

# DER ZÜCHTER

20. BAND

1950

HEFT 1/2

## Die ökonomische Bedeutung und theoretische Grundlage der Schwedischen Pflanzenzüchtung.

Von ARNE MÜNTZING, Lund/Schweden.

Mit 2 Textabbildungen.

In den meisten Kulturländern wird die große Bedeutung der theoretischen Vererbungsforschung für die Landwirtschaft seit langem als eine selbstverständliche und gut erwiesene Tatsache angesehen. Das gilt besonders für die Pflanzenzüchtung, d. h. die Herstellung von neuen Sorten mit erhöhtem Ertrag oder anderen wertvollen Eigenschaften, wie Resistenz gegen Krankheiten, Standfestigkeit, gute Backqualität und dergleichen. Dieses wohlbekannte Verhältnis ist aber bekanntlich neuerdings stark angegriffen worden, und man hat dabei behauptet, daß die sogenannte Mendel-Morgan Genetik praktisch steril sei. Die Verhältnisse sind natürlich in dieser Hinsicht in verschiedenen Ländern recht verschieden. Es dürfte daher von Interesse sein, einen kurzen Überblick über die Resultate zu geben, welche die Pflanzenzüchtung in Schweden gewonnen hat, in einem Land, in dem sich die theoretische Genetik und die Pflanzenzüchtung in engster Verbindung miteinander entwickelt haben.

Die Züchtung von landwirtschaftlichen Pflanzen in Schweden wird in erster Linie beim Schwedischen Saatzuchtverein in Svalöf und deren Filialstationen in verschiedenen Teilen des Landes betrieben. Wichtige Züchtungsresultate sind auch von anderen Saatzuchstanstalten mehr privaten Charakters erzielt worden. Unter diesen soll in erster Linie die Saatzuchstanstalt Weibullsholm bei Landskrona genannt werden, die besonders erfolgreich bei der Winterweizenzüchtung gewesen ist, und weiter das Züchtungsinstitut Hillesög der Schwedischen Zuckeraktiengesellschaft, deren Tätigkeit für die schwedische Zuckerproduktion von großer Bedeutung ist. Seit 1936 gibt es auch in Südschweden ein Institut für Waldbaumzüchtung und seit 1941 ein Institut für Obstzüchtung.

Der schwedische Saatzuchtverein wurde im Jahre 1886 gegründet, ist also jetzt mehr als 60 Jahre tätig gewesen. Weil die dort erzielten Resultate für die Schwedische Pflanzenzüchtung am meisten repräsentierend sind, werde ich mich im Folgenden darauf beschränken, einige Daten dieser Tätigkeit zu besprechen. Zusammenfassende Übersichten über die Ergebnisse

des Schwedischen Saatzuchtvereins sind u. a. 1936 und 1948 veröffentlicht worden. Außerdem hat z. B. NILSSON-EHLE (1913, 1935, 1936) in deutscher Sprache über die Arbeiten des Saatzuchtvereins berichtet.

Da die Züchtungsarbeit in Schweden eine große Anzahl neue und wertvolle Sorten ergeben hat, die für die Landwirtschaft von der größten Bedeutung sind oder gewesen sind; ist diese Tätigkeit immer mehr staatlich unterstützt worden. Es ist von Interesse zu berechnen wie große Beiträge für die Züchtung geopfert werden und von noch größerem Interesse einen Versuch zu machen den Gewinn zu berechnen, der durch die Verwendung von verbesserten Sorten erzielt worden ist.

Eine solche Berechnung ist früher mehrmals gemacht worden u. a. von NILSSON-LEISSNER (1936). Ich werde hier ähnliche Zahlen mitteilen, die sich auf Daten stützen, die bis 1948 reichen. Dieses Material, das die Bedeutung des Schwedischen Saatzuchtvereins für den Schwedischen Getreidebau zeigt, hat mir gütigst der Direktor des Schwedischen Saatzuchtvereins, Professor Dr. ÅKE ÅKERMAN und sein Assistent, Agronom J. MAC KEY zur Verfügung gestellt. Diese Zahlen sind in Tabelle I zusammengestellt und geben die Erträge pro Hektar der folgenden Getreide-Arten an: Winter- und Sommerweizen, Winterroggen, Hafer, Gerste und Mischkorn. Links in der Tabelle (Kolumnen 1 und 2) wird die mittlere jährliche Ernte in Doppelzentner pro ha angegeben, teils für die Periode 1886—1890, teils für die Periode 1944—1948. Jeder Wert ist also ein Mittelwert für fünf Jahre für das ganze Land und ist aus der offiziellen schwedischen Statistik geholt. Die Werte der Kolumnen 2 sind alle höher als die der Kolumnen 1, was zum Teil durch Verbesserungen der Agrikulturmethoden verursacht ist, zum Teil darauf beruht, daß die Züchtung ein ganz neues Sortenmaterial hervorgebracht hat, das jetzt allgemein statt der alten Landsorten gebaut wird.

Es dürfte jetzt schwierig oder unmöglich sein, einen schwedischen Bauern zu finden, der noch an den alten

Tabelle I. Die Erhöhung der schwedischen Getreideernte durch Maßnahmen der Pflanzenzüchtung.

Getreideart	Mittlere Jahresernte (in dz pro ha)			Schwedische Totalernte (Tonnen)			Preis pro Tonne (Kr.)	Totaler Erntewert (Kronen)	Er- höhung dank der Züchtung (%)	Wert der Züchtererhöhung (Kronen)
	1886/90	1944/48	% Er- höhung	1886/90	1944/48	% Er- höhung				
Winterweizen . .	15,0	21,2	41,3	101,967	399,455	+291,7	250	99,863,750	25	24,965,937
Sommerweizen . .	13,6	16,2	19,1	7166	180,562	+2491,7	250	45,140,500	12	5,416,860
Winterroggen . .	14,4	17,1	18,8	540,455	270,600	— 49,9	250	67,650,000	15	10,147,500
Hafer . . . . .	12,9	14,1	9,3	997,361	745,772	— 25,2	200	149,154,400	14	20,881,616
Gerste . . . . .	15,0	19,3	28,7	332,461	179,208	— 46,1	200	35,841,600	12	4,300,992
Mischkorn . . . . .	14,9	17,5	17,4	151,136	490,311	+ 224,3	200	98,062,200	13	12,748,086
Kolumnen . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ungezüchteten Sorten festhält. Die Kenntnis von dem höheren Ertrag und sonstigen wertvollen Eigenschaften der neuen veredelten Sorten ist so allgemein bekannt, daß das von den schwedischen Züchtungsanstalten produzierte Material in der Landwirtschaft vollständig dominiert, wenigstens bezüglich des Getreides.

Die in Kolumne 3 angeführten Zahlen geben die prozentuale Erhöhung des Ertrags an. Wie ersichtlich, schwanken diese Zahlen von 9,3% beim Hafer bis 41,3% beim Winterweizen. Die erstgenannte Zahl ist auffallend niedrig und zum Teil irreführend, weil die in Schweden fortwährend dominierende Getreideart Hafer nunmehr auf schlechteren Böden gebaut wird als früher. Der Hafer wird nämlich jetzt immer mehr, auf allen Böden wo dies möglich ist, von anderen Pflanzen (Sommerweizen, Ölpflanzen u. a.) verdrängt. Diese Herabdrängung des Hafers auf schlechtere Böden und die dadurch verursachte Senkung der Hektarernte wird ziemlich gut von der Kolumne 6 illustriert. Nach den Werten dieser Kolumne ist die totale Sommerweizenernte Schwedens sehr viel erhöht worden, während die totale Haferernte um 25% kleiner geworden ist.

Die Erhöhung der Ernte pro ha ist wie gesagt teils durch verbesserte Kulturmethoden, teils durch die Verwendung von besseren Sorten ermöglicht worden. Eine gute Schätzung der relativen Bedeutung dieser zwei Faktoren kann dadurch erreicht werden, daß die alten primitiven Sorten noch vorhanden sind und mit den neuen Sorten direkt verglichen werden können. Besonders gut läßt sich dies mit den autogamen und homozygoten Getreide-Arten Gerste, Weizen und Hafer durchführen, wo die alten Landsorten völlig konstant geblieben sind und dasselbe spezifische Ertragsvermögen besitzen wie vor 60 Jahren. Bezuglich der Fremdbefruchteter wie z. B. Roggen, wo die Zusammensetzung der Populationen wegen der Heterozygotie mehr fließend ist, muß man sich damit begnügen, den Ertrag der jetzigen Vertreter noch existierender Landsorten mit dem Ertrag der neuesten Züchtungssorten zu vergleichen. Solche Vergleiche zwischen altem und neuem Anbaumaterial werden in Svalöf fortwährend ausgeführt. Die letzten Prozentzahlen eines solchen Vergleiches werden in der Kolumne 9 (Tab. I) angegeben und variieren wie ersichtlich von 12% bei Sommerweizen und Gerste, bis 25% bei Winterweizen.

Der ökonomische Wert dieser Ertragserhöhung kann in folgender Weise geschätzt werden: In Kolumne 5 wird die schwedische Totalernte der verschiedenen Getreidearten in Tonnen pro Jahr angegeben, Kolumne 7 enthält den Preis der Tonne und Kolumne 8 den gesamten Erntewert (Mittelwert der letzten 5 Jahre). Der Wert der Ertragserhöhung welche die Züchtung allein erzielt hat, wird in Kolumne 10 gefunden und ist mit Hilfe der Werte in Kolumne 9 berechnet worden. Für die einzelnen Getreidearten schwanken die Werte in Kolumne 10 von 4,3 Millionen (Gerste) bis 25 Millionen (Winterweizen). Die Gesamtsumme beträgt etwa 78 Millionen Kr., was also der Werterhöhung der jährlichen Getreideernte entspricht, welche die Pflanzenzüchtung erreicht hat.

Dazu kommt noch, daß die Züchtung eine andere Seite hat, die in den oben erwähnten Zahlen nicht zum Ausdruck kommt. Das gilt u. a. für die durch die Züchtung bewirkte Verbesserung der Kornqualität

und der Halmfestigkeit, die eine stärkere Stickstoffdüngung ermöglicht, für die erhöhte Frühreife usw.

Tab. I gibt nur die Zahlen der Getreidearten an, aber für die anderen Kulturpflanzen ist es zur Zeit nicht möglich, den ökonomischen Wert der erzielten Züchtungsresultate zu berechnen. Die Zahl 78 Millionen für die Getreide ist natürlich auch wegen mehrerer Fehlerquellen recht unsicher, gibt aber die Größenordnung der Beträge an, um welche es sich hier handelt. Da auch viele andere Kulturpflanzen lange Gegenstand einer intensiven und erfolgreichen Züchtungstätigkeit gewesen sind, kann ruhig behauptet werden, daß die Pflanzenzüchtung in Schweden einen *jährlichen* Gewinn herbeiführt, der wesentlich höher ist als 78 Millionen Kronen. Die Zahl 100 Millionen ist wahrscheinlich nicht zu hoch, und für ein kleines Land wie Schweden ist dies von großer nationalökonomischer Bedeutung.

Um in genügendem Umfang betrieben zu werden, hat die Pflanzenzüchtung recht viel Geldmittel verbraucht, aber im Vergleich zu dem dadurch erzielten Gewinn sind jedoch diese Mittel sehr anspruchslos. Nach Angaben von der ökonomischen Abteilung des Saatzuchtvereins ist die Pflanzenzüchtung während der Periode 1886—1948 vom Staat und den landwirtschaftlichen Gesellschaften mit insgesamt 15 000 000 Kronen unterstützt worden. Oben wurde gezeigt, daß der jährliche Gewinn 78 Millionen erheblich übersteigt. Der Gewinn eines einzelnen Jahres ist also jetzt mehrfach größer als die Züchtungskosten während der ganzen Periode 1886 bis 1948. Obgleich die Berechnung der Debet- und Kreditzahlen mit Schwierigkeiten verknüpft ist, ist es jedoch ganz klar, daß der Staat mit seinen Investierungen in die Pflanzenzüchtung ein glänzendes Geschäft gemacht hat. Als Beleg für diese Behauptung braucht man nur auf die Tatsache hinzuweisen, daß die staatlichen Bewilligungen für die Pflanzenzüchtung allmählich bedeutend gewachsen sind, je mehr die Behörden von der Rentabilität der Wirksamkeit überzeugt wurden und je mehr die Züchtungsorganisationen besser organisiert und ausgebaut wurden. Allein für den schwedischen Saatzuchtverein beträgt die jährliche staatliche Unterstützung jetzt etwa 500 000 Kronen.

Als Beleg für die Richtigkeit der obengenannten Zahlen kann ich auf die offizielle Schwedische Statistik „Statistik Årsbok“ hinweisen und außerdem auf eine der öffentlichen Auseinandersetzungen des schwedischen Staats (1946, Nr. 39). Diese Arbeit („Die Entwicklungstendenzen der Schwedischen Landwirtschaft und ihre Einrichtung nach dem Kriege“) ist von Å. ÅKERMAN, im Auftrage des landwirtschaftlichen Komitees des Jahres 1942, ausgearbeitet worden.

Es ist also unzweifelhaft, daß die Pflanzenzüchtung in Schweden, wie in so vielen anderen Ländern, Resultate ergeben hat, die sowohl für die Volksversorgung wie für die Nationalökonomie von der größten Bedeutung gewesen sind. Daß Schweden während des letzten Krieges seine Lebensmittelversorgung ohne größere Schwierigkeiten durchführen konnte, ist zum großen Teil das Verdienst der Pflanzenzüchtung, die ein stark verbessertes Anbaumaterial hervorgebracht hätte.

Die Gegner der theoretischen Genetik werden dagegen einwenden, daß dies alles gut ist, daß aber diese

Züchtungstätigkeit mit alten wohlbekannten Methoden betrieben worden ist ohne Verknüpfung mit der sogenannten Mendel-Morganschen Genetik. Eine solche Behauptung wäre aber grundfalsch, wie ein Rückblick auf die Entwicklung der Schwedischen Pflanzenzüchtung unmittelbar lehrt.

Die alte Massenauslese, die zuerst allein praktiziert wurde, basiert ja theoretisch auf der Darwinschen Lehre von der inherenten Tendenz zur Variation aller Organismen und der Möglichkeit, den Typus durch Auslese in eine bestimmte Richtung unbegrenzt zu verschieben. Diese alte Züchtungsmethode hat noch immer eine gewisse Berechtigung bei der Züchtung fremdbefruchtender Arten. Schon um etwa 1890 haben aber HJALMAR NILSSON und seine Mitarbeiter die Erfahrung gemacht, daß man bei den autogamen Getreidearten wesentlich bessere Resultate mit der sogenannten Pedigree-Methode erzielen konnte, d. h. Vermehrung und Prüfung der Nachkommenschaften einzelner Ausgangspflanzen. Im Jahre 1903 hat diese empirisch gefundene Züchtungsmethode ihre theoretische Begründung durch die klassische Arbeit von JOHANNSEN („Über Erblichkeit in Populationen und reinen Linien“) erhalten. Erst dadurch wurde der grundlegende Unterschied zwischen homozygoten Selbstbefruchtern und heterozygoten Fremdbefruchtern aufgeklärt. Die darauf begründeten Definitionen von Phänotyp und Genotyp, Klon, Population und reiner Linie sind ja von fundamentaler Bedeutung für jede Pflanzenzüchtung. Das alles hätte aber seinerzeit nicht klargelegt werden können, wenn nicht einige Jahre früher das Hauptresultat Mendels, der Nachweis von festen Erbinheiten, bekannt geworden wäre. Nachdem diese theoretischen Grundsteine der Genetik gelegt worden waren, und die Voraussetzungen der Pflanzenzüchtung damit geklärt wurden, hat man aufgehört Versuche zu machen, die reinen Linien durch fortgesetzte Auslese zu verbessern, während dagegen die Auslese von reinen Linien aus den Landsortenpopulationen mit noch größerer Intensität und Zielbewußtheit erfolgen konnte. Diese Arbeit wird noch immer in gewissem Umfang fortgesetzt in der Absicht, die wertvollen Gene, die noch in den Populationen stecken, zu finden und zu bewahren.

Trotz recht vieler schöner Erfolge der Pedigree-Methode, wie sie in Svalöf angewandt wurde, z. B. die Züchtung von Siegeshafer und Goldregenhafer aus Miltonhafer und Goldgerste aus einer Landsorte von Gotland, hat man aber recht bald eingesehen, daß diese Methode ihre Begrenzung hatte, und daß man aus den Populationen nichts weiteres hervorbringen konnte als was schon von Anfang an darin vorhanden war. Unter diesen Umständen ist man bald dazu übergegangen, mit Kreuzungszüchtung zu arbeiten. Daß Bastardierung zu erhöhter Variation und erhöhten Auslesemöglichkeiten führen kann, hat man schon lange gewußt, aber erst durch die Resultate MENDELS hat die Kombinationszüchtung einen festen Grund erhalten. Die in Svalöf arbeitenden Forscher hatten auch das Glück, starke Anregungen in diese Richtung von zwei der Wiederentdecker MENDELS, DE VRIES und v. TSCHERMARK zu erhalten, die schon in den Jahren 1901 und 1902 Svalöf besucht haben.

Die Ausführung von Kreuzungen zwischen verschiedenen Sorten hat am Anfang nur den Zweck gehabt,

eine allgemeine Erhöhung der Variation und damit der Auslesemöglichkeiten herbeizuführen. Allmählich hat aber diese Kreuzungszüchtung den Charakter einer wirklichen Kombinationszüchtung erhalten, in der man von Anfang an klar angestrebt hat, gewisse wertvolle Eigenschaften zweier verschiedener Elternsippen zu kombinieren. Über die Entwicklung der Kombinationszüchtung in Svalöf hat zuerst NILSSON-EHLE (1913) näher berichtet. Dieser Forscher hat ja ganz besonders diese Methode ausgearbeitet und erfolgreich benutzt. Wie bekannt, hat auch NILSSON-EHLE durch seine Polymerie-Theorie (u. a. in zwei Arbeiten von 1909 und 1911 dargestellt) die theoretische Grundlage der Kombinationszüchtung geschaffen. Diese Polymerie-Theorie ist nicht nur für die Kombinationszüchtung von der größten Wichtigkeit gewesen, sondern auch für die Klärung der Vererbung quantitativer Eigenschaften. Der Kernpunkt dieser Theorie ist ja, daß auch die quantitativen Eigenschaften prinzipiell in Mendelistischer Weise vererbt werden, obgleich sie gewöhnlich von mehreren oder vielen Genen bedingt werden, die in Zusammenwirkung miteinander die verschiedenen Eigenschaften gestalten. Die Theorie wird u. a. dadurch verifiziert, daß man bei einer autogamen Art nach Kreuzung und danach erreichter Homozygotie eine große Anzahl Gradationen erhält in Bezug auf die Eigenschaften, in denen sich die Eltern unterscheiden.

Ferner erklärt die Polymerie-Theorie die Entstehung von Transgressions, d. h. Neukombinationen, die extremer sind als beide Eltern. Dieses Phänomen hat zu einer speziellen Züchtungsmethode geführt, die Transgressionszüchtung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß ungefähr gleichwertige Eltern gekreuzt werden und neue konstante Produkte in der Nachkommenschaft der Bastarde aufgezogen werden, die beide Eltern übertreffen. Ein sehr schönes Beispiel dafür ist der von ÅKERMAN gezüchtete „Örnhavre“ (Adlerhafer) aus der Kreuzung von „v. Lochows Gelbhafer“ × „Segerhavre“ (Siegeshafer). Wenn die Erträge der Eltersorten mit den Zahlen 98 und 100 bezeichnet werden, erreicht der Adlerhafer die Zahl 106 und übertrifft also die Eltern mit etwa 7 Prozent.

Das Phänomen der Transgression kann nicht einleuchtender und mit den anderen Tatsachen der Vererbung quantitativer Eigenschaften besser übereinstimmenden Weise erklärt werden als durch die Annahme, daß die Eltersorten verschiedene Gene für die betreffende Eigenschaft haben, und daß diese Gene unter den Rekombinationsprodukten in sowohl größerer wie niedrigerer Anzahl vorkommen können als bei beiden Eltern. Der Pflanzenzüchter erhält ja tatsächlich sowohl positive wie negative Transgressions in  $F_2$  und späteren Generationen, und solche Transgressions sind auch bei Tieren und Menschen häufig, wenn es sich um verschiedene aber ungefähr gleichwertige Elternsippen handelt.

Bei den Fremdbefruchtern ist es schwieriger gewesen als bei den Selbstbefruchtern, völlige Klarheit bezüglich der genotypischen Konstitution zu gewinnen, und die empirischen Tatsachen, die von Inzuchttersuchungen und Kreuzungen von Inzuchtsämmen untereinander gewonnen wurden, haben verschiedene Deutungen veranlaßt. Alle oder wenigstens die meisten Forscher sind aber darüber einig, daß die Differenzierung, die für ein lange ingezüchtetes Ma-

terial charakteristisch ist, auf Homozygotie für die Gene beruht, die im Ursprungsmaterial vorhanden waren. Ferner ist die Vitalitätserhöhung nach Kreuzung durch die genotypischen Unterschiede der gekreuzten Sippen verursacht.

Die Zusammenkreuzung von Inzuchtslinien ist ja besonders bei der Maiszüchtung verwendet worden, wo man (in U.S.A.) methodisch und schrittweise immer besseres Linienmaterial aufgebaut hat. Dieses Material wird systematisch für Kreuzungen benutzt, wobei sowohl die spezifischen Eigenschaften der Inzuchtslinien wie die Ertragszahlen der Kreuzungsprodukte berücksichtigt werden. Nach SPRAGUE (1946) ist im Jahre 1944 83 Prozent des Maisareals im „Corn Belt“ mit Hybridmais besät gewesen, und die Verwendung dieses Saatguts hat in diesem Jahr eine Ertragserhöhung von mehr als 600 Millionen Bushels ergeben. Wenn also nur die alten Maissorten vorhanden gewesen wären, statt des gekreuzten Inzuchtmaterials, würde man also einen Verlust von 600 Millionen Bushels gemacht haben. Da, praktisch genommen, Mais nicht in Schweden gebaut werden kann, liegen keine ähnlichen schwedischen Zahlen für diese Art vor. Heterosiseffekte nach Kreuzung von Inzuchtslinien werden indessen bei anderen Pflanzenarten ausgenutzt und haben u. a. bei Zuckerrüben gute Resultate ergeben.

Die Entwicklung der Genetik während der letzten Jahrzehnte hat Anregungen zu neuen Züchtungsmethoden gegeben. Das gilt besonders für die Mutations- und die Polyploidieforschung. Nachdem MULLER im Jahre 1927 gezeigt hatte, daß Mutationen in hoher Frequenz durch Röntgenstrahlen hervorgerufen werden können, und eine immer größere Zahl von Forschern sich dem Studium der induzierten Mutationen gewidmet haben, sind auch Versuche gemacht worden, diese Forschungsrichtung in den Dienst der Pflanzenzüchtung zu stellen. Eine beträchtliche Schwierigkeit für diese Bestrebungen ist die Tatsache, daß die induzierten Mutationen in so großem Umfang eine Erniedrigung der Vitalität herbeiführen. Das steht ja teilweise damit in Zusammenhang, daß ein bedeutender Teil dieser Mutationen durch strukturelle Veränderungen oder Schädigungen der Chromosomen bedingt ist. Auch viele der feineren genotypischen Veränderungen, die als echte Genmutationen betrachtet

werden können, haben eine negative Wirkung und sind praktisch ohne Bedeutung. Es bleibt eine kleine aber äußerst wichtige Gruppe induzierter Mutationen übrig, die nicht destruktiv sind, sondern neue Formen mit ganz normaler oder sogar erhöhter Vitalität ergeben können. Auch können Mutationen, die in ihrem ursprünglichen Genmilieu eine schlechte Wirkung haben, nach Rekombination einen viel besseren Effekt bekommen. Durch die Bestrahlung können auch einzelne wertvolle, spezifische Eigenschaften entstehen wie z. B. größere Standfestigkeit und Frühreife.

Es ist nunmehr vollkommen klar, daß die durch die Bestrahlung induzierten neuen Gene oder Allele prinzipiell mit den spontan auftretenden übereinstimmen. Das bedeutet also, daß man durch Bestrahlung tatsächlich die spontane genotypische Variation vervielfachen kann. Wenn diese Variation groß ist, gibt es auch gute Auslesemöglichkeiten, und auch wenn die meisten der strahleninduzierten Variationen praktisch wertlos sind, mag der Rest um so viel wertvoller sein.

Besonders durch die Mutationsversuche, die während des letzten Dezenniums in Svalöf von GUSTAFSSON in großem Umfang durchgeführt wurden, ist jetzt ganz klar, daß dieser Weg für die Pflanzenzüchtung von positivem Wert ist. Bei der Gerste, die bisher das hauptsächliche Objekt der Mutationsarbeiten gewesen ist, sind besonders ausgeprägte Frühreife und vermehrte Standfestigkeit durch die neuen Gene erzielt worden. Diese Veränderungen sind in gewissen Fällen sehr markant und können deshalb große praktische Bedeutung bekommen. Ferner geben einige der Mutanten sicher einen höheren Ertrag als die Ursprungssorte. Als Beleg für die Richtigkeit dieser Behauptungen bitte ich auf die letzten Arbeiten dieses Gebiets von GUSTAFSSON und Mitarbeitern hinweisen zu dürfen (GUSTAFSSON 1947, GUSTAFSSON und MAC KEY 1948). Von der letztgenannten Arbeit sollen einige besonders wichtige Daten hier angeführt werden (Tab. 2).

Die Zahlen in der Tabelle sind von Feldversuchen gewonnen, die in derselben Weise ausgeführt worden sind wie bei der Prüfung von gewöhnlichem Züchtungsmaterial der Gerste. Die in dem Versuch vertretenen Sorten sind die Handelssorten „Gullkorn“ (Goldgerste), „Maja“ und „Ymer“ nebst 13 verschiedenen aus diesen Sorten entstandenen Mutanten. Die Gold-

Tabelle 2. Die agronomischen Eigenschaften 13 induzierter Mutanten von Gerste.  
(Nach GUSTAFSSON und MAC KEY 1948.)

Sippe	Anzahl Jahre der Prüfung	Relativer Ertrag	Standfestigkeit (1—10)	1000-Korn-gewicht	Anzahl Tage bis Reife
Goldgerste . . . . .	8	100	6,5	38,1	103
Erectoides 1; 44/1 . . . . .	8	102,2	7,3	37,0	104
Spät, hoch; 44/2 . . . . .	8	103,3	8,0	38,4	107
Breitblättrig, spät; 44/9 . . . . .	5	100,5	7,6	36,2	109
Großkörnig; 44/7 . . . . .	5	109,1	6,8	42,2	103
Breitblättrig; 44/23 . . . . .	6	102,0	6,6	41,5	105
Maja-Gerste . . . . .	4	100	8,3	39,0	105
Erectoides 12; 44/17 . . . . .	4	101,9	9,1	39,0	106
Erectoides 13; 44/19 . . . . .	4	96,1	10,0	36,5	105
Erectoides 16; 44/20 . . . . .	3 <sup>1</sup>	98,1	9,3	40,1	99
Hellgrün 2; 44/35 . . . . .	4	99,8	9,0	38,8	106
Standfest, früh; 44/18 . . . . .	4	102,0	8,8	40,1	103
Samen verschieden gefärbt; 44/18 . . . . .	4	103,4	9,0	39,1	106
Breitblättrig, spät; 44/31 . . . . .	4	101,4	8,7	36,8	106
01513 b, („Ymer“) . . . . .	3	100	9,8	42,1	103
Hellgrün 3; 45/65 . . . . .	3	102,0	9,3	41,0	101

<sup>1</sup> Mit Ausnahme des Jahres 1944 mit einem relativen Ertrag von 85,9.

gerstemutanten sind während 5--8 Jahren mit der Muttersorte verglichen worden und haben sämtliche höhere Zahlen für Ertrag und Standfestigkeit. Einige haben größeres 1000-Korngewicht, was besonders für die Mutante „Großkörnig; 44/7“ charakteristisch ist. Diese Mutante hat auch durchschnittlich 9,1 Prozent höheren Ertrag als die Muttersorte gehabt, zeigt aber trotzdem dieselbe Entwicklungszeit. Die übrigen in der Tabelle genannten Goldgerstmutanten sind dagegen etwas später.

Die Werte der übrigen Mutanten der Tabelle 2 basieren auf Beobachtungen von 3 bis 4 Jahren und sind deshalb etwas unsicherer. Durchschnittlich aber haben die Mutanten gute Zahlen und übertreffen zum Teil die Muttersorten in Bezug auf Ertrag, Standfestigkeit oder Frühreife. Abb. 1 zeigt eine frühreife Mutante, bei welcher der Unterschied zwischen Ausgangssorte und Mutante sehr deutlich hervortritt.

Von den in den Versuchen stehenden Handelssorten hat Goldgerste den niedrigsten Ertrag und die neue Sorte Ymer den höchsten. Der relative Ertrag von Goldgerste, Maja und Ymer ist etwa 100 : 110 : 113, mit einem durchschnittlichen Ertrag von 4240 kg pro Hektar für Goldgerste. Da Goldgerste als Handelssorte nunmehr von Maja und Ymer ersetzt worden ist, und die Erträge dieser Sorten 10 bzw. 13% höher sind als bei Goldgerste, sind die von Goldgerste hergestellten verbesserten Mutanten nicht im Stande mit Maja und Ymer praktisch zu konkurrieren. Die jetzige Mutationsarbeit muß deshalb ganz auf den Sorten basieren, die jetzt die höchsten Erträge geben. Am meisten versprechend für die Praxis ist deshalb jetzt die Mutante von Maja, die in Tab. 2 als „Samen verschieden gefärbt; 44/18“ bezeichnet ist, sowie die einzige bisher näher studierte Ymer-Mutante, deren Ertrag 2% über der Ursprungssorte liegt, obgleich sie 2 Tage früher reift.

Im ganzen gesehen werden die Mutanten wohl ihren größten Wert als Material für die Kombinationszüchtung bekommen. Auch wenn eine extreme Frühreifemutante, wie die in Abb. 1 abgebildete, sich nicht im Ertrag mit der Muttersorte messen kann, ist es wahrscheinlich, daß das neue Allel nach Rekombination von Wert sein kann.

In der Arbeit von GUSTAFSSON und MAC KEY (1948) wird auch über ähnliche Ergebnisse an mehreren anderen Kulturpflanzenarten berichtet. Gute Resultate sind bei Hafer in Bezug auf Frühreife erhalten worden (l. c. p. 346), aber auch bei einer Reihe anderer Kulturpflanzen sind Mutanten erzeugt worden, deren Eigenschaften in dieser oder jener Hinsicht vorteilhaft verändert sind.

Wie in vielen anderen Ländern wird auch in Schweden versucht, induzierte Polyploidie in der Pflanzenzüchtung anzuwenden. Seit 1931 arbeitet z. B. eine besondere Abteilung des Schwedischen Saatzuchtver eins in Svalöf mit diesem Programm. Eine Zusammenfassung der jetzigen Lage der Polyploidiezüchtung in Skandinavien wurde kürzlich von LEVAN (1948 a) gegeben. Dasselbe Thema wird auch z. E. von LEVAN (1948 b) und MÜNTZING (1948 a und b) behandelt. Wie

aus diesen Publikationen und der darin angeführten Literatur ersichtlich ist, liegt ein großes empirisches Material vor, das die Schwierigkeiten und Möglichkeiten der Polyploidiezüchtung gut beleuchtet. Die Hauptschlüsse, die aus den Erfahrungen der vergangenen 18 Jahre gezogen werden können, sind folgende:

1. Von den induzierten Polyploiden sind die meisten praktisch wertlos, aber eine Minorität bleibt übrig, bei der die Reaktion gegenüber der Chromosomenverdoppelung eine günstige ist. In diesen Fällen sind Formen erhalten worden, die für die Landwirtschaft von großer Bedeutung sind oder sehr wahrscheinlich in nächster Zukunft eine solche Bedeutung bekommen werden.

2. Nur in seltenen Fällen sind die primär erhaltenen Polyploiden, die Röhnpolyploiden, praktisch verwertbar. In den allermeisten Fällen ist es notwendig, dieses Primärmaterial durch Rekombination und Selektion zu verbessern. Dadurch können sowohl Fertilität wie Vitalität erhöht werden. Die Lage ist hier



Abb. 1. Eine extreme Frühzeitigmutation bei Gerste (links). Rechts die Muttersorte (Maja). (Nach GUSTAFSSON u. MAC KEY)

ungefähr dieselbe wie bezüglich der Mutationen. Polyploidieveränderungen wie Mutationen bedeuten mehr oder weniger heftige Gleichgewichtsstörungen, die aber durch Rekombination allmählich und mehr oder minder vollständig überwunden werden können, ohne daß der wesentliche und praktisch wertvolle Effekt der Primärveränderung verlorengeht.

3. Unter den Polyploiden können sowohl Auto- wie Allopolyploide praktisch verwertbar sein.

Als Belege für die oben gemachten Behauptungen will ich folgendes anführen: Diploide, allogame Arten, bei denen die vegetativen Teile verwertet werden, sind ein besonders günstiges Ausgangsmaterial für die Polyploidiezüchtung. Gute Beispiele dafür liefern die Kleearten *Trifolium pratense* und *hybridum* nach den Erfahrungen von TURESSON, LEVAN und FRANDSEN. LEVAN (1948 a) hat eine Zusammenstellung der Feldversuche mit diploidem und tetraploidem Rotklee gemacht, die hier wiederholt wird (Tab. 3). In der Tabelle werden die Relativzahlen für die Grünmasseerträge fünf verschiedener Stämme angegeben, bei welchen sowohl die diploiden wie die entsprechenden tetraploiden Sippen in denselben Versuchen geprüft wurden. Die in der Tabelle gegebenen Zahlen sind

Tabelle 3. Grünmasseertrag bei Rotklee. Diploide und tetraploide Sippen derselben Stämme.  
Relative Zahlen (diploid = 100). Nach LEVAN 1948 a.

Stamm	Jahr	Versuchsort	Ernte			
			1	2	3	S : e
Ötofte früh <sup>1</sup>	1945	Ötoftegaard . . . . .	101	116	131	112} 114
	1946	(Frandsen) . . . . .	109	147	—	119}
	1944	Ultuna (Turesson)	—	125	—	—
Merkur	1945	Svalöf . . . . .	112	127	—	114
	1946	Ultuna (Turesson) . . .	105	118	—	109
		Svalöf . . . . .	77	103	—	88
Hersnap	1944	Östergötland . . . . .	115	132	—	120
	1945	Västergötland . . . . .	114	135	—	120
		Ultuna (Turesson) . . .	149	148	—	149
Ultuna	1943	Svalöf . . . . .	128	120	—	125
	1946	Ultuna . . . . .	82	98	—	87
Offer	1943	Ultuna . . . . .	77	119	—	90
	1946	Svalöf . . . . .	106	57	—	96
		Svalöf . . . . .	104	113	—	107
		Västernorrland . . . . .	102	113	—	105
			103	—	—	103

<sup>1</sup> Mittelwert von 10 Sippen.

die Relativzahlen für die Tetraploiden, wenn diploid = 100. Zahlen von mehr als 100 sagen also, daß die Tetraploiden einen höheren Ertrag als die entsprechenden Diploiden gegeben haben. In der Tabelle wird

günstige Ertragszahlen bei den Tetraploiden erhalten.

Aus eigener Erfahrung (seit 1938) will ich auch etwas über die Eigenschaften von tetraploidem Roggen berichten. Obgleich es sich auch hier um Autopolyploidie handelt, sind die Eigenschaften dieses Roggens mit  $\pm 28$  Chromosomen statt 14 merkwürdig gut. Der Samenansatz ist zwar reduziert und etwa 25% schlechter als bei den entsprechenden Diploiden. Da aber die Korngröße bei den Tetraploiden ungefähr 45 % größer ist als bei den Diploiden, (Abb. 2) wird der Gesamtertrag bei den Tetraploiden ganz gut. Dieser Ertrag wird aber bei meinen jetzigen Tetraploiden dadurch vermindert, daß die Bestockung bei den Tetraploiden etwas schlechter ist als bei gewöhnlichem Roggen. Der Bestockungsgrad wie auch der Samenansatz kann wahrscheinlich durch Selektion erhöht werden. Besonders viel-

versprechend in dieser Hinsicht ist eine Kreuzungsgruppe mit maximaler Rekombination, in welcher alle vorhandenen Tetraploiden vereint sind. Bezuglich der Eigenschaften der Tetraploiden ist weiter zu erwähnen, daß die großen Körner der Tetraploiden Keimlinge mit sehr guter Triebkraft geben. Die großen Körner geben auch ein Mehl mit besseren Backeigenschaften als bei gewöhnlichem Roggen. In Bezug auf Winterfestigkeit, Trockenresistenz, Frühreife und Standfestigkeit scheinen die Tetraploiden ebenso gut zu sein wie die Diploiden (vgl. MÜNTZING 1948a).

Eine Schwierigkeit für die Beurteilung des Ertrags der Tetraploiden liegt in der Tatsache, daß diploide und tetraploide Stämme nicht direkt und in demselben Versuch miteinander verglichen werden können. Wenn die tetraploiden Parzellen dem Pollen gewöhnlichen Roggens ausgesetzt sind, wird nämlich der Samenansatz der tetraploiden Pflanzen durch die Bildung triploider abortierender Embryonen stark herabgedrückt. Es ist deshalb notwendig, die diploiden und tetraploiden Stämme voneinander zu isolieren und einen indirekten Vergleich durch Benutzung gemeinsamer Standardsorten zu machen. Ich

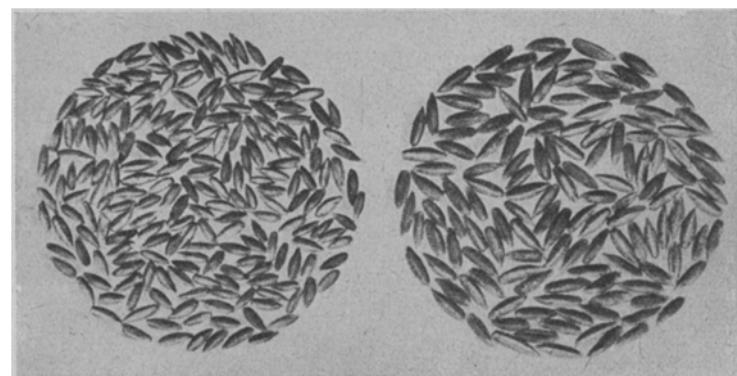


Abb. 2. Körnerproben von Roggen.  
Links diploid. Rechts tetraploid.

auch zwischen den Erträgen der ersten, zweiten und (in einem Fall) der dritten Ernte unterschieden. Die Totalernte ist in 11 Fällen von 15 höher bei den Tetraploiden. Die Überlegenheit der Tetraploiden zeigt sich besonders bei der zweiten Ernte. Die Entwicklung der Tetraploiden ist etwas langsamer als bei den Diploiden, was aber hier keinen Nachteil bedeutet.

Eine größere Schwierigkeit bietet aber die Samenproduktion, die bei den Tetraploiden gewöhnlich und im Durchschnitt niedriger ist als bei den Diploiden. Die Selektion zur Verbesserung des Samenertrages hat aber nach mündlicher Mitteilung von LEVAN gute Fortschritte gemacht. Die besten tetraploiden Rotklee-Sorten sind jedenfalls in praktischer Hinsicht so wertvoll, daß sie jetzt im Großen vermehrt werden. Dasselbe gilt auch für die Tetraploiden von *Trifolium hybridum*, die sehr gute Versuchsresultate ergeben haben (vgl. LEVAN 1948a, Tab. II).

Relativ günstige Erfahrungen über die Eigenschaften der induzierten Polyploiden hat man auch bei Rüben gemacht. Bei *Beta vulgaris* liegt das Ertragsoptimum offenbar bei Triploidie, während die Tetraploiden etwas schlechter als die Diploiden sind. Bei *Brassica*-Rüben hat aber LEVAN (1948a, Tab. 8) sehr

habe hierzu verschiedene Weizensorten benutzt, die also sowohl im Tetraploidversuch wie im Diploidversuch teilnehmen. Ertragszahlen von solchen indirekten Vergleichen sind in den letzten drei Jahren erhalten worden (1946—1948). Diese Versuche wurden nicht nur in Svalöf sondern auch an sechs Südschwedischen Filialanstalten des Saatzuchtvereins ange stellt. In der Mehrzahl dieser Versuche haben die besten Tetraploiden die entsprechenden Diploiden über troffen und ganz gute Ertragszahlen ergeben. Als Beispiel dafür will ich die Resultate wiedergeben, die im Sommer 1948 an der Filialanstalt in Skara (Provinz Västergötland) erhalten wurden. Die in Tab. 4 gegebenen Zahlen ver danke ich dem Leiter dieser Filialanstalt, Herrn Agronom E. WALLER.

Tabelle 4. Versuchsresultate mit tetraploidem Roggen, Skara 1948 (E. WALLER).

Versuch	Sorte	Kornertrag (Wassergehalt 18%)		Anzahl Tage von Saat bis Reife	Standfestigkeit (0—10)	Tausendkorn gewicht
		kg/ha	Relativ			
Diploidversuch	Dipl. Stål . . . . .	4260	130,3	343	8,2	30,3
	„ Wasa II . . . . .	4190	128,1	343	7,8	29,3
Tetraploidversuch	Ergo-Weizen . . . . .	3270	100,0	352	9,8	41,9
	Tetr. Stål . . . . .	5820	147,3	338	4,3	46,2
„	„ Wasa II . . . . .	5720	144,8	338	6,1	46,4
	„ Kreuzungsgruppe . . . . .	5610	142,0	338	5,5	46,3
„	Ergo-Weizen . . . . .	3950	100,0	347	9,0	44,7

Als gemeinsame Standardsorte wurde eine weitverbreitete Weizensorte von Weibullsholm, „Ergo“ verwendet. Mit dieser wurden zwei diploide Roggensorten, „Stål“ und „Wasa II“, verglichen und auf einem anderen Feld derselbe Standard mit tetraploidem „Stål“ und „Wasa II“ und außerdem mit einer tetraploiden Kreuzungsgruppe. In beiden Versuchen waren 4 Wiederholungen. Die Parzellengröße war 20 m<sup>2</sup>.

Eine Berechnung der relativen Zahlen für Körnernte mit dem Weizenstandard als 100 ergab für die zwei diploiden Roggensorten die Zahlen 128,1 und 130,3. Die Werte der entsprechenden Tetraploiden sind 144,8 und 147,3, also erheblich höher. Auch die Kreuzungsgruppe hat einen hohen Ertrag ergeben. Die absoluten Ertragszahlen des Weizenstandards sind auf den zwei Feldern 3270 bzw. 3950 kg/ha. Die diploiden Roggensorten haben die Zahlen 4190 und 4260. Bei den tetraploiden Sorten sind die Werte 5610, 5720 und 5820 kg/ha. Aus den übrigen Werten der Tabelle geht u. a. hervor, daß die Tetraploiden nicht später als die Diploiden waren, daß ihre Standfestigkeit in diesem Versuch schlechter und das Samengewicht etwa 45% höher als bei den Diploiden war.

Dieser Versuch ist ein Einzelbeispiel der vielen Prüfungen, die jetzt in Schweden mit tetraploidem Roggen gemacht werden. Die Unmöglichkeit direkter Ertragsvergleiche zwischen diploiden und tetraploiden Roggenstämmen macht es notwendig, während vieler Jahre Resultate über indirekte Vergleiche zu sammeln, um schließlich den Anbauwert der Tetraploiden sicher beurteilen zu können. Schon jetzt ist aber klar, daß die besten tetraploiden Stämme praktisch so viel versprechend sind, daß es berechtigt ist, diese Stämme in großem Umfang zu vermehren. Die Allgemeine Schwedische Saatzucht A.-G. hat auch jetzt die Vermehrung der besten Tetraploiden übernommen und von diesem Stamm befinden sich Vermehrungen von insgesamt 15 ha an verschiedenen Orten in Südschweden (davon 3 ha bei Svalöf.) Sollten die Ver-

suchsresultate auch in den nächsten Jahren günstig sein, so wird die erste autotetraploide Roggensorte wahrscheinlich 1950 oder 1951 auf den Markt gebracht werden.

Unsere Erfahrungen über die praktische Bedeutung von induzierten Allopolyploidien beschränken sich hauptsächlich auf Arbeiten mit Roggen-Weizen (*Triticale*) und Brassicaceen.

Von den *Triticale*-Formen (mit 42 Weizen- und 14 Roggenchromosomen) haben die besten Sorten einen relativ hohen Ertrag, der jedoch noch eindeutig niedriger als bei Weizen und Roggen ist. Die Arbeiten werden aber fortgesetzt und gute Resultate wurden aus Kombinationen zwischen Weizen und ausgelesenen Inzuchlinien von Roggen erhalten.

Wie von mehreren Forschern gezeigt wurde, haben die polyploiden *Brassica*-Arten eine allopolyploide Konstitution. Durch bestimmte Artkreuzungen und Chromosomenverdoppelung war es möglich, neue synthetische Formen herzustellen. Das gilt z. B. sowohl für *Brassica juncea* wie für *Brassica napus*. Diese synthetischen neuen Formen von alten Kulturpflanzenarten scheinen nach Erfahrungen, die u. a. mein Mitarbeiter in Svalöf, fil. mag. GöSTA OLSSON gemacht hat, besonders gute Kreuzungsprodukte mit Stämmen der entsprechenden natürlichen Kulturarten zu geben. Diese Arbeiten sind aber noch nicht so weit fortgeschritten, als daß hier näher darüber berichtet werden könnte.

Das Wesentliche, was die Polyploidiezüchtung bisher in Schweden geschaffen hat, sind also autopolyploide Stämme von Klee-Arten und Roggen, die so wertvolle Eigenschaften zeigen, daß sie jetzt im Großen vermehrt werden.

Während dieser Arbeit ist es für uns wie für viele andere Forscher und Züchter klar geworden, daß die induzierte Polyploidie sicherlich kein Zaubermittel ist, um Riesenformen mit unmittelbarem praktischen Wert herzustellen. Statt dieser seinerzeit populären aber falschen Vorstellung müssen wir die Polyploidiezüchtung als eine Methode betrachten, die ebenso oder noch mehr zeitraubend ist als die gewöhnlichen Züchtungswege. Die Methode ist auch nicht allgemein verwendbar. Nur in günstigen Fällen hat das Ausgangsmaterial eine für die Polyploidisierung geeignete Konstitution. In diesen Fällen kann aber die Chromosomenverdoppelung zu äußerst wertvollen Formen führen. Die Polyploidie-Methode, ebenso wie die Mutations-Methode, muß aber fast immer mit Rekombination und Auslese kombiniert werden, um wirklich gute Resultate zu ergeben.

Diese Polyploidie-Arbeiten wären ohne die entsprechende theoretische Grundlage undenkbar und unmotiviert. Nur dank der theoretischen zyto-gene-

tischen Arbeiten ist ja das Phänomen der Polyploidie überhaupt entdeckt worden, und nur dadurch hat man zeigen können, daß die Polyploidie besonders für die Entwicklung der höheren Pflanzen eine sehr große Rolle gespielt hat. Während dieser Arbeit ist auch der Unterschied zwischen Auto- und Allopolyploidie entdeckt worden, und es hat sich gezeigt, daß beide Arten von Polyploidie bei der Entwicklung der Kulturpflanzen in vielen Fällen beteiligt gewesen sind. Auf diese Prämissen gestützt ist es berechtigt, Versuche zu machen, neue Polyploide bei Kulturpflanzen herzustellen, und die Resultate, die tatsächlich erzielt worden sind, beweisen, daß dieser Züchtungsweg möglich ist und in gewissen Fällen zu ganz wertvollen Produkten führen kann.

Aus den oben besprochenen Tatsachen dürfte hervorgehen, daß sowohl die älteren Züchtungswägen, wie die neueren Versuche, induzierte Mutationen und induzierte Polyploide für die Züchtung auszunützen, in Schweden wie in vielen anderen Ländern, durch eine enge Wechselwirkung zwischen theoretischer Zytogenetik und den Erfahrungen der praktischen Züchtung entstanden sind. Die theoretische Grundlage ist durch die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit zustande gekommen. Sie basiert letzten Endes auf der von MENDEL gemachten Entdeckung der festen distinkten Erbanlagen. Besonders durch die *Drosophila*-Forscher ist die Vererbungsfunktion der Chromosomen klargelegt worden, und aus derselben Schule sind auch die grundlegenden Resultate über induzierte Mutationen gekommen.

Die auf solchen Prämissen gegründete Pflanzenzüchtung ist keine theoretische Spielerei, sondern eine Wissenschaft von größter Bedeutung, sowohl für die Nationalökonomie wie für die Volksversorgung. Eine auf dieser Grundlage konsequent betriebene Züchtungsarbeit ist neben zweckmäßiger Düngung das beste Mittel, das wir jetzt kennen, um ein Volk vor Hunger zu schützen. Die Methoden, die dabei bis

jetzt mit großem Erfolg Verwendung gefunden haben, werden wahrscheinlich in Zukunft durch weitere Methoden ergänzt werden. Jeder neue Weg, der etwas Wertvolles bringen kann oder wenigstens neue Möglichkeiten eröffnet, sollte daher geprüft werden. Voraussetzung dafür ist nur, daß dieser Weg auf einem theoretisch haltbaren Grund steht und kritisch geprüft worden ist.

#### Literatur.

1. GUSTAFSSON, Å.: Mutations in agricultural plants. *Hereditas* 33, 1–100 (1947). — 2. GUSTAFSSON, Å. u. Mac-KAY, J.: Mutation work at Svalöf. Svalöf 1886 bis 1946. 1948, 338–355. — 3. JOHANSEN, W.: Über Erblichkeit in Populationen und reinen Linien. Jena, 1903. — 4. LEVAN, A.: Nordisk polyploidiförädling hos jordbruksväxter. *Nordisk Jordbruksforskning* 1948, 468 bis 490. — 5. LEVAN, A.: The Cyto-genetic Department 1931 bis 1947. Svalöf 1886–1946. 1948, 304–323. — 6. MÜNTZING, A.: Några data från förädlingsarbetet med tetraploid råg och rågvete. *Nordisk Jordbruksforskning* 1948a, 499–507. — 7. MÜNTZING, A.: Experiences from work with induced polyploidy in cereals. Svalöf 1886 bis 1946. 1948b, 324–337. — 8. NILSSON-EHLE, H.: Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen I. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2, 5. (1909) 122 S. — 9. NILSSON-EHLE, H.: Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. II. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2, 7. (1911) 84 S. — 10. NILSSON-EHLE, H.: Über die Winterweizenarbeiten in Svalöf in den Jahren 1900 bis 1912. Beitr. zur Pflanzenzucht, 1913, 62–88. — 11. NILSSON-EHLE, H.: Züchtungsforschung im Dienste der Landwirtschaft. Die Naturwiss. 1935, 23. Jahrg., 265–277. — 12. NILSSON-EHLE, H.: Der schwedische Saatzuchtverein in Svalöf. Züchter 1936, 169–174. — 13. NILSSON-LEISSNER, G.: Den moderna växtförädlingens betydelse för svenska jordbruk. Medd. från Lunds universitets Geografiska inst. Nr. 121. 1936, 112–128. — 14. SPRAGUE, G. F.: The experimental basis for hybrid maize. Biol. Review, Vol. 21, (1946) 101–120. — 15. Mehrere Verfasser: Svalöf 1886–1946. History and present problems 1948, 1–389. — 16. Mehrere Verfasser: Sveriges Utsädesförening 1886–1936. Sveriges Utsädesföreningens tidskrift 1936, Hefte 3–4. 155–394. — 17. ÅKERMAN, Å.: Den svenska växtodlingens utvecklings-tendenser samt dess inriktnings efter kriget. Statens offentliga utredningar 1946, 39. 1–105.

(Aus dem Institut für Kulturpflanzenforschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Gatersleben, Krs. Quedlinburg.)

## Das morphologische System der Saatgerste, *Hordeum vulgare* L. s. l.

Von RUDOLF MANSFELD.

Ein für die damalige Zeit umfassendes morphologisches System der Saatgerste, auf Merkmale der Ähren und Körner gegründet, hat erstmalig FRIEDRICH KÖRNICKE (1885) aufgestellt. Seit der posthumen Veröffentlichung seiner letzten kurzen Übersicht über dieses System (1908) ist es in deutscher Sprache nicht mehr vollständig dargestellt worden. Die Kenntnis der Formenmannigfaltigkeit der Saatgerste hat sich aber seitdem sehr erheblich erweitert, in erster Linie durch die großen russischen Expeditionen zur Erforschung der Kulturpflanzen. ORLOV (1936) hat in der russischen „Kulturpflanzenflora“ die zahlreichen neu entdeckten Varietäten beschrieben und das System von KÖRNICKE entsprechend weiter ausgebaut; eine englische Übersetzung der Übersicht der Varietäten bei ORLOV haben ORLOV und ÅBERG veröffentlicht (1941).

Die Bearbeitung des Gerstensorimentes in Gatersleben machte es notwendig, eine neue Zusammen-

stellung aller bisher aufgestellten morphologischen Varietäten zu versuchen. Die erstrebte Vollständigkeit konnte infolge der zeitbedingten Schwierigkeiten in der Beschaffung der Literatur (insbesondere auch älterer, bisher z.T. nicht ausreichend berücksichtigter) zwar noch nicht erreicht werden; bei dem erwähnten Fehlen einer neueren deutschen Darstellung scheint es trotzdem zweckmäßig, das Ergebnis zu veröffentlichen.

Im Anschluß an KÖRNICKE, ORLOV u. a. fasse ich alle Saatgersten in einer einzigen Art zusammen, die *Hordeum vulgare* L. sensu lato heißen muß; der Name *H. sativum* JESSEN ist eine unberechtigte überflüssige Neubildung. Die morphologischen Varietäten zeigen in ihren Merkmalen netzförmige Verknüpfung, d. h. jede Varietät unterscheidet sich von mehreren anderen nur in einem, aber jeweils in einem anderen Merkmal. Es sind daher viele verschiedene Gruppenbildungen (bzw. Aufteilungen in Arten) möglich; alle diese