

## **Wirtschaftlichkeit und Stabilität der ökologischen Winterweizenproduktion mit *Composite Cross*-Populationen**

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

*Keywords: CCP, Einzelkostenfreie Leistung, Evolutionäre Pflanzenzüchtung, Resilienz*

*Abstract: Genetically diverse Composite Cross Populations (CCP) may be a strategy to cope with increasingly erratic biotic and abiotic stress in crop production. An economic farm model based on cost-benefit analysis was established to compare performance and production risk of CCP and pure line varieties in organic winter wheat production. The organic production system was modelled with a stochastic approach based on empirical data, market prices and standard data. CCP showed greater stability and seem to be able to compete with organically bred pure-line varieties in terms of net return (€/ha). CCP yields were inferior to modern high yielding varieties and showed lower economic performance.*

### **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 (Brenda 2011; Finckh 2008). Die evolutionäre Pflanzenzüchtung und der Anbau von genetisch heterogenen *Composite Cross*-Populationen (CCP) sind ein Ansatz die Diversität zu steigern mit dem Ziel stabilere Erträge zu erwirtschaften (Döring et al. 2015). Hierbei besteht ein Trade-off zwischen einem kurzfristig hohen Ertragspotenzial bei Liniensorten und potentiell langfristiger Ertragsstabilität von CCP – auch unter Extrembedingungen. Mit einer Leistungs-Kostenrechnung werden in diesem Beitrag die Wirtschaftlichkeit und das Produktionsrisiko von CCP mit herkömmlichen Liniensorten verglichen. Die Handlungsoptionen werden in einem zweiten Beitrag anhand ihres Risikoprofils bewertet (Siegmeier et al., 2019; bei dieser Tagung).

### **Methoden**

Für diese Arbeit wurde ein Leistungs-Kostenrechnungsmodell zur ökonomischen Betrachtung und Risikoanalyse des Anbaus von CCP entwickelt. Modelliert wurde ein ökologisches Anbauverfahren auf Basis von Feldversuchsdaten (Ertrag, Qualität), Marktinformationen (Preise) und Standarddaten des KTBL (Maschinen-, Arbeitserledigungskosten). Die Zielgröße des Modells ist die Einzelkostenfreie Leistung (EkfL; €/ha) des Winterweizenproduktionssystems. In diesem Beitrag werden

---

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

<sup>1</sup>FG Betriebswirtschaft, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen, [siegmeier@uni-kassel.de](mailto:siegmeier@uni-kassel.de)

<sup>2</sup> FG Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen

zwei CCP mit sowohl ertrags- als auch qualitätsbetonten Elternsorten (YQI und YQII<sup>3</sup>) mit zehn Referenzsorten verglichen.

**Tabelle 2: Populationen und Vergleichssorten**

E-Weizen (konv. Züchtung)	Hybrid- und C-Weizen	E-Weizen (ökol. Züchtung)	CCP
Achat	Elixer (C)	Butaro	YQI
Capo	Hybery (B)	Poesie	YQII
Kerubino		Tobias	
Genius		Wiwa	

Systematische Unterschiede zwischen CCP- und Liniensortenbau wurden identifiziert. So wurde bei CCP z.B. eine höhere Unkrautunterdrückung beobachtet (Weedon et al., 2016), die sich auf Maschinen- und Arbeitserledigungskosten auswirkt. Zur Risikoanalyse wurde eine stochastische Simulation mithilfe der Software *@Risk* durchgeführt. Dabei wurden für verschiedene Eingangsparameter Wahrscheinlichkeitsverteilungen eingesetzt. Ertragsverteilungen wurden direkt aus Versuchsdaten aus dem Projekt INSUSFAR (Erntejahre 2016 und 2017) geschätzt. Es wurden Simulationen für zwei Düngeszenarien (0 kg N und 100 kg N) berechnet.

**Tabelle 1: Parameter mit hinterlegten Wahrscheinlichkeitsverteilungen**

Parameter	Einheit	Art der Verteilung
Ertrag	t/ha	stetig, aus den Versuchsdaten geschätzt (Maximum-Likelihood)
Qualität	% Rohprotein	diskret, Schwellenwert von 11,5% Rohprotein
Preis	€/t	stetig, geschätzt auf Basis von Preisdaten, mehrere Verteilungen je nach Qualitätsstufe
Arbeitskosten	€/ha	diskret
Maschinenkosten	€/ha	diskret

## Ergebnisse

Im Szenario ohne N-Düngung erreichten die konventionellen Referenzsorten die höchsten Erwartungswerte in Bezug auf die Leistungs-Kosten Differenz. Alle konventionellen Sorten außer ‚Capo‘ lagen über 400 €/ha Ekfl. Der Hybridweizen ‚Hybery‘ und der Futterweizen ‚Elixer‘ waren klar überlegen, aber auch die konventionellen Qualitätssorten zeigten gute Ergebnisse (Tab. 2). Die Leistungen der Ökosorten und der CCP lagen unter 400 €/ha. Die CCP YQI und YQII hatten einen Erwartungswert von 354 €/ha bzw. 357 €/ha, sie lagen auf Rang 9 und 10. Die Standardabweichung (SD) lag zwischen 145 €/ha (CCP YQI) und 263 €/ha (‚Elixer‘). Die Streuung der Ergebnisse der CCP war relativ gering. YQI hatte mit 145 €/ha die niedrigste und YQII mit 177 €/ha die drittniedrigste Standardabweichung. Zusammenfassend lässt sich sagen: Die CCP sind den konventionellen Sorten – außer

<sup>3</sup> zur Beschreibung und Herstellung der CCP siehe Döring et al. (2015)

,Capo' – unterlegen. Sie sind vergleichbar mit den Sorten aus ökol. Züchtung sowie der Sorte ,Capo'.

**Tabelle 2: Ergebnisse der Simulation der Szenarien mit und ohne N-Düngung**

Szenario ohne N-Düngung			Szenario mit N-Düngung		
Name	Mittelwert in €/ha	SD. in €/ha	Name	Mittelwert in €/ha	SD in €/ha
<i>Hybery</i>	702,6	208,0	<i>Hybery</i>	869,5	257,4
<i>Elixier</i>	564,9	262,7	<i>Elixer</i>	751,6	251,3
<i>Achat</i>	512,9	183,0	<i>Genius</i>	629,8	214,5
<i>Genius</i>	476,6	236,7	<i>Achat</i>	563,7	220,7
<i>Kerubino</i>	435,0	189,4	<i>Kerubino</i>	429,3	267,5
<i>Poesie</i>	371,6	257,4	<b>YQII</b>	419,2	142,4
<i>Tobias</i>	366,5	159,6	<i>Poesie</i>	415,3	215,1
<i>Capo</i>	366,1	187,6	<i>Tobias</i>	410,7	185,5
<b>YQII</b>	357,0	176,6	<i>Capo</i>	400,2	249,7
<b>YQI</b>	354,2	145,1	<i>Wiwa</i>	366,7	213,3
<i>Wiwa</i>	308,1	214,4	<b>YQI</b>	361,0	184,4
<i>Butaro</i>	254,6	207,2	<i>Butaro</i>	297,5	176,1

In der Variante mit N-Düngung erreichten die fünf konventionellen Sorten die höchsten Erwartungswerte. Auf Rang 1 lag ‚Hybery‘ mit 869 €/ha und auf dem letzten Rang 12 lag ‚Butaro‘ mit 297 €/ha. Die CCP YQII lag mit 419 €/ha auf Rang 6 gleich hinter den konventionellen Sorten, die CCP YQI hatte die zweitniedrigste Leistung mit 361€/ha. Die Standardabweichung lag zwischen 142 €/ha (CCP YQII) und 267,5 €/ha (‚Kerubino‘). Die Streuung der Ergebnisse der CCP lag im unteren Bereich, YQII hatte mit 142 €/ha die niedrigste und YQI mit 184 €/ha die dritt niedrigste Standardabweichung.

## Diskussion

Die Leistung (EkfL) der CCP liegt etwa auf dem Niveau der Sorten aus ökol. Züchtung bei einer etwas besseren Stabilität. Die Ergebnisse der Simulationen verhalten sich dabei jedoch stark analog zur Verteilung der Erträge. Wechselwirkungen zwischen Sortenwahl und Management (Bestandsführung, Düngung) haben in dem Modell wenig Einfluss. Die Einsparung von Kosten für die mechanische Unkrautregulierung beim Anbau von CCP machte im untersuchten Szenario lediglich knapp 14 € pro Hektar und Jahr aus. Dies reicht nicht um Mindererträge gegenüber modernen Liniensorten auszugleichen. Die ökologischen Anbauverfahren von CCP und Sorten unterscheiden sich kaum. Eine erhebliche Kosteneinsparung durch eine Umstellung auf CCP ist daher zumindest in der ökologischen Landwirtschaft nicht zu erwarten. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit wird daher hauptsächlich vom Erlös beeinflusst. Neben dem Ertrag beeinflusst die Qualität den Erlös. Ob eine Sorte/Population durch Unterschiede bei den Proteingehalten an Vorzüglichkeit gewinnt, hängt vom Ertragsunterschied und der Preisdifferenz der Qualitätsstufen ab. Auf den Versuchsstandorten lagen die CCP ertraglich und ökonomisch auf dem

Niveau der Sorten aus ökol. Züchtung, wobei die CCP YQII bei N-Düngung nach den konv. Sorten die größte Netto-Leistung hatte. Diese Ergebnisse passen erwartungsgemäß zu vorherigen Untersuchungen zur Ertragsstabilität von Weedon et al. (2016). Die Simulationen zum Anbau unter Bedingungen in der Praxis und konservierender Bodenbearbeitung legen nahe, dass die CCP hier durchaus auch mit den Sorten aus konv. Züchtung konkurrieren können. Diese Berechnungen beruhen jedoch auf einer sehr kleinen Datengrundlage, sodass weitere Untersuchungen notwendig sind um sichere Aussagen treffen zu können. Eine ökonomische Leistung auf dem gleichen Niveau wie beliebte Sorten aus ökol. Züchtung heißt, dass die CCP hier konkurrenzfähig sind. Dies ist insofern bemerkenswert, als dass die Populationen aus relativ „alter“ Genetik hergestellt sind.

### Fazit

Beide CCP zeigten eine gute Stabilität. Insbesondere die CCP YQII konnte bei der Ekfl mit den Liniensorten mithalten. Die Integration aktuellerer Sorten in die Populationen könnte den Ertrag steigern. Weitere Untersuchungen zu den agronomischen Eigenschaften, der Qualität und der langfristigen Ertragsstabilität wären nötig, um Systemeffekte auf Basis von empirischen Daten besser modellieren zu können.

### 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.

### Literatur

- Brenda B (2011) Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive Management for environmental change. *BioScience* 61: 183-193.
- 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.
- Siegmeier T, Kluth J, Weedon OD, Finckh MR & Möller D (2019) Produktionsrisiko im ökologischen Winterweizenanbau – *Composite Cross*-Populationen vs. Liniensorten. In: *Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökolandbau 2019*.
- Østergård H, Finckh MR, Fontaine L, Goldringer I, Hoad S, Kristensen K et al. (2009) Time for a shift in crop production: embracing complexity through diversity at all levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 1439-1445.
- Weedon OD, Brumlop S, Heinrich S & Finckh MR (2016) Yield stability analysis for three winter wheat composite cross populations under organic and conventional management over five years. *EUCARPIA*, 29.8.-1.9. 2016 in Zürich.