LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Integrierte Unkrautbekämpfung im Ackerbau

Ergebnisse eines vierjährigen Feldversuchsprogramms

K. Gehring, J. Burmeister, F. Ebertseder, R. Walter & M. Wiesmeier
Institut für Pflanzenschutz Herbologie ✶ Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau

© 2026

Agenda

- **IWM-Forschungsprojekt**
  - Versuchskonzept
  - Unkrautregulierung
  - Ertragsabsicherung & Qualitätseigenschaften
  - Wirtschaftlichkeit
  - Bodenphysik / Mikrobiologie
  - Ökologie / Biodiversität

© 2026

Versuchskonzept

- Dauer-Feldversuch auf zwei Standorten
  - **Ruhstorf** (Ndb.)
  - **Schwarzenau** (Ufr.)

  mit gleicher Fruchtfolge (**SM-WW-SJ-WW**)
  als ortstreue Großparzellenanlagen
  (4 Wdh., randomisiert)

- Zweifaktorielle Prüfung mit

  A: <u>Grundbodenbearbeitung</u>
  - wendend (**P**flug)
  - konservierend (**G**rubber)

  B: <u>Unkrautregulierung</u>
  - **U**nbehandelte Kontrolle
  - **C**hemisch
  - **M**echanisch
  - **I**ntegriert mech./chem.

© 2026

Versuchskonzept

Fragestellung:

I. Welche **Unkrautregulierungsverfahren** (**C**hemisch, **I**ntegriert, **M**echanisch) sind unter Praxisbedingungen (FF: WW-Mais-WW-Soja) **nachhaltig erfolgreich** (Wirkung, Ertrag, Ökonomie, Ökologie)?

II. Hat die Art der **Grundbodenbearbeitung** einen signifikanten Einfluss auf die Leistungsfaktoren?

© 2026

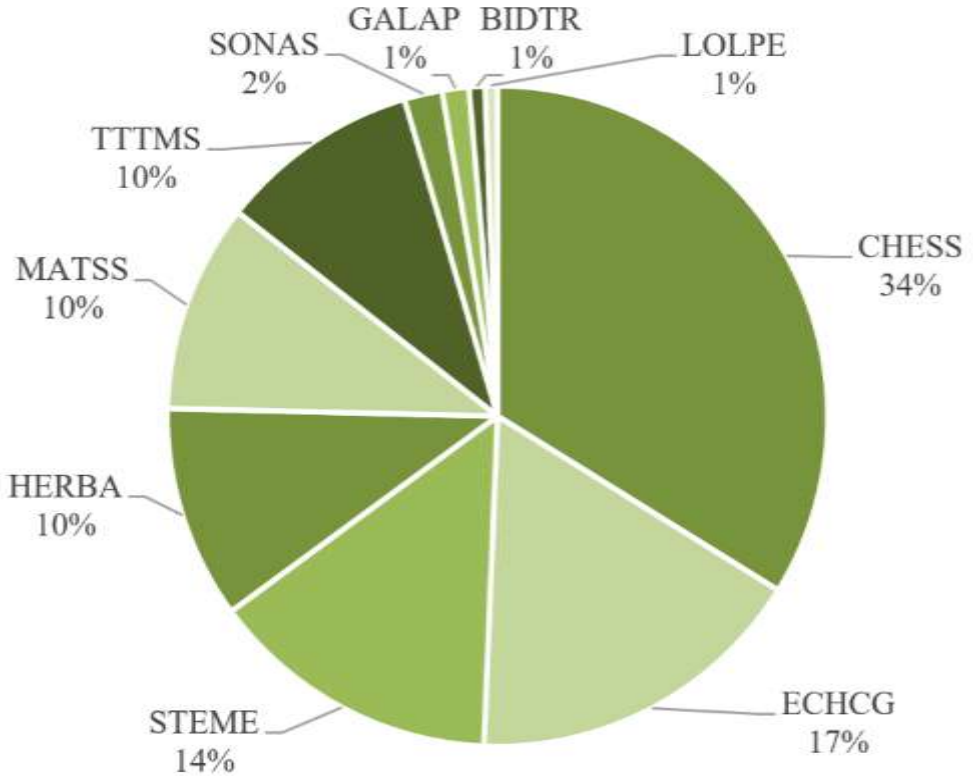
Versuchskonzept

- Chemische Unkrautregulierung
  - ➲ situativer Herbizideinsatz nach Bedarf
- Mechanische Unkrautregulierung
  - ➲ ca. 2-3x Striegel (WW)
  - ➲ ca. 2-3x Hacken (SM,SJ)
- Integrierte Unkrautregulierung
  - ➲ ca. 2-3x Striegel
    + selektiver Herbizideinsatz (WW)
  - ➲ ca. 1-2x Hacken
    + Herbizid-Bandbehandlung (SM,SJ)

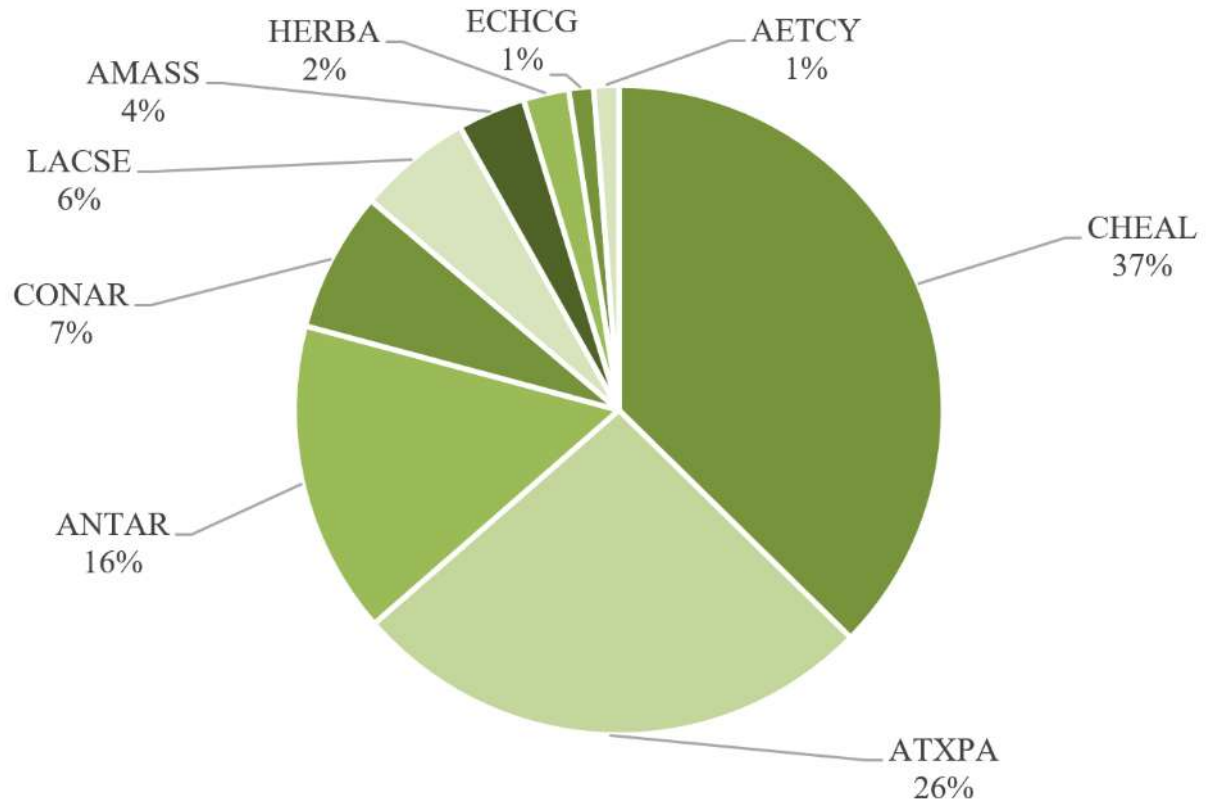
© 2026

Unkrautflora

- Unkrautspektrum



Ruhstorf

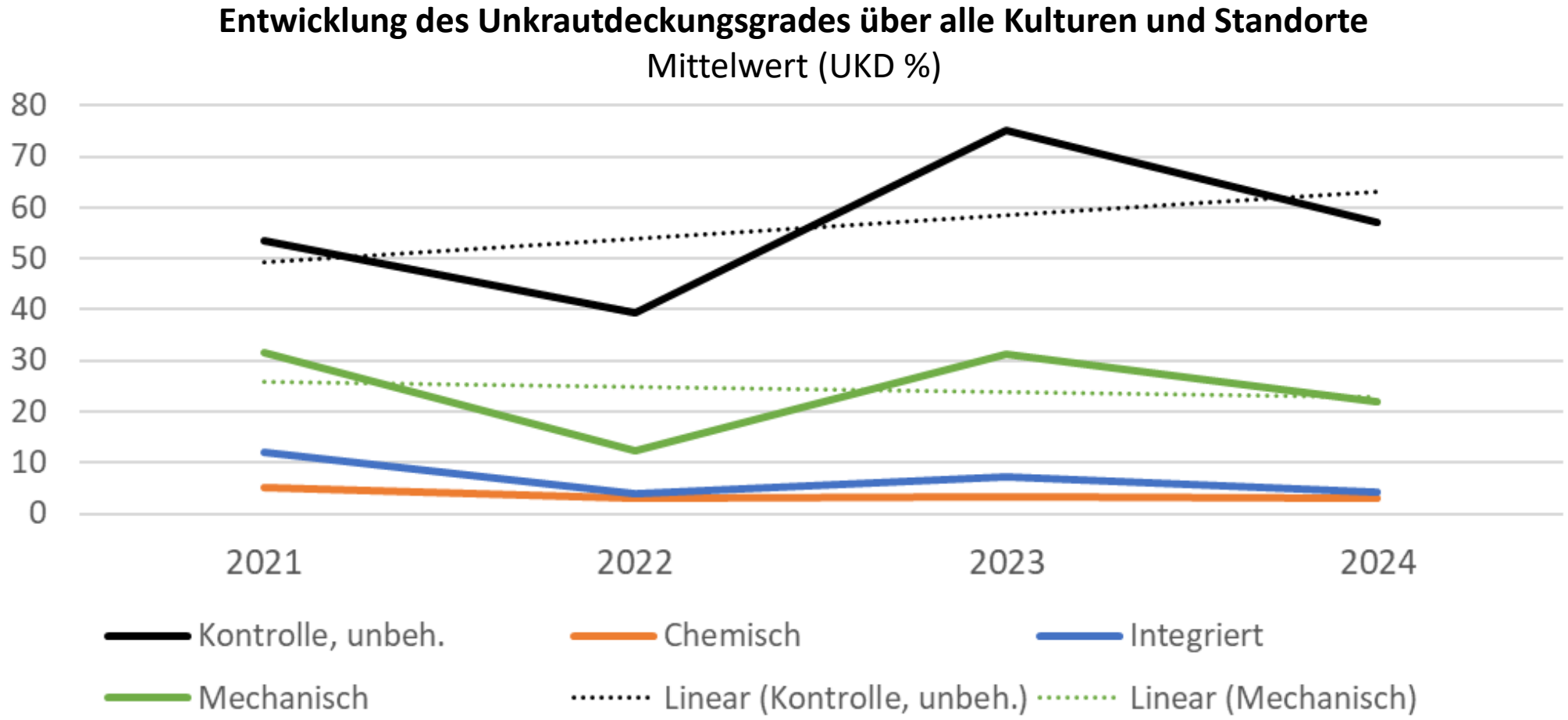


Schwarzenau

© 2026

Unkrautflora

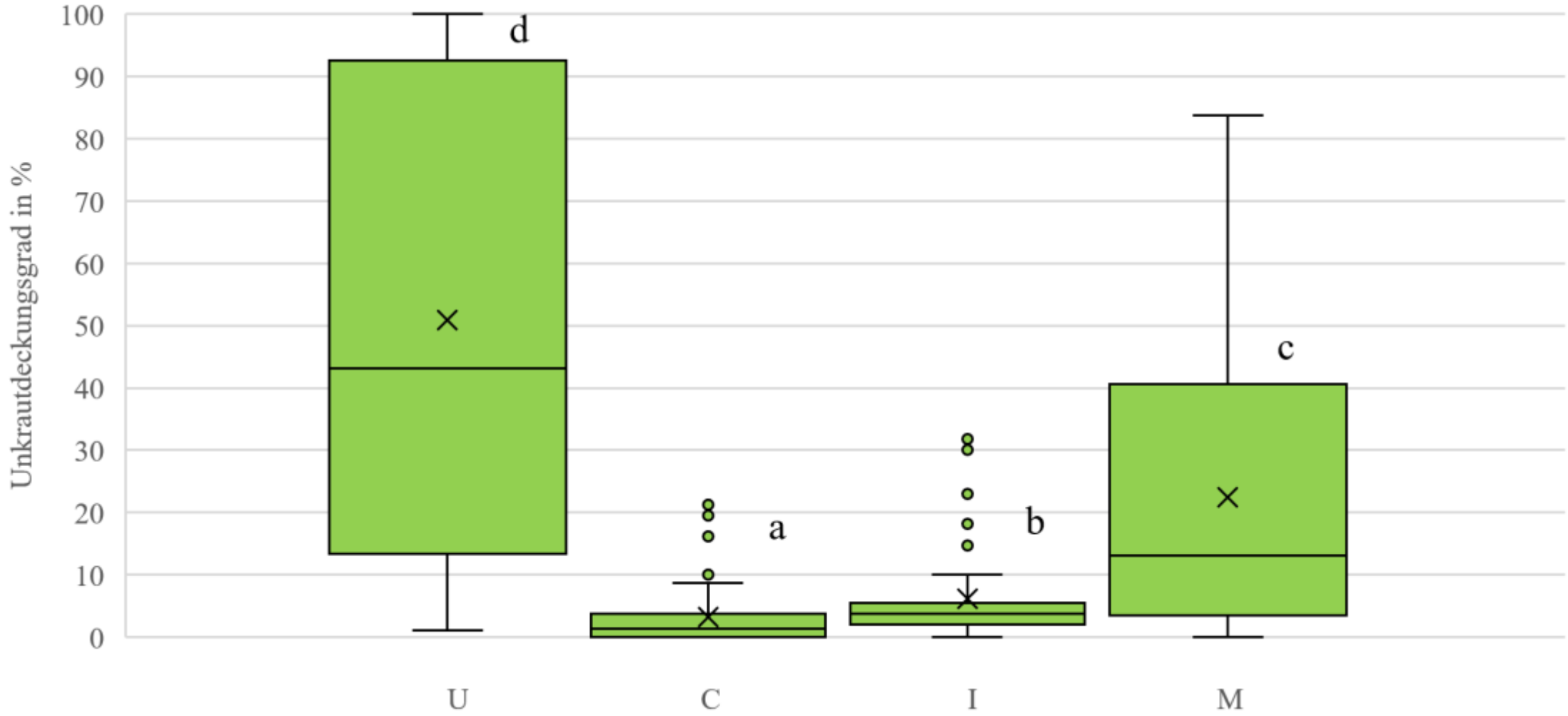
- Unkrautdichte-Entwicklung



© 2026

Unkrautregulierung

- Unkrautdichte, 2 Standorte, WW,SM,SJ, 2021-2024



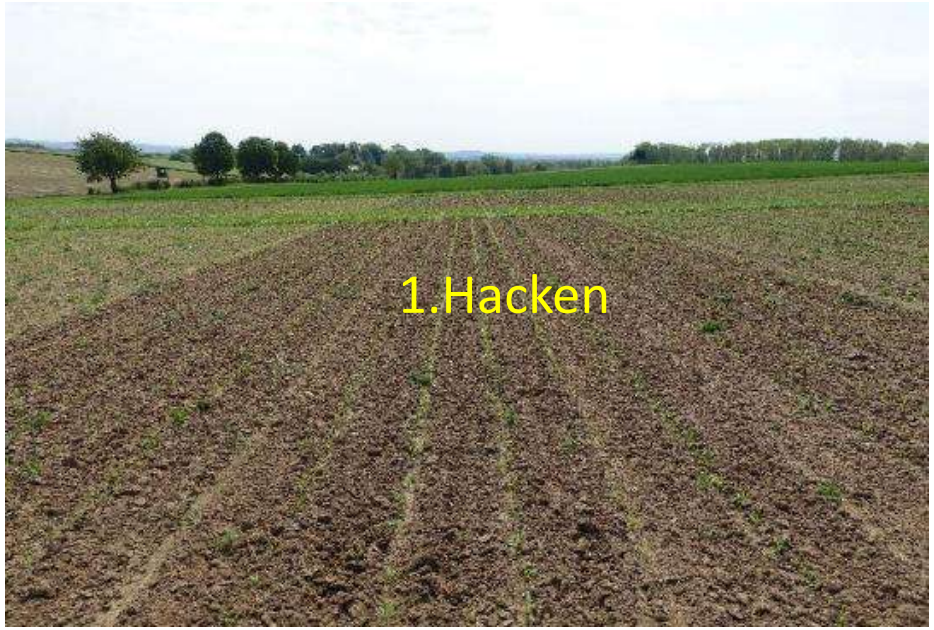
© 2026

Unkrautregulierung

Eindrücke Hackstriegel Weizen

© 2026

Unkrautregulierung *Eindrücke Kamerahacke Mais*

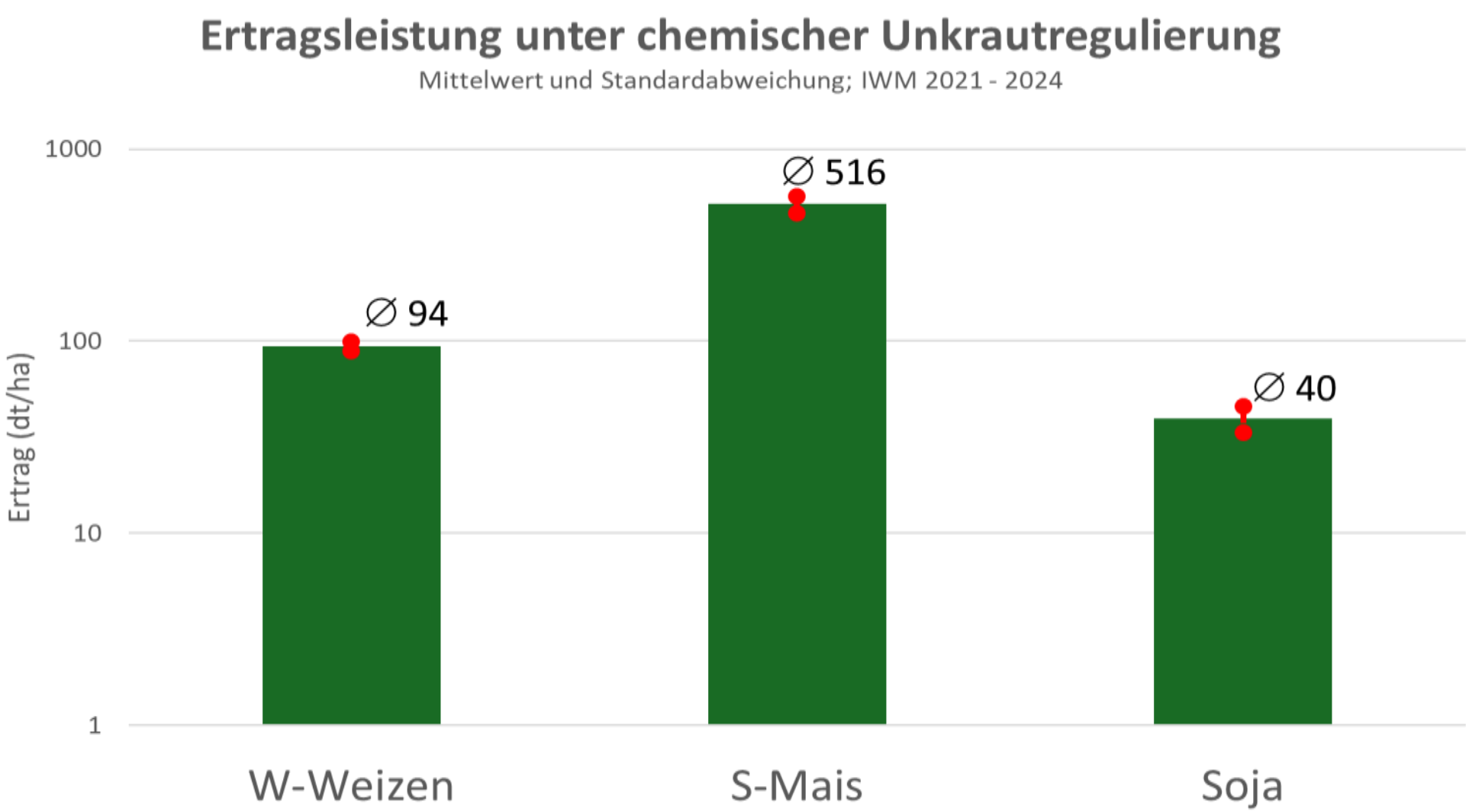


Unkrautregulierung

Eindrücke Kamerahacke Soja

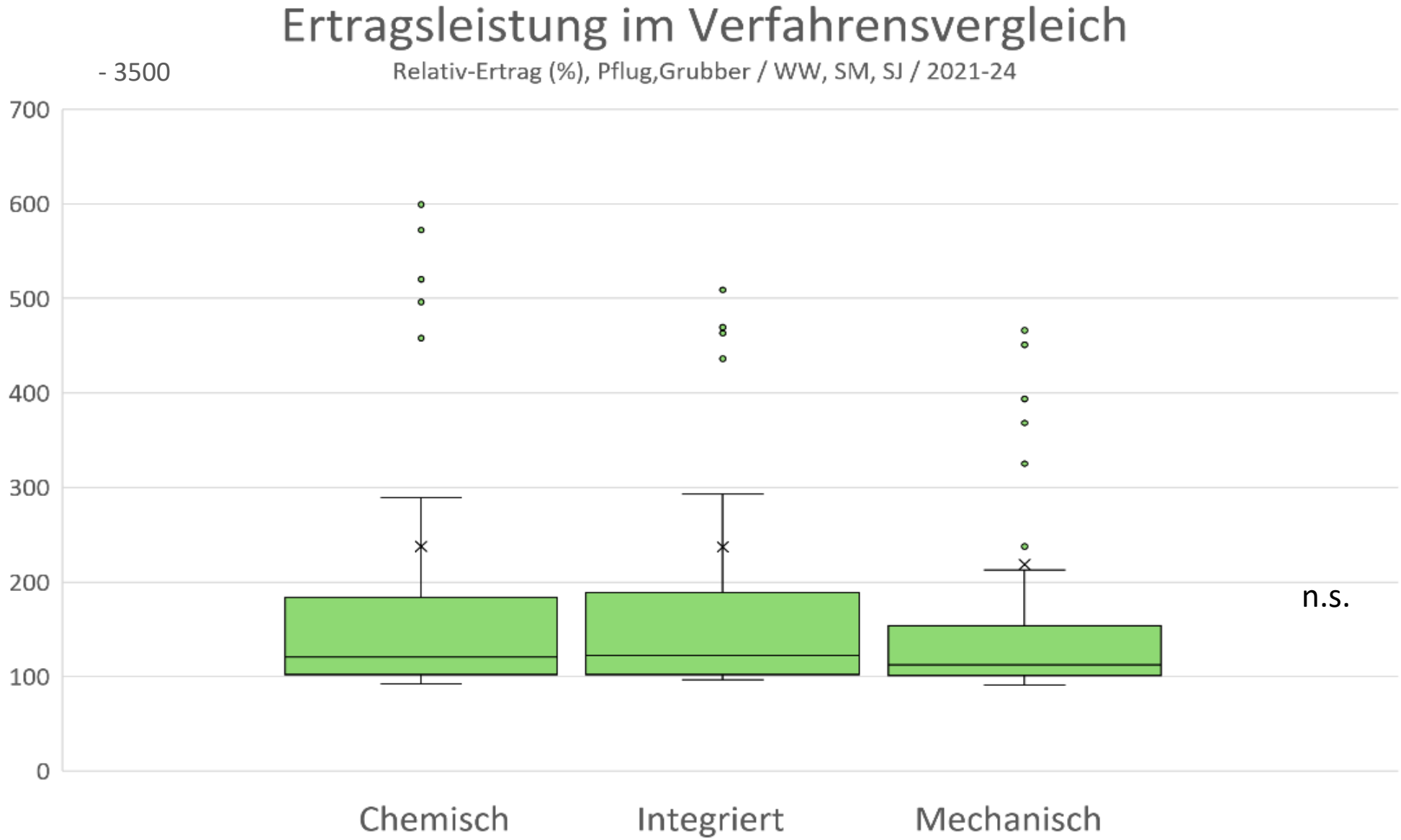
© 2026

Ertragsabsicherung



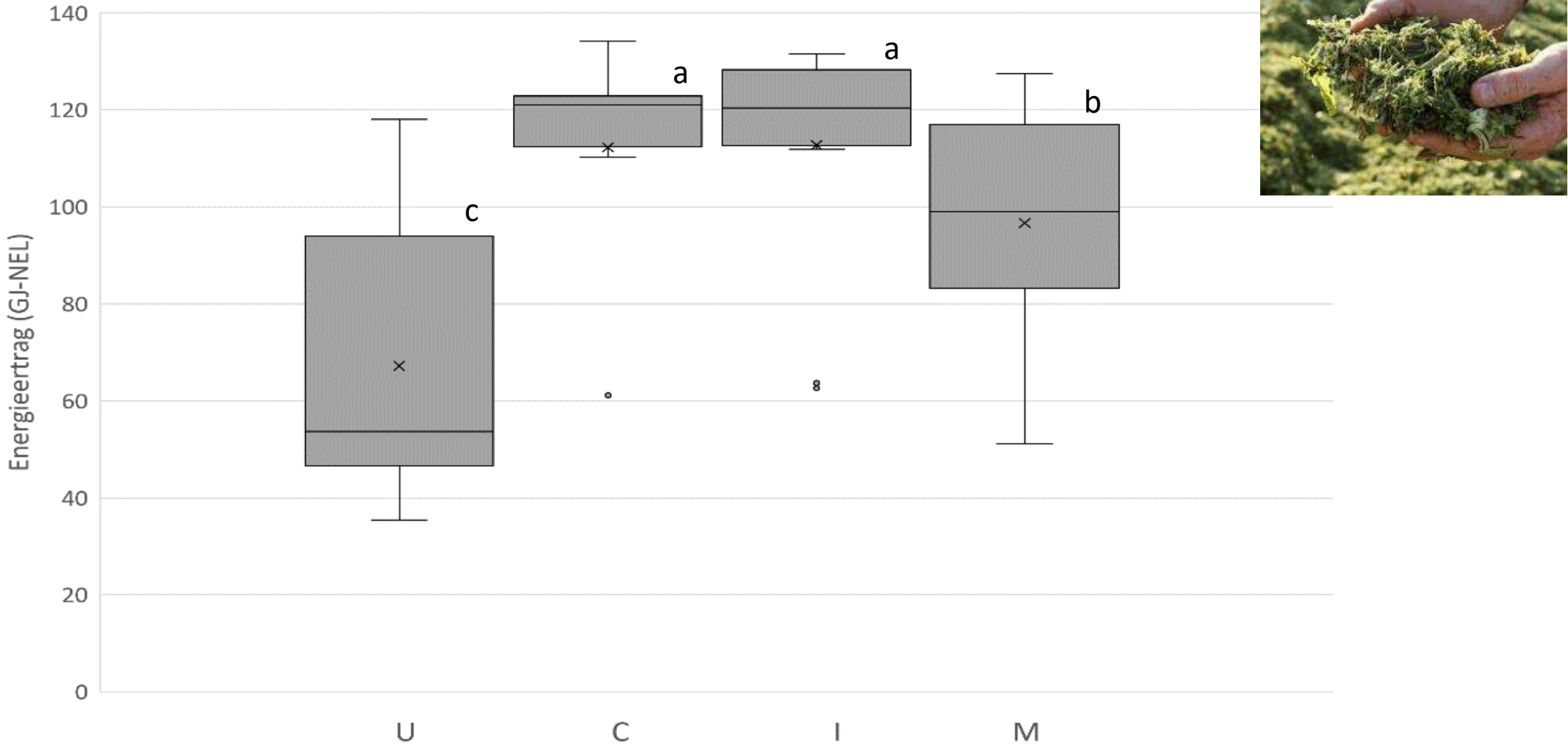
© 2026

Ertragsabsicherung



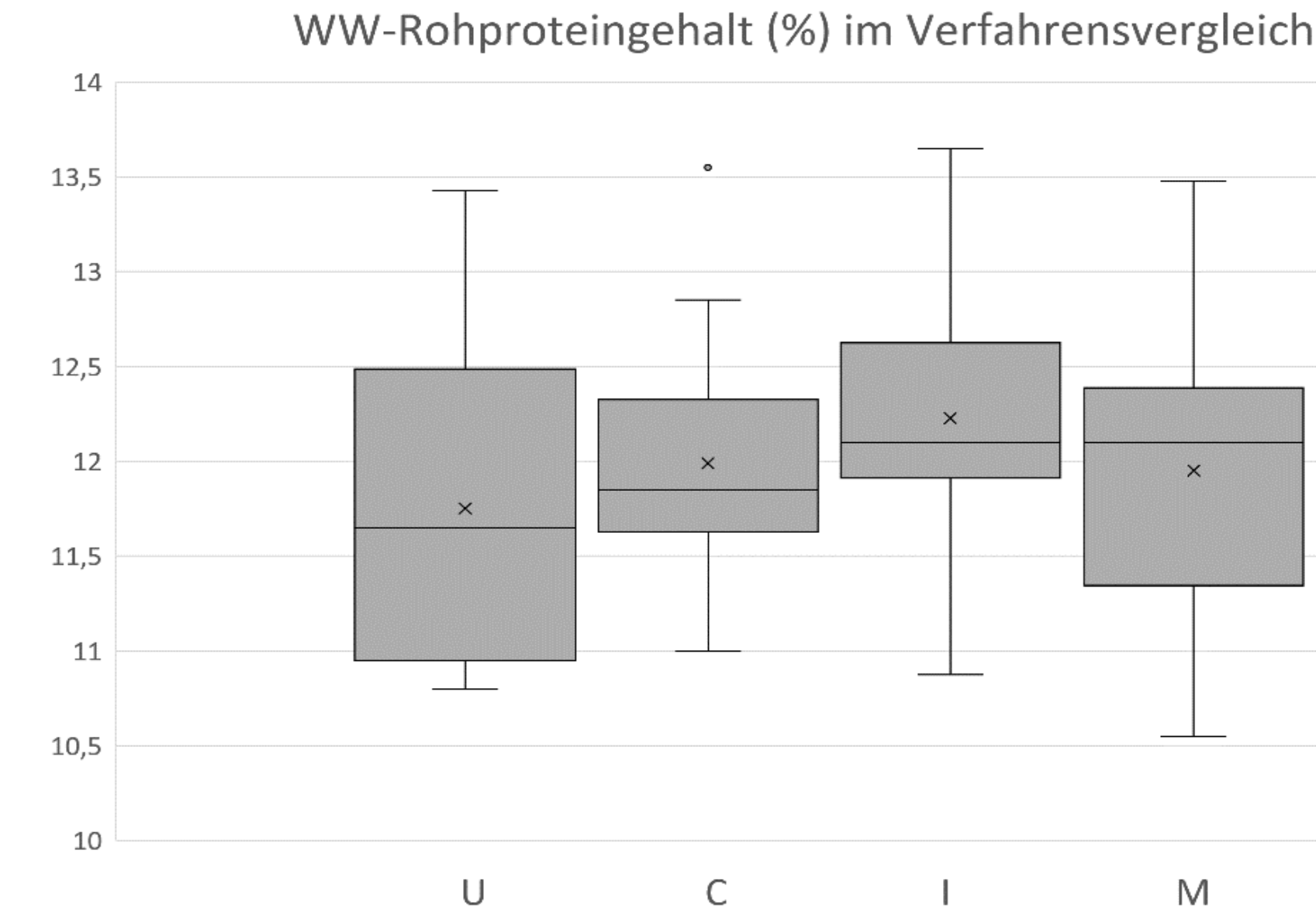
© 2026

Qualitätsabsicherung



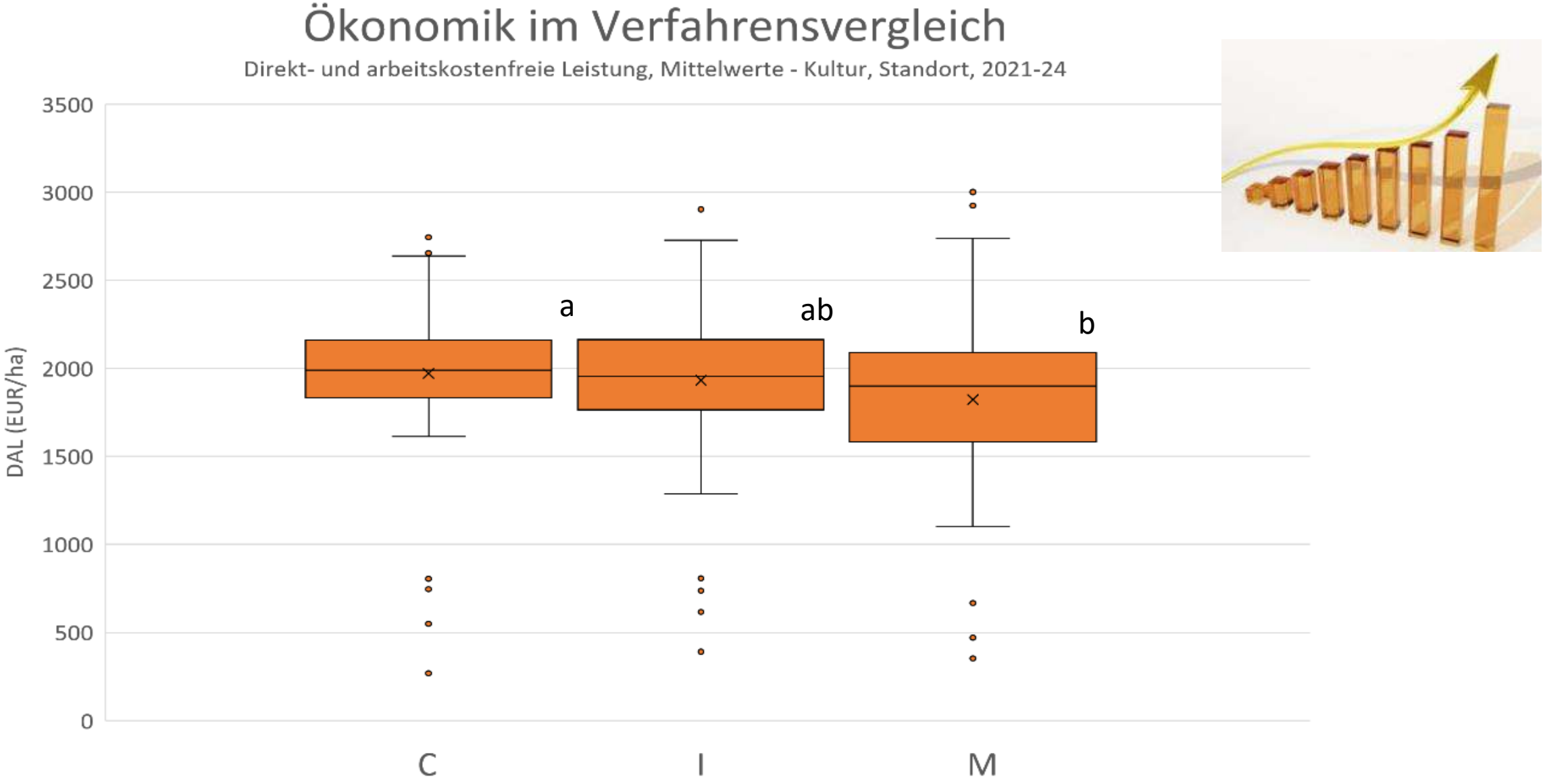
© 2026

Qualitätsabsicherung



n.s.

Wirtschaftlichkeit



© 2026

IWM-Forschungsprojekt

Fazit **Herbologie**
(vorläufig)

- Die **chemische und integrierte Unkrautregulierung** sind in den Leistungsparametern (Wirkung, Ertrag, Ökonomik) **gleichwertig**.
- Durch die **integrierte Unkrautregulierung** wird **60 % der Herbizid-aufwandmenge eingespart**.
- Die **rein mechanische Unkrautregulierung** ist für die konventionelle Bewirtschaftung **keine attraktive Alternative**.
- Die Art der **Grundbodenbearbeitung** hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Systemleistung.

© 2026

Begleituntersuchungen

- **Bodenphysik** (F. Ebertseder)
  Die Bearbeitungsform (Pflug vs. Grubber) beeinflusste die gemessenen bodenphysikalischen Kenngrößen (Gesamtporenvolumen, Luft-kapazität, nFK etc.) deutlich weniger als Standort und Bodentiefe.

- **Bodenmikrobiologie** (M. Wiesmeier)
  - Effekt der Bearbeitung: Konservierende Bodenbearbeitung mit Grubber führte zu höherer mikrobieller Biomasse und Aktivität als Pflug, während der Einfluss der Unkrautregulierung gering blieb.
  - Rolle von Textur und Corg: Die Unterschiede im Humus- und Nährstoffhaushalt zwischen den Standorten hängen stark mit der Bodenart/Textur zusammen; tonreiche Böden (Ruhstorf) zeigen höhere Corg- und Nt-Gehalte und ermöglichen stabilere Humusvorräte, während in humusärmeren Böden (Schwarzenau) ein größerer Anteil des Kohlenstoffs mikrobiell gebunden und schneller umsetzbar ist.

LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

IWM Projekt – Teil: Regenwürmer

Pflanzenbauliches Kolloquium, 10.02.2026

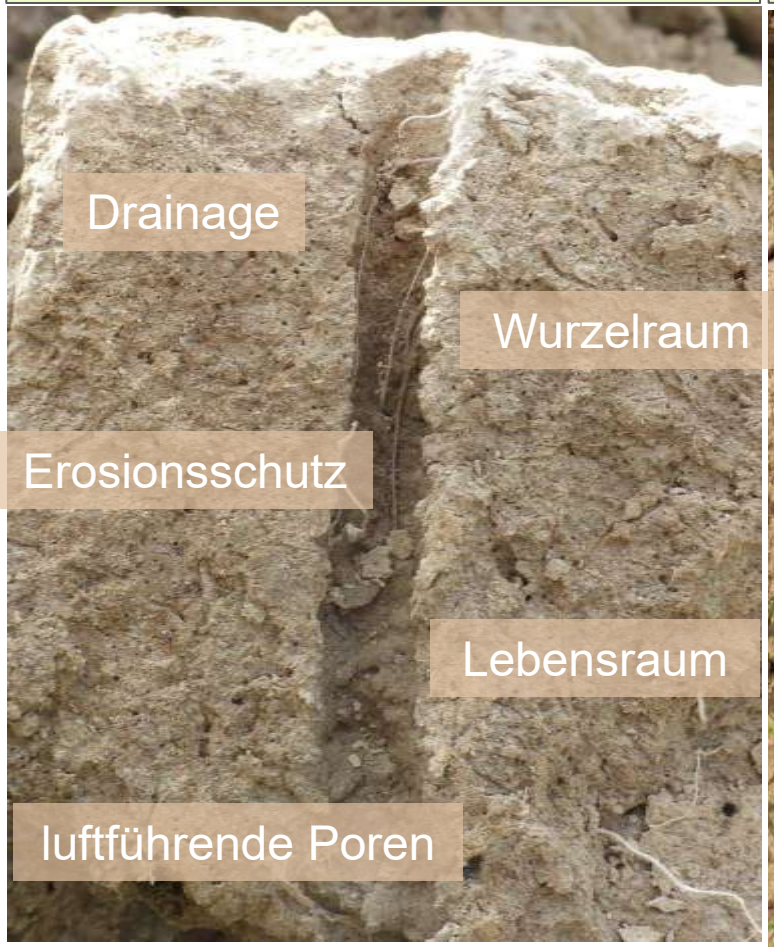
Roswitha Walter, LfL, Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau

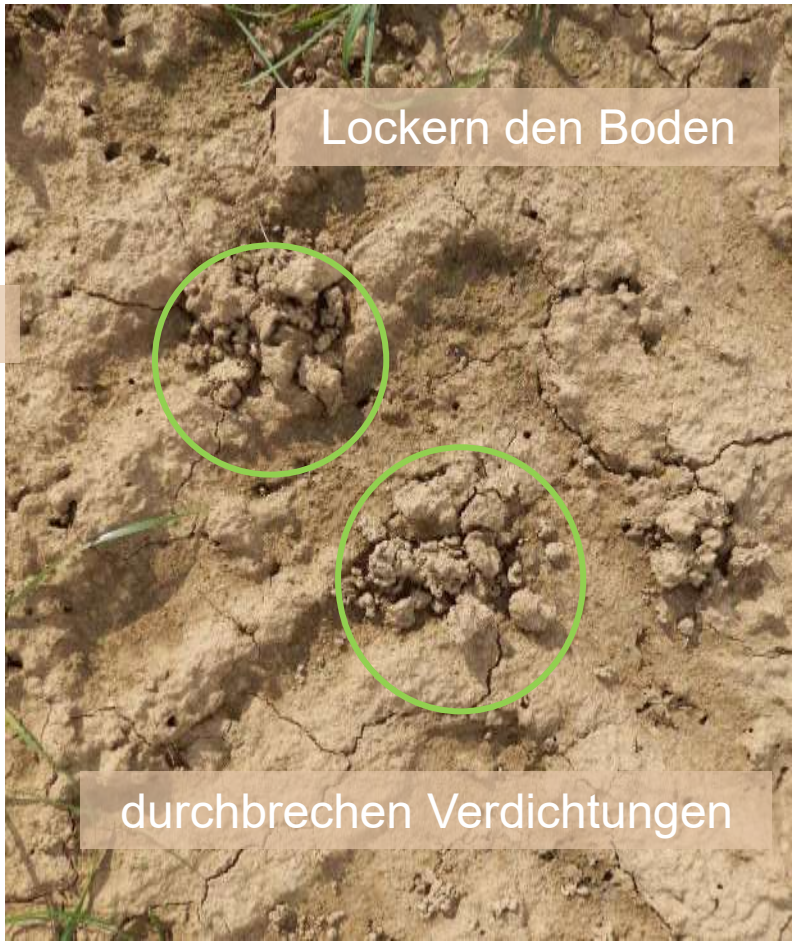
Vielfalt Regenwürmer – 51 Regenwurmarten in Deutschland

27 Arten in landwirtschaftlichen Nutzflächen in Bayern nachgewiesen.

Leistungen der Regenwürmer für die Bodenfruchtbarkeit

ihr nährstoffreicher Kot	ihre Röhren	ihre Grabaktivität





Regenwürmer – Lebensformen

Lebensformen

epigäische Arten

- leben v.a. in der Streu
- bilden keine oder nur temporäre Röhren

endogäische (flachgrabende) Arten

- leben im Mineralboden bis ca. 60 cm Tiefe und graben ständig neue auch horizontale Röhren
- tragen zur Feindurchmischung von organischer Substanz mit dem Mineralboden bei

anezische Arten

- legen nahezu senkrechte, tief in den Unterboden reichende stabile Röhren an
- sammeln organisches Material an der Oberfläche ein, das sie in ihre Röhren ziehen

Regenwurmbeprobung IWM - Versuch

Erfassungsmethode: Austreibung und Handauslese

Untersuchungsjahre: Ruhstorf a.d.R.: 2022, 2023, und 2024 (jeweils April)
Schwarzenau: 2024 (Ende März)

Beprobte Kultur: Winterweizen nach Mais (WW-Mais-**WW**-Soja)

1. Faktor: Unkrautregulierungsverfahren

- unbehandelte Kontrolle (**U)**
- chemische Unkrautregulierung (Herbizidanwendung) **(C)**
- integrierte Unkrautregulierung (Getreide: i. d. R. 1x striegeln und 1x reduz. Herbizid, Hackfrucht: 1 x hacken und 1x reduz. Herbizid) **(I)**
- mechanische Unkrautregulierung (Getreide: 2x striegeln, Hackfrucht 2 bis 3x hacken) **(M)**

2. Faktor: Bodenbearbeitungsverfahren: Pflug , Grubber

Statistische Auswertung: zweifaktorielle ANOVA und eine potenzielle Interaktion der beiden Hauptfaktoren , ggf. anschließender post hoc Tukey Test

Austreibung, 0,5 m² je Stichprobe

Handauslese, 0,1 m² je Stichprobe

Regenwurmarten - Abundanz (Individuen/m²)

Ruhstorf a.d.R.: 8 Regenwurmarten (überdurchschnittliche Artenvielfalt)

Schwarzenau: 2 Regenwurmarten (unterdurchschnittliche Artenvielfalt)

	Ruhstorf a.d.R. 2022	2023	2024	Schwarzenau 2024	Bestandssituation Deutschland
Juvenile					
Lumbricus spec,	30,4	8,1	33,0	1,2	
sonstige Arten (Flachgräber)	58,8	35,3	82,5	231,3	
Adulte Tiere, Streubewohner					
Lumbricus rubellus	0,1	0,1	1,0		sehr häufig
Adulte Tiere, Flachgräber					
Allolobophora chlorotica	3,0	1,6	5,0	69,7	häufig
Aporrectodea caliginosa	4,2	4,7	3,0	-	sehr häufig
Aporrectodea rosea	2,9	1,8	6,0	-	sehr häufig
Octolasion tyrtaeum	2,7	0,4	2,1	-	häufig
Octolasium montanum	0,6	0,4	0,3	-	Erstnachweis für Deutschland
Proctodrilus tuberculatus	21,3	8,8	11,9	-	sehr selten
Adulte Tiere, Tiefgräber					
Lumbricus polyphemus	2,1	1,5	8,0	-	selten
Gesamt	**125,9**	**62,5**	**152,8**	**302,1**	

Lumbricus polyphemus, Ruhstorf

Allolobophora chlorotica, Schwarzenau

Wirkung der beiden Hauptfaktoren auf Regenwürmer - Ruhstorf

p-Werte der zweifaktoriellen Anova:

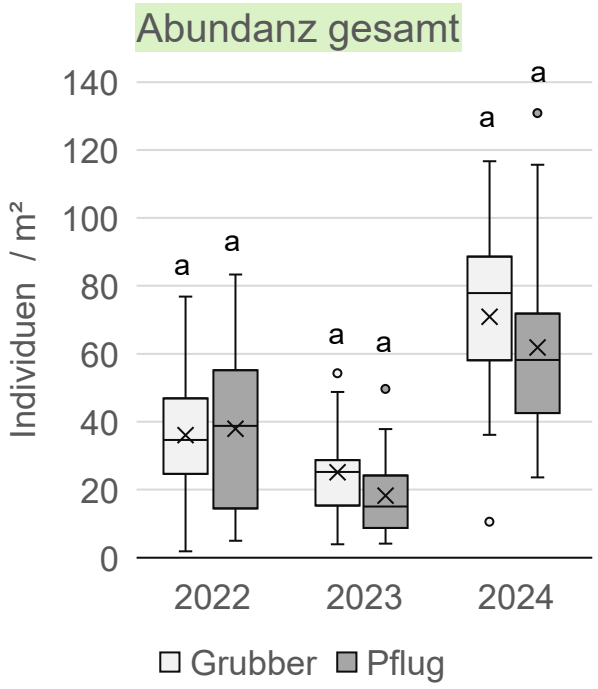
p-Wert < 0,05: * signifikanter Einfluss

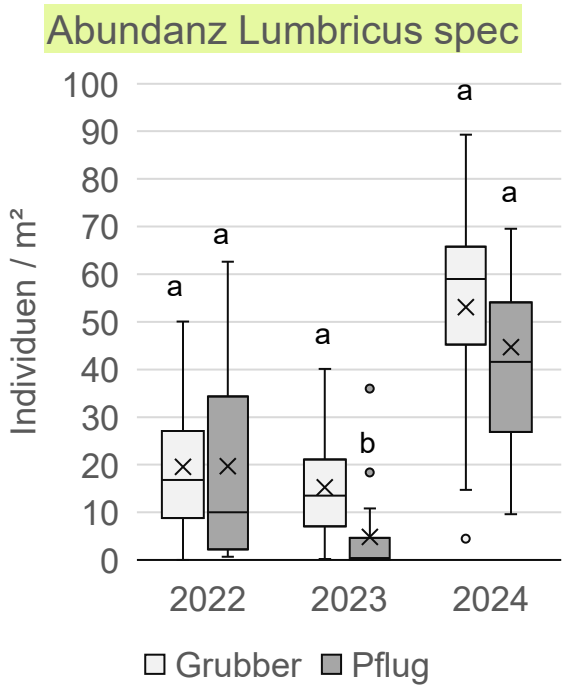
p-Wert < 0,1 : . tendenzieller Einfluss

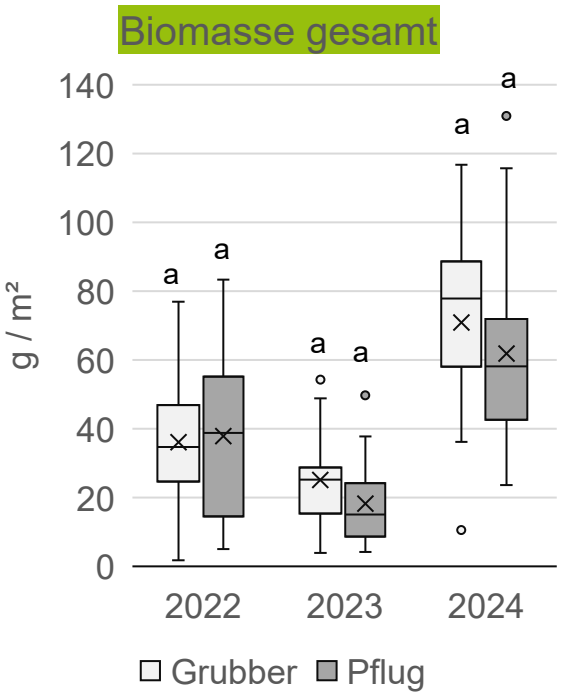
		Unkrautregulierungs-verfahren		Bodenbearbeitungs-verfahren	
		Abundanz	Biomasse	Abundanz	Biomasse
2022	Regenwürmer gesamt	0,636	0,739	0,363	0,834
	Lumbricus spec.	0,315	0,862	0,488	0,984
	endogäische Arten	0,7898	0,2762	0,396	0,739
2023	Regenwürmer gesamt	0,765	0,427	0,579	0,2
	Lumbricus spec.	0,9797	0,78	0,0133*	0,015*
	endogäische Arten	0,688	0,0518 .	0,823	0,153
2024	Regenwürmer gesamt	0,0435*	0,1524	0,233	0,359
	Lumbricus spec.	0,4125	0,117	0,264	0,339
	endogäische Arten	0,0492*	0,877	0,331	0,952

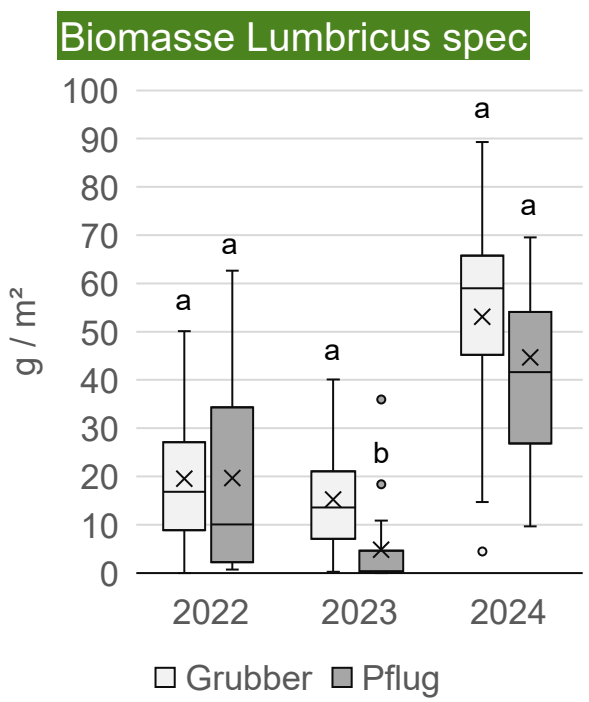
Für keine Variable der Regenwürmer war eine signifikante Interaktion zwischen den beiden Hauptfaktoren (Unkrautregulierungsverfahren und Bodenbearbeitungsverfahren) feststellbar.

Faktor Bodenbearbeitung – Standort Ruhstorf a.d.R.





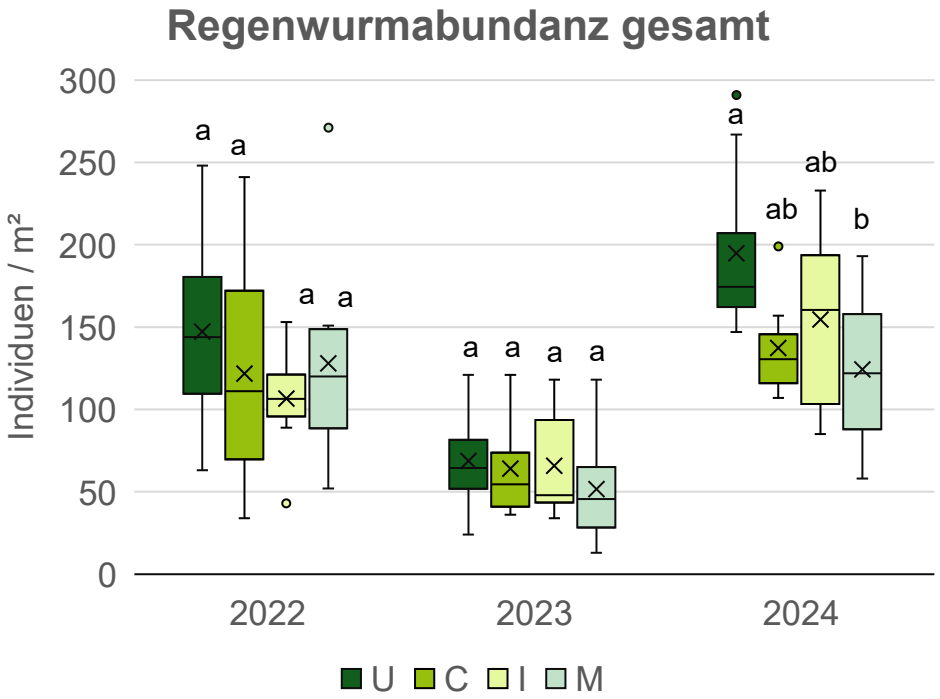


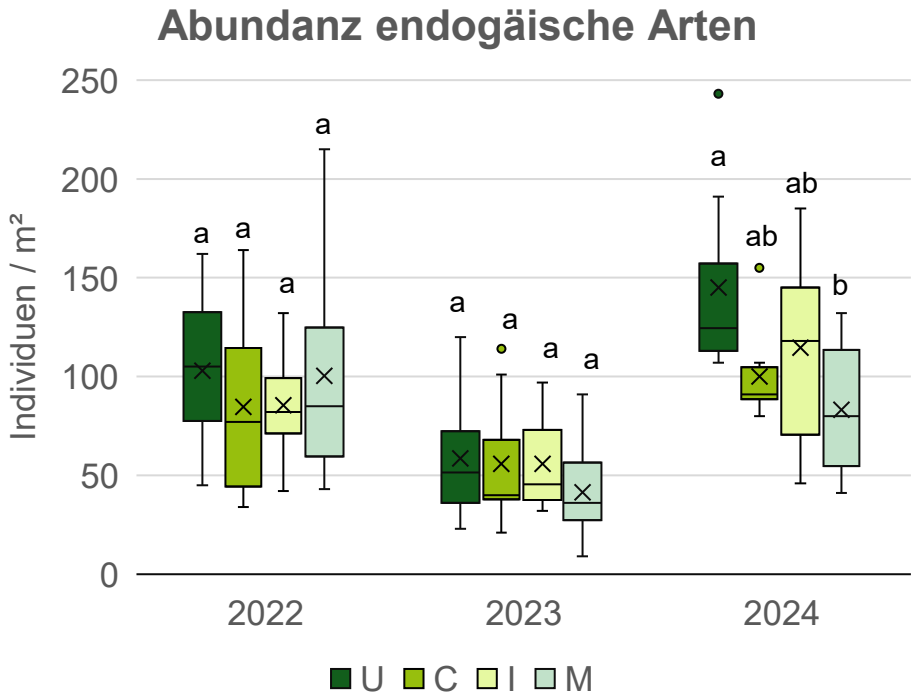


- Nur in einem Untersuchungsjahr (2023) war ein signifikant positiver Effekt der pflug-losen Bodenbearbeitung auf die Gattung *Lumbricus* spec (streubewohnende und tiefgrabende Arten) nachweisbar.
- Am Standort Ruhstorf tritt als Tiefgräber nicht die weit verbreitete Art *Lumbricus terrestris* auf, sondern die seltene Art *Lumbricus polyphemus*.

Lumbricus polyphemus, Ruhstorf

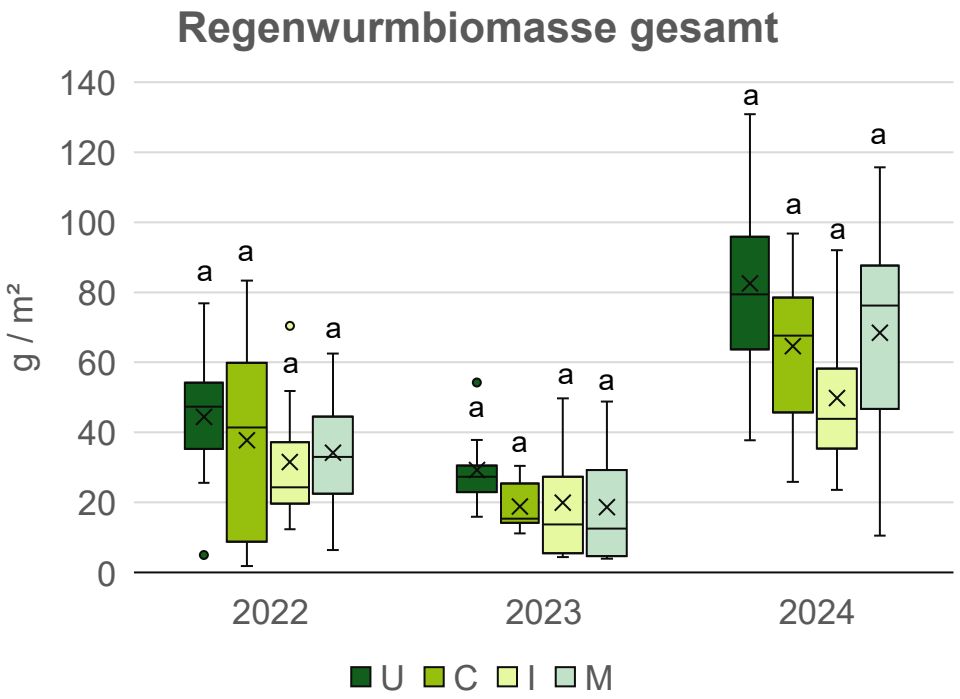
Faktor Unkrautregulierung – Regenwurmabundanz, Ruhstorf a.d.R.

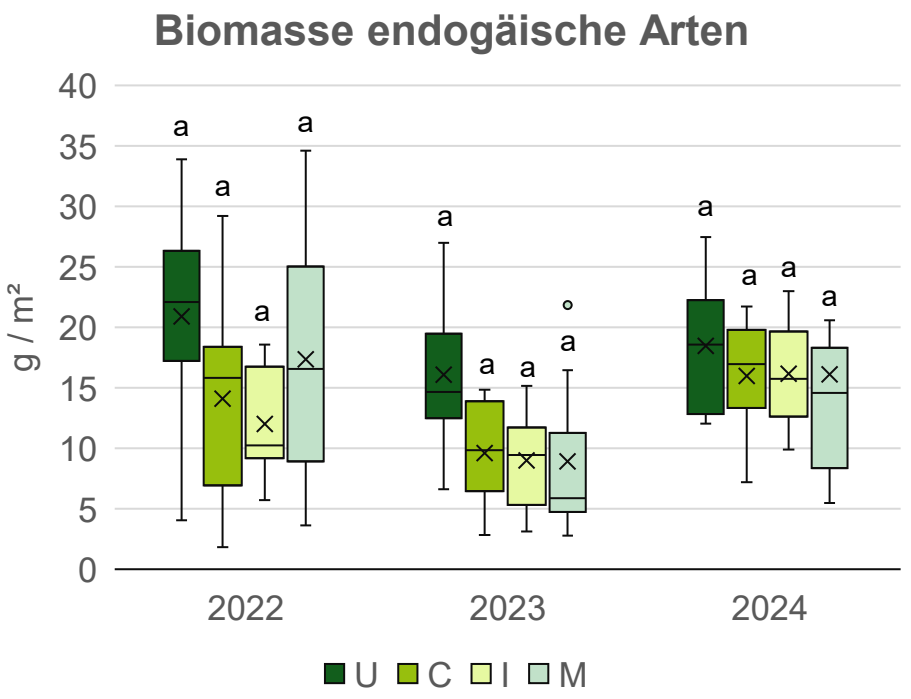




- Signifikante Unterschiede in der Abundanz der Regenwürmer ergaben sich lediglich zur unbehandelten Kontrolle im Jahr 2024.
- Zwischen dem chemischen, integrierten und unbehandelten Verfahren waren in keinem Untersuchungsjahr Unterschiede in der Abundanz der Regenwürmer nachweisbar.

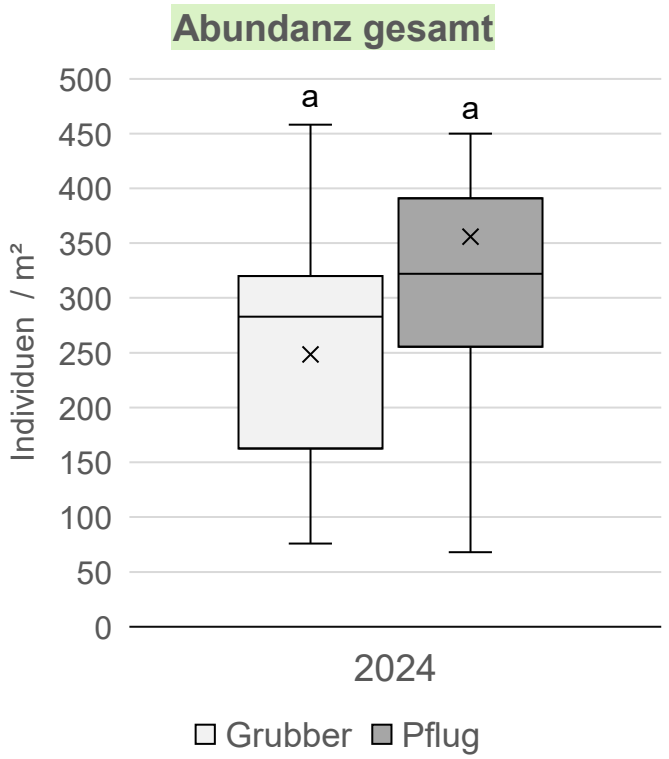
Faktor Unkrautregulierung – Regenwurmbiomasse, Ruhstorf a.d.R.

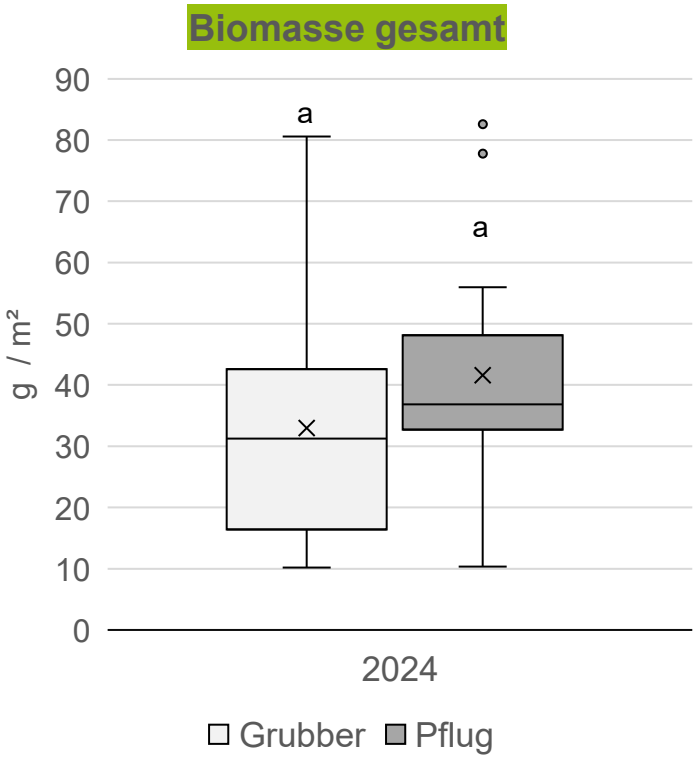




Es war in keinem Untersuchungsjahr ein signifikanter Einfluss der Unkrautregulierungsverfahren auf die Regenwurmbiomasse nachweisbar. Im Jahr 2023 zeigte sich ein tendenzieller Effekt der Unkrautregulierung auf die Biomasse der endogäisch lebenden Arten.

Faktor Bodenbearbeitung – Standort Schwarzenau

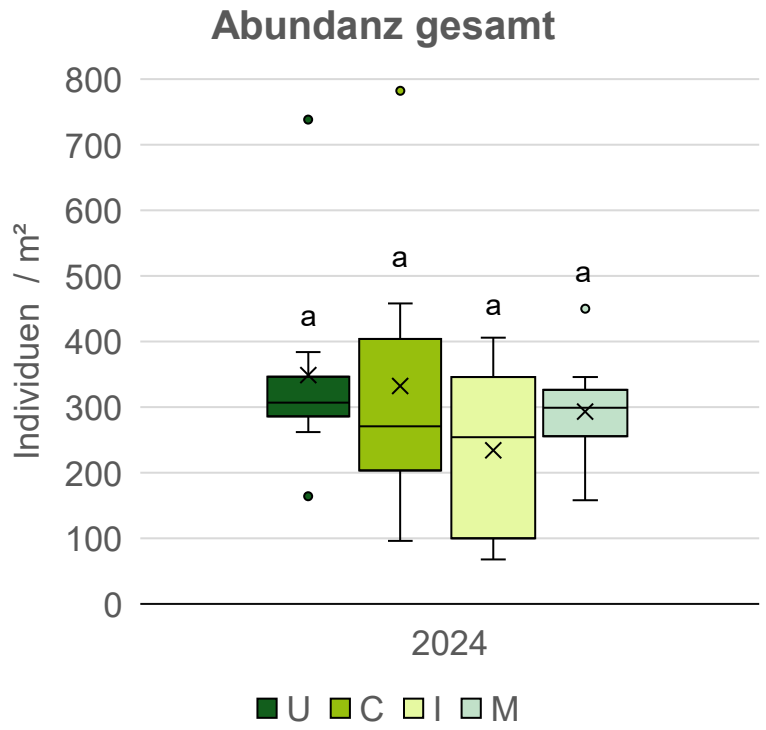


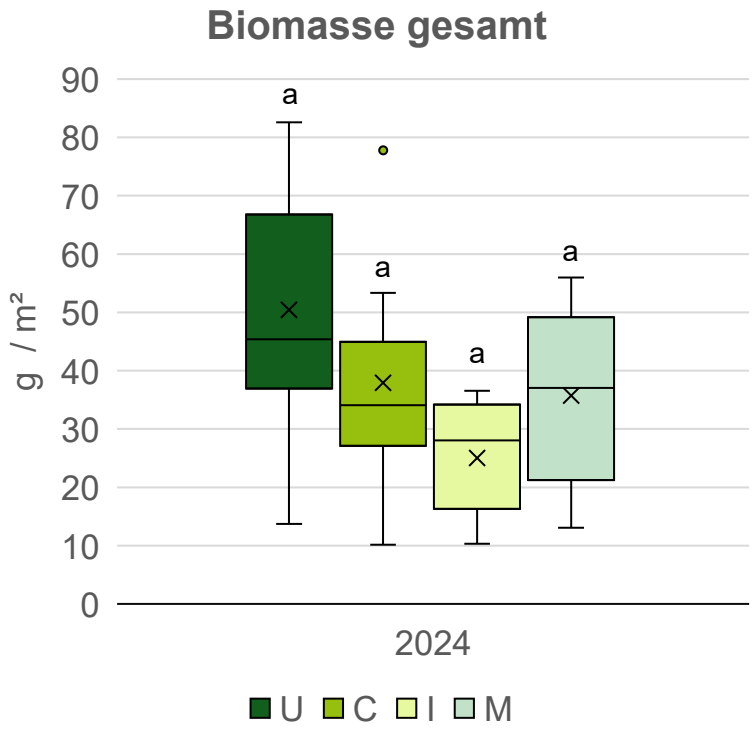


Am Standort Schwarzenau war im Untersuchungsjahr 2024 kein signifikanter Effekt der Bodenbearbeitung auf die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer nachweisbar. Ein tendenzieller Einfluss zeigte sich für die Abundanz (p=0,0681, zweifaktorielle Anova).

Eine endogäische, flachgrabende Art kommt am Standort Schwarzenau hochdominant vor, die eingearbeitetes, verrottendes, organisches Material als Nahrungsquelle nutzt.

Faktor Unkrautregulierung – Standort Schwarzenau





Am Standort Schwarzenau war im Untersuchungsjahr 2024 kein signifikanter Einfluss der Unkrautregulierungsverfahren auf die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer nachweisbar. Ein tendenzieller Einfluss der Unkrautregulierungsverfahren zeigte sich auf die Regenwurmbiomasse (p=0,0993, zweifaktorielle Anova).

Zusammenfassung und Fazit - Regenwürmer

- Es war keine Interaktion zwischen den beiden Faktoren Unkrautregulierung und Bodenbearbeitung auf die Regenwürmer feststellbar.
- Eine pfluglose Bodenbearbeitung ergab nur in einem Jahr am Standort Ruhstorf eine signifikant höhere Regenwurmabundanz und -biomasse von der Gattung *Lumbricus* spec.
- Signifikante Unterschiede in den Unkrautregulierungsverfahren zeigten sich lediglich zur unbehandelten Kontrolle und nur im Jahr 2024 in Ruhstorf. Betroffen war die Abundanz der Regenwürmer (gesamt) und der endogäischen Arten, nicht die Regenwurmbiomasse.
- Zwischen dem chemischen, integrierten und unbehandelten Verfahren waren in keinem Untersuchungsjahr signifikante Effekte weder in der Abundanz noch in der Biomasse der Regenwürmer nachweisbar.

Ob durch Herbizide negative Auswirkungen auf die Häufigkeit von Regenwürmern auftreten, ist wahrscheinlich abhängig von der Anzahl und Häufigkeit der Anwendungen (de Lima et al. 2023).

Schädliche Auswirkungen von Herbiziden auf die Vielfalt und Häufigkeit der Bodenfauna fallen geringer aus als bei Anwendung von Insektiziden, Breitbandmittel und Mehrfachwirkstoffe (Beaumelle et al. 2023)

Für ein vielfältiges und aktives Bodenleben unter Ackernutzung wird generell eine Verringerung des Pestizideinsatz empfohlen (Pelosi et al. 2013, Beaumelle et al. 2023).

Lumbricus polyphemus, Ruhstorf

Allolobophora chlorotica, Schwarzenau

LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Integriertes Unkrautmanagement

Insekten fördern durch mehr Beikraut?

J. Burmeister, LfL, Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau

Hintergrund

Reduktion des Einsatzes von chemisch-synthetischen PSM

- 50% Ziel Teil des „Maßnahmenpaket des StMELF zugunsten der **Artenvielfalt** und Naturschönheiten in Bayern“
- Mechanische Unkrautbekämpfung im Sinne der Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes wünschenswert
- Unter Laborbedingungen negative Effekte von Herbiziden nachgewiesen, im Freiland eher nicht
- Zusätzliches / alternatives Nahrungsangebot durch Beikraut hat einen Effekt auf Insekten
- Auch Ackerflächen beheimaten Artenvielfalt

Fragestellung

Führt unter praxisnahen Bedingungen die Umstellung auf mechanische Beikrautregulierung zu nachweisbarer Steigerung der Biodiversität?

Welche Insektengruppen sind hierbei betroffen?

Eignet sich die Methodik zur Beurteilung von Biodiversität in Getreide-Feldern?

Methodik – Erfassung im Feld

Streifkescher mit 40 Schlägen (einmal Parzelle rauf und wieder runter)

Untersuchte Varianten:

Unbehandelt Pflug	**U - P**
Unbehandelt Grubber	**U - G**
Mechanisch Pflug	**M - P**
Mechanisch Grubber	**M - G**
Chemisch Pflug	**C - P**
Chemisch Grubber	**C - G**

Datum	Kulturblock	Daten	Temperatur
22.06.2023	A	Individuen; Metabarcoding	25,2 °C
17.06.2024	B; D	Individuen; Metabarcoding	19,4 °C
17.06.2025	A; C	Individuen	18,8 °C

Methode – Zählen / Metabarcoding

Bestimmung der Individuenzahlen

- Tüten aufschneiden
- Insekten aussortieren (Pflanzenmaterial)
- Insekten zählen
- Insekten zu Taxon zuordnen (min. Ordnungsniveau + relevante leicht erkennbare Taxa, derzeit 57)

Metabarcoding

- Zusammengeworfene Tiere werden an ext. Labor verschickt (80% Ethanol)
- Trocknen, Homogenisieren, DNA Extraktion
- Amplification CO1, PCR, Sequenzierung
- Bioinformatik, Abgleich mit Referenzdatenbanken

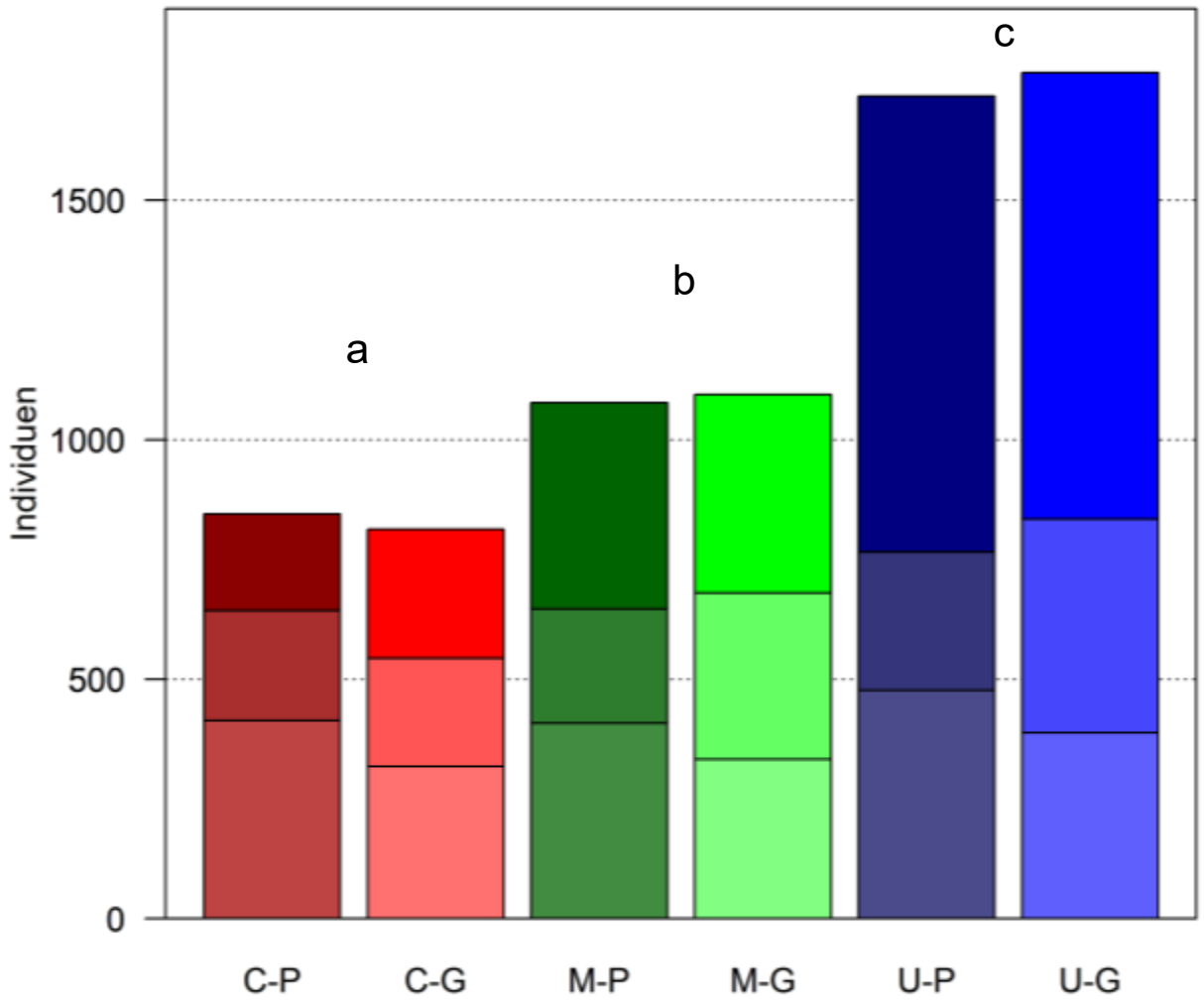
Insekten insgesamt

Was sitzt in einem Getreidefeld im Juni?

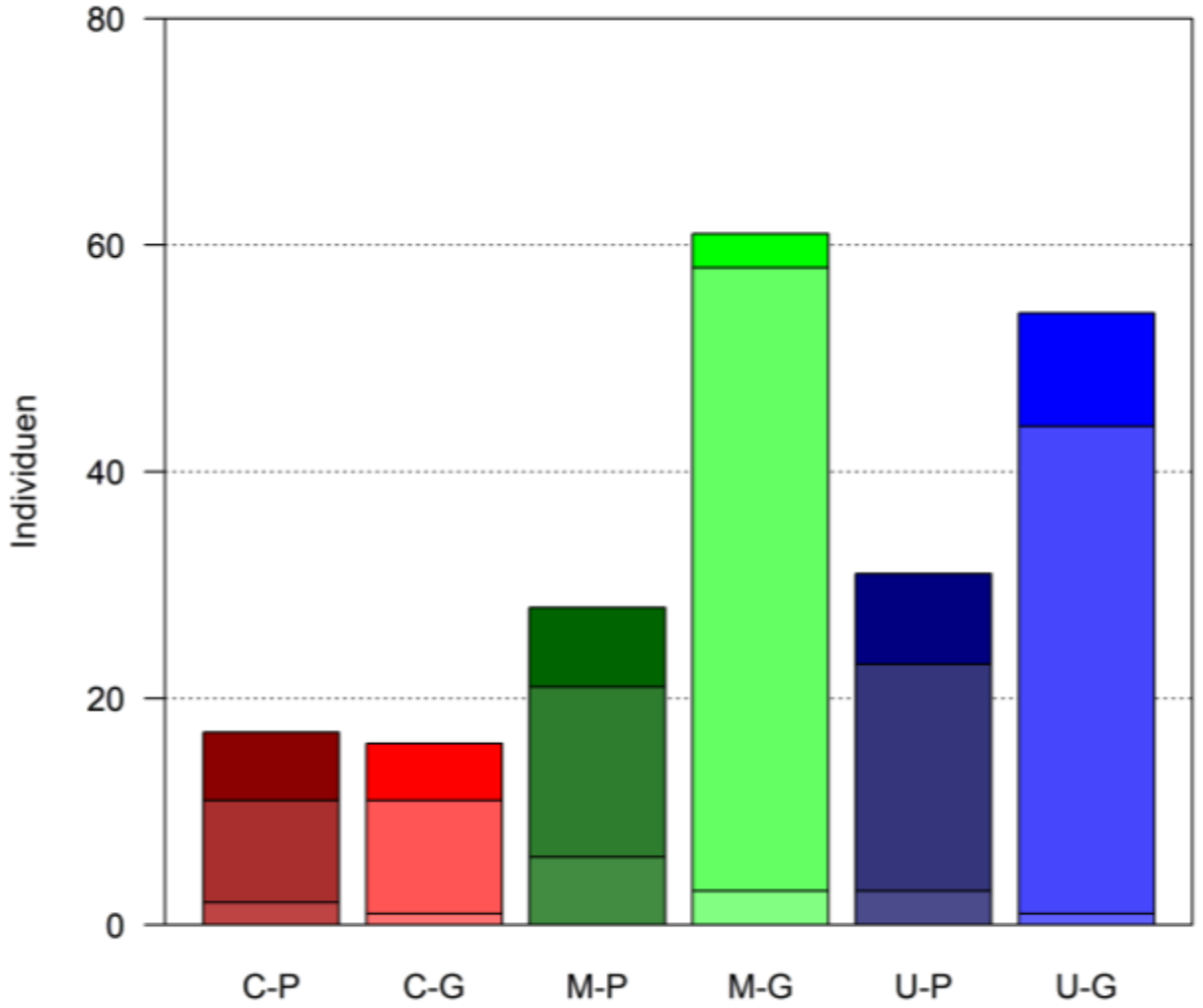
- 7.312 Arthropoden (Insekten + Spinnentiere)
- Häufigste Gruppen:

sonst. Fliegen:	ca. 1.300
Blattläuse:	ca. 1.280
Mücken:	ca. 850
Wanzen:	ca. 500
Raupen:	ca. 430
Thripse:	ca. 400
sonst. Wespen	ca. 350

Insgesamt signifikante Unterschiede zwischen den Unkrautregulierungsverfahren.

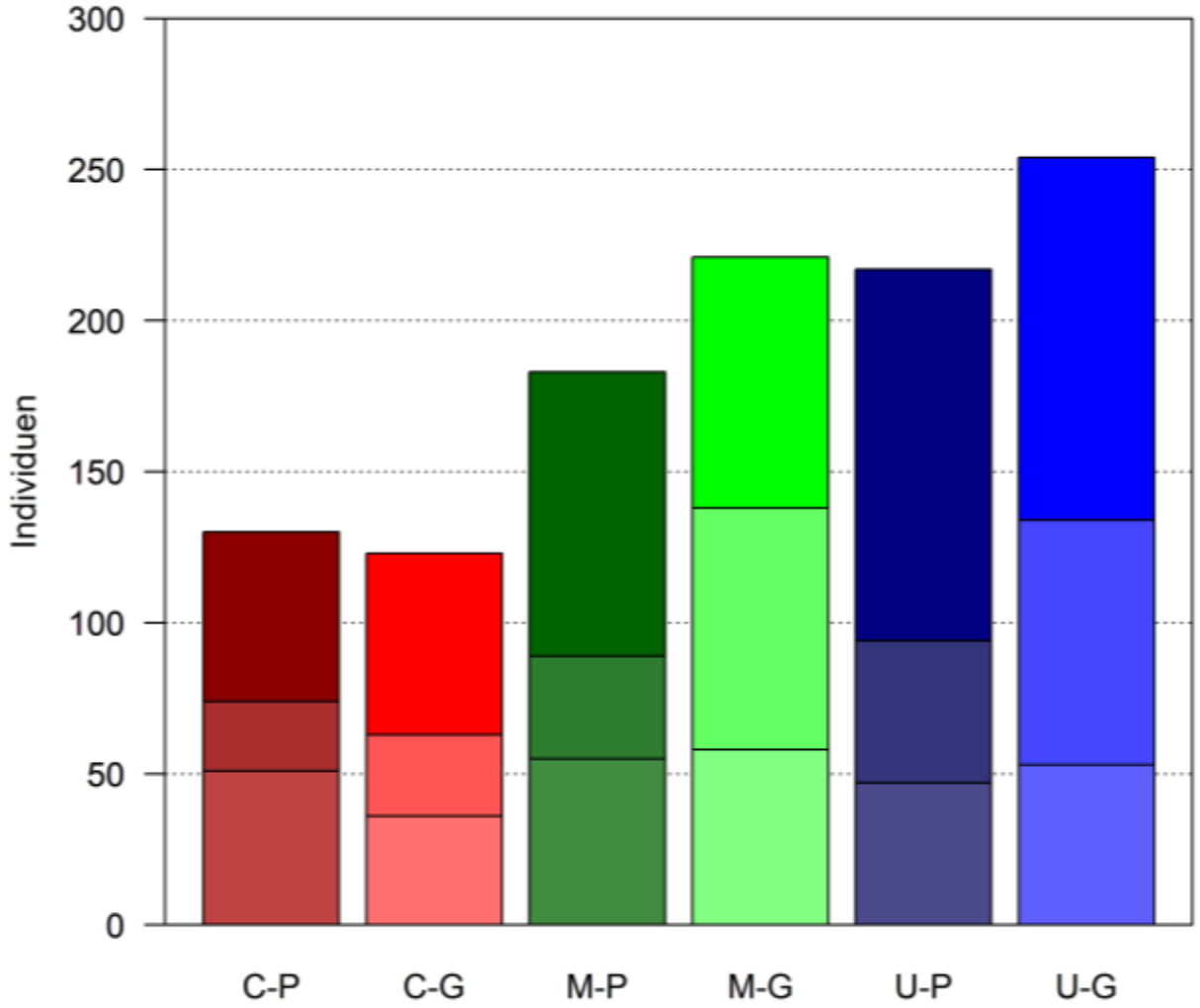


Blattlausräuber



Marienkäfer + Marienkäfer-Larven + Florfliegen + Florfliegen-Larven + Schwebliegen + Schwebfliegen-Larven

pot. Gegenspieler insgesamt



Blattlausräuber + räuberische Fliegen + Spinnen + räuberische Käfer + Parasitoide Hautflügler

LfL

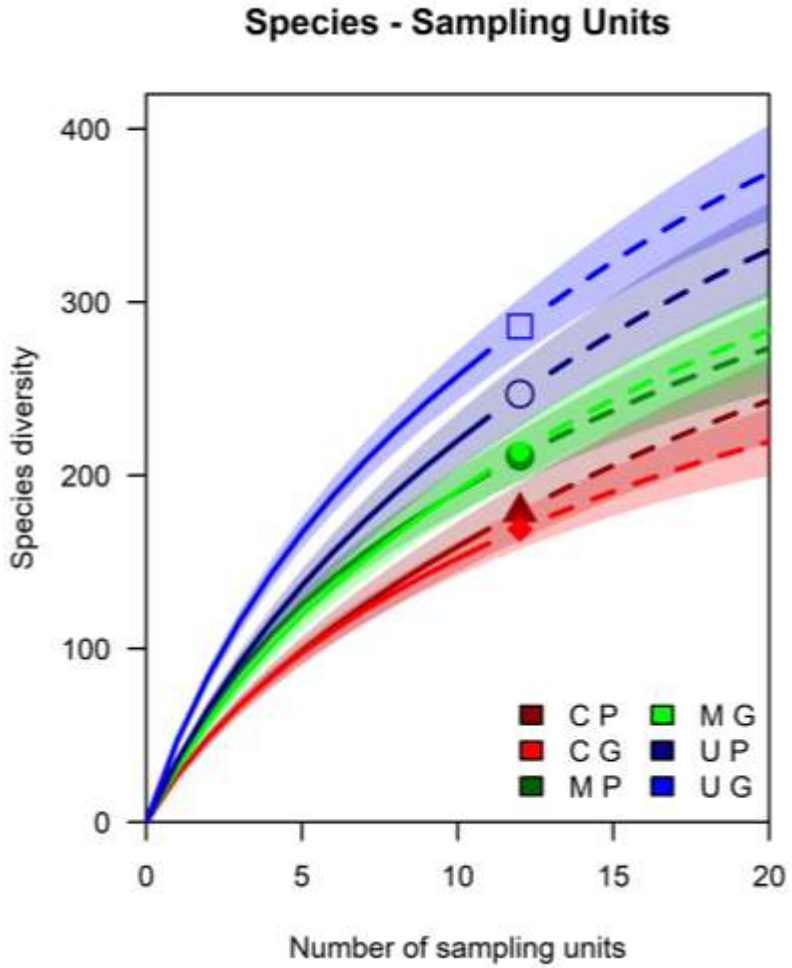
Artenzahlen

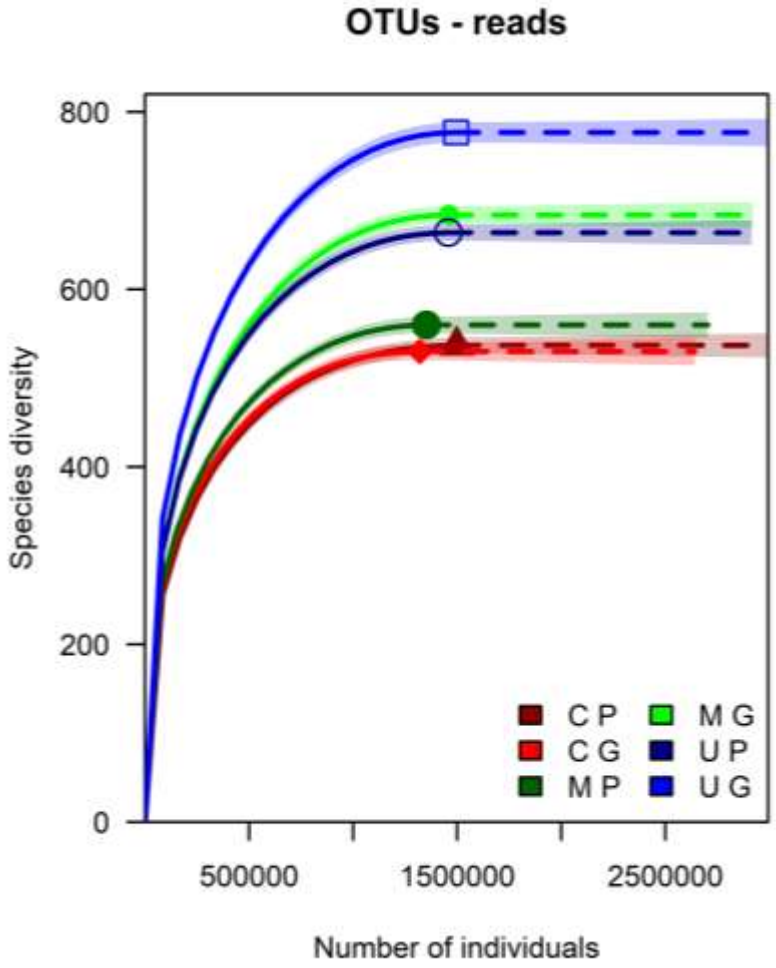
Mittlere Artenzahl:

2023 ≈ 21
2024 ≈ 12

Keine Unterschiede zwischen den Varianten feststellbar.

Kumulative Artenzahlen (γ Diversität) aber mit deutlichen Unterschieden.





Insekten ~ Unkrautdeckung

Zusammenhang zwischen Unkrautdeckung und Insekten Individuen- und Artenzahlen.

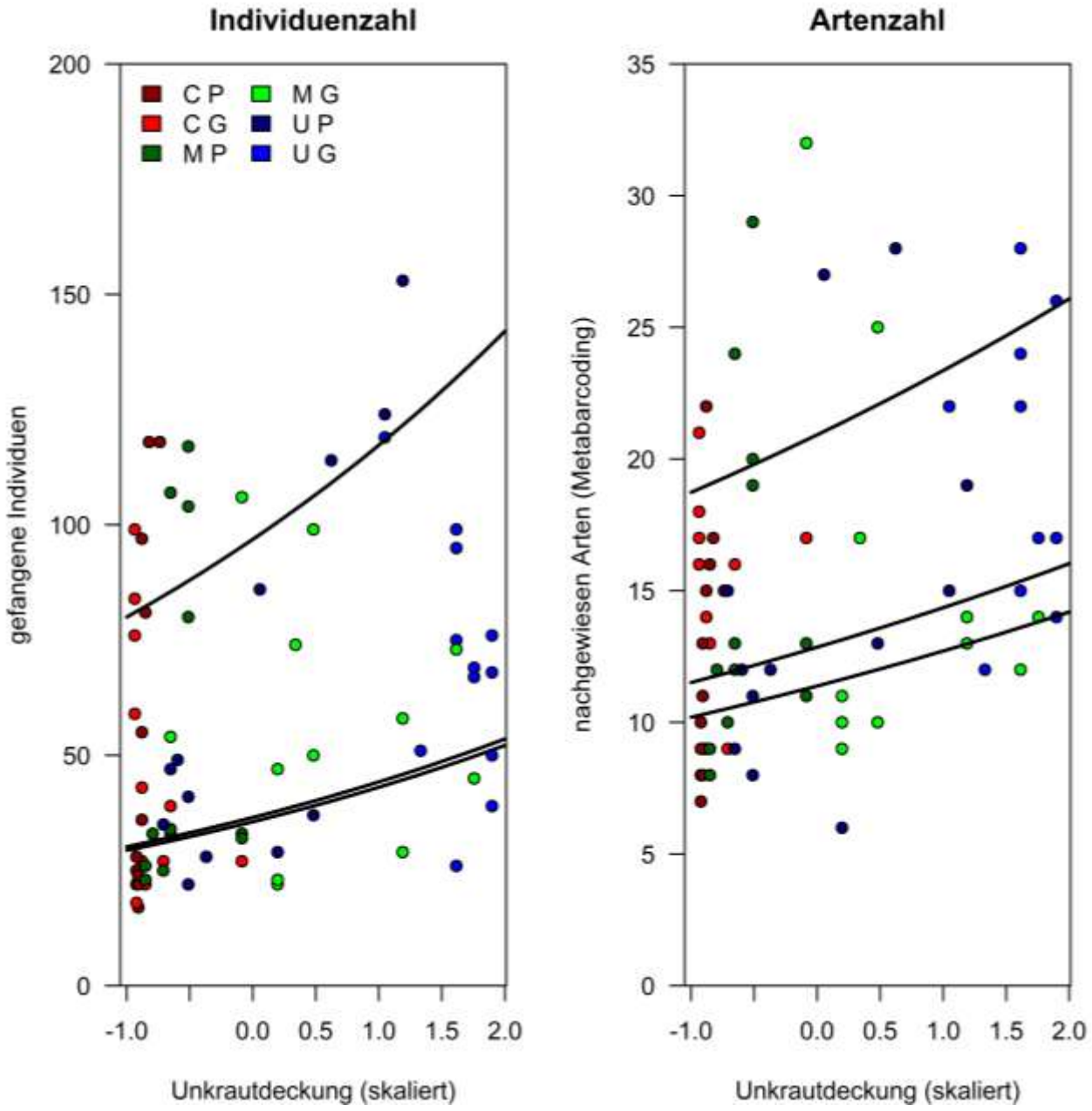
- Daten 2023 und 2024
- Geraden für jeden Kulturblock:Jahr
- Unkrautdeckung skaliert, Verteilung gut

  100% Unkrautdeckung = 2.0

  33% Unkrautdeckung = 0.0

  0% Unkrautdeckung = -1.0

Zwischen keine Verunkrautung und mittlerer Verunkrautung im Versuch ca. 21 Individuen und 3 Arten mehr.



LfL

Schädlinge und ihre Gegenspieler

Potentiell schädliche Insekten

49 Arten

Getreidehähnchen, -blattläuse, -blattwespen, -thripse, -halmfliegen, -gallmücken

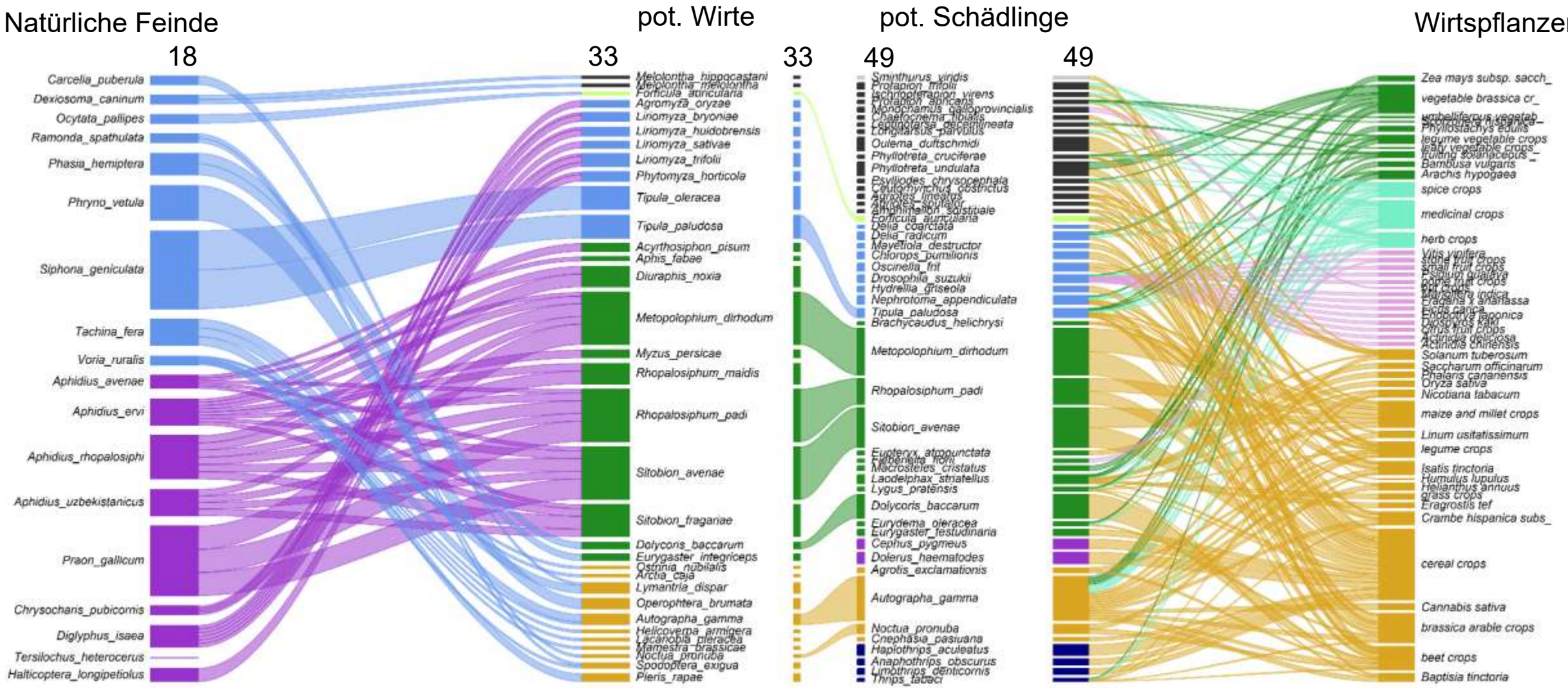
aber auch nicht direkte gebundene Insekten wie Kohlfliege, Gammaeule, Schnaken usw.

Gegenspieler von Schädlingen

32 Arten

Schwebfliegen, Marienkäfer, Blattlaus-Brackwespen, Raupenfliegen

Netzwerke – Potential – Natürliche Regulation



Erkenntnisse?

Erkenntnisse - Insektenfauna

- Mechanisches Unkrautmanagement verbessert Situation für Insekten
  Übertragbarkeit auf KULAP (K42) – „Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel bei Wintergetreide/Winterraps“
- Maximale Ergebnisse für Insekten ohne Unkrautmanagement
  (möglicherweise sinnvoll als kostengünstige, ökologische Maßnahme in Streifen, Randstreifen, Akzeptanz?!)
- Wechselwirkungen mit Insektiziden und Schädlingen, möglicherweise können auch natürliche Gegenspieler profitieren, ökonomische Schwellenwerte relevant
- Neue Methoden zur Beurteilung von Insektengemeinschaften in Agrarökosystemen weiterentwickeln

IWM-Projektbericht
2021-2024 auf
LfL/Publikationen/Schriftenreihe

Gefördert durch das
Bayerische Landwirtschaftsministerium

© 2026