

Wirkungen von Komposten auf die Humusversorgung, die C-Sequestrierung und Klimaresilienz im Ökolandbau

Kompostforum, Öko-Feldtage 2022, Gladbacherhof, 30. Juni 2022



- **Problemstellung**
- **Stoffkreisläufe, Humus- und Nährstoffversorgung**
- **Wirkungen des Komposteinsatzes**
 - Aufbau von Bodenfruchtbarkeit
 - Nährstoffkreisläufe und Nährstoffeffizienz
 - Humusdynamik, C-Sequestrierung und Treibhausgasbilanz
 - Ertragswirkungen
- **Schlussfolgerungen und Ausblick**



Ausgangssituation

Im Ökolandbau kann ein **Nährstoffrecycling über Komposte** wesentlich dazu beitragen, **optimale Humus- und Nährstoffgehalte im Boden** einzustellen und die **Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen** nachhaltig zu sichern.

Das **Einsatzpotenzial von Biogut- und Grüngutkompost** wird aber derzeit nur **unzureichend ausgeschöpft**, obwohl ein hoher **Bedarf an Makro- und Mikronährstoffen** sowie an **organischer Substanz** besteht.

ÖKOLOGIE & LANDBAU

ÖKOLOGIE & LANDBAU

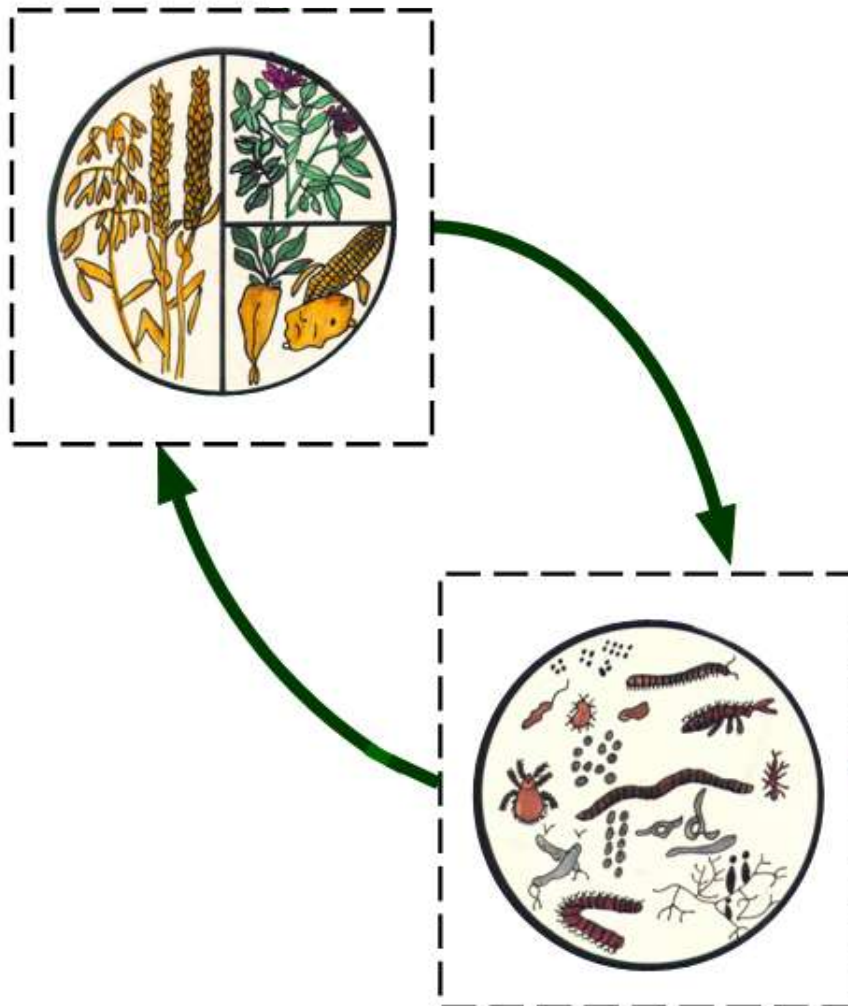
 **söl** **FiBL**

DEUTSCHLAND 10,20 € | ÖSTERREICH 11,20 € | SCHWEIZ 16,60 CHF **AUSGABE 04/2019**



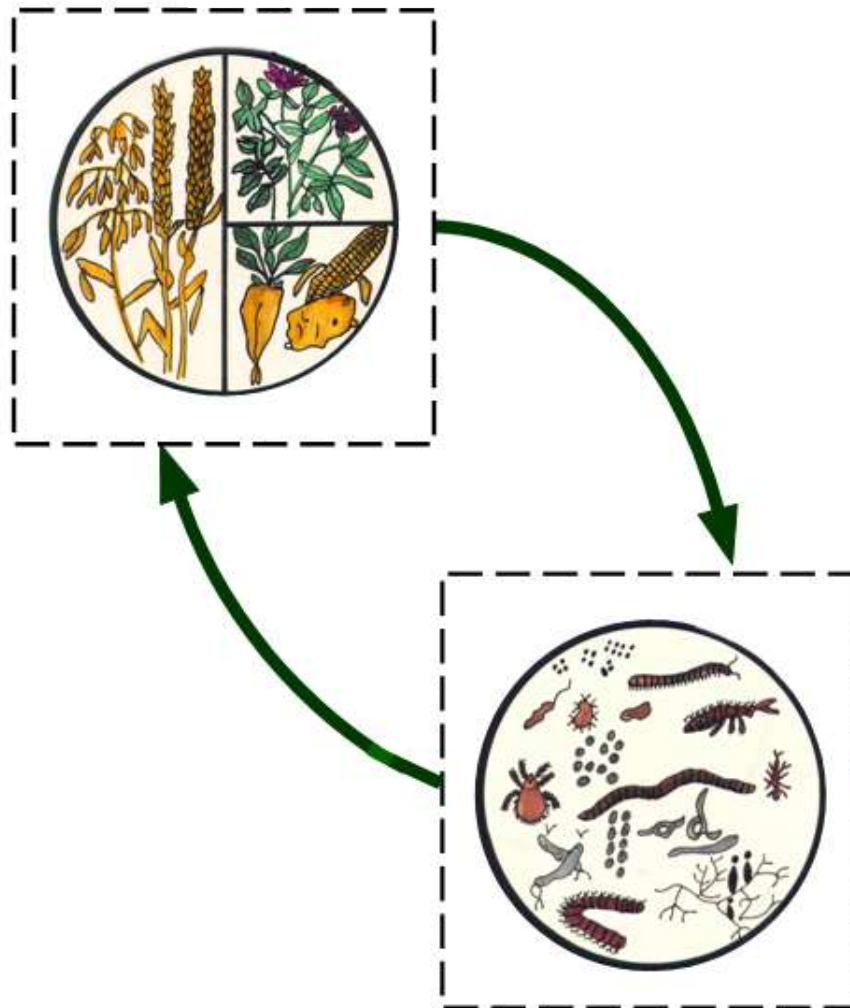
NÄHRSTOFFE

Kreisläufe schließen!

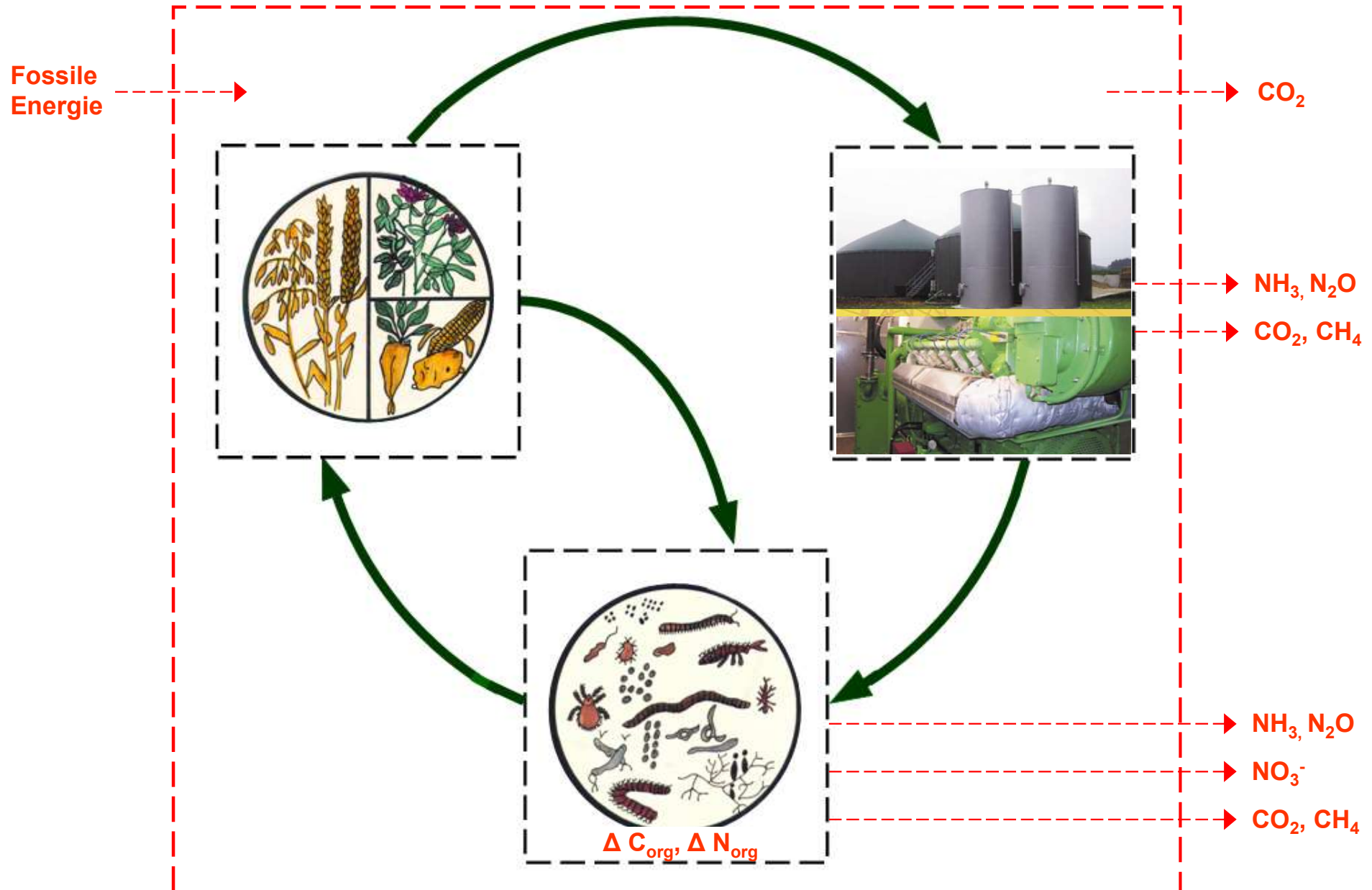


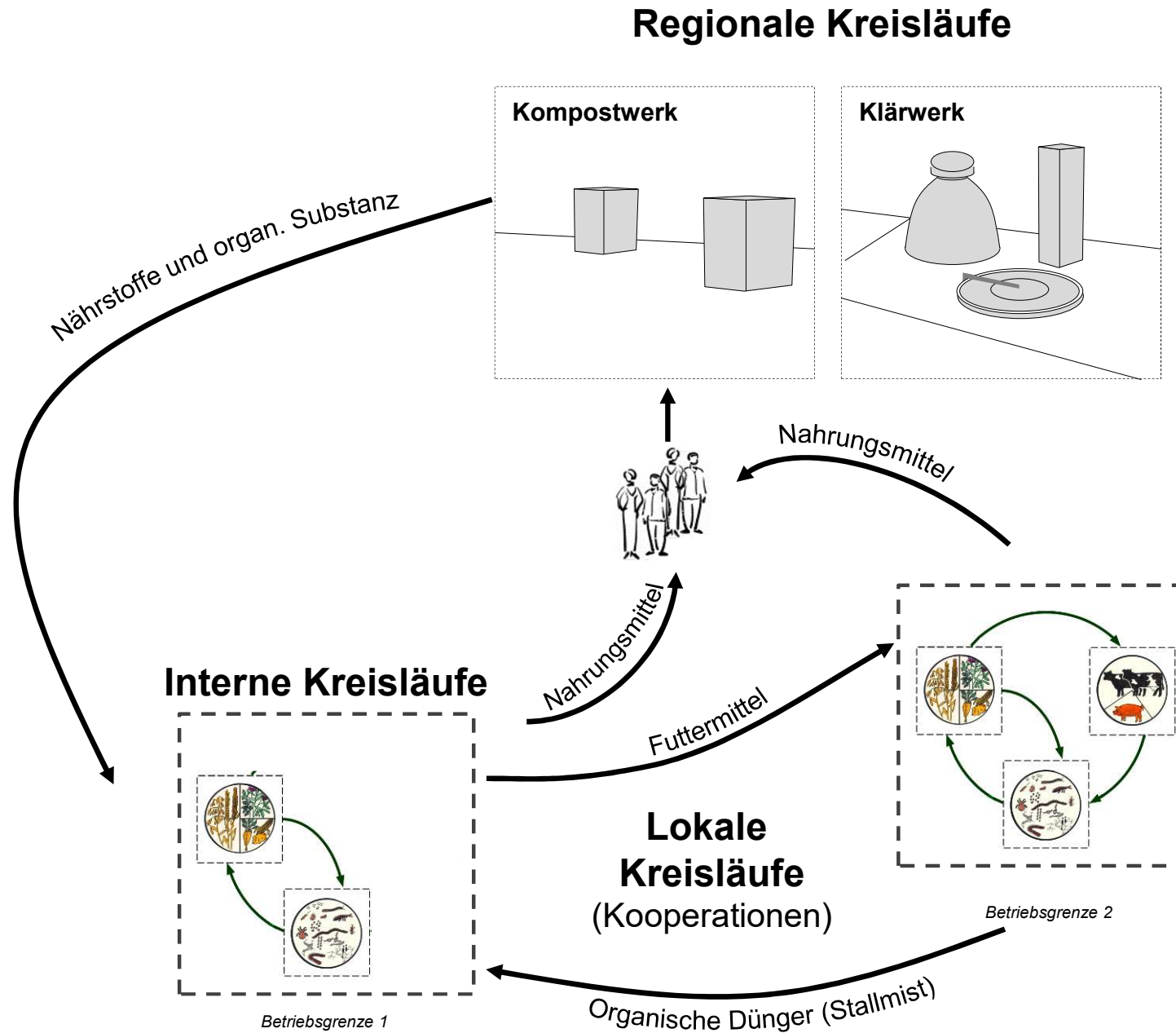
Spezialisierung Marktfruchtbetriebe

- C- und N-Kreislauf, Emissionen
- Bodenfruchtbarkeit, Humus
- Fruchtfolge, Fruchtartendiversität
- Ertrag, Qualität



Betriebliche Emissionsinventur

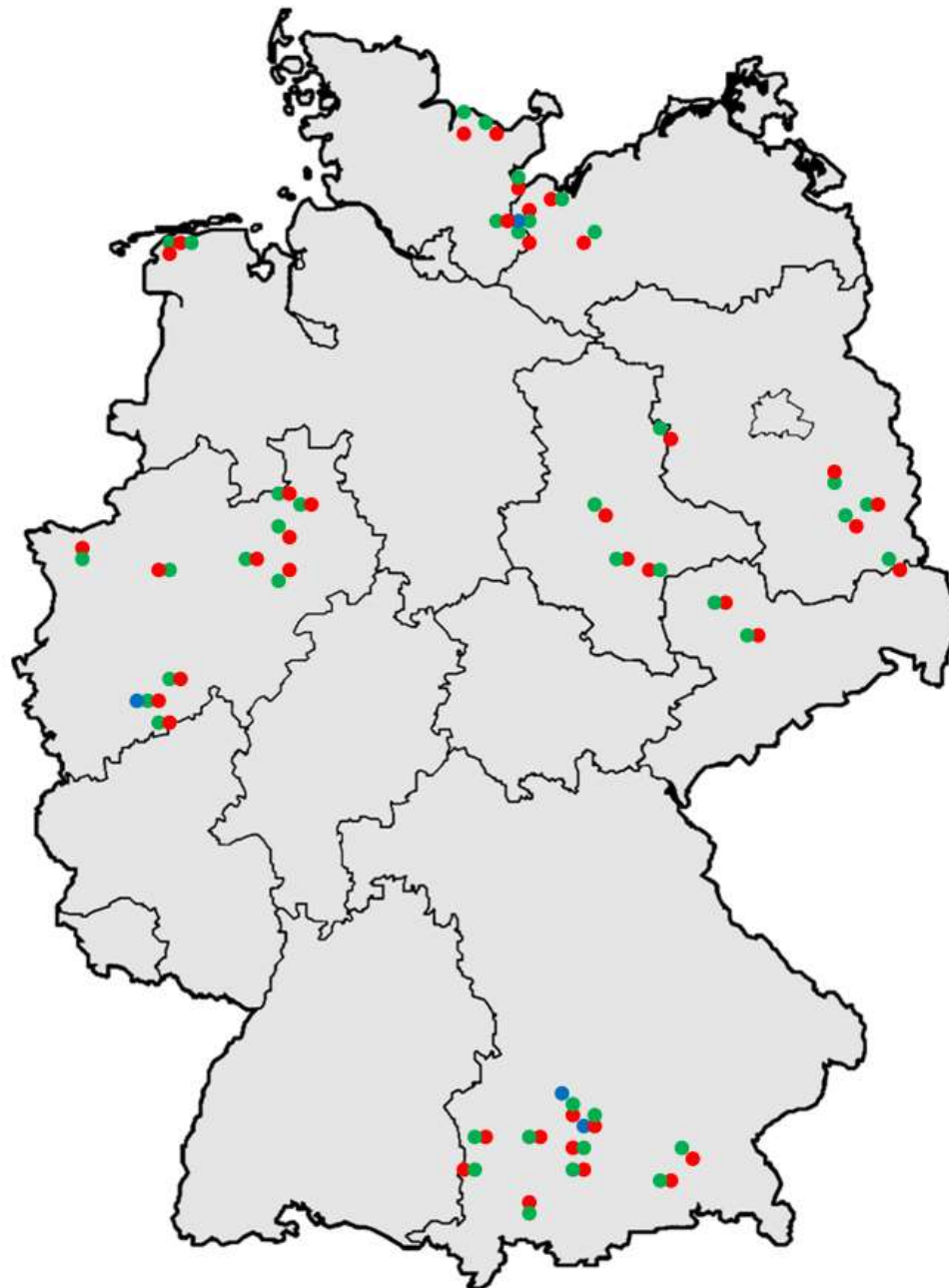






Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen

Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben



80 Pilotbetriebe

- Pilotbetrieb, ökologischer Landbau
- Pilotbetrieb, konventioneller Landbau
- Versuchsstation

Transdisziplinäres Forschungsprojekt
2009 – 2021

www.pilotbetriebe.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft



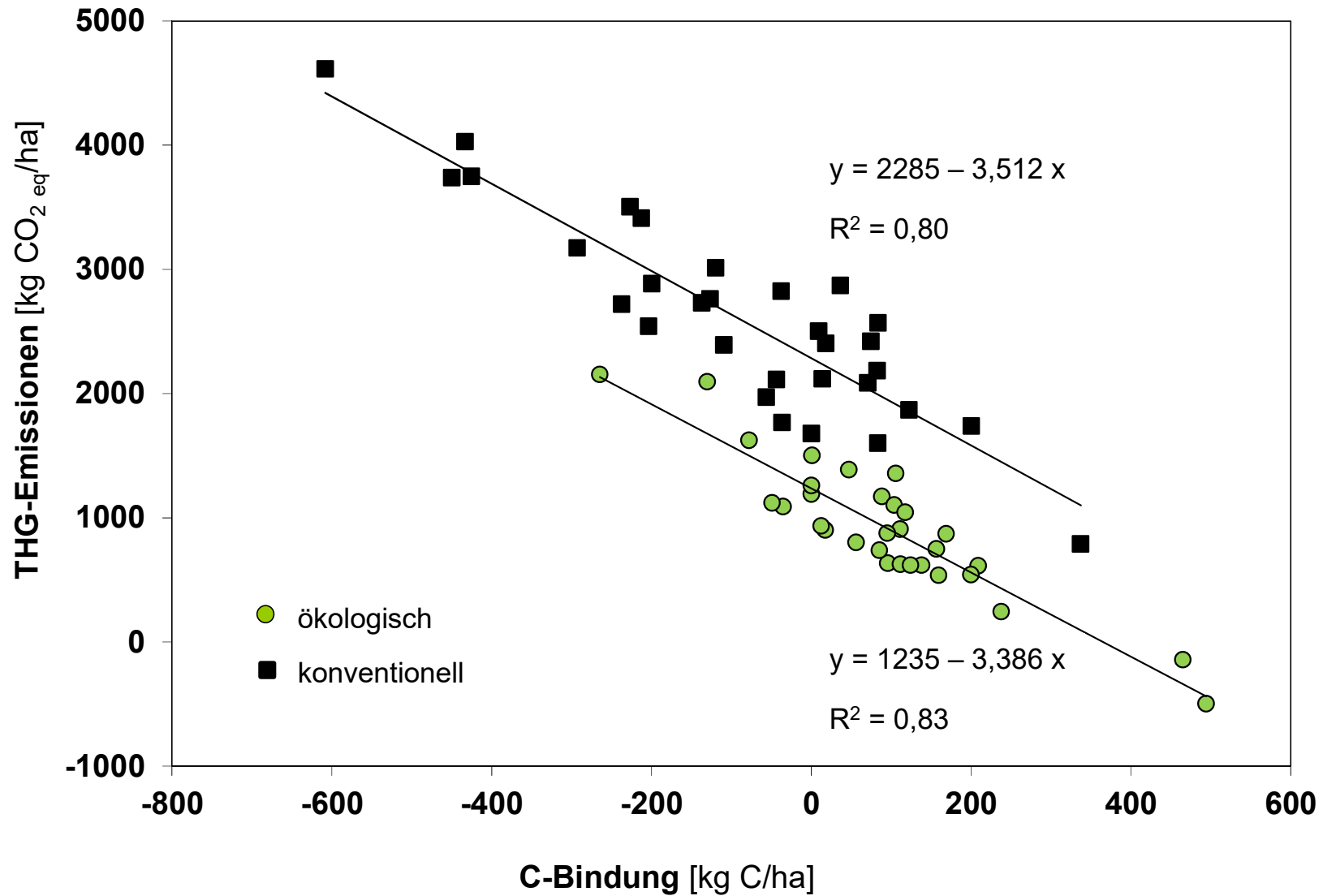
Parameter	ME	Ökologischer Landbau		Konventioneller Landbau	
		Marktfrucht (n = 12)	Milchvieh (n = 20)	Marktfrucht (n = 13)	Milchvieh (n = 20)
CO ₂ -Emissionen *	kg CO ₂ eq ha ⁻¹	484 b	308 a	1061 d	722 c
C-Sequestrierung	kg CO ₂ eq ha ⁻¹	-99 ab	-488 a	538 b	185 b
N ₂ O-Emissionen	kg CO ₂ eq ha ⁻¹	788 a	910 a	1370 b	1467 b
THG-Emissionen	kg CO ₂ eq ha ⁻¹	1173 a	730 a	2970 b	2375 b
THG-Emissionen	kg CO ₂ eq GE ⁻¹	31 b	18 a	33 b	33 b
THG-Emissionen	kg CO ₂ eq GJ ⁻¹	16 bc	7 a	20 c	13 b

* CO₂- Emissionen durch den Einsatz fossiler Energie



C-Sequestrierung und flächenbezogene THG-Emissionen

Pilotbetriebe (Schmid, Braun & Hülsgen 2012)





Kompost hat komplexe Wirkungen auf Böden, Pflanzen und Umwelt:

- **Zufuhr von Makro- und Mikronährstoffen**

Nährstoffversorgung, positive Effekte auf Ertrag, Ertragsstabilität und Produktqualität

- **Klimaschutz und Minderung von Treibhausgasemissionen**

C-Speicherung in Böden durch Humusaufbau

- **Aufbau eines günstigen Bodengefüges**

Aggregatstabilität, Wasserspeicherung, Infiltrationsrate, Durchwurzelbarkeit

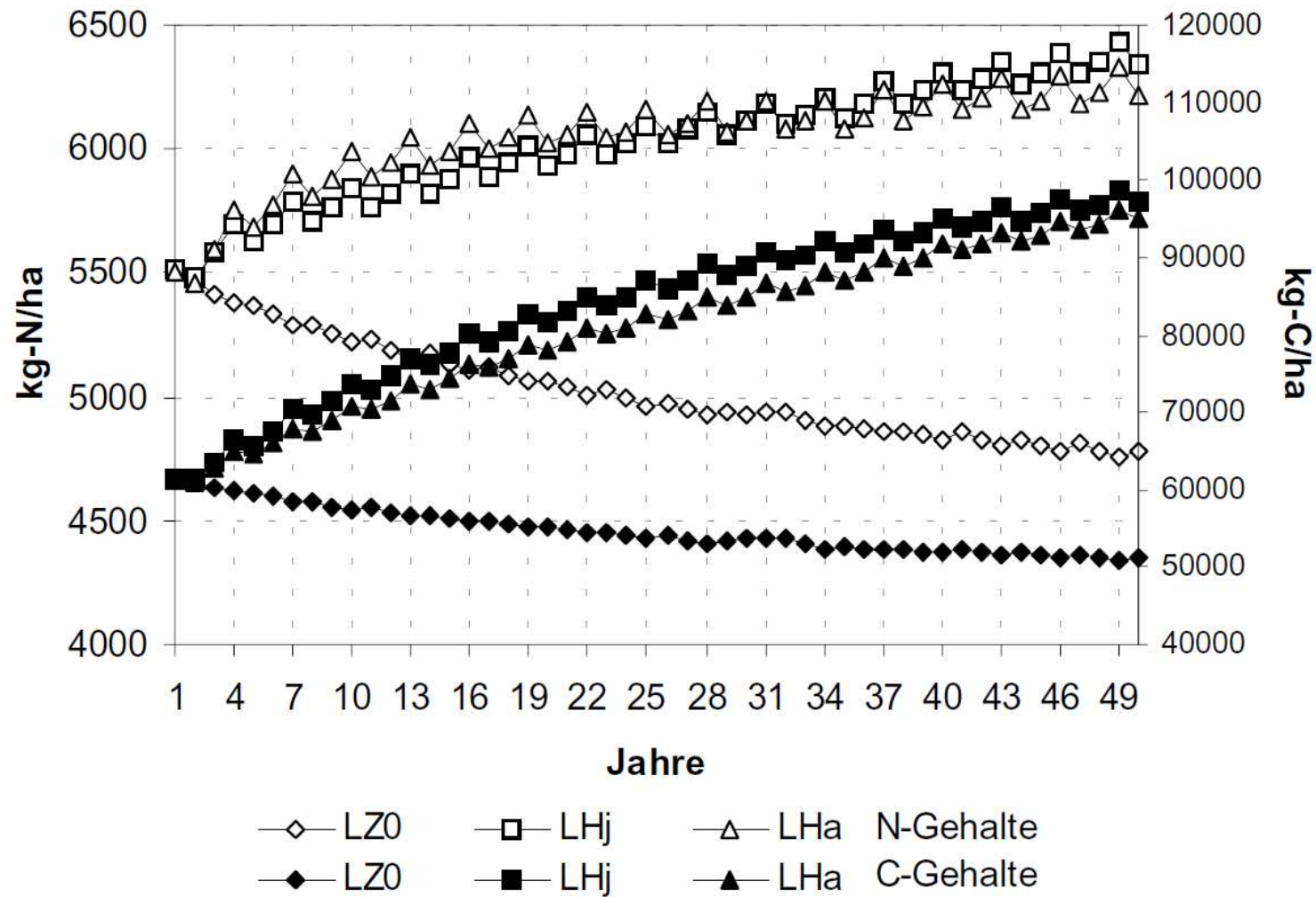
- **Förderung der bodenbiologischen Aktivität**

Mikrobieller Umsatz und Bodenfauna, phytosanitäre Wirkungen



C- und N-Dynamik (Modell DAISY)

(STÖPPLER-ZIMMER et al., 1999)

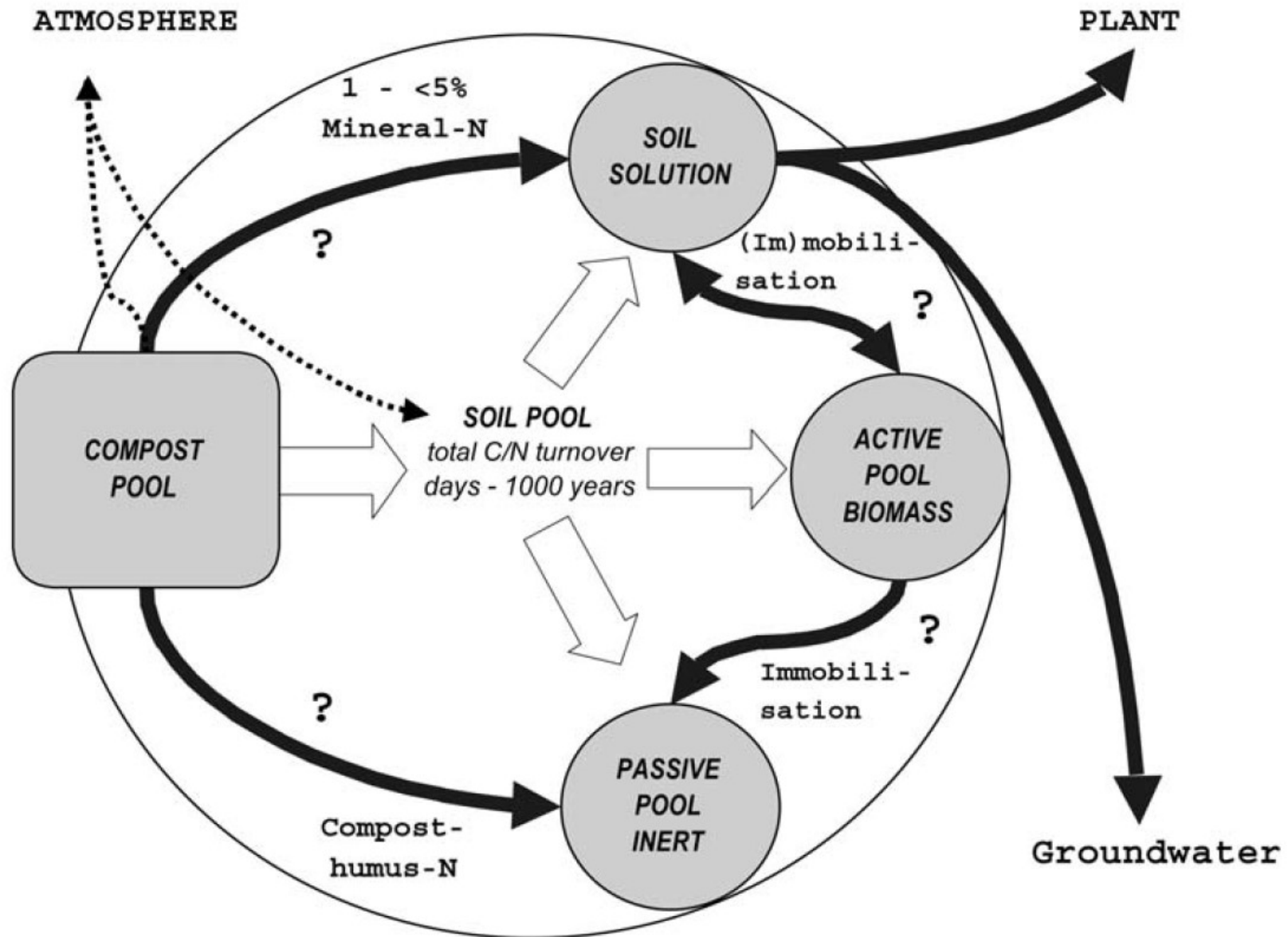


LZ0: Mineraldünger; LHj: Frischkompost; LHa: Reifkompost



The still sparsely known fate of compost-N in SOM-pools

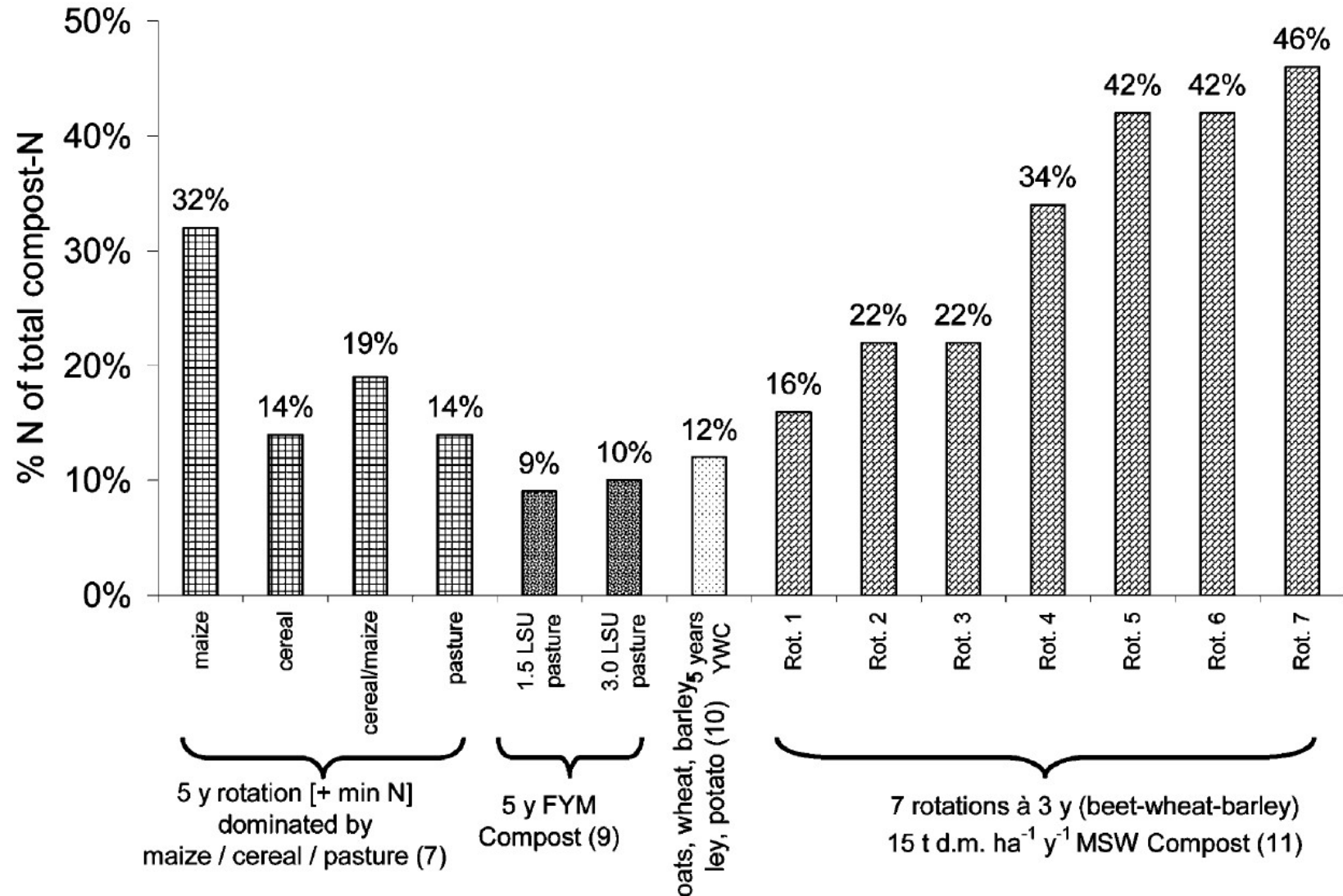
Amlinger et al. (2003)





N efficiency from compost within crop rotations

Amlinger et al. (2003)



Humus, nitrogen and energy balances, and greenhouse gas emissions in a long-term field experiment with compost compared with mineral fertilisation

Eva Erhart ^{A C}, Harald Schmid ^B, Wilfried Hartl ^A and Kurt-Jürgen Hülsbergen ^B

+ Author Affiliations

Soil Research 54(2) 254-263 <https://doi.org/10.1071/SR15127>

Submitted: 1 May 2015 Accepted: 7 October 2015 Published: 22 March 2016

Abstract

Compost fertilisation is one way to close material cycles for organic matter and plant nutrients and to increase soil organic matter content. In this study, humus, nitrogen (N) and energy balances, and greenhouse gas (GHG) emissions were calculated for a 14-year field experiment using the model software REPRO. Humus balances showed that compost fertilisation at a rate of 8 t/ha.year resulted in a positive balance of 115 kg carbon (C)/ha.year. With 14 and 20 t/ha.year of compost, respectively, humus accumulated at rates of 558 and 1021 kg C/ha.year.



Nitrogen balance (kg ha⁻¹ yr⁻¹)

Long-term field experiment, bio-waste compost, Vienna, 1992 – 2006 (Erhart et al. 2016)



Parameter	0	C1	C2	C3
		(8 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	(14 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	(20 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)
N uptake	68.0_a	71.9_{ab}	72.7_{abc}	74.3_{bcd}
N input	39.6	108.6	162.9	217.4
compost	0.0	68.2	122.3	176.3
N-use efficiency (%)		5.8	3.9	3.6
Δ SON	-43.3_a	11.0_d	53.0_e	97.0_f
N surplus*	-1.2_a	8.8_b	20.1_c	28.5_d

* Including Δ SON

bio-waste compost

C:N = 22:1, N_t = 12.9 g kg⁻¹, N_{min} = 440 mg kg⁻¹, Org. matter = 439 g kg⁻¹



Humus balance (humus C, kg ha⁻¹ yr⁻¹)

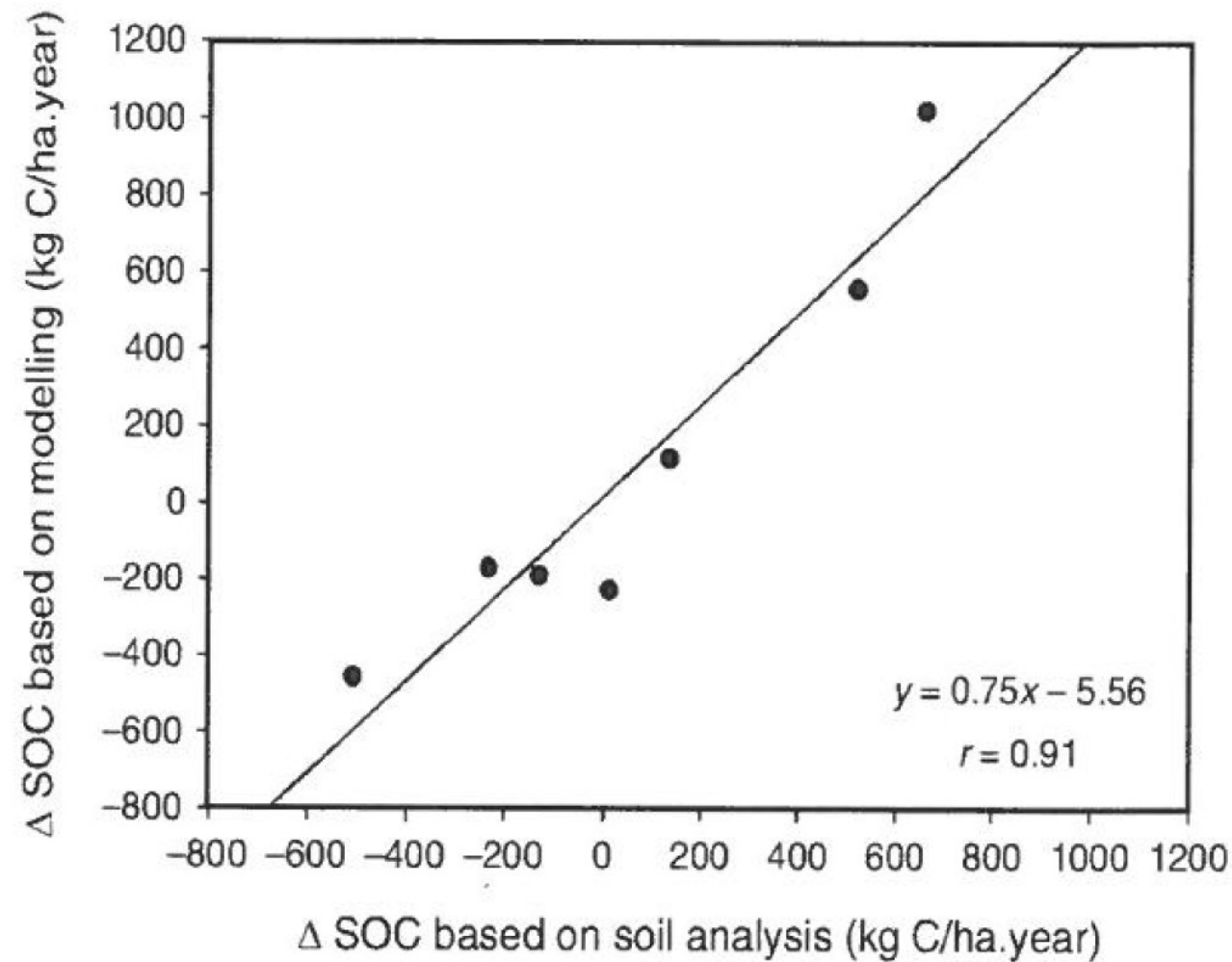
Long-term field experiment, bio-waste compost, Vienna, 1992 – 2006 (Erhart et al. 2016)



Parameter	0	C1	C2	C3
		(8 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	(14 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	(20 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)
Humus demand	-760	-803	-828	-838
Humus reproduction	302	918	1386	1859
compost	0	602	1066	1531
Humus balance	-457_a	115_d	558_e	1021_f
Δ SOC (soil analysis)	-508_a	134_{bcd}	520_{cd}	658_d
Δ SOC / C input compost		0.45	0.41	0.32



Beziehung zwischen gemessenen und modellierten Veränderungen der C_{org}-Vorräte (Erhart et al. 2016)





Greenhouse gas (GHG) balance (kg CO_{2eq} ha⁻¹ yr⁻¹)

Long-term field experiment, bio-waste compost, Vienna, 1992 – 2006 (Erhart et al. 2016)



Parameter	0	C1	C2	C3
		(8 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	(14 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	(20 t ha ⁻¹ yr ⁻¹)
CO₂ emission, cultivation	517_a	627_b	703_c	774_e
Diesel	344	371	381	385
N₂O emissions	226_a	627_e	939_f	1252_g
C depletion, sequestration	1604_f	-425_c	-2052_b	-3754_a
GHG (kg CO_{2eq} ha⁻¹ yr⁻¹)	2348_a	830_c	-409_d	-1728_e
GHG (kg CO_{2eq} ha⁻¹ GE⁻¹)	49.4_e	16.5_c	-8.0_b	-33.6_a

Ziele und Nutzen

- Aufbau von Bodenkohlenstoff und Bodenstickstoff
- Steigerung der Bodenfruchtbarkeit
- Nährstoffversorgung (Makro- und Mikronährstoffe)
- Verbesserung des Bodengefüges
- Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit
- Minderung von THG-Emissionen



Risiken, Restriktionen, Herausforderungen

- Aufwand und Kosten (Transportlogistik)
- Qualitätssicherung, Gütezeichen
- kontinuierlicher Anfall vs. optimale Anwendungszeitspannen
- Schwermetallbelastung
- Mikroplastik, Störstoffe
- zum Teil schlechtes Image in der Landwirtschaft



Untersuchungen zur optimalen Produktion und pflanzenbaulichen Verwertung von Biogut- und Grüngutkompost im ökologischen Landbau (ProBio)

Transdisziplinäres Forschungsprojekt

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft



Feldexperiment Viehhausen, Anlageschema



Wdh.															10	77
4	MC 43 2.GGr 44 BGr 45 2.GGf 46 2.BGf 47 0 48 2.MC 49 GR 50 2.0 51 StM 52 GGr 53 2.BGr 54 BGr 55 GGf 56														10	
	D C														6	
3	BGr 29 StM 30 GGf 31 GR 32 2.0 33 2.BGr 34 GGr 35 2.GGr 36 0 37 2.MC 38 2.GGf 39 2.BGf 40 BGr 41 MC 42														10	
															9	
2	2.BGf 15 GR 16 2.BGr 17 2.MC 18 BGr 19 StM 20 MC 21 GGf 22 GGr 23 BGr 24 0 25 2.GGr 26 2.GGf 27 2.0 28														10	
	A B														6	
1	0 1 2.0 2 GGr 3 2.GGr 4 GGf 5 2.GGf 6 BGr 7 2.BGr 8 BGr 9 2.BGf 10 MC 11 2.MC 12 StM 13 GR 14														10	
	a b c d														6	
Wdh.	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	Maße (m)
	90															
	Hangfuß, Systemversuch															

0
GGr
GGf
BGr
BGr
MC
StM
GR

Null-Variante
Grüngutkompost (reif)
Grüngutkompost (frisch)
Biogutkompost (reif)
Biogutkompost (frisch)
Mikrobielle Carbonisierung
Stallmist (kompostiert)
Gärrest (abgepresst)

2.0
2.GGr
2.GGf
2.BGr
2.BGr
2.MC

2 x Null-Variante
2 x Grüngutkompost (reif)
2 x Grüngutkompost (frisch)
2 x Biogutkompost (reif)
2 x Biogutkompost (frisch)
2 x Mikrobielle Carbonisierung



Wirkung unterschiedlicher Komposte und Aufwandmengen auf:

- **Böden:** C_{org} , N_{org} , C_{hwl} , N_{hwl} , C_{mik} , N_{min} -Dynamik, P_{DL} , Bodengefüge, TRD (Aggregatstabilität), Bodenbiologie (Regenwürmer), ...
- **Pflanzen:** Ertrag, Proteingehalt, N-Aufnahme in Biomasse (Spektrometer)
- **Umwelt:** Energie- und **THG-Bilanz**, **Humus-Bilanz**, N-Bilanz, P-Bilanz

Es werden Parameter ausgewählt, die sensitiv reagieren und bereits in der Anfangsphase mögliche Veränderungen / Effekte der Komposte anzeigen.

- Analyse der Langzeitwirkungen ökologischer Fruchtfolge-Düngesysteme
(Marktfruchtbau, Milchvieh-Gülle, Milchvieh-Stallmistkompost, Biogas-Gärrest)



Versuchsstation Viehhausen

Systemversuch seit 2009



	Markt- frucht	Milchvieh- Gülle	Milchvieh- <u>Mistkompost</u>	Biogas- Gärrest
Klee gras (TM)	(16,8) ^b	17,0 ^b	18,1 ^a	17,1 ^a
Winterweizen	5,0 ^c	5,2 ^c	5,0 ^c	5,9 ^b
Silomais		14,7 ^c	16,5 ^b	
Ackerbohnen	2,7 ^b	2,7 ^b	3,2 ^a	3,0 ^{ab}
Winterroggen	5,8 ^c	6,9 ^b	7,6 ^b	7,4 ^b
GE	4,0^c	6,7^b	7,5^b	7,0^b

- Analyse der Wirkungen von Pflanzenkohle in Kombination mit Kompost und Gülle auf Böden, Pflanzen und Umwelt in Dauerfeldexperimenten



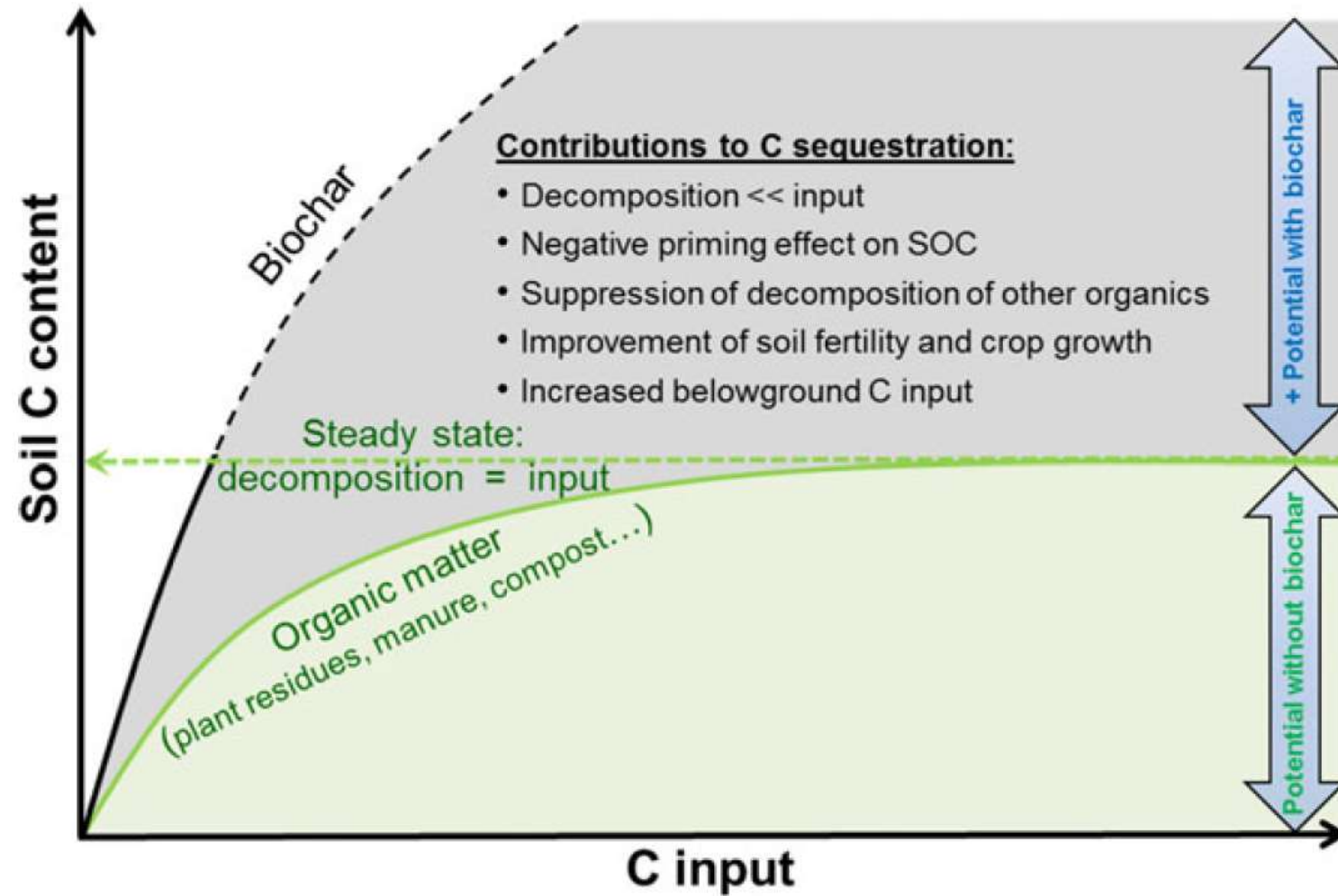
Versuchsstation Roggenstein

Pflanzenkohle in Kombination mit **Grüngut-**
und Stallmist-Kompost, ökologischer Landbau



Potential contributions of biochar addition to soil C sequestration

(Wang et al. 2016)





- Im ökologischen Landbau ist eine ausgeglichene Nährstoffbilanz (N, P, K, S, Mikronährstoffe) und Humusbilanz (C) notwendig, um eine Abnahme der Bodenfruchtbarkeit und des Ertragspotenzials zu vermeiden.
- Der Einsatz von Biogut- und Grüngutkompost kann zur Humus- und Nährstoffversorgung beitragen, Nährstoffkreisläufe schließen und die Treibhausgasbilanz optimieren.
- Langfristig ist ein Recycling von Nährstoffen (P) aus der Humanernährung notwendig, um die Nährstoffversorgung zu gewährleisten.