

# Heritabilität und Korrelationen von Morphologischen Eigenschaften bei Winterweizen-Sorten unter Bio-Bedingungen

Knapp, S., Aebi, R., Anders M. und [Hiltbrunner, J.](#)<sup>1</sup>

*Keywords: Winterweizen, Sorten, Morphologie, Bodenbedeckungsgrad.*

## Abstract

*In order to test adaptive traits for organic farming the heritability and correlation with yield of morphological traits were evaluated in the Swiss organic trial network for winter wheat. Winter hardiness, three groundcover traits and growth type showed intermediate heritability and no significant correlation with yield. Groundcover at booting, plant height and later flowering showed high heritability and were positively correlated with grain yield. The small effect of groundcover on yield could be due to the low presence of weeds in the trials. However, better groundcover could still be beneficial for the long-term reduction of weed seeds through suppression of weeds.*

## Einleitung und Zielsetzung

In seiner Beschreibung eines Ideotypen der Kulturpflanze hat Donald (1968) vorgeschlagen, dass Kulturpflanzen klein und von aufrechtem Wuchs und die Blatthaltung ebenfalls aufrecht sein sollte, um eine hohe Ertragsleistung zu erzielen. Dieser Ideotyp mag durchaus von Vorteil sein, solange keine Konkurrenz durch Unkräuter sowie nur geringer Krankheitsdruck besteht und genügend Nährstoffe verfügbar sind. Unter biologischer Bewirtschaftung herrscht hingegen oft stärkere Konkurrenz um Nährstoffe durch Unkräuter und Krankheiten wirken häufiger ertragsmindernd, da nicht mit Pestiziden behandelt wird.

Aus diesem Grund wurden spezifische Ideotypen für den biologischen Landbau entwickelt und untersucht (Wolfe *et al.* 2008). Die vorgeschlagenen Eigenschaften eines Bio-Ideotypen betreffen vor allem die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern: frühe Bodenbedeckung, hohe Bestockung, planophile Blatthaltung (Lemerle *et al.* 1996) und größere Pflanzenhöhe (Gooding *et al.* 1993).

Für eine effiziente Selektion und eine gute Beschreibung von Sorten ist es wichtig, dass Merkmale eine hohe Heritabilität aufweisen. Die Heritabilität gibt an, wie stark die Ausprägung eines Merkmals von der Genetik bestimmt wird. Die Höhe der Heritabilität ist neben dem untersuchten Merkmal auch vom geprüften Set an Sorten und von den Standortbedingungen abhängig.

Die Identifikation von Merkmalen, die zu einer besseren Anpassung von Sorten an den Biolandbau führen, könnte in der Züchtung die Selektion verbessern. Eine Aufnahme von zusätzlichen Merkmalen in die Sortenprüfung und -empfehlung würde für biologisch wirtschaftende Landwirte eine bessere Wahl von angepassten Sorten ermöglichen.

Ziel dieser Arbeit ist, die Heritabilität und die Ertragswirkung von morphologischen Merkmalen, die für einen Ideotyp für den biologischen Landbau vorgeschlagen wurden, an einem in der Schweiz verbreiteten Sortenset und unter für den Schweizer biologischen Landbau üblichen Bedingungen zu untersuchen.

---

<sup>1</sup> Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich, Schweiz, [juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch](mailto:juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch)

## Material und Methoden

Während 3 Jahren (Ernte 2011 bis Ernte 2013) wurden im Schweizer Bio-Versuchsnetz zur Sortenempfehlung für Winterweizen in unregelmäßigen Intervallen neben den üblichen Bonituren (Ährenschieben (Tage nach 1. Jan.), Pflanzenhöhe (cm), Lager vor der Ernte (1=kein Lager, 9=starkes Lager), Krankheitsbonituren (1=gesund, 9=krank)) zusätzliche Beobachtungen für folgende Merkmale erhoben: Stand nach Winter (1=gut, 9=schlecht), Bodenbedeckungsgrad durch Weizen beim Bestocken und beim Schossen (in %, geschätzt und mit Kamera mit anschließender Bestimmung des Grünanteils) und Wuchstyp (1=erektophil, 9=planophil).

Das Versuchsnetz besteht aus 9 Standorten (370 m bis 540 m ü. M.) in den Ackerbaugebieten des Schweizer Unterlands, wobei die Versuche in die Fruchtfolge von Betrieben integriert sind, die nach den Richtlinien des Schweizer Bioverbands BioSuisse wirtschaften. Die Düngung erfolgt organisch (Mist und Gülle) und Unkraut wird durch ein- oder zweimaliges Hackstriegeln kontrolliert. Als konventioneller Vergleich wurde während drei Jahren ein Versuch durchgeführt, bei dem mineralisch gedüngt und mit Herbizid, Fungizid und Halmverkürzer behandelt wurde. Alle Versuche sind als randomisierte komplette Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt. Das durchschnittliche Ertragsniveau über alle Versuche und Jahre lag bei 44 dt/ha (86 % TS).

*Tabelle 1: Beschreibung der Sorten, die in mindestens zwei Jahren geprüft wurden.*

Sorte	Herkunft	Registrierung	Züchter	Prüfjahre
Lorenzo	Schweiz	2013	Agroscope	3
Molineria	Schweiz	2013	Agroscope	2
Montdor	Schweiz	Kandidat	Agroscope	3
Runal	Schweiz	1995	Agroscope	3
Suretta	Schweiz	2011	Agroscope	3
Titlis	Schweiz	1996	Agroscope	3
Mv Emese	Ungarn	2000	ARIHAS, Martonvasar	3
Butaro	Deutschland	2009	Dottenfelder Hof	3
A7T.9	Schweiz	Kandidat	Getreidezüchtung Peter Kunz	3
APW.1110	Schweiz	Kandidat	Getreidezüchtung Peter Kunz	2
Wiwa	Schweiz	2005	Getreidezüchtung Peter Kunz	3
Tengri	Schweiz	2007	Getreidezüchtung Peter Kunz	2
Arnold	Österreich	2009	Probstdorfer Saatzucht	3
Ekolog	Österreich	2011	Saatzucht Edelhof	3

Jährlich wurden 16 Sorten miteinander verglichen. Da es sich um ein Sortenempfehlungsnetz handelt, ändert sich das Sortenset von Jahr zu Jahr. Das Sortenset besteht ausschließlich aus Sorten mit hoher Backqualität (CH-Klassen TOP und I) (Tabelle 1). Wegen wechselndem Sortenset wurde jeder Versuch extra ausgewertet und die Heritabilität und genetische Korrelationen zwischen den Merkmalen berechnet. Anschließend wurden diese Werte über alle Versuche gemittelt und als Signifikanztest 95 % Konfidenzintervalle per Bootstrap ( $r=1000$ ) über die Versuche berechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

Wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu erkennen, nimmt die Heritabilität der untersuchten Merkmale mit dem Entwicklungsstadium zu. Die höchste Heritabilität haben die Merkmale Ährenschieben und Pflanzenlänge bei der Ernte ( $h^2=0.93$  bzw.  $0.91$ ). Beide geschätzten Bonituren der Bodenbedeckung weisen

eine niedrigere Heritabilität auf als die mit der Kamera erhobenen (0.26 vs. 0.31 beim Bestocken und 0.38 vs. 0.52 beim Schossen). Die Merkmale Wuchstyp und Kornertag haben eine mittlere Heritabilität.

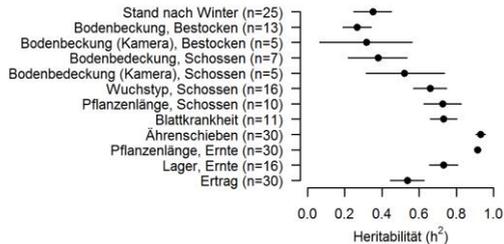


Abbildung 1: Heritabilität der untersuchten Merkmale, gemittelt über die Versuche (n). Fehlerbalken zeigen das 95 % Konfidenzintervall an.

Drei der vier Bonituren der Bodenbedeckung korrelieren nicht mit dem Kornertag (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Merkmale Pflanzenhöhe beim Schossen und vor der Ernte zeigen eine signifikant positive Korrelation ( $p < 0.05$ ). Eine größere Bodenbedeckung beim Bestocken (geschätzt) und späteres Ährenschieben sind positiv aber nicht signifikant mit dem Kornertag korreliert. Ebenso ist ein genetischer Zusammenhang zwischen einer guten Blattgesundheit und dem Kornertag erkennbar.

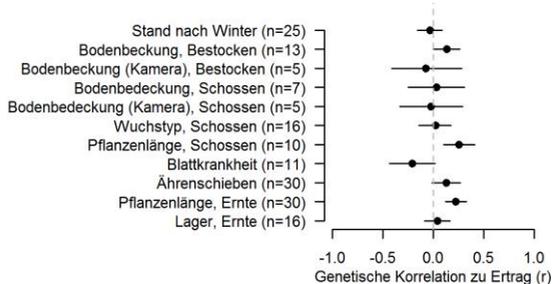


Abbildung 2: Genetische Korrelation der untersuchten Merkmale mit dem Kornertag, gemittelt über die Versuche (n). Fehlerbalken zeigen das 95 % Konfidenzintervall an. Merkmale, deren Fehlerbalken über die Linie ( $r=0$ ) reichen, sind nicht signifikant mit Kornertag korreliert.

Um zu untersuchen, wie sich die Standortbedingungen auf die Heritabilität eines Merkmals auswirken; wurde die Heritabilität gegen den Ertragsdurchschnitt eines Versuchs als Maß der Umweltbedingungen korreliert.

An den hier untersuchten Sorten und Standorten lässt sich für das Merkmal Lager vor der Ernte ein signifikant ( $p < 0.05$ ) negativer Zusammenhang von Heritabilität und Ertragsdurchschnitt eines Versuches zeigen (Abbildung 3). Alle anderen Merkmale weisen eine höhere Heritabilität bei höherem Ertragspotenzial auf, wobei dieser Zusammenhang bei keinem Merkmal signifikant ist.

Die hier gefundene positive Korrelation zwischen Pflanzenlänge und Kornertrag bestätigt den Ideotyp höherer Pflanzen, der für den Biolandbau vorgeschlagen wird.

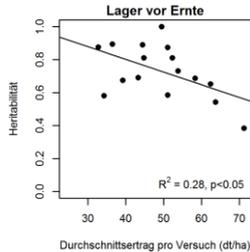


Abbildung 3: Zusammenhang von Heritabilität des Merkmals Lager vor Ernte und Ertragspotenzial.

In den untersuchten Daten besteht ein signifikanter Zusammenhang von größerer Pflanzenhöhe und besserer Blattgesundheit ( $r=-0.35$ ,  $p<0.05$ ,  $n=11$ ). Dies deutet daraufhin, dass die positive Ertragswirkung größerer Pflanzenhöhe durch eine bessere Gesundheit höherer Pflanzen erzielt wird. Eine negative Auswirkung großer Pflanzenhöhe durch Lager war in den untersuchten Versuchen selten, da insgesamt auf einem reduzierten Stickstoff-Niveau gewirtschaftet wird. Bezüglich der schwachen Korrelation der Bodenbedeckungsmerkmale mit dem Kornertrag ist anzumerken, dass durch die Unkrautregulierung mittels Hackstriegelein ein niedriger Konkurrenzdruck durch Unkräuter bestand. Bei stärkerem Unkrautdruck könnte sich somit eine höhere Bodenbedeckung stärker auf den Kornertrag auswirken. Eine stärkere Unterdrückung von Unkräutern kann langfristig auch reduzierend auf den Vorrat an Unkrautsamen im Boden wirken, auch wenn keine starke Ertragswirkung zu beobachten ist.

## Schlussfolgerung

Die untersuchten morphologischen Merkmale weisen insgesamt eine mittlere Heritabilität und eine schwache Korrelation mit Kornertrag auf. Dies weist darauf hin, dass sich diese Merkmale nur bedingt als Selektionsmerkmal und zur Sortenbeschreibung eignen. Aber auch wenn nur ein geringer positiver Zusammenhang mit dem Kornertrag erkennbar ist, kann sich z. B. ein höherer Bodenbedeckungsgrad auf lange Frist die Menge der Unkrautsamen im Boden verringern. Das Merkmal höhere Pflanze ist in den untersuchten Sorten und Standorten deutlich mit höherem Kornertrag korreliert. Außerdem ist ein starker Zusammenhang von Pflanzenhöhe und Pflanzengesundheit erkennbar.

## Dank

Wir danken BioSuisse, Fenaco, Swissem, Swissmill, und dem FP7 KBBE- 245058 Projekt „Solibam“ für finanzielle Unterstützung und den beteiligten Landwirten für die Zusammenarbeit.

## Literatur

- Donald, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17(3): 385–403.
- Gooding, M.J., A.J. Thompson, and W.P. Davies. 1993. Interception of photosynthetically active radiation, competitive ability and yield of organically grown wheat varieties. *Aspects of Applied Biology*.
- Lemerle, D., B. Verbeek, R. d. Cousens, and N.E. Coombes. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research* 36(6): 505–513.

Wolfe, M.S., J.P. Baresel, D. Desclaux, I. Goldringer, S. Hoad, G. Kovacs, F. Löschenberger, T. Miedaner, H. Østergård, and E.T. Lammerts van Bueren. 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica* 163(3): 323–346.