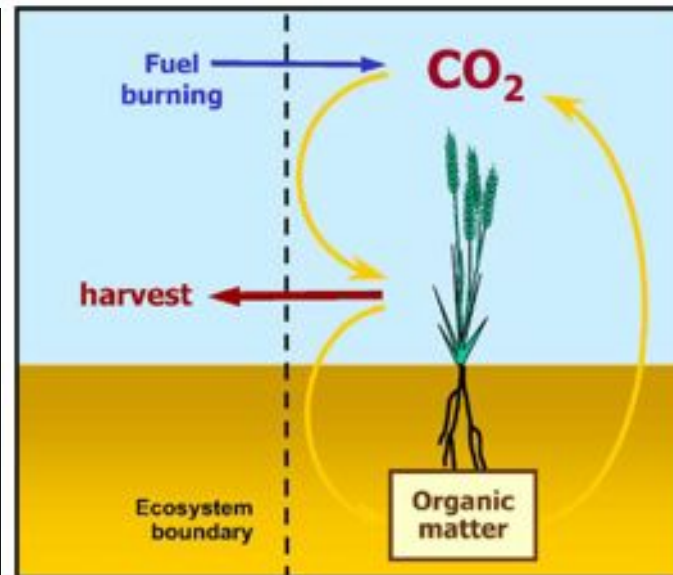


Ökologischer Landbau und Klimaschutz



Bioland
ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Tagungsprogramm
*Klimawandel
und Biolandbau*



Süddeutsche Zeitung

MÜNCHNER NEUESTE NACHRICHTEN AUS POLITIK, KULTUR, WIRTSCHAFT U

ADT-AUSGABE

HMG

München, Freitag, 23. Februar 2007

63. Ja

UN-Forscher zeigen Auswege aus der Klimakatastrophe

Die Erde ist noch zu retten

Halbierung des Kohlendioxid-Ausstoßes bis 2050 möglich und auch bezahlbar / Kernkraft bleibt umstritten

Von Patrick Illinger

München – Wissenschaftler halten eine radikale Trendwende beim Klimawandel für machbar. Dies geht aus dem Entwurf für den letzten Teil des Weltklimaberichts der UN hervor. Demnach muss der weltweite Kohlendioxid-Ausstoß spätestens von 2020 an abnehmen, wenn die globale Erwärmung bis zum Jahr 2100 auf zwei Grad Celsius beschränkt werden soll. Dafür ist den Forschern zufolge jedoch sofortiges Handeln nötig: Die Menschheit muss auf effizientere und CO₂-arme Energieformen umsteigen.



Februar 2007

Klimabericht des IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change



CLIMATE CHANGE 2007

THE PHYSICAL SCIENCE BASIS



Working Group I Contribution to the Fourth Assessment
Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change





Essen für den Klimaschutz

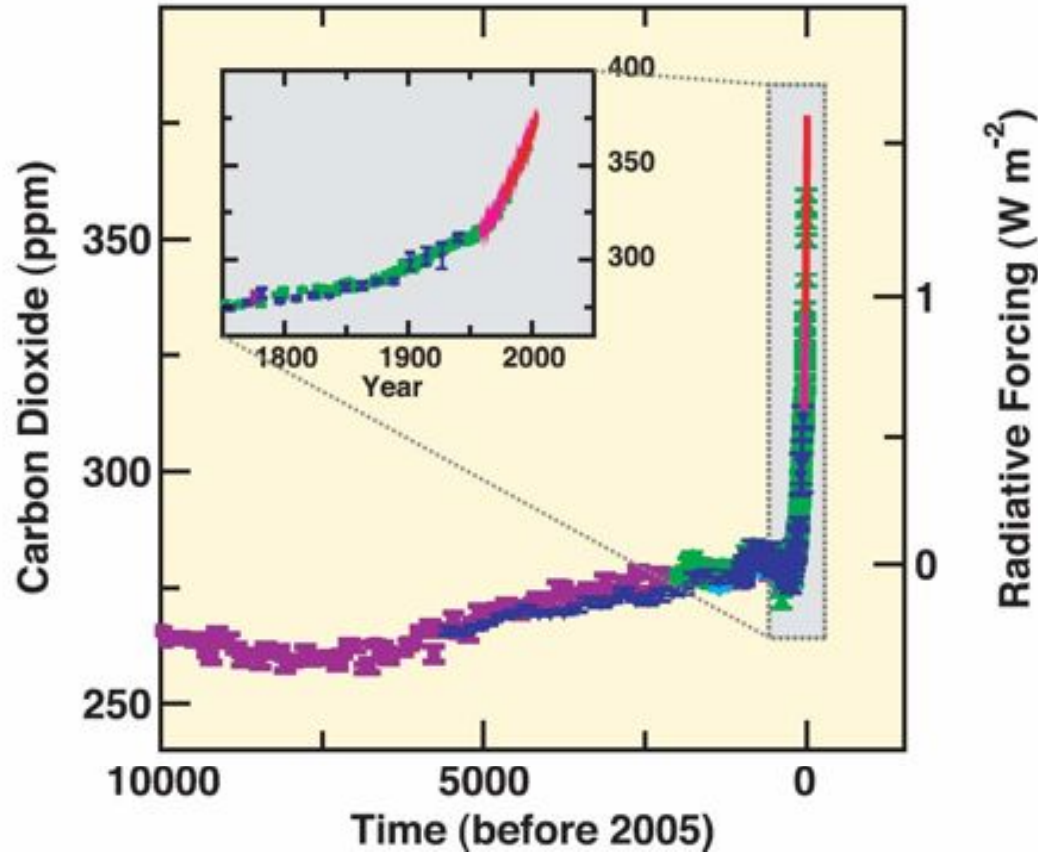
Fachliche Konzeption: Beratungsbüro für Ernährungsökologie, München,
Dr. Karl von Koerber, Jürgen Kretschmer, www.bfeoe.de
Technische Universität München, Wirtschaftslehre des Landbaues,
Prof. Dr. Alois Heißenhuber, Fach Nachhaltige Ernährung (in Planung),
www.wzw.tum.de/hvdl





Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre

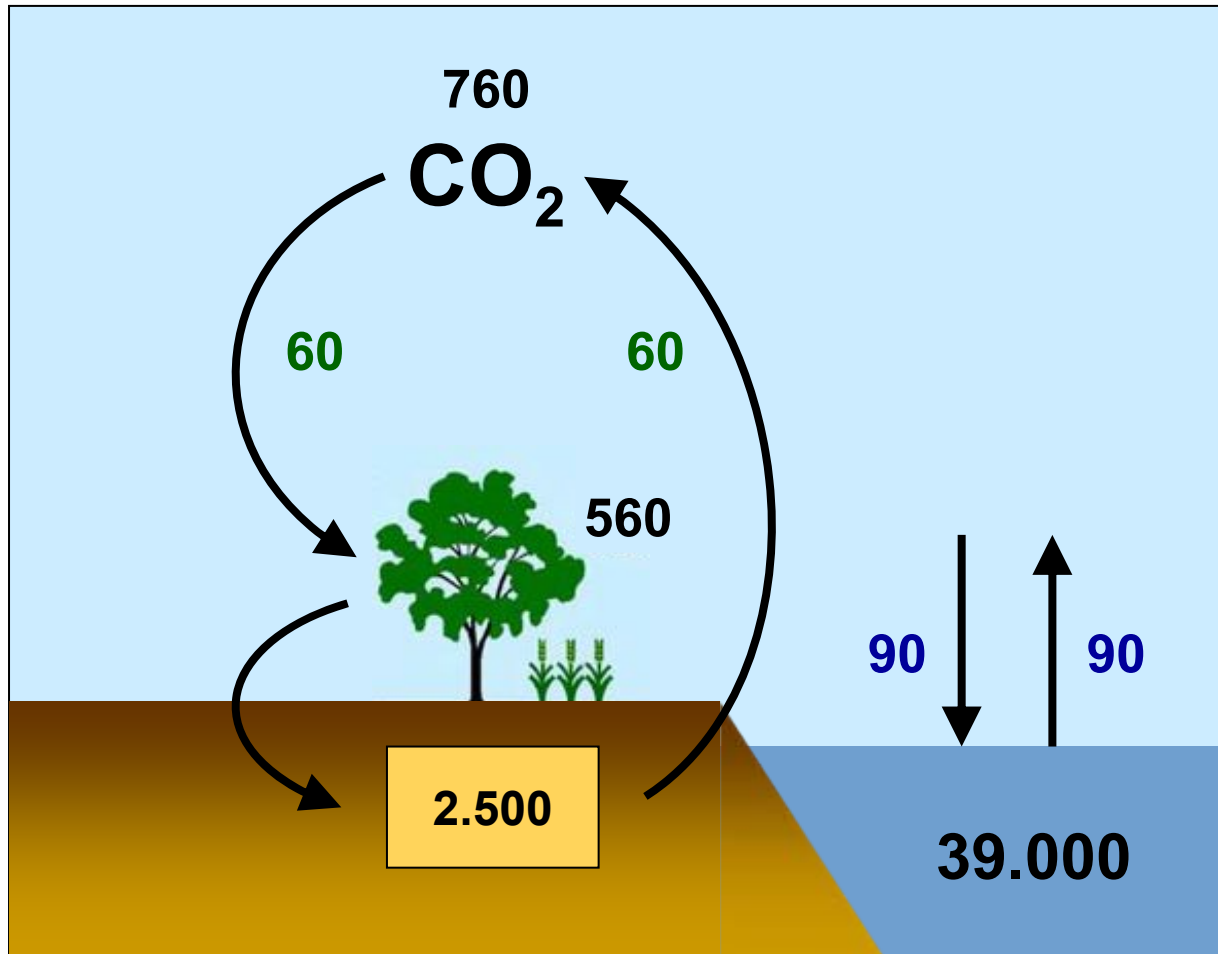
IPCC (2007): Climate Change: The Scientific Basis.

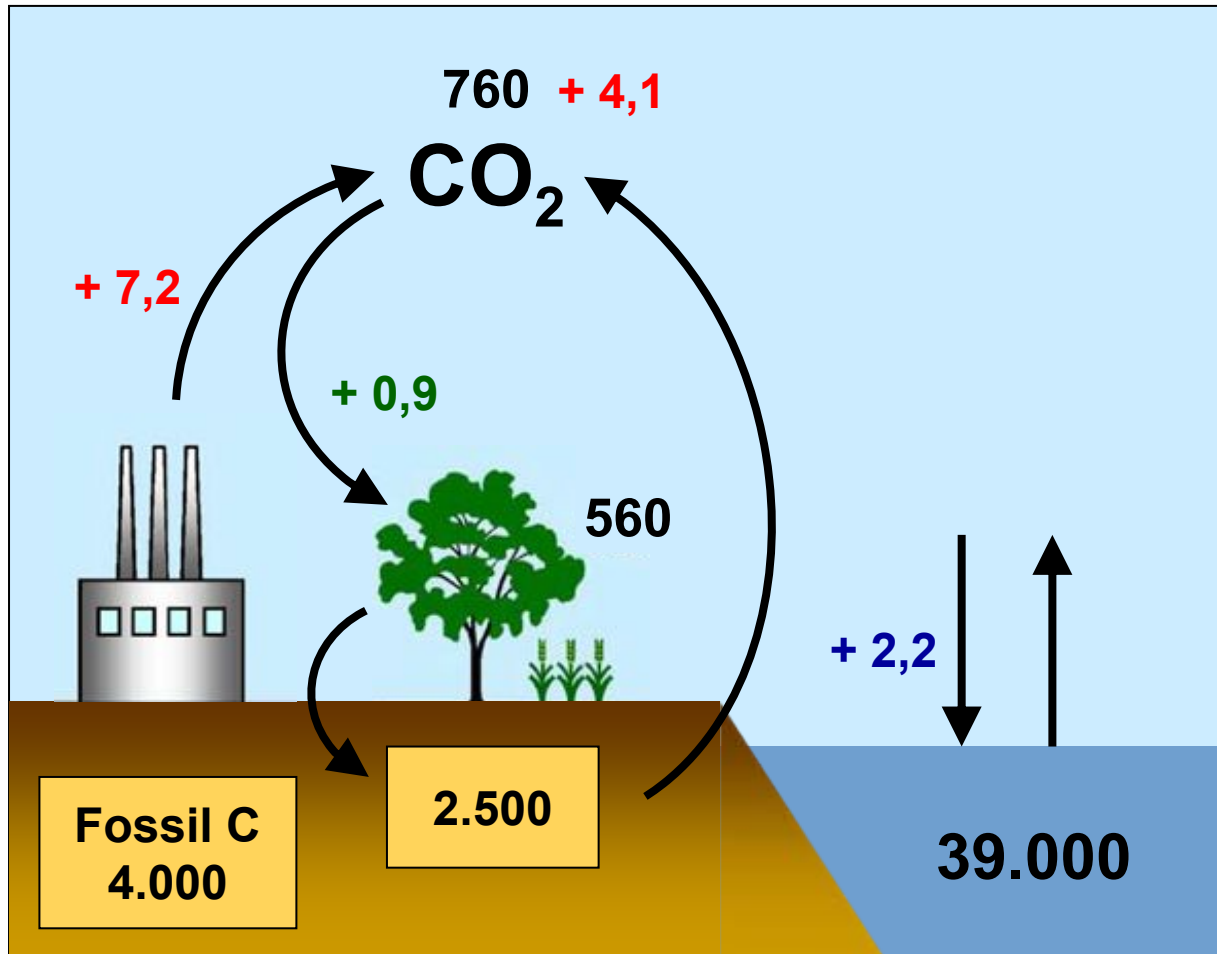


Veränderung	+ 35 %
Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt	60 %
Anteil der Landwirtschaft	> 10 %



Der globale Kohlenstoffkreislauf (Mrd. t C)





C-Emissionen

Welt: 7,2 Mrd. t

= 1,1 t C pro Kopf

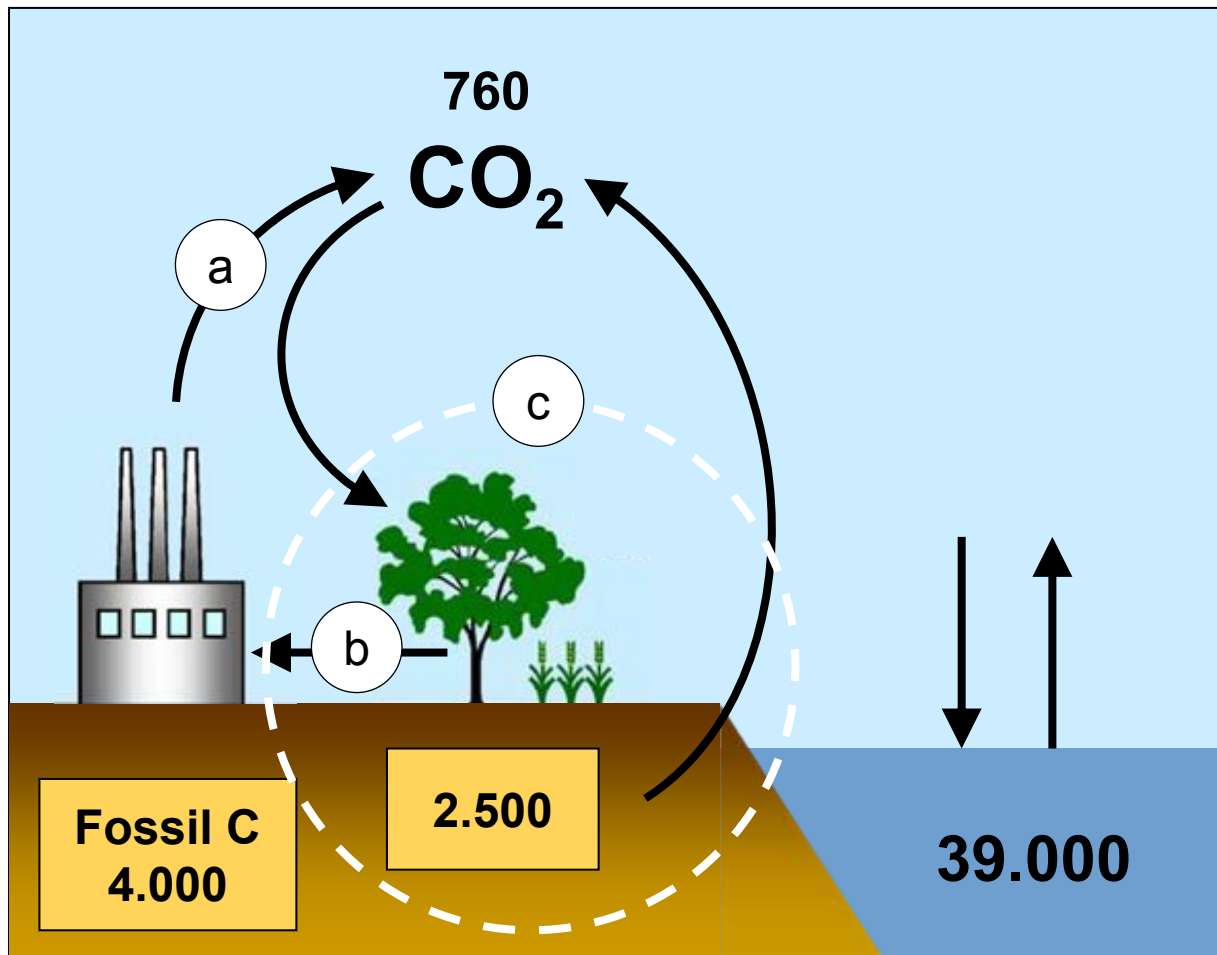
CO₂-Emission pro Kopf

Welt: 4 t

Deutschland: 10 t

USA: 20 t

Indien: 1 t



a) Reduzierung von Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe

b) Nutzung von photosynthetisiertem C als Bioenergieträger

c) Erhöhung der C-Speicherung in Böden und in der Phytomasse



CO₂-Bindung durch Humusaufbau

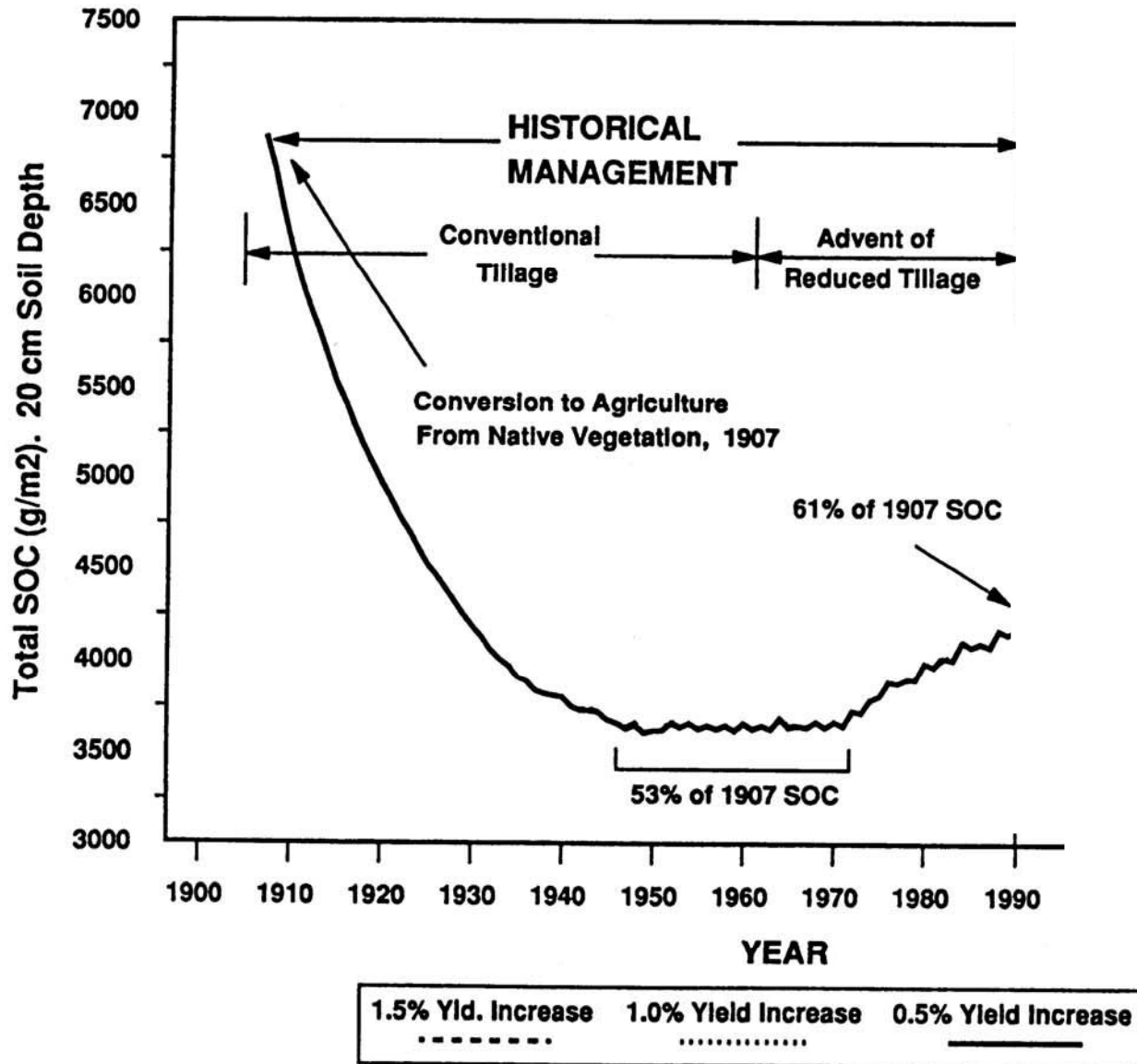
Kohlenstoffkreislauf

Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung



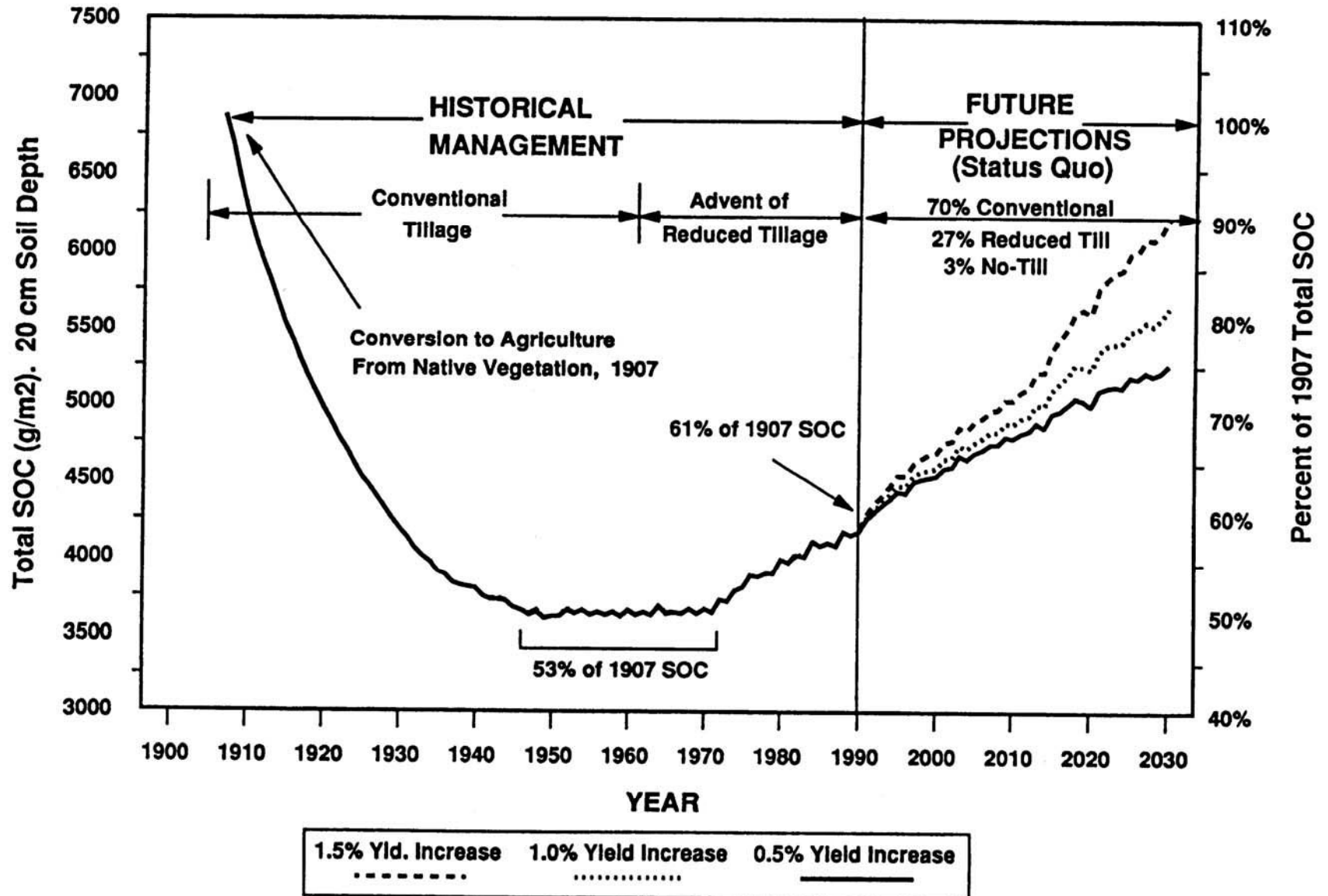


Simulated (CENTURY model) total SOC for the central U.S. scenario for three levels of yield increases (DONIGIAN et al. 1994)





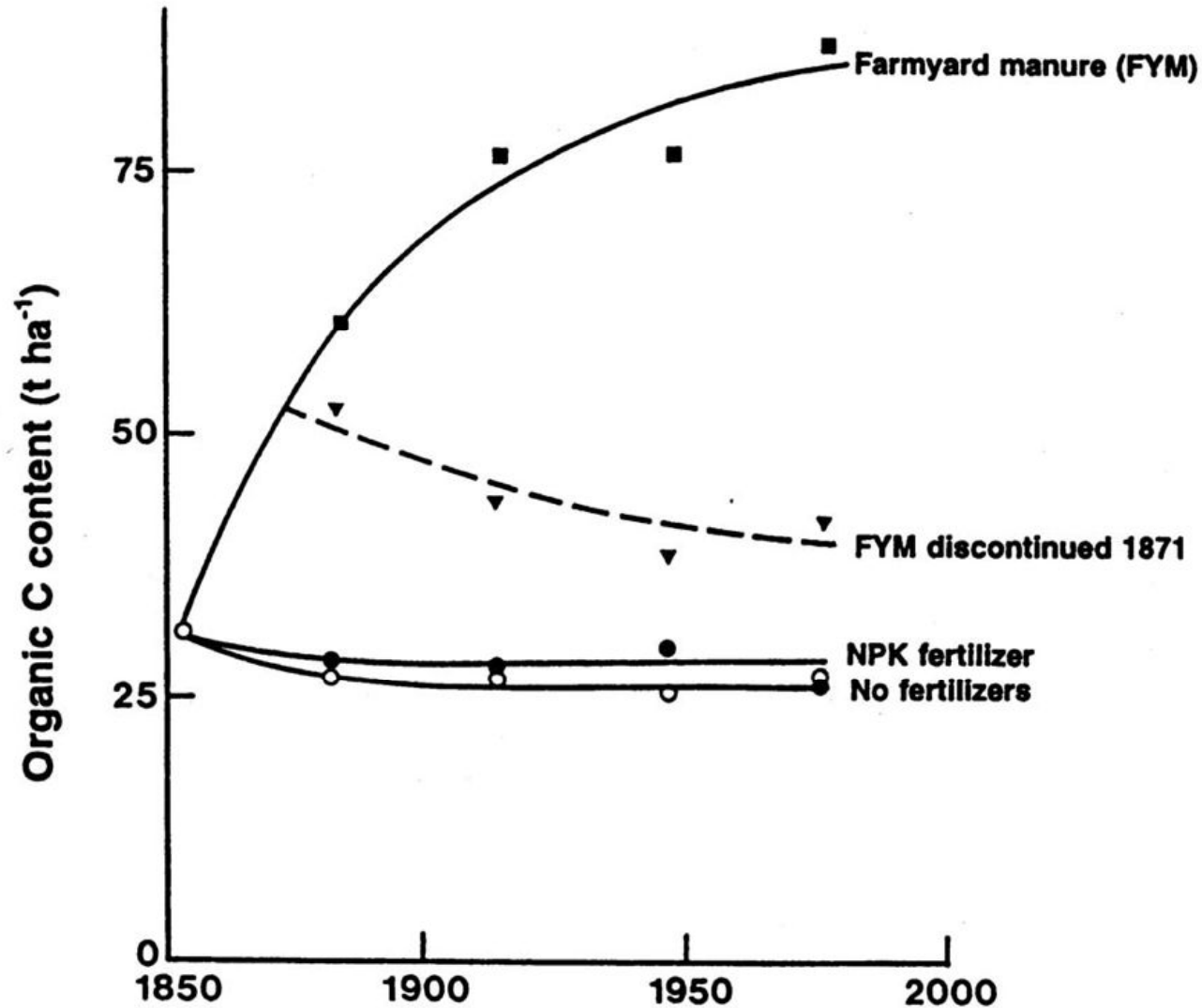
Simulated (CENTURY model) total SOC for the central U.S. scenario for three levels of yield increases (DONIGIAN et al. 1994)





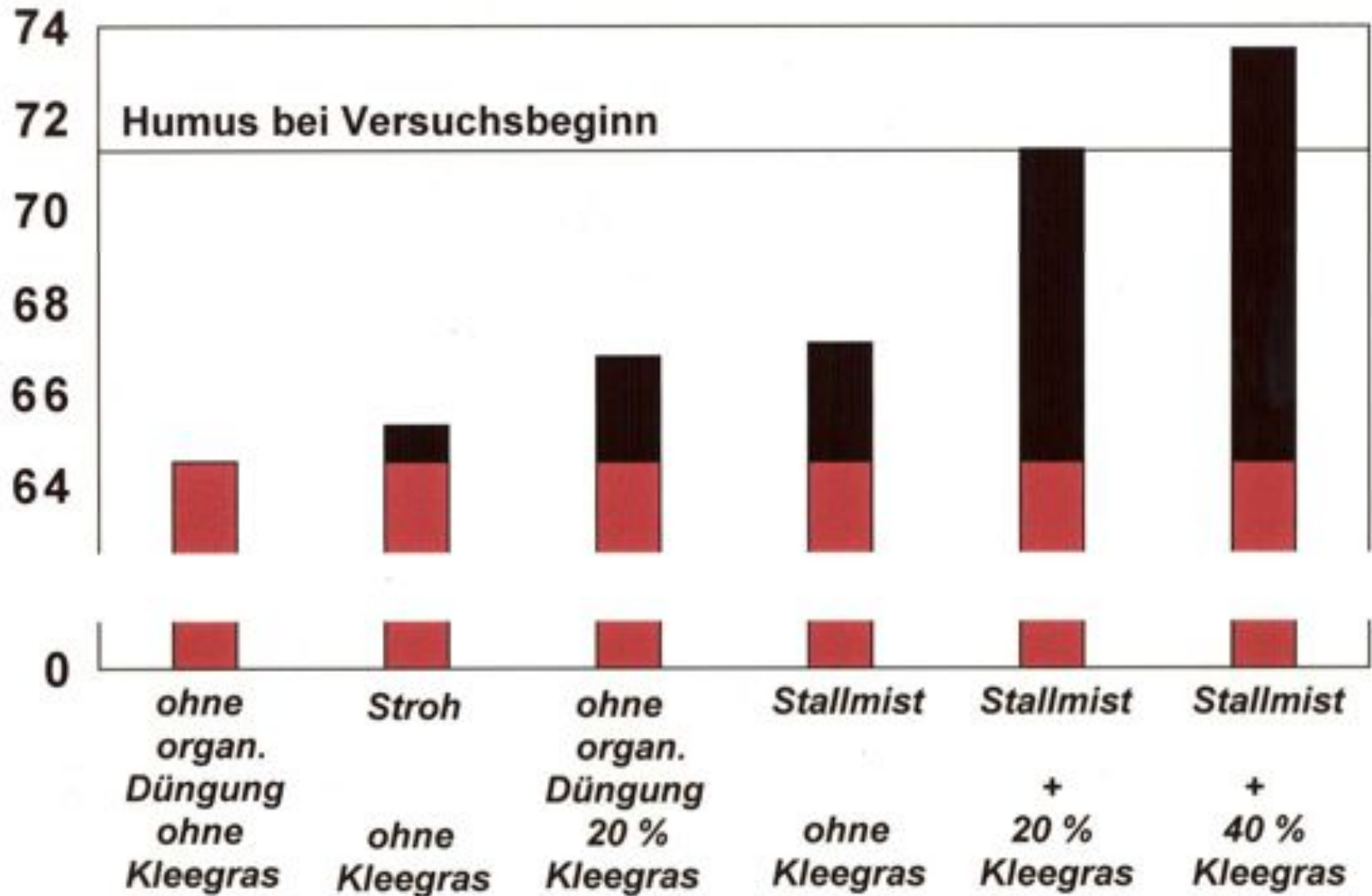
Changes of soil organic C content in the Hoosfield

Continuous barley experiment (JOHNSTON 1986)





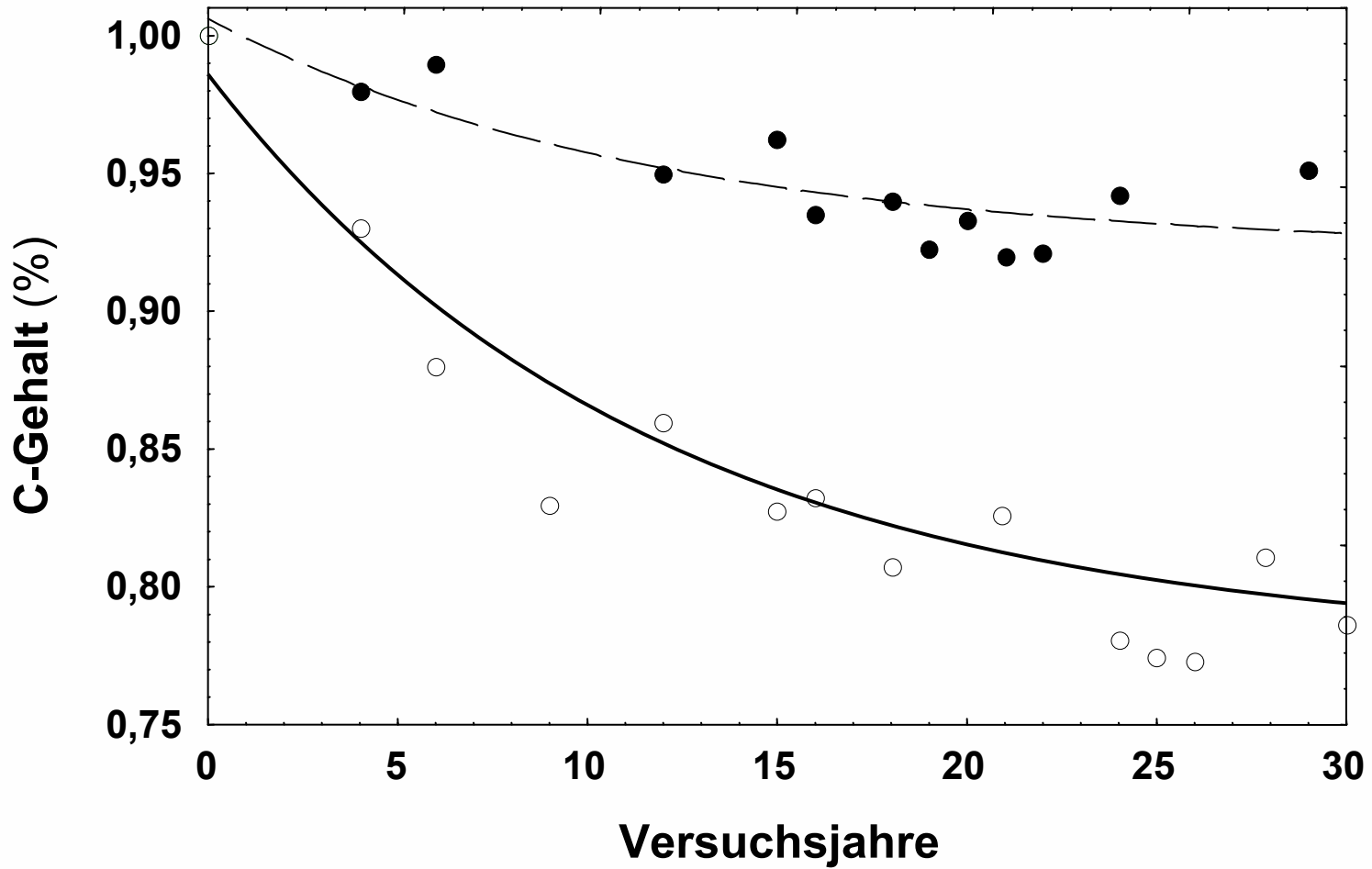
Humus (t/ha)





Einfluss von Klee-Luzerne-Gras auf die C_{org} -Gehalte

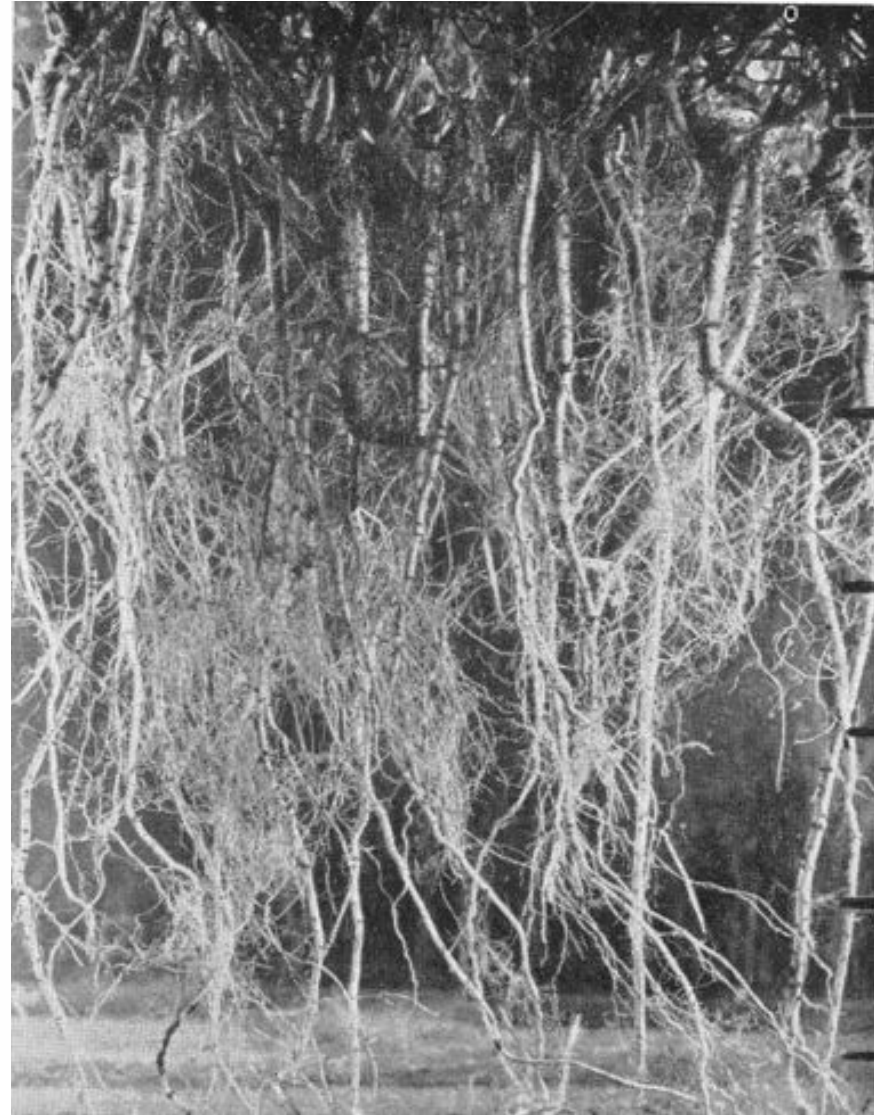
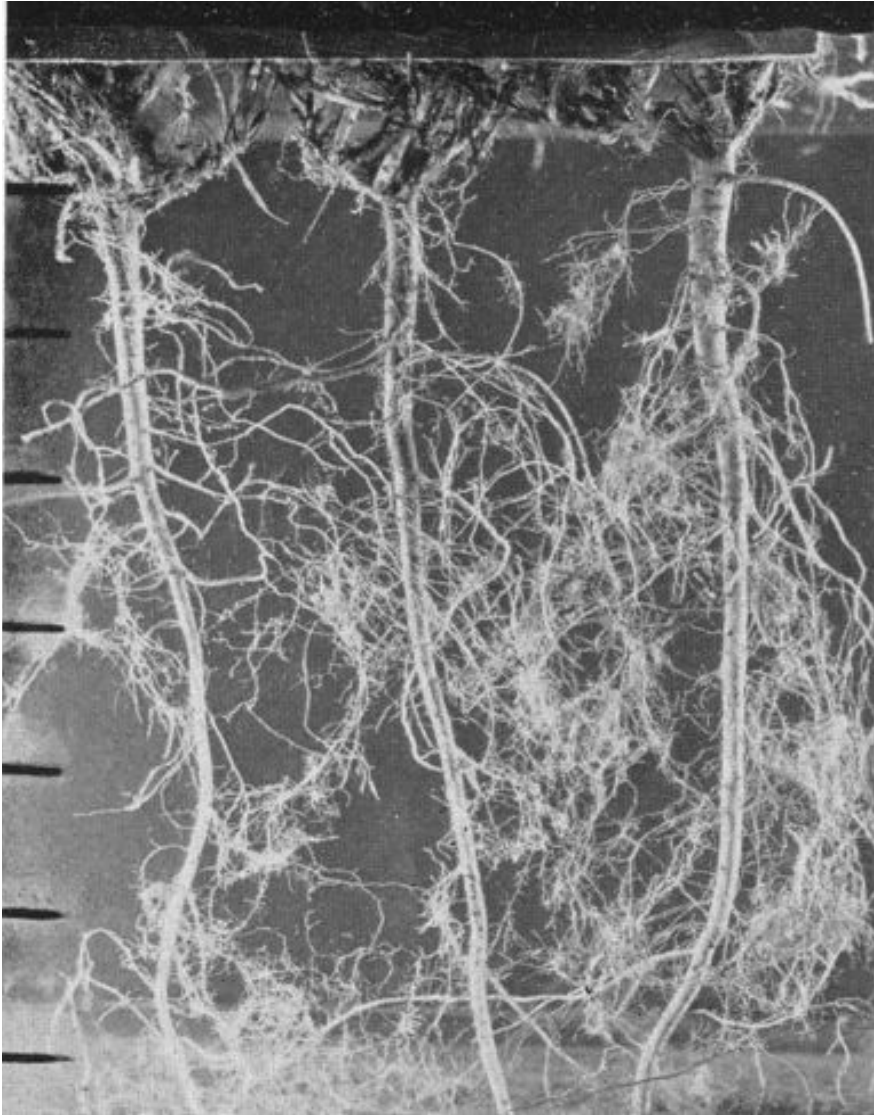
Dauerfeldversuch auf sandigem Lehm (Hülsbergen 2003)



● Fruchtfolge mit Klee-Luzerne-Gras ○ Fruchtfolge ohne Klee-Luzerne-Gras



Wurzelbild der Luzerne





Einfluss des Luzerneanbaus auf die C_{org} -Gehalte und -Vorräte

Dauerfeldversuch auf sandigem Lehm, 6. Fruchtfolge (30 Jahre)

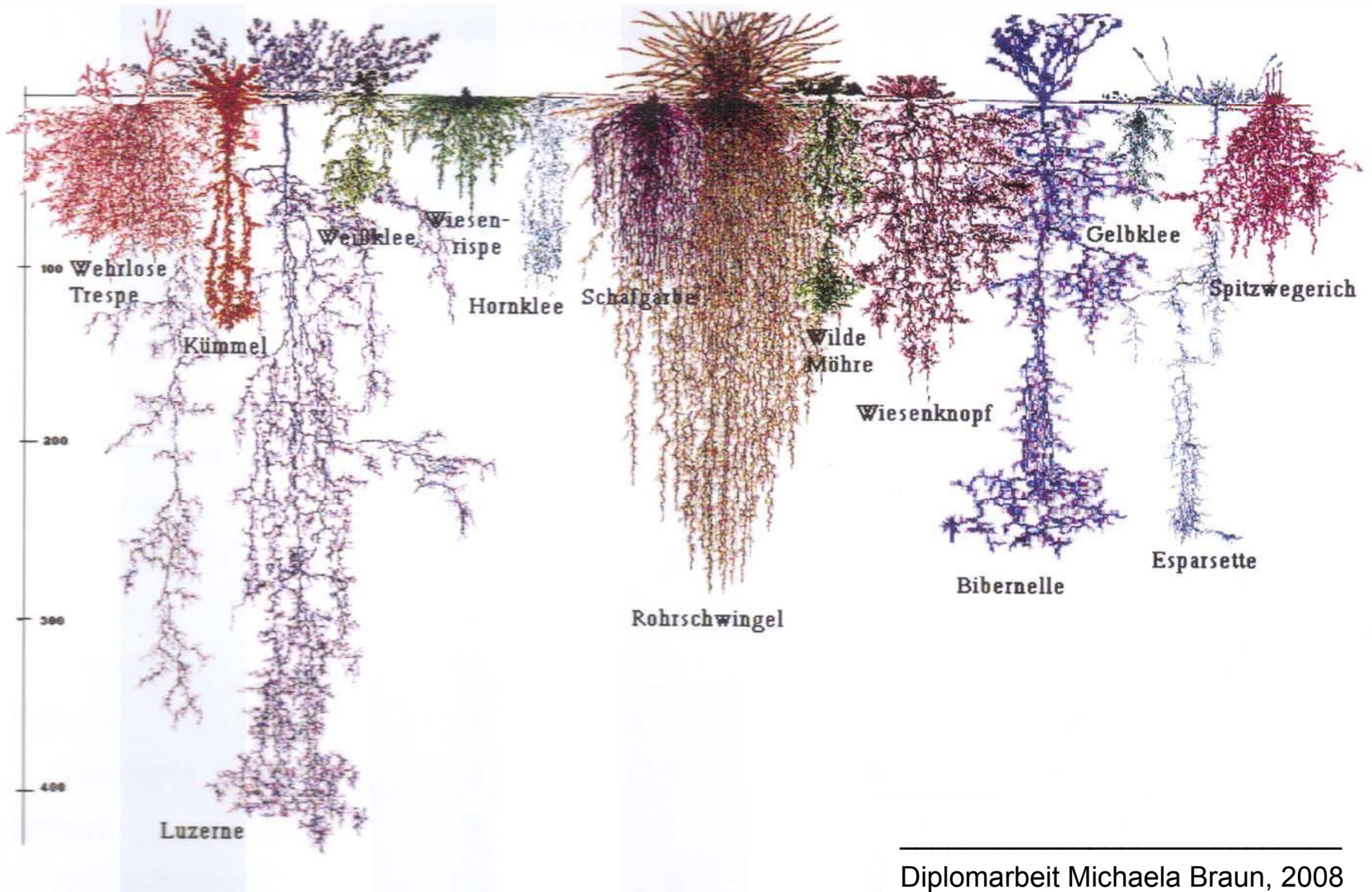


Bodentiefe cm	C_t -Gehalt mg/100g Boden			ΔC_t - Vorrat	ΔCO_2 - Bindung
	FF III	FF V	Differenz	kg/a	kg/a
0 - 20	830	990	+ 160	+ 160	+ 586
20 - 40	640	769	+ 129	+ 138	+ 506
40 - 60	246	404	+ 158	+ 168	+ 616
0 - 60			+ 447	+ 466	+ 1708

TRD: Schicht 0 - 20 cm: $1,5 \text{ g cm}^{-3}$, Schicht 20 - 60 cm: $1,6 \text{ g cm}^{-3}$



Wurzelbilder der Futtermischung Braun





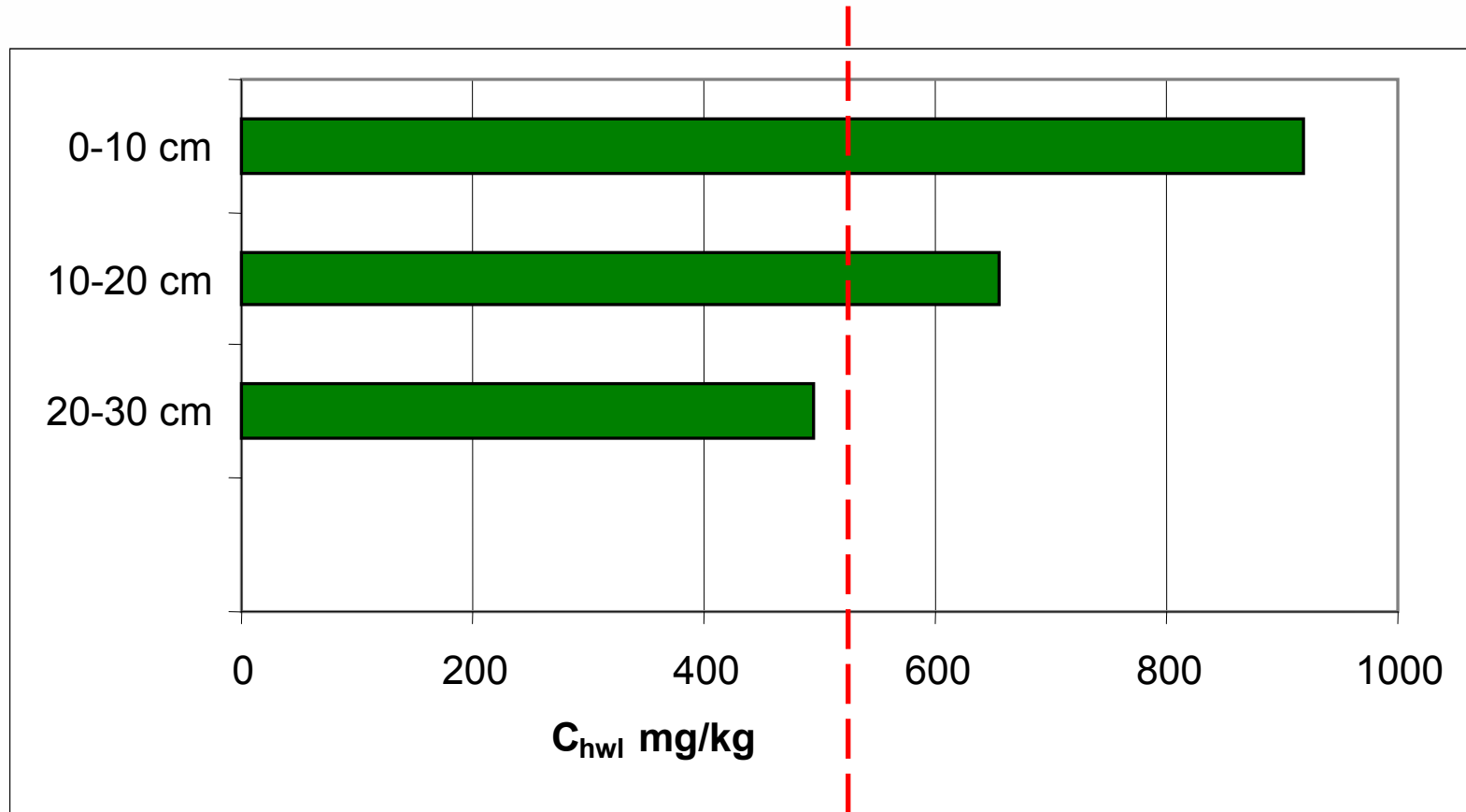
Wurzeln im Unterboden (100 cm Tiefe) an Klüften und in Regenwurmröhren





Umsetzbare Organ. Substanz ökologischer und konv. Flächen

Beispiel: Braun, Freising (pfluglose Bodenbearbeitung)

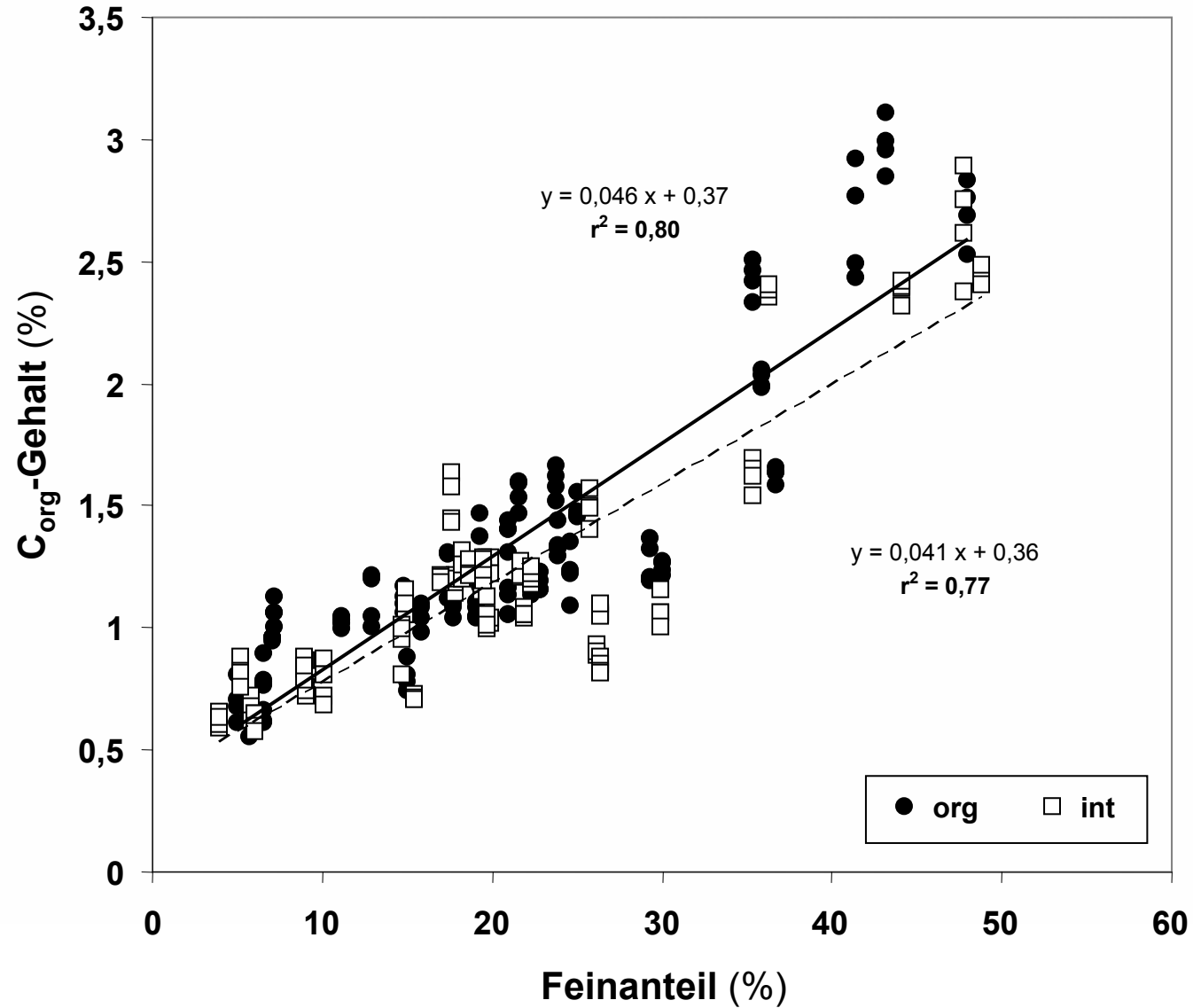


**Konventionelle
Vergleichsfläche**



Abhängigkeit des C_{org} -Gehaltes von der Bodentextur

(Hoyer & Hülsbergen 2007)





- **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
- **Tendenziell höhere C-Gehalte im Ökologischen Landbau**
+ 0,2 bis 0,3 % C, das entspricht ca. 10 bis 15 t C ha⁻¹ bzw. 35 bis 50 t CO₂ ha⁻¹

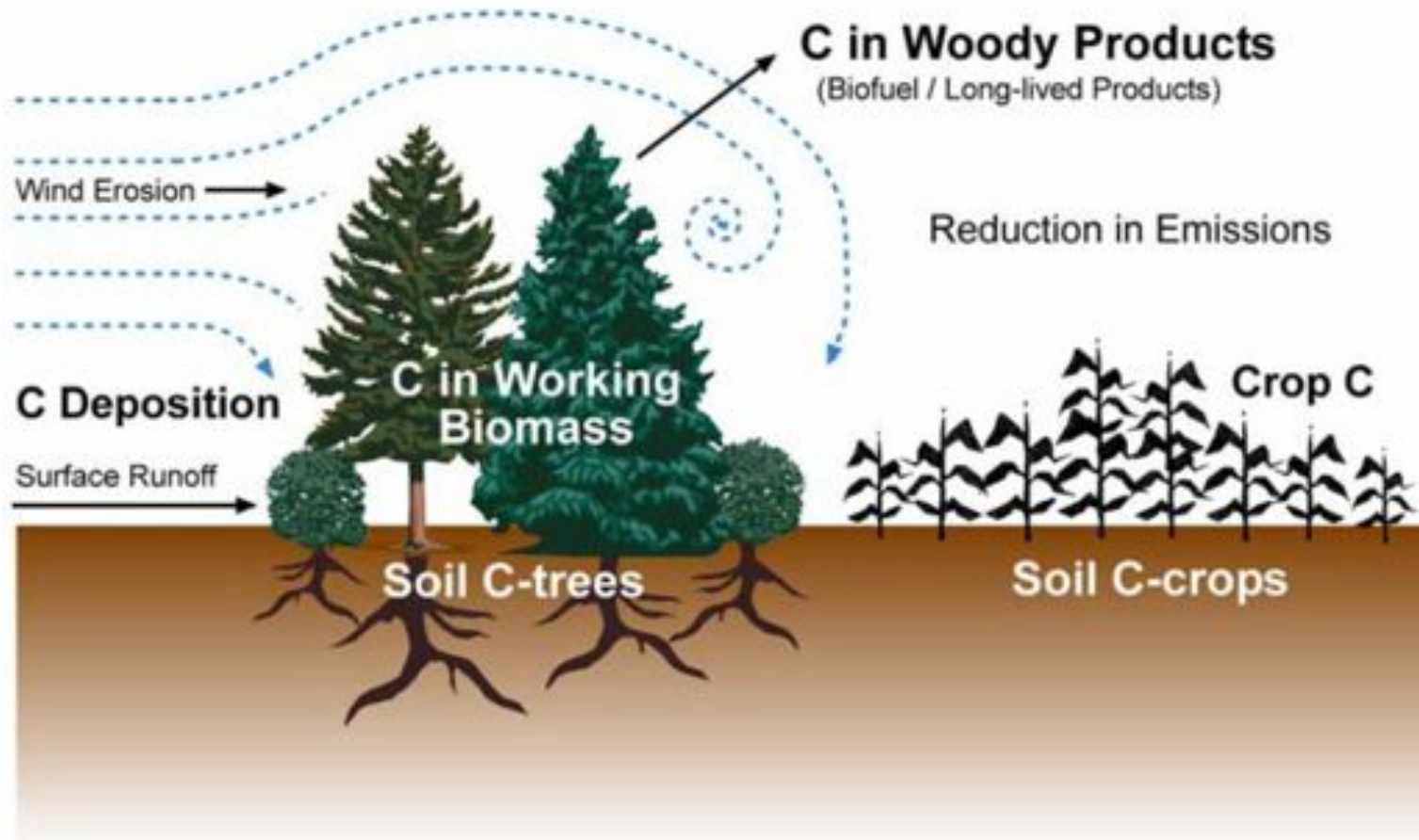
C-Sequestrierung in Agroforstsystemen





Major carbon sinks and sources in a field windbreak

Schoeneberger (2008): Agroforest Syst.





C-Akkumulation im Rohboden (in %) einer Alley-Cropping-Versuchsfläche nach 9 Jahren (n = 17), Freese 2007



Tiefe (cm)	1997	2005		
		Baumstreifen	Baumstreifen / Feld	Feld
0 - 10	0,45	1,55	1,13	1,04
10 - 30		0,85	1,03	0,99

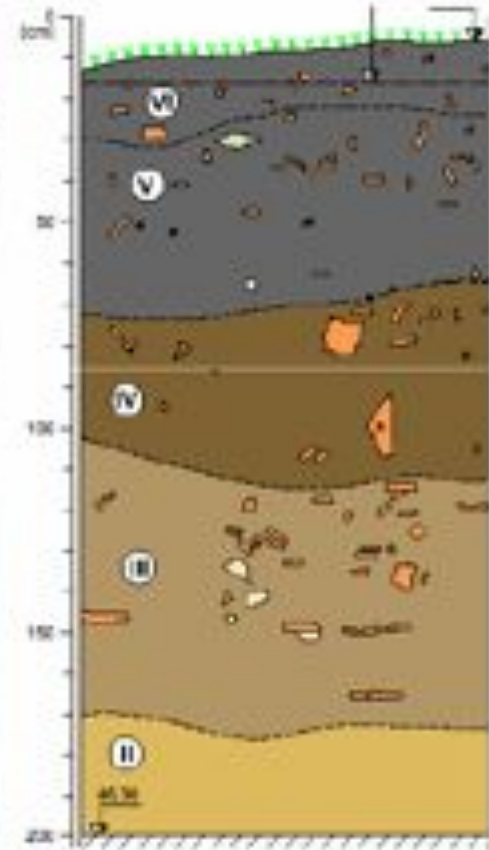
Verdopplung bis Verdreifachung des C-Gehaltes im Boden



Natürlicher Boden
des Amazonas



Terra Preta oberhalb
des natürlichen Bodenhorizonts



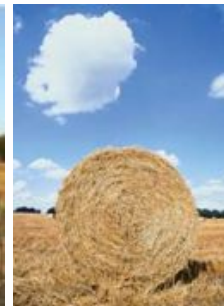
Auffällig: Zahlreiche Tonscherben
(8.000 bis 12.000 Gefäße/ha)



Einsparung fossiler Energie

Erhöhung der Energieeffizienz

Bioenergieerzeugung





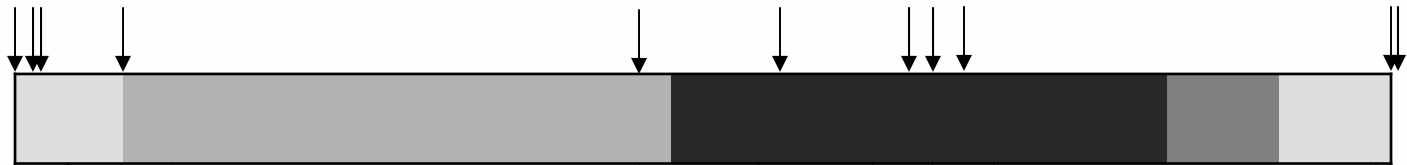
Einsatz fossiler Energie beim Anbau von Winterweizen

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



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

Seedbed preparation Sowing Emergence 1st N-Appl 1st PA 2nd N-Appl 2nd PA 3rd PA Harvest Transport



Diesel direct energy	I/ha	25.2	7.0	3.4
	GJ/ha	1.00	0.28	0.13

1.6	1.7	1.7	1.5	1.7
0.06	0.07	0.07	0.06	0.07

22.6	17.1	Σ 83.50
0.90	0.68	

Machines indirect energy	GJ/ha	0.18	0.07	0.05
------------------------------------	-------	------	------	------

0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
------	------	------	------	------

0.53	0.19	1.18
------	------	------

Other resources indirect energy	kg/ha	230
	GJ/ha	1.27

Seed

80.0	4.0	2.0	40.0	1.5
2.82	0.64	0.12	1.41	0.10

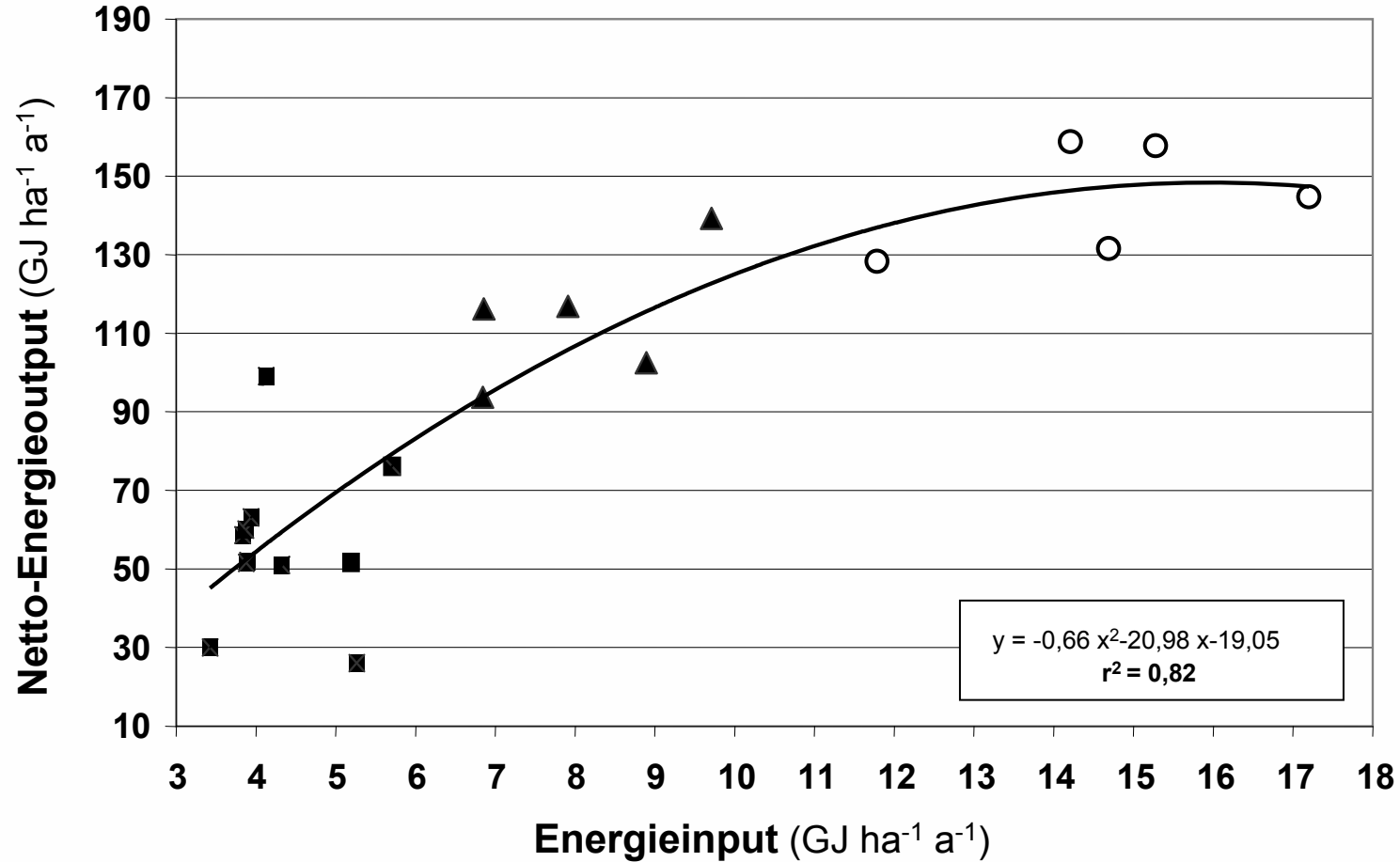
N Herb Fung N Fung

6.36	$\Sigma \Sigma$ 10.86
10.86	



Energieinput und Netto-Energieoutput

Betriebe im Tertiärhügelland in Bayern, Engelmann 2007



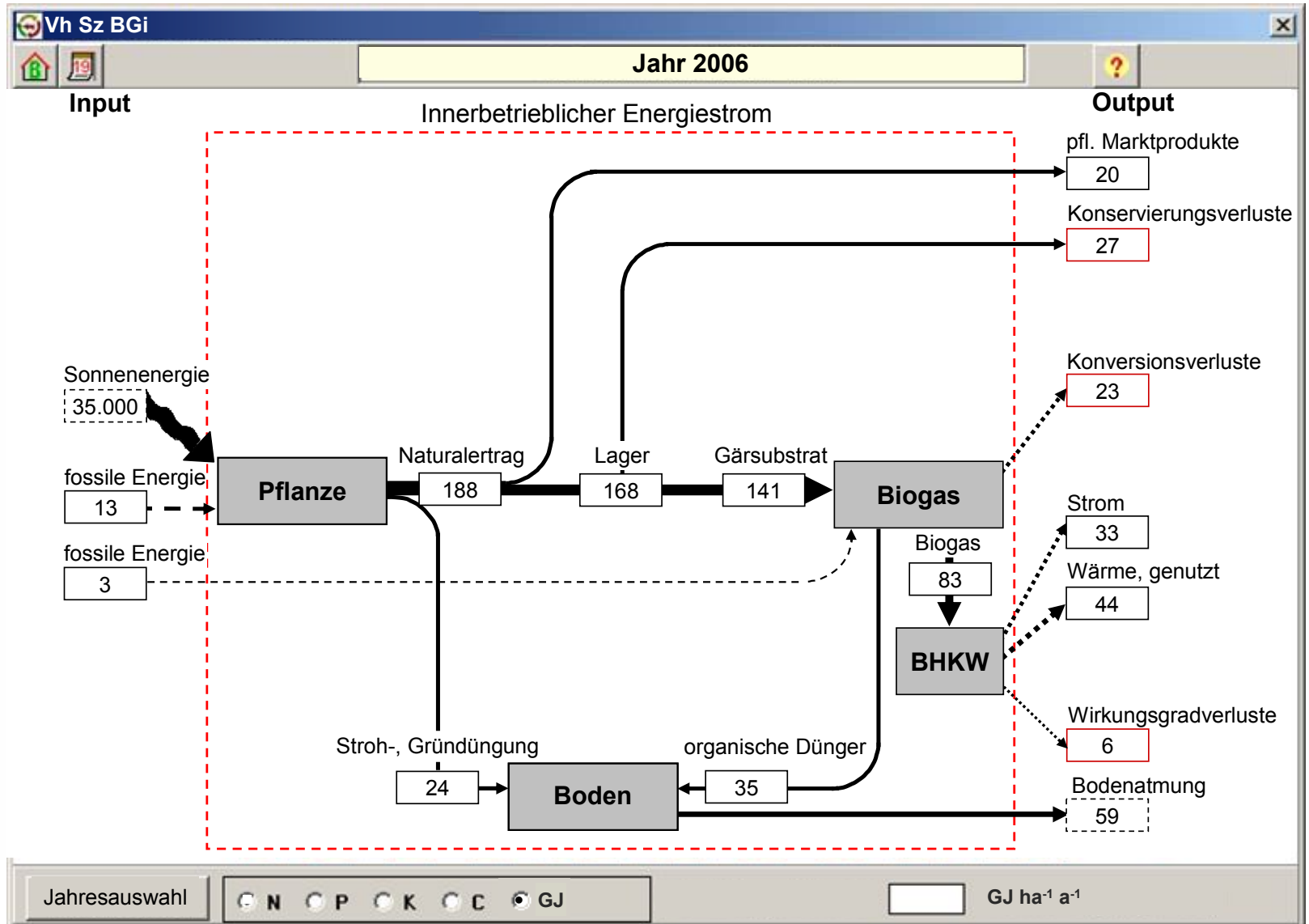
■ Org. Markfruchtbetrieb

▲ Org. Gemischtbetrieb

○ Integriert



Energiefluss in einem Betrieb mit Biogaserzeugung





➤ **Ökologischer Landbau**

geringe Energieinputs und CO₂-Emissionen je Fläche (je Produkteinheit?)

5 bis 10 GJ ha⁻¹ (org) gegenüber 10 bis 20 GJ ha⁻¹ (int)

Energieeffizienz stark von Standort (Ertragspotential) und Fruchtart abhängig!

➤ **Bioenergieerzeugung und -nutzung**

Substitution fossiler Energieträger

Begrenzte Flächenpotentiale und Konkurrenz zur Nahrungserzeugung

Rapsmethylester: geringe Energieeffizienz

Biogaserzeugung: Energieeffizienz abhängig von der Wärmenutzung

Energieautarker Betrieb?

Minderung der Stickstoffverluste (N_2O , NH_3 , NO_3^- , ...)

Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Stickstoffkreislauf und Stickstoffmanagement





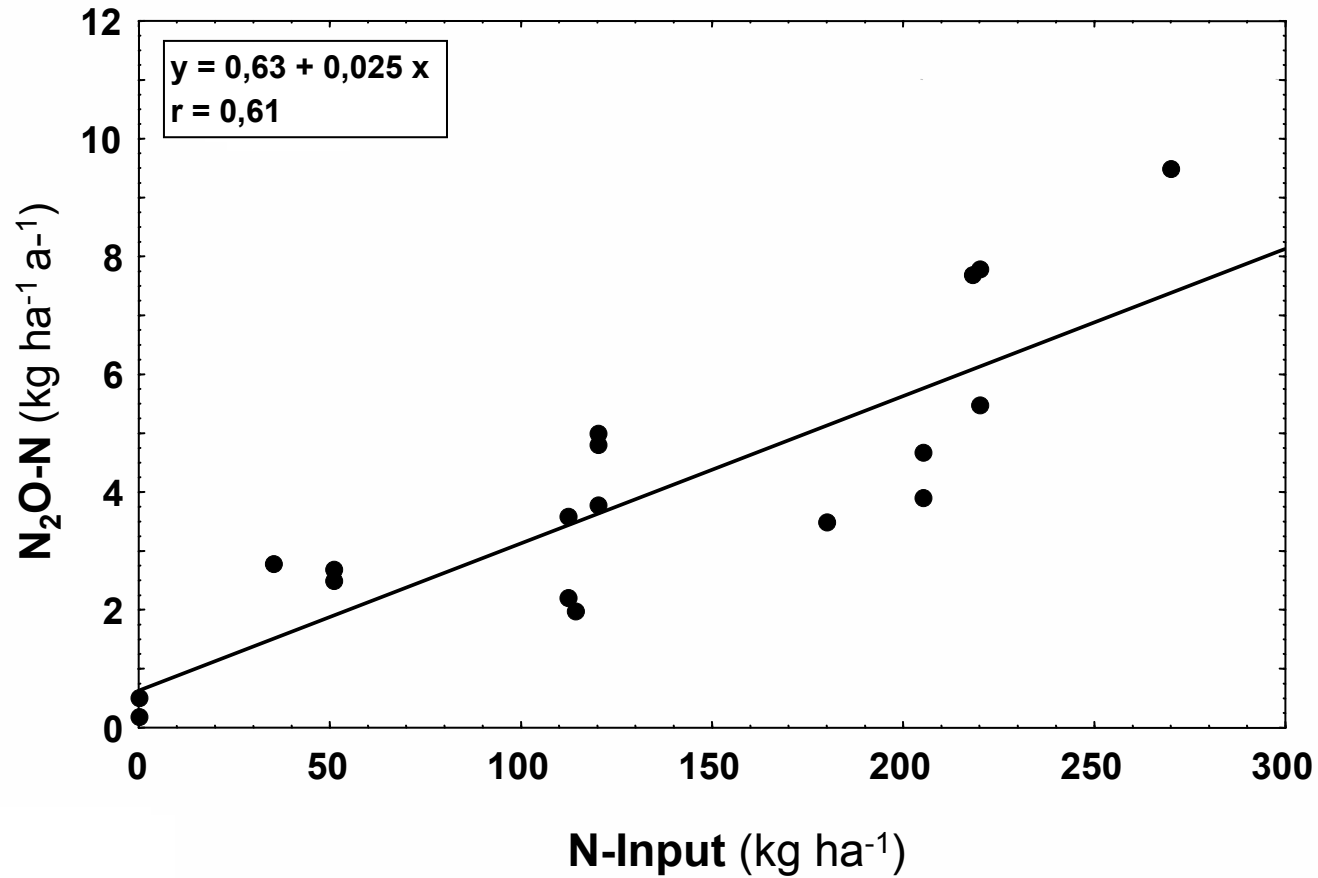
Feldlabor und Hauben zur Messung des Spurengasaustauschs (GSF-TUM)



N₂O-Emissionen in Abhängigkeit vom N-Einsatz



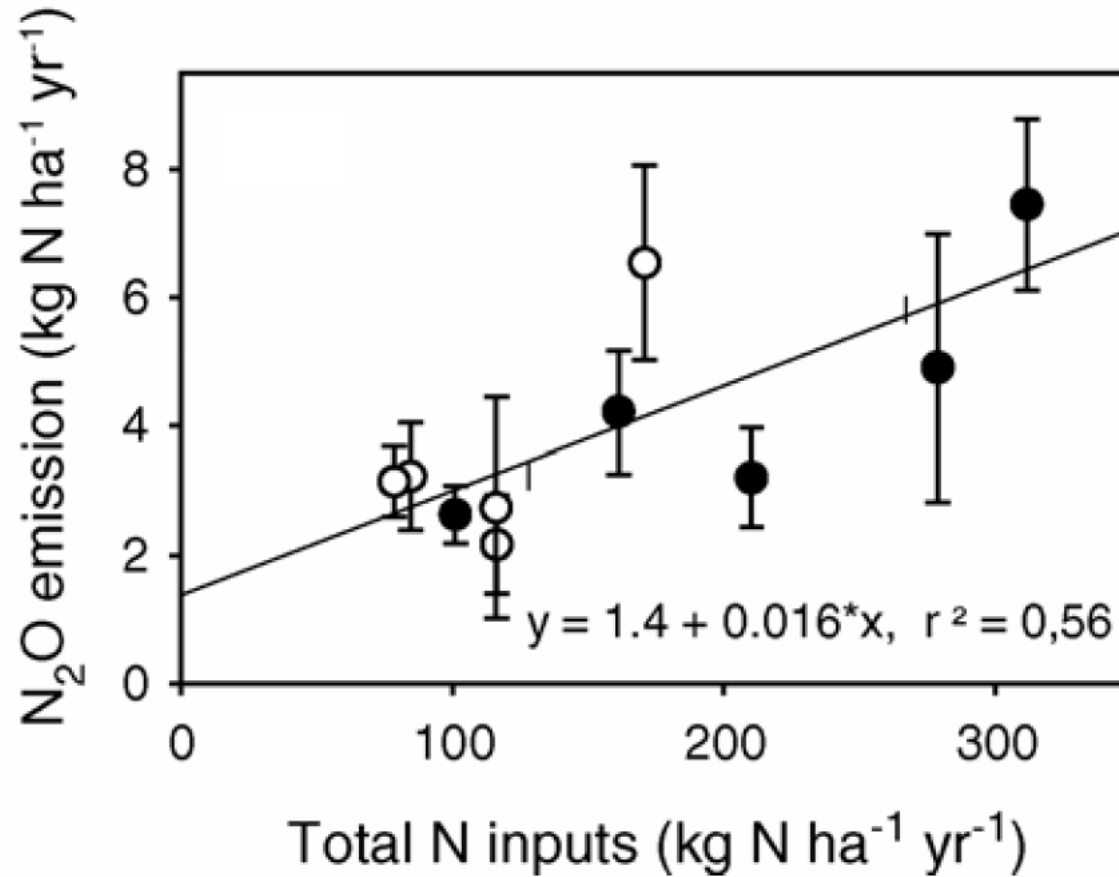
Flessa et al. (2002): Agriculture, Ecosystems and Environment 91, 175-189.





N₂O-Emissionen in Abhängigkeit vom N-Einsatz

Petersen et al. (2006): Agriculture, Ecosystems and Environment 112, 200-206.

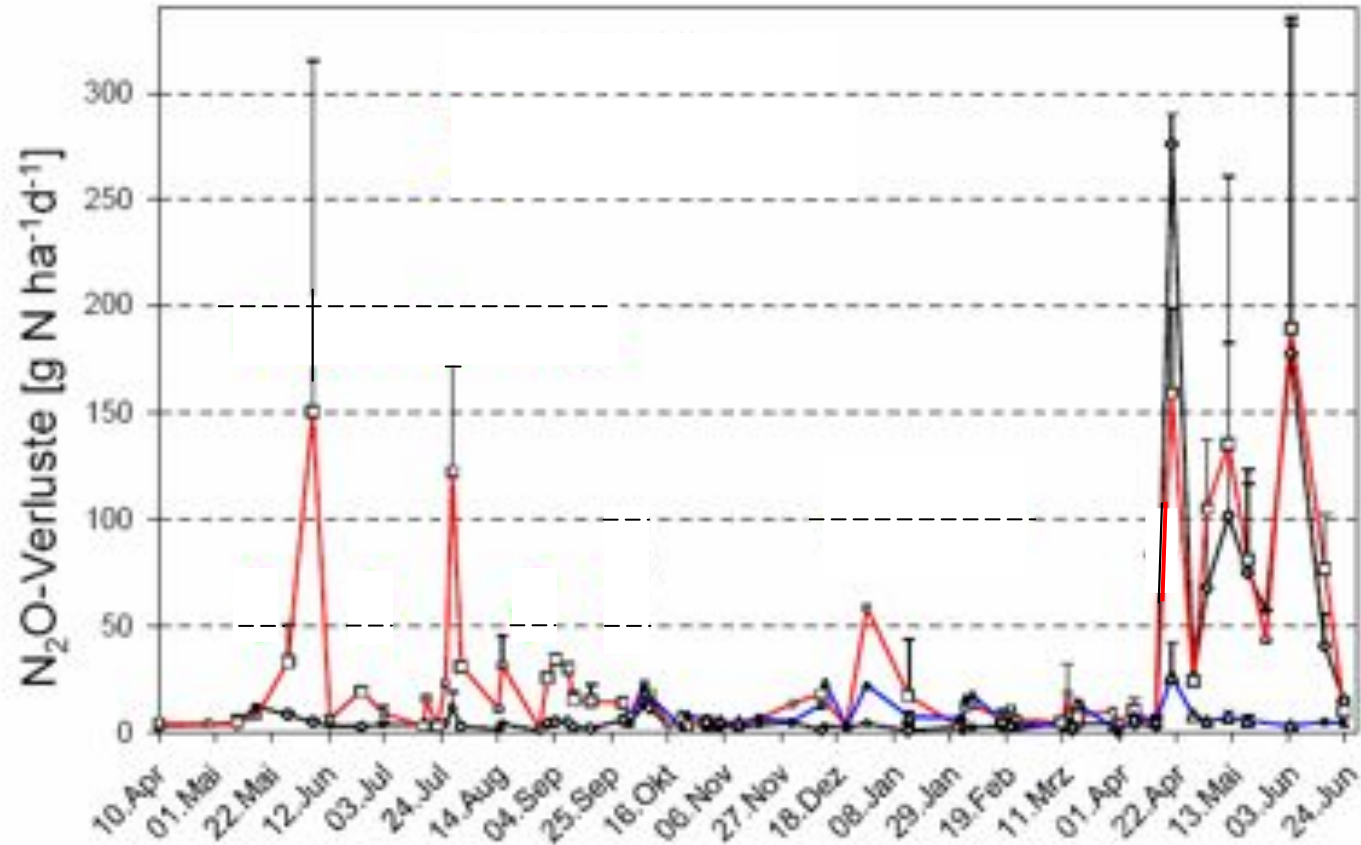


○ org ● con



N₂O-Emission in Abhängigkeit von der Klee-gras-Nutzung

Dauerversuch in Viehhausen von 04/2003 bis 04/2004 (Heuwinkel, 2005)

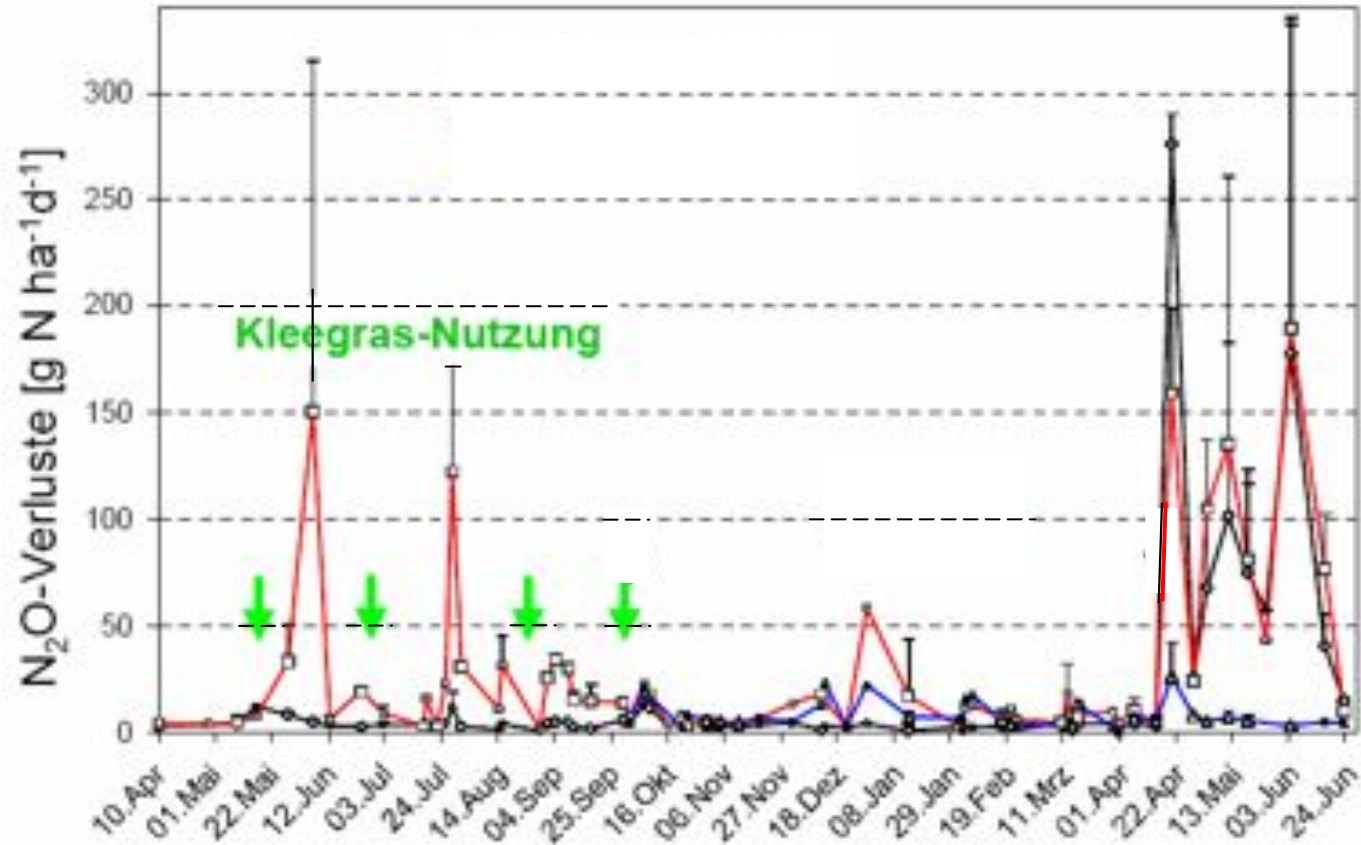


- ◆ FF 3: Klee-gras (Schnitt) - Kartoffeln
- FF 4: Klee-gras (Mulch) - Kartoffeln
- ▲ FF 5: Klee-gras (Mulch) - Weizen



N₂O-Emission in Abhängigkeit von der Klee-gras-Nutzung

Dauerversuch in Viehhausen von 04/2003 bis 04/2004 (Heuwinkel, 2005)

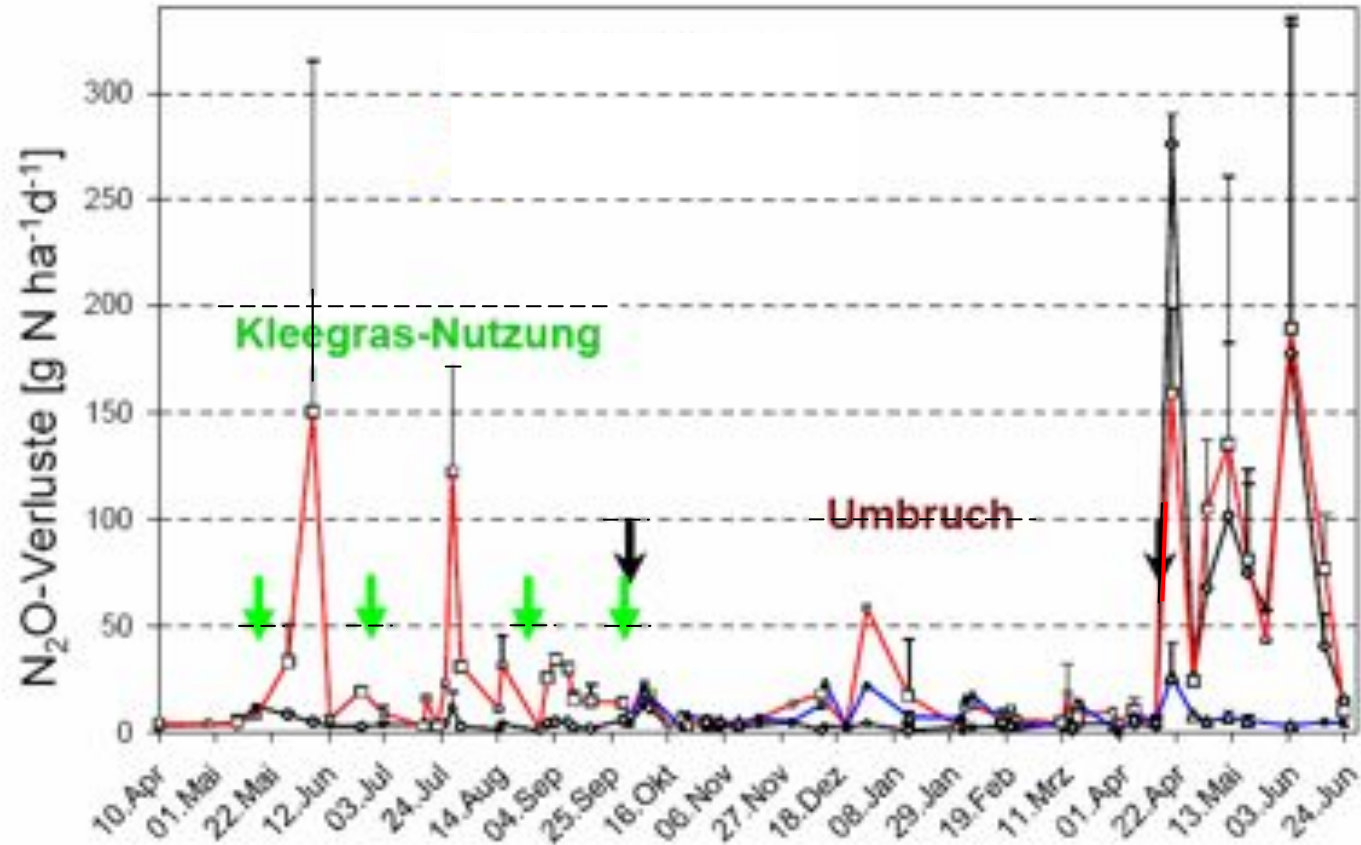


- ◆ FF 3: Kleegras (Schnitt) - Kartoffeln
- ◻ FF 4: Kleegras (Mulch) - Kartoffeln
- ▲ FF 5: Kleegras (Mulch) - Weizen



N₂O-Emission in Abhängigkeit von der Klee-gras-Nutzung

Dauerversuch in Viehhausen von 04/2003 bis 04/2004 (Heuwinkel, 2005)

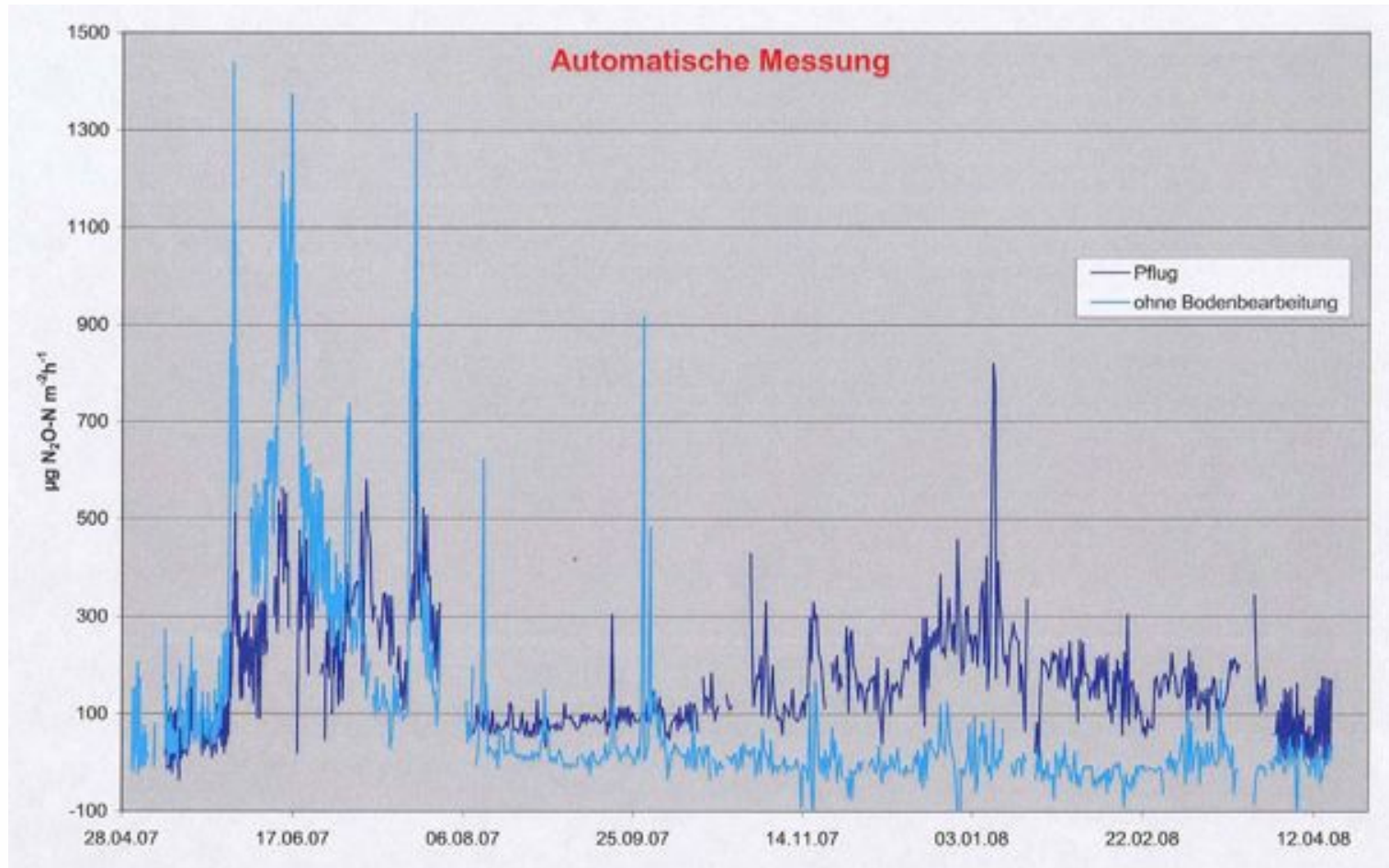


- ◆ FF 3: Kleegrass (Schnitt) - Kartoffeln
- ◻ FF 4: Kleegrass (Mulch) - Kartoffeln
- ▲ FF 5: Kleegrass (Mulch) - Weizen



N₂O Emissionen im Systemversuch Scheyern

(unveröffentlicht)





➤ **Ökologischer Landbau**

geringe N₂O-Emissionen je Fläche (je Produkteinheit?)
aufgrund deutlich geringerer N-Inputs (kein Mineral-N)
und geringerer N_{min}-Gehalte der Böden
Probleme: Klee gras-Mulchsysteme

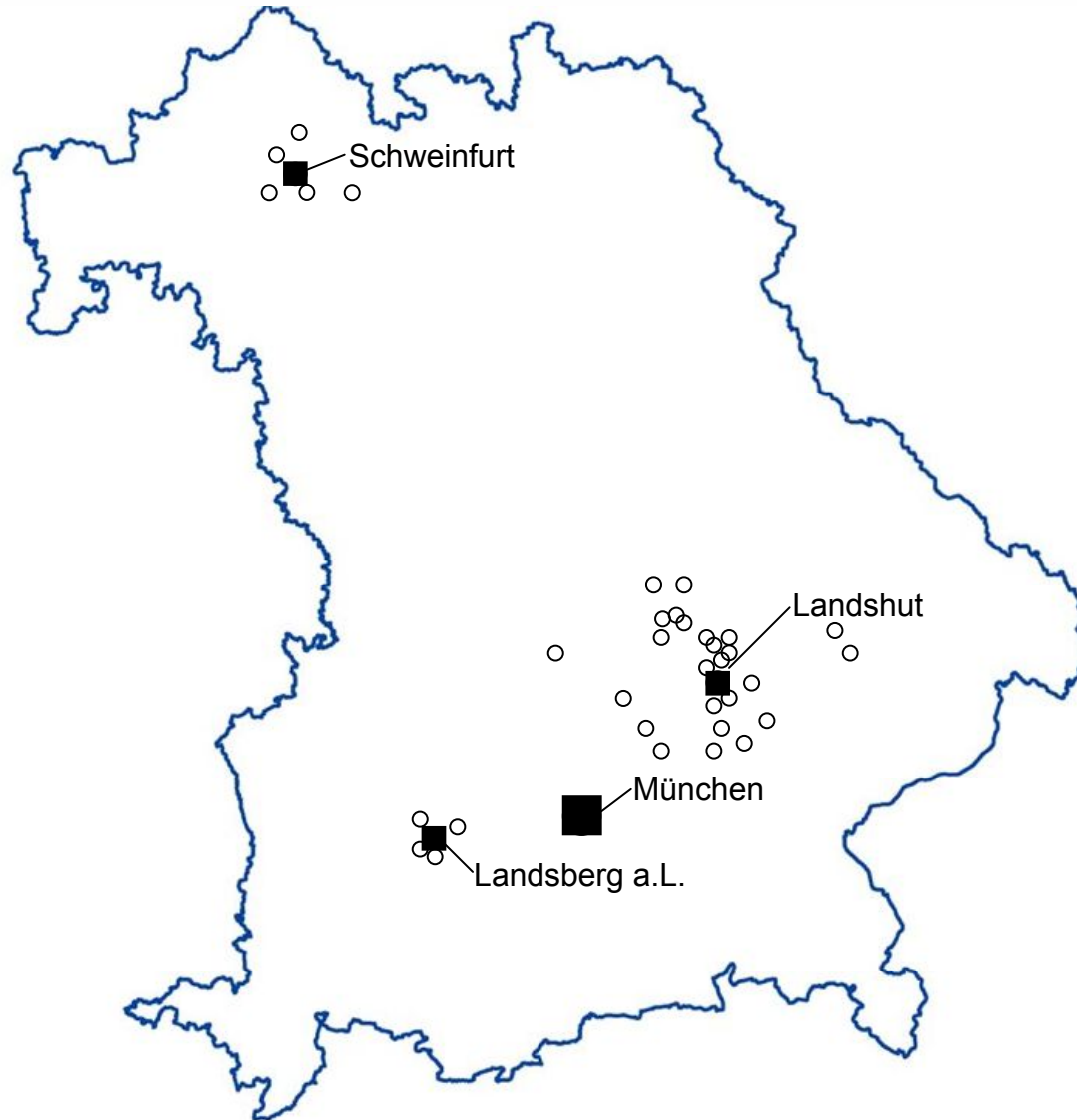
➤ **Unsicherheiten, methodische Probleme**

Standortabhängigkeit der Emissionen
starke räumliche und zeitliche Variabilität
Modelle noch nicht ausgereift
fehlendes Messnetz / Monitoringsystem



Emissionsinventur von Betrieben im Tertiärhügelland

(Küstermann, Prem, Engelmann & Hülsbergen 2007)



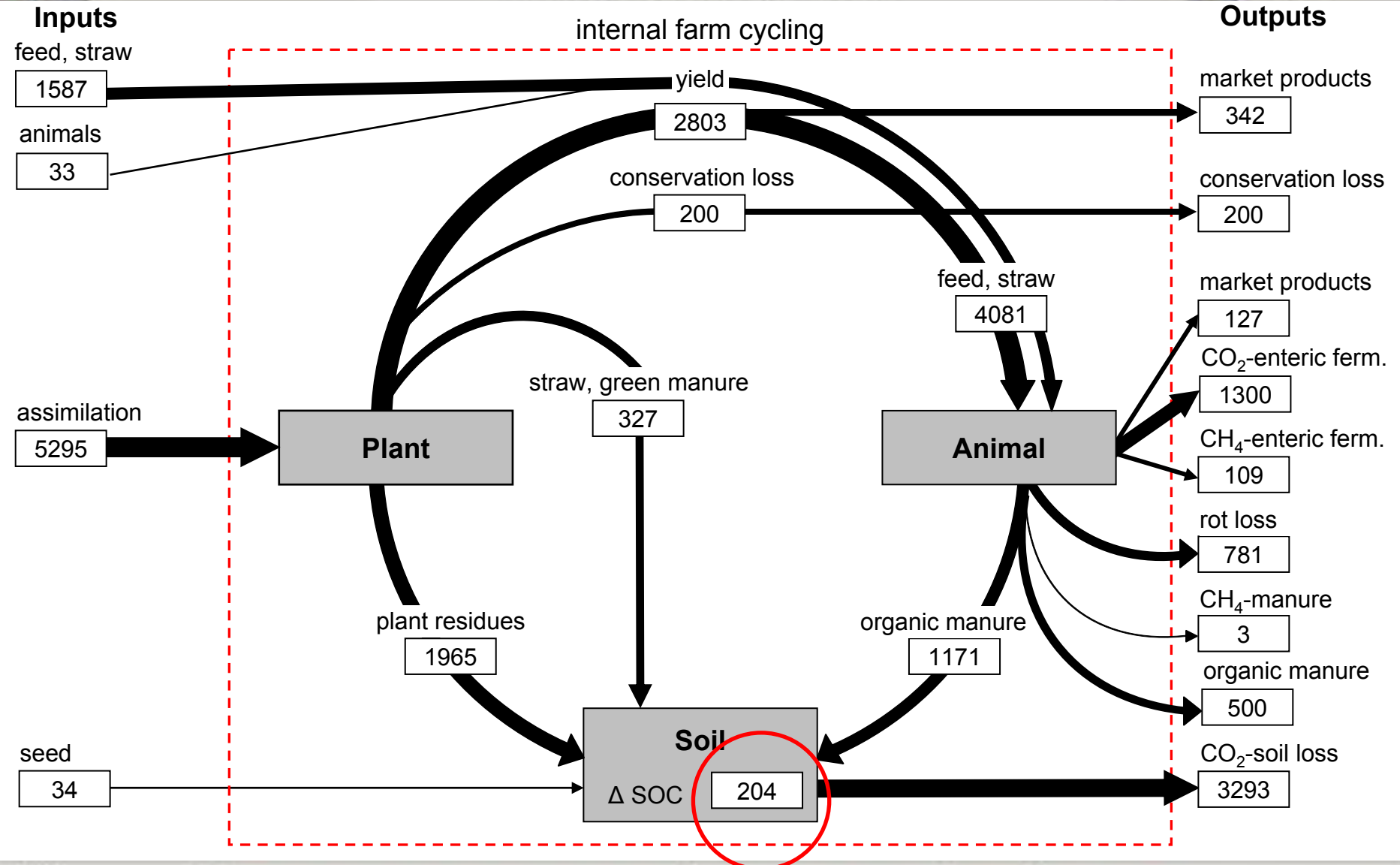


Analyse betrieblicher Kohlenstoffkreisläufe

(Küstermann, Kainz & Hülsbergen 2007)



year 1999 - 2002



choose year

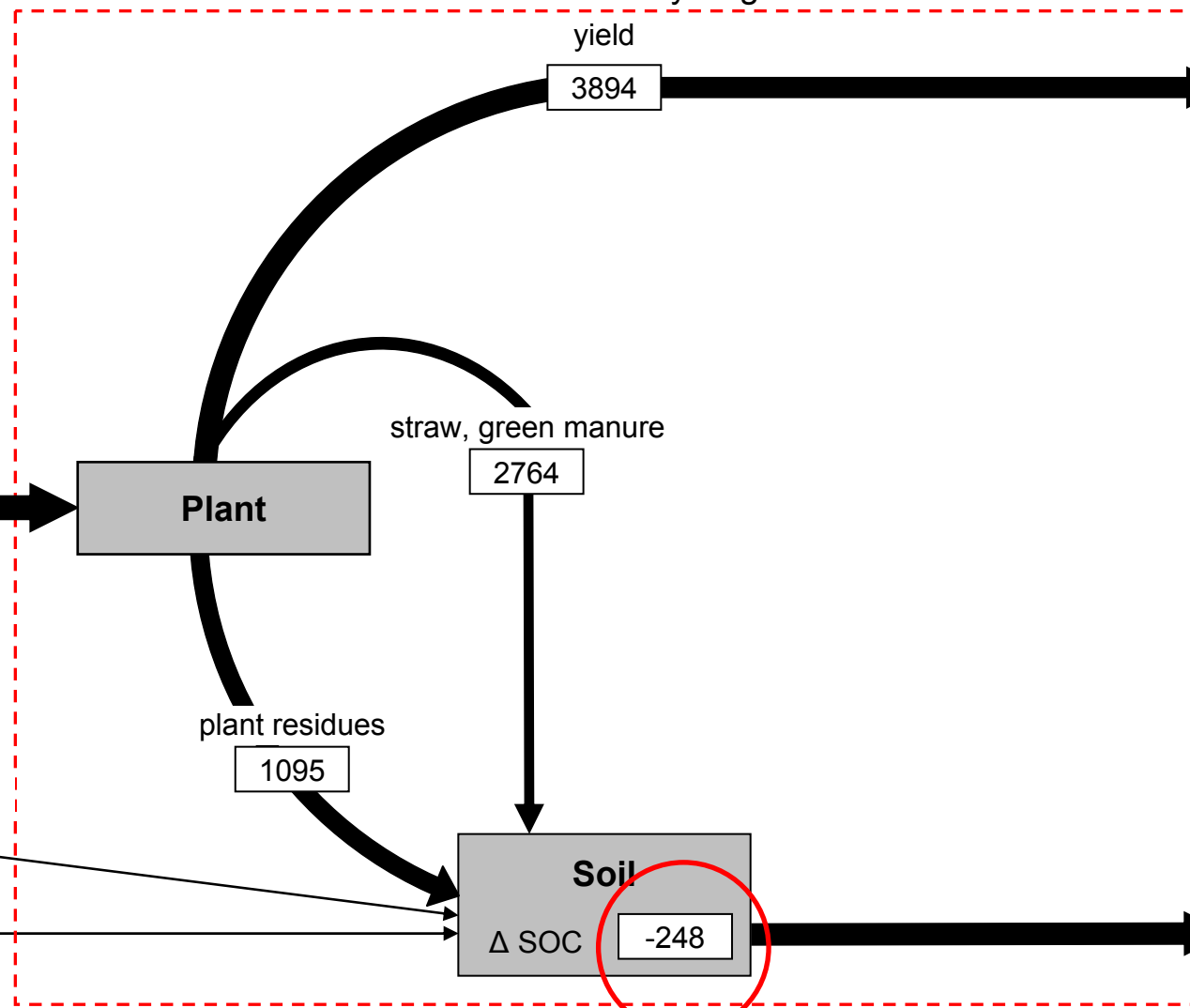
C N P K E G D

carbon kg ha⁻¹ year⁻¹

year 1999 - 2002

Inputs

Outputs



assimilation
7753

Plant

yield
3894

market products
3894

straw, green manure
2764

plant residues
1095

organic manure
293

seed
101

Soil
 Δ SOC
-248

CO₂-soil loss
4501

choose year

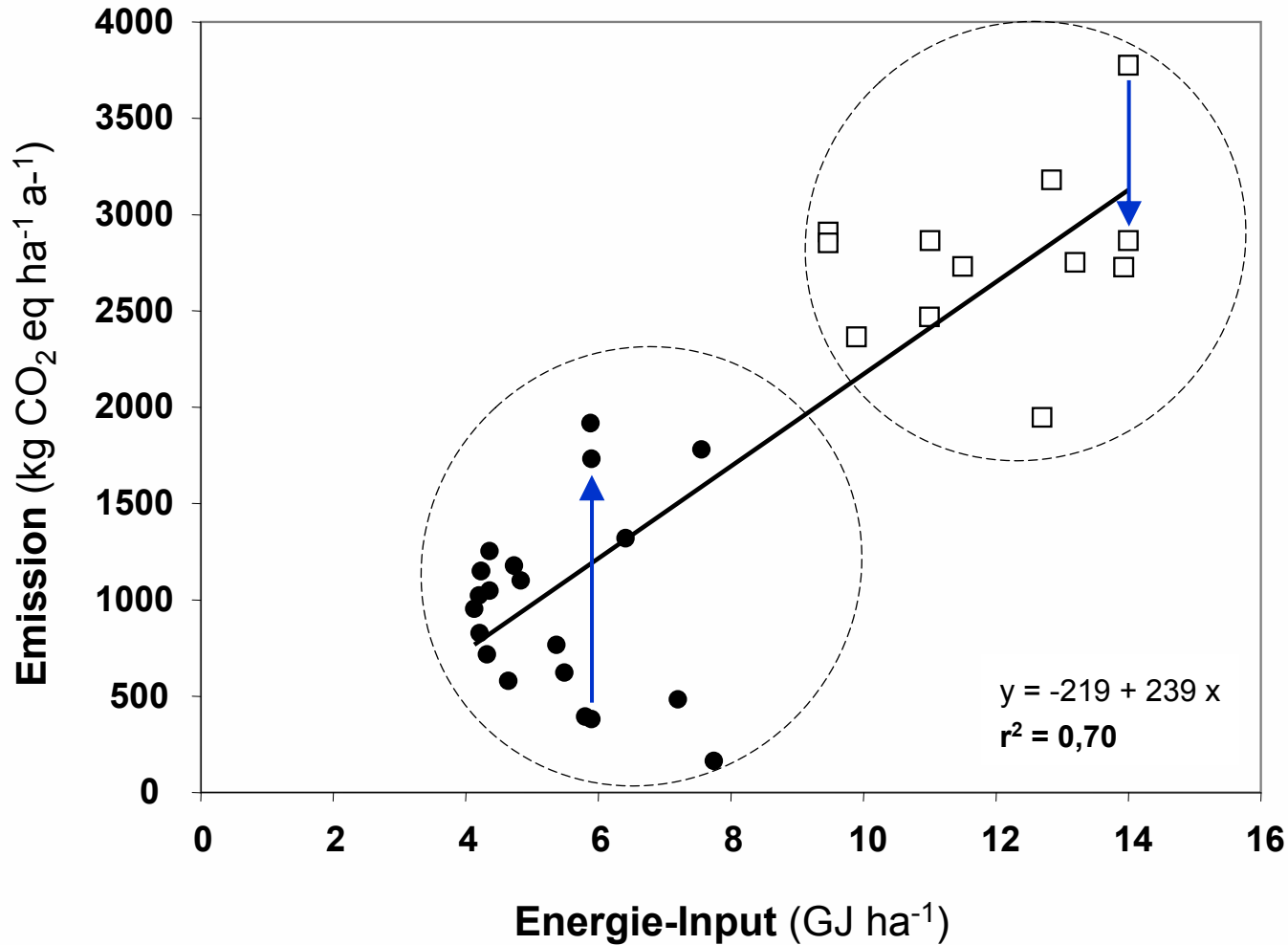
C N P K G E

carbon kg ha⁻¹ year⁻¹



Energieinput und Emission von Treibhausgasen

(Küstermann & Hülsbergen 2007)

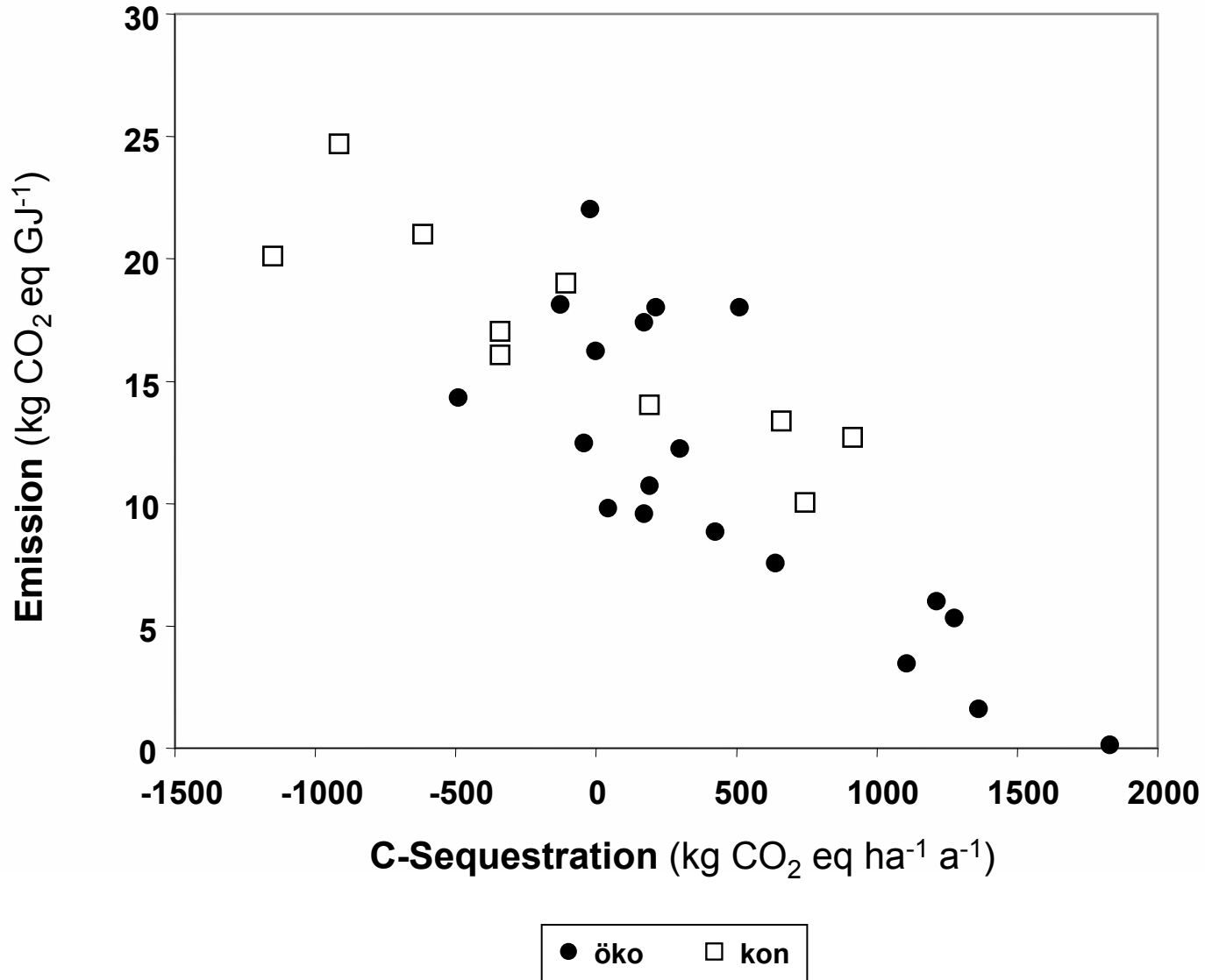


● org □ int



Emission von Treibhausgasen je Produkteinheit

(Küstermann & Hülsbergen 2007)





Renewable Agriculture and Food Systems: 23(0); 1–16

Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems

Björn Küstermann*, Maximilian Kainz, and Kurt-Jürgen Hülsbergen

Accepted 30 July 2007

Research Paper



Reduzierung von Methanemissionen

Systemoptimierung der Milchviehhaltung

von der Futtererzeugung bis zur Düngerverwertung





for a living planet®

Methan und Lachgas - Die vergessenen Klimagase

*Wie die Landwirtschaft ihren Beitrag zum Klimaschutz
leisten kann -*

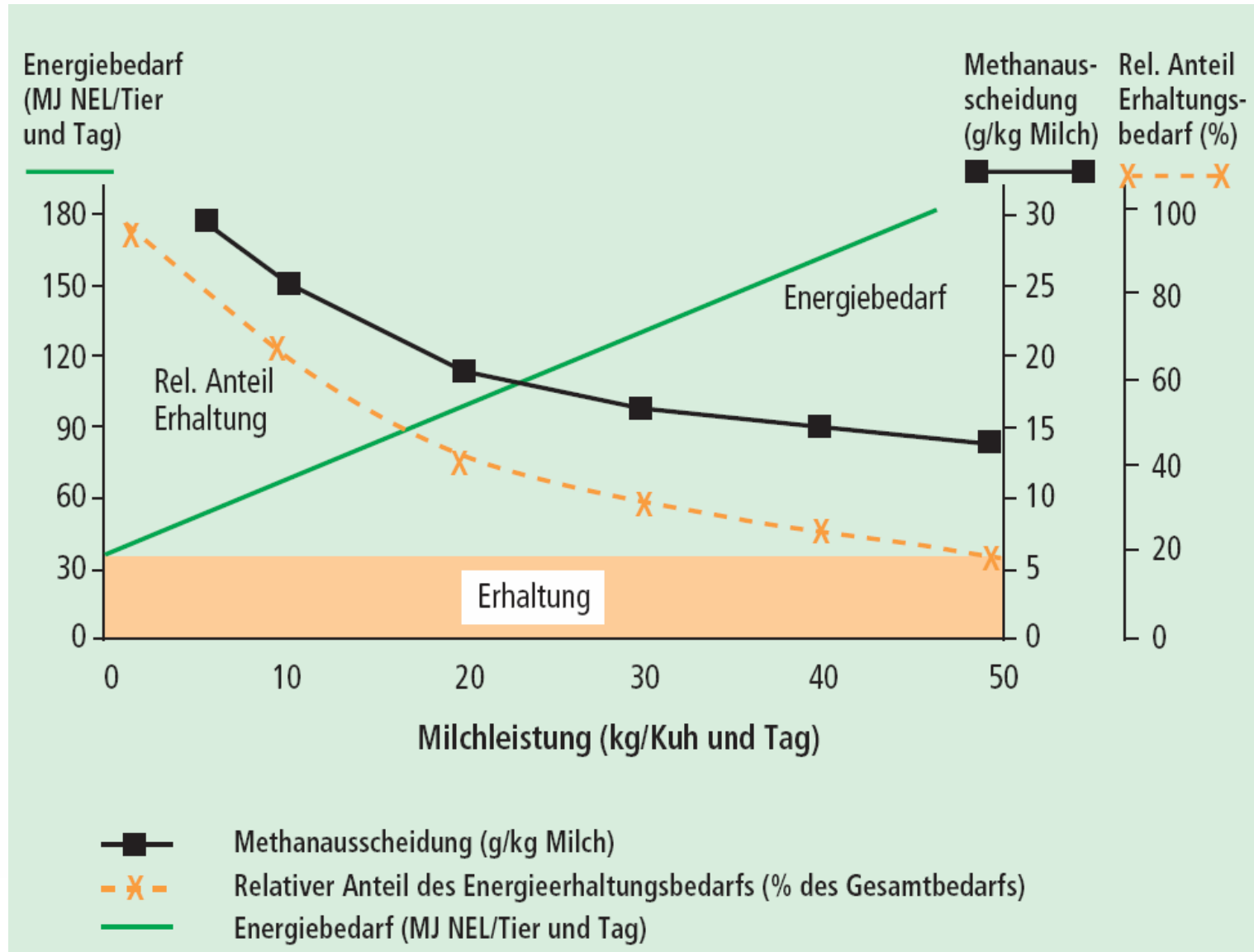
Ein klimaschutzpolitischer Handlungsrahmen

- Kurzfassung -



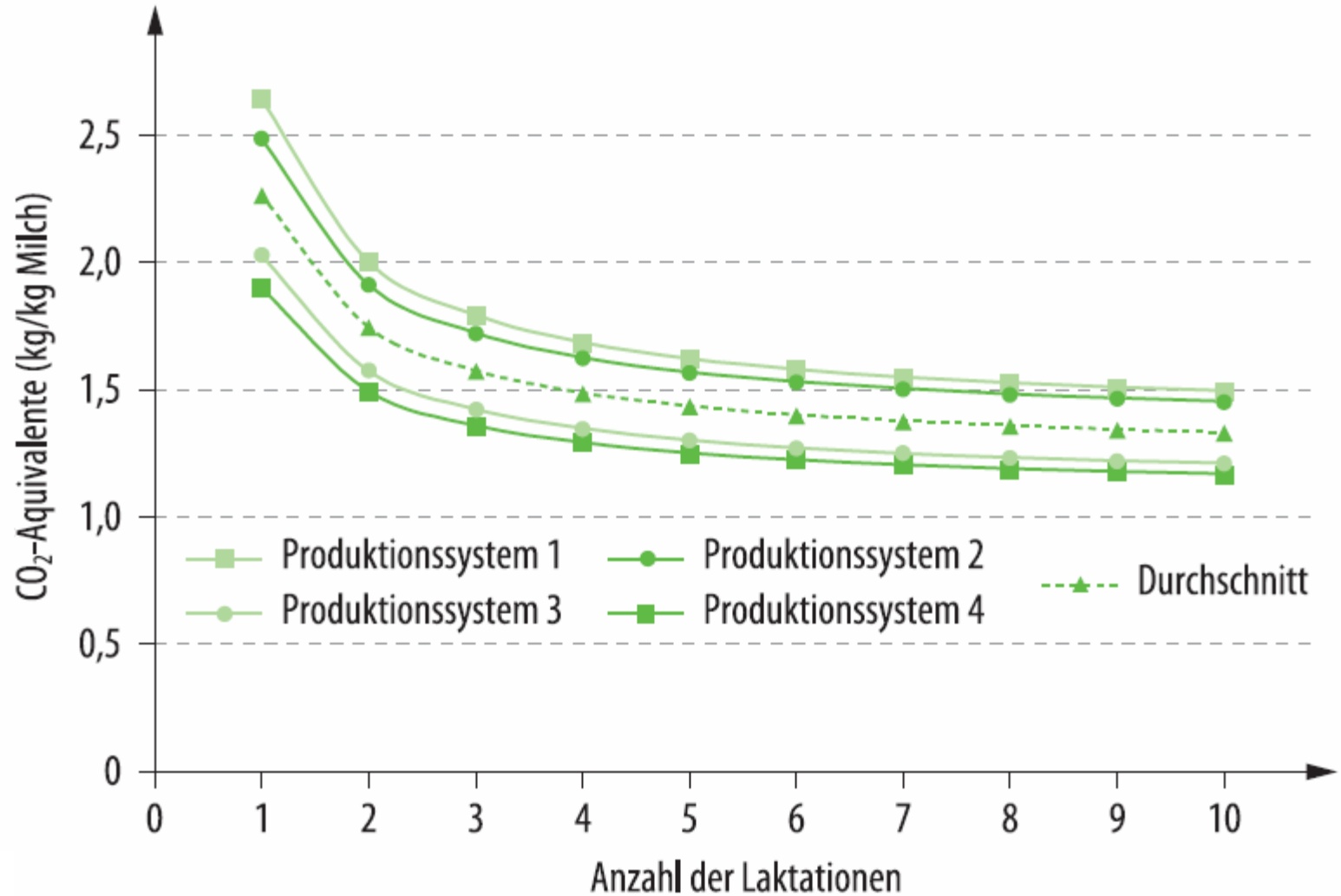


Einfluss der Höhe der Milchleistung auf den Energiebedarf und die Methanausscheidung bei Milchkühen (Flachowsky & Lebzien 2005)





Emissionen pro Kilogramm Milch von grünlandbasierten Produktionssystemen in Österreich





Zum Systemvergleich ökologischer und konventioneller Milchviehhaltung liegen nur wenige Studien vor.

Anhand der DEFRA-Studie (Williams et al. 2006) wird deutlich, wie wichtig die Definition der Systemgrenzen ist:

Milch, konventionell: 10.600 kg CO₂ eq t⁻¹

Milch, ökologisch: 12.300 kg CO₂ eq t⁻¹



Systembewertung der Tierhaltung ist notwendig

→ Erweiterung der Systemebene vom Einzeltier (Fütterung) auf den Betrieb!

- Interaktionen Pflanzenbau und Tierhaltung (C- und N-Stoffströme)
- Futtererzeugung auf Acker und Grünland und Emissionen
(+ Futterzukauf, Transporte) und Emissionen
- Organische Dünger (Festmist, Flüssigmist) und Emissionen
- Böden als Quellen und Senken klimarelevanter Gase

- Einfluss der Milchleistung und der Zahl der Laktationen.



➤ **Klimaschutz ist das Umweltthema der Zukunft.**

Die Landwirtschaft muss sich dem stellen und braucht belastbare Daten zur Klimarelevanz von Anbausystemen → Forschungsbedarf.

➤ **Ökolandbau kann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.**

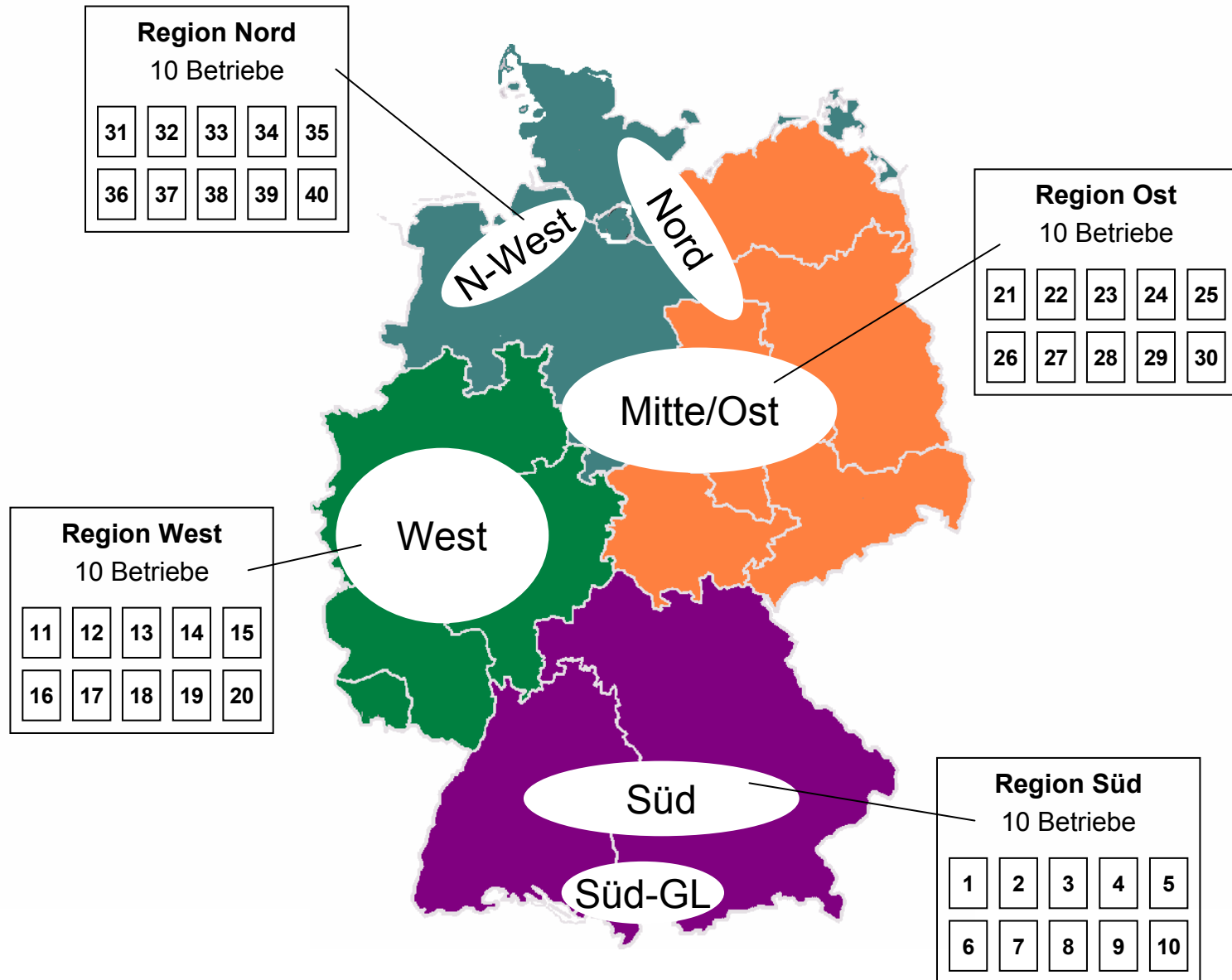
Wie groß dieser Beitrag ist, hängt davon ab,
wie der Ökolandbau (Betriebsstruktur, Verfahren) betrieben wird,
wie groß die Öko-Anbaufläche ist.

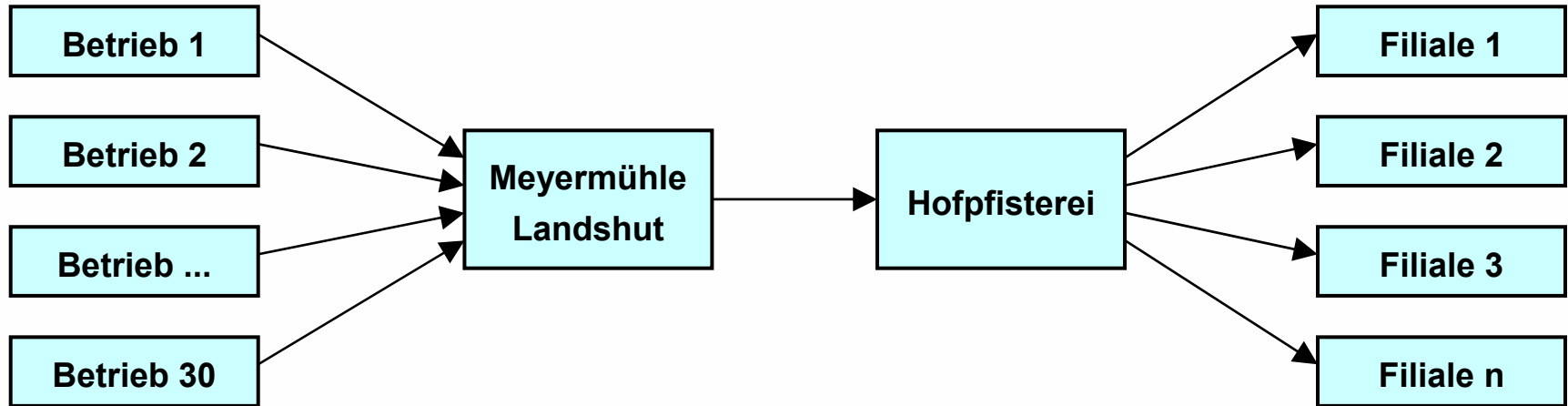
➤ **Auch im Ökolandbau besteht Optimierungsbedarf**

große betriebsindividuelle Variabilität der CO₂-Emissionen
→ Beratungsbedarf



Klimawirkungen des Ökologischen Landbaus - Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben





Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Betriebe

Bereitstellung von Daten zur Produktökobilanz „Brot“





- **Kann der ökologische Landbau wirksame Beiträge zum Klimaschutz leisten?**
- **Wo entstehen Treibhausgasemissionen und welche Einflussfaktoren gibt es?**
- **Wie hoch sind die Emissionen von Treibhausgasen in Ökobetrieben im Vergleich zu konventionellen Betrieben?**
- **Welche Minderungspotentiale gibt es auf Betriebsebene und wie sind diese effizient zu nutzen?**

foodwatch[®]

Treibhauseffekt der Herstellung
von Nahrungsmitteln



dargestellt in Autokilometern



1 kg Winterweizen

scineXX Das Wissensmagazin

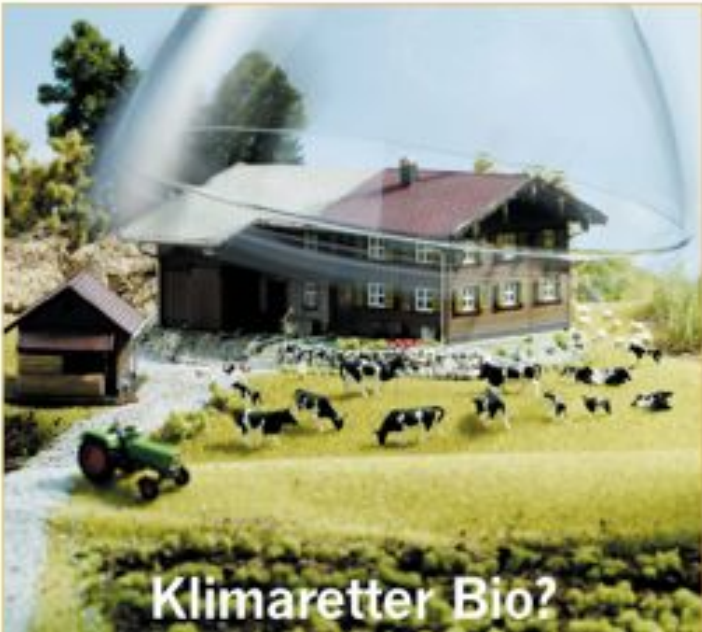


Ökolandbau ist kein Klimaretter

Landwirtschaft nur bei verringerter Fleisch-Produktion klimafreundlicher

Ein Bio-Schweineschnitzel kann sogar klimaschädlicher produziert sein als ein konventionelles. Das ist das erstaunliche Ergebnis einer neuen Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Berlin, die die Verbraucherorganisation foodwatch am Montag vorstellte.

Der foodwatch-Report über den Treibhauseffekt
von konventioneller und ökologischer
Landwirtschaft in Deutschland



Treibhauseffekt der Herstellung von Nahrungsmitteln



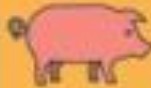
dargestellt in Autokilometern



1 kg Winterweizen
 konventionell 3,4 km
 bio 1,5 km



1 kg Milch
 konventionell 7,1 km
 bio 6,6 km



1 kg Schweinefleisch
 konventionell 25,8 km
 bio 17,4 km



1 kg Rindfleisch aus einem Milchkuh
 konventionell 50,8 km
 bio 33,0 km



1 kg Käse aus 10 l Milch
 konventionell 71,4 km
 bio 65,5 km



1 kg Rindfleisch aus Schlachtkuh/Bullermaast
 konventionell 70,6 km
 bio 113,4 km

Kilometer mit einem DWM Modell 118d bei 119 g CO₂ pro km

© foodwatch / Dirk Heister

Ökolandbau ist kein Klimaretter

Landwirtschaft nur bei verringerter Fleisch-Produktion klimafreundlicher



Treibhausgas	Konzentration (ppm)		Lebensdauer	GWP
	vorindustriell	2005		
			a	100 a
CO ₂	~ 280	379	variabel	1
CH ₄	0,70	1,77	12	23
N ₂ O	0,27	0,32	120	296

Einsatz fossiler Energie und CO₂-Emissionen → Energiebilanz

CO₂-Bindung durch Humusaufbau → Humusbilanz



Treibhausgas	Konzentration (ppm)		Lebensdauer	GWP
	vorindustriell	2005		
			a	100 a
CO ₂	~ 280	379	variabel	1
CH ₄	0,70	1,77	12	23
N ₂ O	0,27	0,32	120	296

Einsatz fossiler Energie und CO₂-Emissionen → Energiebilanz

CO₂-Bindung durch Humusaufbau → Humusbilanz

Methan-Emissionen durch Rinder → Futterbilanz



Treibhausgas	Konzentration (ppm)		Lebensdauer	GWP
	vorindustriell	2005		
			a	100 a
CO ₂	~ 280	379	variabel	1
CH ₄	0,70	1,77	12	23
N ₂ O	0,27	0,32	120	296

Einsatz fossiler Energie und CO₂-Emissionen → Energiebilanz

CO₂-Bindung durch Humusaufbau → Humusbilanz

Methan-Emissionen durch Rinder → Futterbilanz

Lachgas-Emissionen aus Böden → Stickstoffbilanz



Bei 58 % C im Humus:

1 % C entspricht 1,72 % Humus,

1 % C entspricht $\approx 45 \text{ t C ha}^{-1} = 78 \text{ t Humus ha}^{-1}$

Bei einem C : N - Verhältnis von $10 : 1 = 4.500 \text{ kg N ha}^{-1}$

Grenzwerte der OBS nach Cross Compliance:

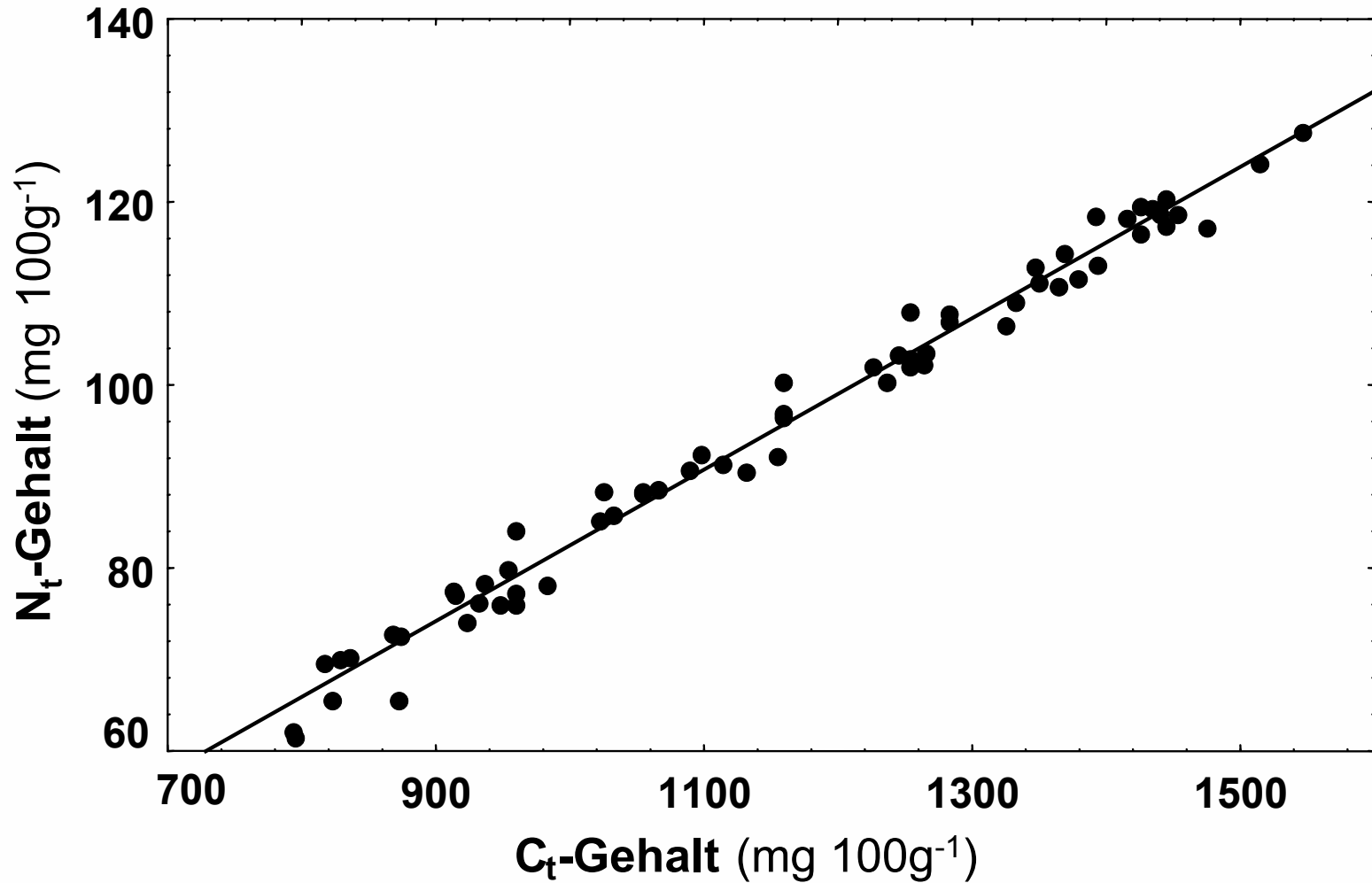
Ton < 13 %: Humusgehalt > 1 %

Ton > 13 %: Humusgehalt > 1,5 %



Beziehungen zwischen C_t - und N_t -Gehalten

Düngungsversuch Seehausen (2000)



$$y = -0,29 + 0,083 x_1$$

$$B = 0,98^+$$

$$s_R = 2,3$$



Carbon sink capacity of the world's agricultural soils:

50 to 66 % of the historic carbon loss of 78 Gt C

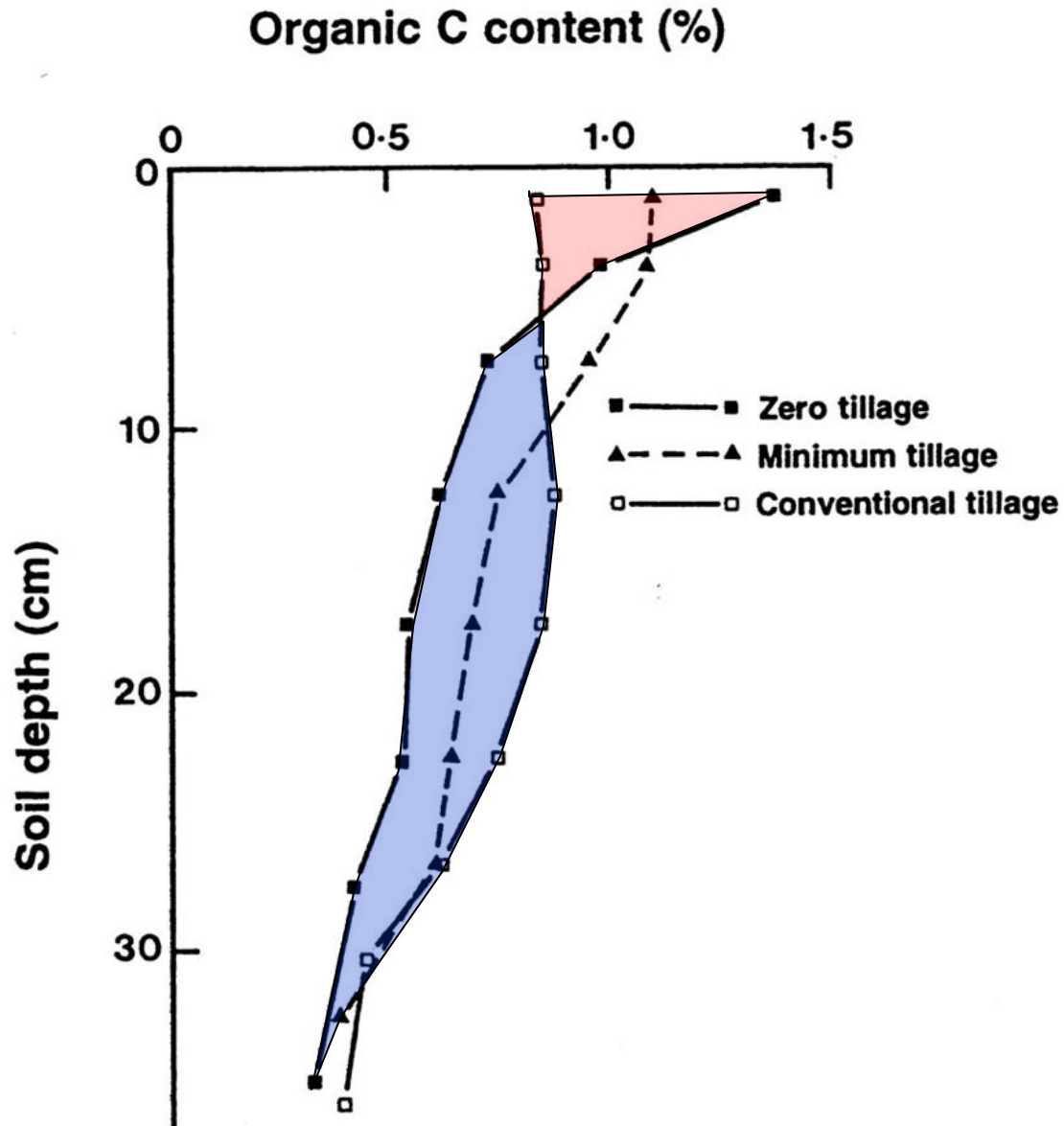
0,4 – 1,2 Gt C / yr (5 to 15 % of the global emissions).

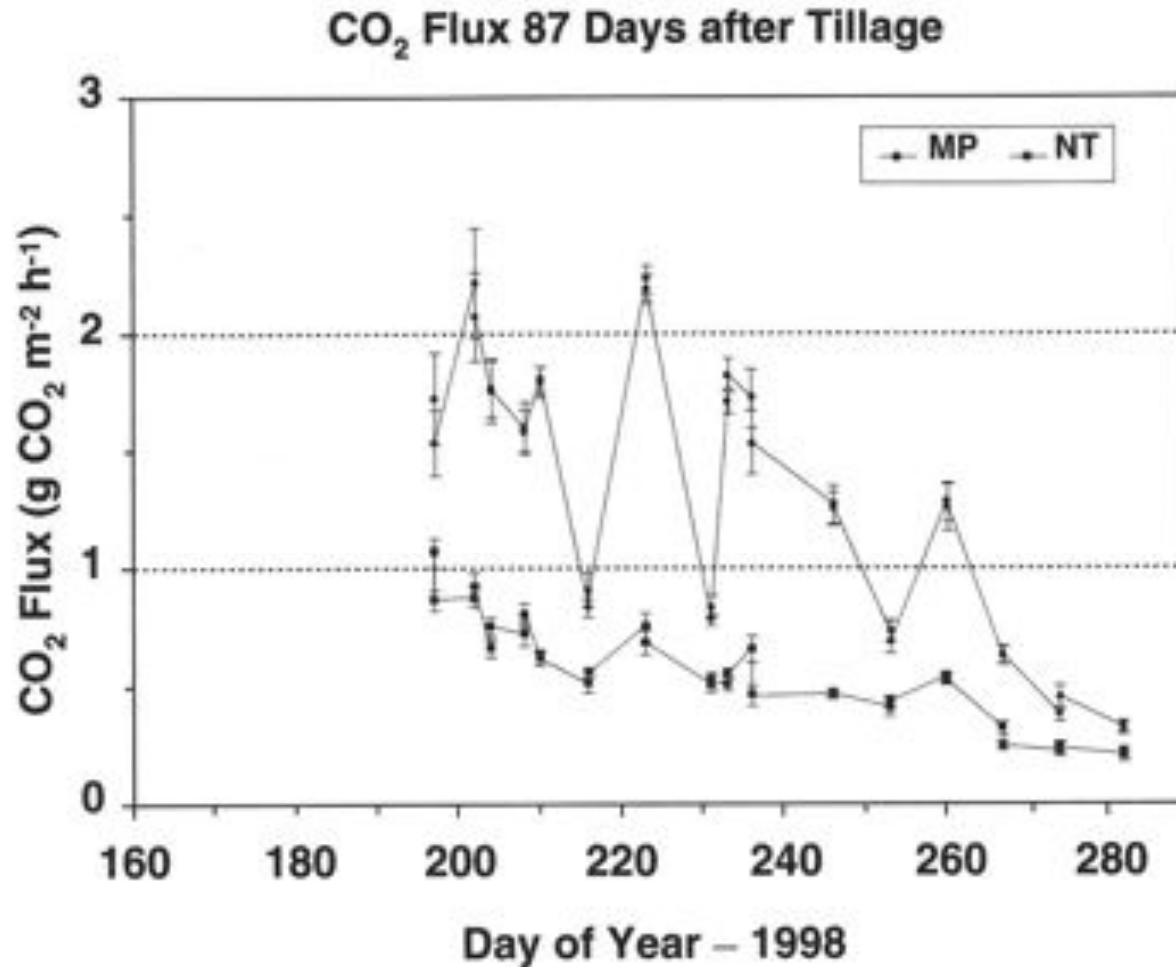
These rates can be sustained for 20 to 50 years.

The potential is finite in capacity and time.



Profiles of organic C in a soil after 10 years of different tillage (DOUGLAS et al. 1986)



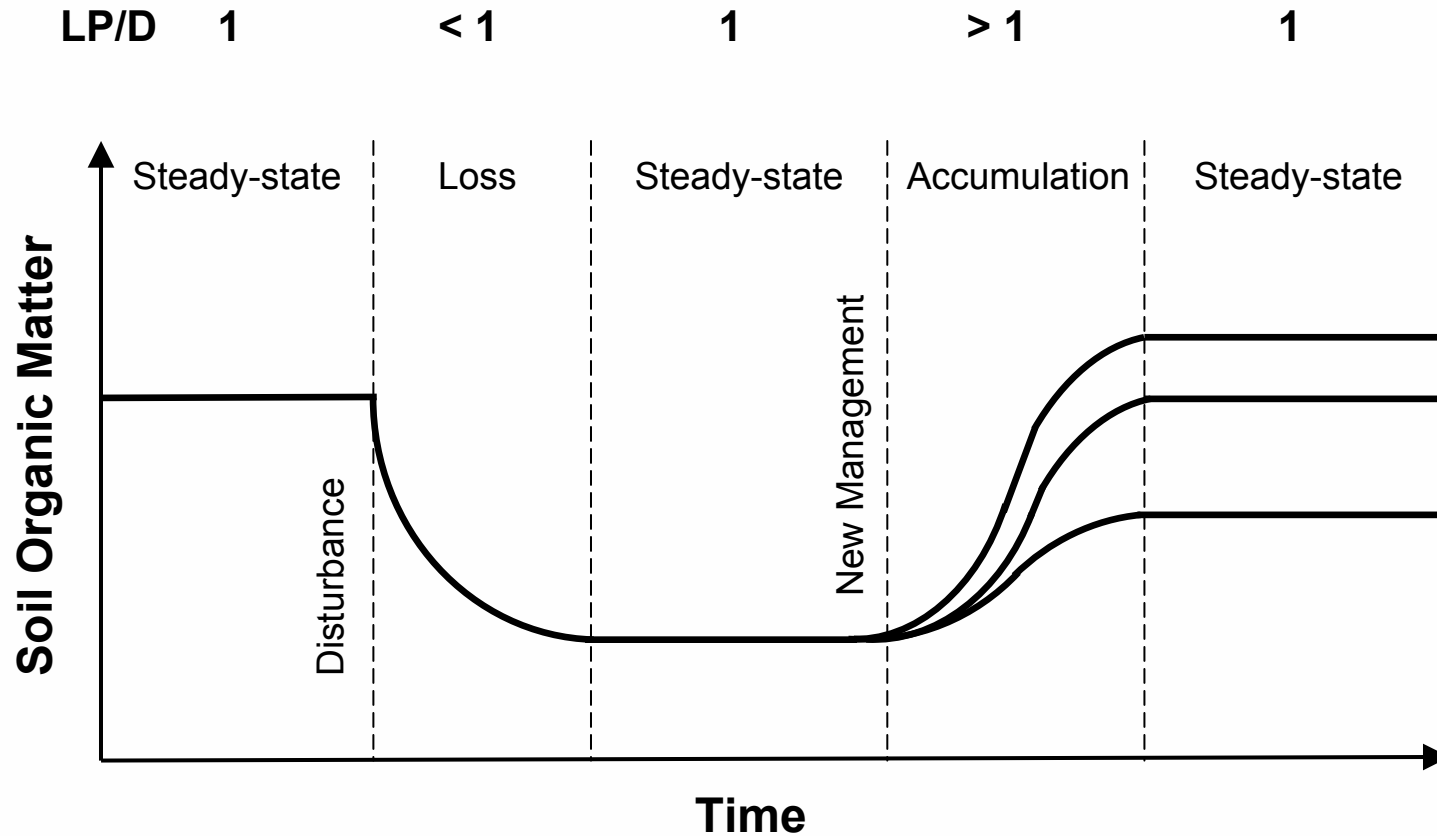


The average CO₂ flux from moldboard plow and not-tilled treatments as a function of time during the 1998 season.



Entwicklung von Humusgehalten

(nach Johnson et al. 1995)



LP = Litter production

D = Decomposition

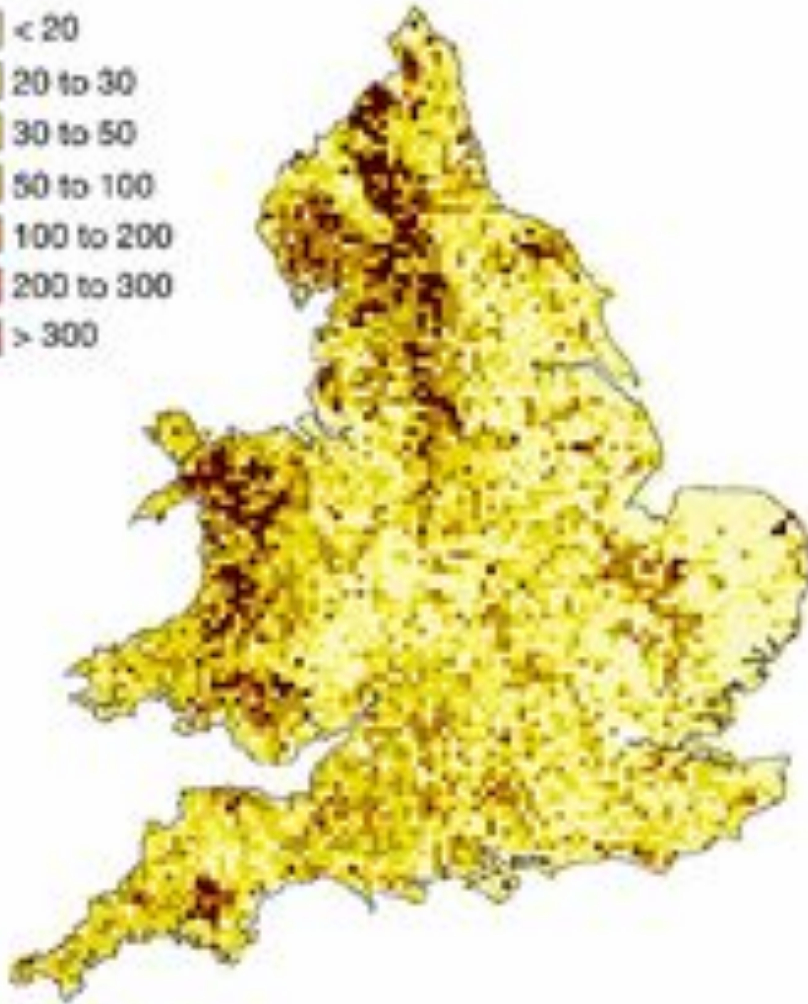
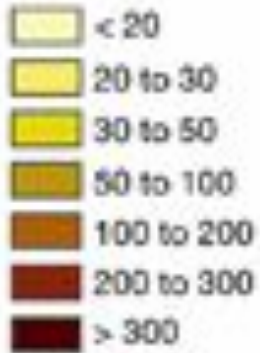


Carbon losses from all soils across England and Wales

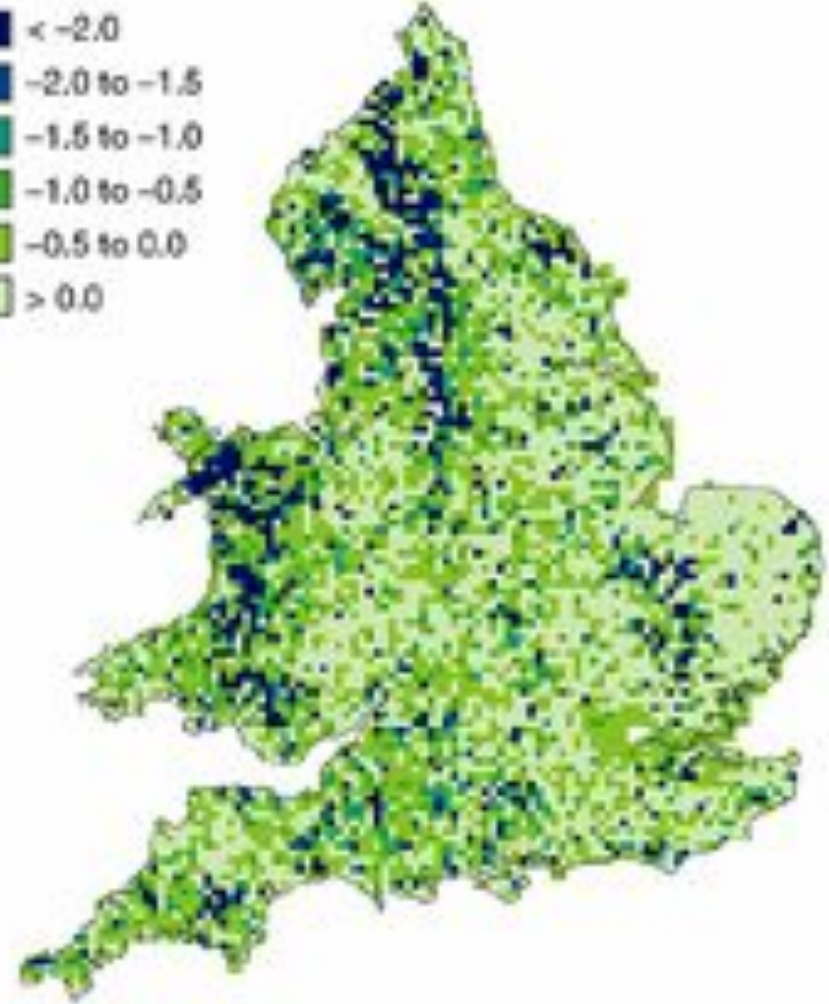
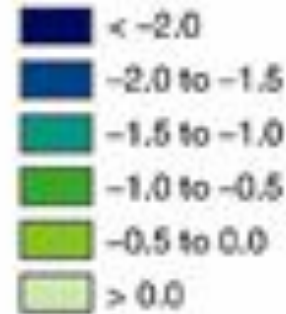
1978–2003 Bellamy et. al.: NATURE, Vol 437, September 2005, 245-247.



a Original C_{org} ($g\ kg^{-1}$)



b Rate of change ($g\ kg^{-1}\ yr^{-1}$)





Humusgehalte (%) in Abhängigkeit vom Tierbesatz

Bodenschicht 0 – 20 cm (WEIß 1990) , n = 337

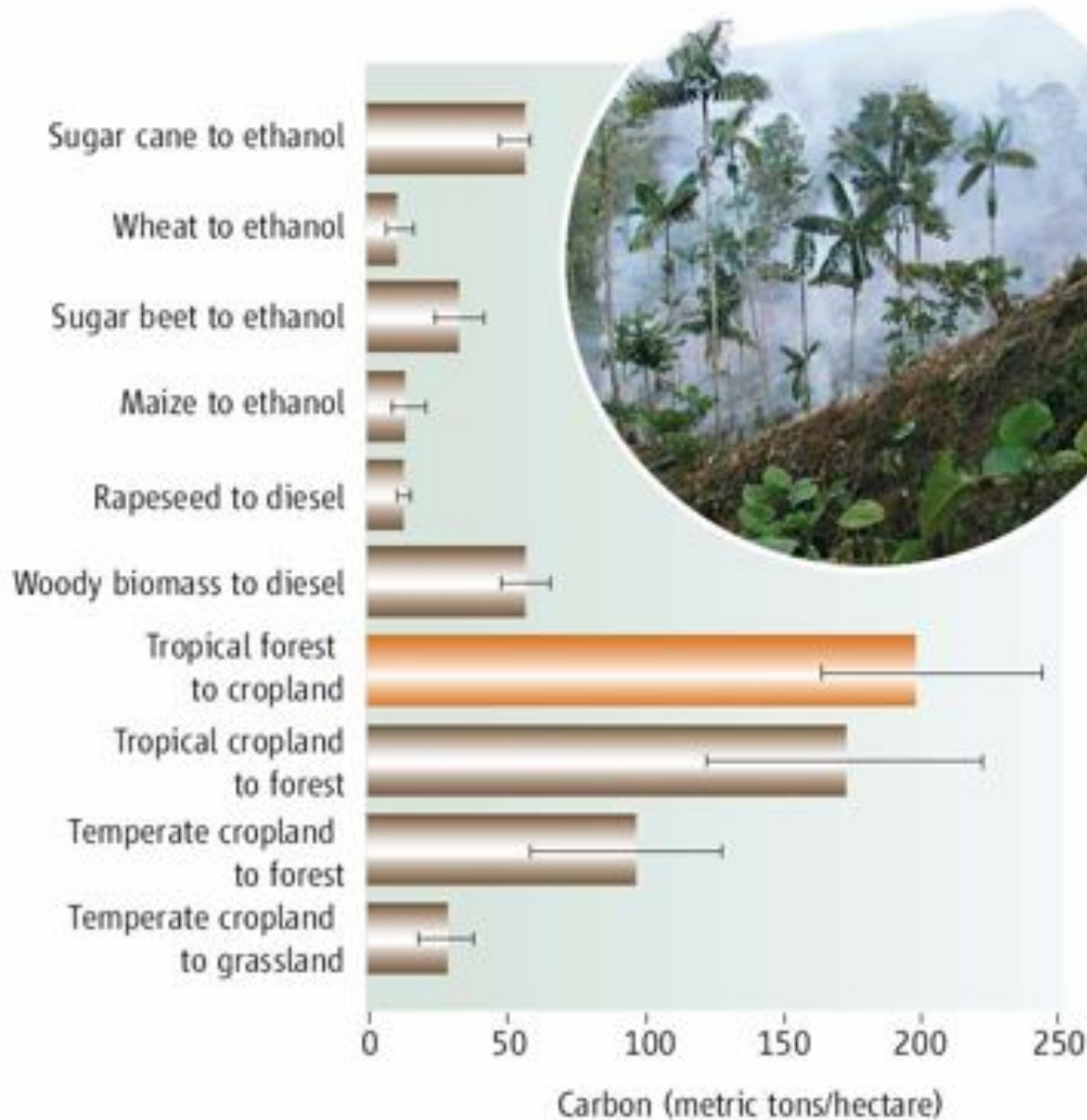


	Tierbesatz (GV ha ⁻¹)				
	0	0,1 - 0,7	0,8 - 1,2	1,3 - 1,9	2
Ökol. Landbau	2,36	2,88	2,90	3,10	3,43
Konv. Landbau	2,65	2,50	2,76	2,89	2,98
Differenz	- 0,29	+ 0,38	+ 0,14	+ 0,21	+ 0,45



Carbon Mitigation by Biofuels or by Saving and Restoring Forests?

Righelato & Spracklen (2007): Science 317, 902.



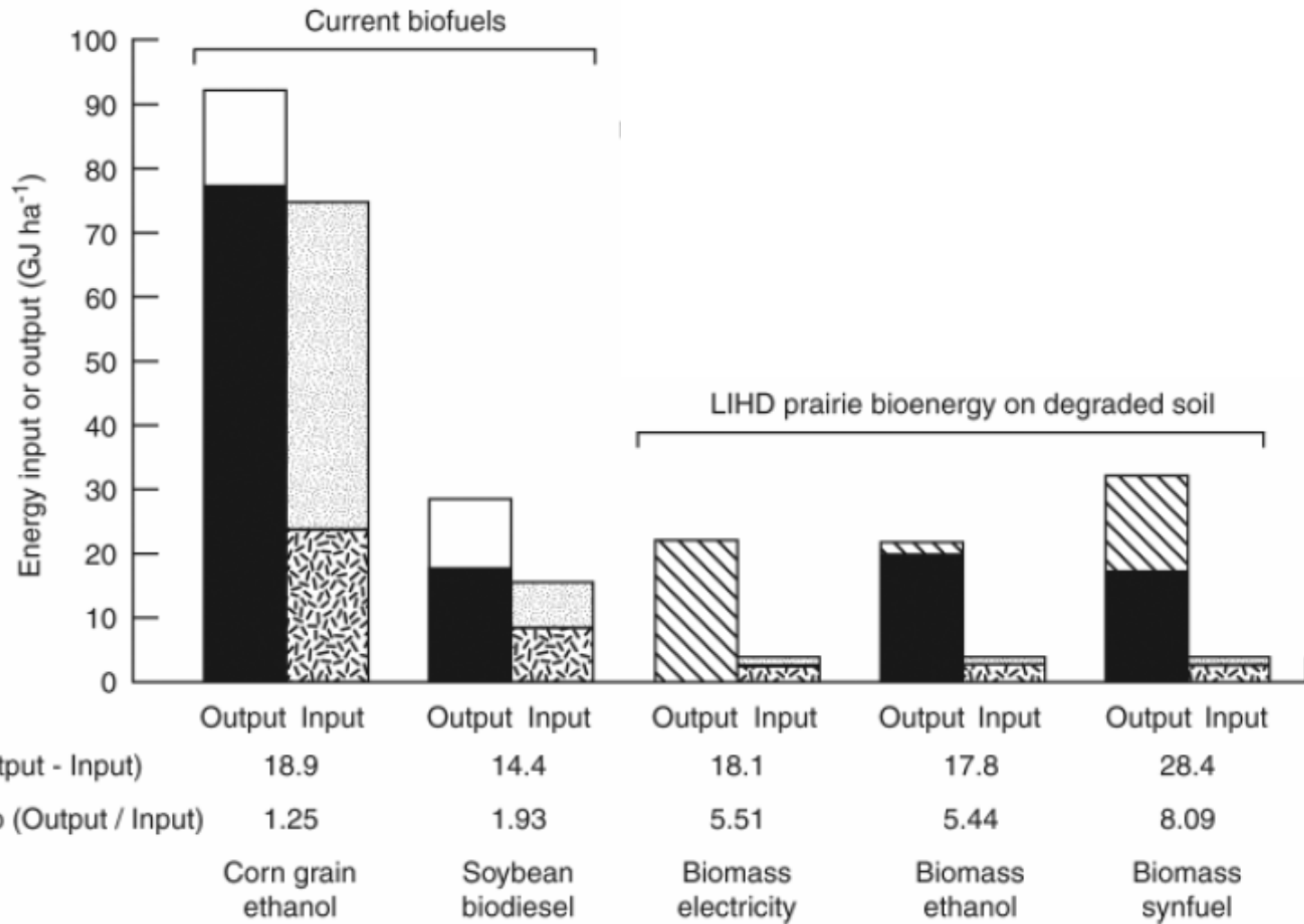
Cumulative avoided emissions per hectare over 30 years for a range of biofuels compared with the carbon sequestered over 30 years by changing cropland to forest and the loss of carbon to the atmosphere by conversion of forest to cropland.

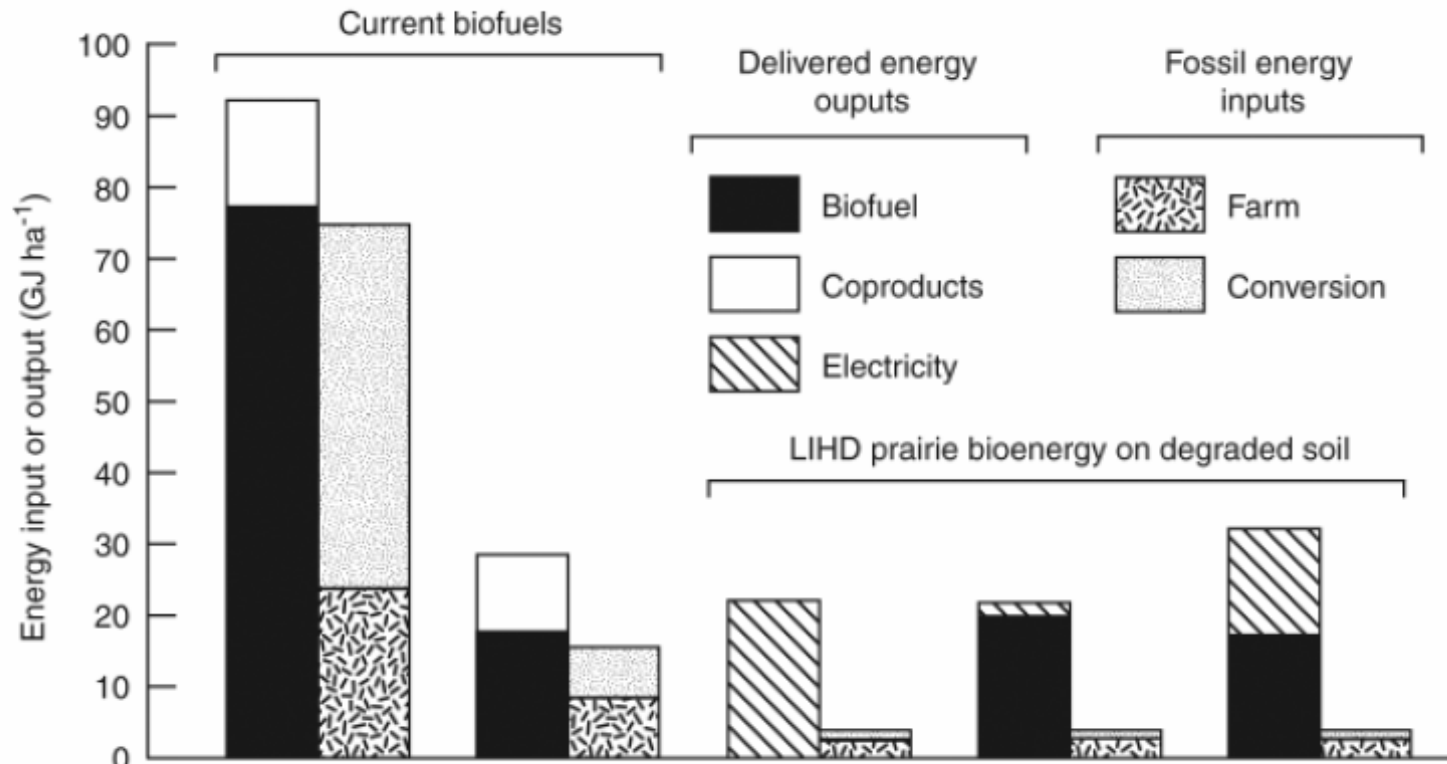


Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass

David Tilman,^{1*} Jason Hill,^{1,2} Clarence Lehman¹

Biofuels derived from low-input high-diversity (LIHD) mixtures of native grassland perennials can provide more usable energy, greater greenhouse gas reductions, and less agrichemical pollution per hectare than can corn grain ethanol or soybean biodiesel. High-diversity grasslands had increasingly higher bioenergy yields that were 238% greater than monoculture yields after a decade. LIHD biofuels are carbon negative because net ecosystem carbon dioxide sequestration (4.4 megagram hectare⁻¹ year⁻¹ of carbon dioxide in soil and roots) exceeds fossil carbon dioxide release during biofuel production (0.32 megagram hectare⁻¹ year⁻¹). Moreover, LIHD biofuels can be produced on agriculturally degraded lands and thus need to neither displace food production nor cause loss of biodiversity via habitat destruction.

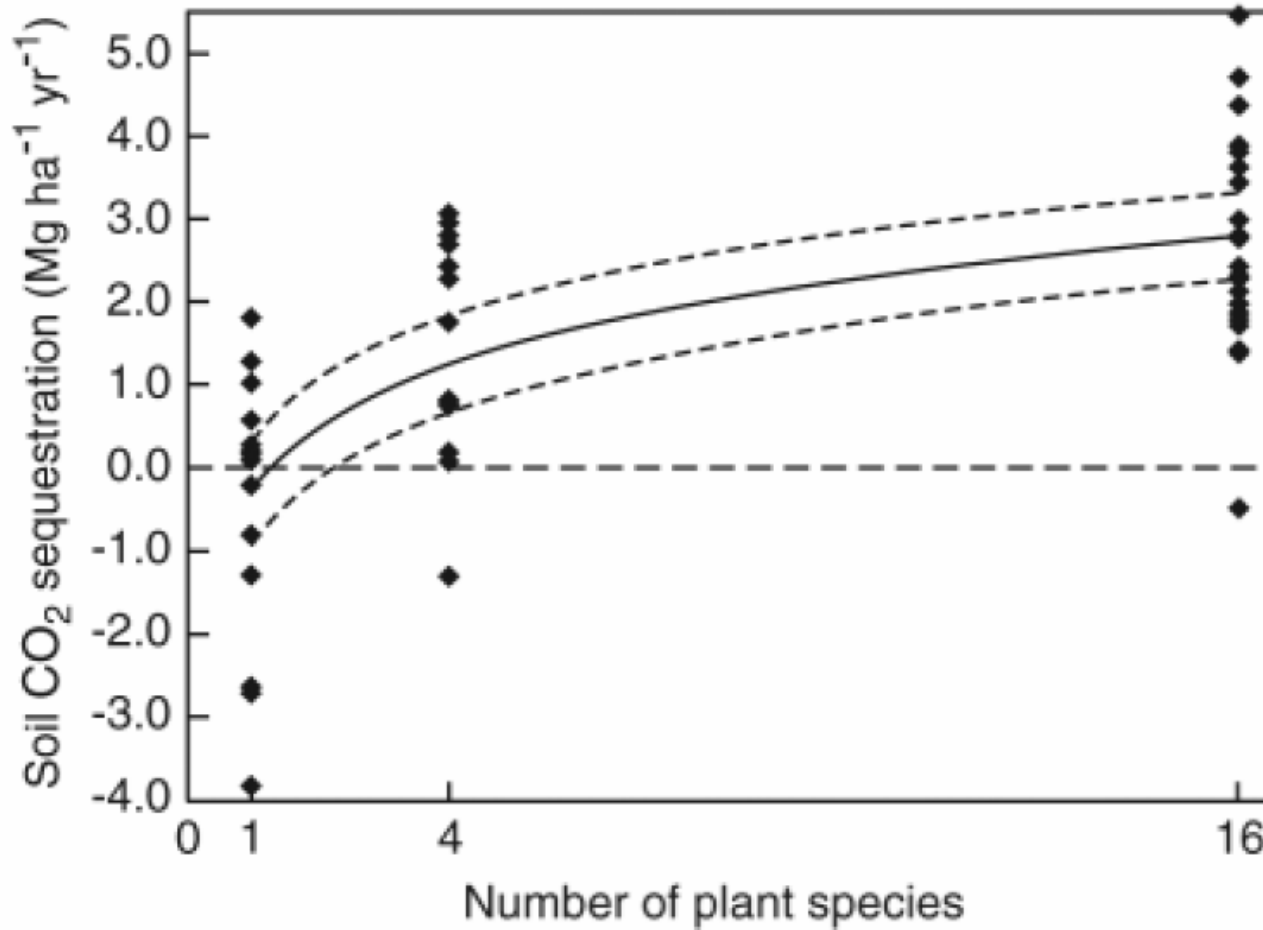




	Output	Input	Output	Input	Output	Input	Output	Input	Output	Input
NEB (Output - Input)		18.9		14.4		18.1		17.8		28.4
NEB ratio (Output / Input)		1.25		1.93		5.51		5.44		8.09
		Corn grain ethanol		Soybean biodiesel		Biomass electricity		Biomass ethanol		Biomass synfuel



Effects of plant diversity on CO₂ sequestration for low-input perennial grasslands



Tilman et al. (2006): Science 314, 1598 – 1600.

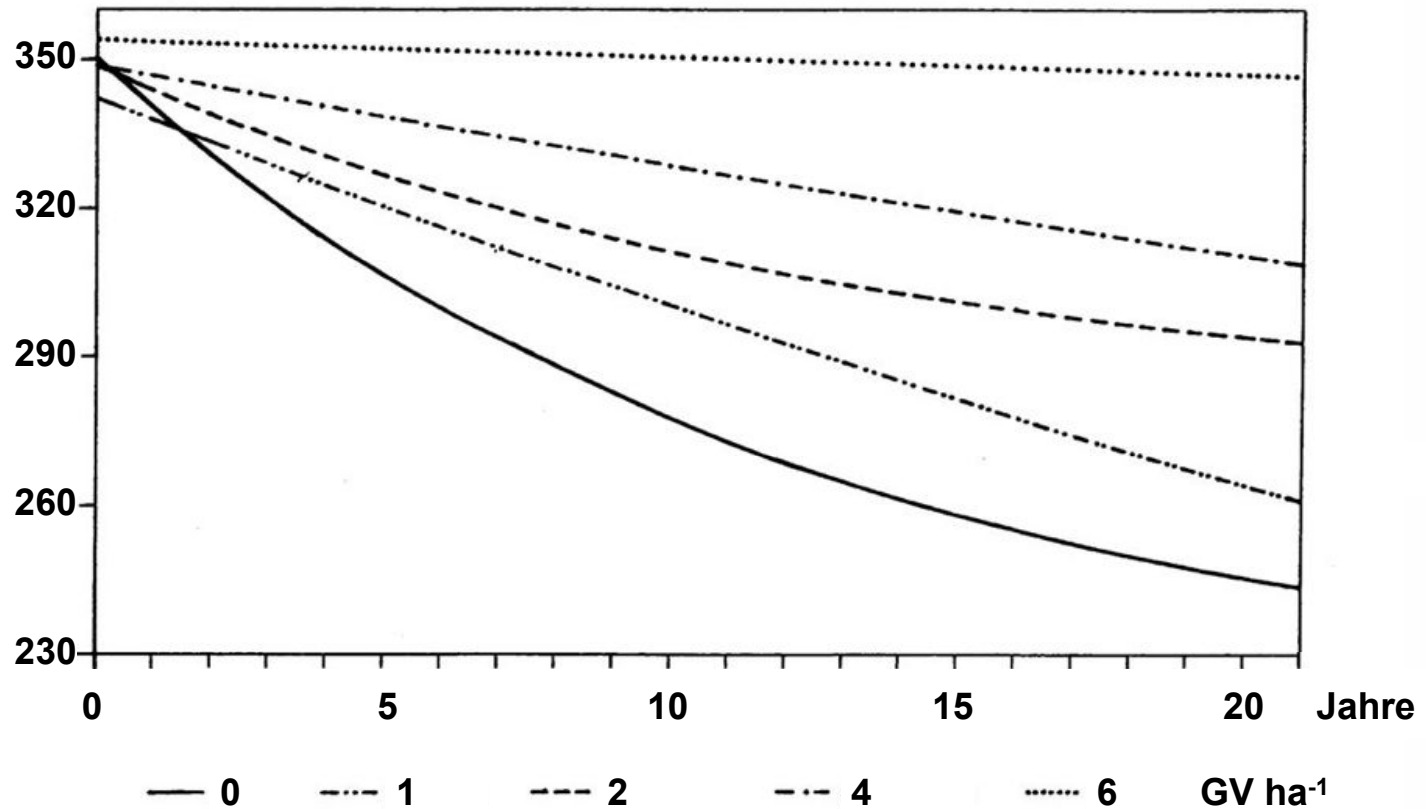


Entwicklung der N_{org} -Gehalte nach Grünlandumbruch

Dauerversuch Lauterbach, Erzgebirge (Hülsbergen et al. 1996)



N_{org} (mg 100 g⁻¹ Boden)



Humusabbau (Variante mit 0 GV ha⁻¹):

2.200 kg N ha⁻¹ = 110 kg N ha⁻¹ a⁻¹

22.000 kg C ha⁻¹ = 1.100 kg C ha⁻¹ a⁻¹ = ca. 4000 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹



Die Grünlandfläche nahm in Deutschland von 2003 bis 2007 um 154.000 ha (3,1 %) ab, in Schleswig-Holstein sogar um 5 %.

In 90 % aller Biogasanlagen wird Mais als Substrat eingesetzt. Der Silomaisanbau stieg von von 1,12 (2002) auf 1,35 Mio ha (2006). Im Jahr 2006 wurden 162.000 ha Mais für die Biogasproduktion angebaut, das sind 12 % der Maisanbaufläche.



Estimates on the extent of agroforestry practices in the world and their carbon-sequestration potentials. Nair et al. (2008)



Region/practice	Estimated area (million ha)	Potential for C sequestration (Pg C y ⁻¹ ; sum of above- and below-ground storage)	Source
Africa, Asia, and the Americas: silvopastoral, agrosilvopastoral, and agrosilvopastoral.	585–1215	1.1–2.2	<i>Dixon (1995)</i>

20 % of the arable area (1,534 million ha)

15 % of the pasture lands (3,442 million ha)

$1534 \times 0.20 + 3442 \times 0.15 = 823$ million ha



Potentiale der C-Bindung in Böden

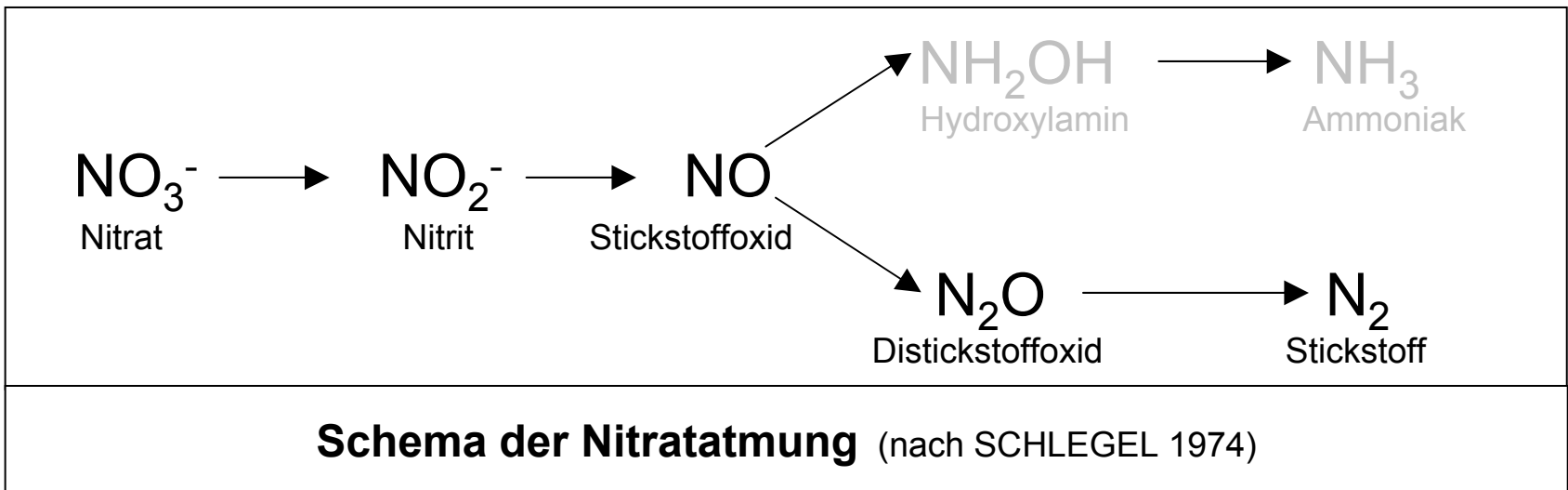
zusammengestellt anhand eigener Messungen und der Literatur

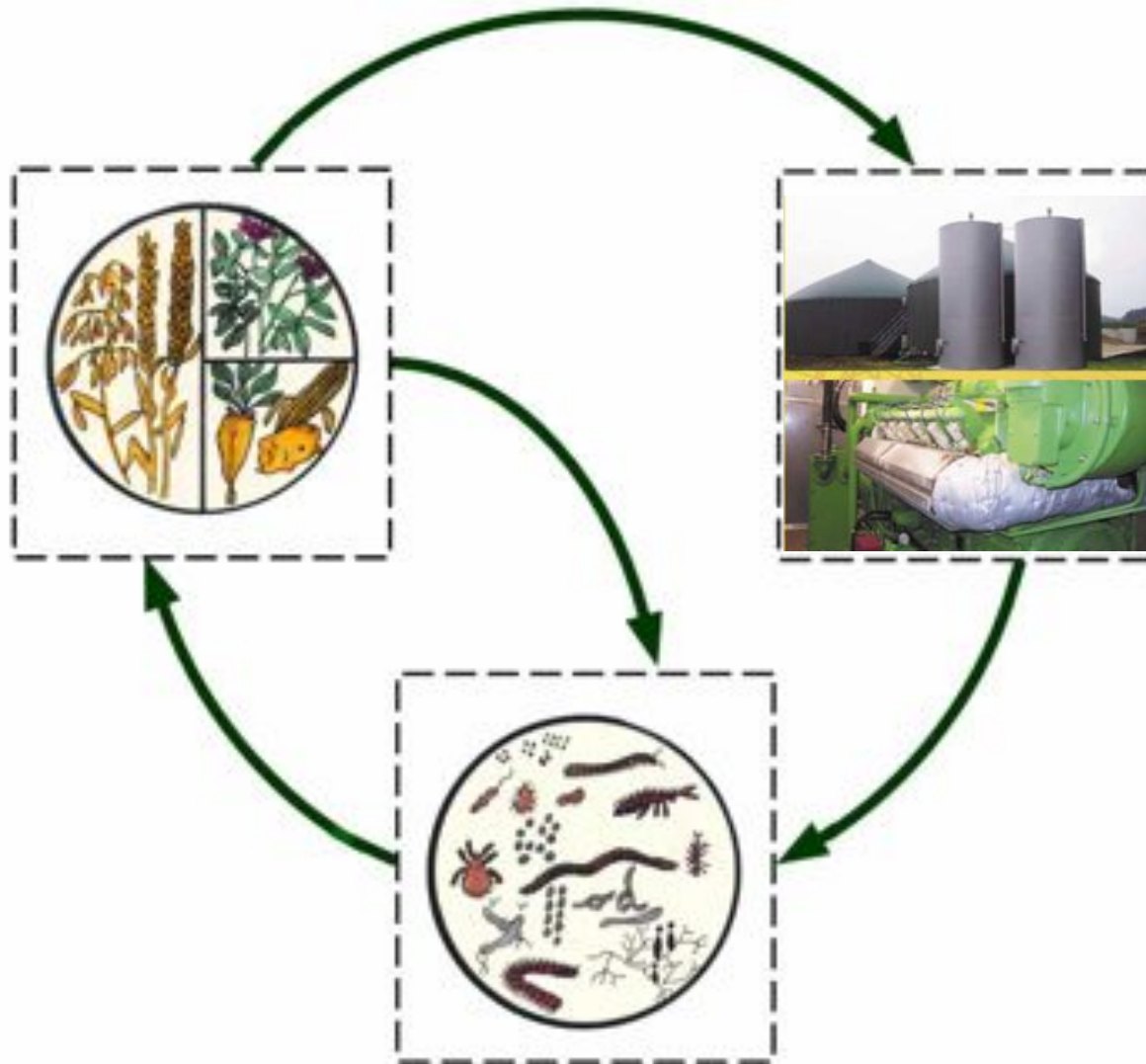


Maßnahme	C-Bindung t ha ⁻¹ a ⁻¹
Umwandlung von Grünland in Ackerland, Umbruch begrünter Dauerbrache	> - 1,0
Umwandlung von Ackerland in Grünland, begrünte Dauerbrache	> 1,0
Anbau mehrjähriger Leguminosen/-Gräser	0,6 bis > 1,0
Anbau von Silomais	- 0,4 bis - 0,8
Organische Düngung (Stalldung, Gärreste, Kompost)	> 0,5
Reduzierte Bodenbearbeitung (pfluglos, Direktsaat)	0 bis 0,25



- N_2O entsteht bei Nitrifikations- und Denitrifikationsvorgängen im Boden.

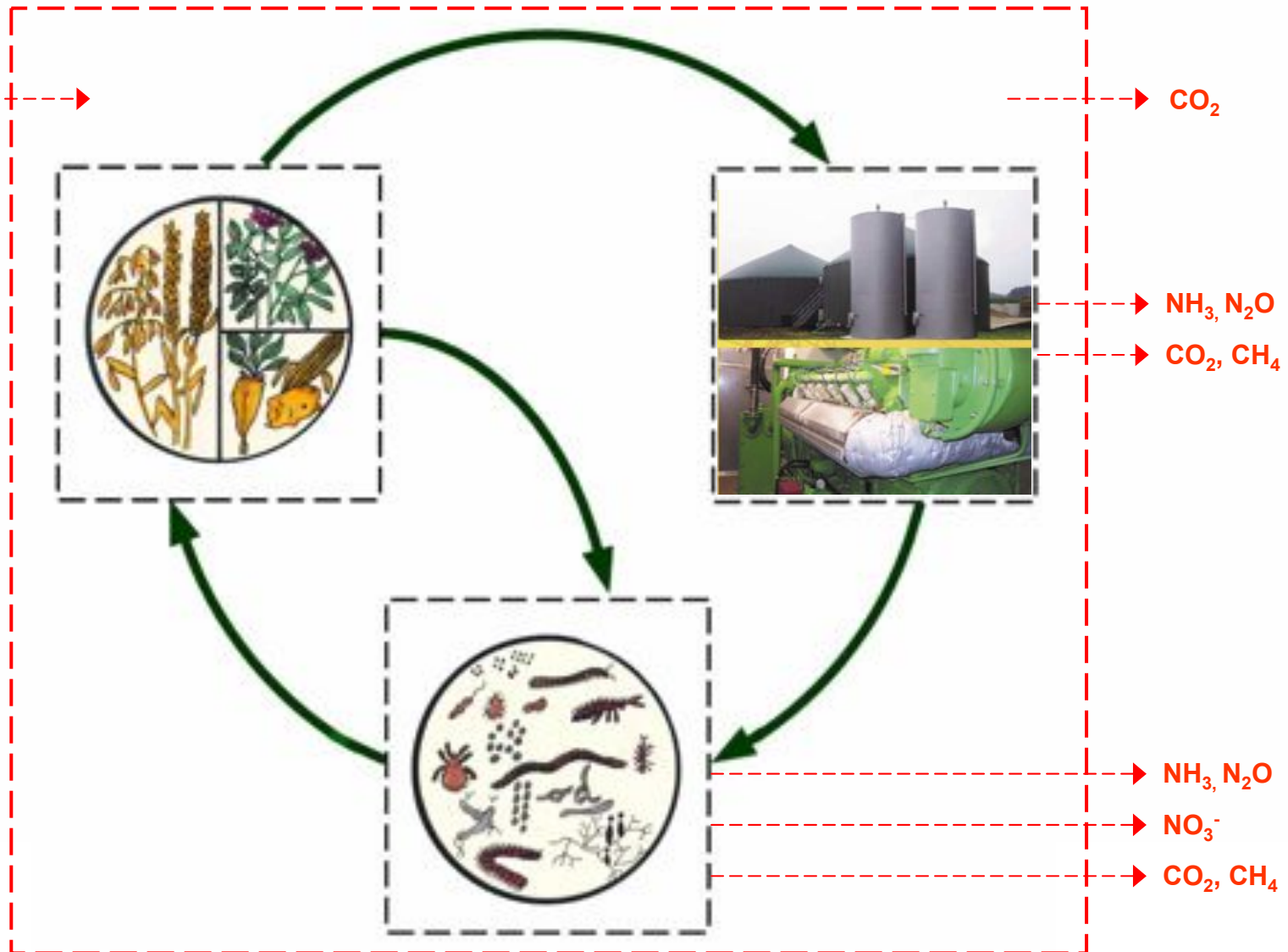






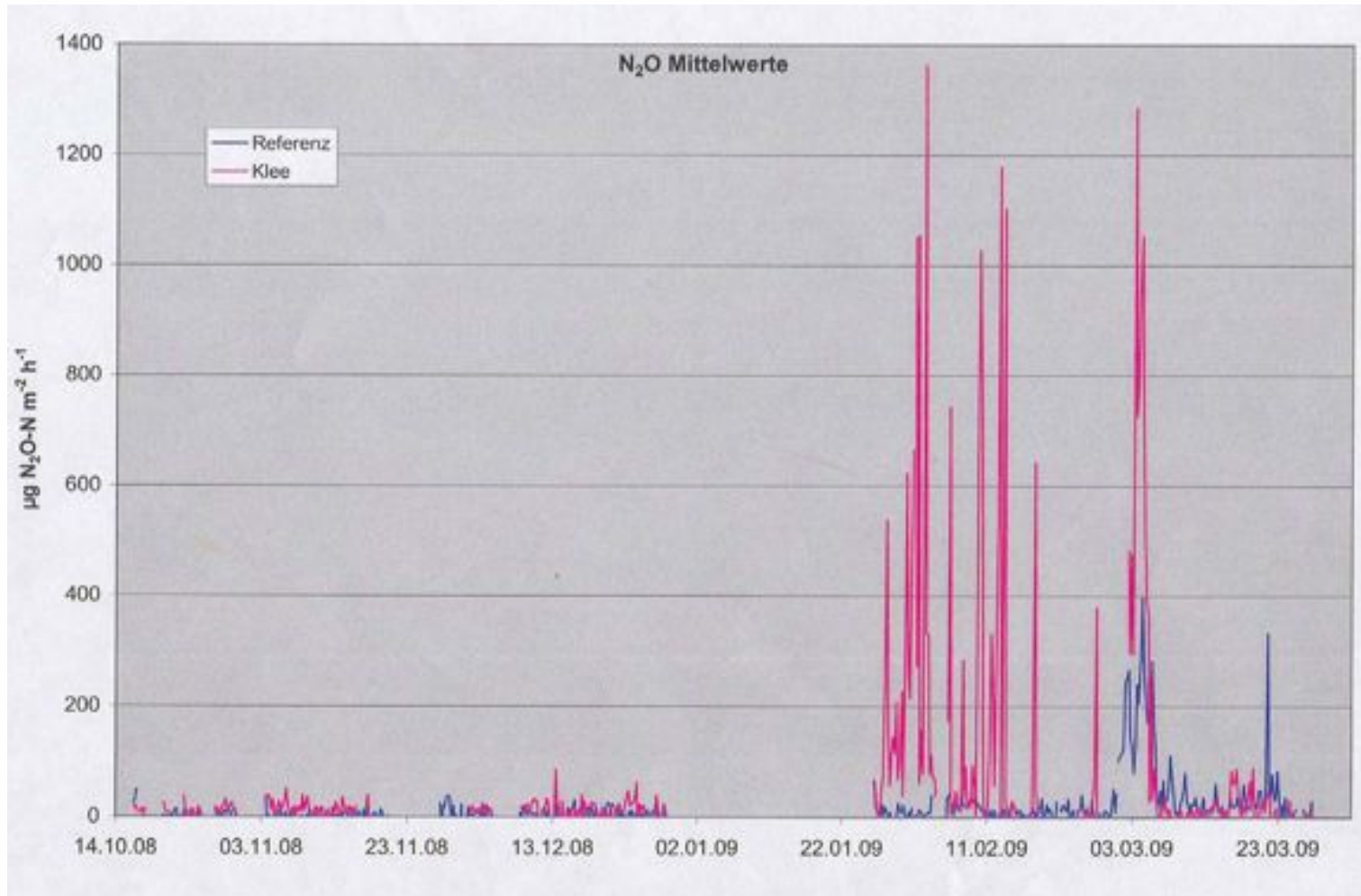
Betriebliche Emissionsinventur (Messung + Modellierung)

Fossile
Energie



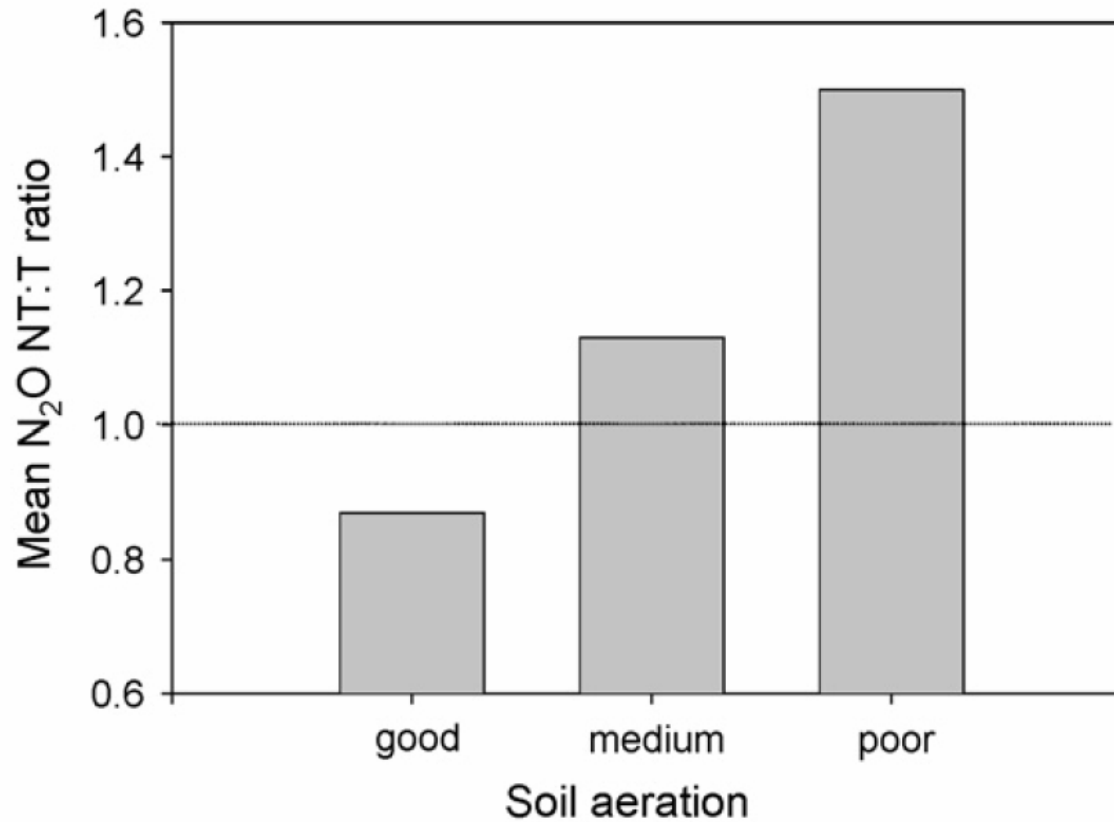


N₂O Emissionen im Energiepflanzen-Fruchtfolgeversuch Viehhausen (unveröffentlicht)





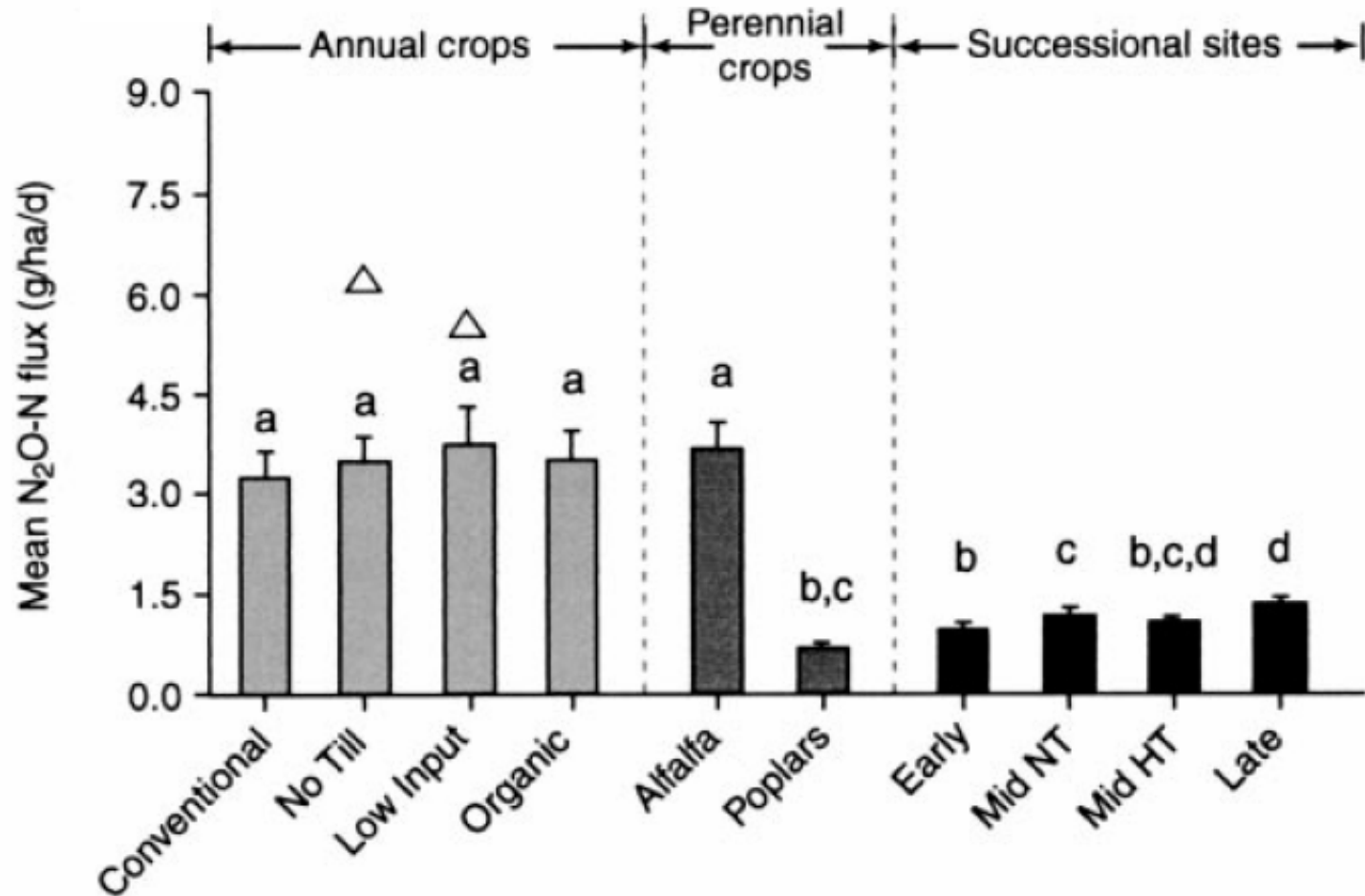
Mean ratio of cumulated N_2O emissions from no-till (NT) to tilled (T) soils with poor, medium and good aeration. Rochette (2008)





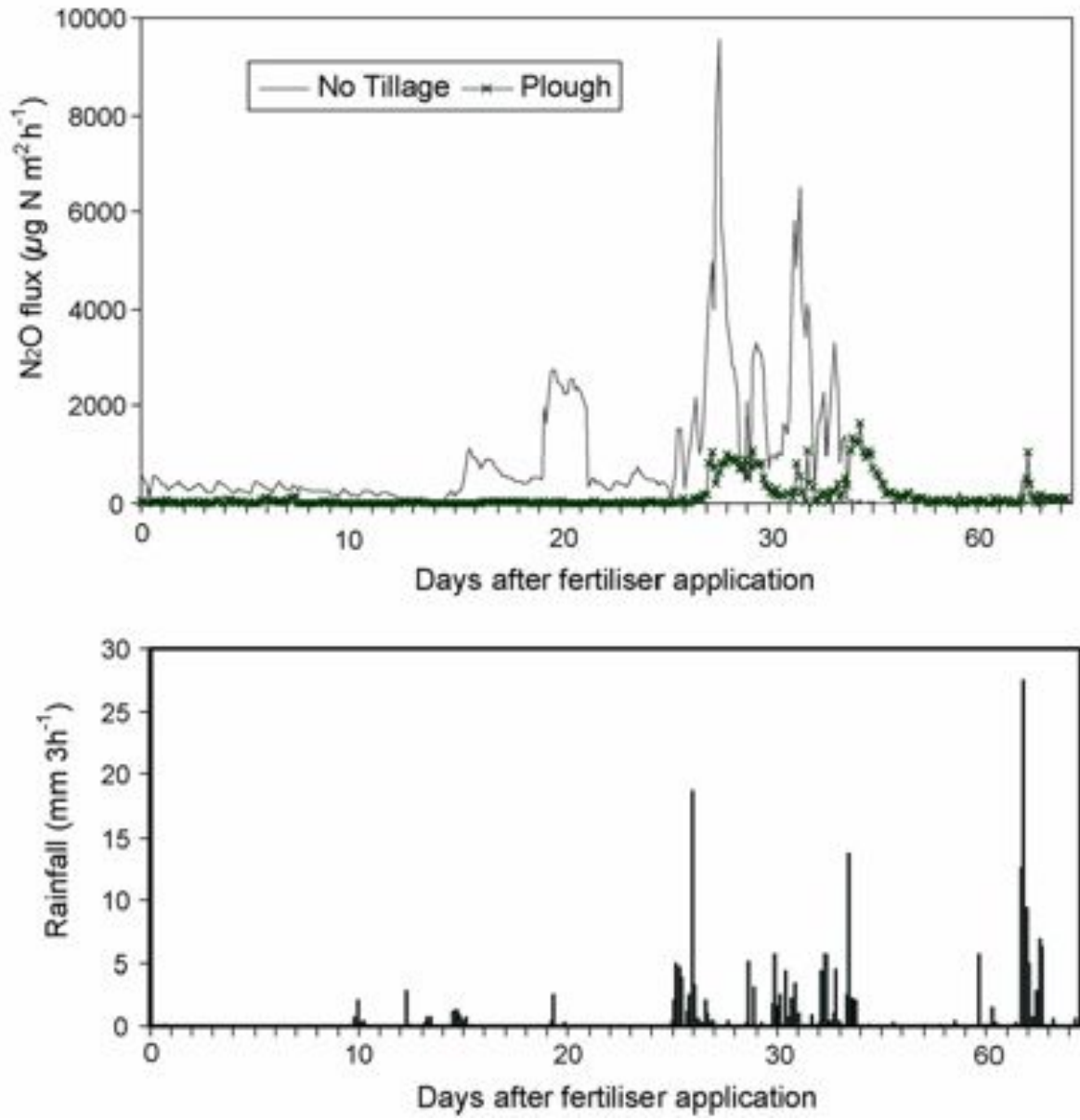
N₂O production in annual and perennial cropping systems and unmanaged systems

Robertson et al. (2000): Science 289, 1922-1925.





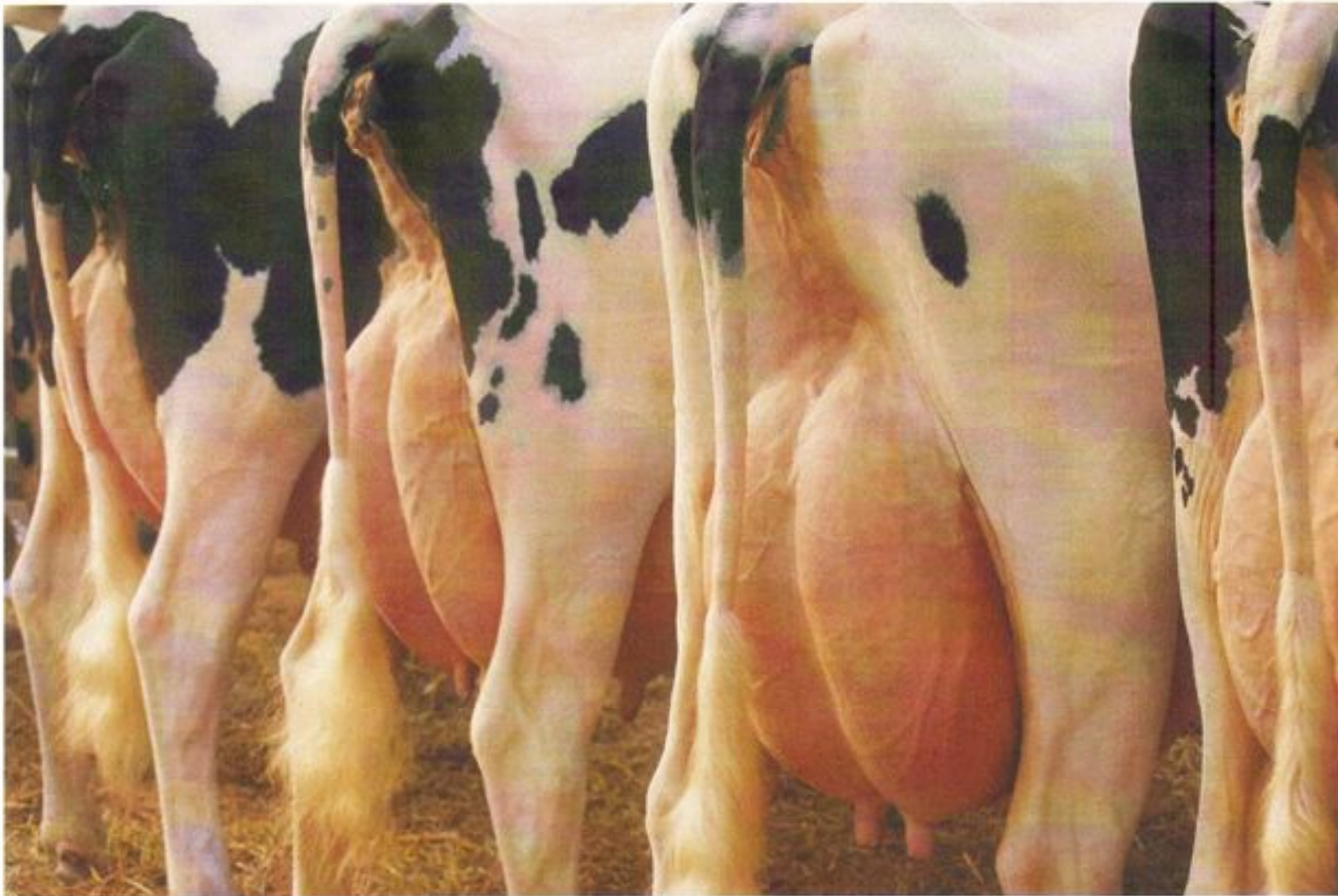
Nitrous oxide flux and rainfall from large plots of the no-tillage and ploughed to 20 cm treatments. Ball et al. (2008)



Soil & Tillage Research 101
(2008) 20 – 30

Methanemissionen einer Milchkuh

Eine Milchkuh emittiert im Durchschnitt 111,7 kg Methan im Jahr. Umgerechnet in CO₂-Äquivalent entspricht das allein einer jährlichen Fahrleistung von 18.000 km eines von der Politik in der EU propagierten Personenkraftwagens mit einem durchschnittlichen CO₂-Ausstoß von 130 g/km. Rechnet man die von einer Milchkuh durch deren Wirtschaftsdünger emittierten Treibhausgase Methan und Lachgas hinzu, müssten weitere etwa 6.000 km Fahrleistung hinzuaddiert werden.



Über 83 Prozent der Treibhausgas-Emissionen aus der Tierhaltung entfallen in Deutschland auf die Rinderhaltung, insbesondere in der Milchviehhaltung. © IStockphoto/Grafissimo



Stoffwechselbedingte Methan-Emissionen

(mittlere Emissionsfaktoren)



Tierart	CH₄-Emission kg/Tier und Jahr
<u>Rinder</u>	
Kälber < 6 Monate	21
Jungrinder 6 – 12 Monate	50
Jungrinder 1 – 2 Jahre	57
Färsen	61
Milchkühe	100
<u>Schweine</u>	1
<u>Geflügel</u>	0,1



Tierart	CH₄-Bildungspotential kg/Tier und Jahr
Rinder (pauschal)	162
Kälber	59
Milchkühe	345
Schweine	32
Geflügel	2,4

Tierart	CH₄-Konversionsfaktor
Rinder	
Flüssigmistsysteme	0,150
Festmistsysteme	0,015
Weidehaltung	0,015