

Leistungs- und Anpassungsfähigkeit von Ökologisch Heterogenem Material bei Mais

Flakus T¹, Vollenweider C², Neubeck K² & Eder B³

Keywords: Ökologisch Heterogenes Material, Mais, Leistungsstabilität, Anpassungsfähigkeit

Abstract

Regarding to climate change and the increasing number of extreme weather events, open-pollinated heterogeneous maize populations can have advantages, especially in organic farming. In this project yield performance and adaptability of maize populations were examined from 2018-2022 at organically and conventionally managed locations in Germany. The adaptation to the selection environment and selection conditions became profitable in a very short time. Although hybrids achieved higher yield, populations showed a slightly higher yield stability under ecological farming conditions.

Einleitung und Zielsetzung

Genetisch diversen Populationen werden hinsichtlich der Anforderungen für ökologische und andere extensivierte Landbausysteme bedeutende Vorteile gegenüber homozygoten Linien bzw. heterozygoten aber homogenen Hybriden zugesprochen. Oft wurde konstatiert, dass eine ausgeprägte genetische Heterogenität innerhalb der Pflanze und der Population u. a. Ursache ihrer Leistungsstabilität ist und eine hohe Adaptionsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen mit sich bringt (Ceccarelli 1994, Pixley 2006, Tirado und Cotter 2010, Pimbert 2010, Kutka 2011, Emmanuel et al. 2014). Ob sich diese Anpassungsfähigkeit bei den aktuellen und noch sehr neuen Maispopulationen auch wiederfinden lässt, war die Frage im dargestellten Teilprojekt, welches im Rahmen des BLE/BÖL geförderten Vorhabens ZuchtMetPopMais (FKZ 2815NA169) durchgeführt wurde.

Methoden

Durch gemeinsame Vorarbeiten der LfL und FZD lag eine Population (Weihenstephaner 1) vor, die bereits mehrere Selektionszyklen sowohl an der LfL, Freising konventionell als auch am Dottenfelderhof ökologisch durchlaufen hatte. Diese beiden Varianten und die Ausgangspopulation wurden an verschiedenen Umwelten auf Ertrag geprüft.

Die Population Weihenstephaner 1 wurde an der LfL aus der Kreuzung von 10 verschiedenen Hybridsorten (20 Genotypen) entwickelt und über mehrere Jahre am

¹ Fakultät für Agrar- und Gartenbauwissenschaften der Technischen Universität München

² Landbauschule Dottenfelderhof e.V., Dottenfelderhof, 61118, Bad Vilbel, D, carl.vollenweider@dottenfelderhof.de, www.dottenfelderhof.de

³ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Kleeberg 14, 94099 Ruhstorf, D, barbara.eder@lfl.bayern.de, www.lfl.bayern.de

Standort Freising in Isolierlage unter konventioneller Bewirtschaftung angebaut und selektiert. Seit 2014 ist sie als Erhaltungssorte zugelassen.

Weihenstephaner 1-LfL (W1-LfL) ist die Population, welche seit 2015 für drei Selektionszyklen in Freising unter konventioneller Bewirtschaftung angebaut wurde. Nach jedem Anbauzyklus wurde die Population auf gesunde, ertraglich beste Kolben per Hand selektiert, die für den nächsten Selektionszyklus verwendet wurden (positive Massenauslese). Weihenstephaner 1-DOT (W1-Dot) ist die Population, welche seit 2015 für drei Selektionszyklen am Dottenfelderhof unter ökologischer Bewirtschaftung angebaut und durch positive Massenselektion selektiert wurde. Als Vergleich dienten die Ausgangspopulation Weihenstephaner 1 vor der Teilung in 2015, nachfolgend als W1-Ursprung bezeichnet sowie zwei Hybridsorten als Vergleichssorten.

Selektiert wurde an der ganzen Pflanze im Feld auf Phänotyp, Pflanzengesundheit (v. a. *Ustilago maydis*, *Fusarium graminearum*, *Ostrinia nubilalis*), hoher Kolbenansatz, voller gefüllter Kolben, Korntyp, und Lageranfälligkeit. Die Kolbengewichte und TS-Gehalte der aus dem Feld selektierten Kolben wurden im Labor geprüft und selektiert.

Die fünf Prüfglieder (2 Hybridsorten, W1-Ursprung, W1-LfL, W1-DOT) wurden an zwei Standorten (Dottenfelderhof, Strassmoos) unter konventionellen sowie ökologischen Anbaubedingungen von 2018 bis 2021 dreifach wiederholt, randomisiert im Block angebaut und anschließend auf Kornertragsleistung geprüft (Tabelle 2). Die Prüfungen erfolgten standardmäßig in 18 m² Parzellen. Die Bestandesdichte lag bei 10 Pflz/m². Sämtliche Behandlungen (Bearbeitung, Pflanzenschutz) erfolgten ortsüblich, die Düngung sollte ein Niveau von 170-190 kg N/ha nicht übersteigen. Geerntet wurden die inneren beiden Reihen mit einem Versuchsdrescher. Die Merkmalerfassung erfolgte in Anlehnung an die Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamt für Körnermais. Hier dargestellt ist der Kornertrag in dt/ha.

Tabelle 1 Standortbeschreibungen

Ort	Anbau	Höhe (m) über NN	Nschl mm LJ-MI	Temp °C LJ-MI	Acker- zahl	Bodenart
DOFLD	konv	170-205	574-650	8,8-9,9	65-85	Lu
STRAS	konv	390	627-670	8,3-8,7	38-64	IS-tL
DOFLD	öko	170-180	574-650	8,8-9,9	55-65	Lu-sU
STRAS	öko	390-400	627-700	8,3-8,7	58-70	Lu

Ergebnisse

Die Abbildung zeigt die Kornerträge TM dt/ha der Populationen und Hybridsorten gemittelt über die Jahre 2018-2021 in Abhängigkeit vom Anbausystem. Unter konventionellen Anbaubedingungen erzielten die Populationen einen Kornertrag zwischen ca. 80 und 94 dt/ha im Vergleich zu den Hybridsorten mit ca. 118 dt/ha. Im ökologischen Anbau sank das Ertragsniveau im Mittel um ca. 20 dt/ha. Die Hybridsorten erzielten 99 dt/ha und der Ertrag der Populationen lag zwischen ca. 65 dt/ha und 83 dt/ha. Die Ergebnisse zeigten, dass eine Anpassung stattgefunden hat, die auch im Ertrag messbar wurde. Allerdings zeigte nur die Population W1-LfL signifikante Veränderungen im Vergleich Ursprungspopulation. Die Population W1-Dot hat sich ertraglich kaum von der W1-Ursprung entfernt, beide erzielten mit ca. 80 dt/ha (konv) bzw. ca. 67 dt/ha (öko) durchschnittlich den niedrigsten Kornertrag. Die Population W1-LfL unterschied sich signifikant von der Population W1-Dot.

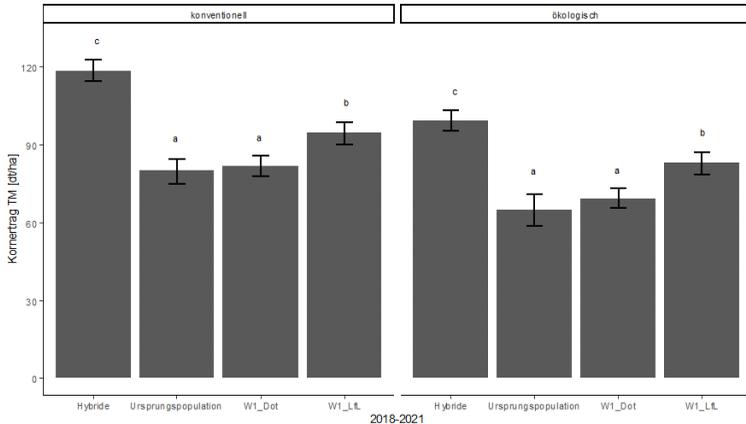


Abbildung 1: Kornertrag (dt/ha) der Populationen in Abhängigkeit vom Produktionssystem (2018-2021, 2 Orte, konventionell, ökologisch). Unterschiedliche Buchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an. Die Fehlerbalken sind Standardfehler.

Bemerkenswert sind die tendenziell geringeren Ertragsdifferenzen zwischen Hybridsorten und Populationen im ökologischen Anbau. Im Schnitt war der Unterschied zwischen den Anbausystemen bei den Populationen W1-LfL und W1-Dot um ca. 9 dt/ha niedriger im Vergleich zu den Hybridsorten. Die tendenziell geringste Ertragsdifferenz wurde bei der Ursprungspopulation mit ca. 2 dt/ha festgestellt. Die Hybriden generierten zwar unter beiden Systemen die höchsten Erträge, der Ertragsunterschied zu den Populationen war unter ökologischen Bedingungen aber tendenziell niedriger.

Diskussion

Möglicherweise waren die Anpassungszeiträume an die jeweiligen Standorte zu kurz, um signifikante Ertragsunterschiede zu ermöglichen. Am Standort Dottenfelderhof erfolgten insgesamt drei Selektionszyklen. Hinzukommt eine geringere Selektionsintensität, die wahrscheinlich dazu geführt hat, dass sich die Population W1-Dot nicht so deutlich verändert hat.

Die Ergebnisse zeigten, dass eine Anpassung stattgefunden hat, die auch im Ertrag messbar wurde, allerdings zeigte nur die Population W1-LfL signifikant höhere Erträge. Möglicherweise waren die Anpassungszeiträume an die jeweiligen Standorte zu kurz, um signifikante Ertragsunterschiede zu ermöglichen. Möglicherweise hatte auch die unterschiedliche Populationsgröße einen Einfluss auf die Selektionsintensität und den Selektionserfolg. In Freising wurde aus ca. 2000 Pflanzen selektiert, am Dottenfelderhof aus ca. 10.000. Ähnliche Erklärungen finden Döring et al. (2011) in ihrem Review über „evolving crop populations“.

Die Hybriden generierten zwar unter beiden Systemen die höchsten Erträge, der Ertragsunterschied zu den Populationen war unter ökologischen Bedingungen aber tendenziell niedriger. Die ökologische Landwirtschaft ist ein Low-Input-System, da auf den Einsatz von chemischem Pflanzenschutz sowie das Ausbringen von mineralischem Dünger verzichtet wird (Knapp Feb/2021). Die höhere genetische Vielfalt verleiht

Populationen ein gesteigertes Anpassungsvermögen an derartige abiotische Stressfaktoren (Lana et al. 2017). Dies könnte erklären, warum die im vorliegenden Versuch verwendeten Populationen ihr Ertragsniveau besser zu halten scheinen als die Vergleichshybridsorten.

Schlussfolgerungen

Insgesamt hat der Versuch gezeigt, dass die Anpassungseffekte bei Populationen messbar sind. Bemerkenswert ist auch wie schnell diese genetischen Anpassungsprozesse im Ertrag messbar werden. Nach nur drei Jahren unterschiedlicher Selektionsumwelt haben sich die Populationen deutlich voneinander entfernt.

Für die landwirtschaftliche Praxis bedeutet dies, dass in relativ kurzer Zeit eine Regionalsorten- oder Hofsortenanpassung erfolgen kann. Es bedeutet aber auch, dass eine falsch gerichtete Selektion auch direkt wirksam wird. Eine Schulung der Landwirt*innen im Umgang mit offen abblühenden Populationen bzw. ökologisch heterogenem Material ist ratsam.

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei allen Projektpartner*innen, Landwirt*innen und Praktiker*innen für die Mitwirkung und Teilnahme am Projekt. Besonderer Dank gilt der Bundesanstalt für Landwirtschaft für die Förderung des Projekts im Rahmen des BÖL.

Literatur

- Ceccarelli S (1994) Specific adaptation and breeding for marginal conditions. In *Breeding Fodder Crops for Marginal Conditions*. Springer, Dordrecht: 101-127
- Döring TF, Knapp S, Kovacs G, Murphy K & Wolfe MS (2011) Evolutionary Plant Breeding in Cereals—Into a New Era (10).
- Emmanuel CO, Jay BN & Dennis SA (2014) Performance of a local open pollinated maize variety and a common hybrid variety under intensive small-scale farming practices. *African Journal of Agricultural Research* 9(11): 950-955.
- Knapp, S. (Feb/2021): Yield stability, yield development, and breeding progress in conventional and organic agriculture. Dissertation. Technische Universität München, Freising.
- Kutka F (2011) Open-pollinated vs. hybrid maize cultivars. *Sustainability* 3(9): 1531-1554.
- Lana MA, Eulenstein F, Schlindwein SL, Graef F, Sieber SB & Bittencourt H (2017) Yield stability and lower susceptibility to abiotic stresses of improved open-pollinated and hybrid maize cultivars (4).
- Pimbert MP (2011) Participatory research and on-farm management of agricultural biodiversity in Europe. IIED.
- Pixley KV (2006) Hybrid and open-pollinated varieties in modern agriculture. *Arnel Hallauer International Symposium on plant breeding*. Ames, Iowa, USA. Blackwell Publishing: 234-250
- Tirado R & Cotter J (2010) Ecological farming: Drought-resistant agriculture. Exeter, UK: Greenpeace Research Laboratories.