

14. Erich Tschermak und Hubert Bleier: Über fruchtbare *Aegilops*-Weizenbastarde.

(Beispiele für die Entstehung neuer Arten durch
Bastardierung.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 18. Januar 1926. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

I. Morphologische Analyse der Eltern und der Bastarde. Von E. Tschermak.

Aegilops-Weizenkreuzungen wurden im Kalthause der Lehrkanzel für Pflanzenzüchtung der Hochschule für Bodenkultur in Wien an Topfpflanzen bereits im Jahre 1904 das erste Mal ausgeführt, die ersten Bastarde wurden 1905 erzielt, und seit dieser Zeit sind alljährlich wieder neue Bastarde gewonnen und ihre Rückkreuzungsprodukte mit den Elternformen oder mit anderen Weizenformen beobachtet worden. Im Laufe einer 21jährigen Versuchszeit wurden von mir Bastarde erzielt zwischen *Aegilops ovata* und den 7 bzw. 8 verschiedenen Formen des Weizens (*Triticum vulgare*, *durum*, *turgidum*, *Spelta*, *dicoccum* [sowie *dicoccoides*], *polonicum* und *monococcum*). Auch die umgekehrte Verbindung ist in einzelnen Fällen gelungen und gab eine mit der reziproken Bastardierung übereinstimmende Form. Auch gelang es Weizen-*Aegilops*-bastarde zu erzeugen, an denen *Aegilops ventricosa*, *cylindrica* und *speloides* beteiligt waren.

Wiederholt wurden auch Bastarde zwischen *Aegilops ovata* und Kultur- sowie Wildroggen¹⁾ und Kultur-Wildroggenbastarden erzielt, die bezüglich beider Geschlechtsapparate vollständig steril waren; dasselbe gilt von der schließlich auch erreichten Kombination von *Aegilops*-Weizen-Roggenbastarden²⁾. Die F₁-Generation der *Aegilops*-Weizenbastarde ist in den meisten Fällen völlig steril, was schon an den trockenhäutig bleibenden, nicht platzenden Antheren kenntlich ist. Ab und zu erzielte ich aber doch — ebenso wie frühere Beobachter — spontanen, ganz spärlichen Körneransatz. Wenngleich derselbe an ungeschützten Exemplaren beobachtet

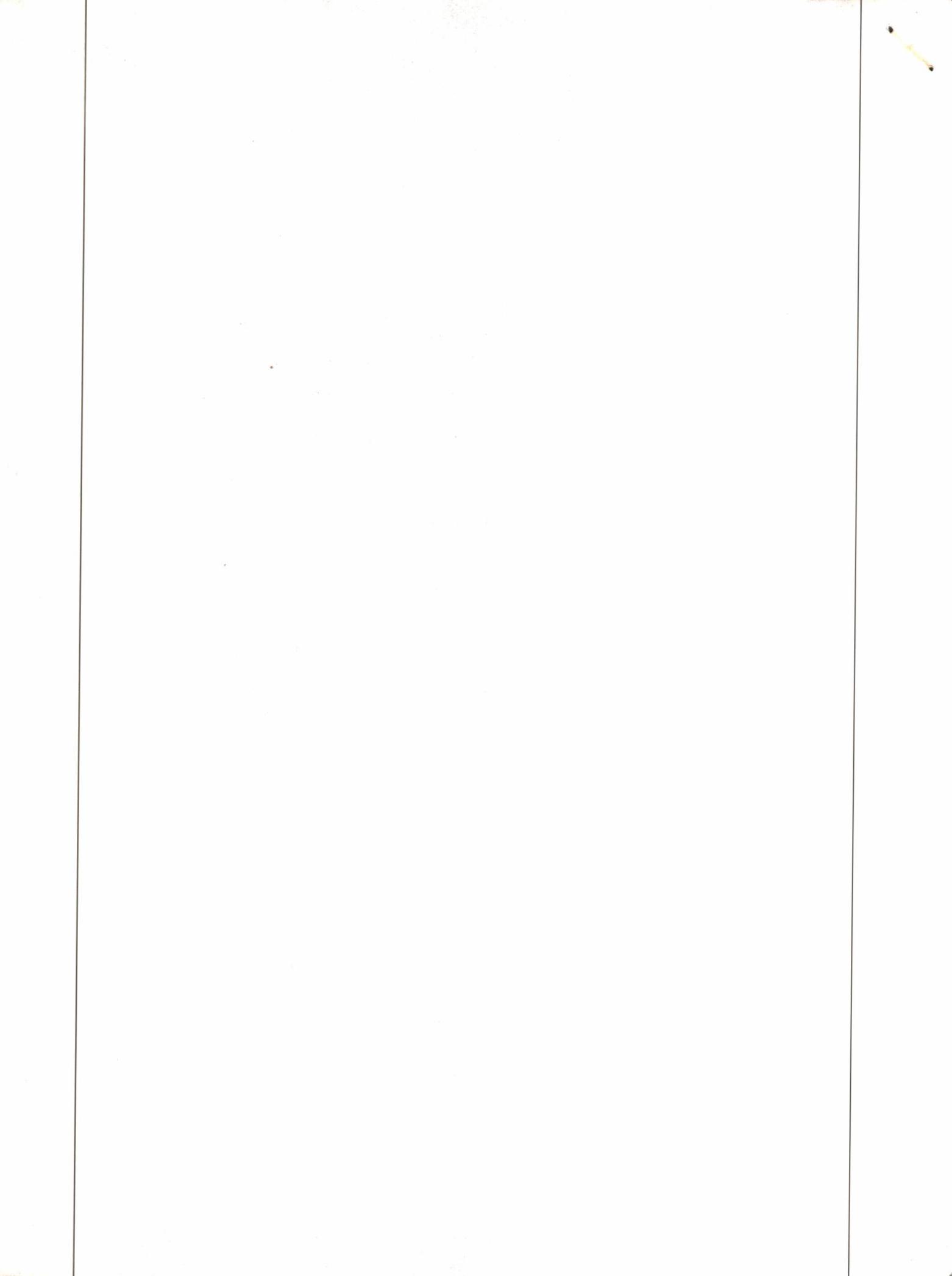
1) Eine Abbildung des Bastardes *Aegilops ovata* × *Secale montanum* gab ich in Bd. 4. Die Züchtung der vier Hauptgetreidearten und der Zuckerrübe. 1907. 1. Auflage S. 148.

2) E. TSCHERMAK, Ungewollte Fremdbestäubung bei sog. Selbstbestäubern unter den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Wiener Landw. Zeitung 1925. Nr. 28.

wurde und Weizenpflanzen zumal die blühten, steril erschien da in einigen Fällen auftraten, holte Rücken in andere stark zunehmende Formen, praktische Fähigkeit sind die, immer geringer Individuen konnte ich in Versuchsräumen Bastarde suchen von VILMORIN Aufspaltungen nahekommen Bastarde, nicht mehr intermediär.

In schon in berichtet bestäubungen gezogen. Eine auf berichten höchst w

1) E. TSCHERMAK, 3. Heft der genetischen S. 300–301, halb der G. in Wien.



fruchtbare
durch
ersitzung.)
arde.

der Lehr-
nkultur in
e Mal aus-
seit dieser
und ihre
it anderen
21jährigen
n Aegilops
(*Triticum*
, *polonicum*
einzelnen
tardierung
psbastarde
l *speloides*

lops ovata
bastarden
ndig steril
mbination
ation der
steril, was
Antheren
enso wie
neransatz.
eobachtet
itanum gab
Zuckerrübe.
bestäubern
1925. Nr. 28.

wurde und daher Rückbastardierung von in der Nähe wachsenden Weizenpflanzen in Töpfen sowie im Freiland möglich gewesen, zumal die sterilen Bastarde mit lang- und weitspreizenden Spelzen blühten, so bin ich heute überzeugt, daß auch an den fast völlig steril erscheinenden Bastarden ab und zu Selbstbestäubung eintritt, da in einigen Fällen einzelne Blütchen mit platzenden Antheren auftraten, die keimfähigen Pollen enthielten. Einmalige und wiederholte Rückkreuzungen mit Weizenformen führten dann in einzelnen Fällen rascher, z. B. F_1 (Russischer genealogischer Rotweizen [*Tr. vulgare*] \times *Aegilops speloides*) \times (Russischer gen. Rotweizen), in anderen Fällen langsamer zu einer bei einzelnen Individuen stark zunehmenden Fruchtbarkeit solcher mehr weizenähnlicher Formen, die jetzt schon in größerer Vermehrung für eventuelle praktische Zwecke (größere Rostwiderstandsfähigkeit und Backfähigkeit des Mehles) angebaut werden. Praktisch vielversprechend sind die Versuche bis jetzt allerdings noch nicht, zumal noch immer ganz sterile Formen in der Nachkommenschaft gut fertiler Individuen auftreten. In meinen bisher veröffentlichten Mitteilungen konnte ich zeigen, daß selbst bei dem bisher immer noch geringen Versuchsmaterial die Nachkommenschaft solcher kombinierter Bastarde (*Aegilops speltaformis*), wie dies auch schon aus den Versuchen von GODRON und GRÖNLAND und dem heute noch bei VILMORIN aufbewahrten Versuchsmaterial erhellt, eine deutliche Aufspaltung bezüglich einiger Merkmale zeigt. Die dem Weizen nahekommen oder mit ihm völlig übereinstimmenden kombinierten Bastarde, bei denen speziell der Fruchtstand von der Ährenspindel nicht mehr abspringt, sind jedenfalls fruchtbarer als die mehr intermediären Formen.

In dieser vorläufigen Mitteilung soll indes nur über zwei schon in der ersten Generation fruchtbare *Aegilops*-Weizenbastarde berichtet werden, die mit ganz geringen, wohl durch Fremdbestäubung zu erklärenden Ausnahmen 5 und 6 Generationen lang gezogen konstant geblieben sind, die also keine Aufspaltung zeigen. Eine ausführliche Publikation wird dann über mein ganzes Material berichten. Ich habe über die für die Artbildung durch Bastardierung höchst wichtigen Versuche bisher nur ganz kurze Mitteilungen¹⁾

1) E. TSCHERMAK, Über seltene Getreidebastarde. Beiträge zur Pflanzenzucht 3. Heft 1913. P. PAREY; Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. Zeitschr. f. Pfl. Z. Bd. II. Heft 3. S. 300—301; Über die Vererbungsweise von Art- und Gattungsbastarden innerhalb der Getreidegruppe. Mitt. d. Landw. Lehrkanzeln d. Hochsch. für Bod. in Wien. Bd. II. 1914. S. 769—772 mit 5 Tafeln.

gemacht und gelegentlich eines in Lund im Juli 1923 gehaltenen Vortrages in der Mendelgesellschaft nur kurz referiert, da ich wohl wußte, daß meinem Versuchsmaterial erst dann das gebührende Interesse entgegengebracht werden kann, wenn die cytologische Erklärung für die Konstanz der neuen intermediären Form, für das Nicht-Weiteraufspalten in elterliche und intermediäre Typen in den späteren Generationen beigebracht werden könnte. Das ist der Grund, warum ich erst jetzt an die Veröffentlichung meines für diese Materie immerhin umfangreichen Versuchsmateriales schreite. Die cytologische Untersuchung hat nun Herr Dr. BLEIER freundlichst übernommen, wofür ich ihm besonderen Dank schulde. Die Beharrlichkeit, mit welcher ich meine *Aegilops*-Weizenbastardierungen nunmehr seit 21 Jahren fortsetze, ist darauf zurückzuführen, daß ich mir Hoffnung machte, bei Vereinigung bestimmter *Triticum*-Formen mit *Aegilops*-arten einen wenigstens gesteigerten Fruchtansatz zu erzielen. Es war mir schon bei meinen und meiner Schüler Arbeiten¹⁾ aufgefallen, daß die Bastardierungen zwischen Weizen und Roggenformen dann am leichtesten gelingen, wenn sich beide Eltern zu dieser Zeit in gleicher Lebensphase befinden, also dieselbe Vegetationsform besitzen, demnach gleichzeitig angebaut genau am selben Tage zur Blühreife gelangen. Tatsächlich gelingen deshalb Bastardierungen der frühereifsten Weizensorten, die normaler Weise gleichzeitig mit dem Roggen blühen, am leichtesten. Damit stimmt auch die Beobachtung von MEISTER²⁾ überein, daß spontane Weizen-Roggenbastarde in Beeten mit besonders frühereifenden Weizensorten am häufigsten beobachtet wurden. Da nun der spontane Körneransatz bei meinen *Aegilops*-Weizenbastarden stets reichlicher war als bei meinen Weizen-Roggenbastarden, suchte ich nach möglichst frühereifenden Weizenformen, die sich gleichschnell mit dem im Herbst oder im Frühjahr angebauten *Aegilops ovata* entwickelten. Ich fand solche Formen zunächst in einer Population eines aus Bochara erhaltenen Weizens, später in einem von AARONSOHN im Jahre 1910 mir übergebenen *Triticum dicoccoides*. Das zu Bastardierungszwecken mit *Aegilops ovata* mit Erfolg verwendete *Triticum dicoccoides* ist wohl identisch mit dem von PERCIVAL³⁾ als *Triticum dicoccoides*, var. *spontaneo-villosum* beschriebenen. Die mir von AARONSOHN überlassenen *Triticum dicoccoides*-Formen waren fast alle (im Herbst oder im Frühjahr gebaut) außer-

1) Vgl. speziell H. FIRBAS, Über die Erzeugung von Weizen-Roggenbastarden. Zeitschr. f. Pfl. Z. 1920. Bd. VII. S. 249.

2) G. K. MEISTER, Journ. of Heredity. Vol. XII. Nr. 10. 1921.

3) J. PERCIVAL, The Wheat Plant, London, Duckworth and Co. 1921. p. 184.

ordentl
Ansich
Herbst
Rogge
sich w
gebaut
Bastard
von G
Somme
mit br
Weize

I
bisher
ovata
den k
(*Aegil*
als *Aeg*
Ausein
der u
Gener
Gener
werde
dem V
genera
Aegilo
die
„*Aegil*
Rück
„*Aegil*
bezeic
ist, w
Weize
und
allen
mit

S. 211
S. 27

grann

li 1923 gehaltenen referiert, da ich nun das gebührende in die cytologische mediäre Form, für intermediäre Typen könnte. Das ist entlichung meines Versuchsmateriales Herr Dr. BLEIER den Dank schulde.

Aegilops-Weizen- ist darauf zurück- nigung bestimmter stens gesteigerten neinen und meiner erungen zwischen n gelingen, wenn nsphase befinden, eichzeitig angebaut tsächlich gelingen rten, die normaler chtesten. Damit rein, daß spontane rüreifen Weizen- nun der spontane n stets reichlicher suchte ich nach hschnell mit dem vata entwickelten. lation eines aus AARONSOHN im s. Das zu Ba- erfolg verwendete von PERCIVAL³⁾ chrieben. Die iccoides Formen gebaut) außer- on Weizen-Roggen-

. 10. 1921.
and Co. 1921. p. 184.

ordentlich kurzlebig, demnach sehr frühblühend und (nach meiner Ansicht) daher sehr rostanfällig. Sie blühten gleichzeitig mit im Herbst oder im Frühjahr gebautem *Aegilops ovata* und verschiedenen Roggenformen. *Triticum dicoccoides* sowie *Aegilops ovata* verhalten sich wie Wechselweizen, d. h. sie schossen auch im Frühjahr gebaut vollständig normal aus. Die zweite mit Erfolg zur Bastardierung mit *Aegilops ovata* verwendete Weizenform ist ein von Geheimrat WITTMACK im Jahre 1906 erhaltener abessinischer Sommer-Weizen: *Triticum durum Arraseita* var. *Hildebrandtii*¹⁾ mit braunviolettem Korn. Eine kurze Beschreibung dieser beiden Weizenformen ist aus der tabellarischen Übersicht zu entnehmen.

Die fruchtbaren *Aegilotricum*-Bastarde.

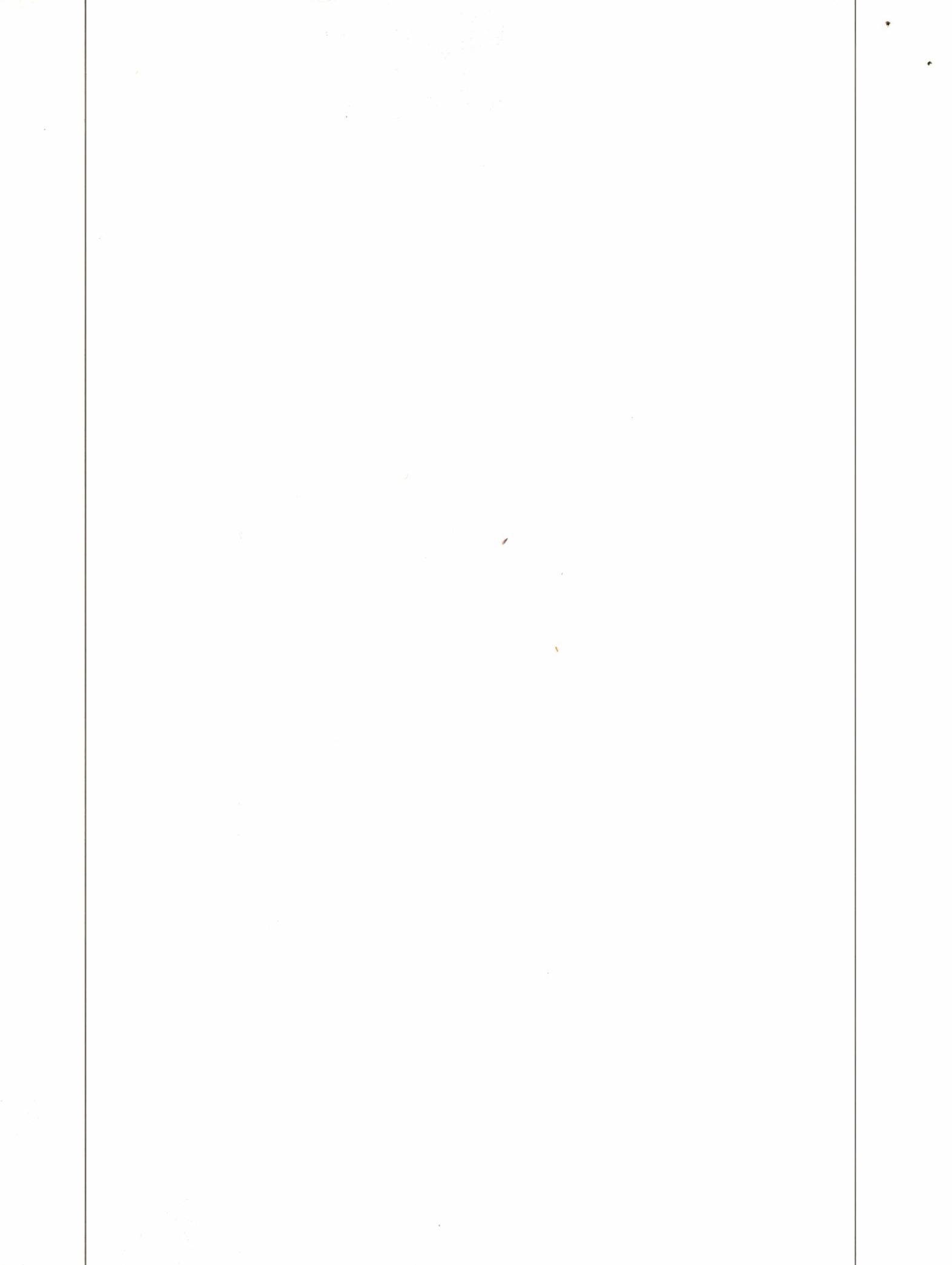
Die Bezeichnung *Aegilops triticoides* hat REQUIEN für den bisher stets unfruchtbaren *Aegilops*-ähnlichen Bastard *Aegilops ovata* L. \times *Triticum vulgare* Vill. eingeführt, während GODRON den kombinierten, konstant gewordenen, weizenähnlichen Bastard (*Aegilops ovata* L. \times *Triticum vulgare* Vill.) \times *Triticum vulgare* Vill. als *Aegilops speltaformis* bezeichnete. Wir möchten der langatmigen Auseinandersetzungen wegen und wegen allzuleichter Verwechslung der unfruchtbaren und fruchtbaren *Aegilops* Weizenbastarde erster Generation mit den infolge von Aufspaltungen in den nächsten Generationen noch sehr variierenden, gewiß schließlich auch konstant-werdenden weizenähnlicheren *Triticum speltaformis*-Formen uns dem Vorschlag Dr. R. WAGNERs²⁾ anschließen, die erste Bastard-generation der *Aegilops*-*Triticum*-Bastarde als *Aegilotricum* bzw. *Aegilotricum forma fertilis* zu bezeichnen. Vielleicht findet auch die Benennung „*Aegilocale*“ für *Aegilops*-*Secale*-Bastarde und „*Aegilotricale*“ für *Aegilops*-Weizen-Roggenbastarde Anklang. Die Rückbastardierung des *Aegilotricum* mit Weizen könnte dann als „*Aegilotriticum*“, wenn mit *Aegilops* erfolgt als „*Diagilotriticum*“ usw. bezeichnet werden. Die F_1 -Generation der *Aegilotricum*-Bastarde ist, wenn man von der durch die Kombination mit verschiedenen Weizenformen bedingten, verschiedenen Ährenlänge, Spelzenlänge und -breite, Spelzenfärbung und -behaarung, sowie von den in allen Teilen stärker ausgebildeten Organen (speziell größere Ähren mit größeren Früchten bei den fertilen Bastarden) absieht, bei

1) Vgl. L. WITTMACK, Ber. der deutschen Naturf. in Baden-Baden 1879, S. 211, und KÖRNICKE und WERNER, Handb. d. Getreidebaues I. Bd., 1885, S. 27 u. 70.

2) Herrn Dr. R. WAGNER verdanke ich auch die Zeichnungen des be- grannen und grannenlosen *Aegilotricum*-Ährchens.

allen Kombinationen eine weitgehend übereinstimmende, sofern man getrennt die begrannten und unbegrannnten *Aegilotricum*-Bastarde untereinander vergleicht. Die starke Behaarung der Blattscheide sowie der ersten Blätter verrät schon in früher Jugend den gelungenen Bastard (dom. oder präv.). Die Bestockung (Verzweigung) ist kräftiger als beim Weizen (dom.-präv.). Die kräftigeren Halme richten sich rascher auf als bei *Aegilops*, sind aufrecht und nicht knickig aufsteigend (präv.-dom.). Die Halme werden länger (interm.) als bei *Aegilops*, infolgedessen sind auch die Ähren länger (interm., 5—9 cm) und ist die Ährchenzahl eine größere (interm., 7—9 Ährchen) als bei *Aegilops*. Die rasche Entwicklung des im Herbst angebauten *Aegilops* dominiert deutlich bei Verbindung mit spätreifenden *Triticum*-formen, z. B. mit *Triticum monococcum*. *Aegilotricum* im Herbst gebaut blüht, während der Roggen noch in voller Blüte steht, weshalb auch spontane Bastardierungen mit *Secale*-Arten möglich sind (*Aegilotricale*) und das häufige Auftreten von Mutterkorn, besonders an dem sterilen *Aegilotricum* nicht weiter verwunderlich ist, zumal der sterile Bastard wie seine Mutter mit sehr weit und lange Zeit spreizenden Spelzen blüht (dom.). Der Fruchtstand springt bei der Reife über dem grundständigen, verkümmerten ersten Ährchen als Ganzes ab (dom.), eine für die individuelle Einerntung und Beobachtung sehr unliebsame Eigenschaft. Die Ährenspindel ist bei Kombinationen mit brüchigen Weizenformen (*Tr. dicoccoides*) auf stärkeren Druck etwas brüchig, in die einzelnen Ährchen zerfallend mit schnabelförmigen Ährchenspindelenden, bei Verbindungen von *Aegilops ovata* mit sehr fester Ährenspindel und Weizenformen mit zäher Ährenspindel, wie das bei meinem *Triticum durum* der Fall, vollständig zäh, auch bei stärkerem Drucke nicht brüchig. Die verhältnismäßig breiten (interm.) Hüllspelzen sind schwach, aber deutlich gekielt (intermediär) durch den stark hervortretenden Rückennerv, in zwei ungleiche Teile geteilt, vielnervig (dom.-präv.), wenn auch nicht so stark hervortretend wie bei *Aegilops ovata*. Die Nerven sind borstig gewimpert (dom.). Die Schwiele am Grunde der Ährchen wie bei *Aegilops* deutlich hervortretend (dom.). Die Deckspelzen sind schwächer gekielt, glatter, mit einem gegen die Basis zu verschwindenden Mittelnerv, der sie in zwei gleiche Teile teilt. Eine begrannte Weizenform bedingt bei der Kombinierung mit *Aegilops ovata* einen dem *Aegilops* ähnlicheren Habitus, eine grannenlose einen mehr an den Weizen, speziell an den Spelz erinnernden Habitus. Die Begrannung bei *Aegilops ovata* ist ganz anderer Art als die bei den *Triticum*-formen, weshalb diese beiden

Arten von
Während
Hüllspelze
sagt, „ausg
beim Weize
Grannen d
meist begr
begrann,
einer beg
wenigstens
der starker
kürzerer Z
ab und zu
neben der
im Ganzen
handen (pr
mit hinau
Hüllspelze
durch die
bewirkt (V
formen ers
an der br
tretende st
spitzer Za
Grannen r
und etwas
Fig. 2.) V
an der Äh
als typisch
mehr gewi
deshalb au
die Zähne
Endährche
losen Bast
GRÖNLAND
und Zeich
ständige A
den andern
Charakter



nde, sofern
um-Bastarde
der Blatt-
iher Jugend
ckung (Ver-
präv.). Die
egilops, sind
Die Halme
n sind auch
henzahl eine
rasche Ent-
iert deutlich
mit *Triticum*
während der
spontane Ba-
(ale) und das
dem sterilen
der sterile
t spreizenden
er Reife über
ls Ganzes ab
achtung sehr
ombinationen
rkeren Druck
mit schnabel-
von *Aegilops*
en mit zäher
er Fall, voll-
g. Die ver-
hwach, aber
rvortretenden
(dom.-präv.),
Aegilops ovata.
Schwiele am
retend (dom.).
einem gegen
zwei gleiche
Kombinierung
Habitus eine
an den Spelz
ovata ist ganz
o diese beiden

Arten von Begrannung einander gegenüber gestellt werden müssen. Während die Grannen bei *Aegilops* an der querabgestutzten breiten Hüllspelze in gleicher Höhe in 4—5-Zahl aufgesetzt (wie GRÖNLAND¹) sagt, „ausgebreitet“) sind, also vom Fruchtstande abspreizen, liegen beim Weizen die den spitzzulaufenden Deckspelzen entspringenden Grannen dem Fruchtstande mehr an. Auch bei den Formen der meist begrannten Emmergruppe sind die Hüllspelzen niemals lang begrannt, nur ab und zu länger gezähnt. Wird nun *Aegilops* mit einer begrannten Weizenform bastardiert, dann erscheint — wenigstens an einzelnen gut ausgebildeten Hüllspelzen — neben der starken Kielgranne der breiten Hüllspelze vorne zunächst ein kürzerer Zahn, daneben eine kürzere Granne und am Spelzenrande ab und zu noch ein kurzer Zahn. Auf der Rückseite erscheint neben der Kielgranne noch ein starker spitzer Zahn, es sind also im Ganzen wieder 4—5 Grannensätze wie bei *Aegilops ovata* vorhanden (präv.). Die Grannen ziehen die Hüllspelze etwas schief mit hinauf, so daß die jetzt etwas spitz zulaufenden Deck- und Hüllspelzen fast gleichlang (dom.) erscheinen. Dadurch sowie durch die Begrannung wird die größere Ähnlichkeit mit *Aegilops* bewirkt (Vgl. Fig. 1). Bei Verbindung mit grannenlosen Weizenformen erscheinen am Kielnerven ein längerer spitzer Zahn, vorne an der breiten Seite noch 1—2 mehr oder weniger stark hervortretende stumpfe Zähne, rückwärts ein besser ausgebildeter stumpf-spitzer Zahn. Die breite Hüllspelze wird durch den Mangel an Grannen nicht hochgezogen, sie erscheint dadurch querabgestutzt und etwas kürzer als die Deckspelze, daher spelzähnlicher. (Vgl. Fig. 2.) Wie auch bei vielen grannenlosen Weizenformen wachsen an der Ährenspitze bei den letzten Ährchen die kurzen Zähne — als typisches Sondermerkmal — in kurze Grannen aus. Das letzte, mehr gewölbte, nicht gekielte Ährchen in gekreuzter Stellung ist deshalb auch bei dem grannenlosen *Aegilotricum* kurz begrannt, die Zähne sind oft in kurze Grannen verlängert, wodurch das Endährchen sowohl bei den begrannten als auch bei den grannenlosen Bastarden dem *Aegilops ovata*-Ährchen so ähnlich wird, worauf GRÖNLAND in seinen ganz ausgezeichneten Bastardbeschreibungen und Zeichnungen jedesmal ganz besonders hinweist: „Das endständige Ährchen endlich zeigt eine große Verschiedenheit von den anderen, sowie denn überhaupt in den Endährchen immer der Charakter der Mutterpflanze mehr ausgesprochen ist.“ Diese für

1) J. GRÖNLAND, Einige Worte über die Bastardbildung in der Gattung *Aegilops*. Jahrb. f. wiss. Botanik. I. Bd. 1858. S. 514—529.

Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. XLIV.



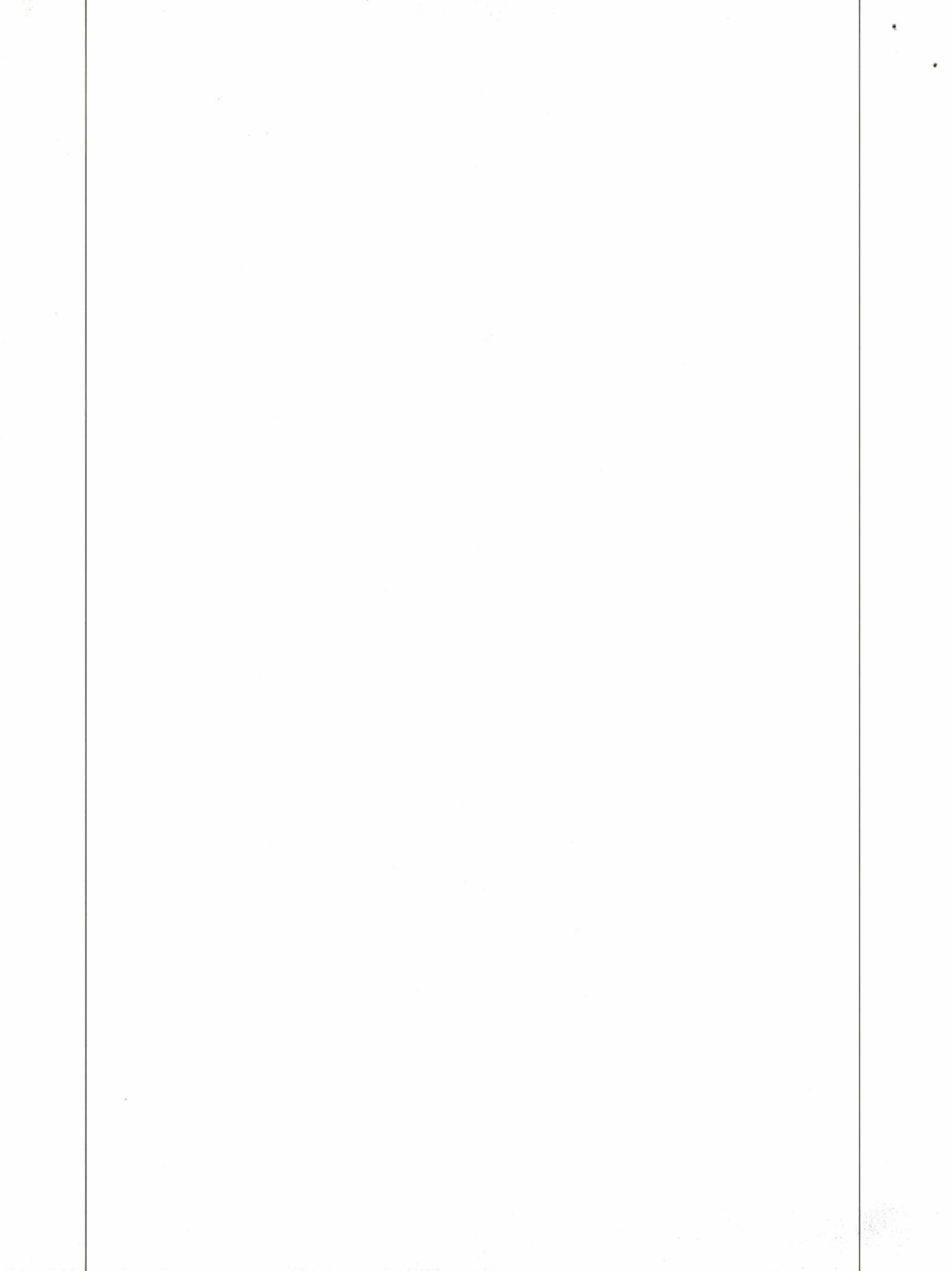
Abb. 1.

Fig. 1. Begranntes *Aegiloticum*-Ährchen *Aegilops ovata* × violetter Sommer-Weizen. Fig. 2. Grannenloses *Aegiloticum*-Ährchen *Aegilops ovata* × grannen-loser Bochara-Weizen.

den ersten Moment etwas sonderbare Übereinstimmung bei den begrannten sowie auch bei den grannenlosen Bastarden erscheint somit ganz einfach aufgeklärt. An dem Endährchen zeigen dementsprechend die Hüllspelzen ab und zu selbst 3 Grannen und zwei Zähnchen; sogar die Deckspelzen, die in der Regel nur eine Granne und links und rechts von ihr zwei Zähnchen tragen, besitzen öfters 3 Grannen. Dies gilt besonders bei der Kombinierung von *Aegilops ovata* mit den in der Regel begrannten Formen der Emmergruppe, am deutlichsten bei der Verbindung mit dem kurz-dichtährigen, begrannten *Triticum monococcum*, weshalb dieses *Aegilotricum* dem *Aegilops ovata* ganz besonders ähnlich sieht¹⁾. In meinen früheren Abhandlungen brachte ich die Erzeugung der spelzähnlicheren Form mit der Verwendung von Weizen aus der Dinkelreihe mit hohlem Halm in Zusammenhang, während die Kombination mit Formen aus der im Halme Mark führenden Einkorn- und Emmerreihe die *Aegilops ovata* ähnlichere Hüllspelzenform bewirken sollte. Heute sehe ich aber ganz deutlich, daß nur die Begrannung oder die Grannenlosigkeit für die verschiedene Ausbildung der Hüllspelzenform und somit für die größere Ähnlichkeit mit *Aegilops ovata* oder mit Spelz verantwortlich ist. Ein Irrtum, der dadurch erklärliech ist, daß ich bei meinen Bastardierungen häufiger unbegrannnte *Triticum vulgare* und stets begrannnte Formen der Einkorn- und Emmerreihe benützte. Die Ähre resp. der Fruchtstand zeigt oberhalb des untersten sterilen Ährchens eine Gliederungsstelle, an welcher die Ähre bei der Reifezeit entzweibricht und abbricht, wobei das unterste Ährchen am Halme verbleibt (dom.). Das Korn der beiden fruchtbaren *Aegilotricumbastarde* fällt vor allem durch seine Größe auf. Es übertrifft darin auch den jeweilig größeren Elter ganz bedeutend. Die Furche an der Bauchseite ist wie bei *Aegilops ovata* ganz seicht (dom.), wodurch letztere fast flach erscheint. Gegen den Haarschopf zu ist das Korn auf der Bauchseite wiederholt konkav aufgetrieben. Leider sind die sich stark bestockenden, wegen ihrer Viel- und Großkörnigkeit ertragreichen Bastarde praktisch nicht verwertbar, da ja der Fruchtstand bei der Reife abspringt und daher vom Boden aufgelesen werden müßte.

Die Übersicht der charakteristischen, wichtigsten elterlichen Merkmale und der meiner beiden fruchtbaren Bastarde (in einer Tabelle zusammengestellt) wird das Studium der Wertigkeit der Merkmale (ob dominierend, prävalierend, intermediär oder recessiv) erleichtern.

1) Vgl. die Abbildungen in meiner Abhandlung. Mitteil. der Landw. Lehrkanzeln der Hochschule für Bodenkultur. Wien 1914.



Tabellarische Übersicht der charakteristischen Merkmale

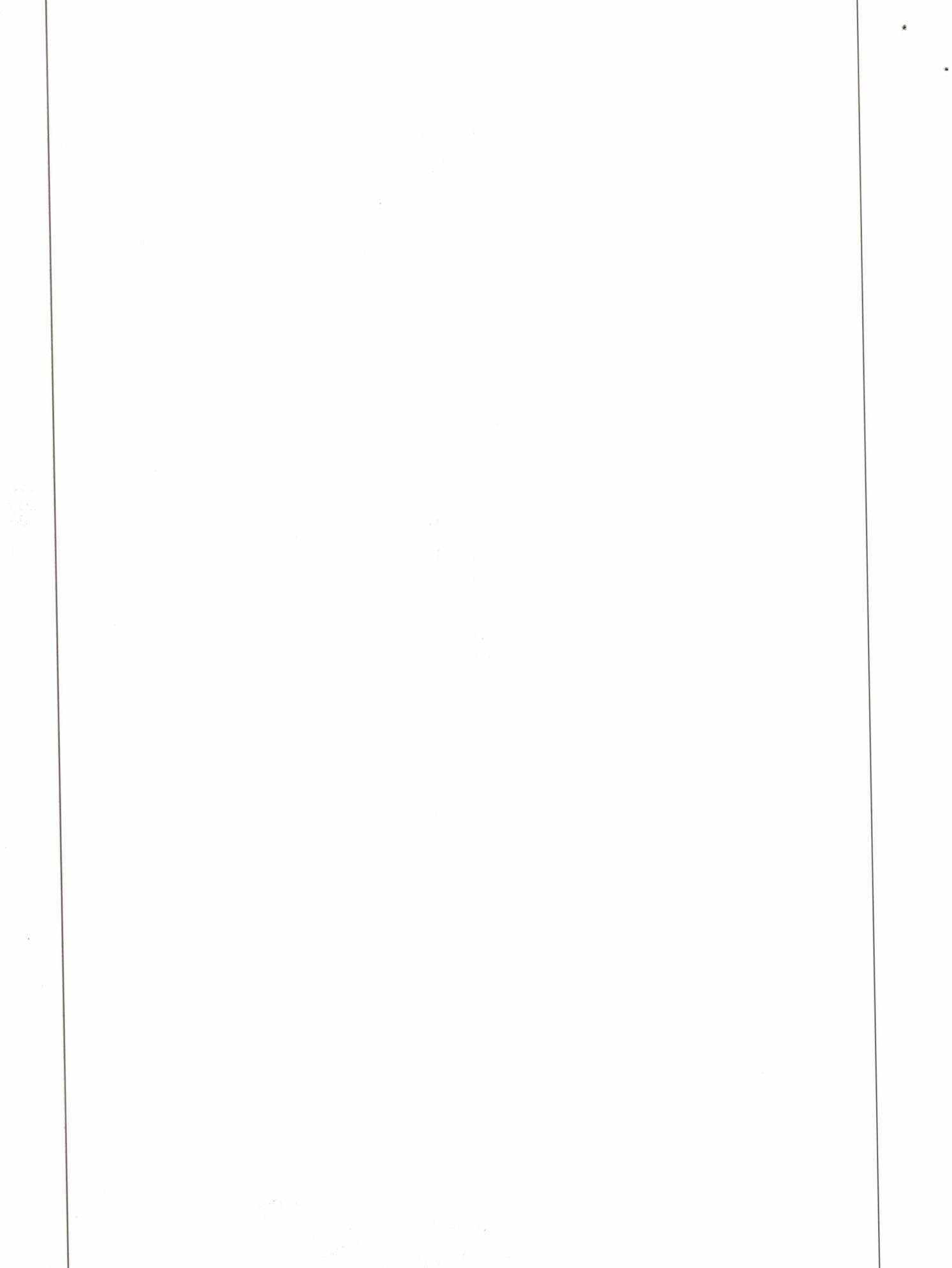
Planzenart	Blattscheide und junge Blätter	Wuchs	Ähre	Ährenspindel
<i>Triticum dicoccides</i> var. <i>spontaneo-villosum</i>	fast glatt	aufrecht, ca. 1 m hoch, schwach bestockt, kräftiger Halm	mittellang (7—8 cm), dicht, ca. 11 Ährchen mit je 2 Körnern, plattgedrückt, Innenseite flach, nicht bereift, gelb mit schwarzen Streifen	sehr brüchig, bei der Reife spontan zerfallend, stark behaart, ziemlich lang
<i>Triticum durum</i> <i>Arraseita</i> var. <i>Hildebrandti</i> violet. Sommer- Hartweizen	fast glatt	aufrecht, ca. 1 m hoch, schwach bestockt, kräftiger Halm	mittellang (7 bis 8 cm), zieml. locker, ca. 21 Ährchen mit je 2-3 Körnern, Innenseite gewölbt, stark bereift, violett angelauf, bei der Reife ausbleichend	zäh, nicht brüchig, mittellang
<i>Aegilops ovata</i>	lang behaart	bogig, knickig aufsteig., 20 bis 30 cm hoch, stark bestockt, zarte Halme	sehr kurz, locker (2-3 cm), 3 Ährchen mit je 2-3 Körnern, Innenseite gewölbt, nicht bereift, braungelb	fest, sehr zäh, glatt, kurz

der Eltern

Hüllspelz-
formling, schma-
zusammeng-
spitz zulauf-
unten stark
(geflügelt).
Nerv vorn
hervortreten
kurzen Zal-
laufend, kü-
Deckspelze,
schließendkürzer, bauch-
zulaufend, l-
gekielt (ge-
seitl. Nerv
stark hervo-
in kurzen Zal-
laufend, de-
zer als De-
locker schli-kurz, gewö-
Grunde bla-
peliganges-
mit stark. S-
Nerven st-
vortretend,
bezahnt, l-
förmig, ni-
kürzer al-
spelze, qu-
stutzt, da-
Ährchen
schließend

der Eltern sowie der beiden *Aegilotricum*-Bastarde.

Hüllspelzen-form	Farbe, Be-haarung und Begrannung der Hüllspelze	Deck-spelzen-form	Begrannung der Deck-spelze	Fruchtstand: artikuliert oder nicht artikuliert	Kornfarbe Kornform
lang, schmal, seitl. zusammengedrückt, spitz zulaufend, bis unten stark gekielt (geflügelt), seitlich. Nerv vorne stark hervortretend, in kurzen Zahn auslaufend, kürzer als Deckspelze, fest-schließend	grannenlos, nur spitzer Zahn, schwärzl. Anflug, bes. an den Spelzen-rändern, behaart, Ährchen am Grunde büschelig behaart	nur der obere Teil gekielt, schwäch. behaart u. schwach. Anflug	stark ge-zähnte, lange, steife Granne mit schwärzlich. Anflug, der Ähre anlieg., links und rechts kurzer spitzer Zahn	nicht artikuliert, nicht ab-springend	schmal, länglich, seitlich stark zusammengedrückt, kantig, mit tiefer Furche und starkem Haarschopf, gelb, glasig
kürzer, bauchig, spitz zulaufend, bis unten gekielt (geflügelt), seitl. Nerv vorne stark hervortretend, in kurzen Zahn auslaufend, deutl. kürzer als Deckspelze, locker schließend	grannenlos, nur spitzer Zahn, viol. angelauf., bei der Reife ausbleichend	nur oberer Teil gekielt, glatt	stark, lang, nicht steif begrannt, der Ähre an-liegend, links und rechts ein kurzer Zahn	nicht artikuliert, nicht ab-springend	bauchig, kür-zer, seitl. oft zus. gedrückt, etwas kantig, tiefe Furche, starker Haarschopf, braunviolett, ziemlich glasig
kurz, gewölbt, am Grunde blasig, knorpelig angeschwollen mit stark. Schwiele, Nerven stark her-vortretend, borstig, bezahnt, längl. ei-förmig, nicht viel kürzer als Deck-spelze, quer abge-stutzt, das ganze Ährchen fest ein-schließend	4-5 abspreizen-de dreinervige kurze, unten breite Grannen, glatt, gelbbraun	gewölbt, auf-geblasen, weniger rauh	2-3 ab-spreizende kurze Grannen	arti-kuliert, bei der Reife ab-springend	länger, eiförmig, breite, seichte Furche gegen den schwachen Haarschopf zu öfters con-cav gewölbt, bräunlich-gelb, ziemlich mehlig



Tabellarische Übersicht der charakteristischen Merkmale

Pfansenart	Blattscheide und junge Blätter	Wuchs	Ähre	Ährenspindel
<i>Aegilops ovata</i> × <i>Triticum dicoccoides</i> = <i>Aegilotriticum forma</i> <i>fertilis</i> Nr. 1	lang behaart	zunächst wie <i>Aegilops</i> länger dem Boden anliegend, dann gerade aufsteigend, 50–90 cm hoch, kräftigere Halme, stark bestockt	mittellang (5–9 cm), sehr locker, 7–9 Ährchen, Innenseite etw. gewölbt, stark behaart, schwarzer Anflug, nicht bereift	zieml. fest, aber bei starkem Druck brüchig in Glieder zerfallend, mittellang, seitlich zottig behaart, ebenso an der Schwiele
<i>Aegilops ovata</i> × <i>Triticum durum</i> <i>Arraseita</i> = <i>Aegilotriticum forma</i> <i>fertilis</i> Nr. 2	behaart	zunächst wie <i>Aegilops</i> länger dem Boden anliegend, dann gerade aufsteigend, 50–90 cm hoch, kräftigere Halme, stark bestockt	mittellang (5 bis 9 cm), locker, 7 bis 9 Ährchen, Innenseite stark concav gewölbt, stark bereift, violett angelaufen, bei der Reife ausbleichend	fest und zäh, Schwiele kahl, an den Seiten behaart

Bei meinen bis zum Jahre 1920 untersuchten *Aegilotriticum*-Bastarden waren die Antheren trockenhäutig und enthielten keine oder nur sehr wenige Pollenkörner, während der weibliche Geschlechtsapparat wenigstens äußerlich intakt erschien. Trotzdem erhielt ich gleich früheren Beobachtern wiederholt ganz spärlichen Körneransatz. War derselbe an den ungeschützten Pflanzen vielleicht auf Rückkreuzung mit Weizenpollen von in der Nähe gestandenen Weizenpflanzen zurückzuführen, so hielt ich doch schon im Jahre 1914¹⁾ die spontane Fruchtbarkeit einzelner weniger Blüten

1) a. a. O.

der Eltern

Hüllspitze

ziemlich lang, zulaufend, Teil deutl. am Grund was blas-trieben, s. gestutzt, Wend, fast wie Decke von deutl. tre tend u. bewimpert, schwärzlich vorn u. besond. grunde, Schwiele

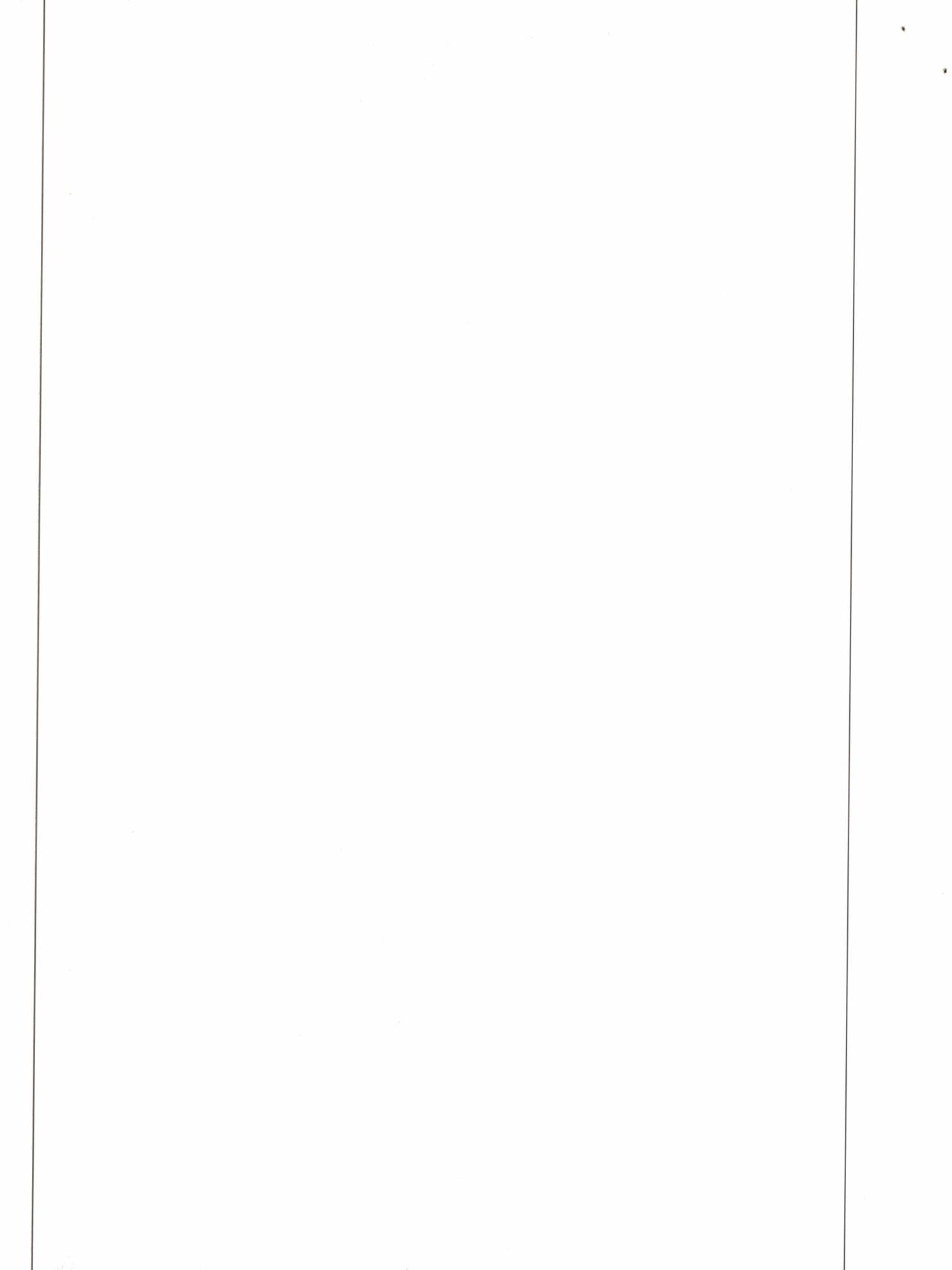
wie bei glatt, später a. wenig. mehr stutzt, schließt

in de g in da F g s I i

der Eltern sowie der beiden *Aegilotricum*-Bastarde.

Hüllspelzen-form	Farbe, Be-haarung und Begrannung der Hüllspelze	Deck-spelzen-form	Begrannung der Deck-spelze	Fruchtstand artikuliert oder nicht artikuliert	Kornfarbe Kornform
ziemlich lang, spitz zulaufend, im oberen Teil deutlich gekielt, am Grunde noch etwas blasig aufgetrieben, schräg abgestutzt, fest schließend, fast so lang wie Deckspelze, Nerven deutlich hervortretend und borstig bewimpert, behaart, schwärzl. Anflug vorn u. rückwärts), besond. am Spelzengrunde, deutliche Schwiele	begrannt, Kielgrannelang, daneben vorne ein kürzerer Zahn, sehr kurze Granne, kurzer Zahn, rückwärts längerer spitzer Zahn (zwei Grannen, drei Zähne), Grannen anliegend	oberer Teil deutl. gekielt, weniger rauh, nicht viel länger als Hüllspelze	begrannt, eine Granne, links und rechtsspitzer längerer Zahn, der Ähre anliegend	artikuliert, bei der Reife ab-springend	größer als die Eltern, lang, breit, sehr seichte Furche, beim kräftig. Haarschopf öfters concav gewölbt, gelb, glasig
wie bei Nr. 1, nur glatt, viol. Anflug, später ausbleichend, wenig schief, schon mehr quer abgestutzt, nicht so fest schließend	wie bei Nr. 1	wie bei Nr. 1	wie bei Nr. 1	wie bei Nr. 1	wie bei Nr. 1, nur braun-violett

in F_1 nicht für ausgeschlossen. In späteren Jahren stieß ich auch des öfteren auf Bastarde, bei denen wenigstens einzelne Blütchen gut entwickelte, platzende Antheren trugen. Der im Jahre 1920 in einem Exemplar erhaltene Bastard *Aegilops ovata* \times *Triticum dicoccoides* sowie die im Jahre 1921 erhaltenen vier Exemplare von F_1 *Aegilops ovata* \times Violetter S. Weizen hatten in allen Blütchen gut entwickelte, bei der Reife platzende Antheren, weshalb ich sofort Hoffnung hatte, auf fruchtbare Individuen gestoßen zu sein. Das *Aegilotricum* Nr. 1 vermehre ich nun schon durch 6 Generationen in reinen Linien (ca. 200 Pflanzen beobachtet), ohne auch nur ein einziges von der F_1 abweichendes Exemplar gefunden zu haben.

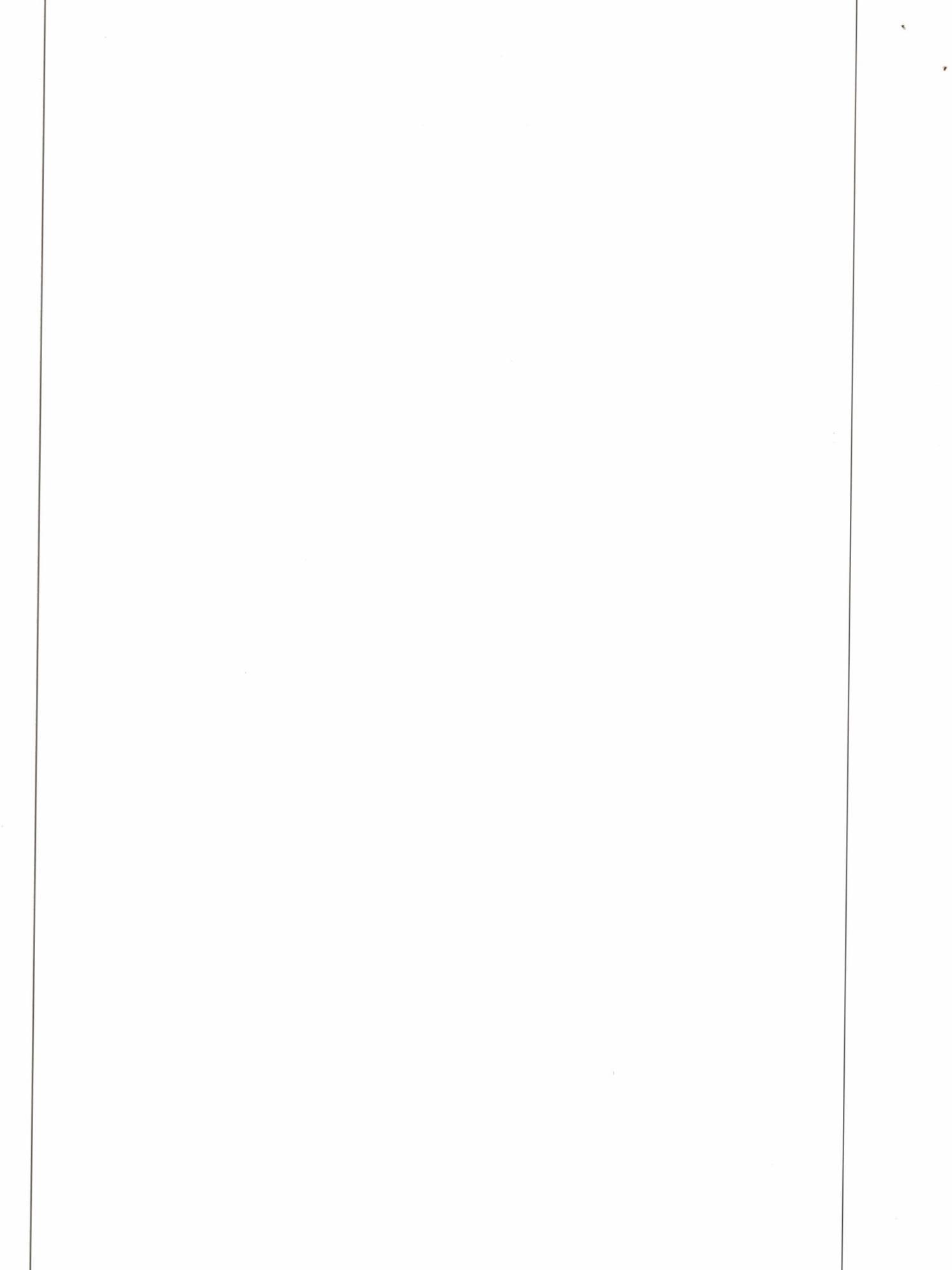


so daß die Konstanz dieses Bastardes wohl einwandfrei erwiesen ist. Bei dem zweiten fruchtbaren *Aegilopticum*-Bastard: *Aegilops ovata* × Violetter Weizen, war die in 32 Exemplaren vorhandene F_2 -Generation völlig übereinstimmend mit der F_1 -Generation, also konstant. Es sei besonders erwähnt, daß auch die Violettfärbung der Spelzen und Früchte, Merkmale, die bei Rassenbastarden aufspalten und notorisch mendeln, in F_2 und in den folgenden Generationen (bis auf wenige durch neuerliche Bastardierung mit dem gelbkörnigen Bastard erklärbare Fälle) konstant vererbt wird. Als F_3 wurden 2400 Körner angebaut, als Nachbau von 30 individuell geernteten F_2 -Pflanzen. In diesem Nachbau wurden zwei mehr weizenartige (Hüllspelzen deutlich kürzer als Deckspelzen!), beginnende, höhere Pflanzen mit längeren und vielblütigen Ährchen und mit nicht abspringendem Fruchtstande, eine weizenähnliche, grannenlose Pflanze mit abspringendem Fruchtstande und 5 Pflanzen mit intermediärem, an F_1 erinnerndem Typus, aber mit höherem Wuchs, längeren grannenlosen Ähren, mit abspringendem Fruchtstand beobachtet. Diese 8 abweichenden Pflanzen waren vollkommen steril. Die anderen, vollständig mit der F_1 - und F_2 -Generation übereinstimmenden Pflanzen waren bezüglich ihrer Fruchtbarkeit keineswegs völlig gleichartig; sie zeigten Übergänge von völliger Sterilität bis recht guter Fertilität. Der Nachbau gerade solcher Linien, in denen sich in F_3 abweichende Pflanzen gezeigt, ergab in F_4 bei Winteranbau (1924) unter 674 Pflanzen einen einzigen höheren grannenlosen intermediären Typus. Der Nachbau von 6 Pflanzen bei Sommeranbau zeigte Aufspaltung in grüne und bereifte Formen (offenbar eine Folge von Bastardierung der beiden nebeneinander gezogenen *Aegilopticum*-bastarde), sowie zwei Pflanzen, die mit der F_1 -Generation übereinstimmten, aber wie *Aegilops* × *Tr. dicoccoides* stark behaarte Ähren zeigten (gleichfalls eine Folge von Bastardierung der beiden nebeneinander gezogenen *Aegilopticum*-bastarde). Im Nachbau von 13 Pflanzen der F_4 -Generation im Jahre 1925 zeigte sich in einer Linie eine abweichende weizenähnliche, höhere, grannenlose Form mit nicht abspringendem Fruchtstande; im Nachbau von 3 Pflanzen fanden sich wieder ganz wenige unbereifte Pflanzen neben bereiften (4 unter 113).

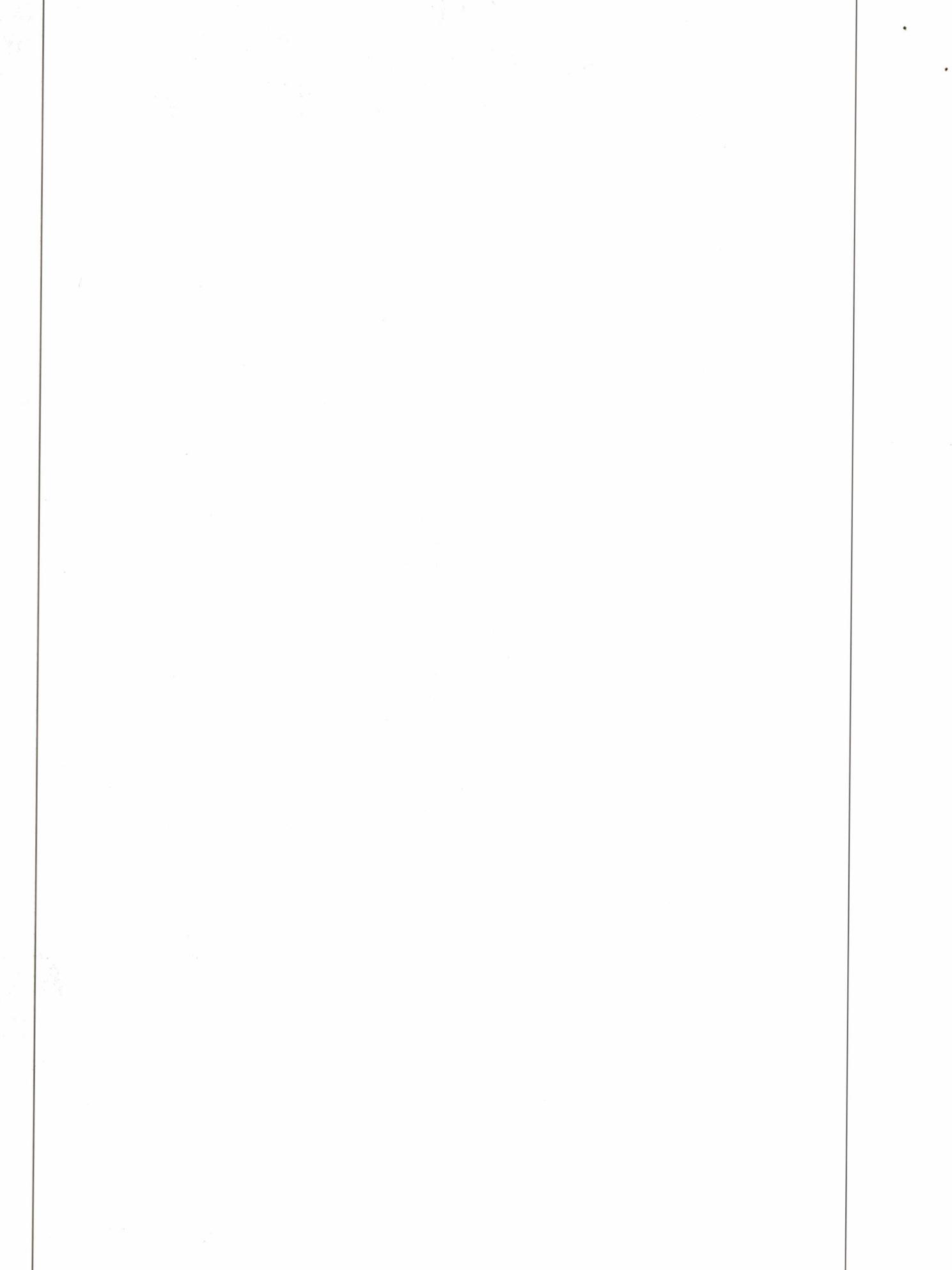
Während das Auftreten von unbereiften Individuen in ganz geringer Zahl unter den sonst bereiften Exemplaren des *Aegilops ovata* × Violettem Weizen-Bastarde infolge Fremdbefruchtung mit dem nichtbereiften *Aegilops*-*Tr. dicoccoides*-Bastard ganz leicht zu erklären ist, bedarf das Auftreten von einigen weizenähnlichen Formen unter der Mehrzahl der konstant bleibenden einer kurzen

Diskus
wie A
pollen
ziemli
sind d
formel
Spezie
doch
von M
infolg
Frem
demn
finden
nicht
bzw.
daß
nicht
geart
holt
zieml
die A
platz
Es w
trotz
diese
ansa
Jahr
eben
Aegi
Kom
fruc
gekr
behr
Ähr
für
Beg
blei
Rück
bisch
der
spät
frü

Diskussion. Die *Aegilotricum*-Bastarde blühen, wie erwähnt, ebenso wie *Aegilops ovata* mit stark spreizenden Blüten — solche finden sich häufig auch an ziemlich fertilen Individuen! — tagelang spreizen können. Es sind daher Fremdbestäubungen mit unmittelbar benachbarten Weizenformen in meinem Zuchtgärtchen sehr wahrscheinlich gewesen. Speziell das Auftreten grannenloser Formen spricht dafür, daß doch beide Eltern begrannnt waren. Auch das häufige Vorkommen von Mutterkorn ist ein Fingerzeig für die Leichtigkeit, mit welcher infolge des langen Unbestäubtbleibens und Offenstehens der Blüten Fremdbestäubung eintritt. Die angeführten Ausnahmefälle dürften demnach durch spontan erfolgte Fremdbestäubung ihre Aufklärung finden. Es war bei den größeren Bastardvermehrungen natürlich nicht möglich, jede einzelne Pflanze auf den Grad ihrer Fertilität bzw. Sterilität zu untersuchen, doch muß hervorgehoben werden, daß von einer vollständigen Fertilität aller weitergebauten Linien nicht die Rede sein kann, doch erscheint die Möglichkeit, so geartete Linien herauszufinden, keineswegs ausgeschlossen. Wiederholt zeigten sich auch in den späteren Generationen völlig sterile, ziemlich sterile und gut fertile Pflanzen. Dementsprechend war die Ausbildung der Antheren eine verschiedene: gar nicht aufplatzend, einzelne Antheren aufplatzend, alle Antheren platzend. Es wurden aber auch Fälle beobachtet, bei denen der Fruchtansatz trotz Stäubens der Antheren ein äußerst geringer war, weshalb von diesem Merkmal doch nicht immer auf den Eintritt von Fruchtansatz geschlossen werden kann. Von *Aegilotricum* 1 wurden im Jahre 1924 neuerdings 3 Pflanzen erzielt, die völlig steril blieben, ebenso blieben 5 im Jahre 1924 erzielte reziproke Bastarde des *Aegilotricum* Nr. 2 vollständig steril. Bei ganz gleicher elterlicher Kombination entsteht demnach keineswegs in allen Fällen der fruchtbare Bastard! Die beiden *Aegilotricumbastarde* mit einander gekreuzt geben eine fertile, nur in den Merkmalen bereift-unbereift, behaart-glatt, schwach schwärzlicher Anflug, violetter Anflug der Ähren, gelbes-violettes Korn aufspaltende, sonst aber bezüglich der für *Aegilotricum* charakteristischen Merkmale der Spelzenform, Begrannung und der Abgliederung des Fruchtstandes völlig konstant bleibende, fruchtbare Nachkommenschaft. Hingegen sind die durch Rückkreuzung mit Weizen erzielten Bastarde (*Aegilotriticum*), die bisher als *Aegilops speltaformis* bezeichnet wurden, wenigstens in der bisher erzielten F'_1 - und F'_2 -Generation, sehr stark steril und spalten in der F'_2 -Generation deutlich auf, wie dies ja schon in früheren Versuchen an selbststerilen *Aegilotricumbastarden* fest-



gestellt wurde. Die wenigen mir bisher gelungenen Rückkreuzungen der fruchtbaren *Aegilotricum*-Bastarde mit Weizen, also die erste Generation von *Triticum speltaformis* nach der früheren, F_1 -*Aegilotriticum* nach der neu vorgeschlagenen Bezeichnung, sehen — wenn dieselbe oder wenigstens eine bezüglich der Begrannung ähnliche Weizenform verwendet wurde, wie bei der elterlichen Kombination — dem *Aegilotricum*-Bastard sehr ähnlich; nur sind die Pflanzen in allen Teilen viel kräftiger, dadurch auch weizenähnlicher, besonders wenn wieder ein grannenloser Weizen bei der Rückkreuzung verwendet wurde. Die Ähren sind länger, die Ährchenzahl ist größer, die Ährchen selbst sind breiter und dadurch weizenähnlicher, der Fruchtstand springt jedoch wie bei *Aegilotricum* oberhalb des ersten steril bleibenden Ährchens ab. Die F_1 -*Aegilotriticum*-Bastarde waren keineswegs gut fertil, im Gegenteil — allerdings in noch sehr kleinen Versuchsreihen — oft ganz steril oder nur wenig fertil. In F_2 des *Aegilotriticum* findet eine Aufspaltung in intermediäre Typen, mit *Aegilotricum* übereinstimmend, sowie in weizenähnlichere und schon ganz mit Weizen übereinstimmende Formen statt, bei denen die Hüllspelzen stets nur mehr eine Granne oder (bei Verwendung von grannenlosem Weizen) nur einen Zahn aufweisen und deutlich kürzer sind als die Deckspelzen, daher schon ganz mit dem Kulturweizen übereinstimmen. Auch spalten alle diese Formen bereits bezüglich des Abspringens oder Festsitzens des Fruchtstandes am Halme bei der Reife sehr deutlich auf. Die weizenähnlicheren Formen der F_2 des *Aegilotriticum*-Bastardes sind in der Regel auch die fertileren. *Aegilops*ähnlichere Formen wie *Aegilotricum*, also wie die intermediäre Form, treten niemals auf, genau so wie dies bei den Rückkreuzungsprodukten des Weizen-Roggen-Bastardes mit Weizen der Fall ist, bei denen wenigstens in meinen Versuchen roggenähnlichere Formen als in der F_1 -Generation in späteren Generationen niemals beobachtet werden konnten. Ein unfruchtbares *Aegilotricum* mit *Aegilops ovata* rückgekreuzt, also *Diaeagilotricum*, gab mit *Aegilops ovata* sehr übereinstimmende Formen mit ab spreizenden Grannen und abspringendem Fruchtstand, nur in den Größenverhältnissen die Mutter gewiß um das Doppelte übertreffend. Leider setzten diese Bastarde, obwohl die Antheren stäubten, nur sehr wenige Körner an. Die Bastardierung *Aegilops ovata* \times *Triticum* \times *Aegilops ovata* dürfte in den Aufspaltungsprodukten keine mit *Triticum* völlig übereinstimmende Individuen mehr geben. Aus den Angaben der älteren Versuchsansteller ist nicht klar ersichtlich, in welcher Generation die Spaltung des *Aegilotriticum*-Bastardes eigentlich erfolgte.



Das spontane Fruchtbarwerden der *Aegilotricumbastarde* ist natürlich für die neuerdings von PERCIVAL vertretene Ansicht, daß *Triticum vulgare* bzw. die ganze Dinkelreihe aus Bastardierungen von *Triticum dicoccoides* (*dicoccum*, *durum*) \times *Aegilops cylindrica* und *ovata* entstanden sein könnten, von größter Bedeutung. In seinem Buche „The Wheat Plant“ äußert er die Ansicht, daß natürliche Hybriden zwischen dem wilden *Aegilops* und den Emmer-Vorfahren unter den heimischen klimatischen Bedingungen vermutlich fertiler sein werden, als in Zentral- oder Westeuropa. Auch wurde bereits von COOK¹⁾ in Syrien ein Bastard mit intermediären Charakteren zwischen *Aegilops ovata* und *Triticum dicoccoides* gefunden, den AARONSOHN für einen natürlichen Bastard zwischen diesen beiden Formen hielt. Auch ich glaube, daß bei der Entstehung der Dinkelreihe unserer Weizenformen der wilde *Aegilops* mitgewirkt haben wird, demnach als eine der Stammformen unseres Kulturweizens in Betracht zu ziehen ist. Es sei hier darauf aufmerksam gemacht, daß noch eine Weizenwildform existiert, die von mir als Vaterpflanze verwendet, mit einer *Tr. durum*- und *turgidum*-Form bisher allerdings nur sterile Bastarde (1916) ergeben hat; es ist dies das auf Fremdbestäubung angewiesene *Triticum villosum*²⁾ mit bei der Reife auseinander fallender Spindel und eigenartig hautrandigen Deckspelzen mit pinselartiger, seidiger Behaarung des Kieles und der Nerven.

II. Cytologische Analyse.

Von H. BLEIER.

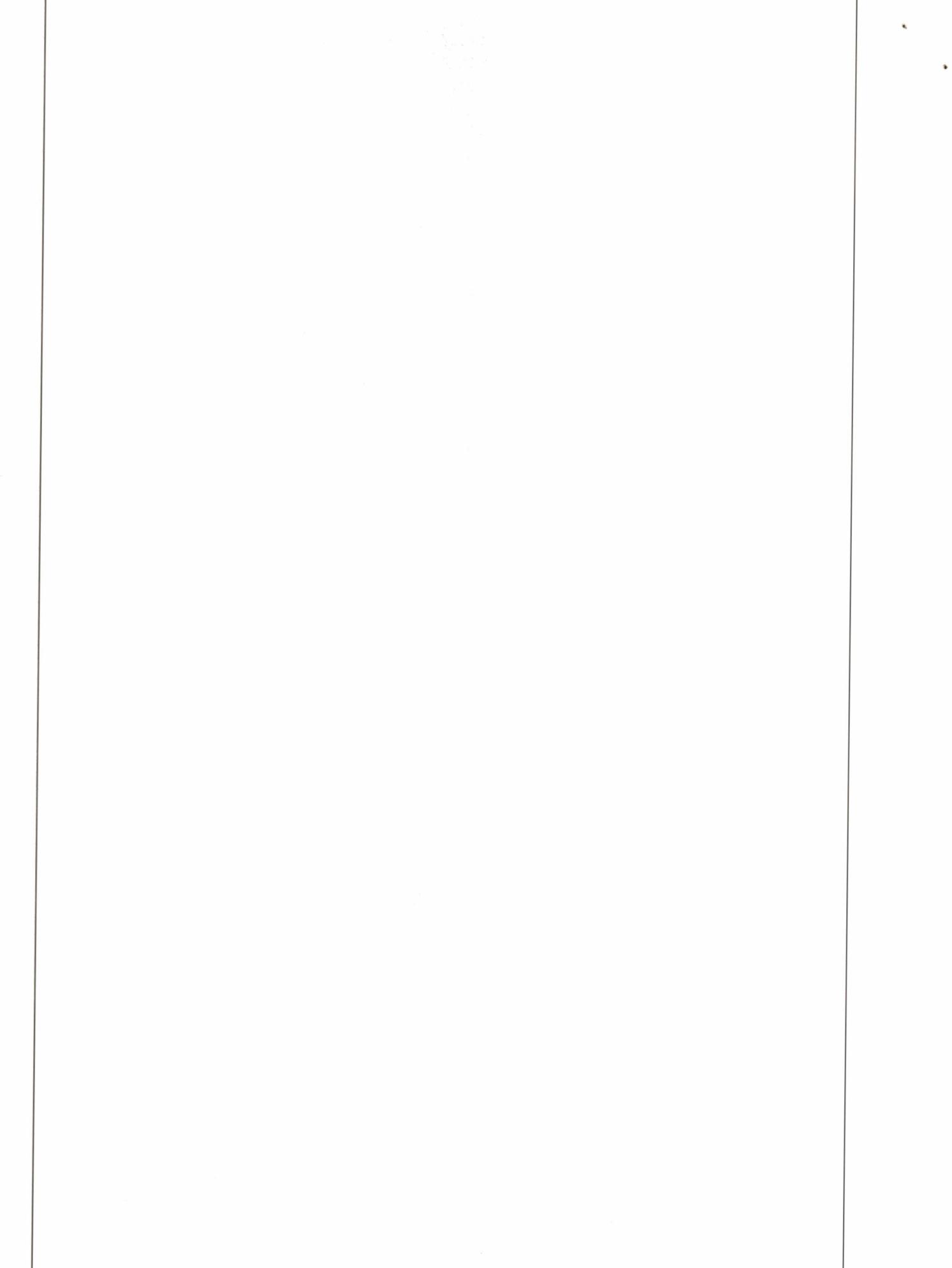
Cytologische Untersuchungen von *Aegilops*-Weizen-Bastarden sind schon von einigen Forschern gemacht worden. BALLY³⁾ hat als erster dieses interessante Problem aufgegriffen. Wenn man das reiche Bildmaterial über die Reduktionsteilung der Pollenmutterzellen von *Triticum vulgare* \times *Aegilops ovata*, das seiner zweiten Arbeit beigegeben ist, betrachtet, fällt sofort die große Ähnlichkeit seiner Bilder mit den von SAX⁴⁾ vor kurzem veröffentlichten auf. In der Deutung seiner Präparate läßt sich BALLY aber infolge zweier falscher Annahmen irreführen, so daß seine Untersuchungen

1) Cit. aus PERCIVAL p. 345.

2) Von mir abgebildet in der Zeitschr. f. Pfl.-Züchtung 1921 Bd. VIII. Heft 1.

3) BALLY, W., 1912, Chromosomenzahlen bei *Triticum*- und *Aegilops*-arten. Ein cytologischer Beitrag zum Weizenproblem. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 30: 163—172. 1919. Die GODRONschen Bastarde zwischen *Aegilops*- und *Triticum*-arten. Zeitsch. f. ind. Abst. u. Vererb. L. 20: 177—240.

4) SAX, K., and H. J. 1924, Chromosome Behavior in a Genuscross. Genetics 9: 454—464.

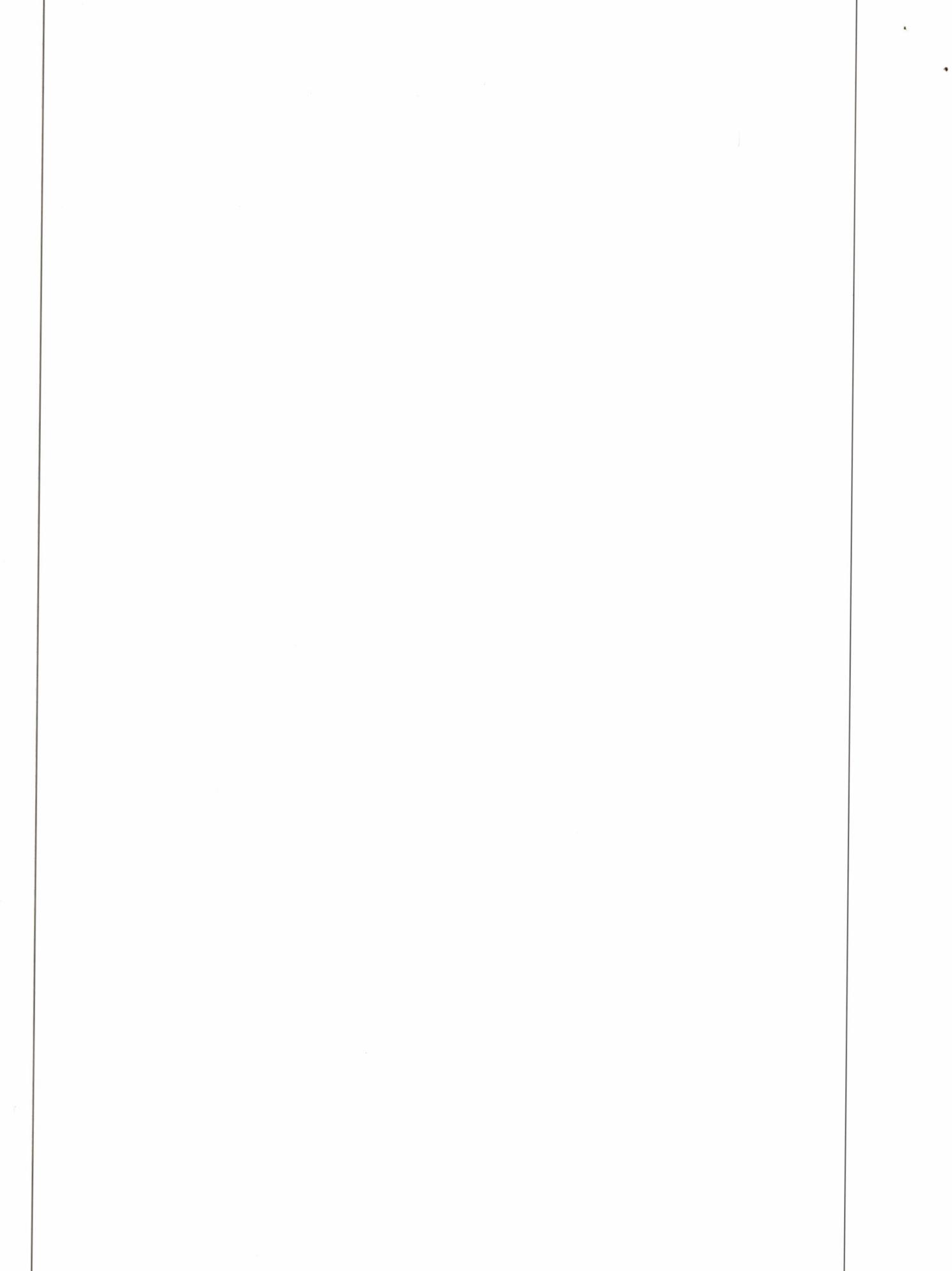


das Problem der *Aegilops*-Weizen-Bastarde nicht lösten. Es sollten 1: *T. vulgare* 8 Chromosomen, *A. ovata* 16 Chromosomen besitzen; 2: sollten die Chromosomen von *A. ovata* nur halb so breit wie die von *T. vulgare* sein, wobei die Breite der *Triticum*-Chromosomen allerdings so stark variieren sollte, daß sie manchmal den *Aegilops*-Chromosomen gleichen können. Aus BALLYs Abbildungen der Reduktionsteilung ist deutlich zu erkennen, daß die Eltern bestimmt nicht die Chromosomenzahlen 8 und 16, wie STOLZE¹⁾ neuerdings wieder annimmt, sondern höchstwahrscheinlich die Zahlen 21 und 14 besessen haben, der Bastard also die diploide Zahl 35 aufwies, was dann später auch SAX festgestellt hat. BALLYs abweichende Zahlenangaben für die *Aegilops*- und *Triticum*-Chromosomen erklären sich leicht aus den Bildern 37a, b, c (BALLY 1919). Eine Zelle ist auf 3 Schnitte verteilt; also ist ein Schnitt zu dünn, um alle Chromosomen einer Zelle zu enthalten, und doch bildet BALLY meist nur einen Schnitt für eine Zelle ab. In den Figuren 36, 37 finden sich daher auch zu viel Chromosomen. Auf andere Fehlerquellen für die richtige Feststellung hat schon KIHARA²⁾ hingewiesen.

K. und H. J. SAX (1924) beschreiben die Reduktionsteilung in Pollenmutterzellen steriler Bastarde zwischen *Ae. cylindrica* ($\times = 14$) \times *T. vulgare* ($\times = 21$). Die Bastarde besitzen in den somatischen Zellen 35 Chromosomen. Bei der Reduktionsteilung werden meist 7, manchmal aber auch nur 5 oder 6 Gemini und entsprechend 21–25 univalente Chromosomen gefunden. Charakteristisch ist, daß die Univalente im Stadium der 1. Metaphase meist über die ganze Spindel zerstreut sind. Bei den Bivalenten verläuft die I. Anaphase normal, während die Univalente teils zurückbleiben und sich längs spalten, meist aber ungespalten an die Pole wandern oder dort bleiben, ohne sich während der Metaphase in der Äquatorialebene eingeordnet zu haben. Selten bleiben einzelne Chromosomen außerhalb der Kerne im Plasma zurück. Die homoiotype Teilung verläuft ziemlich normal und meistens ist die Tetradenbildung ganz regelmäßig, wenn auch in seltenen Fällen mehr als 4 Tetradenkerne gebildet werden. Es werden also nicht wie bei den pentaploiden Emmer-Dinkelbastarden (SAX

1) STOLZE, K. V. 1925. Die Chromosomenzahlen der hauptsächlichsten Getreidearten neben allgemeinen Betrachtungen über Chromosomen, Chromosomenzahl und Chromosomengröße im Pflanzenreich. Biblioth. Genet. VIII.

2) KIHARA, H. 1924. Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. Mem. Coll. Science, Kyoto, Series B, vol. I; 1–200.



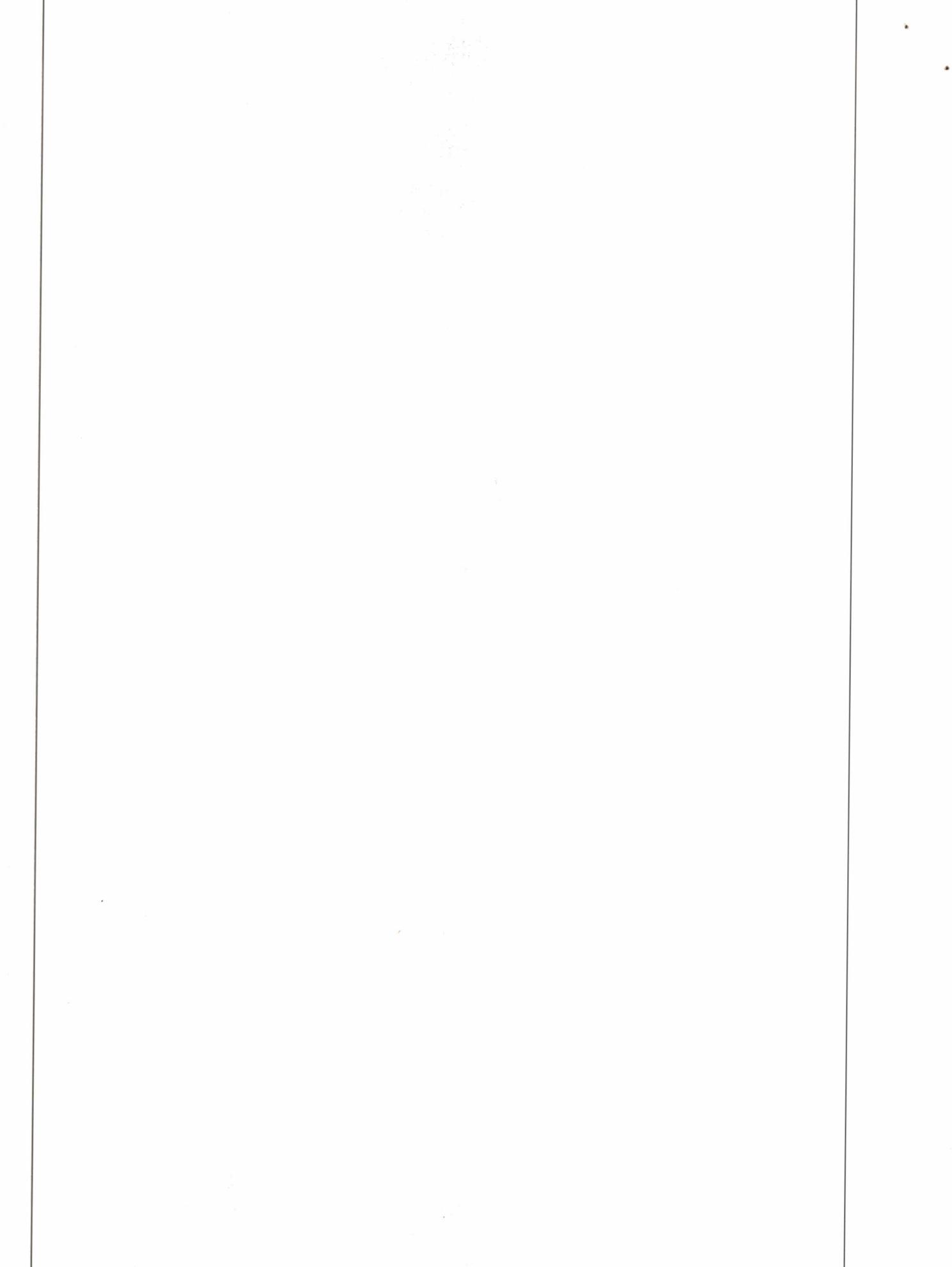
und GAINES¹⁾, KIHARA 1924), welche die gleiche Chromosomenzahl haben, 14 Gemini, sondern nur 7 Gemini gebildet. Die Affinität der *Aegilops*- und *Triticum*chromosomen ist also geringer. Sie entspricht ungefähr der von Weizen-Roggenbastarden (KIHARA 1924). Ursache der Sterilität dieser *Aegilotricumbastarde* ist also sowohl ihre verschiedene Chromosomenzahl und die geringe Affinität der Chromosomen als auch das für die Weizenchromosomen „fremde“ *Aegilops*-Plasma.

Ganz andere Chromosomenverhältnisse waren bei den oben beschriebenen fertilen *Aegilotricumbastarden* zu erwarten. Da sie sich von sterilen Formen gleicher Kombination nur durch ihre Fertilität, Konstanz der intermediären Form in den Filialgenerationen und Vergrößerung aller Organe unterscheiden, lag die Annahme sehr nahe, daß man als Ursache für dieses Verhalten Chromosomenverhältnisse finden würde, wie sie schon von WINGE²⁾ theoretisch zur Erklärung der Polyploidie bei Arten einer Gattung angenommen wurden. Meine Untersuchungen haben nun WINGEs Theorie bestätigt. Zuerst mußten die Chromosomenzahlen der zur Bastardierung verwendeten Eltern festgestellt werden, da verschiedene Zahlenangaben für diese Arten auch aus jüngster Zeit vorliegen. Unter der Bezeichnung *T. dicoccoides* befinden sich auch heute Formenkreise mit 7 (DE MOL 1924³) als auch solche mit 14 Chromosomen (KIHARA 1924). Die von mir untersuchten Eltern der beiden fertilen *Aegilotricumbastarde*, nämlich *A. ovata*, *T. dicoccoides* und *T. durum*, besitzen übereinstimmend 14 Chromosomen (Fig. 3, 4, 5). Die beiden fertilen *Aegilotricumbastarde*, *A. ovata* \times *T. dicoccoides* und *A. ovata* \times *T. durum*, zeigten 28 Chromosomen als haploide Chromosomenzahl in den untersuchten F_5 - und F_6 -Pflanzen (Fig. 6, 7). Es war also eine Verdoppelung der Chromosomenzahl eingetreten, und zwar wahrscheinlich in der Weise, daß alle *Aegilops*- und *Triticum*-Chromosomen doppelt vorhanden sind. Diese Chromosomenverdoppelung ist die Ursache, daß die Bastarde fertil sind, nicht spalten und größer sind als die sterilen Bastarde bzw. relative Riesenform zeigen. Aus den von mir beobachteten Bildern ist zu ersehen, daß mit der Verdoppelung der Chromosomen auch eine regelmäßige Reduktionsteilung eingetreten ist; die

1) SAX, K., and GAINES, E. F., 1924. Genetic and Cytological Study of Certain Hybrids of Wheat Species. Journ. Agricult. Res. 28: 1017-1032.

2) WINGE, Ö., 1917. The chromosomes. Their numbers and general importance. C. r. d. travaux d. Labor. d. Carlsberg. Vol. 13.

3) DE MOL, W., 1924. De reductieeling bij eenige *Triticum*soorten. Genetica 6: 279-329.



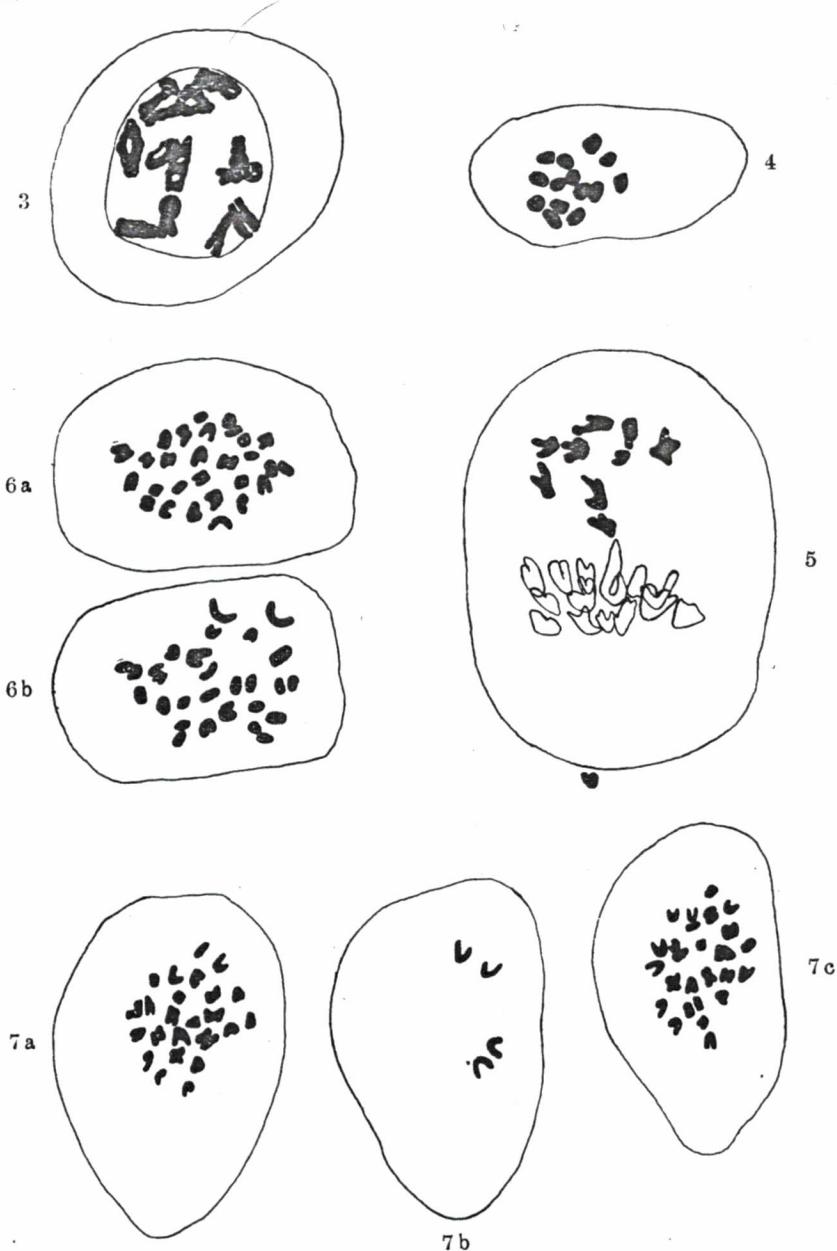


Abb. 2

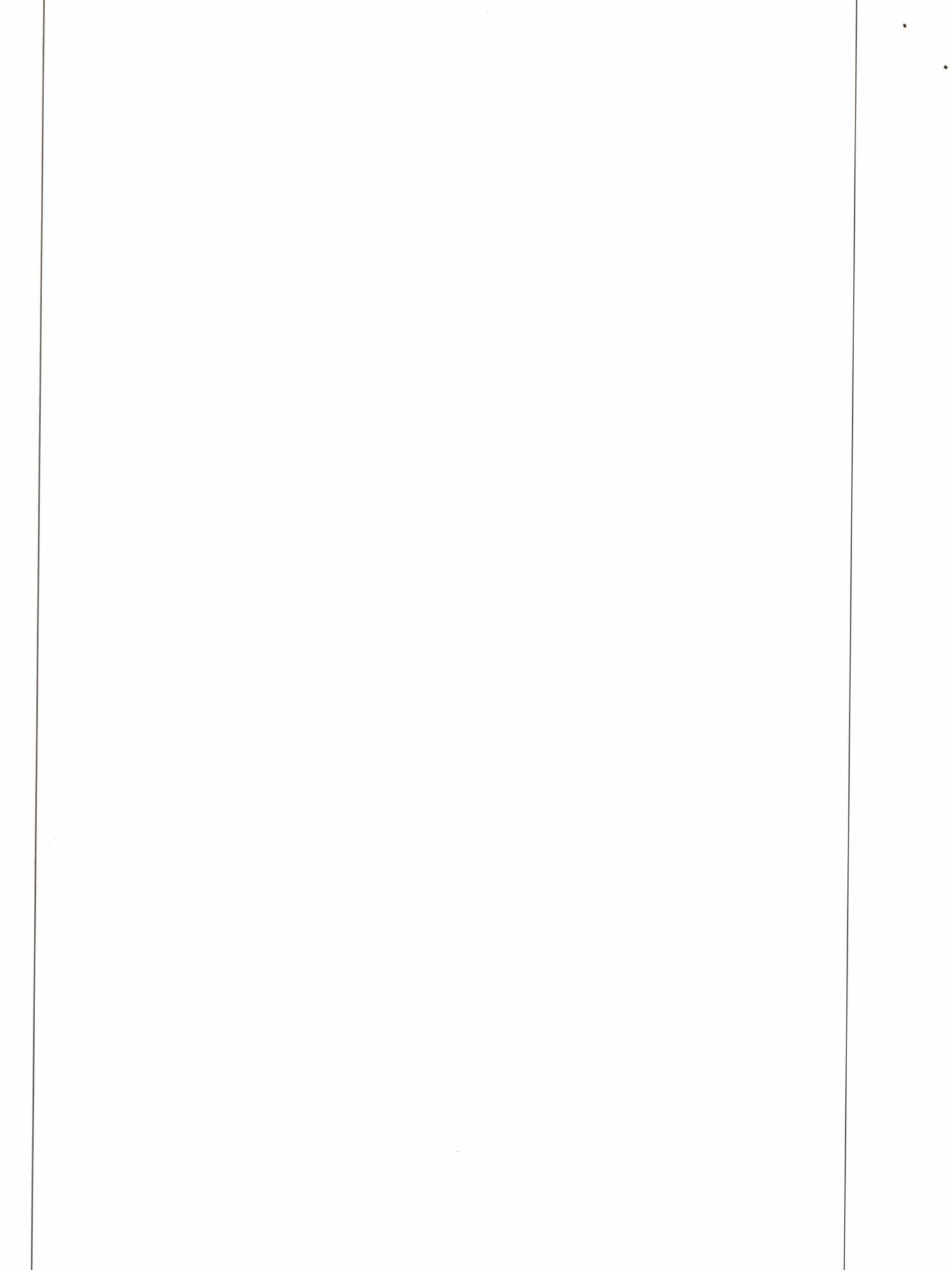
Fig. 3 *Aegilops ovata*, Diakinese. Fig. 4 *Triticum dicoccoides*. I. Metaphase. Fig. 5 *Triticum durum*, I. Anaphase. Fig. 6, a und b. *Aegilotricum forma fertilis* Nr. 1 (*A. ovata* \times *T. dicoccoides*). I. Telophase, Polansicht auf 2 Ebenen projiziert. Fig. 7, a, b, c. *Aegilotricum forma fertilis* Nr. 2 (*A. ovata* \times *T. durum*). I. Telophase, Polansicht, b. 2 zurückgebliebene Gemini, deren Partner sich aber schon getrennt haben.

Alle Abbildungen nach Pollenmutterzellen. Vergrößerung ca. 1600.

Bastan
wie di
I
festste
die Fe
somen
erkenn
teilung
sich d
sehen,
Spinde
Aegilo
daß ei
an die
da ma
arten
den A
Chrom
einges
noch
Tetrad
häufig
Chrom

I
wie o
zurück
da Ga
Reduk
seltene
können
frucht
habe i
beobac
sehr u
Pollen
denen
laufen
allgeme
erkenn

1
Jahrb.

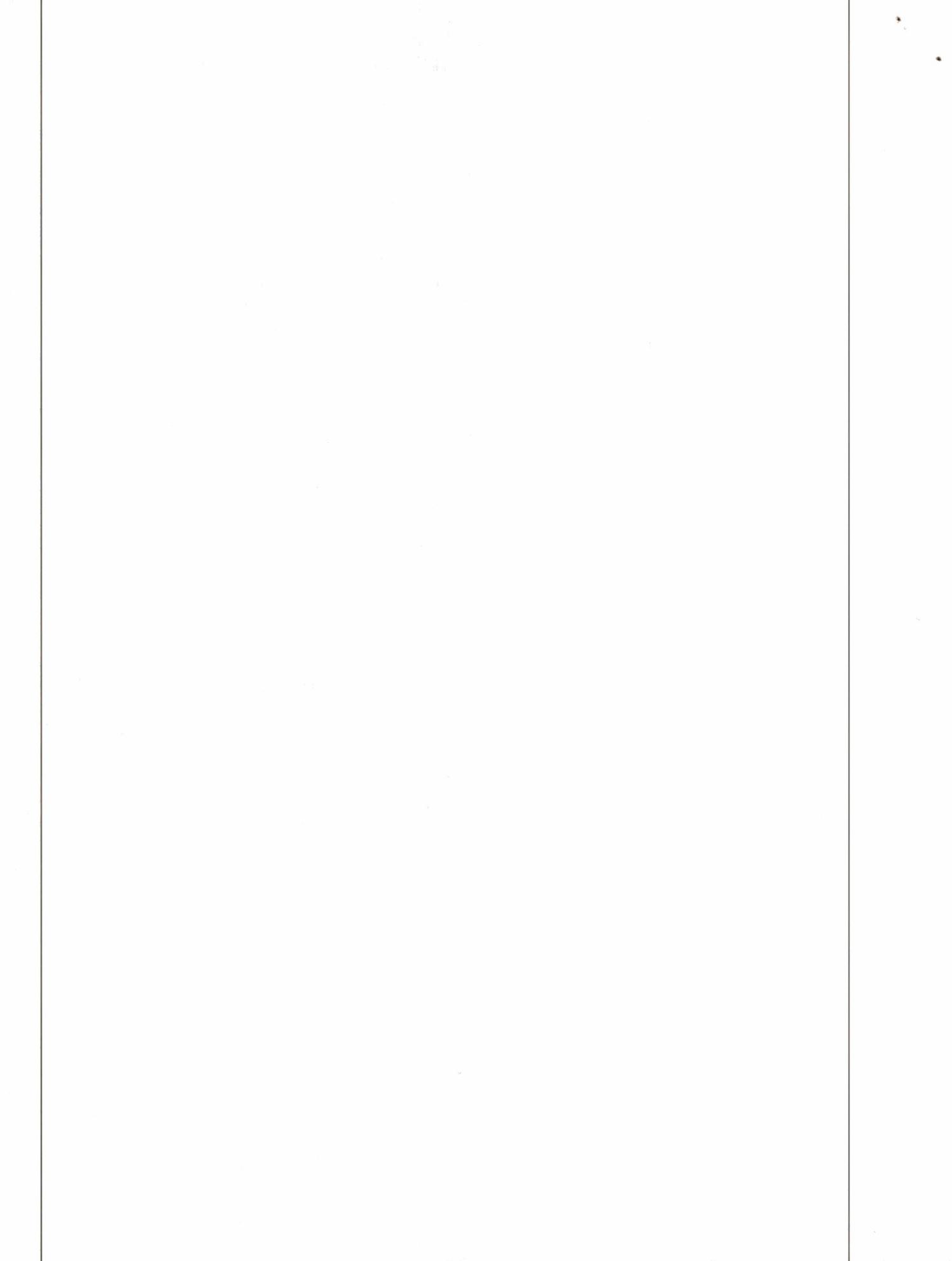


Bastarde verhalten sich bei Bildung der Geschlechtszellen genau wie diploide Pflanzen, nicht wie Bastarde.

In somatischen Zellen ließ sich die Zahl 56 nicht einwandfrei feststellen, da die hohe Zahl und lange Form der Chromosomen die Feststellung sehr erschwert. Daß es aber ungefähr 56 Chromosomen sind, kann man in den somatischen Teilungen immer erkennen. Die Teilung verläuft normal, ebenso die Reduktionsteilung. Außer durch die höhere Chromosomenzahl unterscheiden sich die Teilungen nicht von denen der Eltern. Nie kann man sehen, daß die Chromosomen in der I. Metaphase über die ganze Spindel verteilt sind, wie das K. und H. J. SAX für die sterilen *Aegilotricumbastarde* beschrieben haben. Die häufige Beobachtung, daß einzelne Chromosomen bei der heterotypen Teilung verspätet an die Pole rücken (Fig. 7), kann man nicht als abnorm bezeichnen, da man sie auch bei den Eltern machen kann. Auch bei *Trifolium*-arten (BLEIER¹) habe ich derartige Nachzügler gesehen. Es hat den Anschein, als ob die bei der Anaphase zurückbleibenden Chromosomen des fertilen Bastardes immer in die Tochterkerne eingeschlossen würden; doch sind meine Untersuchungen darüber noch nicht abgeschlossen. Auffallend ist allerdings, daß im Tetradenstadium kleine, stark gefärbte Körperchen im Cytoplasma häufig zu sehen sind. Es ist möglich, daß dies zurückgebliebene Chromosomen sind.

Die bei *Aegilotricum* 2 in F_3 und F_4 gefundenen Spalter sind, wie oben schon erwähnt, wahrscheinlich auf Fremdbestäubung zurückzuführen. Es ist aber auch nicht unmöglich, daß hier und da Gameten gebildet werden, die einige Chromosomen bei der Reduktionsteilung verloren haben, und daß diese Gameten in seltenen Fällen nach Befruchtung sich zu „Spaltern“ entwickeln können. Manchmal findet man auch in einzelnen Antheren der fruchtbaren *Aegilotricumbastarde* nur degenerierten Pollen. Dagegen habe ich in keiner Anthere gleichzeitig fertilen und sterilen Pollen beobachten können. In manchen Pflanzen rücken die Chromosomen sehr ungleichmäßig nach den Polen. Es kann sein, daß die sterilen Pollenkörper sich aus Pollenmutterzellen entwickelt haben, bei denen die Reduktionsteilung in solcher Weise unregelmäßig verlaufen war. Aus den verschiedenen Ausnahmefällen der im allgemeinen normal verlaufenden Reduktionsteilung kann man erkennen, daß der konstante *Aegilotricumbastard* doch noch nicht

1) BLEIER, H., 1925. Chromosomenstudien bei der Gattung *Trifolium*. Jahrb. wiss. Bot. 64: 604—636.



ganz konsolidiert ist. Wenn man bedenkt, daß in jeder Zelle zwischen Chromosomen und Plasma Wechselwirkungen stattfinden, und daß in unserem Fall *Triticum*-Chromosomen mit *Aegilops*-Chromosomen und *Aegilops*-Plasma zusammenwirken müssen, so sind derartige Störungen der Harmonie sehr leicht verständlich. Besonders nach Auflösung der Kernmembran macht sich anscheinend der Einfluß des für die *Triticum* Chromosomen gewissermaßen artfremden Plasmas geltend, während ich im Diakinese stadium sehr schön die 28 Chromosomenpaare in entsprechender Weise, wie für *A. ovata* in Fig. 3 dargestellt, beobachten konnte.

Die beiden Bastarde sind homozygot. Wenn wir für die Eltern die Chromosomenformeln $\frac{14 \text{ A}'}{14 \text{ A}'} = A. ovata$, $\frac{14 \text{ Di}'}{14 \text{ Di}'} = T. dicoccoides$

und $\frac{14 \text{ Du}'}{14 \text{ Du}'} = T. durum$ annehmen, wobei A', Di' und Du' bedeutet, daß diese Chromosomen nicht mit A, Di und Du identisch sein müssen, so ergeben sich für die fertilen Bastarde die Formeln

$$\frac{14 \text{ A} + 14 \text{ Di}}{14 \text{ A} + 14 \text{ Di}} \text{ und } \frac{14 \text{ A} + 14 \text{ Du}}{14 \text{ A} + 14 \text{ Du}}.$$

Bastarde zwischen *Aegilotricum* 1 und *Aegilotricum* 2 habe ich in F_3 untersucht. Cytologisch verhalten sie sich wie ihre Eltern. Sie besitzen 28 Chromosomen, und die Reduktionsteilung verläuft ganz normal wie bei Rassenkreuzungen.

Dagegen müssen bei Rückkreuzungen von *Aegilotricumbastarden* mit einem Elter wieder abnormale Reduktionsteilungen eintreten. Ich habe zwar vorläufig noch keine Rückkreuzungsbastarde cytologisch untersucht, doch sind die bei ihnen beobachteten Vererbungserscheinungen auf Grund der cytologischen Kenntnisse, die wir durch die Arbeiten von KIHARA und von SAX besitzen, ganz leicht zu erklären. Hierbei sind die Rückkreuzungen der sterilen *Aegilotricum*-bastarde von denen der fertilen Bastarde zu trennen. Das sterile *Aegilotricum* bildet Eizellen, die genotypisch sehr verschieden sind; mit einem Elter rückgekreuzt müssen also schon in F_1 (*Aegiloditicum*, früher *Aegilops speltaformis*), die verschiedensten Formen auftreten, sowohl intermediäre als auch solche, die dem Rückkreuzungselter ähnlicher sind. Diese Erscheinung, die von früheren Beobachtern für auffallend und besonders erwähnenswert gehalten wird, ist also ganz natürlich. Bei wiederholter Rückkreuzung mit dem gleichen Elter erhalten dessen Chromosomen immer mehr das Übergewicht, während die des anderen Elters eliminiert werden, die Nachkommen werden also fertiler, dem Rückkreuzungselter immer ähnlicher.



Wird zu Rückkreuzungen der ursprüngliche Vater benutzt, so kann in späteren Generationen unter Umständen von der Mutter nur noch das Cytoplasma übrigbleiben, dessen Einfluß auf die Vererbung sich dann zeigen wird. Da der fertile *Aegilotricumbastard* normalerweise nur genotypisch gleichwertige Eizellen bildet, so kann die F_1' von Rückkreuzungen (*Aegiloditicum*) nur uniform sein. Die F_1' -Pflanzen besitzen 42 Chromosomen diploid, und in ihrer Reduktionsteilung werden Störungen vorkommen; es wird also von neuem Sterilität auftreten. In F_2 von *Aegiloditicum* werden dann erst die gleichen unregelmäßigen Spaltungen auftreten, wie sie sich bei den Rückkreuzungen von selbst sterilen *Aegilotricumbastarden* schon in F_1' vorfinden. In den folgenden Generationen sind zwischen den sterilen und fertilen Bastarden keine wesentlichen Unterschiede mehr vorhanden. Die intermediären sterilen Pflanzen verschwinden mit der Zeit, die Nachkommen werden immer fertiler und weizenähnlicher, was bei wiederholter Rückkreuzung mit Weizen rascher erfolgt. Es geht also *Aegilops* durch Bastardierung mit Weizen im Laufe der Generationen in *Triticum* über, wie es schon FABRE beobachtet hat.

Aus der Literatur der letzten Jahre sind uns heute noch einige Fälle bekannt, in denen durch Chromosomenverdopplung bisher stets steril gefundene Bastarde plötzlich fertil geworden sind. BLACKBURN and HARRISON¹⁾ beschreiben einen fertilen Rosbastard, *R. pimpinellifolia* ($x = 14$) \times *R. tomentosa* ($x = 7$), der 42 Chromosomen diploid besitzt. CLAUSEN and GOODSPEED²⁾ fanden unter vielen sterilen Bastarden einen konstant-intermediärfertilen Bastard *Nicotiana glutinosa* ($x = 12$) \times *N. tabacum* ($x = 24$) mit $x = 36$ Chromosomen. Schon lange ist auch bekannt, daß die fertile Form von *Primula Kewensis* die doppelte Chromosomenzahl ($x = 18$) der sterilen Form ($x = 9$) besitzt; doch sind die Ansichten, ob die doppelte Chromosomenzahl durch Verdopplung der einzelnen Chromosomen oder durch Zerfall in 2 Teile entstanden ist, verschieden. TISCHLER³⁾ vermutet, soviel seine Untersuchungen es bisher zulassen, daß *Berberis stenophylla*, deren Eltern, *B. Darwinii*

1) BLACKBURN, K. B. and HARRISON, J. W. H. 1924. Genetical and cytological studies in hybrid roses I. The origin of a fertile hexaploid form in the *pimpinellifoliae-villosae* crosses. Brit. Journ. Experim. Biol. 1: 557-570.

2) CLAUSEN R. E. and GOODSPEED, T. H., 1925. Interspecific Hybridisation in *Nicotiana* II. A tetraploid *Glutinosa-Tabacum* Hybrid, An Experimental Verification of WINGES Hypothesis. Genetics 10: 278-284.

3) TISCHLER, G., 1925. Referat über: BLACKBURN and HARRISON 1924 in Zeitschr. f. Bot. 18: 107/108.



und *B. empetrifolia*, sehr verschieden sind, auch eine verdoppelte Chromosomenzahl besitzt.

Die in so kurzem Zeitraum sich häufenden Fälle, daß nach Bastardierung infolge Chromosomenverdopplung intermediäre, neue Arten im Experiment erzeugt werden konnten, sprechen für die hervorragende Bedeutung der Bastardierung für das Artbildungsproblem (LOTSY). Es ist wohl sehr wahrscheinlich, daß die Polyploidie in Gattungen, auch wenn die Chromosomen der einzelnen Arten nicht gleich groß sind, zum Teil durch Bastardierung entstanden ist.

III. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Es gelingt fruchtbare Bastarde zwischen *Aegilops ovata* und *Triticum (dicoccoides, durum)* zu erhalten.

2. Bei dem Fruchtbarwerden und Fruchtbarbleiben selten gelingender Art- und Gattungsbastarde innerhalb der Getreidegruppen, speziell bei den Weizen-Roggen- und den *Aegilotriticum*-Bastarden, spielt die Rasse der zur Kombination gebrachten Eltern eine wichtige Rolle, anscheinend auch die gleichzeitig erfolgende Geschlechtsreife sowie die übereinstimmende Periodizität der beiden Elternformen.

3. Die konstant bleibenden Intermediärformen der beiden fruchtbaren *Aegilotriticum*-Bastarde, die auch in freier Natur entstehen können, sind neben den in letzter Zeit von CLAUSEN und GOOD-SPEED bei *Nicotiana* und den von BLACKBURN und HARRISON erzielten *Rosa*-Artbastarden bemerkenswerte Beispiele für die Entstehung neuer Arten durch Bastardierung in der Gegenwart unter Verdopplung der Chromosomen. Bei Unkenntnis ihrer Entstehung würden sie gewiß als Mutationen bezeichnet worden sein.

4. Das Fruchtbarwerden der *Aegilotriticum*-Bastarde ist eine gewichtige Stütze für die von PERCIVAL geäußerte Ansicht, daß sich die Dinkelreihe der Weizenformen (*Triticum vulgare*, *Tr. Spelta*, *Tr. compactum*, *Tr. sphaerococcum*) aus Bastardierungen des *Triticum dicoccoides* (*Tr. dicoccum*, *Tr. durum*) mit *Aegilops cylindrica* und *ovata* ableiten läßt.

