

Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 53 (1913)

Artikel: Vererbung und Selektion bei vegetativer Vermehrung von Allium sativum L.
Autor: Vogler, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834909>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

III.

Vererbung und Selektion bei vegetativer Vermehrung von *Allium sativum* L.

Experimentelle Untersuchungen von **Paul Vogler**.
(Hiezu 9 Textfiguren.)

I. Die Fragestellung.

Durch zahlreiche exakte Untersuchungen ist in den letzten zehn Jahren der Nachweis geführt worden, daß die gewöhnlichen Landsorten unserer Kulturpflanzen und ebenso die „wilden“ Spezies und Varietäten gemischte Populationen vorstellen, welche durch zielbewußte Selektion in ihre Komponenten, die reinen Linien, aufgelöst werden können.

Sobald die Selektion bei diesen reinen Linien angelangt ist, hört die Möglichkeit, durch weitere Selektion die „Rasse“ erblich zu verbessern, auf. Wohl variieren auch die Individuen einer reinen Linie unter dem Einfluß der äußeren Bedingungen, aber bei Selektion auch der extremsten Modifikationen (Plus- und Minusvarianten) ergibt sich in der folgenden Generation schon, oder doch sehr bald wieder ein vollständiger Rückschlag auf das Mittel des Stammes. Mit andern Worten: Modifikationen haben sich als nicht vererbbar herausgestellt.

Nur wenn in einem Individuum einer solchen Linie aus irgend welcher Ursache sich die genotypische Grundlage ändert, wenn also Mutation stattfindet, kann dieses zum Ausgangspunkt einer neuen Sorte werden, die dann durch Selektion wieder von der alten abgetrennt werden kann.

Diese „Vererbungsgesetze“ sind alle gefunden worden bei Versuchen mit sexueller Fortpflanzung.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die Begriffe Population und reine Linie und ob die aus jenen Experimenten abgeleiteten

Gesetzmäßigkeiten, mutatis mutandis, auch Gültigkeit haben bei vegetativer Vermehrung höherer Tiere und Pflanzen.

Selbstverständlich ist wohl, daß wir die Begriffe Population und reine Linie auch übertragen können auf Gruppen von Organismen, die durch vegetative Vermehrung entstanden sind. Es frägt sich eigentlich nur, ob es zweckmäßig ist, die gleichen Bezeichnungen zu benutzen. Für die Bezeichnung Population ergeben sich da nicht die geringsten Schwierigkeiten, da Mißverständnisse vollständig ausgeschlossen sind. Anders, wenn wir von reiner Linie sprechen. Zwar ist mit dieser Bezeichnung nichts weiter gesagt als: die Nachkommenschaft eines Individuums; implicite wird aber in der Regel gemeint: eines homozygotischen Individuums. Denn, wenn das Stammindividuum ein Heterozygot ist, ergeben sich in den folgenden Generationen mehrere genotypisch verschiedene Individuen, die als von einander verschiedene reine Linien weitergezüchtet werden können.

Bei vegetativer Vermehrung spielt aber die genotypische Grundlage weiter keine Rolle, da, so viel wir bis jetzt wissen, auch die kompliziertesten Heterozygoten in der Regel bei vegetativer Vermehrung nicht spalten. Auf dieser Tatsache beruht ja die große Bedeutung der vegetativen Vermehrung aller unserer Kulturpflanzen, die meist komplizierte Bastarde sind und bei denen doch die Stammform durch alle Generationen hindurch mit sozusagen absoluter Sicherheit wiederkehrt, vereinzelte Fälle abgerechnet, die dann wohl als Knospenmutationen zu betrachten sind.

Unter solchen Umständen wird es also wohl besser sein, für die durch vegetative Vermehrung erhaltene Linie, bei der auf die genotypische Grundlage keine Rücksicht zu nehmen ist, eine andere Bezeichnung zu gebrauchen. Shull*) schlägt dafür vor „Clone“. Deutsch möchte ich einfach sagen „Stamm“.

*) Shull, C. H. Genotypes, Biotypes, Pure Lines and Clones. (Science, N. S. Vol. XXXV, Nr. 888. 1912) und Phenotype and Clon (ibidem Nr. 892).

Unter Stamm verstehe ich also im folgenden immer die durch vegetative Vermehrung erhaltenen Nachkommen eines einzigen Individuums.

Die Fragen, die wir zu stellen haben, sind demnach nach Analogie der Resultate bei sexueller Fortpflanzung folgendermaßen zu formulieren:

I. Läßt sich eine Population durch Selektion bei vegetativer Vermehrung in dauernd unterscheidbare Stämme zerlegen?

Mit andern Worten: Vererben sich die Merkmale, durch die sich die einzelnen Stämme unterscheiden, so, daß diese Unterschiede bei fortgesetzter vegetativer Vermehrung erhalten bleiben?

II. Ist Selektion nach Plus- und Minusvarianten innerhalb eines Stammes wirksam oder nicht?

Mit andern Worten: Vererben sich Modifikationen bei vegetativer Vermehrung?

Als sich mir diese Fragen aufdrängten, suchte ich in zusammenfassenden Werken über die Vererbungslehre Antwort darauf, fand aber keine. Auch die neueren Werke von Johannsen, Baur, Häcker u. a. enthalten keine exakten Daten über Vererbung bei vegetativer Vermehrung vielzelliger Organismen. Da ich damals auch keine Spezialarbeiten*) finden

*) Es ist dabei zu berücksichtigen, daß der Verfasser in der „Provinz“ unter Verhältnissen arbeitet, wo die regelmäßige Kontrolle der Literatur mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Trotzdem ich mir auch weiterhin Mühe gab, Publikationen über das vorliegende Thema aufzufinden, war meine Ausbeute sehr gering. Es kamen mir zu Gesicht:

Hanel, Elise: Vererbung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung von *Hydra Grisea* (Dissertation der philos. Fakultät II, Zürich 1907). Das Resultat dieser Arbeit stimmt mit den Ergebnissen der Untersuchungen bei sexueller Fortpflanzung überein: Auch bei asexueller Fortpflanzung lassen sich aus einer Population einzelne sich dauernd unterscheidende Linien ausscheiden, aber innerhalb einer solchen Linie ist Selektion wirkungslos.

East E. M.: The transmission of variations in the Potato in asexual reproduction. (Agr. Station Report, Connecticut 1910, pag.

konnte, die das vorliegende Problem exakt experimentell behandeln, kam ich 1909 auf den Gedanken, durch eigene Experimente eine Antwort zu suchen. Dabei war ich mir wohl bewußt, daß ich, weil mir nur wenig Freizeit, kein eigenes Versuchsfeld und keine Hülfskräfte zur Verfügung stehen, und ich darum die Versuche in relativ bescheidenem Maßstabe halten mußte, mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen hatte, daß sie resultatlos verliefen. Eigentlich fast wider Erwarten bin ich nun nach vier Jahren so weit, daß ich wenigstens einige Hauptresultate als feststehend betrachten darf.

Zu solchen Untersuchungen erschien mir *Allium sativum* besonders geeignet. Erstens läßt es sich vegetativ sehr leicht vermehren (jede Knoblauchzwiebel besteht bekanntlich aus meist ziemlich zahlreichen Brutzwiebeln, die, einzeln ausgepflanzt, je wieder eine zusammengesetzte Zwiebel ergeben), und zweitens besitzt es drei quantitative Eigenschaften, die leicht exakt feststellbar sind: das Gewicht der Zwiebel, die Anzahl und das Gewicht der Brutzwiebeln.

Die Hauptresultate seien gleich vorweggenommen: Von den beiden gestellten Hauptfragen wird die erste mit Ja, die zweite mit Nein beantwortet. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß vier Jahre eine etwas kurze Versuchszeit sind, daß es darum eine selbstverständliche Forderung ist, die Versuche womöglich in größerem Maßstabe fortzusetzen. Ich habe das auch im Sinne. Aber ich halte es doch für angebracht, das bisher Erreichte zu publizieren, und zwar nicht nur die Resultate *), sondern auch das Belegmaterial, damit eine Nach-

119—160. Mir im Original nicht zugänglich, nur im Referat in der Zeitschrift für ind. Abstgs.- u. Verbgsl. 1911.) Das Resultat dieser Arbeit wird in folgenden Satz zusammengefaßt: This paper stows the similarity between the inheritance of fluctuations in asexual reproduction in multicellular organisms and that in the pure lines of Johannsen and Jennings.

*) Die Hauptresultate habe ich als „vorläufige Mitteilung“ publiziert: Versuche über Selektion und Vererbung bei vegetativer Vermehrung von *Allium sativum*, Zeitschrift für induktive Abstamungs- und Vererbungslehre, Bd. X, pag. 192—199. Berlin 1913.

kontrolle möglich ist. Dabei gibt sich auch Gelegenheit, auf einzelne Punkte näher einzutreten, und zugleich zeigt das ausführliche Zahlenmaterial die starken und schwachen Seiten der Beweisführung. Ferner erhebt sich bei der Durchsicht dieser Zahlentabellen noch diese oder jene andere Frage, die den Ausgangspunkt neuer Versuchsreihen bilden kann.

Der Darstellung der Ergebnisse meiner Untersuchungen schicke ich noch eine Übersicht über die Gliederung der vorliegenden Publikation voraus:

I. Die Fragestellung.

II. Die Versuche.

- A. Das Ausgangsmaterial.
- B. Die Versuche von 1910.
- C. Die Versuche von 1911.
- D. Die Versuche von 1912.
- E. Die Versuche von 1913.

Jeder der Abschnitte B—E ist wieder dreifach gegliedert:

1. Die Versuchsanordnung und spezielle Fragestellung.
2. Die Ernte.
3. Die Ergebnisse. (Darunter verstehe ich die vorläufigen Schlüsse, zu denen das Material des betreffenden Jahres Anlaß gibt.)

III. Allgemeine Resultate.

- A. Der Einfluß des Jahrganges.
- B. Die Wirkung der Selektion nach Stämmen (= Frage I).
- C. Die Wirkung der Selektion innerhalb eines Stammes (= Frage II).

Endlich noch die Bemerkung: Die Bezeichnungen n , M , m , σ , v (Zahl der beobachteten Individuen, Mittelwert, mittlerer Fehler, Standardabweichung, Variationscoeffizient) brauche ich alle im Sinne von Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre.

II. Die Versuche.

A. Das Ausgangsmaterial.

Als Ausgangsmaterial dienten zehn Knoblauchzwiebeln. Davon stammten vier Stück (Nr. I, IV, VI und IX) aus der Samenhandlung Stumpf in St. Gallen, gekauft im Herbst 1909; fünf Stück (Nr. III, V, VII, VIII und X) aus einem andern Laden in St. Gallen, gekauft im April 1910; ein Stück (Nr. II) aus dem Garten in Frauenfeld, geerntet im Herbst 1909.

Alle Zwiebeln wurden im April 1910 folgendermaßen behandelt: Es wurde festgestellt die Anzahl der Brutzwiebeln. Von diesen wurde sodann jede einzelne auf 0,01 Gramm genau gewogen. Die Summe dieser Teilgewichte ergab das Totalgewicht jeder Zwiebel.

In der folgenden Tabelle ist zusammengestellt das Totalgewicht und Brutzwiebelzahl des Ausgangsmaterials im April 1910.

Nr.	Totalgewicht	Anzahl der Brutzwiebeln	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln
I.	12,28 gr.	11	1,12 gr.
II.	13,05 "	8	1,63 "
III.	13,33 "	14	0,95 "
IV.	16,15 "	17	0,95 "
V.	16,90 "	12	1,41 "
VI.	19,99 "	20	1,00 "
VII.	30,21 "	12	2,52 "
VIII.	31,91 "	14	2,28 "
IX.	42,66 "	12	3,56 "
X.	60,93 "	13	4,69 "

B. Die Versuche von 1910.

1. Dieses erste Versuchsjahr sollte eine Vorfrage entscheiden, nämlich die nach der Abhängigkeit der geernteten Zwiebeln vom Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebeln.

Am 16. April 1910 wurden im Garten in Frauenfeld, auf möglichst gleichmäßig zubereitetem Gartenbeet, die sämtlichen einzeln gewogenen Brutzwiebeln der 10 Stämme des Ausgangsmaterials ausgepflanzt. Ende Juli 1910 wurde ge-

erntet. Die erhaltenen Zwiebeln wurden im Schatten trocken aufbewahrt und dann im März 1911 ausgezählt und gewogen. Soweit für die Fortsetzung der Versuche nötig, wurden wiederum die einzelnen Brutzwiebeln gewogen, sonst nur das Gesamtgewicht der aus den alten Hüllen herausgeschälten Brutzwiebeln auf 0,1 gr. genau.

2. Die Ernte von 1910. Die folgende Tabelle gibt das gesamte Zahlenmaterial wieder:

Nr.	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel	<i>Stamm I.</i>		
		Totalgewicht der Ernte	Anzahl der Brutzwiebeln der Ernte	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln der Ernte
1.	1,76 gr.	14,1 gr.	15	0,94 gr.
2.	1,46 „	8,1 „	15	0,54 „
3.	1,39 „	10,6 „	10	1,06 „
4.	1,27 „	9,2 „	10	0,92 „
5.	1,22 „	7,6 „	14	0,54 „
6.	1,15 „	11,5 „	13	0,82 „
7.	1,02 „	8,2 „	12	0,68 „
8.	0,98 „	8,1 „	11	0,74 „
9.	0,96 „	nicht gekeimt		
10.	0,54 „	4,7 „	10	0,47 „
11.	0,13 „	5,9 „	10	0,59 „
<i>Stamm II.</i>				
1.	1,91 gr.	8,9 gr.	11	0,81 gr.
2.	1,80 „	8,7 „	13	0,67 „
3.	1,74 „	6,1 „	12	0,51 „
4.	1,69 „	9,5 „	14	0,68 „
5.	1,67 „	9,8 „	11	0,89 „
6.	1,56 „	3,7 „	1	3,70 „
7.	1,40 „	3,8 „	10	0,38 „
8.	1,28 „	3,6 „	2	1,80 „
<i>Stamm III.</i>				
1.	1,81 gr.	9,9 gr.	14	0,71 gr.
2a.		7,8 „	10	0,78 „
2b.	1,50 „	7,5 „	9	0,77 „

Nr.	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel	Totalgewicht der Ernte	Anzahl der Brutzwiebeln der Ernte	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln der Ernte
3.	1,47 gr.	14,5 gr.	11	1,32 gr.
4.	1,28 "	9,0 "	14	0,64 "
5.	1,10 "	11,6 "	16	0,73 "
6.	1,10 "	10,8 "	15	0,72 "
7.	1,06 "	9,0 "	11	0,82 "
8.	1,00 "	9,0 "	13	0,69 "
9.	0,93 "	8,1 "	9	0,90 "
10.	0,74 "	5,3 "	1	5,3 "
11.	0,65 "	3,9 "	1	3,9 "
12.	0,48 "	5,0 "	12	0,42 "
13.	0,21 "	2,6 "	1	2,6 "

Anmerkung: Die Zerlegung einer Nummer in zwei oder mehr Teilnummern ist so zu verstehen: Was im Frühjahr beim Auszählen und Wägen als eine Brutzwiebel erschien, erwies sich nachher bei der Keimung als aus zwei oder mehreren zusammengesetzt.

Stamm IV.

Nr.	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel	Totalgewicht der Ernte	Anzahl der Brutzwiebeln der Ernte	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln der Ernte
1.	1,88 gr.	13,8 gr.	22	0,63 gr.
2.	1,55 "	11,2 "	14	0,80 "
3.	1,37 "	10,7 "	14	0,76 "
4.	1,28 "	9,5 "	15	0,63 "
5.	1,14 "	8,0 "	15	0,53 "
6.	1,11 "	9,5 "	13	0,73 "
7.	1,10 "	8,4 "	14	0,60 "
8.	0,98 "	8,7 "	15	0,58 "
9.	0,85 "	6,3 "	13	0,48 "
10.	0,84 "	7,6 "	14	0,54 "
11.	0,84 "	6,8 "	12	0,57 "
12.	0,79 "	8,5 "	16	0,53 "
13.	0,73 "	7,9 "	13	0,61 "
14.	0,64 "	5,0 "	14	0,36 "

Nr.	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel	Totalgewicht der Ernte	Anzahl der Brutzwiebeln der Ernte	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln der Ernte
15.	0,50 gr.	5,7 gr.	12	0,48 gr.
16.	0,28 "	2,8 "	3	0,93 "
17.	0,27 "	2,4 "	4	0,60 "

Stamm V.

1.	2,65 gr.	21,1 gr.	12	1,76 gr.
2.	2,52 "	17,4 "	9	1,93 "
3.	2,10 "	16,8 "	10	1,68 "
4a.		8,6 "	12	0,72 "
4b.	1,80 "	4,0 "	1	4,0 "
4c.		1,8 "	1	1,8 "
5.	1,77 "	13,1 "	11	1,19 "
6.	1,60 "	15,7 "	11	1,43 "
7.	1,26 "	10,7 "	10	1,07 "
8.	1,23 "	11,2 "	11	1,02 "
9.	1,10 "	7,0 "	6	1,17 "
10.	0,87 "	6,9 "	9	0,77 "

Stamm VI.

1.	2,30 gr.	14,3 gr.	15	0,95 gr.
2.	1,92 "	11,2 "	16	0,70 "
3.	1,69 "	11,8 "	15	0,79 "
4.	1,63 "	12,5 "	16	0,78 "
5.	1,36 "	11,5 "	15	0,77 "
6.	1,34 "	11,1 "	14	0,79 "
7.	1,24 "	10,2 "	13	0,79 "
8.	1,15 "	9,4 "	12	0,78 "
9.	1,04 "	9,6 "	11	0,87 "
10.	1,02 "	8,8 "	14	0,63 "
11.	0,95 "	8,4 "	8	1,05 "
12a.	0,86 "	4,9 "	6	0,82 "
12b.	0,71 "	2,9 "	1	2,90 "
13.	0,65 "	7,8 "	13	0,60 "
14.		5,6 "	7	0,80 "

Nr.	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel	Totalgewicht der Ernte	Anzahl der Brutzwiebeln der Ernte	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln der Ernte
15.	0,61 gr.	6,0 gr.	9	0,67 gr.
16.	0,51 "	5,9 "	10	0,59 "
17.	0,50 "	6,1 "	12	0,51 "
18.	0,37 "	4,0 "	3	1,33 "
19.	0,14 "	1,1 "	1	1,1 "

Stamm VII.

1.	4,09 gr.	19,7 gr.	15	1,31 gr.
2.	3,82 "	19,5 "	17	1,15 "
3.	3,31 "	24,1 "	13	1,85 "
4.	3,12 "	24,0 "	13	1,85 "
5.	2,90 "	23,6 "	14	1,69 "
6.	2,26 "	16,3 "	14	1,16 "
7.	2,22 "	19,2 "	15	1,28 "
8.	2,10 "	17,2 "	12	1,43 "
9.	1,89 "	17,5 "	15	1,17 "
10.	1,73 "	16,4 "	18	0,91 "
11.	1,47 "	14,8 "	13	1,14 "
12.	1,30 "	14,1 "	14	1,01 "

Stamm VIII.

1.	3,95 gr.	28,9 gr.	17	1,70 gr.
2.	3,65 "	19,4 "	14	1,39 "
3.	2,83 "	19,7 "	12	1,64 "
4.	2,67 "	22,9 "	17	1,35 "
5.	2,61 "	20,3 "	16	1,27 "
6.	2,58 "	21,0 "	17	1,04 "
7.	2,24 "	15,1 "	13	1,16 "
8.	2,22 "	12,7 "	12	1,06 "
9.	2,20 "	18,2 "	16	1,14 "
10.	2,13 "	22,1 "	16	1,38 "
11.	1,45 "	14,5 "	14	1,04 "
12.	1,30 "	14,4 "	17	0,85 "
13.	1,07 "	11,3 "	12	0,94 "
14.	1,01 "	7,5 "	11	0,68 "

Stamm IX.

Nr.	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel	Totalgewicht der Ernte	Anzahl der Brutzwiebeln der Ernte	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln der Ernte
1.	5,38 gr.	25,8 gr.	21	1,44 gr.
2.	4,99 "	23,5 "	15	1,57 "
3.	4,90 "	23,4 "	17	1,32 "
4.	4,89 "	24,5 "	21	1,17 "
5.	3,80 "	22,3 "	20	1,12 "
6.	3,55 "	21,1 "	21	1,05 "
7.	3,50 "	18,5 "	20	0,92 "
8.	3,38 "	19,8 "	20	0,99 "
9.	2,91 "	15,6 "	15	1,04 "
10.	2,09 "	16,3 "	13	1,25 "
11.	1,99 "	14,2 "	13	1,09 "
12.	1,28 "	12,2 "	12	1,02 "

Stamm X.

1a.	7,85 gr.	19,6 gr.	16	1,23 gr.
1b.		9,5 "	9	1,05 "
2a.	7,84 "	20,8 "	16	1,30 "
2b.		14,2 "	12	1,18 "
3.	6,27 "	30,4 "	20	1,52 "
4.	6,22 "	27,8 "	20	1,39 "
5.	5,80 "	23,6 "	19	1,26 "
6.	5,67 "	15,2 "	13	1,17 "
7.	5,53 "	27,2 "	22	1,24 "
8.	4,55 "	24,9 "	13	1,92 "
9.	4,51 "	25,7 "	17	1,51 "
10.	3,46 "	22,1 "	15	1,47 "
11.	3,23 "	18,4 "	15	1,23 "

3. Ergebnisse von 1910. Als allgemeines Resultat des Jahres 1910 erhalten wir zunächst: Innerhalb eines Stammes ändert sich das Gewicht der geernteten Zwiebeln mehr oder weniger ausgeprägt parallel der Änderung des Gewichts der ausgepflanzten Brutzwiebeln. Wenig deutlich zeigt sich dieser Parallelismus zwischen dem Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel und der Zahl der Brutzwiebeln. (Fig. 1.)

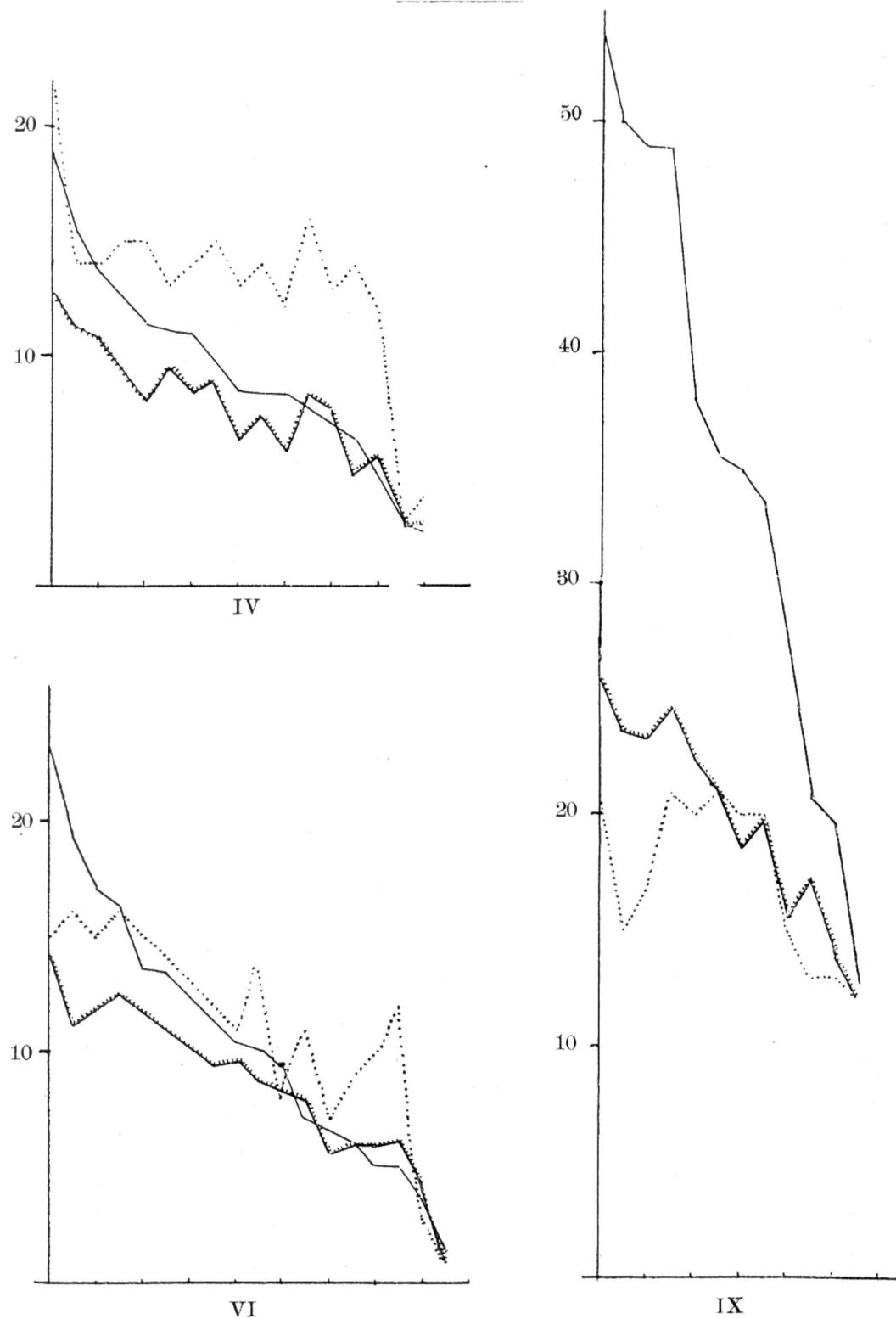


Fig. 1. Abhängigkeit des Gewichts der Zwiebeln und der Anzahl ihrer Brutzwiebeln vom Gewicht der ausgesetzten Brutzwiebeln. (Stamm IV, VI und IX.)

— Gewicht der Brutzwiebeln in dgr.
 —— Gewicht der erhaltenen Zwiebeln in gr.
 Brutzwiebelzahl der erhaltenen Zwiebeln.

Es ergibt sich also als Antwort auf unsere Vorfrage folgender wichtige Grundsatz für alle späteren Untersuchungen, wo es sich um Vergleichungen von Totalgewicht und Anzahl der Brutzwiebeln handelt: Es dürfen nur aus Brutzwiebeln gleichen Gewichtes entstandene Zwiebeln direkt miteinander verglichen werden.

Da die Anzahl der Brutzwiebeln gleichen Gewichtes, die in jedem Stamme ausgepflanzt wurden, 1910 jeweils sehr klein ist, können also für die Beantwortung unserer Hauptfragen nur sehr wenige Anhaltspunkte gewonnen werden. Nur in den Stämmen III, IV und VI haben wir je fünf oder mehr Brutzwiebeln im Gewicht von $1 \pm 0,25$ gr. ausgepflanzt. Berechnen wir für diese das Mittelgewicht der Ernte, so erhalten wir:

Stamm III	$9,3 \pm 0,593$ gr.
„ IV	$8,0 \pm 0,318$ „
„ VI	$9,3 \pm 0,228$ „

Daraus ergeben sich folgende Differenzen:

III—IV	$1,300 \pm 0,673$ gr.
VI—IV	$1,300 \pm 0,404$ „

Mehr als das Dreifache ihres mittleren Fehlers erreicht also nur die Differenz VI—IV. Darin liegt vielleicht eine Andeutung einer inneren Verschiedenheit der beiden Stämme.

Als mittlere Anzahl der Brutzwiebeln erhalten wir für diese Zwiebeln:

Stamm III	$13,0 \pm 0,971$ gr.
„ IV	$14,0 \pm 0,434$ „
„ VI	$11,6 \pm 0,922$ „

Die maximale Differenz IV—VI erreicht mit $2,4 \pm 0,980$ nicht ganz das dreifache ihres mittleren Fehlers, sagt also sehr wenig aus.

Von Interesse ist aber, daß 1911 diese beiden Differenzen VI—IV und IV—VI gleichsinnig wiederkehren.

Ein Blick auf die letzte Zahlenreihe unserer Tabelle zeigt einerseits eine auffällige Konstanz des mittleren

Gewichts der Brutzwiebeln innerhalb jeden Stammes, anderseits ziemlich große Differenzen zwischen den einzelnen Stämmen.

Wir berechnen hier die Mittelwerte der einzelnen Stämme aus den auf ein zehntel Gramm abgerundeten Durchschnittswerten der einzelnen Zwiebeln (unter Weglassung derjenigen Zwiebeln, die dicht nebeneinander, also unter abnormalen Bedingungen gewachsen sind, oben jeweils als a, b und c unterschieden), dann erhalten wir folgende Werte:

Stamm	M	\pm_m	v
I.	7,200 dgr.	\pm 0,613 dgr.	27
II.	12,000 "	3,700 "	86
III.	14,500 "	3,700 "	97
IV.	6,059 "	0,305 "	21
V.	13,444 "	1,198 "	27
VI.	8,167 "	0,466 "	24
VII.	13,417 "	0,571 "	15
VIII.	11,929 "	0,739 "	23
IX.	11,667 "	0,557 "	16,5
X.	14,111 "	0,785 "	17

Sehen wir ab von den Stämmen II und III, wo Zwiebeln mit nur einer Brutzwiebel, die dann aber entsprechend groß ist, vorkommen, so finden wir überall ein kleines v als Ausdruck einer relativ geringen Variabilität des Durchschnittsgewichts der Brutzwiebeln innerhalb eines Stammes.

Nach der Größe von M geordnet, unter Weglassung der beiden Stämme II und III, erhalten wir folgende Reihe IV, I, VI, IX, VIII, VII, V, X. Die Differenz der beiden Extreme X—IV beträgt dann $8,052 \pm 0,842$ dgr., also sie erreicht beinahe das Zehnfache ihres mittleren Fehlers. Das macht es wahrscheinlich, daß sie nicht mehr durch Zufälligkeiten bedingt sei, sondern einer inneren Verschiedenheit der beiden Stämme entspreche, daß sich also vielleicht die Stämme werden charakterisieren lassen durch das durchschnittliche Gewicht ihrer Brutzwiebeln.

Einen kurzen Hinweis verlangt auch noch die eigentümliche Tatsache eines plötzlichen Abfalles des Gewichts der Zwiebel und der Anzahl der Brutzwiebeln in einzelnen Reihen: in II bei 6, in III bei 10, während in andern Reihen die Abnahme viel kontinuierlicher erscheint. Eine nähere Kontrolle zeigt, daß dieser Sprung immer bei den ganz kleinen ausgepflanzten Brutzwiebeln erfolgt, was wohl so zu deuten ist, daß die aus diesen erwachsenen Zwiebeln von Anfang an zu wenig ernährt waren und darum schwächlich geblieben sind.

Interessant ist aber, daß in II und III auf Zwiebeln, die nicht in Brutzwiebeln zerfallen sind, noch solche folgen mit 10 und 12 Brutzwiebeln. Hier muß eine zufällige, nur ganz lokal wirkende Ursache vorhanden gewesen sein. Ich vermute einen Unterschied im Wassergehalt des Bodens.

Vergleichen wir endlich die Anfangsglieder mit den mittleren und Endgliedern unserer Reihen, so ergibt sich zunächst das selbstverständliche Resultat, daß zur Erlangung möglichst großer Zwiebeln bei der Ernte möglichst große Brutzwiebeln auszupflanzen sind. Die großen Brutzwiebeln ergeben eben von Anfang an besser genährte Pflanzen, also auch üppigere Entwicklung der Blätter, somit mehr verarbeitete Nahrung, die in den Zwiebeln aufgespeichert werden kann.

Wir haben also hier jene Erscheinung vor uns, die Johannsen als „persönliche“ Wirkung der Selektion innerhalb einer reinen Linie bezeichnet, und es gilt auch hier, was er (Elemente pag. 167) sagt: „Würde von zwei Feldern das eine immer mit kleinen, das andere mit ausgewählt großen (Bohnen) Brutzwiebeln bepflanzt, so würden wir wohl im allgemeinen einen Unterschied finden zu gunsten der zweiten Aussaat. Das wäre eine augenfällige Wirkung der Selektion. Aber wenn dieselbe aufhört, würde auch die Wirkung so gleich oder bald wieder aufhören.“ Zu einer wirklichen Rassenverbesserung kommen wir auf diesem Wege nicht. „Mit Erblichkeit hat das alles nichts zu tun, sondern es ist

der Ausdruck rein persönlicher Eigenschaften der ausgewählten (Bohnen) Brutzwiebeln.“

Es wird sich aber fragen, wie viel auf diesem Wege zu erreichen sei. Das zu entscheiden wäre Aufgabe spezieller Versuchsreihen. Aus unserm Material läßt sich dafür nur wenig ersehen, aber doch so viel, daß wohl die Grenze ziemlich rasch erreicht sein dürfte. In unseren Stämmen VII—X erreichen die ausgepflanzten Brutzwiebeln ein Gewicht von 4 gr. und darüber. Wir berechnen nun je die mittleren Gewichte der Zwiebeln für folgende Gruppen der Brutzwiebeln 1. 0,5—1,5 gr., 2. 1,5—2,5 gr., 3. 2,5—3,5 gr. usw. Es ergibt sich folgende kleine Tabelle:

Stamm	VII	VIII	IX	X
1. Gruppe	14,5	11,9	12,2	—
2. „	17,5	17,0	15,3	—
3. „	23,9	21,0	18,0	20,1
4. „	19,6	24,2	21,7	25,7
5. „	—	—	24,3	26,1
6. „	—	—	—	24,3

Wir konstatieren im allgemeinen eine ziemlich gleichmäßige Zunahme des Gewichts der Zwiebeln bis zum Maximum von 24—25 gr. Im Stamm X findet trotz einer Steigerung des Gewichts der ausgepflanzten Brutzwiebel von 4 auf 6 gr. keine Erhöhung des Gewichts der geernteten Zwiebel mehr statt. Dort scheint mit zirka 26 gr. die unter den gegebenen äußeren Verhältnissen überhaupt mögliche maximale Größe erreicht zu sein.

C. Die Versuche von 1911.

1. Im April 1911 wurde die Ernte von 1910 gewogen und ausgezählt. Ende April wurden ausgepflanzt im Garten in Frauenfeld: von jedem Stamm zirka 10 Brutzwiebeln von 1 gr. ($\pm 0,1$) Gewicht, und zwar möglichst je 2 von einer Zwiebel; in gleicher Weise je einige Brutzwiebeln von 0,25, 2 und 3 gr. Gewicht.

Es sollte eine Antwort gesucht werden auf folgende zwei Fragen:

a) Ist das Gewicht der Tochterzwiebel und die Anzahl ihrer Brutzwiebeln innerhalb eines Stammes abhängig vom Gewicht der Mutterzwiebel, bzw. der Anzahl ihrer Brutzwiebeln auch bei gleichbleibendem Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebeln? Oder

b) Sind Gewicht und Brutzwiebelzahl (*ceteris paribus*) nur abhängig vom Stamm? Mit andern Worten: Können wir, ausgehend von lauter Brutzwiebeln gleichen Gewichts,^{und} die einzelnen Stämme durch das Gewicht der Zwiebeln oder die Brutzwiebelzahl charakterisieren?

2. Die Ernte von 1911 erfolgte wieder Ende Juli. Die Wägungen fanden Ende Dezember statt. Bestimmt wurde für jede einzelne Zwiebel die Anzahl der Brutzwiebeln und das Gesamtgewicht. Gleichzeitig wurden für die Fortsetzung der Versuche im folgenden Jahre von einzelnen Stämmen eine größere Anzahl Brutzwiebeln von 2 gr. Gewicht ausgeschieden.

Ich verzichte auf die Aufführung des gesamten Zahlenmaterials im einzelnen. Die Hauptsache sind die Mittelwerte, die in der folgenden Tabelle für die verschiedenen Gruppen zusammengestellt sind.

Mittelwerte der Ernte von 1911.

Stamm	Gewicht der aus- gepflanzten Brutzwiebel	Ernte			Anzahl der Brutzwiebeln		
		n	M gr.	± m gr.	v	M	± m
I.	0,25	3	(6,7)		—	(4)	—
	1	9	13,500	0,685	15	10,000	0,769
	2	1	(23,1)		—	(12)	—
II.	0,25	3	(8,4)		—	(11)	—
	1	2	(15,4)		—	(16)	—
	2	1	(20,5)		—	(14)	—
III.	0,25	7	6,077	0,445	20	2,714	0,523
	1	10	13,700	0,720	17	7,800	0,904
	2	2	(22,1)		—	(13)	—

Stamm	Gewicht der aus-gepflanzten Brutzwiebel	n	Ernte			Anzahl der Brutzwiebeln		
			Totalgewicht M gr.	± m gr.	v	M	± m	v
IV.	0,25	6	5,167	0,567	27	4,667	0,609	32
	1	10	10,950	0,878	25	9,500	1,455	15
V.	1	8	15,667	1,652	26	8,750	0,724	23
	2	6	24,084	0,908	9	13,667	0,609	11
VI.	3	2	(20,8)	—	—	(7,5)	—	—
	0,25	5	6,800	0,748	25	3,500	0,565	11
	1	14	14,500	0,789	20	8,929	1,008	42
	2	1	(26,4)	—	—	(12)	—	—
VII.	3	1	(26)	—	—	(14)	—	—
	0,25	4	(4,8)	—	—	(1,5)	—	—
	1	8	14,187	1,125	22	7,275	1,352	52
	2	8	21,313	0,821	11	12,500	0,433	10
VIII.	3	3	(27,5)	—	—	(12)	—	—
	0,25	4	(7,8)	—	—	(8)	—	—
	1	10	14,650	0,911	20	9,000	1,200	42
	2	8	25,063	1,727	19	13,625	0,729	15
IX.	3	1	(29)	—	—	(16)	—	—
	0,25	2	(6,5)	—	—	(5)	—	—
	1	13	13,000	0,566	15	9,769	0,626	23
	2	9	21,667	0,901	12	11,332	0,444	12
X.	3	1	(29,7)	—	—	(18)	—	—
	0,25	2	(4,5)	—	—	(2)	—	—
	1	10	11,450	0,796	22	8,200	1,434	55
	2	7	17,357	1,286	20	11,857	1,266	29
	3	2	(19,4)	—	—	(16)	—	—

Anmerkung: Die mittleren Gewichte sind berechnet aus den auf $\frac{1}{2}$ gr. abgerundeten Werten. Wo weniger als fünf Zwiebeln zur Berechnung des Mittelwertes gedient, sind die Zahlen eingeklammert.

3. Die Ergebnisse von 1911:

a) Die in der vorstehenden Tabelle gegebenen Mittelzahlen geben keine Antwort auf unsere Frage a. Wir müssen dazu einige Detailzahlen anführen. Ich begnüge mich damit,

für 5 Stämme nebeneinander zu stellen: Gewicht und Anzahl der Brutzwiebeln bei der Mutterzwiebel und jeweils bei den aus den 1 gr.-Brutzwiebeln erhaltenen Tochterzwiebeln.

Stamm	Gewicht		Anzahl der Brutzwiebeln	
	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln
I.	14,1 gr.	13,9—12,8 gr.	15	12—10
	10,6 „	16,1—11,1 „	10	11— 7
	8,1 „	17,7—11,1 „	11	14— 9
	5,9 „	14 —13,2 „	10	11—10
	4,7 „	12,1 „	10	6
III.	14,5 „	16,2—12 „	11	13— 3
	10,8 „	15,6—13,4 „	15	12— 7
	9,9 „	13,5—11,2 „	14	8— 7
	9,0 „	12,6—10 „	11	8— 3
	9,0 „	17,4—15,3 „	13	11—10
V.	16,8 „	15,3—13,6 „	10	9— 6
	13,1 „	20,1—19 „	11	11—11
	11,2 „	18 —17,3 „	11	10— 5
	6,9 „	12,7— 8,9 „	9	9— 9
VIII.	28,9 „	16,7 „	17	10
	22,1 „	15,6—11,3 „	16	11— 3
	21,0 „	16,8 „	17	13
	19,7 „	16,0—15,7 „	12	12—11
	14,4 „	11,2— 9,4 „	17	4— 3
	7,5 „	19,6—14,7 „	11	12—11
X.	30,4 „	12,9— 9,2 „	20	11— 3
	27,2 „	12,7—10,8 „	22	14—13
	25,7 „	16,3—14,9 „	17	11—10
	23,6 „	11,9— 9,2 „	19	11— 2
	18,4 „	10,6— 5,7 „	15	6— 1

Diese Zahlen sprechen alle in gleichem Sinne: Innerhalb eines Stammes haben Gewicht und Brutzwiebelzahl der Mutterzwiebel gar keinen Einfluß auf Gewicht und Brutzwiebelzahl der Tochterzwiebel.

Dieses Resultat gibt schon einen Hinweis darauf, daß unsere Hauptfrage II wahrscheinlich mit Nein zu beantworten sein wird, daß also Selektion innerhalb eines Stammes nicht wirksam sei. (Fig. 2.)

b) Aus der Zusammenstellung der Mittelwerte in der Tabelle pag. 114 können wir in Bestätigung des Ergebnisses von 1910 sofort ablesen, daß Gewicht der Tochterzwiebel und Anzahl ihrer Brutzwiebeln eine Funktion des Gewichts der ausgespflanzten Brutzwiebeln sind. Es erhält also der Grundsatz, daß bei allen Vergleichungen, die sich auf Gewicht und Brutzwiebelzahlen beziehen, nur mit Zwiebeln, die aus Brutzwiebeln gleichen Gewichts entstanden sind, gearbeitet werden darf, eine noch festere Stütze. (Fig. 3 u. 4.)

Vergleichen wir die mittleren Gewichte der 1 und 2 gr.-Reihe miteinander, so sehen wir, daß die Gewichtszunahme, in Prozenten des Gewichts der kleineren Zwiebel ausgedrückt, überall von der gleichen Größenordnung ist, nämlich im Mittel rund 60 %. (Stamm V 54 %, VII 50 %, VIII 71 %, IX 67 % und X 52 %.) Daraus ergibt sich also, daß der Ertrag von 160 Stück Brutzwiebeln von 1 gr. Gewicht gleich ist dem Ertrag von 100 Brutzwiebeln von 2 gr. Gewicht. Anders ausgedrückt heißt das: 2000 gr. „Saatgut“ in 2 gr.-Brutzwiebeln liefern nur den Ertrag von 1600 gr. in 1 gr.-Brutzwiebeln. Es ist also nicht unter allen Umständen vorteilhaft, große Brutzwiebeln als Saatgut zu verwenden.

Für die Zunahme der Anzahl der Brutzwiebeln ergeben sich weniger konstante Verhältnisse (V 56 %, VII 71 %, VIII 51 %, IX 15 % und X 45 %, im Mittel 48 %).

c) Es sind nun zu vergleichen die 10 Stämme in Bezug auf Gewicht der Zwiebeln, Anzahl der Brutzwiebeln und durchschnittliches Gewicht der Brutzwiebeln bei gleichbleibendem Gewicht der ausgespflanzten Brutzwiebeln.

*) Wir ordnen die Stämme nach dem mittleren Gewicht der aus den 1 gr.-Brutzwiebeln erhaltenen Tochter-

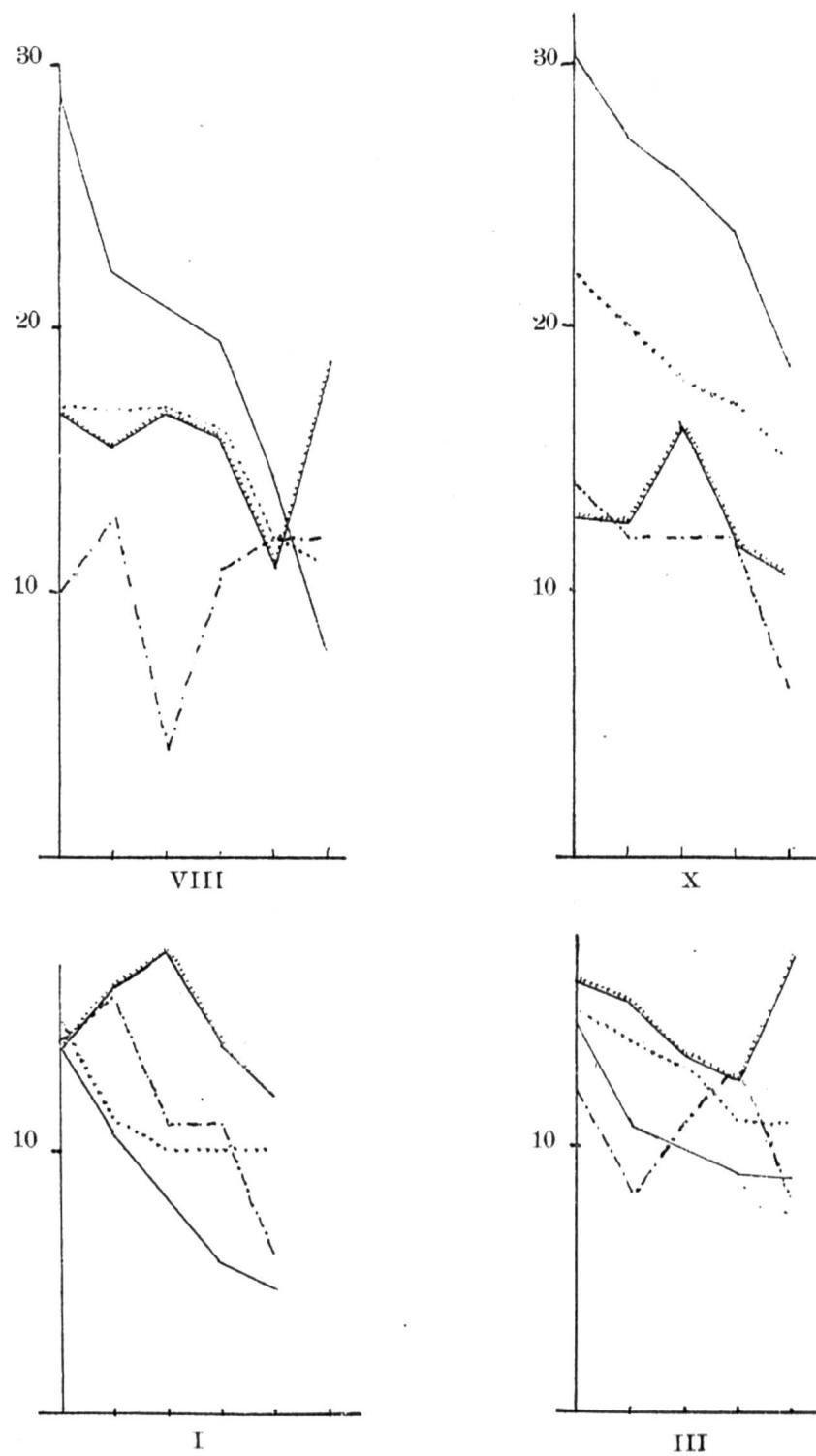


Fig. 2. Vergleichung von Gewicht und Brutzwiebelzahl der Mutterzwiebeln und Tochterzwiebeln. (Stamm I, III, VIII und X.)

- Gewicht der Mutterzwiebeln.
- Brutzwiebelzahl der Mutterzwiebeln.
- Gewicht der Tochterzwiebeln.
- Brutzwiebelzahl der Tochterzwiebeln.

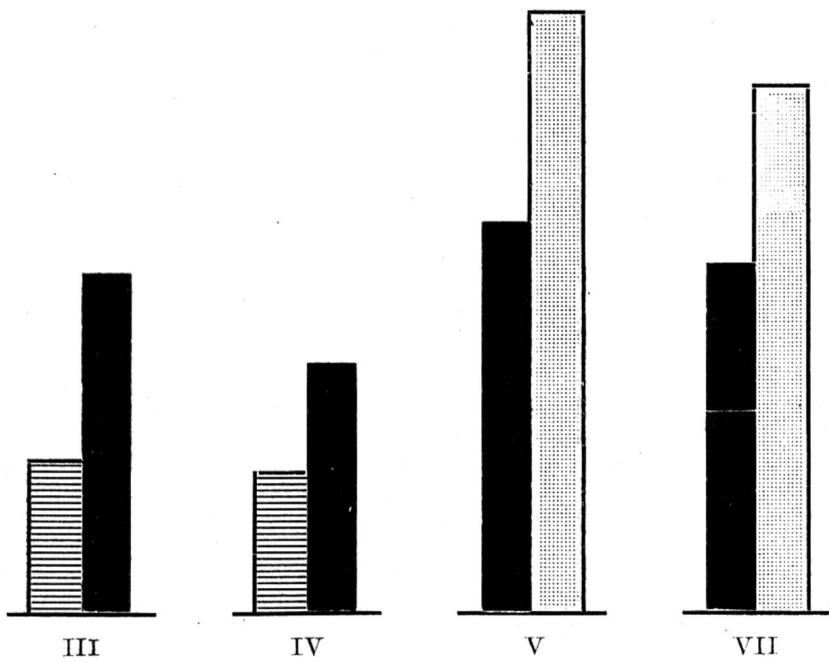


Fig. 3. Mittleres Gewicht der Zwiebeln aus Brutzwiebeln im Gewicht von 0,25 gr. (schraffiert), 1 gr. (schwarz) und 2 gr. (punktiert).

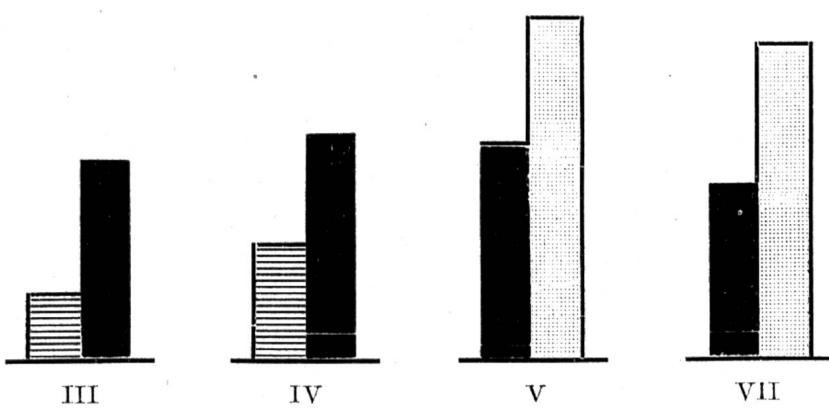


Fig. 4. Mittlere Brutzwiebelzahl der Zwiebeln aus Brutzwiebeln im Gewicht von 0,25 gr. (schraffiert), 1 gr. (schwarz) und 2 gr. (punktiert).

zwiebeln und setzen daneben die Zahlen für die aus den 2 gr.-Brutzwiebeln erhaltenen Zwiebeln. Dann erhalten wir folgende Reihen:

Stamm	Eingrammreihe		Zweigrammreihe	
	M	\pm m gr.	M	\pm m gr.
IV.	10,950	0,878	—	—
X.	11,450	0,796	17,357	1,286
IX.	13,000	0,566	21,667	0,901
I.	13,500	0,685	—	—
III.	13,700	0,720	—	—
VII.	14,187	1,125	21,313	0,821
VI.	14,500	0,789	—	—
VIII.	14,650	0,911	25,063	1,727
II.	—	—	—	—
V.	15,667	1,652	24,084	0,908

Die Differenzen der unmittelbar aufeinanderfolgenden Stämme sind also so klein, daß sie die Fehlergrenzen nicht wesentlich übersteigen. Wären wir also bei unsren Untersuchungen zufällig etwa nur von den drei Stämmen I, III und IX ausgegangen, so kämen wir zum Schluß, daß es wohl aussichtslos sein dürfte, die einzelnen Stämme durch das mittlere Gewicht ihrer Zwiebeln zu charakterisieren.

Vergleichen wir aber Anfang und Ende der Reihen, so ändert sich das Bild doch wesentlich. Wir erhalten als Maximaldifferenz in der 1 gr.-Reihe V—IV $4,717 \pm 1,871$ gr. Diese Differenz, die zwar auch das Dreifache ihres mittleren Fehlers noch nicht erreicht, ist für einen Kulturversuch, bei dem die äußeren Bedingungen nach Möglichkeit ausgeglichen waren, doch schon recht ansehnlich, und wohl kaum mehr durch Zufall bedingt, sondern der Ausdruck innerer Verschiedenheit der beiden Stämme.

Dieser Schluß erhält eine wesentliche Unterstützung durch Vergleichung der 2 gr.-Reihe mit der 1 gr.-Reihe. Die Reihenfolge der Stämme ist, soweit wesentliche Differenzen in Betracht kommen, die gleiche hier wie dort. Leider fehlt in

der 2 gr.-Reihe der Stamm IV. Wir müssen also die Vergleichung durchführen für die Stämme V und X. Dann erhalten wir

$$\begin{array}{ll} \text{in der 1 gr.-Reihe } V-X \ 4,217 \pm 1,834 \text{ gr.} \\ \text{, , 2 , } V-X \ 6,727 \pm 1,400 \text{ ,} \end{array}$$

So kommen wir zu dem vorläufigen Resultat, daß, soweit es sich um das Gewicht der Zwiebeln handelt, unsere Frage b und damit auch unsere Hauptfrage I wahrscheinlich mit Ja zu beantworten sein werden, daß also das Gewicht der Tochterzwiebeln bei gleichbleibendem Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebeln außer von den äußeren Bedingungen abhängig ist vom Stamm. Daß es also möglich sein wird, die Stämme durch das mittlere Gewicht der Zwiebeln zu charakterisieren. Somit muß auch Trennung der Stämme durch Selektion möglich sein.

**) In ähnlicher Weise ordnen wir die Stämme nach der mittleren Anzahl der Brutzwiebeln der Tochterzwiebeln in der 1 gr.-Reihe.

Stamm	Eingrammreihe		Zweigrammreihe	
	M	\pm m	M	\pm m
VII.	7,275	1,352	12,500	0,433
III.	7,800	0,904	—	—
X.	8,200	1,434	11,857	1,269
V.	8,750	0,724	13,667	0,609
VI.	8,929	1,008	—	—
VIII.	9,000	1,200	13,625	0,828
IV.	9,500	1,455	—	—
IX.	9,769	0,262	11,333	0,444
I.	10,000	0,769	—	—
II.	—	—	—	—

Die Differenzen, selbst der Extreme, sind im Verhältnis zu ihrem mittleren Fehler sehr klein. Für I—VII der 1 gr.-Reihe ergibt sich nur $2,825 \pm 1,553$. Ferner besteht zwischen der 1 gr.- und der 2 gr.-Reihe kein Parallelismus. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich die Stämme durch die mittlere An-

zahl der Brutzwiebeln unterscheiden lassen, erscheint also nach den Ergebnissen dieses Jahres gering.

***) Endlich sei noch das durchschnittliche Gewicht der Brutzwiebeln etwas näher ins Auge gefaßt.

Wir berechnen zunächst für jede Gruppe eines jeden Stammes dieses Gewicht nach der Formel: Gesamtgewicht der Ernte dividiert durch Gesamtzahl der Brutzwiebeln, dann erhalten wir, unter Ausschaltung derjenigen Fälle, wo nicht mindestens fünf Zwiebeln zur Berechnung zur Verfügung gestanden, folgende Zahlenreihen (ausgedrückt in dgr.):

Stamm	Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebeln		
	0,25 gr.	1 gr.	2 gr.
I.	—	1,36	—
II.	—	—	—
III.	2,27	1,70	—
IV.	1,18	1,14	—
V.	—	1,78	1,76
VI.	2,01	1,59	—
VII.	—	1,80	1,71
VIII.	—	1,63	1,84
IX.	—	1,33	1,91
X.	—	1,40	1,47

Die Tabelle zeigt sofort, was wir schon 1910 konstatiert haben: die Unabhängigkeit des mittleren Gewichts der Brutzwiebeln vom Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebel. Die auffällig starken Abweichungen in der 0,25 gr.-Reihe der Stämme III und VI erklären sich daraus, daß eben in dieser Reihe Zwiebeln mit nur einer Brutzwiebel vorkommen, die dann den Mittelwert sehr stark hinaufdrücken.

Nach der Größe des Mittelwertes geordnet, erhalten wir für die 1 gr.-Reihe: IV, IX, I, X, VI, VIII, III, V, VII. Die extreme Differenz VII—IV beträgt 6,6 dgr.

Um mit den früheren Zahlen von 1910 verglichen werden zu können, müssen die Werte anders bestimmt werden, nämlich: es muß zuerst das durchschnittliche Gewicht der

Brutzwiebeln jeder einzelnen Zwiebel bestimmt werden, und sodann der Mittelwert dieser Durchschnittsgewichte. So erhalten wir für VII – IV $22,25 - 14,20 = 8,05 \pm 5,508$ dgr. Die Differenz betrug 1910 $7,358 \pm 0,647$ dgr.

Die maximale Differenz 1910 war X-IV = $8,052 \pm 0,842$ dgr. Diese beträgt 1911 $21,6 - 14,2 = 7,4 \pm 5,733$ dgr.

Die Differenzen sind also 1911 im Verhältnis zu dem sehr großen mittleren Fehler nur klein. Da sie aber gleichsinnig sind, wie die von 1910, so besteht doch eine ziemlich große Wahrscheinlichkeit, daß sich die Stämme durch das mittlere Gewicht ihrer Brutzwiebeln charakterisieren lassen.

d) Die Gesamternte von 1910 stellt eine gemischte Population dar, bestehend aus 132 Individuen. Das mittlere Gewicht dieser Zwiebeln beträgt (berechnet aus den auf ganze Gramm abgerundeten Gewichten):

$12,121 \pm 0,566$ gr. bei einem σ von $\pm 6,504$ gr.

Von 51 Zwiebeln wurden 1911 Brutzwiebeln von 1 Gramm Gewicht ausgepflanzt. Mittelwert für diese 51 Zwiebeln $14,529 \pm 0,967$ gr.; $\sigma \pm 6,90$ gr. Geerntet wurden 96 Zwiebeln mit einem M von $13,625 \pm 0,313$ gr.; $\sigma \pm 3,069$ gr. Scheiden wir aus den Mutterzwiebeln 1910 zwei extreme Gruppen ab, nämlich die mit einem Gewicht über 15 gr. und die mit einem Gewicht unter 10 gr., so lesen wir damit aus einer Population die größten und kleinsten Zwiebeln aus, ohne Rücksicht auf die Stämme.

a) Unter 10 Gramm 15 Zwiebeln $M = 7,067 \pm 0,405$ gr.
 b) Über 15 „ 20 „ $M = 22,000 \pm 0,944$ „
 Differenz b-a $14,933 \pm 1,027$ gr.

Gewiß eine sehr große Differenz.

Davon die Ernte 1911:

Gruppe a	27 Zwiebeln	$M = 13,630 \pm 0,527$ gr.
„ b	35 „	$M = 13,057 \pm 0,470$ „
		Differenz b-a $- 0,573 \pm 0,705$ „

Graphische Darstellung in Fig. 5.

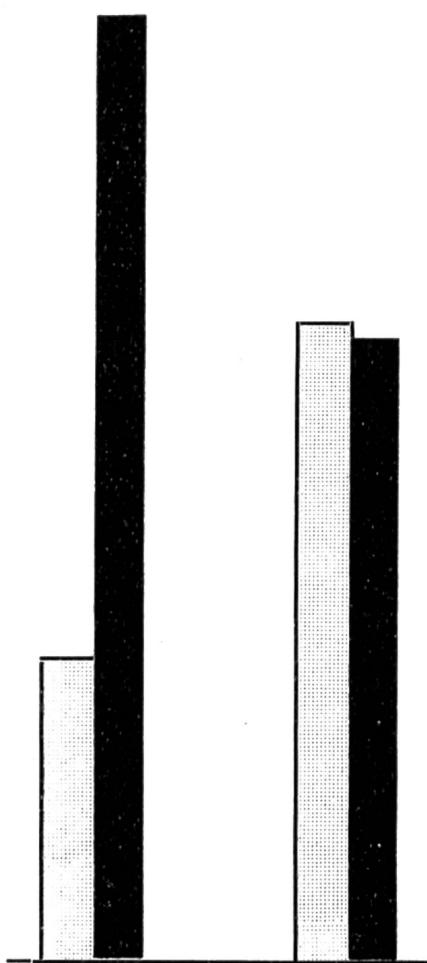


Fig. 5. Selektion aus einer Population:
links mittleres Gewicht der Mutterzwiebeln;
rechts mittleres Gewicht der Tochterzwiebeln.

Die Differenz ist vollständig verschwunden, bezw. negativ geworden. Mit andern Worten: Die Selektion war vollständig wirkungslos.

Dieses Resultat kommt eigentlich unerwartet. Wir sind sonst gewohnt, bei Selektion aus einer Population ein positives Resultat zu erhalten. Die Erklärung für diesen „Ausnahmefall“ ist leicht zu geben: Die größten Zwiebeln, von denen 1911 Brutzwiebeln von 1 gr. Gewicht ausgepflanzt wurden, gehören dem Stamm X an, der aber 1911 am unteren Ende unserer Reihe steht. Die scheinbare Ausnahme bestätigt nur die Regel, daß bei Selektion aus einer Population, wenn mit relativ kleinen Zahlen gearbeitet wird, Zufälligkeiten eine große Rolle spielen.

D. Die Versuche von 1912.

1. Die Versuche von 1911 haben ergeben, daß wahrscheinlich einzelne Stämme sich durch das Gewicht der aus Brutzwiebeln gleichen Gewichts erhaltenen Zwiebeln, sowie durch das Durchschnittsgewicht ihrer Brutzwiebeln, dagegen nicht durch die mittlere Anzahl der Brutzwiebeln charakterisieren lassen. Die Versuche von 1912 und 13 sollten in erster Linie dazu dienen, diese Punkte an größerem Material nachzuprüfen.

Um mit größeren Zahlen arbeiten zu können, beschränkte ich mich in der Folge auf vier Stämme, nämlich zwei Extreme, V und X, und zwei mittlere, VIII und IX.

Diese Stämme hatten 1911 in der 1 gr.-Reihe folgende Mittelwerte ergeben:

Stamm	Totalgewicht	Anzahl der Brutzwiebeln	Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln
X.	11,450 gr.	8,200	21,600 dgr.
IX.	13,000 „	9,769	14,426 „
VIII.	14,650 „	9,000	19,800 „
V.	15,667 „	8,750	19,009 „

Die maximalen Differenzen betragen:

V—X.	$4,202 \pm 1,833$ gr.
IX—X.	$— \quad 1,108 \pm 1,576$
IX—X.	$— \quad 7,138 \pm 5,066$

Von diesen vier Stämmen wurde nun Ende April 1912 je eine möglichst große Anzahl Brutzwiebeln im Gewicht von 2 gr. in gewohnter Weise ausgepflanzt. Ganz vereinzelte keimten nicht, so daß Ende Juli im ganzen geerntet werden konnten: von Stamm V 19, VIII und IX je 37 und X 16 Stück.

2. Die Ernte von 1912. Die Mittelwerte der Ernte sind folgende:

a) *Totalgewicht der Zwiebeln:*

Stamm	n	M	$\pm m$	$\pm \sigma$	v
V.	19	26,816	0,634 gr.	2,839 gr.	10,6
VIII.	37	23,184	0,670 „	4,072 „	17,5
IX.	37	24,987	0,686 „	4,172 „	16,7
X.	16	22,750	0,687 „	2,747 „	12,1

b) *Anzahl der Brutzwiebeln:*

V.	19	11,597	0,731	3,185	27,5
VIII.	37	15,133	0,434	2,636	15,7
IX.	37	11,568	0,433	2,973	25,6
X.	16	12,500	0,433	1,732	13,8

c) *Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln:*

V.	19	24,421	1,272 dgr.	5,547 dgr.	23
VIII.	37	15,622	0,468 „	2,847 „	18
IX.	37	23,054	0,904 „	5,512 „	24
X.	16	18,500	0,810 „	3,241 „	18

3. Die Ergebnisse von 1912.

a) Das Gewicht der Zwiebeln: Die Reihenfolge der Stämme ist jetzt X, VIII, IX, V. Die aufeinanderfolgenden unterscheiden sich durch folgende Differenzen:

$$\begin{array}{lll} \text{VIII} - \text{X} & 0,434 \pm 0,960 \\ \text{IX} - \text{VIII} & 1,803 \pm 0,752 \\ \text{V} - \text{IX} & 1,829 \pm 0,947 \end{array}$$

Die Differenzen sind also im Verhältnis zu ihrem mittleren Fehler noch sehr klein.

Vergleichen wir diese Reihenfolge mit der von 1911, so sehen wir, daß VIII und IX ihre Stelle vertauscht haben, daß aber V und X an den beiden Enden der Reihe geblieben sind. Da 1911 und 1912 sich die Differenz VIII—IX je nur sehr wenig über ihren mittleren Fehler erhebt, hat diese Umkehrung nichts zu bedeuten, zumal da die Zahlen von 1911 Mittelwerte aus einer sehr kleinen Anzahl von Individuen vorstellen.

Die einzige wirklich reelle Differenz war 1911 die V—X, und diese ist geblieben mit $4,066 \pm 0,949$ gr. Sie beträgt also mehr als das Vierfache ihres mittleren Fehlers. Damit hat sich die Wahrscheinlichkeit, daß unsere Frage I mit Ja zu beantworten sei, bedeutend erhöht.

b) Die Anzahl der Brutzwiebeln: Die Reihenfolge der Stämme ist 1912 IX, V, X, VIII. Die Differenzen der aufeinanderfolgenden betragen:

$$\begin{array}{lll} \text{V} - \text{IX} & 0,011 \pm 0,849 \\ \text{X} - \text{V} & 0,921 \pm 0,849 \\ \text{VIII} - \text{X} & 2,633 \pm 0,612 \end{array}$$

Also nur die letzte erreicht eine Höhe, die ein Mehrfaches ihres mittleren Fehlers beträgt. Vergleichen wir hier die Reihenfolge mit der von 1911, so finden wir keine Übereinstimmung, was aber bei den geringen Differenzen von 1911 überhaupt und angesichts der Tatsache, daß 1911 auch keine Übereinstimmung zwischen der 1 und 2 gr.-Reihe besteht, nicht überrascht.

1912 erhalten wir nun eine Maximaldifferenz VIII—IX von: $3,565 \pm 0,610$, also von nahezu dem sechsfachen ihres mittleren Fehlers. Diese Differenz macht es nun doch wahrscheinlich, daß sich die beiden Stämme durch die mittlere Anzahl ihrer Brutzwiebeln unterscheiden lassen.

c) Das durchschnittliche Gewicht der Brutzwiebeln: Die Reihenfolge der vier Stämme ist: VIII, X, IX, V. Die Differenzen der aufeinanderfolgenden betragen:

$$\begin{array}{ll} \text{X—VIII} & 2,878 \pm 0,296 \text{ dgr.} \\ \text{IX—X} & 4,554 \pm 1,215 \text{ „} \\ \text{V—IX} & 1,377 \pm 1,564 \text{ „} \end{array}$$

Die ersten zwei Differenzen erreichen recht ansehnliche Werte, die dritte aber bleibt sehr klein. Eine Vergleichung mit 1911 zeigt keine Übereinstimmung in der Reihenfolge, was angegesichts der kleinen Differenzen von 1911 nicht überrascht. Auch 1910 haben wir eine mit der von 1912 nicht übereinstimmende Reihenfolge, nämlich IX, VIII, V, X. Die Differenzen waren eben auch dort sehr klein.

Wichtiger ist die Vergleichung der Extreme. 1912 erhalten wir: V—VIII $8,799 \pm 1,358$ dgr., also eine Differenz größer als das sechsfache ihres mittleren Fehlers. Diese Differenz war aber 1911 — $0,800$ dgr., 1910 + $1,515$ dgr.

Die relativ größte Differenz ist 1912 übrigens X—VIII mit $2,878 \pm 0,296$ dgr. Diese beträgt 1911 $1,800 \pm 3,07$, 1910 $3,182 \pm 1,078$ dgr. Sie ist also in allen drei Jahren gleichsinnig, so daß vielleicht doch aus den Resultaten von 1910 und 1912 der Schluß gezogen werden darf, daß sich die Stämme auch durch das durchschnittliche Gewicht ihrer Brutzwiebeln charakterisieren lassen.

Die Versuche von 1913.

1. Das Resultat von 1912 war so, daß für unsere Frage I eine bejahende Antwort wahrscheinlich erschien. Die Versuche des Jahres 1913 wurden so angelegt, daß womöglich eine definitive Antwort zu erwarten war. Es wurden also im

Frühjahr 1913 wiederum von jedem der vier Stämme eine möglichst große Anzahl von Brutzwiebeln im Gewicht von 2 Gramm in gewohnter Weise ausgepflanzt und weiter behandelt, nämlich von Stamm V 45, VIII 46, IX 58, X 55 Stück.

Gleichzeitig sollte aber auch neues Material zur Beantwortung unserer Frage II gewonnen werden. In jedem Stamm wurde darum die Ernte von 1912 in drei Gruppen geteilt: a = die schwersten, m = die mittleren und c = die leichtesten Zwiebeln. Diese drei Gruppen wurden bei der Aussaat und bei der Ernte getrennt gehalten.

2. Die Ernte von 1913.

a) Die Gesamternte. Die erhaltenen Mittelwerte sind folgende:

Totalgewicht der Zwiebeln.

Stamm	n	M ± m	± σ	v
V.	45	18,656 0,654 gr.	4,380 gr.	23,3
VIII.	46	16,783 0,554 „	3,753 „	22,6
IX.	58	17,655 0,633 „	4,77 „	27
X.	55	14,418 0,416 „	3,091 „	21,5

Anzahl der Brutzwiebeln.

V.	45	16,133 0,441	2,960	18,4
VIII.	46	17,043 0,395	2,702	15,9
IX.	58	14,017 0,391	2,974	21,2
X.	55	16,036 0,264	2,071	12,9

Durchschnittliches Gewicht der Brutzwiebeln.

V.	45	11,600 0,320 dgr.	2,144 dgr.	18
VIII.	46	9,913 0,288 „	1,953 „	20
IX.	58	12,776 0,351 „	2,675 „	21
X.	55	9,018 0,242 „	1,794 „	20

b) Die Ernte, mit Ausscheidung nach den verschiedenen Gruppen. Ich stelle in einer Tabelle zusammen für jeden Stamm und jede Gruppe die Mittelwerte der Mutterzwiebeln und Tochterzwiebeln für Gewicht, Anzahl der Brut-

zwiebeln und durchschnittliches Gewicht der Brutzwiebeln (das letztere berechnet nach der Formel Totalgewicht der Ernte dividiert durch Totalzahl der Brutzwiebeln).

Stamm und Gruppe	Mittleres Gewicht		Mittlere Anzahl der Brutzwiebeln		Durchschn.-Gew. der Brutzwiebeln	
	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln
V.	a) 29,5 gr.	17,4 gr.	12	16,9	25 dg.	10 dg.
	m) 27,2 „	20,9 „	12,2	16,5	22 „	13 „
	c) 23,2 „	18,4 „	10,5	15,1	22 „	12 „
VIII.	a) 28,1 „	16,4 „	16,7	18,2	17 „	9 „
	m) 23,3 „	18,5 „	14,9	17,1	16 „	11 „
	c) 18,1 „	15,9 „	13,9	15,7	13 „	10 „
IX.	a) 30,1 „	17,6 „	14	14,6	21 „	12 „
	m) 25,1 „	17,3 „	10,6	13,1	22 „	13 „
	c) 19,8 „	19,4 „	9,7	14,1	20 „	14 „
X.	a) 25,3 „	14 „	12,5	12,1	20 „	12 „
	m) 23,1 „	14,5 „	12,8	16,1	18 „	9 „
	c) 19,4 „	15,4 „	12,2	16,4	16 „	9 „

3. Die Ergebnisse von 1913:

a) Aus der Gesamternte erhalten wir Antwort auf die Frage I betr. die Wirksamkeit der Selektion nach Stämmen.

*) Für das Totalgewicht der Zwiebeln ist die Reihenfolge der Stämme X, VIII, IX, V. Also genau die gleiche wie 1912. Die maximale Differenz V—X beträgt $4,238 \pm 0,775$ gr., ist also auch wieder größer als das Fünffache ihres mittleren Fehlers. Mit anderen Worten: Das Resultat von 1913 bedeutet eine volle Bestätigung der Schlüsse von 1912, soweit das Gewicht der Zwiebeln in Betracht kommt.

**) Für die Anzahl der Brutzwiebeln vertauschen die beiden mittleren Stämme ihren Platz gegenüber 1912. Die Reihenfolge lautet jetzt: IX, X, V, VIII. Wenn man aber berücksichtigt, wie klein die Differenz X—V sowohl 1912 als 1913 ($\pm 0,931$ resp. $\pm 0,027$), so hat das nichts auf sich. Die Differenz VIII—IX ist gleichsinnig geblieben und erreicht jetzt mit $2,303 \pm 0,557$ beinahe das Sechsfache ihres

mittleren Fehlers. — Damit ist zum mindesten sehr wahrscheinlich geworden, daß sich die Stämme VIII und IX durch die mittlere Anzahl ihrer Brutzwiebeln erblich unterscheiden.

***) Für das durchschnittliche Gewicht der Brutzwiebeln erhalten wir als Reihenfolge der Stämme X, VIII, V, IX, also keine Übereinstimmung mit 1912. Die maximale Differenz IX—X beträgt zwar $3,758 \pm 0,414$ dg., welche Differenz 1912 auch noch $4,554 \pm 1,215$ betrug. Diese Differenz ist also gleichsinnig und ziemlich groß geblieben. Aber V—VIII, das 1912 einen Wert von $8,799 \pm 1,358$ erreichte, beträgt 1913 nur noch $1,687 \pm 0,430$ dg. Und einer Differenz X—VIII 1912 von $+ 2,878 \pm 0,296$ steht 1913 sogar eine negative mit $- 0,895 \pm 0,376$ dg. gegenüber. Angesichts dieser Verhältnisse ist die Entscheidung der Frage, ob sich die Stämme durch das mittlere Gewicht ihrer Brutzwiebeln erblich unterschieden, auf Grund des vorliegenden Materials noch nicht möglich.

b) Die Zusammenstellung von Aussaat und Ernte nach den drei Gruppen innerhalb jedes Stammes gibt die Antwort auf unsere Frage II.

*) Betreffend das Gewicht der Zwiebeln. Die Zahlen bedürfen keines Kommentars. Was sich schon auf Grund der Versuche von 1910 als wahrscheinlich ergab, erscheint nun hier eindeutig bewiesen. In allen vier Stämmen zeigt sich, daß Selektion nach Plus- und Minusvarianten innerhalb eines Stammes vollständig wirkungslos ist.

Die graphische Darstellung in Fig. 6 zeigt das Resultat noch deutlicher und ebenso folgende Zahlen. Um den „Einfluß des Jahrganges“ auszuschalten bei der Darstellung, rechnen wir die Werte der verschiedenen Jahre je auf den gleichen Mittelwert um, indem wir das Mittel aus den Mittelwerten jeder Gruppe gleich hundert setzen, und dann die ursprünglichen Werte in diesem Maßstab ausdrücken. So erhalten wir:

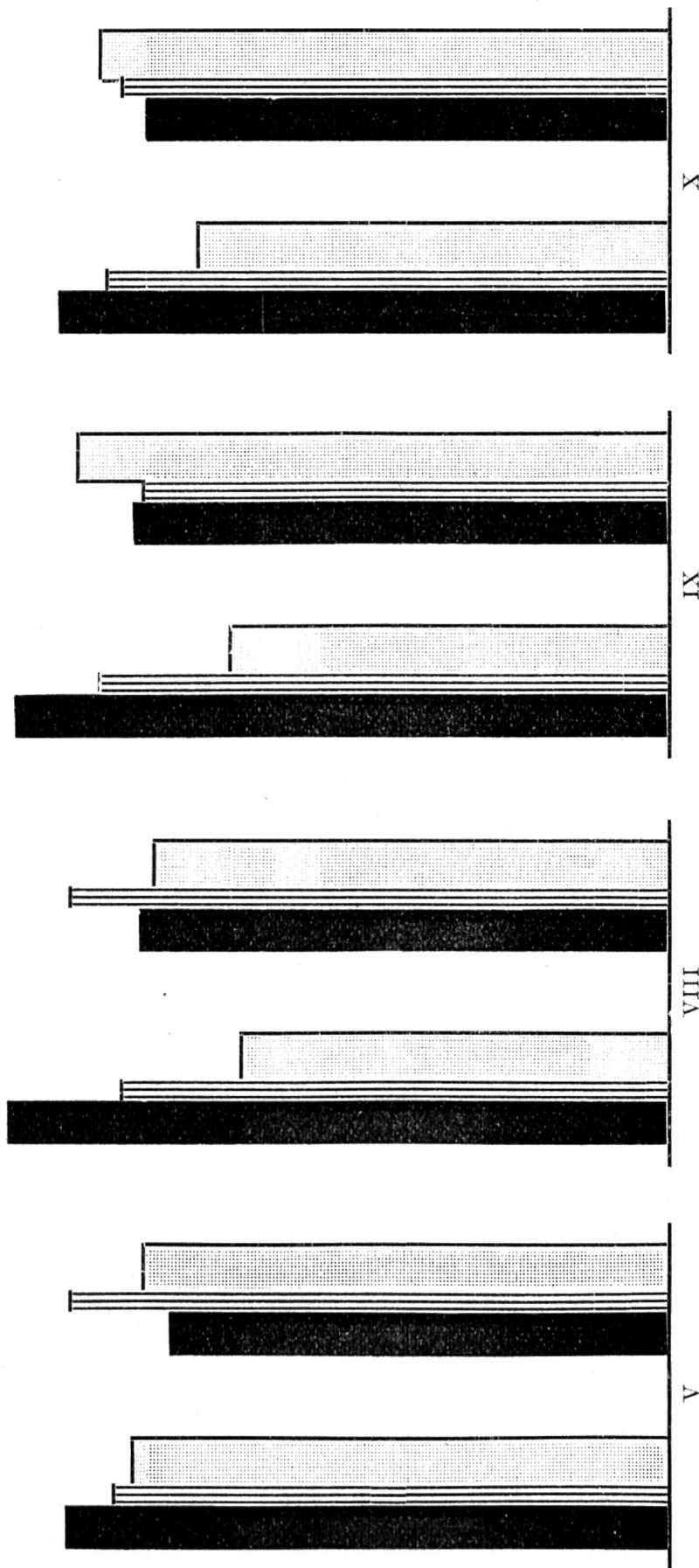


Fig. 6. Selektion nach Plus- und Minusmodifikationen innerhalb der Stämme V, VIII, IX und X.
(Links jeweils Mutterzwiebeln, rechts Tochterzwiebeln.)

Gruppe	Stamm V:		Stamm VIII:	
	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln	Mutterzwiebeln	Tochterzwiebeln
a	110,9	92,0	121,1	97,0
m	102,2	110,6	100,5	109,0
c	87,2	97,3	78,0	94,1
	Stamm IX:		Stamm X:	
a	120,4	97,4	112,0	95,8
m	100,4	95,6	102,2	99,3
c	79,2	107,2	85,8	105,5

**) Da die Gruppierung der Ernte von 1912 nur Rücksicht nahm auf das Gewicht der Zwiebeln, war von vornherein kein klares Resultat zu erwarten in Bezug auf die Anzahl der Brutzwiebeln. Doch sprechen die oben angeführten Zahlen entschieden dafür, daß auch in dieser Richtung die Selektion innerhalb eines Stammes wirkungslos bleibt.

***) Das Gleiche gilt für das durchschnittliche Gewicht der Brutzwiebeln.

III. Allgemeine Resultate.

A. Der Einfluss des Jahrganges.

Vergleichen wir die für die beiden Jahre 1912 und 1913 jeweils gefundenen Werte miteinander, so sehen wir, daß sich alle ändern. Diese Verschiebungen müssen bedingt sein durch äußere Einflüsse verschiedener Art, die im einzelnen genau zu fassen nicht möglich ist. Es kommen vor allem in Betracht der Nährstoffgehalt des Bodens, die Feuchtigkeit und die Temperatur, und die Verteilung der letzten beiden Faktoren während der Vegetationsperiode. Die einen Faktoren wirken fördernd auf die Entwicklung, die andern hemmend. Zunächst ist uns aber weder die Richtung noch die Größe der einzelnen Faktoren bekannt. Nur so viel steht fest, daß sie kaum in zwei aufeinanderfolgenden Jahren die gleiche Resultante ergeben werden.

Diese aus einer Reihe im einzelnen nicht genau faßbarer Faktoren gebildete Resultante nenne ich den „Einfluß des Jahrganges“.

Es ist zwar als wahrscheinlich anzunehmen, daß der Einfluß des Jahrganges sich in allen Stämmen gleichsinnig äußern werde. Aber es wäre doch auch denkbar, daß verschiedene Stämme auf die gleiche Kombination äußerer Einflüsse verschieden reagierten.

Eine übersichtliche Zusammenstellung der Zahlen der beiden Jahrgänge zeigt uns sofort, wie sich die von uns untersuchten Eigenschaften in dieser Beziehung verhalten:

Totalgewicht der Zwiebeln in gr.

	VIII	IV	X
1912	26,816	23,184	24,987
1913	18,656	16,783	17,655
			22,750
			14,418

Anzahl der Brutzwiebeln.

1912	11,579	15,133	11,568	12,500
1913	16,133	17,043	14,017	16,036

Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln in dgr.

1912	24,421	15,622	23,054	18,500
1913	11,600	9,913	12,776	9,018

Diese Zahlen bedürfen keines langen Kommentares. Die Differenzen sind in den vier Stämmen jeweils gleichsinnig, und, namentlich für das Totalgewicht der Zwiebeln, auch von der gleichen Größenordnung. Daß sie für das Durchschnittsgewicht der Brutzwiebeln besonders groß sind, steht in Einklang damit, daß sie für die beiden ersten Eigenschaften entgegengesetzt gerichtet sind.

Das Resultat ist also: der Einfluß des Jahrganges macht sich in allen vier Stämmen in gleichem Sinne geltend.

Aus den gegebenen Zahlen läßt sich aber noch ein anderes Resultat, das von vornehmerein nicht erwartet werden konnte, sofort ablesen. Die gleiche Kombination von Faktoren, welche 1913 gegenüber 1912 das mittlere Gewicht der Zwiebeln herabdrückte, bewirkte eine bedeutende Erhöhung der Anzahl der Brutzwiebeln. Mit andern Worten: die verschie-

denen Eigenschaften reagieren nicht gleichsinnig auf den Einfluß des Jahrganges.

Das Jahr 1913 war für die Entwicklung des Knoblauchs, soweit die Produktion von aufgespeicherter organischer Substanz in Frage steht, ungünstiger als 1912, aber gleichzeitig muß irgend ein Faktor wirksam gewesen sein, welcher die Bildung von Brutzwiebeln begünstigte. Bei der Kompliziertheit der Faktoren, welche den Einfluß des Jahrganges ausmachen, dürfte es kaum möglich sein, durch bloßes Vergleichen der beiden Jahre die eigentliche Ursache für die eine oder die andere Änderung herauszufinden. Nur auf dem Wege des variierbaren Experimentes können vielleicht einige Anhaltspunkte erhalten werden.

Ich habe 1912 und 1913 mit ganz anderen Absichten Versuchsreihen mit Topfkulturen angefangen. Dabei ergab sich nebenbei ein Resultat, das wenigstens in einem Punkt einiges Licht auf die vorliegenden Verhältnisse wirft. In Naßkulturen erhielt ich stets sehr zahlreiche Brutzwiebeln, in Trockenkulturen unter sonst absolut gleichen Verhältnissen nur sehr wenige. Diese Resultate waren absolut eindeutig. Es steht also vorläufig so viel fest, daß große Nässe die Bildung von Brutzwiebeln begünstigt.

Zum Beweis mögen die Zahlen aus meinen Topfversuchen 1912 hier angeführt werden.

Nasskulturen		Trockenkulturen	
Gewicht	Anzahl der Brutzwiebeln	Gewicht	Anzahl der Brutzwiebeln
5,2 gr.	13,5	2,6 gr.	1,0

Die beiden Jahre 1912 und 1913 waren nun bei uns im ganzen genommen sehr naß, dagegen das Jahr 1911 exzessiv trocken. Es wäre also für 1911 eine besonders kleine Anzahl von Brutzwiebeln zu erwarten. Nun stehen aber die Zahlen von 1911 mit 13,7 — 13,6 — 11,3 — 11,6 annähernd gleichhoch wie die von 1912.

Wir können ferner noch zum Vergleich heranziehen den Jahrgang 1910. In diesem Jahr haben wir von den Stämmen

III, IV und VI fünf oder mehr Brutzwiebeln von rund 1 gr. Gewicht ausgepflanzt. Diese drei Stämme ergaben folgende mittlere Anzahl der Brutzwiebeln: 13—14—11, 6. Die gleichen Stämme in der 1 gr.-Reihe 1911 7,8—9,5—8,9. Mit Worten, das Jahr 1910 unterscheidet sich in gleichem Sinne von 1911 wie 1913 von 1912. Die Anzahl der Brutzwiebeln ist 1910 sehr hoch.

Ein Vergleich dieser Verhältnisse mit dem allgemeinen Witterungscharakter des Sommers führt klarer Weise zu keinem Ziel, da es eben darauf ankommt, daß ein bestimmter Einfluß in einem bestimmten Moment zur Wirkung gelange. Welcher Zeitpunkt nun die für die Ausbildung der Brutzwiebeln wichtige „sensible Periode“ darstellt, wissen wir vorläufig noch nicht, da meine Versuchspflanzen während der ganzen Vegetationsperiode unter extrem trockenen oder nassen Verhältnissen gehalten waren.

Nachdem wir aber nun vier Jahrgänge vor uns haben, zwei mit großer (1910 und 1913), zwei mit kleiner (1911 und 1912) Brutzwiebelzahl, ist es vielleicht möglich, durch Vergleichung der Niederschlagsverhältnisse der vier Jahre zu einem Resultat zu gelangen.

Die Meteorologische Zentralanstalt Zürich stellt mir die Zahlen von Frauenfeld zur Verfügung. In Pentaden zusammengezogen ergibt sich folgende Tabelle:

Niederschlagspentaden von Frauenfeld in mm.

Tage	1910	1911	1912	1913
April 21.—25.	16	—	—	—
26.—30.	13	20	1	7
Mai 1.—5.	16	13	5	9
6.—10.	33	8	31	16
11.—15.	2	13	5	7
16.—20.	—	43	6	13
21.—25.	33	1	72	2
26.—30.	30	20	5	23
31.—4. Juni	1	25	9	2

Tag	1910	1911	1912	1913
Juni 5.—9.	5	6	38	27
10.—14.	94	48	37	1
15.—19.	17	21	5	38
20.—24.	26	6	57	35
25.—29.	50	24	22	33
Juni 30.—4. Juli	34	8	19	2
Juli 5.—9.	44	—	17	35
10.—14.	35	5	—	20
15.—19.	16	—	9	28
20.—24.	14	—	34	29
25.—29.	7	—	14	—

Ein deutlicheres Bild der Verhältnisse gibt die graphische Darstellung in Fig. 7. Daraus können wir ablesen, daß zirka in den drei ersten Wochen des Juli die Jahre 1910 und 1913 sich von den beiden andern sehr scharf unterscheiden durch ihre hohen Niederschlagszahlen. Wenn wir also annehmen, daß die Ausbildung der Brutzwiebeln je mit etwa der achten Woche nach der Aussaat beginnt und bis etwa zur elften dauert, so haben wir eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen unsren Topfversuchen und den Resultaten der Vergleichung unserer vier Jahrgänge.

Die Topfversuche hatten anderseits 1912 ergeben, daß in den Naßkulturen das mittlere Gewicht der Gesamtwiebeln bedeutend größer war, als in den Trockenkulturen. Wir erwarten also in den nassen Jahrgängen auch größere Zwiebeln. Effektiv haben wir aber ein anderes Resultat. Wenn wir nämlich zur Vergleichung noch die Zahlen von 1911 heranziehen, so sehen wir, daß auch beim Gewicht diese annähernd übereinstimmen mit denen von 1912 (in der 2 gr.-Reihe lauten sie: 24,1—25,1—21,7—17,2 gr.). Vergleichen wir ferner in den Stämmen III, IV und VI die Jahre 1910 und 1911, so haben wir wieder den großen Gegensatz. 1910: 9,3—8,0—9,3 gr.; 1911: 13,7—11,0—14,5 gr. Mit Worten: Für

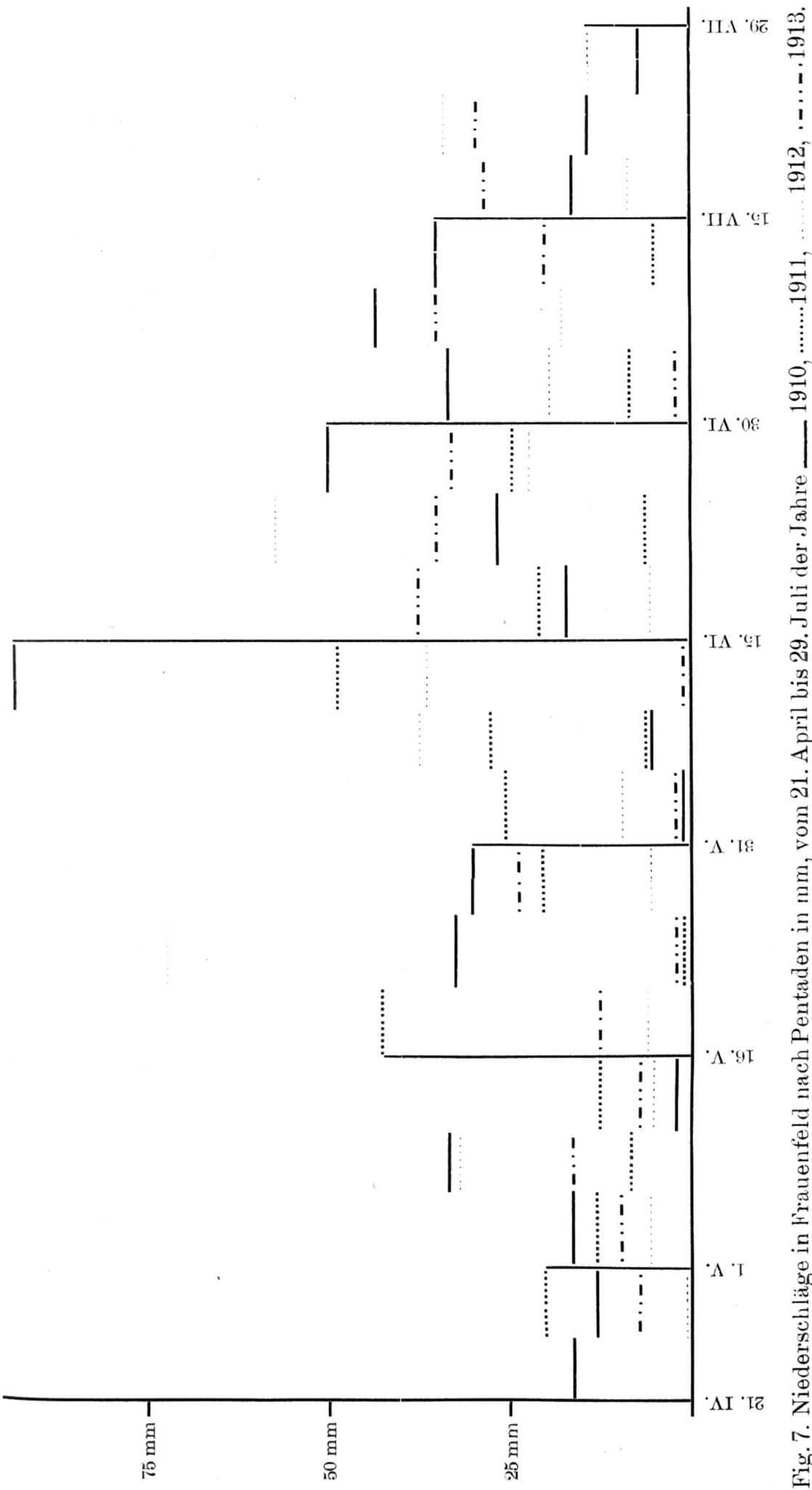


Fig. 7. Niederschläge in Frauenfeld nach Pentaden in mm, vom 21. April bis 29. Juli der Jahre 1910, 1911, 1912, 1913.

die Gesamtproduktion waren die Jahre 1910 und 1913 ungünstig, 1911 und 1912 günstig.

Trotz des scheinbaren Widerspruches mit dem Ergebnissen meiner Topfversuche erklärt sich das wahrscheinlich aus der relativen Trockenheit der Periode von der 8.—11. Woche in den Jahren 1911 und 1912, welches wohl jeweils die Zeit der intensivsten Assimilation war. Bei meinen Topfversuchen sind zwei Punkte zu berücksichtigen, die den scheinbaren Widerspruch erklären: 1. Die geringe zur Verfügung stehende Nahrungsmenge überhaupt. (Man beachte, daß aus 2 gr.-Brutzwiebeln Zwiebeln im Gewicht von nur 2, 6 resp. 5, 2 gr. erhalten wurden.) 2. Die exzessive Trockenheit, die für die Produktion von organischer Substanz zu wenig Wasser zur Verfügung stellte. Die Trockenkulturen wurden mit einem Minimum von Wasser aufgezogen, immer nur so viel, daß ein direktes Verwelken vermieden wurde.

Wir dürfen also als sehr wahrscheinliches Schlußresultat folgenden Satz ansehen:

Etwa mit der achten Woche beginnt die Bildung der neuen Zwiebeln. Ist die folgende Periode niederschlagsreich, so bilden sich zahlreichere Brutzwiebeln bei geringerer Produktion von organischer Substanz. Ist die nachfolgende Periode trocken, so kehrt sich das Verhältnis um.

Exakte Versuchsreihen wären allerdings noch erwünscht, um genau festzustellen, in welchem Zeitpunkt die Neubildung der Zwiebeln und der Brutzwiebeln beginnt.

B. Die Wirkung der Selektion nach Stämmen.

Wir stellen nochmals die Mittelzahlen der Versuche 1911 bis 1913 zusammen. Um aber besser vergleichbare Zahlen zu erhalten, schalten wir den Einfluß des Jahrganges aus, durch Umrechnung der Mittelwerte auf einen gemeinsamen Maßstab, und wählen als solchen das Mittel aus den jeweiligen Mittelwerten, das wir gleich hundert setzen.

1. Für das Gewicht der Zwiebeln erhalten wir dann folgende Zahlen, nach abnehmenden Werten von 1912 und 1913 geordnet:

Stamm	1911		1912	1913
	1 gr.-Reihe	2 gr.-Reihe		
V.	114,6 gr.	109,1 gr.	109,5 gr.	110,6 gr.
IX.	94,9 "	98,2 "	102,1 "	104,7 "
VIII.	107,3 "	113,6 "	94,8 "	99,4 "
X.	83,9 "	78,7 "	93,2 "	85,2 "

In graphischer Darstellung Fig. 8.

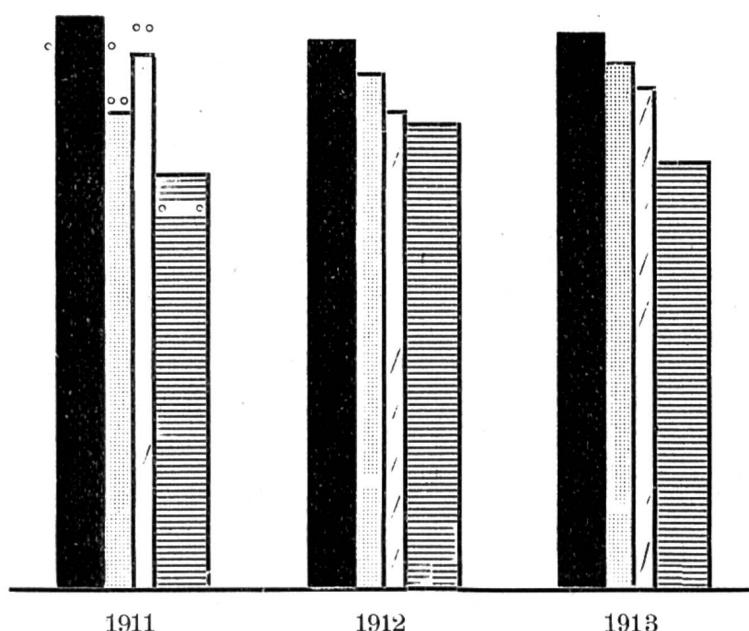


Fig. 8. Mittlere Gewichte der vier Stämme V, IX, VIII und X in den Jahren 1911—1913. (—○○○ Höhe der Werte in der 2 gr.-Reihe 1911.)

Legen wir nicht zuviel Gewicht auf den Jahrgang 1911, weil die damaligen Mittelzahlen aus einer zu kleinen Anzahl von Individuen berechnet wurden, so ergibt sich eine so gute Übereinstimmung in den drei Jahren, daß das Resultat ein eindeutiges genannt werden kann.

Eine Population von *Allium sativum* besteht aus mehreren Stämmen, die sich von einander durch das mittlere Gewicht der aus Brutzwiebeln gleichen Gewichts erwachsenen Zwiebeln unterscheiden. Diese Unterschiede vererben sich bei vegetativer

Vermehrung. Durch Selektion nach Stämmen läßt sich eine solche Population in ihre einzelnen Komponenten zerlegen.

2. Für die Anzahl der Brutzwiebeln erhalten wir folgende Zahlen, nach abnehmenden Werten von 1913 geordnet:

Stamm	1911		1912	1913
	1 gr.-Reihe	2 gr.-Reihe		
VIII.	100,6	107,9	118,9	107,6
V.	98,3	108,7	91,3	101,9
X.	91,6	94,4	98,4	101,3
IX.	109,5	89,7	91,3	88,6

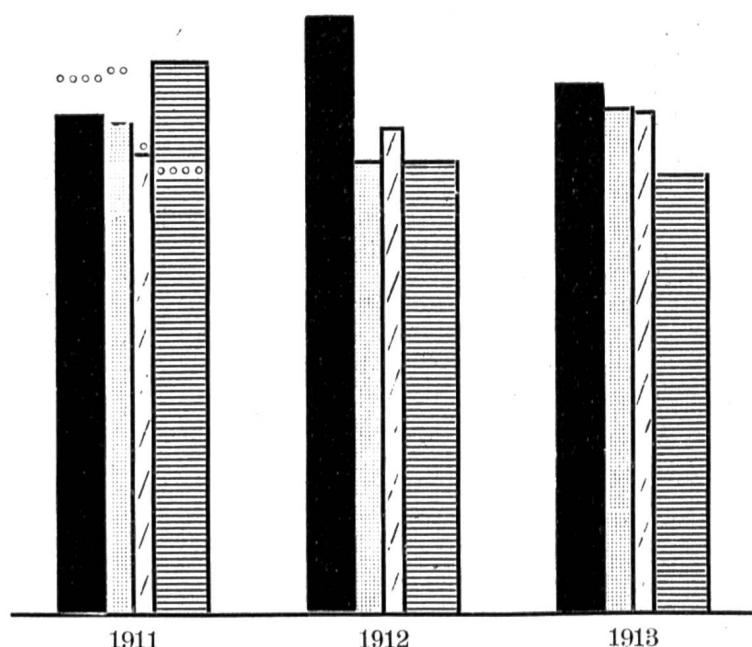


Fig. 9. Mittlere Brutzwiebelzahl der vier Stämme VIII, V, X und IX in den Jahren 1911—1914. (—○○○ Höhe der Werte in der 2 gr.-Reihe 1911.)

Das Resultat ist weniger scharf ausgeprägt, aber doch noch ziemlich eindeutig. Die Stämme lassen sich auch unterscheiden durch die Anzahl der Brutzwiebeln.

3. Für das durchschnittliche Gewicht der Brutzwiebeln haben wir bereits oben (E, 3, a, ***) gezeigt, daß unser Material nicht genügt, um die Frage zu entscheiden, wenn es auch wahrscheinlich ist, daß sich die Stämme auch durch das durchschnittliche Gewicht ihrer Brutzwiebeln unterscheiden lassen.

C. Selektion innerhalb eines Stammes.

1911 ergaben die Versuche (C, 3, a), daß bei gleichbleibendem Gewicht der ausgepflanzten Brutzwiebeln weder das Totalgewicht der Tochterzwiebeln abhängig ist vom Gewicht der Mutterzwiebel, noch die Anzahl der Brutzwiebeln der Tochterzwiebeln von ihrer Anzahl bei der Mutterzwiebel. 1913 wurden in jedem Stamm nach dem Gewicht der Mutterzwiebeln drei Gruppen unterschieden. Auch da ergab sich als absolut eindeutiges Resultat (E, 3, b):

Selektion nach Plus- und Minusvarianten (Modifikationen) innerhalb eines Stammes ist wirkungslos.

Schluß-Resultat.

Unsere beiden in der Einleitung aufgestellten Hauptfragen sind also für *Allium sativum* folgendermaßen zu beantworten:

- I. Eine Population von *Allium sativum* besteht aus mehreren Stämmen, deren Unterschiede (Gewicht der Zwiebeln und Anzahl ihrer Brutzwiebeln) bei vegetativer Vermehrung in den aufeinanderfolgenden Generationen erhalten bleiben. Die einzelnen Stämme lassen sich durch Selektion trennen.
- II. Innerhalb eines Stammes ist Selektion nach Plus- und Minusvarianten wirkungslos. Modifikationen werden auch bei vegetativer Vermehrung nicht vererbt.
- III. Allgemein wird also gelten: Auch bei vegetativer Vermehrung besteht die Unterscheidung von Population und reinen Linien (Stämmen) zu recht, und ebenso diejenige zwischen erblicher Variation und nicht erblicher Modifikation.

St. Gallen, im November 1913.

Corrigendum.

In der Legende zu Figur 2, Seite 122, soll das zweite Zeichen an Stelle des dritten stehen und umgekehrt, also folgendermaßen:

- Gewicht der Mutterzwiebeln.
- Brutzwiebelzahl der Mutterzwiebeln.
- Gewicht der Tochterzwiebeln.
- Brutzwiebelzahl der Tochterzwiebeln.