

Über die individuelle Verschiedenheit in der  
Entwicklung einiger fortwachsenden  
Pflanzen mit besonderer Rücksicht  
auf die Aussenbedingungen.

Von

K. Koriba, *Rigakushi*.

---

*Mit 5 Tafeln.*

---

I. EINLEITUNG.

In der Forschung der statistischen Variabilität ist es unbedingt notwendig, die durch Messung erhaltenen Daten je nach ihren massgebenden Faktoren, Aussenbedingungen, erblichen Eigenschaften, u.s.w., analytisch zu untersuchen.

Um die obwaltenden Faktoren möglichst einfach wirken zu lassen, müssen die Versuchsmaterialien nicht in wildem Zustand entnommen, sondern unter bestimmten Bedingungen kultiviert werden.

Die an sich verschiedenen zwei Arten von Variationserscheinungen, nämlich die zählbare und messbare Variabilität, sind bezüglich der Wirkungsweise der äusseren Faktoren auch von verschiedener Natur.

Bei der ersteren, der zählbaren Variabilität, ist das Endresultat, ungeachtet mannigfaltig verwickelter äusserer Einflüsse, nur ein einfacher und einmaliger Vorgang, das Entstehen oder

nicht Entstehen gleichnamiger Organe. Es handelt sich daher um Organgruppen von höherer Einheit, deren Verhalten aber mehr von den inneren Ursachen bedingt ist und mit der Aussenwelt in indirekter Beziehung steht, wie z. B. die FIBONACCI'sche Vermehrung der Blütenglieder.<sup>1)</sup>

Sie werden natürlich von den äusseren Lebensmedien bedingt, wie z. B. Beleuchtung,<sup>2)</sup> Feuchtigkeit,<sup>3)</sup> Nährstoffe in der Aussenwelt,<sup>4)</sup> die korrelative Verteilung derselben innerhalb der Körper, örtlich sowie zeitlich,<sup>5)</sup> u.s.w. Die Variationsspielzeit gehört aber bei ihnen hauptsächlich der sogenannten Ekblastose<sup>6)</sup> an. Selbst wenn die Umbildung benachbarter Organe, oder die sogenannte homöotische Variation<sup>7)</sup> gestattet ist, werden sie nur bis zur Stufe der morphologischen Ausgestaltung<sup>8)</sup> beschränkt bleiben. Vor und

1) LUDWIG, Weiteres über Fibonaccikurven. Bot. Centralbl. 1896, Bd. LXVIII, p. 1-8, und die darin zitierten Arbeiten; LUDWIG, Variationsstatistische Probleme und Materialien. Biometrika. Vol. I, 1901, p. 24-29; PEARSON, On the Sources of Apparent Polymorphism in Plants. Ibid. p. 304-306; Vgl. auch VOGLER, Variationskurven bei Pflanzen mit tetrameren Blüten. Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. Zürich. Bd. XLVII, 1902, p. 429.

2) REINÖHL, Die Variation im Androeium der *Stellaria media* Cyr. Bot. Zeit., Bd. LXI, 1903, p. 181-198.

3) HAACKE, Entwickelungsmechanische Untersuchungen. 1. Über numerische Variation typischer Organe und korrelative Mosaikarbeit. Biol. Centralbl. Bd. XVI, 1896, p. 483.

4) DE VRIES, Die Strahlkurven der Compositen und Umbelliferen. Die Mutationstheorie. Bd. I, 1901, p. 397 ff.; WEISE, Die Zahl der Randblüten an Compositenköpfchen in ihrer Beziehung zur Blattstellung und Ernährung. Jahrb. f. w. B. Bd. XXX, 1897, p. 471.; KORIBA, Variation in the Ray-Flowers of Some Compositae. Bot. Magazine, Tokyo. Vol. XXII, 1908, p. 86 ff.

5) HAACKE, Ibid. p. 483-497.; KORIBA, Ibid. p. 112.; MAC LEOD, Over de Veranderlykheid van het Aantal Randbloemen by de Korenbloem. Ref. in Just's Bot. Jahresber. Bd. XXVII, 2. 1899, p. 198.; KLEBS, Über Variationen der Blüten. Jahrb. f. w. Bot. Bd. XLII, 1906, p. 177.; BURKILL, On Some Variations in the Number of Stamens and Carpels. Proc. Linn. Soc., Bot. Vol. XXXI, 1895, p. 226, 233, 236.; SHULL, A Quantitative Study of Variation in the Bracts, Rays, and Disk Florets of *Aster Shortii*, etc. from Yellow Spring, Ohio. Amer. Nat. Vol. XXXVI, 1902, p. 149.; TOWER, Variation in the Ray-flowers of *Chrysanthemum leucanthemum* L. with Remarks upon the Determination of Modes. Biometrika. Vol. I, 1902, p. 311.

6) SACHS, Über Wachstumsperioden und Bildungsreize. Flora. Bd. LXXVII, 1893, p. 227.

7) BATESON, Materials for the Study of Variation. 1894, p. 85.; WEISSE, Ibid. p. 461, 465.; LEE, Dr. Ludwig on Variation and Correlation in Plants. Biometrika. Vol. I, p. 317.

8) SACHS, Ibid.

während der Phasen liegt aber ein die Entstehung der Organe determinierender, höchst wirksamer Zeitpunkt, oder die sogenannte empfindliche Periode.<sup>1)</sup> Das ersichtliche Endresultat der Variationen kommt auch bei ihnen nach langer Zwischenzeit sehr spät ans Licht.

Es ist also in der zählbaren Variabilität, der engere Zusammenhang derselben mit den stets variierenden äusseren Umständen sehr undeutlich. Es gibt sogar einen Fall, dass z. B. die blosser Umpflanzung der Keimlinge von *Papaver somniferum monstuosum* zur Zeit der empfindlichen Periode, ganz unabhängig von der Ernährung, die Ausbildung der Nebenkarpellen nahezu unterdrückt.<sup>2)</sup>

Ganz anders verhält es sich aber bei der messbaren Variabilität. Im Wesen der Sache gehört sie der sogenannten physiologisch-biologischen Periode<sup>3)</sup> der Entwicklung an. Selbst wenn ihre finalen Zustände im Grossen und Ganzen auch von den Bedingungen in einer empfindlichen Periode bestimmt werden,<sup>4)</sup> so steht doch ihre fortwährende Entwicklung mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften, mit den jeweiligen, entwickelten Aussenbedingungen stets im näheren Zusammenhang. In der messbaren Variation wird also die äussere Einwirkung, je mehr die Reaktionen sensibel sind, um so schöner auf die Variationsschemata ausgedrückt.

Es gibt schon einige Studien, welche die messbaren Variationen mit besonderer Rücksicht auf die Aussenwelt behandeln.

---

1) DE VRIES, Ibid. p. 371. KLEBS, Ibid. p. 296.

2) DE VRIES, Ibid. p. 97.

3) SACHS, Ibid.

4) Nach VON SEELHORST bedingt der Wassergehalt des Bodens zur Zeit des Schossens des Hafers und Sommerweizens die Länge der Internodien, u. s. w. Siehe „Neuer Beitrag zur Frage des Einflusses des Wassergehaltes des Bodens auf die Entwicklung der Pflanzen.“ Journ. f. Landwirtsch. Bd. XLVIII, 1900, p. 163 ff.

So hat z. B. MAC LEOD<sup>1)</sup> die Korrelationen der Länge und Breite der Licht- und Schattenblätter von Rotbuche im Freien, DE VRIES,<sup>2)</sup> den Zusammenhang zwischen Ernährung und Zuchtwahl bei der Fruchtlänge der *Oenothera*-Arten, durch eine vieljährige Kultur, ausführlich untersucht.

Diese Studien behandeln aber nur die Zustände der erwachsenen Organe, ohne auf den zeitlichen Verlauf der Variationen Rücksicht zu nehmen. Die Zustände der erwachsenen Organe sind aber die gesamten Resultate des während der Entwicklungsperioden dargestellten, graduellen Wachstums, welches von den stets variierenden Aussenfaktoren mannigfaltig beeinflusst worden ist. Sie enthalten also die verschiedenen Verhältnisse der zeitlich modifizierten Variationen innerhalb einer Kurve und erklären damit nicht die nähere Einwirkungsweise der jedesmaligen Aussenbedingungen auf die Variationen. Um die Beziehung der äusseren Einflüsse auf die laufenden Variationen näher zu konstatieren, müssen wir mithin diese zwei gleichzeitig verfolgen. Für derartige Studien würde die empfindliche und leicht bemerkbare Zuwachsbewegung am lehrreichsten sein.

Wachstumslänge und Trockengewicht der Pflanze erklären zahlreiche physiologische Probleme. Die numerischen Resultate werden aber, teils wegen der geringen Anzahl angewandter Exemplare, teils wegen des nach der Auswählungsweise vorbereiteten Materiales (gesunde Exemplare, u. s. w.) gewissermassen verwirrt. Besonders ist dies der Fall, wenn zahlreiche Versuchsreihen, die unter verschiedenen Bedingungen stehen, miteinander zur Vergleichung gebracht werden. Es wäre daher erforderlich, in die

---

1) MAC LEOD, Over de Correlatie tusschen Lengte en Breedte van Licht-en Schaduwbladen by den Groenen en den Bruinen Benk. Ref. in Just's Bot. Jahresber. Bd. XXVII, 2, 1899, p. 199.

2) DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. I, p. 383 ff.

individuelle Verschiedenheit des Wachstums u. s. w., im Zusammenhang mit den dirigierenden Faktoren eine allgemeine Einsicht zu gewinnen.

Auf Anregung und unter Anleitung des Herrn Prof. MIYOSHI habe ich die vorliegende Untersuchung in diesen beiden Hinsichten während des akademischen Jahres 1905-6 im botanischen Institut der Universität zu Tokyo ausgeführt. Es sei mir erlaubt, Herrn Prof. MIYOSHI für seine vielseitige Anregung meinen herzlichen Dank auszusprechen.

## II. METHODISCHES.

Als Versuchspflanzen wählte ich Keimlinge von *Pisum arvense* L. und *Vicia Faba var. equina* PERS., hauptsächlich kam aber die letztere zur Anwendung. Reinsaaten beider wurden aus dem Mita Saatgarten zu Tokyo bezogen, und zwar dienten mir zum Versuch 9 Liter der ersteren und 12 Liter der letzteren.

Bei individueller Verschiedenheit des Wachstumsgrades handelt es sich unter gleichen Bedingungen nur um die angeborenen Ursachen. Nun sehen wir in den Samen, von welchen unsere Versuche ausgehen, einige fluktuierend variierende Merkmale, wie Grösse, Gewicht, Färbung, u. s. w., die in jedem Samen in verschiedenen, abhängigen oder unabhängigen Kombinationen vorkommen und, wie die Samenkunde uns lehrt, mehr oder weniger auf die weitere Entwicklung der Pflanzen einen Einfluss haben sollen.

Um über die individuelle Verschiedenheit nähere Einsicht zu gewinnen, erschien es angebracht die Versuche mit nach bestimmten Kriterien sortierten Samen auszuführen, anstatt wahllos mit normlosen Samen zu verfahren.

Ich habe daher die Samen nach dem Gewicht geteilt, so

dass jede Gruppe nur um ca. 1 % Gewichts Differenz (bei *Pisum arvense* um 3 mgr. und bei *Vicia Faba var. equina* um 1 cgr.) schwankte. Die Wägung der Samen wurde mittelst der gewöhnlichen Wage, deren Empfindlichkeit 1 mgr. betrug, sorgfältig ausgeführt. Der Same von *Pisum* wog ca. 100–450 mgr., durchschnittlich ca. 270 mgr.; ich wählte jene Samen darunter aus, die von 300 bis 350 mgr. wogen, also die Plusvarianten der Saaten, und gruppierte sie um 3 mgr. Der Same von *Vicia* wog ca. 45–150 cgr., durchschnittlich ca. 96 cgr.; die von 80 bis 120 cgr. wiegenden wurden darunter ausgewählt und um 1 cgr. Gewichts Differenz gruppiert, so dass z. B. die von 100 cgr. von 99.6 bis 100.5 cgr. schwankten.

Selbstverständlich kann man in solchen Samengruppen den Ernährungsgrad der Samen in den Mutterpflanzen ausgleichen und sowohl in der nachherigen Entwicklung der Keimlinge, als auch bei der Vergleichung der Trockensubstanz am Schluss des Versuches, den stofflichen Einfluss eliminieren. Der Einfluss des Gewichts selbst lässt sich auch durch die gleichzeitige Kultur von verschiedenen solchen Samengruppen wohl konstatieren. Das Vorkommen anderer Eigenschaften wie Grösse, Färbung, u. s. w., in jeder Samengruppe ist auch bei solcher Einreihung sehr regelmässig.<sup>1)</sup> Mit derartigen Samengruppen habe ich die vorliegenden Versuche ausgeführt.

Bei derartigen Untersuchungen ist auch die Gleichmässigkeit der äusseren Bedingungen ganz besonders notwendig. Ich bediente mich daher der Wasserkultur, weil bekanntlich bei der Erdkultur zahlreiche Ungleichheiten der Aussenbedingungen, sei es Feuchtigkeitsunterschied und Grad der Lockerheit des Bodens,

---

1) Vergl. DUNCKER, Die Methode der Variationsstatistik. Arch. f. Entw.-Mechan. der Organismen. Bd. VIII, 1899, p. 148–150.

sei es Intensität der Beleuchtung, verschiedene Verteilung der Nährstoffe, u. s. w., gewöhnlich unvermeidlich sind,<sup>1)</sup> was in der Wasserkultur sich möglichst ausschliessen lässt.

Nur zum Vergleich mit der Wasserkulturen wurden die Versuche mit Feld- und Topfkultur ausgeführt. Die individuelle Verschiedenheit bezieht sich mithin, in den vorliegenden Fällen, auf Keimlinge von gleichem Samengewicht in gleichen Aussenbedingungen.

Die Wasserkultur wurde in der üblichen Weise ausgeführt. Die Kulturgefässe hatten ca. 2 Liter Inhalt, waren mit schwarzem Papier bedeckt und mit von fünf Löchern durchgezogenen Korkstöpseln versehen; sie wurden zuerst mit Salzsäure rein gemacht und dann mit Leitungswasser abgewaschen. Die Stöpsel wurden auch mit Paraffin gekocht. Als Kulturflüssigkeit wurde Leitungswasser benützt.

Die Versuchssamen wurden zuerst etwa einen Tag in Wasserquellen gelassen, dann in nassen Sägespänen in der Weise ausgesät, dass das Wurzelchen senkrecht sich befand. Das Ganze blieb im Dunkeln. Die Keimlinge, deren hypokotyles Glied einige Centimeter gestreckt war, wurden sofort oder nachdem sie früher auf über Wasser gelegtes Gitterwerk zur weiteren Entwicklung gebracht worden waren, in das Kulturgefäss derart gesteckt, dass sie bei *Pisum* unter Zuhilfenahme von Watte innerhalb des Loches, und bei *Vicia* mittelst Stecknadeln über den Stöpseln senkrecht gehalten wurden. Sobald sie einige Decimeter lang geworden waren, wurden sie mit Stäbchen gestützt.

Die Sprosslänge wurde von der Kotyledonenansatzstelle an bis zur Spitze des höchsten Blattes gemessen (die maximale Länge), sie enthält also stets die Blattgrösse.

---

1) Vergl. z. B. DE VRIES, Ibid. p. 106; KLEBS, Ibid. p. 290.

Die sonstige Behandlung wird in der Beschreibung jedes Versuches besprochen.

Zur statistischen Rechnung bediente ich mich, nebst der Ermittlung des arithmetischen Durchschnittes, der Methode GALTON'S.<sup>1)</sup> Da aber die Fluktuationen zuweilen lückenhaft waren, so bekamen die Mediane und Quartile je nach der Einreihungsweise<sup>2)</sup> eine Abweichung. Für die vorliegenden Versuche waren sie aber sehr zweckdienlich.

Schliesslich will ich hier über die Keimlingsauswählung

1) Hier kann man das Schwankungsschema durch zwei Grössen, nämlich die Mediane und die Variationsweite, bestimmen. Unter der Mediane (M) versteht man den Wert, welcher von 50% der Varianten überschritten, von den übrigen 50% aber nicht erreicht wird; das heisst mit anderen Worten, die mittlere Lage der kleinen und grossen Hälfte, welche gewöhnlich nicht dem aktuellen Individuum entspricht, sondern sich meist durch Interpolation ermitteln lässt. Er stimmt mit dem arithmetischen Durchschnitt (A) überein, wenn die Verteilung völlig symmetrisch sei.

Die Variationsweite (Q) ist eine Grösse, mittelst welcher man ein von der Mediane an bemessene mittlere Breite der Fluktuation zeigt, d.i. eine Weite, die von der Mediane an nicht bis zu den extremen Varianten, sondern bis auf je 25% von Individuen nach beiden Seiten gemessen wird, wovon der Name, das Quartil, abgeleitet ist. Es entspricht also dem wahrscheinlichen Fehler der Mathematiker. Im Allgemeinen ermittelt man erst den absoluten Wert der je 25 bzw. 75% entsprechenden Lage ( $Q_0$  und  $Q_p$  genannt), dann berechnet man von der Mediane an ihre Abstände ( $Q_1$  und  $Q_2$  genannt);  $Q_1 = M - Q_0$ , und  $Q_2 = Q_p - M$ . Ist die Kurve völlig symmetrisch, so sind auch die beiden Quartile ganz gleich ( $Q_1 = Q_2 = Q$ ); ist sie aber nicht symmetrisch, so muss man eines allgemeinen Ausdrucks halber ihren arithmetischen Durchschnitt finden, der dem echten Quartil entspricht ( $\frac{Q_1 + Q_2}{2} = Q$ ).  $Q_1 < Q_2$  und  $A - M > 0$  bezeichnen die positive Asymmetrie der Kurve, und  $Q_1 > Q_2$  und  $A - M < 0$  die negative Asymmetrie derselben.

So erhalten wir die zwei Grössen M und Q, die die mittlere Lage und allgemeine Steilheit der Kurven an sich zeigen. Dividiert man nun Q durch M, so zeigt der Quotient die relative Variationsweite ( $\frac{Q}{M}$ ), ganz unabhängig vom absoluten Werte, die sich zur Vergleichung irgend einer Eigenschaft in irgend einem Falle besonders eignet.

Näheres siehe: GALTON, Natural Inheritance. 1899. (Proc. Roy. Soc. London, Vol. XL, 1886, p. 42); PORTER, The Growth of St. Louis Children. Trans. Acad. Sc., St. Louis. Vol. VI, 1894, p. 294-298.; VERSCHAFFELT, Über graduelle Variabilität von pflanzlichen Eigenschaften. Ber. d.D.B.G., Bd. XII, 1894, p. 353.; DE VRIES, Die Mutationstheorie. 1898, Bd. I, p. 36, 374.; DAVENPORT, Statistical Methods with Special Reference to Biological Variation. 1904, p. 14.; MERRIMAN, A Text Book on the Method of Least-Squares. 8. ed. 1901. p. 66, 208.

2) Die Wachstumslänge stellt sich als eine mit der Zeit veränderliche Grösse dar, so dass die Varianteneinheit auch immer vergrössert werden musste.



einige Worte hinzufügen. Es findet sich schon in der ersten Entwicklungsstufe, selbst bei Samen von demselben Gewicht, eine individuelle Verschiedenheit der Keimungsgeschwindigkeit vor. Dies ist um so mehr bemerkbar, je höher die Temperatur ist. Die früher gekeimten Samen wuchsen im Allgemeinen immer schneller als die später gekeimten. Das nachherige Verhältnis des Wachsens ist also im Grossen und Ganzen schon in der ersten Entwicklungsstufe bestimmt. Da sich aber die gekeimten Samen alle gleichzeitig zum Kulturversuche nicht anwenden liessen, so wurden die kürzeren stets weggenommen. Der Verschiedenheitsgrad der Individuen war also je nach der Auswählungsweise verschieden.

### III. BESCHREIBUNG DER VERSUCHE.

Es wurden in den vorliegenden Studien sieben Versuche, und zwar fünf mittelst der Wasserkultur, die übrigen zwei, für die Vergleichung mit ersteren, mittelst der Topf- resp. Feldkultur ausgeführt. Zwecks künstlicher Beeinflussung des Wachstums wurden einige Metallsalzlösungen angewendet, auch wurde einmal im Dunkeln kultiviert, immer spielte jedoch die stets variierende Temperatur eine wichtige Rolle. Folgende ist die kurze Übersicht der Versuchseinrichtung.

(Siehe Tabelle auf der nächsten Seite.)

#### VERSUCH 1.

*Pisum arvense* in Wasserkultur mit Zinksulfat- resp. Kupfersulfatlösung. (Siehe Tabelle I und II.)

Es wurde zuerst unternommen, die Wachstumsverschiedenheit

Nummer der Versuche	Name der Reihe	Versuchspflanzen	Zahl der Individuen	Gewicht der Samen in egr.
1	a	<i>Pisum</i>	39	31.4—31.6
	b		39	31.7—31.9
2	a	<i>Vicia</i>	35	99
	b (Kontrolle)		39	98
	b' (Fortsetzung)		36	
3	a	<i>Vicia</i>	48	} 95—97
	b (Kontrolle)		48	
4	a	<i>Vicia</i>	7	118
	b		26	113
	c		23	108
	d		33	103
	e		25	98
	f		34	93
	g		30	88
	h		12	83
	Insgesamt		190	118—83
5	a	<i>Vicia</i>	36	} 102.
	b (Kontrolle)		36	
6	a	<i>Vicia</i>	29	120
	b		13	110
	c		90	100
	d		30	80
7	—	<i>Vicia</i>	88	101

Kulturmethode	Kulturdauer (Tage)	Temperatur	Beleuchtung
Wasserkultur mit ZnSO <sub>4</sub> -Lösung ( $5 \times 10^{-8}$ Mol.) CuSO <sub>4</sub> -Lösung ( " " )	11	19°— 32°	Diffuses Sonnenlicht
Wasserkultur mit CuSO <sub>4</sub> -Lösung ( $5 \times 10^{-6}$ Mol.) Leitungswasser "	42	24°— 3°	Diffuses Sonnenlicht
" 1‰ KNO <sub>3</sub> 's Lösung	78	10°— 23°	Direktes Sonnenlicht
Wasserkultur mit CuSO <sub>4</sub> -Lösung ( $5 \times 10^{-6}$ Mol.) Leitungswasser "	25	12°— 23°	Diffuses Sonnenlicht
Wasserkultur mit Leitungswasser " " " " " " " " " " " "	18	15°— 26°	Diffuses Sonnenlicht
Wasserkultur mit Leitungswasser "	17	8°— 24° 7°— 27°	Dunkel Diffuses Sonnenlicht
Feldkultur " " " " "	Vor dem Auftreten 72 Nach dem Auftreten 67	Lufttemperatur	Direktes Sonnenlicht
Sandtopfkultur	Vor d. Auftr. 15 Nach d. " 24	6°— 27°	Diffuses Sonnenlicht

unter den beschleunigenden resp. hemmenden Bedingungen gleichzeitig zu konstatieren. Zudem wurden jene chemischen Mittel angewendet, die bekanntlich die Wachstumsintensität erheblich beeinflussen. Nach KANDA<sup>1)</sup> ist die Kupfersulfatlösung, für den Spross von *Pisum arvense* sogar bei einer Verdünnung von  $1 \times 10^{-8}$  Mol. noch giftig und bei Zinksulfat liegt die optimale Konzentration zur Wachstumsbeschleunigung ungefähr zwischen  $1 \times 10^{-7}$ - und  $5 \times 10^{-9}$  Mol. Nach diesen Daten wählte ich von den beiden Salzen gleiche Konzentration von  $5 \times 10^{-8}$  Mol., d. i. eine Lösung von 0.000 001435 Proz. für Zinksulfat und eine von 0.000 001245 Proz. für Kupfersulfat.

Dieser Versuch wurde somit in zwei Reihen geteilt: zwei Gruppen der Samen wurden dazu angewendet, nämlich die von 314–316 mgr. für die Zinkreihe, und die von 317–319 mgr. für die Kupferreihe; die Zahl betrug 72 resp. 70. Sie wurden am 27. Aug. unter Wasser getaucht, am 28. in Sägespänen ausgesät, am 31. vom Keimbette entfernt, und nach der Auswählung je 39 in Kulturgefäße gesteckt. Die Kulturgefäße, welche je mit einem Exemplare versehen wurden, wurden hinter dem Nordfenster in einer Entfernung von ca. 60 cm. gestellt. Vom 3. Sept. an wurde die Länge der Sprosse täglich um 4<sup>h</sup> Nachmittags gemessen. In der genannten Zeit war das Wetter sehr heiss, und das Wachstum der beiden Reihen schritt lebhaft fort. Am 6. Sept. wurden die Lösungen einmal erneuert, und am 11. kamen die Kulturversuche zu Ende. Die Resultate sind in den Tabellen I und II angegeben.

Wir wollen zuerst unsere Aufmerksamkeit auf die Wurzel beschränken. Vergleichen wir nun die statistischen Daten der

---

1) KANDA, Studien über die Reizwirkung einiger Metallsalze auf das Wachstum höherer Pflanzen. Journ. Coll. Sc., Imp. Univ. Tokyo, Vol. XIX, Art. 13, p. 6 u. 8.

Zuwachslänge von beiden Reihen mit einander, so bemerken wir zwischen ihnen, nicht nur in den durchschnittlichen und medianen Längen, sondern auch in den Variationsextremen und in der Kurvenasymmetrie einen merklichen Unterschied. Die Zahlenverhältnisse stehen folgendermassen.

	A	A-M	Min.	Q <sub>1</sub>	M	Q <sub>2</sub>	Max.	Q	$\frac{Q}{M}$
Zn-Reihe (mm.)	157.3	-15.7	50	39	173	13	213	26	0.15
Cu-Reihe (mm.)	120.1	4.1	18	42	116	45	251	43.5	0.38

Die mediane Zuwachslänge der Kupferreihe betrug nur zwei Drittel jener der Zinkreihe, was deutlich die ungünstige Wirkung des Kupfersalzes von der obigen Dosis auf das Wachstum der Wurzel zeigt. Jedes Individuum in der Kupferreihe ist aber, obwohl kleiner an der minimalen Grenze, doch grösser an der maximalen Grenze, oder mit grösseren Abweichungen nach beiden Richtungen Plus und Minus hin als die Zinkreihe und so zeigt sich die relative Variationsweite  $\frac{Q}{M}$  auch zwei ein halb mal so gross. Die Kurvenasymmetrie war auch in der Kupferreihe etwas positiv ( $Q_1 < Q_2$  und  $A-M=4.1$  mm.), während sie in der anderen stark negativ war ( $Q_1 > Q_2$  und  $A-M=-15.7$  mm.). (Siehe Fig. 1a und 1b, Tafel IV.)

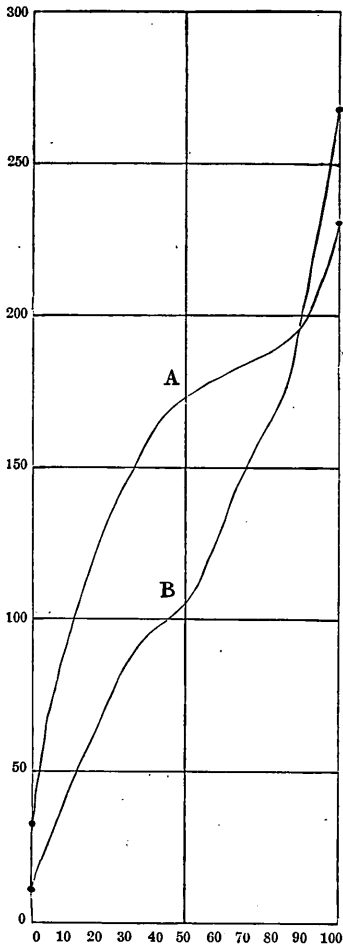
Wovon ist aber ein solcher Unterschied verursacht worden? Bekanntlich wirkt in grösserer Konzentration das Zinksulfat natürlich giftig, und in genügender Verdünnung auch das Kupfersulfat beschleunigend. KANDA bemerkte bei den Kulturen mit  $ZnSO_4$ -Lösung von  $1 \times 10^{-6}$  und  $1 \times 10^{-7}$  Mol. öfters eine schädliche Einwirkung in den Wurzeln von *Pisum arvense*. Hier war die Lösung noch halb so dünn, doch erlitten einige Wurzeln schon den Nachteil. In der Kupferreihe waren die beschädigten Wurzeln natürlich sehr zahlreich, und viele darunter hatten schon die längeren Nebenwurzeln angesetzt, während

andere sich noch immer streckten, was zweifelsohne auf grössere Widerstandsfähigkeit schliessen lässt.

Vergleichen wir nun die längeren Wurzeln dieser zwei Reihen miteinander, so bemerken wir, dass die grössere Streckung auch in der Kupferreihe geschah. Es ist also ganz deutlich, dass bei der vorliegenden Dosis, die stärkeren Individuen der Kupferreihe, wenigstens in gleichem Grade, ihr Zuwachs beschleunigt haben, wie die der Zinkreihe; oder anders ausgedrückt, die vorliegende Dosis der  $\text{CuSO}_4$ -Lösung war für die stärkeren Individuen schon unter der Grenzkonzentration des Giftes.

So haben hier die beiden Salze auf die schwächeren Individuen gleich hemmend, auf die kräftigeren aber gleich beschleunigend eingewirkt, obwohl im Allgemeinen bei den meisten mittelstarken Individuen die Wirkung des Kupfersulfats ungünstig war. Das heisst mit anderen Worten, in der Zinkreihe stellten einige schwächere Individuen ihren Zuwachs ein, in der Kupferreihe aber zeigten einige stärkere das Wachstum noch lebhafter, so dass die Variationskurve der ersteren sich nicht symmetrisch, sondern stark negativ (Minusseite vergrössert,  $Q_1 > Q_2$ ), die der letzteren aber etwas positiv darstellt.

Die Variationsweite war sehr gross, weil die schon früher den Zuwachs sistierenden Wurzeln mit den noch wachsenden, sowie mit ihren Zwischenvarianten innerhalb einer Kurve zusammengefasst worden sind. Ja, wir können aus dem Vorkommen solcher Längenverschiedenheiten auf zwei Faktoren schliessen, die eigentliche Zuwachsschnelligkeit und die Zeitdauer des Wachstums, welche letztere bei einigen Individuen, durch die Wirkung der Metallsalzlösung schon kurz beschränkt, bei den übrigen aber noch nicht beschränkt war. Diese zwei Faktoren schreiten natürlich immer Hand in Hand fort. Da aber bei den schwachen Wur-



Verteilungskurve der Zuwachsgrösse der Wurzeln.

- A. Zinkreihe
- B. Kupferreihe

Die Ordinate zeigt die Zuwachsgrösse in mm., und die Abscisse die Ordnung der Individuen in centesimalem Grade. Die Kurven wurden aus den Variationskurven (Fig. 1a u. 1b, Taf. IV) konstruiert.

zeln der Zuwachs schon früher sistiert, bei den resistenzfähigen derselbe noch mehr oder minder rege ist bis er endlich aufhört, ja sogar bei einigen Individuen eine Beschleunigung erfährt, so wird der Längenkontrast, mit fortschreitender Zeitdauer um so deutlicher.<sup>1)</sup>

So mannigfaltig verursachend ist der innere Faktor, die individuelle Kraft, auf das Resultat, dass man allein in qualitativer und quantitativer Hinsicht der äusseren Eingriffe einen allgemeinen Schluss nicht ziehen kann. Es ist also auch, selbst unter gleichen und konstanten Bedingungen, das erkennbare Resultat je nach der individuellen Kraft und der spezifischen Einwirkung der Aussenfaktoren mehr oder weniger abweichend.

Das Verteilungsschema (die Ogive GALTON'S) zeigt besser die oben erwähnten Verhältnisse.

Die Kurve der Kupferreihe (Kurve B) liegt im Allgemeinen unter, in den hohen Graden aber über der anderen (Kurve A), und sie kreuzen

1) Einige kürzere Wurzeln waren schon mit längeren Nebenwurzeln versehen. Bei der Messung aber schied ich sie deshalb aus, weil sie, sowohl in der Entwicklungszeit, als auch in der Ansatzstelle, ganz anderer Natur sind.

einander um  $87^{\circ}$ . Das erklärt sich wohl daraus, dass die beiden Salze von der angegebenen Dosis als Reizmittel das Wachstum der kräftigeren Wurzeln in gleichem Sinne beeinflusst hatten. Von da an, mit Erniedrigung des Grades, verläuft B rasch nach abwärts, dagegen A um  $70^{\circ}$  bedeutend langsamer; d. h. die Einwirkung der Lösung auf die kräftige Hälfte ist nicht störend. Bei der schwächeren Hälfte aber fällt A auch immer rascher ab, und zieht immer näher nach B,—ja, bei sehr schwachen Individuen, wenn solche vorhanden wären, liesse sich sogar kein Unterschied in der Art und Weise der äusseren Eingriffe wahrnehmen. Die grösste Entfernung der beiden Kurven liegt hier um  $50^{\circ}$ , was darauf hindeutet, dass hier die Differenz der Einwirkung der beiden Salze auf die Mittelstärken am deutlichsten war.

Wenden wir uns jetzt zum Sprosse. Vergleichen wir die Durchschnitte der Länge sowie des Zuwachses der Sprosse beider Reihen zu irgend einer Zeit, so ersehen wir keinen merklichen Unterschied. Die Kupferreihe war in der anfänglichen, durchschnittlichen Länge 1.1 mm. und in der nachherigen Länge auch immer kürzer als die andere, doch nur um eine schwankende Differenz von 3.9—8.9 mm.; oder sie wuchsen stets gleichlaufend, indem der tägliche Verlauf hauptsächlich von der jeweiligen Temperatur bedingt wurde.

In der Tat war die Einwirkung der beiden Salze auf den Spross nicht so deutlich, wie es bei der Wurzel der Fall war. Es könnte aber die Ursache der Wachstumsbeschleunigung hauptsächlich in den günstigen Temperaturen liegen, da der Anfang des Septembers, als die Versuche angestellt worden, noch sehr heiss war ( $19^{\circ}$ — $32^{\circ}$  C).

Bei jedem einzelnen Individuum war die Schwankung auch



sehr verschiedenartig; es gab solche, die an einem Tage erheblich, aber am nächstfolgenden Tage wenig gestreckt waren. Solche Verschiedenheiten des Wachstums könnten vielleicht ihren Grund darin haben, dass die grosse Periode des Wachsens jedes Internodiums bei einem Individuum mit der gerade vorkommenden optimalen Temperatur zusammentrifft, während beim anderen Individuum dies nicht der Fall war. Eine hervorragende Streckung kam somit, trotz eigentlicher Schwankung, nur in den heisseren Tagen zu Stande. Die Variationskurve des Zuwachses bekam auch in jenen günstigen Tagen eine positive Asymmetrie, d. i., nebst der allgemeinen Steigerung war der Zuwachs einiger Individuen äusserst gross. (Siehe Fig. 4 u. 7, Taf. IV.)

In den Kurven der Länge war aber dasselbe Verhältnis nicht deutlich, weil wegen der eigentlichen Schwankung der grössere Zuwachs nicht immer an den längeren Individuen stattfand.

Hinsichtlich der Variationsweite, nahm der absolute Wert ( $Q$ ) naturgemäss mit der Zeit zu, der relative Wert  $\left(\frac{Q}{M}\right)$  aber ab.

In diesem Versuche sehen wir also: erstens, dass die Einwirkung des Kupfersulfats von der oben angegebenen Dosis auf die Wurzel im Allgemeinen nachteiliger, und zwar mehr störend nach beiden Richtungen hin (Plus und Minus) war als die Wirkung des Zinksulfats; dass das individuelle Verhalten der Wurzel je nach der spezifischen Einwirkung der Salzlösungen und der Resistenzfähigkeit des Individuums sehr mannigfaltig war, ferner dass die Variationskurven des Zuwachses der Wurzel in der Zinkreihe negative ( $Q_1 > Q_2$ ), in der Kupferreihe aber positive Asymmetrie ( $Q_1 < Q_2$ ) und grössere Variationsweite zeigen; zweitens, dass die Einwirkung der beiden Salze auf den Spross nicht unterscheidbar ist, das Wachstum hauptsächlich von der Temperatur

bedingt wird und die Variationskurve des täglichen Zuwachses in den günstigen Tagen eine positive Asymmetrie darstellt; drittens, dass im Allgemeinen das Wachstum, je nach dem Grade der Wachstumstendenz und der Resistenzfähigkeit, oder überhaupt der individuellen Kraft und der Art und Weise der Aussenbedingungen, stets in ungleichem Verhältnisse erfolgt.

## VERSUCH 2.

*Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur mit Kupfersulfatlösung. (Siehe Tabelle III—VIII.)

Um die Wachstumsverschiedenheit, die sich unter einer stark hemmenden Bedingung darstellt, zu erforschen, zog ich diesmal bei der Wasserkultur von *Vicia*-keimlingen eine konzentrierte Kupfersulfatlösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. (=0.000 1245%), die auf *Pisum sativum* schon tödlich wirkt,<sup>1)</sup> vor. Eine Kontrollkultur mit Leitungswasser stand auch dabei.

Die Samen von 99 cgr. für die eigentliche Reihe, und 98 cgr. für die Kontrollreihe, die an Zahl je 90 resp. 95 betragen, wurden nach eintägiger Einquellung, am 3. Nov. in Sägespänen ausgesät. Da die Temperatur zur Zeit ziemlich niedrig war, wurde die Keimung äusserst verzögert, und die Keimlinge konnten erst am 13. in die Gefässe gestellt werden. Es waren 35 der angewendeten Exemplare in der Kupfersulfatreihe und 39 in der Kontrollreihe. Sie wurden je eins in ein Gefäss gesteckt und hinter dem Nordfenster in einer Entfernung von ca. 30 cm.

---

1) HATTORI, Studien über die Einwirkung des Kupfersalzes auf einige Pflanzen. Journ. Coll. Sc., Imp. Univ. Tokyo. Vol. XV, 1901, p. 385.

gestellt. Von der Zeit an wurde die Wachstumslänge bei Wurzeln täglich bis zum 22. Nov. und bei Sprossen wöchentlich bis zum 25. Dec. gemessen. Die zweite Reihe wurde dann im Gewächshaus kultiviert und vom 29. Dec. an bis 13. März in KNOP'S Lösung von 1‰ Konz. ernährt. Die Lösung wurde jede Woche erneuert. Die Resultate sind in der Tabelle III–VIII angegeben.

Die Wurzeln der ersten Reihe erlitten hier selbstverständlich eine äusserst nachteilige Einwirkung der Kupfersulfatlösung. Schon am zweiten Tage zeigten einige Wurzeln die braune Färbung und die Verdickung an der Spitze—das Symptom der Vergiftung,<sup>1)</sup> und in den folgenden Tagen war die Erscheinung an allen anderen Wurzeln sichtbar. Die Längenstreckung wurde von Anfang an, unabhängig von der Temperatur, immer verkleinert, und schon nach vier bis sieben Tagen kam das Wachstum zum Stillstand.

Die Zuwachsgrösse des ersten Tages betrug mehr als die Hälfte des Totalzuwachses (12.9 : 23.6 mm.) Im Vergleich mit der Kontrolle war sie jedoch halb so klein (12.9 : 20.7 mm.), und die Kurvenasymmetrie war negativ. (Siehe Kurve 9a und 9b, Tafel IV.) Es scheint somit, dass einige Wurzeln, besonders schwächere, schon am ersten Tage zu kränkeln begonnen und ihre Streckung eingestellt hatten. In den folgenden Tagen aber stellten sich die Kurven immer positiv dar, weil die meisten Wurzeln ihren Zuwachs fast aufgegeben hatten und nur einige noch relativ übermässig gestreckt waren (Fig. 9a—13a, Tafel IV.). Bei den Kurven der Länge waren aber diese Verhältnisse nicht ausgedrückt, weil der absolute Wert des Zuwachses im Vergleich zur Länge sehr klein war.

---

1) Vergl. OTTO, Unters. über das Verhalten der Pflanzen-Wurzeln gegen Kupfersulfatlösungen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. III, 1893, p. 326.

In der Kontrollkultur wurde der Verlauf naturgemäss von der Temperatur bedingt und es wurde im Allgemeinen, da die Temperatur ziemlich niedrig war ( $24^{\circ}$ — $2^{\circ}$ ), der Zuwachs besonders in den schwächeren nicht beschleunigt. Die Variationskurve des Zuwachses, besonders die der letzteren Tagen, als die Nebenwurzeln hervorzusprossen begannen, waren ziemlich negativ geworden, und die Kurven der Länge verhielten sich auch allmählich in derselben Weise. (Siehe die Kurven 9b—16b in Tafel IV.)

Das Verhalten der Wurzeln ist so verschiedenartig, „dass es nicht erlaubt wäre, jede langsam wachsende Wurzel als krank und abnorm zu betrachten, bloss deswegen, weil sie langsam wächst,“ wie PEDERSEN<sup>1)</sup> mit Recht ausgesprochen hat. In der Tat können wir weder an der Qualität noch an der Zuwachsgrösse zwischen den gesunden und kranken Wurzeln, oder besser zwischen den starken und schwachen Wurzeln unterscheiden.

Hinsichtlich der Variationsweite zeigte die Kupferreihe infolge der plötzlichen Hemmung keine Zunahme und war sogar etwas geringer als beim Beginn des Versuches, während in der Kontrolle sie allmählich zunahm, obwohl die relative Variationsweite  $\frac{Q}{M}$  immer kleiner wurde.

Auf den Spross war die Giftwirkung auch sehr gross und zwar wurde sie immer deutlicher. Die Variationskurven wurden aber auch von der Temperatur beeinflusst. Nur am Ende der ersten Woche als der Aufrichtungs- und Entfaltungsprozess in Gang und der Zuwachs noch sehr langsam war, waren die Längen der Sprosse in beiden Reihen fast gleich. Die Zuwachsgrösse betrug 13.3 resp. 16.6 mm. (Fig. 17a u. 17b. Taf IV.)

In der zweiten Woche, betrug der Zuwachs 23.3- resp. 54.6

---

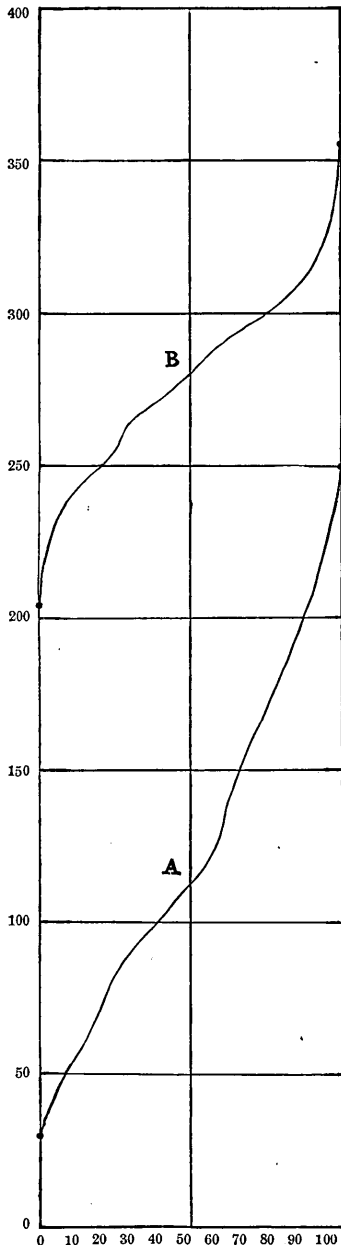
1) PEDERSEN, Arb. d. bot. Inst. Würzburg. Bd. I, 1874, p. 570.

mm.; die nachteilige Wirkung war also schon bemerkbar. Die Variationsweite war auch in der ersteren, trotz kleinen Medianwertes (24.3 : 55.3 mm.), grösser als die der letzteren (10.55 : 7.4 mm.) Dieser Erscheinung gleicht diejenige der Wurzeln des zuletzt beschriebenen Versuches, weil die schwächeren Individuen im Zuwachs erheblich nachliessen, während die kräftigeren unbekümmert fortwuchsen. Dasselbe Verhältnis war in den folgenden Wochen auch immer vorhanden. Die kürzeren Keimlinge standen in dieser Zeit gleicherweise in den beiden Reihen noch nicht aufrecht, so dass  $Q_1$  grösser war als  $Q_2$  (12.1 : 9.0 mm. in der ersteren, und 8.8 : 6.0 mm. in der zweiten. (Siehe die Kurven 18a u. 18b in Taf. IV.).

In der dritten Woche, war der Zuwachs der Kontrollreihe fast gleich wie in der vorigen Woche; nur nahm  $Q_0$  etwa zu, weil die verzögerten Individuen hier erst zum normalen Zuwachsstadium gelangten. In der Kupferreihe aber war die Zuwachsgrösse geringer als in der vorigen Woche und verhielt sich zur Kontrolle wie 20.6 : 55.9 mm.; die schädliche Wirkung war immer auffällender geworden. (Siehe Fig. 19a u. 19b, Taf. IV.)

In der vierten Woche wurde das Wachstum wegen der höheren Temperatur ( $19^\circ-4^\circ$ ) sehr beschleunigt (38.3 : 82.4 mm.). Die absolute Variationsweite nahm mithin auch zu, die relative Variationsweite blieb aber fast gleich. Die Variationskurven waren, besonders in der ersteren, äusserst positiv-asymmetrisch geworden ( $Q_1 : Q_2 = 13.9 : 18.8$  mm. in der ersteren, und 6.5 : 8.6 mm. in der letzteren, was in der vorigen Woche 10.1 : 9.8 mm. resp. 5.2 : 6.1 mm. betrug. Siehe Fig. 20a u. 20b, Taf. IV.).

In der fünften Woche war die Temperatur umgekehrt von der vorhergehenden Woche, niedriger mit kleiner Schwankung von  $11^\circ - -1^\circ\text{C}$ , so dass das Wachstum, mit sehr kleiner Varia-



Verteilungskurven der Zuwachsgrösse der Sprosse.

- A. Kupferreihe.  
B. Kontrolle.

tionsweite, auch kleiner war. Besonders wurde  $Q_2$  der beiden Reihen, umgekehrt von der letzten Woche, äusserst verkleinert. In der Kupferreihe war es gleich wie  $Q_1$  (9.7 : 9.8 mm.), in der Kontrolle aber kleiner als  $Q_1$  (4.1 : 3.1 mm.), was sich wohl aus dem Umstande erklärt, dass die von der niedrigen Temperatur verursachte Zuwachsabnahme der kräftigeren Individuen hier grösser war als die der schwächeren oder vergifteten Individuen. Der Zuwachsunterschied zwischen den stärkeren und schwächeren Individuen ist also grösser in höheren Temperaturen als in niederen Temperaturen. (Siehe Fig. 21a u. 21b, Taf. IV.)

In der letzten Woche nahm der Zuwachs der Kontrollreihe, wegen der Erniedrigung der Temperatur. ( $14^{\circ}$ — $-3^{\circ}$ ) ziemlich ab (39.2 : 30.0 mm.), indessen bei der Kupferreihe nur wenig (16.2 : 14.7 mm.), obwohl er im Vergleich mit der Kontrolle bedeutend kleiner war. Die Einwirkung der Temperatur war also auf die normalen Keimlinge empfindlicher als auf die vergifteten Keimlinge. Die Variationsweite hat sich auch in

der Kupferreihe etwas verkleinert, und die beiden Quartile waren nahezu gleich (7.9 : 8.0 mm.), während in der Kontrollreihe sie mit positiver Asymmetrie sich etwas vergrössert hatten (3.9 : 4.2 mm.).

Vergleichen wir nun die Verteilungsschema des Totalzuwachses der beiden Reihen mit einander, so sehen wir, dass die Kurve A, mit der Steigerung des Grades sich immer mehr der Kurve B annähert, was erklärlich ist, weil bei den vergifteten Keimlingen, je schwächer die Individuen sind, desto mehr ihr Zuwachs sistiert wurde.

Am Ende war somit die Länge der Sprosse der Kupferreihe halb so gross als die der Kontrolle (140 : 306 mm.). Die Kurven der ersteren waren auch, besonders von der vierten, wärmeren Woche an, immer positiv, weil die schwächeren Individuen meist kurz blieben, und sich nur die kräftigeren übermässig gestreckt hatten. Bei der Kontrolle aber wurden sie grossenteils von der Temperatur bedingt und schwankten stets um die Symmetrie. Die Variationsweite der Länge war auch in den vergifteten Keimlingen, trotz kleinen Mittelwertes, weniger als halb so gross als die der Kontrolle (22 : 52 mm.).

Das Trockengewicht der Kupferreihe habe ich in vier Teile getrennt gewogen, d. h. den Spross, die Wurzel, die Kotedonen und die Samenschale. In den Sprossen, schwankte das Gewicht, mit kleiner Variationsweite, mehr symmetrisch als die Länge, wie folgende Zahlen zeigen (Fig. 1, Taf. V).

	A	A-M	Q <sub>1</sub>	M	Q <sub>2</sub>	Q	$\frac{Q}{M}$	
Länge	der Sprosse in mm.	152.3	12.3	31	140	73	52	0.37
Trockengewicht	„ „ „ mgr.	176.5	3.5	34	173	56	45	0.26

Das Gewicht der Wurzeln war natürlich geringer als das der Sprosse und änderte sich nicht regelmässig mit ihren Längen,

weil es hauptsächlich von den Nebenwurzeln bedingt wird (Fig. 2, Taf. V). Das Gewicht der Kotyledonen stand ganz in umgekehrtem Verhältnisse mit der Gewichtssumme der Sprosse und Wurzeln (Fig. 3 u. 4, Taf. V). Bei den Samenschalen schwankte das Gewicht natürlich nur wenig, und war mehr von der Samen-grösse abhängig.

Die zweite Reihe wurde dann ins Gewächshaus umgestellt und blieb dort über die Blütezeit. Die Streckung des Sprosses wurde hier ungewöhnlich beschleunigt. Er wurde sehr schlank, ohne aber zu Neubildung von Nebensprossen zu führen. So sieht ein derartiger Spross ganz anders aus als der gewöhnliche, bei dem der Hauptspross mit mehreren Nebensprossen versehen ist.

Die Zuwachsgrösse betrug 15 mm. pro Tag, also doppelt so viel als in der anfänglichen kalten Zeit, in welcher sie 7.3 mm. pro Tag betrug. In der Tat wurde der Zuwachs im Allgemeinen durch die günstige Temperatur bedeutend beschleunigt, nur bei einigen schwächeren war er besonders klein. Der Hauptgipfel der Kurve wurde somit am Schluss bedeutend nach Plus verschoben ( $Q_1 > Q_2$ ).

Der Zuwachs der Wurzel wurde hingegen nicht beschleunigt. Er betrug in der ersten Zeit, als die Nebenwurzeln eben hervorgesprossen waren, trotz ungünstiger Temperatur ca 15.8 mm. pro Tag. Die totale Zuwachsgrösse betrug aber nur ca. 7.7 mm. pro Tag, also weniger als die Hälfte der anfänglichen 9 Tage. Dieses ist aber grossenteils der Bildung der Nebenwurzeln zuzuschreiben. In der Tat war die Neubildung der Nebenwurzeln üppiger, wenn die Temperatur günstiger war, aber der Zuwachs der Hauptwurzeln stand ganz in umgekehrtem Verhältnisse, wie auch ASKENASY<sup>1)</sup> gezeigt hat.

---

1) ASKENASY, Über einige Beziehungen zwischen Wachstum und Temperatur. Ber. d.D. B. Gesellsch. Bd. VIII, 1890, p. 63.



Der Spross solchen Alters war, trotz seiner Schlankheit, in seinem basalen Teile mehr oder weniger verholzt. Das Trockengewicht war somit sehr gross, und zwar, je länger der Spross, desto bedeutender. Die Variationskurve war somit auch jener der Länge ähnlich. Das Gewicht der Wurzel war sowohl im Vergleich zu ihrer Länge (25.1 cgr. : 97.9 cm.), als auch zu dem Gewicht des Sprosses (25.1 : 237.6 cgr.) viel kleiner und keine innige Beziehung mit der Länge ersichtlich, weil das Gewicht wohl von den Nebenwurzeln bedingt wird. Die Variationskurve war vielmehr der des Sprosses ähnlich.

Kurz, wir sehen in diesem Versuche, dass in der Wurzel die schädliche Wirkung der Kupfersulfatlösung von der oben angegebenen Dosis höchst unmittelbar war und, je schwächer die Wurzel war, um so früher ihr Zuwachs sistiert wurde, so dass die Variationskurve erst negative, dann allmählich positive Asymmetrie aufwies. Auf den Spross war die Giftwirkung im Gegenteil mehr mittelbar als es bei der Wurzel der Fall war, doch gab es hier auch eine bedeutende individuelle Verschiedenheit, und die Variationskurve der Länge wurde immer positiv-asymmetrisch. Die Variationsweite der Sprosse wurde durch den zerstörenden Einfluss des Giftes äusserst vergrössert, während in den Wurzeln wegen der plötzlichen Hemmung des Wachstums keine Zunahme herbeigeführt wurde.

Da die Wachstumsintensität je nach dem Kräftigkeitsgrade und der Art und Weise der äusseren Bedingungen in verschiedenem Verhältnisse modifiziert wird, werden die Variationskurven, sowohl in der Variationsweite, als auch in der Asymmetrie, dementsprechend auch verändert.

## VERSUCH 3.

Fast gleichartige Keimlinge von *Vicia Faba var. equina*, in Wasserkultur mit Kupfersulfatlösung. (Siehe Tabelle IX und X.)

Im letzten Versuche ersahen wir durch die schädliche Wirkung der Giftlösung eine merkliche Verschiedenheit des Wachstums. Aber die weitere Ungleichheit der angewendeten Keimlinge wirkte in hohem Masse mit. Daher habe ich diesmal gleichartige Keimlinge nach engerer Auswahl im Gewächshaus kultiviert. Für die Handhabung möglichst gleicher Individuen war es aber durchaus nötig, zahlreiche Samen auszusäen. So nahm ich hier drei Gruppen von Samen, d. h. die von 95, 96 und 97 cgr. welche insgesamt 501 betragen. Das Gewicht variiert hier folglich um 30 mgr., also ca 3 Proz. um 96 cgr.

Am 6. Feb., nach eintägiger Einquellung, wurden sie in Sägespänen ausgesät, am 10. die Wurzellänge gemessen, und die über 21 mm. in der Länge gemessenen wurden ins Wasser gebracht. Es waren im Ganzen 181 Keimlinge (Fig. 8, Taf. V). Nach drei Tagen wurden sie wiederum gemessen (Fig. 9, Tafel V). Die Zuwachsdifferenz zwischen den schwächeren und stärkeren war so bedeutend, dass in drei Tagen die Minusvarianten nur 30 mm. betragen, während die kräftigeren 80 und die medianen 55.1 mm. streckten.

Unter diesen Wurzeln wählte ich zwei Gruppen, die bezw. von 120 bis 101, und von 100 bis 81 mm. variierten. Dann nahm ich in jeder Gruppe mit Rücksicht auf die Sprosse, je 48 Exemplare. Die erstere Gruppe wurde mit Kupfersulfatlösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. wie in letztem Versuche, kultiviert. Die letztere

in Leitungswasser stand als Kontrolle. Am 7. März, nach 25-tägiger Kultur, wurden die Längen gemessen. (Siehe die Resultate in Tabelle IX und X.)

Die Wurzeln der Kupferreihe unterscheiden sich in Folge der schädlichen Wirkung des Giftes ganz deutlich von jenen der Kontrolle, so dass es kaum nötig war, sie mit einander zu vergleichen.

Die Wurzeln betragen beim Beginn des Versuches 109.6 mm. in medianer Länge, also doppelt so viel als im letzten Versuche (52.6 mm.). Die Zuwachsgrösse betrug aber um 6 mm. weniger als jene des letzten Versuches. (17.8 : 23.6 mm.). Das individuelle Verhalten war auch sehr mannigfaltig, infolgedessen war die Variationsweite, sowohl in der Zuwachskurve, als auch in der Längenkurve, etwa doppelt so gross als im letzten Versuche;  $Q_2$  war auch bedeutend grösser als  $Q_1$ .

Die Länge der Wurzeln der Kontrollreihe war auch trotz engerer Auswählung am Ende äusserst verschieden. Dies beruht ohne Zweifel auf die korrelative Einwirkung der Nebenwurzeln. Die Variationsweite war somit auch sehr gross und fast symmetrisch.

In allen mit Giftflüssigkeit durchgeführten Versuchen (Versuch 1, 2a, u. 3a) zeigten die Kurven des Zuwachses der Wurzeln, im Gegensatz zu den Versuchen mit Leitungswasser, stets die Asymmetrie. Dies lässt sich aber folgendermassen erklären. Das Wachstum der Wurzel ist im Allgemeinen anfänglich sehr regelmässig; nach dem Hervorsprossen der Nebenwurzeln wird es aber korrelativ mannigfaltig beeinflusst und wird immer unregelmässiger, so dass die Variationskurven auch wahrscheinlich symmetrisch werden. In der Giftflüssigkeit aber, da die resistenzunfähigen Wurzeln zuerst ihren Zuwachs beinahe einstellen,

während die kräftigeren noch wachsen, verschwindet die Unregelmässigkeit mehr oder minder, und die Kurven stellen sich entsprechend asymmetrisch dar.

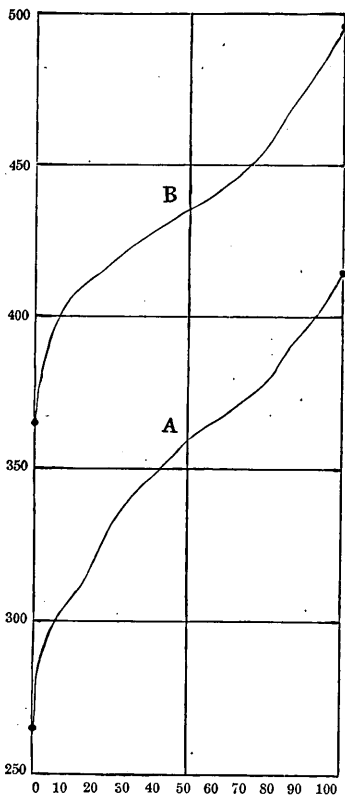
Die giftige Einwirkung der Lösung auf den Spross war auch, anders als auf die Wurzel, sehr mittelbar und das Wachstum wurde durch die günstige Temperatur so beschleunigt, dass die Zuwachsschnelligkeit sogar grösser war als die der Normalkultur des letzten Versuches. Anfänglich waren die Sprosse auch länger als die der Kontrolle, weil die Länge beim Beginn schon grösser war. Der Zuwachs verzögerte sich allmählich und am Schluss waren sie ziemlich kürzer als jene der Kontrolle.

Es gab aber, zwischen den beiden Reihen, wie Fig. 3 und 4 in Tafel II zeigen, eine erhebliche Differenz in der Wurzeloberfläche. In der Kupferreihe verwelkten die Blätter mehr oder weniger durch das intensive Sonnenlicht.<sup>1)</sup> Die Wasseraufnahme müsste demnach nicht genügend gewesen sein und dieses Verhältnis beeinträchtigte in hohem Masse den Längenzuwachs. In der Tat scheint es die kleine Oberfläche der Wurzel, nicht aber die Giftwirkung zu sein, welche hauptsächlich das Wachstum des Sprosses gehemmt hat. In allen meinen Versuchen, die mit Giftflüssigkeit angestellt worden waren, war die Einwirkung des Giftes auf den Spross stets mittelbar, und diese Tatsache war im vorliegenden Versuche am deutlichsten.

Die Variationsweite war nicht gross, weil hier etwa gleichartige Keimlinge unter günstiger Temperatur kultiviert wurden. Im Vergleich mit der Kontrolle war aber die individuelle Abweichung natürlich grösser, besonders bei den schwächeren In-

---

1) Die relativ grosse Feuchtigkeit während der Nacht (etwa 80°-90°) erfuhr unter Tags, durch Aufmachen der Fenster des Gewächshauses, eine gewaltige Abnahme. Sie schwankte um Mittag nur etwa 20°-60°, was auch auf die Verwelkung eine wichtige Rolle spielen müsste.



Verteilungskurve der Zuwachsgrösse der Sprosse.

- A. Kupferreihe.
- B. Kontrolle.

dividuen, also ganz in umgekehrtem Verhältnisse zum letzten Versuche, wo die Abweichung in den kräftigeren Individuen äusserst gross war, oder die meisten Individuen stark gehemmt wurden. (Siehe p. 22.) Die Verteilungskurve der Kupferreihe (A) läuft also nur wenig rascher in der unteren Hälfte, oder etwa ähnlich wie die der Kontrolle (B).

Das Trockengewicht der Sprosse der Kupferreihe, war trotz ihrer Kürze ungefähr gleich wie das der Kontrolle. Sehr gross war also der Gewichtsquotient  $\left(\frac{\text{Gewicht}}{\text{Länge}}\right)$ . Es drängt auch dies mit zur Überzeugung, dass das Kurzbleiben der Sprosse hauptsächlich vom Wassermangel verursacht wurde. Das Gewicht der Wurzel der Kupferreihe

war, durch die unmittelbare Giftwirkung bedeutend kleiner als in der Kontrolle. Die Gewichtssumme der Kotyledonen und Samenschale schwankte ähnlich in beiden Reihen. Die Differenz der Trockengewichtstotalsumme der beiden Reihen war daher sehr klein.

Kurz, wir sehen, dass die schädliche Wirkung des Kupfersulfats auf den Spross nicht deutlich war, und die Wachstumsverzögerung hauptsächlich von unzureichender Wasserversorgung verursacht wurde; ferner dass die Variationsweite des Zuwachses der Sprosse der Kupferreihe, infolge der gleichartigen, kräftigeren

Keimlinge, nicht so gross war, wie im letzten Versuche; endlich dass die Trockengewichtsabnahme im Vergleich zur Zuwachsabnahme, durch die schädliche Wirkung nur unbedeutend war.

#### VERSUCH 4.

*Vicia Faba var. equina* von verschiedenem Samengewicht in Wasserkultur mit Leitungswasser. (Siehe Tabelle XI.)

Alle bisherige Versuche wurden mit Samen von demselben Gewicht ausgeführt; die individuelle Schwankung, sowohl in der Länge als auch im Trockengewicht, war jedoch bedeutend. Wie wird sie sich aber bei Samen von verschiedenem Gewicht verhalten? Das war hier der Ausgangspunkt des Versuches. Ich wählte somit 8 Gruppen von Samen, die von 108 bis 83 cgr., je mit einer Differenz von 5 cgr., von einander verschieden waren.

Die Samen wurden am 26. März in Wasser getaucht, am 28. in Sägespänen ausgesät, am 1. April vom Keimbette entfernt, und die Keimlinge, deren Wurzeln über 30 mm. massen, wurden ins Wasser und zur weiteren Entwicklung gebracht. Nach drei Tagen wählte ich die Keimlinge, die über 40 mm. massen, mit weiterer Rücksicht auf die Dicke und den Entfaltungsgrad,<sup>1)</sup> bis zur Gesamtzahl von 190, aus. Sie wurden je zwei in ein Gefäss gesteckt, und im Gewächshaus unter direktem Sonnenlichte kultiviert. Am 21. wurden sie gemessen (Tabelle XI).

Der Einfluss des Gewichts auf das Wachstum war hier<sup>2)</sup>

---

1) Es gibt öfters Keimlinge, die trotz längerer und dabei dünnerer Epikotylen eine verzögerte Entfaltung aufweisen.

2) Die Gewichte der sämtlichen Samen dieser Pflanze variierten von 45 bis 150 cgr., und hier nur innerhalb ihres mittleren Dritttheils.

nicht bedeutend oder die durchschnittliche Zuwachslänge aller Reihen war nicht so verschieden wie der Gewichtsunterschied. Die individuelle Abweichung innerhalb jeder Gruppe war auch bedeutend, wie in allen vorigen Versuchen. Die individuelle Ordnung der Länge des Sprosses blieb am Anfang und am Schluss nur wenig verändert, was bei den Wurzeln nicht der Fall war.

Für das Trockengewicht spielt aber das Gewicht des frischen Samens eine bedeutende Rolle. Nicht nur die Kotyledonen und Samenschalen, sondern auch die Sprosse und Wurzeln, also auch die Totalsumme des Gewichts, ordnete sich in ihren Durchschnitten ganz wie die ursprüngliche Gewichtsordnung. Die individuelle Schwankung war aber auch gross. Die schwereren Exemplare der unteren Reihe übertrafen immer die leichteren der obenstehenden Reihen.

So bedeutend war also die Verschiedenheit der Assimilationstätigkeit, obwohl hier unmöglich entschieden werden konnte, in wie weit sie von der Verschiedenheit des assimilierenden Plasmas oder von jener der Chlorophyllkörnerbildungstätigkeit<sup>1)</sup> herbeigeführt wurde. Jedenfalls findet sich in Individuen von verschiedener Stärke auch ein bedeutender Unterschied der Assimilationstätigkeit vor, welche, wie die Wachstumstätigkeit, von äusseren Bedingungen je nach der Stärke der Individuen in ungleichem Verhältnisse beeinflusst wird. Die allgemein anerkannte Tatsache, dass die grösseren, rascher keimenden Samen die stärkeren, fruchtreicheren Pflanzen liefern,<sup>2)</sup> muss somit mehr von der Assimilationstätigkeit verursacht werden, als von der früheren Entwicklung oder vom zureichenden Nährstoffe des Samens.

---

1) HABERLANDT, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. Jahrb. f. w. Bot. Bd. XIII. 1892, p. 94.

2) Vergl. z. B. DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. I, p. 644, 97.

Die meisten Kurven der Sprosse jeder einzelnen Gruppe, sei es Länge oder Trockengewicht, wiesen, alle ähnlich, die positive Asymmetrie auf, weil hier je stärker die Individuen sind, desto mehr ihre Tätigkeit beschleunigt wurde. Bei den Wurzeln aber, insbesondere in den Zuwachskurven, war dies, trotzdem ihre Gewichtskurven die positive Asymmetrie zeigten, nicht immer der Fall. Die Kurven der Trockengewichtssumme jeder Gruppe waren natürlich von den Sprossen bedingt, und zeigten ebenfalls eine positive Asymmetrie. Die Variationsweite war hier in allen Kurven, trotz kürzerer Kulturdauer, grösser als die des letzten Versuches. Bei allen Reihen insgesamt, waren hier die Variationskurven der Länge und des Zuwachses jenen in jeder einzelnen Gruppe ähnlich. Die Kurven des Gewichts repräsentierten aber nicht immer die der einzelnen Gruppe, und je mehr jeder Durchschnitt von der anderen abwich, desto grösser war die Schwankung.

In Kürze sehen wir in diesem Versuche, dass wenigstens bei der vorliegenden Schwankung des Samengewichts, der Zuwachs des Sprosses nicht von ihm wesentlich bedingt wurde, oder dass die individuelle Verschiedenheit bedeutender ist als jene des Gewichts; dass zwar das Trockengewicht einigermaßen vom Samengewicht abhängig ist, aber doch gleichzeitig in hohem Masse durch die Verschiedenheit der Assimilationstätigkeit beeinflusst wird; dass die Assimilationstätigkeit, wie die Wachstumstätigkeit je nach der Art und Weise der äusseren Faktoren, in verschiedener Weise beeinflusst wird.



## VERSUCH 5.

*Vicia Faba var. equina* im Dunkeln und in Wasserkultur mit Leitungswasser. (Siehe Tabelle XII u. XIII.)

In allen bisherigen Versuchen wuchsen die früher gekeimten Samen immer schneller als die später gekeimten. Da aber die früher gekeimten ihre Blätter früher entfalteten, wurde dadurch ihre Entwicklung um so mehr begünstigt. Daher kultivierte ich hier die Keimlinge im Dunkeln, um das individuelle Verhalten unter ihnen zu beobachten.

Die Samen von 102 cgr. betrug 159 an der Zahl und wurden nach eintägiger Einquellung am 23. April in Sägespäne im Dunkeln ausgesät, am 30. ins Wasser gebracht und am 2. Mai, mit Rücksicht auf die Sprosse, in zwei möglichst gleiche Gruppen geteilt. Jede Reihe wurde je mit 36 Exemplaren, von denen jedes in ein Gefäß kam, versehen. Eine Reihe blieb immer im Dunkeln, die andere Reihe wurde sofort nach der Messung der Sprosslänge hinter dem Nordfenster aufgestellt. Bei der ersteren wurden alle Behandlungen unter Gasflamme ausgeführt. Diesmal war es aber infolge der verschiedenen Örtlichkeit der beiden Reihen nicht möglich die gleiche Temperatur zu erhalten. Folglich blieb die etiolierte Reihe kurz im Vergleich mit der Kontrolle. Am 18. Mai, also nach 17-tägiger Kultur, wurden sie gemessen. (Siehe Tabelle XII und XIII.)

Die formative Wirkung der Dunkelheit war natürlich bedeutend. Der Entwicklungsgrad sowie die Zuwachsschnelligkeit wurden aber in erster Linie von der Temperatur beeinflusst und der Einfluss des Lichtmangels auf die Wachstumslänge war nicht entscheidend. In den Sprossen der etiolierten Reihe liessen sich

nur zwei oder drei Nodien unterscheiden, während in der Kontrolle sechs bis sieben ersichtlich waren. Die Wurzeln der ersteren hatten äusserst mangelhafte Nebenwurzeln, ganz wie in der früheren Entwicklungsstufe der Kontrolle. (Vergl. Fig. 5 und 6, Taf. III).

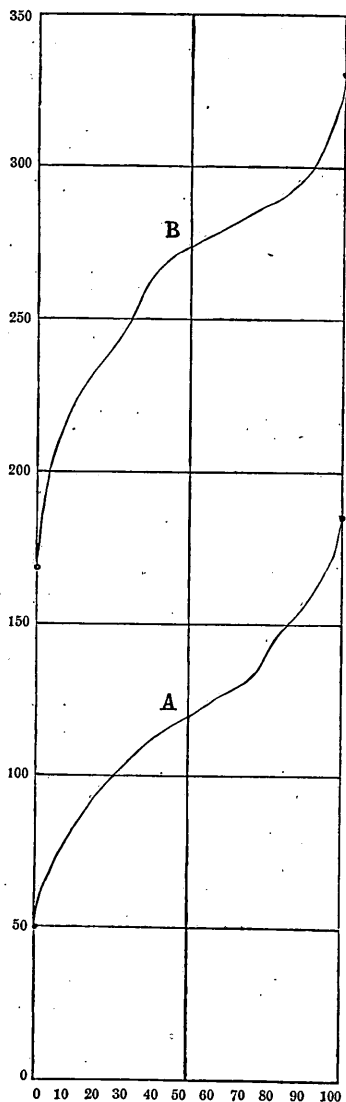
Die individuelle Verschiedenheit der etiolierten Keimlinge ist aber trotz kleiner Zuwachsgrösse bedeutender als die der Kontrolle. Die relative Variationsweite der ersteren war sogar grösser als die der letzteren. Solche grössere Verschiedenheit mag wohl vom Lichtmangel verursacht worden sein; das Etiolament selbst ist schon eine anormale Erscheinung. Jedenfalls kann aber die Beleuchtung niemals die innige Ursache der individuellen Verschiedenheit der Entwicklung sein. Es ist ja nur die innere Tendenz der Organismen, die den wahren Grund der Verschiedenheit bildet.

Die Variationskurven des Zuwachses der Sprosse stellten sich auch verschiedenartig dar. In der etiolierten Reihe wurde der Zuwachs nicht beschleunigt und die Kurve blieb etwa symmetrisch. In der Kontrolle war aber die beschleunigende Wirkung der Temperatur auf die schwächeren Individuen sehr klein, und die Kurvenasymmetrie äusserst negativ. Die Verteilungskurve der Kontrollreihe (Kurve B) läuft also in der oberen Seite langsamer, in der unteren Seite aber äusserst rasch im Vergleich zu der etiolierten Reihe (Kurve A).

Die Zuwachsgrösse der Wurzeln war hier viel grösser als die der Sprosse (120.4: 159.0 cm. in der ersteren, und 265.8: 324.6 cm. in der letzteren). Die Variationskurve hatte, ungeachtet der anfänglichen negativen Asymmetrie, in der ersteren einen äusserst positiven, und in der letzteren einen etwa symmetrischen Verlauf.

Das Trockengewicht des Sprosses war im numerischen Werte,

nahezu gleich jenem der Länge (160.2 mm: 161.6 mgr. in der erstern, und 305.7 mm: 311.8 mgr. in der letzteren),



Verteilungskurven der  
Zuwachsgrösse der Sprosse.

- A. Etiolierte Reihe.
- B. Kontrolle.

also viel kleiner in den etiolierten Keimlingen. Ihre Kurven waren auch jenen der Länge ähnlich. Das Gewicht der Wurzeln der etiolierten Reihe war auch viel kleiner als das der Kontrolle (39: 135 mgr.), und dessen Kurven waren jenen der Sprosse ähnlich. In den Kotyledonen war mithin das Gewicht der beiden Reihen ganz in umgekehrtem Verhältnisse. Die Totalsumme des Gewichts der Kontrollreihe wurde hier, trotz erheblicher Schwankung der Sprosse, viel näher zusammengebracht, als im letzten Versuch. Die Assimilation scheint hier, infolge der niederen Temperatur und des diffusen Sonnenlichtes, nicht lebhaft zu Stande gekommen zu sein.

Wir sehen also im vorliegenden Versuche, dass der durch die Verschiedenheit der individuellen Kraft veranlasste Wachstumsunterschied bei Lichtmangel auch immer auffallender wird.

## VERSUCH 6.

*Vicia Faba var. equina* in normaler Feldkultur. (Siehe Tabelle XIV.)

Die Wasserkultur ist nicht die normale Bedingung für die Erdpflanzen. Das Wachstum wird dadurch erheblich modifiziert. Daher kultivierte ich in diesem Versuche das Pflanzenmateriale im Acker, um die Resultate mit jenen der vorigen Versuche zu vergleichen.

Die Samen von 120, 110, 100 und 80 cgr. die 53, 17, 129 resp. 41 betrogen, wurden am 28. Dez., 1905 in Abständen von ca 40 cm. ausgesät. Die Saatzeit war schon um etwa zwei Monate zurück und die Sprosse traten erst am 10. März '06. auf, also nach 72 Tagen, als der harte Winter schon vergangen war. Die Wurzeln mussten sich aber im Substrat schon lang verbreitet haben. Die gekeimten Samen jeder Reihe betrogen 29, 13, 90 resp. 30, also 71, 70, 70 resp. 57% der ausgesäten Samen. Das Keimprozent war also nur in Samen von 80 cgr. äusserst klein.

Der Acker wurden zweimal, nämlich vor dem Aussäen und nach dem Auftreten der Sprosse, gedüngt. Am 26. April begannen die Pflanzen zu blühen, und am 16. Mai, als die längste Hülse etwa 7 cm. betrug, wurden sie gemäht und gemessen. In jeder Pflanze waren aber nicht immer ein, sondern meist zwei bis viele Sprosse vorhanden. So wurde nur der längste Spross jedes Individuums in Rechnung gebracht. Sie waren natürlich mit dicken Blättern versehen und im Vergleich mit den Exemplaren der Wasserkultur sehr kurz. Die Resultate sind in Tabelle XIV angegeben.

Der Unterschied der durchschnittlichen Sprosslänge der 120-, 110-, und 100 cgr.-Reihen war nicht entscheidend. Vielmehr fanden sich die allergrösste und die allgeringste in der 100 cgr.-Reihe, welche die grösste Anzahl von Exemplaren enthielt. Nur war die 80 cgr.-Reihe bedeutend kleiner an Länge als die übrigen. Der Einfluss des Gewichts auf die Länge war also bedeutender in den kleineren Samen als in den mittleren und grösseren Samen.

Die Variationskurven zeigten sich, trotz ungleicher Bedingungen und unbestimmter Anzahl der Seitensprosse, sowohl bei den einzelnen Reihen getrennt, als auch in der Zusammenfassung, fast symmetrisch.

## VERSUCH 7.

*Vicia Faba var. equina* in Topfkultur mit Flusssand.  
(Siehe Tabelle XV.)

Im letzten Versuche wurden die Pflanzen ganz unter gewöhnlichen Zuständen kultiviert, aber die Ungleichheit der äusseren Einflüsse war ganz unvermeidlich. Ich führte daher eine Topfkultur mit Flusssand aus, um die Pflanzen unter den möglichst natürlichen und dabei gleichen Bedingungen zu halten.

Der Flusssand, welcher im Garten seit Jahren dem Wetter ausgesetzt war, wurde nach der Sichtung in ca. 1 Liter-haltige Töpfe eingeführt. Die Töpfe wurden dann der Nordwand des Institutsgebäudes entlang aufgestellt. Unter 145 Samen von 101 cgr. wählte ich, nach der Zahl der Töpfe, 96 Samen. Sie wurden am 9. April, ca. 1 cm. tief, die Keime senkrecht zum Boden ausgesät, und von der Zeit an täglich mit Leitungswasser begossen.

Am 24 (21–28). April, also nach 15 Tagen traten die Sprosse auf, die an Zahl 88, also 92% der ausgewählten Samen betrogen. Am 18. Mai, also 25 Tage nach dem Auftreten, wurden sie gemessen. (Siehe Tabelle XV.)

Das Wachstum der Sprosse war nicht so beschleunigt wie in der Wasserkultur. Vergleicht man die vorliegenden Versuche mit dem Versuch 5b, der etwa zu derselben Zeit ausgeführt wurde, so steht die Zuwachsgrösse pro Tag im Verhältnisse von 9.5 : 16.6 mm. Auch die Kurve, die dort äusserst negativ war, war hier nahezu symmetrisch, oder nur unbedeutend negativ ( $Q_1 : Q_2 = 1.9 : 1.8$  cm., und  $A-M=0$ ; siehe Fig. 22, Taf. V.). In der Feldkultur scheinen also die Variationsschemata nicht so empfindlich modifiziert zu werden, wie in der Wasserkultur. Im Vergleich mit der Ackerkultur hat diese jedoch, infolge des diffusen Sonnenlichtes und der genügenden Wasserversorgung im Sandboden, eine schnellere Streckung aufzuweisen. Die Blätter waren auch dünner und grösser als jene der Ackerkultur. Bei einigen Exemplaren sah ich auch, dass die Nebensprosse schon aufgetreten waren. Dieser Fall kam aber bei der Wasserkultur, mit Ausnahme von den schwächeren, etiolierten Keimlingen, niemals vor. (Vergl. Fig. 7 mit Fig. 6, Taf. III.)

Die Wurzeln verhielten sich auch ganz anders als in der Wasserkultur. Umgekehrt von den Sprossen erreichten die Wurzeln eine bedeutendere Länge<sup>1)</sup> (23.8 : 54.7 cm.) und waren auch reich an Nebenwurzeln; ein rauher Wurzelfilz war schon gebildet. Die Variationskurve zeigte eine grössere Variationsweite und negative Asymmetrie ( $Q_1 : Q_2 = 6.2 : 5.1$  cm.; siehe Fig. 23 Taf. V.).

Wir sehen also, dass in der Bodenkultur, das Wachstum der

---

1) Vergl. WAKKER, Die Beeinflussung des Wachstums der Wurzeln durch das umgebende Medium. Jahrb. f. w. Bot. Bd. XXXII, 1898, p. 71. ff.

Sprosse nicht so schnell ist und das Variationsschema nicht so empfindlich modifiziert wird, wie in der Wasserkultur.

#### IV. DISKUSSION DER RESULTATE.

Wie unsere Versuche gezeigt haben, findet sich schon in der ersten Entwicklungsstufe der Samen ein merklicher Unterschied der Keimungsgeschwindigkeit vor. Im Allgemeinen übertreffen die früher gekeimten, sowohl in der Länge und im Entwicklungsgrade (Zahl der Internodien) als auch im Trockengewicht, die später gekeimten, so dass man das nachherige Wachstum grossenteils aus der Länge der Keimlingsglieder voraussetzen kann, wenn auch die Länge nicht das ausschliessliche Zeichen ist.

Der zeitliche Gewinn der früher gekeimten mag dazu wohl ein Faktor sein, jedoch ist er niemals der erste Grund des Gedeihens, wie der Versuch im Dunkeln es gut dartut. Es ist nur die Aktionstätigkeit und Resistenzfähigkeit oder die sogenannte „individuelle Kraft“<sup>(1)</sup> der Pflanzen, welche die wesentliche Verschiedenheit des Wachstums herbeiführt.

Diese Verschiedenheit ist im Samen von vornherein gegeben, was begreiflicherweise von der Stärke der Mutterpflanzen, sowie von den verschiedenen Reifezuständen bedingt und natürlich in einer bestimmten Gruppe einer Rasse vom schwächsten an bis zum kräftigsten Individuum ganz kontinuierlich ist, wie die Verschiedenheit der Keimungsgeschwindigkeit gut beweist.

Bei den schwächeren Individuen vollziehen sich aber alle Vorgänge nicht lebhaft und sinken öfters auf einen Grad herab,

---

1) DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. I, p. 98, 115, 369, 648, u.s.w.

den man abnorm nennen müsste. Ebensowohl können sie den äusseren nachteiligen Eingriffen nicht widerstehen; öfters treten auch verschiedene qualitative Abweichungen auf, einige Individuen, die man krank nennt, gehen auf diese Weise zu Grunde. Ob ein qualitativer Unterschied zwischen Schwäche und Krankheit besteht oder nicht, immer gehen in den gewöhnlichen Fällen diese zwei Hand in Hand, so dass man in den aktuellen Individuengruppen zwischen den gesunden und gestorbenen, entweder qualitativ oder quantitativ, alle Übergänge findet, und daher keinen Unterschied aufstellen kann.

Die unterste Grenze der Lebensvorgänge ist der Tod—obwohl unter den gestorbenen Individuen auch verschiedene Grade der Stärke bestanden haben müssen, so ist dies doch, soweit wir nur den Erfolg im Auge haben, ganz einerlei.<sup>1)</sup> Die obere Grenze ist hingegen niemals genau bestimmbar, wobei aber die Rassenmerkmale nicht unbegrenzt sind.<sup>2)</sup>

Im natürlichen Standorte werden die schwächeren Individuen, fallweise zahlreicher oder spärlicher, früher oder später, ausgerottet, und die übriggebliebenen stellen die derzeitige Minusgrenze dar. Da aber die Pflanzen, je jünger, desto mehr den äusseren Angriffen unterliegen,<sup>3)</sup> wird die untere Grenze der Variationen im Grossen und Ganzen schon im jüngsten Stadium bestimmt; die übrigen wachsen mehr und mehr, infolgedessen sind beim erwachsenen Stadium die Minusvarianten auch nicht so klein. Nur unter dauernd ungünstigen Bedingungen, wie bei

---

1) Beim Erhitzen sterben z.B. die kräftigeren Individuen ebenso wie die schwächeren.

2) Vergl. PEARSON, Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II. Skew Variation in Homogeneous Material. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A 186, 1895, p. 359.

3) DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. I, p. 373. Beim Menschen ist es auch der Fall. Siehe PEARSON, Ibid.



Kultur mit Giftflüssigkeit, ist dieser Untergang der schwächeren Individuen leicht bemerkbar.

Jedenfalls kann aber die Länge nie Null sein, oder sie ist stets die Summe des vergangenen Zuwachses, welche letzterer aber in einem gegebenen Zeitraume vor dem Auftreten der schädlichen Wirkung von Null bis Maximum variieren, und sich in verschiedenen Variationsschemata darstellen lassen kann.

Wir wenden uns jetzt den Verhältnissen des Wachstums in seiner Beziehung zur individuellen Kraft und den äusseren Bedingungen. Wie wohl bekannt ist, geht die Zuwachsgrösse eines und desselben Individuums niemals verhältnismässig mit der Veränderung eines dirigierenden Faktors zusammen. Mit Steigerung der Temperatur läuft z.B. der Zuwachs nach der Auslösung erst langsamer, dann immer schneller bis um das Optimum, wird nachher jedoch immer kleiner bis es beim Maximum der Temperatur eingestellt wird. Selbst giftige Stoffe, wie Kupfersulfat, u.s.w., wirken in genügender Verdünnung beschleunigend aufs Wachstum ein. So ist der Verlauf, je nach der Art der physiologischen Leistungen und der dirigierenden Faktoren sehr verschiedenartig.

Ein solcher eigentlicher Reaktionsverlauf weicht aber je nach der Stärke der Individuen mehr oder minder ab und daher kommt die individuelle Abweichung des Zuwachsverhältnisses zu Stande. So wird z.B. in einer niederen Temperatur das Wachstum der schwächeren Individuen nicht ausgelöst, während bei den kräftigeren dies schon möglich ist. In einer Temperatur wachsen die schwächeren noch kümmerlich, während die kräftigeren schon zu schnellem Zuwachs angeregt werden. In der Kupfersulfatlösung von bestimmter Konzentration erleiden die schwächeren die giftige Einwirkung, während die kräftigeren dadurch im Wachstum gefördert werden.

Für die genaue Bestätigung solcher Verhältnisse bedarf es noch zahlreicher und ausführlicher Untersuchungen. Doch zeigen die vorliegenden Versuche die allgemeine Gültigkeit des Satzes, dass jede entsprechende Lage der Reaktionskurven des Wachstums—Minimum, Optimum, u.s.w.—je nach dem Grade der individuellen Kraft und der Art der Faktoren mehr oder weniger abweicht, so dass einerseits ein kleiner Unterschied der individuellen Kraft einen grösseren Unterschied der Zuwachsgrösse und andererseits, wie bei sehr ungünstigen Bedingungen, selbst ein grosser Unterschied der Stärke keinen Unterschied des Wachstums herbeiführen kann.

Kurz, es sind die individuelle Kraft und die Zuwachsgrösse ganz von heterogener Natur, wie die Arbeitstätigkeit und die effektive Arbeitsgrösse der Dampfmaschine. So wird das Variationsschema, erstens nach der Fluktuation der individuellen Kraft, zweitens, nach der Art der massgebenden Faktoren, und drittens, nach der Intensität derselben, entsprechend verschiedenartig sein.

Eine Symmetrie der Variationskurve des Zuwachses ist also, selbst wenn die Fluktuation der individuellen Kraft nach dem Gesetze der Wahrscheinlichkeit erfolgt, nicht immer erhältlich. Wenn alle Faktoren durch alle Stärkegrade hindurch verhältnismässig wirken, wird die Kurve ganz symmetrisch. Solche Bedingungen wären wohl die sogenannten „normalen Bedingungen“ im eigentlichen Sinne. Tatsächlich ist aber die individuelle Kraft selbst nur durch die unter solchen Bedingungen sich ergebenden Leistungsgrösse vergleichbar.

Sind die Bedingungen etwa ungünstig, so leiden die schwächeren Individuen darunter mehr als die kräftigeren, infolgedessen wird die Zuwachsgrösse bedeutend kleiner bei den ersteren als

bei den letzteren ; oder anders ausgedrückt, nebst der Verkleinerung sämtlicher Individuen, entfernen sich die schwächeren mehr von den mittelstarken, als die mittelstarken von den kräftigeren abweichen, so dass eine Kurve mit negativer Asymmetrie und grösserem Variationskoeffizienten entsteht.

Sind aber die Bedingungen sehr ungünstig, so wird der Zuwachsunterschied um so kleiner, je schwächer die Individuen sind, bis alle das Wachstum einstellen. Bei solchen Zuständen nimmt also die Kurve in umgekehrter Weise immer mehr nach der Minusseite ab, bis sie, nach halbkurvenähnlicher Darstellung, endlich auf Null steht.

In der Übergangsstelle dieser zwei Fälle ist es daher auch nicht unmöglich, dass die Kurve wieder symmetrisch wird, natürlich aber mit grösserem Variationskoeffizienten und flacherem Kurvengipfel als in der Normalkurve, weil die zerstörende Wirkung der Bedingungen auf den Zuwachs hier bei den mittelstarken am grössten ist.

Sind hingegen die Bedingungen günstig, so zeigt die Kurve eine positive Asymmetrie, weil je stärker die Individuen sind, um so mehr der Zuwachs beschleunigt wird. Wenn wir die individuelle Abweichung betrachten, so entfernen sich die kräftigeren mehr von den mittelstarken, als die mittelstarken von den schwächeren abweichen. Da aber die äusseren Faktoren, mit der Steigerung der Intensität, den Stimmungswechsel veranlassen, so muss die Kurvenasymmetrie, je nach der Art der Faktoren, auch in verschiedener Weise modifiziert werden.

Wenn ferner der eine der Faktoren günstig, doch der andere ungünstig einwirkt, so wird das Verhältnis sehr mannigfaltig. Günstige Temperatur und ungünstige Metallsalzwirkung, ungünstige Temperatur und günstige Metallsalzwirkung, u. s. w., wirken

auf die Fluktuation nicht gleich oder ähnlich. Oder die Resultate sind, je nach der Art und Intensität der gesamten Faktoren, stets verschieden, so dass man also von der durchschnittlichen Wirkung der Aussenbedingungen nicht auf die allgemeine Fluktuation der Leistungsgrösse schliessen kann.

Wenn die Kurven eine positive Asymmetrie zeigten, handelte es sich im Allgemeinen um solche Fälle, bei denen, nebst der allgemeinen Steigerung des Wachstums, das der kräftigeren Individuen bedeutend beschleunigt wurde, oder, bei allgemeinen Nachlassen, die kräftigeren nicht so verzögert wurden wie die schwächeren. Die negative Asymmetrie der Kurven zeigt hingegen, dass die verkleinernde Wirkung auf die schwächeren Individuen viel grösser war, oder dass die meisten die beschleunigende Wirkung erfahren haben.

So wird die Variationskurve des Zuwachses selbst bei der normalen Fluktuation der individuellen Kraft und unter gleichen und konstanten Bedingungen, je nach der Intensität der massgebenden Faktoren, mehr oder weniger verschiedenartig. Unter gleichmässigen, doch zeitlich nicht konstanten Bedingungen werden aber die finalen Kurven immer mehr verwickelt, weil die zeitlich verschiedenen Grössen stets summiert werden. Diese Beziehung wird deutlich ersichtlich, wenn man die Variationskurven des jedesmaligen Zuwachses mit jenen der Gesamtlänge vergleicht.

Es ist in der Tat sehr wichtig, den zeitlichen Verlauf der Variationskurven im Zusammenhang mit den äusseren Bedingungen zu verfolgen, um zu wissen, was für ein Faktor die Modifikation der Kurve herbeigeführt hat, und wie die schwächeren und kräftigeren Individuen unter den gegebenen gleichen Bedingungen sich verhalten haben.

Die Variationskurven der Länge stellen also, wenn alle

Faktoren seit langer Zeit etwa unverändert blieben, die jederzeitigen Verhältnisse in vergrössertem Masse dar, weil die grössere Zunahme gewöhnlich immer in den kräftigeren Individuen stattfindet. In den schwächeren Individuen sind dagegen die Verhältnisse umgekehrt. Sind aber die obwaltenden Faktoren äusserst veränderlich, so werden die Längenkurven bedeutungslos, weil sie nur vermischte Kurven der vorigen verschiedenen Zuwachskurven darstellen.

Die absolute Variationsweite (Variationsindex) nimmt bei solchen wachsenden Pflanzen natürlich mit der Zeit zu, die relative Variationsweite (Variationskoeffizient) aber in der Regel ab, ausser wenn die zerstörende Wirkung sehr gross ist.

Der zeitliche Verlauf des Wachstums wird auch natürlich durch die jede Entwicklungsstufe begleitenden, transitorischen und periodischen Veränderungen der inneren Wachstumstendenz modifiziert. Was die Wachstumsgeschwindigkeit des Sprosses anbelangt, so ist sie in der ersten Zeit, bevor die Epikotyle genügend entwickelt sind, recht gering. Erst nach der Aufrichtung und Entfaltung der letzteren wird sie immer grösser, und ändert sich empfindlich nach den äusseren Einflüssen. Dieses Stadium weicht aber wie die Keimungsgeschwindigkeit, bei jedem Individuum, mehr oder weniger ab, so dass die Variationskurve, während dieses Zeitpunkts eine transitorische Modifikation bekommt.<sup>1)</sup>

Das Wachstum des Sprosses ist auch in einer Hinsicht die Gesamtsumme des Wachstums jedes Internodiums. Ein jedes Internodium hat aber seinen eigenen Verlauf des Wachstums, d. h.

---

1) Nach PORTER erfahren die Statuenkurven der Menschen auch eine Modifikation, gerade in der Zeit, als die Zuwachsschnelligkeit am grössten ist, d. h. bei Mädchen um 13 Jahre, und bei Knaben um 15 Jahre. Siehe: „The Relation between the Growth of Children and their Deviation from the Physical Type of their Sex and Age.“ Trans. Acad. Sc. St. Louis. Vol. VI, 1895, p. 233-250.

die grosse Periode rückt von den unteren Internodien nach den oberen allmählich vor. Diese grosse Periode des Wachsens ist aber bei jedem Individuum ebenfalls verschieden, so dass die Variationskurve dadurch auch modifiziert wird. Je mehr die obwaltenden Faktoren zeitlich schwanken, desto mannigfaltiger wird die Wachstumsverschiedenheit der Internodien in jeder Zeit.

Das Wachstum der Wurzel ist in der ersten Zeit sehr regelmässig, nach dem Auftreten der Nebenwurzeln wird es aber unregelmässig, weil die letzteren nach Zahl und Entfernung sehr unbestimmt sind, und auf das Wachstum der Hauptwurzel massgebend einwirken. Das Variationsschema der Wurzel wird also mit der Zeit bedeutungslos, oder folgt dem Wahrscheinlichkeitsgesetze. Nur bei der Giftkultur, wo die Resistenzfähigkeit und die Zeitdauer stets eine wichtige Rolle spielen, stellten die Wurzeln dementsprechend auch verschiedene Fluktuation dar. Es ist also der Spross für die Charakterisierung der Variationen geeigneter.

Nicht nur im eigentlichen Wachstum, sondern auch in der Beeinflussung durch die äusseren Faktoren, verhalten sich diese beiden Glieder des Keimlings verschiedenartig. Doch bedingt der Spross stets mehr die Wurzel, als er von ihr bedingt wird, oder der Spross spielt immer die Hauptrolle auf das Gesamtgedeihen der Pflanze.

Die Beeinflussung des Sprosses und der Wurzel durch die Temperatur ist auch sehr verschieden. Bei niederer Temperatur wird das Wachstum des Sprosses ziemlich verkleinert, das der Hauptwurzel aber relativ nicht, weil in einer solchen Temperatur die Neubildung und Streckung der Nebenwurzeln sehr verhindert wird, und dies auf die Streckung der Hauptwurzel antagonistisch einwirkt. Die Hauptwurzel wird also in Fällen von minderen, zerstreuten und kürzeren Nebenwurzeln länger gestreckt erscheinen.

Bei wärmerer Temperatur verhalten sich die Glieder ganz in umgekehrter Beziehung, d. i., der Zuwachs des Sprosses wird mehr beschleunigt als jener der Wurzel; letztere ist aber mit dicht zusammenliegenden, längeren Nebenwurzeln versehen.

Die umgebenden Medien der Wurzel influieren auch merklich das Wachstum der beiden Glieder. In der Wasserkultur, wird wie schon bekannt ist, das Wachstum der Wurzel äusserst verzögert. Zur derselben Zeit wird aber das des Sprosses übermässig beschleunigt, ohne aber zur Neubildung von Nebensprossen zu führen, wie dies bei der Erdkultur gewöhnlich der Fall ist. Die Reaktion gegen die übrigen Einflüsse in Wasserkultur wird damit auch sehr empfindlich.

In Wasserkultur mit giftigen Metallsalzlösungen erleiden die Wurzeln, infolge der unmittelbaren Berührung, sofort eine Beeinflussung. Auf den Spross ist aber die Wirkung nur mittelbar, und besonders, wenn die Dosis nicht stark ist, ist die schädliche Wirkung oft nicht zu unterscheiden; die von der kleineren Oberfläche der beschädigten Wurzel veranlasste mechanische Hinderung der Wasserzufuhr scheint gewissermassen einen ungünstigen Einfluss auszuüben.

Der Einfluss des Samengewichts auf die Keimungsgeschwindigkeit ist nicht deutlich, oder die individuelle Verschiedenheit, selbst in Samen von demselben Gewicht ist weit grösser. Das nachherige Wachstum wird aber gewissermassen von ihm beeinflusst, indem das Wachstum desto kümmerlicher ist, je mehr der Same hinter der Mediane in der Grösse zurücksteht. Bei den Plusvarianten der Samen ist aber dasselbe Verhältnis minder bemerkbar.

Das Trockengewicht des Keimlings ist in den frühen Entwicklungsstufen wohl vom Samengewicht bedingt. Mit der Zeit verschwindet immer dieser Einfluss, weil die eigentliche Ver-

schiedenheit der Assimilationstätigkeit eine immer wichtigere Rolle spielt.

Die Assimilationstätigkeit entspricht wohl der Wachstumstätigkeit und diese zwei repräsentieren überhaupt die individuelle Kraft. Das Gewicht des Sprosses stimmt somit am besten mit der Länge. In der Wurzel wird es aber mehr von den Seitenwurzeln als von der Länge der Hauptwurzel, also überhaupt von Gedeihen des Sprosses, bedingt, selbst wenn dazwischen innerhalb gewisser Grenzen auch wohl eine antagonistische Korrelation besteht.

Wir wollen nun die im Freien vorkommenden Variations-schemata diskutieren und kritisieren.

Im natürlichen Standorte sind die Beständigkeit und Gleichmässigkeit der äusseren Bedingungen begreiflich niemals erhältlich, oder alle variablen Faktoren wirken auf jedes Individuum in ungleichem Grade. Folglich werden die Variationsserscheinungen, zeitlich wie örtlich, sehr mannigfaltig beeinflusst.

Da aber im Allgemeinen, erstens, alle laufenden Bedingungen wahrscheinlich um die normalen Zustände schwanken,<sup>1)</sup> zweitens, die örtliche Ungleichheit gewöhnlich auch mit wahrscheinlicher Fluktuation verteilt ist, und drittens, die individuelle Kraft oder der innere Faktor selbst, welcher begreiflicher Weise in den vorigen Generationen von den eben gesagten Verhältnissen bedingt war, auch wahrscheinlich um die Mittelstärken fluktuiert, so stellen sich die daraus gefolgerten Variationsschemata der messbaren

---

1) LUDWIG, Über Variationskurven und Variationsflächen der Pflanzen. Bot. Centralbl. 1895, Bd. LXIV, p. 37; KLEBS, Über die Variationen der Blüten. Jahrb. f. w. Bot. Bd. XLII, p. 303; Nach PEARSON ist aber die Schwankung des atmosphärischen Drucks ein wenig positivasymmetrisch. Siehe „Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II. Skew Variation in Homogeneous Material.“ Phil. Trans. Roy. Soc. London, A 186, p. 344, 351, und Fig. 3, Pl. VIII.



Variationen als kombinierte Resultate, gewöhnlich meist symmetrisch, dar. Zahlreiche Beispiele weisen dies wohl nach.<sup>1)</sup>

Es sind also, je nach dem Falle, sehr verschiedene Kurven auch erhaltbar. So z.B. ist bei gleichem Zuckergehalt der Rüben, derselbe in einem Falle etwa symmetrisch,<sup>2)</sup> in einem anderen Falle aber sehr asymmetrisch.<sup>3)</sup> SHULL<sup>4)</sup> zeigte auch ähnliche Beispiele in der Länge des Stengels von *Oenothera Lamarckiana*. Meiner Erfahrung nach, ist die Kurvenasymmetrie desto leichter erhaltbar, je gleichmässiger die Umgebung ist.

Schon früher bemerkte GALTON ein ähnliches Verhalten in soziologischen Erscheinungen.<sup>5)</sup> Er sagt: "There are two categories of causes which are of common occurrence. The one is that of ordinary increase, as exemplified by the growth of population, where an already large nation tends to become larger than a small one under similar circumstances, or when a capital employed in a business increase in proportion to its size. The other category is that of surrounding influence, or 'milieux' as they are often called, such as a period of plenty in which a larger field or a larger business yields a greater excess over its mean yield than a smaller one." PEARSON führt auch zahlreiche konkrete Beispiele an, wie der Wert der Gebäude, das Einkommen der Menschen, u. s. w.,<sup>6)</sup> bei minder zivilisierten Nationen natürlich mehr symmetrisch fluktuieren muss. Ebenso bemerkte auch DAVENPORT<sup>7)</sup>

1) Siehe z. B. DE VRIES, Die Mutationstheorie. Bd. I, p. 379; VERSCHAFFELT, Über graduelle Variabilität von pflanzlichen Eigenschaften. Ber. d. D. B. Gesellsch. Bd. XII, 1894, p. 350-355; u. s. w.

2) DE VRIES, Ibid. p. 36.

3) VERSCHAFFELT, Über asymmetrische Variationskurven. Ber. d. D. B. G. Bd. XIII, 1895, p. 348-367.

4) MAC DOUGAL, VAIL, and SHULL, Mutation, Variation, and Relationship of the *Oenotheras*. Publ. No. 81, Carnegie Inst. Washington. 1907, p. 21.

5) GALTON, On the Theory of the Geometrical Mean. Proc. Roy. Soc. London, Vol. XXIX, 1879, p. 365-7.

6) PEARSON, Ibid.

7) DAVENPORT, The Statistical Study of Evolution. Popular Science Monthly: Vol. LIX, 1901, p. 455.

ähnliche Verhältnisse: „.....the index (breadth÷length) of the shell of *Littorina*, a marine snail, as measured by BUMPUS, has at Newport a mode of 90; at Casco Bay of 93. The skewness is positive in both places and greater (+.24) at the more southern point than at Casco Bay (+.13). This result indicates that the *Littorina* came from a more northern home, for which we have confirmatory historical evidence,.....“ Neulich hat PEARL<sup>1)</sup> auch dieselbe Meinung geäußert: „.....the conditions which are favourable to the production of large size of body in the population as a whole, are also more favourable to the production of exceptionally large than of exceptionally small individuals. In other words, the direction of the skewness is the same as the direction in which the type is changing.“

Im Grossen und Ganzen zeigen also diese Tatsachen, dass die Leistungsgrösse, je nach der Leistungsart und der Art und Intensität der äusseren Einflüsse, auf allen individuellen Einheiten stets in ungleichem Verhältnisse vorkommt, so dass die Variationskurve dementsprechend auch modifiziert wird.

So weit die messbaren Variationen! Im Wesentlichen müsste man auch Ähnliches für die zählbaren Variationen wohl geltend machen, sofern es sich um die realisierte Leistungsgrösse handelt, also mit Ausnahme von den Gelegenheitsvariationen, wie z.B. die Häufigkeit der Mortalität durch Fieber, u.s.w., wieweil die meristischen Variationen der Organe von den sekundären, speziellen Ursachen in rhythmischer Weise oder andersartig modifiziert werden.

## V. SCHLUSS UND NACHBEMERKUNG.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Keimpflanzen von Erbsen und Gartenbohnen, die sich aus Samen von je

---

1) PEARL, Variation in *Chilomonas* under Favourable and Unfavourable Conditions, *Biometrika*. Vol. V, 1906, p. 69.

demselben Gewicht entwickelt hatten, hauptsächlich mit Wasserkultur, unter verschiedenen Bedingungen kultiviert, und das Wachstum und Trockengewicht, im Zusammenhang mit dirigierenden Faktoren, einerseits von physiologischen, andererseits vom variationsstatistischen Gesichtspunkt aus betrachtet. Ich fasse die wichtigsten Ergebnisse in folgenden Sätzen zusammen.

#### A. ALS EINHEIT BETRACHTET.

1. Der Spross spielt immer die Hauptrolle auf das Gesamtgedeihen der Pflanzen.
2. In der Wasserkultur wird das Wachstum des Sprosses, im Gegensatz zur Wurzel, aussergewöhnlich beschleunigt, ohne aber die Neubildung der Nebensprosse zu veranlassen.
3. Das Wachstum der Hauptwurzel wird unmittelbar von den Nebenwurzeln antagonistisch beeinflusst.
4. Bei tieferen Temperaturen wird das Wachstum des Sprosses mehr verhindert als das der Wurzel. Bei höheren Temperaturen besteht das umgekehrte Verhältnis.
5. Der Einfluss der Gifflösung auf das Wachstum der Wurzel ist unmittelbar, hingegen auf den Spross mittelbar, und bei einer bestimmten Dosis spielt die Hinderung der Wasserzufuhr gewissermassen eine Rolle.
6. Der Einfluss des Samengewichts auf das Wachstum ist um so bedeutender, je kleiner der Same ist.

#### B. EINZELN BETRACHTET.

1. Aktionstätigkeit und Resistenzfähigkeit in verschiedenen Leistungen ist je nach dem Individuum mehr oder weniger abweichend.

2. Dieses Vermögen, die sogenannte „individuelle Kraft,“ ist in einer Individuengruppen kontinuierlich, und es ist unmöglich, das schwache und kräftige oder das kränkliche und gesunde Individuum scharf abzusondern.

3. Minimum, Optimum, Maximum, und alle dazwischen liegenden, entsprechenden Lagen eines dirigierenden Faktors auf jede physiologische Leistung sind, je nach der individuellen Kraft, mehr oder weniger abweichend.

4. Das Verhältnis der Leistungsgrösse zur individuellen Kraft ist also, je nach der Leistungsart und der Intensität der dirigierenden Faktoren, dementsprechend verschieden, so dass, in einem Falle, ein kleiner Unterschied der Stärke bedeutende Abweichungen der Leistungsgrösse veranlassen, und im anderen Falle, selbst ein grosser Unterschied der individuellen Kraft keine Differenz der Leistungsgrösse herbeiführen kann.

### C. ALS INDIVIDUENGRUPPEN BETRACHTET.

1. Das Variationsschema einer physiologischen Leistung stellt sich, selbst unter gleichen und konstanten Bedingungen, je nach der Fluktuation der individuellen Kraft und der Art und Intensität der massgebenden Faktoren verschiedenartig dar. Eine Symmetrie der Kurven lässt sich also nicht immer erhalten.

2. Unter gleichmässigen, doch zeitlich wechselnden Bedingungen wird das Variationsschema des Endresultats sehr verwickelt, weil hier die zeitlich verschiedene Grösse des Zuwachses stets zur früheren Länge addiert werden muss.

3. Die sich im Freien vorfindlichen Variationsschemata sind im Allgemeinen nur der kombinierte Erfolg der wahrscheinlichen

Fluktuation der individuellen Kraft und der Aussenbedingungen, zeitlich wie örtlich.

---

So bedeutend ist der individuelle Unterschied der physiologischen Leistungen in einer und derselben Rasse, und selbst in Keimlingen vom gleichen Gewicht. Dieser Unterschied wird zwar dann weit vergrössert, wenn die Bedingungen von der Norm abweichen, oder etliche aussergewöhnliche Faktoren, wie Dunkelheit, chemische Wirkung der Salzlösungen, u.s.w., eintreten. Und besonders, wenn die Faktoren derartig Einfluss nehmen, dass die kleinere Differenz des Einwirkungsgrades einen grösseren Unterschied der Reaktionsgrösse veranlasst, tritt die individuelle Abweichung deutlich zu Tage. In der Tat fällt ein kleiner Unterschied der Stärke der Individuen zu einer bedeutenden Differenz der Leistungsgrösse aus. Hieraus folgt, dass man in jedem physiologischen Experimente stets auf die individuelle Verschiedenheit des Versuchsobjektes Rücksicht nehmen muss.

Da aber das Leistungsausmass der kräftigeren Individuen ebensowenig massgebend für die quantitative Bestimmung der betreffenden Phänomene ist, wie das der schwächeren, und da auch die möglichst gleichartigen, mittelstarken Individuen nicht die allgemeine Aussicht der Rassenmerkmale zeigen, so muss man für das Studium einer physiologischen Erscheinung möglichst zahlreiche Individuen von verschiedener Stärke gleichzeitig anwenden. Jedenfalls ist es bei geringer Anzahl der angewendeten Exemplare unrechtfertigt, ja unmöglich zu urteilen, welcher Teil der Versuchsergebnisse den obwaltenden Bedingungen resp. der individuellen Verschiedenheit zugeschrieben werden muss.

## Tabellarische

### I. Individuelle Verschiedenheit von *Pisum*

a. Wasserkultur mit  $ZnSO_4$ -lösung

Gewicht der Samen 314–316 mgr. Zahl der Individuen

TABELLE

Nummer der Individuen	Länge und										
	Sprosse										
	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 3. IX	Zuwachs	Länge am 4. IX	Zuwachs	Länge am 5. IX	Zuwachs	Länge am 6. IX	Zuwachs	Länge am 7. IX
1	20	32	52	21	73	22	95	44	139	39	178
2	17	27	44	14	58	24	82	41	123	28	151
3	12	11	23	11	34	16	50	28	78	43	121
4	15	21	36	8	44	26	70	35	105	39	144
5	17	9	26	8	34	15	49	36	85	52	137
6	18	36	54	14	68	23	91	37	125	24	152
7	22	33	55	13	68	30	98	44	142	70	212
8	21	29	50	16	66	25	91	42	133	52	185
9	18	26	44	10	54	19	73	36	109	31	143
10	19	27	46	21	67	20	87	32	119	43	162
11	19	22	41	15	56	15	71	42	113	24	137
12	17	27	44	13	57	21	78	34	112	40	152
13	16	24	40	22	62	22	84	38	122	48	170
14	14	14	28	8	36	21	57	28	85	49	134
15	17	27	44	6	50	25	75	39	114	35	149
16	20	32	52	17	69	20	89	39	128	47	175
17	23	35	58	20	78	31	109	40	149	37	186
18	17	24	41	11	52	22	74	46	120	37	157
19	19	25	44	10	54	17	71	37	108	37	145
20	20	30	50	13	63	21	84	44	128	49	177
21	17	26	43	20	63	21	84	47	131	49	180

\* Mit längeren Nebenwurzeln versehen.

**Zusammenstellung.**

*arvense* unter giftiger Einwirkung (Versuch 1).

( $5 \times 10^{-8}$  Mol. = 0.000001435%).

39. Kulturdauer 11 Tage. Temperatur 19°-32°

I.

Zuwachs (in mm.)									Wurzeln		
Zuwachs	Länge am 8. IX	Zuwachs	Länge am 9. IX	Zuwachs	Länge am 10. IX	Zuwachs	Länge am 11. IX	Total-zuwachs	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 11. IX
25	203	37	240	39	279	43	322	302	50	204	254
35	186	16	202	45	247	34	281	264	49	176	225
35	156	31	187	52	239	37	276	264	41	187	228
32	176	26	202	47	249	47	296	281	33	50	83*
24	161	33	196	48	244	41	285	268	25	76	101*
30	182	21	203	57	260	25	285	267	55	203	258
11	223	45	268	46	314	34	348	326	55	188	243
11	196	34	228	47	275	38	313	292	59	139	198
30	173	29	202	46	248	38	286	268	50	212	262
19	181	18	199	48	247	23	270	251	52	213	265
25	162	20	182	43	225	33	258	239	31	189	220
24	176	37	213	42	255	32	287	269	52	95	147
34	204	16	220	69	289	48	337	321	50	171	221
23	157	37	194	49	243	36	279	266	32	167	199
29	178	25	203	51	254	21	275	258	55	207	262
28	203	18	221	65	286	26	312	292	55	171	226
32	218	17	235	50	285	26	311	288	57	117	174
29	186	38	224	27	251	49	300	283	45	171	216
32	177	32	209	39	248	41	289	270	37	114	151
19	196	23	219	61	280	35	315	295	57	173	230
36	216	11	227	76	303	31	334	317	47	112	159

Fortsetzung

Nummer der Individuen	Länge und										
	Sprosse										
	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 3. IX	Zuwachs	Länge am 4. IX	Zuwachs	Länge am 5. IX	Zuwachs	Länge am 6. IX	Zuwachs	Länge am 7. IX
22	17	23	40	16	56	24	80	45	125	57	182
23	12	24	36	10	46	16	62	32	94	43	137
24	15	29	44	13	57	16	73	41	114	37	151
25	20	24	44	11	55	18	73	32	105	43	148
26	15	32	47	11	57	22	79	37	116	47	163
27	17	31	48	14	62	15	77	38	110	36	146
28	20	24	44	13	57	18	75	40	115	34	149
29	10	17	27	13	40	13	53	33	86	30	116
30	17	22	39	9	48	17	65	31	96	33	129
31	11	6	17	5	22	16	38	21	59	34	93
32	12	22	34	10	44	16	60	30	90	33	123
33	15	23	38	10	48	18	66	32	98	34	132
34	14	24	38	10	48	21	69	33	102	35	137
35	16	21	37	11	48	16	64	35	99	30	129
36	15	13	28	8	36	12	48	32	80	35	115
37	13	28	41	10	51	21	72	29	101	38	139
38	16	32	48	10	58	23	81	35	116	40	156
39	19	24	43	9	52	22	74	40	114	31	145
A	16.7	24.5	41.2	12.4	53.6	20.0	73.6	36.5	110.1	39.6	149.7
A-M	-0.4	-0.7	-1.9	0.2	-0.3	0.6	1.8	0.1	0.1	2.3	2.7
Min.	10	6	17	5	22	12	38	21	59	24	93
Q <sub>1</sub>	2.2	3.4	5.9	3.1	5.9	3.3	7.3	4.5	12.5	3.5	11
M	17.1	25.2	43.1	12.2	53.9	19.4	71.8	36.4	110	37.3	147
Q <sub>2</sub>	1.9	3.6	4.1	3.6	7.7	2.9	9.8	5.0	12.5	8.7	16
Max.	23	36	58	22	78	31	109	47	149	70	212
Q <sub>3</sub>	2.05	3.5	5.0	3.35	6.8	3.1	8.55	4.75	12.5	6.1	13.5
M	0.12	0.14	0.12	0.27	0.13	0.16	0.12	0.13	0.11	0.16	0.09
Temp.	Min.	19°		23°		24°		22°		22°	
	Max.	28°		30°		32°		31°		26°	



der Tabelle I.

Zuwachs (in mm.)											
									Wurzeln		
Zuwachs	Länge am 8. IX	Zuwachs	Länge am 9. IX	Zuwachs	Länge am 10. IX	Zuwachs	Länge am 11. IX	Total-zuwachs	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 11. IX
29	211	24	235	72	307	33	340	323	41	204	245
14	151	38	189	39	228	44	272	260	33	147	180
35	186	26	212	43	255	40	295	283	50	169	219
21	169	33	202	43	245	46	291	271	53	179	232
28	191	13	204	43	247	43	300	285	46	182	228
30	176	25	201	44	245	43	288	271	54	156	210
28	177	26	203	38	241	37	278	258	33	189	222
29	145	23	168	45	213	32	245	235	35	62	97 <sup>33</sup>
20	149	26	175	31	206	46	252	235	53	131	184
32	125	24	149	69	218	33	251	240	36	183	219
24	147	24	171	38	209	48	257	245	33	185	218
29	161	24	185	38	223	42	265	250	47	59	106
32	169	22	191	49	240	35	275	261	42	63	205
31	160	21	181	47	228	39	267	251	38	192	230
24	139	26	165	49	214	44	258	243	40	185	225
21	160	32	192	35	227	45	272	259	32	176	208
28	184	28	212	48	260	43	303	287	54	95	149
35	180	23	203	46	249	40	289	270	55	143	198
27.1	176.8	26.1	202.9	47.8	250.7	37.7	288.4	271.7	45.2	157.3	202.5
-1.7	-2.2	0.7	-1.1	1.6	3.7	-0.7	2.4	2.7	-0.8	-15.7	-9.5
11	125	11	149	27	206	21	245	235	25	50	83
5.0	19	4.5	15	3.9	13	5.0	16	13	9.4	39	24
28.8	179	25.4	204	46.2	247	38.4	286	269	46.0	173	212
2.7	14	6.4	12	4.8	14	5.5	17	17	7.1	13	16
36	223	45	268	76	314	49	348	326	59	213	265
3.85	16.5	5.45	13.5	4.35	13.5	5.25	16.5	15	8.25	26	20
0.13	0.09	0.22	0.07	0.10	0.09	0.14	0.06	0.06	0.18	0.15	0.09
20°	19°		20°		21°		19°		* Mit längeren Nebenwurzeln versehen.		
27°	27°		29°		30°		32°				

b. Wasserkultur mit  $\text{CuSO}_4$ -lösung

Gewicht der Samen 317–319 mgr. Zahl der Individuen

TABELLE

Nummer der Individuen	Länge und										
	Sprosse										
	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 3. IX	Zuwachs	Länge am 4. IX	Zuwachs	Länge am 5. IX	Zuwachs	Länge am 6. IX	Zuwachs	Länge am 7. IX
1	15	14	29	15	44	24	68	39	107	47	154
2	17	24	41	16	57	21	78	49	127	50	177
3	16	33	49	12	61	30	91	37	128	62	190
4	15	32	47	19	66	23	89	51	140	46	186
5	15	25	40	11	51	23	74	48	122	35	157
6	11	25	36	10	46	27	73	40	113	48	161
7	17	21	38	11	49	19	68	40	108	40	148
8	18	24	42	20	62	18	80	37	117	41	158
9	18	28	46	12	58	21	79	43	122	33	155
10	18	29	47	20	67	25	92	38	130	35	175
11	16	21	37	12	49	26	75	45	120	39	159
12	13	19	32	15	47	23	70	21	91	43	134
13	14	15	29	10	39	21	60	35	95	35	130
14	17	27	44	17	61	22	83	37	120	51	171
15	17	27	44	17	61	24	85	40	125	51	176
16	15	23	38	10	48	18	66	37	103	30	133
17	14	20	34	12	46	20	66	38	104	36	140
18	12	32	51	13	64	23	87	35	122	47	159
19	18	27	45	15	60	25	85	39	124	43	167
20	18	9	27	7	34	15	49	32	81	32	113
21	19	24	43	12	55	23	78	41	119	46	165
22	18	20	38	10	48	20	68	42	110	36	146

\* Mit längeren Nebenwurzeln versehen.

( $5 \times 10^{-8}$  Mol. = 0.000001245%).

39. Kulturdauer 11 Tage. Temperatur 19°–32°.

II.

Zuwachs (in mm.)											
									Wurzeln		
Zuwachs	Länge am 8. IX	Zuwachs	Länge am 9. IX	Zuwachs	Länge am 10. IX	Zuwachs	Länge am 11. IX	Total-zuwachs	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 11. IX
24	178	21	199	63	262	18	280	265	35	98	133
28	205	39	244	43	287	34	321	294	48	155	203
18	208	25	233	60	293	39	332	316	40	106	146
39	<b>225</b>	20	<b>245</b>	71	<b>316</b>	44	<b>360</b>	<b>345</b>	48	141	189
38	195	24	219	47	266	42	308	293	32	216	248
27	188	36	224	31	255	32	284	276	50	148	198
25	173	31	204	50	254	30	284	267	46	109	155
34	192	27	219	46	265	46	311	293	52	206	258
28	183	21	204	46	250	32	282	264	38	177	215
16	191	15	206	52	258	31	289	271	37	168	205
37	196	27	223	71	294	37	331	325	31	187	218
18	152	25	177	38	215	39	254	241	33	251	<b>284</b>
35	165	15	180	43	223	45	268	254	26	130	156
29	200	23	223	67	290	35	325	308	47	61	108*
25	201	25	226	64	290	26	316	299	49	158	207
31	164	28	192	36	228	39	267	252	45	82	127
33	173	23	196	44	240	41	281	267	42	156	198
29	188	32	220	35	255	37	292	273	51	93	144
33	200	23	223	50	273	41	314	296	42	187	229
16	129	27	156	33	189	31	220	202	40	217	257
25	190	42	232	42	274	36	310	291	45	70	115*
20	176	25	201	59	260	36	296	278	53	29	82*

Fortsetzung

Nummer der Individuen	Länge und										
	Sprosse										
	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 3. IX	Zuwachs	Länge am 4. IX	Zuwachs	Länge am 5. IX	Zuwachs	Länge am 6. IX	Zuwachs	Länge am 7. IX
23	13	5	18	7	25	24	49	24	73	35	108
24	16	7	23	3	26	8	34	22	56	35	91
25	12	12	24	10	34	16	50	26	76	40	116
26	12	19	31	9	40	20	60	31	91	38	129
27	17	18	35	12	47	28	75	28	103	32	135
28	15	25	40	11	51	19	70	34	104	34	138
29	14	16	30	9	39	9	48	31	79	31	110
30	17	22	39	8	47	20	67	32	99	29	128
31	14	25	39	8	47	18	65	31	96	28	124
32	15	24	39	5	44	21	65	31	96	32	128
33	14	28	42	7	49	23	72	32	104	34	138
34	17	24	41	8	49	19	68	32	100	38	138
35	13	23	36	8	44	16	60	29	89	33	122
36	14	17	31	8	39	17	56	33	89	35	124
37	13	17	30	9	39	16	55	32	87	38	125
38	18	22	40	11	51	23	74	35	109	38	147
39	16	22	38	8	46	23	69	37	106	34	140
A	15.6	21.7	37.3	11.2	48.5	20.8	69.3	35.5	104.8	38.7	143.5
A-M	-0.2	-1.3	-1.5	0.6	0.4	-0.9	-0.7	-0.7	-0.2	-0.6	1.5
Min.	11	5	18	3	25	8	34	21	56	28	91
Q <sub>1</sub>	1.9	4.4	7.2	2.0	5.2	3.3	9.1	3.7	10	3.7	16
M	15.8	23	38.8	10.6	48.1	21.7	70.0	34.8	105	37.3	142
Q <sub>2</sub>	1.6	3.3	5.7	2.2	7.5	3.2	9.1	5.1	14	6.5	18
Max.	19	33	51	20	67	30	92	51	140	62	190
Q	1.75	3.85	6.45	2.1	6.35	3.25	9.1	4.4	12	5.1	17
$\frac{Q}{M}$	0.11	0.17	0.12	0.20	0.13	0.15	0.13	0.13	0.12	0.14	0.12
Temp.	Min.	19°		23°		24°		22°		22°	
	Max.	28°		30°		32°		31°		26°	

\* Mit längeren Nebenwurzeln versehen.

der Tabelle II.

Zuwachs (in mm.)											
									Wurzeln		
Zuwachs	Länge am 8. IX	Zuwachs	Länge am 9. IX	Zuwachs	Länge am 10. IX	Zuwachs	Länge am 11. IX	Total-zuwachs	Länge am 31. VIII	Zuwachs	Länge am 11. IX
28	136	24	160	52	212	44	256	243	26	35	61*
25	116	28	144	44	188	52	240	224	30	96	126*
21	137	28	165	45	210	45	255	243	32	62	94*
32	151	29	180	47	227	36	263	251	34	46	80*
25	160	23	183	49	232	42	274	257	36	79	115*
28	166	23	189	41	230	41	271	256	31	86	117
31	141	21	162	48	210	36	246	232	32	38	70*
21	149	24	173	39	212	35	247	230	51	144	195
23	147	21	168	40	208	37	245	231	45	110	155
28	156	17	173	46	219	46	265	250	48	234	282
29	167	20	187	40	227	44	271	257	47	124	171
28	166	27	193	44	237	40	277	258	47	83	130
20	142	21	163	24	187	18	205	192	40	48	88
22	146	29	175	41	216	43	259	245	32	108	140
17	142	33	175	41	216	37	253	240	35	18	53*
17	164	31	195	38	233	37	270	252	57	128	185
32	172	24	196	40	236	39	275	259	54	100	154
26.5	170.0	25.6	195.6	46.4	242.0	37.5	279.5	263.9	41.2	120.1	161.3
-1.2	1.0	0.4	1.6	2.3	5.0	-0.2	6.5	3.9	0.1	4.1	3.3
16	116	15	144	24	187	18	205	192	26	18	53
6.6	18	3.5	21	5.7	20	4.1	18	17	8.0	42	42
27.7	169	25.2	194	44.1	237	37.3	273	260	41.3	116	158
3.5	21	3.7	24	8.4	26	4.8	28	26	6.9	45	46
38	225	42	245	71	316	52	360	345	57	251	284
5.05	19.5	3.6	22.5	7.05	23	4.45	23	21.5	7.45	43.5	44
0.18	0.12	0.14	0.12	0.16	0.10	0.12	0.09	0.08	0.18	0.38	0.28
20°		19°		20°		21°		19°			
27°		27°		29°		30°		32°			

## II. Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* unter giftiger Einwirkung (Versuch 2).

a. Wasserkultur mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung ( $5 \times 10^{-6}$  Mol. = 0.0001245%).

Gewicht der Samen 99 cgr. Zahl der Individuen 35.

Kulturdauer 42 Tage. Temperature  $24^{\circ}$ - $3^{\circ}$ .

### 1. Länge und Trockengewicht.

TABELLE III.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)						Nummer in Fig. 1, Taf. I.	
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Summe	Cotylen	Samenschalen	Summe		Total-Summe
	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 25. XII	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 25. XII								
1	34	222	256	65	33	98	236	61	297	246	147	393	690	
2	23	103	126	52	22	74	151	33	184	357	130	487	671	
3	26	224	250	56	29	85	258	58	316	212	145	357	673	2
4	23	180	203	48	26	74	203	52	255	277	136	413	668	4
5	24	54	78	59	20	79	109	46	155	364	134	498	653	9
6	16	107	123	42	16	58	140	49	189	310	140	450	639	7
7	19	101	120	50	20	70	137	37	174	337	140	477	651	
8	18	136	154	58	12	70	161	43	204	303	143	446	650	6
9	23	77	100	61	30	91	147	45	192	343	139	482	674	
10	27	151	178	45	26	71	181	47	228	278	136	414	642	
11	30	175	205	59	15	74	245	59	304	240	138	378	682	
12	25	73	97	59	9	68	158	51	209	298	133	431	640	
13	17	33	50	45	20	65	59	42	101	453	133	586	687	10
14	26	90	116	47	17	64	133	51	184	307	141	448	632	
15	30	180	216	50	18	68	227	54	281	244	137	381	662	3
16	34	147	181	53	19	72	245	49	294	228	128	356	650	5
17	32	31	63	56	21	77	90	30	120	430	133	563	683	
18	28	68	96	58	21	79	145	49	194	287	140	427	621	

Fortsetzung der Tabelle III.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)						Nummer in Fig. I, Taf. I.		
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Summe	Cotyledonen	Samenschalen	Summe		Totalsumme	
	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 25. XII	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 25. XII									
19	16	60	76	46	25	71	132	38	170	331	134	465	635	8	
20	17	127	146	42	22	64	176	45	221	316	127	443	664		
21	32	67	99	65	13	78	151	48	199	301	133	434	633		
22	37	189	226	56	21	77	273	69	342	210	137	347	689		
23	25	215	240	43	20	65	236	48	284	241	138	379	663		
24	30	102	132	55	21	76	208	66	274	247	131	378	652		
25	30	104	134	49	18	67	191	56	247	276	141	417	664		
26	19	106	125	42	19	61	133	38	171	321	135	456	627		
27	26	116	142	58	21	79	149	48	197	326	138	464	661		
28	26	130	156	52	19	71	202	54	256	257	134	391	647		
29	31	141	172	62	11	73	217	53	270	249	139	388	658		
30	21	240	261	43	24	67	236	54	290	234	137	371	661		
31	32	240	272	50	26	76	276	53	329	208	138	346	675	1	
32	31	108	139	52	10	62	151	45	196	354	124	478	674		
33	24	91	115	44	12	56	97	26	123	407	128	535	658		
34	25	182	217	77	14	91	230	66	296	222	141	363	659		
35	18	43	61	44	21	65	95	46	141	437	122	559	700		
A	25.9	126.4	152.3	52.6	23.6	76.2	176.5	48.8	225.3	298.6	135.7	434.3	659.6		
A-M	-0.1	13.4	12.3	1.0	3.6	4.6	3.5	0	5.3	3.6	-0.3	6.3	0.6		
Min.	16	31	50	42	9	56	59	26	101	208	122	346	621		
Q <sub>1</sub>	3.7	31	31.2	5.8	2.7	5.7	34	6.6	42	44	4	37	13		
M	26.0	113	140	51.6	20.0	71.6	173	48.8	220	295	136	428	659		
Q <sub>2</sub>	3.9	62	73	7.3	2.5	5.4	56	5.2	63	46	5	43	11		
Max.	37	240	272	77	33	98	276	69	342	453	147	586	700		
Q	3.8	46.5	53	6.5	2.6	5.6	45	5.9	52.5	45	4.5	40	12		
Q/M	0.15	0.41	0.37	0.13	0.13	0.08	0.26	0.12	0.24	0.15	0.03	0.09	0.02		

## 2. Wachstumsverlauf der Wurzeln.

TABELLE IV.

Nummer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 14. XI	Zuwachs	Länge am 15. XI	Zuwachs	Länge am 16. XI	Zuwachs	Länge am 17. XI	Zuwachs	Länge am 18. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 22. XI	Total-zuwachs	Nummer in Fig. 1, Taf. I.
1	65	16	81	8	89	6	95	4	99	2	101	1	102	0	102	37	
2	52	12	64	6	70	4	74	2	76	1	77	1	78	0	78	26	
3	56	15	71	8	79	6	85	3	88	1	89	0	89	0	89	33	2
4	49	16	65	6	71	4	75	2	77	1	78	1	79	0	79	30	4
5	59	15	74	5	79	3	82	1	83	1	84	0	84	0	84	25	9
6	42	13	55	4	59	2	61	1	62	0	62	0	62	0	62	20	7
7	50	14	64	4	68	3	71	1	72	1	73	0	73	0	73	23	
8	58	9	67	4	71	3	74	1	75	1	76	0	76	0	76	18	6
9	62	14	76	8	84	6	90	3	93	1	94	1	95	0	95	33	
10	45	12	57	7	64	5	69	3	72	1	73	1	74	0	74	29	
11	59	13	72	4	76	2	78	1	79	0	79	0	79	0	79	20	
12	59	10	69	3	72	1	73	0	73	0	73	0	73	0	73	14	
13	45	15	60	5	65	2	67	1	68	0	68	0	68	0	68	23	10
14	47	10	57	5	62	3	65	2	67	1	68	0	68	0	68	21	
15	50	14	64	5	69	3	72	1	73	0	73	0	73	0	73	23	3
16	53	16	69	4	73	2	75	1	76	0	76	0	76	0	76	23	5
17	56	14	70	5	75	3	78	1	79	1	80	0	80	0	80	24	
18	59	15	74	5	79	3	82	1	83	0	83	0	83	0	83	24	
19	46	15	61	7	68	4	72	1	73	0	73	0	73	0	73	27	
20	42	14	56	6	62	3	65	2	67	1	68	0	68	0	68	26	
21	64	12	76	3	79	1	80	0	80	0	80	0	80	0	80	16	8
22	56	12	68	6	74	4	78	2	80	1	81	0	81	0	81	25	
23	43	11	54	6	60	4	64	2	66	1	67	0	67	0	67	24	



Fortsetzung der Tabelle IV.

Nummer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 14. XI	Zuwachs	Länge am 15. XI	Zuwachs	Länge am 16. XI	Zuwachs	Länge am 17. XI	Zuwachs	Länge am 18. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 22. XI	Total-zuwachs	Nummer in Fig. 1, Taf. I.
24	55	13	68	7	75	4	79	1	80	0	80	0	80	0	80	25	
25	49	13	62	5	67	2	69	1	70	0	70	0	70	0	70	21	
26	42	11	53	5	58	4	62	2	64	0	64	0	64	0	64	22	
27	58	12	70	7	77	4	81	2	83	1	84	0	84	0	84	26	
28	52	9	61	6	67	4	71	2	73	1	74	0	74	0	74	22	
29	62	9	71	3	74	2	76	1	77	0	77	0	77	0	77	15	
30	43	14	57	7	64	4	68	2	70	1	71	0	71	0	71	28	
31	48	15	63	7	70	5	75	3	78	1	79	1	80	0	80	32	1
32	52	11	63	2	65	1	66	0	66	0	66	0	66	0	66	14	
33	44	9	53	3	56	2	58	1	59	0	59	0	59	0	59	15	
34	76	11	87	4	91	2	93	2	95	0	95	0	95	0	95	19	
35	44	16	60	4	64	2	66	1	67	0	67	0	67	0	67	23	
A	52.6	12.9	65.5	5.3	70.8	3.2	74.0	1.54	75.5	0.54	76.0	0.17	76.2	0	76.2	23.6	
A-M	1.0	-0.2	0.1	0.1	0.5	0	0.4	0.13	0.5	0.04	-0.1	0.07	-0.4		-0.4	-0.4	
Min.	42	9	53	2	56	1	58	0	59	0	59	0	59	0	59	14	
Q <sub>1</sub>	5.8	1.9	7.1	1.2	5.8	1.1	6.3	0.55	6.7	0.49	5.8	0.30	6.3	0	6.3	4.3	
M	51.6	13.1	65.4	5.2	70.3	3.2	73.6	1.41	75	0.50	76.1	0.10	76.6	0	76.6	24.0	
Q <sub>2</sub>	7.3	1.6	6.1	1.4	6.0	1.0	5.9	0.75	6.0	0.54	5.4	0.30	5.9	0	5.9	3.3	
Max.	76	16	87	8	91	6	95	4	99	2	101	1	102	0	102	37	
Q	6.55	1.75	6.6	1.3	5.9	1.05	6.1	0.65	6.35	0.52	5.6	0.30	6.1	0	5.6	3.8	
$\frac{Q}{M}$	0.13	0.13	0.10	0.25	0.08	0.33	0.08	0.46	0.08	1.04	0.07	3.00	0.08	0	0.08	0.02	
Temp.	Min.	22°		24°		11°		13°		7°		17°		20°		24°	
	Max.	8°		7°		6°		4°		2°		5°		5°		2°	

## 3. Wachstumsverlauf der Sprosse.

TABELLE V.

Nummer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 27. XI	Zuwachs	Länge am 4. XII	Zuwachs	Länge am 11. XII	Zuwachs	Länge am 18. XII	Zuwachs	Länge am 25. XII	Total-zuwachs	Nummer in Fig. I, Taf. I.
1	34	12	46	37	83	42	125	70	195	35	230	26	256	222	
2	23	11	34	9	43	24	67	37	104	17	121	5	126	123	
3	26	15	41	32	73	41	114	72	186	31	217	33	250	224	2
4	23	14	37	37	74	29	103	48	151	32	183	20	203	180	4
5	24	12	36	11	47	12	59	18	77	1	78	0	78	54	9
6	16	7	23	9	32	18	50	35	85	22	107	16	123	107	7
7	19	18	37	36	73	19	92	21	113	2	115	5	120	101	
8	18	15	33	27	60	28	88	35	123	15	138	16	154	136	6
9	23	20	43	16	59	18	77	24	101	0	101	-1	100	77	
10	27	10	37	20	57	29	86	51	137	27	164	14	178	151	
11	30	17	47	33	80	34	114	58	172	14	186	19	205	175	
12	25	16	41	11	52	8	60	23	83	6	89	8	97	72	
13	17	9	26	3	29	4	33	7	40	3	43	7	50	33	10
14	26	5	31	10	41	23	64	44	108	3	111	5	116	90	
15	30	16	46	34	80	38	118	56	174	20	194	22	216	186	3
16	34	14	48	39	87	20	107	40	147	20	167	14	181	147	5
17	32	12	44	6	50	3	53	11	64	0	64	-1	63	31	
18	28	16	44	24	68	8	76	14	90	3	93	3	96	68	
19	16	11	27	12	39	17	56	10	66	4	70	6	76	60	
20	17	15	32	19	51	27	78	32	110	21	131	15	146	129	
21	32	12	44	19	63	6	69	17	86	5	91	8	99	67	8
22	37	15	52	36	88	26	114	54	168	22	190	36	226	189	
23	25	15	40	29	69	33	102	71	173	41	214	26	240	215	

Fortsetzung der Tabelle V.

Numer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 27. XI	Zuwachs	Länge am 4. XII	Zuwachs	Länge am 11. XII	Zuwachs	Länge am 18. XII	Zuwachs	Länge am 25. XII	Total-zuwachs	Numer in Fig. 1, Taf. I.
24	30	10	40	20	60	21	81	32	113	7	120	12	132	102	
25	30	12	42	13	55	4	59	36	95	19	114	20	134	104	
26	19	12	31	32	63	19	82	24	106	9	115	10	125	106	
27	26	12	38	18	56	12	68	42	110	13	123	19	142	116	
28	26	18	44	32	76	20	96	31	127	14	141	15	156	130	
29	31	14	45	31	76	7	83	51	134	22	156	16	172	141	
30	21	15	36	37	73	47	120	85	205	30	235	26	261	240	
31	32	19	51	51	102	41	143	71	214	35	249	23	272	240	1
32	31	13	44	34	78	6	84	28	112	12	124	19	143	112	
33	24	10	34	8	42	2	44	27	71	21	92	23	115	91	
34	35	15	50	28	78	33	111	56	167	26	193	24	217	182	
35	18	10	28	4	32	2	34	8	42	15	57	4	61	43	
A	25.9	13.3	39.2	23.3	62.5	20.6	83.1	38.3	121.4	16.2	137.6	14.7	152.3	126.4	
A-M	-0.1	0.3	-0.4	-0.1	-0.4	0.1	1.7	4.0	6.4	1.8	11.6	1.1	12.3	13.4	
Min.	16	5	23	3	29	2	33	7	40	0	43	-1	50	31	
Q <sub>1</sub>	3.7	3.1	6.0	12.1	14.4	10.1	18.9	13.9	30	9.7	25	7.9	31	31	
M	26.0	13	39.6	24.3	62.9	20.5	81.4	34.3	116	14.4	126	13.6	104	113	
Q <sub>2</sub>	3.9	2.9	5.5	9.0	13.9	9.8	21.4	18.8	42	9.8	52	8.0	73	62	
Max.	35	19	52	51	102	47	143	85	214	41	249	36	272	240	
Q	3.8	3.0	5.75	10.55	14.15	9.95	20.15	16.35	36	9.75	38.5	7.95	52	46.5	
$\frac{Q}{M}$	0.15	0.23	0.15	0.44	0.22	0.49	0.25	0.48	0.31	0.68	0.31	0.59	0.37	0.41	
Temp.	Max.	24°		20°		17°		19°		11°		14°		24°	
	Min.	2°		2°		3°		4°		-1°		-3°		-3°	

## b. Kontrollkultur mit Leitungswasser.

Gewicht der Samen 98 Cgr. Zahl der Individuen 39.

Kulturdauer 42 Tage. Temperatur 24°—3°.

Diese Reihe wurde dann zur weiteren Entwicklung mit

KNOP'scher 1‰ Lösung ernährt.

Kulturdauer 78 Tage. Temperatur 10°-26°

## 1. Länge und Trockengewicht.

TABELLE VI.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs												Trockengewicht			Nummer in Fig. 2, Taf. I.
	Sprosse						Wurzeln						Sprosse	Wurzeln	Summe	
	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 25. XII	Zuwachs	Länge am 13. III	Total- zuwachs	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 22. XI	Zuwachs	Länge am 13. III	Total- zuwachs				
	in mm.			in cm.			in mm.			in cm.			in cgr.			
1	31	238	269	118	145	142	48	136	184	70	88	83	243	22	265	
2	29	253	282	106	134	131	56	141	197	87	107	101	278	33	311	
3	29	263	292	99	128	125	51	148	199	76	96	91	241	28	269	
4	33	263	296	127	<b>157</b>	<b>154</b>	67	147	214	96	117	110	<b>309</b>	24	<b>333</b>	
5	31	275	306	114	145	142	65	151	216	100	122	116	285	<b>35</b>	320	
6	28	229	257	103	129	126	55	119	174	89	106	101	258	27	285	9
7	23	211	<b>234</b>	96	119	117	66	147	213	80	101	94	<b>142</b>	19	<b>161</b>	10
8	25	277	302	102	132	130	56	156	212	64	85	79	233	21	254	7
9	27	249	276	108	136	133	61	146	207	83	104	98	268	30	298	8
10	<b>36</b>	299	335	80	118	114	<b>68</b>	158	<b>226</b>	87	110	103	212	26	238	
11	21	296	317	78	110	108	47	126	173	61	78	73	148	<b>16</b>	164	
12	35	291	326	106	139	136	61	159	220	90	112	106	231	26	257	4
13	26	270	296	95	125	122	55	140	195	79	98	93	193	20	213	
14	24	254	278	94	122	120	56	148	204	91	111	105	182	26	208	
15	23	237	260	80	<b>106</b>	<b>104</b>	55	128	183	73	91	86	176	24	200	
16	22	269	291	118	147	145	45	97	142	77	91	87	270	25	295	

Fortsetzung der Tabelle VI.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs												Trockengewicht			Nummer in Fig. 2, Taf. I.
	Sprosse						Wurzeln						Sprosse	Wurzeln	Summe	
	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 25. XII	Zuwachs	Länge am 13. III.	Total-zuwachs	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 22. XI	Zuwachs	Länge am 13. III	Total-zuwachs				
	in mm.		in cm.				in mm.		in cm.				in cgr.			
17	32	236	268	109	136	133	61	152	213	72	93	87	203	26	229	
18	33	347	380	104	142	139	58	161	219	109	131	125	274	32	306	1
19	19	276	295	94	123	121	51	122	173	54	71	66	219	17	236	
20	20	266	286	84	113	111	46	123	169	49	66	61	247	21	268	
21	30	277	307	109	140	137	62	157	219	93	115	109	265	27	292	
22	18	296	314	111	142	140	54	142	196	67	87	82	274	30	304	
23	16	240	256	93	119	117	48	119	167	60	77	72	192	23	215	
24	25	286	311	113	144	142	57	158	213	93	114	108	292	27	319	
25	24	278	302	112	142	140	46	120	166	63	80	75	225	19	244	
26	27	294	321	*			58	167	255							5
27	23	290	313	*			48	142	190							6
28	32	301	333	116	149	146	60	152	212	96	117	111	294	27	321	
29	23	315	338	113	147	145	60	139	199	86	106	100	281	26	307	
30	26	299	325	84	116	113	54	148	202	78	98	93	199	22	221	
31	26	266	292	99	128	125	66	152	218	78	100	93	211	27	238	
32	26	255	281	104	132	129	53	141	194	77	96	91	263	26	289	
33	28	305	333	97	130	127	52	166	218	66	88	83	214	24	238	
34	31	317	348	109	144	141	57	148	203	66	86	80	266	23	289	
35	28	317	345	116	150	147	68	146	214	83	104	97	251	29	280	2
36	29	306	335	107	140	137	55	160	215	74	94	89	251	26	277	
37	25	302	327	104	137	135	49	132	181	69	87	82	220	20	240	3
38	27	306	333	*			48	115	163							
39	31	317	348	105	140	137	66	147	213	76	97	90	244	29	273	
A	26.8	278.7	305.5	103	133.5	130.8	56.1	142.4	198.5	78.1	97.9	92.3	237.6	25.1	262.7	
A-M	0.1	-2.3	-0.5	-3.0	-1.5	3.2	0.5	-4.6	3.5	-0.9	-0.1	1.3	-5.4	-0.6	-3.3	
Min.	16	211	234	78	106	104	45	97	142	49	66	61	142	16	161	
Q <sub>1</sub>	3.0	19	22	9	10	13	4.5	13	21	10	10	9	30	3.0	33	
M	26.7	281	306	106	135	134	55.6	147	202	79	98	91	243	25.7	266	
Q <sub>2</sub>	3.9	23	22	7	7.5	11	5.2	7	11	10	11	11	25	2.9	28	
Max.	36	347	380	127	157	154	68	167	226	109	131	125	309	35	333	
Q	3.45	21	22	8	8.75	12	4.85	10	16	10	10.5	10	27.5	2.95	30.5	
$\frac{Q}{M}$	0.13	0.07	0.07	0.08	0.06	0.09	0.09	0.07	0.08	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	

\* Durch Zufall gebrochen.

## 2. Wachstumsverlauf der Wurzeln.

TABELLE VII.

Nummer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 14. XI	Zuwachs	Länge am 15. XI	Zuwachs	Länge am 16. XI	Zuwachs	Länge am 17. XI	Zuwachs	Länge am 18. XI	Zuwachs	Länge am 19. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 21. XI	Zuwachs	Total-zuwachs	Nummer in Fig. 2, Taf. I.
1	48	20	68	17	85	14	99	12	111	7	118	25	143	41	184	136				
2	56	20	76	16	92	15	107	14	121	8	129	28	157	40	197	141				
3	51	21	72	16	88	12	100	13	113	9	122	34	156	43	199	148				
4	67	21	88	15	103	12	115	15	130	7	137	35	172	42	214	147				
5	63	22	85	18	103	11	114	17	131	7	138	36	174	42	216	153				
6	55	17	72	13	85	10	95	12	107	6	113	30	143	31	174	119	9			
7	66	21	87	17	104	12	116	14	130	7	137	34	171	42	213	147	10			
8	56	26	82	21	103	12	115	14	129	5	134	35	169	43	212	156	7			
9	61	23	84	17	101	11	112	13	125	8	133	34	167	40	207	146	8			
10	68	24	92	22	114	14	128	14	142	9	151	35	186	40	226	158				
11	47	18	65	15	80	11	91	12	103	6	109	25	134	39	173	126				
12	61	22	83	18	101	11	112	14	126	9	135	41	176	44	220	159	4			
13	55	19	74	17	91	12	103	13	116	8	124	29	153	42	195	140				
14	56	20	76	18	94	13	107	16	123	9	132	31	163	41	204	148				
15	55	23	78	18	96	12	108	11	119	5	124	26	150	33	183	128				
16	45	17	62	13	75	7	82	8	90	5	95	19	114	28	142	97				
17	61	23	84	19	103	10	113	12	125	7	132	36	168	45	213	152				
18	58	23	81	20	101	12	113	16	129	9	138	38	176	43	219	161	1			
19	51	19	70	16	86	12	98	12	110	5	115	24	139	34	173	122				
20	46	17	63	14	77	11	88	10	98	5	103	31	134	35	169	123				
21	62	20	82	16	98	12	110	15	125	8	133	40	173	46	219	157				
22	54	20	74	17	91	10	101	12	113	8	121	32	153	43	196	142				
23	48	20	68	17	85	12	97	11	108	4	112	25	137	30	167	119				
24	57	23	80	20	100	13	113	19	132	8	140	37	177	36	213	156				
25	46	18	64	15	79	8	87	12	99	5	104	29	133	33	166	120				

Fortsetzung der Tabelle VII.

Nummer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 14. XI	Zuwachs	Länge am 15. XI	Zuwachs	Länge am 16. XI	Zuwachs	Länge am 17. XI	Zuwachs	Länge am 18. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 22. XI	Total-zuwachs	Nummer in Fig. 2, Taf. I.
26	58	24	82	19	101	10	111	17	128	9	137	39	176	49	225	167	5
27	48	16	64	13	77	10	87	14	101	6	107	36	143	47	190	142	6
28	60	22	82	18	100	10	110	14	124	7	131	36	167	45	212	152	
29	60	19	79	16	95	12	107	13	120	6	126	30	156	43	199	139	
30	54	21	75	18	93	12	105	14	119	7	126	35	161	41	202	148	
31	66	21	87	17	104	10	114	15	129	7	136	41	177	41	218	152	
32	54	20	74	17	91	13	104	12	116	8	124	31	155	39	194	140	
33	52	24	76	19	95	14	109	16	125	8	133	40	173	45	218	166	
34	57	22	79	17	96	11	107	13	120	7	127	33	160	43	203	146	
35	68	23	91	17	108	12	120	13	133	7	140	32	172	42	214	146	2
36	55	21	76	17	93	15	108	15	123	8	131	39	170	45	215	160	
37	49	20	69	17	86	9	95	12	107	6	113	33	146	35	181	132	3
38	48	17	65	14	79	10	89	12	101	5	106	27	133	30	163	115	
39	66	20	86	16	102	14	116	14	130	9	139	35	174	39	213	147	
A	56.1	20.7	76.8	16.9	93.7	11.6	105.3	13.5	118.8	7.0	125.8	32.7	158.5	40.0	198.5	142.2	
A-M	0.5	0.1	-0.4	-0.1	-1.3	-0.1	-1.7	0.1	-1.2	-2.0	-2.2	-0.8	-4.5	-1.4	-3.5	-4.8	
Min.	45	16	62	13	75	7	82	8	90	4	95	19	114	28	142	97	
Q <sub>1</sub>	4.5	1.2	6.6	1.2	8.7	1.4	8.7	1.1	10	1.3	13	4.2	18	5.1	21	13	
M	55.6	20.6	77.2	17.0	95.0	11.7	107	13.4	120	7.2	128	33.5	163	41.4	202	147	
Q <sub>2</sub>	5.2	1.9	5.5	1.0	6.4	0.7	6.1	1.2	7	1.1	7	2.6	9	2.3	11	7	
Max.	68	26	92	22	114	15	128	19	142	9	151	41	186	49	226	167	
Q	4.85	1.55	6.05	1.1	7.55	1.05	7.4	1.15	8.5	1.2	10	3.4	13.5	3.7	16	10	
M <sub>Q</sub>	0.09	0.08	0.08	0.06	0.08	0.09	0.07	0.09	0.07	0.17	0.08	0.10	0.08	0.09	0.08	0.07	
Temp.	Max.	21°		24°		11°		13°		7°		17°		20°		24°	
	Min.	8°		7°		6°		4°		2°		5°		5°		2°	

## 3. Wachstumsverlauf der Sprosse.

TABELLE VIII.

Nummer der Individuen	Länge am 18. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 27. XI	Zuwachs	Länge am 4. XII	Zuwachs	Länge am 11. XII	Zuwachs	Länge am 18. XII	Zuwachs	Länge am 25. XII	Total-zuwachs	Nummer in Fig. 2, Taf. I.
1	31	14	45	40	85	53	138	70	208	38	246	23	269	238	
2	29	10	39	47	86	51	137	76	213	44	257	25	282	253	
3	29	13	42	47	89	53	142	76	218	40	258	34	292	263	
4	33	15	48	57	105	48	153	78	231	35	266	30	296	263	
5	31	17	48	57	105	46	151	84	235	44	279	27	306	275	
6	28	9	37	39	76	49	125	75	200	30	230	27	257	229	9
7	23	15	38	34	72	46	118	50	168	36	204	30	234	211	10
8	25	14	39	48	87	57	144	88	232	38	270	32	302	277	7
9	27	15	42	57	99	48	147	76	223	29	252	24	276	249	8
10	36	21	57	61	118	55	173	88	261	51	312	33	345	309	
11	21	15	36	55	91	58	149	86	235	47	282	35	317	296	
12	35	19	54	63	117	57	174	86	260	36	296	30	326	291	4
13	26	13	39	43	82	51	133	89	222	42	264	32	296	270	
14	27	20	47	47	94	52	146	65	211	41	252	26	278	251	
15	23	9	32	41	73	35	108	64	172	51	223	37	260	237	
16	22	11	33	44	77	55	132	86	218	38	256	35	291	269	
17	32	10	42	54	96	43	139	63	202	41	243	25	268	236	
18	33	20	53	63	116	60	176	105	281	54	335	45	380	347	1
19	19	15	34	52	86	64	150	81	231	40	271	24	295	276	
20	20	11	31	40	71	52	123	80	203	47	250	36	286	266	
21	30	19	49	50	99	59	158	87	245	35	280	27	307	277	
22	18	21	39	60	99	62	161	84	245	41	286	28	314	296	
23	16	22	38	53	91	50	141	69	210	28	238	18	256	240	
24	25	16	41	61	102	67	169	81	250	34	284	27	311	286	
25	24	17	41	55	96	50	146	80	226	40	266	36	302	278	



Fortsetzung der Tabelle VIII.

Nummer der Individuen	Länge am 13. XI	Zuwachs	Länge am 20. XI	Zuwachs	Länge am 27. XI	Zuwachs	Länge am 4. XII	Zuwachs	Länge am 11. XII	Zuwachs	Länge am 18. XII	Zuwachs	Länge am 25. XII	Total-zuwachs	Nummer in Fig. 2, Taf. I.
26	27	15	42	61	103	58	161	99	260	35	295	26	321	294	5
27	23	17	40	65	105	57	162	80	242	37	279	34	313	290	6
28	32	21	53	69	122	61	183	99	282	29	311	22	333	301	
29	23	19	42	60	102	61	163	94	257	46	303	31	333	310	
30	26	19	45	65	110	57	167	79	246	42	288	37	325	299	
31	26	21	47	54	101	51	152	73	225	40	265	27	292	266	
32	26	13	39	47	86	50	136	76	212	39	251	30	281	255	
33	28	25	53	72	125	63	188	87	275	32	307	26	333	305	
34	31	25	56	65	121	64	185	89	274	44	318	30	348	317	
35	28	18	46	57	103	63	166	103	269	38	307	38	345	317	2
36	29	19	48	59	107	73	180	90	270	36	306	28	334	305	
37	25	22	47	57	104	71	175	79	254	39	293	34	327	302	3
38	27	17	44	69	113	60	173	94	267	38	305	28	333	306	
39	31	13	44	62	106	71	177	105	282	35	317	31	348	317	
A	26.8	16.6	43.4	54.6	98.0	55.9	153.9	82.4	236.3	39.2	275.5	30.0	305.5	278.7	
A-M	0.1	0.1	1.3	-0.7	-0.2	0.6	0.9	-0.3	3.3	0	-2.5	0.6	-0.5	-2.3	
Min	16	9	31	34	71	35	108	50	168	28	204	18	234	211	
Q <sub>1</sub>	3.0	2.9	3.0	8.8	9.8	5.2	13	6.5	18	4.1	23	3.9	22	19	
M	26.7	16.5	42.1	55.3	98.2	55.3	153	82.7	233	39.2	278	29.4	306	281	
Q <sub>2</sub>	3.9	3.2	5.3	6.0	7.9	6.1	17	8.6	28	3.1	20	4.2	22	23	
Max.	36	25	57	72	125	73	188	105	281	54	335	45	380	347	
Q	3.45	3.05	4.15	7.4	8.85	5.7	15	7.6	23	3.6	21.5	4.1	22	21	
$\frac{Q}{M}$	0.13	0.18	0.10	0.13	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.08	0.14	0.07	0.07	
Temp.	Max.	24°		20°		17°		19°		11°		14°		24°	
	Min.	2°		2°		3°		4°		-1°		-3°		-3°	

**III. Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* bei engerer Auswählung der Keimlinge, unter giftiger Einwirkung (Versuch 3).**

a. Wasserkultur mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung ( $5 \times 10^{-6}$  Mol. = 0.0001245 %).

Gewicht der Samen 95–97 cgr. Zahl der Individuen 48.

Kulturdauer 25 Tage. Temperatur  $12^\circ$ – $26^\circ$ .

**TABELLE IX.**

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 3, Taf. II.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III					
1	52	365	417	120	24	144	392	85	241	718	
2	47	371	418	120	12	132	405	113	222	740	
3	56	407	463	119	30	149	426	118	198	742	1
4	53	389	442	119	14	133	391	103	214	708	
5	51	357	408	118	19	137	341	97	239	677	
6	54	337	391	118	12	130	343	114	210	667	6
7	56	370	426	117	24	141	390	102	213	705	
8	53	407	460	117	9	126	414	115	215	744	
9	47	329	376	117	20	137	364	91	233	688	
10	46	359	405	116	18	134	386	106	206	698	
11	44	404	448	116	10	126	397	99	200	696	2
12	41	318	359	116	19	135	327	92	235	654	
13	47	344	391	115	29	144	371	112	215	698	
14	47	381	428	115	6	121	394	113	204	711	
15	46	355	401	114	17	131	382	107	216	705	
16	50	389	439	113	11	124	387	97	214	698	
17	52	405	457	112	26	138	401	103	228	732	
18	50	309	359	112	15	127	303	84	239	626	

Fortsetzung der Tabelle IX.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 3, Taf. II.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen+ Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 13. II.	Zuwachs	Länge am 7. III.	Länge am 13. II.	Zuwachs	Länge am 7. III.					
19	43	389	432	112	18	130	377	99	232	708	3
20	55	390	445	111	36	147	386	86	250	722	
21	41	346	387	110	10	120	363	104	215	682	
22	35	327	362	110	19	129	347	114	212	673	
23	54	359	413	109	16	125	378	100	213	691	
24	51	365	416	109	14	123	378	115	220	713	4
25	50	367	417	109	14	123	374	94	214	682	
26	53	370	423	108	29	137	388	110	217	715	
27	42	325	367	108	15	123	335	103	187	625	
28	46	286	332	107	17	124	347	100	211	658	9
29	39	379	318	107	18	125	346	110	193	649	
30	48	401	449	106	11	117	406	104	217	727	
31	44	353	397	106	23	129	363	103	221	687	
32	43	339	382	106	16	122	356	96	212	664	
33	37	306	343	106	16	122	328	103	202	633	8
34	45	400	445	105	18	123	402	125	205	732	
35	39	383	422	105	16	121	381	98	221	700	
36	38	378	416	105	16	121	318	112	231	661	
37	47	305	352	104	14	118	334	92	213	639	
38	45	367	412	104	16	120	379	88	216	683	
39	58	372	430	103	33	136	406	113	215	734	
40	42	269	311	103	10	113	291	82	293	666	10
41	40	304	344	103	16	119	314	82	262	658	
42	39	360	399	103	13	116	370	107	240	717	5
43	48	348	396	102	26	128	361	98	229	688	

Fortsetzung 2 der Tabelle IX.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 3, Taf. II.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III					
44	42	324	366	102	15	117	338	89	220	647	7
45	41	338	379	102	18	120	351	93	228	672	
46	49	367	416	101	21	122	368	84	237	689	
47	43	340	383	101	14	115	351	73	239	663	
48	39	308	347	101	20	121	300	86	253	639	
A	46.4	353.4	399.8	109.6	17.8	127.4	365.6	100.3	224.3	690.2	
A-M	0.7	-4.6	-5.2	0.6	1.1	0.4	-4.4	0.3	6.3	-0.8	
Min.	35	269	311	101	6	113	291	73	187	625	
Q <sub>1</sub>	3.7	28	30	4	3.5	4	25	8	9	28	
M	45.7	358	405	109	16.7	127	370	100	218	691	
Q <sub>2</sub>	4.8	20	23	6	4.9	9	20	8	14	20	
Max.	58	407	463	120	36	149	426	125	293	744	
Q	4.25	24	26.5	5	4.2	6.5	22.5	8	11.5	24	
$\frac{Q}{M}$	0.09	0.07	0.07	0.05	0.25	0.05	0.06	0.08	0.05	0.03	

b. Kontrollkultur mit Leitungswasser. Detto.

TABELLE X.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 4, Taf. II.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III					
1	45	438	483	100	295	395	428	137	187	752	
2	39	459	498	100	282	382	423	157	197	777	

Fortsetzung der Tabelle X.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 3, Taf. II.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III					
3	48	485	533	99	219	318	375	123	216	714	
4	44	426	470	99	271	370	369	140	221	730	
5	40	466	506	99	252	351	413	168	200	781	3
6	36	413	449	99	297	396	390	127	249	766	
7	51	486	537	98	305	403	398	156	220	774	1
8	44	424	468	98	244	342	372	152	233	757	
9	39	419	458	98	270	368	391	178	213	782	
10	48	488	536	97	288	385	373	110	239	722	
11	46	481	527	97	212	309	409	138	193	740	
12	38	430	468	97	298	395	394	114	219	727	5
13	45	484	529	96	322	418	394	134	242	770	
14	37	434	471	96	230	326	367	149	217	733	
15	44	444	488	95	265	360	382	127	228	737	
16	43	439	482	95	239	334	402	169	200	771	
17	37	422	459	95	234	329	371	159	221	751	6
18	40	447	487	94	206	300	356	127	234	717	
19	35	406	441	94	211	305	355	113	264	732	
20	47	473	520	93	327	420	399	160	190	749	2
21	40	448	488	93	289	382	394	166	227	787	4
22	34	450	484	93	308	401	357	137	219	713	
23	46	442	488	92	264	356	369	140	212	721	
24	43	464	507	92	253	345	384	132	202	718	
25	42	468	510	92	313	405	403	134	215	752	
26	32	426	458	92	244	336	374	123	246	743	
27	43	429	472	91	250	341	349	141	218	708	
28	42	454	496	91	261	352	380	129	212	721	
29	41	439	480	91	275	366	340	147	217	704	
30	30	403	433	91	283	374	361	130	212	703	
31	42	431	473	90	222	312	334	146	214	694	

Fortsetzung der Tabelle X.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 3, Taf. II.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III	Länge am 13. II	Zuwachs	Länge am 7. III					
32	34	389	423	90	226	316	349	148	233	730	8
33	42	419	461	89	337	426	363	180	214	757	
34	35	454	489	89	261	350	395	164	202	761	
35	44	432	476	88	325	413	375	124	241	740	
36	41	459	500	88	255	343	390	147	203	740	
37	35	427	462	88	291	379	342	118	243	703	
38	29	368	397	88	192	280	374	132	222	728	10
39	38	440	478	87	274	361	362	139	215	716	
40	36	397	433	86	264	350	383	159	207	749	
41	39	414	453	85	263	348	381	129	235	745	
42	30	408	438	85	295	380	356	105	270	731	
43	35	407	442	84	278	362	346	116	247	709	7
44	33	440	473	84	203	287	355	152	214	721	
45	31	379	410	83	264	347	380	171	206	757	9
46	38	483	521	82	283	365	397	120	188	705	
47	32	410	442	82	274	356	387	143	204	734	
48	34	419	453	81	226	307	363	135	213	711	
A	39.3	436.7	476.0	91.8	265.4	357.2	377.2	140.5	219.4	737.1	
A-M	-0.2	1.7	1.0	-0.1	1.4	2.2	3.2	1.5	3.4	3.1	
Min.	29	368	397	81	192	280	334	105	187	694	
Q <sub>1</sub>	4.5	18	20	3.8	26	20	13	12	10	16	
M	39.5	435	475	91.9	264	355	374	139	216	734	
Q <sub>2</sub>	4.3	20	23	4.5	24	27	17	16	14	21	
Max.	51	488	537	100	337	426	428	180	270	787	
Q	4.4	19	21.5	4.15	25	23.5	15	14	12	18.5	
$\frac{Q}{M}$	0.11	0.06	0.05	0.05	0.03	0.07	0.04	0.10	0.06	0.03	

**IV. Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* bei Samen von verschiedenem Gewichte (Versuch 6).**

Wasserkultur mit Leitungswasser.

Zahl der Individuen 190. Kulturdauer 18 Tage.

Temperatur 15°-30°.

**TABELLE XI.**

Nummer der Reihe	Gewicht der Samen in cgr.	Zahl der Individuen		Länge und Zuwachs in mm.						Trockengewicht in mgr.			
				Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Summe
				Länge am 3. IV	Zuwachs	Länge am 21. IV	Länge am 3. IV	Zuwachs	Länge am 21. IV				
1	118	7	Min.	42	368	411	77	166	263	378	132	236	800
			A	52.3	432.4	484.7	109.9	225.7	335.6	437.6	161.7	278.7	878.0
			Max.	65	514	579	151	290	441	529	198	350	963
2	113	26	Min.	41	334	388	74	120	212	350	122	221	766
			A	49.3	413.1	462.4	109.5	210.3	319.8	423.5	158.4	261.5	843.4
			Max.	60	512	572	144	294	423	504	212	340	937
3	108	23	Min.	40	342	382	66	130	233	346	108	212	727
			A	46.2	399.8	446.0	101.9	226.7	328.6	406.3	152.7	246.2	805.2
			Max.	58	458	543	144	320	422	477	201	306	925
4	103	33	Min.	40	348	393	74	139	221	343	103	203	705
			A	47.5	415.9	463.4	108.1	214.2	322.3	407.5	150.0	234.3	791.8
			Max.	59	505	564	148	306	437	502	204	288	903
5	98	25	Min.	40	329	371	68	142	214	338	103	193	690
			A	45.6	397.7	443.3	100.2	203.0	303.2	390.1	140.5	222.9	753.5
			Max.	57	510	562	137	277	398	472	192	268	844

Fortsetzung der Tabelle. XI.

Nummer der Reihe	Gewicht der Samen in egr.	Zahl der Individuen	Länge und Zuwachs in mm.							Trockengewicht in mgr.			
			Sprosse			Wurzeln				Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Summe
			Länge am 3. IV	Zuwachs	Länge am 21. IV	Länge am 3. IV	Zuwachs	Länge am 21. IV					
6	93	34	Min.	40	347	388	62	112	192	302	88	177	624
			A	46.0	406.3	452.3	99.3	194.7	294	361.2	128.7	206.6	696.5
			Max.	58	494	548	147	296	423	447	176	246	784
7	88	30	Min.	40	351	391	74	110	202	285	85	174	618
			A	47.5	418.2	465.7	103.2	209.0	312.2	356.1	128.4	199.8	684.3
			Max.	61	511	572	146	288	434	443	178	249	790
8	83	12	Min.	41	343	384	73	124	197	301	85	170	608
			A	46.2	403.7	449.9	100.7	188.2	288.9	347.8	123	187.5	658.3
			Max.	57	475	532	138	270	408	422	174	219	766
Insgesamt	118—83	190	A	47.2	409.6	456.8	103.7	208.2	311.9	388.2	141.8	226.2	756.2
			A-M	1.3	4.6	6.8	1.7	1.2	-0.1	3.2	2.8	3.2	7.2
			Min.	40	329	371	62	110	192	285	85	170	608
			Q <sub>1</sub>	3.0	26	22	12	29	36	29	17	22	59
			M	45.9	405	450	102	207	312	385	139	223	749
			Q <sub>2</sub>	4.9	25	33	13	32	34	32	21	23	61
			Max.	65	514	579	151	320	441	529	212	350	963
			Q	3.95	25.5	27.5	12.5	30.5	35	30.5	19.0	22.5	60
$\frac{Q}{M}$	0.09	0.06	0.06	0.12	0.15	0.11	0.08	0.14	0.10	0.08			



V. Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina*  
unter dem Einflusse von Beleuchtung (Versuch 5).

Wasserkultur mit Leitungswasser.

a. Im Dunkeln.

Gewicht der Samen 102 cgr. Zahl der Individuen 36.

Kulturdauer 17 Tage. Temperatur 8°-24°.

TABELLE XII.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 5, Taf. III.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V					
1	69	158	227	96	202	298	214	66	387	667	1
2	60	138	198	88	196	284	196	45	442	683	3
3	58	157	215	98	114	212	207	47	440	694	2
4	57	71	128	78	170	248	118	42	554	714	
5	56	165	221	93	145	238	227	53	408	688	
6	54	99	153	79	156	235	182	36	421	639	
7	53	130	183	95	97	192	163	41	500	704	
8	52	155	207	88	198	286	214	55	381	650	
9	51	132	183	71	232	303	193	55	425	673	4
10	50	127	177	66	158	224	176	44	453	673	
11	49	106	155	79	140	219	135	30	481	646	
12	49	124	173	67	142	209	162	37	485	684	
13	47	119	166	87	163	250	164	39	507	710	
14	43	171	214	78	181	259	205	33	456	694	
15	42	104	146	82	116	198	174	59	419	652	
16	42	142	184	70	214	284	184	42	396	622	
17	42	135	177	62	200	262	168	32	457	657	
18	41	132	173	76	141	217	172	36	461	669	5
19	40	116	156	73	123	196	151	37	471	659	6

## Fortsetzung der Tabelle XII.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 5, Taf. III.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V					
20	39	85	124	40	132	172	128	34	512	674	
21	37	127	164	79	139	218	177	41	475	693	
22	35	103	138	46	93	139	163	29	472	664	
23	33	109	142	57	151	208	137	35	528	700	7
24	32	162	194	66	187	253	199	42	432	673	
25	32	123	155	59	178	237	146	39	493	678	
26	32	96	128	45	217	262	131	43	464	638	8
27	29	110	139	56	166	222	168	38	475	681	
28	27	84	111	45	158	203	118	30	515	663	9
29	27	82	109	33	145	178	116	34	522	672	
30	26	126	152	47	182	229	126	46	533	705	
31	25	129	154	50	202	252	163	38	467	668	
32	25	127	152	27	134	161	160	35	432	627	
33	23	121	144	41	168	209	121	28	488	637	
34	21	135	156	46	126	172	159	42	495	696	
35	19	69	88	35	133	168	106	29	496	631	
36	17	65	82	29	125	154	93	23	566	682	10
A	39.8	120.4	160.2	64.6	159.0	223.6	161.6	39.9	469.1	670.6	
A-M	0.8	1.4	-1.8	3.4	4.0	2.6	0.6	0.9	-3.9	0.4	
Min.	17	65	82	29	93	139	93	23	381	627	
Q <sub>1</sub>	11	20	20	20	21	28	27	5	33	16	
M	39	119	162	68	155	221	161	39	473	671	
Q <sub>2</sub>	11	21	22	14	30	33	26	5	29	17	
Max.	69	171	227	98	232	298	227	66	566	714	
Q	11	20.5	21	27	25.5	30.5	26.5	5	310	16.5	
$\frac{Q}{M}$	0.28	0.17	0.13	0.40	0.16	0.14	0.16	0.13	0.07	0.03	

b. Kontrollkultur, unter diffusem Sonnenlichte.

Gewicht der Samen 102 cgr. Zahl der Individuen 36.

Kulturdauer 17 Tage. Temperatur 7°-27°.

TABELLE XIII.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 6, Taf. III.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V					
1	67	288	355	99	378	477	360	180	228	768	1
2	60	309	369	69	317	386	376	145	259	780	
3	57	282	339	92	376	468	337	167	262	766	3
4	56	242	298	86	297	383	306	113	320	739	
5	55	289	344	76	276	352	352	142	256	750	
6	54	281	335	84	280	364	338	139	234	711	
7	53	281	334	72	357	429	326	147	260	733	
8	52	296	348	86	311	397	350	159	238	747	2
9	51	263	314	72	398	470	289	143	293	725	
10	51	281	332	81	337	418	337	150	254	741	
11	50	273	323	72	367	439	346	146	240	732	
12	47	298	345	79	303	382	348	138	234	720	
13	45	273	318	84	284	368	321	134	278	733	
14	44	282	326	76	340	416	374	155	224	753	
15	44	311	355	76	264	340	358	145	240	743	
16	43	250	293	77	386	463	303	127	257	687	
17	42	276	318	85	395	480	329	123	252	704	
18	42	235	277	65	262	327	282	112	288	682	
19	40	217	257	67	310	377	267	124	267	658	
20	39	277	316	87	341	428	338	144	230	712	
21	36	259	295	69	335	404	273	113	324	710	

Fortsetzung der Tabelle XIII.

Nummer der Individuen	Länge und Zuwachs (in mm.)						Trockengewicht (in mgr.)				Nummer in Fig. 5, Taf. III.
	Sprosse			Wurzeln			Sprosse	Wurzeln	Kotyledonen + Samenschalen	Totalsumme	
	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V	Länge am 2. V	Zuwachs	Länge am 18. V					
22	35	279	314	74	358	432	352	176	204	732	
23	34	228	262	55	293	348	260	88	326	674	
24	32	303	335	81	343	424	347	131	224	702	
25	32	257	289	76	316	392	318	144	281	743	
26	32	306	338	55	394	449	369	162	210	741	
27	31	292	323	46	296	342	315	119	294	728	4
28	30	280	310	60	344	404	300	128	268	696	5
29	28	244	272	33	364	397	265	127	318	710	7
30	26	286	312	44	328	372	333	140	246	719	
31	26	210	236	30	319	349	224	104	342	670	9
32	25	233	258	61	319	380	269	117	341	727	8
33	25	228	253	33	240	273	257	87	373	717	
34	21	265	286	33	277	310	296	133	262	691	
35	18	228	246	40	318	358	248	90	353	691	
36	14	168	182	39	264	303	163	78	441	682	10
A	39.9	265.8	305.7	67.1	324.6	391.7	311.8	132.5	275.6	719.9	
A-M	0.9	-8.2	-8.3	-3.9	0.6	1.7	-10.2	-2.5	13.6	-3.1	
Min.	14	168	182	30	240	273	163	78	204	658	
Q <sub>1</sub>	10	32	34	16	30	3	46	17	22	25	
M	39	274	314	71	324	390	322	135	262	723	
Q <sub>2</sub>	11	13	21	10	31	3	24	10	48	15	
Max.	67	311	369	99	398	477	376	180	441	780	
Q	11.5	22.5	27.5	13	30.5	34	35	13.5	35	20	
$\frac{Q}{M}$	0.29	0.08	0.09	0.18	0.09	0.09	0.11	0.10	0.13	0.03	

**VI. Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba* var. *equina* in gewöhnlicher Feldkultur (Versuch 6).**

Lufttemperatur.

**TABELLE XIV.**

Nummer der Reihe		1	2	3	4	Insgesamt
Gewicht der Samen in egr.		120	110	100	80	↘
Zahl der Individuen		29	13	90	30	162
Länge der Sprosse	A	43.3	38.9	42.3	35.9	41.1
	A-M	-0.7	-0.3	0	-0.4	-0.1
	Min.	31	29	27	28	27
	Q <sub>1</sub>	4.9	4.4	3.2	3.3	3.6
	M	44	39.3	42.3	36.3	41.2
	Q <sub>2</sub>	3.4	4.8	3.1	3.0	3.4
	Max.	54	49	58	43	58
	Q	4.2	4.6	3.2	3.2	3.5
	$\frac{Q}{M}$	0.09	0.12	0.07	0.09	0.08

**TABELLE XV.**

**VII. Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba* var. *equina* in Topfkultur mit Flusssand (Versuch 7).**

Gewicht der Samen 101 egr.  
Zahl der Individuen 88.  
Temperatur 5°-25°.

	Länge in cm.	
	Sprosse	Wurzeln
A	23.8	54.4
A-M	0	-0.3
Min.	18	23
Q <sub>1</sub>	1.9	6.2
M	23.8	54.7
Q <sub>2</sub>	1.8	5.1
Max.	30	75
Q	1.85	5.65
$\frac{Q}{M}$	0.08	0.10

## INHALT.

	SEITE
<b>I.</b> Einleitung ... ..	1
<b>II.</b> Methodisches ... ..	5
<b>III.</b> Beschreibung der Versuche ... ..	9
Versuch 1. <i>Pisum arvense</i> in Wasserkultur mit Zinksulfat- resp. Kupfersulfatlösung... ..	9
Versuch 2. <i>Vicia Faba var. equina</i> in Wasserkultur mit Kupfersul- fatlösung... ..	18
Versuch 3. Fast gleichartige Keimlinge von <i>Vicia Faba var. equina</i> in Wasserkultur mit Kupfersulfatlösung ... ..	26.
Versuch 4. <i>Vicia Faba var. equina</i> von verschiedenem Samengewicht in Wasserkultur mit Leitungswasser ... ..	30
Versuch 5. <i>Vicia Faba var. equina</i> im Dunkeln und in Wasserkultur mit Leitungswasser ... ..	33
Versuch 6. <i>Vicia Faba var. equina</i> in normaler Feldkultur ... ..	36
Versuch 7. <i>Vicia Faba var. equina</i> in Topfkultur mit Flussand ... ..	37
<b>IV.</b> Diskussion der Resultate ... ..	39
<b>V.</b> Schluss und Nachbemerkung ... ..	50
Tabellarische Zusammenstellung ... ..	54

**K. KORIBA.**

**INDIVIDUELLE VERSCHIEDENHEIT IN DER ENTWICKELUNG U. S. W.**

**TAFEL I.**

## Erklärung der Tafel I.

Fig. 1.

Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. (=0.0001245%).

Photographiert am Ende des Versuches.

Kulturdauer 42 Tage.

Von 35 Individuen ausgewählt. (Versuch 2.)

Fig. 2

Kontrollkultur mit Leitungswasser.

Von 39 Individuen ausgewählt.



Fig. 1.

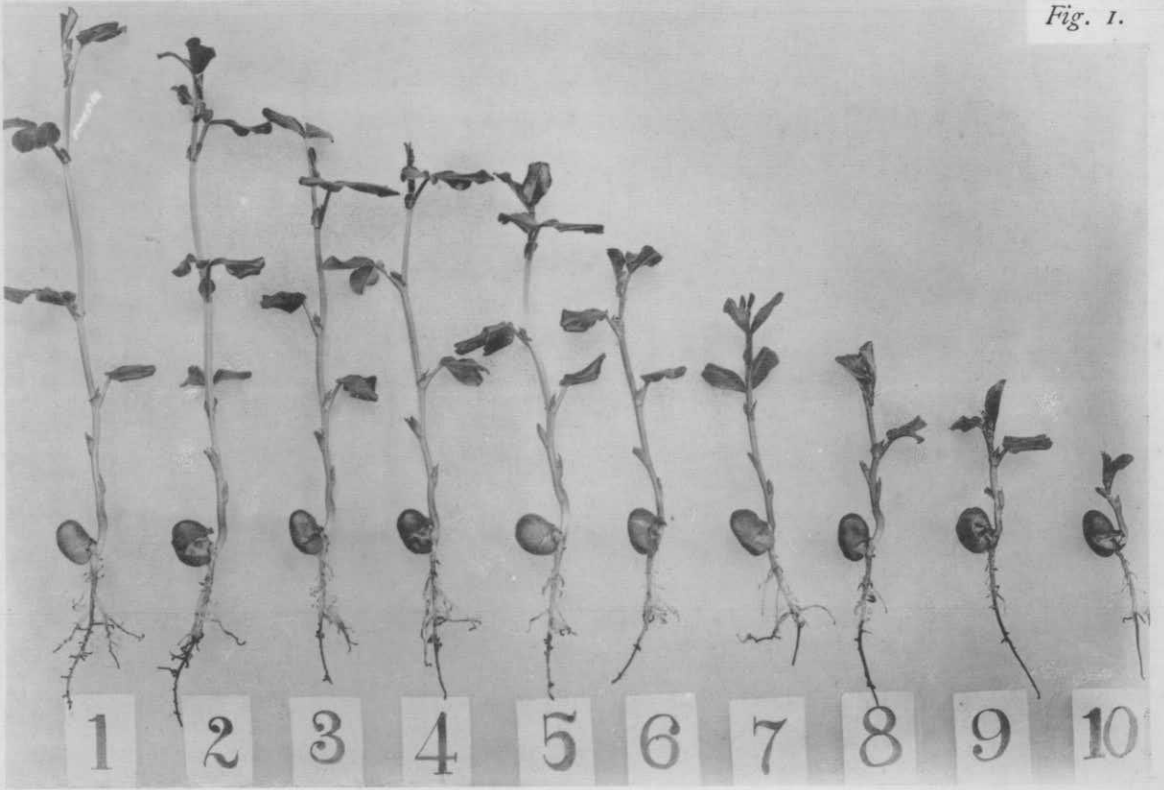
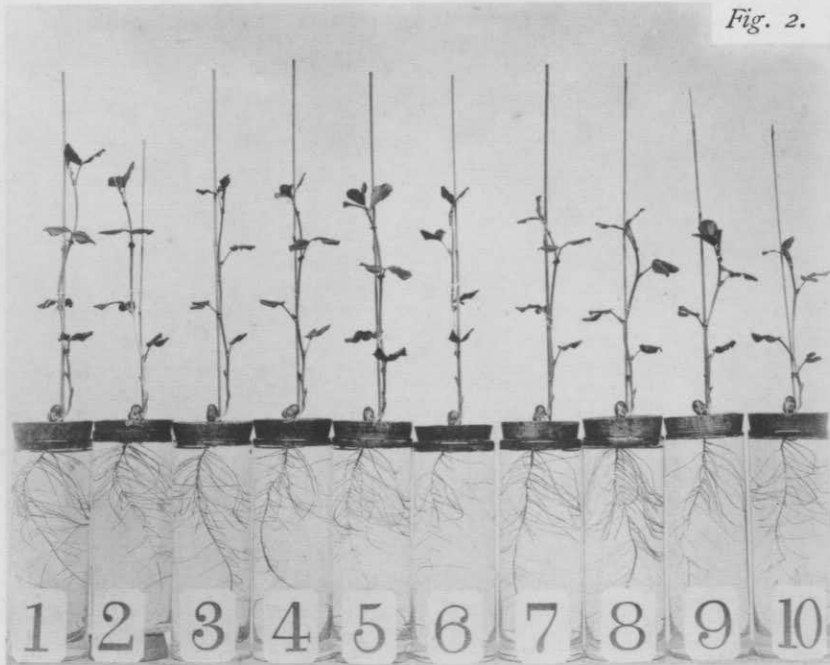


Fig. 2.



**K. KORIBA.**

**INDIVIDUELLE VERSCHIEDENHEIT IN DER ENTWICKELUNG U. S. W.**

**TAFEL II.**

## Erklärung der Tafel II.

Fig. 3.

Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. (=0.0001245%).

Photographiert am Ende des Versuches.

Kulturdauer 25 Tage.

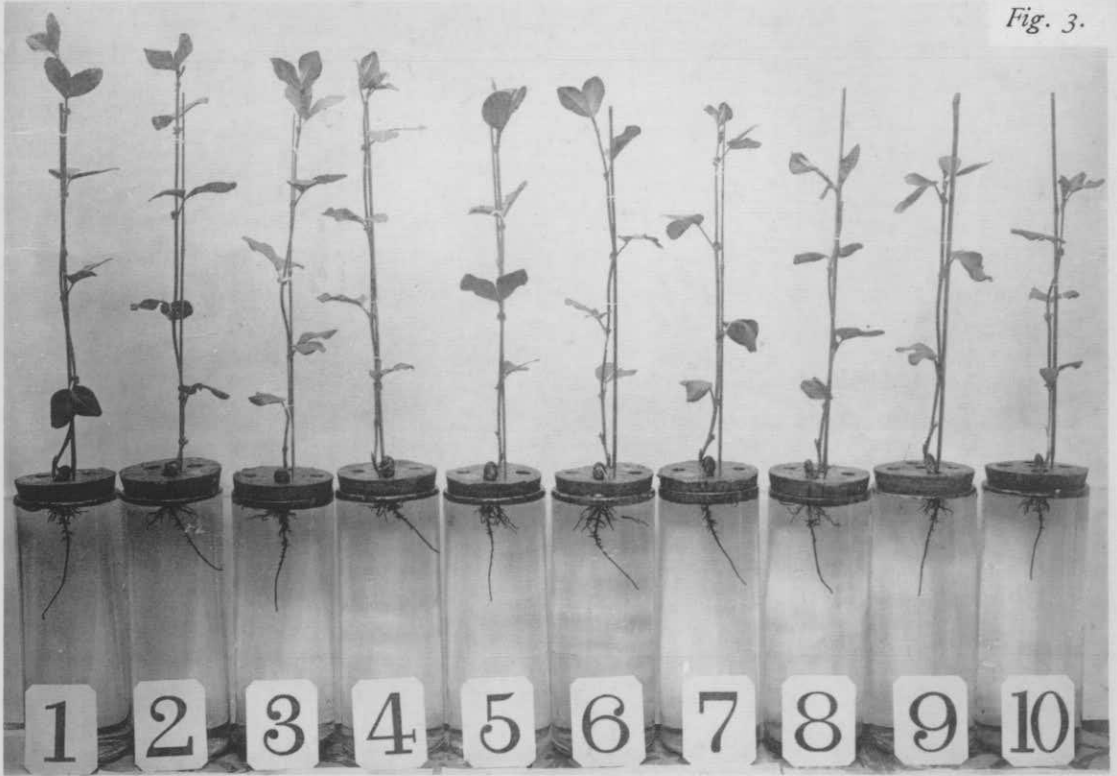
Von 48 Individuen ausgewählt. (Versuch 3.)

Fig. 4.

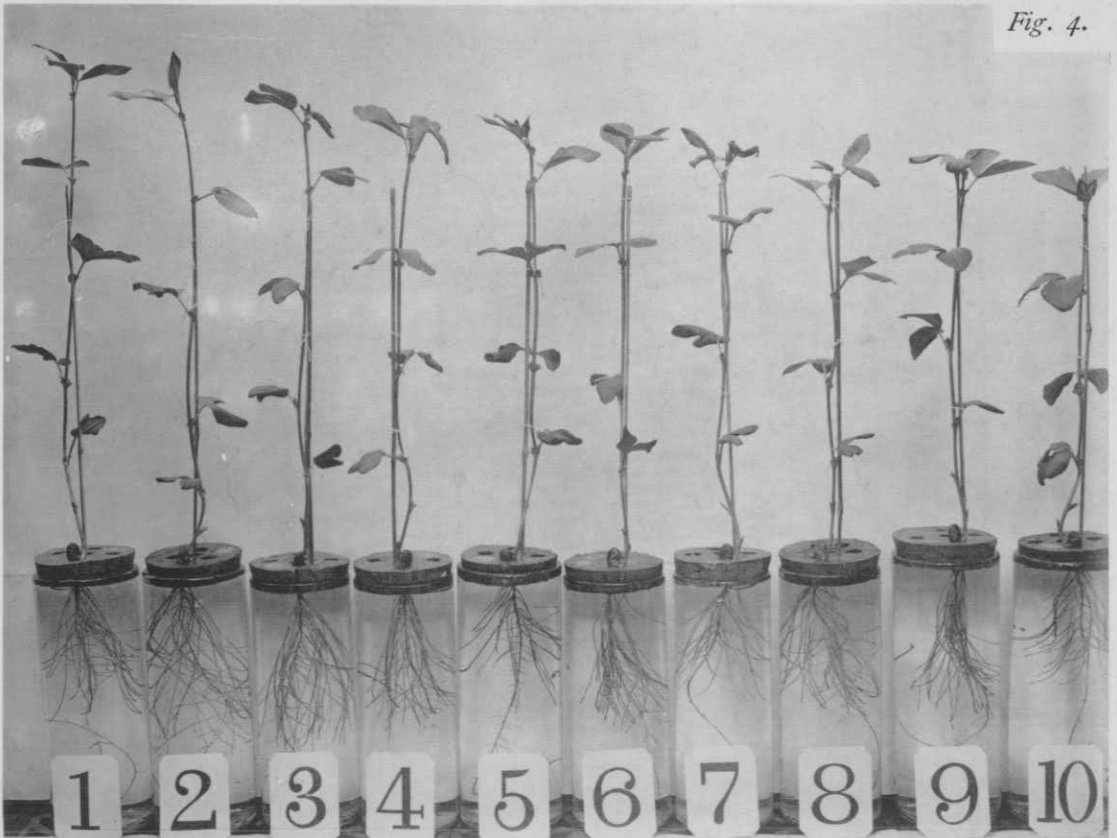
Kontrollkultur mit Leitungswasser.

Detto.

*Fig. 3.*



*Fig. 4.*



**K. KORIBA.**

**INDIVIDUELLE VERSCHIEDENHEIT IN DER ENTWICKELUNG U. S. W.**

**TAFEL III.**

### Erklärung der Tafel III.

Fig. 5.

Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* im Dunkeln.  
Wasserkultur mit Leitungswasser.  
Photographiert am Ende des Versuches.  
Kulturdauer 17 Tage.  
Von 36 Individuen ausgewählt. (Versuch 5.)

Fig. 6.

Kontrollkultur unter diffusem Sonnenlichte.  
Detto.

Fig. 7.

Individuelle Verschiedenheit von *Vicia Faba var. equina* in Topfkultur mit Flusssand.  
Photographiert am Ende des Versuches.  
Kulturdauer nach dem Aussäen 39 Tage.  
Von 88 Individuen ausgewählt. (Versuch 7.)

Fig. 5.

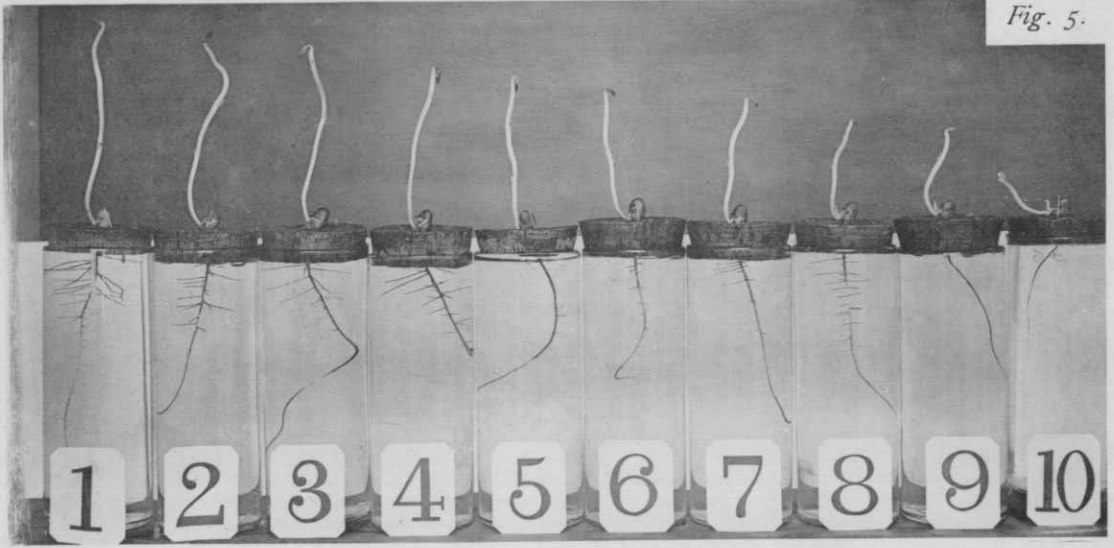


Fig. 6.

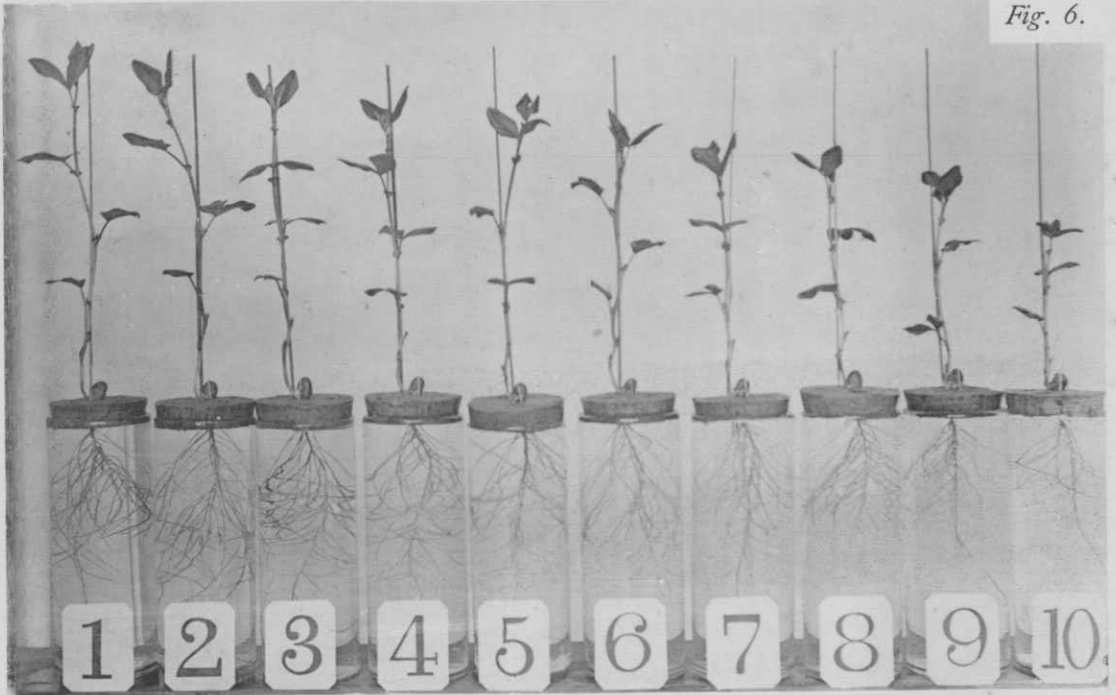
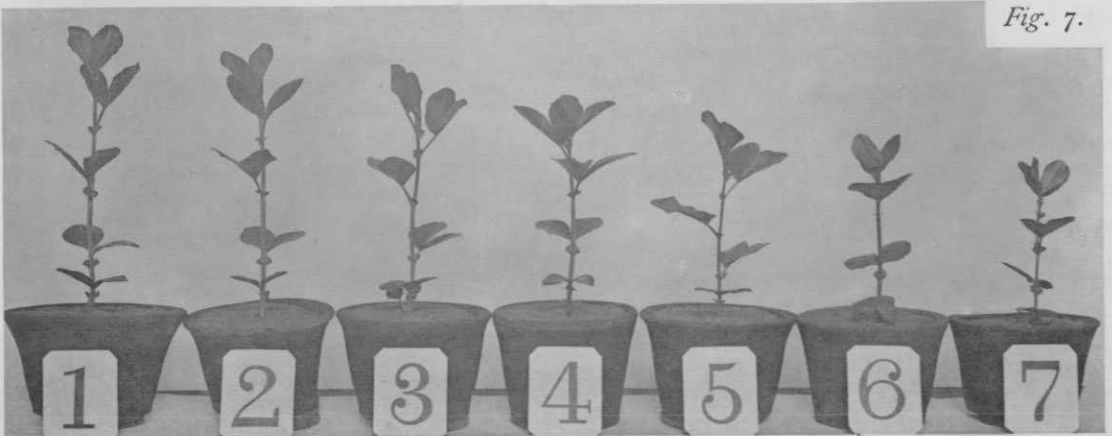


Fig. 7.



**K. KORIBA.**

**INDIVIDUELLE VERSCHIEDENHEIT IN DER ENTWICKELUNG U. S. W.**

## **TAFEL IV.**

### **Erklärung der Tafel IV.**

Graphische Darstellung der individuellen Verschiedenheit.

Bei der Konstruktion der Variationskurven sind die Zahlen in den Tabellen, je nach der Grösse und Anzahl der Individuen, mit verschiedenen Varianteneinheiten gruppiert. Die Zahlen unter den Abscissen, die immer mit centimetrischer Einheit (an Länge und Gewicht) ausgedrückt werden, zeigen den Mittelwert der obenstehenden Variantenreihe, so dass z. B. „10“ bei der halbcentimetrischen Einreihung, von 9.8 bis 10.2, bei der centimetrischen von 9.6 bis 10.5 cm. oder cgr., u. s. w., umfasst. Die Höhe der Ordinaten ist 1 Individuen=1 Schnitt (2 mm.).



1-8. *Pisum arvense* in Wasserkultur:

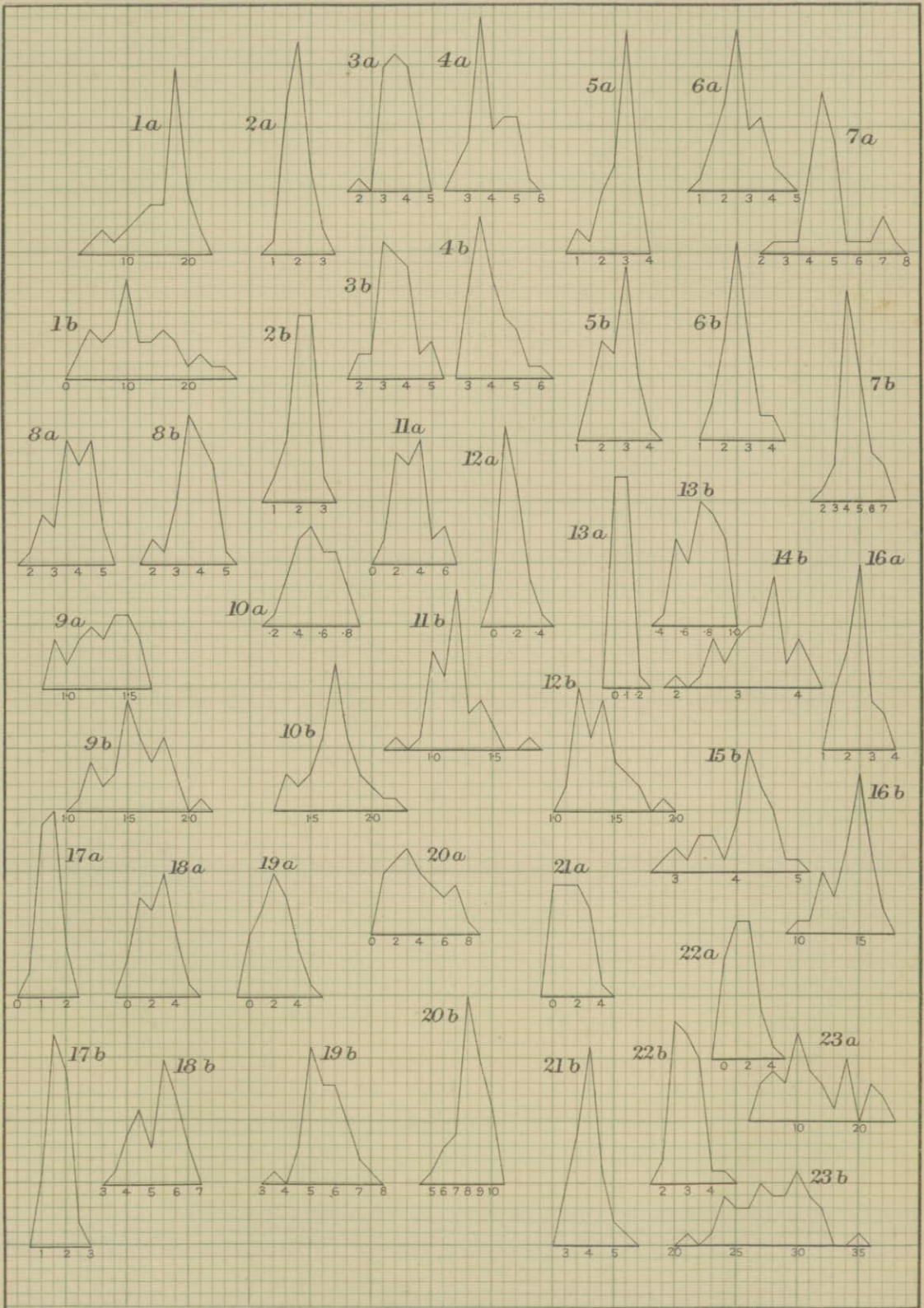
- a** mit  $\text{ZnSO}_4$ -Lösung von  $5 \times 10^{-8}$  Mol. (Zahl der Individuen 39.)  
**b** „  $\text{CuSO}_4$  „ „ „ „ ( „ „ )  
 (Versuch 1.)

1. Zuwachsgrösse der Wurzeln.
2. „ „ Sprosse vom 4-5. Sept.
3. „ „ „ „ 5-6. „
4. „ „ „ „ 6-7. „
5. „ „ „ „ 7-8. „
6. „ „ „ „ 8-9. „
7. „ „ „ „ 9-10. „
8. „ „ „ „ 10-11. „

9-23. *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur:

- a** mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. (Zahl der Individuen 35.)  
**b** „ Leitungswasser als Kontrolle. ( „ „ 39.)  
 (Versuch 2.)

9. Zuwachsgrösse der Wurzeln vom 13-14. Nov.
10. „ „ „ „ 14-15. „
11. „ „ „ „ 15-16. „
12. „ „ „ „ 16-17. „
13. „ „ „ „ 17-18. „
14. „ „ „ „ 18-20. „
15. „ „ „ „ 20-22. „
16. Totalzuwachs „ „ „ 13-22. „
17. Zuwachsgrösse „ Sprosse „ 13-20. „
18. „ „ „ „ 20-27. „
19. „ „ „ „ 27. Nov.-4. Dec.
20. „ „ „ „ 4-11. „
21. „ „ „ „ 11-18. „
22. „ „ „ „ 18-25. „
23. Totalzuwachs „ „ „ 13. Nov.-25. „



K. KORIBA.

INDIVIDUELLE VERSCHIEDENHEIT IN DER ENTWICKELUNG U. S. W.

## TAFEL V.

### Erklärung der Tafel V.

Graphische Darstellung der individuellen Verschiedenheit.

In Fig. 8 und 9 zeigen die Zahlen die maximalen Werte der Varianten; 8.0 bedeutet z. B. 7.6–8.0 cm. In Fig. 8, 9, 12 und 13 ist die Individueneinheit=1 mm. Übrigens ist die Konstruktion ähnlich wie in Tafel IV.

1–7. *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. (Zahl der Individuen 39.) (Versuch 2a.)

1. Trockengewicht der Sprosse.
2. „ „ Wurzeln.
3. Trockengewichtssumme der Sprosse und Wurzeln.
4. Trockengewicht der Kotyledonen.
5. „ „ Samenschalen.
6. Trockengewichtssumme der Kotyledonen und Samenschalen.
7. Trockengewichtstotalsumme aller vier Teile.

- 8-9. Länge der Wurzeln der jungen Keimlinge von *Vicia Faba var. equina*.  
(Versuch 3.) (Zahl der Individuen 181.)
8. Am 10. Feb., 4 Tage nach dem Aussäen. (Individueneinheit=1 mm.)
9. „ 13. „ unter Leitungswasser. ( „ „ )
- 10-11. *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur:
- a* mit  $\text{CuSO}_4$ -Lösung von  $5 \times 10^{-6}$  Mol. (Zahl der Individuen 48.)
- b* „ Leitungswasser als Kontrolle. ( „ „ )  
(Versuch 3.)
10. Zuwachsgrösse der Wurzeln.
11. „ „ Sprosse.
- 12-13. *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur. (Versuch 4.) (Zahl der Individuen 190.)
12. Zuwachsgrösse der Sprosse. (Individueneinheit=1 mm.)
13. „ „ Wurzeln. ( „ „ )
- 14-20. *Vicia Faba var. equina* in Wasserkultur:
- a* im Dunkeln. (Zahl der Individuen 36.)
- b* in diffusem Sonnenlichte als Kontrolle. ( „ „ )  
(Versuch 5.)
14. Zuwachsgrösse der Sprosse.
15. „ „ Wurzeln.
16. Trockengewicht „ Sprosse.
17. „ „ Wurzeln.
18. Trockengewichtssumme der Sprosse und Wurzeln.
19. „ „ „ Kotyledonen und Samenschalen.
20. Trockengewichtstotalsumme aller vier Teile.
21. *Vicia Faba var. equina* in normaler Feldkultur. (Versuch 6.)
- |          |            |                   |          |                     |      |
|----------|------------|-------------------|----------|---------------------|------|
| <i>a</i> | Reihe.     | Gewicht der Samen | 120 cgr. | Zahl der Individuen | 29.  |
| <i>b</i> | „          | „                 | 110      | „                   | 13.  |
| <i>c</i> | „          | „                 | 100      | „                   | 90.  |
| <i>d</i> | „          | „                 | 80       | „                   | 30.  |
| <i>e</i> | Insgesamt. |                   |          | „                   | 162. |
- 22-23. *Vicia Faba var. equina* in Topfkultur mit Flusssand. (Versuch 7.)  
(Zahl der Individuen 88.)
22. Länge der Sprosse.
23. „ „ Wurzeln.

