

2. BERLINER: Die Bedeutung indirekter Methoden für die Weizen- und Weizenmehlbewertung, dargestellt an der Kleberquellprüfung. Bericht über die Diskussionstagung. Sonderdruck Mühlenlaboratorium 1933.

3. ENGELKE: Ein Beitrag zur Weizenqualitätsfrage unter besonderer Berücksichtigung des niedersächsischen Gebietes. J. Landw. 82, 2 (1934).

4. ENGELKE: Die Weizenqualitätsprüfungsmethode und ihre Bedeutung für die Müllerei- und Bäckereipraxis. Mühlenlaboratorium 1934, H. 7.

5. ENGELKE: Das absolute und gewöhnliche spezifische Gewicht und zwei neue Apparate für ihre Schnellbestimmung. (Im Druck.)

6. ENGELKE: Ist die Feststellung der Gärkraft durch die Göttinger Weizenqualitätsprüfungs-

methode möglich und sicher? Mühlenlaboratorium 1934, H. 10.

7. HOLDEFLEISS, P.: Qualitätsproduktion, Qualitätszüchtung und Qualitätsforschung in der deutschen Landwirtschaft. Kühn-Arch. 38 (1933).

8. NEUMANN: Brotgetreide und Brot. Berlin: P. Parey 1929.

9. PELSSENKE: Beiträge zur Bestimmung der Backfähigkeit von Weizen und Weizenmehl. Arch. Pflanzenbau 1930.

10. ROEMER: Ziele und Wege der Weizenzüchtung. Bericht über die Diskussionstagung Weizen und Weizenmehlqualität. Sonderausgabe Mühlenlaboratorium 1933.

11. SCHNELLE: Studien über die Backqualität von Weizensorten. Diss. Halle a. S. 1929.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg, Mark.)

## Die Ausnutzung von Art- und Gattungsbastarden in der Weizenzüchtung<sup>1</sup>.

Von Ernst Oehler.

Wenn wir die Kombinationszüchtung auf Art- und Gattungsbastarde ausdehnen wollen, müssen wir zunächst die Kreuzungsmöglichkeiten der miteinander zu verbindenden Arten und Gattungen, ferner Morphologie, Fertilität, Cytologie und Genetik der Bastarde genau untersuchen und klarstellen. Erst wenn diese theoretischen Grundlagen geschaffen sind, kann an eine Auswertung für die praktische Züchtung geschritten werden. Da für den Züchter neue Weizentypen, die Merkmale verschiedener Arten der gleichen oder fremder Gattungen in sich vereinigen, sehr erwünscht wären und die Möglichkeiten auf Erfolg nicht ausgeschlossen sind — wird doch schon vielerorts von guten Erfolgen berichtet —, so soll hier einmal ein kurzer Überblick über die Kreuzungsmöglichkeiten, Morphologie, Fertilität und Cytologie solcher Bastarde gegeben werden.

Innerhalb des Tribus *Hordeae* der Gramineen stehen die 4 Gattungen *Triticum* L., *Aegilops* L., *Secale* L. und *Haynaldia* SCHUR einander sehr genähert. Alle Arten einer Gattung lassen sich untereinander wie mit allen andern Arten der drei übrigen Gattungen kreuzen, so daß 3 Gruppen von Artbastarden (*Haynaldia* umfaßt nur eine Art) und 6 Gruppen von Gattungsbastarden erhalten werden können. Schematisch ergibt sich folgendes Bild (Abb. 1):

Wie aus der Stärke und Richtung der einzelnen Pfeile ersichtlich ist, gelingen die reziproken Kreuzungen nicht immer gleich gut, von einigen Verbindungen sind erst Bastarde in einer Richtung bekannt, die Verbindung *Haynaldia* × *Se-*

*cale* ist noch in keiner Richtung gelungen, aber sicher möglich.

A. *Artbastarde*. Von den Artbastarden interessieren uns hier nur diejenigen der Gattung *Triticum*. Die Gattung *Triticum* umfaßt heute 16 Arten, die nach ihren morphologischen, physiologischen, serologischen und cytologischen Verhältnissen in 3 Reihen gestellt werden (s. Tab.).

Alle *Triticum*-Arten lassen sich miteinander kreuzen.

Kreuzungen zwischen

gleichchromosomigen Arten gelingen in beiden

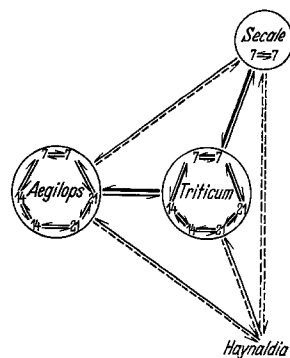


Abb. 1. Kreuzungsschema innerhalb des *Aegilops-Triticum-Secale-Haynaldia*-Kreises. Innerhalb der Kreise Artkreuzungen, außerhalb Gattungskreuzungen. — leicht gelingende, — schwer gelingende, - - - noch nicht gelungene Verbindungen; der Pfeil zeigt auf die als Mutter verwendete Art. Die Länge der Pfeile soll die vermutliche nähere oder weitere verwandtschaftliche Stellung andeuten.

	Wildform	Kulturform	
		Spelzform	Nacktform
Einkornreihe $n=7$ Genom A	<i>T. aegilopoides</i> <i>T. Thaoudar</i>	<i>T. monococcum</i>	—
Emmerreihe $n=14$ Genome AB	<i>T. dicocoides</i> <i>T. Timopheevi</i>	<i>T. dicoccum</i>	<i>T. durum</i> <i>T. turgidum</i> <i>T. pyramidale</i> <i>T. orientale</i> <i>T. persicum</i> <i>T. polonicum</i>
Dinkelreihe $n=21$ Genome ABC	(14 chromosomiger Weizen × <i>Aegilops</i> )	<i>T. Spelta</i>	<i>T. vulgare</i> <i>T. compactum</i> <i>T. sphaerococcum</i>

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten auf dem Fortbildungskursus für Pflanzenzüchter am 21. Juni 1934 in Müncheberg i. M.

Richtungen leicht; der durchschnittliche Ansatz beträgt je nach den verwendeten Sorten 20 bis 60%. Die  $F_1$  ist voll fertil, die Reduktionsteilung verläuft normal. Arten der gleichen Reihe besitzen völlig homologe Genome. In  $F_2$  tritt normale Mendelspaltung ein; es verhalten sich diese Artbastarde wie gewöhnliche Rassenbastarde, so daß einer Ausnutzung für die praktische Züchtung keinerlei Schwierigkeiten im Wege stehen.

Kreuzungen zwischen verschiedenchromosomigen Arten gelingen schwerer; der durchschnittliche Ansatz beträgt bei der Verbindung der 14- mit 21chromosomigen Weizen 10–30%. Die Kreuzung gelingt leichter, wenn der niedrigchromosomige Elter als Mutter verwendet wird, doch ist die Keimfähigkeit der Bastardkörner größer, wenn der Vater niedere Chromosomenzahl besitzt. Die  $F_1$  ist nicht mehr voll fertil. Die Fertilitätsstörungen sind Folgen gestörter Reduktionsteilung; je zwei Emmer- und Dinkelgenome ( $AB$ ) sind völlig homolog und paaren sich normal, 7 Dinkelchromosomen ( $C$ ) bleiben als Univalente bestehen und verteilen sich nach dem Zufall; die gebildeten Gameten enthalten 14–21 Chromosomen. Da nicht alle Gameten entwicklungsfähig sind, ergeben sich Störungen in der Fertilität. Die  $F_2$ -Pflanzen besitzen 28–42 Chromosomen. Mendelspaltung tritt infolge der gestörten Fertilität und der verschiedenen Chromosomenzahl nicht mehr ein. In den Pflanzen mit 28–34 Chromosomen, Verminderungsgruppe, verringert sich die Chromosomenzahl im Laufe einiger Generationen auf 28, in den Pflanzen mit 35–42 Chromosomen, Vermehrungsgruppe, erhöht sie sich ebenso rasch auf 42. Pflanzen der Verminderungsgruppe besitzen vorwiegend Emmer-, solche der Vermehrungsgruppe Dinkelmerkmale, da sich die Emmer- und Dinkelchromosomen meist reinlich trennen. Infolge Fehlkonjugation von Chromosomen treten aber hier und da 28chromosomige Pflanzen mit Dinkel- wie 42chromosomige mit Emmermerkmalen auf. Eine Ausnutzung von Emmer-Dinkelbastarden für praktische Zwecke ist theoretisch durchaus möglich und auch schon verschiedentlich gelungen. Wir können neben allen den Zwischenformen, von denen wir hier ganz absehen wollen, wieder reine *vulgare* Typen gewinnen, die aber einige Merkmale von Arten der Emmerreihe enthalten. Als wertvoll zur Einkreuzung wären von 14chromosomigen Weizen vor allem Frühreife, Dürrewiderstandsfähigkeit, Kornqualität oder Krankheitswiderstandsfähigkeit. Da solche wertvolle Typen nur sehr selten auftreten, muß stets mit einem sehr

großen Ausgangsmaterial gearbeitet werden, wenn die Versuche erfolgversprechend sein sollen.

Kreuzungen von Arten der Einkornreihe mit solchen der Emmer- und Dinkelreihe gelingen nur schwer. Der durchschnittliche Ansatz beträgt bei der Verbindung  $7 \times 14$  etwa 10%, bei der  $7 \times 21$  nur 3–4%. Kreuzungen mit 7-chromosomiger Mutter gelingen besser als die reziproken. Die Fertilität der  $F_1$  ist stark vermindert, die Pflanzen sind im männlichen Geschlecht völlig, im weiblichen vorwiegend steril. Die Fertilitätsstörungen sind Folgen gestörter Reduktionsteilung, die durch das Zusammentreffen nicht völlig homologer Genome hervorgerufen werden. Die Genome  $A$  Einkorn und  $A$  Emmer (oder Dinkel) sind infolge von Translokationen nicht mehr in allen Gliedern homolog, so daß sich nicht mehr alle 7 Einkornchromosomen mit den 7 Emmer- oder Dinkelchromosomen paaren können. Rückkreuzungen der  $F_1$  mit den Eltern haben geringen Erfolg. Der Ausnutzung von Einkornbastarden für die praktische Züchtung stehen infolge der geringen Fertilität der  $F_1$  große Schwierigkeiten im Wege, doch ist es theoretisch möglich, mit Hilfe von Rückkreuzungen zu den gewünschten Neukombinationen zu gelangen. Als besonders wertvoll ist die völlige oder fast völlige Immunität vieler 7chromosomiger Weizen gegenüber Rost und Meltau, die in die Kulturweizen eingeführt werden könnte. Praktische Resultate sind in dieser Richtung noch keine erzielt worden.

Die Dinkelreihe mit den Genomen  $ABC$  besitzt keine Stammform. Verschiedene morphologische wie cytologische Merkmale (Identität des  $C$ -Genoms mit einem der *Aeg. cylindrica*-Genome) haben zur Theorie PERCIVALS geführt, nach der die ganze Reihe hybridogenen Ursprunges und aus Kreuzungen von Arten der Emmerreihe mit solchen der Gattung *Aegilops* hervorgegangen sei.

Die Gattung *Aegilops* L., deren Arten früher häufig zur Gattung *Triticum* gestellt wurden, umfaßt heute 22 Arten, die in 6 Sektionen gestellt werden. Im Gegensatz zu *Triticum* besteht keine Übereinstimmung zwischen systematischer Stellung und Cytologie. Innerhalb zweier Sektionen kommen Arten mit verschiedener Chromosomenzahl vor, von drei Arten sind verschiedenchromosomige Rassen bekannt. Systematisch steht die Gattung *Aegilops* zwischen *Agropyrum* und *Triticum*.

Alle *Aegilops*-Arten sind miteinander kreuzbar. Auf diese Artkreuzungen soll hier nicht

näher eingegangen werden, es soll nur kurz erwähnt werden, daß alle Artbastarde bis auf eine Ausnahme pollensteril sind, somit gestörte Reduktionsteilung besitzen, die durch das Zusammentreffen nicht völlig homologer Genome bedingt ist. Alle *Aegilops*-Arten, auch gleichchromosomige innerhalb einer Sektion, besitzen im Gegensatz zu *Triticum* einander nicht mehr völlig homologe Genome. Zahlreiche partiell homologe Bindungen weisen aber noch deutlich auf gemeinsame Abstammung einiger Genome hin. Die *Aegilops*-Arten haben sich schon viel mehr voneinander differenziert als die *Triticum*-Arten, die meisten *Aegilops*-Arten werden auch viel älter als die meisten Weizenarten sein.

B. Gattungsbastarde. 1. *Aegilops-Triticum*-Bastarde (Abb. 2 u. 3). Alle *Aegilops*-Arten lassen sich mit allen *Triticum*-Arten kreuzen, die Kreuzung gelingt besser mit *Aegilops* als Mutter. Der durchschnittliche Ansatz aller Arten beträgt 6,8%. Die bei den einzelnen Arten sich ergebenden Unterschiede im Ansatz sind in erster Linie durch die verschiedene Blühreife der Eltern bedingt. Kreuzungen zwischen zwei gleichzeitig blühenden Arten gelingen viel besser als solche zwischen zu verschiedener Zeit blühenden Arten. Die Chromosomenzahl der Elternarten hat wohl keinen Einfluß auf das Gelingen der Kreuzung. Kreuzungen einer 14chromosomigen oder 21chromosomigen *Aegilops*-Art gelingen ebenso gut mit 14- wie mit 21chromosomigen Weizen, jedoch setzen alle Kreuzungen mit 7chromosomigen *Aegilops*- und Weizenarten schlecht an. Ob die einzelnen Genome einen Einfluß auf das Gelingen der Kreuzung haben, kann erst endgültig entschieden werden, wenn die Genome aller *Aegilops*-Arten genau bestimmt und deren Beziehungen zu den Weizengenomen festgelegt sind. Die Keimfähigkeit der Bastardkörner aus gut gelingenden Kreuzungen ist hoch, aus schlecht gelingenden gering. Die Bastarde sind in den meisten Merkmalen intermediär (Abb. 2), *Aegilops* dominiert in vielen, *Triticum* nur in wenigen Merkmalen; *Triticum* ist gegenüber *Aegilops* in vielen Merkmalen recessiv.

Die Fertilität aller *Aegilops*-Weizenbastarde ist gestört. Die allermeisten Pflanzen sind pollensteril, die Antheren öffnen sich nicht. Selbstungen mit aus den Antheren heraus-

präpariertem Pollen sind alle mißlungen. Rückkreuzungen mit den Eltern, andern Rassen der gleichen Art oder fremden Arten haben geringen Erfolg (Ansatz 0,3—0,4%). Frei abgeblühte Ähren zeigen ebenso hohen Ansatz. Aus der Zahl der geernteten Körner kann rückschließend die Zahl der fertilen Embryosäcke berechnet werden. Im Durchschnitt wird unter 312 Embryosäcken ein fertiler gebildet. Die Fertilitätsstörungen sind alle durch Störungen in der Reduktionsteilung bedingt, die durch das Zusammentreffen nicht homologer oder nur teilweise homologer Genome hervorgerufen werden.



Abb. 2. *Aegilops*-Weizen  $F_1$ -Bastard. Links *Aeg. triaristata*, Mitte  $F_1$ -Bastard, rechts *T. dicoccum*.

Von den bis heute genau analysierten *Aegilops*-Genomen ist nur das Genom C von *Aeg. cylindrica* mit dem Genom C der Dinkelreihe in allen Gliedern homolog, alle übrigen *Aegilops*-Genome D, E, F, G und S sind mit A, B und C von *Triticum* gar nicht oder nur teilweise homolog. Schematisch ergibt sich folgendes Bild:

Einkornreihe . . . . .	A									
Emmerreihe . . . . .	A	B								
Dinkelreihe . . . . .	A	B	C							
<i>Aeg. cylindrica</i> . . . . .				C	D					
Übrige <i>Aegilops</i> arten . . . . .					D	E	F	G	S	
Secale . . . . .										X
Haynaldia . . . . .										Y

Da nicht homologe Genome sich nicht oder nur teilweise und unregelmäßig paaren, ergeben

sich Störungen in der Reduktionsteilung, die zu vielen sterilen Gameten führen. Die wenigen fertilen weiblichen Gameten enthalten meist den ganzen Chromosomensatz, sind also unreduziert. Die Bildung solcher unreduzierter Gameten ist wohl eine Folge der großen Zahl von Univalenten, die den normalen Teilungsverlauf stören, so daß Regressionerscheinungen eintreten, die Restitutionsgameten zur Folge haben.

Eingehende Untersuchungen an Rückkreuzungsprodukten der  $F_1$  mit *Aegilops* oder Weizen ergeben, daß die meisten *Aegilops*- und *Triticum*-merkmale stark gekoppelt sind. Pflanzen von

meten ergeben nur wieder Pollensterile, Selbstfertile neben Selbstfertilen auch Pollensterile.

Außer zu diesen durch Rückkreuzung gewonnenen Formen kann man — allerdings nur in äußerst geringer Zahl — auch direkt zu fertilen Typen gelangen. Wenn nämlich zwei unreduzierte auf dem Wege der Regression entstandene Restitutionsgameten sich vereinigen, oder wenn eine unreduzierte weibliche Gamete sich parthenogenetisch entwickelt und später Chromosomenverdoppelung eintritt, erhalten wir *additive konstant-intermediäre* sog. *Aegilotriticum*-Formen (Abb. 3b). Da diese alle *Aegilops*- und Weizen Genome der Elternarten vollständig enthalten, verläuft die Reduktionsteilung normal, die Pflanzen sind selbstfertil, wenn auch noch nicht immer vollfertil. Die *Aegilotriticum* sind völlig konstant und direkt als neue Arten anzusprechen.

Die Ausnutzung von *Aegilops*-Weizenbastarden für praktische Zwecke ist durchaus möglich, entweder direkt mit Hilfe der *Aegilotriticum* oder auf dem Umwege über Rückkreuzungen. Wenn die *Aegilotriticum* selbst noch nicht dem Zuchtziel entsprechen, sind sie sicher ein besseres Ausgangsmaterial für weitere Kreuzungen als reine *Aegilops*-Arten. Unter den Rückkreuzungsprodukten finden sich schon in  $F'_3$  oder  $F'_4$  vollfertile reine Weizentypen, die aber einige *Aegilops*-Merkmale besitzen. Von *Aegilops* wären besonders die Merkmale: starke Bestockung, Anspruchslosigkeit,

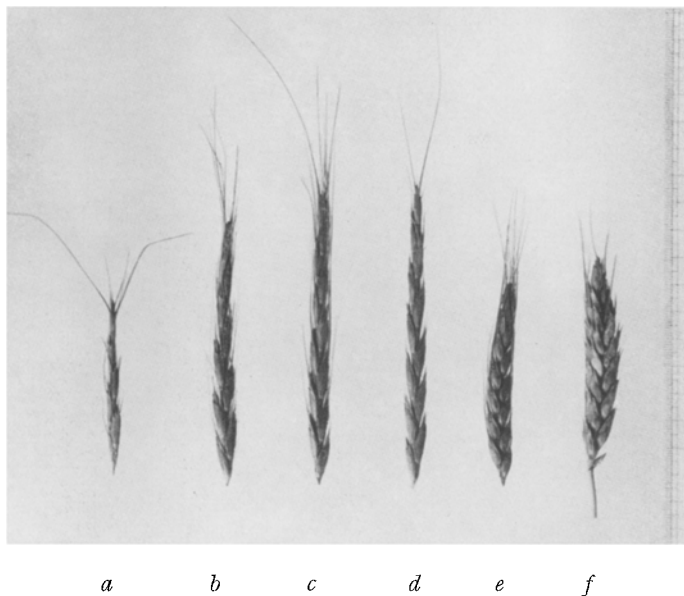


Abb. 3. *Aegilops*-Weizen  $F'_2$ -Bastarde. a aegilopsähnliche, b konstant-intermediäre *Aegilotriticum*, c und d intermediäre, e und f weizenähnliche Ähre.

*Aegilops*-Wuchstypus oder Ährentypus sind auch in den übrigen Merkmalen *aegilops*-ähnlich, solche von Intermediärtypus intermediär und solche von *Triticum*-Typus *triticum*-ähnlich (Abb. 3). Austausch kommt jedoch in seltenen Fällen für fast jedes der Merkmale vor. Es gelingt also, *triticum*-ähnliche Typen mit einigen *Aegilops*-Merkmale wie auch *aegilops*-ähnliche Typen mit *Triticum*-Merkmale zu erhalten. Ein Teil der  $F'_2$ -Pflanzen ist pollensteril, besitzt gestörte Reduktionsteilung als Folge unvollständiger Genome oder einzelner überzähliger Chromosomen, ein weiterer Teil ist mehr oder weniger selbstfertil, die Reduktionsteilung ist nur wenig oder gar nicht gestört, alle Genome sind vollständig oder der Chromosomenbestand irgendwie ausbalanciert. Pollensterile Pflanzen mit wenigen weiblichen fertilen Ga-

meten ergeben nur wieder Pollensterile, Selbstfertile neben Selbstfertilen auch Pollensterile.

2. *Aegilops*-*Secale*-Bastarde (Abb. 4). Alle *Aegilops*-Arten lassen sich mit den beiden *Secale*-Arten *Sec. montanum* und *Sec. cereale* kreuzen. Bis jetzt sind erst Kreuzungen mit *Aegilops* als Mutter gelungen. Der durchschnittliche Ansatz beträgt 8%. Fast jede *Aegilops*-Art läßt sich ebenso gut mit *Secale* wie mit *Triticum* verbinden, so daß Verwandtschaftsverhältnisse wohl keine Rolle für das Gelingen dieser Kreuzung spielen. Der Ansatz ist auch hier in erster Linie durch die verschiedene Blühreife der Elternarten bedingt. *Aegilops*-*Secale*-Bastarde sind *Aegilops*-*Triticum*-Bastarden sehr ähnlich (Abb. 4), doch in einigen Merkmalen gut unterscheidbar. *Secale*

ist gegenüber *Aegilops* in vielen Merkmalen recessiv.

Alle *Aegilops-Secale*-Bastarde sind pollensteril. Rückkreuzungen haben nur sehr ge-



Abb. 4. *Aegilops-Secale*  $F_1$ -Bastard. Links *Aeg. columnaris*, Mitte  $F_1$ -Bastard, rechts *Secale cereale*.

ringen Erfolg, da die Zahl der gebildeten fertilen Embryosäcke sehr gering ist (Ansatz 0,008%). Bis heute konnten in allen jemals erzeugten



Abb. 5. *Aegilops-Haynaldia*  $F_1$ -Bastard. Links *Aeg. ventricosa*, Mitte  $F_1$ -Bastard, rechts *Haynaldia villosa*.

*Aegilops-Secale*-Bastarden erst 2 Körner geerntet werden. Keines der *Aegilops*-Genome ist mit dem *Secale*-Genom X auch nur teilweise homolog, *Aegilops* und *Secale*-Chromosomen paaren sich nicht.

Der Züchter, 6. Jahrg.

3. *Aegilops-Haynaldia*-Bastarde (Abb. 5). Alle *Aegilops*-Arten lassen sich auch mit *Haynaldia villosa* SCHUR kreuzen. Bis heute sind erst Kreuzungen mit *Aegilops* als Mutter gelungen. Der Ansatz ist gering (3,55%). In  $F_1$  sind die meisten Merkmale intermediär, *Aegilops* dominiert in mehreren, *Haynaldia* nur in wenigen Merkmalen (Abb. 5). Alle bis heute erzeugten *Aegilops-Haynaldia*-Bastarde sind völlig steril geblieben, alle Rückkreuzungen sind ohne Erfolg gewesen. Das *Haynaldia*-Genom Y ist mit keinem der *Aegilops*-Genome homolog, *Aegilops* und *Haynaldia*-Chromosomen paaren sich nicht.



Abb. 6. Weizen-Roggen  $F_1$ -Bastard. Links *T. vulgare v. erythro-spermum*, Mitte  $F_1$ -Bastard, rechts *Sec. cereale*.

4. *Triticum-Secale*-Bastarde (Abb. 6 u. 7). Ebenso wie sich alle *Aegilops*-Arten mit allen *Triticum*- und *Secale*-Arten verbinden lassen, können auch alle *Triticum*-Arten mit den *Secale*-Arten gekreuzt werden. Natürliche Bastarde sind schon eine Reihe bekannt. Die Kreuzung gelingt viel besser mit *Triticum* als Mutter. Der durchschnittliche Ansatz beträgt 7%. Die einzelnen Sorten und Arten setzen sehr verschieden an, der Ansatz ist wieder sehr stark durch die Blühreife bedingt. Während Kreuzungen mit frühblühenden Weizenarten, die ungefähr gleichzeitig mit Roggen blühen, zu 20 bis 60% gelingen, ist der Ansatz bei Verwendung von spät blühenden Weizensorten nur 1—8%. Die  $F_1$ -Bastarde sind in den meisten Merkmalen

intermediär (Abb. 6). Weizen dominiert in vielen, Roggen nur in wenigen Merkmalen. *Secale* ist gegenüber *Triticum* in vielen Merkmalen recessiv.  $F_1$ -Bastarde luxurieren gerne in einer Reihe von Merkmalen.

Weizen-Roggenbastarde sind wie alle übrigen Gattungsbastarde wieder pollensteril, aber im weiblichen Geschlecht schwach fertil. Selbstungen mit aus den Antheren herauspräpariertem Pollen sind alle mißlungen, Rückkreuzungen mit den Eltern haben geringen Erfolg (Ansatz 0,08%). Rückkreuzungen mit *Triticum* gelingen viel besser wie solche mit *Secale*. Die



Abb. 7. Weizen-Roggen  $F_2$ -Bastarde. a und b intermediäre Typen mit Roggenmerkmalen, c und d weizenähnliche Typen ohne Roggenmerkmale.

fertilen Ähren enthalten meist nur ein Korn, einzelne morphologisch nicht zu unterscheidende Pflanzen dagegen besitzen in allen ihren Ähren mehrere (bis zu 6) Körner. Wenn wir aus der Zahl der geernteten Körner auf die Zahl der gebildeten fertilen Embryosäcke schließen, so ergibt sich, daß im Durchschnitt unter 1250 Embryosäcken ein fertiler auftritt. Die Fertilitätsstörungen sind auch hier Folgen gestörter Reduktionsteilung, die durch das Zusammentreffen nicht homologer Genome hervorgerufen werden. Das *Secale*-Genom X ist wohl mit keinem der drei Weizengenome ABC homolog. Die fertilen Gameten enthalten auch hier ähnlich wie bei

*Aegilops*-Weizenbastarden meist den ganzen Chromosomensatz oder eine davon nur wenig abweichende Chromosomenzahl und sind wohl auch auf dem Wege der Regression entstandene Restitutionsgameten. Daneben können auch noch weibliche Gameten mit geringem Chromosomenzahlenentwicklungsfähig sein.

Rückkreuzungsprodukte der  $F_1$  mit Weizen sind weizenähnlicher, solche mit Roggen roggenähnlicher als  $F_1$ . Unter den weizenähnlichen finden sich aber stets noch solche, die einige deutliche Roggenmerkmale (Abb. 7), umgekehrt unter den roggenähnlichen solche, die Weizenmerkmale aufweisen. Ein Teil der Pflanzen ist pollensteril und besitzt wie  $F_1$  einige wenige fertile Embryosäcke, ein weiterer Teil ist mehr oder weniger selbstfertil. Die Chromosomenzahl der  $F'_2$ -Pflanzen liegt zwischen 38 und 49, die meisten Pflanzen besitzen 47—49 Chromosomen, also mehr als der Weizenelter und enthalten noch 5—7 Roggenchromosomen. Diese überzähligen Roggenchromosomen werden bei vielen Pflanzen im Laufe weniger Generationen völlig eliminiert, so daß schon in  $F'_3$  und  $F'_4$  ein großer Teil der Nachkommenschaft aus reinen Weizentypen besteht, die keine Roggenchromosomen und deshalb auch keine Roggenmerkmale mehr enthalten. Diese reinen Weizentypen, die nun nicht mehr als Weizenroggenbastarde angesprochen werden dürfen, sind wieder vollfertil, ihre Reduktionsteilung verläuft normal. Ein weiterer Teil der Nachkommenschaft, der morphologisch stets gut zu kennzeichnen ist, enthält noch überzählige Roggenchromosomen und deshalb Roggenmerkmale. Viele dieser Pflanzen sind noch nicht voll fertil, ihre Reduktionsteilung verläuft infolge der Anwesenheit der Roggenchromosomen oder infolge des Fehlens von einzelnen Weizenchromosomen noch unregelmäßig. Selten treten nun aber auch unter diesen Typen mit Roggenmerkmalen vollfertile Pflanzen auf. Die volle Fertilität läßt darauf schließen, daß sie normale Reduktionsteilung und wohl ein ganzes *Secale*-Chromosomenpaar oder ein einzelnes *Secale*-Chromosom an Stelle eines Weizenchromosoms oder auch ein durch Austausch erhaltenes *Secale*-Chromosomenstück enthalten. Es sind schon eine Reihe von solchen fertilen wertvollen Neukombinationen bekannt, die völlig konstant sind.

Außer auf dem Umwege über Rückkreuzungen gelingt es auch bei Weizen-Roggenbastarden direkt fertile additive konstant-intermediäre Typen, ähnlich den *Aegilotriticum* zu erhalten. Bis heute ist erst ein solcher *Triticale*-Typ aus Rußland bekannt, da aber von dort Samen

dieses wertvollen Types nicht zu erhalten sind, muß dieser erst für Deutschland neu geschaffen werden.

Die Ausnutzung von Weizen-Roggenbastarden für die praktische Züchtung ist nach den bisherigen theoretischen Versuchen durchaus möglich. Wir können auch hier direkt über den fertilen *Triticale* oder mit dem Umweg über Rückkreuzungen zu den züchterisch gesuchten Neukombinationen gelangen. Vollfertile Weizentypen mit Roggenmerkmalen sind teils schon in  $F'_2$ , sicher aber in späteren Generationen zu erhalten. Die Weizen-Roggenzüchtung ist in erster Linie in Angriff genommen worden, um neue Weizentypen für die leichten Böden Deutschlands zu schaffen. Es sollen neue Weizen gezüchtet werden, die von Roggen in erster Linie die Anspruchslosigkeit für leichte Böden erhalten haben. Ferner wären Winterfestigkeit, Frühreife oder Krankheitswiderstandsfähigkeit von Roggen wertvolle Merkmale, die in Kulturweizen eingeführt werden könnten. Es ist schon gelungen aus Weizen-Roggenbastarden reine Weizen mit morphologischen Roggenmerkmalen zu erhalten, so daß es ebenso möglich ist, daraus reine Weizentypen mit physiologischen Roggenmerkmalen zu gewinnen.

5. *Triticum-Haynaldia*-Bastarde. Alle *Triticum*-Arten lassen sich auch mit *Haynaldia villosa* kreuzen. Bis heute haben erst Kreuzungen mit *Triticum* als Mutter Erfolg gehabt. Der Ansatz ist sehr gering (1—2%). Die  $F_1$ -Bastarde sind in den meisten Merkmalen intermediär. *Triticum* dominiert in mehreren, *Haynaldia* nur in wenigen Merkmalen. Die *Triticum-Haynaldia*-Bastarde sind wie die übrigen Gattungsbastarde pollensteril, Rückkreuzungen haben geringen Erfolg (Ansatz 0,06%). Die Fertilitätsstörungen sind auch hier Folgen gestörter Reduktionsteilung. Das *Haynaldia*-Genom Y ist mit keinem der *Triticum*-Genome ABC homolog, *Haynaldia*- und *Triticum*-Chro-

mosomen paaren sich nicht, die wenigen fertilen weiblichen Gameten sind auch hier meist un-reduziert. Einen konstant-intermediären Bastard zwischen *T. turgidum* und *Haynaldia* konnte TSCHERMAK erhalten, er ist selbstfertil und verhält sich wie die *Aegilotriticum* oder das *Triticale*.

6. Die sechste der möglichen Verbindungen *Secale*  $\times$  *Haynaldia* ist bis heute wohl infolge der sehr verschiedenen Blühreife der Eltern noch nicht gelungen, aber sicher durchführbar.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß alle Arten der 4 Gattungen *Triticum*, *Aegilops*, *Secale* und *Haynaldia* miteinander kreuzbar sind. Der verschiedene Ansatz ist wohl in erster Linie durch die verschiedene Blütezeit der Eltern bedingt. Verwandtschaftliche Stellung, Chromosomenzahl und Spezifität der Genome spielen wohl innerhalb dieser einander sehr nahe stehenden Gattungen nur eine geringe Rolle. Es lassen sich auch Arten mit nicht homologen Genomen kreuzen. Alle Gattungsbastarde sind pollensteril, aber im weiblichen Geschlecht schwach fertil. Die Fertilitätsstörungen sind Folgen gestörter Reduktionsteilung, die durch das Zusammentreffen nicht oder nur teilweise homologer Genome bedingt sind. Die fertilen weiblichen Gameten sind meist un-reduziert oder besitzen Chromosomenzahlen, die von der un-reduzierten Zahl nur wenig abweichen. Die Ausnutzung von Art- und Gattungsbastarden für die praktische Züchtung ist durchaus möglich. Es stehen uns sowohl die direkt gewonnenen fertilen additiven konstant-intermediären Typen wie die auf dem Wege über Rückkreuzungen gewonnenen fertilen Neukombinationen, die Merkmale beider Gattungen in sich vereinigen, zur Verfügung. Da aber alle diese wertvollen Typen nur sehr selten auftreten, müssen alle diese Versuche in sehr großem Umfange durchgeführt werden, wenn in kurzer Zeit praktische Resultate erzielt werden sollen.

(Aus dem Laboratorium für Genetik und Pflanzenzüchtung am Sibirischen landwirtschaftlichen Institut zu Omsk.)

## Bastarde zwischen Arten der Gattung *Triticum* und Arten der Gattung *Agropyrum*.

Von B. A. Wakar.

### Einführung.

Im Jahr 1932 wurde von dem Laboratorium für Genetik und Pflanzenzüchtung des Sibirischen landwirtschaftlichen Instituts zu Omsk eine Anzahl von Kreuzungen zwischen verschiedenen Arten von Weizen und einigen Arten von Queckengras durchgeführt (siehe Tab. auf S. 212 oben).

Es wurden im ganzen 445 Blüten verschiedener Arten von Weizen mit dem Pollen von *Agropyrum repens*, *tenerum*, *glaucum* und *elongatum* bestäubt und 33 Körner erhalten, d. h. im Durchschnitt betrug die Zahl der gelungenen Kreuzungen etwa 7,5 %.

Im Frühling 1933 wurden alle geernteten