



Versuchsstandort Tachenhausen:
**WECHSELWIRKUNG VON GLYPHOSAT UND
 ZWISCHENFRUCHTANBAU AUF
 BODENORGANISMEN**

Das Problem

Der Einsatz von Glyphosat wird derzeit heftig diskutiert, wobei die öffentliche Meinung auf ein Verbot dieses Herbizids drängt. Da konventionelle konservierende Landwirtschaftssysteme derzeit vom Herbizideinsatz zur Unkrautbekämpfung (Saatbettvorbereitung) abhängen, ist es wichtig, die Auswirkungen von Glyphosat auf Bodenorganismen zu verstehen. Außerdem ist es wichtig, alternative Managementpraktiken nach der Abschaffung des Herbizids zu entwickeln. Dieser Konflikt veranschaulicht ein allgemeines strukturelles Problem der Landwirtschaft in Industrieländern, das Forschungsprojekte und Stakeholder-Gremien erfordert, um Polarisierung und destruktive Dynamik zu vermeiden.

Versuchsdesign

Behandlung Nr.	Zwischenfrüchte (CC)	Glyphosat (GLY)
1	+	+
2	+	-
3	- (Brache)	+
4	- (Brache)	-

Der Lösungsansatz

Der deutsche Studienstandort im Forschungsbetrieb Tachenhausen untersucht die Auswirkungen von Glyphosat auf Bodenmikroorganismen in einem bodenkonservierenden Anbausystem mit reduzierter Bodenbearbeitung, um der Erosion und dem Verlust der Bodenfruchtbarkeit zu begegnen. Der Einsatz von Zwischenfrüchten könnte diesen Effekt verstärken und zusätzlich ein Potenzial zur Unkrautunterdrückung haben und somit helfen, Glyphosat in pfluglosen Systemen zu vermeiden.

3	4	2	1
2	4	1	3
4	2	2	1
1	3	4	3

Über zwei Jahre wurden alle vier Behandlungen viermal auf 24 m² großen Parzellen wiederholt. Der Versuch begann mit einer Deckfruchtmischung über den Winter. Glyphosat wurde bei entsprechenden Behandlungen zur Saatbettvorbereitung zwei Wochen vor der Aussaat eingesetzt. Am 25. April 2019 wurde auf jeder Parzelle die Maissorte "Figaro" mit einer Dichte von 9,5 Pflanzen/m² ausgesät. Nach der Ernte im Herbst folgte die Sommergerste "Avalon", die im März 2020 mit 450 Samen/m² ausgesät wurde. Reduzierte Bodenbearbeitung, Düngung und Schädlingsbekämpfung wurden auf allen Parzellen identisch durchgeführt.



Versuchsstandort Tachenhausen: WECHSELWIRKUNG VON GLYPHOSAT UND ZWISCHENFRUCHTANBAU AUF BODENORGANISMEN

Die Analysen wurden nach dem SoilCare-Prüfplan durchgeführt. Dieser Plan wurde um mikrobiologische Analysemethoden des Bodens erweitert.

Messungen	Zeitpunkt	Methode
Regenwurm-abundanz	Frühling 2019 und Früh-sommer 2020	Handsortierung von Bodenaushüben
Arthropoden-abundanz	Frühling 2019	Fallen im Feld
Mikrobielle Biomasse Kohlenstoff und Stickstoff	Frühling 2019 und 2020	Chloroform-Fumigation-Extraktion von Bodenproben
Potentielle Enzymaktivitäten: β -Glucosidase Xylanase N-Acetyl-glucosaminidase Phosphatase	Frühling 2019 und 2020	Multi-Substrat-Ansatz von Bodenproben



Ergebnisse

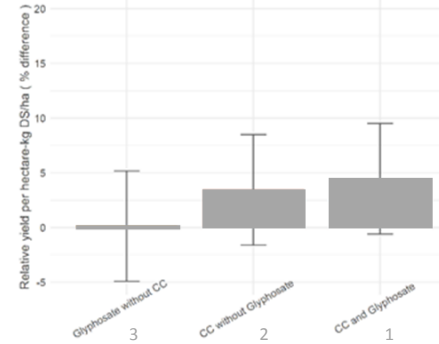


Abbildung 1. Mit Zwischenfrüchten wurde ein leichter Trend zu höheren Erträgen im Vergleich zur Kontrollbehandlung 4 (entspricht 100 %) beobachtet. Die Anwendung von Glyphosat hatte in beiden Jahren keinen signifikanten Einfluss auf den Ernteertrag, weder auf Menge noch auf Qualität.

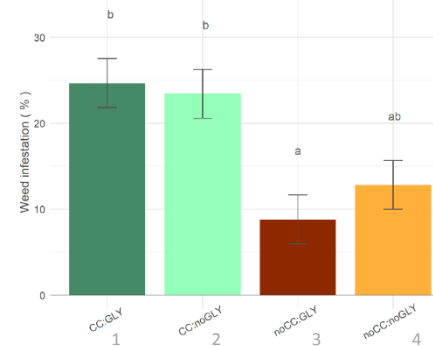


Abbildung 2. Im Juni 2019, während des Maiswachstums, war der Unkrautbefall (Bodenbedeckung durch Unkraut) bei den Zwischenfruchtbehandlungen signifikant höher. Es gab keinen Glyphosat-Effekt. Bei höherem Unkrautbefall war die Gesamtbodenbedeckung entsprechend höher: Behandlungen 1 und 2 hatten im Durchschnitt 30 % Bodenbedeckung.



Versuchsstandort Tachenhausen: WECHSELWIRKUNG VON GLYPHOSAT UND ZWISCHENFRUCHTANBAU AUF BODENORGANISMEN

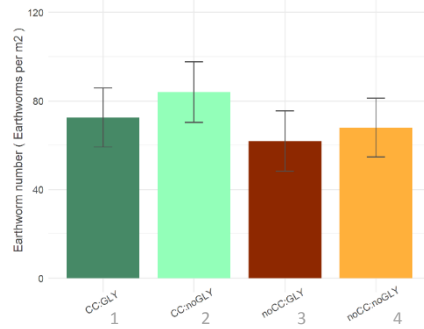


Abbildung 3. Die Ergebnisse von 4 Probenahmeterminen zeigten keine Auswirkung von Glyphosat auf die Abundanz von Regenwürmern. Es wurde ein leichter Trend beobachtet, dass die Regenwürmer bei höherem C-Eintrag durch Zwischenfrüchte häufiger vorkommen. Die Biomasse der Regenwürmer (g/m^2) war in beiden Zwischenfruchtbehandlungen signifikant höher als in den Brachebehandlungen (Marc Thomas, Daten nicht gezeigt).

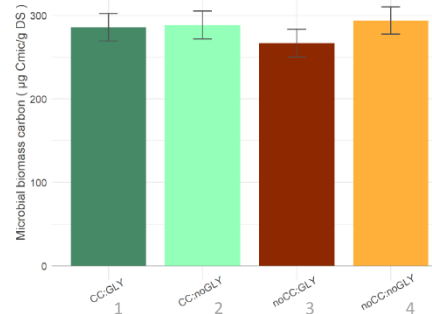


Abbildung 4. Es gab keinen signifikanten Effekt der Behandlungen auf die mikrobielle Biomasse des Bodens oder auf die gemessenen Enzymaktivitäten (Daten nicht gezeigt).

Weitere Ergebnisse

In einem früheren Experiment mit denselben Behandlungen wurden die Abundanz und Biodiversität von Bodenmikroorganismen durch Deckfrüchte erhöht, aber sie wurden nicht durch Glyphosat beeinflusst (Adrian Langarica Fuentes, Daten nicht gezeigt).

Nach der Anwendung von Glyphosat kam es zu einer vorübergehenden Stressreaktion der Mikroorganismen, die durch einen Anstieg der β -Glukosidase-Aktivität angezeigt wurde. Diese Reaktion war bei den Behandlungen ohne Deckfrüchte stärker als mit (Abb. 5).

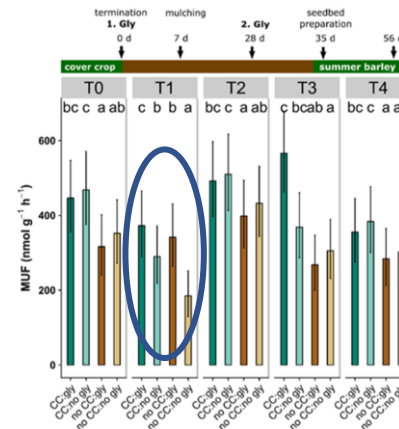


Abbildung 5. Modellerte Mittelwerte der β -Glukosidase-Aktivität als Reaktion auf die Behandlungen (CC=Cover-Crops; gly=Glyphosat) im Zeitverlauf: T0-T4 (0, 7, 28, 35 und 56 Tage nach der ersten Glyphosat-Applikation). Fehlerbalken zeigen 95% CI an. Mittelwerte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich ($p < 0,05$, Tukey) (Sehrish Abdullah).



Versuchsstandort Tachenhausen: WECHSELWIRKUNG VON GLYPHOSAT UND ZWISCHENFRUCHTANBAU AUF BODENORGANISMEN



Wesentliche Erkenntnisse

- Die Hauptkulturen zeigten keinen Unterschied zwischen den Behandlungen, weder in der Ertragsmenge noch in der Qualität.
- Unkrautbefall und Bodenbedeckung in der Hauptkultur im Frühjahr wurden durch Zwischenfrüchte erhöht. Es gab keinen Effekt von Glyphosat.
- Die Artenvielfalt und Abundanz von Bodenorganismen hängen vom Eintrag, der Menge und der Qualität einer Kohlenstoffquelle ab.
- Regenwürmer profitieren von einer Zwischenfruchtmischung vom ersten Anbau an.
- Die Anwendung von Glyphosat führte tendenziell zu einer Erhöhung der Beta-Glukosidase-Aktivität, was auf einen vorübergehenden Stress der Mikroorganismen hinweist. Es wurden keine Auswirkungen auf Regenwürmer gefunden.

Schlussfolgerungen

- Bodenorganismen sind ein Indikator für die Gesundheit und Widerstandsfähigkeit des Bodens.
- Ziel des Feldversuchs war es, zu sehen, ob die Bodenorganismen durch Glyphosat in einem System mit konservierender Bodenbearbeitung beeinträchtigt werden.
- Wenn Glyphosat durch eine verstärkte Bodenbearbeitung zur Unkrautbekämpfung ersetzt wird, werden die positiven Effekte der konservierenden Landwirtschaft, insbesondere in Bezug auf Regenwurmvorkommen und Erosionsschutz, zerstört.
- Zwischenfrüchte spielen eine wichtige Rolle und können der Schlüsselfaktor für die Unterdrückung schädlicher Unkräuter, die Verringerung des Glyphosatbedarfs, den Schutz des Bodens vor Erosion und Oberflächenabfluss und die Förderung von Bodenorganismen sein.
- Solange die Erträge nicht durch erhöhte Unkrautpopulationen beeinträchtigt werden, kann konservierende Bodenbearbeitung empfohlen werden. In Fällen, in denen der Unkrautbefall die wirtschaftliche Schwelle überschreitet, müssen zusätzliche Herbizide eingesetzt oder die Bodenbearbeitung intensiviert werden.
- Für maximalen Erosionsschutz sind Direktsaatsysteme am besten geeignet, allerdings ist eine Bewirtschaftung ohne Glyphosat kaum möglich.
- Die konservierende Landwirtschaft der Zukunft muss ohne Glyphosat entwickelt werden. Dies erfordert eine flache Bodenbearbeitung und verstärkte Fruchtfolgen mit Zwischenfrüchten und mehrjährigen Gräsern, um stabile Erträge zu ermöglichen sowie die Böden und ihre Organismen zu schützen.

Autoren

Paula Mayer-Gruner, Moritz Hallama, Stefan Pilz,
Carola Pekrun, Ellen Kandeler

Kontakt

Project website: soilcare-project.eu

Study site leader: Carola Pekrun

Project coordinator: Ellen Kandeler



SoilCare is funded by the EU's Horizon 2020 research and innovation programme.
Grant agreement No. 677407