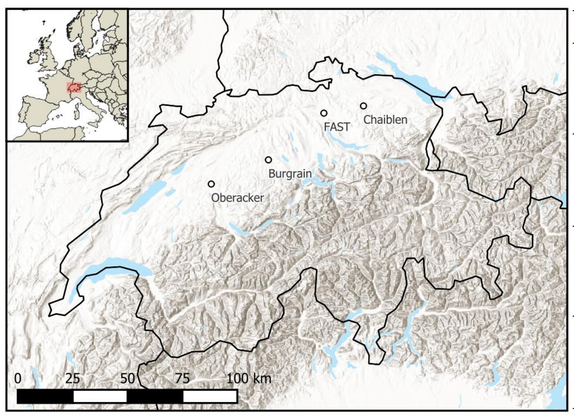
Einfluss der Bewirtschaftung auf Erträge und Boden: Erkenntnisse aus vier Langzeit-Feldversuchen

Anna Kessler Seiz[1,2], Grischa Förderer[1,3], Andreas Chervet[4], Urs Zihlmann[1], Olivier Heller[1], Raphaël Wittwer[1]
[1] Agroscope; [2] Fachhochschule Nordwestschweiz; [3] Universität Zürich; [4] LANAT, Kanton Bern

Statistische Analyse über mehrere Standorte

Wir haben Daten zur Bewirtschaftung, Erträgen und Boden aus vier Langzeitversuchen (Abb. 1) gemeinsam ausgewertet. Um die Bewirtschaftung zu vergleichen berechneten wir quantitative Bewirtschaftungsindikatoren für die Intensität der Bodenbearbeitung (STIR), der mineralische Stickstoffdüngung (N), der Kohlenstoff-einträge (C) durch Pflanzen und organische Dünger, sowie des Pflanzenschutzes.



Versuch	Boden	Bewirtschaftung
Oberacker 1994 - heute	sandiger Lehm, Braunerde	4: Pflug / No-till x GRUD / Kinsey Düngung
Burgrain 1991 - 2008	Lehm, Braunerde-Gley	3: ÖLN / IP / Bio
FAST 2009 - heute	Lehm, Kalkbraunerde	16: ÖLN / No-till / Bio / Bio red. Bearb. x Grün-düngung x 2 N-Stufen
Chaiblen 1989 - 2000	lehmiger Ton, Braumerde-Gley	6: 3 Fruchtfolgen x intensiv / extensiv

Abb 1: Standorte, Böden und Bewirtschaftung der ausgewerteten Versuche

Ernteerträge

Weizenerträge (n = 613) wurden vorrangig durch die N Düngung (Relevanz = 23%), die Pflanzenschutzintensität (15%) und Bearbeitungsintensität (15%) bestimmt. Der Effekt der Bewirtschaftungsintensität hing jedoch von den Witterungsbedingungen des Anbaujahres ab. So war der Effekt höherer Bodenbearbeitung in relativ feuchten Jahren positiv, während er in Jahren mit trockenem Frühling (März–Mai) und Sommer (Juni–August) abnahm oder sogar negativ war.

Tab. 1: Schätzwerte der fixen Effekte des gemischten Modells für den Weizenertrag in kg TM ha^{-1}. Signifikanzcodes geben *p*-Werte an. *: *p*-Wert < 5%, **: *p*-Wert < 1%, ***: *p*-Wert < 0.1%

Parameter	Schätzwert	Std. Fehler	Signifikanz
Konstante	7783	± 2941	*
Mineralische N Düngung (kg ha^{-1})	21.2	± 3	***
- Interaktion mit Frühlingsniederschlag	-0.045	± 0.011	***
Bearbeitungsintensität (STIR)	-17.3	± 4.5	***
- Interaktion mit Sommerniederschlag	0.03	± 0.01	*
- Interaktion mit Frühlingsniederschlag	0.042	± 0.01	***
Pflanzenschutzintensität (applications)	1296	± 307	***
- Interaktion mit Frühlingsniederschlag	1.21	± 0.37	**
- Interaktion mit Sommertemperatur	-79.4	± 16.2	***
Sommerniederschlag (mm)	-3.9	± 1.9	*
Sommertemperatur (°C)	-126	± 140	
Frühlingsniederschlag (mm)	-2	± 1.8	

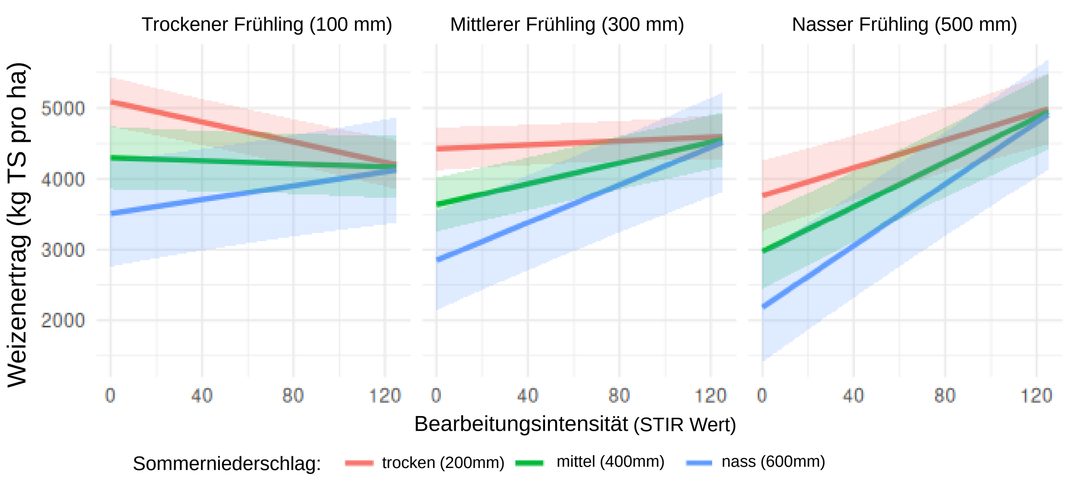


Abb. 2: Geschätzter Weizenertrags nach Bodenbearbeitungsintensität und Niederschlägen basierend auf dem in Tabelle 1 dargestellten statistischen Modell. Die schattierten Bereiche zeigen die Konfidenzintervalle der Vorhersage. Die verbleibenden Parameter wurden auf den Medianwert unseres Datensatzes gesetzt.

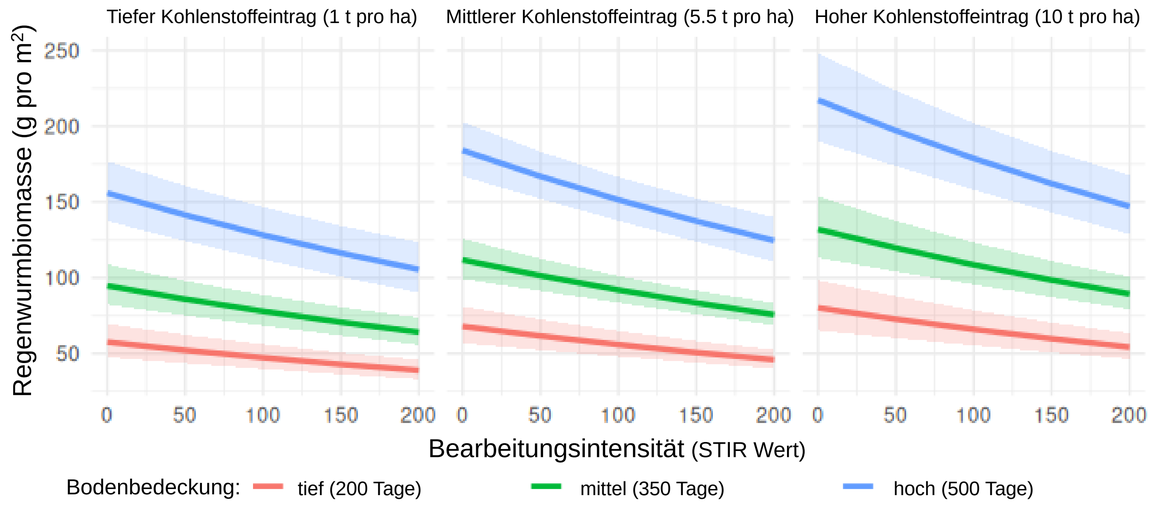


Abb. 3: Regenwurmbiomasse bei unterschiedlicher Bodenbedeckung, Bodenbearbeitungsintensität und C-Einträgen, basierend auf dem in Tabelle 2 dargestellten Modell. Die schattierten Bereiche zeigen die Konfidenzintervalle der Vorhersage. Die Werte für Bodenbedeckung, Bodenbearbeitung und C-Einträge wurden mit einer Halbwertszeit von einem Jahr diskontiert. Der maximal erreichbare Wert für die Bodenbedeckung lag dadurch bei ~526 Tagen.

Regenwürmer

Wir untersuchten die Regenwurmbiomasse (n = 318) als schnell reagierenden Indikator für die Bodenfruchtbarkeit. Die Werte wurden zeitlich diskontiert (Halbwertszeit: 1 Jahr) gewichtet. Die Biomasse war höher bei stärkerer Bodenbedeckung (Anzahl Tage mit mehr als 30 % Bedeckung), geringerer Bodenbearbeitung und höheren Kohlenstoffeinträgen in der Zeit vor der Probenahme. Die jeweilige Relevanz war 72 %, 21 % und 8 %.

Tab. 2: Schätzwerte der fixen Effekte des gemischten Modells für die logarithmierte Regenwurmbiomasse (g m^{-2}). Signifikanzcodes geben *p*-Werte an. .: *p*-Wert < 10 %, *: *p*-Wert < 0,1 %.

Parameter	Schätzwert	Std. Fehle	Signifikanz
Konstante	1.34 ± 0.12		***
Diskontierte Bodenbedeckung (Tage)	1.44E-03 ± 2.4e-04		***
Diskontierte Bearbeitungsintensität (STIR)	-8.48E-04 ± 2.14e-04		***
Diskontierter Kohlenstoffeintrag (kg ha^{-1})	1.60E-05 ± 8.3e-06		.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Der Einsatz numerischer Indikatoren zur Bewertung standortspezifischer Bewirtschaftungseinflüsse auf Erträge und Bodenfruchtbarkeit ist vielversprechend. Die Integration weiterer Standorte und Daten aus Experimenten und Praxis wird eine tiefergreifende Analyse ermöglichen, etwa zu nichtlinearen und komplexen Zusammenhängen. Das langfristige Ziel ist es, standortangepasste Bandbreiten nachhaltiger Bodenbewirtschaftung zu finden.

Zusammenfassung
Weizenerträge hingen vor allem von Stickstoff-düngung, Pflanzenschutz und Bodenbearbeitung ab, wobei das Wetter einen starken Einfluss hatte. Die Regenwurmbiomasse stieg bei höherer Bodenbedeckung, reduzierter Bodenbearbeitung und höheren Kohlenstoffeinträgen. Numerische Indikatoren erlaubten es standortspezifische Effekte auf Ertrag und Bodenfruchtbarkeit sichtbar zu machen.

Quellenangabe:
Heller, O., Chervet, A., Durand-Maniclas, F., Guillaume, T., Häfner, F., Müller, M., Wittwer, R. and Keller, T. (2025), SoilManageR—An R Package for Deriving Soil Management Indicators to Harmonise Agricultural Practice Assessments. *Eur J Soil Sci, 76*: e70102. doi: 10.1111/ejss.70102

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs, Education and Research EAER
Agroscope

Agroscope good food, healthy environment