

(Aus dem MAX-PLANCK-Institut für Züchtungsforschung [ERWIN-BAUR-Institut] Voldagsen.)

Zytologische Untersuchungen an Weizen-Quecken-Bastarden*.

VON ALMUTH ÖHLENDORF.

Mit 7 Textabbildungen.

Einleitung.

Den Anlaß zur vorliegenden Arbeit gab die Frage, ob es möglich sein würde, geeignete Formen unter den Nachkommen der Weizen-Queckenbastardierung (*Triticum vulgare* × *Agropyrum intermedium*) auszuwählen, die neben den guten Leistungen eines Hochzuchtweizens auch Werteigenschaften der Quecke enthalten. Das Gelingen derartiger Kreuzungen und der nachfolgenden Auslese ist von mehreren Untersuchern ausführlich berichtet worden, es sei nur auf die Sammelreferate von ZIZIN 1936, PETO 1936, SMITH 1942 und auf Vorträge von PETO 1941 und JOHNSON, MCLENNAN und ARMSTRONG 1939 hingewiesen.

Eine Kombination der Merkmale beider Elternformen ist mit Schwierigkeiten verbunden, die nur durch zytogenetische Untersuchungen zu klären sind. Die Verwandtschaft der beiden Arten miteinander ist bisher noch nicht bekannt: es besteht nach PETO die Vermutung, daß eines der drei Genome von *Triticum vulgare* homologe Beziehungen zu einem Genom von *Agropyrum* aufweist. Die sterilen F₁-Pflanzen können nur nach Rückkreuzung mit *Triticum vulgare* Samen ansetzen, wobei nach KHZNJAK 1936, THOMPSON und GRAFIUS 1950 vorwiegend unreduzierte Eizellen

erst nur angedeutet werden und bedarf noch weiterer Bearbeitung.

An der Durchführung der Arbeiten war Fräulein MITTELSTENSCHIED wesentlich beteiligt. Aufzucht, Pflege und Beurteilung des Materials, sowie die Durchführung der Kreuzungen lagen in ihrer Hand.

Ausgangsformen.

Die für die Kreuzungen verwendeten *Agropyrum intermedium*-Formen stammen aus verschiedenen Herkünften, die seit 1936 im Wildgetreidesortiment des Instituts gesammelt und angebaut wurden. Die mehrjährigen, zum Teil ausläufertreibenden Pflanzen sind gegen Trockenheit und Kälte wenig empfindlich und resistent gegen die bekannten Getreidepilzkrankheiten.

Im Vergleich zum Weizen dauert die Gesamtentwicklung wesentlich länger: zwischen Ausschossen und Blüte 3 Wochen (beim Weizen wenige Tage) mit längerer Abblühzeit der einzelnen Ähren und relativ später Reife. (Ausführliche Charakteristik der *Agropyrum intermedium*-Formen im Handbuch d. Pflanzenzüchtung Bd. II S. 357 ff., ZIZIN 1940).

Nach der Art des Blühverlaufs läßt sich vermuten, daß *Agropyrum* Fremdbefruchter sein muß. Die An-

theren öffnen sich häufig erst außerhalb der Blüte, nachdem die Narbe schon frei entfaltet ist. Untersuchungen über die Fertilitätsverhältnisse bei freiem Abblühen und bei Selbstbestäubung bestätigten, daß die Einzelpflanzen in verschiedenem Grade selbst steril sind, also wenig zur Befruchtung mit eigenem Pollen neigen. Zur Veranschaulichung sind einige Auszahlungsergebnisse in Tab. I angegeben. Die Ansatzprozentsätze der Einzelpflanzen sind anscheinend labil und von Außenbedingungen beeinflussbar, wie der Vergleich

Tabelle I. Ansatzprozentsatz verschiedener *Agropyrum*-Einzelpflanzen bei freiem Abblühen und Selbstung, ferner nach Kreuzung mit *Triticum vulgare* Sorten. (Ca V = Carsten V, Per. = Peragis) Kmg.% = Keimungsprozentsatz.

Agr. int.	1948		1949		T. vulg.	1947		1948	
	frei	s	frei	s		Ans. %	Kmg. %	Ans. %	Kmg. %
33/5	51	—	43	3	Ca V	2,2	50	20	17
33/15	44	10	—	—	Peragis	—	—	6	0
					Ca V	5,1	18	13	13
34/5	40	2,2	62	0	Peragis	—	—	6	10
					Ca V	0,5	0	33	27
38/14	45	7	47	18	Heine IV	0,7	—	—	—
					Ca V	10,3	33	28	16
74/10	36	3,5	66	5	Heine IV	5,1	0	—	—
					Ca V	0	—	7	43
114/11	—	—	—	—	Heine IV	0,5	0	—	—
					Ca V	—	—	51	16
					Heine IV	—	—	57	21

zur Befruchtung gelangen. In den jungen Generationen (F₂—F₄) geht eine äußerst bunte Aufspaltung vor sich, bei der ein beträchtlicher Teil der Pflanzen durch geschwächte Wüchsigkeit und Sterilität ausgemerzt werden. Später entwickeln sich einige Linien zu konstanten Bastarden, von denen vor allem russische Autoren berichten (ZIZIN 1937, 1940, VERUSCHKIN 1936, ARTEMOVA 1935, KHZNJAK 1938). Ihre Zusammensetzung aus den chromosomalen Elementen der Eltern wurde bisher noch nicht untersucht.

Es werden im folgenden die Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre an unserem in Müncheberg-Voldagsen hergestellten Weizen-Queckenmaterial berichtet. Dabei konzentriert sich die Beobachtung auf wenige Linien, deren Entwicklung und Zusammensetzung zu deuten versucht wird. Der Wert dieser Bastarde für die Praxis der Pflanzenzüchtung kann vor-

zwischen den beiden Jahren 1948 und 1949 zeigt. Doch bleibt die Differenz zwischen den Fertilitätswerten der frei abgeblühten und geselbsteten Pflanzen davon unabhängig. Unter den 6 Pflanzen der Tabelle scheinen Nr. 33/15 und 38/14 in höherem Maße selbstfertil zu sein als die übrigen.

Die bei einigen Selbstungen trotzdem angesetzten Körner ergaben zahlenmäßig recht kleine Inzuchtgenerationen, die aber genügte, um Aufspaltung in Fertilität, Wuchs- und Blatttypen zu zeigen. 18 Pflanzen aus der Selbstung von *Agropyrum* 34/5 haben die folgenden Ansatzprozentsätze, z. T. sogar mit wesentlicher Verbesserung gegenüber denen der Mutterpflanze:

Nr.	f	s	Nr.	f	s	Nr.	f	s
34/5/1	0,7	0	7	67	8	14	82	22
2	43	3,6	8	56	2,9	16	54	15
3	81	16	9	47	7	17	72	—
4	47	16	11	77	26	18	19	—
5	47	7,4	12	29	0,5	19	57	2
6	78	—	13	53	2	20	59	4,5

* Herrn Professor RUDOLF zum 60. Geburtstag.

Diese Untersuchungen wurden aus technischen Gründen nicht in größerem Umfange durchgeführt, doch ist damit zunächst der Nachweis erbracht, daß es sich um genetisch heterozygotes Ausgangsmaterial handeln muß.

Unter den vorhandenen wurden kräftige Einzelpflanzen ausgelesen, bei denen auch Wert auf eine gewisse Selbstfertilität gelegt wurde und als Pollenelter für die Kreuzungen mit Weizen verwendet. Die Weizen waren meistens Hochzuchtformen der Winterweizen. Sie wurden künstlich etwas in ihrer Entwicklung verspätet, um die Blühzeiten der Partner einander anzugleichen. Da sie aus normalem Hochzuchtsaatgut stammten und bei Weizen Homozygotie vorausgesetzt werden darf, ist eine getrennte Bezeichnung der Mutterpflanzen nicht durchgeführt. (Zur Kreuzungstechnik siehe Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. II S. 326 ff., JOHNSON, MC LENNAN u. ARMSTRONG 1937).

F1-Generation.

Auf eine ausführliche Beschreibung der F₁-Generation kann verzichtet werden, da bereits eine Reihe von Berichten vorliegen. (ARMSTRONG 1936, ARTEMOVA 1935, JOHNSON 1940, KHYZNJAK 1938, PETO 1936, VAKAR 1935, VERUSCHKIN 1935, ZIZIN 1933.)

Sie ist morphologisch relativ einheitlich *Agropyrum*-ähnlich, vor allem auch resistent gegen Krankheiten, doch etwas differierend in Wüchsigkeit der Pflanzen, jeweils abhängig vom *Agropyrum*-Elter. Die Pflanzen blühen steril ab, d. h. die Antheren öffnen sich nicht, trotzdem sie voll entwickelt sind und nur einen geringen Prozentsatz äußerlich guten Pollens (1–5 %) enthalten. Diese Pollendegeneration steht im Zusammenhang mit dem stark gestörten Meiosisablauf. Es wurden einige zytologische Stichproben genommen, die auch an unserem Material die bekannten Paarungsanomalien in der F₁ nachwiesen.

(Zytologische Methode: Hier und bei allen im folgenden berichteten Chromosomenuntersuchungen wurde ausschließlich die Eisessig-Karmin-Quetschmethode angewendet, die sich gerade für das Getreide vorzüglich eignet. Fixierung der ganzen Ähren in Carnoy (Alkohol absolut: Eisessig = 2 : 1) von denen Deck- und Hüllspelzen der äußersten Blütchen jedes Ährchens entfernt werden müssen, damit die Antheren frei in das Fixiergemisch zu liegen kommen. Die Ähren sind in diesem Stadium noch nicht ausgeschößt, man fixiert also in jedem Fall blind, d. h. ohne morphologische Anhaltspunkte. Aufbewahrung darin ist bis zu 6 bis 7 Monaten möglich. Vor der Verarbeitung wird das Objekt in Eisessig-Karmin mit Eisen zum Anfärben umgelegt. Bei sorgfältiger Präparation (MARQUARDT 1937) sind die Metaphasebilder gut gefärbt und einwandfrei übersichtlich ausgebreitet. Für die Auswertung der Paarungsverhältnisse wurden je Pflanze möglichst 50–100 Pollenmutterzellen (PMZ) ausgezählt.)

Nach normalem Verlauf der frühen Stadien sind in der Diakinese und Metaphase der F₁ etwa 6–8 Bivalente zu zählen, wobei die Streubreite der Bivalentzahl zwischen den PMZ stark variiert (Tab. 5). Alle anderen Chromosomen liegen isoliert, univalent und werden in der nachfolgenden Anaphase willkürlich auf die Tochterkerne verteilt. Gelegentlich sind auch Tri- und Quadrerverbände gesehen.

Bei freiem Abblühen setzen die F₁-Pflanzen äußerst selten Samen an. Weitere Generationen sind also nur über den Weg der Rückkreuzung der F₁-Pflanzen mit einem der beiden Eltern zu erreichen.

(Rückkreuzungen mit *Agropyrum* hatten wenig Erfolg). Dazu wurde die F₁-Pflanze jeweils als Mutter mit demjenigen Weizenelter bestäubt, der auch am Aufbau der F₁ beteiligt war. In jedem Fall liegen aber die Ansatzprozentätze sehr niedrig, wie die Zusammenstellung aus den Jahren 1947–1949 zeigt.

	Jahr	Ansatz %	Keim- %	Ähren	Bltn.	Korn
Ansatz nach Rückkreuzung der F ₁ mit <i>Trit. vulg.</i>	1947	0,96	50	5	208	2
	1948	0,9	58	32	1 365	12
	1949	0,5	38	195	11 218	56
mit <i>Agr. int.</i>	1948	0	—	10	500	—
	1949	0,03	(100)	58	3129	1

Dadurch, daß auch bei der Keimung ein großer Teil der geernteten Körner versagt, bleibt schließlich nur eine relativ kleine Zahl an lebenden F₂-Pflanzen übrig.

F₂-Generation.

In den Jahren 1948–1950 sind insgesamt etwa 40 bis 50 F₂-Pflanzen aus Rückbestäubung der F₁ mit *Triticum vulgare* aufgezogen. Sie wurden in Lagen überwintert und in Gartenbeeten mit günstiger Standweite ausgepflanzt, daß sie sich gut bestocken und entwickeln konnten. Es zeigten sich große Unterschiede in der Wüchsigkeit: während einige Pflanzen ausgesprochen kräftig und standfest waren, mit reichlicher Halmbildung und festen Blättern (z. B. Tab. 2, Nr. 50/171), gab es auch andere mit zierlichen Sprossen und feinen hellen Blättern (50/157, 160/3 und 4, 49/181). Auch die Ährenformen variieren in Länge und Dichte (z. T. Verdichtung an der Spitze der Ähre). Im allgemeinen überwiegen aber die Merkmale des *Agropyrum*-Elters, wenn auch im Gegensatz zur F₁ die F₂ schon mehr Weizenmerkmale erkennen läßt (ARTEMOVA 1935, THOMPSON und GRAFIUS 1950). Die Resistenz (für 1948–1949 nur Mehltau genau zu bonitieren möglich, für 1950 auch Braunrost und Gelbrost) ist schlechter als die der F₁. Die meisten Bonituren ergeben Werte zwischen 0 und 2, auffallend ist die Nr. 49,19 mit Mehltau 4.

In jeder Ähre öffnen sich einige Antheren und entlassen soviel Pollen (20–80 % gut), daß es zu einer Selbstbefruchtung kommen kann. Der Ansatz solcher frei abgeblühten F₂-Pflanzen erreicht 0–40 %, ist aber zwischen den einzelnen Pflanzen recht verschieden. 16 zytologisch untersuchte Pflanzen, die in Tabelle 2 dargestellt sind, hatten Chromosomenzahlen von 2n = 43 bis 63 (in dem Fall, in dem nicht sicher zwischen 2 Zahlen zu entscheiden war, sind beide angeführt).

Genau wie in der Meiosis der F₁ ist nicht in allen PMZ eine gleichmäßige Anzahl an Chromosomenpaaren gefunden, sondern es besteht jeweils eine Streuung. Diese wird in Tab. 2 dadurch zum Ausdruck gebracht, daß die Einzelwerte an PMZ mit bestimmten Bindungszahlen in Klassen von 10–27 Paaren zusammengefaßt sind, wobei die gesondert angegebenen Multivalente sich zufallsgemäß auf die Klassen verteilen. Bei der Zusammenstellung der Gesamtpaarung der Chromosomen einer PMZ gilt ein Quadrivalent wie zwei Bivalente und entsprechend ein Trivalent wie ein Bivalent.

Wenn auch die Anzahl der untersuchten Pflanzen noch klein ist, so lassen sich doch folgende Vergleiche anstellen:

I. $2n=43-49 \text{ } \varnothing 13-17$ Chromosomenpaare, Fertilität sehr schlecht,

II. $2n=50-55 \text{ } \varnothing 18-20$ Chromosomenpaare, Fertilität besser,

III. $2n=59-63 \text{ } \varnothing 21$ bis mehr als 21 Chromosomenpaare, Fertilität wie II.

Bei hohen Multivalentprozentsätzen, die in jeder der

3 Gruppen auftreten können, wird die Fertilität merklich erniedrigt (19/3, 18/1). Auffallende morphologische Ähnlichkeit zwischen den Pflanzen der Nr. 171 stimmt überein mit gleicher Chromosomenzahl und -paarung.

Geht man von der Voraussetzung aus, daß diese Chromosomenpaarungen in den F₂-Pflanzen vorwiegend zwischen Chromosomen stattfinden, die homologe Beziehungen aufweisen, so würden also nur die *Triticum vulgare*-Chromosomen, die in den F₁-Gameten aus *vulg.* \times *interm.* Partner finden, Bivalente bilden können, alle anderen müßten isoliert bleiben. Auf das Verhalten dieser nicht direkt von der Rückkreuzungspaarung betroffenen Chromosomen wird später noch ausführlicher eingegangen werden müssen. Zunächst kann man annehmen, daß die Höchstzahl an mehr oder weniger reinen *vulgare*-Bivalenten 21 betragen kann. Diese Zahl wird erreicht, in den Pflanzen der F₂ mit $2n=59-63$. In den schlecht fertilen, niedrig chromosomigen Pflanzen finden die *vulgare*-Chromosomen nur 13-17 Partner. Der Nachweis, daß es sich bei den Bivalenten in F₂ tatsächlich um *vulgare*-Paarungen handelt, konnte erbracht werden durch Analyse der Nachkommenschaft von drei F₂-Pflanzen die mit *Triticum vulgare* noch einmal rückgekreuzt waren, also an F₃-Pflanzen (Tab. 2).

Zwei von diesen Pflanzen gehörten der hochchromosomigen Gruppe an, 19/4 mit $2n=60$, 18/1 mit $2n=61$ und die dritte 19/3 mit $2n=55$. Aus dem Paarungsbild dieser F₃-Pflanzen geht deutlich hervor, daß die Rückkreuzungspflanzen von 19/4 und 18/1 durchschnittlich 20-21 *Triticum*-Bivalente genau wie in F₂ bilden, während diejenigen von 19/3 diesen Wert nicht erreichen.

F₃-Generation.

Sämtliche an den F₂-Pflanzen geernteten Körner wurden wieder ausgesät, von ihnen keimte ein großer Prozentsatz.

Tabelle 2. F₂ und F₃ Generation. 2n Zahlen, Chromosomenpaarung, Ansatz- Prozentsatz und Resistenz gegen Mehltau, Braun- und Gelbrost.

K Nr.	2n	PMZ	Chromosomenpaare																	Multivalente					% Aus.	Befallsgrad								
			10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	PMZ	III	IV	2M		3M	%	M	B	G				
50, 169/1	43-44	40			2	3	9	14	7	4	1										23	4	13	4	11V	57	3	1	0					
49, 19/1	45	50			9	14	16	4	6	1	3										40	27	1	12		80	0	4	0					
50, 157/1	43-46	20																			3	2	1			15	10	0	0					
49, 20/1	49	20	1	5	1	5	3	2	2	1	6	11	4	2	3						16	12	2	2		10	0	0	0					
48, 77	53	30							1	4	7	6	4	2	3						0					53	30	0	0					
50, 160/3	53-55	30							2			4	4	3	6						22	9	1	8	4	0	10	0	2	0				
49, 19/3	55	30										1	1	4	7						18	4	6			73	14	4	0	0				
50, 169/2	59	40									3	1	1	4	7						1	1	3	1		(33)	40	4	0	0				
49, 19/2	59-60	3																			10	5	3	1		33	27	4	2	0				
49, 19/4	60	30																			1	1				3	17	1	1	0	0			
50, 160/4	60	30																			72	52	3	15	2	72	27	2	1	0	0			
49, 18/1	61	100																			3	3				15	13	1	0	0	0			
49, 160/7	61	20								1	3	8	4	2	3						12	2	7	3		60	18	1	2	0	0			
50, 171/3	61	20										3	2	5	4						2	1	1	1		6	18	1	2	0	0			
50, 171/2	62-63	30												6	6						5	3	1	1		16	30	1	1	0	0			
50, 171/1	63	30																			2	7	2	1		16	30	1	1	0	0			
49, 18/1	×	<i>Trit. vulg.</i>																																
50, 175/1	54	50																			0					0	19,5							
4	54	50																			1	1				2	11,5							
6	48	10																			1	1				—	5							
7	45	20																			3	3				6	0							
49, 19/4	×	<i>Trit. vulg.</i>																																
50, 184/1	49	30																			0					0	10							
3	48	10																			0						5							
4	50	50																			1	1					31,5							
6	47	10																			0					0	48,5							
49, 19/3	×	<i>Trit. vulg.</i>																			19	15	4											
50, 181/1	49	50																			3	3					28	15						
2	49	20																			0						10,2							
4	41-43	5																			0						0	14,5						

nicht, oder ging schon sehr früh ein. In den Jahren 1949—1950 konnten etwa 200 F'3-Individuen aus 8 verschiedenen F'2 stammend ausgepflanzt und während der Vegetationszeit beobachtet werden. Die Anzuchtbedingungen waren die gleichen wie für die F'2. Jede dieser F'3-Familien bietet ein recht buntes Bild, doch überwiegen in jeder zahlenmäßig etwas größeren Gruppe charakteristische Typen, so daß der Eindruck einer gewissen „Familienähnlichkeit“ hervorgerufen wird. Es war dabei grundsätzlich kein Unterschied zwischen der Nachkommenschaft aus frei abgeblühten und geselbsteten Pflanzen zu erkennen.

Unter den variierenden morphologischen Merkmalen sind vor allem zu nennen die Wüchsigkeit, welche Bestockung und Höhe der Pflanze in reifem Zustand, Zahl und Breite der grundständigen Blätter betrifft, und die Ährenform, zusammengesetzt aus Gesamtlänge der Ähre, Länge der Spindelglieder, Form und Größe der Spelzen. Vergleicht man die Nachkommen der F'2-Pflanzen 19/2, 19/3 und 19/4, so gehören zur 19/2-Familie meist kräftige Pflanzen mit mehr oder weniger gestauchten Dickkopfähren, zu 19/3 dagegen überwiegend weiche, schmalblättrige Pflanzen mit langen, mehr *Agropyrum*-ähnlichen Ähren. 19/4 spaltet

in verschiedene Formen, die sich in drei Gruppen ordnen lassen: I. Pflanzen hoch, Ähren kurz, dicht; II. Pflanzen hoch, Ähren lang, locker; III. Pflanzen niedrig, Ähren kurz, dicht. Auffallend einheitlich war eine in der Tab. 2 nicht angeführte Gruppe: Diese Pflanzen zeichneten sich aus durch kräftig buschiges Blattwerk, das noch bis zur Reife der Ähren dunkelgrün und nicht befallen von Rost und Mehltau blieb.

Auch in den anderen Familien gibt es Pflanzen mit den verschiedensten Kombinationen an Merkmalen, bei einigen mehr kräftigere *vulgare*-ähnliche Formen, bei F'3 aus F'2 48,77 zahlenmäßig überwiegend Formen mit schmalen Ähren.

Einzelne besonders abweichende Pflanzen, wie Zwergpflanzen, die keine Ähren bilden, sehr kümmerlich entwickelte oder aber extrem starkwüchsige sind in jeder Gruppe gefunden worden.

Nur in solchen F'3-Familien, deren F'2-Mutterpflanze resistent gegen Mehltau war, konnte Resistenz nachgewiesen werden, während Braunrostresistenz allgemein vorhanden ist.

Für eine der Nachkommenschaften, und zwar von F'2 48,77 = F'3 49, K37 sind soweit möglich, sämtliche Daten erfaßt und in Tab. 3 zusammengestellt. Die Spalten enthalten folgende Werte, entsprechend wie

Tabelle 3. F'3 Generation, 1949 K37. 2n Zahlen, Chromosomenpaarung, Prozentsatz an gutem Pollen, Fertilität (Ansatz bei Selbstung = s, bei freiem Abblühen = f, Kreuzung mit Trit. vulg. = T, Agrop. int. = A). Wuchs 1 = schwach, 2 = mittel, 3 = kräftig. Ährenlänge und -dicke, Spelzenlänge, -Farbe und -begrannung. Resistenz gegen Mehltau.

Nr.	2n	PMZ	Chromosomenpaare		Multiv. %	Pollen	Ansatz %				Befalls-grad M	Wuchs	Ähre Lg. Dicht.	Spelze Lg. Farb. Begr.	F3 Typ
			von—bis	Ø			s	f	x T	x A					
III. 37/1	46	50	13—19	17—18	32	73	32	44	1	16	1	3	ll	l w u	schmal Bl.
I. 2	44	50	17—20	18—19	14	92	56	28	4	31	0	3	kd	l w u	
4	49	15	18—22	20	50	0	0	7	—	—	0	1	mm	k w u	
5	43—44	2	16—19	—	+	5	0	(2K)	—	—	—	3	mm	k w u	
8	50	30	18—22	22	43	3	0	(2K)	—	—	—	—	ml	m n ? u	
X. 10	48	40	18—22	20—21	50	1	—	1	—	—	—	—	km	l w u	vulg. stumpf. Sp. Agr.
II. 11	54	50	18—23	21—22	24	2	6	1	36	19	0	3	ll	l w grsp.	
VI. 13	40—41	10	15—17	15—17	20	69	84	3	—	—	0	—	mm	m h b u	
IX. 17	41	20	16—18	17	33	—	0	(11K)	—	—	2	1	ml	m w u	
20	46	2	22—23	—	+	33	12	(34K)	0	6	1	1	mm	l w u	
21	51	20	20—23	20—21	30	3	—	4	—	4	—	—	ml	l w grsp.	vulg. Agr. spelt.
23	51	20	18—22	20—21	95	0	0	3	—	—	2	1	lm	l w u	
VIII. 25	48—49	10	19—22	—	20	6	2	21	25	22	0	2	ll	l w u	
26	49	10	17—21	—	50	16	—	3	—	—	0	1	ml	m n ? u	
28	53	40	21—24	22—23	50	—	1	(1K)	8	10	4	—	ll	m w b u	
IV. 29	46—50	2	18—25	20	—	1	—	7	19	5	1	2	mm	k w u	vulg. Agr. spelt.
30	46—48	50	18—22	19—20	10	73	46	31	31	25	0	—	ll	m w u	
36	44	10	15—18	17	100	7	0	0	—	—	—	—	ml	m w bgr.	
37	52	—	—	—	+	0	—	5	—	—	2	1	ll	l w u	
38	48—52	5	20—24	—	+	0	0	6	16	—	2	1	kd	m w u	
43	49	10	20—22	—	+	0	—	29	—	—	0	1	ml	l w u	vulg. Agr. spelt.
48	45	20	17—20	19	80	15	—	(1K)	0	—	—	—	ml	m w bgr.	
V. 53	48	50	18—23	21—22	93	12	3	20	—	—	—	21	ml	m w u	
VII. 3	—	—	—	—	—	1	12	4	40	33	0	3	lm	l w u	
6	—	—	—	—	—	27	0	0	—	—	0	2	ll	l n ? u	
12	—	—	—	—	—	25	0	8	—	—	0	1	ml	m w u	Agr. spelt. schmal
14	—	—	—	—	—	—	12	0	—	—	—	—	km	k w u	
22	—	—	—	—	—	35	40	33	—	—	0	1	mm	l w u	
24	—	—	—	—	—	3	0	(2K)	0	10	—	—	kd	k w u	
31	—	—	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	ml	k w bgr.	
32	—	—	—	—	—	34	27	46	—	—	—	—	ml	l w v.	Agr. spelt. Agr.
34	—	—	—	—	—	41	0	0	—	—	—	—	ll	l w u	
39	—	—	—	—	—	0	0	5	—	—	3	1	ml	l w b u	
40	—	—	—	—	—	0	0	5	18	8	—	2	ll	l w u	
41	—	—	—	—	—	0	—	4	—	—	1	—	mm	m w bgr.	
42	—	—	—	—	—	6	—	10	—	—	3	—	ml	l w u	Agr. spelt. schmal
44	—	—	—	—	—	94	0	62	—	—	1	1	km	k w u	
45	—	—	—	—	—	0	0	7	—	—	1	1	ll	l w u	
46	—	—	—	—	—	45	—	15	—	—	0	1	ll	l w u	
49	—	—	—	—	—	75	39	35	44	—	1	3	ml	m w grsp.	
50	—	—	—	—	—	2	—	0	—	—	0	2	ll	l w grsp.	Agr. spelt.
51	—	—	—	—	—	0	—	20	—	—	0	2	ml	m w bgr.	

Tab. 2: 2n-Zahl (diese konnte nicht in jedem Fall genau ermittelt werden), Summe der analysierten PMZ, niedrigste und höchste Anzahl an Chromosomenpaaren (einbegriffen die Multivalentpaare) und die durchschnittliche Paarung, ferner Prozentsatz der PMZ mit Multivalenten und Pollenfertilität (bestimmt nach dem Prozentsatz an gut ausgebildeten und in Karmin-glycerin färbbaren reifen Pollen). Die Fertilität errechnet sich aus der Kornzahl je Blüte = Ansatzprozent. Die Pflanzen dieser F'3-Gruppe wurden möglichst geselbstet, die Werte für Ansatz bei Selbstung und freiem Abblühen sind getrennt angegeben.

Nur soweit die Pflanzen überhaupt fertil waren und geerntet wurden, sind Ährenbonitierungen durchgeführt worden, Zwerg- und Kümmerformen fielen deshalb z.T. aus. [Auf Grund dieser Beurteilung sind die Pflanzen geordnet nach *Triticum vulgare* bzw. *Agropyrum intermedium* Typ der Ähre, weshalb die Reihenfolge der Numerierung der F'3 nicht der daraus entstandenen F'4 entspricht (Tab. 4)]. Es finden sich alle Übergänge von relativ *vulgare*-ähnlichen kurzen, dichten Ähren (Pflanzen 2 und 38) bis zu sehr langen lockeren Ähren (Pflanzen 11 und 50). Bei den Pflanzen 30, 3, 49 und 53 schließen die Spelzen das Korn fest ein, eine Eigenschaft, die an *Agropyrum* erinnert, während die meisten den losen Kornstich von *Triticum vulgare* zeigen. Desgleichen variiert die Spelzenlänge von kurz bauchig bis lang schmal, gerippt, aber unabhängig von der Spindelgliedlänge = Ährendichte. Bei 6 Pflanzen sind die Spelzen hellbraun (hb) oder schwarz (*nigrum* = n) gefärbt (K37/6, 8, 13, 26, 28, 39), bei einigen anderen fällt eine abweichende Spelzenform auf: obere Kante stumpf (17), behaart (28), begrannt oder grannenspitzig. Alle diese Spelzenmerkmale können durch den *Agropyrum*-Elter eingeführt sein. Eine ähnliche Variationsbreite läßt sich auch für die Kornformen feststellen. In einigen wenigen Pflanzen dominieren mehrere Merkmale des *vulgare*-Elters (wie z.B. bei Nr. 2 und 13).

Wie zu erwarten, ist auch die Fertilität sehr unterschiedlich. Von insgesamt 44 Pflanzen sind 37 0 bis 30 % fertil und 7 mehr als 30 % fertil, die damit bessere Fertilität als die der Mutterpflanze selbst (30 %) erreicht haben. Der Ansatz bei Selbstung liegt etwas unter dem der frei abgeblühten, doch ist diese Differenz in bezug auf den Fertilitätsgrad der Pflanze nicht wesentlich. Die Pollenfertilität entspricht in den meisten Fällen dem Ansatzprozent (Nr. 1, 2, 30, 44).

Es erschien wesentlich, diese Vielförmigkeit der F'3-Gruppen in Zusammenhang zu bringen mit ihrer chromosomalen Konstitution, soweit sie mit zytologischer Untersuchung der Meiosis und Analyse des Paarungsverhaltens zugänglich zu machen ist. Weder die morphologischen Merkmale, noch die Fertilität scheinen zunächst von der 2n-Zahl und dem Paarungsverhalten der Chromosomen abhängig zu sein. Die 2n-Zahlen variieren zwischen $2n = 41-54$. Zur besseren Übersicht über die Verteilung der Werte in dieser Gruppe kann die Skizze Abb. 1 dienen, auf deren unterer Skala die Chromosomenzahlen, auf deren seitlicher die Anzahl an Paarung abzulesen ist. Jeder Strich bezeichnet die Lage der 2n-Zahl einer F'3-Pflanze, seine Länge, die Streubreite der Paarung. Der durchschnittliche Paarungswert ist durch einen Punkt markiert. So ist z. B. die Mutterpflanze 48,77 mit $2n = 53$ rechts eingetragen mit der Streubreite von

14—21 und dem Durchschnittswert von 18—19 Paaren (zugehörige Zahlen in Tab. 3, 48/77 in Tab. 2).

Die Aufstellung macht deutlich:

1. daß sämtliche zytologisch untersuchten F'3-Nachkommen kleinere Chromosomenzahlen haben, als die Mutter: von 41—52, Ausnahme Nr. 28 $2n = 53$ und Nr. 11 $2n = 54$.

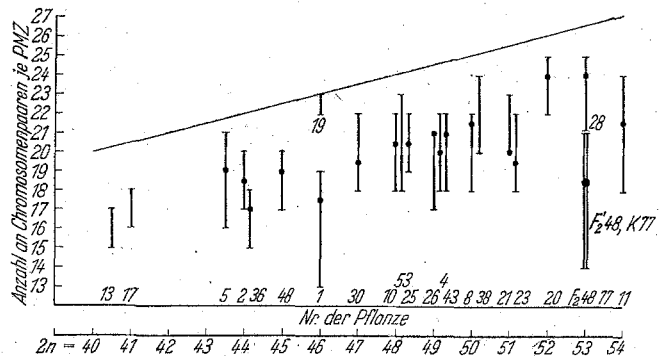


Abb. 1. Graphische Darstellung der Verteilung von Chromosomenzahl und -Paarung in der F'3-Nachkommenschaft der F'2-Pflanze Nr. 48, K 77. (Tab. 3).

2. Die durchschnittliche Bivalentenzahl hat sich in den meisten Pflanzen gegenüber der der Mutter erhöht, zumindest bei den Pflanzen mit $2n$ mehr als 46. Doch ist in keiner Pflanze eine vollständige Paarung, die bei der jeweiligen Chromosomenzahl möglich wäre, erreicht (z.B. bei $2n = 48$, 24 Paare).

3. In den meisten Pflanzen sind Multivalente in relativ hohen Prozentsätzen gefunden. Pflanzen mit 50 % und mehr PMZ mit Multivalenten sind in der Fertilität schlecht.

4. Aus den Daten der F'3-Pflanzen allein ist eine Beziehung zwischen chromosomalen Verhältnissen, Fertilität und Morphologie nicht zu erkennen, sondern dazu muß die Analyse der F'4 bzw. F'4 herangezogen werden.

Außer der Nachkommenschaft aus frei abgeblühten und geselbsteten F'2-Pflanzen waren aus Rückkreuzung der F'2 mit *Triticum vulgare* einige F'3-Pflanzen erhalten. Auch in diesen F'3-Gruppen war eine bunte Aufspaltung in den verschiedensten morphologischen Merkmalen zu beobachten, entsprechend der dazugehörigen frei abgeblühten Gruppe der F'3. Doch ist in einigen Fällen eine merkliche Annäherung an den Ährentyp des *vulgare*-Elters, hier besonders bei den Carsten V Bastarden mit etwas Dickkopfähre zu verzeichnen. Resistenz gegen Mehltau ist selten (bei 5 von 71 Pflanzen), und auch Braunrostbefall in allen Graden tritt häufiger auf, als in den frei abgeblühten bzw. geselbsteten Pflanzen derselben Herkunft.

In drei Gruppen wurden einige Pflanzen zytologisch untersucht, die Ergebnisse in Tab. 2 angeführt. Die Pflanzen 49, 18/1 und 19/4 gehören zu den relativ hochchromosomigen Pflanzen der F'2, die im Durchschnitt 21—22 Chromosomenpaare bilden. Von 18/1 sind keine Nachkommen aus freiem Abblühen erhalten, die mit den Rückkreuzungsbastarden zu vergleichen wären. Unter diesen 7 Pflanzen insgesamt waren 5 einheitlich kräftig, mit kurzer dichter Ähre, 2 Pflanzen niedriger und feinblättriger, mit kurzer *Compactum*-Ähre. Für eine dieser beiden schwächeren Pflanzen (175/7) konnte eine niedere Chromosomenzahl, $2n = 45$, als die der kräftigeren Pflanzen mit $2n = 48$ und 54 festgestellt werden.

Entsprechende Paarungsverhältnisse, nämlich 20 bis 21 Bivalente, werden in der Rückkreuzungsnachkommenschaft aus 19/4 gefunden und zwar in allen 4 Pflanzen, die, was Chromosomenzahl und Wuchs anbetrifft, sehr voneinander verschieden sind. Nr. 184/1 und 3 beide schwächlich und schlecht fertil, Pflanze 4 und 6 kräftiger, stark bestockt und relativ gut im Ansatz.

Davon unterscheiden sich sehr deutlich die Pflanzen der F'3 aus F'2 19/3 mit $2n = 55$ in der Paarung: in keiner der 3 untersuchten Pflanzen wird die Bivalentzahl 21 erreicht, der durchschnittliche Wert liegt bei 18 Bivalenten. Die Fertilität wenigstens der 3 untersuchten Pflanzen ist einheitlich niedrig, trotzdem die Chromosomenzahl der Pflanze 181/4 wesentlich von der der Pflanzen 181/1 und 2 abweicht. Morphologisch sind die F'3-Pflanzen einander ähnlich, kräftig, gedrungen mit kurzer dichter Ähre, im Gegensatz zu den weichen, schmalährigen Pflanzen der F'3-Pflanzen.

Es ist zu betonen, daß in der Meiosis der F'3-Pflanzen (mit Ausnahme von Nr. 181/1) sehr wenig Multivalente gebildet sind, trotz des hohen Prozentsatzes bei den Mutterpflanzen.

F'4-Generationen.

Alle Pflanzen der F'3 49/K37 wurden geerntet und soweit diese überhaupt Ansatz hatten, restlos wieder ausgelegt. Ebenso wie in den vorhergehenden Generationen war die Zahl der Nachkommen durch Ausfall im Keimlings- und Jugendstadium verringert. So bestanden die F'4-Familien im Durchschnitt aus weniger als 10 Pflanzen, nur von 8 Pflanzen war so reichlich Saat vorhanden, daß ein Teil gleich bei der Herbstsaat mit auf dem Feld ausgelegt werden konnte, während der Rest zusammen mit den übrigen in den, besonders für die Aufzucht empfindlicher Pflanzen und kleinerer Nummern reservierten Gartenbeeten, nach Überwintern in Lagen, ausgepflanzt wurde.

Alle Pflanzen sind im Laufe der Vegetationszeit einzeln gründlich bonitiert worden auf Entwicklungsdaten, Wüchsigkeit, Resistenz gegen Mehltau, Braun- und Gelbrost, Ährenmerkmale und sonstige morphologische Eigenschaften. Bei den für zytologische Untersuchungen vorgesehenen Gruppen wurden die Pflanzen willkürlich für die Fixierung ausgelesen, da zur Zeit des Meiosisablaufes in den Antheren die Ähren noch nicht ausgeschößt sind und die Pflanzen sich nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Von allen geernteten Pflanzen wurde die Fertilität bestimmt und Ähren- und Korneigenschaften notiert.

Diese gesamte F'4, die aus der einen F'2-Pflanze 48,77 stammte, war äußerst vielförmig. Einige Gruppen machten schon einen einheitlicheren Eindruck, während andere noch sehr bunt in jeder Beziehung spalteten. Da in vielen Familien neben den Nachkommen aus freiem Abblühen und Selbstung die Pflanzen aus Rückkreuzung mit *Triticum vulgare* und *Agropyrum intermedium* standen, war der Vergleich mit diesen, mehr den Ausgangseltern ähnlichen F1 sehr günstig. Es soll im folgenden versucht werden, einen Eindruck dieser Mannigfaltigkeit zu vermitteln. Dabei scheint es zweckmäßig, die Darstellung auf 10 charakteristische Gruppen zu beschränken, die im wesentlichen die auch in den übrigen Familien ähnlichen Typen vertreten. Eine Übersicht gibt die Tab. 4, in der

nur die Pflanzen eingetragen sind, die zytologisch untersucht wurden, mit den folgenden Werten: Chromosomenzahl — Streubreite der Chromosomenpaarung (zusammengesetzt aus Bivalenten und Multivalenten) — Prozentsatz der PMZ mit Multivalenten, unterteilt in Einzelwerte für PMZ mit Tri- und Quadrivalenten, und zwei oder mehr Multivalenten — Fertilität — Resistenz und kurze Notiz über morphologische Merkmale. In jedem Fall wird gesondert im Text beschrieben, wieweit diese Pflanzen typisch für die Familien sind. In einer weiteren Tabelle (8) sind die Krankheitsbonitierungen aller Pflanzen der 10 Familien (zusammen mit der jeweiligen F'3 Mutterpflanze) gesondert angegeben, allerdings ohne die Pflanzen des Feldbestandes, da für diese die Infektionsbedingungen nicht vergleichbar waren.

I. F'3 49, K 37/2 — F'4 50, K 200. 7 Pflanzen + Feldparzelle.

Schon die Mutterpflanze war durch kurze, dichte Ähren, wie bei *Triticum vulgare* Carsten V, aufgefallen und darum an den Anfang gesetzt worden, als die F'3-Pflanzen bei der Verarbeitung nach *Triticum vulgare* und *Agropyrum*-Ähnlichkeit sortiert wurden. Auch die meisten der Nachkommen sind dichtährig und von niedrigem, kräftigem Wuchs, bis auf einige Pflanzen im Feld, die im Wachstum zurückblieben und nicht ausschößten. Die beiden zytologisch untersuchten Pflanzen entsprechen dem Gesamttyp. Es ist zu betonen, daß im Vergleich zu den anderen F'4-Gruppen die Chromosomenzahl in den Nachkommen aus Selbstung und Rückkreuzung gleich ist und nur um eins weniger als die der F'3-Pflanze. Bei Nr. 200/1 wurde ein zusätzliches, sehr kleines Chromosom gesehen. Es werden zwischen 19 und 20 Chromosomenpaaren gebildet, darunter in jeder zweiten Zelle ein Trivalent.

Die Anfälligkeit gegen Mehltau und Rost ist bei den einzelnen Pflanzen sehr verschieden. Die Pflanzen mit sehr starkem Mehлтаubefall, darunter auch 200/1 und 3 sind besonders dichtährig, im Gegensatz zu denen mit schwächerem Befallsgrad, wie 202. Rückkreuzungsbastarde mit *vulgare* weichen zytologisch und morphologisch nicht von der Gruppe ab, doch ist bei ihnen eine Verbesserung der Fertilität zu verzeichnen. Die Bastarde mit *Agropyrum* gleichen morphologisch und in der Sterilität den normalen F1 aus *Triticum vulgare* × *Agropyrum intermedium*, doch in Chromosomenpaarung und Multivalentenbildung gibt es Differenzen, die auf Tab. 5 zu ersehen sind und später im Zusammenhang diskutiert werden sollen.

II. F'3 49, K 37/13 — F'4 50, K 210. 24 Pflanzen + Feldparzelle.

Auch diese Gruppe macht im ganzen den Eindruck einer typischen *Triticum vulgare*-Nachkommenschaft, doch spalten die Pflanzen in verschiedenen Merkmalen, wie Ährenlänge und -dicke, Spelzenfarbe (weiß und hellbraun, Mutter hellbraun), Begrannung, Kornform und Resistenz. Bis auf einige Ausnahmen ist die Fertilität sehr gut im Vergleich zu der der gesamten F'4.

Die Pflanzen mit bekannter Chromosomenzahl und -paarung gehören zu den extremen Aufspaltungstypen, so daß ein Vergleich der wenigen, zytologisch analysierten mit ihren morphologisch ähnlichen Geschwistern möglich ist.

Vertreter der „normalen“, kräftigen *Triticum vulgare*-ähnlichen Pflanzen, die auch stark befallen sind,

Tabelle 4. F' 4 und F' 4 Generation. 2n Zahlen, Chromosomenpaarung, Ansatzprozentatz, Resistenz gegen Mehltau, Braun- und Gelbrost, Wachs: — = schwach, ± = mittel, + = kräftig, Nachschosserbildung: I = wenig → 3 = viel. Zw = Zwergpflanze. Ährenlänge (l, m, k) und -dicke (st, l, m, d.)

K.Nr.	2n	PMZ	Chromosomenpaare																										Multivalente					% Aus.	Befallsgrad			Wuchs	Ähre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
																													PMZ	III	IV	2M	3M		%	M	B			G																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
I	37/2 200/1 3	44 50 50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

sind zahlenmäßig am häufigsten Nr. 210/4 und 6, schwächliche und begrannete Nr. 210/11 und *Compact*-ähnlich, sehr niedrig, auch fast steril Nr. 210/3 und 12. Pflanze 210/1 und 9, die durch gute Resistenz auffielen, hatten lange weiche Halme und lange lockere Ähren.

Bis auf Nr. 210/1 und 3 werden in der Meiosis 21 Chromosomenpaare gebildet, bei recht geringer Streubreite zwischen den einzelnen PMZ. Nach Testrückkreuzung mit *vulgare* werden nur 18—19 Paare gefun-

den (Nr. 211), morphologisch ordnen sich diese Pflanzen der geselbsteten Gruppe ein.

III. 49, K 37/1 — F' 4 50, K 219. 15 Pflanzen + Feldparzelle.

Mehr als die Hälfte der Pflanzen ist schwächlich, mit lockeren Ähren, z.T. begrannet und nicht gut fertil, nur der kleinere Teil der Gruppe kräftig, gut bestockt und fertil. Trotzdem Ährenlänge und -dicke sehr variieren, macht die Familie wegen ihres Spelzen- und Ähr-

Tabelle 4 (Fortsetzung).

K Nr.	2n	PMZ	Chromosomenpaare																								Multivalente					% Ans.	Bisfallsgrad			Wuchs	Abtre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	PMZ	III	IV		2M	3M	%			M	B	G																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
VI.	37/17 240/1 2 3	41 50 46 47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

chenbaues einen *vulgare*-ähnlichen Eindruck. Resistenz gegen Mehltau ist nur in wenigen Pflanzen vorhanden.

Die Pflanzen, von denen Angaben über Chromosomenzahl und -paarung vorliegen, gehören zu den kräftigeren. Nr. 219/6, mit $2n = 48$ ist nicht so wüchsig wie 219/3, 4 und 5, 219/4 niedrig, aber kräftig. Aus der Testrückkreuzung mit *vulgare* entstammt eine hohe starke Pflanze mit sehr guter Fertilität, von der aber

keine zytologischen Daten gegeben sind (Nr. 220). Die Testrückkreuzungsbastarde mit *Agropyrum* waren auffallend wenig chromosomig mit relativ hohen Bindungswerten. Diese Pflanzen variierten auch in ihrer Wuchshöhe (Tab. 5 Nr. 221).

IV. F'3 K 37/30 — F'4 50, K 223. 10 Pflanzen + Feldparzelle.

Die Gruppe ist in verschiedener Hinsicht interessant: zunächst gehört sie zu den bestfertilen der ge-

Tabelle 5. *F1 Bastarde und Test F1 Bastarde mit Agropyrum intermedium. Amphidiploidbastarde. 2n Zahl und Chromosomenpaarung.*

K Nr.	2n	PMZ	Chromosomenpaare																			Multiv.					
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	PMZ	III	IV	2M	3M	%	
F1 1949 Tr. vulg. Carsten V × Agropyrum intermedium 33/20																											
55/4	42	70	2	9	11	17	21	7	2	1											0					0	
68	42	70	1	4	10	15	19	15	4	2											3	3				4	
Test F1 1950 F'3 49, K37 (Einzelpfl.) × Agrop. interm. trich. 74																											
203/I	43	50						2	6	7	15	7	4	5	1	1	2				26	20		4	2	52	
2	43	50					1	5	9	11	10	5	7	1	1						23	23				46	
221/I	39	11							1	3	2	3	1	1							9	5	2	1	I V	90	
2	39—40	20					3	4	8	2	1	2									0					0	
4	39—41	7								3	1		2	1							0					0	
246/I	41	30								1	5	1	7	9	7						14	11		3		50	
4	45	50							1	4	9	13	12	7	3		1				26	18		3	I	52	
275/2	39—40	30							1	4	3	8	7	6	1						9	4	3	2	I	30	
282/3	43	40							1	12	8	6	7	4	2						10	9	1			25	
6	45—47	10										1	1		2	4	2				2	2				20	
Test 1949 F1 TA F''6 und F'5 × Agropyrum intermedium																											
TA 2 F''6 × Agropyrum intermedium																											
188	42	100		2	6	14	20	31	19	6	1	1									0					0	
190/4	42	70		1		3	8	16	14	19	4	2	2														
5	42	70	21	2	4	10	16	11	14	6	4	1									3		3			4	
TA 8 F'5 × A.																											
121	46	70		1	4	10	14	11	10	12	6	1	1								0					0	
TA 11 F'5 × A.																											
108	49	80							1	1	2	3	12	17	22	12	5	2	3		9	8			1	11	
																					9	8					
TA 3 F'7 × T. dur.																											
292	35	30							1	2	3	13	10	1							12	4	8			40	
Bastarde aus Amphidiploiden 1949																											
Amph. × Tr. dur.																											
100	49	100									2	3	21	1	30	21	14	7	1	0	1	14	11	3		14	
101	49	32												2	1	7	10	7	5		5	1	4			16	
× Tr. vulg.																											
92/I	56	130										7	10	27	29	21	17	11	2	5	15	12	3			12	
Triticale × Secale																											
48/I	35	200			1	39	59	53	40	7	1										28	19	9			14	
1 PMZ 12 II + IV 1 PMZ 13 II + III																											

1 PMZ 12 II + IV

1 PMZ 13 II + III

samen F'4 überhaupt, gleichzeitig überrascht die gute Wüchsigkeit der Pflanzen. Die Bastarde nehmen eine Zwischenstellung in bezug auf den Habitus der Eltern ein, mehrere charakteristische Eigenschaften von *Agropyrum* treten deutlich in Erscheinung. Weiter ist wichtig die gute Resistenz gegen Mehltau, Braun- und Gelbrost. Die Blätter zeigen auch wenig Chlorosen, wie es sonst bei den resistenten Pflanzen häufig der Fall ist, sondern sind bis spät in den Sommer dunkelgrün. Es war merkwürdig, daß nur die wenigen Pflanzen mit starkem Mehltaubefall besonders kurze, dichte Ähren oder kurze bauchige Spelzen hatten, also durch *Triticum vulgare* Eigenschaften gekennzeichnet waren (Nr. 224/3, 225/1).

Die 2n — und vor allem die Bindungszahlen der Selbstungsnachkommen 223/1 und 4 liegen höher als die der bisher besprochenen Gruppen. Pflanze 223/2 war eine sehr kleine mißbildete Pflanze, steril trotz hoher Bindung der Chromosomen in der Meiosis. Die Pflanzen aus der Testrückkreuzung mit *vulgare* waren

weizenähnlicher als die Pflanzen aus der Selbstung, doch mit schlechterer Fertilität als diese. Es handelt sich bei den Nummern 224 und 225 + 226 um reziproke Rückkreuzungen: 37/30 × Carsten V und Carsten V × 37/30. Doch scheinen Fertilität und Chromosomenpaarung in allen diesen Pflanzen gleich zu sein, mit Ausnahme der Nummer 226, besonders der Pflanzen 226/2 und 3, die sowohl erhöhte Chromosomenpaare, hohen Prozentsatz an PMZ mit Multivalenten und besseren Ansatz als alle übrigen haben.

V. F'3 49, K 37/53 — F'4 50, K 235. 9 Pflanzen + Feldparzelle.

Im wesentlichen zeichnen sich die Pflanzen der Nr. 235 durch gute Resistenz aus, doch sind die Pflanzen aus freiem Abblühen und Selbstung der F'3 wenig kräftig, Wuchshöhe und Ährenlänge variieren. Es können auch *Agropyrum*-ähnliche Pflanzen auftreten, wie Nr. 235/1 mit 2n = 56, sehr guter Fertilität und festem Spelzenschluß in einer langen, lockeren Ähre und vollständiger Resistenz. Doch finden sich unter den Rück-

kreuzungspflanzen wieder dickkopf-ährige Typen, die gegen Mehltau und Braunrost anfällig sind, wie Nr. 236/1 und 2. Die Anzahl der Chromosomenpaarungen der Testbastarde mit *Triticum vulgare* liegt im Bereich der übrigen Test Fr-Paarungen dieser F'4.

VI. F'3 49, K 37/17 — F'4 50, K 240 f. 4 Pflanzen.

Die Mutterpflanze K37/17 gehörte genau wie die Nr. K37/13 zu den Pflanzen der F'3 mit der niedrigsten $2n$ -Zahl = 41. Während aber K37/13 und ihre Nachkommen durchaus *vulgare*-ähnlich sind, war K37/17 feinblättriger und langähriger. Ein charakteristisches Merkmal, nämlich Spelzen mit stumpfer, gerade abgeschnittener Schulter, war auch bei einer der Pflanzen unter der Nachkommenschaft wiederzufinden, Nr. 240/3. Die ausgesprochen *Agropyrum*-ähnlichen Pflanzen der Nr. 240, deren $2n$ -Zahlen sehr viel größer sind als die der Mutterpflanze, stammen aus freiem Abblühen der F'3, die bei Selbstung nicht ansetzte. Es ist anzunehmen, daß in diesem Fall Fremdbestäubung stattgefunden hat. In der Test Fr überwiegen die *vulgare*-Eigenschaften, auch entspricht die $2n$ -Zahl, $2n = 41$ der der Mutter.

VII. F'3 49, K 37/3 — F'4 50, K 244. 6 Pflanzen.

Noch mehr als in der Gruppe III war merkliche Verbesserung der Wüchsigkeit der Pflanzen in der Rückkreuzungsgeneration mit *Triticum vulgare* im Vergleich zu den Nachkommen aus Selbstung und freiem Abblühen zu verzeichnen. Unter den nicht kräftigen Pflanzen der Nr. 244 sind die zytologisch untersuchten 244/2 und 4 besonders schwächlich, schmalährig mit *Agropyrum*-ähnlichen Spelzen und schlecht fertil trotz ausreichender Chromosomenpaarung. Bei allen Testbastarden dominieren Wuchs und Spelzenform von *Triticum vulgare*. In Nr. 244 und 245 ist die Braun- und Gelbrostresistenz gut, während die Anfälligkeit gegen Mehltau spaltet. Die $2n$ -Zahlen der Test Fr-Pflanzen aus Rückkreuzung mit *Agropyrum* liegen niedriger als die der Test Fr mit *vulgare*, in beiden ein hoher Multivalentprozent.

VIII. F'3 49, K 37/25 — F'4 50, K 269 f. 9 Pflanzen.

Auch in dieser Gruppe macht sich der *vulgare*-Einfluß nach Rückkreuzung bemerkbar, vor allem in der Verbesserung der Wüchsigkeit. Die Pflanzen der Nr. 269 sind meist hoch und weich, doch nicht sehr kräftig. Ähre z.T. sehr lang, sehr locker und auch Spelzen lang und schmal, mit guten, doch nicht in allen Pflanzen einheitlichen Resistenzeigenschaften. In der Rückkreuzungsnachkommenschaft bleibt der Wuchs kräftiger gedrungener, doch ist ein Einfluß des ursprünglichen *Agropyrum*-Elters noch deutlich zu erkennen. Die Fertilität ist in den meisten Pflanzen schlecht, Nr. 271/2 mit der niedrigen $2n$ -Zahl = 43 gehört zu den wenigen besser fertilen. In allen zytologisch untersuchten Pflanzen ist die Chromosomenpaarung recht niedrig, mit Ausnahme der Nr. 269/6 $2n = 52$, einer besonders zarten kleinen Pflanze. In den Testrückkreuzungsbastarden mit *vulgare* werden z.T. nur 15–16 Chromosomenpaare beobachtet (Nr. 271/6–9), eine im Vergleich zu den Werten der übrigen F'4 äußerst geringe Anzahl.

IX. F'3 49, K 37/19 — F'4 50, 273 f. 18 Pflanzen.

Noch im Lauf der Vegetationszeit starben mehrere Pflanzen frühzeitig ab, andere schoßten nicht, sondern

blieben kleine Büschel mit feinen Blättern, und die meisten der übrigen Pflanzen bildeten nur feine, stark chlorotische, aber nicht befallene Blätter und wenige kurze Halme aus. Ähren und Spelzen erinnern eher an *Agropyrum* als an *Triticum vulgare*. Die Chromosomenzahlen zwischen $2n = 38$ und 45 liegen relativ niedrig, Pflanze 273/1 mit $2n = 47$ weicht auch äußerlich als einzelnes kräftiges Individuum vom übrigen Bestand ab. Trotz relativ hoher Chromosomenpaarung bleibt die Fertilität schlecht. Bei dem Testbastard mit *Agropyrum* auch hier niedrige $2n$ -Zahl, doch auffallend viel Paare.

X. F'3 49, K 37/11 — F'4 50, K 280. 2 Pflanzen.

Die beiden Pflanzen aus 37/11 sind von kräftigem Wuchs, mit sehr großen Spelzen an den langen Ähren. Die Mutterpflanze war die einzige Pflanze in F'3, deren $2n$ -Zahl, $2n = 54$ höher lag als die der F'2-Ausgangspflanze mit $2n = 53$. Auch unter den Rückkreuzungsnachkommen in F'4 fallen die relativ hohen Chromosomenzahlen auf, von denen die extremen auch morphologisch abweichen. Nr. 281/2 und 6 ($2n = 45, 46$) beide grannenspitzig, Mehltaubefall 0 und Braunrost 3, ferner 281/3 ($2n = 51$) als einzige Pflanze der Familie vollresistent für Mehltau und Braunrost. Auch die Chromosomenpaarung ist in Nr. 281/3 recht hoch.

F'4-Zusammenfassung.

Die Untersuchungen an den F'4-Familien können in mehrfacher Hinsicht dazu beitragen, die chromosomale und genetische Konstitution der F'3-Bastarde zu klären. Dazu sollen zunächst die Ergebnisse der Untersuchung an den 10 F'4-Gruppen noch einmal nach zytologischen Gesichtspunkten zusammengefaßt werden.

1. Die Chromosomenzahl der untersuchten F'3-Pflanze bleibt in der folgenden Generation noch nicht konstant, sondern wird um einzelne Chromosomen erhöht oder erniedrigt. Häufig sind die Pflanzen mit stark abweichenden Chromosomenzahlen auch morphologisch von den Geschwisterpflanzen zu unterscheiden.

2. Dagegen verringert sich die Zahl der paarenden Chromosomen nicht im Vergleich zur Mutterpflanze, sondern wird, wie es auch schon beim Vergleich der F'2 mit F'3 gefunden wurde, in einigen Pflanzen noch erhöht.

3. Konjugation von mehr als 2 Chromosomen ist nicht ungewöhnlich, doch wechseln die Prozentsätze zwischen den Gruppen. Es mag zunächst nur angemerkt werden, daß unter den Multivalenten die Trivalente am häufigsten sind, daß aber auch in einigen Pflanzen überwiegend Quadrivalentbildung beobachtet ist.

4. Der Fertilitätsgrad der F'3-Pflanzen bleibt im allgemeinen in F'4 erhalten, wie aus Tab. 8 zu ersehen ist. Die best fertilen Gruppen stammen aus Pflanzen mit hohem Ansatzprozentsatz, während die meisten der fast sterilen F'3-Pflanzen auch wieder entsprechende Nachkommen haben. Dabei gibt es in jeder Familie einzelne Ausnahmen in bezug auf die Fertilität, die sich aber meistens auch morphologisch oder zytologisch von der Gruppe unterscheiden.

5. Bastarde aus Rückkreuzungen mit *Triticum vulgare* geben in keiner der F'4-Familien eine Paarung

von 21 Chromosomen. In den meisten Rückkreuzungsgenerationen ist einheitlich eine durchschnittliche Anzahl an Chromosomenpaaren von 18–19 gefunden. Besonders in Gruppen, in denen verhältnismäßig viele Pflanzen zytologisch untersucht sind (Nr. 224 und 281), ist diese Übereinstimmung sehr deutlich zu erkennen. Die Chromosomenzahlen dieser Pflanzen liegen im Bereich der auch bei Selbstungsnachkommen gefundenen Werte, unter Berücksichtigung der Chromosomenzahlen der *vulgare*-Gameten $n = 21$.

6. Bei den Bastarden aus Rückkreuzungen mit *Agropyrum* ist bezeichnend, daß in jedem Fall die Chromosomenzahlen niedriger liegen, als in denen der Rückkreuzungsgeneration mit *vulgare* aus den gleichen F'3-Pflanzen. Es scheint demnach eine Selektion bestimmter Gameten der F'3-Pflanzen durch den Pollen von *Agropyrum* stattgefunden zu haben. Die Paarung der *Agropyrum*-Chromosomen mit denen des F'3-Bastards ist wesentlich erhöht im Vergleich zu der Paarung in der F1 *Triticum vulgare* × *Agropyrum intermedium*.

Eine Übersicht über diese Verhältnisse gibt Tab. 8, in der die F'4-Gruppen nicht nach der Reihenfolge der laufenden Nummern sondern nach den Ergebnissen der zytologischen Analyse der Rückkreuzungsbastarde geordnet sind. Nimmt man nämlich an, daß die Chromosomenpaarungen in diesen Bastarden (Test F1 bzw. F''4) vorwiegend durch Homologie zwischen den Chromosomen des F'3-Bastards und denen des eingekreuzten Elters verursacht sind, so muß eine Höchstzahl an Paarungen in der Test F1 mit *Triticum vulgare* einer Mindestzahl in denen mit *Agropyrum* entsprechen und umgekehrt. Ordnet man demnach die 10 Gruppen nach Anzahl der Chromosomenpaarungen mit *Triticum vulgare*-Chromosomen, so lassen sich im Zusammenhang mit den übrigen, in Tab. 8 angegebenen Werten folgende sehr wichtige Beziehungen darstellen:

1. Bei relativ hoher Chromosomenpaarung mit *Triticum vulgare*-Chromosomen, hier 19–20 Paare in Gruppe I und II ist gute Fertilität festzustellen, sowohl in der Mutterpflanze wie in der Nachkommenschaft, während mit verminderter Paarung, durchschnittlich 15–18 Paare, auch eine Verschlechterung der Fertilität verbunden ist. In den Fällen, in denen nur Rückkreuzungsbastarde mit *Agropyrum* nicht aber mit *Triticum* vorhanden sind, III und IX, lassen diese sich auf Grund der Paarungsverhältnisse durchaus in das Schema einreihen.

2. Das Verhältnis Chromosomenpaarung-Fertilität scheint allgemein unabhängig von der Zahl der Chromosomen, also ihrer Quantität, zu sein. Daß der Qualität nach verschiedene Chromosomen an der Zusammensetzung der Bastarde beteiligt sein müssen, wird unter anderem durch die z.T. sehr hohen Multivalentprozentsätze, nicht nur nach Selbstung, sondern auch nach Rückkreuzung angezeigt. In den Gruppen kann die Anzahl an PMZ mit Multivalenten 0–60 % betragen und die Konjugation von mehr als 2 Chromosomen in jeder der Testgruppen auf anderen Ursachen beruhen. In einigen Fällen kann die Fertilität dadurch beeinträchtigt werden.

3. Man kann ferner feststellen, daß die Gruppen, von denen 18–19 Chromosomen in den Test F1 mit *Triticum vulgare*-Chromosomenpaaren, auch im äußeren Habitus der Pflanzen als „*vulgare*-ähnlich“ beurteilt

werden. Dies trifft zu für die Gruppen I, II, III, die gleichzeitig niedrige 2n-Zahlen haben. In V und X mit 2n mehr als 50 machen sich schon deutlicher einzelne *Agropyrum*-Eigenschaften geltend. In den Gruppen VIII und IX mit nachweislich geringer Paarung mit *vulgare* und hoher mit *Agropyrum* ist die *Agropyrum*-Ähnlichkeit besonders ausgeprägt.

4. Die Resistenz gegen Pilzkrankheiten, die unter allen von *Agropyrum* übernommenen Merkmalen das Wesentlichste ist in bezug auf die züchterische Bedeutung der Einkreuzungen, kann die oben genannten Ausführungen sehr gut veranschaulichen. Die Anzahl der befallenen Pflanzen ist um so größer, je mehr *Triticum vulgare*-Chromosomenpaare in der Test F1 vorhanden sind und je mehr *Triticum vulgare* auch im Wuchstyp dominiert, während in allen anderen und besonders in den als *Agropyrum* ähnlich beurteilten Gruppen vorwiegend resistente Pflanzen gefunden sind.

Ältere Generationen.

Das in Voldagsen vorhandene Material an älteren Weizen-Queckenbastarden stammt aus 12 Ausgangskreuzungen mit je verschiedenen *Triticum* und *Agropyrum*-Eltern (Übersicht Tab. 7). Zu jeder TA-Nummer gehört die gesamte Nachkommenschaft aus einer bestimmten Kombination, die meistens nur auf wenige F1-Pflanzen zurückgeht. Da diese F1-Pflanzen bei unseren Versuchen nur nach Rückkreuzung mit *Triticum* Ansatz geben, sind in den ersten Generationen jeder TA-Gruppe einmal, in einigen wiederholt Rückkreuzungen durchgeführt. Diese wurden wie üblich bezeichnet:

$T \times A \rightarrow F1 \times Triticum vulgare$

$\rightarrow F'2 \rightarrow F'3$ usw.

$F'2 \times Triticum vulgare \rightarrow F''3 \rightarrow F''4$ usw.

$F''3 \times vulgare \rightarrow F'''4$.

Danach aber, in F'2 bzw. F''3, F'''4 blühten die Pflanzen frei im Feldbestand ab. Von Anfang an wurden die Einzelpflanzen getrennt geerntet, verarbeitet und wieder ausgelegt, so daß die heute noch lebenden Kombinationen lückenlos auf bestimmte Ausgangspflanzen zurückzuführen sind. In jedem Jahr wurde sorgfältig bonitiert auf Entwicklungsdaten (Jugendentwicklung, Schoßzeit, Blüte, Reife — Wuchs — Ähren- und Kornform — Resistenz) ferner die Fertilität bestimmt und in den letzten Jahren in kleinerem Umfang auch zytologische Stichproben gemacht.

Erwartungsgemäß ist in allen Gruppen der jüngeren Generationen eine sehr große Vielförmigkeit beobachtet worden, die etwa derjenigen entspricht, die im vorhergehenden Abschnitt geschildert wurde. Die Pflanzen sind unterschiedlich in Wüchsigkeit, Ährontyp und vielen anderen morphologischen Merkmalen, die Chromosomenzahlen liegen zwischen 42 und 60, sehr häufig bei 56. Für den Nachbau jedoch scheidet ein großer Teil der Pflanzen wegen schlechter Fertilität oder Sterilität aus. Dieses bunte Bild, das die F'3 und F'4 Familien geben, wird aber in den folgenden Generationen immer einheitlicher. In vielen Familien wird sogar eine gewisse Konstanz dieser Bastarde erreicht, die z.T. merkwürdige Zwischenformen der beiden Eltern darstellen, in einigen Fällen aber auch zu reinen Weizen sich entwickeln können.

Aufklärung über die chromosomale Konstitution dieser stabilisierten Bastarde ist vorläufig nur zu erreichen mit Hilfe von Testrückkreuzungen mit den beiden Ausgangsformen *Triticum vulgare* und *Agropyrum intermedium* und nachfolgender zytologischer Kontrolle der Paarungsverhältnisse der Chromosomen in der Meiosis dieser Test F₁-Pflanzen im Vergleich zur Mutter bzw. den frei abgeblühten Geschwisterpflanzen. Dieses Verfahren wurde auch an unserem Material angewandt.

Im ersten Jahr 1947 wurden zunächst nur die Pflanzen, die äußerlich nicht von *Triticum vulgare*-Sorten zu unterscheiden waren, getestet. Die Auszählungen zeigten, daß die Chromosomenzahl wie Paarung in der Rückkreuzung Fr sich nicht anders als normaler Weizen verhielten, ebenso wie die Test Fr mit *Agropyrum* völlig einer normalen *Triticum* × *Agropyrum* Fr gleicht. Die Werte, die bei diesen Analysen erhalten wurden, sind nicht in den Zusammenstellungen angeführt, weil es sich offensichtlich

Tabelle 6. *Testbasterde aus älteren TA Bastardgenerationen.*

Nr.	2n	PMZ	Chromosomenpaare															PMZ mit Multiv.						
			I4	I5	I6	I7	I8	I9	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	PMZ	III	IVR	K	2M		%	
TA1																								
50,224/I	42	30						5	22	3								2	I	I			7	
2	42	50					I	3	34	12								2	I	I			4	
×T: 207/I	42	50						14	36									22	7	10	4	I	44	
2	42	100					2	34	64									49	12	17	19		49	
3	42	50						11	39									21	6	9	4	2	42	
4	42	70				I	II	40	18									30	14	7	7	2	43	
5	42	100					13	73	14									35	13	15	5	2	35	
2I3/I	42	50					I	36	13									0					0	
2	42	70						13	57									15	II		3	I	21	
3	42	80					2	27	51									19	7		II		24	
×T: 214/2	42	70					3	29	38									31	14	12	3	2	44	
4	42	60					I	14	45									21	3	9	7	I	35	
5	42	100					2	29	69									29	6	15	14	3	29	
TA2																								
50,239/I	42	50						8	22	20								0					0	
× T: 240/I	42	30					I	24	5									I					3	
2	42	60					5	43	12									I					2	
3	42	20						15	5									0					0	
242/I	42	120						16	45	59								3			3		2,5	
2	42	100						9	31	60								2	I		I		2	
×T: 243/I	42	100					II	70	19									3	2		I		3	
2	42	100					6	73	21									I	I				I	
TA3																								
50,K290/2	42	50						I	7	42								4	I		3		8	
×T.d. K292	35	30																12	4		8		40	
Tab. 5																								
×T:K294/2	42	40					7	26	7									16	10		4	I	39	
TA4																								
49/473/I	52	30												2	28			0					0	
T: K135	47	100					2	10	64	24								4			4		4	
TA7																								
50,522/I	53	20													8	12		0					0	
2	53	20													5	15		0					0	
T: 524/2	48	30						I	10	20								18	3	6	7	2	60	
3	48	30						II	18									15	10	4	I		50	
49,K127/I	54	60					I		I			2	2	19	27	10		I	I				2	
T: K128/2	48	30					I	I	14	II		3						I			I		3	
3	48	60						2	13	30		12	2					5	3		2		8	
T: K130/I	48	60						2	18	30		8	2					5	3		2		8	
TA8																								
49,826/I	50	60							2	3	II	26	17	I				4			4		7	
T: K122/2	46	30					I	2	12	16								I					3	
T: K125/2	46	100					5	20	60	13	I							5	3		2		5	
TA10																								
49,K115/I	54	100											I	14	36	45	4	16	3	10	3		16	
T: K117/I	48	100	I				I	3	17	32	40	6						23	6	2	10	3	23	
3	49	100						II	21	49	19							65	39	5	13	7	65	
TA11																								
49,K105/I	56	100										I		II	9	40	39	18	7	I	9		18	
×T:K107/I	49	100					I4	23	23	18	12							4	3		I		4	
2	49	90	2	4	6	I4	28	21	8	6								19	6		10	3	19	
3	49	100	2	5	18	I4	27	19	13	2								20	10		7	3	20	

um reine Weizen handelt, über deren Entstehung später noch zu sprechen sein wird.

In den Jahren 1948 und 1949 wurden die zu testenden Pflanzen jedoch nur aus Familien mit Bastardcharakter ausgewählt, die relativ einheitlich und konstant waren. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 und 6 zusammengestellt und sollen im folgenden ausführlich, für jede TA-Gruppe gesondert, berichtet werden. Gleichzeitig gibt eine andere Tab. 7, einen Überblick über einige weitere zytologische Daten der gleichen Familien.

Die Beschreibung der TA-Gruppen beschränkt sich also nur auf die Familien, über deren chromosomale Zusammensetzung etwas ausgesagt werden kann.

(TA 4 bis 12 stammen aus Kreuzungen der Jahre 1943 und 1944, Müncheberg, die, da sie fast alle jährlich weitergebaut wurden, 1950 in F'7 waren. TA 1 bis 3 sind als fertige Bastarde übernommen und seit 1944 in Beobachtung, 1950 in F'''8 und F'''10.)

TA 1. Die Gruppe entstand aus einer Kreuzung zwischen *Triticum durum* mit *Agropyrum intermedium* und dreimaliger Rückkreuzung mit verschiedenen

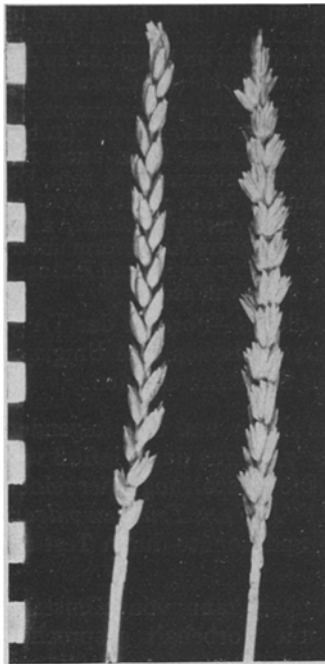
Tabelle 7. Abstammung, Chromosomenzahl und Paarungsverhalten der älteren TA-Bastarde.

2n-Paare			ist 1950		Chromosomenpaare				
			2n	von — bis	Ø	Multi %	Ans. %		
TA 1 (<i>Triticum durum</i> × <i>Agropyrum intermedium</i>) F ₁ , F'2, F''3 × <i>Tr. vulg.</i> (Hochzuchtsorten)									
ab F''' 8	42 19—20 Bi.	Test F 1 Tab. 6 207, 214							
F''' 9	× <i>Tr.</i>								
TA 2 (<i>Triticum durum</i> × <i>Agropyrum 34 intermedium</i>) F ₁ , F'2 × <i>Tr. vulg.</i> (Hochzuchtsorten)									
ab F'' 7	42 20 Bi.	Test F 1 Tab. 6 240, 243							
F'' 8	× <i>Tr.</i>								
TA 3 (<i>Triticum durum</i> × <i>Agropyrum 33 intermedium</i>) F ₁ × <i>Tr. vulg.</i> (Salzm.-Stand.)									
F' 7	(42) × <i>Tr.</i>	Test. F 1 Tab. 6 K 292, 294 F' 8 Tab. 6 K 290, K 293, 267							
ab F'' 6	42 21 Bi.	F'' 9 271 276	42	20—21	20	0	70—90		
F'' 8	41 20 Bi.		41	18—20	20	0	73		
	42 —		41	18—20	20	2	60		
			43	20—21	21	0			
			44	19—22	21	0	< 10		
TA 4 (<i>Triticum vulgare</i> Crieu. 27 × <i>Agropyrum 33 intermed.</i>) F ₁ × <i>Tr. vulg.</i> (Heines Kolben)									
ab F' 4	56 27 Bi.	F' 8 293	44	18	18	+	32		
			45	18—21	21	0	< 10		
			46	18—20	19	0	10		
F' 4	× <i>Tr.</i>	Test F 3 294	47—48	18—20	19	0	51		
			43	19—21	21	0	< 10		
			45	21	21	(15)	< 10		
			> 42	19—23	21	(15)	< 10		
ab F' 5	49	F' 7 314	51	24—25	25	0	70		
F' 6	49—51 und 51		53	25—26	26	6			
			54	25—26	26	2	50?		
ab F' 5	56 25—26 Bi.	F' 7 286	56	25—28	26	0			
F' 6	(52) × <i>Tr.</i>	Test F 1 Tab. 6 K 135 Test F 2 K 301	42—44	20—21		0	74		
TA 7 (<i>Tr. vulg.</i> Salzm.-Standard × <i>Agropyrum 34 intermed.</i>) F ₁ × <i>Tr. vulg.</i> (Heines Kolben)									
ab F' 6	54	F' 7 431	54	25—27	26	0			
ab F' 6	51	F' 7 527	51	25—26	26	+	40—70		
ab F' 6	54	F' 7 514	54	25—27	26	0	60		
			44	20—22	22	0	90		
ab F' 5	40—42	F' 7 583	41	18—20	20	0	70—80		
F' 5	(54) × <i>Tr.</i>	Test F 1 Tab. 6 K 128, K 130 Test F 2 442	42						
			42	20—21	21	0	80		
			43	20—21	21	0			
			44	20—22	21	0	70—90		
			45	20—21	21	6	10		
			46	20—22	22	0	80		
			46—47	22	22	74	80		
ab F' 6	56	F' 7 491	56	26—28	27	+			
(F' 6)	(53) × <i>Tr.</i>	Test F 1 Tab. 6 524)	51	22—23	23	0	74		
TA 10 (<i>Tr. vulg.</i> Crieu. 27 × <i>Agropyrum 33 intermedium</i>) F ₁ × <i>Tr. vulg.</i> (Crieuener 192)									
ab F' 6	58—60	F' 7 643	58	26—28	27	+	60		
(F' 5)	(54) × <i>Tr.</i>	Test F 1 Tab. 6 K 117)	60	27—30	28	+			
TA 11 (<i>Tr. vulg.</i> × <i>Agropyrum intermedium</i>) F ₁ × <i>Tr. vulg.</i> (Crieuener 192)									
F' 5	(56) × <i>Tr.</i>	Test F 1 Tab. 6 K 107							
F' 6	56	F' 7 709	53	25—26	26	12	70		
			48	17—21	20	38	25		

Triticum vulgare-Hochzuchtsorten. In F^{'''}6. 1944 waren daraus fast durchweg reine *vulgare*-Familien entstanden, die äußerlich nicht von Weizensorten zu unterscheiden waren — $2n = 42$, 21 Bivalente in der Meiosis, normale Pollenbildung — und sich auch in

bis 214 abweichend. Da aus Parzelle 206 keine zytologischen Untersuchungsergebnisse vorliegen, können Pflanzen aus Nr. 224, morphologisch wie Nr. 206, zum Vergleich herangezogen werden). Die Tabelle zeigt zunächst, daß alle Pflanzen $2n = 42$ sind und mit Ausnahme derjenigen aus Nr. 224 nur 20 Paare bilden, allerdings mit sehr geringer Streuung. Interessant ist der hohe Prozentsatz an Multivalenten, sowohl in zwei Pflanzen von Nr. 213 wie in beiden Test F₁, während in Nr. 224 hauptsächlich Bivalentpaare gefunden sind. Unter den Multivalenten überwiegen in jedem Fall die Quadrivalente, die in den beiden Test F₁ sehr häufig als Ringe auftreten. Ferner mag auch auf die z.T. hohe Verkettung zu V und VI Verbänden in Nr. 213 und 214 hingewiesen werden.

TA 2. Genau so wie in TA 1 wurden auch in dieser Gruppe in F^{''} 5 und 6 einige besondere Parzellen unter vielen anderen ausgelesen, die sich zu reinen *Triticum vulgare*-Beständen entwickelt hatten. (Abb. 3a und 3b). Die Pflanzen des TA 2-Typs zeichnen sich aus durch frühe Jugendentwicklung, auch Schoß- und Reifedaten liegen für gewöhnlich früher als bei allen an-



a) Ähre



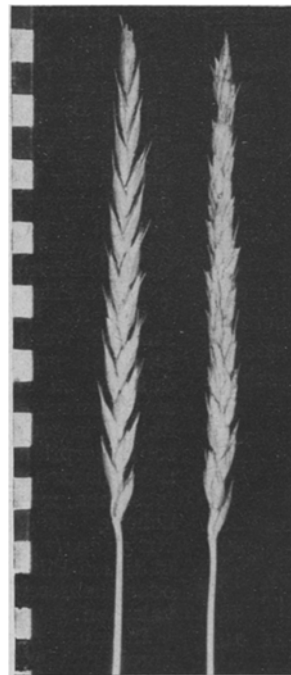
b) Feldparzelle.

Abb. 2a u. b. TA 1 Linie 44,5564 F^{'''} 10 aus (*Tr. durum* × *Agrop. int.*) 3 × *Tr. vulg.* $2n = 42$.

den Testrückkreuzungen wie normale Sorten verhielten. Diese Gruppen sind nicht unter der Bezeichnung TA 1 weitergeführt.

Doch war unter den F^{'''}5 Parzellen eine durch besonderen Wuchs aufgefallen: Halme lang und dunkelfarbig, Blatt schmaler als *Triticum vulgare* und Ähre lang und locker mit dunkelfarbigem Spelzen. Diese Pflanzen wurden für weiteren Nachbau ausgelesen, und der Typ blieb als TA 1-Typ bezeichnet bis jetzt erhalten, F^{'''}10. Chromosomenzahl in F^{'''}8 und 9 $2n = 42$ (Tab. 7, Abb. 2a und 2b). Einige in F^{'''}8 als Abweicher bezeichnete Pflanzen, die im ganzen Habitus mehr *vulgare*-ähnlich waren, erwiesen sich in ihrer Nachkommenschaft nicht so einheitlich wie die „typischen“ Pflanzen. Beide haben die Chromosomenzahl $2n = 42$, doch unterscheiden sie sich im Paarungsverhalten der Chromosomen, wie aus Tab. 6 zu ersehen ist (Nr. 224 normal, Nr. 213 abweichend).

In F^{'''}9 wurde Testrückkreuzung mit *Triticum vulgare* durchgeführt. Da bei der Auswahl der Kreuzungspflanzen zufällig eine „typische“ Pflanze und eine abweichende als Mutter genommen wurde, ist es möglich, Vertreter von beiden auch im Paarungsverhalten gegenüber *Triticum vulgare*-Chromosomen zu vergleichen (Test F₁ Paare: 206—207 typisch, 213



3 a.



3 b.

Abb. 3a u. b. TA 2 Linie 47,739 F[']9 aus (*Tr. durum* × *Agrop. int.*) × *Tr. vulg.* $2n = 42$.

deren TA-Bastarden, wenn auch noch in Bereich der Weizensorten. Die Ähre ist verhältnismäßig lang, mit braunen, kurz grannenspitzen Spelzen. Aber die Halme neigen zum Lagern wegen allzu großer Weichheit. Dieser Typ hat sich konstant bis F^{''}9 durchgesetzt, während aus Geschwister F^{''}5 und F^{''}6 wieder mit unterschiedlicher Häufigkeit *Triticum vulgare*

herausspaltete. Die charakteristischen Pflanzen haben ab F''6 bzw. F''7 $2n = 42$ mit 19–20 Bivalenten, von denen 3 sehr klein und leicht von den größeren zu unterscheiden sind. Multivalente selten.

An F''6 und F''7 wurde mit *Triticum* und *Agropyrum* rückgekreuzt. Morphologisch ist diese Test F1 sehr einheitlich, *Triticum vulgare*-ähnlich mit guter Standfestigkeit. Viele quantitative Eigenschaften, wie z.B. das 1000-Korngewicht sind wesentlich verbessert gegenüber den Geschwistern aus frei abgeblühten Pflanzen, wodurch der Eindruck einer Heterosis hervorgerufen wird:

1000 K.-Gew.	Nr. 50,239	40,7 g	F1 Nr. 50,240	49,2 g
	242	36,2 g	243	47,8 g

Die Paarung mit den *vulgare*-Chromosomen bleibt etwas niedriger als bei den normalen Pflanzen. Die vier Univalente sind deutlich in ihrer Größe unterschieden, drei relativ klein, das vierte aber von doppelter Länge wie eins der anderen. Auch in den Test F1-Pflanzen sowohl mit *Triticum* wie mit *Agropyrum* wird nur wenig Multivalentbildung gesehen, genau wie in den Normalpflanzen.

Die Chromosomenpaarungen mit *Agropyrum*-Chromosomen (Tab. 5 Nr. 188, 190) zeigen recht klar eine zahlenmäßige Verschiebung der Bivalentenhäufigkeit gegenüber der normalen F1 (Tab. 5 Nr. 55 und 68).

TA. 3. Eine der in F'5 schon ausschließlich *vulgare*-ähnlichen Linien dieser TA-Gruppe wurde weiterge-

führt, weil die Vermutung bestand, daß es sich um eine chromosomal abweichende Form mit weniger als 40

Chromosomen handeln könnte. Sie wurde 1949 in F'7 mit *Triticum vulgare* und *durum* zurückgekreuzt.

Durch zytologische Untersuchung der Testbastarde und der Geschwister konnte die Chromosomenzahl der TA 3-Gruppe aber mit $2n = 42$ und normaler Paarung festgestellt werden. Doch wird in Test F1 die Paarung von 21 auf 19 erniedrigt mit

40% der PMZ mit Multivalenten. Es

ist sehr aufschlußreich, daß auch im Bastard aus der *Triticum durum* Rückkreuzung der Prozentsatz an PMZ mit Multivalenten gesteigert ist. (Tab. 6 Nr. K290 — F1 mit *durum* K292, auch in Tab. 5, Tab. 6 Nr. K293 — F1 mit *vulgare* K267. Abb. 4.)

Eine von den fünf untersuchten Pflanzen hatte statt 42 nur 41 Chromosomen, also 20 Bivalente und ein Univalent.

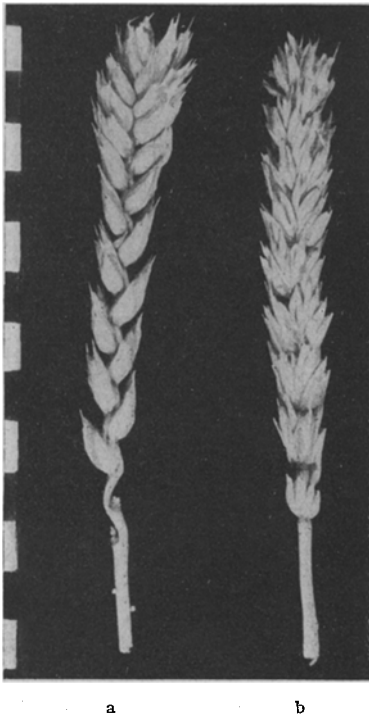


Abb. 4 a u. b. Ta 3 50,267/5 F'8 aus (*Tr. durum* x *Agrop. int.*) x *Tr. vulg.* $2n = 42$.

Aus der gleichen Ausgangskombination entstand eine Linie, die schon in F'4 zum zweitenmal rückgekreuzt war. Die Nachkommen in F''6 hatten 42 Chromosomen. Ab F''8 wurden verschiedene Familien isoliert, die in Wuchs und Ährenbau nicht sehr *vulgare*-ähnlich sind, sondern auf langen Halmen etwas überhängende, lockere Ähren tragen, mit starker Behaarung. Die Pflanzen sind anscheinend in Keimlings- und frühen Jugendstadien sehr empfindlich, da regelmäßig ein Teil des Bestandes im Laufe des Winters eingeht, auch bei sehr milden Temperaturen. Ebenso sind die Schoßdaten im Vergleich zu den benachbarten TA-Gruppen verzögert (Blaukörnigkeit).

Von diesen Gruppen hatte eine $2n = 41$ Chromosomen, wie auch alle kontrollierten Nachkommen (Tab. 7 Nr. 49,666/1 — 50,271). Das Univalent kann auch mit einem Bivalent zu einer Dreierkette vereinigt sein. Die Pflanzen einer zweiten Gruppe (Tab. 7 Nr. 49,668 — 50,276), die sich von der ersten durch steileren, niedrigeren Wuchs und eine etwas dichtere Ährenform unterscheiden, waren 1949 $2n = 42$, doch 1950 in zwei Pflanzen $2n = 43$ und 44, mit 20 bzw. 21 Bivalenten.

Es scheint also, als ob die 42-Formen der TA 3-Gruppe noch in späteren Generationen eine Umgruppierung der chromosomalen Substanz erleiden.

TA 4. Alle Familien aus dieser und den folgenden Kombinationen, 1950 in F''7, zeigen den Einfluß von *Agropyrum* noch deutlich. Die Abspaltung einer reinen *vulgare*-Linie erfolgte aus F''4 (F1 x *Triticum vulgare* — F''2 x *Triticum vulgare*) und konnte durch Test als solche bestimmt werden.

Unter den übrigen Gruppen kann von Konstanz bestimmter Formen nur mit Vorbehalt gesprochen werden, da immer wieder Pflanzen auftreten, die sowohl morphologisch wie zytologisch nach *Triticum vulgare* abweichen. Die Nachkommen spalten dann häufig recht bunt auf.

So hat z.B. eine seit F'5 mit $2n = 56$ bestimmte Linie in F'7 in einer Familie vier abweichende Pflanzen mit $2n = 44, 45, 46$ und $47-48$, je durchschnittlich 18–20 Bivalente, während bei den Mutterpflanzen noch 26–27 Bivalente gebildet wurden (Tab. 7 Nr. 293/1 bis 4). Diese Pflanzen unterscheiden sich auch im Wuchs und in der Fertilität von dem bisher einheitlichen Typ der Mutterparzelle: $2n = 47$ mit stärker brüchigen Ähren als bei den „normalen“ Pflanzen, bei Pflanzen mit $2n = 44$ und 46 ist die Ähre mehr kurz, und bei $2n = 45$ sind die Pflanzen steril. Jedem dieser drei Typen gleichen mehrere Pflanzen in der Parzelle.

Dieselbe F'4, aus der diese sich auflösende Gruppe stammt, wurde 1947 mit *Triticum vulgare* rückgekreuzt. Die Testergebnisse sind aber nicht zuverlässig genug, als daß sie zu einer Aufklärung genügen könnten. Doch stammen aus dieser Test F1 von 1948 F3-Pflanzen 1950 ab, die in genau der gleichen Weise variieren wie die Geschwisterpflanzen der frei abgeblühten Herkunft: nämlich Pflanzen mit mehr als 42 und weniger als 56 Chromosomen, wechselndem Fertilitätsgrad und unterschiedlichem, meist *vulgare*-ähnlichem Habitus (Tab. 7 Nr. 50,294/1 bis 3). Die Zahl der Chromosomenpaare ist in diesen Pflanzen fast regelmäßig 21 einschließlich eines oder mehrerer Multivalente, 20% der PMZ mit Multivalenten.

In einer anderen Familie scheint eine Regulierung durch Erhöhung der $2n$ -Zahl vor sich zu gehen, unter gleichzeitiger Vermehrung der Bivalente (Tab. 7 Nr. 50,314 F'6 $2n = 49$, F'7 $2n = 49-51$, F'8 $2n = 51-54$ 24–26 II wenig Multivalente).

Doch außerdem finden sich auch zwei, der Abstammung nach voneinander unabhängige Gruppen, die je auf der $2n$ -Zahl $2n = 56$ und 52 seit mehreren Generationen beharren. (Tab. 7 Nr. 50,286 und K301). Die letztere, die in Wuchs und Ährenform ausgesprochen *Agropyrum*-ähnlich mit beinahe grasartigen Halmen und brüchiger Spindel ist, wurde in F'6 mit *Triticum vulgare* rückgekreuzt und die Test F1 zyto-

logisch analysiert. Die Chromosomenpaarung mit *vulgare* liegt zwischen 19 und 21, im Durchschnitt bei 20 Paaren, Konjugation mehrerer Chromosomen selten, 4% der PMZ. Die F₂ dieser einen F₁-Pflanze reguliert die 2n-Zahl der F₁ 2n = 47 ab auf 2n = 42 bis 44 unter Beibehaltung der anfänglichen Bivalentzahl 20—21. Gleichzeitig scheint es so, als ob diese F₂-Pflanzen *Agropyrum*-Eigenschaften abstoßen und *vulgare*-ähnlicher werden.

TA 7. Aus einer sehr bunten F'₄, Aufspaltung in Wuchs, Ähre, Resistenz, Fertilität wurden vier Pflanzen ausgelesen, deren Nachkommen im Wuchs große Familienähnlichkeit zeigten, aber in sich doch etwas uneinheitlich waren. Drei dieser Gruppen wurden weitergeführt. Die typischen Pflanzen dieser Familie sind langsamer in der Entwicklung als *Triticum vulgare*, kräftig, gut bestockt mit dichter, langer, gut fertiler Ähre. Bemerkenswert ist die Resistenz, die in Nachkommen aus F'₅ 48,717 gegen Braun- und Gelbrost, aus 48,718 dazu noch gegen Mehltau vorhanden ist.

aus der TA 7-Gruppe erinnern. Die Chromosomenzahlen dieser Pflanzen lassen sich zwischen 2n = 42 und 51 einordnen, wobei sehr schön demonstriert werden kann, daß die Pflanzen mit ausgeprägten Dickkopfähren zu denen mit 2n = 42 gehörten, eine besonders langährige aber 2n = 51 war. Die Bivalentzahl bleibt in der F₂ in der gleichen Höhe wie in F₁. Nur eine Pflanze, morphologisch nicht abweichend, fiel durch hohe Multivalentzahl auf (Tab. 7 Nr. 50,442 n = 46—47 74% der PMZ mit Multivalenten, darunter hauptsächlich 1 und 2 IV).

Außer dieser, noch in vielen Eigenschaften mit *Triticum vulgare* vergleichbaren Familie konnten aus der TA 7-Kombination einige extreme Linien isoliert werden, die noch kurz erwähnt werden sollen, zeigen sie doch, daß auch bestimmte, zunächst abnorm erscheinende Merkmalskombinationen über bis jetzt drei Generationen rein erhalten bleiben können. Es wird sich erst in den folgenden Jahren zeigen, wie weit eine völlige Konstanz erreicht werden kann.

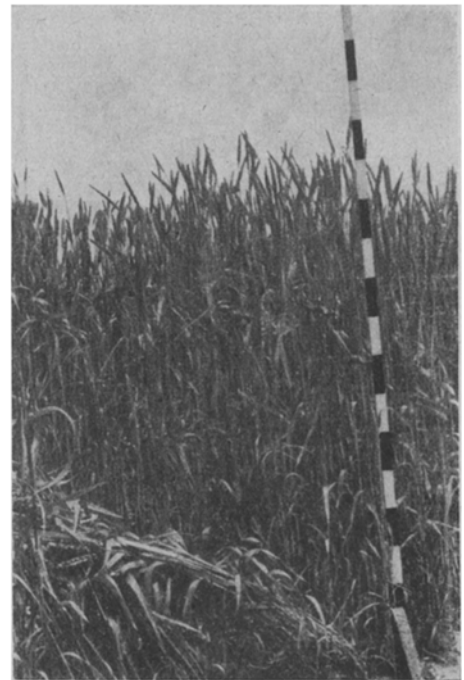


Abb. 5. TA 7 Linie 48,720 F'₇
aus (*Tr. vulg.* × *Aggr. int.*)
× *Tr. vulg.* 2n = 56.



a

Abb. 6a u. b. TA 7 Linie 48,718 F'₇ aus (*Tr. vulg.* × *Aggr. int.*) × *Tr. vulg.* 2n = 54.



b

Die Chromosomenzahl scheint in beiden Gruppen beständig zu sein mit ungestörter normaler Paarung aller Chromosomen. Nachkommen aus 48,717 2n = 54 Tab. 6 49, K127 und Tab. 7 50,431 mit 25—27 Bivalenten 48,718 2n = 56 Tab. 7 50,491 26—28 Bivalente, beide nur selten mit Multivalenten. (Abb. 6 u. 6a.)

F'₅-Pflanzen aus 48,717 wurden mit *Triticum vulgare* ohne Schwierigkeiten im Kreuzungsansatz rückgekreuzt, und die F₁ zeigte sich äußerst wüchsig und kräftiger fast als die Eltern. Auch hier wird durch das 1000-Korngewicht eine Heterosiswirkung bestätigt:

Nr. 49, K127 43—45 g, Test F₁ K128 46—50 g 1000-Korngewicht. Wie aus Tab. 6 ersichtlich, werden 19—22 Bivalente in der Test F₁ gebildet mit nur 8% der PMZ mit Multivalenten.

Die aus der F₁ breit aufgezoogene F₂ spaltete recht bunt von reinen *vulgare*-Pflanzen bis zu solchen, die in Länge und Lockerheit der Ähren an andere Familien

So ist z. B. Nr. 50,522 (Tab. 6) durch ein besonders breites weit abgewinkeltes Blatt gekennzeichnet, 2n = 53, 26 Paare. Bei Testkreuzung mit *Triticum vulgare* wird die Blattbreite etwas reduziert, außerdem die Festigkeit der Halme gestärkt, die in den Normalpflanzen sehr weich sind. Die Anzahl an Paaren mit *vulgare*-Chromosomen ist 20—21, 50% der PMZ enthalten Multivalente, darunter auch wieder sehr reichlich IV-Ketten und Ringe.

Eine zweite Gruppe, niedrig, starrblättrig, mit für den kleinen Halm fast zu großen Ähren, ist sowohl in F'₆ wie in F'₇ 2n = 51, aber schlecht fertil (Tab. 7 Nr. 50,527).

Ferner ist die Familie Nr. 50,514 (Tab. 7, Abb. 6 u. 6a) mit 2n = 54 anzuführen, die seit F'₅ einheitlich ist, sich durch sehr hohen Wuchs, lange, lockere und großspelige Ähren auszeichnet und durch völliges Fehlen jeglicher Resistenz. Regelmäßig sind alle Pflanzen stark mit Mehltau, Braun- und Gelbrost befallen. Eine einzelne Pflanze unter etwa 700 war niedriger als diese und sehr *vulgare*-ähnlich, doch in der 2n-Zahl abweichend mit 2n = 44, 22 Bivalenten und sehr guter Fertilität.

Eine andere F₄-Nachkommenschaft spaltete in F₅ reine *Triticum vulgare*-Formen, Zwerge und *compactoide* Pflanzen. Zytologische Stichproben lassen vermuten, daß es sich um 42- und weniger als 42chromosomige Pflanzen handeln muß, auch in F₆ und F₇ wurden einzelne als $2n = 40$ und $2n = 41$ bestimmt.

TA 8. Diese Gruppe kann weder als morphologisch einheitlich noch als in irgendeiner Weise konstant bezeichnet werden. Noch die F₇ 1950 war vielförmig spaltend. Merkwürdig ist die in dieser Familie häufig beobachtete Störung der Chlorophyllbildung, die besonders in der Jugend durch große Farbunterschiede der jungen Blätter bemerkbar wird. Später schossen die Pflanzen sehr ungleichmäßig, Wuchs und Ähre sind recht *Agropyrum*-ähnlich. Zur Reifezeit verfärbten sich die Halme vieler Pflanzen bis zu tief dunkelrot.

Aus F₅ wurde eine Pflanze mit $2n = 50$ mit *Triticum vulgare* und *Agropyrum* erfolgreich rückgekreuzt (Tab. 6 Nr. 49, 826 — F₁ mit *vulgare* 49, K₁₂₂, K₁₂₅ — Tab. 5 F₁ mit *Agropyrum* 49, K₁₂₁). In der Test F₁ mit *Triticum vulgare* gibt es 19—21, im Durchschnitt 20 Paare, darunter nur wenig Multivalente, in frei abgeblühten Geschwisterpflanzen 22—25 Paare. Die Pflanzen der Test F₁ mit *Agropyrum* zeigen erhöhte Paarung gegenüber der normalen F₁.

TA 10. Die Familien der Gruppe TA 10 machen einen äußerst gleichförmigen Eindruck und unterscheiden sich bis auf Halmlänge und Kräftigkeit der

Eine andere typische Familie wurde in F₅ mit *vulgare* rückgekreuzt. Es ergaben sich in der Test F₁ 19—22 Chromosomenpaare, in Geschwistern aus der frei abgeblühten Mutterpflanze $2n = 54$, 24 bis 26 Paare (Tab. 6 Nr. 49, K₁₁₅, K₁₁₇). Außer Tri- und Quadrivalenten wurden auch vereinzelt höhere Verkettung der Chromosomen gesehen. In K_{117/3} übersteigt der Prozentsatz an PMZ mit Multivalenten 50% weit.

TA 11. Ähnlich wie TA 10 ist auch diese Gruppe verhältnismäßig einheitlich und ihr *Agropyrum*-Charakter ausgeprägt. Allerdings werden auch jetzt noch spontane Abweicher gefunden, einmal nach dichter Ähre, zum andern aber auch häufig schmalährige völlig sterile. Eine derartige Pflanze, die zufällig noch fixiert werden konnte, war auch zytologisch aberrant. Normalpflanze $2n = 53$, 26 Paare 12% der PMZ mit Multivalent, Abweicher $2n = 48$, 20 Paare, 38% (Tab. 7 Nr. 50, 709).

Testbastarde einer Familie geben einen günstigen Einblick in die chromosomale Zusammensetzung des Bastards: Test F₁ mit *Triticum vulgare* 14—21, durchschnittlich 18 Paare mit großer Streuung (Tab. 6 49, K₁₀₅, K₁₀₇). Test F₁ mit *Agropyrum* 10—20, durchschnittlich 16 Paare, also weit mehr als in den anderen Test F₁-Bastarden mit *Agropyrum* aus den älteren Generationen und als die normale F₁ (Tab. 5 49, K₁₀₈). Auch Multivalentbildung ist in allen untersuchten Pflanzen recht hoch, meist 20%, in Rückkreuzung mit *Agropyrum* etwas niedriger. Damit nimmt unter allen bisher getesteten TA-Gruppen TA 11 eine Sonderstellung ein, als es mit *Triticum vulgare* Chromosomen wenig, mit *Agropyrum*-Chromosomen dagegen relativ viel Paare bildet.

Zusammenfassung.

Trotzdem es sich bei den älteren Weizen-Queckenbastarden um ein sowohl der Herkunft wie der genetischen Zusammensetzung nach recht heterogenes Material handelt, lassen sich doch auf Grund der bisher vorliegenden Untersuchungen einige Tatsachen feststellen, die allen gemeinsam sind:

1. Die Chromosomenzahlen der untersuchten älteren Weizen-Queckenbastarde variieren von $2n = 40$ bis $2n = 60$, wobei sich die Werte um 42 und um 50 bis 56 häufen.

2. Wichtig für die Ausgeglichenheit und Fertilität der Formen scheint normale höchstmögliche Chromosomenpaarung zu sein, ohne Behinderung durch Konjugation mehrerer Chromosomen.

3. Die Stabilisierung bestimmter Bastardtypen ist immer begleitet von konstanten Chromosomenzahlen. In den gelegentlich spontan entstandenen abweichenden Pflanzen, bei denen in den meisten Fällen die *vulgare* Eigenschaften mehr zum Vorschein kommen, tritt eine Abregulierung der $2n$ Zahlen gegenüber derjenigen der Geschwisterpflanzen auf. Neben der Abspaltung einzelner aberranter Pflanzen ist in einigen



Abb. 7 a u. b. TA 10 Linie F₇ aus (*Tr. vulg.* Agr. int.) × *Tr. vulg.* $2n = 60$.

Ähren in wesentlichen Eigenschaften kaum voneinander. Im allgemeinen sind sie hochwüchsig mit langer schmaler Ähre, reichlicher Nachschosserbildung und guten Resistenzeigenschaften.

Unter diesen Gruppen ist eine sehr niedrige im übrigen aber ganz der TA 10-Gruppe gleichende Familie mit $2n = 58$ und 60 bestimmt. Diese Chromosomenzahl ist die höchste, die an allen bisher untersuchten älteren Bastarden gefunden wurde. Sie bilden 27 bis 28 Bivalente mit merklichen Größendifferenzen zwischen den Chromosomen (Tab. 7 Nr. 50, 643, Abb. 7).

Gruppen aber auch eine Auflösung der gesamten Nachkommenschaft beobachtet worden, wobei sowohl das Chromosomenverhalten, wie Fertilität und äußeres Erscheinungsbild der Pflanzen in Mitleidenschaft gezogen ist.

4. Bastarde mit *Triticum vulgare* sind an den Pflanzen der einzelnen TA Gruppen mit unterschiedlicher Kreuzbarkeit hergestellt worden. Bastarde mit *Agropyrum* geben einen relativ geringen Ansatz entsprechend der normalen F1 *Triticum vulgare* × *Agropyrum inter-*

medium. Die durchschnittliche Anzahl an Bivalenten zwischen Weizen- und Bastardchromosomen liegt zwischen 17 und 22 Chromosomenpaaren, jeweils abhängig von der chromosomalen Zusammensetzung des Bastards. Die Paarungen in Testbastarden mit Quecken variieren von 4–20 Paaren, der Durchschnitt liegt aber höher als in normalen F1 Pflanzen.

Wenn die TA-Gruppen entsprechend wie die F4 nach der Anzahl der Chromosomenpaare mit *Triticum vulgare* geordnet werden, ergeben sich gut vergleichbare Verhältnisse (Tab. 8):

1. Die Anzahl der Chromosomenpaarungen zwischen Chromosomen des Bastards und denen von *Triticum vulgare* ist unabhängig von der 2n-Zahl.

2. Hohe Chromosomenpaarung mit *vulgare*-Chromosomen geht parallel mit guter Fertilität; besonders die Gruppen TA 8 und TA 11 sind sehr schlecht.

3. Die Paarung von mehr als 2 Chromosomen ist in den ausgeglichenen Bastarden der TA-Gruppen meist sehr gering, weniger als 10% der PMZ. Bei drei Gruppen, in denen bis zu 20% Multivalentbildung festgestellt wurde, handelt es sich um noch nicht ausbalancierte Formen. Nach Rückkreuzung mit *vulgare* wird in einigen Fällen die Multivalentbildung bedeutend erhöht. Gleichzeitig wird mit hoher Multivalentzahl die Fertilität verschlechtert.

Amphidiploid-Kreuzungen.

Zum Schluß sollen noch die Ergebnisse der zytologischen Untersuchungen an Kreuzungskombinationen mitgeteilt werden, die außerhalb der kontinuierlichen Generationenfolge der übrigen, bisher besprochenen Weizen-Queckenbastarde stehen. Es handelt sich um Bastarde zwischen Amphidiploiden mit ihren Ausgangseltern, die zu dem Zweck durchgeführt wurden, um die auf diese Weise künstlich isolierten Chromosomensätze der Elternformen in der Meiosis zu untersuchen. Es sollen an dieser Stelle nur kurz die Ergebnisse berichtet werden, die dann später ihrer theoretischen Bedeutung wegen noch einmal besprochen werden.

Die für diese Kreuzungen zur Verfügung stehenden Amphidiploiden sind künstlich polyploidisierte Bastarde aus *Triticum durum* und *Agropyrum intermedium*. Diese Pflanzen waren 1948 in F4–F5 aber nur in einigen Linien wirklich konstant gleichbleibend fertil, mit der Chromosomenzahl $2n = 70$ und regelmäßig 35 Bivalenten. Im allgemeinen ist die Fertilität schlecht (20–40%), und Abweicher sind keine Seltenheit. Einige aus relativ „reinen“ Linien stammende Amphidiploide wurden bastardiert mit:

1. *Triticum durum* der Bastard hatte demnach die Genom-Zusammensetzung

$$\frac{\text{Tr. durum} + \text{Agrop. int.}}{\text{Tr. durum}}$$

2. *Triticum vulgare* $\frac{\text{Tr. durum} + \text{Agrop. int.}}{\text{Tr. vulgare}}$

als 3. Bastardkombination wurde in Vergleich gesetzt *Triticale* × *Secale*

$$\frac{\text{Tr. vulgare} + \text{Secale}}{\text{Secale}}$$

Tabelle 8. F'3 1949 K 37 und TA Gruppen: Zusammensetzung aus *Triticum vulgare* und *Agropyrum intermedium* Chromosomen. Chromosomenpaare in Testbastarden, Fertilität und Resistenz gegen Mehltau, Braun- und Gelbrost.

Chromosomenpaare in *E. crassus* und *E. crassus* 8-8

	F ₃ Nr.	2n	Chromosomenpaare		Ansatz %			Multivalent Prozentsatz			Befallsgrad				Typ			
			× Tr.	× Agr.	F ₂	s	× T	s	× T	× A	Mehl.	Braun.	Gelbr.					
														o		1-2	3-4	o
II.	37/13	40-41	19	—	70-80	60-80	60	30-50	20	—	3	19	3	12	3	7	13	T!
I.	2	44	19-20	11-18	30-60	40-60	70	50-60	50-60	(50)	2	1	4	3	3	2	2	T
III.	1	46	—	10-12	30	50-70	75	10	—	—	1	1	4	3	2	3	4	T
IV.	30	46-48	18-19	—	30-40	60-90	40-70	10-40	10-20	—	1	1	9	2	9	4	1	T
V.	53	52	18-19	—	20	20-70	20-50	0	30-40	—	1	1	1	9	—	9	1	TA
VI.	11	54	18-19	11-12	7	(50)	20-60	10	10-40	20	0	2	—	—	—	8	1	(TA)
VII.	3	(50+)	17-18	13-15	10	10+30	40-60	20-40	30	50	2	2	—	—	—	4	1	A
VIII.	17	41	17-18	—	(0)	12-20	40	60	30	—	0	1	1	2	3	1	1	A
IX.	19	46	—	13-14	10	10	10	10-20	—	—	0	1	1	5	6	2	2	A
X.	25	48	15-16	—	2-20	10	10	30-50	10-50	—	0	7	—	—	4	7	—	A!
	TA 7	54	21-22	—	—	60-70	70-80	10	10	—	—							
	7	53	21	—	—	73	40-60	0	55	—	—							
	4a	52	21	—	—	77	80	0	10	—	—							
	10	54	20-21	—	—	60	10-20	18	20-65	—	—							
	2	42	20	8-9	—	70-75	70-75	10	10	0	—							
	1	42	19-20	—	—	70-80	70	10(17)	35	—	—							
	3	42	19-20	—	—	30-50	40	10	40	—	—							
	8	50	19-20	7-12	—	? 15-40	10-15	10	10	0	—							
	11	56	17	15-17	—	15-40	10	20	20	10	—							

Aus der ersten Kombination entstanden nur zwei Pflanzen (Tab. 5 Nr. 100 und 101), die in Wuchs und Ährentyp mehr an *Agropyrum* erinnerten als die *durum* *Agropyrum-vulgare*-Bastarde. Die Ergebnisse der Auszählung an Metaphasezellen der Meiosis sind in Tab. 5 angeführt. Es lassen sich jeweils die Werte vergleichen, die nach Abzug der 14 *Triticum durum*- bzw. der 7 *Secale*-Chromosomenpaare übrig bleiben, also bei Nr. 100 und 101 15—21 und bei 48/1 8—12 Paare. In Nr. 92/1 ist die Anzahl an Paaren deutlich erhöht gegenüber den Pflanzen der ersten und dritten Kombination, von denen Nr. 101 eine Ausnahme macht. Die Prozentsätze an Multivalenten bleiben in allen Kombinationen gleich. Es muß erwähnt werden, daß in einzelnen Fällen auch ein Chromosomenpaar von *Triticum durum* zusammen mit einem aus *Agropyrum* an Quadri- oder Trivalentbildung beteiligt sein kann.

Diskussion.

Eine Übernahme von Merkmalen der Art *Agropyrum* in die Art *Triticum* durch Bastardierung ist auf verschiedene Weise möglich:

1. durch direkten Austausch von Genen oder Chromosomenstücken,
2. durch Addition einzelner Chromosomen zum *Triticum*-Genom oder beider Genome zu einem amphidiploiden Bastard.

Austausch von Chromosomenstücken setzt voraus, daß Paarung und Chiasmenbildung stattgefunden hat, deren Intensität vor allem durch den Grad der Homologie der paarenden Chromosomen beeinflußt wird. Die Frage, inwieweit sich die Chromosomen der *Triti-*

ist die Anzahl der in F₁ beobachteten Paare sehr variabel, eine Streuung mit der Reichweite von 10 Bivalenten konnte auch an unserm Material bestätigt werden.

Diese zahlenmäßigen Schwankungen der Werte, je Pollenmutterzelle zeigen an, daß 1. die meisten Bindungen zwischen den Partnern sehr lose sind, daß also die Chiasmenzahl, die der vorzeitigen Trennung der Bivalente Widerstand entgegengesetzt, gering sein muß und 2. daß anscheinend auch Chromosomen konjugieren, die nur teilweise oder sehr wenig homolog sind. Es würden also außer den für die regelmäßige Bivalentbildung bevorzugten Chromosomen auch solche in den Genomen vorrätig sein, die nur gelegentlich Paarung eingehen. Es mag aber betont werden, daß vorläufig in keinem Fall genau bestimmt werden kann, ob diese zusätzliche Vereinigung zwischen den Chromosomen der *Triticum*- und *Agropyrum*-Genome oder aber innerhalb der Genome, die aus einem elterlichen Gameten stammen, vor sich geht, kurz allo- oder autosyndetisch ist.

Die in haploiden Weizen nachgewiesene Autosyndese zwischen den Chromosomen des 1n-Satzes ist nicht unbeträchtlich (Tab. 9). Es ist zu vermuten, daß auch innerhalb der Quecken ähnliche Verhältnisse anzutreffen sind, doch ist eine haploide Pflanze in dieser Art bisher noch nicht gefunden bzw. zytologisch untersucht worden. Einige Anhaltspunkte geben aber die Untersuchungsergebnisse an den Amphidiploid-Bastarden, in denen entweder ein *Triticum*- oder *Agropyrum*-Satz haploid vorhanden ist. Beim direkten Vergleich des Bindungsverhaltens der Genome beider

Tabelle 9. Chromosomenpaarungs-Verhältnisse in Haploiden im Vergleich zu den Amphidiploidbastarden. Anzahl der Pollenmutterzellen in Prozent. Chiasmenzahl errechnet aus der Anzahl der offenen und geschlossenen Bivalente (bzw. Multivalente).

	Summe PMZ	Chromosomenpaare je PMZ in %							Chiasmen je PMZ
		0	1	2	3	4	5	6	
<i>Tr. monococcum</i> KIHARA u. KATAYAMA 1932 SMITH 1946	500 2276	98,0 97,0	2,0 3,0						
<i>Tr. durum</i> KIHARA	?	84,8	13,9	11,2	0,1				
<i>Tr. vulgare</i> YAMASAKI 1935 YAMAMOTO 1936 KRISHNAWAMY 1939	? ? 710	47,7 86,1 59,3	37,1 10,5 20,3	2,4 1,8 14,3	2,4 0,1 5,3	0,4 0,3	 —	 0,3	 0,75
(<i>Tr. vulg.</i> × <i>Secale</i>) × <i>Secale</i>	200	19,5	29,5	27,0	20,0	4,0			1,84
(<i>Agr. int.</i> × <i>Tr. durum</i>) × <i>Tr. durum</i>	100 32	26,0 0	30,0 6,2	21,0 3,1	14,0 21,8	7,0 31,2	1,0 21,8	1,0 15,6	1,54 4,35
<i>Secale cereale</i> LEVAN 1942	1252 1304	44,5 91,1	42,9 9,1	8,2 0,2	7,2				0,68 0,09
<i>Antirrhinum majus</i> ERNST 1940	250	10,8	41,6	37,2	10,0	8,4			1,74

cum vulgare- und *Agropyrum intermedium*-Genome entsprechen und zu einem gegenseitigen Stückaustausch geeignet sind, ist von verschiedenen Untersuchern diskutiert worden (VAKAR 1935, 1936, 1937, PETO 1936). PETO ist der Ansicht, daß die beiden hexaploiden Arten insgesamt 7 Chromosomen, also ein ganzes Genom gemeinsam besäßen, wobei es vorläufig noch ungeklärt bleibt, welches der drei Genome von *Triticum vulgare*, A, B oder D, beteiligt ist. Allerdings

Arten liegen die Werte für autosyndetische Paarung genau im selben Bereich, der durch Hinzufügen des 3. Genoms von *Triticum* (Genom D in Nr. 92/1 Tab. 5) nur etwas vergrößert wird.

Es wäre also zunächst denkbar, daß die Homologien zahlenmäßig die gleichen wären, wenn nicht die Auszählung an Nr. 101 diese Behauptung in Frage stellen würde, dadurch, daß hier die Paarung wesentlich höher als in Nr. 100 liegt. Nur durch Wieder-

holung der Untersuchung auf breiterer Basis kann man zu einer gesicherten Feststellung kommen. Setzt man die Meiosispaarung der Bastarde mit isolierten Genomen in Parallele zu denen der reinen Haploiden, so zeigt sich gegenüber den Werten, die KRISHNAWAMY (1939) an *Triticum vulgare*-Haploiden ausgezählt hat, in den Amphidiploid-Bastarden ein merklich höherer Prozentsatz an Bivalenten. Es bleibt vorläufig ungeklärt, ob hier ein Einfluß der äußeren Umstände, Genmilieu oder allgemeine Paarungskräfte in den PMZ zur Wirkung kommen oder andere Ursachen von Bedeutung sind. Außerdem brachte dies Material den Hinweis darauf, daß Paarung zwischen Chromosomen von *Agropyrum* mit denen des A- oder B-Genoms von *Triticum* möglich ist: In Nr. 100 2PMZ mit $13^{II} + 1^{III}$ oder $12^{II} + 1^{IV}$, also einem Trivalent aus 2 *Triticum*- und einem *Agropyrum*-Chromosom, einem Quadrivalent auf 2 *Triticum*- und 2 *Agropyrum*-Chromosomen.

Wird also in den extremen Fällen wie hier in der Meiosis Haploider und in den F₁-Bastarden aus nur entfernt verwandten Arten Autosyndese festgestellt, so muß man sich klar darüber sein, daß in beiden Fällen die Anzahl völlig nicht homologer Chromosomen überwiegt und ein solches Verhalten unter Umständen nur begünstigt. Diese Vermutung wird von KIHARA und LILIENFELD 1932 geäußert, die bei der Bastardierung zwischen *Aegilops ovata* mit 2n, 4n, 6n Weizen eine relativ hohe Zahl an Bi- und Multivalenten auf bevorzugte Autosyndese zurückführen. Für alle anderen Fälle jedoch, in denen die Anzahl der normal paarenden Chromosomen das Übergewicht hat, kann angenommen werden, daß die nicht oder nur wenig homologen auch an der Paarung und zumindest an der Chiasmenbildung selten beteiligt sind.

Unter diesem Gesichtspunkt muß auch die Untersuchung der Testbastarde mit *Triticum vulgare* betrachtet werden, daß nämlich auch hier nur die mit *vulgare* homologen Chromosomen oder Chromosomenstücke des Bastards zu Paaren mit den reinen *vulgare*-Chromosomen des Einkreuzungselters sich vereinigen. Bisher sind diese Ergebnisse nur quantitativ auszuwerten, zu einer Identifizierung bestimmter einzelner Chromosomen (oder Genome) ist die Kenntnis der Chromosomenmorphologie bei *Triticum* und *Agropyrum* noch zu ungenügend und außerdem durch große 2n-Zahl und Einförmigkeit erschwert (CAMARA 1943, BHATIA 1938, KRISHNAWAMY 1938).

Nur in einem Fall, in dem ein TA-Bastard sowohl mit *Triticum vulgare* wie mit *Triticum durum* rückgekreuzt war, kann ein Hinweis gegeben sein, daß das A- und B-Genom vorwiegend, das D-Genom in geringerem Umfang zum Chromosomenbestand dieser TA-Familie gehören (Tab. 5 und 6 TA 3).

Während demnach die mehr oder weniger vollständige Anzahl an 21 Bivalenten die Menge der im Bastard überhaupt vorhandenen *vulgare*-Chromosomen anzeigt, werden durch Multivalentbildung Veränderungen an den ursprünglichen Chromosomen deutlich, die auf verschiedenen Ursachen beruhen können.

Es wäre erstens denkbar, daß die als Kreuzungs- und Rückkreuzungselter benutzten Sorten heterozygot in bezug auf die Chromosomenstruktur sind, so wie THOMPSON und ROBERTSON 1930, HOLLINGSHEAD 1932, POWERS 1932 und LOVE 1941 in einigen von ihnen untersuchten hexaploiden Linien beobachten konnten.

Wieweit diese Annahme für das von uns verwendete Weizenmaterial zutrifft, ist nachträglich schwer festzustellen.

Viel eher können innerhalb der *Agropyrum*-Herkünfte Strukturdifferenzen erwartet werden, da die Ergebnisse der Fertilitätsberechnungen an Inzuchtmaterial mit entsprechenden Untersuchungen an Roggen in Parallele zu setzen sind: MÜNTZING und PRAKKE 1941 konnten nämlich beim Roggen auch in frei abgeblühten Populationen Chromosomenstückveränderungen finden.

Näherliegend ist jedoch anzunehmen, daß die *vulgare*-Chromosomen beim Durchgang durch die Meiosis in der *Triticum* × *Agropyrum*-F₁ qualitative und quantitative Veränderungen erleiden können, die dann stärker in Erscheinung treten als die etwaigen feineren Differenzen zwischen zwei Kultursorten.

Die zytologische Analyse der F₁ erschöpft sich zunächst darin, daß die Intensität der Paarung der Chromosomen festgestellt wird, die Verteilung der Univalente auf die Tochterzellen häufig zur Degeneration von Tetraden und Pollen führen kann, im übrigen aber eine Vorstellung über die n-Zahl der Gameten gibt. Die genetische Zusammensetzung der lebensfähigen Gameten aus den Elementen der Eltern ist dagegen erst aus der chromosomalen Konstitution der F'₂ zu ersehen.

Die grundsätzlichen Meiosisvorgänge müssen theoretisch in diesen F₁ in Pollen- und Eimutterzellen die gleichen sein. Letztere sind zytologisch bisher nie untersucht worden. Wieweit später aber bestimmte Eizellen durch den Pollen des Rückkreuzungselters bevorzugt werden können, bleibt vorläufig unklar, vor allem, weil das F'₂-Material noch zu klein ist.

An Hand der zytologischen Untersuchungen lassen sich Pflanzen aus unreduzierten von denen aus reduzierten Eizellen unterscheiden, wie von KHRZNJAK 1936, PETO 1936 und THOMPSON und GRAFUS 1950 schon dargestellt wurde. Theoretisch müßten die F'₂-Pflanzen aus unreduzierten F₁-Gameten die Chromosomenzahl 2n = 63 mit 21 Bivalenten aus *Triticum vulgare*-Chromosomen enthalten, also

21 *Triticum* + 21 *Agropyrum*.

21 *Triticum*.

Tatsächlich ist aber die Bivalentzahl in allen Pflanzen ab 2n = 59 in gleicher Weise erhöht, wie in den Rückkreuzungsbastarden an Amphidiploiden mit

14 *Triticum durum* + 21 *Agropyrum*

14 *Triticum durum*

und kann daher aus demselben Grund auf Autosyndese zwischen den zahlreichen *Agropyrum*-Chromosomen zurückzuführen sein. Es ist nicht zu entscheiden, ob auch die Pflanzen mit den Chromosomenzahlen 2n = 59, 60, 61 (62) aus unreduzierten Gameten entstanden sind und auf irgend eine Weise 1–4 Chromosomen eingebüßt haben. Die wiederholte Rückkreuzung mit *vulgare* zeigt in der Meiosis der F''₃-Pflanzen zwar durchschnittlich 21 Bivalente und relativ wenig Multivalente, doch könnte dieses auch bei günstiger Verteilung aller Chromosomen in die Eizelle der Fall gewesen sein. Immerhin lassen die relativ normalen Paarungsverhältnisse in F''₃ vermuten, daß das *vulgare*-Genom hier noch vollständig und unverändert geblieben ist. Ausgehend von unreduzierten Gameten ist in den Folgegenerationen eine Stabilisierung möglich, im Sinne der Vermehrungs- und Verminderungsgruppe nach

MATSUMUURAS Untersuchungen an pentaploiden *Triticum*-Bastarden (KIHARA und MATSUMUURA 1940). Die zusätzlich zu einem ursprünglichen Genombestand vorhandenen Univalente werden nach Zufall verteilt und bleiben erhalten, wenn sie sich zu Paaren disom ausgleichen. Unter allen älteren Bastarden mag in der Gruppe TA 7 dieser Fall am klarsten verwirklicht sein: $2n = 54 \text{ } 21^{\text{II}}$ *Triticum vulgare* + $4-6^{\text{II}}$ *Agropyrum* (Tab. 6 Nr. K127—K128).

Komplizierter sind dagegen die Verhältnisse bei den Bastarden, die auf Fr-Gameten zurückgehen, welche die Meiosis durchlaufen haben. In F'2 besitzen sie zunächst alle nicht mehr die vollständige Zahl an *Triticum vulgare*-Chromosomen, so daß in jedem Fall weniger als 21 Bivalente gebildet werden, durchschnittlich $13-20^{\text{II}}$, also

weniger als 21 *Triticum* + weniger als 21 *Agropyrum*
weniger als 21 *Triticum* + restliche *Triticum*.

Der Anteil an *Triticum*- und *Agropyrum*-Chromosomen, die an der Zusammensetzung der untersuchten F'2-Pflanzen beteiligt sind, schwankt je zwischen 10 und 20 Chromosomen, die Elemente der beiden Eltern sind anscheinend nicht gleichmäßig, sondern nach Zufall verteilt worden (Tab. 2):

$2n = 44$	15	Tr.	+	8	Agr.	+	21	Tr.	aus Rückkrzgs.-elter
$2n = 45$	14	„	+	10	„	+	21	„	„
$2n = 49$	13	„	+	15	„	+	21	„	„
$2n = 53$	19	„	+	13	„	+	21	„	„
$2n = 55$	20	„	+	14	„	+	21	„	„

Ferner muß aber berücksichtigt werden, daß ein Teil der Chromosomen in Fr miteinander gepaart haben, die der Länge nach nicht homolog waren und zwar sowohl T mit A, wie T mit T und A mit A. Der durch Chiasmenbildung erfolgte Stückaustausch kann dann im einfachsten Fall zu einer reziproken Translokation führen, sonst aber auch zu Stückverlust oder -vervielfachung (z.B. Defizienzen, Fragmente ohne Spindelansatz oder Chromosomen mit zwei Spindelansatzpunkten, DARLINGTON 1937, UPCOTT 1937). Neben den ursprünglichen sind dann also in den Gameten auch veränderte Chromosomen enthalten.

Fr Gamet mit weniger als 21 reinen *Triticum*
+ weniger als 21 reinen *Agropyrum*
+ weniger als 21 veränderte *Triticum*
+ weniger als 21 veränderte *Agropyrum*
F'2 *Triticum vulgare* Gamet mit 21 reinen *Triticum*.

Der Nachweis dieser Austausch- oder Defizienzchromosomen in der Meiosis der F'2 ist nur bedingt möglich, da nicht alle defekten Chromosomen bei der Paarung mit normalen zytologisch erkennbare Differenzen zum normalen Paarungsverhalten zeigen:

Z. B. Paarung reine Tr. + normal Tr.
= Bivalent, meist geschlossen,
Austausch Tr./Agr. + normal Tr.
= Bivalent, offen, z. T. heteromorph,
Austausch Tr./Tr. + normal Tr.
= Trivalent,
Defizienz oder Duplikation Tr. + normal Tr.
= Bivalent offen?

Es ist sehr wahrscheinlich, daß an den Multivalenten in F'2 vorwiegend Austauschchromosomen beteiligt sind, da ein Fr-Gamet kaum noch Chromosomen mit gegenseitigen Homologiebeziehungen enthält. In Fr wird die Paarung zwischen teilweise Homologen restlos ausgenutzt sein (Autosyndese), die eine geregelte

Trennung der daran beteiligten Partner zur Folge hat. Andere Strukturveränderungen, die sich in heteromorphen Bivalenten, Größenunterschieden zwischen den Univalenten, Verzögerung und Brückenbildung bei der Chromatidtrennung, durch Inversion hervorgerufen, anzeigen, entziehen sich der Beobachtung leicht und sind darum zahlenmäßig nur unsicher zu erfassen.

Mit Vorsicht kann man auf die chromosomale Konstitution der F'2 bzw. der Fr-Gameten aus dem Paarungsverhalten in F'3 schließen.

F'2 $2n = 55$ 20 Tr. + 14 Agr. (unter den 20 Tr.
mindestens ein verändertes Chromosom)
F'2 Gamet 18—19 Tr. + 8—11 Agr.?
(1—2 Tr. verändert)

F'3 $2n = 49$ Tr. Gamet 18—19 Tr. + Rest 2—3 Tr.

Ganz allgemein muß angenommen werden, daß in jedem in F'2 enthaltenen Fr-Gameten

1. der größere Anteil aus ursprünglichen, unveränderten *Triticum vulgare*-Chromosomen besteht,
2. daß umgebaute Chromosomen in der Minderzahl sind,

3. daß Gameten, die durch Aberrationen in den Zellteilungen behindert sind, auch in der Gonenkonkurrenz benachteiligt sein müssen.

Bei unbeeinflusster, freier Kombination der Gameten einer F'2-Pflanze muß also allen F'3-Zygoten der Grundbestand an *Triticum vulgare*-Chromosomen, die in der Meiosis der F'2 gepaart haben, gemeinsam sein, während die willkürlich auf die Gameten verteilten Univalente eine Unzahl an Kombinationsmöglichkeiten verursachen können.

So würde die F'2-Pflanze, deren Nachkommen bisher untersucht wurden, folgende Gametenzusammensetzung haben (Tab. 2 49,77):

F'2 Gamet = 19 Tr. Chromos. + 0—2 Tr. aus dem Rückkreuzungselter
+ 0—13 Agr., also
Höchstzahl $n = 19 + 2 + 13 = 34$
Mindestzahl $n = 19 = 19$

F'3 Zygote Höchstzahl $2n = (19) \times 2 + (2 + 13) \times 2 = 68$
Mindestzahl $2n = (19) \times 2 = 38$

Bei zufälliger Verteilung der 18 Univalente auf die Tochterzellen könnten also F'3-Pflanzen mit 2n-Zahlen von 38—74 in bestimmten Häufigkeiten erwartet werden:

$2n = 38-45$ theoret. = 13,87% gefunden = 24,6%
 $2n = 46-50$ „ = 20,98% „ = 45,1%
 $2n = 51-55$ „ = 22,56% „ = 24,6%
 $2n = 56-68$ „ = 46,34% „ = 0

Die gefundenen Werte an 2n-Zahlen entsprechen nicht den theoretischen Erwartungen, sondern es sind deutlich die mittleren und niederen Zahlen gegenüber den höheren bevorzugt. Das könnte etwa bedeuten, daß Pollen und Eizellen verschiedenchromosomig sind, wie es NYGREN 1948 für die Bastarde aus *Calamagrostis arundinacea* × *Epigaios* festgestellt hat. (Pflanzen aus unreduzierten Eizellen, wie sie NYGREN in seinem Material fand, sind nicht unter den von uns untersuchten F'3-Pflanzen.) Wahrscheinlicher ist jedoch, daß die 2n-Zahlen beider Gametensorten innerhalb desselben Bereichs variieren und daß Gameten mit mittleren und niederen Zahlen im Vorteil sind. Diese Annahme wird bestätigt durch die Bivalentwerte der F'3, die fast in allen Pflanzen erhöht sind gegenüber denen der F'2-Mutterpflanze. Zusätzlich zu den 19 *Triticum*-Chromosomen sind also einige neue Paare aus zufälligem

Zusammentreffen von homologen Chromosomen aus Ei- und Pollenzelle entstanden. Daß es sich dabei außer um *Agropyrum*- auch gelegentlich um *Triticum*-Chromosomen handeln kann, wird durch Analyse der Test Fr (F'4) nachgewiesen.

Es tritt also in der zweiten Generation eine einschneidende zahlenmäßige Abregulierung des Chromosomenbestandes der Bastarde ein und zwar durch Elimination bestimmter Gameten in der Haplophase oder Gametenkombinationen in der Zygote, nämlich derjenigen mit sehr großen Chromosomenzahlen, unabhängig von der Qualität dieser Chromosomen. Denn wie sich an den Pflanzen der F'3-Gruppe sowohl zytologisch wie morphologisch zeigt, scheinen auch stark veränderte Chromosomen die Meiosis der F'2 passiert und die Funktionsfähigkeit der F'2-Gameten nicht beeinträchtigt zu haben.

In mehr als der Hälfte aller Pflanzen in F'3 werden in der Meiosis Multivalente gebildet (die Zahl der Pflanzen mit zytologisch nicht erfaßten chromosomalen Defekten mag noch größer sein). Da die meisten dieser Pflanzen aber stark in der Fertilität gestört sind, fallen sie, und damit die veränderten Chromosomen, für die Bildung weiterer Nachkommenschaft aus. Vergleicht man in verschiedenen Generationen die Anzahl der Pflanzen mit Multivalenten miteinander, so wird ganz deutlich, daß bei der Auslese ab F'3 Gameten mit aberranten Chromosomen benachteiligt zu sein scheinen.

Prozentsatz an Pflanzen mit Multivalenten F'2 42,8%
F'3 56,2%
F'4 19,0%
F'x 2,5%

Werden die Bastarde mit einem der Eltern rückgekreuzt, so kann Selektion der Eizellen durch den Pollen stattfinden. Besonders für die Rückkreuzungsbastarde der F'3-Pflanzen mit *Agropyrum*, die sich in jedem Fall durch niedrige 2n-Zahlen gegenüber den entsprechenden Test Fr-Bastarden mit *Triticum vulgare* auszeichnen, kann eine Bevorzugung bestimmter, niedrigchromosomiger Eizellen angenommen werden. Da der Anteil an *Agropyrum* oder mit *Agropyrum* paarenden Chromosomen meist hoch ist, wäre es denkbar, daß diese Eizellen nur eine Mindestzahl an *Triticum*-Elementen enthalten. An der Zusammensetzung der Testbastarde mit *Triticum vulgare* sind wahrscheinlich ohne Unterschied die gleichen F'3-Gameten beteiligt wie an den Pflanzen aus Selbstung. Doch ist ein Fall interessant, in dem bei reziproker Kreuzung möglicherweise Pollen und Eizellen des Bastards verschieden reagiert haben (Pollen wenig — Eizelle höherchromosomig: Tab. 4 Gruppe IV).

Wieweit geben nun die Testrückkreuzungen einen Einblick in die chromosomale Konstitution der F'3-Pflanzen und ihrer Nachkommen?

1. Wenn man wieder von der Voraussetzung ausgeht, daß die *vulgare*-Chromosomen des Rückkreuzungselters nur mit homologen Chromosomen oder Chromosomenstücken paaren, so kann ganz allgemeingültig für alle untersuchten Gruppen ein Grundbestand an 18—19 *Triticum*-Chromosomen festgestellt werden, der sich sehr wahrscheinlich aus denselben Chromosomen zusammensetzt, wie der der F'2- und F'3-Pflanzen. Nur in zwei Gruppen ist diese Zahl um 1—2 Chromosomen erniedrigt, und in zwei Pflanzen aus einer der beiden Gruppen um 1—2 erhöht (Tab. 4 IX und X). Wenn es sich im letzteren

Fall um eine Ergänzung des *Triticum vulgare*-Chromosomen-Bestandes handeln sollte, verdient diese Aufregulierung besondere Beachtung. Doch bleibt fraglich, woher die fehlenden *Triticum vulgare*-Chromosomen stammen, da sie in der F'3-Mutterpflanze nicht vorhanden gewesen sein können, wie aus der Übereinstimmung der Paarungszahlen in sämtlichen anderen Test Fr-Gruppen erklärt werden kann.

2. In einigen, und gerade den bestfertilen Gruppen, ist die Bivalentzahl der Selbstungsnachkommenschaft gegenüber der der Mutter um 1—3 Paare vermehrt. Es muß sich also in diesen Gruppen um eine Addition von Homologen handeln, die sehr wahrscheinlich eher reine *Agropyrum*- als *Triticum vulgare*-Chromosomen sind. Eine klare Identifizierung ist auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht möglich, doch gilt das gleiche Argument wie oben. Die Ausprägung ist allerdings in den ersten drei Gruppen sehr schwach, welches aber auch bedingt sein kann durch die zahlenmäßige Überlegenheit der *Triticum*-Elemente.

Wesentlich ist jedoch die gute Fertilität in diesen Gruppen, die sich daraus erklärt, daß mit zunehmender Paarung aller vorhandenen Chromosomen eine Abnahme der Univalentenzahl verbunden ist und damit eine der wichtigsten Ursachen der Meiosisstörung beseitigt ist. Nicht immer steht aber vollständige Paarung und gute Fertilität in Beziehung, es gibt einzelne völlig sterile Zwergpflanzen in dieser F'4 mit durchaus normalem Meiosisverhalten. Hier müssen noch andere, grob zytologisch nicht erkennbare Faktoren eine Rolle spielen.

So kann der Vorgang erklärt werden, durch den eine Ordnung in das mannigfaltige Chromosomengemisch der F'2- und F'3-Pflanzen gebracht wird und allmählich zu einer gewissen Ausgeglichenheit der neuen Genome führen kann.

3. Sehr viel weniger übersichtlich und nur mit Vorbehalt zu interpretieren sind die Komplikationen, die sich durch die, in ihrer Struktur veränderten Chromosomen ergeben. Theoretisch können in der Meiosis jeder Generation ab Fr neue Stückverlagerungen stattfinden. Diese müßten in den Test Fr mit *Triticum vulgare* und *Agropyrum* im einfachsten Fall folgendermaßen zu erkennen sein (Tab. 10).

Die Konjugation mehrerer Chromosomen wird bedingt von der Zahl der homologen Stücke im Gesamtchromosomenbestand, von der Größe dieser Stücke und der Art ihrer Verteilung auf verschiedene Chromosomen. Denn je größer die homologen Strecken sind, desto eher werden sie zur Paarung kommen, bei der wiederum nur durch Chiasmenbildung eine höhere Verkettung zu Tri- oder Quadrivalenten garantiert wird. Bei schwächerer Affinität bleiben die Chromosomen von Anfang an isoliert oder die zuerst gebildeten Verbände fallen schon vor der Metaphase wieder auseinander; IV → III + I, III → II + I, II → I + I. An der exakt zu bestimmenden Chromosomensubstanzvermehrung bei Tri- und Tetrasomen zeigt der Prozentsatz an Multivalenten, daß ein „Nichtpaaren“ auch völlig homologer Partner keine Ausnahme bedeutet.

Weizen SMITH S. G.

u. a. 1949 2n + 1 59% der PMZ mit III

2n + 2 26% „ „ „ III + IV

Gerste SMITH L. 1941 2n + 1 56% „ „ „ III

Roggen MÜNTZING u.

P. 1941 2n + 1 50% „ „ „ III

Wieviel leichter wird es darum zu einem Paarungs- bzw. Chiasmenausfall kommen zwischen Partnern, deren Homologiebeziehungen wesentlich begrenzter sind. Das gilt besonders für Translokationschromosomen, bei denen unter Umständen nur relativ sehr kleine Teile vertauscht sein können. Für die genaue Analyse der Test F₁ wirkt außerdem erschwerend, daß in jeder der getesteten F'₃-Pflanzen nicht nur ein, sondern

Doch ist der Bestand noch nicht soweit ausbalanciert, daß volle Fertilität und damit Konstanz erreicht wäre.

2. (TA 1, 2, 3) Trotz der 2n-Zahl, die der von *Triticum vulgare* entspricht, 2n = 42, scheint die Zusammensetzung des Genomes doch anders. In TA 1 und 3 gibt es anscheinend mehrere Austauschchromosomen unter den *Triticum*-Chromosomen (Ringbildung), die in TA 3 zum A- oder B-Genom gehören können. Auf-

Tabelle 10. Theoretische Möglichkeiten der Ausprägung translozierter Chromosomen in der Meiosis von Testbastarden (Biv. h = heteromorphes Bivalent)

Gamet	Test F ₁ mit <i>Tr. vulg.</i>	Test F ₁ mit <i>Agrop.</i>	Selbstung
2 Homologe, normal <i>Tr.</i> + <i>Tr.</i> <i>Agv.</i> + <i>Agv.</i>	Triv. T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₁ Biv. A ₁ -A ₁ A ₁ -A ₁	Biv. T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₁ Triv. A ₁ -A ₁ A ₁ -A ₁ A ₁ -A ₁	Biv. Biv.
1 Translokationschromosom <i>Tr.</i> / <i>Tr.</i> <i>Agv.</i> / <i>Agv.</i> <i>Tr.</i> / <i>Agv.</i>	Triv. T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₂ T ₂ -T ₂ Uni. A ₁ -A ₂ Biv. h T-T T-A	Uni. T ₁ -T ₂ Triv. A ₁ -A ₁ A ₁ -A ₂ A ₂ -A ₂ Biv. h A-A A-T	Biv. Biv. Biv.
2 Translokationschr. gleich <i>Tr.</i> / <i>Tr.</i> + <i>Tr.</i> / <i>Tr.</i> <i>Agv.</i> / <i>Agv.</i> + <i>Agv.</i> / <i>Agv.</i> <i>Tr.</i> / <i>Agv.</i> + <i>Tr.</i> / <i>Agv.</i>	Quadri. T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₂ Ring T ₁ -T ₂ T ₂ -T ₂ Biv. A ₁ -A ₂ A ₂ -A ₁ Triv. A-T T-T T-A	Biv. T ₁ -T ₂ T ₂ -T ₁ Quadri. A ₁ -A ₁ A ₁ -A ₂ Ring A ₁ -A ₂ A ₂ -A ₂ Triv. T-A A-A A-T	Biv. Biv. Biv.
2 Translokationschr. verschied. <i>Tr.</i> / <i>Tr.</i> + <i>Tr.</i> / <i>Tr.</i> <i>Agv.</i> / <i>Agv.</i> + <i>Agv.</i> / <i>Agv.</i> <i>Tr.</i> / <i>Agv.</i> + <i>Tr.</i> / <i>Agv.</i>	2 Triv. T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₂ T ₂ -T ₂ T ₁ -T ₁ T ₁ -T ₃ T ₃ -T ₃ Biv. h A ₂ -A ₁ A ₁ -A ₃ Triv. A ₁ -T ₁ T ₁ -T ₁ T ₁ -A ₂	Biv. h T ₂ -T ₁ T ₁ -T ₃ 2 Triv. oder Fünf-Kette 2 Biv. h A ₁ -A ₁ A ₁ -T ₁ A ₂ -A ₂ A ₂ -T ₁	Biv. Biv. Biv.

mehrere Chromosomen gegenüber denen des Testeltern verändert sind, deren Wirkung auf die Chromosomenpaarung sich überschneiden oder summieren. In einem einzigen Fall mag jedoch eine Translokation zwischen *Triticum*- und *Agropyrum*-Chromosomen vorhanden sein, Tab. 4 I, nach der gleichmäßig hohen Trivalentzahl in Selbstung und beiden Test F₁ zu schließen.

So muß man sich zunächst mit der allgemeinen Feststellung begnügen, daß qualitative Veränderungen in dem aus F'₂ stammenden *Triticum*-Chromosomensatz von n = 18—19 wohl nachzuweisen sind, nicht aber welche und wieviel Chromosomen davon betroffen sind.

Wenn man die Entwicklung der Bastarde bis zur beginnenden Differenzierung bestimmter Typen in F'₄ verfolgt hat, bleibt noch die Frage nach der endgültigen Stabilisierung bestimmter Genomzusammensetzungen zu klären. Die von uns untersuchten Bastarde aus älteren, z.T. konstanten Familien geben dazu folgende Anhaltspunkte:

1. 2n mehr als 50 *Tr.*-Genome nicht vollständig,
2. 2n = 42 *Tr.*-Genome nicht vollständig aber z.T. nicht verändert,
3. 2n mehr als 50 *Tr.*-Genome vollständig und z.T. nicht verändert.

1. (TA 8 und 11) Durch Test F₁ wird rein zahlenmäßig nachgewiesen, daß nur 18—20 *Triticum*-Chromosomen vorhanden sind. Der restliche, relativ hohe *Agropyrum*-Anteil am Chromosomensatz (2n-Zahl!), zum großen Teil zu Bivalenten ausgeglichen, wirkt sich auch im Habitus der Pflanzen aus. Hohe Multivalentzahl und teilweise heteromorphe Bivalente deuten darauf hin, daß eventuell Austauschchromosomen unter den *Triticum*-Chromosomen vorhanden sein können.

fällig ist in TA 1 ein kleines Chromosom, das in Test F₁ mit einem Bivalent paart. Es kann sich dabei um ein Reststück eines *Triticum*-Chromosoms von ursprünglich normaler Länge handeln.

Für die TA 2-Gruppe kann mit Hilfe der beiden Test F₁ (*Triticum* und *Agropyrum*) folgende Genomzusammensetzung denkbar sein:

18 *Tr.* + 1 gelegentlich mit *Tr.* paarend + 2 kleinere nicht *Tr.*
18 *Tr.* + 1 gelegentlich mit *Tr.* paarend + 2 kleinere nicht *Tr.*

Also zu 18—19 *Triticum*-Chromosomen sind addiert 2—3 kleinere, nicht mit *Triticum* homologe, wahrscheinlich *Agropyrum*-Chromosome, die an Substanz verloren haben, in Normalpflanzen 2—3 kleine Bivalente. Sonstige Strukturveränderungen sind nur geringfügig, da auch kaum Multivalente gebildet werden. Im ganzen stellt diese Gruppe einen für die Weizen-Queckenbastarde sehr typischen Endzustand dar.

3. (TA 10, 4 und 7) Die Pflanzen der Gruppe TA 10 enthalten wohl sämtliche 21 *Triticum*-Chromosomen, die aber in sich stark verändert sind, wie an Hand der Quadrivalent-Ringkonfigurationen und der heteromorphen Bivalente in Test F₁ nachgewiesen werden kann. Auch zeigt die Kleinheit einiger der zusätzlichen Chromosomen an, daß diese Substanzverlust erlitten haben. Doch ist diese Gruppe noch nicht konstant, wie schlechte Fertilität und Aberration in Chromosomenzahl unter den Nachkommen zeigen.

Eine entsprechende zahlenmäßige Chromosomenzusammensetzung wie in TA 10 findet sich in einer Gruppe aus TA 7: auch hier sind alle *Triticum*-Chromosomen vorhanden, doch mit wesentlichen Stückveränderungen. Auch unter den zusätzlichen Chromo-

somen gibt es einige sehr kleine, die an Länge eingebüßt haben.

Doch in einer anderen Familie aus TA 7 ist die Genomzusammensetzung eindeutig: 21 anscheinend nicht veränderte *Triticum*-Chromosomen bilden den Grundbestand, zu denen 6 normale *Agropyrum*-Chromosomen disom addiert sind. Die Paarung aller Chromosomen ist vollkommen, wenn auch noch häufig 2 oder 4 Univalente gesehen werden. Im Gegensatz zu anderen Gruppen fehlen Multivalente fast ganz. In den aus der Test F₁ hervorgegangenen F₂-Pflanzen bilden die 21 *Triticum*-Chromosomen den Hauptanteil. Morphologisch dominieren die Merkmale von *Triticum vulgare*, während in der zytologisch ähnlichen Gruppe TA 4 von der Zusammensetzung 21 *Triticum vulgare* + 4 *Agropyrum* die *Agropyrum*-Chromosomen sich in markanten Merkmalen ausprägen. Außerdem finden sich in TA 4 Chromosomen mit Substanzverlust eventuell sogar eines der mit *Triticum* paarenden:

$$(20 \text{ Triticum} + 1 \text{ kl. Triticum} + 3 \text{ Agropyrum} + 1 \text{ kl. Agropyrum}) \times 2.$$

Die genetische und morphologische Konstanz, die sich in einigen Familien der älteren Bastarde entwickelt hat, beruht also vor allem auf der Ausgeglichenheit der Bastardgenome, unabhängig von der zahlenmäßigen Zusammensetzung aus *Triticum*- und *Agropyrum*-Elementen.

Diese kann besonders dadurch verursacht sein, daß die meisten Chromosomen bivalent paaren. Veränderungen durch Stückverlust oder -Verlagerung beeinträchtigen die Paarungsverhältnisse nicht, wenn sie homozygot ausgeglichen sind, der Prozentsatz an Multivalenten ist relativ klein. Damit ist ein geregelter Ablauf der Gametenbildung gewährleistet.

Doch wird die Konstanz auch noch von Faktoren abhängig sein, die nicht so einfach zu erfassen sind und zu deren Aufklärung es noch weiterer Untersuchungen bedarf. Die Tatsache nämlich, daß auch in großen, einheitlichen Bastardbeständen immer wieder morphologisch und zytologisch abweichende Pflanzen vorkommen und daß manche Nachkommenschaften aus einheitlichen Gruppen direkt zu einer Auflösung in lauter verschiedene Pflanzentypen neigen, weist darauf hin, daß das Gleichgewicht innerhalb der Genome entweder noch nicht erreicht oder nachträglich wieder gestört worden ist.

Natürlich muß man berücksichtigen, daß spontane Einstäubung und Befruchtung durch fremden Pollen möglich ist, begünstigt durch die Blühweise einiger Bastarde. Doch zeigt der Vergleich zwischen getrennt aufgezogenen Nachkommen aus freiem Abblühen und Isolierung von Einzelpflanzen, daß zwischen beiden in der Art und Anzahl der Abweicher keine Differenzen bestehen. Bei Fremdbestäubung würden als Pollenspender die benachbarten Weizen-Queckenbastarde eher in Frage kommen, als der Weizen (der in Randstreifen und Trennparzellen die Beete der Bastarde umgibt), weil letzterer ja im Gegensatz zu den TA-Bastarden selten frei ausstäubt, und dann nur kleine Pollenmengen entläßt. Es bleibt dann aber fraglich, warum unter den Nachkommen einer Pflanze gelegentlich zwei oder mehr verschiedene Typen an abweichenden Pflanzen auftreten. Sie müßten entweder durch Einstäubung zweier verschiedener Pollensorten in die Ähre der Mutterpflanze oder durch stark heterozygote

Eltern entstanden sein. Außerdem ist in allen bisher untersuchten aberranten Pflanzen die Chromosomenzahl gegenüber der der Mutter abreguliert, trotzdem bei spontaner Kreuzung mit anderen Bastarden auch eine Vermehrung der Zahl zu erwarten wäre.

Doch lassen sich diese Erscheinungen auch befriedigend erklären durch Vorgänge innerhalb der Pflanzen selbst, ohne Beeinflussung durch Kombination mit fremden Gameten. Alle Untersuchungsergebnisse an entsprechenden Additionsbastarden zeigen, daß noch in späteren Generationen eine Regulierung stattfinden kann (KATTERMANN 1937, 1939, O'MARA 1940, 1950, HIORTH 1943, HÅKANSSON 1945).

Es besteht ganz sicher die Tendenz, den bestmöglichen Gleichgewichtszustand zwischen allen beteiligten Chromosomen herzustellen und alle nur lose angefügten und hemmenden Elemente zu beseitigen.

Chromosomen- oder Stückverlust konnte in vielen Fällen einwandfrei nachgewiesen werden. Schon in den jüngeren Generationen wurde die Elimination der *Agropyrum*-Univalente festgestellt, und auch die besonders kleinen Chromosomen in Pflanzen aus verschiedenen älteren Familien dürften durch Defizienzen verursacht sein. Da bei den meisten Abweichern, unabhängig von der Zugehörigkeit zu einer bestimmten TA-Gruppe, die Änderung in Richtung *Triticum vulgare* geht, kann angenommen werden, daß besonders die *Agropyrum*-Chromosomen von der Ausmerzung betroffen sind. Dadurch ist eine Freilegung der *Triticum vulgare*-Genome im Laufe der weiteren Entwicklung möglich, unter gleichzeitiger Reduktion charakteristischer *Agropyrum*-Eigenschaften. Je nach der Vollständigkeit der *Triticum*-Genome können dann normale *Triticum vulgare*-Formen wieder herauspalten oder 2n — x Pflanzen, die Mono- oder Nullisomen entsprechen (SEARS 1941). Vorläufig ist aber noch nicht zu entscheiden, ob diese Regulierungen kontinuierlich in jeder Generation ablaufen und sich der Beobachtung dadurch entziehen, daß die davon betroffenen Chromosomen für die Ausprägung morphologischer Merkmale wenig Bedeutung haben, oder ob es sich um einzelne, sprungweise Vorgänge handelt. Es wird in jeder Nachkommenschaft der verschiedenen Abstammungen eine andere Entwicklungszeit, also Anzahl an Generationen, dauern bis zu einem endgültig stabilisierten Zustand. Einige der Familien aus unserem Weizen-Queckenmaterial haben dieses Stadium bereits erreicht.

Nachdem nun ausführlich an Hand der Untersuchungsergebnisse dargestellt ist, in welcher Weise sich *Agropyrum*- und *Triticum*-Chromosomen zu neuen Bastardgenomen zusammensetzen können, bleibt noch kurz zu erörtern, wie sich einzelne *Agropyrum*-Merkmale gegenüber den *Triticum*-Eigenschaften behaupten und ob diese eventuell durch solche aus *Agropyrum* zu ersetzen sind. Es ist nicht immer ganz einfach, in den Generationen ab F₃ einzelne *Agropyrum*-Eigenschaften nachzuweisen, da hier besonders die Morphologie der Ähren und Spelzen in den Bereich der Variationsbreite der Weizensorten gerät. Die eindeutigsten Charakteristika bleiben daher das Perennieren und die Resistenz gegen Mehltau und Rost. Das Perennieren geht aber schon in unserem Material in F₃ verloren. Da anzunehmen ist, daß die Anlagen für diese Merkmale auf verschiedenen Chromosomen liegen (wahrscheinlich auch für Resistenz gegen Mehltau

und Braunrost, da beide getrennt weitergegeben werden), bleibt es dem Zufall überlassen, ob und welche der Chromosomen bzw. der Gene in den *Triticum*-Chromosomensatz eingefügt werden. So kann z.B. beim Vergleich von TA 4 mit der Familie aus TA 7 eines der 4 addierten Chromosomen Gene enthalten, die in der TA 7-Familie fehlen. Dafür sind in TA 7 in einer Gruppe mit $2n = 54$ aus 21 *Triticum* + 6 *Agropyrum*-Paaren anscheinend Gene mit Mehlttauresistenz addiert, in der Geschwisterfamilie mit $2n = 56$ aus 21 *Triticum*- + 8 *Agropyrum*-Paaren außerdem noch die Gene für Resistenz gegen Braunrost. Diese Wirkung muß also auf einer qualitativen und quantitativen Überlegenheit der *Agropyrum*-Gene gegenüber denen von *Triticum vulgare* beruhen. Bei Pflanzen mit verschieden großem Anteil an elterlichen Genomen zeigt sich die Verschiebung der Genwirkung ganz deutlich:

$$\left. \begin{array}{l} F'1 \ 1 \ Tr.-\text{Satz} + 2 \ Agr.-\text{Sätze} = 0 \\ F'2 \ 2 \ Tr.-\text{Sätze} + 1 \ Agr.-\text{Satz} = 1 \\ F'x \ 2 \ Tr.-\text{Sätze} + 6-8 \ II \ Agr. = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(Resistenz gegen} \\ \text{Mehltau)} \end{array}$$

Zusammenfassung.

Aus Kreuzungen zwischen *Triticum vulgare*-Hochzuchtsorten und *Triticum durum* mit *Agropyrum intermedium*-Einzelpflanzen entstehen F₁-Pflanzen, die nur durch Rückkreuzung Ansatz geben.

Die F'₂-Pflanzen werden aus unreduzierten und reduzierten Eizellen gebildet mit Paarung aller vorhandenen *Triticum*-Chromosomen, $2n = 43 - 63$. In der Nachkommenschaft einer F'₂-Pflanze, die aus einer reduzierten Eizelle stammt, geht eine Regulierung der Chromosomenzahl durch Elimination hochchromosomiger Gameten vor sich.

Der Grundbestand an Chromosomen in F'₃ und F'₄ setzt sich zusammen aus homologen *Triticum vulgare*-Chromosomen, zu denen *Agropyrum*-Chromosomen in verschiedener Anzahl addiert sind.

Eine Stückveränderung der ursprünglichen Chromosomen durch Austauschvorgänge in der Meiosis jeder Generation muß angenommen werden.

Es wird die Beschreibung einer F'₃ und der daraus entstandenen F'₄-Generation gegeben.

Einige stabilisierte Bastardformen in älteren Generationen werden durch Testkreuzung mit den beiden Ausgangseltern analysiert. Je höher der Anteil an normalen *Triticum vulgare*-Elementen im Bastard ist, desto eher ist Fertilität und Konstanz garantiert.

Die Ausprägung einzelner *Agropyrum*-Merkmale beruht auf quantitativer und qualitativer Überlegenheit der *Agropyrum*-Gene.

Literatur.

1. ARMSTRONG: Hybridization of *Triticum* and *Agropyron*. I. Crossing results and description of the first generation hybrids. Canad. Journ. of Res. C 14 (1936). — 2. ARMSTRONG: Investigations in *Triticum*- and *Agropyron*-hybridisation. Emp. J. Exp. Agric. 13, 41—53 (1945). — 3. ARMSTRONG und STEVENSON: The effects of continuous line selection in *Triticum-Agropyron* hybrids. Emp. J. Exp. Agric. 15, 51—64 (1947). — 4. ARTEMOVA: Hybrids of wheat and *Agropyron*. Seed growing 5, 37 bis 40 (Plant Breed. Abstr. 6, 137) (1935). — 5. BHATIA: Cytology and genetics of some Indian wheats. II. The cytology of some Indian wheats. Ann. of Bot. 2, 335 bis 371 (1938). — 6. BREMER: Anstieg der Chromosomenzahl in Artbastarden von *Sacharum*. Genetikerkongreß (1948). — 7. CAMARA: Comparative studies of the caryo-

- types in the genus *Triticum*. Agron. Lusitana 5 Plant Breed. Abstr. 14, 210 (1943). — 8. COLLINS, HOLLINGSHEAD und AVERY: Interspecific hybrids in *Crepis*. III. Constant fertile forms containing chromosomes derived from two species. Genetics 14, 305 (1929). — 9. DARLINGTON: Recent advances in cytology. 2. Auflage 1937. London. — 10. ERNST: Zytogenetische Untersuchungen an haploiden Pflanzen von *Antirrhimum majus*. Die Meiosis. Z. Bot. 35, 161—190 (1940). — 11. GERSTE: Inheritance of *Nicotiana tabacum* XXI. The mechanism of chromosome substitution. Genetics 31, 422—427 (1946). — 12. HÄKANSSON: Überzählige Chromosomen in einer Rasse von *Godetia nutans* (HORTH). Bot. Not. 1—99 (1945). — 13. HORTH: Eine Translokation zwischen einem *Godetia Whitney* und einem *Godetia deflexa* Chromosom. Z. f. Vererb. 80 (1943). — 14. HOLLINGSHEAD: The occurrence of unpaired chromosomes in hybrids between varieties of *Triticum vulgare*. Cytol. 3, 119—141 (1932). — 15. ISENBECK u. v. ROSENSTIEL: Handbuch der Pflanzenzüchtg. ROEMER-RUDOLF Bd. II (1949). — 16. JOHNSON: Hybridization of *Triticum* and *Agropyrum* IV. Further crossing results and studies on the F₁ hybrids. Canad. J. of Res. C 16, 417—444 (1940). — 17. JOHNSON, McLENNAN und ARMSTRONG: Fertility and morphological characters in *Triticum-Agropyron* hybrids. Genetics 24 (Abstr.) (1939). — 18. KATTERMANN: Chromosomenuntersuchungen bei halmbehaarten Stämmen aus Weizen-Roggen-Bastardierung. Z. f. Vererb. 73 (1937). — 19. KATTERMANN: Ein neuer Karyotyp beim Roggen. Chromosoma 1, 284—299 (1939). — 20. KHIZNJAK: Form development in *Triticum-Agropyrum* hybrids and the methods of breeding perennial wheats. Proc. Azov. Sea Select. Cent. Issue 1, 25—30 (Plant Breed. Abstr. 7, 951) (1936). — 21. KHIZNJAK: Cytological study of *Triticum-Agropyrum* hybrids and the methods of breeding perennial wheats. Breeding and seedgrowing 12, 10—33 (Plant Breed. Abstr. 7, 1212) (1936). — 22. KHIZNJAK: Formogenesis in *Triticum-Agropyrum* hybrids. Bull. Acad. Sci. USSR 3, 597—626 (Plant Breed. Abstr. 9, 1023) (1938). — 23. KIHARA und KATAYAMA: Über das Vorkommen von haploiden Pflanzen bei *Triticum monococcum*. Kwagaku 2, 408—410 (1932). — 24. KIHARA und LILIENFELD: Untersuchungen an *Aegilops* × *Triticum* und *Aegilops* × *Aegilops* Bastarden. Cytologia 3, 384—454 (1932). — 25. KIHARA und MATSUMURA: Weitere Untersuchungen über die pentaploiden *Triticum*-Bastarde. 12. Schlußmitteilung. Jap. J. of Bot. 11, 27 (1940). — 26. KRISHNAWAMY: Cytological studies in a haploid plant of *Triticum vulgare*. Hereditas 25 (1939). — 27. LEVAN: Studies on a haploid rye plant. Hereditas 28 (1942). — 28. LOVE: Chromosome behaviour in F₁ wheat hybrids. I. Pentaploids. Canad. J. Res. 19, 351—369 (1941). — 29. MARQUARDT: Die Meiosis von *Oenothera* I. Z. Zellf. 27 (1937). — 30. MÜNTZING und PRAKKEN: Chromosomal aberrations in rye populations. Hereditas 27, 272—308 (1941). — 31. MYERS: Increased meiotic irregularities and decreased fertility accompanying inbreeding in *Dactylis glomerata*. J. Amer. Soc. Agron. 40, 249—254 (1948). — 32. NYGREN: Further studies in spontaneous and synthetic *Calamagrostis purpurea*. Hereditas 34 (1948). — 33. O'MARA: Cytogenetic studies on Triticale I. A method for determining the effects of individual chromosomes on *Triticum*. Genetics 25, 401—407 (1940). — 34. O'MARA: The effects of chromosome substitution on competition between gametes. Genetics 35, 682 (1950). — 35. PERO: Hybridization of *Triticum* and *Agropyron* II. Cytology of the male parents and F₁ generation. Canad. J. Res. C 14, 203—214 (1936). — 36. PERO: Fertility and meiotic behaviour in F₁ and F₂ generation of *Triticum-Agropyron* hybrids. Genetics 24 (Abstr.) (1936). — 37. PERO: Cytology of *Triticum-Agropyrum glaucum* back-crosses. Proc. 7th Int. Gen. Congr. Edinb. (1941). — 38. POWERS: Cytological aberrations in relation to wheat improvement. J. Amer. Soc. Agron. 24, 531—536 (1932). — 39. SCHLÖSSER: Zur Frage der Genomstabilisierung bei Heteroploiden. Biol. Zbl. 54, 436 (1934). — 40. SEARS: Cytogenetic studies with polyploid species of wheat. I. Chromosome aberrations in the progeny of a haploid *Triticum vulgare*. Genetics 24 (Abstr.) (1939). — 41. SEARS: II. Additional chromosomal aberrations in *Triticum vulgare*. Genetics 29, 232—246 (1944). — 42. SEARS: Nullisomes in *Triticum vulgare*. Genetics 26 (Abstr.) (1941). — SMITH, D. C.: Inter-

generic hybridization of cereals and other grasses. J. of Agric. Res. 64, (33—42) (1942). — 43. SMITH, D.C.: Intergeneric hybridization of cereals and other grasses. J. of Agr. Res. 64 (33—42) (1942). — SMITH L.: Haploidie bei Einkorn. J. Agric. Res. 73, (1946). — SMITH, L.: An inversion, a reciprocal translocation, trisomics and tetraploids in Barley. J. of Agric. Res. 63, (1941). — SMITH, S., G. HUSKINS and SANDERS: Mutationen bei polyploidem Getreide I, II und III Can. J. of Res. 27 und 28, (1949). — 44. THOMPSON und GRAFUS: Cytological observations of the F₁ and two back-cross generations of *Triticum vulgare* × *Agropyrum trichophorum*. Agron. J. Nr. 229 S. Dakota Exp. Stat. (1950). — 45. THOMPSON und ROBERTSON: Cytological irregularities in hybrids between species of wheat with the same chromosome number. Cytologia 1, 252 bis 262 (1930). — 46. TOGBY: A cytological study of *Crepis fuliginosa*, *Crepis neglecta* and their F₁ hybrids and its bearing on the mechanism of phylogenetic reduction in

chromosome number. J. Genetics 45 (1943). — 47. UPCOTT: Genetic structure of *Tulipa* II. Structural hybridity. J. Genetics 34, 339—394 (1937). — 48. VAKAR: Zytologische Untersuchung der ersten Generation der Weizen-Quecken-gras-Bastarde. Züchter 7, 199—206 (1935); Cytologia 7, (1936). — 49. VAKAR: *Triticum-Agropyrum*-Bastarde. Cytologia 8, 67—90 (1937). — 50. VERUSCHKIN: On the hybridization of *Triticum-Agropyrum*. Plant Breed. Abstr. 6, 138 (1935). — 51. VERUSCHKIN: Genombeziehungen zwischen *Triticum* und *Agropyrum*. Plant Breed. Abstr. 9, 191 (1936). Bot. zhurn. USSR 21, — 52. ZIZIN: The *Tritic. Agrop.* hybrids. Plant Breed. Abstr. 5, 78 (1936); PBA 8, 1156 (1937); PBA 9, 189 (1937); PBA 12, 975 (1940). — 53. YAMASAKI: Cytological studies on haploid wheat plants. Plant Breed. Abstr. 6, 842 (1935). — 54. YAMAMOTO, Y.: Ein haplo-diploides Zwillingsspaar bei *Triticum vulgare* VILL. Bot. Mag. Tokyo 50, 573—81 (1936). — 55. ZIZIN: 1933 Plant. Breed. Abstr. 5, 78, 1940 Plant Breed. Abstr. 12, 975.

BUCHBESPRECHUNGEN.

HANS GOFFART, Nematoden der Kulturpflanzen Europas. Verlag Paul Parey, Berlin 1951. 144 S., 91 Textabb. Preis geb. DM 18.—.

Die Arbeit behandelt im allgemeinen Teil (25 S.) Bau, Entwicklung, Lebensweise und Bekämpfung der an und in lebenden Pflanzen vorkommenden Nematoden; dann folgt eine kurze Schilderung der Untersuchungsmethoden sowie ein Bestimmungsschlüssel der in Frage kommenden Älchengattungen. Der spezielle Teil bringt, nach 14 Anbaugruppen geordnet, die als Nematodenwirte bekannten landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen; Zierpflanzen und forstlich genutzte Pflanzen wurden nicht aufgenommen. Für jede Pflanzenart bzw. -gattung werden nicht nur die als typische Schädlinge bekannten Älchen besprochen, sondern es finden auch solche am betreffenden Wirt festgestellte Arten Erwähnung, deren Bedeutung in parasitologischer Hinsicht noch ungeklärt ist. Besonderer Wert wird auf eine eingehende Schilderung der an den Wirtspflanzen auftretenden Krankheits-symptome gelegt. Da diese mitunter zur eindeutigen Krankheitsdiagnose nicht ausreichen, folgt eine Beschreibung der das Tier kennzeichnenden Merkmale. Anschließend werden die speziellen Bekämpfungsmöglichkeiten mitsamt den hierbei noch offen stehenden Fragen erörtert und die etwa vorhandenen widerstandsfähigen Kulturpflanzenarten genannt; die Verbreitung des Schädlings wird angegeben und die vorliegende Literatur zitiert. Alphabetische Register der behandelten Pflanzen- und Nematodenarten sowie ein ausführliches Literaturverzeichnis (7 S.) beschließen das Buch, das durch 91 Textabbildungen, von denen die Hälfte Originale darstellen, anschaulich illustriert wird.

Verf., der bei Auswertung der vorhandenen Literatur auf Grund jahrzehntelanger eigener Beobachtungen und Erfahrungen das behandelte Gebiet übersehen und kritisch beurteilen kann, schließt mit dieser Arbeit eine empfindliche Lücke in der Literatur. Das Buch ist nicht nur für jeden Phytopathologen eine willkommene Zusammenfassung, sondern ermöglicht es auf Grund der klaren Darstellung und Aufschlüsselung des Tatsachenmaterials auch jedem Nichtfachmann, aufgefundene Nematodenschäden richtig einzuordnen und zu bewerten und kann somit dabei helfen, die zum mindesten bei manchen Kulturpflanzen empfindlichen, bisher in der Praxis vielfach falsch bewerteten oder unterschätzten Ertrags-einbußen zu vermindern.

Buhr (Groß-Lüsewitz).

JURJEV, KUČUMOV, LINNIK, VOLF und NIKULIN, Allgemeine Pflanzenzüchtung und Samenbau der Feldkulturen. 2. Aufl., 432 S., Verl. Selhhozgiz, Moskau 1950. [Russisch].

Das Buch erscheint in der Reihe „Lehrbücher und Lehrmittel für landw. Hochschulen“ und ist von JURJEV (er verfaßte auch Einführung und Kapitel über Methoden der Bewertung von Züchtungsmaterial) redigiert. Der erste Teil behandelt allgemeine Pflanzenzüchtung. Die Kapitel: Ausgangsmaterial für die Züchtung, Gerichtete Änderungen der Natur der Pflanze durch Erziehungs-

methoden, Bastardierung (besonders ausführlich) und Auslesemethoden schrieb KUČUMOV. Die Kapitel über Feldmethode in der Pflanzenzüchtung und Sortenprüfung, Organisation und Technik des Züchtungsprozesses, sowie über staatliche Sortenprüfung verfaßte LINNIK. Inzucht und biometrische Methode in der Züchtung (sehr ausführlich) behandelt VOLF. Der zweite Teil, Samenbau, ist von NIKULIN geschrieben und umfaßt die Abschnitte über System des sowjetischen Samenbaues, Besonderheiten der Samenbautechnik und der Samen-gewinnung verschiedener Gruppen der Feldkulturen und über Samenkontrolle.

Beim Vergleich dieses Buches mit dem im selben Jahre in Deutschland erschienenen Lehrbuch d. allg. Pflanzen-züchtung von KUCKUCK und MUDRA, fällt auf, daß, obwohl beide Bücher sich in theoretischen Überlegungen sehr wesentlich unterscheiden, die praktischen Ausführungen kaum unterschiedlich sind (z. B. Auslesemethodik u. a.). Trotz der verbreiteten Meinung, daß in der UdSSR die Variationsstatistik nicht mehr benutzt wird, nimmt im vorliegenden Buche das Kapitel über biometrische Methoden (einschließlich Varianzanalyse) prozentual nicht weniger Platz ein als bei KUCKUCK-MUDRA.

I. Grebensčikov (Gatersleben).

WERNER RAUH, Unsere Sumpf- und Wasserpflanzen. (Sammlung naturwissenschaftlicher Taschenbücher Bd. 8) 2. Aufl. Mit 96 farb. u. 37 einfarb. Abb. Verlag Carl Winter, Heidelberg 1951. Lw. DM 7,80.

Das Buch, zu der bekannten „Sammlung naturwissenschaftlicher Taschenbücher“ gehörig, gibt dem Naturfreund eine gute Einführung in die heimische Sumpf- und Wasservegetation. Durch Vergleich mit den zahlreichen farbigen Tafeln wird der Leser die wichtigsten Arten seiner heimatischen Wasser- und Sumpfpflanzen bald kennenlernen, ohne sich mit dem für Ungeübte schwierigen Bestimmen nach den üblichen Floren ab-mühen zu müssen. Als neu gegenüber der ersten, von L. KLEIN bearbeiteten Auflage verdient besonders die Einleitung hervorgehoben zu werden, in der in prägnanter Kürze Allgemeines zur Biologie der Wasserpflanzen und, ohne auf Einzelheiten einzugehen, alles Wesentliche über die Pflanzengesellschaften geschrieben ist. Durch 3 Sukzessionsschemata werden die wichtigsten Verlandungsformen sehr anschaulich dargestellt und in einer Tabelle die Unterschiede zwischen Flach- und Hochmoor erläutert. 12 Photographien von Ausschnitten aus charakteristischen Assoziationen und 3 schematisch gezeichnete Vegetationsquerschnitte schmücken den Text. Im Hauptteil werden wie in der 1. Aufl. die einzelnen Pflanzenarten, die zumeist auf den bekannten bunten Tafeln erkannt werden können, ausführlich beschrieben und des öfteren biologische Eigentümlichkeiten erläutert. Die Anordnung wurde in der neuen Auflage nach pflanzen-soziologischen Gesichtspunkten versucht (I. offene Wasserfläche, II. Röhrichtzone, III. Großseggenrasen, IV. Wiesen-gräben u. Bachränder, V. Erlenbrüche u. feuchte Ufergebüsch, VI. feuchte Wiesen, VII. Flachmoore, VIII. Hochmoore). In einem Anhang werden die Süß-