

EIN BEITRAG ZUR KENNTNIS  
DER SOG. PARTIELLEN VARIABILITÄT  
DER KIEFER

VON  
AUGUST RENVALL

HELSINGFORS 1914  
DRUCKEREI DES KAISERLICHEN SENATS



## Vorwort.

Die vorliegende Untersuchung wurde eigentlich nur als Vorstudium über die Organvariation der Kiefer in Angriff genommen, sie ist daher mit vielen und grossen Mängeln behaftet. Dass ich dennoch, obwohl die Sachlage mir jetzt ganz klar geworden ist, kaum Bedenken trage den Aufsatz zu veröffentlichen, beruht darauf, dass den Messungen, welche immerhin einen nicht unbedeutenden Arbeitsaufwand repräsentieren, wie auch der Auswahl des Materials eine derart grosse Sorgfalt gewidmet wurde, dass die Schlüsse zum Teil doch als annähernd richtig dürften betrachtet werden können, auch scheinen mir einige der Ergebnisse eines gewissen Interesses nicht zu entbehren. Ausserdem wird mir die Gelegenheit die Arbeit in der nächsten Zukunft zu wiederholen nicht geboten. Hoffentlich wird diese Studie wenigstens als Entwurf zu künftigen eingehenderen Nachprüfungen ihre Berechtigung finden.

Der Verfasser.

---

## Inhalt.

	Seite.
Einleitung .....	1
I. Die Nadellänge .....	5
II. Die Triblänge und ihre Beziehungen zur Nadellänge .....	45
III. Die Blütenbildung .....	77
IV. Einige Beziehungen zwischen den vegetativen und den reprodukti- ven Tätigkeiten .....	118
V. Das Untersuchungsmaterial .....	155
<i>Verzeichnis der Abkürzungen</i> .....	173

## EINLEITUNG.

Obwohl die Kiefer schon lange Gegenstand forstwissenschaftlicher Untersuchungen gewesen ist, ist unsere Kenntnis dieses Baumes doch in vielen Hinsichten recht mangelhaft. Das ist sogar mit der Variation seiner äusseren Körperteile oder der äusseren »Organe« — Nadeln, Zweige, Wurzeln u. dgl. — der Fall. Dieselbe ist bisher keiner eingehenderen Analyse unterworfen worden.

Diese äusseren Organe entfalten sich z. B. unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen höchst verschiedenartig. So sind die Nadeln der gemeinen Kiefer in südlicheren Breiten viel länger als in der Nähe ihrer polaren Waldgrenze. Man hat die lappländische Kiefernform, z. T. gerade auf Grund der abweichenden Nadellänge, als eine besondere Abart (*Pinus silvestris* L. var. *lapponica* (Fr.) Hn.) beschrieben, wobei man sich jedoch mit der Angabe grober Grenzwerte begnügt hat, die aber statistisch beurteilt höchst unzuverlässig sind: so soll die lappländische Kiefer durch Nadeln gekennzeichnet sein, die etwa 20—40 mm lang sind, während die Nadeln der »Hauptform« meistens 35—65 mm betragen sollen. An verschiedenen Standorten, in verschiedenen Jahren und unter sonst wechselnden Bedingungen weisen die Organe auch eine verschiedene Entwicklung auf, und sogar an einer und derselben Lokalität lässt sich eine erhebliche individuelle Variation nachweisen. Auf diese Variationen werde ich in einer späteren Abhandlung eingehen. Es scheint aber zweckmässig erst die Variabilität der Organe am Einzelindividuum zu studieren.

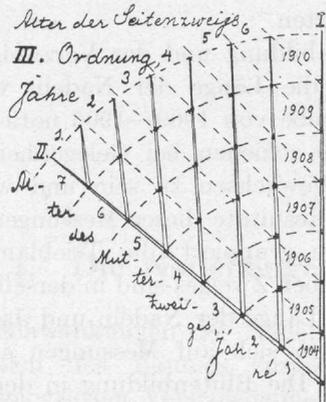
Im Folgenden sind Notierungen über die Nadellänge, die Trieblänge, die Verzweigung und die Blütenbildung eines genau untersuchten Kieferindividuums bearbeitet worden. Zwar wäre es ja sehr wichtig gewesen, auch die Wurzelvariation mit in Betracht zu ziehen, weil sie ohne Zweifel nicht selten von eminenter Bedeu-

tung ist: Es lässt sich ja denken, dass die jährlichen Schwankungen der Wurzelbildung, vor allem die mehr oder weniger reichliche Verzweigung der Wurzeln in verschiedenen Jahren, einen — vielleicht sogar bedeutenden — Einfluss auf die Zuwachsverhältnisse und die Blütenbildung des Baumes ausüben können; (die Wasserversorgung und demnach auch die Transpirationsverhältnisse schwanken ja, jenachdem die Wasser aufnehmende Fläche grösser oder kleiner ist). Diese Aufgabe ist jedoch wegen der Zartheit und der leichten Zerreibbarkeit der an den feinen Bodenbestandteilen klebenden Wurzelspitzen äusserst schwierig, und ich habe eben deswegen die Verfolgung derselben ganz aufgeben müssen.

Aber auch inbetreff der hier zur Beantwortung gewählten Fragen hat sich das Material als sehr unzureichend und mangelhaft herausgestellt. Das konnte auch kaum anders sein, da die Aufgabe sich auf ein meines Wissens noch ganz unbetretenes und mir vollkommen unbekanntes Gebiet bezog und da die Fragestellung also von vornherein, beim Beginn der Arbeit, noch nicht präzisiert werden konnte.

Die hier referierten, im Juli 1910 ausgeführten Messungen und Notierungen beziehen sich auf ein einziges 5.0 m hohes 57—60-jähriges Kieferindividuum von noch ganz jugendlichem Habitus. Dasselbe wuchs auf etwas steingemengtem ebenem Sandboden am Patsjoki-Flusse, Finnisch-Lappland, unter etwa 69° N. Br. Bei 1.3 m H. über dem Boden war der Stammdurchmesser (N—S) 11.1 cm und wurden 23 Jahresringe gezählt; bei 2.5 m H. war das Alter 17 Jahre und der Durchmesser 7.5 cm. Die Resultate der Messungen und Notierungen sind im V. Abschnitt wiedergegeben, und zwar in folgender Weise geordnet. Die erste Kolumne gibt die Sprossordnung an; I bezeichnet den Hauptstamm, II die auf diesem unmittelbar ausgewachsenen Zweige u. s. w. In der zweiten Kolumne wird das Alter der untersuchten Zweige im Jahre 1910 angegeben. Die Zweige III. Ordnung sind aber zweitens noch nach dem Alter ihrer Mutterzweige (II. Ordnung) klassifiziert. Somit ist die Lage dieser Zweige an dem Baum genau fixiert. Hierdurch lässt sich auch das Alter der in den früheren Jahren (1909, 1908 u. s. w.) herangewachsenen Triebe sowie ihrer Mutterzweige leicht ableiten. Wäre z. B. ein Zweig III. Ordnung im Jahre 1910 3-jährig, so gehört der Jahrestrieb 1909 einem 2-jährigen Zweige an, und im Jahre 1908 war die Verzweigung eben eingetreten, d. h. der Zweig war damals 1-jährig. Vorausgesetzt, dass der Mutterzweig II. Ordnung im Jahre 1910 7-jährig war, so betrug das Alter des Mutterzweiges im Jahre 1908, wo die

Verzweigung stattfand,  $7 \div 3 = 4$  Jahre. Die Methode der Klassifizierung der Zweige bzw. der Jahrestriebe ist somit ausserordentlich einfach, doch mag die Sache noch graphisch beleuchtet werden:



Das Schema zeigt einen im Jahre 1910 7-jährigen Zweig (II. Ordnung) nebst seinen im Jahre 1910 1—6-jährigen Seitensprossen (III. Ordnung). Das Entwicklungsjahr eines jeden Triebes, das Alter der Seitenzweigen, welche diese Triebe tragen, sowie auch das Alter des Mutterzweiges beim Verzweigungspunkte können einfach abgelesen werden.

Ausser nach dem Alter der Zweige (und dem Alter der Mutterzweige dieser Zweige) ist das Material noch nach der Blütenbildung der 1910—1906 herangewachsenen Jahrestriebe geordnet; entweder konnten keine Spuren einer Blütenbildung nachgewiesen werden (0), oder aber es wurde ein männliches ( $\sigma^7$ ), weibliches ( $\varphi$ ) oder zwittriges ( $\varphi^7$ ) Blühen festgestellt. Aus der Kolumne «Anzahl Zweige» kann man dann entnehmen, für wie viele Zweige diese Art des Blühens charakteristisch war.

An einem Teil dieser Zweige oder an sämtlichen wurde die weitere Verzweigung derselben (letzte Kolumne) verfolgt. Wo nur ein Teil der nach der Blütenbildung geordneten Zweige untersucht wurde, wird die Gesamtzahl dieser Zweige (mit Bindestrichen nach links) zuerst angegeben. In der folgenden Zeile ist dann (mit Bindestrichen nach rechts) die Anzahl derjenigen Zweige, wo die Verzweigung beobachtet wurde, zu ermitteln. So z. B. (vgl. S. 159) finden sich unter den im Jahre 1910 3-jährigen Zweigen III. Ordnung, die auf im Jahre 1910 17—23-jährigen Mutterzweigen entstanden sind, 14, welche in den Jahren 1910 und 1909 nur männlich blühten, die sich aber sämtlich im Jahre 1908 (wo die Zweige 1-jährig waren) ganz steril

erwiesen; von diesen 14 Zweigen wurden 9 auf ihre Verzweigung geprüft, und es stellte sich heraus, dass an allen (9) 2-jährigen (1909 entwickelten) Trieben insgesamt nur 2 Seitensprosse entstanden waren, während die 1-jährigen Triebe (aus dem Jahre 1908) sämtlich der Zweige <sup>1)</sup> entbehrten.

Neben der Blütenbildung und der Verzweigung wurde für eine Anzahl Zweige auch die Länge der Nadeln von 1909—1904 und diejenige der Jahrestriebe von 1909—1905 notiert; die Nadeln bzw. Jahrestriebe von 1910 schienen bei Gelegenheit der Untersuchung noch nicht völlig ausgewachsen zu sein und wurden deshalb auch nicht gemessen. Die Resultate dieser Messungen sind nach der Blütenbildung der Zweige gruppiert; die Trieb-längen und die Nadel-längen eines und desselben Zweiges sind in derselben Zeile angebracht. Die Angaben über die Länge der Nadeln und Jahrestriebe in der III. Sprossordnung beziehen sich auf Messungen an 4 17—23-jährigen Zweigen II. Ordnung. Die Blütenbildung in der III. Sprossordnung wurde teils an 3—14-jährigen, teils an 17—23-jährigen Zweigen II. Ordnung verfolgt; von den letztgenannten wurden 13 ausgewählt, und an diesen wurde auch die Verzweigung festgestellt. Nur 9 dieser Zweige lieferten das ganze Material der auf die Blütenbildung hin untersuchten Sprosse IV. und V. Ordnung.

Die statistische Bearbeitung des Materials ist nach den von W. J o h a n n s e n (Elemente der exakten Erblchkeitslehre, Jena 1909) referierten Methoden ausgeführt. Ebenso habe ich die dort benutzten Zeichen der verschiedenen Werte und Koeffizienten beibehalten; am Schlusse findet sich ein Verzeichnis dieser Abkürzungen.

Schliesslich darf noch eine Bemerkung nicht unterdrückt werden. Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist entschieden daran festzuhalten, dass dieselben sich nur auf das untersuchte Individuum beziehen und also nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen. Die Bäume zeigen nämlich unter sich, wie vorstehend angedeutet, gemäss ihrer verschiedenen «Individualität» oft bedeutende Abweichungen.

<sup>1)</sup> Hier muss darauf hingewiesen werden, dass auch die Spuren abgestorbener früherer Zweige bei der Untersuchung miteinbegriffen wurden.

## I. Die Nadellänge.

Um diejenigen Schwankungen der Nadellänge, welche mit den Organisationsmerkmalen des Baumes zusammenhängen und die als Ausdrücke der biologischen Verschiedenheiten der verschiedenen Teile des Baumindividuums zu betrachten sind, völlig einwandfrei beurteilen zu können, müsste das ganze Untersuchungsmaterial unter denselben äusseren Einflüssen entstanden sein, vor allem unter denselben Lichtverhältnissen. Das betreffende Exemplar bietet wohl, vollkommen freistehend, in der genannten Beziehung die besten Voraussetzungen dar, doch wechselte natürlich die Lichtlage der einzelnen Zweige etwas. Dieser Umstand, dass der Lichtgenuss der verschiedenen Zweige also nicht ganz derselbe war, hat zweifelsohne zu einer grösseren Variation Anlass gegeben als der innere Zustand der verschiedenen Teile an und für sich. Was z. B. die ältesten Zweige der dritten Sprossordnung in den mittleren und basalen Teilen der Krone betrifft, waren diese im Kampf um das Licht meistens entweder mehr oder weniger unterdrückt worden, oder aber sie hatten bisweilen eine sehr kräftige Ausbildung erfahren und erinnerten dann in ihrem Habitus an die durchgehends kräftigen Zweige II. Ordnung.

---

Die in der Einleitung erwähnte genaue Klassifizierung der Messungsergebnisse ermöglicht eine Bestimmung etwaiger Verschiedenheiten der Nadellänge in verschiedenen Sprossordnungen und je nach dem Alter der Zweige. Es fragt sich also erstens, ob eine *Veränderung der Nadellänge mit dem Alter des Zweiges* nachgewiesen werden kann, und wie diese Veränderung verläuft.

Die Entscheidung dieser Frage muss hier vorzugsweise auf dem Material aus *der dritten Sprossordnung* basieren. Die vierte Spross-

ordnung war nämlich an dem untersuchten Baume nur sehr spärlich vertreten, und die dieser Ordnung angehörigen Zweige waren zum grössten Teil noch ganz jung. Von der zweiten Sprossordnung steht wieder immer bloss ein sehr beschränktes Material zur Verfügung, da ja jährlich allein etwa 2—5 neue Zweige am Hauptstamm entstehen. Überdies müssen die Zweige II. Ordnung auch sonst in etwas abweichender Weise beurteilt werden, weil sie je nach ihrem Alter eine verschiedene Höhe in der Krone einnehmen und somit den äusseren Bedingungen, in erster Linie wohl dem Lichte etwas ungleich ausgesetzt sind, was voraussichtlich die Nadelentwicklung beeinflussen kann. Das Material der dritten Sprossordnung stammt dagegen aus einem und demselben Teil der Krone. Es wurden nämlich nur 4 einander nahestehende 17—23-jährige Zweige II. Ordnung von der Südseite der Krone, in einer Höhe von 1.8—2.3 m über dem Boden ausgewählt; Zweige der Nordseite der Krone wurden überhaupt nicht untersucht, da sie besonders dem Licht in abweichender Weise exponiert sind. Aus den an den genannten vier Zweigen ausgewachsenen Sprossen III. Ordnung wurden alle diejenigen ausgemustert, welche irgendwie beschädigt oder stark unterdrückt waren, sowie ein paar ältere Zweigchen, die sich beinahe ebenso kräftig entwickelt hatten wie sonst die Zweige II. Ordnung. Es blieben dann noch 190 Seitenzweige übrig, deren Alter 1910 und deren Entstehungsjahr (das Jahr, wo der erste Trieb des Zweiges gebildet wurde) aus der folgenden Übersicht hervorgehen:

Zweige III. Ordn. aus 4 17—23-jähr. Zweigen II. Ordnung.															
Alter d. Zw. 1910, Jahre. . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Die Zweige entstanden im Jahre	1910	1909	1908	1907	1906	1905	1904	1903	1902	1901	1900	1899	1898	1897	1896
Anzahl Zweige . . . . .	5	11	7	16	14	20	16	13	16	15	13	14	16	5	10

Wie schon erwähnt, wurden die im J. 1910 gebildeten Nadeln nicht gemessen, weil sie ihren Zuwachs noch nicht abgeschlossen hatten. Die 5 im Jahre 1910 1-jährigen Zweige fallen darum hier vollständig weg. Dagegen wurde an jedem der übrigen 185 2—15-jährigen Zweige bzw. Jahrestriebe die Länge der fast ausnahmslos noch feststehenden Nadeln aus den Jahren 1909, 1908, 1907, 1906, 1905 und 1904 ermittelt. Die Nadeln aus diesen Jahren waren an den Zweigen in folgender Weise vertreten:

Nadeln aus 1909 an d. im J. 1910 2—15-jähr. Zw. od. also an 185<sup>1)</sup> 1—14-jähr. Zw.  
 » » 1908 » » » » » 3—15 » » » » » 175 1—13 » »  
 » » 1907 » » » » » 4—15 » » » » » 168 1—12 » »  
 » » 1906 » » » » » 5—15 » » » » » 152 1—11 » »  
 » » 1905 » » » » » 6—15 » » » » » 138 1—10 » »  
 » » 1904 » » » » » 7—15 » » » » » 116<sup>2)</sup> 1—9 » »

und verteilen sich nach dem Alter der Zweige im Entwicklungsjahr der Nadeln, wie die folgende Tabelle zeigt:

Alter der Zweige, Jahre	Anzahl der Nadeln tragenden Jahrestriebe						
	1909	1908	1907	1906	1905	1904	Summe
1 .....	11	7	16	14	20	14 <sup>2)</sup>	82
2 .....	7	16	14	20	16	13	86
3 .....	16	14	20	16	13	16	95
4 .....	14	20	16	13	16	15	94
5 .....	20	16	13	16	15	13	93
6 .....	16	13	16	15	13	14	87
7 .....	13	16	15	13	14	16	87
8 .....	16	15	13	14	16	5	79
9 .....	15	13	14	16	5	10	73
10 .....	13	14	16	5	10	—	58
11 .....	13 <sup>1)</sup>	16	5	10	—	—	44
12 .....	16	5	10	—	—	—	31
13 .....	5	10	—	—	—	—	15
14 .....	10	—	—	—	—	—	10
Summe	185	175	168	152	138	116	934

Insgesamt wurden also die Nadeln von 934 Jahrestrieben III. Ordnung gemessen. Die Nadellänge wurde in der Weise ermittelt, dass aus jedem Jahrestrieb die am meisten «repräsentativen» Nadeln herausgenommen wurden; von diesen wurden dann 5 oder 10 gemessen, und der nach unmittelbarer Interpolation gefundene Mittelwert wurde, in ganzen Millimetern ausgedrückt, als Mass der Nadellänge des fraglichen Jahrestriebes angegeben. Also stützen sich die nur für die Zweige III. Ordnung mitgeteilten Ergebnisse eigentlich auf Messungen von mehr als 5,000 Nadeln. An dem einzelnen Jahrestriebe wechselte die Nadellänge nur verhältnismässig unbedeutend —

<sup>1)</sup> Der Jahrestrieb 1909 war an einem im Jahre 1910 12-jährigen Zweige beschädigt und wurde daher weggelassen.

<sup>2)</sup> Die Nadeln des Jahres 1904 waren von zwei im Jahre 1910 7-jährigen Zweigen sämtlich abgefallen.

lange, kräftig entwickelte Triebe zeigen allerdings ein abweichendes Verhalten —, sodass die erzielten Werte als recht zuverlässig betrachtet werden dürfen (vgl. jedoch S. 143). Jedenfalls sind die Abweichungen von den wahren Mittelwerten unzweifelhaft nur ganz gering. Leider wurde die Zuverlässigkeit nicht durch Bestimmungen der Variation der Nadellänge an dem einzelnen Jahrestriebe zahlenmässig festgestellt.

Wie aus der oben mitgeteilten Tabelle hervorgeht, fiel auf jede der Altersklassen der verschiedenen Nadeljahrgänge nur eine sehr kleine Anzahl nadelbesetzter Jahrestriebe. Man kann deshalb auch nicht erwarten, dass die vorausgesetzte Verschiebung der Nadellänge mit dem Alter des Zweiges nach einfacher Berechnung der Mittelwerte innerhalb der einzelnen Jahrgänge hervortreten könne, falls diese Verschiebung nicht etwa eine sehr kräftige ist. In der Tat zeigen die mittleren Längen innerhalb der resp. Jahrgänge keine deutliche und gesetzmässige Veränderung mit dem Alter des Zweiges; diese Mittelwerte werden darum hier nicht mitgeteilt. Die fragliche Verschiebung kann aber wohl jedenfalls keine sehr ausgesprochene sein.

Um die Frage an einem etwas grösseren Material entscheiden zu können, werden die hier untersuchten Jahrgänge der Nadeln (1909—1904) in einer einzigen Tabelle vereinigt. Dies kann jedoch nicht unmittelbar erfolgen, denn die Nadellänge wechselt in verschiedenen Jahren bedeutend; die 1—9-jährigen <sup>1)</sup> Zweige ergeben folgende mittlere Nadellängen:

Mittlere Länge der Nadeln an 1—9-jährigen Zweigen III. Ordnung, Millimeter.		
Jahrgang	Anzahl Zw.	M $\pm$ m
1909 . . . .	128	31.031 $\pm$ 0.383
1908 . . . .	130	22.054 $\pm$ 0.350
1907 . . . .	137	27.818 $\pm$ 0.332
1906 . . . .	137	29.380 $\pm$ 0.350
1905 . . . .	128	26.984 $\pm$ 0.321
1904 . . . .	116	35.638 $\pm$ 0.382

<sup>1)</sup> Für alle Jahrgänge sind ja die Nadeln nur an Zweigen im Alter bis zu 9 Jahren gemessen worden. Ein objektiver Vergleich zwischen den Jahrgängen kann also bloss für die 1—9-jährigen Zweige stattfinden.

Die Vereinigung der Jahrgänge muss nun derart ausgeführt werden, dass die diesen Mittelwerten am nächsten stehenden Millimeterklassen als Ausgangspunkte für die Zusammenfassung gewählt werden. Das ganze Material aus der dritten Sprossordnung lässt sich auf diese Weise in der folgenden Tabelle zusammenstellen.

Alter der Zweige, Jahre		Korrelation zwischen der Nadellänge und dem Alter der Zweige III. Ordnung.																	Summe	Abweichung des Mittelwertes von der Mittelklasse, Millimeter							
		Nadellänge, Abweichungen von der Mittelklasse, Millimeter																									
		-											A.	+													
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	1	—	—	1	—	2	1	4	2	6	10	7	9	11	4	4	8	4	4	1	2	1	—	—	—	82	+ 0.30
2	1	—	1	—	1	1	3	5	7	11	5	10	6	12	9	6	2	3	1	1	—	1	—	—	—	86	÷ 0.79
3	—	—	—	—	1	4	6	4	5	7	12	16	6	10	4	6	4	4	2	1	1	1	1	—	—	95	÷ 0.58
4	—	1	1	1	—	4	3	4	5	10	3	10	8	8	13	5	6	3	3	2	3	1	—	—	—	94	÷ 0.10
5	—	—	2	1	2	3	2	3	8	9	8	8	6	7	8	8	8	2	2	2	4	—	—	—	—	93	÷ 0.31
6	—	1	—	—	—	3	4	1	6	5	10	6	11	10	6	5	5	1	7	1	1	4	—	—	—	87	+ 0.33
7	—	1	—	—	1	2	5	2	3	5	5	9	9	10	8	7	5	5	2	5	1	1	1	—	—	87	+ 0.54
8	—	1	—	—	1	1	1	3	4	4	6	12	5	7	7	7	9	2	2	1	2	2	2	—	—	79	+ 0.78
9	—	—	2	—	1	—	3	2	2	6	7	8	9	11	5	5	7	2	1	1	—	1	—	—	—	73	÷ 0.11
10	—	—	—	—	1	1	3	—	4	4	6	6	9	7	2	4	3	1	1	4	1	—	1	—	—	58	+ 0.22
11	—	—	1	—	—	1	1	5	1	2	5	10	5	4	3	3	—	1	—	1	—	—	—	1	—	44	÷ 0.82
12	—	1	—	—	1	3	1	3	—	2	5	3	4	3	2	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	31	÷ 1.87
13	—	—	—	1	2	—	—	1	1	—	2	2	—	1	1	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	15	÷ 1.27
14	—	—	2	—	—	1	1	2	—	—	—	2	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	10	÷ 3.80
Sa.	2	5	9	4	11	26	34	39	48	71	84	109	87	101	72	62	61	29	26	21	15	12	5	1	—	934	

Beim ersten Blick auf die letzte Kolumne ersieht man, dass die fragliche Korrelation keine geradlinige sein kann. *Im zweiten Lebensjahre des Zweiges scheint die Nadellänge eine recht starke Depression zu erfahren, dann steigt sie wie der allmählich und zwar ziemlich stark bis etwa zu dem achten Altersjahre, um dann von neuem abzunehmen.* Dieses Verhalten wird noch augenfälliger, wenn man die Altersklassen, wie es in der Tabelle unten geschehen ist, teilweise vereinigt.



Es erübrigt noch diese Schwankungen der Nadellänge als Korrelation zahlenmässig auszudrücken. Der nach Bravais berechnete Koeffizient gibt zwar nur bei geradliniger Korrelation einen genauen und zuverlässigen Ausdruck der Erscheinung, derselbe kann jedoch hier ohne Ungelegenheit angewendet werden, denn die Kurve (vgl. S. 18) hat in den Abschnitten zwischen dem zweiten und achten sowie zwischen dem achten und vierzehnten Jahre doch einen ziemlich geraden Verlauf. Die «*Periode der Nadellänge am Zweige*» — wie ich die Erscheinung der Kürze halber im Folgenden nennen möchte — kann, auf diese Weise ausgedrückt, durch drei Werte veranschaulicht werden; der erste zeigt die Abnahme der Nadellänge nach dem ersten Jahre, der zweite drückt die dann folgende Steigerung derselben bis etwa zum achten Jahre aus, und der dritte ist ein Mass der allmählichen Herabsetzung des Längenzuwachses der Nadeln bei gesteigertem Alter des Zweiges. Diese Koeffizienten werden aus der Tabelle S. 9 berechnet und erhalten dann folgende Werte:

Korrelation zw. d. Nadellänge u. d. Alter d. Zw. III. Ordn.			
Altersklassen	Anzahl Zweige	$r \pm m_r$	$R_{y/x} \pm m_R$
1—2	168	$\div 0.134 \pm 0.076$	$\div 1.012 \pm 0.574$
2—8	621	$+ 0.127 \pm 0.040$	$+ 0.264 \pm 0.082$
8—14	310	$\div 0.174 \pm 0.055$	$\div 0.368 \pm 0.117$

Die Korrelationskoeffizienten erreichen hier nicht ganz unerhebliche Beträge und sind übrigens auch nicht sehr unzuverlässig, da ihre mittleren Fehler in den zwei letzteren Fällen 31 bzw. 32 Prozent der Koeffizienten ausmachen <sup>1)</sup>. Der Unterschied zwischen den Koeffizienten tritt ebenso im Verhältnis zu den mittleren Fehlern befriedigend hervor. Zwischen den beiden ersten Koeffizienten besteht nämlich folgende Differenz:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{1—2-jährige Zweige: } r & = & \div 0.134 \pm 0.076 \\
 \text{2—8- } & \text{»} & \text{»} : r = + 0.127 \pm 0.040 \\
 \hline
 \text{Differenz:} & & 0.261 \pm 0.086,
 \end{array}$$

<sup>1)</sup> Wenn man die Korrelationsberechnung an die 484 6—14-jährigen Zweige anknüpft, ergibt sich ein Koeffizient

$$r = \div 0.178 \pm 0.044,$$

dessen mittlerer Fehler nur bis kaum 25 % steigt. Der Koeffizient selbst hat sich im Vergleich zu den 8—14-jährigen Zweigen kaum verändert.

die etwa dreimal grösser als ihr Fehler ist; zwischen den beiden letzteren ist die Differenz noch grösser:

$$\begin{array}{rcl} 2-8\text{-jährige Zweige:} & r = + 0.127 \pm 0.040 \\ 8-14\text{-} & \text{»} & \text{»} : r = \div 0.174 \pm 0.055 \\ \hline & \text{Differenz:} & 0.301 \pm 0.068, \end{array}$$

und der mittlere Fehler beträgt nur etwa  $22 \frac{1}{2} \%$  des Wertes des Korrelationskoeffizienten.

Die oben mitgeteilten Regressionskoeffizienten <sup>1)</sup> beleuchten das durchschnittliche Mass der Veränderung der Nadellänge. Vom zweiten bis achten Jahre steigt diese um durchschnittlich ungefähr 0.264 Millimetern jährlich, in den sechs Jahren also insgesamt etwa 1.584 mm. Die Abnahme der Nadellänge in dem Zeitraum von dem achten bis zu dem vierzehnten Jahre beträgt jährlich etwa 0.368 mm, oder also in diesen sechs Jahren zusammengenommen annähernd 2.208 mm. In dieser verhältnismässig kurzen Zeit steigt also die Abnahme bis auf 10 % der Nadellänge des Jahres 1908 und darf daher nicht als sehr geringfügig betrachtet werden. Jedenfalls müssen diese Veränderungen der Nadellänge mit dem Alter des Zweiges bei allen Untersuchungen, welche sich mit der Variation der Nadellänge beschäftigen, gebührende Beachtung finden, aber schon an und für sich gewährt die Erscheinung recht viel Interesse.

Besonders auffallend ist die höhere Mittellänge der Nadeln einjähriger Zweige, doch betrachte ich das Ergebnis in dieser Einzelheit als noch nicht endgültig dargetan. Auch im übrigen wäre eine Nachprüfung sehr wünschenswert, um den Verlauf der Periode genauer zu präzisieren. Die weitere Abnahme der Nadellänge an noch älteren Zweigen, als die hier untersuchten, wäre ebenso festzustellen. Die oben gewonnene Erfahrung hat aber gezeigt, dass das Material viel reichlicher sein muss als das hier zur Verfügung stehende, um ein befriedigendes Ergebnis erwarten zu lassen. Dies ist eine Folge der sehr grossen Variabilität der Nadellänge. Weiter unten wird diese Variabilität zu 10—15 % bestimmt, während oben dargelegt wurde, dass die periodische Veränderung der Nadellänge in den 14 ersten Jahren des Zweiges im vorliegenden Falle höchstens etwa 10 % der mittleren Nadellänge beträgt.

Die Schwankungen der Nadellänge mit dem Alter des Zweiges *in der zweiten Sprossordnung* können wegen der Spärlichkeit des Mate-

<sup>1)</sup> Das Alter der Zweige wurde als supponierte (X-) Eigenschaft, die Nadellänge als relative (Y-) Eigenschaft gewählt.

rials nur ganz oberflächlich erörtert werden. Leider wurden nicht einmal alle Zweige II. Ordnung untersucht, sondern nur (vgl. die Übersicht am Schlusse) die im Jahre 1910 1-, 2-, 3-, 5-, 6-, 8-, 11- und 14-jährigen, insgesamt 21, nebst 15 17—23-jährigen Zweigen. Die Nadeln aus dem Jahre 1904 waren ferner von den jüngeren Zweigen so gut wie vollkommen abgefallen, sodass sich dieser Jahrgang der Untersuchung entzieht. Die Anzahl der untersuchten nadeltragenden Triebe II. Ordnung verteilt sich innerhalb der verschiedenen Jahrgänge nach dem Alter der Zweige im Entwicklungsjahr der Nadeln in folgender Weise:

Alter der Zweige, Jahre	Anzahl der Nadeln tragenden Jahrestriebe						Summe
	1909	1908	1907	1906	1905	1904	
1 .....	3 <sup>2)</sup>	3	—	4	2 <sup>1)</sup>	—	12 <sup>1)</sup>
2 .....	3	—	4	3	—	—	10
3 .....	—	4	3	—	2 <sup>1)</sup>	—	9 <sup>1)</sup>
4 .....	4	3	—	3	—	—	10
5 .....	1	—	3	—	—	—	4
6 .....	—	3	—	—	1	—	4
7 .....	3	—	—	1	—	—	4
8 .....	—	—	1	—	—	—	1
9 .....	—	1	—	—	3	—	4
10 .....	1	—	—	3	—	—	4
11 .....	—	—	3	—	—	—	3
12 .....	—	3	—	—	—	—	3
13 .....	3	—	—	—	—	—	3
Summe	18	17	14	14	8	—	71 <sup>2)</sup>
11—22 <sup>1)</sup>	15	15	15	15	15	14 <sup>1)</sup>	89 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Nadeln waren von einem Jahrestrieb ganz abgefallen; die Anzahl der gemessenen Jahrestriebe (vgl. den folgenden Abschnitt) ist also um je 1 höher.

<sup>2)</sup> Von diesen drei Jahrestrieben ist einer aus den später ausgeführten Berechnungen weggelassen. Die Berechtigung dieser Massnahme ergibt sich aus einer Feststellung der Grenzabweichung (C. B. Davenport, Statistical Methods with special reference to biological variation, New York 1904, S. 12) der Nadellängen aus dem Jahre 1909 an den 1—13-jährigen Zweigen. Diese Nadellängen verteilen sich auf die Millimeterklassen folgendermassen:

Die Darstellung muss sich wegen der kleinen Anzahl der Beobachtungen hauptsächlich nur auf einen Vergleich der beiden Gruppen der 1—13-jährigen und der 11—22-jährigen Zweige beschränken. Die Unterschiede zwischen den mittleren Nadellängen der beiden Gruppen in den verschiedenen Jahren werden zuerst bestimmt. 1904 kommt hier nicht in Betracht, da dieser Jahrgang, wie eben angegeben, an den jüngeren Zweigen fehlte, aber auch der Jahrgang 1905 wird ausgeschlossen, weil er nur an 8 der jüngeren Zweige vertreten war. Die übrigen Jahrgänge zeigen die folgenden Differenzen:

Jahrgang	Anzahl Zweige im Alter:		Mittlere Nadellänge, mm, der		Differenz, mm, zw. den mittl. Nadellängen
	1—13 J.	13—22 J.	1—13-jähr. Zw.	13—22-jähr. Zw.	
1909 . . . . .	17	15	48.353±0.811	41.667±1.010	6.686±1.295
1908 . . . . .	17	15	39.529±0.583	32.067±0.950	7.463±1.115
1907 . . . . .	14	15	42.214±0.564	35.467±1.071	6.748±1.210
1906 . . . . .	14	15	42.643±0.679	39.333±0.951	3.310±1.169

Die jüngeren Zweige besitzen durchgehends viel längere Nadeln als die älteren. *Die Unterschiede sind hier sowohl absolut wie relativ erheblich grösser als in der dritten Sprossordnung.* Ebenso sind die Ergebnisse hier viel sicherer als dort, obwohl jene auf einem weit grösseren Material basierten. Die Abweichung von dem Verhalten der III. Sprossordnung erregt eigentlich keine besondere Aufmerk-

Nadellänge, mm. ...	24	—	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	Sa.
Anzahl Jahrestriebe	1	—	1	—	2	1	2	1	1	1	3	2	—	3	18

Hieraus wird die begrenzende Klasse unter den Minusvarianten zu 32.799 mm berechnet. Der Wert 24 mm liegt weit ausserhalb dieser Grenze — seine Abweichung von M beträgt nicht weniger als  $3.57\sigma$  — und kann deshalb nicht mit in Rechnung gezogen werden. Die Hemmung des Nadelzuwachses an diesem Triebe — auch der Jahrestrieb selbst war äusserst kurz, — muss als eine ganz abnorme Erscheinung betrachtet werden. Also sinkt die Gesamtzahl der Triebe auf 70.

3) Gemäss den obigen Bemerkungen beträgt also die Anzahl der gemessenen Jahrestriebe (Abschnitt II) 73.

4) Da das Alter der Zweige 1910 17—23 Jahren betrug, hatten sich also die Nadeln von 1909 an 16—22-jährigen Zweigen entwickelt, die von 1908 an 15—21-jährigen u. s. f. bis zu denjenigen von 1904, wo die Zweige 11—17-jährig waren.

samkeit, denn das Alter an und für sich kann ja diese zweifelsohne gesetzmässigen Verschiebungen der Nadellänge nicht bedingen. Die physiologischen Voraussetzungen des fraglichen Längenwachstums unterliegen freilich mit dem Alter des Zweiges der Richtung nach ähnlichen Veränderungen, der Verlauf und die Intensität der letzteren kann aber an verschiedenen Zweigen, in verschiedenen Sprossordnungen und in verschiedenen Teilen des Baumes doch etwas verschieden ausfallen. Äussere Einflüsse können wohl auch hinstossen und die Erscheinung etwas modifizieren, wie vielleicht gerade in der zweiten Sprossordnung, wo die jüngeren Zweige dem Gipfel, die älteren den basalen Teilen der Krone entstammen.

Das Verhalten der jüngeren und älteren Zweige II. Ordnung in betreff ihrer Nadellänge soll noch — nach Vereinigung einiger Jahrgänge — als Korrelation dargestellt werden. Um den Einfluss der Transgression der Altersklassen zu vermeiden, beschränkt sich die Zusammenstellung auf die Jahrgänge 1909, 1908 und 1907. Dieselben sind an 1—13-jährigen Zweigen der ersten Gruppe (vgl. S. 13) und an 14—22-jährigen Zweigen der zweiten Gruppe vertreten. Für diese beiden Gruppen werden die Variationsreihen der Nadellänge der drei Jahrgänge vereinigt, indem die den resp. Mittelwerten der Jahrgänge am nächsten liegenden Klassen als Ausgangspunkte gewählt werden. Der Mittelwert der Jahrgänge 1909—1907 lässt sich nach der Tabelle S. 14 zu etwa 43.366 mm für die 1—13-jährigen Zweige und zu etwa 36.400 mm für die 14—22-jährigen bestimmen. Die den Mittelwerten der beiden Gruppen am nächsten liegenden Klassen sind also unter den Millimeterklassen 43 bzw. 36 unterzubringen. Die beiden Variationsreihen stellen sich dann zueinander, wie folgt:

Alter der Zw. II Ordn.	Nadellängenklassen für die Jahrgänge 1909 + 1908 + 1907																				Sa.
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
1—13 J.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	2	6	5	6	8	8	3	1	3	48
14—22 J.	2	1	5	4	—	4	3	4	6	4	2	1	5	3	—	1	—	—	—	—	45
Summe	2	1	5	4	—	4	3	4	7	7	4	3	11	8	6	9	8	3	1	3	93

Die Reihen gehen somit zum guten Teil auseinander. Ihre gegenseitigen Beziehungen können recht gut durch den Korrelationskoeffizienten

$$r = \div 0.717 \pm 0.050,$$

ausgedrückt werden. Derselbe zeigt, ungeachtet der geringen Anzahl der Individualfälle, einen mittleren Fehler von nur etwa 7 %. In

der dritten Sprossordnung dagegen stieg ja der Koeffizient bloss (bei 6—14-jähr. Zweigen) auf höchstens  $\div 0.178 \pm 0.044$ , wo der mittlere Fehler trotz der erheblichen Anzahl von 484 beobachteten Fällen etwa 25 % ausmacht.

Zwischen den Gruppen der 1—13-jährigen und der 14—22-jährigen Zweige liegt, wie gesagt, ein Unterschied von etwa 7 mm vor. Das mittlere Alter der ersten Gruppe lässt sich zu etwa  $5\frac{1}{2}$  Jahren, dasjenige der zweiten zu etwa 18 Jahren bestimmen. Die erwähnte Abnahme der Nadellänge ist also durchschnittlich in etwa  $12\frac{1}{2}$  Jahren vollzogen, was einer jährlichen Abnahme von 0.56 mm entspricht oder etwa  $1\frac{1}{2}$  mal der höchsten beobachteten Verschiebung (0.368 mm) in der dritten Sprossordnung.

Namentlich in der zweiten Sprossordnung machen sich also erhebliche Veränderungen der Nadellänge mit dem Alter der Zweige, d. h. in diesem Falle in verschiedener Höhe der Krone, geltend. Dass diese Differenzen bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Bedingungen beträchtlichen Wechsel unterworfen sind, ist ja recht wahrscheinlich, ebenso wie dass der Verlauf der «Periode» — die Lage der Kardinalpunkte der Nadellängenkurve — bei verschiedenen Individuen Abweichungen zeigen kann. Dies lässt sich freilich nur nach sehr eingehenden und sorgfältigen vergleichenden Untersuchungen einwandfrei darlegen. Ehe diese Frage aber befriedigend beantwortet ist, bietet der Vergleich zwischen verschiedenen Individuen in betreff der durchschnittlichen Unterschiede der Nadellänge grosse Schwierigkeiten. Ebenso kann den Angaben über Verschiedenheiten in der Nadellänge zwischen den »oberen«, »mittleren« und »unteren« Teilen der Krone höchstens nur eine sehr beschränkte Bedeutung beigemessen werden, wenn das Material nicht nach den Sprossordnungen und dem Alter der Zweige sowie nach den Jahrgängen genau klassifiziert war. In Anbetracht dessen werde ich nur mit Reservation — da mir nicht bekannt ist, inwieweit auf die eben besprochenen Verhältnisse Rücksicht genommen wurde — aus Davenport, Statistical Methods, S. 71, die von Alice Lee (Dr. Ludvig on Variation and Correlation in Plants; Biometrika, I, 1902) mitgeteilten Angaben über die Schwankungen der Nadellänge in verschiedenen Teilen der Krone bei *Pinus silvestris* wiedergeben:

untere	Zweige,	Nadellänge	22.163	mm,
mittlere	» ,	»	26.524	» ,
obere	» ,	»	25.949	» ,

um meine eigenen, die II. Sprossordnung betreffenden Angaben (die Jahrgänge 1909—1907) zum Vergleich heranzuziehen:

14—22-jährige Zweige (= »mittlere«), Nadellänge 36.400 mm,  
 1—13- » » (= »obere«), » 43.366 ».

Diese Angaben weichen sowohl, was den absoluten Werten betrifft, als auch im Sinne im höchsten Grad voneinander ab.

Obwohl das Ergebnis sehr ungenau ausfallen muss, möchte ich doch wenigstens einen Versuch machen den wahrscheinlichen Verlauf der Schwankungen der Nadellänge mit dem Alter des Zweiges in der zweiten Sprossordnung herauszubekommen. Alle Jahrgänge werden deshalb in einer und derselben Tabelle vereinigt. In dieser Hinsicht wird dasselbe Verfahren wie das S. 9 benutzte angewendet, und die dort angegebenen Mittelwerte liegen auch hier der Zusammenstellung zu Grunde, d. h. alle gemessenen Nadellängen der verschiedenen Jahrgänge werden als Plus- oder Minus-Abweichungen von diesen Mittelwerten ausgedrückt. Die so erhaltene Tabelle bietet wegen der Spärlichkeit des Materials keinen erfreulichen Anblick und wird hier weggelassen. Für die Altersklassen — einige derselben sind wegen der geringen Anzahl der Fälle vereinigt worden — werden nur die Abweichungen von der als Ausgangspunkt gewählten gemeinsamen Zentralklasse (A) mitgeteilt:

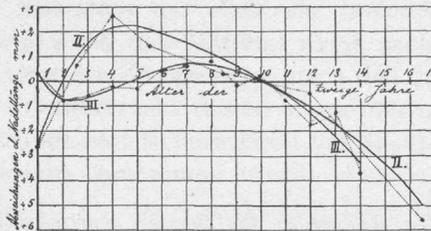
Veränderung der Nadellänge mit dem Alter der Zweige in der II. Sprossordnung		
Alter der Zweige, Jahre	Anzahl Zweige	Mittl. Nadellänge, Millimeter
1	11	A ÷ 2.64
2—3	19	A + 0.63
4	10	A + 2.60
5—6	8	A + 1.38
7—10	13	A + 0.31
11—13	9	A ÷ 0.44
14—19 <sup>1)</sup>	89	A ÷ 5.94

*Die Nadellänge scheint in der zweiten Sprossordnung von den einjährigen Zweigen an bis etwa zu den 4—6-jährigen schnell zu steigen, um dann eine ebenso rasche und starke Abnahme zu erfahren. Die ermittelten Zahlenwerte illustrieren sehr schön die Steigerung sowie*

<sup>1)</sup> Diese Klasse entspricht den im Jahre 1910 17—23-jährigen Zweigen. Die Nadeln von 1904 entstammen somit 11—17-jährigen Zweigen, diejenigen von 1909 16—22-jährigen. Erstere waren also im Durchschnitt etwa 14-jährig, letztere 19-jährig. In der graphischen Darstellung S. 18 ist das mittlere Alter der ganzen Klasse zu 16 ½ Jahre bestimmt, was dem tatsächlichen Verhalten annähernd entsprechen dürfte.

die dann folgende allmähliche Abnahme der Nadellänge, in welchem Grad sie jedoch das tatsächliche Verhalten abspiegeln, muss ich dahingestellt sein lassen, denn das Material ist viel zu mangelhaft, um Schlüsse inbetreff der Zuverlässigkeit des Ergebnisses zu erlauben. Da ja das Material aus der II. Ordnung überhaupt immer nur in beschränkter Masse an einem und demselben Baume zu Verfügung steht, so kann man auch nicht erwarten, dass die »Periode« der Nadellänge am Zweige als Organvariation unmittelbar sicher festgestellt werden könnte, sondern man muss sich damit begnügen die Hauptzüge der Erscheinung durch Vergleich einer Menge Individuen herzuleiten. Es ist ja höchst wahrscheinlich, dass die Individuen, trotz mehr oder weniger erheblichen Abweichungen untereinander, in der genannten Hinsicht doch eine deutliche korrelative Variabilität aufweisen werden.

Die eben erörterten Verhältnisse leiten ungezwungen zu einem Vergleich der Sprossordnungen inbetreff der Schwankungen der Nadellänge über. Insofern die oben erzielten Werte eine Schlussfolgerung in dieser Hinsicht berechtigen, scheint es, als ob sich die besprochenen Verschiebungen der Nadellänge an den Zweigen zweiter und dritter Ordnung nicht in der gleichen Weise vollziehen. In dem gleichen Masstabe gezeichnet eignen sich die unten eingeführten, auf den Angaben S. 9 und 17 basierenden Kurven gut dazu die fraglichen Abweichungen zu beleuchten; das Alter der Zweige ist als Abszisse gewählt, die Nadellänge als Ordinate.



Die Veränderung der Nadellänge mit dem Alter der Zweige in der zweiten (II.) und der dritten (III.) Sprossordnung.

Es wurde schon oben darauf hingewiesen, dass die Veränderung der Nadellänge mit dem Zweigalter in der II. Sprossordnung erheblich ausgesprochener ist als in der dritten, aber ausserdem scheint die Kulmination derselben dort beträchtlich nach den jüngeren Klassen hin verschoben zu sein. Die Zweige II. Ordnung dürften 4—6-jährig den Längenzuwachs der Nadeln am meisten begünstigen,

während die Zweige III. Ordnung 6—9-jährig die höchste Nadellänge aufweisen.

Von etwa dem neunten Jahre an fallen die Kurven ziemlich nahe zusammen. In der zweiten Sprossordnung scheint aber die Nadellänge schon mit dem zweiten Jahre kräftig zu steigen. Dies gibt der Kurve der II. Sprossordnung einen einfachen Verlauf, und die allmähliche Veränderung der Nadellänge während der Lebenszeit des Zweiges erscheint hier recht natürlich. Es wäre in der Tat höchst auffallend, wenn die Abnahme der Nadellänge im zweiten Jahre in der dritten Sprossordnung durch Nachprüfungen ihre Bestätigung finden würde, zumal da eine Verschiedenheit zwischen den beiden Sprossordnungen in der fraglichen Hinsicht sehr eigentümlich anmutet. (Die früher erwähnte Verschiebung der »Periode« hat dagegen kaum etwas Unannehmbares an sich.)

Inbetreff der mittleren Länge der Nadeln machen sich weit bedeutendere Abweichungen der verschiedenen Sprossordnungen von einander geltend. Bei einem eingehenden Vergleich müsste man Rücksicht auf die Veränderungen der Nadellänge mit dem Alter der Zweige nehmen, denn der Unterschied wird, gemäss den oben dargelegten Verhältnissen, verschieden ausfallen müssen, jenachdem man Zweige verschiedenen Alters zum Vergleich heranzieht. Die Schwankungen der Nadellänge mit dem Zweigalter sind jedoch im Vergleich zu den Abweichungen der Sprossordnungen voneinander derart unbedeutend, dass die letzteren Abweichungen auch ohne genaue Beachtung der Einzelheiten sehr scharf hervortreten. Um dies zu beleuchten, werden unten die mittleren Nadellängen in den verschiedenen Jahrgängen für einige Altersklassen der Zweige II. und III. Ordnung mitgeteilt. Von der dritten Sprossordnung sind bloss die 1—9-jährigen Zweige mitgenommen, weil nur an diesen sämtliche Jahrgänge der Nadeln vertreten sind. Die am Hauptstamm gemessenen Nadellängen sind ebenfalls angegeben.

Mittlere Nadellänge, Millimeter				
Jahrgang	I. Sprossordnung	II. Sprossordnung		III. Sprossordn. 1—9-jährige Zweige
		1—13-jährige Zweige	11—22-jährige Zweige	
1909 . . . . .	55	48.353 ± 0.811	41.667 ± 1.010	31.031 ± 0.383
1908 . . . . .	51	39,529 ± 0.583	32.067 ± 0.950	22.054 ± 0.350
1907 . . . . .	56	42.214 ± 0.564	35.467 ± 1.071	27.818 ± 0.332
1906 . . . . .	50	42.643 ± 0.679	39.333 ± 0.951	29.380 ± 0.350
1905 . . . . .	—	—	37.000 ± 1.318	26.984 ± 0.321
1904 . . . . .	—	—	43.429 ± 0.621	35.638 ± 0.382

Es leuchtet schon unmittelbar ganz deutlich ein, *dass die Nadellänge nach den höheren Sprossordnungen hin ausserordentlich stark abnimmt*; der Hauptstamm besitzt viel längere Nadeln als die zweite Sprossordnung, diese entwickelt wieder die Nadeln viel stärker als die dritte. Um ein annäherndes Mass der Abnahme anzugeben, wird der Mittelwert der Nadellängen 1909—1906 am Hauptstamm mit den Mittelwerten der mittleren Nadellängen derselben Jahrgänge in den übrigen Sprossordnungen verglichen. Die Unterschiede werden hier unten sowohl in Millimetern als in Prozenten der Summe der mittleren Nadellängen ausgedrückt.

Unterschied in d. Nadellänge 1909—1906 zw. d. Hauptstamm (I.) und II. bzw. III. Sprossordnung				
Sprossordn.	Alter der unters. Zweige, Jahre	Mittl. Nadellänge, mm	Die Nadeln um mm   % d. Summe kleiner als am Hauptstamm	
I.	—	53.0	—	—
II.	1—13	43.2	9.8	10.2
	11—22	37.1	15.9	17.6
III.	1—9	27.6	25.4	31.5

Die Differenzen sind sehr gross. Im Durchschnitt ist die Nadellänge der dritten Sprossordnung 31.5 % kleiner als diejenige der Gipfeltriebe, d. h. die Nadellänge dieser ist nahezu doppelt so gross wie die Nadellänge jener. Im Jahrgang 1908 (siehe die Tabelle S. 19) macht der Unterschied sogar mehr als die mittlere Nadellänge der Zweige dritter Ordnung aus. Während diese zu 22.054 mm bestimmt wurde, steigt sie am Gipfeltriebe des Hauptstammes um 28.946 mm oder etwa 130 % bis auf 51 mm.

Einen bedeutend kleineren Unterschied zeigen schon die basalen (11—22-jährigen) Zweige II. Ordnung, derselbe beträgt aber noch bei den Gipfelzweigen dieser Ordnung nicht weniger als 10.2 %, d. h. etwa  $\frac{1}{4}$  der mittleren Nadellänge dieser Zweige. Letzterer Unterschied bezieht sich ja auf das Verhalten eines Haupttriebes zu seinen den äusseren Bedingungen etwa gleich exponierten Seitentrieben und muss daher — weil so erheblich — ganz besonders hervorgehoben werden. Die Zweige II. Ordnung verhalten sich, wie unten näher dargelegt werden soll, zu ihren Seitenzweigen III. Ordnung völlig entsprechend.

Der Unterschied zwischen den Nadellängen der zweiten und der dritten Sprossordnung macht nach der S. 19 mitgeteilten Übersicht in den verschiedenen Jahrgängen folgende Werte aus:

Jahrgang	Die Nadeln d. 1—9-jähr. Zw. III. Ordn. kleiner als die der			
	11—22-jähr. Zw. II. Ordn., um		1—13-jähr. Zw. II. Ordn., um	
	Millimeter	% d. Sa.	Millimeter	% d. Sa.
1909 . . . . .	10.635 <sup>1)</sup> ± 1.080	15	17.322 ± 0.897	22
1908 . . . . .	10.013 ± 1.022	18	17.476 ± 0.680	29
1907 . . . . .	7.649 ± 1.121	12	14.397 ± 0.654	21
1906 . . . . .	9.954 ± 1.013	15	13.263 ± 0.764	19
1905 . . . . .	10.016 ± 1.358	16	—	—
1904 . . . . .	7.791 ± 0.729	9	—	—

Der Unterschied zwischen den Nadellängen der Zweige dritter Ordnung und denjenigen der 1—13-jährigen Zweige zweiter Ordnung zeigt am besten die Sprossordnungsverschiedenheiten an, denn hier werden doch annähernd gleichalterige Zweige der beiden Sprossordnungen miteinander verglichen. Man könnte darum schliessen, dass der Unterschied zwischen den Nadellängen der 9—13-jüngsten Altersklassen der beiden Sprossordnungen durchschnittlich etwa 20—25 % beträgt, d. h. dass die Nadeln der jungen Zweige in der dritten Sprossordnung etwa  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{5}$  mal so lang sind wie die der jungen Zweige zweiter Ordnung.

Das Verhalten der 11—22-jährigen Zweige II. Ordnung deutet darauf hin, dass das abweichende Verhalten der Sprossordnungen unter sich seinen Grund in Veränderungen der physiologischen Zuwachsbedingungen bei der Verzweigung selbst haben dürfte, denn sie werden hier mit den an denselben Zweigen entwickelten jungen Ästen III. Ordnung verglichen. Der Unterschied zwischen den Nadellängen ist ja ausserordentlich gross, er beläuft sich auf etwa 8—11 mm und ist mithin sogar erheblich grösser als der Unterschied zwischen den jungen Gipfelzweigen und den älteren basalen Zweigen innerhalb der zweiten Sprossordnung (vgl. die Tabelle S. 14). Die Nadellänge der Zweigchen III. Ordnung beträgt hier 0.7—0.8 von derjenigen der Mutterzweige. Bei der Verzweigung des Hauptstammes wurde oben (S. 20) ein ähnliches Verhalten festgestellt, und es kann wohl ganz allgemein angenommen werden, dass die Hauptspresse immer die Nadelentwicklung mehr begünstigen als ihre Seitensprosse nächsthöherer Ordnung.

<sup>1)</sup> Die Differenz wird aus den S. 19 mitgeteilten Angaben zu 10.636 mm bestimmt. Die Berechnungen sind aber durchgehend mit wenigstens 4—6 Dezimalen ausgeführt, und daher wird bei den Abrundungen öfters eine Differenz von 1 erscheinen.



Die Variation in den betr. Beziehungen zwischen den Nadellängen an den Zweigen III. Ordnung und ihren Mutterzweigen lässt sich einfach durch eine Korrelationsberechnung veranschaulichen. Für diesen Zweck werden die Jahrgänge 1909—1904 hier ganz in derselben Weise, wie S. 15 erwähnt, zusammengestellt. In der dritten Sprossordnung wird die mittlere Nadellänge nach den Angaben S. 19 zu 28.817 mm bestimmt, diejenige in der zweiten (11—22-jährige Zweige) zu 38.160 mm. Die beiden Variantenreihen verhalten sich dann zueinander, wie aus der vorstehenden Übersicht (S. 22, oben) ersichtlich wird, und als Korrelation ergibt sich hieraus

$$r = + 0.577 \pm 0.023.$$

Die Reihen transgredieren nicht sehr stark. Wenn man die etwa gleichalterigen jungen Zweige der beiden Sprossordnungen (Jahrgänge 1909—1905<sup>1)</sup> in derselben Weise vergleicht (S. 22, unten) so findet man, dass die Variationsreihen nahezu ganz auseinander fallen. Die Variation ist hier ausserdem erheblich geringer, indem der Korrelationskoeffizient den Wert

$$r = + 0.744 \pm 0.017$$

erreicht.

Es verdient bemerkt zu werden, dass die Korrelation sich keineswegs entsprechend der Differenz zwischen den Mittelwerten verändert. Dies findet man bestätigt, wenn man die oben (S. 15) mitgeteilten Angaben über die Beziehungen der jungen und alten Zweige II. Ordnung zueinander zum Vergleich heranzieht; die Korrelationskoeffizienten sowie die absoluten und relativen Unterschiede werden für die drei eben behandelten Fälle unten tabellarisch dargestellt.

Korrelation und Unterschied zwischen der Nadellänge in verschiedenen Sprossordnungen und Teilen der Krone						
a		b		$r \pm m_r$	Differenz $b \div a$	
Sprossordnung	Alter d. Zw.	Sprossordnung	Alter d. Zw.		mm	% d. Sa.
III.	1—9	II.	11—22	$+ 0.577 \pm 0.023$	+ 9.343	14
III.	1—9	II.	1—13	$+ 0.744 \pm 0.017$	+ 14.670 <sup>2)</sup>	21
II.	14—22	II.	1—13	$+ 0.717 \pm 0.050$	+ 6.966	9

<sup>1)</sup> Der Jahrgang 1904 fehlt an den jüngeren Zweigen II. Ordnung.

<sup>2)</sup> Die Mittelwerte betragen 42.123 mm bzw. 27.453 mm.

Die Korrelationskoeffizienten in der zweiten und der dritten Zeile sind etwa ganz die gleichen, aber die Differenz ist in dem einen Falle mehr als zweimal grösser als in dem anderen. Andererseits ist der Koeffizient der Korrelation zwischen den jungen Zweigen III. Ordnung und ihren 11—12-jährigen Mutterzweigen erheblich niedriger als der für die älteren und jüngeren Zweige II. Ordnung gefundene Koeffizient, der Unterschied zwischen den mittleren Nadeln jedoch ist ganz im Gegenteil bei diesen viel kleiner als bei jenen. Die Ursache steckt unzweifelhaft in der im Folgenden erwähnten stärkeren Variation des Nadelmaterials aus der dritten Sprossordnung. In dieser Hinsicht ergänzen sich die Differenzangaben und die Korrelationsbestimmungen gegenseitig, und der Unterschied wird durch die gleichzeitige Angabe beider qualitativ und quantitativ am besten beleuchtet. Die eben mitgeteilte Tabelle dürfte daher recht befriedigend und zugleich am einfachsten die Schwankungen der Nadellänge an den am meisten hervortretenden Sprossordnungen des untersuchten Individuums, der zweiten und der dritten, in den verschiedenen Teilen der Krone, charakterisieren.

Da die Nadellänge mit dem Alter ziemlich junger Zweige schon Schwankungen von etwa 10 % aufweist und allein in den beiden hier untersuchten Sprossordnungen Abweichungen bis etwa 30 % (der Summe der Nadellängen) unterworfen ist, so leuchtet es deutlich ein, mit wie grossen Schwierigkeiten vergleichende Untersuchungen über die Variation der Nadellänge verschiedener Individuen verknüpft sind. Die Nadellänge eines Individuums in einem gewissen Jahre lässt sich nicht exakt durch einen einfachen Mittelwert charakterisieren, dies nicht einmal, wenn alle Nadeln des betreffenden Jahrgangs gemessen werden.

Eine Ergänzung der Angaben wäre in vieler Hinsicht von Interesse gewesen. So sind die vierte und fünfte Sprossordnung hier ganz ausser Acht gelassen worden, doch dürfte die Annahme nicht unberechtigt erscheinen, dass die Nadellänge auch in diesen dieselbe sukzessive Abnahme zeigt, wie sie von der ersten Sprossordnung an bis zu der dritten dargetan wurde. Überhaupt ist es höchst wahrscheinlich, dass dieselben Korrelations- und Variabilitätserscheinungen, die oben nachgewiesen worden sind, in gleichem Sinn in allen Teilen des Baumes vonstatten gehen. *Die Variation der Nadellänge am Einzelindividuum dürfte somit eigentlich nur durch zwei Hauptursachen bedingt sein: erstens die gesetzmässige Veränderung der Nadellänge mit dem Zweigalter und zweitens die Abnahme derselben bei der Verzweigung.* Die Sprossordnung an und für sich kann ja selbstverständlich ebensowenig wie das Zweigalter einen spezifischen Einfluss auf den Nadelzuwachs ausüben, sondern es kann die Ursache der Spross-

ordnungsverschiedenheiten natürlich nur im Prozesse der Verzweigung selbst, etwa in den anatomischen Verhältnissen, zu suchen sein.

Nun bringen die Gipfelsprosse sehr lange Nadeln hervor, ihre Seitensprosse (II. Ordnung) tragen auch sehr lange Nadeln, die jedoch um ein gewisses Mass kürzer sind als jene. Die älteren Äste II. Ordnung tragen noch ziemlich lange Nadeln, ihre Seitenzweige III. Ordnung aber kürzere. Es liegt also die Annahme sehr nahe, *dass die Nadellänge des Hauptstosses immer in einer gewissen Beziehung zur derjenigen des Seitensstosses steht*, sodass z. B. ein Zweig mit längeren Nadeln auch verhältnismässig längere Nadeln bei seiner Verzweigung hervorbringt, und zwar in einer ganz bestimmten zahlenmässig ausdrückbaren Proportion, völlig ähnlich, wie dies unten für die Nadellängen nacheinander folgender Jahrestriebe desselben Zweiges dargelegt werden soll. Man könnte natürlich diese Erscheinung, ganz ohne Rücksicht auf die Sprossordnungsverhältnisse, als Korrelation einheitlich und einfach zahlenmässig ausdrücken, und damit wären auch die Gesetze der Variation der Nadellänge am Einzelindividuum zur einen Hälfte exakt festgestellt.

Betreffs der zweiten Ursache der Variation, des Alters des Zweiges, wurde oben nachgewiesen, dass die jüngeren Zweige im allgemeinen, von einer gewissen Grenze an, längere Nadeln tragen als die älteren. In Anbetracht der eben vorgeführten Auffassung über die Beziehungen zwischen den Haupt- und Seitensprossen wäre zu erwarten, dass beispielsweise die Seitenzweige III. Ordnung im Gipfel der Krone länger seien als diejenigen (gleichen Alters) in den mittleren Teilen der Krone,<sup>1)</sup> oder ganz allgemein, *dass sich die Nadellänge der Zweige irgendwelcher Ordnung somit auch je nach dem Alter der Mutterzweige verändert*. — Die Knospenentwicklung und die weibliche Blütenbildung scheinen allerdings, wie später dargelegt werden soll, ein solches Verhalten deutlich zu zeigen, sodass es nicht unmöglich erscheint, dass die vegetativen Merkmale überhaupt eben dieselbe strenge Regelmässigkeit in ihrer Variation befolgen wie die Nadellänge, und zwar nach ebendenselben Gesetzen.

Aus den besprochenen zwei einfachen Gesetzen erklärt sich also meines Erachtens die ausgedehnte und bei oberflächlicher Betrachtung ganz planlose Variation der Nadellänge am Einzelindividuum vollauf. Ausser diesen durch die Organisation des Baumes bedingten inneren Ursachen treten zwar noch die äusseren Beeinflussungen hinzu (Lichtzufuhr, kleine Beschädigungen u. dgl.), dass

<sup>1)</sup> Die Nadeln können also in einer höheren Sprossordnung (hier III.) länger werden als in einer niedrigeren (II.), wenn man die an jungen Mutterzweigen entwickelten Triebe der ersteren Ordnung mit älteren Zweigen der letzteren vergleicht.

diese aber allein eine höchst bescheidene Rolle spielen oder wenigstens das Bild der strengen Ordnung kaum nennenswert stören, wird sich aus der unmittelbar folgenden Darstellung klar ergeben. Mit Ausnahme der Schwankungen der Nadellänge an den einzelnen Jahrestrieben, welche hier keine Berücksichtigung gefunden haben, wären damit die Bedingungen der Nadellängenvariation am Einzelindividuum statistisch von Grund aus erläutert. Die physiologischen Ursachen derselben gehören nicht hierher.

Schon der Umstand, dass die Mittelwerte der Nadellängen mit dem Alter der Zweige nur eine allmähliche Veränderung erfahren, sowie die Abhängigkeit der Nadellängen der Haupt- und Seitensprosse voneinander deuten darauf hin, dass *die Neigung der Zweige Nadeln von einer gewissen Länge zu entwickeln* in aufeinander folgenden Jahren annähernd stabil bleibt. Für das rechte Verständnis der Variationserscheinungen der Nadellänge ist es von Bedeutung zu wissen, *wie stark diese Korrelation zwischen den Nadellängen der an einem und demselben Zweige nacheinander folgenden Jahrestriebe ist.* Hierbei werden nur unmittelbar aufeinander folgende Jahrgänge verglichen, also 1909—1908 bzw. 1908—1907, 1907—1906, 1906—1905 und 1905—1904, um die störenden Beeinflussungen seitens der »Periode« der Nadellänge am Zweige möglichst zu vermeiden. Namentlich die jüngsten Zweige, bei denen die Veränderungen der Nadellänge mit dem Alter am grössten sind, werden unzweifelhaft dessenungeachtet eine Herabsetzung des Korrelationskoeffizienten bewirken, doch konnten sie wegen der schon im übrigen lästigen Spärlichkeit des Materials nicht weggelassen werden.

Bei der Berechnung wurden die verschiedenen Sprossordnungen selbstverständlich nicht gesondert behandelt, denn die fragliche Erscheinung muss doch wohl allen Zweigen in ähnlicher Weise eigentümlich sein. Nur die am Hauptstamm gemachten Messungen sind beiseite gelassen worden, denn derselbe zeigte am Jahrestriebe von 1902 eine Beschädigung — wahrscheinlich durch Frost —, die vielleicht den Zuwachs der Nadeln in den nachher folgenden Jahren irgendwie beeinflusst haben kann. Die Korrelationstabellen werden des beschränkten Raumes wegen hier nicht mitgeteilt — sie können übrigens aus den am Schlusse befindlichen Messungsangaben leicht rekonstruiert werden —, mit Ausnahme jedoch derjenigen der Jahrgänge 1909—1908, welche als Typus dienen. Die Nadellänge des Jahres 1908 variierte hier nach der Länge der Nadeln vom Jahre 1909 an denselben Zweigen, wie aus nachstehender Übersicht hervorgeht:

## Die Nadellängen, mm, unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige

1909	1908																																Sa.					
	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	41		42				
20							1																													1		
21		1		1	2	1	1																													6		
22																																						
23			1																																		1	
24				2	1	3	2	1																													9	
25						2	3	1	2	1		2	1																								9	
26	1					1	2	1	1	2		1	2																								8	
27							1	1	2	4																											8	
28							2	2	4	1	2	1																									12	
29							2	3	5	2	2																										14	
30								1	8	5	6	3	1																								24	
31			1				1	1	6	1	1																										11	
32									1	1	3	1		1																							7	
33									1	1	3	2	2	2	2																						13	
34									2	1	4	5	2	1	1																						16	
35									1	1	3	2	1	3	3	2																					16	
36													1																								1	
37												1	1	1	2	1							1													7		
38												2	1	1		1	2																				7	
39												1										1															2	
40																						1	1	1		1										4		
41																					1	1	1	1												4		
42																						1		1													2	
43																								1													1	
44																							1		2			1									4	
45																								1		2		1									2	
46																								1				1	1								3	
47																												1			1						2	
48																													1		1						2	
49																																		1			1	
50																																	2				2	
51																															1	1					2	
52																																						
53																																1	1	1				3
Sa.	1	1	2	1	4	2	7	10	5	9	14	28	14	24	13	10	8	11	5	4	4	2	3	1	3	—	2	3	2	4	4	1			204			

Aus der Tabelle wird schon unmittelbar deutlich, wie fest die fragliche Korrelation in der Tat ist. Das Ergebnis sämtlicher Bestimmungen der Korrelation zwischen den Nadellängen der unmittelbar nacheinander folgenden Jahrestriebe derselben Zweige folgt unten. Die als supponiert gewählten späteren Jahre der Kombinationen sind, wie gewöhnlich, mit X bezeichnet, die als relativ gewählten mit Y.

Korrelation zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige			
Jahrgänge		Anzahl Zweige	$r \pm m_r$
X	Y		
1909	1908	204	$+ 0.922 \pm 0.010$
1908	1907	197	$+ 0.887 \pm 0.015$
1907	1906	180	$+ 0.867 \pm 0.019$
1906	1905	161	$+ 0.702 \pm 0.040$
1905	1904	130	$+ 0.853 \pm 0.024$

Wenn alle Jahrgänge in der Weise vereinigt werden, dass die den Mittelwerten der resp. Jahrgänge am nächsten liegenden Klassen bei der Zusammenfassung der supponierten bzw. relativen Jahrgänge als Ausgangspunkte angenommen werden, resultiert die unten mitgeteilte Tabelle:



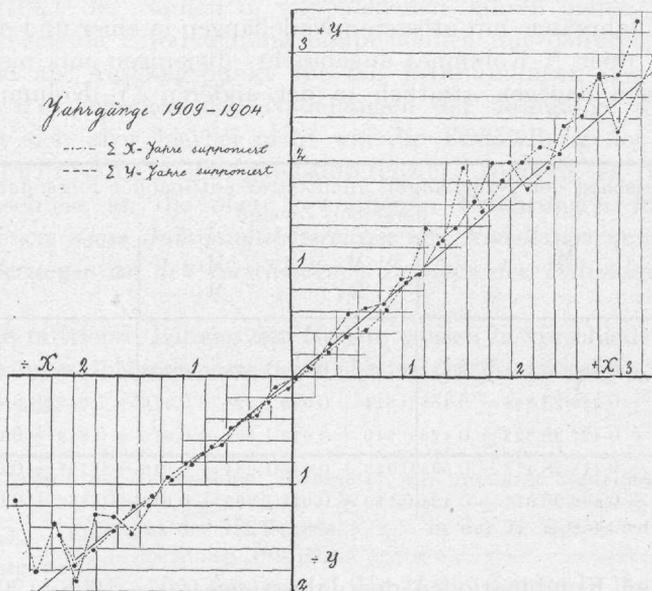
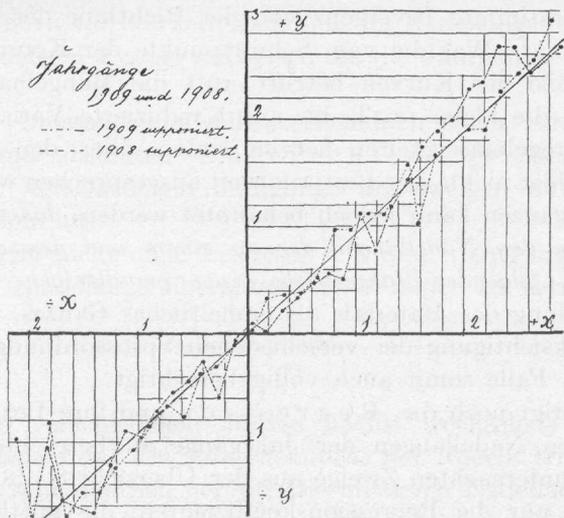
Hieraus lässt sich die Korrelation zu

$$r = + 0.849 \pm 0.007$$

bestimmen. Dieser Wert ist ein Ausdruck für die Korrelation des ganzen Materials und illustriert daher am genauesten die Erscheinung bei dem untersuchten Baume. Die fraglichen Beziehungen sind also nur einer sehr unbedeutenden Variation unterworfen. Dies zeigen übrigens ebenso gut die für die verschiedenen Kombinationen oben (S. 28) erhaltenen Werte, welche meistens sogar noch grösser sind. Der Koeffizient  $+ 0.922$  muss als ein ausserordentlich hoher Wert betrachtet werden. *Zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige besteht also eine ausserordentlich feste Korrelation.* Die Koeffizienten der verschiedenen Jahrgangskombinationen stimmen sonst ganz gut miteinander überein, doch mit Ausnahme der Kombination 1906—1905, deren Wert  $+ 0.702$  beträchtlich kleiner ist als die übrigen. Sämtliche mittleren Fehler sind verschwindend klein, sodass die Genauigkeit der Ergebnisse als völlig befriedigend betrachtet werden darf.

Schon früher wurde daran erinnert, dass die Korrelationsbestimmung nach *B r a v a i s* eigentlich nur dann berechtigt ist, wenn die Korrelation eine geradlinige ist. Eine Nachprüfung in dieser Beziehung wäre daher erwünscht. Eine graphische Darstellung nach *G a l t o n s* Methode der in den beiden oben mitgeteilten Tabellen (Kombinationen der Jahrgänge 1909—1908 sowie der vereinigten supponierten und relativen Jahrgänge) zum Ausdruck kommenden Korrelation ist vollauf genügend, um eine Entscheidung in der Frage herbeizuführen (S. 31). Die Konstruktion wurde in beiden Fällen doppelt ausgeführt, indem das eine Mal die eine, das andere Mal die andere der Reihen als relativ behandelt wurde. Die korrespondierenden Standardwerte sind auf den Koordinaten angegeben. Die Anzahl der Messungen, welche als Grundlage für die Bestimmung der Punkte gedient haben, kann aus den obigen Korrelationstabellen entnommen werden. Ferner sind die Richtlinien der zahlenmässig berechneten Korrelationskoeffizienten eingezeichnet worden, um die Übereinstimmung der auf graphischem Wege erzielten und der nach *B r a v a i s* berechneten Ergebnisse kontrollieren zu können.

Wenigstens der Hauptsache nach zeigen die nach *G a l t o n* bestimmten Kurven einen geradlinigen Verlauf. Die Abweichungen von der nach *B r a v a i s* berechneten Korrelation sind in den zentralen Klassen, wo die Standardwerte auf Grund der grösseren Anzahl der Individualfälle am sichersten fixiert sind, recht gering und wei-



Korrelation zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige. Graphische Darstellung der Tabellen S. 27 und 29, nach Galton. Die eingezeichneten Richtlinien der Korrelation entsprechen den nach Bravais berechneten Koeffizienten  $r = +0.922 \pm 0.010$  bzw.  $r = +0.849 \pm 0.007$ .

sen keine bestimmte Divergenz von der Richtlinie der berechneten Korrelation auf. Was die vom Schnittpunkte der Koordinaten entfernten Teile der Kurven betrifft, ruft die Mangelhaftigkeit des Materials — die kleine, z. T. bis auf 1 reduzierte Variantenzahl — grössere Unregelmässigkeiten hervor, sodass über den Verlauf der Korrelation hier nichts mit Bestimmtheit ausgesprochen werden kann. Im grossen ganzen kann jedoch behauptet werden, dass die Korrelation zwischen den Nadellängen der an einem und demselben Zweige nacheinander folgenden Jahrestriebe einen geradlinigen Verlauf hat. Die Behandlung des Materials als einheitliches Ganzes, ohne gesonderte Berücksichtigung der verschiedenen Sprossordnungen, war im vorliegenden Falle somit auch völlig berechtigt.

Es erübrigt noch die Regression und ihre Beziehungen zu den mittleren Nadellängen der Jahrgänge zu betrachten. Da die Anzahl der untersuchten Zweige aus der Übersicht S. 28 hervorgeht, werden hier nur die Regressionskoeffizienten, die mittleren Nadellängen und das Verhältnis der letzteren zueinander mitgeteilt. Aus Ursachen, die ohne weiteres erhellen, werden in der folgenden Tabelle alle Jahrgänge mit grösseren Nadellängen in einer und derselben Kolumne (hier X-Kolumne) angebracht, diejenigen mit niedrigeren Nadellängen dagegen sämtlich in der anderen (Y-)Kolumne <sup>1)</sup>.

Korrelation zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige							
Jahrgang		M		$\frac{M_y}{M_x}$	$\frac{M_x}{M_y}$	$R_{y/x}$	$R_{x/y}$
X	Y	x	y				
1909	1908	$32.784 \pm 0.486$	$23.794 \pm 0.451$	$0.726 \pm 0.014$	$1.378 \pm 0.020$	$+0.857 \pm 0.010$	$+0.993 \pm 0.010$
1907	1908	$29.315 \pm 0.389$	$23.868 \pm 0.458$	$0.814 \pm 0.016$	$1.228 \pm 0.016$	$+1.047 \pm 0.018$	$+0.753 \pm 0.018$
1906	1907	$31.200 \pm 0.427$	$29.322 \pm 0.420$	$0.940 \pm 0.013$	$1.064 \pm 0.015$	$+0.849 \pm 0.018$	$+0.883 \pm 0.018$
1906	1905	$30.876 \pm 0.445$	$28.478 \pm 0.505$	$0.922 \pm 0.016$	$1.084 \pm 0.016$	$+0.797 \pm 0.045$	$+0.621 \pm 0.045$
1904	1905	$36.477 \pm 0.409$	$28.077 \pm 0.424$	$0.770 \pm 0.012$	$1.299 \pm 0.015$	$+0.886 \pm 0.025$	$+0.822 \pm 0.025$

In den Kombinationen der Jahrgänge 1907—1908, 1906—1905 und 1904—1905 macht sich ein eigentümliches Verhalten bemerkbar, indem die Regression der Jahrgänge 1908 und 1905 mit kleineren mittleren Nadellängen ( $R_{y/x}$ ) stärker ist als die der Jahrgänge (1907, 1906 und 1904) mit grösseren Nadellängen (Kolumne  $R_{x/y}$ ). Dieser Umstand gibt Anlass zu der Vermutung, dass die Jahrgänge mit niedrigeren mittleren Nadellängen überhaupt eine verhältnis-

<sup>1)</sup> Vgl. die Bemerkung S. 21.

m ä s s i g noch viel stärkere Zunahme der Nadellänge in den Klassen der langnadelligen Zweige aufweisen als die Jahrgänge mit grösseren Nadeln.

Dieser Umstand übt selbstverständlich einen Einfluss auf die relativen und absoluten Unterschiede zwischen den Nadellängen der verschiedenen Jahrgänge an Zweigen mit verschiedenen langen Nadeln aus.

Es dürfte nicht ohne Interesse sein diese Jahrgangsverschiedenheiten der Nadellänge überhaupt etwas näher zu betrachten.

Der in verschiedenen Jahren höchst wechselnde *Einfluss des Jahrescharakters auf den Längenzuwachs der Nadeln* tritt in der Tabelle S. 19 sehr deutlich hervor. Die mittleren Nadellängen weichen, wie z. B. insbesondere diejenigen der Jahrgänge 1908 und 1904, überaus bedeutend voneinander ab. Die Schwankungen der absoluten Länge der Nadeln in verschiedenen Jahren bieten jedoch für die vorliegende Untersuchung hauptsächlich nur dadurch Interesse, dass sie als Ausgangspunkt für die Bestimmungen der Unterschiede zwischen den Nadellängen der Jahrgänge dienen. Es handelt sich aber hierbei nicht um die Feststellung der durchschnittlichen Jahrgangsdifferenzen, sondern es wäre jetzt im Anschluss an die eben gewonnenen Erfahrungen klarzulegen, *ob und wie diese Jahrgangsdifferenzen der Nadellänge gesetzmässigen Veränderungen an den verschiedenen Zweigen des Individuums unterliegen.*

Die mittleren Längen der Nadeln weisen in verschiedenen Teilen des Baumes folgende absoluten Unterschiede zwischen den Jahrgängen auf:

Absoluter Unterschied, Millimeter, der mittleren Nadellängen			
zwischen den Jahrgängen	in der III. Sprossordnung, 1-9-jähr. Zweige	in der II. Sprossordnung,	
		11-22-jähr. Zweige	1-13-jähr. Zweige
1909 ÷ 1908	+ 8.978 ± 0.518	+ 9.600 ± 1.390	+ 8.823 ± 0.835
1908 ÷ 1907	÷ 5.764 ± 0.482	÷ 3.340 ± 1.430	÷ 2.685 ± 0.811
1907 ÷ 1906	÷ 1.562 ± 0.482	÷ 3.867 ± 1.431	÷ 0.429 ± 0.883
1906 ÷ 1905	+ 2.395 ± 0.475	+ 2.333 ± 1.629	—
1905 ÷ 1904	÷ 8.654 ± 0.499	÷ 6.429 ± 1.458	—

Während die mittleren Nadellängen der drei Gruppen von Zweigen in der Tabelle S. 19 eine ausserordentlich starke Steigerung von der ersten Gruppe dieser Tabelle an bis zur dritten aufweisen, zeigen die absoluten Jahrgangsdifferenzen keine entsprechende Zunahme, sondern vielleicht eher das Gegenteil. Wenn man die zwei Ausnahmen in der zweiten Gruppe (die Differenzen 1909 ÷ 1908 und 1907 ÷ 1906) nicht in Betracht zieht, nehmen die Zahlenwerte aller übrigen Unterschiede nach rechts ab, doch sind sie mit so grossen mittleren Fehlern behaftet, dass eine sichere Entscheidung durch Differenzbestimmungen nicht möglich ist. Jedenfalls lassen diese Ergebnisse mit Bestimmtheit erwarten, dass die Unterschiede im Verhältnis zu den mittleren Nadellängen in der gesagten Richtung deutlich abnehmen. Wenn die absoluten Unterschiede in Prozenten der Summen der jeweils dem Vergleich unterworfenen mittleren Nadellängen ausgedrückt wird, so erhält die oben mitgeteilte Tabelle folgendes Aussehen:

Relativer Unterschied der mittleren Nadellängen, in Prozenten ihrer Summen ausgedrückt,			
zwischen den Jahrgängen	in der III. Sprossordnung, 1—9-jähr. Zweige	in der II. Sprossordnung,	
		11—22-jähr. Zweige	1—13-jähr. Zweige
1909 ÷ 1908	+ 16.9	+ 10.3	+ 10.0
1908 ÷ 1907	÷ 11.6	÷ 5.0	÷ 3.3
1907 ÷ 1906	÷ 2.7	÷ 5.2	÷ 0.5
1906 ÷ 1905	+ 4.3	+ 3.1	—
1905 ÷ 1904	÷ 13.8	÷ 8.1	—

Mit Ausnahme der Differenz 1907 ÷ 1906 in der zweiten Kolonne deuten alle übrigen Werte auf eine z. T. bedeutende Abnahme der relativen Jahrgangsunterschiede der Nadellänge von der ersten Gruppe an bis zur dritten. Wenn dies tatsächlich der Fall ist, liegt die Ursache der Erscheinung darin, dass die Jahrgänge, welche durch kleinere Nadellänge ausgezeichnet sind, eine verhältnismässig stärkere Steigerung der Nadellänge von der ersten Gruppe an bis zur dritten erfahren als die Jahrgänge mit langen Nadeln. Aus den Tabellen S. 14, 19 und 21 lassen sich die fraglichen Unterschiede als Steigerungen (in Prozenten) der niedrigeren Nadellängen einfach berechnen, und es ergibt sich hierbei Folgendes:

Prozentische Steigerung der mittleren Nadellänge			
im Jahre	von der I. bis zur II. Gruppe	von der II. bis zur III. Gruppe	von der I. bis zur III. Gruppe
1909 .....	34.3	16.0	55.9
1908 .....	<b>45.4</b>	<b>23.3</b>	<b>79.3</b>
1907 .....	27.5	19.0	51.8
1906 .....	33.8	8.4	45.1
1905 .....	37.1	—	—
1904 .....	<b>21.9</b>	—	—

In jeder der Gruppen ist die Zunahme der Nadellänge am grössten im Jahre 1908, wo die Nadeln am kleinsten waren. 1904, wo die Nadeln am längsten waren, weist in der ersten Gruppe die kleinste Steigerung auf. Die Jahresdifferenzen der Nadellänge würden somit eine recht erhebliche relative Abschwächung in der II. Sprossordnung, im Vergleich zu der III., erfahren, und die Gipfelzweige der II. Sprossordnung würden die Jahresdifferenzen am schwächsten zeigen; die absoluten Jahresunterschiede halten sich dabei wahrscheinlich ziemlich unverändert.

Wie schon oben angedeutet wurde, kann diese recht auffallende Erscheinung nicht durch spezifische Verschiedenheiten zwischen den Sprossordnungen und den verschiedenen Teilen des Baumes bedingt sein, sondern man muss sie in erster Linie mit der verschiedenen Neigung der Zweige, überhaupt Nadeln von einer gewissen Länge auszubilden, in Verbindung bringen. Das Zweigmaterial kann daher als einheitliches Ganzes behandelt werden, und damit bietet sich auch die Möglichkeit dar genauere Ausdrücke für die fraglichen Erscheinungen herzuleiten. In der Tat stimmen auch die eben erzielten Ergebnisse der Hauptsache nach gut mit dem Verhalten der Regressionskoeffizienten — bei der oben ohne Unterscheidung der Sprossordnungen ausgeführten Bestimmung der Korrelation zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe — überein. Eine nähere Präzisierung derselben wäre jedoch noch erwünscht.

Was erstens die Veränderungen der relativen Jahresunterschiede an Zweigen mit verschiedener Nadellänge betrifft, können sie am geeignetsten durch einfache Korrelationsbestimmungen veranschaulicht werden. Die Unterschiede werden hierbei in Prozenten der Nadellängen-s u m m e der beiden nacheinander folgenden Jahrestriebe ausgedrückt. Diese »Differenzprozente« sind unten durch-

gehends als relativ genommen worden. Die Reihe der supponierten Eigenschaft wird von den Nadellängen der Jahrestriebe gebildet. Für jedes Paar der zum Vergleich herangezogenen Jahrgänge wurde die Korrelationsberechnung dreimal ausgeführt, jenachdem die Nadellängen des einen oder des anderen der Jahrgänge oder die Summen der Nadellängen ( $\Sigma$  der Tabelle unten) der nacheinander folgenden Jahrestriebe als supponiert betrachtet wurden. In dem letzterwähnten Falle wurde die Regression natürlich auf eine Steigerung der mittleren Nadellänge der Jahrestriebe um 1 mm umgerechnet. Die Variantenzahl ist bei den früheren Korrelationsbestimmungen schon angegeben worden.

Korrelation zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe und den relativen Unterschieden derselben			
Jahrgänge	Supponiert	$r \pm m_r$	$R_{y/x} \pm m_R$
1909 ÷ 1908	1909	÷ 0.348 ± 0.061	÷ 0.263 ± 0.046
	1908	÷ 0.646 ± 0.041	÷ 0.526 ± 0.033
	$\Sigma$	÷ 0.492 ± 0.053	÷ 0.388 ± 0.042
1907 ÷ 1908	1907	÷ 0.409 ± 0.059	÷ 0.435 ± 0.063
	1908	÷ 0.704 ± 0.036	÷ 0.635 ± 0.032
	$\Sigma$	÷ 0.507 ± 0.048	÷ 0.557 ± 0.047
1906 ÷ 1907	1906	+ 0.197 ± 0.071	+ 0.158 ± 0.057
	1907	÷ 0.296 ± 0.068	÷ 0.241 ± 0.055
	$\Sigma$	÷ 0.058 ± 0.074	÷ 0.048 ± 0.062
1906 ÷ 1905	1906	+ 0.282 ± 0.072	+ 0.246 ± 0.063
	1905	÷ 0.228 ± 0.075	÷ 0.175 ± 0.057
	$\Sigma$	+ 0.001 ± 0.079	+ 0.001 ± 0.074
1904 ÷ 1905	1904	÷ 0.160 ± 0.085	÷ 0.146 ± 0.077
	1905	÷ 0.629 ± 0.053	÷ 0.551 ± 0.046
	$\Sigma$	÷ 0.418 ± 0.072	÷ 0.386 ± 0.067

Der relative Längenunterschied zwischen den in den Jahren 1909—1908, 1907—1908 und 1904—1905 entwickelten Nadeln sinkt also recht stark, je längere Nadeln die Zweige überhaupt hervorbringen. Die mittleren Fehler sind in den erwähnten Fällen z. T. etwa zehnmal kleiner als die Koeffizienten. Man dürfte also ganz allgemein feststellen können, dass die relativen Jahrgangsdifferenzen umso stärker sinken, je mehr die Nadellänge des Zweiges sich steigert.

Das Verhalten der Jahrgänge 1906—1907 und 1906—1905, wo die Koeffizienten der Korrelation bzw. Regression etwa auf Null gesunken sind, bezeichnet hier keineswegs eine Ausnahme. Es muss nämlich darauf hingewiesen werden, dass der Längenunterschied zwischen den Nadeln dieser Jahrgänge überhaupt nur ein unansehnlicher ist, sodass hier auch nur eine sehr beschränkte Möglichkeit einer Abnahme derselben vorliegt.

In der angegebenen allgemeinen Erscheinung finden nun die in der Tabelle S. 34 ersichtlichen Abweichungen der aus verschiedenen Sprossordnungen und verschiedenen Teilen der Krone gesammelten Zweige ihre Erklärung. Der Grund zu der Erscheinung kann wohl nur darin liegen, *dass die Nadellänge eine verhältnismässig umso kräftigere Steigerung an Zweigen mit zunehmender Neigung zur Nadelentwicklung aufweist, je ungünstiger der Jahrescharakter dem Längenzuwachs der Nadeln ist*; eine Andeutung in dieser Richtung liefert die Tabelle S. 35. Die Grösse der Regression tritt am besten hervor, wenn sie in Prozenten der durchschnittlichen Unterschiede <sup>1)</sup> der Nadellängen in den verschiedenen Jahren ausgedrückt wird. Für jede Steigerung der mittleren Nadellänge der beiden Jahrestriebe um 1 mm unterliegt die relative Differenz dieser Nadellängen einer Veränderung von etwa

1909—1908:	÷ 2.35	%
1908—1907:	÷ 5.02	»
1907—1906:	÷ 1.52	»
1906—1905:	+ 0.04	»
1905—1904:	÷ 2.93	»

Da z. B. schon zwischen den 1—9-jährigen Zweigen III. Ordnung und ihren Mutterzweigen II. Ordnung Differenzen der Nadellänge von etwa 10 mm vorkommen, erhellt es vollauf, wie schwierig es ist einen der Wirklichkeit auch nur annähernd entsprechenden Ausdruck für den relativen Unterschied der Nadellänge zwischen zwei Jahrgängen bei einem Baumindividuum zu finden. Die Haupttriebe würden für die Jahre 1908—1907 nur die Hälfte des an ihren Seitenzweigen festgestellten Betrages der Differenz zwischen den Nadellängen ergeben, wie dies übrigens auch (Tabelle S. 34) tatsächlich der Fall zu sein scheint. Andere Jahrgänge (1906—1905) weisen dagegen keine Veränderung des Verhältnisses auf. Um den Unterschied der Nadellänge zwischen zwei Jahrgängen bei einem Individuum auszu-

<sup>1)</sup> Diese Werte sind hier nicht mitgeteilt, sie nähern sich aber sehr den in der Tabelle S. 34 für die dritte Sprossordnung angegebenen.

drücken, empfiehlt es sich jedenfalls kaum das relative Mass zu benutzen.

Wie schon gezeigt, ist die Korrelation zwischen den Nadellängen an unmittelbar aufeinander folgenden Jahrestrieben eine sehr feste. Darum können die absoluten, in Millimetern ausgedrückten Unterschiede zwischen den Jahrgängen nur einer verhältnismässig minimalen Variation unterworfen sein. Um dies zu zeigen, werden die für die verschiedenen Kombinationen der Jahrgänge erhaltenen Reihen der Abweichungen unten mitgeteilt.

Abweichungen, mm, zwischen den Nadellängen aufeinander unmittelbar folgender Jahrestriebe																																				
Jahrgänge	÷										±	+										Sa.														
	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1909 ÷ 1908																	1	1	10	14	25	37	38	35	15	13	8	5		1			1	204		
1908 ÷ 1907				5	5	13	20	22	34	35	25	13	12	7	3		1		2																	197
1907 ÷ 1906				1	1	2	6	8	12	16	28	21	31	27	5	10	6	3	2	1																180
1906 ÷ 1905											3	2	4	3	10	18	20	22	23	21	15	11	5	1	1		1	1							161	
1905 ÷ 1904	1	3	7	15	25	21	16	13	7	11	4	6		1																						130

Bei einem durchschnittlichen Unterschied von 8—9 mm zwischen den Nadellängen wurde in den Kombinationen 1909—1908 und 1905—1904 nie beobachtet, dass an irgendeinem Zweige die Nadeln des kurzadeligen Jahrgangs länger als diejenigen des langadeligen gewesen wären. Für die Jahrgänge 1908—1907, deren mittlere Längendifferenz etwa 5 mm beträgt, wurden allein 3 Fälle unter 197 notiert, wo die Zweige im Jahre 1908 längere Nadeln entwickelt hatten als im Jahre 1907. Dagegen wurden solche Fälle in betreff der Jahre 1907—1906 und 1906—1905 recht häufig wahrgenommen, was darauf beruht, dass der Unterschied zwischen den mittleren Nadellängen hier nur etwa 2 mm ausmacht, während die absolute Variation der Differenzen schon höher ist. Sie lässt sich nämlich aus den mitgeteilten Reihen zu folgenden Werten bestimmen:

Jahre	± $\sigma$ , mm
1909 ÷ 1908	2.320
1908 ÷ 1907	2.663
1907 ÷ 1906	2.829
1906 ÷ 1905	2.875
1905 ÷ 1904	2.574

Um die Richtung und den annähernden Betrag des Unterschiedes der Nadellänge zweier Jahrgänge zu ermitteln, muss allerdings bei kleineren Differenzen als 3 mm ein nicht ganz geringes Material zur Verfügung stehen. Sonst aber ergibt sich die wahre Sachlage schon bei einer ersten Vorprüfung an wenigen Zweigen.

Die Korrelation zwischen den Nadellängen der Jahrestriebe und den absoluten Differenzen dieser Nadellängen wurde in ganz ähnlicher Weise berechnet, wie S. 35—36 beschrieben. Hier mag darum nur eine tabellarische Übersicht der Koeffizienten vorgeführt werden.

Korrelation zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe und den absoluten Unterschieden derselben			
Jahrgänge	Supponiert	$r \pm m_r$	$R_{y/x} \pm m_R$
1909 ÷ 1908	1909	+ 0.369 ± 0.060	+ 0.123 ± 0.020
	1908	+ 0.041 ± 0.070	+ 0.015 ± 0.025
	$\Sigma$	+ 0.215 ± 0.067	+ 0.075 ± 0.025
1907 ÷ 1908	1907	÷ 0.135 ± 0.058	÷ 0.066 ± 0.028
	1908	÷ 0.529 ± 0.051	÷ 0.219 ± 0.021
	$\Sigma$	÷ 0.349 ± 0.063	÷ 0.157 ± 0.028
1906 ÷ 1907	1906	+ 0.332 ± 0.066	+ 0.164 ± 0.033
	1907	÷ 0.224 ± 0.071	÷ 0.113 ± 0.036
	$\Sigma$	+ 0.030 ± 0.075	+ 0.016 ± 0.038
1906 ÷ 1905	1906	+ 0.404 ± 0.066	+ 0.205 ± 0.033
	1905	÷ 0.077 ± 0.078	÷ 0.035 ± 0.035
	$\Sigma$	+ 0.147 ± 0.077	+ 0.081 ± 0.041
1904 ÷ 1905	1904	+ 0.211 ± 0.084	+ 0.117 ± 0.046
	1905	÷ 0.321 ± 0.079	÷ 0.171 ± 0.042
	$\Sigma$	÷ 0.069 ± 0.087	÷ 0.039 ± 0.049

Es geht aus dieser Tabelle hervor, dass die absoluten Unterschiede zwischen den Nadellängen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe bald etwa ganz unverändert bleiben, bald aber an Zweigen mit höherer Nadellänge eine mehr oder weniger deutliche Zunahme oder Abnahme zeigen. Im Durchschnitt scheinen sie ziemlich unabhängig von der Nadellänge der Zweige zu sein oder vielleicht am ehesten bei Steigerung derselben schwach abzunehmen. Aus der Tabelle S. 29 ergibt sich nämlich für die Differenzen ein Koeffizient

$$r = \div 0.165 \pm 0.033,$$

der schon ziemlich deutlich in negativer Richtung geht. Die Anzahl der untersuchten Jahrgänge ist jedoch zu klein, um eine Beurteilung des allgemeinen Verhaltens in der fraglichen Beziehung zu gestatten.

Die Regressionskoeffizienten (der  $\Sigma$ -Kolumnen) sind sämtlich sehr klein und, in Anbetracht der Grösse der mittleren Fehler, äusserst unsicher. Wenn man sich jedoch erlaubt dieselben nach den absoluten Zahlenwerten zu schätzen, so betragen diese in Prozenten der mittleren Differenzen <sup>1)</sup>:

1909—1908:	+ 0.94	%
1908—1907:	÷ 2.87	»
1907—1906:	+ 0.83	»
1906—1905:	+ 3.45	»
1905—1904:	÷ 0.46	»

Alle diese Werte sind, wie die Regressionskoeffizienten selbst, auf eine Steigerung der mittleren Nadellänge um 1 mm bezogen. Wenn man die höchst unsichere Zahl 3.45 % — der mittlere Fehler erreicht hier die Hälfte des Betrages — nicht berücksichtigt, so bleibt nur noch der für die Jahrgänge 1908—1907 erzielte Wert ÷ 2.87 % übrig, der vielleicht als Andeutung einer sichtbaren Veränderung der Jahrgangsdifferenz bei der Steigerung der Nadellänge betrachtet werden darf. Überhaupt scheinen sich die absoluten Unterschiede — auch relativ genommen — erheblich weniger zu verändern als die prozentischen (vgl. S. 37).

Dass die Jahrgangsunterschiede bei Zunahme der Nadellänge der Zweige wenigstens eine verhältnismässige Ausgleichung erfahren, findet, wie gesagt, seine statistische Erklärung darin, dass die Steigerung der Nadellänge innerhalb der verschiedenen Jahrgänge dabei in umgekehrtem Verhältnis zu den mittleren Nadellängen der Jahrgänge steht. Die Erforschung der physiologischen Ursachen dieser auffallenden Erscheinung gehört allerdings nicht in diese Arbeit, immerhin dürfte aber eine kurze Andeutung der wahrscheinlichen Gründe derselben nicht als überflüssig betrachtet werden können.

Jeder Pflanzenart kommt ja eine gewisse durchschnittliche Grösse ihrer verschiedenen Organe zu. Die Anpassungsfähigkeit der Art an die äusseren Bedingungen gestattet immer eine — unter Umständen sogar recht weitgehende — Variation dieser Grösse der Organe. Die Variation ist jedoch keineswegs unbegrenzt, und es liegt der Gedanke nahe, dass die Reaktionen deshalb immer verhältnismässiger schwächer werden müssen, je extremer günstig die Be-

<sup>1)</sup> Dieselben sind annähernd die gleichen wie die für die III. Sprossordnung ermittelten, vgl. die Tabelle S. 33.

dingungen sind. Von diesem Gesichtspunkt aus muss man sich einen Grenzwert der Dimension der Organe denken können, gegen welche die Pflanze, als Art betrachtet, tendiert. Je grössere Abweichungen von dem diesem Grenzwert entsprechenden »durchschnittlichen« Verhalten die äusseren Bedingungen (z. B. der Jahreseinfluss) an und für sich bewirken können, umso stärker wird demnach die selbstregulierende Tätigkeit der Pflanze in entgegengesetzter Richtung, umso geringer die Reaktion im Verhältnis zur Ursache sein. Gemäss ihrer spezifischen Organisation weichen aber die Individuen in der durchschnittlichen Grösse des fraglichen Organs um etwas voneinander ab. Unterschiede im Bau und in den Standortsbedingungen bewirken wohl, dass der eine Baum in sämtlichen Jahren grössere bzw. kleinere Nadeln als der andere hervorbringt, und das einzelne Individuum mag wohl deshalb auch seinen spezifischen »Grenzwert« der betreffenden Eigenschaft haben. Man darf sonst auch erwarten, dass die Bedingungen, welche von den »optimalen« Bedingungen der Art stark abweichen, ihren schwächsten Ausdruck bei denjenigen Individuen finden werden, die in der gleichen Richtung an und für sich schon am meisten abweichen. Bei einer späteren Gelegenheit werde ich Belege für diese Anschauung liefern.

Zwischen dem Individuum und seinen einzelnen Zweigen kann man sich das Vorhandensein von ganz ähnlichen Beziehungen wie zwischen der Art und den Individuen vorstellen. Der spezifische Bau und die spezifischen Standortsbedingungen des Einzelindividuum verleihen demselben eine »Neigung« Nadeln von einer gewissen durchschnittlichen Länge hervorzubringen. Je günstiger das Jahr der Nadelentwicklung ist, umso länger werden zwar die Nadeln, jedoch kann ja der Längenzuwachs derselben nicht unbegrenzt sein. Die natürliche Folge davon ist, dass die Steigerung der mittleren Länge des Jahrgangs im Verhältnis umso schwächer sein muss, je stärker der den Nadelzuwachs befördernde Einfluss des Jahrescharakters von dem »optimalen« Verhalten abweicht<sup>1)</sup>. Verhältnismässig desto schwächer muss die Steigerung auch an denjenigen Zweigen hervortreten, die auf Grund ihrer Lage und ihrer Organisation an und für sich eine besonders üppige Nadelentwicklung begünstigen. Dass

<sup>1)</sup> In Gegenden, wo der Jahrescharakter in der Regel eine »volle« Ausbildung der Nadeln gestattet, würde die Jahrgangsvariation der Nadellänge also eine sehr begrenzte sein. Die wenigstens bei oberflächlicher Betrachtung geringen Jahrgangsdifferenzen der Nadellänge in südlicheren Breiten werden durch diesen Umstand ganz verständlich. Die Empfindlichkeit des Nadelzuwachses gegen äussere Bedingungen müsste bei niedrigerer Nadellänge eine grössere sein, und damit stimmen auch die sehr erheblichen jährlichen Schwankungen der Nadellänge in den lappländischen Wäldern gut überein, wie sie in einer späteren Arbeit dargelegt werden sollen.

die Zweige in ihrer Neigung zur Nadelbildung eine ausgesprochene Stabilität aufweisen, wurde oben hinreichend dargetan, man kann also, um den Vergleich mit den Beziehungen zwischen der Art und den Individuen zu vervollständigen, von einer »Individualität« der Zweige sprechen.

Es ist nur zu bedauern, dass die Zweige mit den geringsten Nadellängen — aus der IV. und V. Sprossordnung sowie die mehr oder weniger unterdrückten Zweige der übrigen Sprossordnungen — bei der Untersuchung keine Berücksichtigung fanden. Man muss sich ja auch aus ähnlichen Gründen nach den minimalen Dimensionen hin eine Begrenzung der Abnahme der Nadellänge denken, es ist somit nicht ausgeschlossen, dass die Jahresunterschiede auch in dieser Richtung abgeschwächt werden. In diesem Falle würde keine geradlinige Korrelation zwischen den Jahrgangsdifferenzen und den Nadellängen bestehen, sondern die Unterschiede würden bei einer gewissen durchschnittlichen (»modalen«, vgl. S. 68 u. f.) Länge der Nadeln am grössten sein, um nach beiden Seiten hin abzunehmen. Diese Sache wird im Folgenden noch weiter beleuchtet werden.

---

*Die Schwankungen der Variabilität der Nadellänge* in den verschiedenen Jahrgängen stehen in einem innigen Zusammenhang mit den oben besprochenen Erscheinungen. Wenn die dort vorgebrachten Anschauungen richtig sind, muss die Variation der Nadellänge umso kleiner werden, je höher die mittlere Nadellänge des Jahrgangs ist. Auch muss sie innerhalb eines und desselben Jahrgangs entsprechende Veränderungen zeigen, wenn Gruppen aus verschiedenen Teilen des Baumes ausgewählter Zweige von abweichenden mittleren Nadellängen miteinander verglichen werden. Die den S. 19 mitgeteilten Mittelwerten entsprechenden Koeffizienten der absoluten und der relativen Variation sind recht geeignet Klarheit in die Frage zu bringen.

Absolute und relative Variation der Nadellänge <sup>1)</sup>						
Jahrgang	III. Sprossordnung, 1-9-jährige Zweige		II. Sprossordnung			
			11-22-jährige Zweige		1-13-jährige Zweige	
	$\pm\sigma \pm m_\sigma, \text{mm}$	$v \pm m_v, \%$	$\pm\sigma \pm m_\sigma, \text{mm}$	$v \pm m_v, \%$	$\pm\sigma \pm m_\sigma, \text{mm}$	$v \pm m_v, \%$
1909	$4.328 \pm 0.271$	$13.96 \pm 0.87$	$3.910 \pm 0.714$	$9.38 \pm 1.71$	$3.342 \pm 0.573$	$6.91 \pm 1.18$
1908	$3.987 \pm 0.247$	$18.04 \pm 1.12$	$3.678 \pm 0.672$	$11.46 \pm 2.09$	$2.404 \pm 0.412$	$6.09 \pm 1.04$
1907	$3.885 \pm 0.235$	$13.96 \pm 0.84$	$4.145 \pm 0.756$	$11.68 \pm 2.13$	$2.110 \pm 0.399$	$5.00 \pm 0.95$
1906	$4.094 \pm 0.247$	$13.97 \pm 0.84$	$3.682 \pm 0.672$	$9.37 \pm 1.71$	$2.538 \pm 0.480$	$5.96 \pm 1.13$
1905	$3.625 \pm 0.227$	$13.43 \pm 0.84$	$5.099 \pm 0.933$	$13.78 \pm 2.51$	—	—
1904	$4.124 \pm 0.270$	$11.57 \pm 0.76$	$2.321 \pm 0.439$	$5.35 \pm 1.01$	—	—
M	$4.007 \pm 0.250$	$14.16 \pm 0.88$	$3.806 \pm 0.698$	$10.17 \pm 1.86$	$2.349 \pm 0.466$	$5.99 \pm 1.08$

Für den Vergleich zwischen den Jahrgängen eignet sich am besten die III. Sprossordnung, wo die Unterschiede zwischen den mittleren Nadellängen am schärfsten hervortreten und wo das Material zugleich am reichlichsten ist. Wie erwartet, weist das Jahr 1908 mit den weitaus kleinsten Nadeln den höchsten Variabilitätskoeffizienten auf, 1904 dagegen, wo die Nadeln am längsten waren, den kleinsten Wert. Die übrigen Koeffizienten sind etwa ganz gleich. Unter den 11-22-jährigen Zweigen II. Ordnung zeigt der Jahrgang 1904 noch in ausgesprochener Weise dasselbe Verhalten, die übrigen Werte jedoch schwanken hier wegen des geringen Materials recht unregelmässig, sind aber nicht sehr voneinander verschieden. Eine Ausnahme bildet bloss der Jahrgang 1905. Die Gruppe der 1-13-jährigen Zweige II. Ordnung weist für alle Jahrgänge etwa dieselben Werte auf.

Unter sich verhalten sich die drei Gruppen aber höchst verschieden, indem eine sehr starke Abnahme des Koeffizienten für jeden Jahrgang von der ersten Gruppe an, wo die Nadeln am kleinsten sind, bis zur dritten, wo sie am grössten sind, erfolgt; die zweite Gruppe nimmt (ausser 1905) eine mittlere Stellung ein. Oberflächlich beurteilt deuten die Werte auf eine Abnahme von etwa  $\frac{1}{2}$  Prozent für jede Steigerung der mittleren Nadellänge um 1 Millimeter. Die

<sup>1)</sup> Der mittlere Fehler des Variabilitätskoeffizienten hätte eigentlich aus der von Pearson angegebenen Formel

$$m_v = \frac{v}{\sqrt{2}n} \left[ 1 + 2 \left( \frac{v}{100} \right)^2 \right]^{1/2}$$

berechnet werden müssen; da die Koeffizienten aber keine sehr hohen Werte erreichen, habe ich nur die einfachere Formel  $m_v = \frac{v}{2n}$  benutzt (vgl. Davenport, Statistical Methods, S. 16).

erste Gruppe gibt im Durchschnitt 14.16 %, die letzte 5.99 %; also ein ganz ausserordentlicher Unterschied.

Innerhalb jeder der Gruppen hält sich die absolute Variation annähernd konstant, nimmt aber von der ersten bis zur dritten in jedem Jahrgang gleichmässig (nur die Jahrgänge 1907 und 1905 der mittleren Gruppe bilden Ausnahmen), aber nicht sehr stark ab. Bei dem grossen Unterschied der mittleren Nadellänge, der zwischen den beiden äussersten Gruppen herrscht, ist es doch recht eigentümlich, dass die letzte, wo die Nadeln sehr lang sind, eine Standardabweichung von nur etwa  $\pm 2.349$  mm aufweist, während sie für die erste auf  $\pm 4.007$  mm steigt. Man darf wohl deshalb ganz allgemein annehmen, *dass sowohl die relative wie die absolute Variation bei Zunahme der mittleren Nadellänge abnehmen, jene stark, diese nicht unbeträchtlich.*

## II. Die Trieblänge und ihre Beziehungen zur Nadellänge.

Da eben dieselben Zweige auf die Länge der Jahrestriebe und der an diesen herangewachsenen Nadeln hin untersucht wurden, fällt das Material hier vollkommen mit demjenigen im Abschnitt I. zusammen. Es genügt also hier nur der Hinweis auf die dort (S. 6, 7 und 13) mitgeteilten Angaben über die Verteilung des Materials innerhalb den verschiedenen Jahrgängen auf Zweigen II. und III. Ordnung verschiedenen Alters. Die Bearbeitung erfolgte ebenso in ganz analoger Weise, sodass die näheren Erklärungen im Folgenden gut wegbleiben und allein die Ergebnisse der Berechnungen als solche angeführt werden können. Hinzugeführt sei nur, dass die im Jahre 1904 herangewachsenen Jahrestriebe leider nur an einzelnen Zweigen gemessen wurden, es fällt also hier ein Jahrgang weg.

*Die Veränderung der Trieblänge mit dem Alter des Zweiges* kann für die *III. Sprossordnung* in sämtlichen Jahrgängen an 1—10-jährigen Zweigen verfolgt werden, denn sie sind alle bis zu den 10-jährigen Zweigen vertreten (vgl. S. 7). Um eine Entscheidung in der Frage herbeizuführen und um daneben den Verlauf der vielleicht hervortretenden Veränderungen annähernd feststellen zu können, werden die Jahrgänge vereinigt, indem die den Mittelwerten am nächsten liegenden Klassen als Ausgangspunkt dienen. Die Mittelwerte der Jahrgänge finden sich unten, S. 54. Die so erhaltene Korrelations-tabelle muss des Raumes wegen — die absolute Variationsweite beträgt nicht weniger als 81 mm — weggelassen werden, nur die Ergebnisse werden mitgeteilt. Sämtliche 718 Messungen der 1—10-jährigen Zweigen angehörigen Jahrestriebe ergeben einen Korrelationskoeffizienten

$$r = \div 0.189 \pm 0.036,$$

wo der mittlere Fehler kaum  $\frac{1}{5}$  von dem Betrag des Koeffizienten erreicht <sup>1)</sup>. Mit recht grosser Sicherheit kann man für die 10 ersten Jahre des Zweigalters behaupten, dass die Länge der Jahrestriebe mit steigendem Alter des Zweiges deutlich abnimmt.

Diese Abnahme ist jedoch keine gleichmässige. Diesbezüglich geben die Veränderungen der mittleren Triebblängen innerhalb der verschiedenen Altersklassen der Zweige eine annähernde Antwort.

Veränderung der Trieblänge mit dem Alter der Zweige in der III. Sprossordnung		
Alter der Zweige, Jahre	Anzahl Zweige	Mittl. Trieb- länge, mm
1 .....	68	A + 4.22
2 .....	73	A + 4.45
3 .....	79	A + 0.24
4 .....	79	A ÷ 0.94
5 .....	80	A ÷ 1.47
6 .....	73	A ÷ 1.25
7 .....	71	A ÷ 1.03
8 .....	74	A ÷ 1.34
9 .....	63	A ÷ 1.71
10 .....	58	A ÷ 3.45
11 .....	44	A ÷ 4.55
12 .....	31	A ÷ 6.10
13 .....	15	A ÷ 4.87
14 .....	10	A ÷ 7.70

<sup>1)</sup> Für die Nadellänge war der entsprechende Wert der 1—9-jährigen Zweige  $r = +0.069 \pm 0.036$ . Auch die meisten der einzelnen Jahrgänge ergaben dort positive Koeffizienten, während hier nur negative herausbekommen wurden. Der nachstehende Vergleich zeigt auch die verhältnismässig grossen Abweichungen der Jahrgänge untereinander.

J a h r	Nadeln		Jahrestriebe	
	Sa. Zw.	$r \pm m_r$	Sa. Zw.	$r \pm m_r$
1909 .....	128	÷ 0.030 ± 0.088	141	÷ 0.425 ± 0.069
1908 .....	130	÷ 0.003 ± 0.088	144	÷ 0.080 ± 0.083
1907 .....	137	÷ 0.053 ± 0.086	153	÷ 0.287 ± 0.074
1906 .....	137	÷ 0.132 ± 0.084	142	÷ 0.056 ± 0.084
1905 .....	128	÷ 0.101 ± 0.088	138	÷ 0.040 ± 0.085
1904 .....	116	÷ 0.155 ± 0.091	—	—

Das Gesagte gilt in erster Linie für die Trieblänge, wo insbesondere die Jahrgänge 1909 und 1907 durch ihre hohen Werte von den übrigen ab-

Nach diesen Werten ist die Kurve S. 51 gezeichnet. *Der Jahrestrieb scheint an 1—2-jährigen Zweigen seine maximale Länge zu erreichen, dann nimmt diese sehr schnell und stark ab, bleibt an etwa (4—)5—8(—9)-jährigen Zweigen annähernd konstant, um an älteren Zweigen allmählich wieder abzunehmen.* Ob die 1-jährigen Zweige tatsächlich durch eine etwas niedrigere Nadellänge als die 2-jährigen ausgezeichnet sind, muss hier unentschieden gelassen werden <sup>1)</sup>.

Das Hauptsächliche der beschriebenen Erscheinung tritt auch deutlich hervor, wenn man die verschiedenen Phasen der »Periode« als Korrelation ausdrückt.

Korrelation zw. d. Trieblänge u. d. Alter d. Zw. III. Ordn.			
Altersklassen	Anzahl Zweige	$r \pm m_r$	$R_{y/x} \pm m_R$
1—5	379	$\div 0.209 \pm 0.049$	$\div 1.690 \pm 0.396$
4—10	498	$\div 0.052 \pm 0.045$	$\div 0.261 \pm 0.224$

Die Korrelationsbestimmung wurde für die 10—14-jährigen Zweige weggelassen, weil die Anzahl der untersuchten Zweige hier sehr gering war, der Koeffizient hätte aber voraussichtlich eine mittlere Stellung zwischen den beiden oben angegebenen eingenommen. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist bedeutend. Für 4—9-jährige Zweige hätte sich wohl ein noch kleinerer Koeffizient ermitteln lassen. Die Genauigkeit des ersten Koeffizienten ist ziemlich befriedigend, da der mittlere Fehler kaum auf 25 % steigt. Inbetreff der Regression zeigen die Gruppen eine noch grössere Differenz als die Koeffizienten der Korrelation. Der erste Verlauf der Erscheinung wird durch diese Werte recht gut charakterisiert.

weichen. Die Korrelationskoeffizienten der Nadellängen stimmen besser miteinander überein. Hier dürften deswegen auch die aus dem vereinigten Material ermittelten Resultate das durchschnittliche Verhalten exakter abspiegeln als dort.

<sup>1)</sup> Es ist nicht ausgeschlossen, dass eine Unterschätzung der Länge 1-jähriger Triebe um vielleicht 1—2 mm dadurch veranlasst wurde, dass die Zweige überhaupt erst abgeschnitten gemessen wurden. Wenn es sich tatsächlich so verhielte, würde auch der Verlauf der Kurve S. 51 ganz regelmässig sein, wie auch die punktierte Fortsetzung derselben angibt.

Eine Veränderung der Trieblänge mit dem Alter des Zweiges lässt sich *in der zweiten Sprossordnung* leicht feststellen, wenn man die jungen, 1—13-jährigen Zweige mit den älteren, im Jahre 1910 17—23-jährigen, vergleicht.

Jahrgang	Anzahl Zweige im Alter:		Mittlere Trieblänge, mm, der		Differenz, mm, zw. den mittl. Triebängen
	1—13 J.	12—22 J.	1—13-jähr. Zw.	12—22-jähr. Zw.	
1909	18	15	146.389 ± 12.586	71.400 ± 8.113	74.989 ± 14.978
1908	17	15	100.588 ± 6.391	66.000 ± 6.473	34.588 ± 9.096
1907	14	15	147.143 ± 4.179	90.400 ± 7.575	56.743 ± 8.652
1906	14	15	126.286 ± 6.571	85.867 ± 8.232	40.419 ± 10.533
1905	10	15	99.700 ± 8.674	85.733 ± 7.242	13.967 ± 11.300

*Zwischen den jungen und den älteren Zweigen II. Ordnung herrscht ein ganz ausserordentlich grosser Unterschied in der Trieblänge.* Mit Ausnahme des Jahrgangs 1905 sind die mittleren Triebängen der 1—13-jährigen Zweige um etwa 50—100 % grösser als die der 12—22-jährigen. Die Differenzen müssen auch mit Rücksicht auf die mittleren Fehler als ganz sicher bezeichnet werden, obwohl ihre absoluten Beträge bei weitem nicht genau fixiert sind.

Da die mittleren Triebängen der Jahrgänge 1909—1905 recht unbedeutend voneinander abzuweichen scheinen — das Verhalten innerhalb der III. Sprossordnung (vgl. S. 54), wo das Material doch ziemlich reichlich ist, berechtigt zu dieser Behauptung — können alle Ergebnisse der Messungen für die beiden Gruppen, ohne Unterschied der Jahrgänge, einfach vereinigt werden. Wenn man so die mittleren Triebängen der Gruppen berechnet, erhält man eine recht gute Vorstellung von dem durchschnittlichen Verhalten, und die Differenz wird auch erheblich sicherer bestimmt. Es ergeben sich nämlich folgende Werte:

Material	Anzahl Zw.	Mittl. Trieb., mm
1—13-jährige Zweige	73	125.137 ± 4.644
12—22-jährige Zweige	75	79.880 ± 3.535
Differenz:		45.257 ± 5.836

Die Differenz beträgt hier etwa 56 ½ % von der mittleren Trieblänge der 12—22-jährigen Zweige und 22 % von der Summe der beiden Mittelwerte. Der mittlere Fehler derselben beläuft sich

nur auf 12.9 % und ist also recht belanglos <sup>1)</sup>. Aus den beiden Reihen der Triebblängen <sup>2)</sup> ergibt sich auch ein Korrelationskoeffizient

$$r = \div 0.539 \pm 0.058,$$

der ungeachtet der ausserordentlich grossen Variabilität und des geringen Umfangs des Materials einen ansehnlichen Betrag erreicht.

Die jährliche Regression der Triebblänge mit dem Alter der Zweige II. Ordnung kann annäherungsweise abgeschätzt werden, wenn das durchschnittliche Alter der jungen Zweige zu 5 Jahren, dasjenige der alten zu 17 Jahren festgestellt wird, was ungefähr auch der Fall ist. Die oben angegebene Abnahme der Triebblänge mit steigendem Alter der Zweige würde sich also auf einen etwa 12-jährigen Zeitraum beziehen. Dies entspricht einer jährlichen Regression von etwa 3.8 mm oder 3.7 % des Mittelwertes (102.203 mm) der mittleren Triebblängen der beiden Gruppen.

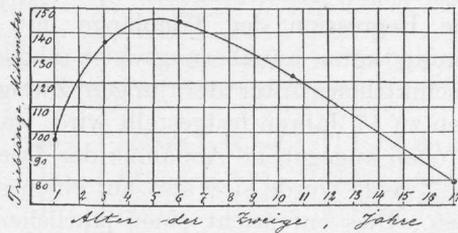
Ein näheres Verfolgen der Veränderungen der Triebblänge an den Zweigen II. Ordnung wird bei der Spärlichkeit des Materials nahezu resultatlos. Ein Zug dieser Schwankungen tritt jedoch mit ziemlicher Schärfe hervor. In allen Jahrgängen erwiesen sich die einjährigen Triebe nicht unerheblich kürzer als die folgenden Altersklassen. Um eine gewisse Auffassung von dem wahrscheinlichen Verlauf der weiteren Veränderungen der Triebblänge an älteren Zweigen zu gewinnen, können die Altersklassen gruppenweise und ohne Rücksicht auf die Jahrgangsverschiedenheiten vereinigt werden, wie dies auch in der folgenden Tabelle geschehen ist.

Veränderung der Triebblänge mit dem Alter der Zweige in der II. Sprossordnung		
Alter der Zweige, Jahre	Anzahl Zweige	Mittl. Trieb- länge, mm
1 .....	12	97.8
2—4 .....	30	137.7
5—7 .....	12	145.2
8—13 .....	18	122.6
12—22 .....	75	79.9

<sup>1)</sup> Bei der unten erwähnten Korrelationsbestimmung erhält die Differenz — als Regressionskoeffizient — den Wert  $45.248 \pm 4.887$  mm, wo der mittlere Fehler noch erheblich kleiner ist.

<sup>2)</sup> Sie können hier des Raumes wegen keine Aufnahme finden; die absolute Variationsweite steigt bis auf 222 (240  $\div$  18) mm.

Der Unterschied zwischen dem ersten Jahre und den folgenden ist ein ganz auffallender. Wenn die »Periode« der Trieblänge an dem Zweige — ohne Ansprüche auf grössere Zuverlässigkeit — nach den ermittelten Werten graphisch dargestellt wird, ergibt sich etwa das folgende Bild.

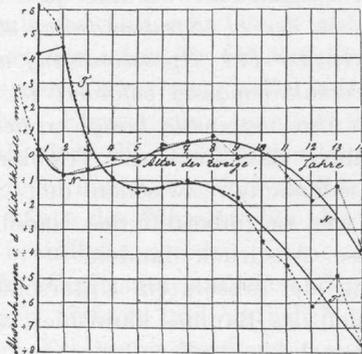


Die Veränderung der Länge der Jahrestriebe mit dem Alter der Zweige in der zweiten Sprossordnung.

Die Kurve erinnert ganz ausserordentlich an die für die Nadellänge der Zweige II. Ordnung (vgl. S. 18) erzielte, und wahrscheinlich ist es übrigens auch, dass sie wenigstens das Hauptsächlichste der Erscheinung wiedergibt. *Die Längenentwicklung des Jahrestriebes scheint in der zweiten Sprossordnung als einjähriger Zweig stark gehemmt zu sein, bei 2- bis etwa 8—9-jährigen Zweigen erreicht er seine maximale Grösse, wonach die Abnahme der Länge mit dem steigenden Alter der Zweige immer deutlicher hervortritt.* Eine nähere Präzisierung der Einzelheiten kann hier nicht geboten werden.

Wenn die Ursache zu der beschriebenen Erscheinung angegeben werden sollte, so könnte man hier, ganz wie für die ähnliche Verschiebung der Nadellänge in der II. Sprossordnung, an irgendeine hemmende Beeinflussung durch Konkurrenz seitens des Hauptprozesses in den ersten Jahren des Zweigalters denken, welche Hemmung in den nächstfolgenden Jahren, wo die Seitenzweige eine gewisse Selbstständigkeit erlangt haben, immer schwächer würde. Für die weitere Abnahme der Länge der Nadeln und der Jahrestriebe bei steigendem Alter findet man wohl in den veränderten Leitungs-, Nahrungszufuhr- und Transpirationsbedingungen eine befriedigende Erklärung, die auch für die Herabsetzung der Entwicklung der erwähnten Organe bei der Verzweigung (Sprossordnungsverschiedenheiten) gelten dürfte. Es zeigt sich aber beim Vergleich mit der III. Sprossordnung, dass der erste Teil des Verlaufes der Kurve nicht ohne weiteres in der oben angedeuteten Weise erledigt werden darf, zumal da auch die Kurven der Nadellänge und der Trieblänge unter sich in der genannten Sprossordnung abweichen. Um eine Vorstellung von die-

sen Abweichungen zu ermöglichen, kann die nach den Angaben S. 46 gezeichnete Kurve der Trieblänge mit derjenigen der Nadellänge (S. 18) verglichen werden.



Die Veränderung der Länge der Nadeln (N) und der Jahrestriebe (T) mit dem Alter des Zweiges in der dritten Sprossordnung.

Diese Kurven stimmen in ihrem Verlauf sehr gut miteinander überein, insbesondere wenn man sich die Kurve der Nadellänge verlängert denkt, wie es in der Fig. angedeutet ist. Die Kurve der Trieblänge zeigt auch eine schwache Biegung nach aufwärts etwa bei dem siebenten Jahre, was vielleicht als eine Andeutung derselben Kulmination der »Periode« wie bei der Nadellänge betrachtet werden könnte. Weil die einander entsprechenden Veränderungen der Länge bei den Nadeln und den Jahrestrieben nicht gleichzeitig erfolgen, bieten die Kurven jedoch in dem ersten Abschnitt ihres Verlaufs ein höchst abweichendes Bild dar. Im (ersten —) zweiten Jahre kulminiert die Trieblänge, während die Nadellänge eben hier ihren niedrigsten Wert aufweist. In den drei folgenden Jahren sinkt dagegen die Länge der Jahrestriebe, während die Länge der Nadeln sich schon deutlich vergrößert. Wenn diese Unterschiede, wie auch der Verlauf der Kurven überhaupt, schon eigentümlich sind, so erscheint die Sache noch verwickelter, wenn man bedenkt, dass die beiden Organe in der zweiten Sprossordnung (soweit man urteilen darf) keine solchen Abweichungen aufweisen, sowie dass die Kurven hier einen anderen und einfacheren Verlauf haben. Es ist allerdings verfrüht über die diesbezüglichen Ursachen etwas zu äussern, solange die Erscheinung selbst, auch für die höheren Sprossordnungen, nicht genauer festgestellt ist.

Bei dem Vergleich der Sprossordnungen fällt der verschiedene Verlauf der »Periode« der Trieblänge (vgl. die Kurven S. 50 und 51.) am Zweige sogleich ins Auge. Der Unterschied könnte der Hauptsache nach etwa so ausgedrückt werden, dass die Triebentwicklung der 1-jährigen Zweige in der II. Sprossordnung stark gehemmt zu sein scheint, während sie in der III. Sprossordnung an 1- und 2-jährigen Zweigen nicht nur verhältnismässig befördert ist, sondern die Jahrestriebe an diesen sogar ihre maximale Länge erreichen. Es ist, wie gesagt, ganz eigentümlich, dass auch die Trieblänge das Vorhandensein solcher Verschiedenheiten zwischen den Sprossordnungen zu bestätigen scheint, wie sie in betreff des Nadelnzuwachses in etwa entsprechender Weise Ausdruck fanden.

Die Bestimmung der absoluten Unterschiede der Trieblänge in verschiedenen Teilen des Baumes kann hier, aus schon erwähnten Gründen, ohne Unterscheidung der Jahrgänge ausgeführt werden. Für die Jahrgänge 1909—1905 ergeben sich dann (vgl. die Angaben S. 48 und 54) folgende Werte, die die Sachlage beleuchten:

Unterschied in der Länge der Jahrestriebe 1909—1905 zwischen verschiedenen Sprossordnungen und in verschiedenen Teilen der Krone							
Sprossordn.	Alter der unters. Zweige, Jahre	Anzahl Zweige	Mittlere Länge der Jahrestriebe, Millimeter	Die Jahrestriebe um			
				mm kleiner als am Hauptstamm	% d. Sa.	mm grösser als in d. III. Sprossordnung	% d. Sa.
I	—	5	168.600 ± 21.297	—	—	143.219 ± 21.309	73.9
II	1—13	73	125.137 ± 4.644	43.463 ± 21.800	14.8	99.735 ± 4.657	66.3
	12—22	75	79.880 ± 3.535	88.720 ± 21.591	35.8	54.499 ± 3.558	51.9
III	1—10	718	25.381 ± 0.401	143.219 ± 21.309	73.9	—	—

Die Länge der Jahrestriebe steigt äusserst stark von der dritten bis zu der zweiten Sprossordnung; der Hauptstamm besitzt die längsten Jahrestriebe. Man darf wohl im voraus annehmen, dass die Trieblänge umso kleiner sein wird, je höher die Sprossordnung ist, aber schon die Jahrestriebe dritter Ordnung aus den mittleren Teilen der Krone sind 6—7 mal kürzer (73.9 % der Längensumme) als diejenigen des Hauptstamms. Die an 1—13-jährigen Zweigen II. Ordnung gebildeten Jahrestriebe sind noch etwa 5 mal länger als die jungen, den etwa gleichaltrigen 1—10-jährigen Zweigen III. Ordnung angehörigen.

Wenn die Differenz schon zwischen den Triebängen des Hauptstamms und seinen jüngeren Seitenzweigen nicht unerheblich (14.8 % d. Sa.) zu sein scheint, so ist sie zwischen den 12—22-jährigen Zwei-

gen II. Ordnung und den auf dieselben entstandenen 1—10-jährigen Seitenästen III. Ordnung ganz hervorragend. Die Haupttriebe entwickeln nämlich hier mehr als 3 mal längere Jahrestriebe als ihre in den äusseren Bedingungen doch etwa gleichgestellten Seitenzweigen. Die prozentische Differenz steigt auf 51.9 %, man muss also hier entschieden an den schon für die Nadellänge festgestellten ganz spezifischen Einfluss der Verzweigung selbst auf den Längenzuwachs der Jahrestriebe denken. Ebenso kann man sich hier die Sache kaum anders vorstellen, als dass die Triebblängen der Hauptsprosse und der Seitensprosse in recht engen korrelativen Beziehungen zueinander stehen und dass die Länge des Jahrestriebes also auch von dem Alter des Mutterzweiges beeinflusst werden muss. So würde der jetzt unnatürlich schroffe Gegensatz zwischen den oben behandelten Gruppen von Zweigen einfach und natürlich ausgeglichen werden können. Eine andere Erklärung lässt sich kaum denken.

Um das Verhalten der Länge der Jahrestriebe in den verschiedenen Teilen der Krone in einfachster Weise, aber doch so genau wie möglich zu veranschaulichen, werden hier noch die Korrelationsbestimmungen neben einigen der oben mitgeteilten Differenzangaben hinzugefügt.

Korrelation und Unterschied zwischen der Länge der Jahrestriebe in verschiedenen Sprossordnungen und Teilen der Krone						
a		b		$r \pm m_r$	Differenz $b \div a$	
Sprossordnung	Alter d. Zw.	Sprossordnung	Alter d. Zw.		mm	% d. Sa.
III	1—10	II	12—22	$+0.749 \pm 0.016$	54.499	51.9
III	1—10	II	1—13	$+0.831 \pm 0.011$	99.735	66.3
II	12—22	II	1—13	$+0.539 \pm 0.058$	45.257	22.1

Beim Vergleich mit den entsprechenden Angaben für die Nadel­länge (S. 23) fällt es sofort ins Auge, dass die Korrelationskoeffizienten hier kaum grösser sind als dort, obwohl die absoluten und relativen Differenzen mehrmals grösser sind. Dies beruht auf der ausserordentlichen Variabilität der Trieb­länge, die unten näher dargelegt werden soll.

Die Jahrgangsverschiedenheiten der Trieb­länge lassen sich an dem Material aus der II. Sprossordnung nicht sicher feststellen. Unter sich zeigen die Angaben (vgl. die Tabelle S. 48) nur wenig Gesetzmässigkeit, und die mittleren Fehler sind so gross, dass aus den erzielten Werten in der fraglichen Hinsicht keine zuverlässigen Schlüsse ge-

zogen werden können. Die Übereinstimmung mit den für die III. Sprossordnung unten mitgeteilten mittleren Triebblängen ist eine sehr mangelhafte. Insbesondere mag der Jahrgang 1905 hervorgehoben werden, welcher unter den Zweigen III. Ordnung den höchsten Wert gegeben hat, in der zweiten aber nahezu den niedrigsten. Die Ursache liegt unzweifelhaft einerseits in der Spärlichkeit des Materials, andererseits in der ausserordentlichen Variabilität der Trieblänge und den überhaupt kleinen Differenzen zwischen den fraglichen Jahrgängen. Die zweite Sprossordnung muss daher einstweilen ausser Rechnung gelassen werden.

Die 1—10-jährigen Zweige der dritten Sprossordnung ergeben für die Jahrgänge 1909—1905 folgende mittlere Längen der Jahrestriebe:

Mittlere Länge der Jahrestriebe 1—10-jähriger Zweige der III. Sprossordnung		
Jahrgang	Anzahl Zweige	M $\pm$ m, mm
1909 .....	141	24.525 $\pm$ 1.016
1908 .....	144	22.583 $\pm$ 0.762
1907 .....	153	26.693 $\pm$ 0.849
1906 .....	142	24.697 $\pm$ 0.842
1905 .....	138	28.406 $\pm$ 1.003

Hieraus lassen sich die absoluten und die relativen Jahrgangsdifferenzen berechnen:

Absolute und relative Differenzen der mittleren Längen der Jahrestriebe		
Jahrgänge	Millimeter	% d. Sa.
1909 $\div$ 1908	+ 1.941 $\pm$ 1.270	+ 4.12
1908 $\div$ 1907	$\div$ 4.109 $\pm$ 1.141	$\div$ 8.33
1907 $\div$ 1906	+ 1.996 $\pm$ 1.196	+ 3.88
1906 $\div$ 1905	$\div$ 3.709 $\pm$ 1.310	$\div$ 6.98

Die Unterschiede sind durchgehends klein und mit Rücksicht auf die mittleren Fehler kaum zuverlässig. Hieraus darf jedoch nicht die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Jahrescharakter den Zuwachs der Jahrestriebe im allgemeinen nur wenig beeinflusste. Ich bin in der Lage einige Werte für den Jahrgang 1904 vorzulegen, <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Diese sind im V. Kapitel nicht eingetragen, weil sie sich nur an dieser Stelle referiert finden.

die das Gegenteil vollauf darlegen. Zum Vergleich dient am vorteilhaftesten der Jahrgang 1905.

	1905 — 1904
Länge der Jahrestriebe aus	11 — 3
den Jahren 1905 und 1904	11 — 6
an 15 7-jährigen Zweigen der	18 — 6
III. Sprossordnung, Millimeter.	22 — 18
	28 — 10
	29 — 17
	29 — 20
	34 — 17
	34 — 22
	35 — 26
	36 — 28
	39 — 25
	39 — 29
	50 — 33
	58 — 39

An sämtlichen Zweigen war der Jahrestrieb von 1904 erheblich kürzer als die im Jahre 1905 gebildeten, und dies war, gemäss unmittelbarer Beobachtung, auf dem ganzen Individuum durchgehend der Fall. Die untersuchten Zweige ergeben für 1904 eine mittlere Länge der Jahrestriebe von 19.9 mm, für 1905 eine solche von 31.5 mm. Die Differenz beträgt 11.6 mm. Das beschriebene Verhalten kontrastiert somit scharf gegen die für die Jahrgänge 1909—1905 ermittelten Werte. 1902 war dagegen ein Jahr, wo die Jahrestriebe im Vergleich zu den Jahren 1905—1909 eine ausserordentlich kräftige Entwicklung aufweisen. Leider wurden die Messungen nur auf die Jahrgänge 1909—1905 ausgestreckt. Es fehlt daher hier auch die Möglichkeit, die Veränderungen der Jahrgangsunterschiede an Zweigen mit verschiedener Trieblänge durch Mittelwertsbestimmungen näher zu verfolgen. Im Folgenden werden jedoch auf anderem Wege Aufschlüsse über das wahrscheinliche Verhalten in der fraglichen Hinsicht gewonnen. Der Jahreseinfluss an und für sich auf das Wachstum der Triebe kommt in dieser Arbeit nicht in Betracht.

Trotzdem die vorliegende Untersuchung nur sechs Jahrgänge von Nadeln und Jahrestrieben umfasst, dürfte man doch berechtigt sein anzunehmen, dass zwischen den jährlichen Schwankungen der

Nadellänge und der Trieblänge keinerlei unmittelbare Beziehungen vorkommen. Hierin liegt eigentlich nichts Sonderbares, da ja der Zuwachs der Nadeln und der Triebe in verschiedenen Teilen der Vegetationsperiode stattfindet und da die beiden Organe voraussichtlich auch gegen dieselben Faktoren in verschiedenem Grad reagieren. Die Jahrestriebe aus dem Jahre 1904 zeichneten sich durch ihre äusserst geringe Länge aus, ihre Nadeln waren dagegen ausserordentlich kräftig entwickelt, im Jahre 1908 waren die Nadeln sehr kurz, die Jahrestriebe wieder verhältnismässig lang. Die übrigen Jahrgänge zeigen keine bestimmten Proportionen zwischen den Längen der fraglichen Organe.

Jedoch muss hervorgehoben werden, dass diese auffallende gegenseitige Unabhängigkeit des Nadelzuwachses und des Triebzuwachses bei den jährlichen Schwankungen der Länge dieser Organe durchaus nicht der Möglichkeit widerspricht, dass doch gewisse Beziehungen zwischen diesen Tätigkeiten bestehen können, wiewohl sie in den Längenverhältnissen nicht unmittelbar Ausdruck finden. Man kann sich z. B. denken, dass die Triebentwicklung und vielleicht auch die Nadelentwicklung von der Grösse der gesamten im vorhergehenden Jahre entstandenen assimilierenden und transpirierenden Fläche beeinflusst werden könnte. Wenn auch nicht massgebend für das in dem fraglichen (folgenden) Jahre erzielte Ergebnis, könnte der unmittelbare Einfluss des Jahrescharakters vielleicht doch gesteigert oder herabgesetzt werden. Andererseits könnte man sich z. B. vorstellen, dass die Triebentwicklung irgendwie auf den in demselben Jahre, aber etwas später vor sich gehenden Nadelzuwachs einwirken könnte. Der anatomische Bau des Jahrestriebes und somit auch die Leitungsbedingungen stehen vielleicht ausserdem dabei nicht in einem direkten Verhältnis zur Länge der Triebe. Es muss hier der Hinweis auf einige der Möglichkeiten solcher sekundären Beziehungen zwischen der Entwicklung der Nadeln und der Triebe in verschiedenen Jahren genügen. Die diesbezügliche scheinbare Unabhängigkeit der Organe voneinander ist allerdings recht auffallend, da dieselben sonst in ihrer Ausbildung auf dem Individuum eine sehr hervortretende Übereinstimmung zeigen, wie noch unten weiter dargelegt werden soll.

*Die Individualität der Zweige mit Rücksicht auf ihre Neigung zum Längenzuwachs* könnte eigentlich hier, wo die Jahrgangsdifferenzen sich nur in sehr beschränktem Masse geltend machen, an dem ganzen Material, ohne Unterscheidung der Jahrgänge, anschaulich gemacht werden. Es lässt sich immerhin denken, dass gewisse spe-

zifische Beeinflussungen — beispielsweise durch die Blütenbildung — in gewissen Jahren eine gesteigerte Variabilität der Längender Jahrestriebe hervorrufen könnten, ohne dass der durchschnittliche Zuwachs derselben davon beeinflusst würde; die Korrelation zwischen den aufeinander folgenden Jahrestrieben würde dann herabgesetzt werden, wo ein solcher variablerer Jahrgang vertreten ist. Die Korrelationsbestimmungen werden darum in der gleichen Weise wie für die Nadellänge ausgeführt. Auch hier werden aus den dort erwähnten Ursachen (vgl. S. 26) die Messungen am Hauptstamm ausgeschlossen. Da die Korrelationstabellen viel zu gross sind, um reproduziert zu werden, finden nur die Koeffizienten hier unten Aufnahme.

Korrelation zwischen den Längen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige			
Jahrgänge		Anzahl Zweige	$r \pm m_r$
X	Y		
1909	1908	204	$+ 0.939 \pm 0.008$
1908	1907	197	$+ 0.956 \pm 0.006$
1907	1906	181	$+ 0.981 \pm 0.003$
1906	1905	163	$+ 0.937 \pm 0.009$

Die Korrelation zwischen den Längen der aufeinander folgenden Jahrestriebe erweist sich als ganz erstaunenswert fest, und die Koeffizienten gehören zu den höchsten, die bei biologisch-statistischen Arbeiten überhaupt je gefunden worden sind. Dies ist umso auffallender, da die festgestellte recht schroffe Veränderung der Trieblänge in den ersten Lebensjahren des Zweiges schon eine die Korrelation herabsetzende Ursache war und da die Variation der Trieblänge auch sonst überaus stark ist. Man muss die Sachlage darum so ausdrücken, dass die Tendenz der Zweige Jahrestriebe von einer gewissen Länge auszubilden zwar eine höchst verschiedene ist, dass aber diese Tendenz sich an jedem einzelnen Zweig in nacheinander folgenden Jahren nahezu ganz konstant erhält.

Dies gilt selbstverständlich nur für unmittelbar aufeinander folgende Jahrgänge. Wenn nämlich weiter voneinander entfernte Jahrgänge miteinander verglichen werden, so bewirkt unzweifelhaft der in jedem einzelnen Falle etwas verschiedene Verlauf der »Periode« der Trieblänge am Zweige eine Herabsetzung der Korrelation, und ausserdem sprechen wohl kleine Veränderungen der äusseren Bedingungen — veränderte Lage der Zweige zum Licht u. s. w. —

hier mit. Die »Stimmung« der Zweige inbetriff des Längenwachstums verändert sich jedoch — ausser in den ersten Jahren <sup>1)</sup> — nur allmählich, sodass die erzielten Korrelationskoeffizienten auch gut das Verhalten der Zweige innerhalb kürzerer Zeiträume im allgemeinen charakterisieren. Der Mittelwert der Koeffizienten, welche übrigens untereinander eine sehr gute Übereinstimmung zeigen, drückt die Erscheinung recht gut aus. Derselbe ist

$$r = + 0.954 \pm 0.007.$$

Schon an und für sich bemerkenswert, erregen die für das stark variable Triebmaterial erzielten aussergewöhnlich hohen Koeffizienten noch mehr Interesse, wenn man sie mit denjenigen der weit weniger variierenden Nadellänge vergleicht. Für diese wurde die Korrelation im Durchschnitt zu  $+ 0.849$  bestimmt. Die Koeffizienten zeigten untereinander recht beträchtliche Abweichungen, wie sie beim Triebmaterial auch nicht annähernd vorkommen. Insbesondere mag hervorgehoben werden, dass der höchste Koeffizient der Nadellänge den minimalen Betrag der Korrelation des Triebmaterials nicht erreicht. Dies könnte etwa so aufgefasst werden, dass die physiologische »Individualität« der Zweige in erster Linie in dem Zuwachs der Jahrestriebe zum Ausdruck kommt und nur in zweiter Reihe in demjenigen der Nadeln — oder also ganz das Gegenteil von dem, was in Anbetracht der Variabilität der beiden Organe hätte vermutet werden können. Wie diese grössere Unabhängigkeit der Nadelentwicklung vom Muttersprosse physiologisch erklärt werden soll, gehört nicht hierher, doch erscheint die Sache weniger eigentümlich, wenn man bedenkt, dass die Nadeln Gebilde sind, die nicht am Jahrestrieb selbst, sondern an sekundär entstandenen zwerghaften Seitenzweigchen heranwachsen. Zwischen den einzelnen Gliedern eines Monopodiums muss man sich wohl immer einen innigeren Zusammenhang denken als zwischen den Blättern der an diesen Gliedern entwickelten Zweige.

Dass die Korrelation einen wenigstens annähernd geradlinigen Verlauf hat, braucht hier nicht graphisch veranschaulicht zu werden, wo keine grösseren Abweichungen zwischen den mittleren Trieb-

---

<sup>1)</sup> Auch bei höherem Alter der Zweige sind jedoch Fälle nicht gerade selten, wo die Nadeln und die Jahrestriebe eine sehr schnell verlaufende Herabsetzung der Länge aufweisen. Ausnahmsweise habe ich auch eine recht plötzliche Steigerung der Längen dieser Organe an Zweigen beobachtet, die vor einigen Jahren nur kurze Nadeln hervorbrachten und überhaupt ein langsames Wachstum zeigten. Solchen abweichenden Erscheinungen liegen natürlich ganz spezifische Ursachen zu Grunde.

längen zu bemerken sind. Die Regressionskoeffizienten dagegen verdienen einige Aufmerksamkeit. Auf den Jahrgang 1905 kann dabei keine Rücksicht genommen werden, da derselbe, wie S. 54 hervorgehoben wurde, in der zweiten Sprossordnung ein ganz abweichendes Verhalten zeigte. Die Differenzen zwischen den übrigen Jahrgängen bewegen sich jedoch wenigstens in derselben Richtung wie in der III. Sprossordnung, wo die Resultate am zuverlässigsten sind. Ein Vergleich zwischen den Mittelwerten der Triebblängen und den Regressionskoeffizienten kann hier, ganz wie für die Nadellänge (S. 32), ausgeführt werden. Die Jahrgänge mit den höheren Mittelwerten sind wie dort unter X angebracht.

Korrelation zwischen den Längen unmittelbar aufeinander folgender Jahrestriebe derselben Zweige							
Jahrgang		M		$\frac{M_y}{M_x}$	$\frac{M_x}{M_y}$	$R_{y/x}$	$R_{x/y}$
x	y	x	y				
1909	1908	36.078	31.108	0.862	1.160	+ 0.609 ± 0.005	+ 1.449 ± 0.013
1907	1908	39.685	31.716	0.799	1.252	+ 0.681 ± 0.004	+ 1.339 ± 0.009
1907	1906	39.961	37.326	0.934	1.071	+ 0.868 ± 0.003	+ 1.109 ± 0.003

Die Regression der Jahrgänge mit den niedrigeren Triebblängen ( $R_{y/x}$ ) ist hier durchgehends erheblich kleiner als bei denjenigen mit den höheren, und überhaupt scheint die Steigerung der Längen der Jahrestriebe sehr nahe dem Verhalten bei einer proportionalen Zunahme der Triebblängen ( $\frac{M_y}{M_x}$  bzw.  $\frac{M_x}{M_y}$ ) zu folgen.

Noch objektiver lässt sich die gefundene Regression bewerten, wenn sie in Prozenten der mittleren Länge der Triebe ausgedrückt wird.

Die relative Verschiebung der Triebblängen					
Jahrgang		empirisch gefunden		bei völliger Proportionalität	
X	Y	$R_{y/x}$ % von $M_y$	$R_{x/y}$ % von $M_x$	$\frac{M_y}{M_x}$ % von $M_y$	$\frac{M_x}{M_y}$ % von $M_x$
1909	1908	1.96	4.01	2.77	3.21
1907	1908	2.15	3.37	2.52	3.15
1907	1906	2.33	2.77	2.50	2.68

Das grundverschiedene Verhalten der Triebblängen im Vergleich zu den Nadellängen (S. 32) tritt hier unmittelbar hervor. *Es sieht sogar aus, als ob die Jahrgänge mit den kürzeren Jahrestrieben eine verhältnismässig schwächere, diejenigen mit den längeren Jahrestrieben eine verhältnismässig stärkere Steigerung der Trieblänge an Zweigen mit zunehmender Neigung zum Triebzuwachs aufwiesen, als bei einer Steigerung in direktem Verhältnis zu den mittleren Triebblängen.* Wenn dies der Fall ist, *müssen auch die Jahrgangsdifferenzen der Trieblänge nicht nur absolut, sondern auch relativ grösser werden, je längere Jahrestriebe die Zweige überhaupt hervorbringen.*

Bei der herrschenden grossen Variabilität der Trieblänge eignet sich das zur Verfügung stehende kleine Material nicht mit Vorteil zu einer ähnlichen direkten Feststellung der Veränderung der relativen und absoluten Jahrgangsdifferenzen, wie sie für die Nadellänge (S. 35 u. f.) unternommen wurde. Die dort gewonnenen Erfahrungen lassen aber auch hier durch die Korrelationsbestimmungen eine Bestätigung der eben gezogenen Schlussfolgerung erwarten.

Als eine weitere Stütze für die eben auseinandergesetzten Anschauungen mag das Verhalten der verschiedenen Sprossordnungen herangezogen werden. Die Zweige der zweiten Sprossordnung sind ja zum grossen Teil solche, die sich durch ein kräftiges Längenwachstum auszeichnen. Aus den Angaben S. 48 und 54 werden die absoluten und prozentischen Differenzen zwischen den Jahrgängen 1909—1906 ermittelt.

Absolute und relative Unterschiede der mittleren Triebblängen						
zwischen den Jahrgängen	in der III. Sprossordn., 1—10-jähr. Zweige		in der II. Sprossordnung,			
			13—22-jähr. Zweige		1—13-jähr. Zweige	
	mm	% d. Sa.	mm	% d. Sa.	mm	% d. Sa.
1909 ÷ 1908	+ 1.941	4.12	+ 5.400	(3.93)	+ 45.801	18.54
1907 ÷ 1908	+ 4.109	8.33	+ 24.400	15.60	+ 46.555	18.79
1907 ÷ 1906	+ 1.996	3.88	+ 4.533	(2.57)	+ 20.857	7.63
Mittel:	+ 2.682	5.44	+ 11.444	7.37	+ 37.738	14.99

Nur die zwei in Parenthesen eingeschlossenen Prozentangaben in der mittleren Gruppe verhalten sich etwas abweichend, umso ausgesprochener zeigen aber sämtliche übrigen Werte die Steigerung sowohl der relativen als besonders der absoluten Jahresdifferenzen

der Trieblänge von der ersten Gruppe an, wo der Längenzuwachs der Zweige am schwächsten ist, bis zur dritten, wo derselbe am kräftigsten ist. Man kann daher wohl nicht mehr an der Berechtigung der oben ausgesprochenen Behauptung zweifeln, also auch nicht an dem früher erwähnten recht auffallenden Unterschied zwischen dem Zuwachs der Nadeln und der Triebe an Zweigen, die durch eine verschiedene Neigung zur Nadelentwicklung und Triebentwicklung ausgezeichnet sind.

Die *Variabilität der Trieblänge* in verschiedenen Sprossordnungen und verschiedenen Teilen der Krone zeigt Abweichungen, deren Hauptzüge in der folgenden Tabelle zum Vorschein kommen.

Absolute und relative Variation der Länge der Jahrestriebe						
Jahrgang	III. Sprossordnung, 1—10-jährige Zweige		II. Sprossordnung			
			12—22-jährige Zweige		1—13-jährige Zweige	
	$\pm\sigma \pm m\sigma$ , mm	v, %	$\pm\sigma \pm m\sigma$ , mm	v, %	$\pm\sigma \pm m\sigma$ , mm	v, %
1909	12.086 $\pm$ 0.720	49.3	31.398 $\pm$ 5.732	44.0	53.366 $\pm$ 8.894	36.5
1908	9.146 $\pm$ 0.538	40.5	25.052 $\pm$ 4.574	38.0	26.332 $\pm$ 4.517	26.1
1907	10.529 $\pm$ 0.602	39.4	29.318 $\pm$ 5.353	32.4	15.629 $\pm$ 2.954	10.7
1906	10.020 $\pm$ 0.595	40.6	31.858 $\pm$ 5.816	37.1	24.575 $\pm$ 4.645	19.5
1905	11.783 $\pm$ 0.710	41.5	28.026 $\pm$ 5.117	32.7	27.408 $\pm$ 6.190	27.5
M	10.713 $\pm$ 0.633	42.3	29.130 $\pm$ 5.318	36.8	29.462 $\pm$ 5.428	24.1

In der III. Sprossordnung, wo die Ergebnisse am sichersten festgestellt sind, zeigen sich zwischen den Jahrgängen weder bedeutende noch ausgeprägte Unterschiede der Koeffizienten der absoluten bzw. relativen Variation. Dasselbe gilt auch für die 12—22-jährigen Zweige trotz der geringen Anzahl der beobachteten Fälle. Nur die dritte Gruppe weist bedeutende und anscheinend unregelmässige Schwankungen auf, die aber z. T. unten (Kurven S. 66) ihre Erklärung finden werden. Es dürfen zwar die nahezu überall höheren Werte des Jahrgangs 1909 nicht ganz vernachlässigt werden, hier genügt aber die Bemerkung, dass es vielleicht Faktoren gibt, die die Variation steigern können ohne gleichzeitig den durchschnittlichen Zuwachs zu bewirken (vgl. S. 57). Da die Jahrgangsdifferenzen der Triebängen von 1909—1905 nur unerheblich sind, können die Beziehungen zwischen den mittleren Längen der Jahrestriebe dieser Jahrgänge und den Variabilitätskoeffizienten nicht klargestellt werden. Die

Veränderung des erwähnten Koeffizienten bei Steigerung der mittleren Trieblänge tritt aber bei einem Vergleich zwischen den drei Gruppen von Zweigen recht hübsch hervor. Ohne eine einzige Ausnahme nimmt derselbe innerhalb eines jeden der Jahrgänge von der ersten Gruppe an bis zur dritten ab.

Diese Abnahme der Variabilität ist jedoch nicht sehr bedeutend und vollzieht sich keineswegs parallel der überaus hervorragenden Zunahme der mittleren Triebhöhen. Die absolute Variation ist nämlich in der II. Sprossordnung weit grösser als in der dritten. Besonders deutlich ist diese starke Zunahme der Standardabweichung, wenn man nur die 12—22-jährigen Zweige der zweiten Ordnung berücksichtigt. Die verschiedenen Jahrgänge ergeben in jeder der beiden Gruppen sehr gut übereinstimmende Werte. Die dritte Gruppe, welche durch die höchste Triebhöhe ausgezeichnet ist, bietet uns aber keine Möglichkeit zu entscheiden, ob die absolute Variation sich dort noch steigert oder ob sie gar abnimmt. Jedenfalls ist die Steigerung derselben hier verhältnismässig schwach. Allein der Jahrgang 1909 behält noch einen extrem hohen Wert bei, sonst würde man eher an eine Abnahme der absoluten Variation bei noch weiter gesteigerter Triebhöhe denken müssen. Indem man diesen Punkt unentschieden lässt, kann man den Zusammenhang zwischen den Koeffizienten der Variabilität und den mittleren Längen der Jahrestriebe dadurch charakterisieren, *dass die relative Variabilität bei Steigerung der mittleren Länge der Jahrestriebe allmählich, aber nicht sehr stark abnimmt, die absolute Variation dagegen wenigstens anfangs eine kräftige Zunahme zeigt, welche jedoch vielleicht bei weiterer Steigerung der mittleren Länge der Jahrestriebe im Verhältnis immer schwächer wird.* Hier ergibt sich also wieder ein interessanter Unterschied im Vergleich zu dem Verhalten der Nadellänge (S. 44). Es fragt sich aber, wie diese Unterschiede eigentlich zu verstehen sind.

Wenn man ohne gesonderte Berücksichtigung der Jahrgänge die drei aus verschiedenen Sprossordnungen und Teilen der Krone gesammelten Gruppen von Zweigen einheitlich beurteilt, so lassen sich schon die hauptsächlichsten Unterschiede einigermaßen bewerten. Die diesbezüglichen Angaben über die Variation der Nadeln finden sich oben, S. 43; die mittleren Nadellängen 1909—1906 (S. 19) sind geeignet die durchschnittliche Veränderung der Nadellänge in den drei Gruppen zu beleuchten. Die mittleren Triebhöhen der Gruppen (1909—1905) werden aus der Tabelle S. 52 entnommen und die S. 61 mitgeteilten entsprechenden Werte für die Variation hinzugefügt.

Gruppe	Spross- ordnung	Alter der Zweige	Länge der Nadeln			Länge der Jahrestriebe		
			M, mm	$\pm \sigma$ , mm	v, %	M, mm	$\pm \sigma$ , mm	v, %
A	III.	1—10	27.571	4.007	14.2	25.381	10.713	42.3
B	II.	11—22	37.133	3.806	10.2	79.880	29.130	36.8
C	II.	1—13	43.185	2.349	6.0	125.137	29.462	24.1

Es fällt vor allem ins Auge, wie sehr viel stärker die Variation der Trieblänge im Vergleich zur Nadellänge ist. In der III. Sprossordnung, wo die mittleren Längen der beiden Organe einander nahezu gleichkommen, ist der Variabilitätskoeffizient der Trieblänge etwa 3 mal grösser als derjenige der Nadellänge. Ein Triebmaterial, bei dem die mittlere Länge 43.2 mm beträgt, würde voraussichtlich einen Koeffizienten von etwa 41 % aufweisen oder nahezu 7 mal mehr als ein Nadelmaterial mit derselben durchschnittlichen Länge (II. Sprossordnung, 1—13-jährige Zweige).

Man könnte sich vorstellen, dass die Ursachen zu der gesteigerten Variation der Trieblänge z. T. in äusseren Beeinflussungen zu suchen seien. Die Triebentwicklung beginnt in den Waldgrenzgebieten, woher das untersuchte Exemplar stammt, schon zeitig im Frühjahr, wo die Witterungsverhältnisse oft heftigen Schwankungen unterworfen sind, während die Nadelentwicklung im Hochsommer stattfindet. Die Entwicklungszeit fällt wohl nicht für alle Jahrestriebe ganz genau zusammen, und der hemmende Einfluss der ungünstigen Bedingungen könnte schon dadurch eine erhöhte Variation hervorrufen. Dass die Jahrestriebe ihre Entwicklung nicht später, bei der Wiederkehr einer guten Witterung, in normaler Weise vollenden, könnte vielleicht dadurch erklärt werden, dass die Hemmung in einer »sensiblen« Phase des Entwicklungslaufes stattfand, was nach den Untersuchungen von De Vries (Mutationstheorie) u. U. auf die fernere Ausbildung von grossem Einfluss sein kann.

Der Annahme solcher Störungen als Hauptursachen der ausserordentlichen Variabilität der Länge der Jahrestriebe widerspricht jedoch entschieden das sehr ähnliche Verhalten der verschiedenen Jahrgänge in betreff der Variabilität; die Unregelmässigkeiten der jüngsten Zweige II. Ordnung finden z. T. später ihre Erklärung. Der Hauptsache nach muss man also an irgendwelche innere Ursachen denken, welche mit der Organisation der beiden fraglichen Organe überhaupt in Verbindung stehen und direkt oder indirekt den Unterschied hervorrufen.

Einstweilen bedarf es aber durchaus nicht der Annahme, dass ganz spezifische Eigenschaften eine stärkere Variation des einen Organs, eine schwächere des anderen direkt bedingen — keineswegs ausgeschlossen ist jedoch, dass solche hier existieren können. Es wurde ja für die beiden Organe nachgewiesen, dass die Variabilität bei Zunahme der durchschnittlichen Länge abnimmt: warum kann man sich also nicht ganz einfach vorstellen, dass das eine Organ, hier der Jahrestrieb, in seiner Entwicklung durch die obwaltenden klimatischen Bedingungen verhältnismässig stärker gehemmt wird als der Zuwachs der Nadeln. Man wird hier daran denken, dass die Triebentwicklung regelmässig in einem ungünstigeren Teil der Vegetationsperiode als die Nadelentwicklung stattfindet und dass die Hemmung etwa in der früher angedeuteten Weise verursacht würde, es kann sich jedoch ebenso gut um einen Einfluss des überhaupt ungünstigen Klimas handeln. Es sind ja solche Fälle gar nicht selten, wo das eine Organ seine normale Gestaltung erreicht, während ein anderes, unter denselben Bedingungen oder zu gleicher Zeit entwickeltes Organ desselben Individuums nur kümmerlich ausgebildet wird. Jede Funktion verlangt ja ihr Optimum des Gesamteinflusses der äusseren Bedingungen, um sich in völlig normaler Weise zu vollziehen, und die spezifischen Optima der verschiedenen Funktionen sind oft recht verschieden. Das polare Klima scheint, wie ich in einer späteren Arbeit darlegen werde, im Vergleich zu südlicheren Gegenden sowohl die Nadelentwicklung als auch die Triebentwicklung zu hemmen, jedoch möchte ich jetzt schon annehmen, dass diese in höherem Grad beeinflusst wird als jene.

Wenn sich die überhaupt grössere Variabilität des Triebmaterials ausschliesslich oder doch hauptsächlich aus dem eben angegebenen Umstand erklärt, dass also der Längenzuwachs der Jahrestriebe relativ stärker gehemmt wird als die Nadelentwicklung, so bietet das abweichende Verhalten der beiden Organe inbetreff ihrer Variabilität keinerlei spezifische Verschiedenheiten mehr dar. Hierüber kommt man schon bei erster Überlegung der besprochenen Verhältnisse sofort ins Reine.

Es wurde z. B. darauf aufmerksam gemacht, dass die Abnahme des Variabilitätskoeffizienten bei Steigerung der Trieblänge verhältnismässig schwach war, wogegen für die Nadellänge eine sehr starke Abnahme festgestellt wurde. Von der ersten Gruppe der Zweige an bis zur dritten (S. 63) nimmt der Variabilitätskoeffizient der Nadellänge um etwa 0.53 % für jeden Millimeter Steigerung der mittleren Länge ab; derjenige der Trieblänge dagegen nur um etwa

0.18 % oder dreimal weniger. Die Standardabweichung der Nadellänge sinkt, diejenige der Triebblänge steigt dagegen recht erheblich. Da die Nadellängen und die Triebblängen selbstverständlich nicht unmittelbar miteinander verglichen werden können, müssen die S. 63 mitgeteilten Veränderungen von  $M$ ,  $\sigma$  und  $v$  in den verschiedenen Gruppen mit abweichenden mittleren Längen der Organe durch relative Werte ausgedrückt werden. In der folgenden Tabelle sind die Differenzen in Prozente der Summen umgerechnet.

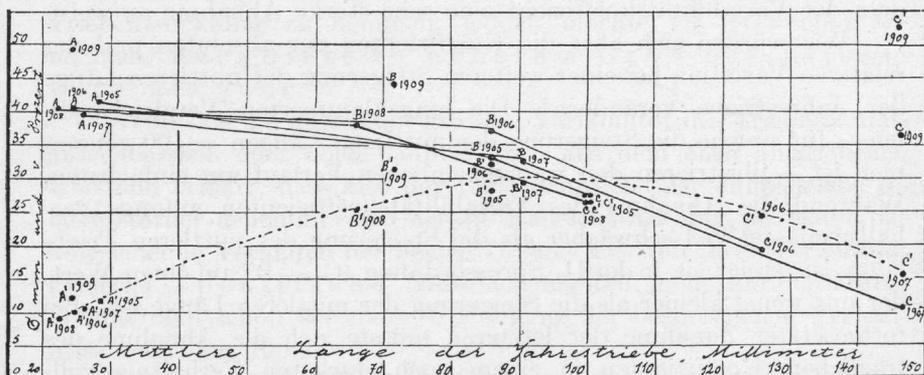
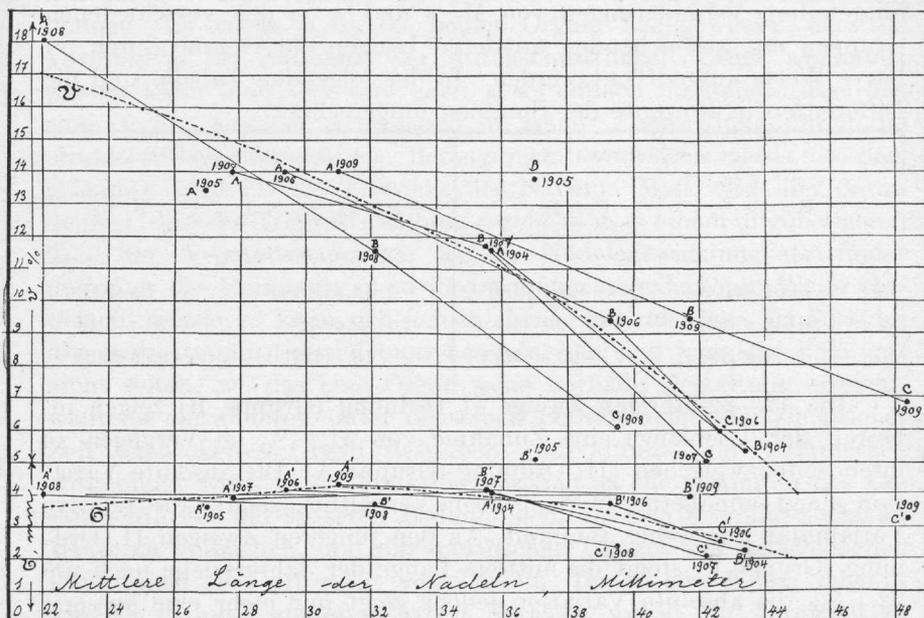
	Länge der Jahrestriebe		Länge der Nadeln	
	$B \div A$ , %	$C \div B$ , %	$B \div A$ , %	$C \div B$ , %
$M$	+ 51.8 (100)	+ 22.1 (100)	+ 14.8 (100)	+ 7.5 (100)
$\sigma$	+ 46.2 (89)	+ 0.6 (3)	$\div$ 2.6 (18)	$\div$ 23.7 (316)
$v$	$\div$ 7.0 (13)	$\div$ 20.9 (95)	$\div$ 16.4 (111)	$\div$ 25.9 (345)

Die 12—22-jährigen Zweige II. Ordnung (Gruppe B) zeigen in betreff der Triebblänge eine Zunahme von 51.8 % im Vergleich zu ihren Seitenzweigen III. Ordnung (Gruppe A). Die absolute Variation steigt annähernd in demselben Verhältnis, sodass die relative Variabilität nur wenig abnimmt. An den jüngeren Zweigen II. Ordnung (Gruppe C) steigt die mittlere Länge der Jahrestriebe noch um 22.1 %, die absolute Variation jedoch zeigt nur mehr eine äusserst schwache oder so gut wie keine Steigerung; die Folge ist natürlich, dass der Variabilitätskoeffizient eine sehr starke Abnahme aufweist.

Wie würden sich aber die Koeffizienten der absoluten und der relativen Variation bei einer weiteren Steigerung der mittleren Länge der Jahrestriebe verändern? Die eingeklammerten Vergleichszahlen — für welche die Steigerung der mittleren Längen = 100 genommen ist — illustrieren den wahrscheinlichen Verlauf am einfachsten. Während die Abnahme des Variabilitätskoeffizienten anfangs verhältnismässig viel schwächer als die Steigerung der mittleren Triebblänge ist, steigt sie in der II. Sprossordnung ( $C \div B$ ) auf einen Wert, der nur wenig kleiner als die Steigerung der mittleren Länge ist. Bei fortgesetzter Zunahme der letzteren müsste sich die Abnahme des fraglichen Koeffizienten in einem noch stärkeren Verhältnis vollziehen. Die Standardabweichung, die nunmehr so gut wie keine Steigerung zeigt, müsste bei weiterer Erhöhung der Mittelblänge abzunehmen beginnen <sup>1)</sup>. Man erhält dann ein Bild, ganz entsprechend

<sup>1)</sup> In der Tat zeigt die Tabelle S. 61 in der dritten Gruppe eine recht deutliche Abnahme der Standardabweichung in den Jahrgängen 1907, 1906 und 1905. Die schwache Steigerung des Mittelwertes für  $\sigma$  hängt hauptsächlich

dem für die Nadellänge dargelegten Verhalten, und man kann sich gut vorstellen, dass die Koeffizienten der Variabilität der Trieblänge, bei weiterer Steigerung der letzteren, sich gerade so verändern werden,



Abhängigkeit des Variabilitätskoeffizienten (A, B, C) und der Standardabweichung (A', B', C') von der mittleren Länge der Nadeln und der Jahrestriebe.

A=III. Sprossordn., 1–10-jähr. Zw.; B=II. Sprossordn., 11–22-jähr. Zw.;  
C=II. Sprossordn., 1–13-jähr. Zw.

lich nur von dem sehr abweichenden Verhalten des Jahres 1909 ab, denn das Jahr 1908 weist keine nennenswerte Veränderung des gesagten Koeffizienten auf.

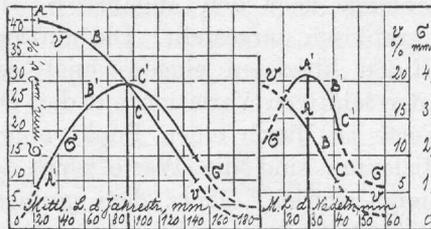
wie die zwei letzten Kolonnen der Tabelle angeben. Ebenso würde eine weitere Hemmung des Nadelzuwachses zu einem entsprechenden Verhalten der Koeffizienten ihrer Variabilität führen, wie dies für die Länge der Jahrestriebe dargelegt wurde. Eine weitere Zunahme der mittleren Trieblänge kann z. B. an demselben Individuum in einem günstigeren Jahre stattfinden; ich möchte nur erwähnen, dass die Jahrestriebe aus dem Jahre 1902 an dem untersuchten Individuum etwa um die Hälfte länger waren als diejenigen aus den Jahren 1909—1905, leider wurden sie jedoch nicht gemessen. Hier wäre sonst die Möglichkeit vorhanden gewesen die Berechtigung der oben vorgeführten Anschauungen zu kontrollieren.

Um das Bild von den beschriebenen Erscheinungen noch zu präzisieren, werden die Veränderungen der Variabilität der Nadel-  
länge und der Trieb-  
länge nach den Angaben S. 19 und 43 bzw. S. 48, 54 und 61 graphisch dargestellt. Die mittleren Längen sind in der Fig. S. 66 auf den Abszissen eingezeichnet, die Koeffizienten der absoluten und der relativen Variation auf den Ordinaten. Jeder der bestimmten Werte ist durch einen Punkt angegeben, und für die Variationskoeffizienten sind die Werte eines jeden Jahrgangs durch Linien vereinigt worden. Trotz dem geringen Umfang des Materials weichen die Jahrgänge nicht sehr voneinander ab. In-  
betreff der Nadellänge entfernen sich nur die Werte für 1905 an 12—  
22-jährigen Zweigen II. Ordnung in erheblicherem Grad von den übrigen. Für die Jahrestriebe zeigt nur der Jahrgang 1909 an den jüngsten Zweigen II. Ordnung eine auffallende Abweichung. Diese anscheinend anormalen Werte sind bei dem Zeichnen der Kurven nicht berücksichtigt worden. Die die Variationskoeffizienten der Jahrestriebe betreffenden Angaben stimmen untereinander — mit der eben erwähnten Ausnahme — derart gut überein, dass das Einzeichnen der Kurve überflüssig erschien. Ausser was das Jahr 1909 betrifft, finden die S. 61 erwähnten »Unregelmässigkeiten« der Koeffizienten in den entsprechenden Abweichungen der mittleren Längen ihre befriedigende Erklärung.

Um einen unmittelbaren Vergleich zu ermöglichen, wurden die Kurven der Variabilitätskoeffizienten in einem geeigneten Massstabe umgezeichnet (S. 68), und die entsprechenden Kurven der absoluten Variation wurden danach in einem solchen Massstabe konstruiert, dass ihr Verlauf gut beurteilt werden kann.

Diese graphische Darstellung gibt einen viel klareren Einblick in die fraglichen Erscheinungen als die S. 65 mitgeteilte Tabelle, wo die aus verschiedenen Teilen der Krone gesammelten Zweige ohne gesonderte Berücksichtigung der Jahrgänge miteinander verglichen

wurden. Dort wurde für die Standardabweichung eine schwache Zunahme noch von der Gruppe B an bis C festgestellt. Dies beruht, wie schon angedeutet worden ist, darauf, dass der Mittelwert infolge des abweichenden Verhaltens des Jahres 1909 sowie infolge der Mitnahme der Jahrgänge 1905 und 1908 — deren Trieblänge unter den jüngsten Zweigen II. Ordnung jedoch viel kleiner ist als bei den übrigen Jahrgängen — zu hoch ausgefallen ist. In der Tat zeigen die Jahrgänge 1906 und 1907, welche an den Gipfelzweigen II. Ordnung durch die höchste mittlere Länge der Jahrestriebe (ausser dem hier nicht in Betracht gezogenen 1909) ausgezeichnet sind, dass die absolute Variation schon bei dieser Länge der Jahrestriebe abzunehmen beginnt. Sie leiten darum in hübscher Weise zu dem Verhalten der Nadellänge über.



Abhängigkeit des Variabilitätskoeffizienten und der Standardabweichung von der mittleren Länge der Nadeln und der Jahrestriebe. Wegen der Zeichen vgl. S. 66.

Ganz entsprechend weisen die Kurven der Nadellänge einen typischen Übergang zu denjenigen der Trieblänge auf. Es genügt nur die Veränderung der Standardabweichung entsprechend der Kurve des Variabilitätskoeffizienten (S. 66, oben) in einem geeigneten Massstabe zu zeichnen, um die Erscheinung mit Schärfe hervortreten zu lassen. Die Kurve der Standardabweichung zeigt dann eine Krümmung nach unten schon für den Jahrgang 1908, wo die mittlere Nadellänge etwa 22 mm betrug. Es erhellt ohne weiteres, dass eine solche Abnahme der absoluten Variation bei weiterer Herabsetzung der mittleren Länge der Nadeln eintreten muss, denn sie ist entschieden durch den Verlauf der Kurve des Variabilitätskoeffizienten bedingt. Da es sich aber hier um sehr kleine absolute Beträge handelt, ist eine Entscheidung auf Grund der berechneten Standardabweichungen wegen des geringen Materials nicht zu treffen.

Auf Grund der eben dargelegten Umstände dürfte man annehmen können, dass die Koeffizienten der absoluten und der relativen Variation der Nadellänge einerseits und diejenigen der Länge der Jahres-

triebe andererseits inbetreff ihrer Abhängigkeit von der mittleren Länge dieser Organe keine spezifischen Verschiedenheiten aufweisen. Der früher erwähnte Gegensatz der fraglichen Organe in der genannten Beziehung hängt also nicht von inneren, mit dem Bau derselben in Zusammenhang stehenden, tatsächlichen Unterschieden ab, sondern ist nur ein Ausdruck dafür, dass die Entwicklungsstufen der Organe nicht direkt miteinander vergleichbar waren. Die Kurve der Korrelation zwischen der mittleren Länge der Organe und der Variabilität ist für beide ganz die gleiche, nur beziehen sich die Ergebnisse auf verschiedene Abschnitte dieser Kurve. Man kann ganz im Einklang mit den früher auseinandergesetzten Ansichten behaupten, dass die Entwicklung der Jahrestriebe verhältnismässig stärker »gehemmt« ist als diejenige der Nadeln. Die Länge der Jahrestriebe entfernt sich wahrscheinlich (vgl. die Kurve S. 68) verhältnismässig mehr von derjenigen »maximalen« Grösse, welche der Längenzuwachs der Jahrestriebe nur selten überschreitet, als die Nadellänge von ihrer »Maximalgrenze«.

Für die Nadellänge kann man wohl annehmen, dass die durchschnittliche Länge — auch unter günstigen Bedingungen — nur selten oberhalb der Grenze von 60—70 mm liegt. Wie hoch die durchschnittliche Länge der Jahrestriebe ansteigen kann und wie stark die entsprechende Abnahme des Variabilitätskoeffizienten werden kann, lässt sich ja nicht exakt voraussagen, in diesem Falle deutet jedoch der Verlauf der Kurve darauf hin, dass die minimale Variation bei etwa 200 mm — wo die Kurven annähernd parallel mit der Abszisse verlaufen — erreicht würde, und man kann wohl annehmen, dass die mittlere Länge des Jahrestriebes diese Grenze bei dem untersuchten Individuum in gewöhnlichen Jahren kaum überschreitet.

Eine bestimmte Maximalgrenze lässt sich natürlich jedoch für den Zuwachs nicht feststellen. Man muss sich darum so ausdrücken, dass die Jahrestriebe des Baumes ihre »modale« Grösse nicht erreichen, während die Nadeln diese Grösse schon überschreiten, in dem man mit »modaler« Grösse diejenige Länge des Organs bezeichnet, wo die absolute Variation am grössten ist. So gut wie alle mittleren Triebhöhen liegen unterhalb dieser Grenze; nur zwei <sup>1)</sup>, 1906 C und 1907 C (vgl. S. 66 und 68), überschreiten dieselbe in erheblicherem Grad. — Für die Nadellänge gilt annähernd das Gegenteil.

Das Gesagte widerspricht keineswegs der Möglichkeit, dass ganz spezifische innere Ursachen eine höhere Variabilität des einen Or-

<sup>1)</sup> 1909 wird hier aus den oben erwähnten Ursachen nicht in Betracht gezogen.

gans als des anderen bedingen. Die erzielten Werte können jedoch nicht unmittelbar miteinander verglichen werden, und ein Vergleich wie der oben angeführte (S. 63) entbehrt daher jeder biologischen Bedeutung. Um die von der physiologischen Eigenart der Organe herfließenden tatsächlichen Unterschiede feststellen zu können, muss die »Variationskurve« genau analysiert und kritisch beurteilt werden. Es scheint mir nun, als wäre der Vergleich am ehesten an das Verhalten bei der »modalen« Grösse der Organe anzuknüpfen; hier liegt ja der Wendepunkt der Kurve der absoluten Variation und hier liegt somit auch ein Kardinalpunkt der Kurve der relativen Variabilität. Der Fusspunkt der ersterwähnten Kurve liegt für die Trieblänge bei etwa 96 mm, für die Nadellänge etwa bei 30 mm. Wenn die übrigen Werte aus dem Kurvenschema S. 68 entnommen werden, dürfte man den Vergleich etwa in folgender Weise ausführen können:

	Jahrestriebe	Nadeln
»modale« Länge, mm, .....	96	30
»modale« absolute Variation, mm, .....	29	4
»modale« relative Variation, %, .....	30	14

Obwohl diese Angaben wegen des unzureichenden Materials gar nicht genau präzisiert sind, so erhellt doch, *dass die Variabilität der Trieblänge überhaupt viel stärker als die der Nadellänge sein dürfte*. Hier ergibt sich ein zweimal höherer Koeffizient für die Trieblänge. Während die Variabilitätskoeffizienten theoretisch nach der minimalen Seite unbegrenzt sinken können, liegt dagegen die maximale Variabilität umso niedriger, je kleiner die »modale« Variation ist. Diese maximale Grenze der Variation der Trieblänge scheint (S. 68) an dem untersuchten Material schon — bei etwa 42.5 % — annähernd erreicht zu sein. Die maximale Variation der Nadellänge scheint kaum über 20 % steigen zu können.

Die Kenntnis derjenigen Gesetze, welche die Koeffizienten der Variation in ihren Beziehungen zu den Längen der Organe befolgen, dient auch dazu die meisten der übrigen oben nachgewiesenen Unterschiede in den Schwankungen der Nadellänge und der Trieblänge aufzuklären.

Bei den Bestimmungen der Korrelation zwischen den Längen der aufeinander folgenden Jahrestriebe, bzw. der an den letzteren entwickelten Nadeln wurde (S. 60) darauf hingewiesen, dass die Jahrgänge mit kurzen Jahrestrieben eine verhältnismässig kleinere Steigerung der Länge an Zweigen mit kräftiger Triebentwicklung aufweisen als die Jahrgänge mit längeren Jahrestrieben; da-

gegen war die Regression der kurzadeligen Jahrgänge im Verhältnis erheblich stärker als diejenige der Jahrgänge mit längeren Nadeln (S. 32). Das Kurvenschema S. 68 zeigt aber, dass dies der Fall sein muss, wenn die mittleren Triebblängen nach der Minimalseite hin von der »Mode« verschoben sind, während die mittleren Nadellängen (des ganzen Materials) auf der anderen Seite liegen. Von zwei Jahrgängen (gleichgültig ob Nadeln oder Jahrestriebe), deren mittlere Längen nach links vom Fusspunkt der Standardabweichungskurve gelegen sind, muss immer derjenige, der den grösseren Mittelwert hat, eine verhältnismässig noch grössere Standardabweichung haben als der andere. Wenn die Mittelwerte nach rechts liegen, wie bei der Nadellänge, muss es sich ganz umgekehrt verhalten. Da die Regression von den Standardabweichungen abhängig ist, so ist die Sache hiermit auch völlig erklärt. Auch dieser Unterschied ist also kein Ausdruck für *spezifische* Verschiedenheiten zwischen den fraglichen Organen, sondern er hat seinen Grund in der relativen »Hemmung« des Triebzuwachses.

Unter günstigeren Zuwachsbedingungen würden voraussichtlich die Ergebnisse für die Trieblänge ganz mit den für die Nadellänge erzielten übereinstimmen.

Es erhellt jetzt vollkommen, warum die Jahrgangsdifferenzen der Triebe bei Zunahme der Trieblänge des Zweiges immer grösser wurden (S. 60) und warum die Jahrgangsdifferenzen der Nadellänge sich etwa entgegengesetzt verhielten (S. 34 und 35). Die Ursache ist ja ganz dieselbe wie oben und bedarf daher keiner weiteren Erörterung, nur möchte ich ganz allgemein betonen, *dass die Jahrgangsdifferenzen immer bei »modaler« Grösse der Organe am ausgeprägtesten hervortreten müssen.*

Es ist gar nicht unmöglich, dass die »modale« Grösse der Kiefernadeln überhaupt etwa 30 mm, wie hier, beträgt. Da die Jahrgangsmittel der Nadeln an der lappländischen Kiefernwaldgrenze, wie in einer späteren Arbeit dargelegt werden soll, im allgemeinen nur zwischen 25 und 35 mm schwanken, wird man also erwarten müssen, dass die Jahrgangsdifferenzen dort am ausgeprägtesten sind, denn bei dieser Grösse reagieren ja die Nadeln am kräftigsten gegen die äusseren Bedingungen. In südlicheren Gegenden jedoch, wo die Zuwachsbedingungen günstig sind und die Nadeln deswegen überhaupt eine höhere Länge erreichen, müssen die Längenunterschiede zwischen den in verschiedenen Jahren herangewachsenen Nadeln verhältnismässig minimale werden. Wie schon erwähnt (S. 41), scheint es sich auch so zu verhalten.

Das Kurvenschema zeigt weiter noch, wie die Jahrgangsdifferenzen wegen der Abnahme der absoluten Variabilität sowohl nach der Maximalseite wie nach der Minimalseite hin eine Art Begrenzung erfahren. Je kleiner die Variabilität überhaupt ist, umso enger sind auch die Grenzen, innerhalb deren die Jahrgangsdifferenzen schwanken können.

Die von dem physiologischen Sondercharakter des Organs abhängige »modale« Variabilität ist somit auch ein Exponent für die Begrenzung der Reaktionsfähigkeit des Organs gegen den Jahresinfluss. *Je höher die »modale« Variabilität ist, umso extremere Unterschiede können die Schwankungen des Jahrescharakters hervorrufen.*

Diese an und für sich natürliche, aber hier nur mangelhaft begründete Auffassung würde voraussichtlich in einem eingehenden Vergleich zwischen den jährlichen Schwankungen der Nadellänge und der Trieblänge eine wertvolle Stütze gefunden haben, doch lässt sich dieser Vergleich hier nicht mit Vorteil ausführen. Erstens waren die Differenzen zwischen den Triebängen 1909—1905 überhaupt geradezu ungewöhnlich klein. Die Jahrgänge 1904 und 1902 zeigen, wie erwähnt worden ist, ein ganz anderes Verhalten. Zweitens mag jedoch darauf hingewiesen werden, dass die Jahrgangsunterschiede in der zweiten Sprossordnung, wo die »modale« Grösse der Jahrestriebe erreicht wurde, erhebliche waren, hier steht aber ein so geringes Material zur Verfügung, dass diese Unterschiede auch nicht annähernd genau festgestellt werden können. Die Jahrgangsdifferenzen der Nadeln und der Jahrestriebe sollen ja doch, um berechtigterweise verglichen werden zu können, für die »modale« Grösse der Organe berechnet werden. Allerdings wird es sich voraussichtlich künftighin herausstellen, dass die Jahrestriebe im allgemeinen verhältnismässig weit grösseren jährlichen Schwankungen der Länge unterworfen sind bzw. solche aufweisen können als die Nadeln, deren Variabilität eine viel geringere ist.

Nach dem, was über die Variabilität der Nadellänge und der Trieblänge ausgesprochen wurde, kann *die Korrelation zwischen der Länge der Jahrestriebe und der an diesen Jahrestrieben entwickelten Nadeln* nicht geradliniger Natur sein. Ich werde jedoch die nach Bravais berechneten Koeffizienten mitteilen, um zu zeigen, dass sie trotzdem sehr hohe Werte erreichen.

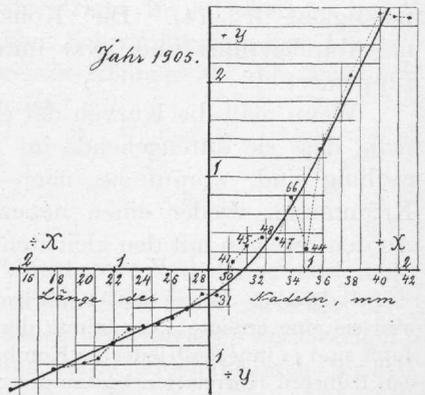
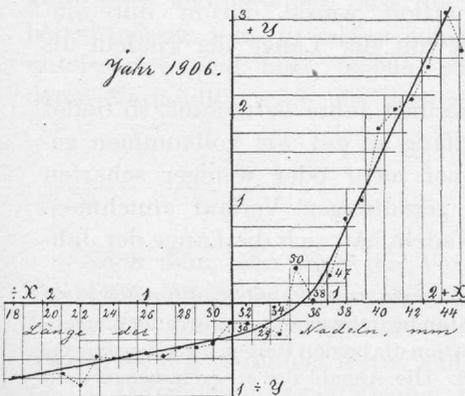
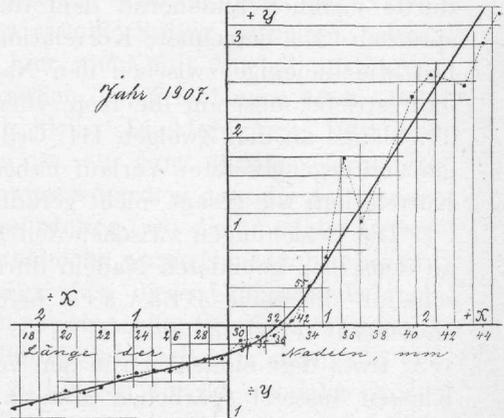
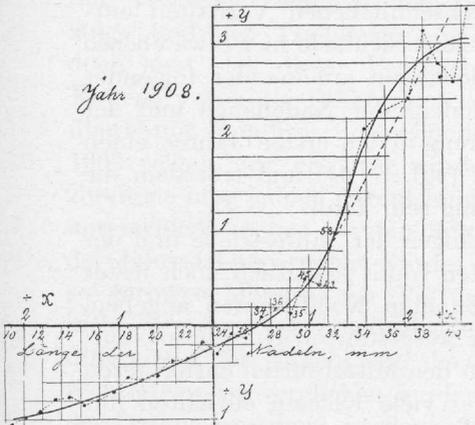
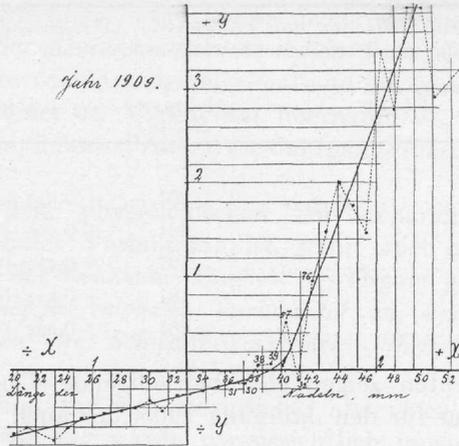
Korrelation zwischen den Längen der Jahrestriebe und der an denselben entwickelten Nadeln		
J a h r	Anzahl Jahrestriebe	$r \pm m_r$
1909 .....	<sup>1)</sup> 204	$+ 0.812 \pm 0.024$
1908 .....	204	$+ 0.899 \pm 0.013$
1907 .....	197	$+ 0.852 \pm 0.020$
1906 .....	181	$+ 0.843 \pm 0.021$
1905 .....	161	$+ 0.696 \pm 0.041$

Die Koeffizienten zeigen eine befriedigende Übereinstimmung miteinander, ausser für den Jahrgang 1905, der auch sonst in vieler Hinsicht »Unregelmässigkeiten« aufgewiesen hat. Ein Wert von  $+ 0.85$  dürfte ziemlich annähernd dem durchschnittlichen Verhalten entsprechen. Die berechnete Korrelation zeigt sich also hier etwa ebenso fest wie diejenige zwischen den Nadellängen aufeinander folgender Jahrestriebe, obschon die resp. »Perioden« der Nadellänge und der Trieblänge an den Zweigen III. Ordnung in den ersten Jahren einen ganz entgegengesetzten Verlauf haben (vgl. S. 51) und trotzdem die Korrelation, wie gesagt, nicht geradlinig sein kann.

Die Beziehungen zwischen den Längen der Jahrestriebe und der an denselben gebildeten Nadeln dürften somit eigentlich noch fester sein, als die nach *Bravais* berechneten Koeffizienten angeben. In der Tat zeigen die nach *Galton* ausgeführten Korrelationskurven, trotz dem namentlich in den von den Mittelwerten entfernten Klassen äusserst spärlichen Material — viele Klassen enthalten nur einen einzigen Jahrestrieb — eine geradezu erstaunenswerte Regelmässigkeit (S. 74). Die Konstruktion wurde darum nur einmal durchgeführt und zwar immer mit der Länge der Nadeln als supponiert.

Wenn man die Kurven der einzelnen Jahre betrachtet, so findet man, dass sie durchgehends im Anfang so gut wie vollkommen geradlinig sind, worauf sie, nach einer mehr oder weniger scharfen Krümmung, wieder einen nahezu geradlinigen Verlauf annehmen. An den Zweigen mit den kleinsten Nadeln hält sich die Länge der Jah-

<sup>1)</sup> Die im Jahre 1909 1-jährigen Zweige wurden nicht mitgenommen, weil sie eine erneute Berechnung der Standardabweichungen bedingt hätten. Jetzt sind ja innerhalb jeder der Kombination die beiden Reihen dieselben wie bei den früheren Korrelationsbestimmungen. Die Anzahl der weggelassenen Jahrestriebe beläuft sich übrigens nur auf 14 (vgl. Abschnitt V), sodass die Vergrösserung des Materials nur ganz unbedeutend gewesen wäre.



Korrelation zwischen den Längen der Jahrestriebe und der an denselben entwickelten Nadeln.

Graphische Darstellung nach Galton.

restriebe noch niedriger als die Länge der Nadeln, fängt aber an sehr schnell zu steigen, wenn die Nadellängen ihre Mittelwerte überschritten haben.

Der Verlauf der Kurven steht in vollkommener Übereinstimmung mit dem, was bei der Besprechung der Variabilität (S. 61 u. f.) und der Jahrgangsdifferenzen der Nadellänge (S. 40 u. f.) auseinandergesetzt wurde. Die Plusvarianten in den Reihen der Nadellänge nähern sich Klasse für Klasse immer mehr derjenigen Grösse, wo die Nadelentwicklung wegen spezifischer Eigentümlichkeiten der Art und des Individuums ihre Begrenzung findet. Die gemessenen Längen der Jahrestriebe hingegen liegen fortwährend unterhalb oder überschreiten doch nur unbedeutend die in der Kurve S. 68 angegebene »modale« Grösse. Auf Grund dessen ist eine verhältnismässig kräftigere Entwicklung der Jahrestriebe möglich und muss wohl auch an denjenigen Zweigen eintreten, die den Zuwachs überhaupt (sowohl der Nadeln wie der Jahrestriebe) am meisten begünstigen.

Je mehr sich die »Neigung« des Zweiges in der angedeuteten Richtung steigert, umso relativ stärker wirkt der innere Widerstand der Nadelentwicklung entgegen, umso relativ schwächer wird der Nadelzuwachs also auch durch diese »Neigung« befördert. Unterdessen steigt die Trieblänge noch schnell, solange sie nur noch nicht diejenige Grösse erreicht hat, wo dieselbe spontane Unterdrückungserscheinung, die die Nadellänge schon früher zeigte, auch hier einsetzt.

Sobald dies geschieht — z. B. in einem besonders günstigen Jahre — wäre eine relative Herabsetzung des Längenzuwachses des Jahrestriebes an denselben Zweigen vorauszusehen. Schon die Kurven S. 74 zeigen, dass ein so steiler Verlauf der oberen Teile der selben ganz unmöglich sein würde, wenn die Nadellänge z. B. schon auf 60—70 mm stiege. Eine mehr oder weniger starke Krümmung der Kurven nach abwärts, wie sie für das Jahr 1908 angedeutet worden ist, wäre somit die Folge und sie muss auch eintreten, wenn die in der Fig. S. 68 dargestellten Variabilitäterscheinungen richtig beurteilt worden sind. Die Mittelwerte liegen für die Jahrestriebe unterhalb der »modalen« Länge, während diejenigen für die Nadellänge im Verhältnis viel höher sind, was als eine relativ stärkere Hemmung des Triebzuwachses gedeutet wurde. Die Abweichungen der Kurven von dem geradlinigen Verlauf werden durch diesen Umstand bedingt. *Eine erste Krümmung der Kurve muss dort eintreten, wo die Nadellängen ihre »modale« Grenze eben überschritten haben, während die Länge der Jahrestriebe noch in allmählichem und gleichmässigem Steigen begriffen ist.*

Dies scheint in der Tat der Fall zu sein. Die auf den X-Linien der Fig. S. 74 angegebenen Klassenwerte der Nadellänge sowie

die an den Krümmungen der Kurven eingetragenen entsprechenden mittleren Längen der Jahrestriebe zeigen, dass die Veränderung des Verlaufes dort stattfindet, wo die Nadellängen etwa 28—35 mm (für das Jahr 1909 jedoch etwa 37—39 mm) und die Längen der Jahrestriebe etwa 30—45 mm betragen. Wo die Trieblänge bis 50—60 mm gestiegen, ist der Verlauf schon in allen Fällen geradlinig. — *Eine zweite Krümmung wäre natürlich späterhin zu erwarten, sobald die Trieblänge ihren »modalen« Betrag passiert hat*, vielleicht schon bei einer Länge der Jahrestriebe von 120(—150) mm.

Beim ersten Blick ersieht man, dass die Kurven in den beobachteten Fällen der Hauptsache nach zusammenfallen. Jedoch dürfte man aus den allgemeinen Betrachtungen den Schluss ziehen können, dass der Verlauf sich je nach den mittleren Längen der Nadeln und der Jahrestriebe verändern kann. Wo z. B. die Trieblänge dieselbe ist, muss wohl die Krümmung umso früher stattfinden, je länger die Nadeln sind. Leider finden sich hier keine solchen extremen Fälle vertreten — wie beispielsweise die Jahre 1904, mit sehr langen Nadeln und äusserst kurzen Jahrestrieben, und 1902, wo die beiden Organe ausserordentlich kräftig entwickelt waren — welche diese Annahme bestätigen könnten. Unter der Voraussetzung, dass die »Variabilitätskurven« S. 68 der tatsächlichen Sachlage völlig entsprechen — was allerdings hier nur annähernd der Fall ist —, könnte man jedoch in der fraglichen Beziehung recht sichere Schlussfolgerungen inbetriff des wahrscheinlichen Verhaltens in den verschiedenen Fällen ziehen und sogar die Kurven der Korrelation im voraus konstruieren, wenn nur die Mittelwerte der beiden Reihen von Nadellängen und Triebängen bekannt sind.

Auch in dieser Hinsicht dürfte man also diese »Variabilitätskurven« als einen Schlüssel zum Verständnis sonst recht eigentümlicher und komplizierter Erscheinungen verwenden können, wie dieselben schon früher den letzten statistisch nachweisbaren Grund zu anderen Erscheinungen in einfacher Weise aufgeklärt haben.

### III. Die Blütenbildung.

#### A. Die weibliche Blütenbildung.

Der Einfluss des Zweigalters auf die weibliche Blütenbildung gelangt in der zweiten Sprossordnung kaum zum Ausdruck, weil in dieser so gut wie jeder der untersuchten Jahrestriebe in sämtlichen Jahren weiblich geblüht hatte. Dies war auch in den früheren Jahren, bis 1902, der Fall; die diesbezüglichen Notizen werden jedoch weggelassen, weil das im Untersuchungsprotokoll (Abschnitt V) für die Jahre 1910—1906 mitgeteilte Material die Sachlage schon ganz befriedigend beleuchtet.

Da hier also keine Jahrgangsunterschiede in der Blütenbildung hervortreten, können alle Jahrgänge einfach vereinigt werden. Die 17—23-jährigen Zweige werden hier auch mitgenommen, wobei ihr Alter im Jahre 1910 im Mittel zu 20 Jahren angegeben wird; im Jahre 1909 waren diese Zweige also etwa 19-jährig, im Jahre 1906 16-jährig. Diese etwas willkürliche Massnahme hat, wie bald gezeigt werden soll, keine Bedeutung für das Resultat. Nach der Zusammenfassung der Jahrgänge verteilt sich die Anzahl der weiblich blühenden ( $\varphi_1$ ) und der nicht-weiblich blühenden ( $\varphi_0$ ) Triebe in folgender Weise auf die verschiedenen Zweigaltersklassen:

$\varphi$ -Bl.	Alter der Zweige II. Ordnung im Blütejahre, Jahre																				Sa. Zw.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
$\varphi_0$	12	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	—	0	3	2	2	3	26
$\varphi_1$	1	10	10	10	10	6	3	4	1	4	4	3	3	3	—	24	21	22	22	21	182
Sa. Zw.	13	13	10	10	10	6	4	4	1	4	4	3	3	3	—	24	24	24	24	24	208

Die Anzahl der beobachteten Fälle ist zu gering, um die »Preiode« der weiblichen Blütenbildung am Zweige mit Schärfe hervortreten

zu lassen. Das Hauptsächliche dürfte immerhin aus der Übersicht unmittelbar entnommen werden können. *Unter den einjährigen Zweigen II. Ordnung macht sich eine so gut wie vollkommene Unterdrückung der weiblichen Blütenbildung bemerkbar.* Der hier oben notierte Fall eines weiblichen Blühens blieb der einzige auch bei der Berücksichtigung der Jahrestriebe aus 1905—1902. Dagegen kamen auch unter den 2-jährigen Zweigen einzelne vor, die in den letztgenannten Jahren keine Spuren einer weiblichen Blütenbildung aufwiesen; die weitaus überwiegende Mehrzahl dieser Zweige trug jedoch deutliche Zapfennarben oder noch festsitzende Zapfen. Die älteren Zweige blühten so gut wie ausnahmslos alljährlich weiblich, bis zur Gruppe der 17—23-jährigen, wo das Hervortreten von nicht-weiblichblühenden Zweigen in kleineren Mengen wieder Regel wurde. Nach der Basis des Baumes hin steigt die Anzahl der nicht-weiblichblühenden Zweige sehr schnell, doch wurde diese schon unmittelbar deutlich hervortretende Tatsache leider keiner statistischen Beleuchtung unterworfen. Das Verhalten der 1—2-jährigen Zweige fordert hier übrigens entschieden das Hauptinteresse.

Um einen Überblick über die Veränderung der weiblichen Blütenbildung mit dem Alter der Zweige dritter Ordnung zu gewinnen, werden unten nur die an den 17—23-jährigen Muttertrieben II. Ordnung herangewachsenen 1—11-jährigen Seitensprosse berücksichtigt. Die Anzahl der in den Jahren 1910—1906 weiblich und nicht-weiblich blühenden Jahrestriebe verteilt sich auf die verschiedenen Klassen des Zweigalters wie folgt.

♀-Bl.	Alter der Zweige III. Ordnung im Blütejahre, Jahre											Sa. Zw.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
♀ <sub>0</sub>	169	174	168	180	176	177	159	159	173	163	159	1857
♀ <sub>1</sub>	1	14	25	26	22	14	21	18	10	10	8	169
Sa. Zw.	170	188	193	206	198	191	180	177	183	173	167	2026

Die Tabelle zeigt dieselbe Eigentümlichkeit wie die früher mitgeteilte in betreff des *so gut wie vollkommenen Mangels der einjährigen Zweige an weiblichen Blüten*, und ganz wie dort macht sich auch hier *eine kräftige Herabsetzung der weiblichen Blütenbildung an den zwei-jährigen Zweigen* geltend. Dagegen lässt sich hier *eine schon früh einsetzende Abnahme der Reichlichkeit des weiblichen Blühens bei gesteigertem Zweigalter* verspüren. Der ganze Verlauf dieser Abhängigkeit der weiblichen Blütenbildung vom Alter des Zweiges tritt am exak-

testen hervor, wenn die Anzahl der blühenden Triebe in Prozenten der Gesamtmenge der untersuchten Zweige verschiedenen Alters ausgedrückt wird.

Alter d. Zw., Jahre	Sa. Zw.	% d. Zw. mit ♀-Bl.
1 .....	170	0.6 ± 0.6
2 .....	188	7.4 ± 1.9
3 .....	193	13.0 ± 2.4
4 .....	206	12.6 ± 2.3
5 .....	198	11.1 ± 2.3
6 .....	191	7.3 ± 1.9
7 .....	180	11.7 ± 2.4
8 .....	177	10.2 ± 2.3
9 .....	183	5.5 ± 1.7
10 .....	173	5.8 ± 1.8
11 .....	167	4.8 ± 1.7

Die weibliche Blütenbildung scheint also an 3—4-jährigen Zweigen am reichlichsten zu sein, um dann eine allmähliche, etwa von dem neunten Lebensjahre des Zweiges an sehr bedeutende Abnahme zu erfahren. Da die Jahrestriebe von 1910—1907, deren Blütenbildung notiert wurde, auch an älteren als 11-jährigen Zweigen vertreten waren, will ich die für diese älteren Zweige erzielten Resultate gesondert anführen.

Alter der Zweige, Jahre	Weibliche Blütenbildung im Jahre							
	1910		1909		1908		1907	
	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.
12 .....	5	39	1	40	0	28	0	27
13 .....	0	40	0	28	0	27		
14 .....	0	28	0	27				
15 .....	1	27						

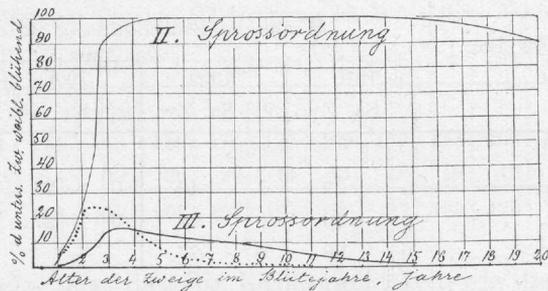
Von diesen sämtlichen 311 12—15-jährigen Zweigen trugen also insgesamt bloss 7 oder 2.2 % weibliche Blüten. Unter den 134 12-jährigen Zweigen blühten in den Jahren 1910—1907 6 oder 4.5 % weiblich, während unter den übrigen 177 13—15-jährigen nur ein einziger Fall (0.6 %) von weiblicher Blütenbildung vorgefunden wurde. Praktisch genommen kann man also sagen, dass diese Zweige III.

Ordnung von etwa dem 13.—15. Jahre an keine weibliche Blüten mehr hervorbringen; Ausnahmen bilden immerhin einzelne sehr kräftig ausgebildete Zweige, die auch in vegetativer Hinsicht eine dem Verhalten in der II. Sprossordnung entsprechende Ausbildung erreicht haben.

Die aus den eben behandelten Zweigen III. Ordnung eingesammelten Zweige I V. Ordnung liefern wegen der ausserordentlichen Spärlichkeit der weiblichen Blüten keine Möglichkeit zur Beurteilung der vorgelegten Frage, doch wurden auch hier die drei für die Jahrgänge 1910—1906 konstatierten Fälle weiblichen Blühens sämtlich an 3—8-jährigen Zweigen notiert:

♀-Bl.	Alter der Zweige IV. Ordnung im Blütejahre, Jahre												Sa. Zw.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
♀ <sub>0</sub>	654	474	404	465	447	406	403	281	170	94	63	32	9	3 902
♀ <sub>1</sub>	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Sa. Zw.	654	474	405	465	447	406	404	282	170	94	63	32	9	3 905

Die Sprossordnungen zeigen unter sich erhebliche Abweichungen in der weiblichen Blütenbildung. Die Verschiedenheiten in der »Periode« der Blütenbildung am Zweige lassen sich jedoch hier nicht näher feststellen. Es ergibt sich zwar bei einer graphischen Darstellung der oben gewonnenen Ergebnisse (unten) sofort,



Veränderung der weiblichen Blütenbildung mit dem Zweigalter.

dass der Verlauf der für die II. und die III. Sprossordnung gezeichneten Kurven annähernd der gleiche ist, wenn man nur von der früher eintretenden Herabsetzung der Blütenbildung in der III. Sprossordnung absieht. Man muss aber entschieden daran festhalten, dass diese Kurven das tatsächliche Verhalten gar nicht genau abspiegeln.

Es wurde ja doch nur Hinsicht auf das Blühen oder Nicht-Blühen der Zweige genommen. Die blühenden Zweige bieten aber unter sich eine ganze Reihe von Abstufungen inbetreff der Reichlichkeit der Blütenbildung dar, jenachdem sie nämlich nur eine oder mehrere weibliche Blüten hervorgebracht haben. Dieser Umstand hätte gewiss in hohem Grade Aufmerksamkeit verdient, er wurde jedoch leider nicht verfolgt. Jetzt zeigt die Kurve für die II. Sprossordnung auf eine weite Strecke einen geradlinigen Verlauf, weil die Grenze 100 % hier nicht überschritten werden kann. Wäre auch auf die Anzahl der weiblichen Blüten der Triebe Rücksicht genommen worden, so hätte ein recht abweichendes Bild erwartet werden können. U. a. wäre es voraussichtlich im letztgenannten Falle möglich gewesen zu fixieren, bei welchem Alter des Zweiges die Kulmination der »Periode« stattfindet, denn die Anzahl der Blüten ist wahrscheinlich umso grösser, je mehr die Zweige der weiblichen Blütenbildung zuneigen, sei es in einem gewissen Jahre <sup>1)</sup> oder, wie hier, in einem bestimmten Teil der Krone. Auch die Kurve der III. Sprossordnung hätte aller Wahrscheinlichkeit nach eine nicht unerhebliche Umgestaltung erfahren; man kann sich auf Grund der Gesagten vorstellen, dass die »Periode« bei Berücksichtigung der Anzahl der weiblichen Blüten in viel ausgeprägter Weise zum Vorschein kommen würde als oben. Dann erst wäre ein einwandsfreier Vergleich berechtigt.

Aus dem Kurvenschema wie auch aus den vorstehend mitgeteilten Zahlenangaben gehen schon bedeutende Verschiedenheiten der Sprossordnungen in bezug auf die Reichlichkeit der weiblichen Blütenbildung überhaupt hervor. Diese Unterschiede sind so gross, dass eine Auseinanderhaltung der Jahrgänge sowie der Altersklassen der Zweige hier ganz überflüssig erscheint, wo nur die Feststellung der Hauptzüge der Erscheinungen angestrebt wird. Wenn zu dem schon Angeführten noch die Angaben über den Hauptstamm sowie über die V. Sprossordnung und eine Gruppe im Gipfel der Krone gesammelter Zweige III. Ordnung hinzugefügt werden, so lässt sich das abweichende Verhalten der verschiedenen Sprossordnungen aus der folgenden Übersicht recht gut ermitteln.

---

<sup>1)</sup> Die allgemeine Gültigkeit dieser Behauptung habe ich schon in einer früheren Arbeit (Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze, Helsingfors 1912, S. 30) angedeutet.

Sprossordnung	Alter der Sprosse	Sa. Zw.	Weiblich blühend	
			Anzahl	Prozent
I .....	(60)	5	5	(100.00)
II .....	1—23	208	182	87.50
III .....	1—15	3 131	273	8.72
IV .....	1—13	3 905	3	0.08
V .....	1—9	48	0	(0.00)

Die weibliche Blütenbildung ist also in der IV. Sprossordnung mehr als 100 mal schwächer als in der III., und mehr als 1,000 mal schwächer als in der II. Das Verhalten der III. und der IV. Sprossordnung zeigt zugleich den Unterschied des weiblichen Blühens zwischen dem Hauptsprosse und den Seitensprossen derselben Zweige und beansprucht also deswegen ein ganz spezielles Interesse. Der fragliche Unterschied zwischen den 17—23-jährigen Zweigen II. Ordnung und ihren 1—15-jährigen Seitenzweigen fällt in dem gleichen Sinn aus:

Sprossordnung	Alter der Zweige	Sa. Zw.	Weiblich blühend	
			Anzahl	Prozent
II .....	17—23	120	110	91.7
III .....	1—15	2 337	176	7.5

Es bestehen also auch hier, ganz wie dies schon früher für die Nadelentwicklung und den Zuwachs der Jahrestriebe dargelegt wurde, bedeutende physiologische Verschiedenheiten zwischen dem Hauptsprosse und den Seitensprossen. Ganz allgemein ausgedrückt scheint die Verzweigung der weiblichen Blütenbildung sehr stark entgegenzuwirken; *der Hauptspross neigt in ausserordentlich viel höherem Grad als seine Seitenzweige zur Bildung von weiblichen Blüten.*

Man muss sich nun von vornherein vorstellen, *dass die Neigung der Seitensprosse zur weiblichen Blütenbildung in einem bestimmten Verhältnis zur fraglichen Neigung ihrer Mutterzweige steht*, ganz wie dies schon für die Länge der Nadeln und der Jahrestriebe dargelegt wurde. Schon die obigen Zahlen deuten in diese Richtung. Je kräftiger die Blütenbildung der Muttersprosse war, umso relativ höher stieg auch die prozentische Anzahl der weiblich blühenden Seitenzweige. Ganz entsprechende Erfahrungen lassen sich gewinnen, wenn man die Zweige einer und derselben Sprossordnung nach dem Alter

ihrer Mutterzweige gruppiert und die die Blütenbildung der Gruppen betreffenden Angaben vergleicht. Diesbezüglich eignen sich die an jüngeren (1—13-jährigen) und älteren (im J. 1910 17—23-jährigen) Zweigen II. Ordnung ausgebildeten Sprosse III. Ordnung ganz gut.

Alter der Mutterzweige II. Ordnung	Seitenzweige III. Ordnung		
	Sa. Zw.	Weiblich blühend	
		Anzahl	Prozent
1—13 .....	794	97	12.2 ± 1.2
13—23 .....	2 337	176	7.5 ± 0.5

*Im Einklang mit der bei jüngerem Alter kräftigen Neigung der Mutterzweige zur weiblichen Blütenbildung zeichnen sich auch ihre Seitenzweigchen durch eine reichere Entfaltung dieses Geschlechtes aus. Wenn nur ein grösseres Material zu Verfügung stände, wäre es eine leichte Sache diese Abhängigkeit der Blütenbildung der Seitenzweige von derjenigen ihrer Mutterzweige genau zu präzisieren. Hier will ich aber nur als einen Versuch die folgende Reihe von Angaben mitteilen, wo nur 1—7-jährige Zweige III. Ordnung berücksichtigt sind; die 8—10-jährigen Zweige wurden beiseite gelassen, weil an diesen nur die Blütenbildung in den Jahren 1910—1908 notiert wurde.*

Alter der Mutterzweige II. Ordnung	1—7-jähr. Seitenzw. III. Ordnung		
	Sa. Zw.	Weiblich blühend	
		Anzahl	Prozent
1—2 .....	122	4	3.3 ± 1.6
3—4 .....	180	29	16.1 ± 2.7
5—6 .....	154	21	13.6 ± 2.8
7—8 .....	153	17	11.1 ± 2.5
13—23 .....	1 323	123	9.3 ± 0.8

Wie die 1—2-jährigen Ästchen des Hauptstammes eine abgeschwächte oder so gut wie unterdrückte Fähigkeit zur Produktion weiblicher Blüten aufweisen, so werden auch ihre Seitenzweige in der Tabelle durch die niedrigsten Prozente vertreten. Die übrigen Gruppen weisen eine erheblich kräftigere weibliche Blütenbildung auf, die aber schon von der ersten Gruppe der 3—4-jährigen Mutterzweige an abzunehmen scheint. Nach dem Verhalten der Seiten-

sprosse zu urteilen, würde also die Kulmination der »Periode« auch in der II. Sprossordnung an etwa 3—4-jährigen Zweigen stattfinden (vgl. die Kurven S. 80), d. h. ganz wie dies für die an älteren Mutterzweigen gesammelten Zweige III. Ordnung festgestellt wurde <sup>1)</sup>).

Die mit dem Alter sich verändernde Neigung der Mutterzweige zur weiblichen Blütenbildung scheint auch den Verlauf der »Periode« der Blütenbildung an den Seitensprossen einigermaßen zu beeinflussen. S. 78 wurde die Veränderung der weiblichen Blütenbildung mit dem Alter der an 13—23-jährigen Mutterzweigen II. Ordnung gesammelten Zweige III. Ordnung in einer Tabelle veranschaulicht. Wenn das an 1—13-jährigen Mutterzweigen gesammelte Material in der gleichen Weise eingeordnet wird, ergibt sich ein nicht unwesentlich abweichendes Bild.

Alter der Zweige, Jahre	Sa. Zw.	Weiblich blühend	
		Anzahl	Prozent
1 .....	193	13	6.7 ± 1.8
2 .....	163	39	23.9 ± 3.4
3 .....	118	16	13.6 ± 3.2
4 .....	112	18	16.1 ± 3.5
5 .....	81	6	7.4 ± 2.9
6 .....	59	2	3.4 ± 2.4
7—10 .....	68	3	4.4 ± 2.5

Vor allem mag auf die hohe Prozentzahl weiblich blühender 1-jähriger Zweige hingewiesen werden. Auch die 2-jährigen Zweige zeigen eine sehr kräftige Steigerung der weiblichen Blütenbildung im Vergleich zu den S. 78 eingerückten Angaben. Überhaupt scheint es, als ob die früher nachgewiesene reichere Blütenbildung des an jüngeren Mutterzweigen gesammelten Materials allein auf die allgemeine Vertretung der weiblichen Blüten in den 4 ersten Altersklassen beruhte, denn die Prozentzahl der weiblich blühenden Zweige unter den 5—10-jährigen ist hier sogar niedriger als unter denjenigen Seitenzweigen, die an älteren Ästen II. Ordnung entstanden sind. Der geringe Umfang des zur Verfügung stehenden Materials erlaubt keine endgültige Feststellung dieses Einflusses auf den Verlauf der »Periode«

<sup>1)</sup> Wie in meiner früher erwähnten Untersuchung über die Reproduktion der Kiefer S. 28 und 82 erwähnt worden ist, treten die weiblichen Blüten in schwachen Blütejahren in der Tat fast nur an den jüngsten Gipfelzweigen II. Ordnung auf.

seitens des Alters der Mutterzweige. Wenn das Gesagte zutrifft und die Kulmination der Blütenbildung wie aus der Tabelle hervorgeht, wirklich schon an 2-jährigen Zweigen stattfindet, so würde die S. 80 eingezeichnete punktierte Kurve eine gute Vorstellung von dem hauptsächlichsten Charakter der Erscheinung vermitteln.

Bei jeder Bestimmung der *Jahrgangsunterschiede* in der Reichlichkeit des weiblichen Blühens sollte das Augenmerk eigentlich immer darauf gerichtet werden, dass nur in den resp. Blütejahren gleichalterige Zweige miteinander verglichen werden. Wegen der recht schnell verlaufenden periodischen Veränderung der Neigung zur Blütenbildung des Zweiges kann sonst ein ganz verkehrtes Bild der fraglichen Verhältnisse resultieren. Das vorliegende Material ist zu spärlich, um eine in der angedeuteten Beziehung eingehende und exakte Behandlung der fraglichen Jahrgangsunterschiede zu gestatten, es können darum hier allein die Grundzüge in aller Kürze Erwähnung finden.

Wie angedeutet zeigen die untersuchten 1—23-jährigen Zweige II. Ordnung keinerlei Jahrgangsunterschiede in der weiblichen Blütenbildung, weil so gut wie jeder Trieb, mit Ausnahme der einjährigen, alljährlich weibliche Blüten hervorgebracht hat. Die III. Sprossordnung dagegen, wo die weibliche Blütenbildung überhaupt eine viel schwächere ist, bietet vorzügliche Gelegenheit zur Feststellung der hier zu berücksichtigenden Verschiedenheiten. In der unten gegebenen Übersicht sind jedoch auch die die II. und IV. Sprossordnung betreffenden Angaben zum Vergleich herangezogen.

Jahr	II. Sprossordnung			III. Sprossordnung						IV. Sprossordnung		
				1—13-jähr. Mutterzweige			13—23-jähr. Mutterzweige					
	Sa. Zw.	Weiblich blühend		Sa. Zw.	Weiblich blühend		Sa. Zw.	Weiblich blühend		Sa. Zw.	Weiblich blühend	
		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent
1910	47	40	85.1	217	56	25.8	394	37	9.4	1 123	1	0.1
1909	44	36	81.8	176	12	6.8	407	26	6.4	910	0	0
1908	41	36	87.8	130	4	3.1	410	12	2.9	696	0	0
1907	38	35	92.1	121	7	5.8	417	14	3.4	635	0	0
1906	38	35	92.1	82	15	18.3	398	80	20.1	541	2	0.4

Gemäss dem Verhalten in der III. Sprossordnung haben die Jahre 1910 und 1906 bei diesem Individuum am reichlichsten weibliche Blüten hervorgebracht, und auch die für die IV. Sprossordnung notierten Fälle stammen aus diesen beiden Jahren. Das Jahr 1909 ergibt niedrigere, aber immerhin recht bedeutende Werte. Am schwächsten scheint die weibliche Blütenbildung unbedingt im Jahre 1908 gewesen zu sein.

Die die III. Sprossordnung betreffenden Angaben sind in zwei Untergruppen eingeteilt, je nach dem Alter des Mutterzweiges beim Verzweigungspunkte. Während die übrigen Werte dieser Gruppen unter sich keine erheblichen Abweichungen zeigen, verhält sich das Jahr 1910 etwas verschieden, indem die von den jüngeren Mutterzweigen herstammende Gruppe eine nahezu dreifach grössere Reichlichkeit an weiblich blühenden Trieben aufweist als die andere. Wenn also auch die übrigen Jahre, ausser 1906, eine geringe Steigerung der weiblichen Blütenbildung in derselben Gruppe andeuten, so muss man doch der Hauptsache nach den S. 83 (Tabelle oben) an dem Gesamtmaterial festgestellten Unterschied auf Rechnung des beschriebenen Verhaltens des Jahrgangs 1910 zurückführen. Die dort mitgeteilten Angaben liefern darum kaum eine sichere Stütze für die Schlussfolgerung, dass die Intensität der weiblichen Blütenbildung durch die Eigenschaften des Mutterzweiges beeinflusst werde, wenn auch keineswegs Ursache vorhanden ist die Berechtigung dieser Annahme im allgemeinen zu bezweifeln. Die Abweichung des Jahres 1906 kann wohl am ehesten auf die Mängel des Materials zurückgeführt werden. Bezüglich der erwähnten »Unregelmässigkeit« des Jahres 1910 jedoch mag daran erinnert werden, dass gar nicht selten Fälle vorkommen, wo die Blütenbildung in einem gewissen Jahre nur oder vorwiegend an einem bestimmten Zweige oder in einem bestimmten Teil der Krone kräftig einsetzt <sup>1)</sup>.

Es wurde bemerkt, dass die II. Sprossordnung keine Jahrgangsunterschiede in der Ausbildung von ♀-Blüten bemerken lässt. Dies gilt selbstverständlich nur von der Verbreitung des Blühens, die hier allein ins Auge gefasst wurde. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Anzahl der weiblichen Blüten hätten Ausdrücke für die mittlere Intensität des Blühens der Zweige sowie für die mittlere Blütenmenge abgeleitet werden können, welche sich aller Wahrscheinlichkeit nach vorzüglich dazu geeignet hätten die doch vorhandenen Unterschiede am exaktesten zu beleuchten <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Ein Beispiel habe ich in der Arbeit über die Reproduktion der Kiefer, S. 67, geliefert.

<sup>2)</sup> Vgl. die zitierte Arbeit, S. 5 und 30.

Bei dem untersuchten Individuum wird das Maximum der Verbreitung des weiblichen Blühens allerdings schon in den schwächsten Blütejahren (1910—1902) in der zweiten Sprossordnung (1—23-jährige Zweige!) praktisch genommen erreicht, und nur in betreff der Anzahl der Blüten («Intensität des Blühens») lassen sich vielleicht noch die in verschiedenen Jahren verschieden ausfallenden Wirkungen des Jahrescharakters auf die Blütenbildung einigermaßen verspüren. Immerhin muss jedoch eine Grenze gedacht werden können, wo die besonders kräftige Neigung der Zweige zur Blütenbildung bei einem die Blütenbildung überhaupt sehr begünstigenden Kieferindividuum in solchem Grad über die Wirkungen des Jahrescharakters dominiert, dass so gut wie gar keine Jahrgangsunterschiede in der fraglichen Beziehung mehr zum Ausdruck gelangen können. Denn die Fähigkeit der Jahrestriebe weibliche Blüten zu produzieren kann selbstverständlich keine unbegrenzte sein.

Allgemein ausgedrückt müssen die Jahrgangsunterschiede umso schwächer hervortreten, je kräftiger die Neigung eines Baumes, einer Sprossordnung oder einer Gruppe von Zweigen überhaupt zur Ausbildung weiblicher Blüten ist. Im vorliegenden Fall, wo die Verbreitung allein Berücksichtigung gefunden hat, zeigt schon die III. Sprossordnung in ausgeprägter Weise die fraglichen Unterschiede. Die IV. Sprossordnung jedoch, wo das weibliche Blühen geradezu selten ist, lässt hauptsächlich nur mehr in den ausgesprochensten Blütejahren des Baumes eine Bildung weiblicher Blüten erwarten.

---

Die so gut wie vollkommene Unterdrückung der weiblichen Blütenbildung an den einjährigen Trieben macht die Weglassung dieser notwendig, wenn die *Korrelation zwischen den aufeinander folgenden Jahrestrieben derselben Zweige in betreff der weiblichen Blütenbildung* bestimmt werden soll. Auch kann die II. Sprossordnung bei dieser Berechnung für sich allein nur in sehr beschränktem Grad verwendet werden, weil hier fast jeder Jahrestrieb weibliche Blüten trägt. Sie kann auch nicht mit Vorteil mit der III. Sprossordnung vereinigt werden. Allerdings handelt es sich hier um ein allgemeines Phänomen, welches zwar im gleichen Sinn alle Zweige des Baumes prägt, jedoch repräsentiert das aus den beiden Sprossordnungen ausgewählte Material zwei sich verschieden verhaltende Gruppen von Zweigen; das Material ist m. a. W. nicht homogen, und das Ergebnis würde bei der Vereinigung bewusst in einer gewissen — hier in positiver — Richtung verschoben werden. Ich will deshalb im Anschluss an die folgende Tabelle nur im Vorübergehen eine Bemerk-

ung bezüglich des weiblichen Blühens der 6—23-jährigen <sup>1)</sup> Zweige machen.

Weibliche Blütenbildung					Sa. Zw.
1910	1909	1908	1907	1906	
♀	♀	♀	♀	♀	30
♀	0	♀	♀	♀	1
0	♀	♀	0	♀	1
0	0	0	0	♀	2

Eine grössere Konzentration der weiblichen Blütenbildung an den Zweigen wäre unmöglich, ausser dass noch ein einziger Zweig weibliche Blüten an allen fünf Trieben tragen könnte.

Für die III. Sprossordnung wird die fragliche Korrelationserscheinung unten in einer Übersicht veranschaulicht.

Korrelation in der weibl. Blütenbild. aufeinander folgender Jahrestriebe, III. Sprossordnung																
		1909			1908			1907			1906					
		♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.												
♀ <sub>0</sub>	1910	538	13	551	1909	531	2	533	1908	455	9	464	1907	323	75	398
♀ <sub>1</sub>		30	24	54		18	15	33		4	12	16		0	19	19
Sa. Zw.		568	37	605		549	17	566		459	21	480		323	94	417

Hieraus lassen sich die Korrelationskoeffizienten zu folgenden Werten bestimmen:

Jahre	$r \pm m_r$
1910—1909	+ 0.501 ± 0.030
1909—1908	+ 0.619 ± 0.026
1908—1907	+ 0.641 ± 0.027
1907—1906	+ 0.405 ± 0.041

<sup>1)</sup> Jüngere Zweige als die 6-jährigen können nicht mitgenommen werden, weil die im Jahre 1906 gebildeten Jahrestriebe an (im Jahre 1910) 5-jährigen Zweigen eben am Muttersprosse entstanden sind. Die Mitnahme solcher 1-jähriger Triebe wird aber aus den oben ausgesprochenen Gründen hier vermieden.

Die Koэффициenten, die übrigens untereinander eine befriedigende Übereinstimmung zeigen, erreichen einen recht erheblichen Betrag, es muss aber sofort eingestanden werden, dass sie höchstens nur als *minimale Werte* der fraglichen Korrelation angesehen werden dürfen. Dies leuchtet sofort ein, wenn man die Jahreskombination 1907—1906 betrachtet, wo sämtliche Fälle weiblicher Blütenbildung im Jahre 1907 an solchen Zweigen konstatiert wurden, die auch im Jahre 1906 weiblich geblüht hatten. Eine vollkommene Korrelation lässt sich nicht denken, aber dessenungeachtet erreicht der Koэффициent wegen des Überschusses an weiblich blühenden Zweigen 1906 nur den verhältnismässig niedrigen Wert  $+ 0.405$ , welcher der niedrigste aller oben gefundenen Werte ist!

Wenn die Herabsetzung der Korrelationskoэффициenten also auf die Wirkung des Jahrescharakters zurückzuführen ist, so könnte man diesen Einfluss dadurch zu eliminieren versuchen, dass der Überschuss an weiblich blühenden Zweigen im mehr ausgeprägten Blütejahre einfach weggelassen wird. Diejenige Jahreskombinationen, wo die weibliche Blütenbildung im schwächeren Blütejahre nur an solchen Zweigen eingetroffen ist, die auch im anderen Jahre weibliche Blüten tragen, ergaben hierbei selbstverständlich  $r = + 1$ , was auch ganz berechtigt zu sein scheint; so verhält sich z. B. oben die Kombination 1907—1906. In anderen Fällen können die so berechneten Koэффициenten wohl am ehesten als *maximale* betrachtet werden. Den nachstehenden Angaben darf somit allerdings bloss ein relativer Wert beigemessen werden:

Jahre.	$r \pm m_r$
1910—1909 .....	$+ 0.625 \pm 0.025$
1909—1908 .....	$+ 0.879 \pm 0.010$
1908—1907 .....	$+ 0.741 \pm 0.020$
1907—1906 .....	$+ 1.$

Jedenfalls zeigt die durch die beiden Reihen von Koэффициenten herbeigeführte Begrenzung des wahrscheinlichen Betrages der Korrelation, *dass die Zweige durch recht hochgradige Stabilität in ihrer Neigung zur weiblichen Blütenbildung ausgezeichnet sind.*

Bei allen diesbezüglichen Korrelationsberechnungen muss man jedoch die Sonderstellung der Null-Klasse in Betracht ziehen <sup>1)</sup>. In der Korrelationstabelle S. 88 wurden z. B. 25 Zweige notiert, die in einem der Jahre 1908 und 1907 oder in beiden weiblich geblüht

<sup>1)</sup> Vgl. die zitierte Arbeit des Verf., S. 79.

hatten. Obwohl die Gesamtzahl der Zweige bis auf 480 steigt, trugen 12 Zweige weibliche Blüten aus beiden Jahren. Nur 4 der im schwächeren Blütejahre 1908 blühenden Zweige zeigten im anderen Jahre keine Blütenbildung. Die Neigung dieser Zweige im Jahre 1907 weibliche Blüten hervorzubringen mag jedoch — gemäss der allgemeinen Korrelationserscheinung in der Blütenbildung der Zweige — stärker gewesen sein, als bei den meisten übrigen Zweigen der gemeinsamen Null-Klasse. Ebenso sind wohl auch die 9 nur im Jahre 1907 blühenden Zweige wahrscheinlich durch eine grössere Fähigkeit der Blütenbildung (auch im anderen der beiden Jahre) ausgezeichnet als die meisten Zweige der gemeinsamen Null-Klasse. »0« bedeutet ja hier keineswegs einen völligen Mangel an Fähigkeit oder »Neigung« weibliche Blüten zu produzieren, sondern bezeichnet nur, dass diese Fähigkeit in einem gewissen Jahre unterhalb der Grenze »1« liegt, wo die Blütenbildung eben eintritt. Falls eine Gradierung der nicht-blühenden möglich wäre, ist es wahrscheinlich, dass die oben erwähnten Zweige, die in einem der beiden Jahre 1908 und 1907 keine Blüten trugen, durch einen Wert vertreten sein würden, der nur wenig unterhalb 1 liegt und also mit der 1-Klasse nahezu zusammenfallen.

Aus der Verbreitung des weiblichen Blühens kann also kein exakter Ausdruck für die Stabilität der von den Jahrgangseinflüssen ganz unabhängigen »Neigung« aufeinander folgender Jahrestriebe zur weiblichen Blütenbildung abgeleitet werden. Dagegen habe ich mich für die Bestimmung der fraglichen Korrelation mit Vorteil eines anderen Verfahrens bedient, wobei die Intensität des Blühens durch Angabe der Anzahl weiblicher Blüten an jedem Triebe festgestellt wurde. Je kräftiger die »Neigung« zur Blütenbildung ist, desto mehr weibliche Blüten werden am Jahrestriebe produziert. Der ungünstige Einfluss der gemeinsamen Null-Klasse, wo jede Gradierung der »Tendenzen« unmöglich ist, lässt sich dadurch vermeiden, dass die Berechnung nur an diejenigen Zweige geknüpft wird, die in irgendeinem der beiden und in beiden Blütejahren weiblich blühen. Dies sei nur aus methodischen Gründen erwähnt, denn hier wurde keine derartige Einteilung der 1-Klasse ausgeführt.

Die hier behandelte Stabilität der Neigung der Zweige weiblich zu blühen zeigt sich, wie erwähnt, vorzugsweise darin, dass die Blütenbildung in einem schwächeren Blütejahre ausschliesslich oder doch vorwiegend an solchen Zweigen einsetzt, die auch in dem ausgeprägteren Blütejahre weibliche Blüte trugen. Die Vollkommenheit dieser auf der besprochenen Korrelation basierenden Erscheinung hängt natürlich von der Verbreitung des Blühens in den zwei Jahren

innig ab. Wenn die Verbreitung des Blühens aus den wenigen Korrelationstabellen S. 88 bestimmt wird, so ergibt sich schon eine gewisse Auffassung über diese Sachlage.

J a h r e	Im ausgeprägteren Blütejahre % der Zw. mit ♀-Blüten	Im schwächeren Blütejahre	
		♀-bl. Zw. in % derjenigen des anderen Jahres	% der ♀-bl. Zw. mit ♀-Bl. auch im anderen Jahre
1910—1909 .....	8.9	68.5	64.9
1909—1908 .....	5.8	51.5	88.2
1908—1907 .....	4.4	76.2	75.0
1907—1906 .....	22.5	20.2	100.0

Einerseits dürfte die Prozentzahl im schwächeren Blütejahre weiblich blühender Zweige, die auch im anderen Jahre Blüten tragen (dritte Kolumne), von der Verbreitung des Blühens überhaupt in dem ausgeprägteren Blütejahre (erste Kolumne) bedingt sein. Andererseits spricht aber unzweifelhaft auch das Verhältnis der Reichlichkeit blütentragender Zweige in den beiden Jahren (zweite Kolumne) mit; je schwächer das eine Blütejahr im Vergleich zum anderen ist, umso relativ höher wird die Anzahl der Fälle in der dritten Kolumne, denn unter solchen Umständen muss sich die Blütenbildung vorzugsweise bloss auf diejenigen Zweige beschränken, welche überhaupt durch die allerkräftigste »Blütetendenz« ausgezeichnet sind. Dies zeigt sich auch für die Jahre 1907—1906 bestätigt, indem die Blütenbildung 1907 ausschliesslich an auch im Jahre 1906 blühenden Zweigen angetroffen wurde; die Verbreitung der Blüten im ausgeprägteren Blütejahre erreicht hier ihren maximalen Wert, 22.5 %, während das andere Jahr den kleinsten aller Werte, 20.2 %, aufweist. Die Jahre 1910—1909 weichen ein wenig ab, dies dürfte jedoch von den früher erwähnten Unregelmässigkeiten im Auftreten der Blüten vom Jahre 1910 an basalen und Gipfelzweigen abhängen. Aber auch in diesem Falle zeigt sich, trotz der schwachen Verbreitung der Blütenbildung in dem ausgeprägteren Blütejahre und obwohl die Gelegenheit zur Streuung auf die Zweige im anderen Jahre also sehr gross ist, die ganz auffallend begrenzte Lokalisierung des weiblichen Blühens auf dieselben Zweige in den beiden Jahren.

Bis jetzt wurden nur die unmittelbar nacheinander folgenden Jahrestriebe der Zweige berücksichtigt. Wenn aber je zwei aufeinander folgende Generationen von Jahrestrieben eine bemerkenswerte Stabilität in ihrer Neigung zur weiblichen Blütenbildung auf-

weisen, so verleiht diese Eigenschaft klärlich auch den Zweigen als Ganzen ihr Gepräge. Die Darstellung kann deswegen eine gewisse Vervollständigung erfahren, indem unten die Blütenbildung 1910—1906 an 6—15-jährigen <sup>1)</sup> Zweigen etwas näher verfolgt wird. Nebst den in der letzten Kolonne befindlichen Angaben über die notierten Fälle von Blütenbildung wird in der vorausgehenden Kolonne das Verhalten bei vollkommener positiver Korrelation zwischen den »Neigungen« der Jahrestriebe zum Blühen mitgeteilt.

Weibliche Blütenbildung 6—15-jähriger Zw. III. Ordnung						
in den Jahren					auf Anzahl Zweige	
1910	1909	1908	1907	1906	ideales Verhalten	gefunden
♀	♀	♀	♀	♀	14	5
♀	♀	0	♀	♀	3	2
♀	0	0	♀	♀	2	2
0	0	0	0	♀	75	64
0	0	0	♀	♀	0	5
0	0	♀	♀	♀	0	1
0	♀	♀	♀	♀	0	4
♀	♀	♀	0	♀	0	2
♀	♀	0	0	♀	0	1
♀	0	♀	0	♀	0	1
0	♀	♀	0	0	0	1
♀	0	0	0	♀	0	5
0	♀	0	0	♀	0	2
♀	0	0	0	0	0	1
Sa. Zw. mit ♀-Blüten					94	96
» » ohne » »					323	321
Gesamtzahl Zweige					417	

Als Anzeichen der hochgradigen »Individualität« der Zweige bezüglich ihrer Neigung zum weiblichen Blühen verdient der Umstand beachtet zu werden, dass alle Fälle weiblicher Blütenbildung in den Jahren 1910—1907 — mit Ausnahme nur zweier — an denjenigen Zweigen eingetroffen sind, die im ausgeprägtesten Blütejahre 1906 weibliche Blüten hervorbrachten. Dies wirkt umso auffallender,

<sup>1)</sup> Vgl. die Bemerkung S. 88.

wenn man bedenkt, dass der Überschuss an nicht-blühenden Zweigen sehr gross ist und nicht weniger als über drei mal die Anzahl der blühenden ausmacht. Eine weit zerstreutere Verteilung der Blütenbildung an verschiedenen Zweigen hätte also erwartet werden können, wenn die angedeutete Korrelation eben nicht so fest gewesen wäre.

Mit Ausschluss der 64 Zweige, die bloss im ausgeprägtesten der Blütejahre (1906) weibliche Blüten trugen, konzentriert sich alle Blütenbildung 1910—1907 auf 32 Zweige von den sämtlichen 417. An diesen 32 Zweigen trugen 99 Jahrestriebe weibliche Blüten, während nur 61 steril waren. Die Abweichung von dem idealen Verhalten bei vollkommener positiver Korrelation verbirgt sich demgemäss nicht so wohl darin, dass die Anzahl der blühenden Zweige überhaupt gesteigert wäre, sondern eigentlich nur darin, dass die Anzahl der alljährlich blühenden Zweige wegen nicht seltener Unterbrechungen der Blütenbildung verkleinert ist. In der Tat hätte bei idealer Korrelation alle Blütenbildung in den vier zuerst angegebenen Blütetkombinationen vor sich gehen können, während die Anzahl der notierten Kombinationen bis auf 14 steigt. Am geeignetsten tritt wohl die Sachlage aus der folgenden der Tabelle S. 92 entnommenen Zusammenstellung hervor:

Anzahl ♀-bl. Triebe an jedem Zw.	Anzahl der Zweige	
	ideales Verhalten	gefunden
0 .....	323	321
1 .....	75	65
2 .....	0	13
3 .....	2	5
4 .....	3	8
5 .....	14	5
Sa. Zw.	417	

Aus der früher mitgeteilten Übersicht der Notierungen lassen sich weiter noch zahlenmässige Ausdrücke für die Stabilität der weiblichen Blütenbildung der Zweige ableiten, wenn die Blütenbildung jedes einzelnen Triebes in Beziehung zu derjenigen des ganzen fünfjährigen Zweigtheiles gestellt wird. Als Einteilungsgrundlage dient also in den unten mitgeteilten Korrelationstabellen einerseits das Blühen oder Nicht-Blühen des Jahrestriebes innerhalb der verschiedenen Jahrgänge. Andererseits (hier als supponiert) wird die Anzahl der weiblich blühenden unter den vier übrigen

Jahrestrieben des Zweigteils angegeben. 0 bezeichnet also, dass kein Jahrestrieb, 4 dass alle übrigen Jahrestriebe weibliche Blüten tragen.

Anzahl ♀-bl. Jahrestriebe 1910—1906 <sup>1)</sup>	1910			1909			1908			1907			1906		
	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.
0 .....	321	1	322	321	0	321	321	0	321	321	0	321	321	64	385
1 .....	64	5	69	65	3	68	65	1	66	65	5	70	1	12	13
2 .....	8	4	12	10	1	11	12	2	14	8	3	11	1	5	6
3 .....	1	4	5	4	8	12	3	6	9	2	6	8	0	8	8
4 .....	4	5	9	0	5	5	2	5	7	2	5	7	0	5	5
Sa. Zw.	398	19	417	400	17	417	403	14	417	398	19	417	323	94	417

Es lassen sich hieraus die Korrelationskoeffizienten zu folgenden Werte bestimmen:

Jahr	$r \pm m_r$
1910 .....	+ 0.563 ± 0.033
1909 .....	+ 0.676 ± 0.027
1908 .....	+ 0.643 ± 0.029
1907 .....	+ 0.631 ± 0.029
1906 .....	+ 0.463 ± 0.038

Diese Koeffizienten sind zwar etwas höher als die S. 88 berechneten, doch sind wahrscheinlich auch die hier gefundenen als zu niedrig zu bezeichnen. Sie müssen indessen, da genauere Werte auf Grund des vorliegenden Materials nicht ermittelt werden können, die Ansprüche an die Expressivität für die Korrelationserscheinung sowie an die Genauigkeit bis auf weiteres befriedigen.

## B. Die männliche Blütenbildung.

Die Zweige II. Ordnung zeigen eine eigentümliche Veränderung ihrer männlichen Blütenbildung mit steigendem Alter. Wenn die Notierungen in einer ähnlichen Übersicht wie für die weibliche Blütenbildung (S. 77) eingeordnet werden,

♂-Bl.	Alter der Zweige II. Ordnung im Blütejahre, Jahre																				Sa. Zw.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
♂ <sub>0</sub>	13	13	10	10	10	6	4	4	1	4	4	3	3	3	—	21	24	22	17	22	194
♂ <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	3	0	2	7	2	14
Sa. Zw.	13	13	10	10	10	6	4	4	1	4	4	3	3	3	—	24	24	24	24	24	208

<sup>1)</sup> Der als relativ gewählte Jahrgang nicht miteinbezogen.



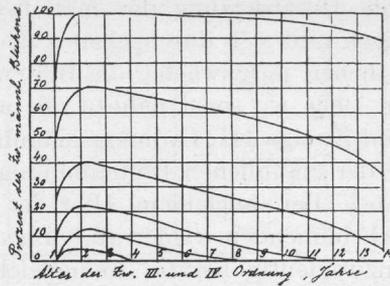


Eine bedeutende Herabsetzung der männlichen Blütenbildung an einjährigen Zweigen gibt sich durchgehends deutlich zu erkennen, und zwar umso deutlicher, je schwächer die Blütenbildung überhaupt ist. Sogar im Jahre 1909, wo sonst nahezu alle aus älteren Mutter sprossen stammenden Zweige III. Ordnung männlich blühten, macht sich diese Abnahme der männlichen Blütenbildung an den 1-jährigen Zweigen stark geltend. Bei steigendem Alter der Zweige nimmt die Anzahl der männlich blühenden wieder ab. Dies geht aus den mitgeteilten Reihen unzweideutig hervor, wenngleich die Angaben im übrigen auf Grund des beschränkten Materials keine sehr ausgesprochene Gesetzmässigkeit aufweisen. Wie schon die oben eingetrückten Werte andeuten, ist die bereits im zweiten Lebensjahre des Zweiges eintretende maximale Fähigkeit zum Männlich-Blühen nur von kurzer Dauer. Werden die Mittelwerte aus den dort mitgeteilten Prozentangaben berechnet, so ergibt sich im Durchschnitt:

unter den 1-jährigen Zweigen	19.4	%	männlich blühende;
» » 2- » »	42.8	»	» » ;
» » 3- » »	39.7	»	» » ;
» » 4- » »	27.1	»	» » ;
» » 5- » »	22.6	»	» » .

*Nach einer sehr bedeutenden Herabsetzung im ersten Lebensjahre des Zweiges erreicht die männliche Blütenbildung ihr Maximum bereits an 2-jährigen Zweigen; die 3-jährigen Zweige zeigen schon Andeutungen einer Abnahme der Fähigkeit männliche Blüten hervorzu bringen, und vom vierten Jahre an sinkt die Reichlichkeit der männlichen Blüten mehr oder weniger stark.*

Wie schon oben hervorgehoben wurde, hängt der fernere Verlauf der »Periode« wesentlich von der Reichlichkeit des Blühens überhaupt ab. Wegen der Spärlichkeit der Fälle innerhalb der Altersklassen der einzelnen Reihen der mitgeteilten Tabellen verschieben sich die Prozentangaben nicht regelmässig genug, um unmittelbare Aufschlüsse über die fragliche Abhängigkeit von der Reichlichkeit des Blühens zu gewähren. Ich will trotzdem einen Versuch machen auf Grund dieser Angaben den Verlauf der »Periode« für einigen Fälle graphisch zu erläutern:



Veränderung der männlichen Blütenbildung mit dem Zweigalter.

Je kräftiger die männliche Blütenbildung überhaupt ist, umso langsamer findet die Abnahme der Reichlichkeit des Blühens mit steigendem Alter der Zweige statt. Bei sehr reichlichem Blühen, wie im Jahre 1909 unter den an älteren Mutterzweigen gesammelten Zweigen III. Ordnung, kann das Maximum sehr weit ausgezogen werden (oberste Kurve d. Fig.). Bei sehr schwachem Blühen beschränkt sich alle Blütenbildung hauptsächlich nur auf die 2—3-jährigen Zweige, die eben am meisten die Entfaltung männlicher Blüten begünstigen, und völlige Sterilität tritt schon früh ein. Die verhältnismässig starke Depression in der Blütenbildung 1-jähriger Triebe sowie die Lage des Maximums hält sich bei alledem unverändert bei.

Eine recht auffallende *Sprossordnungsverschiedenheit* zeigt sich darin, dass männliche Blüten in der zweiten Sprossordnung bei demjenigen Alter des Zweiges eben aufzutreten beginnen, wo die Zweige in der dritten und der vierten Sprossordnung in den meisten Jahren schon steril sind oder nur mehr spärliche Spuren männlicher Blütenbildung aufweisen. Die »Periode« hat somit in der II. Sprossordnung einen ganz entgegengesetzten Verlauf. Nicht weniger bemerkenswerte Unterschiede herrschen in betreff der Reichlichkeit des männlichen Blühens überhaupt in den verschiedenen Sprossordnungen. Folgende durchschnittliche Werten genügen vollauf, um dies darzulegen:

Sprossordnung	Alter der Sprosse	Sa. Zw.	Männlich blühend	
			Anzahl	Prozent
I .....	(60)	5	0	(0.0)
II .....	1—23	208	14	6.7
III .....	1—15	3 131	1 125	35.9
IV .....	1—13	3 905	863	22.1
V .....	1—9	48	8	16.7

Die schwache Verbreitung des männlichen Blühens in den untersuchten Teilen der zweiten Sprossordnung wurde schon früher erwähnt; hier zeigt es sich noch, dass die männliche Blütenbildung in der dritten Sprossordnung weitaus am kräftigsten ist, um bei fortgesetzter Verzweigung allmählich abzunehmen. Nach den gefundenen Werten blühen in der II. Sprossordnung etwa  $1/15$ , in der III.  $1/3$ , in der IV.  $1/5$  und in der V. Sprossordnung etwa  $1/6$  aller Zweige männlich; am Hauptstamm trugen die Jahrestriebe keine Spuren männlicher Blüten. Hier ergeben sich also auch keine allgemeinen, für alle Sprossordnungen geltenden Beziehungen zwischen den Hauptsprossen und ihren Seitenzweigen in bezug auf die Neigung männliche Blüten zu entwickeln. Wenn man die II. und die III. Sprossordnung ins Auge fasst, so dürfte man behaupten können, dass die Seitenzweige die männliche Blütenbildung in höherem Grad begünstigen als die resp. Hauptspresse. Die höheren Sprossordnungen zeigen dagegen das umgekehrte Verhalten oder vollkommen, wie dies für die weibliche Blütenbildung ganz allgemein festgestellt wurde. Immerhin sind also doch ganz bestimmte Beziehungen in der fraglichen Hinsicht vorhanden. Als Bestätigung dessen mögen die folgenden Werte dienen:

Alter der Mutterzweige II. Ordnung	Seitenzweige III. Ordnung		
	Sa. Zw.	männlich blühend	
		Anzahl	Prozent
1—6	489	73	$14.9 \pm 1.6$
7—13	305	84	$27.5 \pm 2.6$
13—23	2 337	968	$41.4 \pm 1.0$

Wie die Zweige II. Ordnung bei steigendem Alter immer reichlicher männliche Blüten zu entwickeln scheinen, steigert sich auch die Verbreitung dieser Blüten an ihren Seitenzweigen III. Ordnung immer mehr, je älter die Mutterzweige sind. Diese sekundäre Beeinflussung seitens des Muttersprosses scheint sehr beträchtlich zu sein, denn die für die drei Gruppen von Zweigen erzielten Werte weichen bedeutend voneinander ab. Die an den jüngsten Mutterzweigen entwickelten Zweige III. Ordnung weisen sogar eine noch erheblich kleinere Verbreitung der männlichen Blütenbildung auf als die für die IV. Sprossordnung (vgl. S. 98) im Durchschnitt gefundene. Dies ist der Fall, wenn man auch die an 1—13-jährigen Mutterzweigen entwickelten Zweige III. Ordnung betrachtet. Es finden sich nämlich unter diesen 794 Zweigen nur 157 oder 19.8 % männlich blühende.

Es steht wohl ausser Zweifel, dass diese interessante Erscheinung sich in der gleichen Weise vollzieht, wie dies in der Tabelle S. 83 (unten) für die weibliche Blütenbildung angedeutet wurde, jedoch bietet auch hier das spärliche Material keine Voraussetzungen für eine endgültige Entscheidung der Frage.

Ganz wie die übermässig reiche weibliche Blütenbildung in der zweiten Sprossordnung die *Jahrgangsunterschiede* nicht zum Ausdruck kommen lässt, entziehen sich diese wegen der Spärlichkeit der männlichen Blütenbildung innerhalb desselben Jahrgangs jeder Beurteilung. Die III. und die IV. Sprossordnung dagegen geben in der Tabelle unten solche jährlichen Schwankungen des männlichen Blühens deutlich zu erkennen.

Jahr	II. Sprossordnung			III. Sprossordnung						IV. Sprossordnung		
	nung			1—13-jähr. Mutterzweige			13—23-jähr. Mutterzweige			nung		
	Sa. Zw.	männl. blühend		Sa. Zw.	männl. blühend		Sa. Zw.	männl. blühend		Sa. Zw.	männl. blühend	
		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent
1910	47	2	4.3	217	12	5.5	394	146	37.1	1 029	133	12.9
1909	44	7	15.9	176	98	55.7	407	388	95.3	847	486	57.4
1908	41	2	4.9	130	4	3.1	410	71	17.3	664	48	7.2
1907	38	0	0.0	121	8	6.6	417	92	22.1	626	88	14.1
1906	38	3	7.9	82	22	26.8	398	156	39.2	541	64	11.8

1909 ist das ohne Vergleich reichste männliche Blütejahr, aber auch die Jahre 1910 und 1906 haben nicht unbeträchtliche Mengen männlicher Blüten hervorgebracht. Die auf das Jahr 1906 bezüglichen Angaben müssen jedoch hier als nicht ganz zuverlässig betrachtet werden, denn die männliche Blütenbildung war in diesem Jahre an den Jahrestrieben durchgehends sehr schwach. In Anbetracht dessen muss 1906 trotz der nicht geringen Verbreitung der Blüten doch als schwaches Blütejahr bezeichnet werden. In vielen Fällen waren die Spuren männlicher Blüten an den Jahrestrieben äusserst unsicher, und es erscheint deshalb möglich, dass auch die Verbreitung des Blühens oben etwas überschätzt worden ist.

Als recht auffallend verdient der Umstand Erwähnung, dass die aus jüngeren Mutterzweigen stammende Gruppe der dritten Sprossordnung für das Jahr 1910 eine so stark herabgesetzte männliche Blütenbildung aufweist. Wenn man weiter noch bedenkt, dass eben dieselbe Gruppe im Jahre 1910 einen abweichend hohen Wert für die weibliche Blütenbildung ergab, so liegt der Gedanke nahe, dass diese Unregelmässigkeit nicht ohne weiteres auf Rechnung der ungleichmässigen Verteilung des Materials auf die Altersklassen der Zweige zu setzen ist. Bei dem später ausgeführten Vergleich zwischen dem Auftreten der beiden Geschlechter wird diese Erscheinung noch erörtert werden.

*Die Korrelation zwischen den nacheinander folgenden Jahrestrieben* in betreff der männlichen Blütenbildung erinnert in vieler Hinsicht an die oben für die weibliche Blütenbildung dargelegte. Die in der II. Sprossordnung notierten 14 Fälle männlichen Blühens verteilen sich auf nur 7 Zweige. Eine strengere Lokalisierung der Blütenbildung ist, wie aus dieser Übersicht der 6—23-jährigen Zweige hervorgeht, unmöglich.

Männliche Blütenbildung					Sa. Zw.
1910	1909	1908	1907	1906	
♂	♂	♂	0	♂	2
0	♂	0	0	♂	1
0	♂	0	0	0	4
0	0	0	0	0	27

In den schwächeren Blütejahren sind die Blüten nur an denjenigen Zweigen aufgetreten, die auch 1909 männlich blühten. Bei der genaueren Bestimmung der Stärke der Korrelation werden hier, ebenso wie für die weibliche Blütenbildung, die abweichenden 1-jährigen Triebe ausgeschlossen. Die Anzahl der männlich und nicht-männlich blühenden Jahrestriebe der nacheinander folgenden Jahrgänge verteilen sich dann in der III. Sprossordnung folgenderweise.

Korrelation in der männl. Blütenbild. aufeinander folgender Jahrestriebe, III. Sprossordnung																
		1909			1908			1907			1906					
		$\sigma_0$	$\sigma_1$	Sa. Zw.												
$\sigma_0$	1910	62	418	480	1909	58	0	58	1908	342	68	410	1907	235	100	335
$\sigma_1$		0	125	125		424	84	508		37	33	70		25	57	82
Sa. Zw.		62	543	605		482	84	566		379	101	480		260	157	417

Die Korrelationskoeffizienten erhalten folgende Werte:

Jahre	$r \pm m_r$
1910—1909 .....	$+ 0.220 \pm 0.039$
1909—1908 .....	$+ 0.140 \pm 0.041$
1908—1907 .....	$+ 0.265 \pm 0.042$
1907—1906 .....	$+ 0.326 \pm 0.044$

Für die IV. Sprossordnung ergibt sich ganz entsprechend nachstehende Übersicht,

Korrelation in der männl. Blütenbild. aufeinander folgender Jahrestriebe IV. Sprossordnung																
		1909			1908			1907			1906					
		$\sigma_0$	$\sigma_1$	Sa. Zw.												
$\sigma_0$	1910	249	382	631	1909	241	2	243	1908	439	69	508	1907	373	22	395
$\sigma_1$		4	61	65		346	46	392		14	19	33		41	33	74
Sa. Zw.		253	443	696		587	48	635		453	88	541		414	55	469

woraus die Koeffizienten der Korrelation berechnet werden:

Jahre	$r \pm m_r$
1910—1909 .....	$+ 0.202 \pm 0.036$
1909—1908 .....	$+ 0.201 \pm 0.038$
1908—1907 .....	$+ 0.285 \pm 0.039$
1907—1906 .....	$+ 0.442 \pm 0.037$

Die gefundenen Koëffizienten deuten eine nicht besonders starke Korrelation an. Wie bei Besprechung der weiblichen Blütenbildung schon dargelegt, geben sie jedoch nicht die tatsächliche Stärke der Korrelation an, sondern können nur als minimale Beträge derselben bezeichnet werden. Auch in denjenigen Fällen, wie in der III. Sprossordnung die Kombinationen 1910—1909 und 1909—1908, wo die Blütenbildung im schwächeren Blütejahre ausschliesslich an den Zweigen auftrat, die auch im anderen Jahre blühten, wurden niedrige Koëffizienten (+ 0.220 bzw. + 0.140) gefunden; eine vollkommener Korrelation wäre in diesen Fällen jedoch nicht möglich gewesen.

Auch hier wirken die Jahrgangsverschiedenheiten in der Blütenbildung ungünstig auf das Ergebnis ein. Ihr Einfluss lässt sich mit Vorteil in der Weise abschwächen, dass die Intensität der Blütenbildung — bei Klassifizierung der Jahrestriebe nach der Länge des männlich blühenden Teiles — als Einteilungsgrundlage gewählt wird. Die Bestimmung der Länge des männliche Blüten tragenden Teiles des Jahrestriebes wird zwar nicht selten etwas unsicher, weil die männlichen Blüten oft an der einen (dem Lichte zugewandten) Seite des Jahrestriebes eine reichere Entwicklung erreichen, doch habe ich bei Benutzung dieses Verfahrens ziemlich befriedigende Resultate herausbekommen. Diese Gradierung wurde für das vorliegende Individuum leider unterlassen.

Am unmittelbarsten tritt uns die hier behandelte Korrelationserscheinung entgegen, wenn wir dieselbe in gleicher Weise, wie S. 91 für die weibliche Blütenbildung ausgeführt wurde, ausdrücken.

Sprossordnung	Jahre	Im ausgeprägteren Blütejahre % der Zw. mit ♂-Blüten	Im schwächeren Blütejahre	
			♂-bl. Zw. in % derjenigen des anderen Jahres	% der ♂-bl. Zw. mit ♂-Bl. auch im anderen Jahre
III	1910—1909	89.8	23.0	100.0
	1909—1908	89.8	16.5	100.0
	1908—1907	21.0	69.3	47.1
	1907—1906	37.4	51.9	69.1
IV	1910—1909	63.7	14.7	93.8
	1909—1908	61.7	12.2	95.8
	1908—1907	16.3	37.5	57.6
	1907—1906	15.8	74.3	60.0

Die letzte Kolumne zeigt, wie ausgesprochen die männliche Blütenbildung sich auch in zwei nacheinander folgenden schwachen Blütejahren an denselben Zweigen konzentriert. Sogar dort, wo im ausgeprägteren Blütejahre nur 16—21 % der Zweige männlich blühten und die Verbreitung des Blühens im anderen Jahre eine nicht sehr viel geringere als in jenem ist (70—75 %), beschränkt sich die Hauptmenge (50—60 %) der Blüten auf dieselben Zweige.

Wenn die mehr als 6-jährigen <sup>1)</sup> Zweige jetzt als Einheiten bei der Beurteilung der Stabilität der Zweige inbetreff ihrer Neigung zum männlichen Blühen genommen werden so möge auch hier zuerst ein Vergleich mit dem Verhalten bei völliger positiver Korrelation in der fraglichen Hinsicht angestellt werden.

Männliche Blütenbildung								
in den Jahren					auf Anzahl Zweige			
					III. Sprossordnung		IV. Sprossordnung	
1910	1909	1908	1907	1906	ideales Verhalten	gefunden	ideales Verhalten	gefunden
♂	♂	♂	♂	♂	60	14	30	7
♂	♂	0	♂	♂	20	13	1	5
0	♂	0	♂	♂	1	19	24	15
0	♂	0	0	♂	75	62	0	15
0	♂	0	♂	0	0	17	19	31
0	♂	0	0	0	222	172	212	178
♂	♂	♂	♂	0	0	1	0	2
♂	♂	♂	0	♂	0	8	0	1
0	♂	♂	♂	♂	0	10	0	4
♂	♂	0	♂	0	0	4	0	4
0	♂	♂	0	♂	0	8	0	2
♂	♂	0	0	♂	0	15	0	0
♂	♂	♂	0	0	0	9	0	1
0	♂	♂	♂	♂	0	1	0	3
0	♂	♂	0	0	0	9	0	9
♂	♂	0	0	0	0	16	0	9
0	0	0	♂	0	0	2	0	1
0	0	0	0	♂	0	7	0	4
♂	0	0	0	0	0	0	0	1
♂	0	0	♂	♂	0	0	0	1
0	0	♂	♂	♂	0	0	0	1
Sa. Zw. mit ♂-Blüten					378	387	286	294
» » ohne » »					39	30	183	175
Gesamtzahl Zweige					417		469	

<sup>1)</sup> Vgl. die Bemerkung S. 88.

Aus den letzten Zeilen der beiden Gruppen geht hervor, dass die Blütenbildung in den schwächeren Blütejahren fast ausschliesslich an denjenigen Zweigen erschienen ist, die im ausgesprochensten der Blütejahre, 1909, männliche Blüten hervorbrachten. Ausnahmen bilden nur 9 Zweige der dritten und 8 Zweige der vierten Ordnung. Insbesondere die IV. Sprossordnung, wo ein bedeutender Überschuss nicht-männlich blühender Zweige vorhanden ist, zeigt also in dieser Hinsicht eine bemerkenswerte Annäherung an das ideale Verhalten. Ebenso wie bei der weiblichen Blütenbildung steckt die eigentliche Abweichung der gefundenen Werte in der gebrochenen Kontinuität der Blütenbildung an denjenigen Zweigen, die bei vollkommener Korrelation alljährlich männliche Blüten hervorgebracht hätten; die Anzahl der Blütungskombinationen wird hierbei selbstverständlich eine Steigerung erfahren. Die Abnahme der Anzahl jedes Jahr blühender Zweige wird durch eine entsprechende Zunahme der Anzahl solcher Zweige kompensiert, die in der hier behandelten Periode von 5 Jahren männliche Blüten an 2—4 Jahrestrieben tragen. Die Anzahl nur einmal blühender Zweige wird dabei auch stark reduziert, und zwar so, wie es aus nachstehender Übersicht näher hervorgeht:

Anzahl ♂-bl. Triebe an jedem Zweige	Anzahl der Zweige			
	III. Sprossordnung		IV. Sprossordnung	
	ideales Verhalten	gefunden	ideales Verhalten	gefunden
0 .....	39	30	183	175
1 .....	222	181	212	184
2 .....	75	104	19	64
3 .....	1	56	24	27
4 .....	20	32	1	12
5 .....	60	14	30	7
Sa. Zw.	417		469	

Die hieraus ersichtliche zeitweilige oder völlige Unterbrechung des Blühens vieler Zweige braucht gar nicht immer als ein Beleg dafür angesehen werden, dass die Stabilität der »Neigung« zur männlichen Blütenbildung bei den Zweigen eine geringe sei. Voraussichtlich wird sie vielmehr künftig z. T. ihre Erklärung in anderen Umständen finden, wie später unten angedeutet werden soll; z. T. spielt hier wahrscheinlich auch die Veränderung der Blüteneigung mit dem Zweigalter nebst den Verschiedenheiten des Jahrescharakters mit,

wie dies beim ersten Nachdenken ohne weiteres erhellt. Der Zweig von bestimmtem Alter reagiert ja in verschiedenen Jahren verschieden, und die einzelnen Jahrestriebe desselben Zweiges reagieren je nach ihrer Stellung zum Mutterzweige auf dieselben Bedingungen in ganz abweichender Weise; ausserdem kann die »Periode« der Blütetendenz bei den einzelnen Zweigen einen etwas verschiedenen Verlauf haben. Unregelmässige Schwankungen der fraglichen Neigung des Zweiges brauchen also durchaus nicht als Erklärungsgrund für die erwähnten Abweichungen vom idealen Verhalten bei vollständiger Korrelation herangezogen zu werden. Weitere Gesichtspunkte zur Beurteilung dieser Abweichungen ergeben sich aus den später erörterten Beziehungen zwischen den Geschlechtern sowie aus der im folgenden Kapitel erörterten Abhängigkeit der männlichen Blütenbildung von der Nadelentwicklung.

In Anbetracht des oben Gesagten wie auch im Anschluss an die für die weibliche Blütenbildung über den Einfluss der Null-Klasse auf die Korrelationsbestimmung gemachten Bemerkungen können auch hier die aus den Angaben S. 104 unten zusammengestellten Korrelationstabellen nur annähernde Minimalwerte liefern.

Spross- ordnung.	Anzahl ♂-bl. Jahres- triebe 1910— 1906 <sup>1)</sup>	1910			1909			1908			1907			1906		
		♂ <sub>0</sub>	♂ <sub>1</sub>	Sa. Zw.												
III	0	30	0	30	30	172	202	30	0	30	30	2	32	30	7	37
	1	181	16	197	9	104	113	181	9	190	179	17	196	174	62	236
	2	88	28	116	0	56	56	95	18	113	87	24	111	42	42	84
	3	28	22	50	0	32	32	38	19	57	32	24	56	14	31	45
	4	10	14	24	0	14	14	13	14	27	8	14	22	1	14	15
	Sa. Zw.	337	80	417	39	378	417	357	60	417	336	81	417	261	156	417
IV	0	175	1	176	175	178	353	175	0	175	175	1	176	175	4	179
	1	183	9	192	6	64	70	184	9	193	183	31	214	180	15	195
	2	55	6	61	0	25	25	55	7	62	33	24	57	49	19	68
	3	21	8	29	2	12	14	20	7	27	3	11	14	8	10	18
	4	4	7	11	0	7	7	5	7	12	1	7	8	2	7	9
	Sa. Zw.	438	31	469	183	286	469	439	30	469	395	74	469	414	55	469

<sup>1)</sup> Der als relativ gewählte Jahrgang nicht miteinbezogen.

Die Korrelationskoeffizienten betragen in der III. Sprossordnung:

Jahr	$r \pm m_r$
1910 .....	$+ 0.400 \pm 0.041$
1909 .....	$+ 0.198 \pm 0.047$
1908 .....	$+ 0.391 \pm 0.041$
1907 .....	$+ 0.382 \pm 0.042$
1906 .....	$+ 0.380 \pm 0.042$ ;

in der IV. Sprossordnung:

Jahr	$r \pm m_r$
1910 .....	$+ 0.382 \pm 0.039$
1909 .....	$+ 0.323 \pm 0.041$
1908 .....	$+ 0.386 \pm 0.039$
1907 .....	$+ 0.517 \pm 0.034$
1906 .....	$+ 0.445 \pm 0.037$

Unter den sonst sehr gut miteinander übereinstimmenden Werten weichen nur diejenigen für das Jahr 1909 in der III. sowie diejenigen für 1907 in der IV. Sprossordnung in höherem Grad ab. Durchschnittlich dürfte die Korrelation zu  $+ 0.38$ — $+ 0.40$  veranschlagt werden können. Sie ist somit erheblich fester als die nach dem Verhalten der unmittelbar nacheinander folgenden Jahrestriebe bestimmte (S. 102) und liefert eine sichere Stütze für die Schlussfolgerung auf S. 104, dass die Stabilität der Neigung der Zweige zur männlichen Blütenbildung eine erhebliche ist.

### C. Die Beziehungen zwischen der weiblichen und der männlichen Blütenbildung.

Aus den obigen Erörterungen über die männliche und die weibliche Blütenbildung gehen schon einige interessante Vergleichspunkte hervor.

Die »Periode« der Blütenbildung am Zweige verläuft wohl der Hauptsache nach für die beiden Geschlechter ähnlich, jedoch herrschen in einigen Einzelheiten bemerkenswerte Abweichungen. So war die weibliche Blütenbildung an aus älteren Mutterzweigen entstandenen einjährigen Zweigen III. Ordnung so gut wie vollkommen unterdrückt, während männliche Blüten nicht gerade selten vorkommen und in einigen der Jahre sogar allgemein auftreten. An den zweijährigen Zweigen zeigte die weibliche Blüten-

bildung noch eine starke Herabsetzung, das männliche Blüten dagegen findet hier bestes Gedeihen. Jenes Geschlecht erreicht das Maximum der Verbreitung erst an 3-jährigen Zweigen, wo männliche Blüten schon etwas spärlicher zu werden scheinen und von wo an ihre Verbreitung meistens recht schnell abzunehmen beginnt. Die weibliche Blütenbildung erhält sich dagegen bis etwa zum achten Altersjahre des Zweiges nicht sehr herabgesetzt. Für die weibliche Blütenbildung würden also die 3—8-jährigen Triebe, für die männliche die 2—3-jährigen die Altersklassen der Blütenbildung *par préférence* vertreten. Bei den im Gipfel gebildeten Zweigen III. Ordnung wurde für die »Periode« der weiblichen Blütenbildung eine Annäherung an das für das männliche Blüten dargelegte Verhältnis festgestellt.

In ihrer Verbreitung in den verschiedenen Sprossordnungen weisen die Geschlechter ausgesprochene und höchst auffallende Unterschiede auf. Wenn derjenigen Sprossordnung, wo die Verbreitung der Blütenbildung am grössten ist, der Wert 100 gegeben wird, stellen sich folgende Vergleichszahlen heraus (vgl. die Tabellen S. 82 und 98):

Sprossordnung	♀-Bl.	♂-Bl.
I .....	100.0	0.0
II .....	87.5	18.7
III .....	8.7	100.0
IV .....	0.1	61.6
V .....	0.0	46.4

Das weibliche Geschlecht erreicht seine maximale Verbreitung in der I. und II. Sprossordnung, die Blütenbildung wird in der III. ausserordentlich herabgesetzt, tritt in der IV. nur spurenweise auf und lässt sich in der V. nicht mehr nachweisen. Männliche Blüten kamen an den Jahrestrieben des Hauptstamms nicht vor — dies scheint übrigens eine ganz allgemeine Erscheinung zu sein — und waren in der II. Sprossordnung sehr spärlich und nur an basalen Zweigen vorzufinden. Das Maximum der Verbreitung tritt in der III. Sprossordnung ein, in den folgenden Sprossordnungen nimmt sie beträchtlich ab, jedoch scheinen noch in der V. männliche Blüten gar nicht spärlich vorzukommen; ich erteile jedoch den die V. Sprossordnung betreffenden Angaben keine entscheidende Bedeutung zu, weil nur 48 Jahrestriebe untersucht wurden. Im Verhalten der Sprossordnungen zueinander zeigen die Geschlechter somit eine hochgradige Selbständigkeit. Die Mengenverhältnisse der männlichen und weiblichen Blüten muss demgemäss auch innerhalb jeder der Sprossord-

nungen verschieden ausfallen, um wie viel, geht aus der folgenden Übersicht hervor.

Sprossordnung	% der Zweige		Differenz ♂ ÷ ♀	
	♀-bl.	♂-bl.	absolut	relativ <sup>1)</sup>
I .....	100.0	0.0	÷ 100.0	÷ 100.0
II .....	87.5	6.7	÷ 80.8	÷ 85.7
III .....	8.7	35.9	+ 27.2	+ 60.9
IV .....	0.1	22.1	+ 22.0	+ 99.2
V .....	0.0	16.7	+ 16.7	+ 100.0

Hier tritt die Inversität in der Verbreitung der Geschlechter innerhalb der verschiedenen Sprossordnungen sehr deutlich hervor. Die relative Menge der männlichen Blüten steigt von der I. Sprossordnung an in dem Masse, wie die Verbreitung der weiblichen abnimmt. Die I. und II. Sprossordnung werden von der weiblichen Blütenbildung beherrscht, die IV. und V. von der männlichen. Diese Inversität wurde auch für verschiedene Teile derselben Sprossordnung festgestellt. Unter den jüngeren Zweigen II. Ordnung fanden sich keine männlich blühenden, während fast alle weibliche Blüten trugen, unter den älteren Zweigen derselben Ordnung traten männliche Blüten schon allgemein auf, während die weibliche Blütenbildung herabgesetzt ist. In der III. Sprossordnung wurde eine starke Herabsetzung des männlichen Blühens bei abnehmendem Alter des Mutterzweiges nachgewiesen, die weibliche Blütenbildung jedoch scheint sich in ganz entgegengesetzter Weise zu verhalten.

Inbetreff der absoluten Verbreitung der Geschlechter mag erwähnt werden, dass von den sämtlichen untersuchten 7,297 Jahrestrieben 2,010 oder 27.5 % männlich blühten, dagegen nur 463 oder 6.3 % weiblich. Die männliche Blütenbildung befindet sich also sehr im Übergewicht. Das weibliche Blütenvorkommen beschränkt sich dabei so gut wie ausschliesslich auf die II. Sprossordnung, wo fast alle 2—23-jährigen Zweige weiblich blühten. Die männliche Blütenbildung erreicht wohl in der III. Sprossordnung ihr Maximum mit bloss 35.9 %, ist aber noch in den höheren Sprossordnungen allgemein verbreitet. Somit ist die Lokalisierung der weiblichen Blütenbildung an ganz besonders bevorzugten Zweigen eine sehr ausgesprochene, während der männlichen Blütenbildung eine viel ausgedehntere Verbreitungsfähigkeit über das Zweigmaterial zukommt.

<sup>1)</sup> Auf die Summe der Prozente bezogen ( $= \frac{\sigma}{\sigma + \phi} \%$ ).

Der Jahrescharakter übt keineswegs einen entsprechenden Einfluss auf die männliche und die weibliche Blütenbildung aus. Dies tritt am deutlichsten hervor, wenn die Angaben für die männliche Blütenbildung in der II.—IV. Sprossordnung mit derjenigen für die weibliche Blütenbildung in der III. verglichen werden. Die Verbreitung des Blühens ist in den letzten Kolonnen in Prozenten der Anzahl der im vorzüglichsten der Blütejahre blühenden Zweige ausgedrückt («Vergleichszahlen»).

Jahr	Sa. Zw.	Männl. blühend		Sa. Zw.	Weibl. blühend		Vergleichszahlen		
		Anzahl	Prozent		Anzahl	Prozent	♂	♀	Diff. ♂ ÷ ♀
1910....	1687	293	17.4	611	93	15.2	26.1	76.8	÷ 50.7
1909....	1474	979	66.6	583	38	6.5	100.0	32.8	+ 67.2
1908....	1245	125	10.0	540	16	3.0	15.0	15.2	÷ 0.2
1907....	1202	188	15.7	538	21	3.9	23.6	19.7	+ 3.9
1906....	1059	245	23.1	480	95	19.8	34.7	100.0	÷ 65.3

Die schwächsten der Blütejahre, 1908 und 1907, weichen unter sich in betreff des Verhaltens der Geschlechter zueinander so gut wie gar nicht ab. Auch die Jahre 1910 und 1906 stimmen darin gut miteinander überein, dass die weibliche Blütenbildung verhältnismässig viel stärker ist als die männliche. Bei dem Jahre 1909 dagegen liegt die Sache ganz umgekehrt. Man darf wohl deshalb hervorheben, dass der Jahrescharakter die männliche und die weibliche Blütenbildung weder in derselben noch in entgegengesetzter Richtung beeinflusst, sondern dass die Geschlechter sich auch in dieser Beziehung ziemlich unabhängig voneinander verhalten. Dieses Verhältnis hat früher <sup>1)</sup> eine allgemeine Bestätigung darin gefunden, dass die männlichen und die weiblichen Blütejahre der Kiefer einander nicht immer entsprechen.

Die Stabilität der Neigung der Zweige männliche oder weibliche Blüten hervorzubringen ist eine ziemlich starke, doch scheint sie bei der weiblichen Blütenbildung nicht unerheblich grösser zu sein als bei der männlichen. Für jene erreichten nämlich (S. 94) die Koeffizienten durchschnittlich die Werte + 0.55—+ 0.65, für diese (S. 107) dagegen nur + 0.38—+ 0.40. Über die wahrscheinlichen Ursachen dieser Abweichung wird im IV. Abschnitt (S. 140—142) näher berichtet werden. Die Konstanz der weiblichen und männlichen Blütetendenz der Kiefer überhaupt wurde in der

<sup>1)</sup> »Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer«, S. 31.

eben zitierten Arbeit (S. 73—74) durch die Koeffizienten etwa  $+0.40 - +0.50$  bzw.  $+0.56 - +0.62$  veranschaulicht, also nicht sehr verschieden.

Aus den oben ermittelten Tatsachen geht die *Korrelation zwischen der männlichen und der weiblichen Blütenbildung* an denselben Jahrestrieben und denselben Zweigen nicht hervor. Einen Aufschluss hierüber ermöglicht die III. Sprossordnung, wo sowohl männlich als weiblich blühende Zweige in grosser Anzahl vorkommen. Alle völlig sterilen Zweige werden bei der Korrelationsbestimmung selbstverständlich ausgeschlossen, weil sie sonst — obwohl ihre geschlechtliche Neigung überhaupt nicht zum Ausdruck kommt — das Ergebnis in der Richtung nach der positiven Korrelation stark verschieben würden. Nichtsdestoweniger üben die noch übriggebliebenen Vertreter der gemeinsamen Null-Klasse in den verschiedenen Jahrgängen diese ungünstige Wirkung auf das Resultat in hohem Grad aus, wie schon unmittelbar aus den folgenden Tabellen deutlich ersichtlich wird.

♂-Bl. der Jahres- triebe	Weibliche Blütenbildung der Jahrestriebe														
	1910			1909			1908			1907			1906		
	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.	♀ <sub>0</sub>	♀ <sub>1</sub>	Sa. Zw.
♂ <sub>0</sub>	393	94	487	10	7	17	419	17	436	322	21	343	160	72	232
♂ <sub>1</sub>	159	12	171	552	33	585	84	0	84	101	0	101	156	23	179
Sa. Zw.	552	106	658	562	40	602	503	17	520	423	21	444	316	95	411

Es ergeben sich die Korrelationskoeffizienten:

Jahr	$r \pm m_r$
1910	$\div 0.147 \pm 0.038$
1909	$\div 0.236 \pm 0.039$
1908	$\div 0.081 \pm 0.043$
1907	$\div 0.121 \pm 0.047$
1906	$\div 0.214 \pm 0.047$

Die kleinsten Werte beziehen sich hier auf diejenigen Jahrgänge, 1908 und 1907, wo die Trennung der Geschlechter an den Zweigen eine vollkommene ist. Es ist die gemeinsame Null-Klasse, welche

diese höchst erhebliche Herabsetzung der Beträge der Koэффициenten bedingt, sie darf aber andererseits kaum ohne weiteres bei der Berechnung weggelassen werden. Ebenso sind die Schwankungen der Koэффициenten hauptsächlich von der Grösse der besagten Klasse hervorgerufen. Allerdings verdienen die Werte als Ausdrücke für die minimale Grösse der fraglichen Korrelation alle Beachtung. Sie zeigen ja immerhin ganz entschieden, *dass zwischen den Geschlechtern eine negative Korrelation inbetreff ihrer Verbreitung an den Zweigen besteht*, oder ganz entsprechend dem, was für die Intensitäten des männlichen und des weiblichen Blühens verschiedener Kieferindividuen früher festgestellt wurde <sup>1)</sup>.

Da die auslösenden Ursachen der Erscheinung sich voraussichtlich ebenso vollkommen decken, dürfte man berechtigt sein auch hier von einer »Geschlechtsdivergenz« in der Blütenbildung der Zweige zu sprechen. Jedenfalls scheint sie in den beiden Fällen dieselben Gesetze zu befolgen, indem u. a. die Geschlechtsdivergenz der Zweige immer deutlicher zum Ausdruck gelangt, je schwächer die Blütenbildung in irgendeinem Jahrgang ist und je weniger die Verbreitung der beiden Geschlechter voneinander abweicht (vgl. die zitierte Arbeit, S.49). Die nachstehende Übersicht gibt diesbezüglich schon einen gewissen Einblick.

Jahr	% der Jahrestriebe		% der ♀-bl. Jahrestriebe eingeschlechtlich
	♂-blühend	♀-blühend	
1910.....	26.0	16.1	88.7
1909.....	97.2	6.6	17.5
1908.....	16.2	3.3	100.0
1907.....	22.8	4.7	100.0
1906.....	43.6	23.1	75.8

Im Jahre 1909, wo nahezu alle Jahrestriebe männlich blühten, musste das reichliche Auftreten von Zwittertrieben unter den weiblich blühenden notwendigerweise die Folge werden. In Anbetracht der höchst bescheidenen Verbreitung der weiblichen Blüten (6.6 %) ist es unter diesen Umständen sogar auffallend, dass gleichwohl gegen  $\frac{1}{5}$  der weiblichen Blütenbildung an solchen Zweigen eingesetzt hat, die keine männlichen Blüten hervorbrachten. Das Jahr 1906 ist ebenso durch ein reiches männliches Blühen ausgezeichnet, das aber nur etwa die Hälfte aller Zweige ergreift während  $\frac{1}{4}$  der Jahres-

<sup>1)</sup> Die zitierte Untersuchung des Verf., S. 80.

triebe weiblich blühten. Hier zeigt sich schon in ausgesprochener Weise die Neigung der Geschlechter verschiedene Zweige einzunehmen, denn  $\frac{3}{4}$  der weiblich blühenden Jahrestriebe wiesen keine Spuren männlicher Blüten auf. Wenn sowohl die männliche als die weibliche Blütenbildung im Jahre 1910 noch weiter herabgesetzt erscheint, so steigt dementsprechend auch die relative Anzahl der eingeschlechtlich blühenden Jahrestriebe. Die schwächsten Blütejahre 1908 und 1907 zeigen eine völlige Trennung der Geschlechter an verschiedenen Zweigen.

Soweit die Sache hier beurteilt werden kann, kommt es mir höchst wahrscheinlich vor, dass die Geschlechtsdivergenz wie die Blütereerscheinungen überhaupt am Einzelindividuum in ganz ähnlicher Weise vonstatten geht, wie sich sie im Grossen, unter den Individuen, äussert. In diesem Zusammenhang habe ich jedoch keine Gelegenheit die Einzelheiten zu erörtern. Ich möchte nur darauf hinweisen, dass die besprochene Erscheinung erst dann Gegenstand einer einwandfreieren Behandlung als der obigen werden kann, wenn bei der Korrelationsberechnung die Gradierung der Intensitäten der männlichen (nach der Entwicklung der Blütenquirle) und der weiblichen (nach der Anzahl der Blüten) Blütenbildung durchgeführt worden ist.

Auf indirektem Wege lässt sich die Auffassung über die Beziehungen zwischen den Geschlechtern noch etwas vervollständigen. Da die Neigung der Zweige männliche oder weibliche Blüten zu entwickeln sich in nacheinander folgenden Jahren einigermaßen unverändert behauptet, stellt es sich als logische Folgerung der oben dargelegten Verhältnisse ein, dass auch die Zweige als Ganze eine negative Korrelation zwischen den Geschlechtern aufweisen müssen. Zur Nachprüfung dessen kann die folgende Zusammenstellung der Blütereerscheinungen an den 6—15-jährigen Zweigen III. Ordnung dienen, wo die Klasseneinteilung der Reihen auf die Anzahl der männliche bezw. weibliche Blüten tragenden Jahrestriebe basiert ist.

Anzahl ♂-bl. Jahrestriebe	Anzahl ♀-bl. Jahrestriebe						Sa. Zw.
	0	1	2	3	4	5	
0.....	28	0	0	1	1	0	30
1.....	128	37	5	2	5	4	181
2.....	82	12	4	2	2	1	103
3.....	42	12	3	0	0	0	57
4.....	27	4	1	0	0	0	32
5.....	14	0	0	0	0	0	14
Sa. Zw.	321	65	13	5	8	5	417

Wenn die 28 ganz sterilen Zweige, über deren geschlechtliche Neigung übrigens nichts ausgesprochen werden kann, bei der Berechnung unberücksichtigt gelassen werden, ergibt die Tabelle einen Korrelationskoeffizienten

$$r = \div 0.163 \pm 0.049$$

als Gesamtausdruck für die Beziehungen der Geschlechter zueinander.

In derselben Weise geordnet lassen sich sämtliche, den mehr als 6-jährigen Zweigen aus allen Sprossordnungen betreffenden Angaben zur nachstehenden Übersicht vereinigen.

Anzahl ♂-bl. Jahrestriebe	Anzahl ♀-bl. Jahrestriebe						Sa. Zw.
	0	1	2	3	4	5	
0.....	203	0	0	1	2	26	232
1.....	310	40	5	2	5	7	369
2.....	146	13	4	2	2	2	169
3.....	71	12	3	0	0	0	86
4.....	39	5	1	1	0	0	46
5.....	21	0	0	0	0	0	21
Sa. Zw.	790	70	13	6	9	35	923

Bei Mitnahme der gemeinsamen 0-Klasse stellt sich hier der Wert

$$r = \div 0.115 \pm 0.032$$

heraus. Um den ungünstigen Einfluss der besagten Klasse zu vermeiden, wurde die Berechnung in der Weise wiederholt, dass nur die sowohl männlich als weiblich blühenden Zweige (Klassen 1—5 der beiden Reihen) mitgenommen wurden. Der so erhaltene Koeffizient

$$r = \div 0.154 \pm 0.096$$

zeigt im Vergleich zu dem früheren eine verhältnismässig beträchtliche Steigerung und fällt mit dem aus der III. Sprossordnung erzielten fast ganz zusammen. Es muss aber hervorgehoben werden, dass dieser Koeffizient keinen erschöpfenden Ausdruck für die fraglichen Beziehungen darstellt und dass der Gegensatz zwischen den geschlechtlichen Neigungen der Zweige durch denselben zahlenmässig nicht genau präzisiert wird. Denn die Korrelation ist keineswegs eine einfache, sondern *es bestehen hier zwei in ganz entgegengesetzter Richtung verlaufende Korrelationserscheinungen.*

Schon die Verteilung der Varianten in den zwei letzten oben mitgeteilten Tabellen trägt das Zeugnis der zusammengesetzten Natur der Korrelation an sich. Die Übereinstimmung mit der in dem zitierten Aufsatz des Verf., S. 77, für das Verhalten der Intensitäten des ♂- und ♀-Blühens der Individuen mitgeteilten Korrelationstabelle ist eine ganz auffallende. Die dort gemachten Bemerkungen über den Einfluss der gemeinsamen Null-Klasse gelten auch hier, bloss mit dem Unterschied, dass es sich hier um Zweige anstatt Individuen handelt, und brauchen deshalb nicht wiederholt zu werden.

Oben wurde schon gezeigt, wie die Verbreitung der beiden Geschlechter von der III. Sprossordnung an gleichzeitig, wenn auch mit verschiedener Stärke abnahm. Für die III. Sprossordnung werden unten noch Belege dafür geliefert, dass die Blütenbildung überhaupt die in vegetativer Hinsicht kräftigsten Zweige dieser Ordnung bevorzugt.

Auch das Alter der Zweige beeinflusst in demselben Sinn die Entwicklung der beiden Geschlechter. Die Kulmination der »Periode« am Zweige erfolgt etwa gleichzeitig, und bei gesteigertem Alter nimmt sowohl die männliche als die weibliche Blütenbildung schnell ab. In diesen Umständen ist schon die Richtlinie einer positiven Korrelation gegeben, die jedoch nur in der Herabsetzung der in obiger Weise berechneten Koeffizienten einen Ausdruck findet. Der Einfluss derselben kann bei der hier benutzten Art der Korrelationsbestimmung nicht vollständig beseitigt werden, jedoch wurde er bei Mitnahme nur zwitterblühender Zweige einigermaßen abgeschwächt.

Es bestehen aber auch, wie oben (z. B. S. 107—110) näher auseinandergesetzt worden ist, ausgesprochene Gegensätze in der Verbreitung des männlichen und des weiblichen Blühens auf dem Individuum. Der auffallendste Ausdruck dieser negativen korrelativen Beziehungen zeigte sich darin, dass die weibliche Blütenbildung sich hauptsächlich nur auf die II. Sprossordnung beschränkte, wo männliche Blüten selten waren, während die III. Sprossordnung dem letztgenannten Geschlecht die vorzüglichsten Entfaltungsbedingungen darbot. Auch im Einzelnen wiesen die Geschlechter in ihrer Verbreitung ein entgegengesetztes Verhalten auf. Zu dem schon oben Hervorgehobenen mögen als weitere Beispiele noch die »Unregelmässigkeiten« hinzugefügt werden, welche bei der Veränderung der Blütenbildung mit dem Alter des Mutterzweiges innerhalb der III. Sprossordnung zum Vorschein kamen (S. 83, 85 und 99). Die männliche Blütenbildung im Jahre 1910 zeigte an den Gipfelzweigen

eine abweichend kräftige Herabsetzung, die weibliche Blütenbildung wird aber auch an eben denselben Zweigen verhältnismässig sehr stark befördert. Der Jahrgang 1906 jedoch zeigt inbetreff der männlichen Blütenbildung nach dem Gipfel zu nur eine ziemlich schwache Abnahme, und im Einklang hiermit verhält sich auch die Verbreitung der weiblichen Blüten etwa unverändert. Diese gegenseitigen »unregelmässigen« Abweichungen decken sich also vollkommen mit den jetzt gewonnenen Erfahrungen.

Noch verdienen solche recht häufig vorkommende Fälle erwähnt zu werden, wo sich die geschlechtliche »Neigung« des Zweiges innerhalb eines beschränkten Zeitraumes verändert. Viele Zweige weisen nämlich an den jüngeren Jahrestrieben nur weibliche Blüten auf, während sie bei etwas höherem Alter ausschliesslich männlich blühen. Diese Erscheinung darf wohl am ehesten darauf zurückgeführt werden, dass die in vegetativer Hinsicht, wie gezeigt, kräftige Entwicklung der Jahrestriebe nur die weibliche Blütenbildung befördert, während die schnelle Herabsetzung der Zuwachsintensität des Zweiges später nur die Bildung männlicher Blüten zulässt; die Sache wird im folgenden Kapitel näher begründet. Nicht gerade selten kommen aber weiter noch solche Fälle vor, wo der Zweig zuerst (insbes. als 1-jährig) nur männlich, später weiblich blüht.

Es ist noch viel zu früh sich darüber zu äussern, ob irgendwelche unmittelbaren ursächlichen Beziehungen zwischen den Geschlechtern bei der oben nachgewiesenen negativen Korrelation überhaupt bestehen. Noch weniger lässt es sich beurteilen, ob eine etwa als physiologische Regulierungserscheinung zu betrachtende wahre »Konkurrenz« zwischen den Geschlechtern vorliegt oder hierbei mitwirken könnte, indem nur oder vorwiegend das in jedem einzelnen Falle dominierende Geschlecht zur Entwicklung gelangt, während das rezessive mehr oder weniger vollkommen unterdrückt wird.

Diese negative Korrelation kann ebenso gut als sekundäre Begleiterscheinung auf ganz anderen Gründen basieren als auf konträren Gegensätzen zwischen den einzelnen Jahrestrieben bzw. Zweigen und Sprossordnungen inbetreff ihrer geschlechtlichen »Tendenzen«, oder auf einer doch recht problematischen »Konkurrenz« zwischen den Geschlechtern an den Jahrestrieben. Die Entscheidung des Geschlechtes kann ja von der vegetativen Tätigkeit des Zweiges bzw. des Jahrestriebes abhängen oder wenigstens von ihr beeinflusst werden. Die beiden Geschlechter können verschiedene optimale und minimale Anforderungen an die fragliche vegetative Ausbildung des Zweiges stellen. Dies kommt mir umso wahrscheinlicher vor, als schon früher oben darauf hingewiesen worden ist, dass

die Nadelentwicklung und der Längenzuwachs der Jahrestriebe in verschiedenen Teilen des Baumes erheblichen Schwankungen unterliegen, sowie dass die Geschlechter in ihrem Auftreten teilweise ziemlich entsprechende Abweichungen zeigen.

Eine Feststellung der eigentlichen Ursachen zu der besprochenen negativen Korrelation kann auf dem eingeschlagenen Wege überhaupt nicht erzielt werden, wemgleich im nächsten Kapitel ein Versuch gemacht wird den Beziehungen zwischen der reproduktiven und der vegetativen Sphäre um etwas näher zu rücken.

## IV. Einige Beziehungen zwischen den vegetativen und den reproduktiven Tätigkeiten.

### A. Das Verhalten der Blütenbildung zum Längenzuwachs der Nadeln und der Jahrestriebe.

Wenn man die Betrachtung dieses Gegenstandes mit einem vergleichenden Überblick des Inhalts der drei vorhergehenden Abschnitte verknüpft, so tritt schon unmittelbar das Vorhandensein einiger Beziehungen zwischen der Blütenbildung einerseits und dem Längenzuwachs der Nadeln und der Jahrestriebe, ebensowie das Fehlen anderer, hervor.

Die erwähnten vegetativen Tätigkeiten wie auch die reproduktiven, männlichen und weiblichen Charakters, zeigen eine periodische Veränderung mit dem Alter des Zweiges, welche in den Hauptzügen gleichartig verläuft, im einzelnen jedoch die relative Selbständigkeit der funktionellen Eigenart zeigt. Ob diese Ähnlichkeit des Verlaufes der »Periode« nur auf die Rechnung der ausgeprägten physiologischen bzw. anatomischen »Individualität« des Mutterorgans (Zweiges) zu setzen sei und also bei den verschiedenen Tätigkeiten vollkommen unabhängig zustande gekommen ist, oder ob man in derselben das Resultat eines selbstregulatorischen Ineinandergreifens der verschiedenen Funktionen erblicken darf, oder ob schliesslich wenigstens die Abweichungen von dem völligen Parallelismus auf physiologisch-korrelativem Wege entstanden sind, diese Aufgabe sollte eigentlich hier entschieden werden. Die Spärlichkeit des Materials bei hoher Variabilität der Eigenschaften erlaubt jedoch keine eingehende Analyse der spezifischen Momente. Man muss sich deshalb einstweilen mit den allgemeinen Schlussfolgerungen der unten ausgeführten Korrelationsbestimmungen begnügen. Es mag nur betont werden, dass die Verschiedenheiten der »Periode« der hier berücksichtigten Organe am kräftigsten in den

ersten Altersklassen Ausdruck finden derart, dass kaum zwei der oben graphisch gezeichneten Kurven miteinander übereinstimmen und ohne dass schon aus dem Verlaufe dieser Kurven berechnete Annahmen über ihre Beziehungen zueinander ausgesprochen werden könnten.

Das abweichende Verhalten der hier berücksichtigten Zuwachs- und Blüteerscheinungen in den verschiedenen Sprossordnungen lässt sich erst dann eingehender beurteilen, wenn die genaue Feststellung der periodischen Veränderungen am Zweige die Möglichkeit eines einwandfreien und kritischen Vergleichs dargeboten hat. Jedoch wurde als ein allgemeiner Zug der Sprossordnungsverschiedenheiten festgestellt, dass die Intensität aller der besprochenen Funktionen bei jeder Verzweigung mehr oder weniger stark abnimmt mit Ausnahme der männlichen Blütenbildung, die in der dritten Sprossordnung ihre höchste Entwicklung erreicht.

Es verbarg sich ursprünglich hinter dieser Untersuchung der Gedanke, dass die periodischen Erscheinungen der Blütenbildung sowohl an dem einzelnen Individuum wie im allgemeinen aus entsprechenden Schwankungen der vegetativen Tätigkeit hergeleitet werden könnten. Die nachgewiesenen Jahrgangsunterschiede zeigen jedoch keinerlei unmittelbare Beziehungen zwischen der Blütenbildung, männlich oder weiblich, einerseits und dem Zuwachs der Nadeln und der Jahrestriebe, weder im Blütejahre selbst noch im vorausgegangenen Jahre, andererseits. Auch wenn man das gesamte assimilatorische Gewebe — als einfaches Produkt der Längen der Nadeln und der Jahrestriebe ausgedrückt (vgl. unten) —, ins Auge fasst, ergibt sich keine Gegenseitigkeit zwischen den vegetativen und den reproduktiven Tätigkeiten. *Die Periodizität in der Blütenbildung wird also wahrscheinlich nicht durch die jährlichen Schwankungen der assimilierenden und transpirierenden Nadelfläche hervorgerufen.* Dies schliesst selbstverständlich andersartige Beziehungen zwischen den reproduktiven und den vegetativen Eigenschaften bei der *Verteilung* der Blüten auf das Individuum nicht aus.

Die Stabilität im Verhalten der nacheinander folgenden Jahrestriebe derselben Zweige («Individualität» der Zweige) erwies sich in betreff der besprochenen vegetativen Tätigkeiten als ausserordentlich gross, für die weibliche Blütenbildung als erheblich und für die männliche Blütenbildung als nicht gering. Diese Tatsache im Verein mit der erwähnten Ähnlichkeit in den Hauptzügen der Abweichungen an dem Individuum liefert eine Stütze für die Vermutung, dass eine gewissermassen hohe

Stabilität auch im Verhalten der beiden Arten von Funktionen zueinander bestehen dürfte. Dies zu bestätigen soll jetzt unsere Aufgabe sein.

Bei der Beurteilung des *Verhaltens der Blütenbildung zum Längenzuwachs der Nadeln* müssen die Sprossordnungen einstweilen getrennt behandelt werden. Hier kommen nur die II. und die III. Sprossordnung in Betracht, denn aus der übrigen wurden die Nadeln nicht gemessen. Innerhalb der beiden Gruppen werden weiter für einen jeden der Jahrgänge die Reihen der Nadellängen steriler, männlich, weiblich und zwitterblühender Zweige aus den am Schlusse angeführten Beobachtungsergebnissen gesondert dargestellt. Es zeigt sich dann <sup>1)</sup> sehr deutlich, *dass die weibliche Blütenbildung in der III. Sprossordnung nur dort einsetzt, wo die Nadellänge, absolut gemessen, derjenigen der weibliche Blüten tragenden Zweige II. Ordnung gleichkommt*, und nicht z. B. an den bezüglich der Nadellänge verhältnismässig kräftigsten Zweigen dieser Ordnung. *Ebenso fällt die Nadellänge der in dieser Sprossordnung angetroffenen männlich oder zwitterig blühenden Zweige innerhalb der Grenzen der in der III. Sprossordnung ähnlich blühenden.* Man darf wohl auf Grund dessen annehmen, *dass die Sprossordnungsverschiedenheiten der Blütenbildung nicht von spezifischen, durch die Verzweigung an und für sich unmittelbar herbeigeführten Unterschieden zwischen dem Hauptspross und seinen Seitenzweigen bedingt sind, sondern dass sie als eine sekundäre Begleiterscheinung der vegetativen Abweichungen der Zweige überhaupt gedeutet werden müssen* <sup>1)</sup>.

Wenn man die Sache von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, erscheint es nunmehr höchst unwahrscheinlich, dass die verschiedenen Zweige bezw. Zweigklassen (Sprossordnungen und Altersstufen) durch eine verschieden kräftige und geschlechtlich verschiedene »Neigung« zur Blütenbildung ausgezeichnet sein könnten. Von einer

<sup>1)</sup> Die Tabellen werden des Raumes wegen fortgelassen.

<sup>2)</sup> Wenn die Abweichungen zwischen dem Längenzuwachs der Nadeln bezw. der Jahrestriebe an Muttersprossen und ihren Seitenzweigen oben als spezifische, unmittelbar durch die Verzweigung hervorgerufene Erscheinungen betrachtet wurden, so war wohl auch dies nicht vollkommen berechtigt. Letzten Endes beruht wohl die Beeinflussung der erwähnten Tätigkeiten bei der Verzweigung auf entsprechenden Veränderungen des anatomischen Baues, wobei selbstverständlich die Leitungsbedingungen (also auch die Transpirationsverhältnisse) im Hauptsprosse und im Seitensprosse verschieden ausfallen müssen. Die Feststellung der Variation der anatomischen Merkmale am Individuum ist aber noch ganz eine Aufgabe der Zukunft.

»Konkurrenz« zwischen den Geschlechtern (vgl. oben) kann auch kaum die Rede sein. Wie die Blütenbildung des Baumes überhaupt nicht etwa durch den jährlichen Wechsel der produzierten Nadelmengen bedingt zu sein scheint (vgl. S. 119), so wird auch die Blütenbildung des einzelnen Sprosses nicht durch ihre hier in Betracht gezogenen vegetativen Eigenschaften hervorgerufen. Man muss sich vorstellen, dass der Baum in betreff der »Blütetendenz« als Individuum reagiert und dass den verschiedenen Zweigen also keine spezifische »Neigung« zur Blütenbildung zuerteilt werden kann. Dagegen sind die Bedingungen des Umsatzes der allgemeinen »Blütetendenz« des Baumes in sichtbaren Reaktionen bei den verschiedenen Zweigen verschieden und mit der vegetativen Tätigkeit der Zweige, wie sie in den hier behandelten Zuwacherscheinungen Ausdruck findet, innig verknüpft. Dass es so sein dürfte, ergibt sich, wenn man die gegenseitige Variation der Blütenbildung und der Nadellänge (bezw. der Trieblänge) immer mehr im einzelnen verfolgt.

---

Gemäss dem oben Dargelegten kann die Blütenbildung ohne Unterscheidung der Sprossordnungen unmittelbar mit der Nadellänge verglichen werden. Dagegen werden in der folgenden Tabelle die verschiedenen Jahrgänge noch gesondert gehalten. Die einjährigen Zweige sind aus schon bekannten Ursachen — ich verweise auf ihr oben dargelegtes abweichendes Verhalten — hier weggelassen (S. 122).

Die Tabellen illustrieren sehr gut, wie verschieden der Jahrescharakter den Nadelzuwachs und die Blütenbildung des Baumes in verschiedenen Jahren beeinflusst, wie innig aber doch wohl die Blütenbildung mit der vegetativen Tätigkeit der Sprosse in Wechselwirkung zu stehen scheint. Es ist ja nicht ausgeschlossen, dass die Blütenbildung der Bäume überhaupt durch rein vegetative Beeinflussungen obwohl noch unbekannter Natur sekundär ausgelöst wird, korrelative Beziehungen zur Nadelentwicklung und Triebentwicklung finden hierbei allerdings nicht in höherem Grad <sup>1)</sup> Ausdruck (vgl. S. 119).

---

<sup>1)</sup> Wie in der Arbeit »Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer«, S. 85, beispielsweise erwähnt worden ist, zeichnen sich jedoch verschiedene Standorte durch entsprechende Verschiedenheiten der Blütenbildung und der vegetativen Eigenschaften der Kiefern aus.



*Die Verteilung der Blüten auf das Individuum wird in entsprechender Weise durch die vegetative Eigenart der einzelnen Sprosse bestimmt, hier tritt jedoch der Zusammenhang zwischen den reproduktiven und den vegetativen Funktionen als kräftig einsetzende Korrelationserscheinungen hervor, denn in diesem Falle geschieht die Entfaltung von beiderlei Tätigkeiten parallel, s. z. s. auf gleichem »Boden«<sup>1)</sup>, und dem Ergebnis drückt in beiden Fällen die vegetative Individualität der Mutterorgane — der Zweige — ihr Gepräge auf. Die statistische Ermittlung der Stabilität dieser Korrelationen folgt weiter unten.*

Obwohl also die beiden in vegetativer Hinsicht doch so abweichenden Sprossordnungen in den Tabellen vereinigt worden sind, ist die Transgression der Reihen mit verschiedener Blütenbildung dadurch kaum im geringsten vergrößert worden. Die transgressive Variation tritt hier überhaupt nur als eine Begleiterscheinung der Schwankungen in der Reichlichkeit des Blühens der beiden Geschlechter, im Verein mit dem Durchschnittszuwachs der Nadeln<sup>2)</sup>, hervor. In einem Jahre wie 1908, wo die mittlere Nadellänge auf ein Minimum gesunken ist und wo Blüten der beiden Geschlechter spärlich auftreten, transgredieren die beiden Reihen männlich und weiblich blühender Zweige fast gar nicht. Weil dagegen die männliche Blütenbildung im Jahre 1909 überaus reichlich war, ist mit Notwendigkeit eine mittlere Klasse von zwittrig blühenden Zweigen entstanden, aber die rein weiblich blühenden entfernen sich auch von diesen und ziehen sich in scharfer Sonderstellung nach den Zweigen mit extrem langen Nadeln zurück. Der Jahrgang 1907 ist durch eine annähernd gleich schwache Blütenbildung wie 1908 ausgezeichnet, die Transgression jedoch ist auf Grund der viel höheren Nadellänge in jenem Jahre weit deutlicher als in diesem. Da das Jahr 1906 noch längere Nadeln hervorgebracht hat, ist das gemeinsame Zentralgebiet schon hierdurch vergrößert worden, und da ausserdem noch das Blühen beider Geschlechter mehr begünstigt wurde so reichen sich diese auf einer langen Linie in ihrem Vorkommen in Zweigklassen mit gleicher Nadellänge die Hand.

Im letzten Abschnitt herrschte einige Unsicherheit darüber, wie die negative Korrelation zwischen der männlichen und der weiblichen Blütenbildung der Zweige eigentlich aufzufassen sei. Das Bild, das die Tabellen von der Verteilung der Geschlechter

<sup>1)</sup> Vgl. die Bemerkung S. 121.

<sup>2)</sup> Im ersten Kapitel wurde gezeigt, dass die Regression der Nadellänge an Zweigen mit verschiedener Neigung zur Nadelentwicklung umso grösser ist, je niedriger die mittlere Länge der Nadeln des Jahrgangs ist; die Variabilität der Nadellänge ist in einem solchen Jahrgang immer höher.

an den Zweigen darbieten, verrät keine Anzeichen einer derartigen »Konkurrenz« oder eines Geschlechtsgegensatzes der Zweige, welcher dort als mögliche Ursache der »Geschlechtsdivergenz« angegeben wurde, sondern spricht vielmehr für die andere Anschauung, dass die beiden Geschlechter in spezifisch verschiedener Weise vom vegetativen Zustand der Zweige beeinflusst werden.

Wie es sich damit auch verhalten mag, so steht es doch fest, dass die männliche Blütenbildung sich an den Zweigen mit niedrigster Nadellänge aller blühenden konzentriert und nur diejenigen Zweigklassen mit höherer Nadellänge eben erreicht, wo die weibliche Blütenbildung — je nach dem Jahrgang etwas verschieden — eben einzusetzen beginnt; das letztgenannte Geschlecht scheint an Zweigen mit einer viel höheren Nadellänge sein Optimum des Gedeihens zu finden, zeigt aber im vorliegenden Falle keine Begrenzung nach den Klassen der grössten Nadellängen hin. Die Zwitterblühenden bilden eine mittlere Übergangsklasse.

Die Ursache der Sterilität einer grossen Menge von Zweigen stellt ein erheblich verwickelteres Problem dar. Die sterilen Zweige zeichnen sich in den Tabellen S. 122 im allgemeinen durch eine mittlere Nadellänge aus, welche der der männlich blühenden nur wenig nachsteht. Allerdings muss man sich vorstellen, dass dieser Umstand in hohem Grad durch die Beschaffenheit des Materials bedingt ist. Wenn nämlich auch die Zweige der IV. und V. Sprossordnung sowie die basalen, nur spärlich männlich blühenden Zweige der III. Sprossordnung mit in Betracht gezogen gewesen wären, so würde die mittlere Nadellänge der sterilen Zweige gewiss viel niedriger ausgefallen sein. Gemäss den dargelegten Gesetzen ist ja die Länge der Nadeln in diesen Teilen der Krone eine kleinere, und die spärliche männliche Blütenbildung tritt wohl auch hier ausschliesslich an solchen Zweigen auf, deren Nadellänge, *absolut gemessen*, mit derjenigen der oben berücksichtigten männlich blühenden Zweige zusammenfällt. Von den sterilen Jahrestrieben lässt sich also eine ganz natürliche Gruppe abgesondert denken: diejenige mit der niedrigsten Nadellänge, wo der männlichen Blütenbildung noch nicht die geeigneten Voraussetzungen zur Entwicklung dargeboten ist. Zu dieser Gruppe können wir einen Teil der Minusvarianten der 0-Reihen oben (S. 122) zählen.

Eine zweite Gruppe von sterilen Zweigen stammt aus dem Grenzbezirk zwischen den männlich und den weiblich blühenden. Die Reihen der beiden Geschlechter fallen, wie erwähnt, so weit auseinander, dass sie unter gewissen Bedingungen kaum nennenswert transgredieren. Diejenigen Zweige, deren Nadellängen eine mittlere

Stellung zwischen diesen Reihen einnehmen, werden hierbei steril. Namentlich in schwachen Blütejahren erreicht diese Kategorie der sterilen Zweige einen erheblichen Umfang. Hierher gehören zweifellos eine grosse Menge der Plusvarianten in den oben mitgeteilten 0-Reihen. Durch ein später erwähntes Verfahren lässt sich diese Gruppe von den übrigen sterilen Zweigen in recht hübscher Weise trennen. Ich verweise hier nur auf die dort mitgeteilte Tabelle, S. 135. — Dass ausserdem noch einzelne Triebe, bis zu solchen mit den längsten gemessenen Nadellängen (vgl. die Tabelle S. 122, Jahrgang 1909), steril sein können, erheischt keine generelle Erklärung, denn die Ursachen hierzu können wohl höchst verschiedenartig sein.

Es fragt sich nun, warum nicht, im Einklang mit den eben dargelegten Verhältnissen, eine Absonderung von den zwei Gruppen der sterilen Zweige mit deutlich auseinander gelegenen Zentren dadurch verursacht worden ist, dass die männliche Blütenbildung an den Zweigen mit einer mittleren Nadellänge in höherem Masse eingesetzt hat, als dies jetzt der Fall ist. In der Tat gehört nämlich (vgl. S. 122) die Mehrzahl der sterilen Zweige eben denjenigen Nadellängensklassen an, wo die männliche Blütenbildung ihr Optimum zu finden scheint. Dies ist der kritische Punkt.

Man könnte sich vielleicht vorstellen, dass der Mangel an Genauigkeit bei der Feststellung des männlichen Blühens daran schuld gewesen ist. Es kann nämlich nicht geleugnet werden, dass die Bezeichnung der Zweige als männlich oder nicht-männlich blühende bisweilen eine gewissermassen unsichere war. Denn der männlich blühende Teil des Jahrestriebes war recht oft derart kümmerlich entwickelt — es kommt keineswegs selten vor, dass sich nur ein einziger Zwergzweig zum männlichen Blütenansatz umgeformt hat —, dass der Hinweis zur einen oder anderen der Gruppen mehr oder weniger willkürlich erfolgen musste. Insbesondere unterlagen die vorjährigen und noch älteren Jahrestriebe, wo die männlichen Blüten meistens schon abgefallen waren, in der fraglichen Beziehung nicht gerade selten einer grossen Unsicherheit. Es kann also kaum bestritten werden, dass eine Anzahl tatsächlich schwach männlich blühender Jahrestriebe in dieser Weise falsch als steril bezeichnet wurden <sup>1)</sup>, doch kann diesem Erklärungsgrund hier nur eine verhältnismässig beschränkte Bedeutung beigemessen werden, obwohl der erwähnte Umstand die Transgression der resp. 0- und ♂-Reihen vielleicht einigermaßen vergrössert hat.

<sup>1)</sup> Die im dritten Kapitel erzielten Koeffizienten für die Stabilität der männlichen Blütenbildung der Zweige bzw. der nacheinander folgenden Jahrestriebe sind demgemäss auch etwas zu niedrig geschätzt worden.

Der Hauptsache nach muss wohl doch das sehr reichliche Vorkommen von sterilen Jahrestrieben in eben denjenigen Nadellängenklassen, wo die männliche Blütenbildung weitaus am kräftigsten ist, als eine Folge davon gedeutet werden, dass die männliche Blütenbildung in keinen unmittelbaren Beziehungen zur absoluten Nadellänge der Jahrestriebe stehen dürfte. Diese Auffassung wird im Folgenden näher begründet werden, und hieraus wird sich auch die Sterilität der dritten Gruppe der sterilen Zweige erklären.

Wenngleich den mittleren Nadellängen der sterilen Zweige, wie schon S. 124 angedeutet wurde, hier nur ein relativer Wert zuerteilt werden kann, werden sie doch in der folgenden Übersicht mitgenommen. Dies erscheint ja ganz ebenso berechtigt wie die Mitnahme der rein weiblich blühenden Zweige, denn auch diese bilden ja in betreff der Nadellänge keine einfache Variationsreihe: eine Begrenzung der weiblichen Blütenbildung nach oben (nach den Klassen der grössten Nadellänge) wurde ja nicht vorgefunden. Eigentlich sind nur die für die männliche Blütenbildung ( $\sigma + \varphi$ ) erzielten Mittelwerte genauer fixiert, denn hier war die Reihe sowohl nach oben als auch nach unten begrenzt. Die Übersicht, die aus den Angaben S. 122 zusammengestellt wurde, gibt auch die Werte von  $\pm \sigma$  und  $v$  an; diese werden späterhin kurz erörtert.

Jahr	Blühen der Zweige	Sa. Zw.	Länge der Nadeln		
			$M \pm m$ , mm	$\pm \sigma$ , mm	$v$ , %
1909	0	6	(37.17)	—	—
	$\sigma$	163	$30.27 \pm 0.33$	4.24	14.0
	$\varphi$	15	$39.07 \pm 0.53$	2.06	5.3
	$\psi$	20	$46.85 \pm 0.75$	3.39	7.2
1908	0	121	$20.97 \pm 0.35$	3.88	18.5
	$\sigma$	43	$23.44 \pm 0.42$	2.80	12.0
	$\varphi$	1	(30.)	—	—
	$\psi$	32	$35.25 \pm 0.84$	4.79	13.6
1907	0	112	$27.28 \pm 0.28$	3.18	11.6
	$\sigma$	37	$27.51 \pm 0.52$	3.16	11.5
	$\varphi$	0	—	—	—
	$\psi$	31	$38.87 \pm 0.74$	4.15	10.7
1906	0	70	$27.90 \pm 0.38$	3.21	11.5
	$\sigma$	39	$27.92 \pm 0.49$	3.03	10.9
	$\varphi$	10	$35.50 \pm 0.88$	2.80	7.9
	$\psi$	42	$37.36 \pm 0.77$	4.99	13.3

Das Verhalten der hier eingetragenen mittleren Nadellängen wurde schon oben verfolgt. Nur inbetreff der Gruppe zwitterblühender Zweige mag noch hinzugefügt werden, dass die Länge ihrer Nadeln in den untersuchten Fällen derjenigen der rein weiblich blühenden am nächsten zu kommen scheint. Die Lage dieser Mittelwerte überhaupt zueinander verdient dagegen etwas eingehender betrachtet zu werden.

Die Messungen der Nadeln aus der III. Sprossordnung wurden nur an vier Hauptzweigen II. Ordnung ausgeführt, wogegen ein relativ grosser Teil der Zweige II. Ordnung berücksichtigt wurde. Dieser Umstand dürfte, gemäss dem oben Dargelegten, einen verhältnismässig kleinen Einfluss auf die Lage der mittleren Nadellängen der blühenden Zweigklassen ausüben, die hauptsächlich Wirkung dürfte, wie schon oben erwähnt wurde, den Mittelwert der Gruppe steriler Zweige treffen.

Werden die mittleren Nadellängen für die verschiedenen Jahrgänge aus der Tabelle S. 122 berechnet, so ergeben sich Werte, die durchgehends nach der Maximalseite der Nadellänge hin stark verschoben sind, falls man sich nämlich den ganzen Baum zum Vergleich herangezogen denkt. Diese Mittelwerte, die aus der Tabelle S. 32 zu entnehmen sind, fallen jetzt wenig oberhalb der Mittel der Reihen männlich blühender Zweige und überschreiten jedenfalls den Wert  $M_{\sigma} + \sigma$  nicht. Wären die Nadellängen aller Jahrestriebe des ganzen Individuums gemessen worden, so hätten die Jahrgangsmittel vielleicht die optimale Lage der männlichen Blütenbildung erreicht oder sogar nach der Minusseite hin überschritten, vielleicht würden sie mit der durchschnittlichen Nadellänge aller sterilen Jahrestriebe des Baumes in dem fraglichen Jahre nahezu zusammenfallen.

Die Erkenntnis der wahren Sachlage könnte vielleicht ganz gleichgültig erscheinen. Es braucht dies jedoch durchaus nicht der Fall sein. Auf Grund anderwärts<sup>1)</sup> ausgeführter experimentalphysiologischer Untersuchungen sowie einiger biologischen Beobachtungen könnte man beispielsweise für eine Weile die Ansicht vertreten, dass die Blütenbildung insbesondere zu den Transpirationserscheinungen in irgendeiner Kausalbeziehung stehe. Man muss wohl einräumen, dass erstens der Baum als solcher hier als Einheit reagiert und zweitens dass die Zweige als Individualitäten auftreten, deren relatives Transpirationsmass jährlich nur wenig wechselt, denn wenn von den fünf bis sechs Nadeln tragenden Jahrestrieben jährlich einer

<sup>1)</sup> Die Frage fällt eigentlich ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit, deswegen will ich auch hier die diesbezügliche Literatur nicht referieren.

ausser Rechnung fällt und ein neuer an dessen Stelle tritt, kann nur eine ganz unbedeutende Differenz entstehen <sup>1)</sup>.

Wenn der Jahrescharakter nun ein gewisses Mass männlicher und weiblicher Blütenentwicklung — mehr oder weniger reichlich je nach der allgemeinen Reaktion des Baumes als Individuum — hervorruft, dann entscheiden die Zweige gemäss ihrer »Individualität« die nähere Verteilung der Blüten untereinander. Diese »Individualität« der Zweige aber steht, was die Transpiration betrifft, unzweifelhaft in innigem Verband mit ihrer absoluten Nadellänge. Die Nadelentwicklung des einzelnen Zweiges wieder hängt wohl in letzter Linie von der durchschnittlichen Nadellänge des ganzen Jahrgangs des fraglichen Individuums ab. Die mittlere Nadellänge eines jeden Jahrgangs bildet somit den natürlichen Ausgangspunkt für die Beurteilung der Beziehungen zwischen der männlichen und weiblichen Blütenbildung und dem Längenzuwachs der Nadeln. Es ist deswegen zu bedauern, dass diese Untersuchung insoweit als verfehlt erscheinen muss, als die Möglichkeit eines objektiven Vergleichs mit anderen Individuen infolge der Vernachlässigung einer totalen Durchforschung <sup>2)</sup> der Nadellängenvariation fehlt.

In den S. 126 mitgeteilten Standardabweichungen und Variabilitätskoeffizienten tritt ein interessanter Zug hervor, der hier Erwähnung finden mag, obwohl den absoluten Beträgen dieser Koeffizienten sonst, wegen des unzureichenden Materials, kein besonderes Gewicht beigelegt werden darf. Infolge der scharfen Trennung der eingeschlechtlich blühenden Jahrestriebe scheint die Klasse der zwitterblühenden eng begrenzt zu werden, indem sowohl die Variabilitätskoeffizienten als auch die Standardabweichungen für jene Klasse die niedrigsten Werte sämtlicher Gruppen erreichen.

Die Mittelwerte S. 126 lassen an und für sich genügend scharf das abweichende Verhalten der Geschlechter in betreff ihrer Bevorzugung verschiedener Nadellängenklassen erkennen, sodass Differenzbestimmungen gut unterbleiben können, zumal da solchen, wie angedeutet, nur eine höchst relative Bedeutung beigegeben werden darf. Dagegen empfiehlt es sich die Erscheinung als Korrelation auszudrücken, wobei zugleich auch die Variation in dem Verhalten

<sup>1)</sup> Wäre diese Anschauung im Prinzip richtig, so würde die Stabilität der »Blütetendenz« der Zweige (bezw. der nacheinander folgenden Jahrestriebe) in etwa derartigen Beziehungen ihre physiologische Erklärung finden.

<sup>2)</sup> Eine solche ist jedoch mit vieler Mühe verbunden, da die Anzahl der Nadeln tragenden Jahrestriebe an einem kleinen Bäumchen, wie das hier untersuchte, schätzungsgemäss zu etwa hunderttausend veranschlagt werden kann.

hervortritt. Die zwischen den Nadellängen der männlich ( $\sigma + \varphi$ ) und weiblich ( $\varphi + \varphi$ ) blühenden Jahrestriebe bestehenden Beziehungen finden in den folgenden, aus den Tabellen S. 122 berechneten Koeffizienten Ausdruck:

Jahr	$r \pm m_r$
1909 .....	+ 0.676 $\pm$ 0.037
1908 .....	+ 0.828 $\pm$ 0.036
1907 .....	+ 0.835 $\pm$ 0.037
1906 .....	+ 0.641 $\pm$ 0.059

Auch in denjenigen Fällen, wo der Jahrescharakter eine erhebliche Transgression der Reihen hervorgerufen hat (vgl. S. 123), wie 1909 und 1906, erreicht der Koeffizient einen hohen Betrag. Wenn die verschiedenen Jahrgänge, von ihren resp. Mittelwerten <sup>1)</sup> ausgehend, zu einer einzigen Tabelle vereinigt werden, so ergibt sich der Korrelationskoeffizient

$$r = + 0.788 \pm 0.019,$$

welcher als annäherndes minimales Durchschnittsmass der Erscheinung betrachtet werden kann. Wäre die Vereinigung von den mittleren Klassen der  $\sigma$ -Reihen aus vorgenommen worden, so hätte wohl ein noch etwas höherer Wert resultiert, denn die Transgression wäre in diesem Falle nicht gesteigert worden, was dagegen in jenem deutlich geschehen ist.

Wenn die Jahrgangsunterschiede der Blütenbildung und des Nadelzuwachses jetzt ausser Betracht gelassen werden und die Zweige als ganze bei dem Vergleich zwischen den erwähnten Tätigkeiten als Material berücksichtigt werden, so lässt sich eine Gradierung des Blühens durch Angabe der Anzahl männliche oder weibliche Blüten tragender Jahrestriebe jedes Zweiges durchführen. Da die Blütenbildung für die Jahre 1910—1906 notiert wurde, kann also diese Anzahl höchstens bis auf fünf steigen. Die Gradierung des Nadelzuwachses erfolgt hier nach Bestimmung der mittleren Länge der Nadeln an den Jahrestrieben von 1909—1905 eines jeden Zweiges. Auf diese Weise sind die beiden Tabellen S. 130 zusammengestellt.

In den Tabellen haben die in den erwähnten Jahren völlig sterilen Zweige keine Aufnahme gefunden. Es fanden sich näm-

<sup>1)</sup> Eigentlich die den Mittelwerten am nächsten liegenden Klassen.



lich unter denjenigen mehr als 5-jährigen Zweigen, die auf die Nadellänge geprüft wurden, allein zwei vor, welche in den besprochenen Jahren keine Blütenbildung aufwiesen. Die mittlere Nadellänge dieser Zweige war sehr niedrig, 19.5 bzw. 21.0 mm. Auf Grund dieser beiden Werte kann man sich ja gar keine Auffassung über das allgemeine Verhalten bilden. Jedoch ist es keineswegs ausgeschlossen, dass die sterilen Zweige ein ganz abweichendes Bild im Vergleich zu den sterilen Jahrestrieben (vgl. Tabelle S. 122) darbieten würden, indem ihre mittleren Nadellängen vielleicht eine recht deutlich gesonderte Reihe, mit niedrigerem Mittelwert als diejenigen der männlich blühenden Zweige, bilden könnten. Allerdings würde diese Erscheinung voraussichtlich umso deutlicher hervortreten, je mehr Jahrestriebe der Zweige Berücksichtigung finden.

Die männliche Blütenbildung zeigt in der Tabelle in sehr interessanter Weise eine Bevorzugung von Zweigen mit einer gewissen Nadellänge. Trotz der Steigerung der Intensität des Blühens der Zweige von 1 bis 5 kann keine entsprechende Steigerung der mittleren Nadellänge wahrgenommen werden. Obwohl die Tabelle einen äusserst geringen positiven Korrelationskoeffizienten ergibt, ist dies gar nicht als ein Anzeichen tatsächlich vorhandener Beziehungen zu verstehen. Es kommt dies nämlich nur daher, dass die langnadeligen Zweige überhaupt in geringeren Mengen in dem gesammelten Material vorhanden sind. Die Minusseite der Reihen zeigt deshalb ein Übergewicht, und die am spärlichsten blühenden Zweige werden hiervon insbesondere betroffen, weil sie in der angedeuteten Richtung weiter gehen als die übrigen Reihen. Eine Verschiebung des Korrelationskoeffizienten nach der positiven Seite muss auf Grund dessen notwendigerweise eintreten.

Ungeachtet dieser kleinen Unregelmässigkeit tritt die »Zentralisierung« der Varianten um die Mittelklasse herum von der ersten Reihe bis zur fünften recht ausgesprochen hervor; nur die vierte weicht hiervon einigermassen ab. Die sehr kurz-nadeligen wie auch die sehr langnadeligen Zweige bieten der männlichen Blütenbildung keine günstigen Voraussetzungen dar. Zufolgedessen zeichnen sie sich auch durch die geringste Intensität des Blühens aus. Man könnte sich vorstellen, dass diese Zweige vorzugsweise nur in den ausgesprochensten Blütejahren männlich blühen. Die folgenden Intensitätsstufen vermitteln allmählich den Übergang zu denjenigen alljährlich blühenden Zweigen (Reihe 5), deren Vorkommen hauptsächlich nur auf die zentralsten Nadellängenklassen beschränkt zu sein scheint, wo sie das »Optimum« der Entfaltungsbedingungen des männlichen Blühens anzeigen. Um die mittlere Klasse konzentriert sich die

männliche Blütenbildung, hier setzt sie voraussichtlich auch in schwachen Blütejahren in erster Linie ein.

Gemäss dieser Anschauung, die in der Tabelle eine gute Stütze findet, sollte theoretisch nur die 5. Reihe eine ideale Variantenverteilung vertreten können. Die spärlicher blühenden Zweige würden sich um zwei verschiedenen Klassen beiderseits der hier bei etwa 27.5 mm angegebenen gemeinsamen Zentralklasse anhäufen oder sich also in zwei verschiedenen Variationsreihen zerteilen. Die resp. Mittelwerte dieser Reihen entfernen sich umso mehr voneinander, je schwächer die Blütenbildung ist, und bei den nur einmal blühenden Zweigen könnte die Reihe theoretisch schon eine mehr oder weniger deutlich getrennt zweigipfelige Kurve ergeben. Jedoch scheinen die Fusspunkte dieser Kurvengipfel auch bei nur einmaligem Blühen der Zweige einander derart angenähert zu sein, dass die Erscheinung auch in einem viel reichlicheren Material, als es das hier dargebotene ist, kaum ausgesprochen hervortreten dürfte.

Das beschriebene Verhalten müsste als Korrelationserscheinung in der Weise ermittelt werden, dass die bei gesteigerter Intensität des Blühens hervortretende allmähliche Verkleinerung der Abweichung der Reihen von der gemeinsamen Zentralklasse zum Ausdruck gelangt. Dies geschieht, wenn man in der Tabelle S. 130 die Klassen mit gleichen Abweichungen vereinigt, also 28.0 mit 27.0, 28.5 mit 26.5 u. s. w. Dann ergibt sich ein Korrelationskoeffizient

$$r = \div 0.145 \pm 0.082,$$

welcher annähernd die Sachlage ausdrückt, obwohl das Material hier zu gering ist, um das Ergebnis befriedigend sicherzustellen. Der absolute Betrag verdient jedenfalls alle Beachtung. Die Regression lässt sich zu

$$R_{y/x} = \div 0.589 \pm 0.333$$

ermitteln. Dieser Wert hätte, wenn genauer bestimmt, angeben können, dass die resp. Mittelwerte der zusammengesetzten Reihen der Nadellängen (vgl. oben) bei jeder Steigerung der Anzahl blüentragender Jahrestriebe um 1 auf 5 das Zentrum um etwa  $\frac{0.589}{2} = 0.294$  mm <sup>1)</sup> — oder also einander um das Zweifache oder 0.589 mm — näher rücken. Unter der Annahme, dass die »optimale« Klasse der männlichen Blütenbildung tatsächlich bei 27.5 mm liegt, könnten die Nadellängen der in den berücksichtigten Jahren nur einmal blühenden Zweige in zwei Reihen eingeordnet gedacht werden, die

<sup>1)</sup> Der Klassenspielraum der als relativ gewählten Nadellänge ist 0.5 mm.

eine mit dem Mittelwert  $27.5 \div 4 \times 0.294 = 26.3$  mm, die andere mit der mittleren Nadellänge  $27.5 + 4 \times 0.294 = 28.7$  mm. Der Unterschied, 2.4 mm, ist nicht besonders gross. Man dürfte also auch nicht erwarten können, dass derselbe unmittelbar in der Variantenverteilung Ausdruck finden könnte (vgl. S. 132).

Die Variabilitätsverhältnisse der Reihen 1—5 stimmen, soweit es hier beurteilt werden kann, mit den obigen Anschauungen gut überein. Man könnte sich ja vorstellen, dass die absolute Variationsweite nur wegen der Abnahme der Zweiganzahl von der ersten bis zur fünften Reihe abnimmt. Wenn die Reihen dagegen nicht einfach sind, sondern in der beschriebenen Weise voneinander abweichen, müssen auch die Koeffizienten der absoluten und der relativen Variation eine entsprechende Abnahme aufweisen. Dies scheint in der Tat der Fall zu sein. Werden die erwähnten Koeffizienten für die Reihen 1—3, wo die Zweiganzahl verhältnismässig nicht allzu bescheiden ist, berechnet, so zeigen sie nämlich eine in der angedeuteten Richtung verlaufende recht erhebliche Reduktion.

Anzahl ♂-bl. Jahrestriebe 1910—1906	Mittlere Nadellänge 1909—1905		
	M $\pm$ m, mm	$\pm \sigma \pm m \sigma$ , mm	v, %
1 .....	26.7 $\pm$ 0.5	4.2 $\pm$ 0.4	15.7
2 .....	28.4 $\pm$ 0.6	3.5 $\pm$ 0.4	12.4
3 .....	28.3 $\pm$ 0.5	2.2 $\pm$ 0.3	7.8

Wegen der mittleren Fehler kann man dem Ergebnis keine entscheidende Bedeutung beimessen, doch kommt mir die beschriebene Sachlage sehr wahrscheinlich vor. Die mittleren Nadellängen weichen so gut wie gar nicht voneinander ab, die Unterschiede zwischen den Standardabweichungen und den Variabilitätskoeffizienten sind dagegen höchst beträchtlich.

Bei der weiblichen Blütenbildung liegt die Sache viel einfacher. Hier besteht nämlich nur eine kontinuierliche Zunahme der Intensität des Blühens bei Steigerung der Nadellänge der Zweige. Eine Berechnung des Korrelationskoeffizienten erscheint ganz überflüssig, da die in der Tabelle S. 130 mitgeteilten Angaben schon an und für sich das Verhalten genügend scharf charakterisieren und insbesondere da die beobachteten Fälle sehr gering an Zahl sind. Nur sei bemerkt werden, dass das Vorkommen männlicher Blüten an den Zweigen von einer herabgesetzten mittleren Nadellänge begleitet war. So z. B. schwankte die Nadellänge alljährlich rein weiblich blühender Zweige zwischen 37 und 43.5 mm, wo aber von den fünf

weiblich blühenden Jahrestrieben einer oder zwei dazu noch männliche Blüten hervorgebracht hatten, sank die mittlere Nadellänge bis auf 33—38 mm. Die rein männlich blühenden Zweige besaßen wieder eine solche von nur 18—32 mm. Die beiden Gruppen eingeschlechtlich blühender Zweige sind also weit voneinander getrennt.

Es erübrigt noch zu erwähnen, dass die mittlere Nadellänge der zwitterblühenden Zweige in dem Masse ansteigt, wie die Anzahl weiblich blühender Jahrestriebe zunimmt; solche Zweige machen auch einen grossen Teil der in der Tabelle S. 130 mitgeteilten Fälle aus. Dagegen weisen sie — bei unveränderter Anzahl weiblich blühender Jahrestriebe — keine bestimmte Änderung der Nadellänge mit den Schwankungen des männlichen Blühens auf, was übrigens gut mit den oben gewonnenen Erfahrungen übereinstimmt.

Zuletzt verdient es wohl auch hier hervorgehoben zu werden, wie viel schärfer und zugleich exakter die gegenseitigen Beziehungen der Blütenbildung und der mittleren Nadellänge der Zweige unzweifelhaft hervorgetreten wären, wenn als zweiter Einteilungsgrund der Blüteerscheinungen zugleich noch die Intensität des Blühens der Jahrestriebe Berücksichtigung gefunden hätte. Man darf wohl annehmen, dass auch die Entfaltung der männlichen Blütenquirle durchschnittlich umso kräftiger sein wird, je mehr sich die Nadellänge der »optimalen« Lage annähert, sowie dass die Anzahl der weiblichen Blüten mit der mittleren Nadellänge der Zweige steigt.

Die Betrachtungen über die Beziehungen der Blütenbildung zur Länge der Nadeln werden jetzt durch ein Beispiel abgeschlossen, worin erstens das Verhalten des Blühens im Untersuchungsjahre 1910 zur mittleren Länge des damaligen Nadelbesatzes des ganzen Zweiges, zweitens die Relation dieses Blühens zur früheren Blütenbildung des Zweiges und drittens die Abhängigkeit der Blütenbildung des Zweiges überhaupt von ihrer mittleren Nadellänge gleichzeitig zum Ausdruck gelangen. Die Einteilung nach der Blütenbildung erfolgt demgemäss in der Tabelle unten erstens durch Angabe des Blühens im Jahre 1910. In den Unterabteilungen wird dann weiter das Vorkommen bzw. Nichtvorkommen von männlichen und weiblichen Blüten an denselben Zweigen in den Jahren 1910—1906 mitgeteilt. Die Anzahl blüentragender Jahrestriebe wird hierbei in abgerundeten Prozenten der Gesamtzahl Jahrestriebe der Zweige ausgedrückt. Das Fehlen zwitterig blühender Zweige <sup>1)</sup> im Jahre 1910 vereinfacht

<sup>1)</sup> Ein vereinzelter wurde unter den weiblich blühenden untergebracht.



weiblich blühenden Zweige wieder zerfallen ebenso in zwei Gruppen, von welchen diejenige, die keine frühere männliche Blütenbildung aufweist, durch eine erheblich höhere Nadellänge gekennzeichnet ist.

Die *Beziehungen der Blüteerscheinungen zum Längenzuwachs der Jahrestriebe* verdienen überhaupt nur eine oberflächliche Erörterung. Da nämlich die Korrelation zwischen den Längen der Jahrestriebe und der Nadeln sich als sehr fest erwies, kann man schon hieraus auf einen völligen Parallelismus mit den Beziehungen des Blühens zum Längenzuwachs der Nadeln schliessen. Eine genaue Verfolgung der Frage in derselben Richtung, wie dies für die Nadellänge geschah, erscheint deswegen nicht notwendig. Nur als ein Beispiel der Übereinstimmung mit den oben dargelegten Verhältnissen mag die folgende Übersicht über die Schwankungen der Trieblänge in durch verschiedenartige Blütenbildung ausgezeichneten Gruppen von Jahrestrieben vorgeführt werden. Die Sprossordnungen und die Jahrgänge sind in der Tabelle vereinigt worden. Aus Raumgründen kann die Gesamtübersicht nicht als solche gegeben werden — die absolute Variationsweite der Trieblänge beträgt nicht weniger als 236 mm —, sondern nur in Form einer Zusammenstellung, in der die Längen der Jahrestriebe in 10-Millimeter-Klassen eingeordnet sind.

Blühen der Jahrestriebe	Länge der Jahrestriebe, Millimeter																			Sa. Jahrestriebe.						
	7.5	17.5	27.5	37.5	47.5	57.5	67.5	77.5	87.5	97.5	107.5	117.5	127.5	137.5	147.5	157.5	167.5	177.5	187.5		197.5	207.5	217.5	227.5	237.5	
0	46	141	86	24	8	1																		1	1	309
♂	19	134	103	21	5	1																				283
♂				5	13	4	1	1	2																	26
♀			15	9	12	6	3	6	8	7	13	11	11	7	9	4	1	3	1	1	2	—	—	1	1	127
Sa. Jahrestriebe.	65	275	210	67	29	9	4	8	8	7	13	11	11	7	9	4	1	3	1	2	—	—	1	1	745	

Der Unterschied von den für die Nadellänge (S. 122) erzielten entsprechenden Tabellen beruht selbstverständlich nur auf den abweichenden Variabilitätsverhältnissen der beiden Organe (II. Kapitel). Die fraglichen Beziehungen treten sonst in ganz ähnlicher Weise hervor, deswegen kann hier in betreff der Einzelheiten auf die dort vorgebrachte Erörterung hingewiesen werden. Eine kleine Unregelmäßigkeit, die hier nicht aufgeklärt werden kann, gibt sich in der Tabelle im Verhalten des ersten Gliedes der ♀-Reihe zu erkennen. Sie hängt von einer »Launenhaftigkeit« des Jahrgangs 1906 ab, denn von den 15 Fällen stammen 14 aus diesem Jahre.

Wenn die ursprüngliche Tabelle, wo die Trieblänge in 1-Millimeter-Klassen eingeteilt wurde, um grössere Genauigkeit zu erzielen, als Grundlage für die Berechnung verwendet wird, so ergeben sich folgende Schwankungen der mittleren Längen sowie der Variabilität der verschiedenen Reihen:

Blühen der Zweige	Sa. Zw.	Länge der Jahrestriebe		
		$M \pm m$ , mm	$\pm \sigma$ , mm	$v$ , %
0	309	<sup>1)</sup> 21.578 $\pm$ 0.505	8.843	40.9
♂	283	22.700 $\pm$ 0.461	7.744	34.1
♀	26	40.142 $\pm$ 2.812	14.342	35.8
♀	127	92.709 $\pm$ 4.041	45.657	49.2

Während eine sichere Differenz zwischen den Längen der sterilen und der männlich blühenden Jahrestriebe nicht nachgewiesen werden kann, steigt die Trieblänge der zwitterigen bis auf das Zweifache und diejenige der rein weiblichen Jahrestriebe bis auf das Vierfache. Die absolute Variation geht in den zwei letzten Kategorien ebenso stark in die Höhe, während die relative Variation nur innerhalb recht enger Grenzen zu schwanken scheint. Wie die erzielten Werte andeuten, ist es nicht unmöglich, dass die sterilen Jahrestriebe, deren Länge sich wahrscheinlich (vgl. oben) um zwei verschiedene Mittelwerte beiderseits der männlich blühenden gruppiert, tatsächlich durch einen höheren Variabilitätskoeffizienten als die strenger umschriebenen Klassen der männlich und zwitterig blühenden Jahrestriebe ausgezeichnet sind.

Als Mass der Korrelation zwischen den Längen rein männlich und rein weiblich blühender Jahrestriebe wurde aus der ursprünglichen Tabelle der Koeffizient

$$r = + 0.782 \pm 0.019$$

berechnet, welcher Wert mit dem für die Nadellänge gefundenen ( $r = + 0.788 \pm 0.019$ ) nahezu vollkommen zusammenfällt.

Die Blütenbildung steht, nach dem oben Dargelegten, in engen Beziehungen zur Nadellänge einerseits und zur Trieblänge ander-

<sup>1)</sup> Die drei extremen Plusvarianten der Reihe sind weggelassen worden, was sich auch nach Berechnung der »Grenzabweichung« als berechtigt erweist (vgl. S. 13, Bem. 2). Eine Begrenzung der weiblichen Blütenbildung auf vegetativ sehr kräftige Zweige ist ja nicht gerade ausgeschlossen, doch darf man diese wenigen Fälle selbstverständlich nicht in diesem Sinn deuten.

seits. Jedoch ist hierbei, namentlich was das männliche Blüten betrifft, eine nicht zu nachverlässigende Variation deutlich ersichtlich die, wie S. 126 hervorgehoben, darauf hinweist, dass die erwähnten Beziehungen nicht unmittelbarer, ursächlicher Natur sind. Vor allem tritt die in den Tabellen S. 122, 130 und 136 ersichtliche so gut wie vollkommene Transgression der Reihen steriler und männlich blühender Jahrestriebe als ein entscheidendes Moment zugunsten dieser Auffassung hervor. Nun könnte man sich vorstellen, dass die voraussichtlich doch vorhandene ganz gesetzmässige Abhängigkeit der männlichen Blütenbildung von der vegetativen Tätigkeit der Zweige am unmittelbarsten in dem *Verhalten dieses Blühens zur Nadelmenge* (d. h. Nadelmasse) hervortreten würde.

Wenn man die gewiss recht erheblich schwankende Dicke (Breite) der Nadeln nicht berücksichtigt, können nur die Länge und die Anzahl der Nadeln z. B. an einem gewissen Jahrestrieb als Exponenten für die Nadelmenge betrachtet werden. Als Vergleichswerte für dieselbe könnte im vorliegenden Falle unter der Voraussetzung, dass alle Nadeln des einzelnen Jahrestriebes gleich lang seien und dass die Nadeln überhaupt an allen Jahrestrieben gleich dicht vorkämen, einfach das Produkt der Länge der Jahrestriebe und der Nadeln benutzt werden. Die erwähnten Voraussetzungen treffen zwar, wie weiter unten dargelegt werden soll, nicht zu, jedoch wird dieses Produkt im Folgenden als annäherndes Mass angewendet, denn ein besseres steht leider hier nicht zur Verfügung. Als Klassenwerte werden in der nachstehenden Tabelle Hunderstel des besprochenen Produkts verwendet.

J a h r	$\frac{1}{100}$ des Produkts der Nadellänge und der Trieblänge männlich blühender Zweige																				Sa. Zw.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1909.....	3	8	7	19	25	26	21	12	18	5	8	2	4	2	1	1	—	—	—	1	163
1908.....		1	4	7	8	5	5	7	2	2	1	—	—	1							43
1907.....			2	5	8	6	6	3	2	1	—	1	1	1	1						37
1906.....			1	3	8	5	10	4	2	1	2	1	1	1	1						39

Beim ersten Blick auf die Tabelle leuchtet es sehr deutlich ein, dass die Jahrgangsverschiedenheiten der Mittelwerte dieser Reihen gar nicht auch nur annäherungsweise so scharf hervortreten wie unter den Reihen der Nadellänge an und für sich (S. 122). Als Produktivitätsmass der Nadelerzeugung der männlich blühenden Zweige ergeben sich für die verschiedenen Jahrgänge folgende Mittelwerte,

1909 .....	6.718 ± 0.242
1908 .....	6.186 ± 0.362
1907 .....	6.757 ± 0.474
1906 .....	7.077 ± 0.400,

die untereinander nur ganz kleine und dabei höchst unsichere Abweichungen aufweisen. *Die männliche Blütenbildung scheint sich also in jedem Jahre auf solche Zweige zu beschränken, welche durchschnittlich eine bestimmte und in allen Jahren etwa die gleiche Nadelmenge zu produzieren vermögen.*

Bei der Kenntnis der sehr grossen Jahrgangsverschiedenheiten in der Nadellänge und insbesondere in Anbetracht der sehr kurzen Nadeln von 1908 wirkt dieses Ergebnis recht auffallend. Aus den früher mitgeteilten mittleren Längen der Nadeln (S. 8) und der Jahrestriebe (S. 54) aller 1—9- bzw. 1—10-jährigen Zweige III. Ordnung — diejenigen, welche das Hauptmaterial der oben behandelten männlich blühenden Jahrestriebe lieferten — ergeben sich folgende Produkte (in  $1/100$ ) für die verschiedenen Jahrgänge:

1909 .....	7.610
1908 .....	4.980
1907 .....	7.425
1906 . . . . .	7.256

In der Tat ist das Jahr 1908 hier durch einen bedeutend kleineren Wert als die übrigen vertreten. Auf Grund dessen dürfte man zu der Annahme berechtigt sein, dass im früheren Ergebnis ein Ausgleich stattgefunden habe etwa derart, *dass sich die männlichen Blüten in einem Jahre mit kurzen Nadeln, wie 1908, an verhältnismässig kräftigeren<sup>1)</sup> Zweigen als in einem den Nadelzuwachs begünstigenden Jahre entwickeln.* Diese Anschauung scheint eine gewisse Stütze zu finden im Verhalten der mittleren Längen der Nadeln und der Jahrestriebe bei männlich blühenden Zweigen<sup>2)</sup> zu denjenigen bei allen jüngeren Zweigen III. Ordnung (S. 8 und 54).

<sup>1)</sup> Also an Zweigen, deren Jahrestriebe verhältnismässig länger sind; an solchen Zweigen ist jedoch auch — in Übereinstimmung mit den bekannten Korrelationsverhältnissen zwischen den Längen der Jahrestriebe und ihrer Nadeln — die Nadellänge eine grössere. Jahrgänge mit etwa gleich langen Nadeln, aber abweichenden Triebblängen würden sich voraussichtlich ganz entsprechend verhalten.

<sup>2)</sup> Die mittleren Nadellängen sind aus der Tabelle S. 126 entnommen. Für die Jahrestriebe sind die betreffenden Mittelwerte der verschiedenen Jahrgänge früher nicht mitgeteilt worden.

J a h r	Mittlere Länge, Millimeter, der					
	Nadeln			Jahrestriebe		
	an		Diff.	an		Diff.
	♂-bl. Zw.	Sa. Zw.		♂-bl. Zw.	Sa. Zw.	
1909 .....	30.27	31.03	÷ 0.76	21.35	24.52	÷ 3.17
1908 .....	23.44	22.05	+ 1.39	25.58	22.58	+ 3.00
1907 .....	27.51	27.82	÷ 0.31	24.05	26.69	÷ 2.64
1906 .....	27.92	29.38	÷ 1.46	25.05	24.70	+ 0.35

Im Jahre 1909, wo die Nadeln am längsten sind, blühen diejenige Jahrestriebe männlich, welche viel kürzer als die durchschnittlichen sind; auch die Nadeln sind etwas kleiner als beim Mittel aller Messungen. 1907 und 1906 zeigen eine etwa ähnliche Bevorzugung der verhältnismässig kürzeren Jahrestriebe bzw. kurzadeligen Zweige; im ersterwähnten Jahre sind die Jahrestriebe die längsten, im letzgenannten ist die mittlere Nadellänge nur wenig kleiner als im Jahre 1909. Im Gegensatz hierzu zeichnen sich die im Jahre 1908 männlich blühenden Jahrestriebe durch eine Länge aus, welche das Mittelmass erheblich überschreitet, und tragen auch Nadeln von einer beträchtlich grösseren Länge als die durchschnittliche. In diesem Jahre waren sowohl die Nadelentwicklung wie der Triebzuwachs schwächer als in sämtlichen übrigen Jahren.

Wenn die männliche Blütenbildung also bei ihrer Verteilung auf das Baumindividuum in allen Jahren immer derselben »optimalen« Fähigkeit <sup>1)</sup> des Zweiges eine ganz bestimmte Nadelmenge zu produzieren nachstrebt, so erhellt auch, dass die männlichen Blüten in verschiedenen Jahren recht verschiedene Zweige einnehmen können. In einem Jahre z. B., wo die Entwicklung sowohl der Nadeln als der Triebe gehemmt wird, treten die männlichen Blüten vorzugsweise an verhältnismässig kräftigen Jahrestrieben auf. In einem Jahre dagegen, das die beiden Zuwachrscheinungen gleichzeitig sehr begünstigt, konzentrieren sie sich auf etwas kürzere Jahrestriebe, deren Nadeln auch durch eine verhältnismässig geringere Länge ausgezeichnet sind. Weil die Zweige durch eine ausserordentlich

<sup>1)</sup> Es handelt sich selbstverständlich nur um die Fähigkeit, denn in der Tat wird ja diese Fähigkeit bei einer bedeutenden Anzahl der Jahrestriebe z. T. in männliche Blütenbildung umgesetzt.

hohe Stabilität in betreff ihrer Neigung zum Längenzuwachs der Nadeln und der Jahrestriebe in nacheinander folgenden Jahren gekennzeichnet sind, müssen die männlichen Blüten in dem letztgenannten Falle zum mehr oder weniger grossen Teil an anderen Zweigen angetroffen werden als in dem erstgenannten.

Die Variation in der Verteilung der männlichen Blüten auf die Zweige des untersuchten Baumindividuums würde, gemäss den eben sowie den früher oben vorgeführten Anschauungen, durch drei Hauptursachen bedingt sein. Man findet, dass die männliche Blütenbildung in jedem einzelnen Jahre an Jahrestrieben mit recht verschiedenen Nadelmengen auftritt. Wäre die Korrelation zwischen dem männlichen Blühen und der Nadelmenge eine vollkommene, so könnte man erwarten, dass diese Blütenbildung in dem fraglichen Jahre an allen den Jahrestrieben auftreten würde, deren Nadelmenge <sup>1)</sup> eine gewisse maximale und minimale Grenze nicht überschreitet. Unter diesen blühenden Jahrestrieben wäre ferner eine allmählich erfolgende Abschwächung der Intensität des Blühens nachweisbar, je mehr die Nadelmengen von der »optimalen« abweichen. Die Jahrestriebe mit den grössten sowie diejenigen mit den kleinsten Nadelmengen hätten voraussichtlich etwa nur einen einzelnen Zwergzweig zum Männlich-Blühen gebracht.

Man muss sich jedoch vorstellen, dass Jahrestriebe vorkommen, die aus nicht nachweisbaren Ursachen trotz ihren (nach genauer Bestimmung festgestellten) ganz gleichen Nadelmengen nicht nur in der Intensität des Blühens abweichen, sondern auch darin, dass der eine — vielleicht reichlich — Blüten trägt, der andere aber gar keine. In dieser Erscheinung tritt der erste Grund zu einer Variation hervor.

Vorausgesetzt weiter, dass dieselben Zweige jedes Jahr immer dieselben Nadelmengen zu produzieren vermögen, würde sich die Blütenbildung alle Jahre nur auf dieselben Zweige konzentrieren. In zwei nacheinander folgenden gleich reichen Blütejahren würden nur dieselben Zweige männliche Blüten tragen, und die nacheinander folgenden Jahrestriebe dieser Jahrgänge würden eine vollkommene, positive Korrelation in betreff der männlichen Blütenbildung aufweisen. In reicheren Blütejahren jedoch verbreitet sich die Blütenbildung über eine Menge von Zweigen, die sonst keine männlichen Blüten hervorbringen. Zweitens rufen also auch die Jahrgangsunterschiede der Blütenbildung eine Variation in der Verbreitung des Blü-

<sup>1)</sup> Eigentlich: Fähigkeit eine gewisse Nadelmenge hervorzubringen; vgl. die Bem. S. 140.

hens hervor und setzen, wie S. 103 erwähnt, den für die eben ange-deutete Korrelation berechneten Koeffizienten erheblich herab.

Als der dritte Grund zur Streuung der männlichen Blüten auf verschiedene Zweige wurden die Jahrgangsverschiedenheiten im Zuwachs der Nadeln und der Jahrestriebe schon oben (S. 140) angeführt. Hierin ist wohl eine weitere Ursache des sowohl an und für sich wie insbesondere im Vergleich zu der weiblichen Blütenbildung recht niedrigen Betrages (vgl. S. 101 u. f. der erwähnten Korrelation zwischen den nacheinander folgenden Jahrestrieben der Zweige in-bezug auf das männliche Blühen zu erblicken.

---

Beim Studium des Verhaltens der männlichen Blütenbildung zur Nadelmenge wurde als Exponent für die letztere nur das Produkt von Nadellänge und Länge des Jahrestriebes benutzt. Dieses Produkt ist aber, wie S. 138 hervorgehoben wurde, kein geeignetes Mass der Nadelmenge, denn die dort gemachten Voraussetzungen treffen gar nicht streng zu, und die ermittelten Nadellängen entsprechen nur annähernd der tatsächlichen. Infolgedessen darf man sich auch nicht darüber wundern, dass die in der Tabelle S. 138 nicht einge-führten Reihen der sterilen Zweige mit denjenigen der männlich blü-henden zum grossen Teil zusammenfallen.

Immerhin muss man sich vorstellen, dass die Nadelmenge im grossen ganzen eine Zunahme mit der Steigerung der Nadellängen und der Triebblängen aufweist. Die Blütenbildung muss deswegen in etwa ähnlichen Beziehungen zur absoluten Nadelmenge stehen wie zu den Längen der erwähnten Organe. Die männlichen Blüten vermeiden diejenigen Zweige, welche die kleinsten Nadelmengen hervorbringen, dann werden sie an den kräftigeren Zweigen immer reichlicher, um bei einem gewissen »optimalen« Grade der Nadelmenge ihre vollste Entwicklung zu erreichen. Von hier ab nimmt ihre Reichlichkeit an noch kräftigeren Zweigen ab, und sodann scheint ein ungünstiges »Übermass« der vegetativen Ausbildung (der Nadelproduktivität) ihrer weiteren Verbreitung an den kräftigsten Zweigen des Baumes eine Grenze zu setzen. Die männliche Blütenbildung würde also bis zu der angedeuteten »optimalen« Stufe eine positive Korrelation mit der vegetativen Tätigkeit aufweisen, die jedoch späterhin in eine ne-gative umschlägt.

Es fragt sich aber, ob nicht eine für das ganze Individuum gel-tende positive Korrelation zwischen dem männlichen Blühen und den

rein vegetativen Merkmalen nachgewiesen werden könnte, denn negative Erklärungen erscheinen immer verdächtig und haben wohl auch keinen besonderen biologischen Wert. Das S. 139 angedeutete »Optimum« der Nadelproduktion, wo die männliche Blütenbildung am kräftigsten einsetzt, müsste dann auch der höchsten Intensitätsstufe derjenigen vegetativen Eigenschaft entsprechen, welche das Auftreten männlicher Blüten begünstigt. In der Tat scheint eine solche den ganzen Baum betreffende positive Korrelation in den Beziehungen zwischen der männlichen Blütenbildung und der Nadelmenge der Jahrestriebe wirklich vorzuliegen, wenn man die Nadelmenge nicht in absolutem Masse, sondern in relativem, d. h. etwa auf die Längeneinheit des Jahrestriebes bezogen, ausdrückt.

Genaue Bestimmungen der wirklichen Nadelmenge der Jahrestriebe liegen zwar hier gar nicht vor, doch verdient eine diesbezügliche unmittelbare Beobachtung, welche das wahrscheinliche Verhalten einigermaßen aufklären dürfte, erwähnt zu werden. Als eine allgemeine Erscheinung trat nämlich bei den kräftigsten, zum grossen Teil der II. Sprossordnung angehörigen Zweigen die im Vergleich zu den Zweigen III. Ordnung viel geringere Dichte des Nadelbesatzes ganz deutlich hervor.

Hinzugefügt sei noch, dass die Länge der Nadeln an den kräftigsten Jahrestrieben eine oft deutlich sichtbare Abnahme von der Basis nach der Spitze aufwies. Bei den Messungen wurden an diesen Jahrestrieben — wie auch im übrigen — vorzugsweise die längsten Nadeln ausgewählt, ganz wie man die Höhe eines Waldbestandes am liebsten nach der Länge der dominierenden Stämme abschätzt. Der durchschnittliche Längenunterschied zwischen den Nadeln der kräftigsten und der schwächer ausgebildeten Zweige dürfte demgemäss tatsächlich ein etwas geringerer gewesen sein, als in der früheren Darstellung angegeben worden ist. Allerdings wurde in der Nadellänge überhaupt nur eine recht beschränkte Variation vorgefunden. Die etwas grössere Dicke der an den kräftigsten Zweigen entwickelten Nadeln scheint neben den übrigen Umständen von ganz untergeordneter Bedeutung zu sein.

Auf Grund der erwähnten Verhältnisse unterliegt es kaum einem Zweifel, dass die relative Nadelmenge an den kräftigsten Zweigen II. Ordnung geringer war als an einem grossen Teil der Zweige III. Ordnung, wo die nicht sehr viel kleineren Nadeln meistens sehr dicht an den hier stark verkürzten Jahrestrieben vorkamen. Andererseits scheint es ganz natürlich, dass die schwächsten Zweige, wo die Nadeln viel kürzer sowie auch viel schwächtiger sind und kaum ge-

drängter (vielleicht sogar im Gegenteil) gestellt sind, ebenso eine Abnahme des auf die Längeneinheit des Jahrestriebes erzeugten transpiratorischen und assimilatorischen Gewebemasses aufweisen.

Die relative Nadelmenge würde demnach bei gesteigerter Nadellänge und Trieblänge der Zweige anfangs zunehmen, um von einem gewissen Punkte an wieder allmählich herabgesetzt zu werden. Diese Erscheinung scheint in einer gewissen Abhängigkeit von den gegenseitigen Schwankungen der Nadellänge und der Trieblänge an den Zweigen zu stehen. Wenn man die Kurven S. 74 betrachtet, so dürfte man sich eine annähernde Vorstellung von dem wahrscheinlichen Verlauf der Veränderung der relativen Nadelmenge bei Steigerung der vegetativen Tätigkeit des Zweiges machen können.

Der erste Abschnitt der Kurven illustriert, wie verhältnismässig viel schneller die Nadellänge an den schwächer ausgebildeten Zweigen steigt als die Länge der Jahrestriebe. Auf Grund dessen müssen — sogar unter der Annahme, dass die Nadeln aller dieser Zweige etwa gleich dicht gestellt wären — natürlich sowohl die absoluten als die relativen Nadelmengen an den etwas kräftigeren dieser Zweige eine sehr bedeutende Zunahme erfahren.

Der zweite Abschnitt der Kurven jedoch weist eine verhältnismässig sehr unbedeutende weitere Zunahme der Nadellänge auf <sup>1)</sup>, während die Länge der Jahrestriebe jetzt äusserst stark ansteigt. Man könnte sich vorstellen, dass eben dieses hier einsetzende überaus kräftige Längenwachstum der Jahrestriebe das schon hervorgehobene unmittelbar auffallende Undichtwerden der Nadeln dieser Zweige verursacht hat <sup>2)</sup>. Wegen der nunmehr geringen und immer mehr abnehmenden Längensteigerung der Nadeln muss jedenfalls schon eine recht schwache Abnahme der Dichte des Nadelbesatzes an diesen Zweigen eine merkbare Senkung der relativen Nadelmenge hervorrufen.

Bei der Krümmung der Kurve, dort, wo sie eben anzusteigen beginnt, wäre gemäss dieser Überlegung die grösste relative Nadelmenge der Jahrestriebe vorzufinden. Dieser Punkt würde demnach auch, wenn nur die frühere Auseinandersetzung richtig ist, dem Optimum der männlichen Blütenbildung entsprechen. Der Verlauf der

<sup>1)</sup> Diese Steigerung wurde dazu, wie oben angedeutet, vielleicht nicht unerheblich überschätzt.

<sup>2)</sup> Dies scheint übrigens bei den Pflanzen überhaupt eine ganz allgemeine Erscheinung zu sein. Je schneller und kräftiger das Längenwachstum eines Sprosses ist, desto mehr werden die Blätter voneinander entfernt, desto kleiner wird demgemäss auch seine relative Blattmenge.

Kurven ist zwar nicht ganz genau festgestellt, doch findet man aus den Tabellen S. 122 und 136, dass die männliche Blütenbildung in sämtlichen Jahrgängen an einem entsprechenden Punkt der Kurven aufhört, d. h. etwa dort, wo die Krümmung eben vollzogen ist.

Die früher ausgesprochene Annahme einer das ganze Baumindividuum betreffenden einfachen positiven Korrelation zwischen der vegetativen Tätigkeit und der männlichen Blütenbildung scheint in den eben erörterten Verhältnissen eine gewisse Stütze erhalten zu haben. Es liegt immerhin der Gedanke nahe, *dass die männliche Blütenbildung ihre optimalen Bedingungen an denjenigen Zweigen findet, welche durch die grösste relative Produktionsfähigkeit<sup>1)</sup> von Nadelmenge ausgezeichnet sind.* An solchen Zweigen setzt sie aller Wahrscheinlichkeit nach in einem gewissen Jahre in erster Linie und mit der grössten Intensität ein. Je kleiner die relative Nadelmenge des Jahrestriebes ist, umso schwächer wird auch die Blütenbildung, bis sie an den durch die verhältnismässig geringsten Nadelmenge ausgezeichneten kräftigsten sowie schwächsten Jahrestrieben keine Voraussetzungen zur Entfaltung mehr findet.

Wenn diese Korrelation zwischen den relativen Nadelmengen und der männlichen Blütenbildung unmittelbarer, ursächlicher Natur ist, müssen auch die übrigen Schwankungen dieses Blühens an dem Individuum auf entsprechende Schwankungen der relativen Nadelmenge zurückgeführt werden können. Als Beispiel nenne ich hier nur die periodischen Veränderungen mit dem Alter des Zweiges.

Wenn diese hier nur notdürftig begründeten Ergebnisse durch später wiederholte sowohl statistische als experimentell-physiologische Nachprüfungen ihre Bestätigung finden würden, so wird es auch nahe liegen *die Ursachen der männlichen Blütenbildung überhaupt und insbesondere der periodischen Erscheinungen des männlichen Blühens in irgendwelchen Beziehungen zur Nadelproduktion zu suchen.* Es scheint mir übrigens ganz natürlich, dass an eine derartige Korrelation am nächsten zu denken sei, denn die männlichen Blüten und die Kurztriebe mit ihren Nadeln sind ja doch völlig homologe Gebilde, sie entwickeln sich auch nebeneinander und gleichzeitig.

Die weibliche Blütenbildung zeigt wohl mit der Nadellänge und der Trieblänge eine ausgesprochene, einfache positive Korrelation,

<sup>1)</sup> Vgl. die Bem.: S. 140. Bei künftigen Korrelationsbestimmungen sollte also die mögliche Nadelmenge der blühenden Jahrestriebe in Betracht gezogen werden, und nicht etwa die Menge der tatsächlich produzierten Nadeln. Eine annähernde Beurteilung der Produktionsfähigkeit lässt sich wohl durch Angabe der Anzahl in männlichen Blüten umgeformter Kurztriebe erzielen. Die Sache ist bei der Ausführung gewiss mit Schwierigkeiten verknüpft, lässt sich aber voraussichtlich doch mit Vorteil verfolgen.

die jedoch durchaus nicht das Vorhandensein unmittelbarer und ursächlicher Beziehungen zwischen den besprochenen Erscheinungen anzudeuten scheint, denn in den Einzelheiten wurden mehrere Abweichungen nachgewiesen. Die weibliche Blütenbildung findet dagegen ihr Homologon in der Knospenentwicklung, die im Folgenden beleuchtet werden soll.

### **B. Die Knospenerzeugung und ihre Beziehungen zur weiblichen Blütenbildung.**

Aus Mangel an früheren Erfahrungen wurden bei den Notierungen der Verzweigung und der weiblichen Blütenbildung einige Umstände vernachlässigt, wodurch die Feststellung und Bewertung der hierhergehörigen Erscheinungen im höchsten Grad beeinträchtigt wird. So z. B. wurde die Erzeugung von vegetativen Knospen nur durch Angabe der Anzahl ausgebildeter Zweige charakterisiert. Während des Verlaufes der Untersuchung erwies es sich aber sehr bald, dass sich keineswegs alle Knospen eines Jahrestriebes immer weiterentwickeln. Vielleicht wurde diese Sistierung der Weiterentwicklung am häufigsten an solchen Jahrestrieben beobachtet, die überhaupt eine sehr grosse Menge von Knospen hervorgebracht hatten.

Auch der Jahrgang scheint einen nicht unbeträchtlichen Einfluss auf die Treibung der Knospen auszuüben. Infolgedessen können die Jahrgangsverschiedenheiten in der Knospenbildung selbst, welche eben sonst ein grosses Interesse beansprucht hätten, hier nicht beurteilt werden.

Ferner wurde die Anzahl der weiblichen Blüten am Jahrestriebe nicht angegeben, sondern nur das Vorkommen bezw. Nichtvorkommen derselben notiert. Der Vergleich mit der Variation der Knospenbildung leidet hierunter sehr, und von diesbezüglichen Korrelationsbestimmungen kann keine Rede mehr sein. Dazu wurde die Verzweigung der verschiedenen Zweige nicht gesondert für sich angegeben, sondern nach der Blütenbildung der Zweige in den Jahren 1910—1906 gruppenweise vereinigt. Die Aufstellung von Korrelationstabellen mit der Anzahl vegetativer bezw. weiblicher Blütenknospen als Einteilungsgrundlagen der resp. Reihen ist somit nicht möglich.

Wegen dieser Übelstände können die vorliegenden Fragen nur höchst unbefriedigend beantwortet und die Aufgabe nur ganz allgemein behandelt werden.

Wie alle übrigen besprochenen Tätigkeiten zeigt auch die Verzweigung eine ausgesprochene periodische Veränderung ihrer Intensität mit dem Alter des Zweiges. Eine solche zeigt sich schon im Verhalten der Zweige II. Ordnung <sup>1)</sup>:

Mutterzweige II. Ordnung		Seitenzweige III. Ordnung	
Alter	Sa. Zw.	Anzahl	Prozent
1 .....	20	11	55
2 .....	17	39	229
3 .....	14	38	271
4 .....	23	81	352
5 .....	17	51	300
6 .....	16	61	381
7 .....	20	75	375
8 .....	21	67	319
9 .....	21	65	310
10 .....	21	73	348
11 .....	20	65	325
12 .....	20	64	320
13 .....	20	68	340
14 .....	17	62	365
15 .....	17	53	312
16 .....	13	47	362
17 .....	13	21	162
18 .....	13	38	285
19 .....	13	26	200

Wie die weibliche Blütenbildung, so ist auch die Verzweigung der 1-jährigen Zweige sehr stark unterdrückt. Zweijährige und vielleicht noch dreijährige Zweige sind spärlicher mit Seitenästchen ausgestattet als die 4—16-jährigen. Etwa von dem 17. Jahre an scheint sich eine deutliche Abschwächung der Verzweigung einzustellen. Die Übereinstimmung mit der S. 78—79 für die weibliche Blütenbildung mitgeteilten entsprechenden Reihe ist sehr auffallend. In Anbetracht der oben angedeuteten Sistierung der Weiterentwicklung vieler Knospen an reichlich knospenerzeugenden Jahrestrieben ist es nicht ausgeschlossen, dass die tatsächliche Anzahl der vegetativen **K n o s p e n**

<sup>1)</sup> Das Material wurde hier, wie überhaupt im Folgenden, ohne Rücksicht auf die Jahrgangsviertheilungen zusammengestellt. Die 17—23-jährigen Zweige wurden hierbei als 20-jährig betrachtet, die 15—17-jährigen (vgl. das letzte Kapitel) als 16-jährig.

eine noch ausgeprägtere Periodizität hätte aufweisen können; immerhin scheint der Entfaltung von Knospen über ein gewisses Maximum — hier im Durchschnitt etwa vier an jedem Jahrestriebe — eine Grenze gesetzt zu sein. Wie S. 81 hervorgehoben, dürfte auch die weibliche Blütenbildung unter Berücksichtigung der Anzahl weiblicher Blüten an den Jahrestrieben eine ähnliche schärfere Kulmination der Periode zeigen. Bei der Knospenbildung überhaupt, d. h. wenn sowohl die vegetativen als die reproduktiven Knospen gleichzeitig in Betracht gezogen werden, dürfte demnach die Erscheinung am ausgesprochensten hervortreten.

Die Verzweigung der Sprosse III. Ordnung bietet das Bild einer viel deutlicheren Periodizität dar. Dieselbe wird am geeignetsten durch die folgende Übersicht sämtlicher diesbezüglichen aus der genannten Sprossordnung stammenden Beobachtungen veranschaulicht:

Mutterzweige III. Ordnung		Seitenzweige IV. Ordnung	
Alter	Sa. Zw.	Anzahl	Prozent
1 .....	598	41	7
2 .....	508	154	30
3 .....	460	179	39
4 .....	378	153	41
5 .....	315	126	40
6 .....	253	82	32
7 .....	202	62	31
8 .....	159	24	15
9 .....	128	19	15
10 .....	109	21	19
11 .....	89	12	14
12 .....	64	9	14
13 .....	40	2	5
14 .....	17	0	0

Die Intensität der Verzweigung verändert sich hier auf völlig entsprechende Weise wie die Verbreitung der weiblichen Blüten in derselben Sprossordnung (Tabellen S. 78—79). Graphisch in einem geeigneten Masstabe eingezeichnet decken sich die beiden Kurven, soviel man beurteilen kann, vollkommen. Eine graphische Darstellung kann deshalb hier gut wegbleiben, denn die S. 80 mitgeteilten Kurven können ebenso gut auch für die Verzweigung gelten. Überhaupt dürfte man jetzt schon berechtigt sein festzustellen, dass die Veränderungen der Knospenerzeugung und der weiblichen Blütenbildung mit dem Alter des Zweiges ganz parallel verlaufen.

Wenn man die Anzahl ausgewachsener Zweige als Mass für die Knospenerzeugung betrachtet und weiter noch annimmt, dass an den weiblich blühenden Jahrestrieben nur je eine Blüte vorkommt, so kann man eine annähernde Vorstellung gewinnen von den Schwankungen der gesamten Knospenbildung sowie auch von den gegenseitigen Beziehungen zwischen der Anzahl vegetativer und reproduktiver Knospen. Im Anschluss an die S. 78 mitgeteilten Angaben über die weibliche Blütenbildung der an 17—23-jährigen Mutterzweigen gebildeten 1—11-jährigen Zweige III. Ordnung wird unten die Verzweigung der Jahrestriebe 1909—1906 derselben Zweige in einer Tabelle zum Vergleich herangezogen:

Mutterzweige III. Ordnung		Seitenzweige IV. Ordnung		An den Mutterzweigen in Min. Prozent	
Alter	Sa. Zw.	Anzahl	Prozent	♀-Blüten	Knospen
1.....	96	3	3	0.6	4
2.....	94	34	36	7.4	43
3.....	106	47	44	13.0	57
4.....	97	43	44	12.6	57
5.....	93	30	32	11.1	43
6.....	87	26	30	7.3	37
7.....	81	25	31	11.7	43
8.....	85	12	14	10.2	24
9.....	87	11	13	5.5	19
10.....	92	21	23	5.8	29
11.....	89	12	13	4.8	18

Trotz des bescheidenen und nicht völlig homogenen <sup>1)</sup> Materials verschieben sich die Verzweigung und die Blütenbildung ganz ähnlich. Im Durchschnitt scheint hier — unter den früher erwähnten Voraussetzungen — die Anzahl der weiblichen Blüten etwa  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  von derjenigen der vegetativen Knospen zu entsprechen. Jedoch ist es nicht ausgeschlossen, dass die Anzahl der weiblichen Blüten auch verhältnismässig grösser wird, je kräftiger die Knospenbildung überhaupt ist. Die letzte Kolumne, welche durch Summierung der zwei vorhergehenden erhalten wird, gibt die Minimalanzahl sämtlicher Knospen an und illustriert schon besser den hervorragenden Einfluss des Zweigalters auf die gesamte Knospenerzeugung überhaupt.

<sup>1)</sup> Die Anzahl der Jahrestriebe in den verschiedenen Jahrgängen war keineswegs die gleiche.

Nach dem früher Gesagten wäre jedoch in der Wirklichkeit sogar eine noch schärfere Kulmination der Periode zu erwarten.

Über spezifische Verschiedenheiten zwischen den *verschiedenen Sprossordnungen* im Verlaufe der »Periode am Zweige« kann wegen der mehrmals erwähnten Vernachlässigungen hier ebensowenig wie für die weibliche Blütenbildung irgendetwas entschieden werden. Die verhältnismässig schnelle Herabsetzung der Knospenerzeugung an den älteren Zweigen III. Ordnung kann vielleicht bei genauer Notierung der *Knospenanzahl* auch für die II. Sprossordnung nachgewiesen werden. Dagegen *sind die quantitativen Unterschiede in der Knospenmenge ganz ausserordentliche:*

Sprossordnung	Sa. Zw.	Seitenzweige	
		Anzahl	Prozent
II .....	336	1 005	299.11
III .....	3 320	884	26.63
IV .....	4 208	20	0.48
V .....	48	0	0.00

Ein Blick auf die Tabelle S. 82 legt vollauf dar, *dass die weibliche Blütenbildung in den verschiedenen Sprossordnungen eben dieselben Mengenverhältnisse befolgt wie die Erzeugung vegetativer Knospen.*

Bei den Schwankungen der weiblichen Blütenbildung und der Knospenerzeugung an dem Baumindividuum scheint also in den allgemeinen Hauptzügen ein völliger Parallelismus zu herrschen. Eine nähere Feststellung der Beziehungen dieser Tätigkeiten zueinander im einzelnen mittelst Korrelationsbestimmungen lässt sich zwar auf Grund dieser Notierungen nicht ausführen. Jedoch treten uns die innigen Relationen bei der Erzeugung vegetativer und reproduktiver Knospen schon dann ziemlich befriedigend scharf entgegen, wenn die Verzweigung der in einem oder in mehreren der Jahre 1910—1906 weiblich blühenden ( $\varphi_1$ ) und der nicht-weiblich ( $\varphi_0$ ) blühenden Zweige einem Vergleich unterworfen wird. Das Material aus der III. Sprossordnung eignet sich vorteilhaft dazu. Es ergibt sich die folgende Übersicht.

Alter der Zweige im Jahre 1910	♀-Bl. der Zw. in den Jahren 1910—1906	Sa. Zweige		Anzahl Seitenzweige aus Knospen vom Jahre												Sa. Jahreszweige der Mutterzw.	Gesamtzahl Seitenzw.		
		1909	1908	1907	1906	1905	1904	1903	1902	1901	1900	1899	1898	1897	1896		Anzahl	Prozent	
2	♀ <sub>0</sub>	48	1														48	1	2.1
	♀ <sub>1</sub>	36	20														36	20	55.6
3	♀ <sub>0</sub>	22	7	0													44	7	15.9
	♀ <sub>1</sub>	10	18	0													20	18	90.0
4	♀ <sub>0</sub>	51	15	6	0												153	21	13.7
	♀ <sub>1</sub>	18	25	21	0												54	46	85.2
5	♀ <sub>0</sub>	44	17	15	6	0											176	38	21.6
	♀ <sub>1</sub>	5	5	6	2	0											20	13	65.0
6	♀ <sub>0</sub>	38	2	6	0	1	0										190	9	4.7
	♀ <sub>1</sub>	10	9	15	6	9	0										50	39	78.0
7	♀ <sub>0</sub>	27	5	5	1	2	0	0									162	13	8.0
	♀ <sub>1</sub>	12	7	12	6	13	3	0									72	41	56.9
8	♀ <sub>0</sub>	22	5	5	0	1	2	0	0								154	13	8.4
	♀ <sub>1</sub>	11	2	7	5	9	10	4	0								77	37	48.1
9	♀ <sub>0</sub>	20	0	4	0	0	0	0	0	1	2						160	7	4.4
	♀ <sub>1</sub>	11	7	13	8	12	17	14	18	7							88	96	109.1
10	♀ <sub>0</sub>	18	1	1	0	0	3	0	1	2	0						162	8	4.9
	♀ <sub>1</sub>	1	0	0	0	0	0	1	3	1	0						9	5	55.6
11	♀ <sub>0</sub>	13	3	1	0	0	1	0	1	5	3	0					130	14	10.8
	♀ <sub>1</sub>	7	4	4	2	5	7	5	8	10	3	0					70	48	68.6
12	♀ <sub>0</sub>	18	0	1	0	1	1	0	3	14	3	1	0				198	24	12.1
	♀ <sub>1</sub>	7	5	5	3	3	6	4	15	18	10	2	2				77	73	94.8
13	♀ <sub>0</sub>	22	1	2	0	0	3	2	12	29	11	4	6	3			264	73	27.7
	♀ <sub>1</sub>	2	2	3	3	2	3	3	4	6	2	2	1	1			24	32	133.3
14	♀ <sub>0</sub>	20	1	1	0	1	3	0	5	15	5	3	9	8	5		260	56	21.5
	♀ <sub>1</sub>	3	0	4	1	4	4	1	7	4	4	2	3	5	0		39	39	100.0
15	♀ <sub>0</sub>	16	0	0	0	0	0	1	2	7	0	6	3	3	2	0	224	24	10.7
	♀ <sub>1</sub>	1	0	1	1	1	0	0	1	2	0	1	1	2	2	0	14	12	85.7

Die Knospenbildung der Zweige, welche in den Jahren 1910—1906 wenigstens einmal weiblich geblüht hatten, ist durchgehends erheblich stärker als bei denjenigen Zweigen, die in den genannten Jahren nur männliche Blüten trugen oder steril waren. Im Durchschnitt wurden an den in den Jahren 1910—1906 weiblich (♀<sub>1</sub>) und nicht-

weiblich ( $\varnothing_0$ ) blühenden Zweigen folgende Mengen von Seitensprossen angetroffen:

$\varnothing_0$ :	auf	2325	Jahrestriebe	308	Seitenzweige,	oder	13.3	%
$\varnothing_1$ :	»	650	»	519	»	,	»	79.8

Die Verzweigung der in den letzten Jahren weiblich blühenden Zweige war demgemäss sechsmal grösser als in der anderen Gruppe. Wenn die weibliche Blütenbildung als eine Art reproduktiver Verzweigung mit in Rechnung gezogen wird, steigt die minimale Gesamtzahl der Knospen in der unteren Zeile auf 638 oder annähernd auf 100 Prozent der Anzahl Muttertriebe. Da selbstverständlich viele Jahrestriebe mehr als eine weibliche Blüte hervorgebracht hatten und insbesondere wenn man dazu noch die frühere weibliche Blütenbildung hätte berücksichtigen können, steigt der tatsächliche Unterschied unbedingt noch sehr viel höher.

Auch die in den Jahren 1910—1906 weiblich blühenden Zweige zeigen unter sich Verschiedenheiten in betreff der Verzweigung je nach der Anzahl der in diesen Jahren weiblich blühenden Jahrestriebe. Eine Zusammenstellung der 5—15-jährigen Zweige ergibt folgende Reihe:

bei 1-maligem Blühen:	auf	382	Jahrestriebe	214	Seitenzweige,	oder	56.0	%
» 2- »	»	»	»	83	»	»	»	113.8
» 3- »	»	»	»	13	»	»	»	153.8
» 4- »	»	»	»	39	»	»	»	148.7
» 5- »	»	»	»	23	»	»	»	213.0

Der innige Zusammenhang zwischen der Erzeugung vegetativer Knospen und der weiblichen Blütenbildung findet auch hier, trotz dem geringen Material, einen hübschen Ausdruck. Das letzte Glied der Reihe bildet einen Übergang zu den aus der II. Sprossordnung bekannten Verhältnissen, wo die Zweige bei alljährlich einsetzender weiblicher Blütenbildung durchschnittlich etwa drei Seitenzweige an jedem Jahrestrieb (300 %) hervorbrachten; hier ist aber wohl ausserdem auch die Anzahl weiblicher Blüten pro Jahrestrieb im Durchschnitt eine grössere.

Hiermit muss die Darstellung der Beziehungen zwischen der Knospenerzeugung und der weiblichen Blütenbildung diesmal abgeschlossen werden. Aus dem früheren ist zur Genüge hervorgegangen, wie sich die weibliche Blütenbildung in erster Linie an den in vegetativer Hinsicht (in betreff der Länge der Nadeln und der Jahrestriebe) kräftigsten Zweigen einstellt, auf Grund des eben vorstehend Vorgebrachten dürfte man jedoch auf eine — sogar im einzelnen — noch innigere Abhängigkeit dieses Blühens von der Knospenerzeugung

überhaupt schliessen können. Das Vorhandensein enger, unmittelbarer Beziehungen zwischen den beiden Erscheinungen wird zwar hierdurch in keiner Weise bewiesen, die Annahme solcher erscheint jedoch jetzt recht natürlich. Wie schon betont (S. 146), entstehen und entwickeln sich ja die weiblichen Blütenknospen und die vegetativen Knospen gleichzeitig und nebeneinander und sind wohl zudem völlig homologe Organe.

Eben mit Rücksicht auf das zuletzt erwähnte ist es mir, als ob man beim Forschen nach den Ursachen des ausgesprochen periodischen Auftretens der weiblichen Blütenbildung der Kiefer im allgemeinen — eine uralte Streitfrage der Forstmänner — den Anfang mit Beobachtungen über die besprochenen elementaren morphologischen Erscheinungen machen müsse. Bis jetzt hat sich die diesbezügliche Forschung auf physiologisch-chemische Analysen beschränkt, die jedenfalls an und für sich nichts darüber entscheiden können. Das periodische Auftreten von weiblichen Blüten bzw. Knospen lässt sich wohl auch aus anderen Gründen hergeleitet denken als aus einer nahrungsphysiologischen »Periodizität«, wo jedoch immer der Jahres einfluss als letzte Ursache der Massenerscheinung in Betracht gezogen werden muss. Auch brauchen wohl keine die Blütenbildung spezifisch begünstigenden Momente im Jahrescharakter — etwa Beeinflussungen in einer »sensiblen Periode«<sup>1)</sup> — hierbei als Hauptursachen wirksam zu sein. Man könnte sich vorderhand ebensogut ganz einfach vorstellen, dass sich die weibliche Blütenbildung immer und nur dann einstellt, wenn die Knospenerzeugung des Jahrestriebes überhaupt eine gewisse Grenze überschritten hat. Je mehr der Jahrescharakter die »Neigung« der verschiedenen Individuen und die vegetative Tätigkeit der einzelnen Zweige des Baumes die Knospenerzeugung überhaupt begünstigt, umso relativ reichlicher müssten dann auch die Knospen in weibliche Blüten übergehen. Während die Grenze, wo die Umwandlung der Knospen zu weiblichen Blüten beginnt, bei verschiedenen Individuen eine etwas verschiedene sein kann, wird man doch bei den einzelnen Zweigen eines bestimmten Individuums eine äusserst feste Korrelation zwischen der Anzahl der an den Jahrestrieben entwickelten vegetativen und reproduktiven Knospen erwarten müssen. Solche Korrelationsbestimmungen werde ich in einer späteren Arbeit mitteilen.

<sup>1)</sup> Z. B. de Vries (Mutationstheorie, II) führt in vielen Fällen die Blütenbildung auf derartige Beeinflussungen zurück.

Wodurch die Knospenerzeugung als solche bedingt ist und worin der Grund zu dem angedeuteten Gleichgewicht zwischen den verschiedenartigen Knospen liegt, das wären dann eigentlich die zwei Hauptaufgaben bei der Erforschung der Ursachen des weiblichen Blühens der Kiefer. *Jedenfalls dürften die Ursachen der weiblichen Blütenbildung am nächsten in ihren Beziehungen zur Knospenerzeugung überhaupt zu suchen sein.*

---

## V. Das Untersuchungsmaterial.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Vgl. die Erklärungen in der Einleitung.































Blütenbildung in der IV. und V. Sprossordnung.

Material aus 4 17-23-jährigen Zweigen II. Ordnung.

Sprossordnung	Alter der Zw. im Jahre 1910	Blühen der Jahrestriebe vom Jahre					Anzahl Zweige
		1906	1907	1908	1909	1910	
IV	1	0	0	0	0	0	196
		0	0	0	0	0	17
	2	0	0	0	0	0	125
		0	0	0	0	0	36
		0	0	0	0	0	48
		0	0	0	0	0	5
		0	0	0	0	0	9
	3	0	0	0	0	0	39
		0	0	0	0	0	12
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	26
		0	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	0	0	42
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	9
		0	0	0	0	0	10
		0	0	0	0	0	4
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	32
		0	0	0	0	0	22
		0	0	0	0	0	5
		0	0	0	0	0	6
	5	0	0	0	0	0	2
		0	0	0	0	0	1
0		0	0	0	0	1	
0		0	0	0	0	1	
0		0	0	0	0	1	
0		0	0	0	0	1	
0		0	0	0	0	1	
0		0	0	0	0	10	
0		0	0	0	0	11	
0		0	0	0	0	2	
0		0	0	0	0	2	
6	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	2	
	0	0	0	0	0	1	
	0	0	0	0	0	1	
	0	0	0	0	0	1	
	0	0	0	0	0	1	

Sprossordnung	Alter der Zw. im Jahre 1910	Blühen der Jahrestriebe vom Jahre					Anzahl Zweige
		1906	1907	1908	1909	1910	
IV	7	0	0	0	0	0	52
		0	0	0	0	0	51
	8	0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
	9	0	0	0	0	0	41
		0	0	0	0	0	40
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	9
		0	0	0	0	0	2
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	8
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	4
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	2
0		0	0	0	0	2	
0		0	0	0	0	2	
9	0	0	0	0	0	35	
	0	0	0	0	0	31	
	0	0	0	0	0	6	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	

Sprossordnung	Alter der Zw. im Jahre 1910	Blühen der Jahrestriebe vom Jahre					Anzahl Zweige
		1906	1907	1908	1909	1910	
IV		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	1
	10	0	0	0	0	0	15
		0	0	0	0	0	13
		0	0	0	0	0	2
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	3
	11	0	0	0	0	0	18
		0	0	0	0	0	5
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	1
	12	0	0	0	0	0	12
		0	0	0	0	0	9
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	1
	13	0	0	0	0	0	5
		0	0	0	0	0	3
		0	0	0	0	0	1
		0	0	0	0	0	7
		0	0	0	0	0	1
	V <sup>1)</sup>	1	0	0	0	0	7
		2	0	0	0	0	7
4		0	0	0	0	3	
7		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	
8		0	0	0	0	1	

<sup>1)</sup> Sämtliche an den Zweigen IV. Ordnung gefundenen Seitenästchen wurden notiert.

## Verzweigung von 4 15–17-jährigen Zweigen II. Ordnung.

Sprossordnung	Alter der Zw. im Jahre 1910	Anzahl Zweige	Anzahl Seitenzweige aus Knospen vom Jahre									
			1909	1908	1907	1906	1905	1904	1903	1902	—	—
II	15–17	4	10	14	8	12	14	14	12	10	—	—
III	2	14	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	8	7	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	12	6	6	0	—	—	—	—	—	—	—
	5	14	6	6	4	2	—	—	—	—	—	—
	6	14	2	3	1	4	0	—	—	—	—	—
	7	12	3	2	2	1	0	0	—	—	—	—
	8	10	0	0	0	1	0	0	0	—	—	—
	IV	1–4	56	Keine Verzweigung								

### Verzeichnis der Abkürzungen.

- $A$  = zum Ausgangspunkt gewählte Klasse einer Reihe bei der Mittelwertbestimmung.
- $M$  = Mittelwert.
- $\sigma$  = Standardabweichung.
- $v$  = Variabilitätskoeffizient.
- $r$  = Korrelationskoeffizient.
- $R$  = Regressionskoeffizient.
- $m$  = mittlerer Fehler des Mittelwerts.
- $m_r$  = mittlerer Fehler des Korrelationskoeffizienten.
- $m_R$  = mittlerer Fehler des Regressionskoeffizienten.
- $m_\sigma$  = mittlerer Fehler der Standardabweichung.
- $m_v$  = mittlerer Fehler des Variabilitätskoeffizienten.
- $x$  = supponierte Eigenschaft einer Korrelationsbestimmung.
- $y$  = relative Eigenschaft einer Korrelationsbestimmung.
- $\sigma^{\alpha}_1, \varphi_1$  = männlich bzw. weiblich blühende Jahrestriebe oder Zweige.
- $\sigma^{\alpha}_0, \varphi_0$  = nicht-männlich bzw. nicht-weiblich blühende Jahrestriebe oder Zweige.
-

