

Sortenentwicklung für den ökologischen Landbau bei Mais Maize hybrid development for organic agriculture

Susanne Kohls¹, Henriette Burger², Walter Schmidt² und Hartwig H. Geiger¹

Abstract

Maize cultivation has gained importance. In recent years, the acreage increased especially on lower-yielding sites and even in organic agriculture due to its use as a fuel and fodder crop. On these sites, a frequent common limiting factor is nitrogen supply. Therefore, there is a need for new environmentally stable maize varieties which are high-yielding not only under conventional conditions (CON), but equally under nitrogen deficiency (LN) and in organic agriculture (ORG). The aim of this study is to investigate if such properties can be combined in one genotype. We conducted comparative field trials with modern maize breeding germplasm under ORG, CON and LN conditions in order to estimate yield correlations. Phenotypic correlations between all three farming systems were moderate. However, a small top-ranking fraction of hybrids showed high performance under ORG, LN and CON. The identification of these genotypes is only reliable if test sites of all conditions are included in the selection process.

Keywords

organic agriculture, hybrid breeding, low input, nitrogen efficiency, *Zea mays*

Einleitung

In Deutschland stieg die Maisanbaufläche seit dem Jahr 2000 stark an (DEUTSCHES MAISKOMITEE 2009). Dabei dehnt sich die Fläche häufig auf Standorte mit geringerem Ertragspotential bzw. auf ehemals klassische Grünlandstandorte aus; eine Entwicklung, die TAUBE und HERRMANN (2009) mit dem Ausdruck „Mais statt Gras“ beschrieben haben. Aufgrund seiner Bedeutung als Futterpflanze stieg der Maisanbau auch im ökologischen Landbau, obwohl der Anbau dort noch immer mit einem höheren Anbaurisiko behaftet ist. Die starke Ausdehnung des Maisanbaus zieht einige negative Umwelteffekte nach sich, die u.a. mit einem erhöhten Nitratauswaschungsrisiko zusammenhängen. In Wasserschutzgebieten wird der Maisanbau deshalb bereits mit verringerter Stickstoff (N)-zufuhr praktiziert, die durch umweltpolitische Vorgaben zur Einhaltung der EU-Wasserrahmenrichtlinie limitiert ist. In diesem Zusammenhang können N-effiziente Sorten einen Beitrag zu einer umweltgerechteren Maisproduktion leisten.

In der Maiszüchtung gibt es bereits Erfahrungen zur Steigerung der N-Effizienz. In verschiedenen Forschungsarbeiten wurde nachgewiesen, dass unter N-Mangel selektierte Hybriden bei N-Limitierung höhere Erträge liefern als Hybriden, die unter ausreichend versorgten Bedingungen entwickelt wurden (THIEMT 2002). Außerdem zeichneten sich die unter N-Mangel selektierten Hybriden durch eine erhöhte phänotypische Stabilität aus (LANDBECK 1995). Diese Ergebnisse könnten Impulse für die Züchtung von Hybriden liefern, die gut an ökologische Bedingungen angepasst sind. Temporärer N-Mangel ist eine häufige Stresskomponente im ökologischen Maisanbau: Da keine mineralischen Düngemittel eingesetzt werden dürfen, kann es zeitweise zu Mangelsymptomen kommen, wenn z.B. in kühlen Frühjahren die Mineralisierung nur schleppend in Gang kommt. Insgesamt sind die Bedingungen im ökologischen variabler als im konventionellen Landbau, so dass der phänotypischen Stabilität der Sorten eine höhere Bedeutung zukommt. Es ist daher Ziel, Hybriden zu entwickeln, die sich auch auf Standorten mit geringerem Ertragspotential bzw. bei Anbau mit verminderten Inputleistungen durch geringe Ertragsabfälle sowie hohe Ertragsstabilität auszeichnen.

In dieser Studie sollen Hinweise darauf gegeben werden, ob die genetischen Eigenschaften für eine breite Anpassung an ökologische, N-Mangel und konventionelle Bedingungen in einem Genotyp vereinbar sind. Dazu wurden Korrelationsbeziehungen zwischen allen drei Anbaubedingungen berechnet.

Material und Methoden

Im Jahr 2006 wurden 43 Experimentalhybriden geprüft, die aus aktuellem Körnermaiszuchtmaterial der KWS Saat AG entwickelt wurden. Die Versuchsorte waren Bernburg in Sachsen-Anhalt, Grucking in Bayern und Hohenheim in Baden-Württemberg. Aufgrund extremer Trockenheit in Bernburg musste dieser Standort aus der Analyse ausgeschlossen werden. In 7×7 Zweisatzgittern wurden alle Genotypen unter ökologischen (ÖKO), N-Mangel (LN) und konventionellen (KON) Bedingungen auf ihren Kornertrag geprüft. Die LN Versuchsfelder unterschieden sich nur durch eine langjährig fehlende N-Düngung von den KON Flächen, die mit der ortsüblichen Düngermenge und -form versorgt wurden. Die ÖKO Versuchsfelder waren in die Fruchtfolge kontrollierter ökologischer Betriebe eingegliedert. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Paket AS-REML. Zur Berechnung der phänotypischen Korrelations-

¹ Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, Universität Hohenheim, Fruwirthstraße 21, D-70599 STUTTGART

² KWS Saat AG, Grimsehlstraße 31, D-37555 EINBECK

* Ansprechpartner: Susanne KOHLS, susanne.kohls@ipw.agr.ethz.ch

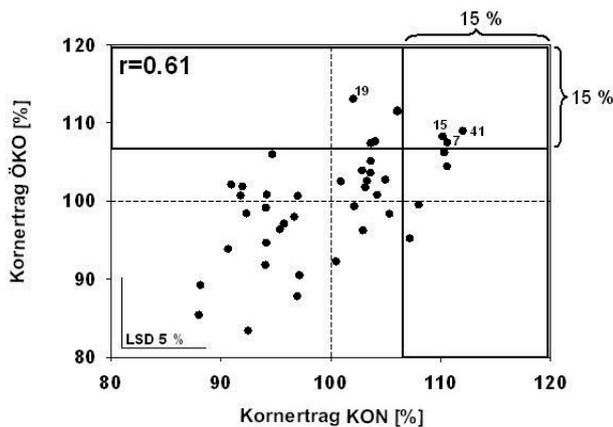


Abbildung 1: Beziehung zwischen Kornertrag unter konventionellen (KON) und ökologischen (ÖKO) Anbaubedingungen (BLUP Schätzwerte über 2 Orte für 43 Hybriden; Jahr 2006; r, Korrelationskoeffizient; 7, 15, 19 und 41, 15% besten Prüfgliednummern; LSD, least significant difference)

Figure 1: Relationship between grain yield under conventional (KON) and organic (ÖKO) farming conditions (BLUP values across two locations 2006 in 2006; r, coefficient of correlation; 7, 15, 19 and 41, 15% best genotypes; LSD, least significant difference)

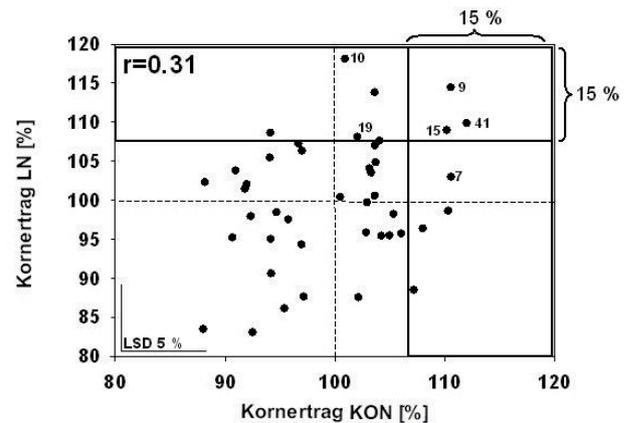


Abbildung 2: Beziehung zwischen Kornertrag unter konventionellen (KON) und Stickstoffmangel (LN) Anbaubedingungen (BLUP Schätzwerte über 2 Orte für 43 Hybriden; Jahr 2006; r, Korrelationskoeffizient; 7, 9, 10, 15, 19 und 41, 15% besten Prüfgliednummern; LSD, least significant difference)

Figure 2: Relationship between grain yield under conventional (KON) and N deficient (LN) farming conditions (BLUP values across two locations 2006 in 2006; r, coefficient of correlation; 7, 9, 10, 15, 19 and 41, 15% best genotypes; LSD, least significant difference)

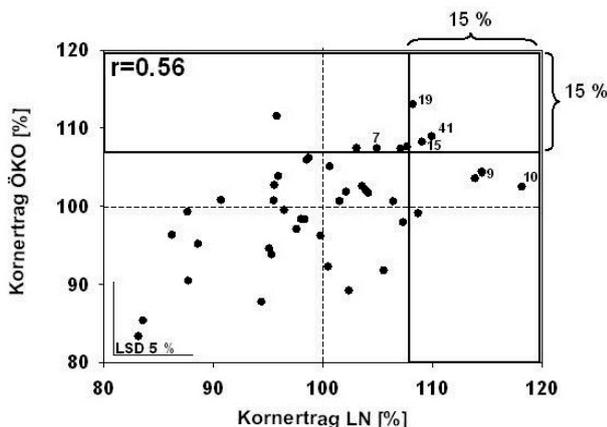


Abbildung 3: Beziehung zwischen dem Kornertrag unter Stickstoffmangel (LN) und ökologischen (ÖKO) Anbaubedingungen (ORG) (BLUP Schätzwerte über 2 Orte für 43 Hybriden; Jahr 2006; r, Korrelationskoeffizient; 7, 9, 10, 15, 19 und 41, 15% besten Prüfgliednummern; LSD, least significant difference)

Figure 3: Relationship between grain yield under N-deficient (LN) and organic (ÖKO) farming conditions (BLUP values across two locations 2006 in 2006; r, coefficient of correlation; 7, 9, 10, 15, 19 and 41, 15% best genotypes; LSD, least significant difference)

koeffizienten wurden die BLUP Schätzwerte für Kornertrag verwendet, die von der zusammenfassenden Varianzanalyse über Genotypen und Orte ermittelt wurden.

Ergebnisse und Diskussion

Die Kornerträge waren im Mittel über die Standorte unter KON Bedingungen 23% höher als unter ÖKO (ÖKO: 98 dt ha⁻¹; KON: 120 dt ha⁻¹). Unter LN Bedingungen (67 dt ha⁻¹) war der Ertrag um 31% niedriger als unter ÖKO.

Die Ertragskorrelationen zwischen allen drei Anbaubedingungen lagen im mittleren Bereich: KON vs. ÖKO 0,61,

KON vs. LN 0,3 und LN vs. ÖKO 0,56 (Abbildungen 1-3). Daraus folgt, dass unter den jeweiligen Standortbedingungen eine unterschiedliche Rangreihenfolge der Genotypen vorliegt. Korrelationskoeffizienten ähnlicher Größenordnung wurden auch von BURGER et al. (2008) gefunden. Bei Selektion der 15% besten Genotypen jeder Anbaubedingung zeigte sich, dass diese in den meisten Fällen nur unter einer oder zwei der drei Anbaubedingungen einen Platz in der Spitzengruppe erreichen. Die beste Hybride unter ÖKO rangierte z.B. unter KON nur im mittleren Bereich (Abbildung 1), erreichte aber auch bei LN einen Ertrag unter den 15% Besten (Abbildung 2). Der beste Genotyp unter LN war nur unter dieser Bedingung in der Spitzengruppe.

Dessen ungeachtet gibt es allerdings unter vorliegenden Experimentalhybriden drei Genotypen, die unter allen drei Bedingungen unter den besten 15% rangieren. Um solche ertragsstabilen Genotypen zuverlässig zu selektieren, ist es allerdings notwendig, Leistungsprüfungen unter allen drei Anbaubedingungen anzulegen.

Literatur

- BURGER H, SCHLOEN M, SCHMIDT W, GEIGER HH, 2008: Quantitative genetic studies on breeding maize for adaptation to organic farming. *Euphytica* 163, 501-510.
- DEUTSCHES MAISKOMITEE e.V. (2009) Flächenerträge von Körnermais und Körnermais in Deutschland [Available online: <http://www.maiskomitee.de/web/intranetHomepages.aspx?hp=CE6D6828-297E-6C8B-0132-878C79CE1C3D>; accessed 28 Dec 2009].
- LANDBECK MV, 1995: Untersuchungen zur genetischen Verbesserung der Anbaueignung von Körnermais unter Produktionsbedingungen mit verringerter Stickstoffversorgung. Dissertation, Universität Hohenheim, Stuttgart.
- TAUBE F, HERRMANN A, 2009: Relative Vorzüglichkeit von Mais und Gras unter Berücksichtigung von Klimawandel. In: Schwarz FJ, Meyer U (eds.), Optimierung des Futterwertes von Mais und Maisprodukten. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research* 331, 115-126.
- THIEMT EM, 2002: Untersuchungen zur Ertragssicherheit bei Mais. Dissertation, Universität Hohenheim, Stuttgart