

In den folgenden Jahren setzte er unermüdlich die geographischen Forschungs- und Sammelreisen fort. So bereiste er im Jahre 1929 den Westen Chinas (Sinkiang), Japan, Korea und die Insel Taiwan (Formosa); 1930 führte er eine Expedition nach Zentralamerika und Mexiko durch; im Herbst 1931 besuchte er Dänemark und Schweden, wo er die Züchtungsarbeiten in Svalöf ausführlich kennenlernte, 1932/33 unternahm er Expeditionen in südamerikanischen Ländern: Kuba, die Halbinsel Yucatan, Peru, Bolivien, Chile, Brasilien, Argentinien, Uruguay, die Inseln Trinidad und Porto Rico.

Daneben führte er unermüdlich die geographisch-botanisch-landwirtschaftliche Erforschung verschiedener Gebiete der UdSSR fort. Im Laufe der Jahre 1934 bis 1940 richtete sich seine besondere Aufmerksamkeit auf den Kaukasus, wohin er alljährlich reiste. 1938 bis 1940 leitete er die botanisch-landwirtschaftliche Sektion der nordkaukasischen Komplex-Expedition der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Er besuchte dabei 1939 die gebirgigen Landstriche der Karatschaier und Tscherkessen, der Kabardiner und Balkarier sowie der Nordosseten. Im Sommer 1940 leitete er eine große Komplexexpedition in die westlichen Bezirke der Weißrussischen und Ukrainischen SSR.

In der sich entwickelnden Diskussion über Fragen der Genetik und Züchtung bezog VAVILOV eine prinzipielle, wissenschaftlich fest begründete Position, die später ihre volle Bestätigung fand. In jenen Jahren rief er zur Einführung von sog. doppelten Mais-Linienbastarden auf, die mittels der Inzuchtmethoden gewonnen werden. Das wurde auf der anderen Seite als ein Versuch angesehen, den „verbrecherischen“ Mendelismus-Morganismus durchzuschuggeln, und seine Ideen konnten nicht durchgesetzt werden. Heute aber sind wir Zeugen der Verwirklichung von Regierungsbeschlüssen über den Anbau von doppelten Mais-Linienbastarden, den VAVILOV gefordert hatte. Solche Beispiele sind nicht vereinzelt, und alle zeugen sie zugunsten seiner Stellungnahme, die er bis zum Ende konsequent verteidigt hat.

Die Erfolge des Allunions-Instituts für Pflanzenbau und des Instituts für Genetik bis 1940 sind untrennbar mit seinem Namen verbunden. Das Institut für Pflanzenbau hat immer die Entwicklung des sozialistischen Aufbaues unseres Landes gefördert. Als rastloser Leiter vertiefte sich VAVILOV in alle Arbeitsbereiche des Instituts, und alle, die mit ihm in Berührung kamen, wunderten sich darüber, woher er die geradezu uner-

schöpfliche Energie nahm und wie er auf jede Erholung verzichten konnte. Wenn er durch Mitarbeiter auf die Notwendigkeit einer Erholung aufmerksam gemacht wurde, sagte er stets, meist dabei den Sprecher auf die Schulter klopfend: „Mein Lieber, das Leben ist kurz, man muß sich beeilen!“

Er war der erste, der auf die Arbeiten von I. V. MIČURIN öffentlich hinwies und seine Arbeiten wesentlich förderte. Einer der nahen Freunde MIČURINS, S. P. LEBEDEVA<sup>1</sup>, schreibt wie folgt in ihren Erinnerungen über VAVILOV: „... 1924 veranlaßte VAVILOV die Ehrung MIČURINS zum 50jährigen Arbeitsjubiläum. Ich reiste zu MIČURIN nach dessen Jubiläum und bei der ersten Begegnung begann er mich zu schelten: ‚Warum bist du nicht rechtzeitig zu meinem Jubiläum gekommen? Bei mir war doch NIKOLAJ IVANOVIČ VAVILOV. Du weißt doch, was für ein Mensch das ist: ein kluger Kopf, ein großer Gelehrter — und eine gute Seele. Er ist derjenige, der meine Arbeit so fördert, der bei der Ausdehnung unserer Arbeiten so sehr hilft. Er unterstützt uns sehr und wie liebt er alles Neue...‘ Alles, was MIČURIN über VAVILOV sagte, zeigte mir klar, welch große Hochachtung und, ich möchte sagen, Liebe und Dankbarkeit MIČURIN gegenüber VAVILOV empfand.“ Solche Erinnerungen sind nicht vereinzelt. Wir haben allen Grund zu der Annahme, daß LENIN die wichtigste Information über die Arbeiten MIČURINS von VAVILOV über N. P. GORBUNOV erhielt, der damals der Geschäftsführende des Rates der Volkskommissare war.

Wenn ich nun zum Schluß meiner Ausführungen komme, so fühle ich, daß sie sehr unvollkommen sind und keineswegs auf eine einigermaßen erschöpfende Charakteristik, wie sie einem so großen Wissenschaftler wie VAVILOV gebührt, Anspruch erheben können. Seine späteren Biographen werden zweifellos vollständigeres Material, das die Persönlichkeit und leidenschaftliche Tätigkeit dieses hervorragenden Wissenschaftlers besser kennzeichnet, sammeln und der breiten Öffentlichkeit zugänglich machen. N. I. VAVILOV ist unser nationaler Stolz! Er diente selbstlos mit großer Liebe seinem Volke und widmete die volle schöpferische Kraft seines leider nur 55 Jahre langen Lebens der wissenschaftlichen Wahrheit und dem freien Gedeihen der Wissenschaft zum Wohle der gesamten fortschrittlichen Menschheit.

<sup>1</sup> LEBEDEVA, S. P.: Erinnerungen an N. I. VAVILOV. Manuskript 1956.

Aus der Forschungsstelle für Geschichte der Kulturpflanzen in der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem

## *Triticum × dimococcum*, ein Amphidiploid mit den Genomen AA AA BB

Von E. SCHIEMANN und G. STAUDT<sup>1</sup>

Mit 9 Abbildungen

Für die Entstehung der hexaploiden Weizen ( $2n = 42$ ), sowohl der Spelzformen (*Triticum Spelta* und *Tr. Macha*) wie der Nacktweizen (*Tr. aestivum* und *Tr. (aestivo-) compactum* und *sphaerococcum*) sind eine Reihe von Hypothesen aufgestellt worden, von denen keine nach allen Richtungen voll befriedigt. Nachdem durch vielfache Kreuzungen ein gemein-

<sup>1</sup> Neue Anschrift: Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln-Vogelsang

samer Genbestand mit der tetraploiden Emmerreihe — der gemeinsame Besitz der Genome A und B — gesichert war, hat PERCIVAL unter Bezugnahme auf Beobachtungen von FABRE und STAPF als erster ganz konkret auf die vielen morphologischen Übereinstimmungen mit *Aegilops cylindrica* hingewiesen (1921, S. 342). Die zuerst 1924 von SAX und SAX durchgeführte cytologische Analyse der *Triticum vulgare* × *Aegilops cylindrica*-Bastarde, die (immer wieder be-

stätigten) regelmäßigen Bindungen von 14 der 21 *aestivum*-Chromosomen mit den 14 Chromosomen der tetraploiden Weizen und von 7 mit 7 der 14 von *Aegilops cylindrica*, gab der Annahme eines direkten phylogenetischen Zusammenhangs der beiden Arten große Wahrscheinlichkeit. Doch hatte die Hypothese die Schwierigkeit, die Abstoßung des zweiten *cylindrica*-Genoms erklären zu müssen, wenn es auch dafür cytogenetische Parallelen in KIHARAS Vermehrungs- und Verminderungsreihen bei den pentaploiden Weizenbastarden gibt (1924); KIHARA (1930, S. 122) bezeichnete aber die Annahme eines gemeinsamen Genoms D in *Aegilops cylindrica* und *Triticum vulgare* als völlig gesichert. Diese Schwierigkeit wurde behoben, als 1944 und 1946 MC FADDEN and SEARS in Amerika und KIHARA and LILIENFELD (1949) in Japan an Stelle von *Aegilops cylindrica* die diploide *Aegilops squarrosa* zur Kreuzung verwendeten und einen 42-chromosomigen, mit *Triticum Spelta* weitgehend übereinstimmenden Weizen synthetisierten. Zugleich brachten die Japaner den Nachweis, daß das Genom von *Aegilops squarrosa* neben dem von *caudata* eines der beiden *cylindrica*-Genome darstellt.

Seitdem wird die Herkunft des D-Genoms der hexaploiden Weizen aus *Aegilops squarrosa* allgemein als gesichert anerkannt, ebenso wie die des A-Genoms aus den Einkornweizen; über die Herkunft des B-Genoms sind die Untersuchungen z. Z. in vollem Gang.

K. BERTSCH hat sich dieser Ansicht — soviel wir sehen als einziger — nicht angeschlossen, sondern weiterhin für die Entstehung der hexaploiden Weizen an der erstmalig von F. BERTSCH (1939, S. 190) aufgestellten Hypothese festgehalten, wonach aus der Kreuzung Einkorn × Emmer im Neolithicum der erste hexaploide Weizen in der Form des Pfahlbauweizens *Triticum compactum* HOST (bzw. *antiquorum* HEER) in Süddeutschland entstanden sei. Beide kommen, wie bekannt, als Kulturweizen dort seit dem Neolithicum vergesellschaftet mit *Triticum compactum* vor — wie BERTSCH annimmt in Mischkulturen — wobei der Zwergweizen immer der seltenere ist. Diese Darstellung ist 1947 von K. und F. BERTSCH in die „Geschichte unserer Kulturpflanzen“ übernommen worden.

Weiterhin wird der erst für die Bronzezeit gesicherte Dinkel *Triticum Spelta* aus einer Kreuzung Emmer × Binkelweizen — im gleichen Gebiet — abgeleitet, wie es übrigens schon 1930 von FLAKSBERGER, 1931 von SCHIEMANN auf anderer genetischer Grundlage geschehen war. Wir müssen auf diese Deutung noch zurückkommen.

Mit der BERTSCHSchen Hypothese haben sich indessen SCHIEMANN 1940 und 1943, sowie LANG (1948, S. 128) in seiner Besprechung des genannten Buches kritisch ablehnend auseinandergesetzt.

Trotzdem hat K. BERTSCH noch ausdrücklich 1949 und erneut 1950 seine Auffassung aufrecht erhalten und zu rechtfertigen versucht und dabei trotz Eingehens auf eine Reihe seither neu gewonnener experimenteller Ergebnisse den wesentlichen Angriffspunkt seiner Hypothese — Fehlen des D-Genoms — nicht zu widerlegen vermocht. Es sind ihm dabei gerade in dieser Hinsicht eine Reihe von Mißverständnissen unterlaufen. Deshalb ist es notwendig, hierauf genauer einzugehen.

Das gilt in erster Linie für die Aufnahme des D-Genoms in die Genomformel der hexaploiden Weizen (1950) gelegentlich der Besprechung der *Spelta*-Synthese vom MAC FADDEN a. SEARS. „Dinkel und Zwergweizen führen das Genom ABD<sup>1</sup> und 42 Chromosomen in den Körperzellen.“ (S. 25).

Zwar hatte F. BERTSCH bereits 1939 von der Erscheinung der Amphidiploidie (nach TSCHERMAK) theoretisch Gebrauch gemacht und geglaubt, rein zahlenmäßig (7+14 = 21; verdoppelt = 42) die Entstehung des Zwergweizens aus Einkorn × Emmer erklären zu können. Als Beispiel für eine solche Ableitung hat er seit 1942 ZHEBRAKS Amphidiploid mit 2n = 42 Chromosomen aus Einkorn × Hartweizen (*Triticum durum*) herangezogen, und dieses Beispiel zieht sich durch alle weiteren Darstellungen bei BERTSCH bis 1950. Dabei wird übersehen, daß auch diesem Bastard das Genom D fehlt und mit ihm die in der Dinkelreihe neu auftretenden Merkmale. ZHEBRAK (1939) gibt an, daß der Bastard intermediär zwischen beiden Eltern steht, d. h. er geht nicht über die Variationsbreite der Emmerreihe hinaus. Es sind also nicht, wie BERTSCH meint (1947, S. 35), mit diesem Beispiel „alle Bedenken gegen eine solche Ableitung“ des Zwergweizens hinfällig geworden.“

Es mußte deshalb von Interesse sein, den von BERTSCH postulierten 6x Amphidiploiden herzustellen und auf sein Verhältnis zu den hexaploiden Nacktweizen, speziell zu *Triticum compactum* zu prüfen.

Seit H. VILMORIN 1880 und M. W. BEIJERINCK 1884 ist bekannt und vielfach bestätigt, daß die Kreuzungen mit *Triticum monococcum* nur schwer gelingen und hochgradig, meist sogar völlig, steril sind. Das gilt in gleichem Maße für alle Arten der tetraploiden Emmer- und der hexaploiden Dinkelreihe. In Tab. 1 sind die bisher bekannt gewordenen Kreuzungen mit *Triticum monococcum* zusammengestellt.

Der hier interessierende Bastard *Triticum dicoccum* × *Triticum monococcum* ist zum ersten Mal 1884 von BEIJERINCK hergestellt und ausführlich beschrieben worden. KOSTOFF (1932 und 1935) und MÜNTZING (1935) haben versucht, den sterilen Bastard durch Bestäubung mit *vulgare*-Pollen zur Entwicklung seiner Samenanlagen zu bringen; beide erzielten Ansatz. Die Körner keimten nicht (MÜNTZING) oder ergaben eine Reihe halbfertiler Bastarde mit 2n = 40—43 Chromosomen, die hier nicht interessieren (KOSTOFF).

Um die Herstellung des Bastards hat sich ferner R. FORLANI bemüht. 1951 bringt er über den gelungenen Amphidiploiden folgende kurze Daten: Von 6 mit Colchizin behandelten Pflanzen kam nur eine zur Reife. Sie hatte 4 Ähren mit 120 Ährchen und 249 Körnern; mit 2,07 Korn je Ährchen war sie 100%ig fertil. Die Bastardpflanzen sahen intermediär zwischen den Eltern aus; es dominierte jedoch die olivgrüne Farbe von *T. monococcum*. Phylogenetische Folgerungen wurden nicht gezogen.

Schon der sterile triploide Bastard vermag einige Hinweise auf die zu erwartenden Merkmale des Amphidiploiden zu geben. Es war von vornherein anzunehmen, 1. daß es nur ein Spelzweizen (mit festem Spelzenschluß) sein könnte und 2. daß er eine intermediäre, dem Emmer ähnliche Morphologie aufweisen würde. Wieweit er neue Merkmale tragen

<sup>1</sup> Fettdruck von uns

Tabelle 1. Übersicht über die bisher durchgeführten Artkreuzungen mit *T. monococcum*.

Autor	Jahr	ausgeführte Kreuzungen	erhaltene Bastarde	Fertilität	
VILMORIN	1880	<i>monococcum</i> × alle species	—		alle Krz. ohne Erfolg
BEIJERINCK	1884	<i>monococcum</i> × <i>dicoccum</i>	1	steril	
BEIJERINCK	1886	<i>monococcum</i> × <i>dicoccum</i> <i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>	10 12	steril steril	
BIFFEN	1905 u. 1907	<i>turgidum</i> × <i>monococcum</i>	1		
KÖRNICKE	1908	<i>monococcum</i> × <i>sativum</i>	—		
V. TSCHERMAK	1911— 1914	<i>dicoccoides</i> × <i>monococcum</i> <i>durum</i> × <i>monococcum</i> <i>turgidum</i> × <i>monococcum</i> <i>polonicum</i> × <i>monococcum</i> <i>vulgare</i> × <i>monococcum</i> <i>spelta</i> × <i>monococcum</i>		♀: meist völlig steril " " " " " " " " " "	
VAVILOV	1913	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i> <i>vulgare</i> × <i>monococcum</i>	1	steril steril	
BLARINGHEM	1914	<i>monococcum</i> × <i>durum</i>	3	steril—teil- weise fertil	
MICZYNSKI (nach SCHIEMANN)	1918	<i>monococcum</i> × <i>polonicum</i> <i>polonicum</i> × <i>monococcum</i>	1		
SAX	1922	<i>monococcum</i> × <i>turgidum</i>	—	♀: steril	
LEWICKI	1922	<i>polonicum</i> × <i>monococcum</i>	—		
MICZYNSKI	1924	<i>dicoccoides</i> × <i>monococcum</i>	1	♀: sehr ver- einzelt fertil	
KIHARA	1924	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>	13	steril	
BLARINGHEM	1925	<i>Spelta</i> × <i>monococcum</i>			
VAVILOV u. JAKUSHKINA	1925	<i>monococcum</i> × <i>persicum</i>	25	♀: sehr ver- einzelt fertil	
THOMPSON	1926	<i>monococcum</i> × <i>turgidum</i>		♀: teilweise fertil	
KIHARA (nach SCHIEMANN)	1926— 1927	<i>aegilopoides</i> × <i>monococcum</i> <i>monococcum</i> × <i>aegilopoides</i> <i>Spelta</i> × <i>monococcum</i> <i>monococcum</i> × <i>Spelta</i>	15 5 3 1	— — — —	
MELBURN u. THOMPSON	1927	<i>Spelta</i> × <i>monococcum</i>			
KIHARA u. NISHIYAMA	1928	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
AASE	1930	<i>durum</i> × <i>monococcum</i> <i>dicoccoides</i> × <i>monococcum</i>		steril steril	
BLEIER	1930	<i>vulgare</i> × <i>monococcum</i>		steril	
LONGLEY u. SANDO	1930	<i>dicoccoides</i> × <i>monococcum</i> <i>turgidum</i> × <i>monococcum</i> <i>polonicum</i> × <i>monococcum</i> <i>compactum</i> × <i>monococcum</i> <i>vulgare</i> × <i>monococcum</i> <i>Spelta</i> × <i>monococcum</i>		steril steril steril steril steril	
THOMPSON	1931	<i>durum</i> × <i>monococcum</i> <i>turgidum</i> × <i>monococcum</i>		♀: 0,1% fertil ♂: 2% fertil	
SCHIEMANN	1924 in Lit. 1932	<i>monococcum</i> × <i>vulgare</i> <i>vulgare</i> × <i>monococcum</i>	7	steril steril	
KOSTOFF	1932	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>	1	♀: teilweise fertil	
KOSTOFF	1935	<i>vulgare</i> × <i>monococcum</i>			
MATHER	1935	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>			
MÜNTZING	1935	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i> <i>turgidum</i> × <i>monococcum</i>		♀: teilweise fertil ♀: teilweise fertil	
KOSTOFF	1936— 1937	<i>Timopheevi</i> × <i>monococcum</i> <i>monococcum</i> × <i>Timopheevi</i>		fertil steril	amphidiploid durch Apomixis: fertil ( <i>T.</i> <i>Timococcum</i> ).
BOYES u. THOMPSON	1937	<i>Spelta</i> × <i>monococcum</i> <i>monococcum</i> × <i>Spelta</i>	einige		
KASPARYAN	1940	<i>monococcum</i> × <i>persicum</i>			amphidiploid nach Col- chizinbehandlung: fertil
ZHEBRAK	1939— 1944	<i>durum</i> × <i>monococcum</i>	4	steril	amphidiploid nach Col- chizinbehandlung: 1 Pfl. teilweise fertil ( <i>T.</i> <i>Edwardi</i> ).
FORLANI	1942 1948	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i> <i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i> <i>durum</i> × <i>monococcum</i> <i>turgidum</i> × <i>monococcum</i>		steril ♀: teilweise fertil steril steril	
BELL	1950	<i>dicoccoides</i> × <i>monococcum</i>		steril	amphidiploid nach Col- chizinbehandlung: 1 Pflanze fertil

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Autor	Jahr	ausgeführte Kreuzungen	erhaltene Bastarde	Fertilität	
MATSUMURA	1950	<i>durum</i> × <i>monococcum</i>		steril	amphidiploid nach Colchizinbehandlung: 3 Pflanzen fertil amphidiploid nach Colchizinbehandlung: 1 Pflanze fertil
		<i>Timopheevi</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>georgicum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>dicoccoides</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>durum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>turgidum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>polonicum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>persicum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>orientale</i> × <i>monococcum</i>		steril	
FORLANI	1951	<i>Timopheevi</i> × <i>monococcum</i>	2	steril	amphidiploid nach Colchizinbehandlung: 1 Pflanze fertil amphidiploid nach Colchizinbehandlung: 1 Pflanze fertil amphidiploid nach Colchizinbehandlung: 1 Pflanze fertil
		<i>turgidum</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>durum</i> × <i>monococcum</i>		5	
SACHS KISS u. RAJHÁTHY	1953 1956	<i>dicoccum</i> × <i>monococcum</i>	2	steril	amphidiploid nach Colchizinbehandlung: 1 Pflanze fertil
		<i>Timopheevi</i> × <i>monococcum</i>		steril	
		<i>monococcum</i> × <i>dicoccum</i>		steril	

würde — also das, was nach BERTSCH zu fordern wäre — ließ sich nicht voraussagen.

Nach einigen Vorversuchen ist es uns gelungen, den Amphidiploiden mittels Colchizinbehandlung der Karyopsen herzustellen; er ist hier erstmalig eingehend beschrieben. Welchen Weizentypus die von BERTSCH postulierte Verdoppelung des triploiden Emmer × Einkorn-Bastardes wirklich liefert, wird damit im folgenden gezeigt werden.

Die experimentelle Bearbeitung der Frage lag zuerst in der Hand von Dr. Ursula Nürnberg-Krüger, ab 1953 in der Hand des Jüngerer von uns.

### Die experimentellen Untersuchungen

Um den Entstehungsvorgang nach BERTSCH möglichst der Hypothese entsprechend zu wiederholen, wählten wir für unsere Kreuzungen Sippen der beiden Arten aus, die noch heute im Alpengebiet oder im nördlichen Voralpengebiet angebaut werden. *T. monococcum* var. *Hornemanni* CLEM., Sippe T. 482 (2n = 14 Chromosomen), stammt aus Württemberg, Süddeutschland, *T. dicoccum* var. *farrum* KÖRN., Sippe T. 551 (2n = 28 Chromosomen), stammt aus Oerlikon, Schweiz.

### Kreuzungen und Herstellung der amphidiploiden Bastarde durch Colchizinbehandlung

Die ersten Kreuzungen wurden 1950 ausgeführt. Aus Tab. 2 sind die Kreuzungserfolge und die Keimprozente der erhaltenen Körner ersichtlich. Ein Teil der Bastardkörner wurde schon im Herbst 1950 ausgelegt, um durch Verklonen das mit Colchizin zu behandelnde Material zu vergrößern. Diese Pflanzen wurden im April 1951 nach der Methode von SEARS (1941) behandelt. Von den mäßig bestockten Pflanzen

wurde die Basis der Triebe von der Erde befreit und zwischen und um die einzelnen Triebe Watte gelegt, die 3 Tage lang mit 0,5% Colchizininlösung getränkt wurde. Der andere Teil der Bastardkörner wurde nach einer ebenfalls von SEARS (1941) angewandten Methode behandelt. Die Körner wurden im Frühjahr 1951 zum Keimen in Petrischalen ausgelegt. Nach ungefähr 2—3 Tagen wurden die 1 cm langen Koleoptilen mit einer 1,5% Colchizin enthaltenden Lanolinpaste bestrichen. Nach 24 Std. wurden die Keimlinge in Töpfe pikiert, ohne daß vorher die Lanolinpaste entfernt wurde. 68 Pflanzen überstanden die Behandlung. Ein Erfolg der Colchizinierung konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Nachdem diese Behandlungen auch im folgenden Jahr (1951/52) erfolglos waren, wurde 1953 auf die bei so vielen Arten mit Erfolg angewandte Behandlung der Samen mit Colchizininlösung zurückgegriffen. In Vorversuchen mit *T. monococcum* wurde als die wirksamste Behandlung eine 6 oder 12 Stunden applizierte 0,025% Colchizininlösung festgestellt (STAUDT 1957). Von den 1952 geernteten Bastardkörnern wurden 45 Körner 12 Std. in Petrischalen zum Keimen ausgelegt und danach verschiedenen Behandlungen aus-

Tabelle 2. Ansatz nach Kreuzungen *T. monococcum* × *T. dicoccum* und reziprok.

Kreuzungsrichtung	Anzahl der Kreuzungen	Anzahl der bestäubten Blüten	Anzahl der erhaltenen Körner	Ansatz %	Anzahl der gekeimten Körner	gekeimt %
1950						
<i>T. monococcum</i> × <i>T. dicoccum</i>	28	675	124	18,4	57	46,0
<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i>	34	1190	45	3,8	39	86,7
1951						
<i>T. monococcum</i> × <i>T. dicoccum</i>	11	275	39	14,2	35	89,7
<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i>	12	420	17	4,0	17	100,0
1952						
<i>T. monococcum</i> × <i>T. dicoccum</i>	20	514	25	4,9	25	100,0
<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i>	27	1072	20	1,9	18	90,0

Tabelle 3. Ergebnisse der Colchizinbehandlung.

Aussaat-Nr.	Anzahl Körner	Colchizinbehandlung		Erfolg der Colchizinbehandlung	zur Reife gekommene Pflanzen	Pflanzen mit Ansatz
		Zeit Std.	Konzentration %			
<i>T. monococcum</i> × <i>T. dicoccum</i>						
53.495	8	2	0,25	alle Keimlinge eingegangen	—	—
53.496	9	6	0,025	3 Keimlinge im Wachstum stark gehemmt — Koleoptilen verdickt	3	—
53.497	8	12	0,025	3 Keimlinge im Wachstum stark gehemmt — Koleoptilen verdickt	—	—
<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i>						
53.498	6	2	0,25	1 Keimling: Wachstum normal	1	—
53.499	7	6	0,025	4 Keimlinge: Wachstum gehemmt, Koleoptilen verdickt	4	2
53.500	7	12	0,025	5 Keimlinge: Wachstum stark gehemmt, Koleoptilen verdickt	3	—

gesetzt (Tab. 3). Nach der Behandlung wurden die Keimlinge mit Wasser abgespült und in Kästen pikiert. 6 Pflanzen aus der Kreuzung *T. monococcum* × *T. dicoccum* und 10 Pflanzen aus der Kreuzung *T. dicoccum* × *T. monococcum* überstanden die Behand-

53.499/4 besaß 41 Ähren, von denen 1 Ähre vollfertil, 2 teilweise fertil und 37 Ähren steril waren. 94 Körner wurden von den 3 Ähren geerntet. Die zytologische Untersuchung an Wurzelspitzen der Keimlinge ( $C_2$ ) ergab  $2n = 42$  Chromosomen (Abb. 1). Damit war es gelungen, amphidiploide Bastarde aus *T. dicoccum* × *T. monococcum* herzustellen. Da die Nachkommenschaften der amphidiploiden Bastarde in allen wesentlichen Merkmalen konstant geblieben sind, werden sie gemäß dem Internationalen Code der Botanischen Nomenklatur als eigene Art gewertet und mit dem Namen *Triticum* × *dimococcum* belegt.

*Triticum* × *dimococcum* SCHIEMANN  
et STAUDT spec. nov.

Hybrida constans (*Triticum dicoccum* × *Triticum monococcum*),  $2n = 42$ . Habitus inter parentes, proprietates matris dominantes. Coleoptiles 2—5-nervatae. Spicae  $\pm 8,6$  cm longae, mediocridensae. Spiculae terminales transversae. Glumae carinatissimae, dentibus acutis inflexisque. Spiculae nodique spicularum pilosae. Rhachis fragilis sicut in *T. dicoccoides* in  $C_1$  et  $C_2$ . Caryopses vestitae.

Holotypus: kultiviert in Berlin-Dahlem, leg. SCHIEMANN und STAUDT, 18. August 1954.

(B) Botanisches Museum, Berlin-Dahlem.

Beschreibung der Elternarten und der  $C_1$  und  $C_2$ -Pflanzen von *T. × dimococcum*.

*Triticum monococcum*, T. 482 (Abb. 2a und 3a):

Die Varietät *Hornemannii* wurde früher in der Schweiz und in Spanien angebaut und ist nach KÖRNICKE (1885) die in Deutschland am meisten angebaute Form gewesen. Noch heute wird diese Varietät in Württemberg angebaut, woher unser Material stammt. Die Pflanzen bilden vor dem Schossen eine flach auf der Erde liegende, stark bestockte (11—17 Sprosse) Rosette. Im ausgewachsenen Zustand stehen die Halme steif aufrecht. Sie sind hohl und trotz der Dünnwandigkeit außerordentlich stabil. Im reifen Zustand besitzen die Pflanzen 9.4 Halme.<sup>1</sup> (Gemessen wurden nur die Halme über 50 cm, da 1954 durch die feuchte Witterung viele Nachschosser gebildet wur-

<sup>1</sup> Alle Zahlenangaben sind Mittelwerte und beruhen — soweit nicht anders angegeben — auf Meßwerten des Jahres 1954.

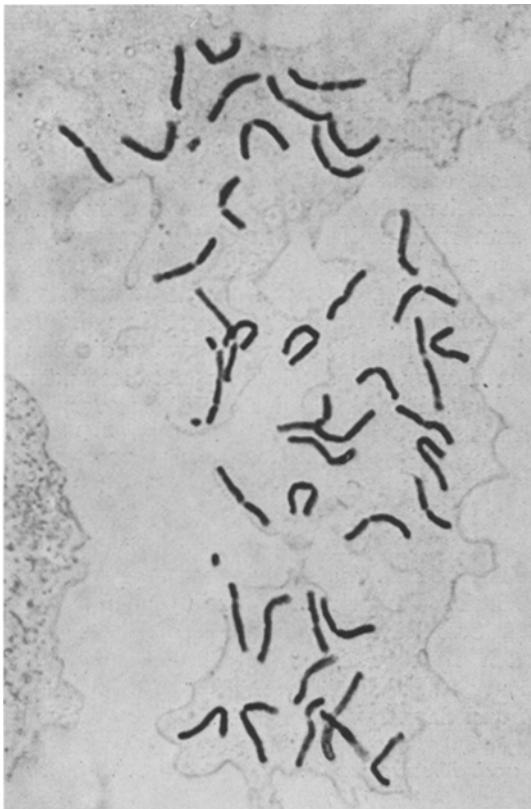


Abb. 1. Metaphase von *T. × dimococcum* mit  $2n = 42$  Chromosomen. Wurzelspitze, Mikrophotographie, ca. 1000 ×.

lung. Die Koleoptilen und Radiculae waren verdickt. Nach 4—13 Tagen schoben die Keimlinge ihre Koleoptilen und in den meisten Fällen ein schon entfaltetes Laubblatt aus der Erde hervor. Das erste Laubblatt war stark verdickt, gestaucht und dunkelgrün. 5 Keimlinge, die einer 12stündigen Colchizinbehandlung ausgesetzt worden waren, gingen nach einigen Tagen ein. Die restlichen Pflanzen überwandern nach mehr oder weniger langer Zeit die Wachstums- hemmung und wurden später ins Freiland gepflanzt.

den.) Die Scheidenknoten sind stark behaart, die Blattöhrchen behaart und nicht durch Anthozyan gefärbt, die Blätter schmal und kahl. Die Pflanzen sind bis kurze Zeit nach der Blüte gelblich-grün gefärbt und unbereift. Die Höhe der Pflanzen beträgt im Durchschnitt 107,9 cm.<sup>1</sup> Die Ähren sind 6,3 cm lang und bestehen aus 28,6 Ährchen. Die Ährendichte<sup>2</sup> muß mit 45,4 als sehr dicht bezeichnet werden. Die Ähren stehen daher auch nach der Reife steif aufrecht. Das oberste Ährchen ist stets rudimentär und nicht quergestellt. Die Ähren sind von der Seite her stark zusammengedrückt. Die Ährenfarbe ist nach der Reife gelblich-braun, etwas rötlich, von FLAKSBERGER (1935) und KÖRNICKE (1885) als rot bezeichnet. Die Spindelglieder sind an den Seiten kurz behaart; am Grunde der Spelzen stehen keine Haarbüschel. Auf Druck (Drusch) zerfällt die Spindel in die einzelnen Ährchen mit ihren Spindelgliedern (Vesen), sie ist zerbrechlich.<sup>3</sup>

Die Hüllspelzen sind scharf bis zur Basis gekielt. Der Hauptkielläuft in einen kurzen spitzen Zahn aus. Der äußere Nerv ist schwach gekielt und läuft in einen kleineren spitzen Zahn aus, der mit dem Mittelzahn einen meist spitzen Winkel bildet (Abb. 4a). Die Hüllspelzen sind behaart, stumpf und nur in den unteren Teilen schwach glänzend.

Die Deckspelzen sind schmal-kahnförmig und besonders an den nicht von den Hüllspelzen überdeckten Teilen behaart. Der Mittelnerv ist von der Mitte ab gekielt und läuft in eine ungefähr 6—8 cm lange Granne aus. Auf beiden Seiten der Granne läuft der äußerste Nerv der Deckspelze in einen spitzen, aufrechten, häutigen Zahn aus. Die Grannen sind zart, gelb-braun und mit sehr feinen Zähnen versehen. Stets ist das unterste Blütchen lang begrannt, während die Deckspelze des darüber stehenden Blütchens — unabhängig von eventueller Kornausbildung — nur mit einer 0,1—1,5 cm langen Grannenspitze versehen ist.

Die Vorspelzen sind häutig und mit 2 Nerven versehen, die in scharfen Kielen verlaufen. Beim Reifen des Kornes tritt in der Mitte der Vorspelze ein Spalt

<sup>1</sup> Länge des längsten Halms; gemessen von der Wurzel bis zum untersten Ährchen.

<sup>2</sup> Die Dichte wurde berechnet:  $\frac{\text{Ährchenzahl} \times 100}{\text{Spindellänge in mm}}$ .

<sup>3</sup> VON SCHIEMANN (1948) im Gegensatz zu den spontan zerfallenden, brüchigen Spindeln der Wildgetreide als zerbrechlich bezeichnet.

auf. Die Körner sind von den Spelzen fest eingeschlossen. Sie sind von bräunlich-gelber Farbe und durch feine Kräuselung der Epidermis etwas glänzend. Sie sind seitlich stark zusammengedrückt (abgeplattet), so daß sie sich stets auf die Seite legen. Rücken- und Bauchseite sind gewölbt, die Furche ist sehr eng, aber tiefgreifend (Abb. 5a). Das Gipfelpolster ist schwach ausgebildet.

Die Ährchen sind potentiell 2-blütig, ein 3. Blütchen ist stets rudimentär ausgebildet. Im Durchschnitt bildeten 45,8% der Ährchen 2 Körner aus. Die Häufigkeit von 2-körnigen Ährchen pro Ähre

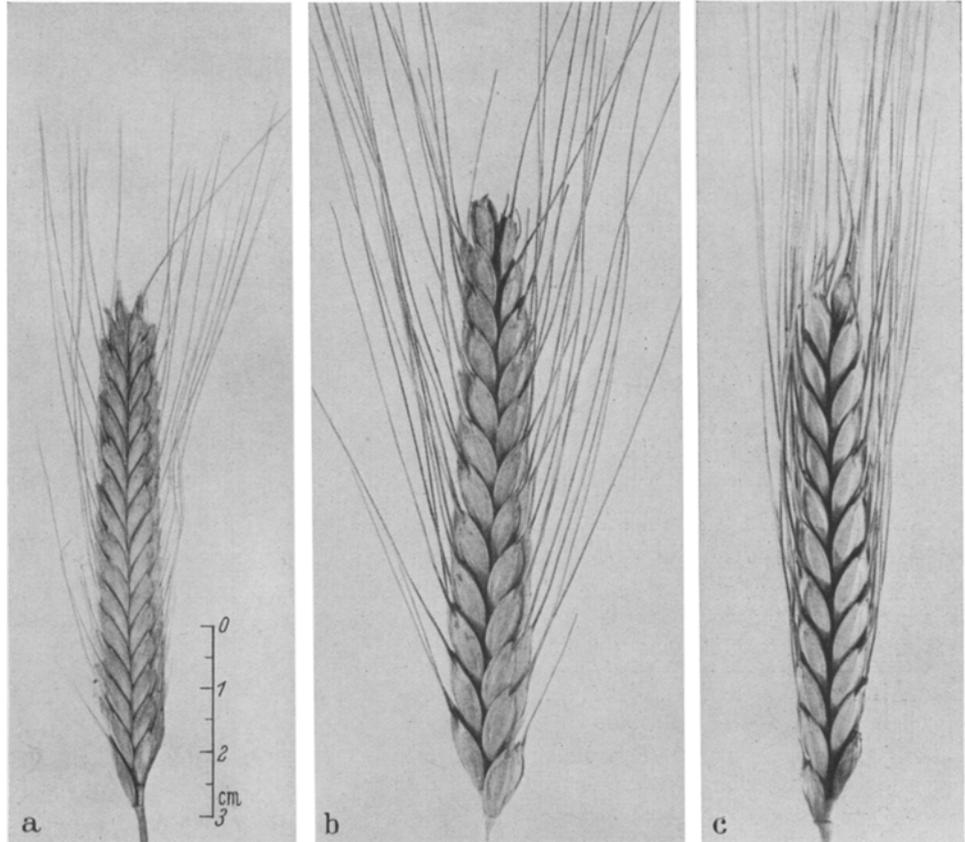


Abb. 2. Ähren von *T. monococcum* (a), *T. × dicoccum* (b) und *T. dicoccum* (c).

nimmt von der 1. zur 3. Ähre hin deutlich ab (Tab. 9). Die Ausbildung von 2 Körnern pro Ährchen scheint von den Umweltverhältnissen (Ernährung) abhängig zu sein.

Die ♀-Fertilität wurde aus dem Verhältnis von  $\Sigma$  Körner/ $\Sigma$  Ährchen an den Ähren der 3 längsten Halme errechnet. Im Durchschnitt werden 1,41 Körner pro Ährchen ausgebildet. Die Fertilität nimmt von der 1. Ähre (1,49) zur 3. Ähre (1,35) hin ab. Der Korntrag pro Pflanze betrug 5,64 g, das Tausendkorngewicht 18,93 g. Die Körner keimten sehr gut, 1954 zu 97,7%. Die ♂-Fertilität, gemessen an der Anzahl morphologisch gut aussehender Pollenkörner, betrug 95,9% (Abb. 6a).

Von der Aussaat bis zum Schieben der ersten Ähre vergehen durchschnittlich 111,1 Tage. Unter dem Zeitpunkt des Ährenschiebens wird der Tag verstanden, an dem die Ähre vollständig aus der obersten Blattscheide heraus ist. Die Reifezeit, d. h. die Zeit zwischen dem Ährenschieben und der Reife der

1. Ähre, beträgt 51,5 Tage. Die Gesamtentwicklungsdauer beträgt demnach 162,6 Tage.

*Triticum dicoccum*, T. 551 (Abb. 2c und 3b):

Die Varietät *farrum* ist nach KÖRNICKE (1885) die in Deutschland und der Schweiz am weitest häufigsten angebaute Form gewesen. Bezüglich der Zuordnung unserer Sippe zur Varietät *farrum* sei folgendes gesagt: Gemäß der 2-Nervigkeit der Koleoptile gehört unsere Sippe zur ssp. *europaeum* FLAKSBERGER, bzw. zur europäischen Gruppe der *dicoccum*-Weizen nach PERCIVAL. Da unsere Sippe 1953 18,2% und 1954 22,7% 3-körnige Ährchen hatte, bestand die Möglichkeit, daß es sich um die Varietät *triccoccum* von SCHÜBLER handelt. Von PERCIVAL (1921) wird eine Unterteilung in:

Grannen kurz — var. *triccoccum*,  
Grannen lang — var. *farrum*,

von KÖRNICKE (1885) eine Unterteilung in:

Ähren halbbegrannt oder  
mit sehr deutlichen langen  
Grannenspitzen — var. *triccoccum*,  
Ähren voll und lang-  
begrannt — var. *farrum*,

von FLAKSBERGER (1935) in:

Ähre gewöhnlich, weiß,  
Grannen weiß — grex *farrum*,  
Ähre gewöhnlich, weiß,  
kahl, halbbegrannt, Ährchen  
weiß, 3-körnig — var. *triccoccum*,

vorgenommen. Da unsere *dicoccum*-Sippe langbegrannt ist, muß sie, obwohl häufig 3-körnige Ährchen ausgebildet werden, zur Varietät *farrum* gestellt werden. Es wäre die Aufgabe einer umfassenden Untersuchung der noch kultivierten *dicoccum*-Sippen, wie weit einzelne *dicoccum*-Sippen zur Ausbildung 3-körniger Ährchen neigen<sup>1</sup> (vgl. die Ausbildung 2-körniger Ährchen bei *T. monococcum*).

Die jungen Pflanzen bilden keine auf der Erde liegende Rosette, sondern die ersten Bestockungstriebe (7—9) stehen aufrecht. Im ausgewachsenen Zustand stehen die Halme mehr oder weniger aufrecht, die Ähren sind mitunter leicht nickend. Die Halme sind hohl und dickwandig.<sup>2</sup> Die Bestockung ist mit 5,8 Halmen pro Pflanze deutlich geringer als die von *T. monococcum*. Die Scheidenknoten sind unbehaart, die Blättchen durch Anthozyan gefärbt und unbehaart. Die Pflanzen sind bis kurze Zeit nach der Blüte blau-grün gefärbt; Blattscheiden, Halme und Ähren sind bereift, die Blätter breit und sammetig behaart. Die Höhe der Pflanzen beträgt 120,7 cm. Die Ähren sind 7,4 cm lang und bestehen aus 25,7 Ährchen; bei einer Dichte von 34,4 sind sie als dicht zu bezeichnen. Das oberste Ährchen ist ausgebildet und quergestellt; in den weitaus meisten Fällen (70,1%) wird jedoch nur 1 Korn ausgebildet, selten 2 (7,8%), und häufig keines (22,1%). Die Ähren sind von der Seite her zusammengedrückt, jedoch 2—3 mal breiter als die von *T. monococcum*.

<sup>1</sup> siehe SCHIEMANN (1940) S. 457.

<sup>2</sup> Damit kann die Angabe von YAMASHITA (1937), wonach *T. dicoccum* und *T. durum* völlig gefüllte Halme besitzen, für unsere *T. dicoccum*-Sippe nicht bestätigt werden. Seine Angaben dürfen also nicht verallgemeinert werden.

Die Ährenfarbe nach der Reife ist hellweißlich-gelb, von den Systematikern (FLAKSBERGER und KÖRNICKE) als weiß bezeichnet. Die Spindelglieder sind an den Seiten fast kahl, am Grunde der Spelzen, an beiden Seiten und auf der Rückenseite zwischen den Spelzen mit einem Büschel langer Haare versehen. Auf Druck (Drusch) zerfällt die Spindel wie bei *T. monococcum* in die einzelnen Ährchen, sie ist zerbrechlich.

Die Hüllspelzen sind eiförmig und scharf, fast geflügelt, bis zum Grunde gekielt. Der Hauptkiel läuft in einen stumpfen, einwärts gebogenen Zahn aus. Der 2. Kiel ist wesentlich schwächer ausgebildet und endet in einen sehr kleinen Zahn (Höcker) (Abb. 4b). Die Hüllspelzen sind unbehaart und schwach glänzend.

Die Deckspelzen sind breit-kahnförmig und unbehaart. Der Mittelnerv ist nicht gekielt und läuft in eine, ungefähr 10 cm lange Granne aus. Die Deckspelzen der beiden untersten Blütchen sind ungefähr gleich lang begrannt. Die Grannen sind kräftig, weißlich-gelb gefärbt und mit dichtstehenden Zähnen versehen.

Die Vorspelzen sind häutig und besitzen zwei Nerven, die in scharfen fast geflügelten Kielen verlaufen; sie sind nicht gespalten. Die Körner sind von den Spelzen fest eingeschlossen; sie sind braun-gelb gefärbt, die Haut ist glatt. Sie sind etwa gleich breit wie hoch, die Bauchseite ist flach oder dreikantig vertieft; die Furche greift etwa bis zur Hälfte in das Korn (Abb. 5b). Die Körner tragen an ihrer Spitze ein kräftiges Gipfelpolster.

Die Ährchen sind potentiell 3-blütig, ein 4. Blütchen ist stets rudimentär ausgebildet. Im Durchschnitt bilden 22,9% der Ährchen 3 Körner aus. Der prozentuale Anteil der 3-körnigen Ährchen nimmt mit deutlichen Unterschieden von der 1. zur 3. Ähre ab. Wie die Ausbildung der 2-körnigen Ährchen von *T. monococcum*, ist hier die Ausbildung der 3-körnigen Ährchen wahrscheinlich auf günstige Ernährungsbedingungen zurückzuführen.

Das gleiche gilt für die ♀-Fertilität. Sie betrug im Durchschnitt 2,0 Körner pro Ährchen und nahm von der 1. zur 3. Ähre von 2,11 über 2,04 zu 1,92 Körner pro Ährchen ab. Der Kornertrag pro Pflanze betrug 6,97 g, das Tausendkorngewicht 34,55 g. Die Körner keimten im Durchschnitt sehr gut, 1954 zu 98,8%. Die ♂-Fertilität, gemessen an der Anzahl morphologisch gut aussehender Pollenkörner, betrug 97,0% (s. Abb. 6b u. Tab. 8—10).

Nach durchschnittlich 111,3 Tagen wurden die ersten Ähren geschoben. Dann vergehen 52,3 Tage bis zur Reife der 1. Ähre. Die Gesamtvegetationsdauer beträgt demnach 163,6 Tage.

*Triticum* × *dicoccum*:

1. Die Herstellung des Amphidiploiden.

Wie die dreijährigen Beobachtungen ergeben haben, bilden die triploiden F<sub>1</sub>-Bastarde nie Körner aus. In der Literatur ist für gleichartige Bastarde ebenfalls völlige Sterilität oder nur sehr sporadisch vorkommender Ansatz angegeben worden (vgl. Tab. 1). Dieses Verhalten ist verständlich, wenn man sich die Genomverhältnisse vergegenwärtigt. Die triploiden Bastarde aus der Kreuzung

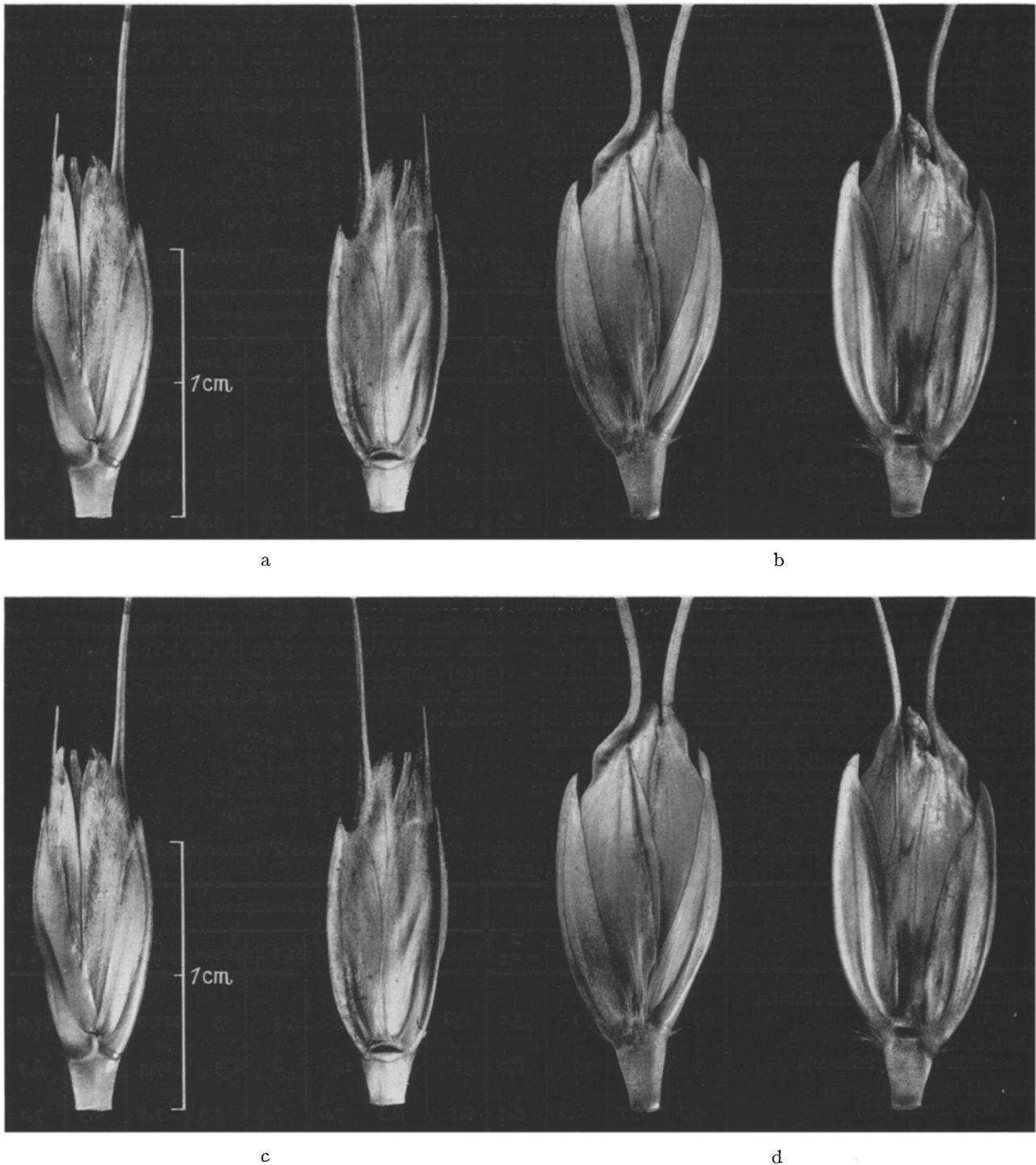


Abb. 3. Ährchen von der Rücken- und Bauchseite von *T. monococcum* (a), *T. dicoccum* (b), *T. dicoccum* × *T. monococcum*,  $C_1$ : steril (c), *T. dicoccum* × *T. monococcum*,  $C_1$ : fertil (d).

*Triticum monococcum* × *Triticum dicoccum*

$$\frac{A_{mon}}{A_{mon}} \times \frac{A_{dic} B_{dic}}{A_{dic} B_{dic}}$$

besitzen die Genome  $A_{mon}$   $A_{dic}$   $B_{dic}$

Nach KIHARA (1924) und KIHARA und NISHIYAMA (1928) werden in der Metaphase I 4—7 Bivalente und zuweilen bis 3 Trivalente gebildet. Die Verteilung der Univalenten in den Anaphasen I und II ist gestört und erfolgt unregelmäßig, so daß Tetraden mit wechselnder Anzahl von Chromosomen gebildet werden. Obwohl die Tetradenbildung weitgehend normal verläuft, muß die weitere Entwicklung völlig gestört

sein, denn die gebildeten Pollenkörner sind meist völlig plasmalos (Abb. 6c). Werden die Genome dieser Bastarde verdoppelt

$$\frac{A_{mon}}{A_{mon}} \frac{A_{dic}}{A_{dic}} \frac{B_{dic}}{B_{dic}}$$

so besitzen die Chromosomen jedes Genoms einen völlig homologen Partner. Die Reduktionsteilung kann ohne Störungen verlaufen und funktionstüchtige Gameten können gebildet werden.

Die Verteilung der fertilen Ährchen an den Ähren und das Vorkommen von voll fertilen neben sterilen Ähren an einer Pflanze ( $C_1$ ) lassen Rückschlüsse auf

die Auswirkung der Colchizinbehandlung zu. Wenn die 2 untersten Ährchen einer Ährenseite einer sonst völlig sterilen Ähre voll fertil waren, so ist wahrscheinlich der hexaploide Sektor des Vegetationskegels in der Anlage dieser 2 Ährchenprimordien aufgegangen. Dieser Sproß, wie auch die Sprosse, bei denen fertile Ährchen über die ganze Ähre verteilt waren, ist wahrscheinlich eine Sektorialchimäre gewesen. Ist in den Sprossen, die völlig sterile Ähren bildeten, ursprünglich hexaploides Gewebe vorhanden

auf Normalverteilung geprüft. Die Meßwerte der einzelnen Merkmale waren annähernd normal verteilt. Die P-Werte wurden in der t-Tafel von PÄTAU (1943) abgelesen. Zur Kennzeichnung der Signifikanz von Differenzen wurden folgende Symbole verwendet:

$$\begin{aligned} * & P = 5\%, \\ * * & P = 1\%, \\ * * * & P = 0,27\%, \\ * * * & P = 0,1\%. \end{aligned}$$

Tabelle 4. Vergleich zwischen den triploiden  $F_1$ -Bastarden (steril) und den Elternarten *T. monococcum* und *T. dicoccum* (1953).

	<i>T. monococcum</i> × <i>T. dicoccum</i>				<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i>						<i>T. monococcum</i>	<i>T. dicoccum</i>
	53, 496/1	53, 496/2	53, 496/3	$\bar{x}$ n = 3	53, 498/1	53, 499/1	53, 499/2	53, 500/1	53, 500/3	$\bar{x}$ n = 5	$\bar{x}$ n = 5	$\bar{x}$ n = 5
Halmlänge des längsten Halmes (cm)	89	97	99	95,0	138	122	130	92	73	111,0	89,1	97,0
Bestockung (Anzahl Halme/Pflanze)	3	6	15	8,0	41	17	18	8	3	17,4	9,05	6,7
Ährenlänge der längsten Ähre/Pflanze (cm)	4,7	4,7	6,8	5,4	9,5	8,5	7,6	7,4	4,3	7,5	6,5	7,1
Ährchenzahl der längsten Ähre/Pflanze	20	21	27	22,7	35	29	28	28	19	27,8	29,0	25,4
Dichte der längsten Ähre/Pflanze	42,6	44,7	39,7	42,3	36,8	34,1	36,8	37,8	44,2	38,0	44,9	36,3

gewesen, so ist es von dem triploiden überwuchert worden. Die große Anzahl der Bestockungstriebe mit sterilen Ähren der Pflanzen 53,498/1 und 53,499/4 sind wahrscheinlich Folgesprosse, die sich aus normalem triploidem Gewebe entwickelt haben.

Da von den 11 Pflanzen, welche die Colchizinbehandlung überstanden, nur 2 Pflanzen Ansatz aufwiesen, gestatten die restlichen triploiden ( $2n = 21$ )

Wenn nicht anders angegeben, wurde stets *T. × dimococcum* als Vergleichsbasis benutzt.

2. Die  $F_1$ -Bastarde *T. monococcum* × *T. dicoccum* und *T. dicoccum* × *T. monococcum* ( $2n = 21$ ), Abb. 3c.

Nach der Colchizinbehandlung wurden die jungen Keimpflanzen in Pikierkästen aufgezogen und später ins Freiland gepflanzt. Die vegetative Entwicklung

Tabelle 5. Merkmalsausbildung der triploiden  $F_1$ -Bastarde und der hexaploiden  $C_2$ -Pflanzen im Vergleich zu den Elternarten.

	<i>T. monococcum</i> × <i>T. dicoccum</i> $F_1$ (triploid)	<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i> $F_1$ (triploid)	<i>T. dicoccum</i> × <i>T. monococcum</i> $C_2$ (hexaploid)
Halmlänge	intermediär	über beiden Eltern	intermediär
Bestockung	intermediär	über beiden Eltern	unter beiden Eltern
Ährenlänge	unter beiden Eltern	wie <i>T. dicoccum</i>	über beiden Eltern
Ährchenzahl	unter beiden Eltern	intermediär	unter beiden Eltern
Dichte	wie <i>T. monococcum</i>	wie <i>T. dicoccum</i>	unter beiden Eltern

Bastardpflanzen einen Vergleich sowohl mit den Elternarten als auch mit den hexaploiden ( $2n = 42$ ) amphidiploiden Geschwistern. Dies kann nur bedingt geschehen, da alle Körner einer Colchizinbehandlung ausgesetzt waren und bei der Aufzucht der Pflanzen Randwirkungen nicht ausgeschaltet wurden. Die Beobachtungen sind jedoch übereinstimmend mit Beobachtungen an triploiden Bastarden in den vorhergehenden Jahren.

Ein eingehender Vergleich zwischen *T. × dimococcum* und seinen Eltern war erst 1954 möglich. Die 1953 geernteten Körner wurden 1954 als  $C_2$  ausgesät. Je 27 Pflanzen der 3 zu untersuchenden Sippen wurden mit je einer Wiederholung ausgepflanzt. Die Anzucht erfolgte in Pikierkästen; die Jungpflanzen wurden ins Freiland im Abstand von 15 cm ausgepflanzt. Da zwischen den Wiederholungen keine Unterschiede festgestellt werden konnten, wurden bei der Auswertung die Meßwerte der Wiederholungen vereinigt.

Vor der statistischen Auswertung wurden die Meßwerte aller Merkmale nach DIXON und MASSEY (1951)

der Pflanzen war sehr unterschiedlich (Tab. 4), so daß die Frage, ob Unterschiede zwischen den Bastarden aus beiden Richtungen bestanden, wegen des geringen Zahlenmaterials und der großen Variation innerhalb einer Richtung nicht entschieden werden kann. BEIJERINCK (1886) spricht von deutlichen reziproken Unterschieden, die Bastarde sollen zur Mutter neigen. Übereinstimmend mit BEIJERINCK stellten wir eine kräftigere Ausbildung der Bastarde *T. dicoccum* × *T. monococcum* fest; obwohl die Werte einiger Pflanzen unter denen beider Eltern liegen, ist der Mittelwert für Halmlänge und Bestockung größer als der der Eltern. Einen deutlichen mütterlichen Einfluß zeigte auch in unseren Versuchen die Ährchendichte. Bezüglich der Einzelheiten wird auf Tab. 4 und 5 verwiesen.

Als neues Merkmal trat bei allen Bastarden spontane Spindelbrüchigkeit auf. Obwohl beide Eltern eine nur auf Druck zerbrechliche Ährenspindel besitzen, zerbricht die Spindel der Bastarde spontan nach dem *T. boeoticum*- = *T. dicoccoides*-Typ.

3. Die amphidiploiden Bastarde, *T.* × *dicoccum* ( $2n = 42$ ), Abb. 2b u. 3d.

Die jungen Pflanzen bilden wie *T. dicoccum* keine auf der Erde liegende Rosette, die Bestockungstriebe (7—13) stehen, wie im ausgewachsenen Zustand die Halme, aufrecht. Die Halme sind hohl und dickwandig. Die Bestockung ist mit 4,4 Halmen pro Pflanze deutlich geringer als bei beiden Elternarten. Die Scheidenknoten sind behaart; die Blattohrchen sind behaart und durch Anthozyan gefärbt. Die Pflanzen sind jedoch kräftiger als *T. dicoccum*, die Blätter breiter und sammetig behaart. Die Pflanzen sind bis kurze Zeit nach der Reife, wie *T. dicoccum*, grau-grün gefärbt, Blattscheiden und Halme sind bereift. Die Höhe der Pflanzen beträgt 113,5 cm. Die Ähren sind 8,6 cm lang und bestehen aus 22,62 Ährchen. Obwohl die Ähren im Durchschnitt 1 cm länger sind als die von *T. dicoccum* und 2 cm länger als die von *T. monococcum*, ist die Ährchenzahl pro Ähre bedeutend vermindert. Die Dichte der Ähren ist daher stark herabgesetzt und muß mit 26,2 als mitteldicht bezeichnet werden. Das oberste Ährchen ist quergestellt. Nur zu 56% wird 1 Korn, sehr selten 2 Körner (3,6%) und zu 39,4% kein Korn ausgebildet. Die Ähren sind von der Seite her zusammengedrückt, vom Rücken gesehen so breit wie *T. dicoccum*. Die Ährchen sind aber deutlich kräftiger und länger. Die Ährenfarbe nach der Reife ist gelblich-braun wie *T. monococcum*, jedoch fehlt der rötliche Farbton. Die Spindelglieder sind an beiden Seiten stark behaart, am Grunde der Spelzen und auf der Rückenseite zwischen den Spelzen mit einem Büschel langer Haare, kräftiger als bei *T. dicoccum*, versehen. Die Ährenspindel zerfällt spontan nach dem *dicoccoides*- = *boeoticum*-Typ; *T.* × *dicoccum* ist demnach als brüchig zu bezeichnen.

Die Hüllspelzen sind eiförmig und scharf, bis zum Grunde gekielt, nicht geflügelt. Der Hauptkiel läuft in einen kräftigen, spitzten und einwärts gebogenen Zahn aus. Der 2. Kiel ist nicht bis zum Grund scharf und endet in einem stumpfen Zahn, der mit dem Hauptzahn einen mäßig spitzen Winkel bildet; er ist meist klein (Abb. 4c). Die Hüllspelzen sind schwach glänzend und am oberen Teil behaart.

Die Deckspelzen sind breit-kahnförmig und behaart. Der Mittelnerv ist nicht gekielt und läuft wie bei *T. dicoccum* in eine Granne aus. Die Grannen sind wenig kürzer als die von *T. dicoccum* und sind wie bei *T. monococcum* an einem Ährchen verschieden lang. Die Grannen sind kräftiger als bei *T. dicoccum*, gelblich-braun gefärbt und mit großen Zähnen versehen, die weniger dicht stehen als bei *T. dicoccum*. Der äußerste Nerv der Deckspelze läuft auf beiden Seiten der Granne in einen kleinen stumpfen Zahn aus.

Die Vorspelzen sind häutig und besitzen 2 Nerven, die in scharfe fast geflügelte Kiele verlaufen. Die Vorspelzen sind zuweilen im unteren Teil etwas gespalten. Die Körner sind von den Spelzen fest umschlossen. Sie sind dunkelbraun-gelb gefärbt, die Haut ist gekräuselt, dadurch etwas glänzend. Die Körner sind etwa gleich breit wie hoch, wie die von *T. dicoccum*; da das Korn aber länger ist, sind sie relativ niedriger. Die Bauchseite ist flach, zuweilen vertieft und mit einer engen Furche versehen, etwa so tiefgreifend wie bei *T. dicoccum* (Abb. 5c). Die Körner besitzen ein starkes Gipfpolster.

Die Ährchen sind potentiell 3-blütig, ein 4. Blütenchen ist rudimentär ausgebildet. Im Durchschnitt bildeten 3,7% der Ährchen 3 Körner aus. Die Anzahl der 3-körnigen Ährchen nimmt von der 1. zur 3. Ähre ab. Die ♀-Fertilität betrug im Durchschnitt 1,39 Körner pro Ährchen. Sie liegt damit nur knapp unter

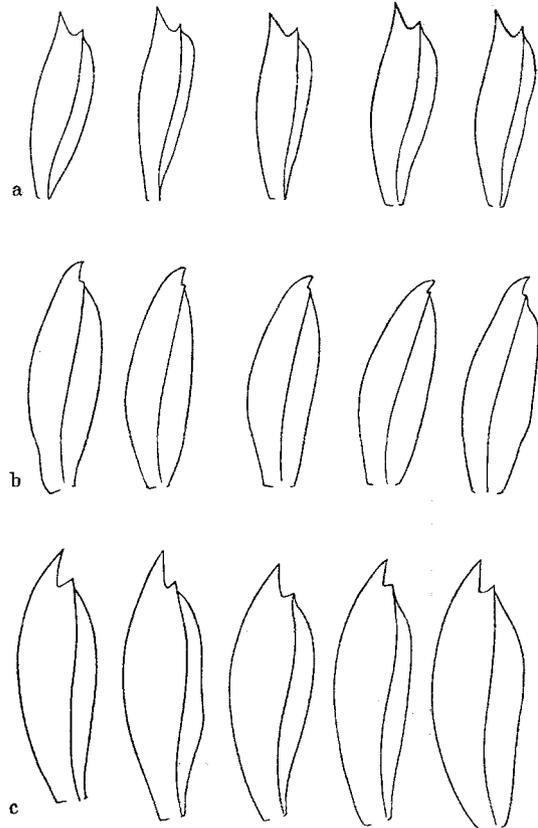


Abb. 4. Hüllspelzen von *T. monococcum* (a), *T. dicoccum* (b) und *T.* × *dicoccum* (c).

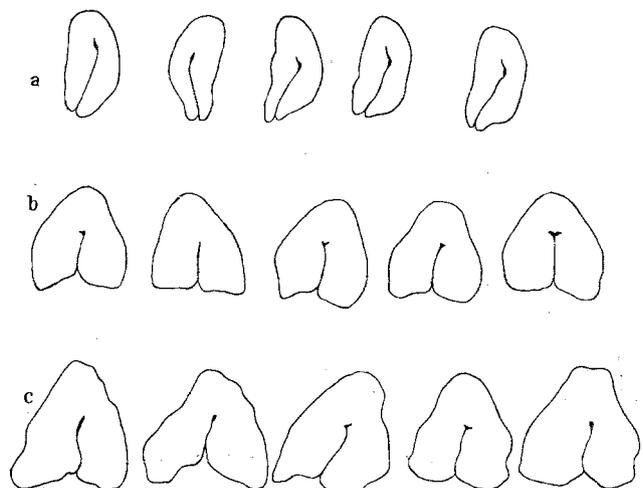


Abb. 5. Querschnitte durch Körner von *T. monococcum* (a), *T. dicoccum* (b) und *T.* × *dicoccum* (c).

der ♀-Fertilität von *T. monococcum*. Da jedoch die Blütenzahl von *T. dicoccum* dominiert, muß die Fertilität als stark herabgesetzt bezeichnet werden; sie nimmt wiederum von der 1. zur 3. Ähre mit 1,65:1,46:1,17 Korn pro Ährchen ab. Der Korn-ertrag pro Pflanze liegt mit 5,19 g unter dem beider Eltern; dagegen liegt das Tausendkorngewicht, entsprechend der erheblich gesteigerten Korngröße, mit 48,07 g weit über beiden Eltern. Die Körner keimten

1954 sehr gut, zu 99,4%. Die ♂-Fertilität betrug im Durchschnitt 64,6% (Abb. 6d).

Die Ähren wurden durchschnittlich 113,3 Tage nach der Aussaat geschoben. Bis zur Reife vergingen 55,6 Tage, so daß die Gesamtvegetationszeit 170,0 Tage betrug.

Resistenzverhalten: Seit den Untersuchungen von VAVILOV (1914 und 1919) über die verschieden starke Pilzresistenz der Arten der 3 Weizenreihen, ist vielfach versucht worden, die Resistenzeigenschaften von *T. monococcum*, *T. dicoccum* und *T. durum* in die *aestivum*-Weizen einzukreuzen. Während mit *T. dicoccum* und *T. durum* aus Amerika erfolgreiche Züchtungen bekannt geworden sind (HAYES, PARKER und KURTZWEIL 1920; MAC FADDEN 1930), sind die Versuche mit *T. monococcum* ergebnislos geblieben. Es ist deshalb von besonderem Interesse in *T. × dimococcum* eine hexaploide Sippe zu besitzen, in der

flachähriger Spelzweizen. Er weist kein spezifisches Merkmal der Dinkelreihe auf; alle Merkmale liegen vielmehr im Variationsbereich der di- und tetraploiden Spelzweizen (Tab. 6 u. 7).

*T. × dimococcum* stellt einen sehr zu *T. dicoccum* neigenden intermediären Bastard dar. Ohne Kenntnis der Chromosomenzahl würde man ihn dem Habitus nach, ähnlich wie *T. Macha*, der Emmerreihe zuordnen. Die kräftig ausgebildeten, eiförmigen, scharf gekielten und mit einem einwärts gebogenen Zahn versehenen Hüllspelzen sind ausschlaggebend für diese Zuordnung. Eine Analyse der Einzelmerkmale bestätigt den ersten Eindruck. Von den 27 genau untersuchten und in Tab. 6 angegebenen Merkmalen zeigen 13 Dominanz von *T. dicoccum*. Diese Merkmale sind die für den Habitus wesentlichen, wie Wuchsform, Blattform, Blütenanzahl, Ausbildung des terminalen Ährchens, Hüll- und Deckspelzenform und Begran-

Tabelle 6. Gegenüberstellung der wichtigsten morphologischen Merkmale von *T. × dimococcum* und den Elternarten *T. monococcum* und *T. dicoccum*.

	<i>T. monococcum</i>	<i>T. dicoccum</i>	<i>T. × dimococcum</i>
1. Wuchsform	flach	aufrecht	wie <i>T. dicoccum</i>
2. Pflanzenfärbung (vor der Reife)	gelblich-grün	blau-grau-grün	intermediär
3. Blattohrchen, Behaarung	behaart	unbehaart	wie <i>T. monococcum</i>
4. Blattohrchen, Färbung	ohne Anthozyan	mit Anthozyan	wie <i>T. dicoccum</i>
5. Blattform	schmal	breit	wie <i>T. dicoccum</i> +
6. Blattbehaarung	kahl	sammetig behaart	wie <i>T. dicoccum</i>
7. Bereifung, Halm	nicht bereift	bereift	intermediär
8. Bereifung, Blattscheiden	nicht bereift	bereift	intermediär
9. Bereifung, Ähren	nicht bereift	bereift	wie <i>T. monococcum</i>
10. Spindel	zerbrechlich	zerbrechlich	<b>brüchig</b>
11. Ährenfärbung	gelblich-braun	weißlich-gelb	wie <i>T. monococcum</i>
12. Behaarung, Spindelglieder	kurz behaart	fast kahl	wie <i>T. monococcum</i> +
13. Blütenanzahl	2 (3)	3 (4)	wie <i>T. dicoccum</i>
14. Terminales Ährchen	rudimentär, nicht quergestellt	ausgebildet, quergestellt	wie <i>T. dicoccum</i>
15. Hüllspelzen, Form	schmal	breit	wie <i>T. dicoccum</i>
16. Hüllspelzen, Behaarung	behaart	unbehaart	wie <i>T. monococcum</i>
17. Deckspelze, Form	schmal	breit	wie <i>T. dicoccum</i>
18. Deckspelze, Behaarung	behaart	unbehaart	wie <i>T. monococcum</i>
19. Grannen, Länge	6—8 cm	10 cm	intermediär
20. Grannen am Ährchen	ungleich lang	gleich lang	wie <i>T. dicoccum</i>
21. Vorspelze	gespalten	nicht gespalten	intermediär
22. Korn, Farbe	bräunlich-gelb	braun-gelb	wie <i>T. dicoccum</i> +
23. Korn, Epidermis	gekräuselt	glatt	wie <i>T. monococcum</i>
24. Korn, Form	zusammengedrückt	so breit wie hoch	wie <i>T. dicoccum</i>
25. Gipfelpolster	klein	groß	wie <i>T. dicoccum</i>
26. Koleoptile	2 Leitbündel	2 Leitbündel	<b>2—5 Leitbündel</b>
27. Ährendichte	sehr dicht	dicht	wie <i>T. dicoccum</i> +

die Resistenzeigenschaften von *T. monococcum* und *T. dicoccum* vereinigt sind. Tatsächlich hat sich *T. × dimococcum* in mehrjährigem Anbau als praktisch feldresistent gegenüber allen Pilzinfektionen erwiesen.

### Besprechung der Ergebnisse

Wie steht es mit der BERTSCHSchen Hypothese in genetischer Hinsicht auf Grund der durch die Kreuzung zusammengeführten Merkmale?

Es mußte, wenn die *Aegilops*-Hypothese zutrifft, an den Eigenschaften des Amphidiploiden aus Einkorn × Emmer nachzuweisen sein, daß diesem wesentliche, durch das D-Genom mitgebrachte Merkmale der hexaploiden Weizen fehlen. Daß allein schon phänotypisch *Triticum × dimococcum* kein Weizen vom Typus des *Triticum compactum* ist, geht aus der vorstehenden Beschreibung hervor. Der von BERTSCH postulierte hexaploide Bastard ist ein mitteldichter,

3 von diesen Merkmalen: Blattform, Dichte der Ähre und Kornfarbe zeigen eine verstärkte Dominanz der *T. dicoccum*-Phäne.<sup>1</sup> Wie aus vergleichenden Untersuchungen an diploidem und tetraploidem *T. monococcum* hervorgeht (STAUDT 1957) und ein Vergleich mit den triploiden F<sub>1</sub>-Bastarden zeigt, sind breitere Blätter, lockerere Ähren und dunklere Kornfarbe typische Erscheinungen nach Chromosomenverdoppelung. 5 Merkmale sind intermediär ausgebildet; sie betreffen die Färbung, die Grannenlänge und die Vorspelze. Das für *T. monococcum* typische Merkmal, die gespaltene Vorspelze, ist im Bastard ± intermediär ausgebildet: vereinzelt wurden gespaltene Vorspelzen gefunden. Nur 6 bzw. 7 Merkmale sind dominant von *T. monococcum*. Es handelt sich dabei um Merkmale, die, außer der Ährenfärbung und Epidermisausbildung der Körner,

<sup>1</sup> In Tab. 6 durch + gekennzeichnet.

für die Behaarung verschiedener Pflanzenteile verantwortlich sind. Eigentlich war zu erwarten, daß gemäß der Genomzusammensetzung (s. S. 173) die Merkmale von *T. monococcum* im  $F_1$ -Bastard überwiegen. Es ist daher anzunehmen, daß im Laufe der phylogenetischen Entwicklung viele Gene des A-Genoms von *T. dicoccum* mutiert sind und in ihrer heutigen Wirkungsweise wesentliche Unterscheidungsmerkmale zu *T. monococcum* darstellen bzw. als Modifikationsgene wirken (SEARS 1953); oder aber die Gene des B-Genoms wirken so entscheidend, daß sie trotz der quantitativen Überlegenheit der A-Genom-Gene dominieren.

2 Merkmale, die weder bei *T. monococcum* noch bei *T. dicoccum* vorhanden sind, traten neu bei den Bastarden auf: spontane Spindelbrüchigkeit und 2—5 Leitbündel in den Koleoptilen; sie fehlen auch bei *T. compactum*. Die Vermehrung der Leitbündel in der Koleoptile wird als ein Polyploidieeffekt angesehen.

Die spontane Spindelbrüchigkeit tritt dagegen schon bei den triploiden  $F_1$ -Bastarden auf und ist seit BEIJERINCK von allen Autoren festgestellt worden. Sie weist auf die spindelbrüchigen Vorfahren der Weizenarten hin. *Triticum compactum* ist zähspindeliger; nach der zwar geringen Anzahl von Funden vollständiger Ähren oder größerer Ährenbruchstücke ist es auch der Pfahlbauweizen gewesen. Die  $F_1$ -,  $C_1$ - und  $C_2$ -Bastarde sind spontan spindelbrüchig. Dabei wird der Artikulationstyp kenntlich. Sie zerfallen nach dem keilförmigen *dicoccoides*-Typ, wie ihre zerbrechlichen oder schwach brüchigen Eltern. Der einzige zerbrechliche hexaploide Weizen, *Triticum Spelta* bricht nach dem faßförmigen, nach ihm benannten *Spelta*-Typ. Dieser Bruchtyp entspricht dem von *Aegilops squarrosa* und *Aegilops cylindrica*, die das *squarrosa*-Genom D gemeinsam haben.

LOVE und CRAIG (1919) erhielten in der  $F_2$  aus der Kreuzung *T. vulgare* × *T. durum* einzelne brüchige Pflanzen, die *T. dicoccoides* ähnlich waren. Das Aufspaltungsverhältnis 111:2 wird mit einem 63:1 Verhältnis erklärt, also die Spindelbrüchigkeit als durch 3 Faktoren bedingt angesehen. Diese Analyse rechnet noch nicht mit der Entdeckung der polyploiden Reihe bei Weizen (1918). Danach ist der  $F_1$ -Bastard pentaploid und nach KIHARA (1924) sind in der  $F_2$  Pflanzen mit den Chromosomenzahlen  $2n = 28-42$  zu erwarten. Unter diesen Umständen ist mit einer reinen Mendelaufspaltung nicht zu rechnen. 1924 dagegen berichten LOVE und CRAIG über Kreuzungen innerhalb der tetraploiden Reihe und geben folgende Zahlen an:

	$F_1$	$F_2$	
<i>T. durum</i> Kubanka × <i>T. dicoccoides</i>	brüchig	134:44	3:1
<i>T. durum</i> Kubanka × <i>T. dicoccoides</i> synthetisch	brüchig	147:53	3:1
<i>T. dicoccum</i> Black Winter × <i>T. dicoccoides</i>	brüchig	216:18	15:1
<i>T. dicoccum</i> Black Winter × <i>T. dicoccoides</i> synthetisch	brüchig	221:22	15:1

SMITH (1936) hat für die diploiden Weizen eine dominant monogene Vererbung der Spindelbrüchigkeit nachgewiesen (Faktor F).

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den (diploiden) Gersten nach den Untersuchungen von v. UBISCH (1915) und SCHIEMANN (1921), wo die Vererbung der Spindelbrüchigkeit mit 2 komplementär wirkenden Genen, bzw. mit bis zu 3 Genen erklärt wird. Es ist möglich, auch bei *T. × dicoccum* mit 2 komplementär wirkenden Genen F und S zu rechnen. Sind beide Gene dominant vorhanden, resultiert eine brüchige Spindel.

<i>T. monococcum</i>		<i>T. dicoccum</i>
$\frac{F s}{F s}$	×	$\frac{f S B B^1}{f S B B}$
$F_1:$		$\frac{F s}{F s} \frac{f S}{f S} \frac{B B}{B B}$
$C_1:$		$\frac{F s}{F s} \frac{f S}{f S} \frac{B B}{B B}$

Bei freier Kombination der  $A_{mon}$ - und  $A_{dic}$ -Gene hätten in  $C_2$  nichtbrüchige Typen gefunden werden müssen. Da das nicht der Fall war, paaren wahrscheinlich stets  $A_{mon}$ - mit  $A_{mon}$ - und  $A_{dic}$ - mit  $A_{dic}$ -Chromosomen miteinander oder F und S sind gekoppelt. Es kann damit gerechnet werden, daß in folgenden Generationen durch gelegentliche Ausnahme Paarungen, d. h. Paarungen zwischen  $A_{mon}$ - und  $A_{dic}$ -Chromosomen oder durch Austausch nichtbrüchige Typen auftreten werden. Nach MACKAY besitzen nur das A- und D-Genom Gene für Brüchigkeit.

Wie allgemein bei Amphidiploiden, ist der wesentliche Effekt der Polyploidisierung steriler Artbastarde die Fixierung eines morphologischen Novums und das Wiedererlangen der Fertilität. Während diese Merkmale der amphidiploiden Bastarde gegenüber den  $F_1$ -Bastarden unverändert bleiben, zeigen diejenigen Merkmale, die in ihrer Ausbildung von dem Primäreffekt der Polyploidisierung, der Zellvergrößerung, abhängig sind, eine typische Veränderung.

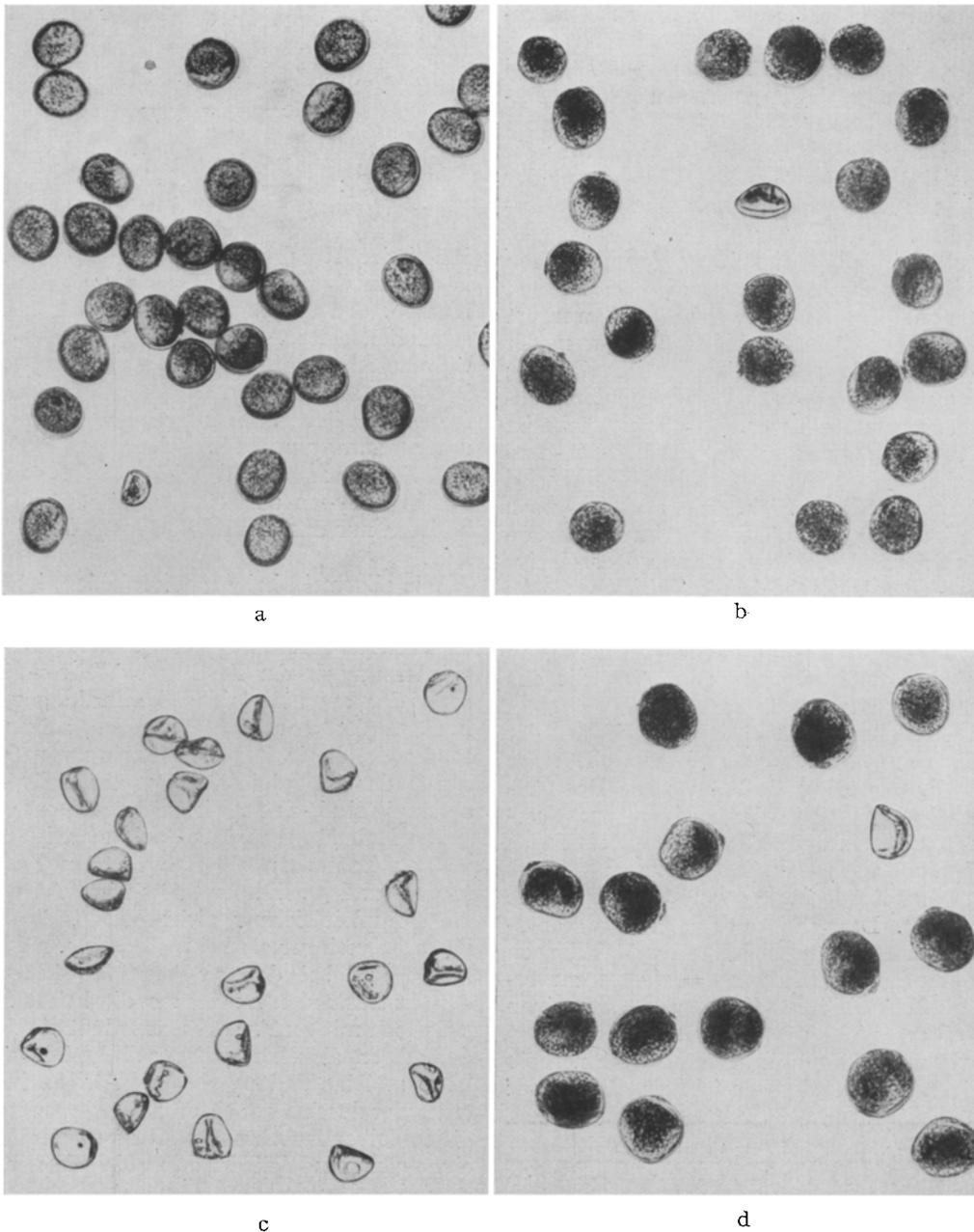
Die Halmlänge und Bestockung zeigt bei den triploiden Bastarden einen deutlichen Heterosiseffekt (Tab. 4 und 5). Dieser Heterosiseffekt wurde durch die Polyploidisierung nicht fixiert, die Bestockung ist sogar geringer als bei beiden Eltern (Tab. 7). Die Ähren sind bei den 3x-Bastarden intermediär, bei den 6x-Bastarden länger als die beider Eltern. Der Vergleich mit 4x *T. monococcum* läßt die Verlängerung der Ähren als eine typische Polyploidiewirkung erkennen. Eine Verlängerung der Ährenspindeln könnte entweder durch Vermehrung der Ährchenzahl oder bei gleichbleibender Ährchenzahl durch Verlängerung der einzelnen Spindelglieder zustande gekommen sein. Es zeigt sich aber, daß die Ähren trotz einer Verminderung der Ährchenzahl länger sind. Daraus resultiert eine starke Auflockerung der Ähren, deren Dichte — unter beiden Eltern liegend — jedoch noch als mitteldicht bezeichnet werden muß (Tab. 5 und 7).

Da die Blütenzahl pro Ährchen bei beiden Eltern verschieden ist (s. Tab. 6) wurde die ♀-Fertilität durch das Verhältnis Kornzahl zu Ährchenzahl festgestellt. Die erhaltenen Werte geben nur die tatsächlich aus-

<sup>1</sup> B sind die korrespondierenden Gene des B-Genoms.

Tabelle 7. Halmlänge, Bestockung, Ährenlänge, Ährchenzahl und Dichte von *T. × dimococcum* ( $C_2$ ) im Vergleich mit den Elternarten *T. monococcum* und *T. dicoccum*.

	n	Halmlänge des längsten Halmes (cm)	Bestockung Anzahl Halme/Pflanze	Ährenlänge der längsten Ähre/Pflanze (cm)	Ährchenzahl der längsten Ähre/Pflanze	Dichte der längsten Ähre/Pflanze
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
<i>T. dimococcum</i>	53	113,5 ± 2,519	4,43 ± 0,228	8,66 ± 0,189	22,62 ± 0,408	26,23 ± 0,267
<i>T. monococcum</i>	53	107,9 ± 0,998 <*	9,36 ± 0,302 <***	6,31 ± 0,069 <***	28,58 ± 0,156 <***	45,43 ± 0,408 <***
<i>T. dicoccum</i>	53	120,7 ± 1,456 <*	5,79 ± 0,250 <***	7,40 ± 0,105 <***	25,19 ± 0,205 <***	34,43 ± 0,425 <***

Abb. 6. Pollenkörner von *T. monococcum* (a) *T. dicoccum* (b),  $F_1$ -Bastard *T. dicoccum* × *T. monococcum*,  $2n = 21$  (c) und *T. × dimococcum* (d). Mikrophotographie, ca. 250 ×.

gebildeten Körner pro Ährchen an und berücksichtigen nicht die angelegten Blüten. Ein exakter Vergleich der Fertilität ist also nur zwischen Sippen mit gleicher Blütenzahl möglich. *T. monococcum* bildete im Durchschnitt 1,41 Körner pro Ährchen aus (min. 0,8; max. 1,8), 45,8% der Ährchen waren 2-körnig. *T. dicoccum* bildete durchschnittlich 2,0 Körner pro Ährchen aus (min. 0,3; max. 2,7), 22,9% der Ährchen

waren 3-körnig. Bei *T. × dimococcum* dominiert die 3-Blütigkeit von *T. dicoccum*, aber es wurden durchschnittlich nur 1,39 Körner pro Ährchen (min. 0,0; max. 2,2) gebildet (Tab. 8), was gerade der Fertilität von *T. monococcum* entspricht. Die herabgesetzte Fertilität äußert sich auch in dem geringen Prozentsatz der 3-körnigen Ährchen, 3,7%. Alle drei Sippen zeigen eine signifikante Verminderung der

Tabelle 8. ♀-Fertilität, Kornertrag pro Pflanze, Tausendkorngewicht und Korngröße von *T.* × *dimococcum* im Vergleich mit den Elternarten *T. monococcum* und *T. dicoccum*.

	n	♀-Fertilität <sup>1</sup> Anzahl Körner/ Ährchen	n	Kornertrag/ Pflanze (g)	n	Tausendkorngewicht	n	Korngröße	
								$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
<i>T. dimococcum</i>	53	1,39 ± 0,069	50	5,19 ± 0,333	5	48,07 ± 1,462	40	8,65 ± 0,098	2,92 ± 0,045
<i>T. monococcum</i>	53	1,41 ± 0,042 >*	50	5,64 ± 0,253 >*	5	18,93 ± 0,484 <***	40	7,22 ± 0,061 <***	1,49 ± 0,017 <***
<i>T. dicoccum</i>	53	2,00 ± 0,055 <***	50	6,97 ± 0,437 <***	5	34,55 ± 1,195 <***	40	7,44 ± 0,071 <***	2,84 ± 0,020 >*

<sup>1</sup> Ausgewertet wurden die Ähren der 3 längsten Halme.Tabelle 9. ♀-Fertilität der Ähren der 3 längsten Halme (a, b, c) von *T.* × *dimococcum* und den Elternarten *T. monococcum* und *T. dicoccum*.

	n	Anzahl Ährchen		Anzahl Körner		♀-Fertilität Körner/ Ährchen	Anzahl 2- bzw. 3 körniger Ährchen		% 2- bzw. 3 kör- niger Ährchen
		$\Sigma$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\Sigma$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$		$\Sigma$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	
<i>T. dimococcum</i>	46								
Ähre a		1059	23,02 ± 0,447	1751	38,07 ± 1,672	1,65	63	1,37 ± 0,362	5,95
Ähre b		932	20,26 ± 0,427 <***	1363	29,63 ± 2,048 <***	1,46 <***	34	0,74 ± 0,331 <***	3,65
Ähre c		893	19,41 ± 0,598	1044	22,70 ± 1,923	1,17	11	0,24 ± 0,150	1,23
<i>T. monococcum</i>	54								
Ähre a		1514	28,04 ± 0,298	2255	41,76 ± 1,272	1,49	788	14,59 ± 1,093	52,05
Ähre b		1521	28,17 ± 0,147 >*	2140	39,63 ± 1,235 <*	1,41 <*	682	12,63 ± 1,054 <*	44,84
Ähre c		1515	28,06 ± 0,151	2047	37,91 ± 1,366	1,35	612	11,33 ± 1,137	40,40
<i>T. dicoccum</i>	52								
Ähre a		1275	24,52 ± 0,373	2695	51,83 ± 1,531	2,11	339	6,52 ± 0,840	26,59
Ähre b		1244	23,92 ± 0,268 <***	2547	48,98 ± 1,240 <***	2,05 <***	298	5,73 ± 0,753 <*	23,95
Ähre c		1189	22,87 ± 0,275	2283	43,90 ± 1,384	1,92	211	4,06 ± 0,714	17,75

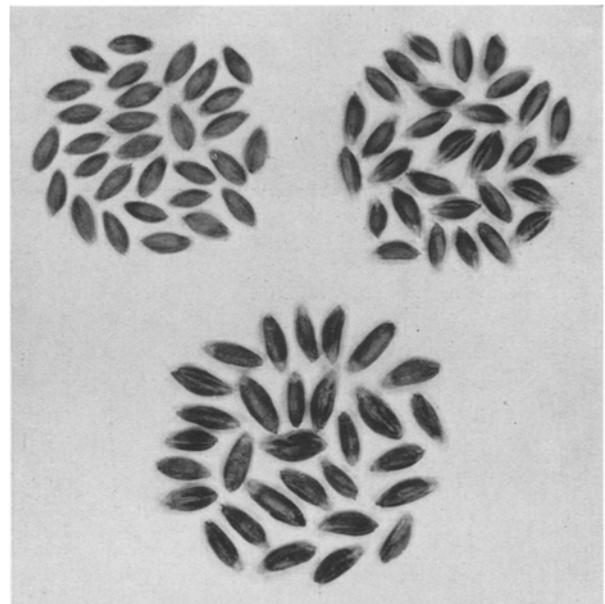
Fertilität von der 1. zur 3. Ähre. Diese Verminderung ist bei *T.* × *dimococcum* besonders ausgeprägt (Tab. 9). Die Pollenfertilität ist im Durchschnitt um ca. ein Drittel herabgesetzt. Neben einer völlig ♂-sterilen Pflanze fanden sich aber Pflanzen, die, im Vergleich zu den Elternsippen, als vollfertil bezeichnet werden können (Tab. 10).

Tabelle 10. Pollenausbildung der Elternarten und einzelner Pflanzen der amphidiploiden  $C_2$  und  $C_3$ 

	n	gut	% gut
<i>T. monococcum</i> T. 482	2951	2830	95,9
<i>T. dicoccum</i> T. 551	2133	2070	97,0
<i>T.</i> × <i>dimococcum</i>			
54, 111/14	1424	1349	94,7
55, 58/7	2614	1901	72,7
55, 61/39	2245	1103	49,1
55, 68/33	2739	2502	91,3
55, 80/39	2663	1761	66,1
55, 82/45	2753	—	—
55, 83/46	1408	990	70,3
55, 92/7	1895	1384	73,0

Die Körner von *T.* × *dimococcum* sind bedeutend größer. Das Tausendkorngewicht, ein Maßstab für die Größe und das Gewicht der Körner, ist fast dreimal so groß wie das von *T. monococcum*; das von *T. dicoccum* ist nur nahe doppelt so groß (Tab. 8). Abweichend von dem rundlich kurzen Korn von *T. compactum* besitzt unser Amphidiploid ein langes, schmales, nach beiden Enden zugespitztes Korn mit scharfen Kanten, wie alle Spelzweizen (Abb. 7).

Der Ertrag, hier angegeben als Kornertrag pro Pflanze (Tab. 8), ist in seiner Höhe von einer Reihe von Gegebenheiten, wie Bestockung, Ährchenzahl, Blütenzahl, Kornzahl und Tausendkorngewicht abhängig. Bis auf das Tausendkorngewicht sind bei

Abb. 7. Körner von *T. monococcum* (links), *T. dicoccum* (rechts) und *T.* × *dimococcum* (Mitte).

*T.* × *dimococcum* alle Ertragskomponenten gegenüber den Eltern herabgesetzt. Nur auf Grund des stark erhöhten Tausendkorngewichts erreicht der Kornertrag mit 5,19 g annähernd den Wert von *T. monococcum* mit 5,64 g. Damit besitzt *T.* × *dimococcum* beim Vergleich mit *T. monococcum* und *T. dicoccum* bereits in der  $C_2$  einen anbauwürdigen Ertrag.

Wie bei allen künstlich polyploidisierten Pflanzen ist die Entwicklung verzögert. In Tab. 11 sind die Werte für die Zeit von der Aussaat bis zum Ährenschieben, die Reifezeit und die Gesamtvegetationszeit, gemessen an der 1. Ähre, angegeben. Zwischen *T. monococcum* und *dicoccum* konnte für die Zeit bis zum

Ährenschieben kein Unterschied festgestellt werden. Von *T. × dimococcum* werden die Ähren durchschnittlich 2 Tage später geschoben. Die Reifezeit von *T.*

*dicoccum* ist gegenüber *T. monococcum* nur wenig verlängert, während die Ähren von *T. × dimococcum* erst 3 bzw. 4 Tage später ausgereift waren. Die Gesamtvegetationszeit von *T. × dimococcum* ist um 7—8 Tage verlängert. In Abb. 8 ist die Dauer des Ährenschiebens und in Abb. 9 die Dauer des Reifens von der 1. bis zur 3. Ähre pro Pflanze dargestellt. Jede Linie stellt die Entwicklung der 1.—3. Ähre einer Pflanze dar. Neben der erwähnten zeitlichen Verschiebung ist eine stark verzögerte Entwicklung am 2. und 3. Halm bei *T. × dimococcum* und eine erhöhte Variabilität sichtbar. Einzelne Pflanzen von *T. × dimococcum* sind in ihrer Entwicklung sehr verzögert. Sie hatten im Gegensatz zum Hauptteil der Pflanzen im Frühjahr eine dichte Rosette gebildet, aus der sehr spät einzelne Halme schoßten. Diese Pflanzen entwickelten nur wenige Ähren, die erwartungsgemäß sehr spät ausreiften. Das Verhalten war einem im Frühjahr ausgesäten Winterweizen ähnlich.

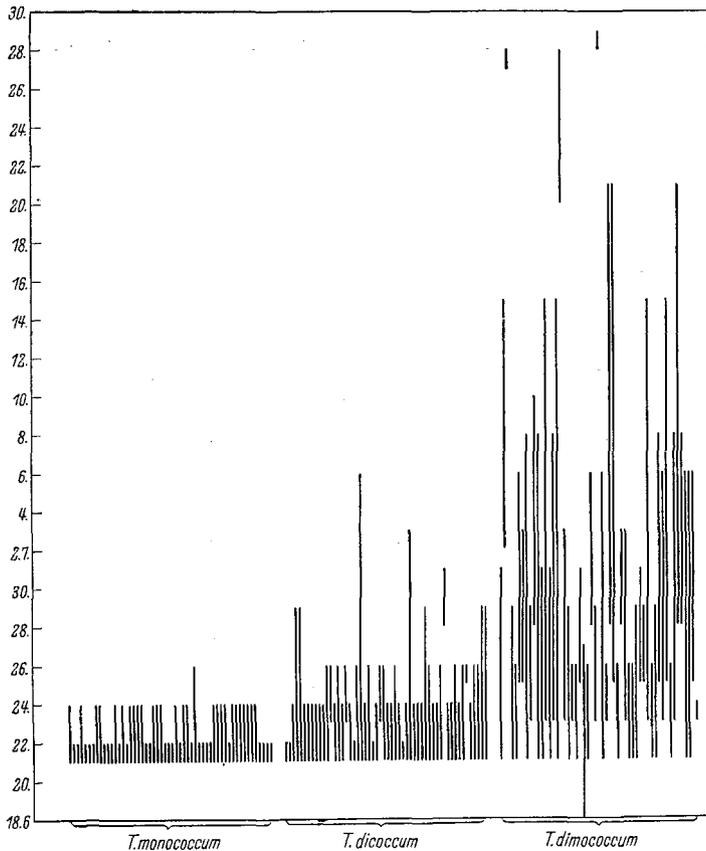


Abb. 8. Dauer des Ährenschiebens der ersten drei Ähren pro Pflanze von *T. monococcum*, *T. dicoccum* und *T. × dimococcum*.

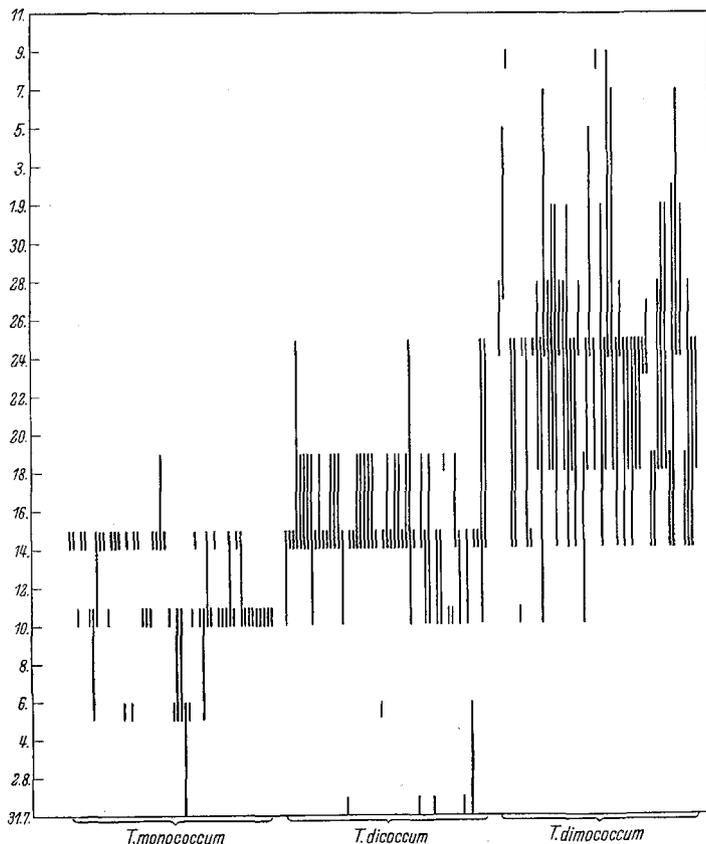


Abb. 9. Dauer des Reifens der ersten drei Ähren pro Pflanze von *T. monococcum*, *T. dicoccum* und *T. × dimococcum*.

Daß mit den vorstehend geschilderten Ährenmerkmalen ein völlig von *Triticum compactum* abweichender Ährentypus gegeben ist, ist klar ersichtlich. Der *compactum*-Ährentypus ist nach NILSSON-EHLE genetisch sehr einfach bedingt durch ein pleiotrop wirkendes Gen C. Unser F<sub>1</sub>-Bastard beweist, daß es sowohl *Triticum monococcum* wie *Triticum dicoccum* fehlen muß, sonst hätte unser Kreuzungsprodukt einen homozygoten oder heterozygoten *compactum*-Typ ergeben müssen; das ist, wie gezeigt, nicht der Fall. Nach der *Aegilops*-theorie kommt dieses Gen aus dem D-Genom.

Durch SEARS' elegante Methode der Nullisome-Tetrasome (ab 1939) läßt sich nachweisen, in welchem der (XV—XXI genannten) Chromosomen des D-Genoms ein Gen gelegen ist. UNRAU hat das Gen C (1950) im Chromosom XX lokalisieren können. Speziell für das Gen C haben die strahleninduzierten Speltoid- und Compactoidmutanten von MAC KEY einige Ergänzungen gebracht.

Das für *T. Spelta* charakteristische Merkmal der faßförmigen Artikulation (*Spelta*-Typ, barrel type) konnte bisher nicht in einem bestimmten Chromosom des D-Genoms lokalisiert werden. *T. × dimococcum* und seine beiden Eltern artikulieren aber nach *T. dicoccoides*, d. h. auf Grund eines Genes, das beiden Reihen gemeinsam ist, für das SMITH (1936) ein dominantes Gen F bei *T. boeoticum*, also im Genom A, hat nachweisen können.

In mehreren Jahren haben wir versucht den neuen 42-chromosomigen Weizen mit den anderen Arten der hexaploiden Reihe zu kreuzen. Während sich diese untereinander leicht und fruchtbar kreuzen lassen, was auch für den synthetischen Spelz (MAC FADDEN u. SEARS 1946; KIHARA 1950) gilt, sind die bisher durchgeführten Kreuzungen [*T. × dimococcum* × *Triticum aestivum*, *Spelta* und *compactum* zu meist negativ, nur vereinzelt positiv verlaufen. Das ist auffallend und verdient weitere Prüfung,

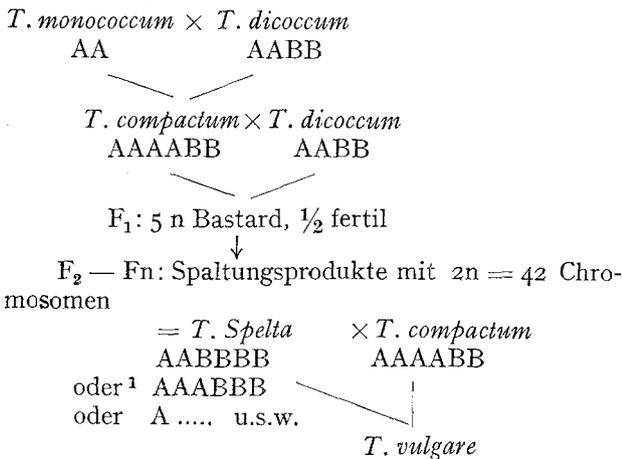
weil sich die tetraploiden Emmerweizen AABB mehr oder weniger leicht mit den hexaploiden Dinkelweizen AABBDD kreuzen lassen. Von einem hexaploiden „Emmerweizen“ AAAABB (*T.* × *dimococcum*) sollte man zumindest eine ebenso leichte Kreuzbarkeit mit der Dinkelreihe erwarten.

SEARS gegenüber, daß der Pfahlbauweizen ein tetraploider Weizen gewesen sei, hat SCHIEMANN (1947, S. 388) auf die Kontinuität des Binkelweizens (*anti-quorum* — *compactum*) in Europa hingewiesen. Seit dem Neolithicum ist er an den Stätten der ältesten Funde in Kultur geblieben, gerade und nicht nur im

Tabelle 11. Pflanzenentwicklung von *T.* × *dimococcum* im Vergleich mit den Elternarten *T. monococcum* und *T. dicoccum*.

	n	Zeit bis zum Ährenschieben: Anzahl Tage von der Aussaat bis zum Ährenschieben der 1. Ähre	Reifezeit: Anzahl Tage vom Ährenschieben bis zur Reife der 1. Ähre	Vegetationszeit: Anzahl Tage von der Aussaat bis zur Reife der 1. Ähre
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
<i>T. dimococcum</i>	53	113,30 ± 0,391	55,57 ± 0,678	170,06 ± 0,828
<i>T. monococcum</i>	53	111,11 ± 0,063 <***	51,45 ± 0,498 <***	162,57 ± 0,480 <***
<i>T. dicoccum</i>	53	111,28 ± 0,158 <***	52,28 ± 0,612 <***	163,60 ± 0,597 <***

Mit der Unmöglichkeit *Triticum compactum* aus den Komponenten *T. monococcum* und *T. dicoccum* aufzubauen, entfällt für BERTSCH auch die Möglichkeit den Dinkel *T. Spelta* direkt, wie auch den Saatweizen (oder wie BERTSCH sagt: Landweizen) indirekt über den Dinkel, aus der Kreuzung *Triticum dicoccum* × *T. compactum* abzuleiten, weil er, trotz Übernahme der Bezeichnung D für das 3. Genom, an keiner Stelle seiner Ableitungen über die Genome A und B hinauskommt. (Stammbaum F. BERTSCH 1939 S. 200, derselbe K. u. F. BERTSCH 1947 S. 56, sowie SCHIEMANN 1940 S. 3). Die Kreuzungen verlaufen nach BERTSCH folgendermaßen:



Auch das Beispiel der MATTHISSCHEN Kreuzung Emmer × Binkelweizen, aus der Spelze und *vulgare*-Typen herauspalten, kann BERTSCH als Beleg für die Richtigkeit seiner Auffassung (1950 S. 25) nicht in Anspruch nehmen; es läßt sich besser als Stütze für die *Aegilops*-Hypothese heranziehen, weil nach dieser der Spelz sein D-Genom direkt — nach MAC FADDEN u. SEARS — oder — nach bisheriger Auffassung — über den Binkelweizen von *Aegilops squarrosa* bekommen hat.

Endlich schreibt BERTSCH (1950, S. 27): „Übrigens beschäftigt sich die Genetik nur mit den lebenden Pflanzen“ und (1949, S. 325): „Wir (K. u. F. BERTSCH) haben unsern Stammbaum auf die vorgeschichtlichen Funde gestützt“. Es sei deshalb gestattet, diesen Stammbaum (1939, S. 200 u. 1947, S. 56) auch von vorgeschichtlicher Seite her zu überprüfen.

Tatsächlich ist nach den bisherigen prähistorischen Funden *Triticum compactum* „unser“ ältester hexaploider Weizen. Der Hypothese von MACFADDEN u.

oberrheinischen Gebiet. Darin stehen wir in Übereinstimmung mit den Ausführungen von BERTSCH für Schwaben (1947, S. 33 ff.). Auch teilen wir mit BERTSCH die heute allgemein anerkannte Auffassung, daß der Ackerbau mit Einkorn, Emmer, Gerste und anderen Kulturpflanzen durch die Bandkeramiker über den Donauweg nach Mitteleuropa gebracht worden ist. Abweichend von ihm schließen wir in die Reihe dieser Kulturpflanzen aber auch den Binkelweizen ein.

BERTSCH führt als Beleg für seine *compactum*-Hypothese stets drei Funde aus dem Vollneolithicum Schwabens an, die nach bisherigen Feststellungen als einzige neben Körnern von *T. monococcum* und *T. dicoccum* auch solche von Binkelweizen (*T. compactum*), und zwar in geringerer Zahl, enthalten: Wohngrube der Spiralkeramik Oehringen/Württemberg, Hütte der Bandkeramik von Böckingen bei Heilbronn/Neckar und Rössener Siedlung in Heilbronn. Er schließt daraus, daß Einkorn und Emmer als Mischfrucht angebaut wurden und durch natürliche Kreuzung aus ihnen der daher in den Funden noch immer seltene Binkelweizen entstanden sei. Man sollte dann aber annehmen, daß der Entstehung des Binkelweizens eine längere Zeitspanne vorausgegangen ist, in der Emmer und Einkorn allein gebaut wurden. BERTSCH trägt dem Rechnung, indem er diese Kreuzung in seinem Stammbaum in eine Zeit vor 4000 v. Chr. verlegt, aus der nach dem damaligen Gebrauch der Datierung<sup>1</sup> in Deutschland — auch bei BERTSCH — keine Kulturpflanzenfunde bekannt sind. Auch und gerade in den beiden ältesten Funden, den bandkeramischen Funden von Oehringen und Böckingen, sind alle drei Arten gleichzeitig vertreten. Es spricht deshalb alles dafür, daß die drei Getreidearten gleichzeitig von den Bandkeramikern mitgebracht worden sind.

Zu dem dritten von BERTSCH angeführten Belegfund aus der Rössener Siedlung (also aus späterer Zeit) in Heilbronn ist seither eine Parallele in Mitteldeutschland in der großen Rössener Siedlung in Wahlitz/Kr. Burg/Magdeburg durch ROTHMALER (1955) bekannt geworden. Hier ist ein ungewöhnlich reiches Material an verkohltem *Triticum compactum* zu Tage gefördert worden. Das Verhältnis ist hier aber umgekehrt wie in

<sup>1</sup> Von den absoluten Datierungen, die schon früher in ihrer Tendenz starken Schwankungen unterworfen waren (wie auch BERTSCH betont), sehen wir hier ab, da diese Fragen z. Z. durch die Einschaltung der C<sub>14</sub>-Methode in ein für die hier interessierende Zeit weitgehend noch ungeklärtes Stadium getreten sind.

<sup>1</sup> vgl. S. 177.

Süddeutschland: *T. compactum* steht mit ca. 31000 Körnern an der Spitze; ihm folgt *T. dicoccum* mit > 19000 Körnern. Beide Getreide liegen zumeist in Vorratsgruben in reinen Funden — „gruppen- oder häufchenweise“ — vor. So gaben zwei zu einem einheitlichen Fundkomplex gehörige, aber getrennt gelagerte Gruppen 23000 Binkelweizen- bzw. 16000 Emmerkörner. Der Anbau erfolgte also nicht als Mischfrucht, sondern getrennt. Von *T. monococcum*, das wegen der geringen Zahl und des verstreuten Vorkommens in Wahlitz von ROTHMALER als Einsprengsel oder als Unkraut angesehen wird, fanden sich jedoch auch einmal 50 Körner auf einem Haufen.

Selbst wenn man mit BERTSCH, abweichend von den üblichen Darstellungen, die Rössener Siedlung von Heilbronn in das (frühste) Vollneolithikum stellt, hat die Annahme, daß der Binkelweizen von Wahlitz schwäbischer Herkunft sei, wenig Wahrscheinlichkeit, weil der Weg der Rössener Kulturen in Mitteleuropa archäologisch in umgekehrter Richtung zu denken ist. Vielmehr ist für die Funde in Wahlitz, wie in Schwaben, mit ROTHMALER anzunehmen, daß die drei Weizenarten gemeinsam von den Bandkeramikern aus dem Osten donauaufwärts mitgebracht worden sind und über Mähren—Böhmen Mitteldeutschland erreicht haben.

Bandkeramische Kulturpflanzenfunde sind in Deutschland verhältnismäßig selten. Unter den von BERTSCH (1947) angeführten brachte ein solcher aus Heilbronn/Feyerabendstraße, der also gleichzeitig mit den beiden erstgenannten (früher als der Rössener Fund) liegt, nur Emmer und Einkorn, ein weiterer aus Büttelbronn, nahe Oehringen gelegen, nur Emmer. Das Fehlen von Binkelweizen in diesen beiden, so nahe den erstgenannten, ist zwar zu beachten, steht aber nicht in Widerspruch zu der Auffassung von BERTSCH.

Das gleiche gilt für zwei weitere bandkeramische Funde aus Eisenberg/Thüringen, die ebenfalls nur Einkorn und Emmer enthalten; sie sind aber wohl eher mit dem mährisch-böhmischen Weg der Donaukultur in Zusammenhang zu sehen, dem der Wahlitzer Fund einzufügen ist als mit dem bayrisch-schwäbischen. Leider liegen über die Größe aller dieser Funde keinerlei Angaben vor. Was an den verschiedenen Fundstätten den bevorzugten Anbau der einen oder der andern Art verursachte, läßt sich aus dem bisher Bekannten nicht ersehen. Auch ist zu bedenken, daß das vorliegende Material im wesentlichen noch aus Zufallsfunden besteht. Es ist zu hoffen, daß die örtlichen und zeitlichen Lücken auf dem Wege der donauländischen Kultur nach Mitteleuropa in den Kulturpflanzenfunden, besonders der Getreide, in nicht zu ferner Zeit ausgefüllt werden, da heute die Aufmerksamkeit auch diesen früher vielfach vernachlässigten Kulturelementen zugewandt ist. Gerade für unser Problem besteht ein dringendes Bedürfnis, die Aussagen auf eine breitere, gesicherte Grundlage stellen zu können.

Auf dem Boden der *Aegilops*-Hypothese stehend und gestützt durch die vorliegenden prähistorischen Funde sehen wir — darin übereinstimmend mit MACKAY — *Triticum compactum* (= *antiquorum*) als den ursprünglichen hexaploiden Weizen an, der zusammen mit Einkorn, Emmer (und Gerste) durch die Bandkeramiker als Träger einer alten Bauernkultur nach Mitteleuropa — auch nach Schwaben — gebracht worden

ist. Hier, im Gebiet des Oberrhein, ist nach SCHIEMANN (1931) zu Ende des Neolithiums aus der Kreuzung *T. compactum* × *T. dicoccum* der europäische Spelz, *Triticum Spelta* hervorgegangen. Die von MAC FADDEN a. SEARS und KIHARA vollzogene Synthese von *T. Spelta* aus *T. dicoccum* × *Aegilops squarrosa* weist einen weiteren Weg für die Entstehung von *T. Spelta*, der (nach KUCKUCK u. SCHIEMANN 1957) für die iranischen Spelze in Frage kommt.

Ort und Zeit, sowie Art und Weise der Entstehung von *Triticum compactum* bleibt einstweilen noch offen, ebenso wie die Entstehung der lockerährigen *aestivum* (*vulgare*)-Weizen. Wir stimmen mit BERTSCH darin überein, daß die Archäologie entscheidende Aussagen über den Ursprung der Getreide nach Ort und Zeit zu machen hat; wir können ihr aber nicht die alleinige Entscheidung über die Kulturpflanzenwerdung überlassen. Auch die Archäologie ist auf Deutungen angewiesen und ihre Ergebnisse müssen gegen die auf methodisch anderen Wegen gewonnenen kritisch abgewogen werden. In der C<sup>14</sup>-Methode hat die Archäologie ein neues Hilfsmittel gewonnen, das auszuwerten sie erst in den Anfängen steht. Die neuen cytogenetischen Methoden, von denen wir sprachen, vermögen in viel sicherer Weise in die biologischen Zusammenhänge unserer Getreide hinein zu leuchten, als es noch vor wenigen Jahrzehnten mit Mendelismus und Cytologie allein möglich war. Wie in der nun hundertjährigen Forschung an dem Problem der Geschichte unserer Kulturpflanzen Entdeckungen bzw. Erkenntnisse Einzelner epochenmachend gewirkt haben, hat SCHIEMANN (1954) zu zeigen versucht. Nur in Zusammenarbeit aller Wissenschaftszweige wird es möglich sein, das Geheimnis zu lüften, das über dem Ursprung unserer Getreide und damit über dem Anfang des Ackerbaus liegt, der ein neues Zeitalter in der Geschichte der Menschheit herbeigeführt hat.

### Zusammenfassung

1. *Triticum* × *dicoccum* SCHIEMANN et STAUDT, der von BERTSCH postulierte Bastard aus *T. dicoccum* × *T. monococcum*, ist ein von *Triticum compactum* völlig verschiedener brüchiger, mitteldichter, langähriger Spelzweizen mit langgestreckten Körnern. Er besitzt keines der spezifischen Merkmale der hexaploiden Weizen; das gilt insbesondere für den in *T. Spelta* wiederkehrenden Brüchigkeitstyp von *Aegilops squarrosa*.

2. Das *Triticum compactum* wesentlich bestimmende Gen C (nach NILSSON-EHLE) ist in Chromosom XX des D-Genoms lokalisiert (UNRAU 1950). Das Fehlen dieses aus *Aegilops* abgeleiteten Genoms ist durch das völlige Fehlen von Merkmalen der hexaploiden Weizen in *T. × dicoccum* experimentell bewiesen. Damit ist die Hypothese von F. u. K. BERTSCH: *Triticum compactum* sei als Amphidiploid aus der Kreuzung *T. dicoccum* × *T. monococcum* im Neolithikum Süddeutschlands entstanden, auch experimentell widerlegt.

3. Die Frage nach der Entstehung von *Triticum compactum* bleibt noch offen; sie kann jedoch — nach dem heutigen Stande unsers Wissens — nur mit Hilfe der *Aegilops*-Hypothese gelöst werden.

4. Die Fragen nach den Zusammenhängen zwischen den tetraploiden und hexaploiden Weizen, die durch eine Reihe neuer Ergebnisse als experimentell zu prüfende Probleme wieder aufgerollt sind, werden diskutiert.

## Literatur

1. AASE, H.: Cytology of *Triticum*, *Secale* and *Aegilops* hybrids with reference to phylogeny. Res. Studies State Coll. of Washington 2, 1—60 (1930). — 2. BEIJERINCK, M. W.: Über den Weizenbastard *Triticum monococcum* ♀ × *Triticum dicoccum* ♂. Nederl. Kruidkundig Archief II. Ser. 4, 189—201 (1884). — 3. BEIJERINCK, M. W.: Über die Bastarde zwischen *Triticum monococcum* und *Triticum dicoccum*. Nederl. Kruidkundig Archief II. Ser. 4, 455 (1886). — 4. BELL, G. D. H.: Investigations in the Triticinae. I. Colchicine techniques for chromosome doubling in interspecific and intergeneric hybridization. J. agr. Sci. 40, 9—18 (1950). — 5. BERTSCH, F.: Der Dinkel. Landw. Jahrb. 92, 241—252 (1942). — 6. BERTSCH, F.: Herkunft und Entwicklung unserer Getreide. Mannus 31, 171—229 (1939). — 7. BERTSCH, K.: Abstammung der weichen Weizen. Der Züchter 19, 325 (1949). — 8. BERTSCH, K.: Vom Ursprung der hexaploiden Weizen. Der Züchter 20, 24—27 (1950). — 9. BERTSCH, K. und F. BERTSCH: Geschichte unserer Kulturpflanzen. Stuttgart, 268 S. (1947). — 10. BIFFEN, R. H.: Mendel's laws of inheritance and wheat breeding. J. agr. Sci. 1, 4—48 (1905). — 11. BIFFEN, R. H.: Studies in the inheritance of disease resistance. J. agr. Sci. 2, 109—128 (1907). — 12. BLARINGHEM, L.: Sur la production d'hybrides entre l'engrain (*Triticum monococcum* L.) et différents blés cultivés. C. R. Acad. Sci. (Paris) 158, 346—349 (1914). — 13. BLARINGHEM, L.: Production de nouveaux hybrides entre les espèces sauvages de *Triticum* (*monococcum* L., *dicoccoides* Körn.) et les principaux blés cultivés. C. R. Acad. Sci. (Paris) 180, 218—220 (1925). — 14. BLEIER, H.: Cytologie von Art- und Gattungsbastarden des Getreides. Der Züchter 2, 12—22 (1930). — 15. BOYES, J. W. und W. P. THOMPSON: The development of the endosperm and embryo in reciprocal interspecific crosses in cereals. J. Genetics 34, 203—227 (1937). — 16. DIXON, W. J. und F. J. MASSEY jr.: Introduction to Statistical Analysis. New York, Toronto, London (1951). — 17. FABRE, E.: On the species of *Aegilops* of the south of France and their translation into cultivated wheat. J. Roy. agr. Soc. England 15, 167 (1855). — 18. FLAKSBERGER, C.: Ursprungszentrum und geographische Verbreitung des Spelzes (*Triticum spelta* L.). Angew. Bot. 12, 86—99 (1930). — 19. FLAKSBERGER, K. A.: Wheat. Flora of cultivated plants 1 (1935). — 20. FORLANI, R.: Tentativi e risultati di incroci interspecifici ed intergenerici fra cereali. Archivio Botanico 2, Teil 3—4. Forli (1942). — 21. FORLANI, R.: Ibridi di *Triticum monococcum*. Genetica Agraria 1, 344—350 (1948). — 22. FORLANI, R.: Ibridi di Triticinae resii fertili con colchicina. Ann. della Sperimentazione Agraria, Nuovo serie, 5, 1079—1094 (1951). — 23. HAYES, H. K., PARKER, J. H. und C. KURTZWEIL: Genetics of rust resistance in crosses of varieties of *Triticum vulgare* with varieties of *T. durum* and *T. dicoccum*. J. agric. Res. 19, 523—542 (1920). — 24. KASPARYAN, A. S.: A new amphidiploid. Einkorn × Persian wheat (*Triticum monococcum* Hornemannii CLEM. × *Triticum persicum fuliginosum* Zhuk.). C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS 26, 166—169 (1940). — 25. KIHARA, H.: Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und die Sterilität in den Bastarden. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Ser. B, 1, 1—200 (1924). — 26. KIHARA, H.: Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. II. *Aegilotriticum* und *Aegilops cylindrica*. Cytologia 2, 106—156 (1930). — 27. KIHARA, H. und F. LILIENTHAL: A new synthesized 6x-wheat. Hereditas, Suppl. Vol. 307—319. (1949). — 28. KIHARA, H. und I. NISHIYAMA: New aspects of chromosome behavior in pollenmother-cells of tri-, tetra- and pentaploid wheat hybrids. Bot. Mag. (Tokyo) 42, 221—231 (1928). — 29. KIHARA, H., M. OKAMOTO, M. IREGAMI, J. TABUSHI, H. SUEMOTO und Y. YAMANE: Morphology and fertility of five new synthesized hexaploid wheats. Rep. Kihara Inst. Biol. Res. (Seiken Zihô) Nr. 4, 127—140 (1950). — 30. KISS, A. und T. RAJHÁTHY: Untersuchungen über die Kreuzbarkeit innerhalb des Subtribus Triticinae. Der Züchter 26, 127—136 (1956). — 31. KÖRNICKE, F.: Die Arten und Varietäten des Getreides. In KÖRNICKE, F. und H. WERNER: Hdb. des Getreidebaues 1, Bonn (1885). — 32. KÖRNICKE, F.: Die Entstehung und das Verhalten neuer Getreidevarietäten. Arch. f. Biontologie 2, 394—437 (1908). — 33. KOSTOFF, D.: *Triticum* (*dicoccum* × *monococcum*) × *Triticum vulgare*, triple hybrid with 42 chromosomes. Cytologia 3, 186—187 (1932). — 34. KOSTOFF, D.: Inheritance of natural immunity in plants with special reference to production of immune varieties by interspecific hybridization. Ann. Czechoslovak Acad. agr. 10, 389—402 (1935). — 35. KOSTOFF, D.: Studies on polyploid plants. V. Fertile *Triticum vulgare monococcum* hybrids. C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS 1, 155—159 (1935). — 36. KOSTOFF, D.: Studies of the polyploid plants. XI. Amphidiploid *Triticum Timopheevi* Zhuk. × *Triticum monococcum* L. C. R. (Doklady) Acad. Sci. URSS, Nouv. Sér. 1, 1, 37—41 (1936). — 37. KOSTOFF, D.: Studies on the polyploid plants. XI. Amphidiploid *Triticum Timopheevi* Zhuk. × *Triticum monococcum* L. Z. f. Züchtung A. Pflanzenzüchtung 21, 41—45 (1937). — 38. KUCKUCK, H. und SCHIEMANN, E.: Über das Vorkommen von Spelz und Emmer im Iran. Z. für Pflanzenzüchtung 38, 383—96 (1957). — 39. LANG, A.: Buchbesprechung: K. und F. BERTSCH, Geschichte der Kulturpflanzen. Der Züchter 19, 128 (1948). — 40. LEWICKI, S.: Sur les rares hybrides: ♀ *T. polonicum* var. *eucompactum*. ASCH. et GRAEBENER × ♂ *T. monococcum* var. *flavescens* KCKE. Mem. Inst. nat. Pol. d'écon. rurale à Pulawy 3, 343—356 (1922). — 41. LONGLEY, A. E. und W. J. SANDO: Nuclear divisions in the pollen mother cells of *Triticum*, *Aegilops*, and *Secale* and their hybrids. J. agr. Res. 40, 683—719 (1930). — 42. LOVE, H. H. und W. T. CRAIG: The synthetic production of wild wheat forms. J. Heredity 10, 51—65 (1919). — 43. LOVE, H. H. und W. T. CRAIG: The genetic relation between *Triticum dicoccum* and a similar morphological type produced synthetically. J. agr. Res. 28, 515—519 (1924). — 44. MACFADDEN, E. S.: A successful transfer of emmer characters to *vulgare* wheat. J. Amer. Soc. Agron. 22, 1020—1034 (1930). — 45. MACFADDEN, E. S. and E. R. SEARS: The artificial synthesis of *Triticum spelta*. Rec. Genet. Soc. Amer. 13, 26—27 (1944). — 46. MACFADDEN, E. S. and E. R. SEARS: The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives. J. Heredity 37, 81—89, 107—116 (1946). — 47. MACKEY, J.: Neutron and X-ray experiments in wheat and a revision of the speltoid problem. Hereditas 40, 65—180 (1954). — 48. MATHER, K.: Chromosome behaviour in a triploid wheat hybrid. Z. Zellforschung u. mikroskopische Anatomie 23, 117—138 (1935). — 49. MATHIS, P.: Die Bedeutung der Kreuzungen zwischen *Triticum vulgare* und *Triticum dicoccum* für die Weizenzüchtung. Angew. Bot. 7, 269—303 (1925). — 50. MATSUMURA, S.: Chromosome conjugation and fertility of triploid wheat hybrids and their offsprings. Rep. Kihara Inst. Biol. Res. (Seiken Zihô) Nr. 4, 31—42 (1950). — 51. MATSUMURA, S.: Chromosome analysis of the Dinkel genome in the offspring of a pentaploid wheat hybrid. II. Which of the three *vulgare* genomes of the  $\beta$ -speltoid is incomplete? Cytologia 16, 307—314 (1952). — 52. MATSUMURA, S.: Chromosome analysis of the Dinkel genome in the offspring of a pentaploid wheat hybrid. I. Nullisomics deficient for a pair of D-chromosomes. Cytologia 16, 265—287 (1952). — 53. MATSUMURA, S.: Chromosome analysis of the Dinkel genome in the offspring of a pentaploid wheat hybrid. III. 29-chromosome D-haplosomics and their relations to nullisomics. Cytologia 17, 35—49 (1952). — 54. MELBURN, M. C. und W. P. THOMPSON: The cytology of a tetraploid wheat hybrid (*Triticum spelta* × *Triticum monococcum*). Am. J. Bot. 14, 327—333 (1927). — 55. MICZYNSKI, C.: Sur deux nouveaux hybrides du froment. Mém. Inst. de Génétique Varsovie 2, 131—138 (1924). — 56. MÜNTZING, A.: Triple hybrids between rye and two wheat species. Hereditas 20, 137—160 (1935). — 57. NILSSON-EHLE, H.: Kreuzungsuntersuchungen am Hafer und Weizen. II. Lunds Univ. Årsskr. N. F. 7, 1—84 (1911). — 58. PÄTAU, K.: Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen (Eine neue t-Tafel). Biol. Ztbl. 63, 152 (1943). — 59. PERCIVAL, J.: The wheat plant. London Verl. Duckworth & Co. (1921). — 60. ROTHMALER, W.: Der Ackerbau im Neolithikum Mitteleuropas. Ausgrabungen und Funde H. 2, 51—53 (1956). — 61. ROTHMALER, W.: Die neolithischen Getreidefunde von Wahlitz aus den Jahren 1951/52. Beiträge zur Frühgeschichte der Landwirtschaft II. Wiss. Abh. Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin Nr. 15, (1955). — 62. SACHS, L.: Chromosome be-

havior in species hybrids with *Triticum timopheevi*. Heredity 7, 49—58 (1953). — 63. SAX, K.: Sterility in wheat hybrids. II. Chromosome behavior in partially sterile hybrids. Genetics 7, 513—552 (1922). — 64. SAX, K. und H. J. SAX: Chromosome behavior in a genus cross. Genetics 9, 454—464 (1924). — 65. SCHIEMANN, E.: Genetische Studien an Gerste. I. Zur Frage der Brüchigkeit der Gerste. Z. Vererbbl. 26, 109—143 (1921). — 66. SCHIEMANN, E.: Pfahlbauweizen — Historisches und Phylogenetisches. Z. f. Pflanzenzücht. 17, 36—53 (1931). — 67. SCHIEMANN, E.: Entstehung der Kulturpflanzen. Hdb. Vererbungswiss. 3, Berlin: Verl. Borntraeger 1932. — 68. SCHIEMANN, E.: Weizenstammbäume. Englers Bot. Jahrbücher 71, 1—31 (1940). — 69. SCHIEMANN, E.: Die Getreidefunde der neolithischen Siedlung Trebus, Krs. Lebus Mark. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 58, 446—459 (1940). — 70. SCHIEMANN, E.: Entstehung der Kulturpflanzen. Ergebnisse Biologie 19, 409—552 (1943). — 71. SCHIEMANN, E.: Über McFADDEN — SEARS'S Theorie zur Phylogenie des Weizens. Der Züchter 17/18, 385—391 (1947). — 72. SCHIEMANN, E.: Weizen, Roggen, Gerste. Systematik, Geschichte und Verwendung. Jena: Verl. Fischer, 1948. — 73. SCHIEMANN, E.: Emmer in Troja. Neubestimmung aus den trojanischen Körnerfunden. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 64, 155—169 (1951). — 74. SCHIEMANN, E.: Die Geschichte der Kulturpflanzen im Wandel der biologischen Methoden. Bot. Tidsskrift 51, 308—329 (1954). — 75. SCHIEMANN, E.: Einkorn im alten Ägypten? Der Züchter, 24, 139—149 (1954). — 76. SCHIEMANN, E. und G. STAUDT: *Triticum dimococcum* a new amphidiploid from the hybrid *Triticum dicoccum* × *monococcum*. W. I. S. Nr. 3, 3—5 (1956). — 77. SEARS, E. R.: Cytogenetic studies with polyploid species of wheat. I. Chromosomal aberrations in the progeny of a haploid of *Triticum vulgare*. Genetics 24, 509—523 (1939). — 78. SEARS, E. R.: Monosomes, trisomes, and segmental interchanges from a haploid of *Triticum vulgare*. Abstr., Genetics 24, 84 (1939). — 79. SEARS, E. R.: Amphidiploids in the seven-chromosome Triticinae. Missouri agr. exp. Sta. Res. Bull. 336 (1941). — 80. SEARS, E. R.: Cytogenetic studies with polyploid species of wheat. II. Additional chromosomal aberrations in *Triticum vulgare*. Genetics 29, 232—246 (1944). — 81. SEARS, E. R.: Nullisomic analysis in common wheat. Amer. Naturalist 87, 245—252 (1953). — 82.

SEARS, E. R.: The aneuploids of common wheat. Missouri agr. exp. Stat. Res. Bull. 572 (1954). — 83. SMITH, L.: Cytogenetic studies in *Triticum monococcum* L. and *Triticum aegilopoides* BAL. Missouri agr. exp. Stat. Res. Bull. 248 (1936). — 84. STAFF, O.: The history of the wheat. Rep. Brit. Assoc. Adv. Sci. Winnipeg 799—807 (1909). — 85. STAUDT, G.: Some notes on autotetraploid *Triticum monococcum*. Wheat Inf. Serv. Nr. 5, 1—2 (1957). — 86. THOMPSON, W. P.: Chromosome behavior in triploid wheat hybrids. J. Genetics 17, 43—48 (1926). — 87. THOMPSON, W. P.: Cytology and genetics of crosses between fourteen- and seven-chromosome species of wheat. Genetics 16, 309—324 (1931). — 88. v. TSCHERMAK, E.: Über seltene Getreidebastarde. Beiträge zur Pflanzenzüchtung H. 3, 49—61 (1911). — 89. v. TSCHERMAK, E.: Die Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. Z. f. Pflanzenzüchtung 2, 291—312 (1914). — 90. v. UBISCH, G.: Analyse eines Falles von Bastardatavismus und Faktorenkoppelung bei Gerste. Z. Vererbbl. 14, 226—237 (1915). — 91. UNRAU, J.: The use of nullisomes and monosomes in cytogenetic studies of common wheat. Sci. agr. 30, 66—89 (1950). — 92. VAVILOV, N. I.: Über den Weizenbastard *T. vulgare* × *T. monococcum*. Bull. angew. Bot. 6, 1—19 (1913). — 93. VAVILOV, N. I. und O. JAKUSHKINA: A contribution to the phylogenesis of wheat and the inter-species hybridisation in wheats. Bull. appl. Bot. 15, 3—159 (1925). — 94. VAVILOV, N. I.: Immunity to fungous diseases as a physiological test in genetics and systematics exemplified in cereals. J. Genetics 4, 49—63 (1914). — 95. VAVILOV, N. I.: Immunity of plants to infectious diseases. Bull. Petrovskoe Agric. Acad. 1—242 (1919). — 96. VILMORIN, H. DE: Essais de croisement entre blés différents. Bull. Soc. bot. France 27, 356 (1880). — 97. YAMASHITA, K.: Genetische Untersuchungen über den Markgehalt der Weizen-Halme. Mem. Coll. Agr. Kyoto Imp. Univ. Nr. 39, 9—38 (1937). — 98. ZHEBRAK, A. R.: Amphidiploids of hard wheat and einkorn produced through colchicine treatment. C. R. (Doklady) Acad. Sci. U. R. S. S. 25, 53—55 (1939). — 99. ZHEBRAK, A. R.: On the fertility of the amphidiploid hybrid of hard wheat with einkorn. C. R. (Doklady) Acad. Sci. U. R. S. S. Nouv. Sér. 29, 480—482 (1940). — 100. ZHEBRAK, A. R.: Synthesis of new species of wheat. Nature 153, 549—551 (1944).

Aus dem Phytopathologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle, dem Institut für Pflanzenzüchtung Kleinwanzleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften und dem Institut für Kulturpflanzenforschung Gatersleben der Deutschen Akademie der Wissenschaften

## Mutationsversuche an Kulturpflanzen

### VIII. Mehltreueristenz und ihre Genetik bei Wintergersten-Mutanten

Von ILSE NOVER und GERHARD BANDLOW

Über das umfangreiche Mutantensortiment, das im Institut für Kulturpflanzenforschung Gatersleben durch Röntgenbestrahlung von Saatgut einiger Sommer- und Wintergerstensorten entstand, ist verschiedentlich berichtet worden. Die Mitteilungen betrafen vorwiegend Formen, die in morphologischen und entwicklungsphysiologischen Merkmalen von der Ausgangssorte abwichen (STUBBE und BANDLOW 1946/47, BANDLOW 1954, SAGROMSKY 1954, 1956; SCHOLZ 1955, 1956, 1957). Doch wurde bereits im Jahre 1951 auf einige mehltreueristente Mutanten aufmerksam gemacht, die wir unter 64 auf andere Abweichungen ausgelesenen  $X_2$ -Pflanzen der Wintergerste Friedrichswerther Berg feststellten (BANDLOW 1951).

#### Resistenz-Untersuchungen

Mit diesen Mutanten wurde weiter gearbeitet. Es sollte einmal ihr Verhalten gegenüber einer größeren Anzahl von Herkünften und Rassen des Erregers *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal, zum anderen der Erbgang ihrer Resistenz im Kreuzungs-

experiment untersucht werden. Von den 1950 gesammelten Mehltreuerherkünften standen zu Beginn der Arbeiten drei zur Verfügung, die auf den wichtigsten Testsorten von HONECKER (1937) als Rassen A, B und D bestimmt worden waren (Tab. 1).

Tabelle 1. Verhalten der Rassen A, B, C und D von *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* auf drei Testsorten.

Testsorte	Rasse			
	A	B	D	C
Weihenstephan CP 127422	o	4	o	4
Ragusa b	o	o	4	4
<i>Hordeum spontaneum nigrum</i>	o	o	o	o

Bewertung: o = kein Befall. 4 = sehr starker Befall

Die 8 Mutanten der Wintergerste Friedrichswerther Berg (501, 511, 512, 513, 514, 515, 520 und 525a) fielen im Frühjahr 1951 dadurch auf, daß sie trotz mehrfacher künstlicher Infektion junger Pflanzen im Gewächshaus hochresistent gegen die Rassen A und D blieben. Alle Gersten außer Mut. 501 reagierten auf die Mehltreuerinfektionen mit starken Nekrosen.