

Erhöhung der Klima-Resilienz in einem ökologischen Ackerbausystem: auf die Kombination von Strategien kommt es an!

Friedel, K.J.¹, Gollner, G.¹, Surböck, A.², Freyer, B.¹

Keywords: Klimawandel, Anpassung, Fruchtfolge, Kompost, Bodenbearbeitung

Abstract: A climate change-induced increase in periods of drought in regions with low precipitation requires adaption strategies in organic arable farming. Besides use of drought tolerant crop varieties, four main strategies were jointly applied in a long-term field experiment on a stockless arable farm in the semi-humid region of Eastern Austria: A forage legume-based crop rotation including cover crop mixtures, organic fertilization with lucerne green manure, communal compost or farmyard manure, reduced, non-inverting soil cultivation, and woody landscape elements. With these combined strategies, soil organic matter contents were stable to increasing, water infiltration and fungal biomass in the top-soil were enhanced, cash crop yields were above the average, and yields of some crops were positively affected on the lee side of a hedge. Obviously, the combination of these strategies was successful in coping with water shortage.

Einleitung und Zielsetzung

Anhaltende Trockenperioden und Trockenstress beeinträchtigen zunehmend das Pflanzenwachstum, insbesondere in Regionen mit Niederschlägen unter ca. 600 mm. Geringe Humusgehalte, die nur eine geringe Wasserhaltekapazität zulassen und Winde, die dazu führen, dass geringe Niederschlagsmengen von ca. < 20 mm nicht oder nur gering wirksam werden, bedingen grundlegende Anpassungsstrategien der Landnutzungssysteme auch im ökologischen Landbau. In diesem Beitrag beschreiben wir insgesamt vier Strategien der Erhöhung der Klima-Resilienz in einem ökologisch bewirtschafteten Ackerbausystem und deren Auswirkungen auf den Boden und die Ertragsentwicklung. Aus diesen Erkenntnissen leiten wir verschiedene Maßnahmen der Weiterentwicklung des Anbausystems ab mit dem Ziel einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung, die sich dadurch auszeichnet, bisherige Schwachstellen im System zu bereinigen und zu einer Minderung von Klimawandel-bedingten Ertragseinbußen beizutragen.

Material und Methoden

Langzeitversuch viehloser Ackerbau im Marchfeld in Niederösterreich: Boden- und Klimadaten: tiefgründiger Tschernosem; lehmiger Schluff bis Lehm; 10,2 °C; 520 mm a⁻¹; pH_{CaCl2} 7,6; C_{org}-Gehalt: 1,9 %; 143 ha arrondierter viehloser Ackerbaubetrieb; Umstellung auf die ökologische Bewirtschaftung im Jahr 2002 (Surböck et al., 2006).

¹ Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Ökologischen Landbau, Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, Österreich; Kontakt: Bernhard.Freyer@boku.ac.at

² Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Doblhoffgasse 7/10, 1010 Wien

Strategie „Fruchtfolge“: Gesamtbetrieb und Parzellenversuch: 8-feldrige Fruchtfolge mit 37,5 % legumem / nicht legumem Zwischenfruchtanbau (ZF): Luzerne-Luzerne-Winterweizen-ZF-Körnermais-Sommergerste-ZF-Körnererbse-ZF-Winterweizen-Winterroggen.

Strategie „C- und Nährstoffkreislauf“: Gesamtbetrieb und Parzellenversuch: organische Düngungssysteme im Parzellenversuch (randomisierter Blockversuch): (1) viehlos: Luzernemulch; (2) viehlos + Zufuhr von Biokompost in Orientierung am P-Entzug der Feldfrüchte; (3) Simulation Tierhaltung 0,5 GVE ha⁻¹: Luzerne- und Strohabfuhr, Rezirkulation Stallmist äquivalent (siehe <http://mubil.boku.ac.at>). Absicherung von Unterschieden mittels 2-faktorieller ANOVA und Tukey-Test.

Strategie „Bodenbearbeitung“: Gesamtbetrieb: Minimierung der Intensität der Grundbodenbearbeitung durch Umstieg von Pflug auf Flügelschar-Grubber und Reduktion der Bodenbearbeitungstiefe seit 2016. Vergleich Pflug und Grubber im Streifenversuch durch Belassen von Pflugstreifen.

Strategie „Gehölzstrukturen“: Gesamtbetrieb: ca. 6 km Hecken und Baumreihen; Versuch: Transekt auf der Leeseite einer 8 m hohen Hecke; Messung der Ertragswirkung in verschiedenen Abständen zur Hecke; in Ergänzung dazu: Nützlings-fördernde Streifen auf 3,6 % der gesamten Ackerfläche.

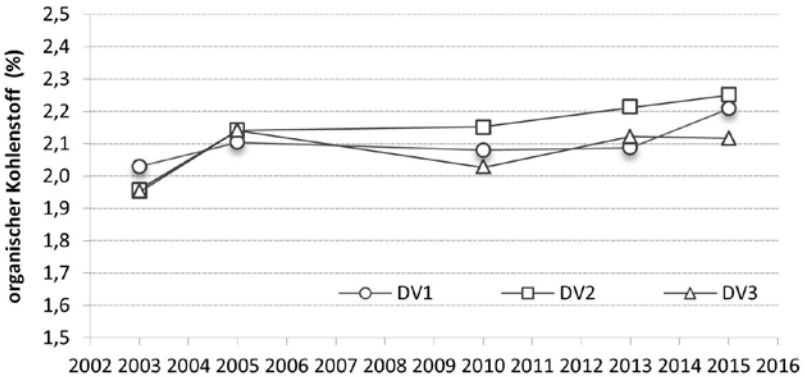
Ergebnisse

Strategie „Fruchtfolge“: Mit der Futterleguminosen-basierten Fruchtfolge in Kombination mit der Strategie „C- und Nährstoffkreislauf“ konnten über zwölf Jahre stabile bis ansteigende C_{org}-Gehalte im Boden erreicht werden (Abb. 1).

Strategie „C- und Nährstoffkreislauf“: Die Marktfruchterträge im Gesamtbetrieb sind im Vergleich zu mittleren Erträgen ökologischer Marktfruchtbetriebe (BMLFUW, 2017) um etwa 30 % höher. Im Vergleich der organischen Düngungssysteme (Auswertung über die Jahre 2009 bis 2015) lag der Gesamtertrag der Marktfrüchte bei der Stallmistdüngung mit 1 % (nicht signifikant) und in der Biokompostdüngung mit 3 % (signifikant, $P < 0,05$) über dem Ertrag der viehlosen Bewirtschaftung (Düngungssystem 1) (Abb. 2). In allen Varianten gewährleisteten Fruchtfolge und ergänzende Düngungssysteme eine positive Entwicklung der Humusgehalte.

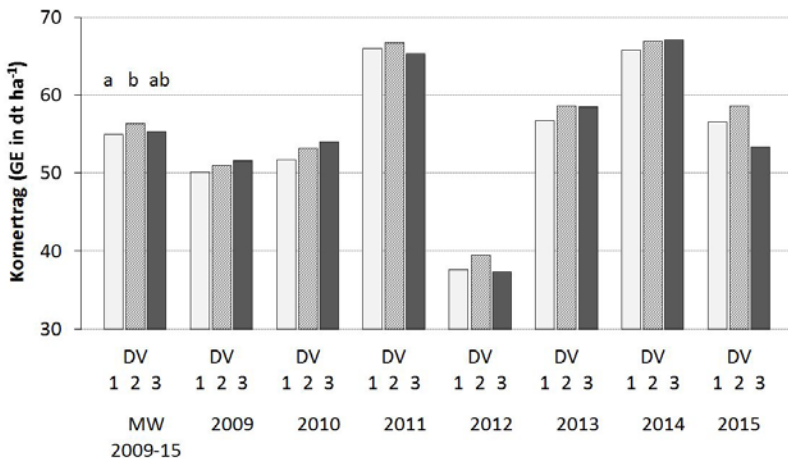
Strategie „Bodenbearbeitung“: Nach zwei Jahren unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung konnten keine Ertragsunterschiede festgestellt werden. Auch die Bodeneigenschaften zeigen nur geringfügige Unterschiede. Die Variante Flügelschargrubber führte im Oberboden zu tendenziell erhöhter pilzlicher Biomasse und zu einer bodenstrukturbedingten höheren Wasserinfiltration.

Strategie „Gehölzstrukturen“: Positive Ertragswirkung der Hecke bei den Kulturen Luzerne, Winterweizen und Sonnenblumen, kein Effekt bei Winterroggen; der ertragssteigernde Effekt wurde bis ca. 35 m bei Winterweizen und bis 80 m Abstand von der Hecke bei Luzerne und Sonnenblumen festgestellt (Tab. 1).



Legende: DV1: viehlos, Luzernemulch; DV2: viehlos, Luzernemulch + Zufuhr von Biokompost; DV3: Simulation Tierhaltung: Luzerne- und Strohabfuhr, Rezirkulation Stallmist

Abbildung 1: C_{org}-Gehalte in 0 – 30 cm Bodentiefe bei einheitlicher, Futterleguminosen-basierter Fruchtfolge aber unterschiedlichen organischen Düngungssystemen



Legende: s. Abb. 1!

Abbildung 2: Ertragsentwicklung organischer Düngungssysteme im Parzellenversuch

Diskussion

Die Fruchtfolge hat eine Vielzahl von Funktionen zu erfüllen. Sie stellt den Motor für das gesamte System dar. An erster Stelle steht die Humusproduktion. Entscheidend sind hier die Futterbaugemenge mit der hohen oberirdischen und unterirdischen Biomasse, ohne die die Humusversorgung nicht gesichert werden kann (Schulz et al. 2014). Bei den gegebenen Standortbedingungen und einer

Fruchtfolge mit hohem Kohlenstoff- und Stickstoffinput über die Leguminosen sind angemessene Erträge und Qualitäten mit allen Düngungssystemen möglich. Die Fortführung einer reduzierten Bodenbearbeitung lässt eine Zunahme der Bodenwassergehalte erwarten. Inwieweit diese ertragswirksam werden, hängt auch von der Entwicklung der Beikräuter ab.

Tabelle 1: Erträge unterschiedlicher Kulturen auf der Lee-Seite einer Hecke

Jahr	2004	2005	2006	2007	2009
Kultur	Luzerne	Winterweizen	Sonnenblumen	Winterroggen	Winterroggen
Mittl. Ertrag mit Hecke (dt ha ⁻¹)	83,3	27,9	42,8	37,3	39,0
Mittl. Ertrag ohne Hecke (dt ha ⁻¹)	76,8	26,4	35,1	37,3	39,0
Ertragssteigerung (%)	8,5	5,4	21,9	0	0

Schlussfolgerungen

Mit den Faktoren Fruchtfolge, organische Düngung, Modifizierung der Bodenbearbeitung und Gehölzstrukturen sind abgesehen von Sorteneigenschaften, die vier wesentlichen Stellschrauben einer Optimierung der Wasserversorgung im Ackerbaubetrieb in das Betriebs- / Versuchsdesign integriert. Offen ist, wie sich diese Faktoren und die für die Zukunft geplante Erweiterung mit Gehölzstreifen im Abstand von ca. 100-150 m auf den Wasserhaushalt des Gesamtbetriebes und die Erträge langfristig auswirken.

Danksagung

Die Förderung des Langzeitversuches erfolgt über das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, die Bundesländer sowie die Europäische Union.

Literatur

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2017): Grüner Bericht 2017. Tabellenteil, Download unter www.gruener-bericht.at.

Schulz F, Brock C, Schmidt H, Franz KP & Leithold G 2014 Development of soil organic matter stocks under different farm types and tillage systems in the Organic Arable Farming Experiment Gladbacherhof. Arch. Agron. Soil Sci. 60 (3): 313-326.

Surböck A, Friedel JK, Heinzinger M & Freyer B 2006 Long-term monitoring of different management systems within organic farming and their effects on arable land and landscape. Phase I: Monitoring of the conversion to organic farming. In: Raupp J, Pekrun C, Oltmanns M & Köpke U (Hrsg.) Long-term Field Experiments in Organic Farming. International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR), Scientific Series. Verlag Dr. Köster, Berlin: 183-198.

Ergänzende Literatur kann bei den AutorInnen angefragt werden.