

Entwicklung von Maissorten mit spezieller Anpassung an die Bedingungen des Ökologischen Landbaus

Development of maize varieties with specific adaptation to organic farming conditions

H. Burger¹, M. Schloen¹, W. Schmidt² und H. H. Geiger¹

Keywords: development of organic agriculture, crop farming, plant breeding

Schlagwörter: Entwicklung Ökolandbau, Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung

Abstract:

Organic farming has gained in importance in Germany during the past years. Therefore an increasing demand exists for varieties with specific adaptation to this farming system. Hence it becomes necessary for plant breeders to optimize their selection strategy for varieties which meet the requirements of organic farming. For this purpose a research project was conducted at the University of Hohenheim, Institute of Plant Breeding, Seed Science, and Population Genetics in cooperation with the KWS SAAT AG. It was supported by the "Bundesprogramm Ökologischer Landbau" and lasted from April 2004 to December 2006. In the present contribution the results of comparative trials with maize under organic and conventional farming conditions in 2004 and 2005 are reported. It is demonstrated that under organic farming maize genotypes can be evaluated with similar precision as under conventional conditions. However, inconsistent correlations between the two farming systems indicate that the predictability of performance under organic farming from data obtained under conventional farming and vice versa strongly depends on the genetic materials.

Einleitung und Zielsetzung:

Der Ökologische Landbau hat in den letzten Jahren in Deutschland zugenommen. Die Versorgung mit Saatgut, das dafür geeignet ist, gewinnt deshalb zunehmend an Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist bei der Entwicklung neuer Sorten zu überprüfen, ob Zuchtziele und ggf. der Sortentyp auf die spezifischen Anforderungen der ökologischen Wirtschaftsweise abgestimmt werden müssen. Zur Beantwortung dieser Frage wurde von der Universität Hohenheim und der KWS SAAT AG von 2004 bis 2006 ein Forschungsprojekt durchgeführt, das vom "Bundesprogramm Ökologischer Landbau" gefördert wurde. Im vorliegenden Beitrag soll anhand der Versuchsergebnisse der Jahre 2004 und 2005 untersucht werden, ob für die Entwicklung von Sorten mit spezifischer Anpassung an die Bedingungen des ökologischen Landbaus (ÖKO-Bedingungen) eigenständige, von konventionellen Programmen unabhängige Züchtungsmaßnahmen erforderlich sind oder ob integrierte Verfahren größeren Erfolg erzielen.

¹Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Deutschland, burger@pz.uni-hohenheim.de

²KWS SAAT AG, 37555 Einbeck, Deutschland

Im Einzelnen soll anhand züchterischer Parameter ermittelt werden, ob unter ÖKO-Bedingungen

- (i) eine für züchterische Zwecke ausreichende genetische Differenzierung des geprüften Zuchtmaterials erkennbar ist,
- (ii) Feldversuche mit der gleichen Präzision durchgeführt werden können wie unter konventionellen Bedingungen,
- (ii) eine spezifische Anpassung von Genotypen an die ökologische Wirtschaftsweise erreichbar ist.

Methoden:

Feldversuche

Ausgehend von zwei breiten Stichproben züchterischen Ausgangsmaterials, die aus 178 Flint(F)- bzw. Dent(D)linien bestanden, sollten für jede Wirtschaftsweise die 11 besten Flint- und die 11 besten Dentlinien in einem zweistufigen Verfahren selektiert werden, um daraus im Winter 2005/2006 zwei Gruppen spezifisch angepasster Hybriden (ÖKO-Hybriden, KON-Hybriden) zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurde in den Jahren 2004 und 2005 die Leistung von Testkreuzungen, Standards und Vergleichsprüfgliedern in drei Regionen (Stuttgart/Baden-Württemberg, Erding/Bayern, Einbeck/Niedersachsen) unter ökologischen und konventionellen Bedingungen geprüft. In beiden Jahren wurden vier Materialsätze gebildet, von denen jeweils zwei aus Testkreuzungen von Flint- bzw. Dentlinien bestanden. Im ersten Jahr wurden alle obigen Linien getestet, im zweiten hingegen nur die im Vorjahr unter den jeweiligen Anbaubedingungen 25 % besten. Im ersten Versuchsjahr wurden jeweils ein Single-Cross-Tester (SC-T), im zweiten zwei mit dem Single und untereinander nicht verwandte Linientester (L-T1, L-T2) eingesetzt. Das Testen der Flintlinien erfolgte mit Denttestern und das der Dentlinien mit Flinttestern.

Materialkürzel: 2004: (F x SC-T_D) I, (F x SC-T_D) II, (D x SC-T_F) I, (D x SC-T_F) II;
2005: F x L-T1_D, F x L-T2_D, D x L-T1_F, D x L-T2_F.

Die Leistungsprüfungen wurden 2004 und 2005 unterschiedlich jeweils in Form von 10 x 10 bzw. 10 x 8 Gittern mit je zwei Wiederholungen angelegt. Es wurde zweireihig (4 bzw. 6 m lang) ausgesät und dabei die ortsübliche Bestandesdichte angestrebt (9-12 Pflanzen/m²).

Statistik

Die erhobenen Versuchsergebnisse wurden mit dem Programmpaket PLABSTAT (UTZ 2004) verrechnet. Hierbei wurden die Gitteranlagen der verschiedenen Orte zunächst einzeln ausgewertet. Anschließend wurde basierend auf den gitteradjustierten Prüfglied-Mittelwerten für jede Gitteranlage eine Serienverrechnung getrennt nach den beiden Wirtschaftsweisen durchgeführt. Aus den in der Serienverrechnung ermittelten Varianzkomponenten wurde die Heritabilität der Prüfgliedmittelwerte geschätzt. Die Heritabilität ist eine maßgebliche Komponente des zu erwartenden Selektionsgewinns. Sie ist grundsätzlich abhängig vom genetischen Material, vom Umweltbereich, von der Prüfgenaugigkeit und vom Merkmal und wird im vorliegenden Beitrag als wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Selektionschancen herangezogen. Im Rahmen der statistischen Auswertung wurden außerdem für alle quantitativen Merkmale Korrelationen zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise analysiert.

Ergebnisse und Diskussion:Mittelwerte, Varianzen, Heritabilitäten und Korrelationena) Versuchsjahr 2004:

Die Kornerträge waren bei ökologischer Wirtschaftsweise durchgehend geringer als bei konventioneller. Die Ertragsreduktion variierte zwischen den vier Materialsätzen von 8-16 %. Im Durchschnitt der vier Materialsätze betrug der Kornertrag 105,7 dt/ha bei ökologischer und 119,6 dt/ha bei konventioneller Wirtschaftsweise. Der durchschnittliche Korn-TS-Gehalt lag bei 62,6 % unter ökologischen bzw. 63,8 % unter konventionellen Anbaubedingungen.

Im Materialsatz (D x SC-T_F) I bestand bei konventioneller Wirtschaftsweise keine genotypische Varianz für den Kornertrag, weshalb dieser Satz nicht in die vergleichende statistische Auswertung einbezogen wurde. Bei den drei anderen Materialsätzen war der Schätzwert der genotypischen Varianz für den Kornertrag bei ökologischer Wirtschaftsweise einmal deutlich größer als bei konventioneller und zweimal gleich groß bzw. kleiner (Tab. 1).

Tab. 1: Schätzwerte der Genotypischen Varianz und der Heritabilität für Kornertrag in drei Materialsätzen bei ökologischer (ÖKO) und konventioneller (KON) Wirtschaftsweise 2004 sowie Koeffizienten der phänotypischen Korrelation zwischen den Erträgen bei ÖKO und KON

	Genotypische Varianz		Heritabilität		Phänot. Korr
	ÖKO	KON	ÖKO	KON	ÖKO/KON
Materialsatz	(dt/ha) ²		%		
(F x SC-T_D) I	13,0 **	19,7 **	45	57	0,63 **
(F x SC-T_D) II	11,1 **	9,4 **	46	42	0,55 **
(D x SC-T_F) II	21,8 **	7,2 *	54	30	0,37 **

*, ** signifikant (F-Test) bei $\alpha = 0,05$ bzw. $0,01$.

Die Höhe der Genotyp x Ort-Interaktionsvarianz unterschied sich wenig zwischen den beiden Wirtschaftsweisen (Daten nicht gezeigt). Bei der Fehlervarianz bot sich kein einheitliches Bild: Es zeigten sich sowohl höhere als auch niedrigere Schätzwerte bei ökologischer Wirtschaftsweise. Die Heritabilitätskoeffizienten bewegten sich bei beiden Wirtschaftsweisen im mittleren Bereich (Tab. 1).

Die Schätzwerte der phänotypischen Korrelation zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise differierten erheblich zwischen den drei Materialgruppen (Tab. 1). Insgesamt ergab sich nur eine mäßige Übereinstimmung zwischen den bei ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise erzielten Leistungen.

b) Versuchsjahr 2005:

Auch im Jahr 2005 waren die Kornerträge bei ökologischer Wirtschaftsweise geringer als bei konventioneller. Die Ertragsreduktion variierte zwischen den vier Materialsätzen von 17-21 %. Weder bei ökologischer noch bei konventioneller Wirtschaftsweise ließen sich in den einzelnen Materialsätzen signifikante Ertragsunterschiede zwischen den spezifisch selektierten Liniengruppen feststellen (Tab. 2). Lediglich im Materialsatz D x L-T2_F deutete sich unter konventionellen Bedingungen eine Überlegenheit der unter konventionellen Bedingungen selektierten Fraktion an.

Tab. 2: Mittlere Testkreuzungsleistung der 2004 selektierten Liniengruppen im Prüf-jahr 2005 bei ökologischer (ÖKO) und konventioneller (KON) Wirtschafts-weise; Abkürzungen: ÖKO-L, KON-L = unter ökologischen bzw. konventionellen Bedingungen selektierte Liniengruppe

Materialsatz	ÖKO-Prüfung		KON-Prüfung	
	ÖKO-L	KON-L	ÖKO-L	KON-L
	dt/ha		dt/ha	
F x L-T1 _D	104,3	104,5	125,8	126,6
F x L-T2 _D	91,4	90,8	115,7	115,4
D x L-T1 _F	91,3	91,4	113,9	114,0
D x L-T2 _F	96,6	95,9	118,8	120,9

Die Schätzwerte der genotypischen Varianz für den Kornertrag lagen in der gleichen Größenordnung wie 2004 und unterschieden sich im allgemeinen nur wenig zwischen den beiden Wirtschaftsweisen (Daten nicht gezeigt). Eine Ausnahme bildete die genotypische Varianzkomponente beim Materialsatz F x L-T1_D, für die sich ein auffallend niedriger, nicht signifikanter Schätzwert bei ökologischer im Vergleich zu konventioneller Wirtschaftsweise ergab. Den höchsten Schätzwert genotypischer Varianz zeigte jeweils bei beiden Wirtschaftsweisen der Materialsatz D x L-T1_F. Bei beiden Wirtschaftsweisen waren in allen vier Materialsätzen hochsignifikante Genotyp x Ort-Interaktionsvarianzen zu verzeichnen, die in drei von vier Fällen sogar das Doppelte der genotypischen Varianzkomponente ausmachten. Ein möglicher Grund hierfür war die durch die Linien-Tester verursachte genetische Homogenität innerhalb der Prüfglieder. Die Schätzwerte der Fehlervarianz des Kornertrags bewegten sich für beide Wirtschaftsweisen in der gleichen Größenordnung. Die Heritabilitätsschätzwerte des Kornertrags unterschieden sich im Jahr 2005 deutlich ($h^2 = 16, 42, 56, 34\%$ für ökologische und 50, 34, 69, 29 % für konventionelle Wirtschaftsweise). Hauptursache für die zum Teil niedrigen Schätzwerte ist das oben geschilderte ungünstige Verhältnis der Genotyp x Ort-Interaktionsvarianzen zur genotypischen Varianz.

Die phänotypischen Korrelationen zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise variierten zwischen den Materialgruppen von $r_p = 0,08$ bis $r_p = 0,62^{**}$ und waren insgesamt schwächer als in dem 2004 geprüften unselektierten Material.

Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse der ersten beiden Versuchsjahre zeigen, dass unter ÖKO-Bedingungen sowohl eine für züchterische Zwecke ausreichende genetische Differenzierung als auch eine ähnlich hohe technische Präzision wie unter konventionellen Bedingungen erreichbar ist. Sie liefern aber keine eindeutigen Hinweise auf eine spezifische Anpassung. Um abschließende Aussagen hierzu treffen zu können, müssen die Leistungsergebnisse 2006 der neu entwickelten Hybriden abgewartet werden, da bei diesen im Gegensatz zu den 2005 geprüften Testkreuzungen sowohl die Mutter- als auch die Vaterlinien spezifisch selektiert wurden.

Literatur:

Utz H. F. (2004): PLABSTAT. Version 3Awin. Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik. Stuttgart.