

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung, Cytologische Abteilung, Wageningen, Holland.)

Cytologie von Art- und Gattungsbastarden des Getreides.

Von **Hubert Bleier**.

Getreidebastarde werden immer wieder in der freien Natur beobachtet und sind stets wieder von den Züchtern künstlich erzeugt worden, um sie für Kombinationszüchtung zu verwerten. Zwei Gruppen von Artbastarden des Getreides kann man unterscheiden: Bastarde zwischen Arten mit homologen Chromosomensätzen (gleichen Chromosomenzahlen), die normale Entwicklung ihrer Geschlechtszellen und damit verbunden normale Mendelspaltung ihrer Eigenschaften besitzen, und Bastarde zwischen Arten mit nichthomologen Chromosomensätzen (häufig auch verschiedenen Chromosomenzahlen). Nur diese letzte Gruppe interessiert uns hier. Von Gerste und Hafer sind nur Bastarde zwischen Arten mit homologen Chromosomensätzen bekannt; die Spaltungsverhältnisse sind normal, und die cytologischen Verhältnisse dürften demnach auch ganz normal liegen. Gerste und Hafer scheiden somit auch aus unserer Betrachtung aus, und unsere Besprechung beschränkt sich auf Roggen- und Weizenbastarde. Überdies haben Gerste- und Haferbastarde niemals großes Interesse bei den Züchtern gefunden, während besonders in den letzten Jahren Roggen- und Weizenbastarde ganz intensive Bearbeitung gefunden haben. Nicht in letzter Linie wurde dieses neue Interesse durch die Ergebnisse cytologischer Untersuchungen angeregt und wachgehalten.

Roggenbastarde.

Die Arten der Gattung *Secale* besitzen 7 Chromosomen und lassen sich ohne Schwierigkeit miteinander bastardieren. Landwirtschaftlich wertvolle Produkte sind aus diesen Bastardierungen nicht erhalten worden und wohl auch nicht zu erwarten. Cytologisch interessant ist es, daß von *Secale cereale* Linien mit 8 statt 7 Chromosomen gefunden worden sind (NAKAO 1911 u. a.). Zwei Chromosomen der achtchromosomigen Rasse sollen einem Chromosom der siebenchromosomigen Rasse entsprechen und durch Zerfall eines Chromosoms in 2 Teile entstanden sein. Leider ist der Nachweis der Richtigkeit dieser Vermutung, der durch Kreuzung der beiden Rassen und cytologische Untersuchung des Bastardes, leicht erbracht werden könnte, von den Autoren noch nicht gegeben worden. Morphologisch lassen sich die beiden cytologischen Rassen nicht unterscheiden.

So gering die Bastardierungsmöglichkeiten und Erfolge innerhalb der Gattung *Secale* sind, so groß sind sie mit der Gattung *Triticum*. Weizen-Roggen-Bastardierungen gelingen nicht unschwer, kommen selbst in der Natur vor. Dagegen sind bisher Roggen-Weizen-Bastarde nur ganz selten erzeugt worden. Vermutlich verhindern physiologische Unstimmigkeiten zwischen Keimschlauch des Weizenpollens und Gewebe des Roggengynoecums die Befruchtung. Aus den Bastarden könnten züchterisch wertvolle Neukombinationen entstehen, eine Vereinigung der Anspruchslosigkeit des Roggens mit der Kornqualität des Weizens, wenn sie fertil wären und freie Kombinationsmöglichkeit wie bei normaler Mendelspaltung vorliegen würde. BAUR (1926) hat auch auf ihre Bedeutung hingewiesen. Sie scheinen mir eine der wichtigsten Gegenwartsaufgaben der deutschen Getreidezüchtung zu sein. Allerdings bieten sie einige Schwierigkeiten für die Züchtung, die bisher anscheinend nur von MEISTER überwunden worden sind. Die Bastarde sind nämlich pollensteril und auch bei Rückkreuzung nur schwach fertil. Verursacht wird die Sterilität durch große Unregelmäßigkeiten bei der Reduktionsteilung.

Die Bastarde *Triticum vulgare* × *Secale cereale* (21 + 7) besitzen 28 Chromosomen somatisch. KIHARA (1924) hat als erster genaue cytologische Untersuchungen an den Bastarden vorgenommen¹. Betrachten wir das Strepsinema-stadium der Reduktionsteilung, so sehen wir die meisten Chromosomen einzeln in der Kernhöhle liegen (Abb. 1). Doch können sich wenige der Roggenchromosomen mit Weizenchromosomen paaren; so habe ich 0—4 Gemini beobachtet können. Nicht immer sammeln sich die Chromosomen in einer Äquatorialplatte; meistens liegen sie über die ganze Kernspindel unregelmäßig verstreut und verteilen sich mehr oder weniger gleichmäßig auf 2 Gruppen. Um die beiden Chromosomengruppen werden Kernmembranen gebildet, und die heterotype Teilung ist zu Ende. Meistens werden aber nicht

¹ Für die Literaturangaben vor 1928 und für weitere, besonders genetische Einzelheiten verweise ich auf meine ausführliche Behandlung in Bibliogr. Genetica IV.

alle Chromosomen in die 2 Tochterkerne eingeschlossen, sondern eine wechselnde Anzahl kann im Plasma liegen bleiben und bildet Mikronuclei. Die Verteilung der Weizen- und Roggenchromosomen geschieht ganz zufällig, so daß alle möglichen Kombinationen und Zahlen vorkommen können. Auf die Kernteilung folgt die Zellteilung, wobei manchmal nicht 2, sondern 3 Zellen gebildet werden, die jede einen

mehr als 4 Zellen gebildet. Im Tetrads stadium beginnt dann schon infolge der Unverträglichkeit der Chromosomenkombinationen die Degeneration, so daß kein normaler, keimfähiger Pollen entsteht. Wenn die Reduktions teilung der Embryosackmutterzellen vermutlich auch ähnlich wie die der Pollenmutterzellen verläuft, so beweist doch die Möglichkeit, daß sich die F_1 -Bastarde sowohl mit Roggen als

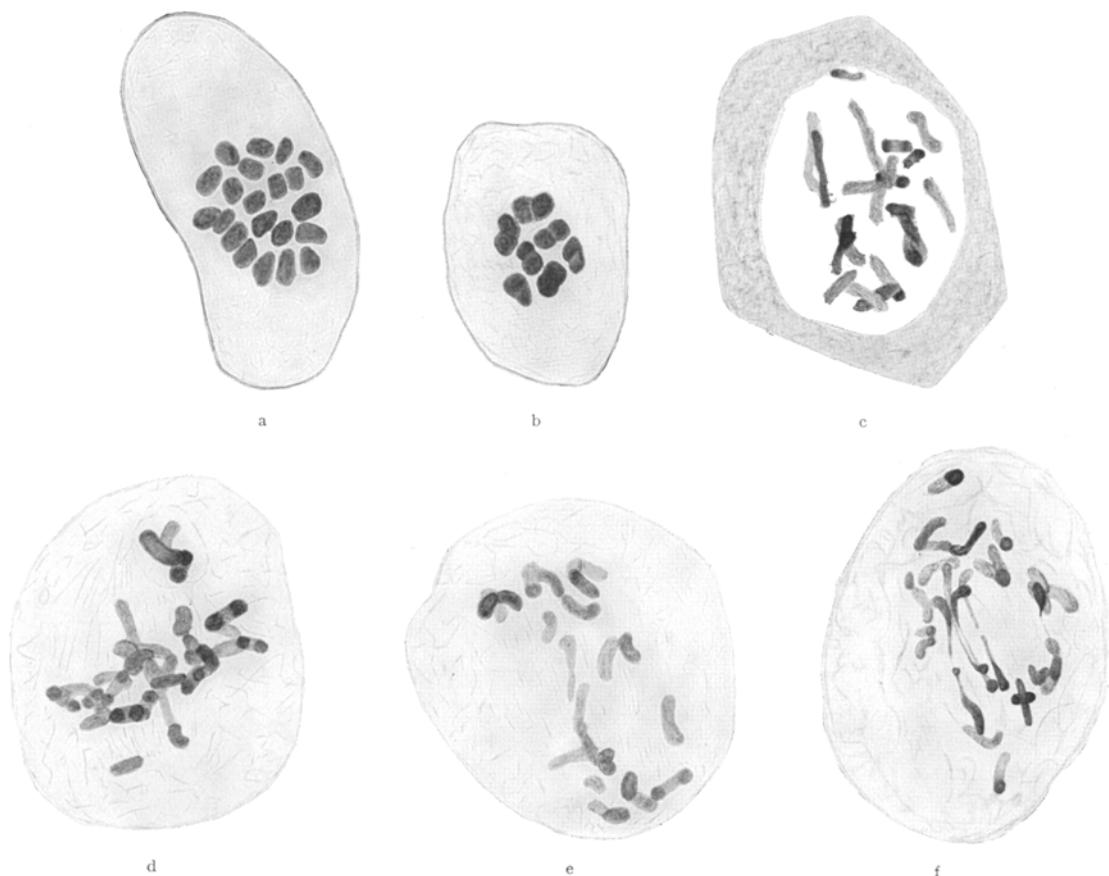


Abb. 1. Heterotype Teilung des Weizen-Roggen-Bastardes. ($2x = 28$)
 a) *Triticum vulgare* ($x = 21$).
 b) *Secale cereale* ($x = 7$).
 c) Weizen-Roggen-Bastard, Strepsinema, Univalente + 1 Paar.
 d) 1. Metaphase, Univalente, fast alle in einer Äquatorialplatte.
 e) 1. Anaphase, Univalente.
 f) 1. Anaphase, etwa 4 Gemini.
 Vergrößerung der Originalfiguren etwa 1200 X.

bis mehrere Kerne enthalten (Abb. 2). Die folgende homoiotype Teilung macht einen regelmäßigeren Eindruck, da sich fast alle Chromosomen, auch meist die der Mikronuclei, in einer Äquatorialplatte sammeln und längsspalten. In der 2. Metaphase kann man deutlich die zahlenmäßig ungleiche Verteilung der Chromosomen sehen. Meistens werden nach der Kernteilung nicht 4, sondern eine viel größere Zahl großer und kleiner Kerne und anschließend auch meist

auch mit Weizen rückkreuzen lassen, daß die Störungen bei ihnen nicht immer so letal wirken wie für den Pollen.

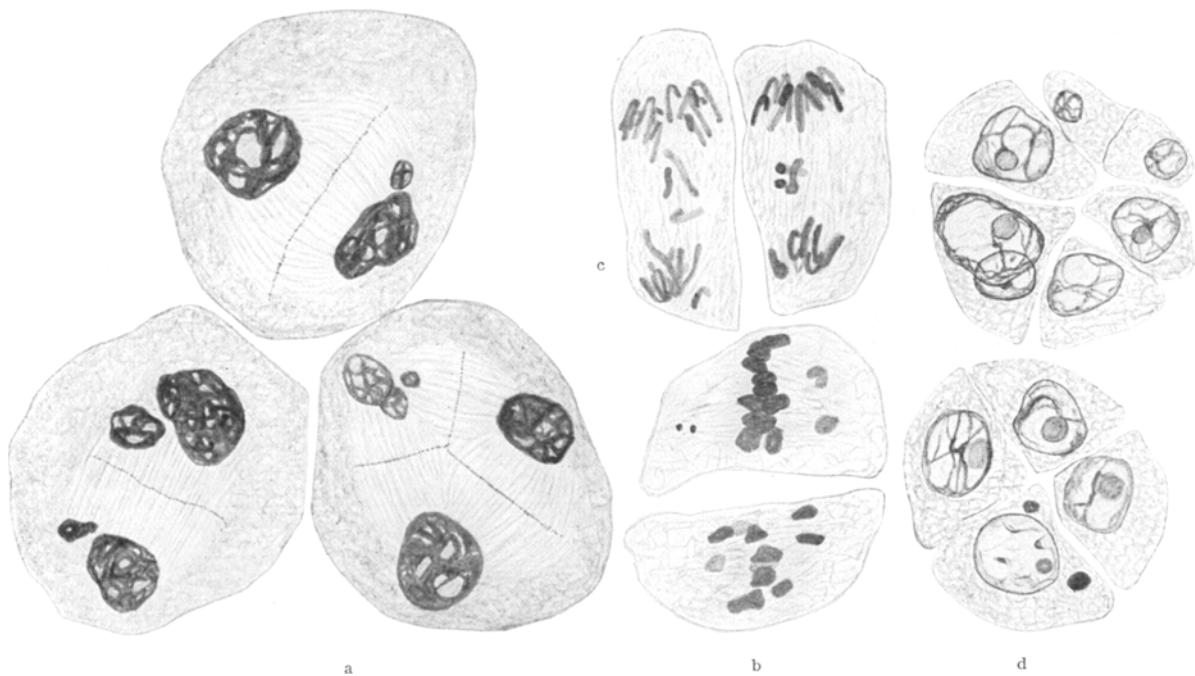
In den späteren Generationen treten Roggen-, Intermediär- und Weizentypen auf. Je mehr sich die Typen im Aussehen den Eltern nähern, desto fertiler werden sie. Die cytologischen Untersuchungen von KIHARA, MEISTER (1924), ZALENSKY und DOROSHENKO (1924/25) und THOMPSON (1926) sowie eigene, unveröffent-

lichte Untersuchungen¹, haben gezeigt, daß die Elterntypen auch ähnliche Chromosomenzahlen wie die Eltern, die Intermediärtypen dazwischenliegende Chromosomenzahlen besitzen. Es wurden aber auch Weizenformen mit mehr als 21 Chromosomen beobachtet. Im großen und ganzen kommen also nach einigen Generationen wieder \pm Elterntypen zum Vorschein, aber auch Weizen, mit einigen wertvollen Roggeneigenschaften, wie Frühreife und Winterfestigkeit (MEISTER).

Neben diesem gewöhnlichen Verlauf der Spaltung der Weizen-Roggen-Bastarde darf man

ist. Welchen züchterischen Wert diese Bastarde haben werden, läßt sich allerdings nicht voraussagen. Die Möglichkeit eines Erfolges darf aber nicht unversucht gelassen werden. Inzwischen sind anscheinend, aus einer kurzen Angabe KARPETSCHENKO (1929) zu schließen, diese zu erwartenden Erfolge in Rußland schon erzielt worden.

Eine sehr wichtige und interessante Erscheinung konnte bei den Weizen-Roggen-Bastardierungen gemacht werden. Es gelingen nämlich die Bastardierungen mit ganz bestimmten Weizen- und Roggensorten viel besser als mit



a) Interkinese. Zellteilung, mehr als 2 Kerne in jeder Pollennützerzelle; rechts Bildung von 3 Zellen.
 b) Homoiotype Metaphase. Ungleiche Zahl von Chromosomen in den beiden Zellen; die meisten liegen im Äquator.
 c) Homoiotype Anaphase. Einige zurückgebliebene Chromosomen.
 d) Tetraden. Die meisten Zellen mit Mikronuklei. Unten 6 Zellen.

aber auch erwarten, daß intermediäre, fertile Bastarde infolge Verdoppelung der Chromosomen des F_1 -Bastardes entstehen können, worauf ich 1926 aufmerksam gemacht habe. Denn die cytologischen Verhältnisse der Reduktionsteilung der F_1 -Bastarde sind genau so wie bei den Bastarden, für die schon das Auftreten konstanter Bastarde festgestellt worden

anderen Sorten der gleichen Art. Ob bei diesen Bastarden auch die cytologischen Verhältnisse abweichend verlaufen, ist noch nicht untersucht worden. Für die Eigenschaft des besseren Gelingens der Bastardierung konnte Mendel-Spaltung festgestellt werden.

Auch mit der verwandten Gattung *Aegilops* läßt sich Roggen bastardieren. Cytologische Untersuchungen sind mir nicht bekannt. Meine eigenen Untersuchungen (1929 = F_3) sind noch nicht abgeschlossen. Für die praktische Züchtung haben die *Aegilops*-Roggen-Bastarde keine Bedeutung.

Es gelingt auch durch Bestäubung von

¹ Den größten Teil der hier besprochenen Bastarde hat mit Herrn Hofrat TSCHERMAK-Wien in dankenswerter Weise zur Untersuchung zur Verfügung gestellt; eine ausführliche Abhandlung über komplizierte Getreidebastarde, gemeinsam mit Herrn Hofrat Tschermak, ist in Vorbereitung.

Aegilops-Roggen-Bastarden mit Weizen und von *Aegilops*-Weizen-Bastarden mit Roggen *Aegilops*-Weizen-Roggen-Bastarde zu erzielen.

Weizenbastarde.

Beim Weizen kommen 3 Chromosomenzahlen vor. Die Arten der Einkornreihe besitzen 7, die der Emmerreihe 14 und die der Dinkelreihe 21 Chromosomen. Artbastarde innerhalb einer Reihe sind fertil und verhalten sich cytologisch normal; bei Reihenbastarden treten cytologische Störungen, Sterilität und abnormale Spaltungen auf. Je größer die Differenzen in den Chromosomenzahlen, desto stärker sind auch die Störungen.

Die größte praktische Bedeutung besitzen die Emmer-Dinkel-Bastarde. Besonders für die Immunitätszüchtung bieten sie gewisse Vorteile, da viele *Triticum durum* und *T. dicoccum*-Sorten sich durch höhere Resistenz gegen Krankheiten als die gewöhnlichen Weizensorten auszeichnen. Die Züchtungsversuche der letzten Jahre haben auch schon zu praktischen Erfolgen geführt. Doch sind auch bei diesen Bastarden, wie bei den Weizen-Roggen-Bastarden, infolge ihrer teilweisen Sterilität züchterische Schwierigkeiten zu überwinden, die aber bei Kenntnis der cytologischen Verhältnisse nicht allzu groß sind.

Ohne Unterschied, welche Emmer- und Dinkelarten für die Reihenbastarde verwendet werden, verhalten sich alle Emmer-Dinkel-Bastarde cytologisch im wesentlichen gleich. Eingehende cytologische Untersuchungen liegen von KIHARA, SAX, WATKINS, THOMPSON und HOLLINGSHEAD und THOMPSON und CAMERON vor. Die F_1 -Bastarde besitzen $14 + 21 = 35$ Chromosomen somatisch. Der Verlauf der Reduktionsteilung ist in Embryosack- und Pollenmutterzellen gleich. Es paaren sich die 14 Emmerchromosomen mit 14 Dinkelchromosomen zu 14 Gemini, 7 Dinkelchromosomen finden keine Partner. In der heterotypen Metaphase sammeln sich die 14 Gemini in einer Äquatorialplatte, die 7 Univalenten liegen außerhalb unregelmäßig über die Zelle verteilt (Abb. 3). In der Anaphase weichen die Geminipartner normal an 2 Pole auseinander, die Univalenten sammeln sich hierauf auch im Äquator, spalten sich längs, und die Längshälften folgen den ganzen Chromosomen an die Pole. Nicht immer gelangen aber alle 7 Längshälften in die beiden Tochterkerne, sondern öfters bleiben einige im Plasma liegen und werden dort resorbiert oder gelangen bei der 2. Teilung wieder in die Spindel.

Die 1. Teilung besteht also bei diesen Bastarden aus einer kombinierten Reduktions- und Äquationsteilung. Die Dyadenkerne enthalten 14 ganze und gegen 7 halbe Chromosomen. Bei der homoiotypen Teilung (Abb. 4) sammeln sich ebenfalls wieder die 14 ganzen Chromosomen im Äquator, führen ihre Längsspaltung

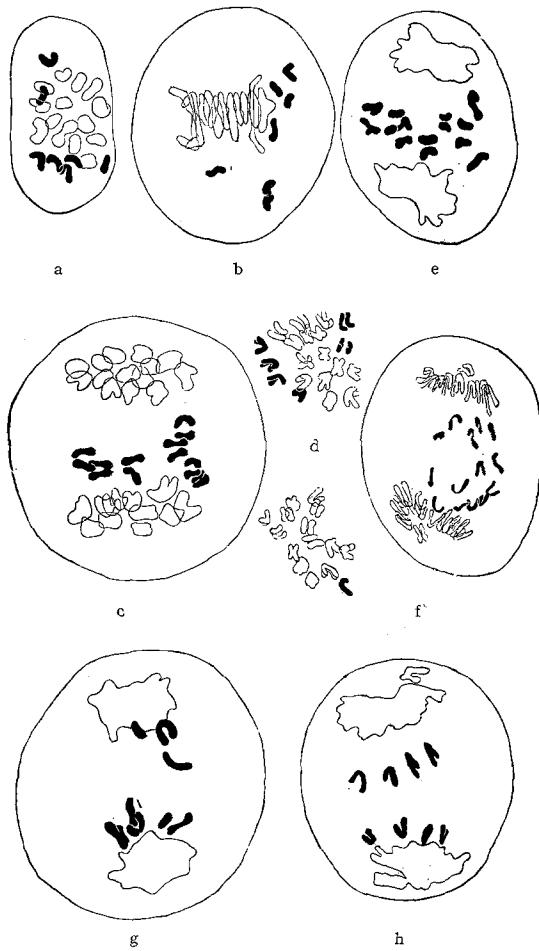


Abb. 3. Heterotype Teilung eines Emmer-Dinkel-Bastards. (Aus KIHARA 1924.) Die Gemini sind nur im Umriß gezeichnet. (2×35 .)
 a) 1. Metaphase; Polansicht; 14 Bi-, 7 Univalente.
 b) 1. Metaphase; Seitenansicht.
 c) Anaphase. Univalente längsspalrend.
 d) Dasselbe Stadium in Polansicht.
 e, f) Spätere Anaphase.
 g, h) Ein Teil der verspäteten Chromosomen verschmilzt mit den 14-chromosomigen Gruppen.

aus und rücken normal an die 4 Pole auseinander. Die 7 Längshälften der Univalenten jeder Dyade, soweit sie noch nicht resorbirt sind, können sich nicht ein zweites Mal längsspalten, sondern verteilen sich zufällig auf die Pole oder bleiben im Plasma zurück und bilden Mikronuklei. Die Tetraden setzen sich meistens aus 4 Zellen zusammen, doch können die vorkommenden Mikronuklei Anlaß zur Bil-

dung überzähliger kleiner Zellen geben. In den Pollenkörnern sind 14–21 Chromosomen vorhanden. Es sind aber nicht alle lebensfähig, ein Teil degeneriert. Zur Befruchtung dürften wohl meistens Pollenkerne mit elternähnlichen Zahlen gelangen. Dagegen scheinen nach



Abb. 4. Homoiotype Teilung eines Emmer-Dinkel-Bastards. (Aus KIHARA 1924.)

- a) Kernplatte in Seitenansicht (etwas schräg) mit 14 längsgespaltenen und 7 nicht gespaltenen Chromosomen.
- b) Frühe Anaphase mit 2 aberranten Chromosomen.
- c–n) Anaphase. Verschiedene Verteilung der verzögerten Chromosomen.

WATKINS' Untersuchungen Eizellen mit jeder beliebigen Chromosomenzahl befruchtungsfähig zu sein. Auch nach der Befruchtung können die jungen Embryonen noch auf den verschiedensten Altersstadien infolge Unverträglichkeit der Chromosomenkombinationen oder nach THOMPSON's Untersuchungen infolge Disharmonie zwischen Embryo und Endosperm und selbst Pflanzen in allen Entwicklungsstadien zugrunde

gehen. Während die F_1 -Pflanzen je nach den verwendeten Elternsorten ± fertil sind, nimmt die Gesamtsterilität einer F_2 zu. Dabei sind nicht alle Pflanzen gleich steril, sondern zeigen große Unterschiede. Die fertileren Typen besitzen Chromosomenzahlen, die denen der Eltern näher liegen, während die sterileren Typen dazwischenliegende Chromosomenzahlen haben. Je näher aber die Zahlen denen des Emmers oder Dinkels liegen, desto ähnlicher sind auch die Pflanzen Emmer- oder Dinkelarten. KIHARA hat bei seinen Untersuchungen gefunden, daß nur ganz bestimmte Chromosomenkombinationen lebensfähig sind. In der folgenden Formel hat er für alle Chromosomenzahlen zwischen 28 und 42 die fertilen Kombinationen angegeben.

Verminderungsgruppe	$28 = 14 + 14$	konstant
	$29 = 14 + 14 + a-g C_1$	
	$30 = 14 + 14 + a-g C_2$	
	$31 = 14 + 14 + a-g C_3$	
	$32 = 14 + 14 + a-g C_4$	
	$33 = 14 + 14 + a-g C_5$	
	$34 = 14 + 14 + a-g C_6$	
Fertile Kombination	$35 = 14 + 14 + abcdefg$	Verminderungsgruppe
Vermehrungsgruppe	$36 = 14 + 14 + abcdefg + a-g C_1$	Vermehrungsgruppe
	$37 = 14 + 14 + abcdefg + a-g C_2$	
	$38 = 14 + 14 + abcdefg + a-g C_3$	
	$39 = 14 + 14 + abcdefg + a-g C_4$	
	$40 = 14 + 14 + abcdefg + a-g C_5$	
	$41 = 14 + 14 + abcdefg + a-g C_6$	
	$42 = 14 + 14 + abcdefg + abcdefg$	

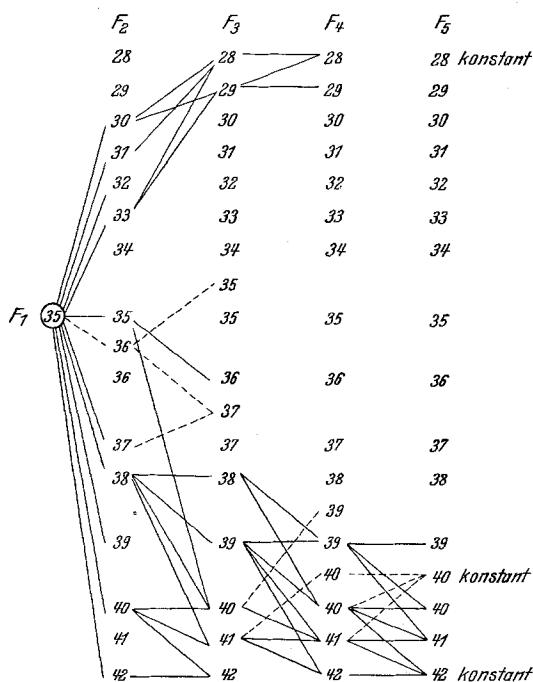
Die 14 bivalenten Chromosomen werden mit $14 + 14$, die 7 Einzelchromosomen mit $a-g$ bezeichnet; der Index bei C bedeutet die Anzahl der vorhandenen Einzelchromosomen. Andere Chromosomenkombinationen sind steril. Konstant erwiesen sich nur Pflanzen mit 28 oder 42 Chromosomen, außerdem Zwergpflanzen mit 40 Chromosomen.

Bei Pflanzen der Verminderungsgruppe nimmt die Chromosomenzahl der fertilen Kombinationen von Generation zu Generation ab, bei der Vermehrungsgruppe zu. In der folgenden Tabelle hat KIHARA seine Untersuchungsergebnisse übersichtlich zusammengefaßt. Die beobachteten Zahlen sind mit Strichen verbunden, die sterilen Kombinationen gestrichelt dargestellt.

Eingehende Untersuchungen verschiedener Forscher haben ergeben, daß keine Eigenschaft der Emmerarten nicht in späteren Generationen in Dinkeltypen auftreten kann und umgekehrt.

Es ist also wohl möglich, und auch schon erreicht worden, die Rostresistenz von Emmerarten mit *vulgare* zu kombinieren. Kombinationszüchtung mit Emmer-Dinkel-Bastarden bietet hier viel größere Möglichkeiten für die Praxis als Kreuzung von *vulgare*-Sorten.

Zu Eigenschaftsanalysen sind die Bastarde sehr ungeeignet. Die hohe Sterilität und Letalität der Bastarde erfordert besondere Methoden. Wenn alle Eizellen befruchtungsfähig sind, kann



durch Rückbastardierung mit den Eltern eine Analyse durchgeführt werden. WATKINS hat auf diese Weise z. B. die Formeln für die Spelzenkiele für *Triticum turgidum* = (KK) und für *Triticum vulgare* = (kk) K'K' festgestellt. Wenn aber, wie z. B. wieder in der Arbeit von HARRINGTON und SMITH, einfach die äußerst hohe Letalität und Sterilität als belanglos vernachlässigt wird, und die hohe Resistenz der *T. dicoccum*-Sorte Vernal gegenüber einer Reihe von Schwarzrost-Biotypen im Vergleich mit der *T. vulgare*-Sorte Marquis als unifaktoriell mendelnd gefunden wird, so kann man derartigen Ergebnissen keinen hohen Wirklichkeitswert zuerkennen.

Bei der praktischen Züchtung ist auch zu beachten, daß die Individuen mit mittleren Chromosomenzahlen, unter deren Nachkommen man Kombinationen von Emmer- und Dinkel-eigenschaften erwarten darf, aus Schrumpfkörnern entstehen. Deshalb darf bei diesen

Bastarden in den ersten Generationen weder nach dem Korn noch nach den Pflanzen selektiert werden. Es sind vielmehr die ganzen

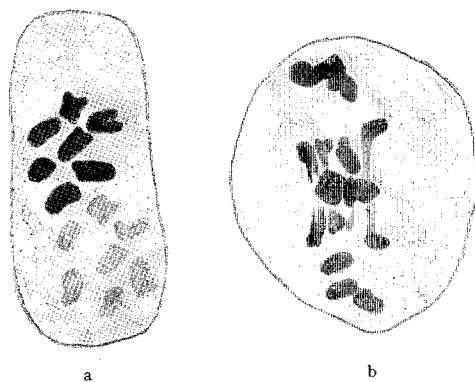


Abb. 5.
a) *Triticum monococcum* ($x = 7$), heterotype Telophase.
b) *Triticum vulgare* \times *Triticum monococcum* ($2x = 28$), heterotype Anaphase, 6 Gemini + Univalente.

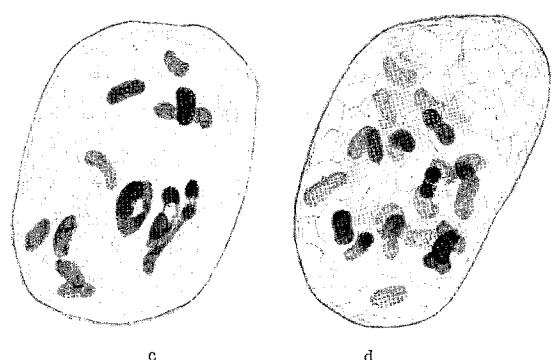
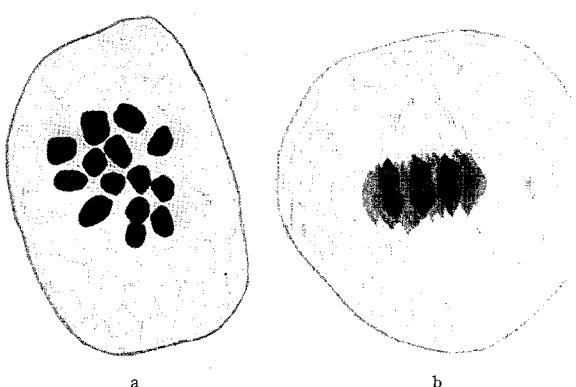


Abb. 6.
a) *Triticum dicoccoides* ($x = 14$), heterotype Metaphase, Polansicht.
b) Wie a, aber Seitenansicht.
c) *Triticum dicoccoides* \times *Triticum aegilopoides* ($2x = 21$), Diakinese, 21 Univalente.
d) Wie c, aber heterotype Anaphase mit 5 Gemini.

Nachkommenschaften und möglichst viele anzubauen. Entspricht ein gefundener konstanter *vulgare*-Typ (42 Chromosomen) mit Rostresistenz in anderen Eigenschaften nicht den prak-

tischen Forderungen, so kann er ohne Schwierigkeit zu Kreuzungen mit wertvollen Sorten verwendet werden.

Die anderen Reihenbastarde des Weizens haben keine praktische Bedeutung. Die Einkorn-Dinkel-Bastarde ($7 + 21$ Chromosomen) würden Möglichkeiten für die Immunitätszüchtung bieten, da *T. monococcum* immun gegen Rost ist, wenn sie nicht steril wären. Bei der Reduktionsteilung werden 0—5 Gemini zwischen Einkorn- und Dinkelchromosomen gebildet (Abb. 5 und MELBURN und THOMPSON). Ein Teil der Univalenten kann sich schon in der heterotypen Teilung längsspalten. Im weiteren Verlauf zeigt die Reduktionsteilung keine wesentlichen Unterschiede gegenüber Weizen-Roggenbastarden,

diesen Bastarden, großes Interesse erregt. So wichtig die Ergebnisse vom theoretischen Standpunkt aus sind, so geringen praktischen Wert besitzen die Bastarde. Man darf auch von künftigen Versuchen keine Verbesserungen für die Weizenzüchtung erwarten, denn die *Aegilops*-Arten besitzen eine Reihe von Eigenschaften, die sie für die Landwirtschaft wertlos machen, und die sie auch ihren Bastarden mitgeben.

Bei der Besprechung der cytologischen Verhältnisse der einzelnen Bastarde sollen auch wieder nur die Chromosomenverhältnisse der heterotypen Metaphase und Anaphase mitgeteilt werden, da der weitere Verlauf der Reduktionsteilung sich analog den Weizen-Roggen-Bastarden verhält.

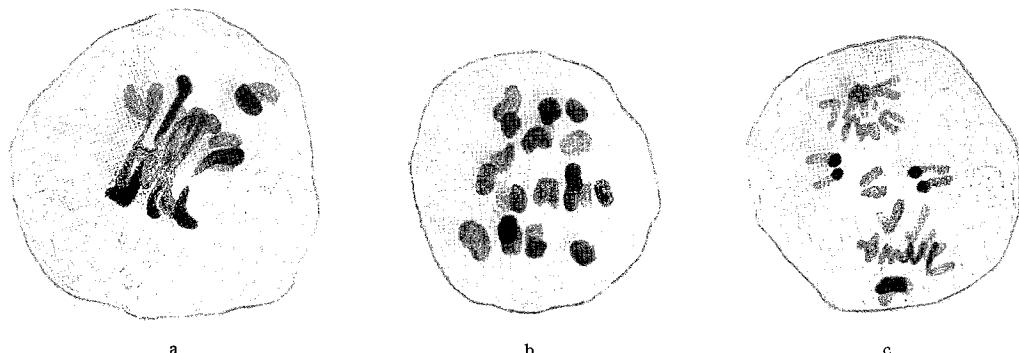


Abb. 7. *Aegilops ovata* × *Triticum monococcum* ($2n = 21$). a) Heterotype Anaphase, 7 Gemini. b) Heterotype Anaphase, nur Univalente. c) Heterotype Anaphase, Längsspaltung einiger zurückgebliebener Univalenter.

weshalb auf diese und die Abb. 2 verwiesen werden kann, um Wiederholungen zu vermeiden.

Einkorn-Emmer-Bastarde sind fast ganz steril. Der von mir untersuchte Bastard *T. dicoccoides* × *T. aegilopoides* ($14 + 7$) bildet bei der Reduktionsteilung oft keine Gemini, manchmal aber bis zu 5 Paare (Abb. 6). SAX (1922) beobachtete bei *T. monococcum* × *T. turgidum* 6—7 Gemini, THOMPSON (1926) 3—7, KIHARA bei *T. dicoccum* × *T. monococcum* 4—7 Gemini. KIHARA und NISHIYAMA (1928) konnten auch manchmal einige trivalente Chromosomen finden. Diese Unterschiede zeigen, daß die Paarungsverhältnisse der Chromosomen sowohl von den verwendeten Sorten als auch von Außen-einflüssen abhängig sind. Auch bei diesen Bastarden bietet der weitere Verlauf der Reduktionsteilung nichts Neues.

Aegilops-Weizen-Bastarde.

Erneut haben in den letzten Jahren wieder die Bastarde des Weizens mit *Aegilops*, vermutlich infolge der Resultate TSCHERMAK's mit

Bei einem Bastard *Aegilops ovata* × *T. monococcum* ($14 + 7$) konnte ich sowohl nur Einzelchromosomen als auch bis zu 6 Gemini beobachten (Abb. 7). Manchmal spalten auch einige der Univalenten schon in der 1. Teilung längs.

Aegilops-Emmer-Bastarde sind öfters untersucht worden. SAX (1928) fand bei *A. ovata* × *T. dicoccum* ($14 + 14$) nur Univalente, PERCIVAL (1926) bis zu 7 Gemini, Verfasser bei *T. dicoccoides* × *A. ovata* nur Univalente und Sammlung fast aller Chromosomen in einer Äquatorialebene und Längsspaltung der meisten, bei *A. ovata* × *T. durum* nur Univalente und bei einem anderen Bastard der gleichen Art-kombination bis zu 3 (Abb. 8), KAGAWA (1929) bei *A. ovata* × *T. polonicum* 0—2 Gemini.

TSCHERMAK ist es gelückt, aus den Bastardierungen *A. ovata* × *T. dicoccoides* und *A. ovata* × *T. durum* fertile, konstante Formen zu erhalten. Bei der cytologischen Untersuchung ermittelte ich, daß diese Formen 28 Chromosomen besaßen, ihre Chromosomen also gegenüber F_1 verdoppelt worden waren, wodurch eine nor-

male Reduktionsteilung möglich wurde und die beiden *Aegilotricum*-Arten sich konstant erhalten konnten. Diese Bastarde waren eines der ersten Beispiele für die Entstehung neuer Arten infolge Bastardierung (TSCHERMAK und BLEIER). In einer neueren Arbeit gibt TSCHERMAK (1929) an, daß er auch fertile Kombinationen von

fässer mit *T. spelta* auch 7 Gemini (Abb. 10), mit *T. durum* nur Univalente (Abb. 11), KAGAWA (1929) mit *T. dicoccum* 0—4 Gemini, selten auch Trivalente.

Auch bei dem Bastard *A. triaristata* × *T. vulgare* ($21 + 21$) werden 0—7 Gemini gebildet (Figur 12).

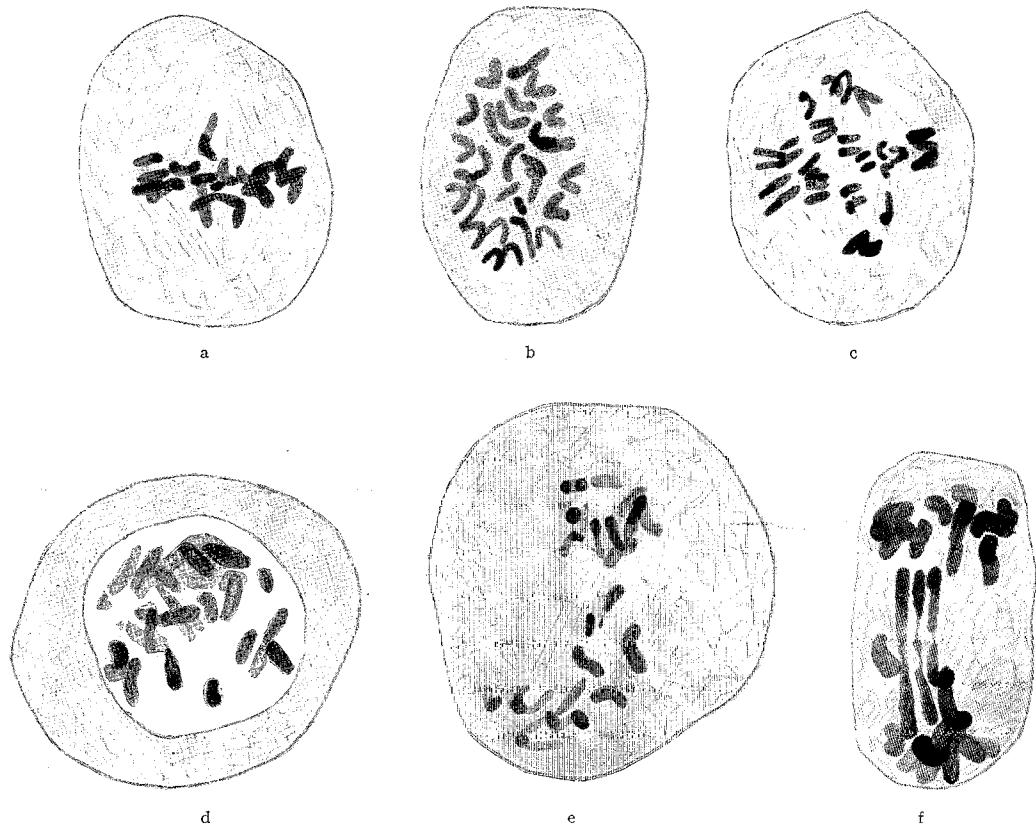


Abb. 8.

- a—c) *Triticum dicoccoides* × *Aegilops ovata* ($2x = 28$).
 a) I. Metaphase, Seitenansicht, nur Univalente.
 b) I. Metaphase, Polansicht, nur Univalente.
 c) I. Anaphase, Längsspaltung eines Teils der Univalente.

- d—f) *Aegilops ovata* × *Triticum durum* ($2x = 28$).
 d) Diakinese, nur Univalente.
 e) I. Anaphase, Univalente.
 f) I. Anaphase, 4 Gemini.

A. ovata mit *T. dicoccum* und *T. turgidum* erhalten hat. Cytologisch sind diese Formen noch nicht untersucht.

SAX stellte fest, daß bei Pflanzen aus Bastardierung seiner F_1 mit dem Vater und *T. vulgare* die Eizellen die nicht reduzierte Chromosomenzahl besessen haben müssen. Die Pflanzen waren aber fast ganz steril.

Bei den Bastarden von *A. ovata* mit *T. vulgare* ($14 + 21$) wurden fast immer nur Univalente, selten bis 3 Gemini gesehen (PERCIVAL 1926 und BLEIER 1928). Zwei F_1 -Pflanzen besaßen ungefähr 50 Chromosomen somatisch; sie waren aber nur ganz schwach fertil (Abb. 9).

In den Bastarden von *A. cylindrica* ($x = 14$) mit *T. vulgare* fanden SAX u. a. 7 Gemini, Ver-

Verwandtschafts- und Abstammungsverhältnisse.

Unsere bisherigen Untersuchungen haben ergeben, daß nur die Weizen-Roggen- und Emmer-Dinkel-Bastarde für den Züchter einen praktischen Wert haben dürften. Wie lassen sich nun aber die bisherigen cytologischen Ergebnisse für die Verwandtschafts- und Abstammungsverhältnisse verwerten? Fast allgemein wird angenommen, daß bei den Bastarden Allosyndese vorkommt; PERCIVAL nimmt Autosyndese an. Es hat eine gewisse Berechtigung, aus der relativen Zahl der Gemini eines Bastardes auf den Verwandtschaftsgrad der Eltern zu schließen. So hat man schon, wohl etwas vor-

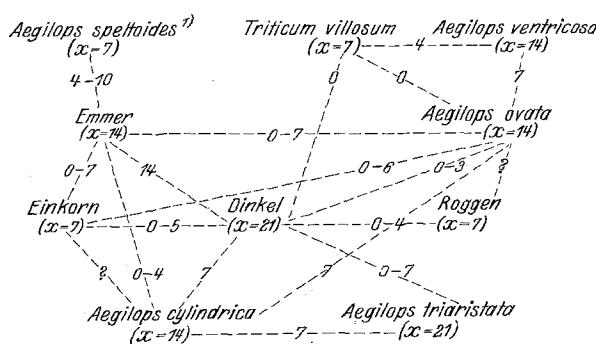
eilig, Genomformeln für Weizen, Roggen und *Aegilops* aufgestellt. Einkorn = *A*, Emmer

Die Zahlen auf den Linien zwischen 2 Arten geben die Anzahl der beobachteten Gemini an.



Abb. 9. *Aegilops ovata* \times *Triticum vulgare*.
 a) $F_1 = 14 + 21$ Chromosomen. I. Metaphase, nur Univalente.
 b) I. Anaphase, 3 Bivalente.
 c) F_2 -Pflanze mit 22 Bi + 8 Univalenten.
 d) F_2 -Pflanze mit 20 Bi + 10 Univalenten.

= *AB*, Dinkel = *ABC*, *A. ovata* = *CD* und Roggen = *E*. Wie diese Hypothesen mit der Wirklichkeit übereinstimmen, soll durch ein Schema veranschaulicht werden.



¹⁾ Jenkins 1929. Während bei allen anderen Bastarden Allosyndese angenommen wird, muß bei diesem Bastard auch Autosyndese, wenigstens für die Fälle, in denen mehr als 7 Gemini vorkamen, angenommen werden.

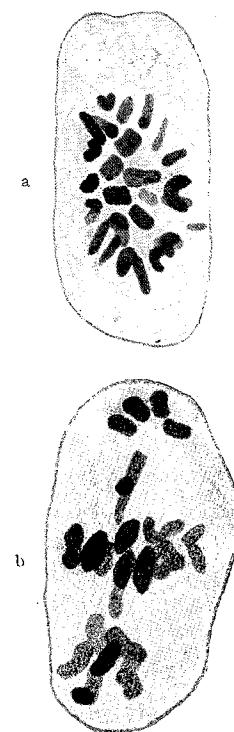


Abb. 10.
 a) *Aegilops cylindrica* \times *Triticum spelta* ($2x = 35$).
 I. Metaphase, Polansicht, 5 Gemini.
 b) *Aegilops cylindrica* \times *Triticum vulgare* ($2x = 35$).
 I. Metaphase, Seitenansicht, 7 Gemini.

Ein Vergleich unseres Schemas zeigt wenig Übereinstimmung mit den Genomformeln. Auch die Untersuchungen KAGAWA's (1929) über Form und Größe der Chromosomen bei den *Triticum*-Arten stimmen mit unseren Feststellungen überein. Am besten ist es wohl, die Genomformeln zu vergessen. Was kann man aber in Wirklichkeit aus den Paarungsverhältnissen der Chromosomen herauslesen, wenn wir annehmen, daß die Anzahl der Gemini den Grad der Verwandtschaft angibt? Mit der Dinkelreihe zeigt die engste Verwandtschaft die Emmerreihe. Dieses Ergebnis stimmt ganz mit morphologischen Befunden überein; ist es doch manchmal sehr schwer zu entscheiden, ob eine Form zur Emmer- oder Dinkelreihe gehört. Als nächster Verwandter würde nun aber nach unserem Einteilungsprinzip *Aegilops cylindrica* kommen. Dann folgen in kurzen Abständen, also ziemlich gleichwertig: *Aegilops triaristata*, Einkorn, Roggen und *A. ovata*. Wie wenig dieses Ergebnis mit der Systematik übereinstimmt, braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden. Das Prinzip der Geminibildung als Gradmesser der

Verwandtschaft hat sich also beim Weizen und auch in vielen anderen Fällen nicht bewährt. Wir müssen doch auch berücksichtigen, daß die Zahl der Gemini bei den meisten Bastarden nicht konstant ist (BLEIER 1927) und daß wir über die eigentlichen Ursachen und inneren Kräfte, die zur Geminibildung führen, noch nichts wissen; ob die Chromosomen aktiv oder passiv Gemini bilden, welchen Einfluß das

schaftskriterium beurteilen zu können. Bis zu dieser Klärung haben alle derartigen Hypothesen wenig wissenschaftlichen Wert. Man darf auch nicht übersehen, daß Autosyndese vorkommt (JENKINS), und daß sich nicht-homologe Chromosomen paaren (KAGAWA), ferner, daß ein großer Unterschied in der Chromosomenpaarung von Emmer-Dinkel- und *A. cylindrica*-Dinkel-Bastarden (Abb. 3, 4, 10)

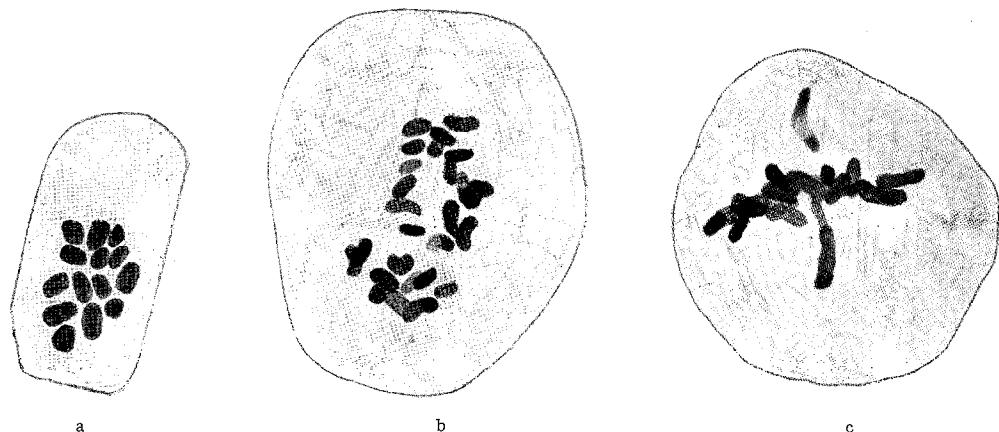


Abb. 11. a) *Aegilops cylindrica*, $x = 14$. b) *Aegilops cylindrica* \times *Triticum durum* ($2x = 28$). c) I. Metaphase, nur Univalente. II. Anaphase, nur Univalente.

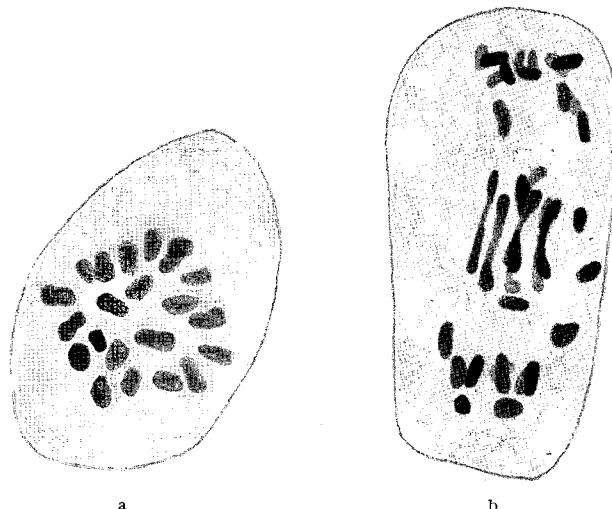


Abb. 12. a) *Aegilops triaristata*, $x = 21$. b) *Aegilops triaristata* \times *Triticum vulgare* ($2x = 42$). I. Anaphase, 7 Bivalente.

Cytoplasma hat, ob reziproke Artbastarde nicht verschiedene Verhältnisse zeigen, die große Bedeutung der Außeneinflüsse, z. B. Temperatur, ob die Geminibildung durch Faktoren mitbedingt wird — Befunde SAPEHIN's weisen darauf hin —, wie weit Unterschiede einzelner Sorten und Linien derselben Art bestehen, das sind alles Fragen, die erst beantwortet werden müssen, um den Wert der Geminibildung als Verwandt-

einerseits und den anderen Bastarden (Abb. 1, 5, 7 usw.) andererseits zu beurteilen. Die erste Bastardgruppe zeigt normale Gemini, die 2. telosyndetische Gemini. Vermutlich kommt Autosyndese und Paarung nichthomologer Chromosomen häufiger vor als man bisher angenommen hat. Auch der Bastard *A. ovata* \times *T. vulgare* läßt die Unterschiede in der Chromosomenpaarung deutlich erkennen; in F_1 telosyndet-

tische Gemini (Abb. 9b) zwischen vielleicht nicht oder nicht ganz homologen Chromosomen und in F_2 parasyndetische Gemini (Abb. 9c, d) zwischen homologen Chromosomen.

Als ganz grober Maßstab läßt sich die Genminibildung natürlich verwerten, genau wie das Sterilitätsprinzip; morphologische Kriterien sind aber doch viel zuverlässiger.

Auch für phylogenetische Fragen geben uns die cytologischen Untersuchungen in unserem Fall sehr wenig Anhaltspunkte, um strittige Fragen zu klären oder zu entscheiden. Die Übereinstimmung der Chromosomenzahlen mit der SCHULZSchen Reiheneinteilung ist ja sehr gut, aber weiter läßt uns die Chromosomenforschung auch wieder hier im Stich. Für die Stammform der Dinkelarten z. B. können wir doch gar nichts erschließen, so wenig wie aus der Bastardierungsmöglichkeit und dem Sterilitätsgrad der Bastarde. Die alten Kriterien der Systematiker sind auch heute noch die wertvollsten.

Wir müssen uns eingestehen, daß wir auch heute noch nicht viel mehr wissen als SCHULZ, und daß sein Stammbaum für Weizen noch volle Gültigkeit hat. Ägilops und Roggen sind dem Weizen sehr nahe verwandt; ob wir eine gemeinsame Stammform für alle drei Gattungen

annehmen sollen, oder wie sonst die stammesgeschichtliche Entwicklung stattgefunden hat, darüber läßt sich heute noch nichts sagen.

Literatur.

- BAUR, E., 1926: Zukunfts-Aufgaben und -Wege der Weizenzüchtung in Deutschland. Ill. landw. Ztg. 46.
- BLEITER, H., 1928: Genetik und Cytologie teilweise und ganz steriler Getreidebastarde. Bibliogr. Genetica IV.
- HARRINGTON, J. B., and W. K. SMITH, 1929: The inheritance of reaction to black stem rust of wheat in a dicoccum \times vulgare cross. Canad. J. Res. I.
- JENKINS, J. A., 1929: Chromosome homologies in wheat and Aegilops. Amer. J. Bot. 16.
- KAGAWA, F., 1929: A study on the phylogenie of some species in Triticum and Aegilops, based upon the comparison of chromosomes. J. Coll. Agric. Univ. Tokyo X.
- KAGAWA, F., 1929: Cytological studies on the pollen-formation of the hybrids between Triticum and Aegilops. Jap. J. Bot. IV.
- KAGAWA, F., 1929: On the phylogenie of some cereals and related plants, as considered from the size and shape of chromosomes. Jap. J. Bot. IV.
- KARPETSCHEKO, G. D., 1929: Konstantwerden von Art- und Gattungsbastarden durch Verdopplung der Chromosomenkomplexe. Der Züchter I.
- TSCHERMAK, E., 1929: Zur zytologischen Auf-fassung meiner Aegilotrictumbastarde und der Artbastarde überhaupt. Ber. dtsch. bot. Ges. 47.

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Landw. Akademie Cluj, Rumänien.)

Pflanzenzüchtung in Rumänien.

Von N. SAULESCU.

Schon vor dem Weltkriege richtete sich die Aufmerksamkeit der rumänischen Landwirte auf das wichtige Problem der landwirtschaftlichen Pflanzensorten. Großrumänien fand in den neuen Provinzen schon eine in Gang gesetzte Bewegung für die Verbesserung der Kulturpflanzen.

Im alten Königreich richtete sich das Hauptaugenmerk auf die Veredelung des Weizens, wobei die Züchtungsarbeiten von VLAD-CARNU MUNTEANU, C. SANDU-ALDEA, CIPAIANU, IO-NESCU-SISESTI und ASBIOVICI hervorzuheben sind. In Siebenbürgen befaßten sich, trotz der großen Verbreitung der von SZEKACS gezüchteten Sorten, TIMAR, KONOPI und STEPHANI mit der Züchtung des Weizens, LASZLO und VARADY mit der Züchtung des Maises. In Bessarabien ist die kräftige Bewegung für die Veredelung des Maises, die vom Gutsbesitzer BOGDANOW ausgegangen war, kaum im vierten

Jahr ihrer Entstehung durch den Krieg zerstört worden.

Großrumänien weist, vom Standpunkt der Sortenverteilung aus betrachtet, grundsätzlich verschiedene Regionen auf. Nicht so sehr die Bodenunterschiede sind es, die über die Adaptabilität der Sorten entscheiden, sondern hauptsächlich ist es die große Verschiedenheit des Klimas. Die harten Fröste, der Mangel an Niederschlägen in Südbessarabien und im Osten von Baragan (Ostwalachei) bilden einen schroffen Gegensatz zum milden Klima der Gebiete des Banats und Siebenbürgens, die milder Winter und verhältnismäßig reichlichere Niederschläge aufweisen.

So ist es erklärlich, daß in bezug auf Sortenverteilung so verschiedenartige Regionen vorhanden sind. Während in der Baragan-Ebene oder in den östlichen Teilen der Moldau (bei Jassy) der Anbau ausländischer Sorten wegen