

Was leisten Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz für die Erhaltung der Biodiversität?

Sibylle Stöckli^{1,2}, Véronique Chevillat¹, Theres Rutz¹, Stéphanie Saussure¹, Lukas Pfiffner¹

¹Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 5070 Frick, Schweiz

²Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Sibylle Stöckli, E-Mail: sibylle.stoeckli@agroscope.admin.ch; Véronique Chevillat, E-Mail: veronique.chevillat@fibl.org

DOI: <https://doi.org/10.34776/afs15-313> Publikationstermin: 20. November 2024



Ökologisch wertvolle Biodiversitätsförderflächen tragen zur Erhaltung der Biodiversität im Kulturland bei.

(Foto: Véronique Chevillat, FiBL)

Zusammenfassung

In der Schweizer Kulturlandschaft ist der Rückgang der Biodiversität besonders markant, obwohl die Landwirtschaftsbetriebe durchschnittlich 17,6 % (19,3 % mit Bäumen) ihrer landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) als Biodiversitätsförderflächen (BFF)

bewirtschaften. Hauptgründe dafür sind die ungenügende ökologische Qualität der BFF und die hohe Anbauintensität in den Kulturen. Unter diesen Bedingungen kann sich die Biodiversität nicht ausreichend in der Agrarlandschaft entfalten. Der Vergleich der BFF-Anteile (2015–2020) aller direktzahlungsberechtigten Betrieben in der Schweiz zeigt, dass Biobetriebe deutlich mehr und qualitativ bessere BFF umsetzen als ÖLN-Betriebe. Biobetriebe bewirtschafteten 2020 im Durchschnitt 26,8 % ihrer LN als BFF, während ÖLN-Betriebe einen Anteil von 15,9 % BFF an der LN nachwiesen. Sie hatten ebenfalls mehr wertvolle BFF, welche die Umweltziele Landwirtschaft (UZL) erfüllen (15,3 %), als ÖLN-Betriebe (9,1 %). Auch wiesen Biobetriebe mehr BFF QII im Grünland, mehr Rebflächen-BFF sowie mehr Hochstamm-Obstbäume und Hecken auf als ÖLN-Betriebe. 2020 wurden 16,7 % aller Betriebe biologisch bewirtschaftet. Diese Biobetriebe pflegten 27,3 % aller BFF im Land. Um die Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Biodiversität zu erreichen, muss die Schweiz den Biolandbau und die Umsetzung ökologisch wertvoller BFF deutlich stärker fördern. Dazu braucht es sowohl vom Bund wie auch von privaten Label-Organisationen Anforderungen und Anreize für höhere Anteile ökologisch wertvoller BFF. Die Umsetzung gelingt jedoch nur mit besserer Ausbildung der Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter und mit besserem Wissenstransfer durch eine kompetente gesamtbetriebliche Biodiversitätsberatung. Eine Erhöhung der Anforderungen in der Landwirtschaft muss von allen Akteuren der Wertschöpfungskette mitgetragen und mit fairer Abgeltung der Produkte unterstützt werden.

Key words: agrobiodiversity, agro-environmental measures, organic agriculture, environmental objectives in the agriculture sector.

Einleitung

Der Weltbiodiversitätsrat IPBES hat den Rückgang der Biodiversität als dramatisch und sich beschleunigend zusammengefasst (IPBES, 2019). Eine kürzlich veröffentlichte Studie aus Deutschland hat in den letzten 23 Jahren eine Reduktion der Insektenbiomasse im intensiven Agrarland von 95 % festgestellt (Ziesche *et al.*, 2023). In der Schweiz sieht es nicht anders aus. Mehr als ein Drittel der Arten und fast die Hälfte der Lebensräume sind gefährdet (Fischer *et al.*, 2015; Widmer *et al.*, 2021; BAFU, 2023). Die Hauptursachen für den markanten Biodiversitätsverlust in der Agrarlandschaft sind die Intensität der Bewirtschaftung, namentlich ein hoher Einsatz an Agrochemikalien, ein hoher Tierbesatz, enge Fruchtfolgen, sowie die Überbauung, Fragmentierung und Homogenisierung der Landschaft (Fischer *et al.*, 2015). Weiter verstärken der Verlust wertvoller naturnaher Flächen wie Trockenwiesen, Hecken oder Einzel-Bäumen, der Klimawandel, invasive Arten und Lichtverschmutzung das Problem. Der Biodiversitätsverlust gefährdet Ökosystemleistungen, die essenziell sind, um die Nahrungproduktion zu sichern und Klima, Schadorganismen und Bodenfunktionen zu regulieren. Insbesondere der Rückgang der Insekten, speziell der Bestäuber, mit ihrer Schlüsselfunktion zum Erhalt der landwirtschaftlichen Produktion, ist besorgniserregend (Widmer *et al.*, 2021). Die Landwirtschaft bewirtschaftet ein Drittel der Landesfläche der Schweiz mit einer breiten Vielfalt an Lebensräumen und trägt deshalb eine grosse Verantwortung für die Erhaltung der Biodiversität (Eurostat, 2022). Besonders im intensiv bewirtschafteten Ackerland finden viele typische Arten nicht mehr genügend Lebensräume in genügender Qualität und ausreichende Flächengrößen (IPBES, 2019). Die verbleibenden Flächen sind häufig zu klein und von funktional ähnlichen Lebensräumen isoliert, um das längerfristige Überleben von Arten sichern zu können (Fischer *et al.*, 2015). Wichtige Vernetzungselemente wie Randstreifen, Gräben oder Gehölzstrukturen sind zwecks Optimierung der Bewirtschaftung verloren gegangen (Lachat *et al.* 2010).

Seit Ende der 90er Jahren hat die Schweizer Agrarpolitik Instrumente entwickelt, um die Biodiversität zu erhalten. In jeder Agrarreform wird versucht, die Defizite zu beheben und die Biodiversitätsziele bzw. Umweltziele Landwirtschaft (BAFU & BLW, 2008) zu erreichen. Damit liess sich der Rückgang der Biodiversität in der Schweizer Kulturlandschaft bisher aber nur lokal und für einzelne Arten verlangsamen (Fischer *et al.*, 2015; BAFU & BLW, 2016; Zingg *et al.*, 2019; Meier *et al.*, 2021; Meier *et al.*, 2024). Die für die Umweltziele Landwirtschaft (UZL, siehe

Infokasten) im Bereich «Arten und Lebensräume» festgelegten quantitative und qualitative Flächenziele werden in fast allen Regionen nicht erreicht (Walter *et al.*, 2013; BAFU & BLW, 2016; BLW, 2023). Die neuste Evaluation von BFF-Massnahmen im Rahmen des nationalen ALL-EMA-Monitorings zeigte einerseits, dass BFF QII und BFF in Vernetzungsprojekten eine positive Wirkung auf die Biodiversität haben, andererseits aber dass die meisten BFF trotz höherer Anreize nicht die erforderliche ökologische Qualität aufweisen und teils auf ungeeigneten Standorten angelegt sind (Meier *et al.*, 2021 & 2024).

Ein wichtiges Instrument der Schweizer Agrarpolitik, um den drastischen Rückgang der Artenvielfalt zu bremsen, ist das Direktzahlungssystem mit dem ökologischen Leistungsnachweis und den Biodiversitäts- und Produktionssystembeiträgen (BLW, 2023). Vernetzte und wertvolle BFF (Acker-BFF, BFF mit Qualität II) und der biologische Landbau fördern die Biodiversität und die Ökosystemleistungen (Zingg *et al.*, 2019; Meier *et al.*, 2021; Pfiffner & Stoeckli, 2022; Meier *et al.*, 2024 Pfiffner, 2024, Stöckli *et al.*, 2024, Klaus *et al.* 2024). Der Anteil BFF an der LN und der Anteil biologisch wirtschaftende Betriebe wären deshalb wichtige Indikatoren, um die Leistung der Landwirtschaftsbetriebe für die Biodiversität in der Schweiz abzubilden. Eine erste Analyse der Strukturhebung 2005 zeigte, dass Biobetriebe damals im Durchschnitt zwei Drittel mehr BFF umsetzten als ÖLN-Betrieben (Schader *et al.*, 2008). Eine differenzierte Betrachtung der Umsetzung von BFF nach Anbausystemen BIO oder ÖLN wird im Rahmen der jährlichen Auswertungen (BLW, Agrarberichte) nicht durchgeführt. Angesichts der vielen neuen Ansätze zur Verbesserung der Quantität, der Qualität und der Vernetzung der BFF, wie z.B. mit der Agrarpolitik 2014–2017, dem Beratungspflicht in Vernetzungsprojekten, der Einführung von Biodiversitätsförderprogrammen von Label-Organisationen wie Bio Suisse (2015) und IP-SUISSE (2008), könnte ein solcher Vergleich ein differenzierteres Bild über die Leistungen der Landwirtschaftsbetriebe bringen.

In der vorliegenden Studie wurde deshalb untersucht, wie sich die Anteile Biodiversitätsförderflächen auf ÖLN-Betrieben und Biobetriebe in der Schweiz von 2015 bis 2020 entwickelten.

Material und Methode

Basis für die vorliegende Analyse der Biodiversitätsförderflächen war der anonymisierte, offizielle Gesamtdatensatz der Landwirtschaftsbetriebe des Bundesamtes

Tab. 1 | Übersicht über die ausgewerteten BFF-Typen, die anrechenbar und beitragsberechtigt sind, in den zwei Qualitätsstufen I und II (QI, QII).

Biodiversitätsförderflächen	anrechenbar / QI	QII
Wiesen und Weiden		
Extensiv genutzte Wiesen	×	×
Wenig intensiv genutzte Wiesen	×	×
Streuflächen	×	×
Extensiv genutzte Weiden	×	×
Waldweiden	×	×
Uferwiesen	×	
Acker		
Ackerschonstreifen	×	
Nützlingsstreifen auf offener Ackerfläche	×	
Buntbrachen	×	
Rotationsbrachen	×	
Säume auf Ackerfläche	×	
Dauerkulturen und Gehölze		
Hochstamm-Feldobstbäume	×	×
Hecken, Feld- und Ufergehölze	×	×
Rebflächen mit natürlicher Artenvielfalt	×	×

für Landwirtschaft (BLW), der alle direktzahlungsbe-rechtigte Landwirtschaftsbetriebe beinhaltet. Ingesamt wurden zwischen 6149 (2015) und 7273 (2020) Bio-betriebe nach Bio-Verordnung registriert beziehungsweise 40685 (2015) und 36 190 (2020) ÖLN-Betriebe. Der Anteil Biobetriebe die nach Bio-Verordnung und zusätzlich nach Bio Suisse Richtlinien bewirtschafteten lag 2020 bei 99,7 % (Bio Suisse, 2020). Da der Datensatz keine Angabe zu Labels enthält, war eine Differenzierung der ÖLN-Betrieben nach IP-SUISSE Label nicht möglich. Der Anteil IP-SUISSE-Betriebe lag 2023 bei 44 % der ÖLN-Betriebe (IP-SUISSE, 2023).

Von 2015 bis 2020 stieg der Anteil Biobetriebe in der Schweiz von 6148 (13,1 %) auf 7273 Betriebe (16,7 %). Die Verteilung der Biobetriebe in den landwirtschaftlichen Zonen war sehr unterschiedlich. Der Anteil Biobetriebe stieg 2020 von der Talzone mit 11,4 % bis auf 40,2 % in der Bergzone IV (Tab. 2). Dieser naturräumliche Aspekt wird nachfolgend in der Betrachtung der Ergebnisse berücksichtigt.

Für die Analyse wurden die Flächenangaben pro Betrieb zu den anrechenbaren Biodiversitätsförderflächen (BFF) und BFF der Qualitätsstufe II (BFF QII) zwischen 2015–2020, die Angaben zu landwirtschaftlichen Nutzflächen (LN) und Zonen, sowie die Anteile offene Ackerfläche, Kunstwiese, Dauergrünland und Rebflächen aus dem Agrarpolitischen Informationssystem (AGIS) genommen. Die ausgewerteten BFF-Typen sind in Tab. 1 ersichtlich. Der Effekt der beiden Einflussfaktoren Jahr (2015–2020) und Anbausystem (ÖLN und BIO) auf die BFF-Zielgrößen wurde mit linearen Modellen (LM) im Programm R (Version 4.3.0) untersucht. Zusätzlich wurde der Faktor

Jahr als quadratische Variable integriert, um den nicht-linearen Zusammenhang zwischen Jahr und BFF-Zielgrösse abzubilden. Zur Beurteilung schätzten wir den Mittelwert und die Standardabweichung (als Mass für die Streuung) mittels bayesianischer Methodik (Funktion `sim` aus dem Paket `arm` in R, womit 10000 Werte der Posterior-Verteilung generiert wurden, Gelman & Su, 2014). Im Text sind zusätzlich der t-Wert und der P-Wert aus dem Modell-Ergebnissen angegeben.

BFF-Zielgrößen waren einerseits der Anteil BFF, BFF QII und BFF mit UZL-Qualität (dies ohne Hochstamm-Obstbäume), Anteil BFF Hecken, die auf die gesamte LN bezogen wurden. Die Analyse der einzelnen BFF-Typen wurden auf die verschiedenen Lebensräumen bezogen in denen sie umgesetzt werden können: Anteil BFF auf Acker (Bunt- und Rotationsbrachen, Saum auf Ackerfläche, Ackerschonstreifen und Nützlingsstreifen auf offene Ackerflächen) an der Ackerfläche (offene Ackerfläche & Kunstwiese); Anteil BFF auf Grünland (extensiv genutzte Wiesen, wenig intensiv genutzten Wiesen, Streuflächen, Uferwiesen, extensive Weiden und Waldweiden), am Dauergrünland; Anteil BFF Rebfläche an der gesamte Rebfläche. Bei den Hochstamm-Obstbäumen wurde die Anzahl Hochstamm-Obstbäume (Feldobst-

Umweltziele Landwirtschaft

Die Umweltziele Landwirtschaft (UZL) wurden 2008 gemeinsam vom Bundesamt für Umwelt BAFU und vom Bundesamt für Landwirtschaft BLW publiziert. Sie konkretisieren die für die Landwirtschaft massgeblichen Anforderungen des Umweltrechts und beschreiben den Zustand, mit dem die langfristige Erhaltung der Tragfähigkeit der Ökosysteme und der Ökosystemleistungen gewährleistet werden kann (BAFU & BLW, 2008).

Dargestellt sind Ziele in den Bereichen Biodiversität und Landschaft, Klima und Luft, Wasser und Boden. Im Bereich Biodiversität soll die Landwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität leisten.

Im Bericht «Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft» (Walter *et al.* 2013) wurden quantitative und qualitative Zielgrößen zur Erfüllung der Umweltziele Landwirtschaft im Bereich «Arten und Lebensräume» für die verschiedenen landwirtschaftlichen Zonen und fünf Hauptregionen vorgeschlagen.

Bäume, Nussbäume und Kastanien) pro ha LN analysiert. Um den aktuellen Stand der Erreichung der UZL-Flächenziele (Umweltziele Landwirtschaft) im Jahr 2020 zu berechnen, wurden die Anteile BFF mit UZL-Qualität berechnet: es handelt sich um alle BFF mit QII (ohne Bäume), Bunt- und Rotationsbrachen, Saum auf Ackerfläche und Ackerschonstreifen. Die UZL-Flächen beinhalten neben den BFF mit UZL-Qualität auch weitere Flächen, unter andere Objekte von nationaler Bedeutung, Trockenwiesen und -weiden, Flächen mit bestimmten Ziel- und Leitarten, Pufferstreifen und Uferbereiche (Walter *et al.*, 2013). Diese Flächen wurden in der Analyse nicht berücksichtigt.

Resultate

Höherer Anteil BFF und BFF QII auf Bio- im Vergleich zu ÖLN-Betrieben

Der Anteil BFF an der LN war 2020 auf Biobetrieben im Durchschnitt mit $26,8 \pm 2,8\%$ (Mittelwert \pm Standardabweichung) fast doppelt so hoch im Vergleich zu ÖLN-Betrieben mit $15,9 \pm 0,9\%$ (Abb. 1A, Tab. 2). Die statistischen Modelle zeigen, dass das Anbausystem BIO einen signifikant positiven ($t=132,6$; $P<0,001$) und das Jahr keinen ($t=1,4$; $P<0,2$) signifikanten Effekt auf den Anteil BFF hatte (Abb. 1A). Der Anteil BFF an der LN blieb von 2015 bis 2020 bei beiden Anbausystemen stabil mit einer minimalen Zunahme von ca. 1,0%. Die Analysen zeigen zudem, dass die Anteile BFF mit zunehmender landwirtschaftlicher Zone zunahm, mit Ausnahme der Bergzone I, und in jeder Zone auf Biobetrieben signifikant höher waren als auf ÖLN-Betrieben (Tab.2).

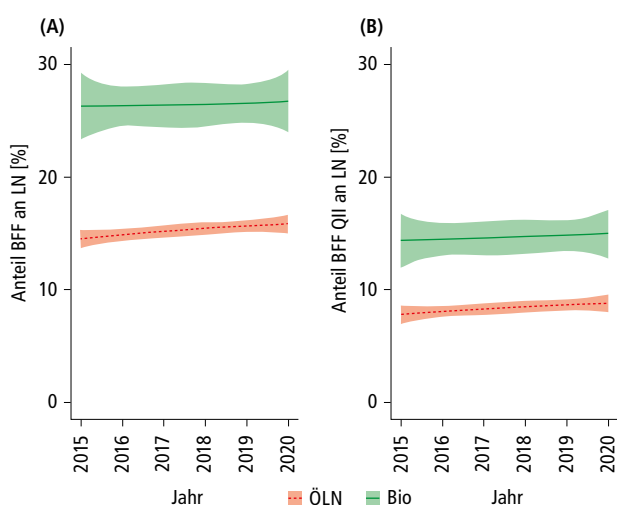


Abb. 1 | A) Anteil BFF und B) Anteil BFF QII an der LN [%] bei ÖLN- und Biobetrieben zwischen 2015 und 2020. Abgebildet sind Mittelwert und Standardabweichung. Der Anteil BFF und BFF QII sind bei Biobetrieben signifikant höher im Vergleich zu ÖLN-Betrieben.

Zudem wiesen im Jahre 2020 biologisch bewirtschaftete Betriebe mit $15,0 \pm 2,2\%$ einen fast doppelt so hohen Anteil an BFF QII an der LN im Vergleich zu ÖLN-Betrieben mit $8,8 \pm 0,8\%$ (Tab. 2, Abb. 1B). Wiederum zeigen die Modelle, dass das Anbausystem BIO einen signifikant positiven ($t=90,1$; $P<0,001$) und das Jahr keinen ($t=0,9$; $P<0,4$) signifikanten Effekt auf den Anteil BFF hatte (Abb. 1B). Mit zunehmender Zone nahmen 2020 die Anteile der BFF QII zu (Tab. 2). Ausnahme war Bergzone I. Dort waren die Anteile BFF QII für beide Anbausysteme leicht tiefer als die in der Hügelzone. In jeder Zone war der BFF QII-Anteil auf Biobetrieben signifikant höher als auf ÖLN-Betrieben (Tab. 2). Zum Beispiel war der Anteil BFF QII in der Talzone 8,6% (BIO) bzw. 5,7% (ÖLN). In der Bergzone IV war im gleichen Jahr der Anteil BFF QII 27,5% (BIO) bzw. 23,1% (ÖLN).

Mehr wertvolle BFF von allen Typen auf Biobetrieben

Die häufigsten BFF-Typen bei beiden Anbausystemen waren extensiv genutzte Wiesen, extensiv genutzte Weiden und wenig intensiv genutzte Wiesen. Die Anteile der verschiedenen BFF-Typen an den gesamten BFF blieben in beiden Anbausystemen zwischen 2015 und 2020 stabil.

Biobetriebe bewirtschafteten 2020 mit $2,0\% \pm 2,0\%$ der Ackerfläche (Mittelwert \pm Standardabweichung) einen doppelt so hohen Anteil Acker-BFF im Vergleich zu ÖLN-Betrieben mit $1,0\% \pm 0,7\%$ (Abb. 2A). Allerdings war die Streuung bei den Biobetrieben viel grösser im Vergleich zu ÖLN-Betrieben. Die Analysen zeigen, dass der Betriebstyp BIO ($t=10,3$, $P=0,09$) und das Jahr ($t=0,4$; $P=0,7$) keinen signifikanten Effekt auf den Anteil Acker-BFF hatte (Abb. 2A). Der häufigste Acker-BFF-Typ über alle Betriebe war Buntbrache, gefolgt von Rotationsbrachen, Ackerschonstreifen, Nützlingsstreifen und Säume auf Ackerfläche.

Der Anteil Grünland-BFF QII bei Biobetrieben war 2020 im Mittel $16,0\% \pm 2,3\%$ und somit signifikant höher als bei ÖLN-Betrieben mit $9,8\% \pm 0,9\%$ (Abb. 2B). Das Anbausystem BIO ($t=77,4$; $P<0,001$) und das Jahr ($t=4,0$; $P<0,001$) hatten einen signifikanten Einfluss auf den Anteil Grünland-BFF QII. Auf Biobetrieben nahm er von 13,6% auf 16,1% und auf ÖLN-Betrieben von 7,4% auf 9,8% im Zeitraum von 2015–2020 zu (Abb. 2B).

Der Anteil Reben-BFF mit natürlicher Artenvielfalt war auf Biobetrieben 2020 mit $47,4\% \pm 25,7\%$ mehr als doppelt so hoch wie auf ÖLN-Betrieben mit $18,3\% \pm 6,5\%$ (Abb. 2C). Das Anbausystem BIO hatte wiederum einen signifikant positiven Effekt ($t=33,8$; $P<0,001$) und das Jahr keinen signifikanten Effekt ($t=0,1$; $P=0,9$) auf den Anteil Reben-BFF (Abb. 2C). Bei den Reben-BFF QII war

Tab. 2 | Anzahl Betriebe und Anteile BFF und BFF QII an der LN [%] bei ÖLN- und Biobetrieben für das Jahr 2020. Mittelwert \pm Standardabweichung. Statistisch unterschiedliche Anteile in den jeweiligen landwirtschaftlichen Zonen zwischen den Anbausystemen sind mit unterschiedlichen Buchstaben markiert.

Landwirtschaftliche Zone	Anzahl Betriebe		Anteil BFF an LN [%]		Anteil BFF QII an LN [%]	
	ÖLN	BIO	ÖLN	BIO	ÖLN	BIO
Talzone	16 298	2097 (11,4%)	12,9 \pm 0,8 ^b	19,1 \pm 2,5 ^a	5,7 \pm 0,7 ^b	8,6 \pm 2,1 ^a
Hügelzone	5389	856 (13,7%)	13,6 \pm 0,8 ^b	21,3 \pm 2,7 ^a	6,7 \pm 0,8 ^b	10,5 \pm 2,2 ^a
Bergzone I	4782	892 (15,7%)	12,5 \pm 0,9 ^b	19,9 \pm 2,7 ^a	6,4 \pm 0,7 ^b	10,1 \pm 2,0 ^a
Bergzone II	5615	1301 (18,8%)	17,2 \pm 0,9 ^b	24,9 \pm 2,7 ^a	11,1 \pm 0,8 ^b	14,7 \pm 2,1 ^a
Bergzone III	2697	1185 (30,5%)	28,4 \pm 1,0 ^b	35,3 \pm 2,9 ^a	17,3 \pm 1,1 ^b	20,9 \pm 2,3 ^a
Bergzone IV	1399	942 (40,2%)	41,1 \pm 1,2 ^b	47,5 \pm 2,9 ^a	23,1 \pm 1,2 ^b	27,5 \pm 2,4 ^a
Total	36 190	7273 (16,7%)	15,9 \pm 0,9^b	26,8 \pm 2,8^a	8,8 \pm 0,8^b	15,0 \pm 2,2^a

der Anteil fast 3-mal so hoch (BIO: 20,9 % \pm 18,3 %, ÖLN: 7,1 % \pm 3,9 %, Abb. 2D). Die Streuung bei Biobetrieben war im Vergleich zu ÖLN-Betrieben sehr gross. Deshalb hatte das Anbausystem BIO ($t=15,4$; $P=0,1$) und das Jahr ($t=0,4$; $P=0,7$) keinen Einfluss auf den Anteil Reben-BFF QII (Abb. 2D).

Die durchschnittliche Anzahl Hochstamm-Obstbäume pro ha LN ist zwischen 2015 und 2020 bei Biobetrieben von 3,5 \pm 0,9 auf 3,6 \pm 0,8 gestiegen, während sie bei ÖLN-Betrieben auf 2,8 \pm 0,3 stagnierte (Abb. 3A). Das Anbausystem BIO wies signifikant mehr Hochstamm-Obstbäume pro ha LN auf ($t=17,9$; $P<0,001$) und das Jahr hatte aber wiederum keinen Einfluss auf die Anzahl Hochstamm-Obstbäume pro ha LN ($t=0,6$; $P=0,5$) (Abb. 3A). Die Anzahl Hochstamm-Obstbäume mit QII pro ha LN zeigt bei beiden Anbausystemen nur eine leichte Zunahme von 2015 bis 2020 (Abb. 3B). Die durchschnittliche Anzahl Hochstamm-Obstbäume QII pro ha LN stieg zwischen 2015 und 2020 von 1,6 \pm 0,7 auf 1,9 \pm 0,6 auf Biobetrieben, und von 0,9 \pm 0,2 auf 1,0 \pm 0,2 auf ÖLN-Betrieben. Das Anbausystem BIO wies signifikant mehr Hochstamm-Obstbäume QII pro ha LN auf ($t=12,6$; $P<0,001$) und das Jahr hatte aber wiederum keinen Einfluss auf die Anzahl Hochstamm-Obstbäume pro ha LN ($t=0,9$; $P<0,5$).

Der Anteil Hecken-BFF an der LN war 2020 auf Biobetrieben mit 0,6 % \pm 0,1 % höher im Vergleich zu ÖLN-Betrieben mit 0,4 % \pm 0,1 % ($t=36,1$; $P<0,001$). Der Anstieg zwischen 2015 und 2020 war bei beiden Anbausystemen schwach (Abb. 3C). Das Jahr hatte keinen signifikanten Einfluss ($t=0,9$; $P=0,3$) auf den Anteil Hecken-BFF. Die Anteile Hecken-BFF mit QII zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Anbausystemen ($t=44,1$; $P<0,001$) aber eine ähnliche Entwicklung. Auf Biobetrieben stieg der Anteil von 0,2 % \pm 0,1 auf 0,3 % \pm 0,1; auf ÖLN-Betrieben von 0,1 % \pm 0,0 auf 0,14 % \pm 0,0 % (Abb. 3D).

UZL-Soll-Flächenziele noch weitgehend unerreicht

Das allgemeine UZL-Flächenziel über alle Regionen wird bei 16 % angesetzt (Walter *et al.*, 2013). Der Anteil BFF mit UZL-Qualität auf Biobetrieben erreichte 2020 im Mittel 15,3 % \pm 2,2 % (Mittelwert \pm Standardabweichung), und unterschied sich signifikant von ÖLN-Betrieben mit 9,1 % \pm 0,8 % (Tab. 3, Abb. 4). Biobetriebe wiesen in allen Zonen signifikant mehr BFF mit UZL-Qualität auf als ÖLN-Betriebe (Tab. 3). Das Anbausystem hatte stets einen signifikant positiven Einfluss auf den Anteil BFF mit UZL-Qualität ($t=88,7$; $P<0,001$). Die UZL-Soll Werte in den jeweiligen landwirtschaftlichen Zonen wurden von keinen Anbausystemen erreicht (Walter *et al.*, 2013). Der Anteil BFF mit UZL-Qualität nahm bei beiden untersuchten Anbausystemen über die Jahre 2015–2020 um ca. 1,0 % leicht zu. Die Zunahme war aber statistisch nicht signifikant ($t=1,0$; $P=0,3$).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Schweizer Landwirtschaftsbetriebe stellen zurzeit durchschnittlich 17,6 % (19,3 % mit Bäumen) ihrer landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) als Biodiversitätsförderflächen (BFF) zur Verfügung (BLW, 2023). Dieser Anteil widerspiegelt eine wichtige gesellschaftliche Umweltleistung und die Bereitschaft der Landwirtinnen und Landwirte, sich für die Erhaltung der Biodiversität einzusetzen. Diese Studie zeigt aber auch deutlich, dass die verschiedenen Anbausysteme einen recht unterschiedlich hohen Anteil an BFF haben und sich in der Umsetzung von qualitativ wertvollen BFF deutlich unterscheiden. Biobetriebe bewirtschafteten 2020 im Durchschnitt 26,8 % ihrer LN als BFF, während ÖLN-Betriebe einen Anteil von 15,9 % nachwiesen. Obwohl 2020 nur 16,7 % der Betriebe biologisch bewirtschaftet wurden, bewirtschafteten diese Betriebe 27,3 % aller BFF und 19,8 % al-

ler Hochstamm-Obstbäume im Land. Die ökologischen Qualitäten der BFF waren bei Biobetrieben höher: sie hatten mehr BFF QII (15,0 %) und mehr BFF, welche die Umweltziele Landwirtschaft (UZL) erfüllen (15,3 %), während ÖLN-Betriebe nur 8,8 % resp. 9,1 % hatten.

Eine detaillierte Analyse der BFF-Typen zeigt, dass Biobetriebe im Vergleich zu ÖLN-Betrieben mehr und qualitativ bessere BFF-QII im Grünland bewirtschafteten als ÖLN-Betriebe, mehr Acker-BFF, Rebflächen-BFF, Hochstamm-Obstbäume mit QII und mehr Hecken-BFF QII. Bei den Acker-BFF und den Rebflächen-BFF war die Streuung bei Biobetrieben besonders gross und die Differenz mit ÖLN-Betrieben war nicht signifikant. Bei den Acker-BFF könnte die hohe Streuung an den unterschiedlichen Einstellungen und am anspruchsvollen Unkrautmanagement liegen. Bei den Reben kann der Standort ein entscheidender Faktor sein, ob BFF umgesetzt werden können, zum Beispiel in Regionen mit vielen Niederschlägen ist die alternierende Mahd der Fahrgassen mit 6 Wochen Abstände schwierig umsetzbar.

Der deutlich höhere Anteil an BFF, insbesondere derjenige an ökologisch wertvollen BFF wie BFF QII und Acker-BFF, auf Biobetrieben, kann, kombiniert mit der biologischen Bewirtschaftung, Synergien und letztlich besonders hohe Wirkungen auf die Biodiversität in der Kulturlandschaft haben (Pfiffner & Armengot, 2019; Pfiffner & Stoekli, 2022; Pfiffner, 2024; Zingg *et al.*, 2019; Meier *et al.*, 2024; Klaus *et al.* 2024). Laut Studie von (Guntern *et al.*, 2013) wären in Ackerbaugebieten mindestens 10 % wertvolle BFF zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemleistungen nötig, dies noch kombiniert mit 20 % Ackerfläche mit Low-Input Anbaumethoden wie biologischer Landbau und Extensio. Globale Metastudien zeigen auf, dass in biologisch bewirtschafteten Flächen im Durchschnitt 30 % mehr Arten und 50 % mehr Individuen vorkommen (Bengtsson *et al.*, 2005; Tuck *et al.*, 2014). Insbesondere fördert der Biolandbau auch gefährdete und wichtige, ökologisch-funktionelle Arten wie Bestäuber oder Nützlinge (Tuck *et al.*, 2014; Lichtenberg *et al.*, 2017, Smith *et al.* 2019). Die grössere Lebensraum- und Artenvielfalt auf biologisch bewirtschafteten Betrieben führt nachweislich zu verbesserten Ökosystemleistungen wie Bestäubung (Holzschuh *et al.*, 2008), natürliche Reduktion der Schadorganismen (Birkhofer *et al.*, 2016) oder Dungabbau in Weiden (Hutton & Giller, 2003). Dank dieses umfangreichen Leistungsausweises ist Biolandbau auch ein Teil der Problemlösung und reduziert zudem die Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft. Aus agrarökologischer und umweltpolitischer Perspektive wäre deshalb der Aufbau ganzer Bioregionen vorteilhaft. Beträchtliche

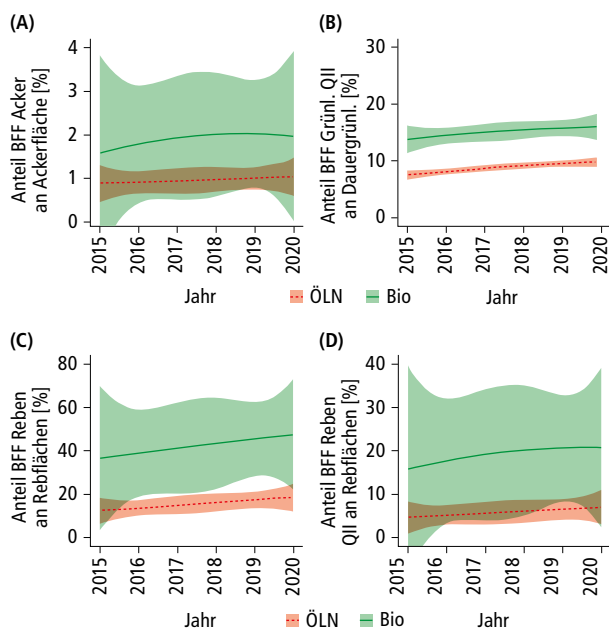


Abb. 2A-D | (A) Anteil Acker-BFF an der Ackerfläche (offenes Ackerland & Kunstwiese) [%]; (B) Anteil Grünland-BFF mit QII am Dauergrünland [%]; (C-D) Anteil anrechenbare BFF Reben mit natürlicher Artenvielfalt und mit QII [%] an der gesamten Rebfläche bei ÖLN- und Biobetrieben zwischen 2015–2020. Abgebildet sind Mittelwert und Standardabweichung. Der Anteil Grünland-BFF mit QII und der Anteil BFF Reben war bei Biobetrieben signifikant höher im Vergleich zu ÖLN-Betrieben. Der Anteil Acker-BFF und Reben-BFF mit QII war zwischen den Anbausystemen nicht signifikant unterschiedlich.

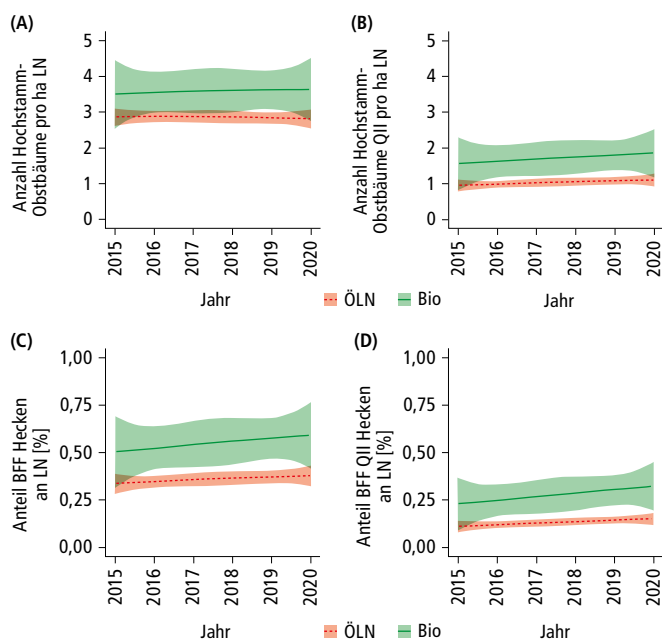


Abb. 3A-D | (A-B) Anzahl anrechenbare BFF Hochstamm-Obstbäume und mit QII pro ha LN, (C-D) Anteil anrechenbare BFF Hecken und mit QII, bei ÖLN- und Biobetrieben zwischen 2015–2020. Abgebildet sind Mittelwert und Standardabweichung. Die Anzahl Hochstamm-Obstbäume (mit und ohne QII) und der Anteil BFF Hecken (mit und ohne QII) ist bei Biobetrieben signifikant höher im Vergleich zu ÖLN-Betrieben.

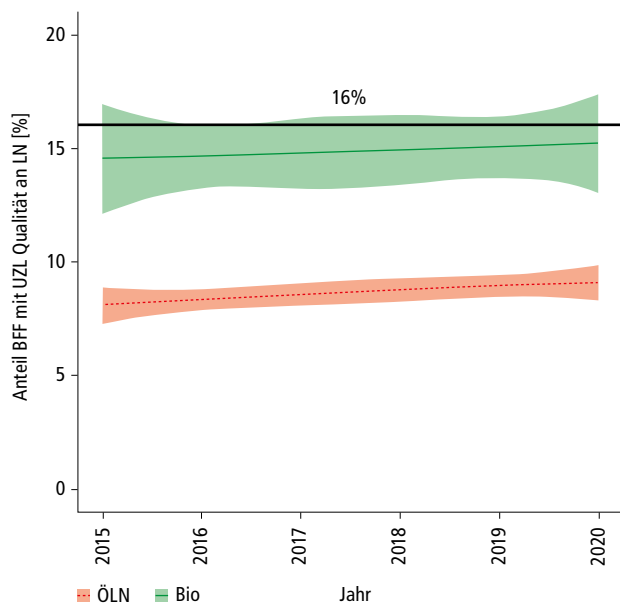


Abb. 4 | Anteil BFF mit UZL-Qualität an der LN [%] auf ÖLN- und Biobetrieben zwischen 2015 und 2020 im Vergleich zu Soll-Wert für UZL-Flächenziel über alle landwirtschaftlichen Zonen nach Walter *et al.* (2013; schwarze Linie). Abgebildet sind Mittelwert und Standardabweichung. Der Anteil BFF mit UZL-Qualität ist bei Biobetrieben signifikant höher im Vergleich zu ÖLN-Betrieben.

positive Skalierungseffekte auf die Biodiversität als auch auf andere sensible Umweltaspekte sind dabei wahrscheinlich (Sanders *et al.*, 2023; Pfiffner, 2024). Obwohl die Erträge im biologischen Landbau 10–40 % tiefer liegen im Vergleich zum konventionellen Landbau, ist der Schutz der Umwelt eine wichtige Voraussetzung für die nachhaltige Lebensmittelerzeugung. Es gibt Hinweise, dass die Ertragsunterschiede je nach Standort stark schwanken (Ponisio *et al.*, 2015), und dass die Erträge im Biolandbau stabiler sind, was beim Klimawandel ein wichtiger Vorteil sein kann (Schrama *et al.*, 2018).

Um die Biodiversität in der Kulturlandschaft effizient zu erhalten, können einerseits Low-Input-Anbaumethoden und agrarökologisch optimierte Anbausysteme wie der Biolandbau agrarpolitisch mit konkreten Zielen und Vorgaben gefördert werden (Pfiffner & Armengot, 2019; Pfiffner & Stoeckli, 2022), so wie es die EU in ihrer Biodiversitätsstrategie 2030 (25 % Biolandbau bis 2030) (EC, 2021) und Bio Suisse mit der Strategie «Avanti 2025» (25 % Biobetriebe bis 2025) bereits 2017 definiert haben. Andererseits braucht es in allen Zonen dringend mehr wertvolle Lebensräume, darunter BFF mit ausgewiesener ökologischer Qualität. Denn faktisch ist die ökologische Qualität der bestehenden BFF nicht immer ausreichend. Die Auswahl der Standorte ist nicht immer optimal und die Bewirtschaftung häufig nicht zielorientiert (Meier *et al.*, 2021). Im OPAL-Bericht wurde die nötige Quantität und Qualität an Flächen für die Erhaltung der Biodiversität für die verschiedenen Zonen und Grossregionen definiert (Walter *et al.*, 2013). Sowohl ÖLN- als auch Biobetriebe bewirtschaften immer noch zu viele BFF mit mangelnder ökologischer Qualität. Biobetriebe nähern sich mit 15,3 % im Mittel dem allgemeinen Ziel von 16 % BFF mit UZL-Qualität, während ÖLN-Betriebe grossen Nachholbedarf haben (9,1 % BFF mit UZL-Qualität). Dennoch erreichen auch Biobetriebe das UZL-Soll-Ziel in den jeweiligen landwirtschaftlichen Zonen nicht. Das grosse Defizit an wertvollen Lebensräumen in Ackerbaugebieten widerspiegelt sich im geringen Anteil der Acker-BFF. Die Anteile von BFF QII und mit UZL-Qualität sind zwischen 2015 und 2020 sowohl bei Biobetrieben als auch bei ÖLN-Betrieben kaum bis minimal angestiegen trotz gestiegenen Anstrengungen von Bund und Kantonen.

Die Datenanalyse ermöglicht keine Rückschlüsse über die Wirkung der Biodiversitätsprogramme von Label-Organisationen. Nach der Einführung der neuen Richt-

Tab. 3 | Anteil BFF mit UZL-Qualität an der LN [%] auf Bio- und ÖLN-Betrieben in 2015 und 2020. Soll-Wert: UZL-Flächenziele nach Walter *et al.* (2013). Abgebildet sind Mittelwert und Standardabweichung. Mit Hilfe eines Linearen Modells wurde für jede landwirtschaftliche Zone einzeln ausgewertet, ob sich der Anteil BFF mit UZL-Qualität zwischen ÖLN- und Biobetrieben unterscheidet. Statistisch signifikant unterschiedliche Anteile zwischen den Anbausystemen sind mit unterschiedlichen Buchstaben markiert.

Landwirtschaftliche Zone	BFF mit UZL-Qualität 2015		BFF mit UZL-Qualität 2020		Soll-Wert
	ÖLN	BIO	ÖLN	BIO	
Talzone	5,5 ± 0,6 ^b	7,9 ± 2,2 ^a	6,3 ± 0,6 ^b	9,2 ± 2,0 ^a	10
Hügelzone	6,4 ± 0,8 ^b	9,8 ± 2,6 ^a	7,0 ± 0,7 ^b	10,9 ± 2,5 ^a	12
Bergzone I	5,9 ± 0,9 ^b	9,6 ± 2,0 ^a	6,4 ± 0,6 ^b	10,4 ± 2,0 ^a	13
Bergzone II	10,2 ± 0,9 ^b	13,2 ± 2,4 ^a	11,4 ± 0,9 ^b	14,8 ± 1,9 ^a	17
Bergzone III	15,1 ± 0,9 ^b	18,8 ± 2,6 ^a	17,3 ± 1,2 ^b	20,9 ± 2,0 ^a	30
Bergzone IV	20,3 ± 1,1 ^b	24,4 ± 2,4 ^a	23,1 ± 1,2 ^b	27,5 ± 2,4 ^a	45
Total	8,0 ± 0,8^b	14,4 ± 2,4^a	9,1 ± 0,8^b	15,3 ± 2,1^a	16

linien Biodiversität von Bio Suisse, blieben die Anteile BFF von Biobetrieben zwischen 2015 und 2020 stabil. Eine Aussage über die Wirkung auf IP-SUISSE Betriebe kann mit diesen Daten nicht gemacht werden. Label-Organisationen übernehmen aber eine wichtige Rolle, indem sie ihre Mitgliedsbetriebe für das Thema Biodiversität sensibilisieren, Informationsanlässe organisieren, neue Anreize schaffen und Beratungen finanziell unterstützen. Mit ihren eigenen Programmen versuchen sie, Landwirtschaftsbetriebe für Biodiversitätsfördermassnahmen zu motivieren, die über die Direktzahlungsverordnung (DZV) hinausgehen. Das sind zum Beispiel die Anlage von Kleinstrukturen, schonende Mahdverfahren, Feldlerchenfenster in Getreide sowie weitere ökologisch wertvolle Massnahmen auf Produktionsflächen. Ein weiterer Vorteil dieser Programme gegenüber den DZV-Auflagen ist ihre Flexibilität: eine Anpassung der Massnahmen lässt sich leicht machen und die freie Wahl der Massnahmen fördert die Motivation bei der Betriebsleitung.

Diese Studie bestätigt, dass die aktuellen Biodiversitätsprogramme von Bund und Kantonen noch einen

ungenügenden Anreiz darstellen, um die Qualität der bestehenden BFF substantiell aufzuwerten (BLW *et al.*, 2019). Zur erfolgreichen und wirtschaftlich rentablen Umsetzung von BFF, braucht es einerseits bessere Ausbildung und Information der Landwirt*innen über eine kompetente, zielorientierte, gesamtbetriebliche Biodiversitätsberatung (Chevillat *et al.*, 2017). Andererseits braucht es Anforderungen an höhere Flächenziele von ökologisch wertvollen BFF, insbesondere im Ackerland und weitere Verbesserungen in den Anforderungen der Labelproduktion. Solche gibt es schon bei Bio Suisse. Sie verlangt 7 % BFF auf allen Knospe-Betrieben ebenfalls für Spezialkulturen. Auch IP-SUISSE verlangt ab 2026 neu 9 % BFF auf allen Label-Betrieben. Mit weiteren zielorientierten Grundanforderungen an die Qualität der BFF können die Label-Organisationen eine Vorreiterrolle übernehmen und zur Verbesserung der Situation beitragen. Eine Erhöhung der Anforderungen an die Landwirtschaft muss von allen Akteuren der Wertschöpfungskette mitgetragen werden und mit fairen Preisen für natur- und umweltfreundlich hergestellten Produkte unterstützt werden. ■

Literatur

- BAFU. (2023). *Gefährdete Arten und Lebensräume in der Schweiz: Synthese Rote Listen*. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, 58 S.
- BAFU & BLW. (2008). *Umweltziele Landwirtschaft: Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen (Umwelt-Wissen 0820)*. Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern, 221 S.
- BAFU & BLW. (2016). *Umweltziele Landwirtschaft. Statusbericht 2016*. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 114 S.
- Bengtsson, J., Ahnstrom, J., & Weibull, A. C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 261–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>
- Bio Suisse (2020): Bio in Zahlen 2020. https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Aktuell/bs_jmk_2021_bio_in_zahlen_20_d.pdf
- Birkhofer, K., Arvidsson, F., Ehlers, D., Mader, V. L., Bengtsson, J., & Smith, H. G. (2016). Organic farming affects the biological control of hemipteran pests and yields in spring barley independent of landscape complexity. *Landscape Ecology*, 31(3), 567–579. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0263-8>
- Birrer, S. (2023). *Punktesystem Biodiversität der IP-Suisse – Stand und Entwicklung der Labelbetriebe 2023*. Schweizerische Vogelwarte, Sempach, Sempach, 20 S.
- BLW. (2023). *Agrarbericht 2023*. Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern, 372 S.
- BLW, econcept, agridea, l'azuré, & agroscope. (2019). *Evaluation der Biodiversitätsbeiträge*. Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 202 S.
- de la Cruz, V. Y. V., Tantriani, Cheng, W., & Tawaraya, K. (2023). Yield gap between organic and conventional farming systems across climate types and sub-types: A meta-analysis [Article]. *Agricultural Systems*, 211, Article 103732. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103732>
- EC. (2021). *EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives*. Publications Office of the European Union, Luxembourg S.
- Eurostat. (2022). *Agriculture statistics at regional level*. European Union. Retrieved 21 April from
- Fischer, M., Altermann, F., Alertaz, R., Bartha, B., Baur, B., Bergamini, A., Bersier, L.-F., Birrer, S., Braunisch, V., Dollinger, P., Eggenberg, S., Gonseth, Y., Guisan, A., Guntern, J., Gutscher, H., Herzog, F., Humbert, J.-Y., Jenny, M., Klaus, G., Körner, C., Krättli, H., Küchler, M., Lachat, T., Lambelet-Haueter, C., Leuzinger, Y., Linder, P., Mitchell, E. A. D., Moeschler, P., Pasinelli, G., Pauli, D., Pfiffner, L., Praz, C., Rixen, C., Rübel, A., Schaffner, U., Scheidegger, C., Schmid, H., Schnyder, N., Senn-Irlet, B., Stöcklin, J., Stofer, S., Walter, T., & Zumbach, S. (2015). *Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014*. Forum Biodiversität Schweiz, Bern, 93 S.
- Gelman, A., & Su, Y.-S. (2014). *arm: data analysis using regression and multilevel/hierarchical models. R package version 1.7-07*. <http://CRAN.R-project.org/package=arm>, 5 S.
- Guntern, J., Lachat, T., Pauli, D., & Fischer, M. (2013). *Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz*. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern, 234 S.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2008). Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos*, 117(3), 354–361. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.16303.x>
- Hutton, S. A., & Giller, P. S. (2003). The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 40(6), 994–1007. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2003.00863.x>

- IPBES. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany, 56 S.
- IP-SUISSE (2023): www.ipsuisse.ch
- Klaus, V. H., Jehle, A., Richter, F., Buchmann, N., Knop, E., Lüscher, G. (2024). Additive effects of two agri-environmental schemes on plant diversity but not on productivity indicators in permanent grasslands in Switzerland. *Journal of Environmental Management* 348: 119416.
- Lachat, T., Pauli, D., Gonseth, Y., Klaus, G., Scheidegger, C., Vittoz, P., Walther, T. (2010). Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- Lichtenberg, E. M., Kennedy, C. M., Kremen, C., Batary, P., Berendse, F., Bommarco, R., Bosque-Perez, N. A., Carvalheiro, L. G., Snyder, W. E., Williams, N. M., Winfree, R., Klatt, B. K., Astrom, S., Benjamin, F., Brittain, C., Chaplin-Kramer, R., Clough, Y., Danforth, B., Diekoetter, T., . . . Crowder, D. W. (2017). A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes [Article]. *Global Change Biology*, 23(11), 4946–4957. <https://doi.org/10.1111/gcb.13714>
- Meier, E., Lüscher, G., Buholzer, S., Herzog, F., Indermaur, A., Riedel, S., Winzki, J., Hofer, G., & E., K. (2021). *Zustand der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft: Zustandsbericht ALL-EMA 2015–2019*. Agroscope, Reckenholz, 809 S.
- Meier, E. S., Lüscher, G., Herzog, F., & Knop, E. (2024). Collaborative approaches at the landscape scale increase the benefits of agri-environmental measures for farmland biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 367, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108948>.
- Muller, A., Schader, C., Scialabba, N. E. H., Bruggemann, J., Isensee, A., Erb, K. H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., & Niggli, U. (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8, Article 1290. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>
- Pfiffner, L. (2024). More biodiversity through organic farming. In J. Sanders (Ed.), *In a nutshell - the societal benefits of organic farming* (pp. 14–17). FiBL.
- Pfiffner, L., & Armengot, L. (2019). Biodiversity as a prerequisite of sustainable organic farming. In U. Köpke (Ed.), *Improving organic crop cultivation* (pp. 401–433). Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK.
- Pfiffner, L., & Stoeckli, S. (2022). *Landwirtschaft und Biodiversität: Auswirkungen unterschiedlicher Anbausysteme auf die biologische Vielfalt*. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Frick, 15 S.
- Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P., & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 282, 20141396.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(2), Article 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>
- Sanders, J., Albus, J., Frehner, A., Hamm, U., Hermanowski, R., Heß, J., Müller, A., Oberländer, S., Oehen, B., & Pfiffner, L. (2023). *Auf den Punkt gebracht – gesellschaftliche Leistungen des ökologischen Landbaus. Dritte Teil des Schlussberichtes zum Forschungsprojekt «Entwicklung eines leistungs-differenzierten Honorierungssystems für den Schutz der Umwelt (UGÖ)»*. FiBL, Frick, CH, 37 S.
- Schader, C., Pfiffner, L., Schlatter, C., & Stolze, M. (2008). Umsetzung von Öko-massnahmen auf Bio- und ÖLN Betrieben. *Agrarforschung*, 15(10), 506–511.
- Schrama, M., de Haan, J. J., Kroonen, M., Verstegen, H., & van der Putten, W. H. (2018). Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 256, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.023>
- Seufert, V. (2019). Comparing Yields: Organic Versus Conventional Agriculture. In P. Ferranti, E. Berry, & A. Jock (Eds.), *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (pp. 196–208). Elsevier.
- Smith, O. M., Cohen, A. L., Rieser, C. J., Davis, A. G., Taylor, J. M., Adesanya, A. W., Jones, M. S., Meier, A. R., Reganold, J. P., Orpet, R. J., Northfield, T. D., & Crowder, D. W. (2019). Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3(82), 1–10, Article 82. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00082>
- Tuck, S. L., Winquist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51(3), 746–755.
- Walther, T., Eggenberg, S., Bonseth, Y., Fivaz, F., Hedinger, C., Hofer, G., Lieber-Kühne, A., Richner, N., Schneider, K., Szerencsits, E., & Wofl, S. (2013). *Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft*. Agroscope, Zürich, 138 S.
- Widmer, I., Mühlethaler, R., Baur, B., Gonseth, Y., Guntern, J., Klaus, G., Knop, E., Lachat, T., Moretti, M., Pauli, D., Pellissier, L., Sattler, T., & Altermatt, F. (2021). *Insektenvielfalt in der Schweiz: Bedeutung, Trends, Handlungsoptionen*. Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Bern, 108 S.
- Ziesche, T. M., Ordon, F., Schliephake, E., & Will, T. (2023). Long-term data in agricultural landscapes indicate that insect decline promotes pests well adapted to environmental changes [Article; Early Access]. *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01698-2>
- Zingg, S., Ritschard, E., Arlettaz, R., & Humbert, J.-Y. (2019). Increasing the proportion and quality of land under agri-environment schemes promotes birds and butterflies at the landscape scale [Article]. *Biological Conservation*, 231, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.022>