



Research Institute of Organic Agriculture
Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Institut de recherche de l'agriculture biologique



30 Jahre Biolandbau: Erträge, Bodenfruchtbarkeit und Artenvielfalt (Teil 2)

Paul Mäder, Andreas Fliessbach, Monika Messmer, Alfred Berner

Paul Mäder (paul.maeder@fibl.org)

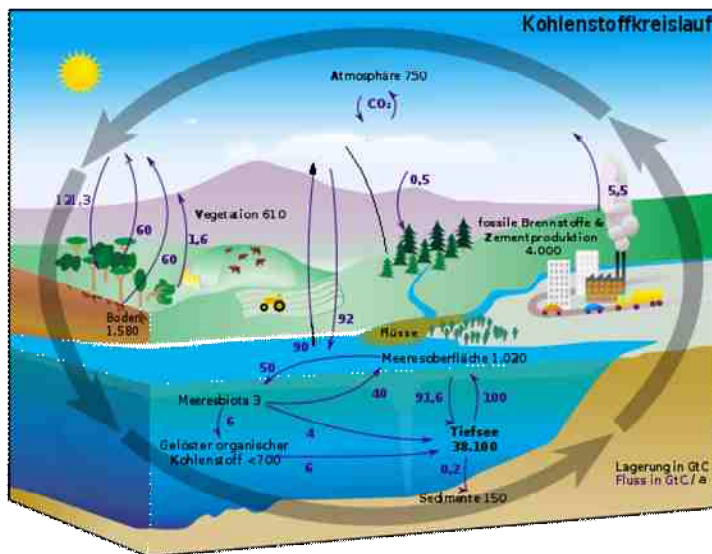
Reduzierte Bodenbearbeitung unter Biobedingungen

- › **Anpassung der reduzierten Bodenbearbeitung an die Verhältnisse des Biolandbaus (ohne Herbizide, ohne leichtlösliche Stickstoffdünger)**
 - › Maschineneinsatz
 - › Umbruchzeitpunkt
 - › Düngung, Gründüngung
 - › Sorten
- › **Auswirkungen der reduzierten Bodenbearbeitung auf Ertrag, Unkräuter, Bodenfruchtbarkeit**
- › **Quantifizierung der Kohlenstoffrückbindung im Boden**
- › **Klimabilanz**
- › **Wirtschaftlichkeitsberechnungen**

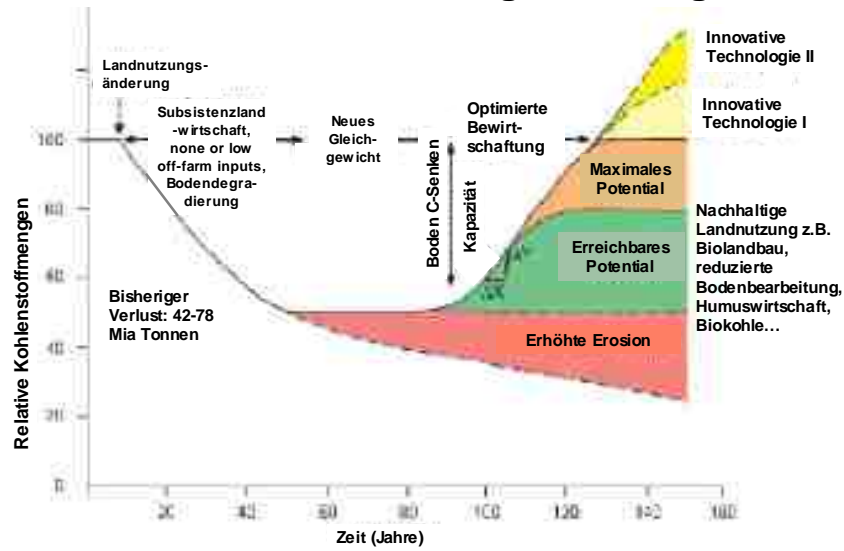
Hintergrund

- › Boden als wichtige Senke für Kohlenstoff
- › Biolandbau trägt bei zur Klimaschutz
- › Konservierende Bodenbearbeitung (Direktsaat, reduzierte Bodenbearbeitung) und organische Düngung zur Rückbindung von Kohlenstoff im Boden

Kohlenstoffkreislauf



Dynamik des organischen Kohlenstoffs im Boden nach einer Landnutzungsänderung



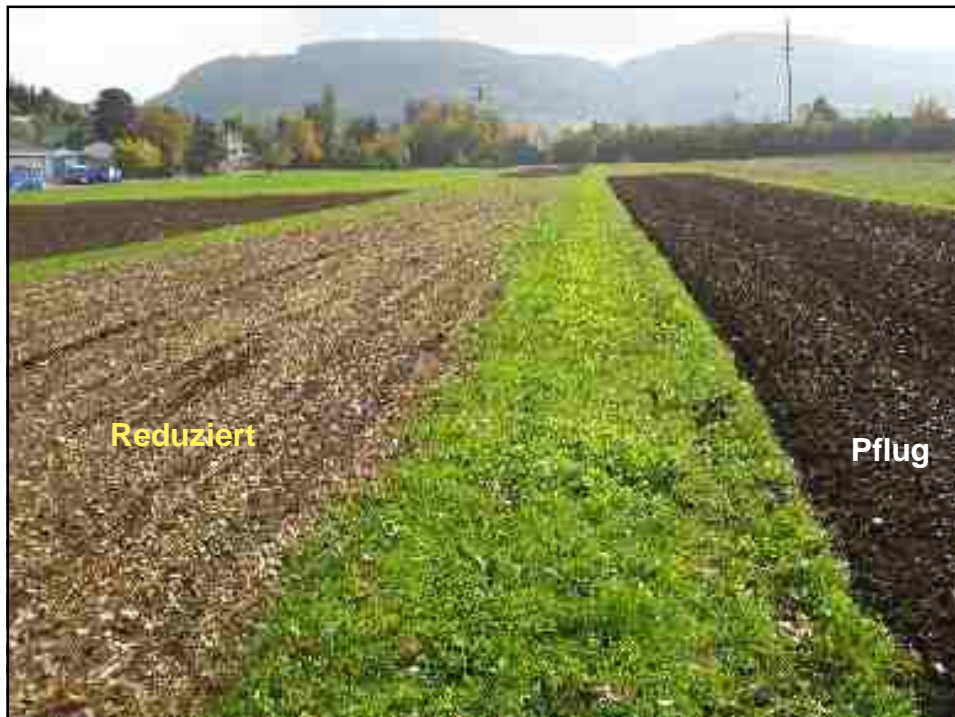
Klimafreundlicher Bioackerbau auf schweren Böden (Frick)



Faktoren: Bodenbearbeitung x Düngung x biologisch-dynamische Präparate

Berner et al., 2008: Soil & Tillage Research

Begleitgruppe



Braunerde - Pseudogley, Frick



Standort

2.2% C organisch
45% Ton
7.0 pH
1000 mm Niederschläge

Grundbodenbearbeitung

Schälgrubber
15 cm



WeCo-Dyn-System
EcoDyn, Schwana, Germany

Mouldboard plough
Depth 15cm



Rototiller
5cm



Rotary harrow (Rototiller)
Rau, Weilheim, Germany

Stoppelhobel
5 cm

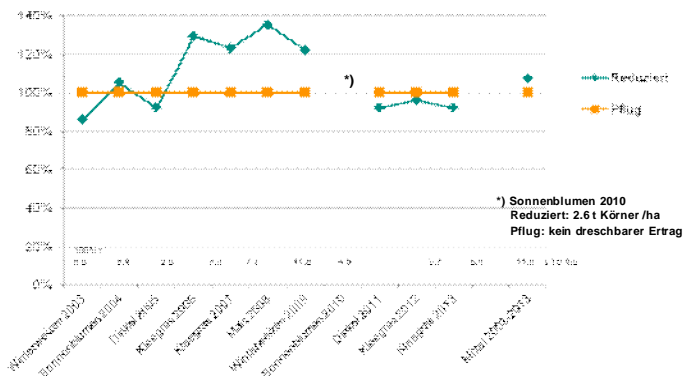


Rüdiger Zobel, Wallhausen-Limbach, Germany

Reduzierte Bodenbearbeitung im Biolandbau



Ertragsentwicklung Frick 2003 - 2013



Bodenstruktur

27. Oktober 2008

Reduzierte
Bodenbearbeitung



Pflug



Klimafreundlicher Ackerbau auf mittelschweren Böden Sentenhof, Muri (AG) und Schlatthof, Aesch (BL)

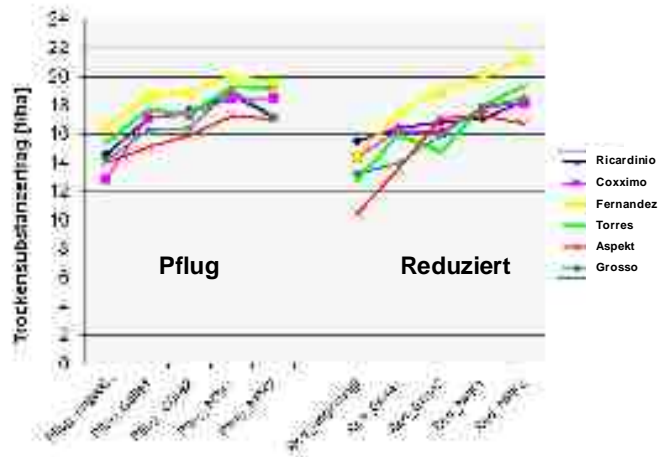
Sentenhof,
Muri (AG)



Faktoren: Bodenbearbeitung x Düngung x
Maissorten



Silomaisenertrag Sentenhof, Muri in 2009

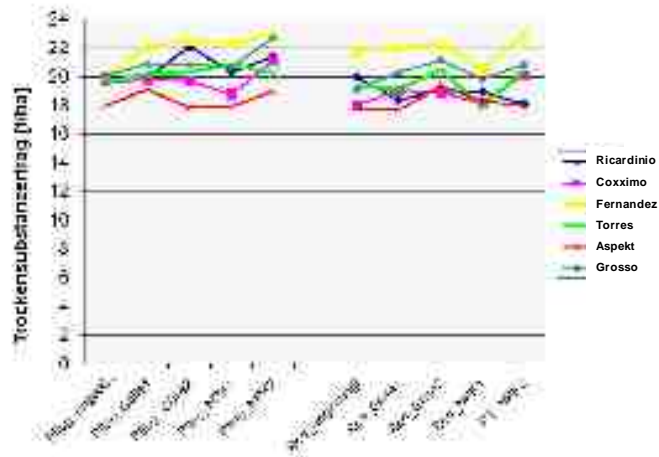


Signifikant Effekte von Düngung und Sorte

Schlatthof, Aesch (BL)



Silomaisenertrag Schlatthof, Aesch in 2010



Signifikant Effekte von Bodenbearbeitung, Düngung, Sorte und Sorte x Bodenbearbeitung

Erträge

	Frick 2003-2011	Muri 2009-2011	Aesch 2010-2011	Praxisbetriebe ¹⁾ 2009-2011
Pflug	100%	100%	100%	100%
Reduziert	111%	101%	88%	92%

¹⁾ Resultate von 6-8 Betrieben pro Jahr

Deckungsgrad Unkraut (3. Jahr, Wintergetreide, vor Striegeln)

	Frick Ø 2003-2011	Muri 2011	Aesch 2011	Praxisbetriebe 2011
Pflug	11	7	32	7
Reduziert	28	40	33	20

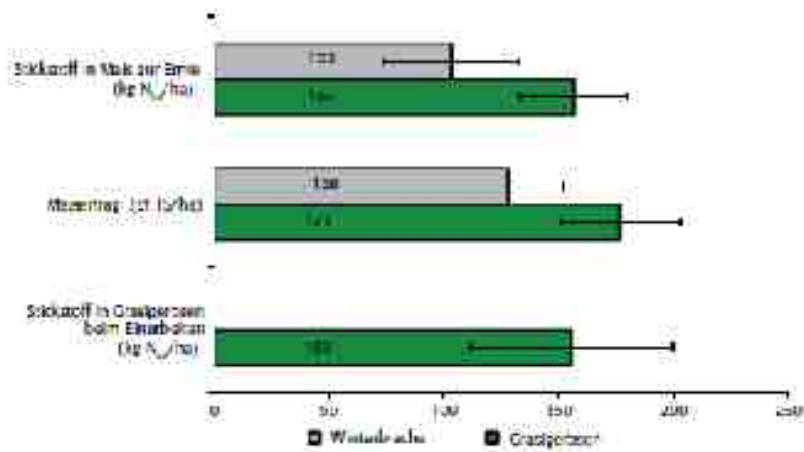
Frick: Ø Mais, Winterweizen, Sonnenblumen, Dinkel
 Muri: Winterweizen
 Aesch: Winterackerbohnen
 Praxisbetriebe: Daten von je 8 Wintergetreidebeständen

Gründungen zur Stickstofffixierung

- › **Versuchsfragen:**
 - › **Gründungsart**
 - › **Saatzeitpunkt**
 - › **Saatstärke**
 - › **Einarbeitung**
 - › **Wirtschaftlichkeit**

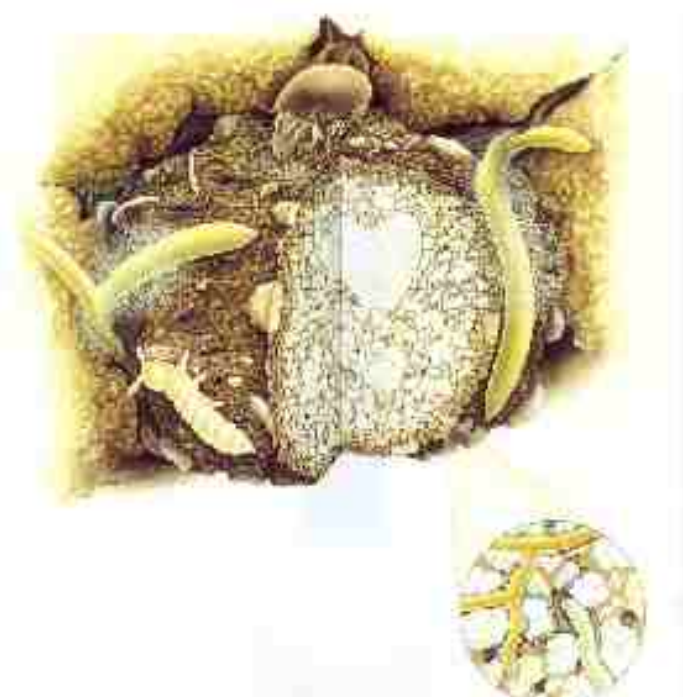


Maisertrag nach Wintererbsen (Mittel 6 Versuche)



N-Fixierung durch Erbsengründung

Folgekultur der Erbsengründung (GD)	Anzahl Versuche	GD: N-Ertrag in kg N/ha	GD: C/N Verhältnis	GD: Anteil N aus biol. Fixierung in %	N-Transfer zur Folgekultur kg N/ha
Silomais	9	135	12.7	83 %	56
Gemüse kurze Standzeit (<14 Wochen)	5	137	13.3	83 %	24
Gemüse lange Standzeit (>14 Wochen)	5	164	12.5	67%	14

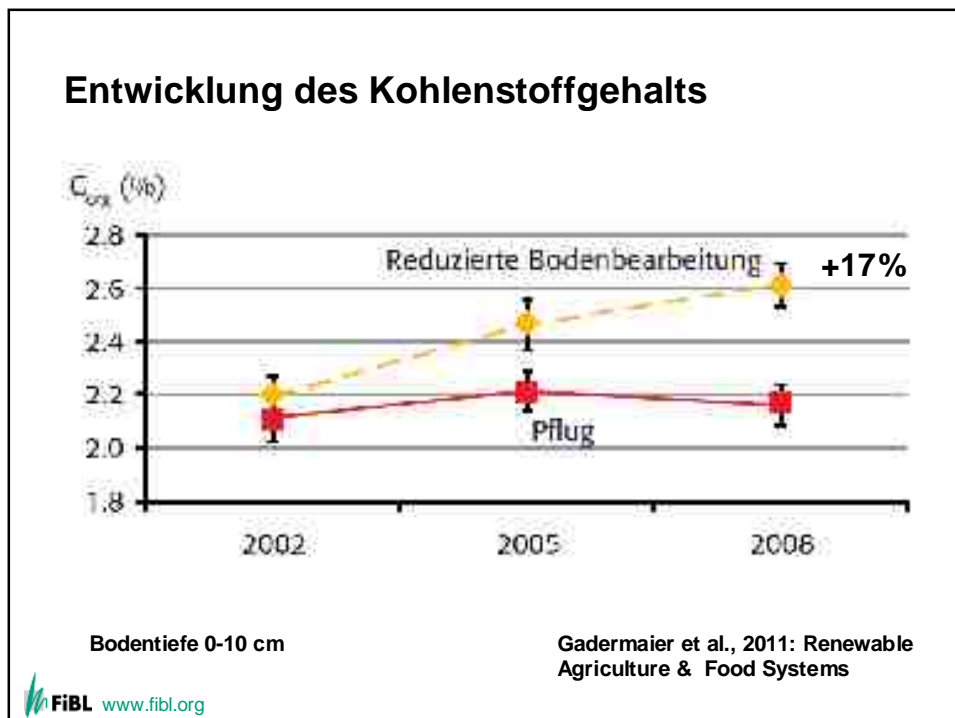


Bildquelle: Amt für Umwelt Kanton Solothurn

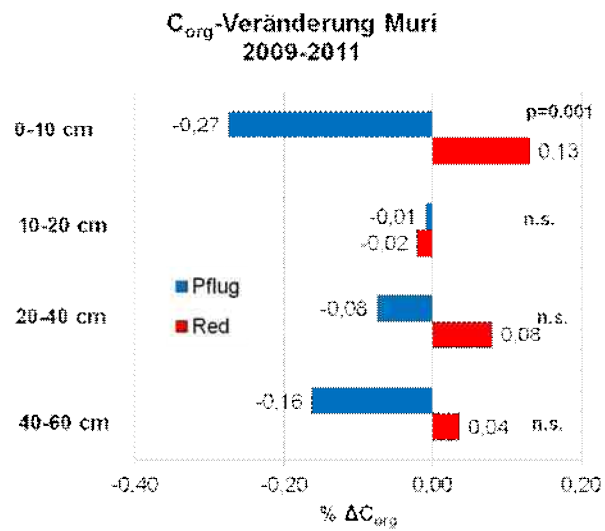
Reduziert gegenüber Pflug:
+37% mehr mikrobielle Biomasse (Bakterien, Pilze)

Die Spatenprobe auf dem Prüfstand





Veränderung C_{org} (Humus) Muri



Regenwurmmessungen

› Handauslese (50 × 50 × 25 cm)

Datenerhebung

- › Anzahl
- › Gewicht



Anzahl und Gewicht von Regenwürmern (Anzahl bzw. Gewicht in g/m²)

Bearbeitung	Alle		Juvenile (Junge)		Cocons
	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Anzahl
Pflug	56.1	156.5	11.2	103.8	21
Reduziert	83.3	261.8	18.8	187.0	113
Red/Pflug	+48%	+67%	+68%	+80%	+438%



Kuntz et al., 2013:
Pedobiologia

Regenwurmpopulationen im Frick Versuch

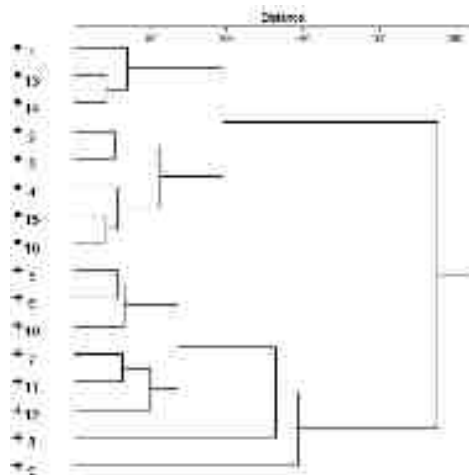


Fig. 7. Horizontal distribution of earthworms in the Frick experiment. The horizontal axis shows the distance between the 16 experimental plots in the direction of soil fertility from north (left) to south (right). The vertical axis shows the distance between the 16 experimental plots in the direction of soil fertility from west (left) to east (right).

Fazit – Förderung der Regenwurmfauna

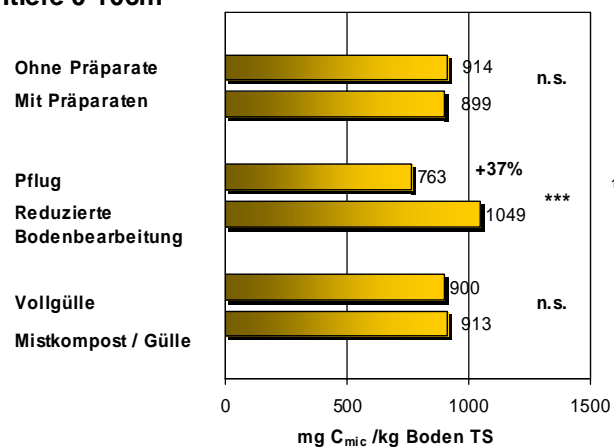
Wichtige Voraussetzungen für das Gedeihen der Regenwürmer:

- ausreichend Nahrung
- krümeliger, unverdichteter Boden
- Verzicht auf chemische Pestizide und hohe Gaben an Mineraldünger
- bodenschonende, extensive Bodenbearbeitung
- biologischer Anbau fördert Regenwürmer



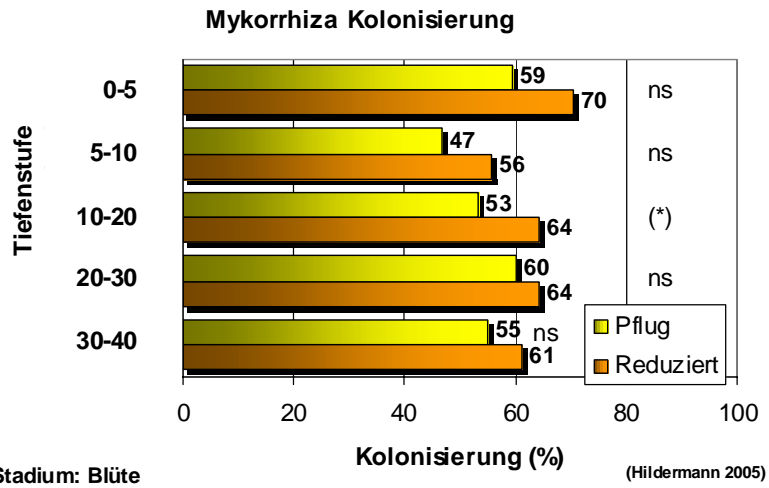
Mikrobielle Biomasse 2008

Bodentiefe 0-10cm

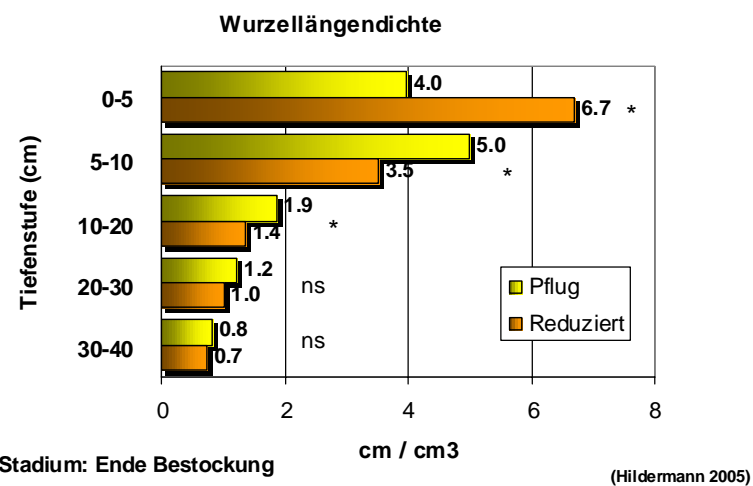


1) Tiefe 10-20cm: +9% Gadermaier et al., 2011: Renewable Agriculture & Food Systems

Mykorrhiza Dinkel 2005



Wurzellängen Dinkel 2005



Bodenfruchtbarkeit

Bodentiefe 0-10cm	Frick 2003-2008	Muri 2009-2011	Praxisbetriebe ¹⁾ 2009-2011
Pflug	100%	100%	100%
C _{org} ²⁾ Reduziert	117% ***	107% *	92% n.s.
Mikrob. Biomasse ³⁾ Reduziert	137% **	-	125% ***
Dehydrogenase ³⁾ Reduziert	157% *	-	134% ***

¹⁾ Praxisbetriebe: Corg 9; Biomasse, DHA 2

²⁾ Zunahme im Vergleich zu Versuchsbeginn; Muri im Vergleich zu Pflug 121% ***

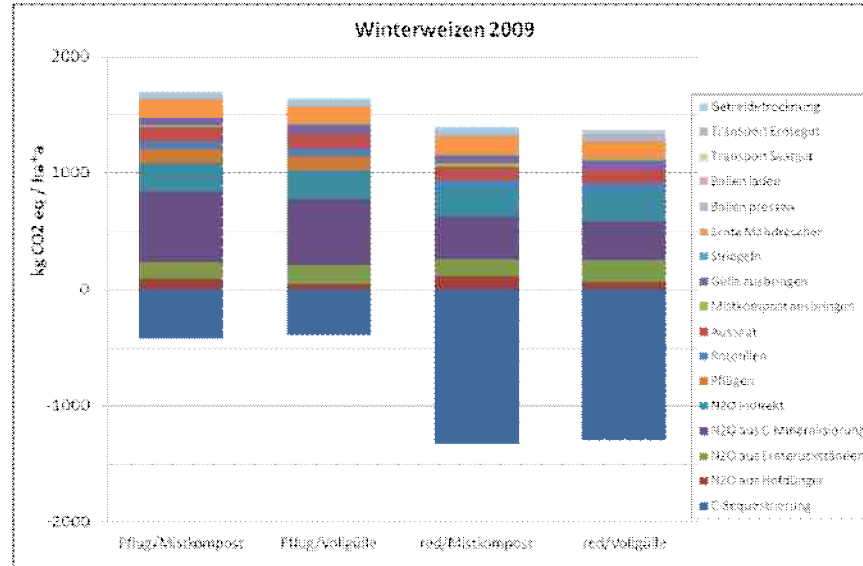
³⁾ Zunahme im Vergleich zu Pflug

*** p<0.001; ** p<0.01; * p<0.05; n.s. nicht signifikant

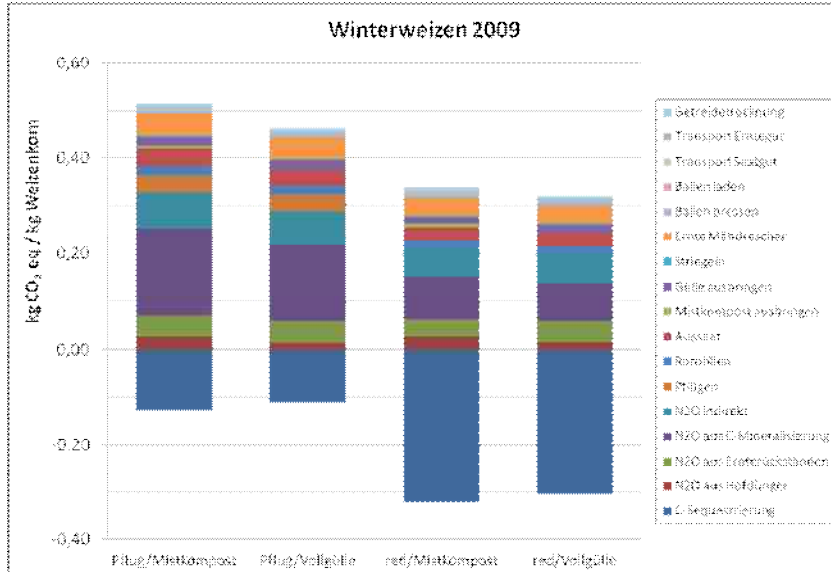
Klimabilanz bei reduzierter Bodenbearbeitung

- › **Ziel: Untersuchung des Klimaeffekts verschiedener Bodenbearbeitungs- und Düngungsvarianten des Fricker Versuches auf der Basis von LCAs**
- › **Vorgehen: Berechnung der Klimagasemissionen der verschiedenen Bodenbearbeitungs- und Düngungsvarianten erfolgt unter Berücksichtigung aktueller Ökobilanzdatenbanken**

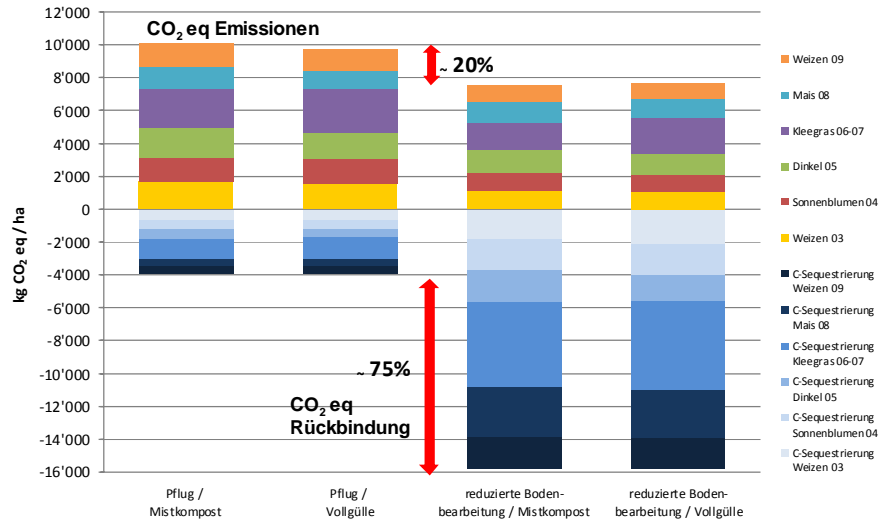
Klimabilanz (Frick)



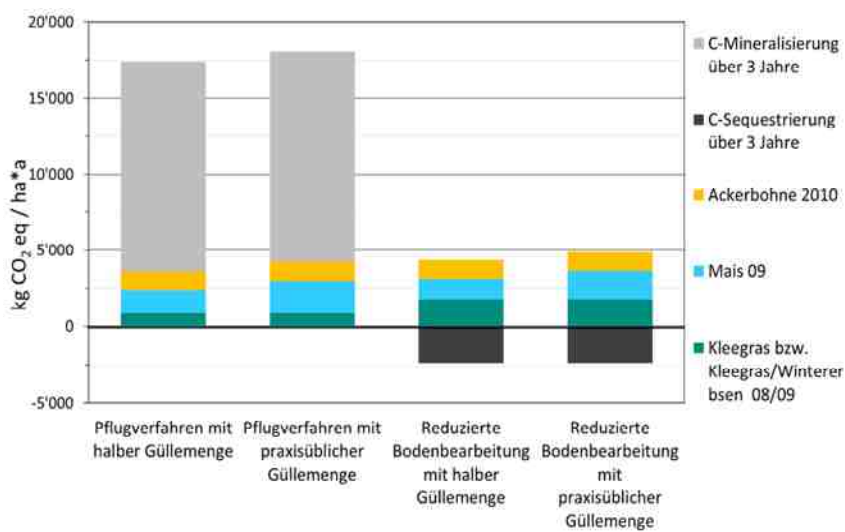
Klimabilanz (Frick)



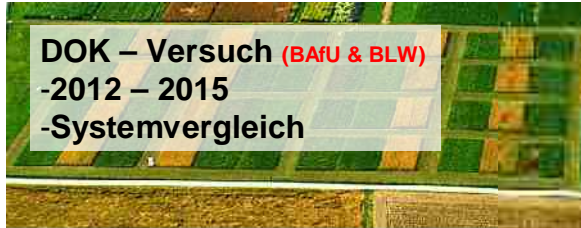
Klimagasemissionen (+) und Kohlenstoffbindung (-) im Fricker Bodenbearbeitungsversuch



Klimagasemissionen und Kohlenstoffbindung im Bodenbearbeitungsversuch Muri



Messung von bodenbürtigen Treibhausgasen & Bilanzierung über Emissionen und Sequestrierung



DOK – Versuch (BAFU & BLW)
-2012 – 2015
-Systemvergleich



**Frick – Versuch (TILMAN
ORG)**
-2012 – 2015
-Reduzierte
Bodenbearbeitung



Gasprobennahme im Detail



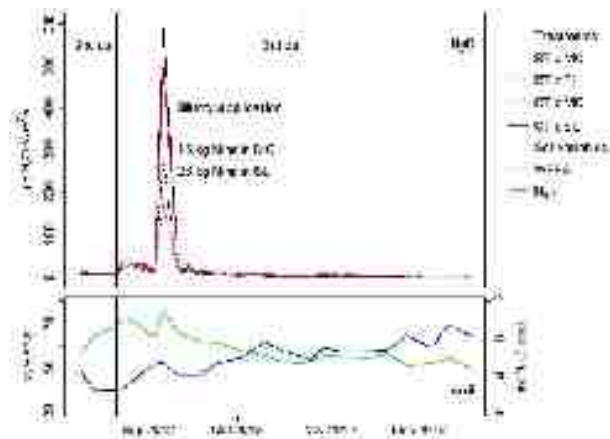
- Anreicherung der Gase in einer geschlossenen Kammer
- Injektion mit einer 20 ml Spritze in vorevakuierte 12 ml Vials
- Parallele Bestimmung von Lufttemperatur, Bodenfeuchte und –temperatur, sowie N_{min}

Analyse mittels Gaschromatographie



- Agilent 7890A Gaschromatograf (TCD, FID, ECD) mit CTC-Autosampler (200 Proben)
- Möglichkeit zur PrepSequence für Inkubationsstudien
- Hohe Präzision und Messstabilität

Auswertung und Flussberechnung



- Auswertung und Darstellung der Daten mit R
- Einbezug von linearen und nicht-linearen Modellen zur Flussberechnung

Herausforderungen

- › Standort- und betriebsspezifische Anpassung der reduzierten Bodenbearbeitung mit Fokus Unkrautregulierung unter Bioverhältnissen (langjährige Pilotprojekte)
- › Klimagasmessungen bei reduzierter Bodenbearbeitung und Direktsaat, insbesondere unter Biobedingungen
- › Klimagasmessungen Ackerbau (Bio und konventionell)
- › Potenzial der Biokohle (Charcoal) als Kohlenstoffsenke
- › Fördermassnahmen für besonders schonende Bodenbearbeitungsverfahren (analog Berner Modell)

Merci!

