

# UNKRAUTKONTROLLE



Fotos: EIP Projekt Spanne Unkraut-Kontrolle

Im Projekt werden unter anderem mechanische und elektrophysikalische Lösungen untersucht, links Väderstad CrossCutter, rechts Electroherb von Zasso.

*Auf der Suche nach Alternativen: Was kommt nach Glyphosat?*

## Es wird schwieriger

Dr. Jana Epperlein und Anja Schmidt, Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung, GKB e.V.

*Alternativen zum Einsatz von Glyphosat bedeuten stets auch einen stärkeren Eingriff in den Boden.*

Die Zulassung für Glyphosat läuft in der Europäischen Union Ende 2022 aus. Ab 2024 soll die Anwendung des Wirkstoffs nicht mehr erlaubt sein. Für den pfluglosen Ackerbau ist das schon seit Langem ein bedrohliches Szenario. Die geänderte Pflanzenschutz-Anwenderverordnung schränkt den Einsatz schon ab Inkrafttreten Anfang September 2021 stark ein. Durch die Einschränkung und den Wegfall bisher genutzter Herbizide wird daher die Unkrautkontrolle im konventionellen pfluglosen Ackerbau sowie in Direktsaatverfahren zukünftig zu einer Herausforderung.

### — Mehr Bearbeitungsgänge nötig

Die Mulch- und Direktsaat erfüllt viele Forderungen, die an die Landwirtschaft der Zukunft gestellt werden: Sie ermöglicht einen wassersparenden Ackerbau, fördert die Biodiversität und hilft, CO<sub>2</sub> einzusparen und damit dem Klimawandel entgegenzuwirken. Gleichzeitig wird auch Bodenfruchtbarkeit aufgebaut und erhalten. Ohne Glyphosat ist all das schwieriger zu

erreichen, weil eine effiziente Unkrautbekämpfung ohne Totalherbizid und ohne das Wenden des Bodens nicht immer gelingt. Was wir jetzt schon wissen ist, dass ohne Glyphosat die Anzahl der Bodenbearbeitungsgänge definitiv zunehmen wird, weil die Unkrautregulierung dann verstärkt mechanisch erfolgen muss. Gleichzeitig ist dann auch ein häufigerer Einsatz von selektiven Herbiziden erforderlich.

### — Neue Strategien im Vergleich

In dem EIP-Agri Projekt „Entwicklung innovativer Anbaustrategien zum Glyphosatverzicht im pfluglosen Ackerbau“ (Europäische Innovationspartnerschaft: „Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft“) werden in einer vierjährigen Fruchtfolge chemische, mechanische, elektrophysikalische, biologische und kombinierte Verfahren der Beikrautregulierung hinsichtlich

- Wirksamkeit der Maßnahmen,
- Einfluss auf die Bodenbiologie,
- Stickstoff-Dynamik und
- ökonomischen Parametern untersucht.

Die Umsetzung des EIP-Agri Projektes erfolgt auf landwirtschaftlichen Flächen in Niedersachsen im Landkreis Helmstedt. Die Versuchsfläche „Großer Plan“ gehört zum Landwirtschaftsbetrieb Fromme, die Versuchsfläche „Franke Weide“ wird von Landwirt Holger Bese bewirtschaftet. Beide Versuchsflächen befinden sich in der Nähe von Königslutter und sind in langjährig pflugloser Bewirtschaftung bzw. in Direktsaat. Die Form der Versuchsanlage versteht sich als On-Farm-Versuch. Damit aus den Ergebnissen Empfehlungen für die Praxis abgeleitet werden können, wurden die Grundsätze des landwirtschaftlichen Versuchswesens eingehalten und Proben georeferenziert über die Projektlaufzeit genommen. Bei der Versuchsanlage handelte es sich um einen Langparzellenversuch.

### Unterschiedliche Bodenbedingungen

Wichtig war dem Projektteam, die Verfahren in der Praxis auch unter verschiedenen Bodenbedingungen zu prüfen. Die Sand- und Lehmenteile unterscheiden sich deshalb auf den beiden Versuchsflächen deutlich. Außerdem werden unter Praxisbedingungen chemische, mechanische, biologische und elektrophysikalische Verfahren auf ihre unkrautunterdrückende Wirkung geprüft. Als Vergleichsvariante dient eine

Tab. 1: Anlage der Varianten vor der Aussaat der Sommergerste und Erträge, 2020

		Fläche „Großer Plan“		Fläche „Franke Weide“	
		Aufwandmenge/ Überfahrten	Erträge (dt/ha)	Aufwandmenge/ Überfahrten	Erträge (dt/ha)
A1	Chemisch Glyphosat	4 l/ha	39,1	4 l/ha	43,7
B1	Mechanisch Scheibenegge	2	44,0	1	44,4
B2	Mechanisch Grubber	1	44,6	1	46,8
B3	Mechanisch Großfederzinkenegge	2	47,4	2	45,6
C1	Elektrophysikalisch Elektroherb	1	39,3	1	39,6
D1	Biologisch Untersaat (Klee)	1	47,8	1	43,0

klassische Glyphosatbehandlung. Daneben findet in drei Parzellen (B1–B3) eine sehr flache Bodenbearbeitung (2 bis 5 cm tief) mit Scheibenegge, Grubber und Großfederzinkenegge statt. In zwei weiteren Varianten prüft die Projektgruppe das Zasso Electroherb-Gerät (C1 Variante), das Unkraut mit Strom abtötet sowie ein System „Immergrün“ mit Untersaaten, Zwischenfrüchten und Begleitpflanzen (D1 Variante).

### Kostenvergleich der Strategien

Für die landwirtschaftliche Praxis stellt sich neben der Wirksamkeit der Maßnahmen natürlich die Frage nach dem zeitlichen Aufwand und den Kosten. Im laufenden

Projekt wurde ökonomisch bewertet, wie teuer die mechanische, elektrophysikalische bzw. die biologische Unkrautregulierung gegenüber der chemischen Unkrautregulierung ist. Die ökonomische Bewertung der unterschiedlichen Verfahren zur Unkrautregulierung erfolgt an erhobenen Daten aus dem laufenden Projekt. Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen wurden über alle Varianten einheitlich durchgeführt. Die Kosten des Elektroherb in der elektrophysikalischen Variante wurden beim Hersteller erfragt. Die „biologische Variante“ ist eine Verfahrenskombination aus mechanischer Unkrautbekämpfung mit Untersaat bzw. Begleitsaat oder Zwischenfrucht, entsprechend der angebauten Hauptfrucht.



DAS ORIGINAL SEIT 2004.

DAS UNKRAUT IM GRIFF.  
MECHANISCH.



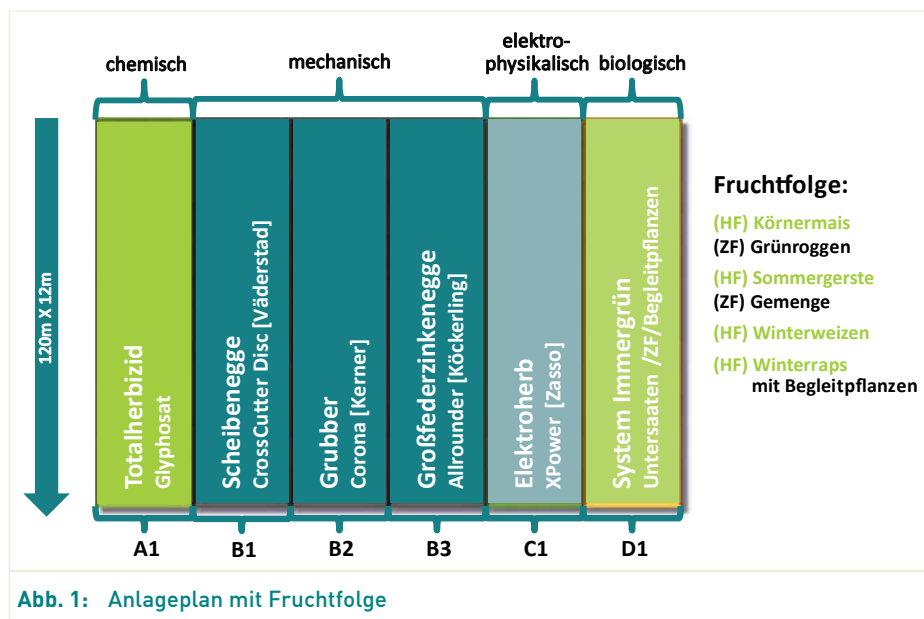


Abb. 1: Anlageplan mit Fruchtfolge

Die **Tabelle** zeigt neben der Aufwandmenge in der Glyphosatvariante die Anzahl der Überfahrten in den mechanischen und der elektrophysikalischen Variante. In den mechanischen Varianten erfolgte die Anzahl der Arbeitsgänge in jedem Jahr je nach Unkrautintensität. Die Aussaat erfolgte ebenfalls einheitlich über alle Varianten mit einer Saatstärke von 10 kg/ha. Die mechanischen Varianten wurden mit einer Sämaschine Ultima (Köckerling, mit Zinkenschar) mit einem Reihenabstand von 17 cm gedreht. Die chemische (A1) und elektrophysikalischen Variante (C1) mit der Direktsaatmaschine von Fankhauser (Doppelscheibenschar) mit einer Reihenweite von 13 cm.

### Deckungsbeiträge der Sommergerste im Vergleich

Auf beiden Schlägen erzielten die mechanischen Varianten in der Sommergerste im Jahr 2020 die höchsten Deckungsbeiträge bei einem Kornertrag zwischen 44,0 dt/ha und 47,4 dt/ha.

- Bei vergleichbaren Erträgen in der mechanischen Variante B1 wirkt sich die weitere Überfahrt zur Beikrautregulierung auf dem Schlag „Großer Plan“ (255 €/ha) mit einem niedrigeren Deckungsbeitrag im Vergleich zu „Franke Weide“ (330 €/ha) aus.
- In der biologischen Variante (D1) als Verfahrenskombination aus mechanischer Unkrautbekämpfung plus Weißklee-

untersaat in der Sommergerste konnte die Untersaat bezüglich Erträge keinen Mehrwert generieren, was sich in den Deckungsbeiträgen widerspiegelt.

- Die elektrophysikalische Variante (C1) schnitt auf beiden Schlägen mit sehr unterdurchschnittlichen Deckungsbeiträgen (Großer Plan 48 €/ha und Franke Weide 94 €/ha) ab, was auf die hohen Betriebskosten des Verfahrens und den niedrigen Ertrag (40 dt/ha) in dieser Variante zurückzuführen ist.
- In der chemischen Variante liegt der Zeitaufwand der Beikrautregulierung am niedrigsten. Auch liegen hier Arbeits- und Maschinenkosten niedriger als in den Varianten mit mechanischer Bearbeitung zur Beikrautregulierung, da hier nur eine Überfahrt notwendig ist. Auf dem Schlag Franke Weide ist der Deckungsbeitrag (316 €/ha) vergleichbar mit den Deckungsbeiträgen der mechanischen Varianten. Auf dem Großen Plan liegt der Deckungsbeitrag mit 208 €/ha deutlich niedriger, was auf den geringeren Ertrag zurückzuführen ist.

### Mechanische Varianten im Vorteil

Die Auswertung der Deckungsbeiträge für sich betrachtet zeigt die Vorzüglichkeit der mechanischen Varianten. An der Stelle muss jedoch ein weiterer Aspekt – die Wirksamkeit der Maßnahmen – betrachtet werden. Ziel der chemischen, mechanischen und

elektrophysikalischen Maßnahmen war die Regulierung von Beikräutern und auch des Futterroggens, der im Herbst nach der Ernte der Hauptfrucht als Winterzwischenfrucht etabliert wurde. In der Glyphosatvariante zeigte sich zur Bonitur im Frühjahr ein 100%iger Wirkerfolg. In den mechanischen (80–90 %) und der elektrophysikalischen Variante (70 %) ergab sich hingegen ein geringerer Wirkerfolg bei der Bekämpfung des Futterroggens.

Auf beiden Standorten war bei der elektrophysikalischen Variante ein deutlich geringerer Aufgang der Sommergerste zu beobachten, mit weniger Pflanzen – im Durchschnitt 15 Pflanze/m<sup>2</sup>. Bonituren zu einem späteren Zeitpunkt zeigten, dass der Roggen in den beschriebenen Varianten zur Reife kam. Zusammenfassend muss darauf hingewiesen werden, dass die etwas niedrigeren Erträge in der Variante mit dem Totalherbizid auch darauf zurückzuführen war, dass diese zur Ernte frei von Futterrogen war. Im Umkehrschluss wiesen andererseits die mechanischen und elektrophysikalischen Varianten einen Besatz mit Futterrogen auf, wodurch die Erträge im Vergleich etwas höher ausgefallen sind.

### Weitere Erfahrungen bei der Untersaat nötig

Die dreijährigen Ergebnisse zeigen, dass eine Substitution des Totalherbizids durch flach arbeitende mechanische Werkzeuge zur Bekämpfung von Beikräutern und Ausfallgetreide generell möglich ist, ohne dass größere Verluste im Deckungsbeitrag auftreten. Jedoch nimmt der Arbeitszeitbedarf deutlich zu. Eine Verfahrenskombination aus mechanischer Beikrautbekämpfung mit der Einsaat einer Untersaat brachte aus ökonomischer Sicht keinen Vorteil. Der Grund dafür lag in der schlechten Etablierung des Weißklee als Untersaat. Hier müssen noch weitere Erfahrungen zum optimalen Zeitpunkt der Etablierung gemacht werden. In allen angebauten Kulturen zeigte der Einsatz des Elektroherb sowohl in der Etablierung der Hauptfrucht wie dann auch in den Erträgen keine Vorteile. In den niedrigen Deckungsbeiträgen spiegeln sich

auch die hohen Maschinenkosten für das Verfahren wider.

### Faktoren für eine gesunde Regenwurmpopulation

Zur Einschätzung ökologischer Auswirkungen der Maßnahmen zur Beikrautregulierung werden neben anderen Bodenorganismen auch die Regenwürmer erfasst. Die Erfassung der Regenwürmer erfolgt in jeder angebauten Hauptfrucht im Herbst und im Frühjahr. Die Probenahmepunkte sind georeferenziert, so dass zu jeder Probenahme der Standort auf der Versuchsfläche gefunden wird und in einem engen Umfeld beprobt werden kann. Damit wird eine hohe Aussagefähigkeit der Untersuchungsergebnisse auf den Praxisschlägen gewährleistet.

Zur Erfassung der Regenwürmer wurden mit der Methodenkombination von Hand-sortierung und anschließendem Austrieb mit einer Senföllösung gearbeitet. Hierzu wurden 1/8 m<sup>2</sup> Boden bis 20 cm Tiefe ausgehoben und unmittelbar anschließend 2,5 l AITC-Lösung in einer Konzentration von 100 mg/l in das Beprobungsloch gegeben, um die Tiere aus tieferen Bodenschichten auszutreiben. Jede Variante wurde in vierfacher Wiederholung beprobt.

Die Regenwurmzönosen ackerbaulich genutzter Böden sind in ihrer Zusammensetzung einerseits immer ein Resultat der

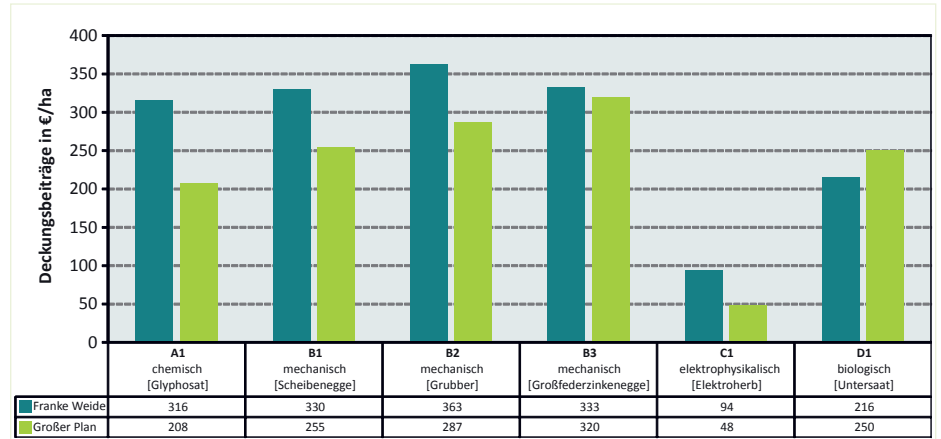


Abb. 2: Deckungsbeiträge von Sommergerste (Jahr 2020)

Standorteigenschaften und andererseits der jeweiligen Bewirtschaftungsmaßnahmen. Dabei haben Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz Einfluss auf die Entwicklung der Populationen. Allerdings können die Wirkungen verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen komplex sein und sich auch entsprechend der Standort- und Bodeneigenschaften unterschiedlich auswirken.

### Effekte auf Nahrungsgrundlage in den Varianten

Bei den Untersuchungen im Projekt sind mit den verschiedenen Maßnahmen der untersuchten Varianten komplexe Wirkungen auf Regenwurmpopulationen erfasst worden:

- In der Variante A1 mit Anwendung des Herbizids Glyphosat ergibt sich neben einer möglichen direkten toxischen Auswirkung eine indirekte Wirkung, welche sich nach der Anwendung aus einer kurzfristig stark erhöhten und in der Folge fehlenden Nahrungsgrundlage auf dem blanken Bodens ergibt.
- In den mechanisch bearbeiteten Varianten (B1 bis B3) können sich neben direkter mechanischer Schädigung ebenfalls indirekte Wirkungen durch die verminderte Nahrungsgrundlage als Folge der Bearbeitung ergeben.
- In der Variante C1 mit der Anwendung der elektrophysikalischen Unkrautregulierung mit dem Elektroherb (Zasso) ist ebenfalls mit einer kurzzeitig erhöhten

**Einböck**

Striegel- & Hacktechnik,  
die Freude macht!



Ihr **Komplettanbieter** für die **mechanische Beikrautregulierung**  
 9 Striegelmodelle | 11 Hacktechnik-Systeme | 4 Grubbermodelle  
 Finden Sie **IHRE** passende Maschine & Handbücher unter [www.einboeck.at](http://www.einboeck.at)





Die Aussaat erfolgte unter anderem mit einer Direktsaatmaschine SLY von Agrisem.

Nahrungszufuhr durch den abgetöteten Pflanzenbestand zu rechnen, der einen positiven Einfluss auf die Populationsentwicklung haben könnte. Mögliche negative Effekte der Anwendung des Stroms im Boden könnten hingegen die Populationen schädigen.

- Schließlich ist in der Variante D1 durch die Untersaaten mit einem positiven Effekt auf die Regenwürmer aufgrund der erhöhten und kontinuierlichen Nahrungszufuhr sowie der permanenten Bodenbedeckung und Bodenruhe in dieser Variante zu rechnen.

### Deutliche Unterschiede in den Varianten

Um diese komplexen Wirkungen zu erfassen, wurden die Regenwürmer bereits in einem zweiten Untersuchungsjahr kurz nach der Etablierung der Varianten durch Anwendung der Maßnahmen beprobt, um die akute Wirkung der jeweiligen Maßnahme erfassen zu können. Eine weitere Beprobung nach etwa sechs Monaten diente der Erfassung der langfristigen Wirkungen in der Populationsentwicklung in den Varianten. In beiden Jahren konnten zwischen den untersuchten Standorten deutliche Unterschiede in den Populationen nachgewiesen werden, mit höheren Populationsdichten und einem weiteren Artenspektrum am Standort „Großer Plan“. Diese spiegeln die

unterschiedlichen Bodeneigenschaften der Standorte, welche den jeweiligen Regenwurmbesatz beeinflussen, deutlich wider.

Die Untersuchungen im Jahr 2020/21 bestätigte hierbei die Ergebnisse des ersten Untersuchungsjahrs 2019. Anders als im Vorjahr zeigten beide Standorte im Untersuchungsjahr 2020/21 deutliche Effekte der Varianten. Hierbei waren die Gesamtabundanzen und -biomassen in den mechanisch bearbeiteten Varianten markant reduziert. Lediglich in der 2020 erstmalig mechanisch bearbeiteten Variante D1 (begrünt) war diese Minderung im Besatz geringer. Die Populationen in den beiden anderen Varianten A1 (Glyphosat) und C1 (Zasso) lagen hingegen auf einem jeweils standortspezifisch hohen Niveau.

### Entwicklung der Regenwurmpopulationen

Mit den Ergebnissen am Standort „Großer Plan“, die im Jahr 2020 eine weiterführende statistische Analyse ermöglichten, wurde ersichtlich, dass insbesondere juvenile Tiere der Art *L. terrestris* in den mechanisch bearbeiteten Varianten nach Durchführung der Maßnahmen im Herbst vermindert wurden. Dies kann einerseits auf die besonderen Witterungsverhältnisse im Jahr 2020 zurückgeführt werden und andererseits auf den Zeitpunkt des mechanischen Eingriffs in den Boden. Im Jahr 2020 schien eine Verlagerung

der Reproduktionszeit vom Frühjahr zum Herbst stattgefunden zu haben, da der April aufgrund der trockenen Bedingungen keine Reproduktion der Populationen ermöglichte. Der Zeitpunkt der mechanischen Bearbeitung fiel deshalb mit der Reproduktionsphase im Herbst zusammen und viele junge juvenile Tiere in der obersten Bodenschicht wurden so direkt geschädigt.

Hohe Populationsdichten in den Variante A1 (Glyphosat) und C1 (Zasso) zeigen ebenfalls einen Varianteneffekt, da durch das Abtöten des Zwischenfruchtbestands chemisch durch Glyphosat (Variante A1) oder elektrophysikalisch (C1) in beiden Varianten kurzzeitig eine sehr hohe Futterzufuhr nach Abtöten des Zwischenfruchtbestands vorlag. Dies wie auch die Bodenruhe in diesen Varianten scheinen sich fördernd auf die Regenwurmpopulationen ausgewirkt zu haben. Am Standort „Großer Plan“ zeigt sich dann auch für diese beiden Varianten längerfristig wieder ein Rückgang im Besatz, wogegen in den anderen Varianten die Populationen zum Frühjahr hin zunahmten.

In der biologischen Variante (D1) ist aufgrund der Bodenruhe und der kontinuierlichen Futterzufuhr von einem Aufbau der Population über die Zeit hinweg zu rechnen. Allerdings war in dieser Variante eine mechanische Bearbeitung im Herbst 2020 erforderlich geworden, um die entstandene starke Verunkrautung zu regulieren. Hierdurch sind einmalig in dieser Variante die beiden oben genannten Bedingungen (Bodenruhe, kontinuierliche Futterzufuhr) gestört worden. Dies könnte die geringeren Populationswerte im Vergleich zu den Varianten A1 und C1 zum Zeitpunkt der Herbstbeprobung erklären. Auf beiden Standorten nahmen in dieser Variante (D1) die Populationen zum Frühjahr hin wieder zu. Der Vergleich der beiden untersuchten Standorte deutet an, dass es bei der Wirkung der Varianten gleiche Effekte gibt, dass sich jedoch die Intensität und die darauffolgende Populationsentwicklungen standortspezifisch unterscheiden.

### Mikrobielle Biomasse

Die mikrobielle Biomasse umfasst den Anteil der organischen Bodensubstanz, der

aus lebenden Mikroorganismen besteht. Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze kommen im Boden in großer Vielfalt und hoher Dichte vor. Sie erbringen je nach Organismus vielfältige Leistungen hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit und dem Funktionieren von Ökosystemen. Im Rahmen des EIP-Projektes wurden im Frühjahr 2021 im Winterweizen auf dem Schlag „Großer Plan“ von jeder Variante Bodenproben in einer Tiefe von 10 cm entnommen.

Untersucht werden nützliche Mikroorganismen wie Bakterien, Aktinobakterien und Pilze sowie deren Verhältnis zueinander. Weiterhin wurden Protozoen wie Flagellaten und Amöben sowie die Nematoden erfasst, wobei zwischen bakterien- und pilzfressenden sowie räuberischen Nematoden unterschieden wurde. Ebenfalls untersucht werden schädliche Mikroorganismen wie schädliche Pilze (Oomyceten), anaerobe Protozoen (Ciliaten) und wurzelfressende Nematoden.

### – Bodenfruchtbarkeit bestimmen

Bestimmt wurde, ob jede funktionale Gruppe eine ausreichende Anzahl an Individuen aufweist. Neben der Quantität ist auch das Verhältnis – besonders das von Pilzen zu Bakterien – wichtig für ein gutes Pflanzenwachstum. Anhand einer optischen Methode durch Auszählung am Mikroskop wird sowohl die Anzahl der Organismen als auch die Zusammensetzung des Bodennahrungsnetzes untersucht. Mit den Ergebnissen der Untersuchungen der



Grubbern mit Kerner Corona zur mechanischen Kontrolle des Aufwuchses.

Böden ist es möglich, die Fruchtbarkeit des Bodens und die Qualität der Bestände zu beurteilen. Mit zunehmender Bodenfruchtbarkeit steigen auch die Erträge sowie die Widerstandsfähigkeit der Böden gegenüber Dürre und Starkregen. Mit den abgeleiteten Maßnahmen lässt sich die Nährstoffdichte verbessern, außerdem können Unkräuter, Schädlinge und Krankheiten reduziert werden. Ebenso kann die Kohlenstoffbindung im Boden erhöht werden.

### – Verhältnis von Pilzen und Bakterien in gesunden Böden

In **Tabelle 2** sind die Ergebnisse aus dem ORGO-Labor zu sehen, in dem der Boden der einzelnen Varianten auf Mikroorganismen untersucht wurde. Für jede der

untersuchten Mikroorganismen wurden ein Wertebereich entsprechend der Einheit in der die Mikroorganismen gemessen wurden sowie das Ergebnis der Probe angegeben. Das Verhältnis von Pilzen und Bakterien hängt von der angebauten Fruchtart ab und liegt bei Winterweizen bei 0,2:1 bis 0,4:1.

- Die bakterielle Biomasse im Boden der untersuchten Varianten lag zwischen 1.000 und 1.300 µg/g. Empfohlen sind 135–270 µg/g. Damit ist die bakterielle Biomasse deutlich größer als der empfohlene Höchstwert.
- Die aktinobakterielle Biomasse liegt unter dem erwarteten Bereich von 10–100. Dies ist kein Problem, aber es wird empfohlen, die Zahlen zu erhöhen.



**GROSSFLÄCHEN-  
MULCHER  
PEGASUS**



**Der spart viel Zeit und Geld.**

- für Heck- o. Schubbetrieb
- häckselt Mais, Stroh etc.

**Ideal für Lohnunternehmer und Großbetriebe!**

**Arbeitsbreiten 6,3, 8,0, 9,5 mtr.**

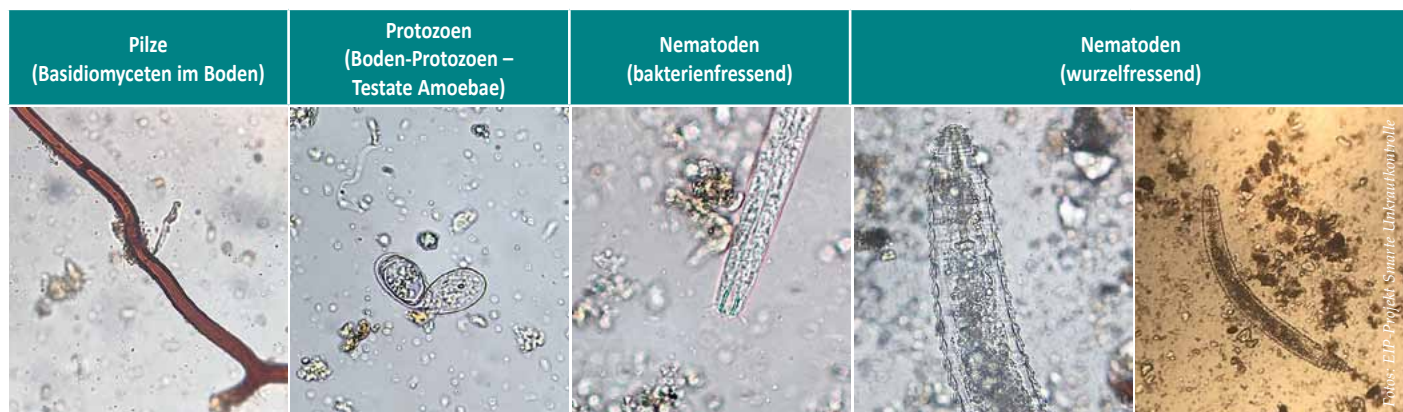
**F.X.S. SAUERBURGER** Traktoren & Gerätebau GmbH  
Im Bürgerstock 3 · D-79241 Wasenweiler · Tel. 07668-90320 · [www.sauerburger.de](http://www.sauerburger.de)



**DAMMANN**

**20.000 l**

**20.000 l TRIDEM - erfüllt die Förderkriterien**



Tab. 2: Ergebnis der untersuchten Mikroorganismen im Winterweizen, 2021

		Empfohlen	A1 Chemisch Glyphosat	B1 Mechanisch Scheibenegge	B2 Mechanisch Grubber	B3 Mechanisch Großfeder- zinkenegge	C1 Elektro- physikalisch Elektroherb	D1 Biologisch Untersaat	
Nützliche Mikroorganismen	Bakterien [ $\mu\text{g/g}$ ]	135-270	1.023	1.114	1.315	1.077	986	1.059	
	Aktinobakterien [ $\mu\text{g/g}$ ]	10-100	1,8	3,6	2,9	1,4	3,3	2,2	
	Pilze [ $\mu\text{g/g}$ ]	32-90	261	202	501	217	240	368	
	Pilze : Bakterien	0,2:1 – 0,4:1	0,26	0,18	0,38	0,2	0,24	0,35	
	Protozoen [total]	>10.000	405.776	405.776	608.664	202.888	541.035	946.811	
	Flagellaten [#g]	>10.000	0	0	0	0	0	0	
	Amöben [#g]	>10.000	405.776	405.776	608.664	202.888	541.035	946.811	
	<b>Nematoden</b>								
	Bakterien-fressende [#g]	100	0	0	0	0	0	0	
	Pilz-fressende [#g]	0	0	0	0	0	0	0	
Räuberische [#g]	0	0	0	0	0	0	0		
		<b>Maximum Werte</b>							
Schädliche Mikroorganismen	<b>Schädliche Pilze</b>								
	Oomyceten [ $\mu\text{g/g}$ ]	0	0	18	0	15	0	0	
	<b>Anaerobe Protozoen</b>								
	Ciliaten [#g]	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Nemaoden</b>									
Wurzel-fressende [#g]	0	0	0	0	0	0	280	0	

Die Pilzbiomasse ist in allen Varianten größer als der empfohlene Höchstwert. Damit liegt das Verhältnis von Pilzen

zu Bakterien (0,2–0,4:1) im Bereich für gesunde Böden.

- Die Gesamtzahl der nützlichen Protozoen liegt weit über der Mindestanforderung (über 10.000). Protozoen helfen, die bakterielle Biomasse im Gleichgewicht zu halten und setzen Nährstoffe in pflanzenverfügbarer Form frei, indem sie die Bakterien fressen.
- In keiner Variante wurden bakterienfressende Nematoden entdeckt. Diese helfen, die Bakterienpopulationen im Gleichgewicht zu halten und verbessern

den Nährstoffkreislauf. Ebenfalls wurden keine pilzfressenden Nematoden entdeckt, welche helfen, Nährstoffe aus Pilzhyphen an die Pflanzen abzugeben. Auch räuberische Nematoden wurden in den Bodenproben nicht nachgewiesen. Pilzfressende Nematoden helfen die Anzahl der wurzelfressenden Nematoden zu reduzieren.

- In den Varianten A1, B2, C1 und D1 wurden keine Oomyceten als schädliche Mikroorganismen und damit krankheitsverursachenden Pilze nachgewiesen.

**Günstige Neugeräte**  
in bewährter Qualität

**POM Leichtgrubber Meteor II**  
mit Rohr- oder Stabwalze  
5,0 m  
€ 8.990,-  
6,0 m  
€ 9.990,-  
Alle Preise zuzügl. MwSt. & Fracht

Tel. 0 71 56 / 95 92 04  
[www.mezger-landtechnik.de](http://www.mezger-landtechnik.de)



Austrieb, Auszählung und Bestimmung von Regenwürmern auf den Versuchsflächen.

In den Bodenproben von B1 und B2 wurden einige Oomyceten nachgewiesen, aber die nützliche Pilzbiomasse ist ausreichend, um die krankmachenden Pilze zu verdrängen.

- Besonders auffällig war der Wert an wurzelfressenden Nematoden in der elektrophysikalischen Variante. Die hohe Anzahl ist problematisch, da diese Nematodenarten Wurzeln angreifen und die Pflanzen schädigen.

Im Frühjahr 2022 soll der Boden in den Varianten erneut auf die bakterielle Biomasse untersucht werden, um zu sehen, welche Auswirkungen die Anlagevarianten auf den Boden haben.

### Zwischenfazit zum EIP-Projekt

Die dreijährigen Ergebnisse zeigen, dass eine Substitution des Totalherbizids Glyphosat durch flach arbeitende mechanische Werkzeuge zur Bekämpfung von Beikräutern und Ausfallgetreide generell möglich ist, ohne größere Verluste im Deckungsbeitrag. Jedoch nimmt der Arbeitszeitbedarf deutlich zu. Eine Verfahrenskombination aus mechanischer Beikrautbekämpfung und Einsaat einer Untersaat brachte aus ökonomischer Sicht keinen Vorteil. Der Grund dafür lag in der schlechten Etablierung des Weißklee als Untersaat. Hier müssen noch weitere Erfahrungen zum optimalen Zeitpunkt der Etablierung gesammelt werden.

In allen Kulturen konnten die Unkräuter mittels der Elektroherb-Anwendung nur ungenügend unterdrückt werden. Somit konnten sich hier die Kulturen im Vergleich zu

den anderen geprüften Varianten schlechter entwickeln, was sich auch im Ertrag widerspiegelt. Die hohen Maschinenkosten für die elektrophysikalische Unkrautbekämpfung und die geringeren Erträge sind auch die Ursache für niedrigeren Deckungsbeiträgen in dieser Variante.

- In den **Untersuchungen der Regenwürmer** zeigten sich zwischen den untersuchten Standorten deutliche Unterschiede in den Populationsdichten und im Artenspektrum aufgrund der unterschiedlichen Bodeneigenschaften der Standorte. Die Wirkungen der Varianten und damit der Eingriff in den Boden und die Bodenbedeckung ergaben jedoch vergleichbare Effekte. Die Untersuchungen über die Jahre hinweg zeigten auch, dass die Regenwurmbiomasse in den Anlagevarianten mit wenigen Eingriffen in den Boden höher liegt als auf den mechanisch bearbeiteten Flächen, wo weniger organisches Material als Nahrung für die Regenwürmer zur Verfügung steht.

- In den **bodenbiologischen Untersuchungen** zeigten sich bei der Anwendung von Glyphosat keine negativen Beeinflussungen. Das Verhältnis von Bakterien zu Pilzen im Boden befindet sich in einem ausgewogenen Verhältnis. Die Gesamtzahl der nützlichen Protozoen liegt über den Mindestanforderungen. Dies ist positiv zu bewerten, da Protozoen helfen, die bakterielle Biomasse im Gleichgewicht zu halten. Zudem setzen sie Nährstoffe in pflan-

zenverfügbarer Form frei, indem sie Bakterien fressen. Nematoden konnten in der Glyphosatvariante nicht festgestellt werden, auch keine wurzelfressenden, was sehr gut zu bewerten ist.

Zu Projektabschluss des vierjährigen EIP Agri Projektes sollen weitere Ergebnisse vorgestellt werden, welche auch im Rahmen von Masterarbeiten bearbeitet wurden. Schwerpunkte liegen in der Bewertung der Varianten in der praktischen Umsetzbarkeit für die Praxis, aber auch in Betrachtungen der Umwelt- und Ökobilanz.

Alle Interessenten sind herzlich zum Feldtag am 7. April 2022 eingeladen, Informationen unter [www.gkb-ev.de](http://www.gkb-ev.de).



**GÜTTLER®**  
Führend in Bodenstruktur



**Weltweit einmalig!**

**GreenMaster 300 | 600  
ZINKENSAAT**

Bringt den Samen sicher an den Boden.

Die professionelle Systemlösung für Ihre Grünlandpflege, Nachsaat, Sanierung und Neuansaat

[www.guettlert.de](http://www.guettlert.de)