

## Betriebliche Bewirtschaftungsindikatoren für Biodiversität im Ökologischen Landbau und in extensiven Anbausystemen in Europa

Friedel, J. K.<sup>1</sup>, Arndorfer, M.<sup>1</sup>, Balázs, K.<sup>2</sup>, Dennis P.<sup>3</sup>, Eiter, S.<sup>4</sup>, Jeanneret, P.<sup>5</sup>, Jongman R.<sup>6</sup>, Kainz, M.<sup>7</sup>, Lüscher, G.<sup>5</sup>, Moreno, G.<sup>8</sup>, Paoletti, M.G.<sup>9</sup>, Pointereau, P.<sup>10</sup>, Sartou, J.P.<sup>11</sup>, Stoyanova, S.<sup>12</sup>, Herzog, F.<sup>5</sup>

*Keywords: Biodiversität, ökologischer Landbau, extensive Anbausysteme, Indikator*

### Abstract

*Farming practices are the key to maintaining and restoring farmland biodiversity. Selected farm management indicators, regarded as scientifically sound, practicable and attractive to stakeholders, were tested against species indicators in various farm types in 12 case studies across Europe. A set of eight farm management indicators is recommended, reflecting the pressure on biodiversity by farm management via energy and nutrient input, mechanical operations, pesticide use and livestock.*

### Einleitung und Zielsetzung

Landwirtschaftliche Intensivierung gilt als einer der hauptsächlichen Verursacher des Artenrückgangs. Landwirtschaftlich genutzte Flächen beherbergen spezifische Habitate und Arten, die in ihrem Fortbestand auf eine angemessene landwirtschaftliche Bewirtschaftung angewiesen sind (Kleijn und Sutherland 2003). Auf landwirtschaftlichen Betrieben werden die wesentlichen Entscheidungen getroffen, welche die Biodiversität in Agrar-Ökosystemen maßgeblich beeinflussen. Betriebliche Bewirtschaftungsmaßnahmen sind daher der Schlüssel zur Erhaltung und zur Wiederherstellung der Artenvielfalt. Indirekte Biodiversitätsindikatoren, die auf der Ebene des betrieblichen Managements ansetzen und die auf Einzelbetrieben eingesetzt werden können, fehlen aber weitgehend. Deshalb wurde im EU FP7-Projekt „BIOBIO“ ein Set von Bewirtschaftungsindikatoren für Biodiversität auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe im Ökologischen Landbau und in extensiven Anbausystemen entwickelt und erprobt ([www.biobio-indicator.org](http://www.biobio-indicator.org)).

<sup>1</sup> Institut für Ökologischen Landbau, BOKU Wien, Gregor-Mendel-Str. 33, 1180 Wien, Österreich, [juergen.friedel@boku.ac.at](mailto:juergen.friedel@boku.ac.at), [www.biobio-indicator.org](http://www.biobio-indicator.org); [www.nas.boku.ac.at/oekoland.html](http://www.nas.boku.ac.at/oekoland.html)

<sup>2</sup> Szent István University, Péter K. u. 1, H-2100 Gödöllő, Hungary

<sup>3</sup> Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences, Aberystwyth University, SY23 5AL, UK

<sup>4</sup> Norwegian Forest and Landscape Institute, PO Box 115, NO-1431 Ås, Norway

<sup>5</sup> Agroscope Research Station ART, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich, Switzerland

<sup>6</sup> ALTERRA, Wageningen UR, NL-6700AA, The Netherlands

<sup>7</sup> Centre of Life and Food Science, Technical University of Munich, Freising, D-85350, Germany

<sup>8</sup> Forestry School, University of Extremadura, Plasencia, E-10600, Spain

<sup>9</sup> Department of Biology, Padova University, I-35121, Italy

<sup>10</sup> SOLAGRO, Toulouse, F-31076, France

<sup>11</sup> INRA/ENSAT, Castanet Tolosan, F-31326, France

<sup>12</sup> (IPGR) Institute of Plant Genetic Resources "K. Malkov", Sadovo, BU-4122, Bulgaria

## Methoden

Anhand wissenschaftlicher Kriterien und unter Einbeziehung von Interessenvertretern wurden Anforderungen an Biodiversitätsindikatoren erstellt. Wissenschaftliche Kriterien waren: Nachgewiesener Zusammenhang mit Biodiversität; Verfügbarkeit der Information in offiziellen Statistiken; Möglichkeit verlässliche Informationen durch Interviews auf den Betrieben zu erhalten. Interessengruppen („stakeholder“) benannten folgende Kriterien: Einfachheit in der Entwicklung und Anwendung; Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit für Landwirte, Konsumenten und Behörden; Sensitivität für Veränderungen der Biodiversität auf Betrieben. Insgesamt 14 zu testende Bewirtschaftungsindikatoren aus den Bereichen „Betriebsstruktur und Betriebsform“, „Energieeinsatz und Nährstoffinput“, „mechanische Eingriffe“, „Pflanzenschutzmitteleinsatz“, „Änderungen im Bodenwasserhaushalt“, „Viehbestände“ und „Produktivität“ wurden so ausgewählt (Arndorfer *et al.* 2011).

Getestet wurden sie europaweit in einjährigen Felderhebungen in 12 Fallstudien, die folgende Betriebsformen umfassten: Ackerbau (2x), Viehhaltung im Grünland (6x), Gemischtbetriebe (1x), Gartenbau (1x) sowie die Dauerkulturen Weinbau (1x) und Oliven (1x) (Herzog *et al.* 2013). Je Fallstudie wurden 10 bis 20 Betriebe der gewünschten Betriebsform zufällig ausgewählt (randomisierte, stratifizierte Auswahl). Betriebsdaten und Daten zur Bewirtschaftung wurden anhand eines standardisierten Fragebogens erhoben. Indikatoren zu Energieeinsatz und Stickstoffmanagement wurden in dem Betriebssystem-Programm DIALECTE errechnet (<http://dialecte.solagro.org>). Als direkte Biodiversitätsindikatoren dienten auf Betriebsebene u. a. die Vielfalt der Habitate sowie die Artenzahlen von Gefäßpflanzen, Bienen, Spinnen und Regenwürmern (Herzog *et al.* 2013). Bewirtschaftungsindikatoren und Artenzahlen wurden zueinander korreliert.

## Ergebnisse

Anhand der im Folgenden genannten Kriterien wurde ein Teil der potentiellen Indikatoren ausgeschieden:

- zu geringe Differenzierung zwischen den Betrieben (z.B. „Diversität der Betriebszweige“);
- nur für eine kleine Minderheit der Betriebe anwendbar (z.B. „Bewässerung“);
- zu enge Korrelation mit anderen Bewirtschaftungsindikatoren und daher redundant;
- keine konsistente Korrelationen zu Artenindikatoren (z.B. IRENA-Indikator 1: „Fläche unter Agrarumweltmaßnahmen“).

Es wurden acht Bewirtschaftungsindikatoren zu den Aspekten „Energieeinsatz und Nährstoffinput“, „Störung durch mechanische Eingriffe“, „Pflanzenschutzmitteleinsatz“ und „Viehbestände“ ausgewählt (Tabelle 1). Mit diesen Indikatoren kann die Intensität der Bewirtschaftung und damit der generelle Druck auf die Artenindikatoren erfasst werden. Weitere Indikatoren mit Bezug zur Bewirtschaftung wie die Zahl der Kulturen oder die Durchschnittsgröße der Teilflächen wurden unter den Habitatindikatoren berücksichtigt (siehe Herzog *et al.* 2013).

Die Artenzahlindikatoren nahmen meist mit zunehmender Intensivierung, d.h. mit zunehmenden Werten der Bewirtschaftungsindikatoren, ab. Oft waren die Korrelationen aber nicht signifikant, weil bei geringen Intensitätsniveaus (z.B. geringer Stickstoff-Input) die Beziehung zu den Artenindikatoren nicht eng genug war. Auch unterschieden sich die Korrelationen je nach Artengruppe, Betriebsform und Fallstudie (Tabelle 2).

**Tabelle 1: Ausgewählte betriebliche Bewirtschaftungsindikatoren für Biodiversität**

EnerIn	Input direkter und indirekter Energie	FieldOp	Häufigkeit von Feldbearbeitungen
IntExt	Intensivierung / Extensivierung: Ausgaben für Produktionsmittel	PestUse* (1) (3) (4)	Anzahl von Pflanzenschutzmittelanwendungen
MinFert	Flächenanteil mit Verwendung von mineralischem Stickstoffdünger	AvStock (2) (3) (4)	Durchschnittliche Viehbesatzdichte
NitroIn	Input von Stickstoff insgesamt	Graze (2) (3)	Beweidungsintensität

\* Indikatoren mit beschränkter Anwendbarkeit sind durch nachgestellte Ziffern gekennzeichnet: (1) Acker- und Gartenbau, (2) Grünland und Tierproduktion, (3) Ackerbau und Tierproduktion, (4) Dauerkulturen

**Tabelle 2: Beziehung der Pflanzenartenzahl zu ausgewählten betrieblichen Bewirtschaftungsindikatoren für Biodiversität in 12 Fallstudien in Europa**

Betriebsform	Ackerbau		Gartenbau	Gemischtbetriebe	Grünland mit Viehhaltung						Dauerkulturen		
	Fallstudie*	A	F	NL	D	CH	BG	H	N	GB	E Dehasas	E Oliven	I Wein
EnerIn	x	neg	neg	neg	neg	x	x	x	neg	neg	x	neg	x
IntExt	x	x	x	neg	neg	x	x	x	neg	x	x	neg	x
MinFert	neg	neg	x	neg	neg	x	x	x	x	x	x	neg	neg
NitroIn	neg	x	x	neg	neg	x	x	x	x	x	x	x	x
FieldOp	neg	x	x	x	neg	x	x	x	neg	x	x	neg	x
PestUse	neg	neg	neg	neg	neg	x	na	x	x	x	na	neg	x
AvStock	na	na	x	neg	neg	x	x	x	x	na	x	na	na
Graze	na	na	x	x	neg	x	x	neg	x	na	x	na	na

\* weitere Informationen zu den Fallstudien siehe Herzog *et al.* (2012 und 2013); neg: signifikante negative Korrelation ( $P < 0,05$ ); x: keine signifikante Beeinflussung; na: nicht anwendbar

Weitere Informationen zu den ausgewählten Indikatoren sind in einem Handbuch mit Datenblättern (Herzog *et al.* 2012) zusammengefasst

## Diskussion

Die untersuchten Fallstudienregionen umfassten vor allem extensiv bis mittelintensiv bewirtschaftete Betriebe. Deshalb war der Zusammenhang von Bewirtschaftungsindikatoren mit Artenzahlen nicht immer sehr ausgeprägt und variierte von Fallstudie zu Fallstudie. Generell waren die Zusammenhänge in ackerbaulich genutzten Systemen und Dauerkulturen enger als im Grünland. Stärker integrierende Indikatoren wie „EnerIn“ zeigten häufiger signifikante Beziehungen als spezifischere Indikatoren wie „Graze“.

Auch in anderen Studien war der Stickstoff-Input generell korreliert mit Eigenschaften, die die Betriebsintensität charakterisierenden, und erwies sich als ein Schlüsselindikator, um Auswirkungen auf die Artenvielfalt auf landwirtschaftlichen Betrieben zu analysieren (Kleijn *et al.* 2009). Ebenso wurde die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln als begrenzender Faktor für die Artenvielfalt auf landwirtschaftlichen Betrieben identifiziert (Geiger *et al.* 2010). In viehhaltenden Systemen erwies sich die Besatzdichte als ein guter Indikator der Landnutzungsintensität (Dennis *et al.* 2009). Die von Siebrecht und Hülshagen (2009) entwickelten Bewirtschaftungsindikatoren für

Biodiversität auf landwirtschaftlichen Betrieben erfassten „Maßnahmen“ wie Nutzungshäufigkeit und Überrollhäufigkeit zusätzlich zu den Bereichen „Strukturen“, z. B. Schlaggröße, und „Inputs“ wie Düngungs- und Pflanzenschutzmittelintensität. Damit ließen sich unterschiedlich intensive Betriebe differenzieren. Beziehungen zu Artenindikatoren stellte diese Untersuchung aber nicht her.

### Schlussfolgerungen

Die gewählten Bewirtschaftungsindikatoren charakterisieren die generelle betriebliche Intensität und umfassen die Bereiche Energieeinsatz und Nährstoffinput, Störung durch mechanische Eingriffe, Pflanzenschutzmitteleinsatz und Viehbestände. Da sich die Korrelationen zu Artenzahlen je nach Betriebsform und Fallstudie unterschieden, kann das Indikatorenset nicht weiter eingengt werden. Für eine differenziertere Betrachtung ist es sinnvoll, die Indikatoren durch Sub-Indikatoren zu spezifizieren, z.B. organischer vs. mineralischer N-Input, Herbizid-, Fungizid-, Insektizidanwendungen, Pflugeinsatz, Anzahl der Schnitte im Grünland und Futterbau.

### Danksagung

Wir danken den beteiligten LandwirtInnen für die Unterstützung und Bereitstellung von Informationen zur Bewirtschaftung. Gefördert aus Mitteln der Europäischen Kommission im FP7-Projekt „BioBio“ und des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, Österreich.

### Literatur

- Arndorfer M., Kainz, M., Siebrecht N., Wolfrum S., Friedel J.K. (2011): BioBio – Betriebsmanagement-Indikatoren für Biodiversität in biologischen und extensiven Anbausystemen. In: Leitold, G.; Becker, K.; Brock, C.; Fischinger, S.; Spiegel, A.-K.; Spory, K.; Wilbois, K.-P.; Williges, U. (Hrsg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011, Band 1, S. 171 f.
- Dennis P., Arndorfer M., Balázs K. *et al.* (2009): Conceptual foundations for biodiversity indicator selection for organic and low-input farming systems. Aberystwyth University, Aberystwyth, Deliverable D2.1 of the EU FP7 Project BIOBIO. ISBN 978-3-905733-16-7. <http://www.biobio-indicator.org/deliverables.php> (Abruf 06.12.2012).
- Geiger F., Bengtsson J., Berendse F., *et al.* (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97-105.
- Herzog F., Balázs K., Dennis P., Friedel J.K., Geizendorffer I., Jeanneret P., Kainz M., Pointereau P. (Eds.) (2012): Biodiversity Indicators for European Farming Systems – A Guidebook. ART-Schriftenreihe 17. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholz, Zürich, CH. <http://www.biobio-indicator.org/deliverables/guidebook.pdf> (Abruf 06.12.2012).
- Herzog F., Arndorfer M., Bailey D., Balázs K. *et al.* (2013): BIOBIO – Indikatoren für Biodiversität in ökologischen und extensiven Anbausystemen. In: Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn. Dieser Tagungsband.
- Kleijn D., Sutherland W.J. (2003): How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *J. Appl. Ecol.* 40, 947–969.
- Kleijn D., Kohler F., Báldi A., Batáry P., Concepción E. D., Clough Y., Díaz M., Gabriel D., Holzschuh A., Knop E., Kovács A., Marshall E.J.P., Tschamtké T., Verhulst J. (2009): On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B* 276, 903–909. doi: 10.1098/rspb.2008.1509
- Siebrecht N., Hülsbergen K.J. (2009) Das Biodiversitätspotential – ein Ansatz zur Analyse potenzieller biotischer Effekte landwirtschaftlicher Betriebe. In: Mayer, J., Alföldi, T., Leibner, F. *et al.* (Hrsg.), Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Zürich. Band 1, S. 410 – 413.