



# Bodenfunktionen und Multifunktionalität unter ÖLN-, biologischer und bodenkonservierender Bewirtschaftung

**Raphaël Wittwer**, Florian Walder, Lucie Buchi, Klaus Schlaeppli, Samiran Banerjee, Juliane Hirte, Jochen Mayer, Tino Colombi, Thomas Keller, Ulrich Preschl, Thomas Nemecek, Steffen Seitz, Thomas Schloten, Viviana Loaiza Puerta, Johan Six, Raphael Charles and Marcel G.A. van der Heijden

18. Januar 2018

Viele der präsentierten Ergebnisse wurden noch nicht veröffentlicht und daher fehlen einige Abbildungen in diesem Dokument.

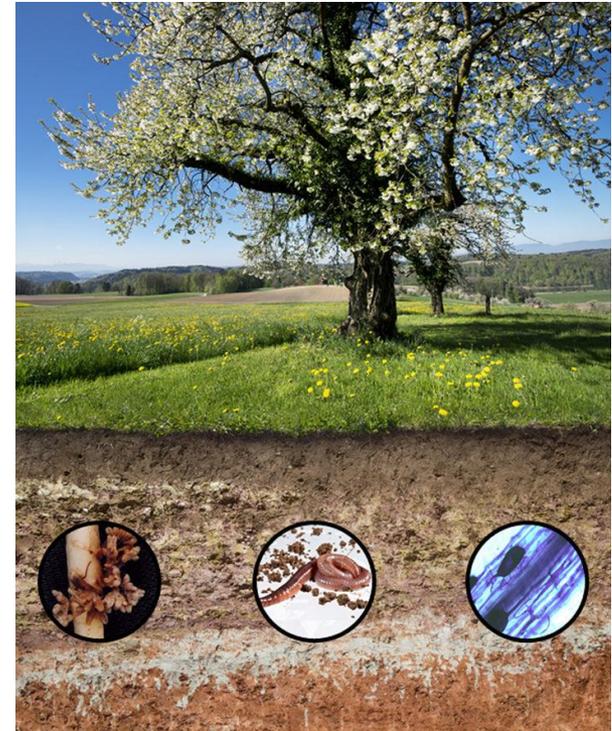
Für mehr Informationen, bitte  
Raphaël Wittwer  
([raphael.wittwer@agroscope.admin.ch](mailto:raphael.wittwer@agroscope.admin.ch)) oder  
Marcel van der Heijden  
([marcel.vanderheijden@agroscope.admin.ch](mailto:marcel.vanderheijden@agroscope.admin.ch))  
kontaktieren.

# Ressource Boden – für Landwirtschaft und Umwelt

- › Grundlage der **Nahrungsproduktion**
  - › 95% der weltweiten Nahrung wird auf Böden produziert
- › **Lebensraum** für zahlreiche Pflanzen und Bodenorganismen
  - › Beherbergt rund ein Viertel der Artenvielfalt unseres Planeten
- › **Funktionen**
  - › Produktion
  - › Regulierung
    - › Wasser
    - › Nährstoffe
    - › Kohlenstoffspeicherung
    - › Klima
  - › Umweltschutz
  - › Biodiversität



Es ist deshalb äusserst wichtig zu wissen wie man Bodenfunktionen optimal **nutzen** und **steuern** kann sowie welchen Einfluss wichtige **Anbausysteme** haben?





# Datengrundlage



Ressource Boden  
Nationales Forschungsprogramm NFP 68



## FAST Versuch

Farming System and Tillage experiment

C-IT  
ÖLN Pflug

C-NT  
ÖLN Direktsaat

O-IT  
BIO Pflug

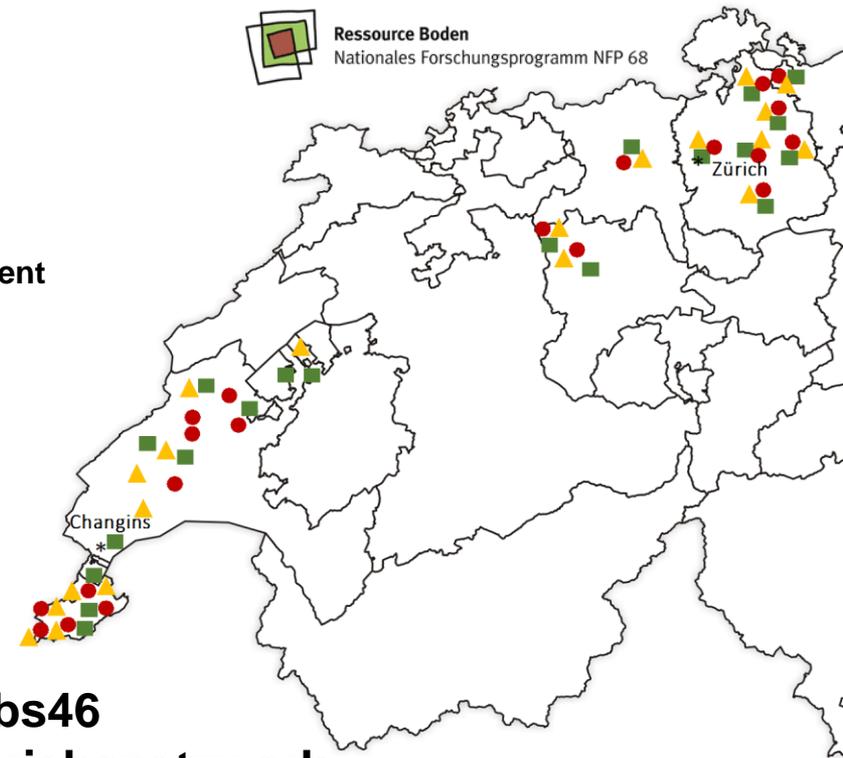
O-RT  
BIO Mulchsaat

Start in 2009

Faktoren:

- › **Anbausysteme**
- › Zwischenfrüchte
- › N Düngung (2. Fruchtfolge)

6-jährige Fruchtfolge



## Hubs46

### Betriebsnetzwerk

Hubs for Soil Improving Cropping Systems (NFP68)

60 Betriebe

1 Weizen Parzelle / Betrieb

Fläche ≥ 1 ha

Geringe Hangneigung

Tongehalt 10-40%

Tiefe ≥ 80 cm

Skelett < 10%

KON ●  
mind. ÖLN

NT ▲  
mind. ÖLN; min. 5 Jahre

BIO ■  
Bio Suisse; min. 5 Jahre



# Ziele

- Erfassen der Multifunktionalität (agronomische, ökologische und ökonomische Leistungen) von Ackerbausystemen
- Einfluss von Anbaumassnahmen auf die Bodenqualität, Bodenbiodiversität und Ökosystemfunktionen

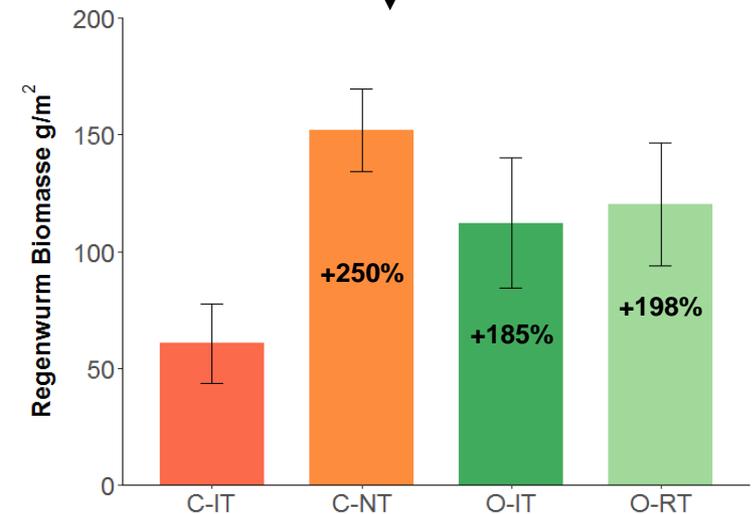
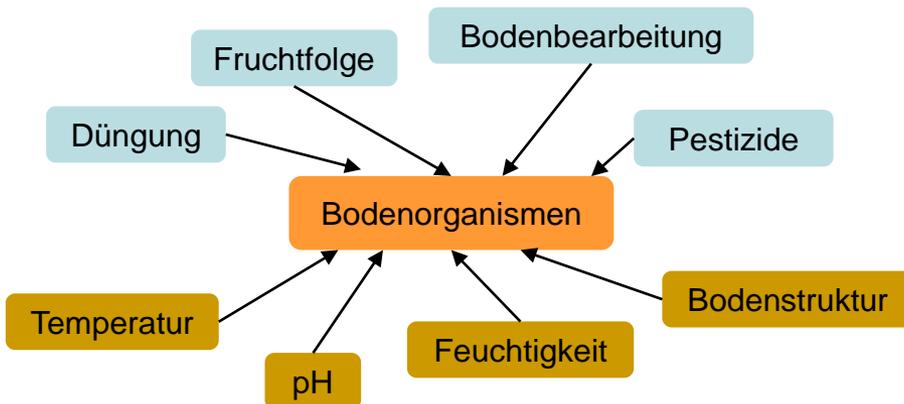
## **Untersuchte Parameter** (unter anderen)

- Bodenorganismen (Regenwürmer, Mykorrhiza, Mikroben)
- Bodenstruktur (Aggregate)
- Boden Kohlenstoff (Corg)
  - › Bodenschutz (Erosionsrisiko)
  - › Produktion (Erträge)
  - › Klimawirkung (Treibhauspotential)

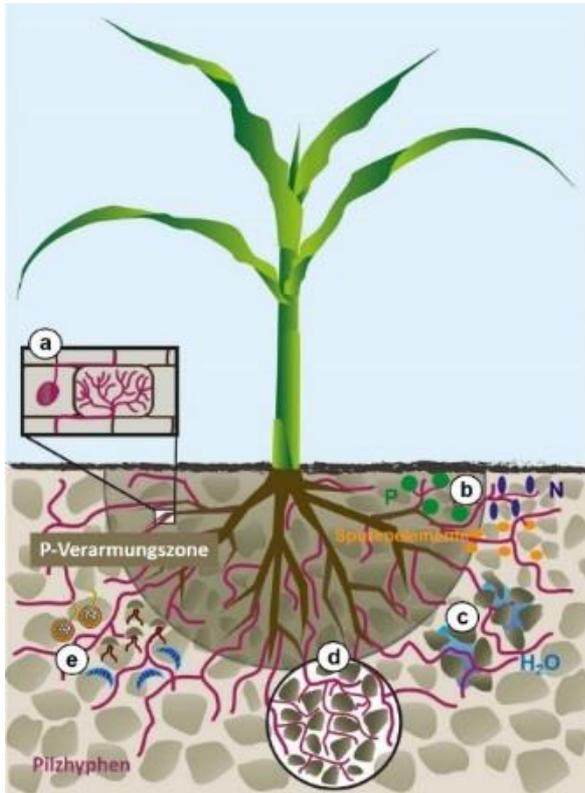
# Bodenbiologie - Bedeutung

## Bodenorganismen...

- ... bauen organische Substanz ab.
- ... bilden Humus.
- ... schaffen Bodenstruktur.
- ... recyceln Nährstoffe.
- ... fixieren Stickstoff.
- ... mobilisieren Nährstoffe für die Pflanzen.



# Bodenbiologie – Arbuskuläre Mykorrhiza Pilze



Agridea Merkblatt:  
MYKORRHIZAPILZE FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT

Spezialisierte Bodenpilze, die in Symbiose mit über 80% der Gefäßpflanzen leben.

Pilze erhalten von der Pflanze Kohlenstoff, im Gegenzug erhält die Pflanze Nährstoffe (v.a. Phosphat Ionen) und Wasser.

- › Verbesserte Pflanzenernährung
- › Möglicherweise assoziiert mit verbessertem Pflanzenwachstum und Ertrag
- › Verbesserte Toleranz gegenüber Trockenstress
- › Mögliche Rolle in der Unterdrückung von v.a. bodenbürtigen Pilzkrankheiten

## Erste Ergebnisse:

Höhere AM-Pilz-Abundanz in BIO Feldern ( $\approx +50\%$ ):

- › Keine Fungizid Applikationen
- › Geringste Menge an verfügbarem P
- › Stärkere Abhängigkeit der Kulturen von Symbiose?  
→ aber auch Ertragswirkung in BIO Felder!

Höhere Diversität unter konservierende Bodenbearbeitung



# Bodenbiologie – Mikroorganismen

Unter BIO Bewirtschaftung findet man die höchste mikrobielle Biomasse ( $\approx +40\%$ ):

- › Nur organische Dünger appliziert
- › Keine Pestizide appliziert

Mikrobielle Biomasse der KON und NT Felder ist im durchschnittlichen Bereich ( $\emptyset$  NABO).

## Was bedeutet eine höhere mikrobielle Biomasse für die Bodenqualität?

- › Mehr mikrobielle Biomasse bedeutet nicht automatisch bessere Bodenqualität.
- › Zusammensetzung der Arten und auch deren Funktionen ist wichtig.
- › Erste Ergebnisse zeigen, dass:
  - Anbausysteme Gruppen von Mikroorganismen beeinflussen, sowohl im Boden als auch in Pflanzenwurzel.
  - Etwa 10% der Variabilität durch das Anbausystem erklärt wird .

## Bodenphysik – Aggregatstabilität

- › Höhere Aggregatstabilität in BIO und NT Felder.
- › Schnelle Wirkung einer Kombination von BIO und konservierender Bodenbearbeitung
- › Höherer Anteil an grossen Makroaggregaten an der Feldoberfläche von NT und BIO Feldern. → Erosionsschutz, Tragfähigkeit.



## Kohlenstoff – ein Schlüsselfaktor

Tendenziell höhere Corg-Konzentration in BIO Feldern (bis 50cm Tiefe).

- › Mehr organischer Dünger ausgebracht
- › Höhere Wurzelbiomasse → mehr Rhizodeposition
- › Höherer Anteil von Wiesen in der FF.

Anreicherung von Corg in obersten cm unter NT.

- › Pflug bewirkt eine Umverteilung des Bodenkohlenstoffs
- › Bestätigt die Wichtigkeit, auch den Unterboden zu beproben

## Bodenschutz – Erosion

Erosionsschutz:

- › Erosionsrisiko: konventionell Pflug > BIO Pflug (-50%) > BIO red. Bb. (-80%) > Direktsaat (-95%)
- › Bodenbedeckung das A und O
- › Aggregatstabilität spielt auch eine wichtige Rolle

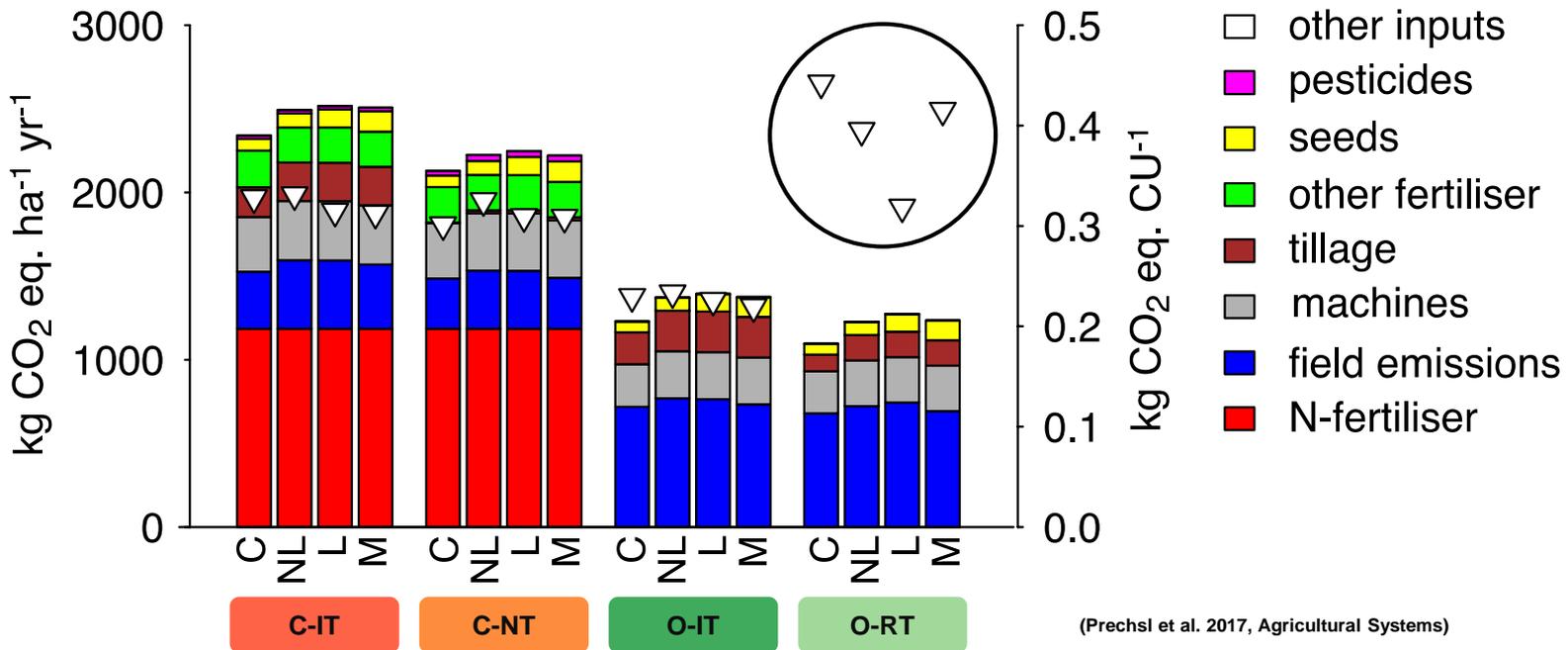
## Produktivität – Beispiel Winterweizen

Konventionelle Systeme weisen höhere Erträge auf als BIO Systeme (-25 bis -35%), Direktsaat (-2 bis -17%) ist inzwischen

Ertragsstabilität scheint etwas höher unter BIO Bewirtschaftung zu sein (geringere Variabilität)

Ertragslimitierende Faktoren: Unkraut, N Düngung

# Umweltwirkung – Treibhausgasemissionen



(Prechsl et al. 2017, Agricultural Systems)

BIO Systeme verursachen generell weniger Treibhausgasemissionen, aber nur wenn die Ertragsverluste nicht zu hoch ausfallen.

- › N Düngung hat den grössten Einfluss
- › Erhöhter Herbizid Einsatz im Direktsaat ist problematisch
- › Bodenbearbeitung ist auch Energie intensiv; nicht einfach zu reduzieren unter BIO Bewirtschaftung



# Zusammenfassung

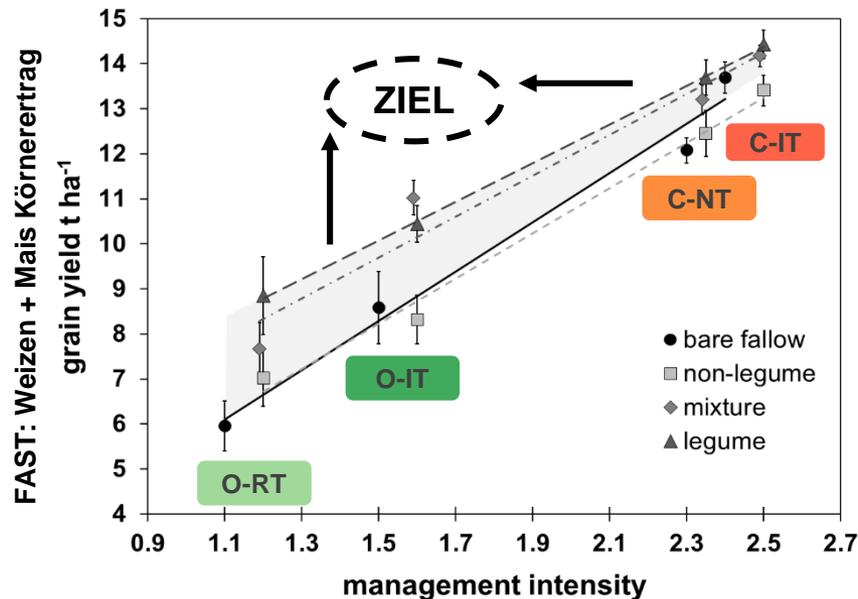
|                               | FAST Versuch |                |           |               | Hubs46 Betriebsnetzwerk |            |     |
|-------------------------------|--------------|----------------|-----------|---------------|-------------------------|------------|-----|
|                               | ÖLN Pflug    | ÖLN Direktsaat | BIO Pflug | BIO Mulchsaat | ÖLN                     | Direktsaat | BIO |
| Erträge                       | ++           | +              | -         | --            | ++                      | +/-        | -   |
| Unkrautkontrolle              | ++           | +              | -         | --            | ++                      | ++         | -   |
| <hr/>                         |              |                |           |               |                         |            |     |
| Energie (N, Bodenbearbeitung) | --           | +              | -         | ++            | --                      | +          | -   |
| Pestizide                     | -            | --             | ++        | ++            | -                       | --         | ++  |
| Treibhauspotential            | -            | -/+            | +         | +/-           |                         |            |     |
| Regenwürmer                   | --           | ++             | +         | +             |                         |            |     |
| Mykorrhiza-Pilze              | -            | +              | +         | ++            | -                       | +/-        | ++  |
| Mikrobielle Biomasse          | -            | +/-            | +/-       | +             | -                       | +/-        | +   |
| Kohlenstoff                   |              |                |           |               | -                       | -/+        | +   |
| Boden Aggregate               | +/-          | +              | +         | ++            | +/-                     | +          | +   |
| Erosionsschutz                | --           | ++             | -         | +             |                         |            |     |
| Unkraut Diversität            | -            | --             | ++        | ++            | --                      | --         | ++  |
| Mykorrhiza Diversität         | -            | +              | -         | ++            |                         |            |     |

**Es gibt ein Zielkonflikt zwischen Produktivität und Ökologie.  
Aber auch grosse Überlappungen zwischen den Systeme.**

# Zielkonflikt durch ökologische Anbaumassnahmen minimieren

Zwischenfrüchte unterstützen eine ökologische Intensivierung:

- › Erhöhen die Erträge in extensiven Systeme (BIO)
- › Sind essentiell unter konservierende Bodenbearbeitung
- › Ermöglichen eine Reduktion von Düngern und Herbiziden
- › Können bis zu 50 kg N pro Hektare für die nachfolgende Kultur liefern (Leguminosen)



(Wittwer et al. 2017, Scientific Reports)



# Ausblick

## Kohlenstoff Sequestrierung



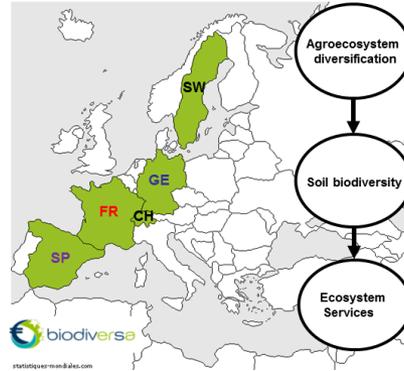
THÜNEN

## Weitere Betriebsnetzwerke (> 300 Betriebe)

Gemüsebau (SNF), 40 Betriebe



Biodiversa, 217 Betriebe



Kompost (Mercator Stiftung), 65 Betriebe



## Resilienz gegenüber Klimawandel Trockenstress Simulation



STIFTUNG  
MERCATOR  
SCHWEIZ

## Feldinokulationsversuche



(Gerbert Rüt Stiftung)





# Dank

## FAST Versuch

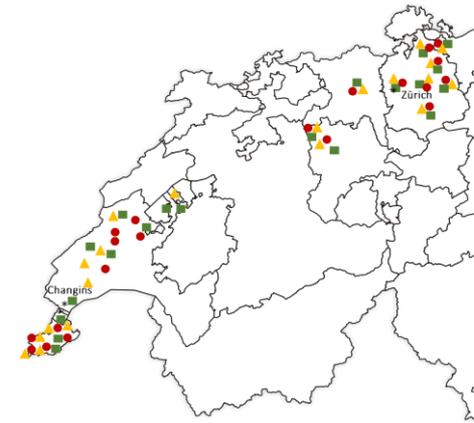
Marcel van der Heijden

Werner Jossi, Brigitte Dorn, Kyle Hartmann,  
Klaus Schläppi, Andrea Bonvicini, Susanne  
Müller

Ulrich Preschl, Thomas Nemecek

Steffen Seitz, Thomas Schloten,

Viviana Loaiza Puerta, Engil Pujol Pereira,  
Johan Six



**Ressource Boden**  
Nationales Forschungsprogramm NFP 68

## Hubs46 Betriebsnetzwerk

Florian Walder, Lucie Büchi

Raphael Charles, Jochen Mayer, Thomas  
Keller, Johan Six, Marcel van der Heijden

Samiran Banerjee, Juliane Hirte, Tino Colombi,  
Julia Hess

Alle 60 Landwirte der Betriebsnetzwerke,  
Studenten, Praktikanten und ZIVI's



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Raphaël Wittwer

raphael.wittwer@agroscope.admin.ch

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt

www.agroscope.admin.ch

