



FiBL



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme
Institut für Ökologischen
Landbau (IfÖL)

Erhöhung der Klima-Resilienz im biologischen Ackerbau-System

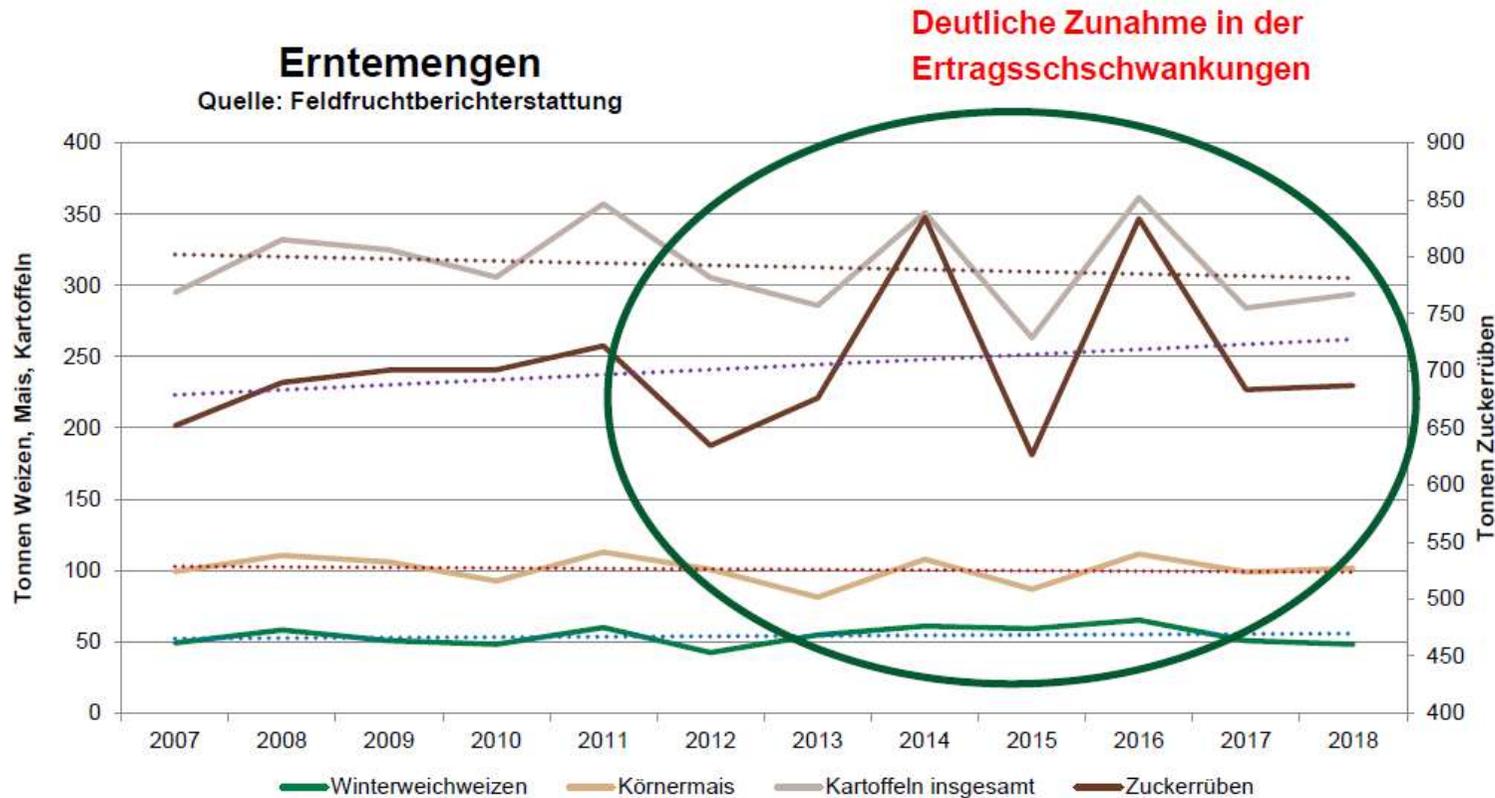
J.K. Friedel, G. Gollner, A. Surböck, B. Freyer

EUROSOLAR AUSTRIA Stammtisch, 20. Juni 2019, Wien

Klimawandel, Pflanzenwachstum, Ertragsentwicklung

- Zunahme der Niederschlagsextreme → Zunahme Oberflächenabfluss
→ **Zunahme von Bodenverlust / Erosion**
 - Geringe Humusgehalte → **Geringe Wasserhaltekapazität**
 - Temperaturerhöhung
→ Zunahme der Verdunstung (Evaporation + Transpiration)
→ **Abnahme der im Boden gespeicherten Wasservorräte**
 - Anhaltende **Trockenperioden** und **Trockenstress**, insbesondere in Regionen mit Niederschlägen unter ca. 600 mm.
 - geringe Niederschlagsmengen von ca. < 20 mm nicht / kaum wirksam
→ **Zunahme von Hitze- und Trockenstress**
- ⇒ **Grundlegende Anpassungs-strategien** der Landnutzungssysteme, auch im biologischen Landbau!

Erträge 2007 - 2018



Boden als Puffer

- Wassermangel → Einschränkung des Pflanzenwachstums
→ Ertragsverluste
- Boden als Puffer für Wasser: Pufferfähigkeit verbessern!
- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch

Boden als Puffer

- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch
- *Bodenstruktur*:
 - Ton-Humuskomplexe, ausreichend hoher pH-Wert → kalken!
 - Bodenkrümel, „Lebendverbauung“



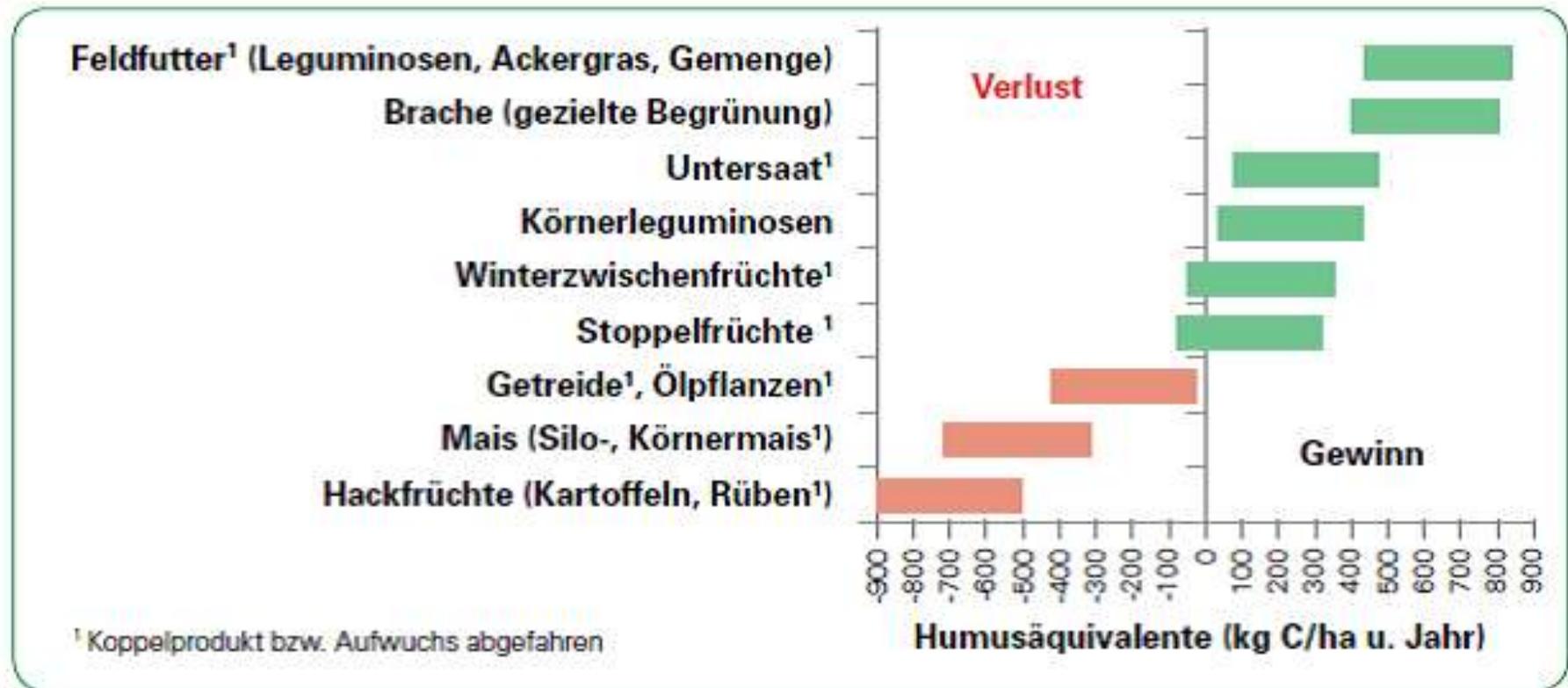
Bilder: J. Friedel



Boden als Puffer

- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch
- *Bodenstruktur*:
 - Ton-Humuskomplexe, ausreichend hoher pH-Wert → kalken!
 - Bodenkrümel, „Lebendverbauung“:
Mikroorganismen, Regenwürmer, Futter (organische Ernte- und Wurzelreste, Wurzelausscheidungen, organische Substanz)
- Positive Humusbilanzen im Biolandbau durch Futterbau (Klee gras, Luzerne), Zwischenfrüchte und Kompost / Stallmist

Fruchtartenspezifische Veränderung der Humusvorräte des Bodens (Übersicht 2) Kolbe (2008)



Boden als Puffer

- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch
 - *Bodenstruktur*:
 - Ton-Humuskomplexe, ausreichend hoher pH-Wert → kalken!
 - Bodenkrümel, „Lebendverbauung“:
Mikroorganismen, Regenwürmer, Futter (organische Ernte- und Wurzelreste, Wurzelausscheidungen, organische Substanz)
 - Positive Humusbilanzen im Biolandbau durch Futterbau (Klee gras, Luzerne), Zwischenfrüchte und Kompost / Stallmist
- Höhere Stabilität der Bodenaggregate, höhere Regenverdaulichkeit, geringerer Oberflächenabfluss, höhere Wasserspeicherung, bessere Durchlüftung, bessere Durchwurzelung

Boden als Puffer

- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch
- *Durchwurzelung*:
 - wichtiger Puffer gegen Stress!
 - Plus 10 cm Wurzeltiefe auf einem gut speicherfähigen Boden
→ plus ca. 20 mm pflanzenverfügbares Bodenwasser
- Überprüfen der Bodenstruktur und Durchwurzelung:
Spatenprobe!



Bild: J. Friedel

Boden als Puffer

- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch
- *Humus*:
 - *direkter* und *indirekter* Einfluss auf Wasserspeicherung
 - *direkt*: Boden wird lockerer, nimmt mehr Wasser auf, hat mehr Poren zur Wasserspeicherung
 - *indirekt*: fördert Bodenleben → Bodenstruktur → Infiltration, Stabilität der Bodenoberfläche gegen Oberflächenabfluss, Wurzeltiefgang
- Stellschrauben: **Fruchtfolge**, **organische Düngung**, **Bodenbearbeitung**: reduzierte BB spart Wasser, erhöht Infiltration und Wasserspeicherung: Pflug → Grubber

Einleitung und Zielsetzung



Boden als Puffer

- Schlüsselfaktoren:
Bodenstruktur, Durchwurzelung, Humus, Mulch
- *Mulch*:
 - Verringerung des Oberflächenabflusses
 - Verringerung der unproduktiven Verdunstung



Bilder:
A. Surböck

Ziele

- Untersuchen von insgesamt **vier Strategien** der Erhöhung der Klima-Resilienz in einem biologisch bewirtschafteten Ackerbausystem und deren Auswirkungen auf den Boden und die Ertragsentwicklung
- Ableiten von Erkenntnissen zur **Weiterentwicklung des Anbausystems** und Minderung von Klimawandel-bedingten Ertragseinbußen

Langzeitversuch viehloser Ackerbau



- Lage: Marchfeld, Ostösterreich, 520 mm, 10,2°C
- Bodentyp: tiefgründiger Tschernosem
- Bodenart: lehmiger Schluff bis Lehm ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$: 7,6; 1,9 % C_{org})
- Viehloser Marktfruchtbetrieb (ökologisch bewirtschaftet seit 2001 - 2002)
- 2003-15: Langzeit-Monitoringprojekt (MUBIL: <http://mubil.boku.ac.at/>)
- 2016-18: EIP-Projekt OG-BIOBO



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme



Bild: M. Heinzinger



Karte Marchfeld (Datenquelle: ArcAustria, Corine Landcover)

Strategie „Fruchtfolge“ und „C- und Nährstoffkreislauf“



Universität für Bodenkultur Wien

Fruchtfolge

1. **Luzerne**
2. **Luzerne**
3. Winterweizen (+ ZF)
4. Körnermais
5. Sommergerste (+ ZF)
6. Körnererbse (+ ZF)
7. Winterweizen
8. Winterroggen

ZF...Zwischenfrucht

Luzernenutzung / Düngungssysteme

- DV 1: Viehlos: Luzernemulch
- DV 2: Viehlos: + Zufuhr von Biotonnenkompost
- DV 3: Tierhaltung: Luzerne- und Strohabfuhr, Rückfuhr Stallmist

Strategie „Fruchtfolge“ und „C- und Nährstoffkreislauf“



Fruchtfolge

Luzernenutzung / Düngungssysteme

1. **Luzerne**



2. **Luzerne**

DV 1: Viehlos:

Luzernemulch

DV 2: Viehlos:

+ Zufuhr von Biotonnenkompost

DV 3: Tierhaltung:

Luzerne- und Strohabfuhr, Rückfuhr Stallmist

3. Winterweizen (+ ZF)

4. Körnermais



DV 2:

Biotonnenkompost

18 t/ha, ca. 170 kg N/ha

5. Sommergerste (+ ZF)

6. Körnererbse (+ ZF)

7. Winterweizen



DV 2:

Biotonnenkompost

18 t/ha, ca. 170 kg N/ha

8. Winterroggen



DV 3:

Stallmist

19 t/ha
ca. 170 kg N/ha

DV 3:

Stallmist

19 t/ha
ca. 170 kg N/ha

ZF...Zwischenfrucht

Strategie „C- und Nährstoffkreislauf“ und „Fruchtfolge“

Düngungs- system (-variante)	DV1: viehlos	DV2: viehlos	DV3: Tierhaltung
			
Luzernenutzung:	Mulchen Gründüngung	Mulchen Gründüngung	Schnitt und Abfuhr Futternutzung
Zwischenfrüchte:	Gründüngung	Gründüngung	Gründüngung
Strohnutzung:	Düngung	Düngung	Abfuhr
Org. Düngung:	s.o. + Keine	s.o. + Biotonnen- kompost	s.o. + Stallmist
Nährstoff- kreislauf:	Kein Nährstoffimport	Nährstoffimport (42N, 8P, 30K kg/ha/a)	Teilw. innerbetrieblicher Nährstoffkreislauf
Orientierung:	-	P-Entzug, N-Obergrenzen	Futterproduktion ~ 0,5 GVE ha ⁻¹

lenkultur Wien
nhaltige

Strategie „Bodenbearbeitung“



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme

Bis 2015:
Pflug
Wendend,
25-30 cm
Bodentiefe

Seit Herbst 2015:
Flügelschar-Grubber
nicht-wendend,
10 - 12 cm (max. 15 cm)
Bodentiefe



Bild: A. Surböck



Bild: M. Heinzinger

Bildquelle: <http://www.horsch.com>

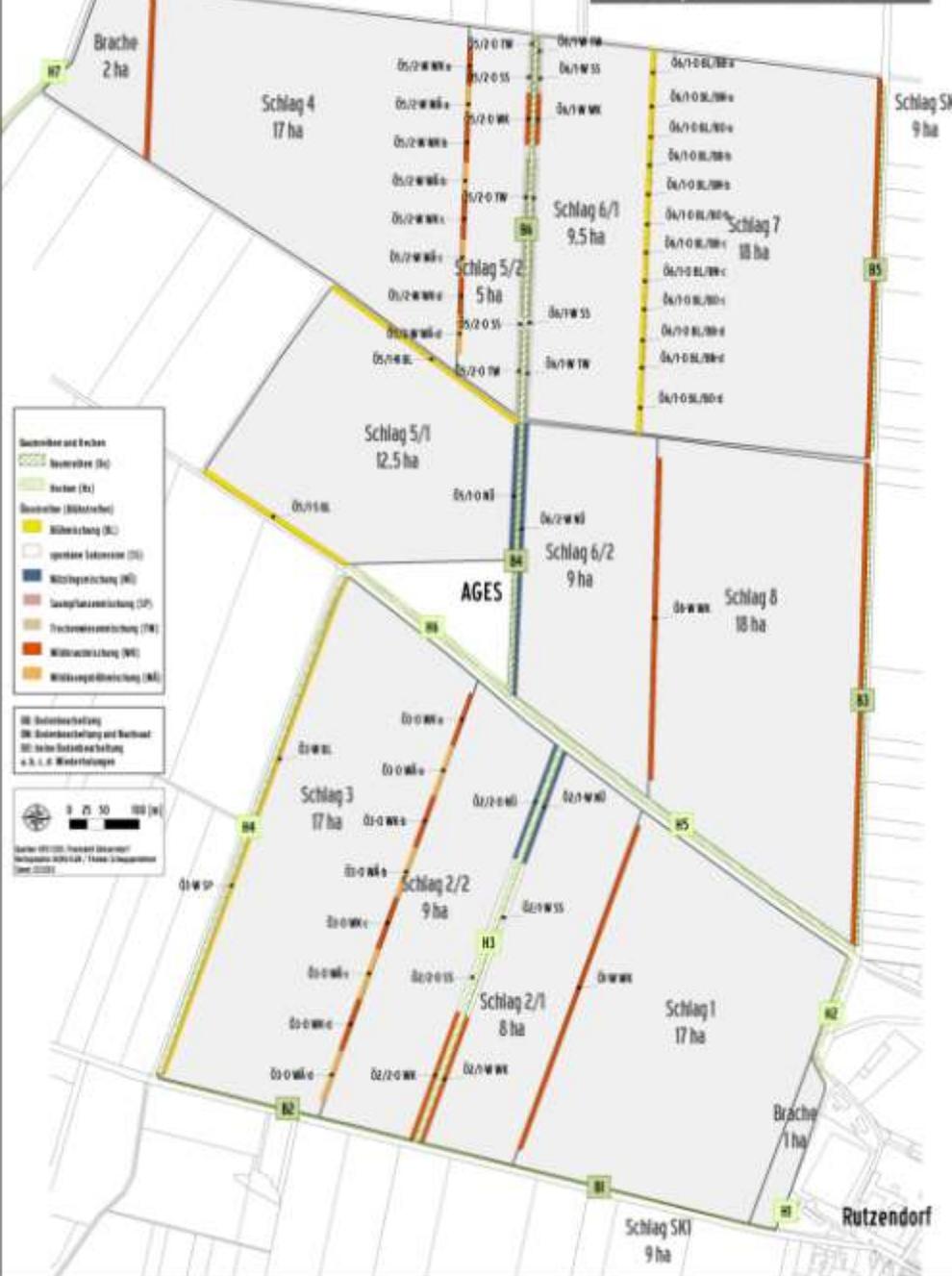
Strategie „Gehölzstrukturen“



Bild: M. Heinzinger

- Gesamtbetrieb: ca. 6 km Hecken und Baumreihen
- Versuch: Transekt auf der Leeseite einer 8 m hohen Hecke
- Messung der Ertragswirkung in verschiedenen Abständen zur Hecke

Detailplan MUBIL-Rutzendorf

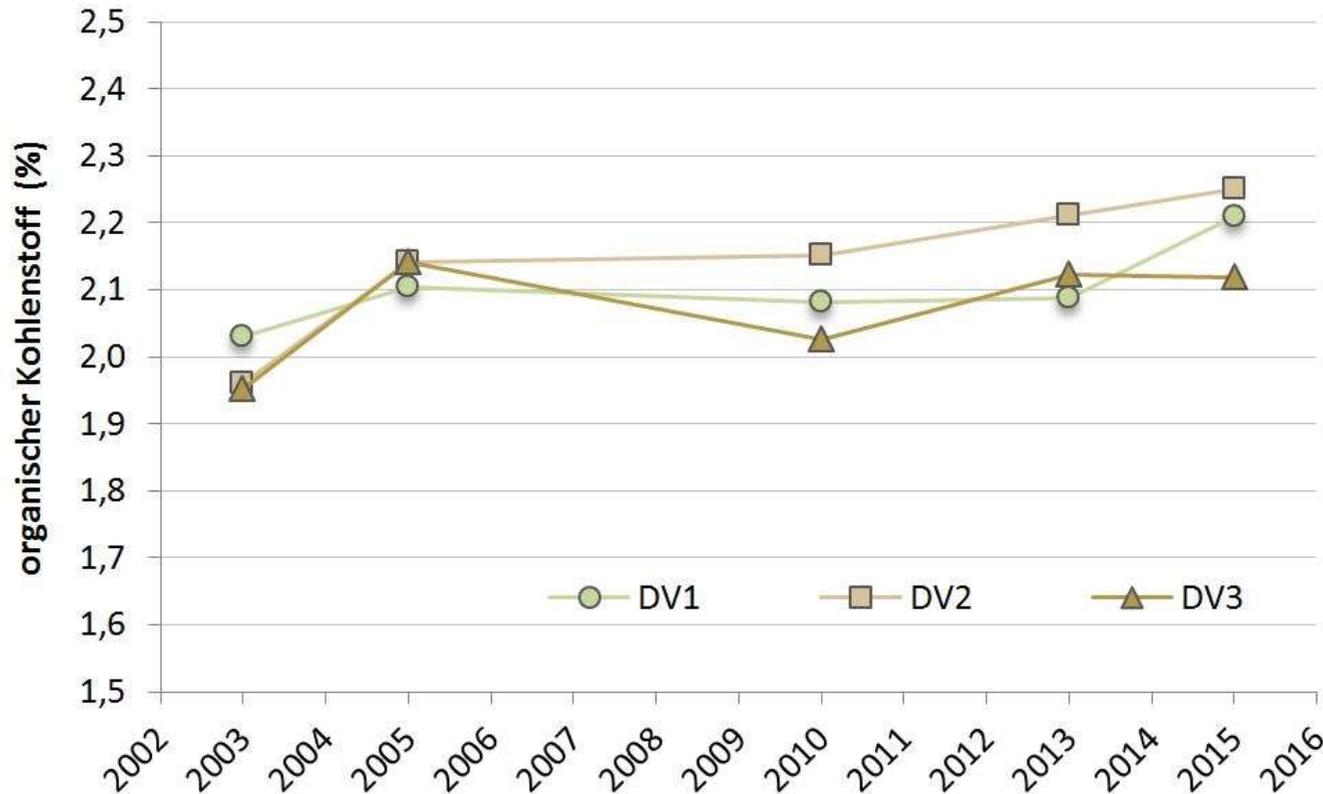


Ergebnisse:

Strategie „Fruchtfolge“ und „C- und Nährstoffkreislauf“



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme



Fruchtfolge: SG WG Luz Luz WW KM SG KE WW WR Luz Luz WW

C_{org}-Gehalte in 0-30 cm Bodentiefe über 12 Jahre

WG:
Wintergerste, g
edüngt

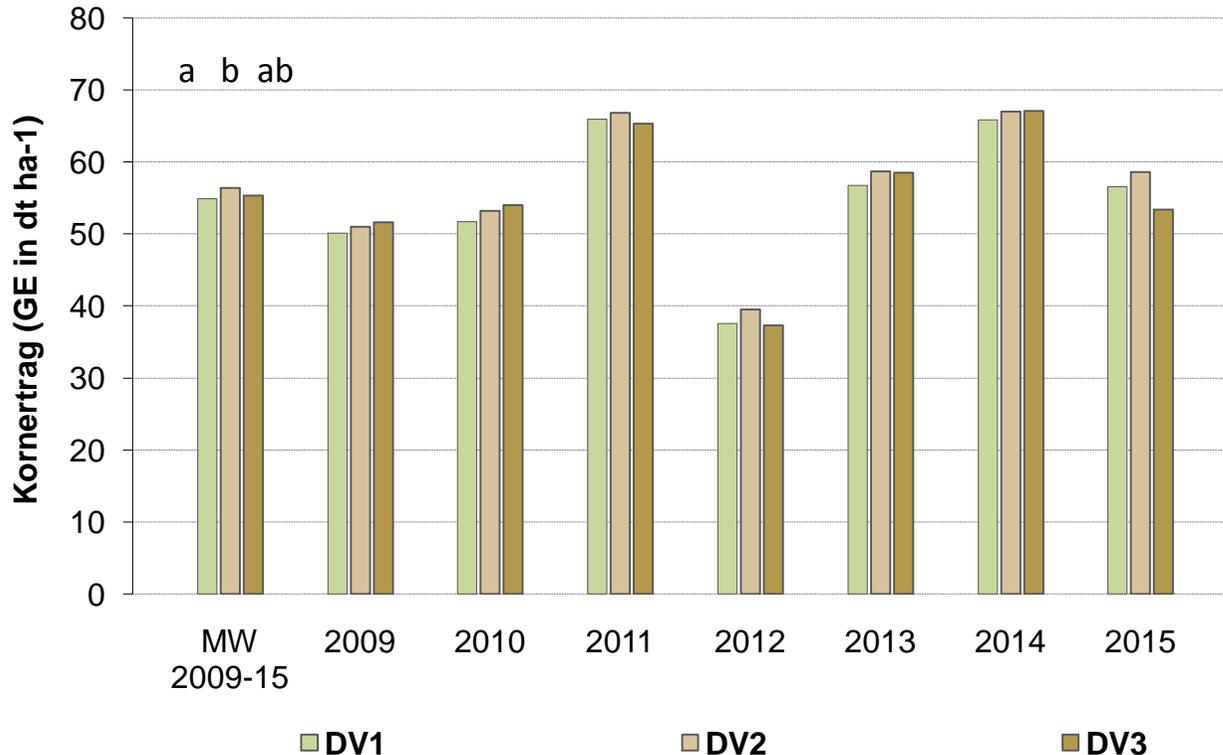
Gehalte an organischer Substanz konstant bis zunehmend (DV2: viehlos + Biokompost)

Ergebnisse:

Strategie „C- und Nährstoffkreislauf“ und „Fruchtfolge“



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme



Marktflechterträge (Getreideeinheiten) im Zeitraum 2009 bis 2015 in
Abhängigkeit des organischen Düngungssystems

Kulturen: Winterweizen (2x), Winterroggen, Sommergerste, Körnererbse, Körnermais (je 1x)

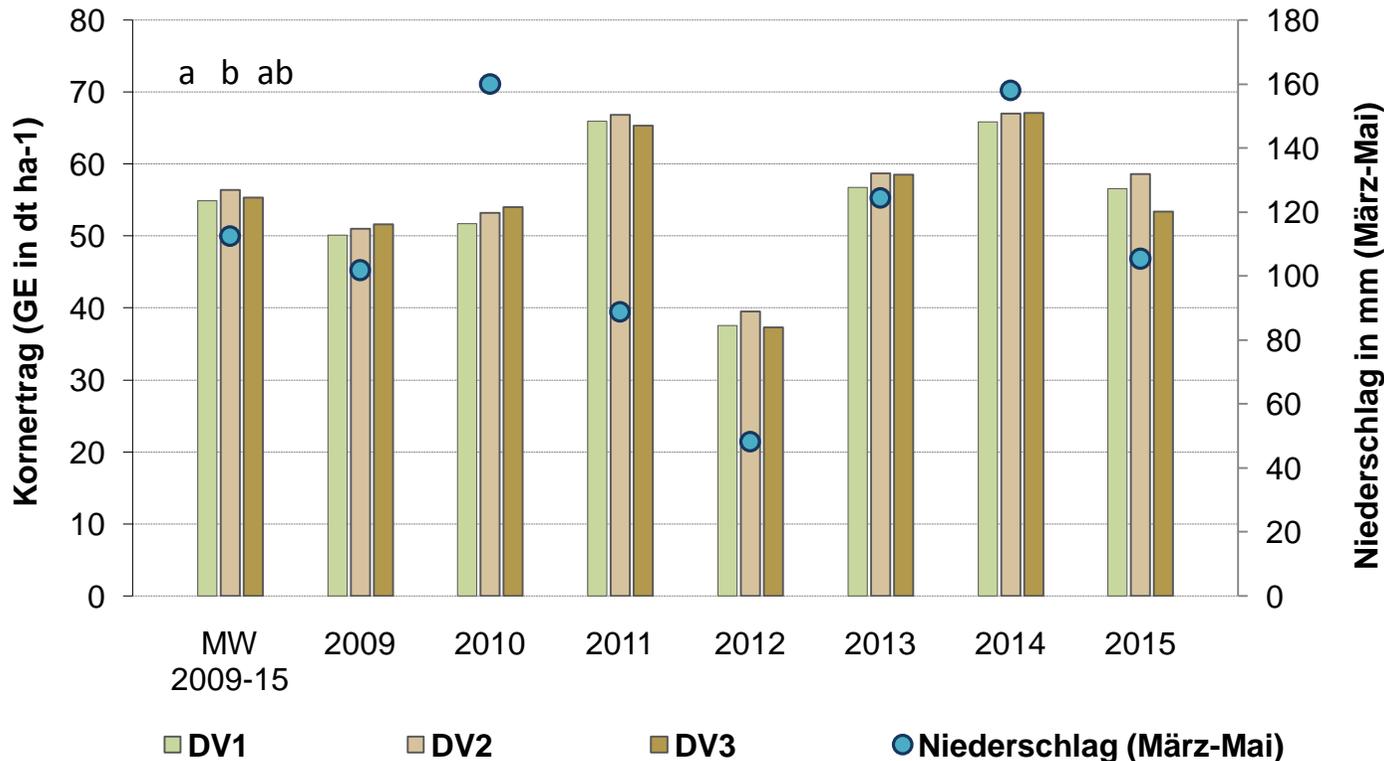
Hohe jährliche Variabilität; geringer Unterschied zwischen Düngungssystemen

Ergebnisse:

Strategie „C- und Nährstoffkreislauf“ und „Fruchtfolge“



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme



Marktflechterträge (Getreideeinheiten) im Zeitraum 2009 bis 2015 in
Abhängigkeit des organischen Düngungssystems

Kulturen: Winterweizen (2x), Winterroggen, Sommergerste, Körnererbse, Körnermais (je 1x)

Hohe jährliche Variabilität; Trockenperioden im Frühjahr limitierend

Ergebnisse: Strategie „Reduzierte Bodenbearbeitung“



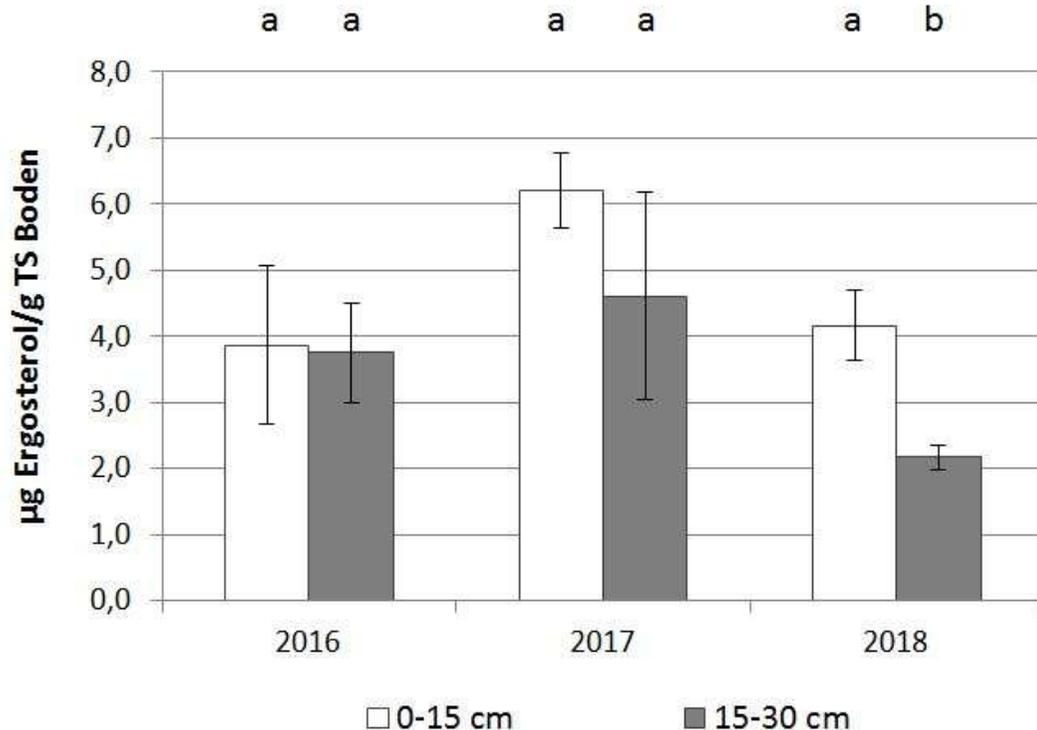
- ✓ Zeitweise **günstigere Bodenstruktur** vor allem an der Bodenoberfläche und im Bereich der Bearbeitungstiefe des Pfluges, → z.T. **höhere Wasserinfiltration** (Ringinfiltrrometer)



Bild: A. Surböck

- Tendenz zu geringeren **Marktflechterträgen**
- Keine signifikanten Unterschiede zwischen Grubber und Pflug bei **Trockendichte, Wasserdurchlässigkeit, Aggregatstabilität und Porenanteil**

Ergebnisse: Strategie „Reduzierte Bodenbearbeitung“



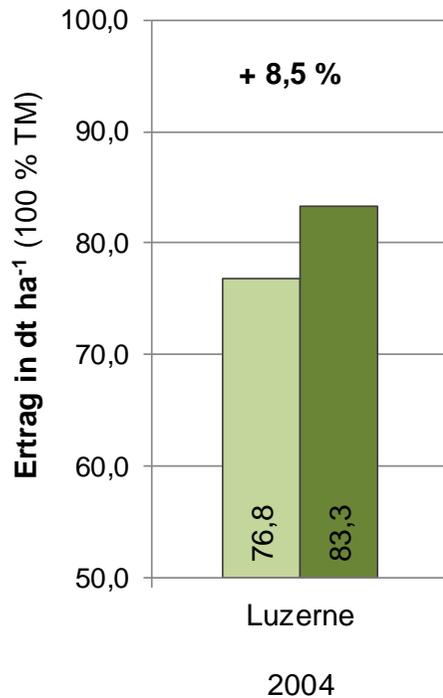
Ergosterolgehalt (pilzliche Biomasse) in unterschiedlichen Bodentiefen über drei Jahre bei Bodenbearbeitung mit dem Flügelschar-Grubber

Veränderte Verteilung der Nährstoffgehalte und der pilzlichen Biomasse in den Bodenschichten: höhere Gehalte im Oberboden

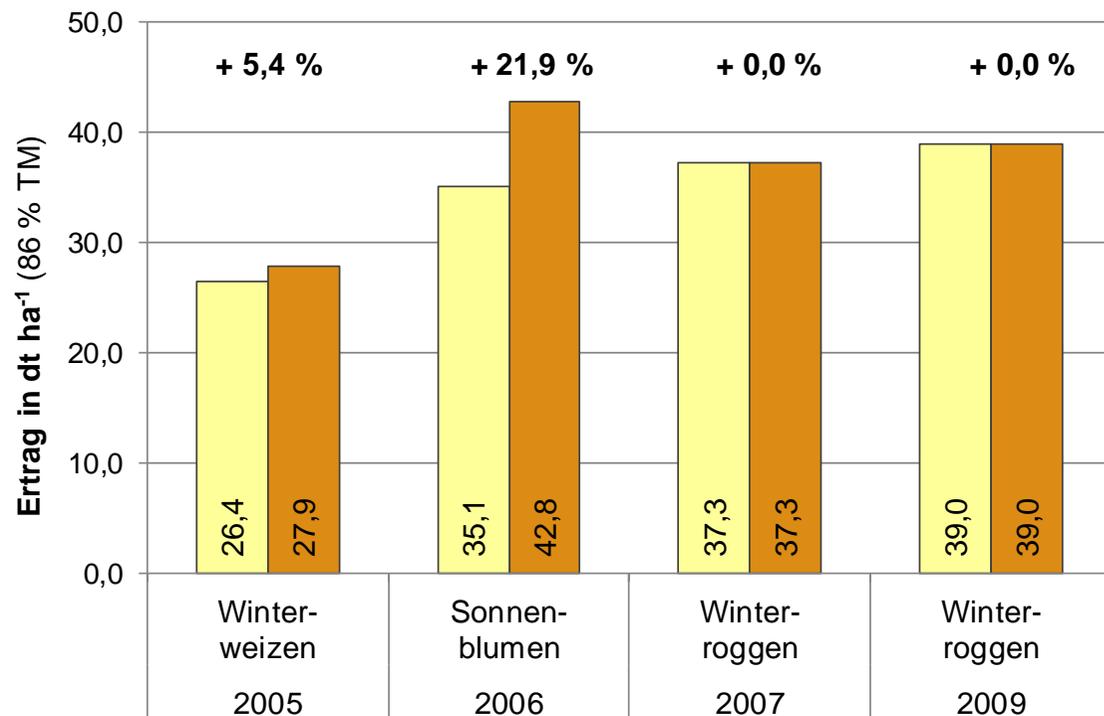
Ergebnisse: Strategie „Gehölzstrukturen“



■ ohne Heckeneinfluss
■ mit Heckeneinfluss (Leeseite)



■ ohne Heckeneinfluss
■ mit Heckeneinfluss (Leeseite)



kultur Wien
 altige

Erträge unterschiedlicher Kulturen auf der Leeseite einer 8 m hohen Hecke

Ertragssteigernder Effekt der Hecke:
 bis ca. 80 m bei Luzerne und Sonnenblumen und bis ca. 35 m bei Winterweizen

Diskussion und Schlussfolgerungen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme

Fruchtfolge: Kernstück des Anbausystems

Zentrale Funktion: *Humusreproduktion*

Entscheidend: Futterbaugemenge mit hoher Biomasse und viel Ernte- / Wurzelrückständen (vgl. Schulz et al. 2014)

- Futterleguminosen-basierte **Fruchtfolge** und **organische Düngungssysteme**:
 - + *Humusreproduktion, Stabilisierung der Bodenstruktur, angemessene Erträge,*
- **Reduzierte Bodenbearbeitung**:
 - + *Tendenz bessere Struktur an der Bodenoberfläche, höhere Wasserspeicherung im Oberboden*
 - *Aber: Entwicklung der Beikräuter? → Ertragswirksamkeit?*
- **Gehölzstrukturen**:
 - + *Reduzierte Windgeschwindigkeit und Verdunstung, Ertragswirksamkeit*

Diskussion und Schlussfolgerungen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme

Fruchtfolge, organische Düngung (inkl. Mulch),
reduzierte Bodenbearbeitung und Gehölzstrukturen:

Wesentliche Stellschrauben zur Optimierung des Wasserhaushalts und
Anpassung an den Klimawandel (neben Arten- / Sortenwahl, ggf.
Bewässerung)

Weitere mögliche Maßnahmen:

Mulchtransfer:

Luzerneschnitt zu Getreide, Heckenschnitt zu Körnerleguminosen

Gehölzstreifen im engeren Abstand

→ *Wasserhaushalt, Erträge? Langfristige Wirkung?*

Erhöhung der Klima-Resilienz im biologischen Ackerbau-System: auf die **Kombination** von **Strategien** **kommt es an!**



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige
Agrarsysteme
Institut für Ökologischen
Landbau (IfÖL)

J.K. Friedel, G. Gollner, A. Surböck, B. Freyer

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

MUBIL: <http://mubil.boku.ac.at/>

EIP, OG-BIOBO: <http://www.nas.boku.ac.at/en/ifoel/arbeitsgruppen/ag-bodenfruchtbarkeit-und-anbausysteme/projekte/biobo/>

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION

BUNDEMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete



EUROSOLAR AUSTRIA Stammtisch, 20. Juni 2019, Wien