

Der Beitrag funktioneller Ertragskomponenten zum Zuchtfortschritt in Winterweizen in Mitteleuropa

Die Kulturpflanze Weizen (*Triticum* spp.) ist ein Eckpfeiler der weltweiten Nahrungsversorgung. Seine Verarbeitungsprodukte umfassen 19% des Kalorien- und 20% des Proteinbedarfs. Nach einem schnellen und anhaltenden weltweiten Anstieg des Ertragsniveaus von Weizen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, kam es in Hohertrags-Regionen – inklusive Frankreich, dem Vereinigten Königreich und Deutschland – in den letzten Jahren zu keinem weiteren Ertragsanstieg. Folglich fällt aktuell die Entwicklung der globalen Nahrungsmittelproduktion hinter die erforderlichen Raten zurück, die nötig wären, um die Weltpopulation im Jahre 2050 angemessen zu ernähren. Vor diesem Hintergrund ist das Ziel der vorliegenden Arbeit, eine detaillierte Analyse der genetischen Komponente des zurückliegenden Zuchtfortschritts im Winterweizen.

Zu diesem Zweck wurde ein großes ($n = 220$, Jahre: 2015, 2016, 2017) und reduziertes ($n = 52$, Jahre: 2018, 2019), historisches Sorten-Panel am Versuchsstandort Hohenschulen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel angebaut. Der Faktor Genotyp wurde erweitert durch drei bzw. vier unterschiedliche Bestandes-Managements. Die Managements unterschieden sich bezüglich Stickstoff-Düngung (hoch: $220 \text{ kg N ha}^{-1} - N_{\min}$, niedrig: $110 \text{ kg N ha}^{-1} - N_{\min}$) und Pflanzenschutz (+ Fungizide und Insektizide, – Fungizide und Insektizide).

Im Gegensatz zu der häufig beobachteten Stagnation der realisierten Erträge, kann der genetische Trend bezüglich Kornertrag als anhaltend linear in dem untersuchten Zeitraum beschrieben werden. Diese Beobachtung gilt auch über die deutliche Variation des Bestandes-Managements und des saisonalen Wasserangebots hinweg. Die Koeffizienten der Beziehungen sind hierbei verhältnismäßig stabil (Kapitel 4 und Kapitel 5).

In der Arbeit konnten wir erfolgreich ein methodisches Framework implementieren, um alle Komponenten der funktionellen Ertragsbildung nach Monteith in großen Feldversuchen zu phänotypisieren. Die Herausforderung war hierbei die Bestimmung der Strahlungsaufnahme. Eine UAV-getragene, leichtgewichtige Multispektral-Kamera wurde als adäquates Instrument für regelmäßige Messungen der Bestandesflächenindizes während der gesamten Saison identifiziert. Das kalibrierte Index-Modell hatte einen MAE von $0.44 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ in einem unabhängigen Datensatz (Kapitel 3) und zeigte sich als robust in den nachfolgenden Analysen (Kapitel 4 und Kapitel 5). Zusätzlich konnte die quantitative Gültigkeit der Schätzwerte während der Phase der Seneszenz gezeigt werden (Kapitel 3).

Die mathematische Erweiterung der funktionellen Ertragsbildung mit dem Wasserstress-Status, wie von Jackson eingeführt, wurde in Kapitel 5 verwendet. Hier wird das Potenzial dieser Erweiterung und die dabei absehbaren qualitativen Fortschritt durch UAVs deutlich.

Im Kontext von Sorten, hat die detaillierte Beschreibung der Merkmale der funktionellen Ertragsbildung einen sehr ungerichteten Trend vieler Untermerkmale gezeigt – diese Auf- und Abwärtsbewegungen zwischen Sorten-Generationen führen nur langsam zu höheren Kornerträgen. Dies spiegelt die Black-box-Züchtung, mit starkem Fokus auf den finalen Kornertrag, wider und macht den langanhaltenden Zuchtfortschritt in kleinen Schritten durch wiederholte Rekombination verständlich. Dies erlaubt, im Gegensatz zu Befürchtungen eines endenden Zuchtfortschrittes, die Hoffnung auf erreichbare höhere Steigungskoeffizienten durch vergrößertes Wissen über die Phänotyp-Werte der Elterngenerationen (Kapitel 4, Kapitel 5).

Zusätzlich könnte die hohe Beschreibungsgüte durch die nicht-destruktive Messung von Strahlungsaufnahme und dem Wasserstress-Status den indirekten Selektions-Erfolg in frühen Züchtungsgenerationen erhöhen, in denen eine sinnvolle Bestimmung des Kornertrages schwierig ist und häufig nur erste visuelle Bonituren durchgeführt werden (Kapitel 5).