

(Aus dem Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung der Technischen Universität Berlin.
Direktor Professor Dr. KAPPERT.)

Speltoïd- und Compactoidmutationen.

Von EVA JUNGFER.

Mit 13 Textabbildungen.

In Band 2 dieser Zeitschrift erschien 1930 eine Arbeit von ERNST OEHLER über Speltoïd- und Fa-tuoid-Mutationen. Sie gab einen Überblick über den geschichtlichen Verlauf, den derzeitigen Stand der Forschungen und die Hypothesen dieses Problems, das noch eine Menge ungelöster Fragen barg.

Inzwischen sind die Arbeiten besonders in Schweden nach den bedeutenden Anfängen durch H. NILSSON-EHLE und WINGE von LINDTHARD, HÅKANSSON und ÅKERMAN und in Amerika von HUSKINS und seinen Schülern und von SEARS vorangetrieben worden, haben weitgehend Klärung schaffen können und durch Anschluß an neuere Ergebnisse der Cytologie das Problem der Speltoïd- und Compactoid-Mutationen aus dem Rahmen der Fragestellung um eine Besonderheit zu allgemeinerer Bedeutung erhoben.

Da auch in Deutschland in neuerer Zeit gerade in Zuchtarbeiten Speltoïd- und Compactoidformen aufgetreten sind und wir auch einige Zeit und Mühe auf die Klärung solchen Falles verwandten, ist es wohl nicht verfehlt, an diesem Ort einen Überblick über den heutigen Stand der Forschungen an diesem Problem zu geben.

Herkunft unseres Materials.

Im Sommer 1948 erhielten wir von Prof. LEMBKE aus Malchow neun Weizenpflanzen aus einer Population, die ursprünglich aus der Kreuzung Obotriten × Panzer aus dem Jahre 1923 stammte. Unter den Nachkommen dieser Kreuzungen waren in Halm und Ähre verkürzte, bzw. verlängerte Typen aufgetreten, die sich nicht rein züchten ließen, sondern immer wieder diese bestimmten Typen abspalteten. In Malchow waren alljährlich die kurzen, dickährigen Pflanzen dieser Population nachgebaut worden, da sich herausgestellt hatte, daß sie am stärksten aufspalteten. Die uns gesandten Pflanzen wurden der Länge des Halmes nach geordnet, und es zeigte sich, daß damit auch eine Ordnung bezüglich der Länge und

Dichte der Ähren und in gewissem Grade der Fertilität gegeben war. Zwischen der Länge des längsten Halmes und der längsten Ähre jeder Pflanze besteht eine Korrelation.

Die Pflanzen hatten folgende Nachkommenschaften:

- Nr. 1 brachte 77 locker zugespitzte und 8 normale;
 Nr. 2 brachte 90 normale;
 Nr. 3 brachte 8 normale und 48 locker zugespitzte, 19 gedr. III¹ u. 5 gedr. IV;
 Nr. 5 brachte 39 normale und 8 locker zugespitzte, 19 gedr. III¹ u. 5 gedr. IV¹;
 Nr. 6 brachte 10 normale und 2 locker zugespitzte, 5 gedr. III u. 2 gedr. IV;
 Nr. 7 brachte 14 normale und 15 locker zugespitzte, 21 gedr. III u. — gedr. IV;
 Nr. 8 brachte 16 normale und 8 locker zugespitzte, 12 gedr. III u. — gedr. IV;
 Nr. 9 brachte — normale und — locker zugespitzte, 1 gedr. III u. 1 gedr. IV.

Nach dem Verhalten bei der Spaltung lassen sich die Pflanzen in vier Gruppen ordnen: Nr. 2 ist konstant normal. Die drei im ersten Jahr von uns benutzten Bonitierungsstufen „kolbig“, „gedrängt I“ und „gedrängt II“ erwiesen sich im Nachbau als modifikativ bedingt.

Die Pflanzen Nr. 1 und Nr. 3 spalten in „locker zugespitzt“ und „normal“ und liefern homogene Spaltungsreihen. $\chi^2 = 0,79$ $P = 0,57$. Die Pflanzen Nr. 5 bis Nr. 8 spalten weit stärker auf und bringen die Formen mit den als „gedrängt III“ und „gedrängt IV“ bezeichneten Ähren. Homogenität zwischen den Reihen ist außer zwischen Nr. 5 und Nr. 6 nicht festzustellen.

Pflanze Nr. 9 liefert aus zwei Samen zwei Pflanzen, die wieder äußerst kurz sind und sehr dichte Ähren aufweisen.

Im Nachbau der nächsten Jahre zeigte sich, daß entsprechende Typen wieder in gleicher Weise spalteten. Daher bestärkte sich, gestützt auch auf cytologische Daten, die Vermutung, daß wir es in diesem Material mit einer Speltoïdmutation und deren Abkömmlingen zu tun haben.

Daten der Ausgangspflanzen unseres Materials:

Nr.	Zahl der Halme	Länge der Halme cm	Ähre		Ährenform	Kornzahl in 2 Ähren
			größte cm	kleinste cm		
1	7	86—118	10,5	5,0	locker zugespitzt	113
2	11	66—112	9,0	5,0	normal	136
3	11	30—105	8,5	4,5	locker zugespitzt	87
5	7	66—80	6,0	4,5	gedrängt III ¹	111
6	12	48—56	6,5	5,5	wie 5	29
7	6	55—63	6,5	6,0	gedrängt III—IV	70
8	7	40—56	6,5	3,5	wie 7	57 (2 Ähren ohne Korn)
9	6	25—35	6,0	4,5	wie 7	2 (in 1/2 Ähren)

¹ Erklärung siehe den erläuternden Text zu den Tabellen.

Speltoïd Mutationen.

Als Speltoïdformen werden seit ihrer ersten Bearbeitung durch H. NILSSON-EHLE in Kulturweizensorten oder -Kreuzungsnachkommen auftretende abweichende Pflanzen bezeichnet, die sich von der Ausgangsform durch Merkmale, die sonst *Triticum spelta* zukommen, unterscheiden. Die Ähre, auch der Halm ist verlängert, die Hüllspelzen zeigen sich stark gekielt und verhärtet und mit einer rechtwinkligen statt schräg abfallenden Schulter; Abb. 1, 2. Als Compactoid-

formen werden gleichermaßen spontan, jedoch meist aus Speltoïdlinien entstandene Pflanzen bezeichnet, deren Merkmale in Richtung auf *Triticum compactum* verändert sind; besonders auffällig ist die starke Verkürzung des Halmes und der Ähre, die dadurch sehr dicht erscheint. Sowohl Speltoïd- als auch Compactoidformen sind nur relativ, im Hinblick auf ihre Ursprungsformen gut zu bestimmen, da bei den verschiedenen Ausbildungsgraden der betreffenden Merkmale im Kulturweizensortiment Angaben über die absolute Ausbildungsstärke der Merkmale infolge der Mutation nicht zu machen sind.

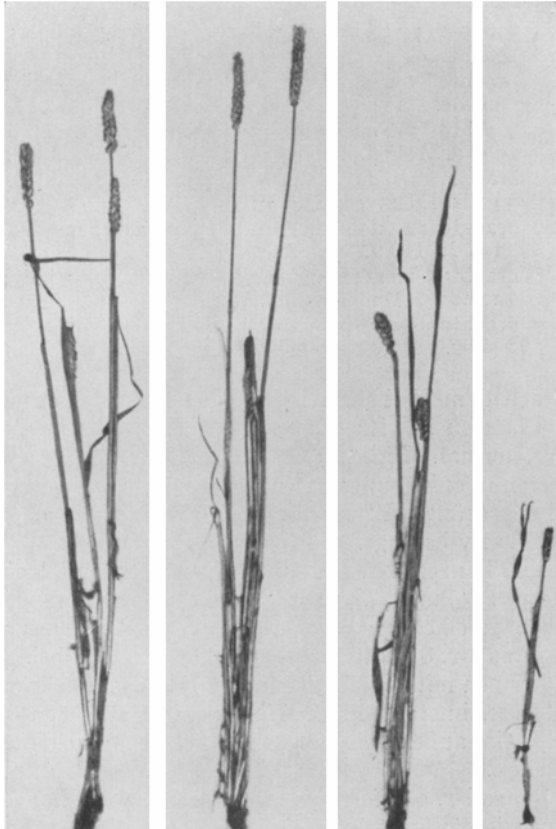


Abb. 1. Von links nach rechts: Normale, Speltoïdheterozygote, Subcompactum u. Compactum einer Reihe.

Sowohl neu aufgetretene Speltoïd- als auch Compactoidformen geben nach Selbstbestäubung eine spaltende Nachkommenschaft und erweisen sich damit als Heterozygoten. Speltoïdheterozygoten bringen in ihrer Nachkommenschaft Normale, Speltoïdheterozygoten und (nicht immer) Speltoïdhomozygoten (= Speltoïde); letzteres sind Pflanzen, die die veränderten Merkmale in noch ausgeprägterer Form zeigen, oft aber sehr häufig und steril sind.

Im Hinblick auf das Verhältnis, in dem Normale, Speltoïdheterozygoten und Speltoïde entstehen, werden seit H. NILSSON-EHLE drei Möglichkeiten unterschieden und danach drei Serien von SpHet¹ aufgestellt, die etwa gleich häufig aufgefunden wurden.

	Norm	SpHet	SpHom
SpHet der Serie A spalten	1	< 2	< 1
Serie B	1	4-5 (8)	< 0,1
Serie C	1	1	< 0,2

¹ Im weiteren Text werden die Abkürzungen Norm für Normale, SpHet für Speltoïdheterozygoten und SpHom für Speltoïdhomozygoten verwandt.

Serie A und B sind stabiler als Serie C, die häufig in eine B-Serie überwechselt; seltener kann auch eine B-Reihe zu einer C-Reihe werden. Durch HUSKINS wurden, um die Symbolisierung eindeutiger zu gestalten, da die Buchstaben A, B, C bereits zur Charakterisierung von Chromosomen benutzt werden, die Bezeichnungen α -, β -, γ -Serien eingeführt.

Compactum-Heterozygoten, auch als Compactoid-Heterozygoten oder Subcompactum bezeichnet, können recht verschiedenartig spalten und beweisen damit, daß diesem Phaenotyp unterschiedliche Genotypen zugrunde liegen. In ihren Nachkommenschaften können entweder nur 3 Typen, nämlich Normale, Subcompactum und Compactum-Homozygoten, kurz Compactum genannt (Typ II) oder Speltoïdheterozygoten, Normale, Subcompactum und Compactum (Typ III) oder aber auch der ganze mögliche Formenschatz solcher Reihe: Speltoïdheterozygoten, Normale, Subnormale¹, Subcompactum und Compactum² (Typ I) auftreten, wobei die Verhältnisse kaum zahlenmäßig faßbar sind, weil sie ganz außerordentlich von Außeninflüssen abhängig sind.

Die anfangs, etwa ab 1900, rein genetischen Studien wurden von 1924 ab durch cytologische Untersuchungen ergänzt und gefördert. Die Zahl der Veröffentlichungen ist bis 1946 auf 215 von HUSKINS 1948 gesammelte Titel angewachsen. Von den frühen Erklärungen der Spaltungsverhältnisse haben sich die Hypothesen von NILSSON-EHLE und WINGE als am treffendsten und fruchtbarsten erwiesen.

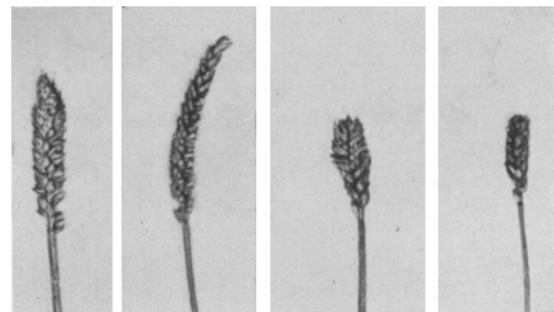


Abb. 2. Ähren der gleichen Pflanzen; die Compactum-Ähre ist fast steril.

NILSSON-EHLE erklärte den Schritt vom normalen Zustand zur SpHet durch eine Verlustmutation, die er, da neben den obengenannten Merkmalen meist auch noch ein Faktor für Begrannung betroffen wird, als Komplexmutation bezeichnete. Treten unter unbegrenzten normalen Ausgangsformen unbegrannte Speltoïd-Mutanten oder begrannete Normale auf, so spricht NILSSON-EHLE von Teilmutationen. Bei diesen sollte der Locus für jeden Faktor (oder Faktorenkomplex) getrennt betroffen sein, während bei der Vollmutation beide Loci und das dazwischen liegende Chromosomenstück als betroffen angesehen wurden. Für die Entstehung von Compactum-Formen wurde noch ein weiterer Faktor in den Komplex einbezogen gedacht, dessen Koppelung aber verhältnismäßig locker sein sollte. Unterschiede in der Entstehungsquote und der Funktionstüchtigkeit zwischen Pollen mit normalem und mutiertem Komplex und die Elimination bestimmter Zygoten wurden zur Erklärung der Spaltungsverhältnisse in Betracht gezogen.

¹ Näheres s. S. 275.

² Im folgenden Text werden die Abkürzungen Subcomp für Subcompactum und Comp für Compactum gebraucht.

WINGES Hypothese, die sich auf cytologische Beobachtungen an Material von ÅKERMAN und LINDTHARD gründet, fußt auf der durch die Hexaploidie des *vulgare*-Weizens gegebenen partiellen Verwandtschaft von jeweils 3 Chromosomenpaaren (HUSKINS nennt solche Chromosomen später homoeolog). Sie ermöglicht mitunter auch eine Paarung zwischen Homoeologen statt der üblichen zwischen Homologen. AA, BB und CC seien drei homoeologe Chromosomenpaare, die nach partnerweiser Paarung gewöhnlich in ABC-Gameten erscheinen. Ausnahmsweise kann es in der meiotischen Metaphase auch zu der Anordnung $\frac{ABB}{ACC}$ und zur Entstehung der Keimzellen ABB und ACC kommen. Werden diese mit normalen ABC-Keimzellen vereinigt, so entstehen die Zygoten $\frac{ABB}{ABC}$ und $\frac{ACC}{ABC}$, von denen die eine einen Überschuß an B-Chromosomen, die zweite einen an C-Chromosomen besitzt. Werden in einem dieser beiden Chromosomen — WINGE bezeichnete dieses als C — Faktoren angenommen, die den Charakter der Pflanze nach Compactum hin verschieben, im anderen dagegen die entsprechend nach Speltoid beeinflussenden, so wäre die normale Merkmalsausbildung das Ergebnis eines Gleichgewichtszustandes zwischen in entgegengesetzter Weise wirkenden Faktoren, während ein Übergewicht an B- bzw. C-Chromosomen speltoid oder compactoide Merkmale zur Ausprägung kommen ließe. Da WINGE in seinem Material SpHom mit 42 Chromosomen und in diesen mitunter Paarung zu 19 Bivalenten und 1 Quadrivalenten fand, da er auch SpHet mit 42 Chromosomen und darin mitunter Paarung zu 19 Bivalenten + 1 Trivalenten + 1 Univalenten beobachtete, war seine Hypothese fundiert, wenn auch nicht an charakteristischem Material gewonnen, wie sich später herausstellte.

Nachdem HUSKINS für die SpHet und SpHom der β -Reihen 41 bzw. 40 Chromosomen festgestellt hatte und viele andere Forscher das bestätigen konnten, und nachdem von ihm ein die SpHet der γ -Reihen charakterisierendes heteromorphes Bivalentes gefunden war, konnte als gesichertes Wissen über die Speltoid- und Compactoidformen folgendes zusammengestellt werden:

Bei den Speltoid-Mutationen handelt es sich um Verluste an Chromosomensubstanz, die zwar verschieden große Chromosomenstücke betreffen, aber immer eine in ihrer Ausdehnung und Lage bestimmte Strecke des C-Chromosoms (= IX. Chromosom von SEARS) umfassen. Das C-Chromosom besteht aus einem langen und einem kurzen Arm, deren Längen sich wie 4:1 verhalten, und der lange Arm wird durch eine Einschnürung im Verhältnis 3:5 unterteilt. Von einem mikroskopisch als Defizienz nicht erkennbaren, lange Zeit von mehreren Forschern als Genmutation angesehenen Verlust, der für die α -Reihen charakteristisch ist, über den Ausfall eines beträchtlichen, mikroskopisch als Deletion feststellbaren Stückes des C-Chromosoms in den γ -Serien bis zum Verlust eines ganzen C-Chromosoms in den β -Serien führen die Übergänge, die besonders zwischen α - und γ -Serien keine scharfe Grenzziehung gestatten. Die Größe des ausgefallenen Stückes beeinflußt wiederum die Funktionstüchtigkeit der Gameten

und die Vitalität der Zygoten, also die Spaltungsverhältnisse in den betreffenden Reihen. Das ausschlaggebende Stück liegt im distalen Abschnitt des langen Arms des C-Chromosoms und umfaßt eine Länge von ungefähr 30 Morgan-Einheiten. Die Lage der wahrscheinlich multiplen Wildmerkmalsgene ist noch nicht endgültig bestimmt.

Der kurze Arm von C ist nicht völlig bedeutungslos für die Ausbildung der zur Rede stehenden Merkmale, sondern wirkt in geringfügigem Maße als Antagonist zu dem im langen Arm gelegenen Stück. Pflanzen, die statt eines Chromosomenpaares CC nur ein Paar, das die kurzen Arme verloren hat, besitzen, sind daher nicht von völlig normalem Habitus, sondern neigen ein wenig mehr zum Subcompactum-Typ; sie werden als Subnormale bezeichnet.

Die Chromatiden des C-Chromosoms haben, besonders wenn das C-Chromosom als Univalentes vorhanden ist, also in den β -Serien, in der Meiosis etwas gesteigerte Neigung, im Centromer zu zerbrechen. Die Neigung ist in Reihen aus verschiedenen Sorten sehr unterschiedlich stark ausgeprägt. SEARS fand in der Sorte Chinese Spring in der ersten Telophase 39,7% der Pollenmutterzellen mit Mißteilungen des Univalenten, während SANCHEZ-MONGE und MAC KEY nur 1,7% feststellen konnten. SEARS beobachtete ferner, daß aus anderen Sorten in Chinese Spring-Plasma gebrachte C-Univalente stärkere Neigung zu Mißteilungen zeigten als im eigenen Plasma. Die aus solcher Fehlteilung erhaltenen telozentrischen Bruchstücke, der lange Arm des C-Chromosoms, Ctl, und der entsprechende kurze Arm, Cts, können im Genom erhalten bleiben oder ausgestoßen werden. Sie können aber auch dadurch, daß die Spalthälften nicht auseinanderweichen, und durch das gemeinsame Centromer verbunden bleiben, zu einem neuen Chromosom werden, das aus zwei gleichen Armen besteht. Solch Isochromosom aus dem langen Arm von C wird als Cil bezeichnet, das aus dem kurzen Arm als Cis. Durch Cd ist das C-Chromosom der γ -Serien mit einer erheblichen Defizienz symbolisiert, und C α bedeutet dasjenige mit der kleinen Defizienz der α -Serien. Den bisher erwähnten Speltoid- und Compactoid-Phaenotypen können daher folgende Erbformeln zugesprochen werden, wobei die Dosierung des langen Armes des C-Chromosoms von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Normale	$20_{II} + C + C$
Spelt Het	$20_{II} + C^{\alpha} + C$; $20_{II} + Cd + C$; $20_{II} + Ctl$; $20_{II} + C + Cts$; $20_{II} + C$;
Spelt Hom	$20_{II} + 2C^{\alpha}$; $20_{II} + 2Cd$; 20_{II} ; $20_{II} + 2Cts$.
Subnormale	$20_{II} + Cil$; $20_{II} + C + Ctl$; $20_{II} + 2Ctl$.
Subcompact.	$20_{II} + 3C$; $20_{II} + C + Cil$; $20_{II} + Cil + Ctl$; $20_{II} + C + 2Ctl$; $20_{II} + 2C + Cil$.
Compact.	$20_{II} + 4C$; $20_{II} + 2Cil$; $20_{II} + C + 2Cil$; $20_{II} + 2C + 2Cil$.

α -Reihen.

Cytologische Untersuchungen ergaben immer wieder, daß SpHet dieser nach genetischen Daten aufgestellten Reihen 42 Chromosomen haben und keine charakteristischen Teilungsanomalien in der Pollenmeiosis aufweisen. Daher war für diese Reihen lange die Möglichkeit, daß es sich um eine Genmutation

handele, nicht von der Hand zu weisen. NILSSON-EHLE kreuzte die beiden als Teilmutationen bezeichneten Homozygoten

unbegrannt Speltoid \times begrannt Normal

und erhielt unbegrannete SpHet, in deren Nachkommenschaften neben elterlichen Formen und Bastardkombinationen auch Austauschpflanzen enthalten waren. Er fand

ubegr. Normal	begr. Norm.	ubegr. SpHet	begr. SpHet
434	578	1569	363
	ubegr. SpHom	begr. SpHom	
	952	43	

Bei den spontan entstandenen vollmutierten Speltoidheterozygoten der α -Reihen wurden aber noch nie Austauschtypen gefunden. Das legt die Vermutung nahe, daß ein Austausch nicht stattfinden kann, weil keine Gen-, sondern eine Chromosomen-Mutation, eine Deletion, vorliegt, die auch das ganze Stück zwischen den Loci mit umfaßt. Ihrer Kleinheit wegen kann diese Deletion mikroskopisch nicht nachgewiesen werden. Sie bildet auch bei der Chromosomenverteilung in der Meiosis sowie für die Keimzellen, die das Deletionschromosom tragen, und für die daraus entstehenden Zygoten kaum einen Anlaß zu Unregelmäßigkeiten und Beschränkungen in Funktions- oder Lebenstüchtigkeit, wie man aus der für α -Reihen charakteristischen Spaltung 1: fast 2: fast 1 ersieht, in der die Ausfallserscheinungen sich im Vergleich zu den anderen Reihen nur wenig bemerkbar machen. Die Homozygoten dieser Reihe sind kräftige fertile Pflanzen. ÅKERMAN erhielt allerdings aus Kreuzung SpHom \times SpHet 28 SpHet + 8 SpHom, aus der Kreuzung Norm. \times SpHet 126 Normale + 22 SpHet und aus Kreuzung SpHet \times Norm 25 Norm + 25 SpHet. Daraus erhellt, daß Pollen mit C^a benachteiligt sind in der Konkurrenz mit C-Pollen, daß aber in den Eizellen beide Keimzellarten gleich funktionsfähig sind. Zygotenelimination spielt keine Rolle.

γ -Reihen.

In den γ -Reihen, die sinngemäß vor den β -Reihen besprochen werden sollen, ist das ausgefallene Chromosomenstück cytologisch an einem heteromorphen Bivalenten nachzuweisen. Die Größe des Verlustes kann in verschiedenen Reihen recht unterschiedlich sein und sich bis zum Verlust des ganzen langen Armes von C erstrecken, so daß die Formen mit der Konstitutionsformel $20_{II} + C + Cts$ auch hierher zu rechnen sind.

Das C- und das Cd-Chromosom paaren sich in den meisten Fällen (Angaben von HUSKINS 88% bzw. 94%) und werden dann regelmäßig auf die Keimzellen verteilt. Paaren sie sich nicht, so verhalten sie sich wie die Univalenten der β -Reihen (s. S. 276) und werden zufällig auf die Keimzellen verteilt, falls sie nicht durch Mikronucleusbildung ausgemerzt werden. Es entstehen also neben der Hauptmasse der im gleichen Mengenverhältnis gebildeten $20 + C$ - und $20 + Cd$ -Keimzellen auch einige mit nur 20 oder mit $20 + C + Cd$ Chromosomen, von denen die mit 20 , wenn sie, was sehr selten vorkommt, mit einer normalen Keimzelle eine Zygote bilden, eine SpHet der β -Reihe geben. Aus mehreren Kreuzungen zwischen SpHet und Normal wurden insgesamt aus 120 normalen und 104 mutierten Eizellen reife Pflanzen erzielt.

Zählungen an Pollentetraden ließen auf 6,1% Keimzellen mit $20 + Cd$ oder Cts , 46,2% Keimzellen mit $20 + C$ und 1,5% mit $20 + C + Cd$ oder Cts schließen. Das entspräche einem Verhältnis von 52,3 mutierten auf 47,7 normale Eizellen. Aus Bestäubungen mit SpHet als Männchen ergab sich, daß $20 + Cd$ oder Cts enthaltender Pollen kaum einmal zur Befruchtung gelangt. Die Spaltung 1:1: < 0,2 läßt sich aber erst durch die weitere Annahme einer geringen (sehr schwankenden) Zygotenelimination erklären.

Die SpHom dieser Reihen sind schwächlich und weitgehend steril. Sie können von folgender Beschaffenheit sein: 20_{II} ; $20_{II} + 2 Cd$; $20_{II} + Cd$. Die beiden letztgenannten sind phaenotypisch gleich, während die 40chromosomigen an Fruchtbarkeit und Lebenskraft unterlegen sind.

β -Reihen.

Die SpHet der β -Reihen haben ein ganzes Chromosom verloren ($40 + C$); es gibt auch Formen, denen außerdem noch der kurze Arm des restlichen C-Chromosomens fehlt ($40 + Ctl$). Beide weisen in der Pollenmeiosis ein Univalentes auf, dessen Geschick Einfluß auf das genetische Verhalten der Reihe nimmt und darüber hinaus die Möglichkeit zur Erklärung des Entstehens der komplizierten compactoiden Typen gibt. Das Univalente findet in der Meiosis keinen Partner vor, es ist daher fast immer außerhalb der Äquatorialplatte zu finden (Abb. 3). Erst wenn die anderen Chromosomen bereits in der Anaphase sind, rückt es in die Spindel und spaltet sich (Abb. 4). Die Spaltung des Univalenten in der ersten Anaphase wurde zu 96% (SEARS 1952), bzw. 98% (SANCHEZ-MONGE 1948) beobachtet. Seine Chromatiden weichen auseinander und folgen den übrigen Chromosomen nach (Abb. 5). Aber nur in einem Teil der Fälle gelingt es den Chromatiden, noch mit in den Tochterkern einbezogen zu werden (Abb. 6). Ist das nicht der Fall, so bilden sie einen Mikronucleus, werden aber am zweiten Teilungsschritt wieder mit beteiligt. In der Teilung, die zur Tetradenbildung führt, spalten sich die C-Chromatiden i. allg. nicht mehr; sie werden wiederum verzögert in die Tochterkerne aufgenommen, oder aber durch Mikronucleusbildung endgültig ausgemerzt. (Abb. 7, 8, 9.) Die Zahl der Pollenkörner mit 21 Chromosomen wird auf diese Weise beträchtlich vermindert; Zählungen an 150 Tetraden ergaben nach HUSKINS 83% Pollen mit 20 Chromosomen. Wir fanden an etwa 2500 Tetraden 78%. Nach anderen Mikronucleuszählungen in Pollentetraden und Ergebnissen von Certationskreuzungen werden bei beiden Keimzellarten (Eizellen und Pollenzellen) Gameten mit 20 bzw. 21 Chromosomen etwa im Verhältnis 1:8 gebildet. Das Verhältnis schwankt in verschiedenen Reihen und verschiedenen Jahren. LINDTHARD kreuzte Normal \times SpHet und erhielt nur normale Nachkommenschaften. Kreuzte er SpHet \times Normal, so erhielt er eine Normale auf 9 SpHet. Der Pollen dieser Reihe ist, wenn er nur 20 Chromosomen enthält, im allgemeinen nicht funktionsfähig. Entstehen aber doch einmal SpHom, dann sind sie äußerst hilflos und steril. In dieser Reihe spielen also zur Erklärung des Spaltungsverhältnisses 1:4—5 (8): < 0,1 der Wettstreit zwischen Pollen mit 20 und $20 + C$ Chromosomen

und die Entstehungsquote der verschiedenen Eizellen die ausschlaggebende Rolle; Zygotenelimination und Entstehungsquote des Pollens fallen kaum ins Gewicht.

Außer den Zufälligkeiten bei der Verteilung können den Chromatiden der Univalenten auch Fehlteilungen zustoßen. Sie können z. B. im Centromer zerbrechen (Abb. 10), und als telozentrische Chromosomen auf-

mosomen unterliegen zwar auch der Ausmerzung durch Mikronucleusbildung in der zweiten Telophase, SEARS stellte aber auf Grund genauer Zählung und Berechnung fest, daß die Häufigkeit der Fehlteilungen des univalenten C-Chromosoms groß genug ist, um trotz der Verluste das gelegentliche Auftreten von Subcompactoiden (charakterisiert durch den Besitz

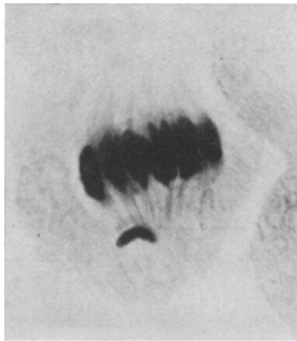


Abb. 3.

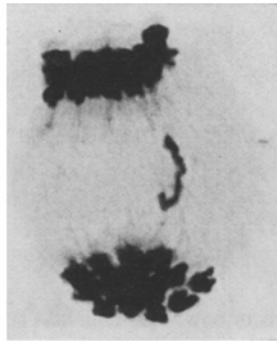


Abb. 4.

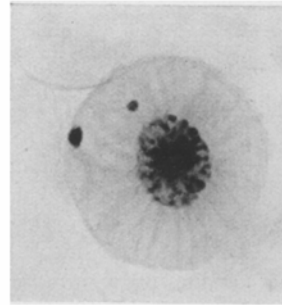


Abb. 8.

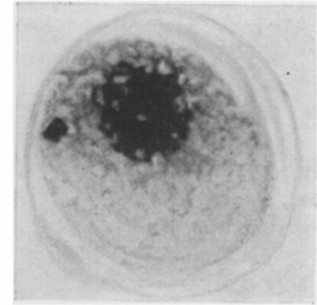


Abb. 9.

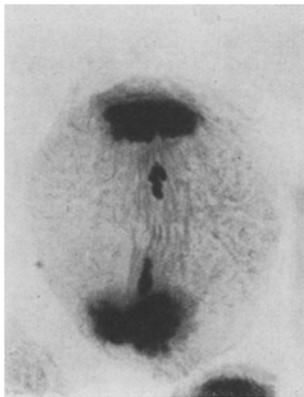


Abb. 5.

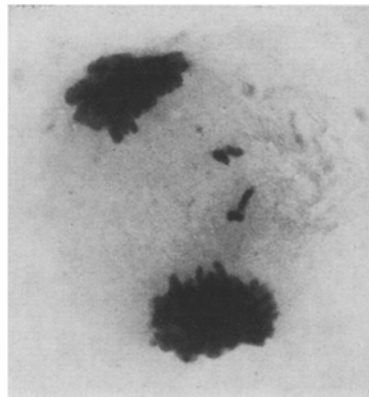


Abb. 6.

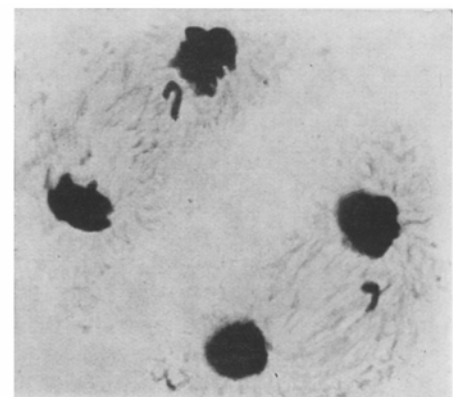


Abb. 7.

Abb. 3. C-Univalentes außerhalb der Äquatorialebene. Abb. 4. C-Univalentes gespalten in der Spindel. Abb. 5. Chromatiden des C-Univalenten an die Pole rückend. Abb. 6. Chromatiden des C-Univalenten an die Pole rückend. Abb. 7. Chromatiden des C-Univalenten in der 2. meiotischen Teilung als Verspätete in den Spindeln. Abb. 8. Mikronuclei in einer Gone. Abb. 9. Mikronuclei in jungen Pollen.

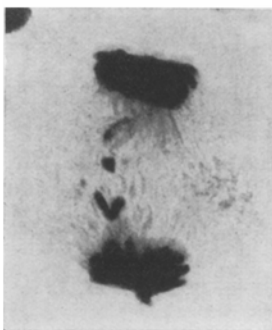


Abb. 10.

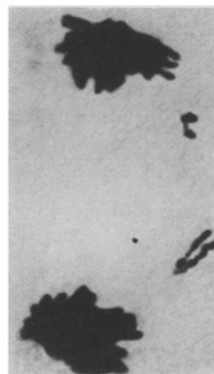


Abb. 11.

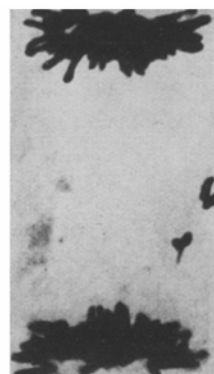


Abb. 12.

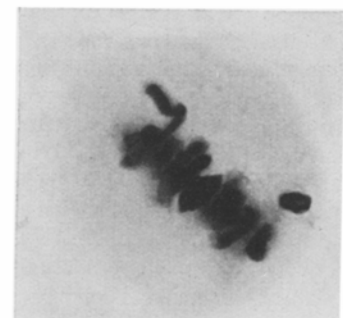


Abb. 13.

Abb. 10. Ein Chromatid des C-Univalenten zerbrochen. Abb. 11/12. aus SEARS 1952, Mißteilung des C-Univalenten, je zwei gleiche Arme an einen Pol. Abb. 13. C und Cil, dieses als Ring-Univalentes neben der Äquatorialplatte.

treten. Findet der Bruch im Centromer statt, ehe die Chromatiden sich getrennt haben, und bleiben die Spaltheilften im Centromer verbunden, so kommt es zur Bildung von Isochromosomen. SEARS fand bei Untersuchungen an der Sorte Chinese Spring, die, wie er betont, besonders große Neigung zu Mißteilungen des Univalenten zeigte, am häufigsten solche Brüche, bei denen das geteilte Centromer mit je zwei gleichen Chromosomenschenkeln an die Pole wanderte (Abb. 11 u. 12). Diese neuen Chro-

mosomen unterliegen zwar auch der Ausmerzung durch Mikronucleusbildung in der zweiten Telophase, SEARS stellte aber auf Grund genauer Zählung und Berechnung fest, daß die Häufigkeit der Fehlteilungen des univalenten C-Chromosoms groß genug ist, um trotz der Verluste das gelegentliche Auftreten von Subcompactoiden (charakterisiert durch den Besitz von Cil) in β -Serien zu erklären. SANCHEZ-MONGE und MAC KEY dagegen konnten keine derartigen Fehlteilungen beobachten. Sie griffen daher zur Annahme, das Isochromosom entstünde in der Pollenmitose durch Nichtverteilung (nondisjunction) der Spaltheilften eines zerbrochenen C-Chromosoms. Diese Vorstellung entspricht den Beobachtungen MÜNTZINGS, der für die B-Chromosomen im Roggen gerichtete Nichtverteilung der Spaltheilften in der Pollenmitose festgestellt hat.

Auf alle Fälle ist jedoch durch das Auffinden der Mißteilungen der Anschluß der Subcompactoiden und damit dieses ganzen Flügels der Mutationsreihe an die Speltoiden gegeben.

Compactoid-Mutationen.

Die Subcompactum und Compactum bieten wegen ihrer undurchsichtigen Spaltungsverhältnisse und der vielen möglichen Genotypen bei gleichen Phänotypen die meisten Schwierigkeiten bei der Erklärung ihres Verhaltens. Alle aber sind charakterisiert durch den Besitz einer höheren Dosierung des betreffenden Abschnittes des IX. Chromosoms. Den ersten wesentlichen Beitrag lieferte HÅKANSSON, der bereits 1932 drei genetisch verschiedene Subcompactum untersuchte und als erster das Isochromosom Cil, er nennt es co-Chromosom, als bedeutungsvoll auffand. Phaenotypisch zeigt sich bei den Compactumtypen als am auffälligsten eine Verkürzung der Spindel und des Halmes, eine Abrundung der Hüllspelzen und eine Reduktion der Schulter. Die Compactumtypen sind wie die Speltoidformen nur im Rahmen einer bestimmten Reihe phaenotypisch sicher zu bestimmen, da Subcompactum aus lockerem Herkunftsmaterial durchaus dem Normalen einer Reihe dichtährigen Ursprungs entsprechen kann.

HUSKINS ordnet in seiner Zusammenfassung des Materials die Subcompactum nach ihrer Spaltung in drei Gruppen. Subcompactum entstehen meist aus β -Reihen der Speltoiden, durch das Auftreten eines Isochromosoms aus dem langen Arm des C-Univalenten. $40 + C + Cil$ wäre der Chromosomenbestand solcher Subcompacten des weitaus häufigsten Typus I. Das Cil-Chromosom ist nach SEARS Untersuchungen während der meiotischen und mitotischen Teilungen nicht stärker Ausmerzungen ausgesetzt als andere Chromosomen. C und Cil paaren sich in nicht mehr als 50% der Pollenmutterzellen, da die beiden gleichen Arme von Cil sich sehr häufig miteinander paaren. (Abb. 13) Niemals wurde eine Verbindung zwischen C und Cil über den kurzen Arm von C gesehen. Das heteromorphe Bivalente macht das Teilungsgeschehen ordnungsgemäß mit wie das Heteromorphe der γ -Linien, und es entstehen $20 + C$ - und $20 + Cil$ -Keimzellen in gleicher Anzahl. Gelangen C und Cil nicht zur Paarung, so ergeht es ihnen wie Univalenten, deren Verhalten am Beispiel des C-Univalenten der β -Serie beschrieben wurde. HÅKANSSON beobachtete allerdings, daß C und Cil meist ungespalten in die Dyadenzelle gelangten und sich erst im zweiten Teilungsschritt spalteten. Das scheint jedoch ein Ausnahmeverhalten gewesen zu sein; die anderen Beobachter fanden die erstgenannte Verhaltungsweise. Daher kann neben den häufigsten Keimzellen $20 + C$ und $20 + Cil$ auch die Entstehung von $20 + 2C$ - und 20 -Gameten und weiteren nicht funktionfähigen gelegentlich erwartet werden. Als Kombinationen daraus können, wenn es bei der Eizellbildung zu gleichartigen Vorgängen kommt, entstehen:

Normale vom Typ	$40 + 2C$
Subcomp. „ „	$40 + C + Cil$
Comp. „ „	$40 + 2Cil$
SpHet „ „	$40 + C$
Subnorm. „ „	$40 + Cil$
Subcomp. „ „	$40 + 3C$
	$40 + 2C + Cil$

Eine Spaltungszusammenstellung für alle beobachteten Subcompactum vom Typ I gibt HUSKINS an mit

1 SpHom 110 SpHet 210 Norm 10 SubNorm
107 SubComp 9 Comp 4 Dwf.¹

In ihr waren die oben abgeleiteten Typen enthalten, aber die außerdem aufgefundenen SpHom fordert eine Erklärung. Sie besaß ein zusätzliches anderes Chromosom, das die sonst bei C-Nullisomen auftretende Sterilität und Schwachwüchsigkeit kompensierte. Derartige Kompensationen stellte SEARS auch für andere Nullisome fest. Als Dwf = Zwerge werden undefinierbare, nicht ährenschiebende Kümmerpflanzen bezeichnet, von denen man annimmt, daß sie nicht lebensfähige Kombinationen verkörpern.

In den Subnorm $40 + Cil$ verhält sich Cil wie ein gewöhnliches Univalentes, 15,5% bis 26% der Gameten wurden mit $20 + Cil$ befunden, außerdem entstehen Keimzellen mit der Konstitution $20 + 2Cil$ und sehr selten (nach Mißteilung von Cil) $20 + Ctl$. Als Spaltungstypen wären also Speltoide, Subnorm und Comp. zu erwarten, nach Mißteilung des Cil auch SpHet und Subcomp. Die Gesamtspaltung der von HUSKINS beobachteten Subnorm dieses Typs betrug: 1 SpHom 8 SpHet 97 Subnorm 6 Subcomp 16 Comp. von den 6 Subcomp mußten einige auf Fremdbestäubung zurückgeführt werden, da sie ein normales C enthielten.

Die Comp $40 + 2Cil$ weist in der Meiosis wegen der Selbstpaarung von Cil in weniger als 50% der Pollenmutterzellen (38 gepaarte auf 62 ungepaarte wurden gezählt) Paarung zwischen den Cil auf. So entstehen durch unregelmäßige Chromatidenverteilung auch viele 20 chromosomige Gameten. Eine der seltenen fertilen Compacten brachte 6 Subnorm und 7 Comp.

Die Subcomp $40 + Ctl + Cil$ ähnelt der oben besprochenen $40 + C + Cil$, denn Ctl verhält sich in der Meiosis wie C. Es werden nur, weil ja der kurze Arm von C durchweg fehlt, Subnorm statt der Norm erwartet. Die Gesamtspaltung war

10 SpHet 8 Subnorm 20 Subcomp 2 Comp.

Die Subcomp wiesen 2 Typen auf, einer besaß etwas dichtere Ähren als der andere. Die cytologische Untersuchung ergab für den dichteren $40 + Ctl + Cil$, für den lockereren $40 + C + Cil$. Die Wirkung des kurzen Armes von C wurde hier recht deutlich. Die SpeltHet in dieser Spaltungsreihe hatte in die Konstitution $40 + Ctl$. Da in der Nachkommenschaft dieser Pflanzen verhältnismäßig mehr SpHom gefunden werden als unter den Nachkommen von $40 + C$, den normalen SpHet der β -Reihe, kann man annehmen, daß der nullisome Pollen erfolgreicher ist, wenn er mit Ctl konkurriert, als wenn er mit C in Wettbewerb steht. Die Subnorm dieser Reihe ($40 + Ctl + Ctl$) sind konstant im Gegensatz zu den aus dem Subcomp I spaltenden mit der Formel $40 + Cil$.

Die Subcomp $40 + 3C$ werden von HUSKINS als Typ II bezeichnet; sie sind die kräftigsten unter

¹ ÅKERMAN fand eine Spaltungsreihe von — 890
1472 — 1415 84 —.

allen Subcomp-Typen und spalten nur in drei Formen auf, nämlich in Normale, Subcomp. und Comp, was zu erwarten ist, wenn von der $40 + 3C$ -Pollenmutterzelle fast nur $20 + C$ und $20 + 2C$ -Keimzellen gebildet werden. Die Subcomp haben wiederum das Genom $40 + 3C$, während die Comp $40 + 4C$ besitzen. Die Spaltung aller von HUSKINS gezogenen Nachkommen von Subcomp II ergab 1 SpHet 254 Norm 201 Subcomp 21 Comp 2 Dwf. Die Extreme sind wahrscheinlich aus selten gebildeten anderen Keimzellen entstanden.

Comp $40 + 4C$ zeigte zu 80% Quadrivalentenbildung in der Pollenmeiosis, und eine der seltenen fertilen Pflanzen brachte 2 Subcomp II + 6 Comp, was neben den häufigsten Keimzellen $20 + 2C$ auch auf solche mit $20 + C$ schließen läßt.

Als Subcomp vom Typ III wurden Pflanzen mit $40 + 2C + Cil$ Chromosomen bezeichnet. Es fällt auf, daß diese Pflanzen trotz vierfacher Dosis des langen Armes von C nicht als Compactoide bezeichnet werden. An Paarungen in der Metaphase wurden beobachtet $CC + Cil$, $CC + Cil$, $C + C + Cil$, wobei die erste Gruppierung bei weitem am häufigsten auftrat, die meisten Keimzellen also $20 + C + Cil$ oder $20 + C$ Chromosomen enthielten. Daneben müssen, aus den Spaltungstypen erschließbar, auch Gameten mit nur 20 Chromosomen auftreten, und auch solche mit $20 + Cil$ und $20 + 2C$ dürften nicht gar zu selten sein. Die gesamte Nachkommenschaft von Subcomp III erbrachte in HUSKINS Versuchen:

3 SpHet + 76 Norm + 55 Subcomp + 6 Comp
+ 2 Dwf.

Die Norm hatten den Genotyp $40 + 2C$, die Subcomp ließen die Genotypen $40 + C + Cil$ oder $40 + 3C$ oder $40 + 2C + Cil$ oder $40 + C + 2Cil$ erwarten, die Compactoide $40 + 2Cil$, $40 + 4C$ oder $40 + 2C + 2Cil$. Die meisten erwähnten Typen konnten aufgefunden werden. Die Pflanze $40 + C + 2Cil$ wurde trotz der hohen Dosis an Compactum-Faktoren als Subcomp bezeichnet, weil sie unter ihren Spaltungsnachkommen eine noch dichtere ($40 + 2C + 2Cil$) brachte.

Die Klärung des Speltoid-, Compactoid-Problems brachte die seltene Möglichkeit, das Vorhandensein eines Chromosoms in vier Dosierungsstufen zu verfolgen. SEARS hat das auch erfolgreich für andere Chromosomen des *vulgare*-Weizens durchführen können, fand aber bei keinem anderen Chromosom eine so ausgeprägte phänotypische Spiegelung der inneren Verhältnisse. Da Nullisome bisher nur bei hexaploidem Weizen, und Monosome auch nur bei tetraploiden Pflanzen erzielt werden konnten, ist anzunehmen, daß der Verlust eines Chromosoms nur tragbar ist, wenn sein wesentlicher Anteil im Genom auch durch ein anderes Chromosom gewährleistet wird. Das ist nur bei 4n- bzw. 6n-Pflanzen der Fall. Eine weitere Allgemeingültigkeit der Verhältnisse des C-Chromosoms konnte von SEARS in Bezug auf die Funktionsfähigkeit der defekten Gameten aufgedeckt werden. Er fand, daß für alle Monosome des *vulgare*-Weizens unabhängig von der Qualität des betroffenen Chromosoms die Entstehungsquote von Keimzellen mit normalem und solchen mit vermindertem Chromosomensatz beim Weibchen gleich groß

ist, (etwa 75% Gameten mit $n - 1$ Chromosomen), und daß eine Konkurrenz zwischen den Keimzellarten nur im Pollen stattfindet, wo die Weitergabe von $n - 1 =$ Keimzellen je nach Chromosom $1-15\%$ beträgt.

Bestimmung unseres Materials.

Die Untersuchung unseres Materials hat ergeben, daß es sich um eine Speltoidmutation der β -Reihe und deren Abkömmlinge handelt. Die Pflanze Nr. 2 entspricht der normalen Ausgangsform. Die Pflanzen Nr. 1 und 3 waren durch den Verlust eines C-Chromosoms gekennzeichnete Speltoidheterozygoten. Ihre Nachkommen zeigen die erwartete Spaltung 77:8 (9,6:1), bzw. 48:8 (6:1). Das sind Verhältnisse, die mit den in der Literatur angegebenen gut übereinstimmen und sich durch einen Überschuß von Gameten mit 20 Chromosomen, jedoch bessere Konkurrenzfähigkeit der Pollen mit 21 Chromosomen erklären lassen. Die cytologischen Untersuchungen der Pollenmeiosis solcher Pflanzen, die als Speltoidheterozygoten angesprochen waren, zeigte das Univalente recht deutlich: In der Metaphase I meist außerhalb der Platte, in der Anaphase I oft als verspätetes zwischen den Spindelpolen, mitunter auch in Mißteilung. In der Anaphase II wurden seine Spalthälften oft wieder als Verspätete zwischen den Polen in der Spindel gefunden, und sowohl in der Interkinese als auch in den Tetraden und jungen Pollen konnten sie als Mikronuclei beobachtet werden.

Die Pflanzen Nr. 5 bis 8 waren Subcompactoide, zwischen deren Spaltungen keine Homogenität besteht. 21 Nachkommenschaften von Subcompactoiden ergeben im Homogenitätstest 1952 $P = 0,105$; für die Gesamtspaltung dieser Nachkommenschaften (Norm 357 SpHet 165 Subcomp 305 Comp 51) besteht bei Vernachlässigung der Comp zu $P = 0,035$ eine Übereinstimmung mit Angaben ÄKERMANS (1948), während mit Angaben von HUSKINS keine Übereinstimmung festgestellt werden konnte. In Anbetracht der immer wieder betonten Umweltabhängigkeit dieser Spaltung ist jedoch daraus kein Schluß auf genetische Ungleichheit des Materials zulässig. Untersuchungen der Pollenmeiosis ergeben Subcompactum vom Typ I mit $40 + C + Cil$. C und Cil konnten besonders gut in der ersten Metaphase gesehen werden, wenn sie neben der Platte lagen. Das Isochromosom wies sehr häufig Selbstpaarung auf und bildete ein Ringunivalentes.

Das Entstehen von Subcompactum aus β -Speltoidheterozygoten konnte an unserem Material zweimal erschlossen werden, wenn auch die Mißteilungsquote der C-Chromatiden längst nicht so hoch ist, wie SEARS für die Sorte Chinese Spring angibt.

Seltsamerweise konnten bei uns noch keine Speltoidhomozygoten gefunden werden; dies ist eventuell durch die starken Verluste während des Winters zu erklären. Alle auf Homozygotie geprüften Pflanzen — es wurden 1952 eine ganze Reihe spät Ähren schiebender kümmerlicher Pflanzen untersucht — erwiesen sich als Speltoidheterozygoten mit einem Univalenten.

Für stete Anregung und Förderung der Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. KAPPERT und für das Überlassen des Materials Herrn Prof. h. c. Dr. LEMBKE.

Literatur.

1. ÅKERMAN, Å.: A genetical analysis of some speltoid strains, *Hereditas* 34, S. 301—320 (1948). — 2. CHRISTIANSEN-WENIGER: Über die Modifizierbarkeit der Form der Weizenähre durch die Jahreswitterung und erster Bericht über eine Variabilis-Mutation bei Weizen, *Z. f. Pfl.* 9, S. 315—339 (1926). — HÅKANSSON, ARTHUR: Cytologische Studien an compactoiden Typen an *Trit. vulgare*, *Hereditas* 17, S. 155—196 (1932/33). — 4. HUSKINS, C. LEONHARD: On the cytology of speltoid wheats in relation to their origin and genetic behaviour, *J. of Genetics* 20, S. 103—122 (1928). — 5. HUSKINS, C. LEONHARD: Fatuoiden, Speltoiden und ähnliche Mutationen bei Hafer und Weizen, *The Botanical Review* 12, S. 479 ff (1946). — HUSKINS u. SANDER: Mutations in polyploid cereals, I., II., III. *Canad. J. of Research* C 27, S. 332—93 (1949); C 28, S. 153—82 (1950). — 7. NILSSON-EHLE: Untersuchungen über Speltoidmutationen beim Weizen I, *Botaniska Notiser*, S. 305—329 (1915). — 8. NILSSON-EHLE: Multiple Allelomorphe und Komplexmutationen beim Weizen (Untersuchungen über Speltoidmutationen beim Weizen II), *Hereditas* I,

S. 277—311 (1920). — 9. NILSSON-EHLE: Über mutmaßliche partielle Heterogamie bei den Speltoidmutationen des Weizens. (Untersuchungen über Speltoidmutationen III), *Hereditas* II, S. 25—75 (1921). — 10. NILSSON-EHLE: Das Verhalten partieller Speltoidmutationen bei Kreuzung untereinander. (Untersuchungen über Speltoidmutationen beim Weizen IV), *Hereditas* IX, S. 369 bis 379 (1927). — 11. OEHLER, ERNST: Speltoid- und Fatuoidmutationen. *Züchter* 2, S. 93—101 (1930). — 12. SANCHEZ-MONGE and MAC KEY: On the origin of subcompactoids in *Triticum vulgare*, *Hereditas* 34, S. 321—337 (1948). — 13. SEARS, E. R.: Cytogenetic studies with polyploid species of Wheat II. *Genetics* 29, S. 232—246 (1944). — 14. SEARS, E. R.: Cytology and Genetics of the Wheats and their Relatives. *Advances in Genetics* II, S. 240—270 (1948). — 15. SEARS, E. R.: Misdivision of Univalents in common Wheat. *Chromosoma* IV, S. 535—550 (1952). — 16. SEARS, E. R.: The Behaviour of Isochromosomes and Telocentrics in Wheat. *Chromosoma* IV, S. 551—562 (1952). — 17. WINGE, Ö.: Cytologische Untersuchungen über Speltoide und andere mutantenähnliche Aberranten beim Weizen. *Hereditas* 5, S. 241—286 (1924).

(Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Bakteriologie und Serologie, Braunschweig-Gliesmarode.)

Ein Beitrag zur Frage der Wurzelübertragung des Kartoffel-X-Virus.

Von R. BARTELS.

Mit 3 Textabbildungen.

Das Problem der unterirdischen Übertragung des Kartoffel-X-Virus wurde 1946 erstmalig von FLORENCE ROBERTS bearbeitet (5). Durch Versuche an Tomaten konnte sie das Übergreifen dieses Virus von kranken auf gesunde Pflanzen infolge Wurzelberührung unter Ausschluß von Blattkontakt aufzeigen. In weiteren Untersuchungen (6, 7), bei denen die Pflanzen im Gewächshaus in Töpfen oder in Nährlösung angezogen wurden, hat Fe. ROBERTS u. a. auch für die Kartoffel den Beweis für die Möglichkeit dieses Infektionsweges erbracht. Dabei können wurzel-infizierte Kartoffelpflanzen X-kranke Tochterknollen bilden, ohne daß das X-Virus mit den üblichen Methoden im Laub nachzuweisen ist. Für die Praxis ergibt sich daraus nach ROBERTS die Folgerung, bei der Erzeugung von X-freiem Pflanzgut nicht nur Laub-, sondern auch Knollenprüfungen vorzunehmen, da sonst der Gefahr einer schleichenden Ausbreitung des X-Virus Vorschub geleistet wird. — In Anlehnung an die ROBERTSschen Resultate haben STAPP und ich 1949 einen orientierenden, nicht veröffentlichten Topfversuch unternommen, dessen Ergebnis die Befunde der eben genannten Verfasserin bestätigte.

Diese Untersuchungen befaßten sich zunächst nur mit dem Grundsätzlichen des Problems, während KLINKOWSKI (3, 4) einen Versuch unter praktischen Gesichtspunkten durchführte. Er knüpfte an die oben geschilderten Ergebnisse an und pflanzte im Mistbeetkasten zur Ermittlung der Infektionsrate bei ausschließlich unterirdischem Kontakt eine Reihe gesunder neben einer Reihe kranker Kartoffeln aus. Auf Grund des Augenstecklingstestes der Tochterknollen erwiesen sich von den ursprünglich 24 gesunden Stauden 19, d. h. 79,2%, als teilweise krank. Die Infektionsquote der Gesamtanzahl der neugebildeten Knollen betrug 42,8%¹. Aus diesem Er-

gebnis folgerte KLINKOWSKI, daß die Infektionsauswirkung im Freiland unter optimalen Verhältnissen noch höhere Werte erreichen könne, weil dort nicht nur die Übertragungsmöglichkeit von Reihe zu Reihe, sondern auch innerhalb derselben Reihe in Betracht zu ziehen sei. Im Hinblick auf das Zusammenspiel von ober- und unterirdischen Kontaktinfektionen forderte er daher, „daß im Zuchtbetrieb und bei der Produktion hochwertiger Pflanzgüter nicht nur die mosaikkranke Pflanze selbst, sondern auch die mit ihr im Kontakt befindlichen Stauden entfernt werden . . .“ (4, S. 59).

Die hohen Zahlen und die daran geknüpften Forderungen wurden nicht ohne Vorbehalt aufgenommen. Weitere Untersuchungen erschienen daher von allgemeinem Interesse, zumal den natürlichen Verhältnissen entsprechende Feldversuche bisher noch nicht von anderer Seite veröffentlicht worden sind. Deswegen wurden 1951 auf Anregung der Arbeitsgemeinschaft für Kartoffelzüchtung und Pflanzguterzeugung Freilandversuche von mir in der Biologischen Bundesanstalt und gleichzeitig von Frau Dr. v. BERNUTH² auf dem Zuchtgut Blickwedel der PSG angestellt. Zur Sicherung der Ergebnisse wurden sie 1952 in Braunschweig allein wiederholt.

Methodik und Untersuchungsergebnisse.

A. Versuche in Braunschweig 1951.

1. Versuchsanlage.

Folgende Sorten wurden verwendet: Sommerkrone, Marktreidwitzer Frühe, Ostbote, Urtika und Immertreu.

Herrn Prof. Dr. KLINKOWSKI infolge fehlerhafter Berechnung zustande gekommen.

² Frau Dr. v. BERNUTH hat mich freundlicherweise ermächtigt, die Resultate ihres Versuches hier bekanntzugeben.

¹ Die in beiden Veröffentlichungen angegebene Zahl von 36% ist nach einer schriftlichen Mitteilung von