

# Beurteilung von Zuchtmethoden bei Getreide unter Gesichtspunkten des ökologischen Landbaus

Dr. Karl-Josef Müller

Methoden, die im Zusammenhang mit der Getreidezüchtung heute Anwendung finden und zu diskutieren wären, sind die Herstellung von Di-Hapliden in Verbindung mit markergestützter Selektion und Hybride auf der Basis cytoplasmatischer Pollensterilität.

## Di-Haploide (Antheren- und Mikrosporenkultur)

Di-Haploide (DH-Linien) werden erzeugt, um in einer Generation von einem vollständig heterozygoten Organismus auf einen vollständig homozygoten Organismus zu kommen. Der unmittelbare Nachkomme (F1) aus einer Kreuzung voneinander verschiedener Eltern ist vollständig heterozygot. In der dann folgenden Generation hätte man bei einfachem Nachbau aus Samen der F1 eine statistische zu erwartende Homozygotie von 50%, in der F3 dann 75%, dann 87,5%, dann 93,75% usw. Erst in der sechsten Generation nach der Kreuzung läge die Homozygotie über 95%. Präpariert man stattdessen aus dem unmittelbaren Kreuzungsnachkommen (F1) die Staubbeutel auf ein Nährmedium bevor die Teilung der Pollenmutterzellen begonnen hat, und bringt durch entsprechende Behandlung mit Pflanzenhormonen diese Zellen zum Wachsen und zur Ausbildung von zunächst Keimblättern und dann Keimwurzeln, dann wächst daraus eine haploide Pflanze, die also nur über einen einfachen Chromosomensatz verfügt. Damit wäre sie nicht fortpflanzungsfähig, weil keine neuen Samen auf dieser Pflanze gebildet werden können. Zum Teil spontan oder durch Behandlung mit Colchizin, dem Gift der Herbstzeitlosen, wird der Chromosomensatz im Verlauf des jugendlichen Sprosswachstums verdoppelt, so dass nun ein vollständig homozygoter Organismus entsteht, bei dem keinerlei rezessive Eigenschaften von dominanten überdeckt werden und auch keine intermediären Zwischenformen vorkommen. Die Erbsubstanz dieses Organismus ist wegen ihrer totalen Homozygotie eine ideale Basis für eine direkte Beurteilung von Eigenschaften und für direkte Analysen von gezielt erzeugten DNA-Bruchstücken. Kann eine solche DNA-Analyse mit abgenommenen Blättern bereits vor der Blütenbildung der Pflanze stattfinden, dann kann bereits zur Blüte die nächste Kreuzung vorgenommen werden.

Anmerkung hierzu: Aus ökologischer Sicht problematisch ist das Wachstum auf Nährmedien, insofern hier durch kontinuierliche Wiederholung eine Anpassung bzw. Selektion auf eine - bei allem Respekt für eine umweltfreundliche Entsorgung - nicht gerade ökologische Umgebung hin erfolgt. Pflanzen, bei denen der primäre Erhaltungsstoffwechsel besonders ausgeprägt ist, werden zwangsläufig bevorzugt. Nicht unmittelbar der Erhaltung dienende Stoffwechselwege werden schrittweise eliminiert oder zumindest wird auf solche Organismen selektiert, bei denen diese unterdrückt werden. Es ist heute nicht absehbar, welche Nahrungsqualität langfristig dadurch entsteht. Es ist aber zu erwarten, dass die z.B. für Reifevorgänge bedeutenden Substanzen, die den Charakter eines Lebensmittels ausmachen, zurückgehen werden, wenn sie nicht explizit in der Selektion berücksichtigt werden können. Eine Prognose hinsichtlich einer Auswirkung auf die menschlichen Organe oder das innere Befinden ist derzeit nicht möglich.

## Markerselektion

Bei der Markerselektion stützt man sich auf das Vorhandensein bestimmter Bruchstücke der DNA, um das Vorhandensein der Erbsubstanz, die für die Ausprägung einer bestimmten Eigenschaft unverzichtbar ist, abzuschätzen. Die Erbsubstanz selber wird nicht direkt manipuliert. Das Verfahren dient einer indirekten Selektion. Es wird nicht die Eigenschaft

selber selektiert, sondern ein DNA-Bruchstück, dessen Vorhandensein mit großer Wahrscheinlichkeit auch das Vorhandensein und die Ausprägung einer bestimmten Eigenschaft erwarten läßt. Die Markerselektion wird bevorzugt in der Resistenzzüchtung eingesetzt. Der Vorteil dieser indirekten Selektionsmethode liegt neben dem Zeitgewinn auch darin, dass mehrere Resistenzen kombiniert oder "pyramidiert" werden können, die sich als Eigenschaften in der Ausprägung am Organismus überdecken würden. Obwohl auch Techniken vorgeschlagen wurden um mittels Marker komplexere quantitative Resistenzen selektieren zu können, wird die Technik nahezu ausschließlich für die Etablierung neuer monogener Resistenzen eingesetzt. Die Konsequenz ist, dass neue Resistenzen nicht nur schneller in neuen Sorten - unter Verwendung von DH-Linien (s.o.) - etabliert werden können, sondern dementsprechend auch schneller verbraucht sein werden, da dieser Weg in der Regel von vielen Züchtern gleichzeitig verfolgt wird. Eine entsprechend neue, resistente Sorte bzw. neue Resistenz erreicht in kürzester Zeit eine große Verbreitung und damit steigert sich auch das Potential für den Zusammenbruch der Resistenz, da die eigentliche Krankheitsursache (ein Missverhältnis zwischen der Umwelt und dem veranlagten Stoffwechsel der uniformierten Sorte) nicht verändert wird.

Anmerkung hierzu: Problematisch ist, dass man im Grunde nicht mehr die Pflanze und ihre Eigenschaften betrachtet, sondern die Marker und dass die Methode auf eine weite Verbreitung der Sorte bzw. der Eigenschaft und nicht gerade auf eine aus ökologischer Sicht erforderliche, standortgemäße Anpassung ausgerichtet ist. Eine Resistenz oder ein Resistenzcocktail, der über große Gebiete verbreitet wird, hat schon vom Ansatz her mit Ökologie nicht mehr das geringste zu tun. Für eine kritische Beurteilung bedarf es hier der Besinnung auf ein grundlegend ökologisches Denken statt einer Beschränkung auf umweltfreundliche Techniken, die auch von der konventionellen Landwirtschaft zunehmend vertreten werden. Der Nachweis eines Einsatzes der Markerselektion ist aber nur über Auskünfte der Züchter möglich, an der Pflanze selber ist er mit den verbreiteten Fähigkeiten nicht durchführbar, solange es sich um arteigene Eigenschaften handelt. Nicht zu vernachlässigen ist die Kombination mit Di-Hapliden (siehe oben).

### **Hybridisierung, insbesondere mittels Pollensterilität**

(siehe hierzu auch: MÜLLER, K.J. (1996): Winterroggen: Hybrid- oder Populationssorten? Zeitschrift Lebendige Erde 3/96, 209-218. Im Internet direkt unter <http://home.t-online.de/home/gfgf.kjm/hyporoso.htm> oder dem Link zur Literaturliste unter [www.gfgf-kjm.de](http://www.gfgf-kjm.de) folgen).

Die Hybridisierung nutzt das einmalige Auftreten einer Mehrleistung aus der Kombination ingezüchteter Eltern in Relation zum Durchschnitt der Leistungen beider Eltern in der ersten Generation nach der Kreuzung (F1), die als Heterosis bezeichnet wird. Nach heutiger auf gegenständlichem Denken beruhender Vorstellungsart ergibt sich der Effekt aus der additiven Wirkung sämtlicher dominanter Eigenschaften beider Eltern zusammengenommen. Insbesondere mit dem vegetativen Wachstum in Zusammenhang stehende Stoffwechselwege treten dadurch in den Vordergrund. Qualitativ differenzierende Stoffwechselwege werden überwiegend rezessiv oder intermediär vererbt, müssen also in beiden Eltern gleichermaßen züchterisch etabliert werden und unterliegen nur in den seltensten Fällen einer Heterosis. Insofern qualitative Eigenschaften nicht bewußt mit selektiert werden, treten sie bei der Hybridzüchtung in den Hintergrund oder werden von vegetatives Wachstum fördernden Stoffwechselwegen verdrängt, ohne dass dies zunächst bemerkt wird. Die Hybridzüchtung ergibt sich konsequenterweise dadurch, dass im Marktgeschehen über einen schleichenden Prozess der verbilligenderen Massebildung immer der Vorzug gegeben wird; solange bis die Abweichung groß genug geworden ist, um als Qualitätsmangel erkannt zu werden; vorausgesetzt eine Wiederbelebung des Verlorenen ist noch möglich, so dass die Abweichung deutlich gemacht werden kann.

Auf dem Wege der Entwicklung ausreichend voneinander verschiedener Elternlinien muss ein hohes Niveau von Inzucht entwickelt werden, um möglichst viele nicht vegetativ wirkende oder sogar wachstumshemmende rezessive Eigenschaften zu eliminieren. Dies geschieht ungeachtet der Kenntnis darüber, ob diese Eigenschaften ein noch ungeahntes Potential zukünftiger Entwicklung in sich tragen. Im Gegensatz dazu trägt eine Population offenbestäubender, selbstinkompatibler Pflanzen, wenn durchschnittlich nur an einem Individuum unter tausend eine rezessive Eigenschaft homozygot in Erscheinung tritt, in 61 Individuen die Eigenschaft rezessiv weiter (Hardy-Weinberg-Gleichgewicht; monogener Erbgang) und erhält sie damit für künftige Generationen. Auch die Fremdbestäubung fördernde Selbstinkompatibilität wird bei der Hybridzüchtung sukzessive unterdrückt bis ausgerottet, da eine hohe Inzuchtrate nur bei Pollenselbstverträglichkeit möglich wird.

Bei Getreiden, die nicht wie Mais von Hand sterilisiert (entfahnt) werden können, bedarf es zudem einer Pollensterilität verursachenden Defektes, um im großen Umfang vollständig heterozygotes Saatgut (F1) herstellen zu können. Da eine über die zytoplasmatische Vererbung (z.B. der Mitochondrien) weitergegebene Sterilität des Pollens mangels Pollen nicht auf eine andere Pflanze übertragen werden kann, kann andersherum die Verschiedenartigkeit unterschiedlicher Roggenpflanzen oder -sorten nur in eine solche pollensterile Pflanze eingekreuzt werden. Daraus ergibt sich, dass alle späteren Hybridsorten, wenn sie auch sonst in vielem verschieden sein können, hinsichtlich der zytoplasmatischen Vererbung absolut uniform sind. Diese zellgenetische Uniformität über Sorten hinweg beinhaltet eine hohe genetische Verwundbarkeit und entspricht nicht einer standortbezogenen, ökologischen Diversifizierung.

Der Mangel an vererbungsfähigem Pollen bzw. die nicht vollständige Wiederherstellung der Fertilität beim Hybriden wird in seiner Bedeutung möglicherweise besser erfasst, wenn das biologisch-dynamische Verständnis vom Pollen hinzugezogen wird. Demzufolge vermittelt der Pollen die zur Samenreife führenden Wärmequalitäten in die sonst nur von Wachstumsvorgängen dominierte Frucht und ermöglicht damit erst den Anfang zur "Wiederherstellung(Reproduktion)". Anders ausgedrückt bleibt die Samenanlage ohne den Pollen in ihren Lebensvorgängen "unterkühlt" und auf der Ebene einer rein vegetativ sich fortsetzenden "Wiederhervorbringung", die ansonsten während des Sprosswachstums in der "Wiederhervorbringung" der Blätter von Knoten zu Knoten natürlicherweise vorherrscht.

Die pollenempfangsbereite Blüte öffnet sich, solange sie unbefruchtet ist, immer wieder und sondert dabei eine nährstoffhaltige Flüssigkeit als Tautropfen in der Blüte ab, der seinerseits ein Nährboden für den Mutterkornpilz ist. Diese nur auf mangelndem Pollen basierende Krankheit konnte in Zusammenhang mit der Hybridroggenausbreitung in den letzten beiden Jahrzehnte ausreichend studiert werden. Konventionell wird nun versucht dieser Krankheit durch Resistenzzüchtung zu begegnen, und da nur wenig Resistenzpotential zu erwarten ist - denn das Problem ist ja nur der Mangel an Pollen -, kann davon ausgegangen werden, dass hier der potentielle Einstieg in die Gentechnik beim Roggen liegen wird. Auch dem aufgrund des verstärkten vegetativen Wachstums bei Hybridroggen stärker auftretenden Braunrost wird durch eine entsprechende Resistenzzüchtung begegnet, obwohl das eigentliche Problem der Heterosiseffekt und die für vegetatives Wachstum erforderlichen, höheren Chlorophyllgehalten und Stoffwechselungleichgewichte selber sind.

Falsch ist die Annahme, dass Hybridroggen nicht nachbaufähig ist. Es kann nur jedem konventionellen Landwirt empfohlen werden Hybridroggen ein- bis zweimal nachzubauen, um Saatgutmehrkosten und Lizenzgebühren einzusparen. Statistisch verringert sich die Mehrleistung des Hybriden (F1) gegenüber dem Durchschnitt der Eltern in der F2 um die

Hälfte bzw. in der F3 um 3/4 und sie liegt damit immer noch deutlich über dem Erwartungswert einer Populationsorte.

Anmerkung hierzu: Kurzfristig führt der Einsatz von Hybriden über eine höhere Massebildung zu einem höheren Flächenbeitrag, der aber zugleich einen Preisverfall nach sich zieht, der seinerseits beim Verbraucher nicht mehr merklich ankommt, sondern in Zwischenhandel und Verarbeitung aufgeht. Das für den Verbraucher relevante Produkt wird aber von seiner qualitativen Seite her schlechter, und sei es nur durch nicht vollständig entfernbare Mutterkornbestandteile, die ihrerseits Ausdruck für mangelnde Wärmequalitäten und Differenzierung sind. Mangelnde Differenzierung zeigte sich auch bei Untersuchung der Samen mittels empfindlicher Kupferchloridkristallisation im Vergleich mit Populationsorten. Es darf aber nicht übersehen werden, dass es die herrschenden Zuchtziele sind, welche zu einer Favorisierung der Methode geführt haben. Bleiben die wertbestimmenden Kriterien unverändert, dann werden sich auch die Populationsorten, wenn auch zeitlich deutlich gestreckter und wesentlich später, infolge entsprechender züchterischer Bearbeitung in die gleiche Richtung entwickeln wie heute die Hybridsorten.

### **Gibt es interessante Zuchtmethoden für die Zukunft des ökologischen Landbaus?**

Alles Spektakuläre, was von manchem Zeitgenossen angesichts dieser Frage möglicherweise erhofft wird, sollte schon per se Skepsis hervorrufen. Nur eine andere Technik an die Stelle der Techniken zu setzen, lenkt vom eigentlichen Verständnisproblem im Bereich der Biowissenschaften ab. Denn grundsätzlich liegen den heutigen Zuchtmethoden - und den künftigen ebenso - zwei Impulsrichtungen zugrunde, die sich einerseits aus den Kriterien ergeben, welche züchterisch zu verwirklichen angestrebt werden; denen also ein entsprechender Wert beigemessen wird, der seinerseits durch den späteren Verkauf (die Wertschätzung) bestätigt wird. Neben diesen Kriterien oder auch Zielen der Züchtung ergibt sich die Methodenentwicklung aus dem Verständnis für den Organismus, welcher der Handlung unterworfen wird. Offensichtlich ist dies zunächst die Pflanze und insofern geht es um das Verständnis dafür, wie sich Eigenschaften von Pflanzen ausbilden. Auch die menschliche Gesellschaft und die Sicht auf die sozialen Verflechtungen muss konsequenterweise zum "Organismus" hinzugerechnet werden. Nicht zuletzt spielt in die Methodenbildung auch die Ansicht über den Vorgang der Ernährung hinein.

Den heutigen Methoden liegt die gegenständlich punktuelle Sicht auf die Welt zugrunde. Diese wird ständig begleitet von dem Bestreben, zu einer Verallgemeinerung zu kommen. In der Züchtung konzentriert sich heute zunehmend alles auf die unmittelbare und punktuelle Veränderung der Erbsubstanz unter der Annahme, dass von dort ausgehend die gewünschte Eigenschaft zwangsweise gebildet werden muss. Dem steht die Ansicht gegenüber, dass Eigenschaften unter Mit- oder Einwirkung der Umwelt überhaupt erst in die Erscheinung treten können und dass es sich wiederholender Einwirkungen der Umgebung bedarf, um eine Eigenschaft so zu stabilisieren, dass sie sich auch bei vorübergehendem Ausbleiben der Bedingungen erhält. Gegenüber der punktuellen Sicht könnte diese Vorgehensweise als umweltliche bezeichnet werden. Bei einer umweltlichen Sicht begibt sich der Betrachter unmittelbar in die Kräfteverhältnisse der Umwelt im Verhältnis zum Organismus hinein.

Eine Züchtung, die den umweltlichen Gesichtspunkt gegenüber dem punktuellen gleichwertig berücksichtigt, wird auch zu neuen Methoden kommen. Diese Methoden können sich zeigen in der Art des Anschaulichmachens und der Bewertung von Eigenschaften. Beispielsweise können Methoden entwickelt werden, welche die Bezogenheit einer Pflanze auf einen Standort beurteilbar werden lassen. Metamorphosestudien, aber auch Substanzstudien, bei denen die Substanzbildung im Verhältnis zur Umwelt berücksichtigt wird, sind erste Schritte auf dem Wege dahin. Es können auch Methoden entwickelt werden, die ihren Ausgangspunkt

von der Ernährung des Menschen nehmen unter Berücksichtigung der Auswirkung auf seine innere Befindlichkeit. Die Frage, ob ein Nahrungsmittel nur verdaut wird oder ob es darüber hinaus konstituiert, erfordert Testmethoden, mit denen dies abgeschätzt werden kann. Die bildschaffenden Methoden sind ein erster Ansatz auf diesem Weg neben der tatsächlichen Testung des Nahrungsmittels durch sensible Menschen, die diesbezüglich bereits ein Differenzierungsvermögen entwickelt haben. Die züchterische Veränderung der Pflanzen wird den eigentlichen umweltlichen Gesichtspunkt stärker in die Handhabung integrieren bis dahin, dass nach Wegen gesucht wird, die den Organismus öffnen bzw. vorübergehend sensibilisieren, um eine zunächst vielleicht nur modifikatorische und -in der Folge oder unmittelbar- auch erbliche Eigenschaft durch Wahl und Gestaltung einer bestimmten Umkreiswirkung hervorzubringen, die bis dahin noch nicht existent war, die sich aber aus der artspezifischen Anlage des Organismus erwarten läßt. Auf die diesbezüglichen Ansätze einzugehen sprengt allerdings den hier vorgegebenen Rahmen, da dafür zunächst entsprechende Vorkenntnisse vermittelt werden müssen.

### Fazit

Eine andere Herangehensweise wird als Wert an sich neben anderen Kriterien der Wertbildung zu anderen Methoden und nicht zuletzt auch zu anderen "Techniken" führen, welche über die heute bereits angewandten hinausgehen werden. Die heutige ausschließlich exoterische Urteilsbildung, die sich an äußeren Zusammenhängen orientiert, wird dazu aber um eine esoterische erweitert werden müssen, die auch innere Zusammenhänge, welche sich durch eine intuitive umweltliche Vorgehensweise ergeben, rationell beschreiben kann. Ansätze dazu existieren bereits. Der ökologische Landbau bildet die Basis, um diese weiterzuentwickeln.

## **Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:**

**Titel:** Beurteilung von Zuchtmethoden bei Getreide unter Gesichtspunkten des ökologischen Landbaus

**Autor:** Karl-Josef Müller

Beitrag zum ExpertInnenworkshop Methodik und Techniken der Pflanzenzüchtung am 4.4.00 in Frankfurt

**Institution:** Gesellschaft für goetheanische Forschung e.V.

**Erscheinungsort:** Frankfurt

**Erscheinungsjahr:** 2000

**Online Context:** [www.darzau.de](http://www.darzau.de)

Die Datei ist abrufbar in der Datenbank [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org) unter der „Orgprints ID“ Nummer 660