

Entwicklung der Biodiversität im ÖkoLandbau

Ulrich Köpke

www.iol.uni-bonn.de

IOL



INSTITUT FÜR ORGANISCHEN LANDBAU
UNIVERSITÄT BONN

Vereinbarungen:

Biodiversität

...beschreibt die Variabilität lebender Organismen, die Vielfalt der Formen des Lebens auf allen Organisationsstufen des Lebens und der ökologischen Komplexe zu denen sie gehören.

...geht in ihrer Bedeutung über die 'Artenvielfalt' hinaus

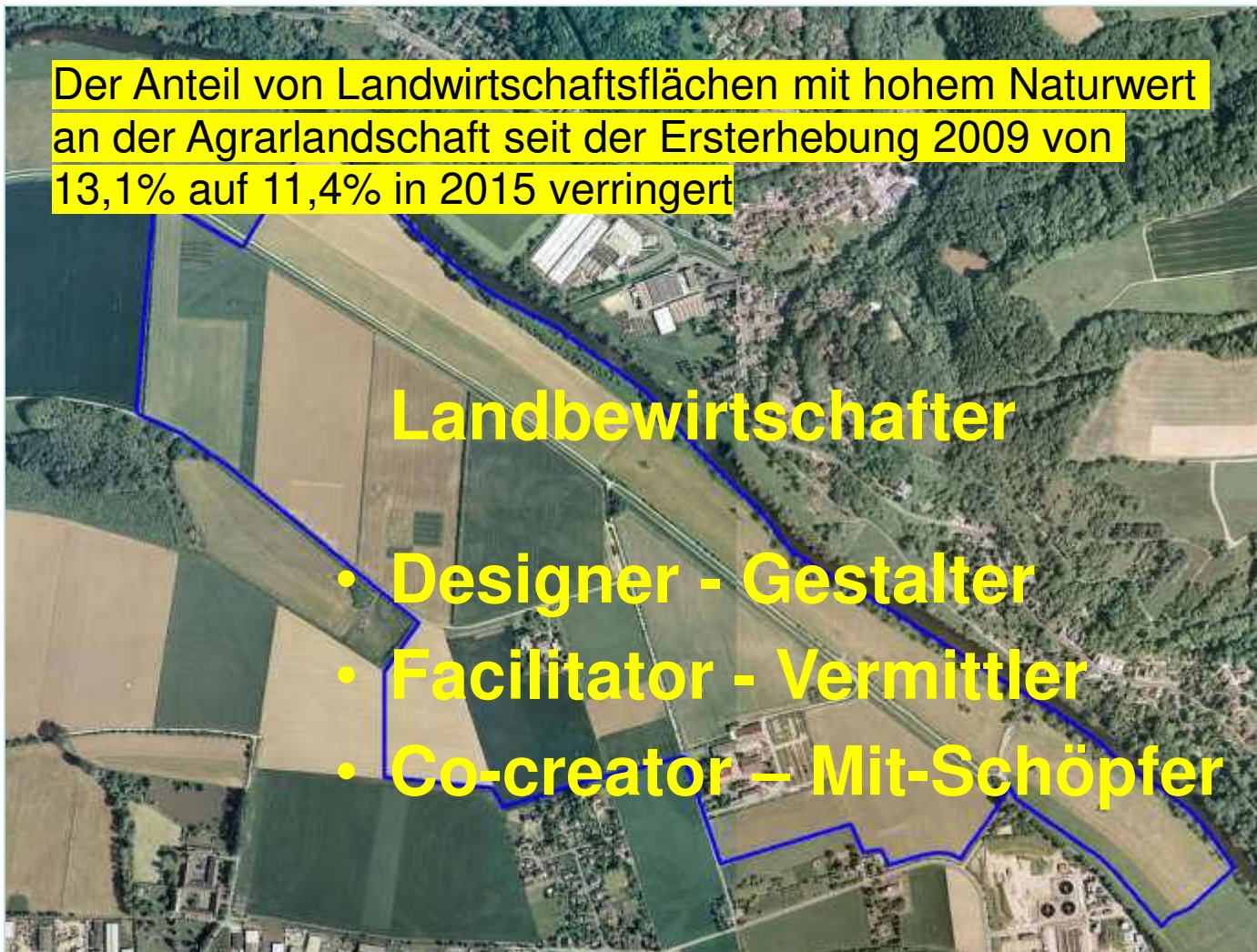
...ist eine Funktion der Artenvielfalt;

deshalb oft synonym verwendet.

Die Organisation des Landwirtschaftlichen Betriebsorganismus

Ein modernes Konzept auf tradiertem Hintergrund

- Landwirte/Landwirtinnen ...
...gestalten Umwelten:
- ‚Landwirtschaftlicher Pflanzenbau ist die zielgerichtete Gestaltung kulturpflanzlicher Umwelt‘ (U.K.)
...gestalten und führen Lebensprozesse (Mikrobiome!):
Rotte - Kompostierung, Fermentierung – Silierung, etc.
...organisieren und ‚managen‘:
Biozönosen, Assoziationen, Symbiosen, Pflanzengesellschaften
...übernehmen Verantwortung für einen Landschaftsausschnitt
...gestalten Landschaft



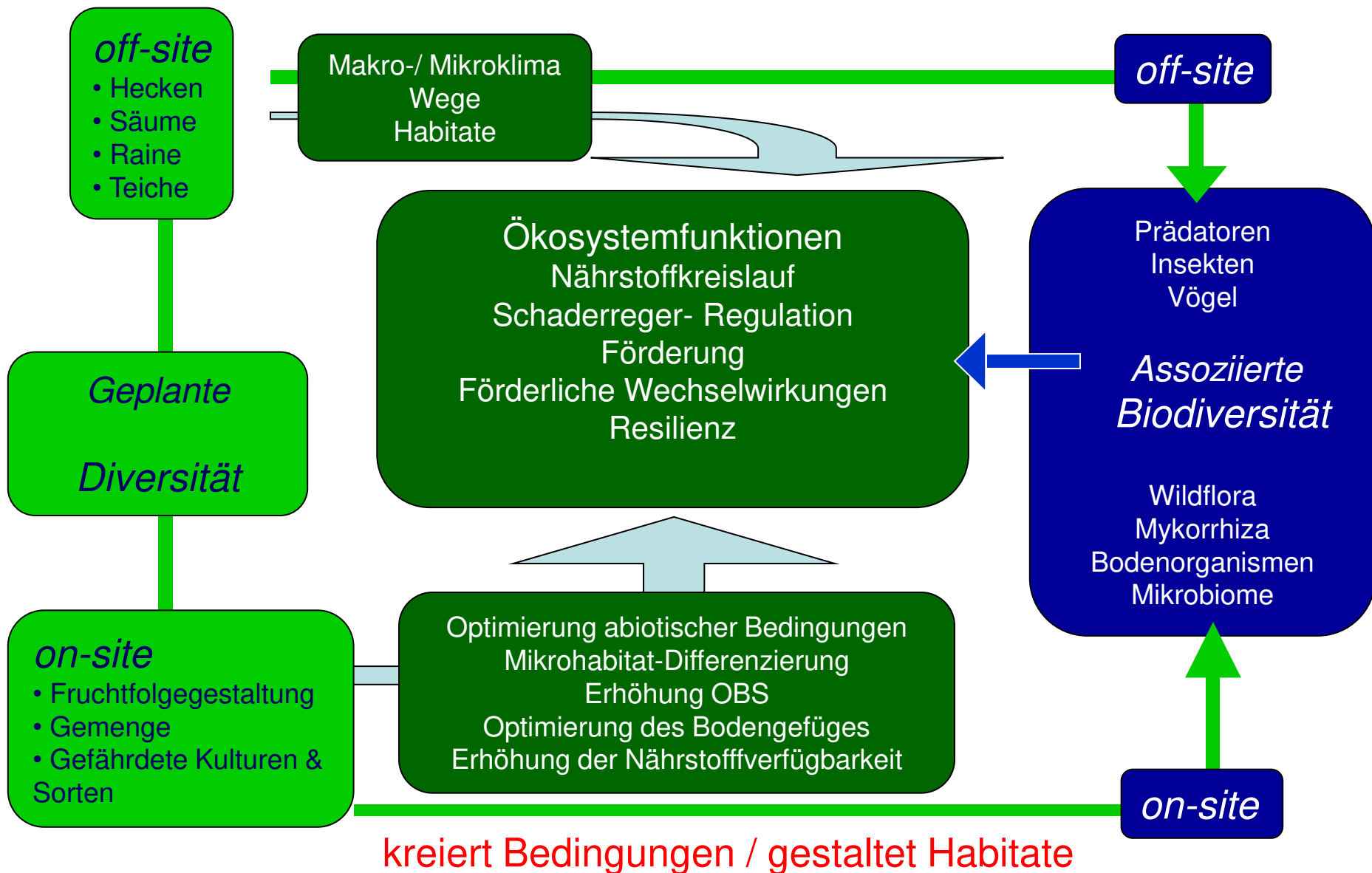
Der Anteil von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert an der Agrarlandschaft seit der Ersterhebung 2009 von 13,1% auf 11,4% in 2015 verringert

Landbewirtschafteter

- Designer - Gestalter
- Facilitator - Vermittler
- Co-creator - Mit-Schöpfer



Biodiversität *on-site* und *off-site*



Wiesengut *off-site* Biodiversität Hecken und Säume

Frühjahr 1988



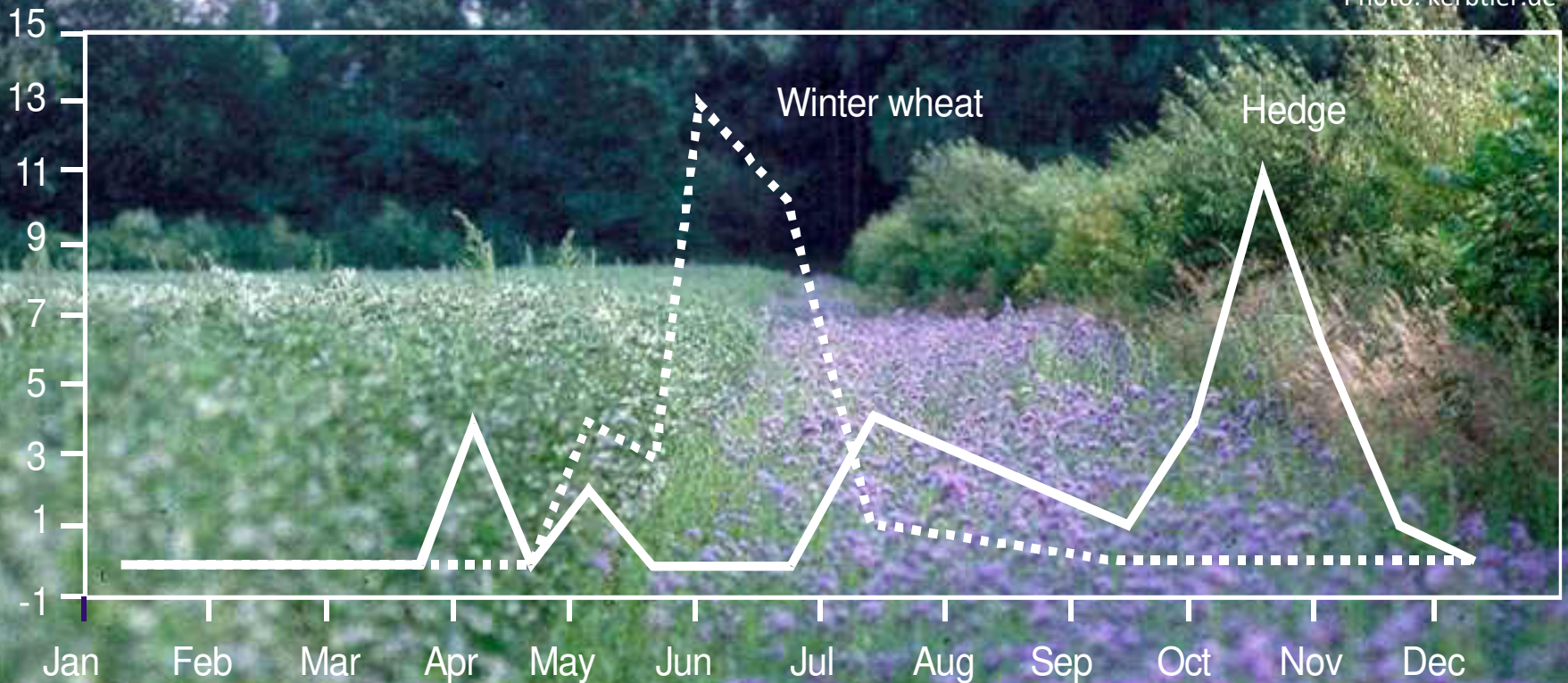
Herbst 2004



Laufkäferaktivität im Jahreslauf (Platynus dorsalis)



Photo: kerbtier.de



1992

Pfiffner 2000

Anzahl der Laufkäfer (Carabidae) in Barberfallen auf integriert und biologisch-dynamisch bewirtschafteten Schlägen in Abhängigkeit vom Abstand zur Hecke
(Fangzeitraum: 19.4 - 11.11.1998)

Anzahl der Carabidae			
Abstand zur Hecke (m)	5	10-30	20-50
Integrierte Schläge	22	21	10
Biol.-Dyn. Schläge	497	1 039	1 144

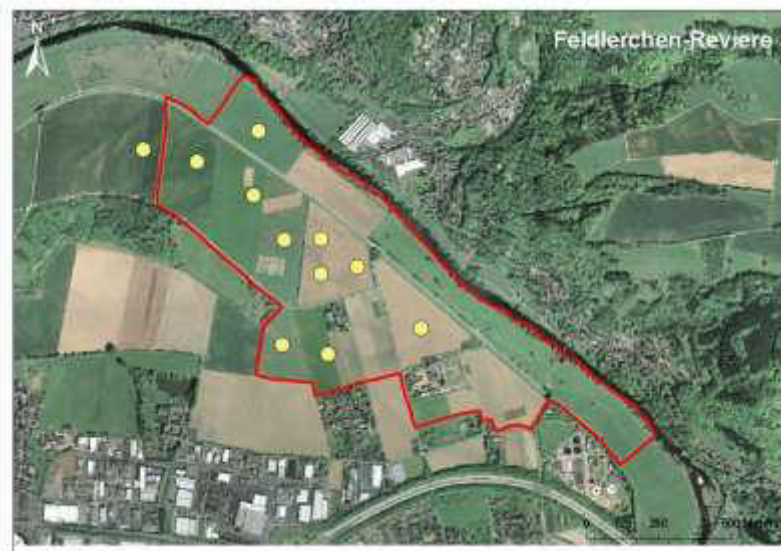
Avifaunistische Untersuchungen Wiesengut: Revierkartierungen

Feldlerche - Gefährdet (RL NRW 3)

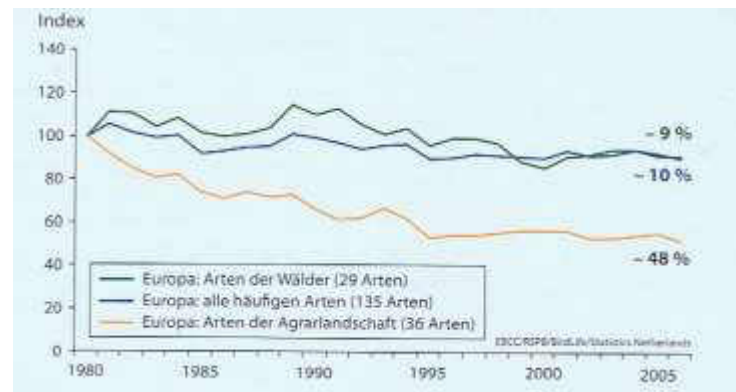
Goldammer – Vorwarnliste (RL NRW: V)

Grünland- und Ackerflächen

Hecken und Feldgehölze



(Schidelko & Stiels 2010)



Auswirkungen des Ökologischen Landbaus auf individuelle Taxa im Vergleich zum *mainstream* Landbau

Taxon	Positive	Negative	Mixed / no difference
Birds	7		2
Mammals	2		
Butterflies	1		1
Spiders	7		3
Earthworms	7	2	4
Beetles	13	5	3
Other arthropods	7	1	2
Plants	13		2
Soil microbes	9		8
Total	66	8	25

Does Organic farming benefit biodiversity?
 D.G. Hole et al. / Biological Conservation 122 (2005) 113-130

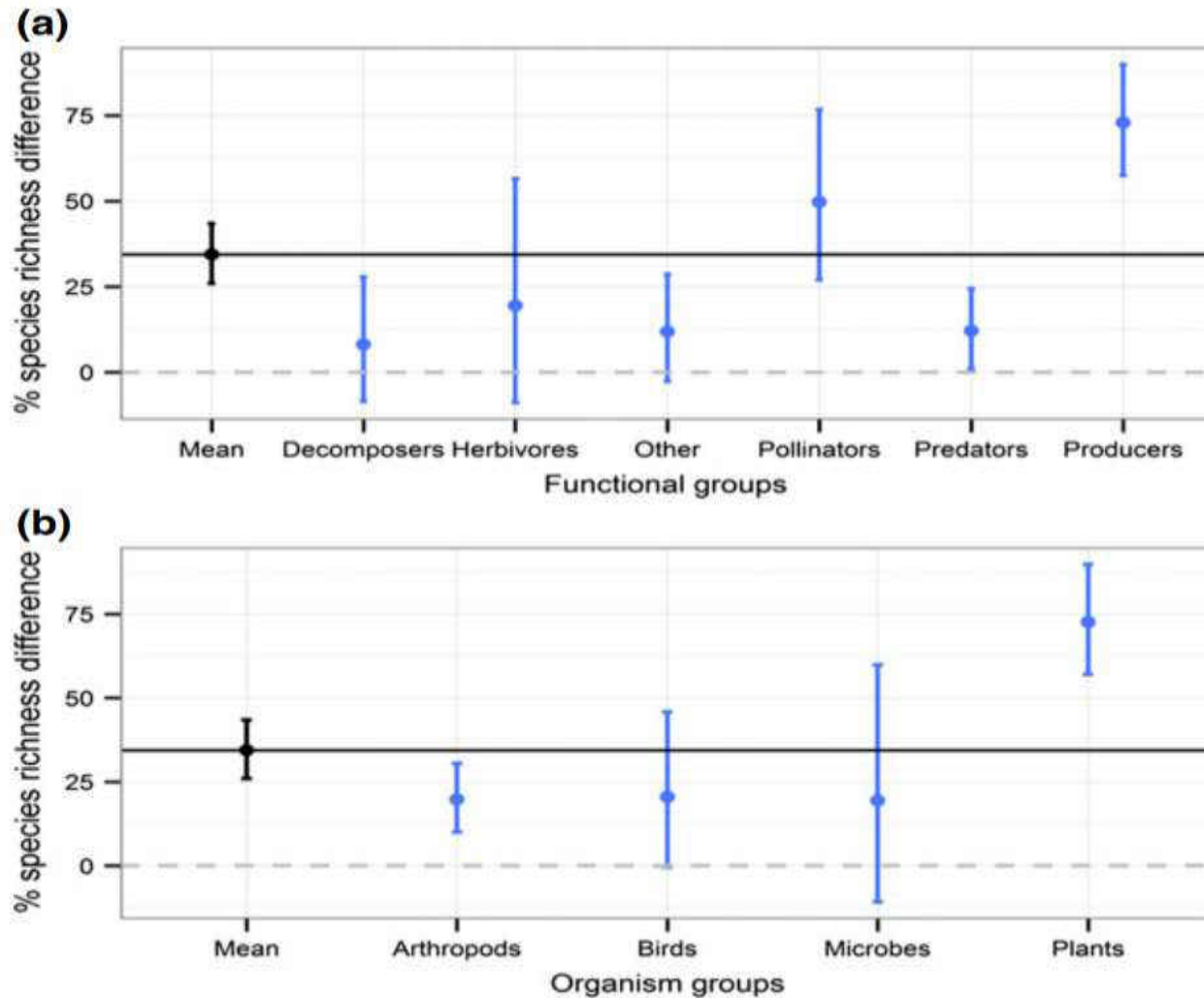
Im Vergleich zum *mainstream* erhöht Ö.L...

- die **Artenvielfalt** im Mittel um > 30%
- ...unterschiedlich markant in den einzelnen Studien; 16% mit negativen Effekten des Ö.L.
- Pflanzen, Insekten und Vögel zeigten generell erhöhte Artenvielfalt im Ö.L.
- Größte Effekte auf der Parzellenbasis; heterogener auf der Betriebsebene, obgleich signifikant
- Die **Abundanz**: Im Mittel um 50% umfänglicher
- Vögel, Insektenprädatoren, Bodenorganismen und Pflanzen reagierten positiv auf Ö.L.; nicht-prädatorische Insekten und Krankheiten hingegen nicht
- Positive Effekte markanter erwartet in grossräumig intensiv genutzten, aber nicht in vielfältig kleinstrukturierten Landschaften

Basis: Literatur über Artenvielfalt und Abundanz vor Dez 2002

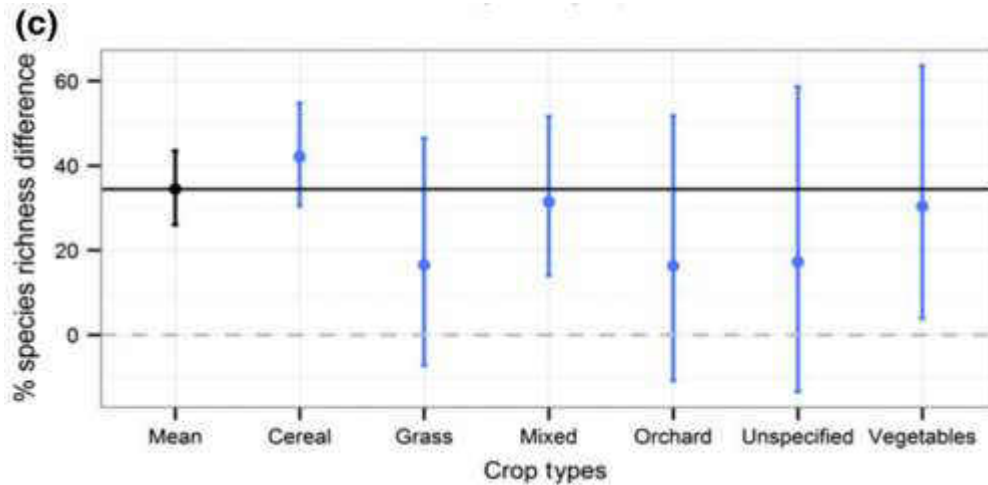
Bengtsson et al. J. Appl. Ecology 42 (2005), 261-269

Artenvielfalt Differenz



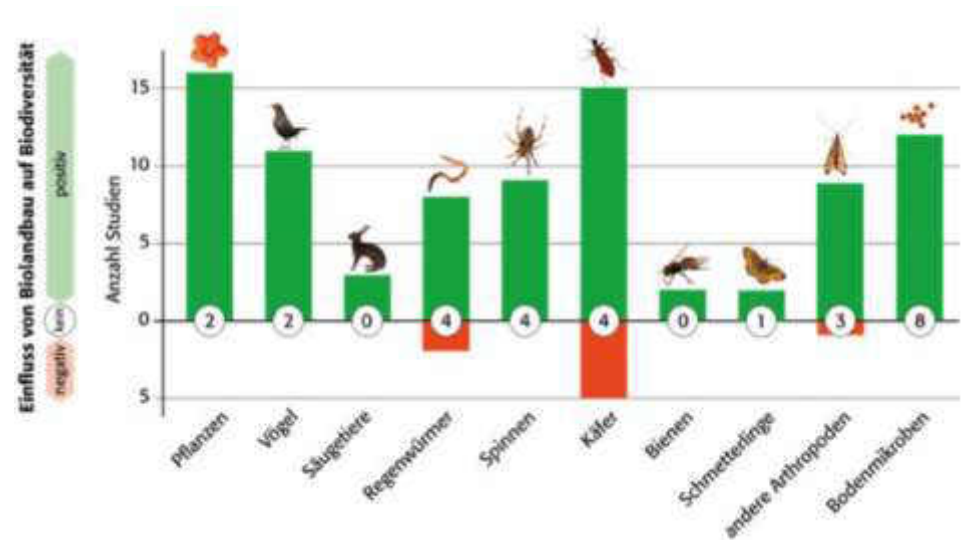
Tuck et al. 2014, J Appl Ecol 51, 746–755

Artenvielfalt Differenz



Tuck et al. 2014, J Appl Ecol 51, 746–755

Anzahl der Studien mit positiven (grüne Balken) oder negativen (rot) Auswirkungen von ökologischer Bewirtschaftung im Vergleich zum *mainstream*. Weisse Kreise: Anz. Studien ohne Unterschiede. Basis: 95 wissenschaftliche Publikationen. L. Pfiffner www.fibl.org/de/themen/biodiversitaet



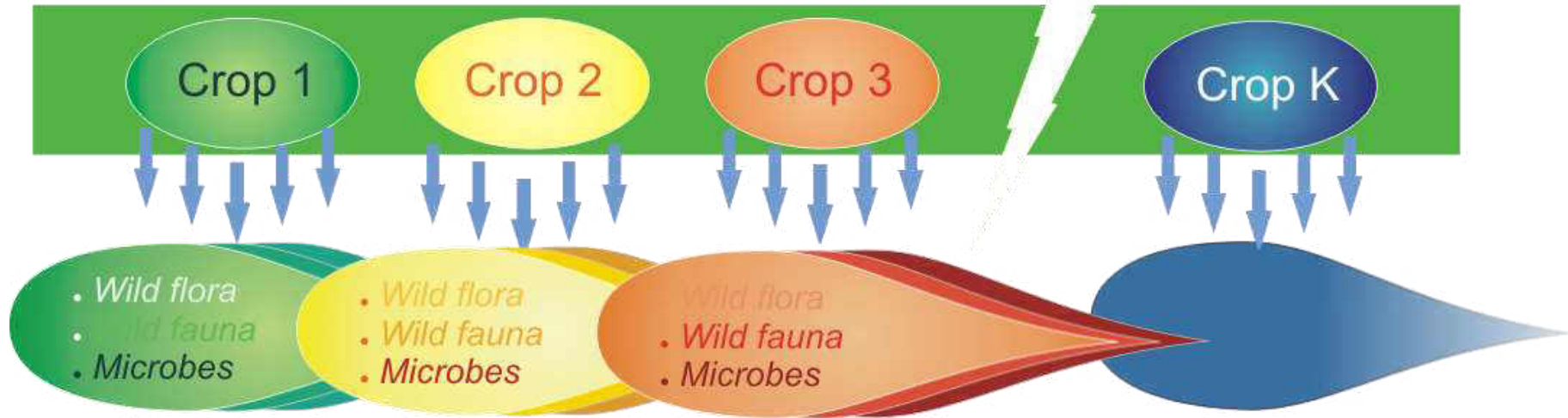
On-site : Fruchtfolgegestaltung

Geplante Kulturpflanzendiversität steigert assoziierte Diversität

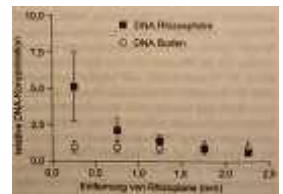
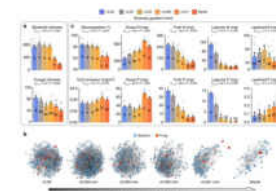
Im Gemischtbetrieb mit Rindern *per se* höhere Vielfalt



Planned biodiversity



Associated biodiversity

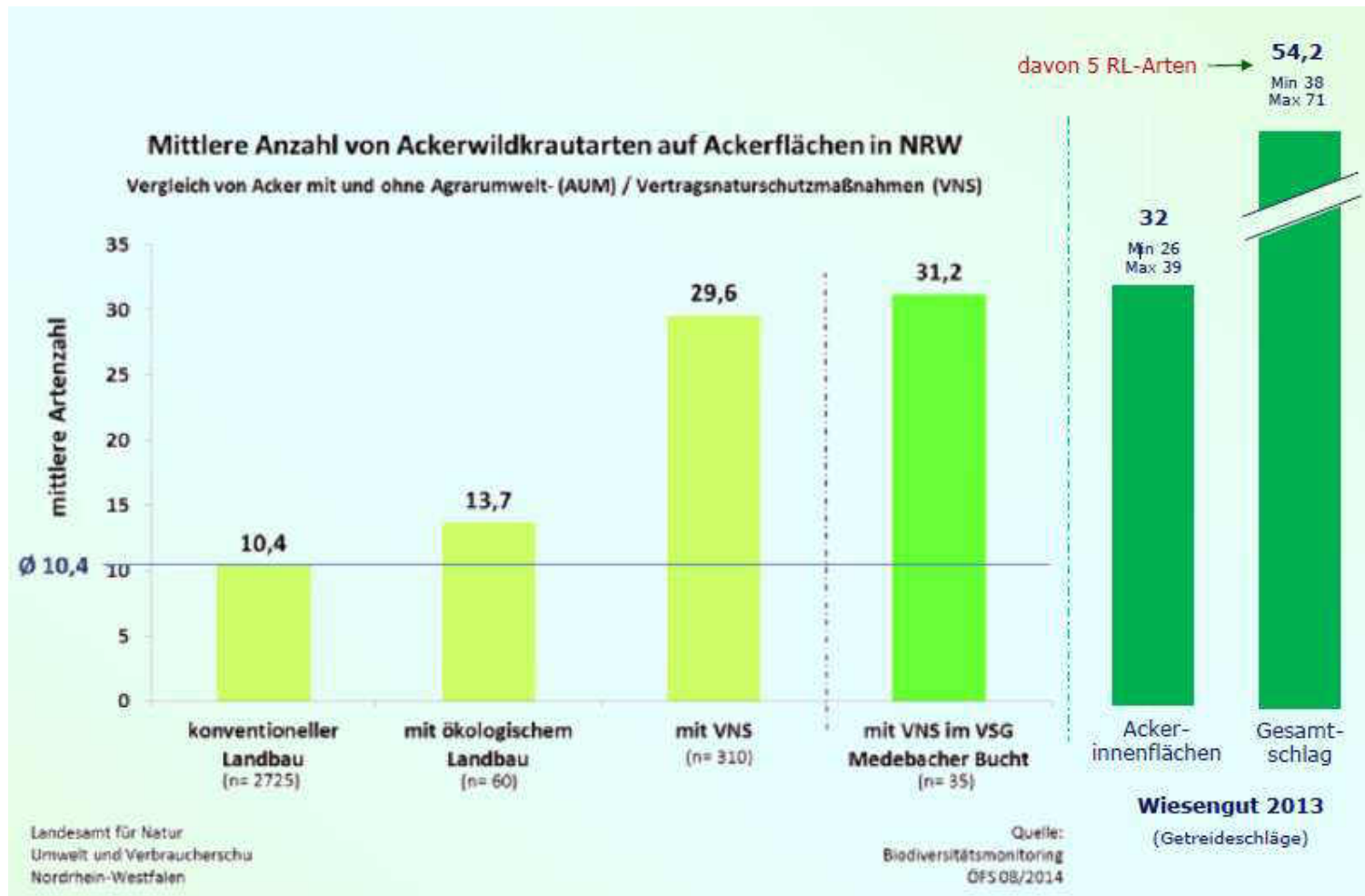


Wertbestimmende Kriterien zur Beurteilung der Biotopqualität der Äcker

- Artenvielfalt typischer Ackerwildkräuter
- Erhaltung von Ackerwildkrautgesellschaften
- Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter
- Günstige Lebensbedingungen für die Fauna

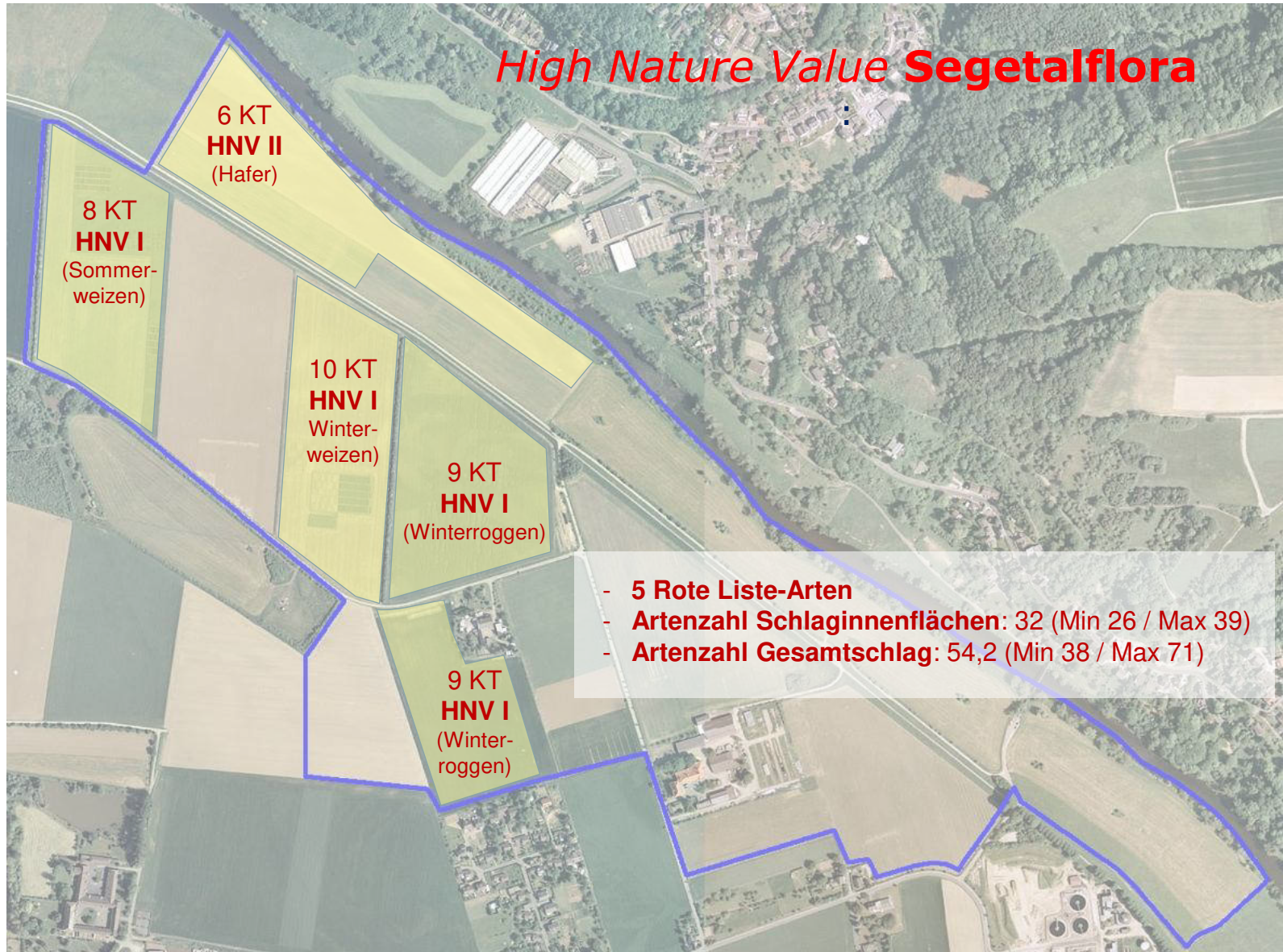
Von 323 Ackerwildkrautsippen in Deutschland waren Anfang des Jahrhunderts insgesamt 180 (ca. 55 %) auf der Roten Liste

Biodiversität - Feldflächen NRW - Wiesengut



Wiesengut (Zeitraum 2013-2021):
 In den Äckern 98 Segetalarten detektiert (Becker 2018).
 Diasporenbank Schlag 14: 68 Arten (Döring et al. 2021)

Segetalflora (Getreide) Wiesengut 2013: Anzahl der **HNV-Kenntaxa** (KT)





Legousia speculum-veneris

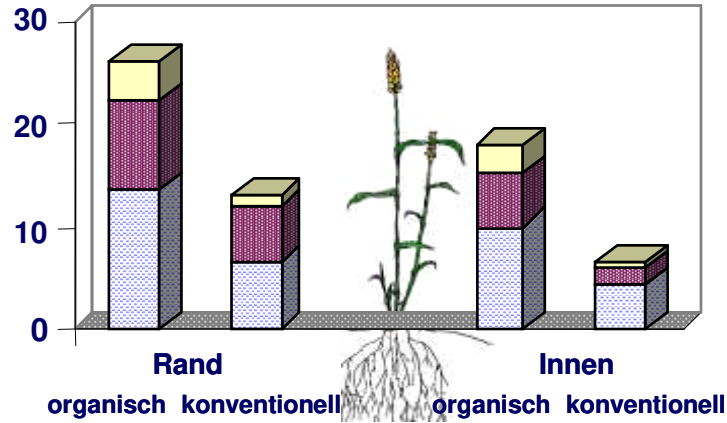


Ranunculus sardous



Consolida regalis (Feldrittersporn)

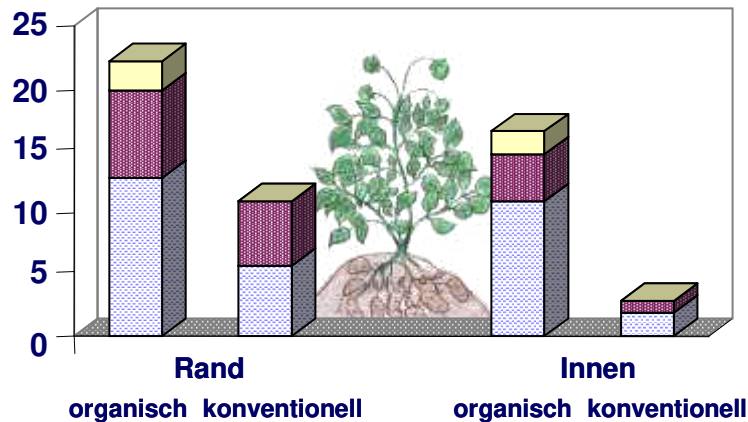
Artenzahlen in organisch und konventionell bewirtschafteten Getreideäckern



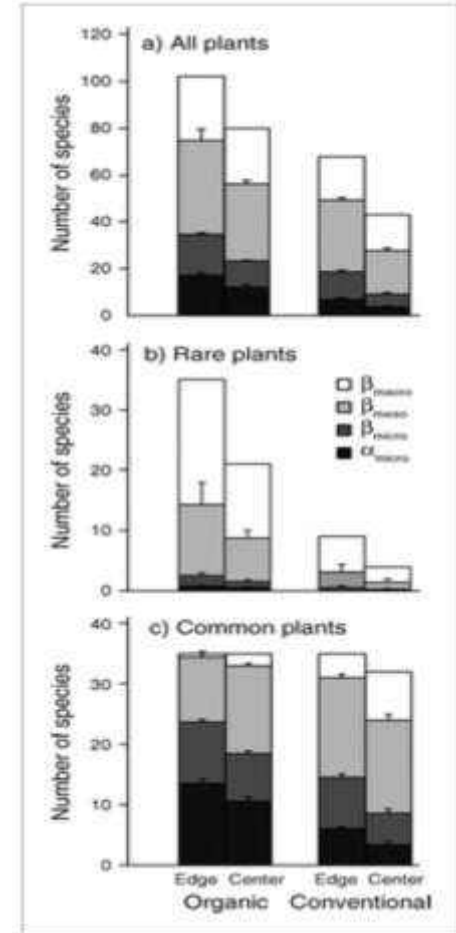
Ausfall- und Zwischenfruchtarten
 übrige Arten
 typische Ackerwildkräuter 1)

1) Kenn- und Trennarten der Pflanzengesellschaften

Artenzahlen in organisch und konventionell bewirtschafteten Hackfruchtäckern



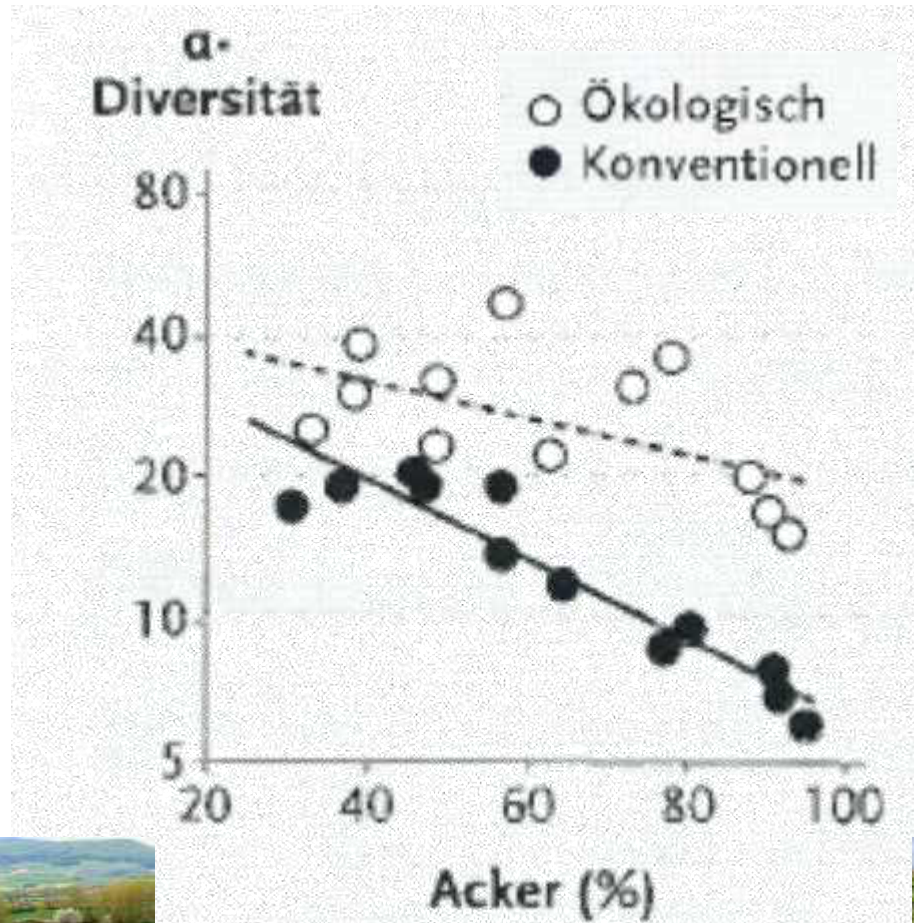
FRIEBEN & KÖPKE 1996



Gabriel et al 2006.
Ecol. Appl. Vol 16, Issue 5

Diversität von Wildpflanzen auf Weizenfeldern

in Abhängigkeit von Landschaftskomplexität (Ackeranteil der Landschaft) und Landbausystem (ökologisch vs. konventionell)



Erfolgreiche Regulation der Wildkrautflora

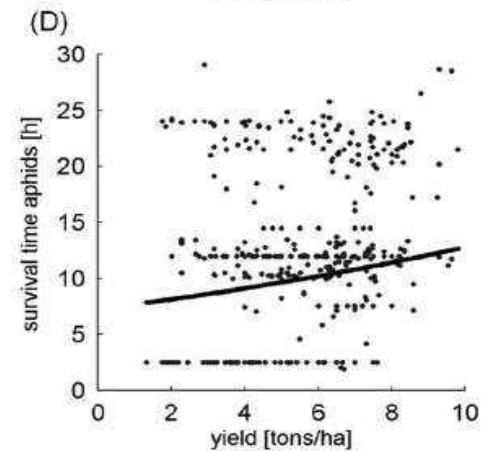
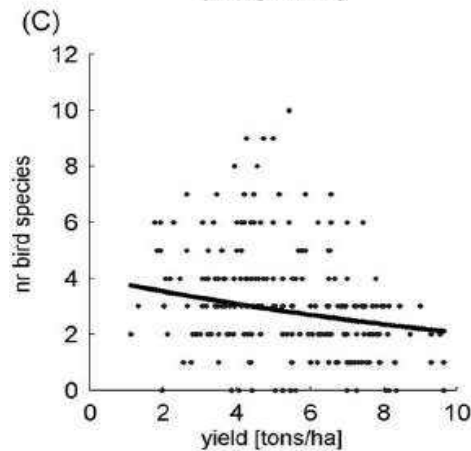
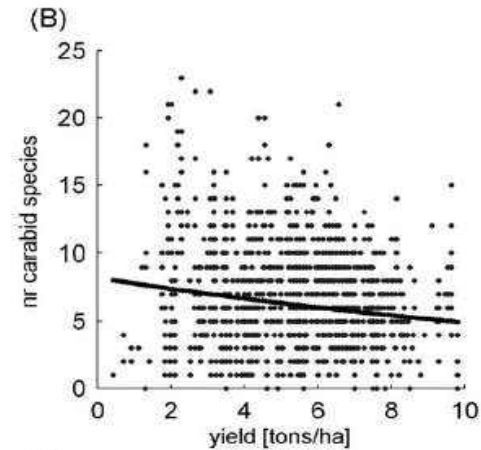
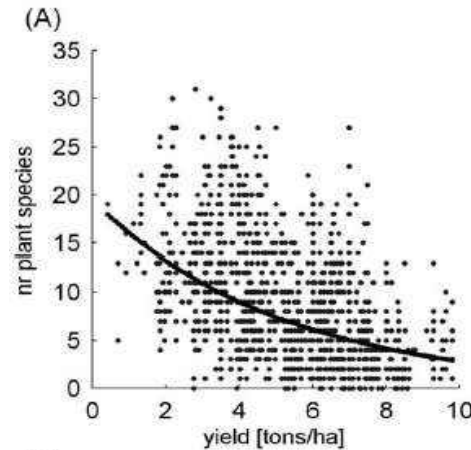
- **Optimierte Bodenbearbeitung**
- **Falsches Saatbett**
- **Saatgutkalibrierung**
- **Optimierte Standraumzumessung**
- **Moderne variable Drilltechnik**
- **Konkurrenzkräftige Kulturpflanzen**
- **Effiziente mechanische Regulation**

Erfolgreiche Strategien gegen Problemunkräuter entwickelt;
z.B. :

Ackerkratzdistel, Quecke, Ampferarten, Rauhaarige Wicke

 **Gefährdung der Wildkrautflora im Ökologischen Landbau?**

Einfluss des Getreideertrags (t/ha) auf (A) die Anzahl von Wildpflanzenarten je Erhebung, (B) die Anzahl von Käferarten je Sammelort, (C) die Anzahl Bodenbrüterarten je Betrieb und (D) den Median der Überlebenszeit von Läusen



Geiger et al. 2010: Basic and Applied Ecology 11 (2010) 97–105

Geringere Anzahl Arten in Konventionell (a) vgl. mit Ö.L. (b) – am höchsten im historisch pestizidfreiem Landbau (c)

Brandenburg, 356 Parzellen, 2019

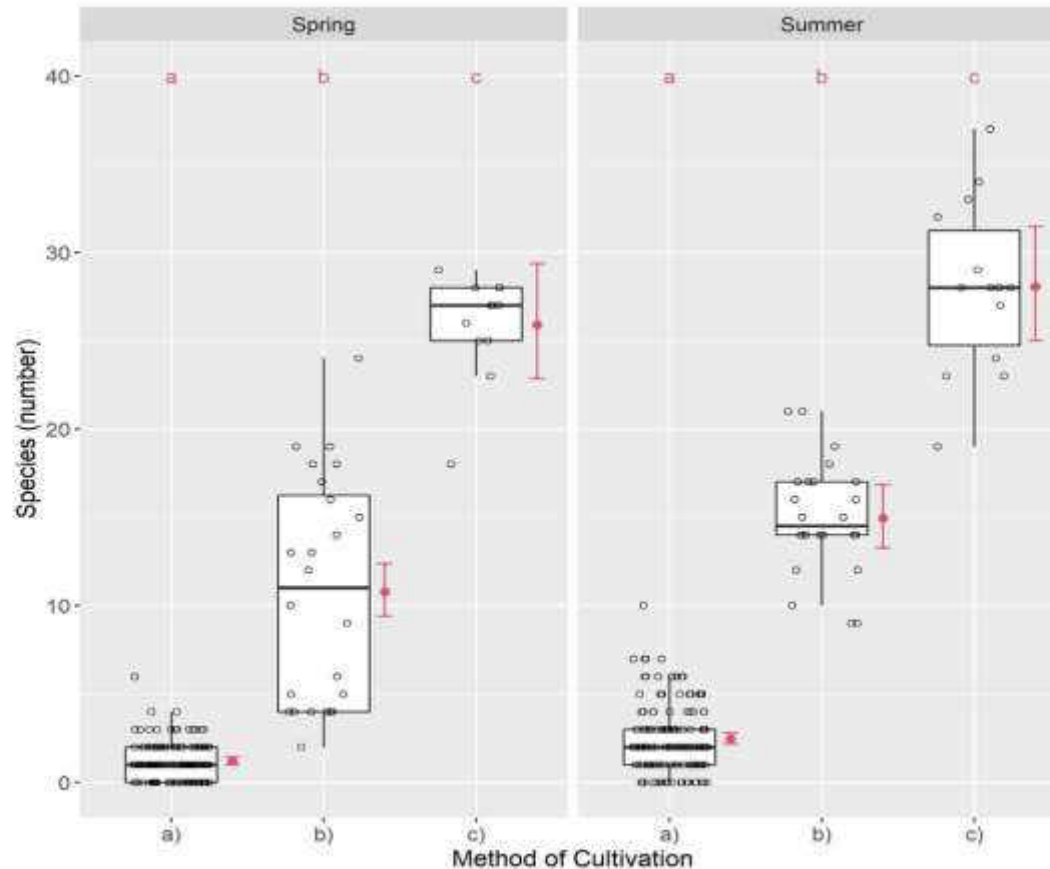


FIGURE 2 Species diversity relative to cultivation method: (a) conventional, (b) organic, and (c) smallholder. Different red letters indicate the significant differences by a Tukey test

Weniger blühende Arten in Konventionell (a) vgl. mit Ö.L. (b) – am höchsten im historisch pestizidfreiem Landbau (c)

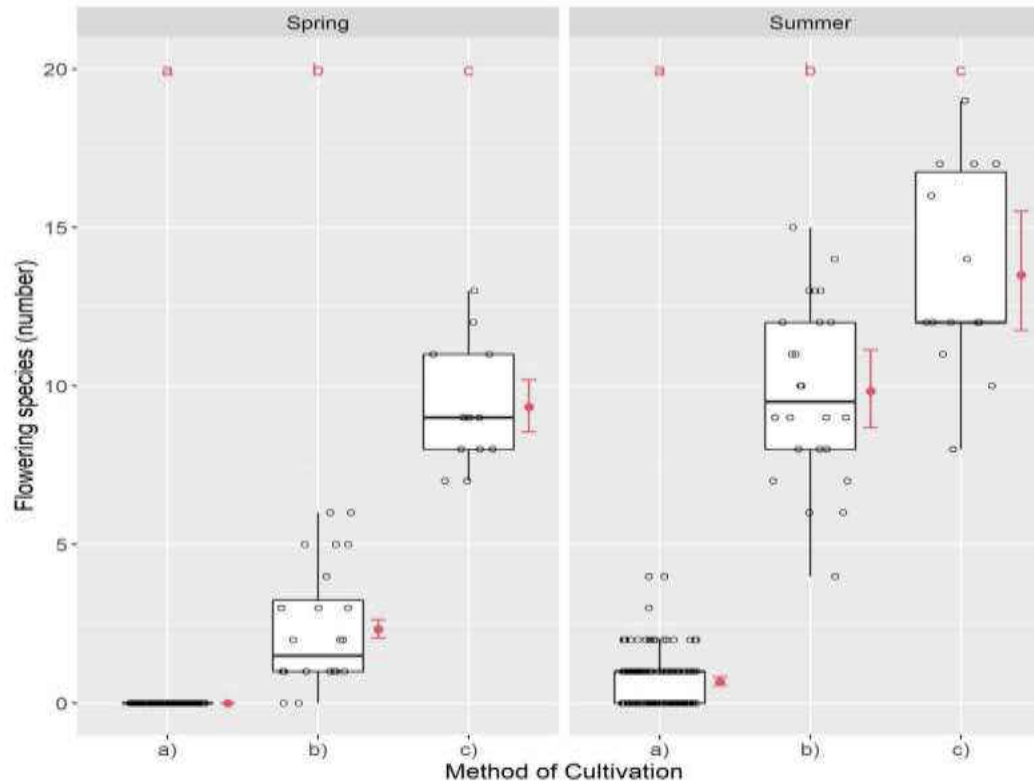


FIGURE 4 Flowering species relative to cultivation method: (a) conventional, (b) organic, and (c) smallholder. Different red letters indicate the significant differences by a Tukey test

Hoffmann & Wahrenberg 2021, Ecology and Evolution 00:1–13, DOI: 10.1002/ece3.8223

Floristische Diversität in Konventionell (a) geringer vgl. mit Ö.L. (b) — am höchsten im historisch pestizidfreiem Landbau (c)

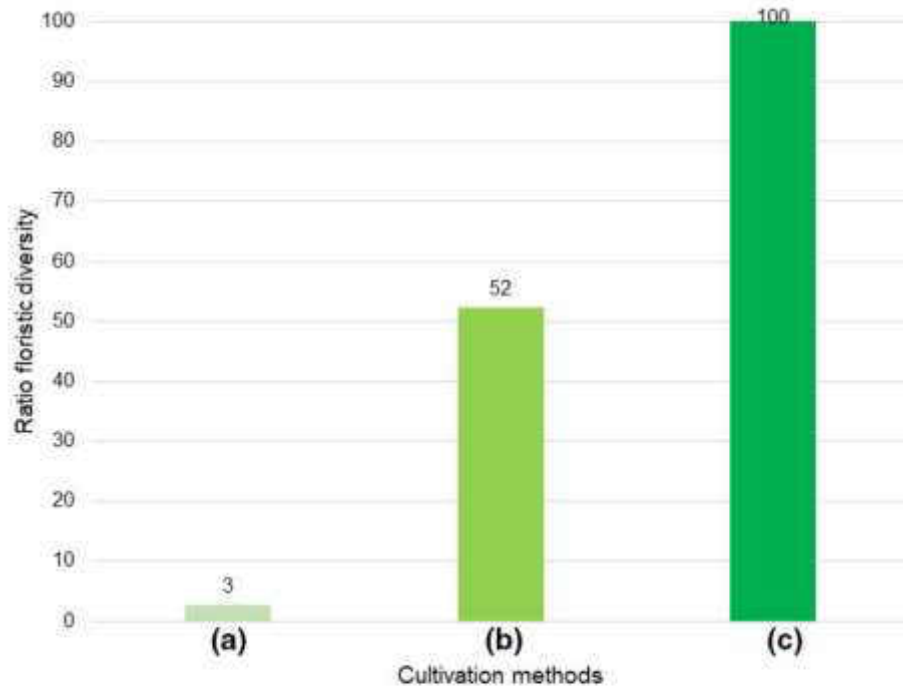


FIGURE 8 Relationships between floristic diversity in cultivation methods (c) smallholder to (b) organic and (a) conventional



FIGURE 1 Flowers of *Centaurea cyana* (the most common of the 106 wild plant species on the plot) as a nectar source for insects (in the example of the butterfly species *Coenonympha pamphilus*). Photograph: Jörg Hoffmann



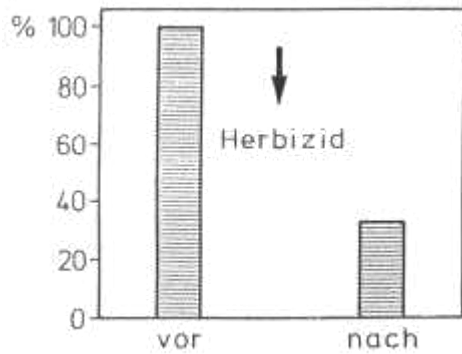
Florendiversität fördern

- ➔ Heterogenität schaffen/Bodenheterogenität nutzen
- ➔ Ackerbrachen und Grenzlinien mehr

‘Lerchenfenster’ kombinieren Vogelschutz, Erfassung/ Erhaltung der Wildflora, Artenschutz epigäischer Fauna (Käfer) und Hege (Niederwild, Rebhuhn, Feldhase, **Jäger einbinden!**)



Hege/ Jagd einbinden



Insektenbiomasse im Getreidebestand
(n. Southwood & Cross, 1996)

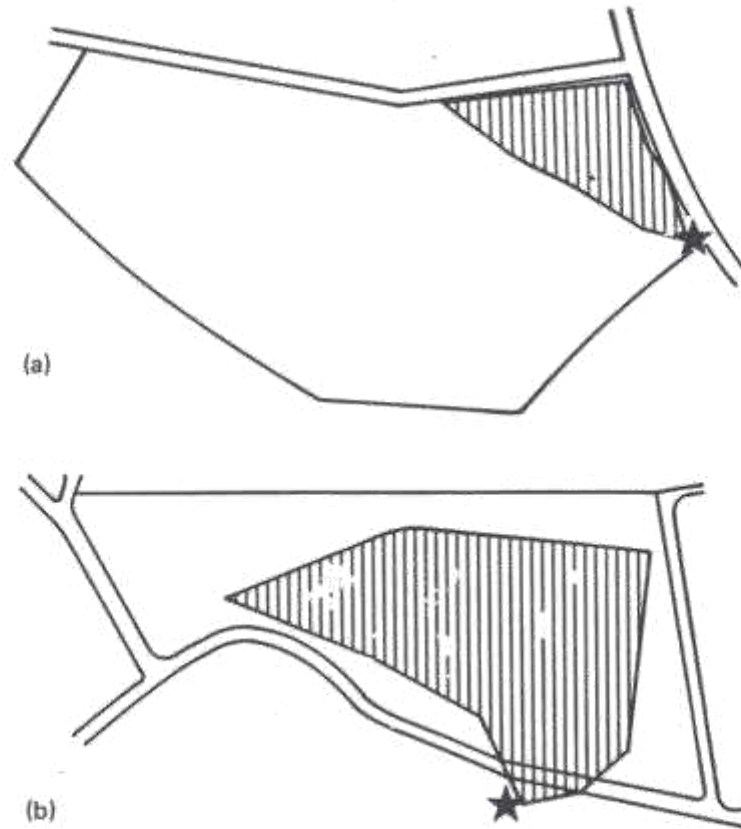
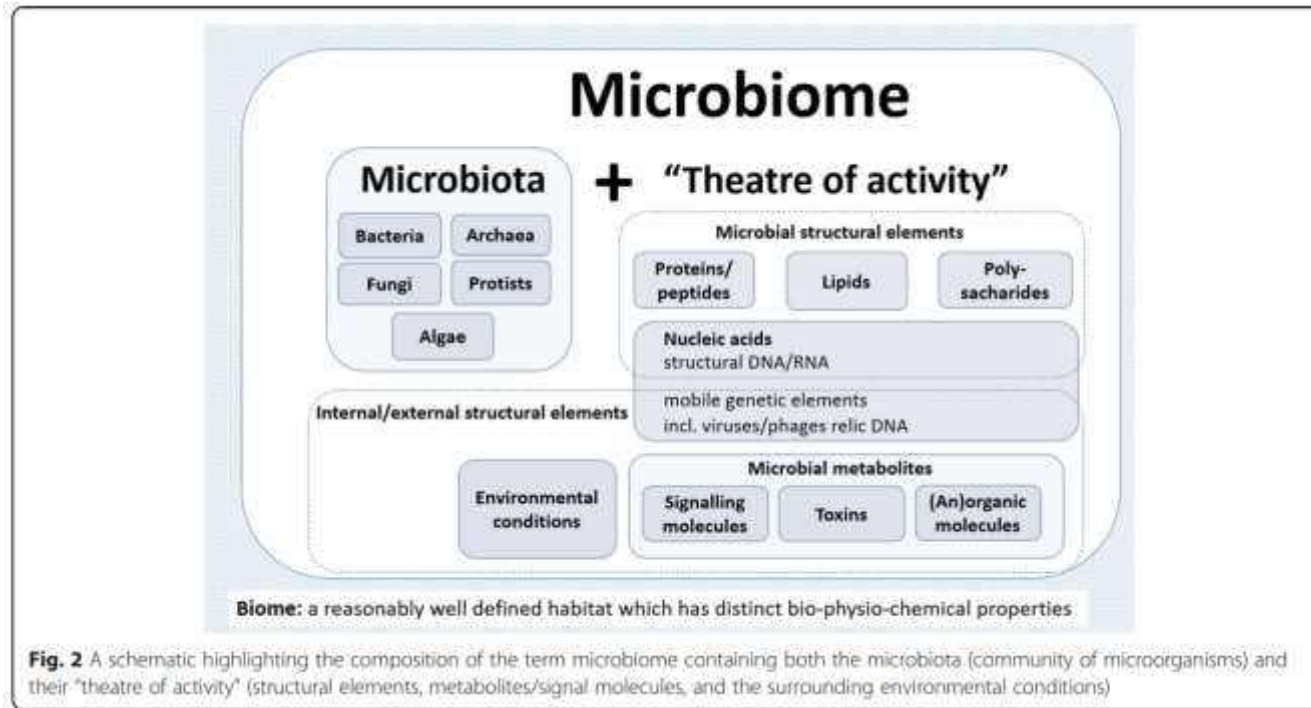


Fig. 6.7 Home range size (hatched) for two grey partridge broods during the first 21 days after hatching. (a) a brood in an 11.8-ha field of spring barley with unsprayed margin. (★ marks the nest sites.) (b) a brood in an 8.8-ha sprayed field of spring barley (from Rands 1986a).

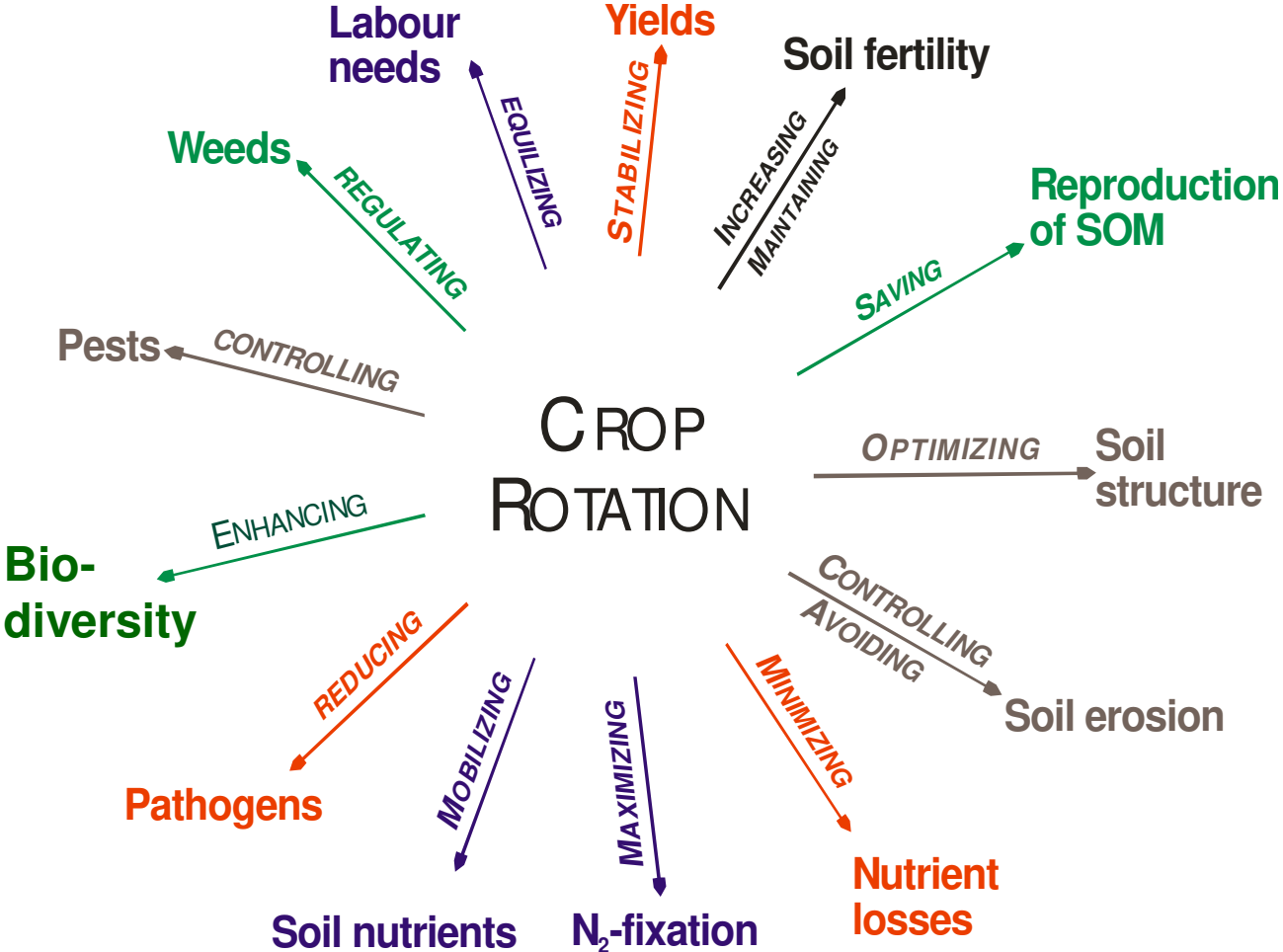
Weltweit etwa ein Viertel der Biodiversität im Boden



Berg *et al. Microbiome* (2020) 8:103

- * Charakteristische mikrobielle Gemeinschaft, die ein wohldefiniertes Habitat mit eindeutigen physio-chemischen Eigenschaften besetzt.
- * Der Begriff umfasst nicht nur die beteiligten Mikroben (Microbiota), sondern auch ihren Aktionsraum / spezifische ökologischer Nischen.
- * Ein dynamisches interaktives Mikro-Ökosystem, integriert in Makro-Ökosysteme als auch eukaryotische Wirtsorganismen, entscheidend für diverse Funktionen und Gesundheit.

On-site: Geplante Diversität durch Fruchtfolgegestaltung



V

Bekanntes Phytomikrobiom (Wurzel)

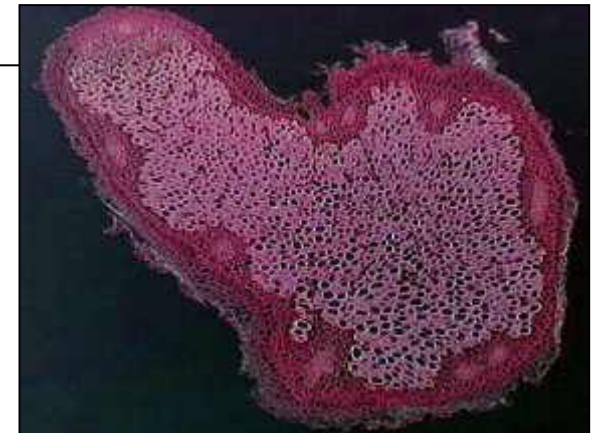
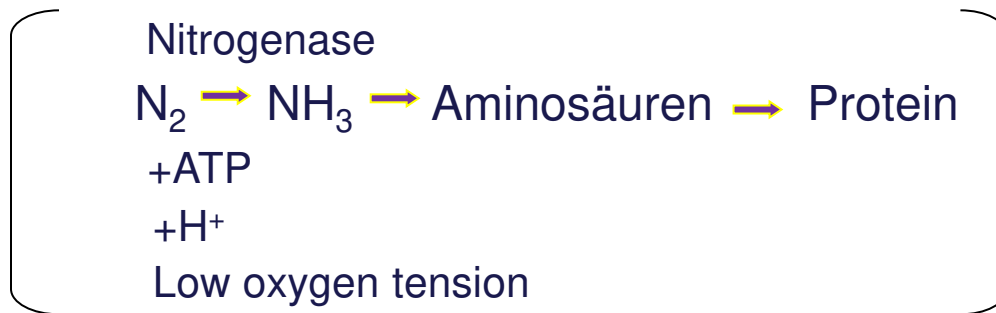
Knöllchen-Symbiose

- Leguminose liefert Kohlenhydrate
- *Rhizobien* liefern N



(Courtesy of Oklahoma St. University)

- Leguminosen vs. Nicht-Leguminosen
 - Leghämoglobin (O₂ Sperre)
 - Nitrogenase



(Stickstoffatmung vs Sauerstoffatmung
Leghämoglobin – Hämoglobin !)

Mykorrhizosphäre -

Kommunikationsraum Pflanzen – Boden-Mikrobiom

Wurzel/ W.haar



- pH-Wert
- Redoxpotential
- Ektoenzyme (z.B. Phosphatase)
- Wurzelexsudate
- Rhizosphären-Mikroorganismen



Fig. 6 Root-induced pH changes in Fe-deficient tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Roots were embedded in an agarose gel containing bromocresol purple as dye indicator to reveal the actual pH.

Hinsinger et al. Plant Soil (2009) 321:117–152

Kommunikation und Regulation

Mikrobiom der Rhizosphäre

- Mikrobiota kann Signalmoleküle erkennen
- Höhere Aktivität der Mycorrhizosphäre
- Stimulierung der pflanzlichen Abwehrkräfte

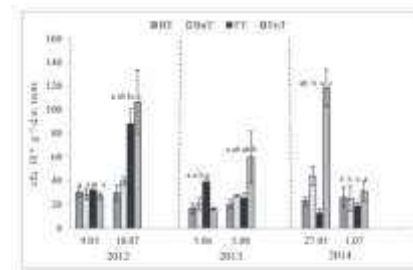
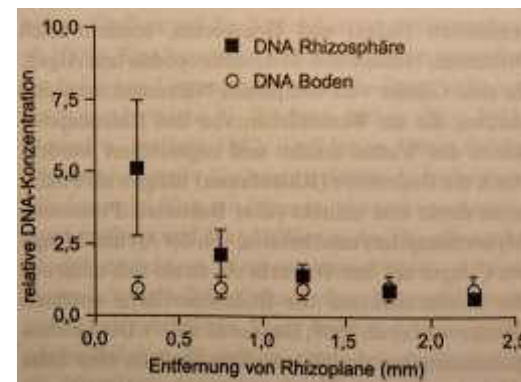


Fig. 2. The number of culturable fungi in the rhizosphere of two cultivars (B - Bodexgöl, F-Fischerdomini) of spelt cultivated in the conventional tillage (CT) and no-tillage (nT) system; legend: BT - tillage system, cultivar B; nT - no-tillage system, cultivar B; FT - tillage system, cultivar F; nT - no-tillage system, cultivar F (sampling dates: 9.05, and 16.07, in 2012; 5.08, and 5.09, in 2013; 27.09, and 1.07, in 2014).



Kulturpflanzendiversität steigert assoziierte Diversität

Boden-Pflanze-Mikrobiota-Interaktionen

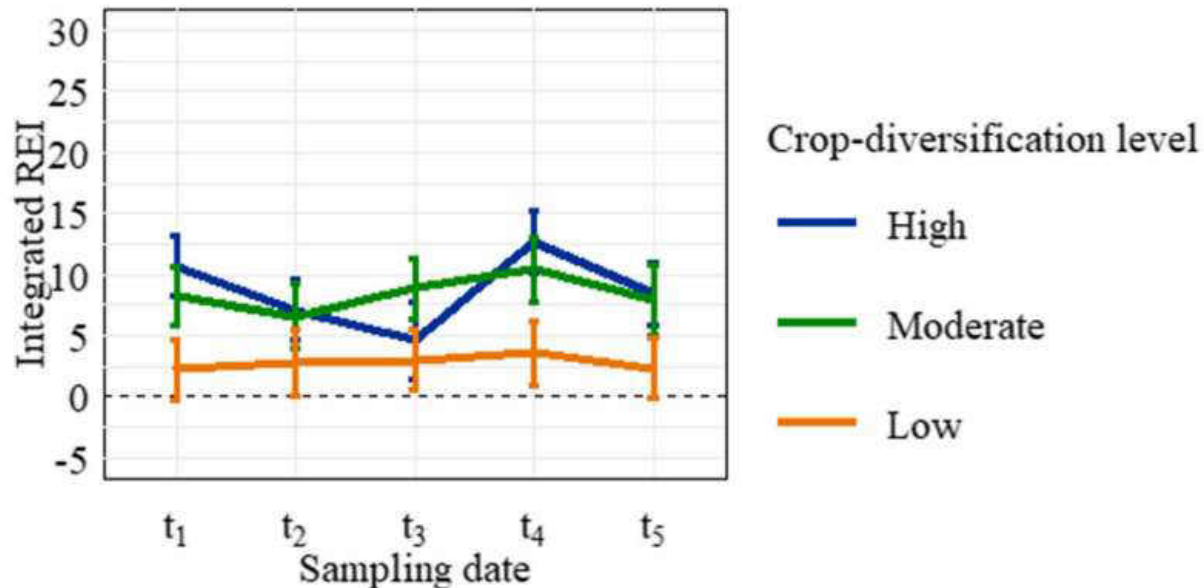
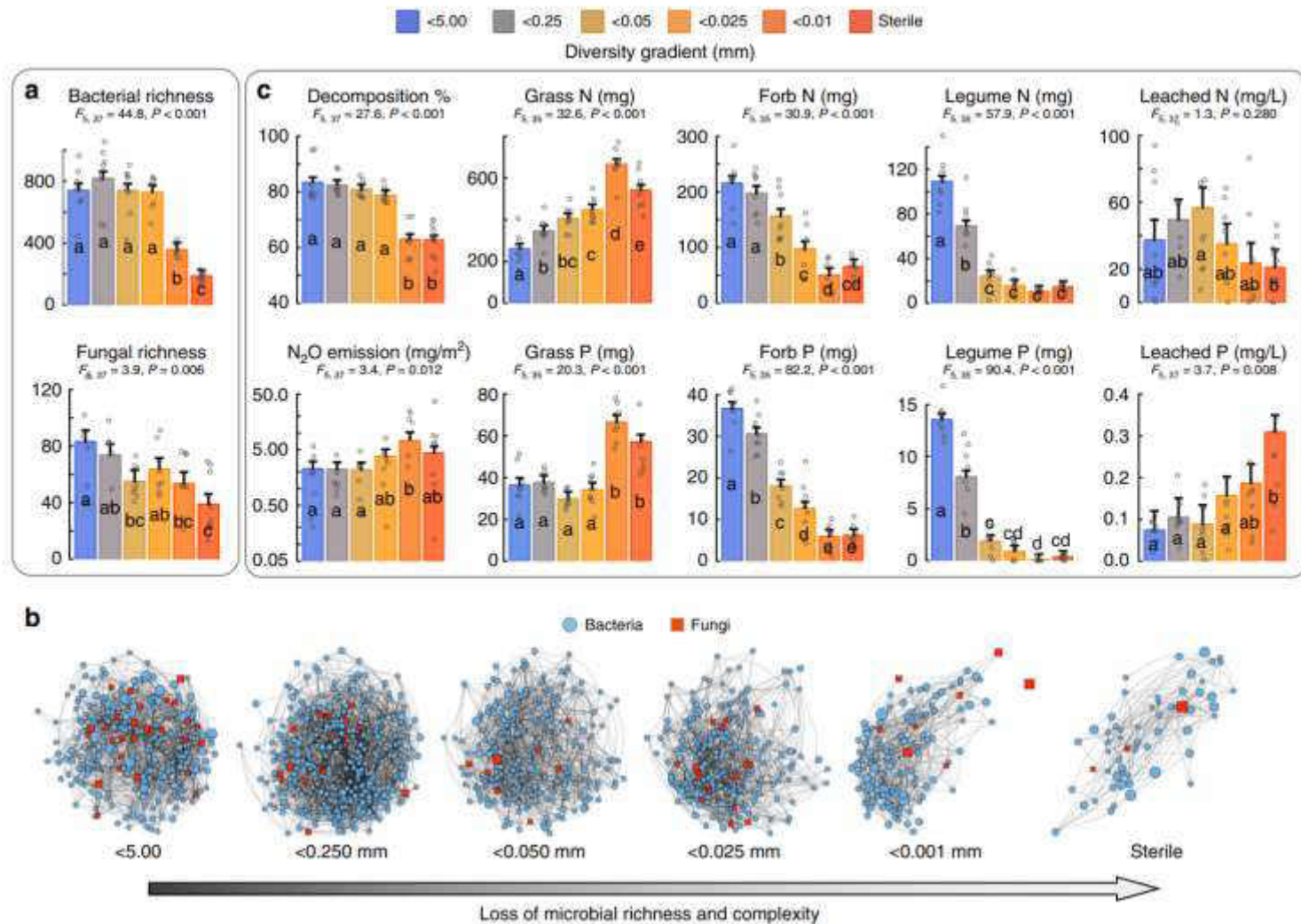


Fig. 6 The integrated Rhizosphere Effect Indicator (REI) calculated with the coordinates of bulk soil and rhizosphere soil samples on the first component of principal component analysis of fluxes of nitrates and phosphates and activities of acid and alkaline phosphatase, β -glucosidase and arylamidase on each sampling date (t₁, t₂, t₃, t₄, t₅). Vertical bars indicate 95% confidence intervals, and the REI differed significantly from

zero when its confidence interval excluded zero. Positive values of the REI indicated higher values of the variable in rhizosphere than in bulk soil, while negative values indicated higher values in bulk soil than in rhizosphere. $N=4$ replicates were collected per soil compartment, per crop-diversification level (High, Moderate, Low) and per sampling date

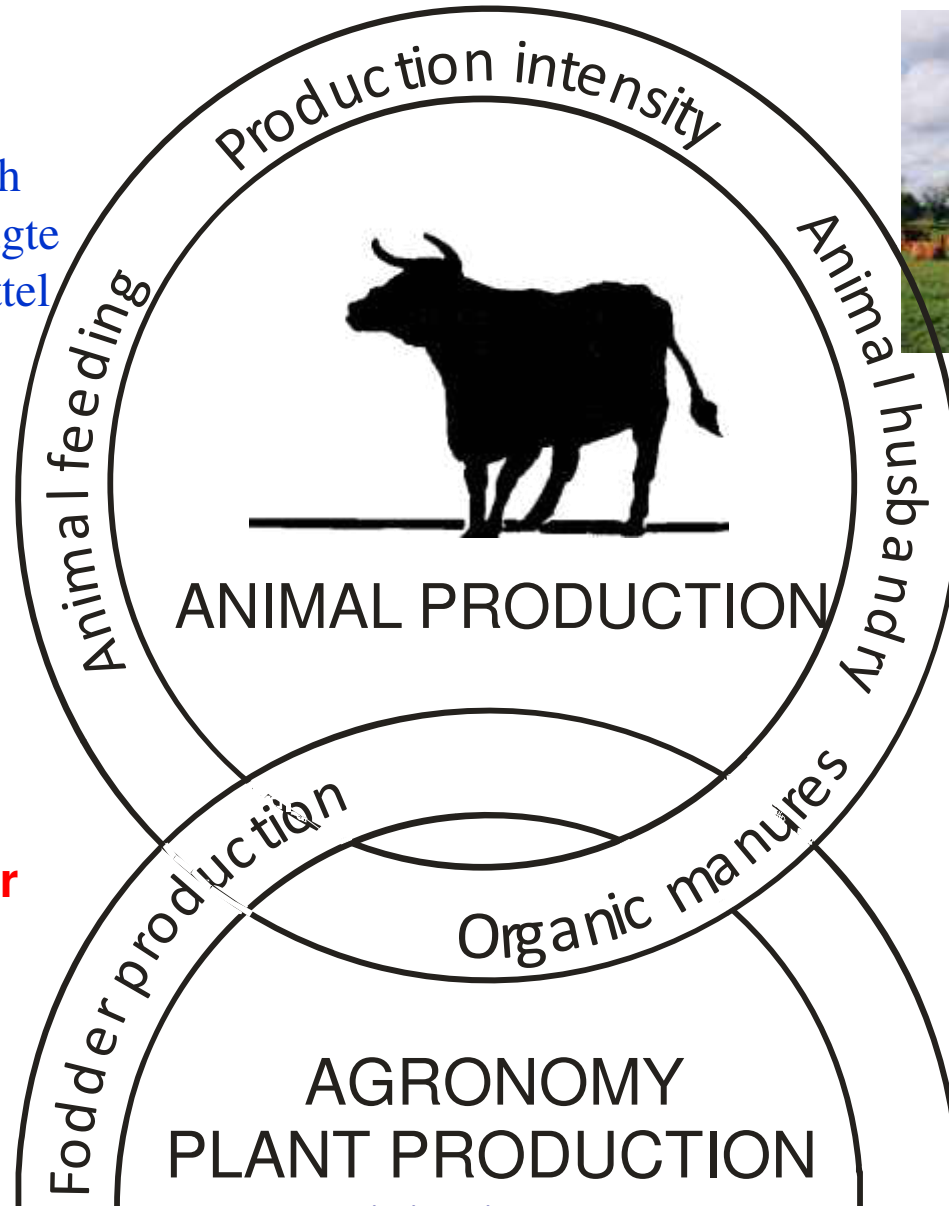
Verlust mikrobieller Vielfalt beeinträchtigt Ökosystemfunktionen



C. Wagg et al. NATURE COMMUNICATIONS | (2019) 10:4841 | <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12798-y>

Weitgehend in sich geschlossener Betriebsorganismus (**Mikrobiome**) Die Landwirtschaftliche Individualität

Geschlossene
Nährstoffflüsse durch
innerbetrieblich erzeugte
organische Düngemittel



Gezielte örtliche und
zeitliche Zufuhr von
Nährstoffen zu den
Kulturen

Nutztierhaltung :

Vermittler

innerbetrieblicher

Kreislaufwirtschaft –

**Treiber individueller
Bodenmikrobiome**

Der Landwirtschaftliche Betriebsorganismus – Die Landwirtschaftliche Individualität



Home field advantage of cattle manure decomposition affects the apparent nitrogen recovery in production grasslands

Muhammad Imtiaz Rashid^{a,*}, Ron G.M. de Goede^b, Lijbert Brussaard^b, Egbert A. Lantinga^a

^a Wageningen University, Farming Systems Ecology, P.O. Box 563, NL-6700 AN Wageningen, The Netherlands

^b Wageningen University, Department of Soil Quality, Wageningen, The Netherlands

Entsprechungen:
Darmmikrobiom Mensch -
Mikrobiom Boden

Gesundheit-Humanmedizin:
f (Ernährung, Boden-,
Pflanzenmikrobiom)

Die ‚Ruminanten‘
ruminant: durchsinnen,
durchwirken



Boden: Trägt er zum Darm-Mikrobiom- zur Immunleistung beim Menschen bei?

- Ähnliche Anzahl aktiver Mikroorganismen in Boden und menschlichen Darm
- Diversität im Darm nur 10 % der Diversität im Boden - dramatisch abnehmend mit modernem Lifestyle
- Evolutive Abhängigkeiten zwischen Boden-Mikrobiom und intestinalem Mikrobiom des Menschen
- Höhere *alpha*- Diversität bei Indigenen, Jäger/Sammlern i.Vgl. zum urbanen Menschen mit individualisiertem Darmmikrobiom
- Verlust förderlicher Mikrobiota durch geringen Kontakt mit Boden und Faeces, Hygienemaßnahmen, Antibiotika und weniger Ballaststoffen in verarbeiteten Lebensmitteln
- Gleichzeitig Abnahme der Biodiversität in ruralen Böden
- Biodiversitätsverlust als Folge intensivierter agrochemischer Massnahmen
- Gleichzeitig: Lifestylekrankheiten mit Bezug zum Darm- Mikrobiom
- Darm-Mikrobiom und Boden-/Wurzelmikrobiom als ‚*Superorganismen*‘ (Blum et al. 2019), besser: *Holobionten* verstehen, die über engeren Kontakt einander gegenseitig mit Inokulum, Genen und wachstumsfördernden Molekülen ‚auftanken‘

Does Soil Contribute to the Human Gut Microbiome?

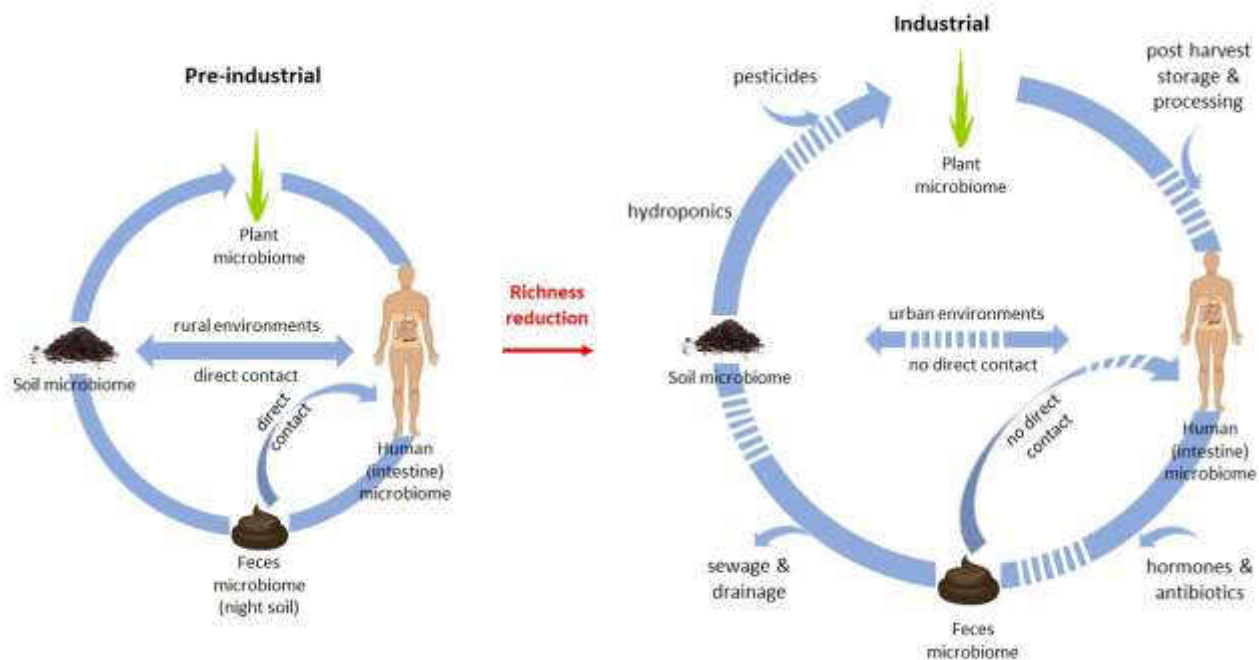
by Winfried E.H. Blum , Sophie Zechmeister-Boltenstern and Katharina M. Keiblinger* 

Institute of Soil Research, Department of Forest and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), Peter Jordan-Straße 82, 1190 Vienna, Austria

* Author to whom correspondence should be addressed.

Microorganisms **2019**, *7*(9), 287; <https://doi.org/10.3390/microorganisms7090287>

Received: 8 July 2019 / Revised: 19 August 2019 / Accepted: 20 August 2019 / Published: 23 August 2019



Analyse der Mikrobiom-Interaktionen

Ausblick- und Fragen

- Wird die Hypothese ‚*healthy soil - healthy crops - healthy animals - healthy environment - healthy humans*‘ umfassend bestätigt,
- das Mikrobiom der Mykorrhizospäre als „externes“ (?) Immunsystem erkannt,
- Werden Hinweise auf die Co-Evolution der Mikrobiota und ihrer Wirte verdichtet,
- ausgewogene Wirts-Mikroben- Interaktion (Eubiose) als *healthy microbiome* ‚organisierbar‘, und
- der in sich geschlossene landwirtschaftliche Betriebsorganismus, die ‚Landwirtschaftliche Individualität‘, als Holobiont und Basis weiterer Evolution verstanden?

„Das Mikrobiom in seiner qualitativ vielfältigen Zusammensetzung stellt eine Art Integral dar, in dem sich langfristige Einflüsse von Kultur, Verhalten, Ernährung, emotionaler Verfassung und Umwelt widerspiegeln“ Th. Hardtmuth 2021

Handlungsempfehlungen I

- Produkte des Organischen Landbaus – Regional
- Vielfältige Kostformen, pflanzlich dominiert
- ‚Von allem die Hälfte, aber doppelt so gut‘ (K.L. Schweisfurth)
- Kinder raus in die Natur
- Über- Hygienisierung vermeiden

- Natürliche Geburt – Kaiserschnitt: Konsequenzen
- Stillen - Muttermilch
- Antibiotika bei Kindern v.a. im 1.-3. Lebensjahr vermeiden

Handlungsempfehlungen II

- **Kooperation** Landwirtschaft, Jagd, Naturschutz ehrenamtlich/institutionell
- Standortspezifische **Biodiversitätsberatung** durch gut geschulte Berater
- **Detektion Biodiversitätspotential** auf den Betrieben
- **Schutzziele** definieren
- **Maßnahmen** festlegen (hierarchisch, Grenzlinien, Schlagsplitting, Feldgeometrie, Feldspitzen, Habitate...
...Feldflorareservate

Feldgehölze und Brachen in unproduktiven Feldspitzen einrichten



Handlungsempfehlungen Erhaltung der Wildflora I

- Fruchtfolge-, Kulturpflanzenvielfalt
- Detektion/Kartierung von *hot spots*
- Bestimmung der Arten und Gesellschaften
- Feststellung Gefährdungsgrad
- Heterogenität nutzen
- Festlegung der Teilflächen - Pflegespuren
- Massnahmen (Bearbeitungsfenster)
- Protokolle – Kontrolle



Handlungsempfehlungen

Erhaltung der Wildflora II

- Kooperationen – Biologische Stationen, Schulen, Universitäten, Hegeringe
- Umweltbildungsinstrumente - *On-line* Schulungen
- Erhaltung/Verbreiterung von Feldrainen und Säumen
- HEGE! Brachflächen, Deckung einrichten
- Wildpflanzenvermehrung/-Saatgutproduktion
- Bewerbung
- Patenschaften



Höhere Diversität im Ökologischen Landbau

- Meta-Analysen weisen sie aus (retrospektiv)
 - Diversität standörtlich/regional/geogen – im Felde oft kleinräumig geprägt
 - Funktion der Zeit – Umstellungsjahr, Bewirtschaftungsdauer
 - Referenz *mainstream* regional- /landschaftsgeprägt definiert
 - Diversität in der Landschaft lässt sich durch höhere Dichte d. Ö.L. erhöhen
 - Schlüssel: Kulturpflanzendiversität (Fruchtfolge, Futterbau, Weide, Wiese)
 - Ackerwildkrautflora und Gemischtbetriebe mit Rinderhaltung im Fokus
 - Quellort für grossräumige Artenschutzleistungen (Wildsaatgut)
 - Optimierungsstrategien kosteneffizienter Massnahmen generell auch für *mainstream* verfügbar
- ➔ **Ausdehnung des Ökologischen Landbaus auch naturschutzfachlich begründbar**
- ➔ **Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität landschaftsorientiert und betriebsspezifisch ausrichten**

Convention of Biological Diversity RIO 1992



*"... The Convention recognizes that **biological diversity**)¹ is about more than plants, animals and **micro-organisms and their ecosystems** it is about people and our need for food security, medicines, fresh air and water, shelter and a clean and healthy environment to live in. ..."*

- Schutz durch perpetuierlichen Landbau -

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

)¹ insert: Organic Agriculture

