

Das normale Längen-, Flächen- und Körperwachstum der Pflanzen.

Von
stud. rer. nat. Georg Ritter.

Mit 1 schematischen Anordnung im Text.

In seiner Mutationstheorie (1) bezeichnet es Hugo de Vries als eine für die weitere Forschung auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete für die Beurteilung der Art und Weise der Entstehung der Spezies, Varietäten etc. wichtige Aufgabe des Variationsstatistikers, an weiteren „*Merkmalen*“ von Organismen die Gültigkeit des von Adolphe Quételet entdeckten, in dessen (2) „*Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme*“ und (3) „*Du système social et des lois qui le régissent*“ verifizierten Verteilungsgesetzes zu prüfen. Es soll also untersucht werden, ob auch hier tatsächlich die Anordnung der Varianten eine solche ist, daß diese arithmetisch dem Gesetze der „*großen Zahlen*“ Bernoulli's und Poissons gehorchend, den Zahlenkoeffizienten des Newton-Pascal'schen Bixomiums $(p + q)^n$ oder in graphischem Ausdrucke den geometrischen Ordinaten eines rechtwinkligen Koordinatensystems entsprechen, wie sie sich durch Berechnung des Integrales

$$\frac{1}{\sqrt{\pi n}} \cdot \int e^{-\frac{xx}{n}} \cdot dx$$

ergeben, ob die des öfteren ermittelten statistischen Verhältnisse ein und desselben Merkmales ferner Konstanz des Gipfels aufweisen etc. Die Bedeutung nun, die dieser Nachweis für die moderne Biologie besitzt, veranlaßte mich, diesbezügliche Untersuchungen anzustellen. So basierte auch ich auf der in typischer Weise bei jeder hinreichend großen Gruppe von Individuen stets zu beobachtenden, nach Maß und Zahl, quantitativ und meristisch verfolgbaren, durch äußere, physikalische und chemische Bedingungen und sonstige biologische Faktoren, durch den „*monde ambiant*“ und die „*causes accidentelles*“ bedingten Ungleichheit jener selbst wie ihrer einzelnen Organe. So untersuchte auch ich die sogenannte fluktuierende, graduelle, reversible, begrenzte, statistische, teils individuelle, teils partielle Variabilität, different von den übrigen, mit dem gleichen

Namen „Variabilität zusammengefaßten Erscheinungen, als der systematischen und der durch Bastardierung erzeugten Polymorphie und der sogenannten „spontanen Abänderungen“, und achtete ebenfalls auf die Konstanz des Maximums der ermittelten Variationskurven, sowie deren Amplituden und Galtons-Quartilwerten Q_1 und Q_2 etc.

Tatsächlich nun fand ich da auch überall, wo nicht *Species minores*, Unterrassen, existierten und somit Summationskurven von gleichen Gipfeln, aber wechselnder Frequenz ergaben, Konstanz. Ja, es ergab sich im großen und ganzen auch eine recht nette Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis, indem mir so teils symmetrische, teils asymmetrische Kurven, die einzelnen Spezialfälle der (4) Pearson'schen Typen, begegneten, wie sie auf anthropologischem Gebiete durch (5) Ammon, auf zoologischem durch (6) Weldon, (7) Bateson, in botanischer Richtung aber vor allem durch (8) Ludwig, (9) de Vries etc. bekannt geworden sind. Und wenn nun dann auch durch kleinere Abweichungen den Bedingungen unseres Problems natürlich nie völlig Genüge geleistet war, so lag dies eben, wie (10) Verschaffelt für solche Fälle zu begründen weiß, daran, daß die einwirkenden Ursachen nicht unendlich an der Zahl sind, und die, welche den Wert der betreffenden Eigenschaft zu vergrößern oder zu verkleinern trachten, die ungünstigen Umstände überbieten, respektive ihnen potentiell nachstehen. Denn, wenn beide Gruppen sich nicht im Gleichgewichtszustande befinden, können ja die Gesetze der Wahrscheinlichkeitslehre ihre völlige Anwendung nicht haben, und die Resultate von Messungen, Zählungen, Wägungen etc. somit nicht zu einem mit der binomialen Kurve genau übereinstimmenden Diagramme Anleitung geben.

In besonders auffallender Weise aber waren es so gewisse Zwischenzahlen, Äußerungen diskontinuierlicher Variabilität, die Abweichungen von der theoretischen Norm bildeten, und die, dem unbegrenzteren Wachstume der Pflanzen entsprechend, weiterhin für diesen fundamentalen Unterschied in der Variation zwischen Flora und Fauna (11) garantierten, obschon sie auf anthropologischem Gebiete allerdings auch nicht völlig unbekannt blieben. Deren Gesetzmäßigkeit bezüglich Konstanz, Frequenz und ihren arithmetischen Werten gaben nun die Veranlassung, daß ich nun systematisch einzelne Kategorieen von Pflanzenorganen, jetzt ausschließlich zwecks ihres Studiums zur empirischen Ermittlung, heranzog, wo nämlich von einem typischen, normalen, regulären Längen-, Flächen- wie Körperwachstume die Rede sein kann.

Die Resultate, die ich bei diesen, einige Jahre hindurch geführten Untersuchungen erzielte, sei mir jetzt gestattet, vorzutragen, indem wir die Betrachtung anderer variationsstatistisch interessanter Fragen einer weiteren Spezialabhandlung vorbehalten wollen.

Ich meine bestimmt annehmen zu dürfen, daß unsere jetzigen Ergebnisse, abgesehen von einem Werte für die Mutationstheorie, sowie für die Kenntnis des Einflusses positiver und negativer Selektion, für die der Erbllichkeit etc., vor allem für neue klare Vorstellungen über das wichtige und interessante Wachstumsphänomen

gegenüber den bislang meist vertretenen, unklaren Vorstellungen über Intussusception und Apposition eine gute Grundlage darbieten. Denn unsere diskontinuierlich variierenden Klassen, die typischen Wachstumsetappen repräsentierend, dürften, soll nicht von vornherein auf jede Erklärung Verzicht geleistet werden, einzig und allein durch einen in der Natur von (12) Otto Müller tatsächlich an der *Bacillariacee Melosira arenaria* beobachteten Teilungsmodus kleinster, von den meisten Forschern zur Erklärung der verschiedensten physiologischen Vorgänge angenommener „Lebenseinheiten“ ihre einfachste, ungezwungendste, mit keinem wissenschaftlichen Ergebnisse im geringsten Widerspruche stehende Begründung erfahren. Dies wurde ja auch bereits von Herrn Hofrat Prof. Dr. Ludwig, mit dessen Ansichten über das Wachstum unsere Arbeit auch in Einklang steht, gelegentlich seiner Untersuchungen über die Variabilität in den Infloreszenzen der *Compositen*, *Umbelliferen*, *Primulaceen* (13) etc. gezeigt. (Siehe auch Schluß!)

Es wäre also zur Erklärung anzunehmen, daß unsere verantwortlich zu machenden organisierten Teilkörper, auf die wir erst später etwas näher eingehen wollen, in der gewöhnlichen Weise rhythmische Zweiteilungen eingehen, wo indes die beiden Teilprodukte im Verhältnisse von Mutter zu Tochter stehen. Daher wird letztere, entsprechend dem Verhalten eines jungen Kaninchens in der bekannten Aufgabe des Fibonacci, eine Reifeperiode überspringend, erst von der übernächsten Generation an an der weiteren, nun regelmäßigen Vermehrung teilnehmen, eventuell freilich, wo Nebenzahlen in die Erscheinung treten, wieder in sprunghaften Unteretappen, indem etwa ein Teil bereits in gewisse Dauerzustände übergegangen sein mag.

Schenken wir nun, nach diesen einleitenden Bemerkungen, auf unsere gesetzmäßigen numerischen Verhältnisse hin unsere Aufmerksamkeit zunächst

Ia. dem regulären linearen Wachstume.

Auf diesem Gebiete wurde ja bereits von (14) Pfeifer im großen und ganzen untersucht, in welcher Ausdehnung, Frequenz und Konstanz der mit unseren Zahlen in naher Beziehung stehende goldene Schnitt in die Erscheinung tritt. Dazu wurde die Untersuchung auf alle Haupt- und größeren Unterabteilungen der in Deutschland und den angrenzenden Ländern, namentlich aber in Österreich vorkommenden Flora, bei der Familie der Farne aber auch auf viele exotische Gattungen und Arten ausgedehnt. Da, wo die Pflanzen nicht in natura zu beschaffen waren, wurden naturgetreue Abbildungen in Photographie oder Naturdruck als besonders das prächtige von (15) Dr. Ritter von Ettinghausen hergestellte Werk: „Physiotopia plantarum Austriacarum“, ferner das von (16) Reuß verfaßte Buch: „Pflanzenblätter in Naturdruck“, sowie die Abhandlung (17) Waldners über „Die Farne Deutschlands“ zur Benutzung herangezogen. Die Untersuchungsmethode war in allen diesen Fällen die, daß an den Vegetabilien mit Hilfe des „Proportional-

zirkels“ festgestellt wurde, ob an gegliederten Objekten sich das Verhältnis des Major zum Minor feststellen ließe. Tatsächlich resultierte denn da auch aus diesen Forschungen ein Ergebnis, welches unzweifelhaft für den von (18) Adolf Zeising in seiner Schrift: „Der goldene Schnitt“ zum erstenmale mit Bestimmtheit ausgesprochenen Gedanken, daß jener nicht nur eine reale, sondern wohl fast universale Bedeutung besitze, zu sprechen schien. Es ergab sich nämlich eine weitausgedehnte Verbreitung dieser Proportion nebst ihren mannichfachen, mathematisch leicht abzuleitenden Spezialtällen und Modifikationen: Von jenen Pflanzenorganen, die durch Form und Größe zu genauen, zuverlässigen, brauchbaren Messungen sich eignen, fungieren vorzugsweise zweierlei, für uns hier inbetracht kommende Kaulome sowie Phyllome als Träger des goldenen Schnittes, soweit sie wenigstens in irgendwelcher Weise eine Gliederung erkennen lassen: die Stengel etwa durch Knoten, Blätter und sonstige Axengebilde zweiter Ordnung, die Blätter etwa bei Fiederung, sekundären Bildungen etc. Besonders schön und typisch ergab sich so die Proportion bei den *Umbelliferen*, während für die Kaulome das Verhältnis der Sectio aurea besonders frequent und exakt in der Blütenregion auftritt. So bei vielen *Labiaten*, als *Lamium album* und *L. maculatum*, ferner von den *Monocotyledoneae*, wo kein Dickenwachstum statthat, vor allem bei den *Gramineae*, *Juncaceae*, *Smilacaceae* und *Alismataceae*, in der Abteilung der *Cryptogamen* schließlich bei den Farnen und verwandten *Equisetaceae*, hier indes meist derart, daß das Verhältnis von Major zu Minor aus Summen von Abschnitten gebildet wird.

Ich selbst habe nun diese Angaben auf diese Methode vielfach auf ihre Richtigkeit hin geprüft, und in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle auch wirklich bestätigt gefunden.

Weiterhin hat Cäsar de Bruyker in MacLeod's Abhandlung (19): „Over correlatieve variatie bij de Rogge en de Gerst“ für die Längen bestimmter Halminternodien genannter Gräser polymorphe Kurven ermittelt. Zweifelsohne beruht es auch hier auf gesetzmäßigen, inneren Vorgängen, daß in dem Polygone IV, dem besondere Beachtung gezollt wurde, das primäre Maximum die Amplitude im Verhältnisse 5:8 teilt, während die sekundären Gipfel eine Gliederung der beiden so erhaltenen Kurvenhälften wieder im Zahlenverhältnisse 3:5, beziehungsweise 2:3 bedingen.

Somit könnte man also schließlich, schon allein auf diesen Tatsachen basierend, mit gutem Rechte ohne Weiteres auf ein Längenwachstum im Zahlenverhältnisse des Fibonacci schließen, und so auch auf eine entsprechende, bereits charakterisierte, ihrer physiologischen Dignität nach als von der sonst meistens zu beobachtenden, im Rhythmus der Potenzreihe 2^n (Glieder = 2 4 8 16 32 Vermehrung der Sporen, z. B. bei *Ascomyceten*, *Florideae*, *Phaeophyceae*, der *Bacteriaceae* und vieler grüner Algen etc.) statthabenden Teilung abgeleiteten Vermehrung unserer noch zu erörternden Teilkörper, die die lebende Substanz aufbauen. Denn es existiert wohl ein kunstästhetisches, aus der Betrachtung der Natur bekanntes, aber kein zwingendes mechanisches Prinzip, demzufolge diese Gesetz-

mäßigkeiten mit Naturnotwendigkeit bedingt erschienen. Aber ich möchte gleichwohl erst noch weitere empirische Belege zur Entscheidung unserer Frage nach der Art der linearen Erweiterung erbringen.

Dazu nahm ich nun Messungen statistisch an den Petioli der Phyllome vor, wobei der Millimeter als Einheit des Maßes zugrunde gelegt wurde. So bestimmte ich zunächst an 12000 Blattexemplaren von *Chaerophyllum temulum* stets die Länge des untersten Internodiums, also der Strecke zwischen den untersten beiden Paaren von seitlichen, das Bild des Gesamtphylloms in verkleinertem Maße reproduzierenden Abzweigungen, sodaß also stets der morphologisch gleichwertige, homologe Teil Berücksichtigung fand.

Bei unseren Objekten dürfte ja wohl das typische Längenwachstum sehr gut zu studieren sein. Zwar geht ja mit zunehmendem Fortschritte in der Längendimension zweifellos auch eine Erweiterung Hand in Hand, dieselbe erweist sich jedoch im Verhältnisse zu jenem so außerordentlich untergeordnet und geringfügig, daß der ganze Wachstumsmodus jedenfalls unmöglich als solcher körperlicher, wie wir ihn in seinem Typus noch werden kennen lernen, angesprochen werden kann. Überhaupt mag wohl die Vergrößerung des Stengelumfanges eher auf Dehnung infolge des Turgors als auf wesentlich neue Stoffeinlagerung zurückzuführen sein.

Des Näheren geschah nun die Untersuchung derart, daß ich das Blatt mit der morphologischen Oberseite auf einen sorgfältig gearbeiteten Metallmaßstab fest auflegte. Dann gestatteten mir jedesmal die an den Insertionsstellen der erwähnten seitlichen Teilblättchen am Blattstiele quer zu dessen Axe orientierten kleinen Erhebungswulste, die Knoten, in allen Fällen eine zuverlässige, brauchbare Längenablesung. So war auch mit ziemlich absoluter Genauigkeit eine Entscheidung durch Konstatieren der größeren Annäherung an zwei fragliche, um einen Millimeter differente Größen zu treffen da, wo das Maß nicht genau mit dem Ende einer Einheit kollidierte.

Die auf diese Weise empirisch ermittelten Resultate repräsentiert uns nun arithmetisch die folgende Tabelle, indem trotz des Vorteiles größerer Anschaulichkeit und Übersichtlichkeit, gleichwohl der Schwierigkeit der Darstellung wegen auf eine graphische Darstellung nach der Methode der (20) „Rectangles“ oder dem Prinzipie der (20) „Loaded ordinates“ Verzicht geleistet wurde.

Länge des untersten Internodiums am Phyllome
von *Chaerophyll. temul.*

mm-Zahl:	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
Frequenz:	62	154	226	299	<u>384</u>	353	<u>620</u>	594	653	<u>771</u>	727	617	<u>641</u>	486	434	<u>437</u>	338	<u>351</u>	341	224	<u>236</u>							
mm-Zahl:	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49			
Frequenz:	202	<u>239</u>	191	172	<u>176</u>	138	97	<u>119</u>	103	<u>110</u>	94	<u>108</u>	82	74	<u>99</u>	73	80	<u>90</u>	78	<u>70</u>	58	44	<u>55</u>	<u>51</u>	37			
mm-Zahl:	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Frequenz:	<u>47</u>	43	<u>50</u>	27	<u>40</u>	<u>41</u>	15	16	<u>27</u>	15	<u>23</u>	11	9	<u>13</u>	8	7	4	3	<u>4</u>	2	1	—	<u>4</u>	<u>5</u>	3	1	<u>2</u>	1

Gar leicht läßt sich da aber auch so erkennen, daß in großen Zügen die Anordnung der Varianten eine solche ist, wie sie den theoretischen Anforderungen des Binomiums entspricht. Wir sehen so ja auch bei uns ein „Zentrum größter Dichte“, um das die übrigen Variationen sich gruppieren, und zwar im großen und ganzen mit um so geringerer Frequenz, je entfernter die betreffenden Klassen vom Maximum liegen, je größer also der betreffende relative Klassenwert ist.

Aber, wie bereits gesagt, ist es das Überwiegen gewisser Zwischenzahlen, die die kontinuierliche Variation unterbrechen, das mit der strengen Form des Quételet'schen Gesetzes nicht in Einklang zu bringen ist, sondern einen fundamentalen Unterschied bedingt. Und ich meine nun, daß durch das Raisonnement, daß die Bedingungen und Verhältnisse der Außenwelt auf die Gestaltung beim Wachstumsprozesse doch regellos und willkürlich modifizierend einwirken müssen, diese Äußerungen diskontinuierlicher Variabilität ihre Begründung schon von vornherein keinesfalls erfahren können. Denn selbst da, wo es sich um „anorganische Ereignisse“ handelt, als z. B. um die Temperatur während eines Jahres, oder um andere „Zufälligkeiten“, als die Geburt männlicher Individuen, die Häufigkeit eines bestimmten Buchstabens auf je einer von einer großen Reihe gleichlanger Zeilen etc., besteht zwischen den empirisch ermittelten Variationskurven und den theoretisch abgeleiteten Polygonen eine auch zahlenmäßig ganz verblüffende Übereinstimmung: Wie überall, wo konstante Ursachen und zufällige, veränderliche Einflüsse bei dem Zustandekommen eines Ereignisses sich geltend machen, paralysieren sich nämlich bei Ermittlungen in der „großen Zahl“ die Nebenwirkungen, weil sie nach den allerverschiedensten Richtungen hin statthaben.

Müssen wir also schon aus diesem Grunde diesen Sekundär-
gipfeln unsere nähere Beachtung zollen, so kann uns aber weiterhin deren Konstanz, mit der sie schon bei, mit Rücksicht auf die beträchtliche Variationsweite, die Amplitude der Kurve, relativ nur wenigen Messungen in die Erscheinung treten, auch nur zu einem gleichen Verhalten bestimmen. Wir sehen nämlich aus folgender Tabelle, deren einzelne Reihen uns die festgestellten Variationsverhältnisse bei zweimal je 5000 und einmal 2000 Individuen, wie sie etappenweise zur Untersuchung gelangten, vor Augen führt, daß tatsächlich, ungeachtet der auf die Variabilität als Ernährungserscheinung doch modifizierend einwirkenden Verschiedenheiten verschiedener Nährböden, in den Reihen 1 und 2 die Maxima völlig dieselben sind. Nur Spalte 3 läßt erkennen, daß die aber auch nur im Fehlen gewisser Partien bestehende Abweichung doch noch nicht geschwunden ist, vielleicht auch infolge des verschiedenen Beobachtungsmaterials. Denn eine vorwiegende Berücksichtigung von solchen Formen, die von Standorten herrühren, wo die durch die Lokalität bedingte Selektion besondere Größenvarietäten aufkommen ließ, mag wohl die Veränderung bedingt haben.

Gleichwohl befindet sich überall, wie besonders betont sein mag — es waren ja die Messungen an sämtlichen brauchbaren

Phyllomen je eines ganzen Pflanzenstockes vorgenommen worden dasselbe primäre Maximum. Hieraus ist allein schon zu entnehmen gestattet, daß die Größe der Neigung, bis zu einer gewissen, bestimmten Stufe in der Entwicklung fortzuschreiten, eine unter normalen Verhältnissen streng geregelte, den Teilkörpern inhärente ist. So hat sich ja auch für (21) *Chrysanthemum segetum* beispielsweise derselbe Gipfel bei Zählungen der Randstrahlen für Individuen aus Thüringen wie aus Holland ergeben, und es darf wohl mit Recht angenommen werden, daß eine gleiche Übereinstimmung sich auch für unser Objekt nachweisen läßt. Jedenfalls aber können auch wir schon aus der Konstanz des Hauptgipfels wie der sekundären Maxima feststellen, daß der Gestaltungsprozeß aus inneren Gesetzen heraus und bis zu einem gewissen Grade unabhängig und unbeeinflußt von äußeren Faktoren, dank der Wirkung gewisser organischer Kräfte, verläuft. Denn es bedarf wohl keines besonderen Beweises, daß chemische wie physikalische Faktoren an den Standorten unserer *Umbellifere* nicht die gleichen waren. Im Einklange mit diesem Ergebnisse hat man ja auch im (22) Heidelberger Botanischen Garten, als man das Blühen der Kirschbäume auf das Allergenaueste erforschte, gefunden, daß es sich in ziemlicher Unabhängigkeit von den Launen z. B. des Wetters abspielt. So vermag hier die Sommertemperatur die Entwicklung, die, wie neuere Untersuchungen völlig bestätigen, in zwei streng geschiedene Perioden, durch die Winterruhe unterbrochen, zerfällt, nicht im mindesten zu beeinflussen. Auch während der Frühjahrsentfaltung können Schwankungen der Temperatur den Verlauf des Wachstumtempos nicht ändern. Die Blüten entwickeln sich im März stets rascher als im Februar. Dabei erweist es sich gänzlich gleichgiltig, ob jener wärmer ist wie dieser oder nicht. Nur auf den Gesamtverlauf der Blütenbildung hat die Temperatur Einfluß, und ein nasses, aber dabei warmes Frühjahr sieht die Gegenden früher in Blütenschmuck prangen, als ein kaltes, trockenes. Ganz besonders aber gibt sich die teilweise Unabhängigkeit der Lebenserscheinungen von der Temperatur hier dadurch zu erkennen, daß von Oktober an die Knospenentfaltung ruht, mag nun ein herrlicher Spätherbst die Sommerwärme wieder auf Wochen zurückrufen, oder ein Frühwinter vorzeitig strenge Kälte uns bringen.

Länge des untersten Internodiums am Phyllome
von *Chaerophyll. temul.*

	mm-Zahl:	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
n = 5000, Frequenz:		62	93	125	131	<u>141</u>	136	<u>253</u>	242	281	<u>301</u>	289	223	<u>230</u>	203	147	<u>149</u>	126	<u>131</u>	124
n = 5000, „	:	—	61	101	143	<u>172</u>	153	<u>271</u>	263	245	<u>329</u>	261	243	<u>252</u>	171	<u>163</u>	<u>163</u>	132	<u>129</u>	111
n = 2000, „	:	—	—	—	25	<u>71</u>	64	<u>96</u>	89	127	<u>141</u>	157	151	<u>159</u>	112	<u>124</u>	<u>125</u>	80	<u>91</u>	86

	mm-Zahl:	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
n = 5000, Frequenz:		81	<u>90</u>	92	<u>103</u>	89	68	<u>70</u>	62	55	<u>60</u>	48	<u>52</u>	49	<u>51</u>	38	<u>46</u>	<u>46</u>	42	41	<u>42</u>	35	31	25	23
n = 5000, „	:	91	<u>95</u>	72	<u>93</u>	85	79	<u>81</u>	69	40	<u>58</u>	55	<u>56</u>	45	<u>54</u>	43	28	<u>52</u>	30	39	<u>46</u>	43	39	33	21
n = 2000, „	:	52	<u>52</u>	38	<u>43</u>	17	25	<u>25</u>	7	2	<u>1</u>	—	<u>2</u>	—	<u>3</u>	1	—	<u>1</u>	1	—	<u>2</u>	—	—	—	—

	mm-Zahl:	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
n = 5000, Frequenz:		<u>26</u>	23	22	<u>22</u>	20	<u>21</u>	9	<u>18</u>	<u>18</u>	10	<u>10</u>	<u>15</u>	8	<u>13</u>	9	5	<u>7</u>	<u>7</u>
n = 5000, „ :		<u>29</u>	<u>28</u>	15	<u>25</u>	23	<u>29</u>	18	<u>22</u>	<u>23</u>	5	6	<u>12</u>	7	<u>10</u>	2	4	<u>6</u>	1
n = 2000, „ :		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	mm-Zahl:	65	66	67	68	69	70	71	72	63	74	75	76	77
n=5000, Frequenz:		5	2	<u>2</u>	<u>2</u>	—	—	—	—	1	—	—	—	—
n=5000, „ :		2	2	<u>1</u>	<u>2</u>	2	1	—	<u>4</u>	<u>4</u>	3	1	<u>2</u>	1
n=2000, „ :		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Würden wir nun hier, für die beiden ersten Reihen den einzelnen Klassen korrespondierende Strecken auf den Abscissen und der Frequenz der einzelnen verschiedenen Vorkommnisse entsprechende auf den Ordinaten je eines rechtwinkligen Koordinatensystemes auftragen, so ergäben dann die Verbindungslinien der so festgelegten Punkte Kurven mit so täuschend ähnlichem, fast völlig gleichem Verlaufe, daß sie zur Diagnose unserer Spezies dienen könnten. Reduzieren wir für unsere Maxima die große Zahl der Beobachtungen auf je 100 Ermittlungen, stellen wir also die prozentuale Häufigkeit dar, so erkennen wir aber auch so schon aus der relativ hervorragenden Gleichheit der Frequenz nicht nur in weit besserem Maße die Richtigkeit unserer im vorigen Abschnitte bereits erkannten Erscheinung einer gewissen Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einwirkungen bezüglich des Entwicklungsprozesses, sondern gewinnen weiterhin die Vorstellung, daß, soweit nicht allzustark eine Differenz der „Ernährung“ sich geltend macht, die Eigenschaft unsrer Pflanze, in den betreffenden Zwischenzahlen regelmäßig zu variieren, nicht nur eine qualitativ, sondern auch quantitativ erbliche ist. Natürlich kann dadurch auch nur weiterhin gewährleistet sein, daß unseren Zahlenverhältnissen eine besondere, tiefe Bedeutung zukommt.

Häufigkeit der einzelnen Gipfel-Klassen in %
in Spalte 1 und 2 obiger Tabellen (zum Vergleiche!):

mm-Zahl:	8	10	13	16	19	21	24	26	29	32	34	36	38
% Frequenz:	2,82	5,6	6,02	4,6	2,98	2,62	1,8	2,06	1,4	1,2	1,04	1,02	0,92
% „ :	3,44	5,42	6,58	5,04	3,26	2,58	1,81	1,86	1,62	1,1	1,11	1,08	0,56

mm-Zahl:	39	42	47	48	50	52	54	55	57	58	60	63
% Frequenz:	0,92	0,84	0,52	0,46	0,44	0,42	0,36	0,36	0,2	0,3	0,26	0,14
% „ :	1,04	0,92	0,58	0,56	0,5	0,58	0,44	0,42	0,16	0,24	0,2	0,12

Endlich aber verraten ihrem arithmetischen Werte nach die Zwischenklassen selbst nicht Willkür, sondern strenge Gesetzmäßigkeit. Denn sie sind weiterhin, wie bereits kurz angedeutet, zu den Gliedern der mathematisch bestimmten Reihe des Fibonacci, die uns in ihren Simplis und Multiplis aus den Näherungswerten der Braun- und

Schimper'schen unendlichen Kettenbrüche (Blattstellungsgesetze!)

$$\frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$

$$\frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$

$$\frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$

vertraut sind. in direkte Beziehung zu bringen. So bestätigen sie auch das beim Studium anderer „Merkmale“ entdeckte Gesetz (23), daß bei Unterschwankungen der Variation die Intervalle der Hauptvariationsgipfel durch die der Nebenvariation in den Näherungsverhältnissen des goldenen Schnittes geteilt werden. Wie nämlich anschließende Übersicht dartut, lassen sich — obschon der Millimeter an und für sich von vornherein natürlich nicht als „Maßstab der Natur“ aufzufassen ist und, abgesehen von manchen nicht zu vermeidenden Beobachtungsfehlern, z. B. das gleichwertige Überwiegen zweier benachbarter Klassen ebendarauf zurückzuführen sein mag — sämtliche diskontinuierlich variierende Zahlen, analog den chemischen Elementen im periodischen Systeme direkt in einzelne engere Reihen zerlegen oder dazu in Beziehung bringen. Daher dürfte nunmehr nach den früheren Beweisen der Konstanz und erblichen Regelung wohl jeder Zweifel daran geschwunden sein, daß sie keine zufälligen Erscheinungen sind, sondern eine wichtige Rolle im Leben spielen, und, da keine andere Erklärungsmöglichkeit bestehen dürfte, auf die von uns vindizierte gesetzmäßige, einfache Teilung hinweisen.

Zahlen des Fibonacci (s. schematische Anordnung i. folg.).

1) Zahlen der Hauptreihe:

(1) (2) (3) (5) 8 13 21 34 55

Multipla: 24 = 3 . 8 39 = 3 . 13 63 = 3 . 21 (Dupla s. 1. Nebenr.)
 32 = 4 . 8 52 = 4 . 13 48 = 2 . 24 64 = 2 . 32

2) Zahlen der Nebenreihen:

(4) (6) 10 16 26 42 (68)

(7) (11) (18) 29 47 76

Multipla: 32 = 2 . 16 36 = 2 . 18 | 64 = 2 . 32 72 = 2 . 36
 48 = 3 . 16 54 = 3 . 18 — 58 = 2 . 29

Ebenso ergeben sich bei der vindizierten Vermehrung:

38 = 2 . 19

57 = 3 . 19

19 teilt den Intervall zwischen 16—21 im Verhältn. 3:2

(5 . 10 =) 50	„	„	„	„	47—55	„	„	3:5
(6 . 10 =) 60	„	„	„	„	55—68	„	„	5:8
73	„	„	„	„	68—76	„	„	5:3

Bei unserem Objekte nun war bei der empirischen Ermittlung stets einem ganz bestimmten, homologen Teile am Phyllome die Beachtung geschenkt worden. Es mußte ja so zweifelsohne am untrüglichen die Art des linearen Wachstumes festzustellen sein. Die prinzipielle Übereinstimmung aber, die sich so für das Größen-

verhältnis benachbarter Internodien durch die Untersuchungen Pfeifers, wie für die Entwicklung des Einzelnen aus meinen Resultaten ergab, indem in beiden Fällen die Zahlen der Lame'schen Reihe eine Rolle spielen, schien es mir nun auch zulässig zu machen, daß bei weiteren Messungen an anderen analogen Objekten nunmehr sämtliche Internodien zur Untersuchung herangezogen würden; dann müßten ja, dem Verhältnis von Major zu Minor zufolge, gleichwohl wieder in der großen Zahl der Beobachtungen entsprechende Gesetzmäßigkeiten in derselben Weise ihren Ausdruck erhalten, wenn auch hier wieder ein gleicher Entwicklungstropus statthaben sollte.

So verfuhr ich denn auch wirklich mit den Phyllomen von *Sambucus nigra* und ebenfalls auch von *Robinia pseudacacia*, bei welcher letzterer aber nicht das Verhältnis von Major zu Minor ausgeprägt ist. Auch hier wurde wieder von möglichst voneinander ferngelegenen Standorten in beiden Fällen das Material gesammelt, da ja so auch allein am sichersten das konstante Auftreten bestimmter Zahlenverhältnisse für die tiefe, innere Bedeutung garantieren muß.

Wirklich, nun stellten sich, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist, trotzdem doch bei unserer „Akacie“ die Koexistenz mehrerer gleichwertiger Rassen oder eine starke Selektion auch eine weitere Differenz, bezüglich des jeweiligen primären Maximums, bedingt, auch diesmal wieder, wo es sich nicht mehr um partielle Variabilität handelt, die ganz gleichen Gesetzmäßigkeiten dar: Die Koinkidenz der jetzt erhaltenen Zwischenklassen mit den früheren hinsichtlich ihrer arithmetischen Wertigkeit — eine geringfügige Abweichung, die Äquivalenz der Klassen 16 und 17 bezüglich ihrer Frequenz etc. und sonstige spezifische Eigentümlichkeiten in der Variation, als z. B. das Fehlen eines Maximums bei 19, können wohl kaum eine andere Auffassung begründen — muß natürlich nicht nur unser früheres Resultat weiterhin bestätigen, sondern auch in allgemeinerer Weise die Entwicklung als eine nicht nur prinzipiell, sondern bis zu einem gewissen Grade auch absolut gleiche erscheinen lassen. Somit stehen aber ihrer systematischen Stellung nach verschiedenste Arten und Sippen in verwandter Beziehung zueinander, wie dies, durch die Resultate der späteren Abschnitte weiterhin ebenfalls ersichtlich, nach kurzer Erörterung unserer Teilkörper dank deren physiologischer Bedeutung ohne weiteres verständlich wird.

Auch Herr stud. math. G. Wagner, der in Göttingen, ohne im Wesentlichen in die zu beobachtenden Gesetzmäßigkeiten eingeweiht zu sein, lebenswürdiger Weise das Resultat beim Hollunder nachprüfte, erhielt bei relativ schon wenigen Messungen ein gleiches Ergebnis.

Länge der Internodien am Phyllome von *Sambucus nigra*.
n = 1800.

mm:	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Frequenz:	3	<u>15</u>	15	30	<u>51</u>	60	<u>78</u>	63	<u>120</u>	96	78	<u>87</u>	72	54	<u>72</u>	<u>72</u>	48	36	57	<u>66</u>	51	54
mm:	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43		
Frequenz:	<u>57</u>	12	<u>63</u>	39	30	<u>42</u>	33	30	<u>39</u>	24	<u>30</u>	27	15	12	<u>21</u>	<u>21</u>	12	9	5	1		

Länge der Internodien am Phyllome
von *Robinia psindacacia*.

mm:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Frequenz:	7	17	<u>54</u>	53	<u>118</u>	121	159	<u>246</u>	254	289	<u>402</u>	394	<u>422</u>	<u>418</u>	363	<u>392</u>	341	126	
	—	12	<u>26</u>	19	<u>40</u>	42	65	<u>117</u>	118	153	<u>227</u>	198	196	<u>191</u>	101	<u>103</u>	98	76	
mm:	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38				
Frequenz:	<u>117</u>	68	53	31	19	16	14	6	<u>5</u>	—	<u>3</u>	1	—	—	<u>1</u>				
	<u>80</u>	16	<u>13</u>	—	2	<u>4</u>	1	2	—	—	—	—	—	—	—				

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} n = \begin{cases} 4500 \\ 1900 \end{cases}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} n = \begin{cases} 4500 \\ 1900 \end{cases}$$

Also konstatieren wir, wenn wir unsere Ermittlungen kurz zusammenfassen, daß das normale, typische Längenwachstum der Pflanzen kein gleichmäßiges, sondern ein sprungweises, rythmisches, erblich streng geregeltes, aber durch starke Selektion zu beeinflussendes, selbst dann aber noch gesetzmäßiges ist. Denn stets werden ganz bestimmte arithmetische Entwicklungsstufen — ev. Abweichungen liegen innerhalb der zulässigen Fehlergrenze — eingehalten, die unter allen Umständen die typischen Wachstumsetappen durch ihre Frequenz repräsentieren. Dieselben geschehen im Verhältnisse der Fibonacci-Zahlen, und zwar ungeachtet der Stellung der Spezies in der Phyllogenie, in bestimmter, übereinstimmender Weise. Sie deuten auf eine einheitliche, gesetzmäßige, einfache, in der Natur auch wirklich beobachtete Teilung gewisser, zum Verständnisse aller physiologischen Vorgänge mit Notwendigkeit anzunehmender, auf wissenschaftlicher Grundlage in ihrem Bestande logisch erschlossener „Lebenseinheiten“ hin. Wenigstens dürfte auf andere Weise eine Erklärung nicht zu geben sein. Der Wachstumsmodus scheint ziemlich verbreitet zu sein. Die Fälle, wo das Verhältnis von Major zu Minor in der Länge benachbarter Internodien zur Erscheinung gelangt, sind als Spezialfälle des allgemeineren aufzufassen, wo — wie bei *Robinia* — beliebige Fibonacci-Glieder auftreten, ohne daß dabei die Proportion der Sectio aurea nachzuweisen ist. Offenbar aber deutet jede solche Segmentierung und regelmäßige Gliederung auf eine gleiche Orientierung unserer vindizierten Teilkörper in der Richtung der Axe des wachsenden Organes, die Erscheinung der Sectio aurea aber speziell auf eine qualitativ gleichartige Vermehrung (stets z. B. Zahlen der Haupt- oder Nebenreihe!) hin, wo indes in quantitativer Beziehung durch den in höheren Regionen immer mehr verminderten Saftdruck, durch die Verteilung der wirkenden Kraft auf die daselbst anzutreffenden Abzweigungen, den Einfluß der Gravitation, vor allem aber durch Erblichkeit etc. beeinflusst, ein Ende der Teilungen gegeben sein mag. So ist dann auch jeder scharfe Gegensatz zwischen Organen mit der Ausbildung der Proportion und solchen, wo das Verhältnis nicht ausgebildet ist, durch die Fälle beseitigt, wo sich erst aus Summen von Abschnitten dank der Wirkung der genannten Faktoren und des der Art und dem Individuum spezifischen Charakters der goldene Schnitt ergibt. —

Daß sich nun gewisse organisierte Körper, die die gesamte lebende Substanz aufbauen, in der von uns angenommenen Weise teilen, dafür spricht nun aber neben manchen weiteren noch eine Gruppe von Erscheinungen, die ich hier zu besprechen anschließen möchte. Denn wenn auch wohl die Sectio aurea ihrem ursprünglichen Begriffe nach ein Verhältnis geradliniger Strecken ist, so kann doch gleichwohl auch da, wo es sich um krummlinige Strecken handelt, beispielsweise beim Stengelumfang und seiner Teilung durch am Kaulome inserierte Blattorgane, das Verhältnis nachgewiesen werden. Ich meine

Ib. die numerische Variation der in Divergenzen angeordneten Organe.

Zwar können wir uns da mit Hofmeister und (24) Schwendener sehr wohl vorstellen, daß die seitlichen Sprossungen in ihrem Jugendzustande nach ihrem Hervortreten am Vegetationspunkte ihres Kaulomes gesetzmäßige Verschiebungen erleiden. Denn ihr Ausdehnungsbestreben wird sich parallel und quer zur Axe desselben in einer anderen Weise äußern, als es deren Längen- und Dickenwachstum zuläßt. Letzteres muß ja auf die seitlichen Sprosse einen Widerstand nach einer Richtung hin ausüben, und zwar das Dickenwachstum einen longitudinalen Druck und transversalen Zug, das Längenwachstum aber einen longitudinalen Zug und transversalen Druck. Dann könnten ja auch wir unter der Voraussetzung einer bestimmten Querschnittsform und gleichbleibender, später unter sich ändernder Form und Größe diesen Einfluß auf durchaus logische, sinnreiche Weise erklären, und auf mathematische Anschauungen zurückführen, die schließlich die Spiralstellungen ergäben, die sich unserer Wahrnehmung darbieten, aber durch Druck und Zug, durch Größenabnahme der Axe und Größenzunahme der seitlichen Organe auf eine a priori zu bestimmende Weise modifiziert werden.

Doch prüfen wir die Zahl der in diesem bestimmten Divergenzverhältnisse angeordneten homologen Glieder, so folgen also auch da wieder Gesetzmäßigkeiten, die wieder nicht auf mechanische Weise durch die (24) Juxtapositionstheorie oder die (25) Hypothese der sphärotaktischen Säule und der Phyllopodien Delpinos ihre Begründung erfahren können. Denn zunächst berühren ja schon die mechanischen Erklärungen die Entstehung der betreffenden Organe überhaupt nicht; dann aber sind ja auch ihnen zufolge sowohl die Spiralen als die mit denselben mathematisch zusammenhängenden Divergenzen nichts als geometrisch abgeleitete Dinge, die leicht in die Pflanze hineinkonstruiert werden können, und für die Anschauung wohl sehr lehrreich und praktisch, aber jeder entwicklungsgeschichtlichen gesetzlichen Bedeutung entbehren. Schließlich treten die Gesetzmäßigkeiten in der numerischen Variation auch da in die Erscheinungen, wo von Divergenz überhaupt keine Rede sein kann.

So ließe sich hier wohl auf (26) *Primula officinalis* hinweisen, wo in der großen Zahl der Fälle fünf Blüten ihre Ausbildung erfahren, aber, wenn andauernd günstige Vegetationsbedingungen bestehen, dann zwischen den bereits vorhandenen weitere kleine Knöspchen hervorsprossen, die wohl schon in der ursprünglichen Anlage vorhanden gewesen sein mögen, deren Zahl aber jedenfalls wieder eine unserer Reihe zugehörige ist. (Gipfel dann 8, ev. 13.)

Auch die Blattrippenzählungen dürfen hier nicht unerwähnt bleiben. Auch hier kann von einer gegenseitigen Beeinflussung gar keine Rede sein, aber auch hier treten so ohne Druck und Verschiebung stets Gipfelzahlen des Fibonacci auf, wie dies bereits für mehrere Fälle (27) erwiesen wurde, und in einer demnächst zu veröffentlichenden Abhandlung von mir weiter dargetan werden soll.

Strenge Regelmäßigkeiten nun, wie wir sie hier demonstrieren wollen, sind ja bereits von Ludwig an seinen zu Beginn erwähnten Merkmalen, meist pentameren Phanerogamen konstatiert worden.

Jetzt soll nun gezeigt werden, daß dieselben, soweit freilich nicht eine ausschließlich quirlige Anordnung der Organe statthat, gleichwohl auch an tetrameren Phanerogamen sehr gut zu beobachten sind. Nur mag zuvor noch kurz darauf hingewiesen werden, daß die von Vogler in seiner Arbeit über die (28) „Variationskurven bei Pflanzen mit tetrameren Blüten“ teilweise ermittelten Gipfel für *Knautia arvensis* mit meinen für *Succisa pratensis* erhaltenen, entsprechend der verwandten Beziehungen beider Spezies, gut übereinstimmen. Sicherlich wäre dies in vollkommenerem Maße der Fall, wenn von dem genannten Autor zahlreichere Ermittlungen angestellt wären. Auch mag erwähnt werden, daß auch für die anderen Fälle, wo, von der Art des Verzweigungssystems jeweilig abhängig, abweichende Maxima natürlich erhalten wurden, bereits von (29) Wastels in seiner Erörterung „Over de ligging de Maxima in Variatiekurven en het voorkomen der Fibonaccigetallen“ eine Erklärung durch einen, wegen der allen seinen theoretischen Reihen gemeinsamen Faktoren zu unserer Lame'schen Reihe in Beziehung zu bringenden Teilungstropus gegeben werden konnte (wie ja überhaupt alle numerischen Gesetzmäßigkeiten auf besondere, von der Vermehrung des Fibonacci nur geringe Modifikationen erfordernde Teilungen in der Organanlage zurückzuführen wären).

Allerdings ist ja die Tetramerie bei dem Wiesenabbiß nur eine scheinbare (30), da wohl die Krone meist vierzählig ist, doch dies Verhalten nur aus einer Verwachsung eines typisch fünfzähligen Planes resultieren dürfte. Es fällt nämlich die Krone über die Kelchteile, statt mit ihnen zu alternieren, ferner wurden von Wydler Fälle beobachtet von der Ausbildung eines fünften, alsdann median nach hinten, also einem der Kronenteile anteponiert stehenden Staubgefäßes, das auf eine fünfzählige Kronenbildung hindeutet. Weiter kommen gleichzeitig promiscue vier- und fünfzählige Kronen vor, ebenso Blüten, die

auch im Kelche pentamer sind. Auch die Analogie fernerhin mit den verwandten *Valerianaceae* und *Compositae*, Pflanzen mit fünfzähligem Schema, dürfte so ja wohl das Verhalten in Krone und Andröceum entsprechend den *Plantagineae* erklären. Dann wären also die in Fällen von Pentamerie freien zwei oberen Petalen in den pseudotetrameren Pflanzen verwachsen, das mit ihnen verwachsende Staubgefäß unterdrückt, und die Entstehung des oberen Kronenteiles mit nur einem einzigen Primordium würde auf kongenitaler Verwachsung beruhen. Andererseits aber ist dann die Anlage mit zwei Primordien bei *Scabiosa* keine Spaltung, sondern Rückkehr zum Typus, der sich so auch bei anderen Arten der Familie, bei *Pterocephalus*, *Morina* etc. findet, für die alle deswegen wohl auch dieselben numerischen Gesetze zu vindizieren sind (soweit sie zur Prüfung geeignete Merkmale besitzen).

Betreffs der Variation der Blüten der Hauptachse vermochte ich nun aber leider nicht jene völlig zu bestimmen, da trotz der ziemlich beträchtlichen Zahl wegen der großen Amplitude noch kein bestimmtes konstantes Maximum sich erkennen läßt, wenn schon natürlich auch hier bereits, da für sie die Regeln der Kollektivmaßelehre eher ihre Anwendung finden, die seltener auftretenden seitlichen Klassen in geforderter Weise mit größerer Entfernung vom Bereiche des Hauptgipfels eine immer geringer werdende Frequenz aufweisen. Offenbar aber dürfte hier beim Weiterzählen auch eine Fibonacci-Zahl das Maximum ergeben haben, vielleicht ein Duplum, wie es so ja auch im Divergenzbruche, der hier $10/16$ beträgt, zum Ausdrucke gelangt, und wie es weiter durch die besonders bei graphischer Darstellung anschaulichen Variations-Verhältnisse in den zahlreichen diskontinuierlichen typischen Äußerungen sämtlich von Fällen zweigliedriger Quirle (Überwiegen der geraden Zahlen!) wahrscheinlich erscheinen muß (in Übereinstimmung auch mit manchen Vorkommnissen der *Koniferen*-Zapfen, wo man beispielsweise bei *Pinus Picea* öfters neben der gewöhnlichen $8/21$ -Form einer solchen mit 16 resp. 26 Parastichen begegnet).

Um so günstiger aber gestaltete sich das Resultat, das mir das Studium der Infloreszenzen der sekundären Achsen und der Abzweigungen noch höherer Ordnung ergab. Hier werden jetzt — wie folgendes Schema dartut — im Einklange auch mit der Divergenz, die jetzt, wie auch bei *Scabiosa* $8/13$ beträgt, wieder die Intervalle der direkten, einfachen Zahlen durch die Nebenvariationen im Zahlenverhältnisse der Sectio aurea gegliedert, in noch umfangreicherem Maße, als es bislang zur Kenntnis gelangte.

Numerische Variation der Hauptaxen von *Succisa prat.*

mm-Zahl: 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

Frequenz: 1 — — 1 4 — 10 6 14 8 9 3 8 7 19 15 33 27 42 31 41 39 52 39 63 51 78 49

mm-Zahl: 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57

Frequenz: 94 63 111 74 132 88 146 95 162 114 171 153 182 162 190 160 170 148 163 161 191 172

mm-Zahl:	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Frequenz:	<u>211</u>	<u>183</u>	<u>200</u>	<u>161</u>	<u>183</u>	<u>121</u>	<u>188</u>	<u>171</u>	<u>193</u>	114	<u>154</u>	<u>123</u>	<u>136</u>	111	<u>122</u>	<u>93</u>	<u>101</u>	<u>88</u>	<u>94</u>	<u>83</u>	<u>96</u>	<u>73</u>	<u>80</u>

mm-Zahl:	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
Frequenz:	62	<u>64</u>	41	<u>53</u>	21	16	13	<u>29</u>	19	19	20	<u>23</u>	16	<u>19</u>	10	<u>12</u>	8	<u>10</u>	9	<u>8</u>	2

mm-Zahl:	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Frequenz:	<u>6</u>	6	<u>3</u>	—	<u>2</u>	1	<u>1</u>	—	<u>2</u>

Numerische Variation der Nebenaxen von *Succisa prat.*
(n = 9000).

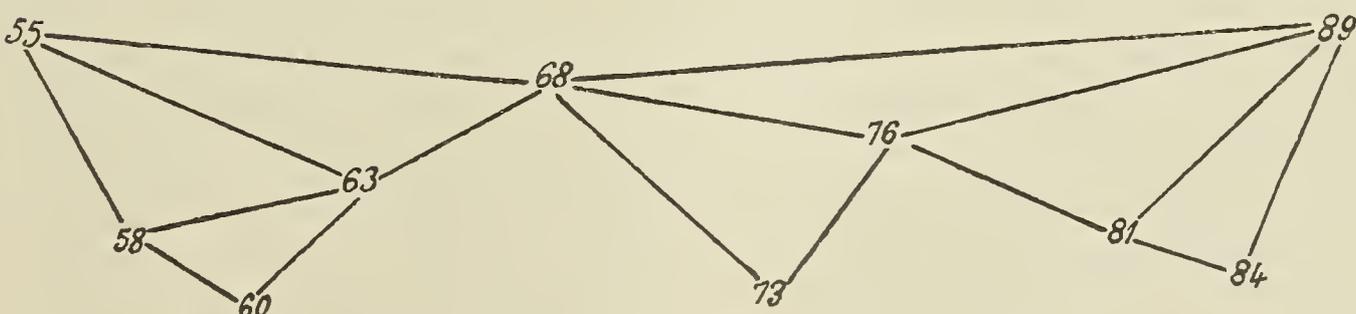
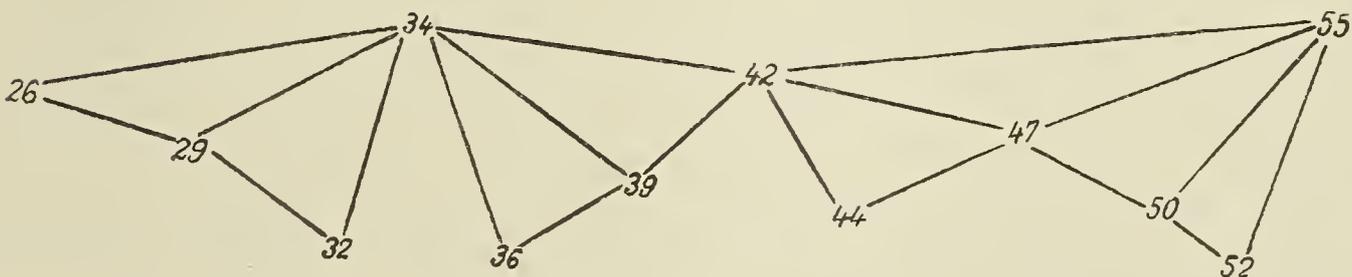
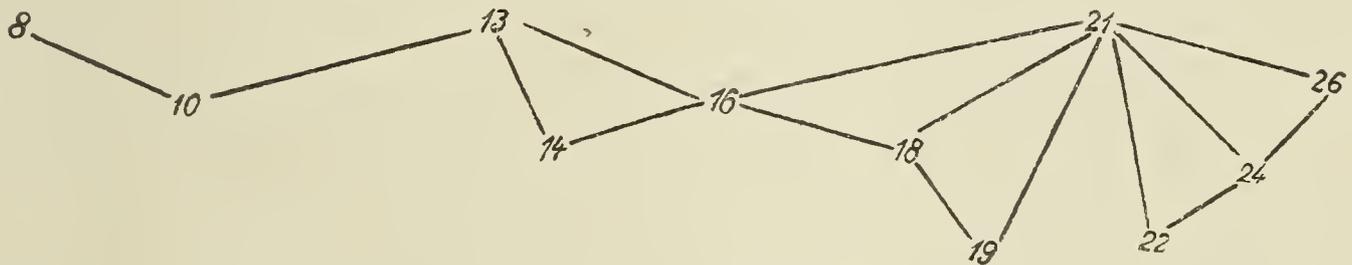
mm-Zahl:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Frequenz:	<u>4</u>	2	2	4	<u>6</u>	6	28	10	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>28</u>	<u>52</u>	<u>60</u>	54	<u>88</u>	264	<u>68</u>	84	116	<u>128</u>	130	156	<u>204</u>	172	<u>196</u>

mm-Zahl:	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Frequenz:	188	<u>248</u>	202	232	<u>312</u>	282	276	<u>364</u>	326	318	296	316	<u>230</u>	284	288	<u>298</u>	262	<u>276</u>	224	204	<u>218</u>

mm-Zahl:	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Frequenz:	162	<u>176</u>	<u>170</u>	126	<u>136</u>	86	74	<u>86</u>	<u>84</u>	56	48	34	<u>70</u>	26	22	16	16	<u>18</u>	10	4

mm-Zahl:	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Frequenz:	<u>8</u>	10	<u>16</u>	6	4	<u>6</u>	—	2	<u>4</u>	2

Schematische Anordnung und Gliederung der Hauptreihe
i. Verh. des G.-S.



Auch hier waltet Monomorphie und Symmetrie ob, und auch hier muß die Stufe, bis zu der vor der definitiven Ausgestaltung

und Zahl der Organe die Entwicklung ihren Gang nimmt, wieder eine erblich fixierte, streng geregelte sein, und gewisse Etappen bis zu einer bestimmten Hauptstufe durchlaufen, die wie auch jene eben mit unserem Teilungs-Gesetze ihre Begründung erfährt. Denn wenn auch Individuen anzutreffen sind, die auf einer früheren oder späteren Stufe die Teilung unterbrechen und sistieren, so gehorchen doch auch diese wieder in ihrer Gesamtheit den Gesetzen Quételet's. Denn auch hier kann man sich leicht für diese Fälle überzeugen, daß sie in hinreichender Weise mit dem Wahrscheinlichkeitspolygone zusammenfallen, wenn die arithmetische Zahlenreihe in eine Kurve verwandelt ist, wo die einzelnen Klassen die Ordinaten bilden. Auch hier eben haben sich die Differenzen, durch die für unsere Spezies Kurven von verschiedenem Beobachtungsmaterial sich unterscheiden, in der großen Zahl aufgehoben,

Zahl der Blüten der Nebenaxen.

Klasse:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Frequenz:	<u>3</u>	2	1	<u>3</u>	<u>3</u>	5	<u>19</u>	6	<u>14</u>	<u>11</u>	10	7	<u>8</u>	—	<u>12</u>	8	<u>10</u>	2	—	<u>6</u>	—	4	<u>8</u>	—
	<u>4</u>	2	2	<u>3</u>	<u>4</u>	5	<u>21</u>	7	<u>18</u>	<u>16</u>	13	19	<u>31</u>	28	<u>37</u>	<u>19</u>	<u>48</u>	37	41	<u>43</u>	28	16	<u>42</u>	27
	<u>4</u>	2	2	<u>4</u>	<u>5</u>	5	<u>22</u>	7	<u>20</u>	<u>21</u>	18	25	<u>36</u>	31	<u>46</u>	<u>33</u>	<u>61</u>	49	59	<u>68</u>	42	68	<u>93</u>	82
	<u>4</u>	2	2	<u>4</u>	<u>5</u>	5	<u>23</u>	7	<u>21</u>	<u>23</u>	19	32	<u>44</u>	33	<u>51</u>	<u>46</u>	<u>80</u>	61	60	<u>79</u>	68	79	<u>114</u>	99

Von da ab Hauptgipfel auf 42.

Klasse:	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Frequenz:	<u>2</u>	—	<u>4</u>	—	1	<u>3</u>	—	2	<u>2</u>	—	1	1	1	<u>1</u>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<u>25</u>	16	<u>19</u>	12	6	<u>11</u>	3	10	<u>15</u>	12	8	7	3	<u>15</u>	12	3	—	—	2	—	—	—	—	—
	<u>78</u>	34	<u>49</u>	22	16	<u>52</u>	16	32	<u>38</u>	24	26	28	32	<u>34</u>	19	16	<u>27</u>	19	<u>21</u>	5	12	13	2	—
	<u>101</u>	63	<u>128</u>	90	43	<u>61</u>	24	58	<u>82</u>	61	<u>42</u>	32	40	<u>42</u>	32	31	<u>51</u>	34	<u>43</u>	12	19	23	6	6

Klasse:	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
Frequenz:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<u>3</u>	4	<u>9</u>	—	2	<u>4</u>	<u>5</u>	3	1	2	<u>2</u>	—	2	—	1	—
	8	12	<u>16</u>	8	18	<u>19</u>	13	6	3	2	<u>2</u>	4	3	1	1	<u>2</u>

und ist, den konstanten Ursachen, vor allem der erblichen Regelung entsprechend, auch hier ein konstantes Resultat zutage getreten, das sich nicht mehr ändert.

Freilich aber auch erst wieder bei Zählungen in der „großen Zahl“. Betrachten wir nämlich wieder einmal in folgender Übersicht die sukcessive Entstehung unseres empirischen Binomiums. so ergeben sich hier, wenn wir freilich zu ungleichen, geeigneten Mengen die zeitlich aufeinanderfolgenden Varianten der ganzen Vegetationsperiode und auch da wieder nur die zu ihrem Beginne auftretenden zusammenfassen — es gelangten täglich ungefähr die gleiche Zahl zur Untersuchung — recht verschiedene Maxima, 16, 26, 32, 36, 42. Sie alle aber tun dar, daß auch trotz des

Unterschiedes zwischen Kon- und Devarianten strenge Gesetzmäßigkeit obwaltet und ebenfalls nicht Zufall und Willkür herrschen, und daß weiterhin auch eine solche Differenz die Lehren der Mutationstheorie nicht zu erschüttern vermag. Denn wie es für den Statistiker als eine elementare, geläufige Erscheinung sich erweist, daß bei wenigen Ermittlungen die Einzelkurven noch weit über die Papierfläche, auf der sie geometrisch dargestellt werden, in höchstens flachem Bogen sich verbreiten, und erst im Laufe der weiteren Untersuchung die verlangte Gruppierung statthat, so ist es andererseits in unserem Falle ebenso klar und evident, daß das Resultat beispielsweise bei erst 2100 Untersuchungen noch nicht als definitives, vollständiges anzusprechen ist, sondern weitere empirische Feststellungen erheischt. Meist liefert ja überhaupt erst eine größere, umfangreichere Zählung resp. Messung oder Wägung das wahre, echte Maximum, und nur in einzelnen Fällen, wie z. B. bei Reihe 3 für *Chaerophyll. temul.*, wo eine besondere, durch die Natur der Lokalität bedingte Größenvarietät existiert, mag der Gipfel schon früher deutlich und konstant als solcher sich geltend machen. Jedenfalls aber sind hier nicht — wie wir besonders noch beachten wollen — von den Individuen, die infolge der äußeren Einwirkungen auf einer anderen Stufe als der Normalstufe stehen geblieben sind, trotz der anfänglichen Schwankungen des primären Gipfels, neue, selbständige, isolierte Rassen dank des äußeren Einflusses entanden. So ist auch hier wieder die (32) Unbeständigkeit des Einflusses jedweder Selektion und die Beschränktheit des durch sie Erreichbaren bestätigt, indem hier stets einunddasselbe Entwicklungsprinzip seine Geltung zu bewahren vermag. Und so wird weiter auch die Richtigkeit des Satzes erwiesen, daß (33) Variabilität keine Mutabilität ist, und daß durch jene neue Sippen nicht gebildet werden. Denn in diesem Falle hätte ja jede Rasse, für sich gesondert, wohl einfache Variationskurven ergeben. Aber die Kombinationspolygone zusammen würden mit größter Pleomorphie, bestimmter, fixierter Lage der Maxima je nach der jeweiligen, relativen Frequenz und Beteiligung der Arten bei ebener Darstellung Inkonstanz und stetige Oszillationen des Hauptgipfels, selbst in der großen Zahl aufweisen, während aber bei Zuhilfenahme der dritten Dimension in der Darstellung des ganzen Variationskomplexes dann die Gesamtheit der parallel hintereinander mit ihren Gipfeln in einer Ebene senkrecht zu den einzelnen Kurven angeordneten Binomialkurven eine bisymmetrische Fläche ergäbe.

War nun aber die Vierzahl des Korollen bei unserem Objekte hier nur eine Pseudotetramerie, so darf wohl in der Beziehung kein Einwand zu erheben sein gegen *Elaeagnus angustifolium*, wo jetzt nun einem anderen Merkmale, der Zahl der Kurztriebe, die Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Auch hier können ebenfalls ohne weiteres die Maxima ungezwungen zu unserer Reihe in Beziehung gebracht werden, und wir sehen wieder, daß trotz der geringen Menge der Beobachtungen der morphologische Bau wieder nicht ins Blaue hinein variiert.

Numerische Variation der Kurztriebe
an *Elaeagn. angustifol.* (n = 550).

mm-Zahl:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Frequenz:	6	10	18	<u>28</u>	26	64	<u>52</u>	40	22	<u>34</u>	<u>38</u>	24	28	<u>32</u>	14	<u>18</u>	18	<u>24</u>	14	4	6

mm-Zahl: 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Frequenz: 14 12 12 8 6 2 6 6 4 4

Gipfelzahlen und ihre Koincidenz mit den Fib.-Zahlen.

Zahlen des Kettenbr. $\frac{1}{3+1}$: (1) (3) 4 7 11 18 29; Duplum: 22 = 2.11, 28 = 2.14
 $\frac{1}{1+..}$

Außerdem des Kettenbr. $\frac{1}{2+1}$: 10 16 26 } Ev. wegen ihrer geringen Frequenz
 $\frac{1}{1+..}$ wieder geschwunden?

Weiterhin nun untersuchte ich noch die Variabilität im Andröceum, wo das ∞ -Zeichen in systematischen Werken indes ebensowenig gerechtfertigt erscheinen kann, wie da, wo es sich um andere Organe handelt. Auch hier nämlich treten unsere Gesetzmäßigkeiten wieder in die Erscheinung, wenn auch natürlich dank der spezifischen Tektonik jeder Rasse in eigener, durch die Art der Anordnung etc. bedingter Weise, die als Charakteristikum für den Systematiker Wert besitzen muß. Ich hatte so die Feststellungen gemacht an den in end- und seitenständigen dekussierten Rispen versammelten, wegen der orthogonalen Kreuzung der aufeinanderfolgenden Blattpaare, und der späteren Entstehung eines Sepalenpaares typisch tetrameren Blüten von *Clematis Vitalba*, wobei die vereinzelt trimeren, pentameren und hexameren Blüten von der Untersuchung ausgeschlossen wurden. Ferner wurden Ermittlungen vorgenommen an den männlichen Blüten von *Begonia hybrida*, deren Infloreszenzen axilläre Zymen darstellen, die bis in die letzte Verzweigung gleichmäßig dichasisch sind, oder nach ein- bis mehrmaligen Gabelungen in Winkeln ausgehen. Zweifellos geschah es hier, daß viele der zahlreichen Gärtnervarietäten Berücksichtigung fanden, indem das Material von verschiedenen Seiten in dankenswerter, gütiger Weise zur Verfügung gestellt wurde. Aber trotzdem also ist auch auf diese Weise zu entnehmen, daß in der numerischen Variation zwischen tetrameren und pentameren Phanerogamen kein prinzipieller fundamentaler Unterschied durchweg zu bestehen braucht. Das Teilungsprinzip kann in beiden Fällen das gleiche sein (wie ja auch eine Differenz vielfach ungreiflich erscheinen müßte im Hinblick darauf, daß viele Familien teils vier-, teils fünfzählige Blüten bildende Arten zusammenfassen), da auch hier bei unsern untersuchten Arten eine diskontinuierliche, gesetzmäßige Entwicklung nach der Lamé'schen Reise statthat.

Dies soll demnächst auch noch an einem weiteren Beispiele gezeigt werden, wo in günstigster Weise die Amplitude eine sogar noch größere als bei *Succisa prat.* ist.

Numerische Variation im Androeceum
von *Clematis Vitalba* (n = 1300).

Zahl:	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Frequenz:	<u>2</u>	2	<u>2</u>	—	<u>6</u>	—	<u>6</u>	—	<u>2</u>	6	6	14	<u>32</u>	28	<u>56</u>	40	<u>56</u>	56	<u>114</u>	76	68
Zahl:	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
Frequenz:	<u>118</u>	74	81	<u>89</u>	41	<u>88</u>	54	34	<u>36</u>	21	<u>31</u>	10	7	<u>15</u>	10	5	2	<u>6</u>	2	2	2

Gipfelzahlen und ihre Koincidenz mit den Fib.-Zahlen.

Von früher her bekannt: 26 28 (= 2.14) 32 (= 2.16) 34 38 (= 2.19) 42 44 (= 4.11)
47 50 52 55 57 60.

Neu dazu gekommen: 30 = 3.10 40 = 4.10 64 = 4.16.

Numerische Variation im Androeceum
von *Begonia hybrida* (n = 650).

(Blüten „mit Wahl“; Lage des primären Gipfels deshalb unentschieden.)

Zahl:	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Frequenz:	1	<u>4</u>	2	3	<u>11</u>	9	<u>9</u>	5	8	15	<u>29</u>	21	18	19	<u>20</u>	16	17	19	<u>40</u>	33	<u>42</u>	<u>45</u>
Zahl:	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Frequenz:	36	39	<u>58</u>	24	20	13	9	<u>12</u>	11	8	<u>10</u>	—	<u>3</u>	3	<u>4</u>	<u>4</u>	3	1	<u>2</u>	—	<u>3</u>	1

Gipfelzahlen und ihre Koincidenz mit den Fib.-Zahlen.

Von früher her bekannt: 19 22 (= 2.11) 24 (= 3.8) 28 (= 2.14) 32 (= 2.16)
36 (= 2.18) 38 (= 2.19) 39 (= 3.13) 42 47 50 52
(= 2.26) 54 (= 3.18) 55 58 (= 2.29) 60.

Daher dürfte nun also auch von dieser Seite her, wo Gründe mechanischer Art das Zustandekommen von Divergenzen plausibel zu machen vermögen, nicht nur nicht der geringste Einspruch gegen unsere Annahme letzter Einheiten, die hier als Ausgangspunkt für die Entwicklung des einzelnen Organes zu fungieren hätten, und deren gesetzmäßigen, einfachen, rythmischen Teilung im Zahlenverhältnisse des Fibonacci zu erheben sein, sondern auch hier ohnedies jede Begründung fehlen. Auch hier würde dann das Auftreten der Multipla entweder wie früher beim meristischen Längenwachstum aus einer fortgesetzten Vermehrung in Unteretappen, oder vielfach auch direkt nachweisbar, aus Dédoublement und eventuell noch weiterer Vervielfältigung der ursprünglichen Organanlage resultieren. Hieraus entsteht ja eben die hemicyklische Bildung, indem mehrzählige Wirtel, wie wir sie ja von zwei bis zirka dreißiggliedrig variieren sehen, in spiraliger Anordnung bei gleichsinniger Orientierung verlaufen.

Betreffs

II. des normalen zweidimensionalen Wachstumes

habe ich ja bereits in kurzer vorläufiger Mitteilung in meinen (34) „Beiträgen zur Physiologie des Flächenwachstumes der Pflanzen“ dargetan, daß auch da die Variationen keine kontinuierlichen sind, sondern ebenfalls Zwischenzahlen zur Erscheinung gelangen. Dieselben erhielten sich nun bei meinen früheren Untersuchungen gleichfalls bei unendlichen Zählungen konstant und ließen sich bereits bei wenigen Ermittlungen erkennen. Auch ergaben sie, soweit die Individuen von ein und demselben Standorte herrührten, bezüglich der Frequenz wieder eine frappierende Übereinstimmung. Ich hatte daselbst Blattspreitenmessungen vorgenommen, und zwar sowohl die Länge wie die Breite des Phyllomes zum Gegenstande der Untersuchung gemacht, von *Vaccinium Vitis Idaea*, *Vacc. Myrtillus* und *Myrtus communis*, bei den beiden letzten Objekten freilich nur in wenigen statistischen Ermittlungen „mit Wahl“.

Daselbst nun habe ich wieder, wie entsprechend schon beim Längenwachstume, eine nicht nur prinzipielle, sondern auch absolut gleiche Gesetzmäßigkeit ebenfalls feststellen können, ohne indes an der Stelle näher darauf einzugehen.

Es hatten sich nämlich auch dort wieder in allen Fällen ein und dieselben Maxima ihrem arithmetischen Werte nach ergeben. Nur einige weitere Zwischenzahlen, die sich als Äußerungen einer Nebenvariation von untergeordneter Bedeutung nachweisen ließen, obschon auch sie zweifellos im Leben unserer Pflanzen eine gewisse Rolle spielen, und sie so gelegentlich meiner späteren Untersuchungen sich ebenfalls hin und wieder herausstellten, verloren sich allmählich wieder völlig oder bis auf eine „Andeutung“ eines Gipfels unter den übrigen kontinuierlichen Varianten. Nur die Klasse 20 behauptete sich von diesen selbst am Schlusse noch als Maximum. Aber, wie mich ein Analogieschluß von meinen jetzigen Beobachtungen vermuten lassen möchte, hätte wohl auch sie, im Einklange auch mit der immer geringer werdenden relativen Frequenz, im Laufe einer weiteren empirischen Prüfung schließlich ebenfalls nur kontinuierlich variiert.

Wie dies nun auch bereits das Ergebnis des Studiums ganz anderer Merkmale am Blatte, so die bereits erwähnten Blattrippenzählungen nur wahrscheinlich erscheinen lassen können, spielen auch hier wieder unsere Fibonacci-Zahlen eine Rolle. Jetzt treten sie uns — es kann hier selbstverständlich nur auf das Verhältnis ankommen — in unseren Zwischenklassen als die mit 10 multiplizierten Quadratwurzeln entgegen. Als solche nötigt sie schon allein die verblüffende Übereinstimmung zwischen theoretischen und empirisch festgestellten Werten — diese Koïncidenz kann wegen der bereits beim Längenwachstume beobachteten nicht mehr als besonders auffällig erscheinen — aufzufassen.

Es war demnach auch hier, da ebenfalls auf mechanische Weise keine befriedigende Erklärung der arithmetischen Zahlen-

verhältnisse beizubringen war, unser Teilungsmodus vorauszusetzen, wo indes die Teilstücke — zur Erklärung der Wertigkeit der diskontinuierlichen Variationen als Quadratwurzeln — eine andere bestimmte, jedenfalls nicht mehr lineare Verteilungsrichtung beobachten müssen.

Wie sich nun ja bekanntlich durch Heranziehen analoger Prozesse uns ein besseres, leichteres Verständnis zu eröffnen pflegt, so glaubte ich, jetzt am zweckmäßigsten zum Vergleiche auf eine bekannte elementare Tatsache hinweisen zu müssen. „Wie sich nämlich aus dem Flächeninhalte eines Quadrates ganz einfach die Seitengröße ergibt, indem man diesen Flächenwert radiziert, und wie, wenn auch die Fläche etwa durch Erwärmung des Körpers, dem sie angehören mag, eine Ausdehnung erführe, die jeweilige Seitengröße doch stets durch die Quadratwurzel aus dem zugehörigen Flächenwerte dargestellt würde, da ja, wie wir aus der Kalorik wissen, starre Körper bei Temperatursteigerungen sich nach allen Dimensionen in gleicher Weise vergrößern, so könnte man diese Verhältnisse als dem Wesen nach zwar verschiedene, aber in gewissen Punkten, dem Effekte nach, doch analoge, in unserem Falle zugrunde legend, d. h. die Ausdehnung durch Wärme der Vergrößerung durch Wachstum — von gewissen Unterschieden abgesehen — zur Seite stellend, nur in umgekehrter Weise von der Quadratwurzel auf die wichtigen, in Frage kommenden, für das Quadrat charakteristischen Merkmale, vor allem also die Gleichheit der Seiten und ihre rechtwinklige Stellung zurückzuschließen, und dieselben in unserem Falle als gegeben betrachten“.

Demzufolge wäre dann klar und deutlich die fragliche Erscheinung mit der Annahme eines nach Länge und Breite in gleichem Verhältnisse statthabenden Wachstumes in einfachster Weise zu erklären: Auch hier bliebe die Orientierung unserer Einheiten wieder je eine prinzipiell gleiche, einheitliche, konstante bei den Teilungen, nachdem einmal erst eine bestimmte, durch die spezifische plasmatische Konstitution bedingte, für die Art charakteristische, gleichsam den Grundstock für die weitere Gestaltung bildende Anordnung unserer Teilkörper in der allerjüngendlichen Anlage geschehen ist, wie analog beim Kristalle durch das ganze Aggregat über die integrierten Teile eine solche Kraft ausgeübt wird, daß die Moleküle eine bestimmte Lage annehmen.

Tatsächlich stehen ja auch mit dieser Erklärung nicht im geringsten irgendwelche Beobachtungen im mindesten Widerspruche. Denn wirklich läßt es sich im Gegenteile sofort unschwer erkennen, daß schon das jugendliche Blatt genau die Form und Gestalt des definitiv ausgewachsenen vielfach besitzt, und eben nur durch die Größe differiert. Auch traten mir ja bei Messungen der Breite, wie bereits bemerkt, genau dieselben Zwischenklassen entgegen wie bei der Feststellung der Längendimension. Dadurch ist nicht nur ebenfalls dafür garantiert, daß unsere diskontinuierlichen Zahlen auch wirklich Quadratwurzeln aus den Gliedern der Lamé'schen Reihe darstellen, sondern weiterhin unzweifelhaft und

eindeutig die Richtigkeit eben unserer Deutung eines nach beiden Dimensionen in gleichem Rhythmus statthabenden Wachstums dargestellt, sowie auch die Berechtigung der Annahme der vindizierten Verteilung unserer organisierten Individualitäten.

Daß nun die in der genannten kleinen Abhandlung kurz vorgetragenen Resultate zu bestätigen sind, und der Induktionsschluß, mit dem ich diese Gesetzmäßigkeiten für weitere Objekte vindizierte, tatsächlich auch seine Berechtigung besitzt, das möchte ich nun jetzt dartun, indem ich die Resultate weiterer empirischer Ermittlungen demonstriere. Zuvor aber sei es gestattet, mit gütiger Erlaubnis des Herrn Kantonschullehrers A. Heyer in St. Gallen darauf hinzuweisen, daß derselbe für Länge und Breite der Phylome von *Prunus spinosa* auch dieselben Gipfelzahlen erhielt, wie wir sie hier kennen lernen werden. — Es dürften aus den weiteren Darstellungen sich auch Tatsachen ergeben, die auch für andere Gebiete nicht interesselos sind. Denn jetzt fand auch in verschiedener Weise der Einfluß von solchen äußeren Faktoren Berücksichtigung, die durch ihre Intensität und dank der spezifischen Eigenschaften des Objektes auf den Gestaltungsvorgang modifizierend einwirken. Gerade hier, wo nämlich bereits eine Anzahl verschiedener Arten untersucht und als übereinstimmend befunden wurde, meinte ich am sichersten feststellen zu können, inwiefern der Wachstumsprozeß durch den „monde ambient“ zu beeinflussen ist.

Zunächst freilich möchte ich erst noch in größter Kürze die Resultate angeben, die mir das statistische Studium ohne solche Berücksichtigung irgendwelcher Selektion ergab, und die nun an folgenden Objekten, teils auf Länge, teils auf Breite hin geprüft, nachgewiesen wurden.

(n = 1800) Länge der Spreite von *Trifolium pratense*.

(„Mit Wahl“, nach d. Mahd.)

mm:	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Frequenz:	1	7	15	23	29	48	66	85	101	<u>151</u>	<u>173</u>	151	<u>133</u>	118	<u>139</u>	127	88	73	59	41	<u>40</u>

mm:	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Frequenz:	30	16	15	<u>16</u>	11	10	8	<u>7</u>	4	3	3	<u>5</u>	4

Länge der Spreite von *Buxus sempervirens*. (n = 1000.)

mm:	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Frequenz:	1	0	<u>8</u>	8	10	22	<u>25</u>	24	31	<u>52</u>	<u>59</u>	56	65	68	<u>79</u>	63	57	53	52	57	<u>60</u>	35	28	31	<u>33</u>	17	6

Breite der Spreite von *Robinia pseudacacia*. (n = 1300.)

mm:	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Frequenz:	12	<u>20</u>	16	46	58	<u>64</u>	54	40	<u>58</u>	<u>60</u>	50	56	62	<u>72</u>	66	58	54	42	26	<u>60</u>	58	50	42	<u>48</u>	40	12	20	<u>30</u>	14	6	2	<u>4</u>

Breite der Spreite von *Berberis aquifolia*. (n = 1000.)

mm:	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Frequenz:	<u>2</u>	2	3	<u>8</u>	8	9	17	22	<u>34</u>	33	30	32	40	55	<u>75</u>	64	66	77	<u>93</u>	81	50
mm:	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51				
Frequenz:	41	<u>46</u>	21	16	13	<u>21</u>	9	<u>10</u>	4	2	<u>5</u>	7	1	1	—	—	2				

Wir sehen, daß auch hier stets, wenn wir die Reihen in Kurven umsetzen würden, die Sätze der Kollektivmaßelehre ihre Anwendung finden können. Aber gleichwohl treten auch hier diskontinuierliche Variationen auf, und zwar stets absolut ein und dieselben, ungeachtet der Differenz der Spezies, die ihrer natürlichen Verwandtschaft nach zu den verschiedensten Familien zählen. Auch hier also werden sich stets dank gleicher materieller Grundlage, die eben nur durch Annahme unserer Teilkörper verständlich erscheinen kann, die gleichen inneren Vorgänge abspielen. Und ich meine, daß nun unter diesen Umständen auch der Beweis der Konstanz durch Darstellung der etappenweisen Entwicklung unserer ermittelten Variationsverhältnisse überflüssig erscheint, indem eben diese Koinkidenz am besten die tiefe, innere Bedeutung, die jedes Zufälligen entbehrt, dartut.

Zudem ergibt sich auch eine absolute Gleichheit der Gesetzmäßigkeiten, wenn wir unsere jetzigen Gipfelzahlen mit denen der früheren Arbeit vergleichen. Auch dies muß uns ja zu gleicher Ansicht und gleichem Verhalten bestimmen.

Also sind demnach auch hier wieder die mit 10 multiplizierten Quadratwurzeln, wie nachstehende Rechnungen eindeutig belehren, die Maxima in jeder unserer Reihen, und treiben uns auch hier wieder zu denselben Auffassungen über die Physiologie des zweidimensionalen Wachstumes.

Gipfelzahlen und ihre Koinkidenz mit den Quadratwurzeln aus Fib.-Zahlen.

Theoret. Hauptzahlen:	$10 \cdot \sqrt{1} = 10$	$10 \cdot \sqrt{2} = 14,1$	$10 \cdot \sqrt{3} = 17,3$	$10 \cdot \sqrt{5} = 22,3$
Empirische Werte:	10	14	17—18	22

Theoret. Hauptzahlen:	$10 \cdot \sqrt{8} = 28,2$	$10 \cdot \sqrt{13} = 36,0$	$10 \cdot \sqrt{21} = 45,8$
Empirische Werke:	28	36	45—48

Theoret. Nebenzahlen:	$10 \cdot \sqrt{10} = 31,6$	$10 \cdot \sqrt{16} = 40,0$	$10 \cdot \sqrt{26} = 51,0$
Empirische Werte:	32	40	51

Theoret. Nebenzahlen:	$10 \cdot \sqrt{18} = 42,4$
Empirische Werte:	42

Im ersten Abschnitte nun hatten wir ja bereits die Erscheinung der partiellen Variabilität studiert. und dabei also ge-

funden, daß auch da im Prinzip und, abgesehen vielleicht von einer Differenz bezüglich des Maximums, auch absolut dieselben Regelmäßigkeiten sich darstellen, wie wenn wir unser Augenmerk in gleichmäßiger Weise „ohne Wahl“ bestimmter Organe beliebigen solchen, natürlich stets homologen, zuwenden. Auch hier nun untersuchte ich wieder, ob auch hier dasselbe Resultat sich ergäbe. So achtete ich auf die Ausbildung von Phyllomen, die von den unteren, Ästen herrühren, sowie solchen, die aus der Kronengegend stammen. Hierbei wurde es jedoch vermieden, daß in einem Falle etwa vorwiegend die jugendlichen Blätter der diesjährigen Vegetationsperiode, und im anderen vielleicht die älteren, definitiv ausgebildeten, an ihrer bedeutend dunkleren Farbe und ihrer lederartigeren Konsistenz der Epidermis als solche kenntlichen Verwendung fanden, sondern es wurde stets den letzteren die Berücksichtigung geschenkt. Ich nahm nämlich diese Ermittlungen an einer immergrünen Pflanze vor, und zwar wieder an demselben Strauche von *Buxus sempervirens*, der bereits, ohne daß dabei irgend eine Bevorzugung gewisser Partien beabsichtigt gewesen wäre, das Material zu unserer, eben veröffentlichten Reihe geliefert hatte, mit einem Maximum bei 22.

Auch jetzt nun sehen wir wieder die völlig gleichen Gipfelzahlen, ja sogar denselben primären Gipfel in beiden Reihen (siehe folgende Tabelle), indem, vielleicht aber auch nur infolge einer zu geringen Zahl von Messungen, jeweilig nur die Schwerpunktsordinate und andere zu berechnende Konstanten unserer darzustellenden Variationspolygone abweichen mögen. Ich meine aber, daß jedenfalls trotz alledem nur wieder dies hervorgehen kann, daß in gleicher Weise ein einheitliches, gesetzmäßiges Wachstum statthat, und in dieser Hinsicht kein Teil eines Organismus durch seine Lage eine Ausnahme bildet.

Vergegenwärtigen wir uns nun aber die gestaltende Einwirkung des Lichtes, (35) und erinnern wir uns jetzt speziell an die Veränderungen, die sein Mangel beispielsweise in der Tektonik des Buchenblattes (36) in so durchgreifender Weise bezüglich der Ausbildung des Pallisaden- und Schwammparenchymes, der Interzellularen etc. hervorruft, so möchte man aber wohl meinen, daß wenigstens zwischen Sonnen- und Schattenblättern eines Stockes auch bezüglich der Gipfelzahlen ein prinzipieller Unterschied bestehen könnte.

Deshalb nahm ich nun auch in der Richtung jetzt Untersuchungen vor, besonders auch durch den Standort unseres Strauches begünstigt, dessen östlicher und südlicher Teil nämlich durch kein anderes Gebüsch beschattet war, während hingegen die westlichen und nördlichen Partien dicht an einen mit Unterholz durchsetzten, starkbelaubten, völlig schattigen Hochwald grenzten.

Da nun bemerken wir allerdings in unseren folgenden betreffenden Reihen, die die statistischen Verhältnisse repräsentieren, einen Unterschied, wie er ja auch durch die starke entgegengesetzt wirkende Selektion von vornherein zu erwarten stand. Aber selbst hier ist es nicht eine prinzipielle Differenz, sondern eben auch nur eine Verschiedenheit in der Lage des Hauptgipfels, der einmal

wieder auf 22, dann auf 17 liegt, also stets Zahlen, die wir, wie auch die übrigen diskontinuierlichen Varianten als solche bereits kennen lernten. Auch hier also erfährt eine gewisse Unabhängigkeit und Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegenüber äußeren Einwirkungen, sowie die Beschränktheit des Einflusses der Zuchtwahl durch die selbst jetzt noch gesetzmäßigen Variationen ihren eindeutigen Ausdruck.

Länge der Blätter von *Bux. sempervir.* von der unter. (Reihe I) und ober. (Reihe II) Region.

mm:	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Frequenz:	4	6	<u>12</u>	12	19	31	<u>38</u>	36	42	<u>47</u>	<u>47</u>	39	52	55	<u>61</u>	59	44	39	29	21	<u>22</u>	21	14	--	--	--	n=750
„	--	--	--	3	5	15	<u>19</u>	17	29	<u>42</u>	<u>47</u>	41	56	61	<u>72</u>	65	59	48	29	32	<u>35</u>	29	18	12	13	3	n=750

Länge der Blätter von *Bux. sempervir.* von Licht- (Reihe I) u. Schattenseite (Reihe II).

mm:	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Frequenz:	5	<u>10</u>	11	14	22	<u>31</u>	32	40	<u>54</u>	<u>56</u>	54	61	69	<u>78</u>	71	65	60	52	49	<u>50</u>	39	24	19	<u>18</u>	11	4	1	n=1000
	10	<u>16</u>	17	24	33	<u>42</u>	43	56	<u>69</u>	<u>68</u>	65	60	54	<u>55</u>	52	47	38	36	35	<u>41</u>	39	34	29	21	16		n=1000	

Können, ja müssen wir nunmehr also, all unseren übereinstimmenden bisherigen Erfahrungen zufolge mit Recht mit Hilfe eines Induktionsschlusses der Meinung sein, daß überhaupt an allen Objekten, wo das Wachstum einen gleichen Fortschritt nach zwei Dimensionen hin ergibt, ebenfalls stets die völlig gleichen Entwicklungsgesetze obwalten, indem eben stets die erhaltenen Zwischenklassen diskontinuierlich variieren, so darf es nun wohl auch als berechtigt gelten, wenn ich mich nun jetzt bei der weiteren Berücksichtigung von Fällen, wo durch die „Ernährung“ wieder eine „anormale“, d. h. von der gewöhnlichen Form abweichende Entwicklung bedingt wurde, lediglich auf das empirische Studium dieser absonderlichen Fälle beschränkte, und auf die, zum Vergleich wegen der großen Augenfälligkeit der Abweichung entbehrlichen Feststellung der Variationsverhältnisse der „normalen“ Form Verzicht leistete. Es kommt uns ja zudem hier weniger darauf an, zu untersuchen, wie sehr die beiden Fälle voneinander differieren, als vielmehr festzustellen, ob selbst für eine solche abweichende Bildung noch unsere ermittelten Regelmäßigkeiten ihre Gültigkeit besitzen. So unterwarf ich also auch demzufolge bei *Majanthemum bifolium*, einer ausgesprochen ombrophilen Pflanze, nur solche Exemplare der empirischen Untersuchung, die von einem Standorte herrühren, wo dank der lokalen Verhältnisse eine direkte, ungeschwächte Insolation jetzt eine ganz bedeutende Reduktion der Größenverhältnisse des Phyllomes verursacht hatte (wie sie ja nach (37) Warming bis zu $\frac{1}{3}$ der gewöhnlichen Form des Durchschnittes betragen kann).

Leider nur war die Zahl der Objekte daselbst eine ziemlich begrenzte, sodaß unsere Reihe I der anschließenden Tabelle, die

uns die betreffenden Variationen vor Augen führt, aus nur 200 Einzelbeobachtungen gebildet wird. Deshalb nun sammelte ich auch weiterhin, jetzt von verschiedenen Standorten durcheinander, wo aber stets eine intensive, ungehinderte Besonnung statthaben konnte, auch „mit Wahl“ weitere 300 Blätter, die zwar nicht in der Gesamtheit eine solche Hemmung der Entwicklung aufweisen, wie sie das Maximum der ersten Reihe zu erkennen gibt, wo aber gleichwohl wieder, als bei Minus-Varianten, die typische Größe noch nicht erreicht ist.

In beiden Fällen aber nun erkennen wir auch jetzt wieder, daß auch hier ebenfalls unsere Gesetze das Wachstum beherrschen, daß wieder nicht Zufall und Willkür trotz der offenbar doch schädlichen Wirkung von außen her obwalten, und daß selbst die stärkste Selektion keine fundamentale Differenz herbeizuführen vermag.

Breite des Blattes e. *Majanth. bifol.* von sonnigem Standorte.

mm:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Frequenz:	1	1	2	12	<u>15</u>	<u>17</u>	16	21	24	<u>29</u>	28	12	10	5	3	<u>3</u>	1	—	—	—	—	—	n = 200
„					4	<u>10</u>	12	14	29	<u>32</u>	27	19	24	27	29	<u>38</u>	27	2	2	<u>2</u>	1	1	n = 300

Indes kennen wir aber doch auch Fälle, wo morphogene Reize in deutlichster Weise den „Bauplan“ nicht nur quantitativ, graduell, sondern auch qualitativ zu ändern die Pflanzen veranlassen können. Ich meine hier natürlich nicht die Erscheinungen der „direkten Selbstanpassung“, wie sie durch die Forschungen und Versuche von Constantin, Volkens, Stahl, Vöchting, Lesage, Frank, Askenasy, Goebel, Gräbner etc. bekannt wurden, sondern habe jetzt vielmehr die Fälle im Auge, wo parasitäre Einwirkungen störend Deformationen bedingen, wo Schmarotzer sich im Gewebe der Wirtspflanze einnisten. Dieselben üben auf das lebende Protoplasma tiefgreifende Veränderungen aus, indem, wie bei der Gärung etwa durch die Wirksamkeit der Hefezellen die chemische Konstitution der Kulturflüssigkeit ihre Veränderung durch Spaltung der Verbindungen etc. erfährt, entsprechend hier, in einem saftreichen, wachstumsfähigen Parenchyme, mit der Fähigkeit begabt, auf Kosten der aufgenommenen Substanz sich zu teilen und erweitern, eine Umwandlung der ganzen organischen „spezifischen Konstitution“ veranlaßt wird, eine Umwandlung, bei der sozusagen ein andersartiges Plasma bezüglich seiner Gestaltungstendenz entsteht. Es „verschmilzt“ nämlich förmlich ein Teil des Protoplasma mit dem des Parasiten, und naturgemäß gelangen dann bei der Bildung eines Gewebekomplexes äußerlich auch andere Formen zur Schau.

Ich entschloß mich nun, schließlich auch noch einem solchen Objekte die Beachtung zu schenken. Dazu schien mir nun von all diesen mannigfachen Erscheinungen der Hypertrophien, Ascidien, Hexenbesen, Krebsen etc., indem auch die Bedingung eines

zweidimensionalen Wachstums von vornherein wenig Auswahl gestattete, recht günstig die *Euphorbia amygdaloides (silvatica)*. Denn deren mit dem *Aecidium* infizierten Blätter dürfen deshalb als „gutes Merkmal“ angesprochen werden, weil der parasitäre Einfluß in augenfälligster Weise in einer völlig differenten Gestaltung, die den Unwissenden eine andere Spezies vermuten lassen kann, seinen Ausdruck findet, aber weil trotz dieser Deformation doch nicht etwa eine Verkrüppelung der Phyllome dieselben der Messung schwer zugänglich macht. Auch stand eine Menge Material (in Göttingens Umgebung) zur Verfügung.

Die Variationsverhältnisse, selbst hier nun wieder mit unseren alten Zwischenklassen, vergegenwärtigen wir uns aus folgender Übersicht.

Länge der infizierten Phyllome der *Euphorbia amygd. (silv.)*. (n = 800.)

mm:	78	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Frequenz:	2	6	14	<u>20</u>	18	24	40	<u>50</u>	42	78	<u>94</u>	80	68	36	32	<u>44</u>	34	24	18	12	16	<u>24</u>	14	10

Es muß also geschlossen werden, daß selbst dieser störende, gewaltsame Eingriff — von einer harmonischen mutualistischen Symbiose kann ja hier gar keine Rede sein — die gesetzmäßigen Teilungen unserer Lebenseinheiten prinzipiell nicht zu beeinflussen vermag, sondern eben nur eine Veränderung bezüglich ihrer Anordnung in der allerjüngsten Anlage und in einer Weise, wie sie noch erörtert werden wird, veranlaßt. So können wir nun auch die jetzt abweichende Form des Blattes, die „anomale“ mit der „normalen“, gesunden, ebenso die durch „Mutation“ entstandenen Neubildungen zu ihrer Stammform, ja wohl überhaupt alle homologen Organe, wo nur immer gleiche Entwicklungsprinzipien beobachtet werden, ja, vielleicht alle Erscheinungsformen der organischen Welt — vgl. später — trotz der Verschiedenheit bezüglich der feineren, näheren äußeren Gestalt, und der Stellung in der Stammesgeschichte, in solche Beziehung zu einander stellen, wie etwa die mannichfachen, verschiedenen Kristallformen, in denen beispielsweise der die Spezies „Calcit“ bildende kohlen saure Kalk erscheint. Dieselben sind ja alle doch auf dasselbe System zurückzuführen und voneinander abzuleiten. So ist bei uns ja stets die organisierte „Einheit“ das Gemeinschaftliche, die wir stets als „Gleiches“ auffassen können. Denn selbst eine chemische Differenz wird im Wesentlichen hier keine andere Rolle spielen als bei den zahlreichen je gleichwertigen Teilstücken der Zelle, z. B. den Chlorophyllkörnern einer Art, die, trotzdem ihre chemische Zusammensetzung etwas differiert, gleichwohl in der großen Zahl von gleicher Größe sind, auch sonst gleiches Gepräge zur Schau tragen, und in gleicher Weise ihre Funktion verrichten. Dann aber sind ja auch chemisch verschiedene Mineralien isomorph und vermögen in der gleichen Krystallform aufzutreten.

Werfen wir nun auch hier wieder einen kurzen Rückblick auf unser Resultat des zweiten Abschnittes unserer Arbeit, so finden wir also wieder, soweit der dem Wesen nach bestehende Unterschied zwischen ein- und zweidimensionalem Wachstum eine Konkordanz zuläßt, das Ergebnis des ersten Teiles bestätigt: Auch hier ist das Wachstum diskontinuierlich, und unter allen Umständen gesetzmäßig, und jedenfalls dem Prinzip nach stets völlig unbeeinflusst von chemischen, physikalischen und biologischen Faktoren. Denn auch hier variieren überall die absolut gleichen Zwischenklassen diskontinuierlich, jetzt im Verhältnisse der Quadratwurzeln aus Fibonacci-Zahlen stehend. So als Quadratwurzeln, im Einklange mit den Tatsachen, weisen sie auf ein nach beiden Dimensionen hin in gleichem Verhältnisse statthabendes Wachstum infolge einer treukonservierten Orientierungsweise der Einheiten, aber wegen ihrer Beziehung zu den Fibonacci-Gliedern wieder auf unsere vindizierte, gesetzliche Vermehrung der organisierten Teilkörper hin, besonders da auch hier keine andere Erklärungsmöglichkeit besteht. Auch hier wieder gibt sich ein recht allgemeines Entwicklungsprinzip zu erkennen.

Bisher nun haben wir uns ausschließlich mit Fällen beschäftigt, wo sich das typische reguläre Längen- wie Flächenwachstum studieren ließ, und dabei also eine Entwicklung im Verhältnisse der direkten Fibonacci-Zahlen bezüglich der Quadratwurzeln aus denselben konstatiert. Diese Erscheinung macht es denn nun ohne weiteres wahrscheinlich, daß da, wo es sich um

III. das normale Körperwachstum der Pflanzen

handelt, nun die Kubikwurzeln aus den Gliedern der genannten Reihe in entsprechender Weise durch das nach der strengen Form des Quételet'schen Satzes ungerechtfertigte Überwiegen einzelner in ihrem Verhältnisse die Abscisse teilenden Ordinaten auf das gleiche Teilungs- und ein analoges Lagerungsgesetz zu schließen nötigen. Denn auch hier müßte sonst doch immerhin die erste gesetzmäßige Anordnung in der Organanlage sowie die Beziehung zur Lamé'schen Reihe noch jeder Begründung entbehren, wenn sich auch für einen eventuell zu beobachtenden gleichmäßigen Fortschritt der drei Dimensionen der auf unsere Teilkörper ausgeübte Druck und somit sich ergebende Zwang, in der bestimmten Orientierung zu verharren, geltend machen läßt.

Um nun diese Frage zu entscheiden, schlug ich zwei verschiedene Wege bei der Untersuchung ein, indem aber jedesmal die erhaltenen Werte wieder nach der bewährten statistischen Methode verwertet wurden. Leider nur traten mir bei meinen diesbezüglichen Arbeiten in gewisser Beziehung eine Reihe von Schwierigkeiten in den Weg, die, sonst aber auf die Richtigkeit und Brauchbarkeit der Ergebnisse ohne den allergeringsten Einfluß, vor allem

in dem Mangel an geeignetem Materiale zu Beginn meiner Untersuchung im Frühjahr ihren Grund haben. Trotzdem aber dürfte also klar und eindeutig der Beweis der Richtigkeit unserer Vermutung erbracht sein, sodaß ich bereits diese vorläufigen Feststellungen des Zusammenhanges halber jetzt durch Publikation der Kenntnissnahme weiterer Kreise zugänglich machen möchte. Denn sie geben vielleicht Veranlassung, daß auch von anderer Seite her analoge Prüfungen eingeleitet werden.

So stellen zunächst die Samen von *Amygdalus communis* („süße“ Mandel, ohne Perikarp) wenig homogenes Material dar. Auch erweist sich durchweg die dritte Dimension so gering bezüglich ihrer Größe, daß auf ihre Messung Verzicht geleistet werden mußte, da ja dieselbe Werte ergeben hätte, die nur durch Berechnung von Brüchen auf ihre Übereinstimmung mit der Theorie hätten geprüft werden können. Dies mochte natürlich wenig empfehlenswert und unsicher, andererseits aber, im Hinblick auf das erzielte Resultat, auch entbehrlich erscheinen. Denn an und für sich muß ja das Auftreten einer Zahl im Werte der Kubikwurzel schon allein für entsprechende Gesetzmäßigkeiten auch der anderen Dimensionen, mathematisch eindeutig, garantieren.

Die Zahlenverhältnisse, wie sie nun bei der Messung zunächst der Länge resultierten, stellt folgende Tabelle dar.

Größe der Länge des Samens von <i>Amygd. comm.</i>																	
mm:	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Frequenz:	4	6	8	<u>30</u>	40	84	<u>162</u>	<u>164</u>	132	<u>168</u>	108	46	12	<u>20</u>	<u>14</u>	2	ca: n = 1000

Auch hier war wieder der Millimeter als Maßeinheit zugrunde gelegt, und die Messungen nun mit Hilfe einer guten Schubleere ausgeführt worden. Daher dürfte wieder jeder Irrtum in bezug auf die Größenzahlen ausgeschlossen sein, da ja mit dem Nonius auch in Fällen, wo die Länge nicht genau mit dem Ende eines Multiplen der Einheit kollidierte, durch leichte und sichere Feststellung der größeren Annäherung an eine der beiden in Frage stehenden Größen eine zuverlässige Entscheidung herbeigeführt werden konnte.

Wie nun ersichtlich, haben wir es auch hier, trotz der für eine so geringe Variationsweite doch genügenden Zahl von Untersuchungen, wo doch sicher das Gesetz der großen Zahlen Bernoulli's und Poisson's der Theorie nach seine Gültigkeit haben müßte, wieder nicht mit einer durchaus „normalen“ Verteilung der Varianten zu tun. Denn das darzustellende Polygon macht der Tatsache auch entsprechend, ganz den Eindruck einer Summationskurve, wo wieder einige Klassen diskontinuierlich variieren. Es gilt dies für 20, 21 — 23 — 27-28, und, wie die „Andeutung“ eines Gipfels verrät, für 17.

Offenbar nun spielen diese Zwischenzahlen auch in unserem Falle im Leben der Pflanze wieder eine wichtige Rolle, und ich meine, da wir doch aus ihnen Schlüsse von weittragender Be-

deutung ziehen wollen, auch hier zuerst wieder den Nachweis schuldig zu sein, daß unsere Maxima echte, wahre Gipfel sind, die sich als solche konstant erhalten, und daß sie nicht etwa als „Nachbarzahlen“ solcher oder überhaupt völlig zufällig nur anfänglich überwiegen, um bei unendlich vielen Beobachtungen schließlich doch noch kontinuierlich zu variieren. Auch hier will ich nun den Nachweis wieder so einfachst führen, daß ich kurz die Entwicklung der statistischen Verhältnisse demonstriere.

Besonders günstig dürfte es da für unseren Zweck sein, daß je 500 Mandeln bezüglich ihrer Güte etc. verschiedenen Qualitäten angehören, die natürlich als solche zunächst auch gesondert gemessen wurden, und dabei nun folgende Verteilung ergaben.

Größe der Samen von *Amygdal. comm.*

mm:	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Frequenz:	2	0	2	<u>10</u>	6	24	<u>66</u>	<u>70</u>	58	<u>108</u>	76	36	6	<u>18</u>	<u>14</u>	2	1. Qualität.
„	2	6	6	20	34	60	<u>96</u>	94	74	60	32	10	6	2	—	—	2. Qualität.

Wir bemerken da, daß inbezug auf die Frequenz der einander entsprechenden Klassen ein Unterschied besteht, ja daß in beiden Fällen wieder einmal andere Hauptmaxima resultieren — selbstverständlich nur infolge der Auswahl seitens der Händler — die so auch auf einfachste Weise die Äquivalenz zweier Gipfel in der Gesamtkurve begründen. Wir konstatieren aber weiter, daß trotzallem diese beiden verschiedenen Zwischenzahlen in beiden Reihen der Übersicht eine bevorzugte Stellung einnehmen. Denn so überwiegt im ersten Falle 20, 21 als sekundäres Maximum ganz bedeutend, und im anderen Falle deutet 23 ganz deutlich, besonders bei graphischer Darstellung, einen Gipfel an. Offenbar würde sie mit noch viel größerer Frequenz überwiegen, wenn nur der Schwerpunkt mehr nach der positiven Richtung läge. Außerdem aber sind es noch weitere Zahlen, welche uns durch ihre besondere Häufigkeit auffallen, 17 und 27, 28. Diese liegen zwar auch noch innerhalb des Variationsfeldes der zweiten Reihe, aber da genießen sie unter diesen Minusvarianten keine besondere Bevorzugung. Hingegen im ersten Falle treten sie so überwiegend auf, daß sie sich, wie wir aus der Tabelle der Gesamt-Verteilung ja bereits entnehmen, selbst da noch als deutliche Maxima behaupten.

Können wir nun schon hieraus, unter Berücksichtigung all dieser Umstände, mit Recht schließen, daß auch sie keineswegs zufällige, willkürliche Varianten sind, denen keine tiefere, innere Bedeutung zugrunde liegt, sondern daß auch sie infolge der streng regulierten Wachstumsprozesse als Zwischenzahlen auftreten, aber hier nur infolge der künstlichen Auswahl seitens der Händler nicht zur Geltung kommen, so besitzen wir außer dieser Konstanz einen weiteren sicheren Beweis darin, daß bei sonstiger Übereinstimmung dieselben Zahlen auch bei den „Knackmandeln“ die kontinuierliche Variation unterbrechen.

Größe der Länge des Samens von der „Knackmandel“.

mm:	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Frequenz:	3	<u>6</u>	3	6	<u>18</u>	24	33	<u>57</u>	39	21	9	1	<u>5</u>	sa: n = 225.

Wie steht es nun aber mit der Breite? Wir hatten bei unseren Untersuchungen des vorigen Abschnittes gesehen, daß da genau dieselben Zahlen überwogen wie bei der Länge, wenn sie meist natürlich auch nur niederere Zahlenglieder der betreffenden Entwicklungsreihe waren. Ein Analogieschluß auf unsere jetzigen Verhältnisse läßt somit erwarten, daß Ähnliches auch hier der Fall ist. Dann aber, im Falle der Richtigkeit unserer Vermutung, wären wir ja in den Stand gesetzt, unsere jetzige, die inneren Vorgänge dartuende Reihe durch weitere, neue zugehörige Glieder zu erweitern. Tatsächlich nun sehen wir uns da nicht getäuscht, denn sowohl bei den Variationen der Breite der „süßen“ wie der „Knack“-Mandel finden wir übereinstimmend und konstant 13 als primäres Maximum. Deren Zugehörigkeit zu unserer Reihe dürfte nun schon aus dem weniger bedeutenden, aber doch immer noch genügend auffallenden Überwiegen der 17 bei *Amygdalus communis*, die wir ja auch bei Längenmessung als Gipfel vorfanden, mit Sicherheit zu erschließen sein.

Größe der Breite des Samens von der

1. Süßen Mandel. (n = 1000.) 2. Knackmandel. (n = 225.)

mm:	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		11	12	13	14	15	16
Frequenz:	6	38	118	178	<u>298</u>	226	80	24	<u>24</u>	8		15	48	<u>84</u>	42	24	12

Fassen wir nun, an der Hand des Ermittelten, unsere Gipfelzahlen alle zusammen, so würde sich also nunmehr die Reihe aus den Gliedern 13 — 17 — 20, 21 — 23 — 27, 28 zusammensetzen, die nun schließlich noch durch weitere Komponenten, wie sie sich bei übriger Übereinstimmung gelegentlich einer Untersuchung der Dimensionen der „Glaszwiebel“, einer Varietät von *Allium cepa*, ergaben, eine erwünschte Ergänzung erfahren.

Gerade dieses Objekt erschien mir nämlich wegen seines regulären Wachstums für unseren Zweck recht geeignet. Leider nur lassen sich auch hier nur zwei Dimensionen, die wegen der Kreisform des Querschnittes als Durchmesser natürlich gleiche Größe besitzen, quantitativ bestimmen. Denn die Längenmessung würde wegen der allmählichen Verschmälerung und des allmählichen Überganges der Zwiebel in den Stengel nur unsichere, und somit unbrauchbare Resultate liefern.

Größe des Durchmessers der Glaszwiebel. (n = 240.)

mm:	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Frequenz:	4	—	—	<u>6</u>	<u>8</u>	4	<u>6</u>	<u>16</u>	19	19	<u>42</u>	24	20	<u>24</u>	12	10	6	4	<u>14</u>	<u>2</u>

Auch hier überwiegen nämlich gewisse Klassen 20—23, 24—27—30—33—38, Zahlen, die trotz einiger gemeinsamer von den früheren Reihen deutlich im Zusammenhange abweichen, ganz abgesehen davon, daß das hier von den beiden früheren Arten völlig differente Wachstum schon an und für sich wieder eine völlig verschiedene Auffassung und Deutung erheischt.

Wie nun bereits angedeutet wurde, stehen unsere jetzt ermittelten diskontinuierlichen Variationsklassen bezüglich ihrer arithmetischen Wertigkeit nunmehr mit den Kubikwurzeln aus Fibonacci-Zahlen in Beziehung. Waren nun früher die gelegentlich der Untersuchungen über zweidimensionales Wachstum gefundenen Maxima die mit 10 multiplizierten Quadratwurzeln aus den Gliedern jener Reihe, so sind jetzt unsere Gipfelzahlen direkt mit den ebenso oft vervielfachten Kubikwurzeln identisch, wie die wieder vorzügliche Koïncidenz zwischen Theorie und Praxis, aus nachstehender Tabelle ersichtlich, demonstriert.

Gipfelzahlen und ihre Koïncidenz mit den Kubikwurzeln aus Fibonacci-Zahlen.

Hauptreihe:

Empirischer Wert:	$\frac{13}{3}$	$\frac{17}{3}$	$\frac{20, 21}{3}$	$\frac{23, 24}{3}$
Theoretischer Wert:	$10 \cdot \sqrt[3]{2} = 12,6$	$10 \cdot \sqrt[3]{5} = 17,1$	$10 \cdot \sqrt[3]{8} = 20$	$10 \cdot \sqrt[3]{13} = 23,5$

Empirischer Wert:	$\frac{27, 28}{3}$	$\frac{33}{3}$	$\frac{38}{3}$
-------------------	--------------------	----------------	----------------

Theoretischer Wert:	$10 \cdot \sqrt[3]{21} = 27,6$	$10 \cdot \sqrt[3]{34} = 32,4$	$10 \cdot \sqrt[3]{55} = 38,0$
---------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Nebenreihe:

Empirischer Wert:	$\frac{30}{3}$
-------------------	----------------

Theoretischer Wert:	$10 \cdot \sqrt[3]{26} = 29,6.$
---------------------	---------------------------------

Auch hier wieder werden wir also zur Annahme unserer Teilkörper und ihrer bereits des öfteren vindicierten gesetzlichen Teilung tatsächlich gezwungen. Hatte uns nun aber die Quadratwurzel auf das Quadrat und seine typischen Eigenschaften verwiesen, von denen wir rückschließend, zur Annahme einer nach beiden Dimensionen in gleichem Verhältnisse statthabenden Stoffzunahme gelangten, so müssen wir nun entsprechend jetzt von der einfachsten dreidimensionalen Form, dem Würfel, ausgehen, und wieder seine charakteristischen Merkmale, die Gleichheit der drei Seiten und ihre rechtwinklige Stellung, zum grundlegenden Ausgangspunkte der Erklärung der Wertigkeit der Zwischenzahlen als Kubikwurzeln machen. Demzufolge hätten wir dann hier ebenfalls anzunehmen, daß wieder, den Tatsachen auch wirklich entsprechend, ein überall hin in einheitlichem gleichen Rhythmus fortschreitendes Wachstum statthat, nach unseren Vorstellungen wieder infolge der gleichbleibenden gegenseitigen Lagerung (selbst im Laufe noch so oft

wiederholter Teilungen) unserer organisierten Lebenseinheiten, die die plasmatische Substanz aufbauen.

Leider waren wir eben bisher noch nicht in den Stand gesetzt, ein im Zahlenverhältnisse der Kubikwurzel stattfindendes Wachstum auch für die dritte Dimension nachzuweisen, da uns jedesmal unüberwindliche Schwierigkeiten in der morphologischen Eigenart der wenigen, zu Gebote stehenden Objekte entgegentraten. Und wenn wohl auch durch das bereits Festgestellte, zumal im Anschlusse an die analogen Erscheinungen beim Längen- wie Flächenwachstume, an der Tatsächlichkeit unserer vermuteten Entwicklung nunmehr jeder Zweifel als beseitigt betrachtet werden darf, um so mehr, als ja das Auftreten einer Kubikwurzel dasselbe auch bei den anderen Dimensionen mathematisch notwendig erscheinen läßt, so hätte ich eben gleichwohl gerne noch zum Überflusse den tatsächlichen Beweis erbracht.

Um nun nach Möglichkeit noch diese Schwäche der Arbeit zu beseitigen, wurde noch die zweite Methode eingeschlagen, deren Ergebnisse nun gleichfalls wieder nicht gegen uns sprechen: Ich bestimmte im Volumeter, einem sorgfältig graduierten Gefäße, den Betrag der Höhe, in einer Maßeinheit, fast dem Millimeter gleich, ausgedrückt, um den das Niveau des Wassers stieg, nachdem ich jedesmal einen der zu untersuchenden Körper, die Knollen von *Solanum tuberosum* (sog. „Reichskanzler“) in dasselbe eingebracht hatte. Es müßten ja dann, da bei ähnlichen Körpern die Volumina im Verhältnisse ähnlichliegender Strecken, letztere also im Verhältnisse der Kubikwurzeln ersterer stehen, wenn wirklich auch hier die Dimensionen in der geforderten Weise im Verhältnisse der Kubikwurzeln aus den Zahlen der Lamé'schen Reihe variieren, die Gipfel der ermittelten Variationen direkte Fibonacci-Zahlen ergeben. -

Leider traf es sich nur wieder ungünstig, daß auch unser jetziges Objekt kein besonders gutes Material repräsentiert, da ja ganz natürlicher Weise das Wachstum in der Erde durch den gewaltigen Bodendruck und durch sonstige mechanische Hindernisse, Steine und dergleichen für uns unliebsame, nachteilige Beeinflussung erfahren muß, wie ja auch die Unregelmäßigkeit der Gestalt der Kartoffelknolle genugsam bekundet. Auch konnten wegen einer nicht allzugroßen Zahl der zur Verfügung stehenden Exemplare die Ermittlungen nur in einem Gefäße mit relativ großem Durchmesser, zirka zehn Zentimeter, vorgenommen werden. Denn nur so war ja auf keine, natürlich mehr Einzelbeobachtungen erfordernde Variationsweite, die allerdings auch wieder weitere, zahlreichere Zwischenzahlen geliefert hätte, zu rechnen.

Wie wir nun sehen, fällt der Hauptgipfel in unseren beiden ersten Reihen auf 4, während in der dritten Reihe — deren Material von einem anderen Händler stammt, vielleicht auch einer besonderen Kulturvarietät angehören mag — 6 als primäres Maximum auftritt, aber gleichfalls 4 eine hervorragende Frequenz besitzt. Außerdem aber fällt noch die Andeutung eines Gipfels bei 10 auf, und in den ersten Reihen der Übersicht bei 8. Ebenso sehen wir

12 eine besondere Häufigkeit aufweisen; vergegenwärtigen wir uns nun wieder die ungünstigen Wachstumsbedingungen und erwägen, daß die durch sie bedingte Anomalie um so augenfälliger in die Erscheinung treten muß, je größer das Objekt ist, da es dann ihren Einflüssen natürlich auch am meisten ausgesetzt war, so könnte man wohl vermuten (will man nicht das oft anfänglich zu beobachtende Überwiegen von „Nachbarzahlen“ oder etwa unseren Maßstab als ungünstig verantwortlich machen), daß 12 nur infolge der störend einwirkenden äußeren Einflüsse statt 13 diskontinuierlich variiert. Dann aber hätten wir durchweg Zahlen, die in glänzendster Weise mit den verlangten kollidieren.

Kartoffeln. Steigen des Wassers im Volumeter
um die Einheitsstrecke.

Klasse:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Frequenz:	2	10	68	<u>96</u>	46	28	18	<u>14</u>	4	4	4	<u>4</u>	<u>2</u>	—				n = 300
	1	11	91	<u>112</u>	81	50	22	<u>18</u>	6	<u>4</u>	—	3	1	—				n = 400
	—	—	15	<u>31</u>	<u>31</u>	<u>46</u>	34	23	15	<u>13</u>	5	<u>5</u>	<u>3</u>	—	2	1	1	n = 225

Doch sprechen jedenfalls auch so, ohnedies, trotz der geringen Abweichung, unsere Ergebnisse von dieser Seite her durchaus nicht gegen unsere logisch begründete, dem Zusammenhange nach notwendige, bezüglich ihrer Richtigkeit auf anderem Wege auch bereits bestätigte Annahme eines Wachstumes jetzt im Verhältnisse der Kubikwurzeln aus Fibonacci-Zahlen, ebensowenig wie gegen die Voraussetzung unserer Teilkörper und ihrer gesetzmäßigen, einfachen, in der Natur auch beobachteten Teilung: Tatsächlich ist ja auf diese Weise eine, mit keinem wissenschaftlichen Ergebnisse im geringsten Widerspruche stehende, einfache, ungezwungene, vollständige Erklärung zu geben.

Fassen wir nun auch hier unser Resultat zusammen, jetzt aber in Mitberücksichtigung unserer früheren Ergebnisse, so würden sich dann etwa folgende Sätze als

Resultat der Arbeit

ergeben:

1. Das organische Wachstum erfolgt schon insofern gesetzmäßig, als die Anordnung der Varianten beim statistischen Verfahren eine solche ist, wie sie den Anforderungen des Quételet'schen Gesetzes entspricht: Stets, die chemischen physikalischen Bedingungen und sonstigen biologischen Faktoren mögen beliebige sein, es mag sich handeln um quantitative oder numerische, individuelle oder partielle, Kon- oder De-Variabilität etc., ergibt sich ein Mittelwert jeweilig, um den sich die Variationen mit um so geringerer Frequenz nach beiden Richtungen bei linearer Darstellung gruppieren, je entfernter sie ihm stehen.

2. Im Gegensatze zur Variation anorganischer Merkmale, wo zwar auch die Kollektivmaßelehre ihre Anwendung finden kann, aber bei wiederholten Untersuchungen auch desselben Merkmales stets andere Gipfel resultieren, ist das Maximum, das bezüglich

seiner Lage durch die spezifischen Eigenschaften des Objektes bedingt ist, in der großen Zahl hier dasselbe, und konstant, selbst wenn das Material von verschiedenen Standorten stammt. Selbstverständlich können dabei nie die völlig gleichen Ernährungsbedingungen vorausgesetzt werden, und so ist daraus, wie auch besonders aus der trotzdem bei genügend großer Untersuchungszahl zu beobachtenden Übereinstimmung seiner relativen Häufigkeit der Nachweis erbracht, daß der Gestaltungsprozeß bis zu einem gewissen Grade unabhängig von äußeren Faktoren verläuft.

3. Weiterhin bestätigt diesen Schluß die Frequenz der übrigen Varianten. Stellt man sich nämlich, vorausgesetzt stets eine genügende Zahl von Beobachtungen, die prozentuale Häufigkeit dar, so erkennt man, daß, wie die Größe der Neigung, einen bestimmten Mittelwert hervorzubringen, auch die Größe der Tendenz, auf einer früheren oder späteren Entwicklungsstufe als Minus- oder Plusvariante stehen zu bleiben, erblich geregelt sein und dem Plasma inhärieren muß.

4. Nur wenn Kurven einander gegenüber gestellt werden, deren Material von Standorten herrührt, wo einmal eine nachhaltige, einen gewissen Grad der Stärke überschreitende Selektion wirkte, respektive, wo im anderen Falle die Entwicklung durch keine solche oder eine entgegengesetzt wirkende beeinflusst wurde, ist zwischen den beiden Polygonen eine Differenz zu konstatieren, die nun bestehen kann:

- a) in einer Verschiebung der Schwerpunktsordinate,
- b) im Auftreten eines neuen Gipfels.

5. Indes ist trotzdem die Wirkung eine beschränkte, und jedenfalls vermag Zuchtwahl, der äußere Einfluß keine neuen Sippen, die ein neues konstantes Merkmal aufweisen, zu erzeugen. Denn wenn nicht innerhalb einer Art erblich fixierte, „Rassen“ (wie bei den *Umbelliferen*) bestehen, ergeben sich keine Kombinationspolygone, und so ist dadurch auch weiter gewährleistet, daß durch fluktuierende Variabilität keine neuen Arten entstehen. Die teilweise Unabhängigkeit des Wachstumsphänomenes von dem „monde ambiant“ zeigt sich aber evident noch in anderer Weise, die aus dem Folgenden klar werden wird.

6. Es treten stets gewisse „Zwischenklassen“ auf, die die kontinuierliche Variation unterbrechen, d. h. die Entwicklung ist keine gleichmäßige, sondern eine sprungweise, rhythmische.

7. Dieselben sind konstant und ebenfalls erblich geregelt, ferner je die absolut gleichen, soweit ein gleicher Wachstumsmodus statthat, also an allen homologen Organen, ebenso je bei der Variation der zwei Dimensionen bei Flächen-, und der drei Dimensionen bei Körperwachstum. Sie fehlen nur dann, wenn dank der lokalen Verhältnisse die ganze betreffende Partie der Kurve fehlt, oder durch nur wenige Vorkommnisse vertreten wird.

8. Wenn nun eine Selektion einen Wechsel des Gipfels zur Folge hat, so liegt das neue Maximum dann stets auf einer dieser diskontinuierlichen Klassen, wird also die Entwicklung, die diese typischen Hauptstufen durchläuft, im Prinzipie nie gestört, sondern

eben nur graduell beeinflußt. Es gilt dies für Gigantismus wie Nanismus, sowie Deformationen und Anomalien. als weiter die Pleophyllie und Pleotaxie wie Polykladie.

9. In genau derselben gesetzmäßigen Weise bedingt auch partielle Variabilität, wenn überhaupt, einen Unterschied.

10. Außer der Konstanz und erblichen Regelung kommen nun unseren Zwischenzahlen auch mathematische Gesetzmäßigkeiten zu. Stets sind diese in Beziehung zu bringen zur Fibonacci-Reihe. So teilen die diskontinuierlichen Ordinaten die Abscisse bei Längenwachstum im Verhältnisse der direkten Glieder der Lamé'schen Reihe, bei Flächenwachstum in dem ihrer Quadratwurzeln und bei Körperwachstum dem der Kubikwurzeln. Auf dem Gebiete der numerischen Variation variieren die Simpla und Multipla. je nach der Art der Anordnung etc. und eines eventuellen „Dédoublements“ oder weiterer Vervielfältigung, als Zwischenzahlen, auch bei manchen tetrameren Phanerogamen.

11. Somit liegt den untersuchten Organen, wie verschiedenen Familien ein einheitliches Entwicklungsprinzip zu Grunde (mutatis mutandis!).

12. Dasselbe ist rein mechanisch nicht zu erklären. Zwar kann man sich aus der gegenseitigen Beeinflussung in Kontakt geratener Organe das Zustandekommen allgemein von Divergenzen vorstellen, aber allein durch mechanische Begründung ist nie den Gesetzmäßigkeiten bezüglich Frequenz, Konstanz Rechnung getragen. Ebenso wenig sind die Regelmäßigkeiten des ein-, zwei- und dreidimensionalen Wachstumes ausschließlich mechanisch zu begründen. So besteht also ein fundamentaler Unterschied zwischen organischem und anorganischem Wachstum. Es dürfte kaum gelingen, durch Darstellung „künstlicher“ Pflanzen, beruhend auf der physikalischen Erscheinung der Diosmose etc., und aus der „Protoplasmamechanik“ den Gestaltungsvorgang zu erklären.

13. Um nun aber gleichwohl das Zustandekommen der gesetzmäßigen Variation zu verstehen, ergibt sich die Notwendigkeit der Annahme kleinster lebender Individualitäten, die die gesamte lebende Substanz aufbauen. Auf deren gesetzmäßigen, einfachen, im Zahlenverhältnisse des Fibonacci geschehenden, in der Natur auch tatsächlich beobachteten Vermehrung würde dann das organische Wachstum (unter sonstiger Bewahrung unserer jetzigen Anschauungen über Nahrungsaufnahme etc.) beruhen.

14. Zur Erklärung der Wertigkeit der Klassenzahlen bei Längen-, Flächen- und Körperwachstum ist dann weiter einfachst anzunehmen, daß stets die Verteilung der „Einheiten“ im Laufe der Teilungen je eine gleiche, einheitliche bei den einzelnen Organen bleibt, wenn einmal erst die Anordnung in der Organanlage durch organische Kräfte geschehen ist. So ergeben sich ja die direkten Fibonacci-Zahlen, so auch ihre Quadratwurzeln und Kubikwurzeln. infolge des dadurch bedingten, je nach ein, respektive zwei und drei Dimensionen in gleichem Rhythmus statthabenden Wachstumes.

Kann nun unsere Hypothese letzter lebender Einheiten schon deshalb als vollberechtigt gelten, da sie gewisse Erscheinungen ohne Widerspruch zu erklären vermag, so muß sie aber ganz natürlich noch einwandfreier in jeder Weise erscheinen, wenn wir sie auch mit Vorstellungen, zu denen Phänomene ganz anderer Natur und andere Reflexionen führten, in Einklang bringen können.

Daß nun wirklich auch bereits von anderer Seite her ähnliche Gebilde vorausgesetzt werden mußten, und daß wir mit diesen unsere Teilkörper identisch halten können, das möchte ich nun jetzt, besonders, weil daraus auch weitere direkte Vorteile für unsere Auffassung resultieren dürften, und da unsere hier vorgebrachten Grundanschauungen von den bestehenden, meistverbreiteten Ansichten speziell über den Wachstumsprozeß ziemlich abweichen, unter stetiger Bezugnahme auf denselben demonstrieren:

Schon durch die allerersten anatomischen Forschungen auf botanischem Gebiete, die der Italiener (38) Marcelius Malpighi 1674 und der Engländer (39) Nehemias Grew 1682 vornahm, gewann man ja durch die Entdeckung des zellulären Baues der Organismen einen hübschen Einblick sowohl in die Tektonik der Lebewesen, wie auch besonders in die Natur des auf Teilung der organisierten Materie unter steter neuer Stoffaufnahme und Verarbeitung in homogene Körpersubstanz beruhenden Wachstumsphänomenes. Denn waren ja wohl auch die Vorstellungen, die man sich über diese eigenartigen Gebilde machte, selbst nach den bahnbrechenden Untersuchungen von (40) Wolff, (41) Oken, (42) Treviranus, (43) Purkinje, (44) Schleiden etc. in vielen Punkten noch recht mangelhaft, indem man ja so vor allem der doch unwesentlichen, aus dem Plasma erst „ausgeschwitzten“ Membran die bedeutsamste Rolle beim Lebensprozesse zugestand, so resultierte doch trotz alledem alsbald als eines der wichtigsten Fundamente der modernen Biologie schon aus diesen anfänglichen Studien die Erkenntnis einer wichtigen Tatsache. Es ergab sich, daß jede einzelne dieser Zellen schon ein eigener, selbständiger Träger der charakteristischen Lebensfunktionen, der Assimilation, des Wachstums und der Teilung ist, eine „Lebenseinheit“, um (45) Virchow's Nomenklatur zu gebrauchen, und so durch ihre gesetzmäßigen Teilungen und Segmentierungen, besonders schön und exakt an Meristemen und Vegetationszonen, eben den Gestaltungsvorgang, die Volumenzunahme etc. einleitet, in steter Berücksichtigung des »Principium minima areae«, sodaß die auftretenden Zellwände unserem Auge als rechtwinklig sich schneidende Kurvensysteme, die periklinen als eine Schar konfokaler Parabeln, die antiklinen als orthogonale Trajektorien etc. erscheinen.

Aber, wie man sich nun weiter mit der Physiologie dieser Zellgebilde beschäftigte, mußte man gar bald aus deren Fähigkeit, auf die allerverschiedensten äußeren Reize, auf thermische, optische, chemische, mechanische Einwirkungen in gesetzmäßiger Weise zu reagieren, ebenso aus dem Vermögen, die kompliziertesten, chemischen Prozesse zu vollziehen, und die verschiedenartigsten, auf eigenste Art aufgebauten Substanzen herzustellen, mit Notwendigkeit den Schluß ziehen, daß sie hochzusammengesetzte Körper,

also gewissermaßen selbst wieder „Elementarorganismen“ sind, und so für das Wachstum und die Gestaltung in letzter Linie nicht verantwortlich gemacht werden können. Daß sie so selbst wieder aus zahlreichen kleinsten Teilstücken bestehen, dafür mußten weiterhin vor allem noch die bei dem Studium der Ontogenese gemachten Erfahrungen sprechen, die Beobachtung, daß durch die Vereinigung zweier solcher Zellen, der Ei- und Samenzelle, die Grundlage zur Entwicklung eines neuen Organismus gegeben ist, der die Eigenschaften seiner Eltern, bisweilen die individuellsten, geringfügigsten Züge derselben getreulich reproduziert. Denn eben diese Zellen müssen so die spezifischen Eigenschaften und latenten Merkmale vertretende Individualitäten besitzen, „Anlagen“, in deren Gesamtheit das neuentwickelte Lebewesen gleichsam vorgebildet, potentiell enthalten ist, und durch deren Teilungen etc. nun eben ihre Entfaltung statthat.

Tatsächlich nun kam man ja auch gar bald, wie man sich durch weitere phytotomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen orientierte, wirklich morphologisch zu ganz anderen Auffassungen über die Zelle und ihre Bedeutung, indem man zunächst die Schleiden-Schwann'sche Theorie zu Gunsten der besonders von (46) Schultze begründeten Protoplasmalehre aufgab. Es stellte sich nämlich tatsächlich auch heraus, daß sie in Wirklichkeit gar nicht die letzte Lebenseinheit ist, sondern ein höchst kompliziertes Gebilde repräsentiert, in dem die bereits angeführten, für die Organismen typischen Reaktionen noch einer ganzen Reihe von untergeordneten, inhomogenen, morphologisch und physiologisch streng differenten Teilstücken zukommen: Von diesen wären zu nennen die meist mehrere Nukleolos in sich bergenden Nuklei, die von der Zentrosphäre umhüllten Zentrosomen, die als Chloro-, Chromo- und Leuko-Plasten in die Erscheinung tretenden Chromatophoren etc., alles lebende Individualitäten mit großer funktioneller Selbstständigkeit.

Aber auch diese eben erwähnten Körper durfte man bei so beträchtlicher Mannigfaltigkeit der äußeren Erscheinung besonders noch nach Kenntnisnahme der Differenzierung wieder des Zytoplasma in ein schaumartige Alveolen bildendes Alveolar- oder Trophoplasma, und ein fadiges Filar- oder Kinoplasma, vor allem aber nach Entdeckung der gelegentlich der indirekten Kernspaltung, der Karyokinese, eintretenden Chromatin-Teilung ganz offenbar wieder noch nicht als letzte „lebende Elemente“ betrachten. Denn so hätte ja, ganz abgesehen von diesen Tatsachen, auf jede Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit der Auffassung von vornherein Verzicht geleistet werden müssen, und dann können wohl unsere Teilkörper offenbar auch nicht die stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften sein. Auch (47) Wiesner begründet die Notwendigkeit der Annahme einer „Elementarstruktur“ in allgemeiner Weise weiterhin: „Wenn im Leben der Organismen der Teilung eine so große und weitausgedehnte Wirksamkeit zufällt, und wenn man den Gang der Forschung erwägt, der uns fortwährend mit neuen Teilkörpern bekannt macht, so muß wohl zugestanden werden, daß

wir in der Teilungsfrage noch nicht bis an das letzte Ziel gelangt sind, und daß es im Organismus noch Teilungsvorgänge gibt, die sich bis jetzt der direkten Wahrnehmung entzogen haben. Es ist deshalb eine, ich möchte sagen, durch den Entwicklungsgang der neueren Forschung uns förmlich aufgenötigte Annahme, daß das Protoplasma noch andere, teilungsfähige, organisierte Individualitäten birgt, ja daß es ganz und gar aus solchen lebenden Teilungskörpern bestehe.“

War man aber nun so einmal, falls man nicht jede Möglichkeit eines guten, leichten Verständnisses der physiologischen Prozesse entbehren wollte, zur Annahme letzter, kleinster, wahrer Lebenseinheiten gezwungen, so durfte man auch vor, infolge der Häufung unseres Detailwissens erforderlichen Theorien und Hypothesen nicht zurückschrecken. Zudem war es ja bislang nie geglückt, die allerfeinste Organisation unserer groben, sinnlichen Wahrnehmung zugänglich zu machen, und vorläufig wenigstens dürfte auch nicht die geringste Aussicht dazu bestehen. Denn wenn wir bedenken, daß der überhaupt erst bei starker Vergrößerung sichtbare, dann noch als homogene Masse erscheinende, bei einem Lebewesen, wie beim anderen aussehende Samenfaden unzählige komplizierte Eigenschaften des Vaters auf das Ei überträgt, und daß diese gleiche Substanz die differentesten Wirkungen im Laufe der ontogenetischen Entwicklung ausübt, in der die in Ei und Samen latenten Eigenschaften allmählich erst offenbar werden, so müssen ja hier zweifellos Organisationsverhältnisse vorliegen, die auch mit dem Hilfsmittel der besten Mikroskope kaum erschlossen werden dürften.

Wie nun der Chemiker, um sich ein klares Bild über die näheren Vorgänge und Ursachen der chemischen Prozesse machen zu können, eine eigene Disziplin schuf, die Strukturchemie, durch die tatsächlich auch die Reaktionen verständlich und begreiflich erscheinen, so wurden nun eben in analoger Weise, zum entsprechenden Zwecke, auf wissenschaftlicher Grundlage, auch von Seiten der Biologen, Vorstellungen gebildet von entsprechenden kleinsten lebenden Gebilden, die aber durch eben ihre Lebensfähigkeit in fundamentaler Weise sich von den Einheiten der Chemiker unterscheiden.

Freilich ist ja auch der Biologe, da sich das Organische aus denselben Elementen aufbaut wie das Anorganische, im letzten Grunde ebenfalls auf dieselben Atome und Moleküle verwiesen, aber es gewährt doch eben die Annahme der Elementarstruktur, worauf auch Wiesner hinweist, für das Verständnis aller physiologischen Vorgänge, für Regeneration und Vererbung unschätzbare und unentbehrliche Vorteile. Denn ohnedies erscheinen diese Prozesse völlig unverständlich. Auch ergibt sich so eine unendlich größere, vollständigen Klarheit betreffs des Wachstumsprozesses gegenüber den „verworrenen“ Ansichten über Intussuszeption und Apposition. Denn nur durch die Annahme eines letzten lebenden Elementes ist uns ein zwar schematischer, aber vollkommen klarer Einblick (48) in die allerfeinste Tektonik ermöglicht, wie man ihn in den mo-

lekularen Bau beispielsweise eines bei allerstärkster Vergrößerung eben sichtbaren Stückchens einer verholzten Membran nie wird erlangen können. Denn uns ist doch schon die Molekularstruktur des beispielsweise nur aus einer Molekularart sich aufbauenden Diamanten völlig unbekannt, andererseits aber befinden sich, wie die Tinktion lehrt, in großartigster kompliziertester Weise dort neben kristallinen, amorphen und kolloidalen Mineralsubstanzen noch Cellulose, Holzgummi, Vanilin, Koniferin etc., Körper also, deren chemische Struktur uns noch völlig unbekannt ist. Auch ist ja nur durch eine solche Voraussetzung (48) „nicht nur der Organismus selbst auf eine letzte Einheit zurückgeführt, auch die Haut, der Kern und die übrigen lebenden Individualitäten der Zelle erscheinen uns gleich dem Protoplasma unter dem gleichen morphologischen und physiologischen Gesichtspunkte, sie erscheinen als wesentlich gleiche, wenn auch verschieden ausgebildete und verschieden funktionierende Teile der Zelle.“

So entstand nun also eben, um unsere Aufmerksamkeit wieder den letzten, fingierten Lebenseinheiten zuzuwenden, z. B. die Lehre von den (49) „Gemmulae“ Darwins, dessen provisorische Hypothese der Pangenesis freilich mit der Annahme einer Abgabe und eines Transportes dieser „Keimchen“ seltsam anmutet und auch isoliert dasteht. So bildeten sich weiter die Vorstellungen, nach denen andererseits (50) Herbert Spencer, dessen Ansichten sich schon bei (51) Johannes Müller vorfinden, mit seinen, in ihrer Gesamtheit die Organismen zusammensetzenden, durch ihr Vermögen, sich einer speziellen Form anzuordnen, die „organische Polarität bedingenden „Physiological units“, ferner (52) Nägeli in seiner Hypothese eines aus Scharen von Micellen aufgebauten, als strangartiges Netzwerk das „Ernährungsplasma“ der Zelle durchziehenden, und von hier sich kontinuierlich auf andere Zellen fortsetzenden Idioplasmas, (53) Wiesner mit seinen Plasomen, mit der von (54) Oscar Hertwig begründeten Biogenese und den Theorien von (55) Strasburger, (56) Driesch, der (57) Determinanten-Lehre und Keimplasma-Hypothese von Weismann, und der Lehre der (58) intracellularen Pangenesis von Hugo de Vries gemeinschaftlich den stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften, in allen einzelnen Zellen als gegenwärtig voraussetzen als die „Substanzeinheit“, die mit der Fähigkeit der Assimilation, des Wachstumes und der Teilung begabt, die „Anlage des Ganzen“, die „Kraft zur Bildung des Ganzen“, in sich enthält.

Diesen Gebilden also, zu deren Annahme Gründe ganz anderer Art, als unsere in dieser Arbeit dazu bestimmenden es sind, führten, möchte ich nun auch unsere letzten Teilkörper zur Seite stellen, da ja in allen Fällen dieselben Grundeigenschaften vindiziert werden, und die Kontinuität einer Entwicklung nach einem bestimmten Prinzip ja ebenfalls Vererbung voraussetzt. Und wenn wir nun dann eben auch wie Spencer und Wiesner speziell annehmen, daß, wie die ganze Pflanze sich in viele Millionen von Zellen gliedern läßt, so auch wieder diese Zellen, jede in ihrer Gesamtheit, in allen ihren einzelnen Teilen und Teilstücken sich

aus elementaren Lebenseinheiten aufbauen, die hier das Plasma nebst seinen mannigfachen differenzierten Körpern, dort aber den Kern, die Lininfäden, Nukleinmassen etc. gesetzmäßig zusammensetzen, dabei aber doch stets als integrierte Teile eines Organismus in organischen Beziehungen zueinander verbleiben, so stellen wir uns ja trotzdem, dem obigen zufolge, mit den übrigen Forschern keineswegs in einen prinzipiellen Widerspruch. Denn dieselben verbinden ja trotz der Verschiedenheit der Bezeichnungen mit ihren kleinsten lebenden Gebilden, im Grunde genommen, stets ein und dieselbe Vorstellung, und so sind ja, wie (59) Hertwig erklärt, die physiologischen Einheiten Spencers, die Plasome Wiesners gleichsam Stückchen des durch den ganzen Körper als Netz verbreiteten Idioplasmas Nägelis. Das ist aber nach der Lehre von ihm, identisch mit seinen mit „spezifischer Energie“ ausgestatteten „Artzellen“, und zufolge der Anschauungen von Strasburger, Driesch, de Vries, in Berücksichtigung der Äquivalenz der männlichen und weiblichen „Erbmasse“, der gleichwertigen Verteilung derselben auf die aus dem befruchteten Eie hervorgehenden Zellen, der Verhütung der „Summierung der Erbmassen“, und der „Isotropie“ des Protoplasmas in den Zellkernen enthalten. Und von hier aus vermag es dann der Lehre der intracellularen Pangenesis zufolge, soweit es nicht mehr latent, „aktiv“ wird, in das Plasma der Zelle einzuwandern, um hier nun den Ausgangspunkt für die mannigfachen Plasmaproducte zu bilden. Denn es bindet je nach dem „morphologischen Ort“ etc. die verschiedenartigste Materie an sich, und nimmt zweifellos auf diese Weise neben der Überlieferung des Charakters auch an der Entwicklung teil.

Außer den erwähnten Vorteilen aber, ganz abgesehen davon, daß so unsere konstatierten Gesetzmäßigkeiten am allereinfachsten ihre ursächliche Motivierung erfahren, meine ich aber mit der Annahme eines Aufbaues der gesamten Zelle aus Plasomen auch noch in anderer Beziehung den beobachteten Tatsachen am besten Rechnung zu tragen. Denn so ist zunächst schon von (60) Wiesner mit positiver Sicherheit in exakter Weise der Nachweis erbracht worden, daß entgegen einer vielverbreiteten Anschauung auch die Haut der Zelle, wenigstens solange sie sich in organischem Wachstum befindet, sich keineswegs als tot erweist, sondern ein lebendes Plasma- und Eiweißstoffe führendes Glied derselben ist. Während dieser Zeit muß sie, weder fibrillär noch geschichtet, aus kleinsten, lebenden Individualitäten, Dermatosomen bestehen. Denn wenn auch wohl meist bei der Teilung von Zellen ein Teil der Membran der Mutterzellwand in die Wandbildung der Tochter eintritt, und der Rest vom lebenden Zelleibe her ergänzt wird, wird doch beispielsweise bei der Sprossung von *Saccharomyces* und der Konidienbildung die Membran „in toto“ geteilt, und aus einer winzigen Hautanlage der Mutterzelle unter Beteiligung des Protoplasmas wächst die Tochterzelle heran, die sich unter völliger Abschnürung der Haut von der Mutterzelle ablöst. Zudem gelang es ja auch, beim sogenannten Karbonisierungsverfahren Aggregate von Plasomen der Wahrnehmung zugänglich zu machen.

Dann läßt sich ja auch die Ansicht, daß der den Zellkern umgebende Teil des Protoplasmas, das Zytoplasma, sich nicht aus Plasomen aufbaue, bei unseren Vorstellungen von deren Eigenschaften weder mit den Forschungsergebnissen über die sogenannten „Gallen“, noch mit den Resultaten der Studien über Bastardbildung vereinigen, da es sehr wohl auch für die Wachstums- und Gestaltungsvorgänge Bedeutung hat, und so in beiden Fällen auch eine Beeinflussung des ausschließlich von ihm beeinflussten Gewebes resultiert. So ist ja auch die Frucht z. B., die durch Belegung der Pflanze A mit dem Pollen der Spezies B gebildet wird, bezüglich der Gestalt, Größe und Farbe von den der Art A eigenen Früchten höchst different, und gibt bereits den Einfluß des Spermakernes von B zu erkennen. Der ist aber auf das Ei nur durch das diese zwei Kerne umhüllende Zytoplasma übertragen worden, welches auch wirklich eine der den Kern betreffenden gleiche oder mindestens sehr ähnliche Veränderung erfährt, offenbar wieder nur bei gleicher materieller Grundlage denkbar. Zudem mußte ja auch direkt eine (61) „Erblichkeit außerhalb des Zellkernes“ vindiziert werden, zur Erklärung dafür, daß unsere, zu Beginn unseres Abschnittes mehrfach erwähnten Träger spezifischer Funktionen, Stärkebildner, Chromatophoren etc. bei jeder Zellteilung von einer auf die andere Zelle mit übergehen. Bedenken wir nun noch, daß auch die Erscheinung der (62) Merogonie für unsere Ansicht sprechen muß, indem kernlos gemachte Eifragmente nach der Befruchtung durch einen Samenfaden gleichwohl sich zu Lebewesen zu entwickeln vermögen, welche die Eigenschaften beider Eltern reproduzieren können, daß ferner (63) Kern und Plasma sich im Laufe der phyllogenetischen Entwicklung wahrscheinlich erst allmählich aus einer gemeinsamen Substanz, in der sie ja heute noch bei vielen *Nostocaceae*, *Oscillatoriaceae* etc. vereinigt sind, dem Archiplasma, herausdifferenzierten, und somit zum Teil fundamentale Strukturunterschiede sicherlich nicht aufweisen werden, so dürfen wir wohl nunmehr aus allen diesen Gründen also mit vollstem Rechte annehmen, daß — wenn überhaupt eine Elementarstruktur besteht; und darauf sahen wir alles hindeuten — sich die Zelle in ihrer vollen Gesamtheit aus unseren lebenden Teilkörpern aufbaut. Dabei ist wohl nicht zu befürchten, daß wir andererseits Gefahr laufen, der biologischen Bedeutung des Kernes wenig gerecht zu werden und den Grundcharakter der Vererbungstheorien zu verwischen.

Dazu brauchen wir aber gar nicht erst mit Nägeli für die Assimilations- und Wachstumsvorgänge ein besonderes in Kontinuität stehendes, durch den Gesamtorganismus im Zusammenhange sich durchziehendes spezielles Ernährungsplasma annehmend, lediglich dessen letzte Individualitäten für das Zustandekommen der konstatierten Gesetzmäßigkeiten verantwortlich machen, sondern können ruhig mit Wiesner in jedem Plasome ein Vererbungsorgan erblicken. In jedem einzelnen solchen sind dann eben die gestaltenden Kräfte enthalten, die das geteilte durch Wachstum zu einem neuen sich ergänzen lassen, wo schon durch die bestimmte Lage im „Keimplasma“ unter Mitwirkung aller anderen die organische

Entwicklung beeinflussender Faktoren etc., die im Laufe des ontogenetischen Wachstumes eintretende Vielgestaltigkeit begründet ist.

Auf diese Weise ist wirklich in letzter Konsequenz eine letzte, wahre „Einheit“ geschaffen, die das Gesetz der Einheit auch im inneren Baue der Organismen in umfassendster Weise berücksichtigt. Denn ist so ja wohl schon an sich klar, daß die letzten lebenden Elemente sich gegenseitig viel näher stehen werden, als die Zellen und ihre sonstigen Teilstücke einander, so ergibt sich für uns hier direkt die Notwendigkeit der Annahme gleicher Gestalt und Größe noch verständlicher, da ja unsere Einheiten, die den gesamten Organismus aufbauen, aus nur relativ wenigen solchen im „Keimplasma“ ihren Ursprung durch Teilungen nehmen müssen, mögen sie nun im Laufe der ontogenetischen Entwicklung in gewisse Dauerzustände übergehen, oder als „Keimplasome“ ihre Teilungsfähigkeit und Gestaltungstendenz bewahren. Denn wenn wir bei den Variationen aller Dimensionen bei gleicher Wachstumsart je die völlig gleichen arithmetischen Zwischenzahlen diskontinuierlich variieren sehen, so erfährt diese Erscheinung doch offenbar stets ihre einfachste Begründung mit der Annahme eines gleichen Durchmessers unserer Einheiten, und da ja nach (64) Kerner's Raisonnement den kleinsten, zum Aufbaue verwendeten lebenden Raumgebilden Kristallform nicht zukommen kann, liegt es nahe, an den höchsten Grad der Symmetrie, an Kugelgestalt zu denken; und wenn nun weiter nicht nur bei dem Wachstume eines einzelnen bestimmten Organes, nicht nur bei den Variationen aller homologen eines Individuums, einer Art, sondern stets, ungeachtet einer Stellung der Spezies in der Stammesgeschichte, abgesehen von unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, je ganz bestimmte, einheitliche gleiche Gesetzmäßigkeiten, stets also Zahlen einer mathematisch festgelegten, einheitlichen Reihe zur Erscheinung gelangen, so ist eben diesem Umstande wieder nur so am einfachsten Rechnung zu tragen, daß wir auch eine stets gleiche Größe voraussetzen. Ja, vielleicht ließe sich dies überhaupt für alle Plasome, ohne Rücksicht auf das Organ, das sie jeweilig aufbauen, vindicieren, indem die Multipla, z. B. der zehnfache Wert bei Quadrat- und Kubikwurzeln, dann ihre Begründung in der Art und Weise der Anordnung in der jugendlichen Anlage erfahren. So erklären wir ja auch bezüglich der einzelnen Dimensionen die Differenz je der relativen Lagen des Hauptgipfels bei Messungen der Länge, der Breite, respektive der Tiefe an einem Objekte, daß wir durch die Verteilung der Teilkörper in der Anlage schon die eine oder andere der senkrecht zueinander stehenden Richtung bevorzugt annehmen.

So lassen sich also im großen und ganzen dann die verschiedenen Formen und Organe, wie sie uns an einer Art entgegentreten, etwa den mannigfachen Erscheinungsformen zur Seite stellen, die der Baumeister aus selbst völlig gleichen Bausteinen zu erzielen vermag. Dann dürfte der Unterschied, der zwischen den Spezies bezüglich dieses Baumaterials besteht, bei gleicher Größe und Gestalt etc. ein solcher sein, wie er infolge der inneren Entwicklungsfähigkeit (um einen Vergleich Nägeli's

hier zu benutzen), beispielsweise beim Wasserstoffe eintreten kann, indem sich hier physikalische Eigenschaften verändern, aber stets doch der Grundcharakter des Elementes konserviert bleibt. So würden dann eben eventuelle Veränderungen, die die Keimplasome betreffen, eine Mutation bedingen und so wären vor allem die Rückschläge einer Form zur Stammform, die Fälle von Atavismus, am besten erklärlich. Denn eben nur so ist am besten bei unserer Auffassung, da eben die wieder eintretenden alten Bedingungen das Plasom die alten früheren Eigenschaften besitzen lassen, eine eben so einfache wie tatsächliche Motivierung gegeben.

Jedenfalls aber sehen wir, daß auf diese Weise kein Widerspruch zu irgend einer beobachteten Tatsache besteht, ja daß wir bei einer solchen Wachstumstheorie vielmehr am besten mit Vorstellungen, zu denen Lebensvorgänge ganz anderer Art führten, im Einklange stehen. Da wir nun auch noch mit dem wichtigen als logisches Axiom erscheinenden Faktor rechnen, daß alles Lebende aus Lebendem hervorgeht — *omnis cellula e cellula, omnis nucleus e nucleis, omne granulum e granulo* — so besitzt unsere Hypothese jedenfalls Berechtigung, solange wenigstens, bis wir einmal sicher wissen, wie wirklich die Gesetzmäßigkeiten des Längen-, Flächen- und Körperwachstumes zustande kommen.

Wie ich nun bereits erwähnte, bestätigen unsere empirischen Ermittlungen auch die Richtigkeit der Ansicht des Herrn Hofrat Prof. Dr. Ludwig. Zur Publikation teilt er mir dieselbe in dankenswerter, liebenswürdiger Weise wie folgt mit:

„Das Wachstum der Pflanzen erfolgt diskontinuierlich, in gesetzmäßigem Rhythmus, wie die mehrgipfeligen Variationspolygone mit konstanter Gipfelage beweisen.

Das führte mich zu der Hypothese, daß sich die organischen Einheiten der pflanzlichen (tierischen) Substanz nach bestimmten Teilungsgesetzen vermehren, wobei die Teilstücke sich auf den Raum der ursprünglichen Einheiten ausbreiten, bevor sie von neuem geteilt werden.

Die Teilungsgesetze, welche am meisten Verbreitung haben, sind bei niederen Pflanzen das der Potenzreihe 2^n

1 2 4 8 16 32 64 128

bei höheren das der von mir aufgestellten Reihe

1 2 3 5 8 10 13 16 18 . 21 26 . . .

welche sich durch Einführung von Unterstufen bei der Kaninchenvermehrung des Fibonacci ergibt. Außerdem dürften vielleicht noch die eine oder andere der von mir und später von Wasteels aufgestellten Vermehrungsreihen vorkommen.

Seien allgemein die Zahlen des für die betreffende Art geltenden Teilungsgesetzes der Einheiten bezw. n_1 n_2 n_3 . . . , so werden bei linearem Wachstum die Längen durch entsprechende Hauptetappen hindurchgehen, und die Ordinaten für die Gipfel des Variationspolygones der Länge müssen in dem Verhältnisse $n_1 : n_2 : n_3$

stehen. In dem gleichen Verhältnisse müssen nach der obigen Hypothese die Gipfelordinaten der Variationspolygone der Flächeninhalte und Volumina solcher Gebilde stehen, die während des Flächenwachstumes, bezw. im letzteren Falle des dreidimensionalen Wachstumes ihre Gestalt nicht ändern, d. h. mathematisch „ähnlich“ bleiben.

Da sich nun aber ähnliche ebene Figuren wie die Quadrate und ähnliche Körper wie die Kuben entsprechender Dimensionen verhalten, so werden die Gipfelordinaten der Variationspolygone für Längen, Breiten etc. bei Flächenwachstum im Verhältnisse $\sqrt{n_1} : \sqrt{n_2} : \sqrt{n_3} \dots$, bei körperlichem Wachstume (Früchte, gestauchte Stengel etc.) im Verhältnisse $\sqrt[3]{n_1} : \sqrt[3]{n_2} : \sqrt[3]{n_3} \dots$ stehen müssen.“

Literaturangabe.

1. de Vries, Hugo, Mutationstheorie. Leipzig 1901—1903.
2. Quételet, Adolphe, Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme. Leipzig 1870—71.
3. — Du système social et des lois qui le régissent. Paris 1848.
4. Pearson, K., Contributions to the mathematical theory of evolution. (Phil. Trans. Roy. Soc. London. CLXXXV; A, 71—110, Pls. 1—5; CLXXXII; A, 343—414, 10 Pls.)
5. Ammon, Otto, Zur Anthropologie der Badener. 707 pp. Jena (G. Fischer) 1899.
6. Weldon, W. F. R., Übersicht über seine Werke s. Davenport: Statistical methods with special reference to biological variation. London (Chapman & Hall) 1904.
7. Bateson, W., vgl. 6.
8. Ludwig, Fr., vgl. 6.
9. de Vries, H., vgl. 1. Bd. I.
10. Verschaffelt, Eduard, Über graduelle Variabilität von pflanzl. Eigenschaften. (Berichte der deutschen bot. Ges. XII. 350—355.)
11. Ludwig, Fr., Ein fundamentaler Unterschied in der Variation bei Tier und Pflanze. (Bot. Jaarboek, Kruidkundig Genootschap Dodonaea te Gent. XI. 1899.)
12. Müller, Otto, Berichte der deutschen bot. Ges. I. p. 35—44.
13. Ludwig, Fr., vgl. 6.
14. Pfeifer, Xaver, Der goldene Schnitt und dessen Erscheinungsformen in Mathematik, Natur und Kunst. Augsburg.
15. Ritter von Ettinghausen, Physiopia plantar. Austriac. Wiener Staatsdruckerei.
16. Reuß, Pflanzenblätter in Naturdruck. Ulm.
17. Waldner, Farne Deutschlands. Heidelberg (C. Winter).
18. Zeising, Adolf, Der goldene Schnitt. Halle 1884.
19. MacLeod, Over correlatieve Variatie by de Rogge en de Gerst. Handl. II, (Vlaamsch Natuur- en Geneest.-Congress. Gent. p. 42—56.)

20. Davenport, vgl. 6, 7, 8.
21. de Vries, H., vgl. 1., Mutationstheorie. Bd. I.
22. Françé, R., Bericht aus den „Leipziger Neuesten Nachrichten“ vom 30. April 1906.
23. Ludwig, Fr., z. B.: Über Variationskurven. (Bot. Centralblatt. 1898.)
24. Schwendener, Mechanische Theorie der Blattstellungen. 1878.
25. Delpino, Teoria generale della fillotassi. Genova 1883.
26. Ludwig, Fr., Berichte der d. b. Ges. 1896. p. 204 ff.
27. — vgl. 11.
28. Vogler, P., Variationskurven bei Pflanzen mit tetrameren Blüten. (Vierteljahrsschrift d. Naturf.-Ges. Zürich. XLII. 429—436. April 11.)
29. Wasteels, Over de ligging der Maxima in Variatiekurven en het voorkomen der Fibonaccigetallen.
30. Vgl. Eichler, Blütendiagramme. Leipzig (Engelmann) 1875—78.
31. Wydler, Flora. 1860. p. 497 ff.
32. de Vries, H., Vgl. 1.
33. Ibidem.
34. Ritter, G., Beiträge zur Physiologie des Flächenwachstums der Pflanzen. (Beihefte z. Bot. Centralbl. Bd. XXII. 1907. Abt. II.)
35. Vgl. z. B. Warming, Ökolog. Pflanzen-Geographie. Berlin 1902. p. 395 etc.
36. Stahl, Über den Einfluß des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. XVI. 1883.)
37. Warming, vgl. 35. S. 17.
38. Malpighi, Marcelius, Anatome plantarum. 1674.
39. Grew, Nehemias, The anatomy of plants. 1862.
40. Wolf, Casp. Friedr., Theorie von der Generation. 1674.
41. Oken, Lehrbuch der Naturphilosophie. 1809.
42. Treviranus, Vom inwandigen Baue der Gewächse. 1806.
43. Purkinje, Jahrbücher für wiss. Kritik. 1840. V. p. 33—38.
44. Schleiden, Matthias, Grundzüge der wiss. Botanik. 2. Aufl. 1845.
45. Virchow, R., Die Zellulärpathologie in ihrer Begründung auf physiol. u. patholog. Gewebelehre. II. Aufl. 1862.
46. Schultze, Max, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzelle.
47. Wiesner, J., Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz. Wien 1892.
48. Ibidem.
49. Darwin, Ch., Das Variieren der Tiere und Pflanzen. Bd. II. Kap. 27. 1868.
50. Spencer, H., Prinzipien der Biologie. S. 258, 276—278. Faktoren der organ. Entwicklung. Kosmos 1886.
51. Müller, Joh., Lehrbuch der Physiologie. 1840. Kap. XVIII.
52. Nägeli, Mechanisch-physiol. Theorie der Abstamm.-Lehre. 1884.
53. Wiesner, vgl. 47.
54. Hertwig, Oscar. Zeit- u. Streitfragen der Biologie. Jena 1894 resp. 1897. Bd. II.
55. Strasburger, Ed., Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang als Grundlage einer Theorie der Zeugung. 1884.
56. Driesch, Analytische Theorie der organischen Entwicklung. Leipzig 1894.
57. Weismann, Das Keimplasma. Jena 1892.
58. de Vries, H., Interzelluläre Pangenesis. Jena 1889.

59. Hertwig, Oscar, Allgemeine Biologie. S. 634.
 60. Wiesner, J., Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. (Sitz.-Ber. der k. Ak. der Wiss. Math.-nat. Klasse. Bd. XCIII. 1886.)
 61. de Vries, vgl. 58.
 62. Boveri, Über die Befruchtung und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigeleier. (Arch. f. Entw.-Mech. Bd. II. 1895.)
 63. Wiesner, vgl. 47.
 64. Kerner von Marilaun, Pflanzenleben. Bd. I. p. 550.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [BH_23_1](#)

Autor(en)/Author(s): Ritter Georg

Artikel/Article: [Das normale Längen-, Flächen- und Körperwachstum der Pflanzen. 273-319](#)