

Der Einfluss biologischer Bewirtschaftung auf Ökosystemleistungen von Wiesen und Weiden

Richter F¹, Lüscher A², Jan P³, El Benni N³, Suter M², Buchmann N¹ & Klaus V H^{1,2}

Keywords: Ökosystemleistungen, biologische Landwirtschaft, Grasland, Beweidung

Abstract

We investigated the effect of organic vs. conventional agriculture and grazing vs. mowing management on eleven Ecosystem Service (ES) indicators of 54 intensively managed grasslands in the Canton of Solothurn, Switzerland. A generalized linear latent variable model revealed that only potential nitrogen leaching was lower in organically than in conventionally managed grasslands. However, more ES were affected by mowing vs. grazing. Specifically, grazed grasslands had higher fodder digestibility, higher root biomass and nectar provision than mown grasslands. In comparison, mown areas had higher aboveground biomass, lower potential nitrogen leaching, and were more aesthetically appealing. Thus, management choices related to grazing vs. mowing can be important tools to promote specific sets of ES.

Einleitung und Zielsetzung

Grasland kann eine große Bandbreite an wichtigen Ökosystemleistungen (ÖL) erbringen und damit eine hohe ÖL-Multifunktionalität aufweisen. Eine *biologische Bewirtschaftung*, die auf Pestizide und mineralische Dünger verzichtet, könnte eine Strategie zur Förderung der ÖL-Multifunktionalität von Grasland unter Beibehaltung beinahe gleich hoher Erträge darstellen (Klaus et al., 2013). Ein weiterer Einflussfaktor auf die ÖL-Multifunktionalität von Grasland ist die *Weide- vs. Schnittnutzung*. Zhu et al. (2021) fanden eine Abnahme der Biodiversität und Bodenfunktionen mit Beweidung, während andere Studien eine Verbesserung dieser Parameter unter Beweidung beobachteten (Gilmullina et al., 2020; Tälle et al., 2016). Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu untersuchen, ob es einen positiven Effekt von biologischer gegenüber konventioneller Bewirtschaftung und Weide- gegenüber Schnittnutzung auf die ÖL-Multifunktionalität auf Parzellen von Landwirtschaftsbetrieben gibt.

Methoden

Im Zeitraum von 2020-2021 wurden im Kanton Solothurn, Schweiz, 30 Wiesen und 24 Weiden untersucht (Weiden: vorwiegend beweidet; Wiesen: vorwiegend gemäht; konventionell: keine zertifizierte biologische Bewirtschaftung). Keine der Parzellen befand sich im Biodiversitätsförderprogramm (BFF) und folglich wurden die Parzellen mittelintensiv bis intensiv bewirtschaftet. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, lagen eine biologische und eine konventionelle Parzelle jeden Grasland-Typs stets nahe beieinander (<2 km). Detaillierte Nutzungsinformationen (Düngung, Schnitt, Beweidung) wurden für 2020 und 2021 in Interviews mit den Landwirt*innen abgefragt. Folgende ÖL-Indikatoren wurden erhoben: **Biomasse**: erster Aufwuchs, in vier 50 cm

¹ ETH Zürich, Universitätstr. 2, 8092 Zürich, Schweiz, franziska.richter@usys.ethz.ch

² Agroscope, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz

³ Agroscope, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Schweiz

x 50 cm Quadraten pro Fläche, korrigiert für die Temperatursumme bis zum Erntetag; **Futterqualität:** verdaubare organische Substanz (VOS) des Aufwuchses über enzymatische Verdauung im Pansensaft; **Wurzelmasse:** Summe der Wurzelmasse in drei Boden-Zylindern (5 cm tief, Ø 5 cm) pro Fläche; **Anzahl Regenwürmer:** Mittelwert von drei 20 cm x 20 cm x 30 cm Boden-Blöcken, mit linearer Regression für Bodenfeuchte korrigiert; **organischer Bodenkohlenstoffvorrat:** in 0-20 cm Tiefe aus 20 gepoolten Bodenproben pro Fläche, gemessen durch Zersetzung der organischen Substanz durch Kaliumdichromat, multipliziert mit der Lagerungsdichte in 5-10 cm Tiefe; **Verdichtung:** Lagerungsdichte, jeweils drei Boden-Zylinder (siehe Wurzelmasse) in 0-5 und 5-10 cm gepoolt, gemittelt pro Tiefe und für den Tongehalt des Bodens korrigiert; **Abundanz symbiotischer arbuskulärer Mykorrhiza-Pilze (AM-Pilze):** Anteil der Bodenpilz Taxa, die potenziell zu symbiotischer Mykorrhiza fähig sind. Mit Hilfe DNA-Metabarcoding von 20 gepoolten Bodenproben (0-20 cm) pro Fläche (siehe organischer Bodenkohlenstoff); molekulare Methodik und Datenverarbeitung nach Degruene et al. (2019); **potentielle Nitrat-Auswaschung:** berechnet mit dem britischen Nitrate-leaching-tool (Martin et al., 2021) basierend auf Nutzungsdaten der Flächen; **Pflanzenarten:** kumulative Artenzahl von zwei 2 m x 2 m Aufnahmequadraten je Fläche; **Nektar-Verfügbarkeit:** Basierend auf der Erhebung für Pflanzenarten berechnet mit Daten zu Nektarmengen pro Art (Baude et al., 2016); **Ästhetik:** aus einer Online-Umfrage mit Fotos von allen Beständen abgeleitet (Skala von 1-5).

Mithilfe von ANOVAs wurde der Effekt von biologischer Bewirtschaftung sowie Beweidung auf die Nutzungsvariablen bestimmt. Alle ÖL-Indikatoren wurden zwischen 0 und 1 skaliert. Für die statistische Analyse wurden die Werte für die ÖL-Indikatoren, für die hohe Werte eine tiefe ÖL bedeutet, umgekehrt. Es wurde ein generalisiertes lineares multivariates Modell in R verwendet (GLLVM, Niku et al., 2019), um den Effekt von biologischer vs. konventioneller Bewirtschaftung und von Weide vs. Wiese auf alle ÖL-Indikatoren zu analysieren.

Ergebnisse

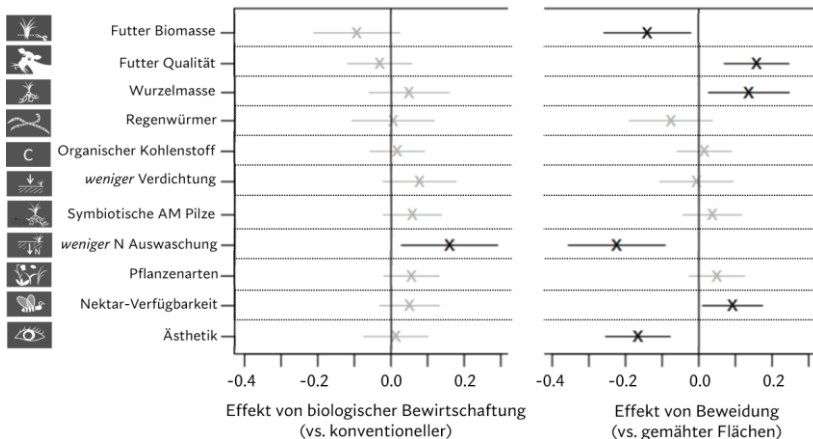
Biologisch bewirtschaftete Flächen erhielten verglichen mit konventionellen Flächen im Mittel leicht weniger verfügbaren Stickstoff (N) als Düngergabe ($p=0,034$), aber die Streuung der Werte war hoch (Tabelle 1). Konventionelle Wiesen erhielten im Durchschnitt 21 kg N Jahr⁻¹ ha⁻¹ und Weiden 16 kg N Jahr⁻¹ ha⁻¹ mineralischen Dünger. Die Beweidung- und die Schnitt-Häufigkeit unterschieden sich nicht signifikant zwischen biologisch und konventionell bewirtschafteten Flächen. In den biologisch bewirtschafteten Flächen war die potentielle N-Auswaschung im Mittel geringer als auf den konventionell bewirtschafteten Flächen (Abbildung 1, $p=0,018$). Weiden hatten eine höhere Futterqualität ($p<0,001$), Wurzelmasse ($p=0,015$) und Nektarbereitstellung ($p=0,028$) als Wiesen, wohingegen Wiesen eine höhere Biomasse ($p=0,022$) und geringere N-Auswaschung aufwiesen ($p<0,001$). Zudem wurden sie attraktiver als Weiden bewertet ($p<0,001$; Abbildung 1).

Tabelle 1: Mittelwerte (mit Standardabweichung in Klammern) der Nutzungsdaten 2020 und 2021 der untersuchten Graslandparzellen.

	Biologisch		Konventionell	
	Weide $n=12$	Wiese $n=15$	Weide $n=12$	Wiese $n=15$
N verfügbar (kg ha ⁻¹)	46.3 (52.4)	80.1 (42.3)	75.7 (55.8)	111.2 (53.7)
davon N mineralisch (kg ha ⁻¹)	-	-	16.4 (20.9)	20.5 (21.7)

Beweidung (GVE Tage ha ⁻¹ Jahr ⁻¹)	409 (200)	87 (108)	436 (240)	54 (49)
Anzahl Schnitte	0.0 (0.1)	2.4(1.0)	0.3 (0.6)	2.7 (0.9)
Herbizid Einsatz (Anzahl Flächen)	-	-	3	6

Abbildung 1: Koeffizienten und Konfidenzintervalle der Effekte von biologischer vs. konventioneller Bewirtschaftung und von Weide vs. Schnitt auf die 11 ÖL-Indikatoren. Ergebnisse eines generalisierten linearen multivariaten Modells. Effekte in schwarz sind statistisch signifikant für $P < 0.05$.



Diskussion

Die Tatsache, dass nur ein ÖL-Indikator, d.h. potenzielle N-Auswaschung, signifikant positiv von biologischer Bewirtschaftung beeinflusst wurde, könnte damit zusammenhängen, dass die konventionellen Flächen nur wenig mineralischen Dünger erhielten und nur ein kleiner Teil dieser Parzellen mit Herbiziden behandelt wurde. Die geringere N-Auswaschung in den biologischen verglichen mit den konventionellen Flächen ist wahrscheinlich auf den Verzicht von mineralischem Dünger und die geringere Menge an total N in der Düngung zurückzuführen (Biernat et al., 2020; De Boer, 2017). Auch wenn konventionelle Bewirtschaftung keine der ÖL-indikatoren signifikant positiv beeinflusste, so war doch die Biomasse des Futters erhöht (17%, $p=0.122$). Das deutet auf einen Zielkonflikt zwischen Produktivität und den anderen ÖL hin. Die Tatsache, dass einzelne ÖL-Indikatoren von Schnitt-Nutzung, andere jedoch von Beweidung profitierten, steht im Einklang mit divergierenden Ergebnissen aus anderen Studien (Gilmullina et al., 2020; Tälle et al., 2016; Zhu et al., 2021).

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung deutet darauf hin, dass ein kleiner Teil (1 von 11) der gemessenen ÖL des Graslands durch biologische Landwirtschaft verbessert werden

könnte, wobei die Nutzung eines Graslands als Weide vs. Wiese einen grösseren Einfluss (6 ÖL, manche positiv beeinflusst, manche negativ) auf die erbrachten ÖL besitzt.

Danksagung

Wir bedanken uns bei allen Praktikant*innen und studentischen Hilfskräften, die bei der Feld- und Laborarbeit geholfen haben, sowie bei Martin Hartmann, ETH Zürich, für die Hilfe mit den mikrobiellen Analysen, und den Landwirt*innen für die freundliche Genehmigung unserer Arbeiten auf ihren Flächen, sowie den Förderern des Projekts: Stiftung Mercator Schweiz, Fondation Sur-la-Croix und pancivis Stiftung.

Literatur

- Baude M, Kunin W E, Boatman N D, Conyers S, Davies N, Gillespie M A K, Morton R D, Smart S & Memmott J (2016): Historical nectar assessment reveals the fall and rise of floral resources in Britain. *Nature* 530: 85-88, DOI: <https://doi.org/10.1038/nature16532>
- Biernat L, Taube F, Vogeler I, Reinsch T, Kluss C & Loges R (2020): Is organic agriculture in line with the EU-Nitrate directive? On-farm nitrate leaching from organic and conventional arable crop rotations. *AEE* 298: 106964, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106964>
- De Boer H (2017): Nitrate leaching from liquid cattle manure compared to synthetic fertilizer applied to grassland or silage maize in the Netherlands. Wageningen Livestock Research, Report 1055
- Degrune F, Boeraeve F, Dufrière M, Cornélis J-T, Frey B & Hartmann M (2019): The pedological context modulates the response of soil microbial communities to agroecological management. *Front Ecol Evol* 7: 261. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00261>
- Gilmullina A, Rumpel C, Blagodatskaya E & Chabbi A (2020): Management of grasslands by mowing versus grazing - impacts on soil organic matter quality and microbial functioning. *Appl Soil Ecol* 156: 103701. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103701>
- Klaus V H, Kleinebecker T, Prati D, Gossner M M, Alt F, Boch S, Gockel S, Hemp A, Lange M, Müller J, Oelmann Y, Pasalic E, Renner S C, Socher S A, Türke M, Weiseer W W, Fischer M & Hölzel N (2013) Does organic grassland farming benefit plant and arthropod diversity at the expense of yield and soil fertility? *Agric Ecosyst Environ* 177: 1–9.
- Martin I, Davison P & Bramer S (2021): The nitrate leaching tool – technical reference. Environment Agency, Bristol, www.gov.uk/environment-agency
- Niku J, Hui F, Taskinen S & Warton D (2019): gllvm: Fast analysis of multivariate abundance data with generalized linear latent variable models in R. *Methods Ecol Evol*. 10: 2173-2182, DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13303>
- Tälle M, Deák B, Poschlod P, Valkó O, Westerberg L & Milberg P (2016): Grazing vs. Mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agric Ecosyst Environ* 222: 200-212, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.008>
- Zhu Y, Delgado-Baquerizo M, Shan D, Yang X & Eldridge D J (2021): Grazing impacts on ecosystem functions exceed those from mowing. *Plant Soil* 464: 579-591, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04970-5>