

Ziele, Wege, und Erfolge der Pflanzenzüchtung seit Mendel.

Von Prof. DDr. Dr. h. c. Herbert Lamprecht,
Landskrona.

Vortrag, gehalten am 5. Mai 1965 bei der gemeinsam mit der Österr. Akad. d. Wiss. und der Zool. Bot. Ges. Wien veranstalteten Gedenkfeier anlässlich der vor 100 Jahren erfolgten Veröffentlichung der von Gregor Mendel entdeckten Vererbungsgesetze.

Einleitend ist zu erwähnen, daß Pflanzenzüchtung vom Menschen betrieben worden ist, seit er sesshaft geworden, und im Zusammenhang hiermit Pflanzenbau begonnen hat. Es handelte sich hierbei immer um eine Auslese der vom Gesichtspunkt der Nutzung besten Pflanzen. So entstanden aus Wildmaterial zuerst Primitivformen, wie man sie heute noch bei gewissen Völkern antrifft. Als Beispiel hiefür erwähne ich die kleinsamigen Bohnen der Mexikanischen Indianer am Hochplateau bei Oaxaca, von wo ich selbst Material erhalten habe.

Auslese aus Wild- und Primitivformen wurde durch Jahrtausende betrieben. Und in hierbei all-

mählich erhaltenen Kulturformen wurde auch in der Zeit nach Mendel bis in unser Jahrhundert hinein mit Auslese gearbeitet. Auslese aus stark variierendem Material, vom Züchter planmäßig hergestellt, ist auch jetzt die wichtigste Züchtungsmethode.

Schon lange vor Mendel wurde, namentlich von Gärtnern, beobachtet, daß Pflanzen nach Bestäubung mit sortenfremdem Pollen Nachkommen mit stark variierenden Eigenschaften geben. Auf diesem Wege wurde die Variationsbreite von Merkmalen binnen einer Art stark vergrößert. Diese Erscheinung wurde zur Herstellung neuer Sorten verwendet. All dies geschah indessen ganz ohne Kenntnis der Gene und Vererbungsgesetze. Nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze um 1900 durch v. Tschermak, Correns & de Vries, setzte eine intensive Vererbungs-forschung sowie eine durch Merkmalskombination auf praktische Ziele ausgerichtete Pflanzenzüchtung ein.

Das Ziel der Züchtung irgendeiner Pflanze ist jetzt immer dasselbe, es ist die größte erreichbare Wirtschaftlichkeit bei der Kultur, d. h. der größte geldliche Gewinn je Flächeneinheit. Die Erreichung dieses Zieles ist indessen von einer erheblichen Anzahl von Faktoren abhängig.

Hier ist unmittelbar darauf hinzuweisen, daß die Züchtungsarbeit immer auf die Umweltverhält-

nisse eingestellt werden muß. Nicht nur daß für verschiedene Klimagebiete an diese angepaßte Sorten gezüchtet werden müssen, sondern auch in klimatisch gleichen Gebieten ist der Erfolg der Züchtungsarbeit hochgradig von edaphischen und anderen Umweltverhältnissen abhängig. Struktur und Nährstoffgehalt der Böden spielen eine sehr große Rolle. Einfach ausgedrückt könnte man sagen, daß gleichwie eine hochproduzierende Kuh ihr entsprechende Futtermengen von hoher Qualität erfordert, so gilt dasselbe auch für das Produktionsvermögen hochgezüchteter Getreidesorten und Kulturpflanzen überhaupt. Nur auf besten Böden mit optimalen Nährstoffmengen können diese voll zur Geltung kommen.

Ein Beispiel möge dies veranschaulichen. Auf den besten Böden der Provinz Schonen in Südschweden sind Ernten von ertragreichen Winterweizensorten von 5.500 kg je ha normal. Spitzenerträge bis zu 8.000 kg wurden beobachtet. Baut man nun dort den vor 1900 benutzten alten Landweizen, so liegt sein Ertrag bei etwa 3.200 kg oder 40% niedriger. Vergleicht man aber die Ertragsleistung dieser beiden Weizensorten auf sehr kargen Böden Nordschonens, so erreicht die Differenz in der Produktion nicht 40, sondern nur etwa 5%. Dies besagt, daß die Züchtungsarbeit auf beste Umweltverhältnisse eingestellt ist. Auf Böden von weniger guter Qualität kann das Produktionsver-

mögen hochgezüchteter Sorten nicht voll ausgenutzt werden. Hier zieht der Landwirt durch den Boden verbessernde Maßnahmen allmählich nach.

Nun zu den *Methoden der Pflanzenzüchtung* selbst. Erst mit dem Bekanntwerden der *Mendel'schen* Gesetze bekam die Pflanzenzüchtung die Möglichkeit, die Arbeit planmäßig auf bestimmte Ziele auszurichten. So wie *Mendel* für sieben praktisch bedeutungsvolle Merkmalspaare der Erbse diesen entsprechende Paare von Erbanlagen, Genallele, hat feststellen können, so konnten analoge Grundlagen für eine seit 1900 allmählich zunehmende Anzahl von Merkmalen und Eigenschaften verschiedener Pflanzen nachgewiesen werden.

Es zeigte sich, daß die allermeisten Merkmale erblich fixiert sind und damit in diesbezüglich konstanten Linien oder Familien erhalten werden können. Von größter Bedeutung war hierbei die genanalytische Feststellung, daß nicht nur für morphologische Merkmale, sondern anscheinend auch für alle physiologischen Eigenschaften Gene bzw. Genkombinationen verantwortlich sind. Diese Erkenntnis führte fast unmittelbar zu der auch gegenwärtig bedeutungsvollsten Züchtungsmethode, der Kombinationskreuzung.

Der Züchter wird hierbei vor die große Aufgabe gestellt, seinem Zuchtgarten ein umfangreiches

Material einzuverleiben, das soweit wie möglich die Variationsbreite der einzelnen Merkmale einer Art deckt. An diesem studiert er die Ausprägung und Variation, sowie die Vererbungsweise der verschiedenen Eigenschaften.

Die Erreichung optimaler Wirtschaftlichkeit ist nun für den Züchter in den letzten Dezennien eine sowohl komplizierte wie langwierige Angelegenheit geworden. Die Erreichung eines angestrebten Zieles dürfte überhaupt niemals möglich sein.

Die Zielsetzung bei der Züchtung, was die verschiedenen Merkmale betrifft, mußte auch wiederholt stark geändert werden. Bedingt wurde dies teils durch die Mechanisierung der Ernte, teils, und vor allem, durch die Ansprüche der Lebensmittelindustrie, die überdies nicht selten gewechselt haben. Erwähnt seien die veränderten Erntemethoden mit Mähdrusch, Maschinen für die Ernte von Wurzelfrüchten, Erbsen, Spinat usw. Ferner mußte die Züchtung eingestellt werden auf den Gehalt der Früchte bzw. Samen an gewissen Stoffen, wie Zucker, Proteinen, Öl, Fibern, Eignung zum Konservieren und zum Tieffrieren, insgesamt also ein außerordentlich großes Arbeitsgebiet.

Als praktisch genommen unerreichbar ist schließlich die Resistenz der Pflanzen gegen die zahlreichen Rassen pflanzlicher Parasiten, hauptsächlich Pilzen und Bakterien, zu bezeichnen.

Nun einige Beispiele. Die Standfestigkeit von Getreide spielt eine bedeutende Rolle, teils bei der Verwendung von Mähdreschern, teils für die Kornqualität. Ein sehr steifer aufrechter Halm hat sich nicht als die beste Lösung erwiesen. Der Halm soll überdies elastisch sein, denn bei starker Beanspruchung durch Regen und Sturm legt sich der steife und aufrechte Halm wie ein gewalzter Teppich auf den Boden, womit Verminderung von Ertrag und Qualität folgt. Der elastische Halm dagegen hält sich, wohl stark gegen den Boden gekrümmt, mit der Ähre immer noch ein Stück vom Boden entfernt. Zu erwähnen ist hier, daß man beim Mähdrusch oft etliche Tage auf genügendes Trocknen des Getreides warten muß, bis geschnitten werden kann.

Die durch Röntgenbestrahlung erzeugten, sog. *erectoides*-Mutanten der Gerste haben wohl einen steifen und ganz aufrechten Halm, aber dieser ist überdies durch große Spröde gekennzeichnet. Bei größerer Beanspruchung bricht ein solcher Halm, sodaß ein Teil der Ähren am Boden schleift, was zu erheblichen Verlusten führen kann.

Die Resistenzzüchtung bei der Gerste hat, wie bei allen Kulturpflanzen, mit mehreren Pilzen zu kämpfen. Zwei der wichtigsten sind Mehltau und Flugbrand. Von jedem dieser Pilze gibt es zahlreiche Rassen. Eine Züchtung auf Immunität gegen Mehltau ist nur temporär möglich gewesen, näm-

lich gegen eine in einem gewissen Gebiet vorhandene, begrenzte Anzahl von Rassen. Ist diese Immunität erreicht, so treten nach wenigen Jahren neue Pilzrassen auf, entweder durch Überführung aus anderen Gebieten, von Wildmaterial oder durch Mutation, worauf die betreffende einmal immune Sorte wieder zunehmend stark befallen wird.

Ganz dieselben Verhältnisse bestehen mit Hinblick auf den Flugbrand. Auch dieser tritt in zahlreichen Rassen auf. Eine erblich fixierte, physiologische Resistenz scheint daher nicht erreichbar zu sein. Aber bei der Gerste hat sich vor kurzem ein neuer Weg für die Erreichung anscheinend vollkommener Resistenz gegen Flugbrand gangbar gezeigt. Dieser gründet sich auf das Auffinden von kleistogam, d. h. ohne Öffnen der Blüten, abblühenden Linien. Wenigstens in temperierten und kühleren Gegenden kann hierdurch eine vollkommene Verhinderung des Flugbrandbefalls erreicht werden. Es sind schon fertige Sorten mit dieser Eigenschaft in Vermehrung. Hat bei solchen Sorten die Befruchtung einmal kleistogam stattgefunden, so können die Hyphen der Flugbrandsporen nach dem darauf folgenden Öffnen der Blüten nicht mehr eindringen.

Die Kombination eines neu aufgefundenen Merkmals, z. B. eine gewisse Parasitenresistenz bei einem Wildtyp, mit allen für eine hochgezüchtete Sorte kennzeichnenden Eigenschaften kann einen

außerordentlich großen züchterischen Einsatz erfordern. Dies namentlich, wenn das neue Merkmal einem Typ eigen ist, der im übrigen ungünstige Eigenschaften besitzt. Solchenfalls bestehen Unterschiede in einer größeren Anzahl von Genen. Ich erinnere im Zusammenhang hiermit, daß in der 2. Generation einer Kreuzung mit nur 20 spalten-den Genen nicht weniger als 1.048.576 Individuen erforderlich sind, um theoretisch ein einziges 20-fach homozygot rezessives Individuum zu erhalten.

Vor fast 20 Jahren hat man daher einen neuen Weg vorgeschlagen, um hier einfacher zum Ziel zu gelangen. Man kreuzt z. B. eine Wildform mit dem gewünschten Merkmal mit der hochgezüchteten Sorte, wirft die Nachkommen ohne das gewünschte Merkmal weg und kreuzt mit der hochgezüchteten Sorte zurück. Dies wird 5—6 oder mehr Generationen hindurch wiederholt, wobei man damit rechnete, daß schließlich alle Gene der Wildform, mit Ausnahme der für das gewünschte Merkmal, durch die der Vaterlinie der hochgezüchteten Sorte, ersetzt sein sollen. Man hätte also hierdurch die ursprüngliche Hochzuchtlinie mit dem gewünschten Merkmal, z. B. Resistenz gegen einen bestimmten Pilz, kombiniert. Selbst habe ich dies unmittelbar als kaum je vollkommen, sondern nur annähernd erreichbar bezeichnet, da man bei einer Spaltung in vielen Genen und einer Chromosomenzahl von nur 7, wie bei der Gerste, zweifellos mit

starken Koppelungen rechnen muß. Und diese können auf dem genannten Wege kaum alle gebrochen werden. Die Ergebnisse haben dies bestätigt.

Als qualitative Eigenschaft von Bedeutung wird bei der Gerste oft ihre Eignung für den Brauprozess betrachtet. Man verlangt eine hohe Kohlbachzahl, das ist der Prozent in Lösung gehendes Protein, ausgedrückt als N, sowie eine möglichst hohe diastatische Kraft. Diese verkürzt den Mälzprozess und beschleunigt auch den Brauprozess. Eine agrarisch hochwertigere Gerste läßt sich hiermit aber nicht gut vereinigen. Denn bei sehr hoher diastatischer Kraft, z. B. 400, in Österreich wünscht man wenigstens 260, ist auch die Keimbereitschaft der Gerste entsprechend hoch. Und den Anbau einer solchen Gerste kann man dem Landwirt nicht zumuten. Eine solche Gerste keimt nämlich bei feuchter Witterung oder nach Regen in der Ähre und wird dann natürlich vollkommen abgelehnt. Hier ist der Züchter unbedingt gezwungen einen Kompromißweg zu gehen. Die Brauereien sind auch nicht gewillt für besondere Braugersten so viel mehr zu bezahlen, daß der Landwirt mit einem sicheren Plus rechnen könnte.

Hätte Braugerste gegenüber Futtergerste für die Brauindustrie einen erheblichen Mehrwert, dann hätten die Brauereiverbände die Gerstenzüchtung zweifellos selbst in die Hand genommen. Es gibt

kaum welche Futtergersten, aus denen man nicht ein ebenso gutes Bier machen kann, wie aus den sog. Braugersten. Meiner Ansicht nach soll die Züchtung spezieller Sorten für industrielle Zwecke, wie Zuckerrüben, Braugersten, Fieberpflanzen usw. am besten den betreffenden Industrien selbst überlassen werden.

Beim Weizen liegen die Verhältnisse insofern etwas anders, als praktisch genommen der ganze Weizen an die Mühlen geliefert wird. Beim Winterweizen, der in Mitteleuropa in viel größerem Umfang gebaut wird als Sommerweizen, sind außer Ertrag die wichtigsten züchterisch zu bearbeitenden Eigenschaften Winterfestigkeit, zum Mähdrusch geeignete Standfestigkeit, Auswuchsfestigkeit sowie Resistenz gegen die verschiedenen pflanzlichen Parasiten. Eine große züchterische Aufgabe ist hier schließlich die Eignung für die Mühlenindustrie. Hier sind vor allem Proteingehalt und Kleberqualität von Bedeutung. Mit Hinblick darauf, daß diese verschiedenen Eigenschaften je durch mehrere Gene bedingt werden, ist leicht einzusehen, daß die Erreichung der besten Kombination eine züchterisch sehr große und langwierige Aufgabe darstellen muß. Vieles ist erreicht worden, aber wohl ebenso viel verbleibt noch zu tun.

Nun zu den Fremdbefruchtern. Für die Züchtung dieser Pflanzen sind in den letzten Dezenenien sowohl revolutionierende Methoden entwickelt,

wie auch sehr bemerkenswerte Erfolge erzielt worden. Allgemein ist hier hinzuweisen auf die Ausnutzung des Heterosis-Effektes sowie auf die Herstellung von Sorten mit verschiedenem Grad von Polyploidie.

Unter Heterosis versteht man die Erscheinung, daß die F_1 , also die erste Generation nach einer Kreuzung zweier genetisch abweichender Linien oder Familien die Leistungsfähigkeit beider Eltern deutlich übertrifft. Entscheidend ist hierbei die richtige Wahl der Eltern. Diese Wirkung ist bedingt durch eine mehr oder weniger starke Heterozygotie der Gene, daher die Bezeichnung Heterosis.

Der Heterosis-Effekt war schon etwa um 1910 bekannt geworden. Aber eine planmäßige und praktische Ausnutzung dieses Effektes findet man erstmalig beim sog. Hybridmais seit etwa 1922. Die Technik ist verhältnismäßig einfach. Man kastriert die als Weibchen dienenden Pflanzen, sodaß diese nur vom Pollen von neben ihnen wachsenden Pflanzen des zweiten Elters befruchtet werden können. Sehr viel Arbeit erfordert indessen die Herstellung der geeigneten Elternlinien. Ein verhältnismäßig großes Material muß mehrere Jahre hindurch in vergleichenden Versuchen sorgfältig geprüft werden, um sicheren Aufschluß über den Wert der als Eltern zu verwendenden Linien zu erhalten. Viele Testkreuzungen sind zu untersuchen,

um die geeignetsten Kombinationen feststellen zu können.

Seit ein paar Dezennien ist die Herstellung von F_1 -Sorten auch bei mehreren verschiedenen Pflanzen zur Verwendung gelangt. Ich nenne hier Rüben, Tomaten, Gurken und Zwiebel. Technisch von außerordentlich großem Wert war bei der Züchtung von F_1 -Material die Auffindung von männchensterilen Linien. Die Bedeutung solcher Linien wird unmittelbar klar, wenn man bedenkt, daß hierdurch jede Arbeit mit dem Kastrieren wegfällt. Denn eine männchensterile Linie kann selbstverständlich nur als weiblicher Elter fungieren.

Es gibt dreierlei, verschieden bedingte Männchensterilität, nämlich: 1) eine genisch-plasmatische, 2) eine durch ein einzelnes rezessives Gen bedingte sowie 3) eine nur funktionelle Sterilität.

Die genisch-plasmatisch bedingte Männchensterilität setzt eine von Jahr zu Jahr ununterbrochene Arbeit mit der Züchtung von Linien mit geeigneter genisch-plasmatischer Konstitution voraus, die dann die männchensterilen Nachkommen geben.

Die einfach genisch rezessiv bedingte Männchensterilität ist leicht beizubehalten, indem man im betreffenden Gen heterozygote Familien baut. Bei der Herstellung der F_1 müssen dann allerdings die fertilen Pflanzen entfernt werden, da sonst Befruchtung mit diesen eintreffen kann.

Der technisch weitaus vorteilhafteste Typ von Männchensterilität ist der funktionell bedingte. Bei diesem Typ ist der Pollen vollkommen normal ausgebildet, kann aber, da sich die Antheren nicht öffnen, keine Narben erreichen. Man kann daher mehrere Reihen solcher männchensteriler Pflanzen und zwischen diesen einzelne Reihen normaler Pflanzen als Pollenspender bauen. Alle auf den männchensterilen Pflanzen geernteten Früchte bzw. Samen repräsentieren dann Kreuzungsprodukte zwischen den beiden Elternlinien. Diese Methode wurde von mir bei der Züchtung von *Cladosporium*-resistenten Treibhaustomaten mit großem Erfolg verwendet.

Während bei den erstgenannten beiden männchensterilen Typen die Erhaltung dieser von Generation zu Generation recht viel Arbeit erheischt, ist sie beim funktionell sterilen Typ äußerst einfach. Man braucht nur eine kleinere Kultur männchensteriler Pflanzen aufzuziehen und die Antheren dieser im richtigen Stadium durch Anritzen zum Öffnen zu bringen. Die Nachkommen solcher Pflanzen haben dann wieder ganz denselben Typ von Männchensterilität.

Damit kann der Heterosis-Effekt in einfacher und wenig kostspieliger Weise ausgenutzt werden. Bei allen züchterischen Methoden ist selbstverständlich entscheidend, ob die Kosten durch die Erhöhung des Nutzungswertes getragen werden

können. Ganz dasselbe gilt natürlich auch für die Herstellung von polyploiden Sorten, wie der Poly-beta-Rübe und der triploiden Rübe.

Stellt man nun die Frage, um wieviele Prozente der Ertrag der züchterisch seit 1900 stärker bearbeiteten Kulturpflanzen erhöht werden konnte, so kann etwa 50% angegeben werden. Aber von dieser Erhöhung des Ertrages kommt nur etwa die Hälfte auf die züchterische Arbeit, die andere Hälfte ist bedingt durch verbesserte Kulturmethoden. Wie schon erwähnt, ist die Erhöhung des Anbauwertes von Kulturpflanzen immer das Ergebnis des Zusammenwirkens dieser beiden Faktoren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [105](#)

Autor(en)/Author(s): Lamprecht Herbert Anton Karl

Artikel/Article: [Ziele, Wege, und Erfolge der Pflanzenzüchtung seit Mendel. 79-92](#)