

## **Winterweizen-Sortenmischungen und Composite Cross Populations (CCPs) im ökologischen Anbau**

### **Einleitung**

Zunehmende klimatische Veränderungen und damit einhergehend das vermehrte Auftreten von Extremwetterereignissen stellen bisherige Strategien der Sortenwahl insbesondere bei einjährigen Kulturen zunehmend in Frage. Durch genetische Diversität innerhalb der Art besteht über Kompensationsmechanismen die Möglichkeit, diese hohe Umweltvariabilität abzuf puffern, insbesondere durch Sortenmischungen (Huang et al. 2024) und Populationen (Weedon et al. 2023). Inwieweit sich diese Erkenntnisse unter Praxisbedingungen in NRW bestätigen lassen, wird im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau“ hinsichtlich Unkrautkontrolle, Ertrag und Qualität von Winterweizen (*Triticum aestivum*) geprüft, der auch im ökologischen Anbau in Deutschland eine der wichtigsten Kulturpflanzen darstellt. Seit 2020 werden dazu etablierte Qualitätssorten (E) mit deren Mischung sowie zwei Composite Cross Populations (CCPs), die als ökologisch heterogenes Material (Bundessortenamt 2023) zugelassen sind, auf fünf Standorten verglichen.

### **Versuchsfragestellungen**

1. Einfacher Sortentest: Welche Populationen und Mischungen sind im Mittel den gängigen Sorten unter Ökobedingungen ebenbürtig oder sogar überlegen?
2. Welche Sorten bzw. Populationen und Mischungen zeigen die höchste Stabilität der Zieleigenschaften (Ertrag, Qualität)?
3. Diversitätsfrage: Sind Mischungen den Komponenten überlegen? Wie hoch sollte das Niveau der genetischen Diversität optimal sein (Vergleich Mischungen aus 5 Sorten mit ihren Komponenten)?

### **Material & Methoden**

Die Versuchsanlage erfolgt als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen mit einer Parzellengröße von 3 x 12,50 m auf fünf Betrieben in NRW:

**Leitbetrieb Haus Bollheim** in Zülpich/Kreis Euskirchen (170 m über NN, Durchschnittstemperatur 9,5°C, mittlerer Jahresniederschlag 480 mm, Bodenart Lehm mit Bodenpunkten von 35 bis 80)

**Leitbetrieb Büsch** in Weeze bzw. Flächen des Leitbetriebs Schanzenhofs in Alpen-Veen/Kreis Kleve (15 m über NN, Durchschnittstemperatur 9,4°C, mittlerer Jahresniederschlag 600 mm, Bodenart lehmiger Sand mit Bodenpunkten von 25 bis 35)

---

## LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN

---

**Leitbetrieb Kornkammer Haus Holte** in Witten/Stadt Dortmund (155 m über NN, Durchschnittstemperatur 9,5°C, mittlerer Jahresniederschlag 900 mm, Bodenart Lehm mit 75 Bodenpunkten)

**Praxisbetrieb Kück** in Windeck/Kreis Altenkirchen (165 m über NN, Durchschnittstemperatur 9,2°C, mittlerer Jahresniederschlag 100 mm. Bodenart sandiger Lehm mit 70 Bodenpunkten)

**Versuchsbetrieb Wiesengut** in Hennef/Rhein-Sieg-Kreis (65 m über NN, Durchschnittstemperatur 10,3°C, mittlerer Jahresniederschlag 840 mm. Bodenart lehmig-schluffig bis sandig-schluffige Auensedimente von Kiesköpfen durchsetzt, schwankender Grundwasserstand in Siegnähe, Bodenpunkte 20 bis 70)

Geprüft wurden drei verschiedene Heterogenitätsgrade, die E-Weizensorten Aristaro, Moschus, Thomaro, Trebelir und Wendelin, die als Z-Saatgut in jedem Versuchsjahr zugekauft werden, sowie eine ausgewogene Mischung dieser Sorten (nach Anteilen keimfähiger Körner) und die Populationen Brandex und Liocharls, die sich seit dem zweiten Versuchsjahr auf den jeweiligen Standorten im Nachbau befinden. Ursprünglich waren weitere Populationen aus kontinentalem sowie mediterranem Ursprung Teil der Untersuchungen, um Alternativen insbesondere für die zunehmende Frühsommertrockenheit zu prüfen. Sie mussten jedoch aufgrund des Befalls mit Flug- bzw. Steinbrand von den Flächen genommen werden. Als zentrale Daten wurden in allen Versuchen Kornertrag und Rohproteingehalt erhoben und im Rahmen von Abschlussarbeiten auf einzelnen Standorten ergänzt um Wachstumsparameter von Weizen und Unkraut. Für alle Datensätze wurde mit dem Statistikprogramm SAS eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt, mit anschließendem Mittelwertvergleich mit dem Tukey-Test ( $\alpha=0,05$ ). Die Maßkorrelationskoeffizienten nach Pearson wurden mit Hilfe der t-Verteilung nach Student auf Signifikanz geprüft.

## Ergebnisse

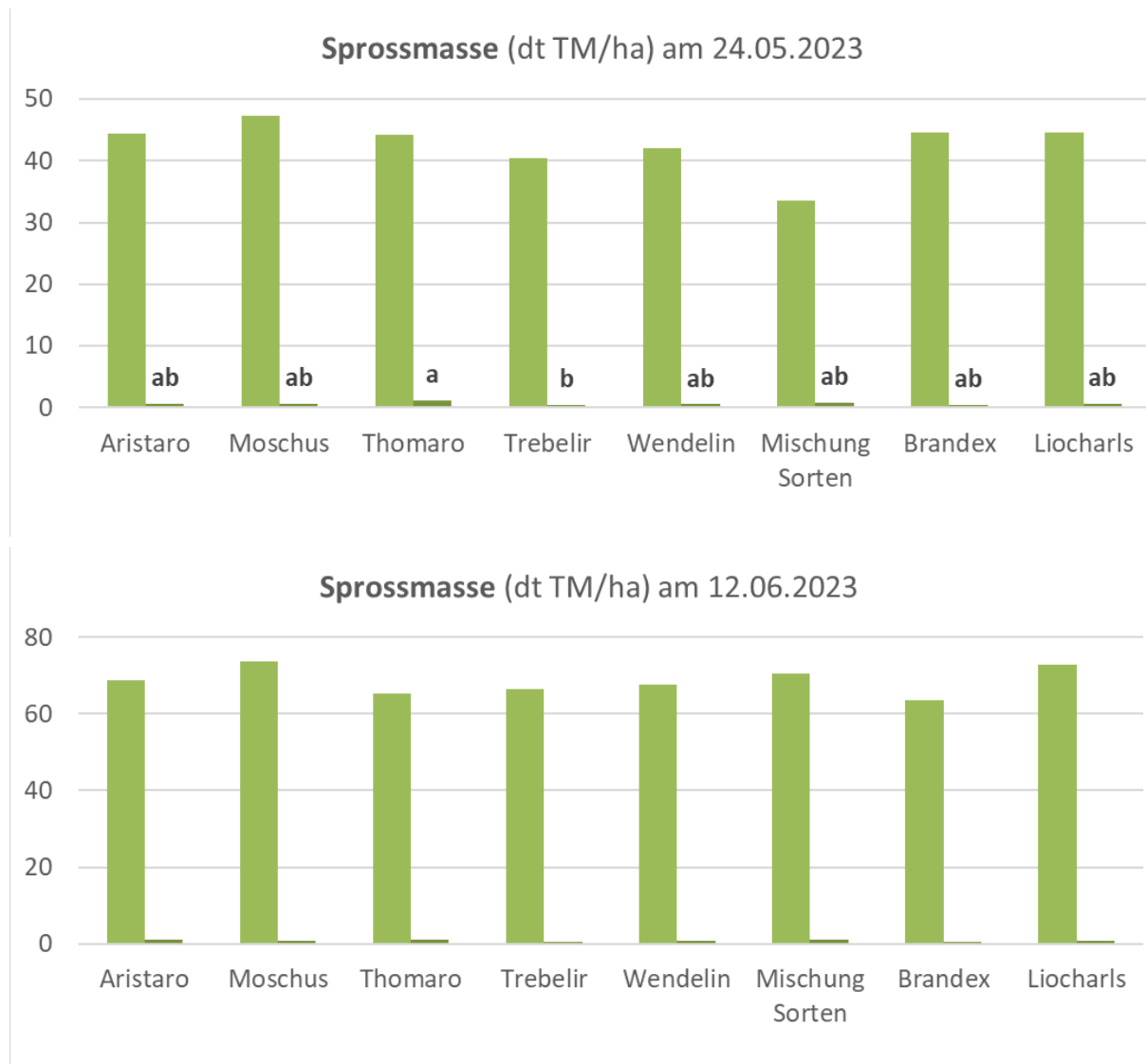
Die Sortenwahl, als indirekte Methode der Unkrautkontrolle, ist im ökologischen Landbau, mit seinen Restriktionen hinsichtlich externer Betriebsmittel, ein wesentlicher Baustein zur Optimierung des Unkrautmanagements über die gesamte Fruchtfolge. Dabei haben sich Sorten mit zeitiger Jugendentwicklung, hohem Wuchs und starker Bodenbedeckung, ob durch einen hohen Blattflächenindex oder planophile Blattstellung bewährt (Hoad et al. 2012). Da die Konkurrenzkraft eines Kulturpflanzenbestandes gegenüber Unkräutern auf einer Kombination dieser Merkmale beruht, können sowohl Sortenmischungen (Kiær et al. 2009) als auch CCPs (Baresel et al. 2022) einen wichtigen Beitrag dazu leisten.

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN**

Um diese kumulative Wirkung zu messen, wurden in den eigenen Versuchen Unkrautdeckungsgrad und Unkrauttrockenmasse zusammen mit den entsprechenden Weizenparametern erhoben.



**Abb. 1: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf den Weizen- und Unkrautdeckungsgrad (%) an den Standorten Haus Bollheim (oben) und Wiesengut (unten). Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

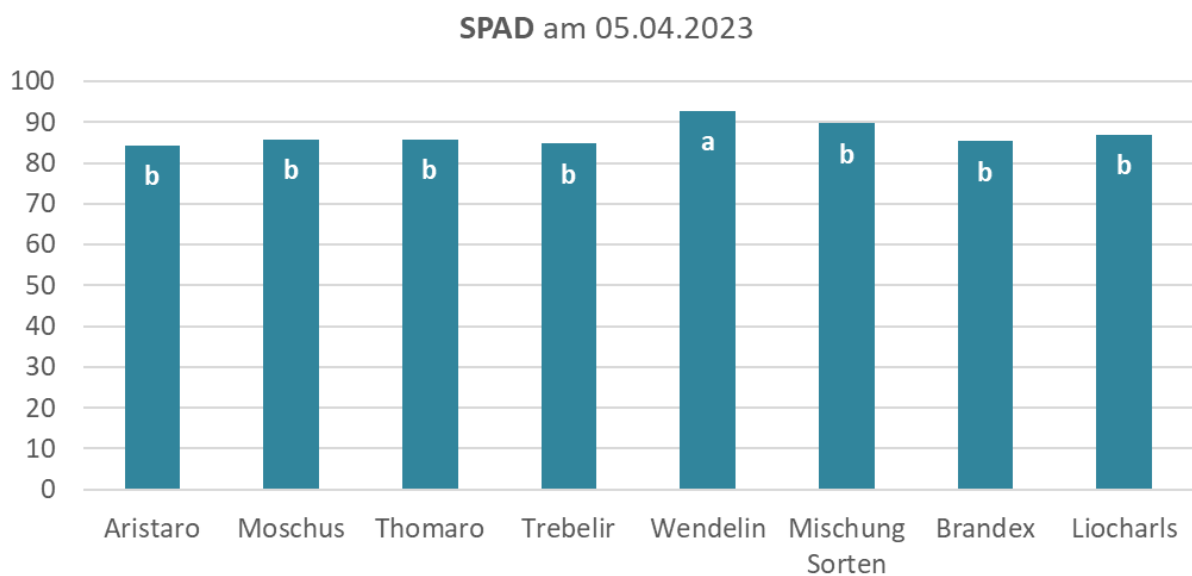
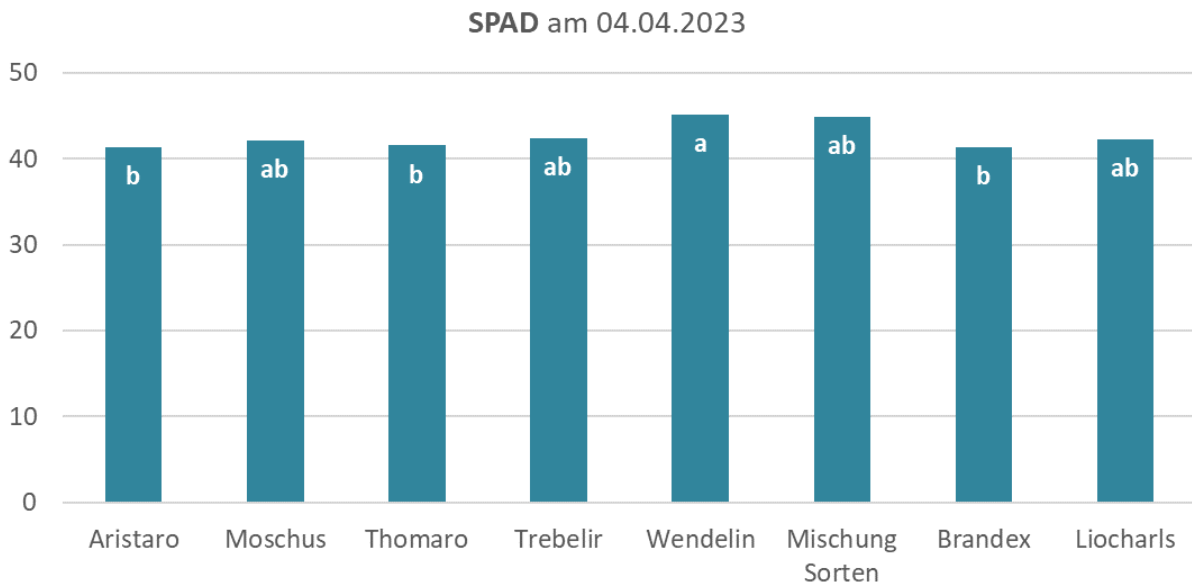
**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN**

**Abb. 2: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf die Sprossmasse von Weizen und Unkraut (dt/ha) zu zwei Zeitpunkten auf dem Standort Wiesengut. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

Obwohl die Hälfte der Datensätze zu Unkrautdeckungsgrad und -trockenmasse signifikant mit den entsprechenden Weizenparametern (Deckungsgrad, Trockenmasse, Pflanzenlänge und Blattflächenindex) korreliert waren (Ergebnisse nicht dargestellt), wurde nur in wenigen Unkrautbonituren bzw. -messungen ein signifikanter Unterschied zwischen den Vergleichssorten und der Mischung bzw. den Populationen festgestellt (s. Abb. 1 und 2). Dabei war sowohl der Unkrautdeckungsgrad als auch die -trockenmasse auf dem Standort Wiesengut in der Variante Thomaro signifikant am höchsten. Die Sortenmischung und die Populationen unterschieden sich nicht signifikant von den Reinsorten. Auf den nicht dargestellten Standorten wurden keine

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN**

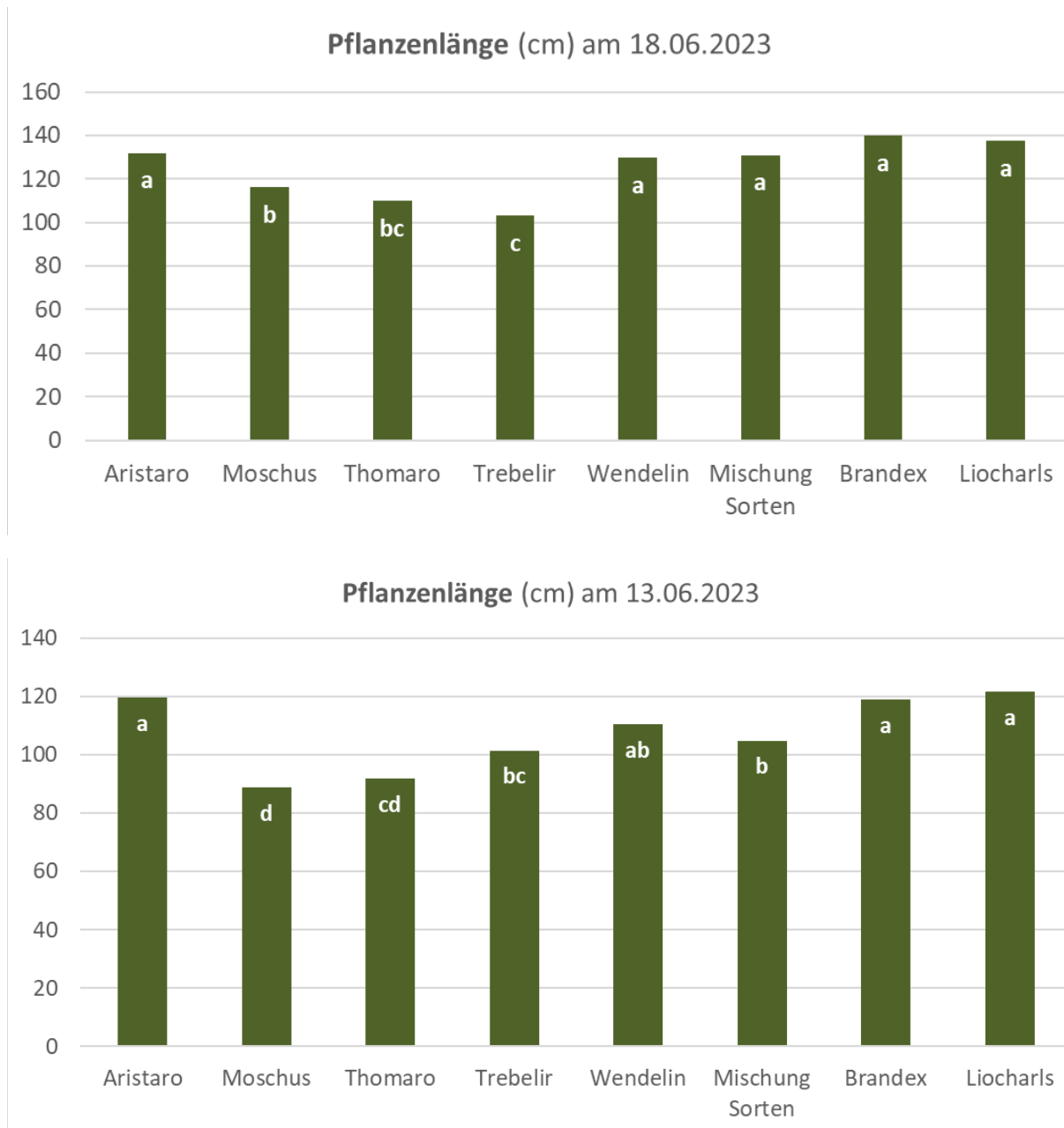
signifikanten Unterschiede zwischen allen Varianten festgestellt. Die Sortenmischung und die getesteten CCPs konnten somit unter Praxisbedingungen in NRW mit den Vergleichssorten im Hinblick auf die Unkrautkontrolle konkurrieren, Vorteile für diese Varianten mit höherer Diversität ergaben sich jedoch nicht..



**Abb. 3: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf den Chlorophyllgehalt (SPAD-Wert) an den Standorten Büsch (oben) und Kornkammer Haus Holte (unten). Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN**

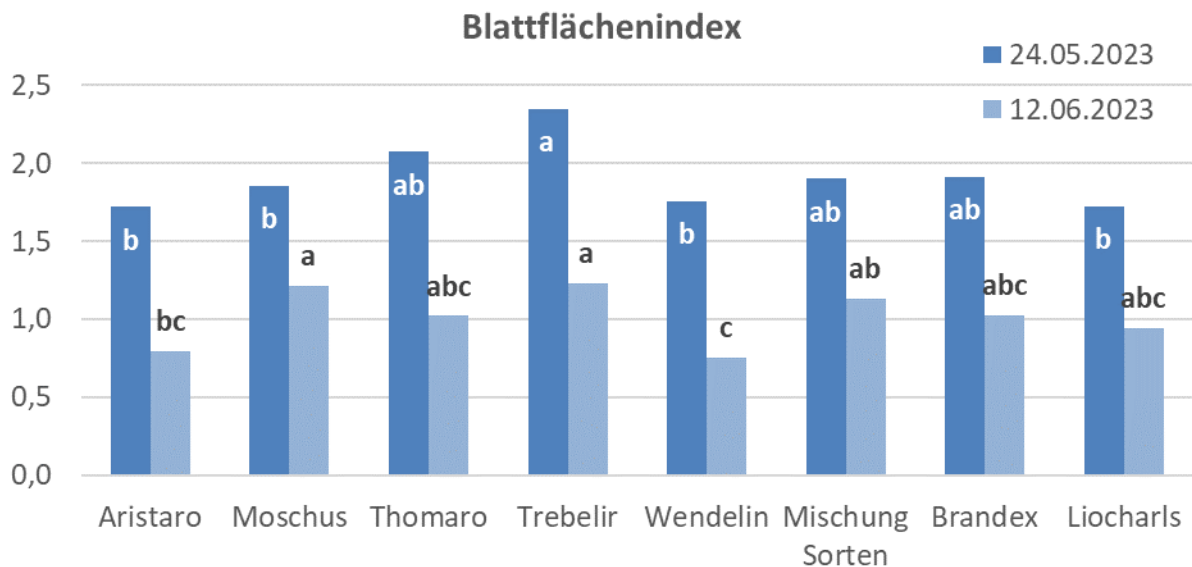
Der Chlorophyllgehalt (gemessen als SPAD-Wert) ist eng korreliert mit der Stickstoffaufnahme in den Spross und wurde 2022 insgesamt neunmal gemessen, dabei waren die Werte in der Variante Wendelin meist signifikant am höchsten (Abb. 3). Eine Wirkung auf Kornertrag und Rohproteingehalt wurde jedoch nicht festgestellt.



**Abb. 4: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf die Pflanzenlänge (cm) an den Standorten Haus Bollheim (oben) und Kück (unten). Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN**

Eine wichtige praxisrelevante Beobachtung ist die Langstrohigkeit der beiden Populationen. In fast allen Messungen der Pflanzenlänge waren sie zusammen mit der Sorte Aristaro z.T. signifikant die längsten Varianten (s. Abb. 4) und damit zumindest potentiell lageranfällig. Auf sehr gut nährstoffversorgten Standorten sollte die Sortenwahl daher sorgsam auch unter diesem Gesichtspunkt geprüft werden.



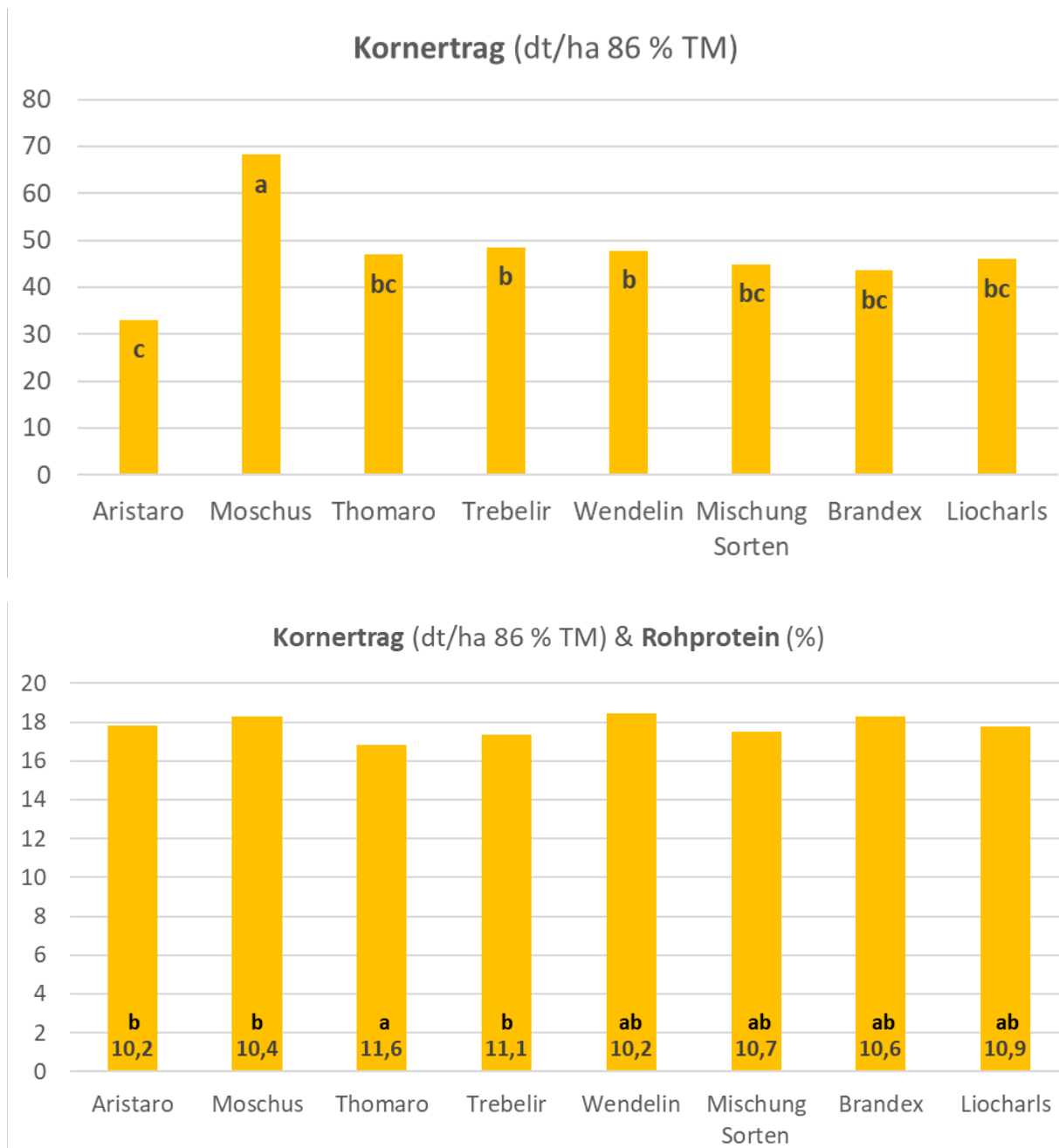
**Abb. 5: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf den Blattflächenindex zu zwei Zeitpunkten auf dem Standort Wiesengut. Varianten mit verschiedenen Buchstaben zu einem Zeitpunkt unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

Der Blattflächenindex (BFI) war in beiden Messungen in der Variante Trebelir signifikant am höchsten, unterschied sich aber nicht von der Mischung und den Populationen (Abb. 5). Die Verunkrautung war in dieser Variante auch stets am niedrigsten, eine enge Korrelation zwischen BFI und den Unkrautparametern konnte jedoch nicht festgestellt werden (Ergebnisse nicht dargestellt).

### Kornertrag & Rohproteingehalt

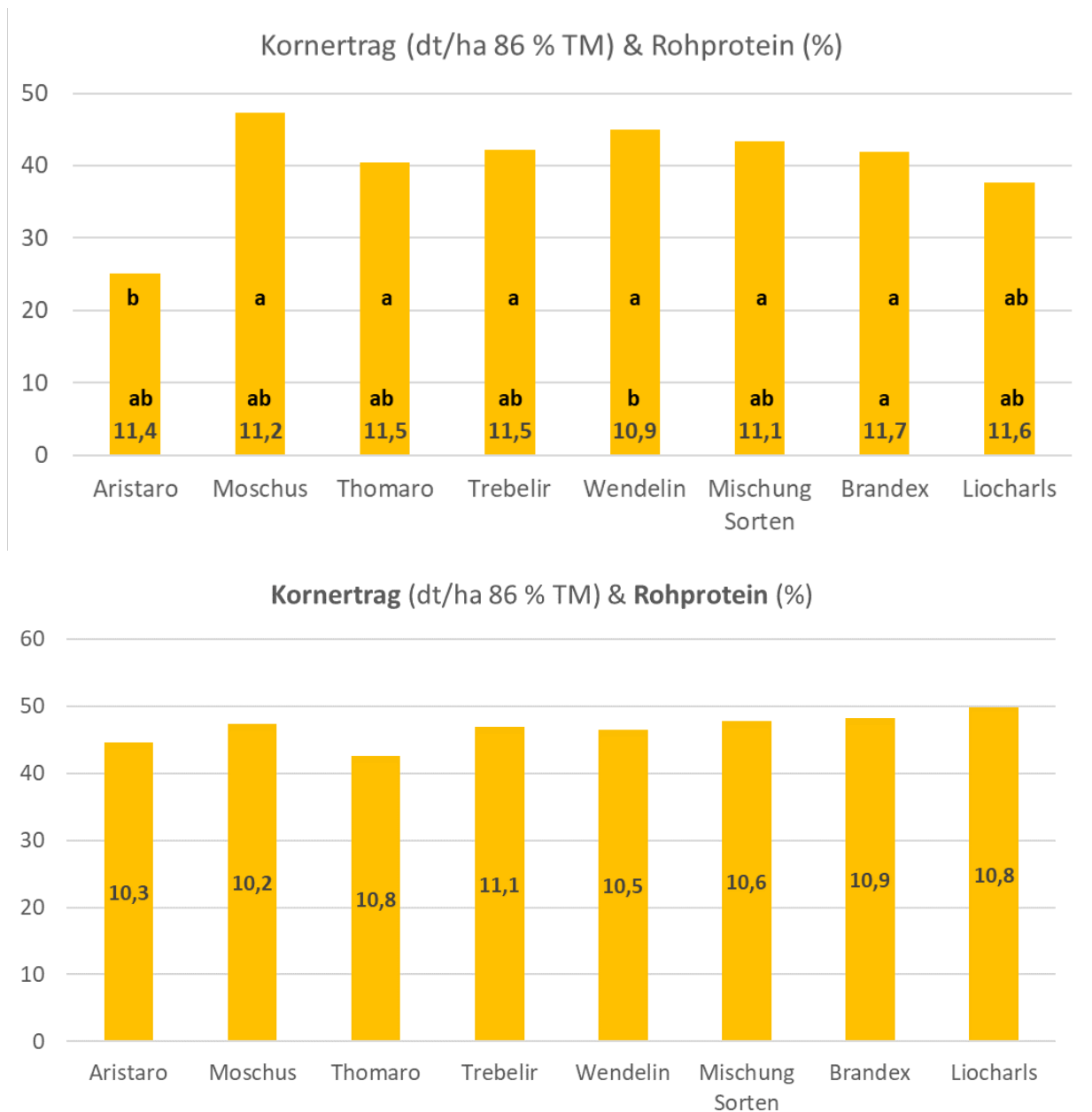
Der Kornertrag war am 2023 am Standort Haus Bollheim in der Variante Moschus signifikant und um knapp 20 dt/ha höher als in den anderen Varianten. Die Sorte Aristaro hatte am selben Standort sowie auf den Flächen der Kornkammer Haus Holte signifikant den niedrigsten Ertrag. Die Mischung und die Populationen unterschieden sich nur auf ersterem Standort signifikant von der Variante Moschus sowie z.T. auf letzterem signifikant von der Sorte Aristaro. Im Mittel der Standorte konnten sie mit dem Ertragsniveau der Reinsorten konkurrieren.

## LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN



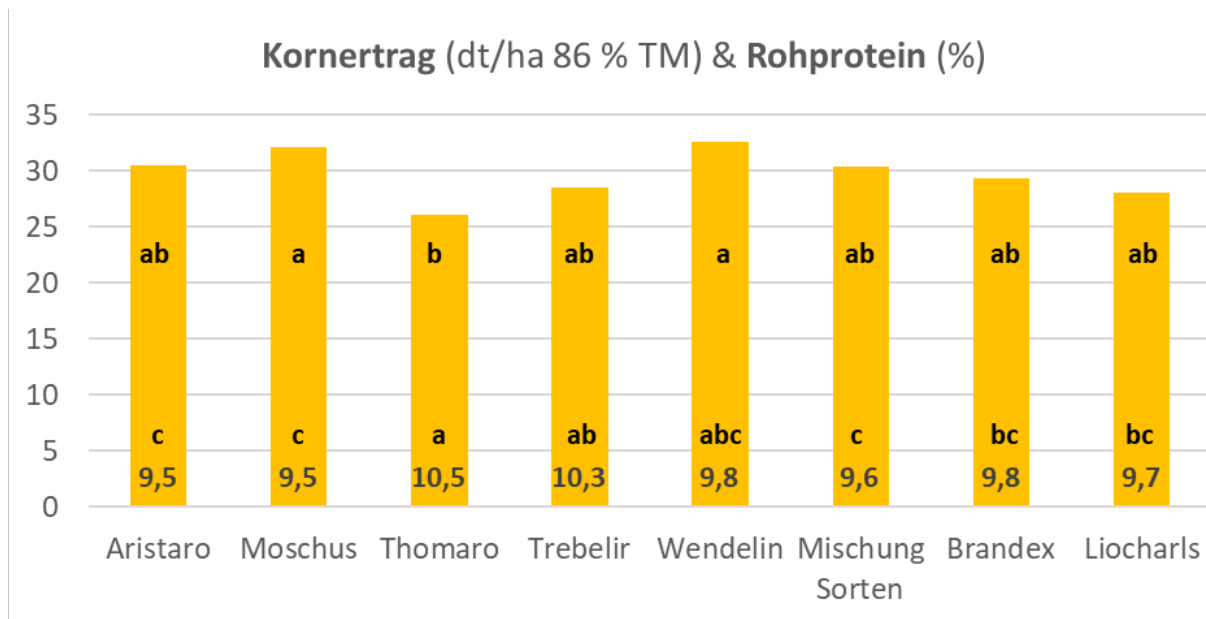
**Abb. 6: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf den Kornertrag (dt/ha mit 86% TM) an den Standorten Haus Bollheim (oben) und Büsch (unten). Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**



**LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU IN NORDRHEIN-WESTFALEN**

**Abb. 7: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf Kornertrag (dt/ha mit 86% TM) und Rohproteingehalt (%) an den Standorten Kornkammer Haus Holte (oben) und Kück (unten). Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

Der Qualitätsparameter Rohproteingehalt war 2023 auf einem Standort (Wiesengut) in der Mischung signifikant niedriger als bei den Sorten Thomaro und Trebelir, gleiches gilt für die Populationen im Vergleich zu Thomaro. Auf allen anderen Standorten wurde kein Unterschied zwischen der Mischung bzw. den Populationen im Vergleich zu den Reinsorten festgestellt.



**Abb. 8: Einfluss des Heterogenitätsgrades (Sorten, Mischung und Populationen) auf Kornertrag (dt/ha mit 86% TM) und Rohproteingehalt (%) auf dem Standort Wiesengut. Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $\alpha=0,05$  Tukey-Test).**

## Zusammenfassung & Fazit

Die ersten eignen Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen bestätigen, dass die zwei aktuell in Deutschland zugelassen CCPs unter ökologischen Anbaubedingungen mit der agronomischen Leistungsfähigkeit moderner Weizensorten konkurrieren können (Baresel et al. 2022, Weedon et al. 2023). Dies trifft ebenfalls auf die Mischungen der fünf Vergleichssorten zu, ein Ergebnis, dass Untersuchungen von Kiær et al. (2009) unterstreicht, wonach Mischungen in der Regel mindestens den Mittelwert Ihrer Einzelkomponenten erreichen.

Die beiden deutschen Populationen „Brandex“ und „Liocharls“ vom Dottenfelderhof und die Mischung der Sorten konnten sowohl in der Unkrautunterdrückung, dem Kornertrag als auch im Rohproteingehalt mit den Vergleichssorten aus den Landessortenversuchen mithalten.

Die Ertragsunterschiede zwischen den Standorten waren insgesamt größer als diese zwischen den einzelnen Varianten.

Beide getesteten Populationen sind vom Züchter als resistent (Brandex) bzw. widerstandsfähig (Liocharls) gegen Steinbrand eingestuft. Diese Eigenschaften sind für die Nutzung von CCPs im eigenen Nachbau dringend zu empfehlen.

Die Populationen waren sie z.T. signifikant die längsten Varianten und damit zumindest potentiell lageranfällig, dies gilt es v.a. an nährstoffreichen Standorten bei der Sortenwahl zu beachten.

Die Versuche werden noch bis 2026 weitergeführt; dabei die Populationen auch in den Folgejahren weiterhin auf den jeweiligen Standorten nachgebaut, wohingegen die Vergleichssorten als Z-Saatgut zugekauft werden. Eine Auswertung der Ertragsstabilität erfolgt abschließend über mehr als 25 Umwelten.

## **Literatur**

- Baresel JP, Bülow L, Finckh MR, Frese L, Knapp S, Schmidhalter U & Weedon O (2022) Performance and evolutionary adaptation of heterogeneous wheat populations. *Euphytica* 218, 137 <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03072-2>
- Bundessortenamt (2023): [https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/Saatgut/P1\\_OHM\\_liste.pdf](https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/Saatgut/P1_OHM_liste.pdf)
- Hoad SP, Bertholdsson N-Ø, Neuhoﬀ D & Köpke U (2012): Approaches to Breed for Improved Weed Suppression in Organically Grown Cereals. In van Lammerts Bueren E. T. & Myers J. R. (Eds.): *Organic Crop Breeding*: Wiley, 61-76 <https://doi.org/10.1002/9781119945932.ch4>
- Huang T, Döring TF, Zhao, X, Weiner J, Dang P, Zhang M, Zhang M, Siddique KHM, Schmid B & Qin X (2024) Cultivar mixtures increase crop yields and temporal yield stability globally. A meta-analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 44, 28 <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00964-6>
- Kiær LP, Skovgaard M, Østergård H (2009): Grain yield increase in cereal variety mixtures: A meta-analysis of field trials. In *Field Crops Research* 114 (3), pp. 361-373 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.006>
- Weedon OD, Brumlop S, Haak A, Baresel JP, Borgen A, Döring TF, Goldringer I, Lammerts van Bueren E, Messmer MM, Mikó P, Nuijten E, Pearce B, Wolfe M, & Finckh MR (2023) High Buffering Potential of Winter Wheat Composite Cross Populations to Rapidly Changing Environmental Conditions. *Agronomy* 13(6):1662 <https://doi.org/10.3390/agronomy13061662>