

Wasser- und Stoffrückhalt in Böden über regenerative Bewirtschaftungsformen in der Landwirtschaft – Pilotprojekt AKHWA

Wasser sparen, der Klimakrise trotzen

Maria R. Finckh

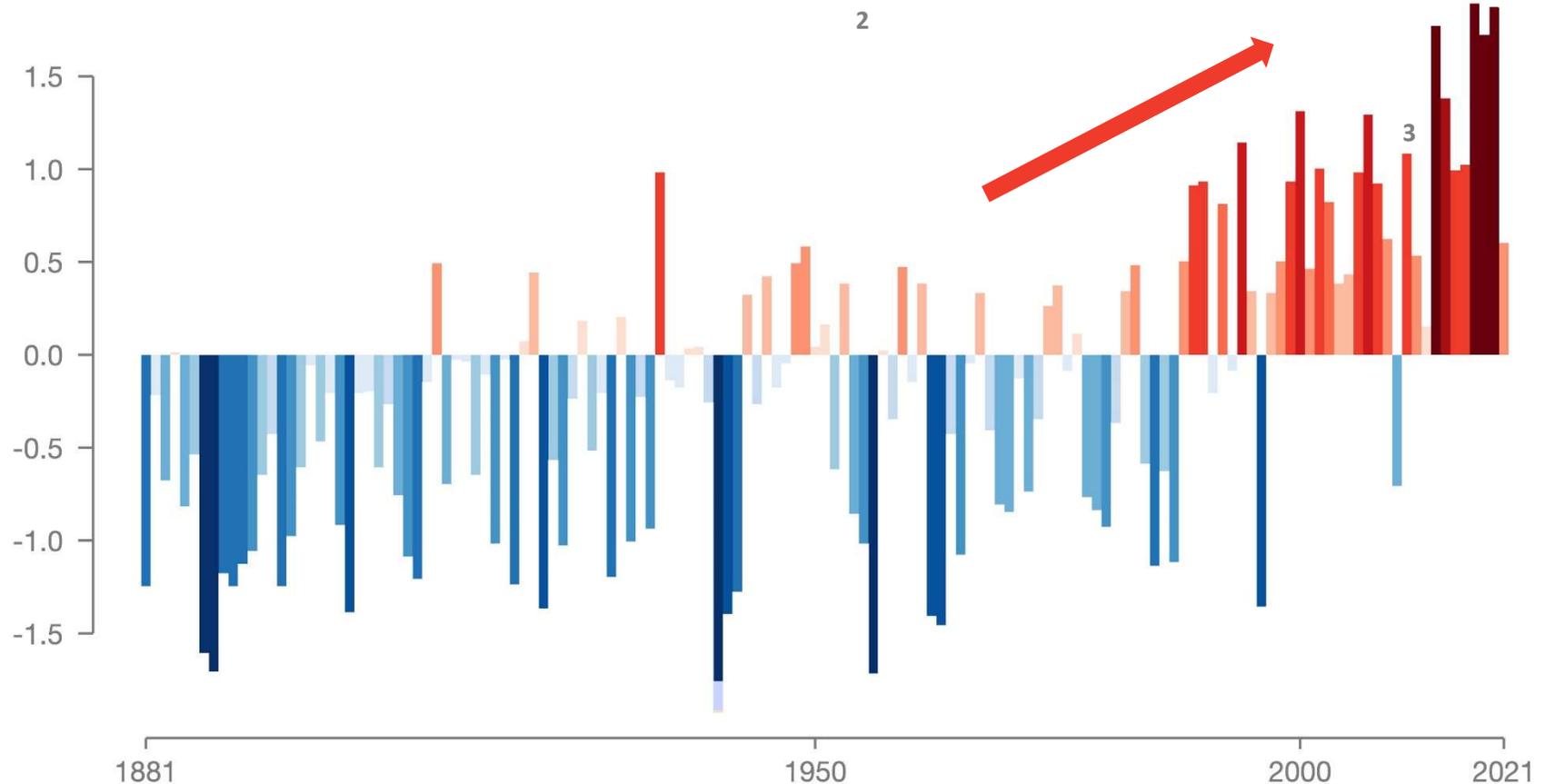
Universität Kassel Ökologische Agrarwissenschaften - Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz



S.M. Junge, S. Leisch, D. Henzel, C. Weiler, M.R. Finckh Uni Kassel, Ökologischer Pflanzenschutz
C. Bilibio, T. Weber, Uni Kassel, Bodenkunde
W. Niether, A. Gattinger, Uni Gießen, Ökologischer Landbau
W. Aumer, C. Görres, C. Kammann, Hochschule Geisenheim, Angewandte Ökologie
Antje Herrmann, F. Liesegang, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
S. Peth, Leibnitz Universität Hannover, Bodenkunde

Temperaturveränderungen in Hessen¹

im Vergleich zum Mittel von 1971-2000 in °C



• Hessen: Frühjahrstrockenheit, nasse Winter, heiße Sommer⁴

• Extremwetter: Dürre, Starkregen, Sturm, Hagel⁴

1 #ShowYourStripes – Hawkins 2022

2 Junge 2023

3 Vereinigte Hagel 2023 4 Hübener 2018



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
FERTILKEIT AGRAR
WISSENSCHAFTEN

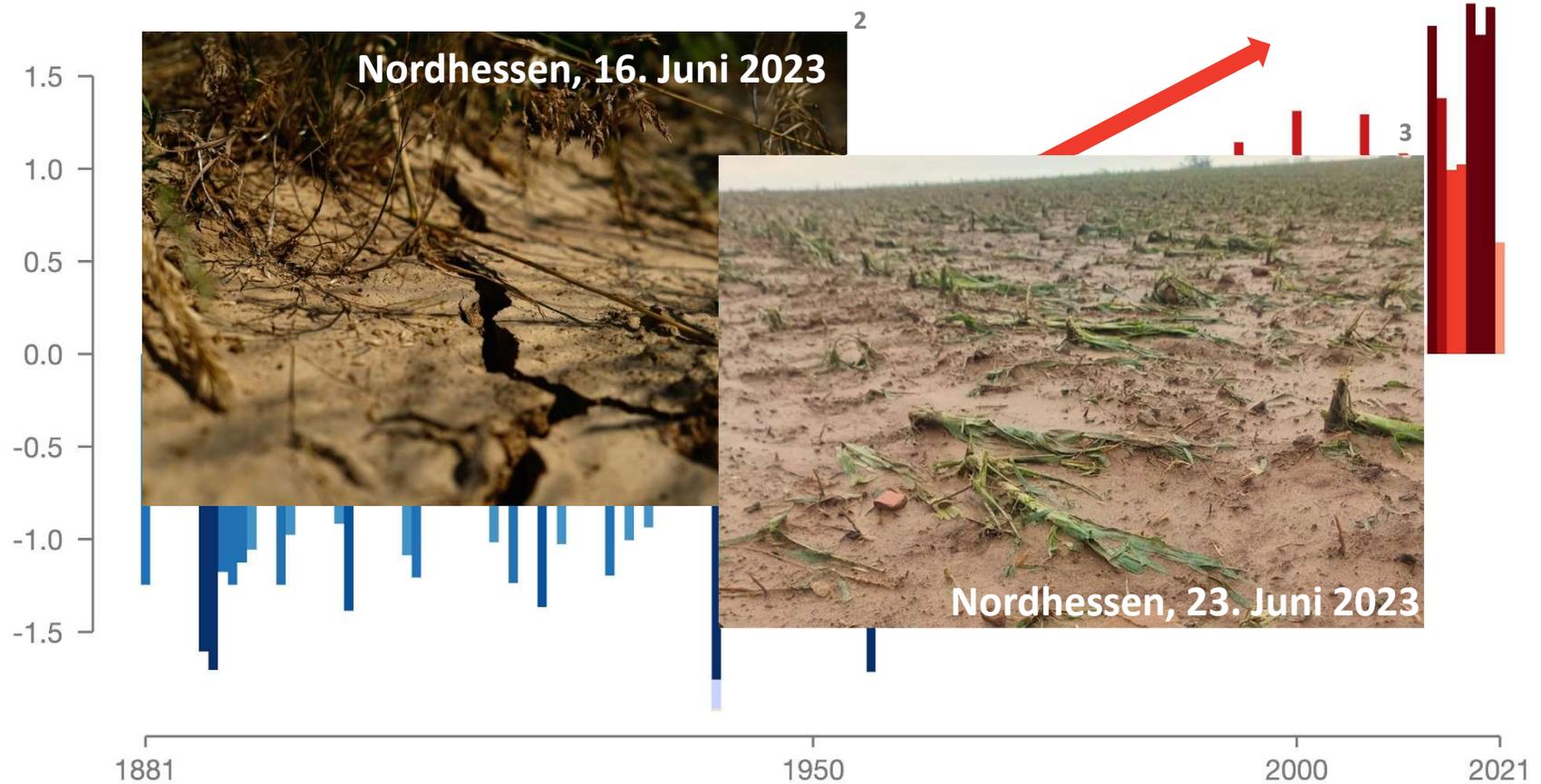
JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
Universität

AKLIMA
AGRIUM

Temperaturveränderungen in Hessen¹

im Vergleich zum Mittel von 1971-2000 in °C



- Hessen: Frühjahrstrockenheit, nasse Winter, heiße Sommer⁴
- Extremwetter: Dürre, Starkregen, Sturm, Hagel⁴

1 #ShowYourStripes – Hawkins 2022
 2 Junge 2023
 3 Vereinigte Hagel 2023 4 Hübener 2018



Stephan Junge
 Interessengemeinschaft gesunder Boden
 Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
 FAKULTÄT AGRAR
 WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
 UNIVERSITÄT
 GIESSEN

Hochschule
 Geisenheim
 Universität



Regenerative Landwirtschaft?

Pfluglose Boden-
bearbeitung

Zwischenfrüchte &
Untersaaten

Mischfruchtanbau

Spezialkomposte

Biostimulanzen



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
FERNLEHRE AGRAR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

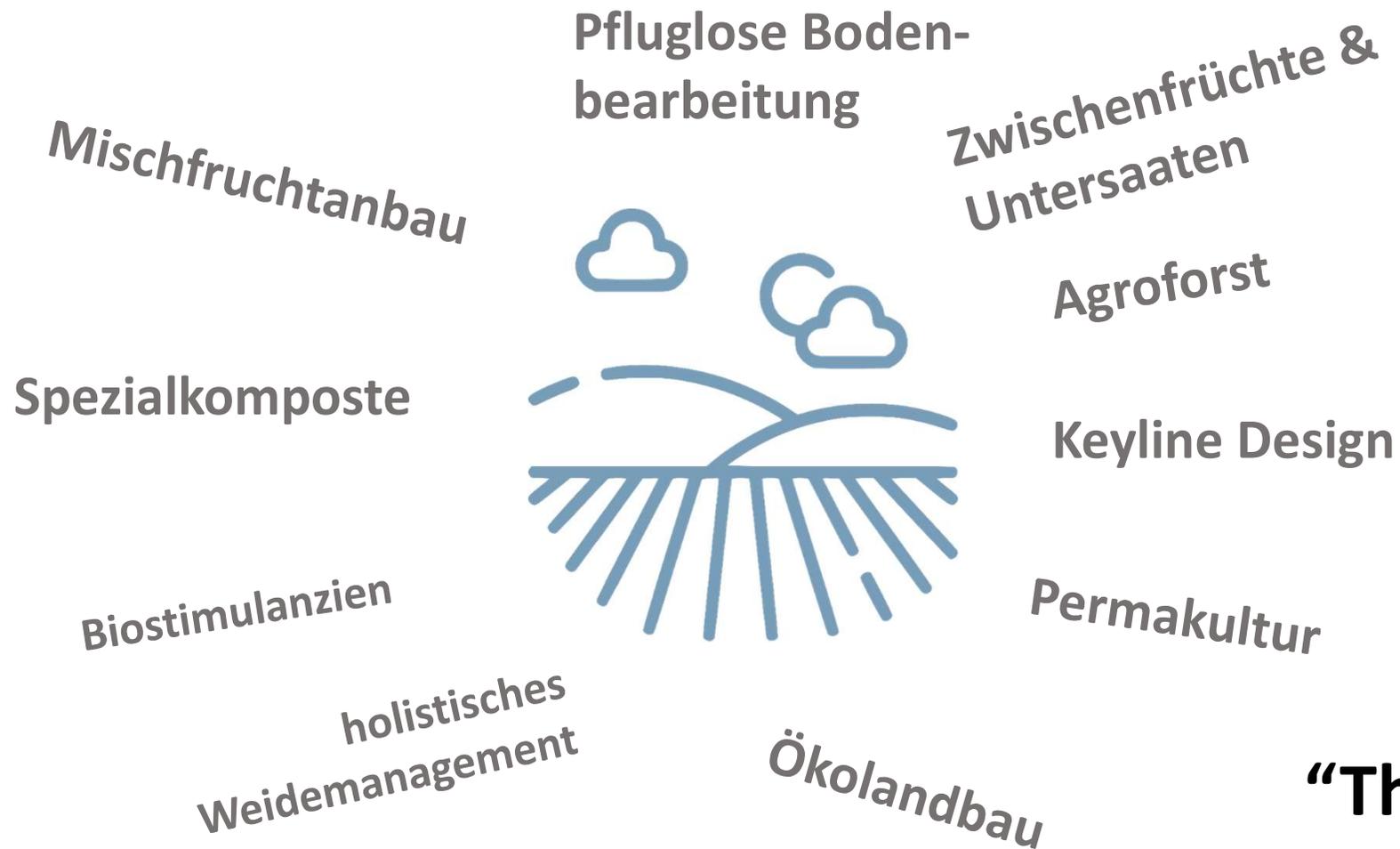
Hochschule
Geisenheim
University

AKLIMA
AGRIUM

Regenerative Landwirtschaft?



Regenerative Landwirtschaft?



angewandte
Agrarökologie

**“The Soil
is the base.”**

Schreefel et al. 2020



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
FACHFACULTÄT FÜR
AGRARWISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
University

AKLIMA
AGRIUM



Anpassung an den Klimawandel in Hessen - Erhöhung der Wasserretention des Bodens durch regenerative Ackerbaustrategien

Test einiger regenerativer Ackerbaustrategien



AM1

**Nährstoff-
balance**



AM2

**Unterboden-
-lockerung
+Pfluglose
BB**



AM3

**Boden-
bedeckung**



AM4

Flächenrotte

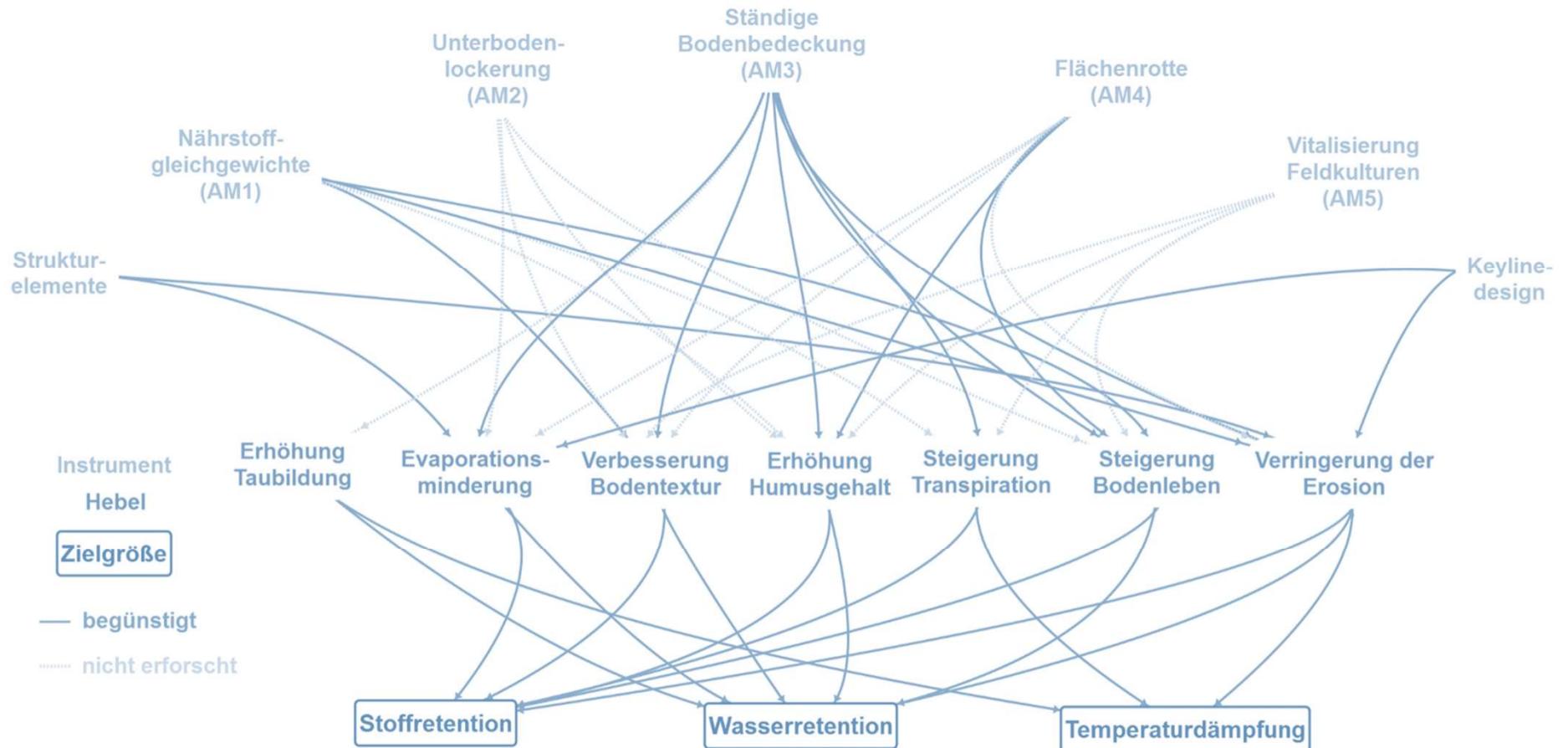


AM5

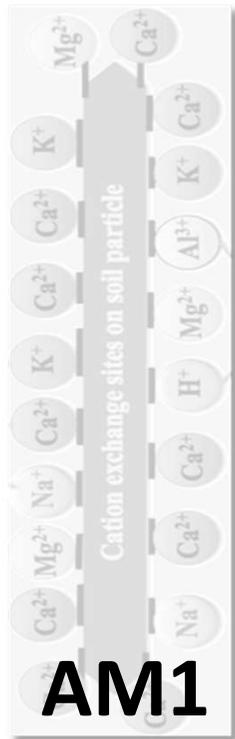
**Komposttee /
Fermente**



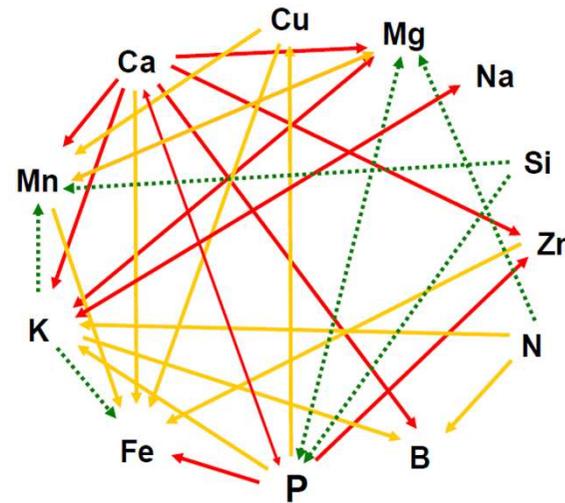
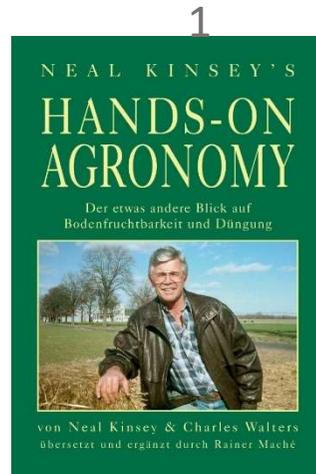
Effekte auf die Wasserretention



Nährstoffgleichgewichte wiederherstellen



Nährstoff-
balance



2
Wirkungsweise

- Antagonismus stark
- Antagonismus schwach
- ⋯→ Synergismus

- > Nicht nur die Menge der Nährstoffe ist entscheidend sondern Ihre Verhältnisse zueinander³
- > Einflüsse auf Bodenstruktur, Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Beikräuter
- > „Albrechts Modell blieb von der Wissenschaft weitgehend unbeachtet“⁴



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz

1 beratung-mal-anders.de/hands-on-agronomy-die-vierte/

2 bowasan.at

3 Kinsey et al. 2014

4 Chaganti & Culman 2017



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
VERSITÄT AGRAR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
University

AKLIMA
ANIMA

Red. Bodenbearbeitung + Flächenrotte



Red. Bodenbearbeitung + Flächenrotte

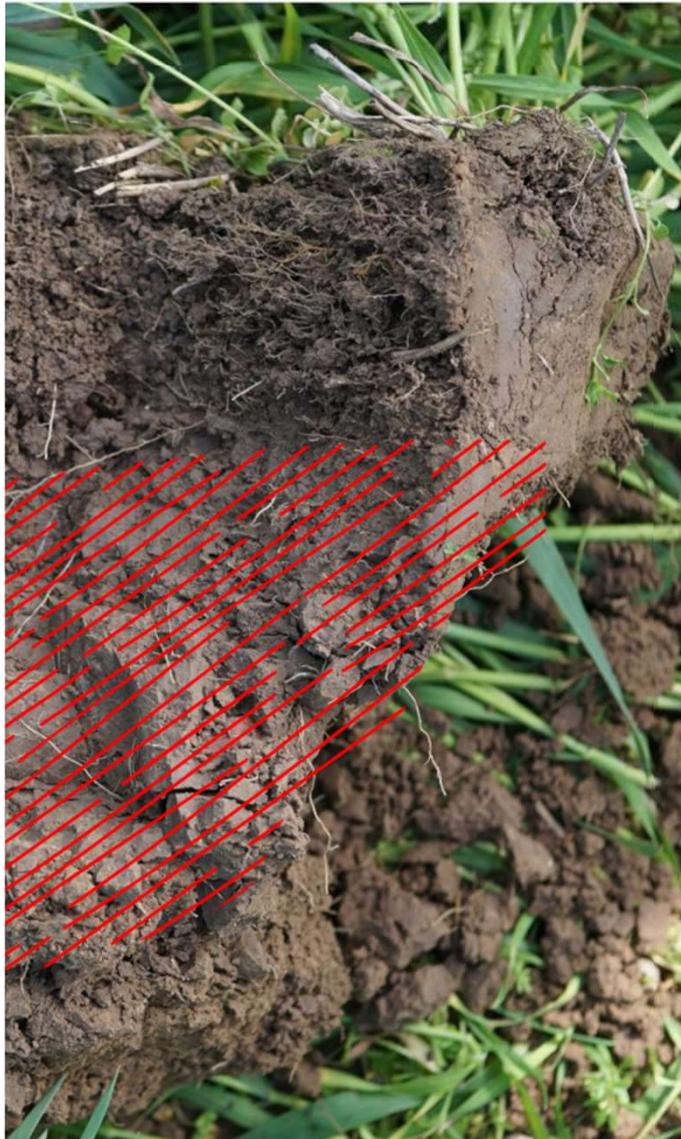


Flächenrotte

Rusch (1957, S. 166ff)
“Nur die
Flächenkompostierung ist in
der Lage, die volle biologische
Potenzübertragung von
organischen Düngern
auf den Mutterboden zu
gewährleisten.“



Flächenrotte/Unterbodenlockerung



poröse Gare durch
Flächenrotte

Verdichtungs-
horizont



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



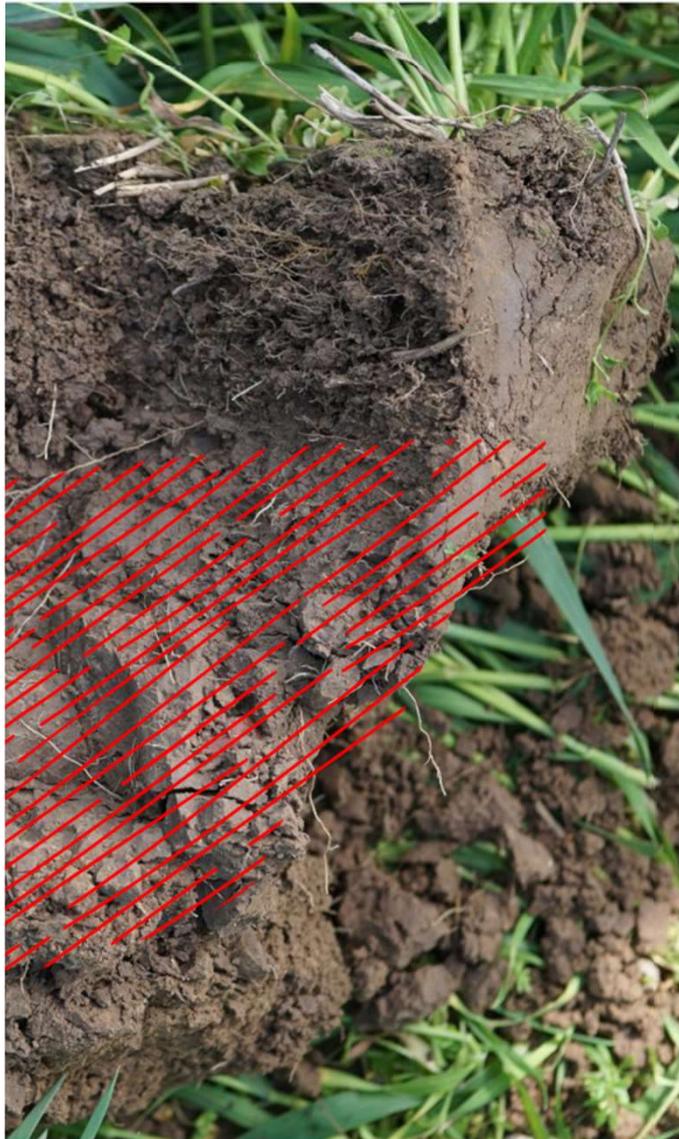
UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
FERTILKEIT AGRAR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Gießen
University

AKLINA
AGRIKULTUR

Flächenrotte/Unterbodenlockerung



poröse Gare durch
Flächenrotte

Verdichtungs-
horizont

Lockerung vor
Zwischenfrucht (+ Kalkung)



Unterboden-
lockerung

+Pfluglose
BB



Boden-
bedeckung







AM5

**Komposttee /
Fermente**



Pflanzenvitalisierung



AM5

**Komposttee /
Fermente**



Anpassung an den Klimawandel in Hessen - Erhöhung der Wasserretention des Bodens durch regenerative Ackerbaustrategien

Kann regenerative Landwirtschaft...

...die Wasserretention verbessern?

...die Stoffretention verbessern?

...die Oberflächentemperatur dämpfen?





Anpassung an den Klimawandel in Hessen - Erhöhung der Wasserretention des Bodens durch regenerative Ackerbaustrategien

UNIKASSEL
VERSITÄT | ÖKOLOGISCHE
AGRAR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
University

11
102
1004 | Leibniz
Universität
Hannover

LLH
Landesbetrieb
Landwirtschaft
Hessen



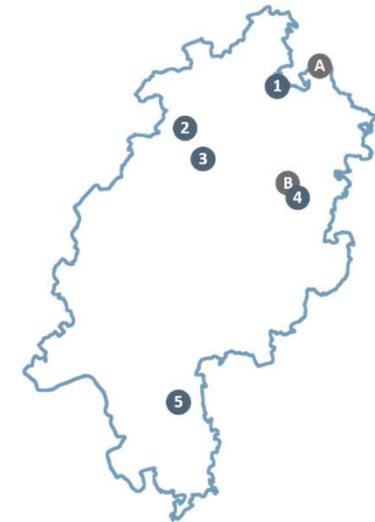
AKHWA

(AM1-5)

Tiefenlockerung mit Ferment	KTee	Ferment	Tee & Ferment	Kontrolle
Keine Tiefenlockerung	Tee & Ferment	Kontrolle	Ferment	KTee
Tiefenlockerung ohne Ferment	Ferment	KTee	Kontrolle	Tee & Ferment

TILVITA

(AM1-5) (AM3-5 faktoriell)



PRAXIS- Versuche

(AMx)



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



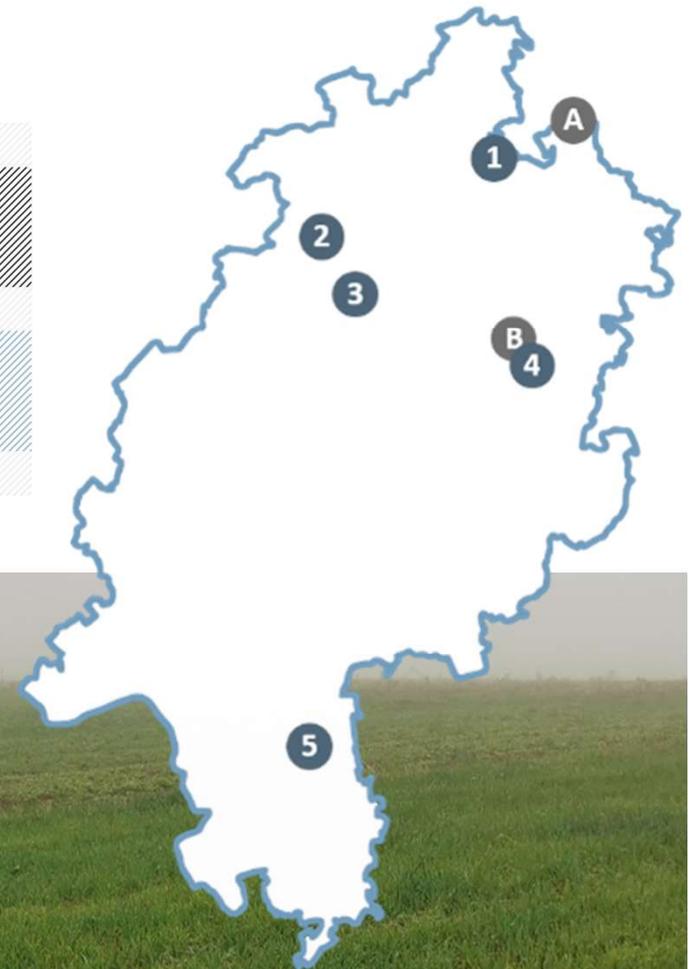
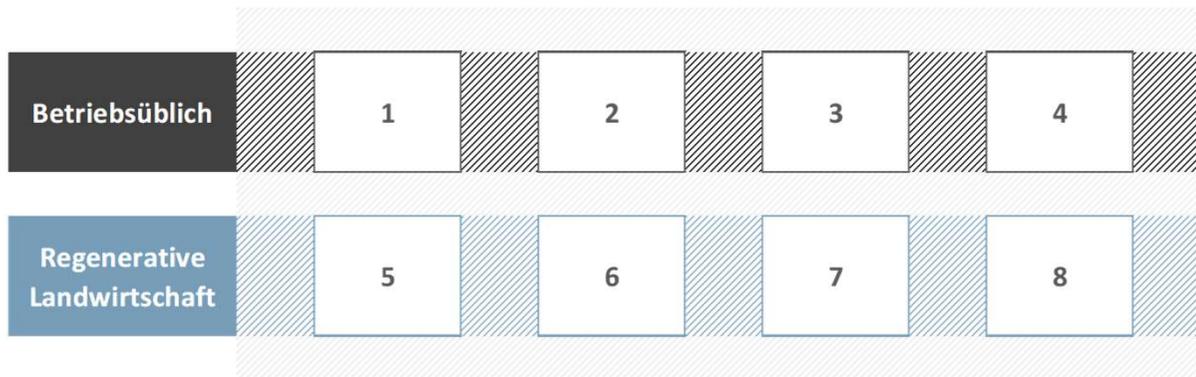
UNIKASSEL
VERSITÄT | ÖKOLOGISCHE
AGRAR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
University



Faktor 1 Bewirtschaftung (Betriebsüblich, Regenerative Landwirtschaft)



Versuchsstandort Neu-Eichenberg

> Standort: Neu-Eichenberg

- 223 Meter ü.NN.¹
- Jahresdurchschnittstemperatur 9,3 °C (1991-2020)
- Niederschlagssumme 662 mm (1991-2020)
- 75 Bodenpunkte, fruchtbare, schwer vergleyte Lössparabraunerde ¹
- langsame Bodenerwärmung, gute Wasserhaltefähigkeit, neigt zur Verschlämmung



Exaktversuche AKHWA I & II



Langzeitversuche mit differenzierter Bearbeitung seit 2010 /2011



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
VERSITÄT AGRAR WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
Universität

AKHWA



Nmin



Bodenwasser (Saugkerzen)



Infiltrationsleistung



Scherwiderstand



Temperatur, Feuchtigkeit (Bodensonden)



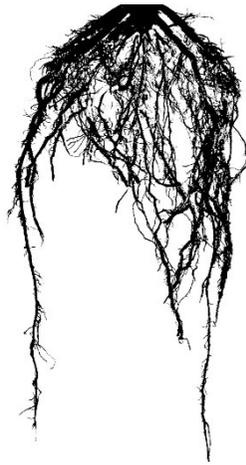
Temperatur im Bestand



Bodenkohlenstoffgehalte (1m)



**Ertragserhebungen/
Wirtschaftlichkeit**



Wurzelbiomasse



Erfassung Pathogenbefall



Spatendiagnose



**Klimagasemmission
(Gashauben)**



**Mikrobiologie (NGS, Bait Stick
Test, Soil Food Web)**



Aggregatstabilität



Interviews



Exaktversuche AKHWA I & II

Faktor 1 Bodenbearbeitung

(Pflug ; Reduzierte BB)

Faktor 2 Mulch

(Ohne Mulch ; Lebend- oder Totmulch)

Faktor 3 Kompost

(Ausgleichsdüngung P,K ; 5t TM /ha /a Grüngutkompost)

Faktor 4 Vitalisierung

(Ohne ; Komposttee, Fermente)



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
FACULTÄT FÜR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
University

AKHWA
AGRICULTURAL
KINETIC
WATER
ANALYSIS

Kohlenstoffgehalt nach 12 Jahren

- > Erhöhte C-Gehalte in Reduzierter BB.
- > Vor allem Komposteffekte sichtbar
Nur 5 t TM / ha Jahr !
- > 27% C-Steigerung auf 1 m Tiefe

(Niether et al., unveröffentlicht)



Bodengefüge

1



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz

1 BESTE 2003
2 JUNGE 2019



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
VERSITÄT AGRAR
WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
Universität

AKLIMA
ANIMA

Bodengefüge

1



Gefügeansprache



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz

1 BESTE 2003
2 JUNGE 2019



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
VERSITÄT AGRAR
WISSENSCHAFTEN

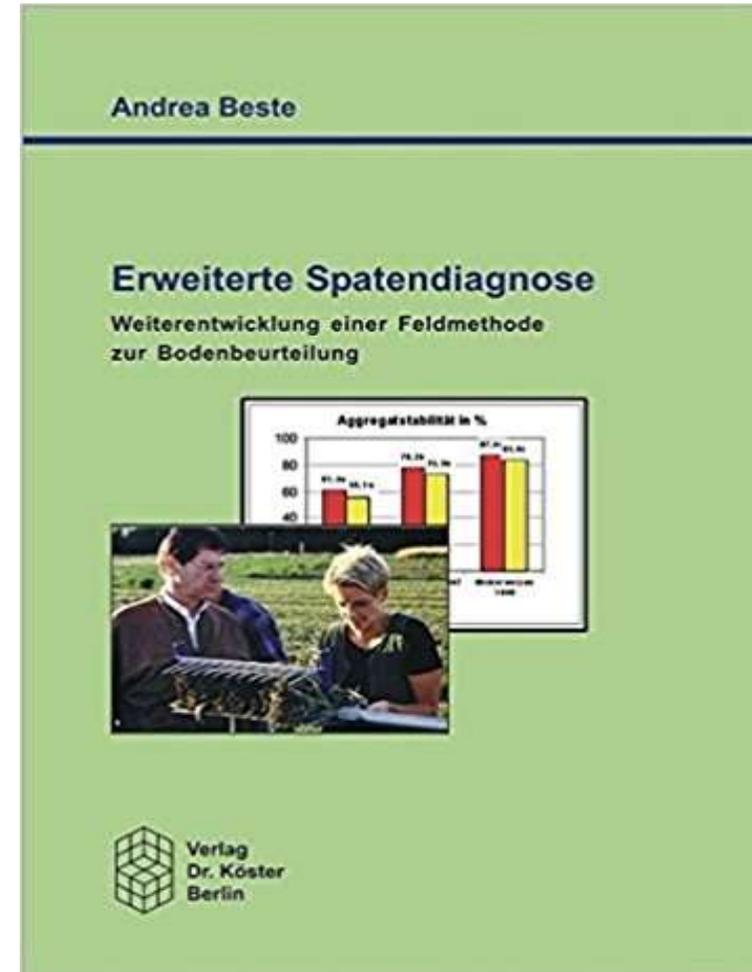
JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
Universität

AKWANA
ANIMA

Bodengefüge

1



Stephan Junge
Interessengemeinschaft gesunder Boden
Universität Kassel – Ökologischer Pflanzenschutz

1 BESTE 2003
2 JUNGE 2019



UNIKASSEL ÖKOLOGISCHE
VERSITÄT AGRAR WISSENSCHAFTEN

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

Hochschule
Geisenheim
Universität



Exkurs: Gefügebtonitur^{1/2}



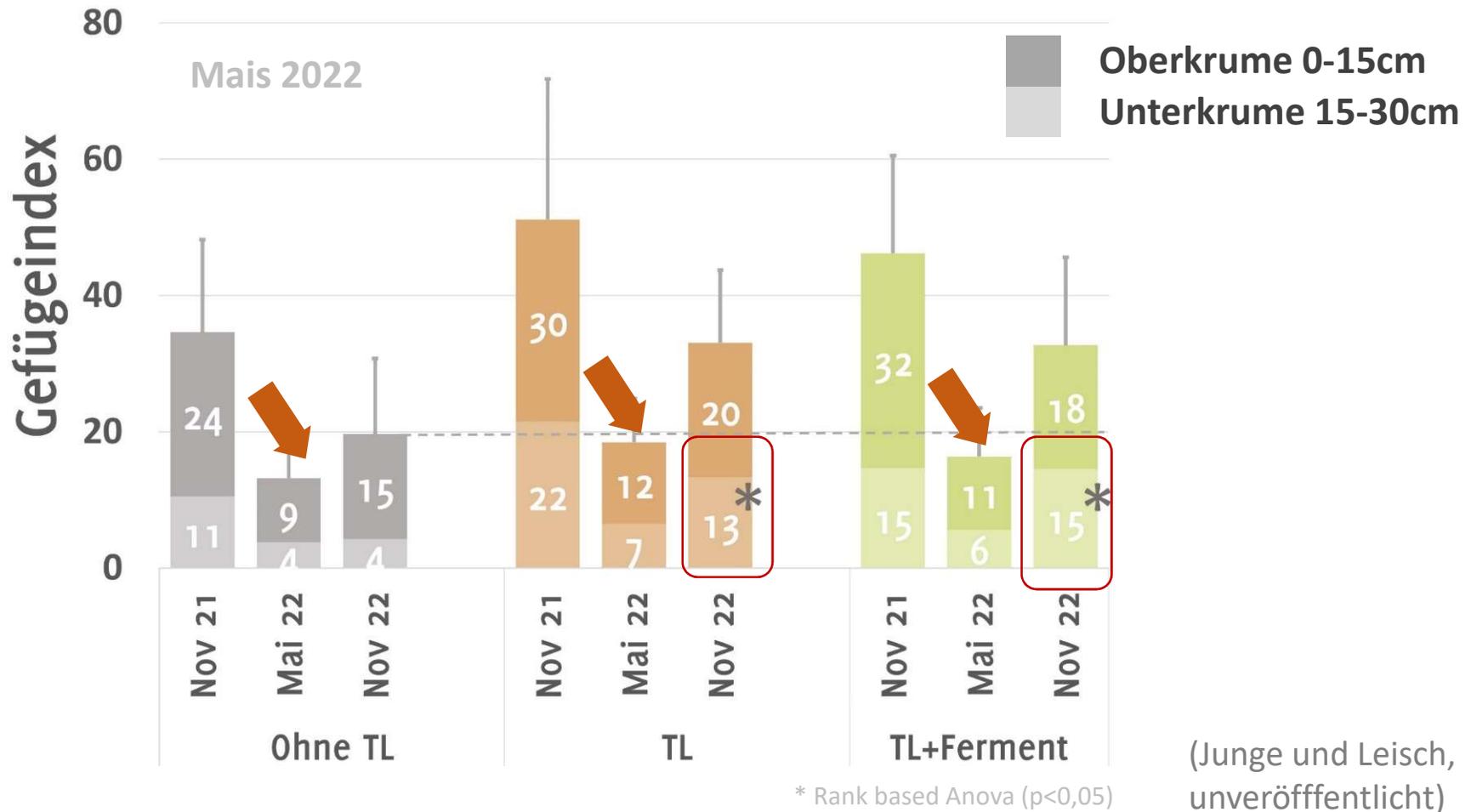
Aggregatstabilitätstest



X Gefügeansprache



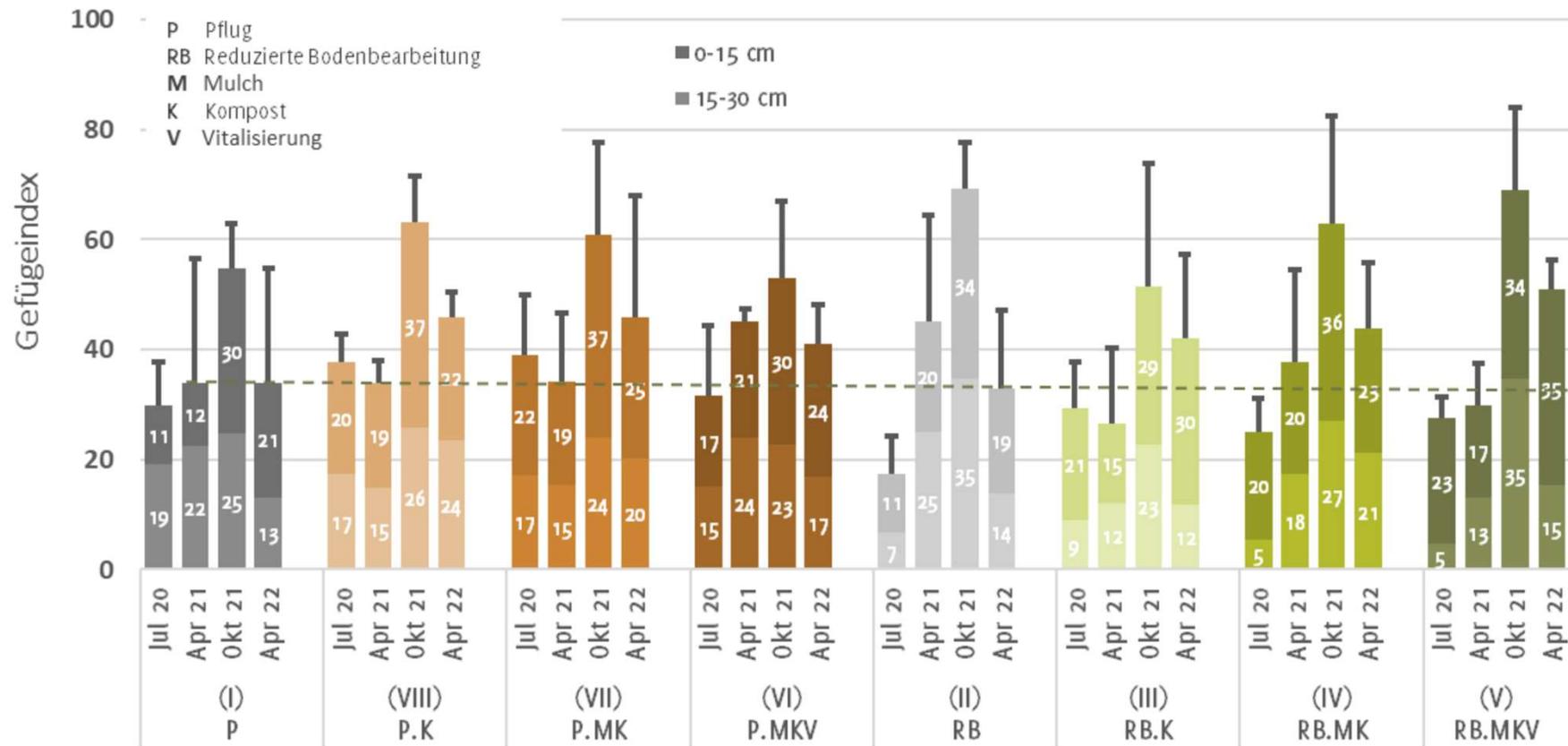
Tiefenlockerungseffekt



- > Nach 2xZF (Nov `21) höchste Gi, Abbau durch Trockenheit (Mai `22)
- > sign. bessere Gi unter TL in der Unterkrume (15-30cm) in der ZF (Nov `21)



Bodengefüge



> Hohe Werte (>40 Gi)

(Junge und Leisch, unveröffentlicht)

> Varianten mit Mulch und Kompost: besseres Gefüge



Wie wirken sich regenerative Anbaumethoden aus?

- > Keine expliziten Daten zu regenerativen Anbausystemen
- > Organische Düngung senkt flächenbezogene N₂O-Emissionen (Skinner et al. 2019)
- > Zusätzliche Emissionsminderung durch bessere Belüftung und Stoffretention?
- > **Langfristige** reduzierte Bodenbearbeitung (RB) senkt N₂O-Emissionen

Reduzierte Bodenbearbeitung vs. Pflug N ₂ O-Emissionen in CO ₂ -Äquivalenten [kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹]		
5 Jahre	10 Jahre	20 Jahre
1114	330	-1239

Verändert nach Six et al. 2004



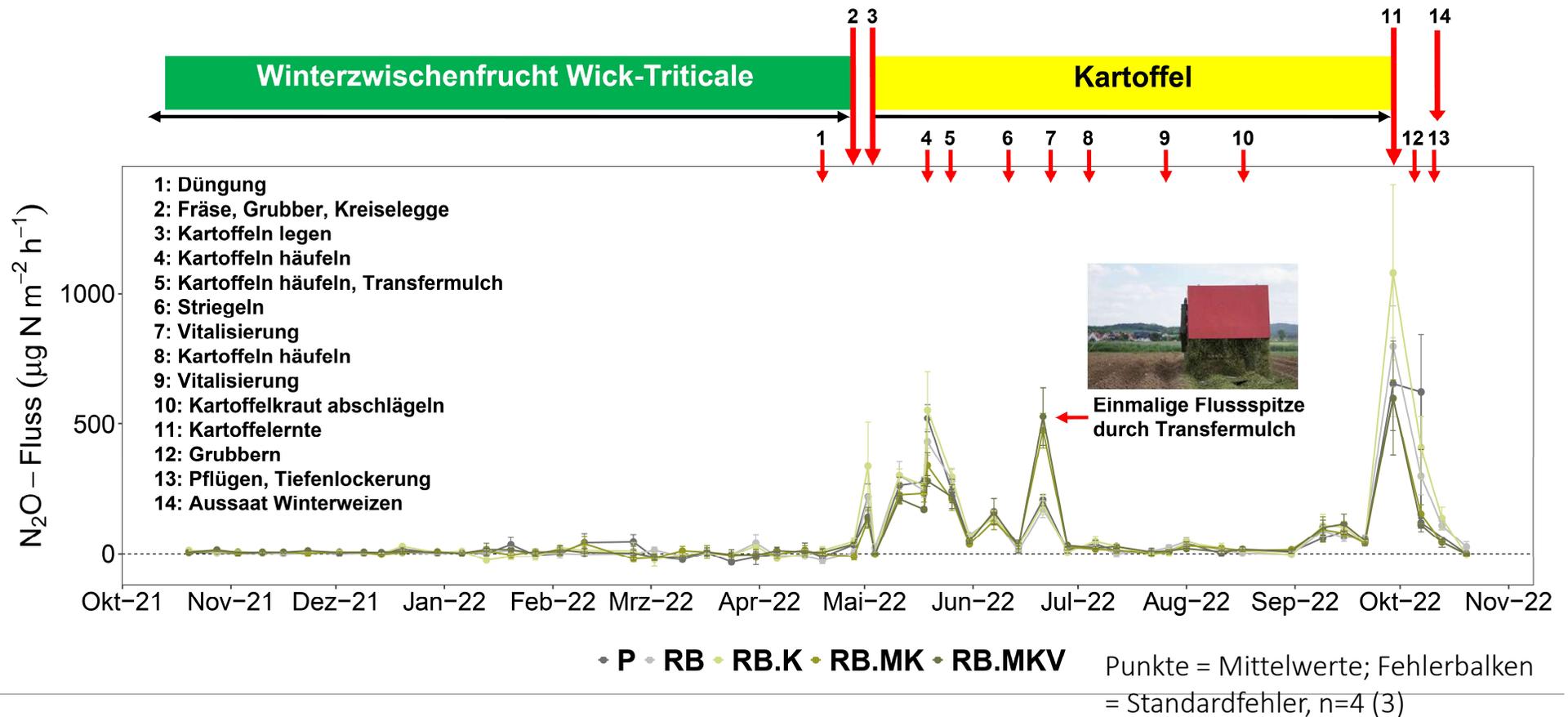
> Hauben-Methode (z. Bsp. Hutchinson und Livingston, 2005)

- Wöchentliches Messintervall
- Fünf Gasproben / Haubenmessung
- Ermittlung der Gaskonzentrationen (GC)
- Flussberechnung über zeitabhängige Konzentrationsänderungen



Zeitreihe der N₂O-Flüsse

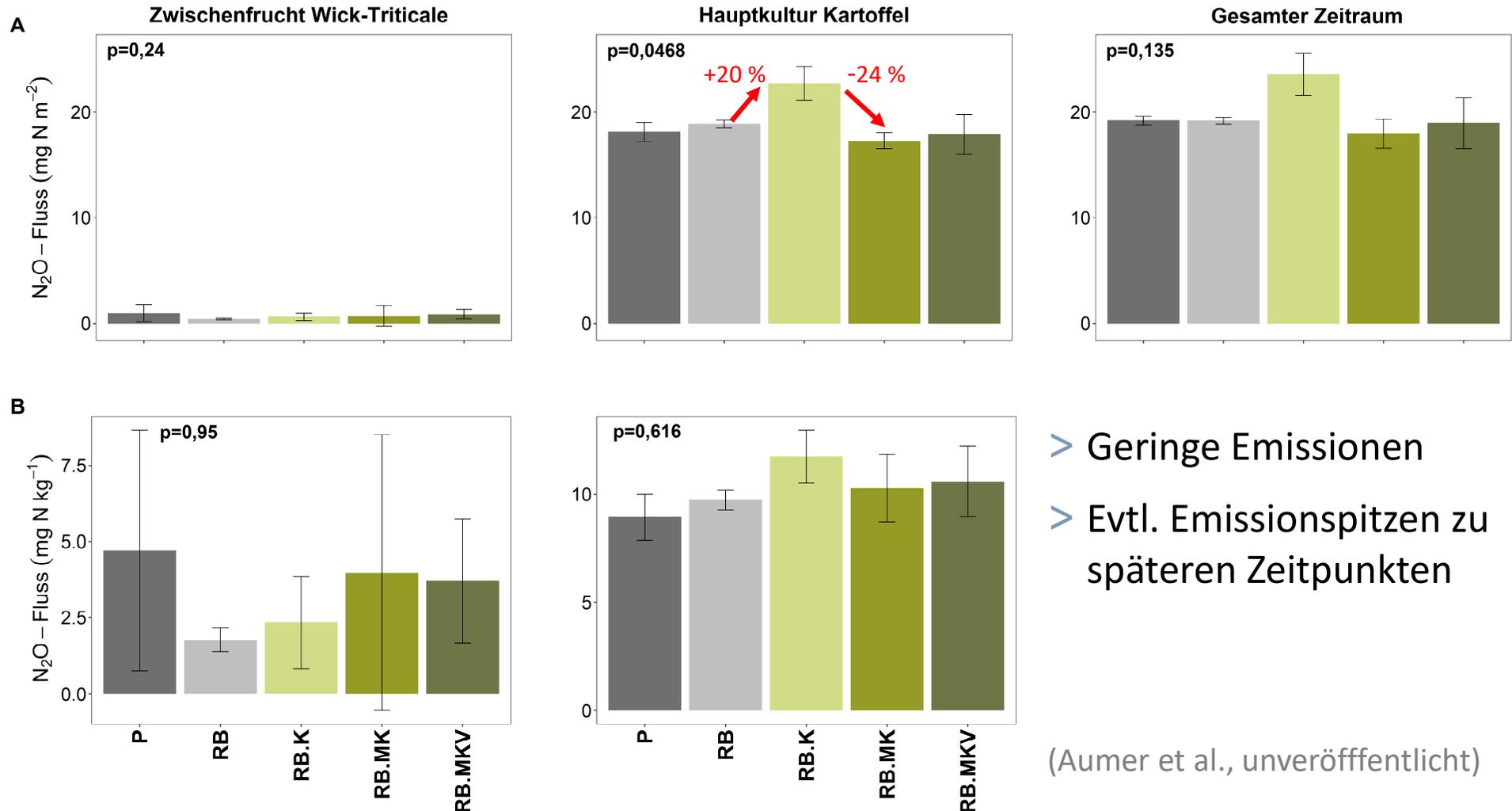
36



- > Saisonal höhere Wassergehalte und Frost-Tau-Ereignisse im Winter zeigten keinen Effekt
- > Lachgaspeaks durch Mineralisationsschübe (Bodenbearbeitung)



Kumulative N₂O-Emissionen (365 Tage) 37



- > Geringe Emissionen
- > Evtl. Emissionspitzen zu späteren Zeitpunkten

(Aumer et al., unveröffentlicht)

Balken = Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardfehler n=4 (3); LSD-Test.



> Verrechnung der N₂O- und Methan(CH₄)-Flüsse

Variante	Flächenskaliertes Erderwärmungspotential in CO ₂ -Äquivalenten [CO ₂ e kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	
	Mittelwert	Standardfehler
P	80,7	1,7
RB	79,9	1,3
RB.K	99,0	8,4
RB.MK	75,3	5,7
RB.MKV	79,8	10,2

0-15 C _{org} (2012)	0-15 C _{org} (2019)			
Keine Differenzierung	Pflug	RB	-Kompost	+Kompost
1,2 %	1,4 %	1,9 %	1,3 %	1,7 %

Schmidt et al. 2020

Tiefe (cm)	RB - P	K	M	V
0-100	*	***	n.s.	n.s.

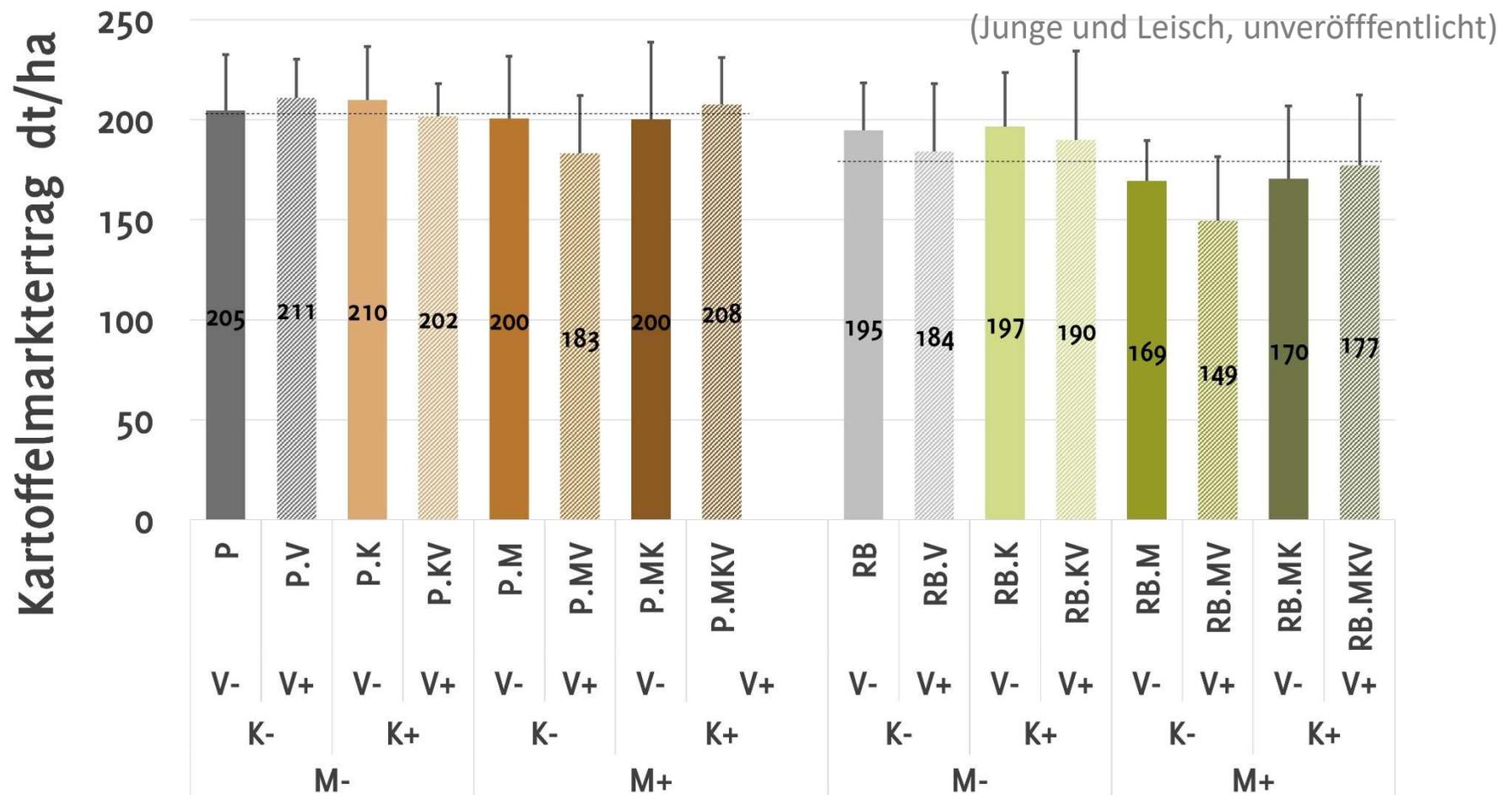
Niether et al. unpublished

Projektende: Vollbilanzierung

- > Faktor Kompost evtl. erhöhend (n.s), aber nicht in Kombination mit Faktor Mulch
- > Im Langzeitversuch: Reduzierte Bodenbearbeitung und Kompost erhöhen C_{org} im Oberboden (0-15)

Erträge AKHWA I - Kartoffeln 2022

39

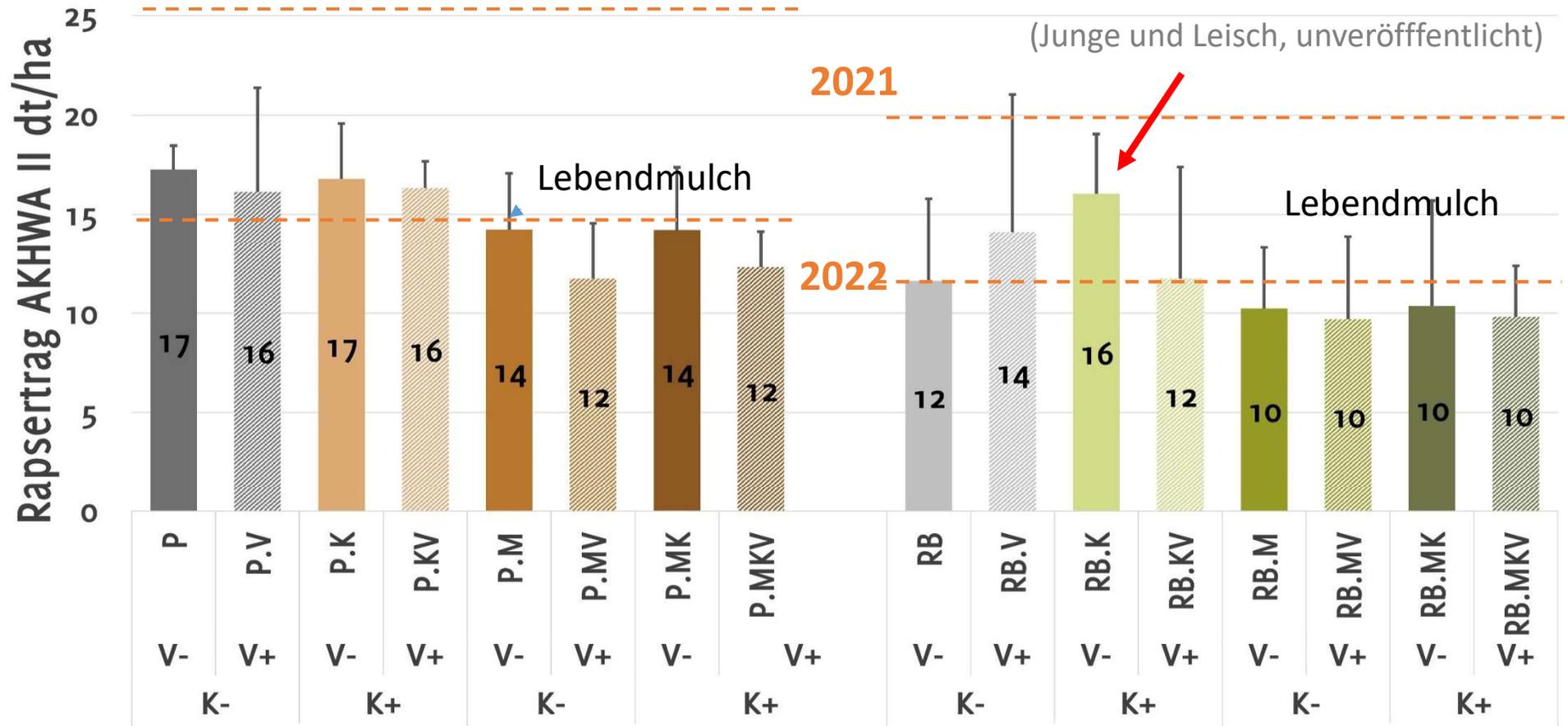


- > Kartoffelerträge niedrig aber kein Totalausfall
- > Rohertrag P vs. RT gleich, ↘ Marktertrag (-11%) durch Übergrößen in RT
- >> Mulchmaterial C:N>40 hygroskopisch?



Erträge - Raps 2022 vs 2021

40



- Starke **Einbußen** 2022 im Vergleich zu 2021, große Streuung in RT
- Ertragsreduktion durch **Lebendmulch** -> **Wasserkonkurrenz**
- **RB** reduziert aber **Kompostgaben** gleichen aus



- > Faktor Kompost und RB erhöht Boden-C nachhaltig
- > Generell sehr geringe flächenbezogene N₂O-Emissionen über alle Varianten hinweg
- > Keine höheren N₂O-Emissionen durch RB (nach 12 Jahren RB)
- > Faktor Kompost erhöht evtl. N₂O-Emissionen (n.s.), wobei sich eine Maßnahmenkombination mit Mulch wieder senkend auswirkte
- > Mulchsystem kühlt den Boden und könnte sich günstig auf die Stoffretention auswirken
- > **Unter langfristiger Anwendung (> 10 Jahre) können sich regenerative Praktiken senkend auf das Erderwärmungspotential auswirken.**
- > RB im Ökolandbau reduziert oft die Erträge: Kompost wirkt dem entgegen



2020-2023: AKHWA

Grenzen

- 1** Red. Bodenbearbeitung verringert im Ökolandbau z.T. Erträge
- 2** Untersaaten werden in Trockenjahren zur Wasser Konkurrenz
- 3** Komplex in der Anwendung (Anbausystem erfordert viel Wissen)

Chancen

- 1** Kompostapplikationen stabilisieren das System und erhöhen C im Boden
- 2** Mehr Wasser, das weniger verdunstet und kühlere Böden steigern Resilienz
- 3** Stoffretention ebenfalls erhöht
- 4** Anbaumaßnahmen funktionieren besonders in Kombination



- **Feuchter Winter**

- ➔ schwache Wurzelentwicklung

- **lange Niederschlagspause**

- ➔ trockener Oberboden

- **viel Wind**

- ➔ Evapotranspiration

Poröse

Bodenoberfläche ✓

Bodengare ✓

Erhöhte

Humusgehalte ✓

Bodenbedeckung ✓

Strukturelemente



Regenerative Landwirtschaft



Großer Dank für unglaubliche Leistungen im Feld und Labor an:

an das Land Hessen, HMLU

**Mario Plass, Rainer Wedemeyer, Markus Hammer-Weis, Margit Rode, Alexandra Schuldt
und viele mehr sowie unzählige Studierende**

Blieben Sie auf dem Laufenden:

www.akhwa.de

