

Betrieblicher Herbizid-Einsatz zur Kontrolle von *Cirsium arvense* in Winterweizen

*On-farm herbicide use to control *Cirsium arvense* in winter wheat*

Sabine Andert^{1*}, Sarah Rohde¹; Maria Tackenberg²

¹Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Phytomedizin, Satower Straße 48, 18051 Rostock

²xarvio™ Digital Farming Solutions, BASF Digital Farming GmbH, Albrecht-Thaer-Str. 34, 48147 Münster

*sabine.andert@uni-rostock.de

DOI: 10.5073/20220124-071432

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie zielt darauf ab, Anwendungsmuster zur Kontrolle von *Cirsium arvense* in Winterweizen zu erforschen. Zu diesem Zweck wurden feldspezifische Anwendungsdaten landwirtschaftlicher Praxisbetriebe aus zwei Regionen Norddeutschlands (Ostholstein und Vorpommern-Rügen) über den Zeitraum 2010 - 2018 ausgewertet. In der Analyse des Herbizid-Einsatzes wurden alle selektiven Herbizidmaßnahmen mit einer Indikation zur Kontrolle der Ackerkratzdistel in Winterweizen betrachtet.

Auf 76 % der untersuchten Felder wurden Herbizide zur Kontrolle von *C. arvense*, überwiegend in einer Überfahrt, eingesetzt. Die Überfahrt wurden mit 50-75 % der zugelassenen Aufwandmenge des eingesetzten Herbizides durchgeführt. Der Wirkstoff Tribenuron-Methyl (HRAC-Gruppe 2) wurde hauptsächlich zur Kontrolle von *C. arvense* in Winterweizen verwendet. Die vorliegenden Ergebnisse zum Einfluss vorbeugender Maßnahmen auf die Intensität der eingesetzten selektiven Herbizide zeigen keinen eindeutigen Trend.

Selektive Herbizidmaßnahmen in Winterweizen sind verbreitete Praktiken zur Kontrolle von *C. arvense*. Wissensaustausch und Beratung zwischen der agrarfachlichen Praxis, der Official-Beratung und der Forschung ist wünschenswert, um agrarökologische Maßnahmen zu fördern und damit einhergehend den Einsatz chemisch-synthetischer Herbizide zu reduzieren.

Stichwörter: Ackerkratzdistel, Behandlungsindex, Betriebsdaten, Herbizid-Intensität

Abstract

This study aims at investigating use patterns for the control of *Cirsium arvense* in winter wheat. For this purpose, our study analysed field-specific herbicide use data from farms in two regions of northern Germany (Ostholstein and Vorpommern-Rügen) between 2010 and 2018. For the analysis, selective herbicide use data with an approved indication for the control of Canada thistle in winter wheat were used.

In general, 76% of the fields were treated chemically to control *C. arvense* once a year. 50-75% of the approved herbicide dosage rates were applied. The active ingredient tribenuron-methyl (HRAC group 2) was mainly used to control *C. arvense* in winter wheat. We did not find a clear effect of preventive control measures on the intensity of the selective herbicides.

The use of selective herbicides are common practices for the control of *C. arvense* in winter wheat. Knowledge transfer between agricultural practice, official advice and agricultural research is desirable to promote agro-ecological measures, and thus, reduce the use of chemical herbicides in arable farming.

Keywords: Canada thistle, herbicide use intensity, on-farm data, Treatment frequency index

Einleitung

Das Vorkommen der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) wird durch die vegetative Vermehrung mit einem weit reichenden tiefen Wurzelsystem gefördert (NADEAU & VANDEN BORN, 1989; TILEY, 2010).

Verbreitete Praktiken zur Kontrolle der Ackerkratzdistel im konventionellen Anbau sind wendende Bodenbearbeitung (MELANDER et al., 2012), der Einsatz selektiver Herbizide in der Vegetationszeit der Kultur (HARKER & O'DONOVAN, 2013) und nicht-selektive Herbizide in der Zwischenkulturzeit auf der Stoppel (TØRRESEN & SKUTERUD, 2002; BECKIE et al., 2020). Unerwünschte Nebeneffekte auf Nicht-Ziel-Organismen und die Umwelt mahnen jedoch, wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug (MOITZI et al., 2013) und den Einsatz chemisch-synthetischer Herbizide zu reduzieren sowie den nicht-selektiven Wirkstoff Glyphosat zu substituieren (KUDSK & MATHIASSEN, 2020).

Aus der Sicht der Anwender sollten alternative Kontrollmaßnahmen jedoch umsetzbar und praktikabel sein. Aufgabe von Wissenschaft und Beratung ist es, abzuschätzen, zu welchen Vegetationszeitpunkten nicht-chemische Maßnahmen zur Kontrolle von *C. arvense* angewendet werden sollten und welche Maßnahmen einzeln oder in Kombination zukünftig zur Kontrolle von Ackerkratzdisteln genutzt werden können.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, Kenntnisse zu den betrieblichen Anwendungsmustern kulturselektiver Herbizide zur Kontrolle von *C. arvense* zu gewinnen, um zukünftige Reduktionspotentiale abzuschätzen. Zu diesem Zweck wurden feldspezifische Anwendungsdaten landwirtschaftlicher Praxisbetriebe aus Norddeutschland ausgewertet.

Material und Methoden

Datengrundlage

In sechs Betrieben der norddeutschen Regionen Ostholstein (OH) und Vorpommern-Rügen (VR) wurden über den Zeitraum 2010 - 2018 Daten zum Pflanzenschutzmitteleinsatz erfasst. In der vorliegenden Studie werden die Herbizid-Einsätze der Betriebe zur Kontrolle von *C. arvense* in Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) analysiert.

Die natürlichen Produktionsbedingungen in den Regionen OH und VR sind vergleichbar (Tab. 1). Die jährlichen Niederschlagsmengen und hohen mittleren Ackerzahlen zeigen das Vorherrschen ertragsstarker Standorte für die Winterweizenproduktion.

Tabelle 1 Produktionsbedingungen in den Regionen Vorpommern-Rügen (VR) und Ostholstein (OH). Quellen: Deutscher Wetterdienst, Agrarstrukturerhebung 2016 Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein

Table 1 Production characteristics of the study regions Vorpommern-Rügen (VR) and Ostholstein (OH). Sources: Deutscher Wetterdienst, Agrarstrukturerhebung 2016 Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein

	VR	OH
Mittlere Betriebsgröße [ha]	306	103
Mittlere Bodengüte [0 – 100]	61 (27-69)	62 (33-69)
Mittlerer Jahresniederschlag [mm] (2010 - 2018)	652	663
Mittlere Lufttemperatur [°C] (2010 - 2018)	9,1	9,5
Mittlerer Ertrag Winterweizen [dt/ha]	74	98

Datenanalyse

Für den vorliegenden Beitrag wurden aus der Ackerschlagkartei schlagspezifische Angaben zur Vorfrucht (Sommerung/Winterung), Bodenbearbeitung (wendend/nicht-wendend) und Aussaatzeitpunkt (bis 15.09./16.09 - 30.09./01.10. - 15.10./16.10. - 31.10) entnommen.

In der Analyse des Herbizid-Einsatzes wurden alle selektiven Herbizidmaßnahmen mit einer Indikation für *C. arvense* in Winterweizen (BVL, 2021) betrachtet. Nicht-selektive Herbizidmaßnahmen mit dem Wirkstoff

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online
Glyphosat zu Stoppel-, Vorsaats- und Vorerntebehandlungen wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Es wurden 160 Schläge mit 214 kulturselektiven Herbizidmaßnahmen analysiert. Zur Darstellung und zum Vergleich der Herbizid-Intensitäten wurden (i) der Indikator Behandlungsindex (BI) (ROßBERG et al., 2002), und (ii) die Anzahl der Überfahrten verwendet. Der Behandlungsindex eines Schlages in einem Erntejahr wird aus allen Behandlungen mit einer Indikation für *C. arvensis* in Winterweizen berechnet.

Die phänologische Bestandesentwicklung (MEIER et al., 2009) des Winterweizens wurde mittels Wachstumsmodellen rückwirkend ermittelt. Feldspezifisch werden die Parameter Saatzeit und Sorte sowie interpolierte Wetterdaten des Standortes verwendet, um die phänologische Entwicklung des Winterweizens mittels BBCH-Skalen rückwirkend zu ermitteln. Hierbei werden die für Praktiker relevanten BBCH-Stadien berechnet, um basierend darauf eine Behandlung durchzuführen. In dem generischen Wachstumsmodell spielen vor allem die Sorteneigenschaften eine große Rolle bei der Berechnung der BBCH Stadien. Neben Informationen zur Reifegruppe und dem Blühbeginn werden auch die Entwicklung über Winter und weitere Pflanzenneigungen (z.B. die Neigung zur Auswinterung oder zum Lagern) mit einbezogen.

Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit der Softwareumgebung R (R CORE TEAM, 2020) und darin mit dem Paket ‚agricolae‘ (DE MENDIBURU & YASEEN, 2020). Für die grafische Darstellung der Ergebnisse wurde das Paket ggplot2 verwendet (WICKHAM, 2016). Der parameterfreie Kruskal-Wallis-Test wurde verwendet, um Unterschiede hinsichtlich des Herbizid-Einsatzes (Behandlungsindex und Überfahrten) zwischen den Regionen statistisch zu prüfen.

Ergebnisse und Diskussion

Betrieblicher Herbizid-Einsatz zur Kontrolle von *C. arvensis*

Insgesamt wurden auf 76 % der untersuchten Winterweizenfelder der Praxisbetriebe in OH und VR mit Herbiziden zur Kontrolle von *C. arvensis* appliziert. Abbildung 1 stellt die Überfahrten mit Herbiziden zur Kontrolle der Ackerkratzdistel in Winterweizen dar. Auf 82,5 % der Weizenfelder in den Regionen OH und VR wurde eine Herbizidmaßnahme zur Kontrolle von *C. arvensis* durchgeführt, 15 % der Felder wurden zweimal zur Kontrolle von *C. arvensis* überfahren. Auf 2,5 % der Felder in der Region OH wurden drei Überfahrten zur *C. arvensis* Kontrolle durchgeführt.

In den Regionen OH und VR werden einmalige Herbizidmaßnahmen zur Kontrolle von *C. arvensis* überwiegend zu BBCH 10-13 oder BBCH 31/32 durchgeführt (Abb. 1a).

Maßnahmenkombinationen mit zwei Überfahrten (Abb. 1b) pro Erntejahr wurden zunächst in BBCH 13-21 und nachfolgend in BBCH 30-29 in Ostholstein und BBCH 29-32 in Vorpommern-Rügen durchgeführt.

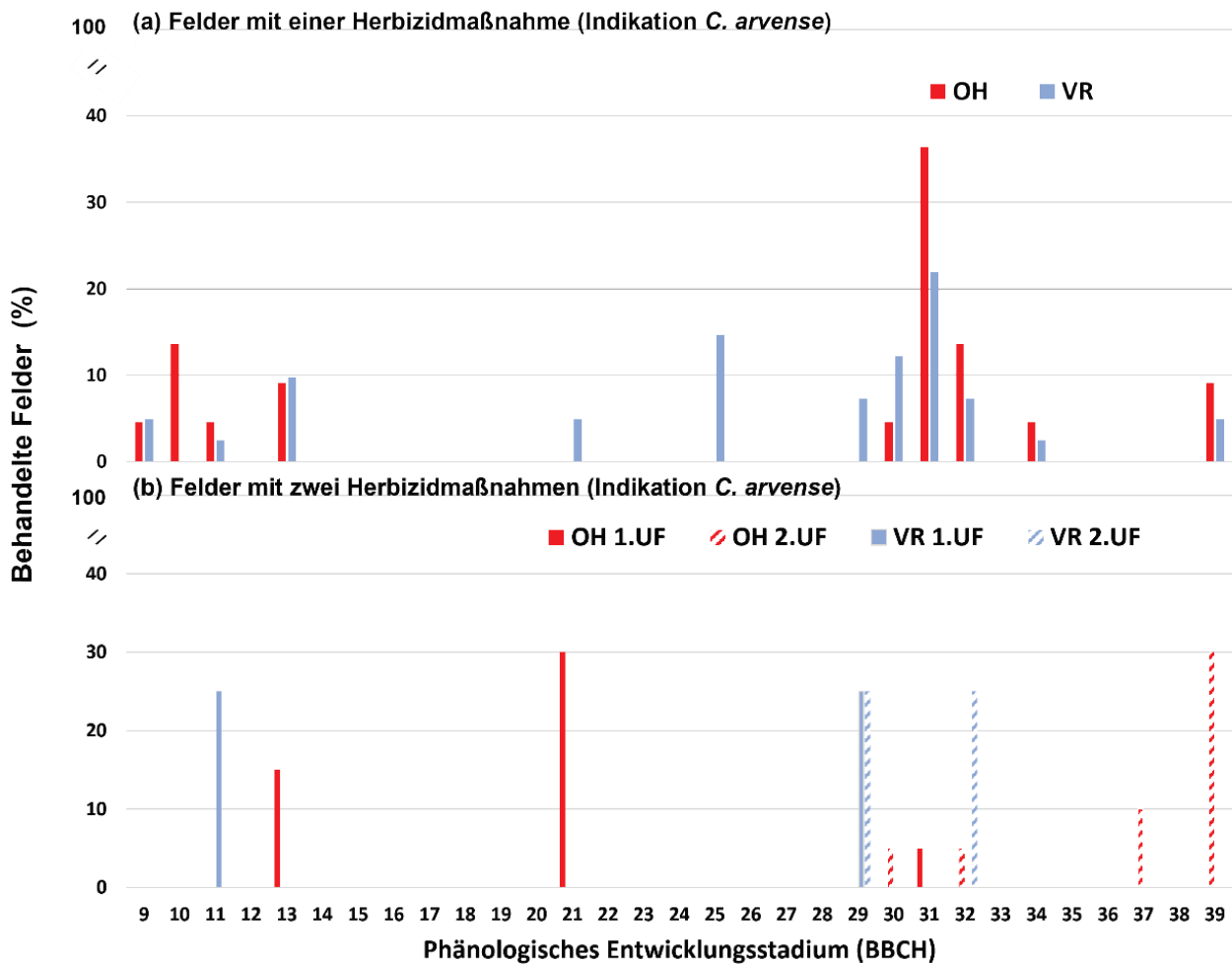


Abbildung 1 Betriebliche Herbizid-Einsätze zur Kontrolle von *C. arvensis* in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung (BBCH) in den Regionen OH (Ostholstein) und VR (Vorpommern-Rügen). Relativer Anteil (%) der Felder mit einer Herbizid-Überfahrt (Abb. 1a) und zwei Herbizid-Überfahrten (1. UF/2. UF) (Abb. 1b) zur Kontrolle von *C. arvensis* in Winterweizen.

Figure 1 On-farm herbicide use to control *C. arvensis* subject to phenological growth (BBCH) in the study regions OH (Ostholstein) and VR (Vorpommern-Rügen). (1a) Share (%) of single-treated fields, (1b) share (%) of double-treated fields to control *C. arvensis* in winter wheat.

Abbildung 2 stellt die Behandlungsindizes der Maßnahmen zur Kontrolle von *C. arvensis* in Winterweizen dar. Die Häufigkeit der Überfahrten mit Herbiziden beeinflusst die Herbizid-Intensität. Die Herbizid-Intensitäten unterscheiden sich ebenfalls signifikant zwischen den Untersuchungsregionen OH und VR. Im Mittel der Jahre 2010 - 2018 betrug der BI zur Kontrolle von *C. arvensis* auf Feldern mit einer Überfahrt in OH BI=0,5 und in VR BI=0,75, dies entspricht einer Überfahrt mit 50 % der zugelassenen Aufwandmenge in OH und 75 % der zugelassenen Aufwandmenge in VR. Steigt die Anzahl der Überfahrten auf zwei, erhöht sich die Intensität der eingesetzten Herbizide auf BI=1,25 (OH) und BI=1,4 (VR). Regionale Unterschiede in der Behandlungsintensität zur Kontrolle von *C. arvensis* in Winterweizen sind vermutlich durch (i) höhere Beschattungseffekte des Winterweizens in der Region OH und (ii) das Auftreten weiterer Zielarten (Klatschmohn, Kamille-Arten), für die der eingesetzte Wirkstoff ebenfalls eine Indikation besitzt, in der Region VR zu begründen.

In den Regionen OH und VR wird überwiegend der Wirkstoff Tribenuron zur Kontrolle von *C. arvensis* in Winterweizen eingesetzt sowie eine Kombination der Wirkstoffe Clopyralid, Fluroxypyr und Florasulam (Tab. 2).

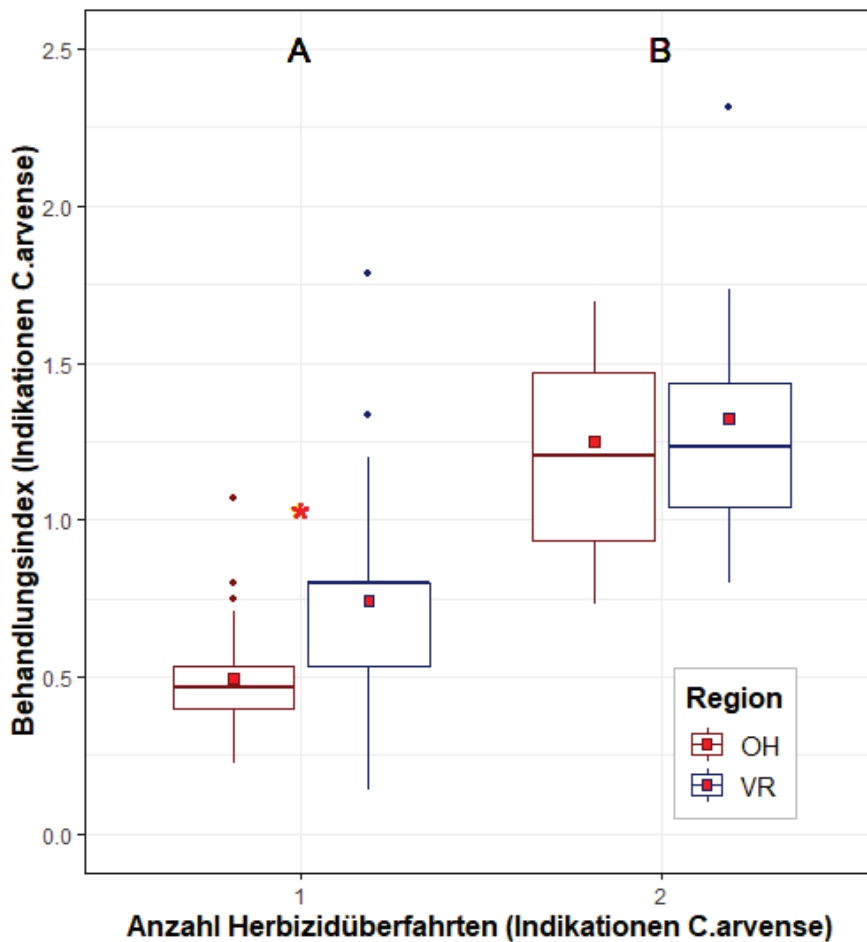


Abbildung 2 Vergleich der Herbizid-Intensität (Behandlungsindex Indikation *C. arvensis*) zwischen der Anzahl der Überfahrten in Winterweizen in den Regionen OH (Ostholstein) und VR (Vorpommern-Rügen). Verschiedene Buchstaben über jedem Boxplot (A, B) symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen der Anzahl Herbizid-Überfahrten. ‘*’ kennzeichnet signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Regionen.

Figure 2 Herbicide use (Treatment Frequency Index indication *C. arvensis*) comparison between the number of treatments in winter wheat in the study regions OH (Ostholstein) and VR (Vorpommern-Rügen). Different letters (A and B) represent significant differences ($p < 0.05$) between number of treatments. ‘*’ represents significant differences ($p < 0.05$) between study regions.

Tabelle 2 Relativer Anteil der eingesetzten Wirkstoffe (%) zur Kontrolle von *C. arvensis* am Gesamtanteil der eingesetzten Wirkstoffe mit Indikation zur Kontrolle von *C. arvensis* in Winterweizen (BVL, 2021) in den Regionen OH (Ostholstein) und VR (Vorpommern-Rügen)

Table 2 Active ingredients (%) to control *C. arvensis* in the study regions OH (Ostholstein) and VR (Vorpommern-Rügen)

Wirkstoffe/Region	Relativer Anteil der eingesetzten Wirkstoffe (%) am Gesamtanteil der eingesetzten Wirkstoffe mit Indikation zur Kontrolle von <i>C. arvensis</i> in Winterweizen	
	OH	VR
MCPA	7,3	3,0
Tribenuron	58,5	59,4
Mecoprop-P	7,3	-
Metsulfuron + Tribenuron	1,2	8,3
MCPA + Clopyralid + Fluroxypyr	3,7	-
Clopyralid + Fluroxypyr + Florasulam	20,7	29,3

Einfluss vorbeugender Maßnahmen auf die Herbizid-Intensität

Um den Einfluss der vorbeugenden Maßnahmen auf die Herbizid-Intensität darzustellen, fasst Abbildung 3 deren Auswirkungen zur Kontrolle von *C. arvense* zusammen. Sommerungen als Vorfrüchte des Winterweizens reduzieren tendenziell den BI in der Region OH (Abb. 3a). Die Art der Bodenbearbeitung beeinflusst die Herbizid-Intensität in beiden Regionen signifikant. Auf gepflügten Feldern ist der Einsatz selektiver Herbizide zur Kontrolle von *C. arvense* im Betrachtungszeitraum 2010 - 2018 signifikant höher (Abb. 3b). Die Fragmentierung der unterirdischen Wurzeläusläufer kann einerseits dazu führen, dass vermehrt Sprosse aus Knospen gebildet werden (TILEY, 2010; FAVRELIÈRE et al., 2020), andererseits jedoch auch die Reservestoffe der Pflanzen im unterirdischen Wurzelsystem verringert werden (HAKANSSON, 2003). Die vorliegenden Ergebnisse zum Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Herbizid-Intensität zur Kontrolle von *C. arvense* lassen folglich keinen eindeutigen Schluss zur Wirkung der einjährigen Bodenbearbeitung auf das Auftreten von *C. arvense* in der Folgefrucht zu.

Der Behandlungsindex zur Kontrolle von *C. arvense* wird nicht signifikant vom Aussattermin des Winterweizens beeinflusst (Abb. 3c). In der Region OH führen spätere Saattermine tendenziell zu geringeren Herbizid-Intensitäten, in der Region VR ist kein eindeutiger Trend erkennbar. Die zügige Blatentwicklung des Weizens kann dazu beitragen, das Vorkommen von *C. arvense* zu reduzieren, da die Pflanzen sehr empfindlich gegenüber Lichtkonkurrenz durch Beschattung sind (GRAGLIA et al., 2006; DAVIS et al., 2018). Spätere Saattermine hingegen ermöglichen ein intensives Stoppelmanagement mittels mechanischer Bodenbearbeitung und damit einhergehender Störung des unterirdischen Wurzelsystems.

Um die Effekte vorbeugender Maßnahmen auf die Herbizid-Intensität der Praxisbetriebe eindeutiger zu quantifizieren, sollten zukünftige Auswertungen die Vorfrüchte, Saatzeiten und Bodenbearbeitungsregime in der Anbauhistorie rückwirkend über mehrere Jahre betrachten, um die langfristigen Effekte der Maßnahmen auf das Vorkommen und die räumliche Verbreitung von *C. arvense* zu erfassen und damit eingehend Reduktionspotentiale chemisch-synthetischer Herbizide abzuschätzen.

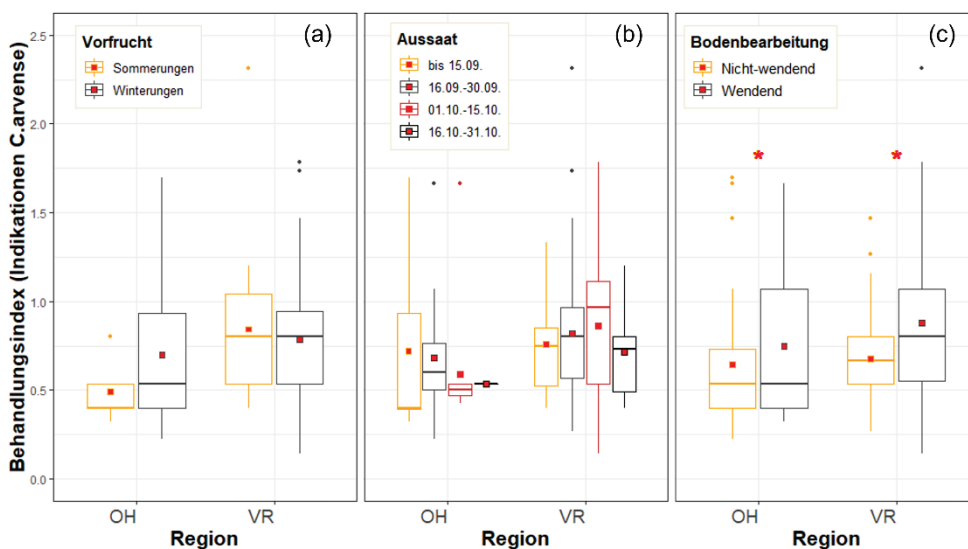


Abbildung 3 Einfluss der Vorfrucht (Winterungen/Sommerungen) (Abb. 3a), der Art der Bodenbearbeitung (nicht-wendend/wendend) (Abb. 3b) und des Zeitpunktes der Aussaat (bis 15.09./16.09-30.09./01.10.-15.10./16.10.-31.10) (Abb. 3c) auf den Behandlungsindex in den Regionen OH (Ostholstein) und VR (Vorpommern-Rügen). Das Symbol ‘*’ kennzeichnet signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den geprüften Faktoren.

Figure 3 Effect of pre-crop (winter crops, summer crops) (Fig. 3), tillage (non-plough/plough) (Fig. 3b) and sowing time (until 15/9, 16/9-30/9, 1/10-15/10, 16/10-31/10) on Treatment Frequency Index in the study regions OH (Ostholstein) and VR (Vorpommern-Rügen). The symbol ‘*’ represents significant differences ($p < 0.05$) between the factors.

Danksagung

Das Projekt „Landwirte-Netzwerk – Mehrjahres-Analyse der Pflanzenschutz-Strategien“ wird von xarvio™ Digital Farming Solutions, BASF Digital Farming GmbH gefördert. Besonderer Dank gilt den Landwirten aus der Region Ostholstein und Vorpommern-Rügen, die durch die Bereitstellung Ihrer Betriebsdaten diese Arbeit ermöglicht haben.

Literatur

- BECKIE, H.J., K.C. FLOWER, M.B. ASHWORTH, 2020: Farming without Glyphosate? *Plants* **9**, 96, DOI:10.3390/plants9010096.
- BVL, 2021: Online data base on plant protection products. Access: 11. October 2021, URL: <https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/index.jsp>.
- DAVIS, S., J. MANGOLD, F. MENALLED, N. ORLOFF, Z. MILLER, E. LEHNHOFF, 2018: A Meta-analysis of Canada Thistle (*Cirsium arvense*) Management. *Weed Science* **66** (4), 548–557, DOI:10.1017/wsc.2018.6.
- DE MENDIBURU, F., M. YASEEN, 2020: agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.4.0.
- FAVRELIÈRE, E., A. RONCEUX, J. PERNEL, J.-M. MEYNARD, 2020: Nonchemical control of a perennial weed, *Cirsium arvense*, in arable cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **40** (4), DOI:10.1007/s13593-020-00635-2.
- GRAGLIA, E., B. MELANDER, R.K. JENSEN, 2006: Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research* **46** (4), 304–312, DOI:10.1111/j.1365-3180.2006.00514.x.
- HAKANSSON, S., 2003: Weeds and weed management on arable land: An ecological approach. Wallingford, Oxon, UK, Cambridge, MA, CABI Pub, DOI:10.1079/9780851996516.0000.
- HARKER, K.N., J.T. O'DONOVAN, 2013: Recent Weed Control, Weed Management, and Integrated Weed Management. *Weed Technology* **27** (1), 1–11, DOI:10.1614/WT-D-12-00109.1.
- KUDSK, P., S.K. MATHIASSEN, 2020: Pesticide regulation in the European Union and the glyphosate controversy. *Weed Science* **68**, 214–222, DOI:10.1017/wsc.2019.59.
- MEIER, U., H. BLEIHOLDER, L. BUHR, C. FELLER, H. HACK, M. HEß, P.D. LANCASHIRE, U. SCHNOCK, R. STAUB, T. VAN DEN BOOM, E. WEBER, P. ZWERTGER, 2009: The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants – history and publications –. 41-52 Pages / *Journal of Cultivated Plants*, Vol. 61 No. 2 (2009), DOI:10.5073/JFK.2009.02.01.
- MELANDER, B., N. HOLST, I.A. RASMUSSEN, P.K. HANSEN, 2012: Direct control of perennial weeds between crops – Implications for organic farming. *Crop Protection* **40**, 36–42, DOI:10.1016/j.cropro.2012.04.029.
- MOITZI, G., M. HAAS, H. WAGENTRISTL, J. BOXBERGER, A. GRONAUER, 2013: Energy consumption in cultivating and ploughing with traction improvement system and consideration of the rear furrow wheel-load in ploughing. *Soil and Tillage Research* **134**, 56–60, DOI:10.1016/j.still.2013.07.006.
- NADEAU, L., W. VANDEN BORN, 1989: The root system of Canada thistle. *Canadian Journal of Plant Science* **69**, DOI:10.4141/cjps89-142.
- R CORE TEAM, 2020: R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>, R Foundation for Statistical Computing.
- ROßBERG, D., V. GUTSCHE, S. ENZIAN, M. WICK, 2002: Neptun 2000- Survey into application of chemical pesticides in agricultural practice in Germany. Report from BBA 98.
- TILEY, G.E.D., 2010: Biological Flora of the British Isles: *Cirsium arvense* (L.) Scop. *Journal of Ecology* **98** (4), 938–983, DOI:10.1111/j.1365-2745.2010.01678.x.

30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 22. – 24. Februar 2022 online

TØRRESEN, K., R. SKUTERUD, 2002: Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. IV. Crop Protection **21** (3), 179–193, DOI:10.1016/S0261-2194(01)00081-3.

WICKHAM, H., 2016: ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York.