

Produktionsrisiko im ökologischen Winterweizenanbau – *Composite Cross*-Populationen vs. Liniensorten

Siegmeier, T.¹, Kluth, J.¹, Weedon, O.², Finckh, M.R.² & Möller, D.¹

Keywords: Evolutionsramsche, Einzelkostenfreie Leistung, Monte-Carlo-Simulation, Evolutionäre Pflanzenzüchtung

Abstract: Heterogeneous Composite Cross populations may enable winter wheat producers to cope with increasing biotic and abiotic stress due to climate change. An economic farm model based on a cost benefit analysis was established to compare net return and production risk of organic winter wheat production with CCP and pure line varieties. The organic production system was modelled with a stochastic approach (Monte Carlo simulation) based on empirical data, market prices and standard data. CCP showed less variance than and seem to be able to compete with organic pure line varieties in terms of net return. Risk profiles of CCP were inferior to most modern high yielding varieties due to lower yields which translated into low economic performance. CCP YQII dominated half of the reference varieties.

Einleitung und Zielsetzung

Im Zuge des Klimawandels ändern sich die biotischen und abiotischen Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion (Østergård et al. 2009). Nicht alle Folgen sind vorhersehbar. Diversität im Anbausystem wird vielfach als Schlüssel für stabile Erträge und ein resilientes Produktionssystem gesehen (Finckh 2008). Die evolutionäre Pflanzenzüchtung und der Anbau von genetisch stark heterogenen *Composite Cross*-Populationen (CCP) sind ein Ansatz die Diversität zu steigern mit dem Ziel stabilere Erträge zu erwirtschaften (Döring et al. 2015). Ein Trade-off besteht allerdings zwischen einem kurzfristig hohen Ertragspotenzial bei Liniensorten und potentiell langfristiger Ertragsstabilität von CCP – auch unter Extrembedingungen. Mit einer Leistungs-Kostenrechnung und einem stochastischen Ansatz werden in dieser Studie die Leistung und das Produktionsrisiko von CCP mit herkömmlichen Liniensorten verglichen. Das Modell und die Ökonomie von CCP sind Thema eines zweiten Beitrags (Kluth et al. 2019; bei dieser Tagung).

Methoden

Es wurde ein Leistung-Kostenrechnungs-Modell mit der Zielgröße Einzelkostenfreie Leistung (EkfL; €/ha) der Winterweizenproduktion entwickelt (vgl. Kluth et al., 2019). Für diesen Beitrag wurden zwei CCP (YQI und YQII³) mit zehn Referenzsorten

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

¹FG Betriebswirtschaft, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, siegmeier@uni-kassel.de

² FG Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen

³ zur Beschreibung und Herstellung der CCP siehe Döring et al. (2015)

verglichen (vgl. Kluth et al., 2019). Zur Risikoanalyse wurde eine stochastische Simulation mithilfe der Software *@Risk* durchgeführt.

Tabelle 1: Parameter mit hinterlegten Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Parameter	Einheit	Verteilungsklasse	Verteilungen im Modell
Ertrag	t/ha	stetig, aus den Versuchsdaten geschätzt (Maximum-Likelihood)	Pearson5, Gamma, LogLogistic, BetaGernal, InvGaus, Weibull
Qualität	% Rohprotein	diskret, Schwellenwert bei 11,5% Rohprotein	
Preis	€/t	stetig, geschätzt auf Basis von Preisdaten, mehrere Verteilungen je nach Qualitätsstufe	BetaGernal
Arbeitskosten	€/ha	diskret	
Maschinenkosten	€/ha	diskret	

Mittels iterativer Monte-Carlo-Simulationen (20.000 Modellkalkulationen) werden entsprechend der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der einzelnen Inputparameter (Tab. 1) mögliche Ergebnisse der Zielvariablen kalkuliert. Die Einzelergebnisse dieser stochastischen Simulation lassen sich mit den entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeiten kumulativ als Kurve darstellen (Abb. 1; Abb. 2), den sogenannten Risikoprofilen. Ertragsverteilungen wurden mithilfe der *Maximum-Likelihood*-Methode direkt aus Versuchsdaten des INSUSFAR-Projekts (2016 und 2017) geschätzt. Es wurden Modelle für zwei Düngeszenarien (0 kg N und 100 kg N) kalkuliert. Anhand der Risikoprofile können die verschiedenen Handlungsoptionen verglichen bewertet werden. Die Bewertung erfolgt anhand des Konzeptes der stochastischen Dominanz. Unter der Annahme, dass konventionelle Sorten unter den Bedingungen der ökologischen Landwirtschaft schwerer hohe Proteinwerte erreichen, wurde außerdem ein Szenario kalkuliert, bei dem schrittweise ein erhöhter Proteingehalt für die CCP YQII angenommen wurde.

Ergebnisse

In der Variante ohne N-Düngung zeigten die Populationen eine hohe Stabilität bei einer mittelmäßigen Leistung. Der konventionelle E-Weizen ‚Achat‘ dominiert die CCP YQI (stochastische Dominanz 1. Grades; siehe Abb. 1) ebenso wie ‚Hybery‘, ‚Elixer‘ und ‚Kerubino‘. Die Sorten ‚Genius‘ und ‚Poesie‘ sowie ‚Capo‘ wiesen zwar im Mittel der wahrscheinlichen Ergebnisse eine höhere EekfL auf, allerdings bei größerer Streuung also einer geringeren Stabilität. Ohne Kenntnis der individuellen Risiko-Nutzenfunktion der Entscheider lässt sich hier keine Handlungsempfehlung geben. Die ökologischen Sorten ‚Butaro‘ und ‚Wiwa‘ werden von den CCP mit einer stochastischen Dominanz 2. Grades dominiert. Wird Risikoneutralität bzw. -aversion angenommen, sind hier die CCP vorzuziehen.

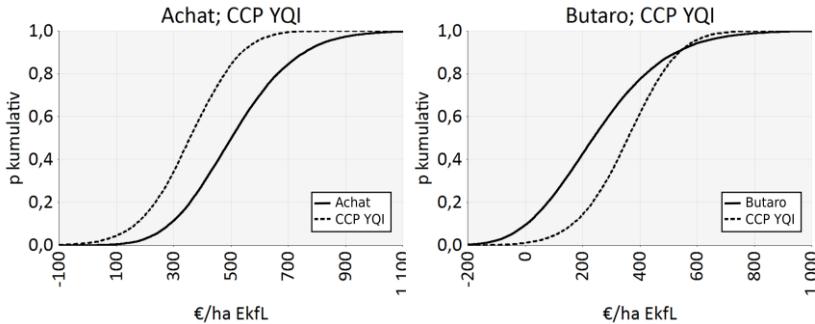


Abbildung 1: Risikoprofile der Sorten ‚Achat‘ und ‚Butaro‘ im Vergleich mit CCP YQI (0kg N)

In der Variante mit N-Düngung unterschieden sich die beiden CCP deutlich voneinander. YQII dominierte YQI mit stochastischer Dominanz 1. Grades. YQII zeigte bei dieser Berechnung die größte Stabilität und dominierte die Sorten mit geringerer EkfL (besonders die ökol. Züchtungen ‚Poesie‘, ‚Tobias‘, ‚Wiwa‘ und ‚Butaro‘ sowie ‚Capo‘). Bei den Sorten ‚Hybery‘, ‚Elixer‘ und ‚Genius‘ dominierten die CCP YQII aufgrund ihrer hohen Leistung trotz geringerer Stabilität. Die Sorten ‚Kerubino‘ und ‚Achat‘ hatten eine höhere EkfL bei einer geringeren Stabilität, hier kann die Vorzüglichkeit nur bei Kenntnis der Risiko-Nutzen-Funktion bestimmt werden.

Bei Annahme eines erhöhten Proteingehaltes für die CCP YQII und eines besseren Auszahlungspreises ab 11,5 % Rohprotein verschob sich das Risikoprofil im Vergleich zur Referenzsorte ‚Achat‘ erwartungsgemäß nach rechts.

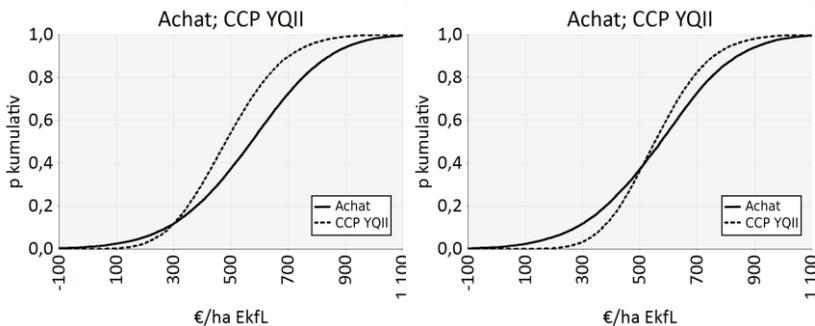


Abbildung 2: Risikoprofil der Sorte ‚Achat‘ und der CCP YQII (rechts mit und links ohne erhöhten Proteingehalt)

Diskussion und Fazit

Beide CCP zeigten eine relativ geringe Streuung der Ergebnisse. Insbesondere das Risikoprofil der CCP YQII dominierte im Szenario mit N-Düngung die Hälfte der Referenzsorten. Schneiden sich die Risikoprofile, kann die relative Vorzüglichkeit oft nur mit Kenntnis der spezifischen Risiko-Nutzenfunktion der Entscheider be-

stimmt werden. Insbesondere bei dem Szenario mit N-Düngung zeigte sich ein Trade-off zwischen Stabilität und Ertrag. Die Sorten ‚Hybery‘ und ‚Elixer‘ hatten durchweg eine hohe Leistung und dominierten daher trotz geringerer Stabilität.

Hochertragsorten erreichen unter den Bedingungen des Ökolandbaus oft nicht die gewünschten Proteingehalte. Bei Annahme eines um 33,5 €/t besseren Auszahlungspreises lag die CCP YQII auf dem Niveau der E-Weizensorte ‚Achat‘ wenn dieser Preisunterschied von der CCP in 100 % der Fälle erreicht wurde. Das Niveau der Sorten ‚Hybery‘ und ‚Elixer‘ erreichte die CCP auch in diesem Szenario nicht. Ob eine Sorte/Population im Vergleich zu anderen Sorten durch Unterschiede bei der Qualität an Vorzüglichkeit gewinnt, hängt maßgeblich vom Ertragsunterschied und der Differenz der Preise für die verschiedenen Qualitätsstufen ab. Bei dem angenommenen aktuellen Preisunterschied hat der Ertrag eine größere Bedeutung für den Erlös der Weizenproduktion (Oberforster und Werteker 2009).

Weitere Untersuchungen zu den agronomischen Eigenschaften, der Qualität und der langfristigen Ertragsstabilität sind nötig, um Systemeffekte auf Basis von empirischen Daten besser modellieren zu können. Interessant wäre, CCP auf Basis modernerer Genetik mit aktuellen Sorten zu vergleichen. Solche Populationen sind aber aktuell nicht verfügbar.

Danksagung

Das Projekt INSUSFAR (FKZ 031A350C) wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Initiative *Innovative Pflanzenzucht im Anbausystem* (IPAS) gefördert.

Literaturverzeichnis

- Döring TF, Annicchiarico P, Clarke S, Haigh Z, Jones HE, Pearce H et al. (2015) Comparative analysis of performance and stability among composite cross populations, variety mixtures and pure lines of winter wheat in organic and conventional cropping systems. *Field Crops Research* 183: 235-245.
- Finckh MR (2008) Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture. In: *European Journal of Plant Pathology* 121: 399-409.
- Kluth J, Siegmeier T, Weedon OD, Finckh MR & Möller D (2019) Wirtschaftlichkeit und Stabilität der ökologischen Winterweizenproduktion mit Composite Cross-Populationen. *Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökolandbau 2019*.
- Oberforster M & Werteker M (2009) Relative Vorzüglichkeit verschiedener Weizensorten in Abhängigkeit von Ertrag, Qualität und Erzeugerpreisen. In: *Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009*. S. 302-305.
- Østergård H, Finckh MR, Fontaine L, Goldringer I, Hoad S et al. (2009): Time for a shift in crop production: embracing complexity through diversity at all levels. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 1439-1445.