

Energie- und Treibhausgasbilanzierung in ökologischen und konventionellen Betriebssystemen

Wissenschaftliche Tagung am Thünen-Institut

27. Februar 2013 in Braunschweig



- **Problemstellung und Forschungsansatz**

Gesellschaftliche Relevanz des Themas, Netzwerk der Pilotbetriebe

- **Einsatz fossiler Energie und Energieeffizienz**

Methodische Grundlagen der Energiebilanzierung

Vergleich ökologisch – konventionell, Milchviehhaltung – Marktfruchtbau

- **Stickstoff- und Kohlenstoffkreislauf**

Treibhausgasflüsse und deren Ursachen

Minderungspotenziale und Beratungsansätze für die Praxis

- **Schlussfolgerungen**

livestock's long shadow

environmental issues and options



Livestock in geographic transition

Hotspots of **land degradation**

Livestock's role in **climate change**
and **air pollution**

Livestock's role in **water depletion**
and **pollution**

Livestock's impact on **biodiversity**



- **Analyse der Klimawirkungen landwirtschaftlicher Betriebssysteme – vollständige Treibhausgasbilanzen im Pflanzenbau und in der Milchviehhaltung**
- **Ableitung von praxisbezogenen, betrieblich umsetzbaren Maßnahmen zur Emissionsminderung**
- **Entwicklung und Erprobung von Instrumenten zur Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsberatung**



Projekt Pilotbetriebe – Projektpartner



Technische Universität München

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme



Thünen-Institut für Ökologischen Landbau

Thünen-Institut für Agrarklimaschutz



Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Institut für Organischen Landbau



Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften

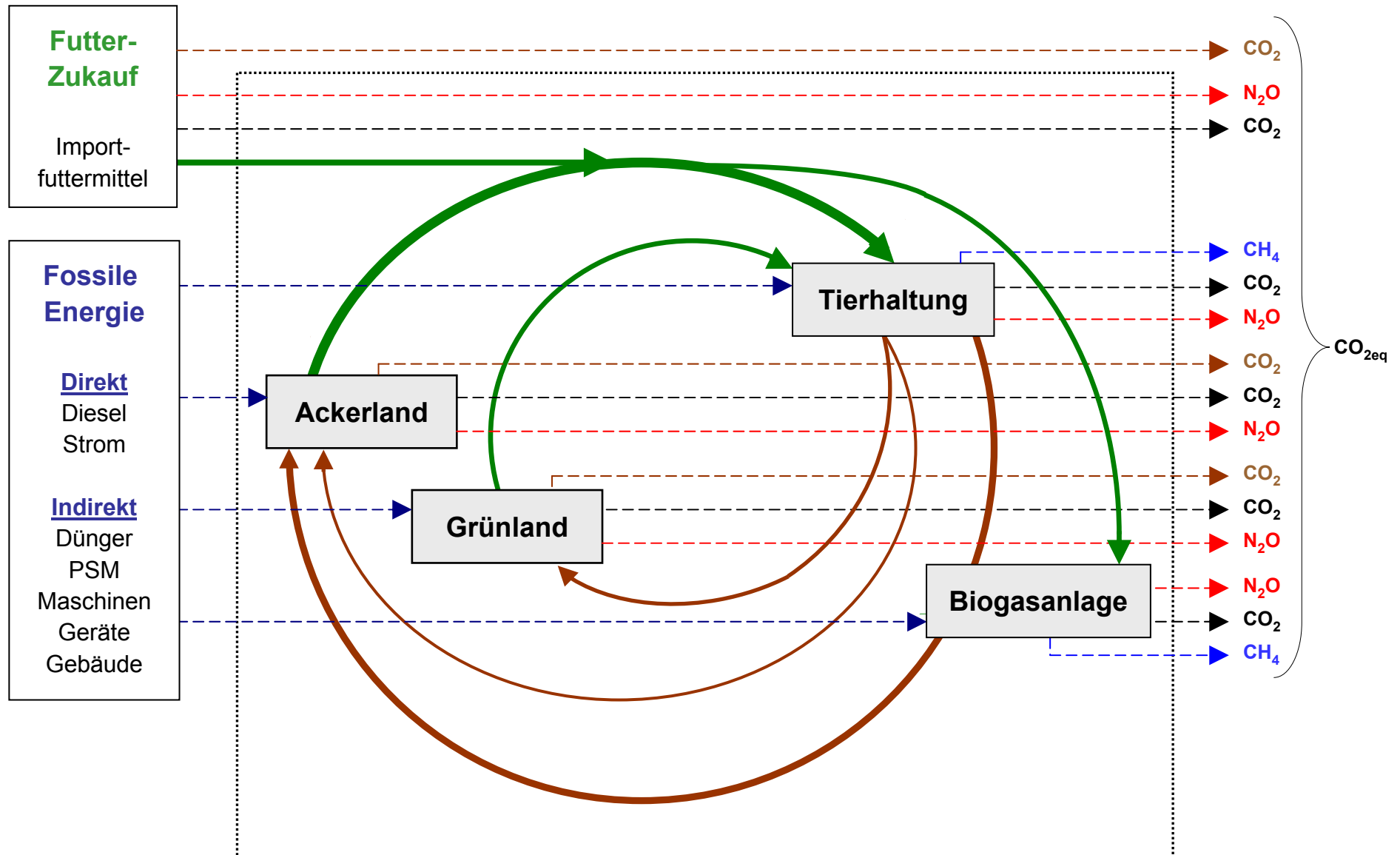


Bioland Beratung GmbH

40 ökologische und 40 konventionelle Landwirtschaftsbetriebe



Treibhausgasbilanz: Relevante Stoff- und Energieflüsse

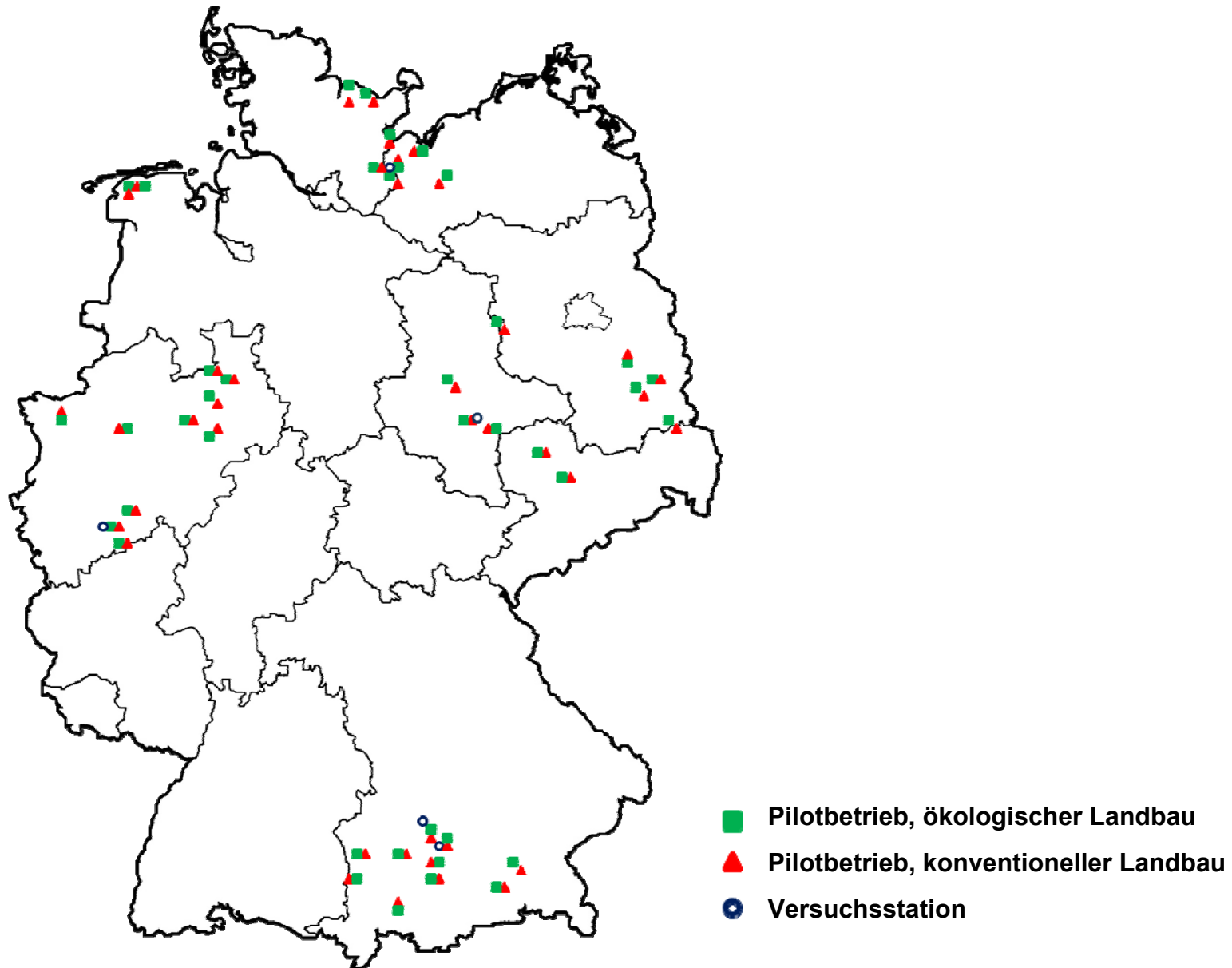






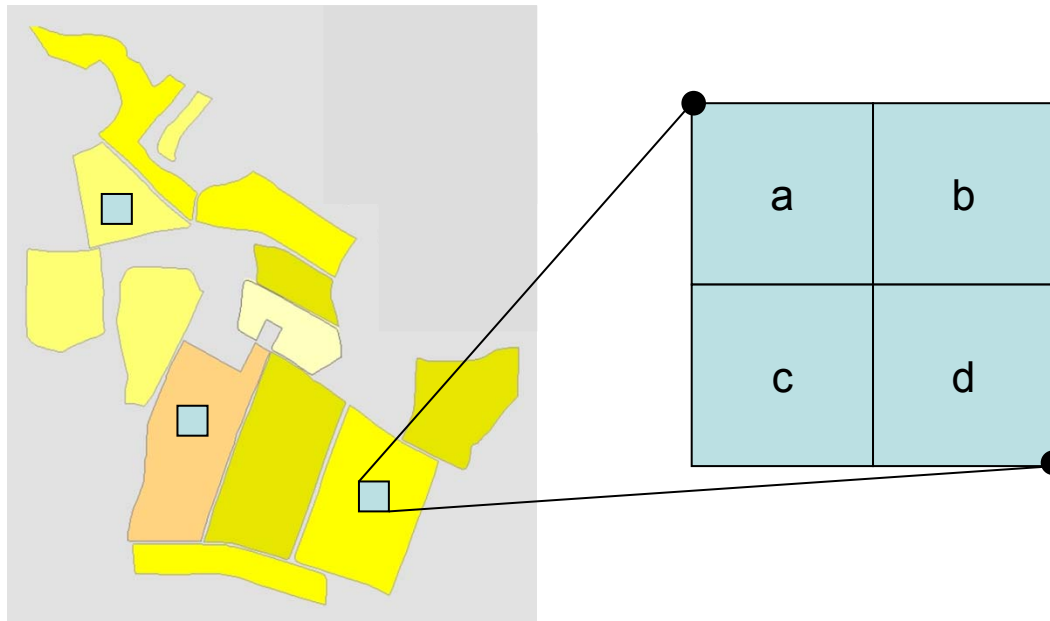
Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen

– Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben





Einrichten von Dauertestflächen



Bodenanalysen

C_{org} , C_{hwl} , C_{mik} , P , ...

Bodengefüge, Bodenphysik

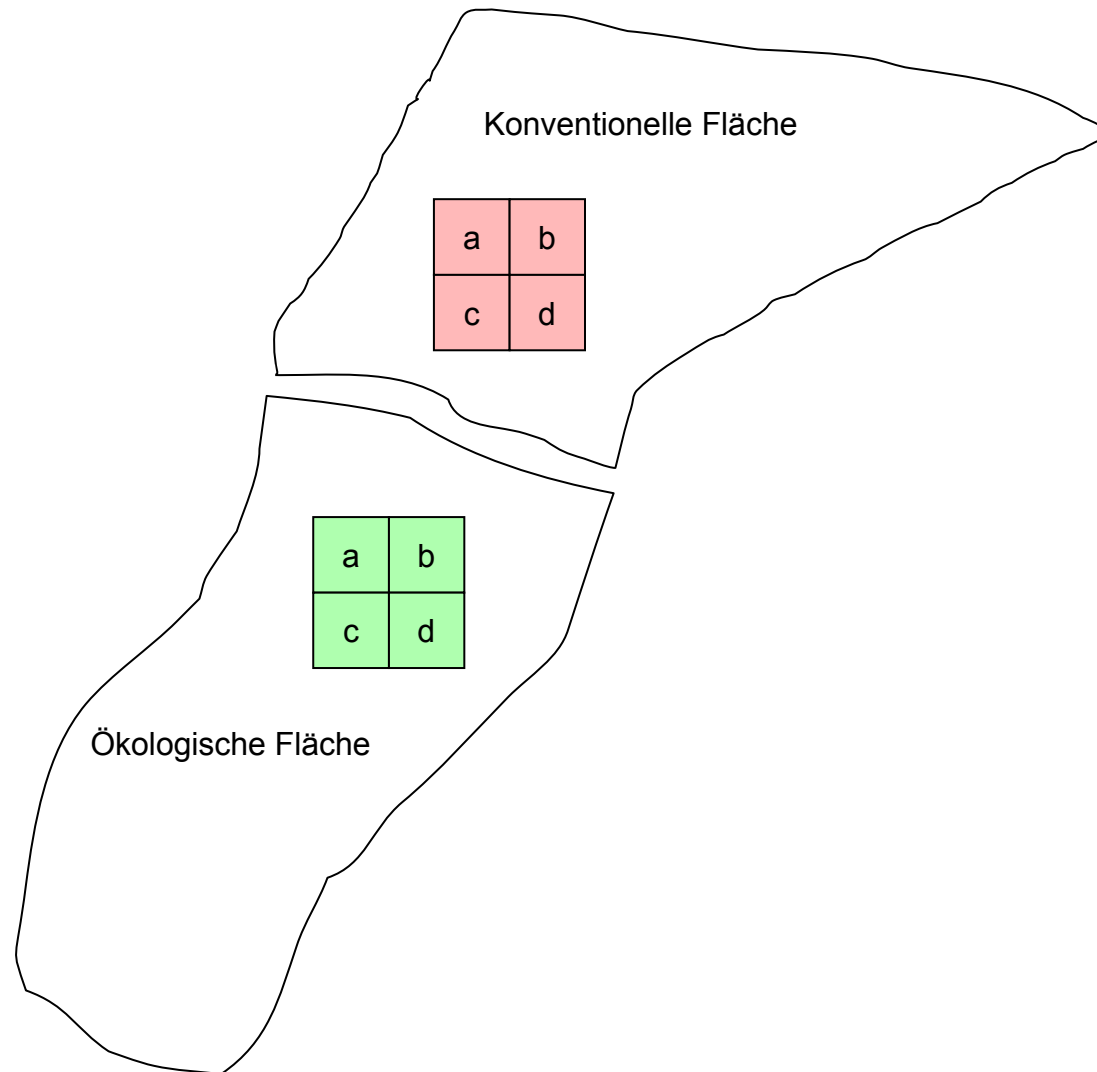
Pflanzenanalysen

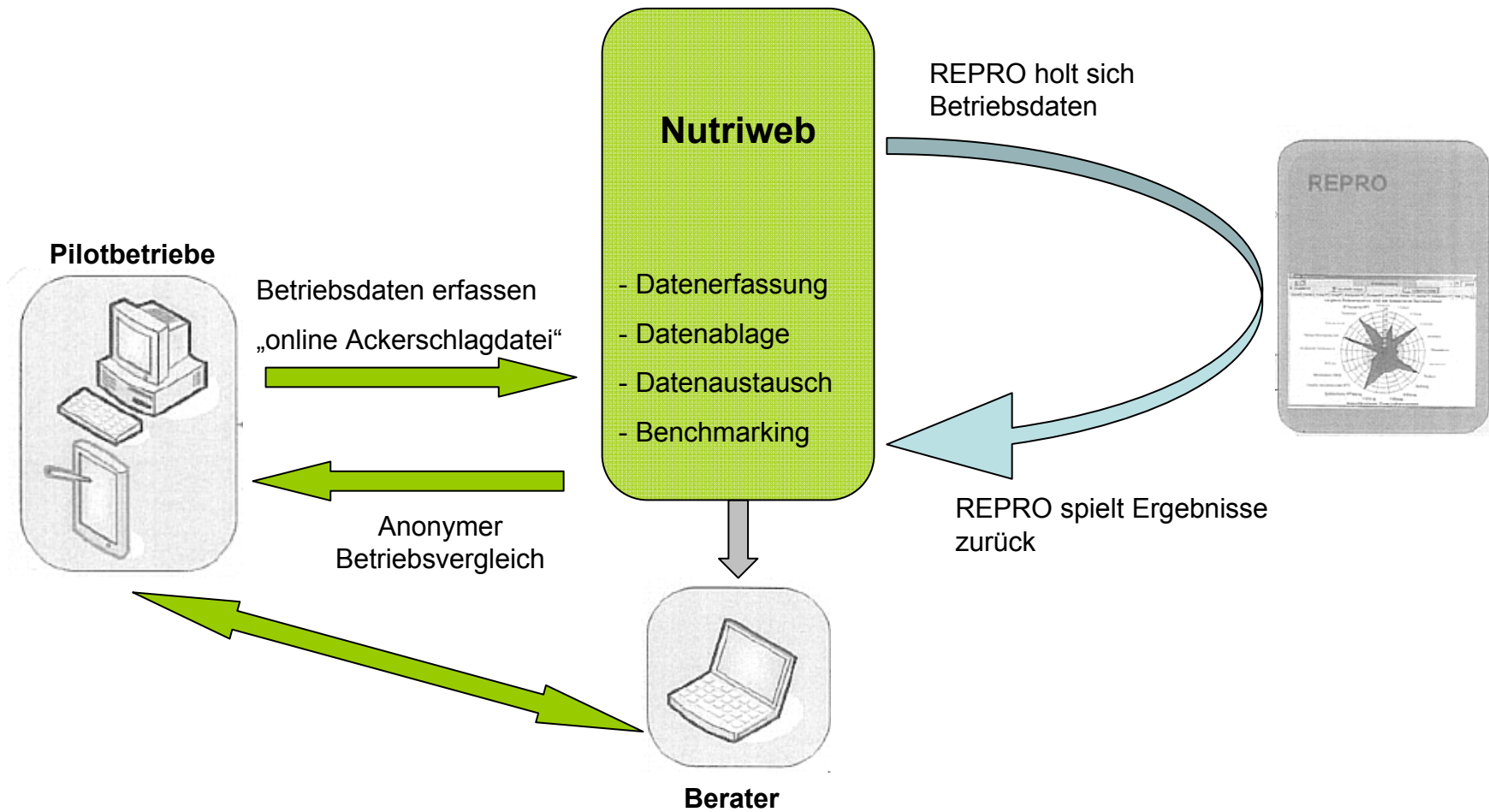
Ertrag, Qualität

Bestandesparameter



Prinzipskizze zur Lage benachbarter ökologischer und konventioneller Testflächen in Pilotbetrieben





Energieflüsse und Energieeffizienz

Energiebilanz der Pflanzenproduktion



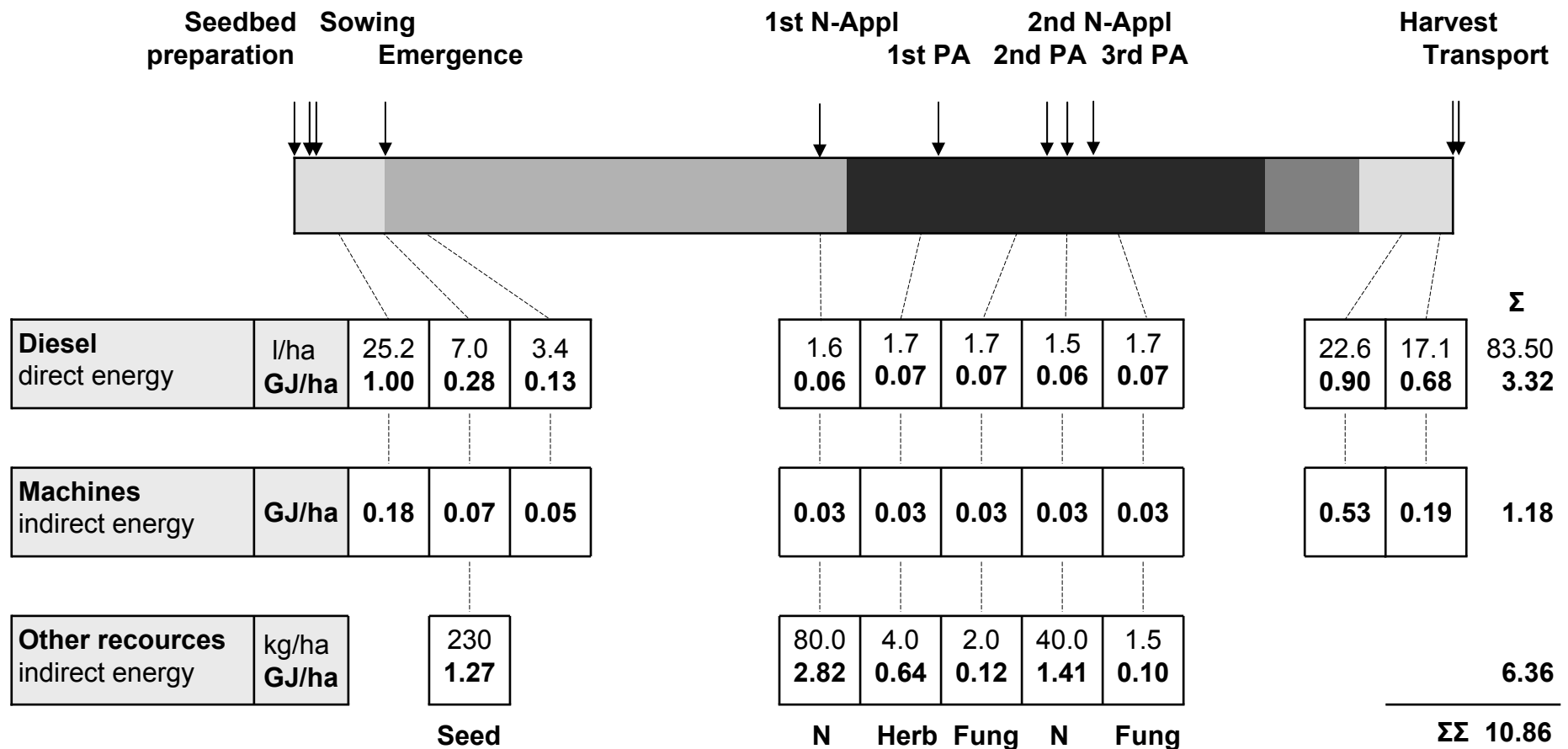


Einsatz fossiler Energie beim Anbau von Winterweizen

Hülsbergen et al. (2001): Agric., Ecosyst. & Environ. 86, 303-321.



Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Febr	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug
------	-----	-----	-----	-----	------	------	-------	-----	------	------	-----





Kennzahl	Marktfruchtbau (n = 12)			Milchvieh (n = 16)		
	Mittel	min	max	Mittel	min	max
Energieinput (GJ ha ⁻¹)	6	4	9	7	5	11
Ertrag (GE ha ⁻¹)	38	27	52	44	29	60
Energiebindung (GJ ha ⁻¹)	77	55	130	128	77	173
Energieintensität (MJ GE ⁻¹)	175	104	230	172	136	234
Output/Input-Verhältnis	12	7	19	17	12	23



Energiebilanz im Pflanzenbau, Prozessanalyse

Konventionelle Pilotbetriebe (Schmid, Braun & Hülshagen 2012)

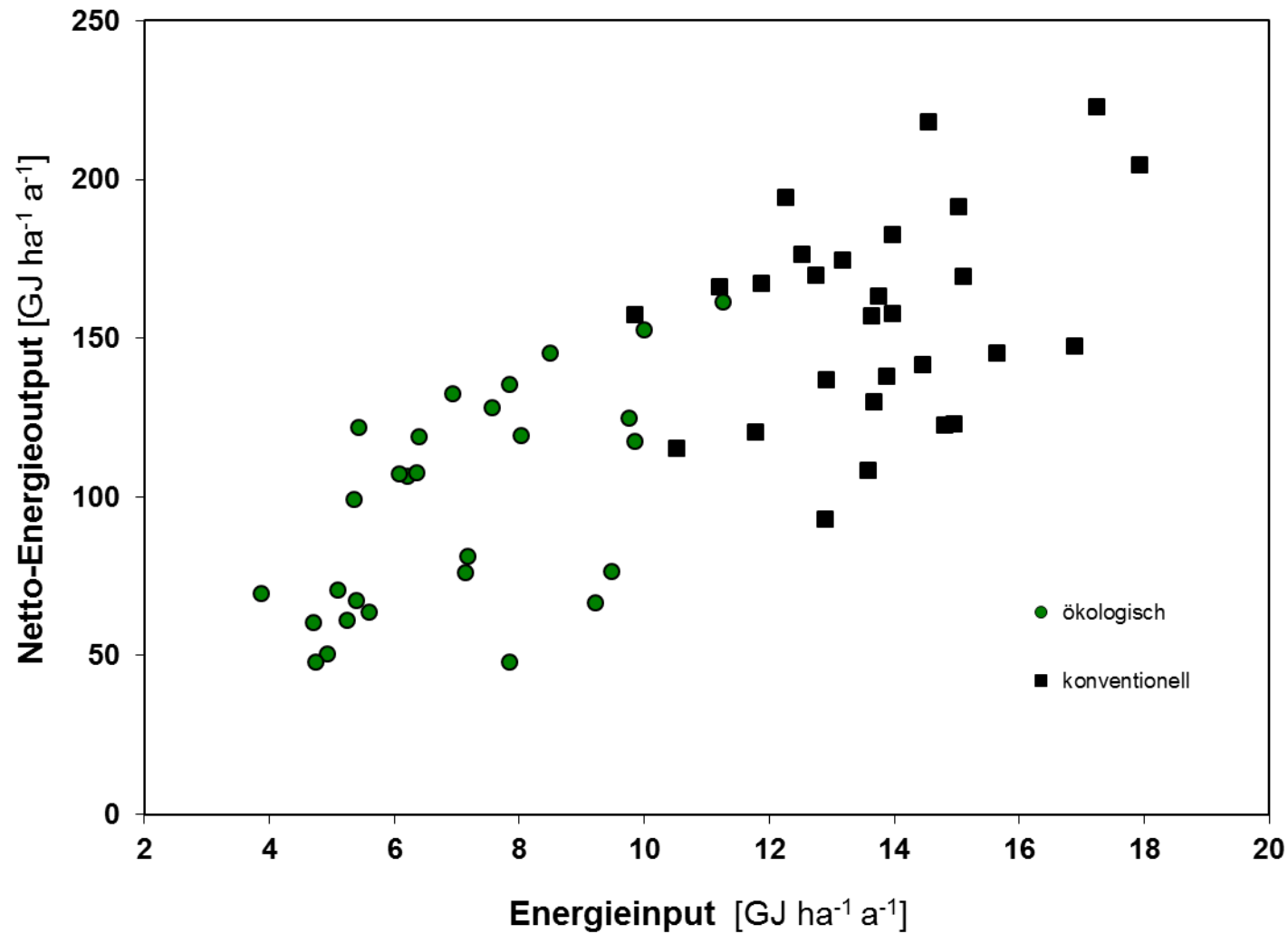


Kennzahl	Marktfruchtbau (n = 12)			Milchvieh (n = 16)		
	Mittel	min	max	Mittel	min	max
Energieinput (GJ ha ⁻¹)	13	10	17	14	11	18
Ertrag (GE ha ⁻¹)	91	71	100	70	53	91
Energiebindung (GJ ha ⁻¹)	153	107	186	186	124	240
Energieintensität (MJ GE ⁻¹)	150	126	183	204	136	273
Output/Input-Verhältnis	11	8	17	13	10	17



Beziehung zwischen Energieinput und -output im Pflanzenbau

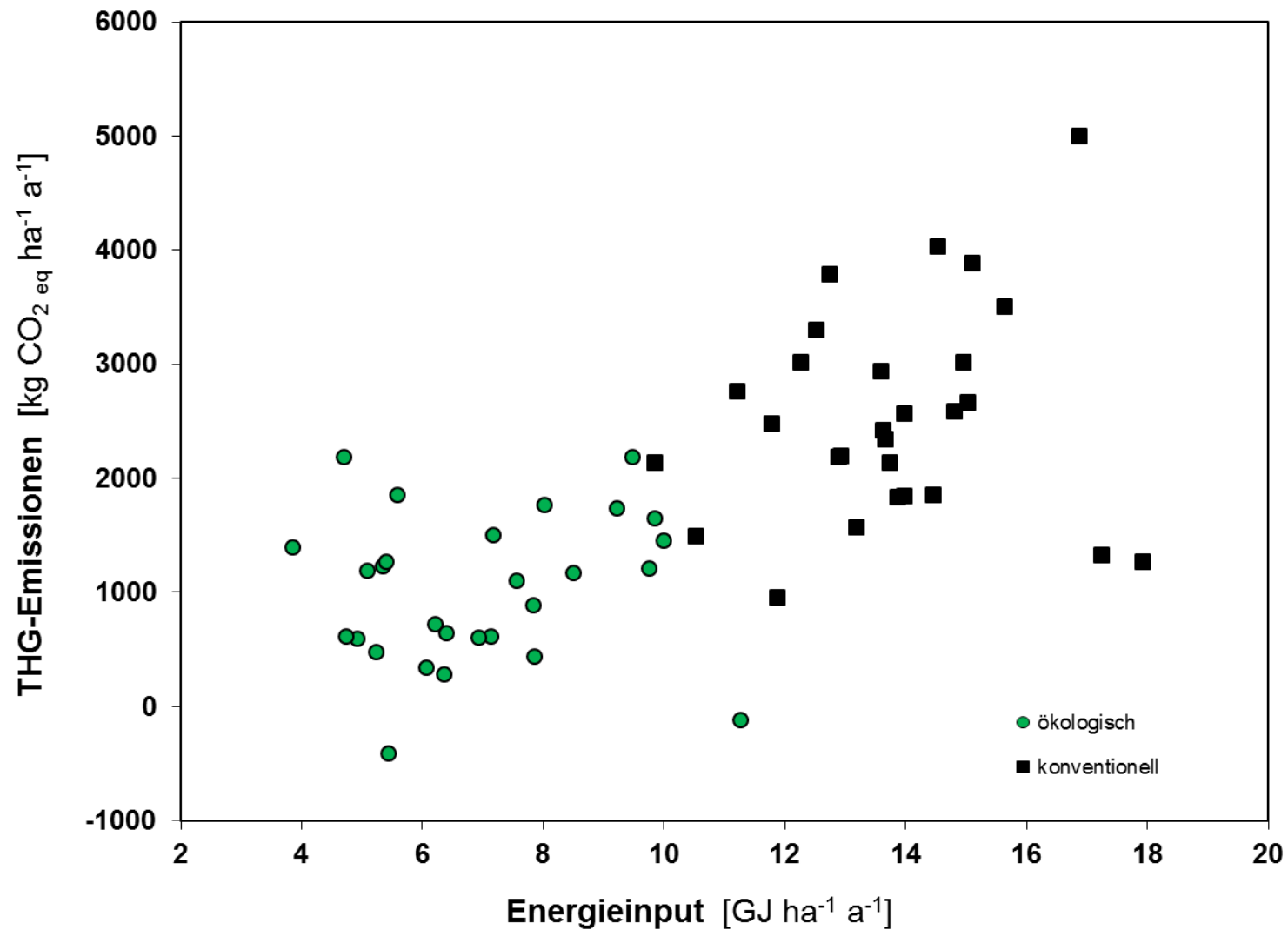
Pilotbetriebe (Schmid, Braun & Hülsbergen 2012)





Beziehung zwischen Energieinput und THG-Emissionen

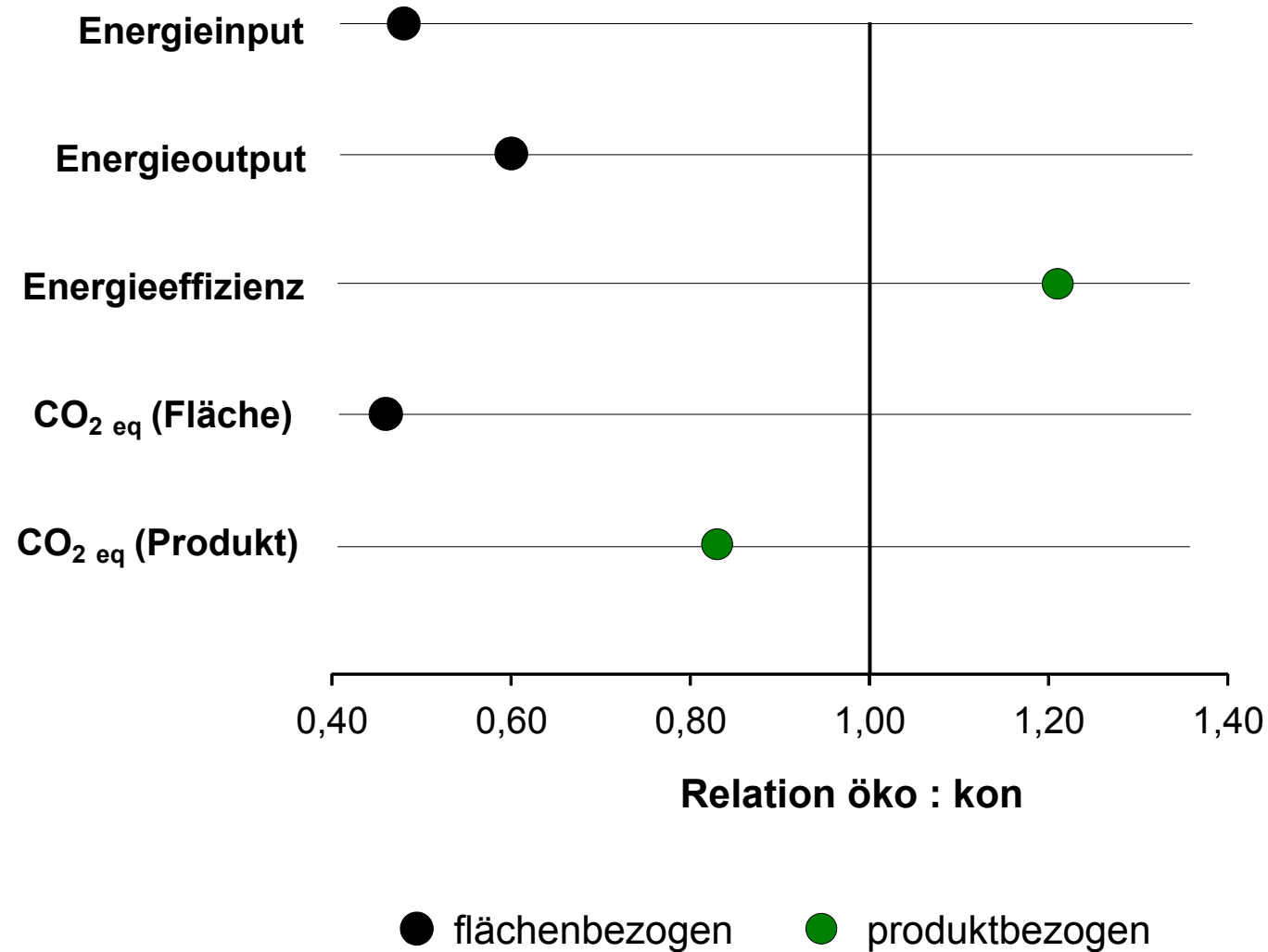
Pilotbetriebe (Schmid, Braun & Hülsgen 2012)





Energieeffizienz und CO₂-Emissionen im Pflanzenbau

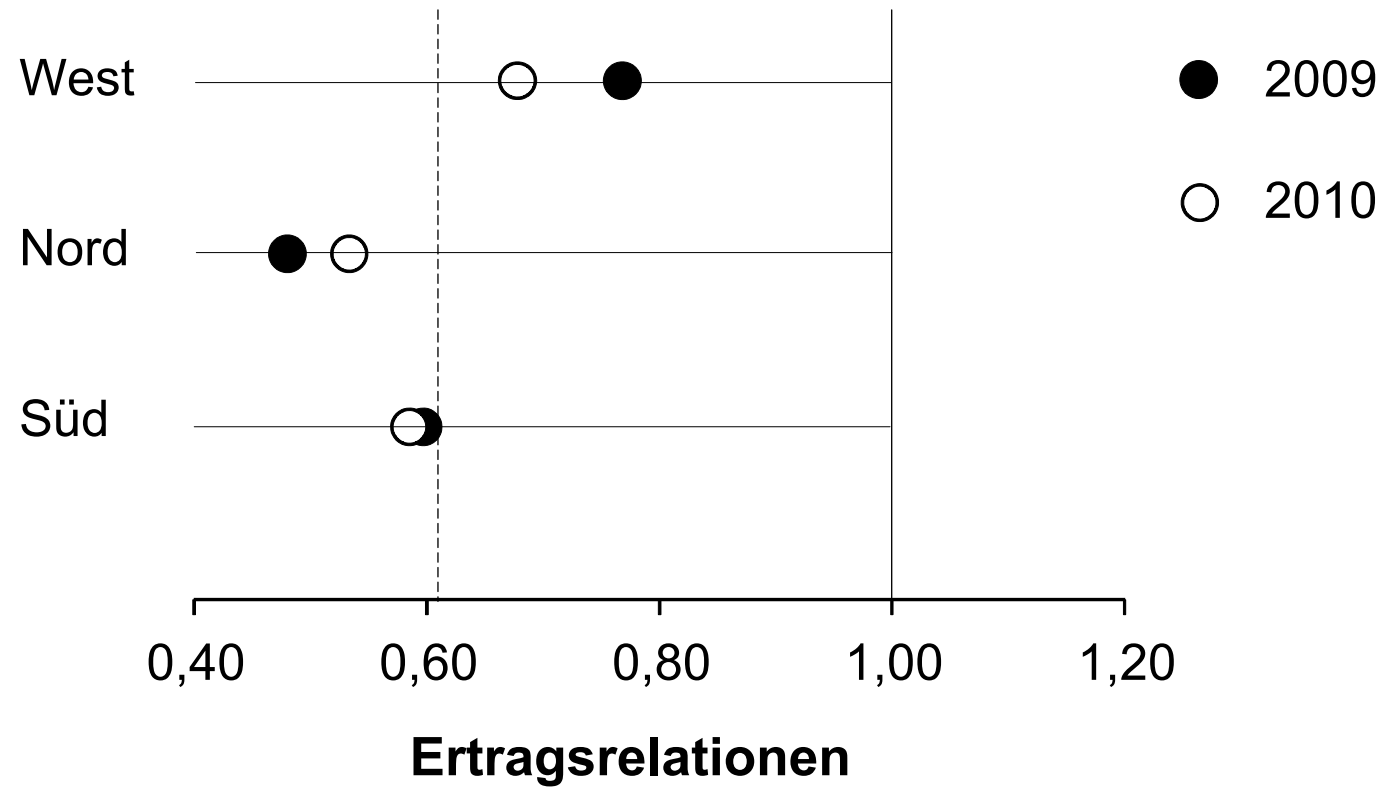
Relation ökologisch : konventionell, Pilotbetriebe (Schmid, Braun, Hülsbergen 2012)





Ertragsrelation Winterweizen, ökologisch : konventionell

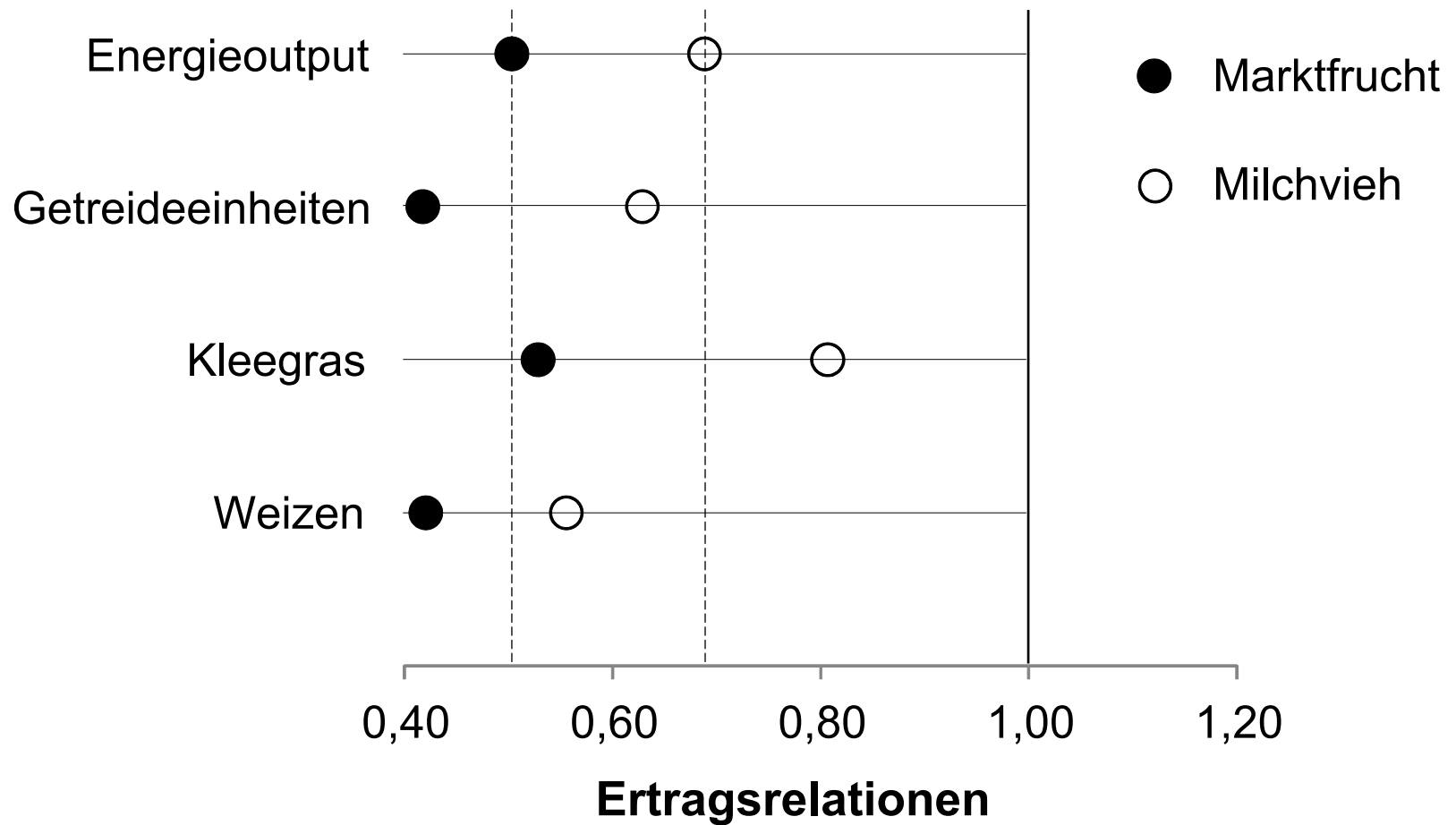
nach Untersuchungsregionen





Ertragsrelationen, ökologisch : konventionell

differenziert nach Fruchtarten und Betriebstypen





- **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, ...

Stickstoffkreislauf und Stickstoffeffizienz

Stickstoffbilanz und N_2O -Emissionen im Pflanzenbau





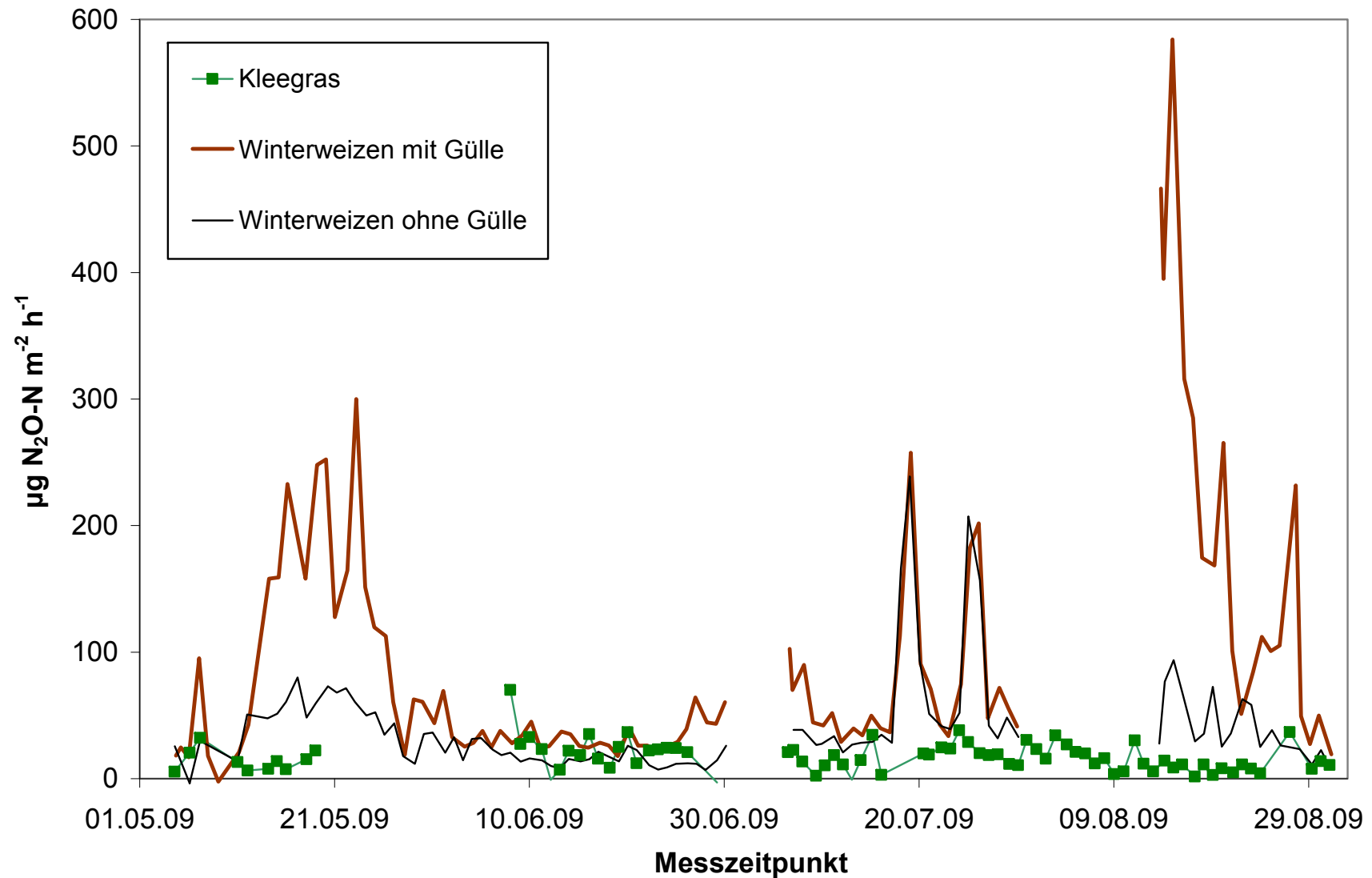
N_2O -Messungen mit automatischem Meßsystem





N₂O Emissionen im Energiepflanzen-Fruchtfolgeversuch

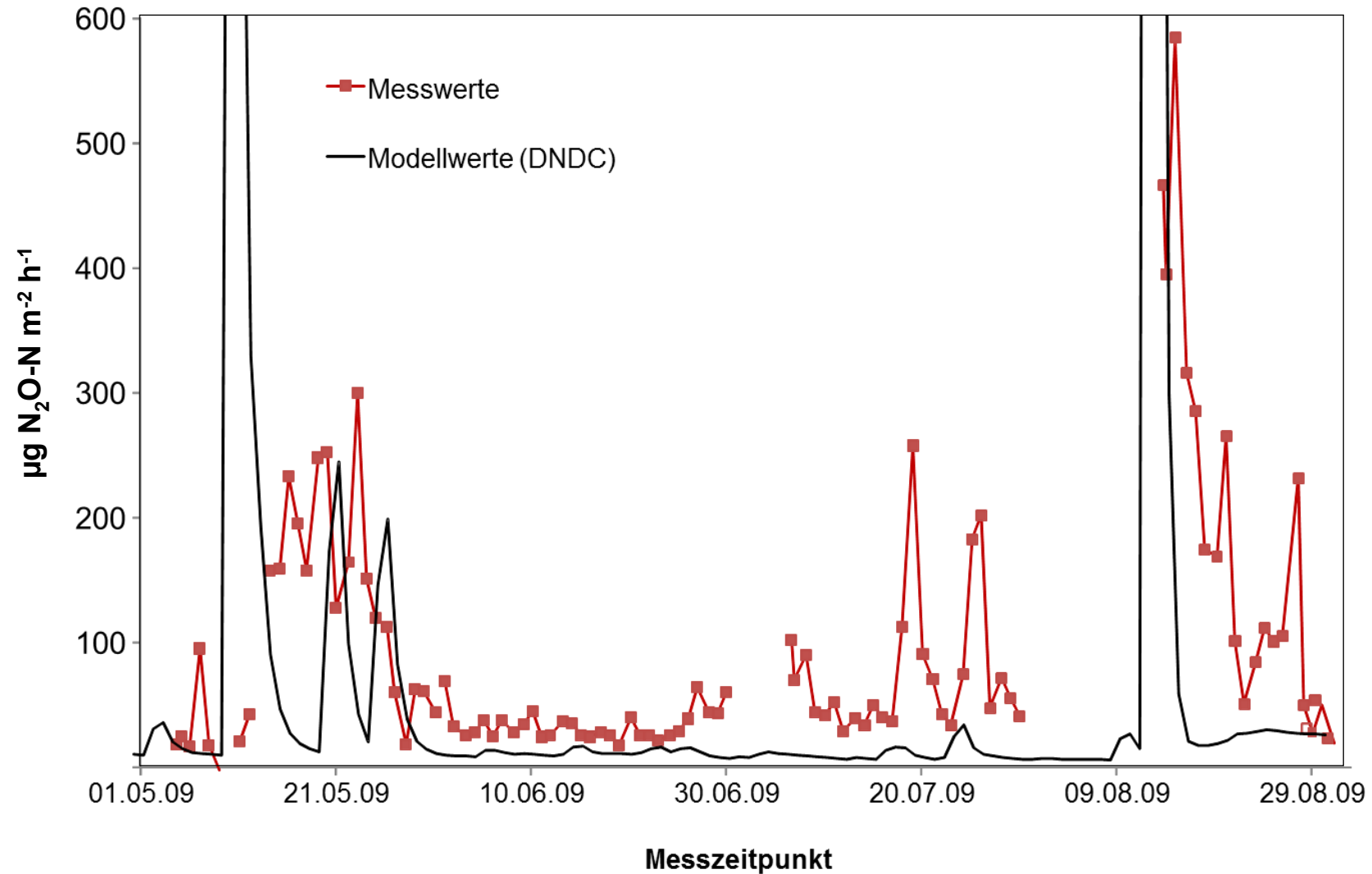
Viehhausen (Peter, Schmid, Munch & Hülshbergen 2010)





N₂O-Emissionen im Energiepflanzen-Fruchtfolgeversuch

Viehhausen, Winterweizen mit Biogasgülle (Peter et al. 2012)





N₂O-Emissionen im Energiepflanzen-Fruchtfolgeversuch

Fruchtfolgeglied Klee gras – Winterweizen, 1.10.08 – 30.6.10 (kg N₂O ha⁻¹)

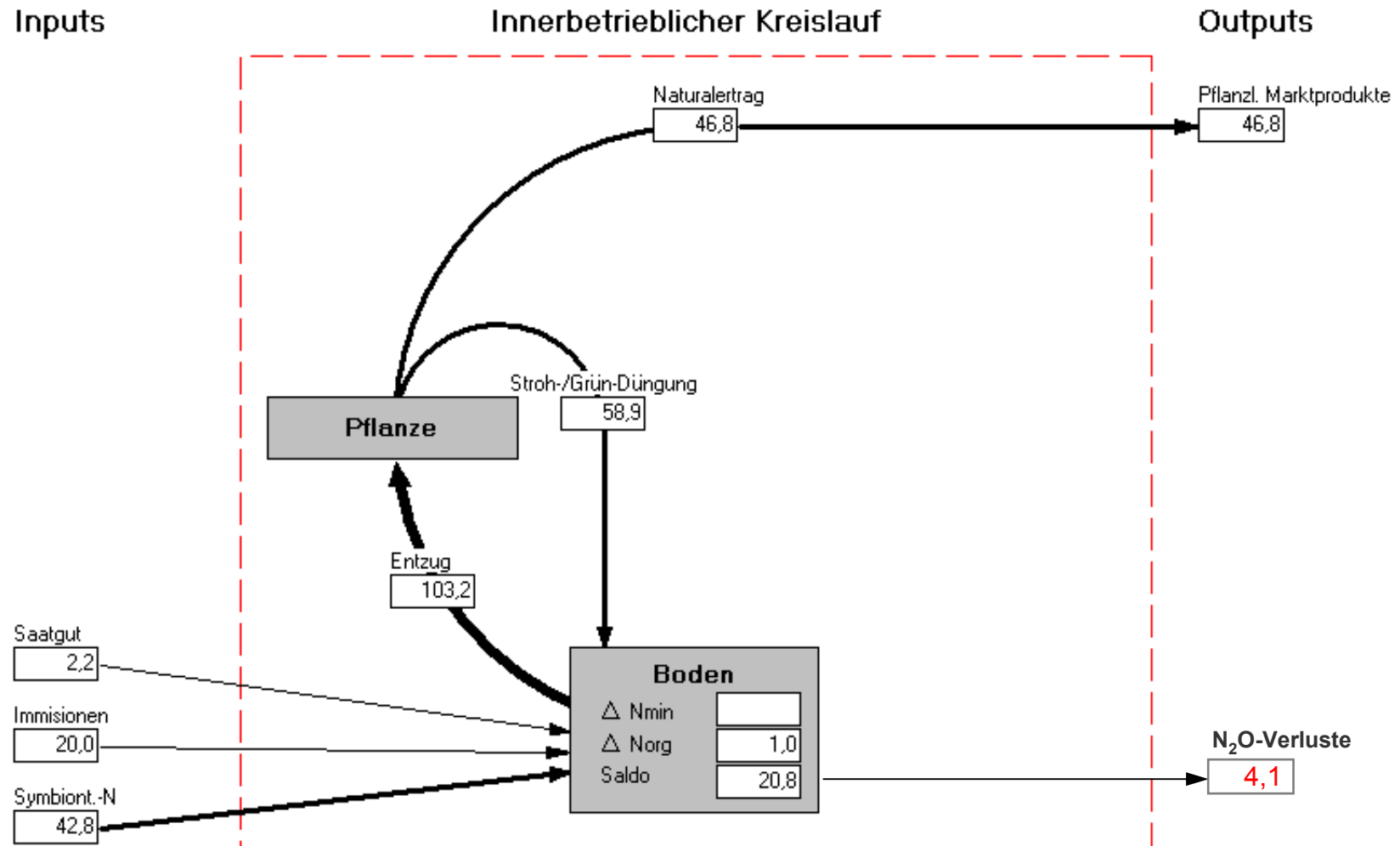


Untersuchungsmethode	Ohne Biogasgülle	Mit Biogasgülle
Messwerte, Automatische Messstation	10,0	11,1
Modelliert mit DNDC		6,7
Berechnet, nach IPCC	5,0	7,0
Berechnet, mit standortspez. Emissionsfaktor	10,0	14,0



Stickstoffkreislauf eines Pilotbetriebes

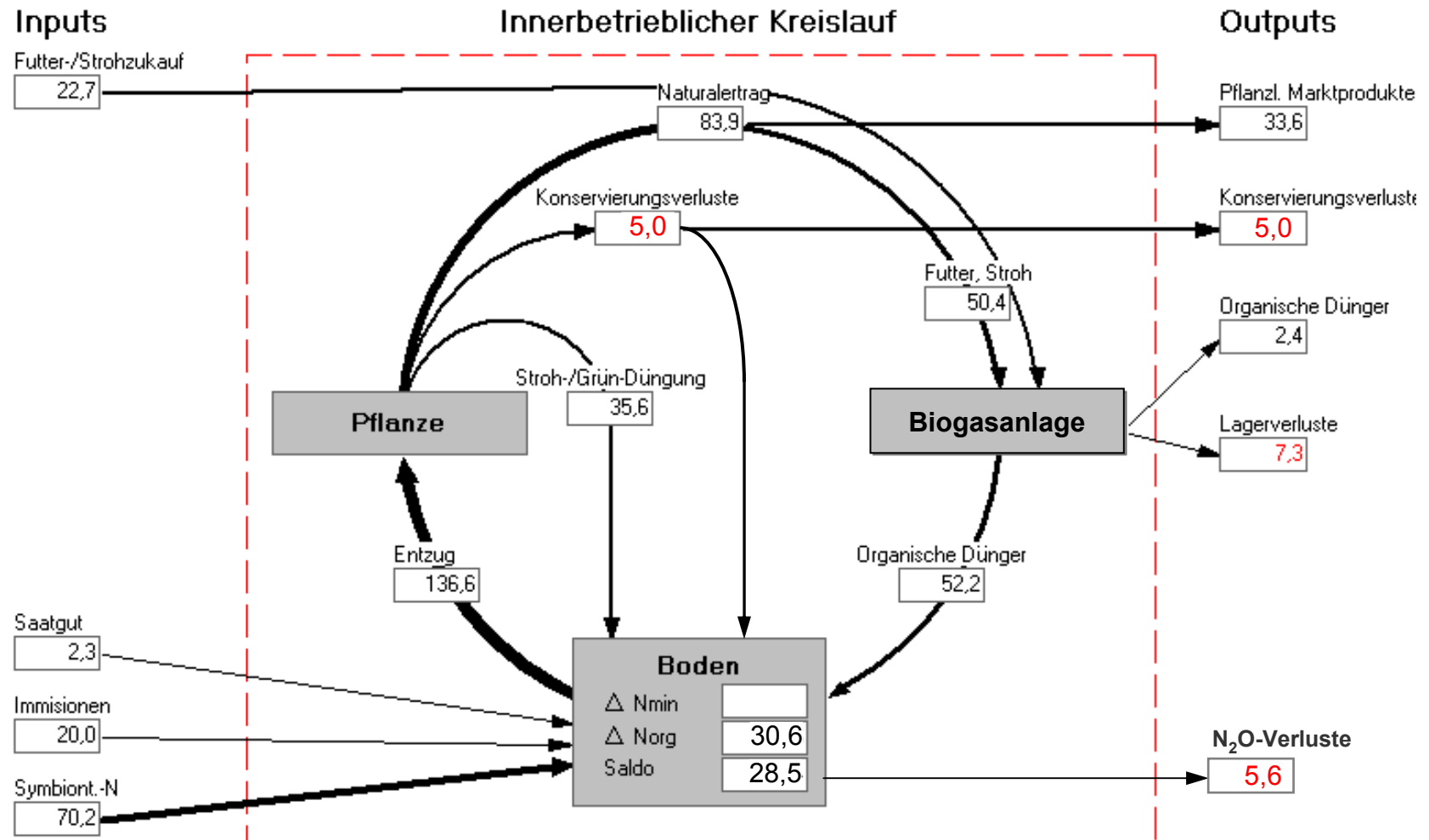
(kg N ha⁻¹ a⁻¹) Region Süd: Ökologischer Marktfruchtbau





Stickstoffkreislauf eines Pilotbetriebes

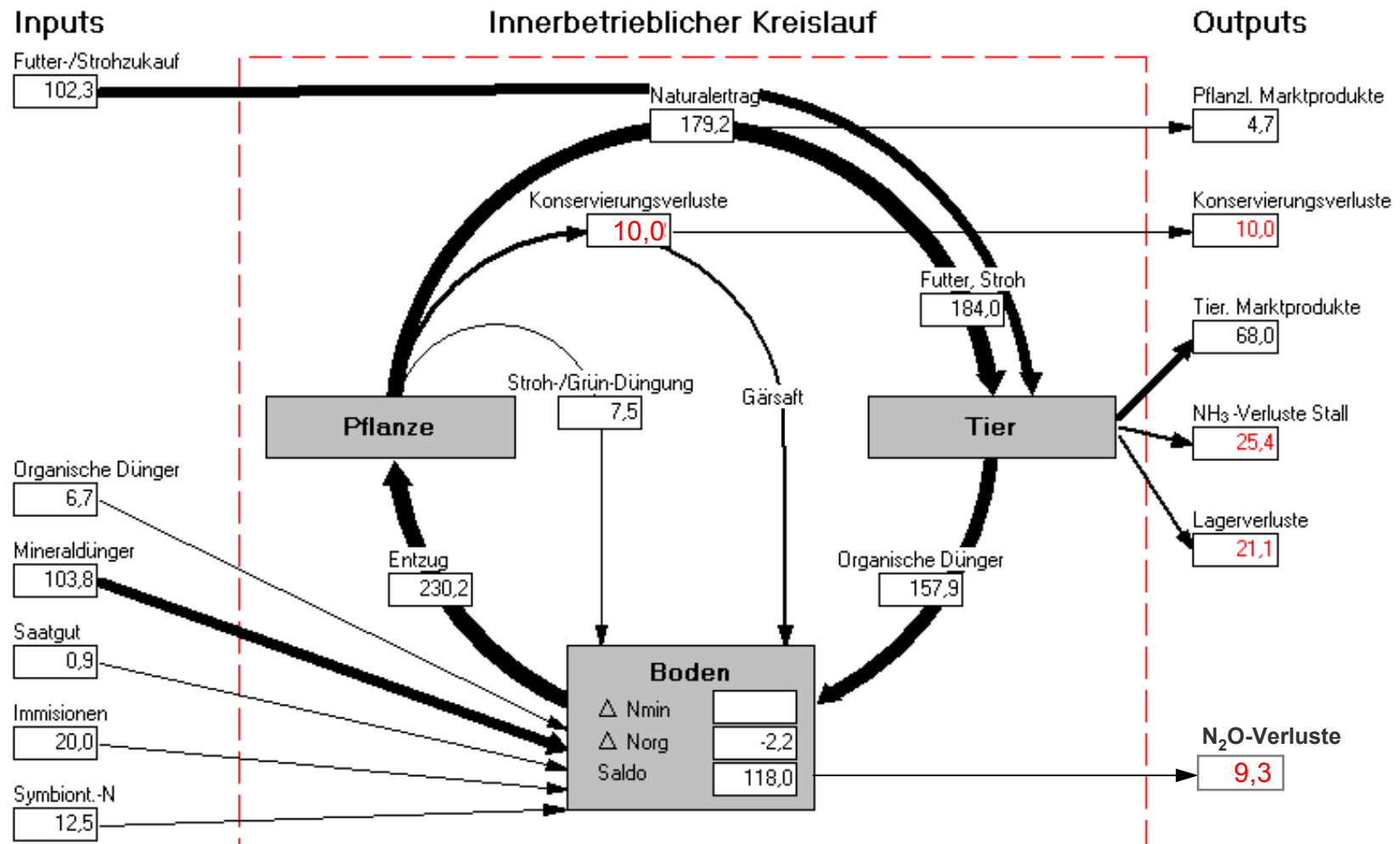
(kg N ha⁻¹ a⁻¹) Region Süd: Ökologischer Marktfruchtbau + Biogasenerzeugung





Stickstoffkreislauf eines Pilotbetriebes

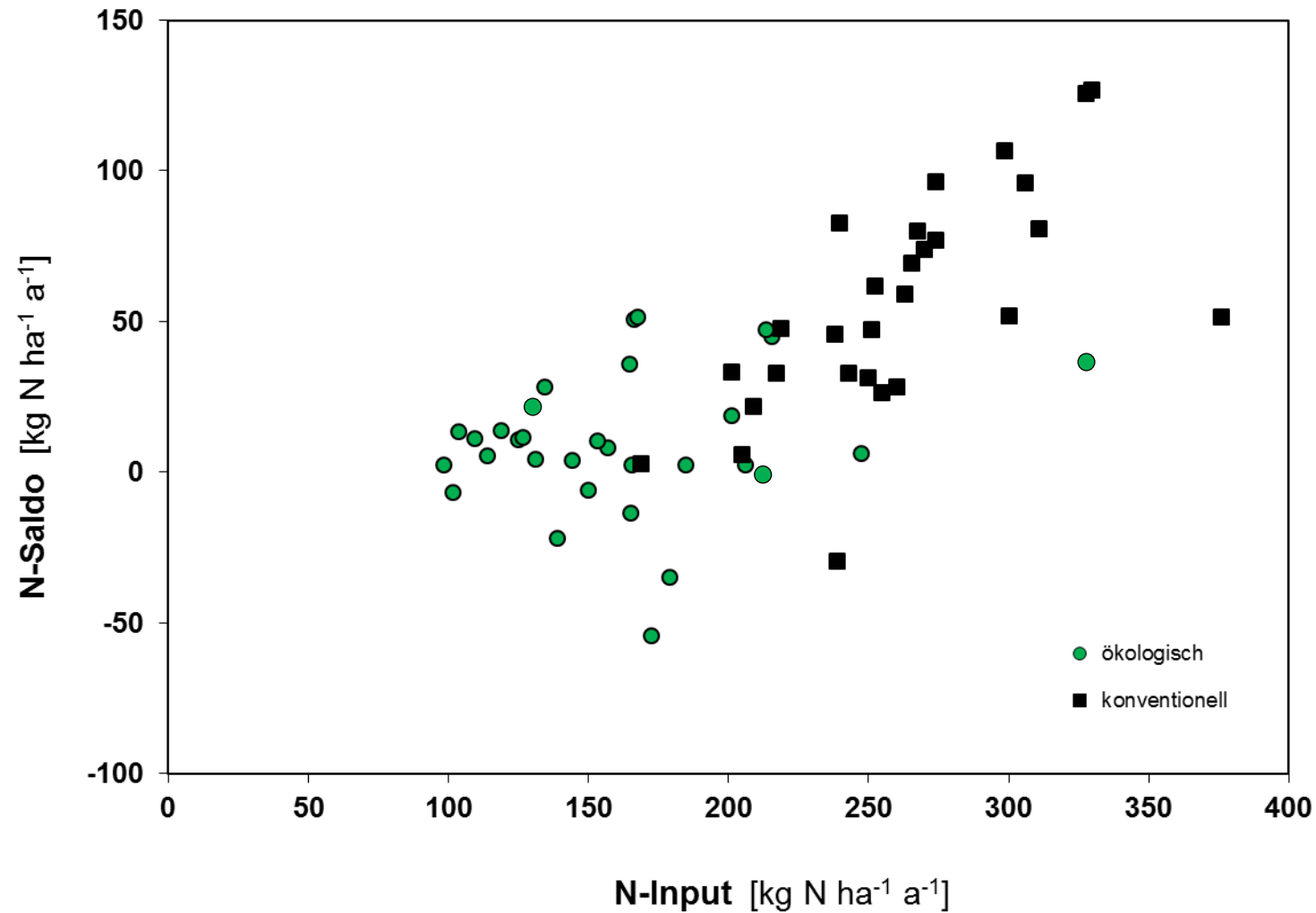
(kg N ha⁻¹ a⁻¹) Konventionelle Milchviehhaltung (2,0 GV ha⁻¹)





Beziehung zwischen N-Input und N-Saldo im Pflanzenbau

Pilotbetriebe (Schmid, Braun & Hülsbergen 2012)





- **N-Saldo** = N-Input – N-Output = potenzielle N-Verluste
Ø Ökol. Pilotbetriebe: < 20 kg ha⁻¹ Ø Konv. Pilotbetriebe: > 50 kg ha⁻¹
- **N-Effizienz** = N-Output / N-Input = N-Verwertung in den Produkten
Einflussfaktoren: Betriebsstruktur, N-Intensität, Verfahrensgestaltung
- **Optimierungsansätze** Ökologischer Landbau
Klee gras-Management, Stoffkreisläufe (z.B. Biogassysteme)
- **Optimierungsansätze** Konventioneller Landbau
Technische Innovationen: Teilflächenspezifische N-Düngung
Betriebsstrukturen: Re-Integration von Pflanzenbau und Tierhaltung

Kohlenstoffkreislauf und Treibhausgasflüsse

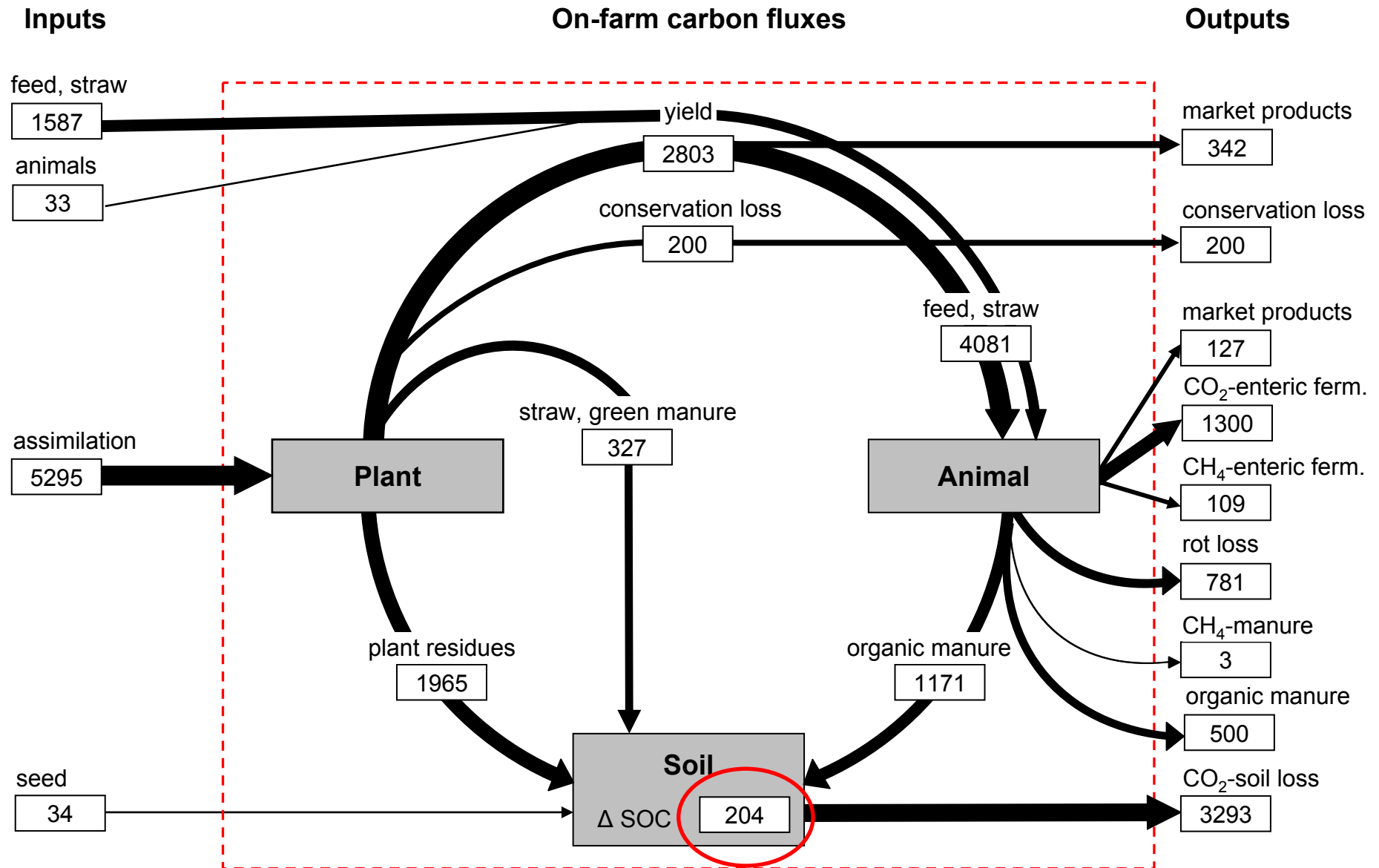
Humusaufbau und C-Sequestrierung





Carbon cycle of the organic farming system Scheyern

(kg C ha⁻¹ a⁻¹) Küstermann, Kainz & Hülshberger (2008): Renewable Agric. and Food Systems 23, 38-52.





Carbon cycle of the conventional farming system Scheyern

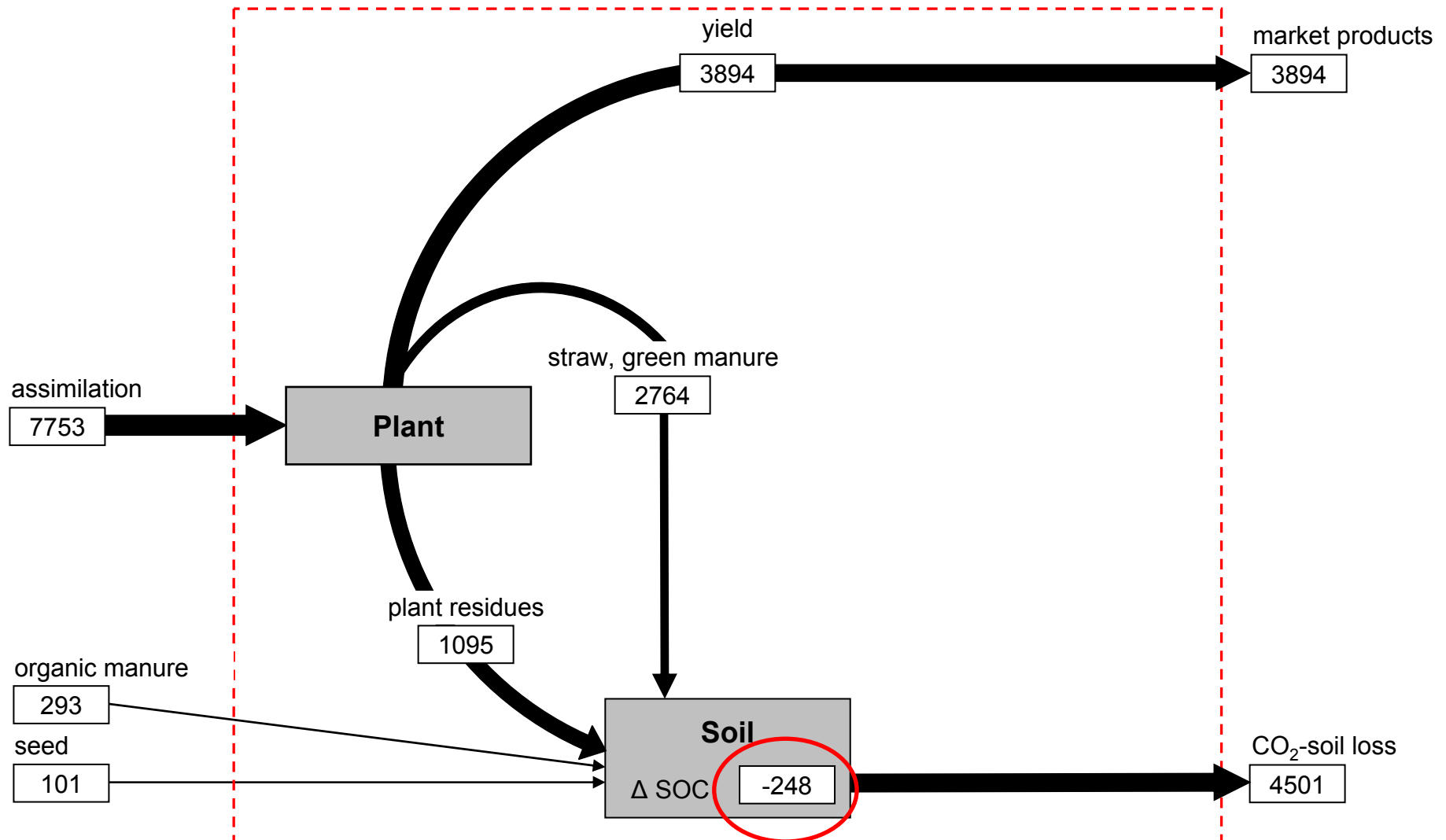
(kg C ha⁻¹ a⁻¹) Küstermann, Kainz & Hülshberger (2008): Renewable Agric. and Food Systems 23, 38-52.



Inputs

On-farm carbon fluxes

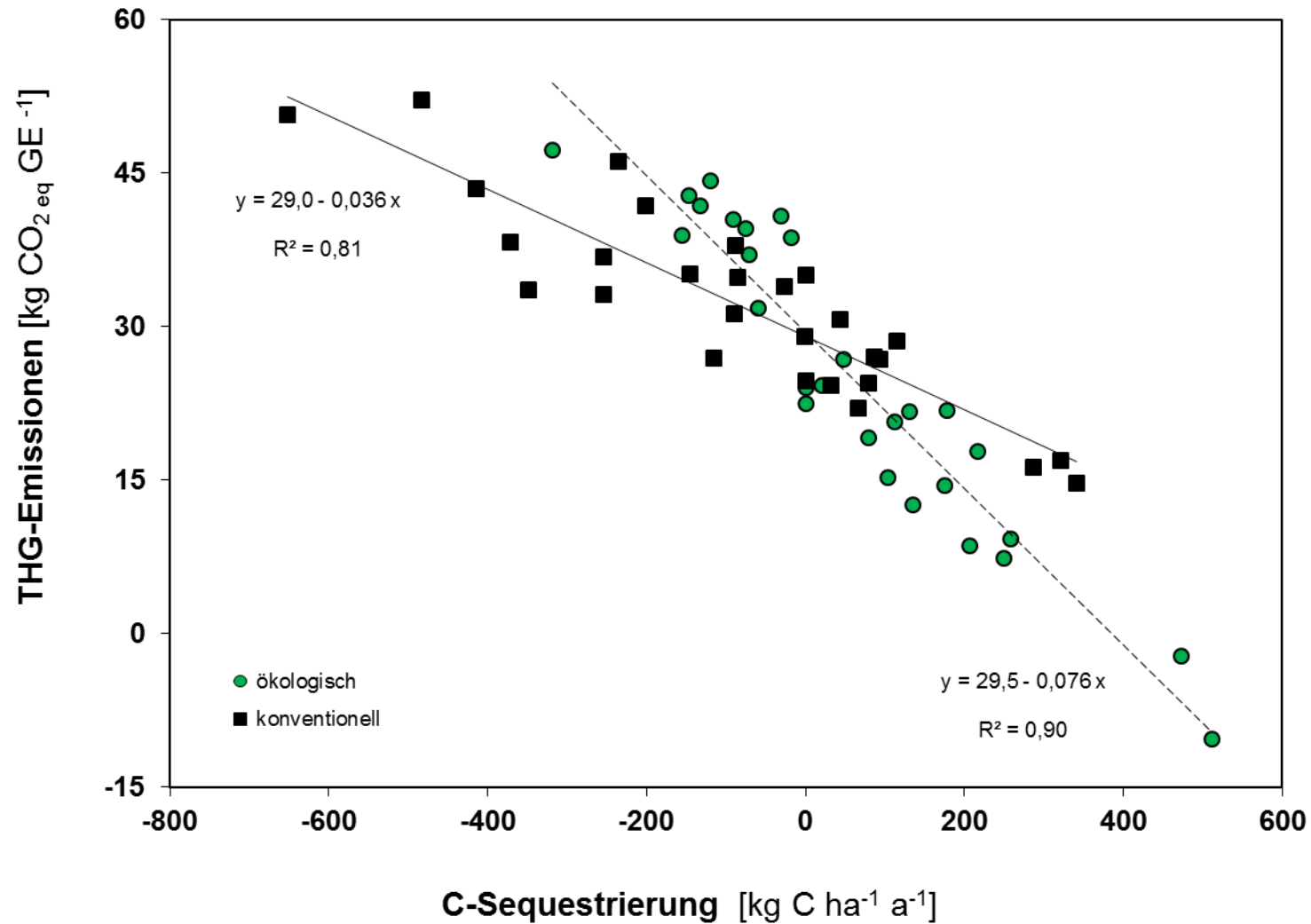
Outputs





Beziehung zwischen C-Sequestrierung und THG-Emissionen

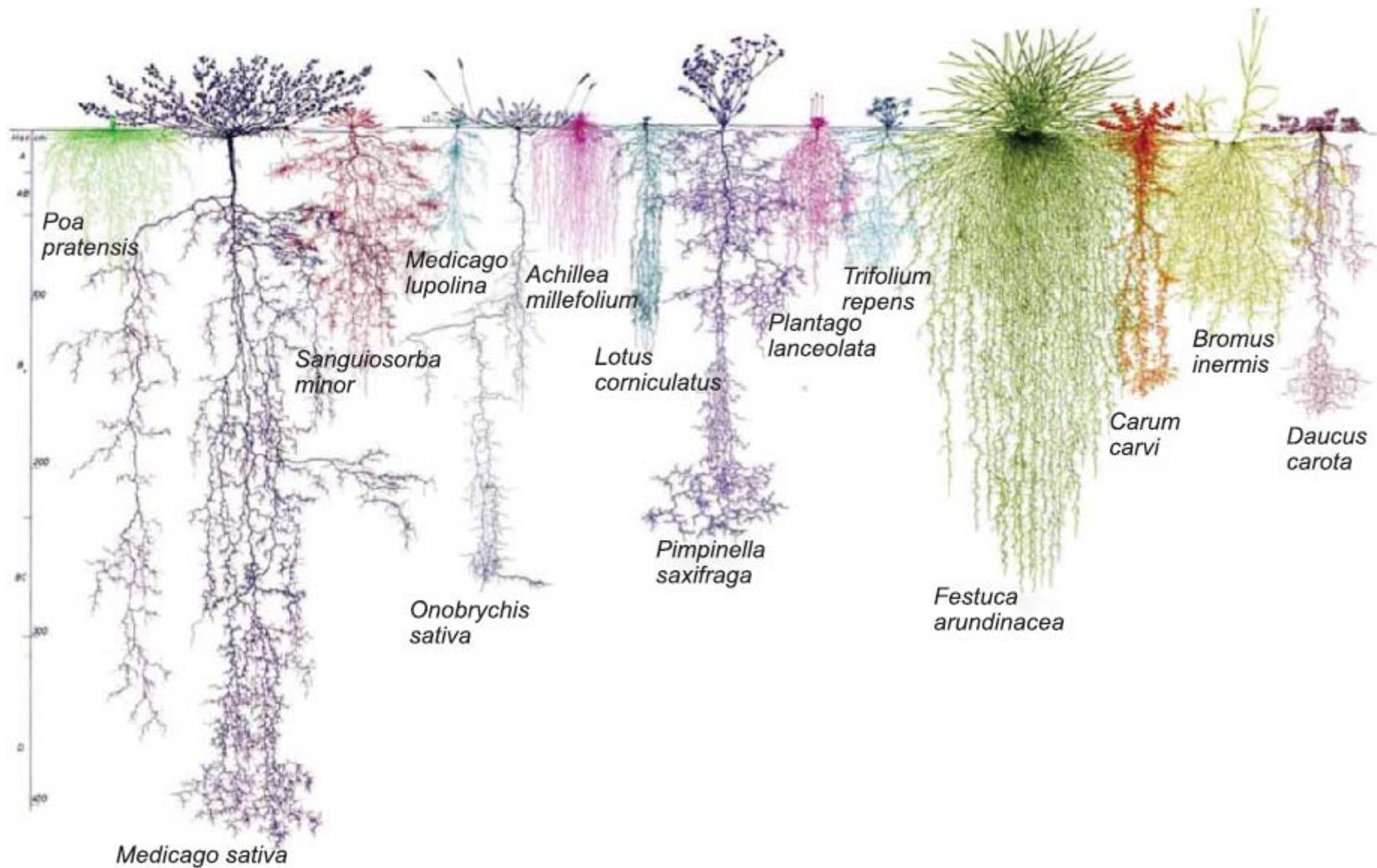
Pilotbetriebe (Schmid, Braun & Hülsgen 2012)





Root distribution pattern of species used in a grass-clover mixture

Braun M., Schmid H., Grundler T. & Hülsbergen, K.-J. (2010): Plant Biosystems 144, 414-419.



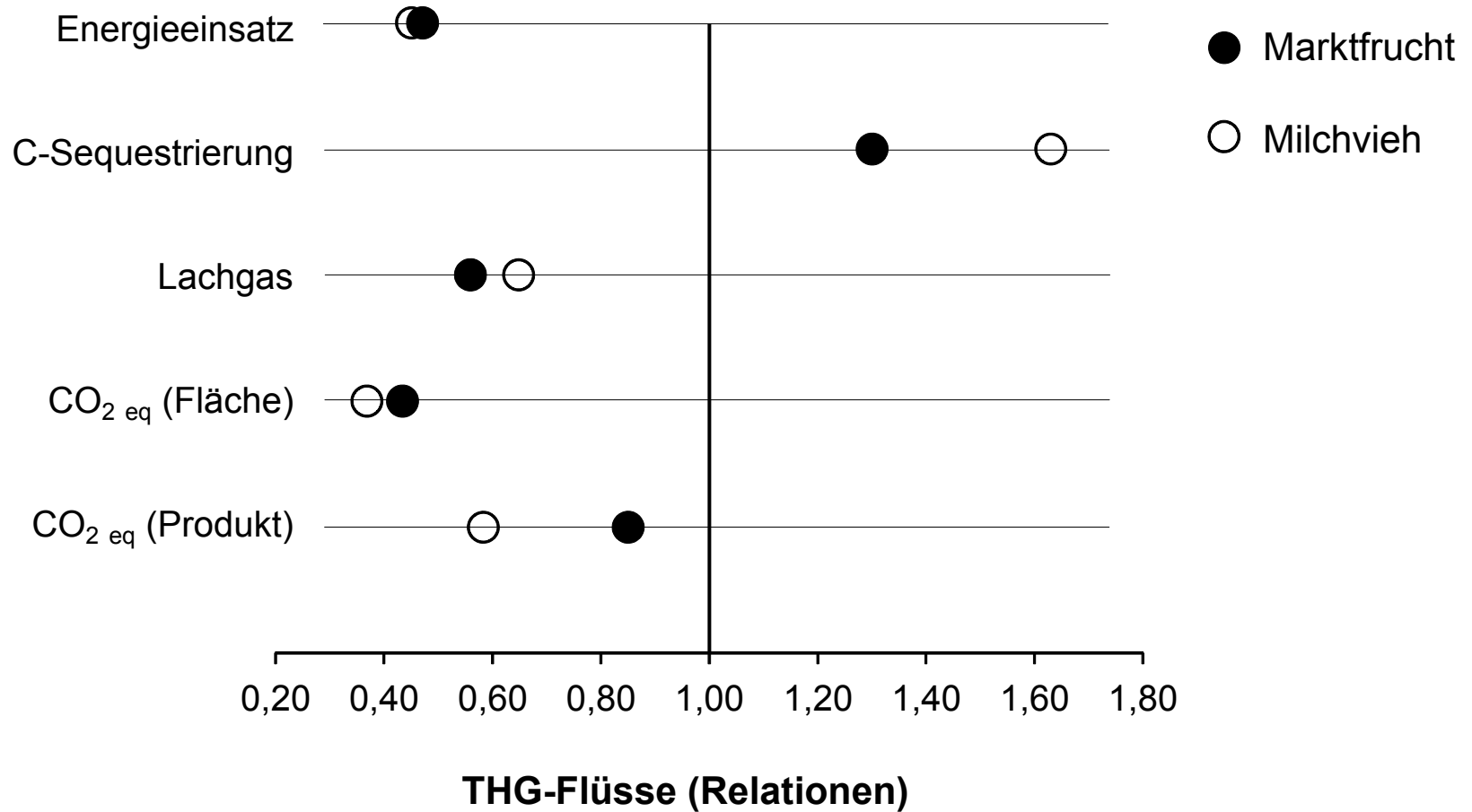


- **Humus-Saldo** = potenzielle Änderung des Humus- und C-Vorrates
Böden als CO₂-Quelle und Senke
- **Humusversorgung** abhängig von
Anbaustruktur und Fruchtfolge, Organischer Düngung, Bodenbearbeitung
- **Optimierungsansätze** Ökologischer Landbau
Klee gras-Management, Fruchtfolge, Betriebliche Stoffkreisläufe
- **Optimierungsansätze** Konventioneller Landbau
Konservierende Bodenbearbeitung, Mulchsaaten, Zwischenfrüchte
Ertragsverwendung (Strohdüngung, C-Harvestindex)



Treibhausgas (THG)-Bilanz, ökologisch : konventionell

Pflanzenbau, differenziert nach THG-Flüssen und Betriebstypen





... für die Landwirtschaft	Einzelbetriebliche Auswertungen, regionales Bechmarking, Empfehlungen zur Betriebsoptimierung
... für die Betriebsberatung	Entwicklung und Erprobung von Werkzeugen zur Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsberatung
... für die Politikberatung	Grundlagen für die Nationale Klimaberichterstattung, bessere Datenbasis für die Agrar-Umweltpolitik
... für die Wissenschaft	Aufbau eines einmaligen Monitoringsystems und Datensatzes, Methodenentwicklung