

Mehr Biodiversität durch ökologischen Landbau

Lukas Pfiffner

Der Verlust der biologischen Vielfalt ist folgenschwer für Mensch und Umwelt. Die umfangreichen Biodiversitätsverluste in vielen Regionen beeinträchtigen zunehmend zentrale Ökosystemleistungen wie die Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen. Der Verzicht auf chemische Pflanzenschutz- und Düngemittel und ein hoher Anteil an naturnahen Flächen auf Ökobetrieben wirken sich positiv auf die (funktionale) Biodiversität aus – und dies nicht nur auf den Feldern, sondern insgesamt in der Agrarlandschaft.

Die hohe Produktionsintensität in der Landwirtschaft trägt zu einer massiven Abnahme der Biodiversität im Agrarland bei^[1]. Hauptursachen sind ein hoher Einsatz an Agrochemikalien, ein hoher Tierbesatz, enge Fruchtfolgen, der Verlust wertvoller naturnaher Flächen wie Trockenwiesen, Hecken oder Bäumen sowie die Überbauung, Fragmentierung und Homogenisierung der Landschaft. Weiter verstärken der Klimawandel, invasive Arten und Lichtverschmutzung das Problem^[2].

Als Folge davon hat beispielsweise der Gesamtbestand der Insekten – einer sehr artenreichen, wichtigen Tiergruppe in Agrarökosystemen – in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen. Innerhalb von drei Jahrzehnten wurde in 63 von Agrarland umgebenen Naturschutzflächen in Deutschland eine Reduktion der Insektenbiomasse um 75% festgestellt^[3]. Im Grünland wurde mit einer Abnahme der Biomasse um 67% und der Anzahl Arten um 34% in 10 Jahren ebenso dramatischer Rückgang der Insekten beobachtet^[4]. Ein Schwund der Insektenbiomasse und -anzahl ist in vieler Hinsicht problematisch, da Insekten vielen Tierarten (z.B. Amphibien, Vögeln und Fledermäusen) als Nahrungsgrundlage dienen^[2,5]. Eine Veränderung der ökologischen Nahrungsnetze beeinträchtigt zudem zentrale Ökosystemdienstleistungen in der Landwirtschaft^[6,7], wie z. B. die natürliche Bestäubung von Kultur- und Wildpflanzen (Kaskadeneffekt). Um das Ausmaß des Artensterbens besser abschätzen zu können, sind langjährige Monitoring-Programme dringend nötig.

Ökolandbau steigert Artenvielfalt und Häufigkeiten von Flora und Fauna

Da im ökologischen Landbau chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel verboten sind, weniger gedüngt wird, eine größere Vielfalt an Kulturen angebaut wird und der Anteil an naturnahen Flächen auf den Betrieben höher ist, unterscheidet sich die ökologische Wirtschaftsweise in ihrer Biodiversitätswirkung erheblich von der konventionellen Produktionsweise^[6-18].

Zahlreiche Vergleichsstudien zwischen ökologischen und konventionellen Anbausystemen belegen, dass der Ökolandbau eine positive Wirkung auf die Vielfalt von Flora und Fauna nicht nur auf dem Feld, sondern auch in der umgebenden Natur und auf Betriebsebene hat^[10]. Globale Metastudien weisen für Ökolandbauflächen im Durchschnitt ein Drittel mehr Arten und 50% mehr Individuen aus^[11]. Die festgestellten Unterschiede waren über die letzten 30 Jahre stabil^[12]. Dabei unterscheiden sich die Effekte der Anbausysteme je nach Organismengruppe und variieren auch mit der Ausstattung der Landschaft, dem Kultursystem und der Anbauintensität. Am größten ist die Wirkung des ökologischen Anbaus in Ackerkulturen, gefolgt von Spezialkulturen (Wein- und Obstbau). Die geringsten Unterschiede wurden im Grünland festgestellt.

Diese positiven Effekte wirken sich nicht nur lokal, sondern auch auf Landschaftsebene aus^[6,7,12]. Ein breites Spektrum an Tiergruppen und viele Pflanzenarten werden dabei gefördert: Bodenorganismen, diverse seltene ebenso wie weit verbreitete Insektengruppen, Spinnen, Vögel, und Säugetiere profitieren je nach Kultur überdurchschnittlich von einer ökologischen Bewirtschaftung. Eine globale Metastudie zeigt zudem, dass der Ökolandbau im Vergleich zum konventionellen Anbau seltene Insekten und Spinnen fördern kann (Abundanz +55%, Vielfalt +27%)^[13]. Die Feldlerche, eine typische Vogelart der offenen Kulturlandschaft, die durch die Intensivierung der Landwirtschaft stark zurückgedrängt wurde, sowie die selten gewordenen Kiebitze und Rebhühner erreichen bei ökologischer Bewirtschaftung

höhere Siedlungsdichten^[14]. Dies trifft auch auf zahlreiche seltene Pflanzenarten im Acker zu^[15,16]. Schädlingsorganismen hingegen kommen meist in den unterschiedlichen Anbausystemen in ähnlicher Anzahl vor^[17]. Eine globale Metastudie über Mikroorganismen im Boden bestätigte, dass Indikatoren zur mikrobiellen Biomasseaktivität durch ökologischen Anbau im Mittel um 32 bis 85 % erhöht werden^[18].

Gestärkte funktionelle Gruppen verbessern zentrale Ökosystemleistungen

Der Erhalt von Ökosystemdienstleistungen ist für nachhaltige, ressourcenschonende Anbausysteme essenziell. Für ihr Funktionieren sind vielfältige und individuenreiche funktionelle Gruppen wie Bestäuber, Nützlinge, Zersetzer und Produzenten (Vielfalt der Pflanzen) eine wichtige Grundlage. Diese funktionellen Gruppen werden durch den Ökolandbau begünstigt^[9]. Drei globale Metastudien zeigen auf, dass sich der Ökolandbau im Vergleich zur konventionellen Produktion positiv auf die Vielfalt und Dichte der Bestäuber, Nützlinge, Zersetzer (nur Dichte), Herbivoren (nur Vielfalt) und Pflanzen auswirkt^[10, 20]. Anhand der erhöhten Dichten zeigt sich, dass Bestäuber (+90%), Nützlinge (+38%) und seltene Arthropoden (+55%) am meisten profitieren^[14].

Eine höhere Vielfalt (von Nützlingen, Zersetzern, Mycophagen und Phytophagen) wurde auch in Ökoweinbergen festgestellt^[19]. Die natürliche Regulierung bestimmter Schädlingsarten (z.B. Traubenwickler) kann auf lokaler wie auch auf Landschaftsebene stärker als im konventionellen Weinbau sein^[11]. Zudem werden wichtige Nützlingsgruppen durch einen steigenden Anteil an Ökoweinbauflächen in einer vom Weinbau geprägten Landschaft sogar stärker gefördert als durch naturnahe Flächen^[20].

Die auf Ökobetrieben festgestellte höhere Artenvielfalt und die größeren Populationsdichten bestimmter Arten fördern wichtige Ökosystemdienstleistungen. Nachweislich kann der ökologische Landbau die natürliche Bestäubung^[16,21,22], die natürliche Reduktion von Schadorganismen^[11,17,23,24] und den Dungabbau in Weiden^[25] signifikant begünstigen.

Mehr naturnahe Flächen

Vergleiche von Ökobetrieben mit konventionellen Betrieben in der Schweiz^[27], in Dänemark^[28] und in England^[29] zeigen, dass der Anteil an naturnahen Flächen (Biodiversitätsflächen) auf Ökobetrieben höher ist als auf konventionellen Betrieben. Vielfach weisen Ökobetriebe geringere Schlaggrößen, eine höhere Vielfalt der Nutzflächen und eine vielfältigere Landnutzung auf^[30]. Eine Analyse sämtlicher Schweizer Landwirtschaftsbetriebe ergab, dass die Ökobetriebe im Durchschnitt 22% und die Nicht-Ökobetriebe 13% ihrer Nutzfläche als naturnahe Fläche ausweisen. Ökobetriebe setzen damit zwei Drittel mehr naturschutzrelevante Maßnahmen um. In sehr produktiven Gunstlagen besteht jedoch auch bei Ökobetrieben ein klares Defizit an wertvollen Biodiversitätsflächen.

Positive Effekte auch auf Landschaftsebene

Der Ökolandbau fördert die Biodiversität nicht nur lokal, sondern in der gesamten Landschaft. Mit einem zunehmenden Anteil an bewirtschafteter Ökofläche in der Landschaft steigen die multiplen Leistungen für die Biodiversität. Dieser sehr bemerkenswerte, positive Landschaftseffekt wurde für die Ackerflora^[10], die Bestäuber^[13,21] und verschiedene Nützlingsgruppen wie Prädatoren und Parasitoide^[6,7,13] festgestellt. Generell kommen in eher mäßig strukturierten Landschaften die positiven Auswirkungen ökologischer Anbausysteme am stärksten zum Tragen^[21,23,31-33]. Der Ökolandbau übernimmt dadurch in der Förderung der Flora und Fauna im Kontext der Agrarumweltprogramme eine komplementäre und synergistische Rolle^[9,34,39,41]. Durch die Strukturierung der Landschaft in Kombination mit der Umstellung auf Ökolandbau ist somit eine beträchtliche Verbesserung der biologischen Vielfalt zu erwarten^[39,41].

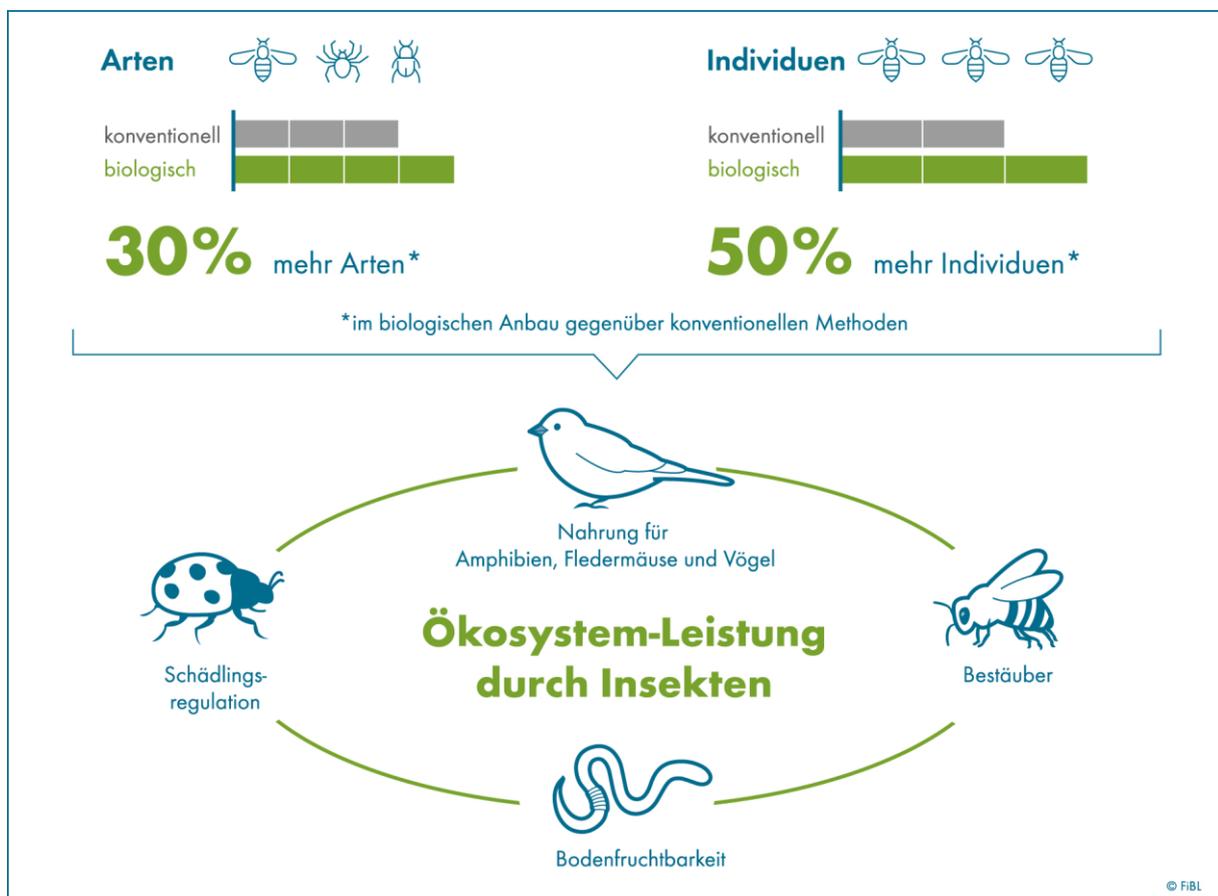
Die starke Stoffbelastung der Landschaft insbesondere mit Pflanzenschutz- und Düngemitteln ist ein anthropogener Schlüsselfaktor für den Biodiversitätsverlust^[35,37]. Die ubiquitäre, langjährige Belastung der Landschaft mit synthetischen Pflanzenschutzmitteln hat nicht nur in Produktionsflächen, sondern

auch durch die Abdrift in umliegende naturnahe Flächen, Waldränder und Gewässer gravierende Folgen für Flora, Fauna und ökologische Netzwerke^[35,36,37].

Potenziale gezielt nutzen

Auch wenn der ökologische Landbau per se zu einer höheren biologischen Vielfalt beiträgt, gibt es auf vielen Ökobetrieben ein Entwicklungs- und Verbesserungspotenzial. Eine übermäßige Intensivierung der ökologischen Produktion und die Spezialisierung auf wenige Kulturen können diverse ökologische Vorteile gefährden^[41,43]. Um die geringeren Erträge im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft auszugleichen bzw. zu reduzieren, ist eine agrarökologische Diversifizierung und Verbesserung der funktionellen Biodiversität in den Kulturen notwendig^[42,43]. Eine Weiterentwicklung des biologischen Pflanzenschutzes und der Biozucht spielen dabei eine wichtige Rolle. Zudem können die ökologischen Leistungen durch eine gesamtbetriebliche Fachberatung und eine angemessene Honorierung agrarökologischer Maßnahmen weiter verbessert werden^[44].

Wirkung des Ökolandbau auf die Biodiversität



Ökolandbau steigert die biologische Vielfalt und funktionelle Biodiversität - sowohl auf dem Feld als auch in der gesamten Landschaft. Auf Ökobetrieben kommen im Vergleich zu konventionellen Betrieben im Durchschnitt 30% mehr Arten und 50 % mehr Individuen vor. Dadurch verbessert der Ökolandbau wichtige Ökosystemleistungen wie natürliche Bestäubung oder Schädlingsregulation.

Literatur und Anmerkungen

- [1] Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., ... & Purvis, A. (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, 353(6296), 288-291.
- [2] Fischer, M. (Ed.). (2015). Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014-Die Analyse der Wissenschaft. Forum Biodiversität Schweiz.
- [3] Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., ... & Goulson, D. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One*, 12(10), e0185809.
- [4] Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., et al. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671-674.
- [5] Wagner, D. L. (2020). Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, 65, 457-480.
- [6] Muneret, L., Auriol, A., Thiéry, D., & Rusch, A. (2019). Organic farming at local and landscape scales fosters biological pest control in vineyards. *Ecological Applications*, 29(1), e01818.
- [7] Inclan, D. J., Cerretti, P., Gabriel, D., Benton, T. G., Sait, S. M., Kunin, W. E., ... & Grass, I. (2015). Organic farming enhances parasitoid diversity at the local and landscape scales. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), 1102-1109.
- [8] Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, 113-130.
- [9] Bengtsson, J., Ahnström, 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.
- [10] Tuck, S. L., Winqvist, 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.
- [11] Smith, O. M., Cohen, A. L., Rieser, C. J., Davis, A. G., Taylor, J. M., Adesanya, A. W., ... & Räsänen, T. A. (2019). Organic farming provides reliable environmental benefits but increases variability in crop yields: a global meta-analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 82.
- [12] Henckel, L., Börger, L., Meiss, H., Gaba, S., & Bretagnolle, V. (2015). Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1808), 20150002.
- [13] Lichtenberg, E. M., Kennedy, C. M., Kremen, C., Batáry, P., Berendse, F., Bommarco, R., ... & Tscharrntke, T. (2017). A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global Change Biology*, 23(11), 4946-4957.
- [14] NABU. (2004). Vögel der Agrarlandschaft - Bestand, Gefährdung, Schutz. Naturschutzverbund Deutschland e.V., Berlin.

- [15] Gabriel, D., Roschewitz, I., Tschardtke, T., & Thies, C. (2006). Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications*, 16, 2011-2021.
- [16] Gabriel, D., & Tschardtke, T. (2007). Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1-4), 43-48.
- [17] Muneret, L., Mitchell, M., Seufert, V., Aviron, S., Pétilion, J., Plantegenest, M., et al. (2018). Evidence that organic farming promotes pest control. *Nature Sustainability*, 1(7), 361-368.
- [18] Lori, M., Symnaczyk, S., Mäder, P., De Deyn, G., & Gattinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-regression. *PLoS One*, 12(7), e0180442.
- [19] Miguel-Aristu, J., Pérez-Guerrero, S., Avivar-Lozano, L., Giráldez-Sánchez, V., & Pastor-Sepúlveda, O. (2019). Efectos del manejo del viñedo sobre la biodiversidad de artrópodos epiedáfcos en Andalucía oriental (España). *Ecosistemas*, 28(3), 115-125.
- [20] Muneret, L., Auriol, A., Bonnard, O., Richart-Cervera, S., Thiéry, D., & Rusch, A. (2019). Organic farming expansion drives natural enemy abundance but not diversity in vineyard-dominated landscapes. *Ecology and Evolution*, 9(23), 13532-13542.
- [21] Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., & Tschardtke, T. (2008). Agricultural landscapes with organic crop support higher pollinator diversity. *Oikos*, 117, 354-361.
- [22] Morandin, L. A., & Winston, M. (2005). Wild bee abundance and seed production in conventional, organic, and genetically modified canola. *Ecological Applications*, 15, 871-881.
- [23] Porcel, M., Andersson, G. K. S., Palsson, J., & Tasin, M. (2018). Organic management in apple orchards: Higher impacts on biological control than on pollination. *Journal of Applied Ecology*, 55(6), 2779-2789.
- [24] Navntoft, S., Wratten, S., Kristensen, K., & Esbjerg, P. (2009). Weed seed predation in organic and conventional fields. *Biological Control*, 49(1), 11-16.
- [25] Hutton, S. A., & Giller, P. A. (2003). The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 40, 994-1007.
- [26] Lotter, D. W., Seidel, R., & Liebhardt, W. (2003). The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(3), 146-154.
- [27] Schader, C., Schlatter, C., & Stolze, M. (2008). Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben. *Agrarforschung*, 15(10), 506-511.
- [28] Aude, E., Tybirk, K., Michelsen, A., Ejrnaes, R., Hald, A. B., & Mark, S. (2004). Conservation value of the herbaceous vegetation in hedgerows – does organic farming make a difference? *Biological Conservation*, 118, 467-478.
- [29] Gibson, R. H., Pearce, S., Morris, R. J., Symondson, W. O. C., & Memmott, J. (2007). Plant diversity and land use under organic and conventional agriculture: a whole-farm approach. *Journal of Applied Ecology*, 44(4), 792-803.

- [30] Norton, L., Johnson, P., Joys, A., Stuart, R., Chamberlain, D., Feber, R., ... & Firbank, L. (2009). Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(1-3), 221-227.
- [31] Gabriel, D., & Tschardtke, T. (2006). Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118, 43-48.
- [32] Rundlof, M., & Smith, H. G. (2006). The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context. *Journal of Applied Ecology*, 43(6), 1121-1127.
- [33] Holzschuh, A., Stefan-Dewenter, I., Kleijn, D., & Tschardtke, T. (2007). Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology*, 44, 41-49.
- [34] Seufert, V., & Ramankutty, N. (2017). Many shades of gray—The context-dependent performance of organic agriculture. *Science advances*, 3(3), e1602638.
- [35] Zaller JG, Kruse-Platz M, Schlechtriemen U, Gruber E, Peer M, Nadeem I, et al. Pesticides in ambient air, influenced by surrounding land use and weather, pose a potential threat to biodiversity and humans. *Science of the Total Environment*. 2022;838:156012.
- [36] Guilleminot, S. H. (2019). A nationwide survey of neonicotinoid insecticides in agricultural land with implications for agricultural-and with implications for agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology*, 56, 1502-1514.
- [37] Humann-Guilleminot, S., Clément, S., Desprat, J., Binkowski, Ł. J., Glauser, G., & Helfenstein, F. (2019). A large-scale survey of house sparrows feathers reveals ubiquitous presence of neonicotinoids in farmlands. *Science of the Total Environment*, 660, 1091-1107.
- [38] Rosa-Schleich, J., Loos, J., Mußhoff, O., & Tschardtke, T. (2019). Ecological-economic trade-offs of diversified farming systems—a review. *Ecological Economics*, 160, 251-263.
- [39] Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 1-8.
- [40] Schäffer, A., Filser, J., Frische, T., Gessner, M., Köck, W., Kratz, W., ... Scheringer, M. (2018). The Silent Spring – On the need for sustainable plant protection. Discussion No. 16. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V.-Nationale Akademie der Wissenschaften.
- [41] Pfiffner, L., & Armengot, L. (2018). Biodiversity as a prerequisite of sustainable organic farming. In *Improving Organic Crop Production*. Burleigh Dodds Science Publishing.
- [42] Ponisio LC, M'Gonigle LK, Mace KC, Palomino J, de Valpine P, Kremen C. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of The Royal Society B*. 2014;282(1798):20141396.
- [43] Crowder, D. W., & Reganold, J. P. (2015). Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7611-7616.
- [44] Chevillat, V., Stöckli, S., Birrer, S., Jenny, M., Graf, R., Pfiffner, L., et al. (2017). Mehr und qualitativ wertvollere Biodiversitätsförderflächen dank Beratung. *Agrarforschung Schweiz*, 8(6), 232-239.