

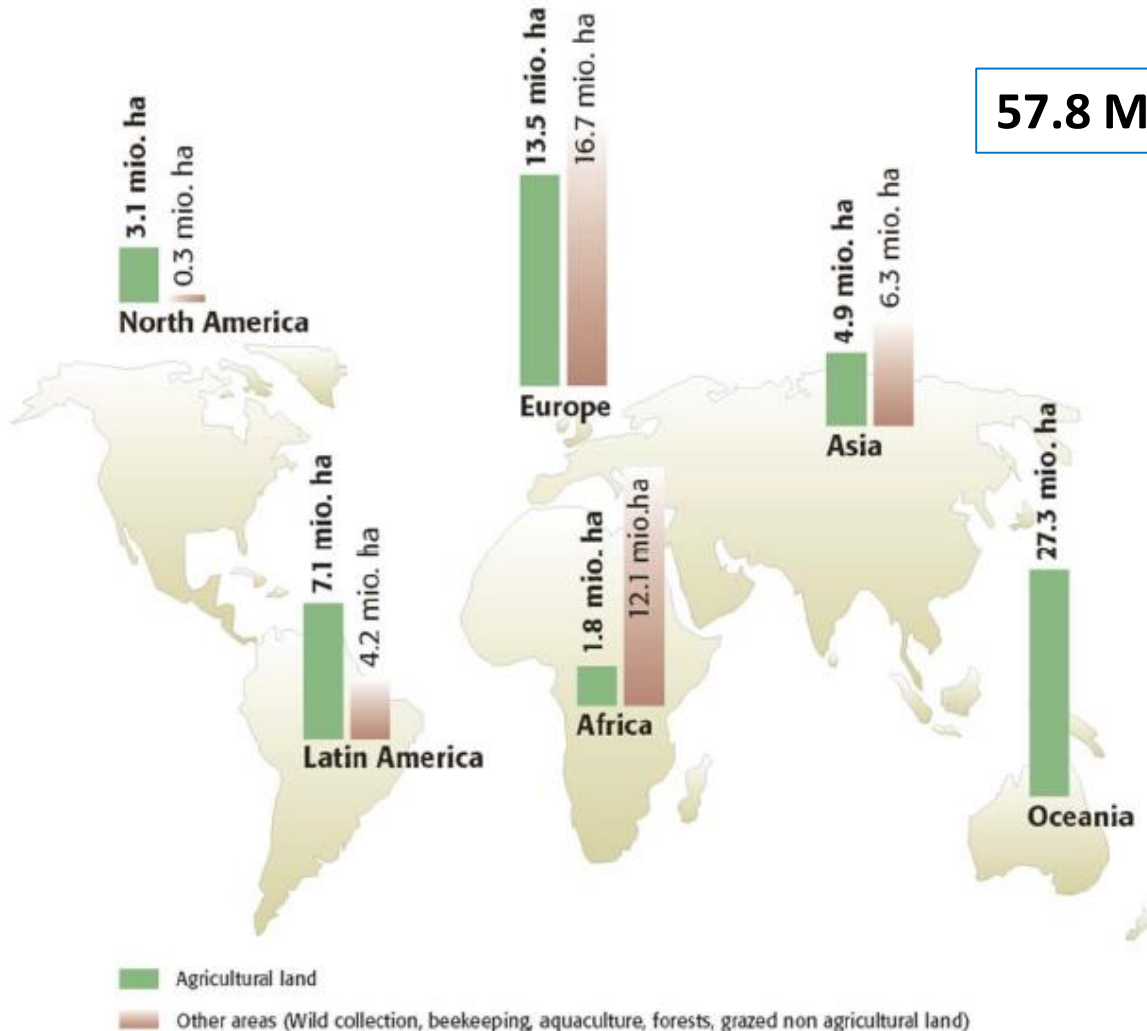


# Klimawirkungen des ökologischen Landbaus - Realität und Visionen?

Andreas Gattinger

[andreas.gattinger@agrar.uni-giessen.de](mailto:andreas.gattinger@agrar.uni-giessen.de)

# Weltweit ökologisch bewirtschaftete Flächen und andere ökologische Flächen (2016)



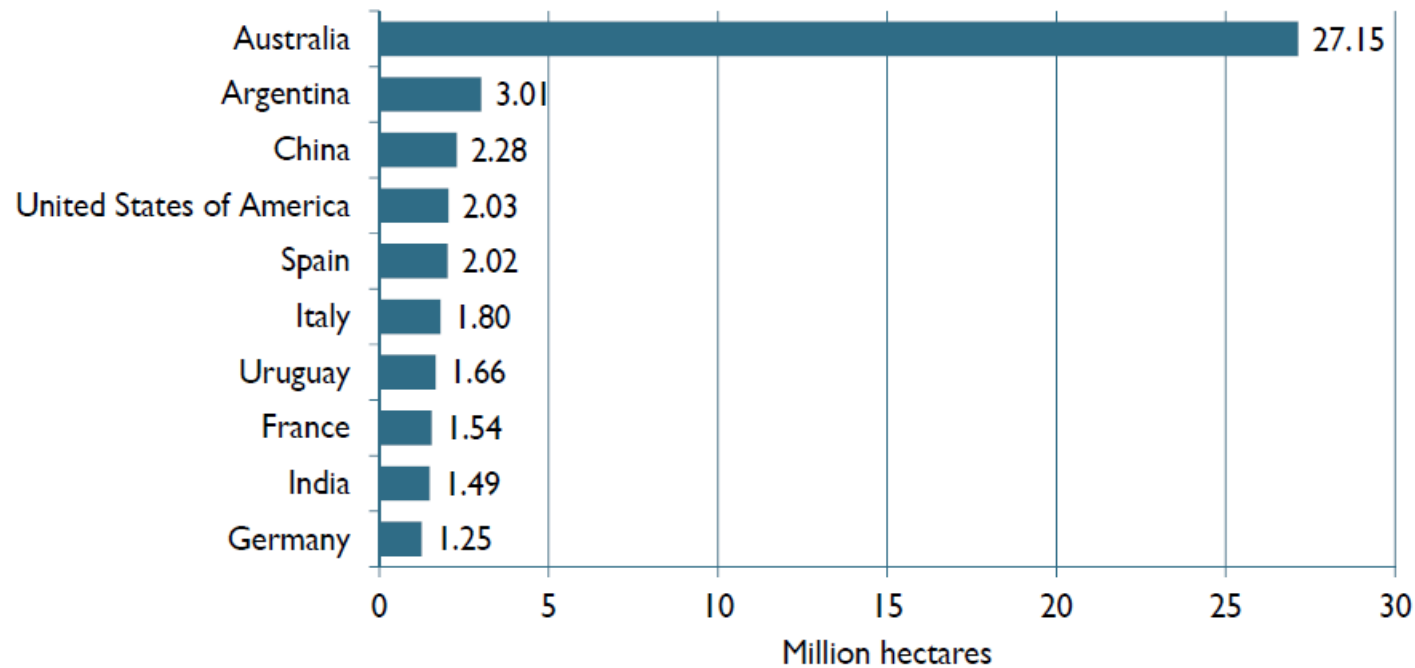
57.8 Mill. ha (1.19%)

EU Öko-Verordnung  
(EG) Nr. 834/2007

# Weltweit ökologisch bewirtschaftete Fläche (2016): Die zehn wichtigsten Länder

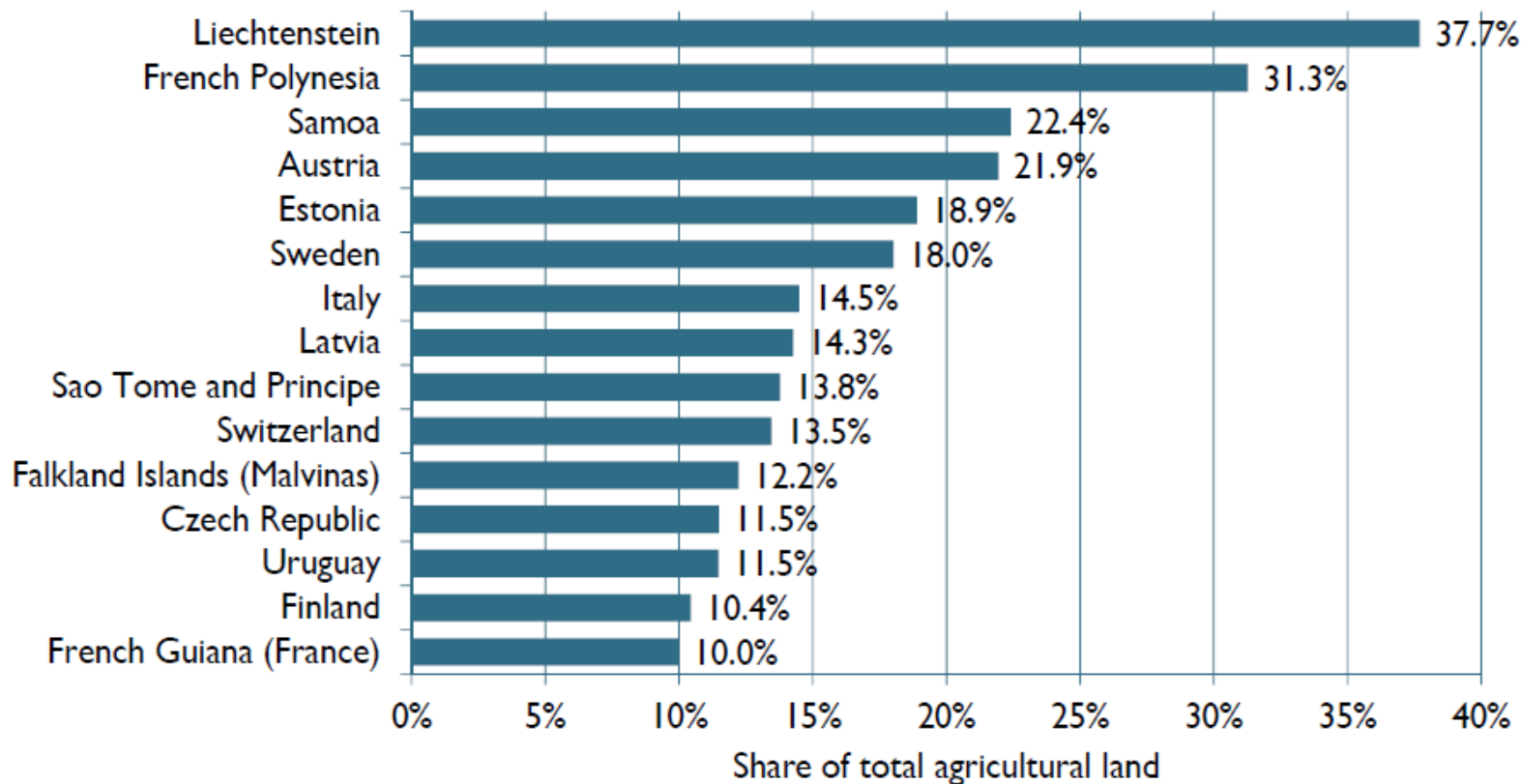
## The ten countries with the largest areas of organic agricultural land 2016

Source: FiBL survey 2018



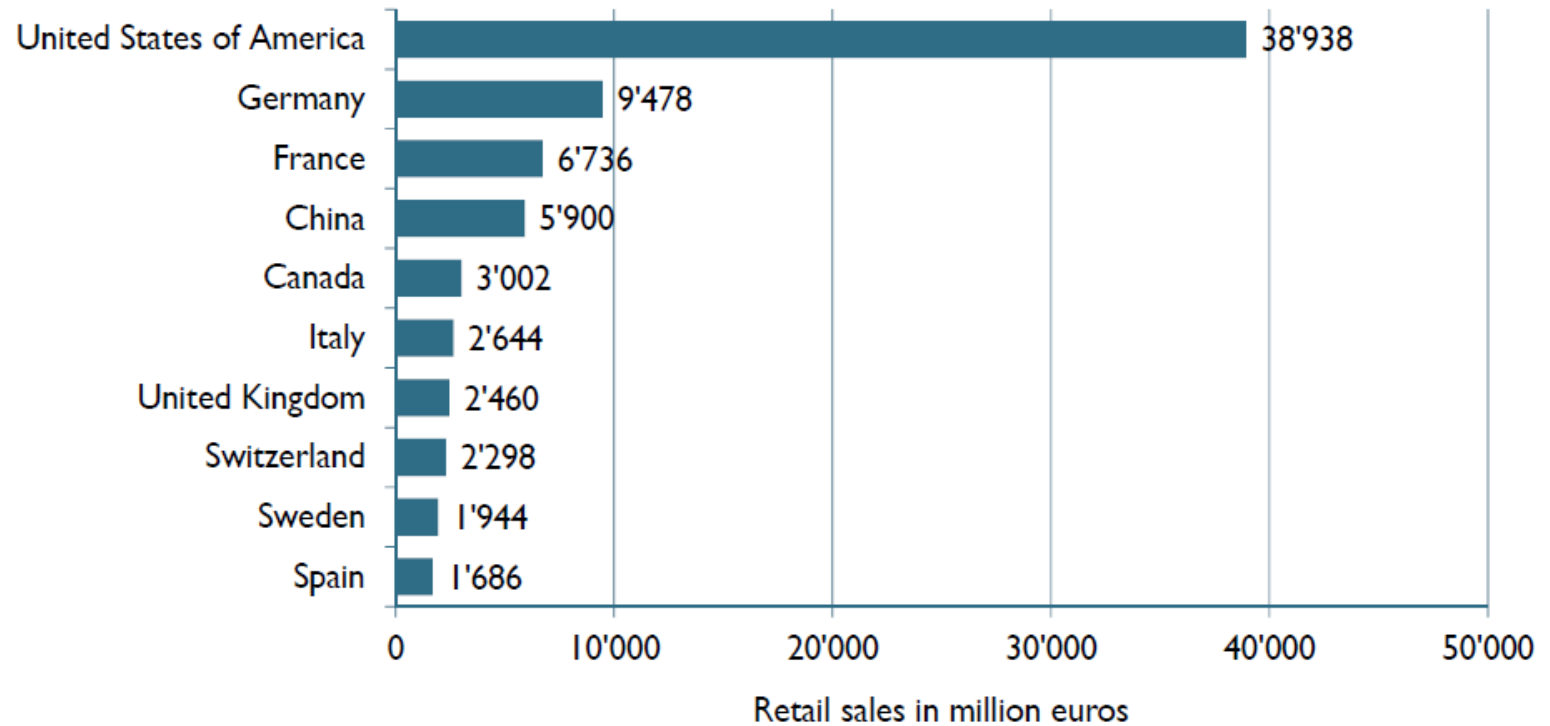
Willer & Lernoud, 2018

## Weltweit höchsten Anteile an ökologisch bewirtschafteter Fläche (2016)



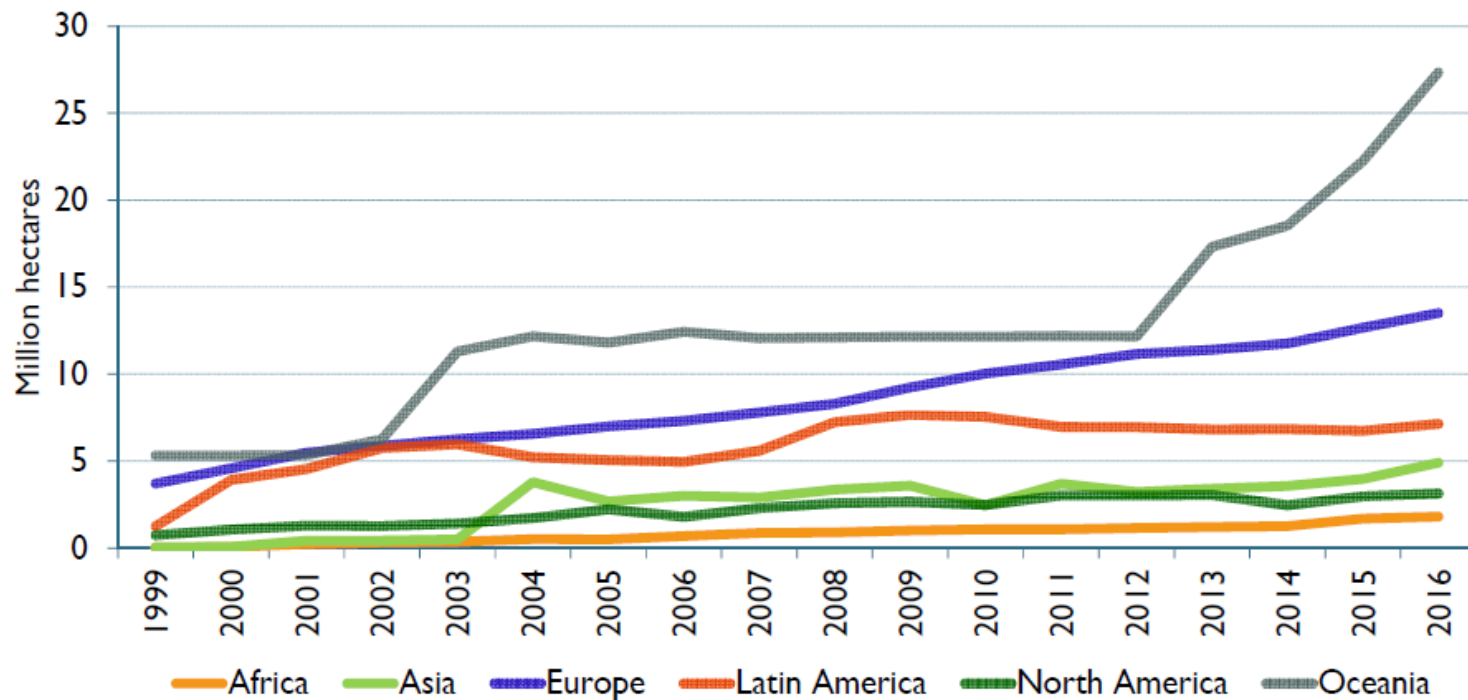
Willer & Lernoud, 2018

# Weltweit größten Märkte für Bio-Lebensmittel (2016)



Willer & Lernoud, 2018

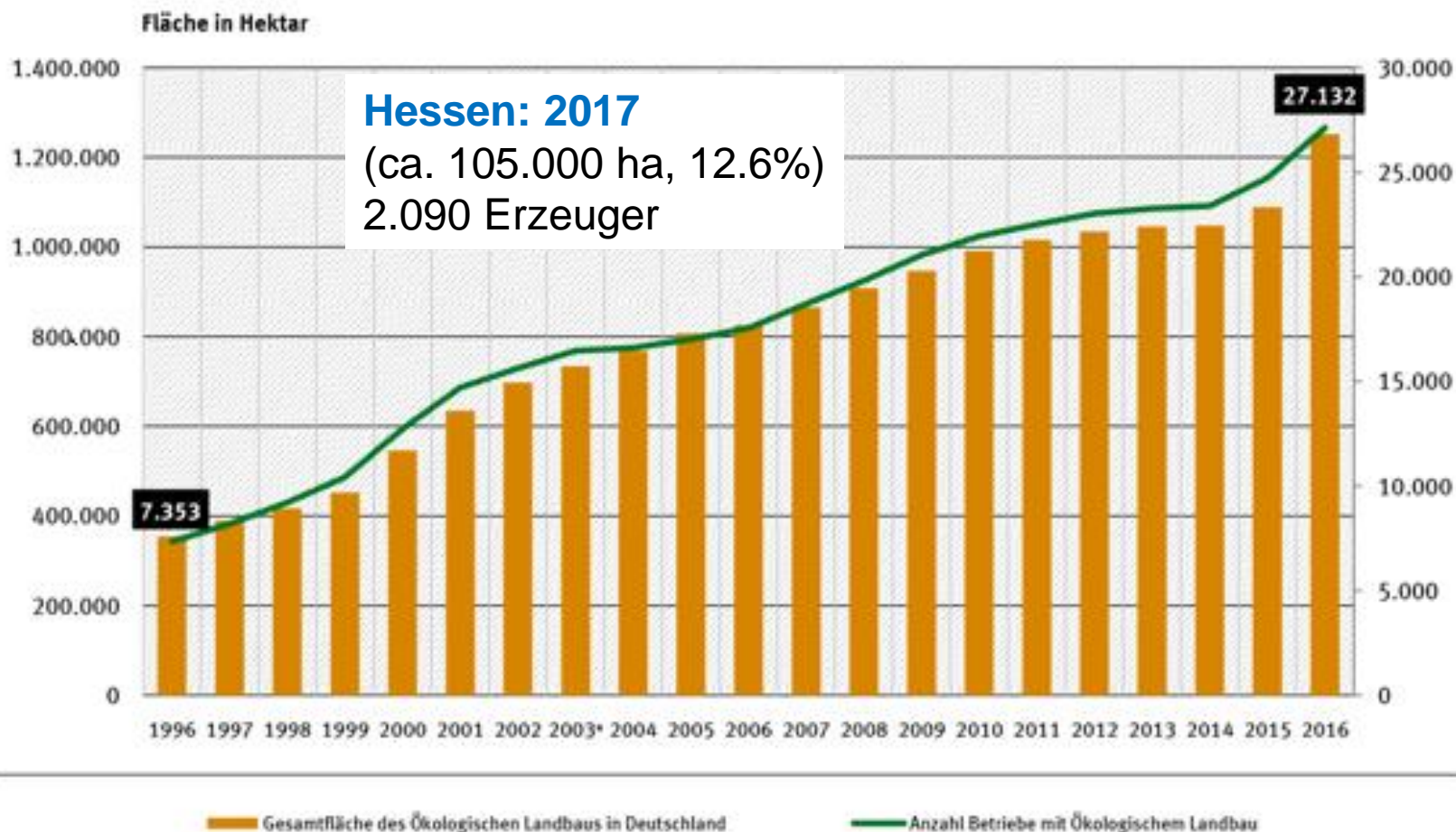
# Weltweites Wachstum der ökologischen Anbauflächen nach Kontinenten (2016)



Willer & Lernoud, 2018

# Stetiges Wachstum des ökologischen Landbaus in Deutschland

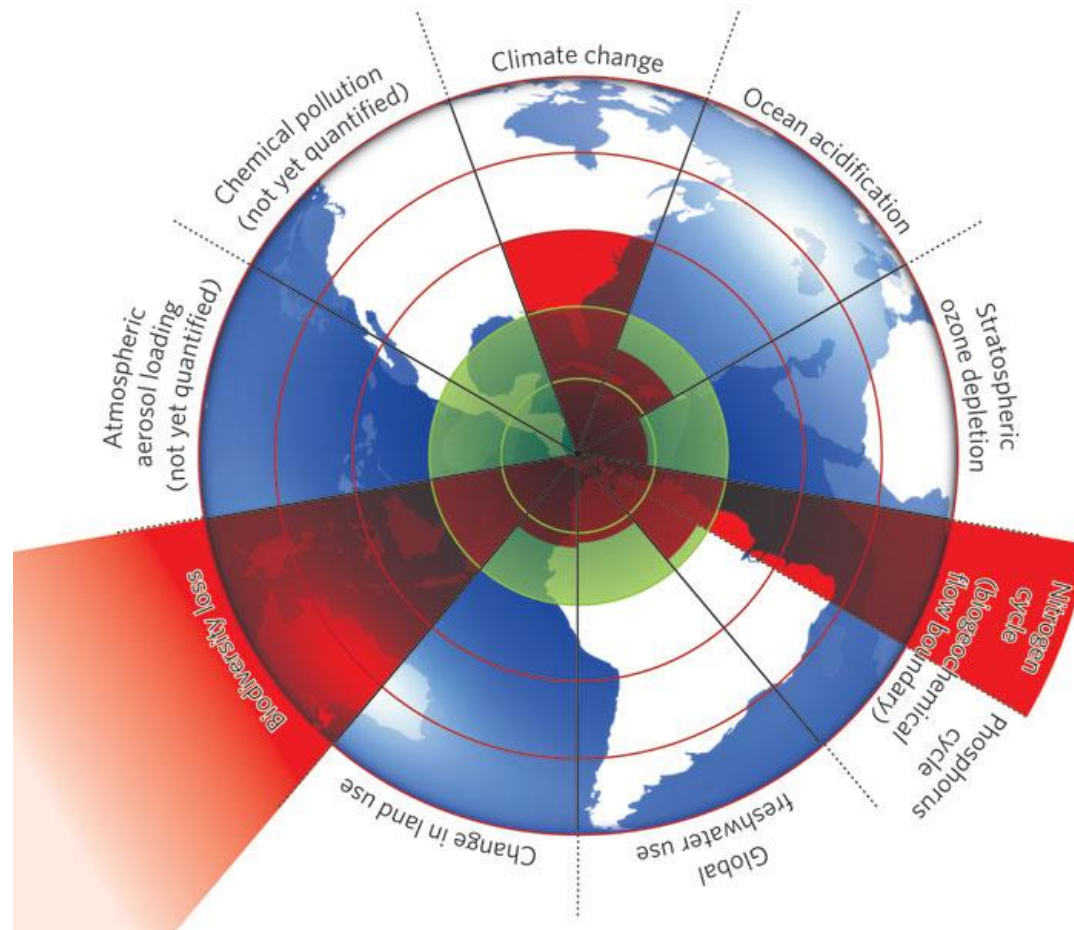
Betriebe und Fläche des Ökologischen Landbaus in Deutschland



\* Aufgrund geänderter Erfassung in Thüringen mit den Vorjahren nicht vergleichbar.

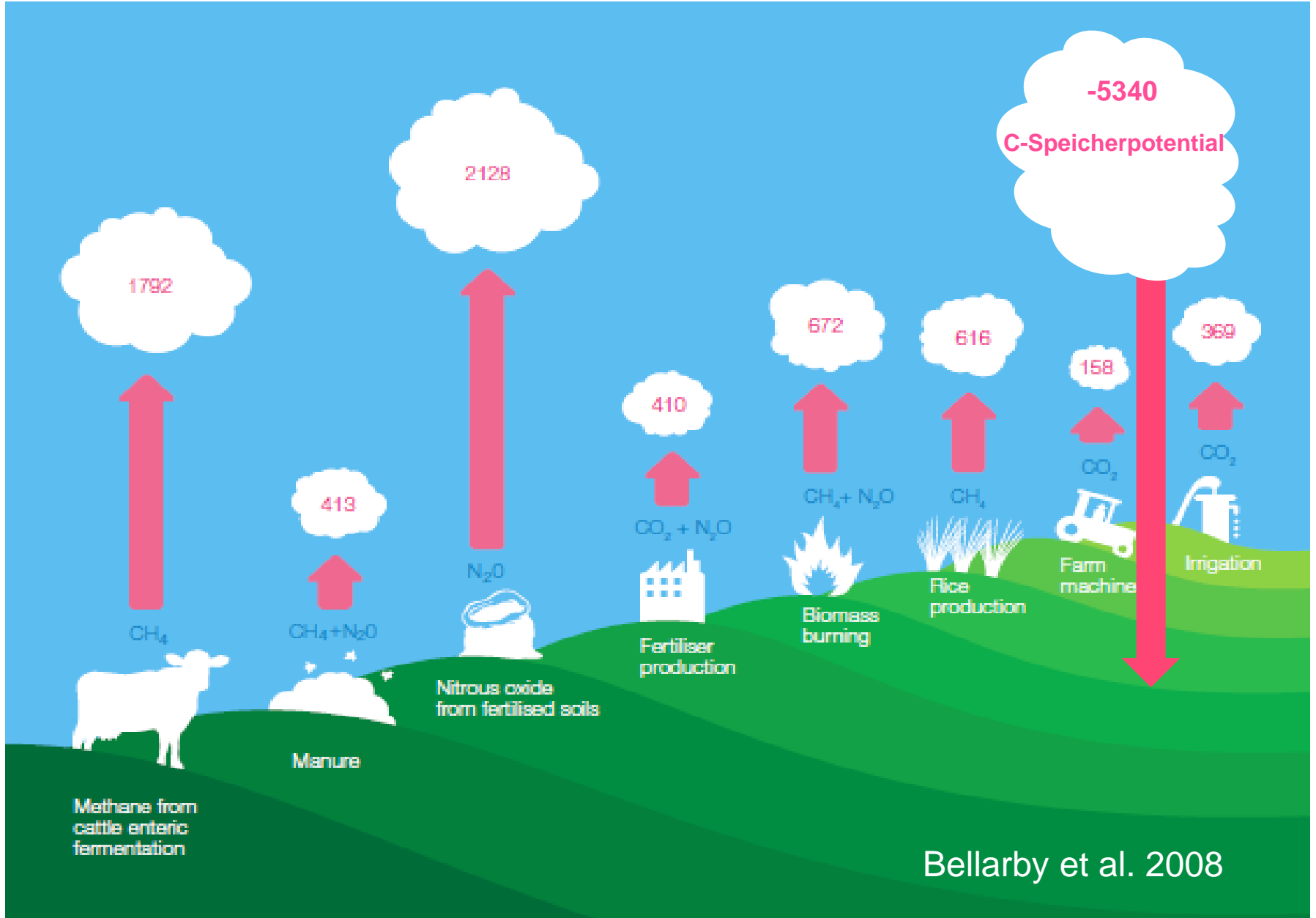
Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/\\_Texte/OekologischerLandbauDeutschland.html](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/_Texte/OekologischerLandbauDeutschland.html) (abgerufen am 14.02.2018)

# Kann der ökologische Landbau Lösungen für die globalen Herausforderungen liefern, z.B. Klimawandel/ Treibhausgase?



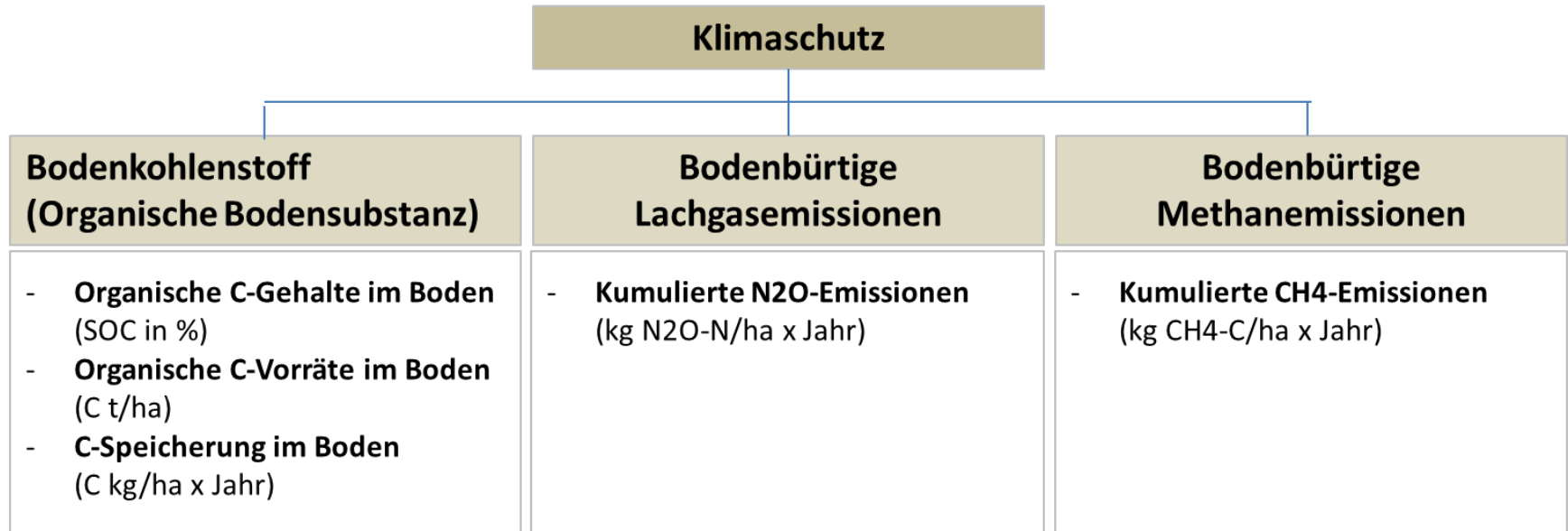


# Quellen der globalen landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen

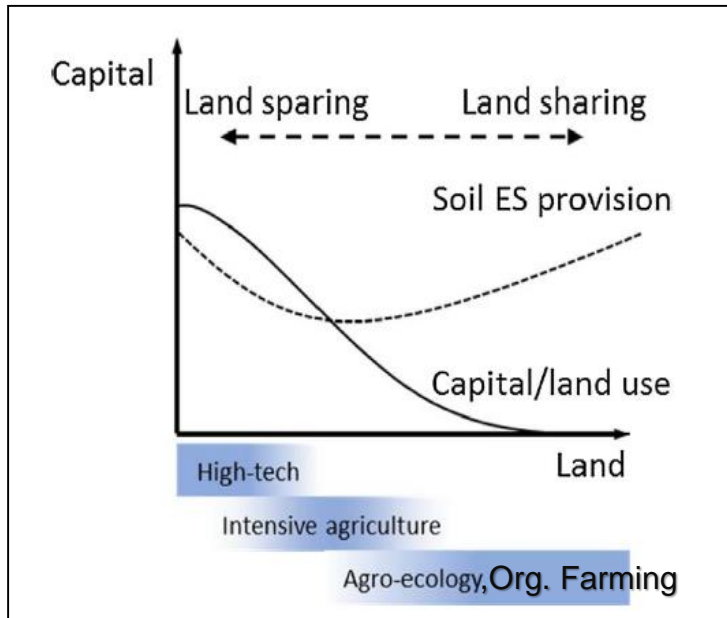


Bellarby et al. 2008

# Klimaschutz durch Ökolandbau: Fokus Bodenemissionen

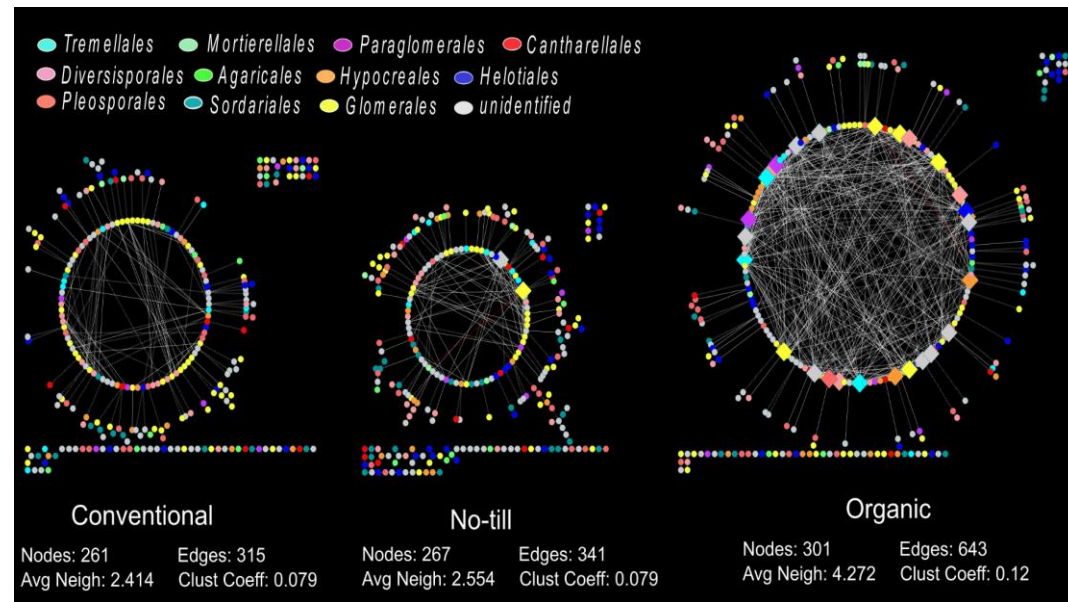


# Boden - Schlüsselressource in der (ökologischen) Landwirtschaft



adapted by Muller et al., Land Use Policy, 2017

## Komplexeres Weizenmikrobiom unter Öko



Banerjee et al. ISME J, submitted

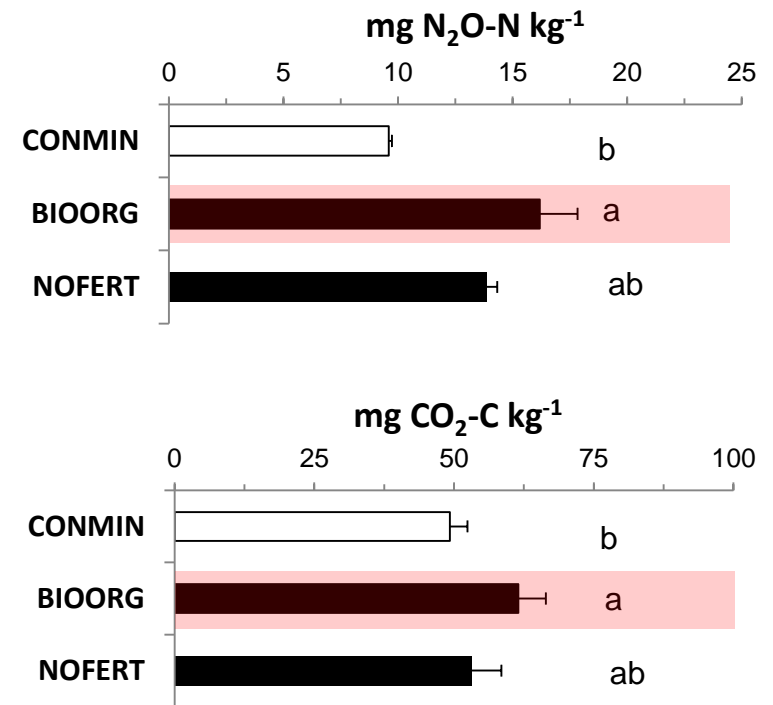
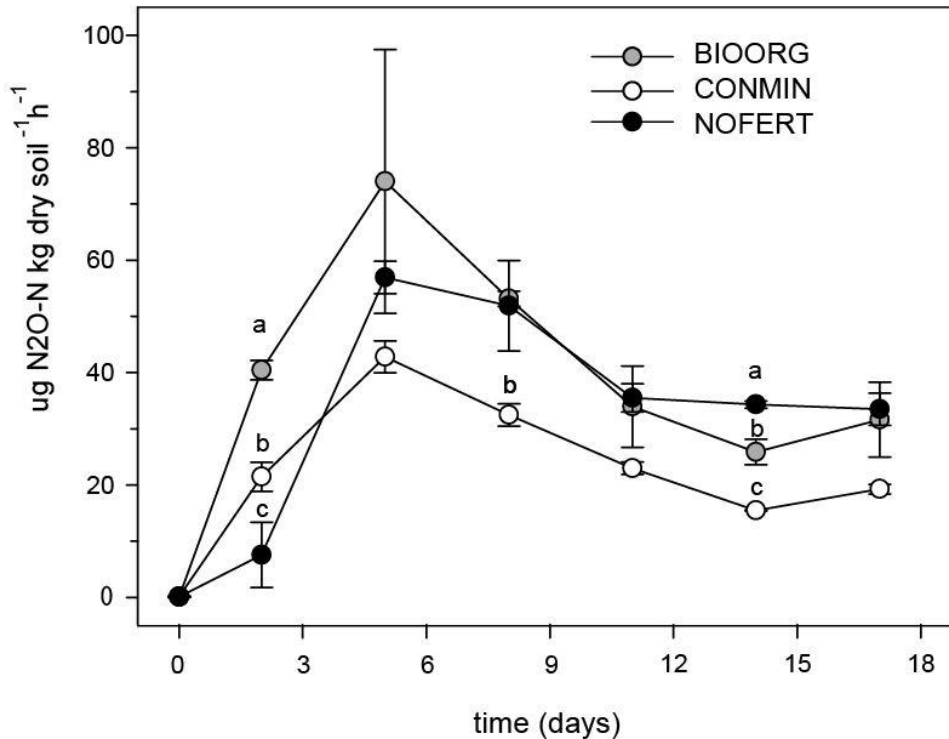


# Klimawirkungen des ökologischen Landbaus - Realität und Visionen

1. **Weniger Lachgasemissionen im ökologischen Landbau?**
2. C-Sequestrierung im ökologischen Landbau?
3. Synthese
4. Visionen und Lösungen



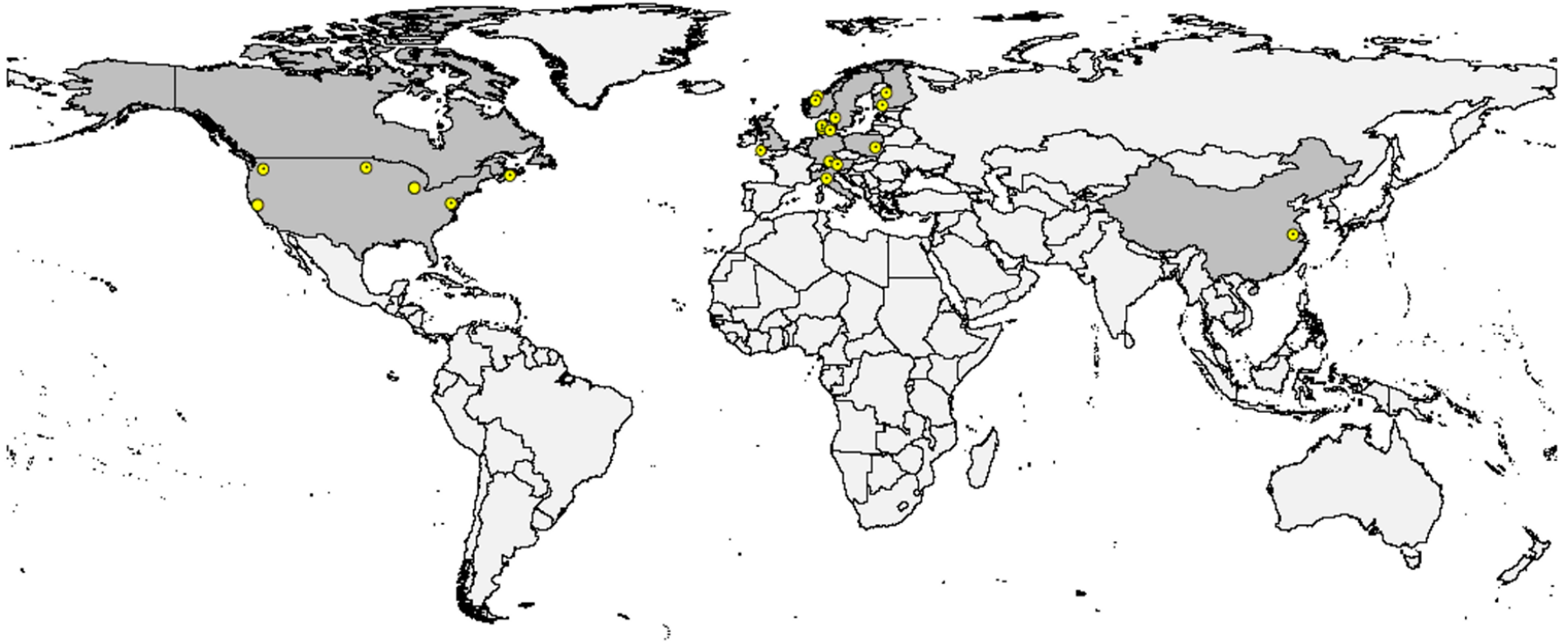
# Das N<sub>2</sub>O -Emissionspotenzial von ökologisch bewirtschafteten Böden ist unter Laborbedingungen höher (N-Düngung 40 kg/ha)



- Der biologisch aktive BIOORG-Boden hat das höchste Potenzial für N<sub>2</sub>O - Emissionen unter den denitrifizierenden Bedingungen.



# Globale Meta-Analyse zu bodenbürtigen N<sub>2</sub>O-Emissionen



18 Systemvergleichsstudien, 98 Vergleichspaare



*Skinner, Gattinger et al. STOTEN, 2014*

# Weniger flächenskalierte N<sub>2</sub>O-Emissionen im ökologischen Landbau

Area-scaled GWP <sup>d</sup> N <sub>2</sub> O emissions					
(kg CO <sub>2</sub> eq. ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )					
land-use	MD	CI <sup>b</sup>	P	studies	comp. <sup>c</sup>
all (annual) <sup>f</sup>	-492	160	0.00	12	70
arable	-497	162	0.00	11	67
grassland	-1091	2531	0.40	2	3
rice-paddies	-646	1040	0.22	1	3

<sup>b</sup> ± 95%confidence interval (CI), <sup>c</sup> comparisons,

<sup>d</sup> Greenhouse Warming Potential (GWP)

<sup>f</sup> all annual measurements excl. rice

**ca. 500 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> weniger CO<sub>2</sub>-Äquiv. als N<sub>2</sub>O aus öko. bewirtschafteten Böden.**

# Höhere ertragsskalierte N<sub>2</sub>O -Emissionen im ökologischen Landbau

Yield-scaled GWP<sup>d</sup> N<sub>2</sub>O emissions

(kg CO<sub>2</sub>-eq. t<sup>-1</sup> DM)

land-use	MD	CI <sup>b</sup>	p	studies	comp. <sup>c</sup>
all (annual) <sup>f</sup>	42.4	33.1	0.01	7	25
arable	41.1	34.2	0.02	6	23
grassland	45.6	190.3	0.64	2	2
rice-paddies	-25.4	49.2	0.31	1	3

<sup>b</sup> ± 95%confidence interval (CI), <sup>c</sup> comparisons,

<sup>d</sup> Greenhouse Warming Potential (GWP)

<sup>f</sup> all annual measurements excl. rice

**ca. 50 kg CO<sub>2</sub> –Äq./t TM mehr aus ökolog. bewirtschafteten Böden. Break-Even-Punkt: +9% mehr Ertrag im ökologischen Landbau.**



# Neueste N<sub>2</sub>O-Daten aus dem DOK-Versuch, Therwil/CH (\*1978)



BIODYN (D): Bio-dynamisch

BIOORG (O): Bio-organisch

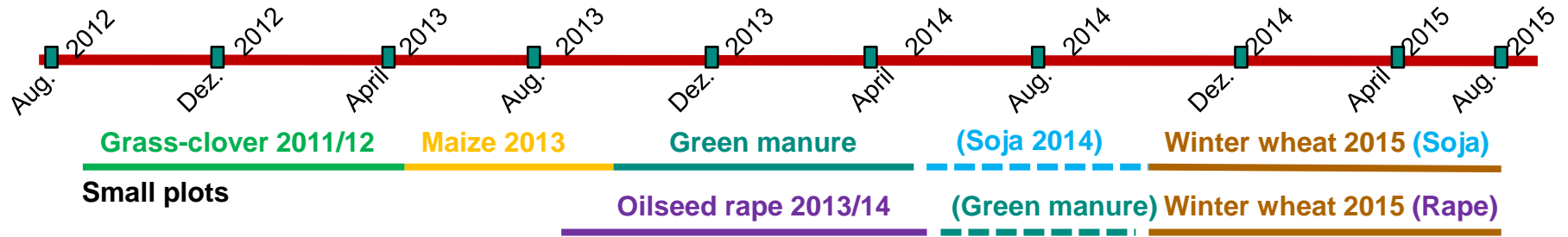
CONFYM (K): Integriert mit hofeigenem Dünger

CONMIN (M): Integriert ohne hofeigenem Dünger

NOFERT (N): Keine Düngung

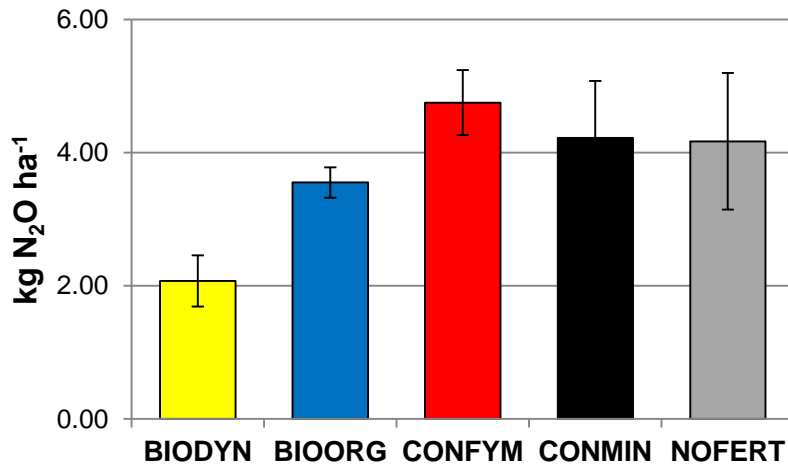
**Gleiche Fruchtfolge für alle Anbausysteme!**

# Treibhausgas-Monitoring-Kampagne 2012 - 2015 (nach 34 Jahren seit Versuchsbeginn), DOK-Versuch

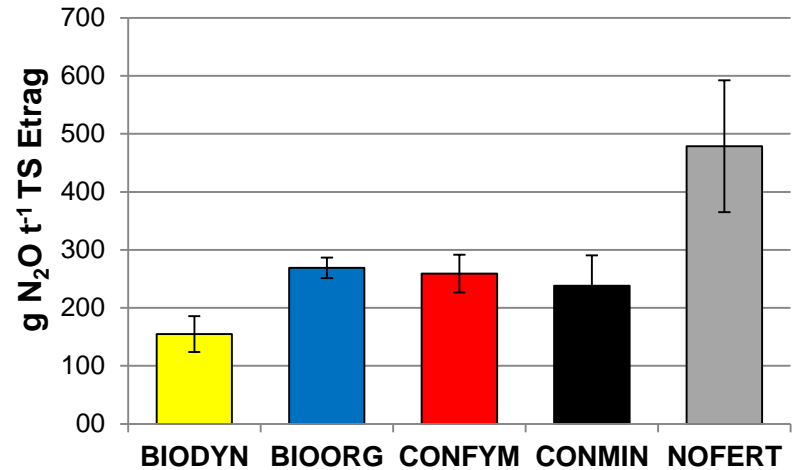


# Lachgasemissionen nach 34 Jahren differenzierter Bewirtschaftung

- Keine Düngung (= Extensivierung) keine Option zur N<sub>2</sub>O -Minderung
- Niedrigste flächen- und ertragsspezifische N<sub>2</sub>O -Emissionen in BIODYN



flächenskaliert N<sub>2</sub>O in Mais



ertragsskaliert N<sub>2</sub>O in Mais

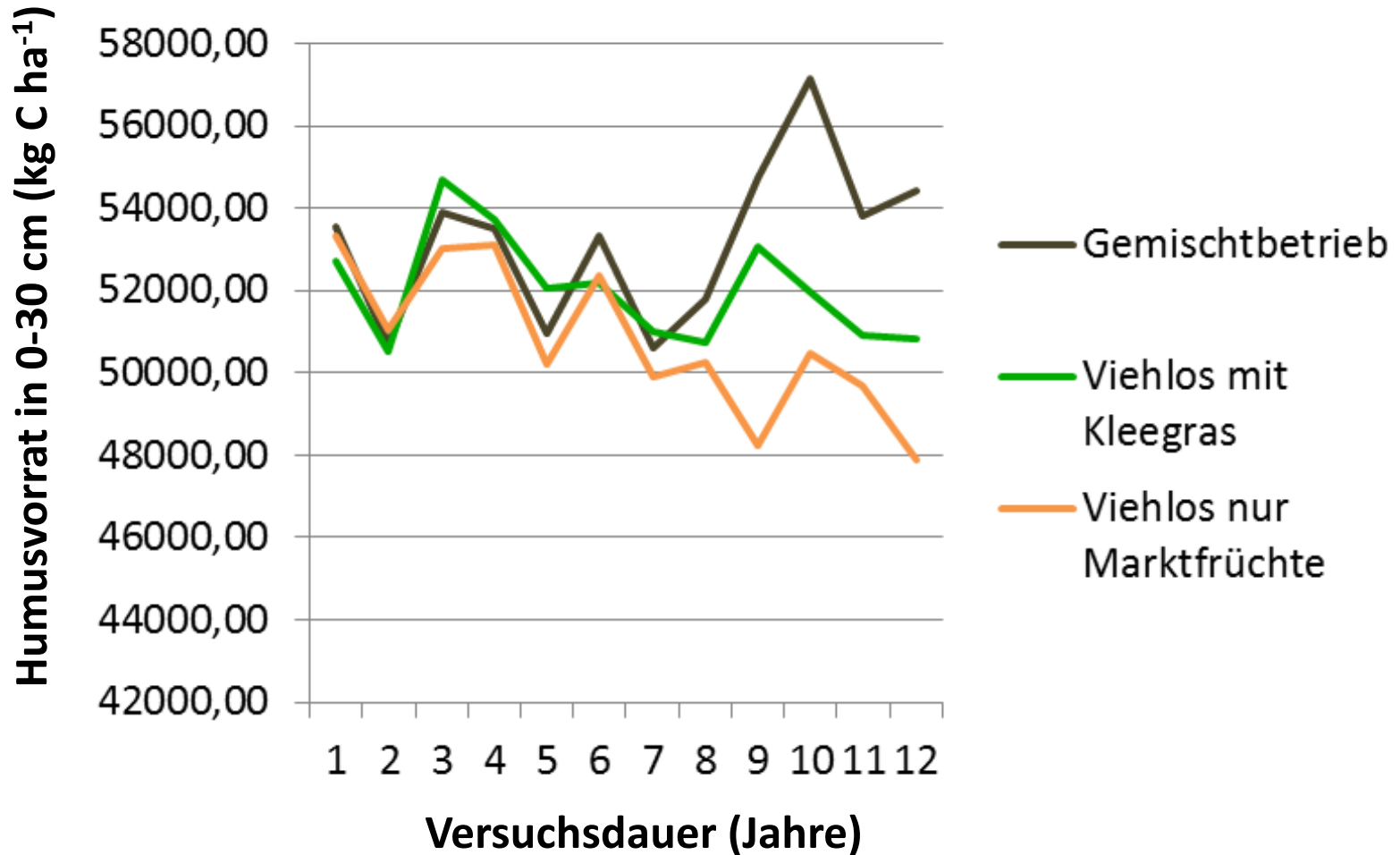


# Klimawirkungen des ökologischen Landbaus - Realität und Visionen

1. Weniger Lachgasemissionen im organischen Landbau?
- 2. C-Sequestrierung im ökologischen Landbau?**
3. Synthese
4. Visionen und Lösungen

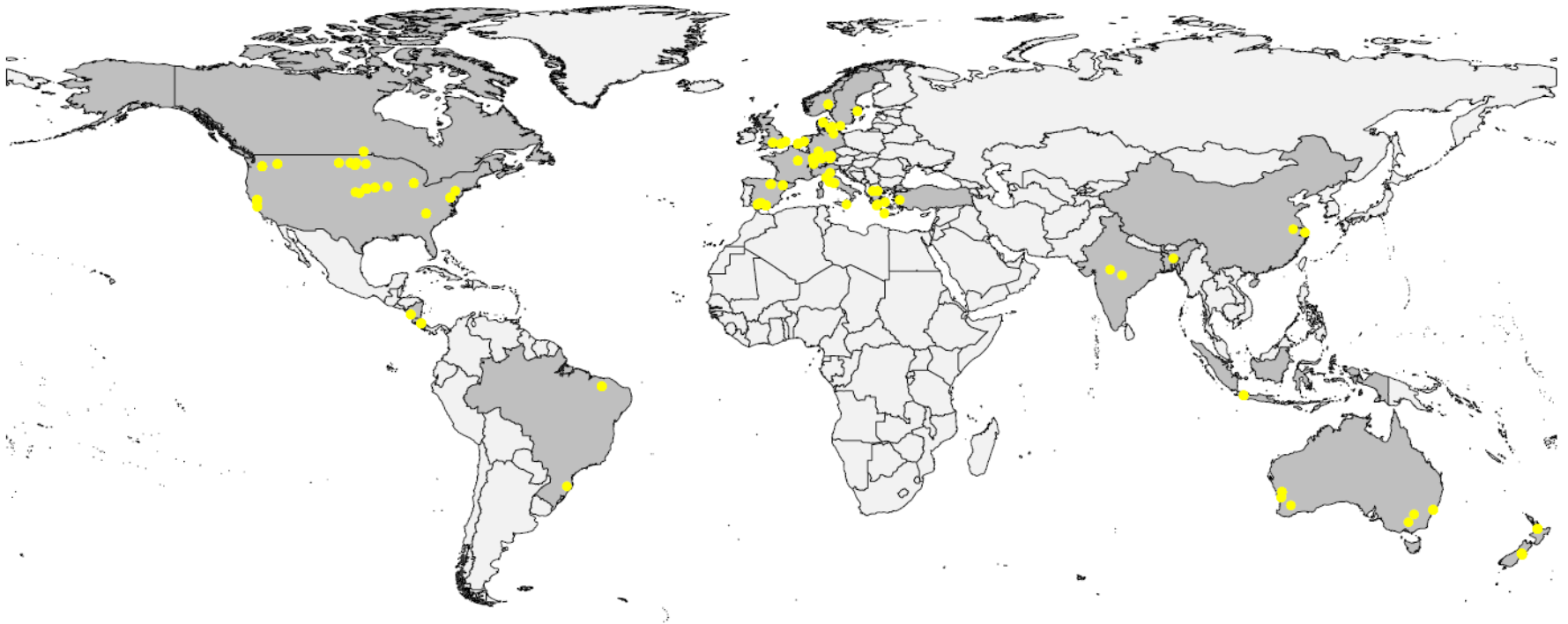


# Entwicklung der Humusvorräte im „Ökologischen Ackerbauversuch Gladbacherhof“ (seit 1998)



## C-Sequestrierung im ökologischen Landbau?

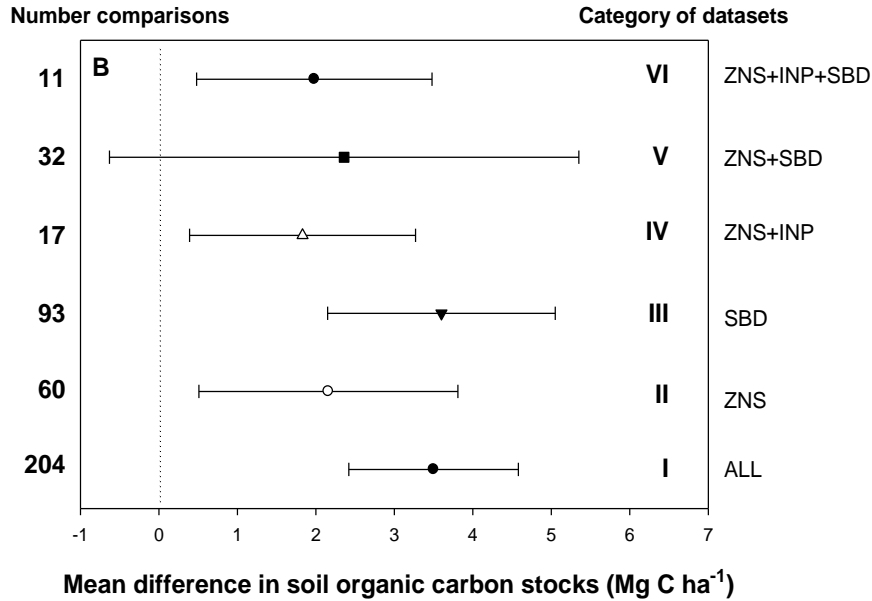
Geographische Verteilung von Systemvergleichsstudien (öko vs kon)



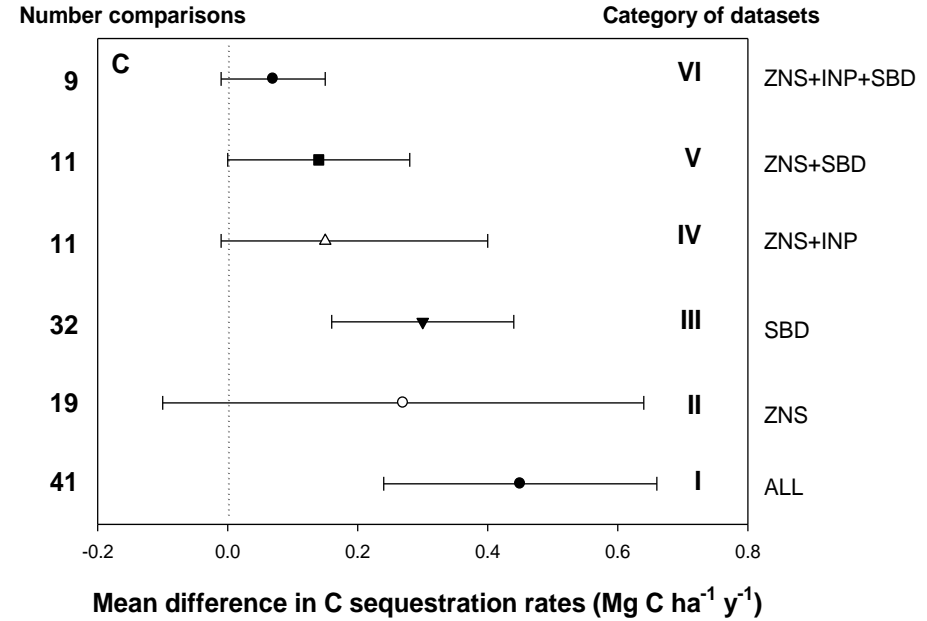
74 geeignete Studien weltweit mit bis zu 211 Paarvergleichen

Gattinger et al., PNAS, 2012

# Humusaufbau und C-Speicherung durch Ökolandbau?

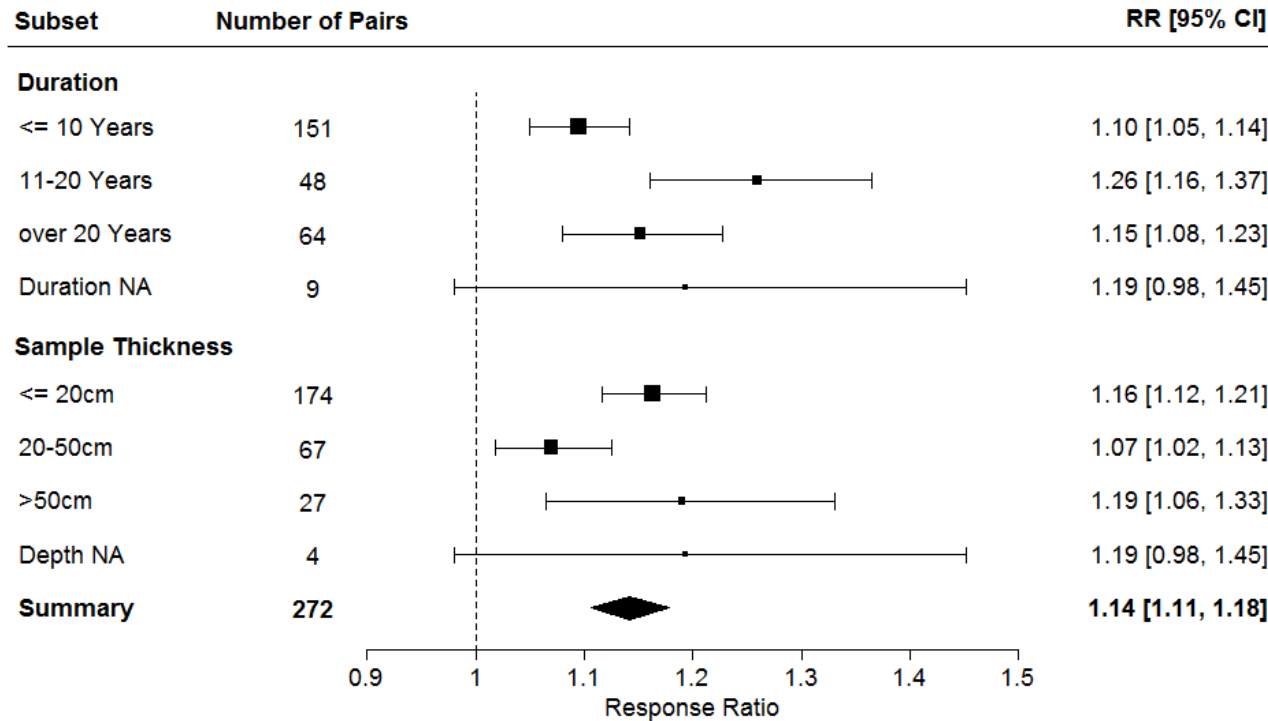


Höhere **C<sub>org</sub>-Vorräte** (3.50±1.08 Mg C ha<sup>-1</sup>) in Oberböden (0-20 cm) unter ökologischer Bewirtschaftung.



**Netto-Sequestrierung** von 450 kg C ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> für alle ökolog. bewirtschaftete Böden; das Potential ist niedriger unter „zero net input systems“ (≤ 1.0 GVE ha<sup>-1</sup>): 70 – 270 kg C ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>.

# Neueste Daten: Mehr Humus im Ökolandbau auch in tieferen Bodenschichten...



Weckenbrock & Gattinger, in prep.



# Klimawirkungen des ökologischen Landbaus - Realität und Visionen

1. Weniger Lachgasemissionen im organischen Landbau?
2. Verbesserte C-Sequestrierung im ökologischen Landbau?
- 3. Synthese**
4. Visionen und Lösungen

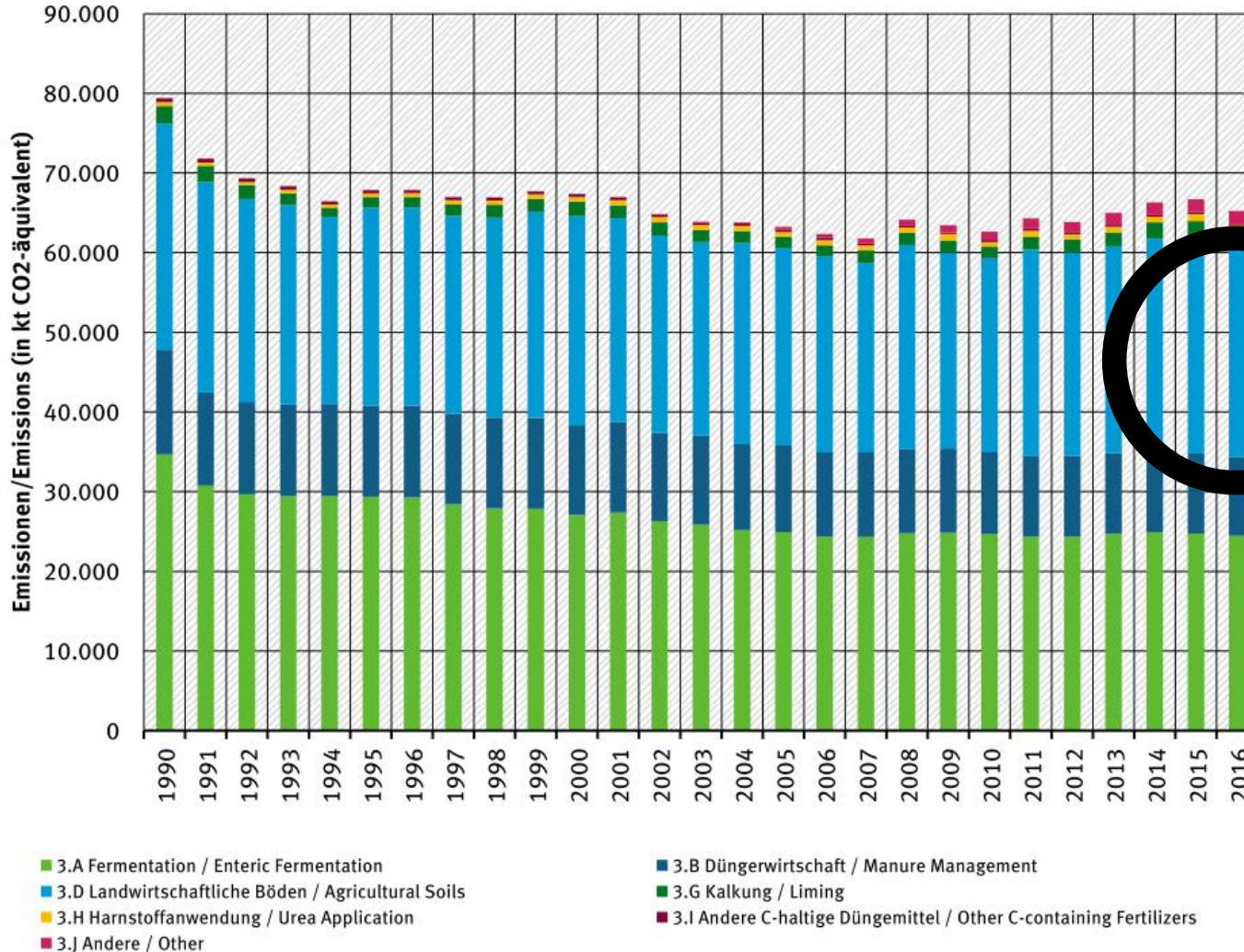


# Was bringt Umstellung auf Ökolandbau für den Klimaschutz?

- C Sequestrierung: -0.99 t CO<sub>2</sub> eq./ha (= 270 kg C für «geschlossene» Systeme)
- N<sub>2</sub>O Minderung: -0.49 t CO<sub>2</sub> eq./ha
- CH<sub>4</sub> Minderung: -0.03 t CO<sub>2</sub> eq./ha

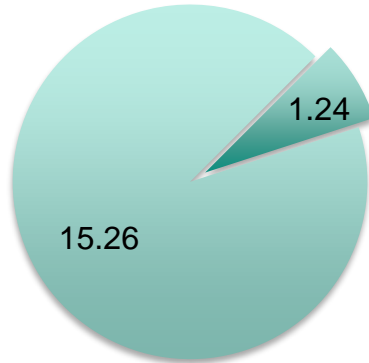
Meta-Studien ergeben ein Minderungspotential von insgesamt **1,51 t CO<sub>2</sub>/ha\*Jahr**

# THG-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft



# THG-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft

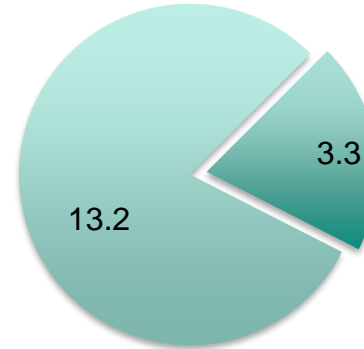
## Landwirtschaftliche Fläche Deutschland (Mio ha)



2016:  
**7,5%**  
Ökofläche

■ Ökologisch ■ Konventionell

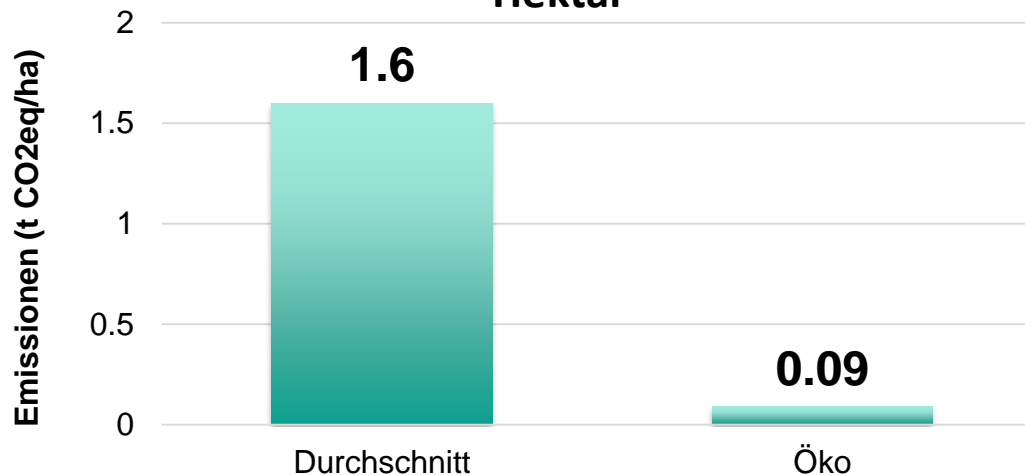
## Landwirtschaftliche Fläche Deutschland (Mio ha)



Ziel bis  
2020:  
**20%**  
Ökofläche

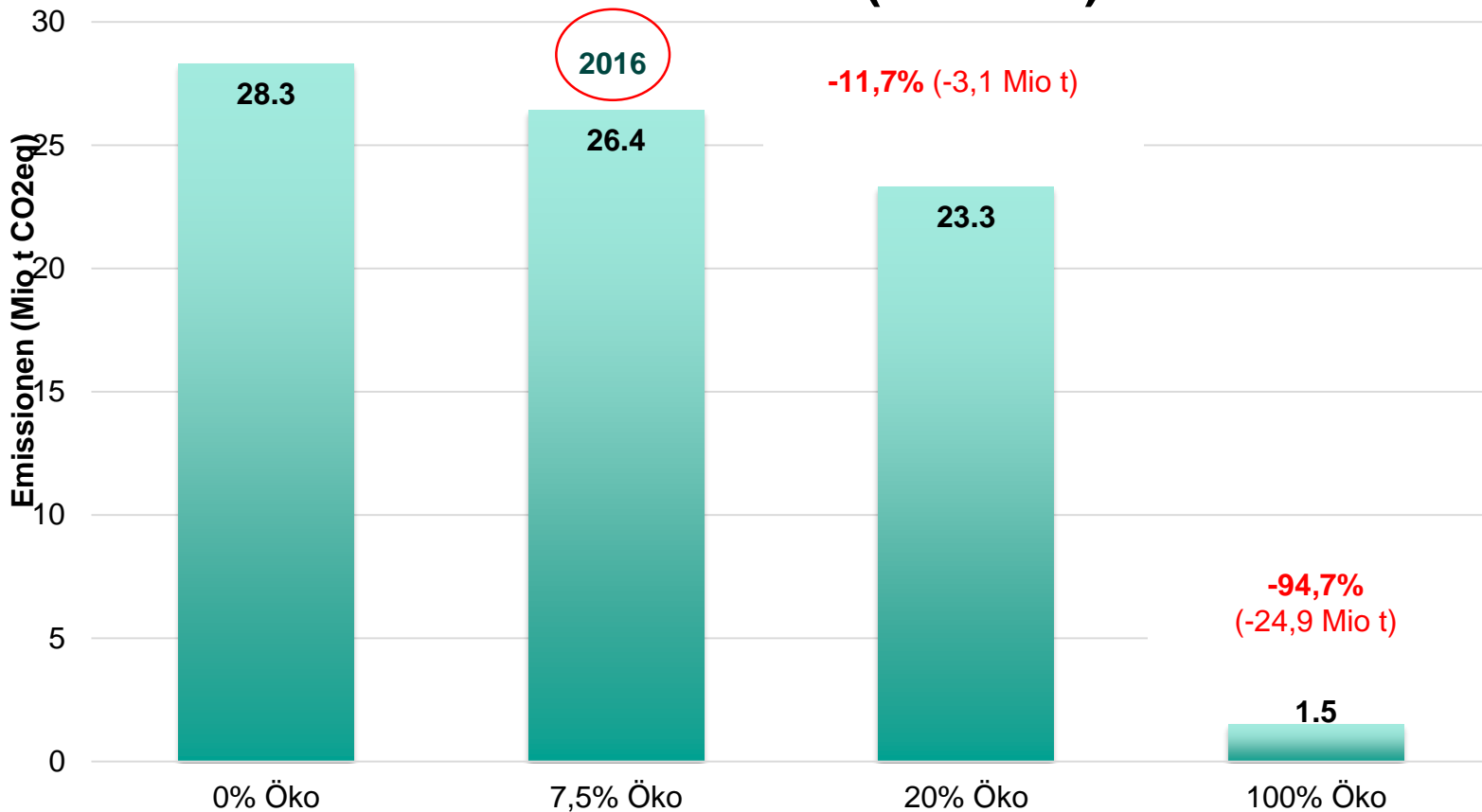
■ Ökologisch ■ Konventionell

## Landwirtschaftliche Bodenemissionen pro Hektar



# THG-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft

## Schätzung der Entwicklung der Bodenemissionen durch Ökolandbau (in Mio. t)



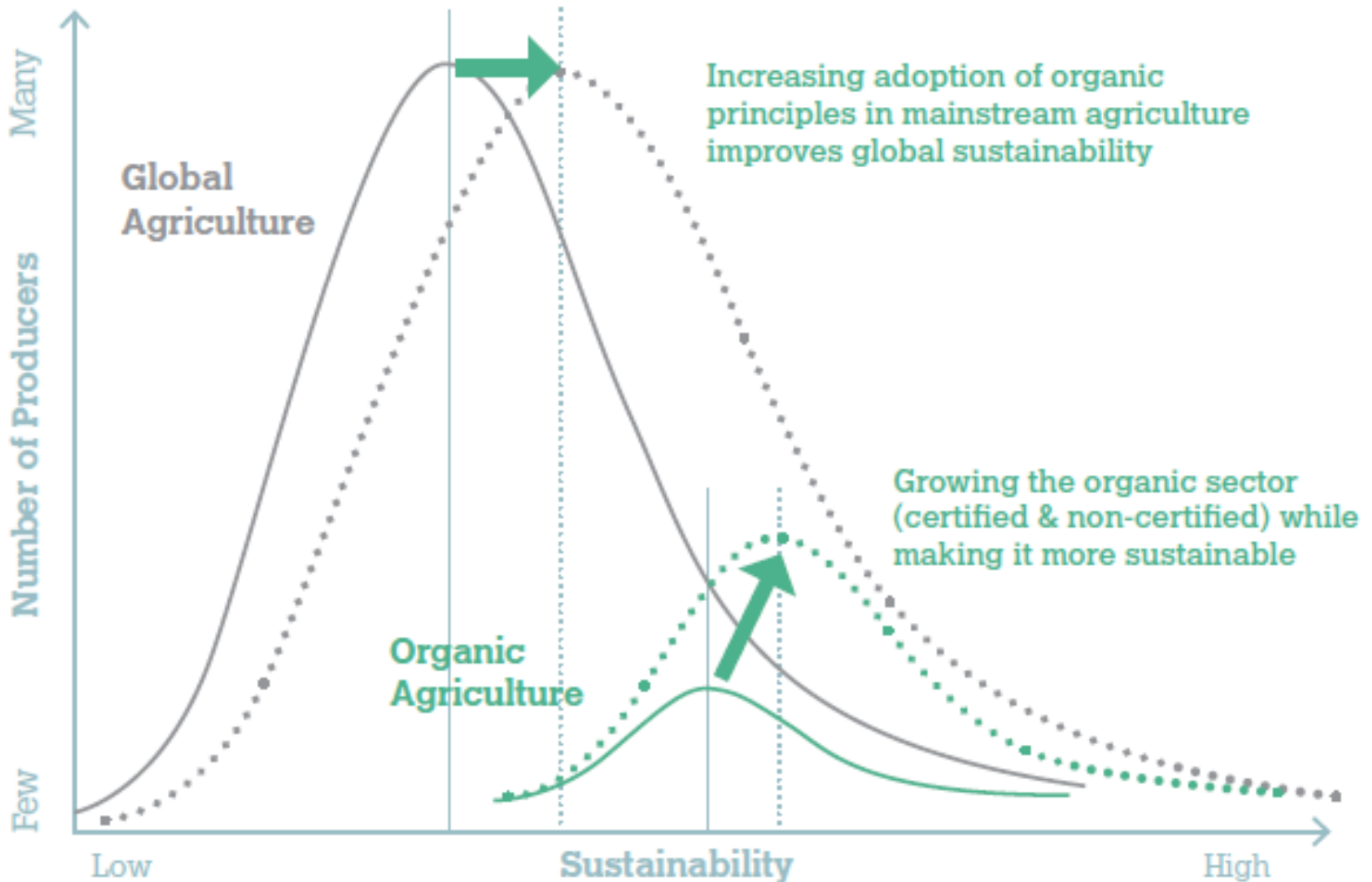
100% Öko: z.B. -4.7 Mio t Einsparung durch N-Düngerherstellung nicht mit einberechnet

# Klimawirkungen des ökologischen Landbaus - Realität und Visionen

1. Weniger Lachgasemissionen im organischen Landbau?
2. Verbesserte C-Sequestrierung im ökologischen Landbau?
3. Synthese
4. **Visionen und Lösungen**



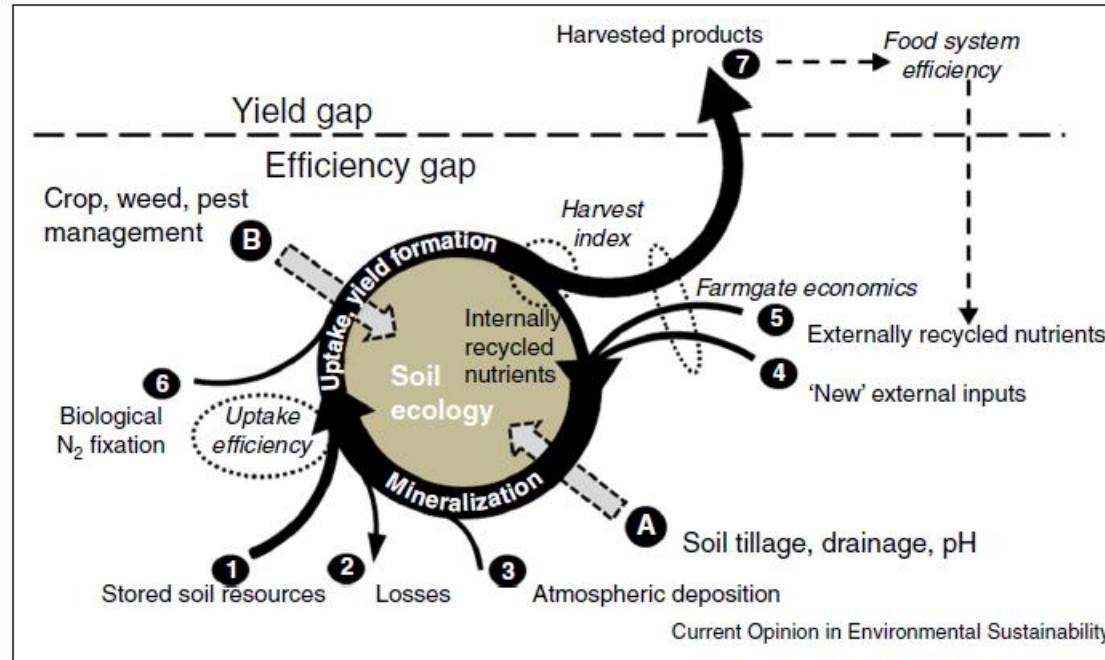
# Landwirtschaft als Teil eines globalisierten Ernährungssystems: Ökologisierung als Ziel (Leitbild Bioökonomie)



# Ökofunktionale Intensivierung zur Überbrückung von Effizienz- und Ertragslücken

## Ökofunktionelle Intensivierung gemäß bester Praxis zur Schließung der Ertrags- und Effizienzlücken

- Den Boden in das Zentrum der Bewirtschaftung rücken
- Seine Prozesse und Ökosystemleistungen gezielt nutzen und fördern
- dadurch synthetische Inputs (Dünger, PSM) ersetzen



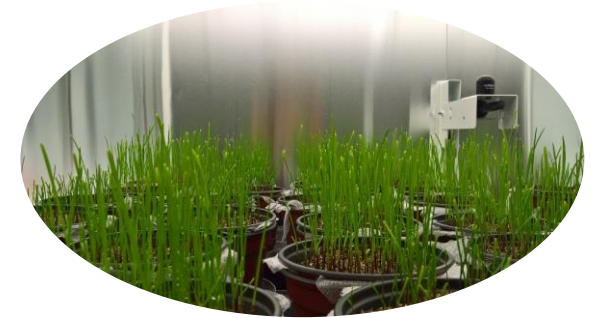


# Innovationen auf der Ebene der Stall-Feld-Betrieb-Landschaft

## Innovationen



→ Acker/Grünland



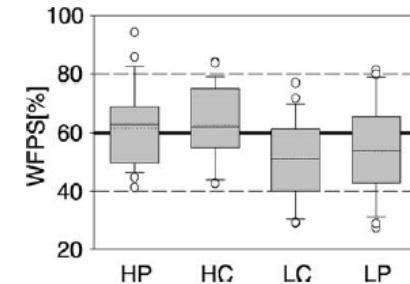
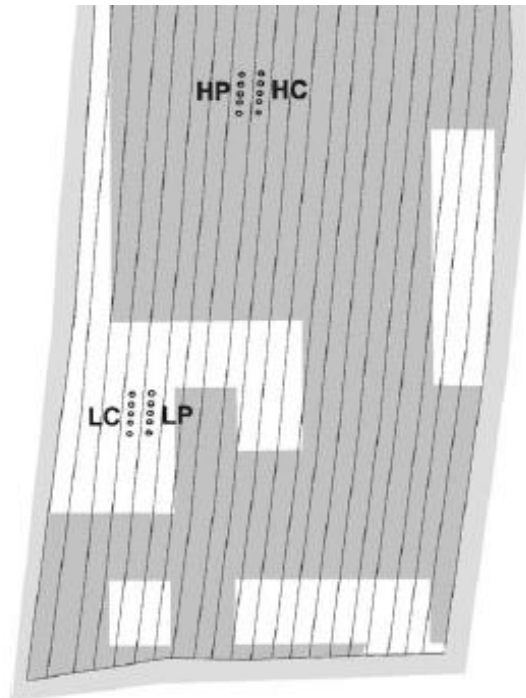
→ Landschaft



# Potenziale der digitalen Landwirtschaft: N<sub>2</sub>O - Minderung durch standortspezifische Düngung (Forschungsbetrieb Scheyern)

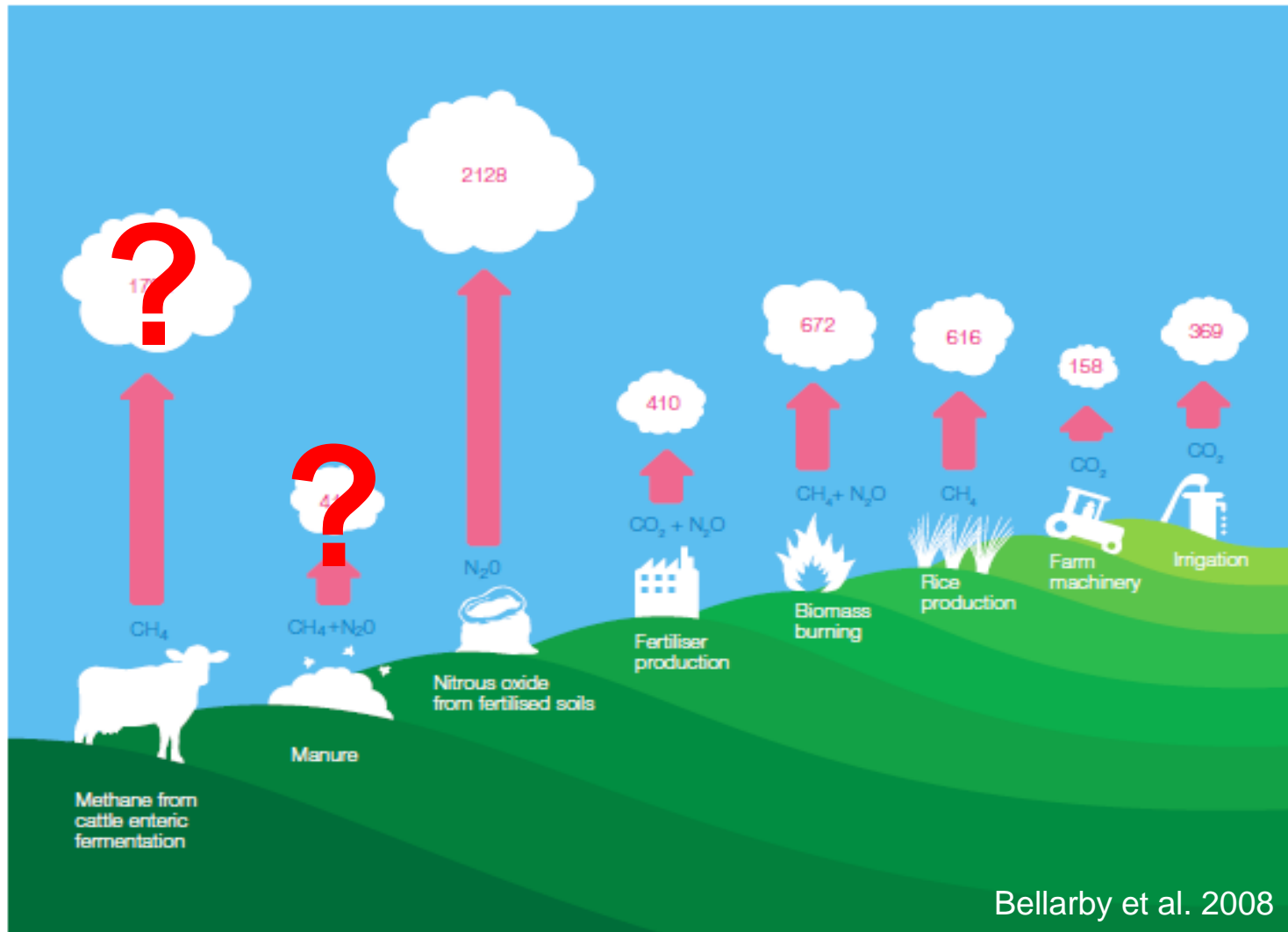
	Treatment			
	HP	HC	LP	LC
N <sub>2</sub> O emissions (kg N <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> )	5.4 c ± 0.7	5.5 c ± 0.5	2.3 a ± 0.3	3.5 b ± 0.6
N-fertilizer (kg N ha <sup>-1</sup> )	175	150	125	150
Yield (t d.wt. ha <sup>-1</sup> )	20.9 a ± 2.1	19.3 a ± 2.6	18.2 a ± 1.6	17.7 a ± 1.5
N <sub>2</sub> O per yield (kg N <sub>2</sub> O-N t <sup>-1</sup> d.wt.)	0.26 c ± 0.04	0.28 c ± 0.02	0.12 a ± 0.02	0.20 b ± 0.03

<sup>a</sup> Data are shown as arithmetic means with standard deviation (*n* = 5); different letters indicate significant differences between treatments.



Sehy et al., 2003, AGEE

## Große Unsicherheiten bei den Emissionen aus der (ökologischen) Tierhaltung und dem Wirtschaftsdüngermanagement



# Vergleich von Produktivität und Nachhaltigkeit inkl. Treibhausgasemissionen von (ökologischen) high-input/low-input Rinderhaltungssystemen, LFE Gladbacherhof (in Planung)



## Große Potenziale durch verbesserte (zeitliche/räumliche) Integration von Tier- und Pflanzenproduktion: e.g. Feed no food but grassland



Global potential to use 160 million tons of nitrogen (and other nutrients) from livestock manure more efficiently on cropland (calculated on the basis of 18.3 billion farm animals/FAO)

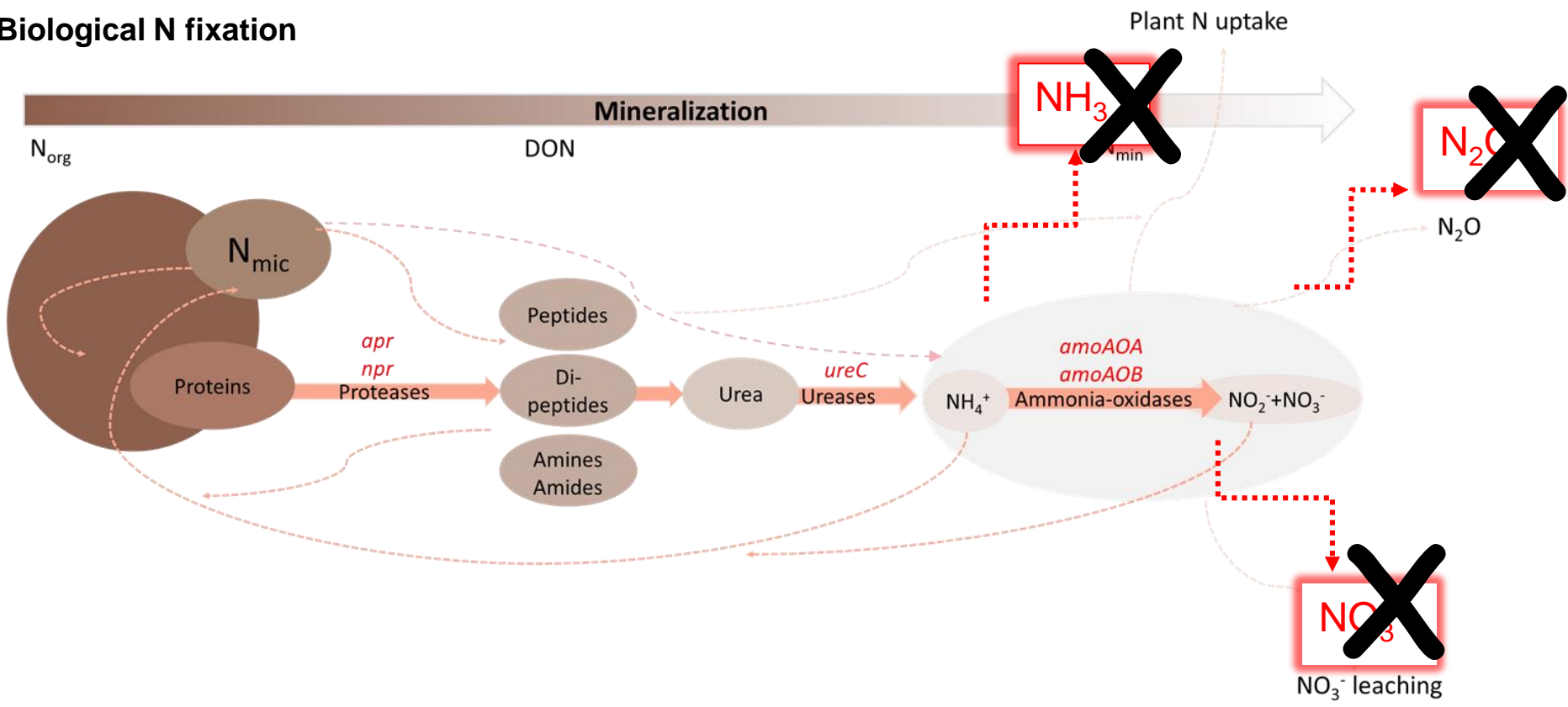


Global potential to produce 140 million tons of nitrogen on cropland (Badgley et al., 2007)



# Biologische N-Fixierung als Motor: Zur Reduktion von reaktiven N-Verbindungen in Boden-Tier-Pflanzensystemen

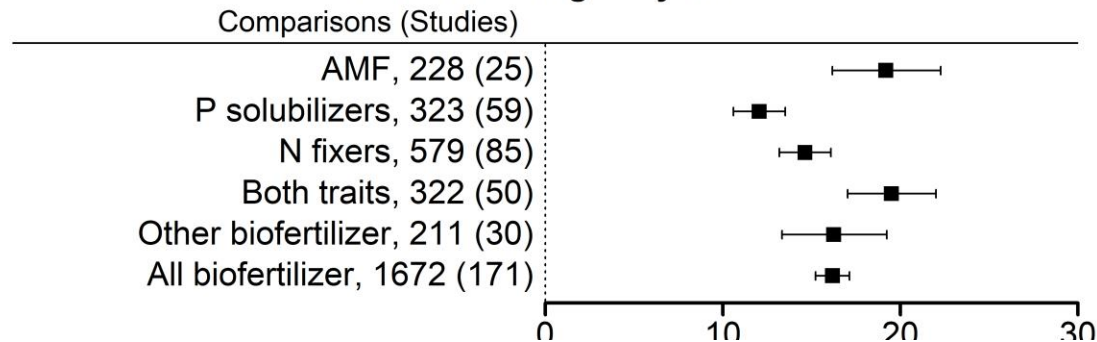
## Biological N fixation



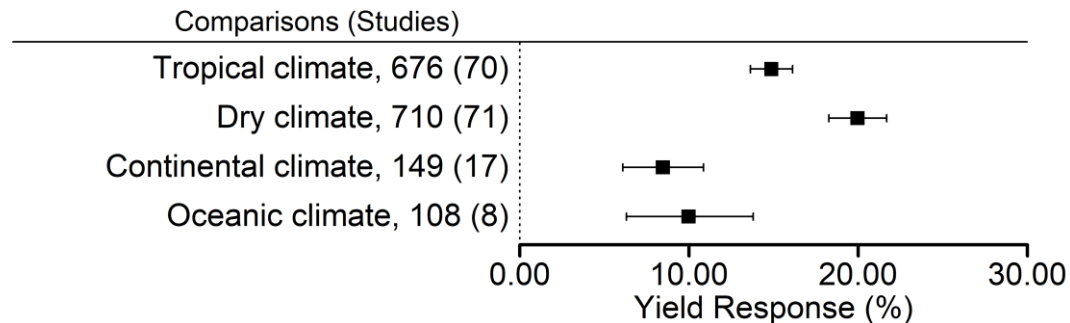
# Biofertiliser (= Mikroorganismen) und Bodenmikrobiom für bessere Nährstofferschliessung und (low-input) Produktivität

## Biofertilizer categories

### Percent change of yield



## Percentage change of yield as affected by climate



# Resiliente Landwirtschafts- (und Ernährungs-) Systeme







**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Weitere Informationen:  
[andreas.gattinger@agrar.uni-giessen.de](mailto:andreas.gattinger@agrar.uni-giessen.de)  
[www.solmacc.eu](http://www.solmacc.eu)**

**Sehen Sie auch:  
[www.youtube.com/watch?v=QYBS4Qj7T14](http://www.youtube.com/watch?v=QYBS4Qj7T14)**