzelner oder weniger Individuen.

Die horizontale Zahlenreihe in jeder Figur deutet die Anzahl der Strahlenblüthen pro Köpfchen an; die Höhe der Ordinate entspricht der Anzahl der Pflanzen resp. der Köpfchen.

- Fig. 1. Die zweigipfelige Curve der Mischrasse aus den botanischen Gärten. Gipfel auf 13 und 21 Strahlenblüthen; Nebengipfel auf 8 und 16.
- Fig. 2. Partialcurven der aus solchem Gemenge gewählten Samenträger. *A* für die 13-er Rasse; *B* für die 21-er und für die hochgradige Rasse. Curven ungleichseitig.
- Fig. 3. Curve der isolirten 21-er Rasse in der dritten Generation 1897. Curve symmetrisch. Gipfel auf 21.
- Fig. 4. Anfang der 26-er und 34-er Rassen. Cultur aus Samen der in dieser Richtung besten Pflanze von 1896. Gipfel auf 21. Das auf der Ordinate 34 verzeichnete, durch \times angedeutete Individuum gab die Samen für die Cultur Fig. 5.
- Fig. 5. Individuelle Curve für die Nachkommenschaft dieser Pflanze. Neue Gipfel auf 26 und 34, und Andeutung eines Gipfels oberhalb 45. Völliger Verlust des Gipfels bei 13 und nahezu völliger Verlust des Gipfels bei 21.

Fig. 6 und 7. Partialcurven aus der Cultur von Fig. 5.

- Fig. 6. Isolirung einer 26-er Rasse. Partialcurve der aus der Cultur Fig. 5 ausgewählten Stammpflanzen. Gipfel auf 26. Curve symmetrisch.
- Fig. 7. Isolirung einer 34-er Rasse. Partialcurve einiger der in der Cultur Fig. 5 auf der Ordinate 34 verzeichneten Pflanzen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: [Ueber Curvenselection bei Chrysanthemum segetum 84-98](#)