

A photograph showing a cross-section of soil. The top layer is dark brown, rich soil. Below it, a dense network of roots from various plants, including tall grasses and flowering stalks with yellow flowers, extends deep into the ground. The roots are light brown and contrast sharply with the dark soil. The background is a clear blue sky.

# Der Boden lebt !

Martin Hartmann, Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zurich

✉ [martin.hartmann@usys.ethz.ch](mailto:martin.hartmann@usys.ethz.ch), [www.sae.ethz.ch](http://www.sae.ethz.ch)

Lebensgrundlage Boden – Quo vadis Bodenstrategie Schweiz?

26. November 2025, Bern

Credit: Jim Richardson (National Geographics)



# Klimaregulation

Methanosarcina barkeri

Methylobacterium methanica

# Schadstoffabbau

Aspergillus fumigatus

# Nährstoffkreislauf

Pseudomonas aeruginosa

Rhizobium leguminosarum

# Schädlingsabwehr

# Stresstoleranz

Azospirillum brasilense

Rhizophagus irregularis

Beauveria bassiana

Bacillus thuringiensis

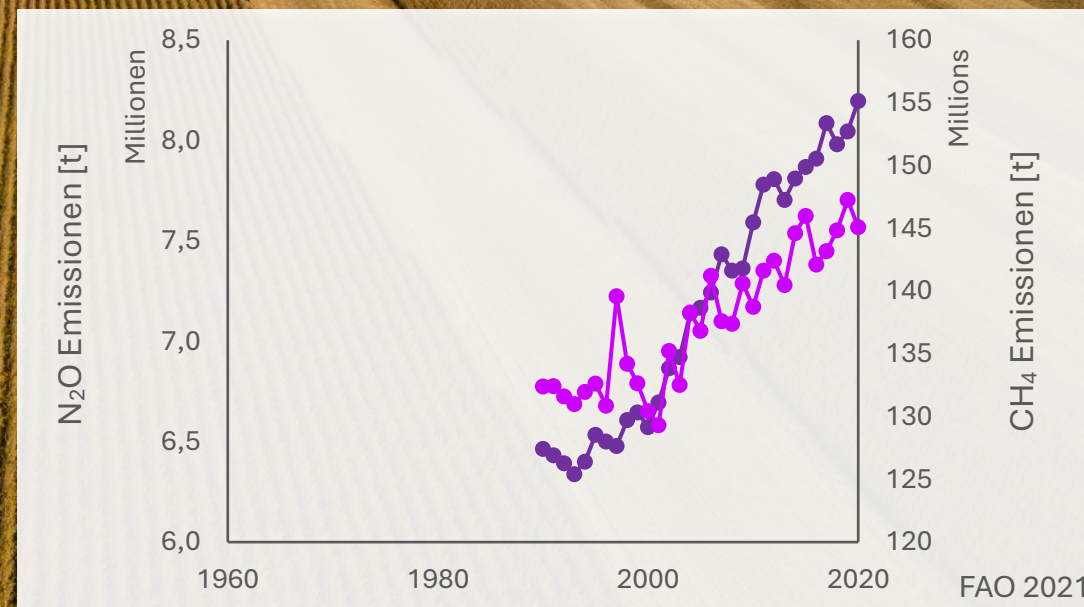
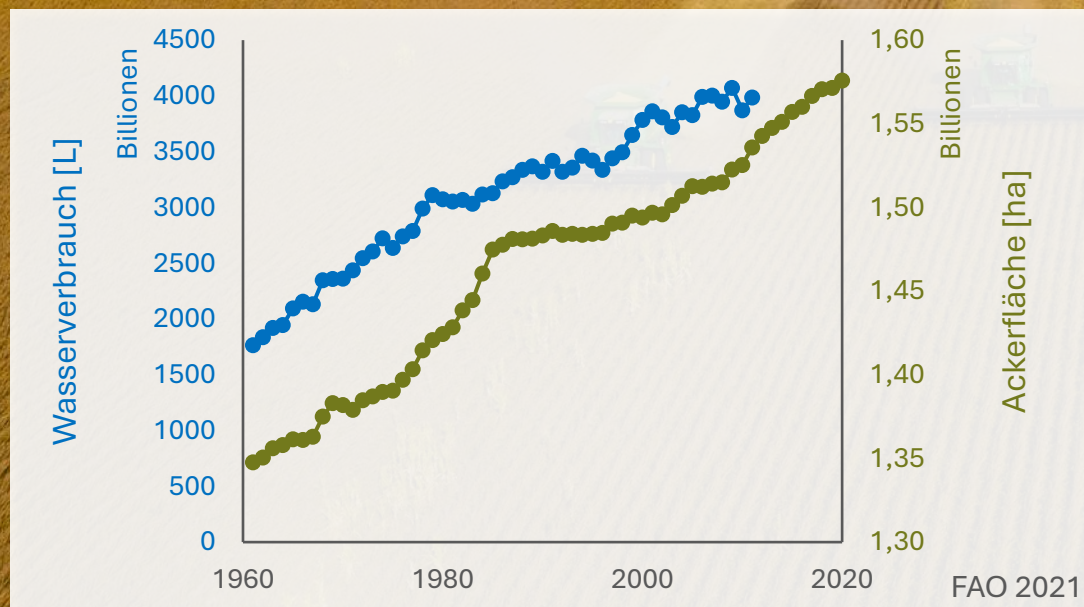
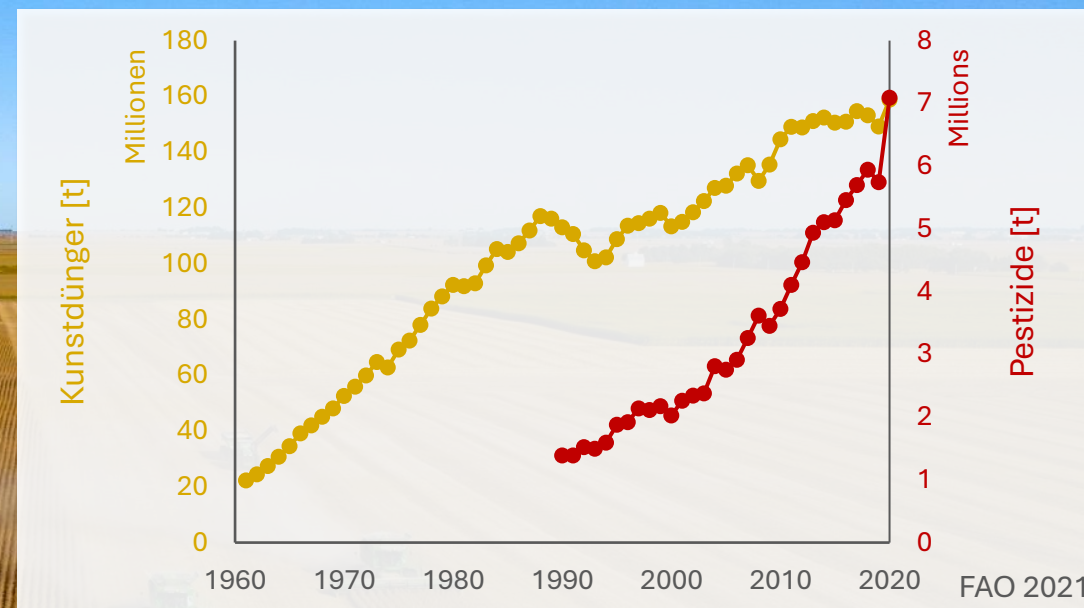
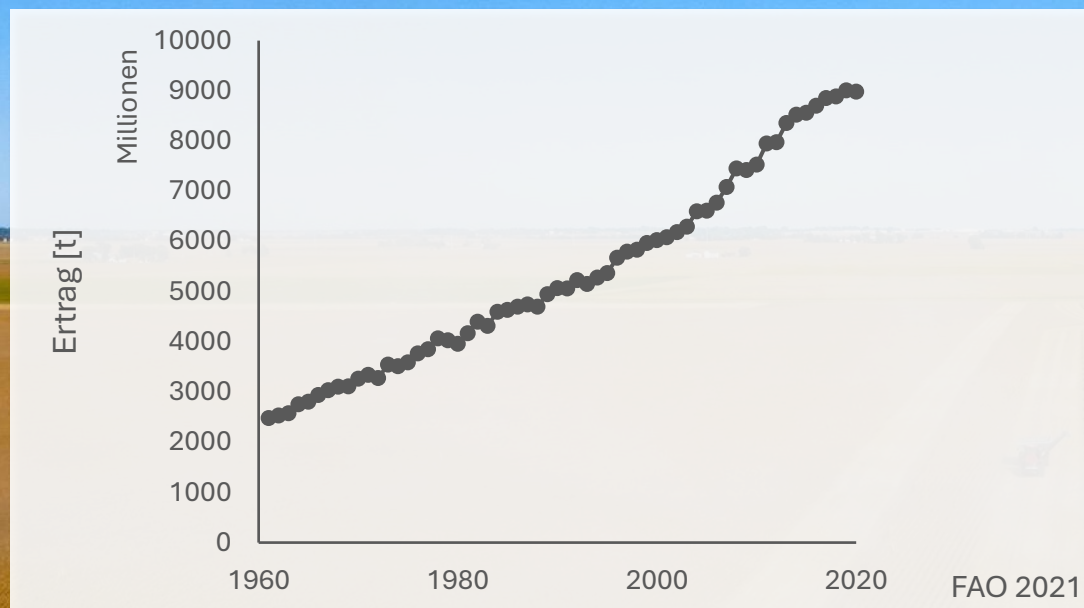
Arthrobacter ureafaciens

Paecilomyces lilacinus



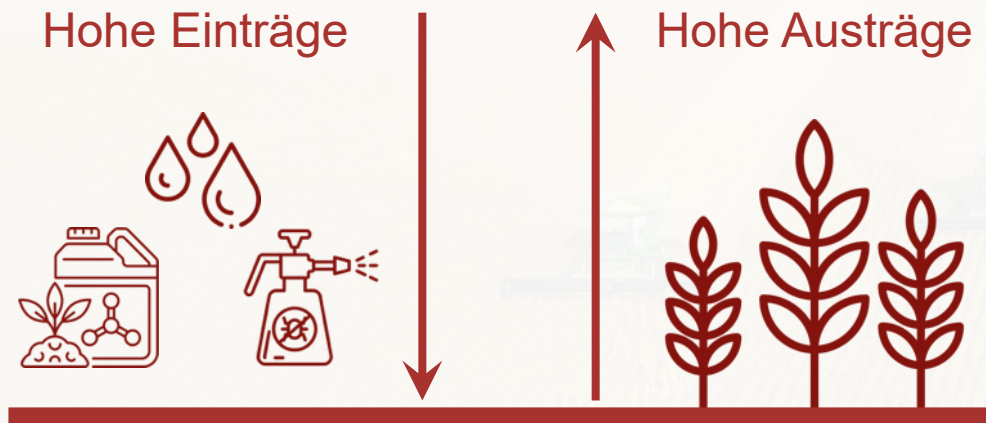




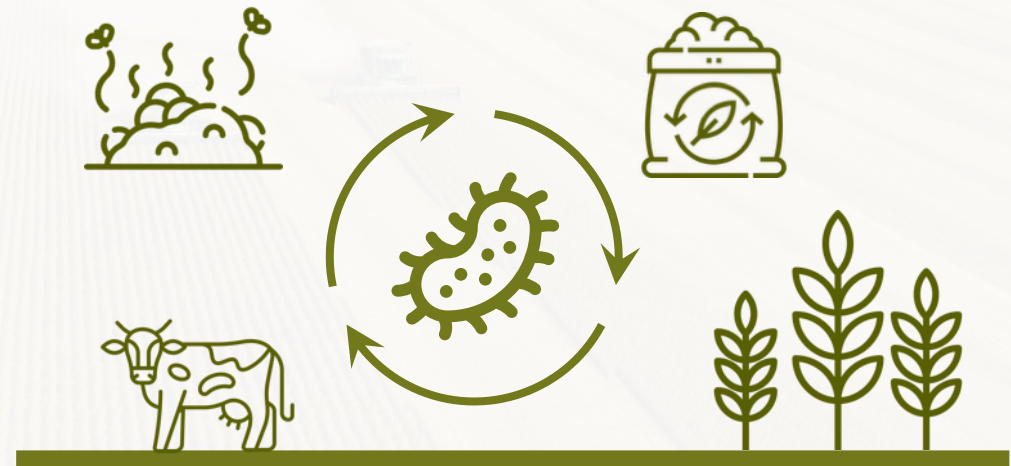




## Lineare Landwirtschaft (TAKE – MAKE – WASTE)



## Zirkuläre Landwirtschaft (REDUCE – REUSE – RECYCLE)







## DOK-Versuch

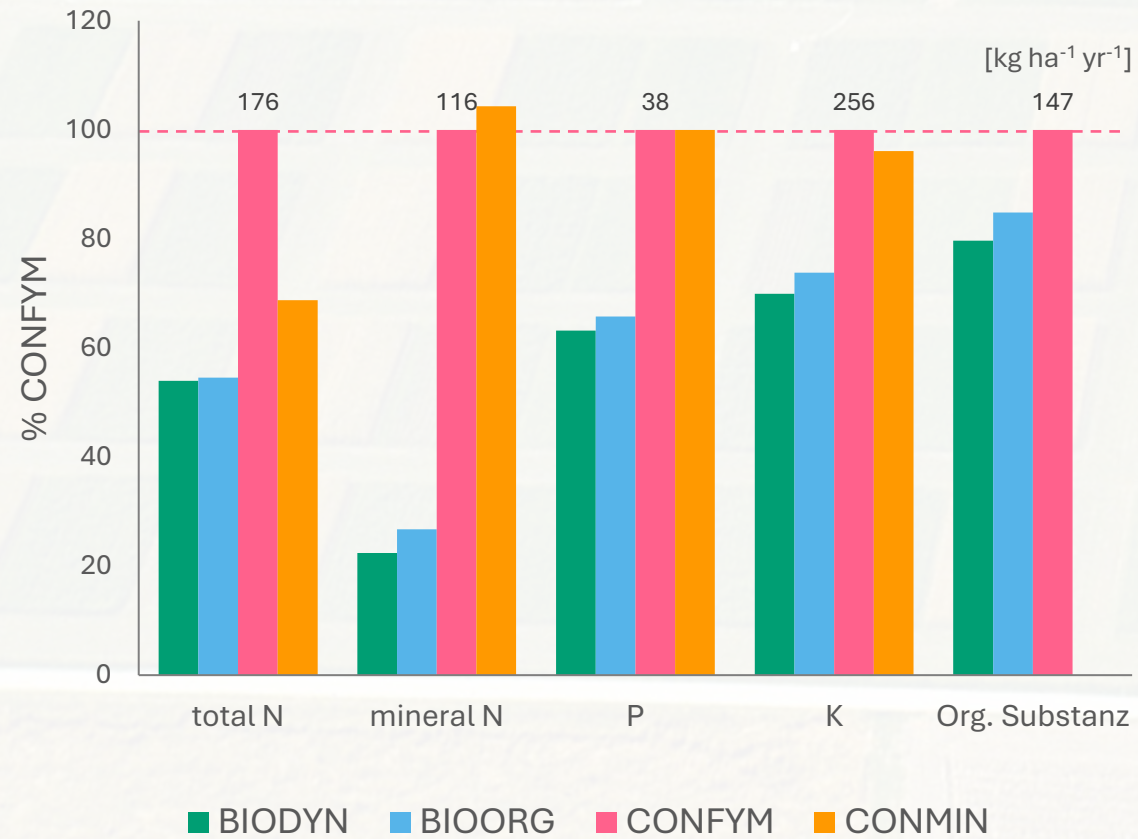
- Seit 1978
- Pseudovergleyte Parabraunerde
- 791 mm MAP, 11°C MAT
- **5 Anbausysteme**, 4 Wiederholungen
- 7-jährige Fruchtfolge
- Gleiche Bodenbearbeitung
- Gleiche Fruchtfolge

## DOK Anbausysteme

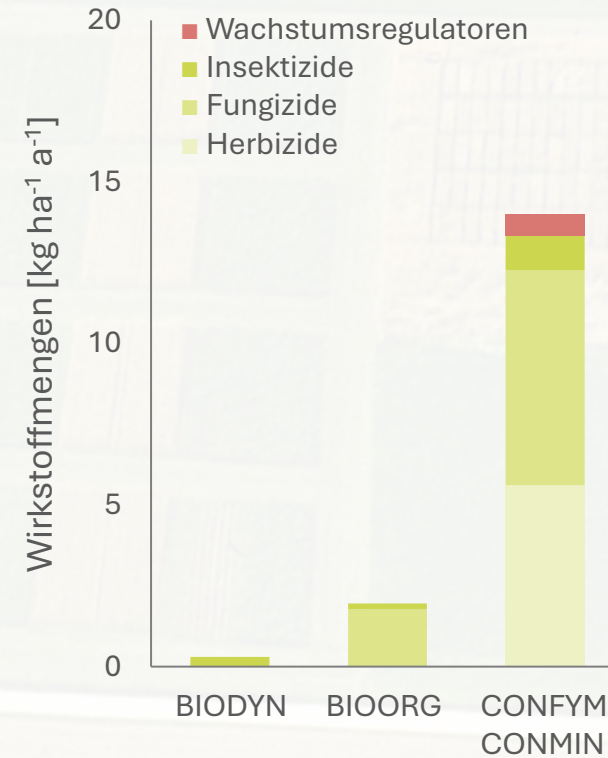
- NOFERT: kein Input
- **CONMIN**: Mineraldünger, synthetische Pestizide (IP)
- **CONFYM**: Stapelmist & Kunstdünger, synthetische Pestizide (IP)
- **BIOORG**: Rottemist, biologischer Pflanzenschutz (BioSuisse)
- **BIODYN**: Mistkompost, biodynamischer Pflanzenschutz (Demeter)



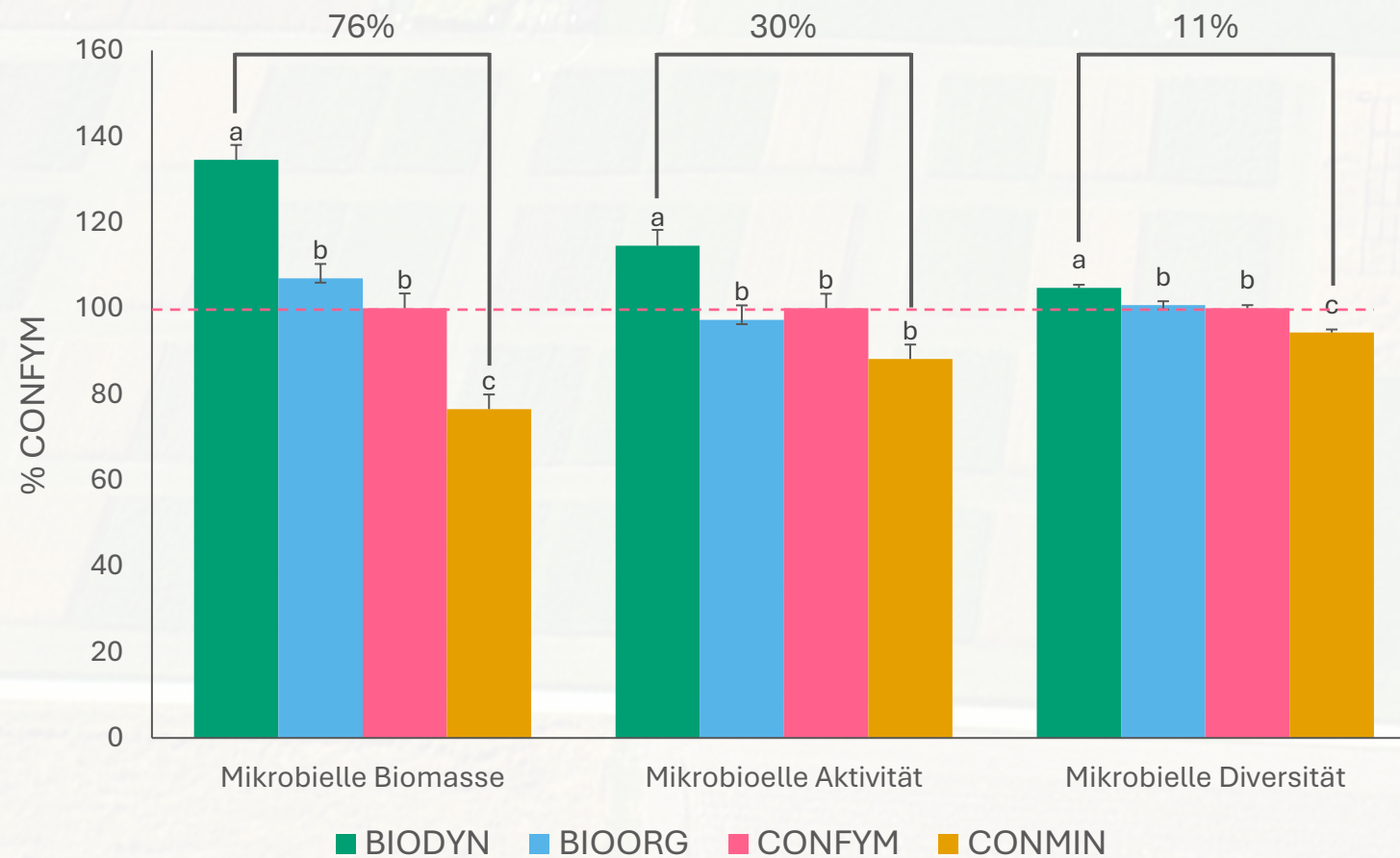
## Düngung



## Pflanzenschutz



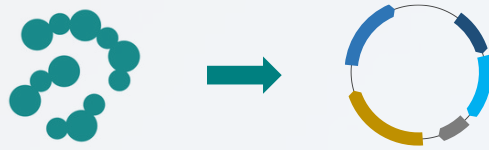




Krause et al. 2022 (Agronomy for Sustainable Development), Hartmann et al. 2015 (ISME Journal)



## Arten und Gene



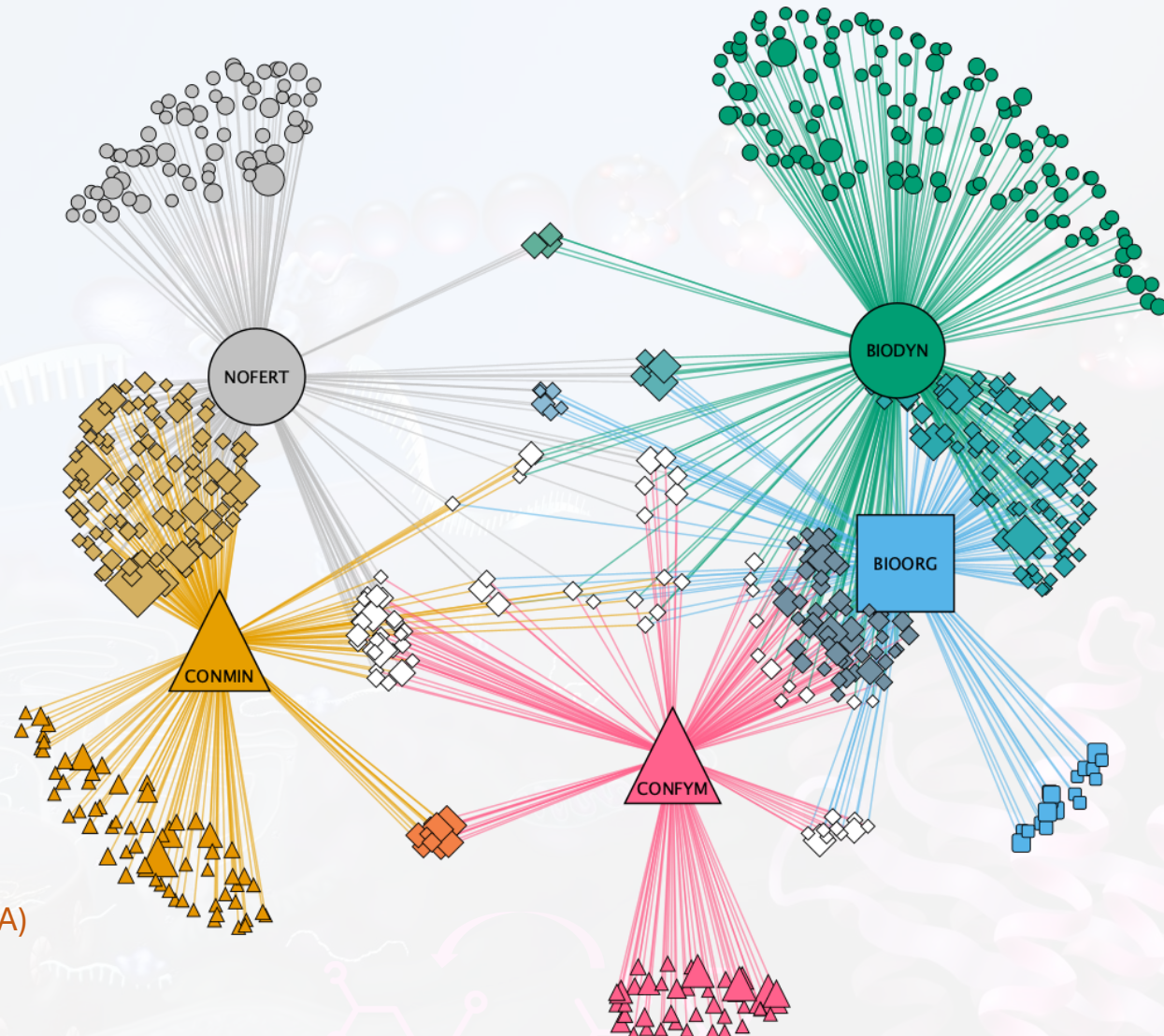
Pseudomonas

- Ammonifizierung (gdhA)
- Chitin Abbau (chiA)
- Aerobe Respiration (cyoA)
- Denitrifizierung (nirS)
- Motilität (fliC)



Streptomyces

- Ammonifizierung (gdhA)
- Chitin Abbau (chiA)
- Aerobe Respiration (cyoA)
- Antibiotika Produktion (actA)



Hartmann et al. 2015 (ISME Journal)



## Biologische Systeme

### Arten

- Anreicherung von Zersettern (= Saprotrophe) und Biokontroll-Organismen

### Genetisches Potential

- Stärkerer Abbau komplexer organischer Stoffe (Fokus Zersetzung)
- Effiziente Nitrat-Assimilation (fördert N-Speicherung im Boden)
- Bessere Mobilisierung von organischem Phosphor und Eisen (Pflanzenernährung)

## Konventionelle Systeme

### Arten

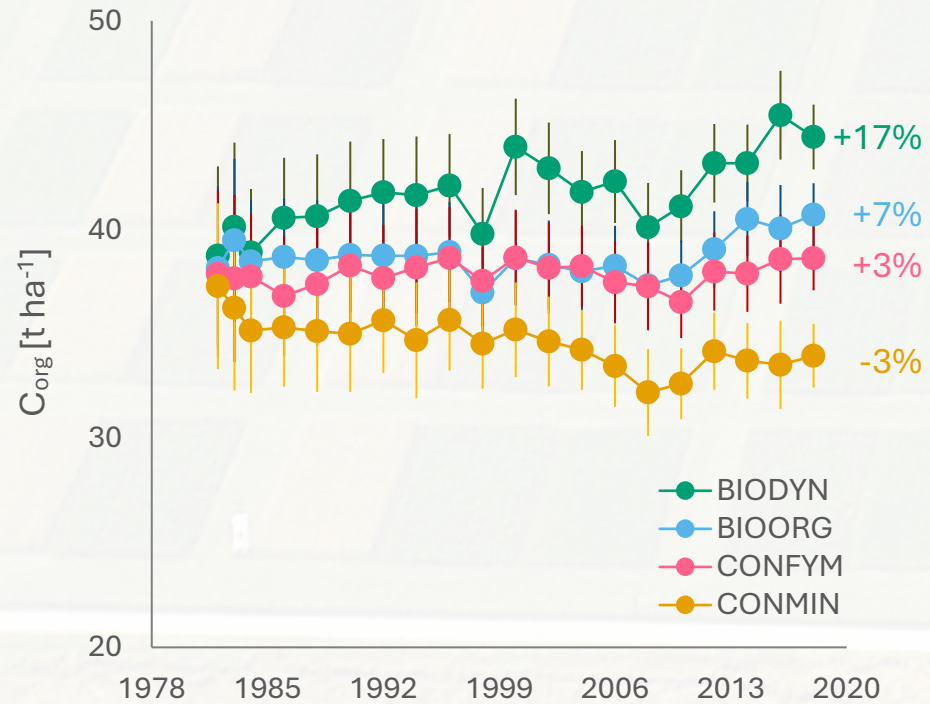
- Anreicherung von oligotrophen Organismen (= Spezialisten für nährstoffarme Bedingungen)

### Genetisches Potential

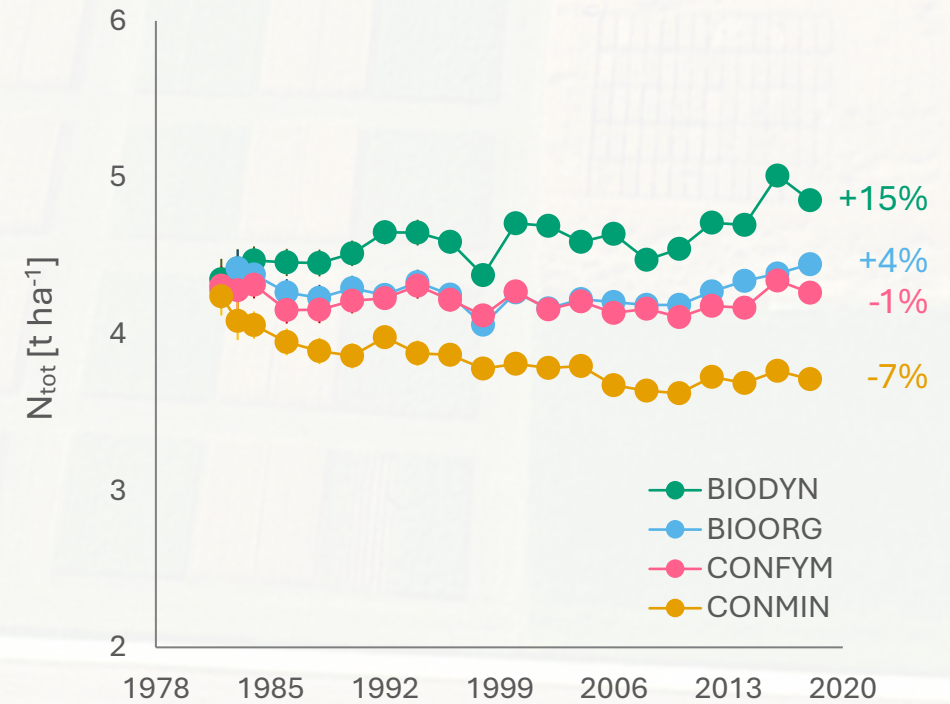
- Geringerer Abbau komplexer organischer Stoffe (Risiko C/N-Verlust im Boden)
- Effiziente Aufnahme anorganischer Nährstoffe (z. B. Nitrat, Ammonium, Phosphat)
- Erhöhte Zellaktivität und Wachstum (DNA und Proteinsynthese)



## Bodenkohlenstoff

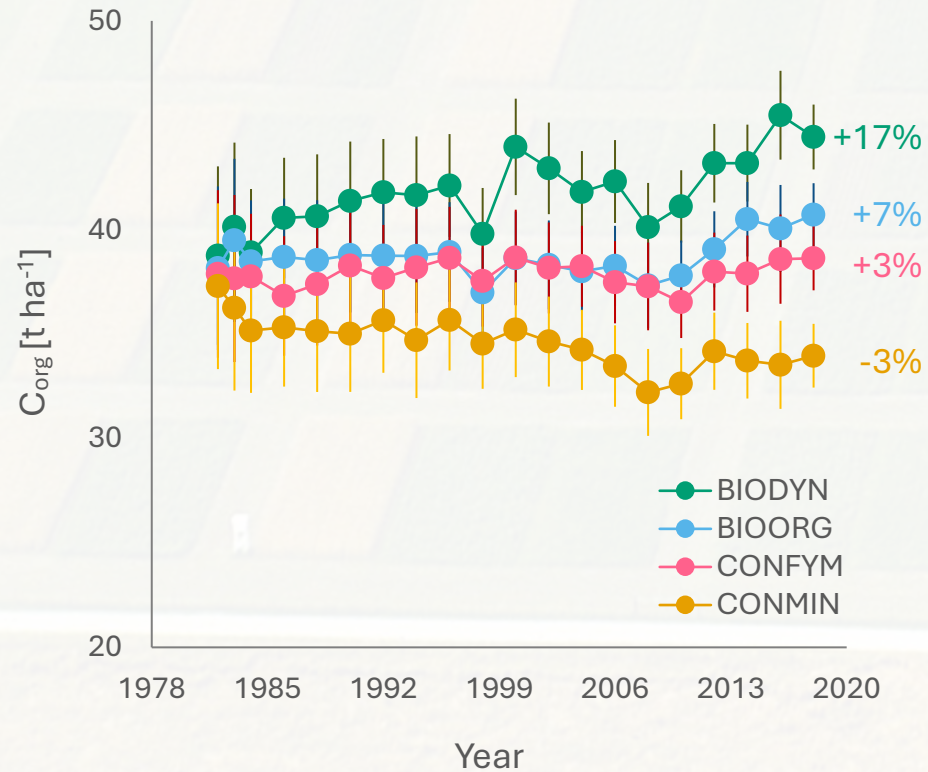


## Bodenstickstoff

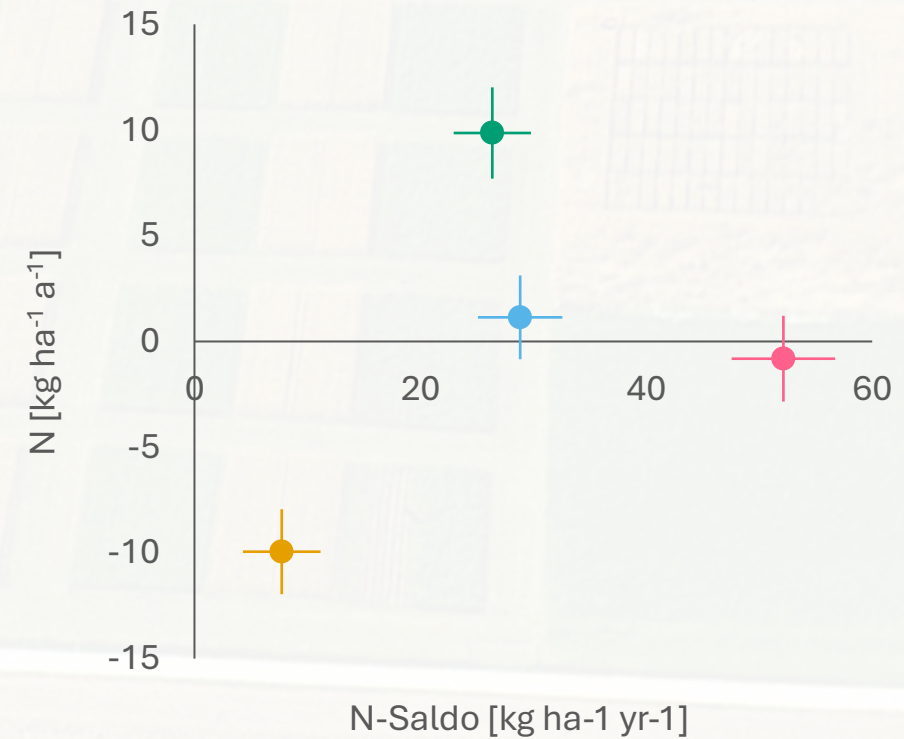




## Bodenkohlenstoff



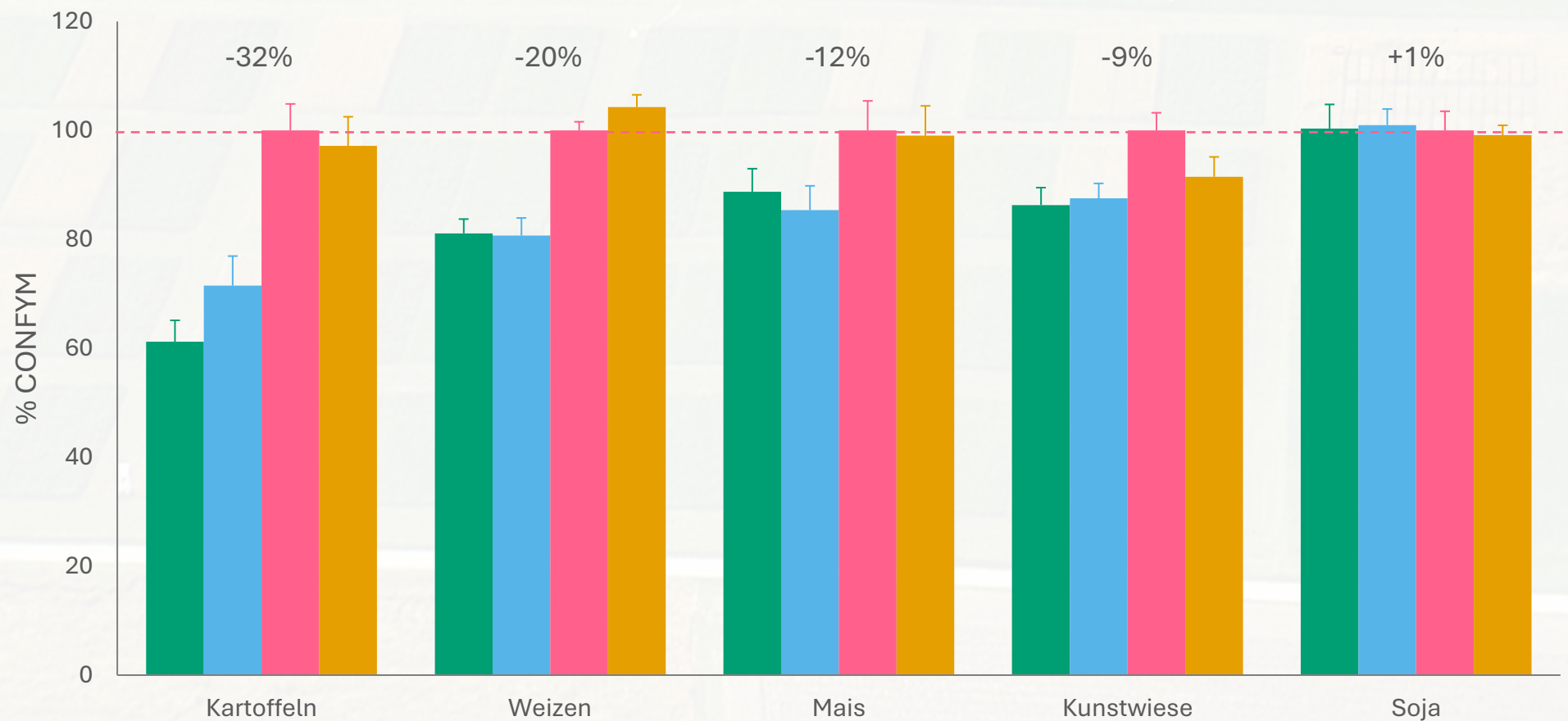
## Bodenstickstoff



**Saldo** = Zufuhr aus Düngung, Deposition, Saatgut und N-Fixierung sowie Entzug durch Abfuhr des Ernteguts



## Erträge der Fruchtfolgen 1-6 (Kartoffeln, Weizen, Kunstwiese) und 4-6 (Mais, Soja)



Knapp et al. 2023 (Field Crops Research)



## Schlussfolgerungen

- 1) Biologische und konventionelle Anbausysteme fördern eine **unterschiedliche Bodenbiodiversität, welche auch unterschiedliche Ökosystemfunktionen erfüllt**.
  - Organische Düngung fördert ein vielfältiges Mikrobiom, welches die Zersetzung und den Nährstoffkreislauf antreibt.
  - Systeme ohne organischen Dünger fördern ein Mikrobiom welches an nährstoffarme Bedingungen angepasst ist und sich vor allem auf zelluläre Prozesse fokussiert.
- 2) **Biologische Anbausysteme** im DOK-Versuch **verbessern** die **Bodenbiodiversität**, die **Nährstoffkreislaufkapazität**, und die **Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte** im Boden, weisen jedoch einen **Ertragsunterschied von rund -15 %** auf.
  - Eine verbesserte Bodengesundheit lässt langfristig positive Entwicklungen für Ertrag, Pflanzengesundheit und Klimaresilienz erwarten.





**Agroscope**

**ETH zürich**

### **ETH - Nachhaltige Agrarökosysteme**

Johan Six, Elena Kost, Rafaela Feola Conz, Matti Barthel, Britta Jahn

### **ETH - Pflanzenernährung**

Astrid Oberson, Emmanuel Frossard

### **FiBL und Agroscope**

Hans-Martin Krause, Ralf Müller, Martina Lori, Dominika Kundel, Paul Mäder (FiBL), und Jochen Mayer, Franco Widmer (Agroscope)

### **Implementierung und Unterhalt DOK**

Feldgruppen FiBL und Agroscope  
Beratende Bauern

### **Einrichtungen**

Genome Quebec Innovation Center Montreal  
Functional Genomics Center Zurich (FGCZ)  
ISG D-HEST ETH Zürich

### **Versuchsfläche**

Agrico Genossenschaft, Birsmatthof, Therwil  
Christian Merian Stiftung

### **Forschungsförderung**

Schweizer Nationalfonds (SNSF)  
Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)  
Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
Europäische Union (EU)