

- bestimmung bei höheren Pflanzen. Z. ind. Abst.- u. Vererbungsl. **41** (1926). — 5. DARLINGTON, C. D.: Recent advances in cytologie. London (1932). — 6. DARROW, G.: The strawberry. A gift of the Pacific. The Mid-Pacific **27—32** (1931). — 7. DIELS, L.: Über die Ausstrahlung des holarktischen Florenreiches an seinem Südrande. Abh. Preuß. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl. **I**, 14 (1942). — 8. DOGADKINA, N. A.: A contribution to the question of genome relations in some species of *Fragaria*. C. r. (Doklady) Acad. Sc. URSS **30**, 166—168 (1941). — 9. FEDOROVA, N. J.: Polyploid interspecific hybrids in the genus *Fragaria*. Genetica **16**, 524—541 (1934). — 10. FEDOROVA, N. J.: Cossibility and phylogenetic relations in the main european species of *Fragaria*. C. r. (Doklady) Acad. Sci. URSS **52**, 545—547 (1946). — 11. FEDOROVA, N. J.: Cytology of polyploid hybrids *Fragaria grandiflora* × *Fr. elatior* and their fertility. C. r. (Doklady) Acad. Sc. URSS **52**, Nr. 8, 711 (1946). — 12. HAGERUP, O.: *Empetrum hermaphroditum* (LGE) HAGERUP. A new tetraploid, bisexual species. Dansk Botanisk Arkiv **5**, Nr. 2, 1—17 (1927). — 13. HIRMER, M.: Die Forschungsergebnisse der Paläobotanik auf dem Gebiet der kånophytischen Floren. Bot. Jahrb. **72**, 347—563 (1942). — 14. ICHIJIMA, K.: Cytological and genetic studies on *Fragaria*. Genetics **11**, 590—604 (1926). — 15. ICHIJIMA, K.: Studies on the genetics of *Fragaria*. Z. ind. Abst.- u. Vererbungsl. **55**, 300—346 (1930). — 16. KIHARA, H.: Karyologische Studien an *Fragaria* mit besonderer Berücksichtigung der Geschlechtschromosomen. Cytologia **1**, 345—357 (1930). — 17. KIHARA, H.: Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. Mem. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ. Nr. **41**, 1—61 (1937). — 18. KIHARA, H. u. ONO, T.: Chromosomenzahlen und systematische Gruppierung der *Rumex*-Arten. Z. Zellforsch. u. mikr. Anat. **4**, 475—481 (1926). — 19. KIRCHHEIMER, FR.: Die geologische Geschichte der Rosengewächse. Gartenbauwiss. **14**, 433 (1940). — 20. KOMAROV, D. L.: Flora Manshuriae. Petrop. (Acta Horti), (1901—1907). — 21. KOSTOFF, D.: Biodynamica (Normandy, Mo.) **51**, (1939). Aus STEBBINS, G. L. Advances of Genetics **1**, (1947). — 22. LILIENFELD, F. A.: Karyologische und genetische Studien an *Fragaria*. Jap. Journ. Bot. **6**, Nr. 3, 425—458 (1933). — 23. LILIENFELD, F. A.: Karyologische und genetische Studien an *Fragaria* II. Ist *Fr. elatior* eine autopolyploide Pflanze. Jap. Journ. Bot. Vol. **3**, Nr. 2, 119—149 (1936). — 24. LILIENFELD, F. A.: Karyologische und genetische Studien an *Fragaria* III. Mem. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ. Nr. **38** 1—58 (1936). — 25. LONGLEY, A. E.: Chromosomes and their significance in strawberry classification. J. Agr. Res. **32**, 559—568 (1926). — 26. LOSINA-LOSINSKAYA, A.: Révision critique du genre *Fragaria*. Bull. Jard. Bot. USSR (Komarov), **25**, 47—88 (1926). — 27. MILLARDET, H. A.: Note sur l'hybridation sans croisement on fausse hybridation. Mem. Soc. Sci. Phys. et Nat. de Bordeaux ser. A. **4**, 347—372 (1894). — 28. MÜNTZING, A.: The evolutionary significance of autopolyploidy. Hereditas **21**, 263—378 (1936). — 29. MÜNTZING, A. u. PRAKKEN, R.: The mode of chromosome pairing in Phleum twins with 63 chromosomes and its cytogenetic consequences. Hereditas **26**, 463—501 (1940). — 30. NAIKAI, T.: Flora Koreana. Tokion, Coll. Sc. (1909—1911). — 31. POWERS, L.: Meiotic studies of crosses between *Fragaria ovalis* and × *Fr. ananassa*. J. Agr. Res. **69**, 11, 435—448 (1944). — 32. REINIG, W. F.: Die Holarktis. Verl. Fischer, Jena (1937). — 33. ROSANOVA, W. A.: Experimentelle Grundlagen der Pflanzensystematik (Kap. 5: *Fragaria*). russ. Moskau, Verl. Akad. Wiss. SSSR 254 S. (1946). — 34. RYDBERG.: North American Flora. *Fragaria*: Vol. **22** Part. 4, 356—365 (1908). — 35. SAX, K.: Polyploidy and geographic distribution in *Spiraea*. J. of the Arnold Arboretum, Vol. **17**, (1936). — 36. SCHIEMANN, E.: Geschlechts- und Artkreuzungsfragen bei *Fragaria*. Bot. Abhandl. H. 18 Verl. Fischer (1931). — 37. SCHIEMANN, E.: Artkreuzungen bei *Fragaria* II. Z. ind. Abst.- u. Vererbungsl. **73**, 375—390 (1937). — 38. SCHIEMANN, E.: Artkreuzungen bei *Fragaria* III. Die *vesca*-Bastarde (1. Teil). Flora **37**, N. F. 166—192 (1943). — 39. SLEUMER, H.: *Vaccinoideen*-Studien. Bot. Jahrb. **71**, 375—546 (1940/41). — 40. STEBBINS, G. L.: Types of Polyploids: Their classification and significance. Advances of Genetics **1**, 403—429 (1947).

(Aus dem Institut für Geschichte der Kulturpflanzen, Berlin.)

## Über die Auswirkung des Plasmas auf Leistungsmerkmale beim Roggen<sup>1</sup>.

Von URSULA NÜRNBERG-KRÜGER.

Mit 4 Textabbildungen.

### Einleitung.

Bei Versuchen über die Inzuchtreaktionen des Roggens, die durch die Plasma-Inzuchttheorie HERIBERT NILSSONS angeregt waren und in den Jahren 1943—1945 im Institut für Vererbungsforschung in Berlin-Dahlem durchgeführt wurden, waren eine größere Anzahl von Paarkreuzungen zwischen Einzelpflanzen von Petkuser Roggen reziprok hergestellt worden. Damals fiel es auf, daß ein gewisser Prozentsatz dieser Kreuzungen, die nebeneinander im Leistungsversuch standen, reziprok verschiedene Werte für einzelne Leistungsfaktoren ergab. Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen steht jedoch eine Angabe von v. SENGBUSCH, daß er bei seinen zahlreichen Paarkreuzungen mit Roggen, die er für die Ausarbeitung einer neuen Zuchtmethod durchgeföhrt hatte, niemals reziproke Differenzen gefunden habe. Aus den Gesamtergebnissen der eigenen Versuche erwies sich zunächst, daß eine Beteiligung des plasmatischen Erbfaktors an dem Zustandekommen der Inzuchtschädigungen zu deren Erklärung nicht unbedingt ge-

fordert werden muß. In den folgenden Jahren wurden dann aber doch Untersuchungen darüber weitergeföhrt, in welcher Weise und bis zu welchem Grade sich überhaupt bei Leistungsmerkmalen eine plasmatische Beeinflussung des Typus bemerkbar macht. Es interessierte vor allen Dingen die Frage, ob und wie weit muß bei züchterischen Maßnahmen die plasmatische Erbkomponente berücksichtigt werden, und in welcher Weise muß die Prüfung ihrer Wirksamkeit erfolgen.

Für eine ganze Reihe von Objekten sind reziprok verschiedene Bastarde lange bekannt. In der Züchtung ist ihr Vorkommen wenig oder gar nicht berücksichtigt worden, wenn, dann doch ohne genauere Kenntnis der tatsächlichen Auswirkungen. Es wurde allgemein wenigstens bei der Tierzucht nur von der Vorstellung ausgegangen, daß die Wirkung immer zu einer größeren Mutterähnlichkeit führen müsse. Um diese Lücke einmal anzugreifen, wurden die im Nachstehenden geschilderten Versuche weitergeföhrt, wenn auch zum Teil unter größeren Schwierigkeiten, die durch das Ende des Krieges bedingt waren.

<sup>1</sup> ELISABETH SCHIEMANN zum 70. Geburtstag.

### 1. Das Vorkommen reziprok verschiedener Paarkreuzungen in Petkuser Hochzucht.

Es wurde ausgegangen von Versuchen, die bereits 1943 begonnen worden waren, und zwar mit einer Auswahl von 250 Pflanzen Petkuser Hochzucht. Es waren zwischen Einzelpflanzen Paarkreuzungen reziprok vorgenommen worden durch einfaches Zusammenfügen zweier Ähren verschiedener Pflanzen. Die Selbstbefruchtung, die bei Roggen normal nicht über 3% hinausgeht, konnte einfach ignoriert werden, es wurde auf das Kastrieren der Ähren verzichtet. Außerdem wurden auch von jeder Pflanze frei abgeblühte

schen den Bastarden, d. h. 15,4%, die sich statistisch sichern ließen. Wahrscheinlich wäre die Zahl noch größer, wenn der Versuchsumfang etwas mehr hätte ausgedehnt werden können. Im Vergleich zu den Werten der daneben angebauten Elitelinien aus den Eltern



Abb. 1. Rechts und links außen stehen die Nachkommenschaften der frei abgeblühten Elternpflanzen (Eitelinien) 78 und 110, dazwischen die reziproken Paarkreuzungen zwischen beiden. In diesem Falle einseitige Heterosis von 110 x 78.

Ähren geerntet und diese Körner als Elitelinien weitergezogen, um so einen Maßstab für die Leistung der Elternpflanzen zu erhalten. Es wurden dann im Herbst 1943 die reziproken Paarkreuzungen und die dazugehörigen Elitelinien zum Ertragsversuch nebeneinander angebaut, und zwar in zwei Parallelversuchen.

Mit dem Beginn der vegetativen Entwicklung auf dem Felde zeigten sich sehr bald Unterschiede zwischen den Nachkommenschaften, wie ja zu erwarten war, aber auch häufiger Unterschiede zwischen den reziproken Paarkreuzungen. Da die einzelnen Nachkommenschaften in jeder Parallele nur aus je 10 Pflanzen bestanden, war die Sicherung der gefundenen Differenzen statistisch nicht zu bekommen. Verfasser ging zunächst von dem Gedanken aus, daß ein Unterschied erheblich besser gesichert sei, wenn er in beiden Parallelversuchen in der gleichen Richtung aufträte. Diese Annahme erwies sich aber nach den Ergebnissen späterer Versuche bei der Beurteilung plasmatisch beeinflusster Merkmale als unzulässig. Es sind eine Reihe von verschiedenen Leistungsmerkmalen in diesen Kreuzungen gemessen worden, die in Zusammenhang mit dem für die Züchtung des Roggens wichtigen Ertrag stehen, wie die Kornzahl der größten Ähre (im dichten Bestand wird meist nur der Haupthalm zur Ausbildung gelangen), die Halmlänge und die Halmzahl je Pflanze.

Am auffälligsten waren die gefundenen Differenzen bei der Bestockungsfähigkeit. Die Abbildungen geben davon einen Begriff. Die zahlenmäßige Auswertung der Halmzahl je Pflanze zeigte dann in vielen Fällen keine statistisch sichere Differenz. Es wurden 78 beliebig ausgewählte Kreuzungen untersucht, und davon fanden sich in 12 Fällen reziproke Unterschiede zwischen



Abb. 2. Ähnlichkeit der Paarkreuzungen mit der jeweiligen väterlichen Eitelinie.



Abb. 3. Vaterähnlichkeit.



Abb. 4. Reziproke Verschiedenheit mit Depression der einen Paarkreuzung.

ergaben sich die verschiedensten Möglichkeiten. Es konnte sowohl die Leistung eines als auch beider Bastarde über der der Elitelinien liegen (Abb. 1), oder auch umgekehrt unter der der Elitelinien. Sind die E.L. von einander stark verschieden, so konnte der Fall eintreten, daß die Paarkreuzungen reziprok verschieden jede in der Leistung dem Vater ähneln (Abb. 2 u. 3).

Am besten gibt der Ausfall der Leistungen der einzelnen Kreuzungen einen Eindruck davon. Z. B. die Kreuzung  $154 \times 36$  war mit einer mittleren Halmzahl von 1,7 je Pflanze der Reziproken  $36 \times 154$  mit 8,6 Halmen weit unterlegen. Die Differenz ist mit einem  $P$  von 0,005 für die O-Hypothese gut gesichert. Diese Kreuzung zeigte dabei ausgesprochene Mutterähnlichkeit, d. h. Übereinstimmung in der Leistung jeweils mit der E.L. im gleichen Plasma. Das Erscheinungsbild war sogar so, daß im einen Fall die Leistung des schlechteren Elters noch unterschritten wird, im anderen Fall die des besseren überschritten.

Ebenfalls einen gesicherten Unterschied in der Bestockung zeigte die Kreuzung  $12 \times 178$  und ihre Reziproke.  $12 \times 178$  hatte eine mittlere Halmzahl von 5,8,  $178 \times 12$  von 10,1, die Differenz ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,005 signifikant. Beide E.L. waren mit der Kreuzung  $12 \times 178$  etwa gleichwertig, die Reziproke dagegen zeigte eine ausgesprochene Heterosis über die anderen Kombinationen.

Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse für die anderen gemessenen Merkmale wie z. B. die Kornzahl der größten Ähre. Allerdings war für diesen Eigenschaftskomplex die Streuung größer, und es waren nur 6 von 56 Paarkreuzungen (ca. 11%) nachweisbar reziprok verschieden; und zwar sind die einzelnen Merkmale unabhängig voneinander. Es liegt nicht etwa auch immer ein Unterschied in der Halmlänge oder der Kornzahl vor, wenn eine Differenz der Halmzahl durch das verschiedene Plasma verursacht wird.

Die Kreuzung  $12 \times 178$  hatte allerdings auch in der Kornzahl einen Unterschied aufzuweisen, und zwar mit einer Differenz von 6,7 und einer Wahrscheinlichkeit von immerhin 8,5%. In der Wiederholung war die absolute Differenz mit 15,65 zwar erheblich höher, aber die große Streubreite ließ keine statistische Sicherung zu.

Es geht jedoch schon aus diesen Versuchen hervor, daß sich das Verhalten der plasmatischen Erbkomponente anscheinend in keiner Weise irgendwie verallgemeinern läßt. Ein gesonderter Versuch des Jahres 1944/45 was so angelegt worden, daß zwei Serien von Paarkreuzungen miteinander in Vergleich gesetzt wurden; die eine war hergestellt worden jeweils zwischen zwei Pflanzen einer Paarkreuzung im gleichen Plasma, die zweite durch Paarungen zwischen je zwei Paarkreuzungsgeschwistern mit verschiedenem Plasma. Beide Reihen erbrachten dasselbe Durchschnittsergebnis bezüglich der gemessenen Merkmale. Es scheint also ein Heterosisreiz durch Keimzellen von Pflanzen verschiedenen Plasmas oder eine depressive Wirkung bei Pflanzen gleichen Plasmas in der Regel nicht vorzuliegen. Vielmehr deutet alles darauf hin, daß in jedem Einzelfall die ganz besondere Kombination von Plasma und Genom entscheidend ist für die Leistung. Diese Annahme sollte sich im Laufe der Jahre bestätigen an den Ergebnissen der weiterhin durchgeführten Versuche.

Es war beabsichtigt, die Konstanz der gefundenen reziproken Unterschiede in den einzelnen Merkmalen in der Folgegeneration nach isoliertem Nachbau der einzelnen Paarkreuzungsnachkommenschaften zu untersuchen. Leider wurde das Versuchsfeld 1945 stark beschädigt, so daß eine Auswertung dieser Versuche nicht erfolgen konnte.

## 2. Verhalten der reziproken Paarkreuzungen in der nächsten Generation nach freiem Abblühen.

Ein Teil der Paarkreuzungen und ihrer dazu gehörigen Elitelinien, die in einem bestimmten Punkte 1944 im Bestande aufgefallen waren, waren jedoch frei abgeblüht geerntet worden und konnten 1945/46 zu einem erneuten Leistungsversuch herangezogen werden. Es wurden dabei je Einzelpflanze der Ernte 1944 soweit vorhanden 50 Korn ausgelegt, so daß eine Paarkreuzungsnachkommenschaft, die 1944 10 Pflanzen gehabt hatte, im nächsten Versuch sich aus  $10 \times 30 = 50$  (je nach der Keimfähigkeit = 300 – 500) Pflanzen zusammensetzte. Da reziproke Kreuzungen und ihre Elitelinien 1944 dicht nebeneinander gestanden hatten beim freien Abblühen, konnte man wohl annehmen, daß die bestäubende Pollenwolke etwa die gleiche Zusammensetzung der genetischen Typen gehabt hatte. Es interessierte nun das Verhalten der reziproken Bastarde zueinander in den aufeinander folgenden Generationen nach freier Bestäubung und das Verhalten jeweils zu den Elitelinien. Da die Durchführung der Versuche in den Jahren 1945 und 46 außerordentlich erschwert war, wurde nur das Merkmal der Halmlänge gemessen.

Da man wohl annehmen kann, daß bei einer Paarkreuzung annähernd bei den Reziproken die genetische Kombination die gleiche sein muß, käme es also bei diesem Versuch darauf hinaus zu prüfen, wie weit die plasmatische Erbkomponente bei einer genetischen Vermischung und unter den veränderten Wachstumsbedingungen eines anderen Jahres sich verschiedenartig auswirkt. 6 verschiedene Paarkreuzungskombinationen waren zur Auswertung herangezogen worden, von denen 1944 nur eine einzige in der Halmlänge eine reziproke Differenz zeigte.

Die absoluten gemessenen Werte lagen im Jahre 1946 erheblich niedriger als 1944. Der erste Versuch wurde in Dahlem auf stark lehmigem Boden mit reichlicher Düngung und Vorkultur der Pflanzen in Pikierkisten durchgeführt, der 2. Versuch bei Neuruppin auf leicht lehmigem Sand, ohne jede Düngung und mit direktem Auslegen ins Land.

Die beigefügte Tabelle gibt die Versuchsdaten für beide Jahre. Die 44er-Werte für die Kreuzung  $159 \times 160$  und reziprok ergaben 164,69 cm und 154,45 cm mit einer Sicherung der Differenz von  $P$  gleich 0,035; dabei lag der Wert für  $160 \times 159$  deutlich unter dem der Elitelinie 160 (im gleichen Plasma). In der nächsten Generation ergab sich wieder die Differenz zwischen den beiden Paarkreuzungen in der gleichen Richtung.  $160 \times 159$  lag diesmal aber mit 107,12 cm deutlich über 160 mit 104,33 cm ( $P = 0,0027$ ), jedoch unter 159 mit 111,98 cm.  $159 \times 160$  ist gleichwertig mit der plasmagleichen Elitelinie. 1944 war zwischen beiden E.L. (Elitelinien) keine Differenz nachweisbar, der absolute Mittelwert lag bei 160 sogar etwas höher. 1946 ist eine deutliche Differenz vorhanden von 159 gegen 160 mit 111,98 cm gegen 104,33 cm.

Bei der nächsten Kreuzung lagen in der ersten Generation 1944 die Werte der Elitelinien bei 141,5 cm und 155,5 cm, die Differenz war mit einem  $P$  von 0,006 als sicher anzusehen. Die Werte der reziproken Paarkreuzungen lagen zwischen diesen beiden, jeweils etwas näher an die Leistung der E.L. im gleichen Plasma heran, aber nicht nachweisbar verschieden. Bei der nächsten Generation nach freiem Abblühen hatte sich das Bild erheblich verschoben. Die Leistungen der Elitelinien 26 und 163 hatten sich einander völlig angeglichen mit  $105 \times 33$  cm und 104,36 cm. Dagegen zeigten beide Paarkreuzungsnachkommenschaften einen deutlichen Unterschied gegen

Tabelle I. Absolute Werte der Halmlänge in cm.

Nr. der Nachkommenschaften	M	±m	Differenzen, gesicherte 1946	M	±m	Diff. 1944 ges. (P-Grenze 0,05)
159	111,98	0,817	}}}}	158,14	2,74	}}
{ 159 × 160	110,80	0,813		164,69	4,28	
{ 160 × 159	107,12	0,647		154,45	1,93	
160	104,33	0,680		161,42	3,24	
26	105,33	2,31	}}}}	141,5	3,57	}}
{ 26 × 163	111,49	0,312		149,75	7,58	
{ 163 × 26	107,06	0,192		152,33	5,4	
163	104,36	1,41		155,5	2,46	
119	104,57	0,58	}}}}	163,68	2,34	}}}}
119 × 118	100,64	0,66		160,42	1,76	
118 × 119	100,27	0,71		157,3	2,05	
118	98,18	0,655		155,77	1,74	
54	95,58	1,48	}}	139,5	8,26	}}
{ 54 × 134	93,76	0,899		139,66	4,96	
{ 134 × 54	96,08	0,851		137,92	4,05	
134	97,07	0,719		148,47	3,23	
134 × 133	98,60	0,99	}}	147,67	2,78	}}
57	97,94	1,21		147,9	3,6	
57 × 56	102,78	0,59		132,56	1,75	
56 × 57	103,21	0,8		131,38	4,04	
56	96,75	0,58		126,13	4,97	
168	104,37	0,82	}}}}	150,52	3,7	}}}}
{ 168 × 167	102,76	0,9		168,53	2,5	
{ 167 × 168	112,02	0,53		170,53	3,15	
167	111,75	0,75		154,57	5,16	

Die gesicherten Differenzen bestehen zwischen den durch die Klammern verbundenen Werten, und zwar jeweils den beiden äußeren.

die muttergleichen Linien, 26 × 163 auch gegen 163, und vor allen Dingen ergab sich eine sehr deutliche Differenz der beiden Reziproken gegeneinander mit einem P von 0,0002, so daß jetzt das Bild eines Heterosisfalles noch mit reziproker Differenz vorlag.

Die erste Generation der Kreuzung 119 × 118 ergab eine sichere Differenz in den Werten der E.L. mit 163,68 cm gegen 155,77 cm ( $P = 0,01$ ), ebenso einen sicheren Unterschied der P.K. gegen die nicht plasma-gleiche E.L. Ein Unterschied der Reziproken gegeneinander war aber nicht feststellbar. In diesem Falle veränderten sich die Verhältnisse zur nächsten Generation fast gar nicht. Die Reziproken blieben gleich im Wert, er lag wie vorher zwischen die denen der E.L., eine gesicherte Differenz zeigten. Jede P.K.-Nachkommenschaft war ebenfalls von den beiden E.L. sicher verschieden.

Die Kreuzung 54 × 134 zeigt 1944 fast gleiche Werte für die beiden Reziproken und die E.L. 54. Der Wert für 134 liegt dagegen höher als die anderen, die Differenz ist aber nur zu sichern gegen die Kreuzung 134 × 54. In diese Prüfung mit einbezogen wurde noch eine andere genetische Kombination von 134, und zwar die Kreuzung 134 × 133. Deren Wert lag 1944 etwa in gleicher Höhe mit dem der mütterlichen E.L. Dieses ganz mutterähnliche Verhalten zeigte sie auch wieder in der nächsten Generation, die beiden Werte 97,07 cm und 98,60 cm als mittlere Halmlängen waren nicht voneinander verschieden. Dagegen verhielt sich die Kombination mit 54 unter den veränderten Bedingungen ganz abweichend. Und zwar ist die Differenz von 134 × 54 gegen 134 völlig ausgeglichen. Aber zwischen den beiden reziproken P.K.-Nachkommenschaften lag ein deutlicher Unterschied vor, 54 × 134 lag um 3,31 cm unter dem Wert der Reziproken ( $P = 0,055$ ). Offenbar war hier die Kombination im Plasma von 54 weniger leistungsfähig, denn sie lag auch deutlich unter 134.

Die Kreuzung 57 × 56 sah 1944 in der Verteilung der Halmlängen sehr ähnlich aus wie die vorhergehende. Die Elitelinie 57 lag mit 147,9 cm deutlich über allen drei anderen Kombinationen mit 132,56 cm, 131,38 cm und 126,13 cm, zwischen denen keine Unterschiede nach-

zuweisen waren. Bei der Prüfung in der nächsten Generation waren die reziproken Kreuzungen 57 × 56 und 56 × 57 wieder völlig gleichwertig. Diesmal waren jedoch die beiden E.L. ebenfalls gleichwertig, sie lagen jedoch beide mit 97,9 resp. 96,7 cm unter den Werten der P.K. mit 102,78 cm und 103,21 cm ( $P = 0,0002$ ). Die E.L. 57, die also 1944 deutlich über den P.K. lag, war jetzt unter deren Leistung gesunken.

Die letzte in dieser Versuchsreihe geprüfte Kreuzung war die zwischen 168 und 167. Sie gab 1944 etwa das Bild wie die vorige 1946, d. h. die E.L. waren annähernd gleichwertig mit mittleren Halmlängen von 150,52 cm und 154,57 cm. Deutlich über ihnen lagen die beiden P.K.-Nachkommenschaften, (gesichert mit P-Werten von 0,0004 und 0,0003), die unter sich auch wieder gleichwertig waren: 168,5 cm und 170,5 cm. In der nächsten Generation lagen die Verhältnisse ganz anders. Die E.L. waren mit einer Differenz von 7,4 cm deutlich verschieden. Ebenso zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Halmlänge bei den reziproken Paarkreuzungen ( $P < 0,0002$ ) von 9,26 cm. Jede P.K.-Nachkommenschaft war der E.L. im gleichen Plasma gleichwertig. Die Zahlen sind aus der beigefügten Tabelle zu ersehen. Wir hatten also hier das typische Bild eines reziproken Unterschiedes mit Neigung zur mutterähnlichen Ausbildung.

Die im Vorstehenden ausführlich dargestellten Versuche zeigen wieder sehr deutlich, daß eine einheitliche Linie in der Art der Reaktionen auf veränderte Bedingungen in keiner Weise vorzuliegen scheint. Es ist also nicht so, daß ein bestimmtes Plasma die phänotypische Ausbildung in einer spezifischen Weise ausrichtet. Es wird hier absichtlich zunächst nur von Plasma und nicht von Plasmon gesprochen, da die verhältnismäßig kurze Beobachtungszeit noch keine Entscheidung darüber zuläßt, ob es sich um die Auswirkung plasmatischer selbständiger Erbelemente oder um mütterliche Gen- und Hormonnachwirkungen handelt. Wir können jedenfalls bisher nur sagen, daß sich in keiner Weise das Verhalten in der Leistung auf Grund der Beteiligung eines Genoms oder eines Plasmas voraussagen läßt, sondern daß jede Abänderung der Gesamtkonstitution und der Umweltverhältnisse eine ganz andere phänotypische Ausprägung zur Folge haben kann.

Im Durchschnitt der ausgewerteten Kreuzungen hatte sich das Bild der Leistungen von 1944 zu 1946 ganz entsprechend der theoretischen Erwartung verändert, d. h. es war im Mittel eine Angleichung an den Wert des Standards erfolgt, der in jedem Falle Petkuser Hochzucht war, wie ja auch das Ausgangsmaterial, dessen genetischer Konstitution auch die Zusammensetzung der Pollenwolke entsprach, unter der das freie Abblühen 1944 erfolgt war.

### 3. Reziproke Paarkreuzungen zwischen Roggen-sorten in ihrem Verhalten unter verschiedenen Umweltbedingungen.

Um nun noch einmal genauer die Einwirkung der Umweltbedingungen auf die phänotypische Wirkung der plasmatischen Komponente zu analysieren, wur-

den in einem Versuch 1948—49 reziprok verschiedene Einzelpflanzenbastarde von Roggen auf ihre Leistungsfaktoren unter verschiedenen Außenbedingungen geprüft. Als Ausgangsmaterial wurden Roggenpflanzen aus Müncheberg verwandt, die aus verschiedenen Sorten wie Riesengebirgsroggen, Petkuser normal, Svalöfs Stahlroggen stammten, die mindestens einmal (meist 1948) einer Selbstbestäubung unterworfen worden waren. Es war dieses etwas ingezüchtete Material gewählt worden, um die genetische Streubreite, die beim Roggen als obligatem Fremdbefruchter natürlich sehr groß ist, etwas einzuengen.

Tabelle II. *Verhältnis der Reziproken — Werte zueinander in den verschiedenen gemessenen Eigenschaften.*

Paarkreuzung Nr. 1950	Halmlänge in cm		Halnzahl		Ährenlänge in cm		Kornzahl je größte Ähre	
	A	B	A	B	A	B	A	B
01 120	93,71 117,00	92,67 96,00	5,4 11,5	4,7 3,5	8,71 11,5	9,34 10,5	21,4 32,0	25,0 52,0
02 03	94,64 89,70	92,57 104,00	3,6 3,0	6,0 6,3	9,09 8,45	9,57 10,5	36,3 30,1	32,3 37,6
23 24	115,25 98,47	119,50 115,26	5,5 4,0	4,5 4,2	9,63 8,23	9,5 8,68	50,3 32,3	47,0 42,9
26 27	118,0 119,07	112,0 133,4	3,5 4,6	5,3 10,1	12,63 12,23	12,17 13,57	58,3 42,6	55,0 48,4
28 29	123,86 113,5	123,71 125,0	6,3 5,5	9,0 6,5	12,07 8,25	12,29 11,75	49,3 33,5	50,4 49,0
48 49	108,67 102,73	111,5 120,1	3,0 5,3	5,3 11,4	10,83 9,32	11,38 10,4	33,0 23,4	37,5 38,4
57 58	129,3 126,75	130,6 123,5	6,4 2,5	3,8 5,3	13,7 12,5	12,0 11,13	26,0 38,5	35,8 29,3

Gesicherte Differenzen sind in der Tabelle mit — verbunden.

Es wurden im Sommer 1949 zwischen Einzelpflanzen verschiedener Linien (wie bei dem 1. Versuch) durch Zusamentüten der Ähren Paarkreuzungen reziprok hergestellt. Außerdem wurden von den gleichen Pflanzen frei abgeblühte Ähren geerntet und auch Selbstungen durchgeführt. Eine Steigerung der Selbstfertilität evtl. durch Selektion bei isolierten Nachkommenschaften war noch nicht merklich eingetreten. Der als Standard benutzte Petkuser Roggen zeigte 3%, die anderen Stämme im Mittel etwa 4% Selbstfertilität. Die reziproken Kreuzungen hatten leider z. T. schlecht angesetzt, ein Teil hatte bei der späteren Kultur Ausfälle, so daß zur endgültigen Auswertung nur 7 reziproke Paarkreuzungen herangezogen wurden. Die Kreuzungen wurden im zeitigen Herbst 1949 in Pikierkisten ausgesät, vor Winter jede Pflanze einmal geteilt, um genetisch zwei gleiche Parallelreihen zu bekommen. Im Frühjahr wurde ausgepflanzt ins Freiland, und zwar Serie A auf Land, das durch jahrelange Erdbeerkultur ausgehungert war, Serie B auf frisch gedüngten Boden. Während des Sommers wurde auch die Wasserversorgung für Serie B reichlich gehalten, Serie A erhielt nur die gewöhnliche Regenmenge. Als Leistungsfaktoren wurden eine Reihe meßbarer Größen gewählt wie in den vorigen Versuchen die größte Halmlänge, für die Bestockungsfähigkeit die Zahl der gebildeten Halme, Zahl der Ähren, dann die Länge der Hauptähre, die Zahl der Körner der Hauptähre. Die verschiedenen

Merkmale wurden einzelpflanzenweise bei der Ernte gemessen.

Zunächst wurde dann für den Gesamtversuch geprüft, ob die Differenzen in den Wachstumsbedingungen ausreichten, um die Leistung der Pflanzen zu verändern. Bei allen untersuchten Merkmalen ergab sich im gesamt eine positive Abweichung des Versuchs mit besseren Wuchsbedingungen, ebenso, wenn man die freiabgeblühten Nachkommenschaften, die Paarkreuzungen und die Selbstungen je für sich betrachtete. Und zwar lagen, wie zu erwarten, die Paarkreuzungen im allgemeinen in ihrer Leistung höher als die Selbstungen. Allerdings war die Leistung der freiabgeblühten unter der der P.K., was wohl dadurch zu erklären ist, daß es hier häufiger zu einer Bestäubung innerhalb der isolierten Stämme gekommen ist und also eine geringe Inzuchtdepression vorlag.

Bei den 7 ausgewerteten Kreuzungen treten z. T. reziproke Unterschiede auf, aber auch hier wieder jeweils für die einzelnen Merkmale völlig unabhängig voneinander. Die Ergebnisse sollen kurz einzeln geschildert werden.

Die Kreuzungen 01 und 120 (1239/1  $\times$  812/1 und reziprok) haben für die Halmlänge ergeben: 01 auf schlechtem Boden 93,71 cm, 120 = 117,00 cm, die Differenz ist mit einem P von 0,002 signifikant. Unter besseren Umweltverhältnissen ergab sich für 01 B: 92,67 cm mit einem t-Wert von 0,0 gegen 01 A keine Veränderung, aber 120 B = 96,00 cm ist mit einem P von 0,011 gegen 120 A als gesichert unterlegen anzusehen. Das würde also etwa bedeuten, daß im Falle dieser Kreuzung die Genomkombination 1239/1  $\times$  812/1 im Plasma 812/1 die ungünstigen Bedingungen er-

heblich besser auszunutzen in der Lage ist als die günstigen und auch als dieselbe Genomkombination im Plasma von 1239/1.

Von dieser Kreuzung konnte nur ein Elter, und zwar 812/1, als Selbstung mitgeprüft werden. Unter guten Verhältnissen war die Leistung mit beiden Bastarden gleichwertig, unter ungünstigen gegen beide deutlich verschieden etwa in der Mitte zwischen ihnen.

Bezüglich der Bestockung zeigte diese Kreuzung so große Streuung, daß bei den niedrigen Pflanzenzahlen keine sicheren Differenzen nachgewiesen werden konnten. Aber bei der Ährenlänge trat unter schlechten Bedingungen ein deutlicher Unterschied zwischen den Reziproken auf, während er unter guten Bedingungen völlig verschwand. 01 A = 8,71 cm war gegen 120 A = 11,5 cm mit einem P von 0,006 sicher verschieden, dagegen 01 B = 9,34 cm von 120 B = 10,5 cm nicht unterscheidbar. Auch hier war es also wieder so, daß die Genomkombination in einem anderen Plasma auf veränderte Umweltbedingungen anders reagierte. Ähnlich verhielt sich die Eigenschaft: Kornzahl der größten Ähre, nur zeigte sich hier die reziproke sichere Differenz von 01 A gegen 120 A nur unter den besseren Bedingungen. 01 A = 25,0 war gegen 120 A = 52,0 mit einem P von 0,03 deutlich unterlegen, während 01 B mit 21,4 gegen 120 B = 32,0 nicht sicher zu trennen war.

Die nächste untersuchte Kreuzung 02 und 03 (1239/2  $\times$  812/5 und reziprok) verhielt sich in bezug auf alle kontrollierten Merkmale reziprok gleichartig, zeigte in keinem Fall nachweisbare Differenzen. Jedoch zeigten sich hier Leistungsverchiebungen im Verhältnis zu den Nachkommen der freiabgeblühten Eltern, also den Elitelinien im gleichen Plasma. Und zwar traten hier bei der Halmlänge unter schlechten Bedingungen keinerlei nachweisbare Differenzen auf, die Bastarde lagen in ihrer Leistung zwischen denen der Elitelinien, die auch beide



nicht deutlich verschieden waren, beide zeigten eine starke Streuung. Unter guten Verhältnissen jedoch war die Elitelinie 115 aus 1239/2 deutlich schlechter als die aus dem andern Elter 812/5, nämlich mit 87,2 gegen 105,5 cm mit einem P von 0,011. Ebenso war die Differenz von 1239/2 gegen den Bastard im anderen Plasma mit 104,0 cm bei einem P von 0,04 signifikant.

Das dritte Kreuzungspaar 23 und 24 (6203/1  $\times$  1377/10 und reziprok) hatte folgendes ergeben: 23 A war mit 115,25 cm Halmlänge der reziproken 24 A mit 98,47 cm unter schlechten Verhältnissen mit einem P von 0,018 sicher überlegen. 24 B war gegen 24 A mit einer Differenz von 16,79 cm und einer Sicherung von  $P = 0,0012$  überlegen. D. h. 24 A versagte unter ungünstigen Bedingungen. Unter guten Verhältnissen dagegen war kein reziproker Unterschied nachweisbar. Unter den ungünstigen Bedingungen zeigte 23 A auch eine ausgesprochene Heterosis in der Halmlänge über beide aus den Eltern stammenden Elitelinien, und zwar über 80 A (6203/1) mit einer Differenz von 22,7 cm und einem P von 0,045 und über 112 A (1377/10) mit einer Differenz von 17,2 cm und einem P von 0,038. Unter guten Bedingungen zeigten beide gleichwertigen Bastarde eine Überlegenheit über 80, aber nicht sicher über das andere Elter. Sämtliche Nachkommenschaften hatten aber auf die besseren Bedingungen günstig angesprochen, nur sehr verschieden stark. Die Bestockung war bei dieser Kreuzung ganz einheitlich, es zeigten sich nirgends Differenzen. Auch bei der Ährenlänge waren keine sicheren Unterschiede zu finden. Anders war es bei der Kornzahl der größten Ähre; also die Dichte der Ähren ist veränderlich. Und zwar ergab sich ein stärkeres Absinken der Kornzahl unter ungünstigen Bedingungen bei 24 A, während 23 A in der Leistung gleichblieb. Die reziproke Differenz ist mit einem P von 0,009 gesichert. Unter guten Bedingungen war die Zahl in diesem Plasma schwach (mit  $P = 0,06$ ) gesichert höher, eine reziproke Differenz jedenfalls nicht nachzuweisen bei 47,0 respektive 42,9.

Die Bastardnachkommenschaften 26 und 27 (6196/5  $\times$  6120/5 und reziprok) waren unter ungünstigen Bedingungen annähernd gleichwertig in der Halmlänge. Die Elternerträge konnten wegen zu geringer Pflanzenzahl nicht ausgewertet werden. Bei Kultur der Klongeschwister unter besseren Bedingungen zeigte 27 B mit 133,4 cm gegen 27 A mit 119,07 cm eine deutliche Verschiebung nach oben (gesichert mit einem P von 0,00025), während die reziproke Kreuzung 26 B keinen nachweisbaren Unterschied gegen 26 A zeigte, so daß unter den veränderten Verhältnissen ein erheblicher reziproker Unterschied in der Halmlänge vorlag von 21,4 cm gesichert mit einem P von 0,006. Die genetische Kombination 6196/5  $\times$  6120/5 spricht also im Plasma von 6120/5 viel stärker auf Düngung und Wasserzufuhr an als im Plasma des anderen Elters, wäre also züchterisch für gute Böden wertvoller als die Reziproke. In diesem Falle war das Verhalten der Kombination für die Bestockungsfähigkeit ganz gleichartig. 26 B und 27 B zeigten sich gleichwertig mit 3,5 bzw. 4,6 Halmen im Mittel, 27 A war gegen 27 B dann auf 10,1 gestiegen ( $P = 0,002$ ), die reziproke Differenz unter günstigen Bedingungen betrug 4,8 und ist mit einem P von 0,05 signifikant. Auch bezüglich der Ährenlänge lag bei 27 B eine positive Verschiebung zu 27 A vor von 12,23 auf 13,57 cm, gesichert mit einem P von 0,0035, aber die Streuungen waren bei 26 B und 26 A so hoch, daß eine Differenz zwischen 26 A und 27 A nicht nachweisbar ist. Anders verhielt sich die Eigenschaft Kornzahl pro größte Ähre. Unter weniger guten Verhältnissen zeigte 26 A

eine größere Kornzahl, also auch Ährendichte, als 27 A, und zwar signifikant ( $P = 0,06$ ) mit einer Differenz von 15,7 Korn je Ähre. Gegen den Parallelversuch wischte sich aber jeder Unterschied, und auch die reziproke Differenz der Bastarde war nicht mehr nachzuweisen. In diesem Falle schienen also alle Faktoren, auf die Stickstoffdüngung sich auswirken kann, im gleichen Sinne beteiligt zu sein.

Folgende Kreuzungen 28 und 29 wurden hergestellt zwischen 6196/4 und 6120/5, also eine andere Kombination des einen Elters aus der vorherigen Kreuzung. Hier war nun keinerlei Veränderung der einzelnen Prüfgruppen bezüglich der Halmlänge zu beobachten. In gleicher Weise ergab die Untersuchung sowohl der Bestockung als auch der Ährenlänge und der Kornzahl pro Ähre in keiner

Tabelle III. Werte der absoluten Halmlängen in cm bei Paarkreuzungen und Elitelinien.

Nr. 1950	Abstammung	Werte unter ungünstigen Bedingungen A	Ges. Diff.	Werte unter günstigen Bedingungen B	Ges. Diff.
121 120 01	812/1 s 812/1 $\times$ 1239/1 1239/1 $\times$ 812/1	109,7 $\pm$ 5,7 117,0 $\pm$ 1,0 93,7 $\pm$ 4,7	} } }	97,3 $\pm$ 9,1 96,0 $\pm$ 2,0 92,7 $\pm$ 11,4	
115 02 03 114	1239/2 f 1239/2 $\times$ 812/5 812/5 $\times$ 1239/2 812/5 f	85,3 $\pm$ 11,3 94,6 $\pm$ 5,2 89,7 $\pm$ 6,1 104,0 $\pm$ 5,3		87,2 $\pm$ 5,1 92,6 $\pm$ 6,0 104,0 $\pm$ 5,5 105,5 $\pm$ 4,7	} } } }
80 23 24 112	6203/1 f 6203/1 $\times$ 1377/10 1377/10 $\times$ 6203/1 1377/10 f	92,6 $\pm$ 8,5 115,3 $\pm$ 5,2 98,5 $\pm$ 3,4 98,1 $\pm$ 4,9	} } } }	100,3 $\pm$ 2,7 119,5 $\pm$ 6,7 115,3 $\pm$ 3,1 105,9 $\pm$ 6,6	} } } }
71 28 29	6196/4 f 6196/4 $\times$ 6120/5 6120/5 $\times$ 6196/4	80,9 $\pm$ 9,8 123,9 $\pm$ 03,0 113,5 $\pm$ 11,5	} } }	98,3 $\pm$ 4,9 123,7 $\pm$ 4,4 125,0 $\pm$ 16,9	} } }
73 48 49 78	6077/4 f 6077/4 $\times$ 6205/4 6205/4 $\times$ 6077/4 6205/4 f	104,0 $\pm$ 7,3 108,7 $\pm$ 4,0 102,7 $\pm$ 9,5 98,6 $\pm$ 6,8		115,0 $\pm$ 5,2 111,5 $\pm$ 7,1 120,1 $\pm$ 7,8 108,2 $\pm$ 6,4	
72 57 105 58	6077/3 f 6077/3 $\times$ 1377/3 1377/3 $\times$ 6077/3 1377/3 f	108,1 $\pm$ 6,7 129,2 $\pm$ 6,8 126,8 $\pm$ 7,0 110,5 $\pm$ 3,0	} } } }	129,0 $\pm$ 4,8 130,6 $\pm$ 6,4 123,5 $\pm$ 4,5 98,7 $\pm$ 4,4	} } } }

Richtung größere Unterschiede. Die Streuung der Einzelnachkommenschaften war in jedem Falle erheblich.

Von den Eltern dieser Kreuzung konnte nur 6196/4 als Elitelinie im Vergleich geprüft werden. Und zwar lagen unter ungünstigen Verhältnissen beide Kreuzungen über dieser elterlichen Leistung, im Parallelversuch nur deutlich nachweisbar die Paarkreuzung im gleichen Plasma.

Die Paarkreuzungen zwischen 6077/4, und 6205/4 Nr. 48 und 49 verhielten sich ebenso wie die vorige Kombination völlig gleichmäßig, es war ohne jede Wirkung, welches Plasma beteiligt war oder wie die Außenbedingungen lagen. Auch die aus den Eltern gezogenen Elitelinien zeigten keinerlei Abweichungen, weder Unterschiede gegeneinander noch zu den Bastarden. Lediglich beim Merkmal der Kornzahl zeigte 49 B gegen 49 A einen Anstieg von 23,4 auf 38,4, der mit  $P = 0,022$  als sicher vorhanden anzusehen ist. Trotzdem ergab sich dadurch in der besser kultivierten Serie kein reziproker Unterschied zwischen den Bastarden.

Bei der letzten auswertbaren Kreuzung, die zwischen 6077/3 und 1377/3 durchgeführt worden war und unter den Nr. 57 und 58 geprüft wurde, zeigte sich folgendes Bild. Unter ungünstigen Kulturbedingungen waren die beiden reziproken Paarkreuzungen mit 120,2 und 126,8 cm gleichwertig in der Halmlänge. Gegenüber beiden aus den Eltern gewonnenen Elitelinien zeigten sie ausgesprochene Mehrleistung, Heterosis. Die näheren Werte sind aus der beigelegten Tabelle zu ersehen. Zwischen den beiden Elitelinien war auch keine Differenz vorhanden bei den Werten von 108,1 und 110,5 cm. Beide Elitelinie

hatten aber eine Verschiebung ihrer Strohleistung bei der Kultur unter besseren Bedingungen, und zwar nicht etwa beide nach der positiven Seite, sondern Nr. 72 (6077/3) von 108,1 cm auf 128,0 cm mit einem P von 0,014 gesichert nach oben und 105 von 110,5 cm auf 98,7 cm (mit einem P von 0,035) nach der negativen Seite. Der Unterschied der beiden E. L. ist mit einem P von unter 0,0002 als sicher anzusehen. Es muß sich also eine erhöhte Versorgung nicht immer vorteilhaft für die Leistung auswirken. Die Paarkreuzungen zeigten im Gegensatz hierzu keine Veränderung ihrer Leistung unter den anderen Verhältnissen, so daß sich gegenüber der Elitelinie 72 keine Differenz mehr nachweisen läßt, dagegen die Differenz gegen 105 größer geworden ist.

In den anderen Eigenschaften, Bestockung und Ährenlänge, ließen sich bei den Paarkreuzungen 57 und 58 wie bei der Halmhöhe keine Unterschiede feststellen, ebenso keine Leistungsänderungen bei abgeänderter Kultur. Die Leistungen der E. L. wurden für diese Merkmale nicht untersucht. Eine Veränderung der Leistung bei den P. K. tritt hier aber bezüglich der Kornzahl auf. 57 B zeigte gegen 57 A eine Differenz von 9,8 die mit einem P von 0,045 als sicher anzusehen ist. Eine reziproke Differenz ergab sich aber daraus nicht, da auch 58 A eine Leistungserhöhung zeigt, die jedoch auf Grund der großen Streuung innerhalb des Zufallsbereichs liegt.

Das Bild, das sich hier bietet, entspricht vollkommen dem der vorhergehenden Versuche. Es zeigt sich eine starke Abhängigkeit der Auswirkung des Plasmas auf den Phänotyp von der vorhandenen Umwelt. Ein Teil der Unterschiede zwischen den reziproken Paarkreuzungen ist nur in einer der Serien feststellbar, ebenso die Überlegenheit oder Unterlegenheit gegenüber den Elitelinien aus den Eltern. Es kann im Extrem soweit gehen, daß in der einen Serie eine reziproke Differenz in der einen Richtung besteht, sie in der zweiten Serie sogar in ein umgekehrtes Verhältnis abgeändert wird. Ebenso können die Elitelinien einer Kreuzung unter bestimmten Verhältnissen völlig gleichwertig sein, dagegen unter veränderten eine starke Differenz in der Leistung zeigen. Es läßt sich also nach dem Verhalten einer Kombination unter bestimmten Versuchsbedingungen noch keineswegs etwas über ihre Reaktionsfähigkeit und Reaktionsbreite aussagen. Andererseits muß ein abweichendes Verhalten zweier Prüfungsnummern unter verschiedenen Bedingungen nicht zwingend zu dem Schluß führen, daß es sich um völlig verschiedene Kombinationen von Genom und Plasma handelt, es ist durchaus denkbar, daß es sich nur um starke modifikative Abänderungen der plasmatischen Komponente handelt.

### Diskussion der Ergebnisse.

In der neueren Literatur finden sich eine ganze Reihe von Untersuchungen über die Mitwirkung erblicher außerkaryotischer Zellelemente an der Bildung der Erbmerkmale. In erster Linie führten Analysen von reziproken Artbastarden zur Auffindung solcher mütterlich- oder plasmabedingter Unterschiede, wie die bei *Digitalis* von JONES als Metroklinie bezeichneten Erscheinungen und wie die große Anzahl der früheren Beobachtungen an *Epilobium* Artbastarden, die von ÅKERMAN, LEHMANN, MICHAELIS usw. durchgeführt wurden. Analog dem Vorgehen v. WETTSTEINS bei seinen *Funaria* Artkreuzungen wurde auch bei *Epilobium* durch Einlagerung eines rein väterlichen Genoms in ein anderes Plasma die Individualität des plasmatischen Erbgutes nachgewiesen. Der Stand der Forschung ist z. Z. so, daß die Existenz des Plasmons als

selbständiger Erbträger eine allgemein anerkannte Tatsache ist.

Gerade bei den *Epilobium*-Kreuzungen erwies sich dann sehr bald, daß die Plasmon-Differenzen nicht etwa mit Artdifferenzen gleichzusetzen sind, sondern bei einer Reihe von Sippenbastarden traten ebenfalls reziprok verschiedene Bastarde auf. SCHNITZLER kam nach seinen Versuchen zu dem Schluß, daß schon zwischen engsten Verwandtschaftskreisen wie Biotypen große Differenzen vorkommen können. Wie wohl als bekannt vorausgesetzt werden kann, erregten fast ausschließlich Störungen des Wuchses und der Fertilität die Aufmerksamkeit der Beobachter. Da außerdem diese Arbeiten fast nur an züchterisch nicht bearbeiteten Objekten gemacht wurden, erschienen sie für die praktische Züchtung zunächst ohne Interesse. Es blieb auch immer noch die Frage nach der Allgemeingültigkeit der gefundenen Verhältnisse zu klären. Aber auch von völlig anderen Objekten als den bisher erwähnten wie *Paramacium* durch SONNEBORN und *Drosophila* durch L'HÉRITIER wurden im Laufe der letzten Jahre erneut Fälle plasmatischer Vererbung beschrieben, ganz abgesehen von den Berichten über die Geschlechtsausbildung bei *Lymantria* von GOLDSCHMIDT.

In allen Fällen handelt es sich aber bei den bisher untersuchten Kreuzungspartnern um Typen, die zumindest durch Generationen hindurch verschiedenen Standortbedingungen und damit einer wenn auch begrenzten Auseinanderentwicklung ausgesetzt waren. Um so erstaunlicher ist es, in wie verhältnismäßig hoher Zahl bei den vorliegenden Untersuchungen reziproke Differenzen bei Paarkreuzungen innerhalb einer Roggenpopulation auftreten, die doch bei der Allogamie des Roggens einer ständigen Durchkreuzung unterliegen. Der erste Hinweis auf eine Beteiligung des Plasmas am Phänotypus des Roggens ging wohl von HERIBERT NILSSON aus. Er hatte bei seinen Züchtungsarbeiten mit Roggen versucht, die auf Inzuchtmethoden beruhenden starken Leistungsdepressionen zu umgehen. Er fand dabei, daß selbst die isoliert vermehrten Nachkommenschaften von Elitelinien eine Depression der Leistung unter das Mittel der Ausgangspopulation zeigten. Erst die Kreuzung von zwei Elitelinien brachte wieder eine Restauration der Leistung. Er konnte sich diese Tatsache auf faktorieller Basis nicht erklären und versuchte, eine Theorie der Plasma-Inzucht aufzubauen. Und zwar nahm er an, daß zur Erreichung der vollen Leistungsfähigkeit mindestens zwei weibliche Plasmen und zwei Kreise von plasmatischen Pollenanteilen zusammentreffen müßten. Verf. hat in einer früheren Arbeit versucht zu zeigen, daß zur Erklärung der Inzuchterscheinungen beim Roggen der Plasmaanteil in seiner Wirkung nicht herangezogen werden muß. Daß das Plasma aber nicht wirkungslos ist, bestätigen die vorliegenden Ergebnisse. Bei den 1948–1950 beobachteten Kreuzungen zwischen Roggenpflanzen aus verschiedenen Herkünften und Sorten wie Riesengebirgsroggen, Balkanroggen, Petkuser, Viatka Roggen, Svalöfs Stahlroggen, würde der Prozentsatz an reziprok verschiedenen Bastarden nicht weiter auffällig sein. Es ist nur abweichend von dem bisher Bekannten, daß gar keine Mißbildungen im Sinne der Wuchshemmungen bei *Epilobium* gefunden wurden. Es sind aber eben die Störungen bei *Epilobium* auch nicht die einzigen rezi-

proken Differenzen, die auftraten, sondern es wurden auch Unterschiede in der Wuchshöhe, im Blühtermin, in der Blattgröße usw. beobachtet an normal ausgebildeten Organen. MICHAELIS erhielt z. B. bei Kreuzungen in *Epilobium hirsutum* Jena Plasma etwa 4% Typen, die Heterosis im Wuchs zeigten, und etwa 26%, die eine Depression in der Wachstumsleistung hatten, also unter anderen doch durchaus auch Kombinationen, die eine positive Veränderung zeigten, wie es bei den Roggenkreuzungen der Fall ist. Auch die Geschlechtsverschiebungen, die ÖHLKERS bei Streptocarpus-Artkreuzungen positiv in der Richtung auf ein Geschlecht hin erhielt, sind nicht nur als Störungen des Systems Genom-Plasmon zu werten. Es traten hierbei auch Differenzen in der Blütengröße auf, die keineswegs Mißbildungen waren. In derselben Richtung lägen dann auch die hier beim Roggen gefundenen Differenzen zwischen reziproken Bastarden in bezug auf Halmlänge, Halmzahl, Kornzahl usw.

Einen Unterschied zu der genetischen Homogenität der anderen Objekte bildet allerdings die Heterogenität der Roggenpaarkreuzungen, die ja durch die allogame Befruchtung des Roggens bedingt ist. Aber diese Tatsache scheint keinen so sehr großen Einfluß zu haben, da auch in dem 1950 geernteten Versuch mit ingezüchteten Roggenlinien die Verhältnisse sich nicht ändern. Danach scheint die Auswirkung der plasmatischen Komponente am phänotypischen Bild der untersuchten Merkmale recht erheblich zu sein. Sie wirkt über die genetisch-faktorielle Aufspaltung hinweg in einheitlicher Richtung nach der einen oder anderen Seite.

Aus den vorliegenden nur kurzfristig durchgeführten Versuchen an Roggen läßt sich nun noch nicht ohne weiteres auf das Vorhandensein einer konstanten Erbkomponente des Plasmas dieser Art schließen. Aber die Parallelität in den Ergebnissen zu den an *Epilobium* gefundenen legt doch diesen Schluß nahe. Zumindest können wir hieraus folgern, daß reziproke Differenzen recht häufig auftreten und jedenfalls bei züchterischen Maßnahmen nicht außer acht gelassen werden sollten. Damit ist aber nicht gesagt, daß die altertümlichen Vorstellungen vom Überwiegen mütterlicher Eigenschaften bei der Vererbung wieder zum Leben kommen könnten. Das Plasma, der Ausdruck Plasmon wird absichtlich wegen der ungeklärten Erbverhältnisse beim Roggen vermieden, wirkt ganz unterschiedlich, wie wir gesehen haben, je nach dem, mit welchem väterlichen Genom es zusammengebracht wird; sonst wäre ja das Auftreten väterähnlicher Kombinationen, wie sie Abb. 2 und 3 zeigten und wie sie auch ROSS bei der Plagiotropie seiner *Epilobium*-Bastarde findet, gar nicht möglich.

ÖHLKERS unterscheidet zwischen Genen, deren Realisierbarkeit von dem Auftreten in einem ganz bestimmten Plasma abhängt wie der bei Streptocarpus gefundene Faktor schiz, der nur im Plasma der Art *Str. Wendtlandii* zutage tritt, und Genen, deren quantitative Auswirkung durch das Plasma gesteuert wird, mit dem sie kombiniert werden. Sollte es sich bei den reziproken Differenzen der Roggenkreuzungen um die Wirkung von Plasmagenen handeln, so wohl um solche Zusammenwirkung von Plasmon und Genom, wie sie der zweiten Gruppe bei ÖHLKERS entspricht; qualitative Neubildungen sind

beim vorliegenden Material nicht beobachtet worden, stets nur quantitative Abänderungen der Leistungsmerkmale.

Fällt einerseits die große Häufigkeit im Auftreten reziprok verschiedener Bastarde innerhalb einer Art, ja Sorte, ins Auge, so tritt auf der anderen Seite die starke Variabilität der reziproken Differenzen hervor. Schon ÄKERMAN stellte 1921 hierüber Versuche an mit Bastarden von *Epilobium montanum*  $\times$  *hirsutum*. Er erhielt in Wuchs und Fertilität reziprok verschieden gestörte Bastarde. Kultivierte er sie im Schatten, so wurden beide Reziproken gleichmäßig normal. Nach ÄKERMAN schienen Wasserzufuhr und Bodenverhältnisse, die er in einem anderen Versuch variierte, auf diese Merkmale ohne Auswirkung zu sein. Auch ROSS gibt für seine *Epilobium*-Kreuzungen an, daß die Störungen zum Teil bei Winterkultur der Bastarde verschwinden. Hier ließ sich vorwiegend eine Wirkung der Tageslänge und auch der Temperatur nachweisen. Wurden die Pflanzen wieder unter die gleichen Bedingungen wie vorher gebracht, so traten die gleichen Störungen, wenn auch mit einer gewissen Verzögerung, wieder auf. Bei einem Bastard *Epilobium hirsutum* Jena  $\times$  München, der unter normaler Kultur nur etwa 8–10 cm hoch wurde, erhielt er bei Februaraussaat in völliger Umkehr der Verhältnisse eine Heterosis-Leistung im Wuchs über den reziproken, sonst normalen Bastard hinaus.

In ganz ähnlicher Weise stellen sich hier die Verhältnisse beim Roggen dar. Sind im einen Fall reziproke Differenzen in der Leistung in einem Merkmal vorhanden, so können sie unter anderen Bedingungen völlig verschwinden, oder auch bis zur Umkehr des Leistungsverhältnisses führen. Tritt etwa eine solche Differenz in bezug auf die Halmlänge auf, so kann völlig unabhängig davon ein anderes Merkmal, wie z. B. die Bestockungsfähigkeit, unberührt bleiben, oder bei Verschwinden des reziproken Unterschieds in der Halmlänge in einem anderen Merkmal eine Differenz auftreten. Es reagieren auf die Umwelt aber nicht nur so stark die reziproken Paarkreuzungen, sondern auch die Elitelinien, bei denen ja natürlich ebenso das Plasma einen Anteil an der Ausprägung des Phänotypus hat, nur daß die genetische Variabilität erheblich größer ist als bei einer Paarkreuzung.

Die Versuche haben also gezeigt, daß man niemals ohne weiteres erwarten kann, daß reziproke Kreuzungen die gleichen Eigenschaften zeigen, oder daß sie in gleicher oder ähnlicher Weise auf Veränderungen der Umwelt reagieren. Es empfiehlt sich vielmehr für die praktische Züchtung, Kreuzungen nach Möglichkeit stets in beiden Richtungen herzustellen und sie dann auch getrennt auf ihre Leistungen und Reaktionen zu prüfen. Weiterhin hat sich gezeigt, daß es in keiner Weise ausreicht, diese Prüfung nur einmal unter gleichartigen Versuchsbedingungen vorzunehmen, sondern man muß durchaus damit rechnen, daß eine bestimmte Kombination von Genen und Plasma im einen Falle eine große Überlegenheit zeigt, während sie in anderer Umwelt völlig versagt. In ähnlicher Weise wären auch Elitelinien wenigstens beim Roggen immer unter verschiedenartigen Versuchsbedingungen auf ihre Leistung zu prüfen, da auch hier das Plasma sich als stark variierend wirkender Anteil der Leistungsausprägung erwiesen hat.



### Zusammenfassung.

1. Es wurden bei Paarkreuzungen von Petkuser Roggen häufiger unter den Nachkommenschaften reziprok verschiedene Bastarde in bezug auf Leistungsfaktoren wie Halmlänge, Bestockung und Kornzahl je Ähre festgestellt.

2. Es wurden zwei Serien von Kreuzungen zwischen Paarkreuzungsgeschwistern durchgeführt. Einmal wurden Paarkreuzungsgeschwister mit dem gleichen mütterlichen Plasma untereinander gekreuzt, das andere Mal Geschwister mit jeweils verschiedenem mütterlichen Plasma. Zwischen beiden Versuchsreihen ergab sich keine Differenz in der Leistung. Das Ergebnis spricht gegen die Plasma-Inzucht-Theorie HERIBERT NILSSONS.

3. In einem Leistungsversuch wurden Paarkreuzungen und ihre dazugehörigen Elitelinien nach freiem Abblühen im Bestand geprüft. Unter den veränderten Bedingungen des anderen Jahres und unter der Einwirkung der genetischen Vermischung nach dem freien Abblühen zeigt sich eine starke Variabilität der Leistung bei gleicher Kombination von Genom und Plasma unter verschiedenen Umweltverhältnissen.

4. Reziproke Paarkreuzungen zwischen verschiedenen Roggenherkünften wurden als Klone unter veränderten Umweltbedingungen untersucht; dabei ergab sich eine ganz individuelle Variabilität der einzelnen Paarkreuzungen oder Elitelinien. Es konnten reziprok vorhandene Differenzen unter ungünstigen Bedingungen, armer Boden und geringe Wasserversorgung, unter günstigen Bedingungen mit gutgedüngtem Boden und reichlicher Wasserversorgung in ein umgekehrtes Verhalten der Leistungen umschlagen. Depressionen in der einen Versuchsserie konnten in der zweiten zur Heterosiserscheinung werden. Reziproke Differenzen konnten auch unter veränderten Bedingungen völlig verschwinden.

5. Für die praktische Züchtung ergibt sich aus den vorliegenden Beobachtungen die Notwendigkeit, Kreuzungen stets in beiden Richtungen herzustellen und getrennt unter variierten Umweltverhältnissen auf ihre Leistungsfähigkeit zu prüfen.

### Literatur.

1. ÅKERMAN, S.: Untersuchungen über Bastarde zwischen *Epilobium hirsutum* und *Epilobium montanum*. Hereditas 2, 99—112 (1921). — 2. GOLDSCHMIDT, R.: The Influence of the Cytoplasm upon Gene-Controlled Heredity. Amer. Naturalist 68, 5—23 (1934). — 3. L'HÉRITIER: Sensitivity to CO<sub>2</sub> in *Drosophila* — a Review. Heredity 2, 325—348. — 4. HIORTH, G.: Zur Genetik und Systematik der Gattung *Godetia*. Z. Vererbungsl. 79, 199—219 (1941). — 5. HIORTH, G.: Zur Genetik und Systematik der *amoena*-Gruppe der Gattung *Godetia*. Z. Vererbungsl. 80, 289—349 (1942). — 6. HIORTH, G.: Eine Translokation zwischen einem *Godetia Whitneyi*- und einem *Godetia deflexa*-Chromosom. Z. Vererbungsl. 80, 565—569 (1942). — 7. HIORTH, G.: Über das Vorkommen von Hemmungsgenen in Inzuchtlinien von *Godetia Whitneyi*. Züchter 17/18, 69—78 (1946/47). — 8. HIORTH, G.: Zur Genetik der Konfiguration 3-Kette + Univalent bei *Godetia Whitneyi*. Biol. Zbl. 66, 20—41 (1947). — 9. HIORTH, G.: Zur Genetik des Artbastardes *Godetia amoena* × *Godetia Whitneyi*. Züchter 18, 109—121 (1947). — 10. HIORTH, G.: Über Hemmungssysteme bei *Godetia Whitneyi* II. Z. Vererbungsl. 82, 276—330 (1948). — 11. HIORTH, G.: Zur Genetik der Monosomen von *Godetia Whitneyi*. Z. Vererbungsl. 82, 230—275 (1948). — 12. HIORTH, G.: Über das Wesen der monosomen und der disomen Anordnung 3-Kette + Univalent bei *Godetia Whitneyi*. Z. Vererbungsl. 82, 1—11 (1948). — 13. HIORTH, G.: Über Hemmungsgene bei *Godetia Whitneyi*. Z. Vererbungsl. 82, 12—63 (1948). — 14. JONES, W. N.: Metrokline bei

*Digitalis*. J. Genetics 2, 81—88 (1912). — 15. KRÜGER, U.: Die Wirkung einer Bestäubungsbeschränkung beim Roggen und ihre Erklärung. Züchter 17/18, 145 (1947). — 16. LEHMANN, E. u. DÜPPEL, W.: Plasmonbegriff und Störungssysteme in der Gattung *Epilobium*. Züchter 20, 103—125 (1950). — 17. MICHAELIS, P.: Über reziprok verschiedene Sippenbastarde bei *Epilobium hirsutum*. VII. Vergleichende Untersuchungen über das Plasma der *hirsutum*-Sippe Jena und der ihm ähnlichen Plasmonen. Z. Vererbungsl. 82 (1944). — 18. MICHAELIS, P.: Über einige Abänderungen an reziprok verschiedenen *Epilobium* — *hirsutum*-Bastarden. Z. Vererbungsl. 82 (1948). — 19. MICHAELIS, P.: Über die Vererbung der Plasmonvarianten reziprok verschiedener *Epilobium-hirsutum-parviflorum*-Bastarde. Naturwiss. 34 (1947). — 20. MICHAELIS, P.: Über das genetische System der Zelle. Naturwiss. 34 (1947). — 21. MICHAELIS, P.: Über Abänderungen des plasmatischen Erbgutes. Z. Vererbungsl. 83 (1948). — 22. MICHAELIS, P.: Über die gleitende Veränderung des Plasmotypus. Biol. Zbl. 67 (1948). — 23. MICHAELIS, P.: Die Vererbung und ihre stofflichen Grundlagen. Math. Naturw. Unterr. 2 (1949). — 24. MICHAELIS, P.: Über Plasma — induzierte Genlabilität. Naturwiss. 36 (1949). — 25. MICHAELIS, P.: Über die Beziehungen zwischen Krebsentstehung und plasmatischer Vererbung. Z. Krebsforsch. 56 (1949). — 26. MICHAELIS, P. u. G. MICHAELIS: Über die Konstanz des Zytoplasmons bei *Epilobium*. Planta 35 (1948). — 27. MICHAELIS, P. u. P. BAKKER: Über reziprok verschiedene Sippenbastarde bei *Epilobium hirsutum*. VIII. Vergleichende Untersuchungen über das Plasma mehrerer *Epilobium-hirsutum*-Sippen, die bei reziproker Kreuzung Unterschiede der Pollenfertilität zeigen. — 28. NILSSON, H.: Populationsanalysen und Erblichkeitsversuche über die Selbststerilität, Selbstfertilität und Sterilität bei dem Roggen. Z. Zücht. 4, 1—44 (1916). — 29. NILSSON, H.: Die Methodik der Roggenzüchtung. Ref. in Z. Zücht. 9, 63, 1924 (1917). — 30. NILSSON, H.: Selbstbefruchtung und Inzucht bei Roggen. Nordisk Jordbrugsforskning 1926, 626—632 (1926). — 31. NILSSON, H.: Eine Prüfung der Wege und Theorien der Inzucht. Hereditas 23 (1937). — 32. ÖHLKERS, F.: Streptocarpus III. Wuchsgestalt und Geschlechtsbestimmung. Ber. dtsh. bot. Ges. 1940 (1940). — 33. ÖHLKERS, F.: Streptocarpus IV. Plasma und Geschlechtsbestimmung. Z. Bot. 37, (1941). — 34. ÖHLKERS, F.: Faktorenanalytische Ergebnisse an Artbastarden. Biol. Zbl. 62 (1942). — 35. ÖHLKERS, F.: Über Erbräger außerhalb des Zellkerns. Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. 39 (1943). — 36. ÖHLKERS, F.: Die Kontinuität des Lebendigen. Freiburger Rektoratsrede 195 (1950). — 37. ROSS, H.: Über die Verschiedenheiten des dissimilatorischen Stoffwechsels in reziproken *Epilobium*-Bastarden und die physiologisch-genetische Ursache der reziproken Unterschiede. III. Über die jährlichen Variationen der Peroxydaseaktivität bei *Epilobium hirsutum* und die Unterschiede bei den Sippen. Planta 33 (1942). — 38. ROSS, H.: Plasmombedingte, gerichtete Erbvariation an Seitentrieben, Ausläufern und Rosetten von *Epilobium*-Bastarden. Naturwiss. 33, 316—317 (1946). — 39. ROSS, H.: Über die Verschiedenheiten des dissimilatorischen Stoffwechsels in reziproken *Epilobium*-Bastarden und die physiologisch-genetische Ursache der reziproken Unterschiede. IV. Die verschiedene Ausbildung der reziproken Unterschiede in tageslängenabhängigen und anderen Wuchsformen, und die modifikativen Enthemmungen. Z. Vererbungsl. 82, 98 (1948). — 40. ROSS, H.: Über die Verschiedenheiten des dissimilatorischen Stoffwechsels in reziproken *Epilobium*-Bastarden. V. Über die Peroxydaseaktivität in gehemmten und enthemmten Wuchsformen reziproker *Epilobium*-Bastarde mit der *Hirsutum*-Sippe Jena. Z. Vererbungsl. 82, 187 (1948). — 41. SCHNITZLER, O.: Untersuchungen über reziproke verschiedene Bastarde in der Gattung *Epilobium*. Z. Vererbungsl. 63, 305—356 (1932/33). — 42. v. SENGBUSCH: Pärchenzüchtung unter Ausschaltung von Inzuchtschäden. Forschungsdienst 10, 545 (1940). — 43. SIRKS, M. J.: Plasmatic Influences upon the Inheritance in *Vicia Faba*. II. Different Plasmatic Reactions upon Identical Genotypes. Proceed. 34 (1931). — 44. SONNEBORN, T. T.: The Cytoplasm in Heredity. Heredity 4, 11—36. (1950). — 45. v. WETTSTEIN, F.: Über plasmatische Vererbung und das Zusammenwirken von Genen und Plasma. Wiss. Woche zu Frankfurt Bd. I Erbbiologie (1934).