

daß auch bei mir Pflanzen mit einem Krüppelwuchs (namentlich bei Kirschen) entstanden sind. Welche Faktoren dafür verantwortlich zu machen sind, bedarf der Untersuchung.

Literatur.

FLEMION, FLORENCE: Dwarf Seedlings from Non-

After-Ripened Embryos of *Rhodotypos Kerrioides*. Contributions from Boyce Thompson Institute 5, 161—165 (1933).

FLEMION, FLORENCE: Dwarf Seedlings from Non-After-Ripened Embryos of Peach, Apple and Hawthorn. Contributions from Boyce Thompson Institute 6, 205—209 (1934).

(Aus der Lehrkanzel für Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in Wien und dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg/Mark.)

Autotetraploidie bei *Hordeum bulbosum* L.

Von K. Heinz von Berg.

Hordeum bulbosum ist zwar bereits mehrfach Gegenstand cytologischer Untersuchungen gewesen, diese scheinen sich aber im wesentlichen auf die Feststellung der somatischen Chromosomenzahl 28 beschränkt zu haben (GHIMPU 1929, STÄHLIN 1929, KUCKUCK 1934), während für die Reifeteilungen keine näheren Angaben bestehen. Meine Beobachtungen deckten nun gerade für diese Eigenheiten auf, die bisher im engeren Kreise unserer Kulturgramineen und ihrer Verwandten nicht bekannt waren und die, dem Interesse entsprechend, das sie beanspruchen dürfen, im folgenden dargestellt werden sollen.

Meine Untersuchungen wurden einerseits an Ende Mai 1935 fixiertem Material des Herrn Hofrat Prof. E. TSCHERMAK im Zuchtgarten der Lehrkanzel für Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, andererseits an Material des Herrn Dr. KUCKUCK am Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg ausgeführt, das ich trotz vorgeschrittener Vegetationszeit noch Ende Oktober 1935 fixieren konnte. Beiden Herren möchte ich für die Überlassung des Materials meinen besten Dank aussprechen. Meine Arbeiten wurden in Wien sowohl wie in Müncheberg mit weitgehender Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft) durchgeführt.

Zur Fixierung wurde ein Chrom-Formol-Eisessiggemisch nach NAWASCHIN, zur Färbung der in üblicher Methodik angefertigten Schnittpräparate Gentianaviolett nach NEWTON oder BIZZOZERO verwendet.

Das Wiener Material bestand aus Pflanzen, die von einigen, nach künstlicher Bestäubung von *Hordeum bulbosum* (im Garten der Hochschule verwildert) mit *H. sativum* geernteten Körnern aufgezogen wurden (WG₁ und WG₂ — 1935). Von diesen fielen einige durch behaarte Blattscheiden und langsameren, niederliegenden Wuchs, andere

umgekehrt durch kahle Blattscheiden, aufstrebenden Habitus und rasches Schossen auf, so daß diese zunächst im Verdacht standen, tatsächlich gelungene Bastarde zu sein. Später zeigte sich jedoch sowohl morphologisch wie cytologisch (28 statt 21 Chromosomen), daß es sich um reines, wahrscheinlich für die erwähnten Merkmale spaltendes *H. bulbosum* handelte. Dies ist um so weniger verwunderlich, als die Ähren zwar gegen Fremdbestäubung geschützt waren, eine Selbstbestäubung nach dem Versagen des aufgetragenen *sativum*-Pollens jedoch insofern noch möglich war, als nur die Mittelblütchen der Ährchen kastriert und bestäubt worden waren. Die erstblühenden Seitenblütchen konnten wohl noch belegungsfähige Narben der jüngeren Mittelblütchen antreffen. — Allerdings kann auch die Möglichkeit eines reinen Versuchsfehlers nicht ausgeschlossen werden, um so mehr, als KUCKUCK 1934 die Art für selbststeril hält.

Die Reifeteilungen.

Das auffallendste Kennzeichen der Reifeteilungen von *Hordeum bulbosum* ist die Tatsache, daß sich in der 1. Metaphase nicht die dem Diploidsatz entsprechende Zahl von 14 Gemini zeigt. Infolge des Erscheinens von mehrwertigen Chromosomenverbänden neben Bivalenten ist die Zahl der vorhandenen Einheiten vielmehr in der Regel wesentlich niedriger. Die auftretenden Figuren sind meist Viererverbände, sehr selten Dreierketten, die mit einem gleichzeitig vorkommenden Univalent anzeigen, daß sie ein Quadrivalent ersetzen; Verbände aus mehr als vier Chromosomen wurden niemals gesehen. Die Tatsache, daß im Maximum alle Chromosomen einer Zelle zu 7 quadrivalenten Figuren verbunden sein können (2 Fälle beobachtet, Abb. 1 und Tab. 1) spricht ferner dafür, daß auch die sonst in wechselnder Zahl beobachteten Bivalenten als nicht realisierte Quadrivalente aufgefaßt werden können. Die einzelnen Konfigurationen $6_{VI} + 2_{II}$ (Abb. 2a), $5_{IV} + 4_{II}$ (Abb. 2b), $4_{IV} + 6_{II}$ usw., sowie die weiter abgeleiteten $5_{IV} + 1_{III} + 2_{II} + 1_{I}$, $4_{IV} + 1_{III} + 4_{II} + 1_{I}$ oder

Tabelle 1.

Anordnung	$7_{IV} + 0_{II}$	$6_{IV} + 2_{II}$	$5_{IV} + 1_{III} + 2_{II} + 1_{I}$	$4_{IV} + 2_{III} + 2_{II} + 2_{I}$	$5_{IV} + 4_{II}$	$4_{IV} + 1_{III} + 4_{II} + 1_{I}$	$4_{IV} + 6_{II}$	$3_{IV} + 1_{III} + 6_{II} + 1_{I}$	$3_{IV} + 8_{II}$	$2_{IV} + 10_{II}$	$1_{IV} + 12_{II}$	$0_{IV} + 1_{III} + 12_{II} + 1_{I}$	insgesamt
Anzahl Zellen.....	2	45	3	1	86	9	71	5	22	1	2	1	248
Polyvalente je Zelle.....	7		6		5		4		3	2		1	
Summe.....	2		49		95		76		22	2		3	

$3_{IV} + 2_{III} + 4_{II} + 2_{I}$ (Abb. 6a) usw. stellen also förmlich eine Zerfallsreihe der höchstmöglichen Bindungsform 7_{IV} vor. Als Konfiguration mit dem geringsten polyvalenten Bindungsgrad begegnete mir $0_{IV} + 1_{III} + 12_{II} + 1_{I}$ (Abb. 2d), und zwar in der gleichen Anthere wie die hoch-

werden 2 einander im Ring gegenüberliegende Chromosomen je einem Spindelpol zugeordnet

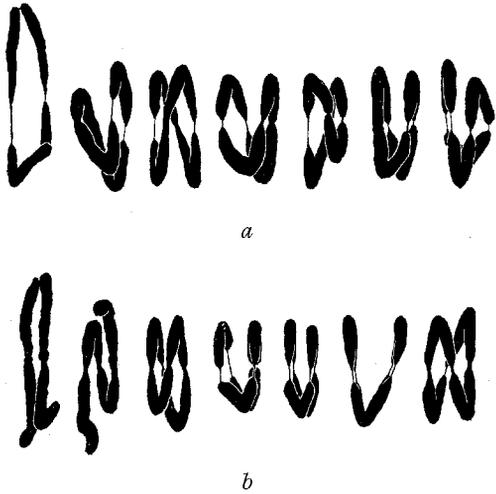


Abb. 1. PMZ-Analyse 7_{IV} . a 1 Großring, 6 Zickzackringe, b 1 offene, 1 Zickzackkette, 5 Zickzackringe. 2330 ×.

gradige 7_{IV} -Bindung, wodurch die außerordentliche Variabilität des Verhaltens gut beleuchtet wird. Die zahlenmäßige Verteilung der einzelnen Anordnungen je Zelle zeigt Tab. 1.

Morphologisch ist die weitaus häufigste Form des Polyvalents der geschlossene Viererring (Tab. 2a, c, d bis 84,5%), der selbst wieder überwiegend als Zickzackring, in dem also die benachbarten Chromosomen verschiedenen Polen zugerichtet sind, auftritt, wodurch die Figur eine stets regelmäßige Einordnung in die Spindel zeigt. Gewissermaßen durch Fehlschlagen dieser Orientierung entstehen Figuren, die ich als „Großringe“ bezeichnen möchte: sie können als aufgeklappte Zickzackringe angesehen werden (Abb. 2c; Abb. 4b, c). Sie sind entweder mit 2 Insertionspunkten den Polen zugekehrt, dann

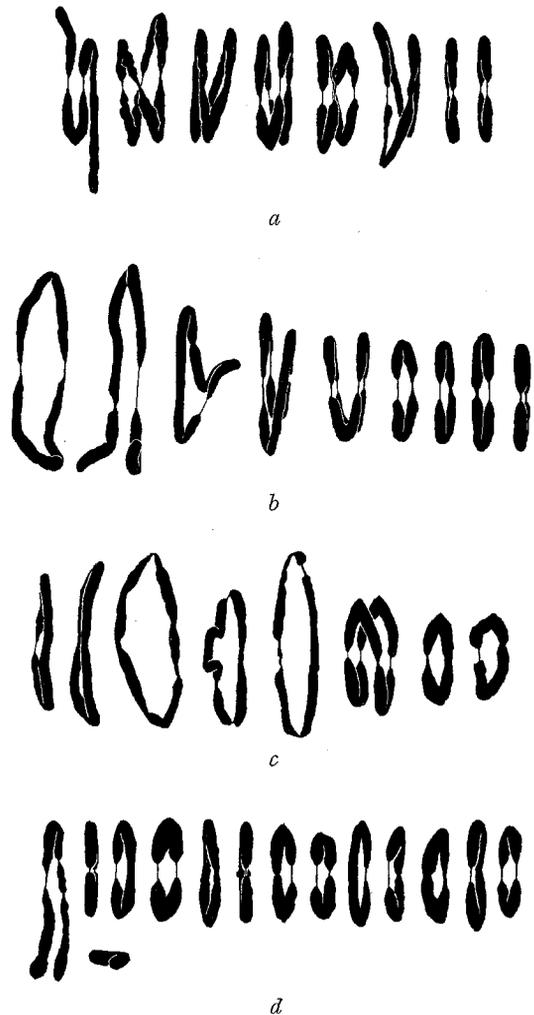


Abb. 2. Verschiedene PMZ-Analysen. a $6_{IV} + 2_{II}$, b $5_{IV} + 4_{II}$, c $6_{IV} + 2_{II}$, davon 5 Großringe, d $0_{IV} + 1_{III} + 12_{II} + 1_{I}$, aus der gleichen Anthere wie die Figur der Abb. 1. 2330 ×.

und die beiden dazwischenliegenden wohl zufallsgemäß verteilt; oder es liegen zwei Chias-

mata polwärts und 2 äquatorial, dann sind im Ring benachbarte Chromosomen gleichen Polen zugewandt und werden wohl auch anaphasisch so verteilt. Innerhalb einer Zelle finden sich gewöhnlich nur 1—2 Großringe (Abb. 4b, c), gelegentlich aber auch mehr; die höchste beobachtete Zahl waren 5 (Abb. 2c). Da sie andererseits oft ganz fehlen, wird hinlänglich deutlich, daß nicht individuell bestimmte Chromosomen besondere Neigung zu dieser Form haben, sondern daß jedes Quadrivalent u. U. in dieser Weise in die Spindel eingeordnet werden kann.

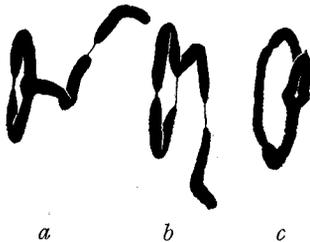


Abb. 3. Seltene Formen der Quadrivalenten. 2330 X.

Eine Mittelstellung zwischen Zickzack- und Großring möchte ich dem „Rosettenring“ zuweisen (Tab. 2b), eine seltene Form, welche ebenfalls benachbarte Chromosomen des Ringes gleichen Polen zuwendet; die Figur erhält jedoch dadurch, daß das zwischenliegende Chiasma der

werden den Polen ebenso wie bei den analogen Ringtypen zugeteilt.

Seltener beobachtet man Konfigurationen, wie sie Abb. 3a und 3b (vgl. dazu 4d) darstellen. Diese sind offenbar so zu verstehen, daß unmittelbar neben ein (mitunter extrem) subterminales Chiasma eine terminale Anheftung eines dritten Chromosoms stattgefunden hat. Nur ein einziges Mal wurde die Anordnung der Fig. 3c gesehen, die ihre Entstehung wahrscheinlich einem erhalten gebliebenen interstitiellen Chiasma verdankt. In diesen Fällen liegt die Vermutung nahe, daß das Nicht-Terminalisieren der Chiasmata die mittelbare Ursache für die abweichende Gestalt der Einheiten ist. Bei Fortsetzung des Terminalisationsvorganges über diese hinaus wäre die Fig. 3a wohl in 2 Bivalente, einen Ring und ein stabförmiges zerfallen; die Fig. 3b hätte sich wohl in eine offene Viererkette, Abb. 3c vielleicht in einen Großring verwandelt.

Trivalente sind meist kettenförmig, doch tritt, wenngleich selten, auch die Y-förmige Anordnung auf.

Die Bivalenten haben in der Regel, oft genug sogar ausnahmslos, die Form geschlossener Ringe (z. B. in Abb. 2d), doch kommt gelegentlich (8,62%), wie bei den mehrwertigen Figuren,

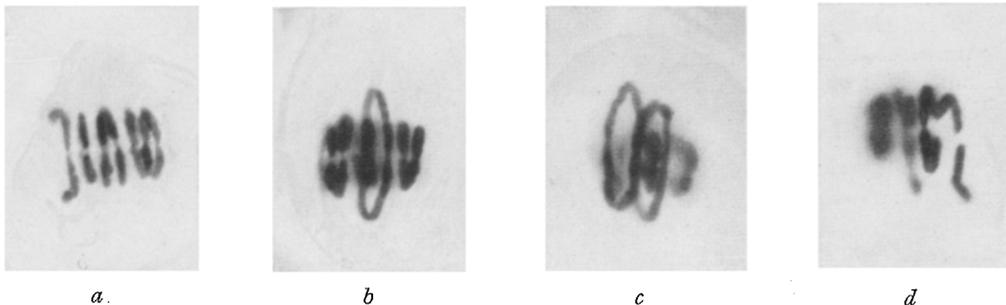


Abb. 4. PMZ Mikrophotographien. a je 1 offenes und ein geschlossenes Bivalent (Ring), sowie ein Zickzack-Viererring in Deckungs- und Schrägsicht, b PMZ mit 1 Großring, c mit 2 Großringen, d die Zelle mit der in Fig. 3b dargestellten Konfiguration. 1500 X.

Äquatorialebene zugewendet bleibt, ein ganz abweichendes, demjenigen der Zickzackringe ähnliches Aussehen.

Eine weitere häufige Veränderung (13,08%) der Polyvalenten ergibt sich daraus, daß ein Ring durch Auflösung eines Chiasmata zur Kette wird. Deren Einordnung in die Spindel kann nun sowohl nach dem Typus der Zickzack- wie nach dem der Großringe erfolgen, wodurch die Zickzackkette (Abb. 2a) bzw. die offene Kette (Abb. 1b) entsteht; ihre Partnerchromosomen

durch Auflösung eines Chiasmata die offene Stabform zustande (wie in Fig. 6b, vgl. dazu Abb. 4a).

Über die zahlenmäßige Häufigkeit der einzelnen Figuren in 161 Zellen gibt Tab. 2 (S. 154) Auskunft.

Daraus geht also hervor, daß von den 1127 überhaupt hypothetisch möglichen Vierergruppen der Tabelle $\frac{2}{3}$ (66%) tatsächlich als Polyvalente in Erscheinung tritt, während die übrigen als Bivalente vorkommen. Dabei spielt es für diese

Tabelle 2. Gesamtchromosomenzahl: 4508. Gesamtzahl Chiasmata: 4324, davon deutlich subterminal 41. Chiasmenfrequenz je Chromosom 0,959.

Figuren	744 Mehrwertige							766 Bivalente		Uni- valente
	734 Quadrivalente						Tri- valente	h	i	k
	a	b	c	d	e	f	g			
										—
Anzahl Chiasmata	4	3	4	4	3	4	2	2	1	0
Zahl	545	85	5	70	11	18	10	700	66	10

und die folgenden Feststellungen zunächst keine Rolle, ob das Nichtzustandekommen der Viererverbände auf Mängel der Conjugation zurückgeht oder auf nachträgliche Veränderungen an den konjugierten Gruppen, etwa in der oben gestreiften Art. Von dieser Anzahl erscheinen 1,34% in der Form $I_{III} + I_I$, der Rest bildet die tatsächlichen Quadrivalenten. Jene abgeleiteten Formen mit nur 3 (statt 4) Chiasmata (s. Tab. 2) bilden davon 13,08%, ungefähr ebensoviel, nämlich 11,04% machen die „Großformen“ (Tab. 2 d, e) aus. Die für das Zustandekommen dieser verschiedenen abgeleiteten Formen wirksamen „Zufalls“faktoren arbeiten also mit ähnlicher Intensität.

Für die Erscheinungsform aller metaphasischen Chromosomenverbände sind die Bindungsverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung. Diese sind bei *Hordeum bulbosum* äußerst gleichförmig und durch den hohen Grad der Terminalisation der Chiasmata gekennzeichnet, die es ermöglicht, daß von den vielgestaltigen Bindungsmöglichkeiten der Quadrivalenten nur einige wenige Typen übrigbleiben. Unter den 4324 von Tab. 2 erfaßten Bindungen waren nur 41 (0,95%) deutlich subterminal; höchstens die doppelte Anzahl verbirgt sich unter dem Rest als „pseudoterminal“, mit diesen betrüge der Terminalisationskoeffizient 0,97, ohne sie 0,99. Die Gleichförmigkeit der Bindungsverhältnisse spiegelt sich in der geringen Schwankung der Anzahl der Bindungen je Zelle, wie in Tab. 3 zusammengestellt, wider:

Tabelle 3.

Bindungen je Zelle	24	25	26	27	28	
Anzahl der Zellen	1	9	28	35	42	115

Interessant gestaltet sich ein Vergleich der Beziehungen zwischen Quadri- und Bivalenten hinsichtlich ihres Anteils an offenen Figuren,

da es ja möglich ist, die Bivalenten als „verhinderte“ Quadrivalente anzusehen. Die Chiasmenfrequenz¹ der Polyvalenten beträgt 0,961, für die Bivalenten dagegen 0,957; die Abweichung macht also nur $4^{0/100}$ aus, d. h. die Auflösung einzelner Bindungen erfolgt bei beiden mit genau der gleichen Wahrscheinlichkeit.

Eine der auffallendsten Tatsachen des Meioseverlaufs von *Hordeum bulbosum* ist jedoch diejenige, daß der eben beschriebene Metaphasen-

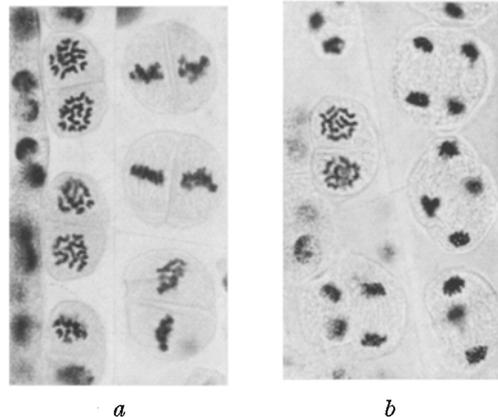


Abb. 5. PMZ, Mikrophotographien. a, b II. Teilungsschritt, Meta- und Anaphase, vollkommen störungsfrei. 600 ×.

zustand ohne Einfluß auf den Ablauf der übrigen Teilungsphasen ist, obwohl er unzweifelhaft Quellen für Störungen enthält. Die Anaphasenbewegung findet, nach den komplizierten Bindungsverhältnissen verständlich, etwas ungleichmäßig statt, aber beginnend mit der I. Telephase bieten alle folgenden Stadien das von normalen Objekten gewohnte völlig normale Bild; dies ist an den Stadien des

¹ Je Chromosom. (Darlington's „half chiasmata“).

II. Teilungsschrittes besonders eindrucksvoll, wie Abb. 5 belegt.

Das Müncheberger Kältematerial.

Die beschriebenen Beobachtungen, insbesondere die mitgeteilten statistischen Werte, gelten zunächst nur für das Wiener Material, das, in der Höhe der Vegetationszeit fixiert, als normal gelten kann¹. Da die erwähnte Abkunft dieser Pflanzen verschiedene Deutungen für das cytologische Verhalten offen gelassen hätte, war es mir besonders wertvoll, in Müncheberg noch im Spätherbst fixierfähiges Material der gleichen Art vorzufinden, und so die Befunde am Wiener Material nachprüfen zu können.

Das wichtigste Ergebnis besteht in der Feststellung, daß hinsichtlich der wesentlichsten Züge, nämlich der starken Quadrivalentbildung neben Tri- (+ Uni-) und Bivalenten einschließlich deren Erscheinungsform eine völlige Übereinstimmung beider Herkünfte besteht. Es gelang hier wiederholt, 4–5_{IV} je Zelle nachzuweisen, welche Zahl ja auch im Wiener Material die häufigste ist. Mitunter erschienen einzelne davon als Trivalente, wie bei dem in Abb. 6 *a* analysierten Satz.

Im allgemeinen traten jedoch sehr auffallende Unterschiede hervor, die aber alle eine gemeinsame Ursache erkennen ließen: das Material zeigte diejenigen Degenerationserscheinungen und Störungseinflüsse, die zu dem abnormen Fixierungszeitpunkt und den herrschenden Bedingungen nicht überraschen konnten. Nicht nur, daß die Pflanzen den innerhalb der zweiten Oktoberhälfte ziemlich niedrigen Allgemeintemperaturen (Tagesmittel meist unter 6°) ausgesetzt waren, hatten sie zudem einige Bodenfröste (Minimum bis –2,9°) zu überstehen gehabt².

Daß derartige Kälteeinwirkung die Reifeteilungen störend beeinflusst, ist aus experimentellen Untersuchungen hinreichend bekannt. Weniger eingehend sind hingegen unsere Kenntnisse über derartige, unter natürlichen Bedingungen auftretende Erscheinungen. Leider ergab sich unter den Folgen auch eine trotz gleicher Fixierung schlechte Färbbarkeit meiner Präparate, die umfangreichere Analysen zu sta-

tistischen Zwecken vereitelte, die einen direkten Vergleich mit dem Wiener Material ermöglicht



Abb. 6. Kältematerial. *a* PMZ-Analyse mit $3_{IV} + 2_{III} + 4_{II} + 2_{I}$, *b* mit $1_{IV} + 10_{II} + 2_{I}$. 2330 \times .

hätten. Der primäre Einfluß der Kältewirkung erfaßt den prophasischen Konjugationsvorgang und behindert diesen. Auswirkungen davon

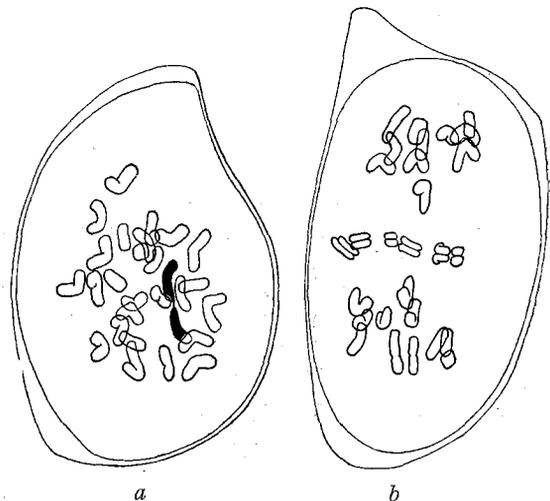


Abb. 7. Kältematerial. *a* PMZ mit $1_{II} + 26_{I}$, *b* Anaphase mit $11:6:11$ Chromosomen, Univalente der Äquatorialebene deutlich, Partnerchromosomen der Polgruppen kaum sichtbar gespalten. 2330 \times .

geben sich nicht nur in dem selteneren Auftreten der Quadrivalenten zu erkennen, sondern bewirken eine Variationsskala, die über gelegentliches Nichtpaaren einzelner Chromosomen in ihren Extremen bis zur mehr-minder gänzlichen Unterdrückung der Paarung überhaupt führt (Abb. 7 *a*). Es ist bemerkenswert, daß selbst dem Wiener Material nominell ähnliche Anord-

¹ Dies schließt nicht aus, daß das cytologische Verhalten der Art im heimischen Klima — sie stammt aus dem Mediterrangebiet — gleichmäßiger und ausgeglichener ist.

² Die diesbezüglichen Angaben verdanke ich Herrn Kollegen Dr. MÄDE von der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Müncheberg (Reichsamt für Wetterdienst).

nungen eine deutlich herabgesetzte Chiasmenfrequenz aufwiesen. Beispielsweise wurden für die Anzahl Chiasmata je Zelle Maximalwerte von 24, 23 und darunter gefunden (Frequ. je Chrom. 0,857), welche also deutlich außerhalb der Variationsbreite des Wiener Materials liegen (Tab. 3). Daß diese Ziffern in Zellen mit vielen Univalenten noch viel niedriger liegen (bis 0), ist selbstverständlich. Das starke Vorherrschen „offener“ Gemini und kettenförmiger Polyvalenter ist ebenso eine Folge, wie das fast absolute Fehlen subterminaler Chiasmata (Abb. 6 b, Chiasmata/Zelle: 16, Ch.-Frequenz: 0,571).

Im übrigen hat das Auftreten dieser Störungen die gleichen Folgen, die man von anderen Objekten und vor allem Bastarden kennt, die gepaarten Chromosomen, gleichgültig ob in 2- oder mehrwertigen Verbänden werden den Polen zugeteilt; bei den Univalenten gelingt dies nicht und häufig machen sie bereits in der I. Anaphase die homöotypische Spaltung durch. Hierdurch entstehen Bilder, die man von Bastarden gewohnt ist, aber kaum bei einer reinen Art suchen würde (Abb. 7 b). Die weiteren Auswirkungen dieser Störungen auf Teilungsablauf, Tetraden und Pollenbildung sind hinlänglich bekannt, um eine ausführliche Schilderung überflüssig zu machen. Daß der Pollen zu dieser Jahreszeit kaum mehr lebensfähige Körner enthielt, würde nicht wunder nehmen, auch wenn man die cytologischen Abnormitäten nur als eine Teilursache davon ansehen wollte.

Auswertung.

Für die Erörterung der Beobachtungsergebnisse braucht die Feststellung der Kältestörungen nicht herangezogen zu werden, da sie zwar bekannte Tatsachen durch Beobachtungen an natürlich beeinflusstem Material ergänzt, Art und Umfang ihres Einflusses jedoch erkennbar und zudem aus dem Vergleich mit dem Wiener Material zu beurteilen ist. Hingegen sei wiederholt, daß die Befunde an diesem bei der Müncheberger Herkunft trotz der Störungen als artcharakteristisch bestätigt werden konnten.

Es bleibt also noch zu besprechen, welche Erklärung den beschriebenen Erscheinungen zu geben ist und welche genetische Bedeutung ihnen zukommt. Zu diesem Zweck ist zunächst hervorzuheben, daß *Hordeum bulbosum* (Wien) normal fertil ist und ebensolchen Pollen liefert (93—96%) tauglich. Die Reifeteilungen sind also nicht nur dem Verlaufe nach regelmäßig, sondern offenbar auch im Ergebnis, d. h. ungeachtet des vom normalen abweichenden Kon-

jugationsverhaltens und seiner Störungsquellen dürften die entstehenden Chromosomengarnituren, infolge gleichförmiger Anaphasenverteilung sehr gleichartig sein. Eine solche Gleichartigkeit ist nur dann denkbar, wenn entweder die sich paarenden Elemente von vornherein unter sich gleichartig (homolog), oder falls sie ungleich sind, eine bestimmte Einordnung in die Spindel und eine schematisch geregelte Verteilung für das Zustandekommen balancierter Kombinationen sorgt. Da wir bisher in der Mitosendynamik solche regulative Kräfte nicht kennengelernt haben, müßten die Pflanzen, um diese Bedingungen zu erfüllen, heterozygot für Chromosomen mit „segmental interchange“ oder entsprechend gebaute „strukturelle Hybriden“ sein. Es erübrigt sich, auf die weiteren Voraussetzungen oder Folgerungen dieser Deutung einzugehen, da sie bereits aus folgender Überlegung auszuschalten ist. Auf „segmental interchange“ beruhende Viererringe bilden für die beteiligten Chromosomen die einzige volle Konjugationsform; falls es nur zur Bildung von Bivalenten kommt, so haben die Partner nur je ein Segment gleich, können also regulär niemals ringförmige Gemini mit 2 nahezu oder völlig terminalen Chiasmata bilden. Daß solche aber bei *H. bulbosum* die Regel bilden, wurde im beschreibenden Teil deutlich hervorgehoben.

Da andererseits nachgewiesen wurde, daß die Fähigkeit am Aufbau von Quadriivalenten teilzunehmen, oder ringförmige Gemini zu bilden, sämtlichen 28 somatischen Chromosomen zukommt und höherwertige Verbände nie, niedrigere nur als Zerfallsprodukte erscheinen, liegt wohl der Schluß nahe, daß *Hordeum bulbosum* vier gleichartige, homologe Chromosomensätze aufweist, mit anderen Worten autotetraploid ist.

Naturgemäß können sich diese Chromosomen in ihrem Gehalt an Allelen einzelner Gene unterscheiden. Hat nun die Herabsetzung der in der I. Metaphase zusammen tretenden Einheiten unter die dem somatischen Satz entsprechende Haploidzahl 14 auf durchschnittlich 9,44 einen Einfluß auf das mendelistische Verhalten frei spaltender Gene bzw. dasjenige der Kopplungsgruppen? Aus obiger Darstellung hat sich kein Gesichtspunkt gewinnen lassen, der die Annahme ermöglichte, daß die Chromosomen in die Viererringe nach anderen Regeln eingeordnet oder aus ihnen verteilt werden, als nach ganz der gleichen Zufalls-Kombinatorik, die auch das Verhalten der Bivalenten beherrscht. Danach ist weder eine Veränderung der Spaltung, noch eine solche der Koppelung der Faktoren zu erwarten, wie sie bei „segmental interchange“ not-

wendig folgen müßte. Ihre Wirkungsweise wird natürlich davon beherrscht, daß jeder Faktor in 4 Allelen, statt wie bei Diploiden in 2 Allelen, vorhanden ist.

Dahingegen ist anzunehmen, daß die beschriebenen Tatsachen bei Artkreuzungen mit *Hordeum bulbosum*, die ja, wie KUCKUCK 1934 mit seinem Bastard *H. bulbosum* × *sativum* gezeigt hat, im Bereich des Möglichen liegen, ganz charakteristische Folgen haben. Es sollte nämlich, sofern die Homologie der Chromosomen des Kreuzungspartners mit jenen von *H. bulbosum* nicht so weit geht, wie diejenige der beiden in dessen Haploidsatz vereinigten Garnituren, zur Autosyndese der *bulbosum*-Chromosomen kommen. Da dies für den Bastard *H. bulbosum* × *sativum* zutreffen dürfte, kann diesem ein ähnliches, vielleicht noch markanteres cytologisches Verhalten vorausgesagt werden, wie ich es (VON BERG 1931) durch morphologische Beobachtungen für *Aegilops triuncialis* × *Secale cereale* angegeben habe; diese Angaben wurden zwar wiederholt zweifelnder Kritik unterzogen, neuerdings aber werden sie (SOROKINA 1934) unter neuen Gesichtspunkten nicht nur für diesen Bastard zugegeben, sondern ähnliche Verhältnisse bei einigen Aegilops-Weizenbastarden für möglich gehalten. Bei Kreuzung mit Formen mit mehr oder minder homologen Chromosomen müßte der Bastard mehrwertige Verbände hervorbringen, von denen wohl nicht hervorgehen oben zu werden braucht, daß sie, ebenso wie im Fall der Autosyndese, sehr charakteristischen Einfluß auf die Genetik allfälliger Nachkommenschaft ausüben würden.

Zum Schluß ist noch zu bemerken, daß ein cytologischer Nachweis der Autotetraploidie in diesem Umfang für eine natürliche Art des Tribus *Hordeae*, dem fast alle wichtigen europäischen Kulturgetreide zugehören, noch nicht geführt worden ist. Er darf um so mehr Interesse beanspruchen, als gewisse cytogenetische Bastardstudien für einzelne Arten (*Aegilops*) autotetraploide Konstitution wahrscheinlich gemacht haben. Ferner legt die Beobachtung anscheinend völliger Homologie der beiden Garnituren des Haploidsatzes von *Hordeum bulbosum* den Schluß auf relativ geringes phylogenetisches Alter der Autotetraploidie nahe, da jene sich anscheinend noch nicht selbständig weiter entwickelt haben. Da wir andererseits eine ganze Anzahl Fälle verschiedener Chromosomenzahl innerhalb einer Spezies, gerade auch bei den *Hordeae* (vgl. auch AVDULOV 1931) kennen, eröffnet sich die Möglichkeit, daß die diploide

Ursprungsform vielleicht noch existiert und eines Tages aufgefunden wird.

Eine breite Besprechung der cytologischen Literatur über Tetraploide ist wohl entbehrlich. Innerhalb der Gramineae ist jedoch eine sehr eingehende Studie von DARLINGTON 1934 hervorzuheben, der sich vor allem mit dem Verhalten der Chiasmata und den davon bedingten Formen der Quadrivalenten bei einer autotetraploiden *Avena*-Kreuzungsnachkommenschaft befaßt hat. Eine bemerkenswerte Parallele zu meinen Beobachtungen beinhaltet die Tatsache, daß zwei Drittel der Chromosomen als Quadrivalente, der Rest als Bivalente auftreten; die Quadrivalenten sind jedoch infolge viel geringerer Terminalisation ungleich vielgestaltiger als in meinem *Hordeum*-Material. Ferner sind an natürlichen Arten von KATTERMANN 1931 bei *Avena elatior*, sowie von MÜNTZING 1933 und RANCKEN 1934 bei *Dactylis glomerata* ähnliche cytologische Erscheinungen beschrieben und als Anzeichen von Autotetraploidie gedeutet worden. Die Übereinstimmung der Befunde an diesen Objekten mit meinen Beobachtungen erstreckt sich, nach den Angaben bzw. Abbildungen der Autoren auch auf das Vorherrschen terminaler Chiasmata und es will mir möglich erscheinen, daß dieser Umstand, der wesentlich die relativ einfache Gestaltung der metaphasischen Chromosomenverbände in der Meiose und ihre Verteilung beeinflußt, an der Erhaltung und dem Funktionieren der Autotetraploidie ursächlich beteiligt ist. Inwieweit er jedoch selbst eine von deren Folgeerscheinungen darstellt, ist heute noch nicht erkennbar.

Zusammenfassung.

1. *Hordeum bulbosum* zeigt in den Reifungsteilungen bei maximaler Bindung 7 quadrivalente Chromosomenringe; in der Regel werden diese teilweise durch Bivalente oder Tri- und Univalente ersetzt. Die Anaphasenverteilung und der weitere Teilungsablauf ist völlig regelmäßig.

2. Die Chiasmata sind terminal, Ausnahmen treten zahlenmäßig sehr zurück. Die Gestalt der mehrwertigen Chromosomenverbände und wahrscheinlich auch ihre anaphasische Verteilung wird dadurch in ihrer Variabilität erheblich vermindert.

3. Unter ungünstigen Vegetationsbedingungen (Kälte) fixiertes Material zeigt allgemeine Herabsetzung der Chiasmenfrequenz, die bis Null gehen kann, d. h. alle Chromosomen bleiben univalent. Parallel damit finden sich je nach dem Grade der Störung die bekannten Verände-

rungen der meiotischen Phasen samt allen ihren Folgen.

4. Das meiotische Verhalten von *H. bulbosum* wird durch die Annahme, daß die Art autotetraploid sei, erklärt. Möglicherweise gibt es in der Natur auch noch diploide Sippen.

5. Für das genetische Verhalten, Koppelung und Spaltung dürfte diese Tatsache ohne Belang sein. Hingegen ist bei Kreuzung mit Formen ungenügend homologer Chromosomen Autosyndese der *bulbosum*-Garnituren und mit solchen, die teilweise homologen Chromosomenbestand haben, Polyvalentenbildung in den Bastarden vorauszusetzen.

Literatur.

AVDULOV, N. P.: Karyo-systematische Untersuchung der Familie Gramineen. Suppl. 43. Bull. appl. bot. 1931.

BERG, K. H. VON: Autosyndese bei *Aegilops triuncialis* × *Secale cereale*. Z. Züchtg A 17, 55—69 (1931).

DARLINGTON, C. D.: The origin and behaviour of chiasmata IX. Diploid and tetraploid *Avena*. Cytologia 5, 128—134 (1934).

GHIMPU, V.: Proc. verb. Ac. Agric. France (1929).

KUCKUCK, H.: Artkreuzungen bei Gerste. Züchter 6, 270—273 (1934).

MÜNTZING, A.: Quadrivalent formation and aneuploidy in *Dactylis glomerata*. Bot. Notis. 1933, 198—205.

RANCKEN, G.: Zytologische Untersuchungen an einigen wirtschaftlich wertvollen Wiesengräsern. Acta agral. Fennica 29 (1934).

SOROKINA, O. N.: Die Hybridisation des *Aegilops* mit Weizen. Russisch. Bull. appl. bot II 6, 7—36 (1934).

STÄHLIN, A.: Morphologische und cytologische Untersuchungen an Gramineen. Wiss. Arch. Landw. A 1, 1—398 (1929).

REFERATE.

Allgemeines, Genetik, Cytologie, Physiologie.

Analyse, Synthese und Ganzheit in der Biologie. Von M. HARTMANN. Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik-math. Kl. H. 20, 366 (1935).

Die verschiedenen vitalistischen und organistischen Theorien der Biologie in neuerer Zeit sind zwar alle antimechanistisch eingestellt, aber es herrschen bei ihnen durchweg verschiedenartige, meist unklare Anschauungen über die Anwendung der methodologischen Prinzipien. Man unterscheidet gewöhnlich induktive und deduktive Erkenntnisverfahren, in der Praxis zeigt sich aber, daß sie niemals getrennt, sondern immer wechselseitig gebraucht werden, wenn auch gewöhnlich die eine Methode mehr im Vordergrund steht. Es lassen sich drei Arten von Induktion unterscheiden, die reine oder generalisierende und die exakte oder analytische. Die allgemeine führt zur Kenntnis von Sachverhalten (Systematik, vergleichende Morphologie), sie kommt so zu Allgemeinbegriffen, die Ausdruck von gewissen Gesetzmäßigkeiten sind. Die exakte Induktion, die analytische Methode, führt mit logischer Notwendigkeit zur kausalen Erkenntnis: aus dem einzelnen Fall wird das Gesetz für alle Fälle geschlossen. Nur diese beiden Methoden gewähren den Fortschritt der Erkenntnis in der Biologie. Ganz ähnlich verhalten sich Analyse und Synthese zueinander. Eine Synthese ist nur möglich nach durchgeführter Analyse. Der Begriff der Ganzheit ist nicht ein konstitutiver Begriff, wie immer gemeint wird, sondern ein neurastischer, regulativer im Sinne Kants. An der synthetischen Morphologie von Heidenhain wird gezeigt, daß die analytischen Grundlagen, aus denen die Theorie aufgebaut ist, falsch sind, das gleiche gilt für den Biologismus von A. Meyer und seine Typenlehre und schließlich auch von der sogenannten Gestalttheorie. Dagegen ist die Entwicklung der Chromosomentheorie der Verer-

bung ein ausgezeichnetes Beispiel für den logischen und folgerichtigen Aufbau einer biologischen Theorie. *Hallervorden* (Landsberg a. d. W.).^{oo}

Die Pflanzenzelle. Vorlesungen über normale und pathologische Zytomorphologie und Zytogenese. Von E. KÜSTER. 323 Textabb. 672 S. Jena: Gustav Fischer 1935. Geh. RM. 34.—, geb. RM. 36.—.

Als Grundlage für sein umfassendes Werk benutzte der Verf. seine Vorlesungen und Vorträge, die zu diesem Zweck erheblich erweitert und so auf den neuesten Stand der Forschung gebracht wurden. Das Buch gliedert sich in 7 umfangreiche Kapitel. Jedem Kapitel ist am Schluß noch ein sehr reichhaltiges Literaturverzeichnis angehängt, was sehr zur Übersicht des behandelten Stoffes beiträgt. Ein ganz besonderes Augenmerk wird den Ergebnissen der experimentellen Cytologie und den willkürlich hervorgerufenen Zellanomalien gewidmet. Wenn sich auch das Werk in erster Linie an den Cytologen und Physiologen wendet, so wird es auch ganz allgemein dem Biologen und besonders auch dem Cytopathologen von großem Wert sein. Eine möglichst weite Verbreitung des ausgezeichneten und überaus wertvollen Buches wäre sehr wünschenswert. *Husfeld* (Berlin).

The production of barley seed through post-harvest pollination. (Gewinnung von Gerstensamen aus Ähren, die vor der Blüte abgeschnitten wurden.) Von M. N. POPE. (*Bureau of Plant Industry, U. S. Dep. of Agricult., Washington.*) J. Hered. 26, 411 (1935).

Verf. gelang es, Gerstenähren, die er vor der Blüte abgeschnitten und in destilliertes Wasser gestellt hatte, in diesem Zustand zu kastrieren und zu bestäuben. Die Bastardkörner wogen 19 mg gegen 53 mg der normal ausgereiften Körner. Die Samen waren keimfähig. — Die Methode hat u. U. eine praktische Bedeutung für die Pflanzenzüch-