

THG-Bilanzen der Pflanzenproduktion

- Ergebnisse aus dem Netzwerk der Pilotbetriebe



8. Arbeitsforum Treibhausgasbilanzierung und Klimaschutz in der Landwirtschaft, Reckenholz, Agroscope

Harald Schmid, Lucie Chmelikova, Sandra Anke, Kurt-Jürgen Hülsbergen
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme



Projektpartner



Technische Universität München

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme



Johann Heinrich von Thünen-Institut Trenthorst, Braunschweig

Institut für Ökologischen Landbau, Institut für Betriebswirtschaft



Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft (IfÖL) Kassel



Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Institut für Organischen Landbau



Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften



Bioland Beratung GmbH

80 Landwirtschaftsbetriebe



Projektziele und Untersuchungsschwerpunkte

Erste Projektphase



- **Analyse der Klimawirkungen, Nachhaltigkeit und Effizienz im Pflanzenbau und in der Milchviehhaltung**
- **Ableitung von praxisbezogenen, betrieblich umsetzbaren Maßnahmen zur Emissionsminderung und Effizienzsteigerung**
- **Entwicklung und Erprobung von Instrumenten zur Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsberatung**



Projektziele und Untersuchungsschwerpunkte

Aktuelles Forschungsprojekt

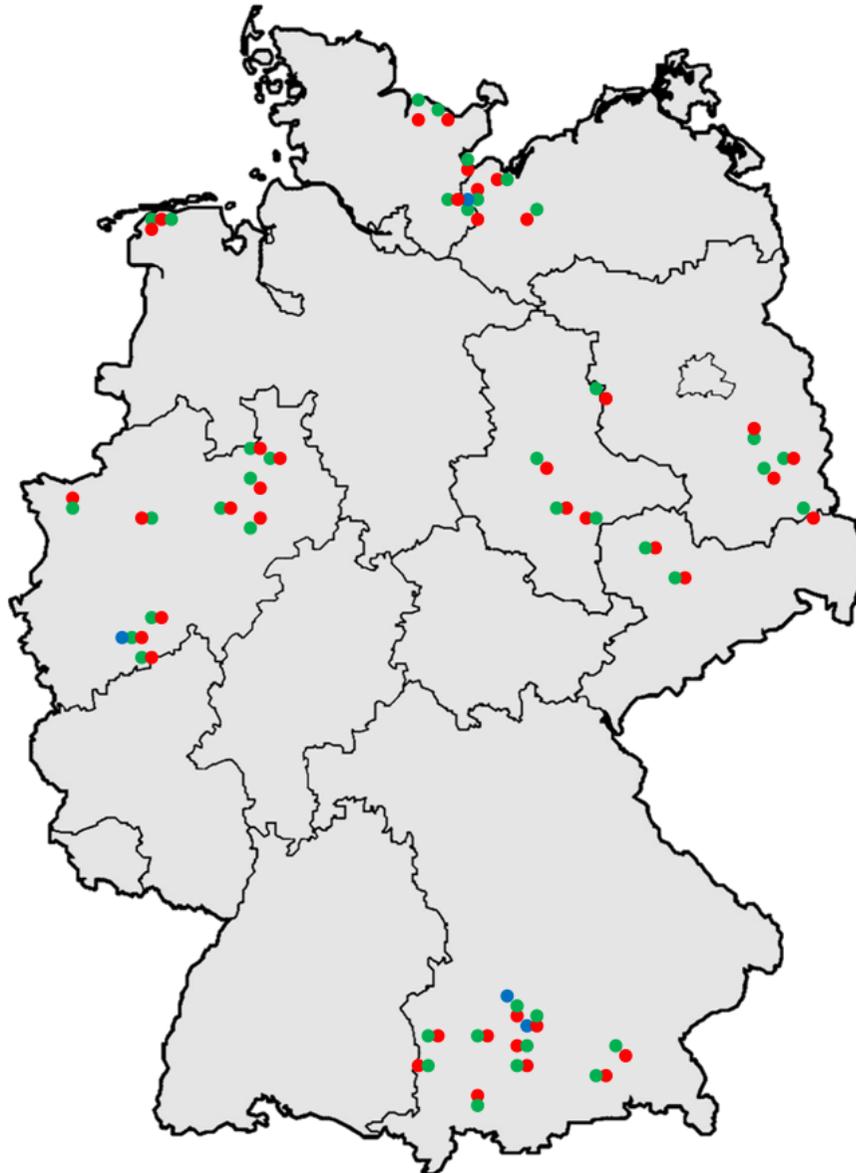


- **Analyse und Bewertung der Ressourceneffizienz
Pflanzenbau, Milchviehhaltung, Gesamtbetrieb**
- **Möglichkeiten der Effizienzsteigerung und Treibhausgasminderung
durch betriebliche Optimierung**
- **Wechselwirkungen zwischen Haltungsbedingungen, Tierwohl,
Tierarzneimittleinsatz, Umweltparametern und Ressourceneffizienz**
- **Ökonomische Bewertung der Optimierungsmaßnahmen**
- **Entwicklung und Praxiserprobung von Beratungsinstrumenten**



Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen

Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben



80 Pilotbetriebe

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

Transdisziplinäres Forschungsprojekt seit 2008

www.pilotbetriebe.de

Gefördert durch:



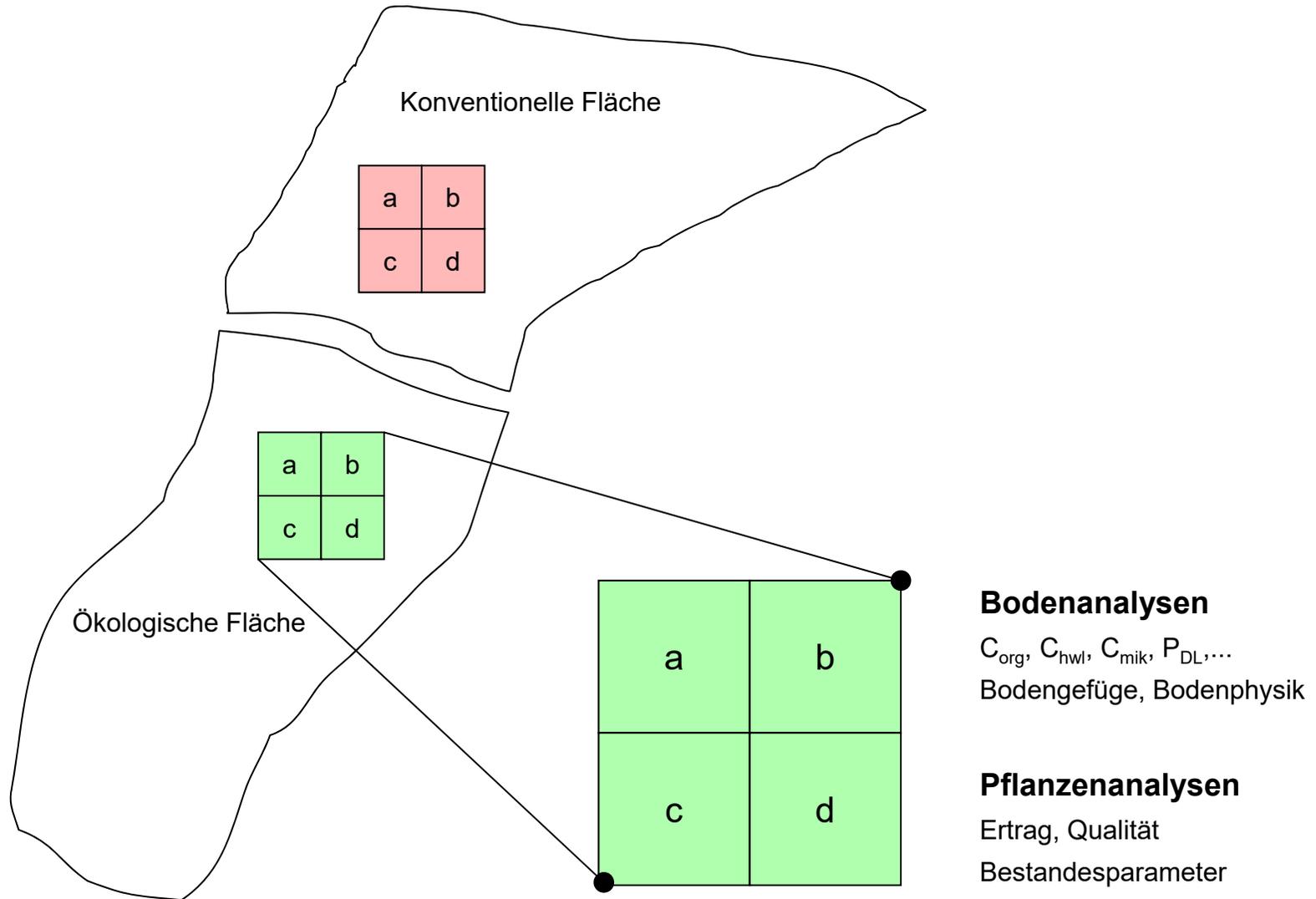
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft



Prinzipskizze zur Lage benachbarter ökologischer und konventioneller Testflächen in Pilotbetrieben





Pilotbetriebe

- Standortparameter



Indikator	ME	PB öko. (n = 32)			PB konv. (n = 33)		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
Höhenlage	m NN		0	780		0	780
Niederschlag	mm a ⁻¹		536	1507		536	1507
Temperatur (Jahres Ø)	° C		6,9	10,8		6,9	10,8
AL (Ap-Horizont)							
Bodenzahl		48	23	75	52	23	78
Corg	%	1,583	0,410	6,363	1,563	0,474	5,373
Nt	%	0,134	0,030	0,611	0,133	0,031	0,483
pH		6,1	4,1	7,4	6,1	4,1	7,5
P (CAL)	mg 100 g ⁻¹	5,80	0,20	22,53	7,56	0,56	28,21
K (CAL)	mg 100 g ⁻¹	12,27	0,58	43,27	14,20	1,49	33,43



Pilotbetriebe

- betriebliche Parameter



Indikator	ME	PB öko. (n = 32)			PB konv. (n = 33)		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
LN	ha	202	30	1317	193	30	1224
Ackerland	%	70	0	100	73	0	100
Grünland	%	30	0	100	27	0	100
Getriebe	% AL	46	0	83	48	0	91
Körnerleguminosen	% AL	6	0	22	1	0	11
Ölfrüchte	% AL	1	0	8	10	0	42
Hackfrüchte	% AL	8	0	34	23	0	68
Futterpflanzen	% AL	34	0	100	9	0	48
Untersaat	% AL	5	0	42	0	0	0
Zwischenfrüchte	% AL	13	0	58	14	0	47
Fruchtartendiversität		2,23	1,01	3,20	0,88	0,84	2,41
Tierbesatz	GV ha ⁻¹	0,51	0	1,56	0,88	0	2,72



Pilotbetriebe - Ertragsparameter



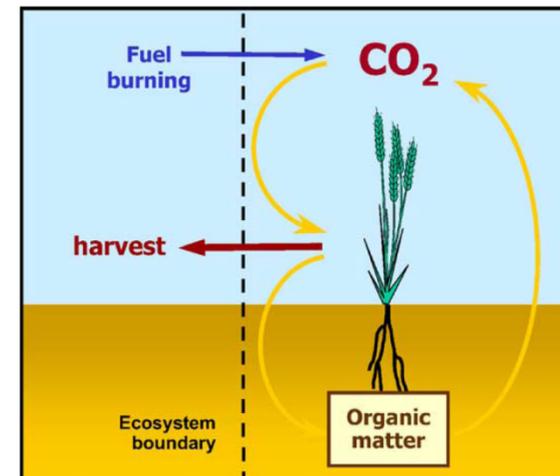
Indikator	ME	PB öko. (n = 32)			PB konv. (n = 33)		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
GE	GE ha ⁻¹	40	24	57	78	57	99
Energiebindung	GJ ha ⁻¹	101	54	165	172	111	226
Winterweizen	t FM ha ⁻¹	3,9	1,5	5,2	8,1	4,4	10,3
Winterroggen	t FM ha ⁻¹	3,8	1,2	5,8	7,0	3,3	9,0
Mais (Silage)	t TM ha ⁻¹	9,3	7,0	15,5	13,7	8,7	18,3
Futterpflanzen	t TM ha ⁻¹	4,8	4,0	12,4	11,4	8,0	13,9
Grünland	t TM ha ⁻¹	5,6	2,8	10,2	7,8	3,2	13,5

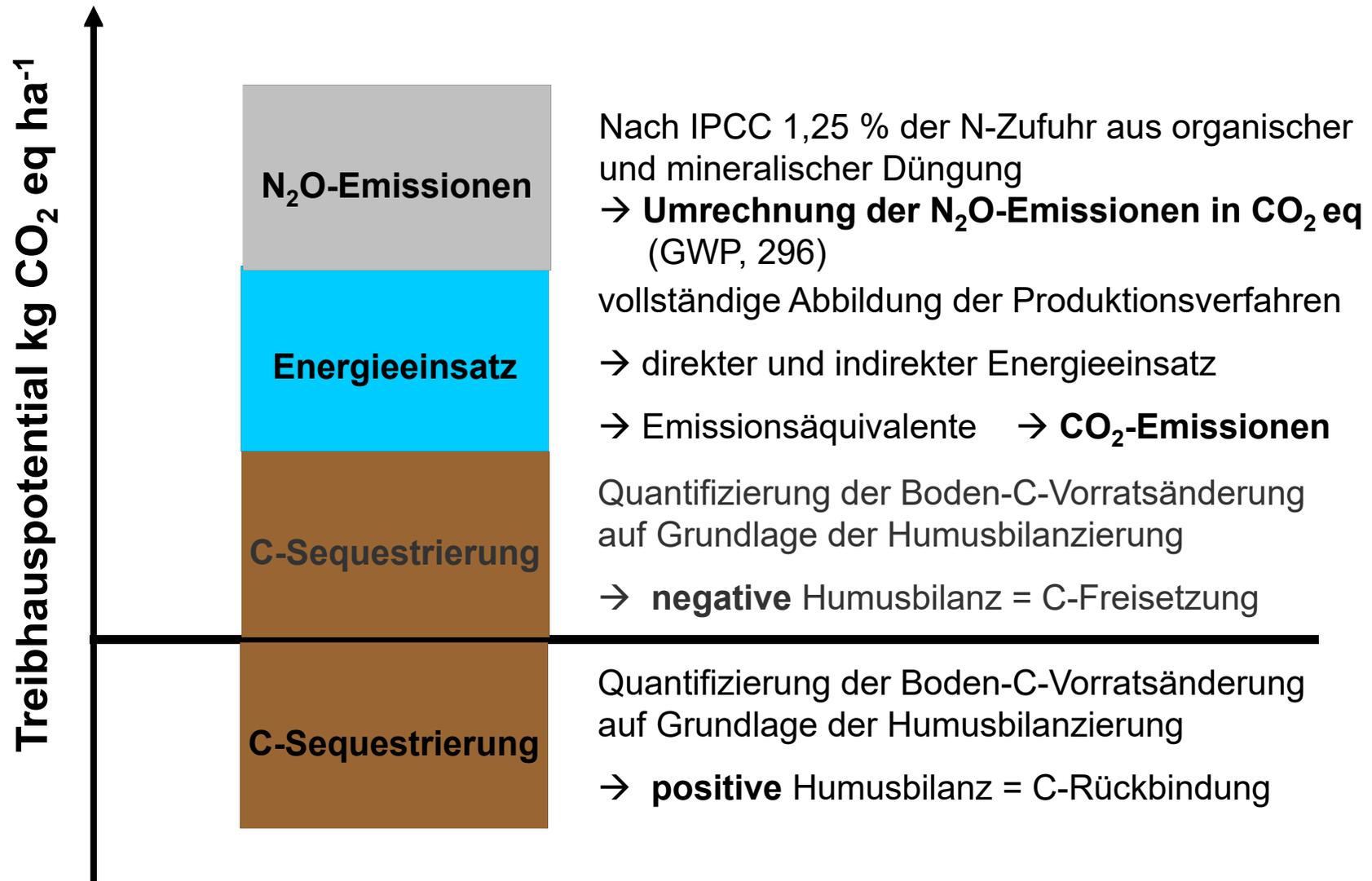


- Energieeinsatz und CO₂-Emissionen
- C-Bindung von Böden durch Humusaufbau
- N₂O-Emissionen aus Böden und Düngung
- CH₄-Emissionen der Tierhaltung

CO₂ eq / ha (Fläche)

CO₂ eq / GJ (Produkt)





Nährstoffkreislauf und Nährstoffeffizienz

Stickstoffmanagement und N₂O-Emissionen





Stickstoffkreislauf eines Pilotbetriebes (kg N ha⁻¹ a⁻¹)

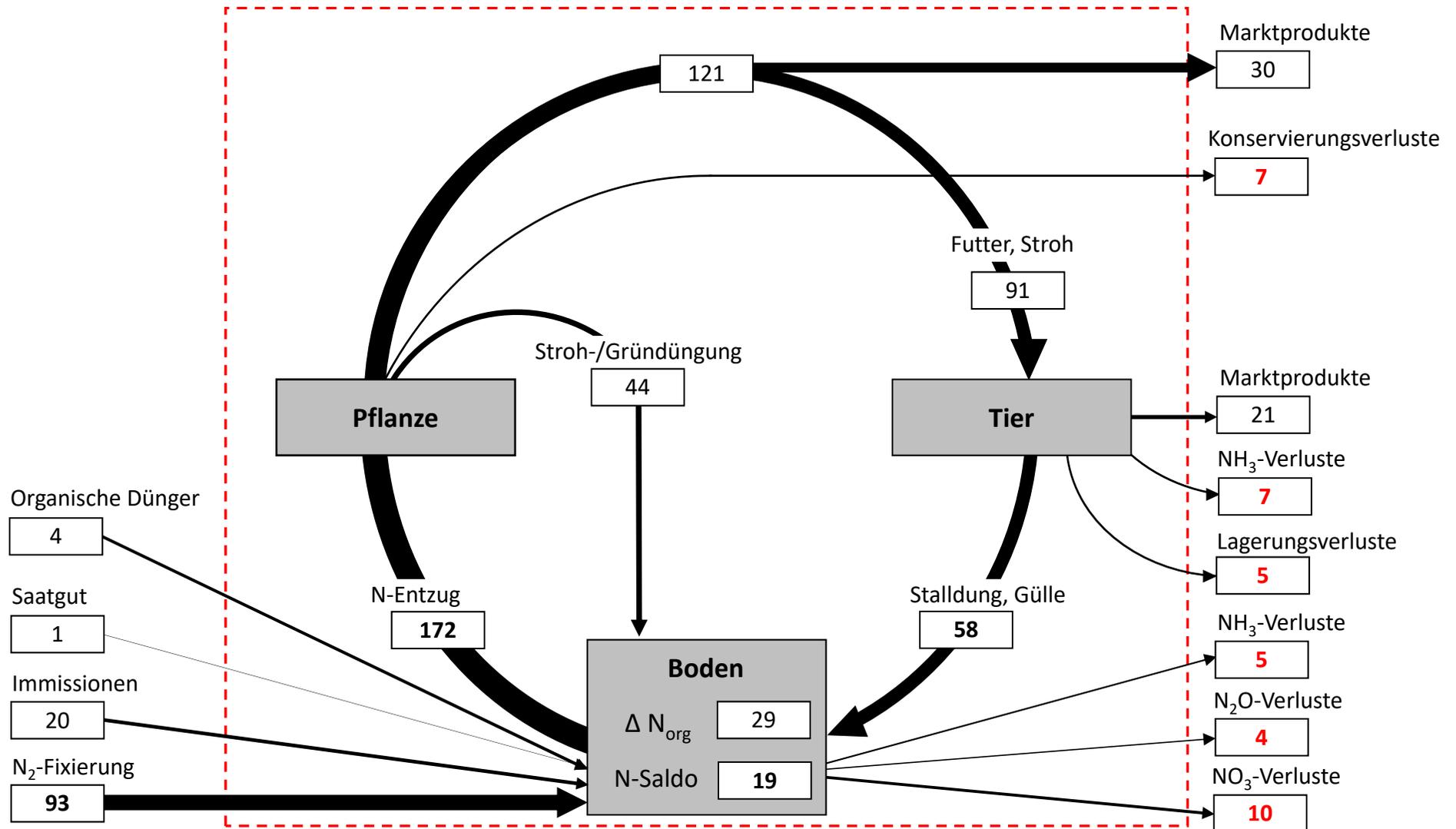
Ökologischer Gemischtbetrieb mit Milchviehhaltung



Inputs

Innerbetrieblicher Kreislauf

Outputs





Stickstoffkreislauf eines Pilotbetriebes (kg N ha⁻¹ a⁻¹)

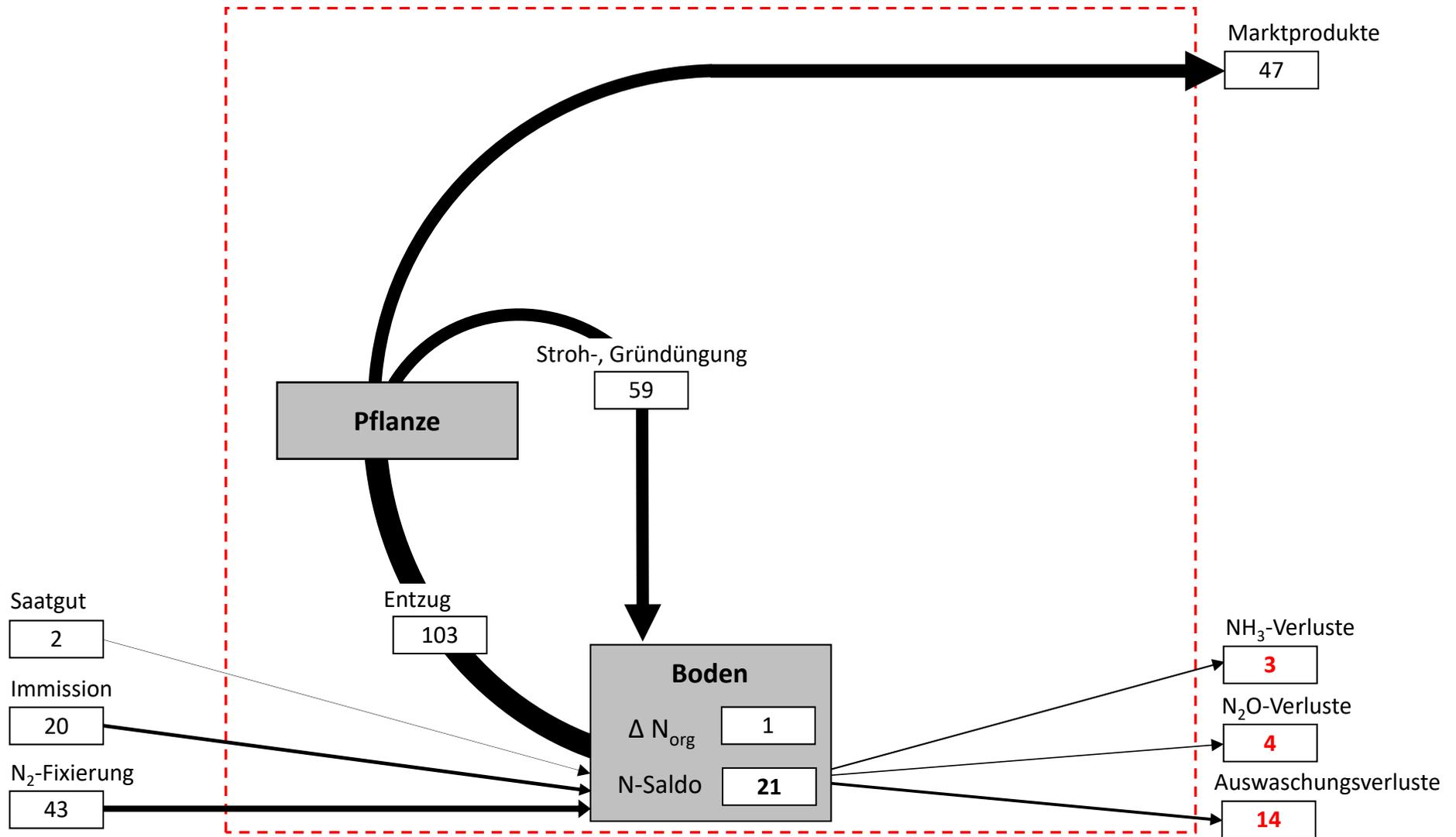
Ökologischer Marktfruchtbau



Inputs

Innerbetrieblicher Kreislauf

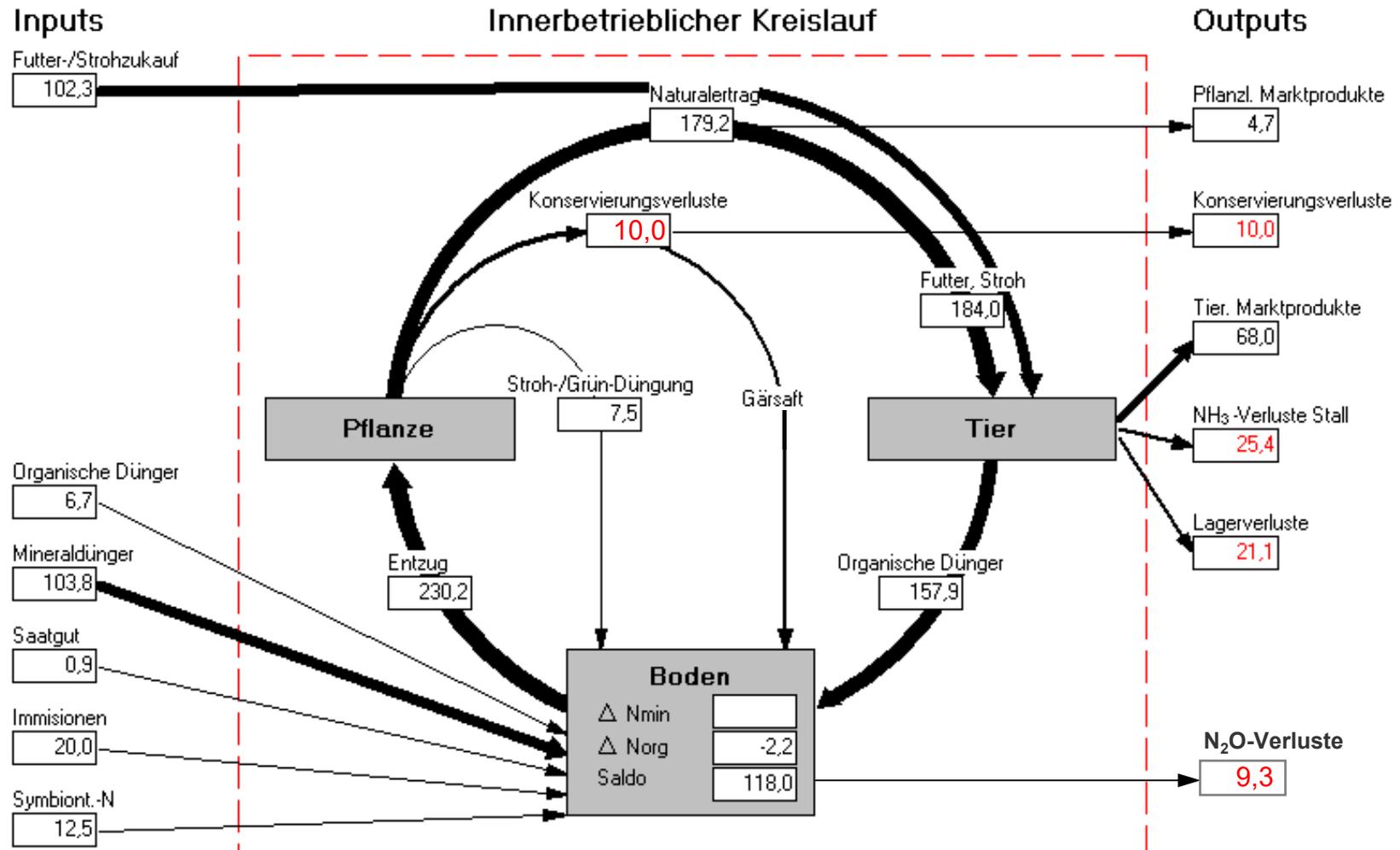
Outputs





Stickstoffkreislauf eines Pilotbetriebes (kg N ha⁻¹ a⁻¹)

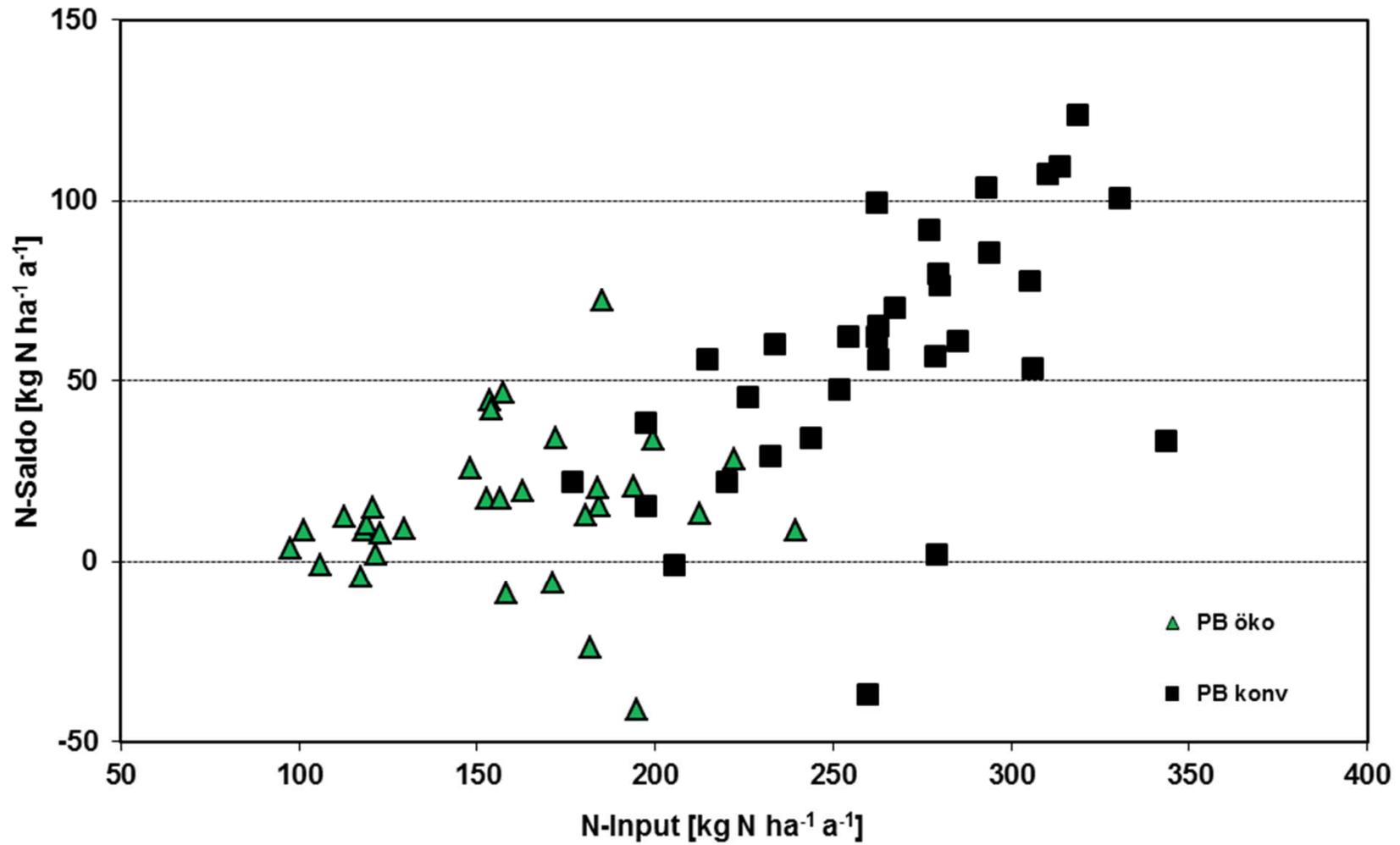
Konventionelle Milchviehhaltung (2,0 GV ha⁻¹)





N₂O-Messungen mit automatischem Meßsystem



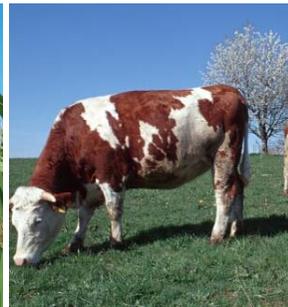




- **Ökologische Pilotbetriebe**
Geringer N-Input: 95 bis 240 kg N ha⁻¹
Low-Input-Systeme → geringe flächenbezogene N₂O-Emissionen
- **Konventionelle Pilotbetriebe:**
Hoher N-Input: 180 bis 345 kg N ha⁻¹
High-Input-Systeme → hohe flächenbezogene N₂O-Emissionen
- Aber: **Unterschiedliche Erträge** und Leistungen → N-effizienz
- Große **einzelbetriebliche Variabilität** der N-effizienz
Standort- und Managementeinflüsse
- **Ansätze für die Beratung und Betriebsoptimierung**
– Optimierung des Stickstoffeinsatzes, Ertragssteigerung, ...

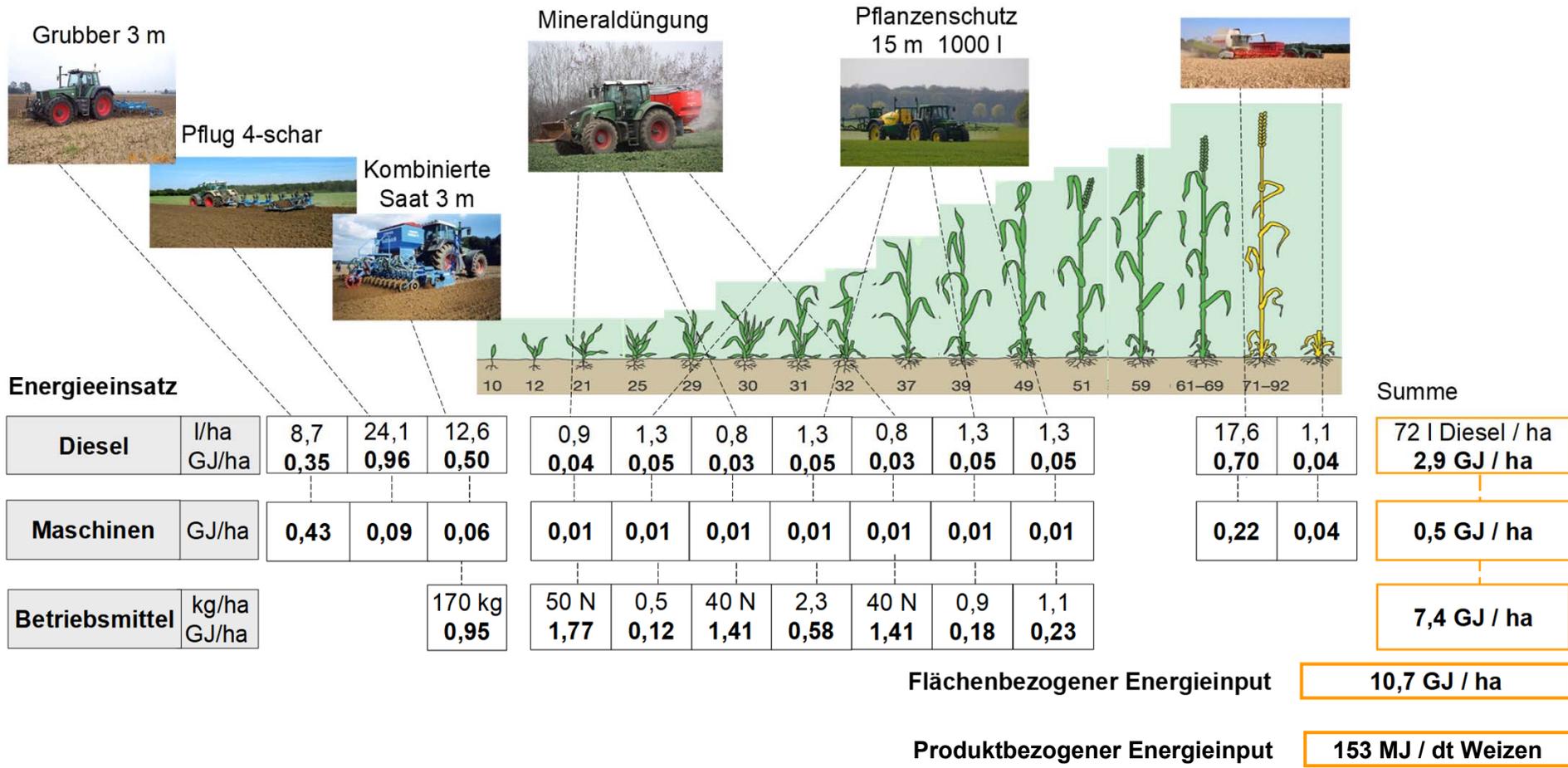
Energieflüsse und Energieeffizienz

Energieflüsse und CO₂-Emissionen





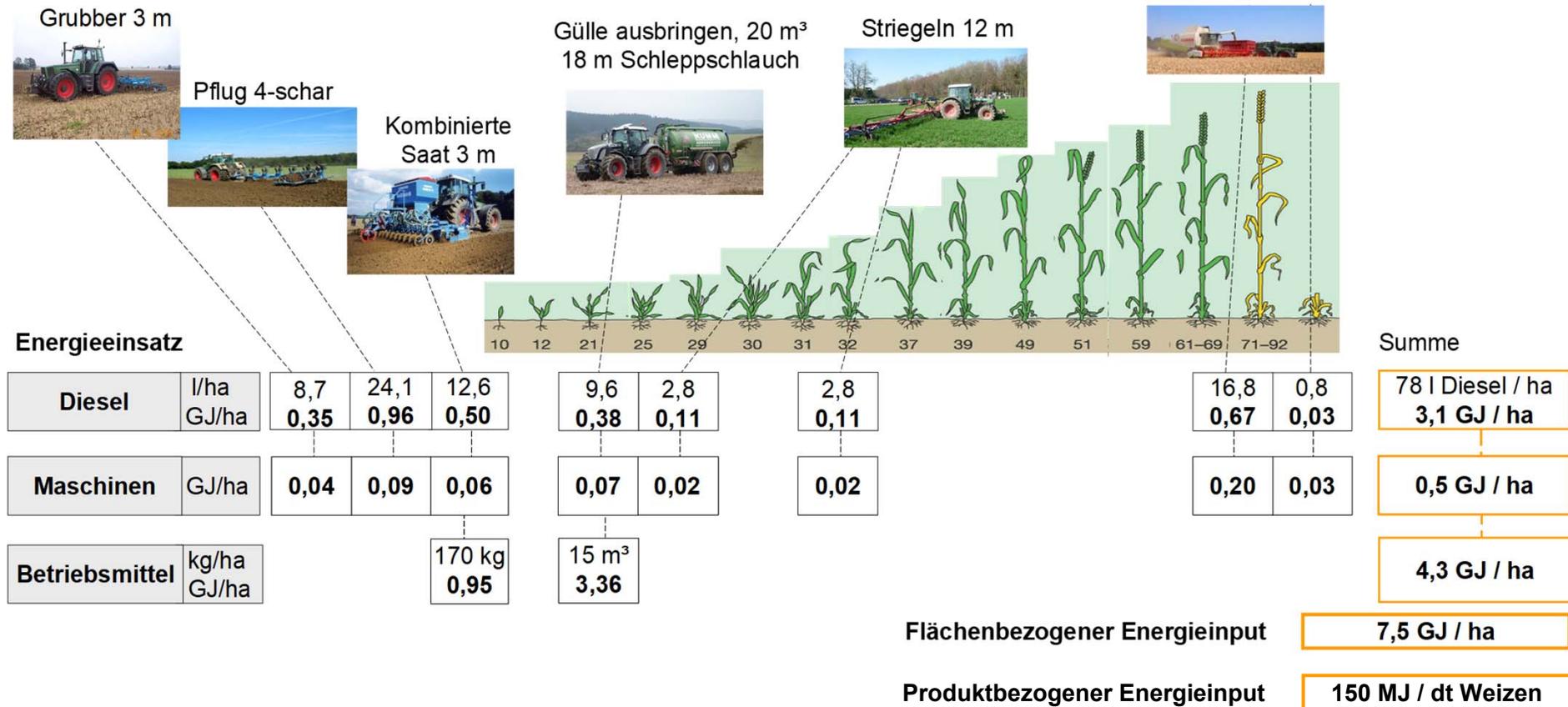
Einsatz fossiler Energie beim Anbau von Winterweizen



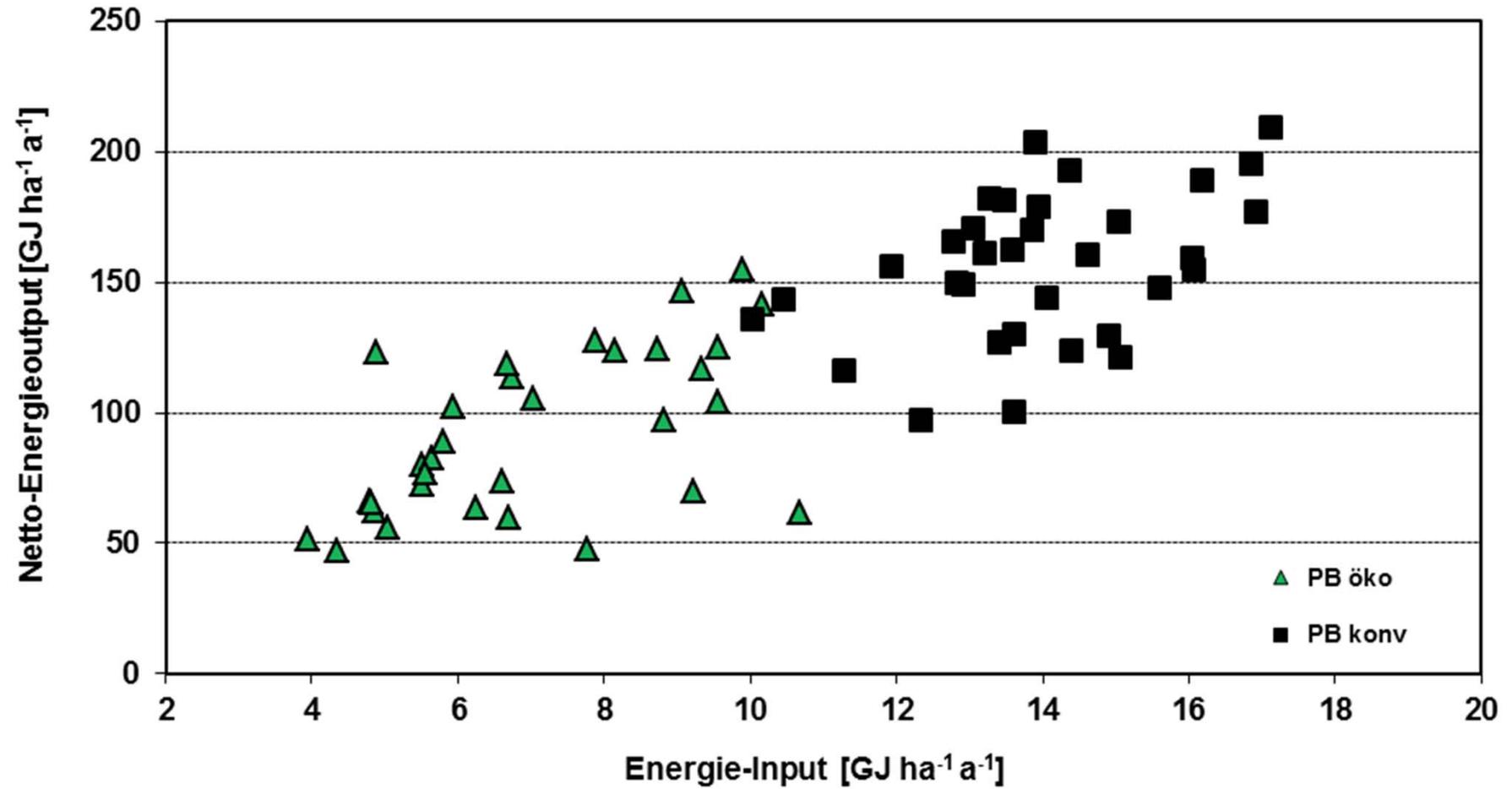
Konventioneller Weizenanbau (70 dt/ha Ertrag, 1,5 km Hofentfernung)



Einsatz fossiler Energie beim Anbau von Winterweizen



Ökologischer Weizenanbau (50 dt/ha Ertrag, 1,5 km Hofentfernung)





- **Ökologische Pilotbetriebe:**
Geringer Energieeinsatz: 5 bis 10 GJ ha⁻¹
Low-Input-Systeme → geringe flächenbezogene CO₂-Emissionen
- **Konventionelle Pilotbetriebe:** Hoher Energieeinsatz: 10 bis 20 GJ ha⁻¹
High-Input-Systeme → hohe flächenbezogene CO₂-Emissionen
- Aber: **Unterschiedliche Erträge** und Leistungen → Energieeffizienz
Ø Ökol. Pilotbetriebe: 20 % geringerer Energieeinsatz je Produkteinheit
- Große **einzelbetriebliche Variabilität** der Energieeffizienz
Standort- und Managementeinflüsse
- **Ansätze für die Beratung und Betriebsoptimierung**
– Optimierung des Stickstoffeinsatzes, Ertragssteigerung, ...

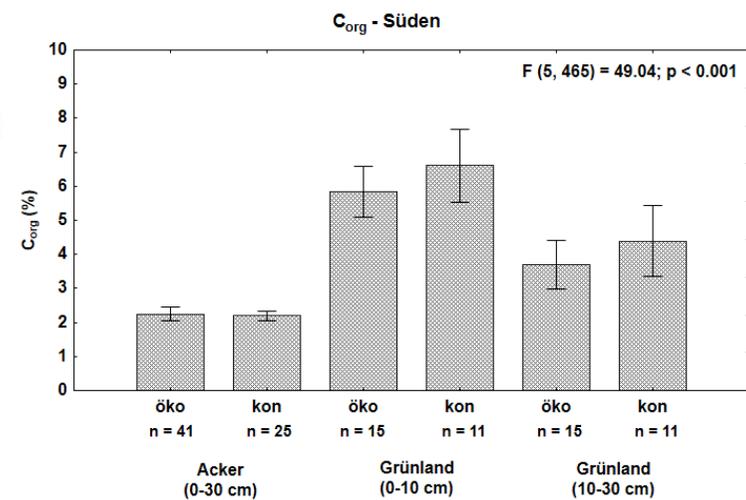
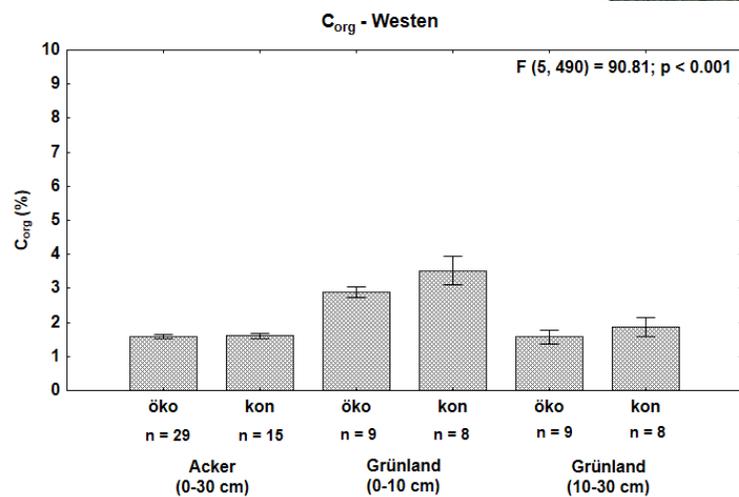
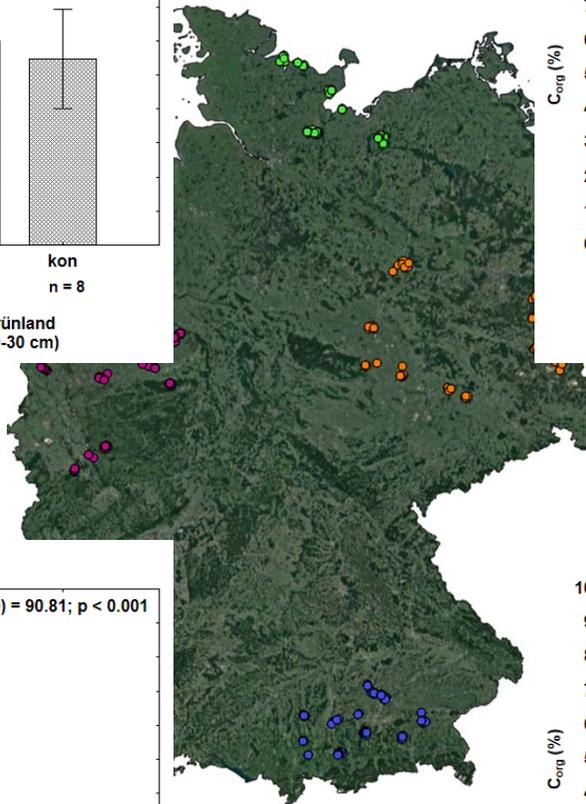
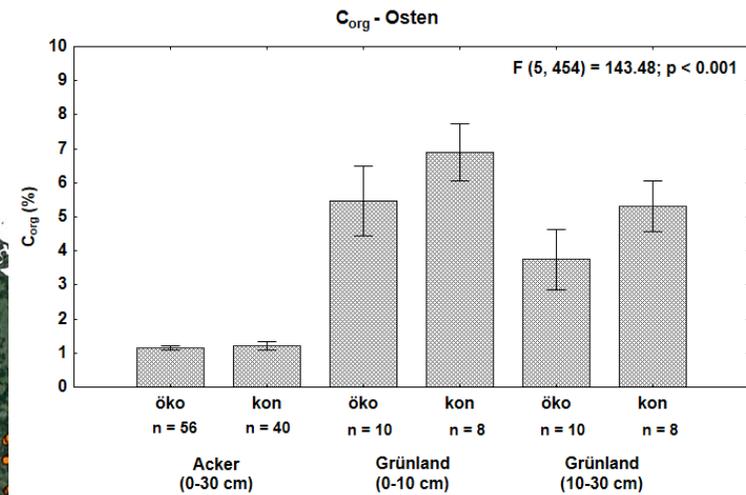
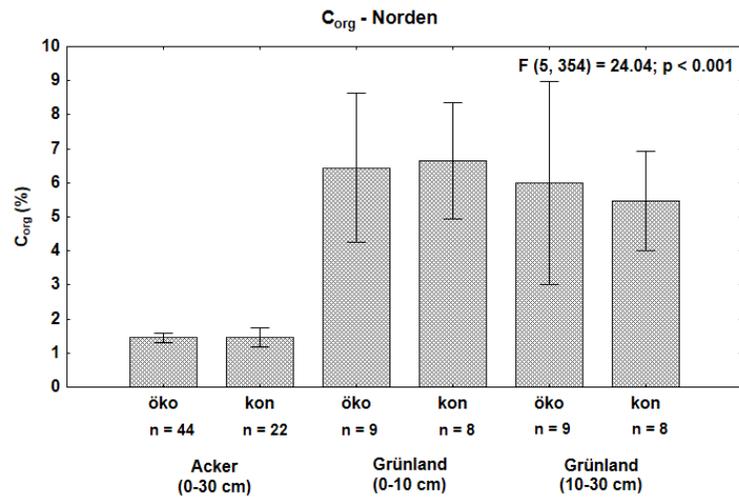
Kohlenstoffkreislauf und Treibhausgasflüsse





C_{org}-Gehalte der Oberböden, Acker- und Grünland

Pilotbetriebe





Einflussfaktoren auf die C_{org} -Gehalte

Standortfaktoren

- Niederschlagssumme
- Durchschnittstemperatur
- Höhenlage
- Boden (Feinanteil)

Bewirtschaftung

- Fruchtfolge
- Düngung
- Bodenbearbeitung

Datensatz zur Analyse der Beziehungen zwischen

ΔC_{org} (2009, 2016) (Messwerte)

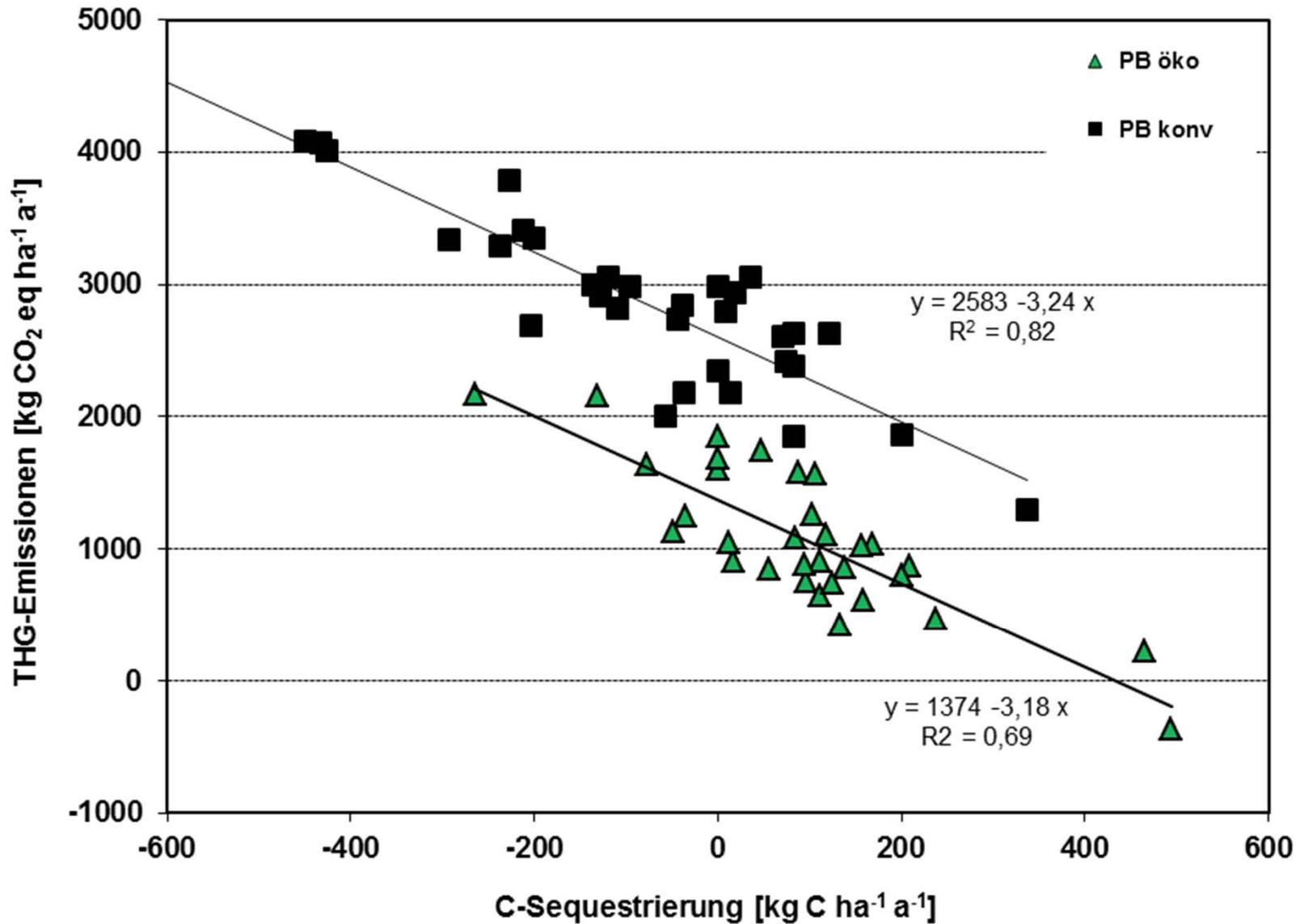
ΔC_{org} (2009, 2016) (Humusbilanzierung, Modellierung)

Bewirtschaftungsfaktoren



Beziehung zwischen C-Sequestrierung und THG-Emissionen

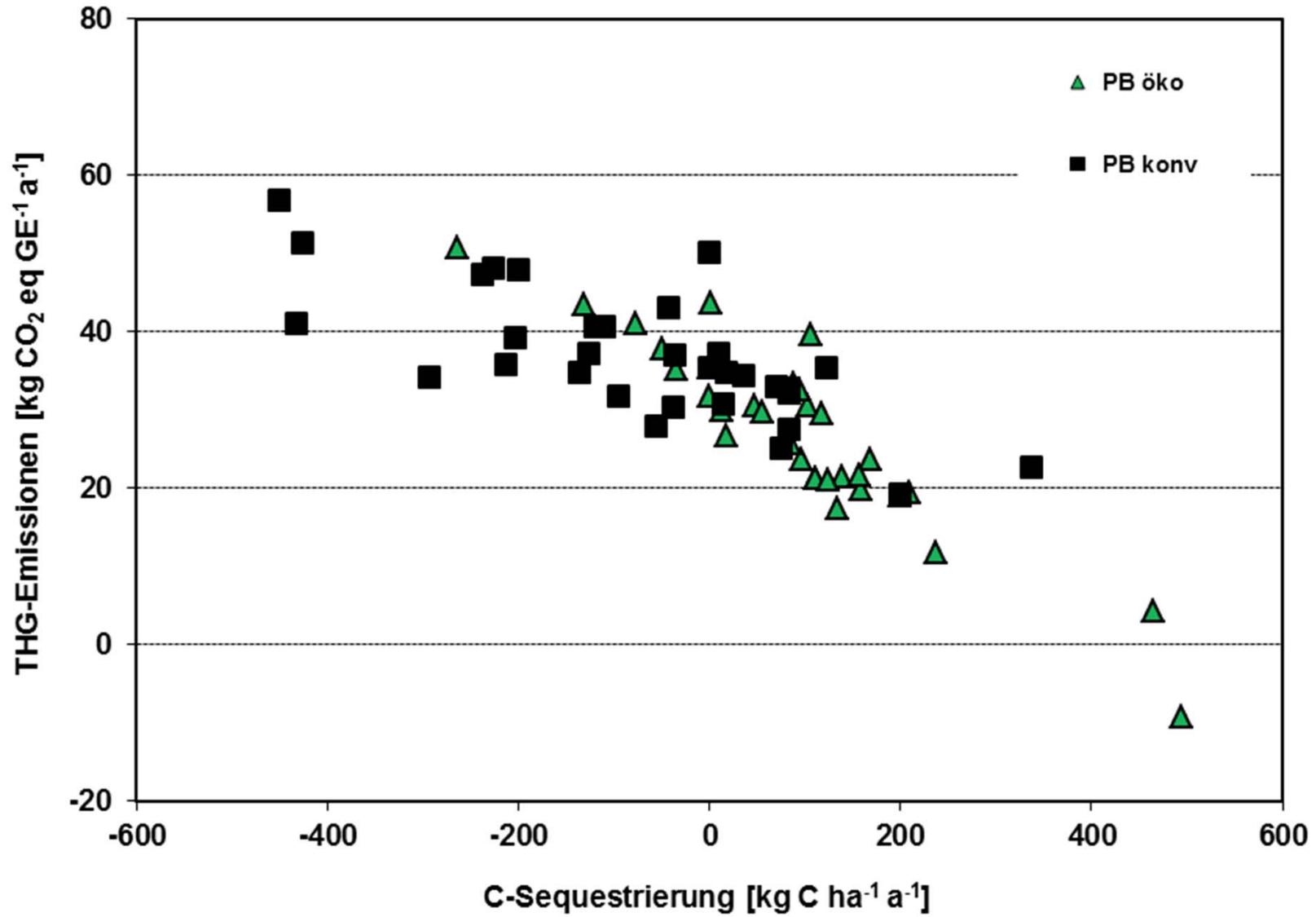
Pilotbetriebe





Beziehung zwischen C-Sequestrierung und THG-Emissionen

Pilotbetriebe





- **Begrenzte C-Speicherkapazität der Böden**
abhängig vom Ausgangsgehalt, zeitlich begrenzt, schwierig nachweisbar
- **Realistisch sind C-Akkumulationsraten**
bis ca. 500 kg C ha⁻¹ a⁻¹, das entspricht ca. 1,5 bis 2,0 t CO₂ ha⁻¹ a⁻¹
- **Höhere C-Gehalte bei reduzierter Bodenbearbeitung**
Beispiel Scheyern: + 150 bis 500 kg C ha⁻¹ a⁻¹



THG-Emissionen

- öko. und konv. Marktfrucht- und Milchviehbetriebe



Indikator	ME	PB öko. (n = 32)			PB konv. (n = 33)		
		MW	Marktfrucht	Milchvieh	MW	Marktfrucht	Milchvieh
Emissionen (Anbau)	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	556	550	560	1129	1122	1133
Saatgut	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	65	102	40	55	76	41
Org. Dünger	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	182	78	253	273	61	410
Min. Dünger	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	5	10	2	372	513	280
PS	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	3	7	0	83	140	45
Inv. Güter	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	33	41	27	32	26	35
Treibstoff	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	268	313	238	315	306	320
C-Sequestrierung	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	-342	-118	-495	324	538	185
N₂O-Emissionen	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	865	796	911	1429	1370	1468
THG-Emissionen	kg CO _{2eq} ha ⁻¹	1078	1228	976	2882	3031	2785
THG-Emissionen	kg CO _{2eq} GJ ⁻¹	27	33	23	37	34	39
THG-Emissionen	kg CO _{2eq} GE ⁻¹	12	17	8	17	20	15



- **Ökologische Pilotbetriebe:**
Geringe THG-Emissionen: 1080 kg CO_{2eq} ha⁻¹
Milchviehbetriebe → Humusaufbau
Marktfruchtbetriebe → ausgeglichen Humusbilanz
- **Konventionelle Pilotbetriebe:**
Hoher THG-Emissionen: 2800 kg CO_{2eq} ha⁻¹
Marktfruchtbetriebe → deutlicher Humusabbau
Milchviehbetriebe → leichter Humusabbau
- **Systemunterschiede:**
resultieren aus dem Einsatz von Düngern und PS



- **Milchviehbetriebe:**
geringere flächen- und produktbez. THG-Emissionen als Marktfruchtbetriebe
- **Große einzelbetriebliche Variabilität**
Schwankungen innerhalb der Betriebsgruppen sind größer
als die Unterschiede zwischen den Betriebsgruppen
(Standort- und Managementeinflüsse)
- **Ansätze für die Beratung und Betriebsoptimierung**
– Optimierung des Stickstoffeinsatzes, Ertragssteigerung, ...