

Über die Entstehungsweise 56chromosomiger Weizen-Roggen-Bastarde.

Von **Arne Müntzing**, Svalöf.

Unter den experimentell erzeugten Allopolyploiden sind aus praktischen Gesichtspunkten solche Typen besonders interessant, die aus Arten hergestellt worden sind, die selbst Kulturpflanzen darstellen. In diese Gruppe von Allopolyploiden gehören u. a. die 56chromosomigen Sippen, die aus Kreuzungen zwischen *Triticum vulgare* und *Secale cereale* entstanden sind. — Bastarde zwischen Weizen und Roggen sind ja schon längst bekannt, aber konstante und fertile Sippen mit der Summe der Weizen- und Roggenchromosomen sind bisher nur einige Male erhalten worden.

Unter diesen sogenannten *Triticale*-Formen sind die in Rußland auf der Versuchsstation Saratow hergestellten zuerst bekannt und untersucht worden. Mehrere russische Forscher haben sich mit diesem Material beschäftigt. In einem früheren Heft dieser Zeitschrift hat LEWITSKY (2) über den Verlauf dieser Arbeit berichtet. Später hat auch ein anderer russischer Forscher, LEBEDEFF (1), neue Fälle von Weizen-Roggen-Amphidiploiden beschrieben.

56 chromosomige Weizen-Roggen-Bastarde sind jedoch aber auch außerhalb Rußlands entstanden. Die amerikanischen Züchter TAYLOR und QUISENBERRY (7) haben über Weizen-Roggen-Bastardierungen berichtet, aus welchen auch „a so-called non segregating line intermediate between wheat and rye“ entstanden ist. — Während einer Studienreise in USA. hat mir Dr. G. A. WIEBE in Davis, Kalifornien, gütigst eine Samenprobe von diesem Typus überlassen, der seitdem in Svalöf in drei Generationen angebaut worden ist. Durch eine Untersuchung im Chromosomenlaboratorium von Svalöf hat es sich herausgestellt, daß dieser Typus, der kurz *Triticale Taylor* genannt werden mag, wirklich 56 Chromosomen hat.

Schließlich ist ein 56chromosomer *Triticale*-Typus auch in Deutschland entstanden, und dieser ist sogar der zuallererst hervorgebrachte *Triticale*-Typus, obgleich seine wahre Natur erst kürzlich klargelegt worden ist. LINDSCHAU und OEHLER (4) haben kürzlich mitgeteilt, daß der von RIMPAU um etwa 1890 hergestellte konstant-intermediäre und fertile Weizen-Roggen-Bastard ein Amphidiploid ist mit der Summe der Chromosomen von Weizen und Roggen.

Es mag von Interesse sein, zu erwähnen, daß der RIMPAUSCHE Bastard, unabhängig von LINDSCHAU und OEHLER, auch in Svalöf cytologisch untersucht worden ist. — Anlässlich ge-

wisser serologischer Untersuchungen von MORITZ (5), die auch an dem RIMPAUSCHEN Weizen-Roggen-Bastard ausgeführt wurden, erschien es mir als wünschenswert, die Chromosomenzahl dieses Typus zu bestimmen, da er serologisch sowohl Weizen- wie Roggeneigenschaften besitzt. Nachdem Samenproben gütigst von Prof. P. HOLDEFLEISS, Halle, uns zur Verfügung gestellt worden waren, wurde der neue Typus im Frühjahr 1935 ausgesät und die Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen bestimmt. Die Zahl 56 oder ± 56 wurde für mehrere Pflanzen gezählt, ein Resultat, das einige Zeit später durch die genannte Arbeit von LINDSCHAU und OEHLER bestätigt wurde.

Obgleich also mehrere verschiedene 56chromosomige Weizen-Roggen-Bastarde bekannt sind, sind die Ansichten über ihre Entstehungsweise sehr geteilt. Hinsichtlich des zuerst bekannten russischen *Triticale*-Typus erwähnen LEWITSKY und BENETZSKAJA (3) die folgenden Möglichkeiten: 1. Sektoriale somatische Verdoppelung, 2. Verdoppelung in dem befruchteten Ei, aus dem das F_1 -Individuum entsteht, 3. Vereinigung von zwei unreduzierten F_1 -Gameten.

Die beiden ersten Möglichkeiten sind ausgeschlossen, da der fertile 56chromosomige Typus offenbar erst in F_2 in der Nachkommenschaft von stark sterilen F_1 -Pflanzen entstanden ist. Auch die dritte Möglichkeit kann nach LEWITSKY und BENETZSKAJA nicht in Betracht kommen, hauptsächlich weil die Selbstbefruchtung der F_1 in den russischen Versuchen immer ein negatives Resultat ergeben hatte. Das wurde dadurch verursacht, daß die Antheren sich immer als geschlossen erwiesen, ein Verhältnis, das für die Weizen-Roggen-Bastarde wie für viele andere Artbastarde vollkommen typisch zu sein scheint. LEWITSKY und BENETZSKAJA waren deshalb genötigt, eine ziemlich komplizierte Hypothese aufzustellen, nämlich apogame Entwicklung eines unreduzierten F_1 -Eies mit nachfolgender somatischer Verdoppelung. Auch LEBEDEFF (1) ist der Ansicht, daß die von ihm studierten Amphidiploiden in dieser Weise durch Apomixis entstanden sind.

LINDSCHAU und OEHLER (4) haben die Entstehung von *Triticale Rimpau* eingehend erörtert und sind geneigt, sich der Apogamiehypothese der russischen Forscher anzuschließen. Die amerikanische *Triticale*-Form soll dagegen durch Selbstbefruchtung entstanden sein. TAYLOR und QUISENBERRY (7) erwähnen, daß die Mutter-

pflanze ihres Amphidiploiden Antheren hatte, die sich zum Teil geöffnet haben. Diese Mutterpflanze war indessen keine F_1 -Pflanze, sondern ein Rückkreuzungsprodukt [(Weizen \times Roggen) \times Weizen] \times Roggen, und die Verhältnisse in diesem Fall können deshalb nicht unmittelbar mit den anderen Fällen verglichen werden, in denen die Amphidiploiden in der Nachkommenschaft eines primären Weizen-Roggen-Bastardes entstanden sind.

Trotz der Beobachtungen, die schon gemacht wurden, ist also die eigentliche Entstehungsweise der *Triticale*-Formen keineswegs klar. Durch Arbeiten, die von der Chromosomenabteilung in Svalöf ausgeführt wurden, bin ich aber jetzt in der Lage, einen neuen Beitrag zur Lösung dieser Frage zu geben. — Seit 1932 sind in Svalöf Kreuzungen zwischen verschiedenen Weizenarten und Roggen ausgeführt worden, um für die Züchtung neues Primärmaterial mit neuer chromosomaler Konstitution herzustellen (vgl. MÜNTZING 1935). Während dieser Arbeit sind auch jedes Jahr Bastarde zwischen Roggen und *Triticum vulgare* gezogen worden. Diese F_1 -Pflanzen haben sich als teilweise weiblich fertil aber als vollständig männlich steril erwiesen. Die Antheren öffnen sich nicht und ihr Inhalt besteht nebenbei fast ausschließlich aus tauben Pollenkörnern.

Im Sommer 1935 hatten wir 61 verschiedene F_1 -Pflanzen, *vulgare* \times Roggen, aus etwa 15 verschiedenen Linienkombinationen in Kultur. Durch vegetative Vermehrung wurde diese Anzahl ungefähr verdoppelt. Bei zwei von diesen F_1 -Pflanzen wurde nun beobachtet, daß sich einzelne Antheren geöffnet hatten und daß diese zum Teil mit Pollen guter Qualität gefüllt waren. Diese Pflanzen gehörten beide der Kombination „Solvete III“ \times „Midsommarråg“ an. Von dieser Verbindung wurden im Herbst 1934 11 Körner zur Keimung gelegt, die 10 Pflanzen lieferten. Es wurde festgestellt, daß sämtliche von diesen Pflanzen die erwartete Chromosomenzahl 28 hatten. Wegen zu später Auskeimung überlebten nur 5 Pflanzen den Winter. Diese Pflanzen waren im folgenden Sommer stark bestockt und produzierten eine große Anzahl Ähren. Bei drei von den fünf Pflanzen waren wie gewöhnlich sämtliche Ähren vollständig männlich steril. Bei der Pflanze 76b-2 hatten die meisten Ähren ebenfalls nur taube Antheren. Bei drei verschiedenen Ähren waren aber in mehreren Blüten die Antheren fertil, sie hatten sich geöffnet und den Pollen zum Teil entlassen. Die Anzahl und Verteilung dieser Antheren konnte leider nicht exakt bestimmt werden, da

das Blühen ziemlich weit fortgeschritten war, als das unerwartete Phänomen beobachtet wurde. Es kann nur so viel gesagt werden, daß in drei Ähren ein Teil der Antheren fertil waren, während die meisten wie gewöhnlich geschlossen blieben. — Es wurde nun das gesamte F_1 -Material durchsucht, um eventuell noch weitere Pflanzen mit offenen Antheren zu finden. Das Resultat blieb aber mit einer einzigen Ausnahme gänzlich negativ. In einer zweiten Pflanze (76b-1A) derselben F_1 -Kombination wurde eine einzige Blüte mit fertilen Antheren beobachtet, die sich schon geöffnet hatten, aber doch noch etwas Pollen enthielten. Der Inhalt zweier dieser Antheren wurde für Bestäubungszwecke verwendet, mit der dritten Anthere wurde ein

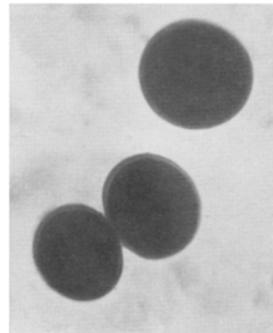


Abb. 1. Drei normale Pollenkörner.



Abb. 2. Unregelmäßige Form als Folge von Störungen bei der Reduktionsteilung.

Abb. 1—2. Gute Riesepollenkörner von einem Weizen-Roggenbastard mit platzenden Antheren.

Pollenpräparat angefertigt. Andere Pollenpräparate der zuerst entdeckten Pflanze mit platzenden Antheren wurden ebenfalls untersucht.

Sehr auffallend war nun, daß ein großer Prozentsatz des Pollens in diesen Antheren augenscheinlich vollkommen normal war (Abb. 1) in scharfem Gegensatz zu dem Inhalt der gewöhnlichen tauben Antheren. Auch die offenen Antheren enthielten aber zum Teil sterile Pollenkörner in verschiedenen Mengen. Der folgende Prozentsatz fertiler Pollenkörner wurde in den vier partiell pollenfertilen Ähren gefunden: Pflanze 76b-2 (drei verschiedene Ähren): 57, 28 und 17%, Pflanze 76-1A (eine Blüte): 61%. Quetschpräparate von tauben Antheren derselben Pflanzen enthielten stets nur 0—5% morphologisch guten Pollen.

Bei der Pollenuntersuchung fiel sofort auf, daß die fertilen Körner *ungewöhnlich groß* waren. Dieser Eindruck wurde durch eine Reihe Messungen bestätigt, deren Ergebnisse in Tabelle 1 zusammengestellt sind. Zum Vergleich werden

dieses Korn durch Selbstbefruchtung entstanden ist.

Dieser Same wurde im September 1935 zur Keimung gelegt, er erwies sich glücklicherweise als keimfähig und entwickelte sich zu einer ziemlich kräftigen Pflanze, die jetzt unbeschädigt überwintert hat. Wurzelspitzen von dieser Pflanze wurden im Herbst fixiert, haben aber so wenige Teilungen enthalten, daß es nicht möglich war, die Chromosomenzahl exakt zu bestimmen. Die Zählungen, die gemacht werden konnten, zeigten indessen, daß die Zahl ungefähr doppelt so hoch wie diejenige der Mutterpflanze ist. — Dieses Resultat wird auch durch Spaltöffnungsmessungen gestützt. — Wie alle andere *vulgare* × Roggen F_1 -Pflanzen, hatte die Mutterpflanze mit Sicherheit $2n = 28$. Die wahrscheinlich durch Selbstbefruchtung entstandene Tochterpflanze scheint $2n = 56$ zu haben oder eine Chromosomenzahl, welche diesem Wert sehr nahe kommt¹. Dieses Resultat kann kaum anders gedeutet werden, als daß in diesem Falle ein unreduziertes Pollenkorn fungiert und eine unreduzierte Eizelle in derselben Ähre befruchtet hat. — Das Vorkommen von unreduzierten weiblichen Gameten bei Weizen-Roggen-Bastarden ist ja schon früher von mehreren Forschern nachgewiesen worden (vgl. MÜNTZING 1935, S. 151—152). Die jetzt mitgeteilten Beobachtungen zeigen, daß auch männliche Gameten mit verdoppelter oder mehrmals verdoppelter Chromosomenzahl entstehen können und dies lokal in so hohem Maße, daß einzelne Antheren sich öffnen und Selbstbestäubung ermöglichen. Solche Vorgänge scheinen jetzt zur Entstehung eines neuen 56chromosomigen Weizen-Roggen-Amphidiploids geführt zu haben. Die Umstände bei dessen Entstehung machen es äußerst wahrscheinlich, daß auch die übrigen bisher bekannten *Triticale*-Formen in ähnlicher Weise entstanden sind, das heißt durch Selbstbefruchtung und nicht durch Apomixis.

Literatur.

1. LEBEDEFF, V. N.: Neue Fälle der Formierung von Amphidiploiden in Weizen-Roggen-Bastarden. Z. Züchtg A 19, 509—525 (1934).
2. LEWITSKY, G.: Zur Geschichte der fruchtbaren, intermediären, konstanten Weizen-Roggen-Bastarde. Züchter 4, 76—78 (1932).
3. LEWITSKY, G. A., and G. K. BENETZKAJA: Cytology of the wheat-rye amphidiploids. Bull. Appl. Bot., Gen. and Plant breed. 27, 241—261 (1931).
4. LINDSCHAU, M., u. E. OEHLER: Untersuchungen am konstant intermediären additiven RIMPAUSCHEN Weizen-Roggenbastard. Züchter 7, 228—233 (1935).
5. MORITZ, O.: Serologische Untersuchungen an Getreidebastarden. Ber. dtsh. bot. Ges. Bd. LJ, 1, Generalversammlungs-Heft (1933).
6. MÜNTZING, A.: Triple hybrids between rye and two wheat species. Hereditas (Lund) 20, 137—160 (1935).
7. TAYLOR, J. W., and K. S. QUISENBERRY: Inheritance of rye crossability in wheat hybrids. J. amer. Soc. of Agronomy 27, 149—153 (1935).

Zur Qualitätsbeurteilung des Weizens.

Von J. E. Lindberg und H. Kajmer, Svalöf.

Bei der Beurteilung der Weizenqualität muß man sowohl auf die müllereitechnischen Eigenschaften des Kornes als auch auf die backtechnischen Eigenschaften des Mehles Rücksicht nehmen. In der Weizenzüchtung müssen jedoch die backtechnischen Eigenschaften in den Vordergrund treten, und besonders wichtig ist hierbei die eigentliche Backkraft des Mehles, also die Klebereigenschaft. Gute Backkraft hat das Weizenmehl, mit dem man einen stabilen und widerstandsfähigen Teig sowie große, schöne Brote mit normaler Porung erhalten kann. Aus diesem Grunde ist es selbstverständlich, daß man die Qualität am sichersten und zuverlässigsten durch regelrechte Backversuche prüft nach Methoden, die sich eng an die in der Praxis angewandten Verfahren anschließen. Ein derartiges Probebacken erfordert jedoch verhältnis-

¹ Neue Zählungen im Mai 1936 haben ergeben, daß diese Pflanze genau 56 Chromosomen hat.

mäßig große Getreidemengen, weshalb diese Methode nur in geringerem Umfange bei der Auslese in Betracht kommen kann.

In Schweden verwendet man fast ausschließlich Weizenmehl, das mit kleinen Mengen Chemikalien, gewöhnlich Kaliumbromat, behandelt ist, und in unserem hiesigen Backlaboratorium, dessen Leiter Professor Å. ÅKERMAN ist, wird deshalb auch eine Backmethode benutzt, bei der das Mehl vor dem Backen einen Kaliumbromatzusatz erhalten hat. Diese Backmethode schließt sich also in dieser Beziehung an jene der Praxis an. Sie erfüllt aber auch die Forderung, die man an eine gute Backmethode stellen muß, nämlich daß sie eine große Volumenausbeute an Brot sowie eine gute Differenzierung in dieser Hinsicht gibt; denn nur unter solchen Umständen zeigen sich deutlich die Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten (2). Diese Methode, die uns ursprünglich