



## Resilienz in der Bodenfruchtbarkeit

Sarah Symanczik, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

8. Fachtagung Netzwerk Kräuter BW „Resilienz im Heil-, Kosmetik- und Gewürzpflanzenanbau“

24. November 2023

# Überblick

- Bedeutung des Bodens und der Resilienz in der Bodenfruchtbarkeit
- Faktoren, die die Bodenresilienz beeinflussen
- Praktiken zur Förderung der Bodenresilienz
- Fallbeispiel Biolandbau

# Bedeutung des Bodens



- Böden erfüllen vielfältige Funktionen und Menschen sind in vielfältiger Weise vom Boden beeinflusst und abhängig
- Das Konzept Ökosystemdienstleistungen zeigt auf, wie Bodenfunktionen mit dem Wohlergehen des Menschen verknüpft sind



# Ökosystemleistungen („Ecosystem services“)

- Ökosystemdienstleistungen sind “Geschenke der Natur”
- Bodenkundler teilen diese in 4 Bereiche ein (MEA, 2005; Baer and Birgé, 2018)

## Vorsorgende

- Bereitstellung von Nahrung, Wasser, Baumaterial (Holz), Fasern
- Rohstoffen für Arzneimittel

## Regulierende

- Abbau von Schadstoffen
- Klimaregulierung
- Abfluss von Oberflächenwasser
- Schädlingskontrolle
- Wasserqualität



## Unterstützende

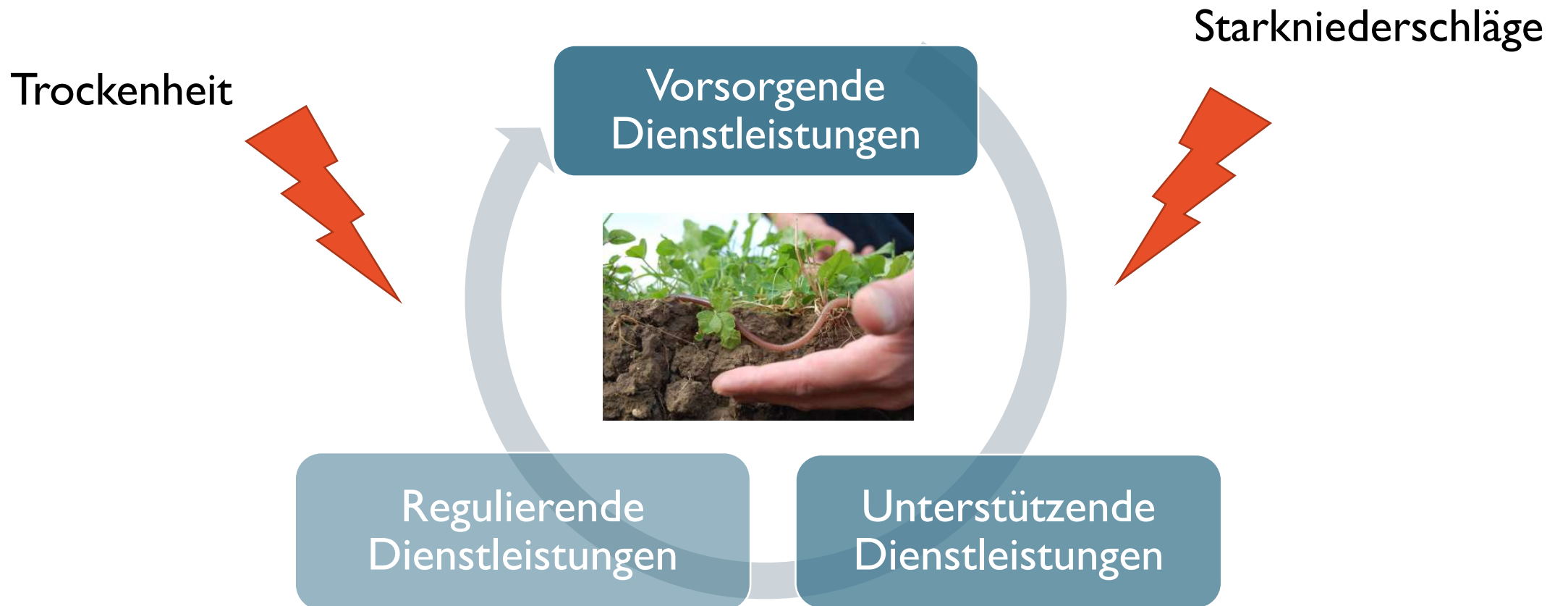
- Bodenbildung
- Nährstoffkreislauf
- Erhaltung der genetischen Vielfalt
- Förderung des Pflanzenwachstums

## Kulturelle

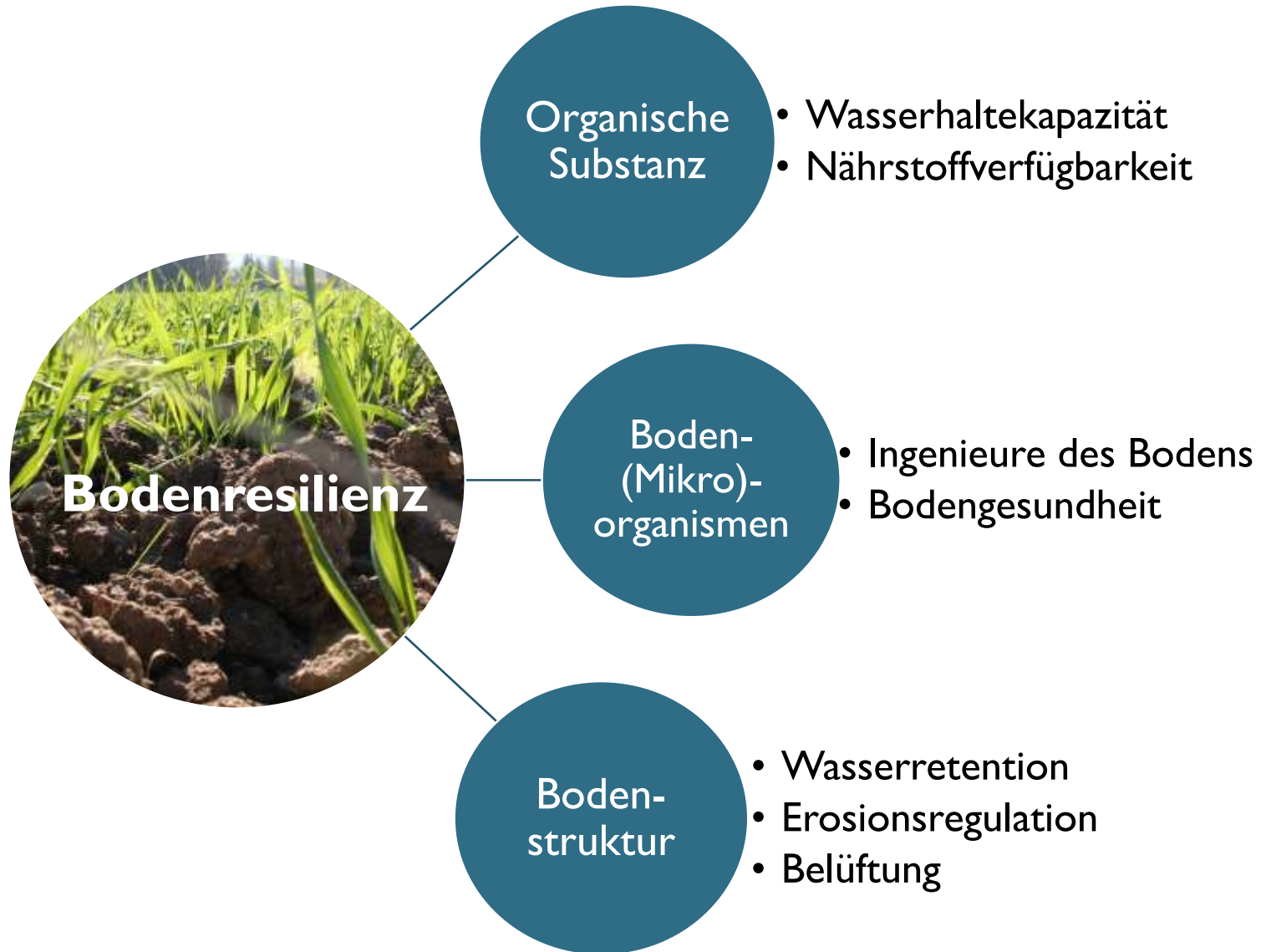
- Erholung
- Naturtourismus
- ästhetischen Genuss
- spirituelle Erfüllung

# Resilienz in der Bodenfruchtbarkeit

Resilienz = Fähigkeit des Bodens, sich nach Störungen zu erholen und seine Funktionen aufrechtzuerhalten



# Schlüsselfaktoren der Bodenresilienz



# Praktiken zur Förderung der Bodenresilienz

- Organischer Dünger
  - Erhöht organische Substanz
  - Futter für Mikroorganismen
  - Verbesserte Bodenstruktur



Foto: Frédéric Perrochet, FiBL.  
Kompostierter Mist



Foto: Jacques Fuchs, FiBL  
Kompostmieten

# Praktiken zur Förderung der Bodenresilienz

- Organische Dünger
- Hohe Pflanzendiversität
- Diverse Fruchtfolge inkl. Leguminosen
  - Mischkultur
  - Klee graswiesen



Foto: Dominika Kundel, FiBL  
Klee graswiese



Foto: Jeremias Lütold,  
Besuch auf dem Erdwandler  
Hof, Uerkheim AG



# Praktiken zur Förderung der Bodenresilienz

- Organische Dünger
- Hohe Pflanzendiversität
- Ständige Bodenbedeckung
  - Zwischenfrüchte/Gründüngung
  - Mulch



Foto: Thomas Aföldi, FiBL.  
Überwinternde Gründüngung



Foto: Daniel Böhler, FiBL.  
Mulch-/Direktsaat in Mais

# Praktiken zur Förderung der Bodenresilienz

- Organische Dünger
- Hohe Pflanzendiversität
- Ständige Bodenbedeckung
- Reduzierte Bodenbearbeitung



Foto: Daniel Böhler, FiBL. Direktsaat Mais

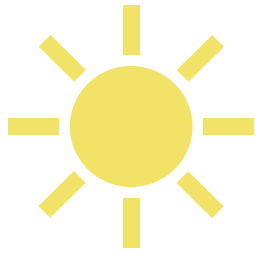


Foto: Thomas Aföldi, FiBL. Schälplug



Foto: Hansueli Dierauer, FiBL. Flachgrubber

# Klimawandel beeinflusst die Landwirtschaft



Zunehmende  
Häufigkeit und  
Intensität von  
Dürre- und  
Hitzewellen-  
perioden



Förderung der Bodenresilienz für eine nachhaltige Landwirtschaft

- Bessere Anpassungsfähigkeit auf extreme Wetterereignisse
- Höhere Ertragsstabilität



# Fallbeispiel Biolandbau – ein Garant für resiliente Böden?

## DOK Langzeit Versuch



### **Konventionell (CONMIN)**

Mineralische Dünger

Chemische Pflanzenschutzmittel

Wachstumsregulatoren erlaubt

### **Biologisch (BIOORG)**

Mist, Gülle

Mechanischer Pflanzenschutz

### **Konventionell (CONFYM)**

Mineralische Dünger, Mist

Chemische Pflanzenschutzmittel

Wachstumsregulatoren erlaubt

### **Biologisch-dynamisch (BIODYN)**

Kompostierter Mist, Gülle

Mechanischer Pflanzenschutz

Biodynamische Präparate

Foto: Tibor Fuchs. DOK Langzeitversuch  
Therwil seit 1978

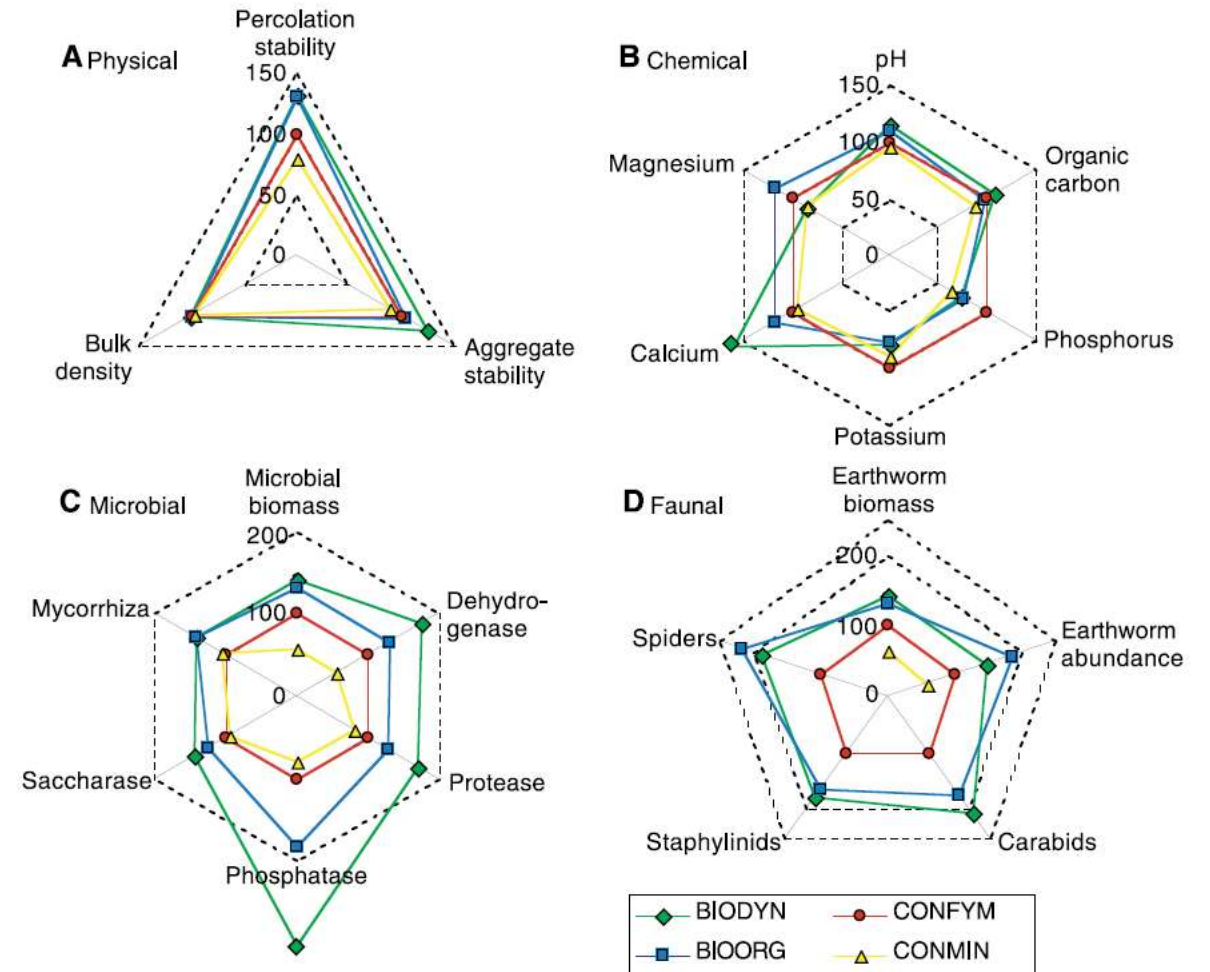


# Fallbeispiel Biolandbau

## DOK Langzeit Versuch



Foto: Tibor Fuchs. DOK Langzeitversuch  
Therwil seit 1978



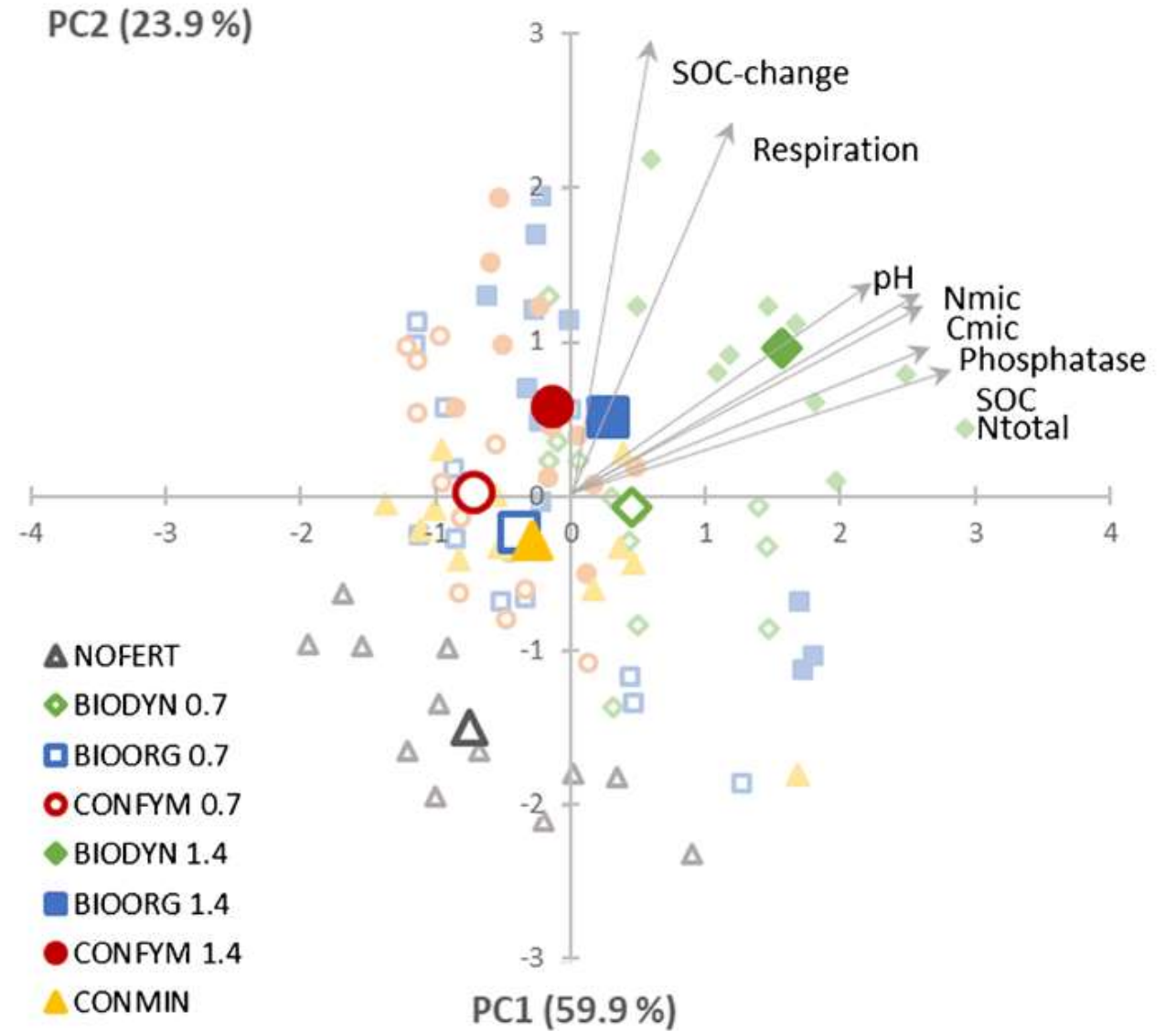
Paul Maeder *et al.* (2002) Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* **296**, 1694-1697

# Fallbeispiel Biolandbau

## DOK Versuch



Foto: Tibor Fuchs. DOK Langzeitversuch  
Therwil seit 1978



Krause *et al.* (2022) Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. *Agron. Sustain. Dev.* **42**, 117

# Biolandbau – ein Garant für resiliente Böden?

**Fazit:** Klare Unterschiede der physikalischen, chemischen und mikrobiellen Bodeneigenschaften



**Bringen Unterschiede auch einen funktionellen Vorteil?**



# Topfexperiment mit Fragestellung: Funktionelle Vorteile unter Trockenstress aufgrund des Bewirtschaftungssystems?



## Distinct Nitrogen Provisioning From Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime

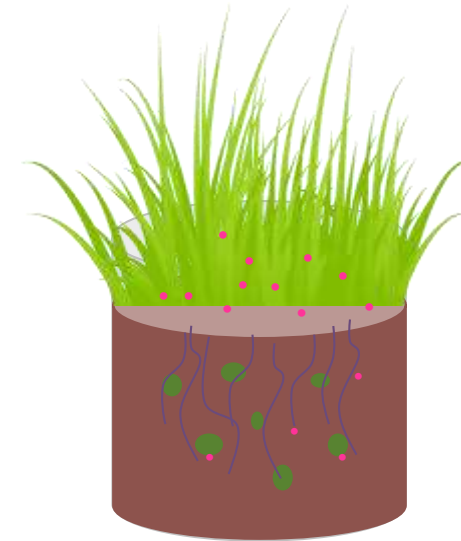
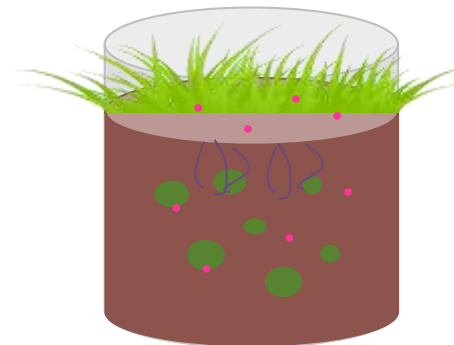
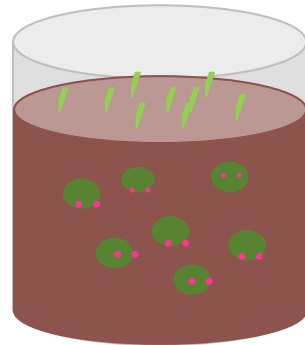
Martina Lori<sup>1,2\*</sup>, Sarah Symanczik<sup>1</sup>, Paul Mäder<sup>1</sup>, Norah Efosa<sup>1</sup>, Sebastian Jaenicke<sup>3</sup>, Franz Buegger<sup>4</sup>, Simon Tresch<sup>1,5,6</sup>, Alexander Goesmann<sup>3</sup> and Andreas Gattinger<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Department of Soil Sciences, Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, Switzerland, <sup>2</sup> Organic Farming With Focus on Sustainable Soil Use, Justus-Liebig University Giessen, Giessen, Germany, <sup>3</sup> Bioinformatics and Systems Biology, Justus-Liebig University Giessen, Giessen, Germany, <sup>4</sup> German Research Center for Environmental Health, Institute of Biochemical Plant Pathology, Helmholtz Zentrum München GmbH, Neuherberg, Germany, <sup>5</sup> Functional Ecology Laboratory, Institute of Biology, University of Neuchâtel, Neuchâtel, Switzerland, <sup>6</sup> Biodiversity and Conservation Biology, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland



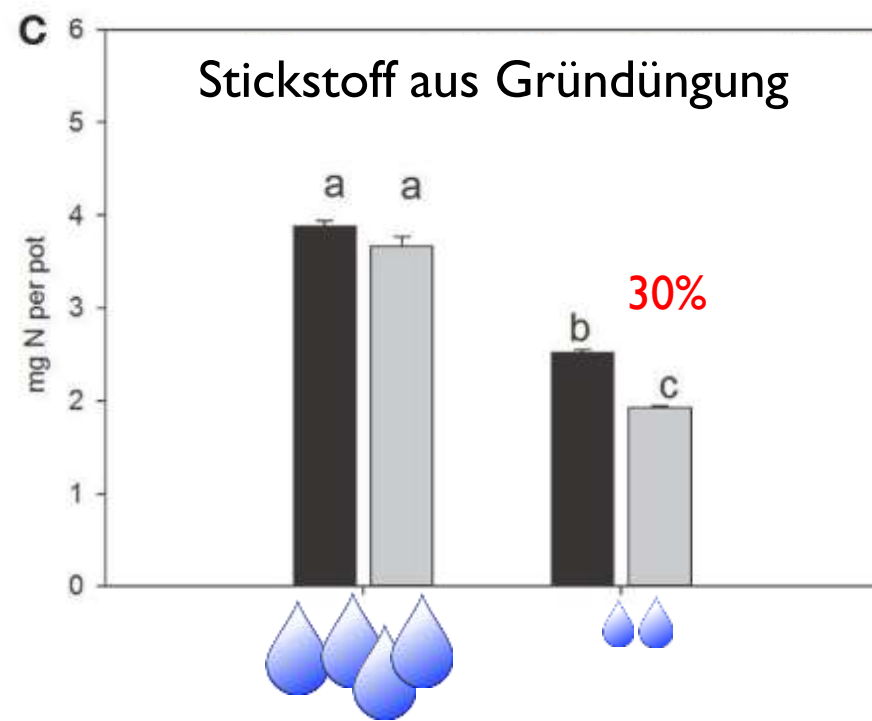
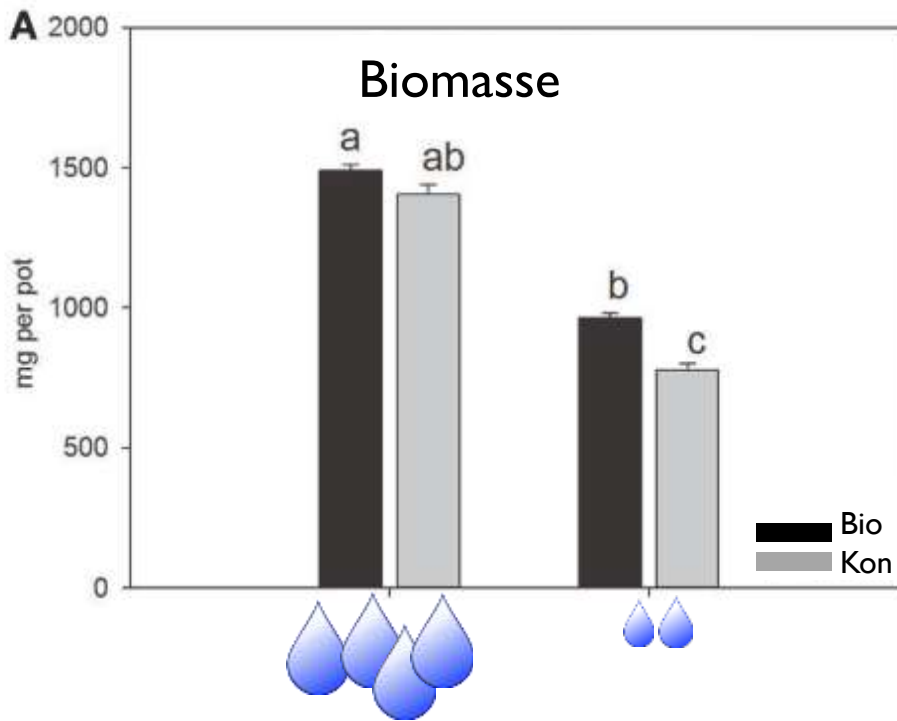
# Stickstoff-Bereitstellung aus einer Gründüngung:

<sup>15</sup>N Gründüngung  
(*Lupinus alba*)

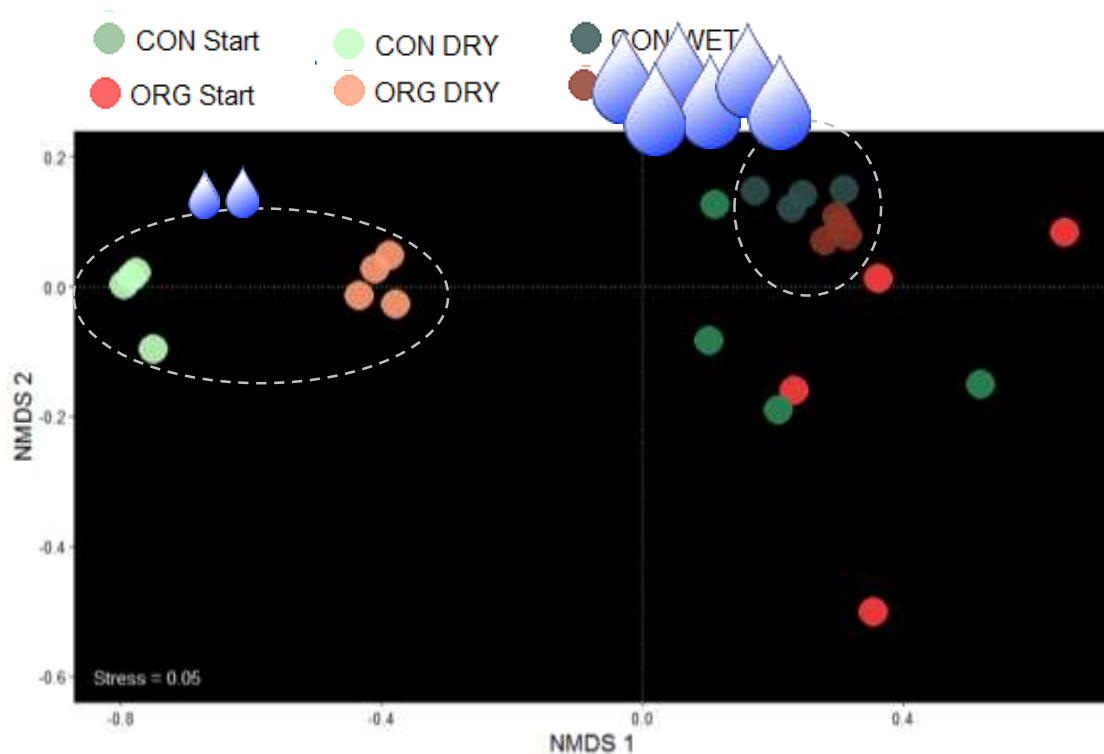


Anbausysteme	Biologisch	Konventionell
Wasser regime	Trocken= 20% mVHC	Nass= 80% mVHC

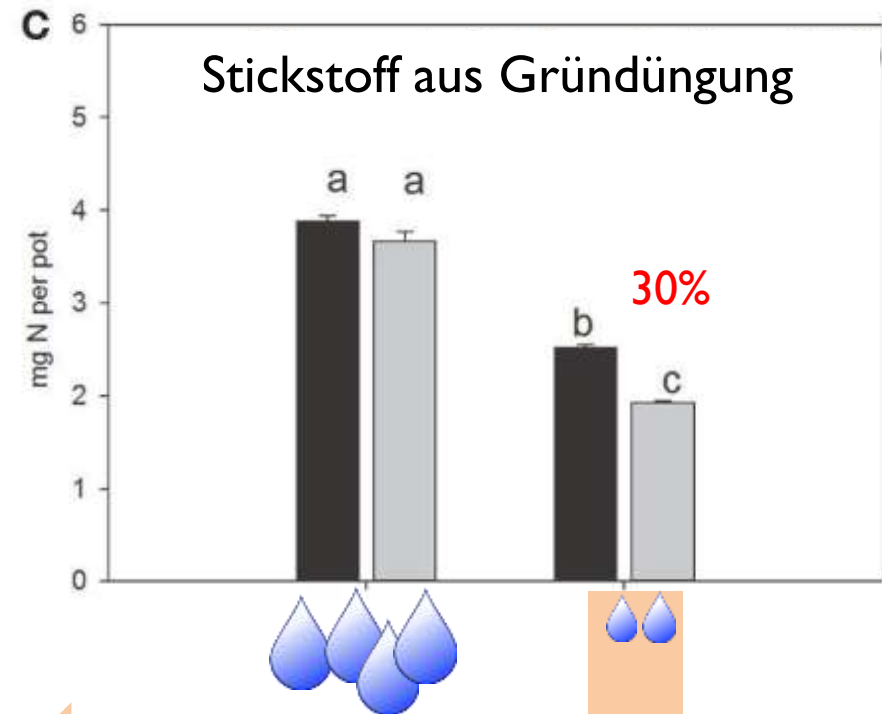




→ Pflanzen im «Bio-Boden» erhielten 30% mehr Stickstoff aus der Gründüngung unter Trockenstress



→ Unter Trockenstress gibt es im «Bio-Boden» eine höhere Diversität der funktionell involvierten mikrobiellen Gemeinschaft



← Unterschiede in der mikrobiellen Gemeinschaft?

# Zusammenfassung

- Unter Trockenstress höhere Stickstoffmobilisierung und Biomasseproduktion im biologisch bewirtschafteten Boden
- Stabilere Artenvielfalt der stickstoffreisetzenden Bodenmikroben im biologisch bewirtschafteten Boden unter Trockenheit



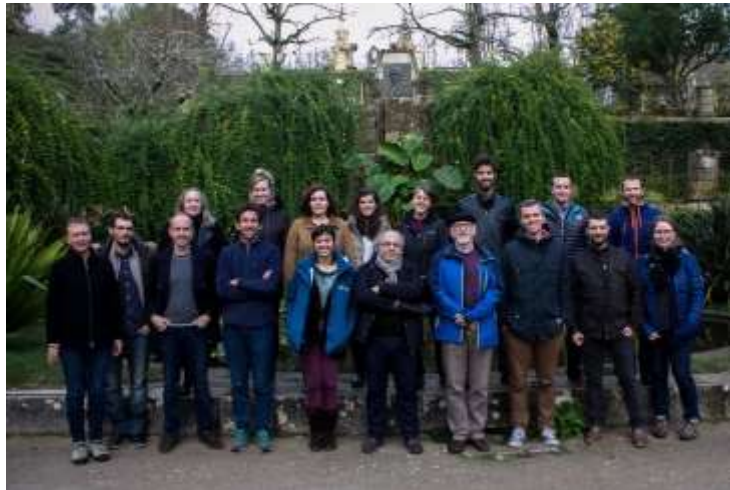
Wie sieht das in weniger «künstlichen» Szenarien aus?





## **TME-Experiment mit Fragestellung:** Haben konventionell und biologisch bewirtschaftete Systeme unterschiedlich funktionelle mikrobielle Gemeinschaften und führt dies zu Unterschieden im N-Kreislauf (über Europa und Landnutzung)

TME =Terrestrische Modellökosysteme



*Eco-intensive management improves nitrogen-cycling related ecosystem services under altered rain regimes through modifications of protease encoding microbial community: a cross country experiment*

Martina Loti<sup>1,2\*</sup>, Gabin Piton<sup>3,4\*</sup>, Sarah Symanzik<sup>1</sup>, Jean-Christophe Clement<sup>1,4</sup>, Nicolas Legay<sup>3,5</sup>, Paul Mäder<sup>1</sup>, Andreas Gättinger<sup>2</sup>, Sebastian Jaenicke<sup>6</sup>, Arnaud Foulquier<sup>2</sup>

\* Shared first co-authorship  
+ corresponding author: gabinpiton@gmail.com

<sup>1</sup>Department of Soil Sciences, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Ackerstrasse 113, 5070 Frick, Switzerland

<sup>2</sup>Organic Farming with focus on Sustainable Soil Use, Karl-Glöckner-Str. 21 C, Justus-Liebig University Giessen, 35394 Giessen, Germany

<sup>3</sup>Université Grenoble Alpes, Laboratoire d'Écologie Alpine (LECA), UMR CNRS-UGA-USMB, Grenoble, France

<sup>4</sup>CARTELE, INRA, Univ Savoie Mont Blanc, 74200, Thonon-Les-Bains, France

<sup>5</sup>Ecole de la Nature et du Paysage, INSA Centre Val de Loire - CNRS, CITERES, UMR 732, France

<sup>6</sup>Bioinformatics and Systems Biology, Heinrich-Buff-Ring 58, Justus-Liebig-University Giessen, 35392 Giessen, Germany

# Entnahme und Inkubation der TMEs in Portugal, Coimbra



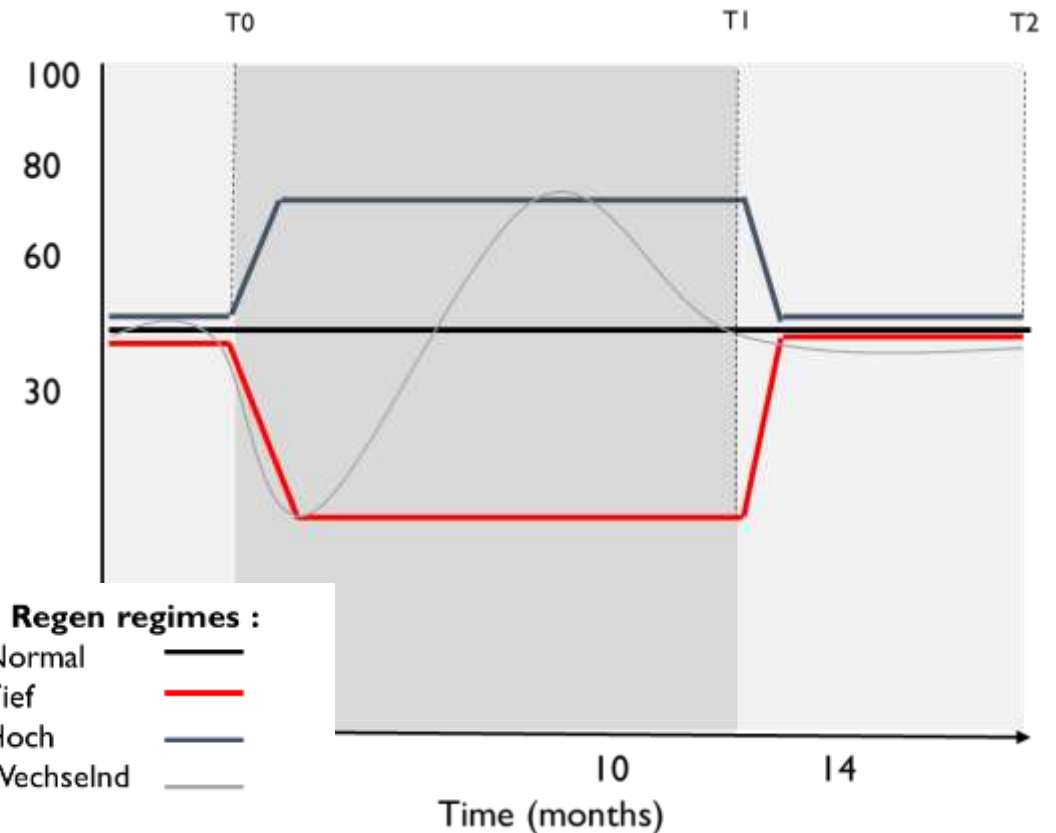
**Schweiz, Ackerbau**  
(Bio vs Konventionell)



**Portugal, Agroforst**  
(Bio vs Konventionell)

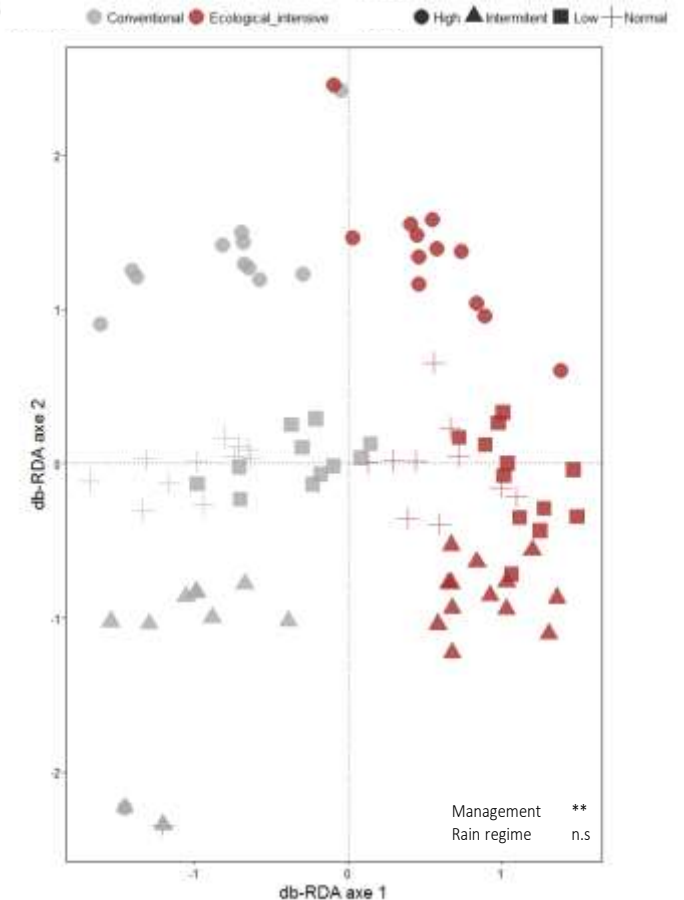
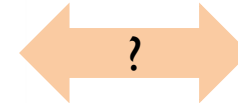
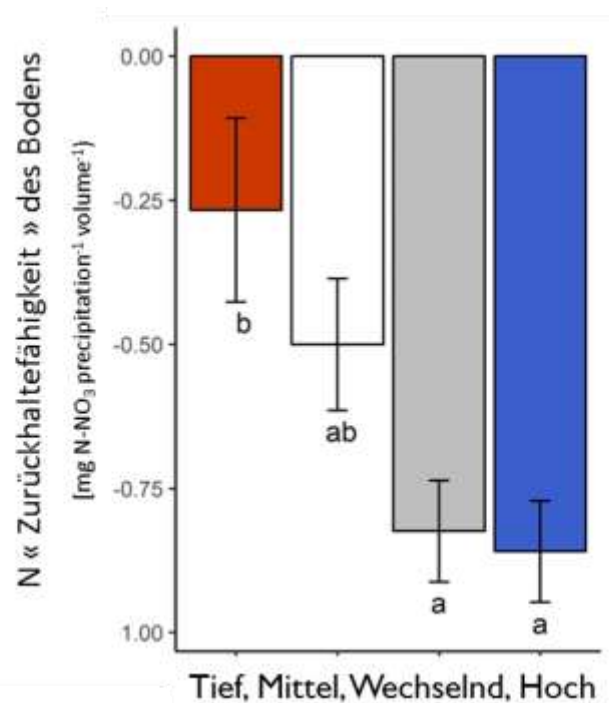
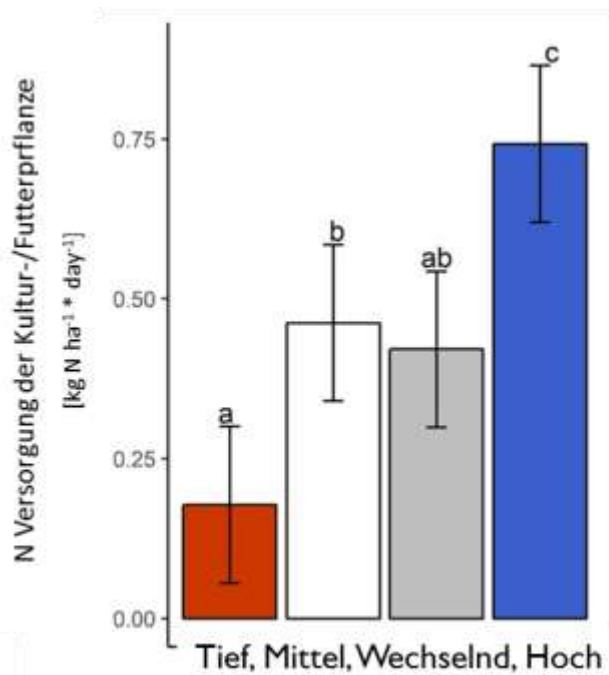


**Frankreich, Grassland**  
Öko-intensiv vs Konventionell



# Resultate

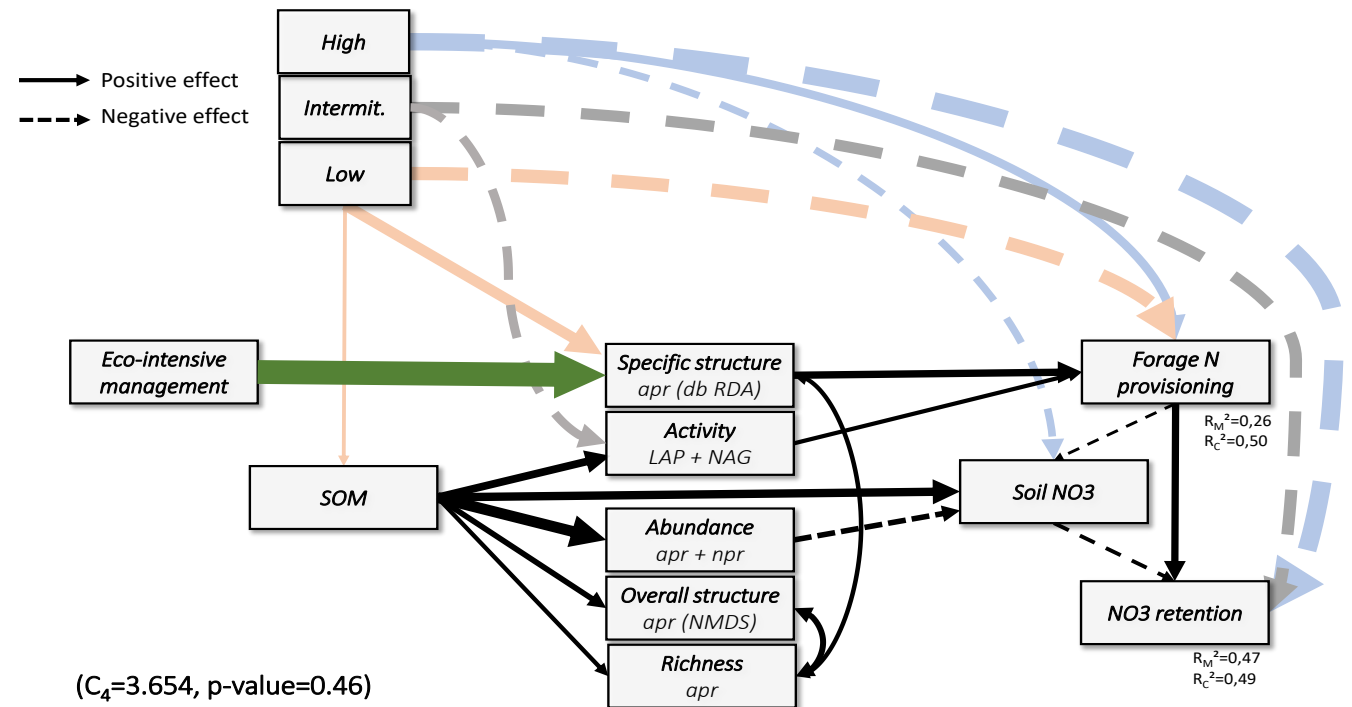
- Konsistenter Wassereffekt auf den N-Zyklus (über Länder und Anbausysteme)
- Konsistenter Managementeffekt auf die Struktur funktionell involvierter mikrobieller Gemeinschaften (über Länder und Anbausysteme)



# Resultate

- Konsistenter Wassereffekt auf den N-Zyklus (über Länder und Anbausysteme)
- Konsistenter Managementeffekt auf die Struktur funktionell involvierter mikrobieller Gemeinschaften (über Länder und Anbausysteme)

→ «Biologische» Bewirtschaftung verbessert Ökosystemdienstleistungen (N-Kreislaufes) unter verändertem Regenfall via Modifikationen der funktionellen mikrobiellen Gemeinschaft



# Zusammenfassung

- Veränderte Struktur der funktionellen mikrobiellen Gemeinschaften in biologisch bewirtschafteten Systemen führen zu einer erhöhten Funktionalität unter Regenstress-szenarien



... und wie sieht es im **Feld** aus?



# Feldversuch mit Fragestellung: Unterschiedliche Effekte auf die Bodenbiologie und das Pflanzenwachstum unter Trockenstress aufgrund des Bewirtschaftungssystems?



FEMS Microbiology Ecology, 96, 2020, fmaa205

doi: 10.1093/femsec/fmaa205

Advance Access Publication Date: 5 October 2020

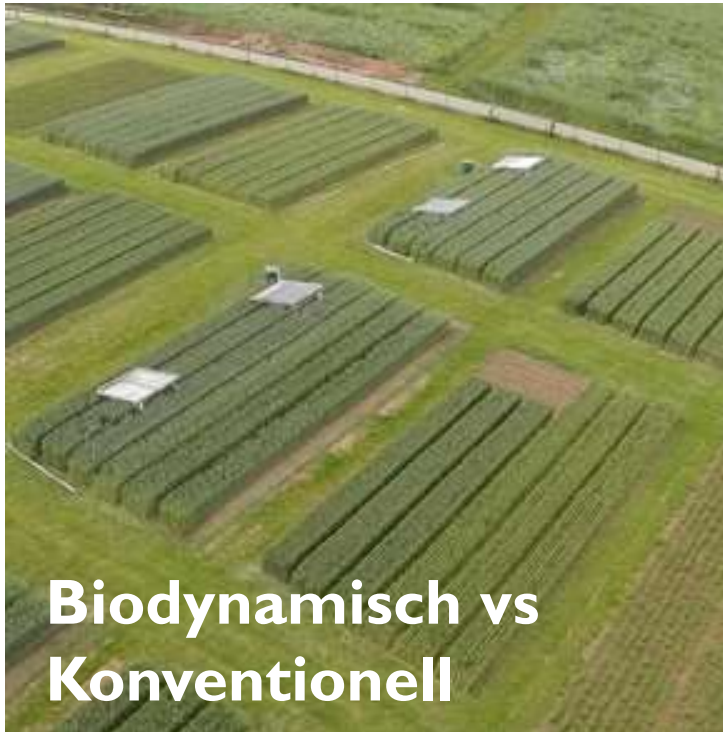
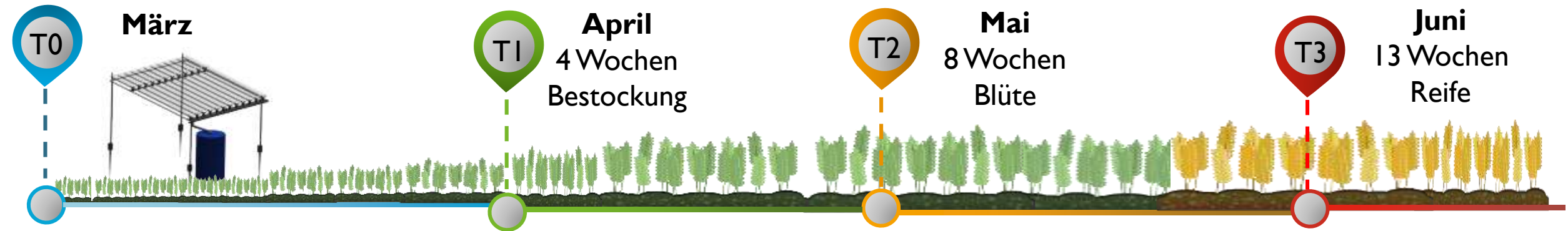
Research Article

RESEARCH ARTICLE

## Effects of simulated drought on biological soil quality, microbial diversity and yields under long-term conventional and organic agriculture

Dominika Kundel<sup>1,2,\*</sup>, Natacha Bodenhausen<sup>1</sup>, Helene Bracht Jørgensen<sup>3</sup>, Jaak Truu<sup>4</sup>, Klaus Birkhofer<sup>5</sup>, Katarina Hedlund<sup>3</sup>, Paul Mäder<sup>1</sup> and Andreas Fliessbach<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Sciences, Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 5070 Frick, Switzerland, <sup>2</sup>Ecology, Department of Biology, University of Konstanz, 78464 Konstanz, Germany, <sup>3</sup>Department of Biology, Lund University, 221 00 Lund, Sweden, <sup>4</sup>Institute of Molecular and Cell Biology, University of Tartu, 51010 Tartu, Estonia and <sup>5</sup>Department of Ecology, Brandenburg University of Technology, 03046 Cottbus, Germany



## Erhebungen

- Bodeneigenschaften inkl. Bodenwassergehalt
- Pflanzenwachstum
- Bodenmikrobiologie
  - Abundanz
  - Aktivität
  - Diversität

# Zusammenfassung

## Bewirtschaftungssystem

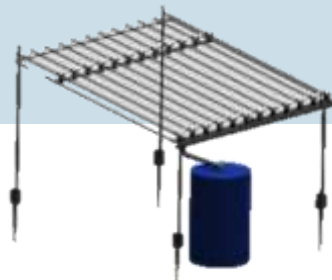
Viele positive Effekte von Biolandbau auf Bodenbiologie

→ *Biolandbau als Maßnahme zur Erhaltung der Artenvielfalt auf Ackerflächen*



## Experimentelle Trockenheit

- Mässige Effekte der Trockenheit auf Abundanz und Diversität von Mikroorganismen
- Stärkere Effekte der Trockenheit auf die Aktivität der Mikroorganismen



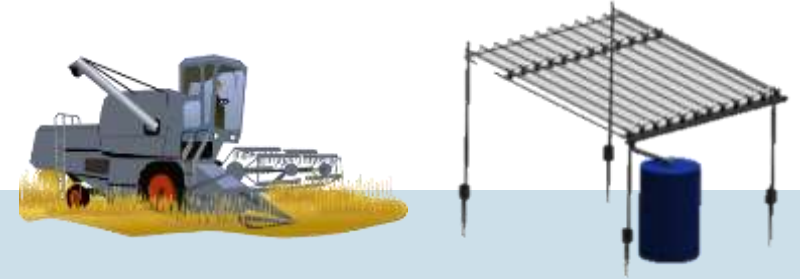
## Bewirtschaftungssystem x Trockenheit

Spätere Abnahme der mikrobielle Aktivität und des Bodenwassergehalt im «Bio-Boden» aufgrund der experimentellen Trockenheit

→ *verbesserte Wasserspeicherkapazität im «Bio-Boden» und verzögerte negativen Auswirkungen auf die mikrobielle Aktivität*

## Aber keine Effekte der Trockenheit auf das Pflanzenwachstum

→ *Dauer der simulierten Trockenheit zu kurz?*





# Anpassung an Trockenstress

## Hintergrund: Dürren werden häufiger, länger und stärker

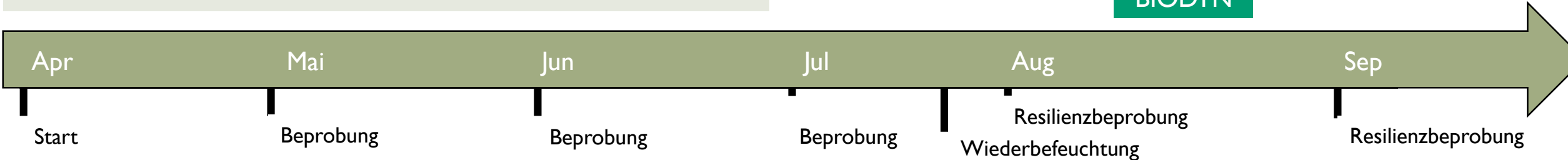
- Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Bodenqualität und Funktionalität von Agrarökosysteme?
- Rolle der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung?
- Massnahmen zur Verbesserung der Resistenz und Resilienz von Agrarökosystemen?



CONFYM

CONMIN

BIODYN

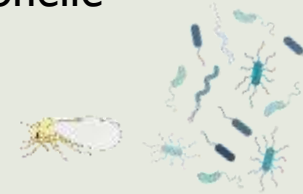


## Methoden und Analysen

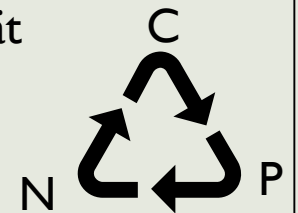
Pflanzenparameter  
inkl. Qualität  
und Quantität  
der Erträge



Taxonomische/funktionelle  
Diversität von  
Mikro-, Mesofauna,  
Bakterien, Pilzen



Mikrobielle Substratnutzung  
Enzymatische Aktivität  
Bodensuppressivität



# Danksagung

Allen Mitwirkenden der Biodiversa Projekt Ecoserve, SoilClim, Biofair und MicroServices v.a. meinen Kolleginnen Martina Lori und Dominika Kundel



This research is part of the BIOFAIR project funded through the 2019-2020 BiodivERsA joint call for research proposals, under the BiodivClim ERA-Net COFUND programme, and with the funding organisations Swiss National Science Foundation SNSF, Agence Nationale de la Recherche (ANR, France), Agencia Estatal de Investigación (AEI, Spain), Deutsches Zentrum fuer Luft- und Raumfahrt Projektträger (DLR-PT, Germany), Fonds de la Recherche Scientifique (FNRS, Wallonia, Belgium) and Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO, Flanders, Belgium)



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**