



## **Biodiversität und Landwirtschaft: Geht das zusammen?**

Urs Niggli, Institut für Agrarökologie (CH)

St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft, St. Gallen, 8. Mai 2024

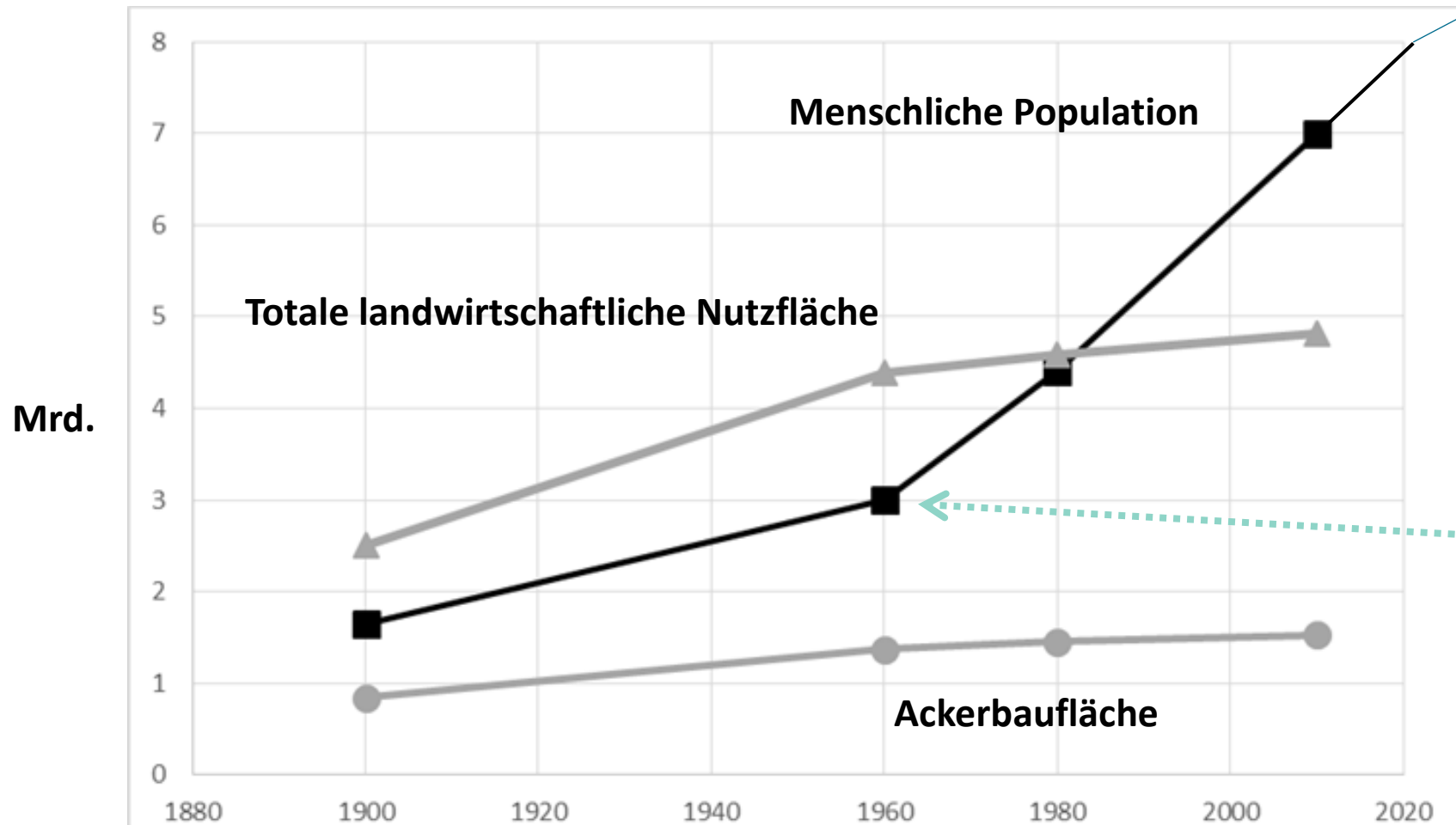
# Inhalt

- Globale und lokale Herausforderungen
- Antworten liegen in Innovationen
- Umweltschutz und Biodiversität unter Druck
- Potentiale und Grenzen der Agrarökologie und des Biolandbaus
- «One-size-fits-all» Mentalität
- Schlussfolgerungen

# Leistung des 20. Jahrhunderts: Wachstums Bevölkerung vom Wachstum landwirtschaftlich genutzten Fläche entkoppelt.

FAO: 56 % Food Gap im 2050

+ 593 Mio ha LN  
+ 401 Mio ha Grünland  
+ 192 Mio ha Ackerland



## „Grüne Revolution“

- Stickstoff und Phosphor;
- Pflanzenschutz;
- Herbizide;
- Pflanzen- und Tierzucht;
- Bewässerung;
- und anderen technischen Massnahmen.



# Recommendation of the UNFSS 2021: Boost nature-positive production

1. Protect natural systems from new conversion for food production



«Cuvette Centrale» Democratic Republic of the Congo



2. Sustainably manage existing food production systems

3. Restore and rehabilitate degraded systems for food production & ES



# Wichtige Handlungsfelder

- Biodiversitätsverluste stoppen.
- Stickstoff-Nutzungs-Effizienz erhöhen.
- Kreisläufe schließen.
- Bodenfruchtbarkeit erhalten oder wiederherstellen.
- Nachhaltige Ernährungsweise (Fleischkonsum, Lebensmittelverschwendung).
- Produktivität erhalten.

# Ursachen der Biodiversitätsverluste

- Intensive Landwirtschaft verändert multikausal die Landschafts- und Lebensräume (Habitate) wegen
  - Düngungsintensität, v.a. Stickstoff.
  - Pflanzenschutzmaßnahmen und Herbizide.
  - Fruchtfolgen.
- Indirekte und direkte Wirkungen der Pflanzenschutzmaßnahmen, vor allem der wirkungsstarken chemischen.
- Klimawandel und Veränderung des Artengleichgewichts.

Stellungnahme der AG Biodiversität des wissenschaftlichen Beirats NAP: Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Biodiversität in Agrarökosystemen, Arbeitsgruppe Biodiversität von Urs Niggli, Bärbel Gerowitt, Carsten Brühl, Matthias Ließ und andere vom April 2018.

# Hauptergebnisse der NAP- Literaturstudie

„Es gilt als unbestritten, dass die Bestände von Arthropoden, Amphibien, Ackerwildkräutern, Fischen und empfindlichen Wirbellosen in Gewässern und an Land seit Beginn der Industrialisierung dramatisch zurückgegangen sind.“

„Eine neue umfassende Meta-Analyse ergab, dass weltweit 41 % der Insektenarten und 22 % der Wirbeltierarten im Rückgang begriffen sind, mit jährlichen Rückgangsraten von 1.0 % bzw. 2.5 %. Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019»

„Darüber, dass Pflanzenschutzmittel eine wesentliche Ursache des Biodiversitätsverlustes sind, besteht wissenschaftlicher Konsens.“

*Wenn Dachsammern (Zonotrichia leucophrys) belastete Samen fressen, verlieren sie ihr Orientierungsvermögen.*

Margaret L. Eng, Bridget J. M. Stutchbury & Christy A. Morrissey (2017) Imidacloprid and chlorpyrifos insecticides impair migratory ability in a seed-eating songbird. Scientific REPOrtS | 7: 15176 | DOI:10.1038/s41598-017-15446-x

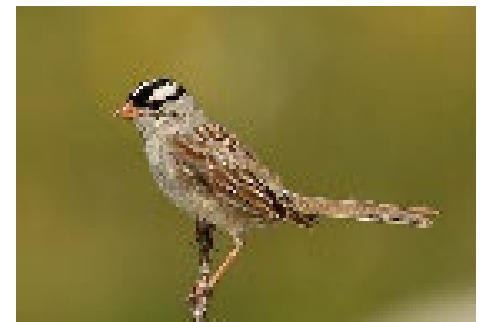
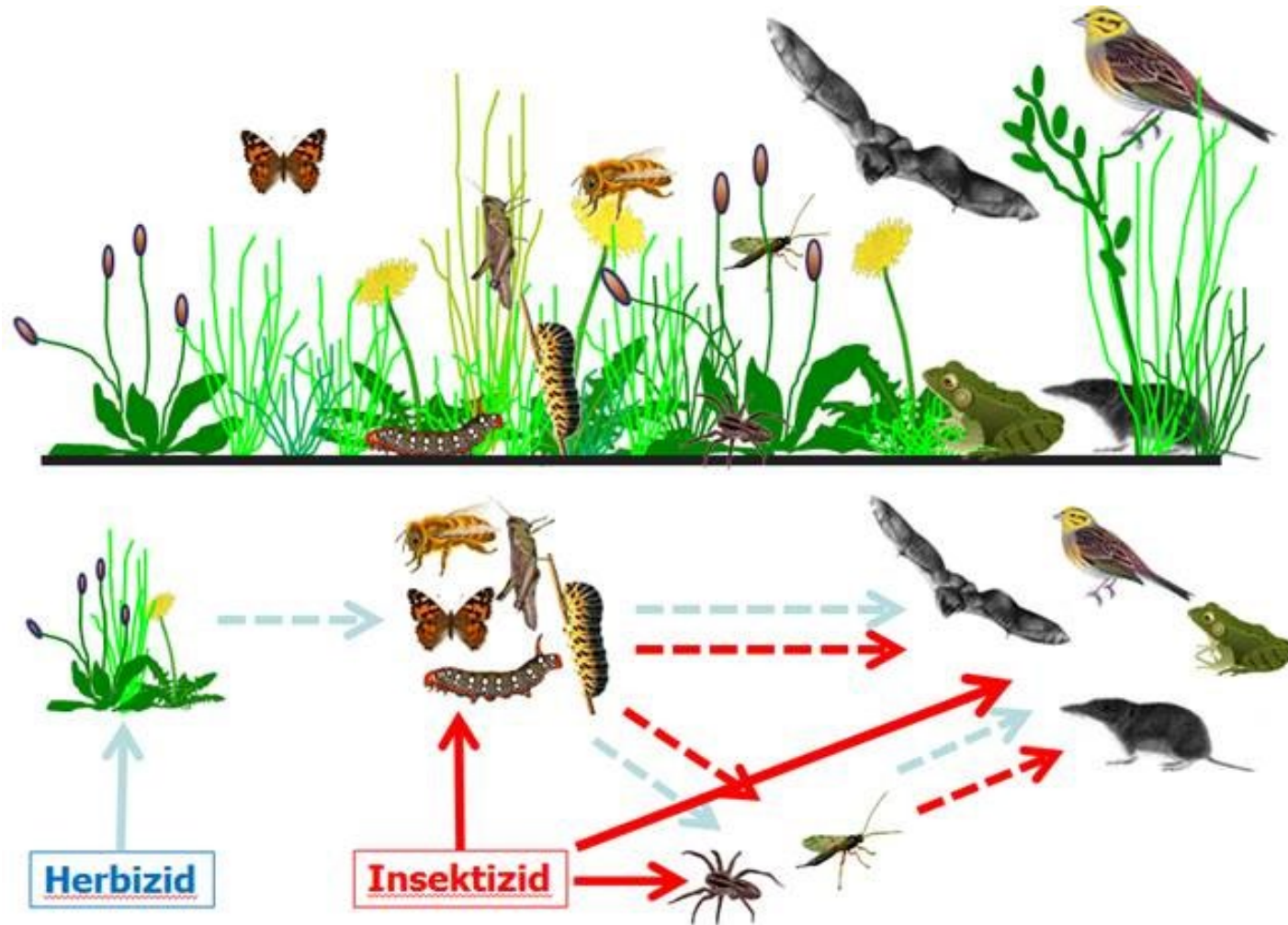


Bild: Wikipedia

Stellungnahme der AG Biodiversität des wissenschaftlichen Beirats NAP: Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Biodiversität in Agrarökosystemen, Arbeitsgruppe Biodiversität von Urs Niggli, Bärbel Gerowitt, Carsten Brühl, Matthias Ließ und andere vom April 2018.



# Starke Reduktion des Einsatzes chemischer Pestizide mit positiven Auswirkungen auf die Artenvielfalt und die natürlichen Nahrungsketten



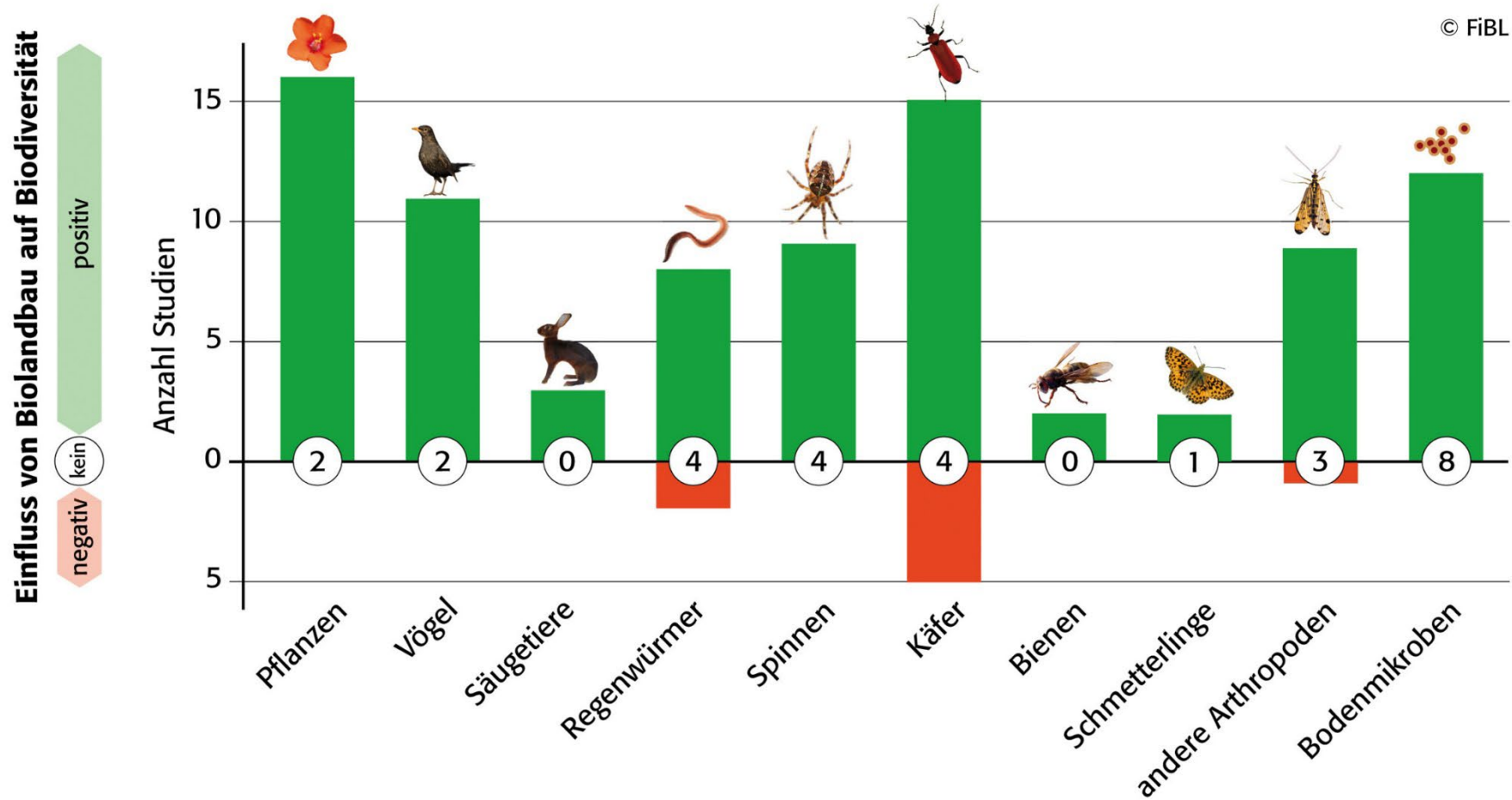
## Alternativen:

- Digitalisierung und Precision Farming.
- Pflanzenzüchtung.
- Vorbeugende Methoden wie Biolandbau oder Agrarökologie.
- Physikalische Methoden.
- BioControl und Botanicals.
- Biostimulanzen.



# Biolandbau und konventionelle Landwirtschaft, Meta-Analysen:

Ebene Taxa



Signifikant mehr Tier- und Pflanzenarten und mehr Individuen auf Bioflächen:  
-> abh. von Taxa und Kultur (1-jähr. Kulturen > Grasland > Spezialkulturen)

Tuck SL, Winqvist C, Mota F et al. (2014) Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. J Appl Ecol 51, 746–755.

# Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit

## Öko versus konventionell:

### Erhöhte Humusgehalte der Böden

*(Gerhardt, 1997; Clark et al., 1998; Brown et al., 2000; Pulleman et al., 2003; Pimentel et al., 2005; Marriott & Wander, 2006)*

*Zwischen + 10 und +60 % (durchschnittlich +28 %, Soil Association, 2009).*

### Verbesserte biologische Eigenschaften der Böden

(z. B. mikrobielle Biomasse, mikrobielle Enzymaktivitäten, Abundanz von Regenwürmern, Abundanz von bodenbewohnenden Insekten):

*Gerhardt, 1997; Siegrist et al., 1998; Hansen et al., 2001; Mäder et al., 2002; Pulleman et al., 2003; Fließbach et al., 2007, Pfiffner, L. und Luka, H., 2002.*

*Schwankungsbreite von + 40 bis +120 %.*

### Erhöhte Stabilität der Bodenaggregate

*(Gerhardt, 1997; Siegrist et al., 1998; Brown et al., 2000; Maeder et al., 2002; Pulleman et al., 2003; Williams & Petticrew, 2009).*

### Erhöhtes Wasserhaltevermögen, höherer Wassergehalt im Boden

*(Brown et al., 2000; Lotter et al., 2003; Pimentel et al., 2005)*

### Verbesserte Infiltrationsrate von Regenwasser

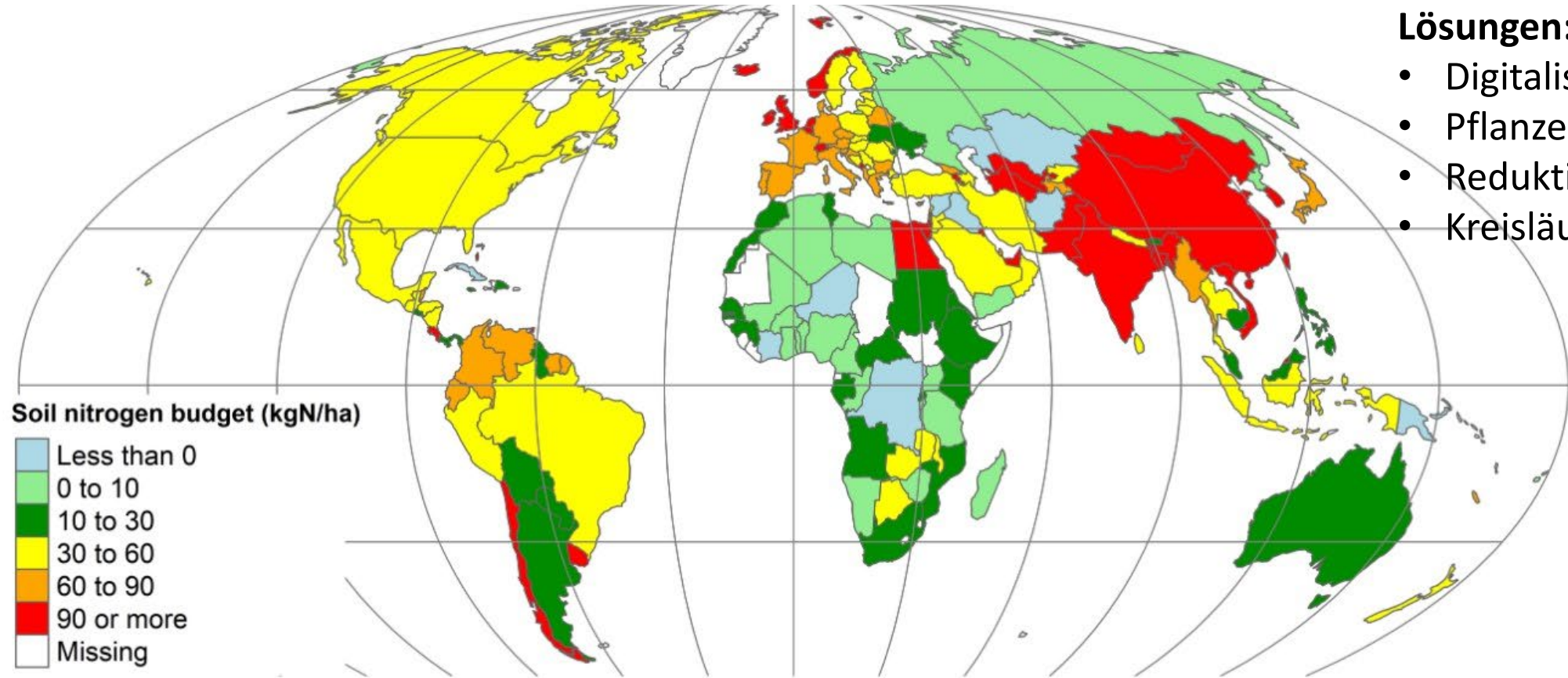
*(Lotter et al., 2003; Pimentel et al., 2005; Zeiger & Fohrer, 2009).*

## Lösungen:

- Biolandbau.
- Fruchtfolgegestaltung.
- Reduzierte Bodenbearbeitung.
- Kreisläufe organische Substanz.
- u.a.



# Massive Reduktion des Stickstoffes in der Landwirtschaft und in den davon betroffenen Ökosystemen.



## Lösungen:

- Digitalisierung.
- Pflanzenzüchtung.
- Reduktion Tiere.
- Kreisläufe.

Very low nitrogen efficiency and huge waste  
Nitrogen mining

Source: FIBL - Less, better and circular use - how to get rid of surplus nitrogen without endangering food security, based on data from Ludemann et al. (2023)

<https://www.fibl.org/de/infothek/meldung/aufraeumen-mit-dem-stickstoff-mythos>



# Was der **Biolandbau\*** nicht kann: die globale Ernährung sichern

- Meta-Analysen zeigen, dass die durchschnittlichen Ertragsunterschiede im ökologischen Landbau zwischen **15 und 20 %** liegen (*de la Cruz et al., 2023; Ponisio et al., 2015; de Ponti et al., 2012*).
- Schlechtere zeitliche Ertragsstabilität (*Knapp und van der Heijden, 2018*).
- Ertragsdifferenzen Versuche Lindhof, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Christian-Albrechts-Universität Kiel (*Taube et al.*) deutlich höher (**-50 %**).
- Gesamt-Daten Auswertungen aus Österreich zeigen, dass ökologisch angebautes Getreide im Durchschnitt **35 %** weniger Ertrag erbrachte als konventionelles, und die Erträge für ökologische Wurzel- und Knollenfrüchte 27-49 % niedriger waren (*Brückler et al., 2017*).
- Geringere Erträge sind vor allem auf eine weniger effektive Versorgung mit Pflanzennährstoffen und größere Ernteverluste durch Schädlinge und Krankheiten im ökologischen Anbau zurückzuführen (*Meemken und Qaim, 2018*).



# Globale Erwärmung wird alles überlagern

Szenario 2050, alle Menschen haben eine genügende Protein- und Energie-Versorgung

|                     |     | Climate change impact on yields |     |     |     |     |     |           |     |     |     |    |     |           |    |    |    |    |     |
|---------------------|-----|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|----|-----|-----------|----|----|----|----|-----|
|                     |     | zero                            |     |     |     |     |     | medium    |     |     |     |    |     | high      |    |    |    |    |     |
|                     |     | % organic                       |     |     |     |     |     | % organic |     |     |     |    |     | % organic |    |    |    |    |     |
|                     |     | 0                               | 20  | 40  | 60  | 80  | 100 | 0         | 20  | 40  | 60  | 80 | 100 | 0         | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| % Wastage reduction | 0   | 0                               | 5   | 10  | 17  | 25  | 33  | 21        | 26  | 33  | 40  | 47 | 57  | 46        | 50 | 54 | 58 | 64 | 71  |
|                     | 50  | -16                             | -12 | -8  | -4  | 2   | 8   | 2         | 7   | 10  | 16  | 22 | 27  | 25        | 26 | 29 | 32 | 35 | 40  |
|                     | 100 | -26                             | -24 | -20 | -16 | -12 | -8  | -9        | -6  | -3  | 1   | 5  | 9   | 12        | 13 | 14 | 15 | 17 | 20  |
| 25                  | 0   | -6                              | -1  | 5   | 10  | 18  | 26  | 14        | 20  | 25  | 32  | 40 | 48  | 39        | 42 | 45 | 50 | 56 | 61  |
|                     | 50  | -22                             | -18 | -13 | -8  | -4  | -2  | -4        | 0   | 5   | 9   | 14 | 21  | 18        | 20 | 22 | 25 | 27 | 32  |
|                     | 100 | -30                             | -27 | -25 | -21 | -17 | -13 | -14       | -11 | -8  | -5  | -1 | 4   | 6         | 7  | 8  | 8  | 10 | 13  |
| 50                  | 0   | -11                             | -7  | -1  | 5   | 11  | 20  | 8         | 13  | 18  | 25  | 32 | 40  | 30        | 34 | 38 | 42 | 47 | 53  |
|                     | 50  | -25                             | -23 | -19 | -14 | -9  | -4  | -9        | -6  | -2  | 3   | 8  | 14  | 10        | 12 | 15 | 17 | 21 | 25  |
|                     | 100 | -35                             | -32 | -29 | -25 | -22 | -18 | -19       | -17 | -13 | -10 | -7 | -3  | -1        | 0  | 1  | 3  | 4  | 7   |

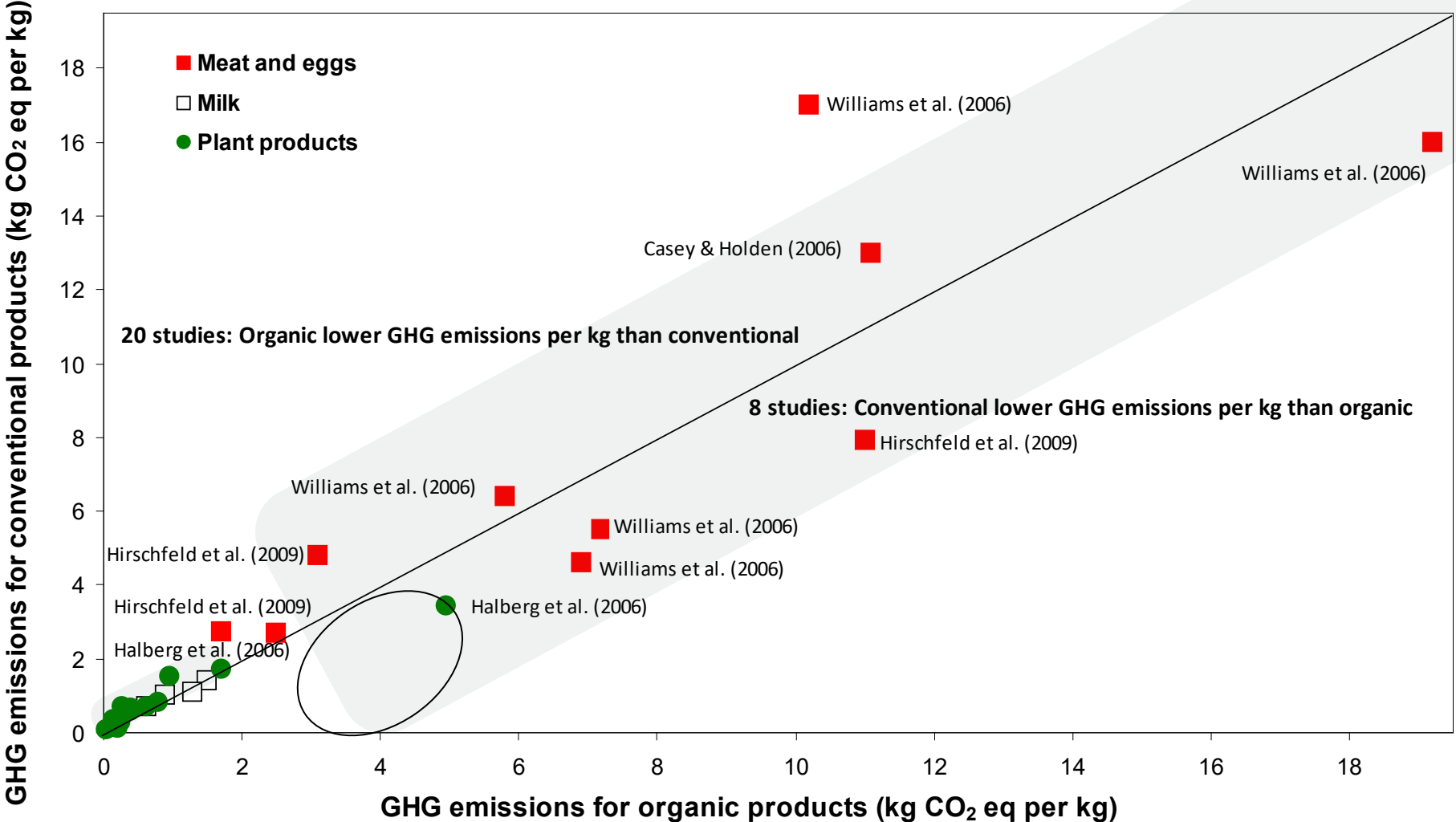
## Kombination von Massnahmen/ Effekten auf Veränderung

### Ackerfläche:

- Food Waste Reduktion (0,25,50)
- Getreide-Kraftfutter Reduktion (0,50,100)
- Umstellung auf Bio (0-100 %)
- Effekt der globalen Erwärmung auf Produktivität
- **SOLm** Modell (FiBL und FAO)

Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, K., Leiber, F., Stolze, M. and Niggli, U., 2017, Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture, **Nature Communications** October/2017.

# Global gesehen ist die Ernährungsweise viel wichtiger als die Anbaumethode (Beispiel Klimagas-Emissionen)

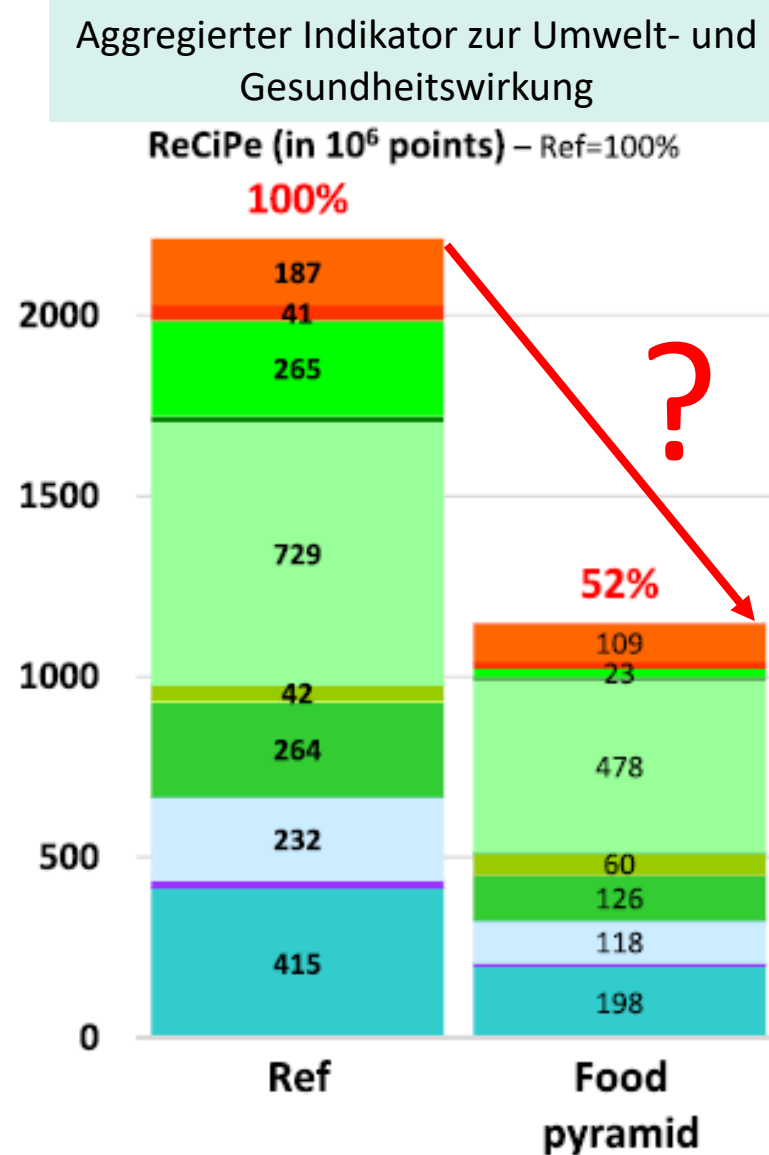


# Über die Landwirtschaft hinaus handeln: Transformation der Ernährungsweise

## Lösungen?

- Abgaben auf Zucker, Fett, Fleisch (True Cost Gesundheit/Umwelt).
- Höhere MwSt.
- «Schule des Essens».
- Angebotssteuerung im Detailhandel/LEH.
- Grosse «Angst»-Kampagnen.
- Werbeverbote.
- Anreize oder Vorschriften für Catering und Gastronomie.
- Haftungsklagen.
- Fördergelder für extreme Tierschützer.

Szenario für die Schweiz (-69 % Fleischkonsum)



### Resources:

- Fossil depletion
- Metal depletion

### Ecosystems:

- Natural land transformation
- Urban land occupation
- Agricultural land occupation
- Marine ecotoxicity
- Freshwater ecotoxicity
- Terrestrial ecotoxicity
- Freshwater eutrophication
- Terrestrial acidification
- Climate change Ecosystems

### Human Health:

- Ionising radiation
- Particulate matter formation
- Photochemical oxidant formation
- Human toxicity
- Ozone depletion
- Climate change Human Health

Bold: Percentage of total indicator >1% (Ref)

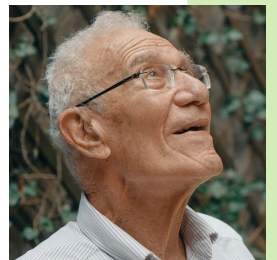


Quelle: (von Ow et al., 2020), ReCiPe: Aggregierter Indikator zur Umweltwirkung Agroscope, Bundesamt für Landwirtschaft

# Unser Verhältnis mit der Innovation überdenken!

Kernkompetenz  
des Biolandbaus

- **Soziale und institutionelle Innovationen**, z. B. Partnerschaften zwischen Landwirten und Verbrauchern, Living Labs, Food Hubs, Online-Lebensmittelgeschäfte, urbane Landwirtschaft, Kooperativen zwischen Landwirten und Landwirten, klare Landbesitzverhältnisse und Pacht, Zugang zu Märkten und intakten Transportwegen, geeignete Lagermöglichkeiten.
- **Ökologische Innovationen** (oder Optimierungen), z.B. besseres Verständnis und nachhaltiges Management von Bodenfruchtbarkeit und (funktionaler) Biodiversität.
- **Technologische Innovationen**, z.B. Pflanzen- und Viehzucht, funktionelle mikrobiologische Verfahren, Digitalisierung, Nanotechnologie, Materialwissenschaft und -technik.



**Robert M. Solow**  
Nobelpreisträger 1987



# Anbaumethoden und Standards: 2 leicht unterschiedliche Ansätze mit hoher Relevanz für die Produktivität

## Agrarökologische Landwirtschaft

- Viele ausgezeichnete Grundsätze und Empfehlungen, vage formuliert.
- Keine verbindlichen Standards/Richtlinien.
- Keine Verbote und detaillierten Einschränkungen.
- Grundlegend offener für Technologien\*.
- Keine Zertifizierung.
- Dynamischer sozialer Lernprozess.

## Biolandbau

- Vier Grundsätze der Gesundheit, Ökologie, Fairness und Sorgfalt, verbindlicher formuliert.
- Verbindliche Standards.
- Verbote und detaillierte Beschränkungen.
- Allgemeine Technologieverbote.
- Kontrolle und Zertifizierung (3rd party, Gruppenzertifizierung, PGS).
- Streng verbindliche Regeln von Anfang an.





# Agrarökologische Transformation: Vielfalt in landwirtschaftlichen Betrieben und Landschaften erhöhen und gleichzeitig die Produktivität erhalten/verbessern.



## Meta-Analyses (excerpt):

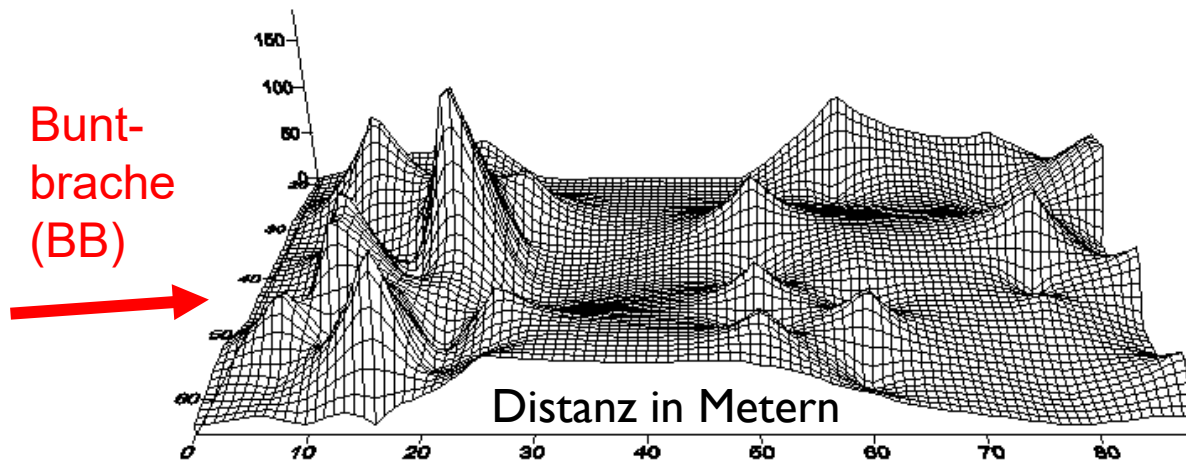
- Tamburini, G et al. (2020) Agricultural diversification promotes multiple ecosystems services without compromising yield. *Science Advances* 6.
- Agroecological transformation for sustainable food systems. Insight on France-CGIAR Research. Number 26, September 2021. [www.agropolis.org/publications/thematic-files-agropolis.php](http://www.agropolis.org/publications/thematic-files-agropolis.php)
- Niggli U., Sonneveld M. and Kummer S. (2023): Ways to promote agroecology for a successful transformation to sustainable food systems. In: Von Braun J., Afsana K., Fresco L. O., Hassan M.H.A. and Torero M. (eds.) (2023): Science and Innovations for Food Systems Transformation, Springer Open Access. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_2)
- Davis, A.S., Hill, J.D., Chase, C.A., Johanns, A.M. & Liebman, M. (2012). Increasing Cropping System Diversity Balances Productivity, Profitability and Environmental Health. *PLoS ONE* 7(10): e47149.
- Jalli M, Huusela E, Jalli H, Kauppi K, Niemi M, Himanen S and Jauhiainen L (2021) Effects of Crop Rotation on Spring Wheat Yield and Pest Occurrence in Different Tillage Systems: A Multi-Year Experiment in Finnish Growing Conditions. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:647335. doi: 10.3389/fsufs.2021.647335
- Competitive dynamics in two- and three-component intercrops METTE KLINDT ANDERSEN, HENRIK HAUGGAARD-NIELSEN, JACOB WEINER and ERIK STEEN JENSEN (2007) *Journal of Applied Ecology* 44, 545–551

- Mischkulturen Hafer und Weiße Lupine
- Untersaaten von Inkarnatklees im Mais
- Allee-Anbau/Agroforst
- Abgestufter Wiesenbau
- Buntbrache
- Nützlingsstreifen/-pflanzen



# Räumliche Wirkung einer Buntbrache gegen Gemüseschädlinge

Parasitierung Eigelege der Kohleule  
mit *Trichogramma*-Wespe & *Telonomus* sp.



# Gezielte Nutzung der funktionellen Biodiversität

Spezifisch ausgewählte „Begleitpflanzen“ zur Förderung der Ei- und Larvalparasitoiden der Kohlschädlinge

Überlebensrate  
der Parasitoide: 2  
Tage in  
Monokultur, 20  
Tage in Kohl +  
Kornblume



*Iberis amara*



*Centaurea cyanus*



*Diadegma semiclausum*

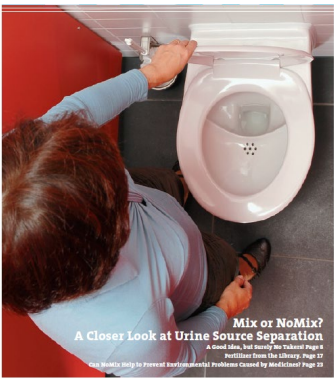
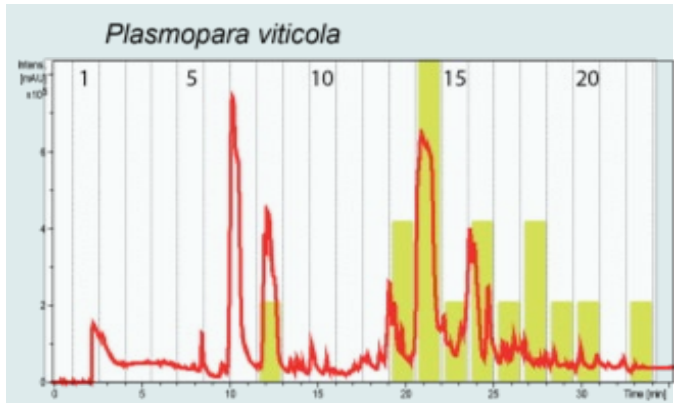
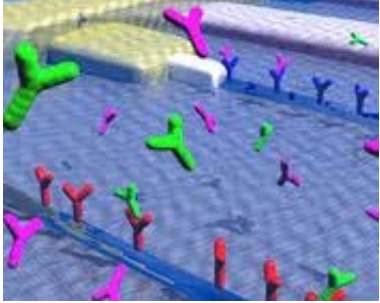
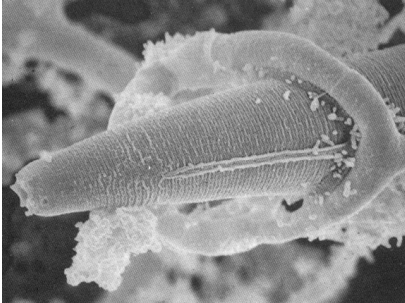


## Diversifizierung funktioniert auch in Dauerkulturen





# Die Landwirtschaft kennt viele Arten von Innovation: es braucht alle!



RNA Interferenzen  
Katoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*)



**Jede Innovation kann dazu dienen, die Produktionssysteme widerstandsfähiger und nachhaltiger zu machen - oder auch das Gegenteil.**



Strip and contour farming (3000 ha organic Farm Laguna Blanca in Argentina).  
(Photo: Tompkins Conservation Foundation)

*z.B. Präzisionslandwirtschaft*  
for clever people  
or for "dummies"





# Digitalisierung, AI und Präzisionslandwirtschaft





# Nachhaltige Landwirtschaft ist ein ständiger, individueller Optimierungsprozess

## Basis: SAFA Richtlinien (FAO)

- 4 Dimensionen.
- 21 Themen.
- 58 Unterthemen mit definierten Nachhaltigkeitszielen.
- > 300 Indikatoren mit Messgrößen.



## Wissenschaftliche Tools:

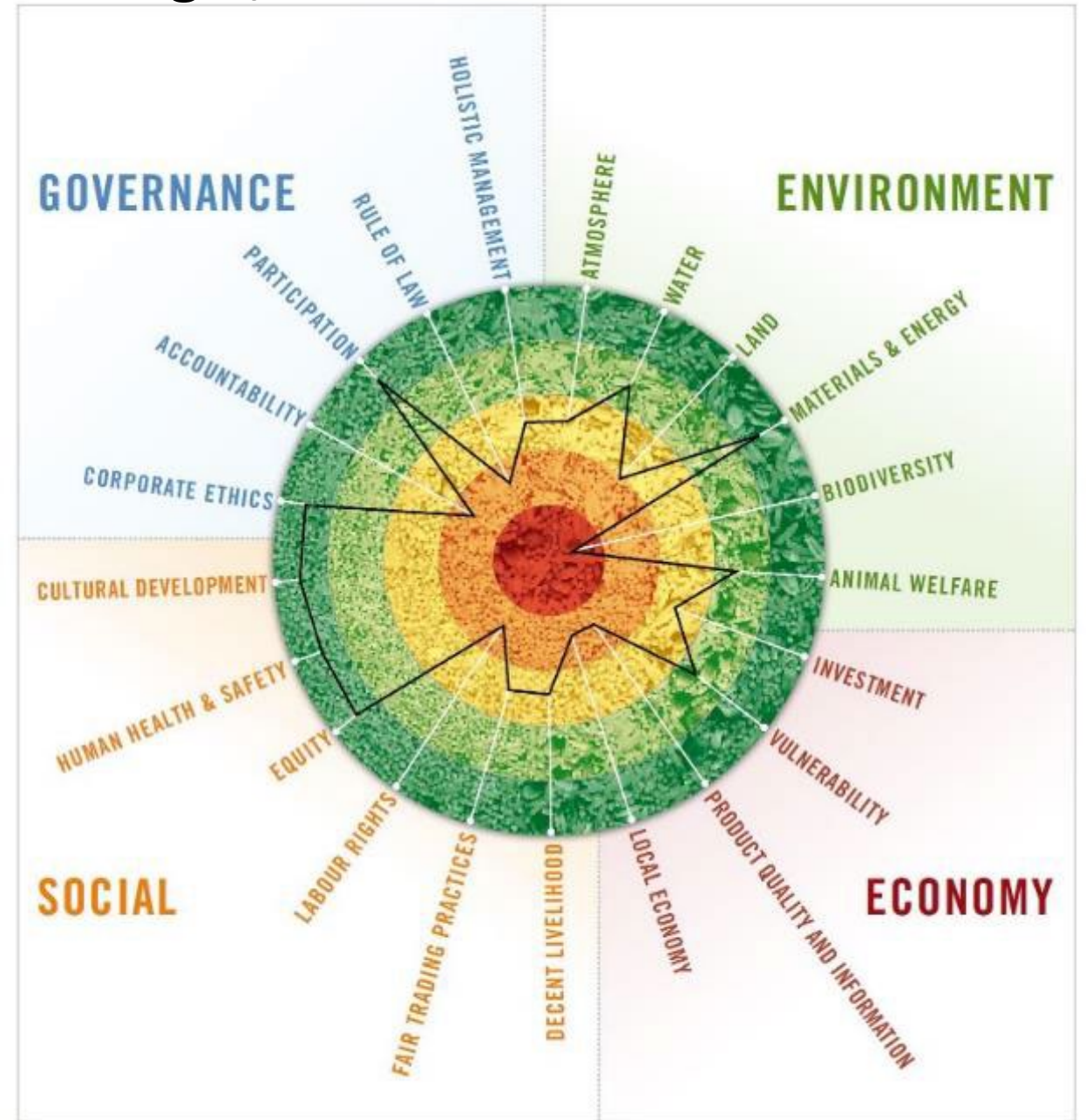
CH/AT: RISE, SMART, AELSA, SALCA

International: REPRO, Eco Score, Planet Score, CAP'2ER, TAPE



**Praktiker Tool** in Entwicklung: Umwelt- Klima- und Biodiversitätsrechner (Institut für Agrarökologie, FiBL AT und Agroscope)

[agroecology.science](https://agroecology.science)



# Was bringt die Zukunft?

- Höherer Anteil von pflanzlichen Proteinen: Erbsen, Bohnen, Sojabohnen, Linsen, Lupinen, Kichererbsen und andere Hülsenfrüchte.
- Fleischkonsum minus 50 % (?), vor allem Schweine und Hühner als Getreidefresser.
- Wiederkäuer auf Grasland: Raufutteranteil 95 % anstreben wie Bio.
- Nutzung der Nebenprodukte des Ackerbaus und der Spezialkulturen als Kraftfutter (Deckung des Energiedefizits bei Milchkühen, Fütterung von Schweinen und Hühnern).
- Vermeidung von Lebensmittelverschwendung (minus 50 %)



Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M. et al. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. **Nature** **585**, 551–556 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705->

Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, K., Leiber, F., Stolze, M. and Niggli, U., 2017, Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture, **Nature Communications** October/2017.

Schader, C., Muller, A., El-Hage Scialabba, N., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Makkar, H.P.S., Klocke, K., Leiber, F., Schwegler, P., Stolze, M. and Niggli, U., 2015, Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability, **Journal of the Royal Society Interface** **12**: 20150891



## ① Ziel

Produktive Landwirtschaftssysteme, welche die natürlichen Ressourcen Boden, Wasser, Luft und Biodiversität nutzen, aber nicht verbrauchen (Naturkapital).

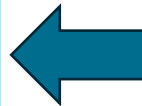


## ② Wege dazu

- Zahlreiche „bodenlose“ Produktionssysteme.
- Verbesserte Techniken wie Minimalbodenbearbeitung.
- Integrierter Pflanzenschutz(IPM).
- Integrierte Produktion (IP).
- *Low Input Agriculture (LIA) oder Precision Farming.*
- Biolandbau.
- *Low External Input Sustainable Agriculture (LEISA).*
- Biolandbau & reduzierte Bodenbearbeitung.
- (Bio-) Mischanbau.
- (Bio) Agroforst-Systeme.
- (Bio) Sukzessive Agroforstsysteme

## ③ Wissen, das wir mobilisieren können

Dazu brauchen wir traditionelles Wissen, bäuerliche Erfahrung, bäuerliches Unternehmertum und wissenschaftliche Innovation.



# Zusammenfassung

- Das Ziel ist eine nachhaltige **und** produktive Landwirtschaft.
- Dazu braucht es viele Lösungen (Wege); Ökolandbau ist ein Weg, nicht das Ziel.
- Die Förderung von Bio hat viele positive Übertragungseffekte (spill-over).
- Für die Mainstream-Landwirtschaft ist die agrarökologische Transformation ein exzellenter Weg zu nachhaltiger Produktivität (technologieoffener).
- Das Hauptmerkmal der Agrarökologie ist die Diversifizierung der Agrarökosysteme.
- Das Potential aller Innovationen muss im Kontext nachhaltiger Systeme genutzt werden.
- Wir müssen die Landwirtschaftspolitik zu einer nachhaltigen Ernährungspolitik erweitern.