



Cover crops for conservation agriculture

Raphaël Charles

FiBL, Lausanne, Schweiz

For soil - For life Pribor

12.10.17

Das FiBL Schweiz auf einen Blick



- Gegründet 1973 als private Stiftung
- 190 Mitarbeitende
- 70 Praktikanten, Diplomanden, Doktorierende, Lehrlinge
- Forschung auf über 200 Schweizer Biobetrieben

Aktuelle Infos unter <http://www.bioaktuell.ch/de/pflanzenbau/ackerbau/bodenbearbeitung.html>



BIO Aktuell.ch Die Plattform der Schweizer Biobäuerinnen und Biobauern

Aktuell | Tierhaltung | Pflanzenbau | Markt | Bildung | Zeitschrift | Adressen | Mein bioaktuell | FR | Service

Startseite | Pflanzenbau | Ackerbau | Bodenbearbeitung

Suchbegriff Finden

Bodenbearbeitung

Die Landwirtschaft trägt mit rund 15 Prozent zum Klimawandel bei. Werden die Treibhausgase bedingt durch die Landnutzungsänderungen (Abholzung) dazugezählt, steigt dieser Anteil auf 30 bis 40 Prozent. Die Verbindung von reduzierter Bearbeitung und Biolandbau ist eine viel versprechende Methode, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.

Ohne Herbizide ist die reduzierte Bodenbearbeitung eine grosse Herausforderung. Die Angst vor der Zunahme des Unkrautes hält viele Biobauern ab, das neue System zu testen. Die reduzierte Bodenbearbeitung wird denn auch bisher nur auf einigen wenigen Betrieben angewendet. Diese Betriebe gilt es miteinander zu verknüpfen und den Anbau ohne tiefes Pflügen weiter zu entwickeln. Der Coop Fonds für Nachhaltigkeit unterstützt das Projekt zur Umsetzung und Verbreitung der reduzierten Bodenbearbeitung von 2012 bis 2016. In dieser Zeit will das FiBL zusammen mit 15 innovativen Biobauern (Pilotbetrieben) neue Wege zur Ausbreitung der reduzierten Bodenbearbeitung finden.



Schälpflug (Foto: © FiBL, Maurice Clerc)

- [Pilotbetriebe für reduzierte Bodenbearbeitung](#)
- [Welche Bodenbearbeitung ist klimafreundlicher?](#)
- [Beiträge und Regeln für die reduzierte Bodenbearbeitung](#)
- [Merkblatt «Reduzierte Bodenbearbeitung»](#)
- [Direktsaat: Wunschenken und Realität](#)
- [Pflusloser Kunstwiesenumbbruch auf zehn Zentimeter Tiefe](#)
- [Pflügen auf zehn Zentimeter Tiefe](#)
- [Filme: Kunstwiesenumbbruch bei reduzierter Bodenbearbeitung](#)
- [Maschinenvorführung zur Stoppelbearbeitung Juli 2008](#)
- [Film: Mit Glyphomulch und Geohobel Gründungen einarbeiten](#)
- [Film: Reduzierte Bodenbearbeitung und Bodenfruchtbarkeit mit Friedrich Wenz](#)
- [Film: Reduzierte Bodenbearbeitung mit Schälpflug - Maschinenvorführung August 2013](#)
- [Film: Neue Wege in der Stoppelbearbeitung](#)
- [Film: Direktsaat von Körnermais ohne Herbizide](#)
- [Exaktversuche und Publikationen zur Reduzierten Bodenbearbeitung](#)
- [Erfolgsfaktoren zur Frucht- und Düngeumsetzung](#)

Die Plattform wird betrieben von:



Ansprechpartner



Hansruedi Dierauer
FiBL Beratung
Ackerstrasse 113
5070 Frick
Tel. 062 865 72 65
Fax 062 865 72 73
Mobil 079 743 34 02
[E-Mail](mailto:hd@fibl.org)
www.fibl.org



coop
Der Coop Fonds für Nachhaltigkeit
unterstützt dieses Projekt.

Legende

Cover Crops for Conservation Agriculture (CC4CA)

Bernard Streit (HAFL)

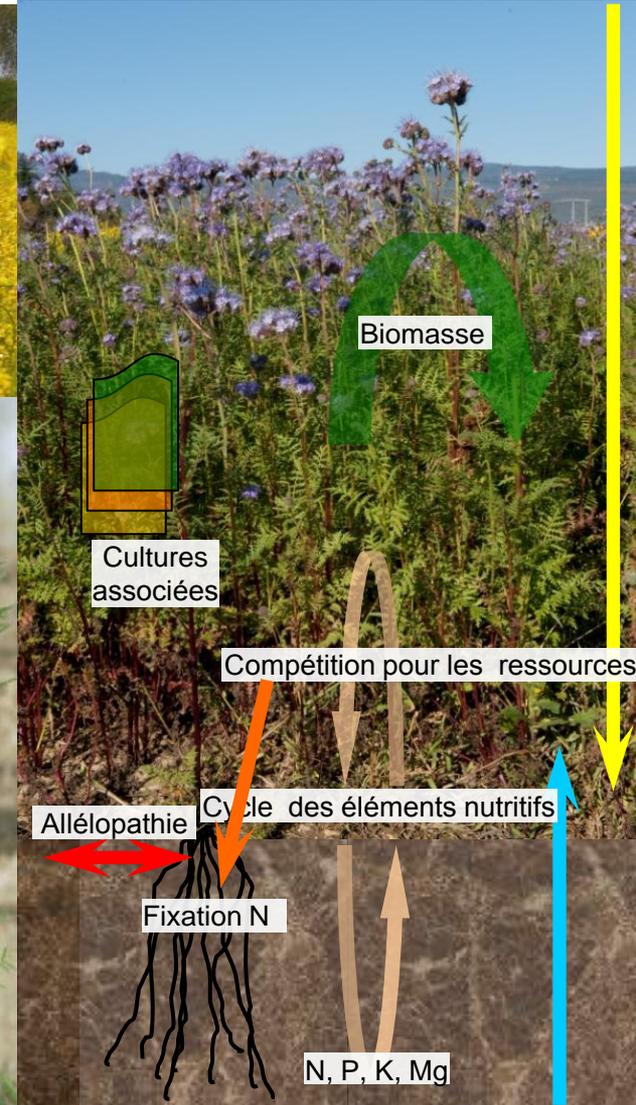
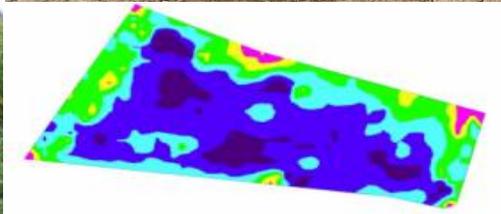
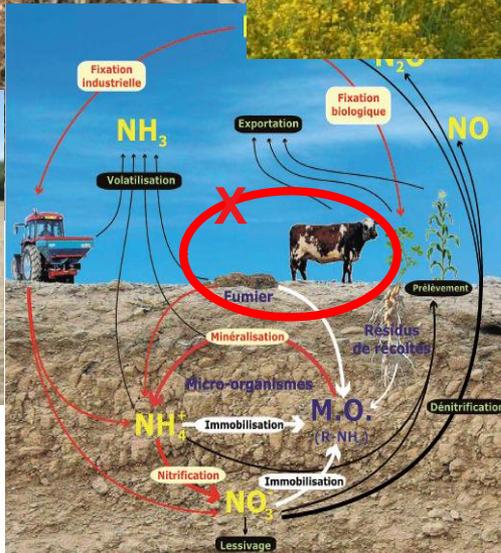
• • • • Berner Fachhochschule
Hochschule für Agrar-, Forst-
und Lebensmittelwissenschaften

Raphaël Charles (Agroscope)

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Achim Walter (ETHZ)

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



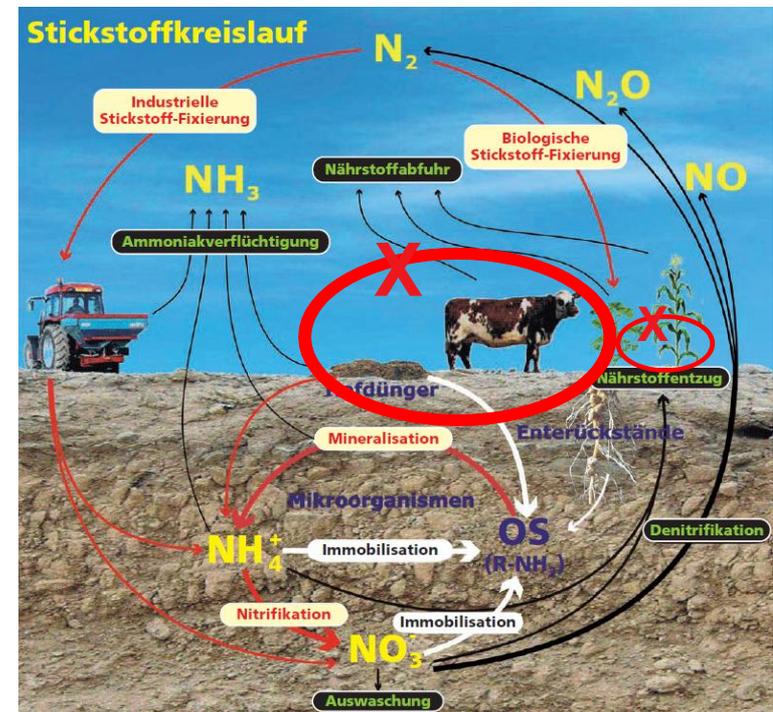
Ist es nur eine schönes Bild ?



Erbe der 1. Revolution der Neuzeit:
 Anbausysteme ohne Brachland,
 verbunden mit Viehzucht; **kombinierte Betriebe**

Erbe der 2. Revolution der Neuzeit:
Motomechanisierung, steigende Fläche und
 steigende Netto-Produktivität / Arbeiter,
Getreidebau

Heutige trends
 Spezialisierung
 Ackerbaubetriebe ohne Vieh
 Weitere Motomechanisierung



Bodenerosion

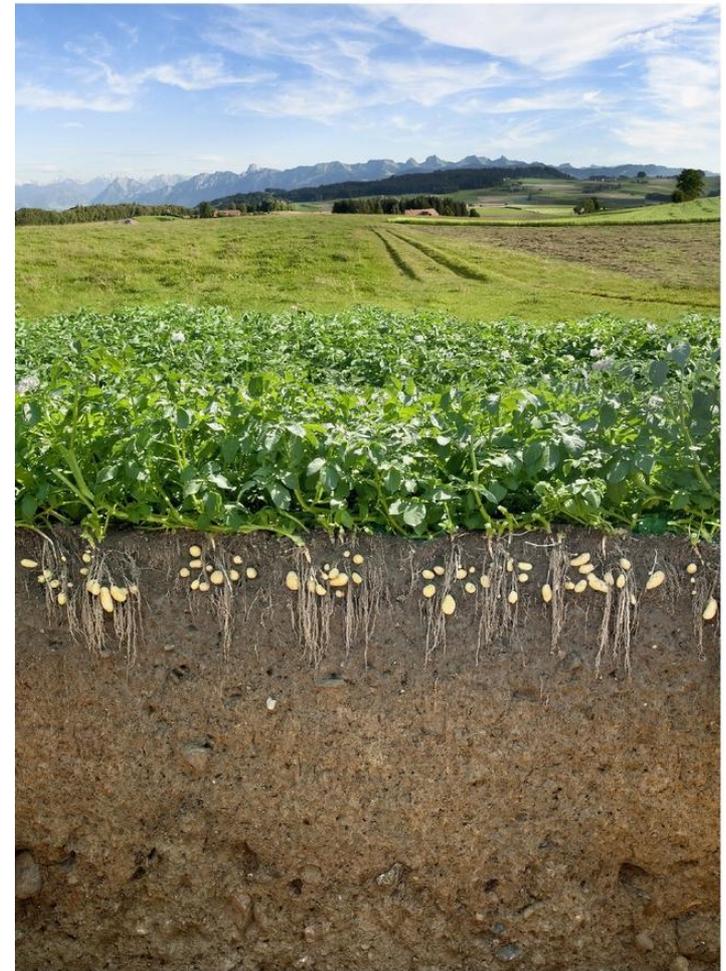


Verschlämmung und Verdichtung



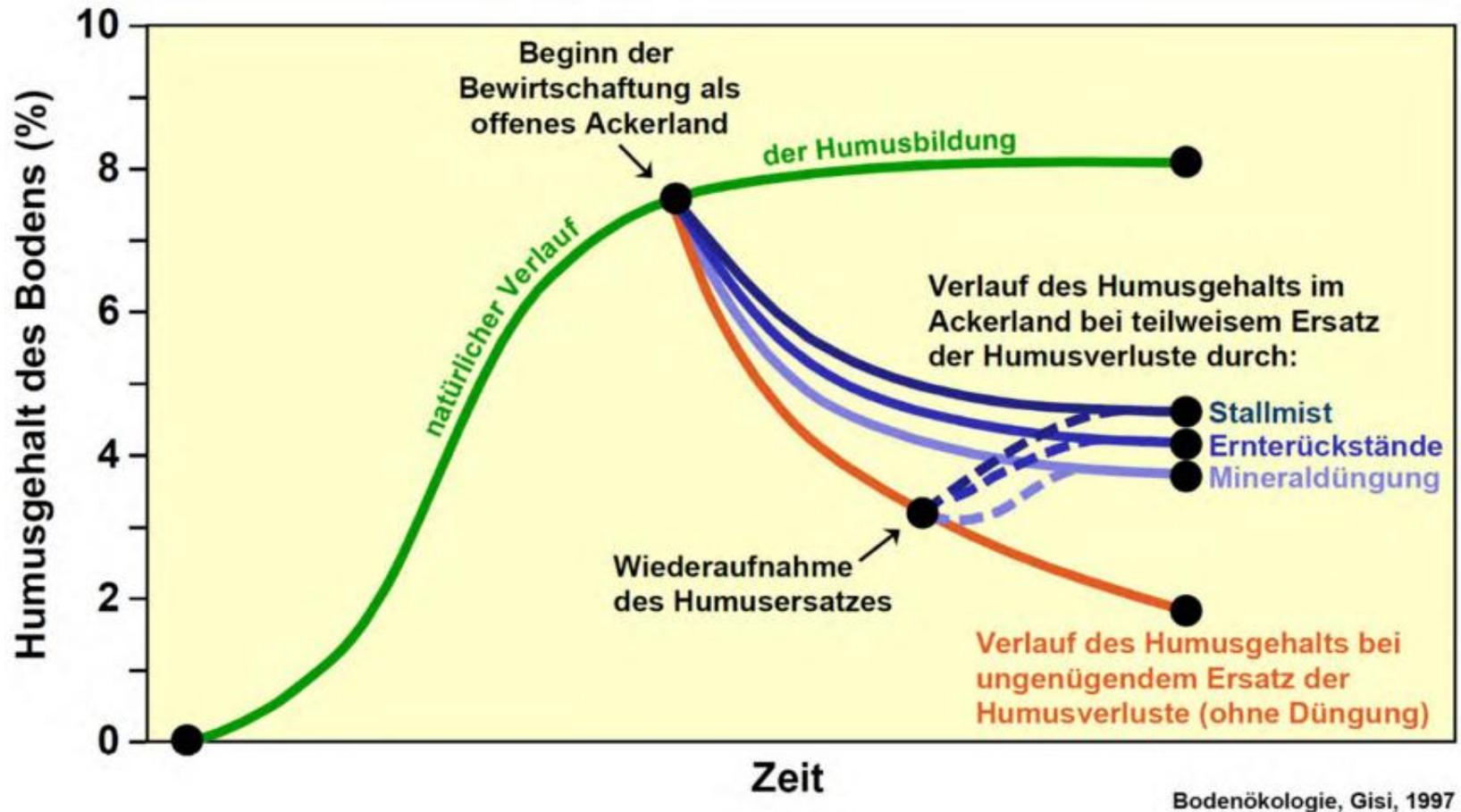
Fließbach Nov. 2002

Humus – Die belebte Schicht - die beliebte Schicht



Pflanzenbau: Bodenfruchtbarkeit

Humusbildung in Abhängigkeit von Bewirtschaftung



Pflanzenbau: Nährstoffversorgung

Stickstoffversorgung verschiedener Betriebstypen

Tabelle zeigt
üblichste
Stickstoffquellen der
Betriebstypen



	Grünland- betrieb	Gemischter Betrieb	Ackerbau- betrieb	Gemüsebau- betrieb
Eigene Hofdünger	xx	xx		
Zufuhr Hofdünger/ Kompost			x	x
Kompostherstellung		x	x	x
org. Handelsdünger			x	xx
Naturwiese	xx	x		
Kunstwiese		xx	x	x
Gründüngung		x	xx	x
Körnerleguminosen		x	xx	

Langzeitversuch: Wirkung organischer Dünger

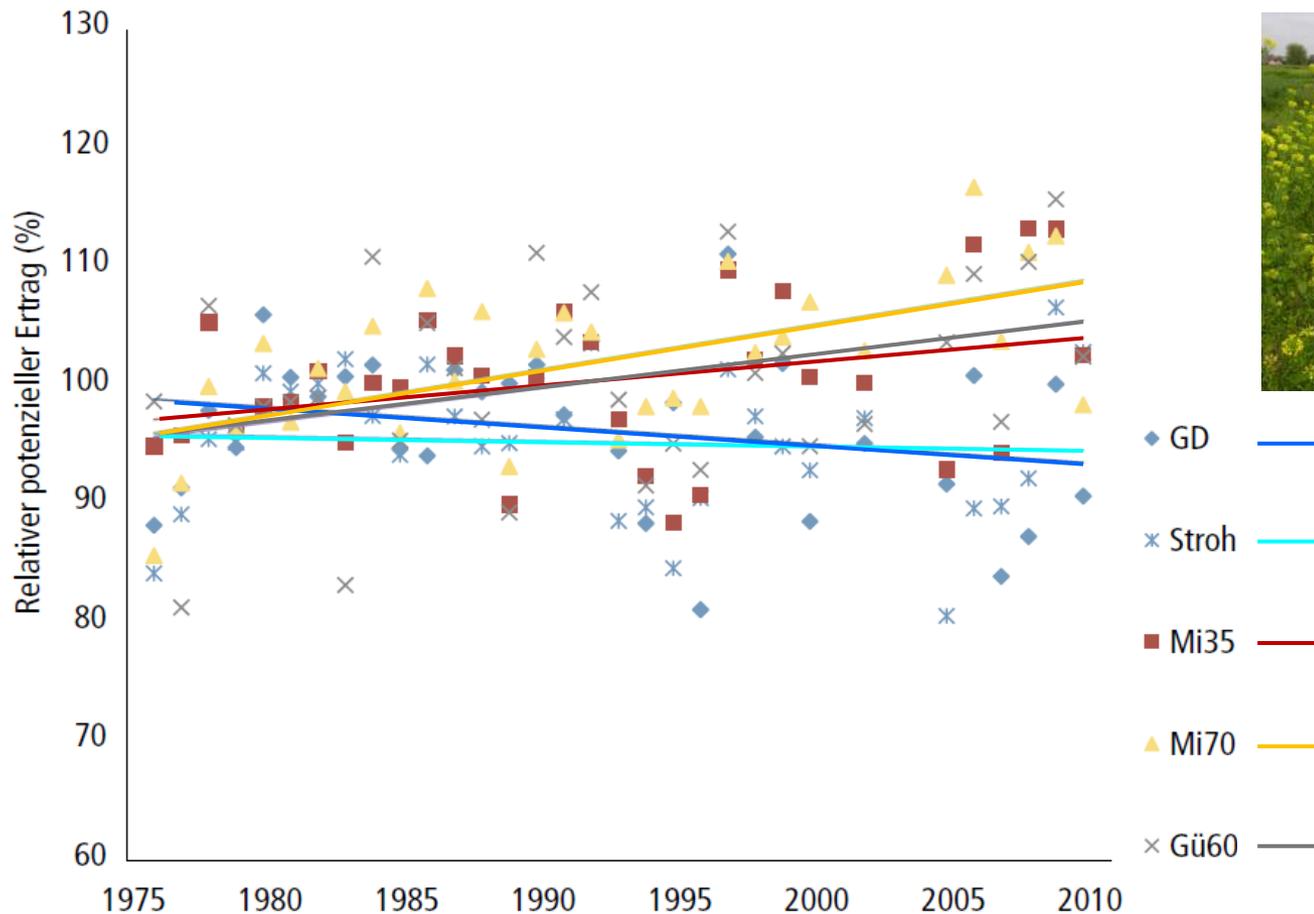


Abb. 1 | Entwicklung der relativen potentiellen Erträge (minD =100%) in den Verfahren mit organischen Düngern.

Maltas et al., 2012

Cover crops for conservation Agriculture

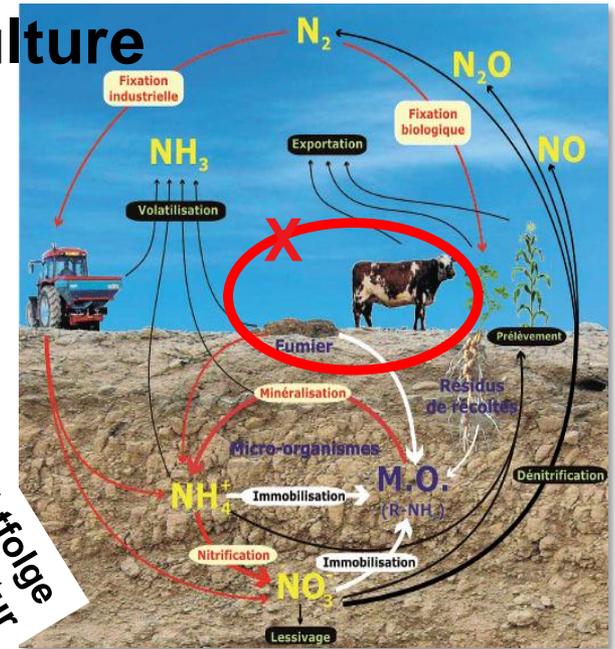


Minimale
Bodenbearbeitung

Fruchtfolge
Mischkultur

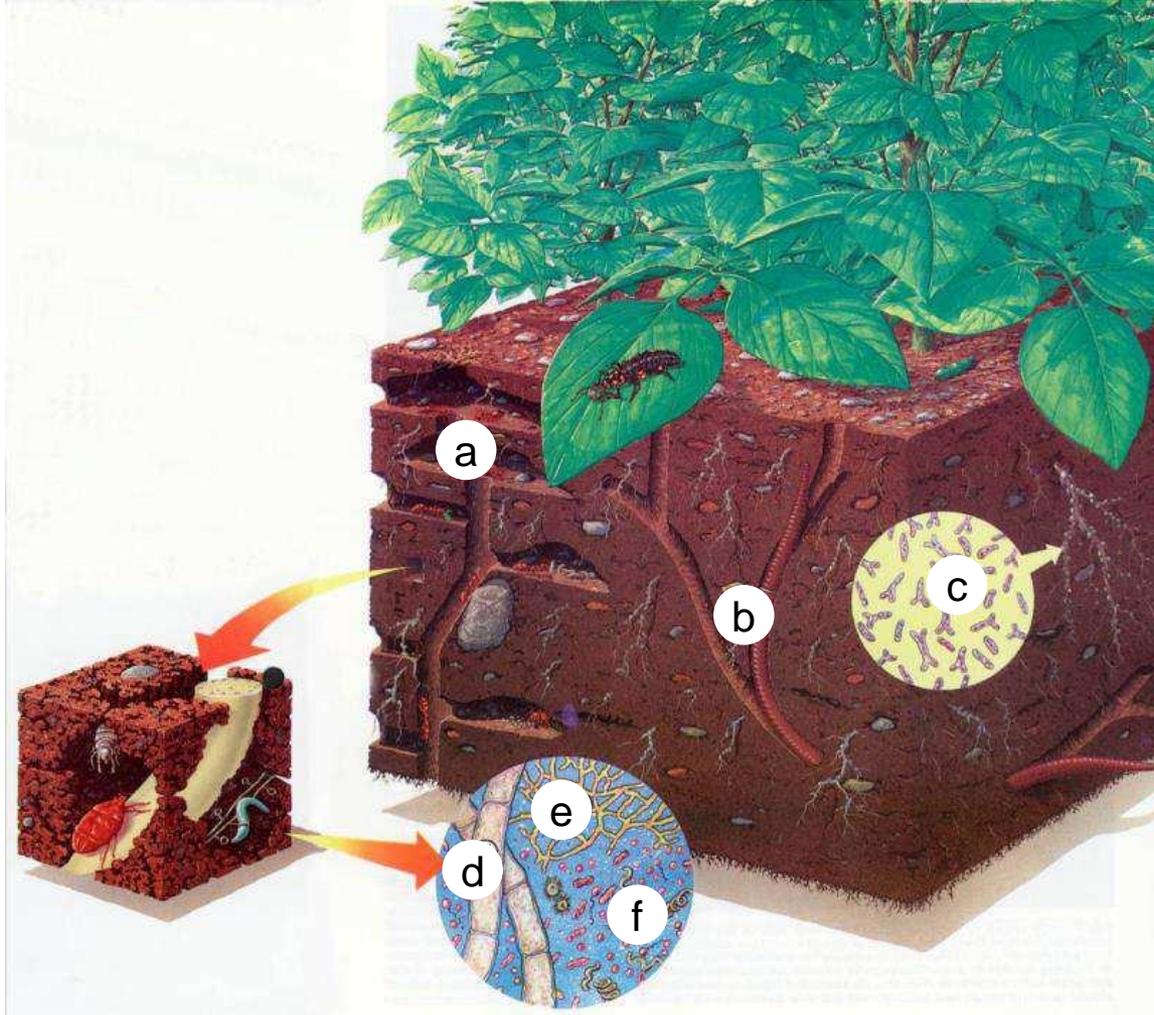
Conservation
Agriculture

Bodenbedeckung
Immergrün



Das wollen wir !

Der Boden – ein komplexes System



- a. Ameisen
- b. Regenwürmer
- c. Rhizobien
- d. Pilze
- e. Actinomyceten
- f. Bakterien

Bild: Reganold et al., 1990

BODENBEARBEITUNG

Ziel (als Forscher, Berater) :

zeigen dass man auf dem tiefen Pflug verzichten kann,
indem man die **Eigenschaften und Funktionen** des Bodens besser
kennt,
und ihn schont um effiziente **Dienstleistungen** zu bekommen

Reduzierung der Arbeit
Effizienz / Reduktion / Verzicht von landwirtschaftliche
Produktionsmitteln

Pflanzenbau: Bodenbearbeitung

Bodenbedeckung und Bearbeitungsintensität



Intensität der Bearbeitung

Bodenbedeckung

Bodenstruktur gut
Viele Regenwürmer
Humusaufbau
Besserer Wasserhaushalt
Mehr Unkraut

«Sauberer Tisch»
Bessere Stickstoffverfügbarkeit
Mehr Verdichtungen
Mehr Erosion
Höherer Dieserverbrauch
Höhere Kosten

Fotos: FiBL

Mulchsaat



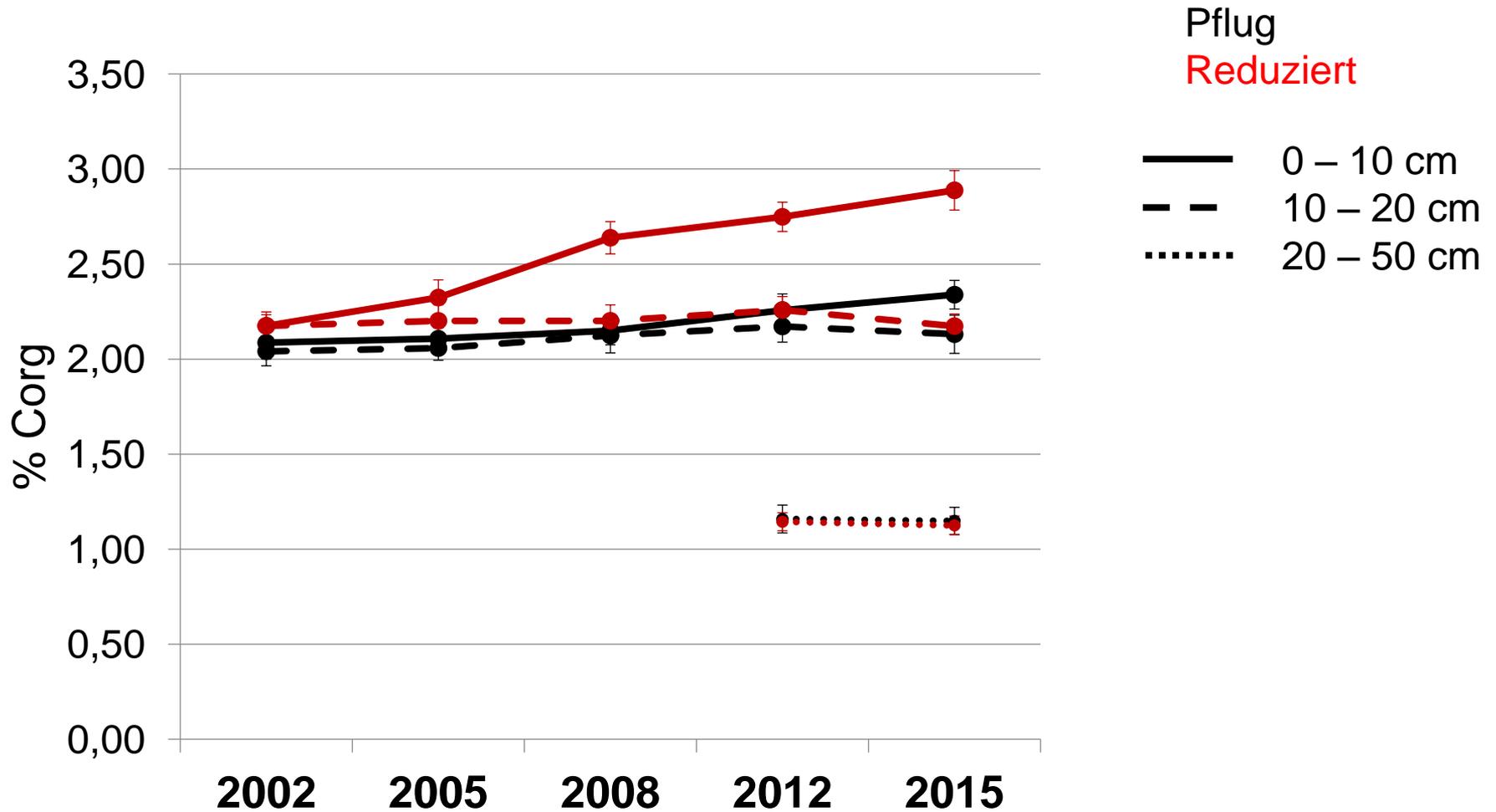
Streifenfrässaat



Direktsaat Nach Messerwalze



Frick-Versuch: langfristige Corg Entwicklung



Konservierende Bodenbearbeitung

- **Vorteile (einige)**

- **Bodenschutz**

- **Nachteile (einige)**

- Langsamere Bodenerwärmung > **Freisetzung von Stickstoff** im Frühjahr
- **Vermehrte Massnahmen zur Unkrautregulierung**
- **Pflanzenkrankheiten (z.B. Fusarien)** und **Schädlinge (z.B. Schnecken)**

-> **benötigt weitere Massnahmen : Gründüngungen und angepasste Fruchtfolge**

GRÜNDÜNGUNGEN

Ziel (als Forscher, Berater) :

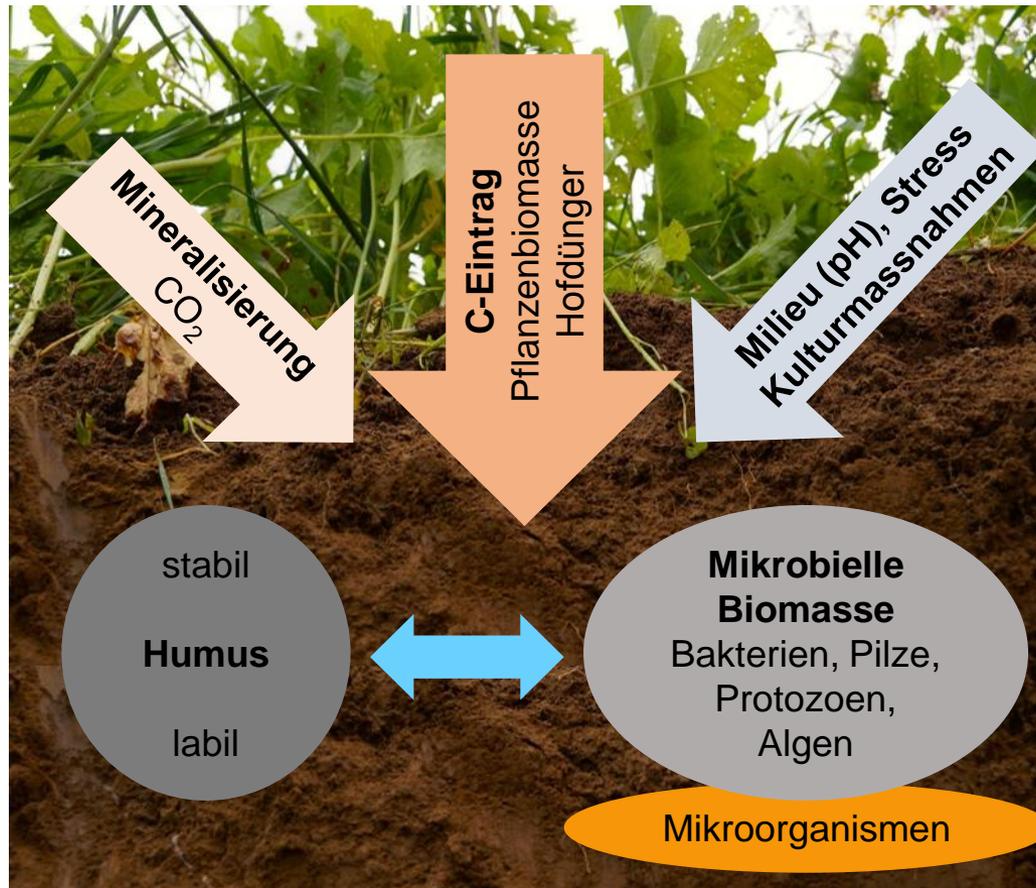
zeigen dass man Gründüngungen besser benutzen kann,
indem man ihre **Eigenschaften und Funktionen** besser kennt,
um effiziente **Dienstleistungen** anzubieten

Effizienz / Reduktion / Verzicht von Produktionsmitteln

Weniger Dünger !

Weniger Unkrautbekämpfung Massnahmen (chemisch /
mechanisch) !

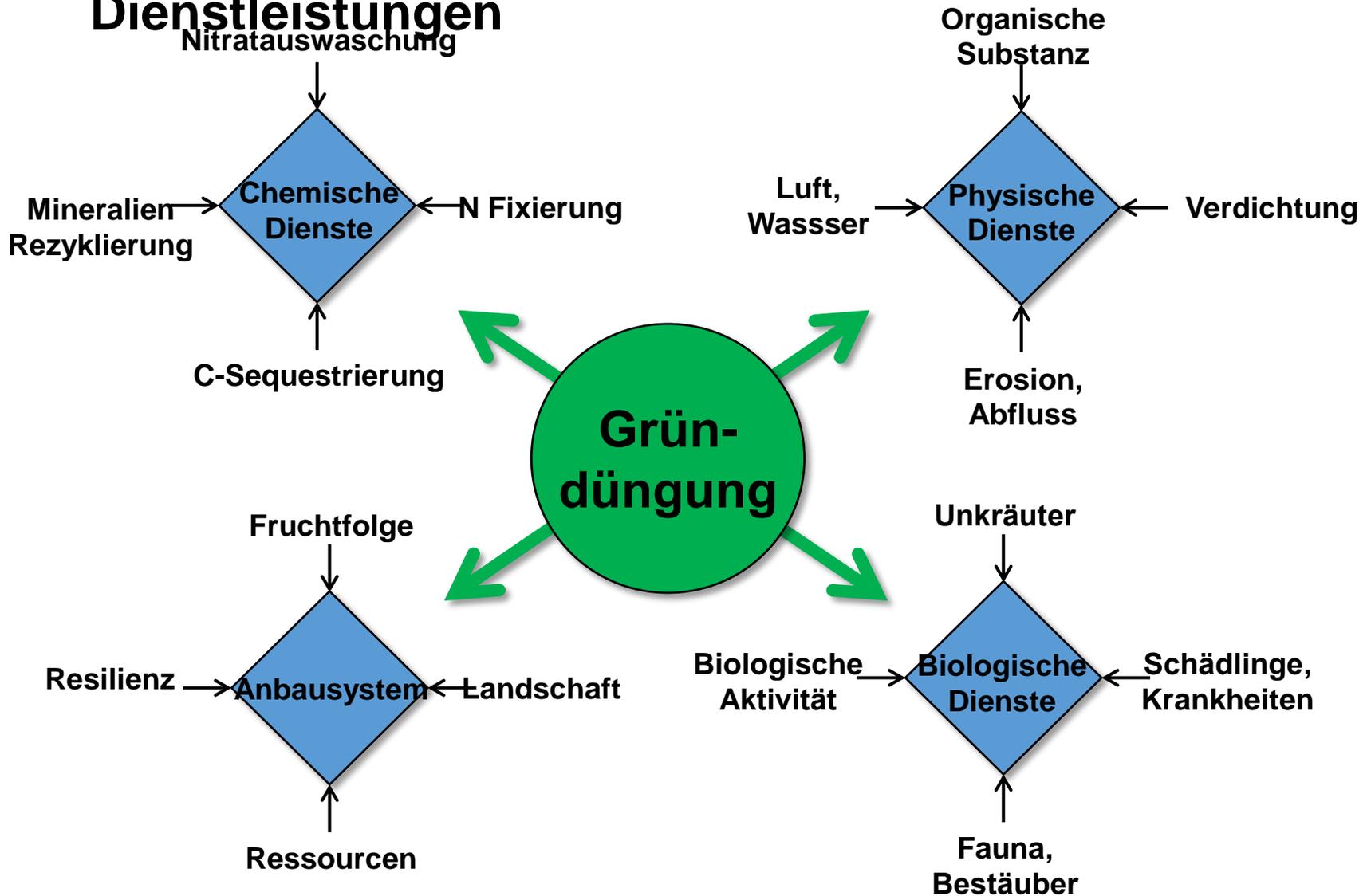
Gründungen : Hauptmechanismen



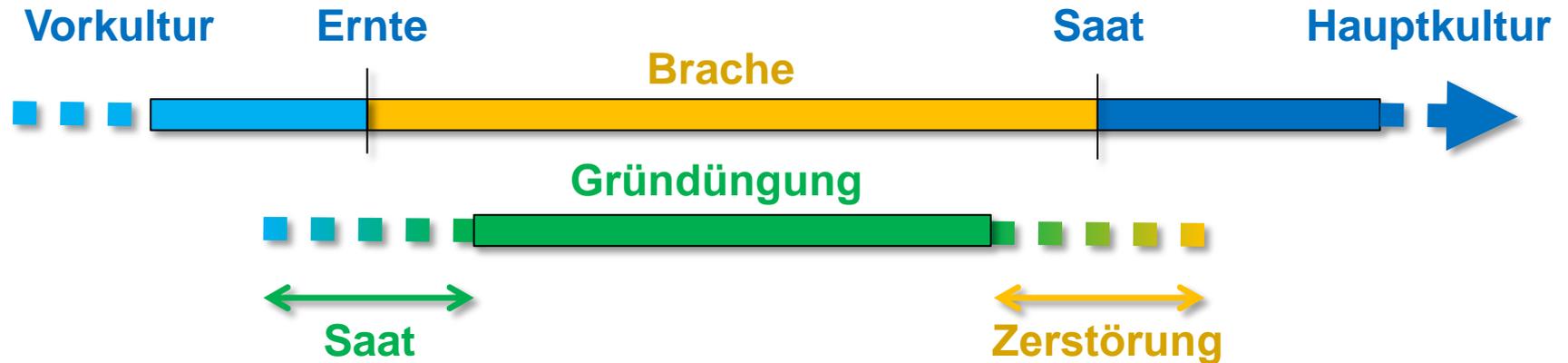
Zersetzung des organischen Materials durch Mikroorganismen in

- Humus (Humifizierung)
- Nährstoffe (Mineralisierung)

Gründungen : Ökosystemische Dienstleistungen



Anbau, Saat und Zerstörung je nach Ziel !



Erwartete Dienste

Gründüngung, Bodendecker, Untersaat, Mulch, Lebendmulch, usw

Vegetationsperiode : lange, kurze (vor Winterweizen)

Saatzeitpunkt: Temperatur (Hitze), Sommertrockenheit

Zerstörung: mechanisch (Pflug, Rolo Faca), chemisch (Glyphosat), natürlich (Frost)

Nachfolgende Kultur: Pflanzenrückstände, N-Effekt, Unkrautkontrolle, Allelopathie



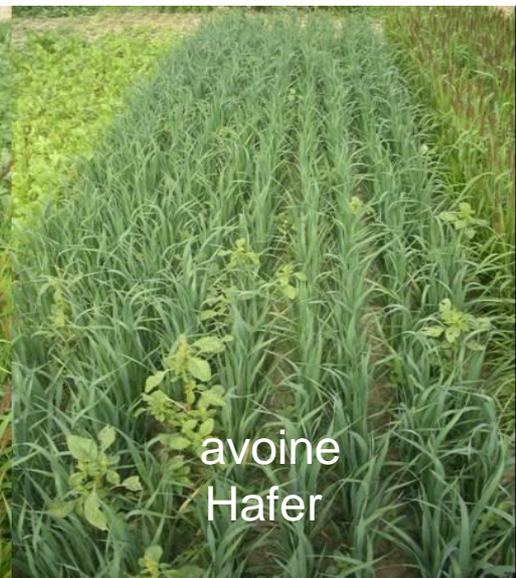
sarrasin
Buchweizen



phacélie
Phacelia



moha
Kolbenhirse



avoine
Hafer



niger
Ramtillkraut



ray-grass d'Italie



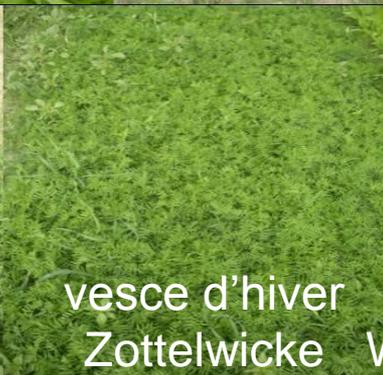
divers crucifères
Versch. Kreuzblüter



tournesol
Sonnenblumen



gesse fourragère
Saar-Platterbse



vesce d'hiver
Zottelwicke



lupin blanc
Weisse Süsslupine



pois fourrager
Futtererbse



divers trèfles
versch. Kleearten

Lange Liste von Pflanzen Arten

Brassicaceae

Chinakohlrübsen, Daikon Rettich, Futterraps, Kohl, Leindotter, Rettich, Rüben Kohl, **Sareptasenf**, **Senf**, Sommerraps, Sommerrübsen

Asteraceae: Ramtillkraut, Sonnenblumen

Hydrophyllaceae: **Phazelia**

Linaceae: Lein

Polygonaceae: Buchweizen

Poaceae

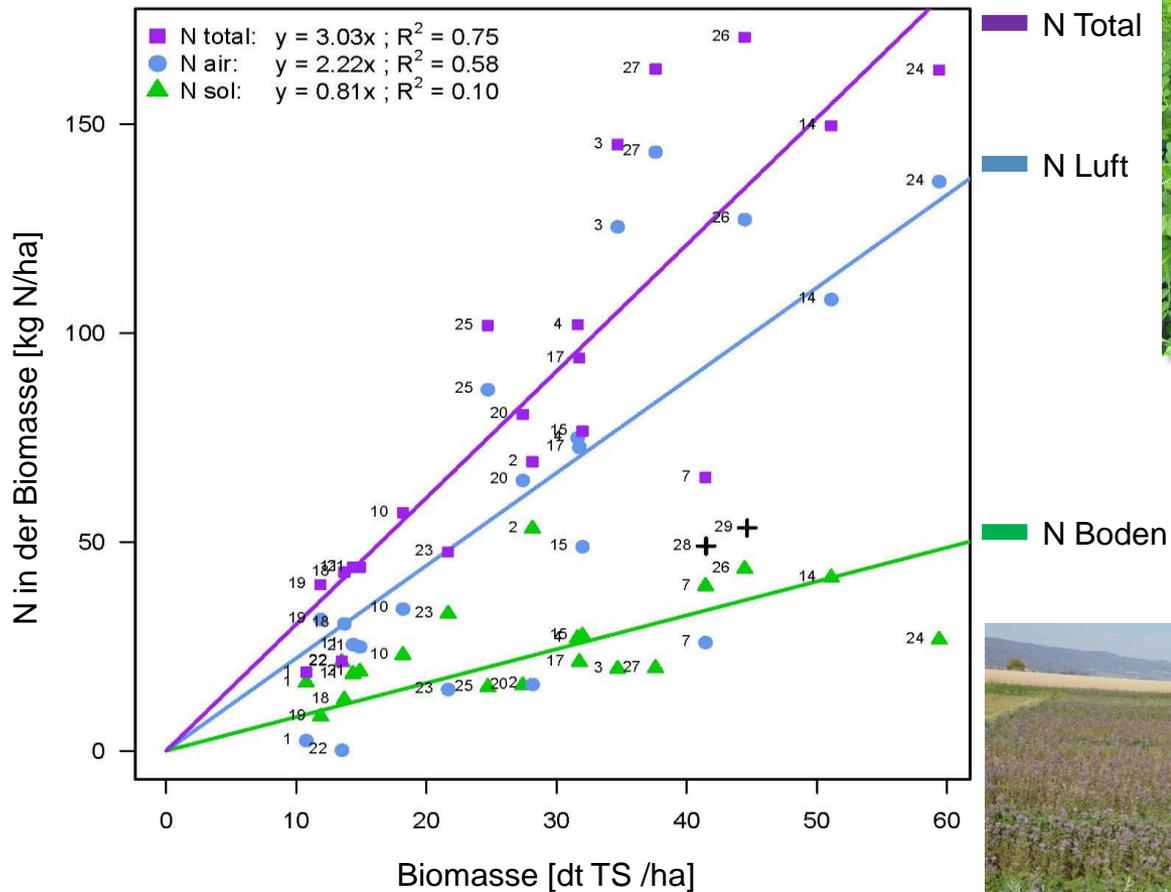
Echte Mohrenhirse, Hafer, Italienisches Raygras, Kolbenhirse, Mais, Sandhafer, Roggen, Sudangras, Westerwoldisches Raygras

Fabaceae

Ackerbohne, Alexandrinerklee, Bodenfrüchtiger Klee, Futtererbsen , gewöhnliche Wicke, Griechischer Bockshornklee, Hopfenklee, Hornklee, Hybridklee, Incarnaklee, Linsen, Luzerne, Perseklee, Rotklee, Saat-Esparsette, Saat-Platterbse, Samt-Schneckenklee, Schabziegerkraut, Schmalblättrige Lupine, Ungarische Wicke, Weisse Süsslupinen, Weisser Honigklee, Weissklee, Zottelwicken

Wie kann man diese Diversität und Komplexität reduzieren ??

Die Spezifische Rolle der Leguminosen



Couverters associés, Agrigèneve, N. Courtois



Gebhard et al., 2013



Von den Gründungen bis zu den agrarökosystemischen Dienstleistungen



Komplementarität

- Höhe
- Wurzelsystem
- Blattstellung
- Nährstoffe

Erleichterung:

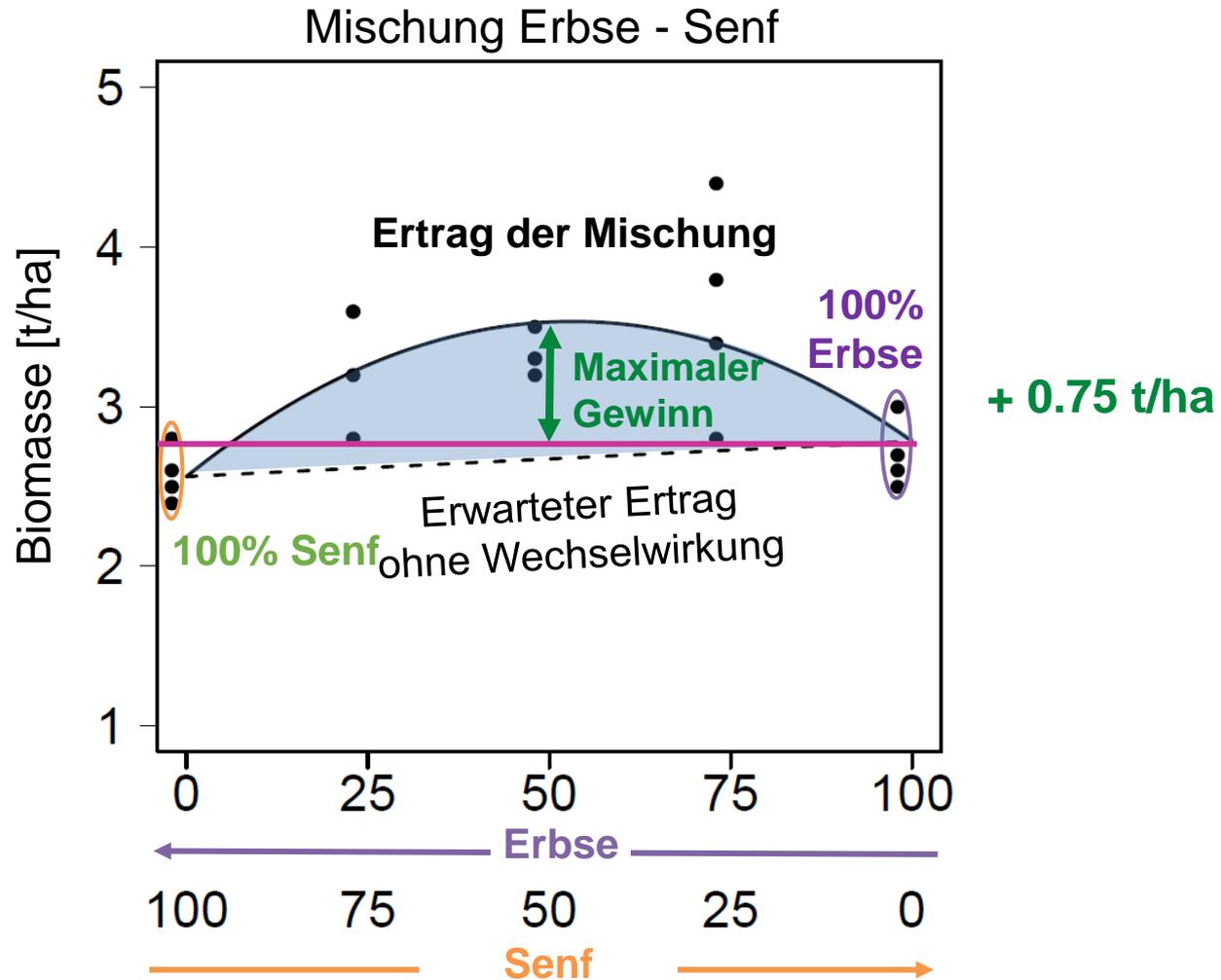
- N Fixierung
- Lösbarkeit von Nährstoffe
- Schatten

Konkurrenz:

- Nährstoffe
- Licht
- Allelopathie

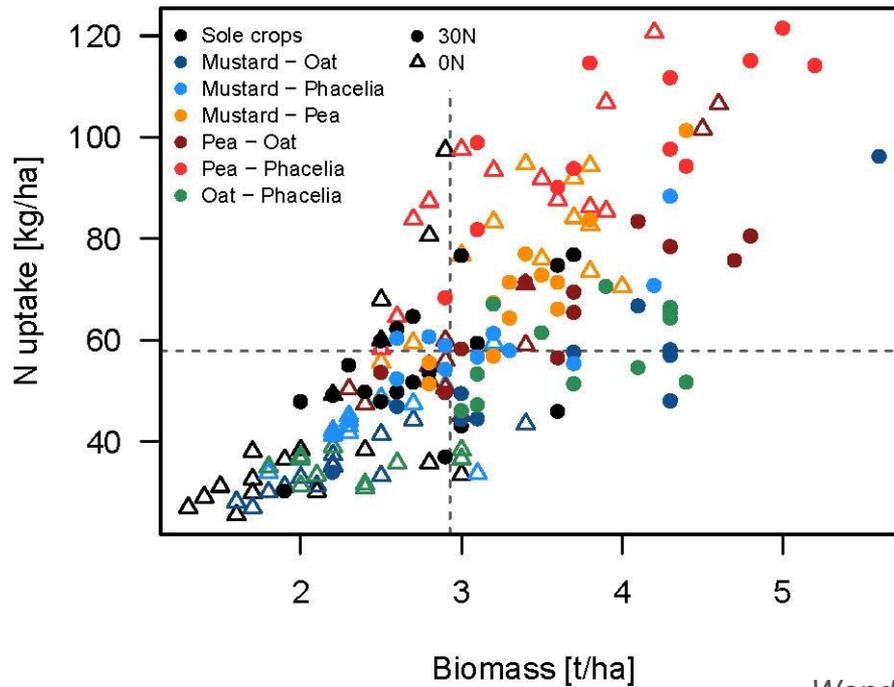


Mischung mit 2 Spezies



- Overyielding: $Y_{\text{Mschg}} > Y_L$ oder Y_N
- Transgressive Overyielding: $Y_{\text{Mschg}} > Y_L$ und Y_N

Wahl der Gründüngungen: Biomasse und N

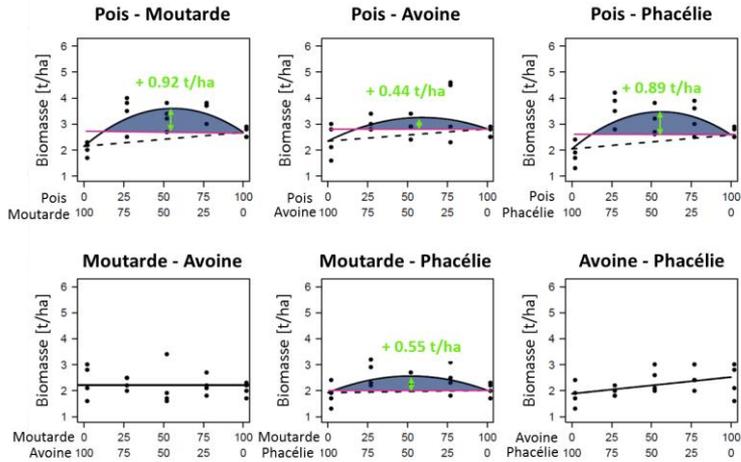


N Aufnahme in abhängigigkeit von der Biomasse für Reinkulturen oder Mischungen, in armen (Δ) oder fruchtbaren (\circ) Bedingungen

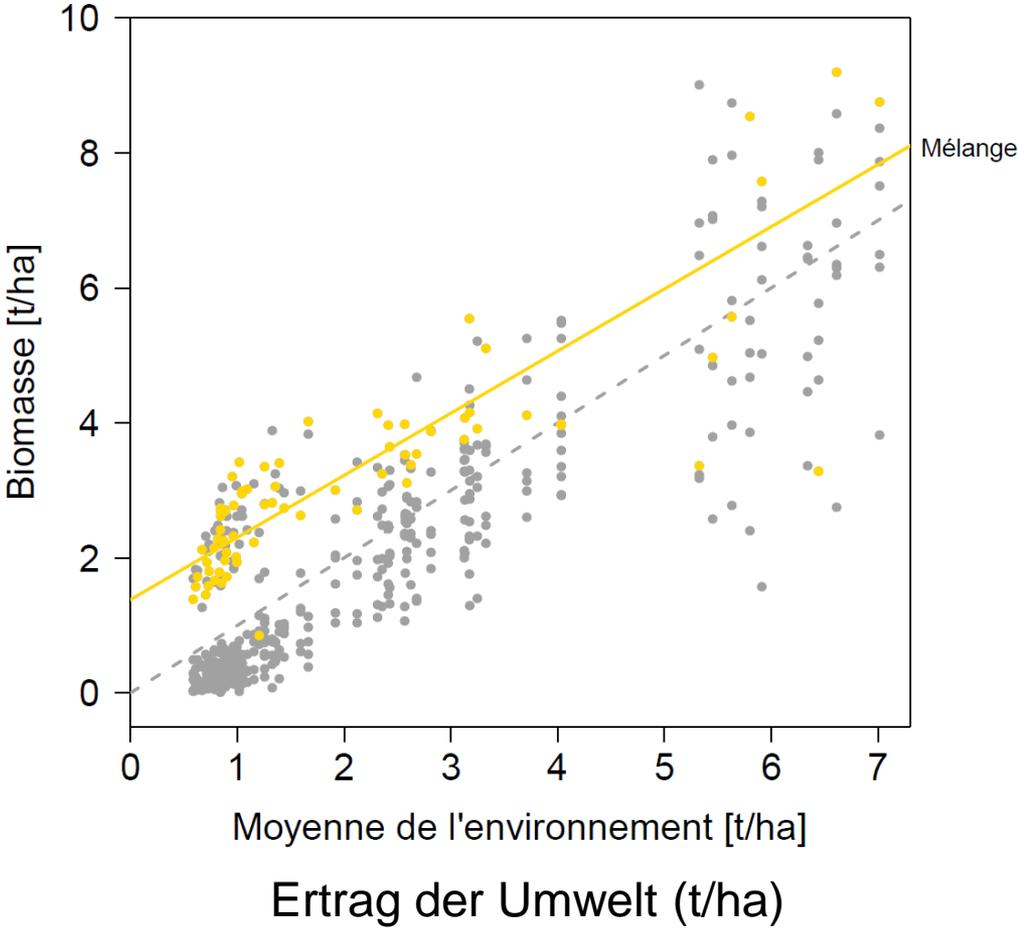
**Mischungen sind besser
Leguminosen sind wichtig**

Wendling et al., 2017

Komplexe Mischungen 11 Spezies



Wendling et al., 2017



Reinsaat

Spezifische Funktion : N Fixierung, Allelopathie, Biofumigation



Bispesifische Mischung

Höhere Leistungen

Regeln für eine gute Mischung :

- Arme Böden : Komplementarität, Erleichterung
- Fruchtbare Böden : gleiche Konkurrenzfähigkeit, angepasste Saatedichte



Multifunktionelle Mischung

Mischungen mit vielen Spezies sind nicht produktiver

→ aber nötig um eine gute Leistung in unsichere fBedingungen zu gewährleisten

Wendling et al., 2017

UNKRAUTUNTERDRÜCKUNG

Regulierung von Unkräuter : verschiedene Mechanismen

Konkurrenz zwischen Pflanzen



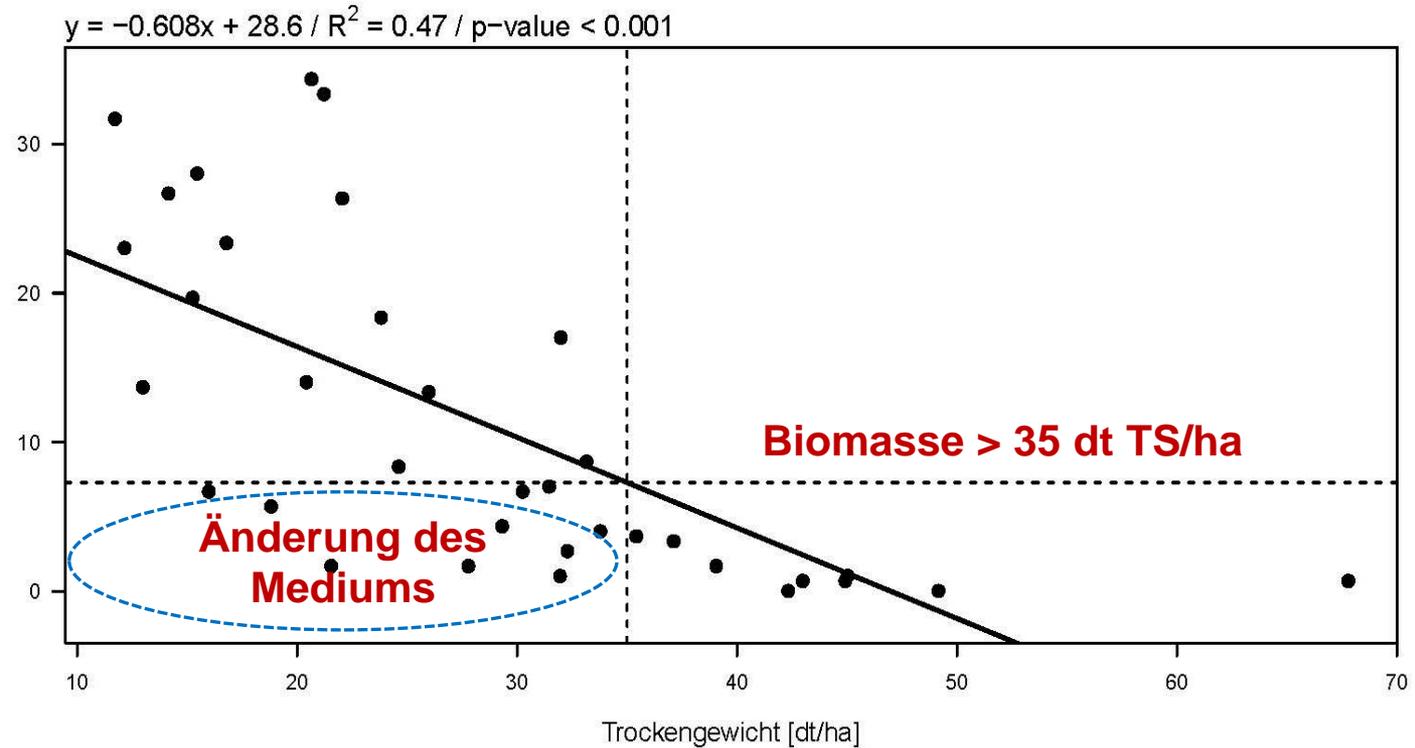
Kampf für Ressourcen



Milieu Änderung (Allelopathie)

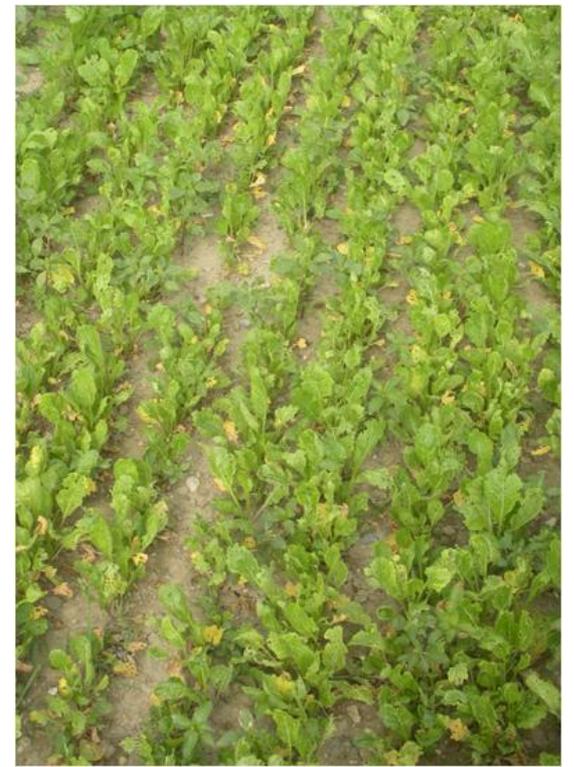


Druck auf Unkräuter: Mechanismen



Gute Gründüngungen wachsen schnell und bilden eine hohe Biomasse

Einige ändern das Medium und verhindern das Keimen oder das Wachstum von Unkräutern



NÄHRSTOFFKREISLÄUFE

Im Bereich N, zwei Ziele:

- Verminderung der Auswaschung
- Stickstoff für die Nachfolgekultur



Tabelle 8. Zusammenfassung der Auswirkungen, Vorteile und Grenzen der verschiedenen Arten von Gründüngern (Justes et al. 2013)

Kriterium	Nicht-Leguminosen Gräser	Nicht-Leguminosen Kreuzblütler	Leguminosen	Mischungen Leguminosen und Nicht-Leguminosen
Verminderung der Auswaschung	30 bis 80 %	30 bis 90 %	0 bis 40 %	20 bis 60%

Sinaj et al., 2017

Stickstoff für die Nachfolgekultur: C/N Verhältnis



C/N Verhältnis erlaubt die Abbaubarkeit der Biomasse abzuschätzen

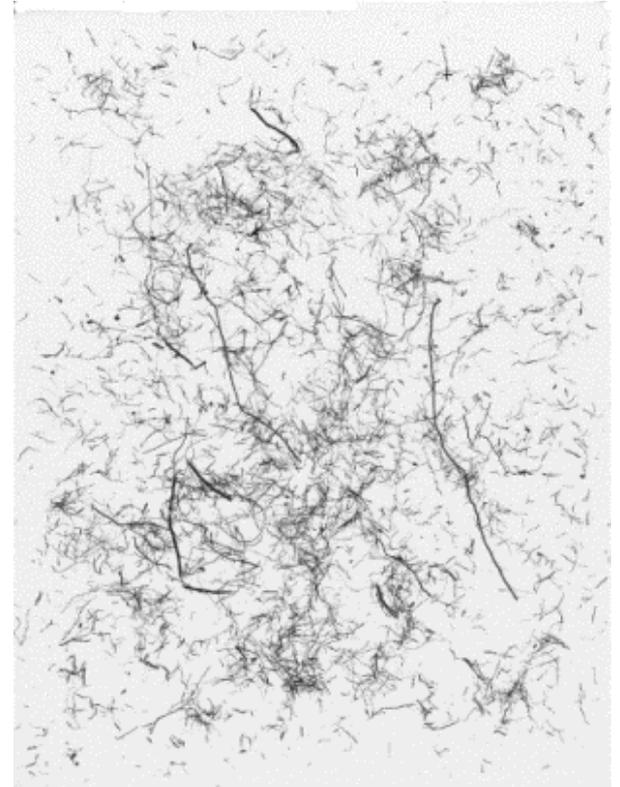
- $C/N < 15$ erleichtert die Abbaubarkeit, N verfügbar
- $15 < C/N < 20$: genügend N um eine gute Abbaubarkeit
- $C/N > 20$: N Hunger, Konkurrenz um N zwischen Pflanzen und Bodenorganismen, langsame Mineralisierung, wenig N verfügbar



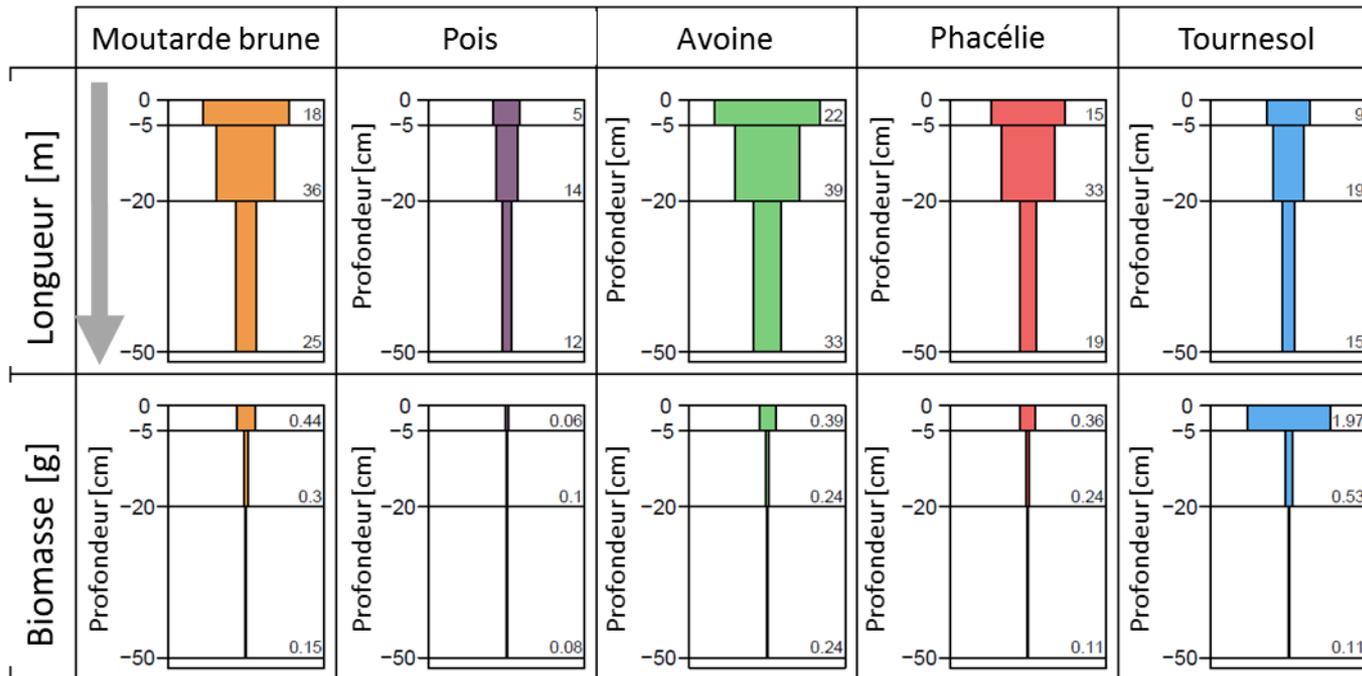
Tabelle 7. Schätzung des für die Nachfolgekultur freigesetzten bzw. blockierten N durch die Gründüngung in Abhängigkeit der Art und ihres Wachstums (Justes et al. 2009)

Kriterium	Leguminosen	Senf	Gräser
C:N-Verhältnis	10 bis 15	15 bis 20	20 bis 30
Mineralisierter N in % des N der Zwischenkultur	40 bis 50	15 bis 30	-15 bis 15
Freigesetzter bzw. blockierter N kg/ha			
- mittleres Wachstum	20 bis 25	7 bis 15	-7 bis 7
- starkes Wachstum	40 bis 50	15 bis 30	-15 bis 15

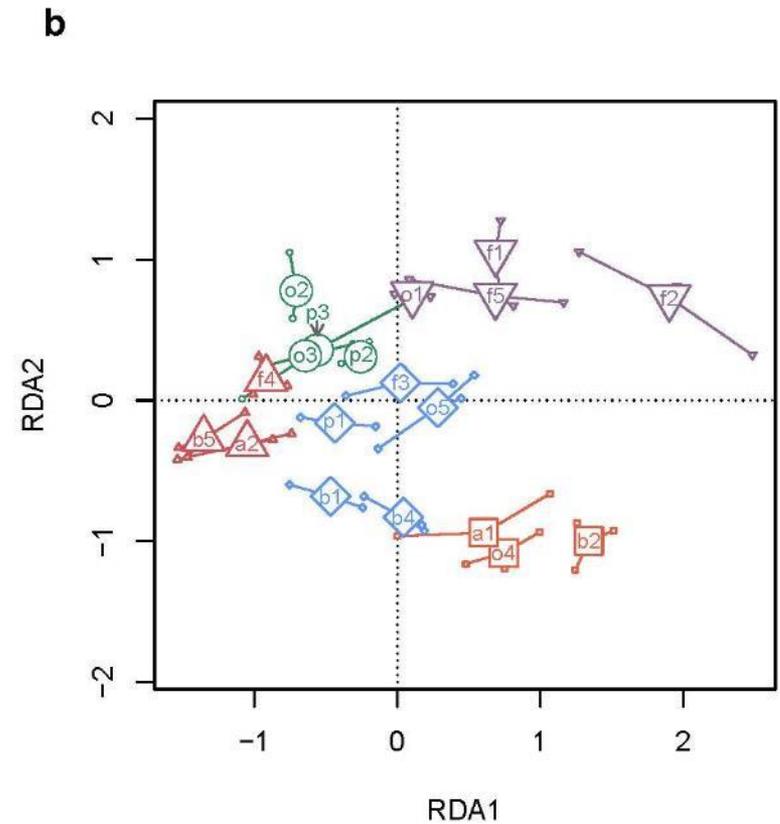
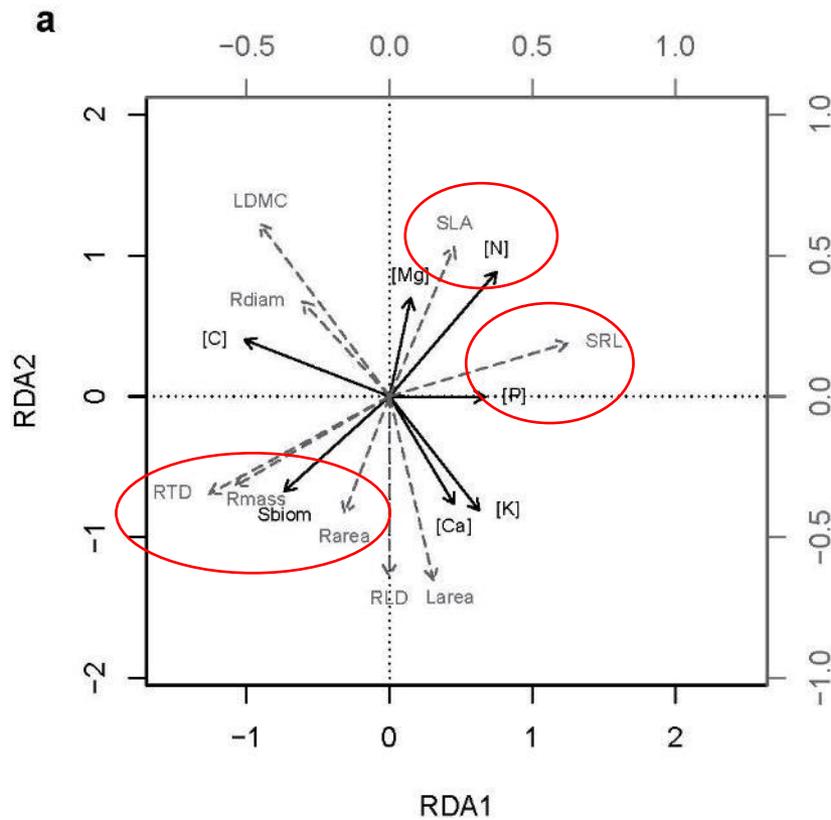
Sinaj et al., 2017



WURZELSYSTEME



Wendling et al., 2016



Sbiom = Blattmasse, Rmass = Wurzelmasse,
Rarea = Wurzelfläche, RTD = Wurzelgewebe
Dichte

[N], SLA = spezifische Blattfläche

[P], SRL = spezifische Wurzellänge

5 Aufnahme Strategien

△ Biomasse

□ Länge

◇ Mittelstufe

○ Durchmesser

▽ SLA

Tabelle 6. Aufnahme von Nährstoffen durch ausgewählte Gründünger

Gründüngung	Ertrag	Aufnahme (kg/ha)			
	TS dt/ha	N	P	K	Mg
Rauhafer	35	85	14	142	6
Kreuzblütler	35	73	12	134	6
Phacelia	35	90	19	181	6
Futtererbse	35	156	19	107	11

Sinaj et al., 2017

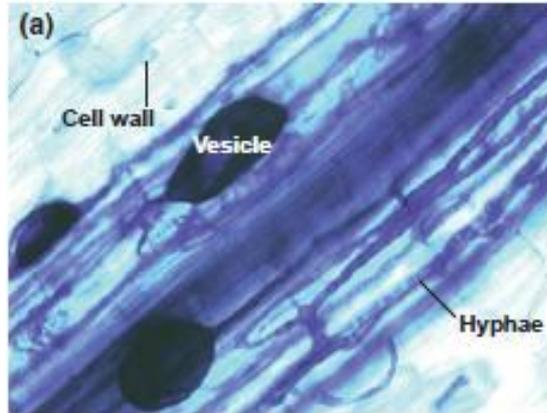
BODENBIOLOGIE



Bild: Th. Alföldi, FiBL

Unterstützung von Bodenlebewesen und Fauna

- Pflanzenernährung
- Biokontroll



Mycorrhizapilze

van der Heijden et al., 2015



Biodiversität auf dem
landwirtschaftlichen Betrieb

Graf et al., 2016



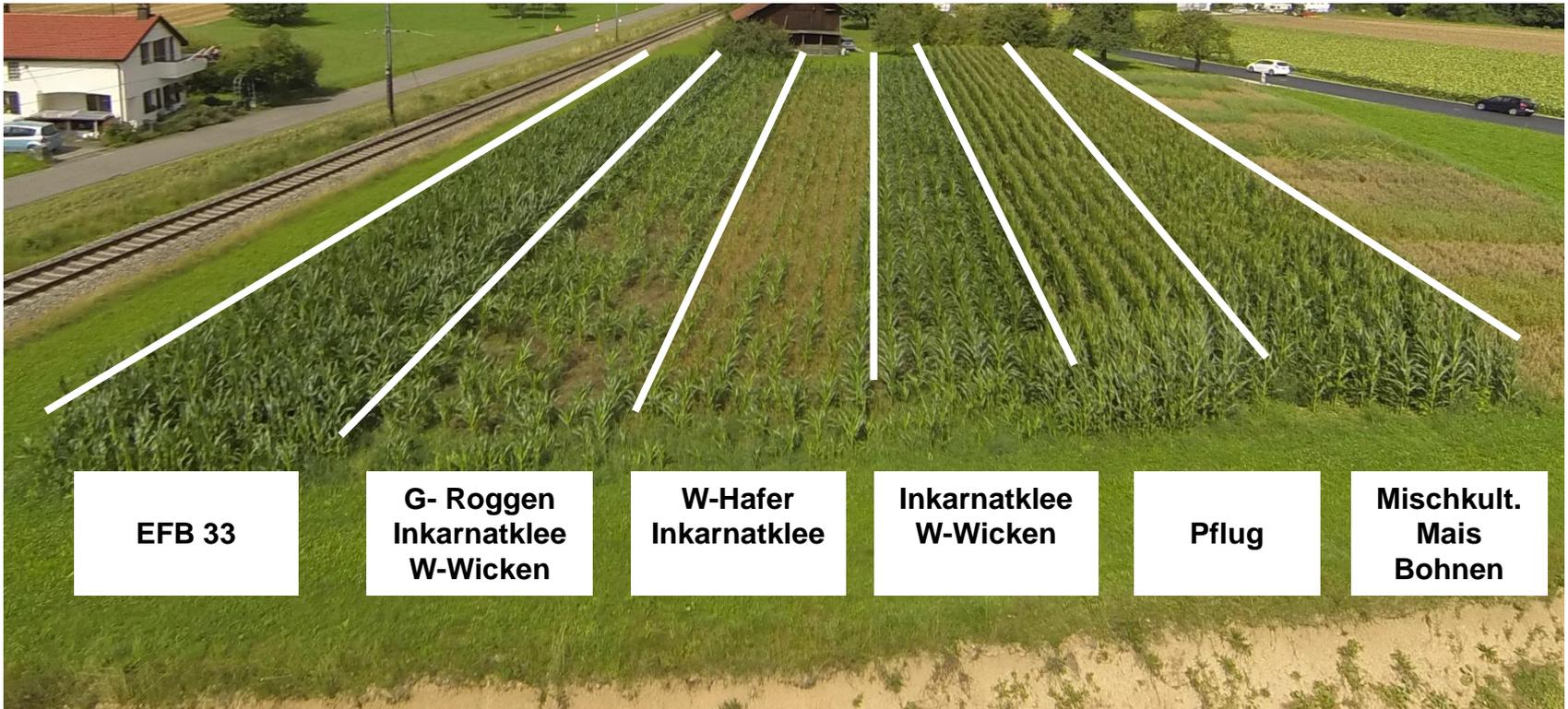
Biofumigation
Allelopathie

ERARBEITUNG VON EFFIZIENTEN ÖKOLOGISCHEN ANBAUSYSTEMEN

FiBL Bodenbearbeitungsversuch in Frick (Tonboden)



Direktsaatversuch Mais in Mellikon, D. Böhler



Direktsaatverfahren haben im Vergleich zum Pflug einen Vegetationsrückstand

Hafer würde die Beikräuter gut unterdrücken, eignet sich aber nicht für die Direktsaat von Mais

Herbizidfreie Direktsaat von Mais

Film:

<http://www.bioaktuell.ch/de/pflanzenbau/ackerbau/bodenbearbeitung/film-direktsaat-von-koernermais-ohne-herbizide.html>



Einsatz Quetschwalze in Mellikon «2014» (Daniel Böhler)



**Einsatz Quetschwalze
«mNT»**



**Einsatz Quetschwalze
«WecoCut»**

Direktsaat in Mellikon «2014» (Daniel Böhler)



Direktsaat bleibt ein Ziel



Konkurrenzkraft des Unkrautes gegenüber WW

Masterarbeit Merel Hofmeijer 2014

Bestocken



Pflug

Reduziert

M. Hofmeijer 2014

Bodenstruktur, Aggregate, Microaggregate

Frickversuch, Herbst 2008

Pflug



Reduzierte
Bodenbearbeitung







Innovation kommt von den Bauern !!!



Raps und Buchweizen

AgriGenève, Courtois Nicolas

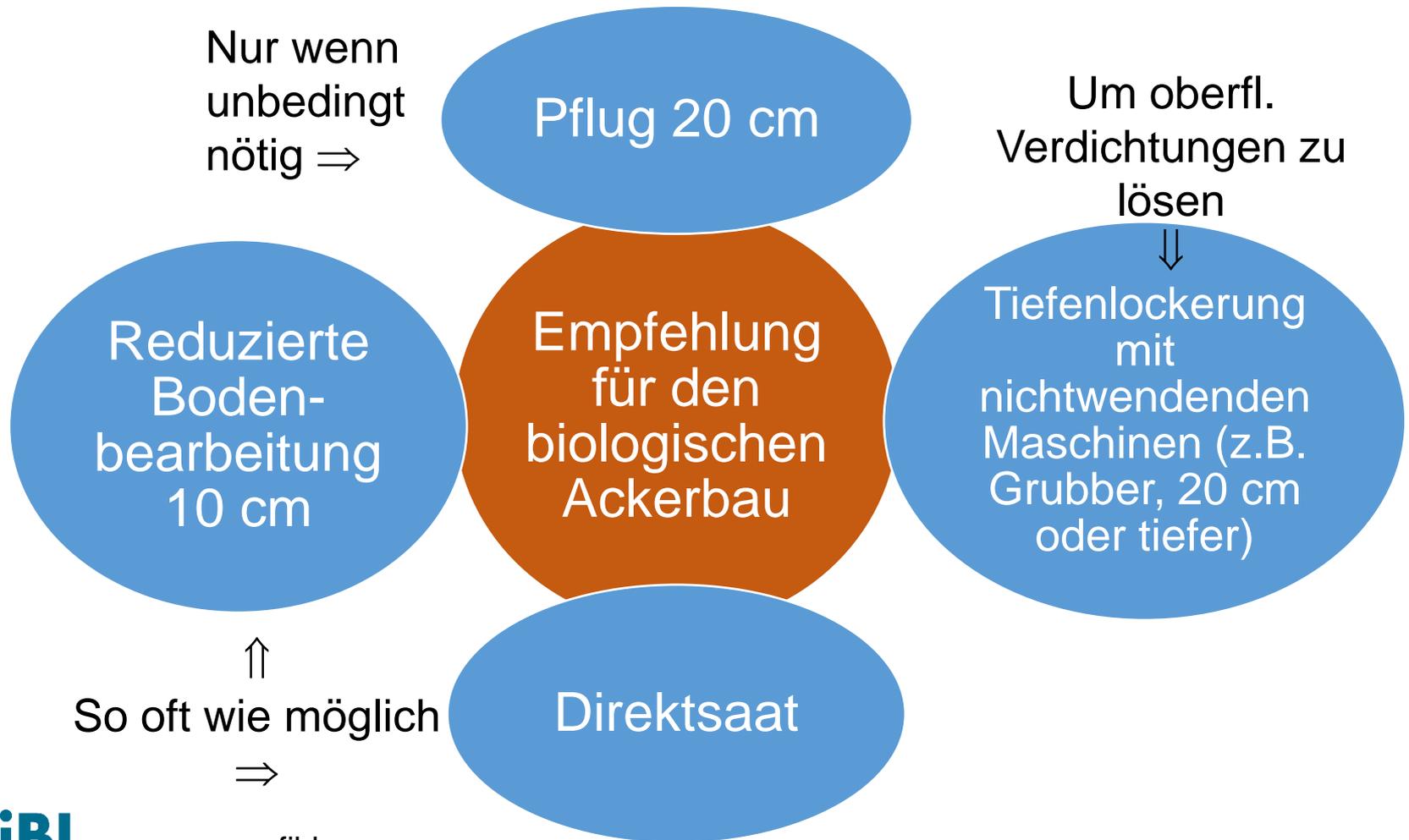
Raps in
abfrierenden Gründüngung



Gründüngung
in Winterweizen
vor dem Maïs

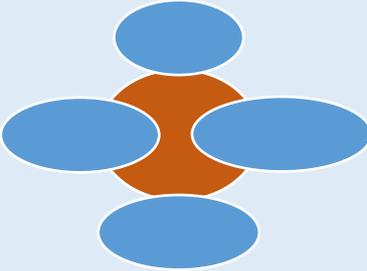
Florian Celette, ISARA

Reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau (und Konventionnel)



Reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau

Begleitmassnahmen

Diversifizierte Fruchtfolge	Körnerleguminosen, am besten als Mischkultur	Gründüngungen und Untersaaten
Konkurrenzstarke und robuste Sorten anbauen		Mist oder Kompost
Maschinenpark anpassen, Nutzung unterschiedlicher Geräte	Nur ausreichend abgetrocknete Böden bearbeiten	Anzahl Arbeitsgänge reduzieren

Schritt für Schritt

Konventionelle Landwirtschaft

Konservierende Bodenbearbeitung

Biologischer Landbau

Effizienz

Substitution

Neugestaltung

Efficiency- Substitution - Redesign ESR

(Hill, et al., De Tourdonnet et al., Bellon et al.,)

Danksagung

Team Boden

Team Beratung und Kommunikation

Daniel Böhler

Hansueli Dierauer

Lucie Büchi (Agroscope)

Maike Krauss

Marina Wendling

Maurice Clerc

Paul Mäder

Thomas Alföldi



Bild: Th. Alföldi