- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Band 1.

Karl Fruwirth

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Index der Kapitel

A

Auslese 221
Auslese und Ausleseverfahren 242

B

Begrenzung und Eingliederung des Stoffes 18

D

Der Betrieb der Züchtung 396
Die Entstehung neuer Individuen auf dem Wege der Fortpflanzung 45
Die Entstehung neuer Individuen auf dem Wege der Vermehrung 40
Die Verwendung der Vermehrung und Pfropfung bei Züchtungsvorgängen 380
Die Züchtungsarten 238

F

Formenreichtum der Kulturpflanzen 23

O

Originalsaatgut, Nachbau und Absaat 394

U

Ungeschlechtliche Vereinigung zweier Individuen verschiedener Formenkreise (Pfropfenbastardierung) 86

V

Variabilität 130
Verhältnis der landwirtschaftlichen Pflanzen- zu der landwirtschaftlichen Tierzüchtung . 20

Z

Züchtung bei Fortpflanzung 274
Züchtung bei Vermehrung 377

Handbuch

der

landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung.

Von

C. Fruwirth,
früher Prof. an der Landw. Hochschule Hohenheim,
jetzt Prof. an der Technischen Hochschule Wien.

Band I.

Allgemeine Züchtungslehre.

Fünfte, gänzlich umgearbeitete Auflage.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL P...
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1920.

Der

Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft

als Förderin der Pflanzenzüchtung

gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort zur vierten Auflage.

Das Buch erscheint von nun ab als „Handbuch“. Die zwei Erfordernisse für ein solches können wohl als vorhanden gelten: wie alle Handbücher, ist das Buch allmählich unhandlich geworden, und daß es über alle Einzelheiten Aufschluß gibt, das haben die Besprechungen der bisher erschienenen Auflagen einstimmig anerkannt. Um nach beiden Richtungen hin aber noch mehr den Anforderungen genügen zu können, mußte der Umfang dieser Auflage wieder vergrößert werden.

Eine natürliche Folge der so regen Arbeit auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung war es, daß auch diese Auflage, trotzdem nur vier Jahre seit der Bearbeitung der letzten verflossen sind, wieder umgestaltet werden mußte. Kein Teil ist dabei unberührt geblieben; mehrere Abschnitte des ersten Teiles: „Die theoretischen Grundlagen der Züchtung“, sind vollständig neu bearbeitet worden, und weitgehendste Umgestaltung und Ausbau hat der zweite Teil des Buches: „Die Durchführung der Züchtung“, erfahren.

Bis zum Erscheinen dieser Auflage hatte das Buch nicht nur die Durchführung der Züchtung für die Züchterkreise zu behandeln. Es war in dem Teil „Theoretische Grundlagen der Züchtung“ auch die einzige abgerundete Einführung in die Vererbungslehre und diente als solche nicht nur Züchtern, sondern auch Botanikern. Nunmehr liegen selbst mehrere Werke über Vererbungslehre vor, sowohl botanische als zoologische, sowohl deutsche als englische, und es lag die Erwägung nahe, den Teil „Theoretische Grundlagen der Züchtung“ aus diesem Buch fortzulassen. Ich konnte mich dazu mit Rücksicht auf das Verhalten zwischen den Bedürfnissen der Praxis und dem Inhalt dieser Werke nicht entschließen. Ohne weiteres gebe ich aber zu, daß im Unterricht an Hochschulen der Vortragende in den Vorlesungen über Pflanzenzüchtung ohne Erörterung der Grundlagen auskommen kann, wenn diese in den vorangegangenen botanischen Vorlesungen zur Darstellung gelangt sind. Selbst eine Kürzung des Teiles „Theoretische Grundlagen der Pflanzenzüchtung“ und eine Verringerung der Literaturhinweise hielt ich nicht für zweckmäßig. Es wurde nur Kleindruck reichlicher eingeschaltet und das für Züchter minder Wichtige in solchem besprochen.

Den Abbildungen konnte diesmal, dank dem Entgegenkommen des Verlages, besondere Sorgfalt zugewendet werden. Neben einzelnen, aus fremden Abhandlungen übernommenen Bildern findet sich eine Reihe von Darstellungen, die nach eigenen Skizzen angefertigt worden sind. Die ersten Versuche zu diesen Skizzen sind in der Hygienischen Ausstellung in Dresden von mir vorgeführt worden.

Waldhof Amstetten (N.-Ö.), Sommer 1913.

Vorwort zur fünften Auflage.

Der allgemeine Aufbau des Buches war mit der letzten Auflage festgelegt worden, mit welcher das Buch zuerst als Handbuch erschien. Trotzdem erfuhr der Inhalt für die fünfte Auflage eine vollständige Durcharbeitung, welche sich auf Einzelheiten erstreckte. Dadurch wurde es möglich, die reiche neue Literatur zu berücksichtigen, Ergebnisse eigener Weiterarbeit auf dem Gebiet zu verwerten und die Darstellung an einzelnen Stellen, besonders im zweiten Teil, weiter abzurunden. Die Benutzung des weiter ausgearbeiteten Sachregisters ist notwendig und hilft auch über Schwierigkeiten beim Durcharbeiten der innig zusammenhängenden Abschnitte „Vererbung“ und „Bastardierung“ hinweg.

Waldhof Amstetten (N.-Ö.), Winter 1919.

Inhalt.

Seite

Begrenzung und Eingliederung des Stoffes 1
Verhältnis der landwirtschaftlichen Pflanzen- zu der landwirtschaftlichen Tierzüchtung 3

I. Theoretische Grundlagen der Züchtung.

Formenreichtum der Kulturpflanzen 7
Art und Varietät 7
Die Formenkreise bei Kulturpflanzen 9
Art 11
Varietät 12
Zwischenvarietäten 12
Sorte 12
Linie (biologischer Genotypus) 13
Vegetative Linie 14
Zucht 14
Familie, Gruppe 15
Stamm 15
Hochzucht 15
Vielseitige Verwendung der Bezeichnung Sorte 15
Kultur- oder Züchtungs- und Natur- oder Landsorten . . . 17
Übereinstimmung der verschiedenen Bezeichnungen für die Formenkreise 19
Standortsmodifikationen 22
Die Entstehung neuer Individuen auf dem Wege der Vermehrung 24
Der Begriff Individuum 24
Wesen der Vermehrung 24
Beziehung der Vermehrung zur Fortpflanzung 26
Die Entstehung neuer Individuen auf dem Wege der Fortpflanzung . . . 29
Begriff und Zweck der Fortpflanzung 29
Bau der Geschlechtsorgane, Bau und Entwicklung der Geschlechtszellen 31
Befruchtungsakt und Fruchtbildung 36
Selbst- und Fremdbestäubung 43
Geschlechterverteilung 43
Einrichtungen für Fremd- und solche für Selbstbestäubung . . 45
Übertragung des Pollens 49
Kreuzung, Fremdbefruchtung 51
Bastardierung 51
Beziehungen zwischen Selbstbefruchtung, Kreuzung und Bastardierung 58
Inzucht 60
Xenien 66

Seite

Ungeschlechtliche Vereinigung zweier Individuen verschiedener Formenkreise (Pfropfbastarde) 70

Vererbung 81

Arten der Vererbung 81
Sichtbare Vererbung 82
Volle, reine, sichere Vererbung 82
Beschränkte oder teilweise Vererbung 82
Verhältnismäßige Vererbung 82
Unsichtbare Vererbung 83
Atavismus 85
Übertragung 85
Vorgänge bei der Vererbung und Erklärungsversuche 87
Die Zelle und ihre Bestandteile 87
Zellkern, Chromosomen und Kernteilungsvorgänge 89
Der ruhende Kern 89
Kernteilungen im vegetativen Leben der Pflanze . . . 89
Kernteilungen bei Befruchtungsvorgängen 91
Annahmen über den Vorgang bei der Vererbung 94
Vererbung und Entstehungsart neuer Individuen 103
Vererbung bei Vermehrung 103
Vererbung bei Selbstbefruchtung und Fremdbefruchtung innerhalb einer Pflanze 105
Vererbung bei Fremdbefruchtung zweier Individuen derselben Sorte (Kreuzung, Fremdbefruchtung im engeren Sinne). . 106
Vererbung bei geschlechtlichem Zusammentritt von Individuen zweier Formenkreise. Bastardierung 106
Vererbung erworbener Eigenschaften 107
Das Gesetz vom Ahnenerbe 112

Variabilität 114

Begriff und Arten der Variabilität 114
Begriff der Variabilität 114
Arten der Variabilität und Modifikabilität 116
a) Individuelle, kleine Variabilität 116
α) Partielle Variabilität 116
β) Individuelle kleine Variabilität 117
γ) Zwischenvarietäten-Variabilität. 119
Variantenverteilung bei individueller kleiner Variabilität 119
Ursachen. 125
b) Individuelle spontane Variabilität größeren Umfanges 126
α) Gewöhnliche spontane individuelle Variabilität größeren Umfanges 126
Ursachen. 132
β) Spontane Variabilität bei Zwischenvarietäten . . 135
γ) Spontane Linienvariabilität (Linienmutabilität) . 135
Ursachen. 137
c) Variabilität nach Befruchtung zweier Individuen eines Formenkreises: Fremdbefruchtung, und zweier Individuen verschiedener Formenkreise: Bastardierung . . 138

Seite

Allgemeines 138
A. Bastardierung näher verwandter Formen . . 140
Mendels Gesetze 140
Beispiele für Pisum- (Erbse-) und Zea- (Mais-) Schema der Vererbung 143
Faktorentheorie, Hypothese von Vorhandensein und Fehlen 145
Spaltungen und Reifungsteilungen 149
I_1 Verhalten qualitativer Eigenschaften in F_1 154
I_2 Verhalten qualitativer Eigenschaften in F_2 und F_3 nach Selbstbefruchtung 157
Abweichungen 162
Abweichungen von den normalen Spaltungszahlen der häufigsten Schemas . 162
Seltenere Spaltungsschemas 167
Bildung von Neuheiten 170
II_1 Verhalten quantitativer Eigenschaften in F_1 177
II_2 Verhalten quantitativer Eigenschaften in F_2 nach Selbstbefruchtung 178
Korrelationen 184
B. Bastardierung entfernter miteinander verwandter Formen 185
d) Allgemeine Variabilität. 187
Arten der Modifikabilität 191
Mißbildungen 193
Knospenvariabilität, -Mißbildung und -Modifizierbarkeit . . 195
Korrelationen 199
Allgemeines 199
1. Quantitative Korrelationen 200
2. Qualitative Korrelationen 202

Auslese 205
Auslese bei wild wachsenden Pflanzen 205
Darwins Selektionstheorie 205
de Vries Mutationstheorie 206
Auslese bei Kulturpflanzen 206
Natürliche Auslese 207
Künstliche Auslese 208
Bei Fortpflanzung 208
Bei Vermehrung 209
Die Formenbildung bei wild wachsenden Pflanzen 210
Die Formenbildung bei Kulturpflanzen 217
Vielförmigkeit der Kulturpflanzen 219
Große Variabilität bestimmter Teile der Kulturpflanzen . . . 220

II. Durchführung der Züchtung.

Die Züchtungsarten 223
Auslese und Ausleseverfahren 227
Bewußte und unbewußte künstliche Auslese 227
Der Gegenstand der Auslese 229
Allgemeines 229

Seite
Die Auslese von Pflanzen 230
Die Auslese von Nachkommenschaften 231
Die Ausleseverfahren 234
Massenauslese 237
Individualauslese 237
Vergleich der Ausleseverfahren 239
Massen- und Individualauslese 239
Einmalige oder mehrmalige Auslese 240
Der Ausgang der Züchtungen 242
Die Fortsetzung der Auslese 244
Vervielfältigung bei Auslese 250
Vervielfältigung ohne feldmäßige Prüfung 250
Vervielfältigung mit feldmäßiger Prüfung 252
Linien bei Nachkommenschafts- und feldmäßiger Prüfung 257
Züchtung bei Fortpflanzung 259
1. Veredlungszüchtung 259
Allgemeines 259
Begriff 259
Züchtung in einer Sorte oder in mehreren Sorten. . . . 259
Wahl der Art und in dieser der Sorten 259
Material für Auslese 260
Ziel der Auslese 261
a) Anforderungen des Gebrauches 261
b) Korrelationen 262
Ermittlung der Korrelationen 262
Verwendung der Korrelationen 266
c) Vererbbarkeit einzelner Eigenschaften 270
d) Auslesemomente 271
Die Durchführung der Auslese. 271
Die Durchführung bei Massenauslese 271
Vorgang 271
Wertzahl, Selektionsindex, Punktierung 273
Die Durchführung bei Gruppenauslese 275
Die Durchführung bei Individualauslese 275
Die Durchführung bei Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen 278
Leistungsprüfung innerhalb der Züchtung 279
Vervielfältigung des Auslesesaatgutes 279
Rechnerische Darstellungen 283
Der Erfolg 290
Allgemeines 290
Regression 290
Die Feststellung des Erfolges 293
Graphische Darstellung 295
Ansichten über den Erfolg 299
Beispiele von Auslesewirkungen 305
2. Neuzüchtung.
2a. Züchtung durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften 309
Allgemeines 309

Seite
Begriff 309
Wert morphologischer Eigenschaften 310
Material für Auslese 311
Begünstigung des Auftretens spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften 312
Ziel der Auslese 312
Korrelationen 312
Auslesemomente 313
Die Durchführung der Auslese 313
Allgemeines 313
Fortsetzung der Auslese 314
Leistungsprüfung und Vervielfältigung 314
Erfolg der Auslese 314
Züchtung teilweise vererbender Formenkreise 315
2b. Züchtung durch Formenkreistrennung 317
Allgemeines 317
Begriff 317
Material für die Auslese 318
Ziel der Auslese 318
Korrelationen 318
Auslesemomente 320
Die Durchführung der Auslese 320
2c. Züchtung auf dem Wege der Bastardierung . . . 323
Allgemeines 323
Begriff 323
Material für Bastardierung 323
Planlose und zielbewußte Bastardierung 323
Einfache, kombinierte und wiederholte Bastardierung . . 324
Durchführung des Bastardierungsaktes 324
Wahl der Eltern 324
Erziehung der Eltern 325
Vorbereitung der Eltern 326
Schutz gegen fremden Pollen 326
Verhinderung der Selbstbefruchtung in den Blüten des ♀ Elters 333
Kastrieren 333
Waschen 334
Bestäubung 335
Sammlung und Aufbringung des Pollens 336
Durchführung der Auslese 338
Ziel der Auslese 338
a) Korrelationen 338
b) Auslesemomente 339
Vermehrung oder Pfropfung nach Bastardierung 339
Auslese nach qualitativen Eigenschaften 339
Weiterbau und spätere Auslese 339
Sofortige Auslese 342
Auslesemomente 347

Seite

Auslese nach quantitativen Eigenschaften 247
Weiterbau und spätere Auslese 347
Sofortige Auslese 347
Leistungsprüfung und Vervielfältigung 357
Bastardierung entfernt miteinander verwandter Formen . . 358
Erfolg der Auslese 358
2d. Züchtung durch Pfropfbastardierung 358
Aussichten auf Erfolg 358
Beispiel eines Versuches zur Erzielung von Pfropfbastarden 359
Züchtung bei Vermehrung 362
Veredlungszüchtung 362
Neuzüchtung 363
Die Verwendung der Vermehrung und Pfropfung bei Züchtungsvorgängen 365
Ursachen der Anwendung der Vermehrung bei Züchtung . 365
Ausführung der Vermehrung 367
Ursachen der Anwendung der Pfropfung im Züchtungsbetriebe 369
Ausführung der Pfropfung 370
Originalsaatgut, Nachbau und Absaat 379
Der Betrieb der Züchtung 380
I. Die Hilfsmittel des Betriebes 380
A. Allgemeine Einrichtungen zur Saatgutgewinnung 380
B. Besondere Einrichtungen und Hilfsmittel für den Züchtungsbetrieb 384
Zuchtgarten, Zuchtfelder 384
Vorrichtungen, Geräte und Maschinen im Zuchtgarten . 392
Gewächshäuser 398
Aufbewahrungsräume 399
Aufarbeitungsräume 399
Weitere Hilfsmittel für den Züchtungsbetrieb 399
II. Die Formen des Züchtungsbetriebes 408
Allgemeines 408
Betrieb der Züchtung durch einzelne 410
Betrieb der Züchtung durch Vereinigungen 412
Betrieb der Züchtung an öffentlichen Anstalten 414
Züchtungs- und Wirtschaftsbetrieb 417
III. Förderung der Züchtungsbetriebe 418
Zur Geschichte der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung 423
Erste Anfänge unbewußter Züchtung 423
Schaffung der ersten wissenschaftlichen Grundlagen für die Züchtung 423
Erste Anwendung der einzelnen Wege der Züchtung . . . 426
Streiflichter auf die Züchtung in einzelnen Ländern 428
Sachregister 435

Häufiger zitierte Werke, Aufsätze und Zeitschriften XV

Häufiger zitierte Werke, Aufsätze[1]) und Zeitschriften.

a) Werke und Aufsätze.

Baur: Einführung in die Vererbungslehre. 2. Aufl. 1914. (Einführung.)
Blaringhem: Mutation et Traumatisme. Paris 1907.
— Les Transformations brusques des êtres vivants. Paris 1911.
Bateson: Mendels principles of heredity. Cambridge, 3. Neudruck, 1913.
Correns: Bastarde zwischen Maisrassen mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Bibl. bot., Nr. 53, 1901.
— Über Vererbungsgesetze. 2. Aufl. 1912.
— Der Übergang aus dem homo- in einen heterozygotischen Zustand . . . Ber. d. d. bot. Ges. 1910, S. 418.
Costantin: Le transformisme appliqué à l'agriculture. Paris 1906.
Coulter und Chamberlain: Morphology of Angiosperms. New York 1904. Appleton.
Czuber: Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Fragen der Landwirtschaft: Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1918, S. 1 (Anwendung).
Daniel Lucien: La théorie des capacités fonctionelles et ses conséquences en agriculture. Rennes 1902.
Darbishire: Breeding and the Medelian discovery. 1911.
Darwin, Charles: Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation, übersetzt von J. Victor Carus. 1868.
— Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreiche; übersetzt von J. V. Carus. 1877.
Davenport: Principles of Breeding. Boston, London 1907.
Délage: La structure du protoplasme et les théories sur l'hérédité. Paris 1895. 2. Aufl. 1903.
Ernst: Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918. (Apogamie.)
Focke, O. W.: Die Pflanzenmischlinge. Berlin 1881.
Fruwirth, C.: Untersuchungen über den Erfolg und die zweckmäßigste Art der Durchführung von Veredlungsauslesezüchtung bei Pflanzen mit Selbstbefruchtung. Berlin 1907. Archiv-Gesellschaft.
— Einmalige oder fortgesetzte Auslese bei Individualauslesezüchtung von Getreide und Hülsenfrüchten. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1907.
— Spaltungen als Folgen von Bastardierung und von spontaner Variabilität. Archiv für Rasse- und Gesellschaftsbiologie, 1909, S. 433.

---

[1]) Hier nur größere Werke und besonders wichtige Abhandlungen. In Klammer beigesetzt die Abkürzung, mit welcher zitiert wird.

Fruwirth, C.: Die Entwicklung der Auslesevorgänge bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Progressus rei botanicae, 1909, S. 259.
— Über Variabilität und Modifikabilität. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, 1911, V. (Über Var.)
— Spontane vegetative Bastardspaltung. Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie, 1912, S. 1.
— Versuche zur Wirkung der Auslese. Zeitschr. f. Pflanzenzücht. III, 1915, S. 173 u. 395. (Wirkung).
Gärtner: Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. 1849.
— Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreiche. 1849.
Goldschmidt: Einführung in die Vererbungswissenschaft. 1911. (Einführ.).
Guignard: Nouvelles études sur la fécondation. Ann. des sc. naturelles Band XIV. Paris 1891.
Haecker: Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre. 1899.
— Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. In: Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie. Jena 1907, I, 1.
— Allgemeine Vererbungslehre. 2. Aufl. 1912. (Allg. Ver.)
Heribert-Nilsson: Die Spaltungserscheinungen der Oenothera Lamarckiana. Lunds Universitets Åarsskrift. N. F., Bd. 12, 1915 (Oenothera).
Hertwig, O.: Zeit- und Streitfragen der Biologie. 1894.
Johannsen, W.: Über Erblichkeit und Populationen und in reinen Linien. Jena 1903. Fischer.
— Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena. 2. Aufl. 1913. (Elemente.)
Kerner v. Marilaun: Pflanzenleben. 1891. 1. Aufl. (erschienen 3.).
Kirchner, Löw, Schröter: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart. Ulmer. Im Erscheinen.
Klebs: Über künstliche Metamorphose. Abhandl. d. naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Stuttgart 1903—1906.
Kießling: Über eine Mutation in einer reinen Linie von Hordeum distichum. Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre, Bd. 8.
Knuth: Handbuch der Blütenbiologie. 1898.
Kronacher: Züchtungsbiologie. 1912.
Lock: Recent progress in the study of variation, heredity, and evolution. London, 3. Aufl. 1912.
Loew: Blütenbiologische Floristik des mittleren und nördlichen Europas sowie Grönlands. 1894.
Lotsy: Vorlesungen über Deszendenztheorien. 1906—1908.
— Evolution by means of hybridisation, 1916. (Evolution.)
Müller: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. 1873.
Morgan, Sturtevant, Müller, Bridges: The mechanism of Mendelian heredity. 1915. New York (The mechanism).
v. Nägeli: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884.
— Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften zu München. 1865, 1866.
Nilsson-Ehle: Einige Ergebnisse von Kreuzungen bei Hafer und Weizen: Botaniska Notiser, 1908, S. 257 (Ergebnisse).
— Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lunds Universitets Årsskrift. N. J., Afd. 2; Bd. 5, Nr. 2, 1909 bis Bd. 7, Nr. 6, 1911 (Kreuzungsuntersuch. I. u. II).
Pearson, K.: The Grammar of science. London 1900.

Plate: Über die Bedeutung des Darwinschen Selektionsprinzips und Probleme der Artbildung. 1908, 3. Aufl. (Selektion).
— Vererbungslehre. 1913 (Vererb.).
Remy: Einige Gedanken über die Gefahren und Nachteile des modernen Züchtungsbetriebes. D. l. Pr. 1907, S. 687—688. (Einige Ged.
Rimpau: Landw. Jahrb. 1877. Züchtung neuer Getreidearten.
— Landw. Jahrb. 1882. Das Blühen des Getreides.
Römer: Variabilitätsstudien. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie. 1910.
v. Rümker: Anleitung zur Getreidezüchtung auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Berlin 1889.
— Methoden der Pflanzenzüchtung in experimenteller Prüfung: Mitt. d. landw. Instituts d. Univers. Breslau. V, Heft I/II.
— und v. Tschermak: Landwirtschaftliche Studien in Nordamerika mit besonderer Berücksichtigung der Pflanzenzüchtung. 1910.
— Die Anwendung einer neuen Methode zur Sorten- und Linienprüfung bei Getreide. Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II, 1919.
Sachs: Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860. 1875.
Semon: Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. 3. Aufl., 1911.
Shireff: Die Verbesserung der Getreidearten (deutsch von Hesse). 1880.
Sprengel: Das neu entdeckte Geheimnis der Natur. 1793.
Strasburger: Über Befruchtung und Zellteilung. 1878.
— Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. 1884.
— Die stofflichen Grundlagen der Vererbung im organischen Reich. 1905.
v. Tschermak: Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österr. 1900, Künstl. Kreuzung von Pisum sativum (I); 1901, Weitere Beiträge (II); 1902, Gestaltungsweise der Mischlinge (IV); 1904, Weitere Kreuzungsstudien an Erbsen, Levkojen und Bohnen (V) und Stand der MendelschenLehre (S). — Beihefte zum Bot. C.: 1903, Heft 1; Die Theorie der Kryptomerie (K), — Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre: 1912, VII, S. 81, Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre (Z). Zitiert mit I, II, IV, S, K u. Z.
Vilmorin, Louis L. de: Notices sur l'amélioration des plantes par les semis et considérations sur l'hérédité dans les végétaux. Paris 1886.
Vöchting: Über Transplantationen am Pflanzenkörper. 1892.
de Vries: Intrazellulare Pangenesis. 1889.
— Die Mutationstheorie. 1901—1903. (Mutation.)
— Befruchtung und Bastardierung. 1903.
— Species and Varieties. London 1905. Herausgegeben von Mac Dougal.
— Pflanzenzüchtung. 1908. Deutsch von A. Steffen.
— Die Mutationen und die Erblichkeitslehre. 1912.
— Gruppenweise Artbildung. 1913. (Gruppenweise.)
Weismann: Über Vererbung. — Das Keimplasma. 1892.
— Amphimixis oder die Vermischung der Individuen. 1891.
Wiesner: Die Rohstoffe im Pflanzenreiche. 2. Aufl., 1903.

b) Zeitschriften.

American Breeders Association, Jearbook (Am. Br. Ass.).
American Breeders Magazin (Am. Br. Mag.).

Annales agricoles (Annal. agr.).
Arbeiten der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (Arbeiten d. D. L.-G.).
Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie (Archiv).
Beiträge zur Pflanzenzucht (Beiträge).
Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft (Ber. d. D. Bot. Gesellsch.).
Bibliotheca botanica (Bibl. bot.).
Biologisches Centralblatt (Biolog. Centralbl.).
Biometrika (Biom.).
Blätter für Zuckerrübenbau (Bl. f. Zucker.).
Botanisches Zentralblatt (Bot. Z. und Botan. Zentralbl.).
Botan. Jaarboek Dodonea (Bot. J. Dod.).
Botanische Zeitung (Bot. Ztg.).
Bulletin des Bureaus f. angewandte Botanik (Regel). St. Petersburg. (Regels Bull.)
Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences à Paris (Compt. r.).
Deutsche landwirtschaftliche Presse (D. landw. Presse).
Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen (D. landw. Versuchsst.).
Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, herausgegeben von Wollny (Forsch. Wollny).
Fühlings landwirtschaftliche Zeitung (Fühlings landw. Ztg.).
Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung (Ill. landw. Ztg.).
Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (Jahrb. d. D. L.-G.).
Yearbook of the United States Department of agriculture (Yearb. of the Dep.).
Journal d'agriculture pratique, Paris (Journ. d'agr. prat.).
Journal für Landwirtschaft (Journ. f. Landw.)
Journal of Genetics (Journ. Gen.).
Justs botanische Jahresberichte (Justs b. J.).
Landwirtschaftliche Jahrbücher (Landw. Jahrb.)
Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (Mitt. d. D. L.-G.).
Mitteilungen des Vereins zur Förderung des landwirtschaftlichen Versuchswesens in Österreich (Mitt. d. Ver. zur Förderung).
Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft (Naturw Ztschr. f. L. u. F.).
Österreichische botanische Zeitschrift (Österr. bot. Zeitschr.)
Österreichisches landwirtschaftliches Wochenblatt (Österr. landw. Wochenbl.).
Österreichisch-ungarische Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirtschaft (Ö.-U. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw.).
Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik (Prings. Jahrb. u. Jahrb. f. wiss. B.).
Sveriges Utsädesförenings Tidskrift (Sveriges).
The American Naturalist.
The Journal of Heredity, Washington (Journ. of Hered.).
Zeitschrift des Vereins für Rübenzuckerindustrie im Deutschen Reiche (Z. d. V. f. Rübenz.).
Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich (Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw.).
Zeitschrift für Botanik (Z. f. B.).
Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre (Zeitschr. f. Abstamm.).
Zeitschrift für Pflanzenzüchtung (Zeitschr. f. Pflanzenzücht.).

Begrenzung und Eingliederung des Stoffes.

Die Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen befaßt sich sowohl — ohne Beachtung der äußeren Eigenschaften — mit der Erhaltung oder Veränderung des Ausmaßes von Leistungseigenschaften bei bereits im großen gebauten Formenkreisen (Veredlungszüchtung) als auch mit der Neuschaffung von morphologisch voneinander unterscheidbaren Formenkreisen (Neuzüchtung). Die Neuschaffung kann in Isolierung, Weiterbau und Prüfung von Formenkreisen aus Gemischen solcher bestehen oder in Reinhaltung und Prüfung von Formenkreisen, die von spontan morphologisch variierten Individuen ausgehen, oder endlich in Neukombination von äußeren Eigenschaften durch Bastardierung, bei welcher nicht nur neue Formenkreise geschaffen werden, sondern auch neue Formen entstehen können.

Die Lehre von der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen stützt sich auf jenen Teil der Pflanzenphysiologie, welcher die Fortpflanzung zum Gegenstande hat, genauer umschrieben auf Physiologie und Biologie der Fortpflanzung und Vermehrung, der Vererbung und Variabilität. Ebenso wie die Lehre vom Pflanzenbau sich in einen allgemeinen und speziellen Teil trennt, ebenso wird auch diese Trennung bei der Lehre von der Pflanzenzüchtung vorgenommen werden können. Sie kann auch als angewandte Genetik, auch als Thremmatology (griechisch Thremma) bezeichnet werden.

Die Lehre von der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung wird in ihrem allgemeinen, hier dargestellten Teile die Gruppierung der Formenkreise, die Wege zur Erzielung neuer Individuen, die Vererbung, Variabilität und Auslese, immer mit Rücksicht auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen, zu behandeln haben, und sie wird zeigen müssen, wie die bei Vererbung und Variabilität zutage tretenden Gesetzmäßigkeiten durch Auslese und Bastardierung technisch im Zuchtbetrieb verwendet werden können, um die Kulturpflanzen züchterisch zu beeinflussen. Es fällt bei Besprechung der meisten Kapitel im allgemeinen Pflanzenbau schwer, Übergriffe auf die je grundlegende Disziplin ganz zu vermeiden. Es ist bei der Darstellung der theoretischen

Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung um so schwerer, da der Zusammenhang zwischen begründender und angewandter Lehre ein besonders enger ist, vielfach die letztere Material zum Ausbau der ersteren geschaffen hat, anderseits so manche Dinge, welche bei der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung von Bedeutung sind, in den gebräuchlicheren Handbüchern der Physiologie und Biologie nicht eingehender behandelt werden. Erst die seit dem Erscheinen der dritten Auflage dieses Buches veröffentlichten Werke von Johannsen und Baur über Vererbungslehre behandeln, zusammengenommen, den wesentlichsten Teil der in dem Teil „Theoretische Grundlagen" dargestellten Gebiete auch.

Literaturhinweise sind reichlichst gegeben und nur solche, welche sich auf spezielle Pflanzenzüchtung beziehen, weggelassen, da es sich bei den betreffenden Angaben nur um Beispiele handelt und die eingehende Heranziehung der betreffenden Literatur den Darstellungen der speziellen Pflanzenzüchtung angehört.

Über die Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung erstattet der Verfasser im Verein mit Fachkollegen seit 1912 fortlaufend Bericht in der im Verlag von Paul Parey-Berlin erscheinenden „Zeitschrift für Pflanzenzüchtung".

Verhältnis der landwirtschaftlichen Pflanzen- zu der landwirtschaftlichen Tierzüchtung[1]).

Es ist eine allgemein verbreitete Ansicht, daß die zielbewußte landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung gegenüber der Tierzüchtung in ihrer Entwicklung zurückgeblieben ist, daß die bewußte Pflanzenzüchtung überhaupt erst später in Erscheinung getreten und weit weniger allgemein betrieben worden ist als die bewußte Tierzüchtung. Ein Vergleich der Geschichte der zielbewußten Pflanzenzüchtung mit jener der zielbewußten Tierzüchtung gibt nähere Daten und festigt diese Ansicht.

Es liegt die Frage nahe, ob in der Sache selbst ein Grund gefunden werden kann, ob die Pflanzenzüchtung etwa mehr Schwierigkeiten als die Tierzüchtung bietet, oder ob der Erfolg in dem einen Falle weniger lockend als im anderen ist. Daß gute Züchtungen von Pflanzen hohen Wert haben, unterliegt keinem Zweifel, und es finden sich überzeugende Zahlen über den Einfluß des Anbaues einer guten Sorte oder Zucht gegenüber einer minder wertvollen oder vernachlässigten mehrfach, so besonders schön in einer Arbeit v. Rümkers[2]), zusammengestellt. Einzelne Pflanzensorten haben den auch einen zum mindesten gleich bedeutenden Siegeszug durch weite Gebiete angetreten wie hervorragende Tierrassen. Es sei nur an die Zuchten aus der Hannagerste, dem Square-head-Weizen, der Viktoriaerbse, an den Petkuser Roggen und manche Kartoffelsorten erinnert. Hier kann der Grund wohl nicht gesucht werden, wohl aber in der weiter erwähnten größeren Schwierigkeit der Pflanzenzüchtung. Eine solche ist vielfach wirklich vorhanden, und ein Vergleich wichtiger Eigentümlichkeiten der Pflanzen- und Tierzüchtung wird diese Schwierigkeiten deutlich hervortreten lassen.

Das Objekt der Tierzüchtung, das Tier, ist in allen Fällen viel größer als die Pflanze. Unterschiede in den Eigenschaften werden daher nicht nur mehr in das Auge fallen, sondern auch leichter zu beurteilen sein. Die Leistungen des Tieres treten nicht nur meist deutlicher in Erscheinung wie jene der Pflanzen, ihre Beurteilung wird auch dadurch erleichtert, daß es beim Tier genügt, die Leistungen der einzelnen Individuen festzustellen, daß dies aber bei der Pflanze noch nicht in allen Fällen ein entsprechendes Bild ihres wirtschaftlichen Wertes gibt. Bei vielen Pflanzen ändert die Beziehung zur Fläche das Bild, welches die Untersuchung einzeln stehender Individuen gibt, erheblich. Die einzelnen Pflanzen können eine vorzügliche Leistung zeigen, aber der feldmäßige Bestand solcher kann wenig befriedigen. Die Beachtung der Leistung wird auch bei den Tieren weit eher erfolgen, und zwar deshalb, weil der Mensch das Tier während des ganzen Jahres und durch mehrere Jahre hindurch beobachten kann, die Pflanze nur während einiger Sommermonate und dasselbe Individuum meist nur in einem Jahr. Es kann mit Hinblick auf die längere Lebensdauer bei Tieren selbst daran gedacht werden, durch

---

[1]) Dieser von mir zuerst in der ersten Auflage behandelte Gegenstand hat seither eine Bearbeitung durch Hillmann (Festschrift für Orth, 1905) gefunden und wurde von mir im Jahrbuch für Tierzüchtung, 1908, behandelt.

[2]) Arbeiten d. D. L. G., Heft 36, S. 127.

Bastardierung lediglich ein Gebrauchstier zu schaffen, das nicht zeugungsfähig ist (Maultier, Maulesel), aber während seiner immerhin beträchtlichen Lebensdauer genutzt werden kann, während bei landwirtschaftlichen Pflanzen ein ähnlicher Vorgang, nur bei einigen Pflanzen mit längerer Lebensdauer des Individuums oder bei der Möglichkeit Vermehrung oder Pfropfung praktisch zu verwenden lohnt.

Bei dem Tiere ist der Einfluß bei der Zeugung leichter in bestimmter Richtung auszuüben; man hat es in der Hand, welche Vererbungstendenzen man zusammentreten lassen will; im Gegensatze dazu ist dies bei der Pflanze nur im Zuchtgarten (und selbst da nur eingeschränkt) möglich, dagegen, sowie die Pflanzen auf dem Felde sich befinden, unmöglich. Ein hervorragendes tierisches Individuum läßt sich leicht isolieren und zur Zucht durch längere Zeit benutzen; bei einem hervorragenden pflanzlichen Individuum ist — Selbstbefruchtung ausgenommen — die Isolierung weit schwieriger und die geschlechtliche Verwendung desselben Individuums, da die meisten landwirtschaftlichen Pflanzen einjährig sind, ohne Kunstgriffe zumeist nur in einem Jahre möglich. Während vereinte Tiere die gewünschte Paarung selbst ausführen, muß diese bei den meisten Pflanzen künstlich ausgeführt werden.

Erbliche Leistungsfähigkeit tritt bei einem Tiere deutlicher in Erscheinung als bei der Pflanze, da das Tier, wenn auch nicht vollständig, aber doch weit mehr als die Pflanze den Verhältnissen des Standortes entrückt werden kann. Boden und Klima machen die Beurteilung des einzelnen Individuums bei Pflanzen weit unsicherer als bei Tieren: Modifikationen verdecken die Variationen, besonders bei Leistungseigenschaften, ganz erheblich.

Als Besonderheit bei der pflanzlichen Züchtung und als für die Durchführung dieser günstig kann der Tierzüchtung gegenüber hervorgehoben werden, daß durch die Vermehrung und Pfropfung ein Weg gegeben ist, auf welchem eine bereits erreichte Stufe der Vollkommenheit leicht sicherer erhalten werden kann, als dies bei der Fortpflanzung möglich ist, und daß bei Pflanzen in vielen Fällen Selbstbefruchtung angewendet werden kann. Kann dies als ein entschiedener Vorteil für den Pflanzenzüchter gelten, so kann auch die kürzere Lebensdauer der Pflanze in der einen Richtung als solcher gelten, als ein rascherer Fortschritt in der Züchtung durch sie möglich wird, da in derselben Zeit mehr Generationen als bei den meisten Haustieren erzielt und beeinflußt werden können. Die große Zahl Nachkommen einer Pflanze und der geringe Wert des einzelnen Individuums begünstigen die Durchführung der Züchtung bei Pflanzen, da sie die Auslese erleichtern, schädigen aber bei der Verwertung pflanzlicher Züchtungsergebnisse.

Die eben geschilderten besonderen Verhältnisse der Pflanzenzüchtung zeigen wohl, daß so manche Momente die Durchführung bei der Tierzüchtung gegenüber der Pflanzenzüchtung erleichtern, jedenfalls züchterische Beschäftigung eher nahelegen, was erklären kann, daß die bewußte Pflanzenzüchtung nicht so früh ihren Anfang genommen und nicht jene Verbreitung gefunden hat wie die bewußte Tierzüchtung. Im letzten Jahrzehnt begann man aber die Pflanzenzüchtung überall mächtig zu fördern, und bei der Schaffung der wissenschaftlichen Grundlagen ist sie in der letzten Zeit selbst der Tierzüchtung vorangeeilt.

I.

Theoretische Grundlagen der Züchtung.

Formenreichtum der Kulturpflanzen.

Art und Varietät.

Die ungeheure Menge verschiedener Tier- und Pflanzenformen machte die Aufstellung eines Systems notwendig, in dessen Abteilungen einander näher stehende Formen eingereiht werden können. Nur so konnte eine Übersicht über das Heer der Formen gewonnen werden.

Mit der Aufstellung eines Systems beschäftigte sich mit Rücksicht auf Pflanzen bereits Theophrast; ein ausgebildeteres System treffen wir erst bei Caesalpin, 1519—1603, an, und seit Linnés künstlichem und Jussieus und de Candolles natürlichem System wurden immer weitere Verbesserungen der Systematik vorgenommen, und man hat das natürliche System auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage ausgebildet.

Von den großen umfassenden Hauptabteilungen eines Systems, den Stämmen (im botanischen Sinne), steigt man herab bis zu den Gattungen (mit eventuell weiterer Teilung in Rotten, Untergattungen) und zu den untersten systematischen Formenkreisen, welche die Botaniker allgemeiner verwenden, zur Art (hier und da auch darunterstehend Unterart) und Varietät.

Alle diese Bezeichnungen der Systematik sind konventionelle. Sie alle sind nur Zusammenfassungen der einander immer ähnlicheren und verwandtschaftlich näheren Formen zu bestimmten Formenkreisen.

Studiert man eine solche Art, wie sie die Handbücher der Botanik anführen, z. B. Pisum arvense, die Futtererbse, durch Vererbungsversuche bei abweichenden Individuen, so findet man, daß sich dieselbe aus einer mehr oder minder großen Zahl von Formenkreisen zusammensetzt, die sich voneinander durch sicher vererbende äußere, qualitative Merkmale unterscheiden. Der Erste, der auf derartige erbliche Unterschiede innerhalb der Art hinwies, war der französische Botaniker Jordan, der seine Untersuchungen bei dem Hungerblümchen, Draba verna, ausführte. Solche Formenkreise, wie sie Jordan, v. Kerner und andere studierten, in letzter Zeit Lotsy[1])

[1]) Vorlesungen I, S. 180.

beim Hirtentäschelkraut, Capsella bursa pastorum, Trow beim Baldgreis, Senecio vulgaris [1]), werden oft auch Varietäten genannt; meist werden sie als kleine Arten, Lotsy's Jordanons, bezeichnet. Reiht man solche kleine Arten nebeneinander, so zeigen sie sich voneinander meist, wenn nicht einzelne dieser kleinen Formenkreise verschwunden sind, wenig verschieden, dagegen deutlicher von Gruppen anderer solcher kleiner Arten. Solche Gruppen faßt man zu dem zusammen, was heute meist schlechtweg Art genannt wird (Hooker, Celakowsky, Bentham, Neilreich, Regel), sich in den Handbüchern der Botanik als Art findet, aber besser als Sammelart, Kollektivart, „große Art", Großart, Linnésche Art, Lotsy's Linneon zu bezeichnen ist. Bei Verwendung des Begriffes große Art werden die kleinen Arten dann zu Varietäten oder auch Unterarten, Abarten, Spielarten, Rassen, Formen herabgedrückt. Für alle diese Formenkreise ist Beständigkeit ihrer Merkmale, sichere Vererbung zu fordern, und in diesem Sinne ist auch Varietät, Unterart, Abart, Spielart, Rasse gleich der Art.

Aber nicht nur innerhalb der großen Arten findet man eine Anzahl beständiger Formenkreise, sondern auch innerhalb mancher kleiner Arten treten solche noch auf, welche man auch als Varietäten bezeichnet, wobei der Begriff Varietät aber ein engerer als der oben erwähnte, bei Aufstellung großer Arten verwendete, ist.

Dem Begriff kleine Art steht jener der elementaren Art de Vries' nahe, der allein von diesem als ein realer betrachtet wird.

Diese elementaren Arten unterscheiden sich von anderen, verwandten elementaren Arten durch die Verschiedenheit nahezu der Gesamtheit der Merkmale [2]) und sind durch Neubildung innerer Anlagen, progressive Mutationen, entstanden [2]). Von elementaren Arten abgeleitete Varietäten sind durch Umprägung vorhandener Anlagen, so durch Verschwinden oder Wiederauftauchen solcher, entsprechend den retro- und degressiven Mutationen, entstanden. Sie unterscheiden sich von anderen derartigen Varietäten nur durch ein Merkmal oder nur durch einige wenige solcher [2]). Auch Varietäten in diesem Sinne zeigen Beständigkeit, vererben ebenso sicher als Arten und sind denselben daher im wesentlichen gleich.

Während für große Art eine Ähnlichkeit der ihr zugerechneten Individuen untereinander, die größer ist als jene, mit anderen Individuen gefordert wird und nur Vererbung innerhalb dieses Artbildes, für kleine Art, neben weitgehendster Ähnlichkeit, auch volle Vererbung, verlangt Lotsy für seinen Artbegriff mehr. Seine Art ist die Gesamtheit der

[1]) Journ. Gen. 1912, S. 239.
[2]) Mutation I, 120, 177, 363, 364; II, 644, 692.

Individuen einheitlicher Beschaffenheit, die nur nach einerlei Art veranlagte Geschlechtszellen bilden können, was durch wechselseitige Fremdbefruchtung von zwei Individuen derselben und Bastardierung mit möglichst viel anderen Formen festgestellt werden muß[1]). Derartige Arten sind danach in der Natur nur bei Selbstbefruchtern rein anzutreffen.

Eine Erscheinung, die Nägeli mit den Bezeichnungen entfaltungsholde und entfaltungsscheue Anlagen andeutete[2]) (erstere den Mittelrassen, letztere den Halbrassen entsprechend), ist von de Vries als jene der Zwischenrassen schärfer umschrieben worden[3]). Er versteht unter dieser Bezeichnung Formenkreise, in welchen zwei oder mehr einander entgegenstehende Merkmale abwechselnd zur Entfaltung kommen. Er stellt diese Bildungen, die er später zutreffender ever sporting varieties nennt, die Klebahn als ständig umschlagende Sippen bezeichnet, zwischen elementarer Art in seinem Sinn und Varietät, näher zur letzteren. Die hier weiterhin verwendete Bezeichnung Zwischenvarietäten entspricht daher mehr. Die Stellung der innerhalb der Zwischenvarietäten unterschiedenen Abstufungen wird durch das folgende Schema am besten beleuchtet:

Artmerkmal	Abweichendes Merkmal	Beispiel bei Rotkleeformenkreisen
1. Art: aktiv	latent	gem. Rotklee
2. +-Halbvarietät: aktiv . .	semilatent	gelegentlich mehrscheibige Blätter bildend
3. Mittelvarietät: aktiv . . .	aktiv	annähernd so viel mehrscheibige als dreischeibige Blätter bildend
4. —-Halbvarietät: semilatent	aktiv	gelegentlich dreischeibige Blätter bildend[4])
5. Konstante Varietät: latent	aktiv	nur mehrscheibige Blätter bildend[4])

Die Bezeichnungen +- und —-Halbvarietät sind von mir eingeführt und ich habe für den Fall 4, für welchen de Vries kein Beispiel kannte, ein solches mitgeteilt[5]). Zwischenvarietäten finden sich nicht nur bei wildwachsenden Pflanzen[6]), sondern auch bei vielen kultivierten.

Die Formenkreise bei Kulturpflanzen.

So wie bei wildwachsenden Pflanzen die Formenkreise Art, Varietät und Zwischenvarietät in dem eben gekennzeichneten

[1]) Lotsy: Evolution, S. 23.
[2]) Nägeli: Abstammungslehre, S. 191.
[3]) Mutation I, S. 425, 506, 511.
[4]) Nicht bekannte Formenkreise. Über 2 und 3 de Vries: Mutation, und hier Bd. 3.
[5]) Archiv 1909, S. 433.
[6]) Lehmann i. Z. f. i. Abstamm. 1909, S. 145.

Sinn verwendet werden, so auch bei Kulturpflanzen. Daneben wird bei kultivierten Pflanzen auch der Begriff Sorte, aber mit vielfacher Bedeutung des Wortes benützt[1]).

Obwohl die Systematik auf morphologischen, äußeren Merkmalen aufgebaut ist, hat sich doch, auch bei wildwachsenden Pflanzen schon, die Aufstellung von Formenkreisen als notwendig erwiesen, die als biologische Arten, biologische Rassen bezeichnet werden. Äußerlich sind solche einander gleich, aber biologisch verhalten sie sich verschieden. So sind z. B. Formenkreise des Rostpilzes Puccinia graminis äußerlich voneinander nicht zu unterscheiden, wohl aber durch ihr biologisches Verhalten, daß für jede derselben nur bestimmte Wirtspflanzen zuläßt.

Bei kultivierten Pflanzen, bei welchen gerade das biologische Verhalten von besonderer Wichtigkeit ist, kann die Beachtung biologischer engster Formenkreise, die ich als Linien (Genotypen) bezeichne, gar nicht umgangen werden, wenn dieselben züchterisch bearbeitet werden.

Unter Berücksichtigung des bereits Gesagten und einiger weiterer Momente wäre für Kulturpflanzen eine Teilung in der folgend angeführten Weise aufrechtzuerhalten:

Art (Kulturart),
Varietät (Kulturvarietät) (eventuell weiter: Kulturuntervarietät, Formengruppe),
Zwischenvarietät,

Sorte oder Rasse,
Linie (biologischer Genotypus),

} Zucht, mit den besonderen Arten, Stamm (Individualauslese) und Familie (Gruppe), als künstlich gebildeter Formenkreise.

Individuum.

Damit sind in der ersten Reihe vom Individuum ab immer mehr sich erweiternde Formenkreise angeführt. Die Vererbung wäre bei Art, gleich große Art, innerhalb des Artbildes für die unterscheidenden Merkmale, bei Varietät und Sorte für die äußeren unterscheidenden Merkmale derselben, je bei Selbstbefruchtung, eine volle, sichere. Bei der Linie (dem Genotypus), sowie bei der Zucht, wäre die Vererbung innerhalb einer Sorte eine „verhältnismäßige", die bei der Zucht auch von der Auslese beeinflußt werden kann. Bei Zwischenvarietät ist volle,

[1]) Historisches über die Verwendung verschiedener Formenkreisbezeichnungen bei Kulturpflanzen und Haustieren in 3. Aufl., S. 9—12.

sichere Vererbung der Eigentümlichkeit, zwei Anlagen entfalten zu können, vorhanden, die sichtbare Vererbung erscheint als teilweise. Die sichere Vererbung der Formenkreise ist natürlich nur als eine auf Generationen hinaus sichere verstanden, ohne daß die der Entwicklungslehre entsprechende Möglichkeit der Veränderung eines jeden Formkreises damit berührt würde. — Das einzelne Individuum einer Art, Varietät und Sorte ist von einem solchen einer anderen Art, Varietät oder Sorte sicher, wenn auch bei Sorten nicht immer leicht, zu unterscheiden; bei Linie (Genotypus) und Zucht ist die Unterscheidung sicher nur bei einer größeren Zahl von Individuen möglich. Da bei Kulturpflanzen die Bezeichnung Sorte weitaus üblicher als Rasse ist, wurde für die weiteren Ausführungen die erstere gewählt.

Ob man den Bezeichnungen für die Formenkreise überall die Unterbezeichnung Kultur voranstellen soll, ist eine Frage, die bejaht werden müßte, wenn wir darüber sicher wären, daß alle diese Formenkreise im Kulturzustande gebildet worden sind. Die Sache liegt aber so, daß wir die Entstehung von Sorten und Linien nur aus letzter Zeit kennen, bei manchen Kulturvarietäten bezüglich der Entstehung orientiert sind, über viele in länger vergangener Zeit erfolgte Bildungen von Varietäten, Sorten und Linien unserer Kulturpflanzen nur Vermutungen aussprechen können, die allerdings dahin gehen, daß sie zumeist im Kulturzustande erfolgt sein dürften. Bei sehr vielen Kulturpflanzen ist eine wilde Stammart nicht sicher bekannt, Artangehörige in wildem Zustande werden nicht angetroffen, und zumeist wird die Entstehung durch Bastardierung mehrerer Arten angenommen. Vermutet man, daß die zu einer Art zusammengefaßten Formenkreise während der Kultur entstanden sind, so würde auch bei Arten die Bezeichnung „Kultur“ hinzugefügt werden können.

Wollte man die Formenkreise, wie solche durch obige Benennungen bezeichnet sind, näher umschreiben, so könnte man dies etwa in folgender Weise:

Art würde dem Begriffe große Art der Botaniker entsprechen. Die Bezeichnung Kulturart würde allen Arten zukommen, bei welchen wir nicht sicher den Zusammenhang mit einer im wilden Zustande noch vorkommenden Art nachweisen können, oder bei welchen die Kulturform sehr erheblich von der vermeintlichen Stammform abweicht.

Wir würden demnach Secale cereale als Kulturart bezeichnen können, da die Beziehungen zu Secale anatolicum zwar sehr wahrscheinliche sind, aber die Form des Kulturroggens doch zu erheblich von den Wildformen abweicht. Ebenso würde man eine Kulturart bei Hordeum sativum Jess., Zea Mais usw. annehmen können. Bei Beta vulgaris wird es nicht so notwendig sein, eine eigene Kulturart anzunehmen, ebenso nicht bei Trifolium pratense, Medicago sativa usw. Der Artbegriff entspricht dabei,

wie angedeutet, dem in der Botanik üblichen der sogenannten „großen Art“ [1]).

Varietät. Als solche sind Formenkreise innerhalb einer großen Art zu verstehen, welche sich untereinander durch erhebliche Unterschiede auszeichnen, welche Unterschiede aber doch nicht so erheblich sind, um die Aufstellung neuer, großer Arten zu rechtfertigen. Sie entsprechen im wesentlichen den kleinen Arten und konstanten Varietäten sowie anderen Untergruppen, wie sie die Botaniker innerhalb der „großen Arten“ unterscheiden. Viele Varietäten sind, wie viele Sorten, im Zustande der Kultur entstanden — wenn sich dies auch bei den Kulturvarietäten nur bei wenigen verfolgen läßt —, unterscheiden sich von den Varietäten (im Sinne der meisten Botaniker) nur durch diesen Zeitpunkt ihrer Entstehung und können auch neben solchen „Natur“-Varietäten innerhalb einer Art als Kulturvarietäten vorkommen, wenn diese nicht etwa sicher als eine Kulturart nachgewiesen worden ist.

Drängt sich eine größere Zahl von erheblicher voneinander unterschiedenen erblichen Formen innerhalb einer großen Art auf, so kann, ebenso wie bei wildwachsenden Arten, eine Fortführung der Systematik von der Varietät zu weiteren, unter diesen stehenden Gruppen, wie Untervarietät, Formengruppe, Typus usw., vorgenommen werden.

Die Zwischenvarietäten der Kulturpflanzen entsprechen ganz der weiter oben gegebenen Kennzeichnung. In einem solchen Formenkreis treten zwei äußerlich sichtbare, morphologische Merkmale abwechselnd an verschiedenen Individuen oder verschiedenen Teilen eines Individuums in Erscheinung, und jedes Individuum eines solchen Formkreises vererbt die Fähigkeit, eine Nachkommenschaft mit gleichem Verhalten zu liefern. Für Zwischenvarietäten hatte ich bisher auch, wegen der Art ihrer Vererbung, die Bezeichnung teilweise vererbende Formenkreise verwendet.

Sorte. Innerhalb einer Kulturvarietät sowohl wie innerhalb einer kultivierten, gewöhnlichen Varietät berechtigen wenig erhebliche morphologische, insbesondere auch schon deutliche biologische Unterschiede (Sommer- und Winterform, ausgesprochene, Früh- und Spätform), die sich bei den Individuen einheitlich zeigen, zur Aufstellung einer Sorte. Dem Wesen

---

[1]) Die Einführung der Bezeichnung „landwirtschaftliche Arten“ als gleich obigem Begriffe Kulturarten hält Sturtevant in seiner Monographie des Maises für notwendig. Third annual report of the New York Agr. Experim. Station.

nach verhält sich Sorte zu Varietät ebenso wie Varietät zu Art[1]).

Linie (biologischer Genotypus). Wenn man das Individuengemisch, das eine Sorte darstellt, auf sein Verhalten bei quantitativ schwankenden Eigenschaften genauer untersucht, so findet man bei selbstbefruchtenden Pflanzen, daß die Nachkommen einzelner Individuen sich von jenen anderer im Mittel einzelner Eigenschaften deutlicher unterscheiden. Alle Individuen aller Nachkommenschaften lassen sich als Angehörige einer bestimmten Sorte erkennen, unterscheiden sich morphologisch nicht voneinander, aber die Mittel der Nachkommenschaften sind für die Eigenschaften, welche quantitativ schwanken, verschieden. Johannsen hat zuerst auf dieses Verhalten aufmerksam gemacht[2]). Er zeigte, daß das Individuengemisch einer der Selbstbefruchtung unterworfenen Sorte, die „Population", aus Typen mit für die einzelnen Eigenschaften charakteristischem, vererbbarem Mittel zusammengesetzt ist, für die sich seither die Bezeichnung Linien eingebürgert hat. Daneben finden sich auch die Bezeichnungen Kleinformen, Biotypen, Genotypen, Lebenstypen.

Eigentlich versteht Johannsen unter einer reinen Linie die durch Selbstbefruchtung gewonnenen Nachkommen einer selbstbefruchteten, einheitlich veranlagten[3]) Pflanze, das, was Klebs — ebenso wie die durch Vermehrung gebildete Nachkommenschaft einer Pflanze — mit reine Art benennt[4]). Eine Linie in diesem Sinn Johannsens ist nach dieser Begriffsbestimmung auch dann noch vorhanden, wenn spontane Variabilität bei einer morphologischen Eigenschaft oder bei einer Leistungseigenschaft bei einzelnen Individuen derselben stattgefunden hat, sie ist dann nur nicht mehr rein. Nachdem sich aber, wie gesagt, die Bezeichnung Linie für die kleinsten Formenkreise eingebürgert hat, die nur durch die Mittel quanti-

---

[1]) Bei Howard A. u. S.: Wheat in India 1909 deckt sich Varieties mit Varietäten, Agricultural Types dagegen mit Sorten obiger Teilung. Die Bezeichnung amerikanischer Züchter: strain (Stewart: A. Br. A. V, S. 291) deckt sich mit Sorte und Linie, ist aber gleichzeitig immer Individualauslese.

[2]) Über Erblichkeit.

[3]) Elemente, S. 133. — Für Zwecke der Züchtung ist es wichtig, daß sie bei Selbstbefruchtung als rein veranlagt erscheint; sie kann sich aber — worauf Lehmann hinwies (Biolog. Zentralbl. 1914, Nr. 5) — bei Fremdkreuzung und Bastardierung als heterozygotisch erweisen.

[4]) Über künstliche, S. 90.

tativ schwankender Eigenschaften voneinander verschieden sind, benutze ich dieselben weiterhin auch stets. Um aber Verwechslungen mit dem ursprünglichen Begriff Johannsens auszuschließen, füge ich, wenn ich solche genealogische Linien meine, den Namen Johannsens hinzu. Bei Linien im genotypischen Sinne füge ich dagegen weiterhin nicht mehr biologischer Genotypus in Klammern bei.

Bei Fremdbestäubern sind Linien zunächst nicht vorhanden, sondern geschlechtliche Linienmischungen, aus welchen die Züchtung allmählich Linien isolieren kann.

Vegetative Linie nenne ich die Gesamtheit der ungeschlechtlich erhaltenen Generationen und das Individuum, von welchem dieselben ausgehen. Diese genealogische Bezeichnung deckt auch das, was Webber clons nennt[1]) und umfaßt auch die von einem Individuum durch Pfropfung ausgehenden Bildungen.

Varietäten, Zwischenvarietäten, Sorten und Linien dieser Teilung sind — und das ist wesentlich —, was die Entstehung betrifft, gleichwertig. Sie können entweder durch spontane Variabilität oder durch Neukombination von Anlagen nach einer Bastardierung entstehen.

Zucht. Der Formenkreis der Zucht ist, so wie jener des Stammes und der Familie, ein künstlicher, durch Veredlungszüchtung geschaffener. Auslese nach bestimmter Richtung bringt bestimmte Individuen und ihre Nachkommen zusammen. Dabei ist es bei Schaffung einer Zucht durch Massenauslese oder Familien- (Gruppen-) Auslese möglich, in einer Sorte oder Varietät zu arbeiten und die quantitative Variabilität zu benützen oder aber auch bei mehreren Sorten oder mehreren Varietäten, demnach in morphologischen Formenkreisgemischen, die Steigerung oder Minderung des Ausmaßes einer Eigenschaft durch Auslese zu versuchen.

v. Rümker hatte zunächst keine besondere Bezeichnung für den Formenkreis Zucht. Seine Kulturrassen sind den hier aufgestellten Varietäten und Sorten gleich, seine veredelten Rassen den Zuchten. Für Varietät und Sorte gilt, wenn er sagt, daß alles nicht Vererbliche von dem Rassen- (Sorten-) Begriff strengstens auszuschließen ist. Für Zucht gilt, wenn er sagt, „eine Kulturrasse, welche aufhört, der künstlichen Zuchtwahl des Menschen zu unterliegen, verschwindet“[2]). Später entwickelte er deutlich den Unterschied zwischen Rasse (= Sorte) und Zucht, nimmt aber auch

---

[1]) Science 1903, 501.
[2]) Anleitung S. 4.

die Möglichkeit an, daß in einer solchen Zucht voll erbliche Eigenschaften, welche von der Ausgangsrasse unterscheiden, auftreten, wodurch sie zur Rasse oder Sorte wird[1]).

Besondere Arten der Zucht sind Familie (Gruppe) und Individualauslese (Stamm). Sondert der Züchter bei Veredlungszüchtung, innerhalb einer Sorte oder Varietät einer Pflanze, die Fremdbefruchtung zeigt, einige einander sehr ähnliche Individuen bei der Auslese ab, und wirkt er darauf hin, daß die Befruchtung innerhalb der Gruppe der abgesonderten Individuen vor sich geht, so spricht man von jeder Gruppe der ursprünglich isolierten Pflanzen und ihren weiter isolierten Nachkommen als von einer „Familie". v. Rümker schlägt vor, in diesem Falle nur von einer Gruppe zu sprechen, was zweckmäßiger ist.

Individualauslese ist die Nachkommenschaft einer Pflanze, bei Selbstbefruchtern, gleich einer Linie im Johannsenschen, meist auch im genotypischen Sinn. Die Bezeichnung Stamm wird als mit Individualauslese gleichbedeutend verwendet. Für den Begriff Individualauslese, Stamm, ist es unwesentlich, ob die Auslese je in der Nachkommenschaft der Ausgangspflanze fortgesetzt wird oder nicht. Die Stammbaumauslese in ihrer schärfsten Ausbildung läßt alljährlich von einem Individuum ausgehen; reine, strenge Pedigree- oder Stammbaumauslese[2]).

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft hat den Begriff D. L.-G. Hochzucht eingeführt und versteht darunter eine Individualauslese oder eine Nebeneinanderführung mehrerer solcher, wenn die fortgesetzte Auslese durch Nachweise (Zuchtbuchaufzeichnungen) belegt ist.

Vielseitige Verwendung der Bezeichnung Sorte.

Die dem Landwirte geläufigste Formenkreisbezeichnung Sorte wird durchaus nicht nur in dem oben entwickelten Sinn, sondern sehr vieldeutig verwendet. Beispielsweise ist der Ausdruck sortenvergleichende Versuche ein eingebürgerter, und doch werden bei solchen Versuchen Varietäten, Sorten, Linien und Zuchten der obigen Teilung verglichen. Der Praktiker benennt Sorten:

---

[1]) Ill. landw. Ztg. 1898, N. 13 u. 14.

[2]) Entwicklung der Begriffe Zucht und Stammbaumzucht auch bei v. Rümker: Ill. landw. Ztg. 1898, Nr. 13 u. 14. Die Unterscheidungen hier weitergeführt.

1. Formenkreise innerhalb einer großen Art, welche durch größere Unterschiede voneinander getrennt sind, bei Selbstbefruchtung sicher vererben und hier als Varietäten bezeichnet wurden. Sie können entweder unbekannter Entstehung sein oder künstlich durch Auslese spontaner Variationen, sicher erblicher Mißbildungen oder Auslese nach Bastardierung gebildet worden sein;
2. ebenso entstandene Formenkreise mit weniger auffallenden unterscheidenden Merkmalen, welche sonst dem oben skizzierten Begriff der Sorte entsprechen;
3. Formenkreise, welche durch Veredlungszüchtung geschaffen wurden und dem obigen Begriff „Zucht" entsprechen, Gemische von morphologisch unterscheidbaren Formenkreisen, aber auch reine Sorten, Linien oder Liniengemische solcher sein können;
4. Formenkreise, welche den Mittelvarietäten de Vries' entsprechen;
5. Formenkreise, welche als „Landsorten" bezeichnet werden, äußerst selten rein, sondern meist bunte Gemische von Formenkreisen sind, welche natürlich, oder bei geringer Sorgfalt auf die Zurichtung des Saatgutes auch künstlich, im Laufe der Zeit entstanden sind;
6. Formenkreise, die noch als Standortsmodifikationen im weiter unten entwickelten Sinn aufgefaßt werden müssen.

Damit sind auch die verschiedenen Fälle bei der Vererbung gekennzeichnet. Während Formen, welche unter 1. genannt wurden, sich ganz so verhalten wie kleine Arten und Varietäten wild wachsender Pflanzen, und sicher vererben, dies auch bei den unter 2. genannten Formen der Fall ist, wird die Vererbung der unter 3. bezeichneten Formen sich verschieden verhalten können, je nachdem die Züchtung der Zucht innerhalb mehrerer Sorten oder Varietäten arbeitete oder in einer. Im ersten Falle kann sie zu einer Scheidung dieser Formen geführt haben, und dann wird sichere Vererbung für die Merkmale der erhalten gebliebenen Formenkreise folgen. Im letzteren Falle kommt die Wirkung der Auslese bei quantitativ schwankenden Eigenschaften zur Geltung, die weiter unten bei Veredlungszüchtung behandelt ist. — Die Wirkung der Auslese bei Mittelvarietäten wird nach Aufhören der Auslese zurückgehen können; sichere Vererbung wird bei diesen ja nie zum Ausdruck kommen.

Die unter 5. zusammengefaßten Formen werden sich verschieden verhalten können. Bei der Bildung der „Landsorten"

kann neben einer gewissen Wirkung künstlicher Auslese (bei meist unbewußter empirischer Auslese) jene der natürlichen Auslese (Frost, Dürre, geringe Wärme usw.) in Betracht gezogen werden, welch letztere ihre Wirkung immer, auch bei der Bildung der Zuchtsorten, äußert. Es kann aber auch daran gedacht werden, daß bei länger dauernder Einwirkung des Standortes auch eine direkte Einwirkung desselben auf die Vererbungssubstanz stattfindet, wie eine solche bisher noch nicht durch Versuche einwandfrei nachgewiesen worden ist, oder doch die der Vererbung äußerlich ähnliche Übertragung bewirkt wird. Danach wird sich eine solche Landsorte an anderem Orte verschieden verhalten können.

Daß „Landsorten" trotz erblicher Verschiedenheiten der Linien, selbst Varietäten, die sie bilden, auch gewisse einheitliche Eigenschaften aufweisen können, ist wohl in erster Linie auf Wirkung der natürlichen Auslese zurückzuführen.

Kultur- oder Züchtungs- und Natur- oder Landsorten.

Auch in der Pflanzenzüchtung hat man die Trennung von Kultur- oder Züchtungs- und Natursorten (Rassen) durchzuführen versucht[1]). Dabei ist aber — sowie, wenn keine Beifügung gegeben ist, auch in der folgenden Ausführung dieses Kapitels — der Begriff Sorte in dem weiteren, in der Praxis üblichen, eben entwickelten Sinne zu verstehen. Es wird niemand zweifelhaft darüber sein, was unter der Bezeichnung gemeint ist, wenn man steirischen Rotklee, Rigaer-, Pernauer-, Ötztalerlein, Gotland-, Saale-, Probsteier-, gerste, Banaterweizen einerseits und Chevalliergerste, eine Zucht von Square head, Vilmorin- und Wanzlebener Rübe, grüne Viktoria-Erbse usw. anderseits gegenüberstellt; ebensowenig wie dies der Fall sein wird, wenn man von Tierrassen Pinzgauer einerseits und Shorthorn anderseits nennt. Man wird aber auch nicht verkennen, daß die beiden Begriffe durch Übergänge verbunden sind, und daß der Unterschied zwischen Natur- und Kultursorten in vielen Fällen immer mehr schwindet.

Mit der üblichen Bezeichnung Kultur- oder Züchtungs- und Natur- oder Landsorte will man in der Praxis meist andeuten,

---

[1]) Ausführungen über Züchtungs- und Naturrassen bei v. Proskowetz und Schindler. Wiener intern. landw. Kongreß 1890. Sektion I, Frage 5.

daß — wenn auch im Kulturzustande — die Natur allein (oder nur mit unbewußter Auslese verbunden) auf Formenkreise eingewirkt hat, oder daß künstliche, zielbewußte Auslese oder Bastardierung mitgewirkt hat.

Formenkreise, welche durch künstliche Bastardierung, Auslese spontaner, morphologischer Variationen, Veredlungszüchtung, selbst nur durch Formenkreistrennung entstanden sind, wird man in diesem Sinne als Züchtungssorten bezeichnen, solche welche bei oder durch langjährigen Bau in einer bestimmten Gegend mit einheitlich scharf ausgeprägten natürlichen Verhältnissen verändert wurden, und die Veränderung der Eigenschaften bleibend oder wenigstens einige Zeit hindurch anderswo auch zeigen, werden in diesem Sinne als Natur- oder Landsorten bezeichnet, Sorte dabei immer im üblichen, vieldeutigen Sinne verwendet.

Der Begriff Provenienz oder Herkunft deckt sich zum Teil mit diesem Begriff Landsorte. Er bezeichnet auch Saatgut, das aus einer bestimmten Gegend mit kennzeichnenden einheitlichen natürlichen Verhältnissen stammt. Wird, wie dieses mit Recht meist geschieht, noch gefordert, daß dasselbe von Pflanzen herrührt, die viele Generationen hindurch daselbst erwuchsen, so entspricht Provenienz, wenn Vererbung wenigstens einige Zeit hindurch auch am fremden Standort sich zeigt, ganz dem Begriff Landsorte im üblichen Sinne. Ja, ich halte die Verwendung des Wortes Herkunft als Ersatz für Landsorte selbst für sehr zweckmäßig, da sie nichts über systematische Stellung andeutet.

Jene Landsorten, welche aus klimatisch weniger begünstigten (trockenen, rauhen) Lagen stammen, nicht alle Landsorten, zeigen als Wirkung der natürlichen Auslese, nach anderer Ansicht auch der Einwirkung auf die Vererbungssubstanz, eine bedeutendere Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige klimatische Einflüsse, die meist mit geringerer Wüchsigkeit verbunden ist. Zur Veredlung auf Höchsterträge sind sie nicht immer geeignet [Extensivsorten Krzymowskis[1])]. Kultursorten, Züchtungssorten werden bisher überwiegend in klimatisch begünstigteren Regionen gebildet und befriedigen dann in klimatisch ungünstigen oft weniger.

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage, welche die obigen Ausführungen enthielt, hat sich die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

[1]) Fühlings landw. Ztg. 1905, Nr. 5.

auch mit der Fassung der erwähnten Begriffe beschäftigt. Bei Landsorte deckt sich die Begriffsbestimmung der Gesellschaft: „Sorten, welche in dem Gebiet, dessen Namen sie tragen, seit unvordenklicher Zeit angebaut werden", mit der meinigen. Bei Züchtungssorten macht die Gesellschaft noch weitere Unterschiede:

1. veredelte Sorte, durch einfache Ausleseverfahren (Massen-, Familien- [Gruppen-] Auslese), oder Linientrennung mit einmaliger Auslese entstanden;
2. Hochzucht, durch Individualauslese mit fortgesetzter Auslese entstanden;
3. Neuzüchtung, durch Auslese spontaner Variationen, Formenkreistrennung und Bastardierung entstanden[1]).

Es wird demnach eine Trennung der Züchtungssorten nach Züchtungsarten und Auslesevorgängen vorgenommen; 1. und 2. ist Ergebnis einer Veredlungszüchtung = dem hier entwickelten Begriff Zucht, 3. eine Neuzüchtung. Es müßte daher die Kombination von 1. oder 2. mit 3., die ja bei Veredlung einer Neuzüchtung vorkommt, auch durch Vereinigung der Bezeichnungen ausgedrückt werden.

Von befreundeter Seite wurde mir nahegelegt, den Begriff Sorte schärfer zu umschreiben. Ich hätte dem Wunsche gerne Rechnung getragen, aber der eingebürgerte Begriff Sorte entspricht eben nur dem ganz allgemeinen Begriff Formenkreis oder Sippe und sagt nur so viel aus, daß es sich um einen unter der großen Art stehenden Formenkreis oder meist ein Gemisch solcher Formenkreise handelt. Der systematische Begriff Sorte anderseits ist weiter oben ohnehin umschrieben.

Übereinstimmung der verschiedenen Bezeichnungen für die Formenkreise.

Wie mehrfach betont, werden sowohl die von den Botanikern für wildwachsende Pflanzen verwendeten, systematischen Einheiten als auch die Formenkreisbezeichnungen bei Kulturpflanzen sehr verschieden umschrieben. Es ist ganz unmöglich, hier alle bezüglichen Ansichten anzuführen. Es wird aber gut sein, die hier verwendeten Bezeichnungen nochmals übersichtlich mit jenen, welche de Vries verwendet, zu vergleichen und Beispiele für die Verwendung der Bezeichnungen zu geben. Wenn gerade de Vries' Bezeichnungen herangezogen werden, so hat dieses seinen Grund darin, daß der Genannte sich ganz besonders mit landwirtschaftlichen Pflanzen und ihrer Entstehung befaßt hat und sein Werk, Mutationstheorie, wohl auch in den Händen der meisten Züchter sich befinden wird.

---

[1]) v. Rümker: Jahrb. d. D. L.-G. 1908, S. 137.

de Vries' Bezeichnungen:	Hier angeführte Bezeichnungen:	
Sammelart, große Art, Kollektivart .	große Art	normal, voll vererbend.
Elementare Art und Varietät. . .	Varietät	
Varietät, auch.	Sorte	
Halbrasse (-Varietät) . .	Zwischenvarietäten [1]	teilweise vererbend.
Mittelrasse (-Varietät). .	„ [1]	
	Linie	in der Sorte oder Varietät verhältnismäßig vererbend.
Veredelte Rasse . . .	(Familie [besser: Gruppe], Zucht Individualauslese [Stamm]	in der Sorte verhältnismäßig, bei Fremdbefruchtung auch bedingt vererbend.

Die Auffassung über die Formenkreistrennung geht auch aus den folgend gegebenen Zusammenstellungen hervor.

	Nach de Vries' Bezeichnungen	Nach hier gegebener Teilung
1. Rotklee Trifolium pratense L.	große Art	große Art
2. Formenkreise mit dunkelroter oder hellroter Blütenfarbe, welche Formenkreise auch im Blattapparat usw. unterscheidende, vererbte Eigenschaften zeigen	kleine Art	Varietät
3. Formenkreise, welche sich nur durch rote oder weiße Blütenfarbe voneinander unterscheiden	Varietät	Sorte
4. Vierblätteriger Klee, mit geringer Ausbildung des Merkmales Vierblätterigkeit aufgefunden	Halb- oder Mittelrasse	Zwischenvarietät
5. Vierblätteriger Klee mit durch Auslesezüchtung stark entwickeltem Merkmal	veredelte Mittelrasse	Zucht einer Zwischenvarietät
Einer der unter 2. od. 3. genanntem Formenkreise auf irgendeine Leistungseigenschaft, zum Beispiel Wüchsigkeit, der Veredlungszüchtung unterworfen	veredelte Rasse	Zucht

Bei Rotklee, bei welchem nur die auf dem Acker zu beobachtenden Formen berücksichtigt wurden, liegen die Verhältnisse tatsächlich so, daß

[1] In den ersten Auflagen wurde der viel engere Begriff „teilweise erbliche Mißbildungen“ verwendet.

die Trennung der verschiedenen oben angeführten Formenkreise im Kulturzustande noch nicht durchgeführt worden ist. Die Rotkleesaaten stellen heute noch Gemische der verschiedenen Varietäten dar. Mit der Trennung der Varietäten und mit Veredlung hat man erst begonnen.

Die meisten Gerstensorten im gewöhnlichen vieldeutigen Sinne des Wortes sind auch Gemische von Varietäten und Sorten im hier gebrauchten Sinne. So sind Hannagerste und böhmische Landgerste, die als Landsorten im gewöhnlichen Sinne des Wortes gelten, als Gemische von verschiedenen Arten: nutans und selbst erectum und je wieder von Varietäten dieser: *A* bis *D* oder doch *A* mit *B* und *C* mit *D*, sowie verschiedener Sorten im hier gebrauchten Sinne anzusehen. Jene Hannagerste, die v. Proskowetz früher züchtete und Kwassitzer Hanna-Pedigreegerste nannte, bestand auch aus mehreren Varietäten, unter welchen die A-Form vorherrschte. Sie war damals, obwohl sie allgemein als eine Sorte im gewöhnlichen Sinne des Wortes galt, als Zucht mehrerer Varietäten aufzufassen. Nachdem sie jetzt botanisch rein, also nur innerhalb einer der Varietäten *A* bis *D* gezüchtet wird, ist sie, ebenso wie jede der Nolč und v. Dreger Gersten Bohemia, Morawia, Allerfrüheste, als Zucht je in einer Varietät aufzufassen und, soweit je eine Individualauslese bei einem Selbstbefruchter vorliegt, auch je als Linie.

	Nach de Vries' Bezeichnungen	Nach hier gegebener Teilung
1. Gerste Hordeum sativum Jess[1]) (Art)	verschieden weit gefaßte große Arten	verschieden weit gefaßte große Arten
2. H. s. commune (Unterart)		
3. H. s. c. album (Abart)		
4. H. s. c. a. distichum (Hauptvarietät)		
5. H. s. c. a. d. nutans (Untervarietät)		verschieden weit gefaßte Varietäten
6. H. s. c. a. d. n. *A* und *B* mit langen steifen Haaren der Basalborste (Hauptform)	kleine Art	
7. H. s. c. a. d. n. *A* und *B* mit langen Grannen (Nebenform)	Varietät	Sorte
8. Letztere Form beispielsweise auf Frühreife oder Halmfestigkeit durch Veredlungszüchtung züchterisch bearbeitet	veredelte Rasse	Zucht
9. Wenn bei 8 nur die Nachkommen einer Pflanze abgeschieden wurden	veredelte Rasse	Linie

[1]) Alle Bezeichnungen von 1.—7. nach Atterberg. Die Formenbezeichnung Atterbergs in Klammern gesetzt. Die Hauptformen A und B sind mit Rücksicht auf die Ergebnisse der Untersuchungen Broilis zusammengefaßt worden. (Siehe Band IV.)

Treten bei einer Zucht voll erbliche, wesentlich unterscheidende Merkmale auf, sei es, daß Bastardierung eintrat und Auslese folgte, oder daß eine spontane Variation auftrat, so kann die Zucht zu einer neuen Sorte führen; die Veredlungszüchtung ist dabei zu einer Züchtung durch Auslese spontaner Variationen oder Auslese nach Bastardierung geworden. Die neue Sorte kann wieder weiter veredelt werden: Zucht der neuen Sorte.

Standortsmodifikationen.

Die Formenkreise der Kulturpflanzen, deren Angehörigen volle, teilweise oder verhältnismäßige Erblichkeit zukommt, sind im obigen gekennzeichnet. Es wäre noch von nichterblichen Formen der Modifikationen zu gedenken. Als Standortsmodifikationen wird man den Zustand bezeichnen können, in welchem sich Kultur- und wilde Formen auf den verschiedenen Standorten befinden, das also, was Klebs die unter den betreffenden Verhältnissen erscheinende Zwangsform nennt.

Jeder Formenkreis zeigt eine Standortsmodifikation (das Wort wurde von Nägeli zuerst gebraucht und entspricht dem Erscheinungstypus oder Phänotypus Johannsens), die durch die Boden- und Klimaverhältnisse der Gegend, in welcher derselbe eben gebaut wird — also durch den Standort im weiteren Sinne — bedingt ist, und jedes Individuum zeigt eine Standortsmodifikation, welche durch die Verhältnisse in seiner unmittelbaren Umgebung (Ränder, Geilstellen, Verteilung der Düngung usf.) — durch den Standort im engeren Sinne — bewirkt worden ist.

Neben Standortsmodifikationen, wie sie durch den Standort hervorgebracht werden, sind noch andere Modifikationen zu erwähnen, welche sich in gleicher Weise verhalten und durch andere außerhalb der Pflanze liegende Verhältnisse veranlaßt werden. Es sind hierher die Formänderungen zu zählen, welche künstliche Verstümmelung in jeder Generation neu erzeugt, oder jene, welche ebenso durch Pilze oder tierische Angriffe hervorgebracht werden, endlich jene außergewöhnlichen künstlichen Beeinflussungen, wie sie Klebs bei einigen Arten vornahm, um die Modifikationsmöglichkeiten derselben zu erforschen.

Die Möglichkeit, Standortsmodifikationen anzunehmen, ist für die einzelne Pflanzenform aber keine unbedingte. Für jede Form gibt es eine Grenze der Anpassungsfähigkeit, innerhalb welcher die verschiedenen möglichen Modifikationen liegen.

Eine Anpassung über diese Grenze hinaus erfolgt nicht; die Pflanzen sterben ab.

Mit Beziehung auf die Wirkung des Standortes auf Veränderung eines Formenkreises: Landsortenbildung, wird man zweierlei, eventuell dreierlei Einwirkungen annehmen können. 1. Bei kurzer Einwirkung anderer Standortsverhältnisse zeigt sich bei Rückversetzung unter die alten Standortsverhältnisse keine Nachwirkung der anderen Verhältnisse (Modifikation im eigentlichen, in diesem Abschnitt besprochenen Sinne, sofortige Wirkung einer Änderung der Standortsverhältnisse). 2. Bei länger dauernder Einwirkung anderer Standortsverhältnisse kann durch dieselben, in gleicher Weise wie durch künstliche Auslese bei Zuchten, eine Auslesewirkung zustande kommen (natürliche Auslese). So wie bei dieser, kann es, wenn der Formenkreis nicht wirklich rein war, zur Beseitigung der Nachkommen einzelner Varietäten, Sorten oder doch Linien kommen. Ist dies erreicht, so wird in dieser Richtung auch anders gerichtete Auslese — anderer Standort — keine Änderung hervorrufen. Sonst tritt am anderen Standort allmähliche Änderung ein, so wie bei Zuchten nach Aufhören der bestimmt gerichteten Auslese die Veränderung allmählich schwinden kann, wenn noch verschiedene morphologische Formenkreise oder Linien gemengt sind. 3. Bei lange dauernder Einwirkung erscheint auch eine gewisse Wirkung auf die Vererbungssubstanz oder eine Umstimmung des somatischen Plasmas denkbar, deren Erfolg unter veränderten Verhältnissen allmählich durch neue Einwirkung verwischt wird.

Die Entstehung neuer Individuen auf dem Wege der Vermehrung.

Der Begriff Individuen.

Das Bedürfnis, für die Einheit der Gestalt eine Bezeichnung zu finden, liegt vor, und es wird für höhere Pflanzen sehr wohl angehen, das eingebürgerte Wort „Individuum“ im Sinne des heutigen Sprachgebrauches zu verwenden. Wir kommen aber auch aus, wenn wir die Bezeichnung „Pflanze“ an Stelle von „Individuum“ benutzen. Unter beiden Bezeichnungen wird im folgenden immer die Einheit verstanden, die ohne Beihilfe anderer Organismen desselben Formkreises lebt. Jeder aus einer befruchteten Eizelle entstandene Organismus ist ein Individuum, aber auch jeder bei Vermehrung selbständig gewordene Teil einer Pflanze wird als Individuum bezeichnet. Den Verschiedenheiten, welche sich im Verhalten von Individuen, welche durch Vermehrung entstanden sind, gegenüber jenen, welche durch Fortpflanzung gebildet wurden, zeigen, kann durch Beifügungen bei der Benennung Rechnung getragen werden. Man kann geschlechtlich und ungeschlechtlich erzeugte Individuen und ebensolche Generationen unterscheiden.

Demnach ist eine Hopfenpflanze mit allen ihren direkt nach oben gehenden Trieben sowie mit ihren Ausläufern und den nach oben gerichteten Teilen derselben ein Individuum, solange alle diese Achsenteile im Zusammenhange stehen, eine Einheit repräsentieren. Ebenso sind die sämtlichen Knollen eines Kartoffelstockes, solange durch die Stolonen eine Verbindung unter ihnen hergestellt ist, ein Individuum; dagegen die geernteten, reifen Knollen eine Mehrzahl von Individuen oder Pflanzen; ebenso sind alle von der Mutterpflanze getrennten, bewurzelten Ausläufer einer Hopfenpflanze einzelne Individuen oder einzelne Pflanzen. Die erfolgte Loslösung und das Selbständigwerden der Teile ist es demnach, was den Pflanzenstock zu einer Reihe von Individuen werden läßt, und weiterhin die Sprossung zur Vermehrung werden läßt. Auch Chimären und Pfropfvereinigungen sind in obigem Sinne Individuen.

Wesen der Vermehrung.

Bei der Vermehrung (vegetative Vermehrung, ungeschlechtliche Fortpflanzung, Propagation) entstehen aus einzelnen

größeren oder kleineren, entweder beliebigen oder eigens zu diesem Zweck bestimmten Teilen eines Organismus neue Individuen. Wenn das neue Individuum aus Teilen eines Individuums, die über eine Zelle hinausreichen, oder aus einem Teile einer Zelle (Hefesprossung, Zellteilung bei Spaltpilzen) entsteht, ist ein Unterschied von der Fortpflanzung ohnehin gegeben; wenn er aus einer einzelnen Zelle entsteht (ungeschlechtliche Sporenbildung mit dazu bestimmten Zellen, Parthenogenesis, manche Fälle künstlicher Vermehrung mit beliebigen einzelnen Zellen), so ist das trennende Moment, daß diese Zelle ohne Vereinigung mit einer anderen dazu befähigt ist. Wenn über eine Zelle hinausreichende Teile eines Individuums bei der Vermehrung verwendet werden, können dies beliebige Stücke sein oder aber schon vorher nur zu diesem Zweck bestimmte, besonders geformte: Vermehrungsorgane (Zwiebel, Brutknospe, Knolle). Die Abtrennung von zur Vermehrung dienenden Teilen kann auf natürlichem Wege erfolgen, aber auch künstlich durchgeführt werden. Vermehrung kann bei einem Formenkreis nur gelegentlich, neben Fortpflanzung, vorkommen oder aber als ausschließlicher Ersatz für diese.

Bei den höher organisierten Pflanzen kann bei künstlicher Abtrennung einzelner Teile bis auf wenige Zellen, ja unter günstigen Umständen auch bis auf eine einzelne Zelle herabgegangen werden. Vöchting erhielt nicht nur bei einem Lebermoos, Lunullaria vulgaris, aus einem Brei, dessen größte Stückchen 1/2 cmm maßen, neue Individuen, sondern auch bei kleineren Stückchen von Weidensprossen, und Regel stellte fest, daß aus einzelnen Epidermiszellen bei Begonien neue Individuen entstehen können.

Heute wird die Bezeichnung Apomixis (Winkler) im Gegensatz zur Fortpflanzung Amphimixis (Weismann) für alle Vorgänge verwendet, die als Ersatz der geschlechtlichen Fortpflanzung dienen und nicht mit Kern- und Zellverschmelzungen verbunden sind. Winkler[1]) unterscheidet als apomiktische Vorgänge:

1. vegetative Propagation = Ersatz der Befruchtung durch Bildung von Vermehrungsorganen, auch solcher in der Blütenregion (Viviparie: Poa alpina, Allium sativum);
2. Apogamie = Entstehung eines Sporophyten[2]) aus einer vegetativen Zelle eines Gametophyten (Citrus-Arten; s. Bd. V);

---

[1]) Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreich, 1908.

[2]) Bei höher organisierten Pflanzen, wie es die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind, entspricht der Sporophyt der entwickelten Pflanze, der Gametophyt den Zellen mit reduzierter Chromosomenzahl (s. Bau und Entwicklung der Geschlechtszellen).

3. Parthenogenesis = Entstehung eines Sporophyten aus einem unbefruchteten Ei:
   a) somatische, wenn das Ei die doppelte (diploide) Chromosomenzahl besitzt. (Alle bekannten Fälle der Parthenogenesis: Antennaria alpina, Thalictrum-, Hieracium-, Taraxacum-Arten, von Kulturpflanzen nur [aber angezweifelt] Gurke, Cucumis sativus[1]). Die Eizelle bildet sich dabei ohne Reduktionsteilungen zu einem Individuum aus;
   b) echte, generative, wenn das Ei die einfache (reduzierte, haploide) Chromosomenzahl besitzt (keine höher organisierte Pflanze).

Ernst versteht unter apogamen Formenkreisen solche, bei welchen die Geschlechtstätigkeit vollständig durch einen apomiktischen Vorgang ersetzt ist, bei welchem keine Chromosomenreduktion erfolgt, rechnet daher auch 1. und 3. a, wenn daneben keine Befruchtung stattfindet, zu Apogamie[2]). — Als Patrogenesis wäre der Fall zu bezeichnen, bei welchem, an Stelle der Eizelle, der generative Kern des Pollenkornes allein zur Entwicklung gelangt, wie dies Collins und Kempton bei Erklärung ihres Falles von falscher Bastardierung annehmen.

Die künstliche Vermehrung höherer Pflanzen nimmt in gewöhnlichen Fällen ihren Ausgang vom entwickelten Sproß, von Teilen desselben oder vom unentwickelten Sproß, der Knospe, in selteneren Fällen vom Blatt, auf welchem Adventivknospenbildung hervorgerufen wird (Begonienblätter, Zwiebelschuppen).

Beziehung der Vermehrung zur Fortpflanzung.

Bei manchen Formenkreisen ist die Fortpflanzung vollständig durch Vermehrung ersetzt worden, sie sind obligat apomiktisch.

Vielfach läßt sich aber auch beobachten, daß die Vermehrung im wilden Zustande der Pflanzen an Stelle der Fortpflanzung tritt, wenn die letztere durch die Verhältnisse beeinträchtigt wird.

So bei großer Trockenheit (Poa bulbosa im Steppenklima), in rauhen, feuchten Lagen (Poa alpina), an Standorten mit tiefem Schatten (Dentaria bulbifera) oder bei anderweitig verursachter Beeinträchtigung der Fortpflanzung.

Es besteht die Ansicht, daß diese Kompensation von Vermehrung und Fortpflanzung, die jedenfalls in Erscheinung tritt, auch in der Weise sich äußert, daß, wenn eine Art der Erzeugung neuer Individuen im Kulturzustande die herrschende geworden ist, die Eignung für die andere eingeschränkt wird.

[1]) v. Kirchner: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., XXII, 1904, Generalversammlungsheft, S. 90.

[2]) Bastardierung, S. 143, 154.

Man führt als Beispiel dafür die Kartoffel an, bei welcher tatsächlich die Samenbildung nur in eingeschränktem Maße, bei vielen Sorten gar nicht eintritt.

Es ließen sich aber, selbst wenn das Beispiel der Kartoffel im obigen Sinne gedeutet würde, als entgegenstehende Beispiele Olive und Wein nennen, bei welchen, trotz ständig geübter Vermehrung, die Fruchtbildung in keinerlei Weise gelitten hat. Ebenso Hopfen, der, wenn er bestäubt wird, trotzdem sonst fortgesetzt Vermehrung und Ausschluß männlicher Pflanzen wirkt, reichlichst Früchte bildet. Bei Zuckerrohr liegen die Verhältnisse weniger entschieden; eine Reihe von kultivierten und ständig vermehrten Formen bringt normal Samen hervor, andere zeigen vertrocknete Pollen, Fehlen der Geschlechtsteile oder endlich selbst Fehlen der Blüten [1]).

Vielleicht kann unterschieden werden zwischen dem Verhalten von Pflanzen, welche, sich selbst überlassen, Vermehrung in erster Linie oder ausschließlich anstreben, und solchen, bei welchen diese nur gelegentlich eintritt. Bei ersteren wird im Natur- und Kulturzustande die ausgebildete Vermehrung oft von Degeneration der Fortpflanzungsorgane begleitet sein (Kartoffel, Apios tuberosus)[2]), bei letzteren wird dieses nicht der Fall sein, auch dann nicht, wenn die Vermehrung durch lange Zeit künstlich vorgenommen wird.

Fortdauernde Vermehrung soll bei Pflanzen, das ist eine weitere, vielverbreitete, zuerst vielleicht von Knight[3]) ausgesprochene Ansicht, eine Schwächung der Pflanzen, eine größere Empfänglichkeit derselben gegen äußere Einflüsse, Abnahme des Ertrages zur Folge haben: Ableben, Degeneration. Als Grund dafür wird von Weismann Mangel einer Regeneration des Keimplasmas angegeben. Die ungemein große Verbreitung, welche die Vermehrung bei wild wachsenden Pflanzen besitzt, die zahlreichen Einrichtungen, welche dazu bestimmt sind, sie zu begünstigen, lassen es wenig wahrscheinlich erscheinen, daß fortgesetzte Vermehrung eine Schwächung bewirkt.

Mit einer Untersuchung der bezüglichen Verhältnisse bei Kulturpflanzen hat sich Möbius beschäftigt, und er kommt auf Grund eines reichhaltigen Materials (beispielsweise, von wild wachsenden Pflanzen abgesehen, Untersuchung der Verhältnisse bei Musa-Arten, Dioscorea Batatas, Convolvolus Batatas, Wein, Ölbaum, Zuckerrohr) zu dem Schlusse, daß

---

[1]) Wakker: Bot. Ztg. 1896, S. 37. S. auch Bd. V.

[2]) Für letztere Pflanze Hildebrand: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 479.

[3]) Observations on the grafting of trees. Transact. of the R. Hortic. Soc., 1795, April.

eine solche Degeneration nicht angenommen werden kann, sich auch nicht theoretisch begründen läßt[1]). Die Erdbirne oder Topinambur ist seit ihrer Einführung nach Europa in Mitteleuropa immer nur vermehrt worden, und man kann bei ihr gewiß nicht von eingetretener Schwäche, Neigung zu Erkrankungen usw. oder gesunkener Produktionskraft sprechen. Ebenso nicht bei Gartenpflanzen, wie Nelken, Georginen usw. Am häufigsten wird zur Stütze der Behauptung über die Folgen fortgesetzter Vermehrung die Kartoffel herangezogen, aber auch bei dieser ist ein Nachweis eines eigentlichen, physiologischen Ablebens nicht erbracht worden[2]). Vermehrung ist demnach zweifellos durch lange Zeit hindurch ohne merkliche Schädigung möglich.

Es bliebe dann noch die weitere Frage zu beantworten, ob nicht die Nachkommen eines Fortpflanzungsaktes gegenüber jenen einer Vermehrung eine größere Überlegenheit im Hinblick auf Produktivität zeigen, wenn dieselben miteinander in Konkurrenz treten. Versuche mit Hopfen[3]) und mit Kartoffeln[4]) zeigen, daß einzelne Nachkommen produktiver sein können, daß aber keineswegs allgemein höhere Produktivität die Folge ist. Ob ein Akt der Selbstbefruchtung genügt, um diese Überlegenheit zu zeigen, oder ob dazu Fremdbefruchtung innerhalb der Sorte oder aber Bastardierung nötig ist, kann auf Grund der bisherigen Ergebnisse nicht sicher entschieden werden; es scheint aber, daß die letzterwähnte Befruchtungsart eintreten muß. Bei Versuchen mit Vergleich von Vermehrung und Fortpflanzung wäre, wenn letztere Bastardierung ist, aber zu beachten, daß größere Üppigkeit auch durch Wirkung der beidelterlichen Anlagen bedingt sein kann.

---

[1]) Möbius: Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse, Jena 1897.

[2]) Literatur: Bd. III, 3. Aufl., bei Kartoffel.

[3]) Tomes: Jahresberichte der Rakonitzer landwirtschaftlichen Mittelschule für 1893, 1894, 1895, 1896 (tschechisch). — Fruwirth: Bd. III, unter Hopfen.

[4]) Literatur: Bd. III, bei Kartoffel.

Die Entstehung neuer Individuen auf dem Wege der Fortpflanzung.

Begriff und Zweck der Fortpflanzung.

Häufiger als Vermehrung tritt bei den höher organisierten Pflanzen Fortpflanzung in Erscheinung. Bei diesen versteht man unter Fortpflanzung die Entstehung eines neuen Individuums aus einer Zelle, der Zygote, die aus der Vereinigung zweier Zellen, den Gameten, entstanden ist, die keine weitere Aufgabe im elterlichen Organismus zu erfüllen haben, deren Bestimmung es lediglich ist, diese Vereinigung zu vollziehen.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung tritt die Eizelle mit dem Inhalt eines Pollenkornes zusammen, zwei Kerne vereinigen sich, und es vereinigen sich die Vererbungssubstanzen dieser Kerne, des Eikernes und des einen generativen Spermakernes. Die Eizelle entwickelt sich zum hierauf Embryo.

Mehrere Forscher erblicken als Zweck dieser Vereinigung von zwei räumlich getrennt entstandenen Protoplasten bei dem Befruchtungsvorgange, der geschlechtlichen Fortpflanzung, nur die Belebung des Eies. Einige Vertreter dieser Ansicht führen die Entwicklung parthenogenetischer Eier auf den Einfluß einer früheren Befruchtung zurück. Sachs und Kassowitz sind zu jenen zu rechnen, welche in der Befruchtung in erster Linie eine Belebung des Eies erblicken, eine Reizerscheinung, einen formativen Reiz, der die kräftige Entwicklung der Eizelle fördert. Kassowitz verweist auf den Unterschied zwischen engster Inzucht und weiterer Verwandtschaftszucht und den geringen Reiz der Stoffwechselprodukte der gleichartigen Vererbungssubstanz im ersten Falle gegenüber dem kräftigeren Reiz der Stoffwechselprodukte der verschiedenen Vererbungssubstanzen im zweiten[1]). Hensen[2]) und v. Beneden[3]), später auch besonders Maupas, dann R. Hertwig und andere, sehen, dieser Ansicht nahe stehend, in der geschlechtlichen Fortpflanzung einen notwendigen Akt der Verjüngung des Lebens (Erneuerung der vitalen Energie), Dangeard erblickt darin eine gegenseitige Ergänzung des Ernährungszustandes, ebenso Eimer und Rolph.

---

[1]) Kassowitz: Biologie II, S. 209.

[2]) Hermann: Handbuch der Physiologie II. Die verschiedenen Ansichten über die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei Hartog: Contemporary Rev. 1892, Juli, ausgeführt. Auch Weismann: Amphimixis, III.

[3]) Recherches sur la maturation de l'œuf, Leipzig 1883.

Wollte man die beiden letzteren Annahmen gelten lassen, so müßte man annehmen, und es geschieht dieses beispielsweise von v. Beneden, daß Formen, welche ständig der Vermehrung unterworfen sind, sich nicht dauernd kräftig erhalten können, was, wie weiter oben angedeutet, jedenfalls bisher nicht bewiesen ist.

Zu Ende des letzten Jahrhunderts neigte man sich mehr der Ansicht zu, welche in der Befruchtung nur einen Vorgang zum Zwecke der Vermischung verschiedener Vererbungssubstanzen erblickt. Weismann hat für diese bei Konjugation und geschlechtlicher Fortpflanzung höherer Organismen eintretende Vermischung der Vererbungssubstanzen die Bezeichnung Amphimixis[1]) eingeführt. Dabei wollen einige die Bedeutung dieser Vermischung der Vererbungssubstanzen, die natürlich nur für Fremdbefruchtung gilt, in der Schaffung größerer Variabilität erblicken (Weismann, Kerner, Lotsy), andere in der Ausgleichung der Unterschiede (Strasburger, O. Hertwig, Haacke, Kassowitz, Jost, Pringsheim, Rosen). Die Ergebnisse der Bastardierungsforschung sprechen für erstere Ansicht.

Man wird, auch wenn man den Hauptzweck der Befruchtung in einer Vermischung der Vererbungssubstanzen zur Schaffung von Variationen erblickt, nicht übersehen können, daß bei der Befruchtung zweierlei erreicht wird, die Reizung der Eizelle, welche die Teilung derselben veranlaßt, und die Vermischung der Vererbungssubstanzen (Boveri, Solms-Laubach und heute viele andere).

Letztere ist nicht für die Entwicklung des Eies notwendig. Es kann die Entwicklung des Eies auch ohne Kernvereinigung stattfinden, indem der Entwicklungsreiz, bei kernlosen Eiern, lediglich durch den generativen Kern der ♂ Geschlechtszellen ausgeübt wird: Merogonie[2]) oder aber Parthenogenesis eintritt. Man hat versucht, der Natur der Stoffe näher zu treten, die eine Entwicklung des Eies veranlassen können. Dabei hat man auch mit Erfolg die Wirkung des generativen ♂ Kernes und seiner Umgebung — soweit diese Reizung des Eikernes in Betracht kommt — durch chemische Reize [Loeb[3])], Spermaextrakt (Winkler) bei Tieren und verschiedene Temperatur sowie verschiedene Nährlösungen bei Pflanzen, und zwar Algen[4]), zu ersetzen versucht: künstliche Parthenogenesis, und ist geneigt, den Entwicklungsreiz überhaupt auf die Wirkung chemischer Stoffe zurückzuführen.

Während früher ein männliches und ein weibliches Prinzip angenommen worden ist, wurde die Wesensgleichheit der männ-

---

[1]) Amphimixis, S. 112.

[2]) Hertwig, Boveri, Delage für Tiere, Winkler (Jahrb. f. wiss. Bot. 1901, Heft 4) für Pflanzen.

[3]) Loeb: Über den chemischen Charakter des Befruchtungsvorganges, Leipzig 1907.

[4]) Klebs: Die Bedeutung der Fortpflanzung bei einigen Algen, Jena 1896.

lichen und weiblichen Befruchtungszellen von Weismann 1873 ausgesprochen[1]), später von Strasburger und O. Hertwig begründet.

Bau der Geschlechtsorgane, Bau und Entwicklung der Geschlechtszellen.

Bei den Angiospermen, mit welchen allein wir uns bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu beschäftigen haben, ist das männliche und weibliche Geschlecht ungemein deutlich getrennt, und es sind die Geschlechtsorgane charakteristisch ausgebildet. (Für dieses und das folgende Kapitel siehe Abb. 1.) Die Bildung der Geschlechtszellen, die Befruchtung und Embryobildung bei Mono- und Dikotylen verläuft, von Einzelheiten abgesehen, in folgender Weise[2]).

Das männliche Geschlechtsorgan, das Staubblatt, bildet (bei Mono- und Dikotyledonen in etwas verschiedener Weise) in dem von Faden getragenen Beutel die Pollenkörner aus. In dem Beutel bilden sich unter der Oberhaut zwei Gewebe, von welchen das eine drei der Oberhaut angelagerte Zellschichten entstehen läßt, die mit derselben die Wand bilden. Zwei derselben werden später wieder aufgelöst, eine, die Faserschicht, Endothezium, bleibt erhalten. Das zweite Gewebe besteht aus den großen Urmutterzellen, aus welchen die Pollenmutterzellen entstehen, deren jede durch zwei langsam (Monokotyledonen) oder rasch (Dikotyledonen) einander folgende Teilungen in vier Zellen, die Pollenkörner, zerfällt. In reifen Beuteln sind von den ursprünglich vorhandenen vier (Orchideen zwei) Behältern, Fächern, nach Verschwinden des Trennungsgewebes meist nur zwei erkennbar; selten zeigt sich nur noch einer. Die meist zwei Behälter befinden sich beiderseits der Verlängerung des Fadens (Konnektiv). Pollen tritt bei geöffneter, selten bei geschlossener Blüte aus. Meist wird er bei geöffneter

---

[1]) Amphimixis, S. 126.

[2]) Befruchtungsvorgänge im wesentlichen dargestellt nach Strasburger: Neue Untersuchungen. — Die stofflichen Grundlagen der Vererbung im organ. Reich 1905, Jena. — Bot. Ztg. 1900, S. 293; Chromosomenzahl, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung, Jahrb. f. wiss. Bot. 1908, S. 479 und Guignard: Bull. d. l. soc. bot. de France 1890 — Nouvelles études, — La fécondation chez les végétaux angiospermes, Société d. Biol., Paris 1899. — Compt. r., Paris 1899, I, S. 864, 1900, S. 590. — Ann. d. sc. nat. Bot, 1900, S. 373. Neuere übersichtliche Darstellung bei Coulter und Chamberlain.

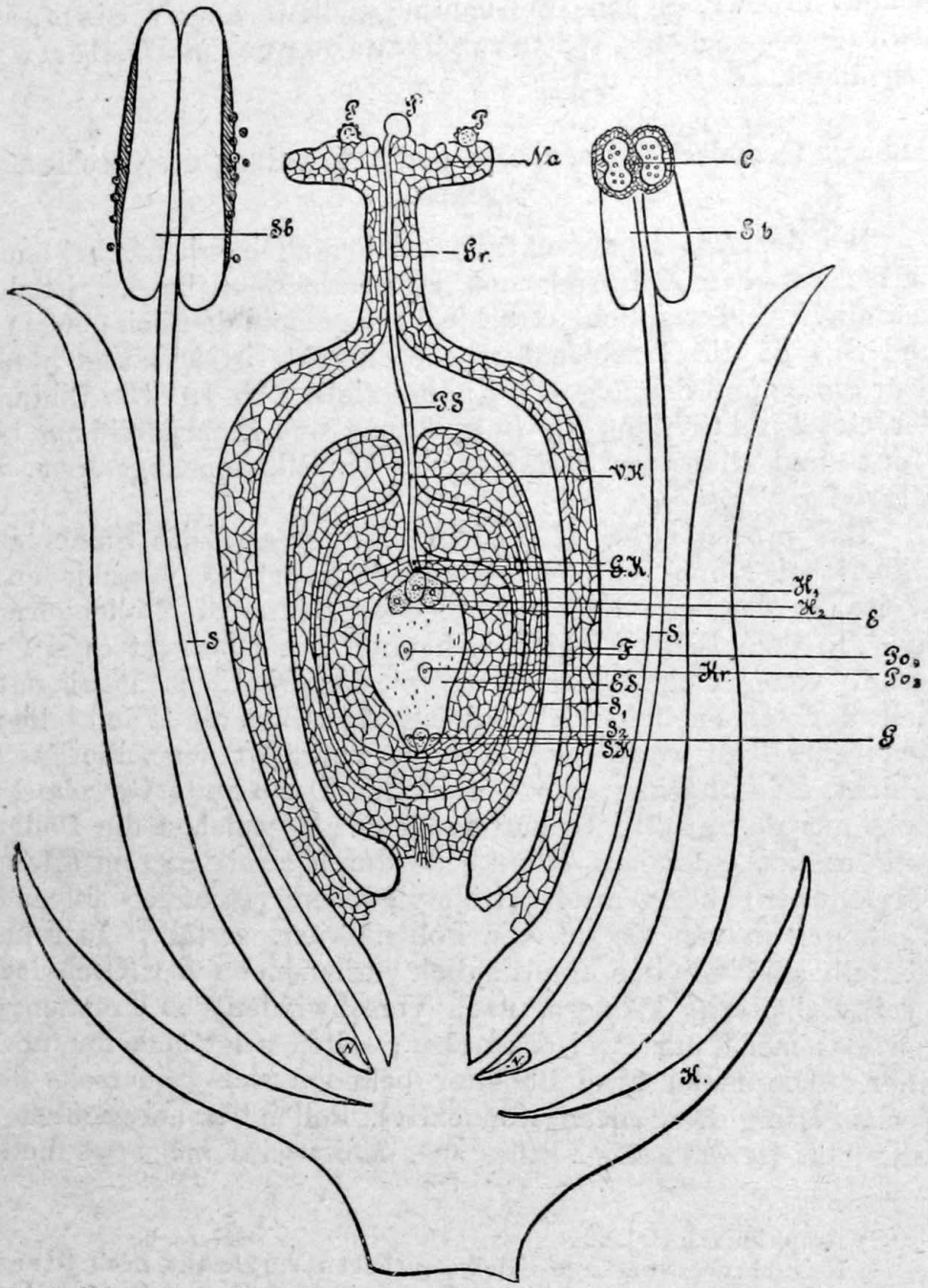


Abb. 1. Schematische Darstellung einer Angiospermenblüte kurz vor der Befruchtung. *K* = Kelchblätter, *Kr* = Kronenblätter, *S* = Staubblätter, *Sb* = Staubbeutel. Der Staubbeutel des rechts stehenden Staubblattes erscheint durchschnitten und zeigt das von einem Gefäßbündel durchzogene Konnektiv *C* und die Säcke mit Pollen. Bei dem links stehenden Staubblatt tritt aus seitlichen Längsspalten Pollen aus. *F* = Fruchtknoten. Derselbe ist gleich der in ihm gezeichneten Samenknospe und so wie das eine gekeimte Pollenkorn im Längsschnitt dargestellt. Der Fruchtknoten und das gekeimte Pollenkorn sind gegenüber den anderen Blütenteilen unverhältnismäßig größer skizziert. *Gr* = Griffel, *Na* = Narbe, *P* = Pollenkörner. Eines derselben hat den Pollenschlauch *PS* bis in den Samenknospenmund entsendet. *VK* = Vegetativer, in diesem Stadium in Auflösung befindlicher Kern des Pollenkornes, *GK* = die beiden generativen Kerne. *ES* = Embryosack, *E* = Eizelle, H_1 und H_2 = Hilfszellen, *G* = Gegenfüßlerzellen, Po_1 und Po_2 = die beiden Polkerne, *N* = Nektarien.

Blüte austreten. Das Öffnen der Blüten tritt, so wie das allfällige Schließen, zu — für die einzelnen Arten — bestimmten Tageszeiten ein. Wenn das Blühen zu einer anderen als der für die betreffende Art für dasselbe normalen Jahreszeit erfolgt, sind diese Zeiten für das Öffnen und Schließen andere als wie zur normalen Blühzeit[1]). Regen, Kälte, Mangel an Sonnenschein verschiebt das Öffnen und Schließen auch zu normaler Jahreszeit, läßt ersteres bei manchen Arten selbst ganz ausfallen.

Die Pollenkörner werden einzeln oder seltener zu mehreren (Tetraden: Luzula vernalis, Pollinien: Orchideen) entlassen, indem in der Wand der Beutelfächer sich Spalten bilden, einzelne Stellen der Wand resorbiert werden und Löcher entstehen oder auch einzelne Wandstellen sich türartig öffnen. Die Ursache des Öffnens ist in der Faserschicht zu suchen[2]); es unterstützt aber der Druck des wachsenden Pollens[3]). In manchen Fällen wird der Pollen durch besondere Vorrichtungen ausgeschleudert. Vor dem Austreten der Pollenkörner aus den Beuteln teilt sich der Kern eines jeden Pollenkernes in zwei; es findet eine Wandbildung statt, so daß deutlich zwei Zellen innerhalb eines Pollenkornes in Erscheinung treten. Von den beiden Spermakernen wird der im Pollenschlauch des keimenden Kornes zuerst weiter gegen das Ende des Schlauches zu liegende größere als vegetativer, der zuerst weiter hinten zu liegende spindelförmige als generativer Spermakern bezeichnet. Der letztere teilt sich, später an die Spitze des Schlauches getreten, weiter in zwei Kerne[4]). Der Inhalt eines jeden Pollenkornes wird von zwei Häuten, der Intine und Exine, eingeschlossen; die äußere derselben ist kutinisiert, weist bei einzelnen Pflanzen

---

[1]) Kerner, Burgerstein: Öst. bot. Ztg., LI, 1901, S. 185.

[2]) Schon von Leclerc du Sablon erkannt. Über wirkenden Vorgang: Schrumpfungs- und Kohäsionstheorie: Schrodt: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 438. — Schwendener: Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1899, S. 101. — Fünfstück: Beiträge zur wissensch. Botanik 1906, S. 275. Neben Wasserentziehung durch die Luft kann erstere auch oosmotisch durch Nektarien oder andere Zucker enthaltende Gewebe erfolgen. Burck: Revue gen. bot. 1907, S. 104. — Schips: Beihefte bot. C. 1913, S. 119.

[3]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1909, S. 196; 1911, S. 406.

[4]) Diese Teilung kann zeitig, vor Austreten des Schlauches erfolgen (Nicotiana-Guignard, Avena-Cannon), oder erst später, wenn der Schlauch gebildet worden ist, in diesem (Lathyrus-Strasburger). Weitere Beispiele bei Coulter und Chamberlain, S. 136.

verdünnte Stellen auf, durch welche bei der Keimung des Pollenkornes der Inhalt desselben, von der vorwiegend aus Pektinstoffen bestehenden Intine umhüllt, austritt. In manchen Fällen sitzt der Exine noch eine Haut, die Perine, auf. Die äußere Haut des Pollenkornes kann glatt sein, unterstützt aber auch oft das Anhaften durch Absonderung eines klebrigen Stoffes (Viszin), viel häufiger durch Rauheit der Oberfläche (Höcker, Leisten, Riefen, Warzen der Exine). Im Umriß treten mannigfaltige Gestalten der trockenen Pollenkörner (Abb. 2) in Erscheinung, welche sich bei Benässung ändern. Gegen Nässe ist Pollen zumeist empfindlich, insbesondere Pollen jener Arten,

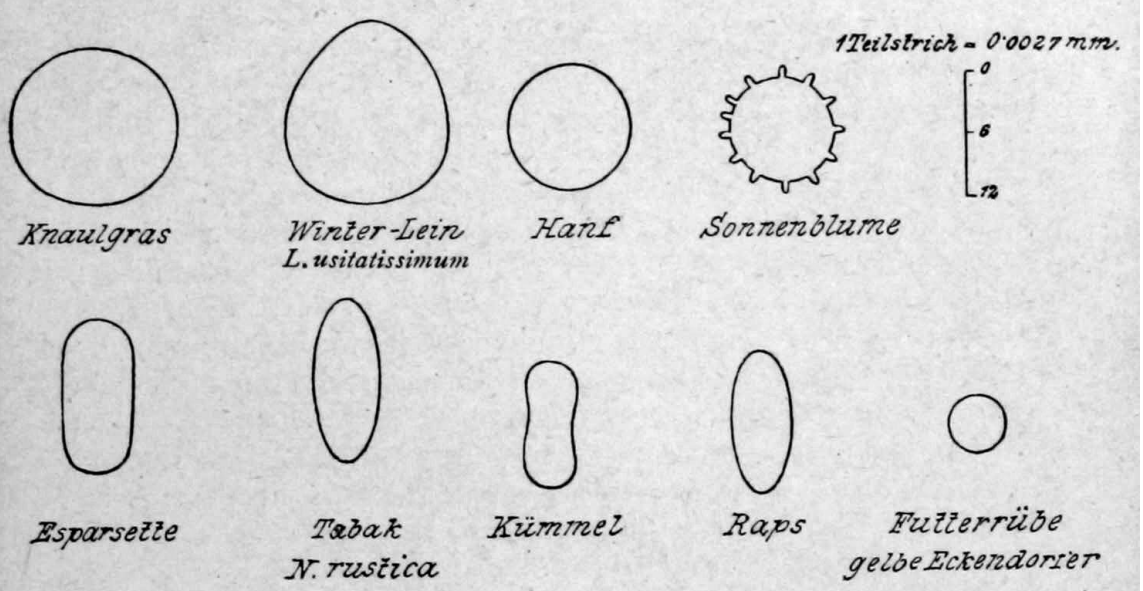


Abb. 2. Pollenkörner einiger Kulturpflanzen, im Umriß und bei gleicher Vergrößerung dargestellt.

welche Schutzeinrichtungen gegen Benässung aufweisen[1]). (Schlechter Fruchtansatz vieler Pflanzen bei — zur Blühzeit — regnerischer Witterung, welch letztere außerdem auch Wind- und Insektenwirkung bei Windblütlern und Insektenblütlern beeinträchtigt.)

Das weibliche Geschlechtsorgan wird von dem Fruchtknoten gebildet, auf welchem die Narbe (stigma) direkt aufsitzt, oder welcher den Griffel (stylus) trägt, dem die Narbe

---

[1]) Ausnahmen auch hier. Lidforß: Pringsheims Jahrb. 1896, S. 1. Eine Gruppierung der Pflanzen nach der Empfindlichkeit ihres Pollens gegen Nässe und nach Vorhandensein von Schutz bei Hansgirg: Sitzungsber. der Böhm. Ges. d. Wissensch., 1897, S. 76.

oder eine Mehrzahl von Narben aufsitzt und birgt in seinem Innern eine oder mehrere Samenknospen. Diese Samenknospen erwachsen an bestimmten Stellen der Fruchtblätter, von welchen der Fruchtknoten gebildet wird, und zwar meist an den Rändern derselben, seltener auf der ganzen Innenfläche oder am Ende der Blütenachse. Von ihnen zeigt sich zunächst ein kleiner Höcker, der dem späteren Kern der Samenknospe entspricht und allmählich von zwei sich vorschiebenden Ringwülsten bedeckt wird, welche den Samenknospenhäuten entsprechen. Im Samenknospenkern findet sich innerhalb eines Speichergewebes, des Perisperms, die Embryosackmutterzelle, welche vier Zellen bildet, von welchen eine erhalten bleibt und zum Embryosack (Oogonium) wird. In diesem trifft man später gegen den Knospenmund (micropyle) zu die Eizelle und die beiden Hilfszellen (Synergiden), am entgegengesetzten Ende die Gegenfüßlerzellen (Antipoden), in der Mitte zwei weitere Kerne, die später vereinigt zum sekundären Embryosackkern werden (Abb. 1). Die einzelnen genannten Zellen entsprechen meist hüllenlosen Protoplasten mit je einem Kern, und werden die Kerne nach und nach durch wiederholte Teilung aus dem ursprünglich einzigen Kern, der im Embryosack sich findet, gebildet (zuerst Zwei-, dann — meist erheblich später — Vierteilung einer jeden dieser Hälften; hierauf je drei von den Viererteilungen nach aufwärts respektive abwärts gehend, die je vierten Kerne [Polkerne] der beiden Gruppen später zum Zentralkern oder sekundären Embryosackkern vereint) (Abb. 3).

In manchen Fällen teilen sich die Gegenfüßlerzellen rasch weiter, und man findet nicht acht, sondern viel mehr Kerne im Embryosack, so bei Weizen[1]), Wiesenfuchsschwanz [Alopecurus pratensis[2])], Mais [Zea[2])].

Um zu den Geschlechtszellen (Pollenkörner und Embryosack mit seinen drei Begleitzellen), welche je immer in Vierergruppen gebildet werden, zu gelangen, müssen in den Mutter- (richtiger Großmutter-) Zellen der Pollenkörner und des Embryosackes Teilungsvorgänge vor sich gehen, welche oben gekennzeichnet wurden. Diese Teilungsvorgänge, welche aus den Mutter- (Großmutter-) Zellen, den Gonoktonten [Lotsy[3])], Geschlechtszellen Gonen (Lotsy) entstehen lassen, unterscheiden sich von jenen,

---

[1]) Koernicke: Verhandl. d. naturf. Ver. d. preuß. Rheinland, 1896, S. 149.

[2]) Coulter und Chamberlain: S. 98.

[3]) Flora 1904, S. 65.

welche für die vegetativen Zellen normal sind, und werden als Reifungsteilungen bezeichnet.

Befruchtungsakt und Fruchtbildung.

Einzelne der Pollenkörner gelangen auf die Narbe des weiblichen Geschlechtsorgans. Bei vielen Pflanzen ist die Oberfläche der Narbe rauh, so daß der Pollen besser haftet; häufig wird aber auch von der Narbe ein Saft abgesondert, welcher das Anhaften begünstigt, und es kann die Oberfläche auch derart

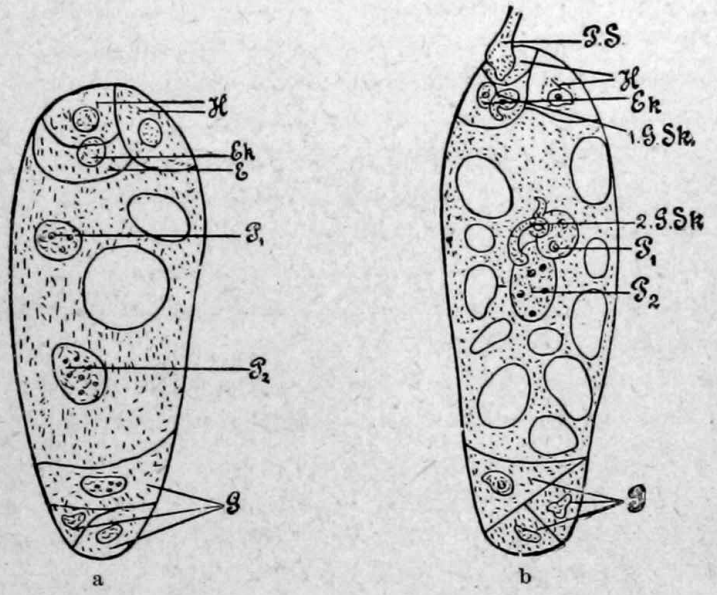


Abb. 3. Vorgang bei der doppelten Befruchtung: Embryosack schematisch nach Guignard: a) vor der Vereinigung der beiden Polkerne, b) nach dem Austritt der beiden generativen Spermakerne aus dem Pollenschlauch.

H = Hilfszellen (in b in Auflösung), *E* = Eizelle, *Ek* = Eizellenkern, P_1 und P_2 die beiden Polkerne, *G* = Gegenfüßlerzellen (in b in Auflösung), *PS* = Pollenschlauch, 1. *G.Sk* = erster generativer Spermakern, 2. *G.Sk* = zweiter generativer Spermakern.

gestaltet sein, daß ein Auffangen von Pollen erleichtert wird. Die Keimung wird durch die Absonderungen der Narbe begünstigt und der von der Intine umhüllte austretende Pollenschlauch auf der Narbe zum Hineinwachsen in das Narbengewebe veranlaßt. Ein Auskeimen von Pollenkörnern kann auch auf Narben von Blüten erfolgen, in welchen der betreffende Pollen keine Befruchtung hervorrufen kann[1]). Solcher fremder Pollen kann, ohne Befruchtung zu bewirken, einen Reiz ausüben, der zur Ausbildung der Fruchthüllen führt (Parthenokarpie). Nicht

[1]) Strasburger: Jahrb. f. wiss. Botanik, 1886.

jeder fremde Pollen keimt aber auf fremder Narbe, und es wurden bei verschiedenen Pflanzen Schutzmittel gegen solchen fremden Pollen beobachtet, die in Ausscheidungen der Narbe bestehen. Diese sind für zugehörigen Pollen günstig — Pollen mancher Art keimt in Zuckerlösungen erst nach Zusatz von Narben derselben Art —, dagegen für manche fremde Pollen schädigend [1]). Da zum vollen Auswachsen des Pollenschlauches die Speicherstoffe des Pollenkornes nicht genügen, muß auch die auf der Wanderung aufgenommene Nahrung eine entsprechende sein. Der Pollenschlauch wächst von der Narbe aus gegen die Samenknospe hin, und es soll dieses Wachstum bis zum Munde einer Samenknospe fortgesetzt werden. Dabei muß oft ein langer Weg zurückgelegt werden (so bei Mais, dessen Griffel beträchtliche Länge erreichen), und nur in wenigen Fällen ist derselbe, soweit er im Griffel verläuft, vorgezeichnet. Die Wanderung in der Höhlung des Fruchtknotens muß, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, ohne mechanische Führung, der Hauptsache nach wahrscheinlich durch chemotropischen Reiz, durch Kohlehydrate und Proteinstoffe veranlaßt, ausgeführt werden [2]).

Sowie der Schlauch eines Pollenkornes die Öffnung passiert hat, welche die Häute der Samenknospe freilassen (Samenknospenmund, micropyle), bahnt sich derselbe durch das Gewebe des Samenknospenkernes seinen Weg und trifft auf den oberen Teil des Embryosackes (Abb. 1) [3]). In den beiden Hilfszellen treten nacheinander Veränderungen ein: sie werden trübe, ihr Zellkern und ihre Vakuole verschwinden, dann wird ihr Inhalt stark lichtbrechend, ihr Protoplasma zieht sich zusammen, und es zeigen sich Ausscheidungen, welchen man die Aufgabe zuschreibt, die Zellhaut des Embryosackes zu lösen und so den Eintritt des Pollenschlauches zu ermöglichen. Schließlich lösen sich die Hilfszellen ganz auf, und es liegt nahe, anzunehmen, daß sie

---

[1]) Molisch: Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss, CII, 1893, Abt. 2. — Burck: Bot. Ztg. 1901, S. 134. — Richter: Compt. rend., Paris 1902, S. 634.

[2]) Über die bei dem gesamten Wachsen des Schlauches im Fruchtknoten wirkenden chemotropischen, hydrotropischen und negativ anaeorotropischen Reize: Molisch: Akad. d. Wiss., Wien 1889 u. 1893, mathem.-naturw. Kl. — Miyoshi: Flora, 1894, S. 76. — Lidforß: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1899, S. 236. — Tokugawa: Journ. coll. sc. Imp. Univers., Tokyo, 1914.

[3]) Die seltenen Fälle, daß der Schlauch nicht bei der micropyle eintritt, bei Pirotta und Longo (Referat Bot. Ztg., 1901) zusammengestellt.

zum Teil von der Eizelle aufgenommen werden. Eine Auflösung findet auch dann statt, wenn, wie dies vorkommt, eine der Hilfszellen sich an den beschriebenen Vorgängen nicht beteiligt hat. Die Haut des Pollenschlauches wird gleichfalls gelöst, und es tritt Spermato- und Ooplasma zusammen. In weiterer Folge tritt nun einer der beiden jetzt am Ende des Pollenschlauches liegenden generativen Spermakerne mit dem Kern der Eizelle zusammen, während der vegetative Spermakern allmählich während des Eindringens des Pollenschlauchea verschwindet. Dem Cytoplasma des generativen Kernes wird zumeist keine Bedeutung bei der Befruchtung zugeschrieben; Coulter und Chamberlain fanden es im Embryosack nicht; Nemeč fand aber bei Gagea, Brown und Ferguson bei Peperomia Cytoplasma zwischen den vereinigten Kernen[1]).

Gleichzeitig mit den Kernen vereinigen sich bei Tieren und niederen Pflanzen auch die je zwei Polkörperhälften oder Zentrosomen des einen generativen Sperma- und des Eikernes, die bei höheren Pflanzen fehlen.

v. Beneden hatte schon beobachtet, daß bei der Befruchtung keine Verschmelzung der beiden Kerne stattfindet, sondern bis zur ersten Teilung die beiden Kerne (Vorkerne Benedens) nebeneinander liegen. Später (Rückert, Häcker, Conklin) wurde gefunden, daß diese Selbständigkeit in einigen Fällen bei Tieren und Pflanzen (Blackmann: Ascomyceten; Clausen: Uredineen) auch weiter erhalten bleibt. Häcker ist bei seinen Studien bei Tieren (Copepoden) dazu geführt worden, über die Befunde Rückerts hinauszugehen, und hat festgestellt, daß die beiden bei der Befruchtung zusammentretenden Kerne bis zur nächsten Bildung von Geschlechtszellen selbständig bleiben, nebeneinanderliegend die einzelne Zelle während des vegetativen Lebens des Individuums beherrschen (wodurch es auch möglich erscheint, daß in einzelnen Teilen desselben der eine oder der andere wirkt — Mosaikbildung nach Bastardierung, vegetative Bastardspaltung). Befunde bei anderen Tieren führten ihn zu der Annahme, daß ein gleiches Verhalten sehr allgemein stattfindet, die Befruchtung demnach zweikernige Zellen bildet und der zweikernige Zustand während des Lebens des Individuums erhalten bleibt, erst vor den letzten Teilungen bei der Geschlechtszellenbildung Umlagerungen der beiden Vorkerne stattfinden, die zu einer Vereinigung und Mischung von Bestand-

[1]) Bot. Gazette, LVI, 1913, S. 501.

teilen derselben führen[1]). Man nimmt jetzt an, daß auch dort, wo die Selbständigkeit der Kerne nicht zu erkennen ist, die in den Kernen enthaltene Vererbungssubstanz von Vater und Mutter bis zu den Reifungsteilungen getrennt bleibt (de Vries, Lotsy, Strasburger usw.).

Der zweite generative Spermakern vereint sich mit dem sekundären Embryosackkern (Zentralkern): doppelte Befruchtung, ein Verhalten, das durch Nawaschin[2]) und Guignard[3]) zuerst festgestellt worden ist und besondere Bedeutung für die Erklärung von Endospermxenien besitzt[4]).

Die beiden generativen Kerne sind bei der Vereinigung länglich und wurmförmig gedreht; derjenige, welcher mit der Eizelle sich vereint, ist kleiner und kürzer als der andere (Abb. 3).

In einzelnen Fällen wurde beobachtet, daß der zweite generative Kern sich 1. mit dem oberen der beiden Polkerne, vor ihrer Verschmelzung zum Zentralkern, oder 2. mit dem oberen derselben nach der Verschmelzung oder 3. mit beiden gleichzeitig nach der Verschmelzung oder endlich seltener 4. mit dem unteren der noch nicht vereinten Polkerne vereint.

---

[1]) Jenaische Zeitschr. f. Naturw., 1902. — Bastardierung und Geschlechtszellenbildung. Zool. Jahrb. 1904, Supplement VII, S. 184. — de Vries: Befruchtung, S. 17. — Haecker: Vererb.

[2]) Bull. d. l'acad. d. St. Pétersbourg, 1898, Nov.

[3]) Compt. r., 1899, Avril, S. 864.

[4]) Zusammenfassende Darstellung der bezüglichen Forschung bis 1900 bei Sargant: Recent works on fertilization in Angiosperms. Ann. of bot., 1900, S. 689. — Dann noch Guignard: Journ. de Botanique, 1901, Nr. 1, und Compt. r., 1901, 30. Dezember (Solanaceen und Gentianeen). — Shibata: Flora, 1902, S. 61 (Monotropa uniflora. — Guignard: La double fécond. chez les Renonculacées, Journal de Botanique, XV, 1901, S. 394. — Dop: Sur l'ovule et la fécondation des Asclepiadées, Compt. r., Paris 1903, S. 250. — Die „doppelte Befruchtung" wird von Nawaschin als Befruchtungsakt angesehen, von Guignard nicht. (Ann. d. sc. nat. Bot., 1900, S. 365. Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1900, S. 224.) Der Entwicklungsreiz und die Vermischung von Vererbungssubstanzen findet sich bei beiden Vorgängen, Entstehung eines neuen Individuums nur bei Befruchtung. Unbedingt notwendig für die Bildung des Endosperms kann die doppelte Befruchtung nicht sein, da ja bei manchen Pflanzen das Endosperm bereits vor der Befruchtung gebildet wird. Körnicke fand eine solche Teilung des sekundären Embryosackkernes vor der Befruchtung auch bei Weizen (Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuß. Rheinlande, 1896, S. 174). Coulter und Chamberlain (Morphol: S. 60) verwenden die Bezeichnung „dreifache Vereinigung" für „doppelte Befruchtung" und tragen dadurch dem Umstand Rechnung, daß tatsächlich drei Kerne mit ihren Chromosomen miteinander zusammentreten (Embryoxenien!).

In seltenen Fällen werden in einem Embryosack mehrere Embryonen gebildet, und zwar durch Befruchtung bei anderen Zellen des Sackes, wobei die Eizelle meist verkümmert oder ohne Befruchtung (Apogamie) aus Zellen des Samenknospenkernes oder der inneren Samenknospenhaut.

Polyembryonie findet sich zum Beispiel bei Citrus-Arten (S. Bd. V).

Zur Befruchtung einer Samenknospe genügt theoretisch ein Pollenkorn. Die Versuche von Correns mit Mirabilisarten haben aber gezeigt, daß, auch bei normalen Verhältnissen, ebenso wie nicht alle Samenknospen befruchtungstauglich sind, dieses auch nicht bei allen Pollenkörnern der Fall ist. Es scheint daher ein Überschuß an Pollenkörnern zweckmäßig. Daß bei einem solchen, wie Correns gleichfalls bei den Versuchen fand, kräftigere Pflanzen geliefert wurden, führt er auf die dann mögliche Wahl der kräftigsten Pollenkörner zurück [1]).

Aus der befruchteten Eizelle, der Keimzelle, entsteht durch mannigfaltige Zellteilungen der Keimling und Keimträger (Embryo und Embryoträger). Voraneilend und weiterhin gleichzeitig wird durch lebhafte Teilung des Zentralkernes (sekundären Embryosackkernes) der Embryosack mit einem dichten parenchymatischen Gewebe, Endosperm, Sameneiweiß, einem nährstoffreichen Parenchym (seiner biologischen Bedeutung nach allein oder mit Perisperm, dem Dotter des tierischen Eies, analog) erfüllt. Dieses Gewebe ist bestimmt, zur Einlagerung von Stoffen (hervorragend: Stärke bei Getreide, Fett bei Ölpflanzen), als Speichergewebe verwendet zu werden, um seinerzeit bei der Keimung dem Keimling Nahrung zur Verfügung stellen zu können. Bei manchen Samen werden seine Zellen noch vor erreichter Samenreife wieder aufgelöst und ihr Inhalt dem Keimling selbst einverleibt, dessen in diesen Fällen mächtig heranwachsende Teile dann die für die Keimung nötigen Reservestoffe enthalten. Bei solchen Samen, wie sie sich bei den meisten Hülsenfruchtern finden, ist das Endosperm dann auf einige Zellagen reduziert, oder es fehlt ganz. Bei einer geringen Zahl von Pflanzen bleibt das außerhalb des Embryosackes und innerhalb der Samenknospenhäute gelegene Gewebe des Knospenkernes (Perisperm) — allein oder neben Endosperm — erhalten, füllt sich auch mit Reservestoffen und dient dem gleichen Zwecke wie das Endosperm (wird auch Sameneiweiß genannt).

---

[1]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1900, S. 422.

Die Ausbildung der Speichergewebe unterbleibt normal, wenn eine Befruchtung nicht eingetreten ist; es kann aber in manchen Fällen die Ausbildung derselben sowie auch jene des Fruchtknotens zur Frucht auch dann beobachtet werden, wenn keine Befruchtung stattgefunden hat und daher auch kein Same gebildet worden ist: Fruchtbildung ohne Befruchtung.

Gärtner beobachtete schon das Vorkommen samenloser Früchte, das seither wiederholt festgestellt wurde (Bananen, Zitronen, Wein, Sonnenblumen, Mohn, Gurken, Hopfen, Äpfel, Birnen usw.). Hildebrand[1]) war es, der bei Orchideen den Nachweis zu führen versuchte, daß tatsächlich der Pollen nicht nur auf die Eizelle wirkt. Er konstatierte, daß bei Orchideen nach erfolgter Bestäubung der Fruchtknoten schwillt und die Samenknospen sich zu entwickeln beginnen, und daß bei diesen Pflanzen erst wesentlich später der Pollenschlauch sich an den dann erst fertig gebildeten Embryosack legt und eine Beeinflussung der Eizelle erfolgt. Er wies weiterhin auch nach, daß ohne Bestäubung die Blüten längere Zeit frisch bleiben, aber normal kein Anschwellen des Fruchtknotens und keine Weiterbildung der Samenknospen stattfindet, es demnach der Pollen ist, der in diesem Fall auf die Entwicklung dieser Teile Einfluß nimmt.

Focke[2]) unterscheidet denn auch eine doppelte Wirkung des Pollens, die befruchtende und die — durch Reizung der Narbe erfolgende — Anregung zur Fruchtbildung (Fruchtungsvermögen, Gärtner). Dieser Reiz auf die Fruchtknotenwand, bei Pomazeen selbst auf die Blütenachse, sowie die Reizung auf die Samenknospe, kommt (nach Müller-Thurgau)[3]) erst nach Eindringen der Pollenschläuche zur Geltung und erfolgt in vielen Fällen wohl durch Ausscheidung von Stoffen, die chemisch wirken. Es hat Fittig aber festgestellt, daß auch bloße mechanische Reize auf die Narbe, die auch durch Sand hervorgerufen werden können, in gleicher Weise wirken[4]). Befruchtung und diese reizende Wirkung können sich vereint finden, es kann die Reizung aber auch, ohne daß der Pollen überhaupt Befruchtung bewirkt, erfolgen. Die Endospermbildung ohne Keimbildung kann auch durch die eine Kernvereinigung der „doppelten Befruchtung" erklärt werden. Ein weiterer Zusammenhang zwischen Befruchtung und Ausbildung anderer Teile zeigt sich auch bei Hochblättern. An gleich entwickelten Ästen einer Hopfenrebe entwickeln sich die Zapfen, welche

---

[1]) Bot. Ztg., 1863, S. 329, und 1865, S. 245.

[2]) Focke: Pflanzenmischlinge, S. 447.

[3]) Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1898. — Ber. d. Züricher Bot. Gesellsch. 1901—1903.

[4]) Z. f. Bot. 1909, S. 1.

bestäubt worden waren, weit rascher als die Zapfen an den gegen Bestäubung geschützten Ästen. Befruchtete Blüten schließen sich früher, welken rascher als unbefruchtete.

Es sei noch darauf verwiesen, daß aber in einzelnen Fällen nicht nur ohne Pollen der eigenen Art[1]), sondern selbst ohne Pollen überhaupt eine Entwicklung der Früchte und der Samenknospen bei manchen Pflanzen möglich ist. Für die Fruchtbildung ohne jegliche Pollenwirkung (siehe unten) führt Noll die Bezeichnung Jungfernfruchtbildung, Parthenokarpie, ein. Winkler erweiterte den Begriff, unterscheidet bei ihr, je nachdem ein Reiz durch Pollen oder anderweitige pulverförmige Stoffe erfolgte oder jeder Reiz ausgeschlossen war, zwischen stimulativer und vegetativer Parthenokarpie[2]). Parthenokarpische Früchte reifen rascher als normale.

Eine Fruchtbildung ohne eigenen Pollen erscheint ganz unzweifelhaft bei Obione halimifolia[3]) und Hedyosmum festgestellt (Früchte und Samen, letztere leer oder nur mit Nährgewebe)[4]). Einen Fall für Fruchtbildung ohne jegliche Pollenwirkung teilt Kirchner mit. Die kernlose Mispel produzierte auch bei künstlichem Ausschluß von Pollen Früchte, so daß in diesem Fall auch die Annahme der etwaigen Reizwirkung fremden Pollens nicht möglich ist[5]). Bei Eierpflanzen und Gurken fand Munson auch Bildung samenloser Früchte ohne jegliche Pollenwirkung[6]), ebenso Noll bei Gurken[7]); Humagai und Tamari bei einer japanischen Orange und dem Kakibaum[8]); bei letzterem auch v. Wettstein[9]); ich bei Mohn, Sonnenblume, Senf bei Ausschluß jeder Reizung; Ewert sowie Müller und Osterwalder bei einzelnen Sorten von Apfel und Birne[10]), Korschinsky bei einzelnen Sorten von Wein (Vitis vinifera)[11]). Bei einigen Formenkreisen ist Parthenokarpie ständig (Kulturbananen), bei anderen tritt sie gelegentlich neben Fortpflanzung auf (Obstbaum-, Beeren-, Weinsorten, Mohn, Sonnenblume).

---

[1]) Literatur und eigene Beobachtungen bei v. Tschermak: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1902, S. 13. — Hopfen, Bd. III, 3.

[2]) Parthenogenesis und Apogamie, Jena 1908. Tischler: Jahrb. wiss. Bot. 1912 CII hat auch den weiteren Begriff.

[3]) Kerner: Pflanzenleben, S. 164.

[4]) Fr. Müller: Biol. Zbl., 1890, S. 66.

[5]) Jahreshefte des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1900, S. XXXI.

[6]) Ann. Rep. Maine Agr. Exp. St., 1892, S. 29.

[7]) Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk. in Bonn, 1902.

[8]) Referat: Bot. Zentralbl, 1903, S. 533.

[9]) Österr. bot. Ztg. 1908, S. 457.

[10]) Landw. J. 1906, Heft 2. — Die Parthenokarpie, Berlin 1907. — Landw. J. 1909, S. 767.

[11]) Regel's Bulletin 1910, S. 144.

Selbst- und Fremdbestäubung.

Wenn Pollen auf die Narbe derselben Blüte gelangt, ist dieses Selbstbestäubung, wenn er daselbst befruchtet, wird dieser Vorgang als Selbstbefruchtung (Autogamie nach Delpino)[1]) bezeichnet. Die Möglichkeit für diesen Vorgang ist nur bei zweigeschlechtigen oder Zwitterblüten gegeben; aber es ist durchaus nicht notwendig, daß bei jeder Zwitterblüte auch Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung eintritt, wie dies früher angenommen wurde.

Im Gegensatz zur Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung findet bei vielen Formen Fremdbestäubung und Fremdbefruchtung statt. Eine solche ist unbedingt notwendig, wenn in einer Blüte nur eine Art von zeugungsfähigen Geschlechtsorganen vorhanden ist, die Geschlechter demnach entweder auf verschiedene Teile einer Pflanze oder selbst auf verschiedene Pflanzen verteilt sind.

Die Fremdbestäubung, Kreuzung im weiteren Sinne, kann stattfinden zwischen: 1. Blüten einer Pflanze: Fremdbestäubung innerhalb einer Pflanze, Nachbarbestäubung, somatische Bestäubung Weldons, in der Züchtung meist der Selbstbestäubung gleichgesetzt;

2. Blüten verschiedener Pflanzen einer Sorte: Fremdbestäubung oder Kreuzung schlechtweg oder je im engeren Sinne, isomorphe Xenogamie Kerners, hetärische, adelphische Bestäubung Weldons, Fremdbestäubung zwischen Pflanzen einer Sorte; v. Kirchner[2]) unterscheidet dabei noch: Adelphogamie als Kreuzung zwischen untereinander sehr nahe verwandten Individuen (Eltern mit Kindern, Geschwister untereinander) und Gnesiogamie als Kreuzung zwischen auch nahe, aber doch schon weiter verwandten Individuen;

3. Blüten von Pflanzen verschiedener Sorten, Varietäten, Arten, Gattungen: Bastardierung, heteromorphe Xenogamie.

Geschlechterverteilung.

Die Verhältnisse der Verteilung des Geschlechtes sind sehr mannigfaltige[3]). Die einfachsten Fälle sind die beiden folgenden:

---

[1]) Die Trennung der einzelnen Bestäubungsvorgänge ist scharf von Kerner (Schutzmittel der Blüten 1876), S. 192, durchgeführt.

[2]) v. Kirchner: Lebensgeschichte, Heft 1.

[3]) Neuere Darstellung bei Kirchner: Flora von Stuttgart, S. 38, und diese Darstellung auch in Knuth: Handbuch der Blütenbiologie, 1878, S. 33.

1. Pflanzen mit zweigeschlechtigen Blüten, monokline Pflanzen, bei welchen beide Geschlechter in jeder Blüte vorhanden und leistungsfähig sind (Zwitterblüten, hermaphrodite Blüten $\overset{\sigma}{+}$): Weizen, Mohn, Lein, Raps;

2. Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten, dikline Pflanzen, bei welchen die beiden Geschlechter auf verschiedene Blüten verteilt sind, die einzelne Blüte entweder nur männliche Geschlechtsorgane enthält (Staubblüte ♂) oder nur weibliche (Fruchtblüte ♀). Dikline Pflanzen werden als einhäusig, monözisch bezeichnet, wenn Blüten beider Geschlechter auf einem Pflanzenindividuum vereint sich finden (Mais), während sie zweihäusig, diözisch, genannt werden, wenn die Geschlechter auf verschiedenen Individuen desselben Formkreises verteilt sind, demnach männliche und weibliche Pflanzen sich finden (Hopfen, Hanf).

Es tritt aber zu den beiden genannten einfachen Fällen noch ein dritter Fall hinzu, jener der sogenannten polygamen Pflanzen, bei welchen, von jener Mischung der Geschlechtsverhältnisse, wie sie dikline Pflanzen zeigen, abgesehen, eingeschlechtige und Zwitterblüten auf einer Pflanze oder auf verschiedene Pflanzen verteilt in einem Formkreis gemengt sind [1]), zum Beispiel: Avena elatior $\overset{\sigma}{+}$ und ♂ im selben Ährchen, oder Daucus carota zwittrige und männliche Blüten oder seltener zwittrige und weibliche Blüten je auf derselben Pflanze, aber auch rein zwittrige Pflanzen und rein weibliche Pflanzen.

Endlich handelt es sich bei der Geschlechterverteilung nicht nur um Mengung von Staub- und Fruchtblüten oder von Zwitterblüten mit Staub- und Fruchtblüten, sondern auch um die Mengung von Zwitterblüten oder eingeschlechtigen Blüten mit Blüten, welche der Gestalt nach (morphologisch) Zwitterblüten, der Leistung nach (physiologisch) aber nur eingeschlechtige Blüten sind, oder auch um Mengung von Blüten letzterer Art untereinander. Es kann demnach eine Fremdbefruchtung nicht nur durch die Verteilung der Geschlechter, sondern auch dann notwendig werden, wenn, wie eben angedeutet, zwar beiderlei Arten Geschlechtsorgane in einer Blüte vorhanden sind, aber nur eines derselben zeugungsfähig ist. Man kann in Hinblick auf letztere Möglichkeit neben reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten noch scheinzwittrige Fruchtblüten und scheinzwittrige Pollenblüten unterscheiden [2]).

---

[1]) $\overset{\sigma}{+}$ und ♂ oder $\overset{\sigma}{+}$ und ♀ oder $\overset{\sigma}{+}$, ♀ und ♂ Blüten an einer Pflanze oder derlei Pflanzen in einer Art.

[2]) Eine scheinzwittrige Staubblüte ist morphologisch zweigeschlechtig, aber die ♀ Geschlechtsorgane sind nicht leistungsfähig, bei scheinzwittriger Fruchtblüte die ♂ Geschlechtsorgane nicht.

So treten an den einzelnen Pflanzen des bekannten Unkrautes Huflattich, Tussilago farfara, echte Fruchtblüten mit scheinzwittrigen Staubblüten, an solchen der geschätzten Futterpflanze der Alpenweiden, Meum Mutellina, in einer Dolde echte Zwitterblüten und scheinzwittrige Pollenblüten gemengt auf. Oder aber es finden sich bei einzelnen Sorten des Weines, Vitis vinifera, echte Zwitterblüten, bei anderen Sorten scheinzwittrige Fruchtblüten[1]) oder an einzelnen Pflanzen des Spörgels, Spergula arvensis, scheinzwittrige Frucht-, an anderen scheinzwittrige Pollenblüten, an weiteren echte Zwitterblüten.

Einrichtungen für Fremd- und solche für Selbstbestäubung.

Fremdbefruchtung kann auch in echten Zwitterblüten, in welchen beide Geschlechtsorgane funktionsfähig sind, nicht nur möglich sein, sondern — wenigstens zeitweise — selbst notwendig werden.

Es kann in echten Zwitterblüten eine Fremdbefruchtung dadurch notwendig werden, daß die Geschlechtsorgane derselben Blüte die Geschlechtsprodukte zu verschiedenen Zeiten reifen: Dichogamie. Das ungleichzeitige Reifen des Geschlechtes kann auch weiter noch in der Weise sich zeigen, daß die meisten oder alle Blüten einer ganzen Pflanze das eine Geschlecht früher reifen, oder daß diese frühere Reife selbst bei der Mehrzahl der Blüten der ganzen Sorte oder Varietät eintritt. Die Dichogamie kann eine proterogyne sein, indem so wie bei vielen Kreuzblütlern die weiblichen Geschlechtsorgane einer Blüte früher als die männlichen derselben geschlechtsreif werden, oder so wie bei Alopecurus pratensis, Anthoxanthum odoratum, Pennisetum americanum die ♀ Geschlechtsorgane sämtlicher Blüten des Blütenstandes früher als die ersten ♂ desselben Blütenstandes reifen, oder eine proterandrische, bei welcher die männlichen Geschlechtsorgane früher als die weiblichen derselben Blüte reif werden. Letzteres ist je in einer Blüte der Fall bei der Rübe, Beta vulgaris (Abb. 4), bei der Sonnenblume, dem Dekkan-Hanf, bei Malven und Schmetterlingsblütlern[2]).

Außer zeitlicher Trennung kann auch ein mechanisches Hindernis, wenigstens zeitweise für den Zusammentritt des Pollens mit der Narbe derselben Blüte, vorhanden sein (Herko-

---

[1]) Rathay; Korschinsky in Regel's Bulletin 1910, S. 144.

[2]) Auch bei eingeschlechtlichen Blüten kann bei einer Art das eine Geschlecht früher reifen. Löw in Kirchner: „Lebensgeschichte, Heft 1, führt dafür die Bezeichnung Metagynie (♀ früher reif) und (zum Beispiel Mais) Metandrie (♂ früher reif) ein.

gamie und verwandte Erscheinungen). Es kann dasselbe im zeitweisen Abwenden der Staubblätter von der Narbe (Raps, Rübsen) oder zeitweisem Zusammenschluß der Narben (Rübe, Abb. 4 D) oder in zeitweiser Verdeckung der Staubbeutel gegeben sein. Es können auch, ein häufiger Fall, die Narben über den Staubbeuteln der Blüte so hoch gestellt sein, daß eine Wirkung des Pollens auf die Narbe derselben Blüte erschwert oder unmöglich gemacht wird. Dabei kann, wie erwähnt,

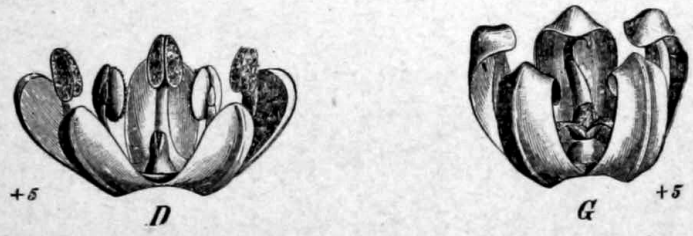


Abb. 4. Proterandrische Dichogamie bei Beta vulgaris, Rübe.
D Blüte mit stäubenden Beuteln und zusammenschließenden Narbenlappen. G Blüte mit empfangsfähigen Narbenlappen und entleerten Beuteln.

die Stellung, welche eine Bestäubung hindert, auch nur zeitweise während der Geschlechtsreife sich zeigen.

Verschiedene Länge der Staubblätter und der Griffel in einer Blüte: Heterostylie (Abb. 5) kann auch Fremdbe-

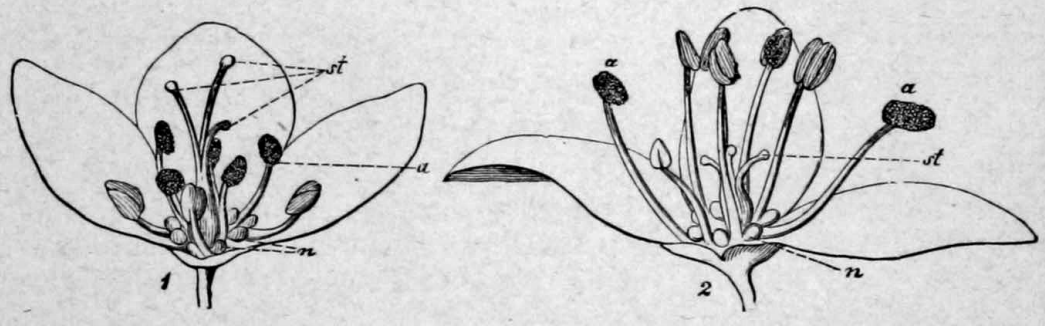


Abb. 5. Dimorphe Heterostylie bei Polygonum Fagopyrum, Buchweizen.
1. Langgriffelige Blüte. 2. Kurzgriffelige Blüte. (Aus Knuths Blütenbiologie.)

fruchtung zwischen Blüten verschiedener Pflanzen begünstigen. Einerseits würde in einem Teil solcher Blüten, den langgriffeligen (Abb. 5, 1), bereits die gegenseitige Stellung von Beuteln und Narbe Selbstbestäubung und damit Selbstbefruchtung ausschließen. Anderseits ist letztere vielfach durch die Unwirksamkeit des Pollens in der eigenen Blüte (Selbststerilität) gegeben; bei heterostylen Pflanzen ist Pollen einer Pflanze oft in anderen Blüten derselben Pflanze unwirksam; Bestäubung zwischen Blüten verschiedener Pflanzen derselben Ausbildungs-

art der Blüte gibt geringen Erfolg (illegitime Best.), und erst solche zwischen Blüten einer Pflanze mit der einen Ausbildungsart der Blüten mit solchen der anderen Ausbildungsart (legitime Best.) gibt vollen Erfolg (Buchweizen, Abb. 5).

In Fällen, wo die gegenseitige Stellung von Narben und Staubbeuteln für eine Selbstbestäubung passend wäre, auch die Reife der Geschlechtsprodukte zu gleicher Zeit eintritt, zeigt sich endlich auch bei manchen Pflanzen, die nicht heterostyl sind, eine Wirkungslosigkeit des eigenen Pollens (Pollen derselben Blüte) auf die zugehörige Narbe. Selbststerilität bei manchen Orchideen, Corydalis cava (bei anderen Arten derselben Gattung dagegen Selbstfertilität), Cardamine pratensis [1]), Roggen (Rimpau, v. Liebenberg, Ulrich), auch bei vielen Traubenformen [2]).

Correns zeigt in einem Fall (Cardamine), daß die Selbststerilität vererbt wird und auf Anlagen beruht, die Hemmungsstoffe in Narbe oder Griffel bilden, welche die Keimung des eigenen Pollens schädigen oder doch nicht fördern [3]). Heribert Nilsson wies bei Vererbung die Spaltung der Veranlagung für Selbststerilität bei Roggen nach; die bei Roggen vorherrschende Selbststerilität ist dominierende Eigenschaft [4]).

Die Einrichtungen, welche ständig oder wenigstens zeitweilig dahin wirken, die Bestäubung oder doch die Befruchtung innerhalb einer Blüte, selbst dann, wenn beiderlei Geschlechtsorgane vorhanden sind, unmöglich zu machen, sind, wie wir gesehen, sehr mannigfaltig [5]).

---

[1]) Für letztere Hildebrand: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1896, S. 326.

[2]) Für letztere: New York Agr. Experiment Station, Bulletin 157 u. 169. Vielleicht bei Wein aber auch andere Ursachen. Siehe Müller-Thurgau: Landw. Jahrbuch der Schweiz, 1898. Bei Kulturpflanzen Selbststerilität auch für Mohn, Rübsen, Rot-, Weiß- und Bastardklee, Hornklee, Ackerbohne usw. angegeben (Knuth, Handbuch. Ich fand einzelne isolierte Blüten von Mohn, Rübsen und Ackerbohnen mit eigenem Pollen fruchtbar). Eine Reihe von Fällen der Unfruchtbarkeit bei Bestäubung mit eigenem Pollen bei Focke: Abhandl. naturw. Vereins, Bremen 1893, S. 407 u. 495.

[3]) Festschr. d. mediz. naturw. Ges. zur 84. Naturforschervers. 1912. — Über Hemmungsstoffe Jost: Bot. Ztg., 1907, Heft V.

[4]) Zeitschr. f. Pflanzenz. IV, 1916, S. 1.

[5]) Die verschiedenen Bestäubungseinrichtungen haben, nach Müllers Hauptwerk, bei Errera, Gevaert, Loew, in sehr anschaulicher Weise bei Kerner: Pflanzenleben, sehr vollständig bei Knuth: Handbuch, zusammenfassende Darstellung gefunden. Das groß angelegte Werk Kirchner, Löw, Schröter: „Lebensgeschichte“ behandelt den Gegenstand auch, und v. Kirchner hat in „Blumen und Insekten“, 1911, die in diesem Titel angedeuteten Beziehungen schön darstellt. — In den

Bei Obst hatte Waite gefunden, daß einzelne Sorten Apfel und Birne nur dann Früchte bilden, wenn sie mit Pollen einer anderen Sorte bestäubt wurden (ungeschlechtliche Entstehung der Individuen solcher Sorten durch Pfropfung, Verf.!), und er bezeichnet auch diese Erscheinung als Selbststerilität[1]). Fletscher fand bei Pflaume, Aprikose, Pfirsich, Kirsche, Waugh und Kerr bei Pflaume Ähnliches. Müller bestätigt im wesentlichen Waites Befunde[2]). Ewert macht darauf aufmerksam, daß bei einzelnen Sorten die Unfruchtbarkeit nicht Wirkungslosigkeit des eigenen Pollens, sondern Folge der gegenseitigen Stellung der Geschlechtsteile, in anderen Fällen von scheinbarer Wirkung des Pollens aber Parthenokarpie vorhanden ist[3]).

Neben den Einrichtungen, welche die Fremdbefruchtung begünstigen, finden sich nun auch solche, welche die Selbstbefruchtung ausschließlich oder zeitweise begünstigen, so Anliegen der Beutel an die Narbe und Geschlossenbleiben von Blüten. Dieses Geschlossenbleiben der Blüten kann bei einzelnen Arten ständig sein: eigentliche Kleistogamie, bei anderen nur hier und da infolge äußerer Verhältnisse sich zeigen (Lichtmangel, niedere Temperatur, auch große Trockenheit)[4]).

Gelegentlich, je nach dem Witterungsverlauf, kleistogame Blüten wurden unter Kulturpflanzen beobachtet: bei Triticum spelta bei niederer Temperatur oder großer Trockenheit, bei Hordeum distichum nutans bei langsamem Schossen, bei Avena sativa und Spergula arvensis bei trüber, kühler Witterung, Regen, bei ersterem auch bei großer Trockenheit. Eigentlich kleistogame, unter allen Umständen bei den betreffenden Arten geschlossen bleibende Blüten werden unter Kulturpflanzen für Vicia Narbonensis angegeben, welche nach Treviranus und Hut[5]) neben den gewöhnlich sich zeigenden offenen auch unterirdische Blüten besitzen soll. Normal hat auch Hordeum distichum erectum eigentlich kleistogame Blüten.

Ein häufiger Fall unter den Bestäubungsverhältnissen ist der, daß bei Zwitterblüten, welche beide Geschlechter auch physiologisch entwickelt haben, in der ersten Zeit des Blühens die Fremdbefruchtung begünstigt, in späterer Zeit die Selbst-

---

speziellen Ausführungen (Bd. II bis V dieses Handbuches) habe ich die Bestäubungseinrichtungen sowie die Möglichkeit, ohne Insekten- und Windhilfe Samen zu bilden, bei den einzelnen Pflanzen eingehend berücksichtigt, daselbst auch fremde und viele eigene Versuche mitgeteilt.

[1]) Dep. of Agr., Division of Pathology, Bull. 5, 1895 und Jearb. of the Dep., 1898.

[2]) L. Jahrb. d. Schw. 1898, S. 193.

[3]) L. Jahrb. 1906, Heft 2.

[4]) Nach Eggers: Bot. Ztg., Bd. 8, S. 59. In Knuth: Handbuch, S. 6, 8 u. 71, Listen von eigentlich und von nur bedingt kleistogamen Blüten.

[5]) Verhandl. d. naturw. Ver., Frankfurt a. O. 1890, S. 89.

befruchtung ermöglicht wird. Der Vorteil einer derartigen Einrichtung ist dadurch gegeben, daß zunächst die Möglichkeit zu der, wie wir sehen werden, vielfach günstigeren Fremdbefruchtung gegeben wird, später aber doch, wenn erstere nicht zustande gekommen ist, damit eine Befruchtung überhaupt eintreten kann, Selbstbefruchtung ermöglicht wird.

Beispiele für derartige Einrichtungen geben unter Kulturpflanzen Spörgel, Lein, Dekkan-Hanf. Bei Spörgel, Spergula arvensis, liegen die Staubbeutel beim Aufblühen und beim Schließen der Blüte an den Griffeln an. Beim Aufblühen sind die Griffeläste noch ganz dem Fruchtknoten angeschmiegt, die Narben sind aber noch nicht empfangsfähig, so daß — wenn auch schon Pollen austritt — noch keine Befruchtung erfolgt. Während der Hauptblüte stehen die Beutel weit ab, werden aber beim Schließen der Blüte an die nun empfangsfähigen Narben der herangewachsenen Griffel angedrückt. Lein, Linum usitatissimum, zeigt die Beutel der fünf Staubgefäße in gleicher Höhe wie die fünf Narben; zu Beginn des Aufblühens stehen die Beutel von den Narben etwas ab, legen sich bei etwas weiter fortgeschrittenem Blühen enge an die Narbe an. Auch Dekkan-Hanf, Hibiscus cannabinus *L.*, bietet zuerst in der einzelnen Blüte Gelegenheit zu Fremdbestäubung, dann aber solche zu Selbstbestäubung[1]).

Übertragung des Pollens.

Jede Fremdbefruchtung macht die Übertragung des Pollens von einer Blüte in die andere notwendig. Sehen wir von Pflanzen, welche nicht kultiviert werden, ab, so können wir zwei Transportmittel des Pollens beobachten: Wind und Insekten. Danach werden auch die betreffenden Pflanzen, welche Fremdbefruchtung zeigen, geteilt in Wind- und Tier- (oder für Kulturpflanzen enger gefaßt: Insekten-) Blüher.

Die Windblüher sind außer durch glatten Pollen häufig äußerlich schon dadurch auffallend, daß sie Einrichtungen besitzen, welche es dem Wind erleichtern, den Pollen aufzunehmen. Zu solchen Einrichtungen sind hängende, leicht bewegliche Blütenstände und Staubblätter mit langen Staubfäden zu rechnen. Beide Einrichtungen finden sich bei Hopfen, die letztere bei Roggen, Hanf, Mais. Bei Windblühern tritt auch in Erscheinung ein großer Reichtum an Pollen, der auch die Befruchtung mehr sichert, da es ja unvermeidlich ist, daß zahlreiche Pollenkörner vom Winde entführt werden, die keine zugehörige Narbe erreichen, und man findet Windblüher auch durch erhebliche Größe der Oberfläche und besondere Form der Narben für das Auffangen von Pollen geeignet ausgebildet.

Bei Insektenblühern können wir neben rauhem, haftendem Pollen besondere Einrichtungen beobachten, welche bestimmte Insekten veranlassen, die Blüte zu besuchen, und welche die Übertragung des Pollens bei diesen Besuchen begünstigen. Veranlassung für den Insektenbesuch

[1]) Howard: Bd. V dieses Handbuches.

ist die Darbietung von Nahrung oder jene eines Schlupfwinkels oder einer passenden Stelle für die Eierablage. Der erste Fall ist der häufigste. Als Nahrung wird Honig, besser Nektar, oder auch Pollen selbst geboten; bei manchen Blüten werden von den besuchenden Insekten auch saftige Zellen, „Futterhaare", Wachsabscheidungen (letztere: v. Wettstein, Porsch bei tropischen Orchideen), die auf dem Blütenboden oder den Blütenblättern ausgebildet sind, aufgenommen. Zur Anlockung der Insekten können als Mittel, welche die Aufmerksamkeit derselben auf die einzelne Blüte ziehen, Duft, Farbe und Form bezeichnet werden, und wirken Duft und Farbe auf verschiedene Insektenarten in oft sehr verschiedener Weise ein. Die Farbe wirkt stärker in Verbindung mit erheblicher Größe, auch Form oder Häufung der Blüten. Große Blüten sind natürlich auffallender als gleich isoliert stehende kleine, aber kleine Blüten können sehr auffällig werden, wenn sie gehäuft auftreten. Bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Europas finden sich sehr große, isolierte Blüten verhältnismäßig seltener (Malve, Mohn), viel öfter Häufungen von Blüten, (Möhre, Raps, Kümmel). Sehr wirksam bei der Auffälligkeit der Blüten sind Farbenkontraste, die sowohl zwischen einzelnen Teilen der Blüte (Vicia Faba, weiß und schwarz, Phaseolus multiflorus, rot und weiß) als auch zwischen den Blüten eines Blütenstandes untereinander (Trifolium hybridum und Trifolium repens, aufblühende und verfärbte, abgeblühte Blüten) und zwischen Blüten und umgebenden anderen Pflanzenteilen bestehen können. Schon Bonnier und Mac Leod bezweifelten, daß die Blütenfarbe zur Anlockung von Insekten geeignet ist. Versuche Plateaus mit Kompositen, Umbelliferen und mit Blüten und Blütenständen anderer Arten bei künstlichem Honigzusatz und Verstümmelung sowie mit künstlich hergestellten Blüten[1]), dann mit Duftzusatz bei unscheinbaren oder schlecht besuchten Blüten[2]), stellten die Frage neuerdings zur Diskussion. Die Deutung der Versuche Plateaus geht dahin, daß dieselben nur geeignet sind, zu beweisen, daß Geruch auch als Anlockungsmittel dient, was schon früher angenommen wurde, oder diese Wirkung mehr zu betonen, nicht daß, wie Plateau selbst meint, die Farben und Formen der Blüten als Anlockungsmittel bedeutungslos sind, wogegen auch die Forelschen und Giltayschen[3]) Versuche und die Untersuchungen v. Frisch' über den Farbensinn[4]) sprechen würden. Dagegen läßt sich aus den verschiedenen Versuchen der Schluß ziehen, daß bei Geruch die Fernwirkung viel mehr hervortritt als bei Farben und Formen. Auch Pères und Andreae betonen die Wirksamkeit von Geruch und Form und Farbe. Andreae ermittelte, daß Geruch mehr für die Anlockung kriechender Insekten und unter den fliegenden für biologisch niederer stehende in Frage kommt, Farbe (und wohl auch Form) für fliegende und besonders für unter diesen biologisch höher stehende hervorragend wichtig ist[5]).

---

[1]) Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Bd. XXX—XXXIV. Referate Biol. Ztg., XVI, S. 417; Bot. Ztg., 1898, S. 84.

[2]) L'Année psychologique, 1907, S. 67; Mém. de l'Académie royale de Belgique, 1910, 2. Serie, II.

[3]) Jahrb. f. wiss. Bot., 1904, S. 368.

[4]) Verhandl. Zool. bot. Ges. LXV, 1915, S. 26.

[5]) Pères: Mem. soc. sci. phys. et nat. Bordeaux. Sér. 6, III. 1903. — Andreae: Beihefte zum Bot. C. XV, S. 427, 1903.

Mannigfach sind die Einrichtungen, welche dazu bestimmt sind, die besuchenden Insekten zur Verbreitung des Pollens dienstbar zu machen. Endlich finden sich auch Einrichtungen, welche unerwünschte, für die Übertragung bedeutungslose Gäste von dem Besuche der Blüte ausschließen (Blühzeit, Standort, Farbe, Geruch, Bergung der Genußmittel), wenn auch diese beabsichtigte Ausschließung nicht immer wirksam bleibt, wie das seitliche Aufbeissen des Blütengrundes bei Rotklee, das durch Hummeln erfolgt, zeigt.

Kreuzung, Fremdbefruchtung.

Der Botaniker versteht, wie oben erwähnt, unter Kreuzung oder Fremdbefruchtung den Zusammentritt der Geschlechtsprodukte zweier Blüten. Der Pflanzenzüchter faßt für seine Zwecke den Begriff Kreuzung oft enger und versteht unter Kreuzung oder Frembefruchtung nur den Zusammentritt der Geschlechtsprodukte zweier Pflanzen. Kreuzung oder Fremdbefruchtung schlechtweg wird dann der Akt genannt werden können, wenn die beiden Pflanzen derselben Sorte angehören, Bastardierung, wenn sie verschiedenen Sorten, Varietäten, Arten, Gattungen angehören. In diesem Sinne werden die Bezeichnungen hier weiter verwendet. Sind die Individuen, welche innerhalb einer Sorte Pflanzen zusammentreten, miteinander nahe verwandt, so kann man von Inzucht sprechen, welche demnach hier in dem Sinne von Wilkens, De Chapeau rouge, und anderen schärfer aufgefaßt wird, als dies von einzelnen anderen Tierzüchtern geschieht, welche sie der Reinzucht gleichsetzen. Inzucht treffen wir bei fremdbefruchtenden Pflanzen bei der weiter oben skizzierten Gruppen- und Individualauslese an; ja letztere entspricht jener besonders strengen Inzucht, welche der Tierzüchter als Inzestzucht bezeichnet, und bei welcher Eltern und Kinder oder Geschwister untereinander geschlechtlich zusammentreten. Noch über die Inzestzucht der Tierzucht hinaus geht fortgesetzte Selbstbefruchtung, welche bei Haustieren kein Korrelat hat.

Bastardierung [1]).

Bewegt sich die Fremdbefruchtung innerhalb einer Sorte, so spricht der Pflanzenzüchter schlechtweg von Kreuzung

[1]) Wichtige allgemeine Darstellungen über Bastardierung finden sich bei: Kölreuter: Neueste Nachrichten; Gärtner: Die Bastardbefruchtung; Wichura: Die Bastardbefruchtung; Nägeli: Münchener Akademie-Sitzungsberichte; Darwin: Variieren; Rimpau: Landwirt-

oder Fremdbefruchtung. Handelt es sich aber um die geschlechtliche Vereinigung von Individuen verschiedener Sorten, Varietäten, Arten oder Gattungen, so ist die Bezeichnung Bastardierung in der Pflanzenzüchtung üblich und wird auch hier in diesem Sinn verwendet[1]).

Die engere Bezeichnung der Bastardierungsprodukte ist keine einheitliche[1]); die früher angenommene Scheidung der Bastarde in unfruchtbare Art- und fruchtbare Varietätenbastarde läßt sich nicht aufrechterhalten; man spricht allgemein von Bastarden oder Mischlingen[2]).

Bastardierungen und ihr Ergebnis werden von Botanikern zumeist so bezeichnet, daß der als Mutter (♀) dienende Elter vorangesetzt wird und der als Vater (♂) dienende nach einem liegenden Kreuz folgt: Pisum arvense ♀ × P. sativum ♂. Da bei einigen Tierzüchtern auch noch die umgekehrte Folge üblich ist, empfiehlt sich die Beisetzung der Geschlechtszeichen.

Als Abkürzungen verwendet man *P* (parental) für elterliche und *F* (filial) für jede der Bastardierung folgende Generation, wobei im letzteren Fall eine beigefügte Zahl die Generationenzahl anzeigt.

Die Gesetzmäßigkeiten, welche bei der Bastardierung in Erscheinung treten, sind zum Teil solche, welche sich vor und bei der Befruchtung geltend machen und hier angeführt werden, zum Teil solche, welche nach derselben, insbesondere als Vererbungsverhältnisse, zutage treten[3]).

Eine Bastardierung tritt in der Regel um so leichter ein, je näher miteinander verwandt die beiden Formenkreise sind.

Die Ähnlichkeit der Erbmassen beider muß eine beträchtlichere sein, vielleicht deshalb, damit dieselben sich vermischen können, vielleicht auch,

---

schaftliche Jahrbücher; Focke: Pflanzenmischlinge; Kerner: Pflanzenleben; Bailey, Crossbreeding; Abbado: L'ibridismo nei vegetali. Nuovo giornale bot. ital. 1898, S. 76 u. 265; Correns: Ber. d. D. Bot. G., Generalvers.-Heft, 1901; de Vries: Mutation., Bd. II: Die Bastardierung. 1902. Weitere Literatur unter „Variabilität bei Bastardierung".

[1]) Der Befruchtungsvorgang wird von Löw, Kirchner: „Lebensgeschichte", Heft 1, als Nothogamie bei zwei Varietäten, als Hybridogamie bei zwei Arten bezeichnet. Die wissenschaftlich richtigste Fassung des Begriffes Bastardierung ist Vereinigung zweier verschieden veranlagter Pflanzen.

[2]) Correns: Bibl Bot. Nr. 52, 1901. — de Vries: Mutation II, S. 9.

[3]) Gesetze der Bastardierung, die vor und bei der Befruchtung zur Geltung kommen, im wesentlichen nach Nägeli: Die Theorie der Bastardbildung, Sitzungsbericht der königl. bayer. Akademie der Wissenschaften, 1866. — Neues hier nachgetragen.

weil sie sonst vereint nicht auf das zu sehr abweichende somatische Plasma wirken können. Das Somatoplasma darf bei beiden Pflanzen wohl auch deshalb nicht zu sehr verschieden sein, weil die erste Ernährung des Embryos von dem Somatoplasma der Mutter aus erfolgen muss. Vollkommen gelungen ist die Bastardierung, wenn fortpflanzungsfähige Bastarde erzielt werden. Zwischen der Erzielung solcher und dem Fehlen jeder Einwirkung des fremden Pollens gibt es vielerlei Abstufungen: Wachsen der Fruchthüllen ohne Beeinflussung der Samenknospe (Parthenokarpie), Entwicklung eines noch in der unreifen Frucht absterbenden Embryos, Entwicklung eines Embryos und Absterben der Keimpflanzen, Erzielung von Pflanzen, die nicht blühen, oder solcher, die keine Samen hervorbringen. Es gelingt leicht, Sorten- und Varietätenbastarde zu erzielen, schwieriger Arten-, noch schwieriger Gattungsbastarde.

Als Beispiele für die verhältnismäßig selteneren, früher für unmöglich gehaltenen Gattungsbastarde können unter den Kulturpflanzen angeführt werden: Aegilops ovata × Triticum vulgare (Godron, v. Tschermak[1]), v. Rümker); Aegilops ovata × Triticum monococcum (v. Tschermak[1]); Agrostis alba × Calamagrostis tenella (Ascherson spontan gefunden, von anderen künstlich erzeugt); Aegilops triaristata × Triticum vulgare (Godron); Triticum sativum × Secale cereale[2]); Triticum Spelta × Secale cereale (v. Tschermak[1]); Aegilops ovata × Secale montanum und × S. cereale (v. Tschermak[1]); endlich Nicotuna, ein Bastard einer großblätterigen Nicotiana- mit einer Petunia-Art (Burbank).

Neben der Verwandtschaftsbeziehung ist auch das Vorhandensein einer geschlechtlichen Anziehung, einer sexuellen Affinität (Nägeli) notwendig, wie zuerst Gärtner feststellte.

Nähere Verwandschaft und größere sexuelle Affinität verlaufen nicht immer parallel, wenn dies auch schon häufig der Fall ist. Wir kennen die Wirkung der sexuellen Affinität, der Wahlverwandtschaft zweier Pflanzenformen, aber wir kennen nicht die Ursache dieser Erscheinung.

In manchen Fällen ist eine Bastardierung nur nach einer Richtung der Vereinigung hin möglich; es können die Individuen einer Form entweder nur als Vaterpflanzen oder nur als Mutterpflanzen wirken; die wirksame Ausübung der entgegengesetzten geschlechtlichen Funktion ist nicht möglich; es kann die reziproke Bastardierung nicht eintreten.

So fand schon Gärtner Nicotiana paniculata ♀ × N. Langsdorfii ♂ möglich, dagegen nicht Nicotiana Langsdorfii ♀ × mit N. paniculata ♂ (Focke gelungen). Brassica oleracea *L.* kann nicht als ♀ dienen, ist dagegen als ♂ zur Bestäubung anderer Brassica-Arten zu verwenden (Sageret, Kjaerskou, Fruwirth — mündlich: nicht bestätigt v. Tschermak). Triticum-Arten können als ♀ verwendet werden mit Secale, aber nicht als ♂. Rettig Raphanus sativus ♀ × Kohl Brassica oleracea möglich,

[1]) Bd. IV, 2. Aufl.

[2]) Wiederholt erzeugt. v. Tschermak in Bd. IV, 3. Aufl. dieses Handbuches.

aber nicht reziprok (Baur)[1]. Für Sortenbastardierung liegen ähnliche Beobachtungen nicht vor.

Nur eine Pollenart kann in einer Samenknospe befruchten. Bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer Arten von Pollen, die sämtlich überhaupt eine Befruchtung herbeiführen können, ist es möglich, daß die verschiedenen Samenknospen eines Fruchtknotens von verschiedenen Pollen befruchtet werden. Ist eine Samenknospe befruchtet, so kann eine andere Pollenart bei ihr nicht mehr, wohl aber (ob bei allen Formenkreisen, wäre zu untersuchen) bei anderen noch unbefruchteten Samenknospen desselben Fruchtknotens wirken.

Früher wurde diese Bastardierungsregel so gefaßt, daß bei gleichzeitiger Anwesenheit von verschiedenen Pollen auf einer Narbe nur eine Art Pollen befruchten könne. In dieser Fassung läßt sich der Satz heute nicht mehr als allgemein gültig aufrechterhalten, da Doppelbestäubung, Aufbringung von zweierlei Pollen auf eine Narbe, mehrfach die Wirkung beider Pollen zeigte[2].

Daß eine Bastardierung nur eintritt, wenn der Pollen der eigenen Form fehlt, wurde für eine Reihe von Pflanzen (Nicotiana-, Dianthus-Arten) durch Versuche von Kölreuter, Gärtner, Wiegmann und Herbert[3] gezeigt. Es läßt sich aber die beobachtete Tatsache nicht als allgemein vorhanden betrachten. Keinesfalls läßt sich dieselbe bei Sortenbastardierung allgemein beobachten.

Welcher Pollen, bei gleichzeitiger Anwesenheit, sich den anderen überlegen erweist, sowie welcher günstiger direkt wirkt — stärkere Samenbildung direkt bewirkt —, ob der eigene der Sorte oder jener einer anderen Sorte, Varietät oder Art, oder aber ob keine Bevorzugung einer Pollenart stattfindet, ist heute nicht allgemein zu beantworten und wird voraussichtlich für verschiedene Formen verschieden zu beantworten sein.

v. Tschermak fand bei Doppelbestäubung von Erbsen keine ausgesprochene Bevorzugung des fremden Pollens gegenüber jenem der eigenen Sorte[4], und Müller[5] zeigte, daß ganz nahestehende Arten sich in dieser Hinsicht verschieden verhalten können. Bei Ruellia formosa zeigte sich eigener Pollen dem gleichzeitig anwesenden von Ruellia silvaccola überlegen, gab mehr nicht-bastardierte Individuen; bei Ruellia silvaccola zeigte sich bei dem analogen Versuch entgegengesetztes Verhalten. Gärtner fand, daß bei Bastardierung gleichfarbiger Rassen verschiedener Arten von Verbascum mehr keimfähige Samen geliefert wurden als bei solcher verschiedenfarbiger. Bei Giltays Versuchen zeigte sich Kreuzung je innerhalb der Arten Raps und Rübsen für Fruchtgröße und Samenbildung

---

[1]) Einführung, S. 238.

[2]) Giltay: Pringsheims Jahrb., XXV, Heft 3. — v. Tschermak: II, S. 63, 85, 87. — Müller: Flora, 1897, S. 474.

[3]) Literatur und Versuchsbeschreibung zusammengestellt in Wichura: Die Bastardbefruchtung, S. 25.

[4]) Zeitschr. f. d. landw. V. in Österr., 1900, S. 53, 1901, S. 60.

[5]) Abhandlungen des naturwissenschaftl. Vereins, Bremen 1893, S. 379.

günstiger als Bastardierung der beiden Arten, ebenso bei jenen des Verf.[1]). Bei Waites Versuchen (siehe S. 43) Pollen anderer Birnensorten dem eigenen einer ungeschlechtlich erhaltenen Sorte überlegen, bei Darwin Pollen einer anderen Var. dem eigenen bei Mimulus luteus usw.

Die Üppigkeit der Individuen der ersten Generation ist in manchen Fällen größer, in manchen Fällen kleiner als bei den Eltern; in wieder anderen Fällen steht sie zwischen der Üppigkeit jener. Meist wird der Fall beobachtet, daß bei näherer Verwandtschaft gegenüber den Eltern üppigere, bei weiterer weniger üppige bis schwächliche F_1 erhalten wird. Größere Üppigkeit ist bei näher verwandten Formen oft mit größerer Fruchtbarkeit vereint, findet sich aber — häufiger bei Artbastardierungen — auch ohne diese Verbindung, bei diesen selbst mit Sterilität vereint. Die größere Üppigkeit und Fruchtbarkeit in F_1 kann als indirekter Einfluß der Bastardierung dem direkten gegenüber gestellt werden, der sich in Zahl und Schwere der Früchte und Samen der bastardierten Mutter zeigt.

Größere Üppigkeit in F_1 kann als eine besondere Wirkung der Bastardierung erst angenommen werden, wenn sie gegenüber beiden Elternformen oder, noch besser, den von denselben bei Selbstbefruchtung erzeugten Nachkommen festgestellt werden kann.

Günstiger direkter und indirekter Einfluß einer Bastardierung von Formen einer Art untereinander gegenüber Fremdbefruchtung wurde bei Versuchen Darwins mehrfach nachgewiesen. v. Tschermak fand indirekten solchen bei B von Erbsen-[2]) und Fisolen-[3]) und Tomatensorten[4]). Correns ebenso wie Mc. Cluer und Swingle und Webber als direkten, Beal als indirekten bei solcher von Maissorten, East als indirekten bei Mais und bei Tabak[5]), ebenso Houser bei Tabak[6]) und Cook bei Baumwolle. Besonderes Aufsehen haben in letzter Zeit diese wieder mehr beachteten günstigen direkten und besonders indirekten Wirkungen bei Mais-Bastardierungen erregt, welche eine praktische Benutzung im gewöhnlichen Landwirtschaftsbetriebe zulassen[7]). Daß auch ein günstiger Einfluß der Bastardierung

---

[1]) Bot. Jaarboek Dodonea 1893, S. 136. — Fruwirth: Naturw. Z. f. L. u. F., 1903, Heft 10.

[2]) I, S. 66. [3]) II, S. 72.

[4]) Nachrichten d. D. Landw. G. f. Österr.

[5]) Shull: Am. Br. M., 1910, S. 98; Collins: U. S. Dep. of. Agr. Plant. Ind., Bull. 191, 1910; East and Hayes: Heterozygosis and Evolution, Bull. 243; Dep. of. Agr. Plant Ind. East: The am. naturalist, 1909, S. 173; Hartley: Ebenda, Bull. 218, 1912; Krafft-Fruwirth: Pflanzenbau, 11. Aufl., 1919.

[6]) Selby and Houser: Ohio Agr. Exp. St. Bull. 239, S. 378. — Cook: U. S. Dep. of Agr., Plant. Ind., Bull. 147.

[7]) Siehe Anm. 5 auf dieser S. Bei Roggen fand ich Gleiches: Z. f. Pflanzenzücht. I, 1912, Heft 4.

auf das Fruchtfleisch erfolgen kann, wurde bei den Versuchen von Waite bei Birnen gezeigt, bei welchen auch die selbstfertilen Sorten bei Befruchtung durch andere Sorten größere Frucht brachten. — Kein Überwiegen des direkten Einflusses einer Bastardierung zweier Arten gegenüber einer Fremdbefruchtung wurde bei Raps und Rübsen von Giltay und mir, bei Raps und Kraut von mir beobachtet.

Die Fruchtbarkeit kann bei entfernter verwandten Formen gelitten haben, kann selbst fehlen.

Immerhin finden sich Ausnahmen, von welchen viele wohl auf das Schwanken in der systematischen Abgrenzung zurückgeführt werden können. Gelegentlich ist eine beobachtete Unfruchtbarkeit nach de Vries auch durch besondere Standortsverhältnisse oder Individualität zu erklären (Mut. IV, S. 58) oder, wie Kerner meint, auf das Fehlen von zugehörigem Pollen zurückzuführen[1]). Artbastarde von Papaver steril, Sortenbastarde bei P. somniferum fertil; Artbastarde bei Nicotiana vielfach steril, Varietätenbastarde fertil; die erste in der Literatur angeführte Bastardierung Dianthus caryophyllus × D. barbatus gab unfruchtbare Bastarde, ebenso Himbeere mit Brombeere (Burbank — mündlich: bei v. Tschermak fruchtbar).

Die Schwächung, welche zu verminderter oder fehlender Fruchtbarkeit führt, greift die männlichen Organe häufiger an als die weiblichen. Bastarde besitzen oft nur unfähigen Pollen, oft brauchbaren neben unfähigem (so bei dem Bastard Geum urbanum × G. rivale)[2]); es kann aber auch die Pollenbildung ganz oder selbst die Bildung der Staubblätter unterbleiben. Bastarde, die mit Bastardpollen unfruchtbar sind, sind oft mit elterlichem Pollen oder solchem anderer Formen fruchtbar, was auch wieder auf die stärkere Beeinflussung der männlichen Organe hinweist. Bei Tieren im Hallenser Haustiergarten ähnliche Erfahrungen gemacht. Verkümmerung weiblicher Organe, und zwar solche des Embryosackes, bei Ribes aureum × R. sanguineum, Syringa vulgaris × S. persica[3]).

Die Ursache der Bildung unbrauchbaren Pollens ist von Juel für einzelne Fälle auf Unregelmäßigkeiten bei den Teilungsvorgängen der Pollenmutterzellen zurückgeführt worden[4]).

Die Unfruchtbarkeit von Bastarden wollte Häcker allgemein durch Fehlen der sexuellen Chromotaxis erklären[5]). Damit überhaupt ein Bastard gebildet wird, ist nicht nur sexuelle Zytotaxis nötig, die zuläßt, daß ♀ und ♂ Geschlechtszellen eine Vereinigung eingehen, sondern es muß auch eine Affinität zwischen dem einen generativen Spermakern und dem Eikern vorhanden sein: sexuelle Karyotaxis. Damit nun aber die Bastardpflanzen der ersten Generation Samen hervorbringen, ist notwendig, daß die Vereinigung der ♀ und ♂ Vererbungssubstanz, die bis dahin in den Vorkernen nebeneinander vorhanden waren (S. 38), bei der Geschlechtszellenbildung erfolgt (sexuelle Chromotaxis). Fehlt hier die Anziehungskraft, so bleibt

---

[1]) Österr. bot. Z., 1871, S. 34.
[2]) Jenčič, Österr. bot. Z., 1900, S. 1
[3]) Tischler: Beih. zu Bot. C., 1903, S. 408.
[4]) Pringsheims Jahrb. 1900.
[5]) Jenaische Zeitschr. f. Naturw. N. F. Bd. 30, Heft 2. — Nach Tischlers Befunden zurückgezogen: Vererbungslehre, 2. Aufl., S. 218.

die Fruchtbildung aus. — Ähnliche Erklärung von Strasburger[1]). — Tischler bezweifelt nach Untersuchung der Reifungsteilungen des Correnssschen Bastardes Bryonia alba × B. dioica derartige Erklärungen, fand die Pollenbildung einer Reihe von Bastarden normal und erst später Verkümmerung der Pollenkörner, hält die Unfruchtbarkeit der Bastarde als relativ und erblickt in nicht normaler Kernplasmareaktion die Ursache[2]).

Bastarde, die in der F_1 sehr wenig fruchtbar waren, können in späterer Generation Steigerung der Fruchtbarkeit zeigen.

Sempervivum alp. × S. arachnoideum (v. Wettstein); Phaseolus vulg. × Ph. multifl. (v. Tschermak und andere); Stizolobium deeringianum × St. niveum (Belling).

Ernst führt auch die Entstehung ausschließlich apomiktischer Formen auf Störung der Geschlechtstätigkeit nach Bastardierung zurück[3]).

Werden Bastardindividuen der F_1 mit elterlichen Formen bastardiert, so erzielt man abgeleitete Bastarde.

Werden Vereinigungen von Bastardindividuen der F_1 mit anderen nicht-elterlichen Formen oder mit anderen Bastarden vorgenommen, so bezeichnet man das erzielte Resultat zwar auch oft als abgeleiteten Bastard (Kölreuter: zusammengesetzter Bastard), nennt es aber besser nach Sachs einen kombinierten Bastard.

Wird vor einer neuerlichen Vereinigung der letzten Art die Nachkommenschaft des Bastardes bis zur Erzielung konstanter Formen weitergebaut und dann erst immer die weitere Bastardierung vorgenommen, so werden auch kombinierte Bastarde erzielt. Der Vorgang wird hier, zur Unterscheidung von gewöhnlicher kombinierter Bastardierung, wiederholte Bastardierung genannt.

Eine weitergehende Nomenklatur für kombinierte Bastarde hat v. Tschermak vorgeschlagen[4]). Die Bedeutung seiner Bezeichnungen wird aus dem folgenden Schema, in welchem A, B, C, D verschiedene Formen repräsentieren, ersichtlich:

Vollmischling	I.	Ordnung:		$A \times B$	entspricht der gew. Bast.),
„	II.	„	zweisortig:	$(A \times B) \times (B \times A)$	entspricht der kombinierten Bastardierung.
„	II.	„	dreisortig:	$(A \times B) \times (B \times C)$	
„	II.	„	viersortig:	$(A \times B) \times (C \times D)$	
Teilmischlinge	I.	„		$(A) \times (B \times C)$	
				$(A) \times (B \times [C \times D])$	
„	II.	„		$(A \times B) \times (A \times [B \times C])$	
				oder	
„	II.	„		$(A \times [B \times C]) \times D \times [E \times F])$	

[1]) D. stoffl. Grundl., S. 55.
[2]) Ber. d. d. b. G., 1907, S. 370; Archiv f. Zellforschung, I, S. 33.
[3]) Bastardierung, S. 592. [4]) II, S. 43.

Beziehungen zwischen Selbstbefruchtung, Fremdbefruchtung und Bastardierung [1]).

Durch das Studium der Blüteneinrichtungen erkannte man, daß Einrichtungen zur Fremdbestäubung sehr verbreitet sind, und schloß, daß diese besondere Vorteile bieten müsse. Solche besonderen Vorteile wurden dann, bei Bestäubung zwischen zwei Pflanzen eines Formenkreises sowohl als zwischen zwei Pflanzen verschiedener Formenkreise, von Kölreuter, Knight, Herbert, Gärtner beobachtet. Sie wurden weiterhin in vielen der ungemein zahlreichen Versuche von Darwin, und zwar in jenen mit fremdbefruchtenden Pflanzen, nachgewiesen. Die Vorteile bestehen bei direkter Wirkung in der Zahl Früchte im Verhältnis zur Zahl Blüten, in Größe und Schwere der einzelnen Früchte, Zahl und Schwere der Samen und bei indirekter Wirkung, welche erst bei jener Generation sich zeigt, welche aus Samen erwächst, welche von der betreffenden Bestäubungsart herrührt. Diese indirekten Wirkungen können bei Zahl gekeimter Pflanzen, Größe, Frucht- und Samenzahl — bei Pflanzen mit fleischigen Früchten, erheblicherer Größe dieser —, endlich stärkerer Bewurzelung und höherem Gesamtsamenertrag der erwachsenden Pflanzen sowie frühzeitigem Blüheintritt bei denselben zur Geltung kommen.

Man gelangte durch derartige Befunde zu einer für die Erhaltung der Art besonders hohen Schätzung der Fremdbefruchtung [1]), der auch gegenteilige Ansichten gegenüberstanden, und zwar gemäßigtere, berechtigte [2]) und ganz entgegengesetzte [3]).

Endlich wurde, besonders in letzter Zeit, auf die im vorangegangenen Abschnitt erwähnten, in F_1 sowohl bei Fremd- als bei Selbstbefruchtern erzielten, günstigen Erfolge einer Bastardierung hingewiesen.

---

[1]) *S*, *N*, *F* und *B* in diesem Teil = Selbst-, Nachbar, Fremdbefruchtung und Bastardierung.

[2]) Sprengel: Geheimnis der Natur. — Kölreuter, Vorläufige Nachrichten usw., Leipzig 1761. — Knight: Philosophical Trans., 1799, S. 202. — Herbert: Amaryllideae, London 1837, S. 371. — Gärtner: Beiträge, 1844, S. 366. — Darwin: Variation of animals and plents 1868 und Kreuzung und Selbstbefruchtung, Carus. — Treviranus: Bot. C. 1863, S. 1 u. 9. — v. Mohl: Bot. C. 1863, S. 309 u. 321. — Henslow: Trans. Linn. Soc. London, Bd. I, S. 317. — Müller: Die Befruchtung. — Burck: Bot. Z. 1908, S. 218 (Referat). — Henkels: Recueil des travaux bot. Néerlandais XII 1915, S. 278.

[3]) Axell: Om anordningarna för fanerogama växternas befruktning. Stockholm 1869.

In letzter Zeit hat sich zu den in diesem Abschnitt erörterten Beziehungen Cook geäußert. Er hält auf Grund allgemeiner Erwägungen, ohne bestimmte Versuche im Auge zu haben, für die Erhaltung der Lebenskraft allseitige F innerhalb der Art als am günstigsten, als am ungünstigsten F zwischen einander nahestehenden Individualauslesen oder in einer solchen (narrow breeding). Besser als letztere wirkt noch S, die ihr nahestehende Vermehrung und Parthenogenesis sowie F zwischen nahestehenden Individualauslesen zweihäusiger Pflanzen[1]). Gegen die Hauptstütze Cooks, daß Fremdbefruchtung zwischen einander sehr ähnlichen Individuen eines Formenkreises in der Natur nicht stattfindet, sei auf die Befunde Jennings bei Paramaecium und Towers beim Koloradokäfer verwiesen, wonach gerade solche Verbindungen vorgezogen werden. S. auch unter „Inzucht".

Aber auch Versuche liegen aus letzter Zeit für Kulturpflanzen zu der Frage der Wirkung von *S*, *N* und *F* vor, die, mit Einschluß der meinigen, in den speziellen Ausführungen berücksichtigt sind[2]).

Meine Versuche, welche zur Schaffung weiterer Grundlagen für die Züchtung einzelner landwirtschaftlicher Kulturpflanzen durchgeführt worden waren, gingen nach zwei Richtungen. Es wurde bei einigen Pflanzen der direkte Erfolg künstlicher *S*, *N* und *F* festgestellt. Bei sehr vielen Pflanzen wurde der direkte Erfolg des Einschließens (demnach erzwungener *S* eventuell *N*) mit solchem von Freiabblühen (*F*, *S* oder *N*) verglichen. Weiterhin wurde dann der indirekte Erfolg von *S* eventuell *N* gegenüber *F* oder von Abblühen bei Einschluß gegenüber Freiabblühen bei Anbau der folgenden Generation festgestellt. Die Feststellungen geschahen im freien Land, bei solcher Pflanzweite, wie sie auf dem Feld oder bei dort enger gebauten Pflanzen, auf Vervielfältigungsfeldern und im Zuchtgarten Anwendung findet. Dadurch, sowie durch den Vergleich von Abblühen bei Einschluß mit freiem Abblühen, wurde den Verhältnissen, wie sie der Züchtungsbetrieb bietet, entsprochen. Die Einzelergebnisse sind, insoweit sie für die Züchtung wichtig sind, in den Teilen behandelt, welche die Züchtung einzelner Kulturpflanzen besprechen. (Band 2—5 dieses Buches.) Daselbst finden sich bei den einzelnen Pflanzen auch Mitteilungen über die älteren und neueren bezüglichen Versuche anderer.

Man kann aus allen Versuchen den Schluß ziehen, daß Pflanzen, bei welchen unter natürlichen Verhältnissen *F* herrscht, gegen *S* empfindlich sind.

B von Sorten und Varietäten innerhalb der Art, selbst solche von nicht zu sehr entfernt verwandten Arten, kann bei einzelnen Pflanzenarten günstiger als *F* innerhalb der Sorte wirken, auch bei solchen, welche unbeeinflußt *S* zeigen, gegenüber dieser. Bezügliche Angaben sind im Abschnitt Bastardierung bereits gemacht worden. Ein dabei erzielter günstigerer direkter Erfolg kann durch stärkere Reizung der Eizelle durch

---

[1]) U. S. Dep. of Agric. Plant. Ind., Bull. 146.

[2]) Bd. 2—5 des Handbuches.

die bei *B* mehr voneinander verschiedenen Geschlechtserzeugnisse erklärt werden, ein günstiger indirekter durch diese und durch Vereinigung verschiedener Anlagen.

Aus meinen Versuchen[1]) geht weiter hervor, daß neben der besonderen Einwirkung von *F* gegenüber *S*, sich bei Versuchen auch noch andere Wirkungen äußern können.

Künstliche Bestäubung gibt eben immer, wegen der Eingriffe, ungünstige Ergebnisse bei Blühen und Fruchten, Einschluß von Teilen, noch mehr solcher ganzer Pflanzen, ebensolche als Wirkung des Einschlußmittels.

Inzucht[2]).

So wie bei Tierzüchtung können wir auch in der Pflanzenzüchtung die Unterscheidung machen zwischen gewöhnlicher Inzucht, als *F* einander näher verwandter Individuen, und Inzestzucht, als *F* zwischen Eltern und Kindern oder Geschwistern untereinander, beides je innerhalb eines Formenkreises. Dazu kommt dann aber noch die bei Tieren nicht mögliche Inzestzucht durch Selbstbefruchtung, die sich bei vielen fremdbefruchtenden Pflanzen erzwingen läßt.

Im Zusammenhange mit den Darwinschen Versuchen und mit verschiedenen Beobachtungen bei Züchtung ist man zuerst dahin gelangt, mehr als früher, die Zulässigkeit der geschlechtlichen Vereinigung — innerhalb der Sorte — verwandtschaftlich einander sehr nahe stehender Individuen bei der Züchtung anzuzweifeln.

Die Bewegung gegen Anwendung derartiger Inzucht war auf dem Gebiete der Tierzucht eine viel energischere, ist aber, besonders in letzter Zeit, durch die Stammbaumforschung in wesentlich andere Bahnen gelenkt worden. Der heute zumeist von Vertretern der Tierzucht eingenommene Standpunkt entspricht etwa dem von mir schon in der ersten Auflage[3]) zum Ausdruck gebrachten. Meine seither unverändert gebliebenen Ausführungen seien wiederholt:

„Die größere Sicherheit der Vererbung der gewünschten Eigenschaften hat in der Tierzucht dahin geführt, daß trotz mannigfach geäußerter Bedenken Inzucht mehrfach angewendet wurde. Daß bei dieser, infolge der

---

[1]) Naturw. Z. f. Land- und Forstw., Jahrg. I, II, III, IV, XIV; für die einzelnen Pflanzen Angaben in Bd. II—V dieses Handbuches.

[2]) *S*, *N*, *F* u. *B* wie im vorigen Abschnitt.

[3]) 1900, S. 64.

sichereren Vererbung, bei mangelnder Sorgfalt in der Auswahl der Individuen, auch ungünstige Eigenschaften erheblich gesteigert werden können, ist naheliegend. Keinesfalls geht es aber an, als Folge der Inzucht — auch bei Ausgang von gesunden Tieren — unbedingt Schwächlichkeit oder Kränklichkeit hinzustellen (Schwäne auf dem Genfersee, Begründung vieler Zuchten), und schon Darwin verwahrt sich gegen eine solche Annahme. Jedenfalls spricht nichts dagegen, im Tierzuchtbetrieb durch einige Zeit Inzucht zu treiben und gelegentlich eine Blutauffrischung vorzunehmen, so die Festigung der Eigenschaften mit Benutzung der Vorzüge einer Kreuzung innerhalb der Form zu vereinen[1]).

Die Möglichkeit einer Schädigung durch strenge, durch längere Zeit fortgesetzte Inzucht wurde bei Ratten durch die schönen Versuche Crampes nachgewiesen[2]), aber es kam dabei strenge Inzucht als Inzestzucht (nur Mütter mit Vätern, Brüdern, Söhnen) in Anwendung, und dann war, trotz Fortsetzung derselben durch 18 Generationen, ein immerhin noch befriedigender Erfolg möglich. Ritzema Bos bemerkte bei gleichen Züchtungsversuchen mit Ratten, und zwar auch bei engster Verwandtschaftzucht (Inzestzucht), noch weniger eine erhebliche Schädigung (Verminderung der Fruchtbarkeit nach der 20. Generation erst, sehr geringe Größenabnahme), verweist auch darauf, daß Crampes Material schon Anlage zur Erkrankung hatte[3]). Dagegen, daß Inzucht als solche Erkrankungen herbeiführen muß, wendet auch er sich, ebenso wie Kohlwey[4]) und andere. Maßgebend wird die erste Auswahl der Tiere sein. Inzucht bei zu Erkrankung geneigten Tieren wird diese Neigung natürlich verstärken."

Die neue Stammbuchforschung bei Tierzüchtung ging von dem preußischen Oberlandstallmeister Graf Lehndorff aus[5]). de Chapeau rouge[6]) brachte, gleich Lehndorff, Oettingen und Rau, auch für Pferde, und zwar besonders zahlreich Beweise für den Wert einer gut durchgeführten Inzucht bei, Hoesch für Schweine[7]), Wilsdorf für Rinder.

Bei Tierzüchtung kann bei jeder Tierart Inzucht betrieben werden, da wir es bei allen derselben mit *F* zu tun haben. Bei Pflanzenzüchtung wird von Inzucht nur bei solchen Formenkreisen gesprochen, welche *F* auch oder ausschließlich wirken lassen. Bei Formenkreisen, welche auch unbeeinflußt aus-

---

[1]) In diesem Sinne beispielsweise Leicesterschaf-, Shorthornzüchtung begründet. Neue Zusammenstellung günstiger und ungünstiger Erfolge der Inzucht bei Tieren bei Krämer: Mitt. d. D. L. G., 1913, Nr. 36 u. 37.

[2]) Landw. J., XIII, S. 699.

[3]) Biol C., 1894, S. 75. Neue Versuche H. D. King's (Journ. of. Hered. 1916, S. 74) mit Ratten brachten jenen Ritzema Bos' Versuchen ähnliche Ergebnisse.

[4]) Eine Einführung in das Gebiet der Tierzucht, Leipzig 1897.

[5]) Handbuch f. Pferdezüchter, 1909.

[6]) Einiges über Inzucht und ihre Leistungen, 1909.

[7]) Bei den gegen Inzucht besonders empfindlichen Schweinen wurde in einzelnen Fällen auch Drückung der Ferkelzahl nach dieser beobachtet. Fröhlich: Fühl. landw. Z., 1912, S. 538.

schließlich oder überwiegend *S* eintreten lassen, braucht die Frage nach einem etwaigen günstigeren Einfluß von *F* nicht erörtert zu werden, da sie der praktische Züchtungsbetrieb nicht anwendet.

Versuche mit den verschiedenen Arten der Inzucht liegen vor, teils absichtlich zur Beleuchtung der Frage durchgeführte, teils durch den Züchtungsbetrieb gegebene.

Roggen, Inzestzucht, Steglich. Je in einer isolierten Individualauslese, Auslese eines Individuums jährlich. Nach 6 Generationen war bei der Individualauslese mit normaler Ausgangspflanze die Ährenlänge 10—12 cm, die Kornzahl pro Ähre 48, nach 8 Jahren 9 und 37. Nach 11 Generationen sagt Steglich erst: „Es scheint auch bei dem Normaltypus eine allmähliche Degeneration einzutreten." Fremdbefruchtung zwischen Angehörigen verschiedener Individualauslesen mit je 12 Jahren Inzestzucht stellte sofort wieder volle Üppigkeit her. Bei verbildeten Individuen als Ausgangspflanzen wurden die Fehler im Laufe der Inzestzucht verstärkt[1]).

Roggen, Inzestzucht, Fruwirth. Nach 8 Jahren war — abgesehen vom Auftreten von Panachüre bei einigen Pflanzen einer der Individualauslesen — keine ins Auge fallende Verschlechterung zu bemerken, nach 3 Jahren und einem Jahr Freiabblühen, bei welchem die zwei Individualauslesen aber räumlich isoliert waren, ergab ein an der Saatzuchtanstalt Hohenheim (Wacker) 1911 vorgenommener Prüfungsanbau im Jahre des Freiabblühens 284 und 393 g Körner pro Quadratmeter, eine sehr gute Leistung. Geschlechtliche Vereinigung zweier Zuchten aus derselben Population gab üppigere F_1[2]). Inzestzucht mit Selbst- (Nachbar-) Befruchtung ergab mir, soweit überhaupt Früchte gebildet wurden, schlechten direkten und indirekten Erfolg.

Roggen, Inzucht, v. Rümker, v. Lochow. Nebeneinanderführung von Individualauslesen ohne geschlechtliche Trennung derselben voneinander. Bei der Roggenzüchtung auf Farbe, die v. Rümker durchführte, wurde nach 5—6 Jahren eine teilweise Abnahme des Ertrages und der Vollkörnigkeit in einzelnen der Auslesen beobachtet[3]). Bei der Züchtung v. Lochows[4]) kann keine Spur von Degeneration festgestellt werden.

Roggen, Inzestzucht mit erzwungener *S* (*N*), Heribert Nilsson. Bei selbstfruchtbarer Form zunehmend schlechterer indirekter Erfolg[5]).

Mais, Inzestzucht mit *S*- (*N*-) Befruchtung, Shamel. Sehr starker Verlust an Lebenskraft trat schon in der 1. Generation ein. 100 Pflanzen gaben 6½ engl. Pfund Körner, gegen 50½ bei Freiabblühen.

---

[1]) Ber. d. K. Versuchsst. f. Pflanzenk. Dresden, 1900—1912.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. I, 1913, S. 504.

[3]) Mitt. d. landw. Inst. Univers. Breslau 1909, V. Bd., S. 74; Beiträge III, 1913, S. 29.

[4]) Bd. IV dieses Handbuches.

[5]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. IV, 1916, S. 1.

Nach 3 Generationen war die Fruchtbarkeit schon sehr gering, nach 4 erfolgte keine Keimung mehr[1]). East erzielte weit bessere Ergebnisse, was die Möglichkeit der Fortsetzung der Selbstbefruchtung betrifft[2]). Auch bei Shull zeigte sich nach 5 Jahren noch annehmbarer Erfolg, 29 Bushel Korn pro acre, gegen 61 bei freiem Abblühen[3]).

Mais, Inzucht, Hopkins-Smith. Nebeneinanderführung von Individualauslesen ohne geschlechtliche Trennung derselben. Später wurde durch teilweises Entfahnen und Entnahme der Samen nur von entfahnten Reihen Selbstbefruchtung ausgeschlossen. Inzucht blieb aber weiter, und die Erträge lassen, auch nach 10 Generationen, nichts von Degeneration wahrnehmen. Die schlechteste Zucht brachte in den Jahren 1903—1906 27,3, 32,1, 56,6, 65,1 Bushel pro acre[4]).

Zuckerrübe, einjährige Inzestzucht mit *S* und *N*. Isoliert abblühende Teile untersuchter Mutterrüben geben nach Andrlik, Bartos und Urban weniger und weniger keimfähigen Samen und im nächsten Jahr eine Nachkommenschaft, für welche als Degenerationszeichen geringerer Zuckergehalt, schlechtere Form des Rübenkörpers und Auftauchen gelber und roter „Wurzeln" angeführt wird[5]). Verminderte Üppigkeit lassen die Zahlen für Rübengewicht nicht erkennen. Neue Beobachtungen über größere Veränderungen in der Färbung bei Futterrüben nach Selbstbefruchtung, liegen von Kajanus vor[6]). Die größere Variabilität ist jedenfalls nicht allgemein Folge von Selbst- und Nachbarbefruchtung bei Fremdbefruchtern.

Futterrübe, Inzestzucht mit erzwungener *N*, Tritschler. Bis viermaliger Einschluß einzelner Rüben — in allerdings Gaze — gab keinen Mißerfolg, brachte aber in der Form des Rübenkörpers nicht weiter als Inzucht bei Gruppenauslese[7]).

Linse, Wicke, Mohn, Inzestzucht durch *S*, Fruwirth. Nach 8 Jahren bei Linse, 10 Jahren bei Mohn und 11 Jahren bei Wicke gab eine Pflanze 30 : 10 cm, im Jahre 1912 freiabblühend (so daß keine Schädigung durch die Hülle eintreten konnte), in diesem Jahre durchschnittlich 13,3 g Gesamt- und 4,14 g Kornertrag bei Wicke und 5,85 bzw. 2,40 bei Linse.

Senf, Fruwirth. Nach gleicher Befruchtungsart nach 5 Jahren, im Jahre 1912 bei 20 : 5, 8,13 g Gesamt- und 1,97 g Kornertrag, also auch normaler Ertrag.

Die Versuche lassen für typische Fremdbefruchter, wie Mais, Roggen, Rübe erkennen, daß Inzucht ohne irgend deutlich merkbare Schädigung viele Jahre hindurch fortgeführt werden kann, daß bei Inzestzucht eine Verringerung der Wüchsigkeit

---

[1]) Dep. of Agr., Jearb. for 1905, 1906, S. 377.
[2]) Dep. of Agr., Plant. Ind., Bull. 243, S. 22.
[3]) Am. Br. Mag. 1910, S. 98.
[4]) Agr. Exp. St. Illinois, Bull. 128, 1908.
[5]) Ber. d. Versuchsst. f. Zuckerindustie für 1909, 1910, S. 18. — Zeitschr. f. Zuckerind., Böhmen 1912, S. 57.
[6]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. I, 1913, S. 125.
[7]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. III, 1915, S. 19.

eintreten kann, die aber auch nicht geeignet ist, von der Anwendung abzuhalten, daß endlich Inzestzucht bei fortgesetzter Selbstbefruchtung zu starken Schädigungen führen kann. Wenn bei Inzucht einander ähnliche Ausgangsindividuen verwendet werden, so müssen diese allerdings nicht in allen Beziehungen ähnlich oder gleich veranlagte sein. Meist werden solche aus Populationen entnommene Individuen für eine Reihe von bei der Auslese nicht direkt beachteten Eigenschaften heterozygotisch sein und bleiben. Bei Pflanzen, welche unbeeinflußt nur gelegentlich Fremdbefruchtung eintreten lassen, wie Linse, Wicke, Mohn, Raps, ist auch bei Inzestzucht mit Selbstbefruchtung keine Schädigung merkbar.

In- und Inzestzucht haben ihr unbestreitbares Gutes durch die Möglichkeit rascherer Absonderung bestimmter Linien oder doch bestimmter Gemische solcher. Sie können, wenn die Auslese eine unglückliche ist, natürlich auch minderwertige Linien ausscheiden, und bei Inzestzucht kann eine Verringerung der Wüchsigkeit herbeigeführt werden. Diese Verringerung der Wüchsigkeit wird durch einmalige Befruchtung mit abweichend veranlagten Individuen aufgehoben. Eine solche kann bei Veredlungszüchtung entweder während der Züchtung durch Heranziehung ähnlicher und geprüfter Individuen oder aber durch Vereinigung mehrerer bei Inzestzucht geführter Individualauslesen vor der Erzielung der Verkaufssaat erzielt werden. Anwendung von Inzestzucht mit Selbstbefruchtung empfiehlt sich bei ausgesprochenen Fremdbefruchtern, schon wegen der Schwierigkeit der Durchführung und dem dabei sehr geringen Ansatz, am wenigsten.

Zunächst nahm man in der Inzuchtfrage eine bei ausgesprochenen Fremdbefruchtern überhaupt ungünstige Wirkung der *S* und *N* gegenüber *F* und *B* an. Diese Erklärung, welche in letzter Zeit mehr in den Hintergrund gedrängt worden ist, muß seit den Versuchen Heribert Nilssons[1]) wieder mehr beachtet werden.

Wie weiter oben ausgeführt, erfolgt bei Befruchtung die Reizung der Eizelle und eine Vermischung von Vererbungssubstanzen. Der Reiz, welcher die Entwicklung der Eizelle anregt, ist nun stärker, wenn die Vererbungssubstanzen stärker voneinander verschieden sind, und es können so die günstigen direkten Wirkungen der *F* und *B* zutage treten, besonders aber die indirekten, welche nach *F* verschiedenartig veran-

[1]) Z. f. Pflanzenzücht. IV, 1916, S. 1.

lagter Individuen eines Formenkreises und nach *B* beobachtet worden sind. Diese günstigen indirekten Wirkungen, die unter der Bezeichnung größere Wüchsigkeit zusammengefaßt werden können, kommen durch raschere Zellteilung zustande. Fortsetzung der *S* oder *N* mehrere Generationen hindurch kann auch ein Zurückstehen durch allmähliche Verringerung der Verschiedenheit der Vererbungssubstanzen (Heterozygotie) und schließlichen Eintritt der Gleichheit (Homozygotie) bewirken[1]). Derartiger Reiz verschiedener Vererbungssubstanzan tritt nicht nur bei Fremdbefruchtern, sondern auch bei typischen Selbstbefruchtern in Erscheinung, wie East[2]) für Tabak gezeigt hat. Er zeigt sich nicht nur bei *B* im hier gebrauchten Sinn, sondern auch bei geschlechtlicher Vereinigung von Linien und Liniengemischen, kann allerdings auch nach Bastardierung recht heterozygotischer Formen fehlen[3]).

Eine Tabelle, welche der erwähnten Arbeit Shulls mit Mais entnommen ist, bringt für diese Verhältnisse Zahlen:

	1. Bei Individualauslesen, nach je 5 Jahren Selbstbefruchtung	2. Nach 5 Jahre hindurch erzwungener Fremdbefruchtung	3. Erste Generation	4. Zweite Generation
			nach Befruchtung zwischen zwei Individualauslesen, in welchen 5 Jahre hindurch Selbstbefruchtung vorgenommen worden war	
durchschnittliche Höhe der Pflanzen in dcm	19,28	22,95	25	23,42
durchschnittl. Reihenzahl der Kolben . .	12,28	15,13	14	13,67
durchschnittl. Ernte in Bushels pro acre . .	29,04	61,52	68,07	44,62

Die Reihe 1 zeigt den Erfolg fünfmaliger *S* (oder bei Mais eigentlich *N*), die Reihe 2 kommt den Verhältnissen auf einem nicht gezüchteten Maisfeld, ungehinderte Fremdbestäubung, nahe. Reihe 3 zeigt, wie nach Fremdbefruchtung zwischen zwei verschiedenen — bis dahin bei Selbstbefruchtung geführten — Individualauslesen der Wachstumsreiz energisch wirkt, und Reihe 4, wie dieser Anreiz nicht über die nächste Generation hinausreicht.

Bei Fremdbefruchtern kann durch fortgesetzte *S* und *N* in Verbindung mit Auslese auch eine Schwächung durch Ab-

[1]) Shull: Amer. Naturalist, 1911, S. 234.

[2]) U. S. Dep. of Agr. Plant. Ind., Bull. 243, 1912. Daselbst weitere Literatur.

[3]) Z. f. Pflanzenzücht. IV, 1916, S. 1.

scheidung von Individuen, weiterhin Linien oder doch zunächst von Liniengemischen mit ungünstigen Anlagen eintreten. Es können so auch sterile oder fast sterile Linien abgeschieden werden, deren Vorhandensein in der Population durch allseitigen geschlechtlichen Zusammentritt verdeckt war. Diese Schwächung wird natürlich nicht eintreten, wenn die abgeschiedenen Linien oder Gemische solcher günstige Anlagen besitzen.

Beispielsweise fand East die Kornerträge (Bushels pro acre) bei zwei Individualauslesen aus einer Mais-Population; in den einzelnen Jahren, in welchen *S* (genauer *N*) innerhalb derselben durchgeführt worden war, wie folgt:

	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr
Nr. 6	59,1	95,2	57,9	80	27,7
Nr. 12	38,1	32,8	—	23,3 28,7	16,5 9,5

Es zeigte sich demnach die Individualauslese 6 als eine sehr gute, die Individualauslese 12 als eine solche mit ungünstigen Anlagen; dies tritt auch trotz der sehr ungleichen Witterung der einzelnen Jahre in Erscheinung.

Xenien.

Unmittelbare Abänderung der Früchte oder der Samen, ja auch anderer Teile der Mutterpflanze, wie sie bei Bastardierung dem Einflusse des Pollens einer anderen Form zugeschrieben werden, nennt Focke Xenien[1]), und zwar, je nachdem sie Form oder Farbe betreffen, Xenoplasmen oder Xenochromien. Diesen weiteren Begriff Xenien hält man auch heute noch aufrecht (Correns, Klebs usw.).

v. Tschermak[2]) nennt solche Veränderungen, welche ausschließlich von der Mutter gebildete Teile betreffen, Xeniodochien.

Eine ungemein große Zahl von Beobachtungen liegt zu dem Kapitel Xenien vor. Insbesondere Fälle von Beeinflussung der Früchte und der Samenhaut werden immer und immer wieder mitgeteilt, aber einzelne Mitteilungen beziehen sich auch auf den Einfluß des Pollens auf andere Teile des mütterlichen Organismus. Die einzelnen Beobachtungen letzterer Art sind

[1]) Focke: Pflanzenmischlinge, S. 510.
[2]) I, S. 47.

mit großer Vorsicht aufzunehmen, und es ist die Mehrzahl derselben nicht geeignet, als Beweise für die Möglichket derartiger Einflüsse angesehen zu werden. Es muß darauf verzichtet werden, an dieser Stelle eine Liste solcher Beobachtungen zu geben, und es sei nur darauf verwiesen, daß zahlreiche Beobachtungen über Xenien gesammelt bei Darwin[1]), Focke[2]), Crozier[3]) und Giltay[4]) angeführt werden.

Die Frage nach der Möglichkeit der Bildung von Xenien hat aber auch viele Forscher veranlaßt, exakte Versuche anzustellen. Die überwiegende Mehrzahl der Versuchsreihen, die eigens zu dem Zwecke durchgeführt werden, Xenien zu finden, verlief resultatlos[5]).

Bei einigen Pflanzen sind aber Xenien sicher nachgewiesen worden, und zwar als Beeinflussung bei den nicht rein mütterlichen Teilen

Endosperm: [Mais Vilmorin[6]), Hildebrandt[7]), Körnicke[8]), Kellermann und Swingle[9]), de Vries[10]), Webber[11]) und Correns[12]), Roggen Giltay[13]), v. Tschermak[14]), mit farbrein gezüchtetem Material v. Rümker[15])] und

Embryo: [Erbse viele Versuchsansteller, Levkoje Correns[16]), v. Tschermak[17]), Fisole v. Tschermak[18]), Soja],

Als Xenien wurden aber auch Veränderungen bei der rein mütterlichen Fruchtschale: Buchweizen Althausen oder rein mütterlichen Samenschale: Fisole Daniel[19]), betrachtet.

---

[1]) Das Variieren I, S. 511.
[2]) Pflanzenmischlinge, S. 510.
[3]) Report of the Botanist. U. S. Departement of Agr. 88, S. 312.
[4]) Jahrbücher für wissensch. Bot. XXV, S. 489.
[5]) Eine große Zahl solcher Versuche ist in der 2. Auflage angeführt.
[6]) Bull. Soc. Bot. de France, XIV, 1867, S. 246.
[7]) Bot. C., 1868, S. 325.
[8]) Handbuch S. 344.
[9]) Ann. Rep. of the Kansas Agr. Exp. St., I u. II, 1888 u. 1890.
[10]) Biol. C., 1900, Nr. 5. — Compt. rend. 1899, 4. Dez.
[11]) U. St. Dep. of Agr., Veget. Phys., Bull. 22. Sept. 1900.
[12]) Ber. d. D. Bot. G., 1899, S. 410. — Bibl. botanica, Heft 53.
[13]) J. f. wiss. Bot., XXV, S. 489.
[14]) Z. f. d. l. V. in Öster., 1906, Heft 6.
[15]) Beiträge, III, 1913, S. 29.
[16]) Bot. Z., 1900, S. 435.
[17]) S, S. 20.
[18]) V, S. 50. Auch (mündlich mitgeteilt) große Ackerbohne.
[19]) Lit. für beide, nächste Seite.

Die sicher nachgewiesenen Xenien, welche in Veränderung des Embryos oder Endosperms zum Ausdruck kommen, sind einer Erklärung zugänglich. Bei Endospermxenien handelt es sich um Zusammentritt der Vererbungssubstanz der beiden weiteren Kerne (des zweiten generativen Spermakernes einerseits und des sekundären, aus zwei ♀ Kernen [!] gebildeten, Embryosackkernes oder des einen Polkernes anderseits: „doppelte Befruchtung"). Der Bastardkern schafft ein Bastardendosperm. Xenien, welche auf Veränderung des Embryos beruhen, erklären sich durch die Bastardnatur desselben ohne weiteres. Sowohl Endosperm- wie Embryoxenien treten natürlich nur in Erscheinung, wenn bei den Eltern eine deutliche Verschiedenheit in der Beschaffenheit dieser Gebilde vorhanden ist. Nachdem die Bastardierungsregeln auch in diesem Falle gelten, werden Xenien aber auch bei vorhandenen Verschiedenheiten nur dann sichtbar werden, wenn die betreffenden Eigenschaften sich zu einer Mittelbildung vereinen oder — im Falle der Dominanz — die dominierende Eigenschaft bei dem Vater vorhanden war.

Eine Beeinflussung anderer Teile einer Pflanze außer Embryo und Endosperm (Samenschale, Frucht, Kelch, vielleicht auch Fruchtboden) ist nur für Buchweizen und Fisole in letzter Zeit angenommen worden. Althausen stellte eine solche bei Bastardierung der Arten Polygonum Fagopyrum, tartaricum und emarginatum bei Form (Größe und Höckerbildung) der Fruchtschale fest[1]). Daniel beobachtete eine derartige Beeinflussung bei der Bastardierung Phaseolus multiflorus ♀ × P. vulgaris bei Samenschalenfärbung[2]).

Xenien, die über Endosperm und Embryo hinausgehen, sind weit schwieriger zu erklären. Man könnte daran denken, daß die befruchtete Eizelle oder weiterhin der Bastardembryo eine Wirkung (chemische Reizwirkung — Enzymwirkung, Correns — Austausch von Stoffwechselprodukten, Kassowitz) auf die umliegenden Gewebe der Samenknospe und durch diese weiterhin ausübt, oder daß eine analoge Wirkung schon von den keimenden Pollenkörnern ausgeübt wird. In beiden Fällen müßte man allerdings an eine Beeinflussung des somatischen Plasmas oder der Vererbungssubstanz der Mutter durch die Vererbungssubstanz eines Kernes des Pollenkornes denken. Die

---

[1]) Journ. f. experim. Landw. 1910, Abb. 6 u. S. 39.
[2]) Compt. rend. 1912, II, S. 59; 1914, Bd. 158, S. 418.

letztere ist einer Erklärung nach unseren heutigen Vorstellungen schwer zugänglich, eher läßt sich eine als Modifikation auftretende Veränderung des somatischen Plasmas ähnlich der Gallenbildung vorstellen.

Eine weitergehende direkte praktische Bedeutung der Xenien für die Züchtung konnte bislang nicht erkannt werden. Die Xenien können für diese nur die Bedeutung für sich in Anspruch nehmen, daß sie in Fällen, wo sie in Erscheinung treten, eine eingetretene Bastardierung gleich anzeigen; denn Xenienkörner liefern immer Bastardpflanzen (Correns), und daß sie die Auslese nach solchen Bastardierungen, bei welchen Embryo- und Endospermxenien auftreten, erleichtern, wenn die Bastardierungsprodukte spalten. In diesem Falle läßt sich eben bereits bei der Ernte einer Pflanze feststellen, ob die Nachkommen bei der betreffenden Eigenschaft Spaltung zeigen oder nicht, demnach das Verhalten der zweiten Generation in der Ernte der ersten erkennen.

Beweise für Erscheinungen, welche der im Tierreiche behaupteten, väterlichen Infektion analog sind, deren Existenz daselbst von einigen (so Romanes, Spencer) verteidigt, von anderen (Settegast) in das Gebiet der Fabel verwiesen wird, fehlen bei Pflanzen.

Im Anschluß an die Xenien sei einer eigentümlichen direkten Beeinflussung der Frucht gedacht, welche Leclerc du Sablon[1]) beobachtete, und welche von keiner Änderung der Form oder Farbe begleitet war. Die sonst an Zucker reichen Früchte von Cucumis melo waren, wenn sie Bastardfrüchte mit C. sativus waren, zuckerärmer; die sonst an Kohlehydraten reicheren Früchte von Cucurbita Pepo: Courge à moelle waren, wenn sie als Bastardfrüchte mit Courge olive entstanden, ärmer an Kohlehydraten. Die je reziproke Bastardierung zeigte keinen Einfluß. v. Tschermak[2]) bestätigte den erwähnten Befund und fand bei C. sativ. × C. melo Zuckergehalt und Geruch der Melone.

[1]) Compt. rend. 1903, S. 1298.
[2]) W. l. Z., 1907, Nr. 40.

Ungeschlechtliche Vereinigung zweier Individuen verschiedener Formenkreise (Pfropfbastardierung).

Eine Versetzung einzelner Teile einer Pflanze an derselben sowie an den Körper einer anderen Pflanze desselben Formenkreises ist weitgehend möglich, und erfolgt die Weiterentwicklung der versetzten Teile ohne erhebliche Störungen, wenn die Polarität[1]) beachtet wird, wenn demnach die Teile nach der Versetzung dieselbe Orientierung zeigen, welche sie früher bei normaler Entwicklung an der ursprünglichen Pflanze einnahmen.

Es ist aber auch in vielen Fällen möglich, Teile einer Pflanze auf den Körper einer anderen zu versetzen, wenn die beiden Pflanzen verschiedenen Formenkreisen angehören. Man spricht dann, wenn die Pflanzen verschiedenen Sorten, Varietäten, Arten oder Gattungen angehören, von Pfropfbastardierungen und bezeichnet eine solche Bastardierung einheitlich. Der Name der als Unterlage verwandten Pflanze wird dabei vorangestellt, der Name der Pflanze, welche das Reis geliefert hat, folgt nach einem stehenden Kreuz[2]). Als Unterlage wird dabei immer die bewurzelte Pflanze bezeichnet, als Reis jene, von welcher ein Teil der ersteren eingefügt wird[3]).

Mit den Erscheinungen bei normalen Versetzungen oder Transplantationen hat sich, ebenso wie mit jenen bei Propfbastardierung, eingehend Vöchting beschäftigt und auch landwirtschaftliche Kulturgewächse (Rübe, Kartoffel, Topinambur) mehrfach zu seinen Versuchen herangezogen[4]). Foa verwendet für Versetzungen innerhalb desselben Individuums die Bezeichnung autogreffes, für Pfropfungen eines Individuums auf ein anderes die Bezeichnung homogreffes oder hétérogreffes,

---

[1]) Schöne: Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation, 1912. — Vöchting: Über Transplantation.

[2]) Winkler: Ber. d. D. Bot. G. 1908, S. 595.

[3]) Eine besondere Art der Pfropfung ist jene des Embryos eines Formenkreises auf das Endosperm eines anderen. Sie gelang Brown und Morris bei Gerste, Stingl bei allen unseren Getreidearten. Die Folgen sind nicht untersucht.

[4]) Vöchting: Über Transplantation.

je nachdem die Individuen demselben Formenkreis angehören oder zwei verschiedenen [1]).

Für das Gelingen einer Pfropfbastardierung ist die Verwandschaft der Pflanzen maßgebend; näher verwandte Formen lassen sich leichter vereinen als weiter verwandte. Außer der Verwandtschaft spielen aber auch, wie schon Gärtner feststellte [2]), gewisse Beziehungen zwischen den Pflanzen eine Rolle, welche man, nach einer analogen Erscheinung bei der Bastardierung, als vegetative Affinität bezeichnet. Ein Zusammenhang zwischen der Fähigkeit beider Formen, sich geschlechtlich, und der Fähigkeit, derselben Formen, sich vegetativ vereinigen zu lassen, besteht nicht; die Neigung, eine vegetative Vereinigung einzugehen, ist im allgemeinen eine größere [3]).

Als Beispiel einer auffallenden ungeschlechtlichen Vereinigung zweier, allerdings einander näher stehender Kulturpflanzen sei jene von Paradiesapfel und Kartoffel erwähnt, bei welcher Ernteprodukte beider Pflanzen erzielt wurden [4]), dann jene von Tabak und Kartoffel (Abb. 6), oder die dreifache von Tabak, Tomate, Kartoffel, drei Pflanzen, die sich geschlechtlich nicht vereinen lassen. Weiter verwandte Formen lassen sich beispielsweise bei Solaneen und Kakteen gut ungeschlechtlich vereinen. Gelungene Pfropfungen weitverwandter Pflanzen wären beispielsweise: Kopfkohl, Brassica oleracea + Arabis albida; Abutilon Thompsoni + Eibisch, Althaea offic.; Kartoffel + Stechapfel, Datura stramonium (dabei Steigerung des Knollenertrages der Kartoffel) [5]); Rotkohl, Brassica oleracea + Goldlack, Cheiranthus Cheiri (dabei üppigere Entwicklung des Kohles) [6]). Die durch die Winklerschen Untersuchungen berühmt gewordene vegetative Vereinigung: Nachtschatten, Solanum nigrum + Tomate, S. Lycopersicum, gelingt, dagegen nicht die sexuelle. Weiß-, Rot- und Bastardklee konnten in allen verschiedenen Kombinationen miteinander ungeschlechtlich verbunden werden; ebenso konnte Rot- auf Wundklee, Luzerne auf Rotklee [7]) und Erbse auf Ackerbohne [8]) gepfropft werden; die geschlechtliche Vereinigung dieser Arten ist bisher nicht gelungen.

Eine praktische Anwendung hat die Versetzung eines Teiles einer Pflanze auf eine andere seit den ältesten Zeiten, aus welchen bei Griechen und Römern Literatur vorliegt, bei der

---

[1]) Foa: Rivista sc. biol. 1900, S. 346.

[2]) Gärtner: Bastarderzeugung, S. 629.

[3]) Die gegenseitigen Beziehungen zwischen Nahrungszufuhr aus dem Boden (Unterlage) und Verbrauch (Reis) erklären zum Teil diese vegetative Affinität.

[4]) Tschoudy: Essay sur la Greffe, nach Vöchting: Transplantation, S. 18.

[5]) Lindemuth: Ber. d. D. Bot. G., 1901, S. 515.

[6]) Gartenflora, 1902, Bd. LI, S. 12.

[7]) Biffen: Ann. of Bot., XVI, 1902, S. 174.

[8]) Daniel: Compt. rend., 1894, S. 992.

Operation des Pfropfens im Obstbau (Veredeln), Blumenbau, später bei einigen kolonialen Gewächsen gefunden, seit einiger Zeit auch in der Zuckerrübenzüchtung. Bei diesen praktischen Verwendungen spielt die Frage nach den Beziehungen zwischen Reis und Unterlage eine Rolle. Daß eine gegenseitige Beeinflussung stattfindet, ist als erwiesen anzusehen, aber über den Grad dieser Beeinflussung gehen die Ansichten schon seit Plinius' Zeiten auseinander.

Abb. 6. Pfropfung von Tabak auf Kartoffel. Nach Griffon.

Die eine Annahme geht dahin, daß gewisse gegenseitige Beeinflussungen von Reis und Unterlage stattfinden, daß dieselben aber keine tiefgreifenden sind und die systematische Stellung nicht berühren. Hierher wäre zu rechnen die Beeinflussung von Wuchs, Lebensdauer und Fruchtbarkeit des Reises bei Obstbäumen durch die Unterlage, das Herbwerden von Tafelbirnen auf Weißdorn, ihr Steinigwerden auf Felsenbirnen, die je nach der Unterlage verschiedene Veränderung des Säure- und Zuckergehaltes bei Birne und Wein [1]), alles Erscheinungen, welche als Folge von Ernährungseinflüssen gelten können.

Derartige Beeinflussungen finden tatsächlich in vielen Fällen statt, und die Praxis hat im Obstbau bei der Wahl der ge-

[1]) Journ. soc. nat. Hort. de France, X, S. 133; XII, S. 95.

eignetsten Unterlage auch Nutzen von dieser Erscheinung gezogen. Diese Beeinflussungen berühren die Vererbungssubstanz nicht, sind durch Änderung bei Zu- und Abfuhr von Stoffen bedingt. Ihre Ähnlichkeit mit Standortsmodifikationen rechtfertigt es, sie, wie ich dies in der ersten Auflage getan habe[1]), als Modifikationen durch Pfropfung zu bezeichnen[2]).

Die sehr interessanten und eingehenden Versuche von Ravaz bei Rebpfropfungen kommen zu dem Schluß, daß bei diesen tiefergreifende Änderungen nicht stattfinden, Ernährungseinflüsse aber wirksam sind. (Lebensdauer, Üppigkeit beeinflußt, aber keine Veränderung im Aufbau der Gewebe, im Fuchsgeschmack der amerikanischen Reben oder der Widerstandsfähigkeit dieser gegen die Reblaus.[3]) Ebenso die sorgfältigen Versuche, die Voß — auch bei Reben — vornahm[4]), ebenso Griffon[5]).

Als Beispiel für eine besondere Art von Einflüssen, welche wohl aber auch zu den Ernährungseinflüssen zu rechnen sind, von Vöchting korrelative Einflüsse genannt werden, wäre das Resultat des interessanten Versuches, welchen Vöchting mit Beta vornahm, anzuführen. Sprosse, welche dem Blütenstand von Rüben entnommen worden waren und undifferenzierte Knospen trugen, entwickelten sich zu vegetativen Sprossen, wenn sie erstjährigen Rüben aufgepfropft wurden, dagegen zu Blütenständen, wenn sie mit überwinterten Rüben vereint wurden. Leclerc du Sablon gibt für einen Fall der gegenseitigen Beeinflussung von Reis und Unterlage eine Erklärung der Ernährungseinflüsse durch die Verschiedenartigkeit der Wanderung von Kohlehydraten von Reis in Unterlage[6]). Auf Ernährungseinflüsse sind auch jene Fälle zurückzuführen, die Daniel anführt, Fälle, bei welchen bei Aufpfropfung von Teilen einjähriger auf solche mehrjähriger Pflanzen unter günstigen Verhältnissen eine gewisse Verlängerung der Blüh- und Lebensdauer der ersteren eintrat[7]). Sehr eingehende Darstellung der Veränderung der Beschaffenheit der Früchte durch Ernährungseinflüsse nach Pfropfung auf verschiedene Unterlagen von Rivière und Bailhache[8]).

Mit der Erklärung für Änderungen, welche auf die Ernährung des Pfropfreises zurückgeführt werden können, hat sich Daniel eingehend befaßt und sie auf den Einfluß der Beschaffenheit des Verbindungsgewebes und des Verhältnisses zwischen Nahrungsaufnahme durch die Unterlage und Verbrauch durch das Reis zurückgeführt[9]). Dazu tritt dann, wenn

---

[1]) 1901, S. 78.

[2]) Winkler, Untersuchungen über Pfropfbastarde, I, verwendet die Bezeichnung Modifikationspfropfbastarde nicht, da sie seinem Bastardbegriff nicht entspricht, nach welchem jeder Elter zu dem Bastard einen integrierenden Bestandteil liefern muß.

[3]) Berichte über den intern. landw. Kongreß zu Rom, 1903, S. 86.

[4]) Landw. Jahrb. 1904, S. 961.

[5]) Confér. intern. de Génétique, 1911, S. 164.

[6]) Compt. rend., 1903, Nr. 10.

[7]) Compt. rend., 1903, Nr. 19.

[8]) Compt. rend., 1906, S. 845.

[9]) La Théorie des Capacités fonctionnelles, Rennes 1902.

Änderungen der Unterlage in Betracht kommen, auch die Beschaffenheit der vom Reis verarbeiteten, der Unterlage zugeführten Stoffe.

Den gewissen gegenseitigen Beeinflussungen von Reis und Unterlage, welche nur durch abweichende Ernährung bewirkte Modifikationen sind, lassen sich andere anreihen, welche durch direkten Übertritt bestimmter Stoffe bei Pfropfung aus einem Teil in den anderen erklärt werden können. Dazu sind zu rechnen die Übertragung einer Art der Panachüre durch Infektion und der jedenfalls seltene Übertritt charakteristischer Farb-, Geschmacks- und Riechstoffe oder doch ihrer Komponenten aus einem der Symbionten in den anderen.

Daß die Buntblättrigkeit ein krankhafter Zustand ist, wurde schon von Vöchting behauptet; Lindemuth fand, damit übereinstimmend, immer nur einen Einfluß des buntblättrigen Teiles (Reis oder Unterlage) auf den grünen, nie den umgekehrten. Das Bestehen einer solchen infektiösen Buntblättrigkeit neben einer nichtinfektiösen, welch letztere teilweise Vererbung zeigt, ist seither von Lindemuth und Baur auch festgestellt worden[1]).

Übertritt von Alkaloiden ist beispielsweise beobachtet worden von Javillier bei Tollkirsche, Atropa Belladonna + Liebesapfel, Solanum Lycopersicum[2]). Dagegen konnte Guignard bei Vereinigung von Glukoside enthaltenden Formen (zum Beispiel Mondfisole, Phaseolus lunatus) mit von solchen freien (zum Beispiel Gartenbohnen, Ph. vulgaris) keinen Übergang der cyanogenetischen Glukoside beobachtet werden[3]); bei Cytisus Adami Buder keinen solchen von Gerbstoffen aus dem Hauptteil der Chimäre[4]); bei Wein Ravaz keinen solchen von Fuchsgeschmack aus dem Reis oder von Farbstoffen aus Unterlage[5]).

Die zweite Annahme geht dahin, daß bei den Vereinigungen von Reis und Unterlage auch tiefergreifende Beeinflussungen stattfinden können, Beeinflussungen, welche die systematische Stellung berühren können. Solche Beeinflussungen können als direkte Wirkungen der Pfropfung, die sich am Reis oder an der Unterlage zeigen, oder aber als indirekte Wirkungen in Erscheinung treten, welche sich in auch tiefergreifender Beeinflussung der geschlechtlich erzeugten Nachkommenschaft des Pfropfreises äußern.

---

[1]) Lindemuth: Landw. Jahrb. 1907, S. 807; Baur: Akad. d. Wiss., Berlin, 1906, S. 11, Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1907, S. 410.

[2]) Compt. rend., Paris 1910, S. 1360; bei anderen Fällen auch Fehlen des Übertrittes: Ann. Inst. Pasteur 1911, S. 568.

[3]) Ann. sc. nat. Bot., VI, 1907, S. 261.

[4]) Zeitschr. f. ind. V., 1911, S. 209.

[5]) Compt. rend., Paris 1910. Weitere Daten bei Winkler: Pfropfbastarde I.

Als hervorragendste Belege für die Möglichkeit direkter Wirkung der Pfropfung wurden meist die 1644 angeblich in Florenz erhaltene Bizarria-Orange, einige Vereinigungen von Weißdorn und Mispel[1]) und besonders der von einem Gärtner Adam 1825 zu Vitry bei Paris erhaltene Cytisus Adami[2]) angeführt.

Die Angaben über tatsächlich durch Pfropfbastardierung erzielte spezifische Änderungen sind zahlreich. Die Mehrzahl derselben hält aber einer Nachprüfung nicht stand. Zahlreich sind die Behauptungen, welche die Erzielung von Pfropfhybriden bei Kartoffeln betreffen[3]), spärlich Berichte über Mißerfolge bei Versuchen zur Erzielung solcher[4]). Sehr eingehend hat sich Lindemuth mit Kartoffelpfropfung befaßt[5]) und bezweifelt nach seinen Erfahrungen die Bastardnatur der angeblich vegetativ erhaltenen Kartoffelbastarde. Er weist auf die, wenn auch bei Vermehrung seltenen, aber mannichfachen Variationen bei Kartoffeln hin, sowie darauf, daß die Färbung in verschiedenen Altersstadien der Knollen verschieden in Erscheinung tritt. Er selbst konnte keinen vegetativen Bastard erzielen, ebenso nicht Sempolowski[6]), ebenso nicht Vöchting; letzterer weder bei Kartoffeln (Stengel-, nicht Knollenpfropfung) noch bei Cytisus Adami noch bei Hyazinthen, auch nicht bei späteren Versuchen mit Helianthus-Arten. Bei früheren Versuchen — Pfropfung von Helianthus-Arten (Sitzungsberichte der königlich preußischen Akademie 1894, 12. Juli) — glaubte man als Resultat bastardähnliche Bildungen annehmen zu können. Insbesondere glaubte man eine Knollenbildung an Helianthus annuus, hervorgerufen durch das aufgepfropfte H. tuberosus, erkennen zu können. Vöchting konnte weder Knollenbildung noch Inulingehalt bei Helianthüs annuus nachweisen, wenn auf die Wurzeln derselben ein Sproß von Helianthus tuberosus gepfropft worden war. Dagegen zeigte der schließlich mit Inulin gefüllte Sproß von Helianthus tuberosus das Bestreben, seine Natur in der Weise zur

---

[1]) Koehne: Gartenflora, 1901, S. 628. — Noll: Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde, Bonn 1905, S. 20. Koehne beschreibt einen Birnen-Weißdornbastard, 1905, S. 30.

[2]) Morren: Notice sur le Cytisus. Gand 1871. Anatomie von Cyt. A.: Fuchs: Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, mathem.-nat. Kl., 1899. — Laubert: Bot. Zentr. Beihefte, 1901, Heft 3. — Hildebrand: Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1908, S. 590. — Blaringhem faßt ihn wieder als geschlechtlichen Bastard mit Mosaikvererbung auf: IV. Confer. intern. Génétique, 1911, S. 101.

[3]) Trail, Hildebrand, Taylor, Fitzpatrik, Feim, Rintoul, Reuter, Magnus, Neubert. Literatur bei Vöchting: Transplantation, S. 23, ausführlicher bei Lindemuth, S. 37, daselbst auch noch Versuche von Rimpau und Oemichen behandelt. — Biffen: Ann. of Bot., 1902, S. 174, erhielt Knollen beider Formen, aber keine Knollen mit Mischung der Eigenschaften.

[4]) Werner, Lindemuth, Darwin, Regel in Vöchting, S. 23.

[5]) Landw. Jahrb., 1878, Heft 6, Separatabdruck.

[6]) D. landw. Presse, 1898, Nr. 45.

Geltung zu bringen, daß er versuchte, oberirdische Knollen zu bilden[1]). Weitere negative Ergebnisse wurden erzielt von v. Kerner mit Iris-Arten[2]), von v. Molisch mit einer Reihe von Pflanzen, unter welchen auch die beiden eben genannten Helianthus-Arten[3]). Dann bei Vöchtings Versuchen, durch vegetative Vereinigung einjähriger mit mehrjährigen Pflanzen die Lebensdauer zu erhöhen, sowie durch Vereinigung verschiedengeschlechtlicher Individuen das Geschlecht zu beeinflussen.

Für die Möglichkeit des Eintrittes von eigentlichen Pfropfbastarden tritt Daniel ein und bietet in seinen Versuchen mit Kohl, Wasserrübe, Möhre, Fisole, dann mit Eierpflanze und Pfeffer auf Tomate, Alliaria auf Kohl und den Versuchen mit Obstbäumen[4]) Material, das in dieser Richtung von ihm als Beweise für direkte, zum Teil auch indirekte Wirkung des Pfropfens verwendet wurde. Wiederholung seiner Versuche bei Fisole durch den Verfasser, bei Tomate und Eierpflanze durch Baur ergab keine spezifische Wirkung. Auch Griffon kam bei Durchführung von mehreren Tausenden von Pfropfungen, entgegen Daniel, zu durchaus negativen Ergebnissen[5]).

Als Beweis für die Möglichkeit einer indirekten Wirkung bei Pfropfung werden Versuche von Daniel und ein solcher von Edler angeführt.

Von den zahlreichen bezüglichen Versuchen Daniels ist einer im zweiten Band ausführlicher behandelt. Bei einem Versuche, den Liebscher vornahm, wurde auch noch über das Individium hinaus das eventuelle Vorhandensein eines Einflusses einer vegetativen Bastardierung beobachtet. Klein-Wanzlebener Zucker- auf rote Salatrübe gepfropft, ergab, so wie die umgekehrte Pfropfung, weder eine direkte Bastarderscheinung noch das Auftreten einer solchen bei den aus Samen der Pfropfreiser erwachsenen Pflanzen[6]). Interessant ist nun, daß Edler, bei Wiederholung des Versuches von Liebscher, zwar auch keine direkte Wirkung erzielte, wohl aber Variationen in der Nachkommenschaft. Unter den Nachkommen der Zuckerrübenreiser waren in der ersten Generation 28,1% rötliche und 0,6% rote Rüben, unter den Nachkommen der Reiser der roten Salatrübe 0,3% orangegelbe Rüben. In der zweiten Generation trat bei den Nachkommen von Rüben, die in der ersten Generation abweichend waren, eine Spaltung ein, die keine Gesetzmäßigkeit erkennen ließ[7]). Nachdem seither bei Rüben das Auftauchen anders gefärbter

---

[1]) Sitzungsbericht der königl. preuß. Akademie, 34, S. 705.

[2]) v. Kerner: Pflanzenleben II, S. 561.

[3]) Lotos, 1896, Nr. 7.

[4]) Rev. de botan. 1895. — Compt. r., Paris, 1891 v. 21. Septbr. — 1892 v. 30. Mai — 1894, S. 992 — 1898, S. 133. La variation dans la greffe et l'hérédité des caractères acquis. Paris, 1899. — Selbstreferat über eigene ältere Arbeiten: L'anné biol. I. S. 269. — Compt. r., Paris 1911, Bd. 152, S. 1018. — 1911, S. 890. — 1912, II, S. 779. — Zusammenfassung: Nouvelles recherches sur les greffes herbacées. Rennes, 1913.

[5]) Bull soc. bot. d. France 1908, S. 387; Compt. r. 1910, S. 129.

[6]) Blätter f. Zucker. 1895, S. 393.

[7]) Fühlings landw. Ztg. 1908, S. 170.

Individuen mehrfach, auch nach Selbst- und Nachbarbestäubung, beobachtet worden ist, soll der Versuch wiederholt werden.

Bei Pfropfung kann durch Bildung einer Adventivknospe, an welcher sich Zellen beider bei der Pfropfung vereinter Individuen beteiligen, ein Chimärenpfropfbastard, wie Winkler derartige Bildungen jetzt nennt, oder eine Chimäre schlechtweg entstehen, die ein Nebeneinander der Gewebe zweier Pflanzen ohne gegenseitige Beeinflussung zeigt. Dahin sind alle bis jetzt genauer untersuchten Pfropfbastarde, die eine tiefergreifende Pfropfwirkung zeigen, zu rechnen. Sie erweisen sich entweder als ein Nebeneinander der beiden Gewebsarten als Sektorialchimären (Abb. 7, 2), sowie das erste von Winkler erhaltene derartige Gebilde (Abb. 8), oder

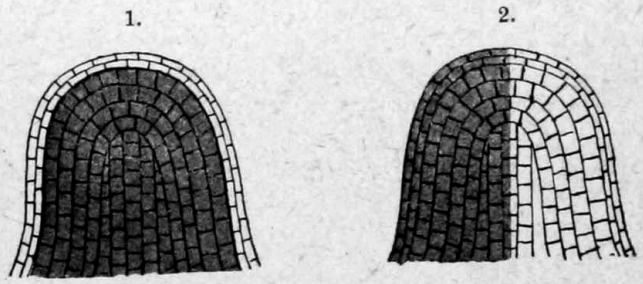


Abb. 7. Chimären. Schematische Längsschnitte:
1. durch den Vegetationskegel einer von E. Baur studierten Periklinalchimäre von Pelargonium.
2. durch den Vegetationskegel einer Sektorialchimäre.

als Übereinander der beiderlei Gewebsarten als Periklinalchimären (Abb. 7, 1 und Abb. 9). Bei sektorialen Chimären werden die Seitenachsen, Blüten und Früchte, die an der einen Hälfte gebildet werden, jener Form entsprechen, welche die Gewebe dieser Hälfte bildet, Achsen der anderen Hälfte jener Form, welche die Gewebe dieser Hälfte geliefert hat. Achsen, die an der Grenzzone der beiden Gewebsarten gebildet werden, sind auch aus beiderlei Geweben zusammengesetzt und können so Blüten und Früchte liefern, welche zur Hälfte der einen, zur anderen Hälfte der anderen Form entsprechen. Bei periklinalen Chimären ist die äußere Schichte 2—3 Zellagen dick; Seitenachsen, die aus ihr entstehen, entsprechen jener Pflanze, welche diese äußere Schicht bildete. Entstehen aber gelegentlich Adventivknospen aus tiefer unter der Haut liegenden

Schichten, so entsprechen diese dem Gewebe der anderen Art und geben die bei solchen Chimären häufigen Rückschlagsäste. Die Samen vererben die Eigenschaften jener Form rein weiter, welcher die unter der Haut liegende Zellschicht angehört, welche die Geschlechtszellen bildet. Vermehrung und Pfropfung lassen Chimären unverändert als solche erhalten. Chimären entstehen auch dann, wenn die Bildung von Adventivknospen sehr gefördert wird, nur sehr selten.

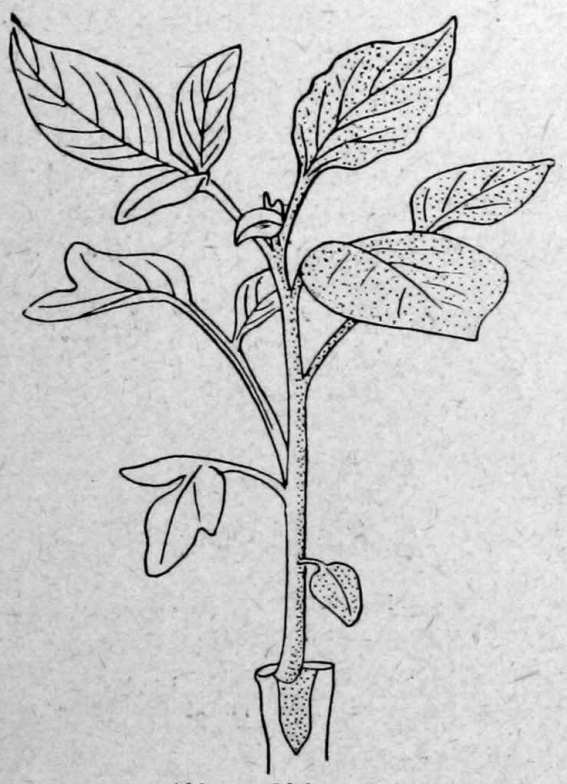


Abb. 8. Chimäre.
Lichtgelassener Teil in Unterlage dem Nachtschatten angehörig, im Reis Nachtschattengewebe anzeigend. Punktierter Teil in Unterlage Pfropfreis von Tomate entsprechend, das nach Anwachsen geköpft wurde, im Reis Tomatengewebe anzeigend. (Aus Winkler.)

So lieferten in einer Versuchsreihe Winklers 268 Pfropfungen über 3000 Adventivknospen und nur fünf Chimären. Da die Formenkreise, welche bei der Bildung von Cytisus Adami und Crataegomespilus Asnieresii verwendet wurden, zu Adventivbildung nicht neigen, vermutet Baur, daß Chimären auch dadurch entstehen können, daß Gewebe der einen Pflanze durch eine eingefügte Knospe ohne Knospenkern wachsen [1]).

Winkler erhielt bei der Pfropfung Nachtschattenkeimling + Liebesapfel nach Köpfung des angewachsenen Reises (König Humbert) zuerst, neben vielen einartigen Trieben, eine Chimäre. Der Trieb war eine sektoriale Chimäre, die eine Hälfte der Pflanze war Nachtschatten, die andere Liebesapfel (Abb. 8). Triebe aus der Grenzzone waren beides und trugen auch Blüten und Früchte, deren eine Hälfte solchen des Nachtschattens, deren andere solchen des Liebesapfels entsprachen.

Später erhielt Winkler bei der gleichen Pfropfung periklinale Chimären. Als solche wurden dann auch durch Winkler und ungefähr gleichzeitig durch Baur [2]) Cytisus Adami und Crataegomespilus Asnieresii von Bronvaux bei Metz nachgewiesen. Heuer erzielte weiterhin auch Chimären bei mehreren Arten [3]). Die Zusammensetzung dieser Chimären,

[1]) Einführung, 2. Aufl., S. 263.
[2]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1909, S. 603.
[3]) Gartenflora 1910, S. 434.

die ihr geschlechtliches und ungeschlechtliches Verhalten erklärt, ist die folgende:

	Haut (bei 3 und 4 zwei äußere Zellschichten)	Innengewebe	Erzeuger
1. Solanum Tubingense.	Tomate	Nachtschatten	Winkler[1])
2. S. Koelreuterianum .	Nachtschatten	Tomate	„
3. S. Gaertnerianum . .	„	„	„
4. S. proteus.	Tomate	Nachtschatten	„
5. Laburnum Adami . .	Cytisus purpureus	Lab.[2]) vulgare	„
6. Crataego mespilus Asnieresii	Mespilus	Crat. monogyna[3])	„
7. S. Lycopersicum + S. Melongena	S. Melongena	S. Lycopersicum	Heuer[4])
8. S. Lycopersicum + S. Dulcamara	S. Lycopersicum	S. Dulcamara	Heuer[4])

S. = Solanum. Nachweise über den Aufbau der Bizarria-Orange als Chimäre fehlen noch.

Die zweite Art tiefer greifender Pfropfeinwirkungen entspricht dem, was man früher immer als eigentlichen Pfropfbastard mit spezifischer Veränderung erwartet hat, die sich auch in veränderter Vererbung ausdrückt. Winkler nennt solche Pfropfergebnisse Verschmelzungspfropfbastarde oder Burdonen. Ein sicher nachgewiesener Fall solcher liegt nicht vor, aber die Möglichkeit der Entstehung ist gegeben. Ein solcher Pfropfbastard würde gebildet werden, wenn an der Verbindungsstelle von Reis mit Unterlage eine Verschmelzung zweier Zellen und ihrer Kerne eintreten würde. Die Bastardzelle würde dann entweder mit der summierten vegetativen Chromosomenzahl beider Pflanzen (Abb. 9) oder, nach einer vegetativen Reduktion, mit der Hälfte der summierten Zahl ein Bastardgebilde entstehen lassen.

Wir haben gesehen, daß bei Pfropfbastardierung der gewöhnliche Fall der ist, daß die Eigentümlichkeiten des Formenkreises, welchem das Reis angehört, erhalten bleiben, daß aber

---

[1]) 1—4 Nachtschatten + Liebesapfel (Gloire de Charpennes) Winkler: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1908, S. 595; 1910, S. 116. — Zeitschr. f. Bot., 1909, S. 315. — Untersuch. über Pfropfbast. I.

[2]) Buder: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1910, S. 188. — Zeitschr. f. ind. 1911, V, S. 209. Jansonius und Moll zeigten, daß das Holz bei C. Adami keineswegs Mittelbildung zwischen dem Holz der beiden Komponenten ist, sich aber doch von C. Laburnum-Holz unterscheidet: Rec. Travaux bot. néerlandaise, 1911, S. 333.

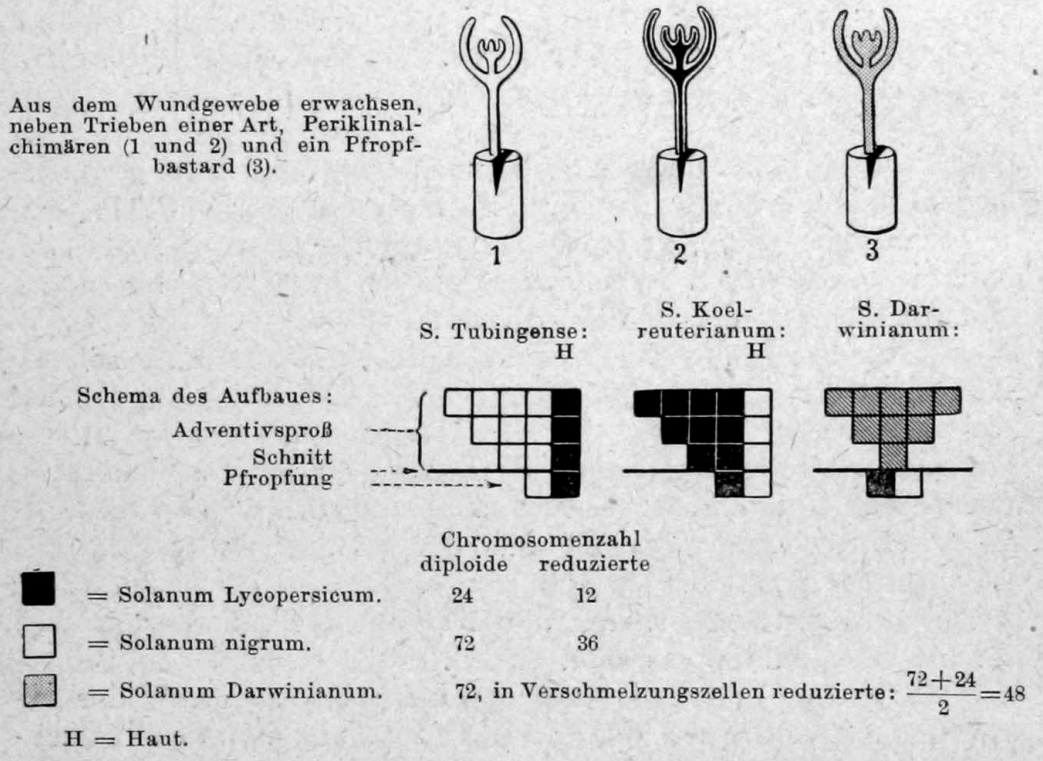
[3]) Baur: Biol. Ztg., 1910, S. 491.

[4]) Gartenflora 1910, S. 434.

durch die veränderte Ernährung, welche das Zusammenleben mit sich bringt, Veränderungen in der Leistung eintreten können, die Modifikationen sind. Äußerst selten und meist erst nach besonderer Behandlung können aus der Verwachsungsstelle von Reis mit Unterlage auch solche Adventivknospen sich entwickeln, welche die Gewebe der beiden vereinten Arten nebeneinander zeigen und Chimären genannt werden.

Ein sicherer Nachweis für Entstehung von Bastardgebilden durch Verschmelzung von Zellen an der Verwachsungsstelle fehlt,

Abb. 9. Pfropfchimären und -bastarde.
Nach Versuchen von H. Winkler. Schematische Längsschnitte.



ebenso ein solcher für Pfropfwirkungen auf die nächste geschlechtliche Generation. Derartige eigentliche Pfropfbastarde, Verschmelzungspfropfbastarde, Variationen im engeren Sinne des Wortes, würden veränderte, und zwar vermischte Vererbungssubstanz besitzen.

Für die Praxis hat die Entstehung von Modifikationen bestimmter Art bei der Wahl der geeigneten Unterlage bei Pfropfung Wert. Auf die sichere Erhaltung der sonstigen Eigenschaften des Reises wird dabei gerechnet.

Vererbung.

Arten der Vererbung.

Wenn von einem Individuum durch Vermehrung oder Fortpflanzung neue Individuen gebildet werden, können Anlagen von dem Elter oder von den Eltern auf diese unverändert übertragen, vererbt werden [1]). Anlagen, Gene (Johannsen) sind innere Ursachen der Eigenschaften der Organismen.

Sichtbare Vererbung. Gelangen unter gleichen äußeren Verhältnissen die Anlagen in allen neu erzeugten Individuen auch unverändert zur Entfaltung, so spricht man von Vererbung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, die auch als sichtbare oder als volle, reine Vererbung bezeichnet werden kann [1]).

Daß von einer Weizenpflanze wieder Weizenpflanzen und keine Roggenpflanzen, ja, daß selbst von einer Square-head-Pflanze wieder Square-head-Pflanzen gezeugt werden, ist Vererbung; daß die einzelnen Square-head-Pflanzen untereinander verschieden sind, kann Variabilität, aber auch nur Modifikabilität sein. Ungehindert könnte Vererbung und Variabilität nur unter — nur theoretisch möglicher — vollkommener Gleichheit der äußeren Verhältnisse baobachtet werden, da bei Veränderung der äußeren Verhältnisse sofort die Modifikabilität in Erscheinung tritt und dann, auch im Falle voller Übertragung der Anlagen, die Tochterindividuen, eine andere Entfaltung von Eigenschaften

---

[1]) Beide Umschreibungen sind aus der vorletzten Auflage unverändert übernommen. Sie stimmen dem Sinn nach mit den textlich etwas anders gefaßten in Fruwirth: Über Var., überein. Johannsen (Elemente, 2. Aufl., S. 148, 663) bezeichnet als Erblichkeit Anwesenheit gleicher Gene in Nachkommen und Vorfahren. Die Gesamtheit dieser vererbten Anlagen nennt er den Genotypus, das, was in Erscheinung tritt, also der obigen sichtbaren Vererbung entspricht, den Genophaenotypus. Plate sagte zuert (in „Vererb." anders): „Vererbung ist Wiederkehr einer elterlichen oder vorelterlichen Eigenschaft auf Grund innerer Verhältnisse und relativ unabhängig von der Umwelt." Die eine Umschreibung Johannsens faßt demnach so, wie oben meine erste, nur die Anlagen ins Auge, jene Plates, so wie Johannsens und meine zweite, die Erscheinung.

aufweisen. Vererbt werden immer nur die Anlagen, nicht die Eigenschaften oder Merkmale selbst. Die Bedingungen für eine Entfaltung ererbter Anlagen sind bestimmte äußere Verhältnisse. Werden diese äußeren Verhältnisse nach irgendeiner Richtung hin verändert, so werden die vererbten Anlagen sich anders entfalten, es wird eine durch den Standort oder andere äußere Einwirkungen bedingte Modifikation in Erscheinung treten.

Daß aber neben den äußeren Verhältnissen eben noch etwas anderes den werdenden Organismus beeinflußt, läßt sich ja daraus erkennen, daß unter denselben äußeren Verhältnissen, letztere im weitesten Sinne des Wortes, verschiedene Formen entstehen. Die Vererbung bewirkt, daß unter gleichen äußeren Verhältnissen aus der Eizelle eine Weizenpflanze, ein Flughafer, eine Ackerdistel entsteht, je nachdem die dem Weizen, dem Flughafer, der Ackerdistel eigentümliche Vererbungssubstanz sich in derselben befindet und mit der Außenwelt in Beziehung tritt. Sie bewirkt in gleicher Weise, daß verschiedene Sorten einer Art unter gleichen äußeren Verhältnissen nebeneinander verschiedene Eigenschaften zeigen. Wenn beispielsweise Petkuser Roggen ebenso zeitig und ebenso dünn gesät wird wie Johannisroggen, so entwickelt er sich doch, trotz der gleichen äußeren Bedingungen, nicht in gleicher Weise wie Johannisroggen.

Die sichtbare Vererbung kann sein eine: 1. volle, reine, sichere; 2. beschränkte oder teilweise; 3. verhältnismäßige.

Bei der vollen, reinen, sicheren Vererbung erscheinen die Eigenschaften, die bei dem Elter oder den Eltern vorhanden waren, auch in den Kindern wieder in gleicher Weise ausgeprägt.

Beschränkte oder teilweise Vererbung findet sich bei den Zwischenvarietäten de Vries', bei den nicht konstanten spontanen Variationen und bei Nachkommenschaften von Bastardierungen, welche Spaltung zeigen. Sie äußert sich dadurch, daß von den Nachkommen eines Elters oder zweier Elter desselben Formenkreises nur ein Teil die elterlichen Eigenschaften zeigt. Der Prozentsatz Individuen, bei welchen dies der Fall ist, gibt die Erbzahl.

Verhältnismäßige Vererbung. Neben der genauen Übertragung von Eigenschaften, die bei voller Vererbung alle, bei teilweiser einige der Nachkommen zeigen, kann aber auch, wenn verschiedene Nachkommenschaften miteinander verglichen werden, eine Erscheinung zutage treten, welche ich als ver-

hältnismäßige Vererbung bezeichne. Es ist die Vererbung, welche sich bei Linien von Selbstbefruchtern innerhalb eines morphologisch einheitlichen Formenkreises findet. Der Vergleich einzelner Individuen zeigt in diesem Falle nur, daß quantitative Unterschiede vorhanden sind. Vergleicht man aber in einer unter annähernd gleichen Verhältnissen erwachsenen Generation die Nachkommen einer Linie mit jenen einer anderen, so ergibt sich mehr. Der Typus der Linie ist vererbt worden, das Mittel der Eigenschaft ist bei den Angehörigen einer Linie ein anderes wie bei jenen einer anderen; um dasselbe schwanken aber wieder die Individuen.

Deutlich werden diese Verhältnisse nur bei selbstbefruchtenden Pflanzen und erheblicher untereinander verschiedenen Linien solcher. Wählt man beispielsweise in einer Weizensorte eine dichtährige oder eine kurzhalmige Pflanze aus, und findet man, daß die nächste Generation im Mittel auch je das gleiche Verhältnis im Ausmaß zeigt, so werden sich auch die Mittel weiterer Generationen oder doch die Mittel aus je mehreren solchen in gleicher Weise unterscheiden, aber in jeder Generation wird ein Schwanken um das Mittel stattfinden. Die absolute Höhe des Mittels wird wechseln, das Verhältnis bleibt gleich oder doch annähernd gleich. Theoretisch müßte dies Verhältnis, von spontanen Variationen (Linienmutationen) abgesehen, vollkommen gleich bleiben. Die nie vollkommen gleich zu machenden Standortsverhältnisse und nie gleichen Jahreswitterungen verursachen aber Störungen und lassen vollkommenes Gleichbleiben desselben nur selten erscheinen [1]).

Unsichtbare Vererbung. Das, was dem Sprachgebrauche nach als Vererbung bezeichnet wird, ist nur die sichtbare Vererbung.

Werden Anlagen von Eigenschaften, welche bereits in Erscheinung getreten waren, oder aber Anlagen ganz neuer Eigenschaften durch eine Generation oder durch viele Generationen übertragen, ohne daß die Eigenschaft zur Entfaltung kommt, so ist dieses unsichtbare Vererbung. Plötzlich tritt dann die Eigenschaft in Erscheinung, entweder als Folge spontaner Variabilität oder von Zwischenvarietäten-Modifikabilität oder aber veranlaßt durch Bastardierung.

Solche unsichtbare Übertragung von Anlagen kommt bei den Mendelschen Spaltungen nach einer Bastardierung bei den noch dopbelt veranlagten heterozygotischen Individuen für die je rezessive Eigenschaft vor.

Die teilweise vererbenden Zwischenvarietäten vererben,

[1]) Solches für Linien von Tabak bei Lodewijks: Zeitschr. f. i. Abstamm. 1911, V, S. 285.

wenn sie auch nur eine der beiden antagonistischen Eigenschaften zeigen, doch immer auch die Anlage für die andere unsichtbar.

Sehr viele Formen vererben eine Anlage, die zunächst keine sichtbare Eigenschaft bedingt; sie sind für diese unsichtbar vererbte Anlage kryptomer [v. Tschermak[1])]. Eine sichtbare Eigenschaft kann dabei zum Vorschein kommen, wenn die betreffende Anlage bei Bastardierung mit einer anderen zusammentritt oder dabei von einer anderen getrennt wird.

Rote (violette) Blüte wird bei Erbse von zwei Anlagen bedingt, von welchen die eine allein rosa Blüte bewirkt, die andere allein weiß gibt. Sichtbar vererbt eine weißblühende solche Erbse nur weiße Blütenfarbe, eine rosablühende nur rosa Farbe. Tatsächlich wird aber — allerdings unsichtbar — die eine Anlage für Rot von der rosablühenden, die andere von der weißblühenden vererbt. Bei der Bastardierung (Tafel II) treten die beiden Anlagen zusammen und können nun Rot geben. Bei der Spaltung nach einer derartigen Bastardierung müssen nun auch weißblühende Individuen abgespaltet werden, denen auch die eine Anlage für Rot fehlt, und die daher bei Bastardierung mit rosablühenden in F_1 Rosa nicht in Rot ändern (Tafel III, 3. Fall). v. Tschermak wies dieses auch tatsächlich durch Versuche nach[1]).

Es kann aber auch eine Anlage, die unsichtbar (kryptomer) vererbt wird, spontan eine sichtbare Eigenschaft bewirken, oder eine solche, die sichtbar vererbt wurde, spontan unsichtbar vererbt werden und so eine bisher sichtbar gewesene Eigenschaft zum Verschwinden bringen. Derartige Fälle wurden von v. Tschermak bei solchen Anlagen beobachtet, von welchen je zwei bei Zusammenwirken eine sichtbare Eigenschaft geben, allein nicht wirken. Er fand, daß das Zusammenwirken spontan eintreten oder spontan unterbleiben kann. (Assoziation — Dissoziation.)

Bei rosablühender, schwedischer Futtererbse beobachtete ich in reiner Johannsenscher Linie Auftauchen rotblühender Individuen und führte dasselbe auf spontanes Auftreten einer Anlage für Rot zurück[2]). v. Tschermak, der dasselbe auch beobachtete, erklärte es als spontane Assoziation. Danach sind, wie oben ausgeführt, zwei Anlagen für Rot notwendig, und beide wären in der rosablühenden Erbse vorhanden gewesen, hätten aber (Dissoziation) zunächst nicht aufeinander gewirkt, dann in einzelnen Individuen doch (Assoziation)[3]).

Auch bei der später zu behandelnden Genasthenie kann unsichtbare Vererbung erfolgen.

---

[1]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1912, VII, S. 81.

[2]) Fruwirth: Archiv, 1909, S. 450.

[3]) v. Tschermak: Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1912, VII, S. 81; 1914, XI, S. 183.

Unsichtbare Vererbung erfolgt auch in der von de Vries angenommenen Prämutationsperiode.

Der Übergang von unsichtbarer zu sichtbarer Vererbung sowie die umgekehrte Erscheinung zeigt sich gewöhnlich nach Fortpflanzung, gelegentlich aber auch während des Lebens eines Individuums als Knospenvariabilität.

Atavismus, Rückschlag, das Auftreten erkennbarer Eigenschaften, die — wie man annimmt oder weiß — bei Vorfahren eines Individuums vorhanden waren, ist unter die Erscheinungen der unsichtbaren Vererbung einzureihen. (Siehe auch „Neuheiten nach Bastardierung".)

Übertragung. Neben der eigentlichen Vererbung, die durch Übermittlung von Anlagen durch den Kern erfolgt, möchte ich noch einen der sichtbaren Vererbung äußerlich gleichen Vorgang unterscheiden und als Übertragung bezeichnen. Während bei der Vererbung Anlagen übermittelt werden, findet bei der Übertragung lediglich eine Übergabe von Infektionsstoffen oder von bestimmt verändertem, umgestimmtem Körperplasma statt.

Solche Übertragung findet bei Vermehrung statt, bei welcher immer erhebliche Massen von Körperzellen mit übergeben werden.

Hierher rechne ich die Ergebnisse solcher Vererbungsversuche mit Bakterien, bei welchen eine Umstimmung, die durch längere Kultur unter veränderten Verhältnissen bei allen Individuen erzielt worden war, auch unter den normalen Verhältnissen einige Zeit hindurch erhalten blieb. Auch Algen (Oscillaria-Arten), die in rotem Licht grün wurden und diese Farbe dann auch im weißen Licht behielten, geben ein Beispiel ab[1]). Für Kulturpflanzen bieten Versuche mit Kartoffelsorten ein solches, bei welchen an anderem Standort eine gewisse Erhaltung von biologischen Eigentümlichkeiten nachgewiesen wurde, die unter bestimmten Standortsverhältnissen geprägt wurden[2]).

Bei Befruchtung kann eine solche Übertragung nur von der Mutter aus erfolgen, da nach den bisherigen Forschungsergebnissen von seiten des Vaters kein Körperplasma übergeht. Die Übertragung kann eine solche von Infektionsstoffen oder anderweitig krankem Plasma oder von bestimmten Gebilden oder von umgestimmtem Plasma sein.

Correns beobachtete bei einem weißbunten Mirabilis-Formenkreis, bei welchem die einzelnen Individuen grüne, weiße und weißbunte Achsen hervorbrachten, daß in den weißen Teilen das Plasma weißkrank war,

---

[1]) Abderhalden: Naturw. Wochenschr. 1908.
[2]) S.: Bd. III, Kartoffel.

d. h. die Chlorophyllkörner nicht zur Ausbildung kommen ließ. Bei Befruchtung wurde nur dann Weißbuntheit bei den Kindern beobachtet, wenn krankes Plasma der Mutter übertragen wurde. Vererbung durch die Vererbungssubstanz des Kernes fand nicht statt. Das nach Correns gegebene Schema zeigt die interessanten Verhältnisse übersichtlich[1]) (Abb. 10). Die Pelargoniumversuche Baurs sind nach ihm zunächst leichter durch die Annahme eines Übertrittes von Chromatophoren von ♀ und ♂ zu erklären[2]), sind demnach nicht hierher zu rechnen.

Bei Taumellolch, Lolium temulentum, findet ständig eine Infektion des Embryos von einem Teil der Zone aus statt, die nahe dem Schildchen sich befindet. Hanning konnte denn auch gesunde Pflanzen erzielen, als

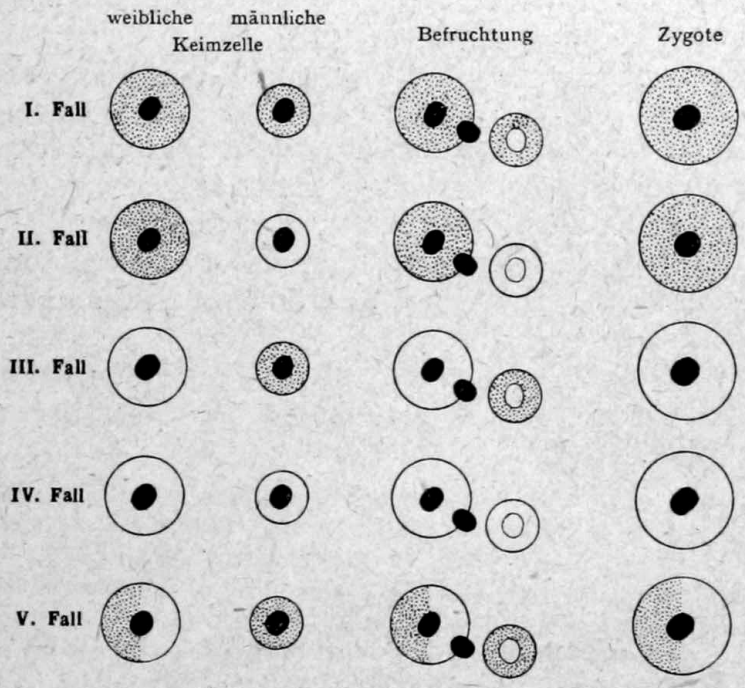


Abb. 10. Übertragung von Eigenschaften.
Zellkerne, die Vererbung bewirken, schwarz — Plasma, das Übertragung bewirkt, weiß, wenn krank (weißkrank); punktiert, wenn gesund (ergrünend). (Aus Correns, Z. f. i. Abstamm. u. V. 1909, S. 337.)

er einen Teil der Reservestoffe entfernte und die Keimlinge auf Zuckerlösung mit Mineralnährstoffen heranzog[3]). — Übertragung einer Mikrokokkusart durch die Mutter wurde von Zeylistra bei Oenothera nanella nachgewiesen[4]).

Wenn der Süßwasserpolyp Hydra viridis immer wieder grün gefärbt erscheint, so hat dieses auch nichts mit eigentlicher Vererbung zu tun, es ist eine besondere Art der Übertragung. Die grün färbende Alge wird

[1]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. II, 1909, S. 331.
[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. I, 1909, S. 330; IV, 1910, S. 81.
[3]) Guérin: Journ. d. Botanique, 1898, 12, S. 230, 384. — Hanning: Bot. Ztg. I, 1907, S. 25.
[4]) K. Akad. Wetensch. Amsterdam, 1910, S. 680.

von der Mutter der Eizelle übergeben und bleibt dann im neuen Individuum erhalten.

Zu den Übertragungen rechne ich aber auch einen Teil der Erscheinungen, die sich beim Wechsel des Standorts im weiteren Sinne zeigen. Plate spricht von solchen Veränderungen, die durch den Standort bewirkt und nach Wechsel desselben allmählich durch die Einwirkung des neuen Standortes geändert werden, als von pseudohereditären Nachwirkungen[1]). Die Übertragung bei den von mir hier gemeinten Erscheinungen kann man sich in der Weise vorstellen, daß das Plasma leicht in seiner Reaktionsfähigkeit verändert worden ist und derartig biologisch verändertes Plasma von der Mutter übergeben wird.

Im Individuum durch den Standort erzielte biologische Veränderungen, Umstimmungen, des Plasmas werden oft beobachtet: Obstbäume aus Baumschulen mit feuchtem Boden haben ein starkes Wasserbedürfnis, bei reichlicher Wärme herangezogene Pflanzen sind frostempfindlicher als solche gleicher Art, die bei geringerer Wärme erwuchsen. Wenn Pflanzen einer Johannsenschen Linie von Nolč-Dregers Bohemia bei erstem Nachbau auf dem Waldhof in wesentlich feuchterem Klima sehr stark unter Gelbrost litten, bei zweitem Nachbau schwächer, weiterhin ebensowenig wie an ihrem Entstehungsort Chlumetz, so nehme ich auch da eine Umstimmung des Plasmas als Ursache an, die sich allmählich vollzog. Weitere Beispiele für die bekannte Erscheinung der Übertragung bei Standortswechsel von Formenkreisen werden weiter unten gegeben Daß solche Nachwirkungen durch Übertragung schon nach einer Generation sich äußern können, zeigte mir ein Versuch mit Futterrüben einer Hochzucht, die nach einer klein gehaltenen Muttergeneration geringere Erträge lieferten wie nach einer solchen mit normaler Entwicklung[2]). Die schlechteren Ernährungsverhältnisse der Mutter hatten ihr Körperplasma umgestimmt. Schwere Körner in einer Linie durch bessere Ernährung auf der Mutter bedingt, geben höheren Ertrag als leichte[3]).

Vorgänge bei der Vererbung und Erklärungsversuche.

Die Zelle und ihre Bestandteile.

Soll der Vorgang der Vererbung verfolgt werden, so wird es notwendig sein, vom ganzen Organismus auf die einzelne Zelle herabzugehen[4]).

---

[1]) Selektion, 3. Aufl. S. 289.

[2]) Ill. l. Z., 1911.

[3]) Fruwirth: Z. f. Pflanzenzücht. II, 1914, 1. Heft.

[4]) Die Darstellungen, welche die Zellen betreffen, im wesentlichen nach Haecker: Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre, Jena 1899. — Ders.: Vererbungslehre, 1911; 1912. — Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie, Leipzig 1896. — M. Koernicke: Der heutige

Der Elementarorganismus des Tier- und Pflanzenkörpers, die Zelle, weist als Lebensträger Zelleib und Zellkern auf, die zusammen als Protoplast (Hanstein) bezeichnet werden können (Energide, Sachs).

In der phanerogamen, pflanzlichen Zelle finden sich neben dem Zellkern und dem Zelleib (dem Somatoplasma, Zytoplasma oder Zellprotoplasma) noch Farbträger, die zu grünen Chlorophyllkörnern, farblosen Leukoplasten oder gelben oder roten Chromatophoren werden können, Einschlüsse (Stärke, Kleber, Kristalle); es bilden sich in der Pflanzenzelle Safträume (Vakuolen), und die Mehrzahl pflanzlicher Zellen ist im Gegensatze zu den tierischen von einer festen Haut umgeben (Abb. 11).

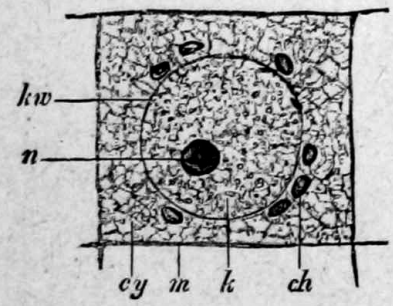


Abb. 11. Junge Zelle.
(Aus Strasburger: Die stoffl. Grundl., S. 2. 1000 : 1.)
k Kern; *kw* Kernwand; *n* Kernkörperchen; *cy* Zelleib; *m* Zellhaut; *ch* Anlagen für Chlorophyll- und Farbkörper.

Neben dem Zellkern wurden auch Pol- oder Zentralkörper (Zentrosomen, als Attraktionssphären) in zahlreichen Zellen, jedoch meist bei Tieren, gefunden, und es spielen dieselben bei Zellteilungsvorgängen bei Tieren eine wichtige Rolle. In ruhenden pflanzlichen Zellen wurden sie seltener nachgewiesen, so bei Phanerogamen nicht, bei niederen Pflanzen, von den Lebermoosen ab, dagegen wohl[1]). Man nimmt heute an, daß sie höheren Pflanzen fehlen, und daß die bei diesen von einigen als Zentrosomen aufgefaßten Gebilde individualisierte Kinoplasmamassen sind.

Die Zellhaut wurde früher fast durchweg als totes Gebilde betrachtet; spätere Forschungen haben aber gezeigt, daß sowohl protoplasmatische Substanz in Fadenform (Thuret und Bornet, Tangl, Kienitz-Gerloff) durch sie hindurchgeht (Plasmodesmen (Strasburgers), als auch solche zwischen ihren Teilen eingelagert ist [Wiesner][2]). Es würde danach das Zytoplasma sich in und durch die Wand fortsetzen und nicht die ganze Wand, sondern nur das vom Proto-

---

Stand der pflanzlichen Zellforschung. Ber. d. D. Bot. Ges., 1903, S. 66. — Strasburger: Die stoffl. Grundl. Weitere Literatur speziell angeführt.

[1]) Zuerst wurden Polkörper 1876 von v. Beneden bei Tieren, von Guignard 1888 bei Pflanzen gesehen. — Strasburger: Zytologische Studien, Jahrb. f. wissensch. Botanik, 1897, S. 155. — Nemec: Ber. d. D. Bot. Ges., XIX, S. 301. — Strasburger: Über Reduktionsteilung usw., Jena 1900. — Koernicke: Ber. d. D. Bot. Ges., 1904, Generalversammlungsheft, S. 66. — Guignard: Ann. Sc. Nat.-Bot., VIII, Ser. VI, S. 177. Daselbst Beispiele von Bildungen, die als Zentrosomen aufgefaßt werden können. — Koernicke: Flora 1906, S. 501.

[2]) Sitzungsbericht d. Wiener Akademie. Mathem.-naturw. Klasse, 1886; dagegen Krasser, ebendaselbst 1887.

plasmanetz durchzogene Gerüst derselben als totes Gebilde aufzufassen sein[1]).

In pflanzlichen Zellen läßt sich sicher beobachten, daß die äußere, festere Schicht (Plasmahaut) des zähflüssigen, schleimigen Zytoplasmas sowie die gegen die Vakuolen zu liegende Schicht (Vakuolenhaut) desselben körnerfrei ist (Hyaloplasma), wogegen man in dem übrigen Zytoplasma (Polioplasma) festere, kleinere Körnchen, Mikrosomen beobachten kann. Die Möglichkeit einer Struktur ist trotz der Annahme einer für uns leicht erkennbaren Zähflüssigkeit des Zytoplasmas gegeben.

Zellkern, Chromosomen und Kernteilungsvorgänge.

Der ruhende Kern einer Zelle läßt in gefärbten Präparaten, innerhalb seiner Membran (Kernwand), im Kernsaft ein Maschenwerk erkennen, in demselben an den Knotenpunkten Anschwellungen und zwischen den Maschen ein Kernkörperchen oder deren mehrere (Abb. 12, Fig. 1). Während man früher im Kern eine scharfe Trennung in schwächer färbbare Substanz der Fäden — Linin (Schwarz 1877), Achromatin und gut färbbare der Körnchen, Chromatin (Flemming 1879) — annahm, faßt man heute beide nur als Zustandsänderung einer einheitlichen Substanz Karyotin [Lundegårdh][2]) auf. Deutlich sichtbar werden Achromatin und Chromatin erst vor der Teilung der Kerne.

Kernteilungen im vegetativen Leben der Pflanze. Bei Teilungsvorgängen vegetativer Zellen (Abb. 12) zieht sich das Maschenwerk des Kernes auf einen gewundenen dicken Faden zusammen, welcher aus Chromatinscheibchen besteht, zwischen welchen sich Achromatinteile einreihen. Der Faden zerfällt dann in einzelne Stücke, Chromosomen, welche je eine Längsspaltung erfahren. Die Zahl Chromosomen, in welche der Kernfaden, Chromatinfaden, zerfällt, ist für die einzelne Art — mit seltenen, besonders bei Geschlechtszellen sehr seltenen, Ausnahmen — eine bestimmte; einander näher stehende Arten weisen oft ähnliche Zahlen auf[3]).

---

[1]) Kienitz-Gerloff: Bot. C., Bd. 49, 1891, Nr. 1. — Neuer Nachweis für alle Gewebselemente von Viscum album bei Kuhla: Bot. C. 1900, Heft 3. — Nachweis für viele niedere Pflanzen: Kienitz-Gerloff: Ber. d. D. Bot. Ges. 1902, S. 93; für die Blätter der Getreidearten Wolff: Arkiv för Botanik, V. Nr. 2, Referat Bot. C. 1907, S. 69.

[2]) Archiv f. Zellforschung 1913, X, S. 205.

[3]) Coulter und Chamberlain, S. 81. Neue Darstellung der Chromosomenfrage: Tischler: Ber. d. D. Bot. Ges. 1912, S. 163. — Progressus rei bot. V, 1916, S. 164. — Winge: Compt. rend. Carlsberg XIII, 1917. — Zusammenstellung der Zahlen: Ishikawa: The bot. Magazine, 1916, S. 404.

In den Körperzellen von Weizen, Roggen beträgt die Zahl 16 (Koernicke, Overton, Nakao), Gerste 14 (Nakao), Mais 18—24, je nach Varietät (Kuwada), Erbse 14 (Cannon), Runkelrübe 16 (Mattiessen), Zwiebel 16 (Schaffner), für andere Arten ist sie aber auch, bis 6 und über 100. Winkler fand bei Tomate, als Ausnahme, auch in normalen Pflanzen einige Körperzellen mit abweichender Chromosomenzahl. Ihm gelang es, durch Pfropfung auf dieselbe Pflanze und nachheriges Köpfen, Adventivsprosse zu erzielen, bei welchen, durch Übertritt eines Kernes

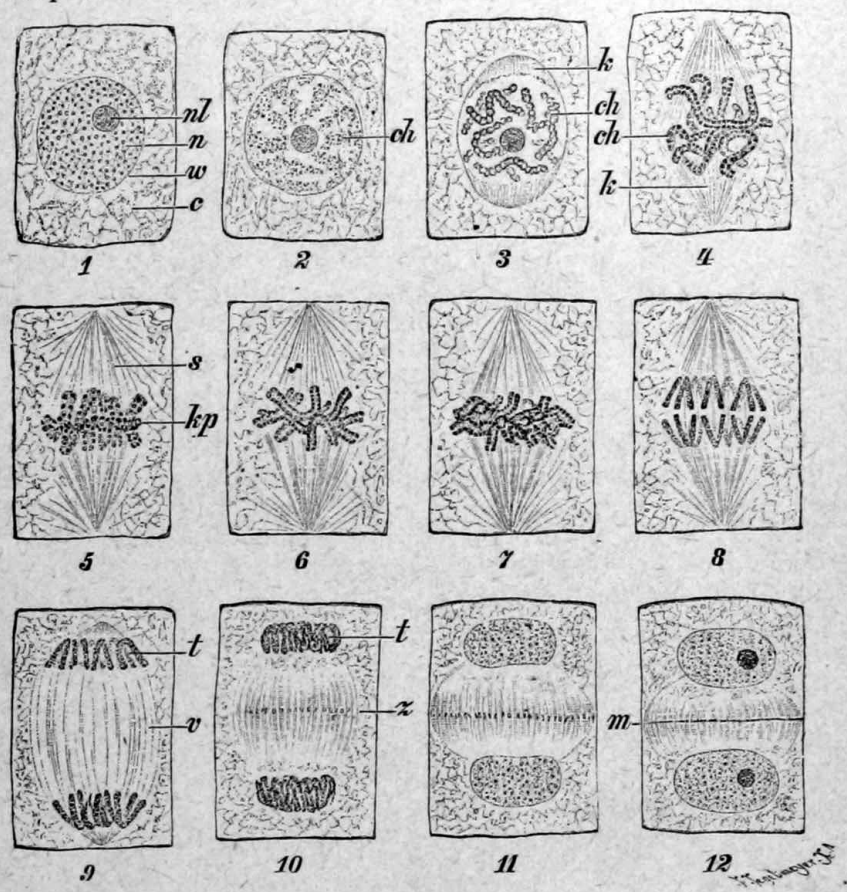


Abb. 12. Kern- und Zellteilung bei vegetativer Zelle.
(Aus Strasburger: Die stoffl. Grundl., S. 89.)

n Kern; *nl* Kernkörperchen; *w* Kernwandung; *c* Zellplasma: *ch* Chromosomen; *1* ruhender Kern; *2, 3, 4* Aussonderung der Chromosomen; *5, 6* Längsspaltung der Chromosomen; *5, 8* Trennung der Spalthälften; *9* Beförderung der Hälften (Tochterchromosomen) zu den Polen; *10, 11* Tochterkernbildung, Wandbildung; *12* Tochterkerne und Wand gebildet.

in eine andere Zelle, die doppelte diploide (tetraploide) Chromosomenzahl erzielt wurde und die, durch Stecklinge vervielfältigt, Riesenwuchs zeigten [1]).

Nach Auflösung von Kernkörperchen und Kernwand werden die Hälften der einzelnen Chromosomen von den Spindelfasern,

[1]) Z. f. Bot., VIII, 1916, S. 417.

Zugfasern, nach den Polen befördert. Die Chromosomen werden dann durch Kernsaft auseinandergedrängt, immer undeutlicher und sind schließlich, wenn die neugebildeten Kerne in den Ruhezustand übergehen, unkenntlich. Trotzdem nimmt man an, daß die Individualität der Chromosomen besteht, daß dieselben demnach auch im Ruhezustand der Kerne je für sich vorhanden sind (Boveri, v. Beneden, Strasburger, Tischler u. andere). Einzelne Erscheinungen bei ruhenden Kernen deuten auch tatsächlich darauf hin, daß die je einem Chromosom zugehörigen Chromatinkörner auch im ruhenden Zellkern beisammen bleiben[1]).

Kernteilungen bei Befruchtungsvorgängen. Nach Teilungsvorgängen der Kerne, die während der vegetativen Lebens der Pflanze stattfinden, weist jeder Tochterkern wieder die gleiche Zahl Chromosomen auf. Bei einem Befruchtungsvorgang müßte der Kern der befruchteten Eizelle, der Zygote, die doppelte Chromosomenzahl aufweisen, und diese müßte auf die weiteren Zellen des neu entstehenden Individuums übertragen werden, so daß jede Befruchtung die Zahl der Chromosomen verdoppeln würde. Es schloß nun Weismann[2]), da man die Zahl der Chromosomen einer Art immer gleich fand, daß bei Befruchtungen eine Verringerung der Chromosomenzahl auf die Hälfte stattfinden muß. Tatsächlich wurde dann eine solche gefunden, und zwar zuerst von v. Beneden (1883) und Carnoy bei der Bildung des tierischen Eies, und es wurde bei tierischem Ei und Samen von Bovery (1888) festgestellt, daß diese Gebilde nur die halbe für die Art typische Chromosomenzahl aufweisen. Die Tatsache der Reduktion der Chromosomenzahl wurde dann auch bei der Pollen- und Eizellenbildung der Pflanzen festgestellt.

Übereinstimmend damit wurde auch bei Parthenogenesis beobachtet, daß bei diesem Vorgang eine Reduktion nicht vorkommt und der Eizellenkern die für die Art normale Chromosomenzahl aufweist[3]). Anderseits ist, für F_1 nach Bastardierung, von Rosenberg nachgewiesen worden, daß gleichfalls eine Reduktion der für die Art normalen Chromosomenzahl eintritt[4]) (Drosera longifolia hat 40, durch Reduktion in den Geschlechtszellen 20 Chromosomen, Drosera rotundifolia 20 respektive 10

[1]) Strasburger: Jahrb. f. wiss. B. 1908, S. 479.

[2]) Über die Zahl der Richtungskörper, Jena 1877.

[3]) Murbeck bei Alchemilla, Juel bei Antennaria alpina. Referat Bot. Zentralbl. 1901, S. 119 u. 123, nach dem schwedischen Original.

[4]) Ber. d. D. Bot. Ges., 1903, S. 110.

der Bastard weist in allen seinen vegetativen Zellen 30 auf. Auch im vegetativen Leben wird die Chromosomenzahl verringert; wenn durch künstliche Eingriffe eine Verdoppelung derselben bewirkt worden ist (Nemec)[1].

Die als Reifungsteilungen bezeichneten Zell- und Kernteilungsvorgänge, welche zu den Geschlechtszellen führen (S. 36), unterscheiden sich von jenen, welche als typische (Äquations-) Teilungen im vegetativen Leben der Pflanze stattfinden. Sie finden ihr Analogon bei der Bildung tierischer Geschlechtsprodukte, in der Ausstoßung des ersten und zweiten Richtungskörperchens.

Die Deutung, welche Strasburger diesen Teilungsvorgängen bei Pflanzen gibt[2], kommt in den folgenden Zeilen und in der eingefügten Abb. 13 zum Ausdruck. Bei der Geschlechtszellenbildung geht jenen homöotypischen Kernteilungen, welche die je vier Endzellen, die Gonen, liefern (Abb. 13, *13—16*), eine besondere Art von Kernteilungen voran, die heterotypische (Abb. 13, *1—12*). Diese heterotypische Kernteilung ist, wie Grégoire, Strasburger, Allen feststellten, nur die Trennung von Doppelchromosomen Gemini; es ist ihr in den Prophasen eine paarweise Vereinigung (Doppelchromosomen) je zweier einfacher Chromosomen vorangegangen, die dann je längsgespalten werden, ohne daß aber die Spalthälften sich zunächst trennen würden. Bei der heterotypischen Kernteilung wird eine Verringerung der Chromosomen, die Reduktion der Chromosomen der Zahl nach, stattfinden. Während nämlich bei typischen Teilungen Hälften einheitlicher Chromosomen verteilt werden, trennen sich bei der heterotypischen Teilung ganze, wenn auch schon vorbereitend längsgespaltene Chromosomen. Die heterotypische Teilung ist, wenn verschiedene Anlagen gemengt sind, aber auch eine qualitative Teilung, da die Chromosomen auf die entstehenden Kerne verschieden verteilt werden können.

---

[1]) Sitzungsber. d. k. böhm. Akad. d. Wiss., 1903, Nr. 42. — Das Problem des Befruchtungsvorganges, 1910.

[2]) Über Reduktionsteilungen, Jena 1900. — Die stoffl. Grundl., 1905, S. 32. — Jahrb. f. wiss. Bot. 1908. Anderweitige Deutung der Vorgänge: Weismann: Die Kontinuität des Keimplasmas. Jena 1885. — Belajeff: Ber. d. D. Bot. Ges., 1898, S. 27. — Guignard: Arch. d'anat. micr. Tom. II, 1899, S. 493. — Häcker: Zellen- und Befruchtungslehre. Jena 1899. — Häcker: Bastardierung und Geschlechtszellenbildung. Zool. Jahrb. 1904, Supplement VII. Daselbst auch weitere Literatur: Cannon, Guyer Sutton.

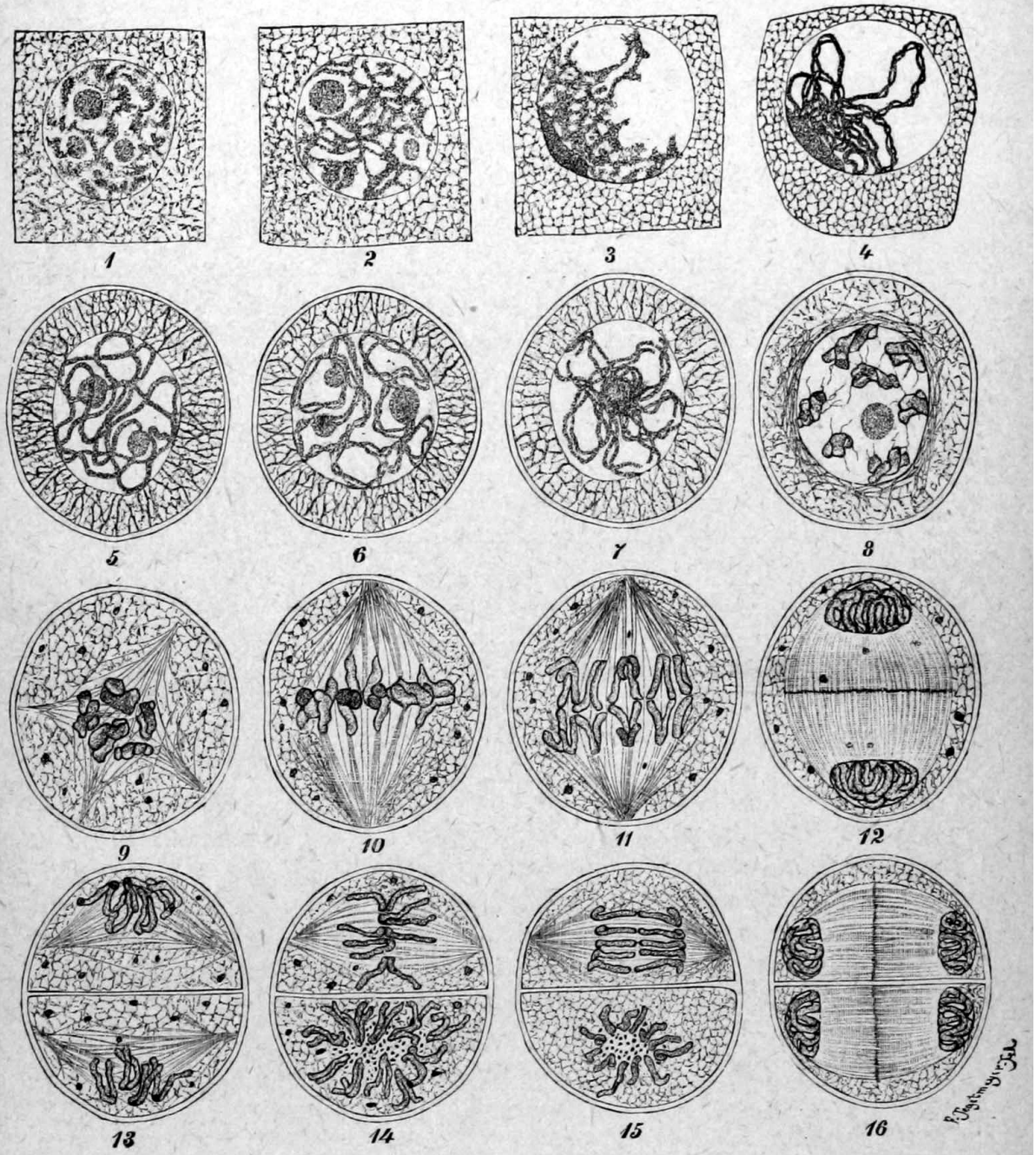


Abb. 13. Reifungsteilungen.

Pollenmutter (= Großmutterzellen) einer Lilie in Teilung, etwas schematisiert. Vergr. etwa 800. (Aus Strasburger: Die stoffl. Grundl., S. 36.) Chr. = Chromosomen. *1* Mutterzelle mit ruhendem Kern. *2* Paarweise Absonderung der Chr. *3* Lagerung der Chr. auf eine Seite, Verdichtung des übrigen Kerninhaltes um dieselben, Bildung eines Knäuels „Sinapsis" (Moore). *4* Aussonderung von feinen, aus Chr. bestehenden Doppelfäden, Streckung und *5* Verdickung der Fäden. In den Fäden liegen ♀ und ♂ Chromosomen einander gegenüber. *6* Trennung der verschmolzenen aus Chr. bestehenden Fäden, scheinbare Längsspaltung der Chr., *7* Querteilung des Fadens, Zerfall desselben in Stücke, „Gemini", deren jedes aus zwei nebeneinander liegenden, sich umwindenden Chr. besteht. *8* Wirkliche Längsspaltung eines jeden der Chr., Verkürzung und Verdickung der Chr.-Paare, Stützung derselben an der Kernwand, „Diakinese". *9* Schwinden der Kernwand, Bildung einer multipolaren Spindel. *10* Veränderung der Spindel zu einer bipolaren. In der Mitte Kernplatte (Doppelchr.). *11* Ganze bisher zu Paaren vereint gewesene (vorbereitend gespaltene) Chr. werden von den Spindelfasern erfaßt und zeigen ein mehr oder minder vollständiges Auseinanderweichen ihrer Längshälften (V-Figuren). *12* Ganze Chr., halbe Gemini, mit ihren beiden Längshälften werden auf die neuen Kerne verteilt, Tochterkerne gebildet. Erste Kernteilung, heterotypische, vollzogen, Zellen mit einfacher Chr.-Zahl erhalten. Reduktion der Chromosomen vollendet. *13*, *14* Vorhandene (in 8 gebildete) Längshälften der Chr. (Tochterchr.) paarweise in die Kernspindeln gereiht. *15* Die Tochterchromosomen werden getrennt, auseinandergezogen und — *16* auf die jetzt neugebildeten (Enkel-) Kerne verteilt. Die zwei zweiten, homöotypischen Kernteilungen vollzogen, Geschlechtszellen gebildet.

Die erwähnte paarweise Vereinigung ist immer eine solche je eines ♀ mit einem homologen ♂ Chromosomes. Bei Formen mit ungleich großen Chromosomen legt sich daher auch je ein ♀ Chromosom an ein gleich großes ♂ Chromosom. Von den kleinsten zwischen Chromosomen austauschbaren Teilen, die sich in den Chromosomen unterscheiden lassen: Chromomeren (Jden Weismanns) liegen dabei — nimmt man an — die einander entsprechenden von ♀ und ♂, die homologen Chromosomen einander gegenüber. Bei der paarweisen Anordnung können, nach Paarung verschieden veranlagter Individuen, und zwar in der Sinapsis, Beziehungen zwischen den Chromomeren gegenüber liegender Chromosomen oder Gruppen solcher (Chiasmatypie Janssens[1]), Morgans „crossing over", Überkreuzung) eintreten. Ebenso sind bei gleich veranlagten Individuen bei der Trennung hintereinander liegender Chromosomen Auswechslungen von Chromomeren („intranucleaire kruising", Lotsy) denkbar.

Die Bilderreihe, die Strasburger für die heterotypische Teilung und die nächsten Schritte, welche die Gonen liefern, gegeben hat (Abb. 13), läßt einen hier genügenden Einblick in das Allgemeine des Vorganges gewinnen.

Annahmen über den Vorgang bei der Vererbung (Entwicklungsmechanik).

Die geschilderten Erscheinungen bei der Kernteilung und dem Verhalten der Chromosomen entsprechen tatsächlich gemachten Beobachtungen. Das, was weiterhin über den Vorgang der Vererbung gesagt wird, ist die vielfach gestützte, heute verbreitetste Ansicht über denselben, die allerdings auch in fast allen Punkten auch Widerspruch gefunden hat[2]).

[1]) La Cellulose, XXV, 1909.

[2]) Jensen bekämpft die Gründe, welche für den Sitz der Vererbungssubstanz in den Chromosomen geltend gemacht werden: Organische Zweckmäßigkeit, S. 77. — Häcker gibt, gleich Tischler und anderen, die Individualität der Chromosomen zu, will aber Achromatin als Vererbungssubstanz angesehen wissen. Die Chromosomen entstehen danach nicht durch Vereinigung der Chromatinkörner des ruhenden Kernes, sondern durch lokale, dann stark färbbare Verdichtungen des Grundplasmas des Kernes: Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie 1907 u. Allg. Ver., Kap. 6. — Fick: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1907, verwirft selbst die Ansicht von der Individualität der Chromosomen, aber auch jene von der Bedeutung der Kerne und noch mehr des Chromatins für die Vererbung. — Ersteres tut auch Johannsen, letzteres nicht: Elemente, 2. Aufl., S. 600.

Als Träger der Vererbung betrachtet man die Vererbungssubstanz und nimmt an, daß dieselbe im Kern der Zellen sich findet und durch diesen auf andere Zellen übertragen wird. Im Kern betrachtet man das Karyotin als die Vererbungssubstanz.

Dafür, daß der Sitz der Vererbungssubstanz im Kern zu suchen ist, sprechen mehrere Erscheinungen sehr deutlich. Es erscheint der Kern auch bereits während des vegetativen Lebens der Pflanze als der wichtigste Bestandteil der Zelle.

Nußbaum hatte bei kernhaltigen Zellstücken Regeneration feststellen können, während kernlose Stücke zugrunde gingen[1]). Bei Schmitz'[2]) Versuchen mit kernhaltigen und kernlosen, pflanzlichen Zellteilen zeigte nur der kernführende Teil weitere energische Lebensäußerungen, wenn auch kernlose Teile noch lebend blieben und gewisse Lebensäußerungen aufwiesen. Auch Gerasimoff fand bei Versuchen mit Spirogyra das Wachstum kernloser Zellen erheblich geringer, nur 0,6—8,2% desjenigen der kernführenden betragend[3]). Pallas, der in besonderen Fällen auch bei kernlosen Stücken Wandbildung beobachtete, führt dieselbe auf Nachwirkung des Kernes zurück[4]). Demoor sah bei Pflanzen (Tradescantia, Staubfädenhaare), Kerne ohne Zytoplasma noch Teilungsvorgänge ausführen[5]). Haberlandt beobachtete bei Pflanzen, daß die Wurzelhaarbildung immer durch Ausstülpung von Zellstellen über dem Kerne vor sich geht und der Kern sich immer in der Nähe der wachsenden Partie der Zelle befindet[6]). Klebs sah bei Algen und Moosen Hautbildung bei kernführenden Zellstücken, dagegen nicht bei kernlosen[7]). Winkler beobachtete bei Befruchtung von kernlosen Eiteilen von Cystosira barbata eine langsamere Teilung als bei den kernhaltigen[8]). Bei den Zellteilungsvorgängen während des vegetativen Lebens der Pflanze wird der Kern nicht einfach aufgelöst, sondern es gehen die komplizierten Vorgänge vor sich, die weiter oben beschrieben sind.

Für die Rolle des Kernes als Träger der Vererbungssubstanz spricht weiter eine Reihe von Erscheinungen bei Befruchtungsvorgängen[9]).

---

[1]) Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft für Naturkunde. Bonn 1884.

[2]) Festschrift der naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Halle 1879.

[3]) Bull. Soc. imp. d. sc. natur. de Moscou, 1901, S. 185.

[4]) Flora 1890, S. 314.

[5]) Demoor: Archive de Biologie, Bd. 13, 1894.

[6]) Haberlandt: Über die Beziehung zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei Pflanzen. Jena 1887.

[7]) Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen, 1888, S. 552.

[8]) Jahrb. f. wissensch. Bot., 1901, Heft 4.

[9]) Ausführlich sind die Gründe dafür, seit der vorletzten Auflage dieses Buches, auch in Hertwig: Der Kampf um Kernfragen der Entwicklungs- und Vererbungslehre, 1909, besprochen. Daselbst auch die Einwände.

Bei dem Befruchtungsvorgang liefert die ♀ Geschlechtszelle viel mehr an Masse als die ♂, der Einfluß einer jeden der Elternpflanzen ist aber gleich stark, so wie die von ihnen gelieferten Kerne gleich an Masse sind.

Strasburger hat nachgewiesen, daß bei genau studierten Fällen der nackte ♂ Kern ohne Plasma mit der Eizelle zusammentritt und zur Übertragung des ♂ Vererbungsanteiles ausreicht[1]).

Bei Seeigeleiern, welche sich auch parthenogenetisch entwickeln können, erhielt Boveri, nachdem er sie ihres Kernes beraubte und einen männlichen Kern einer anderen Form eingeführt hatte, Bastardlarven, welche letzterer Form glichen[2]).

Bei Endospermxenien treten nur zwei (drei) Kerne zusammen, und das entstehende Endosperm kann bei entsprechenden Verbindungen die Eigenschaften des Endospermes der ♂ Pflanze zeigen.

Weiter der interessante, von Correns mitgeteilte, unter „Übertragung" erwähnte Fall.

Allgemein geteilt wird die Annahme, daß die Vererbungssubstanz im Kern allein sich befindet, nicht, so nicht von Kerner, Pfeffer, Baur, Verworn, Rabl, Conklin, Fick, Nemec, Haecker, und, wenn die Zentrosomen nicht zum Kerne gerechnet werden, nur teilweise von Haacke, der nur Vererbung chemischer Eigenschaften in den Kern verlegt, Formenvererbung den Zentrosomen zuschreibt.

Daß die Vererbungssubstanz gerade in den Chromosomen sich findet, schließt man besonders aus folgenden Tatsachen:

Bei allen Zellteilungsvorgängen sind in den Kernen die Chromosomen in einer für die betreffende Art bestimmten Zahl vorhanden.

Bei Zellteilungen im vegetativen Leben der Pflanze wird jeder Kernhälfte die gleiche Zahl Chromosomen mitgegeben.

Bei den Reifungsteilungen wird, wie oben ausgeführt, durch einen komplizierten Vorgang dem Kern jeder Geschlechtszelle die Hälfte der Chromosomen der Körperzellen mitgegeben und so eine Verdoppelung der Vererbungssubstanz verhütet.

Bei Mendelspaltungen spalten nur so viele Anlagen[3]) oder — bei Koppelung — Gruppen von Anlagen[4]) gleichzeitig, als Chromosomen in den Geschlechtszellen vorhanden sind.

Künstliche Vermehrung der Chromosomen verändert die aus dem beeinflußten Teil erwachsende Pflanze. (S. Winkler, S. 90.)

Seit Weismann wurde nun weiter angenommen, daß für die einzelnen Eigenschaften je eine Anlage oder — wie man dies jetzt meist nennt — ein Faktor in den Chromosomen vorhanden ist. Die Bastardierungsforschung hat weiter gezeigt, daß aber nicht nur eine Anlage an mehreren Stellen wirken kann (Pleiotropie, zum Beispiel bei blauer Blüte und

---

[1]) Jahrb. f. wiss. Bot. 1908 u. frühere Veröffentlichungen.
[2]) Archiv für Entwicklungsmechanik 1895, II, S. 394.
[3]) Baur: Einführung, S. 286.
[4]) Sturtevant: Z. f. i. Abstamm. XIII, 1915, S. 234.

dunkelgefärbten Samen bei schmalblätteriger Lupine), sondern auch, daß sowohl eine Anlage mehrere Eigenschaften bedingen kann, als auch mehrere Anlagen eine sichtbare Eigenschaft bewirken können. Morgan geht noch weiter und nimmt an, daß jede Eigenschaft von vielen Anlagen bewirkt wird und daß jede Anlage auf viele Eigenschaften einwirkt.

So fand er jede der 25 Abstufungen von roter Augenfarbe der Taufliege Drosophila ampelophila von einer selbständigen, bei Bastardierung mit ihrem Fehlen spaltenden, Anlage bedingt, rote Augenfarbe überhaupt von den 24 übrigen Anlagen für rot und dem Vorhandensein oder Fehlen der spaltenden fünfundzwanzigsten[1]).

Wenn die Vererbungssubstanz im Kern zu suchen ist, so muß die Möglichkeit gegeben sein, daß dieselbe im Individuum von Zelle zu Zelle weitergegeben wird und bei Entstehung neuer Individuen auch diesen übermittelt wird.

Diese Möglichkeit ist, wie die Beschreibung der Kernteilungsvorgänge zeigte, vorhanden. Bei jenen Kernteilungen, die zu der Geschlechtszellenbildung führt, ist weiterhin auch die Möglichkeit einer gegenseitigen Beeinflussung der von den Eltern übernommenen Vererbungssubstanzen gegeben. Diese Möglichkeit soll auch noch erörtert werden.

Von einigen Forschern wird, wie ausgeführt worden ist, angenommen, daß die beiden Kerne, welche bei der Befruchtung zur Eizelle zusammentreten, während des ganzen vegetativen Lebens der Pflanze nebeneinander erhalten bleiben und ihre Chromosomen erst während der Reifungsteilungen gemischt werden. Auch jene Forscher, welche die Erhaltung getrennter Kerne nicht annehmen, nehmen aber auf Grund der jetzt vorliegenden Untersuchungen an, daß die ♀ und ♂ Chromosomen für sich bleiben und erst bei den Reifungsteilungen miteinander in Beziehung treten.

Frühzeitig wurden schon — noch unter den Chromosomen stehende — Elementar- und Erbeinheiten angenommen, die wachsen, sich ernähren und sich teilen können, und mehrfach hat man versucht, die Anlagen mit diesen Einheiten in Beziehung zu bringen.

Diese hypothetischen Elementareinheiten, die (von Haeckels Plastidulen abgesehen) keineswegs mit Molekülen identisch sind, höher als diese stehen, gehen unter verschiedenen Bezeichnungen: Physiological units Spencers, Gemulae Darwins, Pangene de Vries', Biogene

[1]) The mechanism.

Verworns, Biophoren Weismanns, Plasome Wiesners, Idioblasten O. Hertwigs, Biomoren (Biomolekülen) Giglio-Tos', Protomeren Heidenhains, und sind als hypothetische Einheiten mit den heute zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln nicht erkennbar. Altmann will in von ihm beobachteten Körnchen, den fuchsinophilen Granulas des Zelleibes und den zyanophilen Granulas des Kernes, die morphologischen und biologischen Einheiten erblicken, die er Bioblasten oder, wenn solche zu dem Protoplasma der Zelle vereint sind, Zytoblasten nennt[1]). Strasburger will in den Chromosomen die Idanten Weismanns, in den Scheibchen, die man in den Chromosomen erblickt, die Iden Weismanns erblicken, die sich aus den letzten Einheiten, den Pangenen (Biophoren) Weismanns zusammensetzen. Die Gene Johannsens knüpfen an keine bestimmte Vorstellung über ihre Beschaffenheit an, das Wort soll nur ausdrücken, daß „etwas" in den Geschlechtszellen vorhanden ist, das die nächste Generation in bestimmter Richtung beeinflußt.

Wenn auch das Vorhandensein von einzelnen Anlagen — Faktoren, Genen — durch die Bastardierungsversuche nachgewiesen ist und man sich die Vererbungssubstanz als Sammlung von Anlagen für Eigenschaften vorstellen kann, ist doch über die nähere Beschaffenheit der Anlagen und über ihre Wirkung beim Aufbau des Organismus nichts Nachweisbares bekannt.

Die verschiedenen Vererbungshypothesen gehen weit auseinander, wenn sie die Art der Wirkung und Verteilung der Vererbungssubstanz darstellen. Auch wenn, wie dies im folgenden geschieht, nur jene dieser Hypothesen berücksichtigt werden, welche den Sitz der Vererbungssubstanz in den Kern verlegen (Weismann, Hertwig, de Vries, und viele Andere), müssen bedeutende Unterschiede in der Anschauung konstatiert werden. Man kann annehmen, die Vererbungssubstanz der befruchteten Eizelle werde bei Teilung der Eizelle derart geteilt, daß auf die eine der neuen Zellen eine Hälfte der Vererbungssubstanz entfällt, welche eine von der anderen verschiedene Wirkung zu zeigen befähigt ist, und daß ebenso weiter bei jeder folgenden Teilung sich die Vererbungssubstanz für bestimmte Anlagen absondert (erbungleiche Teilung, Weismann). Die Vererbungssubstanz würde demnach während der Ontogenese immer weitergehender aufgebraucht werden. Da aber doch bei der Fortpflanzung, in den Geschlechtszellen derselben, die ganze Vererbungssubstanz sich wieder zusammenfinden muß, so ist diese Hypothese genötigt, anzunehmen, daß ein Rest von Vererbungssubstanz auch unverändert durch die Reihe von Zellen, von der Eizelle bis zu den neugebildeten Geschlechtszellen, durchgeht (Keimbahnen). Gegen diese Annahme spricht vornehmlich dreierlei. Einzellige Organismen haben erbgleiche Teilung, und es liegt kein Grund vor, für die mehrzelligen eine so einschneidende Abweichung anzunehmen. In letzter Zeit haben weiterhin Driesch und Wilson durch Versuche gezeigt, daß es

[1]) Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen, 1890.

möglich sei, aus Teilen des tierischen Eies (einzelnen Furchungszellen das ganze Individuum zu erhalten[1]). Von ganz besonderer Bedeutung sind aber endlich die Tatsachen, welche aus dem Pflanzenreich durch die Erscheinungen der Vermehrung geliefert werden. Wenn es möglich ist, aus einzelnen beliebigen Gewebspartien, ja theoretisch aus einzelnen Zellen ein neues gleiches Individuum erstehen zu lassen, so muß die vollständige Vererbungssubstanz in diesen Zellen — theoretisch, wenn auch nicht bei Vermehrungsversuchen allgemein nachgewiesen, in jeder Zelle — vorhanden sein[2]). Es müßte, wenn trotz allem die erbungleiche Teilung als bestehend betrachtet werden soll, angenommen werden, daß — neben der erbungleichen Teilung — jeder Zelle ein Teil vollständiger Vererbungsmasse mitgegeben wird. Wie müßten endlich die Keimbahnen in den Komponenten von Chimären verlegt werden? Alle drei Tatsachen und die letzte Einwendung führen aber dazu, daß man geneigt ist, die andere Hypothese für wahrscheinlich zu erklären, nach welcher eine erbgleiche Teilung der Vererbungsmasse eintritt (Kölliker, Strasburger, O. Hertwig, Driesch, de Vries, Kassowitz). Der Botaniker wird nur solchen Hypothesen über die Vererbung zustimmen können, welche die erbgleiche Teilung der Vererbungsmasse annehmen oder mindestens verlangen müssen, daß ein Teil der Vererbungssubstanz erbgleich geteilt wird. Bei der Teilung der befruchteten Eizelle wird nach dieser Hypothese jeder Hälfte vollkommen gleichwertige Vererbungssubstanz mitgegeben, und so fort bei jeder Teilung, so daß in jeder Zelle des Organismus vollwertige Vererbungssubstanz sich findet, wie dies mit den Erscheinungen bei der Vermehrung vollkommen übereinstimmt.

Was die Wirkung der Vererbungssubstanz in der entstehenden Pflanze anbelangt, so stehen sich diesbezüglich zwei Ansichten scharf entgegen. Nach der einen enthält die Vererbungssubstanz für jede zu bildende Zelle, ja für jede einzelne Eigenschaft derselben oder für einzelne elementare Eigenschaften der Pflanzen bereits vorgebildete Teilchen; die Entwicklung ist lediglich eine Auswicklung, ein Wahrnehmbarwerden der unzähligen vorhandenen Anlagen (der alten Evolution Präformationslehre entsprechend, Haller, Bonnet mit Annahme kleiner, vorgebildeter Pflanzenteile. Im 19. Jahrhundert Neo-Evolutionismus., Darwin, Weismann, de Vries mit Annahme bestimmter Anlagen, nicht Eigenschaften. Nach der zweiten ist die Vererbungssubstanz zwar sehr kompliziert zusammengesetzt, aber ohne für jede Eigenschaft bereits

---

[1]) Weitere einschlägige Versuche bei Hertwig: Zeit- und Streitfragen I, S. 58 angeführt.

[2]) Versuche von Beyerinck zeigten selbst bei Gallen das Vorhandensein der Vererbungssubstanz, welche sich in der Bildung normaler Weidenwürzelchen aus Zellen der Galle (von Nematus viminalis auf Salix purpurea) äußerte. Wurzelbildung konnte auch ich bei Gallen im Warmbeete erzielen; darüber hinaus konnte auch ich den Versuch nicht führen. — Übrigens wurde auch bei Tieren aus kleinen Stücken das Individuum erzielt. Boveri konnte aus einem Kiemenstück der Ascidie Clavellina das ganze Tier regenerieren. Über die tatsächlichen Nachweise von Keimbahnen bei einzelnen Tieren Haecker: Vererbungsl. und Goldschmidt: Einführung. Ebenso über das Fehlen solcher bei anderen Tieren.

bestimmte Anlageteilchen aufzuweisen, und es kommen die einzelnen Eigenschaften nicht durch Abgabe von Teilchen der Vererbungssubstanz, sondern erst durch die verschiedenartige Reaktion der in allen Teilen des Organismus gleichen Form der spezifischen Vererbungssubstanz auf äußere Einflüsse (Wechselwirkung der Zellen untereinander und Einwirkung der Außenwelt) zustande (Epigenesis, Postformationslehre. Wolff, Blumenbach, im 18. Jahrhundert: Entwicklung aus einem unorganisierten Flüssigkeitstropfen — jetzt Neo-Epigenesis, Kassowitz, Delage, Semon, Jensen, Greil). Die letztere Annahme kann noch dahin umgeändert und der ersteren näher gebracht werden, daß für einige Eigenschaften (für jene, welche einzelne Zellen zeigen können) Anlagen als vorhanden vorausgesetzt werden und nur für die übrigen eine Bildung, wie sie der Epigenesis entspricht, angenommen wird (Hertwig).

Wie die Vererbungssubstanz während des Lebens in der sich entwickelnden Pflanze auf das Zytoplasma einwirkt, ließ sich bisher nicht feststellen[1]). Erklärungsversuche, welche chemische [Shull[2]), Baur[3])] (enzymatische, Haberlandt, Beijerinck), autokatalytische [Roux[4]), Loeb, Haagedorn] Einwirkungen annehmen, sind zahlreicher und vielleicht auch naheliegender. Andere wollen mechanische Wirkungen, Bewegungserscheinungen zur Erklärung heranziehen [Haeckel, Schlater, A. v. Tschermak[5]), Reinke]. Wieder andere Übertritt von Teilchen der Vererbungssubstanz aus dem Kerne in das Zytoplasma jeder Zelle, woselbst sie aktiv werden[6]) (Weismann, Hertwig, de Vries, Haecker, Goldschmidt). Conklin hat einen derartigen Übertritt von Chromatin in das Plasma der Zellen beobachten können[7]). Endlich wurden die Anlagen der Vererbungssubstanz als eine besondere Art von Mikroben aufgefaßt (Le Dantec, der Schweinezüchter Simson, später auch Haagedorn[8])). Schaxel verweist darauf, daß die allerersten Grundlagen der Organisation von der ♀ bedingt sein müssen, da das befruchtete Ei nur mütterliche Zellsubstanz enthält, die weitere Umbildung von den Kernanteilen von ♀ und ♂[9]).

Soweit eine Vorstellung des Zusammenhanges von Vererbung und der erst zu besprechenden Variabilität gewonnen werden kann, würde dieselbe unter Berücksichtigung vorliegender Beobachtungen, Versuche und Hypothesen nach meiner Ansicht etwa folgende sein können: Träger der Vererbung ist eine Substanz, welche in dem Kern der befruchteten Eizelle und nach Teilung dieser im Kern jeder der Tochterzellen und so — durch weitere Teilungen fort — im Kern

---

[1]) Jurwitsch: Biol. Zentralbl., 1912, S. 1158.
[2]) Amer. Naturalist.
[3]) Verhandl. d. zool. bot. G., Wien 1912, S. 161.
[4]) Beiträge zur Entwicklungsmechanik, 1911.
[5]) Biol. C., 1896, S. 689.
[6]) de Vries: Mutat. II, 691, auch „Intra. Pang.".
[7]) Nach de Vries: Befruchtung, S. 34.
[8]) Bull. sc. l. France et d. l. Belgique, 1912, S. 101.
[9]) Über den Mechanismus der Vererbung 1916.

einer jeden Zelle sich findet, die Vererbungssubstanz. Man muß sich dieselbe aus einer Anzahl von Anlagen (Faktoren, Genen) zusammengesetzt denken. Diese Anlagen können entweder jede für sich oder aber erst in Verein mit einer anderen Anlage oder mehreren solchen oder aber erst nach Trennung von anderen Anlagen eine Eigenschaft, oder mehrere solche bedingen. Die für die einzelne Form spezifische Vererbungssubstanz übt ihre Wirkung auf das übrige Plasma, das Zytoplasma der Zelle, in der sie sich befindet, aus. Die Vererbungssubstanz besteht dabei, im Falle von Fremdbefruchtung bis zu jener Teilung, welche die Mutterzellen von Embryosack und Pollenkörnern liefert, aus den meist (Ausnahme: Mosaikvererbung, vegetative Spaltung) gemeinschaftlich wirkenden, aber noch getrennten verschiedenen Vererbungssubstanzen der beiden geschlechtlich vereinten Individuen. Da alle Zellen in einem Organismus miteinander in Verbindung stehen, wird das Zytoplasma jeder neu entstehenden Zelle nicht nur von der im Kerne derselben befindlichen Vererbungssubstanz, sondern auch von den bereits vorhandenen Zellen, mit welchen es in Beziehung steht, in seiner Ausbildung beeinflußt. Die Regeneration nach Verletzungen weist darauf hin. Es wird die Ausbildung der Zelle aber auch bis zu einem gewissen Grade von den äußeren Verhältnissen beeinflußt, und es wird, auch wenn stoffliche Träger für die einzelnen Anlagen vorhanden sind, von den ersteren abhängen, ob und wieweit vererbte Anlagen in dem Zytoplasma Eigenschaften zur Entfaltung bringen können. Änderung der äußeren Verhältnisse, des Standortes, wird bei zunächst gleicher Vererbungssubstanz geänderte Eigenschaften, eine andere Standortsmodifikation bewirken [1]). Andere äußere Einflüsse, wie sie durch Krankheiten, besondere Reize (Gallenbildung) oder Verstümmelung herbeigeführt werden, treffen und ändern das Zytoplasma, bewirken Modifikationen, verändern aber die Vererbungssubstanz zunächst auch nicht; ihre äußerlich sichtbaren Wirkungen werden demnach auch zunächst nicht vererbt. Die Wirkung einzelner Anlagen der Vererbungssubstanz wird aber auch bei gleich gebliebenen äußeren Verhältnissen spontan, aus inneren unbekannten Gründen aufgehoben werden können; wir begegnen dann der unsichtbaren Vererbung mit oft durch Generationen hindurch

---

[1]) Die weiter hier genannten Variabilitätsformen werden im nächsten Abschnitt erörtert.

latent bleibenden Anlagen, die, sobald die Anlagen aktiv werden, schon zur Variation führt. Es ist aber auch möglich, daß Anlagen in der Vererbungssubstanz vorhanden sind und deshalb unsichtbar vererben, weil der Teil, in dem sie wirken können, nicht gebildet wird, oder weil die zweite Anlage, mit der zusammen sie erst eine sichtbare Eigenschaft geben, fehlt. Wird der Teil ausgebildet oder bringt Bastardierung die andere Anlage herbei, so wird die Eigenschaft sichtbar.

Die Möglichkeit einer tatsächlichen Änderung der Vererbungssubstanz muß angenommen werden und führt auch zu Variationen. Selbst innerhalb eines Organismus wird sich die Vererbungssubstanz ändern können, und man wird so die Knospenvariationen erklären müssen. Als Ursache einer solchen Änderung kann man bei diesen Knospenvariationen spontane Variabilität der Vererbungssubstanz, sowohl einfach Verlust oder Auftauchen der Wirkung von Anlagen als auch Verlust oder Auftauchen nach einer länger vorausgegangenen Bastardierung annehmen, und man kommt in letzterem Falle wieder auf die unsichtbare Vererbung zurück: Latent- oder Aktivwerden einer mitgeführten Anlage, vegetative Spaltungen. Gegenüber der seltenen Erscheinung der Knospenvariation sind die Variationen, die bei der Entstehung neuer Individuen zutage treten, das herrschende. Als überhaupt denkbare Ursachen für das erste Entstehen einer Änderung der Vererbungssubstanz bei Befruchtungsvorgängen höher stehender Organismen werden wir unbekannte innere Ursachen: inneren Trieb, spontane Variabilität, dann Störungen bei den Reifungsteilungen und lange dauernde Einwirkung der äußeren Verhältnisse auf die Vererbungssubstanz, betrachten können, als weitere äußerst wirksame Ursache bei schon vorhandenen Verschiedenheiten den Zusammentritt verschiedener Vererbungssubstanzen bei der Geschlechtszellenbildung.

Neben Vererbung kann man auch von einer Wirkung auf die nächste Generation oder wenige Generationen sprechen, die hier als Übertragung bezeichnet wurde. Bei derselben überträgt bei Vermehrung oder Fortpflanzung das Körperplasma der Mutter direkt gewisse biologische Erscheinungen (Kränklichkeit, Widerstandsfähigkeit oder Empfänglichkeit gegen Krankheiten, schwächliche oder üppige Entwicklung) dadurch, daß es durch äußere Einwirkungen leicht verändert, umgestimmt wird, oder es überträgt bei Fortpflanzung der Keim, Krankheitserreger aus der Mutter.

Vererbung und Entstehungsart neuer Individuen.

In diesem Abschnitt sollen tatsächliche Verhältnisse, wie sie bei der Vererbung von Kulturpflanzen beobachtet werden können, dargestellt werden, wobei es sich natürlich von selbst ergibt, auch Erscheinungen der Variabilität zu besprechen. Die erwähnten Variabilitätsformen gelangen aber erst weiter unten zur Darstellung.

Vererbung bei Vermehrung.

Allgemein gilt die sichtbare Vererbung bei Vermehrung als eine besonders sichere. Ja, vielfach verwendet man die Vermehrung gerade deshalb, um die Vorteile, welche im bestimmten Falle sicherere Vererbung bietet, genießen zu können.

Nach Bastardierung tritt, wie weiter unten ausgeführt wird, jedenfalls in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, sowohl bei Selbstbefruchtung als bei Fremdbefruchtung, von der zweiten Generation ab starke Variabilität auf. Wird bei der ersten Generation nach einer Bastardierung aber Vermehrung angewendet, so fehlt eine solche Variabilität, die sichere Vererbung bei Vermehrung kommt zur Geltung.

Individuelle kleine quantitative Schwankungen, die bei Vermehrung in der Nachkommenschaft einer Pflanze nur als Modifikationen auftreten — ebenso wie die hierher gehörigen Schwankungen bei Zwischenvarietäten —, können sich bei Vermehrung ebenso zeigen wie bei Fortpflanzung[1]). Da individuelle kleine Schwankungen als Modifikationen sich auch innerhalb eines Organismus finden (partielle Variabilität), werden auch abgetrennte Teile desselben solche zeigen können. Der Umfang der individuellen kleinen Schwankungen innerhalb einer vegetativen Linie muß gegenüber Fremdbefruchtung kleiner sein, was sich daraus erklärt, daß eben nur die Modifikabilität wirkt, ein Zusammentritt verschieden veranlagter Vererbungssubstanzen fehlt.

Untersuchungen über das Verhalten der individuellen kleinen Schwankungen liegen für die Zuckerrübe und ihre Vererbung bei Anwendung des „Asexualverfahrens“, also einer Vermehrung vor. Novoček

[1]) Über das Vorhandensein individueller kleiner Schwankungen innerhalb der Individuen, welche durch Vermehrung von einer Pflanze abgeleitet wurden, s. für Kulturpflanzen auch Fischer: Fühlings l. Z 1900. — Fruwirth: Öster. Zeitschr. f. d. l. Versuchsw. 1900. Beide für Kartoffel. Kobus: Ann. du jardin bot. de Buitenzoorg 1901. 2. Série. Vol. III, für Zuckerrohr.

selbst, der das Verfahren zuerst empfohlen hat, konstatierte sichere Vererbung. Die Schwankungen im Zuckergehalte waren bei Nachkommen nach Fortpflanzung größer als bei Nachkommen nach Vermehrung (12,8—16,6 gegen 17,1—20,2% als Grenzzahlen für Zuckergehalt in beiden Fällen), und ebenso war dies der Fall bei Rübengewicht [106—520 gegen 180—360 g Grenzzahlen für Gewicht in beiden Fällen][1]). Knauer konstatierte, daß bei Anwendung der Vermehrung die Schwankungen des Gehaltes an Zucker in der Rübe nur 1,4—3,8% betrugen, während sie bei Fortpflanzung sich zwischen 4—5% bewegten[2]). Ebenso stellten Lubánski und Rytarowski fest, daß die Nachkommen bei Vermehrung fast vollkommen identisch mit der Mutterrübe waren. Novoček verwies schon darauf, daß nur ungefähr gleich alte Knospen Rüben von sehr großer Übereinstimmung der Eigenschaften geben, und es ist auch ganz gut einzusehen, daß ebenso, wie verschiedene Knospen an einer Kartoffelknolle verschiedenen Vegetationswert haben, dies auch bei verschiedenen Knospen eines Rübenkörpers der Fall ist.

Jene Variationen, welche durch innere Veränderung der Vererbungssubstanz bewirkt werden, spontane Variationen morphologischer Eigenschaften, einschließlich vegetativer Aufspaltungen bei solchen, und Linienmutationen können sich bei Vermehrung ebenso zeigen wie bei Fortpflanzung.

So wie eine Knospenvariation an ungeteilten Pflanzen entstehen kann, kann sich dieselbe auch bei einer abgetrennten Knospe zeigen, gleichviel, ob dieselbe zur Abtrennung bestimmt war (Vermehrungsorgan) oder beliebig abgetrennt wurde. Mehrfache Beobachtungen bei Kartoffel, Hopfen (siehe je daselbst) — Variationen bei Kultivierung von Veronica chamaedrys von Klebs beobachtet[3]).

Für Pflanzen, welche nicht als Kulturpflanzen anzusehen sind, ist die Möglichkeit einer solchen unsicheren Vererbung bei Vermehrung durch das Vorhandensein von Vielförmigkeit bei solchen Pflanzen, welche immer der Vermehrung unterworfen sind, erwiesen worden, so von Vines für die Basidiomyzeten (Biologisches Zentralblatt 1890). Bei Caulerpa liegen gleiche Verhältnisse vor.

Übertragungen von Umstimmungen des Körperplasmas müssen bei Vermehrung besonders hervortreten, da große Massen von Körperplasma übergehen.

Bei Kartoffel liegen erste bezügliche Beobachtungen von Marek[4]) sowie Versuche von Martinet[5]) und mir[6]) vor.

---

[1]) Ö.-U. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 1894, S. 1.
[2]) Rübenbau, 1891, S. 84
[3]) Über künstliche. S. 151.
[4]) Zeitschr. f. Zuckerind. 1892, S. 28.
[5]) Landw. Jahrb. der Schweiz, 1900, S. 5.
[6]) D. landw. Versuchsst., 1903, S. 407.

Vererbung bei Selbstbefruchtung und Fremdbefruchtung innerhalb einer Pflanze (Nachbarbefruchtung).

Nach theoretischen Erwägungen würde man eher geneigt sein, die Sicherheit der Vererbung bei Vermehrung mit jener bei Selbstbefruchtung gleichzustellen. Tatsächlich finden sich aber auch bei Selbstbefruchtung, der Vermehrung gegenüber, sichere Unterschiede bei jenen Variationen, welche sich in der zweiten Generation nach Bastardierungen einstellen. Die Variabilität nach einer Bastardierung ist auch bei Selbst- und Nachbarbefruchtung der ersten Generation vorhanden. Werden Individuen der ersten Generation aber vermehrt, so fehlt sie.

Ursache des Unterschiedes ist das Fehlen der Teilungsvorgänge bei Pollen- und Eizellenkernbildung bei Vermehrung. Es fehlt damit eben auch der Austausch zwischen Trägern der einzelnen Anlagen, von dem angenommen wird, daß er bei den Reifungsteilungen vor sich geht.

Einrichtungen, welche die Nachbarbefruchtung ermöglichen, bieten auch die Möglichkeit zum Eintritt einer Fremdbefruchtung mit anderen Pflanzen und zur Bastardierung, welche in jenen Fällen, in welchen die Einrichtung zur Bestäubung Fremdbefruchtung ausschließt, natürlich fehlt.

Die spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften und Linienmutabilität sowie die Übertragung wird sich bei Selbst- und Nachbarbefruchtung und Befruchtung innerhalb der Pflanze so wie bei Vermehrung verhalten.

Papaver somniferum, der in zwei Generationen, die von Selbstbefruchtung stammten, ganze Blumenblätter gezeigt hatte, brachte mir in der dritten Generation, welche auch von Selbstbefruchtung stammte, geschlitzte Blätter. Auftreten spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften auch sonst in reinen Linien beobachtet, ebenso Linienmutationen[1]).

Individuelle kleine Schwankungen sind bei Selbst- und Nachbarbefruchtung vorhanden, aber wenn die Mutter rein veranlagt war, so wie bei Vermehrung, nur als Modifikationen. Es fehlen Versuche über den Vergleich des Verhaltens einerseits bei Selbst- und andererseits Nachbarbefruchtung. Das Verhalten der individuellen kleinen Schwankungen ist aber voraussichtlich in beiden Fällen nicht verschieden, aber gegenüber jenem bei Fremdbefruchtung ein anderes.

---

[1]) Fruwirth: Einmalige S. 516, 510 und hier unter „Variabilität".

Vererbung bei Fremdbefruchtung zweier Individuen derselben Sorte (Kreuzung, Fremdbefruchtung im engeren Sinne).

Für die Vererbung bei dem geschlechtlichen Zusammentritt zweier Individuen desselben Formenkreises gilt, soweit spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften und Linienmutabilität sowie Übertragungen in Betracht kommen, das, was unter Vererbung nach Vermehrung und Selbstbefruchtung gesagt wurde.

Bei Bastardierung wird dort, wo eine gesetzmäßige Variabilität nach einer solchen bei Selbstbefruchtung eintritt, eine Störung der Gesetzmäßigkeiten eintreten, wenn ungehinderte Fremdbefruchtung zwischen den Nachkommen stattfindet.

Die individuellen kleinen Schwankungen gehören bei Fremdbefruchtung zwischen zwei Individuen sowohl der Modifikabilität als auch der Variabilität im engeren Sinne an. Ein Feldbestand einer fremdbefruchtenden Pflanze ist, soweit derselbe nicht aus sehr lange fortgesetzter Züchtung einer Individualauslese stammt, ein geschlechtliches Gemenge einer großen Zahl von Linien. Auch wenn er morphologisch einheitlich ist, finden sich solche quantitative Verschiedenheiten, welche der individuellen kleinen Variabilität im engeren Sinne entsprechen. Bei geschlechtlichen Zusammentritten folgen dieselben den Gesetzen, die unter Variabilität nach Bastardierung zu behandeln sein werden. Rein werden diese Gesetzmäßigkeiten nicht in Erscheinung treten können, da ständig neue geschlechtliche Zusammentritte erfolgen. Fremdbefruchtung bietet bei den meisten Arten auch die Möglichkeit zur Bastardierung und damit zum Eintritt von quantitativer und qualitativer Variabilität nach dieser.

Vererbung bei geschlechtlichem Zusammentritt von Individuen zweier Formenkreise. Bastardierung.

Unter Bastardierung ist hier nur der Zusammentritt zweier morphologisch verschiedener Formenkreise: Gattungen, Arten, Varietäten, Sorten, aber nicht ein solcher von Linien verstanden. Die besonderen Verhältnisse bei einem derartigen, Bastardierung (outcrossing gegenüber incrossing, der Kreuzung innerhalb der Sorte) genannten Vorgange zeigen auch nach dem Befruchtungsakt Gesetzmäßigkeiten. Diese besonderen Verhältnisse kommen in der Variabilität nach einer Bastardierung zum Ausdruck. Was die sonstige Vererbung betrifft, so werden spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften und Linienmutabilität nach einer

Bastardierung auch auftreten[1]) und Übertragungen werden sich zeigen können.

Die Variabilität nach einer Bastardierung wird dadurch hervorgerufen, daß eine Mischung der Wirkung zweier ganz oder teilweise verschiedener Vererbungssubstanzen stattfindet. Die Wirkung kann schon in den direkt erzeugten Samen (Xenien) und in den Bastardindividuen erster Generation zum Ausdruck kommen, zeigt sich besonders in den folgenden Generationen, nachdem durch verschiedenartigen Zusammentritt der Anlagen der einander fremden Vererbungssubstanzen bei der Bildung der Geschlechtszellen solche mit verschiedener Vererbungstendenz gebildet wurden.

Daß auch die Individuen der ersten Generation nach einer Bastardierung bereits gegenüber den Eltern Verschiedenheiten zeigen, wird darauf zurückzuführen sein, daß auch die Individuen dieser bereits beiderlei Vererbungssubstanzen enthalten. Ein Austausch oder eine Mischung der Anlagen eines Paares hat noch nicht stattgefunden, sie liegen in den beiden noch selbständigen Vererbungssubstanzen nebeneinander, aber die Zelle und weiterhin die Pflanze wird von beiderlei Anlagen beherrscht. Bei dieser Beherrschung kann nur eine Anlage eines Paares zur Geltung kommen (Dominanz), oder es zeigt sich der Einfluß beider, selten in einem Teil der Pflanze jener der einen, in einem anderen jener der anderen.

Die für die Züchtung wichtigen Gesetzmäßigkeiten bei Variabilität nach Bastardierung sind in dem Abschnitt über Variabilität behandelt.

Vererbung erworbener Eigenschaften.

Die weiter unten unter Variabilität erörterte Frage nach dem Bestehen allgemeiner Variabilität bei Pflanzen deckt sich nicht ganz mit jener nach der Vererbung erworbener Eigenschaften, sondern umfaßt nur einen bestimmten Teil des letztgenannten viel umstrittenen Gebietes. Als erworben gelten dabei Eigenschaften, deren Äußerung während des Lebens eines Individuums auftaucht, ohne daß Bastardierung voranging oder eine spontane Änderung der Vererbungssubstanz erfolgte.

Als Vererbung erworbener Eigenschaften kann dabei nur eine solche Vererbung gelten, bei welcher auch nach Aufhören

[1]) Siehe z. B. Baur bei Antirrhinum: Z. f. Abstamm. XIX, 1919, S. 177.

der Ursachen, welche die Veränderung der Eigenschaft bewirkten, die folgenden Generationen die Veränderung zeigen.

Bestehen einer Vererbung erworbener Eigenschaften, das zuerst eindringlich Lamarck vertrat, dem Darwin nicht abhold gegenüberstand, das Nägeli nicht negierte, wenn er die Bedeutung auch wesentlich einschränkte, wird heute wieder vielfach angenommen: Neo-Lamarckismus. Unter direkter Anpassung, Regulierung, die im Gegensatz zur indirekten Anpassung durch Auslese unterschieden wird, versteht man im ursprünglichen Sinne Lamarcks (auch Spencers, Nägelis, Warmings), daß eine zweckmäßige Änderung, welche durch äußere Verhältnisse bei einem Individuum hervorgerufen wird, eine derartige Änderung in der Vererbungssubstanz bewirkt, daß auch die Nachkommen wieder dieselbe Änderung zeigen, wie die variierten Vorfahren. Gegen diese ursprüngliche Lamarcksche Annahme, daß Zweckmäßigkeit dann und direkt dort entstehen muß, wann und wo es nötig ist, wenden sich auch solche Forscher, welche sonst die Möglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften annehmen, mit Nachdruck [1]).

Von den Vertretern der Vererbung erworbener Eigenschaften werden besonders indirekte Beweise geführt, es werden aber auch die Ergebnisse einzelner Versuche und einzelne Beobachtungen im Sinne der Annahme gedeutet. Gegen die indirekten Beweise läßt sich anführen, daß auch Auslese zu gleichem Ergebnis geführt haben kann.

v. Wettstein führt [2]) als indirekte Beweise an, daß: 1. in jüngster Zeit entstandene Arten eine derartige Gesetzmäßigkeit in der Verbreitung zeigen, daß jede in einem bestimmten Gebiete, an dessen Verhältnisse sie angepaßt ist, sich findet und an den Grenzen Übergänge nichthybrider Natur zu der Art des anderen Gebietes zeigt; 2. ernährungsphysiologische Formen (Kalk-, Kieselformen und bestimmte Ernährungsformen bei Pilzen) [3]) vorkommen; 3. Formenänderungen unter bestimmten

---

[1]) So Klebs: Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. — Detto: Die Theorie der direkten Anpassung. Jena 1904. — Semon: Fortschritte der naturw. Forsch., 1911, 2. Bd., S. 1, Das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften, 1912. — Goldschmidt: Einführ.

[2]) Akademie der Wissenschaft, Wien. Vortrag, Wien, 1902. — Der Neo-Lamarckismus, 1903, Jena. — Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 184. Andere Erklärungsversuche der gleichen Erscheinungen bei Lendenfeld: Bot. Ztg., 1903, S. 489.

[3]) Landwirtschaftlich beispielsweise von Interesse das Bestehen solcher Ernährungsformen bei den Rostpilzen, bei welchen Erikson zeigte, daß Puccinia graminis in sechs Formen (biologischen Arten) auftritt, die

Standortsverhältnissen (so an der Holzgrenze in den Alpen) bei allen Formen einheitlich sind; 4. Fälle von Reduktion von Organen sich finden, welche sich als Folge des Nichtgebrauches erklären lassen (ursprüngliche Mehrjährigkeit der Feuerbohne und des Roggens). Er machte auch zuerst auf den Saisondimorphismus aufmerksam [1]).

Die wichtigsten Versuche und Beobachtungen sollen bei Besprechung der Formen der Vererbung erworbener Eigenschaften erwähnt werden.

Eine Vererbung erworbener Eigenschaften kann in der Weise erklärt werden, daß man annimmt, die Reizursachen haben auf die Körperzellen und durch diese auf die Vererbungssubstanz gewirkt (somatische Induktion, Detto) oder aber, daß man eine gleichzeitige Einwirkung auf Körperzellen und Vererbungssubstanz annimmt (Parallelinduktion, Detto).

Für die erste Möglichkeit hat man besonders die Versuche Guthries [2]) mit Versetzung von Eierstöcken bei Hühnern herangezogen, die vielfach, nach anderen Versuchen, [Castle und Phillips bei Meerschweinchen [3]), Kaltenbach bei Enten [4])] angezweifelt wurden.

Seit Lamarck ist die Sonderung der Erscheinungsformen im Tier- und Pflanzenreich, die im Sinne der Vererbung erworbener Eigenschaften gedeutet werden, schärfer geworden:

A. Man spricht von einer Vererbung auch dann, wenn von der Mutter eine Übertragung der Reizursachen durch den Keim stattfindet. Diese Fälle sind aber der bereits besprochenen Erscheinung der Übertragung zuzuweisen.

B. Vererbung erworbener Eigenschaften durch Übertragung der durch den Reiz erzielten Wirkung, also ohne daß die Reize (die bedingenden Ursachen) auf die nächste Generation auch wirken, wäre schon eigentliche Vererbung. Sie kann sein:

1. einseitige, der Reiz wirkte auf bestimmte Körperteile:

Vererbung von Verstümmelungen, Rudimentärwerden von Organen durch Nichtgebrauch oder besondere Ausbildung solcher durch starken Gebrauch, Vererbung von psychischen Änderungen. Für alle diese

— äußerlich nicht voneinander unterscheidbar — dadurch voneinander getrennt sind, daß die einen andere Grasarten als Wirtspflanzen brauchen als die anderen.

[1]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1895, S. 303.

[2]) Journ. exp. Zool. V, 1908.

[3]) Carnegie Inst. Publ. Nr. 144, 1911.

[4]) Zeitschr. f. Abstamm. XVII, 1917, S. 251.

Änderungen werden im Tierreich verschiedene Beispiele angeführt, deren Bedeutung je nach der Stellungnahme des Forschers verschieden beurteilt wird[1]). Ich greife an Beispielen nur heraus, daß bei Weismanns Versuchen das Abschneiden des Schwanzes von Mäusen, das 16 Generationen hindurch ausgeführt worden war, keine Wirkung äußerte, und daß beispielsweise die Circumcision, die nun schon weit über 50 Generationen hindurch bei Israeliten geübt wird, keinerlei Einfluß gezeigt hat.

Viele Arten von Kulturpflanzen werden ständig verstümmelt: Hopfen, Gräser, Obstbäume, aber irgend eine hierher zu rechnende Wirkung auf die nächste Generation ist nicht festgestellt worden.

2. allseitige, der Reiz wirkte auf das ganze Individuum:

a) Die Wirkung der Veränderung ist dabei eine bei Eltern und Kindern gleichartige.

Auf die Mitteilung der Versuche mit höher organisierten Pflanzen, die noch in der letzten Auflage unter „Allgemeine Variabilität" besprochen worden sind, soll diesmal verzichtet werden. Alle diese Versuche sind, entsprechend dem damaligen Stand unserer Erkenntnis, nicht mit Johannsenschen Linien ausgeführt worden und werden daher, soweit sie überhaupt sich im Sinne der Vererbung erworbener Eigenschaften deuten lassen, als nicht beweisend betrachtet. Neue Versuche mit Johannsenschen Linien sind nach drei Richtungen hin seit 1909 bei mir im Gang[2]), und ich habe mich auch an den Versuchen beteiligt, die zur Frage auf Anregung Baurs 1912 bei einer größeren Zahl von Versuchsanstalten eingeleitet, leider aber nicht allseitig fortgeführt wurden.

Beobachtungen bei Verwendung von Saatgut einer Gegend in einer anderen werden unter „Allgemeine Variabilität" noch besprochen werden. Hier sei der Beobachtungen bei Herkünften von Waldbäumen gedacht.

Nei Nadelpflanzen in größerer Höhe und im Norden zeigt sich geringeres Zapfen- und Samengewicht und ein geringeres Zuwachsvermögen. Diese Eigenschaften sind durch den Standort erworben. Bei Versuchen Cieslars gaben Lärchen aus Samen aus Hochlagen im Tal Pflanzen mit geringerem Zuwachsvermögen; das Austreiben der Nadeln erfolgte später als bei Talpflanzen[3]). Engler kommt, bei Zusammenfassung der von verschiedenen Seiten gewonnenen einschlägigen Ergebnisse, zu dem Schluß, daß die Eigentümlichkeiten „kürzere oder längere Zeit festgehalten" werden, „physiologische verschwinden vielleicht gar nicht"[4]).

---

[1]) Haecker: Allg. Vererb. — Goldschmidt: Einführung.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II, 1914; VI, 1918.

[3]) Zeitschrift für das gesamte Forstwesen, 1895, Januar. — Weiteres in: Neues auf dem Gebiete der forstl. Zuchtwahl, Wien 1899.

[4]) Naturw. Ztg. f. L. u. F. XI, 1913, S. 441.

Soweit Beobachtungen zur Stütze der Ansicht von der Vererbung erworbener Eigenschaften herangezogen werden, kann, wenn nur eine Generation unter veränderten Verhältnissen beobachtet wurde, geltend gemacht werden, daß das Saatgut, aus welchem dieselbe erwuchs, noch unter den früheren Verhältnissen gebildet worden ist, wenn mehrere beobachtet wurden und eine allmähliche Veränderung sich zeigte, daß Übertragung vorliegen kann.

Für Tiere wurde von den Vertretern des Neo-Lamarckismus besonders auf die Versuche Towers (siehe unter „spontane Variabilität") und Kammerers verwiesen. Kammerer erzielte bei Erdsalamander Salamandra maculosa durch Haltung auf gelbem Grund Vorherrschen der gelben Farbe, durch solche auf schwarzem Grund Vorherrschen der schwarzen Farbe, also Modifikation, aber er beobachtete auch Vererbung unter geänderten Verhältnissen und bei Ovarientransplantation[1]).

Besonders zahlreich sind Versuche mit Bakterien. Da bei diesen Vermehrung vorliegt, ist die Auffassung mancher der Erscheinungen als Übertragungen näherliegend. Die gleich zu erwähnenden Versuche von Wolf lassen aber erkennen, daß die Möglichkeit von der Hervorrufung von Modifikationen über jene von einige Generationen dauernden Übertragungen zu solchen von dauernder Übertragung gehen kann, die von Vererbung kaum zu trennen ist. Ähnlich spricht Jollos bei Paramaecium von „Dauermodifikation"[2]). Die Versuche mit Bakterien und anderen niederen Organismen sind von Pringsheim zusammengestellt und besprochen worden[3]). Er unterscheidet dabei Fluktuationen, die unseren Modifikationen oder — bei Erblichkeit — den gewöhnlichen spontanen qualitativen Variationen entsprechen und bei Bakterien selten sind und Adaptionen, die den Erscheinungen entsprechen, die für höher organisierte Pflanzen unter „allgemeine Variabilität" besprochen sind, teils auch spontanen qualitativen Variationen. — Wolf erhielt in vegetativen Linien bei Bacillus prodigiosus durch chemische Einwirkung Farbvariationen, die teils verschwanden, teils sich einige Generationen, teils weiter erhielten[4]).

b) Die Wirkung der Veränderung bei den Kindern ist eine andere als bei den Eltern.

Die verschiedenen Wirkungen der Folge starken Alkoholgenusses beim Trinker selbst und bei seinen Nachkommen werden als ein hierher gehöriger Fall angeführt.

Für Pflanzen werden in diese Gruppe Änderungen gerechnet, welche nach künstlicher tiefer greifender Einwirkung in der folgenden Generation beobachtet worden sind. Die Beispiele sind weiter unten unter gewöhn-

---

[1]) Verh. Zool. bot. Ges., Wien, 1908; Flugschrift 12 von „Deutsche Ges. f. Züchtungskunde", 1910.

[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XII, 1914, S. 14.

[3]) Die Variabilität niederer Organismen, 1910.

[4]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1909.

licher spontaner Variabilität morphologischer Eigenschaften angeführt und zeigen, daß solche Einwirkungen sehr leicht Modifikationen hervorrufen, daß in der Nachkommenschaft solcher modifizierter Pflanzen hie und da auch solche mit veränderten Eigenschaften auftauchen, welche die Veränderung vererben, die aber eine andere als bei der Pflanze, die beeinflußt worden war, ist. Obgleich solche Fälle auch als Beispiel der Vererbung erworbener Eigenschaften angeführt werden, kann ich sie als solche nicht auffassen, betrachte sie als Hervorlockung von Variationen durch Aktivierung oder Zerstörung vorhandener Anlagen.

Nach dem heutigen Stand unserer Erfahrungen und nach allen Beobachtungen wird man sagen müssen, daß gewöhnlich Einflüsse, die auf ein Individuum wirken und dasselbe verändern, keine Wirkung auf die Vererbung haben, nur Modifikationen hervorrufen oder höchstens Übertragungen bewirken. Das Angepaßtsein von wildwachsenden Pflanzen oder von Landsorten an den Standort im weiteren Sinn — das bei letzteren, trotz Linienverschiedenheiten ein gewisses einheitliches Gepräge erkennen läßt — kann nicht allgemein durch zweckmäßige Variationen und Vererbung der so erworbenen Eigenschaften erklärt werden, sondern ist, abgesehen von Modifikabilität, auf Auslese von Linien und geschlechtlichen Liniengemischen zurückzuführen. Auch bei tiefer greifenden Einwirkungen ist gewöhnlich nur eine Modifikation zu erzielen.

Stellt man sich auf die Seite der Verfechter der Vererbung erworbener Eigenschaften, so wird man diese als seltene Ausnahme betrachten müssen, die trotz gleichartiger Einwirkung höchstens bei einzelnen wenigen Individuen in der Erscheinungsform der spontanen Variation auftreten kann, oder man wird ungemein lange Zeiträume für eine allgemeine solche in Anspruch nehmen müssen. Die letztere Annahme ermöglicht es allen negativen Versuchsergebnissen, Beweiskraft abzusprechen.

Das Gesetz vom Ahnenerbe.

Ein allgemeines Vererbungsgesetz für zweielterliche Vererbung wurde auf Grund statistischer Untersuchung des Verhaltens einzelner Eigenschaften in bekannten Stammbäumen zuerst von Galton aufgestellt[1]). Pearson hat dasselbe erweitert und später (Grammar of Science) auch die Unterscheidung zwischen den Fällen von Vererbung mit Eigenschaftenmischung (blended inheritance; die Eigenschaften der Eltern kommen in den Nachkommen gemischt zum Ausdruck) und ausschließender Vererbung

[1]) Natural Inheritance S. 134; Royal Proceed., LXI, 1897, S. 401. Einfluß eines jeden der zwei Elter $(0{,}5)^2 = 1/4$, eines jeden der vier Großelter $(0{,}5)^4 = 1/8$ und so fort, in einer n-ten folgenden Generation $(0{,}5)^{2n}$.

(alternative inheritance; von den Eigenschaften der Eltern kommt in einem Teil der Nachkommen die eine, in einem anderen die andere rein zum Ausdruck) gemacht[1]). Die Abweichung des Individuums von dem Mittel seiner Generation ist zuletzt bedingt von den Abweichungen seiner Vorfahren von ihrem Typus, und das Verhältnis, in welchem jeder Vorfahr zu der Größe der Abweichung beiträgt, nimmt in geometrischer Reihe mit dem Zurückliegen der Vorfahren ab. Das Gesetz soll bei gemischter Vererbung, wenn keine Auslese erfolgte und die Geschlechter gleich einflußreich sind, ermöglichen, die wahrscheinliche Abweichung irgendeines Individuums vom Typus seiner eigenen Generation zu bestimmen, wenn man die Abweichungen mehrerer oder aller seiner Vorfahren von dem Mittel ihrer Generationen kennt. Bei ausschließender Vererbung soll es gestatten, die Reversion festzustellen, das Zurückschlagen auf einen bestimmten Vorfahr. Es soll ermöglichen, in der Nachkommenschaft den Prozentsatz der Individuen zu ermitteln, welche auf bestimmte Vorfahren zurückschlagen. Das Ahnenerbengesetz ist kein biologisches Gesetz, sondern in Populationen, wie erwähnt, auf Grund der Statistik aufgebaut, in einigen anderen Fällen mit der Wirklichkeit in Übereinstimmung gefunden worden. Pearson hat versucht, ein erweitertes Gesetz der ausschließenden Vererbung zu schaffen, das auch die Mendelschen Fälle umfassen soll[2]).

Der Grundgedanke, der in dem Gesetz vom Ahnenerbe zum Ausdruck kommt, auf welchen auch manche Erscheinungen bei der Vererbung nach Bastardierung hinweisen, ist der, daß die Nachkommen zwar von den unmittelbaren Eltern stark beeinflußt werden, aber auch die ferner zurückliegenden Vorfahren einen Einfluß ausüben. Ohne solchen Einfluß der Vorelter würde bei Fremdbefruchtung, einmalige Auslese den gleichen Erfolg erreichen lassen, wie fortgesetzte. Züchterische Benutzung der Verhältniszahlen des Gesetzes ist nicht möglich.

---

[1]) Royal Proceed., 1898, S. 387; Royal Proceed., 1900, S. 140; Biometrika, II, 2, 1903, S. 211.

[2]) Proc. Roy., Soc., LXXII, London, 1904, S. 487. — Darbishire: Mem. a. Proceed. Manchester Lit. a. Phil. Soc., 1905, 49. Mem.

Variabilität.

Begriff und Arten der Variabilität.

Begriff der Variabilität.

Die vielseitige Verwendung des Wortes Variabilität, die auch bei Botanikern, nicht nur bei Praktikern, fast allgemein ist, macht eine scharfe Umschreibung der Begriffe notwendig, welche mit den einzelnen hier verwendeten Bezeichnungen gedeckt werden sollen.

Zunächst ist das Ergebnis des sekulären Zusammenwirkens von Variabilität, Vererbung und Auslese, das zu der Vielförmigkeit der großen Arten und Gattungen führt und auch als Variabilität bezeichnet wird, nicht mit diesen Namen zu belegen, es wird besser als Vielförmigkeit bezeichnet.

Dann ist, so wie bei Vererbung, eine Unterscheidung zwischen sichtbarer und unsichtbarer Variabilität zu machen. Die sichtbare Variabilität trifft das, was äußerlich erkennbar ist und im gewöhnlichen Leben als Variabilität bezeichnet wird. Variabilität in diesem Sinne ist die Erscheinung der Ungleichheit zwischen Eltern und Kinder, zwischen Kindern eines Ehepaares oder eines Elters untereinander, zwischen gleichnamigen Teilen eines Individuums und zwischen Teilen einer Individuengruppe die unter verschiedenen äußeren Verhältnissen erwachsen. Die unsichtbare Variabilität ist eine Veränderung oder Mischung von Anlagen, der keine äußerlich sichtbare Veränderung entspricht.

Wir haben es weiterhin mit der sichtbaren Variabilität zu tun.

Von der allergrößten Bedeutung für die Formenkreisbildung und daher auch für Züchtung ist bei der sichtbaren Variabilität die Unterscheidung zwischen Variabilität im engeren Sinne und Modifikabilität.

Die Variabilität im engeren Sinne, die Variationen schafft, ist jene Ungleichheit zwischen gleichnamigen Teilen einer Pflanze, zwischen Eltern oder Elter und Kindern, oder zwischen Teilen einer Individuengruppe, die unter verschiedenen Verhältnissen erwuchsen, die weiterhin sicher, teilweise oder verhältnismäßig erhalten bleibt, bei welcher demnach sichtbare Vererbung als sichere, teilweise oder verhältnismäßige eintritt. Ihre Äußerungen entsprechen dem, was Johannsen Geno-

Phänovariationen nennt, während Modifikationen seinen reinen Phänovariationen gleichzusetzen sind [1]).

Modifikabilität schafft Modifikationen, das sind Zustände einzelner Eigenschaften unter bestimmten Verhältnissen. Auch bei ihr besteht Ungleichheit zwischen gleichnamigen Teilen eines Individuums, zwischen Elter oder Eltern einerseits und Kindern andererseits oder zwischen Teilen einer Individuengruppe, die unter verschiedenen Verhältnissen erwuchsen, aber diese Ungleichheit bleibt unter wieder veränderten Verhältnissen nicht weiter erhalten, es findet keine Vererbung statt.

Ich habe mich bemüht, die Variabilitätserscheinungen schärfer zu fassen und habe bezügliche Vorschläge vor einiger Zeit erstattet [2]). Gegen diese Vorschläge sind, soweit sie die Trennung von Modifikabilität und Variabilität betreffen, von Nilsson Ehle keine wesentlichen Einwendungen erhoben worden [3]). Auch Baur hält diese Trennung aufrecht, ohne weitere Unterteilungen zu übernehmen [4]), die ich im Hinblick auf die Praxis der Züchtung für nötig halte.

Ich habe bei der sichtbaren Variabilität unterschieden, zuerst nach Fehlen oder Vorhandensein von Vererbbarkeit, dann nach dem Auftreten der Variabilität an einem Teil, an einer ganzen Pflanze oder einer Gruppe solcher, weiterhin danach, ob eine Eigenschaft quantitativ oder qualitativ verändert wurde, endlich bei Variabilität im engeren Sinne nach der Art der Veranlassung derselben.

Nicht erbliche Variabilität Modifikabilität		Erbliche Variabilität Variabilität im engeren Sinne		
a) partielle	quantitative	a) partielle	quantitative	spontane, nach Bastardierung
	qualitative		qualitative	spontane, nach Bastardierung
b) individuelle	quantitative	b) individuelle	quantitative	spontane, nach Bastardierung
	qualitative		qualitative	spontane, nach Bastardierung
c) allgemeine	quantitative	c) allgemeine	quantitative	spontane, nach Bastardierung
	qualitative		qualitative	spontane, nach Bastardierung

[1]) Elemente, 2. Aufl., S. 622.
[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. u. V. V, 1911, S. 58.
[3]) Kreuzungsuntersuchungen II, 1911, S. 12.
[4]) Einführung, 2. Aufl., S. 271.

Nun wird, wie ja schon erwähnt, von den einzelnen Autoren die Bezeichnung Variabilität äußerst mannigfach angewendet. Auch von mir ist in den verschiedenen Auflagen eine mit dem Fortschreiten der Erkenntnis, wenn auch nur leicht, geänderte Bezeichnung der einzelnen Variabilitätsformen gegeben worden. Es ist daher notwendig, nicht nur ganz scharf zu kennzeichnen, was unter den jetzt im Buch verwendeten Bezeichnungen zu verstehen ist, sondern auch, wie diese Bezeichnungen mit solchen anderer Autoren im Einklang stehen. Diese Kennzeichnung der Begriffe und Feststellung der Übereinstimmung erfolgt am besten bei der Besprechung der einzelnen Arten der Variabilität. Ich habe dabei als Überschriften jene Benennungen derselben, die in der Botanik oder Pflanzenzüchtung noch am üblichsten sind, gewählt, da doch damit gerechnet werden muß, daß auf Bekanntem aufgebaut wird.

Arten der Variabilität und Modifikabilität.

a) Individuelle kleine Variabilität.

Die Bezeichnung deckt, so wie die Benennung fluktuierende Variabilität, die partielle Modifikabilität, die eigentliche individuelle kleine Modifikabilität und Variabilität und die Variabilität und Modifikabilität von Zwischenvarietäten.

α) Partielle Variabilität [1]).

Bei meßbaren und wägbaren Eigenschaften lassen sich innerhalb einer Pflanze Unterschiede im Ausmaß der Eigenschaften bei gleichnamigen Teilen derselben feststellen. Ebensolche Unterschiede findet man auch bei gleichnamigen Teilen an einzelnen Organen einer Pflanze, bei den Körnern einer Ähre, Samen einer Frucht, Seitenachsen einer Achse, Nebenwurzeln einer Wurzel.

Soweit überhaupt Verschiedenheiten in der Ausbildung eines dieser Teile auftreten, zeigen sich dieselben in annähernd regelmäßiger Weise verteilt, und es erscheint naheliegend, die verschiedene Ernährung als Ursache der Verschiedenheit und der Regelmäßigkeit innerhalb der Verschiedenheit anzunehmen. Es besteht ein Rhythmus der Ernährung und Wüchsigkeit an einer Pflanze und an einzelnen Teilen derselben. Mit Annahme dieser Ursache ist die Erscheinung als Modifikabilität gekenn-

[1]) Pearsons individual variability.

zeichnet, wenn sie auch von Botanikern als partielle Variabilität (de Vries) bezeichnet wird. Es ist partielle, quantitative Modifikabilität.

An einer Achse nimmt die Länge der aus ihr entspringenden Achsen nächst höherer Ordnung in einer großen Zahl von Fällen von der Basis der Achse ab zu, erreicht meist bald das größte Ausmaß und nimmt dann wieder gegen das Ende zu ab. Auch die Ausbildung der Achsen verschiedener Ordnung zeigt Gesetz- oder doch Regelmäßigkeit. Bei Getreide ist zumeist die erste Achse, der erste Halm, am kräftigsten, trägt die schwerste Ähre[1]); von den Seitenhalmen erster Ordnung ist der erste schwächlicher, dann folgt ein kräftigerer oder einige solche, dann reihen sich schwächere fallend an[2]). Ähnlich wie die Länge der Seitenachsen einer Achse eines Holzgewächses nimmt bei Achsen von Getreide die Länge der Internodien zu und ab. Bei den Fruchtständen von Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais habe ich allgemein ein ähnliches Ansteigen der Fruchtschwere innerhalb des Fruchtstandes festgestellt: andere Untersuchungen sind gefolgt und einzelne auch vorangegangen[3]). Schribaux hat die Verhältnisse auch beobachtet und die Beziehung der Aufblühfolge zu der Verteilung der Kornschwere festgestellt[4]). Er verwies auch darauf, daß bei Klee, Esparsette, Hanf, Raps eine regelmäßige Verteilung der Kornschwere stattfindet, und ich habe versucht, dieselbe bei allen wichtigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen festzustellen[5]). So wie die einzelnen Früchte eine Regelmäßigkeit in der Verschiedenheit ihrer Ausbildung erkennen lassen, so auch die Samen in einer Frucht[5]).

Die Erscheinungen der partiellen Variabilität lassen, ebenso wie jene der gewöhnlichen individuellen kleinen Variabilität, eine Darstellung durch Kurven zu, wie solche weiter unten besprochen werden wird.

β) Eigentliche individuelle kleine Variabilität.

Auch bei Vergleich der Nachkommen eines Elters oder zweier Elter mit diesen und bei Vergleich der Nachkommen eines Elters oder zweier Elter untereinander oder mit der Nachkommenschaft je eines andern Elters oder je zweier anderer Elter lassen sich Unterschiede bei meßbaren oder wägbaren Eigenschaften feststellen. Hier ist nun, will man die Natur

---

[1]) Schribaux sprach die Überlegenheit des ersten Halmes als allgemeingültig aus; Rimpau wies nach, daß nur im allgemeinen die Überlegenheit der Ahren der erst angelegten Halme gegenüber jenen der später angelegten geltend gemacht werden kann: Landw. Jahrb., 1903, S. 317.

[2]) Schoute: Koninkl. Akad. v. Wetensch., 1910, 2. Sect., Dael XV 2.

[3]) Forsch. Wollnys, XV, 1. u. 2. Heft.

[4]) Compt. rend., 1892, S. 267.

[5]) Siehe Bd. II—V dieses Handbuches. Auch Naturw. Zeitschr. f. L. u. F., 1903, 1904, 1905, 1906, 1907.

dieser Unterscheidungen erfassen, scharf zu unterscheiden zwischen Selbstbefruchtern und Fremdbefruchtern.

Bei Selbstbefruchtern sind die Schwankungen Ausfluß der Modifikabilität, wenn nur Elter mit Kindern oder Kinder untereinander betrachtet werden: individuelle quantitative Modifikabilität, dagegen Wirkung von Modifikabilität und Variabilität, wenn Nachkommen verschiedener Eltern miteinander verglichen werden: individuelle quantitative Modifikabilität und Variabilität.

Bei Fremdbefruchtern ist die Wirkung von Modifikabilität und Variabilität überhaupt nicht zu trennen und der Umstand, daß Modifikabilität und Variabilität nur bei Vergleich von Individualauslesen, die bei Selbstbefruchtung geführt werden, voneinander zu scheiden sind, rechtfertigt die Besprechung aller hierhergehörenden Erscheinungen unter individuelle kleine Variabilität.

In der Literatur wird dieses quantitative Schwanken bei Eigenschaften zumeist, aber ohne Unterscheidung von Variabilität und Modifikabilität, allgemein als Variabilität, und zwar als fluktuierende, kontinuierliche Variabilität, Variabilität im engeren Sinne, Plus- und Minusvariabilität von de Vries, als continued variation von Bateson, variation lente von Marechal, racial variability von Pearson, quantitative Variabilität von Johannsen bezeichnet. Eine scharfe Unterscheidung von Modifikation und Variation bei quantitativen Unterschieden findet sich bei Römer[1]) auch bei Nilsson Ehle, der aber qualitative und quantitative Variabilität nicht trennt[2]). Baur bespricht die quantitative Modifikabilität als Modifikabilität ohne weitere Unterscheidung, die Variabilität, gleichfalls ohne Unterscheidung ob qualitativ oder quantitativ, wenn sie spontan eintritt unter Mutation, wenn nach Bastardierung unter Kombination[3]).

γ) Zwischenvarietäten-Variabilität.

Die Erscheinung, daß bei Zwischenvarietäten bald die abweichende, bald die normale Eigenschaft erscheint, entspricht der fluktuierenden Variabilität, wenn dieses Wort im Sinne von de Vries gebraucht wird. Tatsächlich handelt es sich um individuelle quantitative, eventuell qualitative Modifikabilität und um individuelle quantitative,

[1]) Variabilitätsstudien.
[2]) Kreuzungsuntersuchungen II.
[3]) Einführung.

eventuell qualitative Variabilität, Das, was vererbt wird — und zwar teilweise sichtbar — ist die Fähigkeit, die abweichende oder die normale Eigenschaft zur Ausprägung zu bringen. Der Übergang von Varietäten zu einer der Formen der Zwischenvarietäten oder von diesen zur Varietät, Varietät im Sinne de Vries', ist spontane quantitative Variabilität; die Ausprägung selbst wird innerhalb einer Form dieser Zwischenvarietäten von äußeren Verhältnissen beeinflußt, ist daher Modifikabilität.

Die Modifikabilität kann sich bei Zwischenvarietäten auch innerhalb eines Individuums zeigen. Mit Zunahme der Lebenskraft zeigt sich die abweichende Eigenschaft häufiger und stärker, wie de Vries und Tine Tammes für Klee gezeigt haben.

Variantenverteilung bei individueller kleiner Variabilität.

Wenn in einem Jahr alle Individuen einer Individualauslese, die einer Linie angehören, sich bei ständiger Selbstbefruchtung unter — nur theoretisch möglichen — vollkommen gleichen Ernährungsverhältnissen auch der Samen, aus welchen sie erwuchsen, entwickeln würden, so wären sie alle einander gleich. Sie würden gleich lang, gleich dick, gleich schwer usw. sein und ihre Länge, Dicke, Schwere usw. würde dem vererbten Typus der Linie entsprechen. Nun wirken aber an einem Standort die äußeren Verhältnisse, die voneinander unabhängigen Wachstumsfaktoren ein, und zwar Vereinigungen nur extremer (nur sehr günstiger oder sehr ungünstiger) Wachstumsfaktoren seltener als durchschnittlichere Verhältnisse. Es wird durch die Verschiedenartigkeit äußerer Verhältnisse das Ausmaß für die einzelne Eigenschaft verändert, modifiziert. Die Individuen einer Linie, die an einem Standort erwachsen, zeigen nun verschiedene Länge, Dicke, Schwere usw., verschiedene Varianten, richtiger Modifikationen, und zwar sind extreme Ausmaße für Länge, Dicke, Schwere usw. selten, da eben auch extreme Verhältnisse selten sind und mittleres Ausmaß ist häufig. Welche Vereinigung von Wachstumsfaktoren auf ein Individuum wirkt, hängt vom Zufall ab, aber der Zufall wird eben häufiger mittleres Ausmaß von Wachstumsfaktoren vereinen als sehr hohes oder sehr niederes.

Galton hat schon einen Apparat gebaut, welcher das Entstehen einer derartigen Verteilung gut vorführt und einem bekannten Spielapparat (Tivolispiel) gleicht[1]). Abb. 14. Die Vereinigungen der Wachstums-

[1]) Das bot. Inst. der Universität Groningen liefert solche Apparate.

faktoren sind hier durch die Vereinigung der Wirkung der Hindernisse geboten, die in den Stiften gegeben sind. So wie die Kugeln, die man in dem mit einer Neigung von etwa 45° schief gehaltenen Apparat herabrollen läßt, sich in der angedeuteten Weise gruppieren werden, so gruppieren sich an einem Standort die Individuen um das Mittel für eine Eigenschaft dichter, dagegen in den Klassen für sehr hohes oder sehr geringes Ausmaß für die Eigenschaft dünner. Abb. 14.

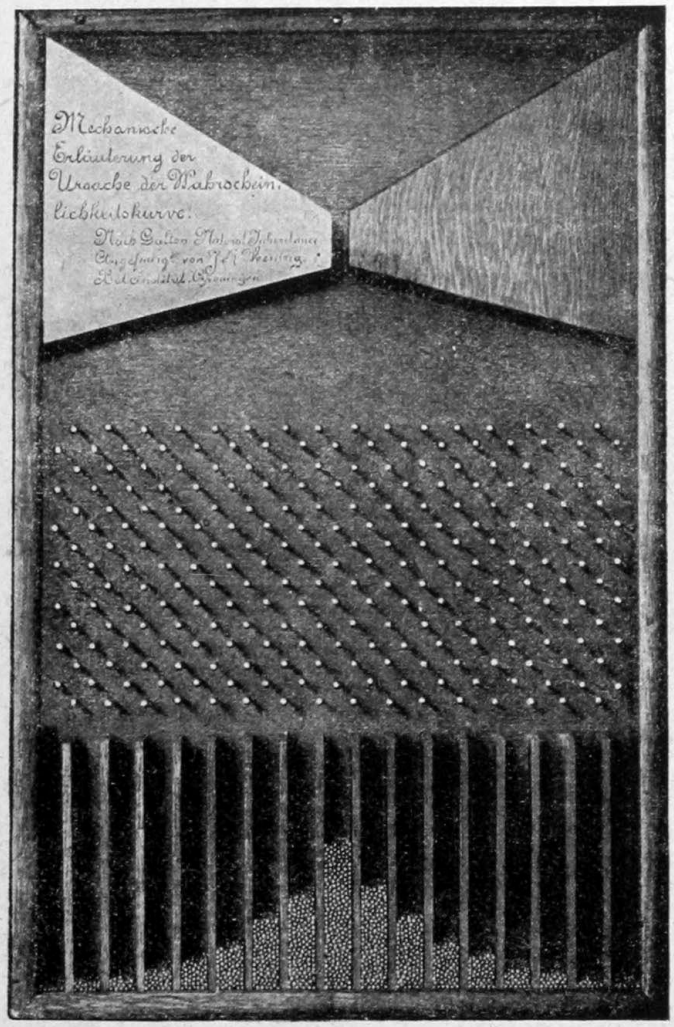


Abb. 14. Galtons Apparat zur Darstellung des Gausschen Fehlergesetzes.

Die Gruppierung der Individuen um ein Mittel ist aber für eine Linie nichts absolutes, sie wird für dieselbe Linie eine andere sein, wenn die Verhältnisse an einem Standort wesentlich geändert werden, was ja schon durch die Witterungsverhältnisse aufeinanderfolgender Jahre geschieht, oder wenn nur ein Teil der Individuen an einem, ein anderer an einem anderen Standort erwächst.

Vergleiche für verschiedene Standorte: Abbild. 15 und 16, für verschiedene Jahre: die Linienmittel 1907—12 in Abb. 48.

Der Anthropolog Quételet hat zuerst festgestellt, daß die Zahlen für jede solche Verteilung derartiger Abweichungen ähnlich jenen sind, welche man bei Entwicklung des Binoms $(a+b)^n$ erhält (Quételetsches Gesetz). Also für $a=b=1$:

$$(a+b)^2 = 1+2+1\,(a^2+2ab+b^2),$$
$$(a+b)^3 = 1+3+3+1\,(a^3+3a^2b+3ab^2+b^3),$$
$$(a+b)^4 = 1+4+6+4+1,$$

$(a+b)^5 = 1+5+10+10+5+1,$
$(a+b)^{10} = 1+10+45+120+210+252+210+120+45+10+1.$

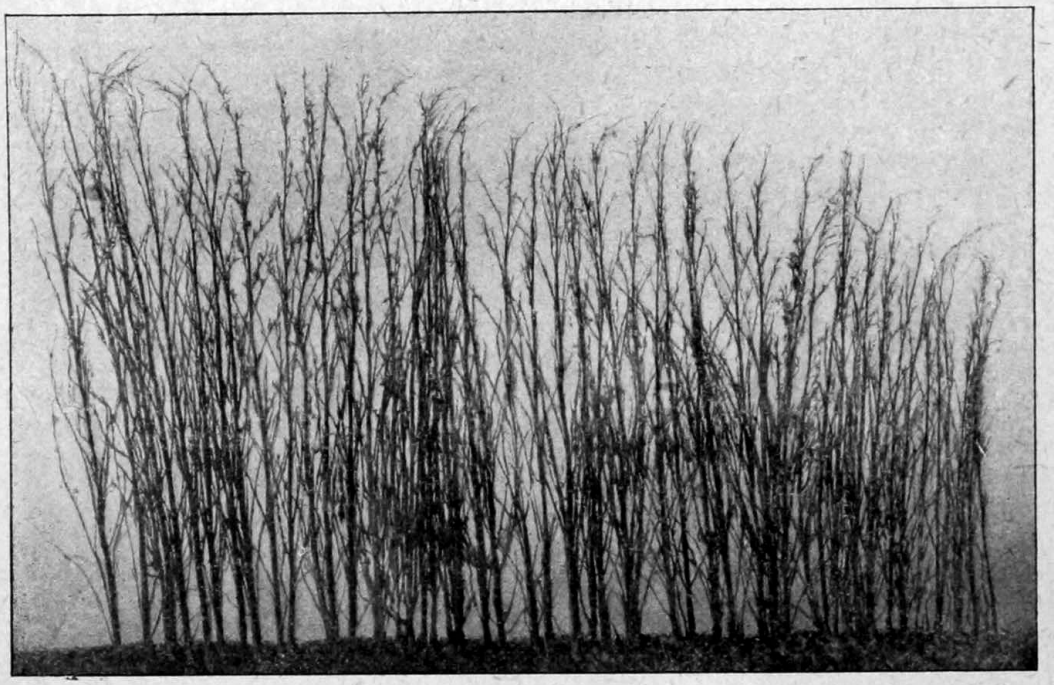


Abb. 15.
Höhenvarianten in einer Individualauslese, je nach Standort. Eigene vieljährige Züchtung, Hanf. Abb. 15 auf reichem, Abb. 16 auf armem Boden. Photographische Aufnahmen bei gleicher Entfernung.

Diese Zahlenreihen entsprechen der Wahrscheinlichkeitskurve Gauß', die auch Fehlerkurve genannt wird [1]).

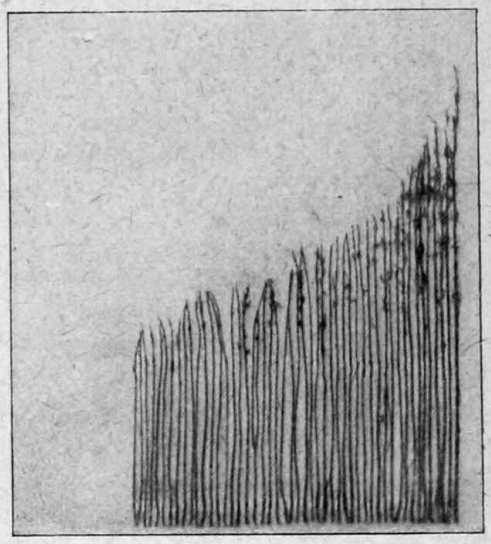


Abb. 16.
Erklärung Abb. 15.

[1]) Die mathematische Behandlung ist eingehend dargestellt in Johannsen, Elemente. Weitere wichtigste Literatur zu dem Gegenstand: Hagen: Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Berlin 1869. — Ludwig: Bot. Ztg., 1898, S. 243. — Ludwig: Zeitschrift für Mathematik und Physik. Leipzig 1898, S. 230. Viele andere ältere Veröffentlichungen des Genannten daselbst, mit anderer einschlägiger Literatur, angeführt. — Davenport: Statistical methodes with special re-

Viele scheinbar regellose Erscheinungen werden von dem Gesetz der großen Zahl (Bernoulli, Poissan) beherrscht, welches Quételet das Gesetz der zufälligen Ursachen (loi des causes accidentelles) nannte. In allen Fällen, in welchen eine Vielheit von Einflüssen sich geltend macht, deren Häufigkeit nur vom Zufall abhängig ist, werden sich die Erscheinungen als von diesem Gesetz beherrscht erweisen. Es trifft dieses Gesetz bei allen Beobachtungsfehlern zu, wenn nicht grobe Fehler, sondern nur jene unvermeidlichen Fehler betrachtet werden, welche veranlassen, daß auch ganz sorgsam gemachte Beobachtungen nicht miteinander übereinstimmen. Es trifft aber auch zu bei anderen Ergebnissen, welche von Zufälligkeiten abhängig sind, bei der Größe der Ernte einer Pflanzenart an verschiedenen Orten, bei den Schwankungen der Keimkraftbestimmungen einer Form (Rodewald, Mitscherlich), bei der Variantenverteilung bei quantitativen Unterschieden nach Bastardierung[1]), bei dem hier zu behandelnden Fall der individuellen kleinen Variabilität usw.

Quételet und Galton haben für den Menschen und für Tiere dieses Zutreffen für die individuelle kleine Variabilität zuerst nachgewiesen, Ludwig, de Vries, Verschaffelt usw. dann für Pflanzen, Ammon, Davenport, Bateson usw. für Tiere. Galton wies bereits darauf hin, daß es bei Betrachtung solcher Verhältnisse zweckmäßiger sei, an Stelle von Fehler Abweichung zu setzen; es hat sich die ursprüngliche Bezeichnung aber erhalten. Mitscherlich schlägt Schwankungen vor[2]).

Die einzelnen Abweichungen oder Schwankungen können dabei gegebene Zahlen sein: ganze oder diskrete Varianten, wie die Zahl Blumenblätter, oder aber, der häufigere Fall, beliebige in Gruppen, Klassen gebrachte: Klassen-Varianten, so bei Messungen, bei Prozentzahlen, bei Wägungen.

Ganze Varianten liegen vor in den Zählungen der Randblüten in 1000 Blütenkörben von Chrysanthemum segetum, die Ludwig vornahm:

Zahl Randblüten:	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Zahl Blumenkörbe:	1	6	3	25	46	141	529	129	47	30	15	12	8	6	2

Klassenvarianten liegen vor bei der Messung von Feuerfisolensamen, die Johannsen vornahm[3]):

Klassengrenzen mm:	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Anzahl:	3	7	21	23	53	69	85	75	72	56	39	25	21	4	4	1	

---

ference to biological variations. New York, London, 1899. — Dunker: Die Methode der Variationsstatistik. Leipzig, 1899. — Kapteyn: Skew frequency curves in biology and statistics. Groningen, Noordhoff, 1903. — Quante: Die l. Versuchsst., 1910, S. 121; Beiträge, 3. Bd. — Udny Yule: Introduction to the theory of statistics, 1911. — Czuber: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. Aufl., 1914.

[1]) Siehe Tabaksbeispiel unter „Verhalten quantitativer Eigenschaften in F_2".

[2]) Zeitschr. f. d. ges. Staatswissenschaft. Ergänzungsheft VIII, 1903.

[3]) Elemente, 2. Aufl., S. 14.

Für Vergleichszwecke und mathematische Bearbeitungen werden die Abweichungen auch zu Polygonen oder Kurven angeordnet. Bei Klassenvarianten bildet man dabei die Klassen in der Weise, daß man zunächst das arithmetische Mittel bestimmt und die mittelste Klasse so bildet, daß dieses in die Mitte dieser Klasse fällt. Die Herstellung eines Variabilitätspolygons (Pearson) erfolgt am besten auf Millimeterpapier.

Auf einer Horizontalen werden in beliebigen, aber untereinander gleichen Abständen Senkrechte errichtet, deren Fußpunkte bei ganzen Varianten den gegebenen ganzen Zahlen entsprechen, deren Höhe durch die Zahl Individuen gegeben ist, welche der betreffenden Klasse entspricht. Bei Klassenvarianten entsprechen die Fußpunkte der Senkrechten den Klassengrenzen. Die Höhe des Rechteckes zwischen zwei Senkrechten wird durch die Zahl aller Individuen gegeben, welche in die betreffende Klasse fallen. Bei beiderlei Arten von Varianten wird

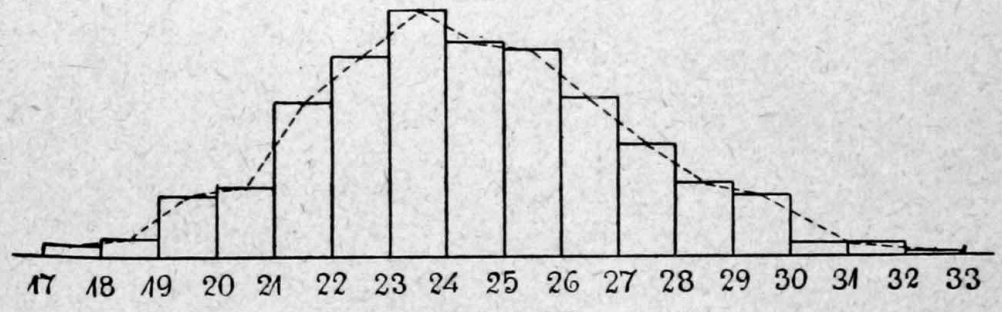


Abb. 17. Variabililätspolygon und -kurve.

für jedes Individuum eine bestimmte Maßeinheit, meist 1 mm, gesetzt. Die Kurve entsteht, indem man bei ganzen Varianten die Enden der Senkrechten, bei Klassenvarianten die Mittelpunkte der oberen Seite aller Rechtecke miteinander verbindet.

Für das oben gegebene Beispiel Johannsens zeigt die Abb. 17 das entsprechende Variabilitätspolygon und die Variabilitätskurve.

Derartige Kurven werden nicht nur von den partiellen quantitativen Modifikationen, also den Abweichungen in einer Pflanze, und den individuellen quantitativen Modifikationen innerhalb einer Individualauslese eines Selbstbefruchters gebildet, sondern auch, wie Römer gezeigt hat, von den Mitteln mehrerer Individualauslesen von Selbstbefruchtern[1]), also von Varianten und, wie Nilsson-Ehle darstellte, von den Varianten, die nach Bastardierung bei individueller quantitativer Variabilität auftreten[2]).

---

[1]) Variabilitätsstudien.
[2]) Kreuzungsuntersuchungen.

Die zur näheren Kennzeichnung der Schwankungen verwendeten Maße sind unter „Rechnerische Darstellungen bei Veredlungszüchtung" besprochen.

Wenn das Ausmaß für eine Eigenschaft sich nicht im Verhältnis mit dem Ausmaß der veränderten Bedingung ändert, so weicht die Kurve, welche für das Ausmaß bei dem Individuum erstellt wird, von der Wahrscheinlichkeitskurve ab.

Die Abweichungen reihen sich also nicht immer zu normalen Kurven. Es kommen schiefe, halbe, zwei- und mehrgipfelige Kurven vor. Schiefe, asymmetrische Kurven zeigen sich besonders oft in Individualauslesen von Selbstbefruchtern und weisen auf einer Seite Klassen mit höherer Frequenz auf.

Z. B. nach Johannsen bei Schartigkeit in einer Linie von Gerste in einem Jahr: 91, 160, 69, 16, 3, 0, 1, 1, für die Klassen 5,5, 7,5, 12,5, 17,5, 22,5, 27,5, 32,5, 37,5% Scharten[1]). Derartige Kurven sind keineswegs Folgen stärkerer Wirkung bestimmter äußerer Einflüsse, welche eine Kurve nur verschieben würden.

Die ganz einseitige oder halbe Kurve ist ein Spezialfall der Schiefheit von Kurven, und der Vererbungsversuch muß über ihre Entstehung entscheiden. Bei genetisch einheitlichem Material zeigt sie ganz einseitige Abweichung an; die Eigenschaft wird nur bis zu einer gewissen Grenze hin durch Zunahme der begünstigenden äußeren Einflüsse verändert.

Hochgipfelige Kurven, Ludwigs hyperbinomiale Kurven, zeigen höhere Frequenz in der Mitte und an den Enden der Kurve.

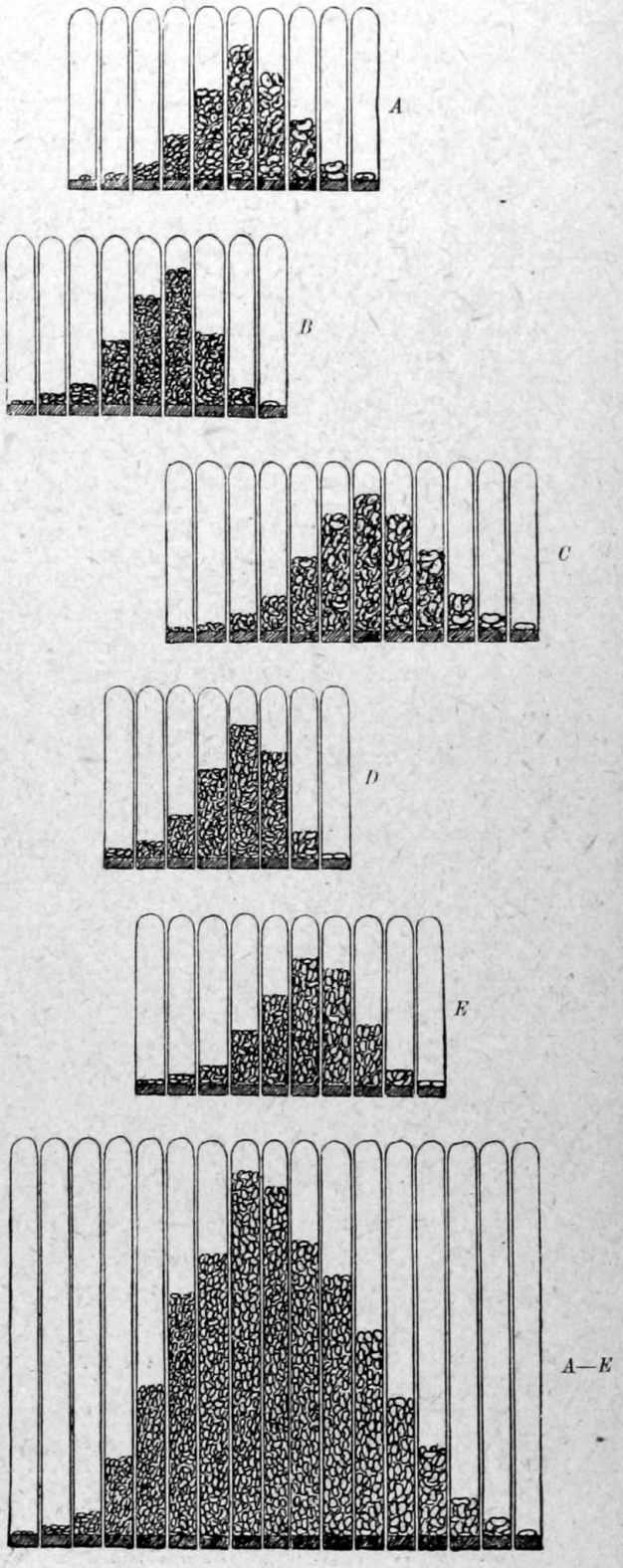
Mehrgipfelige Kurven lassen zunächst vermuten, daß zwei verschieden veranlagte Individuenkreise gemengt sind, von welchen jeder sein typisches Schwanken der Modifikation um den Mittelwert besitzt. Ein solche Mengung kann auch in einer Individualauslese eines Selbstbefruchters eintreten, wenn eine Linienmutation erfolgt. Nur der Vererbungsversuch kann den Nachweis dafür liefern, denn es kann auch stärkerer Einfluß bestimmter Vereinigungen von Wachstumsfaktoren Zweigipfeligkeit liefern, so wie auch Mengung von Individuen gleicher Veranlagung, aber von verschiedenen Jahrgängen, oder solche verschiedener Sorten oder Vorhandensein einer Zwischenvarietät. Anderseits ist es auch, wie besonders betont werden

[1]) Elemente, 2. Aufl., S. 235.

soll, möglich, daß eine eingipfelige Kurve von Modifikationen mehrere Linien gebildet wird, Summationskurve. (Abb. 18 unten).

Ursachen.

Soweit das, was als individuelle quantitative Variabilität bezeichnet wird, Modifikabilität ist, sind als Ursachen Verschiedenheiten des Standortes im engeren Sinne, aber auch Verschiedenheiten in den Samen oder Vermehrungsorganen gegeben. Letztere werden durch Kräftigkeit der Eltern, Reichtum der Samen und Vermehrungsorgane an Reservestoffen, der in erster Linie durch den Sitz des Samens oder Vermehrungsorganes an der Mutter bedingt ist, bewirkt. Soweit es Variabilität ist, können zweierlei Ursachen vorliegen, innere unbekannte, der spontanen Variabilität entsprechend, und Zusammentritte verschiedener Vererbungssubstanzen bei Fremdbefruchtung und Bastardierung. Die spontane quanti-



(Erklärung zu nebenstehender Abb. 18.) Individuelle quantitative Variabilität (richtig Modifikabilität) in fünf Linien (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*) und in der aus denselben gebildeten Population *A*—*E* (unten). Die Klassen für Länge der Fisolensamen (letztere können als kleine Individuen betrachtet werden) sind um je 0,5 mm voneinander verschieden. Jeder Klasse entspricht eine Eprouvette mit den Samen dieser Klasse. (Aus Johannsen in „Fortschritt der naturw. Forschung“ 1911, S. 85.)

Abb. 18.

tative Variabilität als Ursache werden wir als spontane Linienvariabilität weiter unten zu besprechen haben, die Fremdbefruchtung (geschlechtliche Linienmischung) und die Bastardierung als Ursache unter Variabilität nach Bastardierung.

b) Individuelle spontane Variabilität, Mutabilität.

Auffallende Abweichungen in der typischen Erscheinung eines Formenkreises hat man als spontane Variationen bezeichnet. Sie können auch wieder, je nachdem die Abweichung vererbt wird oder nicht, Variationen oder Modifikationen sein. Soweit sie vererbt wird, können sie als gewöhnliche spontane individuelle Variationen größeren Umfanges oder Mutationen bezeichnet werden, welchen man auch die erblichen Mißbildungen zuzählen kann. Das Kennzeichnende dieser Variationen, die seltene, plötzliche Entstehung aus unbekannten Ursachen, trifft aber auch für zwei andere Erscheinungen zu. Für die spontanen Variationen bei Zwischenvarietäten und für die quantitativen spontanen Linienvariationen (Linienmutationen), bei welchen der Formenkreis nicht auffallend geändert wird. Bei diesen beiden Variationsformen ist die Variation aber nicht bei jedem Individuum der Nachkommenschaft zu erkennen, sondern erst in dem Mittel derselben.

de Vries erwähnt Linienmutationen nicht ausdrücklich; da er aber den Übergang von Halb- zu Mittel- zu Vollvarietät als Mutation auffaßt, so kann man annehmen, daß er auch Linienmutationen unter diesen Begriff reihen wird. Wenn Korschinsky ausdrücklich sagt, daß die heterogenetischen Variationen nicht mit individuellen kleinen Variationen zu verwechseln sind, so trifft das nicht die Linienmutationen, da es sich bei diesen eben nicht um die stets vorhandenen individuellen kleinen Schwankungen, sondern um die Veränderung der Art dieser Schwankungen handelt. Lotsy stellt unter spontanen Abweichungen die Sprungvariationen, das, was hier spontane Variationen morphologischer Eigenschaften oder spontane Variationen schlechtweg genannt wird, den Mutationen gegenüber, als welche er weniger auffallende Variationen, auch solche, welche erst durch Kurvenbilder zu erkennen sind, bezeichnet. Letztere entsprechen nun den hier spontane Linienvariationen genannten Variationen.

α) Gewöhnliche spontane individuelle Variabilität größeren Umfanges.

Das was als gewöhnliche spontane individuelle Variabilität größeren Umfanges oder gewöhnliche spontane Variabilität

morphologischer Eigenschaften bezeichnet wird, ist das unvermittelte Auftauchen abweichender äußerer Eigenschaften bei einzelnen wenigen Individuen. Kennzeichnend für derartig bezeichnete Erscheinungen ist auch die Seltenheit ihres Auftretens, das ohne erkennbare äußere Veranlassung erfolgt. Im Gartenbau hat man denselben immer viel Beachtung geschenkt und sie als Sprungvariationen in Deutschland, als accidents in Frankreich, sports in England bezeichnet. Sie entsprechen den variations brusques Marechals, den discontinued variations neuerer englischer Forscher[1]), den single variations Darwins, der Heterogenesis Korschinskys[2]), der Mutabilität, Schrittblasto-, Sprungvariabilität Plates[3]).

Bei den gewöhnlichen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften ist, neben dem A. wesentlich häufigeren Fall des Auftauchens oder Verschwindens einer Eigenschaft, auch die B. mehr- oder allseitige Veränderung einer Pflanze ins Auge zu fassen, wie sie zuerst von de Vries bei Oenothera festgestellt und in diesem Fall als progressive Mutation bezeichnet worden ist.

A. Für das Auftauchen oder Verschwinden einer morphologischen Eigenschaft kann allerdings auch durch eine seinerzeitige Bastardierung der Grund gelegt worden sein, wie bei vegetativen Aufspaltungen bei Vermehrung, oder bei Dissoziation und Assoziation; daß die Veränderung sich aber nun plötzlich zeigt, ist auch in diesem Fall spontane Variabilität. In anderen Fällen kann aber auch, ohne daß in absehbarer Zeit eine Bastardierung voranging, eine Anlage oder deren mehrere neu aufgetaucht oder verschwunden sein und mit ihr eine Eigenschaft oder deren mehrere. Solche spontane Variationen können aber auch in F_1 nach einer Bastardierung zweier Pflanzen, unabhängig von Dominanz und Spaltung nach dieser, auftauchen. Besonders häufig scheint der Verlust einer Anlage zu sein[4]).

Für züchterische Zwecke genügt es zum Nachweis der spon-

---

[1]) Bateson führt unter discontinued variations die Variation bei Zahl von Teilen als meristische neben der qualitativen, die er substantive nennt. Materials for the study of variation, 1894.

[2]) Flora 1901, S. 240.

[3]) Selektion, 3. Aufl., S. 314—321.

[4]) East: Ann. Rep. Connecticut Agr. Exp. St., 1910. — Baur: Einführung, 2. Aufl., S. 294. — Nilsson-Ehle: Zeitschr. f. ind. Abstamm. V, 1911, S. 1.

tanen Entstehung einer Variante, wenn bei Selbstbefruchtung zwei vorangegangene Generationen die normale Eigenschaft zeigen und die zwei folgenden, ganz oder teilweise, die aufgetauchte.

Sollen spontane Variationen für die Artbildung Bedeutung haben, so verlangt Lotsy für solche als Nachweis: Bastardierung der Ausgangsform mit verschiedenen anderen, wobei sich erstere als homozygotisch erweisen muß, und Bastardierung der Ausgangsform mit der Variante, wobei die Variante entweder dominieren oder Zwischenbildung geben muß, mit Spaltung 3:1 oder 1:2:1 in F_2[1]).

Auftauchen oder Verschwinden einer morphologischen Eigenschaft kann:

1. vegetativ als Knospenvariation, de Vries', Johannsens vegetative Mutation, Reinkes Allogonie aber auch als Knospenmodifikation erscheinen: spontane partielle qualitative Variation oder Modifikation. Die Variation bzw. Modifikation kann sich dabei a) an einer ganzen vegetativen Achse, b) einer Frucht oder c) einer Samenknospe zeigen, aber auch d) eine ganze Pflanze verändern, ein Fall, der bei Variation von dem unter 2. zu besprechenden ersten nicht sicher zu unterscheiden ist und in spontaner Änderung der Vererbungssubstanz im Vegetationspunkt des Keimlings bestehen würde. Variationen dieser Art treten homozygotisch auf, vererben demnach voll.

2. sexuell, als Variation a) aller Geschlechtszellen des betreffenden Individuums erfolgen: individuelle spontane qualititative Variabilität. In diesem Fall treten variierte homozygotische Individuen auf, von welchen sich nicht sagen läßt, ob sie vegetativ variierten oder aus variierten Geschlechtszellen entstanden sind; oder

b) eines Teiles derselben, eintreten. Der zweite Fall entspricht dem schon von de Vries erwähnten[2]) des Auftauchens von heterozygotischen Varianten, die demnach spaltende Nachkommenschaft geben: individuelle qualitative Variabilität nach Bastardierung innerhalb einer Pflanze. Bei a) und b) kann die Veränderung auch schon in einer vegetativen Zelle erfolgt sein, ohne aber an dem Individuum äußerlich in Erscheinung zu treten (Zellen mit Anlage AA in solche mit Aa oder aa; Aa in aa oder AA; aa in Aa oder AA) oder erst

[1]) Evolution by means of hybridization 1916, S. 38.
[2]) Mutation, S. 504.

bei den Geschlechtszellen selbst oder anderen haploiden Zellen (Zellen mit Anlage *A* in solche mit Anlage *a*, oder *a* in *A*).

3. vegetativ bei vegetativer Bastardierung erfolgen. In Teilen einer Pflanze geht das Gewebe spontan in den heterozygotischen Zustand über, die Geschlechtszellen sind teils solche mit der Anlage der vorhandenen Form, teils solche mit spontan entstandener oder spontan aktiv gewordener Anlage. Der variierte Teil gibt spaltende Nachkommenschaft, aber auch der nicht variierte einzelne variierte Nachkommen.

Beispiele. Für 1a Veränderungen ganzer Achsen sind verhältnismäßig häufiger als solche von Früchten oder Samen; alle die von Praktikern schlechtweg als Knospenvariationen (s. diese) bezeichneten Abweichungen einzelner Achsen sind ja solche. Wenn in einer nach einer Bastardierung vorhandenen heterozygotischen Pflanze in der ersten oder einer späteren Generation vegetativ eine Spaltung der Anlagen eintritt, so daß der äußerlich veränderte Teil, der die rezessive Eigenschaft zeigt, bei Selbstbefruchtung auch konstante Nachkommen gibt, so ist dieser Fall auch zu den partiellen qualitativen spontanen Variationen zu rechnen, wird aber auch als vegetative Bastardspaltung bezeichnet[1]).

Bei einigen von mir weitergeführten Individualauslesen (vegetativen Linien) von Kartoffeln tauchte in einer derselben, nach zwei Jahren vegetativer Vermehrung, an Stelle der Weißfleischigkeit der Knollen bei einigen Pflanzen Gelbfleischigkeit auf. Es mußte die Anlage für Gelbfleischigkeit in einigen Knollen des Vorjahres spontan neu aufgetaucht sein[2]). Für die Erscheinung der vegetativen Spaltung habe ich auch nach eigenen Beobachtungen ein Beispiel mitgeteilt. Nach einer Bastardierung von begranntem mit nichtbegranntem Weizen (Taf. IV) waren an einem heterozygotischen Individuum, das nur Grannenspitzchen zeigen sollte, zwei Halme begrannt. Daß es nicht eine Modifikation, sondern eine Variation war, zeigte sich, da bei Selbstbefruchtung die Körner der zwei begrannten Halme nur Pflanzen mit Grannen lieferten, während der nicht variierte Halm mit Grannenspitzchen spaltende Nachkommenschaft gab, wie dies für normale heterozygotische Pflanzen mit Grannenspitzchen Regel ist[3]). Mehrfache Knospenvariationen bei Fisolen sind von Johannsen beobachtet worden[4]), bei Feuerfisole eine solche von Reinke[5]).

Für 1b und c. Bei Früchten der zweizeiligen Gerste beobachtete ich wiederholt spontane partielle qualitative Modifikationen bei Ausbildung der Basalborste[6]), bei Samen der schmalblättrigen Lupine einen Fall von spontaner partieller qualitativer Variabilität: Verschwinden der Anlage für Marmorierung der Samenhaut[7]), bei Samen der gelben Lupine Fälle

---

[1]) Baur betrachtet solche Fälle als zufällige spontane Variationen nach Bastardierung.

[2]) D. l. Pr., 1912, Jänner.

[3]) Archiv, 1912.

[4]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1908, S. 1.

[5]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch. XXXIII, 1915, S. 324.

[6]) Festschrift zum Andenken an Gregor Mendel, 1911, S. 122.

[7]) Fühlings landw. Ztg., 1912, S. 433.

von spontaner partieller qualitativer Modifikabilität als Auftauchen der rezessiven Eigenschaft in einzelnen Samen von heterozygotischen Pflanzen, die sonst die dominierende Eigenschaft zeigten[1]). — Martinet teilt einen Fall einer partiellen spontanen qualitativen Variation bei Hafer mit: ein braunspelziges Haferkorn in einer Rispe mit weißspelzigen Körnern. Da Vererbung festgestellt wurde, mußte Anlage für braune Farbe spontan entstanden sein[2]). Hierher gehörige variative Fälle bei Hafer und Erbse fand auch v. Tschermak[3]).

Für 1d oder 2a. Als individuelle spontane qualitative Variabilität betrachte ich das von mir beobachtete Auftauchen zweier weißblühender Wicken in einer Individualauslese von Wicke und zweier weißblühender und eines hellerblaublühenden Individuums in einer Population einer schmalblättrigen Lupine[4]).

Individuelle spontane qualitative Modifikationen sind mir nicht bekannt.

Für 2a und b. Nilsson-Ehle beobachtete in schwarzspelzigen Haferformenkreisen grau- und weißspelzige Individuen und führt die Entstehung derselben auf Wegfall der Anlage für Schwarzfärbung zurück. Ob es sich um Variation ganzer Pflanzen oder um Entstehung dieser Pflanzen aus variierten Geschlechtszellen handelt, ließ sich nicht nachweisen[5]). In anderen weiter unten behandelten Fällen wurde von Genanntem aber der Nachweis der Entstehung der Variation durch Zusammentritt variierter mit nichtvariierten Geschlechtszellen, also ein Beispiel für 2b geliefert. — Für 2a liefert das von Kießling studierte Auftauchen einer rein vererbenden hellergrünen Gerstenpflanze ein Beispiel, das nach 7 Jahren in einer Linie auftrat. Die Variante zeigte, mit der Ausgangsform bastardiert, in F_1 hellergrün als rezessiv, in F_2 hellergrün, zu Zwischenbildung, zu dunkelgrün, wie 1 : 2 : 1[6]). Zahlreiche Fälle zu 1, 2a und 2b (seine Gruppen III, I, II) wurden von Baur bei der Zierpflanze Löwenmaul Antirrhinum majus beobachtet[7]).

Für 3. Bei variegata Form der Wunderblume beobachtete Correns Auftauchen grüner Äste mit zweierlei Geschlechtszellen, wie sie sonst nach Bastardierung auftreten[8]).

B. Von mehr- und allseitigen individuellen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften sind nur wenige bekannt. Die Oenothera „Mutanten", durch welche zuerst das Interesse den spontanen Variationen, die seither vielfach Mutationen genannt werden, zugewendet worden ist, sind seither auf andere Art erklärt worden (S. 213).

Beispiele. 1886 fand de Vries auf einem unbebauten Feld bei Hilversum nächst Amsterdam neben normalen Pflanzen dieser Art auch

---

[1]) Archiv 1909, S. 444.
[2]) Annuaire agric. de la Suisse, 1911, S. 224.
[3]) Beiträge III, S. 57.
[4]) Archiv 1909, S. 433.
[5]) Festschrift zum Andenken an Gregor Mendel, 1911.
[6]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIX, 1918, S. 145.
[7]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIX, 1918, S. 178.
[8]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1910, S. 418.

einzelne abweichende. Auf der Suche nach spontanen Variationen verpflanzte de Vries einige normale Pflanzen in seinen Garten und erhielt nach Selbstbefruchtung unter etwa 15000 Individuen der nächsten Generation fünf mit sehr breiten Blättern und pollenlosen Staubbeuteln (O. lata) und fünf, die sich durch zwergigen Wuchs auszeichneten (O. nanella). O. nanella und weitere Varianten zeigten nach Selbstbefruchtung volle sichere Vererbung[1]). Weitere Mutanten wurden bei O. Lamarckiana von Mac Dougal gefunden[2]).

Andere Fälle, welche als Beispiele für Mutationen angeführt werden, sind besser der ersten Gruppe: spontanes Auftauchen oder Verschwinden eines Merkmales einzureihen. Nur die spontane Variabilität, die bei Brombeeren-Rubusarten von Lidforss beobachtet worden ist[3]), die Variabilität, welche Chelidonium laciniatum Miller[4]) entstehen ließ, jene, welcher die nicht nur in den Früchten veränderte Capsella Heegerie Solms Laubauch ihre Entstehung verdankt und die von Nilsson-Ehle bei Hafer und Weizen verfolgte, läßt sich zu den mehrseitigen Variationen einreihen.

Nilsson-Ehle beobachtete mehrfach in bei Selbstbefruchtung erhaltenen Individualauslesen von Hafer einzelne Individuen, welche die übrigen Eigentümlichkeiten des betreffenden Formenkreises behielten, aber stärkere Begrannung und Behaarung der Kornbasis zeigten, die an jene des Flughafers Avena fatua erinnert. Die nächste Generation, die von solchen Pflanzen erhalten wurde, zeigte typische Individuen, solche, die den aufgefundenen gleichen und andere, die bei den beiden Eigenschaften noch stärker an Flughafer erinnerten. Da die drei Formen im Verhältnis von 1:2:1 erschienen und Pflanzen der erst- und letzterwähnten Art weiterhin sichere Vererbung zeigten, erklärte Nilsson-Ehle den Fall als Folge einer spontanen Variation eines Teiles der Geschlechtszellen. In einem Teil dieser verschwand spontan ein Hemmungsfaktor für Begrannung und Behaarung, Zusammentritt solcher mit ungeänderten gab eine erste Bastardgeneration, die dann weiter spaltete[5]). Weitere Fälle beschrieb der Genannte später bei spelzähnlichen Variationen von Weizen[6]).

Über zwei Formen von spontaner Variabilität, die sich nicht unter die erwähnten ein- und die mehr- oder allseitigen reihen lassen, berichtet zusammenfassend Baur[7]). Eine derselben betrifft das spontane Auftauchen von Eigenschaften, die nur durch die ♀ vererbt werden, die zweite ist hier unter β besprochen.

---

[1]) Über die Mutationstheorie und andere Auffassung der Oenothera-„Mutanten". S. unter „Formenbildung wildwachsender Pflanzen".

[2]) Beispiele für Mutationen bei Tieren bringt Goldschmidt: Einführung und Blaringhem: Les transformations 1911.

[3]) Arkiv för Botanik, 1905, 1907.

[4]) Roze: Journal de Botanique, 1895, Nr. 16.

[5]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1911, S. 1. — Zade fand bei Hafer ähnliche Erscheinung als Folge spontaner Bastardierung von Wild- mit Kulturhafer. Fühlings landw. Ztg. 1912, S. 369.

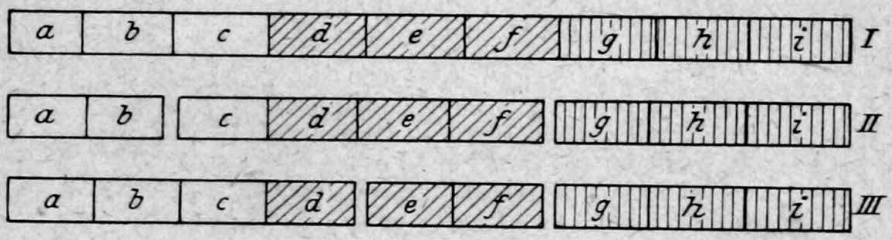
[6]) Nilsson-Ehle: Bot. Notiser, 1917, S. 305.

[7]) Einführung, S. 301.

Ursachen.

Über die Ursachen der erblichen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften sind wir nicht unterrichtet. Die Einreihung einer Variation unter die spontanen weist nur darauf hin, daß wir uns noch keine bestimmte Vorstellung über die Ursachen machen können. Daran ändert die Tatsache nichts, daß es in einigen weiter unten besprochenen Fällen gelungen ist, ohne vorhergegangene Bastardierung Abänderungen morphologischer Eigenschaften durch künstliche Eingriffe — sehr niedere, sehr hohe Temperaturen, Verletzungen, Einspritzungen in Ovarien — zu erzielen. Jene dabei erzielten Abänderungen, die Varianten sind und als solche sicher vererben, sind sehr selten und es kann daher der künstliche Eingriff nicht als einzige Ursache betrachtet werden, da eine solche die Abänderung bei allen Individuen in Erscheinung treten lassen müßte. Ich fasse die betreffenden Fälle daher auch als spontane Variationen auf, deren innere Ursache uns unbekannt ist, die künstliche Einwirkung nur als auslösenden Reiz. Es scheint, daß dabei die Auslösung meist bei den Geschlechtszellen erfolgt. Man kann sich dieselbe als Zerstörung oder Veränderung von Chromosomen, bei zu solchen geneigten Individuen vorstellen, Lotsy hat sie auch ohne Neubildung von Anlagen durch „intranucleaire kruising" zu erklären versucht.

Gleichartig veranlagte Chromosomen homozygotischer Pflanzen können ungleichartig werden, wenn sie bei dem Zerfall des Chromosomenfadens (I) bei der Kernteilung sich so trennen, daß ein Chromomer des voranstehenden Chromosoms bei dem nächstfolgenden bleibt (II) oder umgekehrt (III)[1]:



ac, df, gi: Drei Chromosomen, *a—i* Chromomeren.

I Chromosomenfaden, *II* und *III* getrennter Chromosomenfaden. Vereinen sich Geschlechtszellen mit einem Satz normaler Chromosomen mit solchen mit einem Satz derartiger anormaler, so ergibt sich in F_2 normale monohybride Mendelspaltung (siehe Bastardierung) als Folge der spontanen Variation.

[1]) Genetica I, 1919, S. 92.

Daß spontane Variationen überhaupt entstehen können, führt Haecker auf Pluripotenz zurück, nach welcher die Individuen aller Arten eine große — aber nicht unbegrenzte — Zahl von Entwicklungsmöglichkeiten besitzen, von welchen manche vielen Arten gemeinsam sind (parallele Variation) und die unter besonderen Bedingungen zur Entfaltung kommen können [1]).

Von de Vries wurden als Ursachen spontaner Variationen angegeben: eine Vereinigung von extremen günstigen mit extremen ungünstigen Bedingungen, von Korschinsky, so wie schon von Knight, sehr günstige Verhältnisse. Nach Beobachtungen in Feldbeständen schreibt man der Kälte auslösende Wirkung zu; v. Tschermak glaubt, daß Wachstumsstörungen Erzeugung oder Auslösung spontaner Variationen beeinflussen [2]), Blaringhem sieht starke Verletzungen zur Zeit des üppigen Wachstums [3]) und Martinet [4]) Verletzung überhaupt als auslösende Ursachen an, Porsch besonders Ernährungsverhältnisse [5]). Baur erwartet von Verletzung embryonaler Gewebe der Pflanze mehr als von Beeinflussung der Geschlechtszellen oder anderer haploider Zellen [6]). Bei einer Reihe von exakten Versuchen wurden die oben erwähnten künstlichen Eingriffe versucht. Es wurden dabei in einer Anzahl von Fällen keine Veränderungen erzielt, in anderen Fällen Modifikationen, in wieder anderen auch Variationen, dann aber — außer bei Klebs — mit anderer Erscheinung als bei den Modifikationen und nur bei einem Teil der Individuen.

Klebs erzielte durch Verletzung, Abschneiden der Blütenstände bei Sempervivum, Modifikationen der Blüten, die als Mißbildungen betrachtet werden können, und unter den Nachkommen von einer der drei behandelten Pflanzen auch wieder solche mit abweichend gebauten Blüten [7]).

---

[1]) Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse 1918.

[2]) Klub der Land- und Forstwirte. Berlin 1908, S. 4800. — Das vielfach behauptete Auftauchen von spontanen Variationen bei Tabak nach Versetzung in sehr verschiedenes Klima konnte Huges (Connecticut Sta. Bull 176) und Hasselbring (The bot. Gazette 1912, Bd. 53, S. 113) bei Versuchen mit Johannsenschen Linien nicht beobachten.

[3]) Mutation et Traumatisme, 1907, Paris.

[4]) Procés verbaux de la soc. vaudoise de sciences nat., 1908, S. 162.

[5]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1908, S. 69.

[6]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIX, 1918, S. 177.

[7]) Sitzungsber. Akad. d. Wiss., Heidelberg 1909.

Blaringhem verletzte Pflanzen zur Zeit ihres üppigsten Wachstums so weitgehend, daß viele Individuen starben. Bei erhalten gebliebenen zeigten später gebildete Teile Mißbildungen, und die Nachkommenschaft von fruchtenden solchen Teilen brachte normale und mißbildete Individuen und solche mit ganz neuen Eigenschaften. So tauchte in der Nachkommenschaft einer 1902 verletzten Maispflanze 1903 eine besonders frühreife Pflanze Zea mais praecox und in der Nachkommenschaft dieser 1904 eine weißkörnige frühreifende auf[1]). Blaringhem nimmt, den obigen Ausführungen näherkommend, an, daß die Verletzungen nur latente Eigenschaften zum Vorschein bringen, nicht daß sie Bildung neuer Anlagen bewirken (daselbst S. 212). Mac Dougal nahm Injektionen in die Ovarien vor. Versuche mit Methylblau haben gezeigt, daß dieses nicht bis zum Eikern vordringt, dagegen aber Schichten durchdringt, durch welche der Pollenschlauch geht. Es dürfte daher eine Beeinflussung der eindringenden Pollenschläuche stattfinden. Bei Raimannia odorata wurden bei Einspritzen von Zuckerlösung (10%) zwei, bei solcher von salpetersaurem Kalk (1 : 1000) zehn variierte Individuen, bei Radiumbestrahlung ein solches Individuum erhalten[2]). Bei Oenothera biennis gaben unter 100000 Samen einige variierte Pflanzen[3]). Jungelson erzielte bei Mais durch 1—24stündiges Beizen in 1 oder 2% wässeriger Lösung von elektrolytischem Kupfersulfat 14—37% Pflanzen mit mißbildeten Kolben[4]); ein Nachweis, daß nicht nur Modifikation, sondern Variation veranlaßt wurde, fehlt. — Bei Tieren wurden sehr viele Versuche angestellt. Jene mit Abkühlung von Puppen von Schmetterlingen, Standfuß[5]), Fischer[6]), brachten auch nur einzelne veränderte Tiere. — Besonderes Interesse erheischen die Versuche Towers[7]) mit dem Kartoffelkäfer Leptinotarsa decemlineata, bei welchem durch Einwirkung von Hitze, Trockenheit, niederem Luftdruck solche Formen entstanden, die auch im Freien als spontane Variation auftreten. Einwirkung auf die noch nicht ausgefärbten Tiere gab nur Modifikationen. Einwirkung auf die Tiere zur Zeit der Geschlechtszellenbildung keine Modifikation bei diesen, aber erblich variierte Nachkommen. Ja in diesen Versuchen wurde selbst fast vollständiger Erfolg der Einwirkung erreicht; von 96 Tieren waren 82 variierte und nur 14 solche der unveränderten Form. — Bei Bacillus prodigiosus gelang es Wolf, in vegetativen Individualauslesen durch Änderung äußerer Verhältnisse Modifikationen zu erzielen, sehr selten auch spontane Variationen[8]). Auch die von Massini bei Bacillus coli mutabilis und von Müller bei vegetativen Individualauslesen von Bacillus thyphie versuchten Einwirkungen brachten nur einzelne Individuen zu variativer Abänderung. Burrie hält die Veränderungen der Gärtätigkeit der Bakterien nicht für spontane Neuerwerbe,

---

[1]) Mutation et Traumatisme, 1907, Paris.
[2]) Carnegie Inst. Public.: Mutation, Variations, 1907.
[3]) Science 1908, S. 121. — Bot. Gaz. 1911, S. 241.
[4]) Compt. rend. Bd. 160, 1915, S. 481.
[5]) Zur Frage der Gestaltung und Vererbung auf Grund 28jähriger Experimente, Leipzig, 1908.
[6]) Deutsche entomologische Nationalbibliothek, 1910.
[7]) Carnegie Inst. Public. 48, 1906.
[8]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. 1909, S. 91.

sondern nur (wohl auch spontane) Umstimmungen vorhandener Fähigkeiten[1]). Daß Schiemann bei dem ungeschlechtlich sich vervielfältigenden Fadenpilz Aspergillus niger bei 178 unbeeinflußten Kulturen nur 0,5 spontane Variationen, bei 397 durch Wärmeänderung, Gift usw. gereizten Kulturen 2% solcher fand[2]), spricht auch dafür, daß stärkere Reize eher die Auslösung bewirken.

Bei eigenen Versuchen mit je einer bei Selbstbefruchtung erhaltenen Individualauslese von Vicia sativa und Pisum arvense wurde durch keinerlei Verstümmelung eine Variation hervorgerufen. Individualauslesen von Weizen und Linsen, bei welchen Fremdbefruchtung ausgeschlossen worden war, gaben bei Überernährung, weder bei Verwendung dürftiger noch solcher gut ausgebildeter Samen Variationen. Solanum commersoni variierte bei Überernährung weder in Torf noch in Lehmerde. — Strampelli erzielte durch Verletzungen bei Weizen verästelte Ähren als Modifikation, konnte aber keine Vererbung der Bildung — also keine Variation — erreichen[3]). Die ständig verletzten Weiden- und Wiesengräser, Hopfen- und Tabakpflanzen geben nicht mehr Variationen als andere Arten, die normal nicht verletzt werden.

Heribert Nilsson versucht jene spontanen Variationen, die in Verlust der Anlage einer Eigenschaft bestehen, als Bastardierungsfolge: Rezessive Individuen bei Polymerie, die mit Koppelung verbunden ist, zu erklären[4]).

β) Spontane Variabilität bei Zwischenvarietäten.

Der plötzliche Übergang einer Art im Sinne de Vries' in eine der Zwischenvarietäten und Übergänge dieser untereinander oder in eine Varietät im Sinne de Vries' sind hierher zu rechnen.

Solche Übergänge sind mehrfach beobachtet worden. So von mir bei Mohn[5]) als dauernder, bei Senf als nach einigen Generationen neuerlich von einem Übergang abgelöster[6]).

Über die Ursachen gilt das bei α Ausgeführte.

Kießling erzielte durch Injektion von salpetersaurem Kali in den Fruchtknoten bei Gerste eine Mittelvarietät mit Panachüre[7]).

γ) Spontane Linienvariabilität (Linienmutabilität).

Unter der von mir bisher verwendeten Bezeichnung Linienmutation wollte ich eine quantitative spontane Variation einer

---

[1]) Zentralblatt für Bakteriologie I, 1910, S. 210.

[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. 8, 1912, S. 1.

[3]) Staz. sper. agrar. ital., 1907, S. 121. Dafür sprechen auch Versuche Beijerincks mit Bacillus prodigiosus: Folia Microbiologica 1912, I.

[4]) Ber. d D. Bot. Gesellsch. XXXIV, 1917, S. 870.

[5]) Fruwirth: Naturw. Ztg. f. L. u. F. II, 1904, Heft 1.

[6]) Wirkung.

[7]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIX, 1918, S. 160.

Linie verstanden wissen. Linienmutabilität ändert die Neigung der Linie, ihre Angehörigen im Ausmaß einer bestimmten Eigenschaft, um ein bestimmtes Mittel schwanken zu lassen, so, daß nach der Mutation die einzelnen Schwankungen als Modifikationen um ein höher oder tiefer liegendes Mittel erfolgen. Ich habe jetzt die Bezeichnung spontane Linienvariabilität hinzugefügt, um noch deutlicher als bisher hervorzuheben, daß ich mir trotz der ursprünglichen Besprechung der Erscheinung unter individueller kleiner Variabilität vollkommen darüber klar bin, daß es sich um etwas von Modifikabilität verschiedenes handle.

Wenn in einer Linie das Ausmaß für eine Eigenschaft verfolgt wird und in jeder Linie jährlich oder von Zeit zu Zeit Zweige abgespalten werden, so kann es vorkommen, daß ein Zweig sich im Ausmaß besonders abhebt, plötzlich ein höheres oder niederes Mittel für die betrachtete Eigenschaft zeigt als die übrigen Zweige. Es liegt dann, wenn diese Abweichung weiterhin erhalten bleibt, eine individuelle spontane quantitative Variation, Linienmutation, vor.

Während bei morphologischen Eigenschaften in den meisten Fällen das spontan variierte Individuum als solches bemerkt wird, ist dies bei quantitativen Eigenschaften nur selten der Fall, da sehr hohes oder niederes Ausmaß bei diesen nur als zufällige extreme Modifikationen angesehen werden. Erst die Nachkommenschaftsprüfung läßt die Natur der Abweichung erkennen, wenn die Standortsverhältnisse für alle Nachkommenschaften der Linie die gleichen waren. Die Arten des Auftretens der Linienmutationen werden dieselben sein, wie bei gewöhnlichen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften. Es ist daher gewiß auch möglich, daß eine spontane quantitative Variation auch partiell als quantitative Knospenvariation auftritt, aber der Nachweis ist noch schwerer als bei individueller quantitativer Variation, da er den getrennten Anbau der Samen einzelner Teile verlangen würde. Das Auftreten in Form einer Bastardierung ist in einem Fall von Johannsen nachgewiesen worden.

In einer bei Selbstbefruchtung erhaltenen Individualauslese der Fisole Phaseolus vulgaris wurde von Johannsen Auslese nach mehreren Richtungen hin, darunter auch nach Länge der Samen, mehrere Jahre hindurch vorgenommen. Nach drei Generationen, 1905, zeigte sich in einer Nachkommenschaft das Mittel für die Länge erheblicher als in den anderen, es mußte daher die Mutterpflanze dieser einen Nachkommen-

schaft spontan variiert haben[1]). Die Abweichung erhielt sich auch erblich weiter, da 1906 in diesem Linienzweig das Längenmittel 13,56 mm ± 0,04 betrug, in den drei anderen 12,46 ± 0,03, 12,30 ± 0,03, 12,36 ± 0,03. Die Variante trat, allem Anschein nach, als spontane partielle auf. In einem anderen Fall spaltete die Nachkommenschaft in breit-, normal- und mittelbreitsamige Individuen, es war demnach eine variierte Geschlechtszelle mit einer nicht variierten zusammengetreten[2]). — Bain führte eine Individualauslese bei Baumwolle Gossypium 1906—1910 bei Selbstbefruchtung weiter und beobachtete 1910 drei Nachkommenschaften, die sich in Höhe und Fruchtgröße deutlich von den übrigen abhoben und auf drei spontan variierte Individuen des Jahres 1910 zurückgeführt werden müssen[3]). Kraus und Kießling erwähnen auch selbst beobachtete Linienmutationen[4]). Ein von Strube bei Weizen mitgeteilter Fall ist im vierten Band beschrieben und bezieht sich gleich dem von Orton bei Baumwolle bekannt gegebenen Fall[5]) auf Änderung der Krankheitsfestigkeit. Wohltmann verfolgte einen Fall von Linienmutation bei Individualauslese von Kinney-Weizen, die bei Selbstbefruchtung geführt worden war[6]).

Ursachen.

Versuche zur Hervorlockung von Linienmutationen liegen nur von Humbert vor, der mit Silene Noctiflora arbeitete und nach Einspritzung in die Ovarien, je nach Selbstbefruchtung, größere Modifikabilität einzelner Nachkommenschaften, gegenüber Nachkommenschaften aus Samen nicht behandelter Fruchtknoten derselben Pflanze, also spontane Bildung größerer Modifikabilität einzelner Linien beobachtete[7]). Bei den Versuchen von Love mit reicher Ernährung ist Modifikation und Variation nicht zu trennen, da mit Populationen gearbeitet wurde[8]). Man wird zunächst annehmen können, daß dieselben Einflüsse, die spontane Variationen morphologischer Eigenschaften hervorlocken können, dieses auch bei Linienmutationen zu tun imstande sind.

---

[1]) Elemente, 2. Aufl., S. 652.

[2]) Festschrift für Warming, 1911, S. 127.

[3]) Züchtung landw. Kulturpflanzen, Bd. V: Züchtung kolon. Pflanzen.

[4]) Fühlings landw. Ztg. Auch die von Kießling bei Gerste beschriebene mehrseitige Linienmutation (Zeitschr. f. ind. Abstamm. VIII, 1912, S. 48) ist hierher zu rechnen. Sie ist auch deshalb interessant, weil ähnliche Abänderungen (hellere Farbe, breitere Blätter, längere Halme, Spindeln, Spelzen, Früchte) auch bei Hafer in der Gegend beobachtet wurden.

[5]) Conférence de Génétique, 1911.

[6]) Kühn Archiv 1912.

[7]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. IV, 1911, S. 161.

[8]) Am. Br. Ass. V, 1909, S. 353.

c) Variabilität nach Befruchtung zweier Individuen eines Formenkreises: Fremdbefruchtung, und zweier Individuen verschiedener Formenkreise: Bastardierung.

Allgemeines.

Die Anknüpfung an eingebürgerte Bezeichnungen wird erleichtert, wenn wir die geschlechtliche Vereinigung zweier Individuen

als Fremdbefruchtung bezeichnen, wenn dieselben einem morphologisch einheitlichen Formenkreis angehören,

als Bastardierung, wenn sie zu zwei morphologisch verschiedenen Formenkreisen zählen.

Die erste Art der geschlechtlichen Vereinigung fällt züchterisch in das Gebiet der Veredlungszüchtung, die vorhandenen Verschiedenheiten sind quantitativer Natur, die zweite in das Gebiet der Züchtung auf dem Wege der Bastardierung, die züchterisch dabei zuerst beachteten Verschiedenheiten sind qualitativer Natur, es sind aber daneben auch solche quantitativer Natur vorhanden.

Bei dieser für Zwecke der Praxis gemachten Teilung (S. 52) sind aber zwei Dinge nicht zu vergessen, einmal, daß nicht jede Fremdbefruchtung verschieden veranlagte Individuen vereinen muß, und dann, daß oft auch zwei morphologisch, also qualitativ gleich aussehende Individuen morphologisch, also qualitativ Verschiedenes geben können, wenn sie verschieden veranlagt sind.

Würde man in allen Fällen die Anlagen kennen, so könnte man einfach als Bastardierung die geschlechtliche Vereinigung von verschieden veranlagten Individuen bezeichnen.

In erster Linie sollen die Bastardierungen näher verwandter Formenkreise behandelt werden, wie solche ja fast ausschließlich bei der landwirtschaftlichen Züchtung in Frage kommen. Bei Behandlung dieses Gegenstandes wird zuerst das Verhalten der qualitativen Eigenschaften besprochen, dann aber auch das Verhalten der quantitativen Eigenschaften erörtert. Letztere Erörterungen decken dann auch die Verhältnisse bei dem, was hier als Fremdbefruchtung bezeichnet wird. Unterscheidend ist, daß bei Bastardierung im hier verwendeten Sinne qualitative und quantitative Eigenschaften iu Frage kommen können, bei Fremdbefruchtung nur quantitative. Das Verhalten

sowohl der qualitativen als auch der quantitativen Eigenschaften wird je getrennt in erster und zweiter Generation nach Bastardierung zur Besprechung gelangen. Diese Generationen werden der Kürze halber nach dem Vorgang Punnets, im Gegensatz zur Elter- (Parental-) Generation P, mit Kinder- (Filial-) Generationen F_1, F_2, F_3 usw. bezeichnet.

Wie schon diese Ausführungen anzeigen, ist die Darstellung zunächst auf dem Verhalten der erkennbaren Eigenschaften aufgebaut. Man hat früher bei Darstellung der Ergebnisse der Bastardierung die Pflanze als Ganzes betrachtet. Die von Mendel eingeführte Betrachtungsweise nach Eigenschaften ermöglicht einen viel tieferen Einblick und ist nun schon so eingebürgert, daß die früher übliche Betrachtungsweise nicht mehr (so wie in den früheren Auflagen) parallel geführt zu werden braucht. Bei Betrachtung des Verhaltens der sichtbaren Eigenschaften werden dieselben, soweit sie qualitativ sind, nach ihrer Zusammengehörigkeit zu Paaren (allelomorphic pairs, pairs of unit characters) gruppiert, deren Paarlinge (Correns), (Allelomorphs [Bateson]) in ihrem Verhalten verfolgt werden. Solche Paare sind: Haarlosigkeit — Behaarung, rote Blütenfarbe — weiße Blütenfarbe, Grannenlosigkeit — Begrannung, Aufspringen der Kapsel — Geschlossenbleiben usw. Bei quantitativen Eigenschaften wird dabei nur das Ausmaß hoch — nieder, schwer — leicht usw. betrachtet.

Neben der Betrachtungsweise nach dem Verhalten der sichtbaren Eigenschaften hat sich noch eine andere eingebürgert, jene nach dem Verhalten der Anlagen. Tatsächlich sind es ja die Anlagen (Gene [Johannsen], Faktoren, Erbeinheiten, Grundeigenschaften), welche die Wirkungen hervorbringen und sich durchaus nicht immer mit den sichtbaren Eigenschaften decken. In den Ausführungen über spezielle Pflanzenzüchtung [1]) wird zunächst immer, oft ausschließlich, das Verhalten der erkennbaren Eigenschaften zur Darstellung gebracht. Auch in der allgemeinen Darstellung wird es, wie erwähnt, zunächst vorangestellt, da es dem Praktiker näher liegt und auch immer zuerst verfolgt werden muß. Es werden aber verschiedene Beispiele das Verständnis des Verhaltens der Anlagen und der Beziehungen dieses Verhaltens zu jenem der sichtbaren Eigenschaften ermöglichen.

---

[1]) Bd. II—V.

A. Bastardierung näher verwandter Formen.

Mendels Gesetze.

Das Verhalten näher verwandter Formen ist, zunächst für qualitative Eigenschaften, zuerst von Mendel klargelegt worden, und von ihm ist auch die ausreichende Erklärung für dasselbe gegeben worden[1]), Die Entdeckung Mendels, die nicht die verdiente Beachtung fand, wurde später, je selbständig, auch von de Vries[2]), Correns[3]) und v. Tschermak[4]) gemacht und dann erst gebührend gewürdigt.

Mendel stellte bei Erbsen folgendes fest:

1. Von zwei Eigenschaften eines Paares zeigt sich in F_1 nur die eine, die dominierende, die andere, die rezessive, wird unsichtbar vererbt. Dieses Verhalten wurde später als Dominanzregel — von Correns als Prävalenzregel — bezeichnet, ist aber durchaus keine allgemeine Erscheinung, wie dies auch nicht von Mendel behauptet worden ist. Fehlt Dominanz, so stellt sich Zwischenbildung ein.

---

[1]) Die auf Erbsenbastardierung bezügliche ursprüngliche Arbeit Mendels ist neu gedruckt in Flora 1901, Ergänzungsband (Goebel). Diese Arbeit und jene Mendels über Hierazien findet sich als Neudruck in Ostwalds Klassikern Nr. 121 (v. Tschermak) 2. Aufl. 1911, englisch in Mendels Principles of heredity, Cambridge (Bateson) 2. Aufl. 1909, französisch in Bull. scientif. d. l. France et d. l. Belgique 1907 (Chapellier), italienisch bei Patellani, 1914. Allgemeine Darstellungen der Mendelschen Regeln mit Beispielen und Erklärungen in folgenden Veröffentlichungen: Küster: Biol. Ztg., 1902, S. 129. — Fruwirth: Jahrb. d. D. L. G., 1902. — Castle: Proceed. of the Americ. Acad. Vol. XXXVII, S. 535. — Correns: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901; die neuen Vererbungsgesetze, 2. Aufl., 1912. — de Vries: Mutat., IV. Heft. — Cuboni: Bollettino 1903. Società degli agricoltori italiani. — Bateson: Progressus rei botanicae, 1906, S. 368. — Punnet: Mendelism, London 1909, 3. edit. — v. Tschermak in Bd. IV dieses Handbuches, 3. Aufl., 1919. — Lock: Recent progress. 3. Aufl., 1912. — Darbishire: Breeding and the Mendelism discovery, 1911. — Giltay: Mendeltabellen, 1912. — Stockberger: Amer. Naturalist, 1912, S. 153. — Roemer: Mendelismus und Bastardzüchtung landw. Kulturpflanzen. Arbeiten der D. L. G. 1914, 266. — Nilsson-Ehle: Den modärna ärftlighets läran, 1915. — Von Mendel abweichende Befunde bei Giglio-Tos: La variation et l'origine des espèces. Cagliari 1910. P. Wagner hat einen Apparat erdacht, der, bei Dominanz, bis zu drei Eigenschaftspaaren die Zahlengesetzmäßigkeiten vorführen läßt: W. Dalchner, Quedlinburg.

[2]) Berichte d. D. Bot. Gesellsch. 1900, S. 83 (14. März).

[3]) Berichte d. D. Bot. Gesellsch. 1900, S. 158 (24. April).

[4]) Zeitschr. f. d. landw. Vers. in Österreich 1900. S. 405.

Mit Rücksicht auf das häufige Fehlen der Dominanz wird jetzt zur Bezeichnung dieses Gesetzes, die andere in F_1 beobachtete Eigentümlichkeit, die Einförmigkeit derselben, herangezogen; Gesetz der Uniformität (A. Lang), der Isotypie (Correns) was der règle d'uniformité Naudins entspricht.

2. Nach Selbstbefruchtung von Individuen der F_1 oder Befruchtung solcher Individuen untereinander tauchen in F_2 beide Eigenschaften auf, und zwar so, daß ein Teil der Individuen die eine, ein anderer die andere dieser Eigenschaften zeigt; teilweise Vererbung; Spaltungsgesetz, de Vries' Loi de disjonction, Davenport's Law of dichotomy[1]). Weitere Untersuchungen zeigten, daß Spaltung auch nach Zwischenbildung in F_1 eintritt.

3. Die Verteilung der Eigenschaften eines Eigenschaftenpaares auf die Individuen in F_1 erfolgt regelmäßig, so, daß auf drei Individuen mit der dominierenden ein solches mit der rezessiven kommt. Von den F_2-Individuen mit der dominierenden Eigenschaft gibt ein Drittel in F_3 wieder Individuen mit der dominierenden Eigenschaft, vererbt voll, die zwei anderen Drittel spalten in F_3 wieder so, wie die Individuen der F_1 in F_2 spalteten. Die F_2-Individuen mit der rezessiven Eigenschaft geben in F_3 Nachkommen mit nur der rezessiven Eigenschaft, vererben voll. Fehlt Dominanz, so erfolgt, wie weitere Untersuchungen, welche auch andere Spaltungsverhältnisse klar legten, gezeigt haben, die Spaltung oft nach 1 : 2 : 1. Ein Viertel der Individuen zeigt dabei die eine Eigenschaft des Paares, ein Viertel die andere, zwei Viertel die Zwischenbildung.

Die Geschlechtszellen sind einfach veranlagt, rein[2]), enthalten von einem Eigenschaftspaar immer nur die Anlage für eine Eigenschaft. Die bei ihrem Zusammentritt gebildeten befruchteten Eizellen, die Zygoten und die daraus entstehenden

---

[1]) Die règle de retour Naudins deutete diese Erscheinung auch an. Vor Mendel war die Spaltung beobachtet worden von Goss (Transactions Hort. Soc. of London V, 1824, S. 234), Sageret (Annales des scienc. nat., 1826, S. 302) und besonders klar von Naudin (Nouvelles archives du muséum d'historie nat. Paris I, 1865, S. 150; darüber Blaringhem: Compt. rend. Paris 1911, S. 100), aber Zahlen für die Spaltungsverhältnisse sind erst von Mendel gebracht worden, und er hat auch erst die Unabhängigkeit der einzelnen Eigenschaften voneinander bei der Spaltung klar hervorgehoben.

[2]) Castle: Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIV, 1919 nimmt gewisse gegenseitige Beeinflußbarkeit derselben an und will so Abstufungen erklären, die man sonst auf Polymerie zurückführt.

Individuen, sind je nach dem Zusammentritt einfach oder doppelt veranlagt, haben eine Anlage eines Paares oder beide: Homozygoten oder Heterozygoten.

4. Die Erklärung für die Spaltung und die volle Vererbung bei einem Teil der Individuen ergibt sich, wenn man mit Mendel annimmt, daß bei der Geschlechtszellenbildung heterozygotischer Individuen eine gleichmäßige Verteilung der Anlagen für die Eigenschaften des einzelnen Paares erfolgt [1]). Von den Geschlechtszellen enthält ein Teil dann nur die Anlage für die eine Eigenschaft, der andere, gleich große, nur die Anlage für die andere Eigenschaft des Paares.

Die Annahme ist auf Grund der Zahlenverhältnisse bei der Spaltung gemacht worden und Mendel selbst hat auch schon durch Bastardierung eines F_1-Individuums mit einem der Elter ihr Zutreffen nachgewiesen. Diese abgeleitete Bastardierung gibt bei dem Elter mit rezessiven Eigenschaften 50% Individuen mit dieser, 50% mit dominierender, bei solcher mit dem Elter mit der dominierenden Eigenschaft 100% mit dieser.

Durch Pascher [2]) wurde bei einer haploiden Pflanze Clamydomonas aber auch der unmittelbare Nachweis geführt. Die Heterozygoten entließen die Hälfte Schwärmer — die Schwärmer entsprechen den Geschlechtszellen diploider Pflanzen — mit Eigenschaften des einen Elters, die andere mit solchen des anderen.

Zumeist wird der Eintritt der Spaltung selbst in die Zeit der Geschlechtszellenbildung verlegt: Correns: bei Bildung der generativen und vegetativen Zelle des Pollenkornes und Bildung der Embryosackmutterzelle [3]), Strasburger: bei Reduktionsteilungen [4]). Vegetative Spaltungen (Baur, Fruwirth, s. unter 1a bei: Gewöhnliche, spontane Variabilität größeren Umfanges) Mosaikbildung und die Verkoppelungserscheinungen führen zur Annahme, daß Spaltung auch in vegetativen Zellen vor sich gehen kann [5]).

5. Die einzelnen Eigenschaftenpaare verhalten sich voneinander unabhängig: Gesetz der Selbständigkeit der Eigenschaften. Es sind daher durch Bastardierung von Eltern mit mehreren verschiedenen Eigenschaften verschiedene Kombinationen der letzteren möglich; Spillmanns law of

---

[1]) Mendel selbst sprach noch nicht von „Anlagen" der Keim- (Ei-) und Pollenzellen, sondern von einer „Beschaffenheit" derselben. Die nach Mendel gegebene Darstellung trifft das sichtbare Verhalten der Eigenschaften, das, wie auch die Ausführungen über Neuheiten zeigen, nicht mit dem Verhalten der Anlagen übereinstimmen muß. (Siehe auch S. 139 u. 146.)

[2]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1918, S. 163.

[3]) Bibl. bot., Bd. 53, S. 146.

[4]) Bot. Ztg., 1901, S. 306.

[5]) Kajanus: Zeitschr. f. ind. Abstamm. XII, 1914, S. 206, (Haecker, Bateson). Siehe auch unter „Spaltungen und Reifungsteilungen".

recombination[1]). Baur hat die Variationen nach Bastardierung überhaupt als Kombinationen bezeichnet, und bei nicht monohybrider Bastardierung, dem gewöhnlichen Fall, trifft dieser Ausdruck, bei Eigenschaften, auch vollkommen zu.

Über die Einschränkung der Unabhängigkeit durch Verkoppelung siehe diese.

Die Eigenschaften eines Paares können bei Herstellung von Bastardierungsschemas mit Buchstaben bezeichnet werden. Zweckmäßig ist es, den Anfangsbuchstaben oder die beiden ersten Buchstaben des (bei wissenschaftlichen Versuchen auch lateinischen) Namens der betreffenden Eigenschaft zu verwenden (Plate)[2]), was nicht allgemein geschieht (Baur, v. Tschermak, Hagedoorn).

Es werden so beispielsweise die Elter einer Bastardierung zwischen rotblühenden grünsamigen Erbsen und weißblühenden gelbsamigen mit *R*, *Gr* und *W*, *G* bezeichnet, ein weißblühendes grünsamiges Spaltungsprodukt heißt dann *W*, *Gr*.

Beispiele für Pisum- (Erbse-) und Zea- (Mais-) Schema der Vererbung.

Ein einfaches Beispiel gestattet es, das Verhalten und seine Erklärung zu verfolgen und macht das Gesagte verständlicher. (Dazu Farbtafel I, linke Seite.)

Ein Individuum einer rotblühenden Erbse, Pisum arvense, bildet nur Geschlechtszellen mit der Anlage für rot (*r*), ein Individuum einer weißblühenden, Pisum sativum, nur solche mit der Anlage für weiß (*w*). Wird eine Bastardierung zwischen den beiden Individuen ausgeführt, so tritt eine Geschlechtszelle mit der Anlage für rot mit einer solchen mit der Anlage für weiß zusammen. Das F_1-Individuum könnte nun beide Anlagen in irgendwelchem Zusammenwirken zeigen, in dem Beispiel dominiert aber Anlage für rot über Anlage für weiß, und die Blüten aller Individuen von F_1 erscheinen rot.

Nun tritt bei, vielleicht vor, der Geschlechtszellenbildung Spaltung der Anlagen ein. Bei den männlichen Geschlechtszellen geht die Anlage für rot in einen Teil der Zellen, die Anlage für weiß in einen anderen, und voraussichtlich werden ebensoviel Zellen mit der Anlage für rot wie solche mit der Anlage für weiß vorhanden sein. Gleiches geschieht bei der Bildung der weiblichen Geschlechtszellen.

---

[1]) U. St. Dep. of Agr., Plant. Ind., Bull., 115, 1901.

[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. VI, 1912, S. 275 u. Vererbungslehre, S. 78.

Die Übersicht über die denkbaren Zusammentritte der Geschlechtszellen, die alle gleich gut möglich sind, wird rasch gewonnen, wenn man die Veranlagung der männlichen Geschlechtszellen auf einen Papierstreifen schreibt:

r		w

und die Veranlagung der weiblichen auch:

r		w

und nun den Streifen mit den männlichen Zellen so verschiebt, daß jede männliche Zelle über oder unter jeder weiblichen sich befindet. Jeder solcher Zusammentritt wird durch Aufschreiben der zusammengetretenen Anlagen fixiert. Es wird mit r ♂ begonnen (Abb. 19, Stellung 1 und 2), dann mit w ♂ fortgesetzt (Stellung 3 und 4).

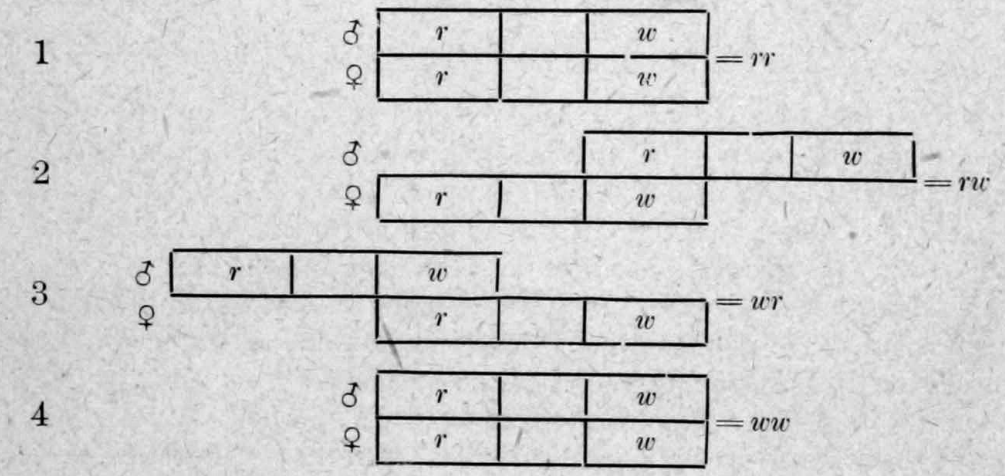


Abb. 19. Vorführung der Anlagenkombinationen.
Anlagen der Geschlechtszellen auf Papierstreifen dargestellt, die gegeneinander verschoben werden, wie die Stellungen zeigen.

Das Ergebnis der Zusammentritte schreibt man dann gleich in Vierecke ein und erhält so ein Kombinationsschema:

	r	w
r	rr	rw
w	wr	ww

In einem solchen Schema, das bei zwei Eigenschaften sehr einfach ist, trifft dann die von links oben nach rechts unten gehende Diagonale alle Verbindungen, die für keine der Eigen-

schaften weiter spalten, die von rechts oben gehende Diagonale alle Verbindungen, die für alle Eigenschaften weiter spalten.

Nachdem im Beispiel Dominanz sowie in F_1 auch in F_2 wirkt, werden die Zusammentritte $r\,w$ und $w\,r$ gleiches Aussehen wie der Zusammentritt $r\,r$ haben und sichtbar rot geben. Wir haben daher in F_3 1/4 oder 25 % r-, 2/4 oder 50 % r (w) und 1/4 oder 25 % w-Individuen.

Die 25 % roten Individuen sind für die betrachteten Eigenschaften einheitlich veranlagt, homozygotisch, und können bei der Bildung der Geschlechtszellen nur solche mit der Anlage für rot liefern, ebenso die 25 % weißen Individuen nur solche mit der Anlage für weiß. Die 50 % r (w)-Individuen besitzen aber die Anlage für rot und für weiß, sind doppelt veranlagt, heterozygotisch, und werden daher bei der Geschlechtszellenbildung wieder, so wie die Individuen der F_1, Spaltung zeigen.

Eigenschaften, die sich in der Weise wie im Beispiel verhalten, werden als solche, die nach dem Pisum-Schema mendeln, bezeichnet.

Das zweite Beispiel zeigt die Bastardierung eines begrannten mit einem unbegrannten Weizen von Tricitum sativum, und zwar jene von Wetterauer Fuchsweizen mit einer konstanten, spontanen Variante aus demselben. Das Verhalten, das nach Studium des ersten Beispieles durch die bildliche Darstellung (Tafel IV, links) ohne weiteres verständlich wird, unterscheidet sich von jenem im ersten Beispiel dadurch, daß:

1. in F_1 an Stelle von Dominanz Zwischenbildung tritt,
2. in F_2 die doppelt veranlagten heterozygotischen, also in F_3 weiter spaltenden, Individuen von den in F_3 konstant bleibenden äußerlich zu unterscheiden sind.

Im speziellen Fall ist diese Unterscheidung allerdings nicht leicht, Grannenspitzen finden sich gelegentlich auch bei Individuen, die nach ihrem weiteren Verhalten zu den unbegrannten zu rechnen sind und umgekehrt.

Man bezeichnet Eigenschaften, die sich so wie in diesem Beispiel verhalten, als nach dem Zea-Schema (Correns) mendelnde.

Faktorentheorie, Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen.

Ohne zunächst auf Einzelheiten einzugehen, sei zur Klarstellung der Verhältnisse noch die sogenannte Faktorentheorie an der Hand derselben Beispiele vorgeführt. (Tafel II und Tafel IV, je rechts.)

Die eine der Grundlagen der Faktorentheorie, jene, von keiner Seite bezweifelte, daß nicht die Merkmale oder Eigenschaften, sondern die Anlagen spalten und vererbt werden, ist hier bereits bei der Erklärung nach Mendel verwendet worden. Mendel selbst spricht noch nicht von Spaltung der Anlagen. Aber de Vries' Pangenesis- und Mutationstheorie fassen den Aufbau der Vererbungssubstanz aus Anlagen schon ins Auge. Die Faktorentheorie ist zuerst von Correns zur Erklärung von solchen Bastardierungsfällen bei Mirabilis herangezogen worden, welche Abweichungen zu sein schienen [1]), dann von Cuénot [2]) bei Mausbastardierung und Bateson und Saunders bei Hühnerbastardierung [3]), und wurde dann von Bateson zuerst als die Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen bezeichnet [4]).

Die zweite Grundlage der Faktorentheorie in ihrer Ausbildung zur Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen ist die Annahme, daß jede Anlage mit ihrem Fehlen ein unabhängig von anderen Anlagen spaltendes Anlagenpaar bildet. Einmaliges Vorhandensein der Anlage kann gleich wirken wie zweimaliges, Vorhandensein der Anlage dominiert dann über Fehlen (Tafel I, rechts), oder aber gegenüber zweimaligem Zwischenbildung geben, Vorhandensein prävaliert dann über Fehlen (Tafel IV, rechts). Dominanz und Rezessivität erhält so eine andere Bedeutung als bei der Erklärung nach Mendel, bei welcher es das Verhalten zweier Eigenschaften zueinander ausdrückt.

Die dritte Grundlage der Faktorentheorie in ihrer Ausgestaltung zur Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen ist, daß die einzelnen Anlagen zueinander in Beziehung stehen können. Derartige Beziehungen (Correns, Shull, Davenport, v. Tschermak, Bateson) sind hier weiter unten unter „Bildung von Neuheiten" besprochen.

Nilsson-Ehle zeigte dann weiter, daß erkennbare Eigenschaften auch durch mehrere Anlagen bewirkt werden können, von welchen jede allein auch die erkennbare Eigenschaft voll oder abgeschwächt bewirken kann [5]) (s. unter „Neuheiten" weiter

---

[1]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1902, S. 594, 1905, S. 70.

[2]) Archiv d. Zool. exp., 1907.

[3]) Report to the evolution comm. Rep. III, 1906, Bateson: Science 1907, S. 652. — Shull: Amer. Naturalist, 1908, S. 444.

[4]) Erste zusammenhängende Darstellung von v. Tschermak in Bd. IV, 2. Aufl., jetzt 3., dieses Handbuches.

[5]) Botaniska notiser, 1908, S. 259.

unten). Dadurch wurden viele Fälle dem Verständnis zugeführt und besonders das Verhalten quantitativer Eigenschaften nach der Bastardierung erklärt.

So wie bei Eigenschaftenpaaren wird auch bei Anlagenpaaren eine Bezeichnung mit Buchstaben durchgeführt, und zwar wird im einzelnen Paar für Vorhandensein der Anlage ein großer, für das Fehlen derselben ein kleiner Buchstabe verwendet. Auch in diesem Falle ist der Anfangsbuchstabe der Benennung der durch die betreffenden Anlagen bewirkten Eigenschaft am besten zu verwenden. Bei Darstellung des Verhaltens wird dann bei Selbstbefruchtung der Buchstabe, welcher Vorhandensein oder Fehlen der Anlage bedeuten soll, für die Pflanze zweimal, für die Geschlechtszellen einmal, für die Zygote wieder zweimal gesetzt. Eine Pflanze mit der Anlage A ist danach AA, jede Geschlechtszelle A, die Zygote AA. Bei Bastardierung ist dann, nur für diese unterscheidende Eigenschaft und ihre Anlage betrachtet, der eine Elter AA, der andere aa, die Geschlechtszellen sind A und a, die Zygote und der Bastard in F_1 dann Aa.

Durch verschiedene Bastardierungen kann ein bestimmter Formenkreis auf seinen Gehalt an Faktoren geprüft werden, Faktorenanalyse[1]). Es werden dabei nur Bastardierungen mit solchen Formenkreisen Aufschluß geben, welche den betreffenden Faktor, dessen Vorhandensein festgestellt werden soll, nicht besitzen. Es ist daher nicht möglich, für unbedingt notwendige Lebenserscheinungen Faktoren zu ermitteln. Die Kenntnis des Faktorengehaltes läßt Faktorenformeln, Vererbungsformeln (Cuénot) für einen Formenkreis aufstellen, in welchem immer, auch bei sehr genauer Untersuchung, ein Rest unbekannt bleiben muß.

Beispielsweise bedeutet die von v. Tschermak aufgestellte Faktorenformel für seine Viktoriaerbse mit violettem Nabel, rundem Samen und weißer Blüte: r_1, R_2, M_1, m_2, P_1, p_2, gr_1, Gr_2, Ru_1, ru_2, vn, X, daß dieser Form der eine Faktor für rote Blüte — der allein rosa Blüte bewirkt —: R_1 fehlt (r): daß der zweite Faktor für rote Blüte: R_2 vorhanden ist — der allein nur weiße Blüte bewirkt — daß der eine Faktor für Blattachsel Makelbildung: M_1 vorhanden ist, der zweite fehlt: (m_2), der eine Faktor für Samenschalenpunktierung: P_1 vorhanden ist, der zweite fehlt: (p_2), der eine Faktor für gelblich-grüne Färbung der Samenschale fehlt: (gr_1), der andere: Gr_2 vorhanden ist, der eine Faktor für Runzelung fehlt: (ru_1),

[1]) Shull: Germinal Analysis through Hybridisation. Proc. Americ. Phil. Soc., 1910, S. 281.

der andere: Ru_2 vorhanden ist, der Faktor für violetten Nabelring fehlt: $[vn]$[1]).

Immer muß natürlich, wenn die Anlagen oder Faktoren ergründet werden sollen, zuerst das tatsächliche Verhalten der sichtbaren Eigenschaften festgestellt werden, das erst einen Schluß zuläßt.

Die Erklärungen des tatsächlichen Verhaltens sichtbarer Eigenschaften durch das Verhalten bestimmter Faktoren unter Heranziehung der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen ist zunächst immer nur ein Erklärungsversuch[2]). Es bedarf meist mehrerer Tastversuche bis man zur Annahme solcher Anlagen kommt, durch das sich das tatsächlich beobachtete Verhalten erklären läßt. In vielen Fällen sind daher auch mehrere Erklärungen gleich gut möglich.

So läßt sich in dem unten erwähnten Beispiel einer Mausbastardierung auch dasselbe Ergebnis erzielen, wenn man mit Punnet annimmt, daß der graue Elter Anlage für Farbbildung F und Anlage für graue Farbe Gr besaß, der weiße Anlage für schwarze Farbe S, die nicht wirken konnte, da ihm die Anlage für Farbbildung fehlte. Endlich hat Plate, der sich am eingehendsten mit Mausbastardierung befaßt hat, ganz abweichende Erbformeln aufgestellt[3]). — Kennt man nur die Bastardierung rot mit weißblühender Erbse (Tafel I), so ist eine Erklärung durch Annahme von $Rw \times r\,W$ bei den Eltern ganz gut möglich (R Anlage für Rot, W Anlage für Weiß, r Anlage für Fehlen von Rot, w für Fehlen von Weiß). Erst die Kenntnis anderer Erbsenbastardierungen (Tafel II, III) nötigt zu der in der Skizze (Tafel I rechts) gegebenen Erklärung.

Sicher ist das Zutreffen einer Erklärung erst durch weitere Bastardierungsversuche zu erweisen, wie solche z. B. von v. Tschermak in großer Zahl mit Erbsen, Bohnen und Levkojen angestellt worden sind[4]).

Daß die Erklärung durch die Faktorentheorie in dem eben erwähnten Fall der Erbsenbastardierung (Tafel I rechts) richtig ist, zeigte sich bei Bastardierung von rosa- mit weißblühender Erbse (Tafel II). Bei letzter Bastardierung mußten weiterhin, war die Erklärung richtig, auch Individuen abgespalten werden, welche durch Fehlen beider Anlagen für Rot gekennzeichnet

---

[1]) Die Buchstaben sind andere als die von v. Tschermak (in Z benutzten und bezeichnen die Anfangsbuchstaben oder hervortretenden Buchstaben der Benennung der betreffenden erkennbaren Eigenschaft.

[2]) Riddle: Biol. Bulletin XVI, 1909, S. 316. — Baur: Einführung. — Johannsen: Elemente. — Rabaud: Compt. rend. d. séances d. l. société d. Biologie 1917, S. 738; usw.

[3]) Zoologischer Anzeiger, 1910, S. 634.

[4]) Z.

waren (r_1 r_2). Daß dies tatsächlich der Fall war, zeigten zwei weitere Bastardierungen (Tafel III). Rosa mit gewöhnlicher weiß blühender Erbse (r_1 R_2) (Tafel III, 2. Fall) ergab eine andere F_1 wie mit einer sogenannten extrahierten weißblühenden (r_1 r_2) (Tafel III, 3. Fall).

Andere Erklärungsversuche der Variabilität nach Bastardierung näher miteinander verwandter Formen nehmen allgemein beidseitiges Vorkommen der Anlage für eine Eigenschaft und nur verschiedenen Zustand derselben (Aktivität und Latenz) an;

Nach Morgan: Theorie der alternierenden Dominanz und Latenz in den Geschlechtszellen [1]). d = dominierend, r = latent.

Geschlechtszellen der 1. Generation: d (r latent) und r (d latent).

Zusammentritte:	Ergebnisse:
d (r latent) × d (r latent)	d (r latent), sichtbar d
d (r „) × r (d „)	d (r „), „ d
r (d „) × d (r „)	d (r „), „ d
r (d „) × r (d „)	r (d „), „ r

Danach würde das Wiederauftauchen von Individuen mit der anderen Eigenschaft in bereits konstant gewesenen abgespaltenen Nachkommenschaften (Morgan bei Mäusen, Castle bei Meerschweinchen) zu erklären sein. Fick [2]) gibt eine ähnliche Erklärung, die auch kein völliges Abspalten einer Eigenschaft zugibt. Klebs, Reid, Castle, Collins denken auch nicht an völliges Abspalten [3]).

Plate änderte die Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen dahin ab, daß er annimmt, daß kein tatsächliches Fehlen einer Anlage vorliegt, sondern ein Grundfaktor, und daß das als Vorhandensein der Anlage betrachtete Verhalten darin besteht, daß zu diesem Grundfaktor etwas hinzutritt [Grundfaktor-Supplementstheorie] [4]).

Spaltungen und Reifungsteilungen.

Auf Grund der Annahmen von Montgomery, Sutton und Boveri hat man versucht, die morphobiologischen Verhältnisse bei den Reifungsteilungen mit den von Mendel zuerst beobachteten eigenartigen Spaltungsverhältnissen nach Bastardierungen in Einklang zu bringen [5]). Diese Erklärungsversuche,

[1]) Biol. Z., 1906, Nr. 10.

[2]) Ergebnisse d. Anatomie u. Entwicklungsgesch. 1906.

[3]) Über, S. 90; — The laws of heredity, 1910. — The Amer. Naturalist, 1912. — Bull. 272, U. S. Dep. of Agr., Plant. Ind.

[4]) Festschrift für R. Hertwig 1910, Bd. II, S. 537 und Vererbungslehre 1913, S. 402.

[5]) Reiche Literatur, auch über seine vielen eigenen Arbeiten auf diesem Gebiet, bei Haecker: Allg. Vererb., 31. Kap.

die sehr viel Anklang gefunden haben, jetzt auch durch die unmittelbare Beobachtung Paschers[1]) gestützt werden, sind aber auch nicht ohne Bekämpfung geblieben.

Das Fehlen der Reduktionsteilung bei einzelnen Arten, besonders das Vorkommen von Anlagenspaltungen bei nicht geschlechtlichen Akten[2]), verweist darauf, den Versuch zu machen, die Spaltungserscheinungen auch anders zu erklären[3]).

Die drei folgenden Bilder sollen nun eine Vorstellung davon geben, wie die Verteilung der Chromosomen vor sich geht, und wie man sich, im Anschluß an diese Verteilung, die sich auch bei rein veranlagten Individuen findet, die Verhältnisse nach Bastardierung durch dieselbe erklärt. Das erste der Bilder (Abb. 20) bezieht sich auf eine vegetative

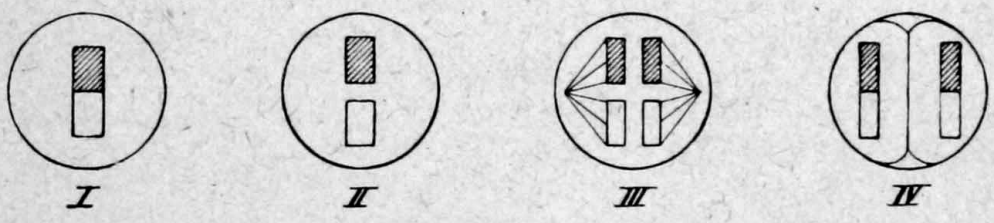


Abb. 20. Schematische Darstellung der Verteilung der Chromosomen auf die bei vegetativer Zellteilung entstehenden Tochterkerne.
Aus Lotsy, „Flora", 1904, Heft II.
In der Darstellung ist angenommen, daß der Kern nur zwei Chromosomen, eines vom Vater [], eines von der Mutter [], enthält. Die Kernteilungsfiguren nicht ausgezeichnet. *I* und *II* Prophasen der Teilung. *I* Chromatinfaden, unzerfallen. *II* in die Chromosomen zerfallen. *III* Metaphase der Teilung. Die Chromosomen sind gespalten (Äquationsteilung) und (während Anaphase) im Begriff, zu den Polen befördert zu werden. *IV* Chromatinfaden der Tochterkerne.

Zellteilung und ist von Lotsy gegeben worden, das zweite (Abb. 21) auf die Reifungsteilungen. Das letztere Bild ist von mir zusammengestellt worden und stellt die Chromosomenverteilung auf Grundlage jener Erklärung der Reifungsteilungen dar, die Strasburger gibt. Bei beiden Bildern ist, um die schematische Darstellung zunächst möglichst einfach zu gestalten, die Annahme beispielsweise gemacht, daß der Kern der vegetativen Zelle nur zwei Chromosomen, ein von der ♀ und ein vom ♂ stammendes, aufweist.

Die letzte Figur der Abb. 21 läßt uns, da sie mit der Annahme von nur zwei Chromosomen der ruhenden Kerne ge-

---

[1]) S. unter: Mendels Gesetze.
[2]) Flora 1904, Heft II.
[3]) Tischler: Arch. f. Zellforsch., 1908, S. 123. — Haecker: Kernplasmahypothese: Allg. Vererb., 2. Aufl., S. 372.

zeichnet ist, noch keine solche Verteilung ♀ und ♂ Chromosomen auf die vier Geschlechtszellen, die zu Kombinationen führt, erkennen. Sie zeigt aber, wie bei Bastardierung zweier Formen, die sich nur durch eine Eigenschaft unterscheiden, sich die Bildung verschieden veranlagter Geschlechtszellen erklären läßt. Man kann — wieder von den übrigen Chromosomen abgesehen — für das ♀ Chromosom in Abbildung 21 Anlage für rote Blütenfarbe, für das ♂ Chromosom Anlage für die weiße Blütenfarbe setzen, um die Darstellung so in Einklang mit einem Beispiel (Tafel I, links) zu bringen. Wird dieselbe Darstellung für mehrere

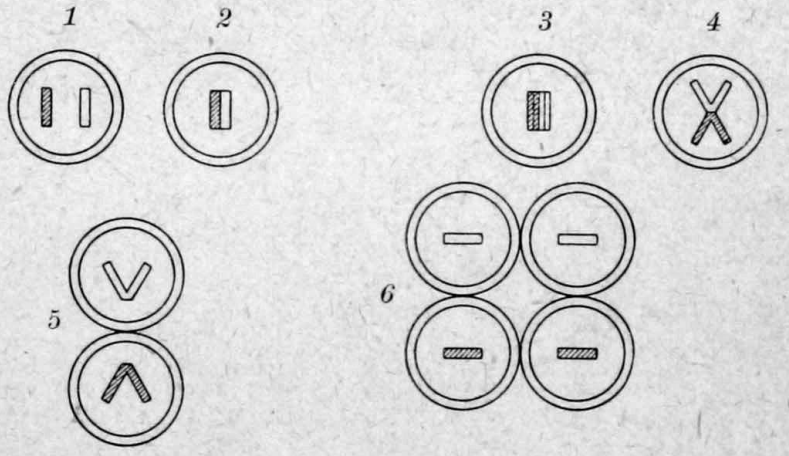


Abb. 21. Schematische Darstellung der Verteilung der Chromosomen bei der Geschlechtszellenbildung.

Die Teilungsvorgänge sind nach Strasburgers Erklärung zugrunde gelegt. Annahme ist, daß der Kern der vegetativen Zelle nur zwei Chromosomen, ein ♀ und ein ♂, besitzt. ▨ = ♀, ▯ = ♂ Chromosom, großer Kreis = Zelle, kleiner innerer Kreis = Zellkern. *1* Zwei Chromosomen, *2* Vereinigung je eines ♀ und eines ♂ Chromosom in den Prophasen der heterotypischen Teilung, *3* vorbereitende Längsspaltung eines jeden der vereinigten Chromosomen ohne Trennung der Spalthälften, *4* und *5* heterotypische Kernteilung, Reduktion der Zahl nach. Die Spalthälften sind nicht Chromosomenhälften, sondern ganze, vorbereitend gespaltene Chromosomen (siehe *2*), *6* die zwei homöotypischen Zellteilungen, die zu den vier Gonen führen.

Chromosomen gegeben, so sieht man, daß bei der Verteilung der Chromosomen verschiedene Kombinationen möglich sind; es können dabei selbst alle ♀ oder alle ♂ Chromosomen zu nur einem der neuen Kerne wandern.

Wir werden einen Einblick in diese Verhältnisse gewinnen, wenn wir den Erklärungsversuch für eine Bastardierung zusammenstellen, bei welcher wir zwei Eigenschaften unterscheiden. Es sei das Beispiel (Tafel VII) hohe rotblühende ♀ × niedere weißblühende Erbse in ähnlicher Weise dargestellt [1]).

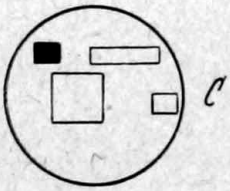
[1]) Hier ist die ältere Erklärung für rot und weiß nach der Faktorentheorie verwendet, Anlage für rot und Fehlen der Anlage für rot.

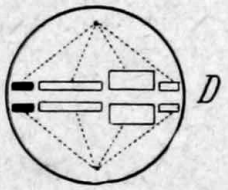
Auch hier werden nur die Chromosomen betrachtet, in welche man die Anlagen für diese Eigenschaften verlegt denkt; tatsächlich hat die Erbse ja zwölf Chromosomen. Daß die Chromosomen verschieden geformt und gefärbt dargestellt werden, soll nur die Übersichtlichkeit erhöhen. Wenn auch tatsächlich in einigen Fällen verschieden geformte Chromosomen in einer Pflanze betrachtet worden sind, entspricht im gegebenen Fall die Darstellung keinem derartigen Verhalten. In Abb. 22 stellen *A* und *B* je eine vegetative Zelle der Eltern dar, *C* eine solche des Bastardes, welch letztere die den elterlichen Eigenschaften — eigentlich Anlagen — entsprechenden Chromosomen gemengt enthält. Eine gewöhnliche typische Teilung einer vegetativen Zelle des Bastardes verläuft nach dem Schema (Abb. 20) mit Teilung eines jeden Chromosoms (Abb. 22, *D*). Bei der heterotypischen oder Reduktionsteilung findet eine Paarung der Chromosomen statt (Doppelchromosome), bei welcher sich die korrespondierenden Chromosomen zusammenfinden: E_1 und E_2. Bei der Teilung selbst werden dann nicht Hälften von Chromosomen, sondern die Hälften der Doppelchromosomen, ganze, wenn auch schon vorbereitend gespaltene Chromosomen verteilt. Die beiden homöotypischen Teilungen, die dann zu vier Geschlechtszellen führen: E_3—E_6, zeigen die Verteilung der Anlagen, wie sie dieser dihybriden Bastardierung entspricht (Abb. 22).

Verschiedenheit der Geschlechtszellen und somit verschiedene Vererbung wird schon durch die Reduktionsteilung ermöglicht, bei welcher, wie wir gesehen haben, ganze Chromosomen ausgetauscht werden. In einem Chromosom müssen die Anlagen für mehrere Eigenschaften vorhanden sein[1]), nur so kann bei der Selbständigkeit der meisten Eigenschaften, welche durch die Bastardforschung erwiesen ist, die in manchen Fällen bescheidene Zahl von Chromosomen einer Form ausreichen. Jedes Chromosom besteht aus Teilchen Chromomeren, deren jedes mehreren Anlagen entspricht. Auch diese Chromomeren korrespondierender Chromosomen werden bei Verschiedenartigkeit derselben bei ♀ und ♂ miteinander in Beziehung treten und eine Verschiedenheit der Geschlechtszellen bedingen können. Die Gelegenheit für eine solche Wechselwirkung ist am besten in der Synapsis gegeben, wenn die Anlage für eine Eigenschaft in dem ♀ Chromosom

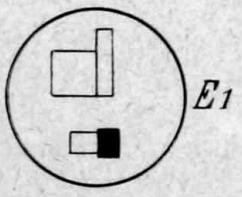
[1]) Boveri: Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkernes. 1901.

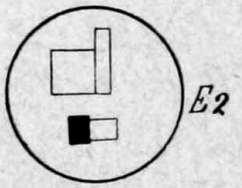
A = vegetative Zelle des einen Elters, *B* des andern, *C* des Bastards.



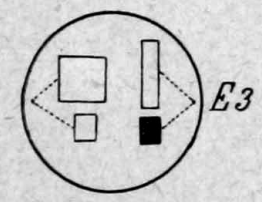


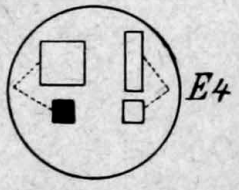
D = vegetative Zellteilung des Bastards.



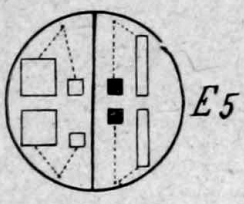


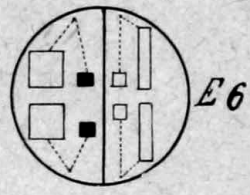
E_1 oder E_2 = Prophasen der Reduktionsteilung.



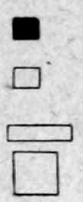


E_3 oder E_4 = je Reduktionsteilung des Bastards.





E_5 oder E_6 je die zwei homöotypischen Zellteilungen bei den Reifungsteilungen des Bastards.

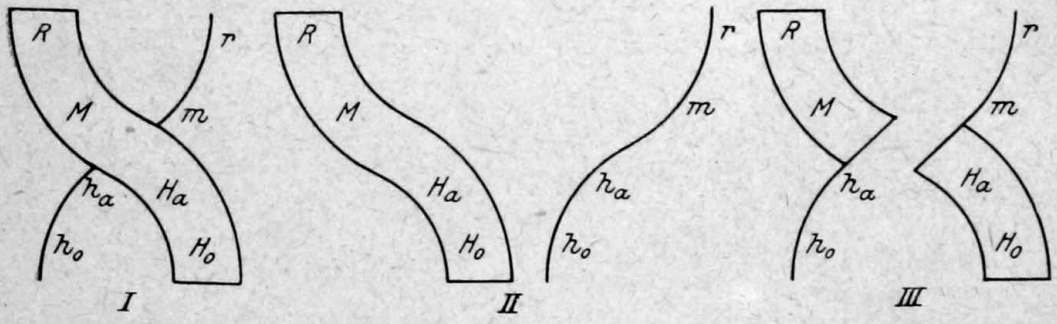


Chromosom mit Anlage für rote Blütenfarbe.
„ „ „ „ weiße „ (Fehlen von Rot.)
„ „ „ „ niederen Wuchs (Fehlen der Anlage für hoch).
„ „ „ „ hohen Wuchs.

Abb. 22. Schematische Darstellung der Verteilung der Chromosomen bei einer Bastardierung.

der Anlage für dieselbe Eigenschaft in dem des korrespondierenden ♂ Chromosomes gegenüberliegt und nun ein Austausch stattfinden kann[1]). Morgan stellt sich den Austausch so vor, daß in der Sinapsis, in welcher die Chromosomen sich an einer Stelle oder mehreren umwinden, kreuzen, gelegentlich Anlagen, bzw. Chromomeren zwischen denselben ausgewechselt werden können: „crossing over“ [2]).

Sind beispielsweise die Anlagen für rote Blüte, Marmorierung der Samen und Behaarung und hohen Wuchs der Pflanzen: *R*, *M*, *Ha*, *Ho*, in einem Chromosom vorhanden, das Fehlen dieser Anlagen: *r*, *m*, *ha*, *ho*, in dem homologen des anderen Elters, so kann, nach der Umwicklung (I), die Trennung so erfolgen, wie in Schema II, aber auch (crossing over) wie in Schema III.



I_1 Verhalten qualitativer Eigenschaften in F_1.

Die Individuen von F_1 sind untereinander gleich, wenn die Eltern rein vererbende Formen waren, und die Verbindung gibt nach beiderlei Verbindungsweisen der Eltern dasselbe.

Nach Mendels Erklärung betrachtet, ist das weitere Verhalten dabei das folgende:

Von den beiden Eigenschaften eines Paares kann

1. die eine ausschließlich erscheinen: Dominanz, dominierende Eigenschaft, einseitige Vererbung.

---

[1]) de Vries: Befruchtung, 1903. Strasburger: Jahrb. f. wiss. Bot. 1908, S. 479. — Montgomery: Trans. Amer. Phil. Soc. 1901, Vol. 20. — Haecker: Allg. Vererb., S. 335 u. f. Daß eine Gegenüberlagerung der Chromosomen auch fehlen kann, ist als Ausnahme bei Tauben- und Schmetterlings- (Pygaera-) Bastarden (Federley: Zeitschr. f. ind. Abstamm.) und bei Pflanzen bei Polypodium aureum ♀ und P. vulgare (Farmer und Dingby: Ann. of. Bot., 1910, S. 191) beobachtet worden.

[2]) The mechanism. Die Forschungen Morgans legten den Grund zu den Versuchen, zu einer Topographie der Chromosomen zu gelangen (Morgan, Baur, v. Ubisch). Trow, Journ. Genetics V, 1916, S. 281, lehnt solche Versuche ab.

Rote Blütenfarbe von Pisum arvense, der Futtererbse gibt mit weißer Blütenfarbe von Pisum sativum, der Saaterbse in F_1 rote Blütenfarbe (Tafel I).

Als Ausnahmefälle wurde bei Pflanzen selbst Wechsel der Dominanz im Alter gegen Jugend [Tabak, Paprika Capsicum annuum][1]), bei Tieren solche auch nach Geschlecht beobachtet.

Von Zederbauer wurde (bei Erbse) beobachtet, daß die gewöhnlich beobachtete Dominanz um so mehr gestört, selbst in Rezessivität verwandelt wird, je verschiedener das Alter der bastardierten Blüten ist[2]). Sehr erhebliche Änderungen äußerer Verhältnisse konnten Tower beim Coloradokäfer auch Störungen der Dominanz geben[3]).

2. jede in abgeschwächtem Grade zur Wirkung kommen: reine Mittelbildung oder Zwischenbildung (de Vries). Beide entsprechen der Verschmelzung und Vereinigung Kerners, sind intermediäre Vererbung. Zwischenbildung mit stärkerer Anlehnung an einen der Elter wird als goneokline Vererbung bezeichnet.

Begrannung gibt mit Grannenlosigkeit bei gemeinem Triticum vulgare Weizen in F_1 Zwischenbildung (gegen Dominanz von Grannenlosigkeit) (Tafel IV).

3. jede voll neben der anderen erscheinen: Mengung: gleich Mosaik Strasburgers, Mengung Kerners, Mosaik und Naudinsche Vererbung Blaringhems.

Beispiele für Mosaikbildung: Bei der Bastardierung Mirabilis Jalappa × M. longiflora, neben Pflanzen mit purpurnen und solchen mit weißen Blüten, auch Pflanzen mit panachierten Blüten, bei welchen Purpur und Weiß in Blumenblättern und Staubblättern nebeneinander auftrat[4]). Ein Nebeneinander von Blütenfarben auch bei Medicago sativa ♀ × mit Medicago falcata ♂, Blüte blau und gelb nebeneinander, aber auch, als Vereinigung der Farben, grün. Bei Bastardierung von chinesischem Mais mit wachsartigem Endosperm × gewöhnlichem Mais mit hornigem Endosperm besteht Korrelation zwischen Endospermbeschaffenheit und Farbe der Aleuronschichte. Letztere trat bei einigen Körnern als Mosaik auf und — der Korrelation entsprechend — zeigte das Endosperm gleichlaufende Flecken von wachsig und hornig[5]).

Bei dem Bastard von Vitis aestivalis und V. labrusca befinden sich nach Millardet Spaltöffnungsformen, welche für die Mutter, solche,

---

[1]) Ikeno: Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1913, X, S. 99.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II, 1913, S. 1. — Verhandl. zool. bot. G. Wien, 1917, S. 81.

[3]) Biological Bull. 1910.

[4]) Naudin: Nouv. Archives du Muséum d'histoire naturelle de Paris, 1865, S. 33. Nach Correns war die betreffende Bastardierung eine solche zwischen zwei Rassen von M. Jalappa.

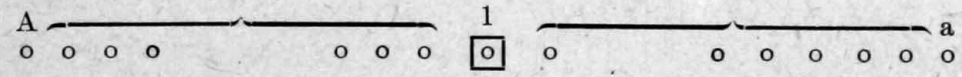
[5]) Collins: U. S. Dep. of Agr., Plant. Ind. Circ. 132, 1913, S. 19.

welche für den Vater charakteristisch sind, aber auch intermediäre[1]). Bei Bastardierung von weißem mit blauem Mais im Bastard-Endosperm Flecken mit verschiedenen Mittelbildungen zwischen diesen Farben nebeneinander[2]). Bei dem Bastard Cornus mas × C. album in einzelnen Trieben Mittelbildung, in anderen Nebeneinander bei Struktureigentümlichkeiten der Eltern[3]). Mosaikbildung bei Samenfarben, bei einzelnen Fisolen Bastardierungen[4]), bei Blütenfarbe von Paprika[5]). Mosaik ist nur dann Variation, wenn die abweichenden Teile auch abweichend vererben.

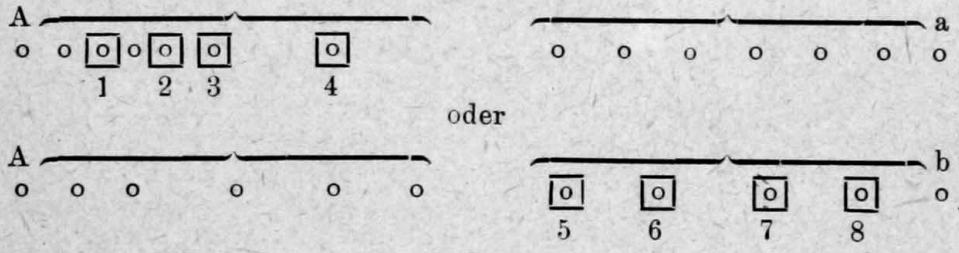
Der Mosaikbildung an die Seite zu stellen ist die vegetative Spaltung, gleichgiltig ob sie in F_1 oder später bei heterozygotischen Individuen in Erscheinung tritt.

Bei Veronica longifolia (mit blauen Blüten) × V. longif. alba (mit weißen Blüten) nach de Vries (IV, 172) auch Trauben, welche auf einer Seite weiße, auf der anderen Seite blaue Blüten tragen. Ich beobachtete in einer späteren Generation nach einer Bastardierung von weiß- mit lilablühender Vicia villosa ein Individuum mit weißen Blüten, welches aber eine Traube trug, bei welcher bei allen Blüten die eine Längshälfte weiß, die andere lila war.

Für die weitaus häufigeren Erscheinungen des Falles eins und zwei drückt Correns die gesamten Möglichkeiten des Verhaltens graphisch in der Weise aus, daß er für die beiden Eigenschaften A und a je einen Punkt (hier statt der Punkte Ringe) und dazwischen eine Reihe solcher annimmt, welche die möglichen Stellungen der Eigenschaften im Bastard anzeigen[6]). Es kann nun 1. reine Mittelbildung zwischen den beiden Eigenschaften eintreten (Stellung 1):



oder es kann 2. einseitige Näherung gegen eine der Eigenschaften sich zeigen, Stellung 1, 2, 3, 7, 8, oder nur näherliegende Stellung 4, 5, 6 (die näher der Mitte zu liegenden dieser Stellungen auch noch zu Mittelbildung gerechnet, wenn diese weiter gefaßt wird):



oder es kann 3. eine der elterlichen Eigenschaften im Bastard rein zur Geltung kommen: Dominanz (Stellung 1 oder 2):

---

[1]) Mémoires d. l. soc. d. sciences, Bordeaux, 1894, S. 372.

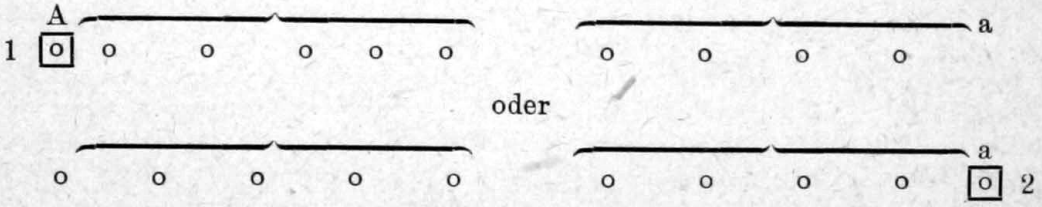
[2]) Correns: Bibl. Bot. Heft 53. — Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1903, S. 198.

[3]) Compt. rend. de l'acad. d. sc. Paris 1898, Bd. 111.

[4]) Emerson: 15. Ann. Rep. Nebraska Agr. Exp. St.

[5]) Ikeno: Zeitschr. f. ind. Abstamm. u. Vererb., Bd. 10, 1913, S. 99.

[6]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 71.



Hurst stellte bei Orchideenbastarden Zählungen bezüglich der Häufigkeit der einzelnen Möglichkeiten an. Er fand, daß von 4548 Eigenschaftenpaaren 2281 goneokline und einseitige Bildungen, 2267 Mittelbildungen geben, faßt aber den Begriff der Mittelbildung weit, zwischen $^3/_4\,A$ und $^3/_4\,a$ [1]). Die von Hurst gefundene Gruppierung würde der Wahrscheinlichkeitsregel entsprechen; es wären alle Zusammentrittsarten gleich gut möglich.

Die Schwierigkeiten einer objektiven Beurteilung der Mittelbildungen, besonders bei Farben, hat Correns nachgewiesen [2]).

Bei Betrachtung nach der Faktorentheorie ist die Erklärung des Verhaltens in F_1 gegeben, wenn innerhalb eines Paares: Vorhandensein und Fehlen einer Anlage, das Vorhandensein als dominierend betrachtet wird und die gegenseitigen Beziehungen der Anlagen verschiedener Anlagenpaare zueinander in Betracht gezogen werden (siehe Neuheiten). Für den Fall 2, S. 145, ist die weitere Annahme notwendig, daß einmaliges Vorhandensein einer Anlage schwächer wirkt (Zwischenbildung) als doppeltes (Tafel IV rechts: H gegen HH).

I_2 Verhalten qualitativer Eigenschaften in F_2 und F_3 nach Selbstbefruchtung.

Als das Wesentlichste bei dem Verhalten der F_2 ist oben, in den zwei Beispielen (Tafel I und IV) schon für das einzelne Paar die von anderen Paaren unabhängige Spaltung je der Anlagen für die zwei Eigenschaften oder nach der Faktorentheorie je der Anlage mit ihrem Fehlen bezeichnet worden.

Ob Individuen von F_2 weiter in F_3 spalten, hängt von ihrer Veranlagung ab, die in dem Kombinationsschema zur Darstellung gelangt und bei getrenntem Anbau der Nachkommenschaft einer jeden F_2-Pflanze in F_3 erkannt wird.

Nur in seltenen Fällen lassen kleine Unterschiede die spaltenden von den nicht spaltenden Individuen schon in F_2 trennen [3]).

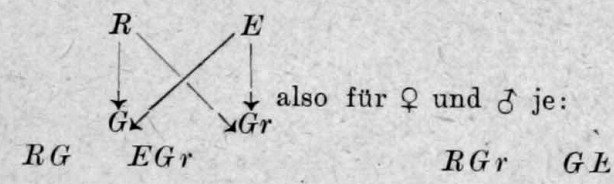
---

[1]) Journal of the r. hort. soc. XXVI, S. 688.
[2]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1903, S. 133.
[3]) Correns: Sitzungsber. preuß. Akad. d. Wissensch. XI, 1918, S. 221.

Der einfachste Fall des Verhaltens nach einer Bastardierung ist bereits oben in den zwei Beispielen dargestellt worden. Bei demselben war der Unterschied der beiden Elter durch die zwei Eigenschaften eines Eigenschaftenpaares oder nach der Faktorentheorie durch Vorhandensein und Fehlen einer Anlage, bedingt, es war eine monohybride Bastardierung.

Das Verhalten von Bastardierungen mit zwei oder drei unterscheidenden Eigenschafts- bzw. Anlagenpaaren, also jenes di- und trihybrider Bastardierungen, mit auch noch einfacher Spaltung nach 3 : 1 (bei Zwischenbildung 1 : 2 : 1) sei im Anschluß daran vorgeführt. Während bei der monohybriden Bastardierung in den einfachen Fällen, wie sie den gegebenen Beispielen entsprechen, nichts Neues entsteht, sind bei di- und trihybrider Bastardierung neue Kombinationen von Eigenschaften bzw. Anlagen möglich.

Für dihybride Bastardierungen dient das Beispiel der Bastardierung einer rund- (kugelig) und gelbsamigen Erbse mit einer eckigrunzelig- und grünsamigen (Tafel III unten). Nach Mendelscher Erklärung stehen sich gegenüber bei dem gelbsamigen ♀ Elter Anlagen für gelb und rund (kugelig) *G* und *R*, bei dem grünsamigen ♂ Anlagen für grün und eckig *Gr* und *E*. F_1 wird durch den Zusammentritt *G R Gr E* gebildet, und da gelb über grün und rund über eckig dominiert, wird F_1 gelb und kugelig sein. Die von F_1 bei der Spaltung gebildeten Geschlechtszellen sind, da nur Anlagen verschiedener Paare in den Geschlechtszellen zusammentreten können:



Durch Verschieben der Streifen, auf welche dieselben aufgeschrieben werden, wird, in der bei dem Beispiel für das Pisum-Schema erwähnten Weise, das Kombinationsschema (Tafel III unten) gebildet, das die Folge der Zusammentritte, also die F_2, erkennen läßt.

Neu ist im Beispiel, daß F_1 und F_2 hier scheinbar andere Bedeutung haben. Die Farbe der Erbsensamen wird im Beispiel durch die Färbung und Beschaffung des Embryos bedingt, die sich durch die Samenschale hindurch geltend macht, die F_1 ist demnach für diese Eigenschaften schon an der bastardierten Mutterpflanze zu erkennen, F_2 an den Samen der

F_1-Pflanzen. Es sind die Samengenerationen an Stelle der Pflanzengenerationen zu betrachten. Ist grün bei der Mutter, so werden Embryoxenien gebildet.

Das Spaltungsverhältnis bei dihybrider Bastardierung: 9 : 3 : 3 : 1 (im Falle von Zwischenbildung [3 + 6] : 3 : [1 + 2] : 1) ergibt sich aus der Kombination der Spaltungszahlen für jedes einzelne Eigenschaftenpaar (3 : 1), im Beispiel der Tafel III unten und in Prozenten ausgedrückt:

25 *R*			50 *R*(*E*)			25 *E*		
6,25	12,5	6,25	12,5	25	12,5	6,25	12,5	6,25
G	*G*(*Gr*)	*Gr*	*G*	*G*(*Gr*)	*Gr*	*G*	*G*(*Gr*)	*Gr*

Die Individuen mit der rezessiven Eigenschaft vererben, so wie bei monohybrider Bastardierung für diese Eigenschaft voll, ebenso ein Drittel der F_2-Individuen mit der dominierenden Eigenschaft für diese.

Man ersieht auf Tafel III unten, daß von F_2 auf F_3 nach ihrer Veranlagung voll vererben werden die F_2-Verbindungen: 1 für rund und gelb, 2 und 5 für rund, 4 und 13 für gelb, 6 für rund und grün, 7 und 10 für grün, 11 für eckig und grün, 12 und 15 für eckig, 16 für eckig und gelb. Dagegen werden 3, 8, 9 und 14 für keine der vier Eigenschaften voll vererben. — Nach der Hypothese von Vorhandensein und Fehlen vererben für ein Paar voll, jene mit Fehlen der Anlage und ein Drittel der F_2-Individuen mit Vorhandensein der Anlage, jene, in welchen das Vorhandensein von beiden Eltern übertragen wurde.

Für trihybride Bastardierung sei nur das Schema der Zusammentritte mit beliebig gewählten Buchstaben gegeben:

Die Form I mit Geschlechtszellen: *A b C*♀, *A b C*♂ wird bastardiert mit der Form II mit Geschlechtszellen: *a B c*♀, *a B c*♂.

Es ergibt sich F_1 als *A a B b C c* veranlagt und mit Geschlechtszellen, die, wie in dem Beispiel für das Pisum-Schema, gleich auf Papierstreifen geschrieben werden und das folgende (nicht mehr voll ausgefüllte) Kombinationsschema geben (siehe nächste Seite oben).

Die Ergebnisse der Zusammentritte sind im Schema vollständig nur für die Vereinigung der ♂ Geschlechtszellen *A B C* mit allen ♀ eingesetzt. Von den Vereinigungen sind jene unter

1 einheitlich veranlagt, homozygotisch für *ABC*, vererben daher für *ABC* voll,
2 „ „ „ „ *ABc* „ „ „ *ABc* „
3 „ „ „ „ *AbC* „ „ „ *AbC* „
4 „ „ „ „ *ACB* „ „ „ *ACB* „
5 „ „ „ „ *Abc* „ „ „ *Abc* „
6 „ „ „ „ *aBc* „ „ „ *aBc* „
7 „ „ „ „ *abC* „ „ „ *abC* „
8 „ „ „ „ *abc* „ „ „ *abc* „

♀↓ ♂→	*ABC*	*ABc*	*AbC*	*aBC*	*Abc*	*aBc*	*abC*	*abc*
ABC	*ABC* / *ABC* 1							
ABc	*ABC* / *ABc*	*ABc* / *ABc* 2						
AbC	*ABC* / *AbC*		*AbC* / *AbC* 3					
aBC	*ABC* / *aBC*			*aBC* / *aBC* 4				
Abc	*ABC* / *Abc*				*Abc* / *Abc* 5			
aBc	*ABC* / *aBc*					*aBc* / *aBc* 6		
abC	*ABC* / *abC*						*abC* / *abC* 7	
abc	*ABC* / *abc*							*abc* / *abc* 8

Auch bei mehr als drei unterscheidenden Eigenschaften gewinnt man den besten Einblick in die möglichen Zusammentritte und ihre Folgen, wenn man die Veranlagung der Geschlechtszellen in der nun schon dreimal geschilderten Weise aufschreibt und die Zusammentritte in die Vierecke einträgt. Will man nur die Zahlen für die sichtbaren Folgen der Zusammentritte erhalten, so kann man das schon in früheren Auflagen gegebene Schema (S. 159 oben) fortsetzen. Die Gesamtzahl der Zusammentrittsfolgen ergibt sich durch Rechnung, die gleich folgt.

Wenn mit n die Zahl der Eigenschaftenpaare bezeichnet wird, deren Eigenschaften eine Unterscheidung der zwei bastardierten Formen ermöglicht, so ist:

2^n die Zahl der konstant werdenden, äußerlich voneinander unterscheidbaren Verbindungen, bei Dominanz zugleich die Zahl der möglichen Arten von Geschlechtszellen,

3^n die Zahl der spaltenden und nicht spaltenden Verbindungen,
4^n die Zahl der möglichen Verbindungen der Geschlechtszellen und damit die geringste Zahl von Individuen, die notwendig ist, um in F_2 alle Verbindungsarten zu erhalten.

Die Individuen, welche die verschiedenen Anlagen enthalten (Bastardindividuen), werden in den folgenden Generationen verhältnismäßig immer weniger. Sie betragen in der n. Generation $\frac{100}{2^{n-1}}$ % aller Nachkommen der Individuen der ersten Generation.

Entsprechend diesen Ableitungen sind die Zahlen bei 1, 2, 3, 4 unterscheidenden Eigenschaftenpaaren die folgenden:

	a[1])	b[1])	c[1])	d[1])	
Zahl der unterscheidenden Eigenschaftenpaare . . .	1	2	3	4	n
Zahl der verschieden veranlagten Geschlechtszellen	2	4	8	16	2^n
Zahl der möglichen Verbindungen der Geschlechtszellen, zugleich geringste Individuenzahl, die in F_2 alle Verbindungsarten liefert	$4^1=4$	$4^2=16$	$4^3=64$	$4^4=256$	4^n
Zahl der verschieden veranlagten spaltenden und nichtspaltenden Verbindungen	$3^1=3$	$3^2=9$	$3^3=27$	$3^4=81$	3^n
Zahl der möglichen konstant werdenden Verbindungen bei Dominanz	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$	$2^4=16$	2^n
Zahl der weiter spaltenden Verbindungen	1	5	19	65	4^n-2n

Beispiel für a: Blaublühende mit weißblühender, schmalblätteriger Lupine gibt nur die zwei Formen, welche den Eltern entsprechen (eigene Bastardierung).

Beispiel für b: Weißsamiger dunkelrot blühender Mohn mit grausamigem, weißlila blühendem gibt vier konstante Formen, zwei den Eltern entsprechende und zwei neue Kombinationen: weißsamig mit weißlilaer Blüte und grausamig mit dunkelroter Blüte (eigene Bastardierung).

---

[1]) $(3+1)^n$ gibt entwickelt in den Koeffizienten die Zahlen, welche bei Dominanz und, wenn eine Anlage einer Eigenschaft entspricht, das Verhältnis der äußerlich voneinander unterscheidbaren Verbindungen darstellen:

für a: $(3+1)^1 = 3+1 = 3:1$
für b: $(3+1)^2 = 3^2 + 2\cdot 3 + 1 = 9:3:3:1$
für c: $(3+1)^3 = 3^3 + 3\cdot 3^2 + 3\cdot 3 + 1 = 27:9:9:9:3:3:3:1$
für d: $(3+1)^4 = 3^4 + 4\cdot 3^3 + 6\cdot 3^2 + 4\cdot 3 + 1 = 81:27:27:27:27:9:9:9:9:9:3:3:3:3:1$.

Beispiel für c: Weißer unbegrannter, bespelzter (Spelz-)Weizen mit rotem begrannten, unbespelzten (Nackt-)Weizen gab zwei den Eltern entsprechende Formen und sechs neue Kombinationen, und zwar: rot, unbegrannt, bespelzt — rot, begrannt, bespelzt — rot, unbegrannt, unbespelzt — weiß, unbegrannt, unbespelzt — weiß, begrannt, bespelzt — weiß, begrannt, unbespelzt [Bastardierung Rimpaus][1]).

Beispiel für d: Bei einer Bastardierung Rimpaus wurden neben den zwei den Eltern entsprechenden Formen (dieselben sind weiter unten durch Sperrung beim Satz gekennzeichnet) 14 neue Kombinationen erhalten.

Der Verlauf dieser Bastardierung war der folgende:

1885

Hordeum distichum Steudelii ♀ Kcke	Hordeum trifurcatum ♂ Schl.
zweizeilig	vierzeilig
Seitenährchen: verkümmert	Seitenährchen: fruchtbar
Grannen	sitzende Löffel
schwarz, beschalt	weiß, nackt.

Erste Generation.

Zweizeilig, Seitenährchen entwickelt, aber unfruchtbar, gestielte Löffel Spelzen der Hauptährchen schwarz, der Seitenährchen weiß, Löffel schwarz und weiß. Frucht nur stellenweise mit den Spelzen verwachsen. halbnackt.

Zweite Generation.

Zweizeilig:	Vierzeilig:
weiß, grannenlos[2]), nackt.	weiß, grannenlos, nackt.
weiß, grannenlos, beschalt.	weiß, grannenlos, beschalt.
weiß, begrannt, nackt.	weiß, begrannt, nackt.
weiß, begrannt, beschalt.	weiß, begrannt, beschalt.
schwarz, grannenlos, nackt.	schwarz, grannenlos, nackt.
schwarz, grannenlos, beschalt.	schwarz, grannenlos, beschalt.
schwarz, begrannt, nackt.	schwarz, grannenlos, nackt.
schwarz, begrannt, beschalt.	schwarz, grannenlos, beschalt[2]).

Abweichungen.

Abweichungen von den normalen Spaltungszahlen der häufigsten Schemas[3]).

Die normalen Zahlenverhältnisse bei den Spaltungen, die nach Selbstbefruchtung zu F_2 führen, können Änderungen erfahren. Solche ergeben sich bei folgenden Erscheinungen:

a) Positive Korrelation, Anlagenverkoppelung,

[1]) Landw. Jahrb. 1891.

[2]) Ist gleich Kapuze.

[3]) Haecker nimmt an, daß regelmäßiges Verhalten bei Dominanz und Spaltungszahlen sich häufiger bei einfach verursachten, frühzeitig autonom entwickelten Merkmalen findet als bei komplex verursachten. Zeitschr. f. ind. Abstamm. XVIII, 1917, S. 1.

gametic coupling[1]), linkage und negative Korrelation, Anlagenabstoßung, gametic repulsion, spurious allelomorphism[1]). Bei der Verteilung der Anlagen auf die Geschlechtszellen bleiben dominierende Anlagen verschiedener Paare immer beisammen oder stoßen sich immer ab, gehen also immer in verschiedene Geschlechtszellen.

Emerson vereinte beide Fälle, indem er den ersten als + -Korrelation (Vorhandensein der einen und der anderen Anlage zweier Paare), den zweiten als — -Korrelation (Vorhandensein der Anlage des einen Paares und Fehlen der Anlage des anderen) bezeichnet[2]). In beiden Fällen kann als Paar ein Paar verschiedener Eigenschaften oder ihrer Anlagen nach Mendel oder ein aus Vorhandensein und Fehlen der Anlage für eine Eigenschaft gebildetes Paar verstanden werden.

Werden zwei Anlagenpaare Aa und Bb angenommen, so finden sich Geschlechtszellen in F_1 und eine Verteilung der Anlagen in F_2 wie folgt:

E:	$AB \times ab$ oder $Ab \times aB$		$AB \times ab$	$Ab \times aB$
In F_1	bei Unabhängigkeit		bei vollkommener Verkoppelung (A immer mit B)	bei vollkommener Abstoßung (A nie mit B)
Geschlechtszellen ♀	AB, ab, Ab, aB		$AB,$ ab	$Ab,$ aB
„ „ ♂	AB, ab, Ab, aB		$AB,$ ab	$Ab,$ aB
In F_2	Ab	3	—	1
Folgen der Zusammentritte der Geschlechtszellen[3])	AB	9	3	2
	aB	3	—	1
	ab	1	1	—

Bateson und Punnet schlossen sich der Ansicht Emersons an und nehmen jetzt an Stelle von Abstoßung und Verkoppelung vermehrte Bildung von Geschlechtszellen mit bestimmten Anlagen an. Dabei nehmen sie die Verteilung der Anlagen nicht für den Zeitpunkt der Reifungsteilung an, sondern verlegen dieselbe weit zurück bis in die Zeit der embryonalen Gewebe und gelangen so wieder zur Annahme von Keimbahnen[4]).

Während bei normalem Verhalten die Geschlechtszellen mit den verschiedenen Anlagen in gleicher Zahl gebildet werden, also im Beispiel

[1]) Bateson: Report to the Evolution Committee of the Royal Soc. I—III.

[2]) 24 Ann. Rep Nebraska Agr. Exp. St., 1911, S. 78.

[3]) Die Zusammentritte werden für die Darstellung so wie S. 144 ermittelt. Bei Dominanz von A und B sichtbar in den 3 Fällen $3\,A$, $9\,AB$, $3\,B$ — $3\,AB$ — $1\,A$, $2\,AB$, $1\,B$.

[4]) Journ. of Genetics, 1911, S. 293.

$Ab : AB : aB : ab$ wie $1 : 1 : 1 : 1$,

werden sie in den Fällen, die man als Koppelung und Abstoßung bezeichnete, in anderen Verhältnissen gebildet, und zwar nicht nur in jenen, die schon oben zum Ausdruck kamen (Ab und aB je 0 bei Koppelung oder AB und $ab = 0$ bei Abstoßung) und die vollkommener Koppelung und Abstoßung entsprechen, sondern auch bei unvollkommener Koppelung:

$Ab : AB : aB : ab$ wie $1 : n : 1 : n$

und bei unvollkommener Abstoßung:

$Ab : AB : aB : ab$ wie $n : 1\,n : 1$,

wobei n oft 3, 7, 15, 31, 63 ist.

Vollkommene Koppelung fand Baur bei Akelei Aquilegia[1]). Emerson stellte bei Mais vollkommene Koppelung zwischen Färbung der Fruchthaut und Färbung der Spindel fest, wenn die dominierenden Eigenschaften alle bei einem Elter vereint waren, Abstoßung, wenn sie auf beide Elter verteilt waren[2]). Bateson und Vilmorin fanden bei Erbse unvollkommene Koppelung zwischen Rankenbildung und Kugeligkeit der Samen. [Geschlechtszellen wie 1 : 63 : 1 : 63 gebildet][3]), Baur bei Löwenmaul Antirrhinum Koppelungen mit Geschlechtszellenbildung 1 : 7 : 1 : 7, aber auch 1 : 3 : 1 : 3 und selbst 1 : 6 : 1 : 6[1]). Trow bei Baldgreis Senecio solche mit 1 : 2 : 1 : 2[4]).

Bei zwei Paaren, Dominanz und einer Koppelung mit $n = 3$ als Beispiel wäre die Zahl der verschiedenen Verbindungen auf bekannte Weise (S. 144) zu ermitteln, indem auf die beiden Streifen nicht Ab, AB, aB und ab, sondern Ab, AB, AB, AB, aB, ab, ab, ab zu schreiben wäre. Die Zahl der in F_2 erscheinenden Verbindungen wäre statt 3 : 9 : 3 : 1 nun:

	Ab	AB	aB	ab
1. bei Koppelung:				
bei n (siehe oben) = 3	7	41	7	9
allgemein	$2n + 1$	$3n^2 + 4n + 2$	$2n + 1$	n^2
2. bei Abstoßung:				
bei $n = 3$	15	33	15	1
allgemein	$n^2 + 2n$	$2n^2 + 4n + 3$	$n^2 + 2n$	1[5])

Für die von Morgan gegebene Erklärung der Koppelung durch „crossing over“ findet v. Ubisch die von Bateson und Punnet ge-

[1]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. VI, S. 201. — Über die Unterscheidung von vollkommener und unvollkommener Koppelung s. Baur: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1918, S. 107.

[2]) Ann. Rep., Nebraska Agr. Exp. St., 1911. S. 78.

[3]) Proceedings Roy. Soc., 1911, Bd. 84.

[4]) Journ. of Genetics, 1912, S. 239.

[5]) Ausrechnung der Zahlen für verschiedene Werte von n bei Baur: Einführung, 2. Aufl., S. 157 u. 160, Johannsen: Elemente, 2. Aufl., S. 571 u. 573.

gebenen Zahlen zutreffender als für die oben erwähnte Emersonsche[1]). In einem Chromomer liegende Anlagen sind danach vollkommen gekoppelt, in verschiedenen Chromomeren eines Chromosoms hintereinander liegende Anlagen unvollkommen. Geht bei crossing over ein Chromomer in das homologe Chromosom des anderen Elters, so ist für die Anlagen desselben die Koppelung gelöst.

Einen Fall einer Umkehrung einer Koppelung teilten Collins und Kempton mit. Wachsigkeit des Endosperms des chinesischen Maises war mit Farblosigkeit des Endosperms verkoppelt, wenn die bei der Bastardierung verwendete Form des chinesischen Maises farbloses Endosperm hatte, mit Färbung, wenn diese gefärbtes hatte[2]).

b) Geschlechtsbegrenzte Vererbung, bei welcher die Spaltung so verläuft, daß eine sichtbare Eigenschaft nur bei Individuen des einen Geschlechtes, die andere bei jenen des anderen Geschlechtes auftritt, ist bei Tieren einige Male, bei Pflanzen seltener, beobachtet worden[3]). Sie wird als eine der Stützen der Annahme der mendelnden Vererbung des Geschlechtes betrachtet und ist auch als Korrelationserscheinung aufzufassen. Die das Geschlecht bestimmende Anlage ist positiv oder negativ mit einer Anlage für eine andere Eigenschaft verbunden.

c) Reduplikation. Vermehrte Bildung von Geschlechtszellen mit einer Art Veranlagung kann sich auch bei nur einem Anlagenpaar zeigen und führt dann auch zu anderen Zahlen.

Statt Geschlechtszellen *A* und *a* in gleicher Zahl zum Beispiel: *A*, *A*, *a*, dann, statt 3 : 1 Spaltung, Spaltung 8 : 1.

d) Prohibition (Gametenprohibition). Geschlechtszellen mit bestimmter Veranlagung treten entweder nicht zusammen oder: Eliminierung, die betreffende Verbindung stirbt allgemein frühzeitig ab, oder ist empfindlicher gegenüber bestimmten äußeren Einwirkungen und stirbt bei Herrschen solcher eher.

Geschlechtszellen *A A* werden zum Beispiel nicht gebildet (Prohibition), nur *A a* und *a a*. So tritt bei Anlage für Rotnervigkeit, *R*, bei Oenothera *R* nicht mit *R* zusammen[4]). Bei Urtica urens peraurea sterben die Homozygoten frühzeitig ab[5]), bei Lein bei Bastardierung einer bestimmten

---

[1]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIX, 1918, S. 193.

[2]) Confér. de Génétique, Paris 1911, 1913, S. 347.

[3]) Baur: Zeitschr. f. ind. Abstamm. VIII, 1912, S. 335 (Melandrium). — Über die hier nicht behandelte Frage der Geschlechtsvererbung als solcher: Correns und Goldschmidt: Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechts.

[4]) Heribert Nilsson: Oenothera, S. 27, 102.

[5]) Correns: Preuß. Akad. d. Wiss. 1918, XI, S. 257.

weißblühenden Form mit einer blaublühenden, die weißblühenden, ausgespalteten (Eliminierung)[1]).

Bei bestimmten Weizenlinien gaben de Vilmorin niedere Pflanzen immer niedere und hohe, hohe immer hohe. Es wird angenommen, daß von den homozygoten hohen, heterozygoten niederen und homozygoten niederen Verbindungsfolgen, die letzteren nicht entstehen: Prohibition oder frühzeitig absterben: Eliminierung[2]).

e) Zygotengenasthenie. Eine in F_1, F_2 und über F_2 hinaus wirkende Abschwächung der Anlagen, die andere Zahlenverhältnisse bringt, kann in einzelnen Fällen dadurch eintreten, daß eine bestimmte Anlage nur einmal vertreten ist[3]).

Bei Selbstbefruchtung sind die rein veranlagten Formen *A A B B C C* und *a a b b C C*, die Bastardierung *A a B b C C*, in *A a B b* ist *A* und *B* geschwächt.

f) Andere Zahlenverhältnisse ergeben sich — zwar nicht nach der innerlichen Veranlagung, wohl aber nach den erkennbaren Eigenschaften — auch bei den unter „Bildung von Neuheiten" angeführten Fällen.

g) Ein naheliegender Grund dafür, daß bei manchen Versuchen die Zahlenverhältnisse nicht so deutlich in Erscheinung treten, ist in der oft zu geringen Zahl von Individuen zu suchen.

de Vries führt unter Hinweis auf die Übung bei Keimkraftprüfung aus, daß eine Individuenzahl zwischen Drei- und Vierhunderten notwendig ist, um entsprechende Zahlen zu erhalten[4]). Daselbst auch die Begründung, die in beiden Fällen aus der Wahrscheinlichkeitslehre schöpft. Auch das Vereinzeln kann bei geringerer Zahl die Verhältnisse oft erheblich beeinflussen, indem zufällig mehr Individuen von einer Gruppe als von der anderen beseitigt werden.

h) Blaringhem fand bei Gerste auch dann abweichende Zahlen in F_2, wenn dieselben Eigenschaften bei entfernter miteinander verwandten Formen durch Bastardierung vereint wurden[5]).

So verhielten sich Formen von H. d. nutans, lockerähriger, zweizeiliger Gerste mit solchen von H. d. erectum, dichtähriger, zweizeiliger bastardiert anders, gegenüber solchen von je nutans untereinander oder je erectum untereinander bastardierten.

---

[1]) Tammes T.: Recueil d. Travaux bot. Néerland. XI, 1914, S. 54.
[2]) Journ. of Gen. III, 1913, S. 67. Nieder dominierte.
[3]) A. v. Tschermak: Biol. Zentralbl. 1917, S. 217.
[4]) Mut. II, S. 118.
[5]) Compt. rend., Paris 1909, S. 854.

i) Zederbauer stellte Erscheinen abweichender Zahlen bei Erbse, bei Bastardierung sehr verschieden alter Blüten fest[1]).

j) Unregelmäßigkeiten in den Zahlen können auch in Erscheinung treten, wenn spontane Varianten und Zwischenvarietäten mit ihrer Ausgangsform bastardiert werden.

Ersteres fand ich in einem Fall bei Lupinus angustifolius, auch schon Dominanz und Rezessivität in F, während in der Regel spontane Varianten, die durch Ausfall einer Anlage entstanden sind, sich als Rezessive verhalten, letzteres bei einer Zwischenvarietät von Senf[2]).

Hierher sind auch die Erscheinungen zu rechnen, die Bateson bei spontanen Variationen von Erbse, Pisum und Nilsson-Ehle bei solchen von Weizen, Triticum sativum, beobachtete. Bei Pisum gab spontane Variation × Ausgangsform nur spontan variierte Individuen[3]), bei Triticum lieferte die als spontane Variante beobachtete Heterozygote bei der Spaltung weniger spontan abgewichene[4]).

k) Bei Erscheinen der folgend erwähnten seltenen Spaltungsschemas müssen sich auch abweichende Zahlen ergeben, wenn keine Zusammenziehungen erfolgen.

Seltenere Spaltungsschemas.

Die beiden als Pisum-, (Erbsen-) und Zea-(Mais)-Schema bezeichneten Schemas sind die bei qualitativen Eigenschaften häufigsten.

Es finden sich aber auch Schemas der äußerlichen Erscheinung, bei welchen ein Weiterspalten eines Teiles der abgespalteten Individuen, welche die rezessive oder dominierende Eigenschaft rein zeigen, erfolgt, sowie andere, bei welchen ein Teil der Individuen, die in F_2 Zwischenbildung zeigen, weiterhin konstant voll vererbt.

v. Tschermak hat nach Untersuchung der Bastardierungsresultate, welche andere bei Getreide erhielten, sowie nach weiteren eigenen Untersuchungen die folgenden Schemas[5]) der äußerlichen Vererbung festgestellt, neben welche zum Vergleich

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II, 1913, S. 1. Das rezessive Merkmal gewann an Stärke bis zur Dominanz, je älter die Blüte war, mit welcher bastardiert worden war.

[2]) Wirkung, S. 81 u. 395.

[3]) Journ. of Genetics V, 1915, S. 13.

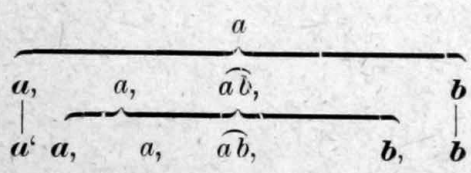
[4]) Botaniska Notiser, 1917, S. 305.

[5]) v. Tschermak III. Hier von v. Tschermak revidiert und ergänzt. Dabei a und b die beiden antagonistischen Eigenschaften eines Eigenschaftenpaares, $\widehat{ab}$ = Mittelbildung aus den beiden Eigenschaften. Die fett gedruckten Buchstaben = bereits konstante Eigenschaften. Jedes der Schemas gilt auch für die reziproke Verbindung, also $a♀ \times b♂ = b♀ \times a♂$

das bekannte Pisum-Schema, Schema VIII, und das gleich dem Pisum-Schema ausführlich besprochene Zea-Schema (V) gestellt ist. Schema VI ist das wenig ausgesprochene polonicum-, IX das Erbsenblühzeit-, X das Gerstenspelzen[1])-Schema.

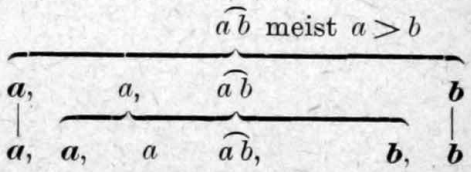
I

♀ $a \times$ ♂ b



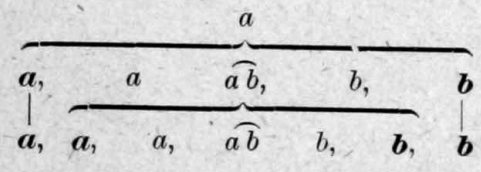
II

♀ $a \times$ ♂ b



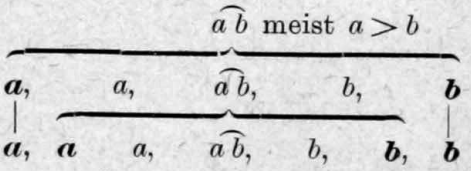
III

♀ $a \times$ ♂ b



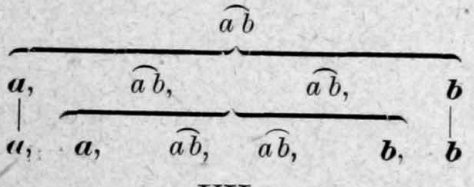
IV

♀ $a \times$ ♂ b



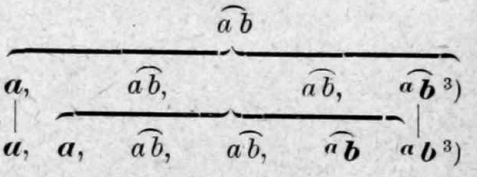
V

♀ $a \times$ ♂ b



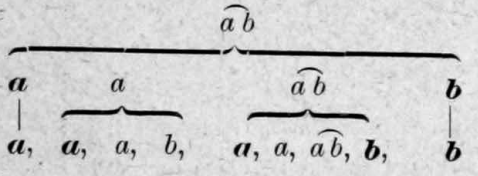
VI

♀ a[2]) $\times$ ♂ b



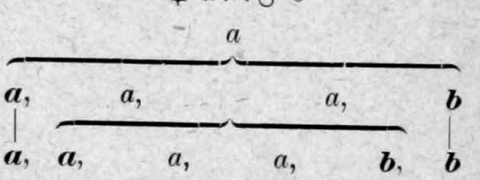
VII

♀ $a \times$ ♂ b



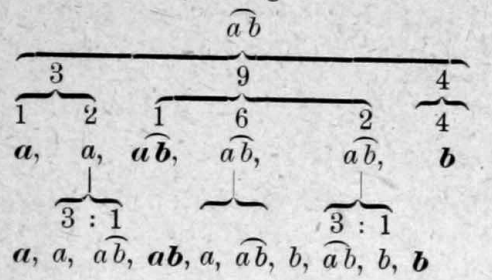
VIII

♀ $a \times$ ♂ b



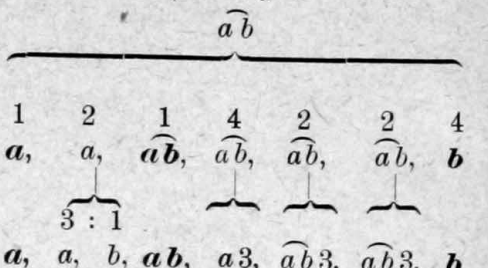
IX

♀ $a \times$ ♂ b



X

♀ $a \times$ ♂ b



Die zu dieser Seite gehörigen Noten 1—3 befinden sich auf S. 169 unten.

Die Schemas zeigen durchweg einförmige F_1, aber neben dem reinen Dominieren eines Merkmales (I, III, VIII) auch Zwischenbildung zwischen den Merkmalen eines Paares (II, IV, V, VI, VII, IX, X). In F_2 treten Spaltungen in: 1. nur Individuen mit nur einem Merkmal (VIII, reine Spaltung), oder 2. in solche mit nur einem Merkmal und solche mit Zwischenbildung (I, II, III, IV, V, VI, VII, IX und X, unreine Spaltung). In letzterem Falle können die Zwischenbildungen der F_2 sich in F_3 weiter spalten. Es kann aber auch ein Teil der reinmerkmaligen Formen der F_2 sich in F_3 weiter spalten (I, II, III, IV, VII, VIII, IX und X). Konstant bleiben von F_2 ab: 1. die Individuen mit rezessivem Merkmal und ein Teil jener mit dominantem (I, II, VIII, IX und X), 2. ein Teil der Individuen mit dominantem und ein Teil jener mit rezessivem Merkmal (III, VI), 3. alle Individuen beider reinmerkmaligen Formen (V und gewissermaßen IV). Die Mannigfaltigkeit der Schemas, die jetzt schon ersichtlich ist, erschwert die Verwertung für praktische Fälle, macht sie aber ebensowenig unmöglich wie das Auftreten von Ausnahmen bei einzelnen Fällen.

Das Schema X, das auch bei der Bastardierung Wildhafer ♀ × Kulturhafer ♂ von v. Tschermak beobachtet worden ist[1]), läßt sich nach der Faktorentheorie wie folgt erklären:

$$P \quad \begin{matrix} AB \\ AB \end{matrix} ♀ \times \begin{matrix} ab \\ ab \end{matrix} ♂$$

$$F_1 \qquad AB\ ab$$

$$F_2$$

♀ ↓ ♂ →	AB	Ab	aB	ab
AB	AB AB	Ab AB	aB AB	ab AB
Ab	AB Ab	Ab Ab	aB Ab	ab Ab
aB	AB aB	Ab aB	aB aB	ab aB
ab	AB ab	Ab ab	aB ab	ab ab

BB und B allein zeigt keine sichtbare weitere Wirkung, lassen die Form des ♂ erscheinen; A und AA äußert sichtbare Wirkung, wie sie sich bei der ♀ zeigt, dann, wenn der Faktor B doppelt vorhanden ist, dagegen Zwischenbildung, wenn derselbe nur einmal vorhanden ist.

Note 1—3 zu S. 168.

[1]) Mendel-Festschrift, S. 169.

[2]) a sind in diesem Falle die Merkmale, die sich bei Trit. polonicum finden (siehe auch IV. Band, S. 79).

[3]) a soll andeuten, daß die Eigenschaft a nur in geringem Grade zum Ausdruck kommt (siehe auch IV. Band, 3. Aufl., S. 96, Fußnote).

Zu S. 169.

[1]) Mendel-Festschrift, S. 190, Zeitschr. f. Pflanzenzücht. VI, 1918, S. 151.

Es entsprechen der ♂-Form die Verbindungen:

a b a b — weiter konstant,
2 b a a B in äußerlich erkennbaren Merkmalen konstant,
1 a a B B — weiter konstant.

Der ♀-Form die Verbindungen:

A B A B — weiter konstant.
2 A B a B

Der Zwischenform die Verbindungen:

2 A B A b
4 A B a b
1 A A b b — weiter konstant.
2 A b b a

Es bleiben somit alle den ♂ Elter gleichen Verbindungsformen konstant, dagegen nur ein Teil der Zwischenbildungen und ein Teil der der ♀ gleichen Form.

Bildung von Neuheiten.

Der einfachste Fall der Bildung neuer Formen durch die Variabilität nach Bastardierung ist der schon erwähnte, der Baur veranlaßte, die Variationen nach Bastardierung Kombinationen zu nennen. Die bei den Eltern vorhandenen Eigenschaften werden nicht nur in jenen Kombinationen wieder erscheinen, in welchen sie bei diesen vorhanden sind, sondern auch in anderen, neuen.

So erscheint in dem Beispiel, Tafel III, unten, Erbse, neben gelb, rund und eckig, runzelig, grün, auch gelb, eckig, runzelig und grün, rund oder in dem Beispiel, S. 161, Mohn, neben weißsamigem, dunkelrot blühendem und grausamigem, weißlila blühendem Mohn, auch weißsamiger, weiß blühender und grausamiger, dunkelrot blühender.

Derartige Neuheiten durch neue Kombination lassen sich sowohl nach Mendel als nach der Faktorentheorie erklären.

Bei mehrseitiger Beschäftigung mit Bastardierung gelangte man aber bald dazu, abweichende Erscheinungen nicht nur bei den Zahlenverhältnissen zu beobachten, sondern auch im Auftreten von neuen Eigenschaften, das durch Kombination, zunächst nach Mendelscher Erklärung, nicht verständlich wird. Man sah neue Eigenschaften in F_1 oder in F_2 erscheinen und betrachtete die betreffenden Fälle als solche eines Rückschlages oder Atavismus, auch als Bastardmutationen, sprach von Latenz von Eigenschaften bei dem einen Elter und bezeichnete den Elter, der eine solche neue Eigenschaft nach Bastardierung erscheinen ließ, als für diese kryptomer[1]).

[1]) v. Tschermak: Beiheft z. Biol. Zentralbl. XVI, 1903.

Die Erklärung für derartige, zunächst ganz überraschende Erscheinungen war schon näher gerückt, als man festgestellt hatte, daß derartige Neuheiten sich bei der Spaltung gesetzmäßig verhalten[1]). Sie konnte vielfach aber erst später gegeben werden, und besonders das Auftauchen der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen führte viele Fälle der Erklärung zu[2]).

Die Erklärungen für eine Anzahl von Fällen sollen im folgenden in Verbindung mit zugehörigen Beispielen angeführt werden.

a) Kumulierung, Polymerie. Durch Annahme mehrerer Anlagen, die alle zusammen die erkennbare Eigenschaft bewirken, je für sich aber auch: gleichsinnige Anlagen, und zwar entweder a) in gleichem oder b) abgestuftem Ausmaß[3]). Von Lang wurde derartiges Verhalten, auf das Nilsson-Ehle zuerst unter Anführung von Belegen hinwies[4]), Di-, Tri-, Polymerie, je nach Zahl der Anlagen (2, 3, viele), von Plate Homomerie[5]) genannt[6]). In F_2 müssen im Fall b) Abstufungen zum Vorschein kommen, da die einzelnen Anlagen auch allein abgespalten, wie nach der Abspaltung zu zweien oder dreien usf. vereint, werden. Jedenfalls, auch dann, wenn, wie in a), alle Anlagen zusammen, einzeln und in anderen Kombinationen, dieselbe äußere Erscheinung geben, muß aber in F_2 ein anderes Zahlenverhältnis erscheinen, als dann, wenn die erkennbare Eigenschaft nur von einer Anlage bedingt ist.

Zu a). Ligowo II weißspelzig gab Nilsson-Ehle mit einer schwarzspelzigen Form nicht Spaltung nach 3 : 1, sondern auf 15 schwarzspelzige Individuen ein weißes. Der Veranlagung nach ist das Verhältnis normal [9 : 3 : 3] : 1. War der schwarzspelzige Elter $S_1\ S_2$ veranlagt, der weißspelzige aber $s_1\ s_2$, so mußte in F_2 von je 16 Individuen eines weißspelzig sein und konstant weiß weiter vererben ($s_1\ s_1\ s_2\ s_2$), es mußten von F_2 auf F_3 sieben konstant schwarz weiter vererben ($S_1\ S_1\ S_2\ S_2$—$S_1\ S_1\ s_2\ s_2$ usw.), vier weiter nach 15 : 1 in schwarz und weiß spalten ($S_1\ S_2\ s_1\ s_2$), vier weiter nach 3 : 1 in schwarz und weiß spalten ($S_1\ s_1\ s_2\ s_2$ usw.). Würden die beiden Anlagen für schwarz jede allein eine andere sichtbare Abstufung

---

[1]) v. Tschermak: Intern. bot. Kongr., Wien (1905) 1906, S. 323.

[2]) Shull: Americ. Naturalist XLII, S. 433.

[3]) Wie v. Tschermak (Ostwaldts Klassiker Nr. 121, 2. Aufl., S. 155) hervorhebt, deutete Mendel diese Möglichkeit schon an.

[4]) Bot. Notiser 1907, S. 113. — Kreuzungsuntersuch. I. u. II.

[5]) Vererbungslehre, 1913, S. 155.

[6]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. u. Vererb., 1911, S. 97.

als zusammen hervorgebracht haben, so würden auch die Abstufungen als Neuheiten aufgetreten sein.

Zu b). In einem von Nilsson-Ehle gebrachten Beispiel einer Bastardierung von rotkörnigem mit weißkörnigem Weizen erfolgte die Spaltung derart, daß sie nur durch die Annahme erklärt werden konnte, daß das Rot der rotkörnigen Form von drei Anlagen bedingt ist, die alle zusammen und jede einzeln rot geben. Es stimmt dies mit dem Auftauchen von weiß und mit den Zahlen, welche in F_2 für rot: weiß erhalten wurden 63 : 1. (Der Veranlagung nach 27 : 27 : 9 : 1.)

Die Anlagen bei dem Elter sind in diesem Fall $R_1 R_2 R_3$ bei der roten und $r_1 r_2 r_3$ bei der weißen Form, die Geschlechtszellen, welche in F_2 gebildet werden, sind:

R_1	R_1	R_1	r_1	r_1	R_1	r_1	r_1
R_2	R_2	r_2	R_2	r_2	r_2	R_2	r_2
R_3	r_3	R_3	R_3	r_3	r_3	r_3	R_3

Sollen die möglichen Zusammentritte aufgeschrieben werden, so ist, wie in dem Beispiel für das Pisum-Schema (S. 144) erörtert, jede ♀ Geschlechtszellenart mit allen ♂ zusammenzubringen, also $R_1 R_2 R_3$ mit $R_1 R_2 R_3$, dann mit $R_1 R_2 r_3$, dann mit $R_1 r_2 R_3$ und so fort. Werden die verschiedenen Möglichkeiten, die Gleiches ergeben, zusammengenommen, so zeigt sich, daß sieben verschiedene Kombinationen der Anlagen für Rot möglich sind. Man könnte demnach sieben Abstufungen für Rot erwarten, die sich in diesem Fall tatsächlich, wenn auch schwach angedeutet, fanden, ebenso ergab der Zusammentritt $r_1 r_2 r_3$ mit $r_1 r_2 r_3$, der weiß liefern soll, tatsächlich solches.

Kießling kommt bei seinen Untersuchungen über die Spelzenfarbe des Weizens auch zur Annahme mehrerer Anlagen für eine Eigenschaft (Braunfärbung). Für jede derselben nimmt er abgestufte steigernde und schwächende Wirkung auf die Stärke der Farbe an, welch letztere auch bei erkennbar Weiß noch vorhanden ist. Die Zusammentritte der Anlagen erfolgen je mit ihrem Fehlen, wie sonst bei Spaltung, die Intensitätsstufe wird durch Rechnung gefunden[1]):

Grundanlage für Farbe B_0 Wert = 1, Anlagen für Farbverstärkung B_1 B_2 B_3 usw. mit Wert 4, 4·002, 4·003 usw. $B_1 B_0 \times b_1 B_0$ gibt in F_2: $1\, B_1 B_1 B_0 B_0 + 2\, B_1 b_1 B_0 B_0 + 1\, b_1 b_1 B_0 B_0$.

$$\text{Wert: } \frac{4+4+1+1}{4} = \frac{10}{4} \quad \frac{4+0+1+1}{3} = \frac{6}{3} \quad \frac{0+0+1+1}{2} = \frac{2}{2}.$$

b) Andere Fälle erklärt die Annahme, daß eine erkennbare Eigenschaft von zwei Anlagen bedingt wird, die sie je allein nicht bewirken können. In F_1 erscheint dann die durch Zusammenwirken der Anlagen: Synthese (complement der Engländer, Konstruktion Johannsens, Kombination) bedingte neue Eigenschaft, ebenso nach der Spaltung in F_2.

Da der folgende hierhergehörige Fall den Ausgang der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen bildet, somit ein klassisches

[1]) Landw. Jahrb. f. Bayern, 1914, Nr. 2.

Beispiel ist[1]), sei derselbe angeführt, wenn er auch Gartenpflanzen trifft. Bei der Bastardierung

Mirabilis Jalappa alba ♀ × Mirabilis Jalappa gilva ♂
weiße Blüte gelbe Blüte

wurde von Correns in F_1 hellrosa Blüte erhalten, und die Erklärung wurde durch die folgende Annahme der elterlichen Veranlagung ermöglicht, die durch den weiteren Verlauf der Bastardierung ihre Bestätigung fand:

P ♀: Fehlen der Anlage für Farbstoffbildung f, Anlage für Umwandlung des gelben Farbstoffes in roten M (Modifikationsfaktor).

P ♂: Fehlen der Anlage für Umwandlung m, Anlage für Bildung eines gelben Farbstoffes F.

Die Eigenschaft Hellrosa in F_1 wurde durch Zusammenwirken der beiden Anlagen F und M gebildet.

Ein weiteres Beispiel bietet die Bastardierung von rosa- mit weißblühender Erbse, bei welcher jeder der Elter eine Anlage für Rot führt, die zusammen erst, als Neuheit, Rot geben (R_1 und R_2) (Tafel II oder III, 2. Fall). Spaltungszahlen 9 : 3 : 4 (= 3 + 1).

Bei der Bastardierung von Gerstenformen, so einer vierzeiligen aus Amble Sognefjord mit einer vierzeiligen Kapuzen-Gerste aus Nepal, fand v. Ubisch in F_1 als Neuheit Brüchigkeit der Spindel und in F_2 Spaltung nach 9 : 7, jeder Elter hat eine Anlage für Brüchigkeit, die allein nichts bewirkt[2]).

Interessante Fälle bei Kammbildung von Hühnern teilte Bateson mit: Rosenkamm ($R\,R\,p\,p$) mit Pfauenkamm ($P\,P\,r\,r$) gibt in F_1 Walnußkamm ($R\,R\,P\,P$) eine Neuheit; in F_2 dann, bei einem Teil der Individuen, welchen beide Anlagen fehlen ($p\,p\,r\,r$), einfachen Kamm als Neuheit.

c) Annahme, daß eine erkennbare Eigenschaft dadurch entsteht, daß bei der Spaltung zwei Anlagen sich trennen, Analyse, Separation. In F_2 erscheint dann die neue Eigenschaft in jenen abgespaltenen Individuen, welche nur die eine Anlage besitzen.

Bei der Bastardierung einer rotblühenden Erbse ($R_1\,R_2$) mit einer bestimmten weißblühenden ($r_1\,r_2$) werden die beiden Anlagen für rot, die bei dem rotblühenden Elter vorhanden sind, nach der Spaltung getrennt, und es treten in F_2 auf: 9 rote und 4 (= 3 + 1) weiße Individuen, sowie als neu (v. Tschermak) 3 rosablühende auf.

Bei der Bastardierung einer grauen Maus mit einem Albino wurde nicht nur eine Neuheit: Schwarz erhalten, sondern auch ein anderes Zahlenverhältnis in F_2[3]). Nimmt man an, daß die graue Maus die Anlage für Schwarz besitzt S und die Anlage für eine Veränderung (Modifikation) von Schwarz in Grau M, die weiße durch Fehlen beider Anlagen gekennzeichnet ist, $s\ m$ (F_1 ist grau, da Vorhandensein über Fehlen dominiert), so ergibt sich, in bekannter Weise dargestellt, das folgende Bild

---

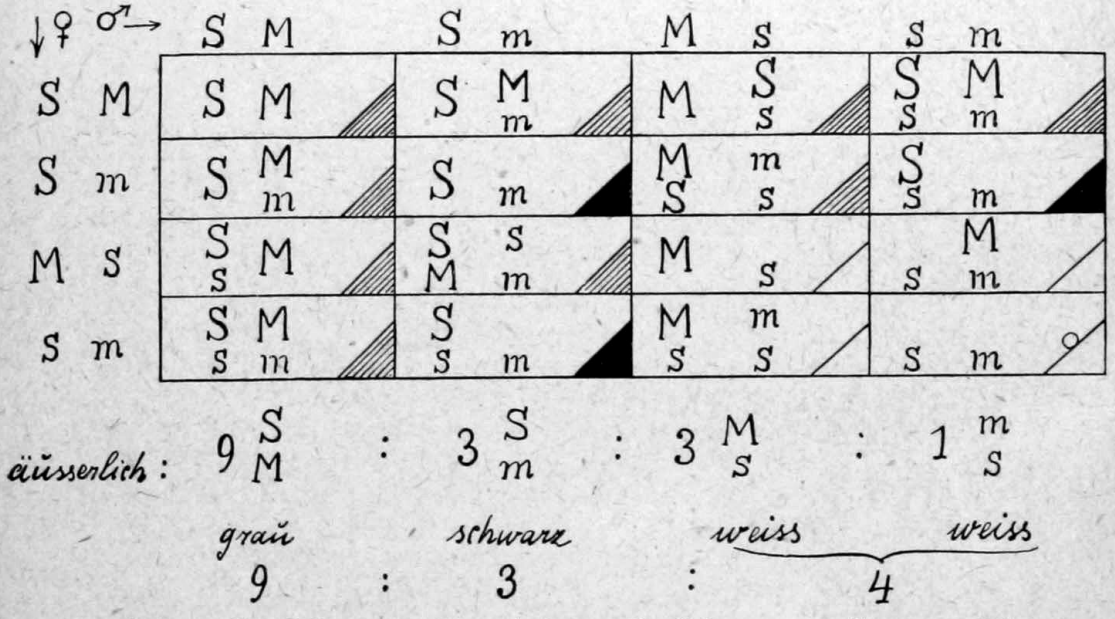
[1]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1902, S. 594, 1905, S. 70.

[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. XIV, 1915, S. 226.

[3]) Cuénot: Archiv d. Zool. expérim., 1902. — Die Faktorenanalyse ist seither, besonders durch Plate, weitergeführt worden.

der Zusammentritte in F_2 (Abb. 23). Tatsächlich findet Spaltung nach 9 : 3 : 3 : 1 statt. Die drei M s sind tatsächlich anders veranlagt wie das eine m s, da sie aber äußerlich nicht voneinander zu unterscheiden sind, da M allein nichts bewirkt, ergibt sich statt 3 : 1 jetzt 4, demnach 9 : 3 : 4 (= 3 : 1), so wie bei Erbse, Tafel II.

Schematische Darstellung der Zusammentritte in F_2 in Form einer Kombinationstafel



S = Anlage für Schwarz. M = Anlage, die Schwarz in Grau modifiziert. s und m = Fehlen dieser Anlagen.

Erscheinung: = Grau, = Schwarz, = Weiß, = Weiß,

(M ist vorhanden) (M fehlt.)

Abb. 23. Abweichendes Zahlenverhältnis und Entstehen einer Neuheit nach Bastardierung. Nach Versuch von Cuénot. Arch. de Zool. expér. 1902.

d) Epistasie. Durch Annahme von epistatischen Anlagen, welche die Wirkung anderer, hypostatischer, verdrängen, bei Spaltung abgeschieden werden oder hinzutreten.

So wird bei dem ersten der zwei nach v. Tschermak im folgenden mitgeteilten Versuche mit Gerste[1]) eine Neuheit in Erscheinung treten, sowie bei den Spaltungen die beiden verdrängenden Anlagen (V und Z) abgeschieden worden sind und im zweiten eine solche erscheinen, sowie eine verdrängende Anlage (V) hinzugetreten ist. Z-Anlage für Zweizeiligkeit, verdrängt Wirkung der Anlage für Vier- und jener für Sechszeilig-

[1]) Siehe 2. Aufl. von Bd. IV dieses Handbuches, S. 309.

keit, *V*-Anlage für Vierzeiligkeit, verdrängt Wirkung der Anlage für Sechszeiligkeit. *S* ist Anlage für Sechszeiligkeit.

Hordeum distichum zeocrithum		H. tetrastichum			H. distichum nutans		H. hexastichum pyramidatum	
Z v S	×	*V z S*		: *P* :	*Z V S*	×	*z v S*	
zweizeilig		vierzeilig			zweizeilig		sechszeilig	
		Z z V v S S		: F_1 :			*Z z V v S S*	
		zweizeilig					zweizeilig	
12	:	3	:	1	12	:	3	: 1
9	:	3		: F_2 :	9	:	3	
Z Z		*z*		*z*	*Z*		*z*	*z*
V v		*V*		*v*	*V*		*V*	*v*
S S		*S*		*S*	*S*		*S*	*S*
zweizeilig		vierzeilig		sechszeilig	zweizeilig		vierzeilig	sechszeilig

e) Eine Erklärung ergab sich auch dadurch, daß tatsächliches Vorhandensein der Wirkung mehrerer Anlagen bei den Eltern nicht erkannt wurde.

Hurst bastardierte eine rote Tomate Fireball mit einer gelben Golden Queen. In der zweiten Generation wurden zwei Typen von Rot und zwei von Gelb im Verhältnis von 9 : 3 : 3 : 1 erhalten. Es war nicht erkannt worden, daß das Rot des einen Elters auf der Wirkung zweier Anlagen beruht: Anlage für rotes Fleisch und gelbe Haut, sowie das Gelb des anderen Elters auf der Wirkung der Anlagen für gelbes Fleisch und jener für weiße Haut. Wäre die Haut untersucht worden, so wäre ohne weiteres die Spaltung verständlich gewesen.

f) Verdeckung, Erkennung des Umstandes, daß im Elter und in F_1 (Beispiel 1) oder nur in F_1 (Beispiel 2) die Wirkung einer Anlage von der Wirkung einer anderen Anlage verdeckt ist. Nach Trennung der Anlagen bei der Geschlechtszellenbildung in F_1 können Geschlechtszellen zusammentreten, welche nur die Anlage der verdeckten Eigenschaft besitzen, und die bestehenden Individuen werden diese in F_2 wieder (Beispiel 2) oder (Beispiel 1) als Neuheit zeigen.

Bei Bastardierung eines weiß- mit einem schwarzspelzigen Hafer erhielt Nilsson-Ehle als Neuheit grauspelzige Individuen[1]). Die Darstellung des gesamten Verhaltens (Tafel VI, oben) kann in derselben Weise erfolgen wie in dem Beispiel auf Tafel II, nur mit Verwendung der folgenden Bezeichnungen für die Veranlagung der Eltern:

weißspelziger Hafer *s gr*
schwarzspelziger Hafer *S Gr*

Vorhandensein von *S* und *Gr* dominiert über Fehlen, *S* deckt *Gr*. F_2 zeigt an Individuen, auf: zwölf sichtbar schwarzspelzige (innerlich mit Anlage für Schwarz: mit Anlage für Schwarz und Grau, wie 9 : 3), drei sichtbar grauspelzige, ein sichtbar weißspelziges.

---

[1]) Kreuzungsuntersuchungen I, S. 26.

Bei der Bastardierung eines schwarzen Hafers (Anlage für schwarze Spelzenfarbe, Fehlen der Anlage für gelbe) mit einem gelben (Anlage für gelbe Spelzenfarbe, Fehlen der Anlage für schwarze) (Tafel V) tauchen in F_2, neben gelbspelzigen als Neuheit, auch weißspelzige Individuen auf, die voll weiter vererben, da die Geschlechtszellen, aus welchen sie gebildet wurden, keine der Anlagen für Farbe enthielten und die ohne weitere Annahme, bloß durch die Hypothese von Vorhandensein und Fehlen, zu erklären sind.

Beide Bastardierungsfälle ließen, bloß nach dem Aussehen der Eltern beurteilt, monohybride Bastardierungen erwarten; die Spaltungszahlen wiesen auf dihybride, mit der durch die Verdeckung bei der Neuheit bewirkten Störung: statt 9 : 3 : 3 : 1 nun 12 (= 9 : 3) : 3 : 1.

g) Besondere Hemmungs- und Förderungsanlagen erklären nach Nilsson-Ehle das mehrfach beobachtete Vorkommen von gegenseitiger Beeinflussung zweier Eigenschaften, das verschieden von Zwischenbildung und verschieden von der oben erwähnten Kombination von mehreren Anlagen für die gleiche sichtbare Eigenschaft ist.

So brachte ihm die monohybride Bastardierung schwarze $\times$ weiße Spelzenfarbe bei Hafer (Anlagen S und s) bei den Spaltungen auch Abstufungen von Schwarz, ebenso die dihybride schwarze $\times$ weiße Spelzenfarbe $\left(\text{Anlagen } \frac{S}{G} \text{ und } \frac{s}{g}\right)$[1]. Es können so auch Neuheiten hervorgebracht werden.

h) Fallweises Nichteinwirken einer Anlage auf eine andere (Dissoziation v. Tschermak).

Bei Bastardierung einzelner Fisolenformen mit weißen Samen ($f\,M$) mit solchen mit pigmentierten ($m\,F$) ist F_1: $M\,m\,F\,f$, pigmentiert und marmoriert. F_2 zeigt:

6 pigm. u. marm.:	4 $\widehat{F\,M}\,f\,m$
	2 $\widehat{F\,M}\,F\,m$
6 pigm.:	2 $f\,m\,F\,m$, 1 $F\,m\,F\,m$
	(2 $F \dashv M\,f\,M$, 1 $F \dashv M\,F \dashv M$)
4 weiß:	(2 $f\,M\,f\,m$, 1 $f\,M\,f\,M$), $f\,m\,f\,m$.

Annahme ist, daß F Anlage für Farbe ist, M Anlage für Verteilung der Farbe als Marmorierung, daß aber M, das nur bei Gegenwart von F wirken kann, nicht immer wirkt: Assoziation $\widehat{F\,M}$, sondern auch wirkungslos bleibt: $F \dashv M$, Dissoziation. Statt 9 : 3 : 3 : 1 erscheint, trotz normaler Verteilung der Anlagen, 6 (= 9—3) : 6 (= 3 + 3) : 4 (= 3 + 1)[2].

i) Unterdrückung von Anlagen. Eigenschaften, die bei den Eltern vorhanden waren, können in F_2 und weiter verschwinden.

---

[1]) Kreuzungsuntersuchungen S. 21, und 27, 39, 53, 56.
[2]) Zeitschr. f. induktive Abstamm. VII, 1912, S. 190.

So erschien die mausgraue Farbe der Spelzen von Rivett bearded von Triticum turgidum bei Bastardierung mit polnischem Weizen, T. polonicum, in F_1 als Zwischenbildung, dann aber in F_2 und F_3 nicht mehr[1]).

II_1 Verhalten quantitativer Eigenschaften in F_1.

Weit schwieriger als das Verhalten der qualitativen Eigenschaften nach Bastardierung war jenes der quantitativen zu verfolgen, besonders jenes nach der Spaltung der Anlagen. Bei der Betrachtung der Eigenschaften als solcher konnte nur vom Ausmaß solcher gesprochen werden, als von hoch und nieder, stark und schwach behaart, lang und kurz bespelzt, groß- und kleinblättrig, früh und spät usw. Nach der Faktorentheorie wird das Ausmaß auch auf Anlagen zurückgeführt, meist für je eine erkennbare Eigenschaft auf eine größere Zahl solcher, deren jede mit ihrem Fehlen ein unabhängig von anderen spaltendes Paar bildet.

Der häufigste Fall des Verhaltens in F_1 bei erkennbaren Eigenschaften ist Mittel- oder Zwischenbildung.

Solche tritt schon bei verschiedenen Arten-Bastardierungen, so den Weiden- (Salix-) Bastardierungen Kerners und Wichuras in Erscheinung.

Beispielsweise waren die Aufblühtage für Bastarde und die zugehörigen Elter[1]):

Bastard:		Aus:		
Salix Cremensis 17. März	:	Salix Caprea 16. März	×	Salix daphnoides 18. März
Salix Austriaca 3. April	:	Salix grandifolia 27. März	×	Salix purpurea 7. April
Salix Kernerii 10. April	:	Salix viminalis 3. April	×	Salix incana 17. April

Der Salizingehalt der Bastarde Wichuras bewegte sich in der Mitte jenes der Eltern[2]).

Bei miteinander näher verwandten Formen und der jetzt üblichen genauen zahlenmäßigen Behandlung wurde die Mittel- oder Zwischenbildung zuerst von Johannsen bei Sortenbastardierung Länge der Samen von Fisole Phaseolus vulgaris festgestellt[3]):

---

[1]) Biffen: Journ. of Genetics, V, 1916, S. 225.
[2]) Wichura: Bastardbefruchtung, S. 47.
[3]) Elemente, 2. Aufl., S. 558.

P:	M:	12,63 ± 0,02 mm ♀ × 14,53 ± 0,05 mm ♂
	σ:	0,61 mm 0,92 mm
F_1:	M:	13,92 ± 0,03 mm
	σ:	0,87 mm

Solche Mittel- oder Zwischenbildungen wurden dann auch von anderen Forschern festgestellt.

II_2 Verhalten quantitativer Eigenschaften in F_2 nach Selbstbefruchtung.

Für das Verhalten von Größen- und Gewichtsverhältnissen in F_2 nahm Johannsen[1]) auf Grund einiger Versuche an, daß, so wie bei qualitativen Eigenschaften, auch Spaltung eintritt. Weitere Untersuchungen zu dem Gegenstand liegen vor von Nilsson-Ehle[2]), Tine Tammes[3]), East[4]), Emerson[5]), v. Tschermak[6]), Hayes[7]), Goodspeed[8]).

Ganz besonders hat Nilsson-Ehle zur Klärung der Verhältnisse beigetragen und die Versuche auch noch weiter als v. Tschermak und Tine Tammes, die sie bis in F_3 verfolgten, bis in F_4 und F_5 fortgeführt.

Quantitative Eigenschaften zeigen, nach Mittel- oder Zwischenbildung in F_1, in F_2 Spaltung. Diese wird aber erst in F_3, noch besser in F_3 und F_4 erkannt, da bei quantitativen Eigenschaften die Variabilität nämlich immer von der Modifikabilität weitgehendst, ganz wesentlich weitgehender als bei qualitativen, verdeckt wird (Abb. 24). Es ist daher immer notwendig, Nachkommenschaften eines Individuums zu beurteilen, wenn man das Individuum beurteilen will.

Die Ansichten über Mittelbildung, die bei qualitativen Eigenschaften, wie oben ausgeführt worden ist, schwankend sind, sind es auch bei quantitativen. Daher wird auch von anderen nicht Spaltung der Mittelbildung in F_2, sondern Erhaltung derselben in F_2 und weiter angenommen. Beides läßt sich, je nach der Fassung der Mittelbildung, in vielen Fällen

---

[1]) Journ. of the Roy. Hort Soc., 1907, S. 13 des Abdrucks.

[2]) Botaniska Notiser, 1908, S. 257. — Lunds Univers. Arsskrift N. F. Afd. 2, Bd. 5, Nr. 2, 1909, Bd. 7, Nr. 6, 1911.

[3]) Recueil des travaux bot. Néerland., 1911, VIII, Livr. 3.

[4]) The Americ. Naturalist, 1912, S. 633.

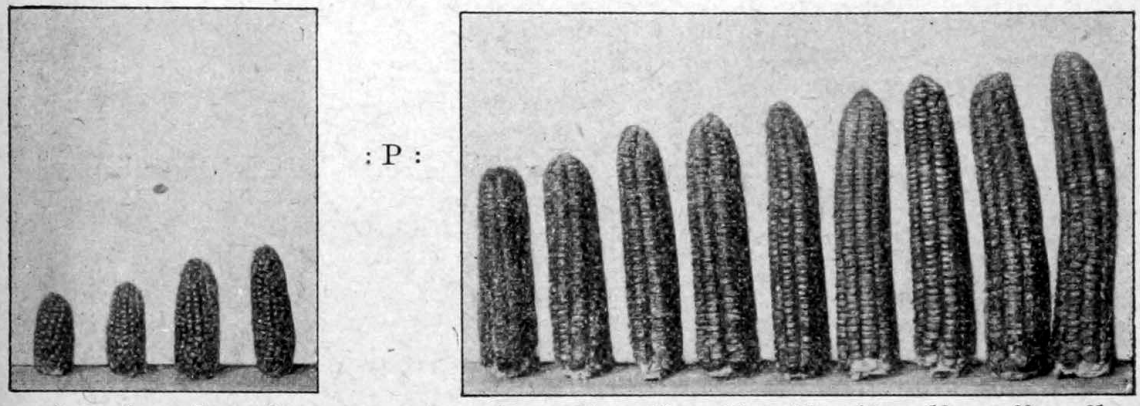
[5]) The Americ. Naturalist, 1910, S. 739.

[6]) Mendel Festschrift: 1911, S. 169 (Erbsenblühzeit). — Zeitschr. f. ind. Abstamm. u. Vererb., 1912, S. 81 (Erbsensamengröße).

[7]) Connecticut. Agr. Exp. St., 1912, Bull. 171.

[8]) Univ. Californ. Publ., 1912, vol. V, S. 87. — 1913. vol. V, S. 169.

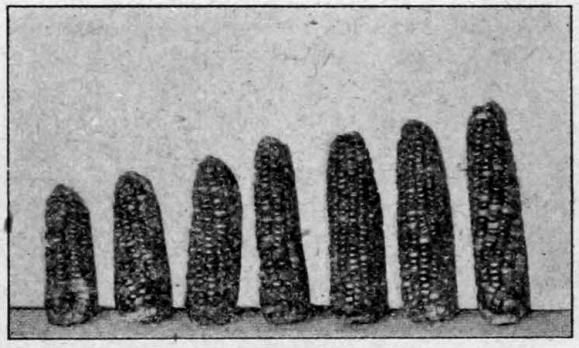
♀ ♂



5	6	7	8		13	14	15	16	17	18	19	20	21
4	21	34	8		3	11	12	15	26	15	10	7	2

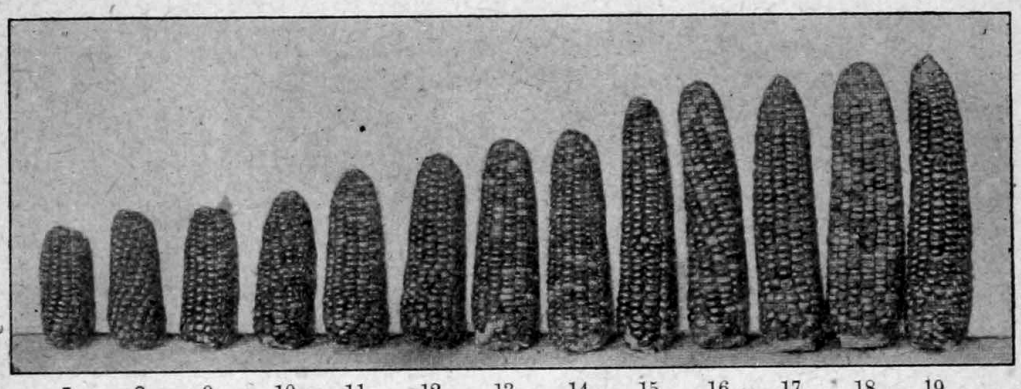
: P :

F_1



9	10	11	12	13	14	15
1	12	12	14	17	9	4

F_2



7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4	5	22	25	80	145	125	91	63	27	17	6	1

Abb. 24. Veranschaulichung der Modifikabilität und Variabilität quantitativer Eigenschaften bei Bastardierung. Nach einem Versuch Easts mit Mais. (The Americ. Naturalist. 1911, S. 160.)

Untere Zahlen unter dem Kolben geben die Zahl Pflanzen mit der betreffenden Kolbenlänge an; obere Zahlen die Länge der Kolben in englischen Zoll an.

verständlich finden, da Individuen mit Nachkommenschaften, deren Ausmaß zwischen jenem der Eltern liegt, in vielen Fällen weit überwiegen und den Eltern gleiche, dann sehr selten sind.

Verhältnismäßig selten ist einfache Spaltung nach dem Erbsen-Schema, also nach 3 : 1.

Solche wurde beobachtet bei hoch zu nieder bei Erbse selbst[1]), Empfänglichkeit zu Widerstandsfähigkeit gegenüber Gelbrost bei Weizen[2]), groß zu klein bei Erbsensamen[3]), hoch zu nieder bei Mais[4]), groß zu klein bei Baumwollensamen[5]), Kälteempfindlich- zu Unempfindlichkeit bei Wunderblume[6]).

Meist aber gibt die Spaltung quantitativer Eigenschaften ein weit unklareres Bild als jene, bei vielen quantitativen Eigenschaften. Zumeist, öfters als bei qualitativen, ist sie nur gut erklärbar, wenn man mehrere Anlagenpaare bei derselben äußerlich erkennbaren Eigenschaft und Verhalten nach der Hypothese von Vorhandensein und Fehlen annimmt. So wie in dem einen oben unter Kumulierung gegebenen Beispiel des Verhaltens qualitativer Variabilität, bei Polymerie, mehrere Anlagen für eine äußerlich erkennbare Eigenschaft vorhanden waren, die alle dieselbe Eigenschaft, aber in verschiedenen Abstufungen geben, so können auch für Länge und Breite, Gewicht bestimmter Teile, für Lebensdauer usw. je mehrere Anlagen wirksam sein. Jede derselben beeinflußt die betreffende äußerlich erkennbare Eigenschaft, alle zusammen kommen nur bei der einen Eigenschaft zur Geltung. Die Beeinflussung kann dabei von zweierlei Art sein: 1. sie kann so sein, daß jede Anlage auch für sich die gleiche Wirkung äußert wie in der Vereinigung mit anderen; 2. sie kann aber auch derart sein, daß jede Anlage für sich ein bestimmtes Ausmaß bedingt, das verschieden von dem Ausmaß bei Zusammenwirken ist und entweder, 2*a*, ein gleich hohes für alle Anlagen oder, 2*b*, ein für jede Anlage verschieden hohes sein kann. In diesen beiden letzten Fällen kann wieder das je volle Ausmaß erst erreicht werden, wenn die Anlage von

---

[1]) Mendel selbst.

[2]) Biffen: Journ. Agric. Science II, S. 109. — Dagegen Nilsson-Ehle: Kreuzungsuntersuchungen II, S. 57, IV (1912), S. 421.

[3]) Zeitschr. f. ind. Abstamm. VII, 1912, S. 81, mit Hinweis auf Bestehen einer komplizierten Spaltung.

[4]) 24. Ann. Rep. Nebraska Agric. Exp. Station.

[5]) Conférence Génétique, 1911, 1913, S. 429.

[6]) Correns: Zeitschr. f. ind. Abstamm. X, 1913.

beiden Geschlechtszellen kommt, oder schon, wenn sie von einer überliefert wird, immer wird dabei aber die Kombination der Anlagen von der Wirkung der einzelnen Anlage verschieden sein.

Bei genauer Untersuchung lassen sich auch manche Fälle, die zunächst Spaltung nach 3 : 1 zeigen, indem man eine Aufteilung der Individuen mit der dominierenden Eigenschaft in mehrere Untergruppen vornimmt, nach dieser Annahme erklären. Aus 3 : 1 monomere-, wird dann: (9 + 3) : (3 + 1), dimere- oder (27 + 9 + 9 + 3) : 16, trimere Bastardierung. — Auch der Fall, der am häufigsten als solcher der Erhaltung der Mittelbildung bei quantitativen Eigenschaften angesehen wird: Vererbung der Kopfgröße und Ohrenlänge bei Kaninchen wird durch die erwähnte Annahme erklärt[1]).

Groß ist von dieser nicht befriedigt und will die Fälle, welche Nilsson-Ehle zu derselben führten, als solche intermediärer Vererbung mit unregelmäßiger Spaltung betrachten[2]).

Das Vorhandensein mehrerer Anlagenpaare für dieselbe äußerlich erkennbare Eigenschaft, das von Nilsson-Ehle zuerst klargelegt und nachgewiesen worden ist, erklärt es auch, daß bei den Spaltungen Ausmaße zur Erscheinung kommen können, welche die bei den Eltern vorhandenen weit unter- und überschreiten. Man kann daher auch bei solchen Bastardierungen von der Bildung von Neuheiten sprechen. Solche werden auftreten können, wenn von den verschiedenen Anlagen für eine erkennbare Eigenschaft nur einige bei dem einen Elter vorhanden sind, die anderen bei dem anderen Elter und die einzelne Anlage für sich ein anderes Ausmaß bedingt als in Verbindung mit anderen (Fälle 2*a* und 2*b*).

Nilsson-Ehle[3]) und Tedin[4]) fanden in dieser Beziehung, daß bei Bastardierung von Formen mit sehr verschiedenen Ausmaßen die Spaltungsergebnisse meist zwischen den bei den Eltern vorhandenen Ausmaßen liegen, bei einander näher stehenden Abstufungen aber meist über diese Ausmaße hinausgehen und bei Eltern mit demselben Ausmaß nach beiden Seiten hinausreichen.

In der äußeren Erscheinung ist von den häufigeren Fällen der Vererbung qualitativer Eigenschaften verschieden, daß ein Teil der Zwischenbildungen konstant bleibt. Bei Betrachtung des Verhaltens der Anlagen nach der eben skizzierten Annahme

---

[1]) Castle selbst: Heredity, 1913.
[2]) Biol. Zentralbl., 1912, S. 607.
[3]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht., 1912, S. 3.
[4]) Populär Naturvet Revy, 1912, S. 216.

besteht eine innerliche Verschiedenheit aber nicht. Diese konstant bleibenden Zwischenbildungen sind dann eben nur verschiedene Kombinationen von allein — gegenüber verschieden kombiniert — anders wirkenden Anlagen, so wie die verschiedenen Abstufungen von Rot in dem Weizenbeispiel (siehe „Neuheiten" bei qualitativen Eigenschaften).

Ein Beispiel wird auch hier das Verhalten klar machen. Als solches soll eine konstruierte Bastardierung zweier Tabakstypen mit verschiedener Zahl Blätter verwendet werden, das Hayes gibt[1]):

Beide Typen besitzen, so wird angenommen, eine Anlage, welche zur Bildung von 20 Blättern befähigt. Außerdem gibt es drei Anlagen, von welchen jede die Bildung von zwei weiteren Blättern veranlaßt, wenn sie von beiden Geschlechtszellen kommt, von einem weiteren Blatt, wenn sie nur von einer der beiden Geschlechtszellen übergeben wird (Fall 2a). Die Anlage für 20 Blätter braucht nicht weiter verfolgt zu werden, die anderen drei Anlagen heißen beispielsweise A, B, C, ihr Fehlen heiße a, b, c. Danach würde sich das folgende Bild ergeben können:

P:	A, B, C, ♀ ×	a, b, c ♂	F_1:	A, a, B, b, C, c,
	26 Blätter	20 Blätter.		23 Blätter

Die Kombinationstafel ist hier nicht dargestellt; sie wird genau so durch Verschieben der beiden Streifen, welche die Geschlechtszellen von F_2 enthalten, gebildet, wie dies oben, S. 144, ausgeführt. Die Geschlechtszellen sind $A\,B\,C$, $A\,b\,c$, $A\,b\,C$, $A\,B\,c$, $a\,b\,c$, $a\,B\,C$, $a\,b\,C$, $a\,B\,c$. Die Ergebnisse ihres Zusammentrittes sind in F_2, zugleich mit der Zahl der Zusammentritte auf S. 183 dargestellt.

Ganz besonders ist aber im Auge zu behalten, daß es sich bei den quantitativen Variationen ja um solche handelt, welche der Modifikation sehr stark unterworfen sind. Es ist daher nicht zu erwarten, daß eine Nachkommenschaft, die zum Beispiel zwei Anlagen von beiden Geschlechtszellen bekommen hat, auch bei allen Individuen 24 Blätter zeigen wird. Die einzelnen Individuen werden verschiedene Blattzahlen aufweisen, die sich nur im Mittel ungefähr um 24 gruppieren. Es ist daher, wie schon oben angedeutet, bei quantitativen Eigenschaften ausgeschlossen, die Spaltung in F_2 sicher zu erkennen. Dagegen läßt sie sich eher erkennen, wenn die Nachkommenschaften von allen oder doch von vielen Individuen von F_2 getrennt nebeneinander gebaut werden, sicher, wenn von den in F_3 konstant erschienenen Nachkommenschaften bei einer größeren Zahl von Individuen Nachkommenschaften in F_4 gebaut werden.

Das gegebene Beispiel läßt ein Über- oder Unterschreiten des bei den Eltern vorhandenen Ausmaßes nicht in Erscheinung treten. Sowie aber angenommen wird, daß die Anlagen bei den Eltern anders verteilt sind, zum Beispiel $A\,A\,b\,b\,C\,C$♀ = 24 Blätter und $a\,a\,B\,B\,c\,c$ = 22 Blätter, müssen Über- und Unterschreitungen erscheinen, da ja auch die Geschlechtszellenverbindungen $A\,A\,B\,B\,C\,C$ = 26 Blätter und $a\,a\,b\,b\,c\,c$ = 20 Blätter sich ergeben.

---

[1]) Connecticut Agr. Exp. St., Bull. 171.

Geringste Häufigkeit des Vorkommens der betr. Verbindung	Zahl der Zusammentritte:													
	1	2	2	2	4	4	4	8	1	2	2	4	1	2
Veranlagung derselben	*A A B B C C*	*A a B B C C*	*A A B b C C*	*A A B B C c*	*A a B b C C*	*A a B B C c*	*A A B b C c*	*A a B b C c*	*A A B B c c*	*A a B B c c*	*A A B b c c*	*A a B b c c*	*A A b b C C*	*A a b b C C*
Zahl Blätter	26	25	25	25	24	24	24	23	24	23	23	22	24	23
	P[1])	5	5	5	4	4	4	3	4	3	3	2	4	3
Die Nachkommen der Verbindung sind in F_3 konstant für	*A B C*	*B C*	*A C*	*A B*	*C*	*B*	*A*		*A B c*	*B c*	*A c*	*c*	*A b C*	*b C*

Geringste Häufigkeit des Vorkommens der betr. Verbindung	Zahl der Zusammentritte:												
	2	4	1	2	2	4	1	2	1	2	1	2	1
Veranlagung derselben	*A A b b C c*	*A a b b C c*	*a a B B C C*	*a a B b C C*	*a a B B C c*	*a a B b C c*	*A A b b c c*	*A a b b c c*	*a a B B c c*	*a a B b c c*	*a a b b C C*	*a a b b C c*	*a a b b c c*
Zahl Blätter	23	22	24	23	23	22	22	21	22	21	22	21	20
	3	2	4	3	3	2	2	1	2	1	2	1	*P*[1])
Die Nachkommen der Verbindung sind in F_3 konstant für	*A b*	*b*	*a B C*	*a C*	*a B*	*a*	*A b c*	*b c*	*a B c*	*a c*	*a b C*	*a b*	*a b c*

[1]) *P* = Elter. Gleiche Zahlen bezeichnen erkennbar gleiche Verbindungsformen.

Korrelationen.

Wenn wir uns die erblichen Abstufungen der quantitativen Eigenschaften, abgesehen von spontaner Variabilität, dadurch gebildet denken, daß für dieselbe Eigenschaft je mehrere Anlagen vorhanden sind, so läßt sich auch bei quantitativen Eigenschaften Verkoppelung und Abstoßung annehmen, die so wie bei qualitativen zu erklären ist.

Fälle, die Emerson[1]) bei Mais beobachtet hat, bringen die Erscheinung rasch dem Verständnis näher. Sind mehrere Anlagen für Höhe vorhanden und verhält sich jede einzelne mit ihrem Fehlen unabhängig von den anderen, so wird in F_2 eine große Anzahl von Kombinationen vorliegen, und die Wirkung derselben wird ein Bild, wie in Abb. 25

25. Normales Verhalten, wie es die meisten Mais-Bastardierungen in F_2, nach Selbstbefruchtung in F_1, zeigen. Annahme mehrerer voneinander unabhängiger Anlagen für Höhe.

26. Spaltung einer selbstbefruchteten Maispflanze nach 1:3. Annahme von Koppelung der verschiedenen Anlagen für Höhe. Nur zwei Pflanzen dargestellt, eine niedere, eine hohe.

Abb. 25 u. 26. Verhalten quantitativer Varlabilität nach Bastardierung. Mais. Nach einem Versuch von Emerson: 24. Ann. Rep., Nebraska Agr. Exp. St.

dargestellt, zeigen. Sind aber die Anlagen für größere Höhe miteinander verkoppelt, so ergibt sich in F_2 das Bild in Abb. 26; man findet nur niedere und nur hohe Pflanzen (8:32), so, als ob nur ein Anlagenpaar: nieder — hoch oder aber Fehlen der Anlage für Hoch — Anlage für Hoch vorhanden gewesen wäre.

Korrelationen bei Lein stellte T. Tammes fest[2]).

---

[1]) 24. Am. Rep. Nebraska Agr. Exp. Station.

[2]) Recueil des Travaux bot Néerland., 1913, X, S. 69.

B. Bastardierung entfernter miteinander verwandter Formen.

Was bisher über Bastardierung von entfernter miteinander verwandten Formenkreisen, sogenannten Artbastardierungen, bekannt ist, reicht noch nicht aus, um einen sicheren Einblick in das Verhalten zu gewinnen. Viele solche Verbindungen sind übrigens unfruchtbar, so daß eine Verfolgung über F_1 hinaus unmöglich wird. Jedenfalls ist das Spalten in F_2 und die Möglichkeit, dabei einheitlich veranlagte, homozygotische Formen zu finden, für eine Reihe von Artbastardierungen festgestellt worden.

Ziemlich allgemein wird für F_1 Mittel- oder Zwischenbildung und Einheitlichkeit festgestellt.

So von Wichura bei Weiden-Salix-Bastarden, von Hedlund bei Malven, Malva parviflora ♀ × M. oxyloba, von Baur bei verschiedenen Arten, von Lotsy bei Löwenmaul Antirrhinum sempervirens × A. majus, von Rosen (in einigen Fällen) bei Erophila- (Draba) Bastarden, von Wichler bei Nelkenbastardierung, Dianthus Armeria × D. deltoides. Die Zwischenbildung der Gesamterscheinung, wie sie früher allein beobachtet wurde, erklärt sich durch Zwischenbildung bei Eigenschaften aber auch durch annähernd gleiche Verteilung auf die beiden Eltern bei Dominanz.

Aber auch für F_1 wurden schon Abweichungen festgestellt, die meist in Mehrförmigkeit derselben bestehen.

Von den Oenothera Mutanten de Vries' verhält sich nur O. brevistilis nach Mendels Regel. Andere geben gleich in F_1 Spaltung (Nanella- und Lata-Gruppe; de Vries nimmt Zusammentritt einer Anlage im inaktiven mit einer solchen im labilen Zustand an), andere geben Zwischenbildung in F_1, aber diese bleibt weiter erhalten (Gigas-Gruppe; de Vries nimmt Zusammentritt von labiler mit labiler Anlage an[1]). Über andere Erklärungen des abweichenden Verhaltens der Oenothera Bastarde unter „Die Formenbildung bei wilden Pflanzen". Mehrförmige F_1 bei Hieracien ist durch teilweise Apogamie zu erklären, apogame und geschlechtliche Nachkommen[2]). Gard fand bei Cistus-Bastarden auch mehrförmige F_1 mit Zwischenformen, aber auch der ♀ gleichen Formen[3]).

Für F_2 wurde in einer Anzahl von Fällen Erhaltung der Zwischenform oder der Zwischenformen von F_1 angegeben. In anderen, in neuerer Zeit eingehend untersuchten, Fällen wurde aber Spaltung in F_2 beobachtet, auf welche schon einige Angaben Gärtners schließen lassen. Es wurde weiter, den

---

[1]) de Vries: Gruppenweise, S. 30.
[2]) Ostenfeld: Zeitschr. f. ind. Abstamm. III, 1910.
[3]) Compt. rend. ac., Paris, 1911, II, S. 120.

Spaltungsgesetzen entsprechend, bei diesen Fällen auch konstante Vererbung eines Teiles der Variationen nach Bastardierung festgestellt. Die Spaltung war eine sehr komplizierte. Ist bei quantitativen Eigenschaften eine solche von mehreren Anlagen bedingt, so wird die Erhaltung der Zwischenbildung von F_1 trotz Spaltung leicht vorgetäuscht.

Fehlen der Spaltung, Konstanz der Zwischenform wurde von Gärtner für Dianthus Armeria × D. deltoides, von Wichura für Weidenbastarde angegeben[1]), besteht bei Weiden nach Heribert Nilssons[2]), bei Dianthus nach Wichlers[3]) Untersuchungen aber nicht. Eines der häufigst angeführten Beispiele für Ausbleiben der Spaltung, jenes von (Aegilops ovata × Triticum sativum) × Trit. sat., hat seine Erklärung gefunden[4]); das Fehlen der Spaltung bei den Habichtskraut-Hieracium-Bastarden Mendels ist jetzt durch die seither bei diesen Arten festgestellte Apogamie[5]) erklärt worden. Fehlen der Spaltung wird auch von Hedlund und de Vries für die oben angeführten Bastardierungen in Anspruch genommen. Erklärungsversuche für de Vries' Bastardierungen sind oben erwähnt worden. Auch die Bastarde Burbanks zwischen Rubus occidentalis und R. strigosus, zwischen Rubus crataegifolius und vitifolius und zwischen Solanum Guinense und Solanum villosum werden als Fälle der Erhaltung der Zwischenbildung angeführt. Fehlen der Spaltung, Erscheinen neuer Formen in F_2, die dann rein weiter vererben, wurde von Rosen bei den erwähnten Draba-Bastardierungen festgestellt[6]).

Ausbleiben der Spaltung findet sich bei den sogenannten „falschen Bastarden" (Monolepsis, Bateson), die zuerst von Millardet bei Fragaria, Vitis, Rubus[7]), dann von Hurst[8]) bei einigen Orchideen, von Lidforss bei Rubus[9]), alle als ♀ gleichen, von Millardet bei Fragaria, Solms Laubach bei Fragaria virginiana × F. elatior[10]), von Collins und Kempton bei Tripsacum dactyloides L. × Euchlaena mexicana Schrad. — und zwar auch nach Bastardierung von F_2 und F_3 mit Mais —[11]), als dem ♂ gleichen erhalten worden sind. Die in F_1 erhaltene Bildung bleibt bei „falschen" Bastarden in F_2 und weiter erhalten. Falsche Bastardierung versuchte man überwiegend durch von dem Pollenschlauch veranlaßte Parthenogenesis zu erklären[12]). Nach Ernst handelt es sich dabei um

---

[1]) Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich, Breslau, 1865.

[2]) Lunds Universitets Arsskrift Avd. 2, Bd. 14, Nr. 28, 1918, deutsch.

[3]) Baur: Einführung, 2. Aufl., S. 227.

[4]) Bally: Zeitschr. f. induktive Abstamm. XX, 1919, S. 177.

[5]) Ostenfeld: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1904. — Rosenberg: Ebendort 1906.

[6]) Beiträge z. Biologie d. Pfl., X, 1911, S. 379.

[7]) Mémoires de la société d. sc. phys. et nat. de Bordeaux, 1894. Série 4, S. 347. — Revue de viticulture, 1901, 21. Dezember.

[8]) Journ. R. Hortic. Soc. XXVII, 1902.

[9]) Referat Bot. Ztg. 1907, Nr. 18.

[10]) Bot. Ztg. 1907, S. 53.

[11]) Journ. of heredity, 1916, S. 106.

[12]) Giard: Compt. rend. Soc. d. Biologie 1903.

einen durch Bastardierung verursachten vollkommenen Verlust der Fortpflanzungsfähigkeit, demnach um Apogamie in seinem Sinn[1]).

Deutliche Spaltung in F_2 und Konstanz eines Teiles der dabei erhaltenen Formen wurde von Brainerd für Viola-Bastarde[2]), von Baur für sehr verschiedene Artbastardierungen (Löwenmaul, Nelken, Akelei) nach einheitlicher F_1 beobachtet Neben mendelnden Eigenschaften wurden dabei auch nicht mendelnde beobachtet[3]). Lotsy setzte die Versuche Baurs mit Löwenmaul in großem Umfange fort und erhielt nach einförmiger, in einem Fall mehrförmiger, F_1 „ungeheure" Spaltung in F_2, konnte aber auch Konstanz einzelner der Formen in F_3 feststellen[4]). Soweit die Versuche v. Tschermaks mit der Bastardierung Phaseolus vulgaris × P. multiflorus schon ein klares Bild geben, erscheint auch „Mendeln"[5]). Die Nelkenbastardierung Wichlers gab sehr komplizierte Spaltung[6]), ebenso, und zwar mit Konstanz von F_2 ab, Lehmann die Bastardierung von Veronika-Arten[7]). Daß bei Medicago sativa × falcata eine Erhaltung der Mittelbildung erfolgt, wie immer angegeben wird, trifft nur zu, wenn man Mittel- als Zwischenbildung im Gesamtaussehen und sehr weit faßt, nicht für einzelne Eigenschaften, wie ich bei Blütenfarbe und Hülsenform, feststellte.

d) Allgemeine Variabilität.

Wenn Saatgut von einem Formenkreis oder auch von einem Formenkreisgemisch geteilt wird und ein Bestand aus dem einen Teil unter bestimmten äußeren Verhältnissen erwächst, ein anderer Bestand aus dem anderen Teil unter wesentlich abweichenden äußeren Verhältnissen, so werden diese beiden Bestände, trotzdem sie aus einheitlichem Saatgut erwuchsen, sehr verschiedene Ausbildung der Pflanze zeigen können. Es wird allgemeine quantitative Modifikabilität eingetreten sein, die auch schon als allgemeine quantitative Variabilität, das letzte Wort aber in dem weiteren Sinne gebraucht, bezeichnet wird (kollektive Variabilität Johannsens).

Wird Saatgut von dem Formenkreis oder dem Formenkreisgemisch nach einem Jahr oder selbst nach einigen wenigen Jahren wieder an den früheren Ort zurück- oder an einen anderen gebracht, so findet, wenn nicht durch ganz abnorme Standortsverhältnisse eine natürliche Auslese stattfand, die Entwicklung so statt, als ob Saatgut von dem ursprünglichen Ort verwendet worden wäre.

---

[1]) Bastardierung, S. 400.
[2]) Rhodora IX, 1907, S. 211.
[3]) Verhandl. zoolog. bot. Ges., Wien, 1902, S. 161.
[4]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., 8. Bd., 1912, S. 325.
[5]) V, S. 87; Zeitschr. f. ind. Abstamm., 7. Bd., 1912, S. 81.
[6]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., X, 1913, S. 177.
[7]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., XIII, 1915, S. 88.

Ausgang: Kansas Ernte 1905: 16,22% Protein, 21,05 g Tausendkorngewicht

1906 1. Absaat von Kansas-Originalsaat:

in Kansas:	in Kalifornien:	in Texas:
19,13% Protein	10,38% Protein	12,18% Protein
22,7 g Tausendkorngewicht	34,0 g Tausendkorngewicht	30,8 g Tausendkorngewicht

1907 1. Absaat von Ernte 1903 der drei Herkünfte:

von Kansas	von Kalifornien	von Texas	von Kansas	von Kalifornien	von Texas	von Kansas	von Kalifornien:	von Texas
22,23%	22,23%	22,81%	11,60%	11,33%	11,37%	16,97%	18,22%	18,21%
20,5 g	21,3 g	20,4 g	33,3 g	33,3 g	33,00 g	23,6 g	22,7 g	23,6 g
14,70%	—	14,77%	11,52%	11,57%	12,44%	—	—	—
24,8 g	—	28,4 g	33,00 g	32,8 g	33,6 g	—	—	—

1908 2. Absaat von Ernte 1907 den drei Herkünften:

Für diese allgemein bekannte Erscheinung bringen die Versuche von Le Clerc und Leavitt schöne Zahlenbelege[1]). Die Versuche sind mit zwei Sorten, die nicht Individualauslesen, sondern Populationen sind, durchgeführt worden. Das Saatgut wurde 1905 durch Anbau an der Versuchsstation des Staates Kansas gewonnen und 1906 in Kansas, Kalifornien und Texas gesät. Von der 1906er Ernte wurde dann ein Teil an jedem der drei Orte gesät, ein anderer an jeder Station weitergebaut. Von der 1907er Ernte des Nachbaues an den einzelnen Stationen wurde wieder Saatgut an die zwei übrigen für die Ernte 1908 verteilt und solches auch an Ort und Stelle weitergebaut. Für eine der beiden Sorten Crimean-Weizen sind die Zahlen für Prozent Protein und 1000 Korngewicht in Gramm die folgenden: siehe die nebenstehende Tabelle.

Es zeigt sich, daß der ein-, selbst bis dreijährige Aufenthalt unter anderen Verhältnissen keine Vererbung der Veränderung bedingte, diese Modifikation blieb. So hat Weizen in Kansas immer mehr *N*, aber zwei Jahre und drei Jahre Aufenthalt daselbst zeitigte keine Wirkung: Absaaten, die danach an den beiden anderen Stationen ausgeführt wurden, waren nicht *N*-reicher. Ebenso besitzt Weizen in Californien immer weniger Stickstoff, aber ein Jahr Aufenthalt daselbst brachte keine Wirkung: Ab-

[1]) U. S. Dep. of Agric. Chemistry, Bull. 128, 1910.

saaten an den beiden anderen Stationen waren nicht weniger stickstoffreich. Ebenso zeigt Weizen in Kansas das niederste 1000 Korngewicht, zwei und drei Jahre Aufenthalt daselbst zeitigte aber keine Wirkung: Absaaten an den beiden anderen Stationen hatten nicht niedereres 1000-Korngewicht.

Wenn ein einheitlicher Formenkreis nun aber viele Generationen hindurch unter bestimmten äußeren Verhältnissen erwuchs, und es wird Saatgut unter andere Verhältnisse gebracht, so können aber auch, wie auch wiederholt beobachtet worden ist, die Bestände unter den neuen Verhältnissen bei einzelnen Eigenschaften allmähliche Veränderungen zeigen, die Ernten der Absaaten werden „besser" oder „schlechter" wie die Ernte aus Originalsaatgut.

v. Wettstein säte Saatgut von Lein, das nachweisbar einer zehnjährigen Kultur dieser Pflanze einerseits in Wien (250 m) und anderseits im Gschnitztal Tirols (1300 m) entstammte, im Gschnitztal und in Wien. Die Pflanzen hatten bei der Kultur in Wien langsamere Entwicklung und stärkere Ausbildung der Vegetationsorgane gezeigt, bei jener im Gschnitztal raschere Entwicklung, geringere Massenproduktion. Diese Eigentümlichkeiten zeigten sich demnach auch unter veränderten Verhältnissen in der ersten Generation, wurden „vererbt"; es hat aber den Anschein, als ob von der zweiten Generation ab sich bereits Spuren einer Neuanpassung zeigen würden[1]).

Bei Anbauversuchen mit Tabaksorten aus den Tropen wurde zu Scafati beobachtet, daß in den drei ersten Jahren des Nachbaues die Pflanzen wenig widerstandsfähig sind, im vierten Widerstandsfähigkeit besitzen, die weiter erhalten bleibt. Daneben zeigten sich aber auf dem neuen Standort Änderungen bei Größe, Dicke, Gewicht, Elastizität, Geschmack und Geruch der Blätter, welche Änderungen in den zwei ersten Jahren unbedeutend, vom dritten ab erheblicher waren und im sechsten die Pflanzen bereits einschneidend verändert hatten[2]).

Bei einem von Wohltmann sieben Jahre hindurch fortgeführten Anbauversuche mit Futterrüben zeigte sich eine Abnahme des Zuckergehaltes, welche bei den einzelnen Sorten fast stetig von Jahr zu Jahr größer wurde. Im Mittel von 9 Sorten war der Zuckergehalt in den aufeinanderfolgenden Jahren von 1895 ab 8,4, 7,5, 6,2, 4,4, 5,5, 3,6, 6,1,; der Einfluß der Jahreswitterung trat besonders in den Jahren 1899 und 1901 zutage. Die Erträge zeigten eher Neigung, höher zu werden[3]).

---

[1]) Zweiter Ber. d. Ver. zum Schutz u. zur Pflege der Alpenpflanzen, Bamberg 1902, S. 23. Vgl. dazu auch das Verhalten von Lein aus Mittelmeerländern und Ostseeprovinzen bei gleichzeitigem Anbau in Zürich (Stebler: Jahresb. d. eidgen. Samenprüfungsanstalt, 1906, S. 22). Ebenso die allmähliche Veränderung von russischen Leinherkünften in Dresden von 1895 u. 1898—1901: Stengel dicker und verzweigter, auch länger geworden (Steglich: Versuchsst. Pflanzenkult. Dresden, 1901, S. 11).

[2]) Estratto del Bolletino tecnico. R. Istituto Sperimentale, Scafati I, 1902, Nr. 2.

[3]) Ill. landw. Ztg., 1903, Nr. 4. — Separatab., S. 37.

Bei einem dreijährigen Anbauversuch mit Gerste und Hafer, den ich durchführte, zeigte sich auch mehr oder minder deutlich allmähliche Veränderung im Ausmaß einzelner Eigenschaften, wobei aber auch in diesem Falle der Sortencharakter dadurch nicht verwischt wurde[1]). — v. Weinzierl beobachtete allmähliche Zunahme von Abänderungen bei Gräsern der Ebene im Gebirge[2]). Wurden, nach mehreren Generationen, Nachkommen wieder in tiefere Lagen gebracht, so schwanden diese Abänderungen gleich. — Sehr eingehend wurde die allmähliche Veränderung bei Körnern, bei Anbauversuchen von Getreide, besonders bei Hafersorten, von Raum studiert[3]).

Es hat in einigen der angeführten Fälle der viele Generationen hindurch wirkende Einfluß des Standortes somit eine Wirkung gezeigt, die über jene der Modifikabilität hinausgeht und von mancher Seite als Variabilität betrachtet wird. Ich fasse die Erscheinung als Nachwirkung auf, die in die Gruppe der Übertragungen einzureihen ist. Daß bei längerem Verweilen unter veränderten Verhältnissen aber natürlich Auslese verändernd wirken kann, wurde schon unter „Standortsmodifikationen" erwähnt. Bei Beobachtungen in Populationen ist diese Wirkung immer mit der Übertragung gemengt. Als ein Versuch mit Zweigen einer reinen Linie kann ein von mir durchgeführter hier angezogen werden.

Bei demselben handelte es sich zwar nicht um verschiedene Standorte, aber die zwei Anbauarten Frühjahrs- und Herbstsaat wirken ähnlich wie solche. Bei Vergleichssaat, nach 3 und 6 Jahren, war kein Einfluß der bis dahin ständigen Frühjahrs- und ständigen Herbstsaat festzustellen[4]).

Qualitative Veränderungen, als Änderung morphologischer Eigenschaften, werden bei Veränderung des Standortes bei Kulturformen nicht beobachtet. Man hat solche aber bei künstlicher Einwirkung sehr veränderter Verhältnisse beobachtet, immer nur als Modifikationen. Die Veränderungen der Farbe, der Form erhielten sich nicht, es waren allgemeine qualitative Modifikationen.

Molliard erzielte bei Radieschen, die bei Anbau unter gewöhnlichen Verhältnissen rosa Haut zeigen, weiße bzw. graue bis schwarze Haut, wenn er die Pflanzen in flüssigen und gelatinösen Medien erwachsen

---

[1]) Journ. f. Landw., 1903, S. 52. — Festschrift zur 84. Jahresfeier d. K. W. Akademie Hohenheim. Plieningen 1902.

[2]) Neue freie Presse, Wien 1907, 19. Sept.; derselbe: Neue Zuchtsorten aus alpinen Formen von Futtergräsern, 1913.

[3]) Zur Kenntnis der morphologischen Veränderungen der Getreidekörner unter dem Einfluß klimatischer Verhältnisse 1906, Dissert., München.

[4]) Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II, 1914, S. 51; VI, 1918, S. 1.

ließ, welchen 5—10 bzw. 15% Glykose zugesetzt worden waren[1]). — Campanula Trachelium blühte in den Versuchen von Klebs dunkelblau im Freien, hellblau, wenn kühl, und weiß, wenn warm im Hause gehalten[2]). Bei Klebs' Versuchen blühte eine Form von Primula sinensis, die bei etwa 20° rot blüht, weiß, wenn sie im Warmhaus einer Temperatur von 30° C ausgesetzt wurde. Später wieder in normale Temperatur gebrachte Pflanzen sowie Sämlinge von Samen modifizierter Blüten blühten normal rot[3]). — Lothelier konnte in dunstgesättigter Luft bei Ulex europaeus Bildung von Blättern und Stengeln an Stelle von Dornen erzielen. Zusatz von Glykose zur Nährlösung ließ Dornen aber auch unter solchen Verhältnissen erscheinen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die äußeren Verhältnisse, die dabei als Standortsverhältnisse im weiteren Sinn zu betrachten sind, neben der Veranlassung von Modifikationen, nach lange dauernder Einwirkung auch Wirkungen, die sich auf die nächste Generation erstrecken, äußern können. Solche Wirkungen, die sich bei der nächsten geschlechtlich oder ungeschlechtlich erhaltenen Generation, die unter veränderten Verhältnissen erwächst, oder bei einigen solchen Generationen zeigen können, schwächen sich unter denselben allmählich ab und fallen dann in das Gebiet der Übertragungen. Dabei ist natürlich von einer allfälligen Veränderung von Populationen, die auf die Wirkung natürlicher Auslese zurückzuführen ist, hier ganz abzusehen. Eine allgemeine Veränderung der Vererbungssubstanz als solcher durch lange dauernden Aufenthalt unter bestimmten Standortsverhältnissen ist durch keinen Versuch mit höheren Pflanzen nachgewiesen. Nur eine solche tatsächliche Änderung der Vererbungssubstanz würde dem Begriff allgemeiner Variabilität voll entsprechen, wenn das Wort Variabilität im richtigen Sinn, gleich vererbbarer Veränderung, aufgefaßt wird.

Arten der Modifikabilität.

Neben die Variabilität im engeren, eigentlichen Sinne kann man, wie erwähnt, jene Abänderungsfähigkeit der Form und Leistung stellen, welche nicht mit der Vererbung und Über-

---

[1]) Compt. rend. Paris, 1909, Bd. 148, S. 573.

[2]) Jahrb. für wissenschaftliche Botanik 1905. Ahnlich läßt sich bei Fliedertreiben durch verschiedene Temperaturen verschiedene Farbe erzielen. Bei Pulmonaria officinalis gelang mir dies nicht, auch nicht durch Lichtentzug; junge Blüten waren immer rot, ältere blau.

[3]) Compt. rend. Paris, 1907, Bd. 145, S. 880. — Göbel: Organographie, S. 227, konnte bei Wiederholung nicht ganz bestätigen.

tragung in Beziehung steht, nur als verschiedenartige Entfaltung vorhandener Anlagen aufzufassen ist, für welche der Grund zumeist in der Abänderung der äußeren Verhältnisse zu suchen ist: die Modifizierbarkeit. Wie aus den Ausführungen am Eingang des Abschnittes Variabilität hervorgeht, kann auch die Modifikation partiell, individuell und allgemein auftreten und quantitativ wie qualitativ sein. Während unter gewöhnlichen Verhältnissen, wie sie die Kultur bietet, eine Modifizierung quantitativer Eigenschaften ständig und auffallend ist, tritt eine solche qualitativer nicht oder kaum merklich in Erscheinung. Daß sie aber möglich ist, zeigen die unter „Allgemeine Variabilität" erwähnten Versuche mit stärkeren Eingriffen deutlich.

Zu den Modifikationen sind die Standortsmodifikationen im Sinne Nägelis, die Biaiometamorphosen Lotsys, die Zwangsformen Klebs zu rechnen, Abänderungen, welche durch die Verschiedenheiten des Standortes bedingt sind, zunächst nicht vererbt werden, wohl aber bei gleichbleibenden Standortsverhältnissen wieder gleich in Erscheinung treten. Solche Standortsmodifizierbarkeit erklärt im Kulturzustande nicht nur die verschiedenartige Entwicklung desselben Formenkreises in verschiedenen Gegenden (siehe unter „Allgemeine Variabilität") und verschiedenen Jahren (letztere von Tower als place variation bezeichnet[1]), sondern auch einen Teil der verschiedenen Entwicklung der einzelnen Individuen auf Geilstellen, nassen Stellen, Feldrainen usw. Die äußeren Verhältnisse lassen die Entfaltung der Anlage nur in einer bestimmten Weise zu (Anlage zu Wüchsigkeit entfaltet sich nicht bei Mangel an Nahrung usw.).

In gleicher Weise wie der Standort kann die Änderung anderer äußerer Verhältnisse wirken, so das Eingreifen von Pilzen, die Entwicklung von Tieren in den Pflanzen (Gallenbildung) und künstliche Verstümmelung (Klebs, Blaringhem). Alle diese Veränderungen können mit jenen des Standortes zusammen als Modifikationen bezeichnet werden, sind Reaktionen der unveränderten Vererbungssubstanz auf verschiedene äußere Einflüsse. Ob bei Standortsmodifikationen lange dauernde Einwirkung auch eine, wenn auch leichte Veränderung der Vererbungssubstanz bewirken kann, wodurch die

---

[1]) Carnegie Institution, Publ. 48.
[2]) Lehrbuch der Botanik, S. 238.

Modifikation zur Variation im engeren Sinne wird, ist unter „Vererbung erworbener Eigenschaften“ und „Allgemeine Variabilität“ behandelt.

Eine besondere Art der Abänderungsfähigkeit der Form, die auch der Modifizierbarkeit zugezählt werden kann, ist in der nichterblichen Mißbildung gegeben.

Mißbildungen.

Spontan auftauchende Variationen größeren Umfanges und Modifikationen, welche sich durch besondere Auffälligkeit, Ungewöhnlichkeit des Merkmales auszeichnen, werden als Mißbildungen, Monstrositäten, Bildungsabweichungen, teratologische Bildungen bezeichnet, aber die Grenze zwischen gewöhnlichen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften und gewöhnlichen Modifikationen einerseits und Mißbildungen anderseits ist nicht immer leicht zu ziehen. Die häufigsten Fälle von Mißbildungen sind Versetzung von Organen an ungewöhnliche Stellen, ungewohnte Vergrößerung oder Verkleinerung einzelner Teile, starke Vermehrung oder Verminderung einzelner Organe. Beispiele von Mißbildungen sind bei den einzelnen Pflanzen [1]) gegeben.

Die Schwierigkeit der Trennung der Mißbildungen von anderen individuellen Variationen größeren Umfanges und anderen Modifikationen wird von allen Botanikern, welche sich mit Mißbildungen beschäftigten, hervorgehoben, und die Umgrenzung des Begriffes Mißbildung ist bei einzelnen Botanikern ganz verschieden von der Umgrenzung, welche andere diesem Begriffe geben.

Am weitesten geht in einer Richtung wohl Strasburger, welcher auch Bildungen einbezieht, welche pathologisch sind, aber anderseits Vererbbarkeit der Bildung ausschließt [2]), wonach die Bildungen nur Modifikationen wären. Masters schließt Vererbbarkeit teratologischer Bildungen nicht aus, zählt zu denselben aber Erscheinungen, welche als für die Formen typische bezeichnet werden können, wie Heterostylie, Dichogamie usw., und faßt auch die Erscheinungen bei künstlicher Vermehrung als teratologische Bildungen auf. Bei Masters finden wir auch bereits die Ansicht ausgesprochen, daß Teratologie und Variabilität nur gradweise voneinander verschieden sind [2]). Im gleichen Sinne spricht sich Goebel aus, wenn er sagt, daß zwischen Mißbildung und Variation keine sichere Grenzlinie gezogen werden kann. Nach seiner Meinung wären zu Mißbildungen unnütze, eher schädliche Variationen zu zählen, und kann Erblichkeit in Erscheinung treten, wenn eine solche auch meist geringer als bei Variationen ist [3]).

[1]) Bd. II—V dieses Handbuches.

[2]) Masters: Pflanzenteratologie, deutsch von Udo Dammer, 1886, S. 554. [3]) Organographie 1898.

Auch Penzig meint, daß die Begriffe Monstrosität, Bildungsabweichungen, Anomalie nicht leicht zu präzisieren sind. Nanismus, Gigantismus, Blütenfarbenvariationen, Albinismus der Blätter, Behaarungsunterschiede, Gallenbildung schließt er von dem Begriffe teratologische Bildungen aus, ebenso Erscheinungen, welche zwar Abweichungen vom normalen Bau derselben, aber zur Regel geworden sind, wie Kleistogamie, Dimorphismus usw.[1]) Auch bei ihm treffen wir eine Äußerung über die Abgrenzung des Begriffes Mißbildung, welche mit den erwähnten analog ist: „Eine scharfe Grenzlinie zwischen Anomalie und Variation ist überhaupt nicht zu ziehen[2])." Die zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien faßte — ohne die Frage der Vererbbarkeit zu berühren — auf Vorschlag v. Wettsteins den Begriff Monstrosität als: gelegentlich auftretende nicht pathologische Abweichung vom normalen Bau eines Organs, welche über die erfahrungsgemäß wahrscheinliche Variabilität des Organismus und der Organe wesentlich hinausgeht[3]).

So wie bei gewöhnlichen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften ist, auch bei Mißbildungen, die spontan, durch innere Ursachen entstanden sind, die Möglichkeit verschiedenartiger Vererbung vorhanden. Es lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

1. reine volle Vererbung: erbliche Mißbildung. Sehr selten.

Gabelgerste, Schlitzmohn (siehe unter Züchtung teilweise vererbbare Formen):

2. teilweise Vererbung: Zwischenvarietäten de Vries' mit auffallender Eigenschaft, teilweise erbliche Mißbildungen. Höhere Erbzahlen, wie sie den Mittelvarietäten de Vries' entsprechen, sind bei Mißbildungen selten, viel häufiger solche der Halbvarietäten, oder es findet nur ganz gelegentliches Auftauchen der Mißbildung statt.

Viele Beispiele, zumeist mit Berücksichtigung wild wachsender Pflanzen, hat de Vries geliefert[4]), für Iris pallida ein solches Heinricher[5]), für Kulturpflanzen viele: Körnicke[6]), Blaringhem[7]).

Während bei voll vererbenden Mißbildungen diese nicht nur bei allen nach Selbstbefruchtung erhaltenen Individuen einer Individualauslese, sondern auch innerhalb eines Indivi-

---

[1]) O. Penzig: Pflanzenteratologie, Genua, Angelo Ciminago, 1890.
[2]) Pflanzenteratologie II, S. 4.
[3]) Verhandl. 1910, S. 140.
[4]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1889, S. 291. — Biol. Zentralbl., 1892, S. 438. — Bull. sc. de la France et de la Belgique, XXVII, S. 396. — Dodonea, 1894, 1897, S. 62, 1895, S. 129. — Compt. rend., Paris, Januar 1899.
[5]) Biol. Zentralbl., 1916, S. 13.
[6]) Handbuch, S. 341.
[7]) Mutation et Traumatisme, Paris 1907.

duums durchaus auftritt, wird bei teilweiser Vererbung zwar die Neigung, die Mißbildung zu zeigen nach Selbstbefruchtung, auf alle Individuen innerhalb der Individualauslese übertragen, die Modifikabilität bewirkt aber, sowohl zwischen den Pflanzen einer Nachkommenschaft als zwischen den Teilen einer Pflanze, Unterschiede im Auftreten der Mißbildung, vom Fehlen derselben bis zu vollständiger Ausbildung. Reiche Ernährung begünstigt dabei stärkeres Auftreten der Mißbildung[1]), so wie diese auch innerhalb einer Pflanze zur Zeit kräftiger Entwicklung derselben stärker auftritt[2]).

Immerhin erscheint der Versuch, aus auftretenden Mißbildungen durch Züchtung, bloß durch Auslese eine neue Form zu schaffen, nicht ganz aussichtslos, ja, ein Forscher bringt selbst die Artbildung mit teratologischen Erscheinungen in Verbindung[3]), was nicht überraschen kann, wenn wir die erblichen Mißbildungen den gewöhnlichen Variationen größeren Umfanges zuzählen. Über Bastardierung bei Züchtung von Mißbildungen siehe unter „Züchtung teilweise vererbender Formen".

Mißbildungen, welche durch äußere — in manchen Fällen wohl auch innere — Ursachen hervorgerufen werden und nicht vererben, sind den Modifikationen zuzuzählen.

So sind beispielsweise Fälle von Blütenfüllung durch Peyritsch[4]) auf die Tätigkeit von Milben zurückgeführt worden, ebenso Erscheinungen veränderter Geschlechtsverteilung durch Molliard[5]) auf die Tätigkeit von Parasiten; Verzwergung und Riesenwuchs lassen sich oft auf Standortsverhältnisse im engeren Sinne zurückführen; alle Gallenbildungen sind Modifikationen. Klebs ist auf Grund zahlreicher hochinteressanter Versuche zu der Ansicht gelangt, daß alle beobachteten Mißbildungen sich auch durch geeignete Kulturmaßregeln hervorrufen lassen[6]).

Knospen-Variabilität, -Mißbildung und -Modifizierbarkeit.

Als Knospenvariationen werden allgemein äußerlich sichtbare qualitative Veränderungen von ganzen Achsen bezeichnet.

---

[1]) de Vries: Mutat. I, 449. — Schneider: Zeitschr. f. Pflanzenzücht. I, 1913, 3. Heft.

[2]) T. Tammes: Bot. Ztg. 1904. — Gegen Allgemeingültigkeit letzterer Beobachtung Lehmann: Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1909, S. 206.

[3]) Dareste: Recherches sur la production artificielle des monstruosités, Paris.

[4]) Akad. d. Wiss. Wien, Sitzungsber. Mat. naturw. Bl., 1888.

[5]) Naturwissenschaftl. Rundschau, 1896, S. 47. — Compt. rend., Paris 1901. Blütenfüllung in bestimmten Fällen auf Wurzelparasiten zurückgeführt.

[6]) Über künstliche S. 66, 86, 123.

Es sind hierher aber auch qualitative Veränderungen von Fruchtknoten und Samenknospen zu rechnen. Die qualitative Veränderung beliebig umgrenzter Partien einer Pflanze (sektoriale Spaltungen, Mosaikvererbung) steht der Erscheieung nahe. Vom Standpunkt der Wissenschaft aus müssen endlich aber auch derartig auftretende Veränderungen zu Knospenvariationen gerechnet werden, wenn sie nur quantitativ sind, es muß aber anderseits, so wie überall auf dem Gebiet der Variabilität, auch eine scharfe Unterscheidung zwischen Variabilität als vererbbarer Veränderung und Modifikabilität als nicht vererbbarer gemacht werden.

Wir haben demnach:

1. partielle quantitative Modifikabilität = der früher und vielfach auch heute noch als partielle Variabilität bezeichneten Erscheinung.

Beispiele sind unter partieller Variabilität gegeben worden.

2. partielle qualitative Modifikabilität = Veränderung einzelner Teile in äußeren Eigenschaften, die nicht vererbt wird.

So verweist Buchenau auf einen genau beobachteten Fall, bei welchem eine Änderung der Blattform (gelappte Laubblätter bei eichenblätteriger Hainbuche) auf ungenügende Ernährung zurückzuführen war, und bei dem bei besserer Ernährung dann wieder normale Blätter produziert wurden[1]). Die Erscheinung der Hexenbesen bei Bäumen wird meist durch Pilze, Bakterien, Milben verursacht und ist dann hierher zu rechnen; v. Tubeuf hat aber nachgewiesen, daß spontane Variabilität auch erbliche Hexenbesen bewirken kann[2]). Auch die infektiöse Panachüre kann zu 2. gerechnet werden.

3. partielle spontane quantitative Variabilität.

Die Erscheinung kommt zweifellos vor, ist aber schwer festzustellen und, von Auslese bei Vermehrung abgesehen, von keiner praktischen Bedeutung, da die Züchtung die Samen der einzelnen Teile der Elitepflanzen nicht getrennt hält.

Humbert fand nach Einspritzung in Ovarien bei der Nachkommenschaft einiger Blüten die Variabilitäts- (richtiger Modifikabilitäts-) breite größer als bei Nachkommenschaften nicht beeinflußter[3]). Erfolgte die Beeinflussung vor Bildung der Geschlechtszellen, so ist das Beispiel hier zu verwenden.

4. partielle spontane qualitative Variabilität.

Diese entspricht mit 2. zusammen, wenn sie ganze Äste beeinflußt, dem, was im gewöhnlichen Leben Knospenvariation

---

[1]) Bot. Ztg. 1891, S. 102. — Exoaskusinfektion Ursache; Wehmer: Bot. Ztg. 1895, S. 197.

[2]) Naturw. Z. f. L. u. F. 1910, S. 349 u. 582.

[3]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., IV, 1911, S. 250.

genannt wird (Abb. 27). Ob die Erscheinung aber wirklich Variabilität, also vererbend, ist, kann nur durch die Nach-

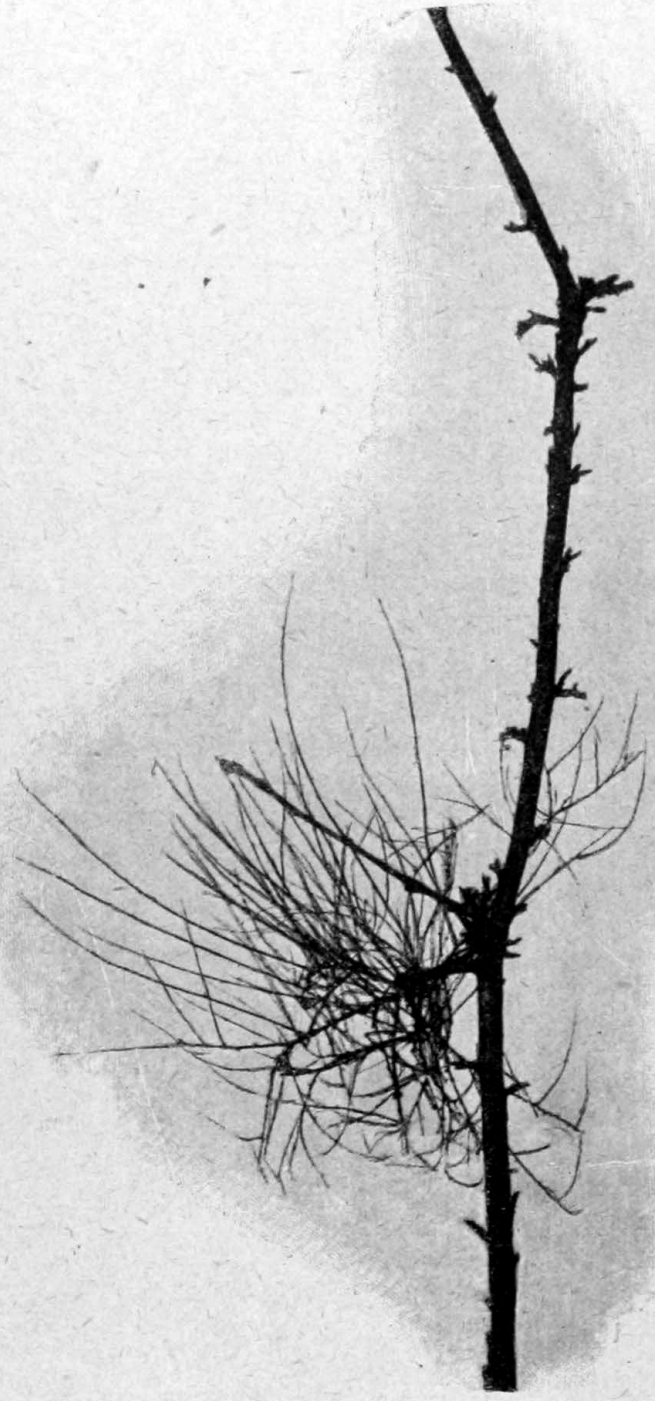


Abb. 27. Knospenvariation.

Ast von Laburnum Adami mit variierter Seitenachse, deren Aussehen jenem der Achsen von Cytisus purpureus entspricht. Aus Laubert, Bot. C., Beihefte, 1901, Heft 3.

kommenschaftsbeurteilung nach Selbstbefruchtung der Blüten des veränderten Teiles beurteilt werden. Die Vererbung muß dabei nicht eine volle sein, sondern es kann auch eine solche Vererbung stattfinden, wie sie den Zwischenvarietäten entspricht, bei welcher weiterhin vegetativ der Wechsel zwischen den beiden sichtbaren Eigenschaften stattfindet.

Beispiele unter „Gewöhnliche spontane individuelle Variabilität größeren Umfanges".

Knospenvariationen in dem gewöhnlich gebrauchten Sinn dieses Wortes, also partielle, qualitative Veränderungen ohne Unterscheidung nach Vorhandensein oder Fehlen von Erblichkeit, erwähnt Darwin in größerer Zahl[1]). Hoffmann hat aus eigener Beobachtung eine Reihe von Beispielen für solche gebracht. Er fand verschiedenfarbige Blüten an einem Pflanzenindividuum bei Viola tricolor, Papaver alpinum, Digitalis purpurea, Helianthemum polifolium, Godetia amoena[2]). Bei Rosa punica zeigten sich nach vielen Jahren, während welcher ein Strauch nur rote Blüten gebracht hatte, auch gelbe und gelbrotbunte Blüten an demselben Individuum. Bei einem Roßkastanienbaum trug ein Zweig gefüllte Blüten, ein Exemplar von Lonicera Periclymenum zeigte einzelne Zweige mit fiederschnittigen Blättern usw.[3]). An ein und demselben Sproß bei Phaseolus vulgaris wurden Hülsen mit verschiedenen Samen beobachtet[4]). Häufig zeigen sich Knospenvariationen bei panachierten Bäumen und Sträuchern als grüne Zweige an solchen, aber auch als panachierte Zweige an grünen. Ich habe bei gefülltem Gartenmohn weiße und rosa Blüten an einer Pflanze beobachtet, bei Dahlien tiefrotorange Blüten an einer Seite, blaßrosafarbige an der anderen Seite derselben Achse, bei Getreide Halme mit begrannter und solche mit unbegrannter Ähre an einer Pflanze. Bei Kartoffeln treten hier und da Knollen verschiedener Farbe an einer Pflanze auf, und die Entstehung von S. Commersoni wird auch auf eine Knospenvariation zurückgeführt[5]). Bei v. Wettstein gab ein fasziierter samentragender Zweig von Sedum reflexum zum Teil fasziierte Individuen[6]). Neuere Zusammenstellung bei Cramer[7]).

Bei jenen Veränderungen von Knospen, bei welchen Vererbung bei Fortpflanzung vorhanden ist, ist nur die Annahme einer in einem Teil einer Pflanze erfolgten

---

[1]) Das Variieren.

[2]) Bot. Ztg., 1881, S. 377. — Ursache der Erscheinung kann in diesem Falle auch eine vorangegangene Bastardierung gewesen sein, es kann dabei vegetative Spaltung oder nur Mosaikvererbung sein.

[3]) Bot. Ztg., 1881, S. 395. — Beispiele von Knospenvariationen bei Bäumen; auch bei Beißner: Mitteilungen der deutschen dendrologischen Gesellschaft, 1895.

[4]) Bot Ztg., 1883, S. 344. — Ursache wie bei Note 2.

[5]) Siehe Bd. III.

[6]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 95.

[7]) Naturw. Verh. v. d. Holland Maatsch. d. W. Haarlem 1907.

Änderung der Vererbungssubstanz möglich (vegetative spontane Variation, -Mutation). Die Änderung kann eine durchgreifende sein, neues in die Form bringen (progressive vegetative Mutation: Solanum Commersoni), oder nur im Verschwinden oder Auftauchen der Anlage einer Eigenschaft bestehen (grüne Zweige panachierter Bäume, abweichende Knollen bei Kartoffeln), das sich in vielen Fällen wohl als vegetative Spaltung in doppelt veranlagten Individuen nach einer Bastardierung erklären läßt. East fand bei bisher untersuchten Fällen von nicht progressiven Knospenvariationen, daß dieselben im Verlust der bei Bastardierung dominierenden Eigenschaft eines Paares und Auftauchen der rezessiven bestehen[1]).

Korrelationen. Wechselbeziehungen.

Allgemeines.

Auch dieses Wort wird sehr vieldeutig verwendet[2]).

Man hat sich daran gewöhnt, von Korrelation zu sprechen, wenn zwei Eigenschaften bei voneinander morphologisch unterscheidbaren Formenkreisen immer miteinander auftreten, qualitative Korrelation, oder wenn bei Vergleich verschiedener Formenkreise oder verschiedener Individuen in demselben die Veränderung des Ausmaßes einer Eigenschaft von einer Veränderung des Ausmaßes anderer Eigenschaften begleitet ist, quantitative Korrelation. Endlich hat man auch, bei Vergleich verschiedener morphologisch unterscheidbarer Formenkreise, vereintes Auftreten bestimmter qualitativer mit bestimmten quantitativen Eigenschaften als Korrelation bezeichnet. Die quantitative Korrelation kann gleichsinnig positiv sein, wenn die Veränderung im selben Sinn erfolgt, negativ, wenn sie im entgegengesetzten Sinn erfolgt. Bei qualitativen Korrelationen ist diese positiv, wenn das gemeinsame Auftreten zweier Eigenschaften vorliegt, negativ, wenn eine Eigenschaft nie gemeinsam mit einer anderen auftritt.

Auch bei den Korrelationen muß zwischen Veränderung und Zusammenhang von Eigenschaften und Veränderung und Zusammenhang von Anlagen unterschieden werden. Manche

---

[1]) The plant world, 1908, S. 77.

[2]) Göbel: Flora 1895, S. 197. — v. Tschermak, Bd. IV dieses Handbuches.

Erscheinungen, die bei Eigenschaften als Korrelationen aufgefaßt werden, sind keine, wenn die Anlagen betrachtet werden (Fall g weiter unten). Echte Korrelationen sind Anlagenkorrelationen. Zunächst muß aber meist noch mit den Eigenschaften gerechnet werden.

Mehr Beachtang wurde den Korrelationen geschenkt, seitdem Marek, v. Neergard, Schindler, v. Proskowetz, v. Liebenberg[1]) durch ihre Untersuchungen die Aufmerksamkeit auf den Gegenstand gelenkt hatten. Die Anführung von Korrelationen bei einzelnen Pflanzen gibt Gelegenheit, der betreffenden Literatur zu gedenken. Eine exakte Feststellung von Korrelationen erfolgte erst erheblich später, nachdem die durch Galton[2]) begründete Methode des Messens von Korrelationen Eingang gefunden hatte. Bei quantitativer Korrelation wurde für die Züchtung ein wesentlicher Fortschritt erzielt, als man von der Feststellung bei wahllos aus Populationen herausgegriffenen Individuen zu jener bei Mitteln von Individualauslesen und bei Mitteln von Linien überging. Ersteres geschah zunächst 1902 von Helveg[3]) und letzteres von Johannsen[4]).

Als Korrelationen im weitesten Sinne des Wortes, die man verschieden zu gruppieren gesucht hat[5]), werden die folgenden Erscheinungen betrachtet:

Quantitative Korrelationen.

a) Besondere Entwicklung eines Teiles oder einer Eigenschaft eines Individuums ist meist mit Zurückbleiben der Entwicklung anderer Teile oder anderer Eigenschaften verbunden. Es ist dies jene Erscheinung, welche Geoffroy de St. Hilaire als balancement organique bezeichnete, und die Goethe meinte, als er aussprach, daß die Natur auf der einen Seite

---

[1]) Marek: Mitt. d. landw. Inst. Königsberg, 1882. — Schindler: Der Weizen, Berlin 1893. — v. Proskowetz: Landwirtsch. Jahrb., 1893, S. 129. — v. Liebenberg: Mitteilungen des Vereines z. Förderung d. landw. Versuchswesens, 1892, 1893.

[2]) Proceedings of the Roy. Soc., London, Bd. 45, 1888, 136. — Neue Literatur über die Art der Ermittelung von Korrelationen siehe unter „Korrelationen" bei „Veredelungszüchtung".

[3]) Helveg: Tidskr. f. Landb. Plant. 02/03, zitiert nach Johannsen: Elemente.

[4]) Elemente.

[5]) Webber: Am. Br. Ass. 1906: East: Am. Br. Ass. 1908.

sparen muß, um auf der anderen ausgeben zu können[1]). Änderungen in einem Teil oder in einer Eigenschaft eines Individuums bewirken Regulationen in anderen Teilen oder Eigenschaften, da ja die Leistungsfähigkeit eines jeden Organismus eine Grenze hat. Die Erscheinungen sind physiologische, die in jedem Individuum sich zeigen und in das Gebiet der Modifikationen gehören. Man könnte für sie am besten das Wort Kompensationen verwenden.

b) Untersucht man eine Anzahl von Individuen einer Population, aber auch einer reinen Linie, so findet man, daß im Mittel längere Individuen auch schwerer, dicker sind, kräftigere Wurzeln, längere Ähren usw. besitzen. Derartige Erscheinungen sind Ausdruck für allgemeine Üppigkeit, sind Symplasien, entsprechen dem, was Dunker indirekte Korrelation nennt und sind auch Modifikationen. Auch bei ihnen können Verschiebungen vorkommen, worauf East verweist[2]). Die Versuche v. Seelhorsts mit Wirkung verschiedener Wachstumsfaktoren, je zu verschiedenen Zeiten, geben eine Erklärung für solche.

c) Wenn bei den Individuen einer Population gefunden wird, daß, zum Beispiel bei der Zuckerrübe, dem höheren Trockensubstanzgehalt im Mittel auch höherer Zuckergehalt entspricht, so ist diese Korrelation dadurch bedingt, daß der Trockensubstanzgehalt den Zuckergehalt in sich einschließt und, nachdem der Zucker hauptsächlichster Bestandteil ist, durchschnittlich der Trockensubstanzgehalt parallel sich ändert. Wenn ebenso bei Vergleich von Linienmitteln bei selbstbefruchtetem Getreide zum Beispiel aus kürzeren Halmgliedern auf dichtere Ähre geschlossen wird, so ist eine gleichsinnige Änderung auch da sicher zu erwarten, da auch die Ährenspindelglieder Glieder der Achse sind. Solche Korrelationen entsprechen dem, was Dunker formale Korrelationen nennt.

Die unter a, b und c genannten Korrelationen sind physiologische.

d) Findet man, daß in einer Population von Zuckerrüben in Mittelzahlen dem höheren Gehalt an Zucker ein niedereres Gewicht des Rübenkörpers entspricht, oder daß in einer Population von Hafer dem höheren Korngewicht niedererer Fettgehalt

---

[1]) Goethes Werke II, Bd. 8, S. 16.
[2]) Am. Br. Ass. 1908.

entspricht, so betrachtet man dies als eine bedeutungsvolle Korrelation. Man schließt, daß bei Zuckerrüben einseitige Züchtung auf Zuckergehalt das Rübengewicht drückt, bei Hafer einseitige Züchtung auf hohes Korngewicht den Fettgehalt der Körner. Die festgestellten Beziehungen sind statistische: statistische Korrelationen und müssen den erwähnten Erfolg bei Züchtung nicht haben, da auch erbliche Ausnahmen von dem durchschnittlich häufigsten Zusammenhang vorhanden sind und Auslese, die diese herausgreifen kann (siehe Korrelation, unter Veredlungszüchtung).

e) Findet man derartige Zusammenhänge, wie die eben erwähnten bei Vergleich von Nachkommenschaften innerhalb einer reinen Johannsenschen Linie, so ist eine echte Korrelation von Anlagen festgestellt worden. Zweige solcher Linien zeigen diesen Zusammenhang, bei verhältnismäßiger Vererbung, immer weiter, es wäre denn, daß eine spontane Variabilität die Anlagen ändern würde. Die einzelne reine Johannsensche Linie vererbt ihre spezifische Eigentümlichkeit dabei so, wie sie andere spezifische Eigentümlichkeiten, zum Beispiel jene, öfters oder seltener qualitative partielle Modifikationen erscheinen zu lassen [1]), vererbt.

f) Die ertragreichen dichtährigen Winterweizensorten wurden in vielen Versuchen als weniger winterfest gefunden, man stellte die Beziehung Dichtährigkeit mit hohem Ertrag und geringer Winterfestigkeit als statistische Korrelation auf. Die Ermittlung ist, so wie bei d, eine statistische, nur hier bei Formenkreisen, dort bei Individuen vorgenommen und sagt nur, daß unter den heute verbreiteten Formen viele Linien vorhanden sind, bei welchen diese Beziehung vorhanden ist; sie schließt Ausnahmen in größerer oder kleinerer Zahl nicht aus.

Die unter d und f angeführten statistischen Korrelationen können echte Korrelationen neben anderen enthalten.

Qualitative Korrelationen.

g) Wenn die bekannten Formenkreise einer Art miteinander verglichen werden, und dann bestimmte qualitative Eigenschaften bei allen oder vielen miteinander vereint findet, so wird auch dieses als Korrelation bezeichnet, ist auch eine

[1]) Fruwirth: Mendel-Festschrift.

statistische Korrelation, die aber auch Fälle echter Korrelation umschließen kann.

Die in Mitteleuropa auf dem Felde verbreiteten Sorten der Fisole, die weißsamig sind, weisen alle weiße Blüten auf. Man sagt, die weiße Farbe der Blüte ist mit weißer Farbe der Samen korrelativ verbunden. Es gibt aber tatsächlich Fisolen, welche bei weißer Blütenfarbe rote Samenfarbe besitzen, andere, die bei Violett oder Purpur als Blütenfarbe Weiß, Aschgrau, Gelb als Samenfarbe aufweisen. Ebenso ist die Korrelation bei Kartoffeln farblose Knollen, farblose Stengel keine vollkommene.

Wenn solche verschiedene äußere Eigenschaften bei verschiedenen Formen miteinander vereint auftreten, so kann dies Anlagen-, also echte Korrelation sein. Es ist dies dann der Fall, wenn diese verschiedenen äußeren Eigenschaften von verschiedenen Anlagen bedingt sind, wie in dem gleich erwähnten zweiten Fall bei Mais. Dagegen nur Eigenschaftenkorrelation, wenn ein und dieselbe Anlage in verschiedenen Organen der Pflanze sich — oft in recht verschiedener Weise — äußert (Pleiotropie).

Bateson will Erscheinungen der letzteren Art überhaupt nicht zu den echten Korrelationen rechnen[1]). Haecker tut dieses[2]), und es erscheint zunächst auch noch richtiger, weil die Grenze zu unsicher ist. Für Rotfärbung von Lieschen, Spindel, Beutel und Fruchthaut bei Mais nahm man zum Beispiel eine Anlage an. Emerson fand aber abweichende Formen und bei diesen, zunächst für Spindel und Samenhaut, verschiedene Anlagen.

Bei marmoriertsamigen, blaublühenden Lupinen von Lupinus angustifolius äußert sich eine Anlage in der Farbe der Blüte, der Samenschale und der Keimblätter. Ich erhielt aber eine spontane Variation, bei welcher die Marmorierung der Samenschale ausgefallen war, ohne daß die Farbe der Blüte und der Keimblätter verändert worden wäre.

h) Bei den Spaltungen nach einer Bastardierung verhalten sich öfter äußerlich sichtbare Eigenschaften so, daß sie miteinander vereint bleiben, daß die einzelnen Individuen nach der Spaltung sie entweder alle zusammen oder keine derselben besitzen. Man muß auch diese, als Verkoppelung und Abstoßung bezeichneten, Erscheinungen als Korrelationen betrachten und selbst als echte + bzw. — Korrelationen, reale im Sinne Dunkers.

Beispiele und weiteres unter Verkoppelung und Abstoßung.

i) Gleiches wie bei g) über Anlagen- und Eigenschaftenkorrelation gesagt wurde, gilt für vereintes Auftreten von

[1]) Mendels Principles, S. 159. [2]) Vererbungslehre, 2. Aufl., S. 316.

Eigenschaften bei spontaner Variabilität, welche echte Korrelationen erscheinen lassen kann.

Wenn die Oenothera Mutanten de Vries' tatsächlich spontane Variationen sind, die durch Hinzutreten einer neuen Erbeinheit entstanden sind, so wären da die Änderungen vieler Eigenschafen, die sich bei ihnen finden, durch eine Anlage bewirkt. Nilsson-Ehle nimmt an, daß Wildhafermerkmale, also mehrere Eigenschaften, dadurch bei Kulturhafer auftauchen, daß spontan eine Anlage, ein Hemmungsfaktor wegfällt, dessen Abwesenheit stärkere Begrannung und stärkere Behaarung der Kornbasis zuläßt [1]).

j) Bei Vergleich verschiedener Formenkreise oder der Typen in einem morphologisch einheitlichen solchen hat man auch zwischen quantitativen und qualitativen Eigenschaften Korrelationen ermittelt, die auch den statistischen Korrelationen zugezählt werden können.

So wurde beispielsweise von Kießling festgestellt, daß die begrannten Formen bayrischer Weizen-Landsorten schwerere Ähren haben und höheren Kornertrag geben; Zalesky ermittelte dagegen für Podolien, daß die unbegrannten Formen des dortigen Landweizens schwerere Ähren und höheres Gesamtkorngewicht aufweisen.

Als Korrelationen im engeren Sinn, echte, erbliche genetische, möchte ich nur jene Zusammenhänge von Eigenschaften betrachten, welche innerhalb reiner Johannsenscher Linien festgestellt werden (Fall e) und jene, welche bei spontaner Variabilität morphologischer Eigenschaften und Linienmutabilität (Fall i) oder bei Variabilität nach einer Bastardierung (Fall h) sich äußern, und zwar derart, daß der Wegfall einer Eigenschaft primär den Wegfall einer anderen bedingt, das Vorhandensein einer Eigenschaft jenes einer anderen. Gut zu beobachten sind solche Zusammenhänge bei Bastardierung und spontaner Variabilität nur, wenn sie qualitativer Natur sind; bei quantitativen Änderungen ist der Nachweis schwierig. Würde man die Beziehungen zwischen Eigenschaften und Anlagen schon allgemein genau kennen, so könnte man in der angeführten Begriffsbestimmung von je gemeinsamem Vorhandensein, Wegfall oder Zusammentritt von Anlagen sprechen. Solche Korrelationen im engeren Sinn echte, erbliche, genotypische würden dann neben den statistisch ermittelten, neben den Kompensationen und den formalen Korrelationen bestehen. Alle statistischen Korrelationen können natürlich auch echte enthalten.

[1]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., V, S. 1.

Auslese.

Als Auslese, Selektion, Auswahl bezeichnet man die Erhaltung oder Vernichtung einzelner Formenkreise oder einzelner Individuen eines Formenkreises. Sie kann durch natürliche äußere Verhältnisse durchgeführt werden: natürliche Auslese, die Ungeeignetes vernichtet, oder durch die Menschen: künstliche Auslese, die Geeignetes erhält.

Auf die Kulturpflanzen wirkt, ebenso wie auf die wild wachsenden Pflanzen, die natürliche Auslese. Daneben kann bei ihnen aber auch noch künstliche Auslese ihre Wirkung geltend machen.

Auslese bei wild wachsenden Pflanzen.

Es wird zweckmäßig sein, auch der Ansichten über den Einfluß der natürlichen Auslese auf die Formenbildung bei wild wachsenden Pflanzen hier und weiter unten (siehe Formenbildung wild wachsender Pflanzen) zu gedenken. Dabei ist es notwendig, sich wieder vor Augen zu halten, daß unter individuellen kleinen Variationen sehr Verschiedenartiges zusammengefaßt wird. Bei Darwin deckt diese Bezeichnung das, was man heute unter Modifikationen, qualitative und quantitative Folgen geschlechtlicher Zusammentritte, Linienmutationen und weniger auffallende spontane Variationen versteht. Plate führt aus, daß seiner Ansicht nach Darwin allerdings nur erbliche, also eigentliche Variationen im Auge hatte [1]).

Auch bei de Vries werden unter Variabilität im engeren Sinne oder individuelle Variationen („klein" setzt er nicht hinzu) nach seiner Beschreibung und seinen Beispielen Modifikationen und Variationen zusammengefaßt, es werden aber nur quantitative Unterschiede betrachtet [2]).

In dem, was heute als Darwinsche Selektionstheorie gilt [3]), wird der natürlichen Auslese, der natural selection, eine bedeutende Rolle bei der Formenbildung zugeschrieben. Richtungslose individuelle kleine Variabilität schafft nach dieser Theorie die kleinen Unterschiede, welche im Laufe der Zeit durch die Auslese gehäuft werden, so daß es zur Bildung von Varietäten, weiterhin von Arten kommt.

Zur Annahme der Wirkung dieser natural selection ist Darwin durch die paläontologische Forschung mit ihrem Nachweis ausgestorbener,

---

[1]) Selektion, 3. Aufl., S. 314, 317, 321.
[2]) Mutation I, S. 35.
[3]) Siehe auch unter „Die Formenbildung".

in den früheren Erdperioden gewiß angepaßter Formen, durch die Betrachtung des Verhältnisses zwischen der großen Zahl von Keimen und der geringen erwachsener Organismen, durch Beobachtung über Verdrängung der Formen durch andere, ganz besonders aber durch die Erfolge der künstlichen Auslese bei Tier- und Pflanzenzüchtung gebracht worden.

Unter den Darwinianern wird von einem Teil der Wirkung der Auslese eine geringere Bedeutung für die Formenbildung zugeschrieben und die Wirkung äußerer Verhältnisse in den Vordergrund gestellt (Spencer), von einem anderen, größeren wird die Auslese in den Vordergrund gestellt. Ein energischer Vertreter der Lehre von der Wirkung der natürlichen Auslese ist Weismann. Nägeli will die Wirksamkeit der natürlichen Auslese wesentlich beschränkt wissen, ebenso Eimer, Francé. Wagner, Kassowitz und andere bekämpfen die Annahme einer weitgehenden Wirkung der Auslese in der Natur, aber immer unter ausdrücklicher Anerkennung ihrer Wirksamkeit im Kulturzustande der Organismen. Semon nimmt bei der Erklärung der Formenbildung neben der Summe der durch Reize bewirkten und vererbten Einwirkungen (Engramme) auch Auslesewirkung an. Auch Jensen betont neben der Wirkung der fortschreitenden Variabilität, die nach ihm allein den Fortschritt erklärt, Auslesewirkung. Von Plate wird die Wirkung der Auslese gleichfalls energisch betont, ohne daß ihr aber allein die Formenbildung zugeschrieben wird.

Die Mutationstheorie de Vries' erkennt auch die Wirkung der natürlichen Auslese an. Nach dieser Theorie arbeitet dieselbe aber in ganz anderer Weise. Sie kann auch die individuellen kleinen Variationen treffen, schafft aber dann nichts Bleibendes, sondern verschiebt nur das Mittel. Nach Aufhören der Selektion findet allmählich eine Rückkehr zum Mittel der Variabilität statt. (Die individuellen kleinen Variationen müßten dabei demnach nur als Modifikationen aufgefaßt werden.) Die elementaren kleinen Arten und Varietäten entstehen plötzlich durch Mutationen, Sprünge (Heterogenesis Korschinskys), nicht allmählich im Laufe von Jahrhunderten aus ganz kleinen Unterschieden. Sie treten dabei durch jene Variabilität in Erscheinung, welche man bei landwirtschaftlicher Züchtung als spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften bezeichnet, eine Variabilität, welche Darwin auch sehr wohl bekannt war, ohne daß er (noch weniger seine nächsten Anhänger) derselben bei der Artenbildung eine wichtige Rolle eingeräumt hätte. Die neuen, durch Mutationen geschaffenen Formen sind es, mit welchen nach dieser Theorie die Auslese arbeitet. Durch Unterdrückung einzelner der elementaren Arten entstehen Lücken, und diese ermöglichen es, durch Zusammenfassung je einer Anzahl gebliebener, einander näher stehender Formen zu großen Arten zu gelangen.

Auslese bei Kulturpflanzen.

Auf die Kulturpflanzen wirkt die natürliche Auslese ein; daneben kann dann bei ihnen aber auch die künstliche Auslese ihre Wirkung geltend machen. Die bedeutende Wirkung der künstlichen Auslese wird allgemein anerkannt. Von

ihr sagt Müller, in Übereinstimmung mit Darwin[1]), daß, „sobald eine Auswahl in bestimmter Richtung stattfindet, infolge der Auswahl, ganz abgesehen von äußeren Verhältnissen, ein Fortschreiten der Abänderung in derselben Richtung von Generation zu Generation eintreten wird“[2]). L. L. de Vilmorin sagt[3]); „Chacque variation appréciable à nos sens peut être amenée à l'état de race constante, se reproduisant par graine, au moyen d'une série plus ou moins longue de semis méthodiquement suivis.“ Allerdings gelten beide Aussprüche, wie die Ausführungen über Auslesewirkung in diesem Abschnitt und im zweiten Teil dieses Bandes zeigen, nicht allgemein.

Natürliche Auslese.

Bei Kulturpflanzen zielt die natürliche Auslese bei spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften und morphologischen Variationen nach Bastardierung auf denselben Erfolg hin wie bei derartigen Variationen wild wachsender Pflanzen, aber sie wird weit weniger wirksam sein. Formenkreise, welche im Naturzustande sich nicht erhalten können, durch natürliche Auslese zwischen den Formenkreisen beseitigt werden, können im Kulturzustande noch erhalten bleiben, da sie der Konkurrenz mit anderen entrückt und unter möglichst günstige Bedingungen gebracht werden. Mit den individuellen kleinen Variationen, hier im Sinn erblicher quantitativer Verschiedenheiten, die spontan oder durch geschlechtliche Mischung entstanden sind, arbeitet die natürliche Auslese der Pflanzen im Kulturzustand der Pflanzen so wie die künstliche. Sie beseitigt in Populationen, gerade so wie diese, immer wieder eine Anzahl von Individuen und verschiebt dadurch in den verbleibenden der Auslese das Mittel der Variabilität; sie scheidet Linien oder bestimmte Liniengemische aus. Dabei arbeitet sie mit den klimatischen Verhältnissen, welche das Kulturland, genau so wie der natürliche Standort, bietet: Dürre, Nässe, Frost usw. Die empfindlichen Pflanzen, schließlich Linien, werden beseitigt und das Mittel der Variabilität in der Richtung gegen größere Widerstandsfähigkeit verschoben. Die widerstandsfähigeren, kräftigeren Pflanzen, schließlich

[1]) Das Variieren, II, S. 461.
[2]) Müller: Die Befruchtung, S. 449.
[3]) Vilmorin: Notices sur l'amélioration, S. 16.

Linien oder geschlechtliche Liniengemische, bleiben zurück (Landsorten aus Gegenden mit ungünstigem Klima widerstandsfähiger). Der künstlichen Auslese kann die natürliche auch entgegenwirken, da die künstliche Auslese nicht immer die kräftigsten Pflanzen wählt. Die natürliche Auslese kann aber auch mit den besonderen Eingriffen arbeiten, welche die Kultur allein bietet. Wenn der Schnitt immer wieder zu einer bestimmten Zeit vorgenommen wird, so wird dadurch Auslese vorgenommen, welche das Mittel mit Bezug auf die Reife zu diesem Zeitpunkt hin verschiebt, da früher und später reifende Pflanzen immer wieder ausgelesen, beseitigt werden. Erstere werden ihre Samen vorzeitig ausstreuen, die letzteren werden dieselben noch nicht ausgereift haben; in beiden Fällen werden die Samen solcher Pflanzen nicht ins Saatgut gelangen, sie werden „ausgelesen" werden.

Künstliche Auslese.

Von der natürlichen Auslese unterscheidet sich die künstliche in dem Weg, der eingeschlagen wird, und im Ziel. Im Weg dadurch, daß erstere Individuen oder Formen zu beseitigen strebt, welche in irgendwelcher Weise minder zweckmäßig sind, die künstliche dagegen fast ausschließlich solche herausgreift, die bestimmte Vorzüge bieten. Im Ziel unterscheidet sie sich dadurch, daß die natürliche Auslese nur das beste Gedeihen der Pflanze im Auge hat, die künstliche die bestmögliche Nutzung von den Pflanzen, künstliche Auslese daher bei einer Form, auch an einem Ort, mehrere Ziele haben kann.

Künstliche Auslese bei Fortpflanzung.

Die Variabilitätsformen und die Vererbungsverhältnisse sind so eingehend behandelt worden, daß es möglich ist, die Wirkung der Auslese hier kurz darzustellen, um so mehr als dieser Gegenstand auch im zweiten Teil dieses Bandes im Zusammenhang mit Beispielen aus der Züchtung erörtert werden muß.

Bei Selbstbefruchtern kann die Auslese

1. lediglich ausscheiden, und zwar:

neu entstandene individuelle qualitative Variationen: spontane Variationen morphologischer Eigenschaften und neu entstandene individuelle quantitative Variationen: Linienmutationen,

qualitativ einfach veranlagte (homozygotische), also vollvererbende Individuen nach einer eben stattgehabten Bastardierung oder quantitativ einfach veranlagte, daher einheitlich verhältnismäßig vererbende Individuen nach einer solchen.

Nachkommen von früher entstandenen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften und früheren Linienmutationen;

Nachkommen qualitativ einfach veranlagter, also voll vererbender Spaltungsergebnisse von früher erfolgten Bastardierungen oder quantitativ einfach veranlagte nach einer solchen;

2. die seltenen zufälligen Bastardierungen oder die seltenen zufälligen Fremdbefruchtungen zwischen verschiedenen Linien verhindern;

3. durch Übertragung bei quantitativen Eigenschaften gewisse Steigerungen erzielen, so bei Wüchsigkeit und damit in Zusammenhang oft auch stärkere Ausprägung des abweichenden Merkmales bei Zwischenvarietäten.

Bei Fremdbefruchtern kann durch Auslese bewirkt werden:

1. das ledigliche Ausscheiden von:

einfach veranlagten, also quantitativ voll oder qualitativ verhältnismäßig vererbenden Nachkommen einer eben vorgenommen Bastardierung,

einfach veranlagten Nachkommen einer früher erfolgten Bastardierung;

2. der geschlechtliche Zusammentritt von:

a) bestimmt gewählten Angehörigen verschiedener Linien und damit, die Erzielung geschlechtlicher Liniengemische mit stärkerer Ausprägung der Eigenschaft, nach welcher die Auswahl erfolgt,

b) gleich aussehenden Spaltungsergebnissen nach einer Bastardierung und damit die weitere Erhöhung der Zahl derartig aussehender Spaltungsergebnisse.

Künstliche Auslese bei Vermehrung.

Durch diese kann

1. eine Ausscheidung erfolgen, und zwar:

a) von partiellen, qualitativen, spontanen Variationen (Variationen morphologischer Eigenschaften einzelner Teile): Knospenvariationen im engeren Sinn,

b) von partiellen quantitativen spontanen Variationen in vegetativen Linien,

c) von Verbindungsformen in F_1 oder späteren Generationen nach Bastardierung.

Die Erklärung der Wirkung der Auslese bei Vermehrung ergibt sich daraus, daß die neuen Individuen abgetrennte, weiterwachsende Teile eines Individuums sind. Ein Zweig, der eine einer Knospenvariation im engeren Sinn entsprechende abweichende Erscheinung zeigt, wird — von seltenen Rückschlägen abgesehen — die Abweichung in allen Seitenzweigen zeigen; ebenso werden sich seine Nachkommen bei Vermehrung verhalten. Gleiches muß bei quantitativer Variabilität eines Zweiges eintreten. Eine Pflanze, die als Wirkung einer Bastardierung in allen ihren Teilen eine Variation zeigt, wird dieselbe — von seltenen vegetativen Spaltungen abgesehen — auf alle Individuen, die durch Abtrennung und Bewurzelung solcher Teile entstanden sind, übertragen.

2. eine gewisse Steigerung bei quantitativen Eigenschaften, besonders Wüchsigkeit durch Übertragung erfolgen.

Eine kräftige Achse an einem Baum wird Seitenachsen von verschiedener Ausbildung (partielle Modifikabilität) entsenden, aber immer im Mittel kräftigere als eine schwächliche; Ähnliches tritt nach Abtrennung bei den Nachkommen ein, Übertragung.

Die Formenbildung bei wildwachsenden Pflanzen.

Der Deszendenzgedanke, dem Charles Darwin zum Durchbruch verhalf, kann heute als unbestrittener gelten; viel umstritten ist aber die Frage nach der Art der Weiterbildung der Formen. Lange Zeit herrschte auch hier Darwins Theorie, von der natürlichen Zuchtwahl[1]) wenig angefochten. Heute stehen sich mehrere Theorien gegenüber, und gerade in den letzten Jahren ist durch das Werk von de Vries und die Arbeiten über Bastardierung die Frage nach der Artenbildung wieder besonders in den Vordergrund gerückt worden.

de Vries hat versucht, die Entscheidung von dem Gebiet statistischer Forschung und jenem der Spekulation auf den Boden des Versuches zu drängen. Manche Verwirrungen werden durch seinen Hinweis darauf vermieden, daß es nicht die Arten

[1]) On the origin of species, 1859, deutsch von Braun und Carus

sind, wie wir sie aufzufassen gewohnt sind, deren Entstehung beobachtet werden kann, daß diese sogenannten großen Arten lediglich künstlich geschaffene Kreise von Formen sind, innerhalb welcher erst die Einheiten (seine „elementaren Arten") sich finden, deren Schaffung verfolgt werden kann.

Die verschiedenen Hauptrichtungen der Ansichten über die Formenbildung oder, wie sie gewöhnlich genannt wird, die Artenbildung fassen direkte Wirkung äußerer Einflüsse (Anpassungstheorie, Theorie der direkten Bewirkung) — Auslese individueller kleiner Variationen (Selektionstheorie im engeren Sinne) — plötzliche, aus inneren Ursachen erfolgende Bildung von gewöhnlichen Variationen größeren Umfanges (Mutationstheorie) — allmähliches Fortschreiten der Variabilität aus inneren Ursachen (Nägelis Vervollkommnungstheorie, Jensens Theorie der fortschreitenden Variabilität) — und Bastardierung (Vermischungstheorie) ins Auge. Damit sind, wie erwähnt, nur die Hauptrichtungen angeführt. Einzelne Hypothesen der Artbildung ziehen auch, oft mehr, oft minder, Ideen anderer Richtungen heran.

Formenbildung durch direkte Wirkung äußerer Einflüsse[1]) stützt sich auf die Möglichkeit, daß diese nicht nur Modifikationen hervorrufen, sondern Variationen. Der Gegenstand ist unter „Vererbung erworbener Eigenschaften" und „Allgemeine Variabilität" besprochen worden. Man neigt in jüngster Zeit wieder mehr der Annahme der Möglichkeit der Formenbildung auf diesem Wege zu (Neo-Lamarckismus, Spencer, Haeckel, Eimer, Haacke, v. Ortmann, v. Bemmelen, Sachs, Warming, Vöchting, Delage, Kassowitz, Schlater, Göbel, Hertwig, v. Wettstein [s. aber auch S. 216], Detto, Semon, Reinke, früher auch Lotsy). Die Formenbildung auf diesem Wege würde entweder ungemein langsam erfolgen und an einem Ort alle Individuen einer Art einheitlich umformen: allgemeine Variabilität oder aber würden die äußeren Einflüsse neben Modifikationen nicht allgemein, sondern nur in seltenen Fällen erbliche Variationen veranlassen [Semon[2])]. Letzteres kann aber auch als Auslösung spontaner Variationen aufgefaßt werden.

---

[1]) Lamarck: Zoologische Philosophie. Deutsch von Lang, 1876.
[2]) Semon: Die Mneme, 3. Aufl., 1911.

Die Artenbildung wurde auch auf plötzliche, durch innere Ursachen erfolgte Bildung von gewöhnlichen Variationen größeren Umfanges, spontane Variationen, Mutationen, zurückgeführt[1]). Daß solche vorkommen, erkannte bereits Darwin. Auf ihre Wichtigkeit bei der Artenbildung wurde erst von de Vries und Korschinsky aufmerksam gemacht. de Vries entwickelte die Mutationstheorie, welche die Auslese nur als Auslese der Arten in Anspruch nimmt. Die Bildung einer Art erfolgt dabei plötzlich; die Art ist sofort „fertig". Sie kann auch in Form einer vererbbaren Knospenvariation entstehen[2]). Die Abänderung erfolgt durch innere Ursachen.

Zunächst nach seinen Beobachtungen bei den Kulturversuchen mit Oenothera (Mut. I, S. 151) charakterisiert de Vries die Erscheinung der spontanen Variabilität oder — wie er sie nennt — der Mutabilität, und das Wesentliche ist im folgenden angeführt (Zusammenfassungen: Mut. I, S. 149, 174 und 356): Die Mutabilität ist richtungslos, allseitig (Mut. I, S. 144); dieselben Mutationen können mehrmals während der Mutationsperiode entstehen, wodurch auch bei Unfruchtbarkeit oder in dem seltenen Fall der unsicheren Vererbung die Erhaltung der Form möglich wird. Die Zahl der Mutanten, die bei der Äußerung einer Mutabilität sich zeigt, beträgt 1—2% der Nachkommen der mutierenden Pflanze. Der Äußerung der Mutabilität geht die Prämutationsperiode, in welcher die Eigenschaft entsteht (Mut. I, S. 353), voran. Diese Entstehung hängt nicht notwendig mit der Befruchtung zusammen (Mut. II, S. 672). Es kann sich Mutabilität auch bei Knospen finden. Die Eigenschaft ist während der Prämutationsperiode latent vorhanden (Mut. I, S. 136 u. 336), aber es müssen nicht alle in der Prämutationsperiode entstandenen Mutationen auch zur Entfaltung kommen. Gewöhnlich tritt die Mutation erst beim Befruchtungsakt auf (Mut. S. 504), aber die Vorbereitung zur Veränderung der ♀ und ♂ Geschlechtszelle (Korschinsky nimmt nur Veränderung der ♀ Geschlechtszelle an) kann auch in das vegetative Leben fallen. Nachdem veränderte ♀ und ♂ Geschlechtszellen selten sind, ist die Wahrscheinlichkeit, daß solche zusammentreten, gering, daher folgert de Vries, daß die sichtbaren Mutationen als Bastarde der mutierten Geschlechtszelle mit nicht mutierter in Erscheinung treten. Die Ursachen der Mutation sind innere; die Veranlassung, daß diese Ursachen ihre Wirkung äußern, sind äußere Ursachen, und zwar, wie de Vries glaubt, eine Vereinigung extrem günstiger mit extrem ungünstigen Bedingungen (Mut., S. 354) (zum Beispiel gute Ernährung, schwache Anlage). Die Mutabilität tritt periodisch auf (Mut. I, S. 181). Die durch Sichtbarwerden der Mutationen gebildeten elementaren Arten entstehen plötzlich, ohne Übergang. Die Formen, welche durch Mutabilität entstehen, vererben zumeist

---

[1]) de Vries: Mutation (siehe hier auch S. 206). — Derselbe: Die Mutation in der Erblichkeitslehre, 1912. — Korschinsky: Heterogenesis und Evolution, Naturw. Wochenschr., 1899. — Flora 1901, S. 240.

[2]) v. Wettstein: Festschr. f. Ascherson, 1904, S. 515.

sicher. Ausnahmen finden sich selten (Mut. I, S. 171), und es scheint, daß die Vererbung bei diesen Ausnahmen bei Auslese nicht zunimmt (Mut., S. 277).

Bald nach dem Bekanntwerden der Mutationstheorie setzten Versuche ein, die dahin gingen, Oenothera Lamarckiana als Bastard und die Mutationen als Bastardierungsfolgen zu erklären (Lotsy, Boulenger, Bateson und Saunders, Gates). Heribert Nilsson hat auf Grund vieler Versuche gezeigt, daß O. Lamarckiana keine reine Elementarart ist und die Mutanten Neukombinationen der innerhalb dieser Art vorhandenen Formen sind[1]). Renner, der zuerst feststellte, daß bei O. L. zweierlei veranlagte Geschlechtszellen gebildet werden, betrachtet die Form als Bastard und will die Abweichungen bei O.-Bastarden durch weitgehende Anlagenkoppelung erklären, die nur zweierlei Geschlechtszellen bilden läßt[2]). de Vries selbst faßt neuestens[3]) O. L. als Bastard aus einer mutierten mit einer nicht mutierten Geschlechtszelle auf, bei dessen Selbstbefruchtung nur jene Zusammentritte lebensfähig sind, bei welchen mutierte mit nicht mutierten Geschlechtszellen zusammentreten. Lotsy endlich führt aus, daß O. L. und die Mehrzahl ihrer Bastarde Kernchimären sind, bei welchen die Vererbungssubstanzen der Formen, aus welchen sie entstanden sind, während des Lebens nebeneinander liegen und bei der Bildung der Geschlechtszellen wieder unverändert auf diese verteilt werden[4]). Stomps[5]) zeigte, daß ähnliche Mutationen wie bei O. L. auch bei O. biennis vorkommen, die als gute Art gilt. Allerdings treten die veränderten Formen da anders auf als bei de Vries, sie zeigten sich in F_2 nach Bastardierung dieser Art mit O. biennis cruciata[2]).

Die Tatsache des Vorkommens spontaner Variabilität bleibt, unabhängig von der Erklärung der Erscheinungen bei Oenothera, bestehen. Fälle solcher sind, wie oben ausgeführt, sowohl für qualitative als auch (als Linienmutationen) quantitative Eigenschaften bekannt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß solche spontane Variabilität Material für Formenkreisbildung liefern könnte, gleichgültig, ob dasselbe nur direkt weiter erhalten wird oder, durch Bastardierung vielfach kombiniert, zu einer weit größeren Zahl von Formen führt. Wenn etwas geeignet ist, die Bedeutung der spontanen Variabilität bei der Formkreisbildung in der Entwicklungsgeschichte, keineswegs in der

---

[1]) Die eigenen umfassenden Versuche Heribert Nilssons und einschlägige Literatur: Zeitschr. f. ind. Abstamm., 1912, S. 89 und Oenothera.

[2]) Kritik der Einwendungen gegen die Mutationstheorie in de Vries: Die Mutationen in der Erblichkeitslehre, 1912. Weiteres über Mutationen de Vries: Gruppenweise; Flora 1918, 11 u. 12, S. 208. — Renner: Ber. d. D. Bot. Gesellsch., XXXIV, 1916, S. 858; XXXV, 1917, S. 21; Flora 11 u. 12, 1918, S. 641. — Zeitschr. f. ind. Abstamm., XVIII, 1917, S. 21.

[3]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1917.

[4]) Lotsy: Archiv néerl. d. sc. exact. et. nat. 1917, III, S. 324.

[5]) Biol. C. 1912, S. 521.

Züchtung, herabzusetzen, so ist es die Tatsache, daß die bisher genauer studierten spontanen Variationen nichts entwicklungsgeschichtlich Neues, keine neuen Anlagen, brachten, sich meist als Eigenschaftsverluste betrachten lassen.

Bei Nägelis Vervollkommnungstheorie[1]) wird auch der Variabilität aus inneren Ursachen die größte Bedeutung bei der Formenbildung zugeschrieben, daneben aber auch allgemeine Variabilität und für Kulturformen Bastardierung als solche Ursachen anerkannt. Der „Vervollkommnungstrieb", „innerer Trieb zum Kompliziertwerden" spielt nach ihm eine besondere Rolle bei der Formenbildung; die äußeren Einflüsse bewirken nur langsam minder bedeutsame Anpassungsänderungen. Das Fortschreiten der Variabilität, Jensen, Walton[2]), wird auch durch innere Ursachen bewirkt.

Auslese individueller kleiner Variationen[3]). Artenbildung auf diesem Wege entspricht der natürlichen Auslese Darwins am besten, wenngleich Auslese als solche auch bei Mutationen und nach Bastardierung wirken kann und Darwin die Wirkung der Auslese nicht nur auf die individuellen kleinen Variationen (siehe S. 205) beschränkte[4]). Der ursprügliche Gedanke der Artenbildung durch Auslese individueller kleiner Variationen wurde im Laufe der Zeit wesentlich weitergebildet. Die Zweckmäßigkeit der räumlichen oder aber der funktionellen (physiologischen) Isolierung abweichender Individuen (Gulick, Romanes, Wagner), die Möglichkeit von Unterschieden in der Fruchtbarkeit der abweichenden Individuen sowie der Einfluß geschlechtlicher Mischung bei der individuellen kleinen Variabililät (Kerner, Weismann)

---

[1]) Mechanisch-physiol. Theorie d. Abstammungslehre, 1884.

[2]) Jensen: Organische Zweckmäßigkeit, Entwicklung und Vererbung. Jena 1907. — Walton: Amer. Naturalist, 1915, S. 641.

[3]) Darwin: On the Origin of species by means of natural selection, 1859, deutsch von Braun und Carus. — Romanes P. S.: Darwin and after Darwin, deutsch von Nöldecke. — Wagner: Die Entstehung von Arten durch räumliche Sonderung, 1889. — Weismann: Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie, 1886; Das Keimplasma, 1892; Amphimixis, Jena 1891. — Romanes P. S.: Kritische Darstellung der Weismannschen Theorie, Übersetzung von Fiedler, Leipzig 1893. — Plate: Über die Bedeutung des Darwinschen Selektionsprinzipes und Probleme der Artbildung, 1908, 3. Aufl. — Derselbe: Handbücher der Abstammungslehre, Bd. II, 1913. Über die verschiedene Bedeutung der Bezeichnung von indiv. kl. Var. unter „Auslese bei wildwachsenden Pflanzen".

[4]) Lotsy: II, S. 425.

wurde hervorgehoben und man versuchte, die Frage statistisch zu beleuchten (Biometriker: Pearson, Weldon).

Ein allmähliches Aufbauen aus kleinen erblichen Unterschieden unter Mitwirkung der Auslese ist ganz gut, auch auf Grund der Ergebnisse der weiteren Forschung zu erklären. Erklärt wird nur die erste Entstehung der Unterschiede nicht. Die Nachweise de Vries' und Johannsens, daß Auslese individueller kleiner Variationen nicht weiter bringt, treffen nur die Modifikationen. Linienmutationen, unbedeutende spontane Variationen morphologischer Eigenschaften, sowie untereinander qualitativ nicht, quantitativ oft wenig verschiedene, Folgen geschlechtlicher Vereinigungen können von Auslese ebenso erfaßt werden, wie seltenere auffallende spontane Variationen morphologischer Eigenschaften oder auffallende Folgen der Bastardierung.

Bastardierung. Pallas war geneigt, die geschlechtliche Mischung als alleinige Ursache der Formenbildung zu betrachten[1]). Weismann, der geschlechtliche Mischung als sehr wirksam ansah, ging bei seiner Betrachtung über den Einfluß derselben von den individuellen kleinen Variationen aus, was der geschlechtlichen Linienmischung entsprechen würde, ließ die Mischung von Varietäten und Arten wenig beachtet[2]). Die letzterwähnte Bastardierung ist bei wildwachsenden Pflanzen verhältnismäßig selten[3]), aber immerhin lassen sich Bildungen von Arten auf sie zurückführen. Kerner[4]), v. Wettstein, de Vries, Murr, letzterer nach seinen Beobachtungen bei Hieracium-Bastarden[5]), und andere geben die Möglichkeit einer Artenbildung durch Bastardierung (also nicht durch Kreuzung innerhalb einer Form) bei wildwachsenden Pflanzen zu, und v. Wettstein zeigte auch durch künstliche Erzeugung der Art Sempervivum rhaeticum durch Bastardierung von Sempervivum alpina mit Sempervivum arachnoidea, daß eine Bastardierung wildwachsender Pflanzen zur Artenbildung führen kann[6]). Die neueren Bastardierungsstudien haben die Bastardierung deutlich als einen Faktor erkennen lassen, der

---

[1]) Acta Petropol. 1780. (Nach Darwin: Variieren, II, S. 331 u 349.

[2]) Amphimixis.

[3]) Focke: Pflanzenmischlinge. — Camus: Journ. de Bot.. 1903, S. 141. Catalogue des plantes hybrides spontanées.

[4]) Österr. bot. Ztg.. 1871. — Pflanzenleben, II, S. 581.

[5]) Deutsche bot. Monatsschrift, XX, 1902, S. 4.

[6]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 184.

bei der Artenbildung berücksichtigt werden muß[1]) und Lotsy erblickt in Bastardierung selbst den einzigen Faktor. Er geht dabei von dem Vorhandensein von erblich verschiedenen Formenkreisen aus und nimmt an, daß Bastardierung eine Fülle von Formen schafft, die bei Selbstbefruchtung zu Formenkreisen werden können, von welchen je mehrere ihrer Ähnlichkeit halber zu einer großen Art vereint werden, bei Fremdbefruchtung sich geschlechtlich untereinander mischen, soweit nicht von der Natur Grenzen für solche Mischung errichtet werden, welche dann die so geschiedenen geschlechtlichen Formenkreise auch als große Arten auffassen lassen[2]). Ernst verweist auf die Möglichkeit, daß sich Bastardierungsergebnisse, wenn ihre Geschlechtstätigkeit so gestört ist, daß Apomixis herrscht, durch diese erhalten und verbreiten können[3]).

Die Grundlage für alle Formenbildung muß durch die Variabilität gegeben werden; Vererbung muß dann wirken, und Auslese kann wirken. Die Ursachen, welche Variabilität veranlassen können, werden innere und äußere sein können, und die letzteren können in einer Beeinflussung durch die Außenwelt, durch ein anderes Individuum derselben Form oder endlich einer anderen Form gegeben sein, und schon dadurch erscheint es naheliegend, daß auch die Formenbildung auf mehrere Ursachen zurückzuführen sein wird, ja weiter auch, daß im einzelnen Falle nicht immer nur eine derselben wirkt. Dieser Standpunkt, den ich auch bereits in der ersten Auflage eingenommen habe, ist derjenige, welcher um die Wende des letzten Jahrhunderts allgemein auch für wildwachsende Pflanzen mehr und mehr zur Geltung kam. v. Wettstein[4]) gelangte zu dieser Ansicht, Goebel, Reinke, Plate[5]) stehen gleichfalls auf diesem Standpunkt, und auch de Vries ist geneigt, sich den bezüglichen von v. Wettstein geäußerten Ansichten anzuschließen. Die rege Beschäftigung mit Bastardierungsforschung ließ wieder Bastardierung als Ursache der Formenbildung mehr in den Vordergrund stellen. Die Anfänge für

---

[1]) v. Tschermak: Biol. Z., 1906, S. 881.

[2]) Zeitschr. f. ind. Abstamm., XIV, 1915, S. 204. — Progressus rei bot. (1911) 1913, IV, S. 361. — Evolution by means of hybridisation, 1916.

[3]) Apogamie, S. 608.

[4]) Ber. d. D. Bot. Gesellsch., 1901, S. 184. — Almanach der Akademie d. Wiss., Wien 1902.

[5]) Über die Bedeutung . . ., 3. Aufl.

die Verschiedenheiten muß man, wenn man für höhere Organismen nur Bastardierung als Ursache betrachtet, allerdings weit zurück verlegen (verschiedene Urzeugungen, Formenbildung niederer Organismen durch äußere Einflüsse).

Die Formenbildung bei Kulturpflanzen.

Die Formenbildung bei den Kulturpflanzen wird sich im wesentlichen gleich jener bei den wildwachsenden Pflanzen verhalten müssen, aber die verschiedenen Ursachen, welche als formenbildend bei wildwachsenden Pflanzen angenommen werden, haben verschiedene Bedeutung für die Formenbildung bei Kulturpflanzen, insbesondere für jene Formenbildung bei diesen, welche durch Züchtung erzielt werden soll.

Die direkte Wirkung äußerer Einflüsse wird im Kulturzustande der Pflanzen auch zur Geltung kommen können, ja — soweit der Standort dabei in Frage kommt — vielleicht selbst in höherem Grade, da viele Kulturpflanzen bei künstlicher Verbreitung unter oft ungemein verschiedene Standortsverhältnisse gebracht werden[1]). Daß lange dauernde Einwirkung der Verhältnisse des Kulturlandes (Lockerheit, Reichtum an Nährstoffen usw.) direkt, entweder durch allgemeine Variabilität, wofür Beweise nicht vorliegen, oder, wozu ich mehr neige, Übertragung auf kultivierte Formen einwirken kann, wird zugegeben werden können. — Züchterisch kann mit direkter Einwirkung durch äußere Einflüsse nicht gearbeitet werden. Die Kulturmaßregeln sollen auf Kulturpflanzen bei der Züchtung in der bei gewöhnlicher Kultur üblichen Weise einwirken, da die Produkte der Züchtung für diese bestimmt sind, und der Einfluß des Standortes wird bei der Züchtung zwar berücksichtigt, aber nicht züchterisch benutzt.

Die Einflüsse desselben kommen für die Züchtung aber, abgesehen von Übertragung, indirekt wirkend soweit in Betracht, als die natürliche Auslese am Zuchtort mit denselben arbeitet und die Leistung nur unter diesen Standortsverhältnissen geprüft werden kann. Die Kenntnis der natürlichen Verhältnisse des Zuchtortes ist daher von großer Wichtigkeit für die Verbraucher des Zuchtsaatgutes.

Die natürliche Auslese individueller kleiner Variationen, letztere dabei im Sinne von quantitativen

---

[1]) Engelbrecht: Die Landbauzonen, Berlin 1899.

erblichen Unterschieden, wird auch bei Kulturpflanzen auf verschiedenen Standorten verschieden wirken können und in Populationen die Mittel verschieben, eventuell Linien oder geschlechtliche Liniengemische auslesen. Die künstliche Auslese solcher Variationen führt bei Veredlungszüchtung zu vollem Erfolg, dessen bei Erörterung derselben (2. Teil) gedacht ist.

Die spontane Variabilität (Mutabilität) morphologischer Eigenschaften wird bei Kulturpflanzen, ganz ebenso wie bei wildwachsenden Pflanzen, wirken können; ja, es ist möglich, daß die Verhältnisse des Kulturlandes die Äußerung solcher begünstigen.

Bastardierung hat bei Kulturpflanzen mächtig zur Formenbildung beigetragen. Nicht nur, daß die Gelegenheit zu natürlicher Bastardierung und sofortiger Beachtung und Auslese von Bastardierungsprodukten eine bessere war, es konnte auch künstliche Bastardierung eingreifen. Tatsächlich sind ungemein viele Formen von Kulturpflanzen, besonders solche des Gartens, auf künstliche Bastardierung zurückzuführen[1]).

Die Georgine, Dahlia variabilis Desf., ist heute in den Gärten in unzähligen Formen mit verschiedener Farbe und Gestalt der Blüte zu finden. 1802, als die Georgine nach Europa gebracht wurde[2]), war nach Vilmorin nur eine Form mit kleiner, gelber Blütenscheibe und dunkelscharlachroten, einfachen Strahlen vorhanden; nach anderen[3]) konnte man damals drei Formen feststellen, deren Bastardierung die ungemein mannigfachen heutigen Formen gaben. Ungemein zahlreich sind heute auch die Formen der Arten von Canna, von welcher Gattung Arten erst von 1820 ab als Zierpflanzen verwendet werden. Ein Feld von Lathyrus odoratus *L.*, wie es hier und da zum Zwecke des Bukettbindens sich findet, zeigt eine überraschende Mannigfaltigkeit in den Blütenfarben, eine Fülle von Variationen. Die Garten-Pensées zeigen sich in den Gärten in einer großen Mannigfaltigkeit der Blütenfarbe, und all die zahlreichen Formen werden auf zwei ursprünglich kultivierte Arten, Viola tricolor *L.*, das dreifarbige Stiefmütterchen der Felder, und Viola lutea *Huds.* sowie auf Bastardierungen zwischen diesen und Viola altaica *Ker.*, in einigen Fällen auch noch Viola cornuta *L.* zurückgeführt. Alle diese Formen sind in verhältnismäßig kurzer Zeit entstanden, wenn wir Wittrocks Angaben[4])

---

[1]) Wittrock: Viola studier, II, 1896. — Solms-Laubach: Weizen und Tulpen und ihre Geschichte, Leipzig 1899. — Erdbeere und ihre Geschichte, 1907, Bot. Ztg, 1. Abt., Nr. 3 u. 4. — de Vilmorin, Gladiolus in: Hortus, S. 274.

[2]) Salisbury: Trans. Hort. Society, 1812, S. 84.

[3]) Focke: Pflanzenmischlinge, S. 196.

[4]) Wittrock: Viola studier, II, Stockholm 1896.

zugrunde legen, nach welchen Stiefmütterchen zuerst im 16. Jahrhundert kultiviert, erst nach 1810 aber mehr beachtet wurden. 1815 wurde erst Viola altaica, in den dreißiger Jahren Viola cornuta in die Gärten gebracht, und 1835 waren bereits 400 Formen bekannt.

Auch die Linien innerhalb einer morphologisch einheitlichen Form, die gewiß auch durch spontane Variationen entstehen, können auch leicht durch geschlechtliche Zusammentritte und folgende quantitative Spaltungen gebildet werden [1]).

Bei spontanen Variationen und Variationen nach Bastardierungen kann die künstliche Auslese Formen erhalten, welche, sich selbst überlassen, bei natürlicher Auslese im Kampf ums Dasein untergehen würden.

Vielförmigkeit der Kulturpflanzen.

Man nimmt meist an, daß Kulturpflanzen vielförmiger sind als wild wachsende Pflanzen.

Einige Gründe für größere Vielförmigkeit können gefunden werden:

Bei Kulturpflanzen sind zahlreiche künstliche Bastardierungen vorgenommen worden, und ihr Ergebnis ist sorgfältig erhalten worden.

Spontane Variationen zeigen sich vielleicht häufiger bei Kulturpflanzen als bei wildwachsenden; jedenfalls ist es bei Kultur einer Pflanze leichter möglich, den neugebildeten Formenkreis zu erhalten und vor Untergang zu schützen. In dieser Hinsicht hat vor zielbewußter Auslese sicher auch unbewußte Auslese gewirkt.

Formen, welche nur wenig voneinander unterschieden sind, werden in scheinbar einheitlichen Formenkreisen als besondere Formen erkannt, sowie man sich intensiver mit den Merkmalen der Formen einer großen Art beschäftigt. Aus jeder der Formen wird ein Formenkreis herangebildet und dadurch die Vielförmigkeit (scheinbar, denn vorhanden waren ja die Formen) gesteigert.

Während die natürliche Auslese an einem Ort bei einer Form Zuchtenbildung nur nach einer Richtung hin bewirkt, können bei künstlicher Auslese mehrere Zuchten mit Abweichungen, je nach verschiedenen Richtungen geschaffen werden.

Daß verschiedene Kulturpflanzen verschieden große Vielförmigkeit zeigen, wird neben solchen Ursachen, wie sie auch bei wildwachsenden Formen Unterschiede in Vielförmigkeit bedingen, auch vom Alter der Art als Kulturpflanze, von der Intensität der Beschäftigung des Menschen mit der Art, der Größe des Verbreitungsgebietes und von der bei der Art üblichen Art der Erzeugung neuer Individuen abhängen.

Wollte man mit Hertwig [2]) nur die Verhältnisse des Kulturlandes, ohne Auslesewirkung, als Ursache der Vielförmigkeit ansehen, so müßten die Unkräuter, die unter den gleichen Verhältnissen erwachsen, ebenso vielförmig sein.

---

[1]) Nilsson-Ehle: Botaniska notiser, 1907, S. 113, 1908, S. 257.

[2]) Das Werden der Organismen, 1916.

Große Variabilität bestimmter Teile bei Kulturpflanzen.

Bei den Kulturpflanzen zeigt sich als Wirkung großer Variabilität eine besonders große Vielförmigkeit bei dem genutzten Teil, und es ist diese Erscheinung, die bereits von Gallesio und Godron hervorgehoben wurde, geeignet, die Bedeutung der Auslese von einem anderen Standpunkte aus zu beleuchten.

Die einzelnen Arten des Kohles variieren meist in dem genutzten Teil. Bei den sämtlichen Formen von Brassica oleracea ist der Same einheitlich ausgebildet; dagegen ist — je nach der bei den einzelnen Gruppen üblichen Nutzung — der Blattapparat, der Stengel, der obere Teil der Wurzel stark variiert. Bei Brassica napus ist bei jener Gruppe von Sorten, welche Öl liefern soll, keine Variabilität bei den Wurzeln zu bemerken, wohl aber eine sehr erhebliche in jener Gruppe von Formen, welche die Kohlrübensorten enthält. Weizen, Mais, Fisolen variieren erheblich in den Samen und Früchten, weit weniger in anderen Teilen; Zierblumen variieren am hervorragendsten in den Blüten; Zierfruchtpflanzen, wie die Zierkürbisse, in den Früchten, Obstpflanzen desgleichen hauptsächlich in den Früchten, dagegen wenig in den übrigen Teilen usw.

Es kann auch hier nicht angenommen werden, daß gerade dem genutzten Teil bei Kulturpflanzen eine besondere Fähigkeit, zu variieren, innewohnt, wenn es auch denkbar wäre, daß seinerzeit gerade Pflanzen zur Kultur herangezogen wurden, welche bereits im wilden Zustande eine größere Variabilität des zu nutzenden Teiles zeigten. Selbst ohne diese Annahme läßt sich aber das stärkere Variieren des genutzten Teiles auf dieselbe Art, wie dies Darwin getan, durch die Einwirkung des Menschen durch die künstliche Auslese erklären.

Garade bei dem genutzten Teil wird die Variation auch in früherer Zeit, ohne Vorhandensein einer Vererbungslehre, zuerst bemerkt worden sein, man wird getrachtet haben, derart variierte Individuen zu erhalten. Wenn diese Individuen in dem genutzten Teile weiter variierten, wurde auch diese Variation bemerkt und erhalten, und so ergab sich für Variationen dieser Teile die Möglichkeit, erhalten zu bleiben, während Variationen anderer Teile untergehen konnten.

II.

Die Durchführung der Züchtung.

Die Züchtungsarten.

Die Unterscheidung der einzelnen Züchtungsarten voneinander wurde bereits in früheren Ausgaben dieses Buches versucht. Nach dem Erscheinen der zweiten Auflage habe ich, nach Abschluß einer größeren Reihe von Versuchen, meine Ansichten über die Teilung der Züchtungsarten zugleich mit einer Kennzeichnung der Ausleseverfahren in besonderen Arbeiten niedergelegt[1]). Der Versuch, Klarheit in die einzelnen Benennungen und Begriffe zu bringen, ist als berechtigt anerkannt worden, und so wie früher die von mir gegebene Trennung der Züchtungsarten übernommen worden ist[2]), wurde nun auch die Trennung der Ausleseverfahren anerkannt[3]). Auf zwei Einzelheiten, welche bei den Ausleseverfahren nach den Vorschlägen v. Rümkers[4]) hier — gegenüber meiner ursprünglichen Teilung — geändert worden sind, komme ich im Verlaufe der Darstellung zurück. Meine Kennzeichnung von Züchtungsarten und Ausleseverfahren soll die ersteren scharf von den letzteren trennen, die Züchtungsarten durch die Ziele und durch die Art der verwendeten Variationen voneinander scheiden und bei den Ausleseverfahren die Einwirkung von Selbst- und Fremdbefruchtung auf den Erfolg hervorheben.

Die Züchtungsarten lassen eine Kennzeichnung nach dem Zweck, den der Züchter verfolgt, und nach der Variabilitätsform, die er benutzt, zu. Ich unterscheide die Züchtungsarten wie folgt:

1. Veredlungszüchtung. In einem vorhandenen morphologisch einheitlichen Formenkreis, seltener — ohne Beachtung

---

[1]) Untersuchungen über den Erfolg und die zweckmäßigste Art der Durchführung von Veredlungsauslesezüchtung bei Pflanzen mit Selbstbefruchtung. Berlin 1907. Verlag der Archiv-Gesellsch. — Zeitschr. f. d. l. V. in Österr. 1907. — Kurze Darstellungen ohne Versuchsmaterial: Fühl. landw. Ztg., 1908, Heft 4 und Heft 16. — Ill. landw. Ztg., 1908, Nr. 61 und 63. — Seither: Zeitschr. f. ind. Abstamm., Bd. V, S. 75.

[2]) Mansholt: De Veredeling der Landbouwgewassen, 1903. — Costantin: Le transformisme appliqué à l'agriculture, Paris 1906.

[3]) v. Rümker: Fühl. landw. Ztg., 1908, S. 273. — Römer: Fühl. landw. Ztg., 1908. — Lang: Pflanzenzüchtung 1910.

[4]) Fühl. landw. Ztg., 1908, S. 273. — Jahrb. d. D. L.-G., 1908, S. 137.

der morphologischen Unterschiede — innerhalb mehrerer solcher, soll das Ausmaß, mit welchem eine Eigenschaft oder eine Mehrzahl solcher vorhanden ist, erhalten, vermindert oder gesteigert werden. Die Züchtung benutzt dabei jene Abweichungen, die gewöhnlich als Fluktuationen oder individuelle kleine Variationen bezeichnet wurden.

Eine Unterteilung der Veredlungszüchtung in gewöhnliche und solche durch Linientrennung[1]) halte ich nicht mehr aufrecht, nachdem der Unterschied der beiden in der Wahl der ohnehin gekennzeichneten Auslese-verfahren gegeben, und der Hauptzweck, den ich mit dieser Teilung verfolgte, erreicht ist. Dieser Zweck war, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß das, was man bis dahin als das Svalöfer Züchtungsverfahren kannte, nicht bloß bei botanisch unterscheidbaren Formen durchführbar ist, sondern auch bei Formen Erfolg gibt, die nur durch Leistungen verschieden sind. Dieses wird jetzt, wie sich 1908 erst zeigte[2]), auch von Svalöf selbst zugegeben.

2. Neuzüchtung. Zweck der Züchtung ist die Schaffung von morphologisch unterscheidbaren Formenkreisen, die bisher als solche nicht vorhanden waren und gute Leistungen aufweisen.

2a. Züchtung durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften. Spontane Variationen morphologischer Eigenschaften, die bei einzelnen seltenen Individuen vorhanden sind, werden aufgesucht, die Nachkommen werden rein gehalten und zu einem Formenkreis entwickelt, welcher der feldmäßigen Prüfung zugeführt wird. Benutzt wird die spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften.

2b. Züchtung durch Formenkreistrennung. Genaueres Studium der Pflanzen einer Sorte im gewöhnlichen Sinne des Wortes, also einer Population, läßt erkennen, daß dieselbe in vielen Fällen — besonders bei Landsorten — aus einer größeren Anzahl von Formen besteht, ein Formengemisch ist. Dabei sind nicht die Vertreter der Linien gemeint, sondern Formen, welche sich derart voneinander unterscheiden, daß die Zugehörigkeit zu einem der Formenkreise auch bei einem einzelnen Individuum schon erkannt werden kann. Die Formenkreise sind als solche nicht vorhanden, da Gemische derselben vorliegen; es müssen einzelne Individuen ausgesondert werden,

---

[1]) Archiv, S. 158.
[2]) Nilsson-Ehle: Journ. f. L., 1908, S. 294.

deren Nachkommen dann, so wie spontane Variationen morphologischer Eigenschaften, behandelt werden. Die Art der benutzten individuellen qualitativen Variabilität ist nicht sicherzustellen, da die Formen sowohl durch spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften als durch Variabilität nach einer Bastardierung entstanden sein können, es aber auch möglich ist, daß sie durch mechanische Beimengungen in die Hauptform gelangt sind.

2c. Züchtung auf dem Wege der Bastardierung. Geschlechtliche Vereinigung zweier Individuen, die verschiedenen Sorten, Varietäten oder Arten angehören, zu dem Zweck, Variationen nach einer Bastardierung zu erhalten. Von dem erst bei wissenschaftlichen Versuchen benutzten Weg der künstlichen Hervorlockung spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften abgesehen, ist bei allen übrigen Züchtungsarten die Form selbst bereits vorhanden, bei der Züchtung auf dem Wege der Bastardierung wird die Variabilität nach einer Bastardierung hervorgerufen, welche erst neue Formen schafft. Diese werden dann zu Formenkreisen entwickelt und geprüft.

2d. Züchtung durch Pfropfbastardierung. Ungeschlechtliche Vereinigung von Individuen verschiedener Sorten, Varietäten oder Arten zum Zweck der Erzielung von Chimären oder der äußerst seltenen echten Pfropfbastarde.

Bei der gegebenen Umschreibung der Züchtungsarten wurde die heute noch allgemeinere Bezeichnung der Variabilitätsformen verwendet, auch deshalb, um den Anschluß an die früheren Auflagen zu erstellen. Im Abschnitt Variabilität ist aber ausgeführt worden, daß diese Bezeichnungen oft sehr Verschiedenartiges zusammenfassen. Die folgende Übersicht ist daher unter Benutzung der hier genau umschriebenen Bezeichnungen der Variabilitätsformen gegeben. Sie ist mit kleinen Ergänzungen einer meiner Arbeiten[1]) entnommen. Natürlich bietet der Zuchtbetrieb der Praxis oft Gelegenheit, Züchtungsarten miteinander zu vereinen. Für den Einblick in ihr Wesen ist aber die Auseinanderhaltung der Begriffe wertvoll.

---

[1]) Fruwirth: Zeitschr. f. ind. Abstamm., Bd. V, 1911, S. 75.

Züchtungsart		Ziel	Verwendete Variabilitätsformen		
			bei Selbstbefruchtern	bei Fremdbefruchtern	bei ungeschlechtlicher Vermehrung
Veredlungszüchtung		Steigerung, Minderung oder Erhaltung des Ausmaßes einer Leistungseigenschaft oder deren mehrerer in morphologisch einheitlicher Form	Individuelle, spontane, quantitative Variabilität oder Linienmutabilität. Individuelle quantitative Variabilität nach gelegentlicher natürlicher oder absichtlicher künstl. Fremdbefruchtung zwischen Linien einer morphologisch einheitlichen Form, nach welcher auch konstante Zweige abgespaltet werden	Individuelle, spontane, quantitative Variabilität oder Linienmutabilität, verdeckt durch individuelle, quantitative Variabilität bei ständigerFremdbefruchtung zwischen Linien einer morphologisch einheitlichen Form	Partielle quantitative Variabilität (quantitative Knospenvariabilität) oder vegetative Linienmutabilität
Neuzüchtung	durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften	Bildung und Prüfung von Formenkreisen, die von spontan in Populationen aufgetauchten qualitativ unterscheidbaren Individuen ihren Ausgang nehmen	Individuelle, spontane, qualitative Variabil.tät[1])	Individuelle, spontane, qualitative Variabilität, me st verdeckt durch individuelle qualitative Variabilität nach Bastardierung	Partielle qualitative Variabilität (Knospenvariabilität oder vegetative Mutabilität)
	durch Formenkreistrennung	Bildung und Prüfung von Formenkreisen, die ihren Ausgang von qualitativ unterscheidbaren, in Populationen aufgefundenen Individuen nehmen	Individuelle, spontane, qualitative Variabilität. Individuelle, qualitative Variabilität nach einer gelegentlichen spontanen Bastardierung, die auch konstant gewordene Formen abspaltet	Individuelle, spontane, qualitative Variabilität, meist verdeckt durch individuelle, qualitative Variabilität nach Bastardierung	Partielle qualitative Variabilität (Knospenvariabilität oder vegetative Mutabilität)
	durch Bastardierung	Neukombination von sichtbaren Eigenschaften und Neubildung von sichtbaren Eigenschaften allein – oder Veränderung des Ausmaßes von Eigenschaften – oder beides, je bei geschlechtlicher Vereinigung untereinander morphologisch verschiedener Formenkreise	Individuelle, quantitative und qua itative Variabilität nach Bastardierung	Individuelle, quantitative und qualitative Variabilität nach Bastardierung, die, ohne geschlechtliche Isolierung, durch Variabilität nach abgeleiteter und kombinierter Bastardierung verschleiert wird	Individuelle, quantitative und qualitative Variabilität nach Bastardierung
	durch Pfropfbastardierung	Versuche, die seltene Bildung von Chimären oder echten Pfropfbastarden zu erzielen			qualitative und quantitative Variabilität nach Pfropfung

[1]) Tritt die spontane Variante als Ergebnis verschieden veranlagter Geschlechtszellen auf, so kommt Variabilität nach Bastardierung in Frage.

Auslese und Ausleseverfahren [1]).

Bewußte und unbewußte künstliche Auslese.

Die Auslese oder Auswahl von Individuen, Nachkommenschaften und Individualauslesen (Stämmen) ist die hervorragendst wichtige Maßregel der Züchtung.

Die Benutzung des üblichen Wortes „Zuchtwahl" für Auslese setzt leicht einen geschlechtlichen Vorgang voraus, ja weiter, daß verschiedene Individuen zum Zwecke der geschlechtlichen Vereinigung, des Züchtens im engeren Sinne des Wortes, ausgewählt werden. Davon kann bei der Auslese bei Vermehrung keine Rede sein, aber es trifft dies auch nicht zu, wenn Auslese bei selbstbefruchtenden Pflanzen Anwendung findet. Anders liegt die Sache in der Tierzucht, bei deren Auslese immer Geschlechtsakte wirken, wie denn bei Tieren bei natürlicher Auslese selbst eigentliche „geschlechtliche Zuchtwahl" als Wahlakt bei dem geschlechtlichen Zusammentritt vorkommen kann. Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse wurde daher auch im folgenden an Stelle von Zuchtwahl allgemein Auswahl oder Auslese allein gesetzt.

Jede künstliche Auslese kann — was schon Darwin unterschied [2]) — eine bewußte und unbewußte sein. Unbewußt wird sie sein, wenn ohne Absicht auf weitere Verbesserung, lediglich mit Rücksicht auf die nächste Ernte, Saatgut ausgewählt wird, bewußt, wenn dies mit Benutzung von Variabilität und Vererbung zur Erreichung eines bestimmten Zieles geschieht. Der Züchter arbeitet nur mit bewußter Auslese; der Erfolg der Züchtung wird aber auch von natürlicher Auslese beeinflußt.

Unbewußte Auslese in weiterem und engerem Sinne des Wortes hat zweifellos ganz besonders viel zur Verbesserung der Kulturpflanzen beigetragen. In frühester Zeit wurden — nach vielfachem Versuch wohl — Arten der wild wachsenden Flora, welche einigermaßen eine Nutzung versprachen, zum Anbau herangezogen. Es ist nicht anzunehmen, daß die zu nutzenden Teile damals eine hervorragende Ausbildung zeigten, sie standen darinnen weit hinter jener unserer heutigen Kulturpflanzen

---

[1]) Historisches, Fruwirth: Die Entwicklung der Auslesevorgänge bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Progressus rei botanicae. III. 1909, S. 259.

[2]) Das Variieren, II, S. 260.

zurück, die Pflanzen fielen aber immerhin schon gegenüber verwandten Arten durch fleischigere Wurzeln oder mehr und größere Samen, saftigere Früchte usw. auf. Darwin stellte sich schon mit Recht die erste Erwerbung von Kulturpflanzen auf die eben angedeutete Art vor. Der Vorgang ist bereits als Auslese, und zwar als ein Fall der unbewußten Auslese im weiteren Sinne des Wortes aufzufassen. In derselben Art können dabei verschiedene Formenkreise (kleine Arten, Varietäten) bereits im wilden Zustand derselben bestanden haben. Da dieselbe Art wohl an mehreren Orten je zuerst in Kultur genommen wurde, so konnte dadurch schon der Grund zu der Vielförmigkeit, welche die betreffende Art in der Kultur zeigt, gelegt worden sein.

Aber auch wenn auf dem oben erwähnten Wege Pflanzen in früheren Zeiten in Kultur genommen waren, wurde eine Art unbewußter Züchtung zweifellos fortgesetzt. Es kann eine unbewußte Auslese im engeren Sinne, also innerhalb der Varietät oder Art, auch schon lediglich dadurch erfolgen, daß eine Pflanze überhaupt in Kultur genommen wird. Es kann beispielsweise die Eigenschaft, rascher zu keimen, gesteigert werden, da die langsam keimenden Individuen ausgelesen werden, indem sie zur Zeit der Ernte in der Entwicklung zurück, vielleicht zum Teil noch ganz unreif sind. Die Reife wird gleichmäßiger werden, da besonders früh reifende Individuen vor der Ernte ihre Samen bereits ausgestreut, besonders spät reifende zu dieser Zeit die Samen unvollkommen oder nicht ausgereift haben. Auch die Eigenschaft, Samen leicht ausfallen zu lassen, wird durch die Kultur, und zwar dadurch vermindert werden können, daß eben Samen solcher Individuen nicht oder nur zum geringsten Teile in das Saatgut gelangen. Eine derartige Auslese steht der bei wildwachsenden Pflanzen angenommenen natürlichen Auslese nahe und sondert innerhalb der Varietät bestimmte Sorten, innerhalb der Sorte bestimmte Linien oder bestimmte geschlechtliche Liniengemische ab. Ein anderer Vorgang fällt eigentlich ganz mit natürlicher Auslese zusammen. Es ist dies jener Vorgang, durch welchen bei Versetzung in ein anderes Klima innerhalb der Sorte eine Auslese frostunempfindlicherer Linien oder geschlechtlicher Liniengemische oder bei einem Sorten- oder Varietätengemisch frostunempfindlicherer Formen durch Vernichtung der empfindlicheren Individuen erfolgt. Aber auch durch direkte Eingriffe des Menschen konnte eine Auswahl als unbewußte Auslese im engeren Sinne vorgenommen worden sein. Besonders auffallende Pflanzen, wie sie spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften oder Variabilität nach natürlicher Bastardierung liefert, konnten ohne irgendwelche Kenntnis und Beachtung von Vererbungsverhältnissen zur Samengewinnung herangezogen werden in der Absicht, derartige Abweichungen in der nächsten Ernte wieder zu erhalten. Auf diesem Wege konnte es zu einer Schaffung von Formenkreisen kommen, welche der Neuzüchtung der bewußten Züchtung entspricht. Auch unbewußte Auslese, welche der Veredlungszüchtung entspricht, wurde gewiß ausgeführt. Zweifellos wurden wenigstens bei Pflanzen, welche man zum Zwecke der Gewinnung von Samen und Früchten baute, schöne oder große oder irgendwie günstig abweichende Samen und Früchte häufiger zur Gewinnung neuer Individuen verwendet. Man war zwar ohne Kenntnis der Gesetze der Vererbung, erwartete aber durch den Vorgang doch größere, bessere, abweichende Samen und Früchte in der nächsten

Generation. Durch Verwendung der leichtest ausfallenden Körner, des Tennenausfalls, oder durch sorgfältigste Sortierung und Verwendung der schweren Körner zur Saat konnte auch eine solche Züchtung durch unbewußte Auslese getrieben werden. Einen gewissen Beweis, daß eine unbewußte Auslese im engeren Sinne des Wortes, und zwar eine Auslese nach der Größe vorgenommen wurde und, wenn auch unbewußt vorgenommen, doch die Produktionsfähigkeit im Laufe der Zeit gesteigert hat, geben die Abmessungen von Samen aus verschiedenen Zeiten, wie solche Buschan in übersichtlicher Weise zusammengestellt hat[1]).

Der Gegenstand der Auslese.

Allgemeines.

Die unbewußte Auslese wurde vielfach unter Körnern und anderen Teilen von Pflanzen, seltener unter ganzen Pflanzen vorgenommen. Die bewußte Auslese hat allmählich den Weg von der Auslese von Körnern über die Auslese von Fruchtständen zur Auslese von Individuen — Auslese-, Elitepflanzen — gefunden und ist in letzter Zeit zur Auslese von Nachkommenschaften, und zwar ganzen Individualauslesen (Stämmen) allein oder solchen und Nachkommenschaften in denselben, übergegangen. Von den einzelnen Züchtungsarten war es in erster Linie die Veredlungszüchtung, welche von allen diesen verschiedenen Gegenständen der Auslese Gebrauch machte; die übrigen Züchtungsarten gingen fast ausschließlich von der Pflanze aus, in letzter Zeit von Pflanzen und Nachkommenschaften.

Die einfachen Ausleseverfahren, welche nur Körner, Früchte oder Fruchtstände berücksichtigen, finden im modernen Züchtungsbetrieb keinen Platz mehr, nur die Kornauslese kann auch heute noch, aber nur in ganz bestimmten Fällen, auch bei durchbildeter Züchtung am Platze sein. Diese Fälle sind Auslese nach Bastardierung im Falle der Bildung von Xenien und erster Anfang bei Züchtung auf Samen- oder Fruchtfarbe. In beiden Fällen muß die Auslese aber dazu führen, daß schließlich doch nach Pflanzen ausgelesen werden kann, da ständige Ungleichheit innerhalb einer Pflanze die praktische Verwendbarkeit hindern würde. Die Gesamtheit der aus ausgelesenen Samen, Früchten, Fruchtständen, Pflanzen im je nächsten Jahr erwachsenden Pflanzen wird Elite genannt.

---

[1]) Buschan: Prähistorische Botanik.

Die Auslese von Pflanzen.

Für die Wahl ganzer Pflanzen an Stelle von Teilen solcher spricht der Umstand, daß erst das Individuum eine Reihe von Eigenschaften erkennen läßt, welche bei der Verwendung wichtig sind. Weiterhin, daß innerhalb einer Pflanze — trotz des Bestehens von Gesetzmäßigkeiten bei der partiellen quantitativen Modifikabilität und abgesehen von den seltenen partiellen Variationen — eine gewisse Einheitlichkeit besteht. Diese Einheitlichkeit kommt auch bei der Vererbung zum Ausdruck, und zwar derart, daß bei zwei einigermaßen erheblicher erblich, selbst nur quantitativ, voneinander verschiedenen Pflanzen, bei Selbstbefruchtung, die Nachkommenschaften deutlich kennzeichnend voneinander verschieden sind und diese Verschiedenheiten jene überdecken, welche durch Abstammung der Körner von einzelnen Teilen der verwendeten Pflanzen bedingt werden.

Für die größere Einheitlichkeit innerhalb eines Individuums gegenüber mehreren derselben Form sind bei individueller quantitativer Variabilität Belege für Gerste von Johannsen und von Jalowetz, für Zuckerrohr von Kobus, für Raps von mir, für Mais von Hopkins erbracht worden[1]).

Beispiele für die Gesetzmäßigkeiten bei der partiellen Modifikabilität sind beispielsweise, daß die erstangelegten Halme einer Pflanze den später angelegten meist überlegen sind, daß das Außenkorn bei Hafer höheres Gewicht zeigt als das Innenkorn eines Ährchens[2]).

Nachweise dafür, daß bei individueller quantitativer Variabilität Körner bestimmter Teile einer Pflanze, durch Übertragung, ein nach den Teilen verschiedenes Ergebnis liefern können, die Eigentümlichkeit der Pflanze (und der Linie oder des Liniengemisches, dem diese angehört) aber doch zum Durchbruch kommt, wurden für mehrere Getreidearten von mir gegeben[3]). Um auch aus einer anderen Arbeit Beispiele zu geben, seien solche aus einer Arbeit Sperlings besonders zusammengestellt[4]). Das Einzelkorngewicht betrug bei Gerste in Milligramm bei

Pflanze 6: 51, ihrer besten Ähre 57, ihrer schlechtesten 49;
Nachkommen dieser Pflanze: 40, der besten Ähre 41, der schlechtesten 39;
Pflanze 11: 37, ihrer besten Ähre 38, ihrer schlechtesten 34;
Nachkommen der Pflanze: 35, ihrer besten Ähre 36, ihrer schlechtesten 34.

Die Möglichkeit des Auftauchens partieller spontaner Variationen liegt allerdings auch bei quantitativen Eigenschaften vor. Sicher sind sie

---

[1]) Literatur und weitere Beispiele in Fruwirth: Einmalige, S. 489.
[2]) Weitere Beispiele in Fruwirth: Einmalige, S. 492.
[3]) Einmalige, S. 493; Bd. IV dieses Handbuches, 2. Aufl. S. 31.
[4]) Die Grenzen der Variabilität, 1909, S. 26.

auch bei Untersuchung einzelner Teile nicht, sondern erst nach dem Anbau der Samen derselben zu erkennen. Deshalb und wegen ihrer Seltenheit lohnt die bedeutende Erschwerung und Verteuerung der Arbeit, welche die getrennte Untersuchung und der getrennte Anbau einzelner Achsen mit sich bringt, gewiß nicht.

Bei qualitativen Abweichungen einzelner Achsen wird man dagegen getrennten Anbau der Körner dieser Achsen vornehmen, da wiederholt abweichende Vererbung solcher abweichender Teile festgestellt worden ist[1]) und hier die Abweichung als solche leicht zu erkennen ist.

Die Auslese von Nachkommenschaften.

Von der ersten Pflanzenauslese ab ist es möglich, auch eine Nachkommenschaftsauslese vorzunehmen, und es ist durchaus zweckmäßig, dieses zu tun. Erst die Beurteilung der unmittelbaren Nachkommen einer Ausgangs- oder einer Elitepflanze, ihrer Nachkommenschaft, läßt den Wert dieser Pflanze für die Züchtung voll erkennen.

Bei quantitativer Variabilität zeigt bei Selbstbefruchtern erst die Nachkommenschaftsbeurteilung, welcher Art die Linie ist, der das Individuum angehört. Bei spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften und bei Formenkreistrennung sowie bei Nachkommen einer Bastardierung gibt — bei Selbst- wie bei Fremdbefruchtung — erst eine durch zwei Generationen fortgeführte Nachkommenschaftsprüfung Aufschluß darüber, ob Konstanz vorhanden ist, oder ob noch Bastardspaltungen vorkommen oder eine Vererbung, wie sie Zwischenvarietäten zeigen.

Der Unterschied in dem Wert der Auslese von Individuen allein und von Individuen aus beurteilten Nachkommenschaften wird besonders auffallend, wenn erwähnt wird, daß bei Züchtung auf gefüllte Blüten bei Levkoje natürlich immer nur von einfach blühenden Individuen ausgegangen werden kann, da nur diese Samen geben[2]). Er geht auch aus den beiden folgenden Beispielen hervor:

Wenn man bei Weizen in einer Population bei Veredlungszüchtung auf große Halmlänge fünf gleichlange Pflanzen wählt, so müssen dieselben durchaus nicht gleichartige Nachkommenschaften geben. Es kann sich sehr wohl in der nächsten Generation ein Bild ergeben, das dem in Abb. 28, oberste Reihe, dargestellten gleicht. Wähle ich aber aus den langhalmigen Nachkommenschaften des zweiten Jahres Pflanzen, also

---

[1]) Johannsen bei Phaseolus (Zeitschr. f. induktive Abstamm. u. V., 1908, S. 1); Correns bei Mirabilis (Zeitschr. f. induktive Abstamm. u. V.); Baur bei Pelargonium (Zeitschr. f. induktive Abstamm., 1908, S. 338); Fruwirth bei Triticum (Archiv, 1912, S. 1), Lupinus (Fühl. l. Z., 1912, S. 433), Vicia (Wirkung).

[2]) Bateson und Saunders: Zeitschr. f. induktive Abstamm., 1909, S. 17.

Pflanzen aus beurteilten Nachkommenschaften, so erhalte ich durchwegs wieder langhalmige Nachkommenschaften, die aber natürlich im Mittel alle absolut länger oder kürzer sein können, je nachdem das Jahr feucht oder trocken war. Dabei ist es, soweit Vererbung in Frage kommt, gleich, ob im zweiten Jahr eine kurze oder eine lange Pflanze aus einer langhalmigen Nachkommenschaft gewählt wird. Dagegen kann im ersten Jahr

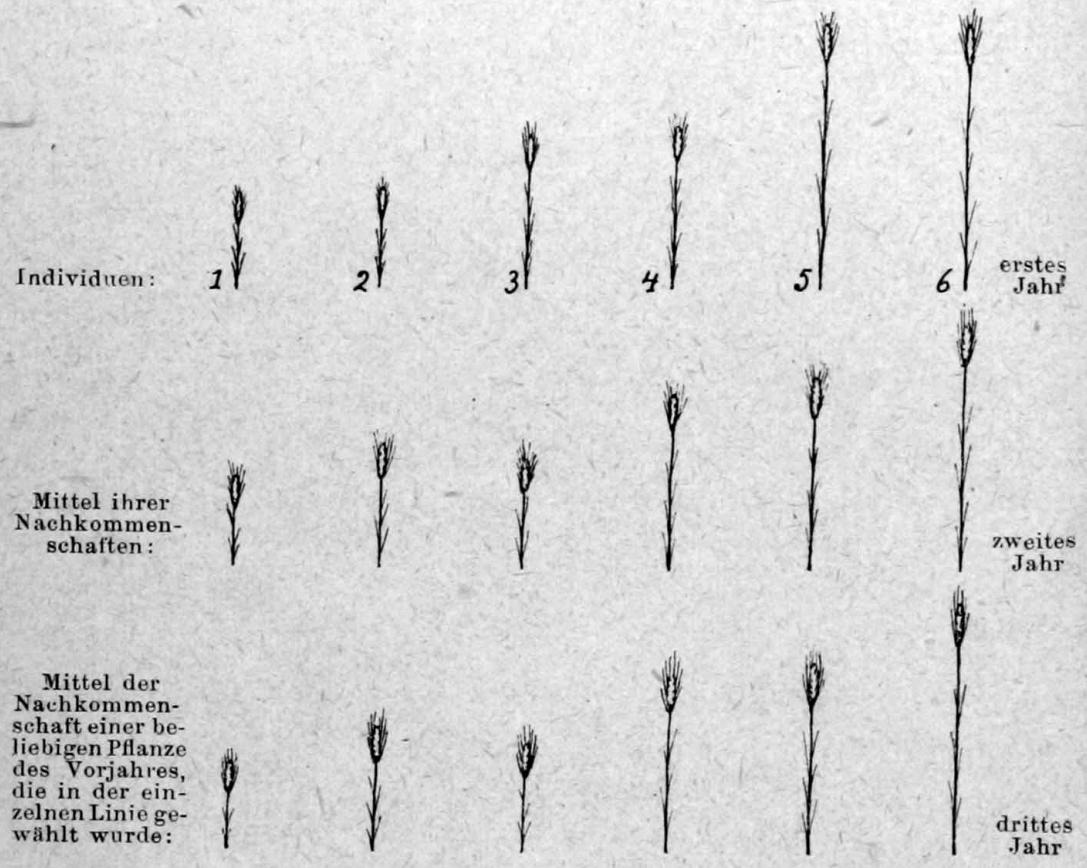


Abb. 28. Auslese von Individuen gegenüber Auslese von Nachkommenschaften bei Selbstbefruchtern und quantitativer Variabilität (Weizen). (Schematisch.)

Die Wahl der Individuen allein (1. Jahr) genügt nicht (Modifikation); erst die Beurteilung der Nachkommenschaften (2. Jahr) zeigt die typischen variativen Linienunterschiede. Pflanze 1 war tatsächlich aus einer niederhalmigen Linie gewählt worden, Pflanze 4 aus einer mittellanghalmigen, Pflanze 6 aus einer hochhalmigen. Dagegen war Pflanze 2 ein niederes (Pflanze 3 ein hochhalmiges) Individuum aus einer niederhalmigen Linie, Pflanze 5 ein hochhalmiges aus einer mittellanghalmigen Linie. Die im 2. Jahre durch die Mittel der Nachkommenschaften festgestellten Linienunterschiede zeigen sich (unter für alle Linien einheitlichen Standortsverhältnissen) im 3. Jahr auch, absolut wird die Höhe je nach der Jahreswitterung verändert.

bei bloßer Pflanzenwahl die kurze Pflanze (2) eine kurze Modifikation einer im Mittel langhalmigen Linie gewesen sein, die lange (3) eine langhalmige einer im Mittel kurzhalmigen (Abb. 28). Tafel VIII dient auch als Darstellung. Störungen durch zufällige Bastardierungen sind dabei natürlich nicht in Betracht gezogen.

Daß bei Fremdbefruchtern unter Pflanzen einer Population bei ganz gleichem Aussehen oder Gehalt ganz verschiedene

Nachkommenschaft geliefert werden kann, je nach den Anlagen, die in den Individuen vereint sind, bedarf wohl keiner Belege.

Bei der Veredlungszüchtung Pearls auf Winterlegetätigkeit von Hühnern gaben zwei zweijährige Hühner mit 55 und 52 Wintereiern Nachkommenschaften mit im Mittel 4,8 und 27,3 Wintereiern; der verwendete Hahn war ein gutes Individuum derselben Zucht [1]).

Louis de Vilmorin erkannte schon die Notwendigkeit, die Nachkommen der einzelnen Auslesepflanzen bei der Züchtung getrennt zu beobachten und die Beobachtungen aufzuzeichnen [à posséder un état civil et une généalogie de toutes mes plantes [2])], da die Größe der Vererbungskraft durch kein äußeres Merkmal zu erkennen ist. Er legte schon Gewicht darauf, daß bei der Auswahl nicht die Nachkommen zweier oder mehrerer scheinbar ganz gleich abweichender Pflanzen den Ausgang der Züchtung gemengt bilden, sondern daß die Nachkommen jeder einzelnen dieser Pflanzen zunächst getrennt weiter gebaut und beobachtet werden [3]). Zu dem gleichen Vorgehen wurden selbständig, ungefähr gleichzeitig, Beseler [4]) und später, 1892, Hj. Nilsson durch Beobachtung gebracht. Dieses Verfahren ist heute allgemein anerkannt.

Zum Zweck der Nachkommenschaftsprüfung werden die Nachkommen einer einzelnen Auslesepflanze für sich gehalten, bei Fremdbefruchtern meist auch geschlechtlich, aber derart gebaut, daß ein Vergleich der einzelnen Nachkommenschaften untereinander möglich ist. Das erstere schließt bei Fremdbefruchtern den Bau aller Nachkommenschaften an einem Ort aus, sofern nicht künstlicher Schutz, wenigstens einzelner Pflanzen, gegen Fremdbestäubung gegeben werden kann, oder die Pflanzen mehrjährig sind, oder aber nur ein Teil der Nachkommenschaften zum Vergleich herangezogen, der Rest zum Weiterbau aufbewahrt wird.

Das von Dieckmann und von Vilmorin in Verrières bei Zuckerrüben, von Williams in Ohio bei Mais angewandte Verfahren, das auch in der Zurückhaltung der einen Hälfte des Samens jeder Auslesepflanze besteht, dient letzterem Zweck. Es soll durch den Probeanbau die geschlechtliche gegenseitige Beeinflussung ungünstigerer Nachkommenschaften ausschließen. Natürlich kann man eine Auslese von Elitepflanzen bei diesem Verfahren dann auch erst in den Nachkommenschaftsresten vornehmen, da ja alle Pflanzen geschlechtlich beeinflußt sein können. Dadurch ergibt sich eine Verzögerung. Daß die Samen einer Pflanze, welche im Probeanbau verwendet wurde, gleiche Nachkommenschaft bei diesem liefern, wie der Rest der Samen derselben Pflanze, muß natürlich auch

---

[1]) Amer. Naturalist, 1911.

[2]) Notices, S. 28.

[3]) Notices, S. 46.

[4]) Beseler: Über Züchtung von Familien des Square heads. Magdeburger Ztg., 1887, Nr. 183.

nicht der Fall sein, da nur die Mutter die gleiche war, der Vater für verschiedene Samen derselben ein verschiedener sein konnte.

Im Zuchtgarten oder — bei überhaupt weit voneinander gebauten Pflanzen — auf dem Zuchtfelde werden die Nachkommen einer jeden Auslesepflanze des Vorjahres entweder in einer langen Reihe oder in mehreren solchen gebaut oder aber in Vierecken. Die Beurteilung der Nachkommenschaften wird, im Falle Mittel aus dem Ausmaß von Eigenschaften gebildet werden sollen, wesentlich dadurch erleichtert, daß man die Nachkommenschaften aus einer gleichen Zahl von Individuen bildet. Schwieriger gestaltet sich der Vergleich, wenn bei langlebigen Pflanzen die Individuen der Nachkommenschaften nicht nur der Auslese dienen, sondern normal genutzt werden müssen (Plantagen, Alleen).

Centgener- und Head-row-Prüfung. Die Beurteilung der Nachkommenschaften der einzelnen Pflanzen je für sich hat auch in Amerika Eingang gefunden. Von Hays wurden seit 1898[1]) bei Weizenzüchtung auf der Minnesota-Versuchsstation je gleichviel Nachkommen je einer Pflanze der Auslese in einer Reihe oder auf einer kleinen Fläche zusammen erzogen, zumeist je 100 (centgener). Hierauf wurde die Gesamtleistung festgestellt (centgener power).

Ein anderes in Amerika übliches Verfahren der Nachkommenschaftsprüfung, das Head row- (= etwa Fruchtstandsreihen-) Verfahren, vergleicht die je für sich in Reihen gehaltenen Nachkommen einzelner Fruchtstände. Beide Verfahren entsprechen dem oben besprochenen Nachkommenschaftsvergleich im Zuchtgarten.

Die Ausleseverfahren.

Die bewußte Auslese kann auf verschiedene Weise durchgeführt werden; man unterscheidet verschiedene Ausleseverfahren, -arten, -methoden, -wege.

Der Massenauslese steht die Individualauslese gegenüber.

Massenauslese besteht darin, daß bei Beginn der Züchtung mehrere Individuen abgesondert werden und bei Fortsetzung der Auslese in jedem der folgenden Jahre immer wieder mehrere Individuen als Auslese- oder Elitepflanzen herausgegriffen werden. Dabei werden die Elitepflanzen entweder nur unter den gemengt gebauten Nachkommen der Auslesepflanzen des je vorangegangenen Jahres ausgeschieden oder dazu auch noch aus dem Feldbestand.

---

[1]) Webber: Yearb. of the Dep. of Agr., 1903, S. 217.

Bei Individualauslese wird von einer ausgelesenen Pflanze ausgegangen und bei Fortsetzung der Auslese nur in der für sich gehaltenen Nachkommenschaft dieser einen Pflanze ausgelesen. Wird bei Fortsetzung der Auslese eine Trennung der Nachkommenschaften nach Auslesepflanzen des je vorangegangenen Jahres durchgeführt, so liegt die Möglichkeit der Nachkommenbeurteilung vor. Diese beiden Grundformen der Auslese lassen eine Anzahl von Abänderungen zu, welche die Veranlassung zu weiterer Teilung sind.

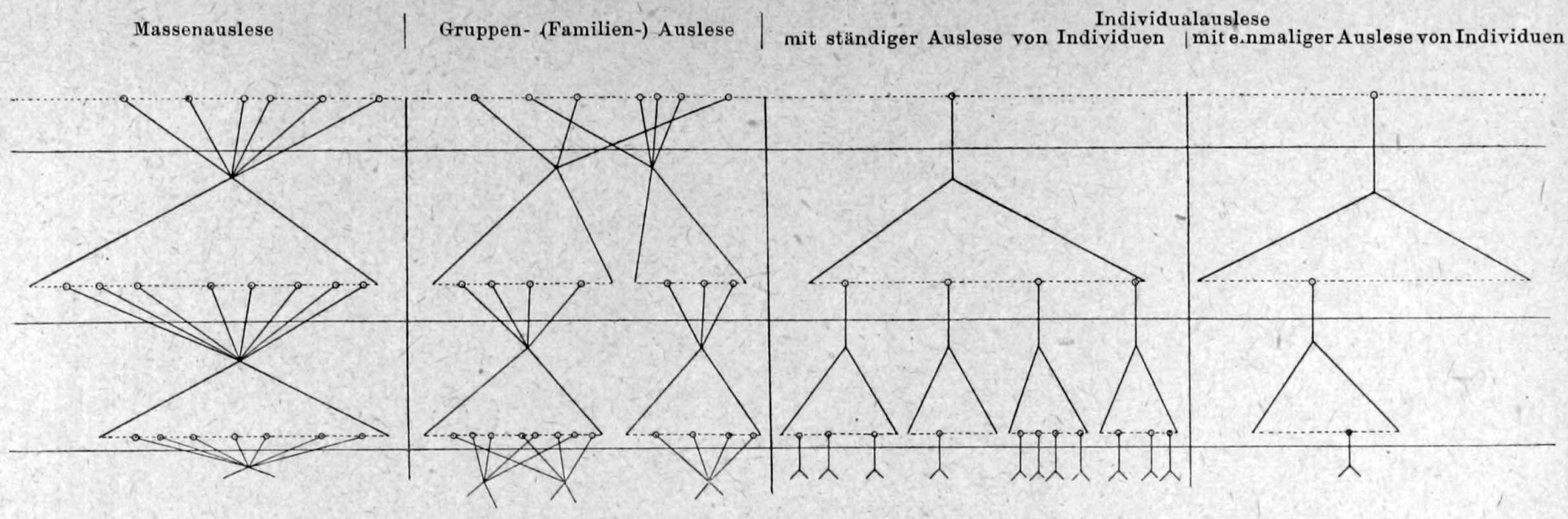
Die Massenauslese kann als gewöhnliche Massenauslese oder als Auslese mit Gruppenbildung durchgeführt werden.

Bei gewöhnlicher Massenauslese (Abb. 29) erfolgt die Auslese — soweit nicht gelegentliche Nachschübe aus dem Feldbestand herangezogen werden — aus der Gesamtheit der Nachkommen von Auslesepflanzen des Vorjahres. Dagegen werden bei Auslese mit Gruppenbildung (Abb. 29) aus den Ausgangspflanzen mehrere Gruppen von untereinander sehr ähnlichen Individuen gebildet, und die weitere Auslese wird unter den Nachkommen jeder Gruppe für sich vorgenommen. Gruppenbildung hat nur bei Fremdbefruchtern Zweck, da sie ja durch geschlechtlichen Zusammentritt einander sehr ähnlicher Individuen eine Wirkung erzielen soll.

Derartige Auslese wurde zuerst in der Zuckerrübenzüchtung durchgeführt und von Klein-Wanzleben aus Familienauslese genannt. Ich habe diese Bezeichnung übernommen und sie auch aus dem Grunde für zutreffend erachtet, als bei derselben durch die Auslese in einer Gruppe enge verwandtschaftliche Beziehungen geschaffen, Familien gebildet werden. Ich nahm dann die Bezeichnung v. Rümkers: Gruppenauslese an, die eine Verwechslung mit dem landläufigen Begriff Familie ausschließt.

Eine Individualauslese kann mit nur einmaliger Auslese von Individuen durchgeführt werden (Abb. 29), mit mehrmaliger oder endlich mit ständiger (Abb. 29). Dabei können bei Fortsetzung der Auslese zugleich mehrere Individuen ausgelesen werden; es ist aber auch möglich, nur je eines auszulesen. Es ist weiterhin möglich, die Auslese nur auf Auslese von Individuen zu beschränken; es wird aber immer das richtigere Verfahren sein, die wertvolle Gelegenheit zur Prüfung der Nachkommenschaften zu benutzen und die Auslese von Individuen mit jener von Nachkommenschaften zu verbinden. Endlich ist es möglich, mehrere Individualauslesen nebeneinander

Abb. 29. Schematische Darstellung der Ausleseverfahren [für die Elite[1]) bei einjährigen Pflanzen.



Zur Darstellung ist der Verlauf bei nur zwei Gruppen (Familien) gebracht. Angenommen wurde, daß im 3. Jahre in einer der Gruppen (Familien) ausgelesene Individuen solche Verschiedenheiten zeigten, daß zur Bildung zweier neuer Gruppen (Familien) geschritten werden konnte.

Bei nur mehrmaliger Auslese von Individuen schließt die Darstellung nach einigen Jahren.

Die Vereinigung mehrerer Individualauslesen würde durch mehrere Schemas dargestellt sein, die den obigen gleichen und nebeneinander stehen (Abb. 30).

···· = einzelne Pflanzen, die nicht ausgelesen werden und von der ersten vollkommenen Auslese ab Samen zur Vervielfältigung (Auslesesaatgut, auch Edelkorn genannt) liefern.

ooo = Auslese-Elitepflanzen, die im je folgenden Jahre Nachkommenschaften, auch zusammen Eliten genannt, geben, aus welchen neuerlich ausgewählt wird. Die unvollkommene Auslese auf dem Felde ist nicht berücksichtigt; die hier als erste verzeichnete Auslese ist bereits eine vollkommene Auslese.

[1]) Elite = Nachkommenschaften der im Vorjahr ausgelesenen Pflanzen, auch Nachkommenschaften (ohne Beisatz) genannt.

laufen zu lassen, so daß auch eine Auslese unter denselben möglich wird (Abb. 30).

Die einfachen grundlegenden Fälle der Vornahme der Auslese sind durch die Schemas in Abb. 29 zur Darstellung gebracht; eine Übersicht über alle üblichen Ausleseverfahren [1]) wird in der folgenden Tabelle gegeben:

I. Massenauslese.

I A. Gewöhnliche Massenauslese.

I B. Gruppen-(Familien-)Auslese.

II. Individualauslese.

II A. Einfache Individualauslese.

II B. Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen.

Bei beiden für je eine Individualauslese betrachtet:

a) einmalige Auslese von Individuen und Nachkommenschaften;

b) mehrmalige Auslese von Individuen und Nachkommenschaften;

c) fortgesetzte Auslese von Individuen und Nachkommenschaften.

Bei den unter b und c angeführten Auslesearten ist dann noch die Unterscheidung möglich zwischen:

1. jährlicher Auslese von nur einem Individuum in einer Individualauslese, der reinen, strengen Pedigree-, Individual- oder Stammbaumauslese entsprechend;

2. jährlicher Auslese von mehreren Individuen in einer Individualauslese der gewöhlichen Pedigree-, Individual- oder Stammbaumauslese entsprechend.

v. Rümker hat für einige der von mir unterschiedenen Ausleseverfahren noch besondere Benennungen vorgeschlagen, und zwar ist nach seinen Bezeichnungen [2]) I A = Pauschalzüchtung, I B = Gruppenzüchtung, II A a = einfache Linienzüchtung, II A b = höhere Linienzüchtung, II A c = Hochzüchtung.

Von den Ausleseverfahren läßt sich das unter II B a angeführte auch als Svalöfer bezeichnen, wenn auch Svalöf zeitweise davon abgegangen ist.

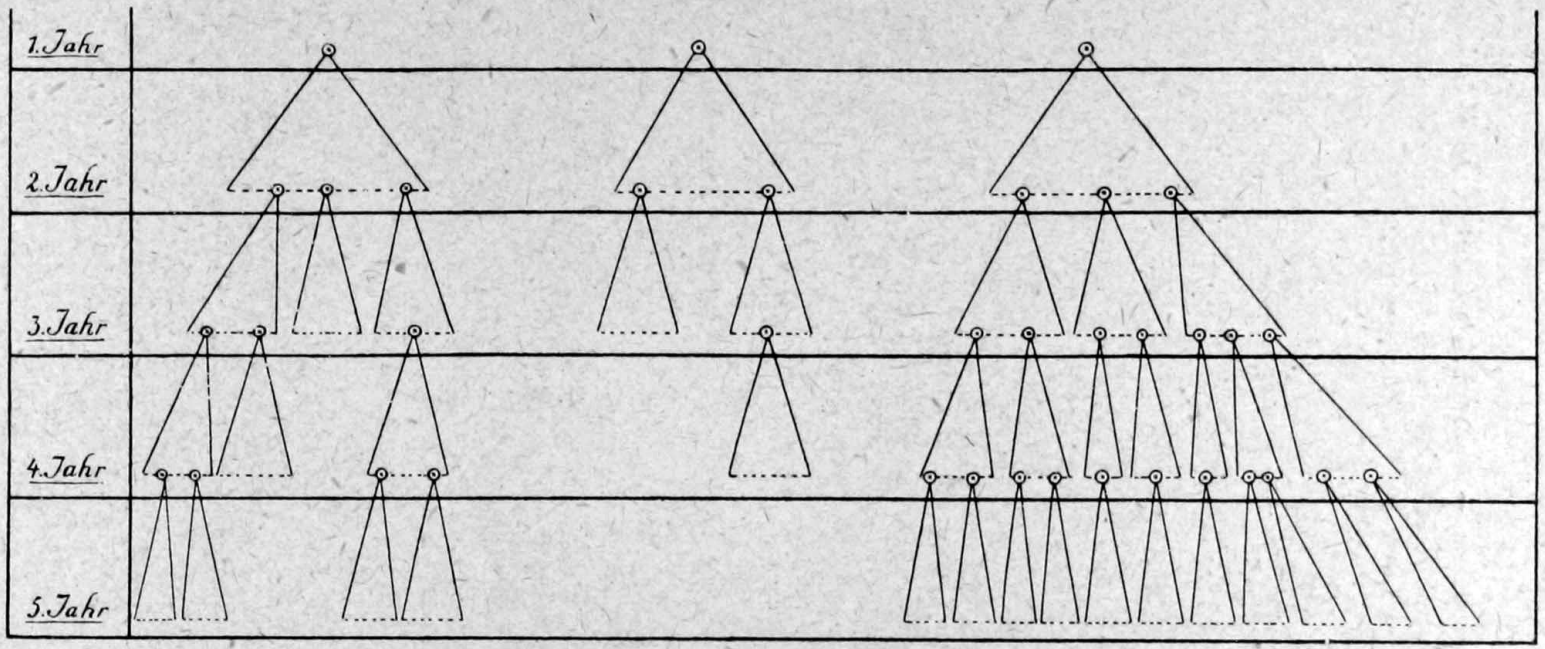
Das Head-row-Verfahren einiger Amerikaner läßt sich auch unter II B a einreihen. Jedes Jahr werden Fruchtstände dem Feldbestand

---

[1]) Siehe auch Fruwirth: Progressus rei botanicae, III, 1909, S. 259.

[2]) Jahrb. d. D. L.-G., 1908, S. 142: — Neue Darstellung: Landw. Kalender von M. u. v. Lengerke, 1911.

Abb. 30. Deutsches Ausleseverfahren. Auslese in den Eliten (einjährigen Pflanzen) dargestellt.



⊙ = ausgewählte Pflanzen, Elitepflanzen.

..... Pflanzen, die von Elitepflanzen der zuletzt vorgenommenen Auslese abstammen: Eliten, Nachkommenschaften, aber in dem betreffenden Jahr nicht als Elitepflanzen gewählt wurden.

Die schrägen Linien, die von einer Elitepflanze ⊙ ausgehen, begrenzen die Nachkommenschaft derselben.

entnommen, ihre in Reihen pro Fruchtstand gesäten Nachkommenschaften werden geprüft und der Samen der besten Nachkommenschaften der Vervielfältigung übergeben. Es sollen nicht allmähliche Verbesserungen angestrebt, sondern, wie Ten Eyck sagt, „die großen (hervorragenden) Individuen" einfach durch Trennung gefunden werden. Daß Fruchtstände statt Pflanzen genommen werden, wird durch den Hinweis darauf begründet, daß im Feldbestand die Pflanze sich doch nicht sicher beurteilen läßt. Entscheidend ist ja tatsächlich auch erst der Nachkommenschaftsvergleich.

Das unter II B b_1 erwähnte Verfahren ist Hallets Pedigreeverfahren, und das unter II B b_2 erwähnte kann als amerikanisches Ausleseverfahren bezeichnet werden, da es durch Hays von der Minnesotaer Versuchsstation eingeführt worden ist und in Amerika große Verbreitung gefunden hat. Bei demselben werden Pflanzen dem Feldbestand entnommen und ihre Körner, nach Pflanzen getrennt, in gleichen Abständen gesät: foundation beds. Aus diesen Beeten werden die Ausgangspflanzen gewählt. Die Nachkommenschaften dieser Ausgangspflanzen werden in Hunderternachkommenschaften: centgeners verglichen, und weitere Auslese wird in den besten Nachkommenschaften drei weitere Jahre mit Centgener-Vergleich durchgeführt. Zwei Jahre lang wird Auslese ohne, dann zwei Jahre mit chemischer Untersuchung durchgeführt, im fünften Jahr wird vervielfältigt, im sechsten, siebenten und achten Jahr vervielfältigt und geprüft[1]).

Endlich habe ich das unter II B c_2 angeführte Verfahren (Abb. 29) als deutsches bezeichnet, da es von v. Lochow zuerst angewendet worden ist[2]) und sich in Deutschland jetzt großer Verbreitung erfreut. Immerhin sei hier darauf verwiesen, daß es — im Jahre nach der Einführung des Verfahrens durch v. Lochow — von Hopkins an der Illinois-Versuchsstation, und zwar offenbar ganz selbständig, auch in Anwendung gebracht worden ist[3]).

Vergleich der Ausleseverfahren.

Ob mit dem einen oder dem anderen der Verfahren sicherer ein Erfolg zu erzielen ist, hängt von der Art der Befruchtung der gezüchteten Pflanze, dann auch von der Züchtungsart und den Eigentümlichkeiten der Variabilität ab.

Massen- oder Individualauslese.

Wenn Massen- mit Individualauslese verglichen wird, so muß für Selbstbefruchter unbedingt der höhere Wert der Individualauslese hervorgehoben werden, da sie allein es ist, welche die Vererbungsfähigkeit der Pflanze prüfen läßt und selbst bei einmaliger Pflanzen- und Nachkommenschaftsauslese

[1]) Hays: Dep. of Agr.; Div. veg. pathol, Bull. 29, 1901, S. 44.
[2]) Jahrb. d. D. L.-G., 1908, S. 142.
[3]) Daten in Fruwirth: Einmalige, S. 487.

schon eine wenigstens vorläufige Sonderung von morphologisch unterscheidbaren Formenkreisen und von Linien ermöglicht. Individualauslese bei Selbstbefruchtern entspricht der Reinkultur bei Organismen, die der Vermehrung unterworfen sind und hat unter diesen bei Bakterien seit den grundlegenden Arbeiten Kochs[1]) eine so fruchtbringende Anwendung gefunden. Bei Fremdbefruchtern wird Individualauslese, bei geschlechtlicher Isolierung der einzelnen Nachkommenschaften, in gleicher Weise, wenn auch langsamer, wirken, indem allmählich die weiter spaltenden Individuen ausgeschaltet werden und nur einheitlich veranlagte erhalten bleiben. Fehlt bei Fremdbefruchtern die Isolierung, so bietet Individualauslese mit Fortsetzung der Auslese immer noch den Vorteil, daß ungünstige Nachkommenschaften, wenn auch in vielen Fällen erst nach der Befruchtung, beseitigt werden können. Der hohe Wert der Individualauslese wird heute allgemein anerkannt[2]) und findet seine Begründung in der Anlagenfestigkeit innerhalb einer Johannsenschen Linie bei Selbstbefruchtern und bei Fremd- und Selbstbefruchtern darin, daß bei Fortsetzung der Auslese die Möglichkeit der Erkennung der Spaltungsprodukte bei Doppelveranlagung und der Erkennung von Zwischenvarietäten vorhanden ist. Nicht richtig ist es, aus der Anerkennung des Wertes der Individualauslese abzuleiten, daß einmalige Auslese im Züchtungsbetrieb allgemein genügt[3]).

Einmalige oder mehrmalige Auslese.

Diese Frage trifft — ebenso wie die weitere Frage: Auslese nur eines Individuums oder solche mehrerer — nur die Individualauslese, da bei Massenauslese bisher immer fortgesetzte Auslese und Auslese je mehrerer Individuen ausgeführt wurde, letzteres Ausleseverfahren ja geradezu durch das Wesen der Massenauslese bedingt ist.

---

[1]) Mitt. aus dem kaiserl. Gesundheitsamt, 1881, S. 1.

[2]) Untersuchung S. 304. — Intern. landw. Kongr. 1907, Wien. Referate von Johannsen, v. Wettstein, v. Tschermak. — v. Rümker: D. landw. Pr., 1907, Nr. 29. — Römer: Fühlings landw. Ztg., 1908. — Wohltmann: D. landw. Pr., 1907, Nr. 90. — Martinet: Annuaire agr. de la Suisse, 1907. — Kraus: Fühlings landw. Ztg., 58. u. 69. Jahrg. — Kießling: Landw. Hefte, Heft 2, S. 26 u. 28. — Hummel: Fühlings landw. Ztg., 1911 mit interessantem Zahlenbeispiel, das mehr für Selbstbefruchter als — wie beabsichtigt — für Fremdbefruchter gilt.

[3]) Von mir auf den intern. landw. Kongreß, Wien, 1907 beantragter und angenommener Zusatz.

Einmalige Auslese wird bei Selbstbefruchtern, wenn es eine Auslese von Pflanzen und ihrer unmittelbaren Nachkommenschaften ist, wie erwähnt, schon Linien, sowie konstante Formenkreise, die durch spontane Variabilität morphologischer Eigenschaften entstanden sind, oder nach Bastardierung abgespaltete konstant vererbende Individuen abscheiden können. Eine — wenn auch vereinfachte, nur kontrollierende — Fortsetzung der Auslese wird aber auch in diesem Fall wertvoll sein, und es ist dieses hauptsächlich durch die noch nicht genügend bekannten Ursachen der Variabilität bedingt. Ohne Fortsetzung der Auslese können Variationen, welche auftauchen, den Formenkreis verändern, ohne bemerkt zu werden. Solche Variationen können entstehen:

1. durch Auftauchen spontaner Variabilität morphologischer Eigenschaften, das auch in reinen Johannsenschen Linien beobachtet worden ist[1]);
2. durch spontane Bastardierungen, die gelegentlich auch bei Pflanzen vorkommen, für welche Selbstbefruchtung als Regel gilt, sowie spontane Fremdbefruchtung mit anderen Linien;
3. durch gelegentliches, sehr seltenes Wiederauftauchen des normalen Merkmales des Formenkreises, aus welchem eine spontane Variation morphologischer Eigenschaften ausgelesen worden ist. Von der Erscheinung bei Halbvarietäten unterscheidet sich dieses Verhalten dadurch, daß das Wiederauftauchen eben sehr selten eintritt und daher nicht so leicht wie bei diesen erkannt wird;
4. durch Linienmutationen, wie sie, seitdem Johannsen auf die Möglichkeit des Eintrittes solcher hinwies, mehrfach beobachtet worden sind;
5. durch spontanen Übergang einer Zwischenvarietät in die andere.

Fortsetzung der Auslese läßt auch Veränderungen durch Übertragung erkennen, zu welchen wohl auch die Veränderung der Wüchsigkeit in einzelnen Zweigen einer Linie, die nicht von anderweitiger Veränderung begleitet ist, zu rechnen ist.

Bei Veredlungszüchtung spricht für die Fortsetzung der Auslese — durch wenigstens einige Zeit — auch noch die

[1]) Hierher auch der spontane Übergang in den heterozygotischen Zustand (Correns: Ber. d. d. bot. 1910, S. 418).

größere Sicherheit der Beurteilung der Linienmittel. Dabei ist zu erwähnen, daß diese Sicherheit bei Selbstbefruchtung auch dadurch zu erzielen gesucht wird, daß man die Zahl der Auslesen verringert, dagegen die vergleichende Prüfung, über jene der Nachkommenschaften hinaus auf solche mehrerer Absaaten erstreckt [1]).

Bei Fremdbefruchtern wird bei Veredlungszüchtung die Abscheidung von Linien, ja selbst von bestimmten typischen Liniengemischen durch einmalige Auslese nicht zu erreichen sein, da das aufgefundene Individuum die Vererbungstendenzen verschiedener Linien in sich vereint. Ebenso wird bei Fremdbefruchtern bei Neuzüchtung die einmalige Auslese nur dann genügen können, wenn das aufgefundene Individuum keine Folgen geschlechtlicher Einwirkung anderer Formen in sich birgt. Ist bei Neuzüchtung eine Form erreicht worden, die, wenn rein gehalten, konstant vererbt, so kann die Auslese aufhören; für ihre — wenn auch eingeschränkte, nur kontrollierende — Fortsetzung sprechen die schon oben bei Selbstbefruchtung erwähnten Gründe.

Der Ausgang der Züchtungen.

Die erste Auslese von Pflanzen muß, von Bastardierung abgesehen, natürlich immer aus dem Feldbestande, der Plantage, ja selbst dem wilden Bestand folgen. Sie ist wegen der Ungleichmäßigkeit der Wachstumsbedingungen nur bei morphologischen Eigenschaften immer eine sichere, bei Leistungseigenschaften nur dann sicherer, wenn die Pflanzen auch auf dem Felde weit voneinander stehen und dieses gleichmäßigere Verhältnisse bietet. Die erste Auslese bei Pflanzen, die nicht gleich weit voneinander stehen, wird daher bei solchen auch als vorläufige betrachtet.

Bei Massenauslese bilden ja immer mehrere Individuen den Ausgang, die Ausgangspflanzen. Bei Individualauslesen kann es auch eines sein. Zu Beginn der Auslese nur ein einzelnes Individuum allein auszulesen, wird weit weniger zweckmäßig sein als die Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen. Bei Führung nur einer Individualauslese war

[1]) Regel wie Kraus und Kießling treten gleichfalls für Fortsetzung der Auslese ein: Bull. f. angewandte Bot. 1913, S. 617. — Fühlings landw. Ztg. 1909, S. 465; 1917, S. 457. — Fühlings landw. Ztg. 1908. S. 789; Landw. Jahrb. f. Bayern 1914, Nr. 2.

die Züchtungsarbeit umsonst, wenn später erkannt wird, daß der entwickelte Formenkreis doch nicht hervorragender ist, oder daß er auf fortgesetzte Auslese nicht entsprechend antwortet. Letzteres kann bei Fremdbefruchtung auf Fehlen entsprechender Anlagenmischung in dem Ausgangsindividuum und geringerer Neigung, spontan zu variieren, bei Selbstbefruchtern nur auf letzterem Umstand beruhen.

Von hervorragendem Wert ist es, zur ersten Prüfung möglichst viele Ausgangsindividuen mit ihren Nachkommenschaften heranzuziehen, besonders bei Veredlungszüchtung.

Bei Selbstbefruchtern und bei Vermehrung ist über eine besondere Behandlung der Ausgangspflanzen nichts zu bemerken.

Bei Fremdbefruchtern sind verschiedene Fälle zu unterscheiden:

I. Die Ausgangspflanzen sind in ihrer Eignung als solche vor der Samenernte, die zur Weiterführung der Zucht dient, zu erkennen:

a) Bei Einschluß gibt die einzelne Pflanze bei künstlicher Bestäubung oder Bestäubung durch eingebrachte, geeignete Insekten Samen (Mais, Rübe, Zichorie, Sonnenblume, Luzerne, Hopfenklee, Inkarnatklee). In diesem Fall können die gewählten Pflanzen einzeln eingeschlossen werden.

b) Bei Einschluß einzelner Pflanzen und künstlicher Bestäubung wird nur ganz unbefriedigend Same gebildet (Buchweizen, Möhre) oder keiner (selbstunfruchtbare Pflanzen, manche Gräser, Roggen mit Ausnahme) oder die Pflanzen sind zweihäusige (Hanf, Hopfen). Es erübrigt dann nur, wenn man nicht so wie unter II vorgehen will, je einige möglichst gleiche Pflanzen zusammen als Ausgang zu verwenden, indem man dieselben, nach Feststellung ihrer Eignung, zusammen verpflanzt oder aber, wenn dieses unmöglich, indem man die übrigen Pflanzen des Bestandes beseitigt. Individualauslesen sind dabei in diesem Fall nicht möglich, es müssen mindestens je zwei Ausgangspflanzen verwendet werden: Doppelindividualauslesen, Regels Doppellinien, demnach Gruppenauslese.

II. Die Ausgangspflanzen sind in ihrer Eignung als solche erst nach der Samenernte, die zur Weiterführung der Zucht dient, zu erkennen, so bei Auslese nach Samen- und Fruchtfarbe, Ertrag usw., je bei einjährigen Pflanzen. In diesem Fall sind die oben unter a und b angeführten Verhältnisse gleich-

gültig, da die Ausgangspflanzen unter allen Umständen auch im Jahr, in dem sie gewählt wurden, beliebigen Bestäubungen ausgesetzt waren, man mit solchen rechnen muß. Ein ungefähres Urteil über die Folgen auch dieser Bestäubung kann durch das (S. 233) erwähnte Verfahren gewonnen werden. Individualauslesen können, auch wenn die oben unter b angeführten Verhältnisse vorliegen, mit je einer Pflanze begonnen, werden, auch bei selbstunfruchtbaren Pflanzen.

Die Fortsetzung der Auslese.

Bei Fortsetzung der Auslese werden aus den Pflanzen, welche von den Ausgangspflanzen unmittelbar geliefert werden, wieder Pflanzen ausgelesen, ebenso aus den unmittelbaren Nachkommen derart ausgelesener Pflanzen: Elite- oder Auslesepflanzen.

Die Pflanzen, welche von den Ausgangs- oder Auslesepflanzen im je nächsten Jahr geliefert werden, stehen gleichweit voneinander entfernt im Zuchtgarten, bei mehr Raum beanspruchenden Pflanzen auf dem Zuchtfeld. Werden die unmittelbaren Nachkommen je einer Ausgangs- oder Auslesepflanze — so wie bei Individualauslese — für sich gesät, so bezeichnet man dieselben ohne weiteren Beisatz als Nachkommenschaft.

Bei Massenauslese werden immer nur Individuen ausgelesen.

Bei Individualauslese können Nachkommenschaften und aus diesen Individuen ausgelesen werden. Die Auslese unter den Nachkommenschaften ist dabei das weitaus wichtigere und manche Ausleseeigenschaften der Veredlungszüchtung lassen sich nur bei Nachkommenschaften sicherer beurteilen.

Auslese von, innerhalb einer Individualauslese, nur je einem Individuum während der Fortsetzung der Auslese hat den Nachteil, daß weniger Saatgut zur Vervielfältigung gestellt werden kann und der wertvolle Vergleich von Nachkommenschaften innerhalb einer Individualauslese nicht möglich ist.

Die Ausleseeigenschaften sind bei Veredlungszüchtung quantitative, bei Neuzüchtung als solcher qualitative: die trennenden äußeren Merkmale.

Die Ausführung der Auslese von Nachkommenschaften wird davon beeinflußt, ob Veredlungs- oder Neuzüchtung vorliegt.

Die Auslese von Nachkommenschaften setzt eine Beurteilung während der Entwicklung und eine solche

der geernteten Pflanzen voraus. Die erstere Beurteilung wird bei Veredlungszüchtung durch Beobachtung der Nachkommenschaften während ihrer ganzen Entwicklung vorgenommen. Sie besteht — von einzelnen Feststellungen, wie Eintritt des Keimens, des Schossens, Blühens, Reifens abgesehen — in Schätzungen. Bei Neuzüchtung als solcher kann die Beobachtung zwar in gleicher Weise durchgeführt werden, meist faßt man bei ihr aber nur die trennenden morphologischen Eigenschaften ins Auge.

Die genauen Feststellungen, die nach der Ernte vorgenommen werden, können bei Veredlungszüchtung, bei welcher Mittel (siehe dazu „Rechnerische Darstellungen" unter „Veredlungszüchtung") für die einzelnen beachteten Eigenschaften gebildet werden, bei allen Pflanzen der einzelnen Nachkommenschaften ausgeführt werden oder aber nur bei einer bestimmten Anzahl, die als für die Nachkommenschaft typisch betrachtet werden. Meist läßt man den schwierigeren Feststellungen bei den Nachkommenschaften Schätzungen vorausgehen und nimmt die schwieriger vorzunehmenden Feststellungen nur bei einem Teil der als gut erkannten Nachkommenschaften vor.

Bei mehrjährigen Pflanzen und qualitativ beurteilten Eigenschaften ist bei der Pflanzen- und Nachkommenschaftsbeurteilung auch das Lebensjahr zu beachten, in welchem die Beurteilung stattfinden soll. Ist Langlebigkeit Zuchtziel, so wird die Beurteilung tunlichst spät stattfinden müssen, in anderen Fällen trachtet man sie möglichst früh vorzunehmen, um dann noch ausreichend Samen gewinnen zu können. Jedenfalls können bei Populationen die einzelnen Individuen und Nachkommenschaften sich in verschiedenen Jahren zueinander verschieden verhalten, da ja beispielsweise kurzlebige Typen in erster Zeit ihres Lebens höheren Ertrag geben können als langlebige zu dieser Zeit. Bei Neuzüchtung werden nur die trennenden morphologischen Eigenschaften festgestellt.

Auslesesaatgut.

Bei Neuzüchtung stehen bei nur einmaliger Auslese von Pflanzen und Beobachtung ihrer Nachkommenschaften sowie bei Auslese bis zur Konstanz, nach Erreichung derselben, die dabei als gut befundenen Nachkommenschaften ganz als Auslesesaatgut zur Vervielfältigung zur Verfügung. Bei mehrmaliger und fortgesetzter Auslese bei Veredlungszüchtung liefert

jede Auslese, von einigen Auslese- oder Elitepflanzen, Elitesaatgut, das zur Erzielung eines Bestandes dient, aus welchem weiter ausgelesen wird, und Auslesesaatgut. Letzteres wird bei Massenauslese von den Pflanzen geliefert, welche neben den Elitepflanzen der letzten Auslese übrigblieben, entweder von allen oder erst nach Ausscheidung minderer. Bei einer Individualauslese oder bei Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen ist Auslesesaatgut Verschiedenes, je nachdem keine weitere Auslese vorgenommen wird oder aber Individuen oder Individuen und Nachkommenschaften ausgelesen werden. Fehlt weitere Auslese, so sind es die gesamten Nachkommenschaften, die nach Ausscheidung minderer verbleiben. Bei Auslese von Individuen ist es, so wie bei Massenauslese, der nach Auslese von Elitepflanzen noch verbleibende Rest. Bei weiterer Auslese von Nachkommenschaften scheidet man meist wieder solche ganz aus und nimmt als Auslesesaatgut nur die Körner der Pflanzen, die in den besten Nachkommenschaften — neben den als Elitepflanzen gewählten — bleiben, und die Körner der zweitbesten Nachkommenschaften.

Neben der Beurteilung der unmittelbaren Nachkommenschaft kann auch die weitere Nachkommenschaft einer Elitepflanze beurteilt werden.

Diese weitere Nachkommenschaft entspricht den Absaaten von Auslesesaatgut. Man hat bei diesen früher nur Vervielfältigung (siehe diese) vorgenommen. Die Unsicherheit, welche bei quantitativen Eigenschaften dem Vergleich der Nachkommenschaften durch die meist vorhandene Kleinheit der Saatgutmengen der Elitepflanzen anhaftet, hat Veranlassung dazu gegeben, eine Fortsetzung der Prüfung bei Veredlungszüchtung oder bei Neuzüchtung, die mit solcher verbunden ist, vorzunehmen. Diese wird meist feldmäßig durchgeführt, und zwar entweder mit den ganzen Absaaten oder, besonders bei weiteren Absaaten, mit einem Teil dieser (siehe Vervielfältigung mit feldmäßiger Prüfung). Das Ergebnis einer solchen Prüfung veranlaßt dann, bei Fortsetzung der Auslese, Zweige, in welchen diese bisher weiterging, von weiterer Vervielfältigung oder doch von Entnahme von Elitepflanzen auszuschließen.

Bei Massenauslese beeinflußt die Art der Entstehung neuer Individuen: Vermehrung, Selbst- oder Fremdbefruchtung, die Fortsetzung der Auslese nicht.

Bei Individualauslese ist diese dagegen von einschneidender Bedeutung für die Art der Fortführung der Auslese. Die

Kennzeichnung des Unterschiedes soll gleich für den schwierigeren Fall der Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen mit fortgesetzter Auslese von Nachkommenschaften und Individuen vorgenommen werden:

Bei Vermehrung ist die Sache am leichtesten zu überblicken; jede Individualauslese und jeder etwa abgetrennte

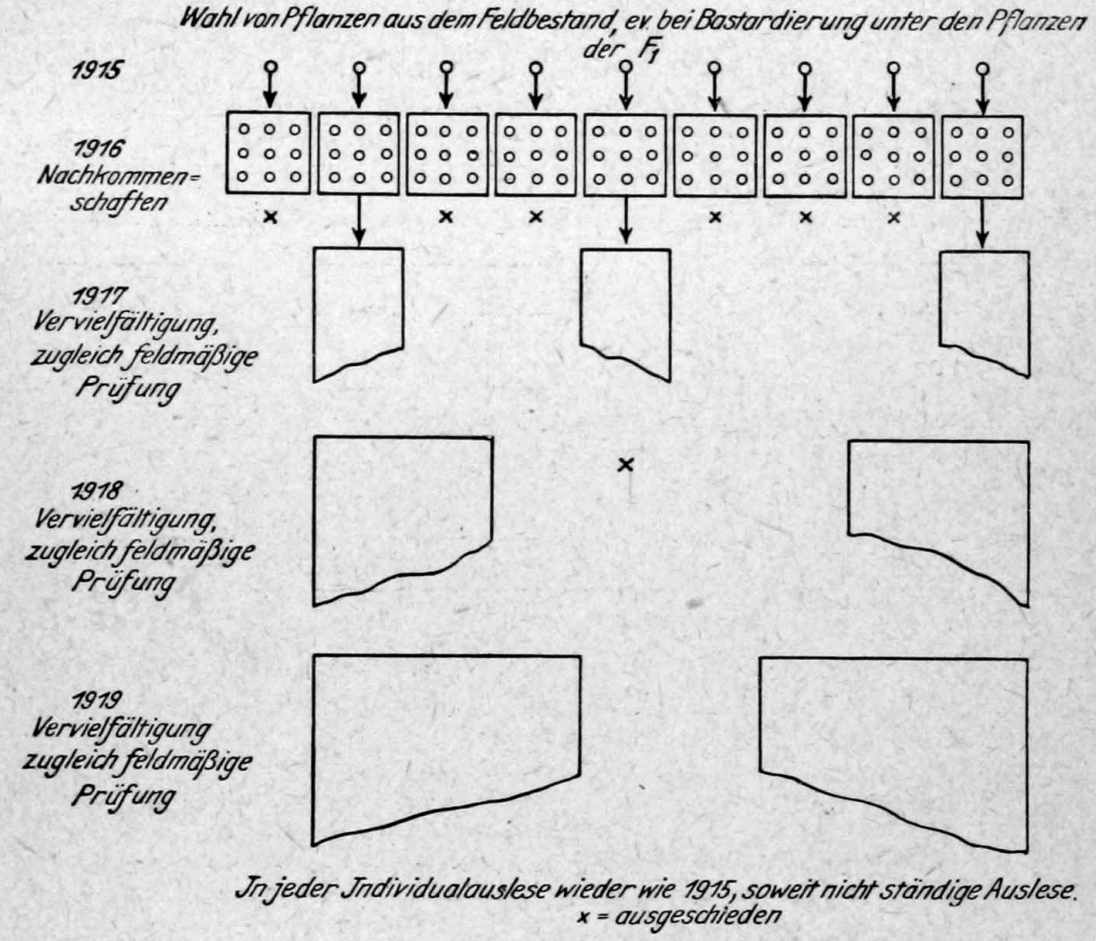


Abb. 31. Nebeneinanderführung von Individualauslesen ohne Fortsetzung der Auslese bei Vermehrung. Darstellung mit Vervielfältigung.

Zweig innerhalb einer solchen bleibt, ohne daß Vorkehrungen nötig wären, geschlechtlich rein (Abb. 31).

Bei Selbstbefruchtern kann das Schema (Abb. 32) zugrunde gelegt werden. Dabei kann von dem im Schema angegebenen Einschluß einzelner Pflanzen abgesehen werden, wenn es sich um absolut sichere Selbstbefruchter handelt. Dagegen wird, wenn spontane Fremdbefruchtung doch gelegentlich mehr oder

minder häufig vorkommt, von diesem Mittel Gebrauch gemacht werden und es kann dann auch an räumliche Trennung der einzelnen Individualauslesen gedacht werden.

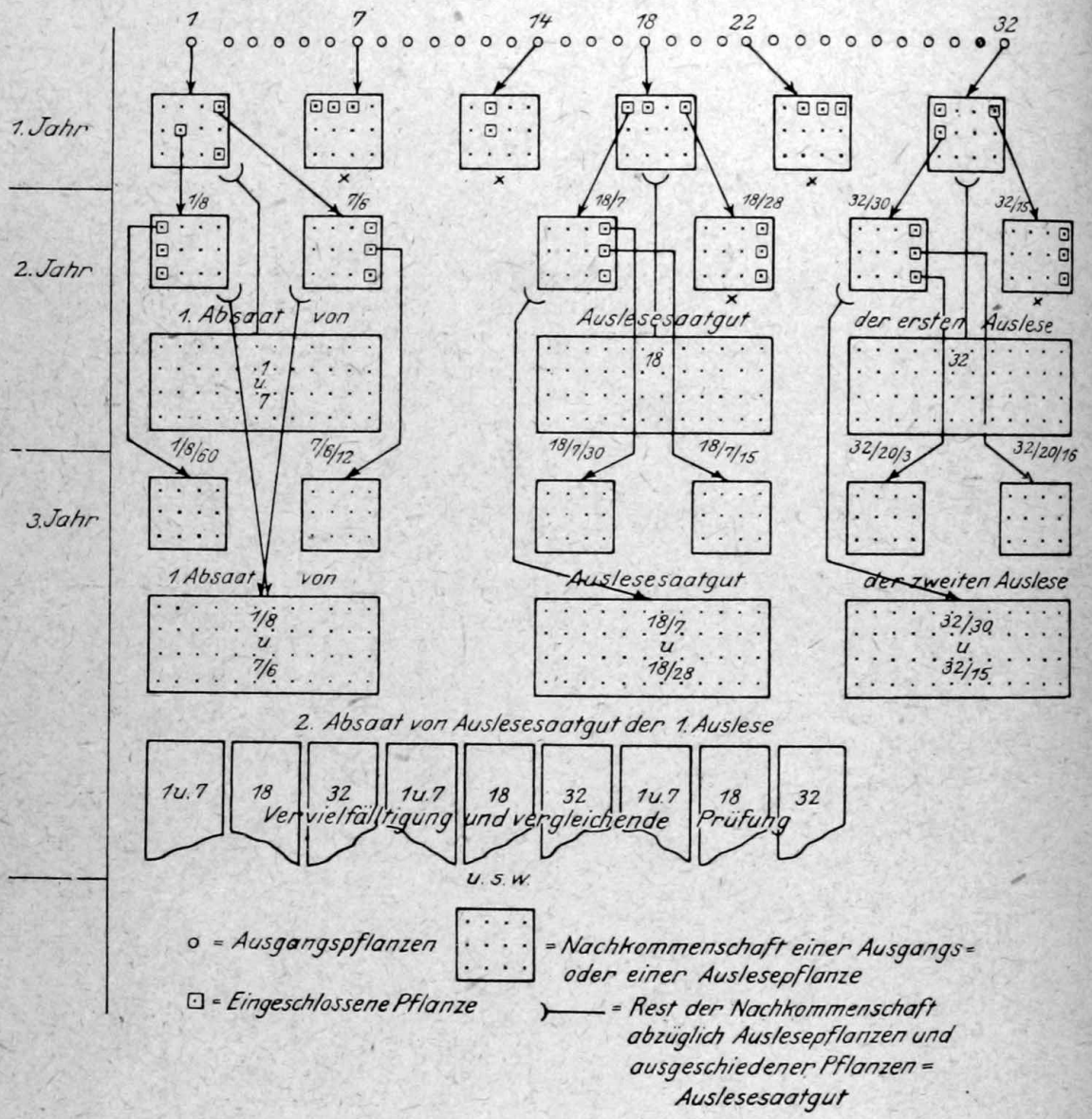


Abb. 32. Nebeneinanderführung von Individualauslesen mit Fortsetzung der Auslese und Einschluß je einiger Auslesepflanzen bei Selbstbefruchtern oder solchen Fremdbefruchtern, die bei Einzeleinschluß Samen geben. Darstellung mit Vervielfältigung.

Bei Fremdbefruchtern sind, so wie bei den Ausgangspflanzen, zwei Fälle zu unterscheiden:

I. Bei Fremdbefruchtern, welche eine für die Auslese genügende Beurteilung vor der Ernte zulassen, die zur Weiterführung der Zucht dient, können die Individual- oder Gruppen-

auslesen, sowie die Nachkommenschaften innerhalb derselben, nebeneinander stehen, da vor dieser Ernte die unbefriedigenden Nachkommenschaften und Pflanzen beseitigt werden können.

II. Bei Fremdbefruchtern, bei welchen die Beurteilung der Nachkommenschaften und Pflanzen erst nach der Ernte

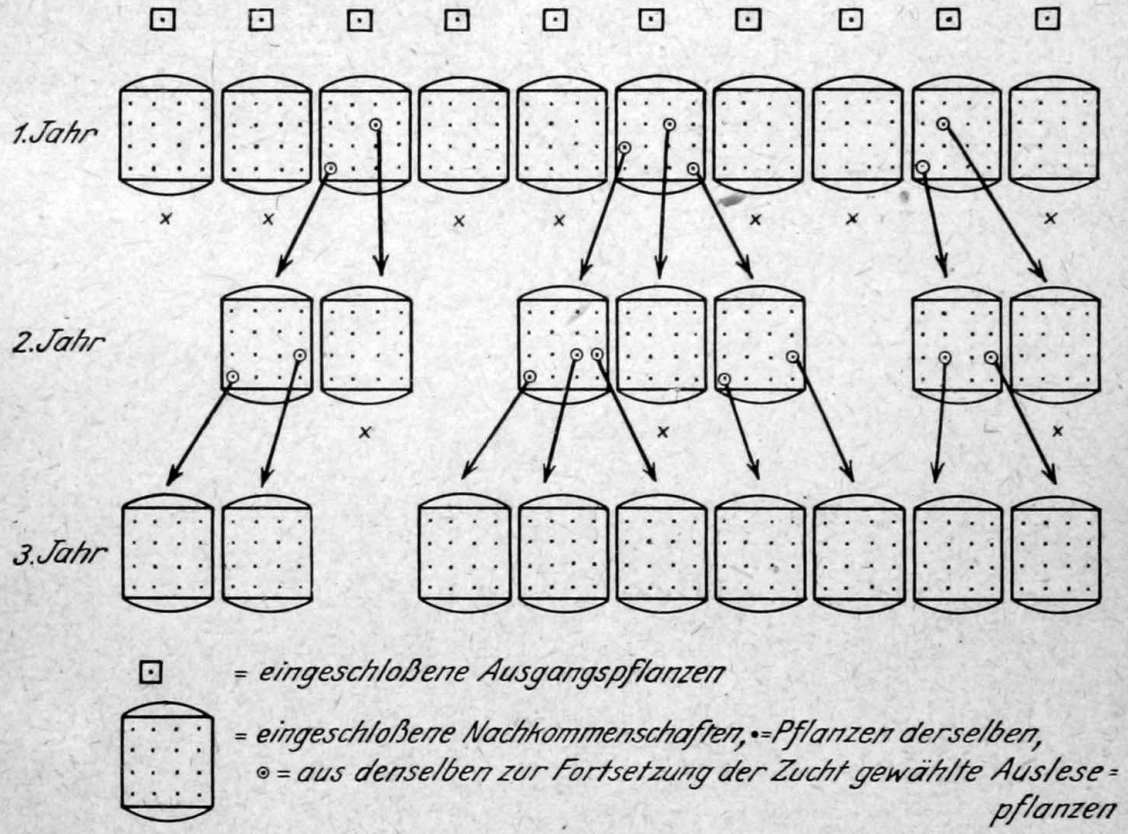


Abb. 33. Nebeneinanderführung von Individualauslesen mit Fortsetzung der Auslese und vollkommener geschlechtlicher Trennung bei Fremdbefruchtern, die beim Einschluß einzelner Pflanzen Samen liefern. Darstellung nur für die Fortführung im Zuchtgarten, ohne Berücksichtigung der Vervielfältigung.

erfolgen kann, mit welcher die Zucht fortgeführt wird, stehen mehrere Wege zur Verfügung:

Bei Fremdbefruchtern, welche Selbst- und Nachbarbefruchtung bei Einschluß erzwingen lassen, kann nach Schema (Abb. 32) vorgegangen werden. Es kann aber auch eine vollkommene geschlechtliche Trennung der Nachbarschaften innerhalb je einer derselben durch Einschluß erzielt werden. Das sehr umständliche Verfahren wird durch das Schema (Abb. 33) vorgeführt.

Bei den selteneren Fremdbefruchtern, welche bei Ein-

schluß einzelner Pflanzen keinen oder ganz ungenügenden Ansatz geben, stehen mehrere Wege zur Verfügung:

Vollkommene geschlechtliche Trennung der Nachkommenschaften. Ausgangs- und Auslesepflanzen können, da in diesem Fall einzelne Pflanzen keine Früchte bilden, nicht geschlechtlich isoliert werden, nur die Nachkommenschaften. Das Schema (Abb. 33) kann auch hier gelten, nur müßte entweder jede Individualauslese mit einer frei abgeblühten Pflanze beginnen oder mit zwei oder mehreren zusammen eingeschlossenen als Gruppenauslese.

Einfachere geschlechtliche Trennung der Nachkommenschaften durch „Mantelsaat", Individualauslesen nebeneinander. Bei diesem von v. Rümker angewendeten Verfahren stehen die einzelnen Nachkommenschaften nebeneinander für sich, werden aber von einigen Reihen nicht weiter verwendeter Pflanzen gleicher Abstammung, dem „Mantel", umgeben.

Räumliche Trennung der einzelnen Individual- oder Gruppenauslesen voneinander, Nachkommenschaften mit Mantelsaat.

Anwendung des S. 233 angeführten Verfahrens bei Ausgangs- und Auslesepflanzen, Auslese dann immer erst bei der je zweiten Saat möglich, Nachkommenschaften nebeneinander abblühend, Individualauslesen räumlich getrennt oder nicht.

Unterlassung der geschlechtlichen Trennung zwischen den Nachkommenschaften; Individual- oder Gruppenauslesen räumlich getrennt.

Unterlassung jeder geschlechtlichen Trennung; die Individualauslesen werden dabei durch die geschlechtlichen Zusammentritte zu einer, Abb. 34.

Bei allen jenen Verfahren, bei welchen die Nachkommenschaften frei abblühen, aber je einige Pflanzen eingeschlossen werden, ist das Auslesesaatgut anders veranlagt als das Saatgut von den eingeschlossenen Auslesepflanzen, mit welchen die Zucht weitergeführt wird.

Vervielfältigung bei Auslese.

Vervielfältigung ohne feldmäßige Prüfung.

Das Auslesesaatgut wird der Vervielfältigung, der sogenannten Vermehrung zugeführt: entweder ganz oder nach Ausscheidung deutlich minderwertiger Pflanzen und immer nach Abscheidung der kleinsten, leichtesten Körner, nicht aber Ausscheidung der nur schwersten. Die Vervielfältigung wird für

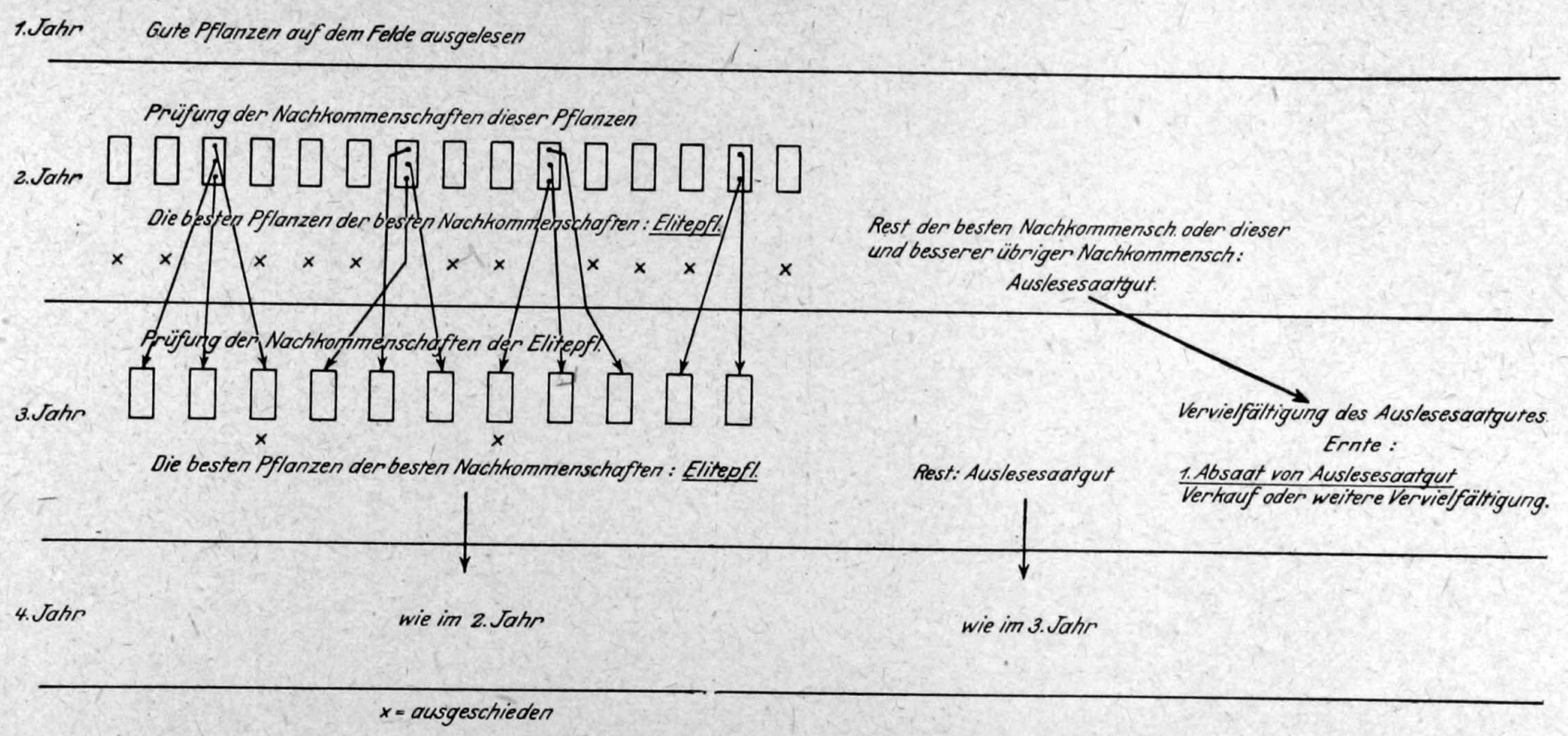


Abb. 34. Nebeneinanderführung von Individualauslesen ohne jede geschlechtliche Trennung bei Fremdbefruchtern, die einzeln eingeschlossen keinen Ansatz geben. Darstellung einschließlich der Vervielfältigung.

jede einzelne Auslese bis zur Verkaufssaat fortgesetzt: 1., 2., 3. . . . x. Absaat von Auslesesaatgut der 1., 2., 3. . . . x. Auslese. Absaaten gleichwertiger Individualauslesen werden dabei zur Gewinnung von Verkaufssaat oft zusammengegeben. — Vervielfältigung von Auslesesaatgut wird entweder lediglich zum Zweck der raschen Erzielung größerer Mengen von Saatgut vorgenommen oder aber mit feldmäßiger Prüfung verbunden. Ersteres ist Regel bei Veredlungszüchtung durch Massenauslese, letzteres bei Veredlungszüchtung mit Individualauslese und — nach Erzielung konstanter Formen — bei den übrigen Züchtungsarten.

Wird die Vervielfältigung lediglich zur raschen Erzielung größerer Mengen von Verkaufssaatgut vorgenommen, so trachtet man von den einzelnen Individuen möglichst viel Samen dadurch zu erzielen, daß man auf den sogenannten Vermehrungsfeldern, wenigstens zu Beginn, bei weiterem Standraum sät. Alle Vermehrungsfelder müssen bei Fremdbefruchtern weit ab von anderen Feldern gleicher Art liegen.

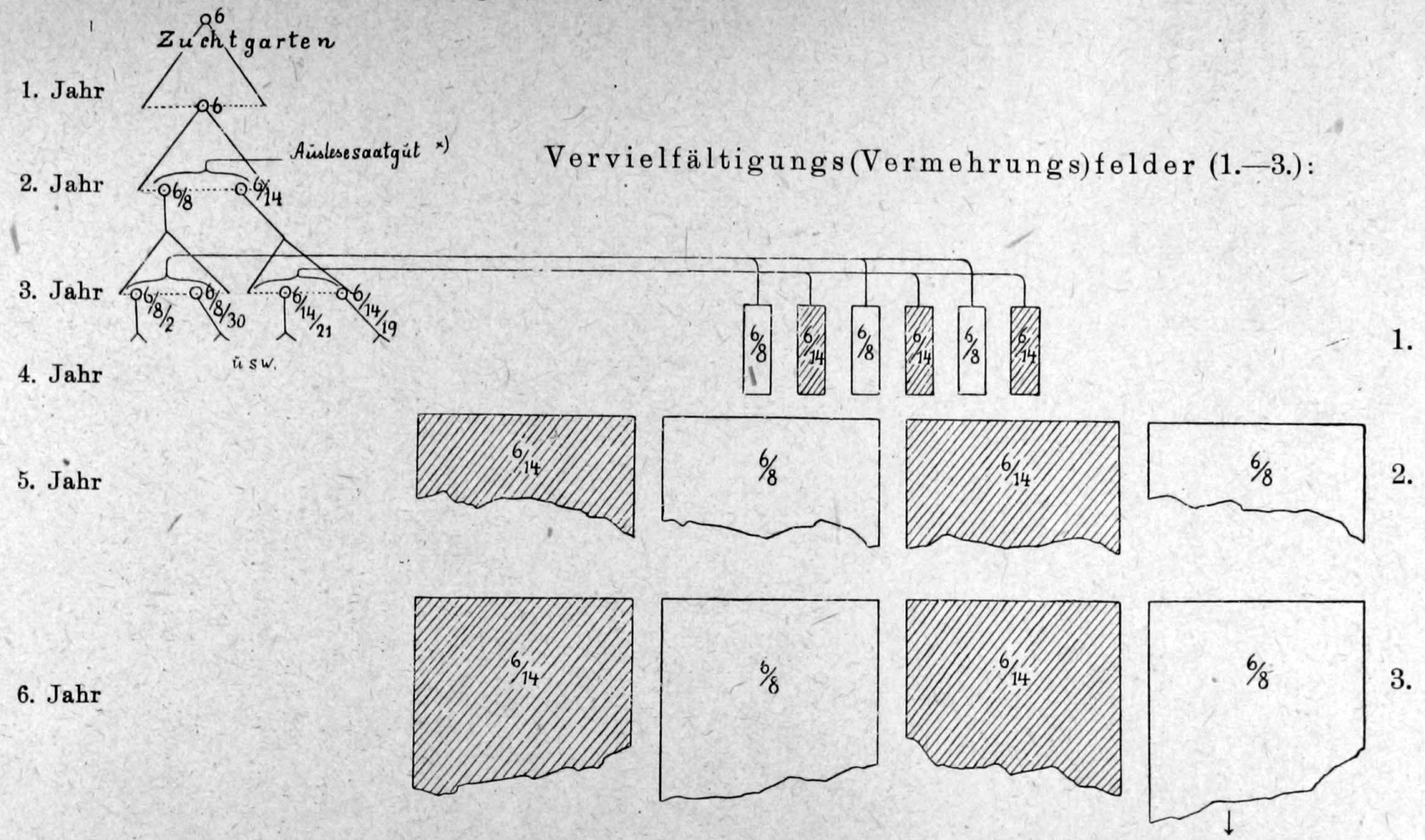
Wie rasch die Vervielfältigung von einer Pflanze aus vor sich gehen kann, zeigen für Getreide beispielsweise Zahlen (1 engl. Pfund = 373,2 g) von Zavitz-Guelph:

1902 eine Pflanze	1903 engl. Pfund	1904 engl. Pfund	1905 engl. Pfund
Sommerweizen	1,0	15	241
Zweizeilige Gerste . .	2,4	56	1119
Vierzeilige Gerste . . .	2,3	68	1929
Joanette-Hafer	1,2	74	3439

Vervielfältigung mit feldmäßiger Prüfung.

Wenn Vervielfältigung mit feldmäßiger Prüfung verbunden werden soll (Abb. 35), so ist es zweckmäßig, auch feldmäßige Saat anzuwenden. Meist wird die Prüfung bei der ersten Absaat von Auslesesaatgut je einer Auslese vorgenommen, seltener bei allen bis zur Gewinnung von Verkaufssaat. Will man bei mehrmaliger Prüfung stärkere Samenproduktion erreichen, so kann man die erste Absaat bei weiterem Standraum bauen und die feldmäßige Prüfung mehr auf die anderen Absaaten verlegen.

Der Vergleich bei der Prüfung kann innerhalb der Individualauslese oder den Zweigen solcher erfolgen oder auch noch die



*) Vervielfältigung dieses Auslesesaatgutes der ersten Auslese nicht weiter verfolgt.

Ernte: { 3. Absaat von Auslesesaatgut. 4. „ „ Pflanze aus.

Abb. 35. Deutsches Ausleseverfahren. Darstellung des Verlaufs innerhalb nur einer Individualauslese, und zwar im Zuchtgarten und bei einer Prüfung der Vervielfältigungen (Vermehrungen), die bis zum Verkaufssaatgut durchgeführt wird.

weiter gebaute Ausgangspopulation oder andere Sorten heranziehen.

Alles, was bei sortenvergleichenden Versuchen zu beachten ist, kommt auch bei der feldmäßigen Prüfung in Betracht, nur muß die Sorgfalt bei der feldmäßigen Prüfung der Züchtungen noch größer sein, da es sich um meist kleinere Unterschiede handelt.

Die Technik der Versuchsanstellung muß daher, worauf Römer mit Nachdruck hinweist, besonders gut durchbildet sein, sowohl was Form, Größe, Zahl, Anordnung der zusammengehörigen Teilstücke anlangt, als Genauigkeit des Säens der Maschine und Durchführung der Ernte [1]). Um die Ausgestaltung von maschinellen Hilfsmitteln zur Durchführung bei kleineren Teilstücken hat sich v. Rümker große Verdienste erworben [2]).

Soweit nicht eine besondere Fläche mit eigener Fruchtfolge für feldmäßige Prüfungen abgeschieden wird, müssen dieselben in den Schlag verlegt werden, der die je betreffende Fruchtgattung trägt. Die notwendige Gleichmäßigkeit kann ermittelt werden, wenn ein vergleichender Versuch mit Teilstücken einer reinen Individualauslese durchgeführt wird. Finden sich dabei Ungleichheiten auf einem Teil der Fläche, so kann dieselbe immerhin noch verwendet werden, wenn alle Teilstücke gleichmäßig an denselben Anteil haben.

Neben der Beobachtung des Verhaltens geht bei der feldmäßigen Prüfung die Ertragsfeststellung einher. Bei dieser besonders schwierigen Ermittlung beeinflussen die unvermeidlichen Ungleichheiten das Ergebnis um so weniger, je größer bis zu einer gewissen Grenze die Teilstücke und, deutlicher noch, je höher die Zahl der Teilstücke ist [3]). Die Beeinflussung ist nach den Versuchen von Mercer und Hall nicht mehr wesentlich über 80 qm Teilstückgröße und über Teilstückzahl 5.

Ist die Zahl der zu vergleichenden Individualauslesen oder Zweige solcher keine sehr große und steht genügend Saatgut zur Verfügung, so können je größere Teilstücke, bei Verwendung gewöhnlicher Drills, angelegt werden.

Die Teilstücke werden dann als Rechtecke gewählt, deren Breite durch die Drillbreite bedingt ist. Die Größe oder

---

[1]) Fühlings landw. Ztg., 1918, S. 102.

[2]) Siehe „Hilfsmittel des Betriebes"; auch Leidner: Der praktische Getreidezuchtbetrieb, 1915.

[3]) Holsten und Larsen: D. landw. Versuchsst., 1907. — Mercer und Hall-Rothamsted: The journ. of agr. science, 1911. — Montgomery: Bull. 269 U. S. Dep. of Agr., Plant Industry, 1913.

sonach die Länge wird bei geringerer Saatgutmenge von der geringsten Länge bestimmt, die für eine Individualauslese oder, wenn Zweige solcher verglichen werden, für einen Zweig einer solchen vorhanden ist. Die Teilstücke stoßen mit der Schmalseite an einen breiten Weg und sind voneinander bei Körnerfrüchten und Futterpflanzen durch einen 1 m breiten[1]) Weg getrennt, bei Kartoffeln und Rüben ohne Zwischentrennung. Vollständige Gleichheit der Behandlung bei vorangegangener Düngung, Bearbeitung der Vorfrucht usw. ist selbstredend.

Bei größerer Zahl von Vergleichen und wenig Saatgut kommt Handsaat wie im Zuchtgarten in Frage.

v. Rümker wählt bei Getreide eine Teilstückgröße von 12½ qm, vier Saatreihen mit 20 cm Reihenabstand und 40 cm Raum zwischen den Teilstücken, bei Hackfrüchten 15 qm ohne Raum zwischen den Teilstücken. Er nimmt je sechs zusammengehörige Teilstücke und läßt jedes Teilstück über die gewählte Größe hinausreichen, um von diesem hinausreichenden Teil ein Stück heranziehen zu können, wenn ein Stück des Teilstückes ausgeschieden werden muß[2]).

Eine Verringerung des Einflusses der unvermeidlichen Ungleichheiten des Bodens auf die Erntezahlen läßt sich auf einfache Weise durch Einschaltung von solchen Teilstücken nach je zwei Teilstücken des Versuches erzielen, die mit einer Standardsorte bestellt werden. Das Mittel für alle diese Standardteilstücke ( ) (Vergleichsteilstücke) wird berechnet und für jedes der Standardteilstücke die prozentische Abweichung von demselben. Im gleichen Prozentverhältnis wird dann, bei Abweichungen unter das Mittel der Standardteilstücke der ermittelte Ertrag der zwei nächstgelegenen Versuchsteilstücke, erhöht, bei Abweichungen über das Mittel erniedrigt. Die Anordnung ist dann beispielsweise die folgende:

1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4

Bei größeren Unterschieden auf der Versuchsfläche wurden auch schon rechnerische Ausgleichsverfahren angewendet, die viel Zeit und Mühe kosten, aber sicheres Ergebnis bringen[3]).

---

[1]) Je kleiner die Teilstücke sind, desto mehr erhöht jeder Zwischenweg die Erträge.

[2]) Z. f. Pflanzenzücht., II, 1914, S. 189. — Die staatliche Organisation der Sortenprüfung, 1918.

[3]) Holstmark, Zeitschr. f. Math. u. Physik, 1906, S. 410. — Hummel: Ill. landw. Z., 1911, S. 830. — Bilger: Ill. landw. Z., 1912, S. 828. — Mitscherlich: Z. f. Pflanzenzücht., I, 1913; Ill. landw. Z., 1912, S. 896. — Czuber: Die Anwendung.

Zur Beurteilung der Sicherheit der Ergebnisse können auch die Standardteilstücke verwendet werden. Es wird für die Standardteilstücke die Abweichung des höchsten und niedrigsten Ausmaßes vom Mittel festgestellt und nun angenommen, daß der Ertrag eines jeden der Versuchsteilstücke infolge der zufälligen Ungleichheiten ebenso hoch nach oben oder nach unten gegenüber dem ermittelten abweichen kann. Geben z. B. die Standardteilstücke Erträge von 24 bis 28 kg, mit einem Mittel von 26 kg, so wird angenommen, daß der Ertrag eines jeden Versuchsteilstückes 2 kg höher oder niedriger sein kann, als er tatsächlich war[1]).

Will man die Zuverlässigkeit der direkten oder nach Ausgleich erhaltenen Ergebnisse ermitteln, so zieht man dazu meist die Wahrscheinlichkeitsrechnung heran. Der wahrscheinliche oder mittlere Fehler (Abweichung) der Mittel der zusammengehörigen Teilstücke einer Individualauslese, einer Sorte usw. wird auf die weiter unten[2]) angegebene Art berechnet. Dabei, sowie bei Berechnung der Standardabweichung, sind statt Abweichungen der Stufen (Klassen) vom arithmetischen Mittel die Abweichungen der Einzelteilstücke, statt Gesamtindividuumszahl Zahl der Teilstücke zu setzen. Ein wahrscheinlicher Fehler von z. B. 4,39 sagt, daß der richtige Ertrag zwischen dem ermittelten + 4 mal 4,39 und — 4 mal 4,39 liegen wird. Je größer der wahrscheinliche Fehler, desto unsicherer ist das Ergebnis. Die Sicherheit der Differenz der Mittel zweier Versuchsreihen (also z. B. der Differenz des Mittels für alle 1-Teilstücke von dem Mittel für alle 2-Teilstücke) wird so, wie weiter unten[2]) für die Mittel der Abweichungen zweier Individuenkreise angegeben, ermittelt. Czuber hält die Ermittlung der Streuung, = dem mittleren Fehler der Einzelbeobachtung = der Standardabweichung, für richtiger[3]), da bei dieser keine besonderen Voraussetzungen bei dem bearbeiteten Zahlenmaterial erfüllt sein müssen. Größere Streuung zeigt unsicheres Ergebnis an. Wird die Berechnung auf die von ihm angegebene Art durchgeführt, so ist sie erheblich einfacher als jene des wahrscheinlichen Fehlers.

Bei Selbstbefruchtung ist nur auf die absolut sichere Getrennthaltung der einzelnen Individualauslesen oder, wenn solche

---

[1]) Montgomery: Bull. 269. Dep. of Agr., Plant. Ind.
[2]) Unter „Rechnerische Darstellung" bei Veredlungszüchtung.
[3]) Anwendung, S. 85.

verglichen werden, ihrer Zweige zu achten. Weitere Schwierigkeiten bieten solche Prüfungen bei Fremdbefruchtern dann, wenn die Beurteilung nicht vor jener Samengewinnung erfolgen kann, die zur Weiterführung der Zucht dient. Bei mehrjährigen Fremdbefruchtern kann Prüfung und Samengewinnung in verschiedenen Jahren und letztere nach Beseitigung schlechterer Individualauslesen oder Zweige solcher erfolgen. Bei einjährigen wird die Prüfung, wenn das Urteil nicht vor der Samengewinnung gefällt werden kann, mit welcher die Zucht fortgesetzt wird, am besten mit einem Teile des Samens je vorgenommen, die Vervielfältigung mit dem Rest, räumlich oder zeitlich getrennt. Gleichzeitige Prüfung und Samengewinnung zur Vervielfältigung führt sonst zu geschlechtlicher Vermischung, wenn die Teilstücke nebeneinander liegen, erschwert bei räumlicher Trennung den Vergleich. Kann dagegen das Urteil vor der entscheidenden Samengewinnung gefällt werden, so lassen sich nicht entsprechende Teilstücke vor der zugehörigen Blüte entfernen und die Vervielfältigung dann mit den übrigen durchführen.

Wohltmann wendet bei Sortenprüfung neben feldmäßigem Vergleich auch Individualprüfung an, indem er von jeder Sorte 300 Körner in gleichen Abständen voneinander sät[1]). Derartiger Vergleich, der wie die Nachkommenschaftsprüfung im Zuchtgarten ausgeführt wird, kann natürlich auch bei Prüfung von weiteren Absaaten von Individualauslesen neben der feldmäßigen einhergehen.

Linien bei feldmäßiger Prüfung.

Wenn solche Individualauslesen von Selbstbefruchtern bei feldmäßiger Prüfung verglichen werden, von welchen jede einer Linie entspricht, so ist nach den früher gegebenen Ausführungen eine verhältnismäßige Vererbung zu erwarten. In vielen Fällen und bei großer Verschiedenheit zwischen den Linien wird man eine solche auch tatsächlich feststellen können[2]). In anderen Fällen wird die Erwartung getäuscht werden, indem aufeinanderfolgende Generationen verschiedenes Verhältnis zeigen[3]). Das hat seinen Grund in der ja schon

---

[1]) Kühn-Archiv, 1912.

[2]) z. B. Lodewjks, Zeitschr. f. induktive Abstamm., 1911, V, S. 285 (Tabak). – Servit: Monatshefte f. Landwirtschaft, 1913 (Weizen).

[3]) z. B. Shaw: Massachusetts Agr. Exp. St., Ann. Rep., 1912 (Erbse). Selbst vegetative Linien: v. Lochow: Fühlings landw. Ztg., 1910, S. 537.

mehrfach betonten Unsicherheit der vergleichenden Versuche, bei manchen Eigenschaften aber auch in den Eigentümlichkeiten der Linien. Die einzelnen Linien, deren Erträge beispielsweise in einem nassen Jahr in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, werden in einem anderen nassen Jahr ein ähnliches oder gleiches Verhältnis zeigen; das Verhältnis kann aber in einem trockenen Jahr mehr oder minder geändert werden, wenn einzelne der Linien vielleicht gegen Trockenheit empfindlicher sind als andere. Modifikablere Linien werden bei verschiedener Jahreswitterung eher ein anderes Verhältnis zueinander zeigen als weniger modifikable, bei modifikableren Eigenschaften wird das Verhältnis eher verändert werden als bei weniger modifikablen.

So wie man bei sortenvergleichenden Versuchen erst nach mehreren Jahren ein sicheres Urteil über die Sorte gewinnt, so auch bei feldmäßiger Prüfung in der Züchtung. Zu der Ungleichheit der Jahreswitterung kommt noch der Umstand, daß manche Eigenschaften, wie Winterfestigkeit, Empfänglichkeit gegen bestimmte Pilzschäden, überhaupt nicht alljährlich festgestellt werden können.

A. Züchtung bei Fortpflanzung.

1. Veredlungszüchtung.

Allgemeines.

Begriff.

Bei Eigenschaften, welche der individuellen kleinen Variabilität unterworfen sind, soll das Ausmaß, mit welchem dieselben in Erscheinung treten, in einer vorhandenen Form — selten in mehreren morphologisch voneinander unterscheidbaren — erhalten, gesteigert, unter Umständen auch verringert werden.

Züchtung in einer Sorte oder in mehreren Sorten.

Es ist, wie erwähnt, möglich, Veredlungszüchtung auch ohne Rücksicht auf Zugehörigkeit der Individuen zu einem bestimmten morphologisch erkennbaren Formenkreis durchzuführen, und oft geschieht dies unbewußt. Der üblichere und richtigere Weg ist der erstere.

Daß, trotzdem der Züchter mit einer reinen Sorte zu arbeiten meint, oft in derselben mehrere morphologisch voneinander verschiedene Formenkreise vereint sind, kommt vor und weist, da trotzdem gute Ergebnisse erhalten wurde, darauf hin, daß wenigstens kleinere morphologische Unterschiede keinen so bedeutenden Einfluß auf die Leistung ausüben müssen.

Die Wahl der Art und in dieser der Sorte.

Bei Wahl der Art kommt sowohl die Eignung des Ortes für den Anbau als der Bedarf der Gegend, für welchen man in erster Linie Zuchtsaatgut zu erzeugen gedenkt, in Betracht. Der sortenvergleichende Versuch, welcher züchterischer Arbeit vorangehen soll, hat dann einen Überblick über die wichtigeren Sorten der gewählten Art zu bieten und die geeignetste zu ermitteln.

Wird eine Landsorte der Veredlungszüchtung unterworfen, so geht meist eine Züchtung durch Formenkreistrennung voraus, da Landsorten zumeist Formenkreisgemische sind [1]).

Material für die Auslese.

Solches bietet jede Sorte, die nicht einer Individualauslese eines Selbstbefruchters entspricht. Jede derselben enthält, wennschon nicht morphologisch verschiedene Formenkreise, so doch viele Linien, die durch verhältnismäßige Vererbung voneinander geschieden sind, bei Fremdbefruchtern geschlechtliche Gemische solcher Linien. Nachdem bei quantitativen Unterschieden die Variabilität immer mit Modifikabilität vermischt ist, wird die erste Auslese aus dem Feldbestand, auch bei Pflanzen, die gleichmäßig zugemessenen Wachsraum haben, oder nach Übertragung von aufgefundenen Pflanzen in den Zuchtgarten, eine unsicherere sein. Oft folgt daher der ersten vorläufigen Auslese von Pflanzen der Anbau unter gleichmäßigen Verhältnissen im Zuchtgarten oder bei weit stehenden Pflanzen auf besonders gewähltem Feldstück. In diesem Falle schließt sich erst dann die erste vollkommene Auslese an, die gerade bei Veredlungszüchtung nur bei tunlichst gleichmäßigen Verhältnissen sicherer vorgenommen werden kann. Je größer die Zahl der Individuen der ersten Auslese ist, desto größer ist auch die Aussicht, hervorragende Linien oder Liniengemische zu erhalten. Wenn in späteren Jahren, bei Fortsetzung der Auslese, Nachschübe von Elitepflanzen aus dem Feldbestand der gewöhnlichen Wirtschaft erfolgen, so soll dieses nur nach mindestens einjähriger Prüfung ihrer Nachkommenschaften geschehen. Grund für solche Nachschübe kann in Entdeckung besonders hervorragender Individuen oder aber bei Fremdbefruchtern in der Absicht, Inzucht zu verhindern, gegeben sein.

Es besteht auch die Möglichkeit, durch künstliche geschlechtliche Vereinigung von morphologisch gleichen Linien, die nur bei quantitativ variablen Eigenschaften voneinander verschieden sind, reiches Auslesematerial erst zu schaffen. Die Durchführung dieses Vorganges ist von Züchtung durch Bastardierung nur dadurch verschieden, daß morphologisch gleiche Formenkreise vereint werden, also Fremdbefruchtung

---

[1]) Fruwirth: Monatsbl. f. Landw. 1910.

in unserem Sinne ausgeführt wird. Der Vorgang ist von Nilsson-Ehle durchgeführt worden, und zwar, um die geeignetste Kombination von Eigenschaftsausmaßen zu finden, auch wiederholt[1]), entsprechend dem, was bei Bastardierung wiederholte Bastardierung genannt wird. Wird der Vorgang bei morphologisch verschiedenen Formenkreisen durchgeführt, so gehört er zur Züchtung durch Bastardierung.

Ziel der Auslese.

a) Anforderungen des Gebrauchs.

Wenn die Sorte gewählt ist, wird das Ziel der Auslese festgelegt werden müssen. Die Anforderungen des Gebrauches werden dasselbe zuerst bestimmen, dann werden die korrelativen Beziehungen zu beachten sein. Die Anforderungen werden bei derselben Pflanzenart, ja oft bei derselben Sorte für verschiedene Nutzungszwecke verschieden sein, und ebenso werden weiterhin bei demselben Nutzungszwecke mitunter (je nach den Anforderungen der Konsumenten) oder je nach den Standortsverhältnissen in verschiedenen Gegenden verschiedene Anforderungen gestellt. Welche Eigenschaften die „besten Pflanzen" haben sollen, wird demnach verschieden beurteilt werden müssen; es werden innerhalb einer Sorte, Sorte im weiteren Sinne, mehrere Zuchtrichtungen Platz finden können, um für verschiedene Verhältnisse Passendes zu liefern.

Eine häufig gestellte Forderung ist jene nach größerem Ertrag. Dann tritt sehr oft jene nach höherer Qualität des Ernteproduktes hinzu, die oft nur beschränkt mit der ersten zu vereinen ist. Die Züchtung auf Zuckergehalt bei Zuckerrüben, auf Fettgehalt bei Hafer, auf leicht aufnehmbare stickstoffreie Extraktivstoffe bei Kohlrübe, Möhre usw. gehört hierher. Örtlich verschieden gerichtete Anforderungen an die Vegetationsdauer, an die Widerstandsfähigkeit gegen Frost, Wassermangel, Insekten- und Pilzschäden können noch hinzutreten. Dann kommen weiter besondere Anforderungen, welche durch verschiedene Verhältnisse bedingt sein können. Kurzer Halm kann bei Roggen verlangt werden, um mit dem Binder arbeiten zu können, fester Halm allgemein bei Getreide, wo Lager häufig ist, usw.

Widerstandsfähigkeit gegen einzelne Krankheiten ist nicht nur durch Aussonderung von immunen Linien bei Veredlungszüchtung, wenigstens

---

[1]) Beiträge III; Z. f. Pflanzenzücht. I, 1913, Heft 1, S. 1. Über die weiter dabei in Betracht kommenden Verhältnisse siehe unter Bastardierung: Auslese nach quantitativen Eigenschaften und Elternwahl.

örtlich begrenzt, erreicht worden, sondern auch durch Bastardierung[1]). Besonders schöne Erfolge sind auf beiden Wegen in Nordamerika von Orton und von Bolley erreicht worden[2]).

b) Korrelationen.

Ermittlung der Korrelationen. Bei Veredlungszüchtung kommen die quantitativen Korrelationen in Frage. Die Ermittlung solcher erfolgte früher nur in der Weise, daß man die Pflanzen in Gruppen nach dem Ansteigen der einen Eigenschaft, der supponierten, teilte, für jede Gruppe das Mittel für diese Eigenschaft berechnete und nun das Mittel für die andere Eigenschaft, der zugeordneten oder relativen, dazu schrieb. Orphal[3]) und Römer[4]) hatten zuerst auf die Unzulänglichkeit dieser Art der Ermittlung hingewiesen und die Ermittlungsverfahren der Biometriker[5]) auch in landwirtschaftlichen Kreisen bekannter gemacht.

Bei diesen Ermittlungen wird zuerst eine Korrelationstabelle angelegt. Man teilt die Abmessungen oder Zählungen, die von den einzelnen Individuen erhalten wurden, in Gruppen, deren Abstufungen — Mittel oder Grenzen — von Gruppe zu Gruppe um eine gleiche Größe zunehmen. Die Zahlen für die eine, die supponierte, Eigenschaft werden in einer Tabelle auf einer Horizontalen an den oberen Rand der Tabelle geschrieben. Die Abstufung der anderen Eigenschaft, deren korrelative Beziehung zur ersteren man ermitteln will, der relativen, zugeordneten, werden längs einer vertikalen Linie an den linken Rand der Korrelationstabelle geschrieben. Dabei können die Abstufungen entweder durch das Mittel (Abb. 36a) der einzelnen Klasse oder die Grenzzahlen (Abb. 36b und 36c) derselben ausgedrückt werden. Errichtet man nun zwischen den Zahlen für die Mittel oder jenen für die Grenzen Gerade, so entsteht ein Netz von Quadraten. In die Quadrate kommen dann Zahlen, welche angeben, wie viele Individuen je den beiden Abstufungen

---

[1]) Tubeuf: Die Brandkrankheiten des Getreides, 1910.

[2]) Orton: Conférence de Génétique. Paris 1911 (1913), S. 247. Zusammenfassende Darstellung: Molz: Z. f. Pflanzenzücht. V, 1917, S. 89.

[3]) D. landw. Vers. 1907, S. 369.

[4]) Archiv, 1910.

[5]) Galton: Proceed. Roy. S., 1888, S. 136; Pearson: Grammar, S. 400; Verschaffelt: Bot. Jaarboek, 1896; de Bruyker: Justs bot. Jahrb., 1902, S. 202; Duncker: Die Methoden der Variationsstatistik, 1899, S. 41; Zusammenfassende gründliche Darstellung bei Johannsen: Elemente.

entsprechen, die sich im betreffenden Quadrat treffen: Kombinationsfrequenzen. Die Summen in jeder einzelnen Vertikal- oder Horizontalreihe geben die Frequenzen für die betreffende Klasse an. Solche Tabellen zeigen gleich, ob keine Korrelation vorhanden ist, wie in Abb. 36a, oder ob eine gleichsinnige oder +-Korrelation, wie in Abb. 36b, oder eine entgegengesetzte oder negative Korrelation, wie in Abb. 36c, vorhanden ist. Sie lassen auch Abweichungen von der Korrelation, Korrelationsbrecher als solche erkennen. Eine Darstellung der Korrelation, die für den Vergleich der Korre-

Korrelation zwischen Gewicht der Mutterbohnen und deren Tochterbohnen in einer reinen Linie 1902.

Gewicht der Mutterbohnen (X)	Gewicht der Tochterbohnen in cg (Y)										Summe
	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	
27,5	—	—	1	5	6	11	4	8	5	—	40
32,5	—	—	—	1	3	7	16	13	12	1	53
37,5	—	1	2	6	27	43	45	27	11	2	164
42.5	1	—	1	7	25	45	46	22	8	—	155
47,5	—	—	5	9	18	28	19	21	3	—	103
52,5	—	1	4	3	8	22	23	32	6	3	102
57,5	—	—	1	7	17	16	26	17	8	3	95
Summe	1	2	14	38	104	172	179	140	53	9	712

Abb. 36a. Korrelationstabelle. Fehlen einer Korrelation. Aus Johannsen: Elemente.

Korngewichtsklassen mg	Stickstoff-Prozentklassen						Summe	Mittlere Stickstoffprozente
	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1		
40	—	—	1	—	—	—	1	(1,40)
45	—	4	15	2	—	—	21	1,38
50	—	5	49	25	—	—	49	1,45
55	—	—	18	30	7	—	55	1,56
60	—	—	—	10	4	2	16	1,70
65	—	—	—	—	1	—	1	(1,80)
70	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	—	9	83	67	12	2	173	1,502
Mittleres Gewicht	—	50,3	52,6	56,1	60,0	62,5	54,44	—

Abb. 36b. Korrelationstabelle. Positive Korrelation zwischen Korngewicht und Stickstoffgehalt. Aus Johannsen: Elemente.

Korngewichtsklassen mg	Fett-Prozentklassen 4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5		Summe	Mittlere Fettprozente
30	—	—	—	—	—	8	2	1	—	—	11	6,93
35	—	—	1	6	22	33	10	2	1	—	75	6,62
40	—	1	2	10	48	37	8	1	—	—	107	6,43
45	—	—	1	12	11	2	—	—	—	—	26	6,02
50	—	—	2	1	1	—	—	—	—	—	4	5,63
55	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	(5,75)
60												
Summe	—	1	6	30	82	80	20	4	1	—	224	6,48
Mittleres Korngewicht	—	(42,5)	45,8	44,3	41,9	40,1	39,0	37,5	(37,5)	—	41,12	—

Abb. 36c. Korrelationstabelle. Negative Korrelation zwischen Korngewicht und Fettgehalt bei Hafer. Aus Johannsen: Elemente.

lationen in mehreren Linien oder Populationen gut entspricht, ist jene durch die Korrelationslinie. Für das oben gegebene Beispiel für negative Korrelation ist die Korrelationslinie die in Abb. 37 dargestellte. Sie wurde dadurch erhalten, daß man auf der Horizontalen in gleichen Abständen die Klassengrenzen für die eine Eigenschaft einzeichnete und — mit beliebigem Maß für die Einheit — für jede Klasse das für dieselbe entfallende Mittel für die zweite Eigenschaft auf Senkrechten auftrug, die je in der Mitte zwischen den Klassengrenzen errichtet werden. Nach links ansteigende Linie zeigt negative, nach rechts ansteigende positive Korrelation an, Verlauf parallel zur Horizontalen, Fehlen jeder Korrelation.

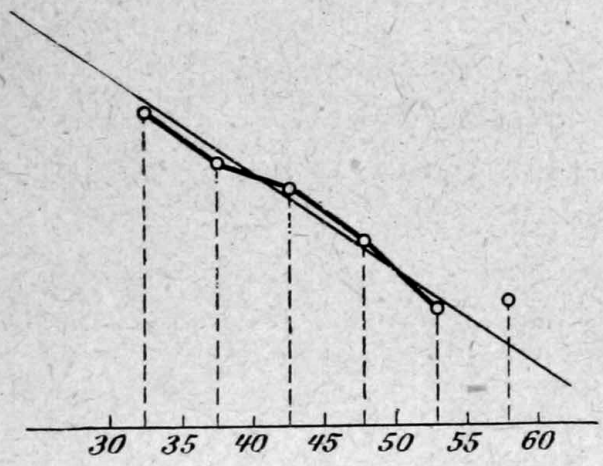


Abb. 37. Korrelationslinie zur Korrelationstabelle Abb. 36c (Krarup). Nach Johannsen: Elemente 2. Aufl. S. 318.

Soll nicht nur das Vorhandensein einer + - oder — - Korrelation oder das Fehlen einer Korrelation überhaupt festgestellt werden, sondern im ersteren Fall der Grad der korrelativen Beziehung, so muß der Korrelationskoeffizient berechnet werden. Dieser ist für positive vollkommene Korrelationen + 1, für negative vollkommene — 1, für die Abstufungen liegt er, je mit + oder —, zwischen 0 und 1. Orphal und Römer haben als Abstufungen für die Größe des Korrelationskoeffizienten (je mit +

oder — als Bezeichnungen der zugehörigen Korrelationen) die folgenden angenommen: 0,0 – 0,1 = Korrelation fehlt; 0,1 — 0,25 = Korrelation sehr schwach angedeutet; 0,25 — 0,50 schwach angedeutet; 0,50 — 0,75 deutlich; 0,75 — 0,90 sehr deutlich und 0.90 -- 1,00 vollkommen.

Zum Zwecke der Berechnung der Korrelationskoeffizienten wird die Korrelationstabelle in vier Viertel zerlegt, indem sich kreuzende Linien zwischen jenen Klassen errichtet werden, welche dem Mittel am nächsten liegen. Von den vier Vierteln wird jenes links oben und rechts unten als Korrelationsquadrant und jenes rechts oben und links unten als Deklinationsquadrant bezeichnet.

Dann wird in jedem Quadrant berechnet die Summe des Produktes: einzelne Abweichung der supponierten Eigenschaft von dem Mittel für diese, mal Abweichung derselben Individuengruppe vom Mittel für die relative Eigenschaft. Diese Produkte sind + in den Korrelationsquadranten, — in den Deklinationsquadranten. Die Produktensummen der Korrelationsquadranten werden addiert und die Produktensummen der Deklinationsquadranten subtrahiert. Die erhaltene Zahl wird durch die Zahl der Beobachtungen dividiert und der Korrelationskoeffizient gefunden, indem man durch das Produkt der Standardabweichungen beider Merkmale dividiert. Über Details und Begründung der Berechnung der Korrelationskoeffizienten sowie über die Vereinfachung der Rechnung, die sehr wichtig ist, wenn viele Rechnungen durchzuführen sind, siehe: Johannsen[1]).

Die Feststellung von statistischen Korrelationen zwischen quantitativen Eigenschaften, die für den Züchter besonderen Wert hat, ist nur dann verläßlich, wenn sie bei Vergleich von Mitteln reiner Linien eines Formkreises erfolgt. Korrelationen, die bei diesen ermittelt werden, treffen Variationsverhältnisse und lassen Erblichkeit der Beziehung erwarten.

Korrelationen, die in Populationen festgestellt werden, enthalten Wirkungen von Variationen und von Modifikationen. Letztere bewirken dann auch, daß bei sehr veränderten Verhältnissen die Korrelation eine andere wird. Das zeigen z. B. die von T. Tammes ermittelten Korrelationen zwischen Stengellänge und Stengeldicke bei Lein sehr schön. Der Korrelationskoeffizient schwankt zwischen 0,91, also fast voller Korrelation, und 0,51. Selbst am gleichen Ort können sich bei verschiedenen Verhältnissen bedeutende Unterschiede zeigen, wie die beiden Korrelationstafeln erkennen lassen, welche der Arbeit[2]) entnommen sind (Abb. 38 und 39) Korrelationen, die bei Vergleich von Linienmitteln festgestellt werden, gleichen die Einzelmodifikationen aus. So wie bei Vergleich von Linien Variationen quantitativer Eigenschaften gegenüber Modifikationen nur in den Mitteln, nicht beim einzelnen Individuum

[1]) Elemente, 2. Aufl., 16. Vorles.
[2]) Tine Tammes: Der Flachsstengel, 1907, S. 100.

erkannt werden könnon, so ist dieses auch bei den Korrelationen bei quantitativen Eigenschaften der Fall.

Verwendung der Korrelationen. Der Wert der Korrelationen bei der Auslese kann ein doppelter sein.

Abb. 38 u. 39. Korrelationstabellen. Positive Korrelation zwischen Stengellänge und Stengeldicke bei Lein unter verschiedenen Standortsverhältnissen. Nach Tine Tammes: Der Flachsstengel, 1907.

			77 82	82 87	87 92	92 97	97 102	102 107	107 112	112 117	117 122	122 127	127 132	132 137	137 142	142 147	147 152	cm	
		Dev_L	-42.2	-37.2	-32.2	-27.2	-22.2	-17.2	-12.2	-7.2	-2.2	2.8	7.8	12.8	17.8	22.8	27.8	cm	
	Dev_D																		
2.4 2.6	-1.54		1						1										2
2.6 2.8	-1.34																		
2.8 3.0	-1.14								2										2
3.0 3.2	-0.94				1			2			1	1							5
3.2 3.4	-0.74						1	3	1			1							6
3.4 3.6	-0.54							2	3		1	1							7
3.6 3.8	-0.34							2	3	2	2	2		2					13
3.8 4.0	-0.14						1			6	2	2	1	2					14
4.0 4.2	0.06							1	3	2	1	5	2	2	2	1	2		21
4.2 4.4	0.26							1	1	1	2	2	1	1	2				11
4.4 4.6	0.46											1							1
4.6 4.8	0.66									1	1	1	3	4	1	1			12
4.8 5.0	0.86										2	1	2	2		1			8
5.0 5.2	1.06											1	2	1					4
5.2 5.4	1.26									1									1
mm	mm																		
			1		1		2	11	14	13	12	18	11	14	5	3	2		107

Abb. 38. I. Bei weitstehenden Pflanzen auf fettem Boden (Fig. 3 aus Tine Tammes: Der Flachsstengel, S. 102.) *Dev. L* und *Dev. D* = Abweichung des Klassenmittels für Länge, bzw. Dicke vom Gesamtmittel.

1. Korrelationen lassen sich bei sogenannter indirekter Auslese verwenden. Besteht ein korrelativer Zusammenhang zwischen einer leichter feststellbaren Eigenschaft und einer für die betreffende Auslese wichtigen, aber schwieriger feststellbaren, so kann man durch Ermittlung der ersteren Eigenschaft auf die zweite schliesen. Sichere solche Zusammenhänge finden sich bei den formalen Korrelationen und weit-

gehend sichere auch bei den Symplasien. Solche Korrelationen können zu einer Vorauslese von Individuen verwendet werden. Zur eigentlichen Auslese von Individuen wird immer besser die direkte Bestimmung der Leistung verwendet, worauf schon de Vilmorin[1]) und später, bei Getreidezüchtung, v. Rümker[2]) hinwies.

Die einfachere Bestimmung des Zuckers läßt bei Zuckerrüben auf den Trockensubstanzgehalt schließen, da Zucker den Hauptbestandteil der Trockensubstanz bildet, die einfachere Bestimmung des spezifischen Ge-

			32 42	42 52	52 62	62 72	72 82	82 92	92 102	102 112	112 122	122 132	132 142	cm	
		Deu$_L$	-54.5	-44.5	-34.5	-24.5	-14.5	-4.5	5.5	15.5	25.5	35.5	45.5	cm	
	Deu$_D$														
0.4 0.8	-2.18		1												1
0.8 1.2	-1.78			2	1	2									5
1.2 1.6	-1.38				5	4	2								11
1.6 2.0	-0.98				1	9	3	1							14
2.0 2.4	-0.58						3	6	1						10
2.4 2.8	-0.18					1		6	5	1					13
2.8 3.2	0.22							5	7	4					16
3.2 3.6	0.62							1	3	10	2				16
3.6 4.0	1.02							1	3	6	6				16
4.0 4.4	1.42									2	2	1			5
4.4 4.8	1.82												1		1
mm	mm														
			1	2	7	16	8	20	19	23	10	1	1		108

Abb. 39. Bei weitstehenden Pflanzen auf magerem Boden. (Fig. 4 aus demselben Werk.)

wichtes läßt bei Zucker- und Futterrüben auf den Trockensubstanzgehalt schließen, da derselbe vorwiegend von diesem Gehalt bestimmt wird. Da bei Mais Fett besonders im Keim, Protein besonders in den glasigen Teilen des Kornes abgelagert ist, läßt dicker Keim auf Fettreichtum, stärkere Ausbreitung der glasigen Partie auf Proteinreichtum schließen. — Längerer Halm läßt bei Getreide meist auf längere Ähre schließen, höheres Gesamtgewicht meist auf höheres Gesamtkorngewicht.

2. Korrelationen können die Richtung für die Auslese andeuten. Die Beachtung der Kompensationsmöglichkeit hat meiner Ansicht nach nur die Aufgabe, vor zu starker Ein-

[1]) Notices, S. 11.
[2]) Jahrb. der D. L.-G., 1906, S. 130.

seitigkeit bei der Auslese zu warnen. Diese Bedeutung allein kommt dabei der Lehre von der Unvereinbarkeit wertbildender Eigenschaften zu.

Statistische Korrelationen, die bei einer Art, bei Vergleich verschiedener Sorten oder Vergleich von Linien einer Sorte, wenig sicher bei Vergleich von Individuen in Populationen festgestellt worden sind, deuten an, daß die Auslese ein solches Ziel leichter erreichen wird, das im Sinne der korrelativen Beziehungen liegt. Sie haben bei Massenauslese größere Bedeutung als bei Nebeneinanderführung von Individualauslesen. Bei Individualauslese läßt die Nachkommenschaftsbeurteilung die sicherere Ermittlung echter Korrelationen, durch Vergleich der Mittel für die einzelnen Individualauslesen oder bei Fremdbefruchtern der Mittel der Zweige einer solchen, zu. Es lassen sich so, wenn dies erwünscht ist, bei Selbstbefruchtern Abweichungen von der Korrelation, Korrelationsbrecher, herausgreifen, bei Fremdbefruchtern durch geeignete geschlechtliche Mischung Abweichungen von der Korrelation erzielen. Schon die Korrelationstabelle zeigt, das vielfach Ausnahmen von solchen statistischen Korrelationen vorkommen. Der Züchter wird gerade nach solchen Ausnahmen zu fahnden haben, wenn sein Zuchtziel die Trennung gewöhnlich positiv korrelativ verbundener Eigenschaften oder die Vereinigung gewöhnlich negativ korrelativ verbundener Eigenschaften wünschenswert erscheinen läßt.

Die Darstellung Johannsens zeigt z. B., daß die von ihm untersuchte Population von Fisole die Korrelationslinie *P* für Länge und Breite der Samen aufwies. In dieser Population waren aber verschiedene Linien, von welchen eine die Korrelationslinie *s*, eine andere die Korrelationslinie *b* zeigte. Wenn auch immerhin durchaus positive Korrelation zwischen Länge und Breite in Erscheinung trat, so ließ doch das Herausgreifen der ersteren Linie eine viel schwächere, jenes der zweiten eine viel stärkere Korrelation erzielen, als sie der Population als Ganzes entspricht (Abb. 40).

Bei Selbstbefruchtern ist der Vorgang ein einfacherer. Man kann, sowie die Nachkommenschaften der ersten vollständigen Auslese von Pflanzen vorliegen, mit den Mitteln dieser, Korrelationstabellen für wichtigere Eigenschaften bilden. Der Vorgang selbst ist derselbe wie der für Individuen oben angegebene. Diese Tabellen lassen etwa gewünschte Abweichungen vorhandener Korrelationen scharf hervortreten, und solche Individualauslesen sind bei der Auslese besonders zu beachten. Bei Fremdbefruchtern wird es nicht viel sagen,

wenn statistische Korrelationen zu Beginn festgestellt werden, da sich solche erst bei längerer Fortsetzung der Auslese einigermaßen deutlich zeigen[1]), wohl deshalb, weil erst dann der Einfluß der Ausscheidung von Linien genügend weit vor sich gegangen ist. Zweck der Auslese ist es aber, bei Fremdbefruchtern bestimmte geschlechtliche Liniengemische abzuscheiden, eventuell reine Linien zu erzielen. Nimmt man nun nach einigen Auslesejahren Feststellungen statistischer Korrelationen für wichtigere Eigenschaften vor, so kann man durch das Ergebnis für oder gegen die Beibehaltung der bis dahin ausgeführten Art der Auslese bestimmt werden. Hat die Auslese nach einer bestimmten wichtigen Eigenschaft in der betreffenden Population in geschlechtlichen Liniengemischen eine unerwünschte Veränderung einer anderen Eigenschaft bewirkt, so muß Änderung eintreten.

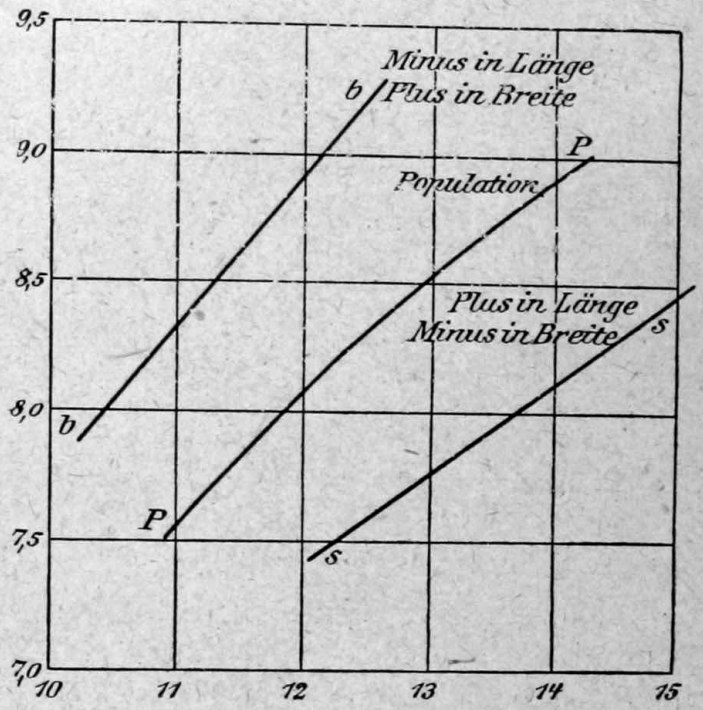


Abb 40. Korrelationslinien. Korrelation von Breite und Länge von Bohnensamen. Nach Johannsen: Elemente S. 378.

Daß bei Führung fortgesetzter Auslese bei Veredlungszüchtung Korrelationen zur Geltung kommen, ist leicht zu beachten, aber es ist schwer, die Ursache im einzelnen Fall festzustellen. Es kann sich lediglich um Ausdruck von Kompensationen handeln, es können aber auch solche Linien abgeschieden worden sein, welche gerade die betreffende wirkliche Korrelation zeigen, oder es kann bei Fremdbefruchtung eine geschlechtliche Vermengung solcher Anlagen erzielt worden

[1]) Siehe Maiszüchtung von Hopkins und Smith: Illinois Agr. Exp. St., 1907, Bull. 119; 1908, Bull. 128; 1910, Bull. 148. Auslese seit 1896, Untersuchung der Korrelationen, 1905 und 1906; S. 20, Bull. 119: „und zwei Jahre Untersuchungen genügen nicht, um zu sagen, ob die Veränderung permanent".

sein, welche die betreffende wirkliche Korrelation erscheinen lassen.

Bei den Ausleseversuchen Karurps mit Hafer bewirkte die Auslese nach Fettgehalt eine deutliche Drückung des Einzelkorngewichtes[1]). Es ist aber keineswegs ausgeschlossen, daß durch Beachtung der Abweichungen von dieser statistischen Korrelation bei dem vorherrschenden Selbstbefruchter diese Wirkung vermieden wird. Bei meinen Ausleseversuchen mit dem Fremdbefruchter Mais wurde, obwohl Gesamtpflanzengewicht und Einzelkorngewicht nicht Ausleseeigenschaften waren, eine Steigerung bei diesen erzielt[2]). Bei Gesamtpflanzengewicht liegt Symplasie vor, bei Einzelkorngewicht ist es wohl zufällige geschlechtliche Kombination von Anlagen bestimmter Linien; denn hohes Korngewicht kann sowohl durch hohes Einzelkorngewicht als durch große Kornzahl erreicht werden. Bei dem Fremdbefruchter Zuckerrübe waren in Derebcyn (Baron Mahs) vor Auslese nach Zuckergehalt 1887 88—1890/91 die Mittelzahlen für Rübenerträge pro Hektar 222,3 dz, für Zucker in der Rübe 13,07 %, für Zuckerertrag pro Hektar 29 dz. Nach Einführung der Auslese auf Zuckergehalt war in den späteren vier Jahren, gegenüber den ersten sechs Jahren, der Hektarertrag um 27,8, der Zuckerertrag um 1,92 % gefallen, der Zuckergehalt um 1,8 % gestiegen[3]). Wenn bei v. Rümkers Züchtungsversuchen mit Roggen, bei welchen die Auslese in erster Linie nach Kornfarbe erfolgte, die mehrfach festgestellte Korrelation zwischen grüner Kornfarbe und hohem Proteingehalt des Korns und jene zwischen grüner Kornfarbe und dichter Ähre nicht gefunden worden ist[4]), so weist dies darauf hin, daß eben zufällig solche Linien abgeschieden worden sind, welche diese Korrelation nicht aufweisen.

c) Vererbbarkeit einzelner Eigenschaften.

Nach unserer heutigen Erkenntnis deckt sich die Frage nach der besseren oder schlechteren Vererbbarkeit einzelner quantitativer Eigenschaften nicht mit der Sicherheit der Vererbung gegenüber Variabilität, sondern mit der größeren oder geringeren Modifizierbarkeit. Es gibt sowohl Eigenschaften, die allgemein modifikabler als andere sind, z. B. Zahl Hülsen pro Pflanze bei Erbsen modifikabler als Länge der Achse, aber auch dieselbe Eigenschaft kann bei einer Linie modifikabler als bei einer anderen sein.

So wie die verhältnismäßige Vererbung des Mittels für eine Eigenschaft sich nicht bei allen Linien in allen Jahren zeigt, sondern nur bei stärker verschiedenen immer in Erscheinung tritt, so auch die Abstufung in der Modifikabilität.

---

[1]) Nogle Undersogelser over Nedarvning og Variabilitet hos Havre. Kopenhagen 1903.

[2]) Fühlings landw. Ztg. 1904.

[3]) Blätter f. d. Zuckerindustrie 1897, S. 375.

[4]) Mitt. d. landw. Inst. Breslau V, 1909, S. 186, 198.

d) Auslesemomente, Ausleseeigenschaften.

Wenn das Ziel der Auslese festgelegt ist, so sind damit auch jene Eigenschaften bezeichnet, nach welchen zur Erreichung desselben ausgelesen werden muß, die sogenannten Auslesemomente oder Ausleseeigenschaften. Neben diesen Eigenschaften werden auch noch andere berücksichtigt werden müssen, deren Steigerung man zwar nicht anstrebt, deren Verhalten man aber teils wegen Korrelationen, teils überhaupt verfolgen will. Remy hat auf die Gefahren verwiesen, welche bewirkt werden, wenn bei Festlegung der Auslesemomente der Ertrag etwa einseitig beachtet würde [1]).

Manche der Ausleseeigenschaften würden sich in mehrere zerlegen lassen, wenn wir tieferen Einblick hätten. So ist die wichtige Ausleseeigenschaft Ertrag keine einfache, aber wir wissen über die Verhältnisse, welche höheren Ertrag einer Linie gegenüber einer anderen bedingen (größere assimilierende Oberfläche, tätigere Zellen, mehr Achsen — üppigere Achsen, größere Früchte [2]) — mehr Früchte, größere Zellen [3]) usf.), nicht genügend.

Die Durchführung der Auslese.

Die Durchführung bei Massenauslese.

Vorgang.

Zu Beginn wird aus der Land- oder Züchtigungssorte, Sorte im weiten Sinne des Wortes, eine Anzahl von Pflanzen gewählt, deren Eigenschaften bei dieser vorläufigen Auslese geschätzt werden. Schätzung genügt dabei, da die ganz verschiedenen Standortsverhältnisse durch Modifikation das erbliche Ausmaß der Eigenschaften zu sehr verdecken. Bei gleicher Entfernung

---

[1]) Einige Gedanken.

[2]) Nach Grabner (Z. f. Pflanzenzücht. III, 1915, S. 7) ist bei Weizen höheres Tausendkorngewicht mit höherem Ertrag verbunden.

[3]) Kleinheit der Zellen, besonders solche der Spaltöffnungszellen, betrachtet Kolkunow als Anzeichen intensiver Lebensvorgänge (Russ. Journ. f. exper. Landw., 1913), ähnliche Ansicht bei Tierzüchtung (Malsburg); Jakushkin fand bei Hafer keine derartige Beziehung (Russ. Journ. f. exper. Landw., 1912, 13. Jahrg., S. 830); Kolkunow bestreitet an gleicher Stelle dessen Schlüsse. — Größerzellige Formen in Populationen wären nach Kolkunow und Heuser (Z. f. Pflanzenzücht. III, 1915) ertragreicher. Mittlere Zellengröße einer Pflanze ist nach Sierp (Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 53) erblich.

gesät, lassen ihre Nachkommen die erste eigentliche Auslese zu. Diese eigentliche Auslese wird dann Jahr für Jahr fortgesetzt, entweder nur je in der Nachkommenschaft aller Auslesepflanzen des Vorjahres oder auch in der Nachkommenschaft neu herangezogener Pflanzen, die — auch nach einer vorläufigen — einer eigentlichen Auslese entstammen. Alle Pflanzen, welche, neben den bei der Auslese gewählten, übrigbleiben, geben Auslesesaatgut zur Vervielfältigung. Selbst- und Fremdbefruchtung beeinflußt die Erreichung des Erfolges und die Art der Auslesewirkung, nicht aber bei Massenauslese die Durchführung.

Bei den eigentlichen Auslesen verringert eine Vorauslese durch Schätzung die Zahl der zur genauen Untersuchung kommenden Pflanzen. Die genaue Untersuchung wird dann entweder so vorgenommen, daß zuerst alle Pflanzen vollständig untersucht werden und man dann nach ihrer Bewertung durch Wertzahl, Selektionsindexnummer oder Punktierung die Ausscheidung der Elitepflanzen vornimmt, oder derart, daß alle Pflanzen zuerst für eine Eigenschaft, dann für die nächste und so fort, je mit sofortiger Entscheidung untersucht werden. In letzterem Falle ist die Reihenfolge der Auslesemomente oder Eigenschaften wichtig. Diese müssen in der Folge ihrer Wichtigkeit, mit der wichtigsten Eigenschaft beginnend, gereiht werden. Für die Aufnahme unter die Elitepflanzen setzt man sich Grenzen, welche in den einzelnen Jahren wechseln, da die Eigenschaften, welche in Betracht kommen, von der Jahreswitterung verschieden beeinflußt werden. Die Feststellung der Grenzen erfolgt auf Grund einer vollkommenen Untersuchung einer Anzahl durch Schätzung ausgewählter guter Pflanzen des Jahrganges.

Bei einem vom Verfasser vorgenommenen Versuch mit Veredlungszüchtung durch Massenauslese bei Viktoria-Erbse und Szekler-Mais waren beispielsweise die Grenzen:

	Erbse:			Mais:		
	1898	1899	1900	1898	1899	1900
Untere Grenze für den Kornertrag einer Pflanze in Gramm	5	10	20	60	100	105
Untere Grenze für Prozent Korngewicht vom Gesamtgewicht der Pflanze. . . . . %	45	37	50	45	50	54
Untere Grenze für Gewicht eines Kornes in Gramm	—	0,252	0,3	—	—	—

	Erbse:			Mais:		
	1898	1899	1900	1898	1899	1900
Obere Grenze für Prozent Lieschengewicht vom Gesamtkolbengewicht . . . . . %	—	—	—	10	10	10
Obere Grenze für Prozent Spindelgewicht vom Gesamtkolbengewicht . . . . . %	—	—	—	17	17	17

Wertzahl, Selektionsindexnummer, Punktierung.

Werden zuerst alle Pflanzen oder doch eine Anzahl derselben vollständig untersucht und wird dann erst die Auslese vorgenommen, so wird ein Maßstab für die Bewertung der einzelnen Eigenschaften notwendig, der eine einheitliche Bewertung der Pflanzen zuläßt, bei welcher ein Weniger bei einer Eigenschaft durch ein Mehr bei einer anderen Eigenschaft aufgewogen werden kann. Diesem Zweck dienen Wertzahl, Selektionsindexnummer, Punktsumme.

Wertzahlen wurden von deutschen Züchtern mehrfach, so besonders bei Rübenzüchtung verwendet. So in Eckendorf, Leutewitz.

Pearl verwendet bei Zuckermais Wertzahlen oder, wie er sie nennt Selektionsindexnummern[1]).

$$J = \frac{A + 3B + 2C}{D + E + F^2}.$$

Über dem Strich stehen die Ausleseeigenschaften, deren Steigerung angestrebt wird. Dabei ist

A = Kolbenlänge mal Umfang.

$B = \frac{\text{100 mal Gewicht der Körner vom oberen und unteren Ende}}{\text{Gesamtkorngewicht des Kolbens}}$.

$C = 100$ weniger $\frac{\text{100 mal mittlerer Umfang der Spindel}}{\text{mittleren Umfang des Kolbens}}$.

Unter dem Strich stehen die Ausleseeigenschaften, bei welchen Drückung erwünscht ist:

$D = \frac{\text{100 mal Spindelgewicht}}{\text{Gesamtkorngewicht des Kolbens}}$.

E = Umfang des Kolbens unten — Umfang des Kolbens an der Spitze.

$F = 100$ — Zahl der von 100 gekeimten Körner.

Webber hat ein Schema für Punktierung bei Baumwolle mitgeteilt[2]):

[1]) The Americ. Naturalist 1909, S. 385; 1912, S. 302.

[2]) Yearb. of the Dep. of Agr., 1902 (1903), S. 367.

Größe der Kapseln:
(bis 15 Punkte)

sehr groß	15 Punkte
groß	14 „
mittelgroß	12 „
klein	8 „
sehr klein	3 „

Länge der Faser:
(bis 20 Punkte)

2 Zoll	20 Punkte
1 7/8 „	19 „
1 3/4 „	18 „
1 5/8 „	17 „
1 1/2 „	15 „
1 3/8 „	10 „
1 1/4 „	5 „

% Faser:
(bis 18 Punkte)

33 und mehr %	18 Punkte
31—32 %	17 „
29—30 %	16 „
27—28 %	15 „
25—26 %	10 „
23—24 %	5 „

Ausgeglichenheit in Länge der Faser:
(bis 7 Punkte)

sehr gut	7 Punkte
gut	6 „
genügend	4 „
gering	2 „

Stärke der Faser:
(bis 10 Punkte)

sehr stark	10 Punkte
stark	8 „
mittelstark	6 „
schwach	3 „

Feinheit der Faser:
(bis 10 Punkte)

sehr fein	10 Punkte
fein	8 „
mittel	6 „
kurz	3 „

Erntemenge:
(bis 20 Punkte)

sehr gut	20 Punkte
gut	18 „
mittel	15 „
schwach mittel	10 „
leicht	5 „

Der Vorgang der Punktierung ermöglicht es allerdings, den Wert der Pflanze in einer Zahl auszudrücken, und es können so verschiedene Pflanzen leichter rasch miteinander verglichen werden. Ich glaube aber, daß es nur dann genügt, bloß mit Punktierung zu arbeiten, wenn in der Punktierung, so wie in der Wertzahl, nur oder fast nur die Eigenschaften enthalten sind, nach welchen in erster Linie ausgelesen wird. Im anderen Falle müßten meiner Ansicht nach bei der Beurteilung die Zahlen für die Eigenschaften, deren Ausmaß durch die Auslese gesteigert oder geschwächt werden soll, neben dem übrigen Punktierungsergebnis verglichen werden. Wird bei Beurteilung sehr vieler Momente nur nach dem gesamten Punktierungsergebnis gewählt, so treten die Eigenschaften, welche der Auslese zugrunde gelegt werden sollen, leicht, trotz hoher Punktzahl für dieselben, zu sehr zurück.

Die Bewertung der einzelnen Eigenschaften für die Gewinnung der Wertzahl oder der Selektionsnummer ist, ebenso wie die Feststellung der Punktzahl für die einzelne Eigenschaft, Sache der Schätzung. Es kann sich nie um allgemein Gültiges handeln, sondern man wird, je nach dem Zuchtziel, bei derselben Pflanzenart zu verschiedenen Zahlen gelangen. Die

Grenze, von der ab Pflanzen als Elitepflanzen verwendet werden, verändert sich auch bei Wertzahl, Selektionsindexnummer, Punktsumme je nach dem Jahresergebnis.

Die Durchführung bei Gruppenauslese.

Das Schema Abb. 29 läßt das Wesentliche dieser Auslesearart erkennen, das darin besteht, daß bei Fremdbefruchtern nicht die Nachkommen aller Ausgangspflanzen zusammen gegeben, sondern die Ausgangspflanzen in Gruppen nach ihrer Bewertung getrennt werden. Der weitere Vorgang in jeder Gruppe ist, soweit nicht neue Gruppen abgeschieden werden, so wie bei Massenauslese in der ganzen Zucht. Daß derartige Auslese ohne merkliche Schädigung längere Zeit hindurch fortgeführt werden kann, zeigen unter anderem einige der unter „Inzucht" angeführten Beispiele. Eine Abänderung, welche die Gruppenauslese der Individualauslese näher bringt, ist Beginn jeder Gruppe mit wenigen Ausgangspflanzen.

Die Durchführung bei Individualauslese.

So wie bei Massenauslese, geht zweckmäßig eine vorläufige Auslese voran. Man kann bei derselben aber sofort mit Nachkommenschaftsbeurteilung einsetzen. Die Samen jeder Ausgangspflanze werden bei Selbstbefruchtern für sich gesät und aus der best erscheinenden Nachkommenschaft wird eine Pflanze als Ausgang der Individualauslese gewählt. Aus deren Nachkommenschaft wird dann weiter gewählt, entweder eine Pflanze oder einige solche. Bei Individualauslese ohne Nachkommenschaftsauslese kann dann, wenn die Auslese fortgesetzt werden soll, in jeder Individualauslese so wie bei Massenauslese vorgegangen werden. Wenn man heute Individualauslese ausführt, so wird man sie aber wohl nur mit Nachkommenbeurteilung durchführen.

Jede Nachkommenschaft wird dabei für verschiedene Eigenschaften schon auf dem Felde, dann geerntet, und zwar zuerst schätzungsweise beurteilt. Bei dieser Schätzung werden auch, wenn nicht die ganze Nachkommenschaft der Vornahme genauer Untersuchungen zugeführt werden soll, die für diese bestimmten Pflanzen ausgelesen. Vorteilhaft ist es, Pflanzen, die neben Fehlstellen standen, von den übrigen zu trennen und

nur unter letzteren auszulesen. Bei manchen Pflanzen ist dazu das Auslegen der Nachkommenschaften gleich auf dem Felde möglich, so bei Rüben, Möhren, bei anderen, wie bei Getreide, Raps, Hülsenfruchtern, erfolgt es nach Aufbewahrung und Trocknung der einzelnen Nachkommenschaften. Bei Pflanzen der letzterwähnten Art ist es sehr übersichtlich, wenn dieselben auf einer schwarzen geneigten Tischplatte ausgelegt werden, die am unteren Rand mit einer Leiste versehen ist. Der Schätzung folgen dann die genauen Ermittlungen.

Die Mittel für das Ausmaß der einzelnen Eigenschaft in jeder Nachkommenschaft werden dabei für einige Eigenschaften von allen Pflanzen gebildet werden, für andere, und zwar für solche, welche genaue Ermittlungen erforderlich machen, nicht immer nach Untersuchung aller, sondern nur nach Bestimmungen bei einigen für die Nachkommenschaft typischen Pflanzen, die, wie oben erwähnt wurde, dem Augenschein nach gewählt werden. Ertrag an Korn und Stroh und Kornprozent oder Ertrag an Rüben oder Knollen wird so für alle Pflanzen als Gesamtleistung der Nachkommenschaft ermittelt. Bei dieser Feststellung wird die Zahl der Pflanzen der Nachkommenschaft und die durchschnittliche Leistung einer Pflanze festzustellen sein. Die Zahl Pflanzen, welche aus gleichen Mengen Samenkörner erwuchs, läßt einen Schluß auf die Widerstandsfähigkeit zu, aber auch die Gesamtleistung ist für die Beurteilung der Nachkommenschaft wichtig. Eine Pflanze, von welcher prozentisch weniger Nachkommen zugrunde gegangen sind, hat eine widerstandsfähigere Nachkommenschaft geliefert und läßt größeren Widerstand auch in den weiteren Nachkommen erwarten. Eine Pflanze, die höhere Gesamtleistung ihrer Nachkommen zeigt, erscheint im allgemeinen wertvoller. Die Gesamtleistung kann aber durch höhere Zahl schließlich vorhandener Individuen oder durch hohe Leistung des Einzelindividuums bedingt sein. Damit letztere sicherer zum Ausdruck kommt, hat man selbst versucht, die Lücken mit anderen Pflanzen auszufüllen. Am wertvollsten werden Nachkommenschaften sein, welche wenig Verluste an Individuen und hohe durchschnittliche Leistung eines Individuums zeigen. Die Anwendung von Wertzahlen, Selektionsindexnummern oder Punktierung ist, so wie bei Individuen, auch bei Nachkommenschatfen möglich.

Die besten Nachkommenschaften geben Auslesesaatgut zur Vervielfältigung. Es kann dabei eine Trennung nach ursprünglichen Auslesepflanzen zum Zweck der weiteren Prüfung auf-

rechterhalten werden. Das Ergebnis derselben läßt dann, zurückgreifend, Zweige der Individualauslese ausscheiden.

Bei Fremdbefruchtern sind die Schwierigkeiten bei Beginn und Fortführung der Auslese erheblich größer und es ist das S. 243 für die Ausgangspflanzen, S. 248 für die Fortführung der Auslese, S. 257 für feldmäßige Prüfung und Vervielfältigung, je für Fremdbefruchter Ausgeführte zu beachten. Die an diesen Stellen gemachten Angaben beziehen sich auf die Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen, die Anwendung auf die Führung nur einer ergibt sich aber.

Um bei Fremdbefruchtern das Vererbliche ermitteln zu können, das bei Selbstbefruchtern durch die Nachkommenschaftsbeurteilung festgestellt wird, hat Schmidt eben ein Verfahren vorgeschlagen, das zwar auch die Nachkommenschaftsbeurteilung heranzieht, aber bestimmte kreuzweise Paarung und Rechnung erfordert[1]). Wird das vererbliche Ausmaß einer quantitativen Eigenschaft für einen ♂ Elter mit x, für einen anderen ♂ Elter mit y und für ein ♀ Individuum mit a bezeichnet, und paart man die beiden ♂ Individuen mit demselben weiblichen, nimmt man dann weiter, nach Versuchsergebnissen, an, daß die Nachkommenschaften bei quantitativen Eigenschaften im Mittel ihrer Individuen ein Ausmaß zeigen, das dem Mittel des Ausmaßes bei den Eltern entspricht, so ist:

$$\frac{x+a}{2} = \text{Nachkommenschaftsleistung 1}$$

und

$$\frac{y+a}{2} = \text{Nachkommenschaftsleistung 2,}$$

demnach $\frac{x-y}{2} = \text{N. 1} - \text{N. 2}$, oder der Unterschied in dem Vererblichen der beiden ♂ Individuen ist: $2\,(\text{N. 1} - \text{N. 2})$. Gleichsinnig läßt sich der Unterschied im Vererbungswert von zwei ♀ Eltern bestimmen, wenn man dieselben mit einem bestimmten ♂ paart. Voraussetzung für die Sicherheit des Verfahrens ist, daß die Nachkommenschaften zahlreiche Individuen umfassen und insbesondere, daß diese unter denkbar gleichen Verhältnissen aufwachsen. Die Kontrolle der Ergebnisse kann dadurch vorgenommen werden, daß man den gleichen Vorgang mit noch einem zweiten Individuum, dessen vererbliches Ausmaß mit b bezeichnet werden kann, ausführt und so die Nachkommenschaften N. 3 und N. 4 erhält, N. 1 — N. 2 muß dann gleich N. 3 — N. 4 sein. — Bei Tieren, bei welchen die Paarung individuell erfolgt, ist das Verfahren leichter anwendbar und besonders von Wert, wo dasselbe Tier mehrmals zur Zucht verwendet wird. Was die Anwendbarkeit bei Pflanzen betrifft, so ist darauf hinzuweisen, daß die Paarung bestimmter Individuen miteinander, welche die kreuzweise Paarung erfordert, bei Erzeugung möglichst vieler Samen, bei Windbefruchtern ganz außerordentliche Schwierigkeiten bietet, eher, wenn

[1]) Der Zeugungswert des Individuums, 1919.

auch recht schwer, bei Insektenblühern durchzuführen ist, dann, daß die denkbar große Gleichheit der Verhältnisse für die Nachkommenschaften schwer zu erreichen ist.

Die Durchführung bei Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen.

Als das beste Ausleseverfahren für Veredlungszüchtung betrachte ich — wie schon in der ersten Auflage hervorgehoben — jenes, das ich heute als deutsches Ausleseverfahren bezeichne oder auch als Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen mit Fortsetzung der Auslese von Individuen und Nachkommenschaften[1]). Kennzeichnend für dasselbe ist: gleichzeitiger Ausgang von mehreren Individuen, getrennter vergleichender Anbau der Nachkommenschaft eines jeden derselben und Fortsetzung der Wahl von Nachkommenschaften und Wahl von Auslesepflanzen je innerhalb solcher in jeder behaltenen Individualauslese.

Das von mir als Beispiel zusammengestellte Schema[2]) (Abb. 33) führt das Verfahren, soweit die Elite in Frage kommt, übersichtlich vor.

Aus der gewählten Ausgangssorte, Land- oder Züchtungssorte muß eine Anzahl von Pflanzen gewählt werden, welche die Zucht begründen. Da bei Pflanzenwahl immer die Modifikabilität die Variabilität stark verdeckt, täuscht diese erste vorläufige Auslese, da es sich um quantitative Eigenschaften handelt, leicht. Man nimmt sie deshalb mit möglichst zahlreichen Individuen vor, prüft die — nach Individuen getrennt gebauten — Nachkommenschaften und scheidet dann eine größere Zahl solcher aus. Diese große Zahl, die notwendig ist, um möglichst sicher das Hervorragende in der Population zu finden, habe ich immer besonders betont. Nilsson-Ehle geht noch über meine Ansicht hinaus, wenn er für den Beginn einige Jahre Massenauslese vorschlägt. Natürliche Auslese und die unverläßlichere alleinige Auslese von Individuen scheidet bei solcher immerhin schon manche Linien aus, und es wird dem Beginn der Nebeneinanderführung von Individualauslesen schon besseres Material übergeben.

---

[1]) Fruwirth: Das deutsche Ausleseverfahren bei Veredlungszüchtung, Fühlings landw. Ztg. 1908, S. 545.

[2]) Ill. landw. Ztg. 1908, Nr. 61 u. 63.

Für die weitere Durchführung gilt das, was bei Durchführung bei einer Individualauslese ausgeführt worden ist.

Leistungsprüfung innerhalb der Züchtung.

Die Leistungsprüfung beschränkt sich bei Veredlungszüchtung, die durch Massenauslese durchgeführt wird, auf die Prüfung der ausgelesenen Individuen; bei Führung nur einer Individualauslese und Fortsetzung der Auslese ist bereits Vergleich der Leistung von Nachkommenschaften möglich. Bei Nebeneinanderführung von Individualauslesen mit einmaliger Auslese von Individuen und Nachkommenschaften oder einer solchen nur durch einige Jahre fortgeführten Auslese nimmt man eine Leistungsprüfung, zugleich mit der Vervielfältigung, als Nachkommenschafts-, dann feldmäßige Prüfung vor. Bei Nebeneinanderführung von Individualauslesen mit Fortsetzung der Auslese besteht die Prüfung oft nur in der Beurteilung der Individuen und ihrer Nachkommenschaften. Auch bei ihr ist es aber möglich, bei Selbstbefruchtern an die Prüfung der Nachkommenschaften feldmäßige Prüfung anzuschließen. Es wird bei derselben dann das von einer Auslesepflanze gelieferte Saatgut nicht nur in der nächsten Generation, bei Vergleich der Nachkommenschaften, geprüft, sondern es werden auch bei weiterer Vervielfältigung die Absaaten des Auslesesaatgutes nach Ausgangspflanzen getrennt gehalten (Abb. 35). Die Zahl der Parzellen wächst bei einer solchen Fortsetzung der Prüfung sehr erheblich, und die Getrennthaltung der Ernten erfordert peinlichste Sorgfalt. Die Auslese im Zuchtgarten geht während der Prüfung natürlich weiter, das Prüfungsergebnis veranlaßt dann entweder dazu, nur die Auslese in einer Linie abzuschließen oder auch die bis dahin gewonnene Vervielfältigung derselben auszuscheiden.

Bei Fremdbefruchtern stellen sich einer solchen Fortsetzung der Prüfung die durch Fremdbefruchtung bedingten Schwierigkeiten entgegen, wie sie S. 257 besprochen wurden.

Vervielfältigung des Auslesesaatgutes.

Bei Massenauslese und einer einzeln durchgeführten Individualauslese ohne Fortsetzung der Auslese wird das gesamte Auslesesaatgut einheitlich vervielfältigt. Für eine vergleichende Prüfung innerhalb der Zucht fehlt Vergleichbares. Es könnte

nur Absaat von Auslesesaatgut mit Absaat von unausgelesenem Ausgangsmaterial verglichen werden. Bei Individualauslese mit Fortsetzung der Auslese, Gruppenauslese und bei Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen hat man die Wahl, einheitliche Vervielfältigung durchzuführen oder aber auch bei der Vervielfältigung die einzelnen Zweige der Individual- oder Gruppenauslese oder im letzteren Falle ganze Individualauslesen oder doch einige derselben getrennt zu halten und die Vervielfältigung mit der erwähnten feldmäßigen Prüfung zu verbinden (Abb. 32 und 35).

Für die Vervielfältigungsfelder, auf welchen bei Veredlungszüchtung der Anbau der Absaaten von Auslesesaatgut bis zum Verkauf vorgenommen wird, hat man auch verschiedene Bezeichnungen eingeführt. Steglich nennt die Vervielfältigungsfelder in der Folge vom Auslesesaatgut ab: Zuchtfeld, erstes Saatgutfeld, zweites Saatgutfeld. Bei der ersten Absaat wird meist ein Handdrill oder selbst Handsaat verwendet werden müssen, bei den weiteren werden, bei einem Standraum, welcher dem normalen gleich- oder nahekommt, gewöhnliche Drills verwendet.

Als ein Beispiel der Vervielfältigung von Auslesesaatgut einer Veredlungszüchtung mag die Einrichtung der Pirnaer Saatgutzüchtung von Roggen (Steglich) dienen. Seit den früher mitgeteilten Zahlen ist der Zuchtgarten bedeutend — von 3 qm auf 100 qm — vergrößert worden, und man erhält jetzt[1]) von 1 a Zuchtgarten 25 kg Auslesesaatgut, von 1/4 ha erstes Vermehrungsfeld (Zuchtfeld genannt) 20 dz erste Absaat vom Auslesesaatgut. Diese wird an die Genossen abgegeben und liefert eine Ernte von 800 dz auf dem zweiten Vermehrungsfeld (erstes Saatgutfeld genannt). Diese zweite Absaat vom Auslesesaatgut wird nun bei den Genossen weiter gebaut und liefert auf dem dritten Vermehrungsfeld (zweites Saatgutfeld genannt) als dritte Absaat Verkaufssaatgut.

Die Beziehungen zwischen Eliten im Zuchtgarten und den Flächen für die Vervielfältigung kommen bei Veredlungszüchtung ohne Berücksichtigung einer Prüfung und für Massenauslese durch die beiden Schemas S. 281 und S. 282 zur Darstellung in welchen auch verschiedene übliche Bezeichnungen enthalten sind. Mit Berücksichtigung von Prüfung und für Individualauslese bringt die Abb. 35 die Darstellung.

Remy und Broili haben Bedenken gegen die Schaffung vollkommener Einheitlichkeit der Feldbestände durch die

[1]) Edler: Jahrb. d. D. L.-G. 1907, S. 628.

Schematische Darstellung einer Veredlungszüchtung mit Massenauslese bei einjähriger Pflanze.

1. Jahr: Handsaat ½–1 a oder nur 3 qm, je nach Arbeitskraft und Schärfe der Auslese — Auslese auf dem Felde, (erste) unvollkommene Auslese.

2. Jahr: Anbau im Zuchtgarten in Reihen oder Vierecken, bei gleichmäßiger Entfernung der Pflanzen voneinander.

Ernte: Ausgewählte beste Pflanzen: Elitesaatgut (*K*: Elitekorn, prima)[1]) (*S*: Elitesamen) (*P*: Superelite)

übrige Pflanzen nach Ausschluß minderwertiger: Auslesesaatgut (*S* u *K*: Edelkorn, sekunda) (*P*: Elite, Edelkorn)

Erste eigentliche, vollkommene Auslese

3. Jahr: Anbau im Zuchtgarten wie oben.
Ernte: Elitesaatgut und Auslesesaatgut
Zweite eigentliche, vollkommene Auslese

4. Jahr: Anbau und Ernte im Zuchtgarten wie oben. Dritte eigentliche, vollkommene Auslese

Anbau und Ernte auf Vermehrungsfeld wie oben. Ernte: erste Absaat von Auslesesaatgut der zweiten Auslese

5. Jahr:

Handdrillsaat 8–16 a oder 48 qm — Anbau auf erstem Vermehrungsfeld (ev nach Reihen des Vorjahres getrennt) (*S* u. *P*: Zuchtfeld)
Ernte: erste Absaat von Auslesesaatgut der ersten Auslese) (*P*: Vermehrungselite) (*S*: veredeltes Saatgut erster Generation)

Maschinensaat 128–256 a oder 768 qm — Anbau auf zweitem Vermehrungs- (auch Saatgut-) Feld (*S* u. *P*: Vermehrungsfeld)
Ernte: zweite Absaat von Auslesesaatgut der ersten Auslese (*P*: veredeltes Saatgut)

Maschinensaat 12–25 ha oder 76 a — Anbau auf drittem Vermehrungs- (auch Saatgut-) Feld (*S* u. *P*: Saatgutfeld)
Ernte: dritte Absaat von Auslesesaatgut der ersten Auslese, Verkauf von veredeltem Originalsaatgut

[1]) Die von Kraus-Kießling-Weihenstephan (*K*), Steglich-Dresden (*S*) und Pammer-Wien (*P*) verwendeten Ausdrücke sind in Klammern beigesetzt.

Schematische Darstellung einer Veredlungszüchtung mit Massenauslese bei zweijähriger Pflanze.

1. Jahr. Vollkommene Auslese der Mutterrüben im Herbst (und Frühjahr des zweiten Jahres).

2. Jahr. Frühjahr: Bildung von drei Klassen dieser Auslese. Die Klassen mit absteigend minder guten Eigenschaften und ansteigender Individuenzahl.

I. Ausleseklasse	II. Ausleseklasse	III. Ausleseklasse
Samenproduktion	Samenproduktion	Samenproduktion
Samen (= Elitesamen) verwendet	Samen (= Auslesesaatgut der ersten Auslese) verwendet:	

3. Jahr.

zur Gewinnung von Eliterüben (Nachkommenschaften). Auslese wie oben und Gewinnung von Mutterrüben der zweiten Auslese	zur Gewinnung von Rüben zur Samenproduktion für den Verkauf	zum Verkauf (Originalsaatgut, zugleich Auslesesaatgut der ersten Auslese)
		oder II. und III. zur Gewinnung von Stecklingsrüben

4. Jahr.

I. II. III. Samenproduktion, wie oben weiter	Samenproduktion für Verkauf (Originalsaatgut, zugleich erste Absaat vom Auslesesaatgut der ersten Auslese)	Samenproduktion: entweder zur Gewinnung von	oder für Verkauf

5. Jahr. Rüben, die Verkaufssamen bringen sollen

6. Jahr. Samenproduktion für Verkauf (Originalsaatgut), zugleich zweite Absaat von erster Auslese).

Das Beispiel bezieht sich auf eine Zuckerrübenzüchtung. Bei demselben ist angenommen, daß die Elite nicht nur Saatgut für Zuchtgarten und Vervielfältigung liefert, sondern in drei Klassen mit verschiedener Verwendung gebracht wird.

Wird bei Auslese der Rüben das Asexualverfahren eingeschaltet, so wird die Samenproduktion je um ein Jahr hinausgerückt, z. B. erstes Jahr: Auslese der Mutterrüben, zweites Jahr: Gewinnung von Stecklingen von denselben[1]), drittes Jahr: Samenproduktion von diesen.

[1]) Stecklinge sind in diesem Falle wirkliche, der Vermehrung zu verdankende Stecklinge, nicht, wie in dem Schema, nur enge stehende, durch Fortpflanzung erhaltene Rüben, die, weil sie mit dem Stock oder Setzholz gepflanzt werden, auch als Stecklingsrüben bezeichnet werden.

Individualauslese geäußert[1]). Diesen Bedenken kann leicht Rechnung getragen werden, wenn die Vervielfältigungen der besten Individualauslesen bei Gewinnung der Verkaufssaat vereint werden.

Rechnerische Darstellungen.

Bei der Nachkommenschaftsbeurteilung wurde nur von einer Feststellung des Mittels der Eigenschaften gesprochen. Auch bei Massenauslese wird, so wie bei den feldmäßigen Prüfungen von Absaaten und Sorten, fast immer nur das arithmetische Mittel festgestellt. Die exakte mathematische Behandlung eines vorliegenden Zahlenmaterials, auf die schon in der ersten Auflage hingewiesen worden ist, hat bei wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Variabilität und Vererbung Wert. Ausgezeichnete Behelfe für dieselbe liegen in den Werken von Davenport[2]), Johannsen[3]), de Bruyker[4]) und U. Yule[5]) vor, und sie hat vereinzelt auch in Deutschland zur Beurteilung der Züchtungsergebnisse Eingang gefunden, ist aber auch, soweit sie auf der Wahrscheinlichkeitsrechnung beruht, nicht ohne vielfache Anfechtung geblieben[6]).

Die mathematische Behandlung solcher Abweichungen in Individuenkreisen, welche binominale oder dieser nahestehende Verteilung zeigen, sei kurz angedeutet, nicht ohne nochmals auf das Werk Johannsens hinzuweisen. Meine Ansicht über die Verwendung der feineren mathematischen Behandlung der Abweichungen bei Züchtung, sowie die Ausführung über die Bedeutung des Wortes Abweichungen findet sich am Schluß dieses Abschnittes.

Am häufigsten geschieht die Kennzeichnung von Nachkommenschaften oder auch von Absaaten, Zuchten durch das arithmetische Mittel. Die Ausmaße aller Individuen oder die Ermittlungen von 300—400 Individuen werden summiert, und die Summe wird durch die Anzahl der zur Untersuchung

---

[1]) Remy: Einige Gedanken. — Broili: D. landw. Pr. 1908, S. 1042.

[2]) Statistical methodes with special reference to biological variations. New York, London 1903.

[3]) Elemente.

[4]) De statistische Method in de Plantkunde. Preisschrift, 1810, Gent.

[5]) Introduction to the theory of statistics, 1911.

[6]) Frischauf: Landw. Jahrb. XLIII, S. 501. — Czuber: Anwendung.

herangezogenen Individuen geteilt. Das arithmetische Mittel muß den Individuenkreis aber nicht vollkommen kennzeichnen. Finden sich nämlich in einem der verglichenen Individuenkreise einzelne, sehr stark abweichende Individuen, ist dagegen in den anderen Kreisen eine größere Gleichmäßigkeit vorhanden, so ist das Mittel bei dem ersten Kreis weniger kennzeichnend für das Gesamtverhalten desselben. Die notwendige Ergänzung der Bestimmung des arithmetischen Mittels erfolgt durch die Ermittlung des mittleren oder wahrscheinlichen Fehlers desselben.

Eine andere Kennzeichnung einer Nachkommenschaft oder eines anderen Individuenkreises ist jene durch das häufigste Ausmaß der Abweichungen, durch das, was die Biometriker Modus (mode) nennen. Diese Kennzeichnung, insbesondere die Gruppierung bei Gewinnung des Modus, sagt dem Züchter mehr als das arithmetische Mittel, mit dem der Modus nicht zusammenfällt. Man findet den Modus, indem man die einzelnen gewählten Stufen im Ausmaß der betrachteten Eigenschaft in eine Vertikale untereinanderreiht, dabei mit der niedersten oder höchsten Stufe beginnt und nun die Zahl Individuen, welche das Ausmaß der einzelnen Stufen zeigen, dazuschreibt. Jene Stufe, bei welcher die größte Individuenzahl verzeichnet wird, ist der Modus. Je kleiner der Zwischenraum zwischen zwei Stufen genommen wird, desto genauer wird der Modus ermittelt; für praktische Zwecke genügen weitere Zwischenräume.

Außergewöhnliche Abweichungen einzelner Individuen beeinflussen den Modus zwar nicht, kommen aber eben auch in demselben nicht zum Ausdruck. Solche Abweichungen werden bei der Gruppierung zur Ermittlung des Modus aber wohl bemerkt, und es wird dabei auch ihre Häufigkeit in einer für praktische Zwecke genügenden Art beobachtet werden.

In dem bereits wiederholt herangezogenen Fisolenbeispiel ist der Modus 23,5; man sieht S. 123, daß sehr viele Individuen in den Klassen 21,5 bis 26,5 sich finden, dann ein Abfallen der Individuenzahl erfolgt und unter 18,5 und über 30,5 nur sehr wenige Individuen vorhanden sind.

Eine genaue Kennzeichnung der Art des Schwankens ist weder durch Modus noch durch arithmetisches Mittel gegeben. Die Angabe des Abstandes der beiden stärksten Abweichungen vom Mittel, die Variationsweite oder -breite = range der Engländer genannt wird, läßt auch noch wenig Einblicke in das Gesamtverhalten zu, da diese Größe von dem Zufall der Erhaltung einzelner extremer Individuen abhängt.

Eine genaue Kennzeichnung der sämtlichen Abweichungen vom arithmetischen Mittel erfolgt erst durch Ermittlung der mittleren Abweichung der Einzelbeobachtung, des mittleren Fehlers = der Standardabweichung oder Streuung Johannsens, = Variabilitätsindex Dunkers, = standard deviation der Engländer.

Das, was Davenport als mittlere Abweichung bezeichnet, ist verschieden von der Standardabweichung, die er auch als Variabilitätsmaß benutzt. Die mittlere Abweichung Davenports wird, so wie die Standardabweichung, aber unter Hinweglassung des Quadrierens und Wurzelziehens, ermittelt.

Die Standardabweichung, welche am besten die Art der Abweichungsverhältnisse kennzeichnet, wird gefunden, indem man die Abweichung jeder Klasse vom arithmetischen Mittel quadriert, mit der Individuenzahl der Klasse multipliziert, alle derart erhaltenen Zahlen addiert, durch die Zahl der Individuen teilt und nun die Quadratwurzel zieht. Eine einfachere, raschere Berechnungsweise bei Czuber[1]).

In dem mehrfach erwähnten Beispiel (S. 122) wird die Standardabweichung wie folgt gefunden:

1 Klassengrenzen mm	2 Klassenwert mm	3 Abweichung vom Mittel mm	4 Quadrat der Abweichung	5 Anzahl Individuen der Klasse (Frequenz)	4×5
17–18	17,5	— 6,9	47,61	3	142,83
18—19	18,5	— 5,9	34,81	7	243,67
10—20	19,5	— 4,9	24,01	21	504,21
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
32—33	32,5	+ 8,1	65,61	1	65,61
				Summe	4096,38

Die Gesamtzahl aller untersuchten Individuen ist 558, wir haben daher

$$\text{Standardabweichung} = \pm \sqrt{\frac{4096{,}38}{558}} = \pm 2{,}709, \text{ rund } \pm 2{,}71 \text{ mm.}$$

Je größer die Standardabweichung ist, desto mehr ist der betreffende Individuenkreis zu Abweichungen geneigt.

Wenn man die Art des Abweichens verschiedener Formenkreise vergleicht, oder wenn selbst innerhalb einer Linie die

[1]) Anwendung S. 31.

Abweichungen von solchen Eigenschaften, die durch verschiedene Einheiten gemessen werden (z. B. Zuckergehalt und Rübengewicht), verglichen werden, so genügt dazu die Standardabweichung nicht, und es muß der Variabilitätskoeffizient = Standardabweichungskoeffizient herangezogen werden, welcher der einheitliche Ausdruck für alle in dem Individuenkreis vorkommenden Einzelabweichungen ist.

Der Koeffizient der Variabilität ist:

$$\frac{\text{Standardabweichung}}{\text{Arithmetisches Mittel}}$$

oder prozentisch:

$$\frac{\text{100 mal Standardabweichung}}{\text{Arithmetisches Mittel}}.$$

Je größer derselbe ist, desto größer ist die Schwankung in dem Individuenkreis für die betreffende Eigenschaft, oder — bei Vergleich zweier Eigenschaften — desto schwankender ist die betreffende Eigenschaft.

Im obigen Fisolenbeispiel ist der Variabilitätskoeffizient:

$$\frac{100 \cdot 2{,}71}{24{,}36} = 11{,}4.$$

Alle erwähnten Feststellungen werden nur dann bei Wiederholung im selben Individuenkreis, selben Jahre und auf selbem Standort die gleiche Zahl ergeben, wenn alle Individuen des betreffenden Kreises herangezogen werden. Dies wird bei Individualauslese bei den einzelnen Nachkommenschaften oft beabsichtigt. Tatsächlich sind es auch in einem solchen Fall nicht alle überhaupt möglichen Individuen; kleine, verkümmerte Samen werden ausgeschieden, manche Samen keimen nicht, manche Pflanzen sterben vorzeitig. Alle sonstigen Individuen heranzuziehen, ist schon schwer möglich bei den Eliten ausgedehnter Massenauslesen und unmöglich bei Absaaten von Auslesesaatgut und bei Sortenvergleich. In den letzterwähnten Fällen wählt man eine größere Anzahl von Individuen, und de Vries hat ermittelt, das 300—400 Stück eine genügende Sicherheit der Bestimmung ermöglichen. Um den auch bei größerer Individuenzahl unvermeidlichen Fehler feststellen zu können, berechnet man dabei, so wie bei Mitteln aus den zusammengehörigen Teilstücken feldmäßiger Prüfung, unter Annahme von binominaler oder dieser nahen Verteilung der Abweichungen, den wahrscheinlichen oder mittleren Fehler.

Der wahrscheinliche Fehler des arithmetischen Mittels ist:

$$\pm \frac{\text{Standardabweichung}}{\sqrt{\text{Anzahl der untersuchten Individuen}}} \cdot 0{,}6745.$$

jener der Standardabweichung:

$$\pm \frac{\text{Standardabweichung}}{\sqrt{\text{zweimal Anzahl der untersuchten Individuen}}} \cdot 0{,}6745.$$

und jener des Variabilitätskoeffizienten:

$$\pm \frac{\text{Variabilitätskoeffizient in \%}}{\sqrt{\text{zweimal Anzahl der untersuchten Individuen}}} \cdot 0{,}6745.$$

Eine Vereinfachung ergibt sich, wenn der mittlere Fehler (die mittlere Abweichung) des Mittels, den Johannsen allgemein verwendet, berechnet wird. Derselbe wird durch die erwähnten drei Formeln ermittelt, indem die Multiplikation mit 0,6745 weggelassen wird.

Bei Variabilitätskoeffizienten über 10% verwendet Davenport die Formel:

$$\pm \frac{\text{Variabilitätskoeffizient in \%}}{\sqrt{\text{zweimal Anzahl der untersuchten Individuen}}} \left[1+2\left(\frac{\text{Variabilitätsk. in \%}}{100}\right)\right]^{\frac{1}{2}}.$$

Je größer der wahrscheinliche oder mittlere Fehler ist, desto unsicherer ist das Ergebnis der betreffenden Ermittlung.

Als weiteres Beispiel sei noch das von Davenport gegebene[1]), das sich auf ein Muster von 327 Pflanzen der Ausgangsgeneration jener Züchtung Hopkins-Smith bezieht, welche ohnehin weiter unten als ein Beweis für anderweitige Ausführungen herangezogen wird. Die Angaben für die einzelnen Stufen sind nur bei der ersten und fünften als Beispiele eingesetzt, die Stufen über die fünfte hinaus sind nicht angeführt.

Stufen für die Kolbenlänge engl. Zoll: (Abstand zweier Stufen 0,5 Zoll	Anzahl der Individuen, welche d. Stufe entsprechen. Frequenz	Ausmaß der Stufe × Frequenz	Differenz der Stufe vom arithmetischen Mittel	Quadrat der Differenz	Quadrat × Frequenz	Differenz × Frequenz
3	1	3 × 1 : 3	— 5,83	33,9889	33,9889	5,83
3,5	0					
4	1					
4,5	0					
5	2	5 × 2 : 10	— 3,83	14,6689	29,3378	7,66
			usw.			
Summe	327	2887			538,4103	318,41

[1]) Univ. of Ill., Bulletin 19, 1907.

Danach ist das arithmetische Mittel $\frac{2887}{327} = 8{,}33$ Zoll, der Modus ist 9 Zoll, da 9 die höchste Frequenz (67) aufweist. Die mittlere Abweichung Davenports ergibt sich durch $\frac{318{,}41}{327} = 0{,}97$ Zoll, die Standardabweichung durch $\sqrt{\frac{538{,}4103}{327}} = 1{,}28$ Zoll, der Variabilitätskoeffizient durch $\frac{128}{8{,}33} = 14{,}5\,\%$.

Die mathematische Behandlung des gewonnenen Zahlenmaterials soll in der Züchtung unter Benutzung der Wahrscheinlichkeitslehre auch einen Schluß darauf zulassen, ob ein Unterschied, der zwischen den Mitteln zweier Individuenkreise für die Abweichungen einer bestimmten Eigenschaft gefunden wird, ein innerer — also durch Vererbung bedingter — oder ein zufälliger ist. Man betrachtet einen Unterschied der Mittel dann als in dieser Beziehung sicher, wenn derselbe größer ist als der zwei-, besser dreifache mittlere oder der vierfache wahrscheinliche Fehler des Unterschieds.

Der mittlere Fehler eines Unterschiedes zweier Mittel wird gefunden durch:

$\sqrt{}$ Quadrierter mittlerer Fehler des einen Mittels + quadrierter mittlerer Fehler des zweiten Mittels.

An Stelle von Variabilität und Variationen habe ich in diesem Abschnitt immer Schwankungen oder Abweichungen gesetzt. Ob es sich wirklich um Variationen oder nur um Modifikationen oder um beides handelt, ergibt sich aus den Ausführungen über individuelle kleine Variabilität. Werden die Schwankungen innerhalb einer Individualauslese eines Selbstbefruchters dargestellt, dessen Ausgangsindividuum einheitlich veranlagt war, und hat nicht eine der seltenen spontanen Variationen stattgefunden, so sind die Schwankungen nur Modifikationen. Höherer Variabilitätsindex zeigt in diesem Fall nur größere Empfindlichkeit der betreffenden Individualauslese für Einflüsse der Außenwelt, größere Modifizierbarkeit an. Liegt eine Individualauslese eines Fremdbefruchters vor, so ist, wenigstens zu Beginn der Auslese, Variabilität mit Modifikabilität gemengt.

Der Züchter der Praxis kann von der erwähnten exakten rechnerischen Behandlung seines Zahlenmaterials mehrfach Gebrauch machen. Nachdem meine Ansicht dahin geht, daß

eine solche Behandlung im praktischen Betrieb schwer durchzuführen ist und ihr Nutzen, von der Verwendung bei feldmäßiger Prüfung abgesehen, die Aufwendungen nicht lohnt, sei nur die Anwendbarkeit bei der Züchtung durch Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen bei Selbstbefruchtern besprochen.

Es kann sich da um die Anwendung bei der Nachkommenschaftsbeurteilung und um jene bei der feldmäßigen Prüfung bei Vervielfältigung handeln.

Bei der Beurteilung der Nachkommenschaften halte ich die Feststellung des arithmetischen Mittels für ausreichend. Die in einer Nachkommenschaft vorhandenen Pflanzen sind meist so wenig zahlreich, werden oft auch nicht alle herangezogen, so daß, auch bei der größten Sorgfalt auf gleichmäßige Verhältnisse, die Ergebnisse keine sicheren sein können. An Stelle der Berechnung des mittleren oder wahrscheinlichen Fehlers tritt besser die weitere feldmäßige Prüfung bei Vervielfältigung (siehe diese). Die Ermittlung der Standardabweichung und des Standardabweichungskoeffizienten innerhalb einer Nachkommenschaft würde bei Selbstbefruchtung nur über die Modifikabilität der einzelnen Nachkommenschaften Aufschluß geben, ein Aufschluß, der, wenn überhaupt, besser bei den Vervielfältigungen in späteren Jahren erfolgt.

Abnahme der Größe der Standardabweichung aller Nachkommenschaften einer Zucht könnte bei Fremdbefruchtern zu einem Schluß darauf verwendet werden, daß immer mehr Linien zur Ausscheidung gelangt sind. Bei Selbstbefruchtern und Nebeneinanderführung von Individualauslesen mit fortgesetzter Auslese zeigt dies der Stammbaum ohnehin.

Zunahme der Standardabweichung innerhalb einer Individualauslese könnte auf die Folgen einer der S. 241 erwähnten Veränderungen hinweisen.

Die Berechnung des mittleren oder wahrscheinlichen Fehlers des Unterschieds zweier Nachkommenschaftsmittel soll, wie ausgeführt, beurteilen lassen, ob der Unterschied ein innerer ist. Es ist aber nicht am Platze, daraus, daß die rechnerische Behandlung des Zahlenmaterials einen solchen Unterschied nachweist, ohne weiteres einen solchen anzunehmen, und es ist auch nicht angebracht, Einheitlichkeit der Veranlagung bei der untersuchten Eigenschaft vorauszusetzen, wenn die rechnerische Behandlung keinen inneren Unterschied andeutet. In beiden Fällen wird erst der Vererbungsversuch, also der Weiterbau

der Ernte der Nachkommenschaften Sicherheit geben. Wenn der vergleichende Bau der Ernte der Nachkommenschaften auch nach rechnerischer Behandlung ohnehin fortgesetzt werden muß, so kann diese Fortsetzung auch ohne solche zum Ziele führen.

Bei feldmäßigem Vergleich bei Vervielfältigung ist, neben der Feststellung des arithmetischen Mittels aus den Einzelteilstücken für je eine Individualauslese, die Berechnung des mittleren oder wahrscheinlichen Fehlers der Mittel sowie die Berechnung des mittleren oder wahrscheinlichen Fehlers des Unterschiedes zweier Mittel auch in der Praxis durchführbar und zur Kontrolle verwendbar. Ist der mittlere Fehler $^1/_3$, der wahrscheinliche Fehler $^1/_4$ der Differenz zweier Mittel oder bleibt er darunter, so sind die Unterschiede nicht durch größere Ungleichheiten beim Versuch bedingt, sondern tatsächliche.

Der Erfolg.

Allgemeines. Während bei Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften die vorhandene ausgelesene Form bei Selbstbefruchtung fast immer bleibt, die Auslese sofort vollen Erfolg hat, wird bei Veredlungszüchtung der Erfolg einmaliger Auslese ein geringerer sein, wenn nur einzelne Individuen aus Liniengemischen ausgelesen werden. Die Ursache davon ist im Wesen der individuellen kleinen Variabilität und in der Regression gegeben.

Die Kinder eines Elternpaares mit bestimmtem, hohem Ausmaß für eine Eigenschaft, oder selbst, bei Selbstbefruchtung, die Kinder einer Elterpflanze, werden nie das gleich hohe Ausmaß zeigen, sondern es werden sich, entsprechend dem Wesen der Modifikabilität, Individuen mit gleichem und solche mit verschiedenartig höherem und niederem Ausmaß finden. Nicht das Individuum, erst die Nachkommenschaft läßt sichere Beurteilung zu.

Auch das Mittel der je nächsten Generation wird aber bei Massenauslese aus Liniengemischen, und zwar auch infolge Regression, nicht gleich dem Mittel des Ausmaßes der Eigenschaft der Elternpflanzen sein.

Regression. Zunächst als eine Erscheinung bei statistischer Betrachtung beliebiger Ergebnisse festgestellt, hat die Regression ihren Eingang auch als biologische Erscheinung bei der Vererbung gefunden. Die Erscheinung der Regression be-

steht im Zurückbleiben vom Mittel, aber auch, und dies wird oft übersehen, im Überschreiten des Mittels, negative Regression = Progression. Sie zeigt sich bei Vergleich der Eigenschaften ganz beliebiger Paare.

Als Beispiel für eine statistische Regression, die nichts mit Vererbung zu tun hat, sei noch eine sogenannte Korrelationstafel hierher gesetzt, und zwar eine solche, welche Pearson für Mohnkapseln gibt (Tabelle S. 292). Von einer Anzahl Mohnpflanzen wurde je ein Paar Kapseln gepflückt. Die einen Kapseln eines jeden Paares wurden nach der Anzahl ihrer Narbenleisten geordnet (oberste Horizontalreihe der Tabelle). Zu jedem Paar gehört dann noch eine Kapsel, aber die Leistenzahl derselben war nur in einigen Fällen dieselbe wie die der ersten Kapsel. In den vertikalen Reihen sind nun alle zweiten, die „zugehörigen" Kapseln eingetragen, und zwar in jener Rubrik, welche ihre Leistenzahl angibt Die Leistenzahl dieser zweiten Kapseln ist in der ersten Vertikalreihe gegeben. Jede vertikale Reihe sei eine „zugehörige Reihe" genannt. Das arithmetische Mittel für die Leistenzahl der Kapseln einer jeden zugehörigen Reihe findet sich in der letzten Horizontalreihe. Dieses Mittel ist nun für die zweiten Kapseln, welche zu jenen ersten Kapseln gehören, die sechs Leisten haben, nicht sechs, für jene, die zu den ersten Kapseln mit 15 Leisten gehören, nicht 15, sondern im ersten Fall höher: 7,11, im zweiten Falle niedriger: 12,05, in beiden Fällen näher dem Mittel (10,04) für die ganze Serie der zweiten Kapseln.

Dieselbe Erscheinung der Regression zeigt sich aber auch, wenn es sich nicht um Paare von Teilen eines Körpers usw. handelt, sondern wenn man eine Anzahl aus einem Liniengemisch ausgewählte Eltern und ihre Kinder betrachtet.

Unter derartiger Regression, Rückschlag, versteht man seit Galton[1]) das Zurückbleiben der Abweichung der Kinder ausgewählter Eltern von dem Mittel der Kindergeneration gegenüber der Abweichung der Eltern von dem Mittel der Elterngeneration. Dieses Zurückbleiben fand Galton bei einem Versuch mit Lathyrus odoratus mit $^2/_3$; erhalten blieb von der Abweichung nur $^1/_3$.

Bei Auslese aus einem Liniengemisch ergab sich für Größe der Samen, die als (kleine) Einzelindividuen betrachtet werden können, bei Lathyrus odoratus

Abweichung der Muttersamen von dem Mittel ihrer Generation . .	−17	−11	−6	0	+6	+11	+17
Abweichung des Mittels der Nachkommenschaftssamen von dem Mittel ihrer Generation	− 6	− 2	−4	0	−2	+ 6	+ 7

Auch Johannsen konnte einen solchen Rückschlag bei seinen Versuchen mit Fisolensamen feststellen, wenn er auch

[1]) Natural Inheritance S. 226.

Korrelationstafel. Nach Pearson: Grammar.

Regression bei Narbenleisten von ausgewählten Paaren von Mohnkapseln.

Leistenzahl → / ↓	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Summe	Mittel
5	—	8	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	6,33
6	8	38	46	23	11	5	2	—	—	—	—	—	133	7,11
7	4	46	184	163	146	78	31	8	1	—	—	—	661	8,22
8	—	23	163	390	398	279	111	75	32	4	—	—	1475	9,06
9	—	11	146	398	554	415	250	161	68	9	5	—	2017	9,51
10	—	5	78	279	415	514	520	240	112	27	10	—	2200	10,12
11	—	2	31	111	250	520	770	366	160	52	9	—	2271	10,73
12	—	—	8	75	161	240	366	252	178	35	12	—	1327	10,96
13	—	—	1	32	68	112	160	178	92	23	11	—	677	11,19
14	—	—	—	4	9	27	52	35	23	28	12	—	190	11,82
15	—	—	—	—	5	10	9	12	11	12	4	—	63	12,05
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	12	133	661	1475	2017	2200	2271	1327	677	190	63	—	11 026	—
Mittel	6,33	7,11	8,22	9,06	9,51	10,12	10,73	10,96	11,19	11,82	12,05	—	10,04	10,04

eine andere Höhe desselben (1/4) ermittelte. Aber Johannsen fand, und das brachte in der Anschauung über den Erfolg mit einem Schritt weiter, daß dieses Zurückbleiben nur eintritt, wenn man mit Gemischen von Linien arbeitet, nicht, wenn in einer reinen Johannsenschen Linie ausgelesen wird.

So ergab sich bei Johannsen[1]):

bei einem Gewicht des Muttersamens von . . .	40	50	60	70	cg
ein mittleres Gewicht der Nachkommenschaftssamen von in Linie II .	57,2	54,9	56,5	55,5	„
ein mittleres Gewicht der Nachkommenschaftssamen von in Linie III .	—	56,4	56,6	54,4	„

Die Erklärung für die lediglich statistische Erscheinung der Regression ist darin zu finden, daß Individuen und Linien mit mittlerem Ausmaß viel häufiger sind, als solche mit extremem. (Siehe binominale Verteilung bei Varianten.)

Die Feststellung des Erfolges[2]).

Bei der Feststellung des Erfolges einer Veredlungszüchtung sind zwei Richtungen scharf zu trennen: die Festellungen des Erfolges bei der Elite und die Feststellungen desselben bei den Absaaten von Auslesesaatgut. Für beide ist die Wahl des Vergleichsmaßstabes wichtig. Für praktische Zwecke ist derselbe meist nur in der Ausgangspopulation gegeben, also in dem Liniengemisch, aus welchem die Ausgangspflanzen der Auslese gewählt wurde. Wenn bei Nachkommenschaftsvergleich und feldmäßiger Prüfung im Zuchtbetrieb nicht nur innerhalb der Zucht verglichen wird, sondern man auch diesen Vergleichsmaßstab heranzieht, so läßt sich durch die Ergebnisse schon der Erfolg feststellen. Für wissenschaftliche Zwecke können die erwähnten Vergleichsmaßstäbe auch herangezogen werden; bei Züchtungen, die aus wissenschaftlichem Interesse durchgeführt werden, ist oft aber auch eine entgegengesetzt gerichtete Auslese als Vergleich vorhanden. Der Vergleich mit entgegengesetzt gerichteter Auslese wird immer im selben Jahre durchgeführt; bei dem Vergleich mit der Ausgangspopulation liegt auch die Möglichkeit vor, ein Auslesejahr mit der Ausgangspopulation im Ausgangjahre zu vergleichen. Das richtigere Bild wird immer erhalten, wenn der Vergleich zwischen Auslese und Ausgangspopulation im selben Jahre durchgeführt wird. Dazu ist aber notwendig, die Ausgangspopulation ständig

[1]) Über Erblichkeit.
[2]) Fruwirth: Untersuchung, S. 166.

ohne Auslese weiterzubauen, was oft, besonders bei Fremdbefruchtern, als lästig empfunden wird. Vergleicht man die Auslese eines Jahres mit der Population im Ausgangsjahre, so vergleicht man neben den Veränderungen durch erbliche Variabilität die Modifikation eines Jahres mit jener eines anderen, und das trübt das Bild.

Gewöhnlich wird nur der Erfolg bei der Elite festgestellt. Auch dies erfordert bereits wesentlich vermehrte Arbeit gegenüber der praktischen Durchführung einer Veredlungszüchtung. Bei dieser werden nicht alle Individuen der Nachkommenschaften von Elitepflanzen genau untersucht, während es bei der erwähnten Feststellung notwendig ist, die einzelnen Ausleseeigenschaften bei allen oder doch vielen Individuen der Nachkommenschaften zu erheben. Der genaueste Vergleich ergibt sich, wenn die Nachkommen der Elitepflanzen mit — so wie die Nachkommenschaften gesäten, ständig ohne Auslese erhaltenen — Nachkommen der Ausgangsgeneration der Auslese verglichen werden. Wird die Ausgangsgeneration im Jahre des Ausganges zum Vergleich herangezogen, so ist dies nur möglich, wenn die Pflanzen in dem betreffenden Jahre wenigstens bei gleichem Stand erwachsen waren wie die Auslesepflanzen. Das wird nun auf dem Felde nur bei Pflanzen, die im Nutzbestand weit voneinanderstehen (Rübe, Mais usw.), der Fall sein. Bei anderen ist es notwendig, im Jahre des Auslesebeginnes eine Anzahl, ca. 400 Samen, von beliebig aus den Feldbeständen genommenen Pflanzen für sich in den betreffenden Abständen zu säen.

Feststellung des Erfolges der Auslese bei der Elite liegt vor für Mais: Auslese nach Reihenzahl [de Vries[1])], Auslese nach Fett- und eine solche nach Proteingehalt [Hopkins[2])], Auslese nach Frühreife, Kornertrag, Kornprozent, Lieschen- und Spindelprozent [Verfasser[3])] — für Hafer: Auslese nach Fettgehalt [Krarup[4])]. Bei de Vries wird mit der Ausgangsgeneration verglichen, von mir ebenso, wogegen Hopkins Vergleich zwischen +-Auslese und —-Auslese und Auslese nach mittlerem Gehalt zieht und bei Krarup dieser Vergleich und jener mit der Ausgangsgeneration möglich ist. Weitere Vergleiche S. 304 ab.

Die Feststellung des Erfolges der Auslese bei den Absaaten entscheidet erst über den für die Praxis vorhandenen

---

[1]) Mut. I, S. 52. Hier Abb. 45.
[2]) Univ. of Illinois. Agr. Exp. St., Bull., 53 u. 87.
[3]) Fühlings landw. Ztg., 1904.
[4]) Biedermanns Z. f. Agrikulturchemie, 1904, S. 94.

Wert der Auslesearbeit, da ja nicht die Nachkommenschaften in den Wirtschaftsbetrieb kommen, sondern erst die Absaaten. Für praktische Zwecke genügt es, einen Vergleich bei feldmäßigem Stand durchzuführen. Entweder wird gleiche Absaat von Auslesesaatgut beider Ausleserichtungen feldmäßig angebaut und verglichen, oder aber werden eine Absaat von Auslesesaatgut und eine Absaat der unausgelesenen, weitergebauten Ausgangsform bei feldmäßigem Bau in Vergleich gesetzt. Für wissenschaftliche Zwecke kann weiterhin derselbe Vergleich je mit etwa 400, gleich weit wie die Pflanzen der Nachkommenschaften stehenden, Pflanzen durchgeführt werden, wodurch sich ein Vergleich mit den Nachkommenschaften ermöglichen läßt. Dieser zeigt auch, ob die Fortsetzung der Auslese noch Erfolg bringt, da bei solcher die Absaat ja einer zwei oder drei Jahre früheren Auslese entstammt.

Graphische Darstellungen.

Der Verlauf und der Fortschritt der Auslese werden, wenn Daten die für die einzelnen Auslesepflanzen und alle ihre unmittelbaren Nachkommen vorliegen, auch graphisch dargestellt.

Eine Art der Darstellung ist jene durch Queteletsche Kurven. Die Kurven werden ganz so, wie dies bei der individuellen kleinen Variabilität angedeutet wurde, erstellt. Die Abszissenachse trägt die Abstufungen des Merkmales, die Ordinaten erhalten eine Länge, welche der absoluten oder prozentischen Anzahl Individuen oder Nachkommenschaften entspricht, welche das Merkmal in der betreffenden Abstufung aufweisen (Abb. 41 und 42).

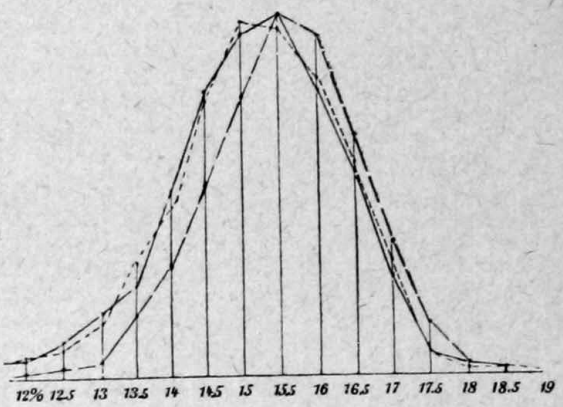


Abb. 41. Queteletsche Kurve.

Große Individualzahl. Aus de Vries: Die Mutationstheorie. Individuelle kleine Variabilität im Zuckergehalt von Zuckerrüben. . . . . = am 24. Januar 1896 untersucht (6843 Stück), — = am 25. Januar (6781 Stück), - - - - = am 28. Januar (6191 Stück).

Eine andere Art der Darstellung ist jene in Fächerform. Dabei werden auf einer Horizontalen (Abb. 44 *a*, *b*), die wie oben die Abszissenachse, geteilt ist, Längen aufgetragen, welche je den Ordinatenlängen einer Queteletschen Kurve entsprechen, und Dreiecke konstruiert, deren Basis der Individuen- oder Nachkommenschaftszahl entspricht, welche das auf der

Abszissenachse je angegebene Ausmaß zeigt, deren Spitzen bei einem Punkte zusammentreffen, welcher dem Ausmaß der Eigenschaft bei der Mutter oder den Müttern oder aber dem Mittel

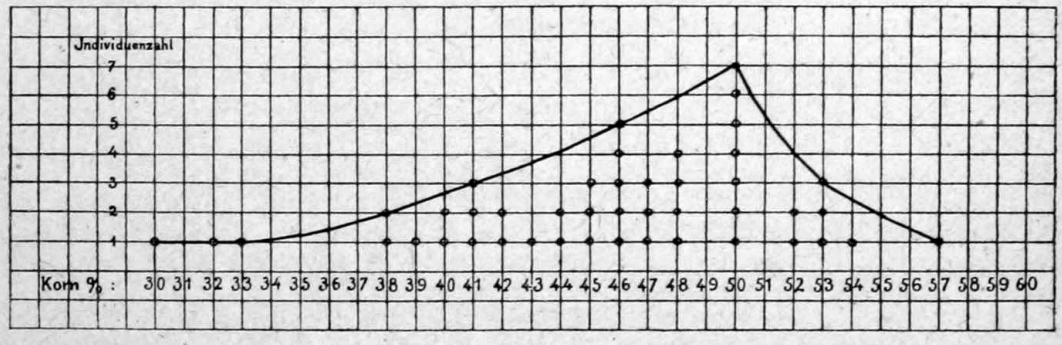


Abb. 42. Queteletsche Kurve. Sehr geringe Individuenzahl.

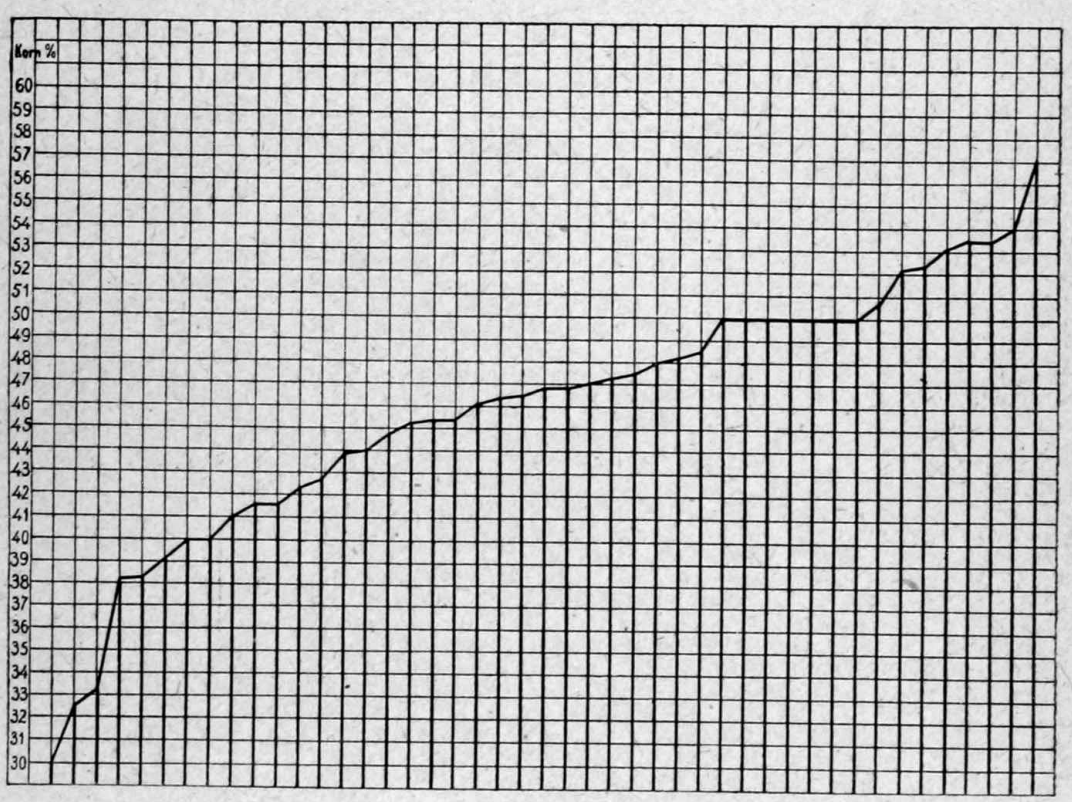


Abb. 43. Ogive. Sehr geringe Individuenzahl.

der Nachkommenschaften im Vorjahre entspricht. An Stelle aller Dreiecke können auch nur die äußersten Linien (Variationsweite) und die Mittellinie, welche bei fortgesetzter Selektion und Darstellung für jedes Jahr die Verschiebung des Gipfels anzeigt,

gezeichnet werden: Fächer (Abb. 45 und — mit drei Dreiecken — Abb. 44).

Man kann endlich auch die einzelnen Individuen oder die Nachkommenschaftsmittel eines Jahres und einer Auslese in der Reihenfolge, in welcher bei ihnen das Ansteigen des betreffenden Merkmales erfolgt, in gleichen Abständen voneinander, nebeneinander reihen, indem man die Individuen entweder, wenn ihre Länge in Betracht kommt, wirklich nebeneinander legt oder aber bei Individuen oder bei Linienmitteln für das Ausmaß der betreffenden Eigenschaft entsprechende Längen nimmt und auf gleich weit voneinander entfernten Senkrechten aufträgt. Man erhält dann durch Verbindung der Enden eine Linie (Ogive

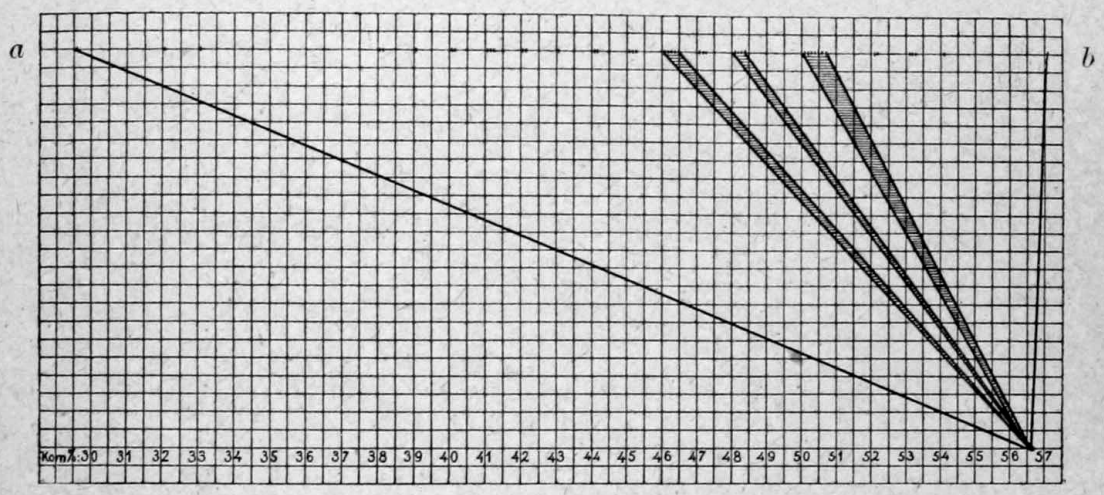


Abb. 44. Fächer. Sehr geringe Individuenzahl. Nur drei der Dreiecke gezeichnet.

Galtons), welche an den beiden Enden rasch und in der Mitte langsam ansteigt (Abb. 43 — auch Abb. 15 und 16a).

Die Abbildungen 42, 43 und 44 beziehen sich auf die Nachkommen einer Haferpflanze (Albhafer) und stellen die individuelle kleine Variabilität, das Wort im weiteren Sinne gebraucht, bei der Eigenschaft Kornprozent in einem Jahre innerhalb derselben dar. Bei der sehr geringen Individuenzahl ist an eine Regelmäßigkeit der Galtonkurve nicht zu denken. Die Abb. 41 bringt in gleicher Weise diese Variabilität einer Eigenschaft (Zuckergehalt) in einem Jahre zur Darstellung, aber es sind die Nachkommen von vielen Auslesepflanzen zugrunde gelegt, so daß die Übereinstimmung mit der theoretischen Kurve in Erscheinung tritt. Die Abb. 45 gibt eine Darstellung des ganzen Verlaufes einer von de Vries durch sieben Jahre hindurch fortgesetzten Veredlungszüchtung

zur Steigerung der Reihenzahl im Kolben bei Mais. Die Darstellung bezieht sich auch nur auf die Elite.

Die Abb. 46 endlich bringt für Nachkommen je einer Anzahl untersuchter Mutterrüben aus der Samenzuchtstation J. Zapotil-Vetrusic, den Zuckergehalt, und zwar in Kurven-

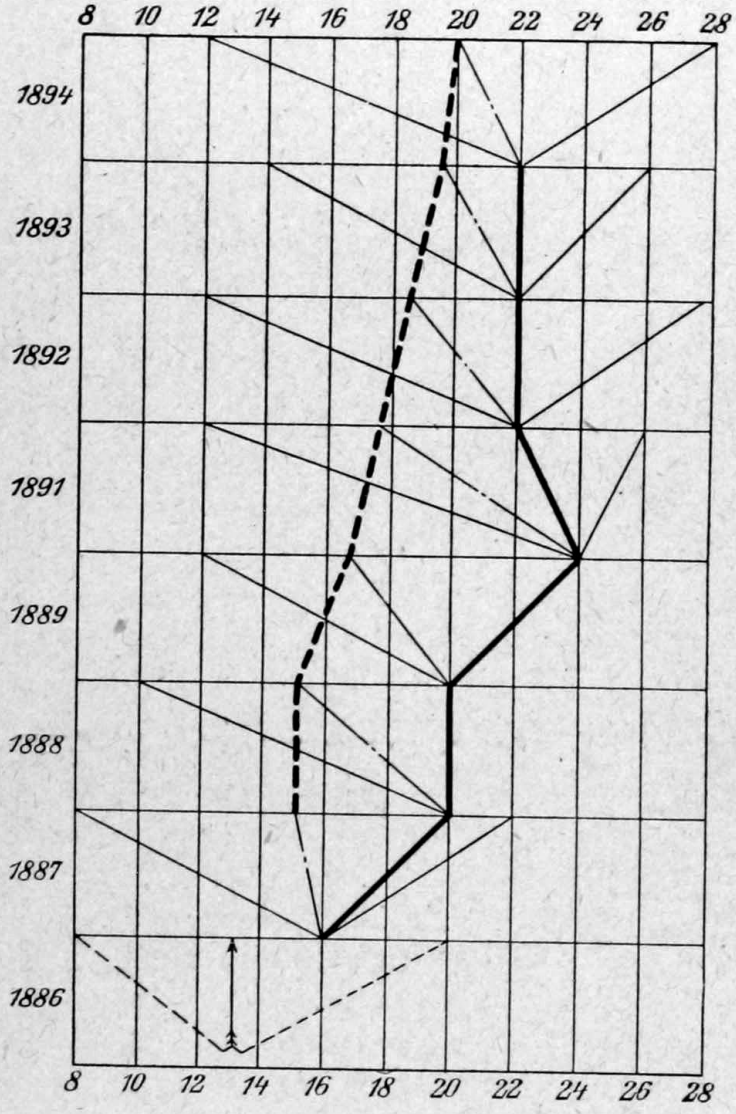


Abb. 45. Stammbaum eines Selektionsversuches mit Mais.
(Aus de Vries: Die Mutationstheorie.)

Die Zahlen oben und unten deuten die Anzahl der Reihen pro Kolben an. 1886 ist die Ausgangsgeneration, aus welcher für 1887 die ersten Eltern gewählt wu den. In jeder der folgenden Generationen strahlen die Linien von einer Stelle aus, welche angibt, wieviel Reihen die Eltern hatten. Die oberen Enden der beiden äußeren Linien geben an, wie weit die Variation in der Reihenzahl in der betreffenden Generation geht. Das obere Ende der mittleren Linie gibt das Mittel der Reihenzahl in der betreffenden Generation an. Die — Linie deutet an, wie im Verlauf der Auslese sich das Ausmaß der Eigenschaft bei den ausgewählten Eltern verhielt. Die - - - - - Linie zeigt das Verhalten des mittleren Ausmaßes während der Auslese. — Eine derartige Darstellung kann sowohl für das arithmetische Mittel als für den Modus gegeben werden.

form, einerseits aus einem Jahre aus der Zeit der Massenauslese, andererseits aus einem Jahre aus der Zeit der Individualauslese [1]).

Die Darstellungen können je für alle Einzelindividuen — Auslesepflanzen und solche aller Nachkommenschaften dieser — gegeben werden oder für Nachkommenschaftsmittel und Mittel der Nachkommenschaften des Vorjahres. Bei Auslese in einer reinen Linie gibt die fortgesetzte Darstellung nur die

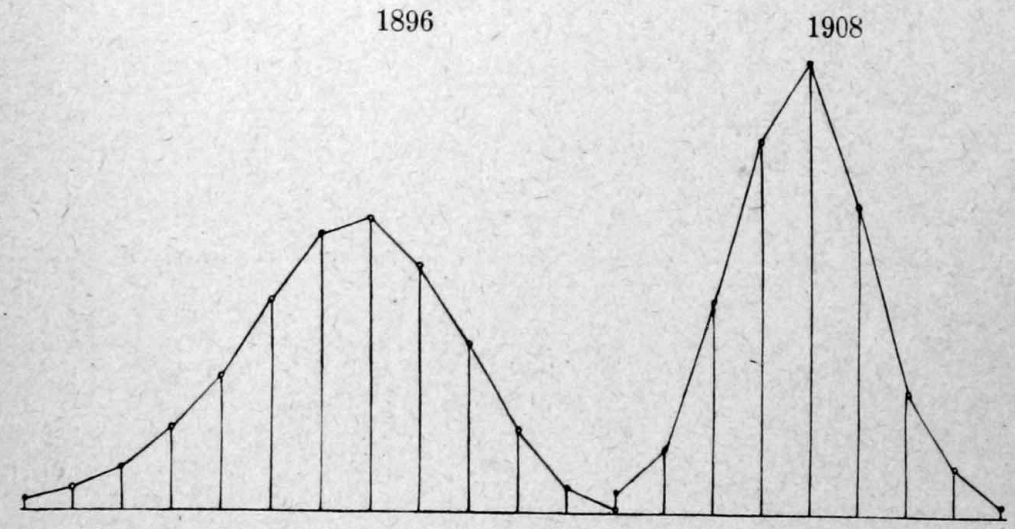


Abb. 4. Kurven, welche die Schwankungen im Zuckergehalt in der Zuckerrübenzüchtung der Zuchtstation J. Zapotil-Vetrusic zeigen. 1896 bei Massenauslese, 1908 bei Individualauslese.

Modifikabilität wieder, solange nicht spontane Variabilität, Fremdbefruchtung oder Bastardierung einsetzte. In anderen Auslesen kommt der Erfolg der Auslese zugleich mit Modifikationen in Erscheinung. In allen Fällen kann die Modifikation durch die Witterung der einzelnen Jahre das durch die Auslese Erzielte ganz verdecken. Letztere Störung kann ausgeschaltet werden, wenn die Verhältnisse auch für die rein und so wie die Vergleichspflanzen weiter gebaute Ausgangspopulation jährlich dargestellt werden.

Ansichten über den Erfolg.

Pearson ist im Verfolg seines Ahnenerbengesetzes, also auf statistischem Weg, und ohne Unterscheidung zwischen Fremd- und Selbstbefruchter, dahin gelangt, eine verhältnis-

[1]) Andrlik, Bartoš und Urban: Ber. d. Versuchsst. f. Zuckerind., für 1909, Prag 1910, S. 12.

mäßig rasche Wirkung der Auslese bei Verschiebung des Mittels anzunehmen, und ferner dahin, anzunehmen, daß der erreichte Erfolg bei Inzucht auch nach Aufhören der Auslese gut erhalten bleibt[1]). Die individuelle kleine Variabilität, die bei ihm Variabilität und Modifikabilität ist, wird nach seinen Ausführungen aber nur unbedeutend herabgesetzt, um ihr Mittel schwanken die Individuen der einzelnen Auslesegenerationen immer. Die Herabsetzung der Variabilität geht bei Auswahl der Eltern nicht über 10%, bei weiterer Auswahl nicht über etwa 11% der Variabilität der Form hinaus. Nach einer Auslese von Eltern, welche eine Abweichung h einer Eigenschaft vom Mittel der Form zeigen, würden nach seiner Hypothese die Kinder im Mittel 0,62 h zeigen. Nach drei Auslesen von Eltern, welche die Abweichung h zeigen, würden die Kinder im Mittel 0,89 h Abweichung (nach unzähligen Generationen 0,92 h) zeigen. Folgt Inzucht nach der dritten Auslese, so würden die folgenden Generationen 0,84, 0,79, 0,74 h aufweisen. Es gelingt danach durch wenige Auslesen, einen Typus zu fixieren, der sich im Mittel von dem anderer Typen und vom Mittel nichtausgelesener Individuen der betreffenden Generation unterscheidet, dessen einzelne Individuen aber auch immer Schwankungen um das Mittel zeigen, deren Umfang nur unbedeutend beeinflußt ist.

Gegen die Annahme einer solchen raschen Wirkung der Auslese und der Annahme, daß die erzielte Wirkung gut erhalten bleibt, wendet sich de Vries, dessen Begriff individuelle kleine Variabilität, auch Variabilität und Modifikabilität umfaßt. Er glaubt auch, daß eine Verschiebung der Mittel erreicht werden kann. Er ist aber der Ansicht, daß das zu Erreichende nach wenigen Generationen erreicht ist und bei Aufhören der Auslese in einigen Generationen wieder verloren geht. Er stützt sich dabei auf eigne Versuche, auf den Hinweis auf die Erfolge bei praktischer Züchtung und auf das Regressionsgesetz.

Aus seinen eignen Versuchen schließt er, daß nach Aufhören der Auslese der Erfolg allmählich verloren geht. Allerdings sind jene Beispiele, die er bringt, nicht solche mit einfachem Aufhören der Auslese, sondern mit folgenden Retourselektionen, Herabzüchtungen (Mut. S. 88).

---

[1]) Roy. Soc. Proc., 1898, XLII, S. 386. — Grammar, S. 481. — Biometrika II, 2, S. 255.

Aus den Züchtungserfolgen der Praktiker, besonders jenen bei Zuckerrüben (Mut. S. 72), zieht er den Schluß, daß zwar für die Praxis sehr viel gewonnen wurde, aber für die bleibende Veränderung der Form sehr wenig. Er glaubt (Mut. S. 83), daß der Fortschritt, bei gleichbleibender Auslese nach einem Merkmal, nach zwei bis drei oder doch nach drei bis fünf Generationen erreicht wird, weitere Auslese nur erhält und ohne Auslese der Fortschritt bald verloren geht.

Das Regressionsgesetz betrachtet er als dauernde Hemmung des Erfolges, wenn die Wirkung der Regression nicht im Verlaufe der Züchtung abnimmt. Er sagt, daß man darüber nichts Bestimmtes weiß (Mut. S. 64), ist aber eher geneigt, das Gleichbleiben der Wirkung der Regression anzunehmen. Diesbezüglich sei darauf verwiesen, daß Galton bereits den Eintritt einer solchen Verringerung der Wirkung andeutet, indem er hervorhebt, daß Auslese der früheren Vorfahren bei Annahme seines Satzez einer Regression von zwei Dritteln nicht berücksichtigt ist[1]). Vorausgegangene Auslese verschiebt das Mittel, und der Rückschlag erfolgt dann zu diesem Mittel, nicht zum Mittel der Form ohne Auslese.

de Vries gibt ein Beispiel für eine Maisauslese nach Reihenzahl der Kolben, welche Auslese als Veredlungszüchtung bezeichnet werden kann. Dasselbe scheint aber eher geeignet, ein Fortschreiten des Auslese-erfolges durch eine Reihe von Generationen bei Auslese nach nur einem Merkmal zu zeigen, wenn bei Bestimmung des Fortschrittes von dem Mittel der Ausgangsgeneration ausgegangen wird. Aus der bildlichen Darstellung (Abb. 45), welche in der bereits beschriebenen Weise erfolgte, ist dies gut zu entnehmen. Im Lauf der Jahre entfernt sich die Linie, welche die Mittel des Merkmales in den einzelnen Auslesegenerationen verbindet, immer mehr von dem Mittel der Ausgangsgeneration, der Erfolg wird also größer, die Kinder werden „besser". Mais ist Fremdbefruchter; das Ausgangsindividuum kann heterozygotisch gewesen sein, und die Auslese sonderte Spaltungsergebnisse nach der ersten Fremdbefruchtung und späteren solchen ab.

Durch Johannsen wurde ein neuer Ausblick bei Beurteilung des Erfolges der künstlichen Auslese bei Veredlungszüchtung eröffnet[2]). Die Regression wurde bei Vergleich zweier Generationen Erbsen auch von ihm beobachtet, sobald solche Bestände betrachtet wurden, wie sie dem Züchter gewöhnlich zur Verfügung stehen (Populationen). Bei reinen Linien in

[1]) Natural Inheritance, S. 134.
[2]) Über Erblichkeit.

seinem Sinne fand er keine Regression. Danach würde die Auslese nur mit Linientrennung zu tun haben und rasche Abscheidung der Angehörigen einer solchen bei Selbstbestäubung, allmähliche bei Fremdbestäubung bewirken. Johannsen ist zunächst geneigt, die reine Johannsensche Linie als nicht durch Auslese veränderbar zu betrachten, läßt aber die Möglichkeit ihrer Veränderung während der Auslese durch Bastardierung oder spontane Variabilität gelten. Die Konstanz innerhalb der Linie, auf welche schon Nilsson-Ehle aufmerksam wurde[1]), ist weiterhin auch nachgewiesen worden durch die Versuche von mir[2]), Kraus[3]), v. Rümker[4]), Lodewijks[5]), East und Hayes[6]), Kießling[7]), Surface und Pearl[8]) je mit landwirtschaftlichen Pflanzen, dann für Tiere, nicht nur bei Vermehrung, wie durch die sehr interessanten Versuche Jennings mit Infusorien Paramecium[9]) und jene Hanels mit Hydra grisea[10]), sondern auch bei Fortpflanzung durch jene Towers mit dem Kartoffelkäfer Leptinotarsa dezemlineata[11]).

Meine eignen im folgenden mitgeteilten Ansichten über die Art der Erzielung des Fortschritts und über die Erhaltung desselben stützen sich auf eine Reihe von Züchtungsversuchen und die Forschungen von de Vries und Johannsen:

Bei Selbstbefruchtern scheidet die Auslese, wenn sie als Massenauslese ausgeführt wird, allmählich einige Linien ab. Die Abscheidung solcher ist, da keine Auslese von Nachkommenschaften stattfindet, eine unsichere, langsame. Ist endlich ein Erfolg durch Abscheidung einer Linie oder mehrerer bestimmter Linien erreicht, so kann in letzterem Falle, nach Aufhören der

---

[1]) Sveriges, 1901, S. 154. Referat: Journ. f. Landw., 1908, S. 292.
[2]) Untersuchungen, Einmalige, Wirkung.
[3]) Fühlings landw. Ztg., 58. Jahrg., S. 465; 66. Jahrg., S. 457.
[4]) Mitt. d. landw. Inst. d. Univers. Breslau, V, Heft 1, 2.
[5]) Zeitschr. f. induktive Abstamm., 1911, V, S. 285.
[6]) The Americ. Naturalist, 1914, S. 1.
[7]) Z. f. Pflanzenzücht., III, 1915, S. 81.
[8]) Maine Agric. Exper. St. Bull. 235, 1915.
[9]) Americ. Philosoph Soc., 1908, Nr. 190. Wenn im Gegensatz dazu Jennings bei der Rhizopode Difflugia corona in einer vegetativen Linie Erfolge durch Auslese erzielte, so wie Stout bei Coleus, so müssen dafür spontane Variationen verantwortlich gemacht werden.
[10]) Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., 1908, S. 1907. Die Ergebnisse Hanels waren von Haase und von Pearson angezweifelt worden, Lashley's Versuche (The journ. of exper. zoology, XIX, 1915, S. 157; XX, S. 16) haben sie aber voll bestätigt.
[11]) Carnegie Inst. Publ. 48, 1906.

Auslese, eine Veränderung desselben schon durch natürliche Auslese zwischen den Vertretern der ausgelesenen Linien eintreten, dann aber bei einer Linie oder mehreren aus den Gründen, die S. 240 für Fortsetzung der Auslese geltend gemacht wurden. Während der Auslese wird ein Fortschritt als solcher der Auslese nur so lange möglich sein, als Linien abgeschieden werden; ein weiterer Fortschritt ist nur durch einen der S. 240 erwähnten Vorgänge denkbar.

Wird bei Selbstbefruchtern Nebeneinanderführung von Individualauslesen mit Nachkommenbeurteilung vorgenommen, so gelingt die Abscheidung von Linien rasch und sicher. Theoretisch und öfters praktisch genügt dazu schon einmalige Auslese von Nachkommenschaften, es wäre denn, daß ein heterozygotisches Ausgangsindividium vorgelegen hätte, das durch eine der bei Selbstbefruchtern seltenen spontanen Fremdbefruchtungen geschaffen wurde. Die Sicherheit der Beurteilung macht praktisch mehrmalige Auslese notwendig. Ein weiteres Fortschreiten des Erfolges nach Abscheidung einer Linie wäre nur durch einen der S. 240 erwähnten Vorgänge zu erklären. Der Erfolg bleibt auch nach Aufhören der Auslese erhalten. Wenn Veränderungen eintreten, so sind sie auch auf die S. 240 erwähnten Vorgänge zurückzuführen. Wurde nicht eine beste Linie abgeschieden, sondern mehrere gute, so kann eine Veränderung des Erfolges nicht nur auf die S. 240 erwähnten Vorgänge zurückzuführen sein, sondern auch auf natürliche Auslese zwischen den Linien.

Hummel führt aus[1]), daß kleinkörnige Typen durch natürliche Auslese begünstigt werden, da sie natürlich mehr Individuen liefern. Werden bei künstlicher Auslese großkörnige Typen gewählt (die, nebenbei bemerkt, nicht ertragreicher sein müssen), so wirkt nach dem Aufhören der Auslese die natürliche Auslese der künstlichen entgegen. Wenn ein Zurückgehen im Ertrag, das nach Aufhören der Auslese eintritt, auf diesen Umstand zurückgeführt wird, so kann dies aber natürlich nur dann Berechtigung haben, wenn die künstliche Auslese eben noch kleinkörnige Typenlinien bis zuletzt erhalten hat, was sich ja leicht vermeiden läßt.

Mit der zuletzt[2]) ausgesprochenen Ansicht de Vries' über den Erfolg der Auslese bei Züchtung läßt sich meine Erklärung wohl in Einklang bringen. de Vries faßt allerdings bei seiner Erklärung nur die Formenkreistrennung als Abscheidung elementarer Arten ins Auge. Es ist aber nur nötig, statt elementare Art Linie und geschlechtliche Liniengemische zu setzen, und die Übereinstimmung ist hergestellt. Diese Über-

[1]) Ill. landw. Ztg., 1911, S. 871.
[2]) Biol. Centr., 1906, S. 385. — Pflanzenzüchtung, S. 57—92.

einstimmung läßt sich wohl auch noch auf einem Umwege nachweisen. de Vries legt seinen Erörterungen über den Ausleseerfolg das Verfahren Svalöfs zugrunde[1]). Nun wurde in Svalöf bis zu de Vries' Ausführungen nur mit Selbstbefruchtern gearbeitet. Weiter habe ich wiederholt darauf verwiesen, daß das Svalöfer Verfahren nicht nur bei Trennung morphologisch oder „botanisch" voneinander unterscheidbarer Formen anwendbar ist, sondern auch zur Sonderung von Liniengemischen[2]) Später hat Svalöf nun tatsächlich diesen Standpunkt auch eingenommen[3]) und liefert so auch Beweise für meine auf Versuche[4]) gestützte, wiederholt geäußerte Ansicht.

Bei Fremdbefruchtern können die Ausgangsindividuen homozygotisch sein. Bleibt ein solches, in Populationen gewiß seltenes Individuum und seine nächste und weitere Nachkommenschaft geschlechtlich isoliert, so ist es allerdings möglich, schon durch einmalige Auslese einen bleibenden Erfolg zu erzielen. In dem gewöhnlichen Fall, daß das Ausgangsindividuum heterozygotisch ist, erfolgen jene Aufspaltungen, die unter „Verhalten quantitativer Eigenschaften" bei Bastardierung erörtert worden sind. Weitere geschlechtliche Zusammentritte erfolgen dann zwischen den Spaltungsergebnissen und bedingen neue Spaltungen. Diese Erscheinungen sind schon möglich, wenn ein geschlechtlich isoliertes Ausgangsindividuum verwendet wurde, da dieses ja schon meist spaltende Nachkommenschaft gibt. Werden mehrere heterozygotische oder hetero- und homozygotische Individuen verwendet, so ist der Eintritt der Spaltungen noch selbstverständlicher. Fehlen würden solche bei Wahl mehrerer Ausgangsindividuen nur, wenn diese nur homozygotisch und gleich veranlagt wären. Ein Überschreiten des Ausmaßes, in dem die Ausleseeigenschaft bei den Ausgangspflanzen vorhanden war, ist bei den Spaltungen durchaus möglich. Es folgt dieses aus den Gesetzmäßigkeiten bei dem Verhalten quantitativer Eigenschaften nach Bastardierung. Nach Aufhören der Auslese kann der Erfolg erhalten bleiben, wenn es bis zur Abscheidung einer Linie gekommen ist, andernfalls treten sofort geschlechtliche Mischungen mit folgenden Spaltungen und natürliche Auslese in Erscheinung.

---

[1]) Biol. Centr., 1906, S. 385. — Pflanzenzüchtung, S. 57—92.

[2]) Fruwirth: Untersuchung (1906), 1907, S. 156. — Fühlings landw. Ztg., 1908, S. 127.

[3]) Nilsson-Ehle: Journ. f. Landw., 1908, S. 294 unten.

[4]) Fruwirth: Einmalige, S. 504—508, 511, 514.

Beispiele von Auslesewirkungen.

Daß bei Veredlungszüchtung Erfolge erzielt werden können, ist ja oft in der Praxis der Züchtung festgestellt worden; zahlenmäßige Feststellungen über den Erfolg der Auslese bei der Elite bringt die folgende Gegenüberstellung von Veredlungszüchtungen, einerseits zweier solcher in je reiner Linie einer selbstbefruchtenden Pflanze, und zwar Fisole und Erbse, andererseits einer solchen in einer Population eines Selbstbefruchters, und zwar Erbse, und zweier solcher in je einer Population bei Fremdbefruchtern, und zwar Mais und Hühnern.

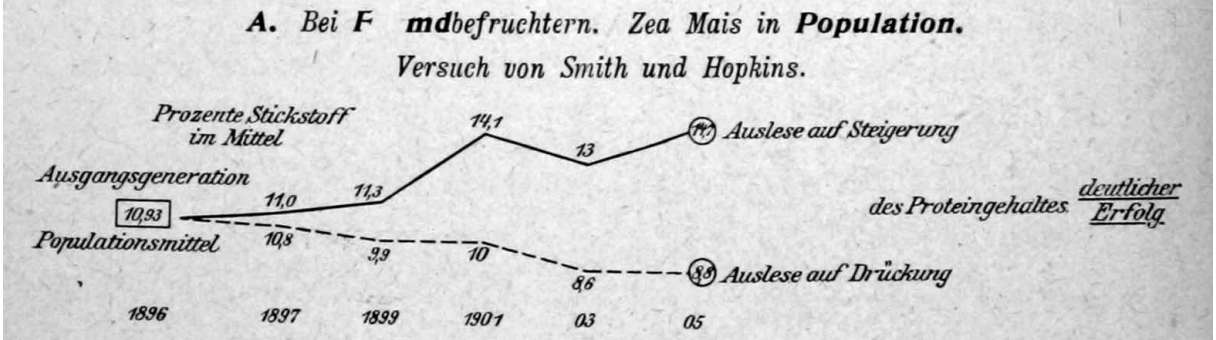
Selbstbefruchtung und Vermehrung. Bei Erbse (Viktoria) hatte ich in Hohenheim 1898 eine Veredlungszüchtung nach mehreren Auslesemomenten begonnen, die ich bis 1904 fortsetzte[1]). Aus der ersten Ernte der Züchtung, 1899, wurden dann für sich, aus der Nachkommenschaft einer einzelnen Pflanze, Nr 41 des Vorjahres, demnach in einer Linie, zwei Pflanzen ausgelesen und nun mit denselben zwei Zuchten innerhalb einer Linie begonnen, von welchen die eine auf Steigerung des Kornprozentanteils, die andere auf Steigerung der Zahl der Hülsen pro Pflanze gerichtet war. Das Mittel der Nachkommen der Pflanze Nr. 41 des Jahres 1898, das Linienmittel, betrug im Jahre 1899: 32 für Kornprozentanteil, mit den Grenzen von 19,8—47,9 und 10,7 für Zahl der Hülsen pro Pflanze, mit den Grenzen von 7—20. Von den beiden innerhalb der Linie, in Ernte 1899, erst ausgelesenen Pflanzen hatte jene, welche für die Auslese nach Kornprozentanteil gewählt worden war, einen solchen von 47,9 % (7 Hülsen), jene, welche für die Auslese nach Hülsenzahl gewählt worden war, 20 Hülsen (45,4 % Kornanteil). In jeder der beiden Zuchten wurde dann weiter bis zur Ernte 1904 je eine Pflanze gewählt, und zwar jene, welche in der Zuchtrichtung das höchste Ausmaß zeigte. Nach sechs Auslesen betrug das Mittel für Hülsenzahl in der Auslese auf Steigerung derselben 8,1, in der Auslese auf Kornprozent, demnach ohne Berücksichtigung der Hülsenzahl, 8,5. Für Kornprozent waren die Mittel nach sechsjähriger Auslese in der Auslese auf Steigerung desselben und ohne Auslese auf Kornprozent je 54,3 (Abb. 47, unten).

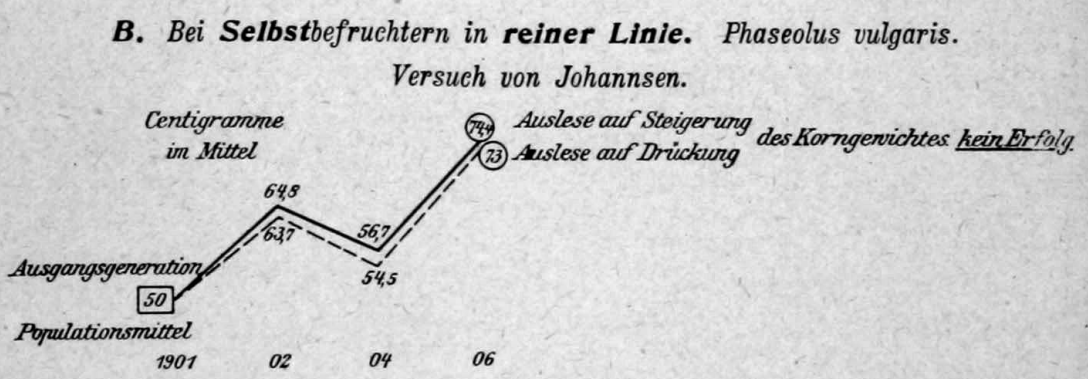
Johannsen hatte bei Fisole, Phaseolus vulgaris, in einer Linie Auslese auf Steigerung und solche auf Drückung des

---

[1]) Fruwirth: Untersuchungen.

Korngewichts vorgenommen. Dieses betrug, nach fünf Auslesen, im sechsten Jahre bei der Auslese auf Steigerung 74,4, bei jener auf Drückung 73 Zentigramm (Abb. 47 Mitte). Die Differenz zwischen den beiden Auslesemitteln betrug in den einzelnen Jahren + 1,7, —4,31, + 2,09, + 0,69, — 1,38, —1,41 [1]).





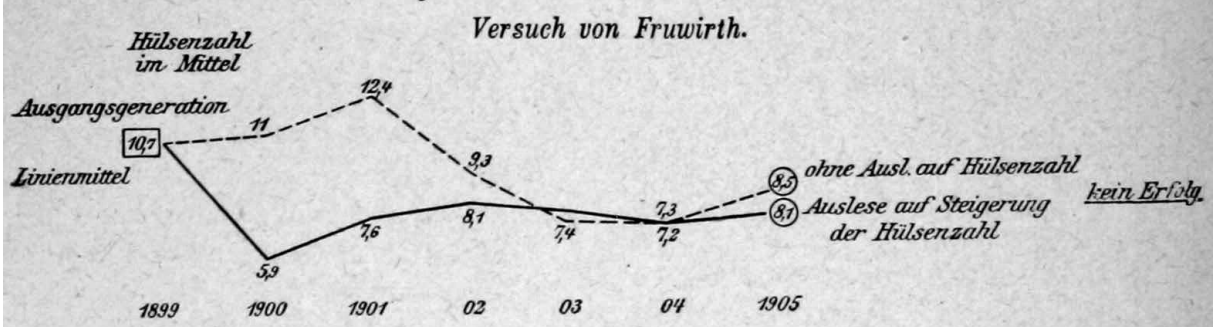


Abb. 47. Ausleseerfolg bei Veredlungszüchtung.

Aus einer Veredlungszüchtung, die ich bei Hafer zum Zwecke der Feststellung der Linienkonstanz durchführte, seien einige Zahlen mitgeteilt [Abb. 48] [2]). Die Auslese war in den

[1]) Weitere solche Auslesen siehe Elemente, 2. Aufl., S. 181, 186.
[2]) Z. f. Pflanzenzücht., III, 1915, S, 413.

zwei Linien je auf Drückung der prozentischen Begrannung durchgeführt worden, die prozentische Behaarung der Kornbasis blieb unbeachtet, der Liniencharakter für dieselbe hat sich erhalten, die eine Linie hat ständig höheres Mittel der prozentischen Behaarung als die andere. Eine dritte Linie, für welche in der Darstellung nur das Ausmaß (durch kleine Kreise) angezeichnet wurde, verhält sich abweichend.

Kein Erfolg bei Auslese in einer Linie bei Hafer bei den Versuchen von Surface und Pearl[1]), ebenso kein solcher bei Auslese in einer Linie bei Gerste, dagegen wohl bei Auslese zwischen Linien bei Versuchen Kießlings[2]). Über Wirkungslosigkeit der Auslese in einer vegetativen Linie des Wasserpolypens Hydra grisea berichtet Lashley, nachdem die oft angeführten gleichsinnigen Untersuchungen Hanels von Haase und Pearson angezweifelt worden waren[3]).

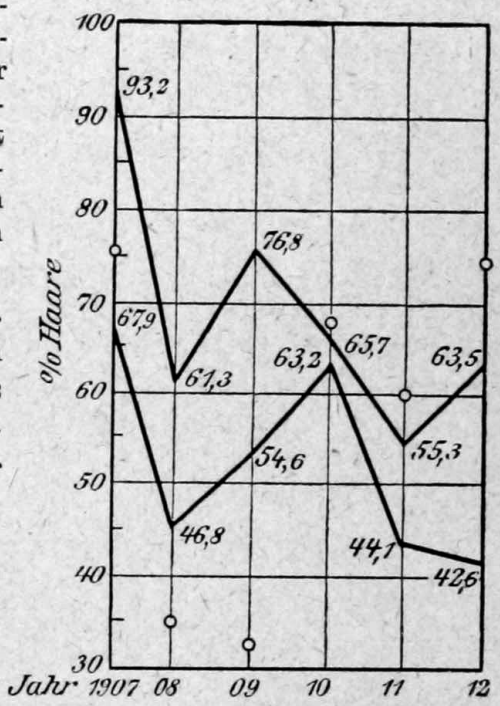


Abb. 48. Auslese von Linien bei Hafer. Versuch von Fruwirth.

Fremdbefruchtung. Hopkins und Smith betrieben an der Versuchsstation des Staates Illinois seit 1896 eine Veredlungszüchtung bei Mais nach vier Richtungen hin, und zwar auf hohen und niederen Gehalt an Protein und hohen und niederen Gehalt an Fett. Alle vier Zuchten gingen von 163 guten Kolben der Sorte Burr's White aus. Diese 163 Kolben wiesen für Protein ein Mittel von 10,93% ± 0,05 auf, eine standard deviation von 1,04 ± 0,04 und einen Koeffizienten der Variabilität von 9,50 ± 0,35. Der Ausleseerfolg ist hier nur für die zwei Zuchten auf Protein nach dem Berichte von Smith[4]) mit Mittelzahlen graphisch dargestellt (Abb. 47 oben). Bei der Auslese auf Steigerung des Ölgehaltes, bei welcher ein ähnlicher Erfolg erzielt worden war, wurde, nach sechs Generationen der Aus-

[1]) Maine Agr. Exp. St. Ann. Rep., 1915, S. 1.
[2]) Z. f. Pflanzenzücht., III, 1915, S. 81.
[3]) The journ. of experim. zoology. XIX, 1915, S. 157.
[4]) Ill. Agr. Exp. Station, Bull. 128.

lese, auch ein Versuch mit Weiterbau ohne Auslese gemacht. Ein Sinken des Ölgehaltes nach Aufhören der Auslese ließ sich, in den ersten fünf Generationen ohne Auslese, nicht deutlich feststellen [1]).

Pearl hatte bei Hühnern eine Veredlungszüchtung auf Steigerung der Eierlegetätigkeit im je zweiten Winter durchgeführt. In der Population war die Zahl Wintereier bis 1. März 36, eine Steigerung konnte bis 1907/08 nicht erzielt werden. In diesem Jahre wurde an Stelle der bisherigen Auslese von gut

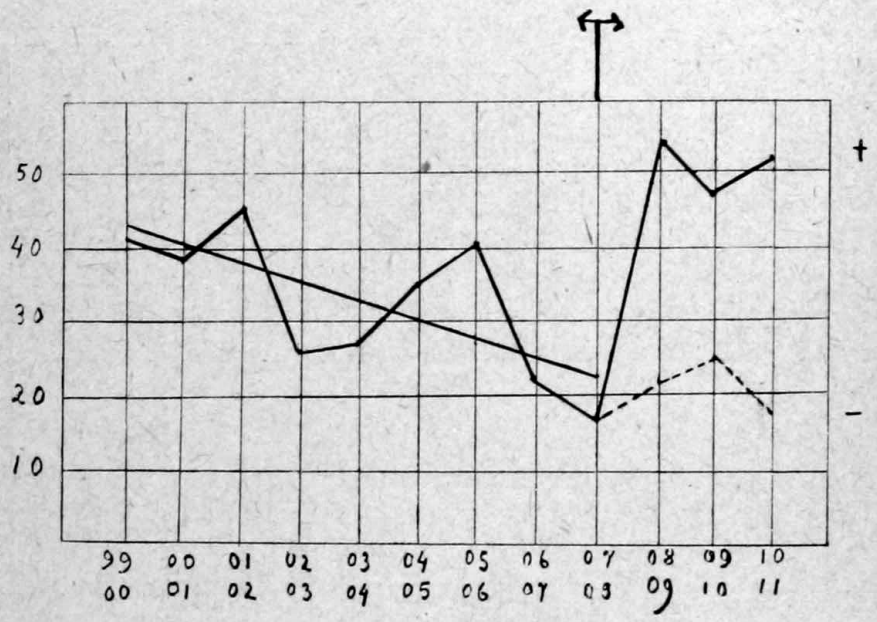


Abb. 49. Ausleseerfolg bei Veredlungszüchtung auf Winterlegetätigkeit bei Hühnern.

Versuche von Pearl (und Surface).

Population: 36 Eier im ersten Winter bis 1. März. Links: Zahl Eier im Winter bis je 1. März. Unten: Jahre der Auslese. Bis 1907/08 Auslese von Individuen von da ab + und −. Auslese nach Nachkommenschaften.

legenden Individuen eine Auslese solcher aus im Mittel gut legenden Nachkommenschaften begonnen und gleichlaufend mit einer solchen aus schlecht legenden Nachkommenschaften durchgeführt. Es wurde ein deutlicher Erfolg erzielt [2]) (Abb. 49).

---

[1]) Smith: Amer. Breeders Ass. Report, Vol. VI, S. 5.

[2]) Letzte Berichte Pearl: Bulletin 192 u. 205. Maine Agr. Ex. Station Biolog. Labor. Daselbst auch die frühere Literatur, auch die mit Surface verfaßte, und die interessante Erklärung der Spaltungsverhältnisse durch Koppelung.

Werden die Ergebnisse mit den Ausführungen am Schlusse des Abschnittes „Ansichten über den Erfolg“ verglichen, so ergibt sich folgendes:

Die + -Auslese hatte gegenüber der — -Auslese in dem Versuche mit Fisolen, sowie die + -Auslese gegenüber dem Fehlen von Auslese in dem Versuch mit Erbsen nicht gewirkt, weil eine reine Linie und ständige Selbstbefruchtung vorlag. Gleiches Ergebnis zeigte sich bei Hafer, in den Versuchen von Surface und Pearl und bei Vermehrung. Wird bei Selbstbefruchtern nicht in einer, sondern zwischen mehreren reinen Linien ausgelesen, so wird ein Erfolg durch Abscheidung von Linien erzielt; die einzelne Linie als solche behält auch da ihren Typus, abgesehen von den mehrfach erwähnten Fällen (S. 241). Es läßt sich dieses aus dem eignen Haferbeispiel ersehen, wie aus den angezogenen Versuchen Kießlings mit Gerste.

Daß die Auslese bei Mais zuerst einen deutlichen Erfolg brachte, der dann bei Auslese, aber auch bei Fehlen der Auslese, ungefähr erhalten blieb, läßt sich darauf zurückführen, daß die ständige einseitige Auslese Individuen geschlechtlich zusammenbrachte, von welchen die Mehrzahl die gewünschte Veranlagung besaß und so schließlich einheitlich veranlagte Linien zur Abscheidung kamen.

Das gleiche Ergebnis hätte bei der Hühnerzüchtung erhalten werden sollen. Die Zahl der Ausgangsindividuen war bei derselben größer (70 gegen 24) und die Abscheidung guter Linien dadurch, da unter diesen wohl mehr minderwertigere waren, schwieriger. Während im Maisbeispiel schon die Auslese von Individuen zu einem Erfolg führte, wurde bei dem Hühnerbeispiel erst dann ein solcher erreicht, als die Auslese von Individuen aus guten Nachkommenschaften erfolgte, also die immer wieder betonte Nachkommenschaftsauslese der Auslese von Individuen voranging.

2. Neuzüchtung.

2a. Züchtung durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften.

Allgemeines.

Begriff.

Wenn in einem morphologisch einheitlichen Formenkreis einzelne Individuen, die spontan abweichende morphologische

Eigenschaften zeigen, ausgelesen, zu einem Formenkreis entwickelt und die Formenkreise vergleichend geprüft werden, so ist dies Züchtung durch Auslese gewöhnlicher spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften.

Sowohl Züchtung durch Auslese spontaner Variationen als solche durch Formenkreistrennung geht von äußeren morphologischen Eigenschaften, von sogenannten botanischen Merkmalen aus. Es geschieht dies aber nur, weil solche rascher und sicherer zu erkennen sind und man weiß oder vermutet, daß sie mit einer bestimmten Leistung verbunden sind. Die Form als solche ist bei landwirtschaftlichen Pflanzen nur selten für den Wert eines Formenkreises entscheidend.

Wert morphologischer Eigenschaften.

In der Landwirtschaft findet bei Pflanzen die äußere Erscheinung derselben ohnedies verhältnismäßig geringe Beachtung. Man schätzt bei der einzelnen Varietät oder Sorte seltener eine bestimmte morphologische Eigenschaft oder innerhalb der Sorte das Ausmaß derselben, sondern nur, oder mindestens auch hervorragend, physiologische oder Leistungseigenschaften und ihr Ausmaß. Das ist unbedingt berechtigt.

Der Wert äußerer oder morphologischer Eigenschaften ist zu beurteilen qualitativ bei Vergleich verschiedener morphologisch voneinander unterschiedener Formenkreise und quantitativ innerhalb eines morphologisch einheitlichen Formenkreises. Bei der jetzt besprochenen Züchtungsart kommt nur ersteres in Frage.

Morphologische Eigenschaften können mit Leistungseigenschaften in Zusammenhang stehen, da eine Anlage öfters mehrere Eigenschaften bedingt. Wie mehrfach beobachtete spontane Variationen morphologischer Eigenschaften zeigen, ist es aber durchaus nicht notwendig, daß eine Variation einer morphologischen Eigenschaft von einer solchen von Leistungseigenschaften begleitet wird.

Morphologische Eigenschaften können als solche Wert für die Nutzung des Formenkreises haben, so bei Rüben und Möhren die Form wegen Erleichterung der Erntearbeit, bei Kartoffeln die Farbe und Form wegen verschiedener Geschmacksrichtung der Konsumenten. Hängende Rapsschoten lassen das Wasser besser abrinnen, eine Sorte mit solchen bietet daher in dieser Richtung Vorteile. Eine Roggensorte mit dichtem Schluß der Spelzen kann in trockenen Gegenden vorteilhafter sein als eine solche, welche die Körner zum Teil frei herausstehen läßt. Eine Gerstenform, der die Zähne auf den Grannen fehlen, ist als Futtergerste brauchbarer[1]).

Innerhalb eines morphologisch einheitlichen Formenkreises kommt bei landwirtschaftlichen Pflanzen ein so ausgebildeter Formalismus, wie er in der Tierzucht bei Feststellung bestimmter Maßverhältnisse und Berücksichtigung kleiner Farbendifferenzen (Abzeichen)

[1]) Regels Bull., 1908, S. 5.

sich findet, noch seltener vor. Solche Abstufungen äußerer Eigenschaften können innerhalb des morphologisch einheitlichen Formenkreises aber beachtet werden, was, da es sich um quantitative Unterschiede handelt, der Veredlungszüchtung angehört. Bei Zuckerrüben- und Futterrübenzüchtung findet sich neben Züchtung auf Leistung auch eine berechtigte Berücksichtigung der Form innerhalb der Sorte oder Zucht. Man könnte geneigt sein, als Farbenformalismus innerhalb einer Form die Berücksichtigung von Farbe der Samen und Früchte bei Rotklee, Erbsen und Roggen zu betrachten, aber bei Rotklee, Erbsen und Roggen handelt es sich in diesem Fall um Trennung verschiedener Formenkreise. Wie dem auch sei, berechtigt erscheint in diesem Falle die Züchtung nach Farbe dann, wenn es sich nicht um bloße Beachtung der Farbe als solche handelt, die sonst nur den Wert als Kennzeichen der Zucht hätte, sondern um mit der Farbe verbundene Leistungen. Gegen solche Fälle, in welchen eine Beziehung zwischen morphologischen Eigenschaften und Leistungen festgestellt worden ist, wendet sich auch nicht der von einem Vertreter der Tierzuchtlehre ausgegangene Kampf gegen den Formalismus (Pott: Der Formalismus und die Tierzucht, Stuttgart 1899), ebenso kann er nicht gegen jene Fälle gerichtet sein, in welchen die Berücksichtigung morphologischer Eigenschaften aus dem Grunde erfolgt, weil diese als solche höheren Wert der Individuen oder der verschiedenen Formen bedingen.

Reiner Formalismus bei Wahl verschiedener Formen und bei Züchtung innerhalb eines Formenkreises ist in der Blumenzüchtung des Gartens herrschend und dort vollkommen am Platze. Die Farbe und die Form ist dort Selbstzweck, die Leistung tritt weit mehr in den Hintergrund; die Mode, die Liebhaberei der Züchter, diktierte die Züchtungsrichtung in Formen und Farben bei Tulpen, Chrysanthemen, Pensées usw. Während beispielsweise weiße, blaue, hellblaue und rosa Blüten bei schmalblätteriger Lupine keine deutlichen Beziehungen zu einer landwirtschaftlich wichtigen Leistungseigenschaft zeigen, würde im Gartenbau das Vorhandensein der verschiedenen Blütenfarben allein schon diese Formen wertvoll machen.

Material für die Auslese.

Solches wird von der Natur ohne weiteres Dazutun geboten. Allerdings gibt es Verhältnisse, welche, wie es scheint, das Auftauchen spontaner Variationen begünstigen, aber es reicht unter gewöhnlichen Verhältnissen das Aufsuchen in den Feldbeständen aus. Je größer die Individuenzahl, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, eine derartige, im allgemeinen ja seltene Variation zu finden. Daher werden bei Züchtung im Gartenbau umfangreiche Saaten ausgeführt (Burbank), bei landwirtschaftlichen Pflanzen bieten die Feldbestände genügend Varianten. Die Möglichkeit liegt aber allerdings vor, daß man bei Durchmusterung der Feldbestände Formen findet, die man für spontane Variationen hält, die aber entweder nur zufällige Beimengungen sind oder aber konstant gewordenene Bastardierungsergebnisse.

Begünstigung des Auftretens spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften.

Im Abschnitt „Individuelle spontane Variabilität größeren Umfanges“ wurde der Bedingungen gedacht, welche man als für das Auftreten solcher Variationen günstig hält, und auch der Hervorlockung solcher Variationen durch künstliche Eingriffe.

Jedenfalls ist, wie erwähnt, eine große Zahl von Individuen günstig für das Auffinden von spontanen Variationen, und keinesfalls erzielt die Schaffung der erwähnten günstigen Bedingungen des Auftauchens solcher nennenswerten Erfolg. Darauf verweisen — neben der Seltenheit spontaner Variationen trotz in der Praxis häufiger einschneidender Änderungen der Vegetationsbedingungen und häufiger Verstümmelungen (Futterpflanzen) — auch die Mißerfolge, die bei von mir angestellten Versuchen erzielt wurden. Solche wurden mit allen den genannten begünstigenden Bedingungen, einerseits bei dem zu spontaner Variabilität geneigten Solanum Commersoni, anderseits bei solchen Erbsen und Wicken, die zu Variationen in Blüten- und Samenfarben neigen, angestellt.

Ziel der Auslese.

Ein bestimmtes solches muß bei dieser Ausleseart nicht vorliegen; es kann vorkommen, daß man eine bestimmte Variation als solche sucht, sehr oft kommt es aber vor, daß man lediglich eine beliebige Variation findet und sie auf ihren Wert prüfen will.

Korrelationen.

Langjährige Beschäftigung mit Züchtung auf diesem Wege läßt, besonders dann, wenn der einzelne sich — wie in Svalöf — nur mit einer Art beschäftig, einen weitreichenden Überblick über die Formen derselben gewinnen. Man kann so die Fähigkeit erlangen, eine aufgefundene Form nach den statistischen Korrelationen zwischen qualitativen und quantitativen Eigenschaften in eine bestimmte Gruppe einzureihen, ihren Wert ohne Leistungsprüfung des Formenkreises wenigstens annähernd einzuschätzen. Die qualitative Eigenschaft ist in diesem Falle Selektionsindex. Daß die statistischen Korrelationen, die bei Vergleich verschiedener Formenkreise festgestellt worden sind, oft täuschen, wird noch unter Züchtung durch Formenkreistrennung näher ausgeführt. Sie sind besonders unsicher, wenn

die Zahl der Formenkreise, bei welchen sie ermittelt wurden, eine beschränktere war.

Selbst die Korrelationen zwischen morphologischen Eigenschaften zeigen gelegentlich Ausnahmen. Bei Futtererbsen, Pisum arvense, sind die Eigenschaften dunkel gefärbte Samen, Purpurflecke in den Blattachseln, gelbe Farbe der Keimlappen, Runzelung der Samen und violette Farbe der Blüte, bei der Mehrzahl der Sorten miteinander verbunden. In Svalöf kultiviert man einige Formen, bei welchen die violette Blütenfarbe vorhanden ist, die übrigen oben angeführten Merkmale aber fehlen. Die Korrelation ist bei Entstehung dieser Formen gestört worden, indem einige Merkmale verschwanden. — Bei Mohnformen findet sich Rot, unten Weiß und Lilarot, unten Dunkel als Blütenfarbe mit Weiß als Samenfarbe und Grün als Keimpflanzenfarbe beisammen, ebenso Weiß, unten Lila — Grau — und violetter Hauch der Keimpflanzen. Bei einer Bastardierung wurde Weiß, unten Lila mit weißen Samen vereint: die Keimpflanzen zeigten violetten Hauch, es war daher die Beziehung zwischen Keimpflanzen- und Blütenfarbe erhalten geblieben, jene zur Samenfarbe nicht[1]).

Auslesemomente.

Diese sind, soweit die Neuzüchtung als solche in Frage kommt, die variierten morphologischen Eigenschaften allein.

Die Durchführung der Auslese.

Allgemeines.

Diese ist durch die Eigentümlichkeit der spontanen Variabilität morphologischer Eigenschaften gegeben. Das immerhin seltene Auftreten variierter Individuen legt die Wahl von Individualauslese nahe, die oft als Nebeneinanderführung mehrer solcher durchgeführt wird. Ob einmalige oder mehrmalige Auslese bis zur Konstanz durchgeführt werden muß, hängt von der Befruchtungsart in erster Linie ab. Bei Selbstbefruchtern genügt, wenn die Variation als Homozygote auftrat, einmalige, sonst ist wie nach einer Bastardierung vorzugehen. Bei Fremdbefruchtern muß so vorgegangen werden, wie S. 243, S. 248 und S. 257 für solche ausgeführt wurde. Da aber die Feststellung der Ausleseeigenschaften hier schon bei jedem Individuum möglich ist, können auch umständlichere Verfahren der geschlechtlichen Isolierung angewendet werden. Die Auslese bei Fremdbefruchtern und bei Heterozygoten von Selbstbefruchtern ist Auslese nach qualitativen Eigenschaften nach Bastardierung.

---

[1]) Fruwirth: Naturw. Z. f. L. u. F., 1904, Heft 1.

Mit erreichter Konstanz ist die Auslese, soweit die Neuzüchtung als solche in Frage kommt, abgeschlossen, und es folgt die Vervielfältigung und feldmäßige Prüfung. Es ist aber möglich, nach erreichter Konstanz Veredlungszüchtung anzuschließen.

Fortsetzung der Auslese.

Eine einfache Art einer solchen nach erreichter Konstanz ist bei allen Arten der Neuzüchtung, auch ohne daß Veredlungszüchtung angeschlossen wird, möglich. Sie dient der Überwachung der Variabilität der gezüchteten Form, und es sprechen einige der oben S. 241 angeführten Gründe für die Durchführung derselben. Eine solche Auslese kann in einfachster Weise durchgeführt werden. Man kann sie derart vornehmen, daß man im Zuchtgarten einige Individualauslesen derselben weiterführt und die Auslese nur durch Schätzung vornimmt. Der allfällige Erfolg einer solchen Auslese beruht in der Auffindung von zufällig eingetretenen spontanen Variationen morphologischer Eigenschaften oder von Nachkommen spontaner Bastardierungen. Ein anderer Weg einer Fortsetzung der Auslese besteht darin, Veredlungszüchtung anzuschließen, bei welcher das abweichende äußere Merkmal ja immer mit beobachtet wird. Dabei liest man von Zeit zu Zeit aus dem Feldbestand einige Individuen aus und beginnt mit denselben Veredlungszüchtung. Die Veredlungszüchtung kann Erfolg haben, wenn die Zucht der spontanen Variation mehrere äußerlich gleiche Linien oder geschlechtliche Liniengemische enthielt, oder Linienmutationen eintraten.

Leistungsprüfung und Vervielfältigung.

Die Leistungsprüfung wird, so wie die Vervielfältigung, erst nach Erreichung der Konstanz, und zwar als feldmäßiger Anbauversuch durchgeführt.

Erfolg der Auslese.

Ein solcher wird bei Selbstbefruchtung, wenn die spontane Variante als Homozygote auftauchte, lediglich durch Erhaltung der aufgetauchten Form und Entwicklung eines Formenkreises aus derselben erreicht, in jenen Fällen bei Selbstbefruchtung, in welchen die spontane Variante als Heterozygote auftrat, und fast immer bei Fremdbefruchtern durch Reinigung von

Bastardierungseinflüssen. Die Erhaltung des Erfolges ist, soweit Neuzüchtung in Frage kommt, eine weitgehend sichere. Die S. 241 angeführten Ursachen können aber auch da Änderungen bewirken.

Züchtung teilweise vererbender Formenkreise.

Züchtung von Zwischenvarietäten ist früher in diesem Buch als „Auswahlzüchtung mit Benutzung erblicher Mißbildungen“ behandelt worden. Mißbildungen stellen ein ganz besonders zahlreiches Material für eine derartige Auslese. Alle teilweise erblichen Formen haben das Eigentümliche, daß trotz wiederholter Auslese auch bei Selbstbefruchtung immer wieder nur teilweise Vererbung eintritt. Bei ihrer Züchtung kommen, von Bastardierung abgesehen, zwei Züchtungsarten in Verwendung. Die Auslese derartiger spontaner Variationen, die Neuzüchtung, erfolgt durch Auslese der abweichenden Individuen und bei durch Selbstbefruchtung erfolgter Entwicklung zum allerdings nur teilweise vererbenden Formenkreis; eine sichere Steigerung der Erbzahl durch Veredlungszüchtung ist nicht zu erwarten. Der wirkliche Fortschritt zu voller Vererbung kann bei solchen Formen nur durch eine derartige spontane Variation erfolgen, welche die Zwischenvarietät zur Vollvarietät verwandelt, während der Auslese eintritt und bei Individualauslese erkannt wird. Da solche seltenere Variationen unberechenbar sind, ist der Erfolg für landwirtschaftliche Zwecke sehr gering.

Die Durchführung der Züchtung ist jene der Züchtung spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften. Viel häufiger als bei diesen erweist sich bei Mißbildungen diese als Modifikation, was viele Züchtungsversuche erfolglos macht. Erleichtert wird die Auslese der Ausgangsindividuen und die spätere Auslese, wenn man auf Mißbildungen abzielt, durch Beobachtung der Keimpflanzen, da solche, die Mißbildungen zeigen, auch später meist[1]) — aber nicht immer[2]) — Mißbildungen eintreten lassen oder doch überhaupt qualitative Variationen[3]).

Beispiele von Züchtung teilweise erblicher Formen. Nachdem ich von einer Form von Papaver somniferum (Schüttmohn, grauer Same, Blüte weiß mit unten Lila) eine Generation nach Selbst-

---

[1]) de Vries: Mutat.

[2]) Lehmann: Zeitschr. f. induktive Abstamm., 1909, S. 178 (Veronica). — Lodewijks: Daselbst, 1911, S 139 (Tabak).

[3]) Strampelli: Conférence i. de Génétique (1911), 1912, S. 237.

befruchtung aufgezogen hatte, zeigten sich, nach neuerlicher Selbstbefruchtung in der zweiten Generation, welcher demnach zwei Selbstbefruchtungsakte vorangegangen waren, bei einigen Individuen an Stelle normaler Blumenblätter geschlitzte solche. Samen dieser Pflanzen mit geschlitzten Blumenblättern wurden wieder bei Selbstbefruchtung gewonnen und gesät. Sie ergaben, je nach ihrer Zugehörigkeit zu bestimmten Pflanzen des Vorjahres, in verschiedenem Zahlenverhältnis Pflanzen mit mehr oder weniger geschlitzten Blüten und Pflanzen mit ungeschlitzten Blüten. Bei weiterer Fortsetzung des Versuches — wieder Aussaat bei Selbstbefruchtung gewonnener Samen solcher Pflanzen, welche das abweichende Merkmal am deutlichsten zeigten — stellte sich bei der Mehrzahl der Nachkommenschaften auch im folgenden Jahre (nach zweiter Auslese geschlitzter Pflanzen, nach vier Selbstbefruchtungsakten) wieder Schwanken zwischen ungeschlitzt und mehr oder weniger geschlitzt ein[1]). Im Jahre 1904, nach drei Auslesen, waren bei drei Reihen, welche von Pflanzen abstammten, die 1903 geschlitzt und eingeschlossen abgeblüht hatten, nur Pflanzen mit geschlitzten Blüten vorhanden. Bei einer Reihe, welche von einer Pflanze abstammte, die 1903 teilweise geschlitzt und frei abgeblüht hatte, zeigten sich noch geschlitzte und ungeschlitzte Blüten. Nach drei Auslesen war demnach, trotz Selbstbefruchtung bei den zwei ersten derselben, in dieser einen Reihe keine volle Vererbung erreicht worden, das Fluktuieren ging weiter. In den drei anderen Reihen war dagegen jetzt volle Vererbung eingetreten. Während ich zuerst geneigt war, die Pflanzen als zu einer Mittelvarietät gehörig zu betrachten, und die eine Nachkommenschaft sich auch noch 1904 (wenn auch nach einmaligem Freiabblühen, Bastardierungsmöglichkeit!) so wie eine solche verhielt, erschienen 1904 die drei anderen Nachkommenschaften, die bisher auch nur teilweise Vererbung gezeigt hatten, als voll erbliche Mißbildungen. Bei ihnen war die Variation von Mittel- zu Vollvarietät eingetreten, und diese Nachkommenschaften vererben auch bis jetzt (1917) rein weiter. Alle Pflanzen des Versuches stammen von einer selbstbefruchteten Pflanze des Jahres 1899 (III) ab.

Dreijährige von mir vorgenommene Massenauslese einer Mißbildung bei Prinzeßgerste führte nicht zu voller Vererbung. Es wurden nach aufeinanderfolgenden Auslesen 28,9, 42 und 16% Pflanzen mit der Mißbildung erhalten, und jede dieser Pflanzen zeigte dieselbe bei ein bis zwei, selten drei Ähren. Schneider konnte bei Gerste Verästelung durch viermalige Auslese in eine Linie nicht steigern[2]). de Vries gelang es, eine Mittelvarietät bei Rotklee zu erhalten und das Merkmal durch Auslese zu verbessern. Dagegen gelang ihm bei Inkarnatklee nur eine solche Ausbildung des Merkmales, welche den Halbvarietäten entspricht. Eine sehr geringe Vererbung zeigte sich bei einer eigenen sieben Jahre hindurch in einer Individualauslese geführten Auslese mit verästeltem italienischen Raigras; dagegen erzielte Martinet bei einem aufgefundenen verästelten englischen Raigras schon bei einmaliger Auslese fast volle Vererbung[3]): er hatte wohl eine, vielleicht durch vereinzelte Bastardierung

[1]) Bis einschließlich 1903 Details in: Naturw. Z. f. L. u. F., 1904, 1. Heft; bis 1906 in Fruwirth: Einmalige, S. 523.

[2]) Z. f. Pflanzenzücht., I., 1913, S. 301.

[3]) D. landw. Pr. 1901, S. 576; 1902, S. 633.

verunreinigte Vollvarietät gefunden, wie sie bei Mißbildungen sehr selten sind. Über eine Mittelvarietät bei Senf, gelbe und braune Samen, habe ich berichtet [1]). Weitere Beispiele S. 321.

Mißbildungen sind oft bedeutungslos, oft unerwünscht, selten wertvoll. Eine gewisse Bedeutung kann leichteren unter denselben zur sicheren Erkennung eines gezüchteten Formenkreises zukommen. Viel häufiger wird man in die Lage kommen, eine Mißbildung weg-, als sie in einen Formenkreis hineinbringen zu wollen. Für beides bietet, auch soweit Zwischenvarietäten vorliegen, die Bastardierung ein Mittel, und es sei bezüglich erwähnt, daß die Mehrzahl der Mißbildungen bei dieser sich als rezessive Eigenschaft (Fehlen einer Anlage nach der Theorie von Vorhandensein und Fehlen) erwiesen hat.

Rezessiv war; Kapuze gegen Grannenlosigkeit und Verästelung der Ähre bei Gerste; v. Tschermak [2]); Schlitzung der Blumenblätter bei Mohn, eigene Beobachtung; Zwergwuchs mit Zwitterblütenbildung, Fehlen von Blattröhrchen und -häutchen, Panachüre, je bei Mais, Emerson [3]); Fehlen der Chlorophyllbildung und Gelbbuntheit bei Erbse, eigene Beobachtung. — Dominant war Kapuzenbildung bei Blütenspelzen der Gerste gegen Grannen; Umbildung von Kelch- und Blumenblättern bei Glockenblumen-(Campanula-)Arten; Vermischung ♀- mit ♂-Blüten im Kolben bei Mais, Emerson [3]); Verzweigung des Kolbens bei Mais, East und Hayes [4]). — Mittelbildung bei Bastardierung in der Art, Rezessivität bei solcher zweier Arten gab Verbänderung bei Tabak, White [5]).

2b. Züchtung durch Formenkreistrennung.

Allgemeines.

Begriff.

Werden Sorten, wie sie der gewöhnliche Samenhandel bietet, besonders Landsorten, auf ihre Einheitlichkeit geprüft, so findet man dieselben oft aus mehreren morphologisch erkennbaren Formenkreisen zusammengesetzt, deren Individuen wahllos untereinander vermischt sind. Auslese solcher morphologisch unterscheidbarer Individuen, Entwicklung derselben zu Formenkreisen und Prüfung derselben ist Züchtung durch Formenkreistrennung.

---

[1]) Wirkung.
[2]) Siehe Bd. IV dieses Handbuches.
[3]) Ann. Report, Nebraska Agr. Exp. Stat., 1912, S. 81 u. 89.
[4]) Bull. 167, Connecticut Agr. Exp. Stat.
[5]) Zeitschr. f. induktive Abstamm., XVI, 1916, S. 49.

Material für die Auslese.

Solches bieten Landsorten in reichem Maße; aber auch Züchtungssorten, besonders solche, die durch Massenauslese entstanden sind, oder die bereits vor längerer Zeit die Wirtschaft des Züchters verlassen haben, liefern es. Das Studium der Systematik der Art, welche berücksichtigt wird, ist notwendig, da ein Vertrautsein mit den morphologischen Merkmalen, auch den feineren, vorhanden sein mus.

Ziel der Auslese.

So wie bei Züchtung spontaner morphologischer Variationen, ist auch bei Formenkreistrennung meist kein bestimmtes Ziel vorhanden; der vergleichende Versuch zeigt erst den Wert des Formenkreises.

Korrelationen.

Statistische Korrelationen zwischen Eigenschaften verschiedener morphologisch unterscheidbarer Formenkreise werden bei quantitativen Eigenschaften, wenn die Eigenschaften sich durch Messungen genau feststellen lassen, so ermittelt, wie dies bei Veredlungszüchtung bei quantitativen Eigenschaften für Individuen, Nachkommenschaften, Linien ausgeführt worden ist. Bei vielen Eigenschaften fehlt die Möglichkeit genauer Feststellung durch Messung, und es treten nur vage Angaben an ihre Stelle. So z. B. bei der positiven Korrelation Steifrispe und Ertrag bei Hafer, bei der negativen Korrelation Winterfestigkeit und Ertrag bei Winterweizen oder der positiven Korrelation Behaarung und größere Empfänglichkeit für Mehltau bei Rotklee und der positiven Korrelation kleine Spaltöffnungszellen größere Widerstandsfähigkeit gegen Dürre [Kolkunoff[1])].

Bei qualitativer statistischer Korrelation können auch Korrelationstabellen angelegt werden, für welche ein Beispiel mit dem Vorgange Johannsens, aber den Zahlen, die East[2]) für Kartoffel brachte, folgt:

---

[1]) Z. f. Pflanzenzücht., I, 1912, S. 45. — Heuser: Z. f. Pflanzenzücht., III, 1915.

[2]) Report 1907/08, Connecticut Agr. Exp. St. S. 443.

Bei 700 untersuchten Kartoffelsorten war die Verteilung die folgende:

		Stengel nicht farbig	Stengel farbig			Prozentmittel von Stengelfarbe auf Knollenfarbe
Knollen	nicht farbig .	374	183	557	$\frac{183}{557}$	32,8
	farbig	86	57	143	$\frac{57}{143}$	39,9
		460	240	—	—	—
		$\frac{86}{460}$	$\frac{57}{240}$	—	—	—
Prozentmittel von Knollenfarbe auf Stengelfarbe		18,7	23,7	—	—	—

Da für Sorten mit farbigem Stengel sich ein höheres Prozentmittel von Sorten mit farbigen Knollen ergibt, 39,9, und für Sorten mit farbigen Knollen ein höheres Prozentmittel von Sorten mit farbigen Stengeln, 23,7, so besteht eine Korrelation zwischen Knollenfarbe und Stengelfarbe. Allerdings ist dieselbe, da der Unterschied ein geringer ist, eine geringe. Die Berechnung des Grades der Korrelation siehe bei Johannsen[1]). Yule berechnet den Assoziationskoeffizienten an Stelle des Korrelationskoeffizienten[2]). Im obigen Beispiel würde dieser sich ergeben durch:

$$\frac{374 \times 57 - 183 \times 86}{374 \times 57 + 183 \times 86}.$$

Auch Korrelationen zwischen qualitativen und quantitativen Eigenschaften hat man mehrfach festgestellt. Auch sie sind als statistische ermittelt worden, aber meist ohne daß man Korrelationstabellen angelegt hätte[3]).

Man stellte fest, daß dunklere Farbe der Hanffrüchte mit höherem Ertrag, violette Farbe der Kleesamen mit höherer Keimfähigkeit zusammenhängt, daß die rote Blüte der Erbse mit Winterfestigkeit verbunden ist. Ich besitze eine besonders frühreife violetthülsige Erbse, Pisum arvense, und man könnte da die Korrelation Frühreife und Blauhülsigkeit aufstellen, da alle bisher bekannten Formen von P. arvense später reifen und grüne Hülsen besitzen.

Die statistischen Korrelationen bei quantitativen und qualitativen Eigenschaften, die bei Vergleich vieler Sorten ermittelt worden sind, werden bei Untersuchung von reicherem Material sehr lose. Sie zeigen nur an, daß unter den untersuchten Formenkreisen, oder wenn die Untersuchung sich auf die ver-

[1]) Elemente, 2. Aufl., S. 345.
[2]) Philos. Trans. Roy. Soc., 1900, S. 257.
[3]) Aufstellung solcher Johannsen: Elemente, 2. Aufl., S. 351.

breitetsten erstreckte, unter diesen, solche am häufigsten sind, welche die betreffende Beziehung zeigen. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, abweichende Formenkreise aufzufinden, und die Prüfung dieser muß zeigen, ob die Abweichung vererbt oder ob die abweichende Form nur Modifikation ist.

So gibt es auch Steifrispenhafer, die ertragsschwächer sind, Winterweizen, die winterfest und doch ertragreich sind. Es ist bei stärker behaartem Rotklee nicht ausgeschlossen, eine gegen Mehltau widerstandsfähigere Form zu finden, bei Luzerne eine Form, die trotz großer Zellen die Widerstandsfähigkeit gegen Dürre auf anderem Wege erzielt. Der zuerst in Svalöf behauptete Zusammenhang zwischen Mehrblütigkeit der Ährchen und hohem Ertrag bei Hafer[1]) bestätigte sich bei späteren Untersuchungen am Ort selbst nicht und trifft nach Tedin und Nilsson-Ehle nur bei Modifikationen zu. Man findet, um bei den Beispielen zu bleiben, auch hellfrüchtige Hanfformenkreise, die guten Ertrag geben, gelbsamige Kleeformenkreise mit guter Keimfähigkeit, weißblühende Winterformen der Erbse. In meiner oben erwähnten reinen Linie von P. arvense tauchte eine grünhülsige Form auf, die Frühreife blieb aber dieselbe, und aus einer Bastardierung erhielt ich seither eine Form, die noch frühreifer als die erwähnte Linie aber grünhülsig ist.

Wirkliche Korrelationen. Ist in einem bestimmten Fall einer spontanen Variabilität das gleichzeitige spontane Variieren mehrerer Eigenschaften, die auf verschiedenen Anlagen beruhen, festgestellt worden, so ist für den betreffenden Formenkreis das Zusammenbleiben auch weiterhin zu erwarten, es ist eine wirkliche Korrelation. Ist irgendein Zusammenhang durch Vererbungsversuche festgestellt und liegt eine genealogische Linie vor, so ist für diese Linie der Zusammenhang eine feste, wirkliche Korrelation.

Wenn von bei mir einer Linie von zweijähriger nickender Gerste, Hordeum dist. nut. *A.*, festgestellt worden ist, daß diese Linie bei Selbstbefruchtung immer dichtere, unten oft stärkere Behaarung der Baselborste, gelbe Färbung der letzteren zeigt und häufig Mißbildungen auftreten läßt, die andere Linie gleichmäßige Behaarung der Borste, längere Borstenhaare und weißlich gelbe Färbung von Borste und Haaren zeigt, so liegen da feste Korrelationen für die Linien vor[2]).

Auslesemomente.

Wie bei 2a.

Die Durchführung der Auslese.

Für diese gilt zunächst das, was bei Züchtung durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften ausgeführt worden ist.

---

[1]) Sveriges, 1897.

[2]) Festschrift für Mendel, 1910.

In der Regel hat man bei Formenkreistrennung ein viel reicheres Ausgangsmaterial als bei Züchtung spontaner Variationen. Man kann alle in der betreffenden Sorte aufgefundenen morphologisch verschiedenen Formen vergleichen, die Sorte „botanisch analysieren" oder nur die in der Population stärker vertretenen Formen. Ersteres halte ich für zweckmäßiger. Für letzteres wird geltend gemacht, daß diese Formen die unter den gegebenen Verhältnissen besten sein dürften, da die natürliche Auslese ihre stärkste Verbreitung zuließ. Das muß, soweit ihre Widerstandsfähigkeit unter gegebenen Verhältnissen in Frage steht, nicht zutreffen, da die weniger verbreiteten Formen jünger und daher erst kürzer der Auslese ausgesetzt sein können. Daß die verbreiteteren Formen die ertragreicheren sind, braucht noch weniger zuzutreffen, besonders nicht bei Ertrag vegetativer Teile; es sind aber meist jene, welche am meisten Samen erzeugen.

Montgomery hat nachgewiesen, daß von je zwei miteinander gemengten Formenkreisen sich nicht immer der im Reinbau ertragreichere in stärkerem Verhältnis erhält[1]). Ich fand während dreier Jahre bei zwei Gerstenformen Erhaltung des Mischungsverhältnisses. Je verschiedenartiger die Ansprüche der gemengten Formen und je extremer die natürlichen Verhältnisse, desto eher wird eine Veränderung des Mischungsverhältnisses eintreten.

Bei Formenkreistrennung kommen auch, so wie bei Züchtung spontaner Variationen, Fälle vor, in welchen ständige Auslese bei erzwungener Selbstbefruchtung nicht zur Fixierung der gewünschten äußeren Eigenschaften führt.

So konnte ich, durch sieben Auslesen bei Selbstbefruchtung, bei Krainer Linse nicht leichte Fleckung der Samenschale oder Fehlen solcher zu reiner Ausprägung bringen, bei Puy-Linse nicht Verstärkung der Marmorierung oder Ausbleiben solcher, bei Fisole Flageolet nicht weiße oder grüne Färbung der Samenschale. Die betreffenden Formenkreise vererben immer nur in der Weise, daß beiderlei Ausbildungsarten ständig, bei den zwei ersten gewissermaßen, bei dem letzten tatsächlich als Modifikationen auftreten, und entsprechen so im ersten Fall den Zwischenvarietäten de Vries' oder den hier teilweise vererbende Formen genannten Formenkreisen[2]).

Bezüglich der Auslesemomente, der Vervielfältigung, feldmäßigen Prüfung und der Erreichung und Erhaltung des Erfolges gilt das unter Züchtung durch Auslese spontaner Variationen gesagte.

---

[1]) Am. Breed. Ass. VII, 1912.

[2]) Weiteres siehe Fruwirth: Wirkung.

Beispiele von Züchtung durch Formenkreistrennung Le Couteurs Züchtungsweise bestand nur in der Trennung der Formen von Formenkreisen, die als einheitliche „Sorten" galten, aber Gemische von Sorten waren[1]). Bei verschiedenen Hülsenfruchtern konnte ich in dieser Weise eine Reihe konstanter reiner Formen erhalten, die sich verschieden verhalten, ebenso bei einigen Landsorten von Winterweizen, Hafer, Wicken und Linsen[2]). Bei Weizen erwähnt Kraus zehn verschiedene „Landsorten", welche je begrannte und unbegrannte Formen und je wieder andere solche mit verschiedenen Ährenfarben, vereinzelt auch behaarte Formen aufwiesen.

Der Zuchtbetrieb in Svalöf galt bis in die letzten Jahre als Beispiel einer Züchtung durch systematische Trennung von morphologisch scharf geschiedenen Formen und unter Berücksichtigung spontaner Variationen. Während in den ersten Jahren, von 1886 ab, in Svalöf bei Getreide Veredlungszüchtung mit Massenauslese stattfand und v. Neergard sich um dieselbe durch Einführung von Hilfsmitteln zur sicheren Bestimmung und Vergleichung der Eigenschaften große Verdienste erwarb, wurde von 1892 ab, durch Hjalmar Nilsson eingeführt, bei Getreide und Hülsenfruchtern Züchtung durch Formentrennung, später auch solche durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften, beides mit Individualauslese, ausgeführt. Nach Neergards Abgang faßte man, wie Nilsson sich ausdrückt, die Frage der Veredlung „rein botanisch" auf[3]). Man beachtete also vorhandene morphologische Abweichungen, trennte zuerst Typen unter Berücksichtigung feiner morphologischer Unterschiede, den Varietäten und Sorten der hier angeführten Teilung entsprechend, und wählte weiterhin abweichende einzelne Individuen aus, isolierte sie und baute ihre Nachkommenschaften rein weiter, dieselben auf den Kulturwert prüfend.

Später ging man in Svalöf davon ab, die erste Auslese nur nach botanischen Merkmalen vorzunehmen[4]), und man setzte auch die Auslese fort[5]), während die bis dahin erschienenen Veröffentlichungen die nur einmalige Auslese nach botanischen Merkmalen betonten[6]). Heute spielt Veredlungszüchtung mit Linienauslese bei einmaliger Auslese und mit geschlechtlicher Linienmischung neben Bastardierung die Hauptrolle[7]).

Ein Beispiel für Formenkreistrennung bei einem Fremdbefruchter ist die von v. Rümker durchgeführte Züchtung eines gelb- und eines grünkörnigen Roggens aus Petkuser, die mit Veredlungszüchtung verbunden war[8]).

---

[1]) v. Rümker: Getreidez., S. 67.

[2]) Fruwirth: Sorten, Saatfruchtbau und Pflanzenzüchtung in Württemberg. Hohenheim 1907.

[3]) N. H. Nilsson: „Svalöf", Malmö 1898, S. 10. — Mündl. Mitteil. in Svalöf — Übersetzung aus Nilsson: „Ofversigt", Malmö 1898. — Elofson: Pflanzenzüchtungsarbeiten des schwedischen Saatzuchtvereins „Svalöf". Zürich 1905, S. 11. — de Vries: Arch. f. Rassen u. Gesellschaftsbiol. 1906, S. 353. — Ulander: Journ. f. Landw. 1906, S. 123.

[4]) Journ. f. Landw. 1908. Referat, Nilsson-Ehle.

[5]) Holtmeier: Landw. Jahrb. 1908, S. 311.

[6]) Literatur Note 3.

[7]) Fruwirth: Monatshefte f. Landw. 1913, Heft 7.

[8]) Mitt. d. landw. Inst. d. Univ. Breslau II, Heft V, 1904; Beiträge III, 1915.

2c. Züchtung auf dem Wege der Bastardierung.

Allgemeines.

Begriff.

Werden zwei Individuen, die verschiedenen morphologisch unterscheidbaren Formenkreisen angehören, miteinander geschlechtlich vereint, um aus den Variationen nach einer Bastardierung auslesen zu können, so wird eine Züchtung auf dem Wege der Bastardierung betrieben. Will man von der heute nicht verwendeten Pfropfbastardierung unterscheiden, so kann man den Zusatz geschlechtlich zu Bastardierung machen.

Außer der Erzielung bestimmter Varianten oder solcher von Varianten überhaupt, kann — aber im gewöhnlichen Wirtschaftsbetriebe — Bastardierung auch zu dem Zweck vorgenommen werden, die größere Üppigkeit der F_1-Individuen zu nutzen, die in vielen Fällen beobachtet worden ist. Besondere Beachtung verdienen Versuche mit dieser Verwendung der Bastardierung, die bisher nur bei Mais öfters erfolgte, bei mehrjährigen Gewächsen.

Material für die Bastardierung.

Solches ist immer vorhanden; die Vereinigung des geeigneten Materials schafft die Variationen nach einer Bastardierung, welche das Material für die Auslese bieten.

Planlose und zielbewußte Bastardierung.

Neben der zielbewußten Bastardierung kann man die planlose unterscheiden. Der Unterschied zwischen dem Vorgang, welchen man als planlose Bastardierung bezeichnet, und der zielbewußten Bastardierung ist in der Durchführung kein sehr erheblicher. Das Unterscheidende liegt in der Wahl der Eltern. Diese wird bei der planlosen Bastardierung nicht oder nur oberflächlich vorgenommen; man will nur Variationen überhaupt erzielen. Bei der zielbewußten Bastardierung werden die Eltern — so wie weiter unten ausgeführt — ausgewählt.

Sowohl planlose als zielbewußte Bastardierung können bei Pflanzen, welche der Fremdbefruchtung unterliegen, in einfachster Weise auch durch Nebeneinanderpflanzen von Individuen der zu vereinigenden Formen ausgeführt werden. Bei zielbewußter Bastardierung, dem bei der landwirtschaftlichen Züchtung gewöhnlichen Wege, wählt man diesen Vorgang nahezu

nie. Derselbe ist nur dann auch bei dieser sicher genug, wenn die beiden zu vereinigenden Formen die Vereinigung leicht eingehen und eine unerwünschte geschlechtliche Beeinflussung durch eine andere Form ausgeschlossen ist oder die F_1-Individuen leicht als solche zu erkennen sind.

Einfache, kombinierte und wiederholte Bastardierung.

Einfache Bastardierung besteht in der einmaligen Vereinigung zweier Eltern und der Verfolgung ihrer Nachkommen. Kombinierte und wiederholte beruht auf Vornahme mehrerer Bastardierungsakte. Während kombinierte Bastardierungen: Vereinigungen von F_1-Individuen mit den elterlichen oder anderen Formen, aus wissenschaftlichem Interesse mehrfach durchgeführt wurden, haben dieselben im Züchtungsbetriebe, mit Ausnahme einiger Fälle bei Bestehorn, Garton und Burbank, keine Anwendung gefunden. Wiederholte Bastardierung wurde systematisch von Garton [composite crossing [1])] ausgeführt. Das von Nilsson-Ehle bei Weizen angewendete Verfahren entspricht, wenn die Formen nicht morphologisch verschieden sind, wiederholter Fremdbestäubung bei Veredlungszüchtung.

Der Vorgang bei systematischer wiederholter Bastardierung ist jedenfalls ein solcher, der lange Zeit erfordert. Gegenüber gewöhnlicher kombinierter Bastardierung bietet er den Vorteil, daß die Spaltungsverhältnisse leichter zu überblicken sind.

Von der systematischen Durchführung wiederholter Bastardierung abgesehen, kommt diese mitunter unbewußt vor, wenn als Elternpflanzen fixierte Formen verwendet werden, welche je seinerzeit aus einer Bastardierung hervorgingen. Die Verwendung solcher kürzt natürlich auch die Durchführung weiterer wiederholter Bastardierungen ab, da die erste Bastardierung und die Fixierung ihrer Produkte wegfällt.

Durchführung des Bastardierungsaktes.

Wahl der Eltern.

Die Wahl der Eltern kann derart erfolgen — und dieses ist, wie erwähnt, der häufigere Fall —, daß man zwei Formen auswählt, welche je eine wünschenswerte äußere, qualitative,

---

[1]) Die Bezeichnung composite crossing wird von Garton sowohl für den oben skizzierten, von ihm bei Hülsenfruchtern angewendeten Vorgang als auch für gewöhnliche kombinierte Bastardierung verwendet. Transactions, 1894, S. 143.

morphologische Eigenschaft oder einige solche voll vererben, und erwartet, in einem oder dem anderen der Bastardierungsprodukte diese Eigenschaften — nebeneinander oder als Mittelbildung — vereint zu finden. Solche Formen sind dann in Beziehung auf diese Eigenschaften reine Linien, in Beziehung auf andere — so besonders quantitativ variable — oft unrein.

Rot mit rosablühender Erbse (Anlagen siehe Tafel I) kann verschiedenes geben, da die rotblühende Erbse $R_1\ R_1\ R_2\ R_2$ rein, aber auch, wenn ihre Reinheit bei Selbstbefruchtung nicht geprüft worden ist, unrein: $R_1\ r_1\ R_2\ R_2$ oder $R_1\ R_1\ R_2\ r_2$ oder $R_1\ r_1\ R_2\ r_2$ sein kann. Man erhält dann in F_1 in den beiden ersten Fällen Rot, in den beiden letzten Rot und Rosa. Die Prüfung bei Selbstbefruchtung läßt eben nicht immer einen sicheren Schluß auf die Art der Veranlagung zu. Siehe weißblühende Erbsen Tafel III.

Man kann die Elternwahl aber auch ausführen, um neben den Variationen morphologischer Eigenschaften, so wie bei Fremdbefruchtung bei morphologisch einheitlichen Formen, Abstufungen quantitativ variabler Leistungseigenschaften zu erzielen.

Erziehung der Eltern.

Die einzelnen Individuen jener Formen, welche als Eltern ausgewählt wurden, können auf freiem Felde, in einem Zuchtgarten oder auf einem Zuchtbeete oder endlich in Töpfen herangezogen werden.

Das erste Verfahren empfiehlt sich für jene Individuen, welche als weibliche Pflanzen zu dienen haben, nicht, da die Bastardierungen zu wenig gesichert sind, auch die Vornahme der Bastardierung im Bestande schwieriger ist. Auf einem abgegrenzten Stück Land (Zuchtgarten oder Zuchtbeet) sind die Pflanzen besser zugänglich und gegen Beschädigung geschützt. Es wird dies bereits ein zweckmäßigeres Verfahren sein. Die bequemste Handhabung bei der Vornahme der Bastardierungen bietet die Anzucht der Pflanzen, die als ♀ dienen sollen, in Töpfen[1]), und es kann mit derselben auch erreicht werden, daß zur Zeit der Befruchtung anderer Pollen derselben Art nicht vorhanden ist. Es ist dazu nur notwendig, die ganze oder doch einen Teil der Entwicklung der Pflanzen im Zimmer, Kalthaus oder kalten Kasten vor sich gehen zu lassen. Nicht zu übersehen ist dabei die oft gestörte Entwicklung in geschlossenen Räumen, so daß als das geeignetste Verfahren bezeichnet werden kann, Anzucht der ♀ Pflanzen in Töpfen

[1]) Rimpau: Landw. Jahrb. 1882, S. 886.

oder Kästen, die im Freiland versenkt werden und nach Bedarf auf Tische gestellt, auch für kurze Zeit in geschlossene Räume gebracht werden können. Die Pflanzen, die als ♂ dienen sollen, werden im freien Lande oder im Zuchtgarten, und zwar, um ausreichende Pollenmengen zur Verfügung zu haben, in großer Zahl herangezogen.

Vorbereitung der Eltern.

Vor der Vornahme der Bastardierung ist es in vielen Fällen notwendig, die zu Mutterpflanzen bestimmten Pflanzen vorzubereiten. Diese Vorbereitung besteht in der Entfernung einer Anzahl Blüten in jenen Fällen, wo dieselben zu dicht beieinander stehen. Man wird bei wenig- und sehr großblütigen Pflanzen, wie bei Mohn, allenfalls auch noch bei Lein, ganz gut die sämtlichen Blüten einer Pflanze zur Bastardierung heranziehen können; man wird dies aber nur schwer bei Tabak, Lupinen, Wicken usw. und kaum bei den Getreidearten tun können, Bei Pflanzen, welche meist an einer Stelle die Blüten — auch bei normaler Bestäubung — nicht zur Frucht ausbilden, wird man es natürlich vermeiden, Blüten solcher Stellen zur Bastardierung zu benutzen. So beispielsweise in Getreideähren die Blüten der untersten und obersten Ährchen und die höher stehenden Blüten in einzelnen, mehrblütigen Ährchen oder bei Lupinen die höher oben an der Hauptachse oder die an den Seitenachsen stehenden Blüten, bei Ackerbohne die an den Trauben höher stehenden Blüten usw. Müssen bei vielblütigen Blütenständen Blüten entfernt werden, so erscheint es zweckmäßig, neben den Blüten, welche zur Vornahme der Bastardierung herangezogen werden, auch noch einige weitere, verteilt über die Blütenachse, stehen zu lassen. Die Säftebewegung ist dann weniger einschneidend gestört. Auch einzelne Blüten bedürfen oft vor der Kastration der Vorbereitung oder lassen zum mindesten nach einer solchen eine bequemere Durchführung der Kastration und Pollenübertragung zu. Immer trachtet man, die Kastration mit tunlichster Schonung der übrigen Blütenteile auszuführen, und ist es bei größerer Geschicklichkeit oft möglich, Teile stehen zu lassen, die andernfalls beseitigt werden müssen, um die Kastration ausführen zu können

Schutz gegen fremden Pollen.

Bei Pflanzen, welche nur gelegentlich Fremdbestäubung eintreten lassen, ist der Schutz keine so wichtige Maßregel;

bei solchen, die nur Selbstbestäubung eintreten lassen, ist er überflüssig. Dagegen ist er bei Fremdbefruchtern sehr wichtig und zur Hauptblühzeit der betreffenden Art nur sehr schwer sicher durchzuführen. Jedenfalls ist der Schutz bei Windbestäubern bei den Blüten, die befruchtet werden sollen, einige Tage vor der Vornahme der betreffenden Bastardierung aufzubringen, damit der Pollen, der mit eingeschlossen wurde, bis zur Vornahme der Bastardierung wirkungslos geworden ist. Bei ausgesprochenen Windbefruchtern ist die Gefahr des Eindringens von fremdem Pollen auch beim Öffnen der Schutzvorrichtung zum Zweck der Kastration oder des Waschens oder der künstlichen Bestäubung selbst gegeben. Bei Arten, welche Pollenübertragung durch anfliegende Insekten zeigen, ist bei Blüten, die befruchtet werden sollen, keine Gefahr vorhanden, daß schon Pollen übertragen worden ist, da ältere Blüten ja nicht herangezogen werden.

Schutz gegen Fremdbestäubung kann durch mancherlei Vorrichtungen gegeben werden. Bei Pflanzen, welche Pollenübertragung durch den Wind aufweisen, verwendet man Eprouvetten, Glas- oder Zelluloidzylinder, Glasballons, Kästchen mit Glas- und Tuchwänden, Blechzylinder, die oben mit einer Glasscheibe gedeckt werden, und Pergamin- oder Leinwandtüten. Blechzylinder werden bei kleinen Pflanzen verwendet, über die ganze Pflanze gestülpt und unten mit den Rändern in den Boden gedrückt (Lazenby)[1]). Die übrigen Vorrichtungen werden nur über den Blütenstand gestülpt, Eprouvetten auch nur über einzelne Blüten. Solche Vorrichtungen, unter welchen die Pergamintüten (Abb. 52) die billigsten und einfachsten sind, werden mit Draht umwickelt und der Draht an einem Holzstabe befestigt, der neben der Pflanze in den Boden gesteckt wird. Entsprechend dem weiteren Wachsen der Pflanzen muß der Stock mit der Vorrichtung, oder diese allein, vorsichtig gehoben werden. An Stelle des Drahtes verwendet Giltay (der statt Eprouvetten Kästchen benutzt, welche den ganzen Blütenstand einschließen) eine Vorrichtung zur Befestigung, die eine bequeme Verstellung ermöglicht. Die Vorrichtung läßt sich an dem Stabe auf und nieder schieben und durch eine Schraube in beliebiger Lage fixieren. Am vorderen Teile der Vorrichtung ist ein Teil federnd angebracht, und zwischen diesem und dem festen Kör-

[1]) Americ. Pomol. Soc., 1885.

per der Vorrichtung wird die betreffende Schutzvorrichtung eingeklemmt[1]) (Abb. 50). East festigt die Vorrichtung in einfachster Weise mit einem Gummiband an dem Stock. Besondere Vorrichtungen zum bequemen Verschieben der Zylinder werden auch von v. Tschermak (Abb. 51) sowie von Freudl und Pammer verwendet. Tüten werden auch oft bei starkstenglichen Pflanzen direkt an dem Stengel befestigt.

Bei Eprouvetten wird die Öffnung um den Stengel herum gut mit Watte verschlossen. Die starke Taubildung ist recht lästig und für viele Blüten verderblich. Einen leichten Schutz gewährt Beschattung der Vorrichtung. Glaszylinder werden oben und unten mit einem Kork verschlossen; der untere Kork ist halbiert und jede Hälfte in der Mitte soweit aufgeschnitten, daß die Achse der Pflanze Platz findet. Der obere Kork kann

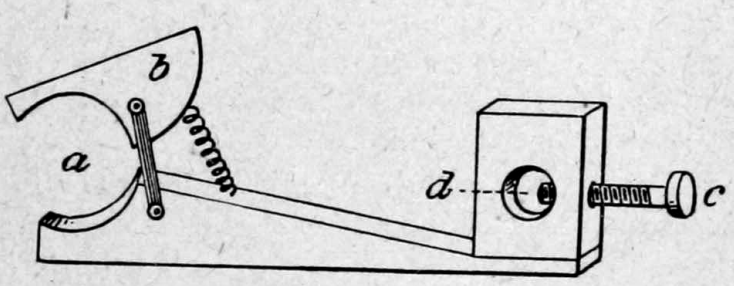


Abb. 50. Vorrichtung zum Befestigen von Schutzvorrichtungen bei Bastardierung.
a Stelle der Schutzvorrichtung; *b* beweglicher Teil; *c* Schraube; *d* Öffnung, durch welche der tragende Stab gesteckt wird.

noch einer an der Spitze ausgezogenen Glasröhre Platz gewähren, welche die Luftzirkulation befördert. v. Rümker erzielt die Ventilation dadurch, daß er oben in eine nach unten gekrümmte Spitze ausblasen läßt[1]). Um die Achse der Pflanze wird Baumwolle gelegt, und es werden dann die Hälften des Korkes eingepaßt. Gegen die auch bei Glaszylindern noch lästige Beeinflussung durch das Kondensationswasser (Benässung des Pollens, Faulen von Teilen) empfiehlt Westermeier die Einbringung von in Schwefelsäure getunkten Bimssteinstückchen in die Isoliergläser; v. Tschermak läßt durch eine besondere Vorrichtung an die eine Hälfte des Zylinders ein Dochtgewebe andrücken (Abb. 51). Zelluloidzylinder werden oben und unten in gleicher Weise verschlossen wie Glaszylinder. Kondensationswasser tritt bei ihnen weniger stark auf. Glasballons (Glasbirnen)

[1]) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., 1893, Tafel XIII.
[2]) Z. f. Pflanzenzücht. I, 1913, Heft 3.

werden mit unten weiter Öffnung gewählt, diese so wie bei den Zylindern verschlossen. Oben wird der Ballon (die Birne) oft in eine dünne Spitze ausgezogen, in welche Asbestwolle eingeschmolzen wird, um Luftzirkulation zu gestatten [Graf Berg v. Liebenberg][1]). Blechzylinder mit Glasdecke lassen sich ihrer Schwere halber nur gut so verwenden, daß sie auf dem Boden aufruhen, und lassen nur oben Licht zur Pflanze. Die Erwärmung der Wand ist eine starke, und Taubildung findet reichlich statt, wenn auch dieselbe hier weniger schadet. Bei Pergament- oder Pergamin- sowie Leinwandbeuteln wird um den Stengel Watte gelegt, das untere, offene Ende des Säckchens um die Watte zusammengedrückt und dann ein Faden herumgewickelt, so daß die Watte fest zusammengedrückt, der Stengel aber noch nicht verletzt wird. Ist der Stengel schwach, so wird das obere Ende des Beutels mit Draht umwunden und dieser an einem Stabe befestigt oder eine Vorrichtung, ähnlich der Giltayschen Klammer, benutzt.

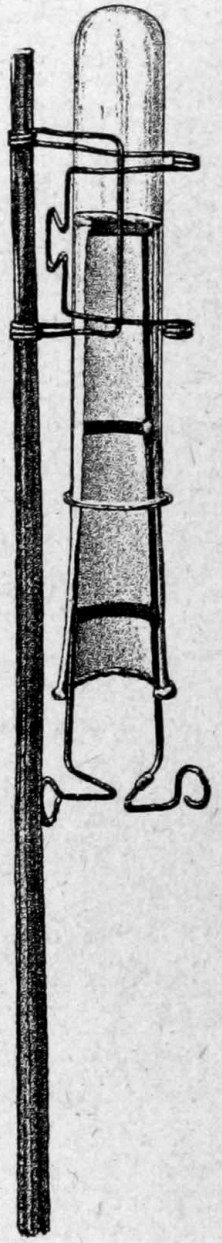


Abb. 51. Glaszylinder zum Schutz bei Bastardierungen (v. Tschermak). J. Tümmler, Wien IX, Schwarzspanierstr. Die Drahtvorrichtung, welche den Zylinder an den Stab befestigt, ist zusammendrückbar, so daß der Zylinder an dem Stab auf- und abwärts geschoben werden kann. Auch die Vorrichtung, welche den Docht an die Wand des Zylinders preßt und im Bilde als teilweise herausgezogen dargestellt ist, läßt sich zusammendrücken.

Bei Pflanzen, bei welchen der Pollen durch Insekten übertragen wird, kann jede der eben besprochenen Vorrichtungen auch benutzt werden. Da sie alle aber nur spärliche Luftbewegung zulassen und ein poröses Material genügt, um

[1]) Journ. f. Landw., 1881, S. 142

Insekten abzuhalten, verwendet man mit Vorliebe Beutel aus porösem Gewebe oder Behälter mit derartigen Wänden[1]).

Die Beutel werden aus Tüll hergestellt, über den Blütenstand gestülpt und so befestigt, wie dies oben bei den Pergaminbeuteln erwähnt worden ist. Bequem ist die Benutzung von Beuteln mit unten eingezogenem Faden. Sollen ganze Pflanzen überdeckt werden, so können an Stelle langer Beutel auch Rahmengestelle benutzt werden, deren Seiten mit Tüll überzogen werden. Bei Beuteln und solchen Gestellen ist zu beachten, daß die gewöhnlichen Blütenbesucher, die anfliegen, auch bei geringerer Feinmaschigkeit abgehalten werden, manche kleine, kriechende Insekten, welche auch Pollen übertragen können, dagegen nicht. Nach meinen Beobachtungen an Hülsenfruchtern ist, wenigsten in unbehandelten ganzen Blütenständen, die Rolle solcher durchaus nicht zu unterschätzen und es verdient wohl, erwogen zu werden, ob man nicht versuchen soll, derartige Insekten, wenigstens bei Vornahme von wissenschaftlichen Bastardierungsversuchen, von den Elternpflanzen abzuhalten. Man könnte dabei an Vorrichtungen denken, die ähnlich wie Klebgürtel bei Obstbäumen wirken. Sind die Pflanzen in Töpfen gezogen, so läßt sich ein Schutz gegen diese Insekten leichter geben. Vor dem Anbau Desinfektion der Erde mit Schwefelkohlenstoff und später Isolierung der Töpfe durch Wasseruntersätze erreicht ihn vollständig.

Ich verwende bei Windbefruchtung einfache Pergamintüten (Abb. 52) oder Doppeltüten aus Pergamin[2]), wie solche auch Ulrich bei seinen Bastardierungsversuchen benutzt hat[3]). Bei kürzerer Dauer des Verweilens der Schutzhülle genügen einfache, geklebte Tüten; bei längerer Dauer ist die Verwendung

---

[1]) Millardet hält Musselin auch bei Windbestäubung für genügend schützend. Mémoires d. l. soc. Bordeaux, 1894, S. 348. Nach v. Vilmorin (Yearb. of the Dep. of agr., 1897, S. 404) genügte „Flannel" bei Mais zur Abhaltung von Pollen. Wenn damit jener dichte Stoff gemeint ist, welcher in Deutschland als „Flanell" bezeichnet wird, so ist dies wohl zu erwarten. Bei Tüll und Gaze erscheint es fraglich, bei dem engmaschigen Gewebe Musselin praktisch wohl möglich. Theoretisch wären die Maschen bei allen drei Geweben weit genug, um Pollenkörnern Durchgang zu gewähren. Die Gefahr des Durchtrittes ist eine geringere, wenn das Gewebe nur Decke eines Isolierraumes ist, als wenn es auch die Seitenwände bildet. Im ersteren Falle genügt für Zwecke der Praxis selbst weitmaschiger Zwillich, wie er bei v. Vilmorin jetzt derart verwendet wird.

[2]) Max Klute, Tütenfabrik, Düsseldorf.

[3]) Die Bestäubung des Roggens, Halle a. S., 1902, John.

von Doppeltüten sicherer. Es wird dabei eine geklebte Tüte in eine gleich große genähte gesteckt, um den Halm oder Stengel und am unteren Rand zwischen die Tütenwände Watte

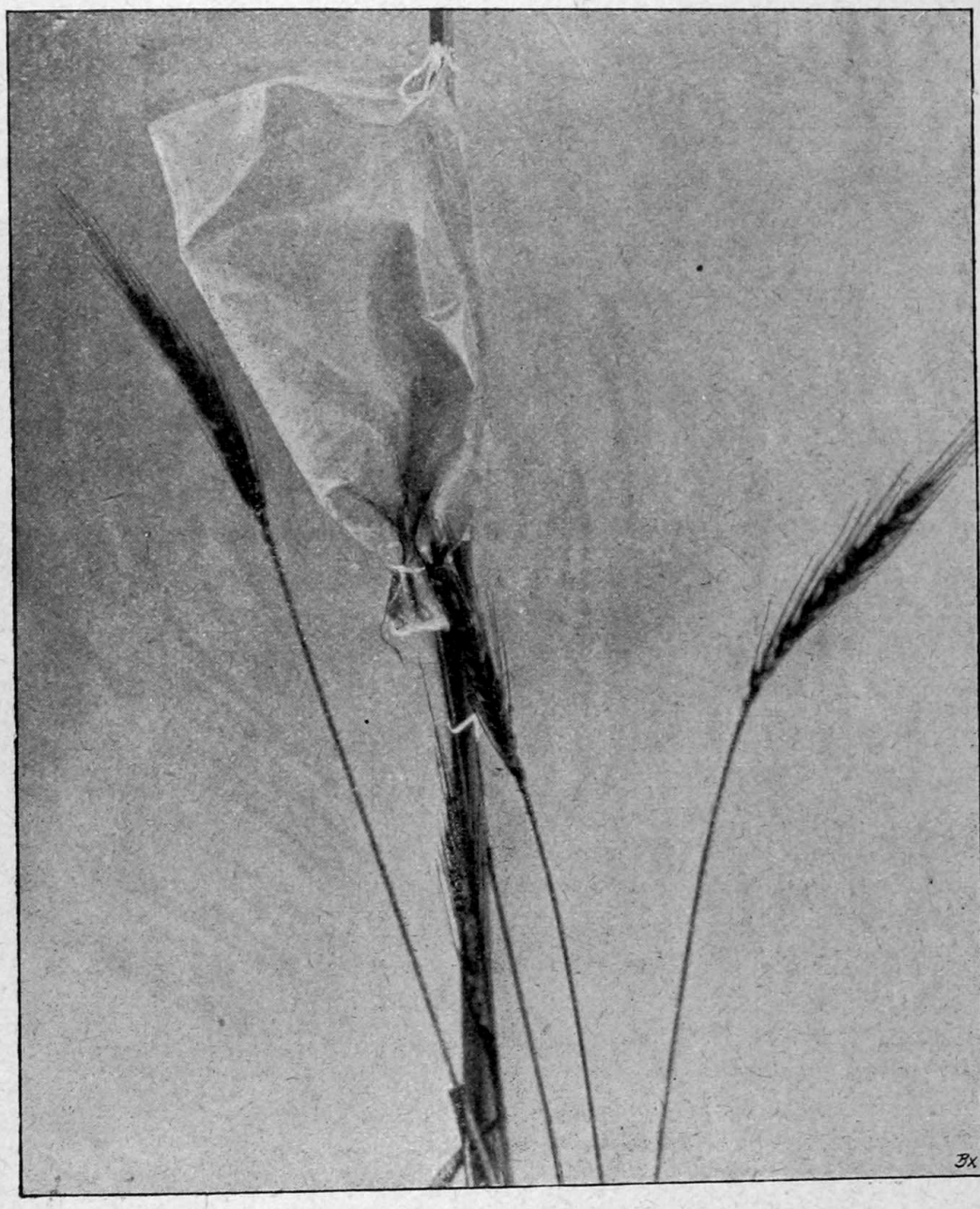


Abb. 52. Pergamintüte als Schutz gegen ungewollte Pollenübertragung durch Wind.

gelegt, dann mittelst eines Fadens das obere Ende der Tüte an einem nebenbefindlichen Stock befestigt und gleichzeitig ihr unteres Ende zusammengezogen. Die geklebte Tüte soll den

Pollen abhalten, die genähte die geklebte gegen Regenwirkung schützen, die sich nur bei längerem Verweilen der Tüte im

Abb. 53. Tüllbeutel als Schutz gegen ungewollte Pollenübertragung durch Insekten.

Freien merkbar macht. Bei starkstenglichen Pflanzen kann, wie oben erwähnt, der Stock wegbleiben. Ganze Pflanzen werden durch Kästchen mit Pergaminwänden geschützt. Bei

Insektenbefruchtung benutze ich bei einzelnen Blütenständen Beutel aus Tüll (Gaze), die so wie die Pergamintüten befestigt werden (Abb. 53), bei ganzen Pflanzen oder mehreren solchen Kästchen, die aus einem Lattengestell bestehen, das mit Tüll (Gaze) überzogen wird. Die Abbildung (Abb. 85) zeigt die einfache Ausführung. Die breitere Latte unten ist zweckmäßig, um die Erde anziehen zu können, ohne den Tüll zu beschmutzen.

Jede der Schutzvorrichtungen wird entfernt, sowie der Fruchtknoten der zuletzt behandelten Blüte anzuwachsen beginnt. Eine Schädigung der Samenbidung durch Licht- und Luftabschluß findet bei allen Einschlußmitteln statt, je weniger solche für Licht durchlässig sind, desto mehr; vollständig undurchlässige können die Samenbildung ganz verhindern[1]).

Verhinderung der Selbstbefruchtung in den Blüten des weiblichen Elters.

Bei allen Pflanzen, bei welchen Selbstbestäubung möglich ist, wird eine solche bei den Blüten, welche als weibliche dienen sollen, verhindert. Dieses kann durch Kastration oder Waschen erfolgen.

Kastration.

Wenn die Blüten der ausgewählten Mutterpflanze so weit entwickelt sind, daß die Reife des Pollens zu erwarten ist, wird zur Entfernung der Staubblätter oder doch ihrer Beutel geschritten. Die Pollenreife tritt bei den einzelnen Arten bekanntlich zu verschiedenen Zeiten ein, bei sehr vielen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bereits vor dem Öffnen der Knospe oder knapp zur Zeit derselben.

Die Kenntnis der betreffenden Blüteneinrichtung ist notwendig. Bei solchen Blüten, welche die Narbe später, als der Pollen austritt, empfangsfähig werden lassen, kann die Kastration bei eben sich öffnender Blüte vorgenommen werden. Sonst wird man immer am sichersten gehen, wenn man, sobald die Größe der Blüte die Behandlung derselben einigermaßen gut zuläßt, die Kastration vornimmt. Untersuchung der Beutel bei stärkerer Vergrößerung — Lupe — zeigt, ob etwa doch schon

[1]) Fruwirth: Z. f. Pflanzenzücht. V, 1917, S. 391.

der eine oder der andere geplatzt ist, in welchem Falle die betreffende Blüte nicht zu verwenden sein wird [1]).

Nachdem bei größerer Feuchtigkeit die Beutel später platzen, hat man, für bestimmte Zwecke, auch die Blüten oder Pflanzen zur betreffenden Zeit der Wirkung von Feuchtigkeit ausgesetzt (v. Tschermak: Wassertropfen in Blüte — Glocke über Pflanzen) und dadurch erreicht, daß die Beutel länger geschlossen bleiben und noch entfernt werden können, wenn die Blüte bereits mehr herangewachsen ist.

Waschen.

Bei Korbblütlern, Gräsern, Kleearten, bei welchen Kastration wegen der Zartheit der Teile sehr schwer durchzuführen ist, hat Oliver zuerst mit Erfolg Abwaschen des Blütenstaubes versucht. Dieses wird zur Zeit der ersten Auslassung des Pollens mittels einer einfachen Vorrichtung vorgenommen, wie sie die Zahnärzte zum Einblasen von Luft anwenden (Gummiball mit Metallrohr, das in eine Spitze ausläuft [2]).

Nach Versuchen mit Weizen und Gräsern fand ich es schwer, das Verfahren sicher durchzuführen. Einige der gewaschenen Blüten setzten trotz Einschluß an. Als Unterstützung bei Kastration habe ich es bei Hülsenfruchtern mit kleinen Blüten angewendet.

In einzelnen seltenen Fällen, in welchen durch Versuche für die betreffende Art nachgewiesen ist, daß Blüten, die eingeschlossen sind, auch bei belassenen Staubblättern keinen Ansatz geben, wird man für praktische Zwecke Schutzmaßregeln gegen eigene Pollen unterlassen können und wird dies in solchen Fällen dann tun, wenn dieselben besondere Schwierigkeiten bieten (z. B. Sonnenblume). Bei Pflanzen, welche nur eingeschlechtliche Blüten besitzen, fällt eine Verhinderung der Selbstbestäubung natürlich weg, und es bedarf nur der künstlichen Bestäubung und des rechtzeitigen Schutzes gegen Fremdbestäubung.

---

[1]) Die Darstellung der Züchtung einzelner landwirtschaftlicher Pflanzen (Bd. II—V dieses Handbuches) hat diesen Verhältnissen besondere Beachtung zu schenken. Daselbst auch die für die einzelnen Pflanzen verschiedenartigen bei der Bastardierung notwendigen Vorbereitungen der Blütenstände und der Blüten sowie die Besonderheiten bei Kastration und Schutz.

[2]) Oliver: U. S. Dep. of Agr., Plant. Ind., Bull. 167, 1910.

Bestäubung.

Nach der Kastration werden die Blüten gleich oder nach einiger Zeit mit dem Pollen der als Vater bestimmten Pflanze bestäubt. Der Zeitpunkt wird auch wieder von dem Verlauf der Blütenentwicklung bei der betreffenden Art abhängen[1]). Werden die Narben gleichzeitig mit den Staubbeuteln geschlechtsreif, so kann bald nach der Kastration oder unmittelbar nach dem Waschen Pollen aufgebracht werden, da die Reife der Narben nur mehr kurze Zeit auf sich warten läßt; ist die Reife der Geschlechter eine ungleiche, und reift das weibliche Geschlecht früher, so wird dasselbe Verfahren beobachtet, da die Narben in diesem Falle noch bälder nach der Kastration bereits geschlechtsreif sein können. Wenn endlich die Reife der Geschlechter in der Weise erfolgt, daß die männlichen Geschlechtsprodukte vor den weiblichen reifen, so kann mit dem Aufbringen des Pollens nach der Kastration oder dem Waschen noch etwas zugewartet werden. Das sicherste Verfahren, das in den meisten Fällen anwendbar ist, wird sein, zur Zeit der Kastration gleich entwickelte Blüten zu bezeichnen und Pollen zur Zeit des Aufblühens dieser sowie einige Zeit später noch ein- bis zweimal aufzubringen.

Der richtigste Zeitpunkt für das Aufbringen von Blütenstaub ist die eingetretene Empfangsfähigkeit, die bei den Narben mancher Pflanzen durch Klebrigkeit oder Glanz ihrer Oberfläche (Kartoffel), bei anderen durch Veränderung der Stellung der Narbenflächen (Runkelrübe, Kümmel) zu erkennen, in anderen Fällen (Hülsenfruchtern) nicht sicher festzustellen ist. Sehr vorzeitiges Aufbringen von Blütenstaub ist bei manchen Pflanzen nicht nur ohne Wirkung auf die Samenbildung, sondern kann selbst, wenn ein Eindringen der Pollenschläuche erfolgt, zum Abstoßen der Blüten führen.

Bei den Untersuchungen Hartleys erwiesen sich Baumwolle, Tabak und Stechapfel (letzterer stark geschädigt, aber ohne die Blüten fallen zu lassen) als gegen vorzeitige Bestäubung besonders empfindlich, dagegen nicht Tomate und Orange, die aber auch bei vorzeitiger Bestäubung weniger Früchte bildeten[2]). Viele Pflanzen sind gegen vorzeitige natürliche Bestäubung geschützt, manche, und zwar viele, proterogyne dadurch, daß die Blüten erst sich öffnen, wenn die Narben empfangsfähig sind, andere dadurch, daß die Stellung der unreifen Narben eine Bestäubung ausschließt.

---

[1]) Spezielle Ausführungen in den Bänden II—V.
[2]) Literatur und weitere Versuche siehe Bd. III d. Handb. bei Tabak.

Haftet trockener Pollen schlecht auf der Narbe, so kann diese vor dem Aufbringen desselben leicht mit einer Flüssigkeit betupft werden, welche aus destilliertem Wasser mit 1% Agar und 30% Zucker besteht. In dieser Flüssigkeit erfolgt das Austreiben fast aller Pollenarten besonders gut [1]).

Sammlung und Aufbringung des Pollens.

Die Sammlung des zur Bastardbestäubung nötigen Pollens geschieht am besten in der Weise, daß man aus reifen Blüten Pollen auf eine schwarze oder glänzende Unterlage bringt. Es ist zweckmäßig, bei fremdbefruchtenden Pflanzen bei den Pflanzen, von welchen der Pollen genommen werden soll, auch einige Tage vor der Pollensammlung Schutzmittel gegen Fremdbestäubung anzubringen, da es andernfalls durchaus nicht ausgeschlossen ist, daß man auch fremden, auf natürlichem Wege übertragenen Pollen bei der Pollensammlung gewinnt. Bei Windblühern genügt es, um den Pollen zu gewinnen, die Blüten oder die Blütenstände zu schütteln. Bei Insektenblühern ist es mitunter notwendig, die Bewegung, welche die Insekten ausführen, nachzuahmen oder doch den mehr haftenden Pollen von den Beuteln abzustreifen.

Rimpau stellte bei Getreide Blütenstände in ein Wasserglas und ließ sie über schwarzes Papier überhängen, auf welches er den Pollen ausfallen ließ, und ebenso stellte Wichura bei seinen Weidenbastardierungen Zweige der männlichen Pflanze ins Wasser. Schutz durch Glasglocken gegen Hinwehen fremden Pollens ist nötig.

Die Keimfähigkeit des gesammelten Pollens bleibt bei einigen Arten längere Zeit erhalten. Gärtner fand bei verschiedenen Arten 1—9 Tage Lebensdauer, vermutete bei anderen auch längere [2]). Wichura stellt für Weiden fest, daß 8 Tage alter Pollen gut, 16 Tage alter teilweise keimte [3]). v. Tschermak fand bei Erbsenbastardierung 7—10 Tage alten [4]), bei Roggenbastardierung 3 Wochen alten [5]), Booth bei Wein 3 Wochen alten [6]), Jost bei Gräsern nur 1—2 Tage alten, Gernert bei Mais nur 24 Stunden [7]), andere mehrere Tage alten, noch keimend, und ich konnte bei Papaver somniferum mit 8 und mit 10 Tage alten Pollen eine (beschränkte) Samen-

---

[1]) Pfundt: Jahrb. f. wiss. Bot., 1909, S. 1.

[2]) Die Befruchtung der vollkommenen Gewächse, Stuttgart 1844, S. 144.

[3]) Wichura: Die Bastardierung im Pflanzenreiche. Breslau 1865, S. 5.

[4]) Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österr., 1900, Heft V.

[5]) Wiener ill. Gart.-Z., 1903, Heft IV.

[6]) New York S. Agr. Exp. Stat. Bull. 224, 1902.

[7]) Am. Br. Ass. VIII, 1912.

bildung erzielen. Umfangreiche Untersuchungen liegen von Rittinghaus [1]), Molisch [2]), Pfund [3]) (12 Stunden [Roggen] bis 260 Tage, je nach Art) vor. Notwendig wird eine solche Verwendung älteren Pollens sein, wenn bei einer der zu bastardierenden Pflanzen das Blühen oder doch die Narbenreife später eintritt als bei der anderen. Da Feuchtigkeit die Erhaltung der Keimfähigkeit stark drückt, geschieht mehrtägige Aufbewahrung an trockenem Ort, am besten in Eprouvetten, die in ein luftdicht verschlossenes Gefäß gegeben werden, dessen Boden eine 3 cm hohe Schicht Chlorkalzium bedeckt [4]). Noch längere — 4—6wöchentliche — Aufbewahrung war, bei Citrus-Pollen, nach Trocknung der Beutel im Vakuum über schwefliger Säure, in versiegelten Gläsern erfolgreich [5]).

Der gesammelte Pollen wird bei Ausführung der Bestäubung meist mit einem feinen Pinsel aufgenommen und die Narbe mit demselben betupft oder aber der Pinsel über derselben erschüttert, so daß der Pollen ausfällt (Rimpau, Vilmorin Arnold). v. Tschermak verwendet bei Insektenblühern Stahlschreibfedern zur Übertragung. Selbstredend ist bei Ausführung verschiedener Bastardierungen darauf zu sehen, daß nicht durch verschiedene Verwendung von Pinsel oder Feder fremder, nicht gewollter Blütenstaub übertragen wird. Bei reichlich vorhandenem Material kann man auch das Sammeln von Pollen unterlassen und Blüten oder Blütenstände der als männliche dienenden Individuen bei Windbestäubern über der Narbe schütteln, bei Insektenbestäubern erstere über der Narbe bewegen, wenn diese in der Fallinie des Pollens sich befindet. Immer ist es von Vorteil, reiche Mengen von Blütenstaub aufzubringen, in welchen volle Körner überwiegen, welche die für die betreffende Art kennzeichnende Form besitzen. Neben derartiger mikroskopischer Beurteilung des Wertes des Pollens kann auch durch eine Keimprüfung auf Agar-Agar, die Keimungsenergie desselben beurteilt werden [6]).

Jede bestäubte Blüte wird gut bezeichnet und über die Daten genaue Aufschreibung geführt. Ist Gelegenheit zu einer Beschädigung der Früchte vorhanden, so ist Schutz zu bieten, der je nach der Art der hauptsächlich zu befürchtenden Schädigung durch Überstreifen engmaschiger Netze über die ganze

---

[1]) Verhandl. d. naturw. Vereins der Rheinlande, 1886, S. 123.

[2]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 1893.

[3]) Jahrb. f. wiss. Bot., 1909, S. 1.

[4]) Simon: Mitt. d. pflanzenphysiol. Versuchsanstalt Dresden. 1909. — Römer: Z. f. Pflanzenzücht. II, 1914, fand weiter, das kühlere Temperatur der Erhaltung günstiger ist.

[5]) Kellermann: Science 1915, S. 375.

[6]) Obermayer: Z. f. Pflanzenzücht., 1916, S. 368.

Pflanze (bei Beschädigung durch Vögel) oder Einschließen der Früchte in Pergaminbeutel (bei Beschädigung durch Insekten) gegeben werden kann.

Die Durchführung der Auslese.

Ziel der Auslese.

a) Korrelationen.

Sie können bei Bastardierung in zwei Fällen zur Berücksichtigung kommen: bei Wahl der Eltern und bei Auslese nach Bastardierung.

Bei Elternwahl. Wenn für bestimmte qualitative Eigenschaften korrelativer Zusammenhang bei einer Bastardierung, Verkoppelung als erbliche Korrelation festgestellt worden ist, so ist anzunehmen, daß bei Bastardierungen, welche diese Eigenschaften bei dieser Form mit anderen zusammenbringen, die ersterwähnten auch wieder beisammen bleiben. Dagegen ist ein Schluß auf das Zusammenbleiben nach Bastardierung nicht sicher, wenn er nur auf Vorhandensein von qualitativen Korrelationen oder Fehlen solcher aufbaut, die als statistische Korrelationen durch Vergleich verschiedener Sorten festgestellt worden sind.

Bei Fisole Phaseolus vulgaris ist grüne Hülse mit grünem Blatt bei vielen Sorten und gelbe Hülse mit grünem Blatt bei vielen anderen anzutreffen. Emerson fand eine Form mit gelber Hülse und gelbem Blatt. Nach dem Verhalten der bis dahin bekannten Sorten war Fehlen von Korrelation zu vermuten und eine Bastardierung hätte, als dihybride, vier Kombinationen geben sollen. Tatsächlich gab sie aber nur zwei, es war also in dem einen Fall doch Korrelation, grüne Blätter, grüne Hülse; gelbe Blätter, gelbe Hülse, vorhanden [1]). Nilsson-Ehle fand bei Bastardierung bei Hafer immer Korrelation von gelber Spelzenfarbe und schwacher Begrannung; es gibt aber auch stark begrannte, gelbspelzige Formen (jaune géante a grappes) [2]).

Bei Auslese. Korrelationen, auch wenn es nur formale sind, können die Auslese oft dadurch erleichtern, daß man dieselbe schon in der ersten Jugendentwicklung der Pflanze vornehmen kann.

So kann man beispielsweise, wenn, wie bei Mohn, grüne Farbe der Keimpflanzen mit weißer Samenfarbe, violette mit grauer Samenfarbe vereint ist, die Auswahl schon bei den Keimpflanzen vornehmen und da-

[1]) 24. Ann. Rep. Nebraska Agr. Exp. St. 1911.
[2]) Z. f. induktive Abstamm. XII, S. 36.

durch mit dichter Saat — bei gleichem Platzbedarf — die Auswahl auf viel mehr Individuen ausdehnen. Ähnlich wird die blaue Farbe der Blüten bei schmalblättrigen Lupinen schon an den violett angehauchten Keimblättern, die rote Färbung der Blüten bei Erbsen bereits an den gefärbten Blattachseln junger Pflanzen erkannt, dunkle Farbe der Blüten und Samen bei Fisole (letzte Beobachtung nach v. Tschermak) durch violette Flecken auf den Keimlappen und so fort.

Bei jenen Pflanzen, welche Embryo- und Endospermxenien bilden, werden diese zu einer weiteren Erleichterung und Beschleunigung der Fixierung durch Auslese herangezogen werden können. Solche Xenien ermöglichen es, für Eigenschaften, die sich bei Embryo oder Endosperm zeigen, die Auswahl unter den Individuen der nächsten Generation schon in der Samenernte der vorangegangenen vorzunehmen, da ja, wie ausgeführt, Embryo und Endosperm bereits der nächsten Generation angehören und beide einheitlichen Einfluß zeigen.

b) Auslesemomente.

Nach der hier gegebenen Umschreibung von Bastardierung ist diese die geschlechtliche Vereinigung von zwei morphologisch verschiedenen Formenkreisen. Es ist aber nicht notwendig, daß Züchtung durch Bastardierung nur qualitative, morphologische Eigenschaften bei der Auslese ins Auge faßt. Sie beachtet oft auch quantitative. Alle jene Eigenschaften, welche bei Veredlungszüchtung beachtet werden können, können auch nach vorangegangener Bastardierung Ausleseeigenschaften sein. Für wichtige quantitative Eigenschaften ist Spaltung nach Bastardierung schon nachgewiesen worden, und bei solchen — wohl häufigen — spaltenden Eigenschaften findet die Auslese reichlich Verschiedenheiten.

Vermehrung oder Pfropfung nach Bastardierung.

Wenn eine solche nach der Bastardierung angewendet wird, so bleiben die in der ersten Generation auftauchenden Variationen — von den sehr seltenen vegetativen Spaltungen abgesehen — ohne jede Auslese, als solche erhalten, auch dann, wenn bei Fortpflanzung Spaltung eintreten würde.

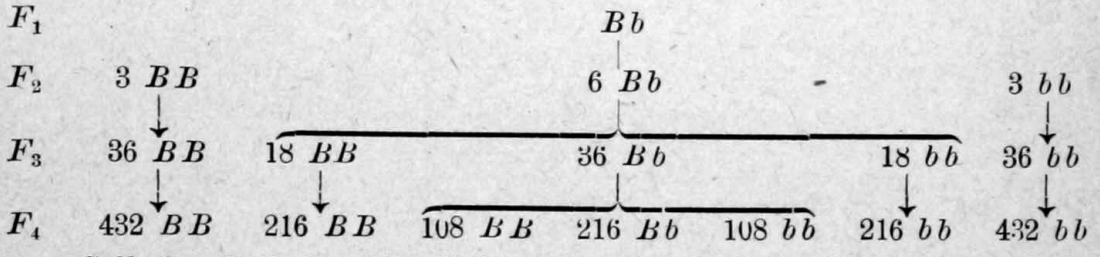
I. Auslese nach qualitativen Eigenschaften.

Weiterbau und spätere Auslese.

Weiterbau der Nachkommenschaften der F_1-Pflanzen in F_2, F_3 usw. Es ist möglich, die Auslese erst nach einigen Jahren vorzunehmen. Bei Selbstbefruchtung werden während des Weiterbaues alle Arten der Vereinigung erhalten

bleiben, die Spaltungen werden weitergehen, aber die Zahl der noch spaltenden Individuen wird von Generation zu Generation eine verhältnismäßig geringere werden. Dadurch wird die Auslesearbeit verringert, was besonders bei Vereinigung einer größeren Zahl von Eigenschaften, bei der dann komplizierteren Spaltung, wertvoll ist.

Gibt jedes Individuum z. B. 12 Nachkommen, so ist für ein Eigenschaftspaar der Mendelschen Erklärung B, b oder ein Anlagenpaar bei Erklärung nach der Faktorentheorie Bb, je bei Annahme von Dominanz die Verteilung in den einzelnen Generationen die folgende:



Soll der Fall der Mittelbildung an Stelle jenes der Dominanz betrachtet werden, so braucht man nur $\widehat{Bb}$ statt Bb zu setzen.

Spaltende Individuen sind in beiden Fällen in F_2 bis F_5 insgesamt vorhanden: 50, 25, 12,5 6,25%.

Neben dieser starken verhältnismäßigen Verringerung der spaltenden Individuen kann bei diesem Verfahren unter extremen Standortsverhältnissen auch durch natürliche Auslese eine Beseitigung oder ein Zurückdrängen einzelner Verbindungsformen erfolgen. Die Wahrscheinlichkeit, bei Auslese voll vererbende Individuen zu treffen, wird durch beide Verhältnisse bei Selbstbefruchtung, im Gegensatz zu Fremdbefruchtung, größer. Eine Anwendung hat das Verfahren wohl zuerst durch Emerson bei Fisolenzüchtung gefunden[1]). Selbständig ist es dann von Nilsson-Ehle in Svalöf bei Weizen in Anwendung gebracht worden[2]). Es kann bei Selbstbefruchtern auch zur Erhaltung der Bastardierungsfolgen in dem Falle dienen, als man eben keine Zeit zur sofortigen Aufarbeitung hat. Von Züchtung durch Formenkreistrennung unterscheidet es sich nur dadurch, daß die Formen durch künstliche Bastardierung geschaffen wurden.

Im Falle allseitiger geschlechtlicher Zusammentritte bei Fremdbefruchtung wird sich das Gemisch von Vereinigungsarten bei derartigem Weiterbau, wenn keinerlei Be-

[1]) 15. Ann. Rep. Nebraska Agr. Exp. St.
[2]) Sveriges, 1908, S. 169.

einflußung erfolgt, in seiner prozentischen Zusammensetzung so erhalten, wie es in F_2 vorhanden war.

Waren bei dem Eigenschaftspaar nach Mendel oder dem Anlagenpaar nach der Faktorentheorie, je B, b, in F_2:

4 BB 4 Bb 4 bB 4 bb

Individuen vorhanden, so sind die je vier Individuen einer Gruppe je gleich veranlagt. Je ein Individuum jeder Veranlagungsgruppe würde in F_3 wenn jede Pflanze, die als ♀ und ♂ wirken kann, 16 Nachkommen liefert, geben:

	Pflanze	1	2	3	4
Pflanze	♂↓ ♀→	B, B	B, b	b, B	b, b
1	B, B	4 BB	2 BB 2 Bb	2 BB 2 Bb	4 Bb
2	B, b	2 BB 2 Bb	1 BB 2 Bb 1 bb	1 BB 2 Bb 1 bb	2 Bb 2 bb
3	b, B	2 BB 2 Bb	1 BB 2 Bb 1 bb	1 BB 2 Bb 1 bb	2 Bb 2 bb
4	b, b	4 Bb	2 Bb 2 bb	2 Bb 2 bb	4 bb

Demnach, da jede Veranlagungsgruppe in F_2 4 Individuen zählt, 64 BB, 128 Bb, 64 bb, somit auch 25 : 50 : 25 %, wie in F_2. Die Prozentzahl spaltender Individuen bleibt weiter die gleiche wie in F_2, also 50.

Voraussetzung für ein derartiges Verhalten ist, daß natürliche Auslese nicht die eine oder die andere Vereinigung verdrängt. Diese Voraussetzung wird besonders dann selten zutreffen, wenn sich die einzelnen Vereinigungen stärker biologisch voneinander unterscheiden und die Standortsverhältnisse extremer sind.

Bei Fremdbefruchtung und geschlechtlichem Zusammentritt von nur Geschwistern, also nur der zusammen eingeschlossenen Nachkommenschaften je einer Pflanze, ist die Zahl der spaltenden Pflanzen in F_2 und F_3 auch eben so groß wie jene der nichtspaltenden, dann nimmt sie aber ständig ab [1]).

[1]) Pearl: The Americ. Naturalist, 1914, S. 57. Weitere solche Berechnungen bei Heukels: Recueil des travaux bot. Néerlandaises. XII, 1915, S. 278; Jennings: Genetics I, S. 53; Baas Becking, Genetica 1919, S. 443.

Sofortige Auslese.

Bei Selbstbefruchtern ist die Auslese einfacher durchzuführen. Jede Nachkommenschaft, welche die in Betracht gezogenen Eigenschaften der Mutterpflanze von F_2 auf F_3 und von F_3 auf F_4 voll vererbt, vererbt dieselben auch weiter voll.

Die Kenntnis des gesetzmäßigen Verhaltens der Eigenschaften erleichtert die Auslese. Ganz besonders ist dies der Fall, wenn das Verhalten der in Frage kommenden Eigenschaften bei der betreffenden Art schon festgestellt worden ist, und man sieht, daß die vorliegende Bastardiernng diesem Verhalten entspricht.

Am einfachsten ist die Auslese, wenn solche Eigenschaften herausgegriffen werden, die:

1. nach der Mendelschen Betrachtungsweise von Eigenschaftspaaren und der Geltung des Pisumschemas rezessiv sind, nach der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen auf Fehlen einer Anlage beruhen. Individuen von F_2, welche solche Eigenschaften zeigen, vererben diese, wie ja im ersten Teil ausgeführt und an Beispielen (Tafel I, II, III, VII) gezeigt worden ist, voll weiter.

Die Eigenschaften, welche bei der Mendelschen Betrachtungsweise von Eigenschaftenpaaren und Vorhandensein von Dominanz dominieren, nach der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen auf Vorhandensein einer Anlage beruhen, werden, wie aus den Ausführungen im ersten Teil hervorgeht, nur von einem Teil der Individuen vererbt. Es erübrigt bei diesen nur, wahllos einige F_2-Individuen herauszugreifen, und erst die getrennt gehaltenen Nachkommenschaften in F_3 können Aufschluß geben.

Als weiteres Beispiel für die Durchführung der Auslese bei Selbstbefruchtung und bei einer dihybriden Bastardierung sei ein solches einer hochwachsenden (H) rotblühenden (R) mit einer niederwachsenden (N) weißblühenden (W) Erbse nach Mendelscher Erklärung, also mit Beachtung der äußeren Eigenschaften, gegeben (Rot über Weiß, Hoch über Nieder dominierend). Das Kombinationsschema wird auf bekannte Art durch Verschiebung der Streifen mit den Geschlechtszellen RH, RN, HW, WN gebildet und zeigt die folgenden Kombinationen:

$\frac{RH}{RH}$ 2	$\frac{RN}{RH}$ 6	$\frac{HW}{RH}$ 7	$\frac{WN}{RH}$ 1
$\frac{RH}{RN}$ 6	$\frac{RN}{RN}$ 3	$\frac{HW}{RN}$ 1	$\frac{WN}{RN}$ 9
$\frac{RH}{HW}$ 7	$\frac{RN}{HW}$ 1	$\frac{HW}{HW}$ 4	$\frac{WN}{HW}$ 8
$\frac{RH}{WN}$ 1	$\frac{RN}{WN}$ 9	$\frac{HW}{WN}$ 8	$\frac{WN}{WN}$ 5

Von diesen Kombinationen sind die mit 1—9 bezeichneten innerlich voneinander verschieden, die Kombinationen 2, 6, 7, 1 (rot, hoch) äußerlich verschieden von 3, 9 (rot, nieder) und 4, 8 (hoch, weiß) und 5 (weiß, nieder). Das Bild Tafel VII zeigt nun das Verhalten der Bastardierung und die Wirkungen der in F_2 vorgenommenen Auslesen in Form von Beeten.

Will man z. B. eine Erbse, die nieder ist und rot blüht, erhalten, so wählt man in F_2 niedere Pflanzen, die rot blühen, und erhält so das Beet 3 und zwei Beete 9, die, da nieder rezessiv ist, für diese Eigenschaft voll vererben. Da rot dominierend ist, kann die Auslese in F_2 für Rot kein sicheres Ergebnis bringen, tatsächlich spalten die zwei Beete 9 noch, und nur das Beet 3 ist konstant. — Will man eine Erbse, die hoch ist und weiß blüht, so ist die Auslese für weiß sicher, da weiß rezessiv ist: Beet 4 und zwei Beete 8. Von diesen zeigen in F_3 die zwei Beete 8 wieder Spaltung, da hoch als dominierend in F_2 nicht sicher auszuwählen war; dagegen ist die Vererbung auf Beet 4 eine volle. — Wählt man in F_2 die am seltensten vorhandene Erscheinung (5), so erhält man konstante Nachkommenschaft, wählt man die am zweithäufigsten vorhandene (4, 8, 3 und 9), so erhält man je zwei konstante und vier einfach spaltende Nachkommenschaften, wählt man die am häufigsten vorhandene (1, 7, 6, 2), so ergeben sich, neben einer konstanten Nachkommenschaft, vier einfach spaltende und vier nach allen Richtungnn hin spaltende. — Die in F_3 einheitlich aussehenden Beete vererben in F_4 voll (2, 3, 4, 5), die in F_3 annähernd einheitlich aussehenden Beete (6, 7, 8, 9) spalten in F_4 noch nach 1 : 3, die in F_3 am wenigsten einheitlich aussehenden Beete 1 spalten in F_4 noch nach 9 : 3 : 3 : 1.

2. nach Mendelscher Betrachtungsweise und F_2-Spaltung nach 1 : 2 : 1 (Zea-Schema) den für ein Eigenschaftenpaar rein vererbenden Individuen entsprechen. Diese Individuen sind in F_2 von den weiterspaltenden schon äußerlich zu erkennen. Nach der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen entsprechen sie jenen Individuen, welche von beiden Eltern Vorhandensein oder von beiden Eltern Fehlen der Anlage übertragen erhalten, wobei nach dieser Hypothese Vererbung von einem Elter die Zwischenbildung ergibt.

Beispiele. Weizen, Grannen und Fehlen (Tafel IV); Andalusierhühner.

Auslese der weiter spaltenden Individuen führt bei diesem Spaltungsfall nicht zum Ziel, da diese eben immer nur einen Teil der Nachkommenschaft mit der Mittelbildung geben. Bei langlebigen Pflanzen oder Tieren kann man allerdings an die Erzeugung solcher zum Gebrauche denken.

Bei den selteneren abweichenden Spaltungsschemas, in welchen auch ein Teil der nach Mendelscher Betrachtungsweise rezessiven und dominierenden Individuen spaltet oder ein Teil der Mittelbildungen konstant bleibt, kann die Auslese in gleicher Weise vorgenommen werden, ist bei ersteren aber weniger sicher, da eben auch ein Teil der sonst voll vererbenden Individuen spaltet.

Schwieriger sind jene Fälle, in welchen gegenseitige Beziehungen der Eigenschaften untereinander zutage treten oder eine erkennbare Eigenschaft von mehreren Anlagen bedingt ist. Das Studium der Vererbungsschemas (siehe Neuheiten bei Bastardierung) läßt auch hier eine Auslese unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten vornehmen. Bei mehreren Anlagen für eine erkennbare Eigenschaft ist jene Neuheit, die, nach der Hypothese vom Vorhandensein und Fehlen, auf dem Fehlen aller Anlagen beruht, nur bei sehr großer Individuenzahl zu finden. Bei n-Paaren, je aus Vorhandensein und Fehlen, ist ein solches Neuheitsindividuum erst unter $4^n - 1$ anderen zu finden.

Kennt man das Verhalten der in Frage kommenden Eigenschaften bei der betreffenden Pflanze nicht aus anderen Versuchen, so sind zwei Wege möglich. Bei wissenschaftlichen Versuchen wird der erste derselben eingeschlagen. Derselbe besteht darin, daß man zuerst durch getrennten Anbau der Nachkommenschaften je einer Pflanze des Vorjahres bis zur dritten Generation das erkennbare Verhalten der Eigenschaft ermittelt. Dann kann an die Festlegung des Spaltungsverhältnisses gegangen werden, und schließlich kann man versuchen, die erkennbaren Eigenschaften auf die Anlagen nach der Faktorentheorie zurückzuführen.

Die Berechnung der Individuenzahl bei den Spaltungsverhältnissen erfolgt je immer auf die Zahl der möglichen Verbindungen der Geschlechtszellen, also auf 4, 16, 64, 256 (siehe Verhalten qualitativer Eigenschaften in F_2 und F_3 nach Selbstbefruchtung). Die gefundene Individuenzahl jeder Gruppe wird mit dem Quotienten: betreffende Zahl möglicher Verbindungen, geteilt durch die Gesamtzahl aller beobachteten Individuen, multipliziert und man erhält so die gesetzmäßig zu erwartenden Verhältniszahlen. Die gefundenen Zahlen können nun von den so berechneten etwas abweichen. Die Zulässigkeit der Abweichung wird durch Vergleich derselben mit dem mittleren Fehler (siehe diesen) festgestellt. Für die häufi-

geren Spaltungsverhältnisse und die Zahl möglicher Verbindungen (4, 16, 64) hat Johannsen den mittleren Fehler in Bruchteilen dieser Zahl und für verschiedene Zahl Individuen berechnet[1]). Er beträgt beispielsweise für

Verhältnis	Bei Individuenzahl von		
	25	50	100
3 : 1	0,3464	0,2449	0,1732
2 : 2 (für 1 : 2 : 1)	0,4000	0,2828	0,2000
15 : 1	0,7746	0,5477	0,3873
13 : 3	1,2490	0,8832	0,6245
12 : 4	1,3856	0,9798	0,6928
9 : 7	1,5874	1,1225	0,7937
63 : 1	1,5874	1,1225	0,7937

Für die Verhältnisse der Praxis kann man von Festlegung des Spaltungsverhältnisses und Zurückführen auf Anlagen absehen und einfach bei ständigem, getrenntem Bau von Nachkommenschaften einzelner Pflanzen des Vorjahres jene Individuen oder weiterhin Nachkommenschaften herausgreifen, welche die gewünschte Kombination von Eigenschaften zeigen. Dieses Vorgehen ist das unbedingt zweckmäßigste, wenn es irgendwelche Schwierigkeiten macht, in die Spaltungsverhältnisse einzudringen.

Eine gewisse Erleichterung bei der Auslese bietet dabei, daß allgemein

1. jene Neuheiten einzelner erkennbarer Eigenschaften und jene Kombination erkennbarer Eigenschaften, die in F_2 in geringster Zahl vorhanden sind, am ehesten (Anlagenabstoßung ausgenommen) Aussicht bieten, konstante Nachkommenschaft zu geben.

2. jene F_2-Nachkommenschaften, die am wenigsten aufgespalten sind, eher konstant vererbende Individuen enthalten als die vielfach aufgespaltenen.

Bei Fremdbefruchtern lassen sich die Gesetzmäßigkeiten noch weniger direkt nutzen.

Während, wie oben ausgeführt worden ist, bei Fremdbefruchtung und allseitig ungehinderter Befruchtung ohne irgendeine natürliche oder künstliche Auslese das Zahlenverhältnis zwischen den einzelnen Verbindungsfolgen gleich bleibt, ändert

[1]) Elemente, 2. Aufl., S. 512.

ständige Auslese einer bestimmten Verbindungsform dasselbe allmählich deutlich, würde es noch rascher ändern, wenn man nicht nur die äußere Erscheinung, sondern auch die innere Veranlagung am Individium beurteilen könnte. Für monohybride Bastardierung habe ich ein Beispiel für dieses verschiedenartige Verhalten gegeben[1]), für dihybride hat Spillmann ein solches gebracht[2]), das ich mit von mir veränderten Buchstaben wiedergebe.

War bei Mais F_1 mit $GgSs$ veranlagt, wobei G Anlage für gelbes, S für Stärkekorn ist, und zeigt die zweite Generation die Zusammensetzung I, so wird nach 1—4 Jahren ohne Auslese das Verhältnis der einzelnen Verbindungsarten auch so wie in I erscheinen, dagegen bei Auslese nach $GG\ SS$, bei welcher die äußerlich gleich erscheinenden, innerlich verschiedenen Verbindungsformen $GG\ SS$, $GG\ Ss$, $Gg\ SS$ und $Gg\ Ss$ gewählt wurden, so wie in II.

	I	II			
	%	%	%	%	%
$GG\ SS$	6,25	19,8	31,6	41,0	48,2
$GG\ Ss$	12,50	19,8	21,1	20,5	19,3
$GG\ ss$	6,25	4,9	3,5	2,6	1,9
$Gg\ SS$	12,50	19,8	21,1	20,5	19,3
$Gg\ Ss$	25,00	19,8	14,0	10,2	7,7
$Gg\ ss$	12,50	4,9	2,3	1,3	0,8
$gg\ SS$	6,25	4,9	3,5	2,6	1,9
$gg\ Ss$	12,50	4,9	2,3	1,3	0,8
$gg\ ss$	6,25	1,2	0,4	0,2	0,1
Jahr:	0 u. 4.	1.	2.	3.	4.
Generationen:	F_2, und für den Fall I auch F_6	F_3	F_4	F_5	F_6

Bei Fremdbefruchtern gelten die oben bei Auslese bei Selbstbefruchtern erwähnten Grundlagen für die Auslese zwar auch, aber jede Auslese wird, wie das Beispiel zeigt — wenn keine besonderen Hilfsmittel dagegen angewendet werden —, dadurch gestört, daß Individuen und Nachkommenschaften, die schon konstant vererbten, wieder neuerlich mit solchen, die noch spalten, geschlechtlich zusammentreten können.

Soll ungewollte Bestäubung verhindert werden, so kommen für die Ausgangspflanzen — welchen in diesem Fall die F_1-

[1]) Fruwirth: Beiträge III.
[2]) Dep. of Agr. Plant. Ind., Bull. 165, 1909.

Pflanzen entsprechen — die S. 243 und für die Nachkommenschaften die S. 248 angegebenen Wege in Frage.

Auslesemomente.

Bei Auslese nach qualitativen Eigenschaften sind solche eben die Ausleseeigenschaften. Es ist dabei nicht zu übersehen, daß diese als solche noch nicht auch Auslese nach bestimmten quantitativen Eigenschaften ist. Bei der Unabhängigkeit der einzelnen Eigenschaften untereinander ist nur sehr selten eine qualitative mit einer bestimmten quantitativen Eigenschaft verbunden. Es ist eben wegen dieser Unabhängigkeit auch sehr gut möglich, daß eine Nachkommenschaft konstante Vererbung einer qualitativen Eigenschaft zeigt und doch für eine quantitative Eigenschaft oder für mehrere solche noch weiter spaltet.

II. Auslese nach quantitativen Eigenschaften.

Die Auslese nach quantitativen Eigenschaften ist dann zu Veredlungszüchtung zu rechnen, wenn die geschlechtliche Vereinigung, welche die Varianten für dieselbe liefert, als Fremdbefruchtung innerhalb einer morphologisch einheitlichen Form erfolgt. Sie ist Bastardierungszüchtung, wenn diese Vereinigung zwischen morphologisch verschiedenen Formen erfolgt.

Weiterbau und spätere Auslese.

So wie bei qualitativen Eigenschaften ist es auch bei quantitativen möglich, die Auslese erst mehrere Jahre nach der Bastardierung vorzunehmen.

Das Verhalten einer dabei entstandenen Population regelt sich für Selbst- und Fremdbefruchter auch bei quantitativen Eigenschaften nach denselben Gesetzen, die bei qualitativen Eigenschaften gelten und weiter oben erörtert wurden. Die Verfolgung der Gesetzmäßigkeiten ist bei quantitativen Eigenschaften aber natürlich viel weniger einfach wie bei qualitativen.

Sofortige Auslese.

Die Auslese nach Bastardierung, die sofort einsetzt, hat bei qualitativen Eigenschaften mit zwei Besonderheiten zu rechnen, mit der sehr stark ausgeprägten Modifikabilität und mit der meist erheblich geringeren Klarheit der Spaltungsverhältnisse.

Die bei den quantitativen Eigenschaften so starke Modifikabilität bedingt zweierlei:

1. Daß die Feststellung der Vererbung bei Mitteln von Nachkommenschaften statt bei einzelnen Individuen erfolgen muß. Es ist daher, auch bei S, nicht möglich, Spaltungen in F_2 zu erkennen, sondern erst in F_3.

Während bei qualitativen Eigenschaften die Nachkommenschaften der ausgelesenen F_2-Individuen in F_3 schon den Erfolg der Auslese sicher beurteilen lassen, ist eine sichere Beurteilung des Erfolges bei quantitativen Eigenschaften erst in F_4 möglich.

2. Daß jeder Vergleich in ein und demselben Jahr erfolgen muß. Während man bei qualitativen Eigenschaften, so bei roter und weißer Blütenfarbe oder Grannen und Fehlen der Grannen, die Vererbung auch feststellen kann, wenn man die Eltern nicht im selben Jahre vor sich hat, muß man bei qualitativen Eigenschaften die elterlichen oder andere Vergleichsformen im selben Jahr heranziehen, da die Jahreswitterung durch Modifikabilität diese Eigenschaften sehr stark beeinflußt. Vergleich mit den Eltern, die in einem der vorangegangenen Jahre gebaut wurden, kann ein ganz anderes Bild geben. Höhe der Pflanzen, Begrannung bei Hafer, Behaarung bei Hafer usw. kann je bei derselben sicher vererbenden Linie in einem Jahr um 20, 30 und mehr Prozent höher oder niederer als in einer anderen sein. Die elterlichen Formen müssen daher während der Auslese rein weiter erhalten und unter gleichen Verhältnissen wie die Auslesepflanzen gebaut werden.

Ob überhaupt eine Aufspaltung eingetreten ist, läßt sich durch Vergleich des Variabilitätskoeffizienten der F_2 und F_3 mit jenem der F_1 und der P ermitteln, da dieser in diesem Fall in F_2 und F_3 größer sein muß.

Daß die Spaltungsverhältnisse bei quantitativen Eigenschaften weit unklarer als bei qualitativen sind, geht aus den Erörterungen im ersten Teil genügend hervor. Der Fall einfacher Spaltung nach 1:3 ist zwar beobachtet worden, aber selten. Oft finden sich Spaltungen nach dem Maistypus, aber mit Polymerie.

Praktisch von Belang ist, daß man bei solchen Eigenschaften sowohl Mittel- oder besser Zwischenbildungen als auch Über- und Unterschreitungen der bei den Eltern vorhanden gewesenen Ausmaße von Eigenschaften erhalten kann, und daß wenigstens ein Teil der Individuen diese Neuheiten voll vererbt.

In dem Fall der Zwischenbildung in F_1 und der Zwischen-

bildung der weiteren Heterozygoten zeigt sich, wenn jede Anlage gleiche Steigerung des Ausmaßes bewirkt, wie im Tabakbeispiel (S. 182), allgemein das folgende Verhalten:

Unterscheidende Anlagenpaare		Verhältnis, in welchem die verschieden veranlagten Verbindungsarten in F_2 vorhanden sind	Zahl von Verbindungen, die für alle Einheiten weiter konstant bleiben (2^n, wobei n die Zahl d. unterscheidenden Anlagenpaare ist)	Prozentzahl von Verbindungen, die für alle Einheiten weiter konstant bleiben
1	$(a+b)^2$	1 : 2 : 1	2	50 %
2	$(a+b)^4$	1 · 4 : 6 : 4 : 1	4	25 %
3	$(a+b)^6$	1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1	8	12,5 %[1])
4	$(a+b)^8$	1 : 8 : 28 : 56 : 70 : 56 : 28 : 8 : 1	16	6,25 %
n	$(a+b)^{2n}$	—	—	—

1 entspricht jederzeit der dem Elter entsprechenden Form, die übrigen Zahlen geben die verschiedenen Zwischenbildungen und deren Individuenzahl, wenn 4, 16, 64, 256 Individuen insgesamt vorhanden sind.

Liefert jede der Anlagen für die eine Eigenschaft ein anderes Ausmaß als jede andere, so erhöht sich die Zahl der erkennbaren Zwischenformen. Es gibt bei zwei Anlagen 7, (siehe Abb. 55) bei drei schon 27, bei vier dann 81 erkennbare Zwischenformen.

Aus dem obigen Zahlenbild geht hervor, daß mit Zunahme der Anlagenpaare die Prozentzahl der in F_2 auf F_3 für alle Einheiten nicht mehr weiterspaltenden Verbindungen stark abnimmt, eine Tatsache, die für die rasche Erreichung eines Ausleseerfolges sehr ungünstig ist.

Wie die Zahlen, auch jene des Tabakbeispiels (S. 182), weiter zeigen, sind die bei einer erkennbaren Eigenschaft den Eltern gleichen, oder im Ausmaß ähnlichen, Formen in F_2, F_3 usw. in sehr geringer Zahl vorhanden. Je mehr Anlagen, desto geringer ist diese Zahl. Ist die Zahl der vorhandenen Individuen nicht eine sehr große, so kommt es vor, daß man elterngleiche Formen überhaupt nicht erhält. Dieses zeigt auch das in Abb. 54 dargestellte Beispiel.

Einen beiläufigen Einblick in die Verhältnisse gewinnen wir, wenn wir in einem Beispiel eine sichtbare Eigenschaft verfolgen, die wir als von mehreren Anlagen bedingt annehmen, deren jede mit ihrem Fehlen spaltet, und wenn wir annehmen,

[1]) Als Beispiel siehe die Zahlenverhältnisse bei dem Tabakbeispiel (S. 182 u. 183).

daß die einzelnen Abstufungen des Ausmaßes — so wie morphologische Merkmale — erkennbar sind. Die für diesen Einblick gemachte weitere theoretische Annahme geht also dahin, daß die bei quantitativ-variablen Eigenschaften sehr starken Modifikationen nicht vorhanden sind!

Das Beispiel ist nach dem Versuche Nilsson-Ehles konstruiert, die einzelnen genauen Abstufungen sind in dem Ver-

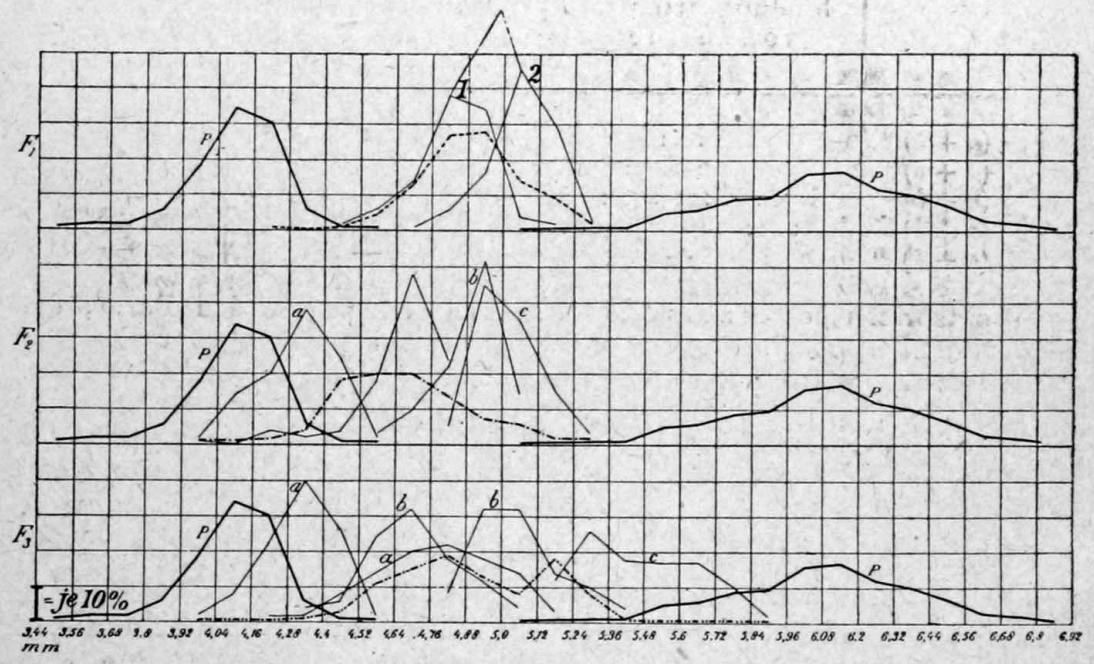


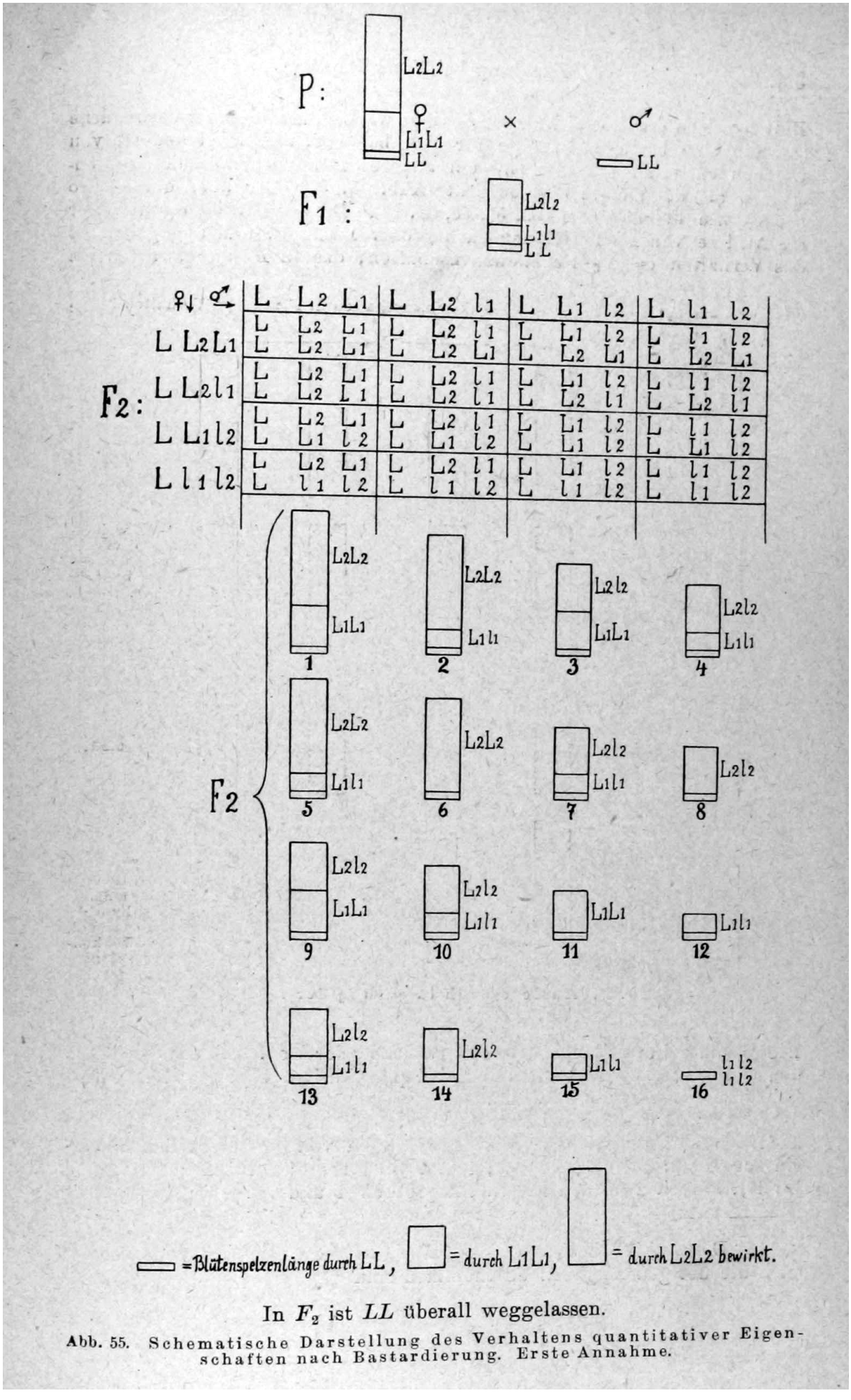
Abb. 54. Verhalten quantitativer Eigenschaften nach einer Bastardierung. Ägyptischer Lein × gewöhnlicher Lein. Samenlänge. Nach Tine Tammes: Recueil des Traveaux botaniques Néerlandais. Vol. VIII, 1911.

Variations- (richtig Variations- und Modifikations-) Kurven, und zwar mit P, P jene der Eltern, links vom ägyptischen, rechts vom gewöhnlichen Lein;
------- in F_1 jene aller F_1-Individuen, — mit 1 und 2 jene von 2 Individuen von F_1;
---------- in F_2 jene von 45 Individuen von F_1; — mit abc in F_2 jene von 3 einzelnen Individuen, alle 3 von einer F_1-Pflanze stammend;
---------- in F_3 jene von 400 Individuen, den Nachkommen von 20 F_2-Pflanzen;
— mit a, b in F_3 jene von Nachkommen von Pflanzen, welche die Kurven a, b in F_2 gegeben haben, und zwar je von den kleinsten und größten Samen der betreffenden Kurve in F_2;
— mit c jene von Nachkommen der größten Samen aus der c-Nachkommenschaft in F_2. Ein Teilstrich der Ordinaten je 10% Individuen.

such nicht nachgewiesen worden, wohl aber ist es die Möglichkeit, konstant vererbende Formen mit zwischen jener der Eltern liegenden Blütenspelzenlänge zu gewinnen und solche mit einer Blütenspelzenlänge, die über oder unter jener der Eltern sich bewegt (Tafel VI).

Das demnach konstruierte Beispiel ist hier schematisch und, um die mögliche Wirkung der Auslese darzutun, unter Verwendung verschiedener Annahmen durchgeführt.

Allgemein ist die Annahme für das Verhalten, daß die Länge der



In F_2 ist LL überall weggelassen.

Abb. 55. Schematische Darstellung des Verhaltens quantitativer Eigenschaften nach Bastardierung. Erste Annahme.

Blütenspelzen durch drei Anlagen bedingt wird, eine allgemein vorhandene (L), die eine bestimmte Länge für sich bewirkt, und zwei andere, von welchen entweder die eine (L_1) ein anderes Längenausmaß der Blütenspelzen als die andere (L_2) bewirkt (Abb. 55, 56) oder aber ein ebenso großes wie die andere (Abb. 57, 58, 59, 60). Dargestellt ist dann weiter die Auslese von F_2-Individuen nach größerer Länge, und angegeben ist das Verhalten der F_3-Nachkommenschaften, das in F_4 zu erwarten ist.

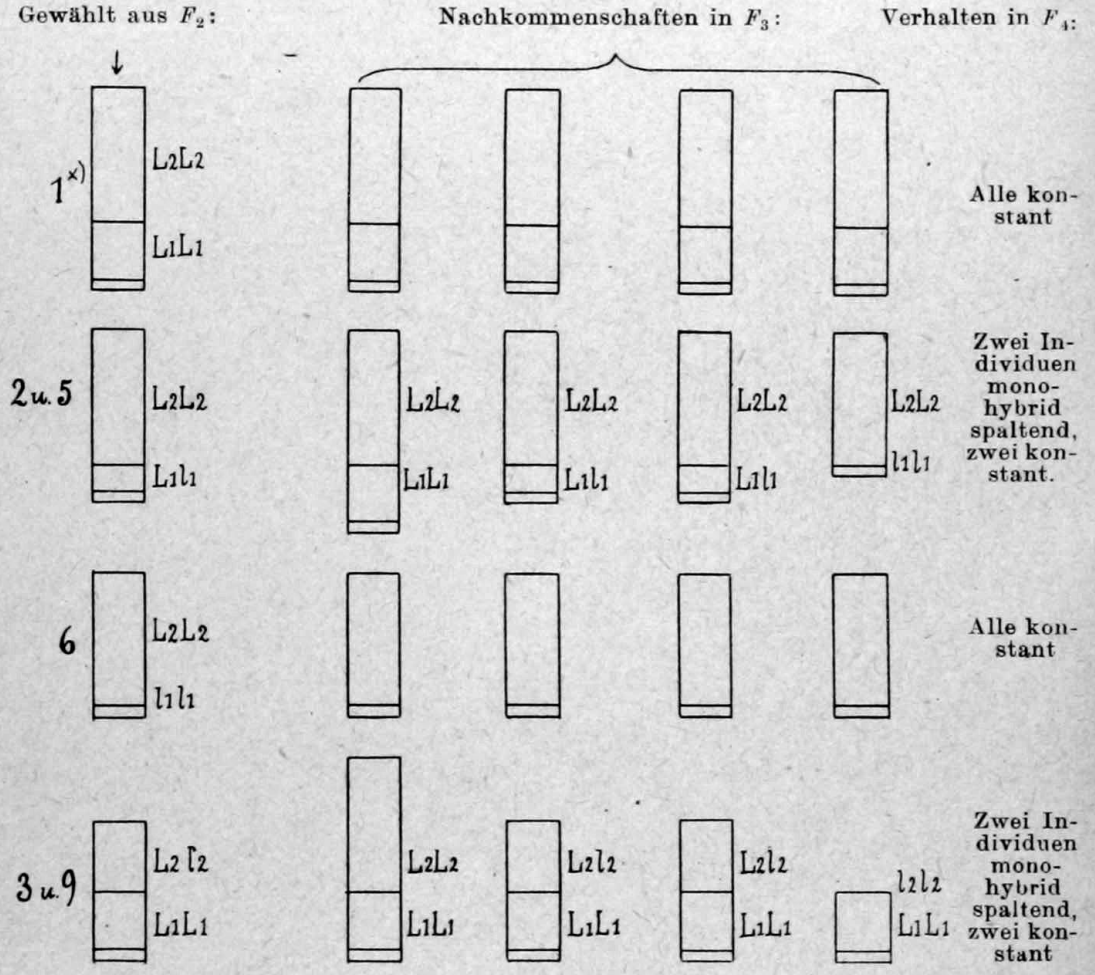


Abb. 56. Auslese nach lang in F_2 der Abb. 55.

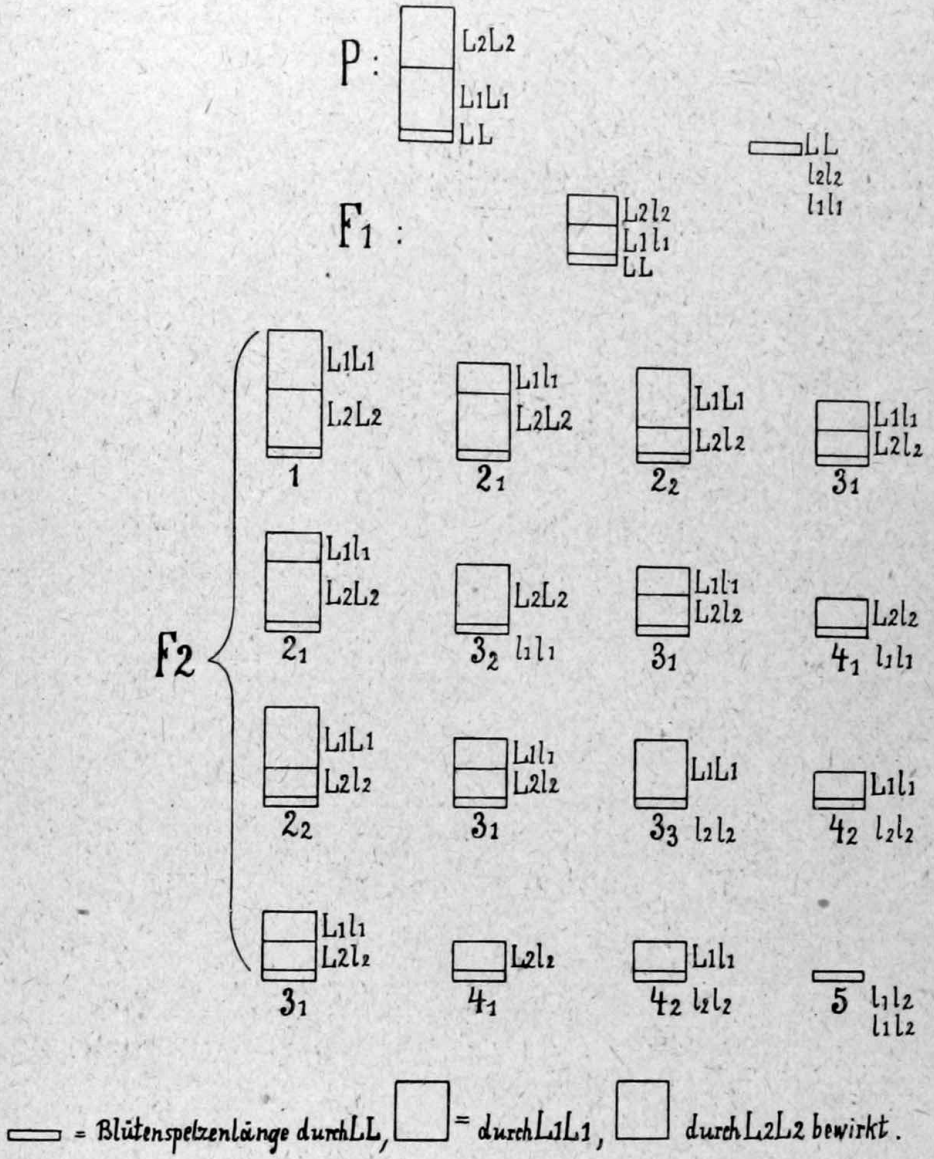
Die gesamte Darstellung ist ohne Beachtung der Modifikabilität gegeben, die, wie wiederholt hervorgehoben, bei quantitativen Eigenschaften natürlich ihre Wirkung stark äußert.

Es ergeben sich bei der ersten Annahme (Abb. 55) in F_2 neun äußerlich und innerlich verschiedene Folgen von geschlechtlichen Vereinigungen (1; 2 und 5; 3 und 9; 4, 7, 10 und 13; 6; 8 und 14; 11; 12 und 15; 16), wovon zwei den Eltern entsprechen (1 und 16).

---

*) Die Zahlen beziehen sich auf F_2 in der Abb. 55, von welcher auch die übrigen Angaben übernommen sind.

Werden nun, bei Auslese nach lang, äußerlich gleich erscheinende Individuen in F_2 gewählt, die längere Spelzen aufweisen, so ergibt sich in F_3 das folgende Bild der Nachkommenschaften, jede Nachkommenschaft, hier wie weiter, zu vier Individuen angenommen (Abb. 56).



In F_2 ist überall LL weggelassen.

Abb. 57. Schematische Darstellung des Verhaltens quantitativer Eigenschaften nach Bastardierung. Zweite Annahme.

Würden die ausgesprochenen Mittelformen in F_2 gewählt (13, 10, 7, 4), so würde sich in F_3 eine so weitgehende Spaltung wie in F_2 ergeben, und auch in F_4 würde Spaltung überwiegen.

Für die zweite Annahme, daß L_1 L_1 dieselbe Zunahme der Spelzenlänge bewirkt wie L_2 L_2, und daß L_1 und L_2 sich bei einem der Elter finden, ergibt sich das Bild (das Kombinationsschema ausgelassen) der Abb. 57.

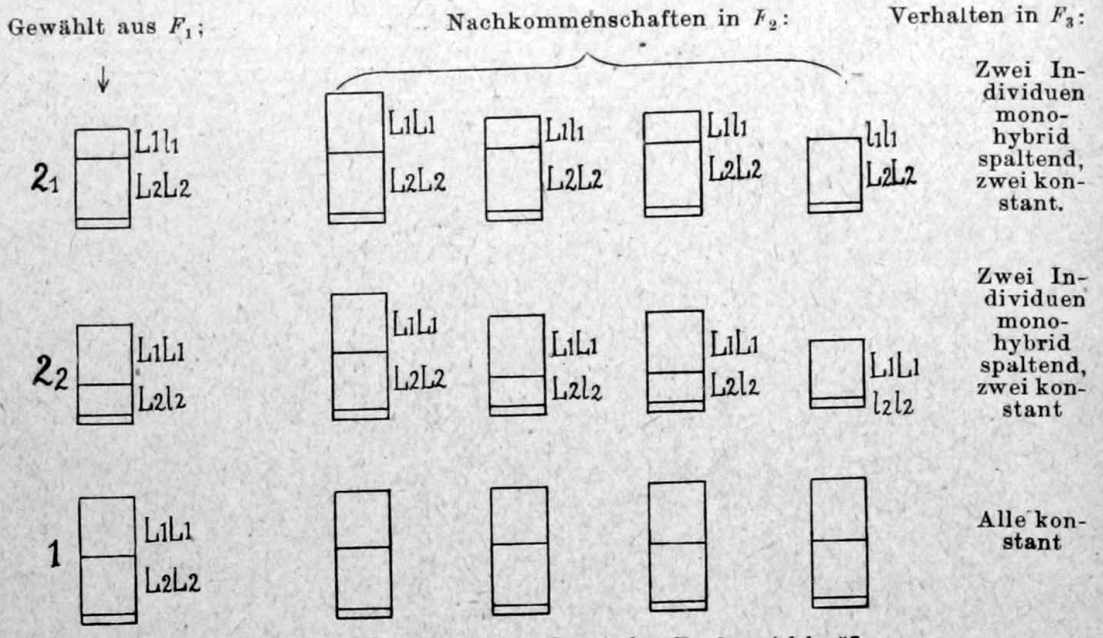
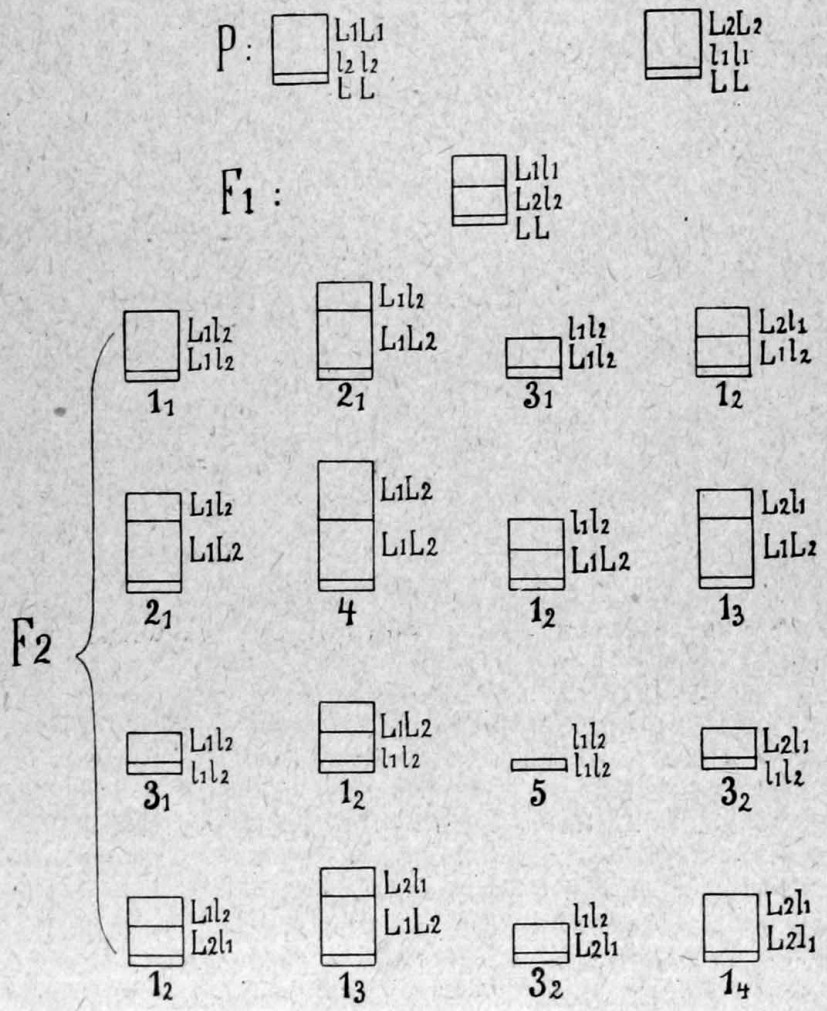


Abb. 58. Auslese nach lang in F_2 der Abb. 57.



Erklärung wie Abb. 57.

Abb. 59. Schematische Darstellung des Verhaltens quantitativer Eigenschaften nach Bastardierung. Dritte Annahme.

Es ergeben sich in F_2 fünf äußerlich voneinander verschiedene Formen (1, alle mit 2, 3 und 4 und Unterbezeichnungen bezeichneten, je untereinander äußerlich gleichen Formen und 5), davon entsprechen zwei (1 und 5) den elterlichen Formen. Von den Zwischenformen sind sieben innerlich verschieden (2_1 von 2_2; 3_1 von 3_2 und 3_3 und 4_1 von 4_2), obwohl sie äußerlich je gleich sind.

Wählt man nun in F_2, bei Auslese nach lang, äußerlich gleich erscheinende Individuen mit längeren Spelzen, so ergeben sich die in Abb. 58 je mit vier Individuen dargestellten Nachkommenschaften.

Würden die ausgesprochenen Mittelformen in F_2 gewählt (3_1, 3_2, 3_3), so würde bei einer derselben, die in vier Individuen vorhanden ist, in F_3 eine so weitgehende Spaltung wie in F_2 erzielt werden (3_1), und F_4 würde weiter überwiegend Spaltung zeigen, bei den beiden anderen (3_2 und 3_3) würde weiter in F_3 und F_4 Konstanz erreicht werden.

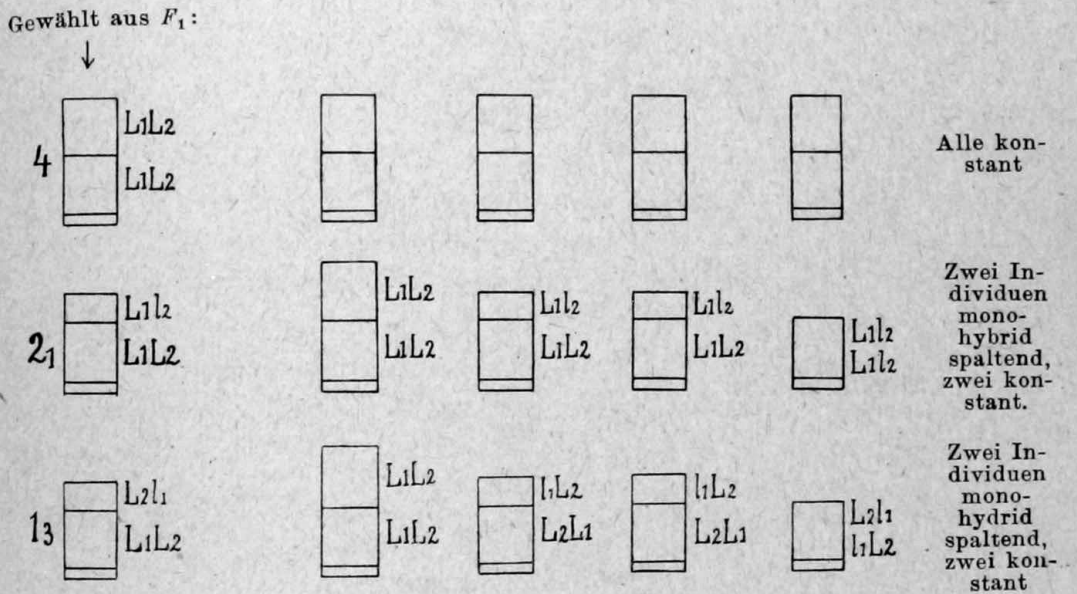


Abb. 60. Auslese nach lang in F_2 der Abb. 59.

Der dritten Annahme entsprechend äußert zwar $L_1\ L_1$ dieselbe Wirkung wie $L_2\ L_2$, es sind aber beiderlei Anlagen auf die beiden Eltern verteilt. Es wird sich so — das Kombinationsschema ist wieder fortgelassen — die Erklärung von Über- und Unterschreitungen des bei den Eltern gefundenen Ausmaßes ergeben (Abb. 59).

Es ergeben sich fünf äußerlich voneinander verschiedene Zusammentrittsfolgen (1_1, 1_2, 1_4; 2_1, 1_3,; 3_1, 3_2; 4; 5), von welchen eine (1_1, 1_2, 1_4) äußerlich den Eltern entspricht. Innerlich verschieden sind neun Zusammentrittsfolgen: 1_1; 1_2; 1_4; 2_1; 1_3; 3_1; 3_2; 4; 5.

Wird nun wieder in F_2 eine Auswahl auf lang vorgenommen, so kommen die Individuen 4 und 2_1, 1_3 zur Auslese (Abb. 60).

Würden die ausgesprochenen Mittelformen in F_2 gewählt (1_1, 1_2, 1_4), so würde sich bei einer derselben, die in vier Individuen vertreten ist (1_2), in F_3 so weitgehende Spaltung wie in F_1 ergeben, und auch in F_4 würde Spaltung überwiegen, zwei andere Mittelformen würden in F_3 und F_4 konstante Nachkommenschaften liefern.

Der Vorgang bei der Auslese wird bei Selbstbefruchtern der folgende sein. Da bei quantitativen Eigenschaften das einzelne Individuum von F_2 seine Beschaffenheit nicht erkennen läßt, ist eine Auslese unter denselben nicht möglich. Es werden von allen Individuen von F_2 oder doch von möglichst vielen die Samen in F_3, getrennt nach Nachkommenschaften, angebaut. Auch in F_3 wird man nicht die Vererbung bei den einzelnen Pflanzen der Nachkommenschaften beurteilen können. Man wird wie bei Veredlungszüchtung vorgehen und jene Nachkommenschaften auswählen, deren Mittel im Sinne der Auslese am höchsten ist. Aus solchen Nachkommenschaften werden möglichst viel Pflanzen gewählt. Liefern diese Pflanzen in F_4 Nachkommenschaften, deren Mittel untereinander annähernd gleiches Ausmaß bei der betreffenden Eigenschaft zeigen, und ist dieses Ausmaß ein in der gewünschten Richtung liegendes, so kann ein Erfolg der Auslese als erreicht betrachtet werden. Dabei muß es noch nicht zur Abscheidung reiner Linien gekommen sein, es ist aber doch jedenfalls eine bessere Population geschaffen worden.

Bei Fremdbefruchtern wird man zweckmäßig alle oder doch möglichst viele Individuen von F_2 zu Ausgangspflanzen von Individualauslesen machen und bei ihnen und bei der weiteren Auslese so wie bei Veredlungszüchtung vorgehen.

Beispiele. Bei Winterfestigkeit ist das Vorhandensein mehrerer Anlagen für diese Eigenschaft nachgewiesen worden. Ertrag hängt zweifellos von mehreren Anlagen ab. Eine Auslese nach Steigerung dieser beiden Eigenschaften wurde beim Winterweizen von Nilsson-Ehle wie folgt durchgeführt:

Alle Pflanzen jeder F_2-Nachkommenschaft wurden in F_3 zur Lieferung einzelner Nachkommenschaften verwendet. Die besten dieser Nachkommenschaften wurden gewählt und ihre Ernte zum Teil pflanzenweise aufgehoben, zum anderen Teil im nächsten (vierten) Jahr zu ertragsvergleichenden Versuchen verwendet (F_4). Der Ertragsvergleich bestimmte nun die Wahl der Pflanzen für die Saat im fünften Jahr. Diese Pflanzen wurden jenen Nachkommenschaften des dritten Jahres entnommen, deren Weiterbau im vierten Jahr sich als hervorragend bewährt hatte, gaben also F_4-Pflanzen, Der gewählte Vorgang verzichtet, mit Rücksicht auf die erwähnte Kompliziertheit der Spaltungen und die Verschleierung derselben durch Modifikabilität, darauf, einzelne Nachkommenschaften herauszugreifen, die nach keiner Richtung hin mehr spalten. Es wird die einzelne Nachkommenschaft in F_2 als Population betrachtet, die Ertragsprüfung im vierten Jahr ist eine solche von Populationen, die gestattet, die besseren Populationen herauszugreifen und so die Wahl weiterer Individuen und Nachkommenschaften einzuengen. Wiederholung des Verfahrens bringt dann weiter.

Dieses in Svalöf bei Selbstbefruchtern angewendete Verfahren nähert sich, wie man sieht, dem deutschen Ausleseverfahren bei Veredlungszüchtung von Fremdbefruchtern. —

Die Bastardierung innerhalb Linum usitatissimum, ägyptischer Lein × gewöhnlichem Lein, ergab bei Tine Tammes das folgende Verhalten bei Samenlänge (M = Mittel)

P:	M: 6,08 mm ♀		M: 4,13 mm ♂
F_1:		M: 4,89 mm	
F_2:	M · ca.: 4,6 mm		
F_3:	M · ca.: 4,9 mm		

Diese Zahlen lassen nur erkennen, daß in F_1 Zwischenbildung erfolgte und solche Zwischenbildung in den folgenden Generationen erhalten blieb. Im Versuch war von einem Teil der Individuen von F_1 (von 45) die Nachkommenschaft in F_2 getrennt gebaut worden, und in F_3 war von den + oder — stärker abweichenden und den mittleres Ausmaß zeigenden Nachkommenschaften von F_2 wieder weitergebaut worden. Dies ermöglicht nun einen gewissen Überblick über das tatsächliche Verhalten, wie es die Abb. 54 vorgeführt hat.

Diese Darstellung läßt auch wieder erkennen, daß wir bei quantitativer Variabilität nicht die einzelnen Pflanzen durch eine Angabe sicher kennzeichnen können, sondern dieselbe Vererbung des Ausmaßes einer erkennbaren Eigenschaft wegen der Modifikabilität viele Schwankungen zeigt, die am besten für die Einzelpflanzen schon, ebenso für die Nachkommenschaft einzelner solcher oder für die gesamten Nachkommenschaften als Kurve ausgedrückt werden. Die Auslese, die in F_2 erfolgte, bewirkte im Beispiel Störung (Zweigipfeligkeit) der Kurve in F_3.

Es zeigt sich, daß in F_2 Spaltung eintritt, und daß eine Vererbung der Spaltungsergebnisse erfolgt; denn wenn auch nur wenige F_2-Pflanzen eine in Samengröße einheitlichere und nicht mehr spaltende Nachkommenschaft in F_3 geben, so liefert doch die F_2-Pflanze mit höherem Ausmaß für Länge in F_3 wieder längere Samen, jene mit minderem kürzere, mit mittlerem mittellange[1]).

Leistungsprüfung und Vervielfältigung.

Wenn die Auslese nur nach qualitativen Eigenschaften erfolgt, so wird die feldmäßige Prüfung und Vervielfältigung

[1]) Ein Beispiel der starken Aufspaltung bei gleichem Ausmaß bei den Eltern, aber verschiedenen Anlagen gibt Johannsen für Breite der Fisolensamen. In einem Jahr verglichen, zeigte F_3 und jeder der P für mittlere Breite der Samen je einer Pflanze die folgende Verteilung:

mm	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3	9,5
P				4	9	21	28	14	2				
F_3	1	1	5	20	26	49	39	29	24	13	5	2	
P_1				2	14	31	43	5	1				

Die Zahlen in den Klassen sind gleich der Anzahl Individuen mit der betreffenden mittleren Samenbreite. (Elemente, 2. Aufl., S. 559).

nach erzielter Konstanz vorgenommen. Vergleichsgegenstand geben die Elternformen oder diese und andere Bastardierungsergebnisse ab.

Bei gleichzeitiger Auslese nach qualitativen und quantitativen Eigenschaften ist die Beurteilung schwer sicher zu erzielen. Es ist zweckmäßiger, zuerst nach qualitativen Eigenschaften auszulesen: Neuzüchtung, dann, nach erzielter Konstanz erst, nach quantitativen: Veredlungszüchtung, bei welcher dann feldmäßige Prüfung und Vervielfältigung durchgeführt wird.

Bastardierung entfernt miteinander verwandter Formen.

Diese hat in der landwirtschaftlichen Züchtung bisher eine ganz unbedeutende Rolle gespielt. Zum Teil schon deshalb, weil viele solche Vereinigungen unfruchtbar sind und die Erzeugung nur von Gebrauchspflanzen — ähnlich den Gebrauchstieren (Maulesel) — durch Bastardierung bei der geringen Lebensdauer der meisten landwirtschaftlichen Gewächse nicht lohnen würde. Auch das Zusammenbringen sehr verschiedener Eigenschaften verspricht zunächst aus allgemeinen Erwägungen, wenn Fortpflanzung erfolgen soll, wenig Erfolg. Spillmann verweist auf Fälle bei Menschen, bei welchen derartige Vereinigungen nicht zusammenpassender Organe zu Störungen (maladjustments) in F_2 oder F_3 geführt haben sollen [1]).

Erfolg der Auslese.

Derselbe wird, bei Fruchtbarkeit, durch Auslese der konstant bleibenden Verbindungsformen erzielt und bleibt dann erhalten. Einige gute Ergebnisse würden, bei Unfruchtbarkeit, in Fällen erzielt, in welchen F_1 durch Pfropfung oder Stecklinge erhalten werden kann (z. B. Citrusartenbastardierung.)

2d. Züchtung durch Pfropfbastardierung.

Aussichten auf Erfolg. Die Aussichten für die Gewinnung von Chimären, noch mehr jene für Gewinnnng eigentlicher Pfropfbastarde nach ungeschlechtlicher Vereinigung von Individuen zweier Formenkreise sind, wie im ersten Teil ausgeführt worden ist, geringe. Chimären sind mehrfach, auch bei oftmaliger Wiederholung der gleichen Verbindung, welche in

[1]) Am. Br. Mag. 1911, S. 72.

einem bestimmten Fall solche gegeben hat, nicht erhalten worden; ihre Gewinnung ist eine durchaus unsichere. Die Möglichkeit der Gewinnung eigentlicher Pfropfbastarde ist überhaupt noch nicht erwiesen. Am günstigsten für die Möglichkeit der Bildung von Chimären und der etwaigen von eigentlichen Pfropfbastarden ist es, wenn man nach Anwachsen des Reises durch Verletzungen an der Verbindungsstelle von Reis und Unterlage die Bildung von Adventivknospen an dieser Stelle anregt. Winkler erzielte die besten Erfolge durch eine Köpfung des angewachsenen Reises, die er in der Ebene der Schnittfläche der Unterlage vornahm.

Die Tatsache der indirekten Pfropfwirkung ist keineswegs so sicher erwiesen, daß Versuche zur Erzielung solcher in praktischen Betrieben am Platze wären.

Wenn überhaupt auf dem theoretisch äußerst interessanten Gebiet etwas praktischen Wert hat, so ist es der Versuch, Chimären zu erzeugen, der im Gartenbau, wo man immer auf Neuheiten fahndet, einen praktischen Erfolg bringen kann[1]), sonst auch, bei Pflanzen mit gegen bestimmte Schädlinge empfindlichen Hautgewebe, durch Schaffung einer artfremden widerstandsfähigen Haut.

Beispiel eines Versuches zur Erzielung von Pfropfbastdarden. Als solches ein Versuch Daniels[2]).

Bei einer Pfropfung einer schwarzen, kleinsamigen Buschfisole, Noire de Belgique, auf eine weißsamige, großkörnige Stangenfisole, de Soissons, wurden bei gewöhnlicher Pfropfung keine Abänderungen erzielt, welche für die Entstehung von Pfropfbastarden sprechen würden.

Dagegen wurden einige solche bei greffe mixte (S. 374) festgestellt. Die Veränderungen sind im folgenden zusammengestellt: fettgedruckt sind Änderungen, welche den Sortencharakter deutlich beeinflussen, durch Sperrung gekennzeichnet, solche, bei welchen dies als zweifelhaft bezeichnet werden kann; Eigenschaften, die keine Änderung zeigten, wurden nicht angeführt (siehe die Tabelle auf nächster Seite).

In der ersten Generation, welche aus Samen des Pfropfreises der gewöhnlichen Pfropfung erhalten worden war, zeigten sich nur Unterschiede in Pflanzenhöhe und Samengröße. Unter in dieser Hinsicht normalen Pflanzen fanden sich auch niederere und kleinsamigere als bei unbeeinflußten Fisolen de Belgique sich fanden. Durch Auslese der kleinen Samen von kleinen Pflanzen in vier Generationen kam Daniel zu einer kleinsamigen, zwergigeren Form. Durch Auslese großer Samen von kräftigeren Pflanzen kam er zu einer Form, welche der normalen, bei der Pfropfung verwendeten, glich. Es scheint mir, daß von eigent-

---

[1]) Winkler: Sitzungsber. d. phys. med. Ges. zu Würzburg, 1913.
[2]) Comptes rend., 1897, S. 661, und 1900, S. 665.

	de Soissons (Unterlage) unbeeinflußt	Noire de Belgique auf de Soisson		Noire de Belgique (Reis) unbeeinflußt
		gewöhnliche Pfropfung	greffe mixte	
Höhe in Metern	4,50	0,25	0,40	0,40
Blütenfarbe	gelblichweiß	violett	einige violett, **einige weiß und violett**	violett
Blütenstand	lang, etwa 20blütig	kürz, 2—3blütig	kurz, 2—3blütig, **einer lang, 9blütig**	kurz, 2—3blütig
Frucht-geschmack	unangenehm	etwas an Soissons	deutlich an Soissons erinnernd	sehr un-angenehm
Frucht	zäh	etwas zäher als b. Belgique	halbzäh	zart

lichen Pfropfhybriden in diesem Falle nicht gesprochen werden kann. Die geringere Höhe, welche das Reis gegenüber unbeeinflußter Pflanze zeigte, ist auf geringere Zufuhr von der Unterlage aus zurückzuführen, und es ist wohl möglich, daß die aus gleicher Ursache auch mangelhafte Ernährung der Samen in der folgenden Generation sich noch fühlbar machte. Die Selektion war eine Retourselektion: Auslese kleiner Samen von Pflanzen, die aus solchen erwuchsen und selbst auch wieder mangelhaft ausgebildet waren, und steigerte dann die Erscheinung durch Übertragung. Die Änderung im Geschmack und in Fädigkeit der Hülsen wird als sehr gering angegeben; letztere kann übrigens auch mit der mangelhaften Zufuhr von der Unterlage, welche zähere Gewebe bedingt, erklärt werden.

Die erste Generation aus Samen des veränderten Reises der greffe mixte zeigte nichts Auffallendes; es waren selbst die Änderungen in Geschmack und Zartheit der Hülse fast ganz, die Änderungen im Blütenstand ganz verloren gegangen. Die folgende Generation brachte einige Pflanzen mit ganz neuen Eigenschaften, die weder bei der als Reis noch bei der als Unterlage verwendeten Form sich finden (Individuen, die nach der Ernte eine neue Blühperiode begannen, drei Individuen mit marmoriertem Samen und unter diesen eine Stangenfisole, welche an Ph. multiflorus erinnerte). — Diese Änderungen müssen entschieden als auffallende bezeichnet werden, und man könnte in diesem Fall an indirekte Folgen ungeschlechtlicher Bastardierung denken. Allerdings ergeben sich erhebliche Unterschiede gegenüber gewöhnlicher geschlechtlicher Bastardierung; Dominanz einer Eigenschaft und Spaltung oder aber Mischung

von Eigenschaften tritt hier bei Samenfarbe nicht auf; es zeigt sich bei einigen wenigen Pflanzen gleich das bei Bastardierung seltenere Auftauchen neuer Eigenschaften, während die Hauptmasse der Pflanzen ganz unverändert bleibt. Die Erscheinung macht mehr den Eindruck einer durch Pfropfung angeregten spontanen Variabilität.

Ein eigener Versuch, auch bei Fisolen Pfropfbastarde zu erhalten, verlief ergebnislos. Von den Sorten Flageolet Chevrier + frühe Neger — lange, breite Schwert + Canadian Wonder — Mohrenkopf + schwäbische Treib wurde je die erste als Unterlage, die zweite als Reis benutzt und ebenso die umgekehrte Vereinigung vorgenommen, bei welcher, bei gewöhnlicher Pfropfung, die je erstgenannte Sorte Reis, die zweite Unterlage war. Außerdem wurde bei langer, breiter Schwert und Canadian Wonder das der greffe mixtre nahestehende Ablaktieren vorgenommen. Beobachtet wurde Hülsenform und -größe, Samenfarbe, -form und -größe, Blütenfarbe und Vegetationsdauer. Es konnte weder eine direkte noch eine indirekte Pfropfwirkung festgestellt werden.

B. Züchtung bei Vermehrung.

1. Veredlungszüchtung.

So wie bei Züchtung bei Fortpflanzung ist eine Art der Züchtung bei Vermehrung die Erhaltung oder Veränderung des Ausmaßes bestimmter Eigenschaften innerhalb morphologisch unterscheidbarer vorhandener Formenkreise, die Veredlung.

Man kann die Veredlungszüchtung bei Pflanzen anwenden, welche bei normaler Kultur immer vermehrt werden, oder auch bei Pflanzen, welche nur gelegentlich, aus züchterischen Rücksichten, der Vermehrung unterworfen werden. In beiden Fällen liefert bei Auslese innerhalb einer vegetativen Linie die partielle quantitative Variabilität oder vegetative Linienmutabilität das Material für die Auslese. Daneben kann ein Erfolg aber auch durch Übertragung erzielt werden, da mit jedem ausgelesenen Vermehrungsorgan ein beträchtlicher Teil des Körpers der elterlichen Pflanze verwendet wird. Kräftigere oder an Reservestoffen reichere Knospen oder Achsen beeinflussen, einfach durch Übertragung, das neue Individuum, so wie sie sich am alten zu kräftigeren Teilen ausgebildet hätten. Ein Erfolg kann natürlich — und um diesen Fall wird es sich zumeist handeln — auch durch Auslese zwischen vegetativen Linien zutage treten. Eine solche kommt in Frage, wenn der Formenkreis eine Population von stärker quantitativ verschieden vegetativen Linien ist, wie bei einer Kartoffelsorte, die von mehreren Individuen ausging.

Nur bei zwei gewöhnlich vermehrten Pflanzen hat man in Europa bisher versucht, einen Erfolg durch Veredlungszüchtung zu erzielen, bei der Kartoffel und bei Hopfen[1]), auf anderen Weltteilen auch bei Zuckerrohr und in bescheidenem Umfang bei Batate[2]). Bei der Kartoffel waren die Versuche aber, wenigstens soweit nur die nächste Generation in Frage kommt, zahlreich.

---

[1]) Siehe Bd. III.

[2]) Siehe Bd. V, v. d. Stok; Ed. Wildeman.

Auslese aus Populationen brachte z. B. Erfolg bei Veilchen (guter Habitus, reiches Blühen)[1]), Erdbeeren (Widerstandsfähigkeit gegen Sphaerella fragariae)[2]), Knoblauch (Zahl und Gewicht der Zwiebel)[3]).

Erfolgt die Auslese aus einer Population, so kann die Auslese von Individuen auch bei Vermehrung täuschen; das einzelne Individuum zeigt nur eine Standortsmodifikation. Erst die Nachkommenschaft läßt das Vererbbare erkennen und soll daher Gegenstand der Auslese sein.

Veredlungszüchtung bei Vermehrung und bei solchen Pflanzen, welche nur aus züchterischen Rücksichten der Vermehrung unterworfen werden, wandte, soweit bekannt, nur Gorain bei Zuckerrübenzüchtung an.

Er geht davon aus, daß auch die Stecklinge, die von einer Rübe gewonnen werden, oder die Pfropfreiser, die von einer Rübe stammen, verschiedene Vererbungskraft besitzen können, prüft dieselbe und wählt dann aus. Um die Prüfung genauer vornehmen zu können, trachtet er, bei der Stecklings- und Pfropfreisergewinnung die Mutterrübe zu erhalten, und pflanzt sie, umgeben von den Stecklings- und Pfropfrüben, die von ihr stammen, aus[4]). Daß die Pflanzen, die auf dem genannten Wege aus einem Individuum erhalten werden, Verschiedenheiten zeigen können, ist gewiß und wurde bereits erwähnt. Zum Teile lassen sich diese Verschiedenheiten auf Standortsverhältnisse, auf verschiedene Größe der Stecklinge oder Pfropfreiser, verschiedene Ernährung der letzteren, besonders aber auf verschiedenen Vegetationswert der Knospen einer Pflanze zurückführen, möglich ist aber auch partielle quantitative Variabilität.

2. Neuzüchtung.

Neuzüchtung faßt, als Züchtung durch Auslese spontaner Variationen, bei Vermehrung die morphologischen oder qualitativen partiellen, sogenannten Knospenvariationen ins Auge. Solche lassen sich bei Anwendung der Vermehrung fast immer erhalten. Bei Fortpflanzung ist die Vererbung unsicher, gibt aber in einzelnen Fällen Erfolg[5]). Im Falle die Knospenvariation, die gefunden wurde, eine spontane Variation war, wird sich Vererbung zeigen, im Falle sie

---

[1]) Yearb. of the Dep. of agr., 1898, S. 374. — 1908, S. 373.

[2]) Yearb. of the Dep. of agr., 1908, S. 375.

[3]) Vogler: St. Gallische naturw. Ges. Jahrb. 1913.

[4]) Fruwirth: Wiener landw. Ztg., 1900, S. 550.

[5]) Für die Gewinnung eines Formenkreises aus einer Knospenvariation auf dem Wege der Fortpflanzung Selbstbefruchtung): v. Wettstein (Festschr. f. Ascherson 1904, S. 509). In F_1 60, in der zweiten 61 % Erben.

einer Mittel- der Halbvarietät entsprach, wird auch auf den Individuen, welche durch Vermehrung erhalten wurden, die Variabilität sich in neuen Knospenvariationen zwischen der normalen und der abweichenden Eigenschaft zeigen können. Lag endlich nur eine Modifikation vor, so wird auch bei Vermehrung jegliche Vererbung fehlen.

Darwin erwähnt die Erfahrungen eines Herrn Salter, welche dahin gehen, daß wenig ausgesprochene Knospenvariationen bei Sträuchern und Bäumen dadurch sicherer zum Ausdruck gebracht werden, daß Stecklinge von jenen Knospen gemacht werden, deren zugehöriges Blatt die Abweichungen am ausgesprochensten zeigt[1]). Daß die Variation sich mitunter auch schon am Stamm in der Nähe der Knospe andeutet, wurde von de Vries beobachtet. Beyerinck und de Vries[2]) konnten feststellen, daß bei Individuen, welche Knospenvariationen bilden, solche aus ruhenden Knospen besonders häufig gebildet werden. Starkes Beschneiden solcher Pflanzen befördert daher die Bildung variierter Zweige.

Von praktischer Bedeutung sind Knospenvariationen bei Hopfen und Kartoffeln, dann bei Ziersträuchern und Obstbäumen geworden. Aus Amerika wird beispielsweise in letzter Beziehung über Erzielung dornenloser Pflanzen bei Zitronen und Orangen berichtet, welche dadurch möglich geworden war, daß man dornenlose Zweige zu Stecklingen verwendet hatte[3]).

Züchtung durch Formenkreistrennung ist auch bei Vermehrung möglich. Es wird eine solche schon dann einsetzen können, wenn bei Schaffung von Sorten durch Bastardierung nicht von einzelnen Individuen der ersten Generation ausgegangen wurde, sondern je mehrere qualitativ voneinander verschiedene Formen der anschließenden Vermehrung zusammen unterworfen wurden. In diesem Falle, der bei Kartoffel vorkommt, sind die Individuen mehrerer Formen in der Nachkommenschaft immer wieder vermengt und können voneinander getrennt werden. Es ist aber auch möglich, daß in Landsorten oder in längerem Nachbau von Züchtungssorten verschiedene morphologisch verschiedene Formen durch mechanische Vermischung gemengt worden sind oder durch unbeachtet gebliebene spontane Variationen morphologischer Eigenschaften eine solche Mengung entstand.

---

[1]) Das Variieren, S. 529.
[2]) Mut. II, S. 605.
[3]) Bd. V.

Die Verwendung der Vermehrung und Pfropfung bei Züchtungsvorgängen.

Ursachen der Anwendung der Vermehrung bei Züchtung.

Die große Sicherheit der Vererbung ist der Grund dafür, daß mehrfach Vermehrung im Züchtungsbetrieb bei Pflanzen verwendet wird, welche bei gewöhnlicher Kultur der Fortpflanzung unterworfen werden. Genauer ausgeführt sind es drei Fälle, in welchen aus diesem Grunde bei Züchtung von der Vermehrung Gebrauch gemacht wird: sichere Erhaltung von Variationen nach Bastardierung, sichere Erhaltung von Knospenvariationen und Schaffung einer großen Zahl möglichst gleichartiger Individuen aus einem ausgelesenen.

Die Erhaltung von Formen nach Bastardierung durch Vermehrung wird beispielsweise bei Kartoffelzüchtung angewendet und erleichtert die Züchtung ungemein, da sie die oft langwierige Auswahl, welche sonst der ersten Generation nach einer Bastardierung folgen muß, vermeiden läßt. Sie ist ebenso bei Hopfen, Topinambur, Batate möglich.

Eine Erhaltung von Knospenvariationen durch Vermehrung kommt im gärtnerischen Betrieb bei längerlebigen Pflanzen häufiger in Anwendung; bei rein landwirtschaftlicher Züchtung könnte sie am ehesten bei Kartoffel, Batate, vielleicht auch bei Hopfen in Betracht kommen.

Die Schaffung einer großen Zahl von Individuen aus einem ausgelesenen kann schon lediglich aus dem Grunde vorgenommen werden, um möglichst viel Samen von einem solchen zu erhalten. Hierher gehören jene Verfahren, bei welchen aus einem hervorragenden Individuum auf dem Wege der Vermehrung zwei oder mehrere gemacht werden. Anwendung finden solche Verfahren bei Rübenzüchtung: Teilung bis Zwölftelung des Rübenkörpers[1]): sie könnten, wie weiter

---

[1]) Vielfache Literatur, z. B. v. Rümker: Die Zuckerrübenzüchtung Berlin 1894; Westermeier: Bl. f. Zuckerr., 1895, Heft 23.

unten bemerkt, auch bei Getreide Verwendung finden. Das einzelne der durch Teilung entstandenen Individuen wird weniger Samen tragen, als das ungeteilte geliefert haben würde, die Gesamtheit der aus einem Individuum durch Teilung entstandenen aber mehr, als dieses hervorgebracht haben würde.

Von besonderer Bedeutung bei der Veredlungszüchtung, aber auch bei jener Neuzüchtung, die ohne Bastardierung durchgeführt wird, kann die Schaffung vieler Individuen aus einem sehr guten dann sein, wenn es sich um der Fremdbefruchtung unterworfene, aber nicht selbstunfruchtbare, Pflanzen handelt. Wenn an Stelle eines solchen Individuums deren viele, gleich veranlagte geschaffen werden, so ist für die Befruchtung ein einheitlicheres Material gegeben. Während ohne diesen Vorgang das eine Individuum mit irgendeinem beliebigen, sehr wahrscheinlich minder guten hätte zusammentreten müssen, ist jetzt die Möglichkeit gegeben, daß annähernd gleichgute Individuen miteinander geschlechtlich zusammentreten.

Anwendung von einem derartigen Verfahren wird bei Veredlung in der Zuckerrübenzüchtung gemacht, und es beruht das Nowoczeksche Asexualverfahren[1]) darauf, das von Knauer längere Zeit in seinem Zuchtbetriebe eingeschoben worden war. Seit 1896[2]) hat Knauer die Asexualzucht aufgegeben, und es wird das Verfahren, soweit mir bekannt, jetzt nur in Rußland in der Zuchtstation des Grafen Branicki in Olszann, in Frankreich durch Gorain (bei diesem mit Samengewinnung im ersten Jahr [siehe auch „Auslese bei Vermehrung"]) und durch Jules Hélot und in Böhmen von Bartoš auf der Zuchtstätte Semschitz verwendet.

Vermehrung durch Stecklinge ist zu gleichem Zweck auch bei der Züchtung von kleeartigen Futterpflanzen und Gräsern mit Erfolg angewendet worden.

Daß die Verwendung der Vermehrung auch bei mehreren Pflanzen praktisch durchführbar ist, bei welchen diese gewöhnlich auch im Zuchtbetrieb nicht angewendet wird, hat für Tabak Behrens[3]), für Getreide bereits 1765 Miller in Cambridge gezeigt[4]). Die Körner von Weizen wurden bei dem Verfahren Millers im Juni gelegt, die Pflanzen im August geteilt und die Teile einzeln gepflanzt. Zwei weitere Teilungen wurden im September und März vorgenommen, so daß zusammen von einem Korn 500 Pflanzen resultierten. Das Verfahren ist ungemein umständlich und hat, abgesehen von der Gewinnung größerer Saatgutmengen von guten Individuen, bei Getreide, wenn überhaupt, nur für Roggen Bedeutung, da bei dem übrigen Getreide die vorwiegende Selbstbefruchtung ohnehin weitgehend sichere Vererbung mit sich bringt, Mais aber die An-

---

[1]) Nowoczek: Deutsche Zuckerindustrie, 1891, S. 573 und weiter. Weiteres Römer in Bd. IV, 3. Aufl., 1919.

[2]) Nach freundlichen brieflichen Mitteilungen vom 2. August 1899.

[3]) D. landw. Versuchsst., 1899, S. 431.

[4]) Shireff-Hesse, S. 53.

wendung ohne umständliche Eingriffe nicht möglich macht. Recht gut läßt sich das Verfahren dagegen, wie erwähnt, bei Graszüchtung anwenden.

Eine weitere Verwendung hat die Vermehrung in der Graszüchtung gefunden. Aufgefundene Individuen trachtet man dadurch besser zu beurteilen, daß man sie in möglichst viele Teile zerteilt und alle herangewachsenen Pflanzen zusammen beurteilt. Es liegt in diesem Falle Vermehrung vor, aber es werden nicht Stecklinge geschnitten, sondern man nimmt, so wie bei Getreide, eine Zerteilung des Individuums in einzelne, schon mit Wurzeln versehene Halme vor. Das einzelne Individuum ist nur eine Modifikation, die Vielzahl solcher eine Vielheit solcher und ergibt so ein richtiges Bild.

Ausführung der Vermehrung.

Da es in allen Fällen der Anwendung von Vermehrung im Zuchtbetriebe, insbesondere in den beiden letzterwähnten, wünschenswert erscheint, eine große Zahl von Individuen zu erhalten, ist die Gewinnung möglichst vieler vorhandener Triebe oder Knospen wünschenswert, eventuell auch künstlich die Bildung von Adventivknospen zu fördern. Zu diesem Zwecke ist bei Knospengewinnung, je nach der Art der Pflanze, ein Abschneiden der Gipfelknospe oder des Gipfeltriebes oder ein weitergehendes Köpfen und ein darauffolgendes Antreiben der Pflanzen im Warmbeete am Platze, bei Triebgewinnung weiter Stand und Anhäufeln. Diesen Vorbereitungen folgt dann ein Zerschneiden der Sprosse in einzelne Stücke oder ein Loslösen einzelner Knospen (Zuckerrübe) oder Triebe (Gräser), oder aber beides wird gleich ohne Köpfen und Antreiben ausgeführt (Kartoffel, Hopfen, Getreide, Gräser, Kleearten).

Stücke krautiger Achsen wachsen leichter an als solche verholzter[1]) und fleischiger, unter letzteren solche mit mehr Reservestoffen eher als solche mit weniger. Bei Trieben, die beim Zerteilen der Pflanze bereits Knospen und Wurzeln besitzen, tritt normale Entwicklung rascher ein. Bei Trieben und Knospen, die als Stecklinge verwendet werden sollen, wirkt es begünstigend auf die Anwurzelung, wenn sie einige Tage vor ihrer Verwendung durch einen bis in die Mitte des Triebes

[1]) Bei Baumwolle konnte Castet beispielsweise nur mit krautigen Trieben gute Erfolge erzielen. Rev. hortic. de l'Algérie, 1912, S. 144.

oder etwas darüber durchgeführten Schnitt abgetrennnt werden. Alle Stecklinge, besonders krautige, wachsen leichter in Warmhaus, Warmbeet — oder doch unter Glas ohne künstliche Erwärmung — an.

Bei jeder Vermehrung durch Stecklinge werden als Folge der Ver, wundung durch den Schnitt verschiedene Bildungen entstehen, Wundkork-Wundholz und homogene Parenchymmassen (Kallus im gewöhnlichen Sinne des Wortes), die Küster zusammen als Kallusheteroplasien ber zeichnet[1]). In erster Linie ist es das Kambium, welches Kallus bildet, welcher daher auch meist als Ringwulst, dem Kambiumring entsprechend, erscheint. Immerhin werden nicht nur die Bildungsgewebe zu regem Wachstum ihrer Zellen und zur Teilung derselben angeregt, sondern auch Dauergewebe beteiligen sich in bescheidenerem Maße an der Bildung von Wundgeweben, insbesondere bei krautigen Stecklingen. Der Kallus, der zuerst als Reihen dichter, zarter, meristematischer Zellen erscheint, läßt nach einiger Zeit das Wachstum an der Spitze der Reihe aufhören, und es zeigt sich in seinem Innern ein deutlicher Meristemstreifen im Anschluß an das Kambium des Stecklings. Von diesem Meristemstreifen wird dann dieselbe Tätigkeit entfaltet wie vom Kambium des Stecklings; es werden Bast- und Holzzellen gebildet. In weiterer Folge werden Adventivwurzeln und bei knospenlosen Stecklingen Adventivknospen gebildet.

Zu den Bildungen an der Wunde bedarf der Steckling Bildungsstoffe. Diese werden bei älteren Achsen mehrjähriger Gewächse (Stecklingen von Holzgewächsen, Rüben und Kartoffelstecklingen mit Fleisch) in erster Linie von den Reservestoffen geliefert; bei den Stecklingen von krautigen Achsen müssen sie neu gebildet werden. Dazu bedarf ein solcher Steckling der Blätter und des Lichtes. Anderseits schädigt starke Verdunstung, da die Wasserzufuhr noch nicht geregelt ist; der Blattapparat solcher Stecklinge wird daher etwas eingeschränkt und die Verdunstung durch Luftabschluß (Glocken, Kästen) herabgesetzt.

In allen Fällen, in welchen Vermehrung angewendet wird, ist noch zu beachten, daß die Art der Entwicklung der Pflanzen, abgesehen von lokalen Standortsverhältnissen innerhalb eines Feldes, jedenfalls durch zwei weitere Momente beeinflußt werden kann. Der Vegetationswert der verschiedenen Knospen ist kein gleicher [es sei nur an Gipfel- und Nabelknospen bei der Kartoffel und an verschieden hochstehende Knospen bei Anwendung des Asexualverfahrens bei Zuckerrübe erinnert[2])], und die Menge an Reservestoffen, welche in den bei der Ver-

[1]) Pathologische Pflanzenanatomie, 2. Aufl., 1916.
[2]) Deutsche Zuckerindustrie, 1893, S. 389.

mehrung verwendeten Organen den einzelnen Teilen mitgegeben wird, beeinflußt die Produktionsgröße in der nächsten Generation ebenso, wie dies durch die Reservestoffe der Samen geschieht.

Ursachen der Anwendung der Pfropfung im Züchtungsbetrieb.

So wie bei Vermehrung, ist auch bei Pfropfung im Zuchtbetrieb Ursache ihrer Anwendung Erzielung möglichst vieler gleichartiger Individuen aus einem ausgelesenen, Erhaltung von Variationen nach Bastardierung oder solche von Knospenvariationen.

Rübenpfropfung wurde durch Briem im Zuchtbetrieb aus gleichem Grunde wie die Vermehrung eingeführt. Von hervorragenden Rüben werden einzelne Sproßachsen auf andere Rüben gepfropft, welch' letztere lediglich als Unterlagen (Ammen) zu dienen haben, und es soll dadurch von einem hervorragenden Exemplar eine größere Samenmenge im selben Jahre (bei Asexualverfahren meist erst im nächsten Jahre) erzielt werden, als dies bei direkter Verwendung der ausgewählten Mutterrüben als solche möglich wäre[1]). Eine Beeinflussung durch die Unterlage ist nicht zu befürchten [Versuch Liebschers[2])], und eine Kombination von Stecklingsgewinnung und -pfropfung, wie sie Liebscher vorschlug, läßt die Zahl der von einem Individuum zu erhaltenden Pflanzen sehr groß werden. Einer eventuellen Schädigung durch Inzucht kann dadurch begegnet werden, daß man anfänglich einige hervorragende Individuen auswählt, deren bewährte Nachkommen dann zusammengebracht werden.

Von der sicheren Erhaltung der Variationen nach Bastardierung oder solcher von Knospen durch Pfropfung wird bei Obstbäumen, bei Citrus, Olea, Gebrauch gemacht. Auch dabei sowie bei gewöhnlicher Pfropfung im Obstbau ist die richtige Wahl der Unterlage von großer Bedeutung, da, wie im ersten Teil ausgeführt, durch dieselbe bestimmte wünschenswerte Modifikationen bei Üppigkeit, Lebensdauer usw. beim Reis erzielt werden können. Die Pfropfung kann bei derartigen Gewächsen aber auch dazu dienen, rascher, als es von Sämlingen zu erwarten ist, Früchte zu erhalten; Reiser von Sämlingen werden alten Bäumen aufgepfropft.

Ein weiterer Grund, um im Züchtungsbetrieb Pfropfungen durchzuführen, wäre in der Hoffnung auf Gewinnung von tiefer eingreifenden spezifischen Wirkungen: Gewinnung von Chimären oder eigentlichen Pfropfbastarden gegeben. Dieses Gegenstandes ist weiter oben bereits gedacht worden.

---

[1]) Briem: Österr. Zeitschr. f. Zuckerindustrie u. Landw., 1892, Heft V und VI.

[2]) Bl. f. Zuckerrübenbau, 1894, S. 389.

Ausführung der Pfropfung.

Allgemein ist voranzuschicken, daß ein Anwachsen bei oberirdischen, geotropischen Teilen nur dann erfolgt, wenn am Reis eine Knospe vorhanden ist. Bei unterirdischen, nicht ausgesprochen geotropischen Teilen ist dieses Vorhandensein nicht nötig, beschleunigt nur das Verwachsen [1]). Die entsprechenden Teile des Gefäßbündels müssen sich bei Reis und Unterlage wenigstens in einem Teil des Schnittes decken.

Bei Holzgewächsen sind die üblichen Arten der Pfropfung:

I. Achsenpfropfung (Abb. 61 bis 67):

In den Spalt, Keilpfropfung (Abb. 61 und 72); mit Ausschnitt (Abb. 62); in die Rinde oben, Reis mit Sattel und unten entrindet (Abb. 63); in die Rinde seitlich mit sattellosem Reis (Abb. 64); Kopulieren (Abb. 65, 66 und 71). Anplatten (Abb. 67).

Bei Obstbäumen ist die überhaupt verbreitetste Art der Pfropfung, zugleich die üblichste Art der Pfropfung, wenn zeitig im Frühjahr gepfropft wird, die Keilpropfung und die Pfropfung mit Ausschnitt. Pfropfung in die Rinde wird vorgenommen, wenn man auch noch zur Zeit des Austreibens pfropfen muß, oder wenn die Unterlage sehr dick ist. Eine sehr sichere Ausführungsart ist das Kopulieren, an dessen Stelle das Anplatten tritt, wenn das Reis dünner als die Unterlage ist. Bei Citrus-Arten wird das Kopulieren oft in der Weise ausgeführt, daß die Schnittflächen V-förmig erstellt werden. Alle Achsen, die als Reiser dienen, werden zu einer Zeit geschnitten, zu welcher sie schwächer im Wachstum sind als die Unterlage, bei Obstbäumen oft schon mehrere Wochen vor der Frühjahrspfropfung. Die genannten Pfropfungen werden bei Obstbäumen zumeist mit verholzten Achsen ausgeführt, es können aber einige derselben auch mit nicht verholzten Achsen ausgeführt werden: Grünpfropfung, die aber nur im Warmhaus oder Warmbeete oder doch unter Glasglocken sicher gelingt.

II. Knospenpfropfung:

Okulieren mit und ohne (Abb. 68 bis 70) Holz bei der Knospe; Okulieren in den Ausschnitt und mit Holz bei der Knospe.

---

[1]) Küster: Neue Untersuchungen über Regenerationsvorgänge. Diss. Königsberg 1912.

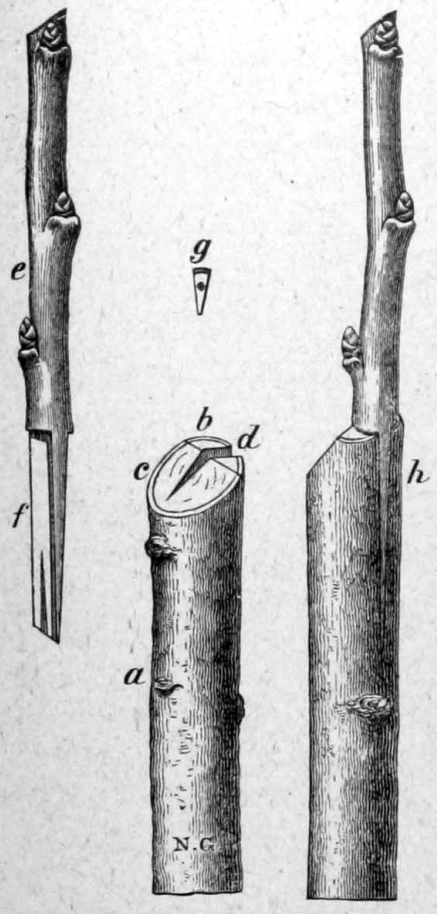


Abb. 61. Keilpfropfung.

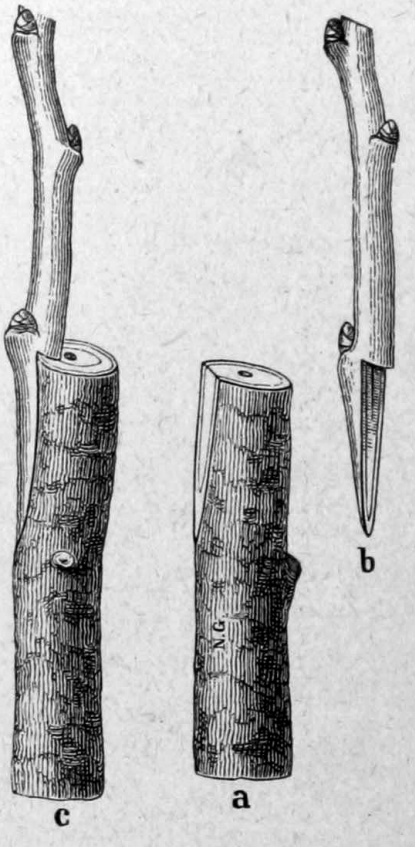


Abb. 63. Pfropfen in die Rinde, oben.

Abb. 64. Pfropfen in die Rinde, seitlich.

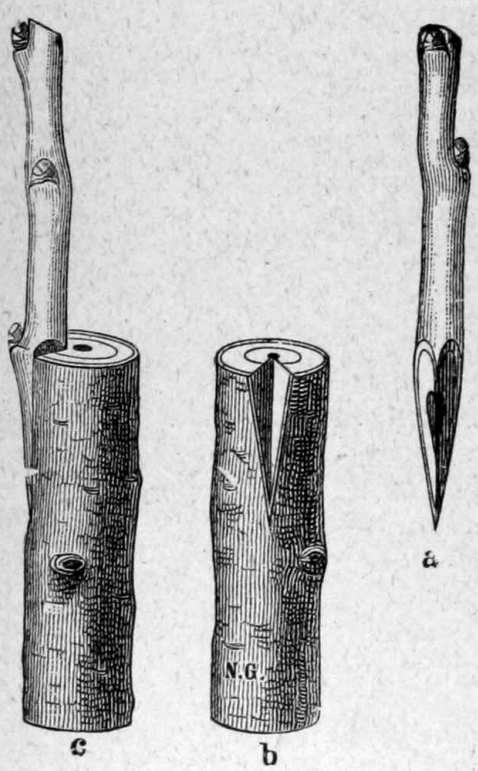


Abb. 62. Pfropfung mit Ausschnitt in Unterlage.

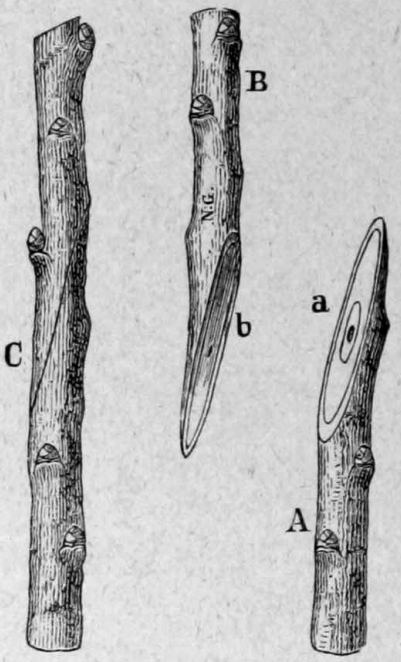


Abb. 65. Kopulieren.

Die Unterlagen werden bei Knospenpfropfung nicht abgeschnitten, nur ober der Pfropfstelle zum Teil geringelt; die Knospen entnimmt man verholzten Teilen desselben Jahres, bei zeitigem Okulieren („auf das schlafende Auge") den über Winter aufbewahrten Trieben.

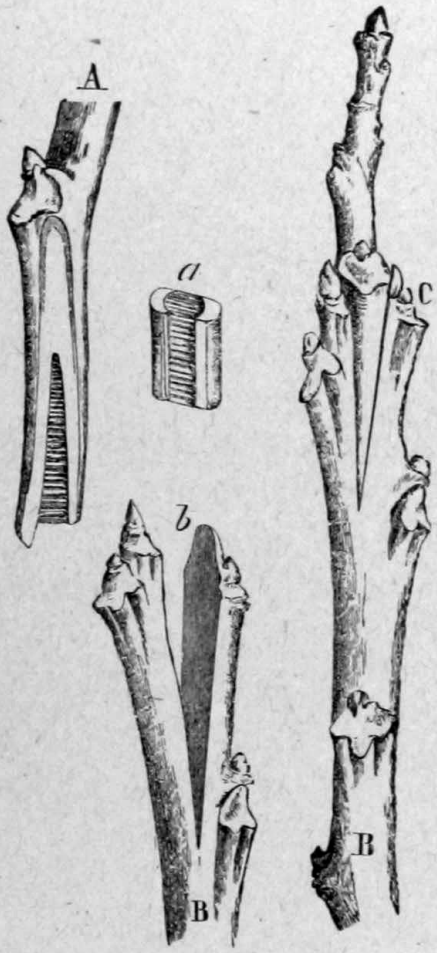


Abb. 66. Kopulieren mit Keilschnitt.

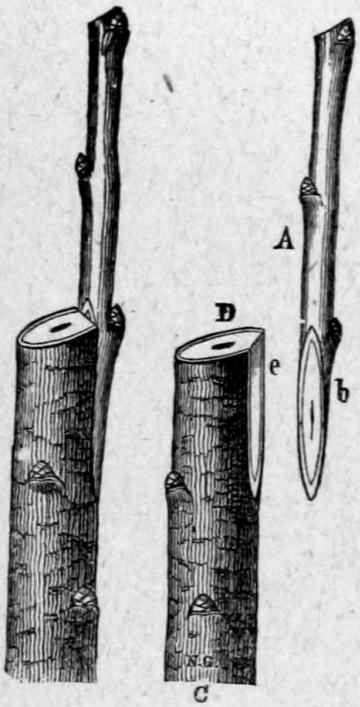


Abb. 67. Anplatten.

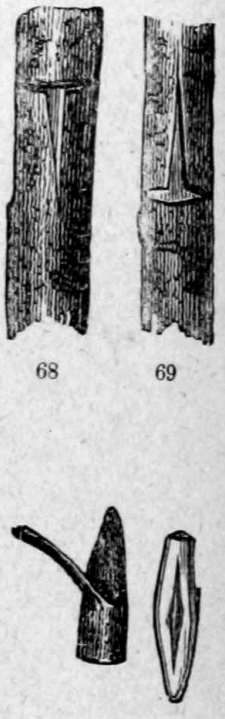


Abb. 68 bis 70. Okulieren.

III. Ablaktieren.

Die Verbindung zwischen Pfropfreis und Mutterpflanze bleibt zunächst noch aufrecht (Abb. 78).

Bei ein- und zweijährigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen werden eine Reihe von Methoden des Propfens ausgeschlossen sein, welche bei Holzgewächsen angewendet werden. Das Anwachsen erfolgt bei ihnen leichter im Gewächshaus als im Freien.

Es wird sich bei ein- und zweijährigen landwirtschaftlichen

Pflanzen wohl nur um Keilpfropfung und Kopulieren handeln. Bei diesen Vorgängen werden im Obst- und Weinbau Triebstücke als Pfropfreiser in einen Spalt oder an einem Schnitt der Unterlage gebracht. In gleicher Weise kann bei ausgetriebenen Rüben und Kartoffeln, so wie bei Fisolen, Ackerbohnen und Erbsen, vorgegangen werden (Abb. 71, 72 und 73).

Ganz ähnlich dem Kopulieren ist ein Vorgang, welcher bei Rebenpfropfung in letzter Zeit Eingang gefunden hat — Mondenards Pfropfung mit der Nadel. Derselbe besteht auch in dem Aufsetzen eines

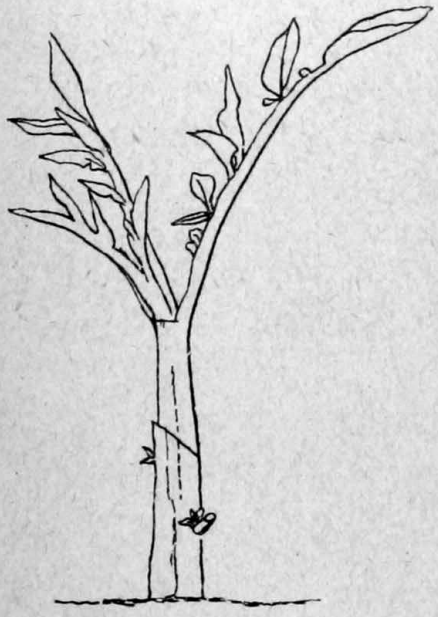
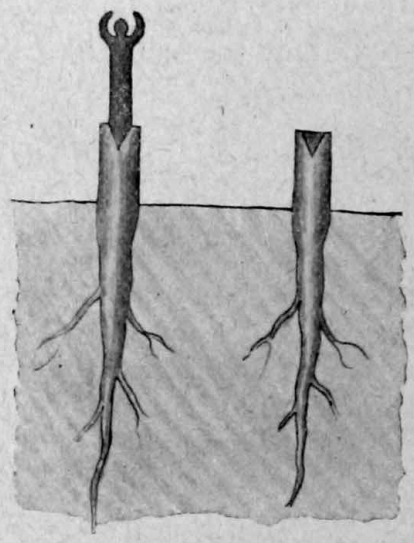


Abb. 71. Kopulieren.
Kartoffel auf Kartoffel. Bei ausgetriebenen Stengeln. Drei Tage nach dem Kopulieren. Baumwachs und Verband nicht dargestellt.
- - - Stelle der Nadel. 1/2 natürliche Größe.



Solanum Lycopersicum gepfropft auf S. nigrum — Nach Anwachsen des Reises geköpft.

Abb. 72. Schematische Schnittdarstellung der von Winkler bei seinen Versuchen zur Gewinnung von Pfropfbastarden durchgeführten Art des Pfropfens.

unten schief abgeschnittenen Triebstückes auf eine schiefe Schnittfläche der Unterlage. Es wird aber eine größere Sicherheit der Verbindung durch einen in Reis und Unterlage eingesteckten Draht (oder eine Nadel) erzielt (Abb. 71 und 75). Ich fand bei dünnen Achsen (Fisolenpfropfung) Verwendung feiner Nähnadeln zweckmäßig. Außer dieser Verbindung wird, so wie bei Keilpfropfung und gewöhnlichem Kopulieren, für ein gewisses Andrücken der Teile aneinander durch Verband und für Luftabschluß durch Verkitten mit Baumwachs gesorgt.

Bei noch nicht ausgetriebenen Kartoffeln und Rüben kann eine Vereinigung angewendet werden, welche der Keilpfropfung gleichzusetzen ist, wenngleich dabei nicht ein einzelner Trieb, sondern ein größeres Stengelstück mit mehreren Knospen eingesetzt wird (Abb. 76). Auch ein dem Kopulieren entsprechender

Vorgang wird bei nicht ausgetriebenen Kartoffeln verwendet. Es wird das Kronenende einer Knolle auf das Nabelende einer anderen Knolle aufgesetzt (Abb. 77), oder aber es werden die Längshälften zweier Knollen miteinander verbunden. Bei Keilpfropfung der eben erwähnten Art bei Kartoffeln und Rüben wird die Pfropfung so wie bei Keilpfropfung von gewöhlichen Stengeln behandelt; es bedarf nur in manchen Fällen des Einsteckens einiger Holzstifte, um die Bänder des Verschlusses sicherer befestigen zu können. Bei Kopulieren von Kartoffelknollen werden die beiden Hälften zweckmäßig auch noch durch einen Holzstift im Innern derselben miteinander verbunden.

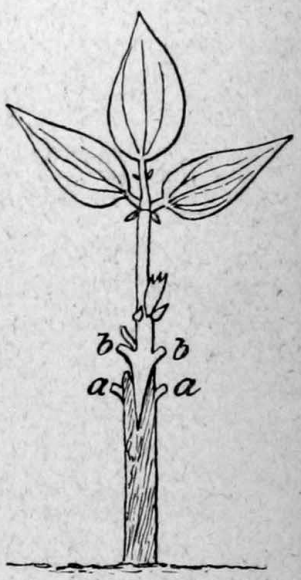


Abb. 73. Pfropfung. Keilpfropfung. Fisole auf Fisole, fünf Tage nach der Pfropfung. *a* Keimblattstumpfen der Unterlage, *b* Primordialblattstumpfen des Reises. Ohne Verband und ohne Baumwachs dargestellt. 1/2 natürliche Größe.

Das Ablaktieren kann bei Pfropfungen krautiger Gewächse vorgenommen werden und gelang bei Hülsenfruchtern bei eigenen Versuchen bei Ackerbohnen und Fisolen gut. Es beteht darin, daß die Schnittwunden der Stengel zweier bewurzelter Pflanzen miteinander verbunden werden (Abb. 78). Die besondere Art der Pfropfung, die Daniel einführte und greffe mixte nannte[1]), besteht darin, das man diese Verbindung bestehen und gleichzeitig mit der Entwicklung des Reises eine Knospe der Unterlage austreiben läßt. Bei gewöhnlicher Pfropfung werden derartige Knospen nur in einzelnen Fällen zu Beginn ungestört gelassen, und später wird ihre Entwicklung ängstlich vermieden, da das Gedeihen des Reises durch ausgetriebene Leitaugen in Frage gestellt wird.

Daniel hat umfangreiche Untersuchungen über die Verhältnisse welche bei verschiedenartigen Vereinigungen, welche beim Pfropfen möglich sind, angestellt[2]). Das Ergebnis dieser Untersuchungen läßt in manchen Fällen einen Schluß zu, warum, trotz näherer Verwandtschaft der zu vereinigenden Arten, Pfropfungen nicht gelingen, und warum die einzelnen Verbindungen auch bei gleichen Arten sich verschieden verhalten. Besonders wertvoll, insbesondere für Garten- und Obstbau, ist das Ergebnis für die Wahl der zu vereinigenden Teile, die Durchführung des Pfropfaktes und die Behandlung der Pfropfungen.

---

[1]) Compt. rend., 1897, S. 661.

[2]) La théorie des capacités fonctionelles.

Die Entwicklung des Propfreises hängt nach diesen Ausführungen von der Beschaffenheit des verbindenden Wundgewebes (bourrelet cicatriciel) und von dem Verhältnis zwischen Ernährung und Verbrauch ab. Das verbindende Wundgewebe kann, auch bei verschiedenen Vereinigungen derselben Arten, sehr verschieden sein und hemmt immer

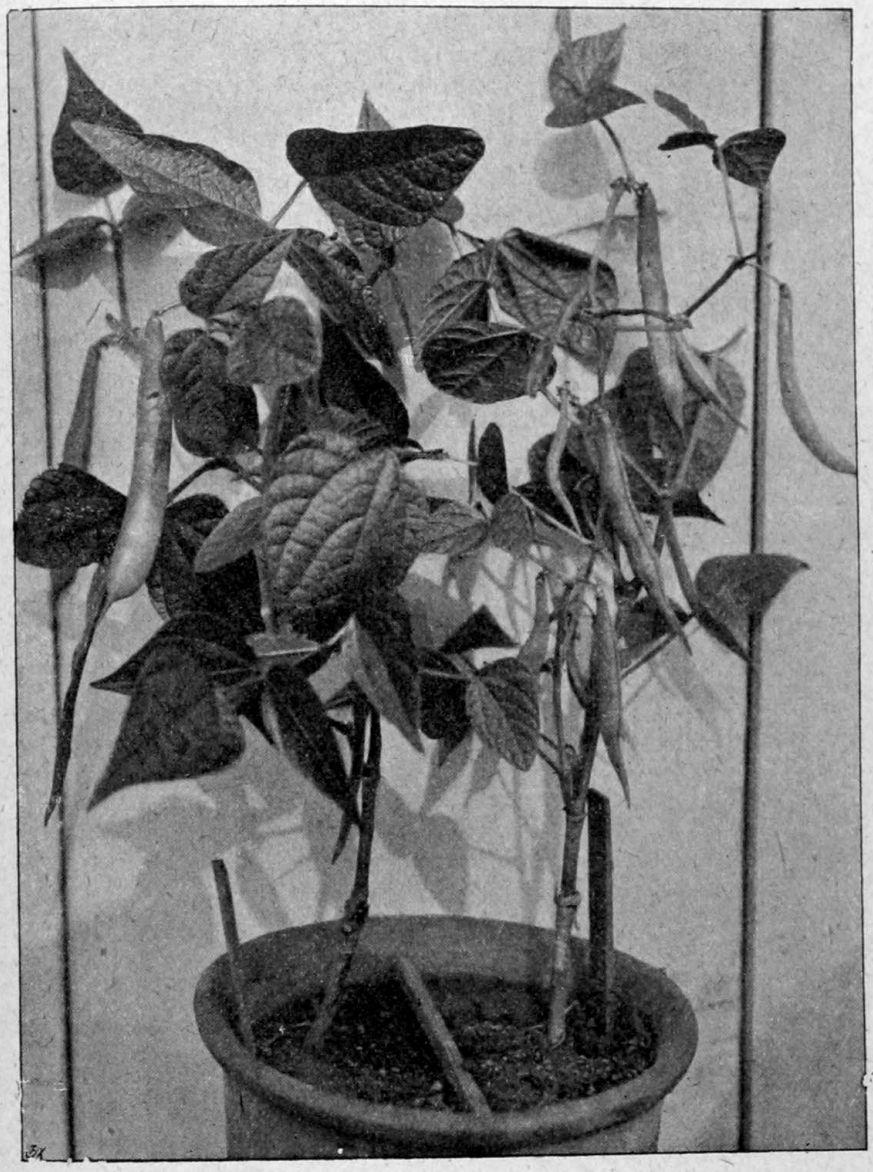


Abb. 74. Ebensolche Pfropfung wie in Abb. 73, aber im August abgebildet.

— aber mehr oder minder — die Bewegung der Säfte zum Reis. Diese Hemmung wird durch die Zwischenlagerung von Parenchymzonen und die Verminderung der Leitungswege sowie Krümmung der letzteren bewirkt. Für die Herabsetzung der Verdunstung bei Pfropfung gegenüber normaler Entwicklung bringt Daniel Daten[1]). Bei Pfropfung krautiger Achsen

[1]) La théorie, S. 167.

spielt die Beschaffenheit des verbindenden Gewebes eine größere Rolle als bei Pfropfung holziger Achsen, da bei diesen in den der Pfropfung folgenden Jahren normalere Verhältnisse an der Verbindungsstelle hergestellt werden. Das Verhältnis zwischen Ernährung und Verbrauch kann ein sehr verschiedenes sein. Im wesentlichen kann dasselbe durch drei Fälle gekennzeichnet werden. Die Ernährung durch eine Unterlage schafft annähernd so viel Nahrung, als das Reis braucht, oder aber die Unterlage schafft weniger oder mehr. Im ersten Falle befindet sich die Pfropfung unter günstigen Umständen, in den beiden letzten Fällen dagegen nicht, und es wird, soweit eine Pfropfung überhaupt gelungen ist, entweder ein späteres Absterben erfolgen, oder aber es werden sich Anpassungen in den beiden vereinten Teilen zeigen, welche in jenen Änderungen zum Ausdruck kommen, welche man als die häufigeren Fälle der gegenseitigen Beeinflussung von Reis und Unterlage kennt. Ist die Aufnahme durch die Unterlage größer als der Verbrauch durch das Reis, so befindet sich dieses — wenn nicht der Einfluß des Verbindungswundgewebes, der in diesem Falle in entgegengesetzter Richtung wirkt, wieder das Gleichgewicht herstellt — in Verhältnissen, welche jenen ähnlich sind, die bei einer normalen Pflanze auf zu nassem Standorte eintreten. Das Reis wird üppigeres Wachstum und größere Neigung zur Erkrankung durch Pilze zeigen, die Früchte werden von geringerer Güte sein, das Blühen wird später eintreten. Ist dagegen die Aufnahme durch die Unterlage im Verhältnis zum Verbrauch durch das Reis zu gering, so befindet sich das Reis in einer Lage wie eine normale Pflanze auf zu trockenem Standort. Das Reis wir dürftigeren Wuchs und härtere Gewebe zeigen, die Reife wird früher eintreten, die Vegetation früher abschließen, und die Früchte werden besseren Geschmack besitzen.

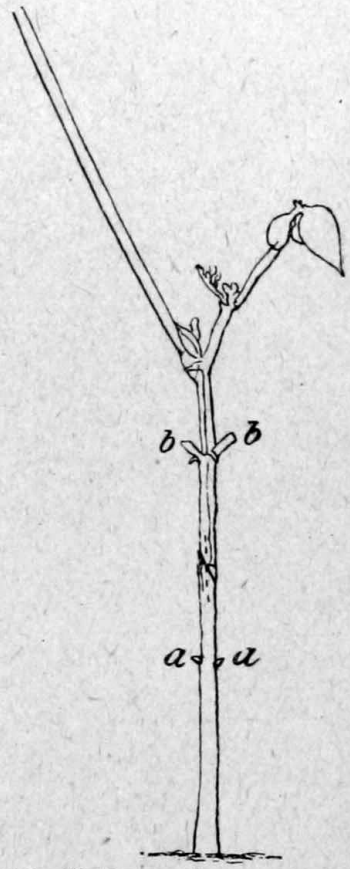


Abb. 75. Kopulierung mit Nadel.
Fisole auf Fisole. Drei Tage nach Kopulierung. --- Lage der Nadel; *a*, *a* Stelle, an welcher die Keimblätter saßen; *b*, *b* Primordialblattstumpfen. 1/2 natürl. Größe.

Bei der Vereinigung von Reis und Unterlage zeigen sich an den Schnittflächen ähnliche Erscheinungen wie bei der Steklingsbildung. Die beiderseitigen Gewebe treten dann in Verbindung, und es tritt entweder nur Verkittung oder Verwachsung ein[1]). Da so wie bei Stecklingen die Bildungen von Kambium ihren Ausgang nehmen, ist es von Wichtigkeit, daß die beiderseitigen Kambialzonen aufeinandertreffen. Liegt die

[1]) Herse: Landw. J., 1908, XXXVII.

Kambialzone in den zu vereinigenden Teilen verschieden tief unter der Oberfläche, so kann selbst ein Teil der Schnittfläche unbedeckt bleiben, wenn dadurch nur ein Zusammentreffen der Kambialzonen erzielt wird. Über die Wirkung des verbindenden

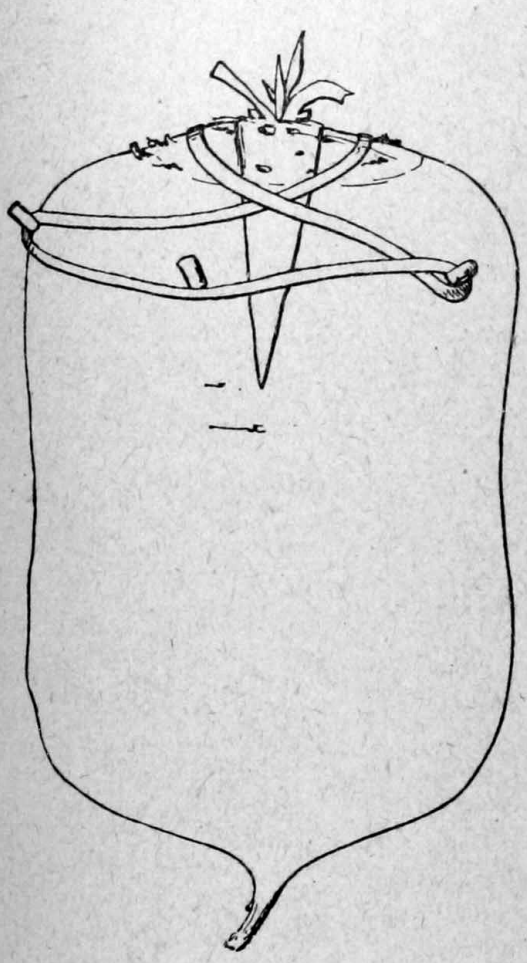


Abb. 76.

Keilpfropfung.

Futterrübe auf Futterrübe. Drei Tage nach Pfropfung. Baumwachs nicht, nur Bänder dargestellt.

1/2 natürliche Größe.

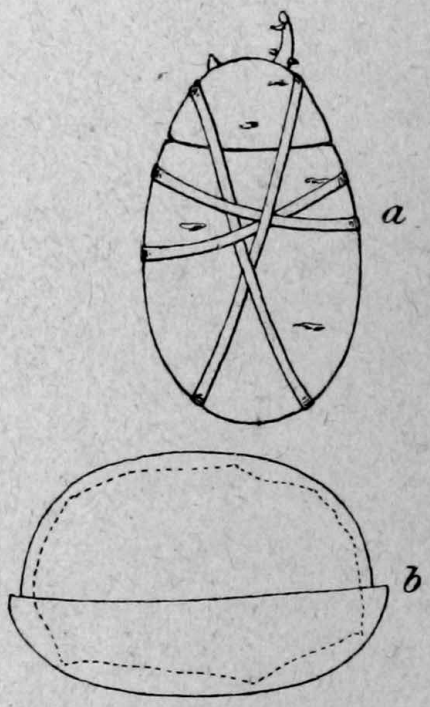


Abb. 77. Kopulieren.

Kartoffel auf Kartoffel.

a Seitenansicht, Baumwachs nicht, nur Bänder dargestellt 1/2 natürliche Größe.

b Schnitt, schematisch, um das Decken der Kambialzonen darzustellen.

Gewebes wurden oben Ausführungen gemacht. Das Material zu den Bildungen kann auch hier wieder von den Reservestoffen geliefert oder vom Reis gebildet werden. Bei krautigen Achsen als Reisern findet letzteres statt, bei holzigen ersteres, bei Vereinigung fleischiger mit austreibenden Knospen besetzter Teile (Kartoffeln, nicht ausgetriebene Rüben) beides. Finden

sich ausgetriebene Knospen, so ist bei Reisern mit solchen die Verdunstung des Reises herabzusetzen (Glocke, Entfernung der

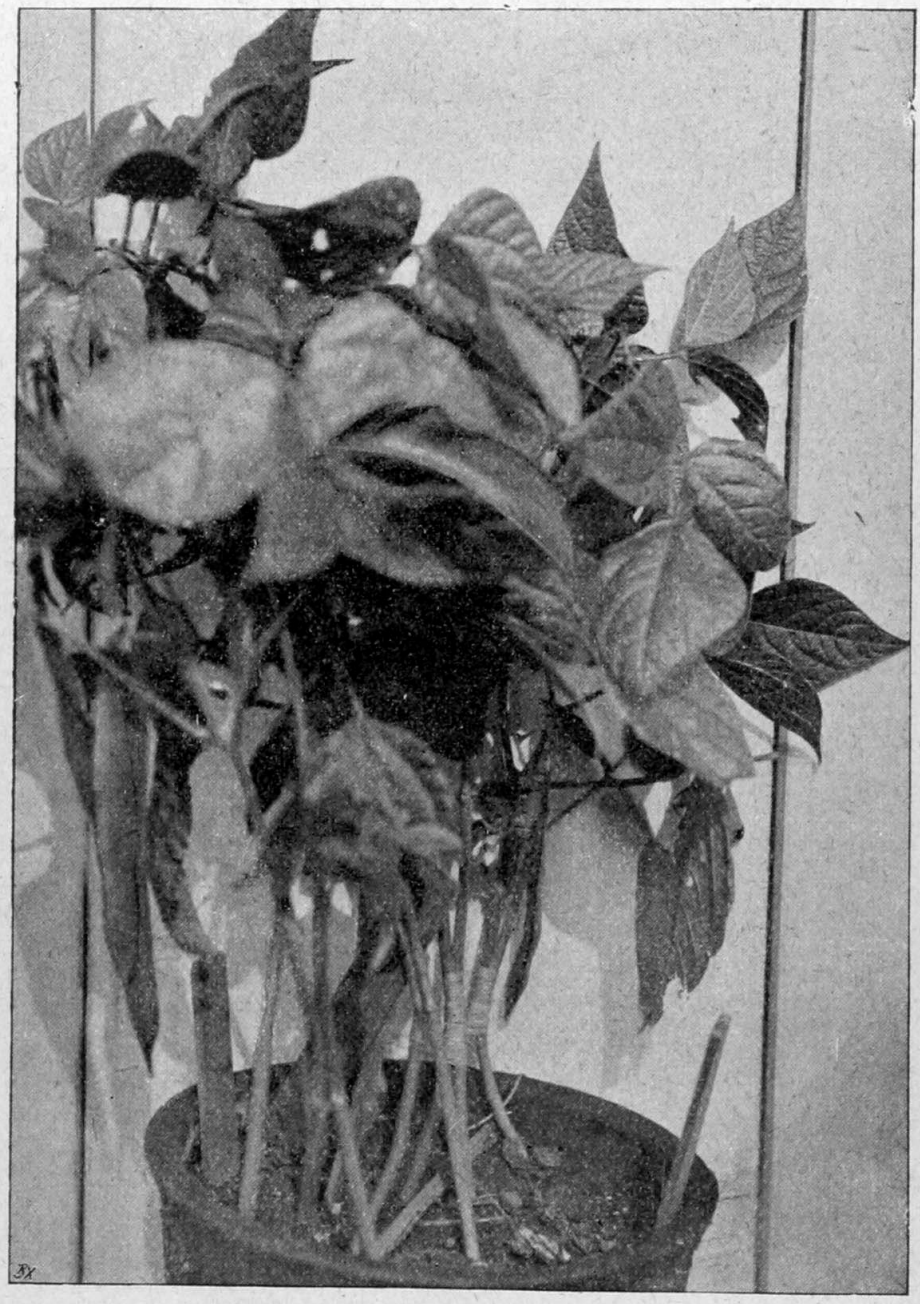


Abb. 78. Ablaktierte Fisolen, im August abgebildet.

älteren, größeren Blätter). Licht ist bei solchen Reisern nötig. Wärme ist in allen Fällen günstig (Glashaus, Warmbeet).

Originalsaatgut, Nachbau und Absaat.

Originalsaatgut bei Landsorten[1]) bezeichnet die Abstammung des betreffenden Saatgutes aus dem Gebiete, für welches die betreffende Sorte typisch ist, und setzt voraus, daß eine große Zahl der vorangegangenen Generationen daselbst erwuchs. Demnach ist Originalsaatgut von Fichtelgebirgshafer Saatgut, das im Gebiete des Fichtelgebirges von Pflanzen gewonnen wurde, deren Vorfahren bis weit zurück auch daselbst wuchsen. Gleiches gilt für die übliche Verwendung der Bezeichnung Provenienz (Herkunft). Provencer Luzerne ist danach Luzerne, die von Pflanzen erwuchs, welche, sowie eine lange Reihe ihrer Vorfahren, in der Provence erwachsen waren.

Bei Züchtungsformen ist Originalsaatgut jenes, das von dem Züchter selbst oder für denselben und unter seiner Überwachung gebaut wurde. Die Beifügung des Züchternamens ist bei durch Züchtung erhaltenen Formenkreisen zweckmäßiger als jene des Ortsnamens. Letztere allein in Verbindung mit der Bezeichnung Original kann, wie v. Rümker in Ausführungen über diesen Gegenstand betont, zu Verwechslungen führen, wenn an einem Orte mehrere Züchter sich befinden.

Nachbau wird geliefert, wenn bei Landsorten außerhalb des Gebietes aus Originalsaatgut Samen gewonnen wird (erster, zweiter, dritter usw. Nachbau von aus dem Gebiete stammendem Originalsaatgut), oder wenn bei Züchtungsformen von anderen als dem Züchter, ohne seine Kontrolle und ohne ein eigenes Zuchtverfahren, Originalsamen zur Samengewinnung angebaut wurde (erster, weiter dann zweiter, dritter usw. Nachbau).

Wird von einem anderen als dem Züchter eine Weiterzüchtung, nicht bloß ein Weiterbau einer Varietät, Sorte oder Zucht an anderem Orte betrieben oder eine Landsorte der Veredlungszüchtung unterworfen, so handelt es sich um eine „Zucht“ einer vorhandenen Sorte, und es ist, wenn es sich nur

[1]) Sorte hier gleich Sorte im weiteren Sinne (S. 15).

um kleinere Unterschiede im Ausmaß einzelner physiologischer Eigenschaften handelt, nur die Beifügung des Namens des neuen Züchters oder Zuchtortes zum Sortennamen statthaft. Auch diese erst nach mehrjähriger erfolgreicher Arbeit.

Vilmorin rose hâtive kann, in Kwassitz weitergezüchtet, die Bezeichnung Kwassitzer Vilmorin rose hâtive erhalten. Szekler Mais, der, an einem Orte Deutschlands auf kürzere Vegetationszeit, guten Kolbenbau, hohes Kornprozent usw. weitergezüchtet wird, geht zweckmäßig unter der Bezeichnung X (Name des Zuchtortes oder Züchters) Szekler Mais. Vom Nachbau ist eine derartige Nachzucht oder -züchtung wohl zu trennen.

Absaat ist jede Vervielfältigung, die vom Auslesesaatgut bis zur Gewinnung von Originalsaat vorgenommen wird. 1., 2., usw. Absaat von Auslesesaatgut der 1., 2., usw. Auslese.

Angaben über die natürlichen Verhältnisse der Zuchtstätte sind vorteilhaft[1]). Die Beurteilung der Zuchtergebnisse geschieht während der Züchtung nur am Orte derselben, und das dabei Gewählte ist daher für diese Verhältnisse oder ähnliche in erster Linie geeignet. Ob es auch unter anderen Verhältnissen entspricht, darüber entscheiden dann erst die Anbauversuche.

Zur Beurteilung der Frage, ob Originalsaatgut oder Nachbau besser ist[2]), ergeben sich Anhaltspunkte in den Ausführungen über Erfolg der einzelnen Züchtungsarten und über die Dauer desselben.

---

[1]) Stanjek: Ein Beitrag zur Frage der Sortenwahl bei Getreide f. d. Pr. Schlesien. Innaug.-Diss., Breslau 1906.

[2]) v. Rümker hat diese Frage nach dem damaligen Stand der Forschung eingehend behandelt und ist insbesondere gegen unreelle Vorgänge bei der Bezeichnung des Nachbaues aufgetreten. Ill. l. Z., 1899, Nr. 13 u. 14. — Ausführungen über Bezeichnungen, die von einzelnen Stellen bei Saatenanerkennung eingeführt wurden, in Fruwirth: Die Saatenanerkennung, 1918.

Der Betrieb der Züchtung.

I. Die Hilfsmittel des Betriebes.

A. Allgemeine Einrichtungen zur Saatgutgewinnung.

Jeder selbständige Zuchtbetrieb, in welchem für den Verkauf gearbeitet wird, setzt selbstredend auch für die Pflanzen während der Vervielfältigung, der sogenannten Vermehrung, alle jene Einrichtungen voraus, welche bei jeder Saatgutgewinnung gefordert werden, er umfaßt Züchtung und Saatgutbau[1]). Abweichungen von dem Normalen werden sich dabei nur bei der Durchführung einzelner Operationen hier und da ergeben und nur in bedeutend vermehrter Sorgfalt bei Ausführung der einzelnen Maßnahmen bestehen.

Der Drusch wird schonend vorgenommen werden, und wird man auf die Reinhaltung der Sorte oder Zucht die vollste Aufmerksamkeit verwenden. Die Elitepflanzen, jene der ersten Auswahlen spontaner Variationen und Mißbildungen, sowie die Bastardierungsprodukte der ersten Generation werden mit der Hand, durch Ausreiben der in ein Tuch eingehüllten Fruchtstände, Aufdrücken oder Aufschneiden von Früchten u. dgl., entkörnt. Erst bei größerer Zahl von Pflanzen, bei Nachkommenschaften, wird Flegeldrusch oder Drusch mit kleinen Handdruschmaschinen vorgenommen und nur bei großen Mengen, welche die Vermehrungsfelder liefern, Maschinendrusch angewendet.

An der Hand-Stiftendreschmaschine von Richter-Döbeln hat v. Rümker einige Veränderungen vornehmen lassen, die sie zur Verwendung für diesen Zweck geeigneter machen (150 Mk.)[2]). Grundmann hat an der Pflanzenzuchtstation (Wohltmann) des l. Instituts Halle a. S. eine Ährendreschmaschine konstruiert[3]), Teeter an der Cornell-Versuchsstation eine solche für Reihenvergleichsanbau[4]). — Steht nur menschliche Arbeitskraft zum Treiben zur Verfügung, so ist bei Handdreschmaschinen Verwendung von Kugellagern notwendig. Die Bevenser Maschinenfabrik die

---

[1]) Ausführlich behandelt in: Fruwirth: Wie kann sich der Landwirt Pflanzenzüchtung, Sortenversuche und Saatgut zunutze machen. Berlin 1906.

[2]) D. l. Pr. 1912, Jänner.

[3]) Z. f. Pflanzenzücht. II, 1914, S, 281.

[4]) Journ. of the Americ. soc. of agronomy. X, 1918, S. 145.

baut große Dreschmaschinen mit einfacher Reinigung, die sich für das Abdreschen von Versuchsteilstücken, wie sie bei feldmäßiger Vermehrung vorkommen, gut eignen.

Die Dreschmaschine wird in allen Teilen gut gereinigt, und man läßt sie vor dem Drusch eines jeden Saatgutes einige Zeit leer laufen. Wenn mehrere gezüchtete Sorten oder Zuchten gedroschen werden, ist es zweckmäßig, zwischen je zwei derselben eine möglichst abweichende Frucht zu dreschen. Bei gezüchteten Winterfrüchten kann man Sommerfrüchte im Drusch vorangehen lassen, da in diesem Falle, auch wenn die beigemengten Körner nicht bei der Sortierung entfernt werden, der Winter die Beseitigung vornimmt. Nach jedem einzelnen Drusch läuft die Maschine wieder längere Zeit leer. Während des Leerlaufes läßt man bei kombinierter Dreschmaschine die Körner, die noch in der „ersten Reinigung" enthalten sind, vom Elevator ab austreten. Von großem Vorteil ist es bei Züchtung mehrerer Sorten, wenn man vom Felde weg dreschen kann, nachdem auf diese Art die Einlagerung der „Frucht im Geströh" vermieden werden kann, welche auch viel Gelegenheit zur Verzettelung und Beimischung von Körnern gibt. Gut (mit Stroh einer anderen Art oder Matten) gedeckte Puppen von Getreide, Hülsenfruchtern usw. machen es möglich, die Frucht längere Zeit draußen zu lassen, wenn man nicht gleich dreschen kann. Bei Rüben wird zumeist nur eine Sorte der Züchtung unterworfen, oder es werden nur zwei Sorten gezüchtet, und es läßt sich eine gesonderte Einlagerung der Mutterrüben der verschiedenen Auswahlklassen und Abdreschen ihrer Knäuel unschwer gut durchführen. Mehr Sorgfalt verlangen diese Arbeiten bei Nebeneinanderführung mehrerer Gruppen oder Individualauslesen von Körnerfrüchten. Bei Neuzüchtung bei Kartoffeln können sich schon eher Schwierigkeiten ergeben, da die Zahl der zu prüfenden Sorten mitunter eine recht große wird. Oberirdische, frostfreie, trockene Lokale sind in diesem Falle zur Aufbewahrung günstiger als Mieten. Für jede Sorte eine besondere Miete anzulegen, erfordert etwas mehr Arbeit, ist aber sicherer als die Verwendung einer Miete und Trennung der Sorten durch Bretter.

Bei Rüben und Kartoffeln ist, soweit Mieten verwendet werden, und bei Rüben wird dies wohl immer der Fall sein, nichts an besonderen Hilfsmitteln nötig. Werden bei Kartoffeln Räume zur Aufbewahrung benutzt, so ist auf Herstellung von entsprechenden Abteilungswänden Sorgfalt zu verwenden.

Weitgehend von Unkraut reine Felder werden im Zuchtbetrieb zwar vorausgesetzt, es wird aber nie die Unkrautreinheit eine absolute sein. Man wird daher auf die Reinigung des Zuchtsaatgutes besondere Sorgfalt verwenden und weiterhin auch eine gute Sortierung desselben vornehmen.

An die Bodenräume zur Aufbewahrung der Körner werden bei Zuchtbetrieb, ganz besonders im Hinblick auf Reinhaltung der Sorten und Zuchten, weitgehende Anforderungen zu stellen sein. Die Schlagworte: dichter Boden (Sanitas-Steinholz Weyler-Heilbronn, W. Müller-Meran), glatte, dichte Abteilungswände, eigene Handgeräte für Zuchtsaatgut jeder Sorte oder Zucht, reine Säcke werden die Anforderungen kennzeichnen[1]).

Ist eine Trockenanlage vorhanden, so machen Silospeicher die Aufbewahrung leicht einwandfrei und feuersicher[2]).

Bei Getreide und bei Rübe hat man in größeren Saatzuchtbetrieben auch Trockenanlagen eingerichtet, und bei Getreide werden jetzt auch Einrichtungen gegen Pilzschäden geschaffen: Beizvorrichtungen, die entweder nur für die im Betriebe selbst verwendeten Absaaten von Auslesesaatgut und für dieses selbst in Anwendung kommen oder auch für das Verkaufssaatgut.

Soweit bei Zuchtsaatgut Sämaschinen verwendet werden, und es wird dies auf den Feldern zur Vervielfältigung des Zuchtsaatgutes der Fall sein, ist, ebenso wie bei der Dreschmaschine, auf Entfernung aller übrigen Samen vor Benutzung der Maschine genau zu achten, und es verdienen jene Maschinen, bei welchen die Entleerung rasch und sicher vorgenommen werden kann, den Vorzug. Bei kleinen Mengen können auch Handdrills verwendet werden.

Fahrbare Maschinen, welche diesen Anforderungen entsprechen, sind z. B.: Saxonia von Siedersleben-Bernburg, Miranda von Eckert-Berlin, Simplex von Dehne-Halberstadt. Kinberg-Svalöf baut eine jetzt daselbst gern verwendete einpferdige Maschine[3]). Handdrills bauen: Pracner-Raudnitz a. d. Elbe, Sack-Leipzig. Wohltmann ließ den ein- oder zweireihigen Handdrill „Hallensis“ der Aktiengesellschaft Zimmermann-Halle entsprechend abändern[4]), v. Rümker nach eigenen Angaben einen ein- oder zweireihigen Handdrill bauen, Korant-Berlin[5]).

---

[1]) Siehe Note 1 S. 381.

[2]) Strube: Z. f. Pflanzenzücht. 1913, I, 4. Heft.

[3]) Z. f. Pflanzenzücht., 1913, I, 2. Heft.

[4]) Grundmann: Kühn-Archiv, 1912, S. 250.

[5]) Z. f. Pflanzenzücht., 1913, I, 4. Heft. — Leidner: Der praktische Getreidezuchtbetrieb, 1915, S. 65.

B. Besondere Einrichtungen und Hilfsmittel für den Züchtungsbetrieb.

Zuchtgarten[1]), Zuchtfelder.

Mehrfach wurde in den vorstehenden Teilen des Zuchtgartens gedacht. In demselben wachsen bei Veredlungszüchtung bei auf dem Feld eng stehenden Pflanzen die Nachkommenschaften der Elitepflanzen heran. Bei Züchtung durch Auslese spontaner Variationen oder durch Formenkreistrennung werden die Nachkommenschaften auch daselbst herangezogen und verglichen, bei Bastardierung steht die erste Generation und meist auch jede weitere Generation, in welcher noch Auslese erfolgt, daselbst. Bei Eliten von Pflanzen, welche schon bei gewöhnlicher Feldkultur weiten Standraum erhalten, bringt man die Nachkommenschaften bei Veredlungszüchtung nicht im Zuchtgarten, sondern auf gutgewählte Feldflächen, welche der Fruchtfolge nach die betreffende Frucht tragen, unter: Zuchtfelder.

Bei einer Anzahl mehrjähriger kolonialer Gewächse, besonders bei jenen, die Bäume sind, tritt an Stelle des Zuchtgartens die Baumschule, in welcher die Sämlinge und Stecklinge herangezogen und verglichen werden, und der Nutzbestand, ja unter Umständen nur dieser.

Bei Veredlungszüchtung sind im Zuchtgarten, auf dem Zuchtfeld und der den Zuchtgarten vertretenden Baumschule Forderungen in bezug auf Gleichartigkeit des Bodens, Fruchtfolge, Gleichmäßigkeit des Düngungszustandes, gleichmäßige, annähernd den Verhältnissen des Feldes angepaßte Pflanzenentfernung besonders zu berücksichtigen. Diese Forderungen werden mit den Möglichkeiten, sie zu erfüllen, im folgenden behandelt werden. Bei Veredlungszüchtung hat die Erfüllung dieser Forderungen aus dem Grunde besondere Bedeutung, weil bei der Auslese die Leistung der einzelnen Individuen oder dieser und der Nachkommenschaften beurteilt werden soll und diese Beurteilung unter durchschnittlichen Verhältnissen erfolgen und durch Ungleichheiten des Standortes möglichst wenig getrübt werden soll. Bei den übrigen Züchtungsarten — ausgenommen Auslese nach quantitativen Eigenschaften nach Bastardierung — tritt die Bedeutung dieser Forderungen zurück.

[1]) Den Ausdruck Zuchtgarten hat v. Rümker, wie er mitteilt (D. L. P. 1907, S. 241), zuerst 1899 gebraucht. Über Verhältnisse im Zuchtgarten hat sich Kießling: Z. f. Pflanzenzücht., I, 1. Heft, 1912, verbreitet.

Zuchtgarten, Zuchtfeld, Baumschule sollen für die Wirtschaft normale und innerhalb der Fläche des Zuchtgartens selbst gleichmäßige Bodenverhältnisse aufweisen. Es ist daher nicht zweckmäßig, für Zuchtgarten und Baumschule ein Stück Gartenlandes zur Schaffung abzutrennen, sondern es soll Boden dazu benutzt werden, wie er durchschnittlich auch bei Nutzbeständen verwendet wird, dabei aber immerhin die Nähe des Hofes im Auge behalten werden. Diese Nähe erhöht allerdings bei einigen Pflanzen die Sperlingsgefahr, erleichtert aber wesentlich die Beobachtung.

An Stelle des ständigen Zuchtgartens, von welchem hier weiter gesprochen wird, verwenden manche Züchter wechselnd eine Fläche als Zuchtgarten: wandernder Zuchtgarten. Sie wählen als solchen alljährlich in dem Schlag, welcher die betreffende Frucht trägt, ein Stück aus und bringen die Eliten daselbst unter. Für diesen Vorgang wird geltendgemacht, das die so den Pflanzen gebotenen Verhältnisse die feldmäßigsten sind. Gegen denselben ist anzuführen, daß der Zuchtgarten dadurch wiederholt weit vom Hofe wegkommt (Überwachung, Wege), daß das Verfahren, wenn mehrere Pflanzen gezüchtet werden, zur Anlage mehrerer Zuchtgärten an verschiedenen Stellen führen muß, daß es schon schwer ist, eine möglichst gleichmäßige Feldfläche zu finden, um so schwerer eine Anzahl solcher, und daß die durch Bearbeitung, Düngung und vorangegangenen Pflanzenbestand beeinflußte Gleichmäßigkeit auf dem Felde schwieriger zu erzielen ist als im ständigen Zuchtgarten. Ich halte die Anlage eines ständigen Zuchtgartens für das Entsprechendere. Hat man es mit Fremdbefruchtern zu tun, so kann es bei solchen auch dann notwendig werden, mit mehreren Zuchtgärten zu arbeiten, was manche Übelstände mit sich bringt.

Das Zuchtfeld läuft — außer bei Fremdbefruchtern — mit der Fruchtfolge; im ständigen Zuchtgarten wird es notwendig sein, eine Fruchtfolge einzuführen, schon deshalb, weil eine Düngung von Zeit zu Zeit gegeben werden muß. Man wird trachten, die Düngung soweit einzuschränken, daß die Pflanzen keinesfalls wesentlich günstiger als jene des freien Feldes gestellt sind, und es jedenfalls vermeiden, die Düngung vor der Pflanze zu geben, bei welcher Auswahl getrieben werden soll. Es wird sich eine Folge: Kartoffel gedüngt, Sommergetreide, Hülsenfruchter als zweckmäßig erweisen, wenn man Sommergetreide- und Hülsenfruchterzüchtung betreiben will. Sollen neben

Sommergetreide und Hülsenfruchtern auch Kartoffeln gezüchtet werden, so wird es vorzuziehen sein, ein Brachejahr vorangehen zu lassen, da die Düngung zu Kartoffeln doch nie so gleichmäßig ausgeführt werden kann, daß eine verschiedenartige Beeinflussung der einzelnen Pflanzen sicher vermieden wird. Trotz der Ungewöhnlichkeit einer solchen Folge im gewöhnlichen Betriebe wird dann die Folge: Brache gedüngt, Kartoffel, Sommergetreide, Hülsenfruchter die entsprechende sein. Die Einschaltung einer Brache ist auch zweckmäßig, wenn Hülsenfruchter und Wintergetreide gezüchtet werden sollen, da die Zeit nach Kartoffeln für den Anbau von Wintergetreide nur bei früheren Sorten gut reicht, wenn es auch immerhin möglich ist, Wintergetreide folgen zu lassen. Man wird dann eine Folge: Kartoffeln gedüngt, Brache, Wintergetreide Hülsenfruchter verwenden können, und wird man für diese auch ungewöhnliche Folge die Berechtigung nur in der für Wintergetreide anzustrebenden Gleichmäßigkeit der Düngungsverhältnisse finden können. Wollte man von Brache absehen, so könnte in diesem Falle auch die Folge: Kartoffel gedüngt, Sommergetreide, Hülsenfruchter, Wintergetreide (Sommergetreide dabei nicht gezüchtet) Anwendung finden. Beseler verwendete bei Züchtung von Sommer- und Wintergetreide die Folge: Weizen, Rüben, Hafer, Kartoffeln. Jedenfalls vermeidet man im Zuchtgarten, wie erwähnt, frische Stallmistdüngung zu einer Frucht, welche gezüchtet wird, tunlichst überhaupt alles, was die Pflanzen zu untereinander ungleicher Entwicklung bringt und sie gegenüber den Pflanzen der gewöhnlichen Feldkultur begünstigt.

Jedem Schlag der gewählten Fruchtfolge wird dann, je nach der Ausdehnung der Züchtung, ein Beet oder eine Mehrzahl solcher zugeteilt. Die einzelnen Beete macht man 2—3 m breit. Man läßt sie bei ganz ebener Lage des Zuchtgartens von O nach W laufen, so daß die Pflanzenreihen die allgemein günstigste NS-Richtung haben können. Zwischen den einzelnen Beeten laufen bleibende Wege. Diese bleiben als Erdwege erhalten, was auf leichtem Boden das zweckmäßigste ist, oder erhalten eine Decke, die das Betreten auf gebundenen Böden auch bei oder nach Regenwetter gut zuläßt. Als Decke steht Grasnarbe oder für die Wegmitte fester erhärtender Belag zur Verfügung, wie solcher jetzt in Gartenanlagen häufig anzutreffen ist. Die einzelnen Nachkommenschaften der Elitepflanzen stehen auf jedem Beete unmittelbar nebeneinander (*a b c d* Abb. 79),

so daß auf dem Beete selbst keine Zwischenräume gelassen werden, die größer als die Reihenentfernung sind. Jeder Nachkommenschaft wird eine bestimmte Zahl Reihen zugewiesen.

Die Anordnung im Zuchtgarten wäre für einen bestimmten Fall etwa die folgende (Abb. 79):

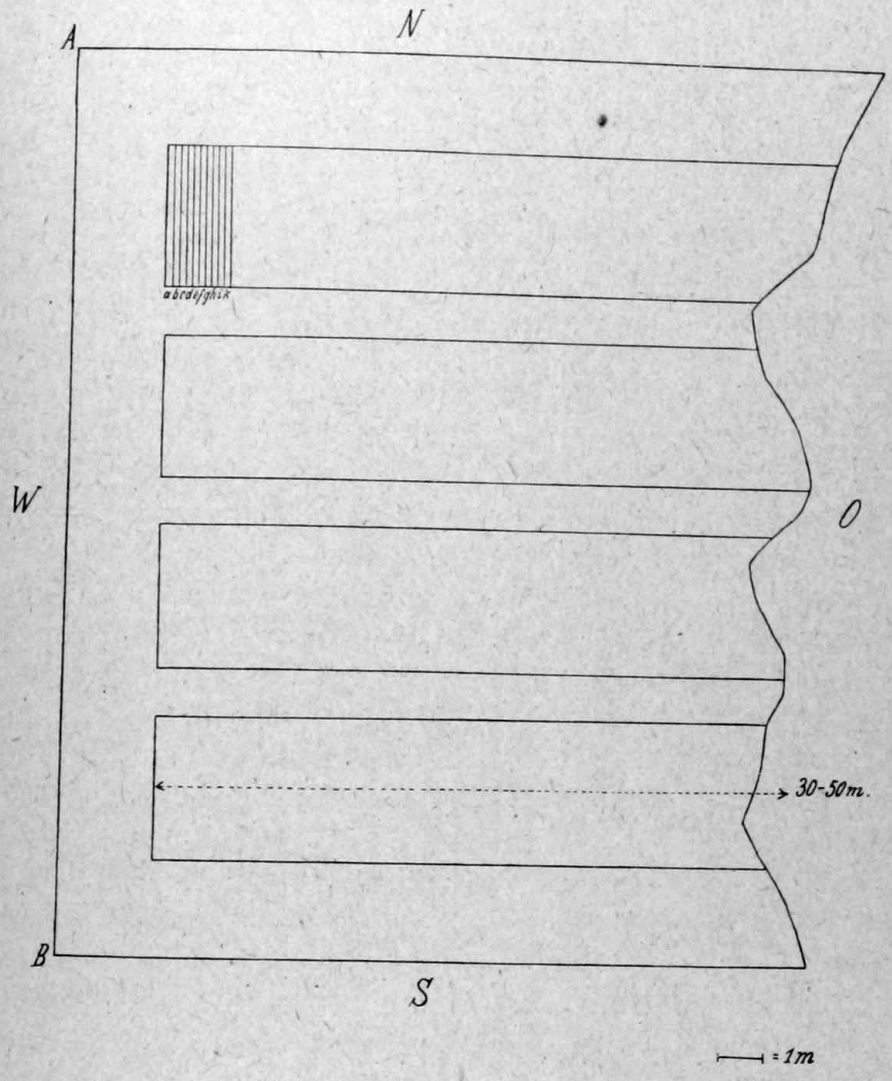


Abb. 79. Schematisches Beispiel, Zuchtgartenplan.

Ein solche Einteilung genügt für einen Zuchtbetrieb, der nur zwei Arten, etwa einen Hülsenfruchter und ein Sommergetreide, züchtet. An Stelle je eines Beetes für jeden Schlag können uatürlich in gleicher Anordnung je zwei oder drei angelegt werden. *A B* in Abb. 79 ist eine der Schmalseiten des Zuchtgartens. Ist an dieser die Umzäunung so ausgestaltet, daß man sie ganz oder doch bis auf die Stützeu beseitigen kann, so

lassen sich die Beete, wie erwähnt, auch mit Gespanngeräten bearbeiten. Die Verwendung eines gewöhnlichen Wendepfluges ist dabei kaum möglich, da die Einebnung der schmalen Beete nicht einwandfrei gelingt; dagegen arbeiten gewöhnliche Wechselpflüge oder Balancepflüge gut.

Will man statt Reihen Flächen säen, so kann auch dies ohne Zwischenwege auf dem Beete geschehen. Man läßt die einzelnen Flächen entweder unmittelbar mit dem Reihenzwischenraum aufeinanderstoßen oder mit einigen Reihen — von auch mit dem üblichen Reihenzwischenraum — gesäten Körnern von zweitbesten Pflanzen der Auslese. Die Gleichmäßigkeit auf dem Beet wird so durch Wege nicht gestört.

Die breiten Wege zwischen den Beeten und an den Seiten derselben beeinflussen den Pflanzenstand allerdings. Der Einfluß an den Längsseiten der Beete kann aber für die Beurteilung der ganzen Nachkommenschaft vernachlässigt werden, wenn die Pflanzen in durchlaufenden Längsreihen stehen; da alle Nachkommenschaften getroffen werden, kommt allerdings bei der Auslese von Einzelpflanzen dadurch zum Ausdruck, daß die dem Wege nahen begünstigt werden. Man wird diese daher, wenn keine Randreihen verwendet werden, beseitigen oder nur für die Beurteilung der ganzen Nachkommenschaft verwenden. Der Einfluß der Wege an den Schmalseiten, bei Anordnung der Nachkommenschaften in kleinen Rechtecken, auch jener an den Längsseiten, muß dadurch ausgeschaltet werden, daß man etwa vier Randreihen mit Auslesesaatgut belegt und die Ernte dieser beseitigt. Um den Einfluß etwaiger Wege zwischen den Beeten eines Schlages aufzuheben, wendet Kießling eine Behandlung nach folgendem Schema an:

1, 2, 3 = 1, 2, 3 m der Beetbreite, W = 1 m breiter Weg.

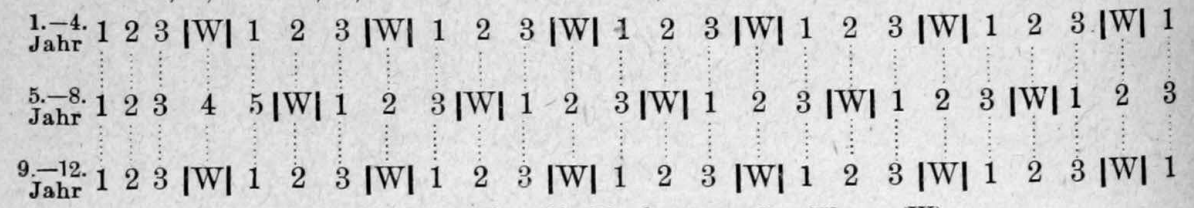


Abb. 80. Schema für die Verlegung der Wege (W), wie sie im Zuchtgarten zu Weihenstephan durchgeführt wird. Nach Kießling.

In den einzelnen Jahren: erstes Jahr Winterweizen, danach Gründüngung zum Ausgleich; zweites Jahr: Hackfrucht ohne Zwischenwege; drittes Jahr: Sommergetreide, danach Gründüngung; viertes Jahr: Hülsenfrüchter; fünftes Jahr: Wintergetreide, danach Gründüngung; sechstes Jahr: Hackfrucht ohne Zwischenwege; siebentes Jahr: Sommergetreide, danach Gründüngung.

Die Entfernung der Pflanzen untereinander kann von feldmäßiger Entfernung bis zu derartiger Einzelstellung,

daß das Individuum keinen Einfluß auf die Nachbarpflanzen ausübt, gehen.

Feldmäßige Entfernung wird bei Pflanzen, die auch im Nutzbestand weit voneinander stehen, am Platze sein. Bei Pflanzen, die auf dem Felde dicht stehen, wie unsere Getreide- und Hülsenfruchterarten, wird weiterer Stand gegeben werden.

Wie die Verhältnisse dabei liegen, sei durch ein Beispiel gezeigt. Sät man feldmäßig 140 kg Weizen auf 1 ha, und wiegen 1000 Körner 43 g, so fallen auf 1 qm 325 Körner. Wird Weizen im Zuchtgarten auf 20 : 5 cm gesät, so kommen nur 100 Körner auf 1 qm; wird er 10 : 5 cm gesät — was wohl meiner Ansicht nach die untere Grenze für gute Beobachtung und Ernte einzelner Pflanzen ist —, so liegen auf 1 qm 200 Körner.

Für die Bemessung des weiteren Standraumes ist maßgebend, daß die Einzelpflanze sich möglichst natürlich entwickelt, um eine sicherere Beurteilung ihrer Eigenschaften zuzulassen, die Einzelpflanze für sich sicher geerntet werden kann, reichlich Samen geerntet wird und die Pflanzen untereinander sich möglichst wenig beeinflussen. Die erste Forderung spricht dafür, sich von dem feldmäßigen Wachsraum möglichst wenig zu entfernen, da die verschiedenen Eigenschaften sich mit der Veränderung des Wachsraumes verschieden ändern [1]). Die anderen drei Forderungen führen zu weiterem Wachsraum, ja, bei der letzterwähnten ist man selbst zu Wachsräumen von 1 qm (Sperling-Buhlendorf, später verlassen) oder sehr weiten Wachsräumen und Begießen mit Nährlösungen, eventuell selbst Gefäßkultur [Mitscherlich] [2]) gelangt. Ich neige dazu, über den feldmäßigen Wachsraum bei dicht stehenden Pflanzen nur soweit hinauszugehen, daß die Einzelpflanze unbedingt sicher als solche geerntet werden kann, die Pflanzen nicht erheblicher mit ihren Achsen durcheinanderwachsen. Zugegeben ist, daß die Einzelpflanzen dabei gegenseitig und besonders durch Lücken im Bestand beeinflußt werden. Diesem Nachteil, der die Auslese von Pflanzen trifft, steht der Vorteil gegenüber, daß die wichtigere Nach-

---

[1]) Über derartige Änderungen, beispielsweise für Getreide: v. Seelhorst: Journ. f. L. 1897, 1899, 1904. — v. Seelhorst u. Freckmann: Journ. f. L., 1903, 253. — Bünger: Inaug.-Diss. bei v. Seelhorst, 1906, u. L. J., 1906, S. 491. — Paul: Arbeit bei v. Seelhorst: Journ. f. L., 1908, S. 229. — Meyer: Inaug.-Diss., 1908. — Grundmann: Kühn-Archiv, II, 1913, S. 199, Claus: Daselbst, Bd. III, 1913, S. 169.

[2]) Z. f. Pflanzenzücht., I, 1913, S. 275.

kommenschaftsbeurteilung unter natürlicheren Verhältnissen stattfindet.

Wenn Nachkommenschaften von Elitepflanzen je für sich gebaut werden sollen, wird zu entscheiden sein, ob die Pflanzen der Nachkommenschaften in einem Quadrat beisammen stehen sollen oder in mehreren längeren Reihen, die über die ganze Breite des Beetes laufen. Es lassen sich für jede der Anordnungen Gründe anführen; ich ziehe jene in Reihen vor, da die Übersicht über mehrere Nachkommenschaften bei derselben besser ist und besonders die Saat leichter ausgeführt werden kann. Bei Fremdbefruchtern läßt sich für Quadrate anführen, daß bei solchen die Befruchtung eher innerhalb einer Nachkommenschaft erfolgt als bei Reihen; aber wenn alle Nachkommenschaften nebeneinander stehen, ist bei der Kleinheit des einzelnen Quadrates darauf gewiß nicht viel Gewicht zu legen. Man hat auch die einzelnen Nachkommenschaften geteilt, um so für den Vergleich Kontrollteilstücke schaffen zu können. Zweckmäßig kann das nur bei sehr viel Saatgut pro Nachkommenschaft sein. Bei wenig Saatgut erschwert es Arbeit und Übersicht bedeutend und bringt durch verhältnismäßige Vermehrung der Grenzen zwischen benachbarten Nachkommenschaften auch wieder Ungleichheiten mit sich.

Zwischenwege auf einem Beet vermeide ich, wie schon oben erwähnt, durchaus. Die Reihen einer Nachkommenschaft können unmittelbar neben jenen der anderen laufen, leer bleibende Stücke der Beete werden von ganz zuchtgartenmäßig gebauten Pflanzen einer Füllsaat bestanden, die nicht geschlechtlich beeinflußt. Ich will durch beides wenigstens Randpflanzen innerhalb des Beetes vermeiden, indem Reihe neben Reihe über das ganze Beet hin in gleichen Abständen läuft. Für die möglichste Vermeidung von Randreihen spricht auch die Feststelluug Wohltmanns, der fand, daß auch bei Verwendung von Zwischenreihen, die mit anderen Arten bestanden sind, die Randreihen schwerere Pflanzen geben als die Binnenreihen[1]).

Daß Randpflanzen immer eine andere üppigere Entwicklung zeigen als Pflanzen, die weiter vom Rand weg stehen, ist bekannt. Ähnlich wirken auch Lücken im Bestand, Fehlstellen auf die umgebenden Pflanzen, ja selbst, wie v. Lochow[2]), später dann Nielsen N. P. nachgewiesen hat,

[1]) Kühn-Archiv 1912, S. 251.
[2]) Nachr. aus dem Klub d. Landw., 1902, Nr. 442.

benachbarte Reihen mit anspruchsloseren Pflanzen der Zucht. Bei Veredlungszüchtung dürfen jene Pflanzen, welche an die Wege grenzen, nicht zur Bestimmung bei Einzelpflanzen herangezogen werden. Hat man von den einzelnen Nachkommenschaften genug Saat, so sät man bis an den Weg und scheidet die drei oder vier äußersten Pflanzen jeder Reihe einfach aus. Ebenso kann man, wenn reichlich Samen vorhanden sind, um Fehlstellen möglichst zu vermeiden, pro Pflanzenstelle je zwei Körner legen und im Jugendzustand der Pflanzen je eine entfernen. Andernfalls muß man für zeitig entdeckte Fehlstellen Saat anderer Pflanzen verwenden. Als solche können — aber nur, wenn Bastardierung nicht zu befürchten ist — deutlich unterscheidbare derselben Art verwendet werden (anders gefärbte Rüben im ersten Lebensjahre, schwarze, nackte Gerste). Zur Füllung später entdeckter oder entstandener Fehlstellen erübrigt nur das recht umständliche und unsichere Auspflanzen von Pflanzen derartiger Formen.

Sperling-Buhlendorf versuchte die Beeinflussung durch Fehlstellen dadurch zu umgehen, daß er den Pflanzen so weite Standräume gab, daß eine Vergrößerung derselben nicht mehr beeinflußt, gab aber das Verfahren später unbefriedigt auf.

Es ist nicht zu leugnen, daß die Behandlung der Fehlstellen etwas Gekünsteltes an sich hat und recht umständlich ist, besonders bei Wintergetreide, wenn dasselbe in den erwähnten Reihen 5 : 5 steht, nach dem Winter. Kann man nicht das erwähnte Auslegen mehrerer Samen von Elitepflanzen pro Stelle ausführen, so ist es noch das einfachste, von einer Besäung oder Bepflanzung der Fehlstellen ganz abzusehen. Man teilt dann bei der Nachkommenschaft die Pflanzen in zwei Teile, in solche, die im geschlossenen Bestand erwuchsen, und in solche, die um Fehlstellen standen. Nur erstere können zur Auslese von Elitepflanzen herangezogen werden. Natürlich beeinflusst die Zahl der Fehlstellen, die bei der Nachkommenbeurteilung ohnehin erhoben werden muß, auch diese Beurteilung. Je mehr Fehlstellen vorhanden sind, desto mehr Pflanzen mit der Ausbildung von Randpflanzen sind vorhanden. Einen Ausgleich wird man da wohl nur durch Abschätzen erzielen können; denn auch das ist ja ein Abschätzen, wenn man den Ertrag einer Pflanze berechnet und für jede Fehlstelle einen um zwei Drittel geringeren Ertrag einsetzt, indem man annimmt, daß sich die Nachbarpflanzen der Fehlstellen üppiger entwickelt haben.

Die Größe des Zuchtgartens ist durch den Flächenbedarf bei der gezüchteten Pflanze oder den gezüchteten Pflanzen und durch die gewählte Fruchtfolge gegeben. Der Flächenbedarf ergibt sich bei Veredlungszüchtung aus der größten Zahl der Auslesepflanzen, die man zu wählen beabsichtigt, der größten Zahl Samen einer derselben und dem gewählten Standraum für eine Pflanze. Ist der größte Flächenbedarf für die gezüchtete Pflanze ermittelt, so ist damit die Größe der übrigen Schläge gegeben. Weit unsicherer ist die Größenbemessung bei Neuzüchtung als solcher, da sich die voraussichtlich größte Zahl der Nachkommenschaften nicht gut beurteilen läßt. Reichliche Bemessung ist in allen Fällen am Platze.

Vorrichtungen, Geräte und Maschinen im Zuchtgarten.

Das Auslegen der Samen oder das Pflanzen der Knollen muß, bei Veredlungszüchtung oder Auslese nach quantitativen Eigenschaften nach Bastardierung, im Zuchtgarten wie auf dem Zuchtfelde und in der Baumschule vollkommen exakt geschehen. Auf Zuchtfeldern und in der Baumschule genügt Säen oder Pflanzen nach der Schnur oder auf markiertes Land. Im Zuchtgarten werden mehrere Mittel angewendet.

Man kann, so wie dies in St. Anthony Park (Hays und Boß) geschieht, einen rechteckigen oder quadratischen Bretterrahmen verwenden, der mit Zeichen in den Abständen der Reihen versehen ist, an welche Zeichen eine Querlatte angebracht wird, welche ihrerseits wieder Zeichen in den Abständen der Pflanzen in den Reihen trägt. Man bewegt sich auf dem Bretterrahmen und nimmt das Legen der Körner mit dem Setzholz vor. Es werden so die Nachkommenschaften in kleine Beete gelegt (centgeners). In Svalöf wird ein einzelnes Brett verwendet, das in den passenden Entfernungen Löcher besitzt, durch welche das Setzholz gesteckt wird. Nolč, Oberpocernitz, benutzt eine Vorrichtung, welche aus mehreren aneinandergereihten Brettern besteht, in welche in den passenden Abständen Löcher gebrannt sind (Säplatten). Um das starke Zusammendrücken der ganzen Oberfläche des Beetes zu vermeiden, wird von Bauernfeind-Nabdemenreuth ein Holzgitter verwendet, dessen Leisten die Löcher tragen. Kießling in Weihenstephan benutzt eine Latte mit Kerben (Abb. 81); in letztere wird das Setzholz gesteckt. Ähnlich verwendeten Freudl und Pammer an der Samenkontrollstation Wien kleine Brettchen mit Kerben für das Setzholz. Die Brettchen werden durch zwei in den Boden gedrückte Leisten festgehalten und entlang einer Schnur gelegt. Latte und Brettchen legen sich auch bei unebenerem Boden gut an; Auslassen ganzer Reihen ist bei ihrer Anwendung schwerer möglich, es ist aber wieder ein besonderes Brett notwendig, auf welchem sich der Arbeiter bewegt. Auch die Vorrichtung, welche Güntz als

Säkasten von F. Lanz[1]) beschreibt, kann leicht nachgebaut und verwendet werden. Dieselbe bestand aus zwei gleich großen Rahmen von der Länge und Breite eines Beetes, deren einer Querleisten besaß, an denen sich in bestimmter Entfernung eiserne Spitzen befanden, während der

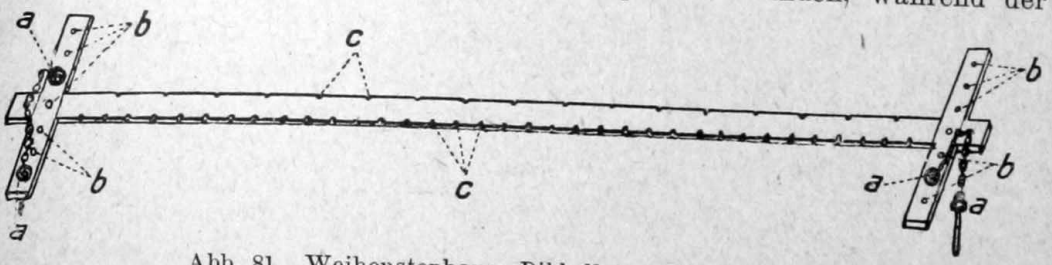


Abb. 81. Weihenstephaner Dibbellatte. Nach Kießling.

andere ein Brett umschloß, welches genau so viele Löcher enthielt wie der erste Rahmen Spitzen, so daß, wenn man einen Rahmen auf den andern legte, Löcher und Spitzen sich deckten. Außerdem konnte der Lochrahmen während des Verteilens des Saatgutes durch ein unten vorgeschobenes Brett geschlossen werden (Abb. 82). Lang verwendete ein

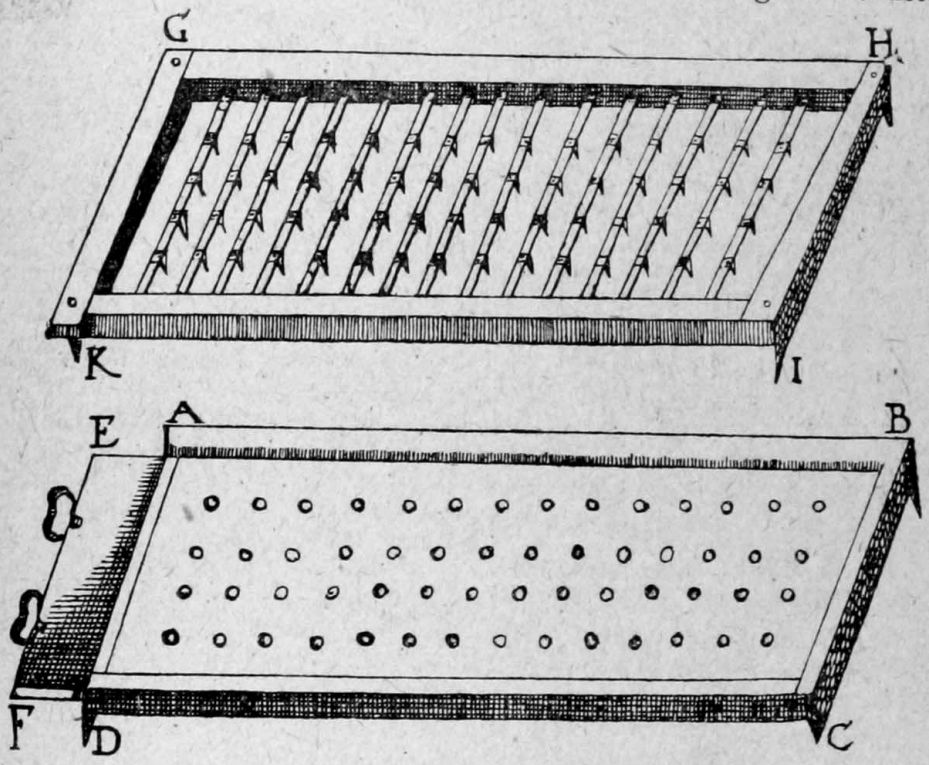


Abb. 82. Säkasten nach Lanz.

Legenetz, das aus vier Schnüren gebildet wird, die gleich weit voneinander an zwei Leisten befestigt werden und in ihrem Verlauf in gleichen Abständen voneinander dünne Holzleisten tragen. Im Mittelpunkt jeder Netzmasche wird mit dem Setzholz das Loch eingedrückt.

---

[1]) Landw. historische Bl., 1903, S. 52.

Ich fand es zuerst zweckmäßig, ein Brett, dessen Breite etwas größer als die Reihenentfernung ist, zu legen, auf welchem Brett der Arbeiter sich bewegt, neben dem Brett eine gleichmäßig tiefe Rille zu erstellen, neben diese oder an die Wand der Rille eine Latte mit Teilung zu legen, die Körner in die Rille, in die von der Latte gegebenen Entfernungen, zu bringen, die Rille zu schließen, das Brett neben und auf dieselbe zu legen und nun die nächste Rille zu erstellen. Die Erstellung einer Rille schien mir geeigneter, weil eine solche das Zusammendrücken des Bodens, wie es das Setzholz bewirkt, vermeidet und ein Übersehen einer Pflanz-

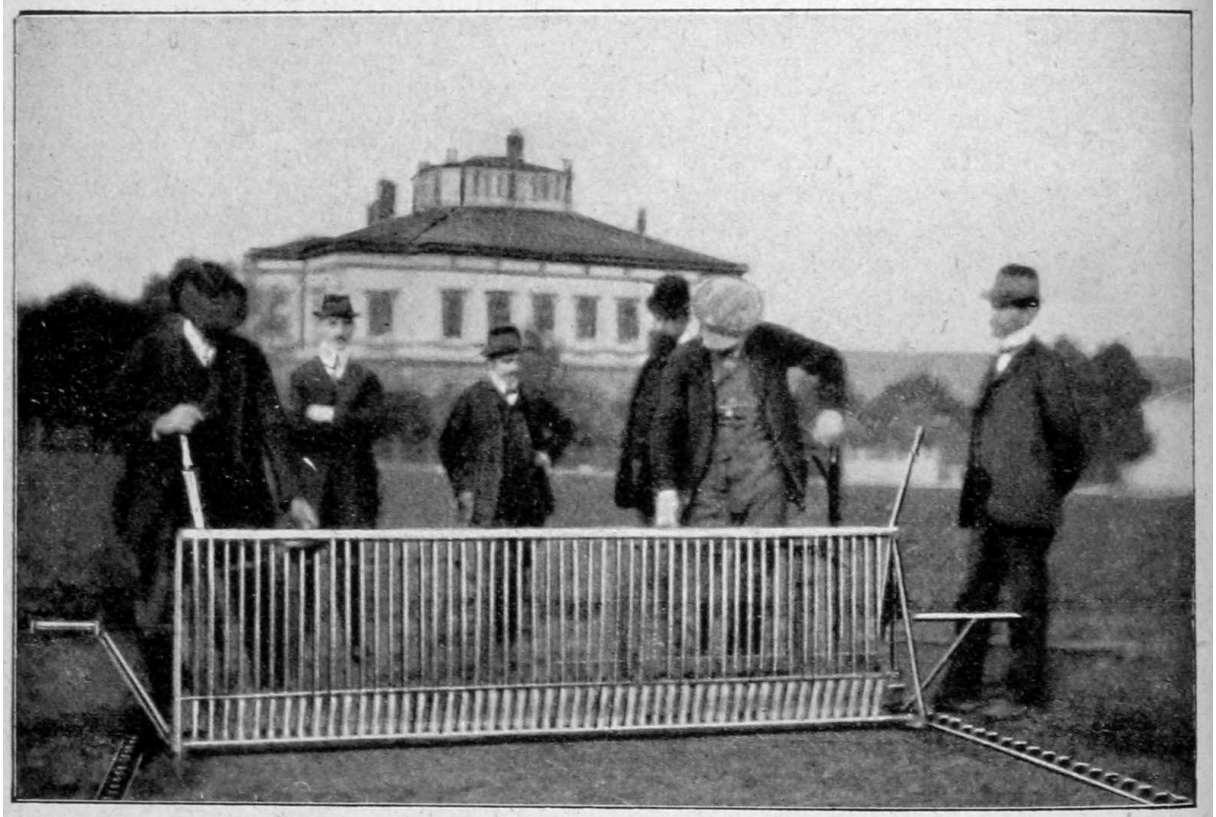


Abb. 83. Sämaschine von Stephani für Zuchtgärten und Beetversuche in Prüfung auf der Zentrale Chlumetz a. C. der Züchtervereinigung Nolč und v. Dreger.

stelle weniger leicht als bei Verwendung des Lattenrahmes, des Netzes oder gelochten Brettes möglich ist. Freudl-Liebwerd erstellt auch Rillen, und zwar mit einem rechenähnlichen Handgerät, das an Stelle der Zähne Rillenschare trägt.

Von sehr gebundenen Böden abgesehen, halte ich das Zusammendrücken des Bodens, das mich gegen die Lochbretter und Stempel einnahm, jetzt nicht mehr für so ungünstig. Die kapillare Leitung des Wassers zum Samen erfolgt selbst günstiger, wenn der Boden unter demselben zusammengedrückt wird, als wenn dies von oben her geschieht. Es ist daher, wenn der Boden in gutem physikalischem Zustand ist, auch die Pflanzenlochmaschine, Modell v. Rümker, Korant, Berlin[1]), gut ver-

[1]) Z. f. Pflanzenzücht., I, 1913. Heft IV.

wendbar; ebenso sind es — unter diesen Umständen — die noch zu erwähnenden zwei Sävorichtungen.

Eine Sämaschine gewöhnlicher Art ist im Zuchtgarten und meist auch auf dem Zuchtfeld nicht anwendbar, da alle Dibbelmaschinen je mehrere Samen pro Stelle säen und man nur selten über zwei pro Stelle hinausgehen kann. Auf Veranlassung Wohltmanns wurde von Stephan eine Sämaschine erdacht und weiter verbessert, die Saat einzelner Körner zuläßt, ein Übersehen einzelner Stellen ausschließt, die bei anderen Sämethoden unbequeme Stellung des Säers vermeiden läßt und bei sorgfältiger Behandlung gute Arbeit liefert (Abb. 83). Drescher-Halle, 368 Mk. für 50 Saatröhren 5:5 oder 4:4 cm, 300 Mk. für 40 Saatröhren 5:5 cm[1]).

Auf dem gleichen Prinzip beruht der Handsäapparat nach v. Stebutt, Korant-Berlin, 50 Mk., 25 Saatröhren, 4,5 cm voneinander[2]).

An der Cornell-Versuchsstation werden, bei Nachkommenschaftsvergleich, die Körner nicht in gleichen Abständen voneinander gelegt, sondern es wird die pro Reihe abgezählte Menge einfach ausgestreut[3]).

Bei Gras und Klee ziehe ich es vor, überhaupt nicht ins freie Land zu säen, sondern in Kistchen, die in kalten Glasbeeten oder in kalten Gewächshäusern gehalten werden. Nur so ist es möglich, einen geschlossenen Bestand gleich weit voneinander stehender Pflanzen zu erzielen.

Das Legen der Knollen im Zuchtgarten oder auf dem Zuchtfeld kann auch in Rillen erfolgen oder aber in genau mit dem Spaten (nach der mit Marken versehenen Schnur) erstellte Gruben.

Von der Saat bis zur Ernte werden die bei Feldkultur üblichen Arbeiten, soweit der enge Stand dieses zuläßt, auch im Zuchtgarten ausgeführt. Bei Pflanzen, welche leicht lagern, kann eine Stützung derselben durch Bänder erzielt werden, welche zwischen den Reihen gespannt werden. Noch besser hat sich mir dabei das Ziehen eines Netzes von Schnüren bewährt, die an Tonkinstäben[4]) befestigt werden. Die Halme oder Stengel wachsen durch das Netz der Schnüre empor, finden an den letzteren Stütze und knicken nicht ein, wie behauptet wird. Weiterhin wird auch zur Zeit der Saat und des Aufganges sowie von Blüte bis Reife Schutz gegen Vögel in allen Fällen, in welchen die Gefahr stärkerer Schädigung durch diese vorliegt, gewährt werden. Dazu finden Drahtgitter, besser noch engmaschige Netze Anwendung; als dauerhafte Träger können mit Vorteil alte Gasrohre verwendet werden, als Netze genügen gebrauchte Fischernetze. Die Reife tritt unter Netz

[1]) Kühn-Archiv 1912, I, S. 231. Prüfung der Maschine auf der Zentralstelle der Züchtervereinigung Nolč und v. Dreger in Chlumetz a. C.: W. landw. Z. 1913, S. 285. — Friedenspreise.

[2]) Z. f. Pflanzenzücht. II, 1914, 1. Heft. — Friedenspreise.

[3]) Love and Craig Journ. of the Americ. soc. of agronom.

[4]) Thiele & Lüders, Hamburg, Repsolderstraße 119.

und Gitter etwas früher ein, da die Temperatur höher ist; es ist daher zweckmäßig, den Schutz erst nach der Blüte zu geben und etwa notwendigen Schutz bei Saat durch aufgelegte Gitter zu bieten.

Imprägnierte gebrauchte Fischernetze bei Wolf Vlak-Emden, Nordsee, 1 qm zirka 3 Pfennig. Die verschiedenen Schutzmittel gegen Vögel: Windrädchen mit Klappern, an Schnüren aufgehängte Spiegel, Kartoffeln mit Geflügelfedern, tote Krähen, Heringe, in Karbolineum getauchte Lappen fand ich nicht sicher genug. Maschenweiten über 2 cm genügen gegen Sperlinge nicht mehr.

v. Rümker verwendet einen fahrbaren Auslesetisch mit aufklappbaren Rändern, der auch zum Einführen der Pflanzen dient [Abb 84][1]).

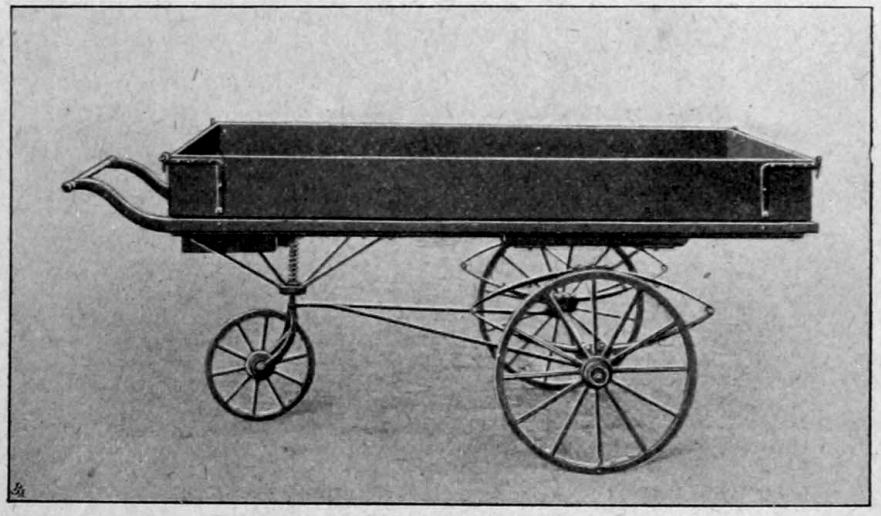


Abb. 84. Fahrbarer Auslesetisch, wie ihn v. Rümker konstruierte und verwendet.

Bei der Ernte von Körnerfruchtern ist es oft nötig, den erhärteten Boden mittels Spaten zu lockern, wozu ein solcher mit kleinem Blatt und kurzem Stiel zweckmäßig ist. Einzelne Pflanzen werden am besten unter Dach aufgehängt und dort nachreifen gelassen. Nachkommenschaften kann man, je eine zu einer Garbe vereint, an Böcke lehnen oder auch an das weiter unten erwähnte Wohltmannsche Nachreifegestell hängen.

Schutz von Nachkommenschaften oder anderer Gruppen von Pflanzen gegen Fremdbestäubung. Bei Fremdbestäubung durch den Wind ist ein solcher Schutz, der Bestäubung unter den ausgewählten Pflanzen zuläßt, aber anderweitige Bestäubung hindert, mehrfach durchgeführt worden; bei Fremdbestäubung durch Insekten ist es bisher im Züchtungs-

[1]) D. L.-P., 1912, Januar.

betriebe nicht gelungen, sicheren Schutz mit Sicherung der gewollten Bestäubung zu vereinen. Als Schutzmittel kann zunächst in beiden Fällen räumliche Isolierung der Eliten gelten; Felder mit Pflanzen der gleichen Art sollen entfernt vom Zuchtgarten gelegen sein und die einzelnen Auslesegruppen (Individualauslesen, Gruppen der Gruppenauslese usw.) entfernt voneinander. Man muß in diesem Falle oft auf die Unterbringung der Auslese in einem Zuchtgarten verzichten und die einzelnen Auslesegruppen je für sich auf mehrere Zuchtgärten verteilen oder in Feldern, die mit einer anderen Pflanze bestanden sind, unterbringen. Derartige Isolierung, insbesondere wenn die einzelnen Nachkommenschaften, die von einem Individuum stammen, nicht in lange gezogene Reihen, sondern in geschlossener Fläche mit kurzen Reihen beisammen stehen, wirkt auch bei Insektenblühern auf die Förderung der Bestäubung der ausgewählten Pflanzen untereinander etwas ein. Es erklärt sich dies daraus, daß die Insekten, wenn sie bei einer zusagenden Art angelangt sind, Blüte auf Blüte in der Umgebung besuchen und dann erst weiterfliegen. Zuerst kann da nun allerdings auch Pollen übertragen werden, der noch von früheren Besuchen herrührt; später wird dann Pollenübertragung zwischen den Pflanzen der Auswahl stattfinden. Bei Wind- und Insektenbestäubung kann außer der Isolierung, wenn die Pflanzenzahl nicht zu erheblich ist, noch ein anderer sicherer Schutz gewährt werden. Ein solcher wird durch Pergamin- bzw. Gazekasten erzielt (Abb 85). Bei ausgesprochener Fremdbefruchtung durch Insekten bleibt unter solchen aber die Fruchtbildung aus. Es kann in diesem Falle aber sehr wohl daran gedacht werden, geeignete Insekten zu fangen und in die Gazekästen zu bringen und dieses täglich während der Blühzeit zu wiederholen. Je zeitiger des Morgens die Übertragung derselben stattfindet, desto weniger ungewollte Blütenbesuche haben stattgefunden, desto „reiner" sind die Insekten. Ihre „Reinheit" in dieser Beziehung kann mit Rücksicht auf den Züchtungszweck auch sehr gut dadurch erzielt werden, daß man sie auf Pflanzen anderer Art fängt, die in größeren Beständen stehen und von ihnen „arbeitend" beflogen werden.

Seit 1902 habe ich bei Kleezüchtung ein derartiges Verfahren angewendet und festgestellt, daß sich dasselbe ganz wohl im praktischen Züchtungsbetriebe einführen läßt. Die Pflanzen stehen unter mit Gaze überzogenen Gestellen, die Insekten werden auf Feldern mit anderen Arten (in diesem Falle Wicken) gefangen und bleiben 1–1½ Tage in den Kästen.

Ein Wechsel mit den Tieren empfiehlt sich, da nach 1½ Tagen manche Individuen in der Gefangenschaft der Kästen absterben.

Die sogenannte Konstanz der Besucher ist bei derartiger Verwendung von Insekten günstig, Einzelne Besucher haben die Gewohnheit, bei einem Ausflug nur Blüten einer Art zu besuchen. Man ist bei diesen sicherer, daß sie, auf einer Art (im Beispiel auf Wicken) gefangen, keinen Pollen einer anderen Art (im Beispiel Klee, Esparsette, Luzerne) übertragen. Von den hauptsächlich in Betracht kommenden Insekten ist die Honigbiene konstant, dagegen sind die Hummelarten inkonstant[1]). Weitere Ausgestaltung des Verfahrens erfolgte durch Martinet und Lindhard[2]).

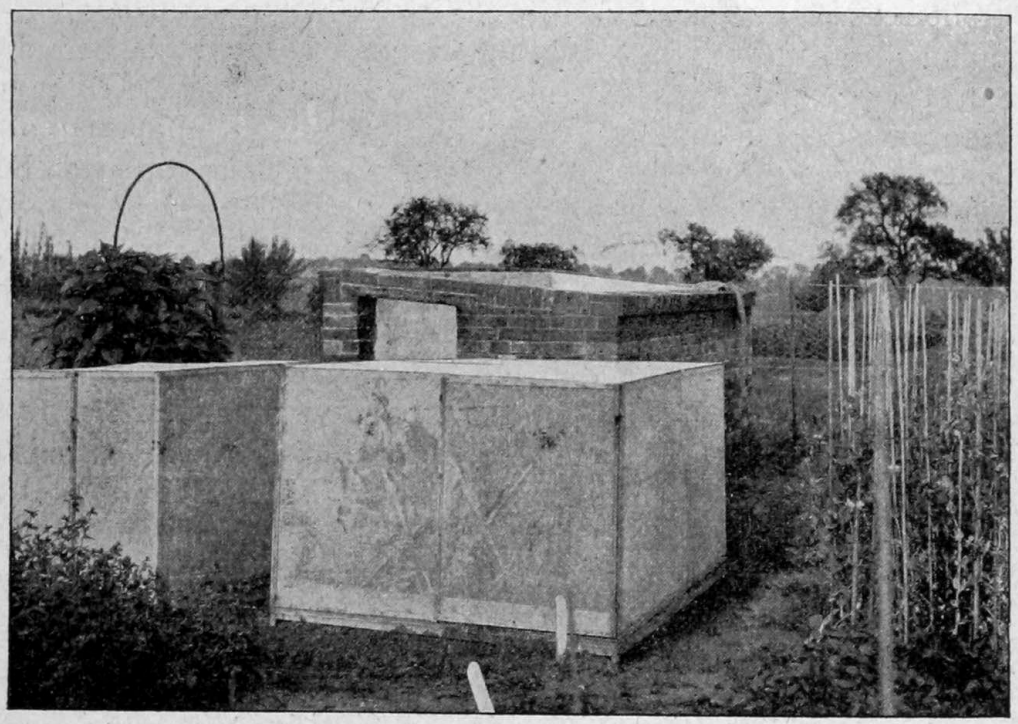


Abb. 85. Schutzvorrichtung für mehrere Pflanzen gegen Übertragung von Pollen durch Wind oder Insekten.

Gewächshäuser.

In bestimmten Fällen werden im Zuchtgarten ein Warmhaus, Warmbeet und ein kalter Kasten gute Dienste leisten, so erstere bei Vermehrung und bei Rübenzüchtung, wenn Teilung, Asexualverfahren oder Pfropfung ausgeführt wird, letzterer, wenn man die Entwicklung von Pflanzen zur Vornahme von Bastardierungen beschleunigen oder auch Bastardierungen unter Glas vornehmen will. Ich benutzte einen solchen auch zur Erziehung wertvoller Pflanzen bei Auslese nach Bastardierung

[1]) Plateau: Ann. soc. entomol. Belg., 1901, S. 56. Referat Bot. C., LXXXVI, S. 364.

[2]) Weiteres Bd. III, 3. Auflage.

und bei Ausleseversuchen nach Blüten- und Samenfarbe. Im Freiland sind die Samen zu viel Fährlichkeiten ausgesetzt, als daß man wertvolles Material, das oft nur in wenigen Samen besteht, denselben aussetzen wollte. Solche wertvolle Samen, ebenso Gras- und Kleesamen werden in Töpfen oder flachen Kistchen im kalten Kasten gesät und die Pflanzen später ausgepflanzt.

Aufbewahrungsräume.

Trockene, gut lüftbare Räume mit nicht erheblichen Schwankungen der Temperatur und vollem Schutz gegen Mäuse und Vögel eignen sich zur Aufbewahrung des wertvollen Materials an Körnerfrüchten des Zuchtgartens allein oder dieses und der ersten Absaaten von Auslesesaatgut. Rüben und Knollen vom Zuchtgarten und von den Vervielfältigungen werden in trockenen, nicht zu warmen, lüftbaren Kellern oder derartigen oberirdischen Räumen aufbewahrt, die gegen Mäuse gut versichert sind. Bei Knollen wird die Ernte von Einzelpflanzen, wenn diese gesondert aufbewahrt werden soll, in Säckchen in solchen Räumen aufbewahrt.

Die Vereinigung des Aufbewahrungsraumes der Pflanzen und Körner mit dem Aufarbeitungsraum, die besonders bei kleinen Betrieben angestrebt wird, ist nur bei Pflanzen gut möglich, deren Früchte nicht leicht aufspringen. Hülsenfruchter, Raps und dergleichen verlieren bei dem Temperaturwechsel, der durch Erwärmung des Raumes zur Arbeitszeit und Kaltlassen nachts oder vor und nach der Arbeit erfolgt, sehr viel Samen.

Die Aufbewahrung der Ernte von Vervielfältigungen, die über die erste hinausgehen, erfolgt bei Körnerfrüchten in Scheunen.

Aufarbeitungsräume.

Sind keine chemischen Arbeiten notwendig, und ist der Zuchtbetrieb ein einfacher, so kann bei kleinen Betrieben jeder lichte Raum als Aufarbeitungsraum verwendet und vor und nach der Arbeit anderweitig benutzt werden. Andernfalls wird ein eigener lichter Raum mit den je nach der Art der Züchtung nötigen Einrichtungen versehen und dient dann auch zur Aufbewahrung der Zuchtbelege, eventuell auch der aufgearbeiteten Ernte des Zuchtgartens (Abb. in Bd. IV, 3. Aufl.).

Weitere Hilfsmittel für den Züchtungsbetrieb.

Jene, die im Zuchtgarten Verwendung finden, sind bereits bei Besprechung desselben angeführt worden. Es sind

die Hand- und, wenn möglich, Spanngeräte für die Bodenbearbeitung, die Vorrichtungen zur Saat und Ernte, Schutznetze oder -gitter, eventuell Tonkinstäbe, Fäden und Bänder. Jährlich wird der gesamte Anbau im Zuchtgarten in einem Plan festgelegt, der jede einzelne Nachkommenschaft mit ihrer Nummer und der Reihenzahl enthält, sowie, soweit einzelne bezeichnete Pflanzen vorhanden sind, jede derselben mit ihrer Nummer und genauem Standort. Außerdem wird jeder Nachkommenschaft und, soweit einzelne bezeichnete Pflanzen vorhanden sind, jeder Einzelpflanze eine Etikette beigegeben. Für Nachkommenschaften dienen Stecketiketten, bei Einzelpflanzen lassen sich auch kleine Hängeetiketten verwenden, die besonders dann am Platze sind, wenn, wie bei Bastardierung, auch einzelne Teile einer Pflanze bezeichnet werden sollen.

Die einfachste und billigste Art und Benutzung von Etiketten ist die Holzetikette, welche auf einer Seite mit weißer Ölfarbe gestrichen wird, worauf die Bezeichnung in die feuchte Farbe mit gewöhnlichem Bleistift geschrieben wird.

Im Aufbewahrungsraum finden Haken, Ständer, Nachreifgestelle, Kästen, Tüten, Glas- und Holzzylinder Verwendung. Die Pflanzenbündel werden an langen, S-förmig gebogenen Haken an Drähten aufgehängt, die nahe der Decke gespannt werden. Hat man ganz verschiedene Früchte in Züchtung, so kann der Raum noch weiter durch einfache Ständer oder Nachreifgestelle ausgenutzt werden, welche auf den Fußboden gestellt werden. Möglich ist dies nur dann, wenn ein Herabfallen von Körnern der aufgehängten Pflanzen deshalb nicht stört, weil die Körner unfehlbar bei Aufarbeitung bemerkt werden.-

Als Ständer lassen sich einfache schwere Holzkreuze verwenden, die in der Mitte einen senkrechten Spieß aus Holz tragen, auf welchen Garbe oder Bündel gesteckt wird. Nachreifgestelle sind Holzgestelle, die mit Haken versehen sind, an welche Garben oder Bündel gehängt werden. A. Thiele-Halle stellt solche nach Wohltmann her, die dachförmig gebaut sind, 50—60 Mk.

Wenn keine chemischen Arbeiten bei der Auslese durchgeführt werden müssen, so braucht der Raum zum Aufarbeiten an Einrichtungsgegenständen einen großen Auslesetisch oder mehrere solche, bei Auslese nach Farbe einen kleinen Auslesetisch, dessen Platte mit einer Glasplatte bedeckt werden kann, einen Wagentisch, dessen Träger in die Mauer eingelassen sind, und ein Brett an einem nordseitigen Fenster zur Aufstellung eines etwaigen Mikroskopes oder der Arbeit

mit Lupen. Dazu die nötigen Sitzgelegenheiten, dann Kästen zur Aufbewahrung des eben in Verarbeitung stehenden Materials und solche zur Aufbewahrung der Apparate und der Sammlungen, endlich eine Anzahl von Tragbrettern mit Rand und Papierteller oder -kästchen.

Als Auslesetisch ist ein solcher mit schwarzer Platte vorteilhaft; ich fand es zweckmäßig, wenn die Platte sich schief stellen ließ, auf welcher die Pflanzen, die dann unten an einer aufgeklappten Randleiste ruhen, sich dem Auge besser darbieten [1]). Wohltmann verwendet an Stelle solcher Platten schwarze Tafeln, an welche die Pflanzen an Nägel gehängt werden, und die man so wie eine Malerstaffelei aufstellt [2]). Der Tisch mit Glasplatte ist bei Auslese nach Korn- und Fruchtfarbe gut zu verwenden, wenn unter die Glasplatte farbiges Papier geschoben wird, von dem sich die zu vergleichenden Farben gut abheben. Die einzelnen zusammengehörigen Nachkommenschaften lassen sich meist nicht in kurzer Zeit aufarbeiten, und es ist oft im Verlauf der Arbeit erwünscht, einen Überblick über einzelne derselben wiederzugewinnen. Die Samen werden daher erst nach Abschluß der ganzen zusammengehörigen Arbeit in Säckchen gegeben, bleiben während derselben auf den Papiertellern oder in den Pappkästchen. Um nun Zufälligkeiten auszuschließen, ist es zweckmäßig, jede Nachkommenschaft oder einige Nachkommenschaften zusammen auf ein Tragbrett zu stellen und dieses in einen verschließbaren Kasten einzuschieben. Tragbretter und Kasten werden zu diesem Zweck zueinander passend hergestellt Der Kasten, in welchem die Sammlung aufbewahrt ist, ist mit Laden zu versehen, in welchen Fruchtstände oder Samen und Fruchtproben für spätere Vergleiche in Tüten oder Gläsern aufbewahrt werden. Nachdunkeln der Hülsenfruchtersamen läßt sich auch bei geschlossenem Kasten nicht vermeiden. Sollen Rübenwurzeln, Kartoffeln, fleischige Früchte u. dgl. zum Vergleich aufbewahrt werden, so empfiehlt sich dazu Einlegen in 5%ige Kupfervitriollösung durch 30—50 Minuten, dann Einbringen in 5%ige Formalinlösung. Die Körner der bearbeiteten Pflanzen werden am besten in Papiertüten aufbewahrt, auf welche die Bezeichnung für den Anbau geschrieben wird. Die Tüten werden in entsprechender Weise geordnet in

[1]) Fruwirth: Das Gebäude und die Zuchtgärten der K. w. Saatzuchtanstalt Hohenheim 1907. Abb. auch in Bd. IV, 3. Auflage.

[2]) Kühn-Archiv I, 1912, S. 231.

Kästen mit Türen aufbewahrt, deren Vor- und Rückwand aus feinmaschigem Drahtgitter besteht, so daß gute Durchlüftung

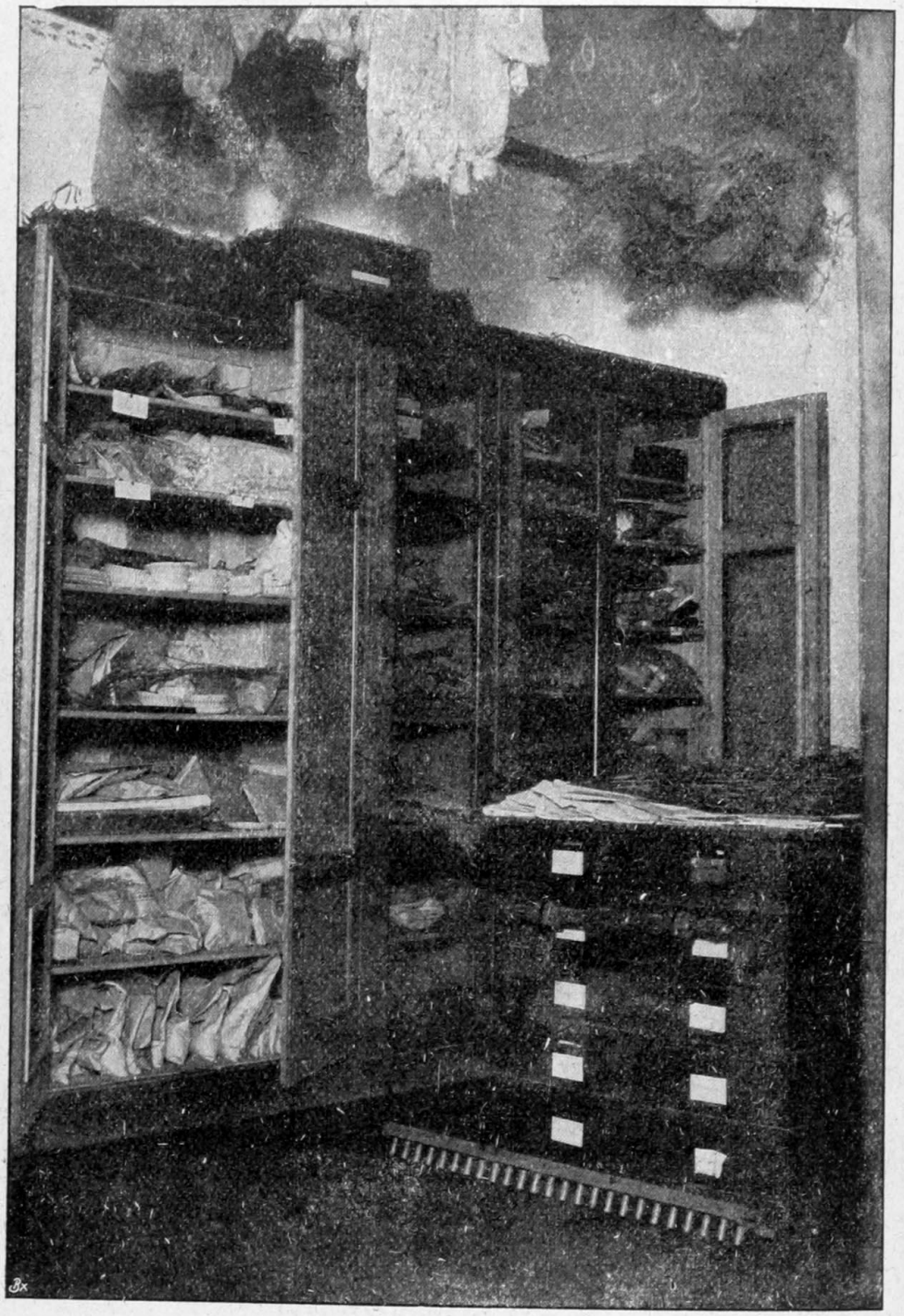


Abb. 86. Aufbewahrungsraum (Waldhof) mit Kasten mit Drahtgitterwandung.

mit vollständiger Sicherung gegen Mäusefraß verbunden wird, Abb. 86. Kießling verwendet an Stelle solcher Kästen ein-

zelne Kisten, deren Boden aus Trieurblech erstellt ist, und die in den Ecken Füße tragen, so daß mehrere aufeinander gestellt werden können[1]). Gegen Mäuse schützt diese biligere Aufbewahrung nicht.

Die Zahl der Apparate, welche bei der Auslesearbeit Verwendung finden können, ist eine sehr beträchtliche. Auf einigen Ausstellungen wurden Sammlungen solcher vorgeführt[2]). Besondere Apparate, die nur bei der Züchtung bestimmter Pflanzen herangezogen werden, gelangen an der betreffenden Stelle (Bd. II—V) zur Besprechung. Soweit nicht chemische Untersuchungen bei der Auslese in Frage kommen, kann man mit einem sehr bescheidenen Inventar von Apparaten sein Auslangen finden, das Lupe, Mikroskopierbesteck, Wage, Maßstab, bei höheren Anforderungen außerdem noch Präpariermikroskop, Binokularlupe, Mikroskrop, photographischen Apparat umfaßt.

Lupen können schon im Zuchtgarten bei Vornahme von Bastardierungen usf. dienen: Leitz-Wetzlar, 12,24 Mk., Reichert-Wien, als auch im Arbeitsraum. In letzterem auch für einfache Zwecke Stativlupe; für etwas höhere Präpariermikroskop: Leitz-Wetzlar, 145 Mk., Zeiß-Jena, Reichert-Wien; für hohe Ansprüche und bei kleinen Einzelheiten Binokularmikroskop: Zeiß-Jena, Leitz-Wetzlar, 200 Mk.

Ein Mikroskop (Leitz-Wetzlar, Zeiß-Jena, Reichert-Wien) wird bei vielen Züchtungen entbehrlich sein; dagegen dient ein Mikroskopierbesteck vielfach; dort, wo mehr Bastardierungen ausgeführt werden, ein eigenes für solche von v. Tschermak zusammengestelltes Besteck (Dümmler-Wien IX), 9,50 Mk.

Die Anforderungen, die an Wagen zu stellen sind, werden größer, wenn einzelne Fruchtstände oder erst Früchte oder Samen gewogen werden sollen, was meist nur bei wissenschaftlichen Untersuchungen der Fall ist. Für solche Zwecke sind analytische Wagen geeignet oder die Körnerwage von Johannsen: Lavering & Larsen-Kopenhagen, 60 Mk. v. Rümker: Apel-Göttingen 100 Mk.; die Körner- und Ährenwage von v. Seelhorst: Apel-Göttingen, 50 Mk. Für Zuchtbetriebe entsprechen für Ähren, einzelne Pflanzen, kleine Körnermengen die Wagen von Korant-Berlin, bie 25 g 35 Mk., bis 150 g 65 Mk., bis 300 g 80 Mk., Kießlings Pflanzenwage, eine zweiarmige Wage: Wagner & Munz-München, 38 Mk.; Wage nach v. Vogelsang: Grotthaus-Danzig, 75 Mk. bis 75 g; Wage nach Pammer und Freudl: Florenz-Wien bis 20 g; für Pflanzenbündel (Nachkommenschaften) Kießlings Pflanzenbündelwage, eine

---

[1]) D. L. P. 1907, S. 196.

[2]) Internat. botan. Ausstellung 1904 (Fruwirth), Ausstellung der D. L.-G. 1905 München (Kraus und Kießling), Ausstellung bei der Wanderversammlung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht, Gießen (Böhmer) 1910. Beschreibung solcher Apparate für Getreidezüchtung, Lang: Ill. l. Z. 1907, S. 303.

Dezimalwage, 20 kg Tragkraft: Wagner & Munz-München, 56 Mk.; für einzelne Rüben, einzelne oder einige Kartoffeln: Wage von Korant-Berlin, bis 3000 g 35 Mk., bis 5000 g 40 Mk. Für die feldmäßigen Versuche dient, wenn jedem Teilstücke nur Proben entnommen werden, eine der letzterwähnten Wagen; wird die Ernte ganzer Teilstücke gewogen, so eignet sich dazu die Wage von Geppert-Darmstadt (81 Mk.) gut.

Als Meßvorrichtungen dienen im Zuchtbetriebe meist Metallmaßstäbe, die nahe dem Rand eines Auslesetisches eingelassen sind, oft selbst nur auf den Auslesetisch aufgezeichnete Skalen. Für genaue Messungen, auch solche von Teilen von Achsen, bei bis $^1/_{10}$ mm Ablesung, ist der Halmmaßstab nach Kießling: Sendtner-München, 28 Mk., für solche von Halmen die Meßlatte nach v. Weinzierl: Neuwirth-Wien VIII, 12 Mk., geeignet. Zur Feststellung der Abmessungen von Früchten und größeren Samen ist der Schnellmesser von Arthur Meißner-Freiburg i. S. 10, 12, 23 Mk., oder die Präzisionsschublehre desselben, 15 Mk., gut verwendbar, bei kleinen Samen ein Schraubenmikrometer, Wolz-Bonn, 7,50 Mk., oder der Körnermesser nach Johannsen, Spoerhases Nachf.-Gießen, 10 Mk.

Photographische Apparate bei Zeiß-Jena, Lechner-Wien, je nach Bedarf im Preise verschieden. Bringt man die Gegenstände vor einer Glasplatte an und hinter derselben in einigem Abstand einen weißen Hintergrund, so erhält man schattenlose scharfe Bilder[1]).

Auch in der kleinen Zuchtwirtschaft wird ein Rechenschieber gute Dienste tun[2]), bei wissenschaftlichen Arbeiten erleichtern Rechenmaschinen die Verarbeitung des oft sehr umfangreichen Zahlenmaterials.

In bestimmten Fällen dienen auch Kornzählapparate[3]), und zum Ausbringen der Körner bei Getreide kann, wenn dasselbe nicht durch Ausreiben mittels eines Tuches erfolgt, eine einfache Vorrichtung (Carstens Entkörner) verwendet werden[4]), die aus einem Holzkasten mit Drahtgitterboden und gerieftem Holzreiber besteht.

Abblasen von Spreu kann durch Modellwindfegen: Röber-Wutha, Eisenach; Ansaugen, bei Vermeidung von Staub im Raum, durch Aspirateur: O. Nitsche-Ronneburg, S.-A., Eben-Leipzig, erfolgen.

An Zuchtbüchern ist notwendig ein Notizbuch, in welches alle Beobachtungen bei den Nachkommenschaften, jene bei Bastardierungen und Auffindung spontaner Variationen, dann die Ermittlungen bei Untersuchung der Pflanzen und Nachkommenschaften sowie die Erhebungen bei Saat und Ernte im Zuchtgarten und bei Vervielfältigung vorläufig eingetragen werden, das eigentliche Zuchtbuch, das für jede Auslesepflanze und ihre Nachkommenschaft sowie für die Absaaten die gesamten Aufzeichnungen aufnimmt, und ein Stammbaum. Das eigentliche Zuchtbuch läßt sich vorteilhaft auch in Kartothek-

[1]) Munerati: Le staz. sperim. ital. XLVI S. 86.

[2]) W. Faber-Nürnberg liefert einen solchen in der Ausgestaltung nach Dr. Lang zu 5,50 Mk.

[3]) S. Bd. IV.

[4]) v. Seelhorst: Z. f. Pflanzenzücht. 1913, I, Heft IV.

form erstellen[1]). Hansen erwähnt auch ein Usancenbuch, in welches der Vorgang bei der Züchtung und allfällige Wandlungen desselben eingetragen werden[2]), und ein solches ist bei Wechsel des Zuchtleiters gewiß vorteilhaft, auch bei kommissionellen Besichtigungen. Bei Züchtung vieler Sorten wird es notwendig sein, den Beichnungen der einzelnen Auswahlen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die Bezeichnungen müssen so gewählt werden, daß in den Zuchtbüchern die Abstammung der einzelnen Elitepflanze rasch bis auf die erste Auslese herab verfolgt werden kann.

Bei Veredlungszüchtung, die aus einer Anzahl Individualauslesen besteht, genügt mir eine einfache Numerierung. Die Pflanzen der ersten Auslese erhalten die Nummern 1, 2, 3 usw. In der Nachkommenschaft jeder dieser Pflanzen werden auch die Nummern 1, 2, 3 usw. verwendet. Eine einzelne Pflanze führt nun beispielsweise nach der zweiten Auslese die Bezeichnung $\frac{2}{2}$ oder $\frac{2}{120}$ usw. Im dritten Jahre wird wieder so vorgegangen. Eine Pflanze, welche die Bezeichnung $\frac{8}{\frac{13}{120}}$ trägt, stammt demnach von Pflanze 8 der ersten Auslese ab, weiter von Pflanze 13 der zweiten Auslese innerhalb der Nachkommen von 8 usw. Es ist dabei ganz gut möglich, nach einigen Jahren die Fortsetzung der Numerierung für die Bezeichnung im Zuchtgarten einzustellen und z. B. nach drei Auslesen, statt die obige Bezeichnung weiterzuführen, jetzt von 120 (oder 120a, 120b) auszugehen und in gleicher Weise wie bisher in folgenden Jahren Nummern anzufügen. Das Zuchtbuch läßt die Abstammung von diesem Jahr zurück auch dann erkennen, die Numerierung im Zuchtgarten wird aber einfacher. Hat man Individualauslesen aus verschiedenen Sorten, so kann man, auch noch, wie dies Kießling tut[3]), den Anfangsbuchstaben des Sortennamens hinzufügen. Z. B. bei einer Individualauslese aus Duppauer Hafer: $\frac{D2.}{130}$ Es genügt aber auch, im Zuchtbuch zu vermerken, daß z. B. die Individualauslesen von 1—80 von Duppauer, jene von 81—130 von Fichtelgebirgshafer usw. stammen. Hays bezeichnet bei Auslese mit Nachkommenprüfung, bei welcher jede Nachkommenschaft 100 Pflanzen umfaßt derart, daß nach der Jahreszahl die erste Zahl die Mütter der Nachkommenschaft bezeichnet und dann die Nummer der Pflanze im betreffenden Jahre sich anschließt. So ist 1907/4/26 Pflanze 26 in der Nachkommenschaft von Pflanze 4 des Jahres 1906. Ähnlich wie bei Hays die Jahreszahl läßt sich die Generationenanzahl der Auslese der laufenden Nummer der Pflanze voranstellen. So ist 241 Pflanze 41 der zweiten Auslese, 301 Pflanze 1 der dritten Auslese. Martinet bezeichnet mit Buchstaben und fügt die Generationenanzahl als Index an: $a^3\ g^2\ b$

---

[1]) Ackermann: Z. f. Pfanzenzücht. 1914, II, Heft I.
[2]) Z. f. Pflanzenzücht. VI, 1918, S. 119.
[3]) Kurze Einleitung in die Technik der Getreidezüchtung, 1912.

st Pflanze *a* aus Nachkommenschaft von Pflanze *g*, die der Nachkommenschaft von Pflanze *b* des ersten Jahres entstammt[1]).

Bei Züchtung durch Auslese spontaner Variationen morphologischer Eigenschaften und bei Formentrennung erhält, wenn keine Veredlungszüchtung gleichzeitig läuft, im Falle der Individualauslese, jede Ausgangspflanze eine Nummer oder einen Buchstaben, und die Bezeichnung bleibt für die gesamte Nachkommenschaft einer Pflanze. Tritt eine neue spontane Variation in einer der Nachkommenschaften auf, so kann, um den Zusammenhang anzudeuten, die Bezeichnung der Nachkommenschaft bleiben und eine weitere Nummer oder ein weiterer Buchstabe angefügt werden. Ausgang sind z. B. 12 Pflanzen *A*, *B*, *C* usw.; ihre Nachkommenschaften werden geprüft und die Nachkommenschaften, Formen *A* und *F*, als bewährt behalten. In der Nachkommenschaft *F* taucht eine neue spontane Variation auf und ist Ausgang einer neuen Individualauslese, welche die Form *Fa* liefert. Findet glerchzeitig Veredlungszüchtung statt, so kann die Bezeichnung für diese zugesetzt werden, z. B.: $\frac{Fa}{2}$. $\frac{}{6}$

Wird bei Variabilität nach Bastardierung systematische Auslese durchgeführt, so kann, bis zum Eintritt der Konstanz, eine Bezeichnung wie bei Individualauslesen bei Veredlungszüchtung durchgeführt werden. Jedes Individuum der ersten Generation ist der Ausgangspunkt einer Individualauslese.

Beispiele für Tabellen in den Zuchtbüchern zur Einzeichnung der Ermittlungen der Veredlungszüchtung bei den Elitepflanzen und ihren Nachkommenschaften haben Dix[2]), die Saatzuchtanstalt Weihenstephan [Kraus, Kießling][3]), Holdefleiß[4]) je für Getreide, Hansen für viele Pflanzen[5]) gegeben. Die Ausgestaltung solcher Tabellen ist, so sehr mit den Zuchtzielen wechselnd und, wenn die Auslesemomente bei Individuen und Nachkommenschaften festgestellt sind, so einfach, daß es sich erübrigt, raumzehrende Beispiele zu bringen. Einfacher noch gestalten sich die Aufzeichnungen bei Neuzüchtung als solcher.

Die Stammbaumdarstellung kann entweder so durchgeführt werden, daß nur die Nummern der gewählten Elitepflanzen eingetragen und durch Striche verbunden werden, oder so, daß jeder Elitepflanzennummer auch zugehörige Aufzeichnungen aus dem Zuchtbuch beigefügt werden. Diese Aufzeichnungen können sich entweder nur auf die Elitepflanzen selbst oder auch auf ihre Nachkommenschaft oder die weitere feldmäßige Prüfung erstrecken. Für eigenen Gebrauch genügt die Zusammensellung der Nummern, für Ausstellungs- oder literarische Zwecke zieht man die Beifügung von weiteren Angaben

---

[1]) Annuaire agr. de la Suisse, 1907.
[2]) Mitt. d. D. L. G., 1906, S. 211.
[3]) Ber. d. K. b. Saatzuchtanstalt, 1907, S. 68.
[4]) Landw. Pflanzenzüchtung, Hannover 1908, S. 139.
[5]) Z. f. Pflanzenzücht. VI, 1918, S. 119.

vor[1]). Die Darstellung geht von den Ausgangspflanzen aus. Von jeder derselben führen Striche zu den Elitepflanzen der

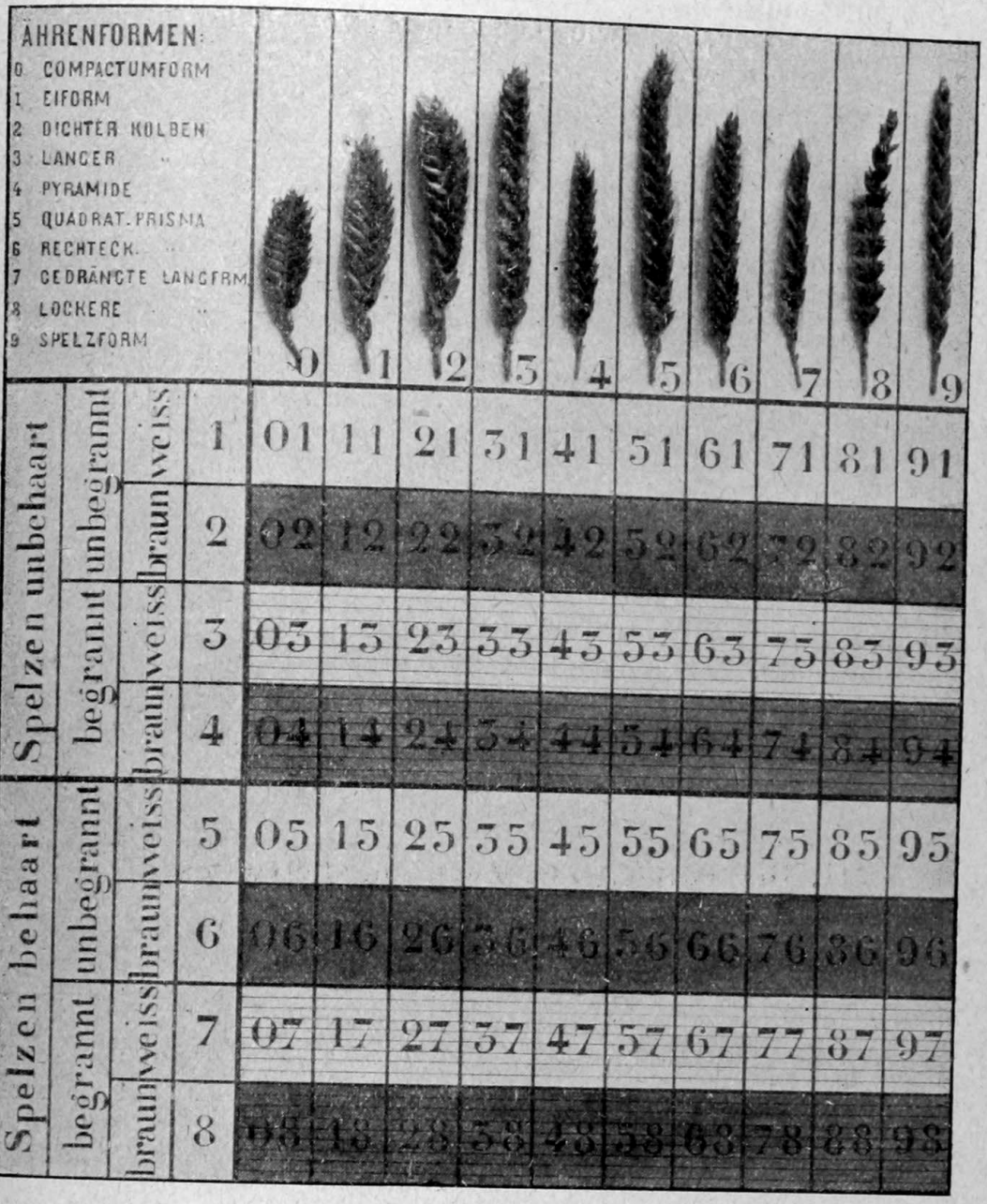


Abb. 87. Weizenselektionstafel an der k. Saatzuchtanstalt Weihenstephan verwendet (Kießling).

nächsten Auslese, von jeder derselben Striche zu den aus ihrer Nachkommenschaft entnommenen Elitepflanzen der wiedernächsten Auslese usf. Wird der Stammbaum jährlich ergänzt,

[1]) Strube: Wirtschaftsbeschreibung, 1913.

so ergibt sich oft, daß Zweige mitgeführt worden sind, die mittlerweile ausgeschaltet wurden. Will man diese auch nicht im Stammbaum haben, so muß derselbe von Zeit zu Zeit neu abgezeichnet oder, so wie Hummel vorschlug, aus losen Blättern gebildet werden. Jedes dieser Blätter enthält Jahreszahl, die Nummer einer Elitepflanze und die aus der Nachkommenschaft derselben gewählten Elitepflanzen[1]).

Formentafeln mit kurzer Bezeichnung eines jeden morphologisch unterscheidbaren Formenkreises sind dort dienlich, wo Züchtung durch Formenkreistrennung oder durch Bastardierung vorgenommen wird. Es werden die von der Systematik verwendeten wichtigsten Eigenschaften tabellarisch absteigend angeordnet und Zahlen hinzugefügt. Ist bei einer Eigenschaft die Zahl der Abstufungen sehr groß, so kann man zu der Reihe der Köpfe eine zweite Reihe solcher mit den Abstufungen und mit weiteren Zahlen anbringen. Die Abb. 87 gibt, in der von Kießling in Weihenstephan verwendeten Tafel, ein Beispiel.

Die genaue Farbenbestimmung macht oft Schwierigkeiten. Bei wissenschaftlichen Arbeiten zieht man, zur genauen Kennzeichnung, Ostwald: Die Farbenfibel 1917 und: Der Farbenatlas 1918 heran. Für einfachere Fälle genügt Klincksieck und de Valette: Code des couleurs, selbst ein Farbenkreis (Kohl-Chemnitz).

II. Die Formen des Züchtungsbetriebes[2]).

Allgemeines.

Während in der ersten Zeit der Entwicklung landwirtschaftlicher Pflanzenzüchtung sich mit derselben nur einzelne Private beschäftigten, sind in den letzten Jahren drei andere Formen des Zuchtbetriebes in Erscheinung getreten, die Züchtervereinigung, die Züchtung an öffentlichen Anstalten und die Züchtung durch solche. Die Züchtung durch einzelne Private ist in Mitteleuropa auch heute noch die verbreitetste Form, und es wird allseitig zugegeben, daß der bei ihr in Erscheinung tretende Wettbewerb von förderlichem Einfluß ist. Von einigen Seiten wird geltendgemacht, daß es bei größerer Verbreitung

[1]) Ill. l. Z. 1910, S. 604.

[2]) Fruwirth: Formen des Pflanzenzüchtungsbetriebes, Fühlings l. Z. 1910, 1911, S. 174, 642; Pflug: Erwiderung. Ebendas. 1911, S. 28.

der Pflanzenzüchtung den einzelnen Landwirten schwer fallen wird, sich ein Urteil über die Vertrauenswürdigkeit des Züchters zu bilden. Ein derartiges Bedenken hat durchaus Berechtigung, wenn ich auch nicht der Meinung bin, daß die Anerkennung desselben die Forderung nach Schaffung staatlicher oder anderer öffentlicher Zuchtstationen einschließt. Man kann eben an zwei Einrichtungen denken, welche Abhilfe schaffen können: Einrichtung eines Patentamtes oder Beschaffung anderweitigen ausschließenden Schutzes für Züchtungen und Eintragung in Zuchtregister auf Grund der Besichtigung der Saatzuchtwirtschaften durch eine Kommission.

Gedanken, welchen die erste Einrichtung zugrunde liegt, tauchten mehrfach auf[1]), und heute ist in Deutschland und Österreich durch Eintragung eines geschützten Warenzeichens ein Schutz für Züchtungen zu erlangen, der aber nicht mit einer Prüfung des Zuchtverfahrens verbunden ist, daher dem genannten Zweck nicht dient. Auch die Anlage von Zuchtregistern durch Gesellschaften, ähnlich wie in der Tierzucht, wurde mehrfach erwogen. Diesen Einrichtungen liegt eine Prüfung des Zuchtbetriebes zugrunde.

v. Rümker hat einen bezüglichen Vorschlag der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft unterbreitet, und diese baute denselben zur Schaffung des Original-Hochzuchtregisters aus[2]) Die Österreichische Gesellschaft für Pflanzenzüchtung hat in Anlehnung an diese Einrichtung das „Zuchtbuch" der Gesellschaft geschaffen[3]). Da bei beiden Einrichtungen eine Eintragung nur auf Grund genauer Erhebungen durch eine Kommission erfolgt, dienen sie dem erwähnten Zweck vorzüglich. Die Gesellschaften, welche Zuchtregister führen, geben besondere geschützte Zeichen aus: „D. L.-G.-Hochzucht" (Abb. 88), „In das Zuchtbuch d. Ö. G. f. Pfl. eingetragen" (Abb. 89).

Einrichtungen, welche eine Besichtigung der Wirtschaft und ihres Zuchtbetriebes ins Auge fassen, wurden auch sonst, unabhängig von Zuchtregistern, geschaffen.

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft führt solche Besichtigungen bei Anmeldungen von Wirtschaften zum Preisbewerb für Saatzuchtwirt-

---

[1]) Martinet: La propriété intelectuelle et l'amélioration des plantes cultivées. Lausanne 1905.

[2]) Über Hochzuchtregister sowie über Wirtschafts- und Felderbesichtigung zum Zweck der Anerkennung finden sich Ausführungen in Fruwirth: Wie kann der Landwirt Pflanzenzüchtung, Sortenversuche und Saatgutbau nutzen. Berlin 1906. — Hillmann: Ill. l. Z., 1907, S. 657; 1908, S. 175. — Dix: Ill. l. Z. 1913; Fruwirth: Die Saatenanerkennung, 1918.

[3]) Z. f. Pflanzenzücht. I, 1913, Heft III.

schaften durch, der Bund der Landwirte bei jenen Wirtschaften, welche Saatgut durch die Originalsaatgutabteilung des Bundes liefern wollen, die württembergische und bayrische Saatzuchtanstalt bei Anmeldung einer Wirtschaft als Zuchtwirtschaft. Auch einzelne andere Stellen nehmen zum Zweck der Anerkennung einer Wirtschaft als Saatbauwirtschaft Besichtigungen vor oder berücksichtigen bei Saatenanerkennung auch den Zuchtbetrieb.

Eine derartige allgemein verwendbare Wirtschaftsbesichtigung mit Einschluß der Beurteilung des Zuchtbetriebes er-

Abb. 88. Hochzuchtregisterzeichen der D. L.-G.

Abb. 89. Zuchtbuchzeichen der Österr. Gesellschaft für Pflanzenzüchtung.

scheint in der angedeuteten Richtung sehr zweckmäßig. Ohne eine solche Überwachung liegt tatsächlich die Gefahr vor, daß in Zukunft vereinzelt Saatgut als Zuchtsaatgut in den Handel kommt, das nicht von Züchtung, sondern nur von gewöhnlichem Samenbau herrührt, und daß hier und da gewöhnlicher Nachbau von Originalsaatgut, der als solcher zweifellos seine Berechtigung hat, unter der unberechtigten und falschen Flagge von „verbessert", „weitergezüchtet", „veredelt" usw. segelt.

Betrieb der Züchtung durch einzelne.

Ob alle einzelnen Zweige der für Verkauf arbeitenden Züchtung sich für den Betrieb durch einzelne Private eignen, ist eine weitere Frage, die, wenn sie so allgemein gestellt wird,

wohl bejaht werden muß, deren Beantwortung aber im Einzelfalle verschieden ausfällt, wenn die Größe der Wirtschaft und die Fähigkeit des Besitzers berücksichtigt werden müssen. Es wird daher nicht nur Klein- und Großbetrieb gegenüberzustellen sein, sondern auch eine Unterscheidung zu beachten sein, welche die persönliche Eignung des Besitzers, eine Züchtung durchzuführen, berücksichtigt. Diese ist jedenfalls das wichtigere Moment; denn einer kleinen Gutsfläche läßt sich durch Verträge abhelfen, welche die Vervielfältigung auf anderen Wirtschaften sichern.

Große Betriebe mit genügender Fläche, entsprechenden Hilfsmitteln und gebildeten Kräften können jeden Zweig der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung aufnehmen. Sie haben bei Pflanzen, welche der Fremdbestäubung ausgesetzt sind, auch den Vorteil, daß die Vervielfältigungsfelder leichter gegen den Einfluß anderer Formen und unveredelter Pflanzen derselben Form zu schützen sind. Zuchtgärten lassen sich ja immer leichter schützen; bei den großen Vervielfältigungsfeldern ist dies bei kleinem, von fremden Feldern eng umschlossenen Besitz schwieriger, oft erst nach längeren Verhandlungen und Abgabe von Saatgut eigener Züchtung zu erzielen. Auf großen Wirtschaften wird es auch möglich sein, Züchtung zu betreiben, wenn der Besitzer selbst zwar Liebe zur Sache, aber nicht die Fähigkeit oder Zeit zur eigenen Durchführung besitzt. Die Beschaffung eines eigenen wissenschaftlich gebildeten Zuchtleiters oder die Erzielung wissenschaftlicher Überwachung bei örtlicher Durchführung durch einen Gärtner u. dgl. ist bei großen Betrieben leichter möglich. Größere Betriebe werden auch eher in der Lage sein, jene Züchtungen, welche an Einrichtungen zur Züchtung große Anforderungen stellen, zu betreiben.

Bei kleinen Betrieben, aber entsprechender Eignung ihres Besitzers lassen sich manche Schwierigkeiten, welche die geringe Fläche bei Saatgutbau mit sich bringt, durch Verträge überwinden. Macht die Besitzgröße schon bei der feldmäßigen Prüfung und Erzielung der ersten und zweiten Absaat oder die Ausgestaltung in Scheuer und Boden Schwierigkeiten, so muß wohl Abstand genommen werden.

Wen bei kleinen Betrieben rein bäuerliche Besitzer in Frage kommen, so wird es immer zweckmäßig sein, ausgebildete Züchtung durch einzelne derselben überhaupt nicht ins Auge zu fassen und nur etwa bei Getreide Reinhaltung der Formen durch Ährenauswahl oder einfachste Art der Pflanzenauswahl,

für örtliche Schaffung von Saatgut, das Gebrauchsware liefern soll, anzustreben. Dagegen ist die Heranziehung derartiger Landwirte zu genossenschaftlichen Züchtungsbestrebungen in der Weise, daß sie nur die gleichem Zweck dienende überwachte Vervielfältigung der einheitlich gereinigten ersten Absaat des an einer Stelle einheitlich gezüchteten Auslesesaatgutes vornehmen, wohl möglich. Schwierigkeiten bieten dabei oft die Lagerungsverhältnisse in Scheuern und Böden, die auf bäuerlichen Wirtschaften meist in keiner Weise den Anforderungen entsprechen, die bei Saatgutgewinnung gestellt werden müssen. Bei Saatgutherstellung kann Durchführung derselben an einem Ort Abhilfe schaffen.

Züchtung solcher Pflanzen, bei welchen eine geringe Menge von billigem Saatgut zur Besäung sehr großer Flächen ausreicht (Tabak), wird von einzelnen wegen der Geringfügigkeit des wirtschaftlichen Ertrages nur selten betrieben.

Betrieb der Züchtung durch Vereinigungen.

Von Vereinigungen kommen drei Formen in Betracht: die Aktiengesellschaft, die Genossenschaft und anderweitige, auf bestimmten Vereinbarungen beruhende Vereinigungen von Züchtern. Bei der Aktiengesellschaft braucht sich der Züchtungsbetrieb selbst nicht von jenem einer Privatwirtschaft, die mit einem Zuchtleiter arbeitet, zu unterscheiden, die Unterscheidung liegt nur in der Geldbeschaffung für Pachtung oder Kauf von Wirtschaften zur Vervielfältigung des Auslesesaatgutes und in der Gewinnverteilung; ein Eingreifen des Aufsichtsrates in die Gebarung bei der Züchtung wird wohl nur in Ausnahmefällen am Platze sein, nur dann, wenn Züchter oder Landwirte, die ausreichendes Verständnis für Züchtung haben, demselben angehören.

Bei Zuchtgenossenschaften, die für Verkauf arbeiten, wird die eigentliche Züchtungsarbeit bei Veredlungszüchtung, die Auslese im Zuchtgarten, die weiter folgende jährliche Auslese, meist auch die erste oder erste und zweite Absaat von Auslesesaatgut ebenso wie die Auslese und Fixierung spontaner Variationen oder erblicher Mißbildungen oder Bastardierung und Auslese nach derselben an einem Orte allein oder doch nur an einigen wenigen Orten durchgeführt werden. Der weitere Nachbau bis zum Verkauf kann dann von allen Genossenschaftsmitgliedern durchgeführt werden. Insbesondere Getreidezüchtung auf dem Wege der Veredlung eignet sich für

einen derartigen Betrieb, und er wird dort mehr Beachtung verdienen, wo eine Lokalsorte der Züchtung unterworfen werden soll[1]). Immerhin lassen sich je nach Ausgestaltung der Zentrale auch Züchtungen anderer Pflanzen, ja auch Zuckerrüben- und Futterrübenzüchtung usw. genossenschaftlich durchführen. Die Mehrzahl der Genossenschafter spielt bei Zuchtgenossenschaften bäuerlicher Landwirte immer nur jene Rolle, welche ein Landwirt spielt, der von einem einzelnen privaten Züchter Absaat von Auslesesaatgut zur Vervielfältigung übernimmt. Der entsprechende Drusch macht, so wie die einwandfreie Lagerung vor und nach demselben und die entsprechende Sortierung und Reinigung bei bäuerlichen Wirtschaften, Schwierigkeiten.

Als Muster für den Betrieb einer derartigen genossenschaftlichen Saatgutzüchtung kann jener der Pirnaer Zucht- und Verkaufsgenossenschaft gelten[2]). Die Mitglieder bezahlen je 5 Mk. Eintrittsgebühr und Jahresbeiträge nach dem Erfordernis, das auf die Fläche aufgeteilt wird, welche Saatgut liefert. Dem Vorstand gehören neben anderen Mitgliedern drei Mitglieder der Saatgutprüfungskommission und als beratendes Mitglied der Sachverständige an. Die Saatgutprüfungskommission stellt das Zuchtverfahren innerhalb der angenommenen allgemeinen Grundsätze fest, nimmt die Besichtigungen der einzelnen Wirtschaften vor und besorgt die Prüfung des zu liefernden Saatgutes an Ort und Stelle, woselbst die Säcke plombiert werden. Die Amtierung der Mitglieder der Prüfungskommission wird von den Genossenschaftern honoriert, die übrigen Mitglieder des Vorstandes erhalten keine Entschädigung. Ursprünglich sollte jedes einzelne Mitglied die Auslese vornehmen. In richtiger Erkenntnis der Verhältnisse kam man davon sehr bald ab und nahm drei Zuchtstationen in Aussicht, die dann auf eine (Röhrsdorf) herabgesetzt, dann wieder auf zwei (Röhrsdorf und Sedlitz) vermehrt wurden. Dabei sind die Mitglieder dieser Genossenschaften keine eigentlichen Bauern, sondern, neben Rittergutsbesitzern, Pächter und Besitzer größerer Güter. Nur auf den Zuchtstationen wird die Auswahl im Zuchtgarten und jährlich die erste Absaat vom Auslesesaatgut auf einem Vervielfältigungsfeld, Zuchtfeld genannt, vorgenommen. Die Ernte der ersten Absaat vom Auslesesaatgut gelangt dann an alle Genossenschaftsmitglieder, welche die zweite und dritte Absaat (auf Vermehrungsfeldern und Saatgutfeldern) besorgen und Ernte der letzteren der Genossenschaft, welche gleichzeitig Verkaufsgenossenschaft ist, als Saatgut zur Verfügung stellen.

Vertragsweiser Zusammenschluß von Züchtern, wie ein solcher in der von v. Dreger geschaffenen Züchter-

---

[1]) Raum: Landw. Jahrb. für Bayern 1912, Heft 11 bringt eingehende Ausführungen über die Organisation der Züchtung durch Genossenschaften bei Fichtelgebirgshafer. Abschnitt V.

[2]) Edler: Jahrb. d. D. L.-G., 1898, S. 370; 1907, S. 622. Fruwirth: W. l. Z., 1898, S. 510. Siehe auch hier S. 276.

vereinigung mit der Zentrale in Chlumetz a. C. besteht, kann die verschiedenartigsten Beziehungen der Züchter untereinander aufweisen.

Betrieb der Züchtung an öffentlichen Anstalten.

(Saat- oder Pflanzenzuchtanstalten.)

Die Züchtung durch Organe des Staates oder Staatsteiles wird von manchen Seiten gefordert. Es liegt kein Grund vor, die Ausführung der Züchtung an öffentlichen Anstalten für Pflanzenzüchtung auszuschließen, aber es ist gewiß berechtigt, wenn man die Haupttätigkeit solcher Anstalten in Anstellung von Versuchen zur Lösung von Züchtungsfragen und Ausführung sortenvergleichender Versuche (Prüfung neuer Sorten und Zuchten) sowie in Beratung von Züchtern erblickt. Auch die Überwachung der Saatgutzüchtung und des Saatgutbaues soll von diesen Anstalten aus oder mit denselben bewirkt werden.

Soll eine öffentliche Anstalt mit Erfolg züchten, so ist die Verbindung derselben mit einem Wirtschaftsbetrieb notwendig, der die sachgemäße Vervielfältigung des Auslesesaatgutes vornimmt. Am ehesten erscheinen öffentliche Anstalten in Ländern, die bisher keine Züchtung aufweisen, dazu berufen, auch praktische Züchtung selbst zu treiben. In anderen Ländern kommt in erster Linie die Züchtung solcher Pflanzen für sie in Betracht, an welche sich einzelne Züchter nicht wagen, weil der Saatgutbedarf bei denselben ein sehr geringer oder die Züchtung sehr schwierig ist. Eine allgemeine Notwendigkeit, die praktische Züchtung, den eigentlichen Zuchtbetrieb an solche Anstalten zu verlegen, kann ich nicht sehen. Ein vollständiger Züchtungsbetrieb an öffentlichen Anstalten ist bisher auch in Europa nicht eingerichtet worden; nur gelegentlich wurde von solchen eine oder die andere Züchtung dem Handel übergeben. In Amerika wird dagegen an einer Reihe staatlicher Unterrichts- und Versuchsanstalten Züchtung zur Erzielung praktischer Resultate betrieben; man hat dort aber auch Anstalten geschaffen, die nur Studien auf dem Gebiete der Züchtung betreiben.

Ich bin der Ansicht, daß die Einwirkung des Staates oder der Länder auf die Züchtung in drei Richtungen erfolgen sollte: durch Einflußnahme auf die Überwachung der Züchtung, durch Schaffung einer Fachkommission oder, wo solche bereits durch Vereinigungen ins Leben gerufen wurden, Ent-

sendung von — natürlich fachlich gebildeten — Mitgliedern in dieselbe, durch Erleichterung der Sorten- und Zuchtenprüfung, durch Begünstigung der Verbreitung des Zuchtsaatgutes[1]) und durch Förderung des Unterrichts und der Forschung.

Außer der Züchtung an öffentlichen Anstalten kommt auch jene durch eine solche und mit einzelnen Landwirten in Betracht. Die in Europa begründeten staatlichen Anstalten für Pflanzenzüchtung betrachten neben oben angeführten Aufgaben als eine Hauptaufgabe auch die Leistung der eigentlichen Züchtungsarbeit für Zuchtgenossenschaften und einzelne Züchter. Die Unterstützung geht dabei über Beratung hinaus und wird zur Übernahme der Durchführung der Auslese durch Organe der Anstalt oder doch zur Durchführung von Analysen, die für die Auslese benötigt werden. Eine derartige direkte Einwirkung öffentlicher Stellen auf die Pflanzenzüchtung wird in Gebieten, in welchen Züchtung bisher nicht oder wenig betrieben wurde, nur günstig wirken, während in anderen auch die Frage der Konkurrenzierung der bis dahin tätig gewesenen Züchter in Frage kommt.

Es stehen bei der Züchtung durch öffentliche Anstalten und mit einzelnen Landwirten zwei Wege einander gegenüber, der eine ist zuerst in Bayern beschritten worden, der andere zuerst in Württemberg, beide zu einer Zeit, in welcher private Züchter im Lande nicht tätig waren.

In Bayern wurde früher mehr wie jetzt mit bäuerlichen Besitzern gezüchtet, und es wird dabei besonders allmähliche örtliche Verbreitung von besserem Saatgut angestrebt, um so die Gebrauchsware zu verbessern. Zur Ausbildung von Saatzuchtwirtschaften im üblichen Sinne des Wortes mit Erzeugung großer für den Verkauf bestimmter Mengen von Originalsaatgut auf einer Wirtschaft oder mit Anbaustellen kommt es nur dort, wo Genossenschaften gebildet worden sind, die Züchter selbst sachkundige Besitzer großer Wirtschaften oder Landwirtschaftslehrer sind und besondere Einrichtungen für Saatgutbau geschaffen wurden.

In Württemberg ging man von der Ansicht aus, daß nicht das Vorhandensein vieler Züchter im Lande, die je nur wenig Originalsaatgut liefern, für das Land von Wichtigkeit ist,

[1]) Ich denke dabei an die Abnahme von Zuchtsaatgut zu dem Preise desselben und Abgabe zu ermäßigten Preisen an Landwirte. Der sehr alte Vorgang der Saatgutabgabe, wie er bei ausländischer Leinsaat usw. geübt wurde und wird, würde eben für Zuchtsaatgut Anwendung finden.

sondern die Erzeugung großer Mengen einheitlicher Ware an wenigen Stätten. Es wurde daher von der Saatzuchtanstalt nicht mit bäuerlichen Landwirten, sondern nur mit wenigen größeren Wirtschaften gezüchtet und dahin gestrebt, die züchterische Tätigkeit der einzelnen schließlich von der Anstalt unabhängig zu machen.

Es scheint mir nach weiteren Erfahrungen nicht unmöglich, eine mittlere Linie auch hier zu finden. Die Züchtung mit bäuerlichen Wirtschaften zieht diese zu Interessenten für gezüchtetes Saatgut heran[1]); die großen Saatzuchtwirtschaften liefern das Saatgut für mittlere und große Betriebe. Aber ich bin der Ansicht, daß auch dann, wenn nur größere Saatzuchtwirtschaften bestehen, ein Eindringen von gezüchtetem Saatgut in bäuerliche Kreise ganz gut durch die Vereine gefunden werden kann, und ziehe auch heute noch vor, daß öffentliche Anstalten mit größeren Wirtschaften züchten, die natürlich nach einiger Zeit fähig sein müssen, selbständig zu arbeiten.

Als Gegner staatlicher Zuchtstationen, ja auch großer zentraler Zuchtstationen von Vereinen zeigt sich v. Rümker, der dabei auch den Wert einer größeren Zahl von auf die verschiedenen Gebiete verteilten Zuchtstätten hervorhebt[2]).

Ein Zuchtbetrieb, wie er in Svalöf in Schweden betrieben wird, kann vielleicht als Mittelding zwischen genossenschaftlichem Betrieb und Zuchtbetrieb an einer öffentlichen Zuchtstation betrachtet werden. Die Station selbst ist 1886 von der „Gesellschaft zur Verbesserung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen" in Schweden gegründet und teilweise durch eigene Mittel erhalten worden. Sie ist so weitgehend ausgestattet und mit Forschungsmitteln versehen, wie dies bei Zuchtstationen einzelner Privater oder Genossenschaften nicht vorkommt, wohl aber bei eigenen öffentlichen Züchtungsstationen möglich wäre. Die Station züchtet und bearbeitet nebenbei allgemeine Züchtungsfragen. Die Ähnlichkeit mit einer öffentlichen Zuchtstation liegt in der Einrichtung, aber auch darin, daß zu den Einnahmen beispielsweise 1917 (171 000 Kronen) vom Staate 90 500 Kronen beigesteuert wurden, während die Saat Aktiengesellschaft 69 000 Kronen beitrug[3]). Was an praktischen Resultaten der Züchtung vorliegt, übergibt die Station gegen Entgelt der 1891 gegründeten Allgemeinen Schwedischen Saat-Aktiengesellschaft, welche den geschäftlichen Teil besorgt. Die Überwachung der Kulturen der letzterwähnten Gesellschaft, Untersuchung des Saatgutes und die Plombierung besorgen die Stationskräfte.

---

[1]) Über Organisation derartiger lokaler Versorgung: Saatzuchtanstalt Weihenstephan, 3. Bericht S. 71; 4. S. 79. — Jax: Nachrichten D. Landw. G. f. Österr. 1918, S. 382.

[2]) Jahrbuch d. D. L.-G., 1889, S. 75. Auch: Mitt. d. landw. Inst. der Univers. Breslau. Bd. II, Heft 5, S. 55 u. Über Organisation der Pflanzenzüchtung, 1909.

[3]) Sveriges, 1918.

Diese Verbindung mit der Aktiengesellschaft bringt die Einrichtung wieder der genossenschaftlichen Saatgutzüchtung näher. Die Station entspricht der Zentrale einer Genossenschaft, die Saat-Aktiengesellschaft den nachbauenden Genossenschaftsmitgliedern. Nachdem eine Arbeitskraft sich in Svalöf nur mit ganz wenigen Arten beschäftigt, liegt die Möglichkeit vor, daß die Formen derselben dem Züchtenden so vertraut werden, wie dies an privaten Zuchtanstalten bei Züchtung von Pflanzen aus mehreren Arten und gleichzeitiger Führung eines Wirtschaftsbetriebes nicht möglich ist[1]).

Züchtungs- und Wirtschaftsbetrieb.

Bei der genossenschaftlichen Züchtung sind wir schon dem Falle begegnet, daß der eigentliche Züchtungsvorgang von dem Betriebe einer Landwirtschaft vollständig getrennt ist. Ebenso wie die Auswahl bei einer solchen durch einen Nichtlandwirt (Pirnaer Saatgutzucht) oder bei Genossenschaften und Privaten von einer öffentlichen Anstalt für Pflanzenzüchtung vorgenommen werden kann, ist es auch möglich, daß der Zuchtgarten des einzelnen privaten Züchters unabhängig von einem mit der Züchtung verbundenen Betriebe gelegen ist.

Ein Fall der gänzlichen Loslösung des Züchtungsvorganges von einem Landwirtschaftsbetrieb fand sich bei der durch Briem geleiteten Rübenzüchtung Wohankas in Böhmen und Niederösterreich[2]). Sämtliche Flächen für den Anbau der Rübe waren gepachtet, und damals waren auch die Räume für die Auslese gemietet. Alle Arbeiten bei der Heranziehung der Samen- und Mutterrüben, der Samengewinnung usw. waren von dem Verpächter durchzuführen, der Züchter besorgte nur die Auslese und Überwachung.

Ein weniger ausgesprochener Fall der Loslösung des Züchtungsbetriebes ist der, daß Züchter wegen zu geringer Gutsfläche die Vermehrung des Samens auf anderen Gütern vornehmen lassen: Anbaustationen, Vermehrungsstellen. Ständige Überwachung durch den Züchter muß in diesem wie in dem eben vorher erwähnten Falle geübt werden. Eine Absaat — bei Getreide meist die zweite von Auslesesaatgut oder bei Neuzüchtung Saatgut von konstant gewordenen Formen — wird an die Anbaustationen abgegeben und die Ernte als Originalsaatgut verkauft.

v. Lochow teilte einen Vertrag für eine solche Vervielfältigung mit[3]), und die Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzüchtung hat Verträge für den Vervielfältigungsbau verschiedener Früchte ausarbeiten lassen.

---

[1]) Ausführliches über Svalöf: Newman: Plant breeding in Scandnavia 1912.

[2]) Fruwirth: Die landwirtsch. Pflanzenzüchtung und ihre Stätten in Österreich, Wien 1896, S. 25.

[3]) Fühlings l. Z. 1900, S. 51.

Der Zuchtwert des auf Anbaustationen gewonnenen Saatgutes wird durch den einjährigen Aufenthalt daselbst nicht verändert, wie sich aus den Versuchen von Clerc und Leavitt sowie von Strohmer entnehmen läßt; dagegen ist es möglich, daß der Anbauwert ein nach der Anbaustation verschiedener ist[1]). Die Saatguterzeugung kann Infektion des Saatgutes, kleinkörniges, minder keimfähiges, minder wüchsiges Saatgut erzielen lassen, ebenso aber auch ein solches, das in diesen Beziehungen besser ist, als wenn es an der Zuchtstätte selbst gewonnen worden wäre. Daß die Saatgutgewinnung entsprechend erfolgt, dafür sorgt nicht nur die Überwachung durch den Züchter, sondern auch die Saatenanerkennung durch Behörden oder Vereine.

III. Förderung der Züchtungsbetriebe.

Wenn von einer solchen hier nochmals gehandelt wird, so kann es sich nur um Zusammenfassung von Bemerkungen handeln, welche bereits in früheren Teilen gemacht wurden.

Das meiste, was zur Förderung der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung getan werden kann, ist in sehr zutreffender Weise schon vor Jahren, wenn auch nur mit Berücksichtigung der Getreidezüchtung, von dem Königlich Preußischen Landesökonomiekollegium erwähnt worden[2]). Die von der genannten Körperschaft empfohlenen Maßregeln beziehen sich auf die Förderung jener Züchtungsbetriebe, welche Saatgut für den Verkauf erzeugen, jener Betriebe demnach, welche auch in den hier vorangehenden Darstellungen fast ausschließlich berücksichtigt worden sind. Als Maßregeln wurden empfohlen: Prämiierung hervorragender Zuchtleistungen nach dem Vorgange der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Veranstaltung von Saatgutausstellungen, verbunden mit Saatgutmärkten, Veranstaltung von vergleichenden Anbauversuchen, für deren weitere Ausgestaltung sich in Deutschland die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft besonders eingesetzt hat, später auch eine Reihe anderer Stellen,

---

[1]) Fruwirth: Anbaustationen. III. l. Z. 1911, Nr 28; Zeitschr. f. Pflanzenzücht. II, 1914, Heft 1.

[2]) Beseler: Züchtung unserer Getreidearten, Berlin 1890, S. 15.

darunter, besonders für Vorprüfungen, die Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzüchtung [1]).

Auf die Wichtigkeit einer Überwachung der Züchtungsbetriebe wurde bereits hingewiesen. Diese Maßnahme läßt sich auch mit der Veranstaltung von Saatgutausstellungen verbinden. Auf der Ausstellung allein kann eine entsprechende Prämiierung nicht stattfinden, eine solche setzt die Besichtigung und Beurteilung der Zuchtstätte und des Zuchtbetriebes voraus. Eine noch glücklichere Kombinierung wäre diejenige, bei welcher die Prämiierung auf Grund solcher Besichtigungen und des Ergebnisses vergleichender Anbauversuche erfolgen würde. Ich würde es für zweckmäßig halten, wenn bei solchen Versuchen für die einzelne Ausstellung nur die Versuche aus der Umgebung des Ausstellungsortes herangezogen würden (lokale Eignung von Sorten und besonders von Zuchten).

Neben den drei vom Ökonomiekollegium empfohlenen Maßnahmen wäre als Förderungsmittel zu erwähnen die Förderung der Forschung und des Unterrichts auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung, die Schaffung eines ausschließenden Schutzes für Züchtungen sowie weiter die Einwirkung auf Verbreitung von Zuchtsaat durch Abgabe von solcher zu ermäßigten Preisen usw.

Die Förderung der Forschung kann sowohl durch Ausgestaltung von Lehrkanzeln an den Hochschulen, Schaffung von Instituten für Vererbungslehre an solchen, als durch Schaffung und Ausbau von Pflanzenzuchtanstalten erfolgen.

Bei der Förderung des Unterrichts [2]) ist zu erwägen, daß derselbe verschiedenen Zwecken zu dienen hat, welche eine Dreiteilung zulassen und auf verschiedene Weise erreicht werden können [3]).

Dem Zweck: Vermittlung der Beherrschung der theoretischen Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung und der Technik der allgemeinen und speziellen Züchtung an Studierende dient eine besondere Vorlesung über Pflanzenzüchtungslehre an einer Hochschule (Universitätsinstitut, land-

---

[1]) Remy verweist auf die Notwendigkeit, der Ausbreitung der Züchtung durch Erweiterung des Prüfungswesens zu folgen: Einige Gedanken; v. Rümker, der für die Durchbildung desselben gearbeitet hat, bespricht die staatliche Durchführung: Kriegsaufsätze, Heft 2, 1918.

[2]) v. Rümker: Über Organisation der Pflanzenzüchtung, 1909.

[3]) Fruwirth: Land- u. forstw. Unterrichtszeitung des k. k. Ackerbauministeriums, 1912, Heft I.

wirtschaftliche Hochschule), an einer landwirtschaftlichen Akademie oder höheren landwirtschaftlichen Lehranstalt, eventuell an technischen Hochschulen. Einer solchen Vorlesung über landwirtschaftliche Pflanzenzüchtungslehre muß, wenn auch spezielle Pflanzenzüchtungslehre — wenigstens für einige besonders wichtige Pflanzen — behandelt werden soll, mindestens eine Wochenstunde ganzjährig und ein entsprechender Zeitraum für das Praktikum zur Verfügung stehen. Den weitesten Ausbau erfährt sie, wenn ihr ganzjährig zwei bis drei Vortrags- und zwei bis drei Demonstrations- und Übungsstunden, je pro Woche, gewidmet werden können. Sie kann dann eine gründliche theoretische Ausbildung für die Ausübung der Pflanzenzüchtung vermitteln und selbst einen Teil der Praxis bieten, ohne selbstredend solche im Betrieb einer Zuchtwirtschaft überflüssig zu machen.

Der Unterrichtszweck: Vermittlung eines Einblickes in die Grundlagen der Pflanzenzüchtung und in die Durchführung der Züchtung kommt für die Hauptmenge der Hochschulstudierenden und für die Studierenden an landwirtschaftlichen Mittelschulen (Landwirtschaftsschulen) in Frage. An Hochschulen kann derselbe entweder durch Besuch des allgemeinen Teiles einer eigenen Vorlesung über landwirtschaftliche Pflanzenzüchtungslehre erreicht werden oder aber durch Einfügung von Ausführungen über landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung in die Vorlesung über allgemeine Pflanzenproduktions(Ackerbau)lehre. An Mittelschulen kommt nur der letztere Vorgang in Frage. An Hochschulen werden bei diesem Vorgang zusammen acht Vortrags- und drei bis vier Demonstrationsstunden ausreichen, an Mittelschulen zusammen vier bis fünf Vortrags- und zwei bis drei Demonstrationsstunden. Der Unterricht hat in diesem Fall nicht für die Ausübung der Pflanzenzüchtung vorzubereiten, sondern nur ein Verständnis für das Wesen und die Bedeutung der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung zu vermitteln.

Einzelkurse haben endlich jenen Landwirten zu dienen, welche bereits praktisch tätig sind und sich mit landwirtschaftlicher Pflanzenzüchtung beschäftigen wollen, aber entweder nur keinen Unterricht in diesem Gegenstand erhalten haben oder überhaupt keinen ausreichenden landwirtschaftlichen Unterricht. Kurse für diese sogenannten praktischen Landwirte mit überwiegend geringer oder fehlender theoretischer Fachbildung müssen besonders Praktika berücksichtigen, auch Besprechungen

und Demonstrationen über Samenbau, Sortenkunde und Pflanzenkrankheiten umfassen. Ein besonderes Bedürfnis für solche Kurse ist dort vorhanden, wo Pflanzenzuchtanstalten, welche der Landeskultur dienen, tätig sind und im Verein mit sogenannten „kleinen Landwirten" züchten. Diese Kurse werden daher auch mit Vorteil an derartigen Anstalten abgehalten, oder, wo solche nicht bestehen, an Hochschulen oder auf Saatzuchtwirtschaften. Eine einwöchige Dauer kann als ausreichend betrachtet werden. Jene Kurse, welche praktische Landwirte mit theoretischer Fachbildung in den Betrieb der Pflanzenzüchtung theoretisch einführen sollen, werden an Hochschulen oder auch an Saatzuchtanstalten abgehalten werden können. Das Vortrags- und Demonstrationsprogramm kann jenem für die Vorlesung über landwirtschaftliche Pflanzenzüchtungslehre an einer Hochschule entsprechen. Nur wird, da solche Kurse nur drei bis vier Tage dauern, eine Einengung des Vortrags- und Demonstrationsstoffes in allen Abschnitten erfolgen müssen.

Bei Einwirkung auf die Verbreitung von Zuchtsaatgut würde es, meiner Ansicht nach, von besonderem Vorteil sein, wenn dabei in einem bestimmten Gebiete die ausschließliche Verbreitung von Zuchtsaatgut je einer Sorte von Weizen, Lein, Erbsen usw. durchgeführt würde. Als Sorte würde jene gewählt werden, welche auf Grund vergleichender Anbauversuche in der betreffenden Gegend sich am besten bewährte, jedenfalls aber bei wiederholtem Anbau die gewöhnlich daselbst gebaute Sorte oder das übliche Sortengemisch schlug. Es besteht bei derartigem Vorgehen keinerlei Gefahr, daß bewährte Landsorten durch andere, minder entsprechende Land- oder Züchtungssorten verdrängt werden. Bei lokalen Schauen sollte dann nur Saatgut solcher ausgewählter Sorten zur Preisbewerbung zugelassen werden.

Es wird auch des Falles zu gedenken sein, daß in einem Lande Pflanzenzüchter, welche für Verkauf arbeiten, nicht vorhanden sind, und daß man eine eigene Pflanzenzüchtung im Lande schaffen möchte[1]). Der zweckmäßigste Weg dazu erscheint in der Veranstaltung von Anbauversuchen gegeben, in welchen hervorragende Züchtungssorten und gute Landsorten des Landes in einer größeren Zahl von Wirtschaften je mit der bisher gebauten Sorte in Wettbewerb treten. Dadurch

[1]) Fruwirth: Sortenprüfung, Saatgutbau und Pflanzenzüchtung in Württemberg, 1907.

wird der Wert guter Sorten demonstrativ näher gerückt, wodurch der Bedarf an Saatgut solcher angeregt wird, und es wird weiter ermittelt, welche Sorten örtlich am geeignetsten sind. Es liegt dann nahe, daß der eine oder der andere der Versuchsansteller, der nun eine gewisse Kenntnis der Sorten erlangt hat, sich geneigt zeigt, selbst züchterisch tätig zu sein, zunächst vieleicht nur Saatgutbau zu treiben und die Anbauversuche mit Unterstützung weiter ausgedehnt fortzuführen, allmählich dann zur Veredlung einer der bewährten Sorten oder zu anderen Züchtungsformen überzugehen. Fehlen eigene Züchter, so ist ein weiterer Schritt, um eine eigene Pflanzenzüchtung im Lande zu schaffen, der bereits erwähnte, durch Einwirken öffentlicher Anstalten auf den Züchtungsbetrieb. Für die erste Zeit ist selbst zur Einführung in die Technik der Züchtung die Übernahme der Auslesearbeiten oder doch die Überwachung derselben durch eine solche Anstalt am Platze. Wenn auch Einführung von Messen und Wägen bei Beurteilung der Pflanzenformen diese etwas erleichtert, die vergleichende Prüfung entscheidet, so gilt doch immer noch, was Darwin — zunächst allerdings von Tierzüchtern — sagte: „Nicht ein Mensch unter tausend hat ein hinreichend scharfes Auge und Urteil, um ein ausgezeichneter Züchter zu werden[1])." Nicht zu übersehen ist ferner, daß zur Ausübung der Züchtung peinlichste Genauigkeit notwendig ist, die Anfänge größere Aufwendungen festlegen und die Erzielung von besonders hohem Reingewinn mit der Zunahme der Züchter eine seltenere wird. Überstürzung bei einer derartigen Förderung oder Schaffung von Züchtungsbetrieben eines Landes, ein Hineindrängen von Personen in den Züchtungsberuf erscheint daher durchaus nicht am Platze.

[1]) Entstehung der Arten, deutsch von Bronn, 1860, Stuttgart. — Ich verstehe darunter nicht den sogenannten „züchterischen Blick" in dem Sinne, daß die Leistungsfähigkeit der Nachkommenschaft an dem Individuum erkannt werden kann.

Zur Geschichte der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung.

Erste Anfänge unbewußter Züchtung.

Auch auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung eilte vereinzelte Anwendung praktischer Maßregeln der theoretischen Begründung voraus. Unbewußte Auslese in dem Sinne, wie oben ausgeführt, konnte schon in den frühesten Zeiten geübt werden; wir finden bei den Römern aber auch schon eine Auswahl, welche der bewußten Auslese ganz nahe steht. Große Ähren und schwere Samen wurden, wie Columella, Virgil und Varro berichten, ausgewählt; es wurde so ein Versuch gemacht, den wir heute als Versuch zur Hebung der Wüchsigkeit auf dem Wege der Veredlungszüchtung bezeichnen würden. Der Kaiserreis verdankt nach Huc[1]) der Auffindung und Erhaltung einer spontanen Variation durch Kaiser Khanghi in China seine Entstehung. Endlich finden wir aber in lange vergangenen Zeiten selbst Bastardierung — wenn auch nicht bei landwirtschaftlichen Pflanzen —, so frühzeitig in China bei verschiedenen Blumen, in der römischen Kaiserzeit in Italien bei Rosen, im 17. Jahrhundert in Holland bei Tulpen und Aurikeln[2]), eine künstliche Bestäubung weiblicher Dattelpalmen wird schon von Theophrast, dem Begründer der Lehre vom Pflanzenbau, erwähnt, ohne daß er die Bedeutung der von ihm mitgeteilten Beobachtungen erfaßt hätte.

Schaffung der ersten wissenschaftlichen Grundlagen für die Züchtung.

Die wissenschaftlichen Grundlagen für die Durchführung von Züchtungen wurden wesentlich später geschaffen, und zielbewußte Züchtung mit Kenntnis der naturwissenschaftlichen Grundlagen konnte daher erst in viel späteren Zeiten möglich

---

[1]) In Darwin: Variieren, S. 274.
[2]) Kerner: Pflanzenleben, II, S. 547.

werden. Nehemias Grew und Millington[1]) sprachen es zuerst aus, daß die Staubgefäße den männlichen Befruchtungsstoff erzeugen, aber erst Camerarius (Camerer) kann als Begründer der Lehre von der Sexualität der Pflanzen gelten, und sein De sexu plantarum epistola, 1694, berichtet über eine Reihe eigner Versuche[2]), wie solche wesentlich später in Amerika von Logan (um 1740) mit Mais ausgeführt wurden. Camerer wies auch schon auf die Möglichkeit einer Bastardierung hin. Müller beobachtete 1751 die Mitwirkung der Insekten bei der Bestäubung. Koelreuter berichtet, nachdem er einen Überblick über die vorangegangenen Arbeiten über die Geschlechtsverhältnisse bei Pflanzen gegeben, über eigene, von 1759 ab gehende Versuche, welche Bastardierung ins Auge fassen, und erklärt auch die Insekten als für die Bestäubung wichtig[3]). Der erste, mit Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse der Pflanze erzeugte landwirtschaftliche Bastard rührt von ihm her: Nicotiana paniculata ♂ × N. rustica ♀. Als erster Bastard überhaupt wird meist, nach Bradley, ein von einem Gärtner Fairschild in London vor 1719 — zwischen zwei Dianthusarten — erzeugter angeführt, obwohl bei Blumen zweifellos schon früher (siehe oben) Bastardierungen ausgeführt worden waren. Ein Unterschied könnte nur dann gemacht werden, wenn man annimmt, daß diese Bastardierung bereits in Kenntnis der Forschungen über die Befruchtung ausgeführt wurde.

Trotz Camerarius und Koelreuter wurde die Behauptung der Sexualität der Pflanzen noch immer von einigen angezweifelt. Die Versuche und Untersuchungen auf dem Gebiete wurden fortgeführt. Sprengel teilt weitere Beobachtungen über die Mitwirkung der Insekten bei der Befruchtung mit und äußerte bereits Ideen über die Überlegenheit der Fremd- gegenüber der Selbstbefruchtung sowie über die Häufigkeit der letzteren auch in Zwitterblüten[4]). Betrachtungen über den letzterwähnten Gegenstand finden wir auch bei Knight 1799 wieder. Ein anderer Forscher,

---

[1]) In Grew: Anatomy of plants, 1682.

[2]) Die ältere Literatur über die Sexualität der Pflanzen nach Sachs' Geschichte der Botanik.

[3]) Vorläufige Nachrichten von einigen das Geschlecht der Pflanzen betroffenen Versuchen und Beobachtungen, 1761—1766.

[4]) Das neu entdeckte Geheimnis der Natur in Bau und Befruchtung der Blumen, 1793.

Gaertner, war es, der insbesondere die Bastardierungsverhältnisse eingehend beleuchtete, gestützt auf über 9000 Bastardierungsversuche (1826—1849).

Nachdem durch Amici die Pollenschläuche gesehen (1823) und ihr Eindringen beobachtet worden war (1830), nachdem Schleiden ferner die Entwicklung der Samenknospen vor der Befruchtung verfolgt hatte (1837), waren die wichtigsten Tatsachen zur Erfassung des Befruchtungsvorganges geschaffen, wenn auch selbstredend die Forschung sich noch weiter mit dem Gegenstande beschäftigte und besonders, ohne auf neuere Literatur einzugehen, welche im Text berührt wurde, Strasburger seit 1879 wichtige Veröffentlichungen über den Gegenstand erscheinen ließ.

Von hervorragender Bedeutung für die Weiterbildung der Pflanzenzüchtung waren die Arbeiten Darwins[1]), welche nicht nur eine Fülle von bis dahin bekannten züchterischen Erfahrungen zur Darstellung bringen und über eigene Versuche berichten, sondern insbesondere durch kühne Ideen befruchtend einwirkten, weiterhin Veröffentlichungen Nägelis in den Sitzungsberichten der bayerischen Akademie der Wissenschaften 1865 und 1866, welche eine übersichtliche Darstellung der Kreuzungs- und Bastardierungsverhältnisse geben, und das Hauptwerk H. Müllers[2]), in welchem eine große Zahl von Blüteneinrichtungen dargestellt ist und auch die Frage nach den Beziehungen zwischen Selbst- und Fremdbefruchtung, die ebenso Darwin und Knight erörterten, wieder aufgegriffen wird. Versuche, die Vererbungsvorgänge zu erklären, mehren sich von Darwin ab. Eine Reihe von Vererbungstheorien wurde geschaffen, und andererseits wurden durch Hoffmann (von 1855—1880) zahlreiche Versuche ausgeführt, welche tatsächliche Verhältnisse bei Vererbung und Variabilität ergründen sollten, durch den Augustinermönch Mendel besonders, dann auch durch Naudin, in den sechziger Jahren solche, welche Verhältnisse bei der Bastardierung beleuchten und Gesetzmäßigkeiten innerhalb der Variabilität nach einer Bastardierung feststellen.

Galtons Arbeiten aus den achtziger Jahren legten den Grund zu einem Studium der Verhältnisse bei der individuellen

---

[1]) Entstehung der Arten, 1859; Das Variieren, 1868; Kreuzung und Selbstbefruchtung, 1876, je die erste englische Ausgabe.

[2]) Die Befruchtung, 1873.

kleinen Variabilität, und die statistische Behandlung der Verhältnisse bei dieser und bei Vererbung ist seither, besonders von englischen und einigen deutschen, amerikanischen und holländischen Forschern, weiter ausgebildet worden. Für die Pflanzenzüchtung ist die feinere mathematische Behandlung dann in erster Linie von Johannsen ausgebaut worden.

Die neuere Entwicklung der Forschung, soweit durch sie das Gebiet der allgemeinen Pflanzenzüchtungslehre berührt wird, ist aus den Literaturangaben im Text des ersten Teiles zu ersehen.

Erste Anwendung der einzelnen Wege der Züchtung.

Zeitlich voran steht die Züchtung durch zielbewußte Bastardierung, welche am Ende des 18. Jahrhunderts (1787) als erstes Ergebnis Erbsen- und Weizenbastardierungen durch Knight aufweist. Wenn es sich, was nicht festgestellt ist, bei diesen Bastardierungen so wie bei Kölreuters Tabakbastarden nur um Versuche handelte, so würde das erste der Praxis übergebene Ergebnis einer Bastardierung erst wesentlich später entstanden sein. Shireff nennt als solches Weizenbastardierungen von Raynbird-Basingstoke, welche auf der internationalen Ausstellung zu London 1851 gleichzeitig mit Bastardierungsprodukten, welche Maund-Worcester erzielte. vorgeführt wurden [1]). Wie wenig bis weit herauf Bastardierungserfolge in die Praxis drangen, zeigt, daß Körnicke noch 1875 Zweifel an der Möglichkeit der Schaffung von Weizenbastarden äußerte [2]). Zusammengesetzte Bastarde wurden für praktische Zwecke zuerst systematisch in den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts geschaffen (Garton, etwas später auch Bestehorn).

Ausführung einer Auslese spontaner Variationen wird aus dem Beginne des vorigen Jahrhunderts angegeben und eine solche besonders von P. Shireff in Haddington in Schottland von 1819 ab, dann von R. Hope 1841 (Fentonweizen) betrieben. Die Züchtung eines anderen Engländers, jene von Le Couteur (1823), entspricht der Trennung vorhandener Formenkreise.

Als erster Fall einer bewußten Veredlungszüchtung

---

[1]) Nach Reitemeyer („Geschichte") führte Raynbird 1846 zuerst Bastardierungen aus.

[2]) Landw. J., 1877, S. 217.

kann die in den dreißiger Jahren bei Daucus carota durch André Lévéque de Vilmorin versuchte Auslese gelten. Einige weitere Beispiele aus früherer Zeit sind in der Auslese bei Zuckerrüben durch Louis Lévèque de Vilmorin (nach 1830 nach der Form, von 1850 ab nach spezifischem Gewicht, von 1871 ab mit Saftpolarisation) sowie in der Auslese bei Roggen und Weizen durch Rimpau 1867, resp. Mokry in Ungarn 1865 gegeben. Die Auslese zum Zwecke der Veredlung von Rüben, und zwar in diesem Falle Futterrüben, fand auch bald Eingang in England (Lord Tweddale in den fünfziger Jahren). Louis de Vilmorin war es, der auf den Wert der Nachkommenbeurteilung zuerst (1856 und 1858) besonders aufmerksam gemacht hat und ungefähr gleichzeitig mit Hallet bei Veredlungszüchtung zur Auslese ganzer Pflanzen überging. Von letzterem wurde dabei reine, strenge Pedigreezüchtung 1875 betrieben[1]). Die Verwendung von Individual- und Gruppenauslese neben Massenauslese erfolgt erst in letzter Zeit häufiger. Das Ausleseverfahren der Nebeneinanderführung mehrerer Individualauslesen mit ständiger Auslese wurde in durchbildeter Weise zuerst von v. Lochow 1894—1895 angewendet. Ein eigenartiges Verfahren zur Abschwächung der durch den Standort verursachten Abänderungen wurde in Italien zuerst, und zwar bei Tabak, eingeführt und mit Veredlungszüchtung verbunden.

Mit Züchtung teilweise erblicher Formen wurden von de Vries vielfache Versuche durchgeführt und von ihm die besonderen Vererbungsverhältnisse jener Formenkreise, welche er Mittel- und Halbrassen nannte, dargelegt. Aus dem praktischen landwirtschaftlichen Züchtungsbetriebe ist trotz mehrfacher Versuche mit solchen Formen (Körnicke, Rimpau, Verfasser, Schneider) kein praktisch wertvolles Resultat bekannt geworden.

Die Einschaltung von Vermehrung im züchterischen Betrieb wird schon von Shireff aus dem Beginn des 19. Jahrhunderts für Getreide erwähnt; bei der Zuckerrübenzüchtung hat sie Nowoczek 1890 eingeführt, und zu ähnlichen Zwecken wie Vermehrung wurde Pfropfung durch Briem 1892, gleichfalls bei der Runkelrübenzüchtung, eingeführt. Pfropfen, wie

---

[1]) On pedigree in wheat, as a mean of increasing the crop, London 1862.

[2]) Geschichtliches über die Ausleseverfahren in Fruwirth: Einmalige. — Progressus rei bot. III.

es im Garten- und Obstbau ausgeführt wird, und wie es, von Fruchtbarkeit, Lebensdauer, Üppigkeit u. dgl. abgesehen, die typischen Eigenschaften des Edelreises unbeeinflußt von der Unterlage erhalten soll, war schon im Altertum eine bekannte und geübte Maßregel, und Theophrast, Columella, Varro usw. erwähnen dieselbe bereits; Pfropfung zur Erzeugung von Pfropfhybriden hat sich bisher noch keine Stellung im Zuchtbetrieb erobern können. Viele Versuche, praktische Resultate zu erzielen, hat Daniel gemacht. Chimären sind von Winkler zuerst experimentell erzeugt worden. Auslese bei Vermehrung, die auch schon bei Columella erwähnt wurde [1]), wird im modernen Züchtungsbetrieb erst in allerletzter Zeit in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Deutschland, Frankreich und bei Zuckerrohr an mehreren Stätten in den Tropen in Angriff genommen.

Die erste öffentliche Anstalt für Pflanzenzüchtung ist in Bayern 1902 (Weihenstephan) gegründet worden. Ihr folgte die Gründung von Saatzuchtanstalten in Württemberg (Hohenheim), Baden (Hochburg), Italien (Rieti), Ungarn (U.-Altenburg), Holland (Wageningen), endlich jene einer Anzahl von Saatzuchtanstalten in Rußland [1]). Mit Pflanzenzüchtung befassen sich an öffentlichen Anstalten die Abteilungen der Samenkontrollstation Wien, dann je eine eigene Abteilung an dem Kaiser-Wilhelm-Institut in Bromberg, der landwirtschaftlichen Versuchsstation Colmar im Elsaß, an einzelnen russischen Versuchsstationen [2]) und an den Samenkontrollstationen zu Lausanne und Zürich [3]).

Streiflichter auf die Züchtung in einzelnen Ländern [4]).

Die ersten Anfänge bewußter Pflanzenzüchtung finden sich, wie schon aus früher Mitgeteiltem ersichtlich, in Großbritannien, und nimmt Großbritannien auch heute noch eine bevorzugte Stellung in der Reihe der Staaten, welche Pflanzenzüchtung treiben, ein. Die Züchtung wird heute daselbst meist

---

[1]) Staudacher: Antike und moderne Landw., Wien, Frick, S. 93.
[2]) v. Stebutt: Zeitschr. f. Pflanzenzücht., I, 1912, 1. Heft.
[3]) Volkart: Getreidezucht und Saatgutentwicklung in d. Schweiz 1910.
[4]) Eine „Geschichte der Züchtung landw. Kulturpfl." wurde von Reitemeier (Breslau 1904, Fleischmann) veröffentlicht und gibt besonders für Deutschland, Frankreich, Schweden, Rußland, Italien und Holland genaue Darstellungen der betreffenden Verhältnisse. — Die Geschichte der Ausleseverfahren in Fruwirth: „Einmalige" und eingehender in Progressus rei bot, III, S. 259, 1909.

von Samenhandelsfirmen: Carter (Getreide, insbesondere Weizenbastardierung, Rübenveredlungszüchtung), Sutton, Webb (Kartoffel, Rüben), Garton (Getreide, Klee, Gräser), ausgeführt [1]). Von Vertretern der Wissenschaft werden landwirtschaftliche Pflanzen an der landwirtschaftlichen Abteilung der Universität Cambridge gezüchtet (Biffen). Salaman arbeitet wissenschaftlich mit Kartoffeln. Bateson und seine Schule zogen bisher in erster Linie Blumen zu den Züchtungsversuchen heran [2]). Die ersten Versuche der Durchführung ausgebildeter Veredlungszüchtung bei Kohl- und Wasserrübe und Möhre erfolgten in Anlehnung an die deutsche Futterrübenzüchtung in England. Aus England liegen auch die ersten Ergebnisse einer Züchtung aus Samen bei Hopfen vor (Colegate, Golding).

In Frankreich ist die erste Entwicklung landwirtschaftlicher Pflanzenzüchtung an das Haus Vilmorin und seine Leiter geknüpft, und es war insbesondere die Züchtung der Zuckerrübe durch Auslese zuckerreicher Individuen, welche von dort aus Eingang gefunden hat. Heute wird in Frankreich vielfach gezüchtet, sowohl Getreide als Zuckerrübe und Kartoffel, und hat in Frankreich auch zuerst eine auf genaue Untersuchung basierte Auslese zur Verbesserung bei Kartoffeln Eingang gefunden, ebenso wie eine Auslese bei Vermehrung von Zuckerrüben [3]). Neben Ph. und M. de Vilmorin und ihren Vorfahren haben zum Ausbau der Züchtungsgrundlagen besonders Schribaux und Blaringhem beigetragen. Alle haben sich auch bei der praktischen Züchtung betätigt [4]).

Deutschland [5]) zeigte früher als Österreich [6]) erste

---

[1]) Evershed: Journal of the Royal Agr. Soc. of England, 1889, April, und eigene Erhebungen.

[2]) Punnett: Int. agrartechn. Rundsch. Rom 1913, S. 351.

[3]) Fruwirth: Ö. l. W., 1890, Nr. 14. — v. Rümker: Mitt. d. D. L.-G., 1896, Stück 12 und 13. — Fruwirth: Wiener l. Z., Pariser Ausstellungsberichte, 1900, S. 541.

[4]) Blaringhem: Annales d. Gembloux, 1912, 1. Juin. — Schribaux: Journ. d'agr. prat., 1907, S. 236.

[5]) Vanha: Ö.-U. Z. f. Zuckerind. u. Landw., 1891. — v. Rümker: Die Zuckerrübenzüchtung, Berlin 1894. Beseler: Jahrb. d. D. L.-G., 1911, S. 89. — Hillmann: Die deutsche landw. Pflanzenzucht. Arb. d. D. L.-G., Heft 168, 1910 (auch franz.). — Edler: Bull. mensuel, Inst. intern., Rom 1913, S. 1010.

[6]) Fruwirth: Landw. Pflanzenzüchtung in Österreich, Wien 1896. — Fruwirth: Bull. mensuel, Inst. intern., Rom 1913, S. 1005. Österreich immer noch nach dem Stand von 1918.

Ansätze zur Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, und hat sich letztere in Deutschland auch weit mächtiger fortentwickelt. Ein ganz bescheidener Anfang (Auslese nach der Form) wurde in Deutschland bei Zuckerrübenzüchtung in den dreißiger und vierziger Jahren gemacht [1]) und entwickelte sich zu Ende der fünfziger Jahre zu einer Auslese nach spezifischem Gewicht, 1862 zu einer solchen nach Saftpolarisation, welch' letztere so wie die Bestimmung des Zuckers in der Rübe (1879) zuerst in Klein-Wanzleben eingeführt wurde. In Österreich begann Jirku in Birnbaum 1878 mit einer Auslese nach spezifischem Gewicht, und in der Mitte der achtziger Jahre wurde von v. Proskowetz in Kwassitz Auslese nach Saftpolarisation ausgeführt. Seither hat sich die Zahl der Zuckerrüben züchtenden Landwirte in Deutschland ganz bedeutend, in Österreich in geringerem Grade gesteigert [1]). Getreidezüchtung wurde in beiden Staaten wesentlich später in Angriff genommen. Der Anfang wurde mit Veredlungszüchtung von Rimpau, Schlanstedt 1867, in Deutschland [2]) bei Roggen gemacht. Heute wird in Deutschland und teilweise auch in Österreich eine ausgebreitete Züchtung von Getreide betrieben, welche alle vier Hauptarten und alle Wege der Züchtung, besonders Veredlungszüchtung, umfaßt.

In Deutschland versuchte man vorübergehend auch Mais zu züchten (v. Lochow). Futterrübenzüchtung hat in Deutschland Bedeutung erlangt, und man hat sich, neben der früher allein üblichen Auslese der Form und dem Gewicht nach, zuerst bei Eckendorfer und Leutewitzer Rübe auch der durch v. Borries, Eckendorf 1894—1895, zuerst ausgeführten Auslese nach Gehalt zugewendet. In Österreich züchtet man in Böhmen und Niederösterreich Futterrüben auf gleiche Weise.

Gemüsezüchtung wurde von der „Planta" — Markgraf, Neusiedel — und zu Wagna bei Leibniz aufgenommen.

Bei Hülsenfruchtern werden in Deutschland jetzt auch schon bei Erbsen und Ackerbohnen durchbildete Verfahren zur Veredlung angewendet, und Bastardierung hat jetzt auch bei landwirtschaftlichen Formen von Erbsen Eingang gefunden. In Österreich beginnt man sich der Hülsenfruchterzüchtung zu-

---

[1]) Briem will die Versuche Achards zu Caulsdorf bei Berlin als die Anfänge der Zuckerrübenzüchtung betrachtet wissen. Bl. f. Zuckerrübenbau, 1899, zitiert nach Reitemeiers „Geschichte".

[2]) Rimpau: D. l. Pr., 1888, S. 497.

zuwenden, in Deutschland auch der Raps-, Rübsen-, dort und in Österreich der Graszüchtung.

Die Zahl der Kartoffelzüchter in Deutschland ist eine erheblichere als jene der Futterrübenzüchter. Nestor war wohl Richter in Hameln (früher in Zwickau), der zu Beginn der siebziger Jahre zu züchten begonnen hat[1]). In Österreich haben sich einige Landwirte mit dieser Pflanze züchterisch beschäftigt, und reichen die Bestrebungen einiger derselben bis auf das Jahr 1880 zurück[2]). Von fast allen Kartoffelzüchtern wird Bastardierung vorgenommen; Veredlungszüchtung bei Vermehrung wurde in letzter Zeit von einigen deutschen Züchtern versucht.

Der regen wissenschaftlichen Förderung, welche die Züchtung in Deutschland und Österreich fand, ist an anderen Stellen gedacht, ebenso der Förderung der Züchtung durch die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, andere Vereinigungen und staatliche Anstalten. In Deutschland sind die Pflanzenzüchter in der „Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht", in Österreich in der „Österr. Gesellschaft für Pflanzenzüchtung" vereint.

In Ungarn[3]) wurde Maiszüchtung schon frühzeitig begonnen (Alcsuth), in den letzten Jahren sind nahezu alle landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in züchterische Bearbeitung genommen worden. Die Pflanzenzuchtanstalt in Ungar.-Altenburg greift überall fördernd ein, ihr Leiter Grabner ist mit seinen Schülern auch wissenschaftlich tätig. In letzter Zeit wurden mehrfach Aktiengesellschaften für Züchtung gegründet.

In Schweden ist landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung unvermittelt rasch zu einer hohen Blüte gelangt. Aus früheren Zeiten wird nur über große Sorgfalt bei Saatgewinnung berichtet, und die Haferzüchtung Kylbergs zu Osterang, über welche Mitteilungen zu uns gelangten, geht nicht wesentlich darüber hinaus; sie fügt guter Reinigung und Sortierung nur noch Auslese der schwersten Körner aus dem Erdrusch hinzu[4]). 1887 finden wir bereits in einem Berichte des Allgemeinen Schwedischen Saatzuchtvereins Mitteilungen über die Arbeiten v. Neergards, welche die Auswahl bei Getreide durch Er-

---

[1]) Liebscher: Jahrb. d. D. L.-G., 1894, S. 299. Nach Reitemeier: Geschichte, S. 100, hat Elsner von Gronow 1840 „Elsners Sämling" durch Züchtung erhalten.

[2]) Fruwirth: Pflanzenzüchtung in Österreich.

[3]) Grabner: Z. f. Pflanzenzücht. I, 1913, Heft 2.

[4]) v. Liebenberg: Ö. l. W., 1882, Nr. 49.

setzung der Schätzung, durch Messen und Wägen wesentlich förderten und einige bei der Auswahl brauchbare Apparate schufen. Nach v. Neergard wurde die Pflanzenzüchtung in Svalöf unter Leitung Hjalmar Nilssons in der weiter oben angedeuteten veränderten Richtung weiterbetrieben und von Getreide auch auf andere Pflanzen (Gräser, Kartoffeln) ausgedehnt. Seit etwa 1900 ist eine weitgehende Spezialisierung eingetreten, und es hat auch der Ausbau der Grundlagen der Pflanzenzüchtung, dem sich auch Hedlund in Alnarp, Hennings in Ultuna und andere zuwandten — besonders durch Nilsson-Ehle und Tedin —, große Förderung erfahren[1]). Bis vor einigen Jahren wurde die gesamte Pflanzenzüchtung Schwedens in Svalöf oder von Svalöf aus betrieben; seit einiger Zeit arbeitet auch die private Saatzuchtstätte Weibullsholm bei Landeskrona sehr erfolgreich praktisch[2]) und auch rege wissenschaftlich.

In Italien wendete man sich zuerst besonders der Verbreitung solcher einfacher Methoden der Veredlungszüchtung zu, welche auch in gewöhnlichen Wirtschaften leicht Eingang finden können. In neuerer Zeit hat man sich daselbst auch mit Bastardierung und sorgfältig durchdachter Züchtung bei Tabak (zu Scafati: Angelloni) und Weizen (zu Scandicci: Passerini; Rieti: Strampelli) sehr intensiv befaßt[3]), und zu Rieti wurde eine Anstalt für Getreidezüchtung geschaffen.

Dänemark hat in jüngster Zeit vier Versuchsstationen für Pflanzenbau geschaffen, welche auch der Züchtung Beachtung schenken. Ganz besonders arbeitet die Station Lyngby auf diesem Gebiete[4]). Man beschäftigt sich in Dänemark in energischer Weise mit Züchtung von Gräsern und von Rüben, hat für letztere auch eine öffentliche Prüfung der Zuchten eingerichtet. Sehr wertvolle Arbeiten zur Förderung der Wissenschaft und Praxis wurden von der Landbauhochschule Kopenhagen geliefert (Johannsen, jetzt Universität; Krarup). Daneben sind auch einzelne Landwirte züchterisch tätig (Frederiksen, Mansford-Kolding).

Aus Holland liegen neben wertvollen Versuchen mit

---

[1]) Fruwirth: Monatsbl. f. Landw. 1913.

[2]) Alves: Arb. d. D. L.-G., 1912, Heft 208.

[3]) Fruwirth: Mitt. d. D. L.-G., 1903.

[4]) Stutzer, Gisevius: Der Wettbewerb der dänischen und schwedischen Landwirte mit Deutschland, Stuttgart 1904, S. 6. — Holtmeier-Schomberg: Landw. J., 1908, S. 311.

Bastardierungszüchtung (Beyerinck, Brockema, Pitsch) auch aus jüngster Zeit Züchtungsbestrebungen vor, welche nur zum Zwecke der Erzielung von Gebrauchssorten vorgenommen wurden, so von Pitsch-Wageningen bei Getreide, Futterrüben und Kartoffeln, Manshold-Westpolder bei Getreide, Hülsenfruchtern und Raps, Kühn & Comp.-Narden bei Zuckerrübe. Zu Wageningen wurde auch eine Station für Pflanzenzüchtung geschaffen (Mayer-Gmelin).

In der Schweiz arbeiteten die beiden Saatzuchtanstalten Lausanne (Martinet) und Zürich (Stebler, Volkart) mit einzelnen Landwirten mit Getreide- und Kleezüchtung. In Belgien hat man sich von seiten der Comices agricoles von Herzele der Förderung einfacher Veredlungszüchtung zugewendet, lokal wird Roggenzüchtung betrieben.

Die private Züchtung setzte in Rußland besonders mit Zuckerrübenzüchtung ein; außerdem wurde eine Veredlungszüchtung bei Roggen (Graf Berg-Sagnitz), mehrere Getreidezüchtungen in Polen[1]) und Züchtung von Hopfen durch Veredlung (Zelinka auf den Graf Kleinmichelschen Besitzungen) bekannt. In den letzten Jahren vor 1914 wurde eine ungemein rege Tätigkeit an öffentlichen Anstalten ausgeübt, die auch auf den Ausbau der wissenschaftlichen Grundlagen Bedacht nahm[2]).

Aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind einzelne Züchtungsbestrebungen aus den siebziger Jahren bekannt geworden[3]). Manche derselben sind schwer zu kontrollieren. Heute begegnet züchterische Tätigkeit der vollsten Aufmerksamkeit der dortigen Landwirte. Ein bedeutender Teil der neueren Tätigkeit auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung daselbst[4]) geht jetzt von Versuchsstationen aus, die sich nicht nur mit wissenschaftlichen Versuchen auf dem Gebiete befassen, sondern auch praktisch verwertbare Züchtungsresultate erzielen. Auch das Ackerbauamt selbst befaßt sich in letzter Zeit weitgehend mit Züchtung. Die Versuchsstationen haben sich meist nur je einer Kulturpflanze oder wenigen zugewendet (South Carolina, Mississippi, Alabama: Baumwolle; — Kansas: Mais, Weizen; — Maine, Illinois, Indiana,

[1]) Sempolowsky: D. l. Pr., 1903, Nr. 26 und 27.
[2]) v. Stebutt: Z. f. Pflanzenzücht., I, 1913, Heft 1.
[3]) Fruwirth: Fühlings l. Z., 1887.
[4]) v. Rümker und v. Tschermak: Landw. Studien in Nordamerika, 1910.

Rhode Island, Tennessee: Mais; — Minnesota: Weizen, Mais; — New Jersey; Mais, Fisolen, Limabohnen; — New York: Mais, Erbsen, Hafer, Timotheus; — Connecticut: Tabak, Mais; — South Dakota: Weizen, Spelz, Kartoffel; — Kalifornien: Limabohne; — Massachusetts: Erbse usw.). In Kanada hat man von seiten einer Vereinigung „Canadian seed growers association" mit Erfolg versucht, einfache Züchtung bei Wirtschaften mittlerer Größe einzuführen.

In Indien werden Züchtungen von den landwirtschaftlichen Botanikern der Regierung (Howard, Leake) ausgeführt. In Ägypten hat man sich von seiten der Landwirtschaftsgesellschaft, neuester Zeit der Regierung, der Züchtung der Baumwolle zugewendet (Balls); in Algier wird vom botanischen Dienst der Regierung (Trabut) der Züchtung Beachtung geschenkt, ebenso in der englischen Kapkolonie (Burtt-Davis).

Auch in Australien züchtet man, und zwar wird über Weizenbastardierungen, auch kombinierte Bastardierungen, die daselbst von W. Farrar-Queenbeyan ausgeführt wurden, berichtet. Prof. Perkins zu Roseworthy führte systematische Weizenzüchtung durch Formentrennung und Veredlung durch. Seither hat sich die Züchtung daselbst weiter verbreitet[1]).

Für Japan wird von Yokoï die Verwendung von Salzlösungen zur Abscheidung der spezifisch schwersten Körner bei Veredlungszüchtung als eine über 300 Jahre alte Maßregel angegeben; in den letzten Jahren wird dem Unterricht in Pflanzenzüchtung daselbst große Beachtung geschenkt, und es sind wertvolle wissenschaftliche Beiträge geleistet worden.

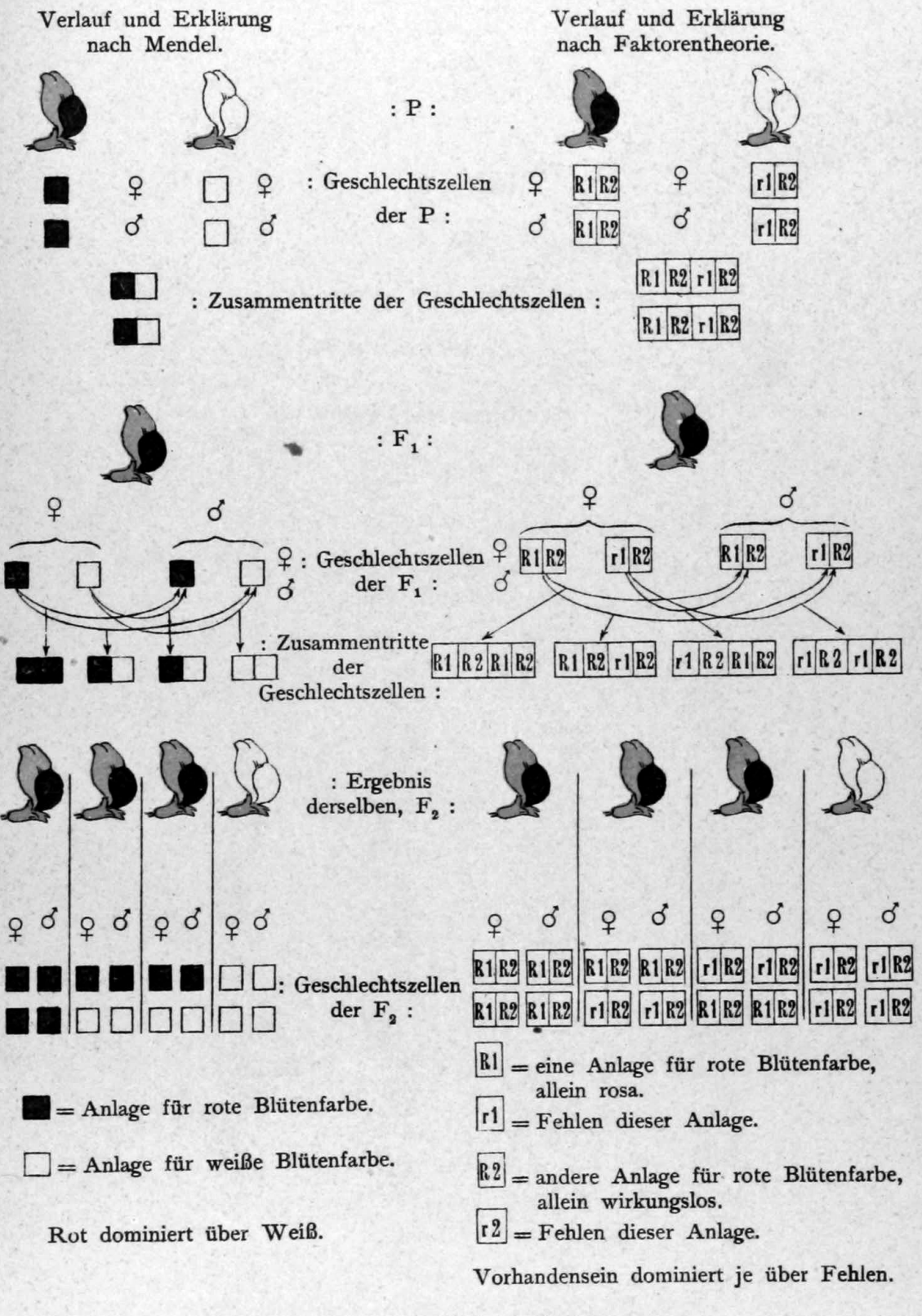
Die Züchtung kolonialer Nutzpflanzen hat auch bereits erhebliche Fortschritte gemacht. Neben einigen der schon erwähnten Bestrebungen in den Vereinigten Staaten, Indien, Algier und Ägypten kommen für dieselbe besonders Java (Kobus, van der Stock, Faber, Hunger, Jensen u. a.) und Ceylon (Lock u. a.) in Betracht.

---

[1]) Guthrie: Dep. of Agr. New South Wales, Science Bull. Nr. 11, 1914.

Bastardierung einer rotblühenden mit einer weißblühenden Erbse. (Mendel.)

Monohybride Bastardierung nach dem Pisum-Schema.



Verlag von Paul Parey in Berlin.

Bastardierung einer rosa- mit einer weißblühenden Erbse. (v. Tschermak.)

Dihybride Bastardierung.

Verlauf und Erklärung nach Faktorentheorie.

1. Fall.

: P :

R1 r2 ♀ r1 R2

R1 r2 ♂ r1 R2

R1 r1 R2 r2 : Zusammentritte der Geschlechtszellen : R1 r1 R2 r2

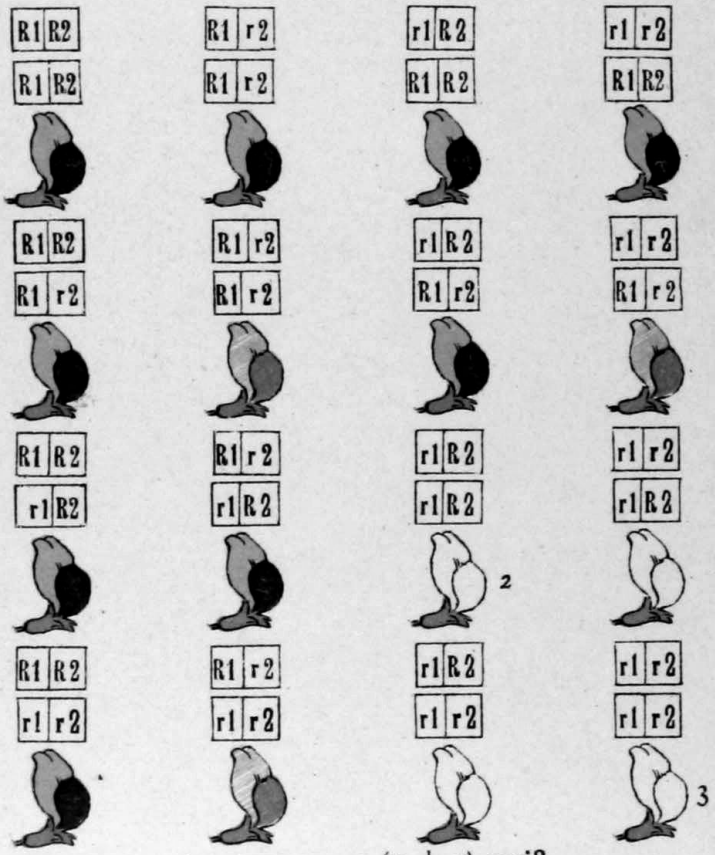
: Ergebnis F_1 :

Geschlechtszellen der F_1

R1 R2 R1 r2 ♀ r1 R2 r1 r2

R1 R2 R1 r2 ♂ r1 R2 r1 r2

Zusammentritte der Geschlechtszellen und je darunter ihr Ergebnis : F_2.



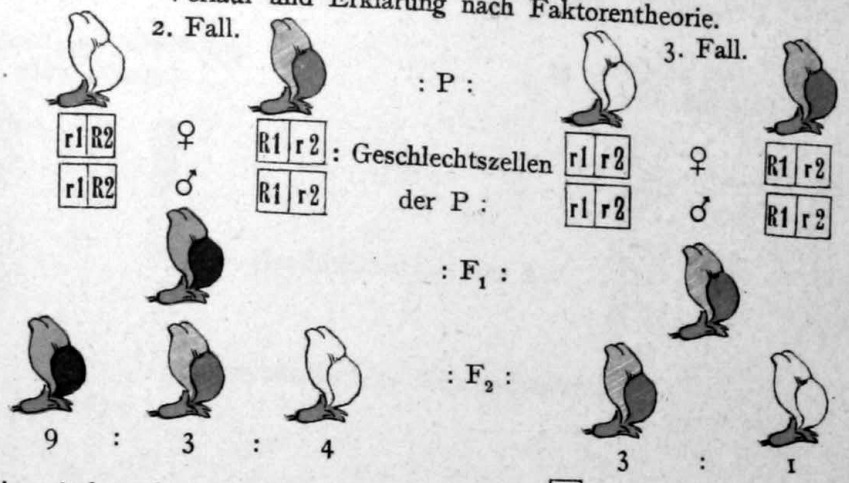
9 rot : 3 rosa : 4 (3 + 1) weiß.

Verlag von Paul Parey in Berlin.

Bastardierung einer rosa- mit einer weißblühenden Erbse. (v. Tschermak.)

Dihybride Bastardierung.

Verlauf und Erklärung nach Faktorentheorie.



R1 Eine Anlage für rote Blütenfarbe, allein rosa gebend.

R2 Zweite Anlage für rote Blütenfarbe, allein nichts gebend.

R1 R2 zusammen rot gebend.

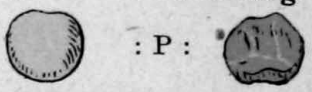
r1 Fehlen dieser Anlage.

r2 Fehlen dieser Anlage.

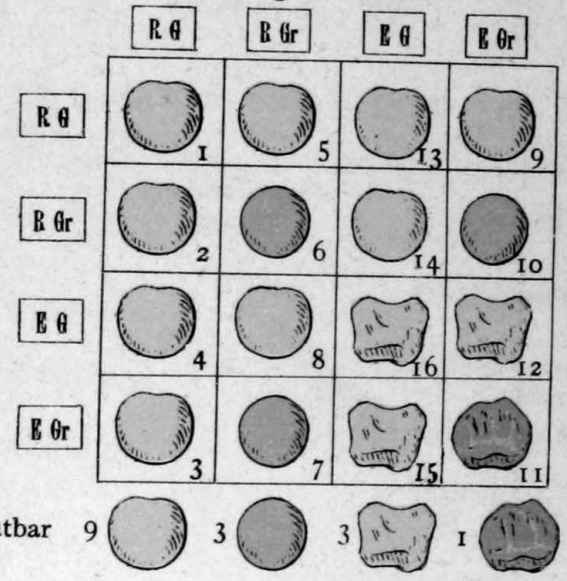
Vorhandensein dominiert über Fehlen.

Bastardierung einer gelb- und rund (kugelig) - mit einer grün- und eckigsamigen Erbse.

Dihybride Bastardierung.



Zusammentritte der Geschlechtszellen in F_1 und je darunter ihr Ergebnis : F_2.
Erklärung nach Mendel.

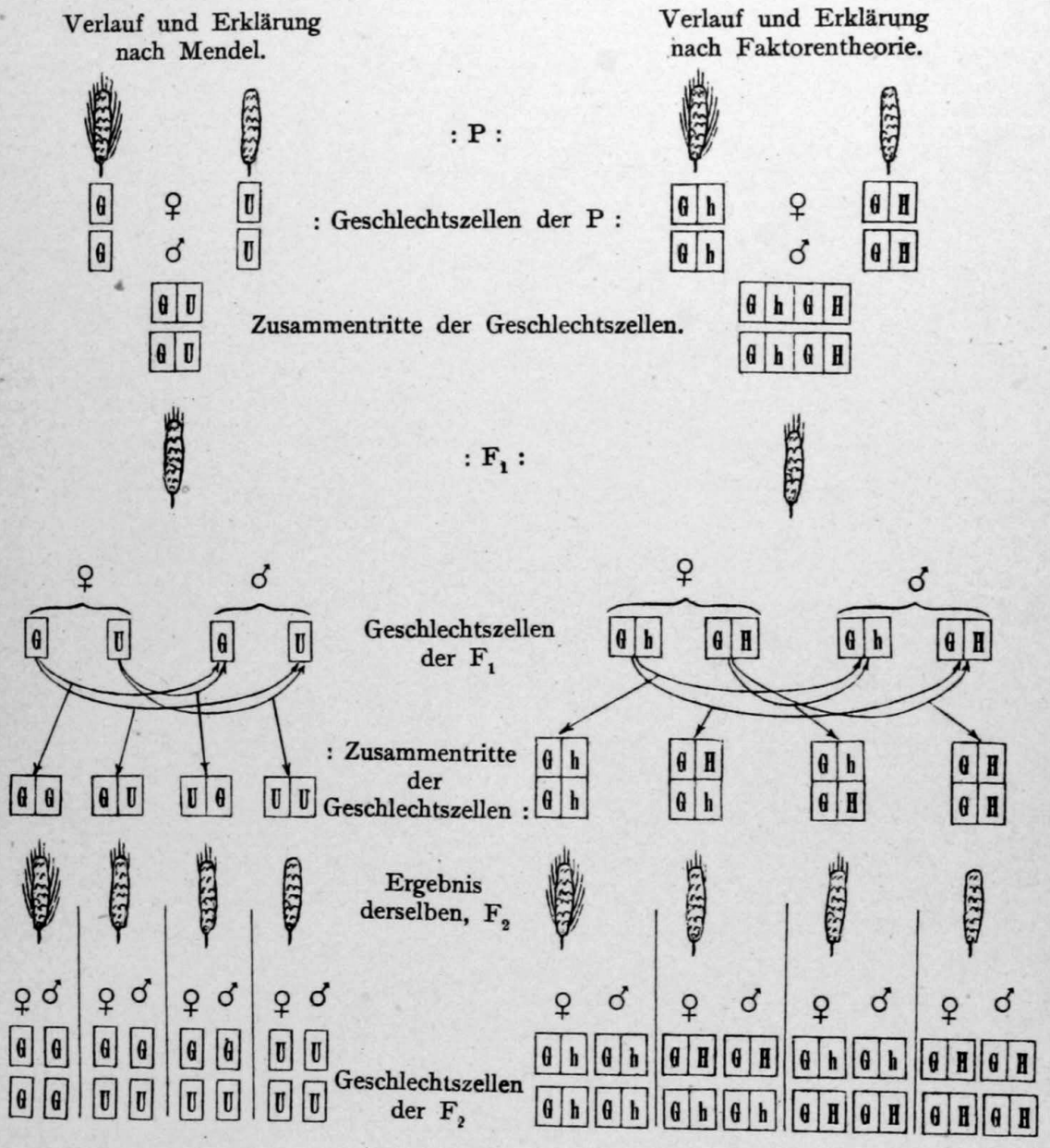


R = Anlage für rund,
E für eckig,
G für gelb,
Gr für grün.
rund und gelb dominiert über eckig und grün.

Nach Faktorentheorie : gelber Elter : G, e; grüner Elter : g, E.
G, R = Vorhandensein von gelb, rund. g, e = Fehlen von gelb, rund.

Verlag von Paul Parey in Berlin.

Bastardierung eines begrannten mit einem unbegrannten Weizen.
Monohybride Bastardierung nach dem Zea-Schema. (Eigene Bastardierung.)



G = Anlage für Grannen.

U = Anlage für unbegrannt.

U dominiert (prävaliert) über G.

G = Anlage für Grannenbildung.

H = Anlage für Hemmung der Grannenbildung.

h = Fehlen dieser Anlage.

H H bewirkt Grannenlosigkeit, H = Grannenspitzen.

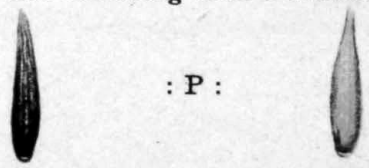
Verlag von Paul Parey in Berlin.

Bastardierung von Haferformen mit verschiedener Färbung der Blütenspelzen.

Dihybride Bastardierungen.

(Nilsson-Ehle : Kreuzungsuntersuchungen I. S. 44).

Verlauf und Erklärung nach Faktorentheorie.



Geschlechtszellen der P.

S g	♀	G s
S g	♂	G s

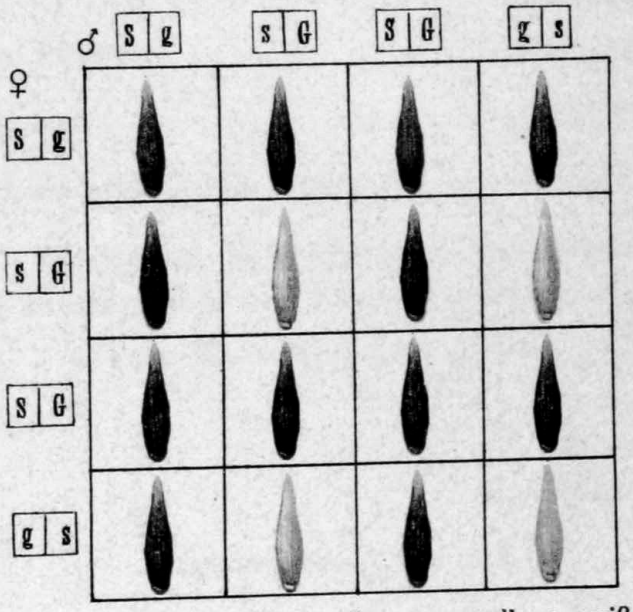
Zusammentritte der Geschlechtszellen bei der Bastardierung.

S s G g

♀ Geschlechtszellen in F_1 : ♂

S	g	S	G	S	G	g	s		S	g	S	G	S	G	g	s

Zusammentritte der Geschlechtszellen, darunter ihr Ergebnis, F_2 :



9 schwarz (gelb), 3 schwarz, 3 gelb, 1 weiß.

S = Anlage für schwarze Färbung der Spelzen, s = Fehlen dieser Anlage.

G = Anlage für gelbe Färbung der Spelzen, g = Fehlen dieser Anlage.

S verdeckt die Wirkung von G

Verlag von Paul Parey in Berlin.

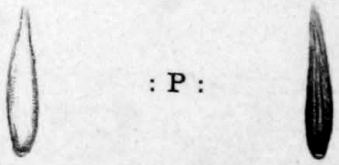
Qualitative Eigenschaften bei Bastardierung.

Bastardierung eines weiß- mit einem schwarz spelzigen Hafer.

Dihybride Bastardierung.

Erklärung nach Faktorentheorie.

(Nilsson-Ehle : Kreuzungsuntersuchungen I. S. 25).

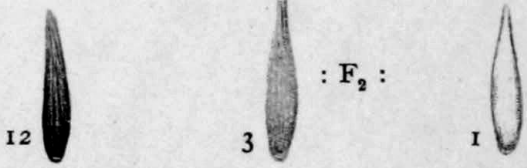


: P :

Geschlechtszellen der P.

S gr	♀	S Gr
S gr	♂	S Gr

: F_1



12 : 3 : 1

(9 + 3) constant

S = Anlage für schwarz,

Gr = Anlage für grau,

Vorhandensein dominiert über Fehlen.

S = Fehlen dieser Anlage.

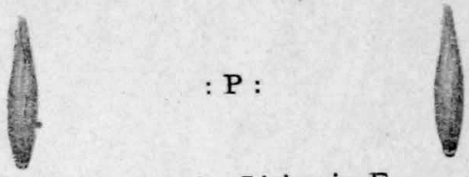
gr = Fehlen dieser Anlage.

S deckt Gr

Quantitative Eigenschaften bei Bastardierung.

Bastardierung zweier Haferformen mit annähernd gleich langen Blütenspelzen.

(Nilsson-Ehle = Bot. Notiser 1908. S. 286.)



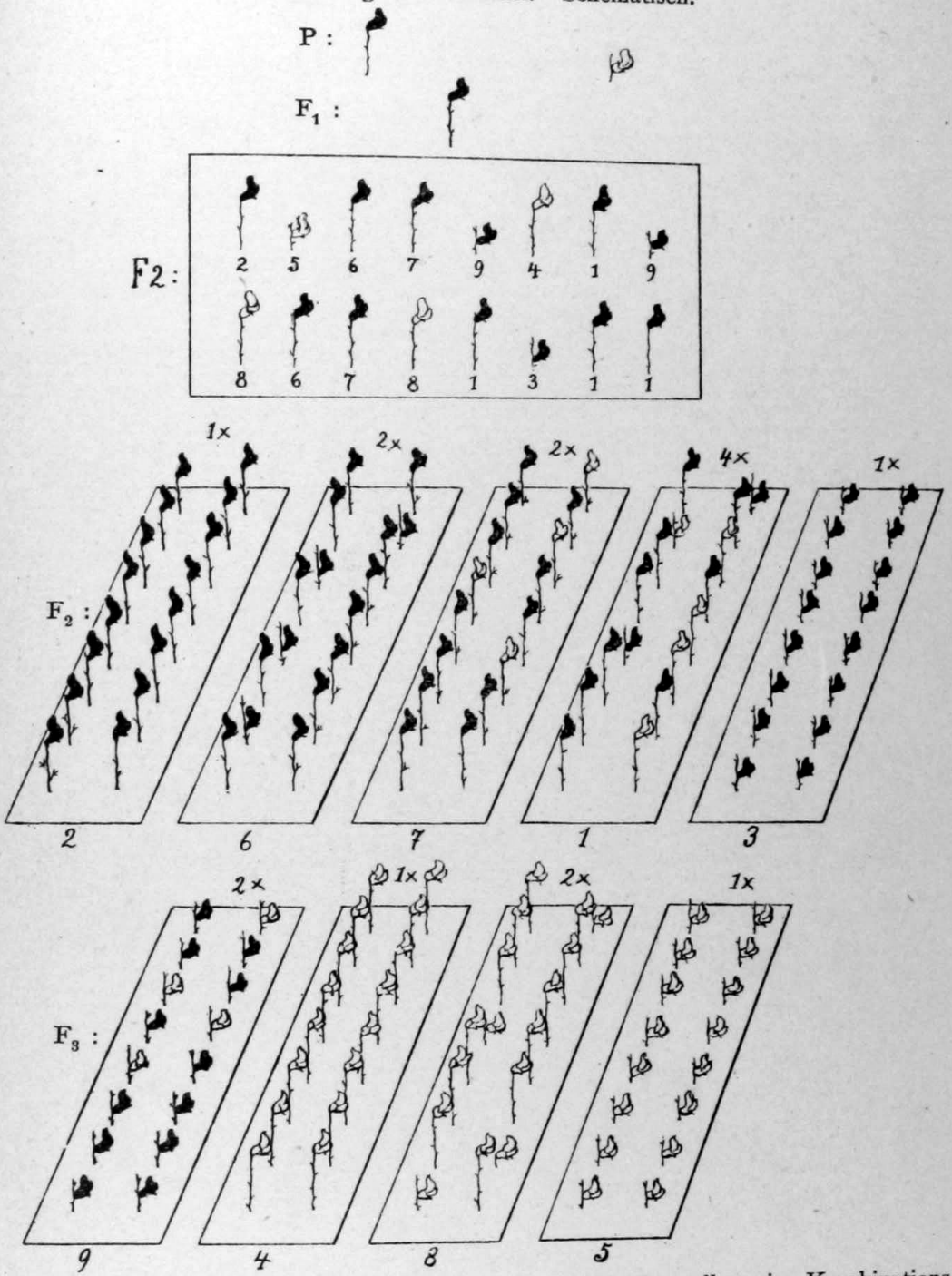
: P :

Vertreter dreier Linien in F_2.

Verlag von Paul Parey in Berlin.

Bastardierung einer rotblühenden hohen mit einer weißblühenden niederen Erbse.

Erklärung nach Mendel. Schematisch.

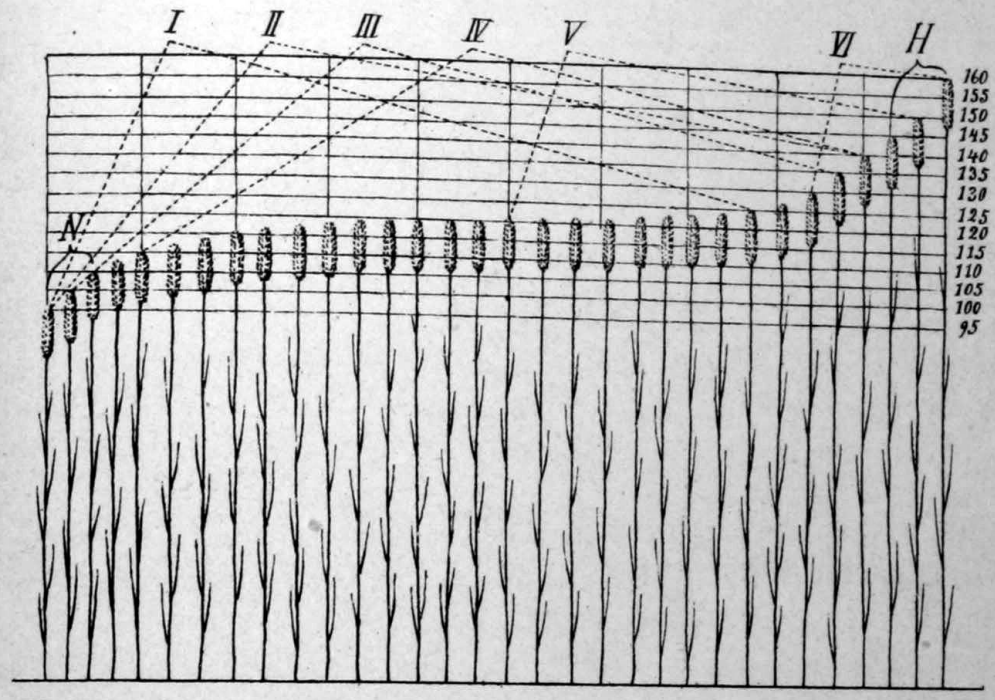


Zahlen unter den Pflanzen in F_2 beziehen sich auf die Darstellung im Kombinationsschema (S.).

Zahlen über den Beeten in F_3 zeigen an, wie oft ein gleiches Beet vorhanden sein wird, wenn alle Pflanzen von F_2 genommen wurden.

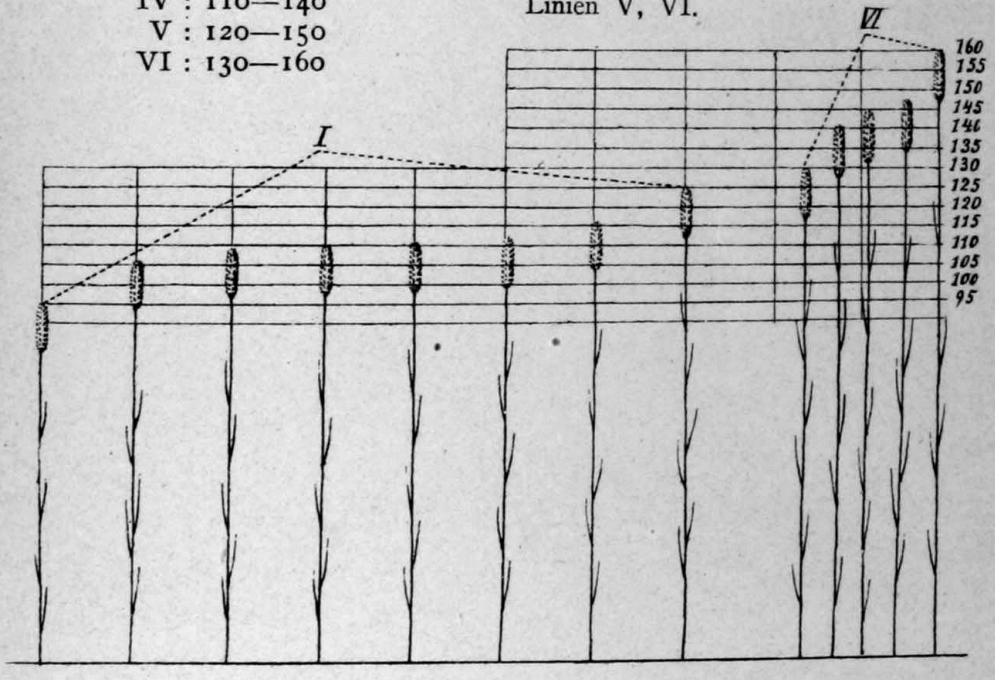
Zahlen unter den Beeten in F_3 beziehen sich auf die Pflanzen von F_2 und die Darstellung im Kombinationsschema (S.).

Verlag von Paul Parey in Berlin.



Linie I : 95—125
II : 95—140
III : 100—135
IV : 110—140
V : 120—150
VI : 130—160

Auslese nach nieder (N) : 95—105, trifft Linien I, II, III.
Auslese nach hoch (H) : 145—160, trifft Linien V, VI.



Schematische Darstellung der Zusammensetzung einer Weizenpopulation aus Linien mit verschiedenem Mittel für Länge. Oben Population, unten Linie I und VI für sich.

Verlag von Paul Parey in Berlin.