

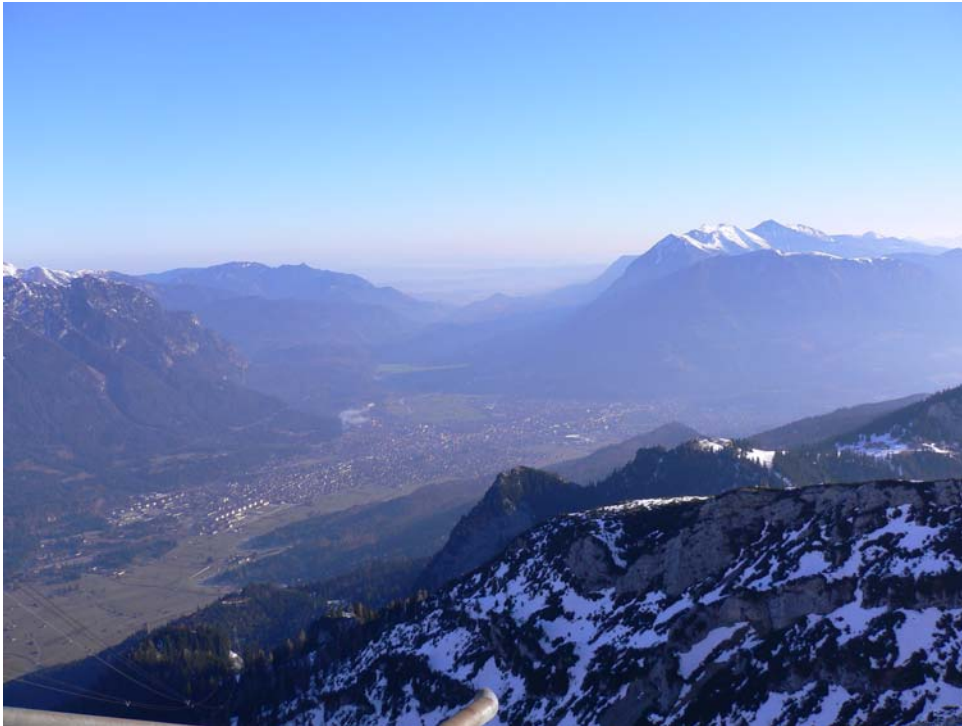
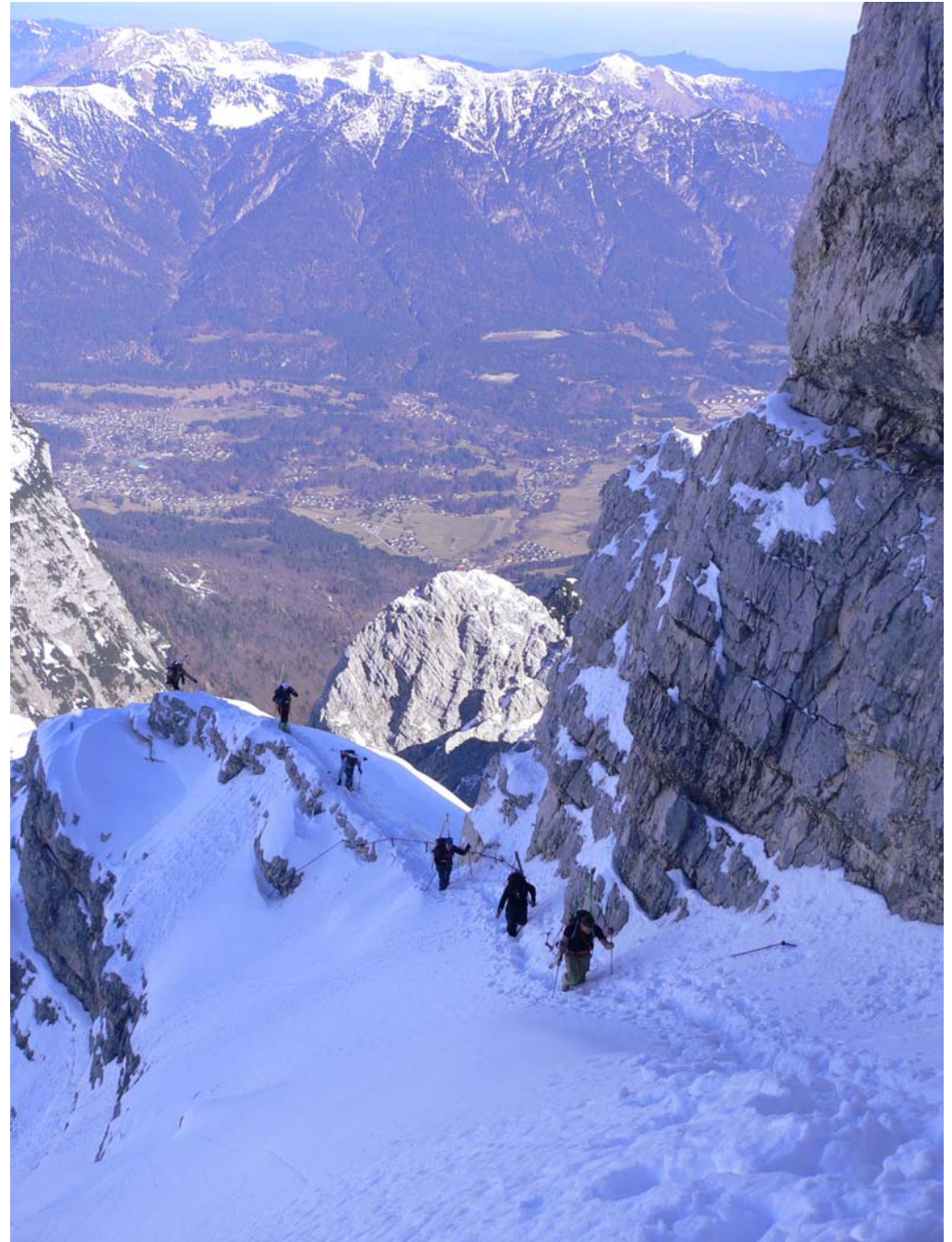
Landnutzung und Landwirtschaft als Quellen und Senken klimarelevanter Spurengase

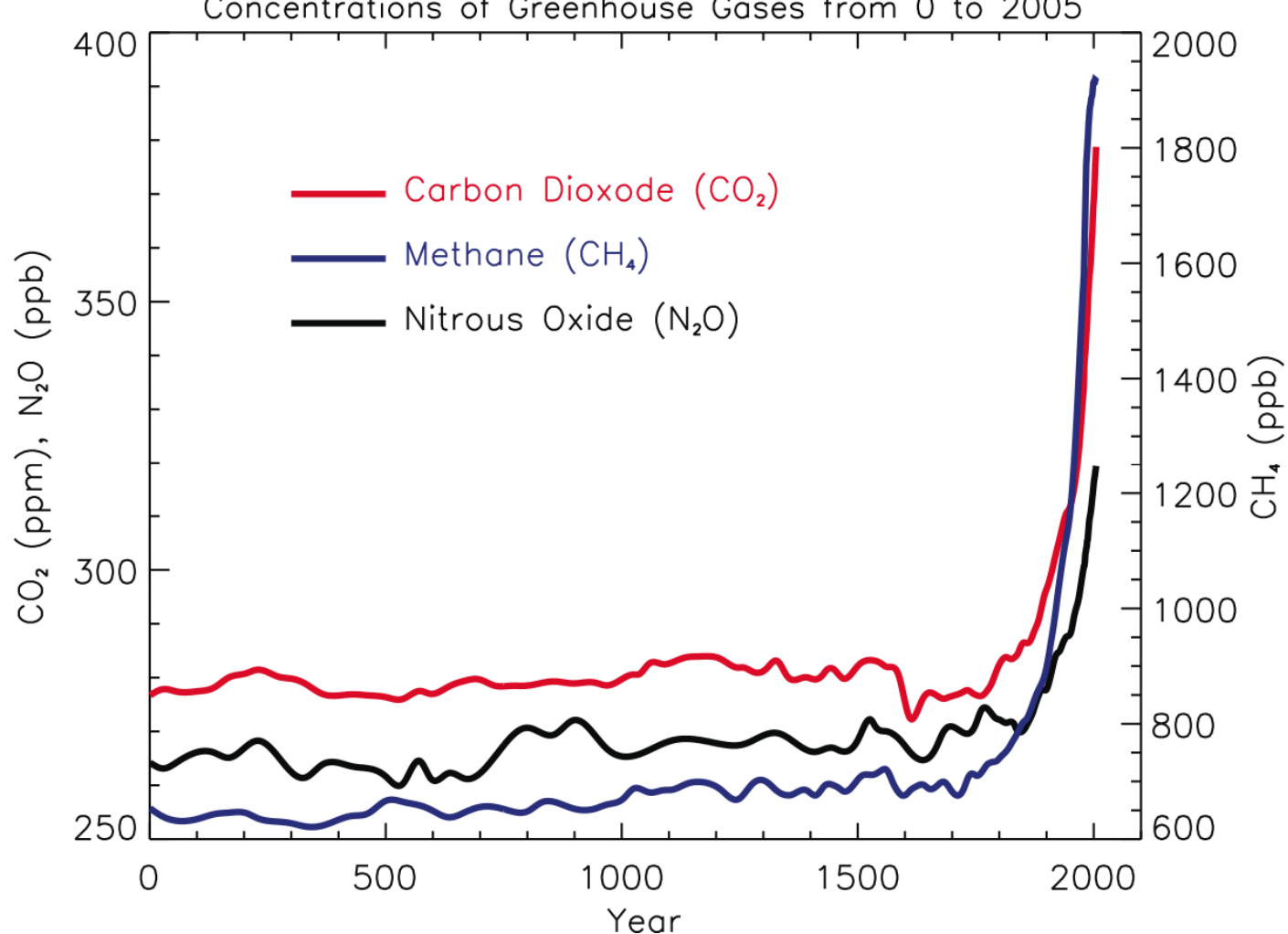
Klaus Butterbach-Bahl

Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU)

Forschungszentrum Karlsruhe

Garmisch-Partenkirchen



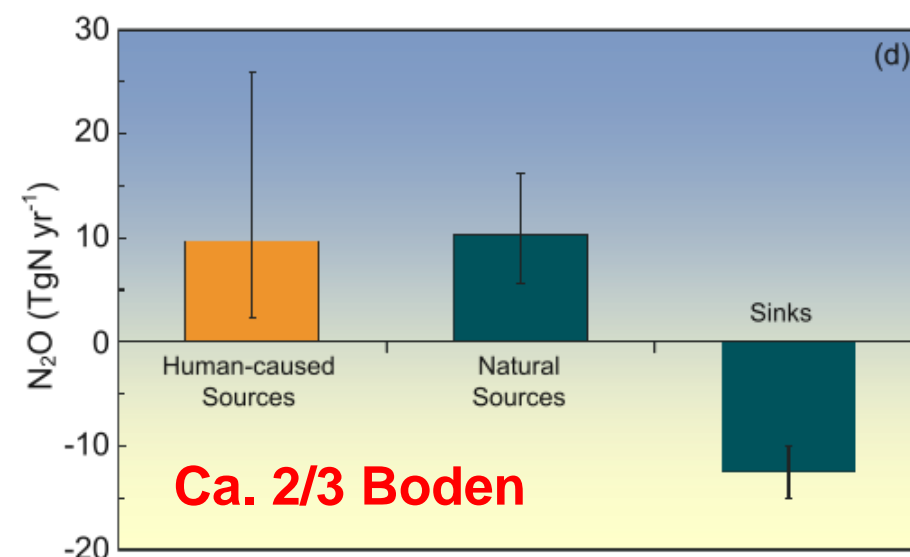
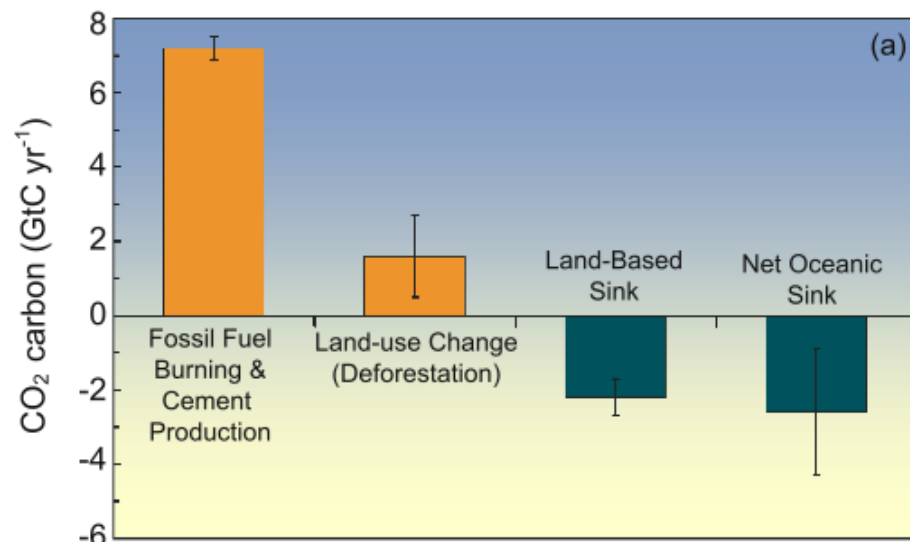
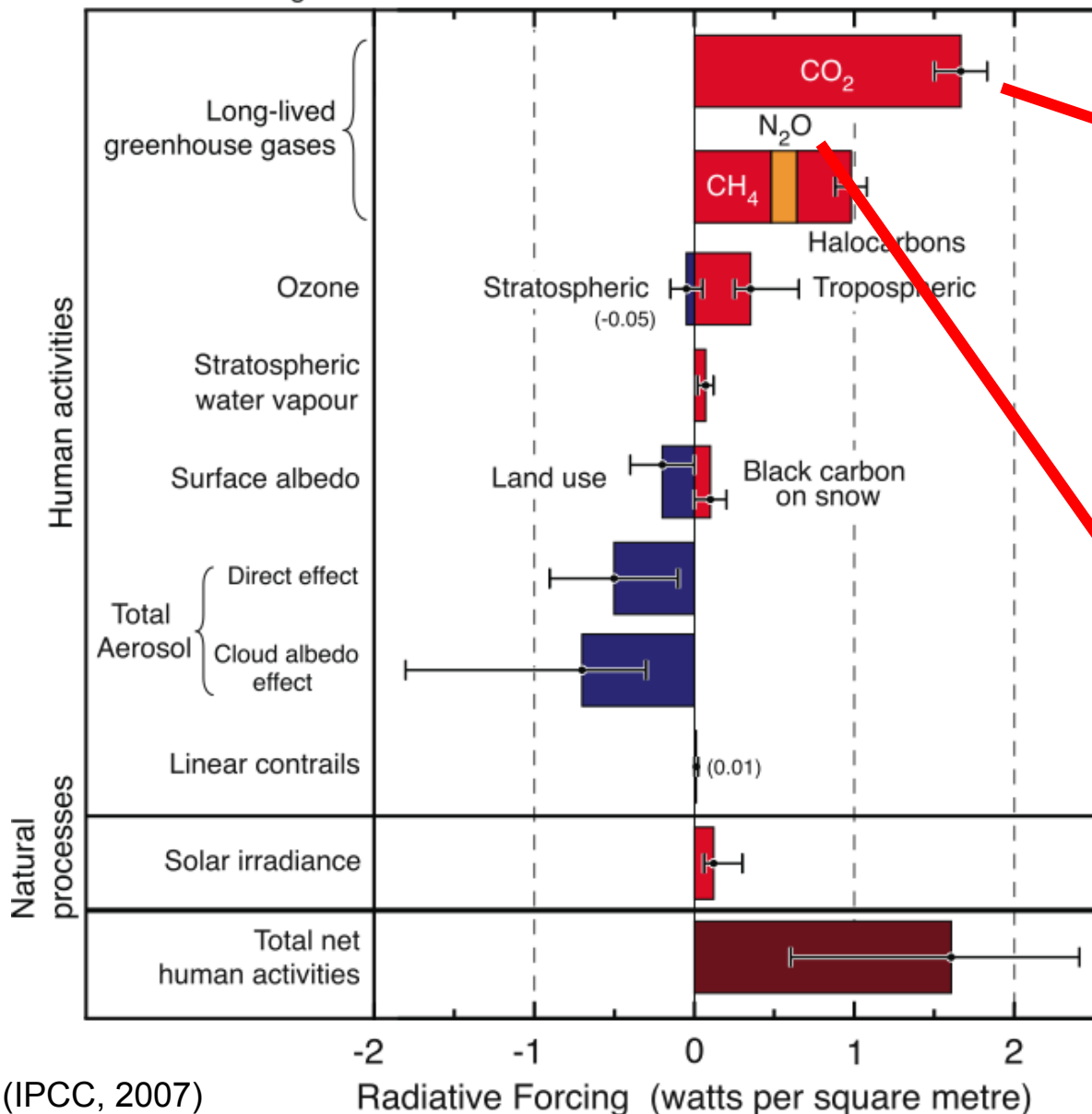


Industrial Designation or Common Name (years)	Chemical Formula	Lifetime (years)	Radiative Efficiency (W m ⁻² ppb ⁻¹)	Global Warming Potential for Given Time Horizon			
				SAR [†] (100-yr)	20-yr	100-yr	500-yr
Carbon dioxide	CO ₂	See below ^a	^b 1.4x10 ⁻⁵	1	1	1	1
Methane ^c	CH ₄	12 ^c	3.7x10 ⁻⁴	21	72	25	7.6
Nitrous oxide	N ₂ O	114	3.03x10 ⁻³	310	289	298	153

Klimarelevante Spurengase (CO₂, CH₄, N₂O)

Radiative forcing of climate between 1750 and 2005

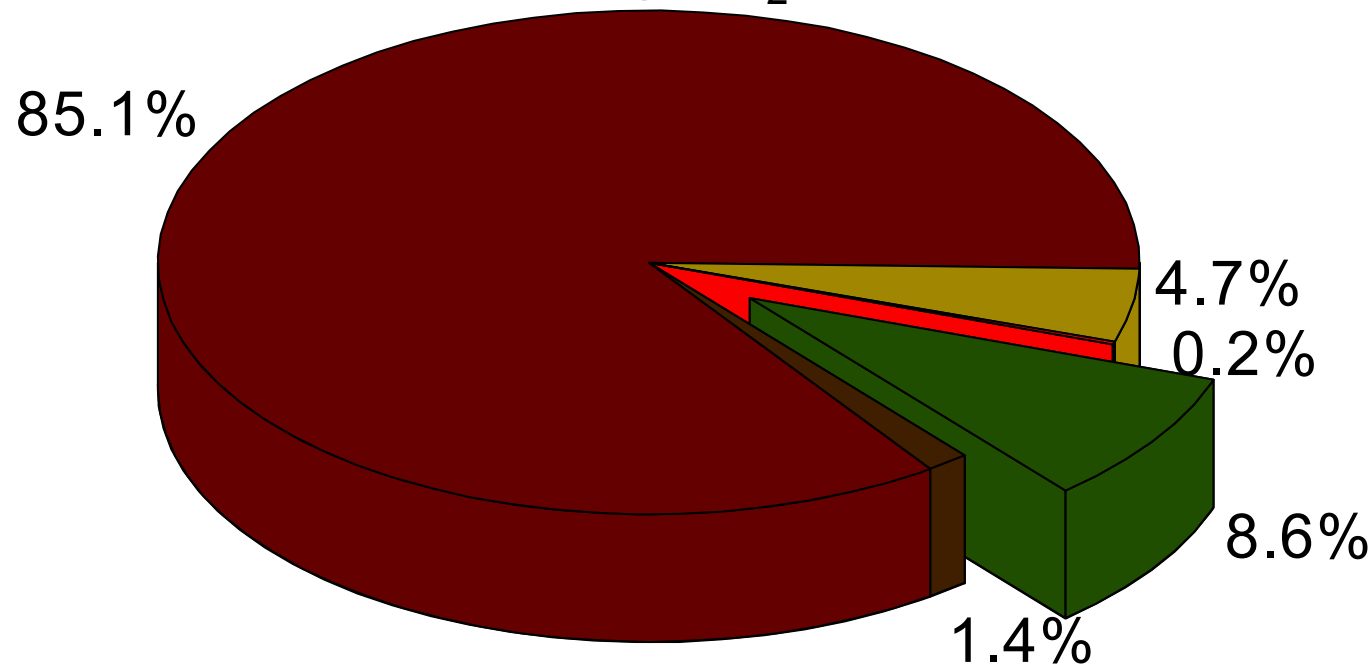
Radiative Forcing Terms








(IPCC, 2007)

Beitrag verschiedener Sektoren zu den Gesamt-Treibhausgasemissionen in Deutschland [2003]

1.015.692 Gg CO₂-Equiv. [2004]



-  Energiebedingte Emissionen
-  Industrieprozesse
-  Produktverwendung
-  Landwirtschaft
-  Abfallwirtschaft

Umweltbundesamt 2005, Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2003

Treibhausgasemissionen in Deutschland – jährlicher Anteil

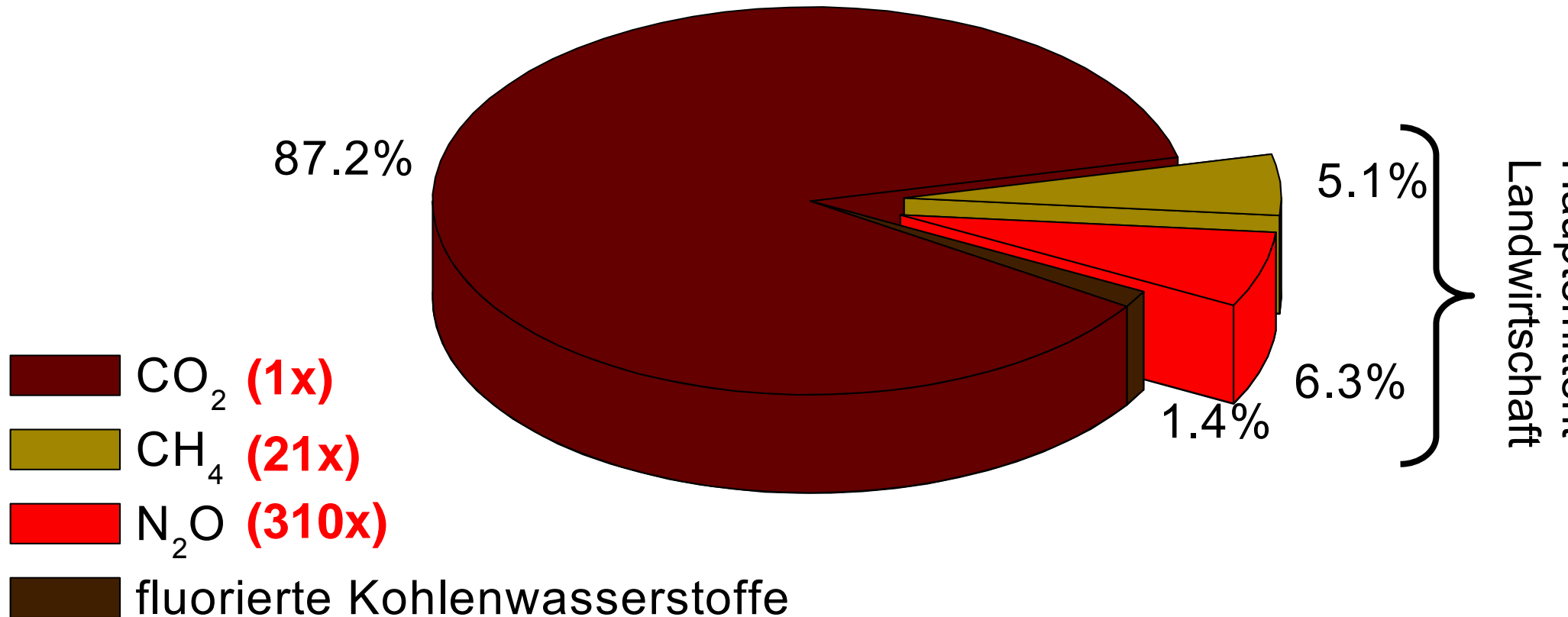
1.015.692 Gg CO₂-Equiv. [2004]



Umweltbundesamt 2006, Nationaler Inventarbericht Deutschland

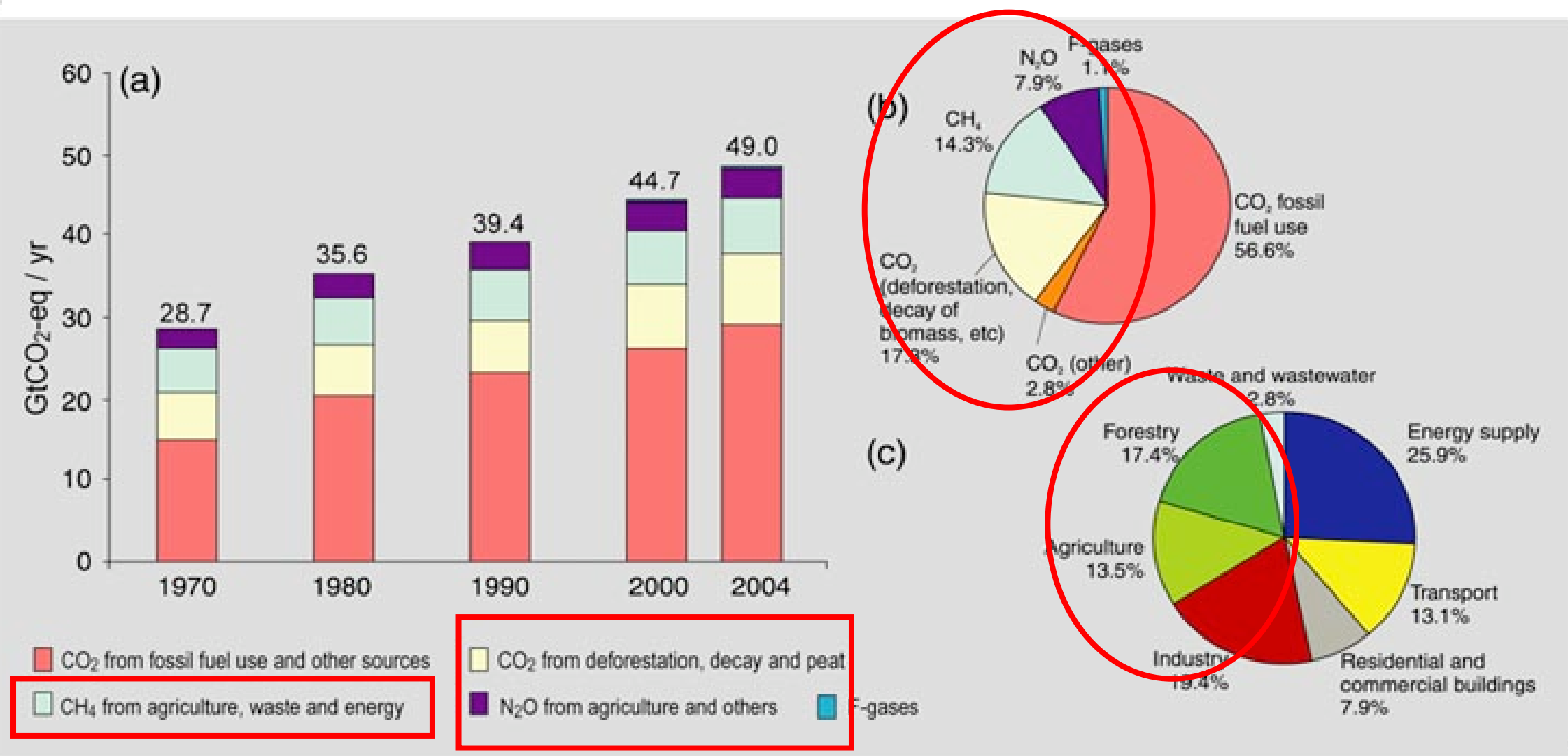
Treibhausgasemissionen in Deutschland – jährlicher Anteil

1.015.692 Gg CO₂-Equiv. [2004]



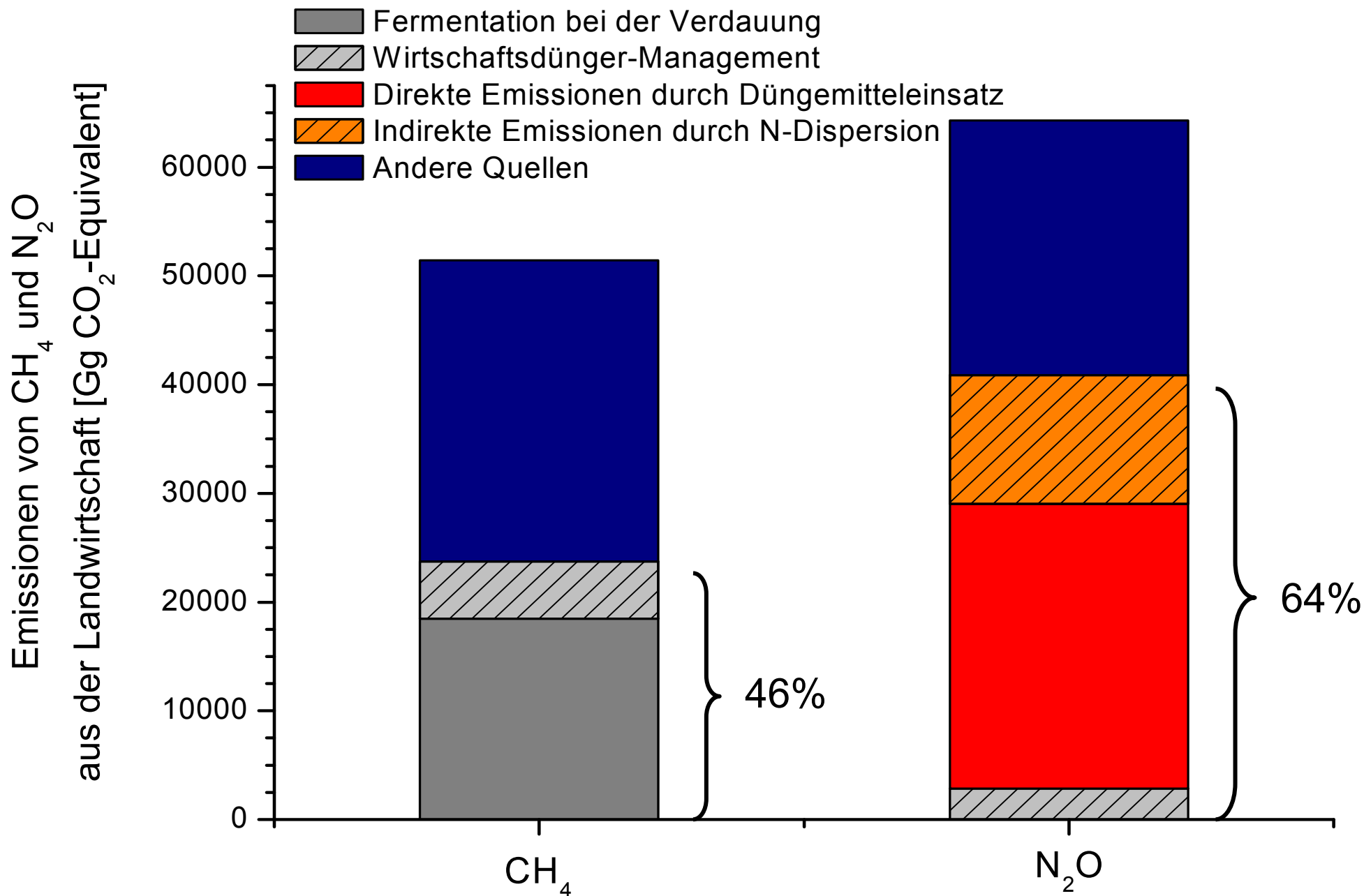
Umweltbundesamt 2006, Nationaler Inventarbericht Deutschland

Global anthropogenic GHG emissions



IPCC, 2007

CH₄- und N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft [2004]



Umweltbundesamt 2006, Nationaler Inventarbericht Deutschland

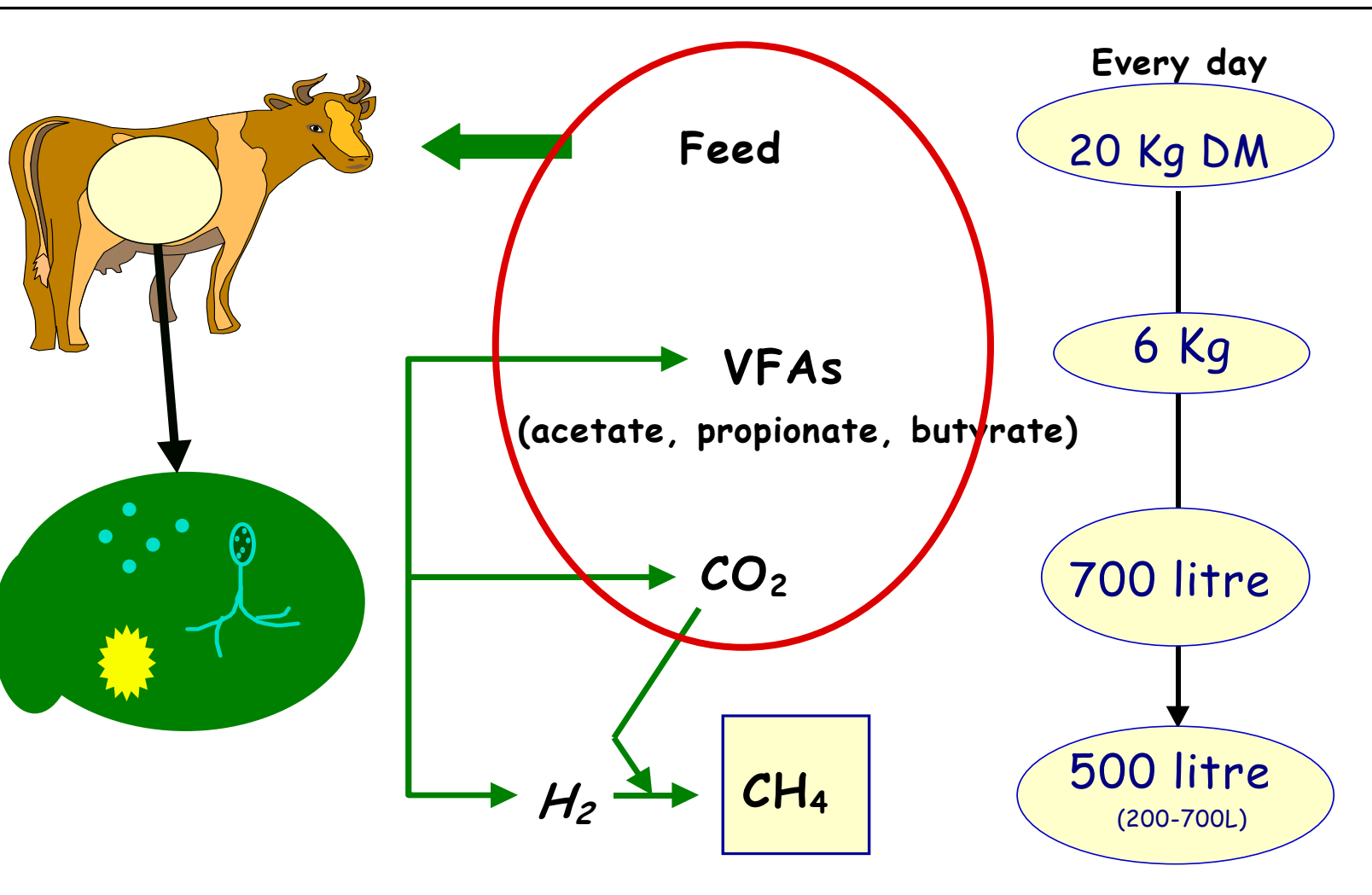
Treibhausgas

Klimaschutz in der Landwirtschaft

- Reduktion der CH₄- und N₂O-Emissionen
- Kohlenstoff-Sequestrierung in land- und forstwirtschaftlichen Böden
- Ersatz fossiler Energieträger durch Biofuels



Reduktion der CH₄-Emissionen → Viehhaltung



+Futtermenge/
-qualität

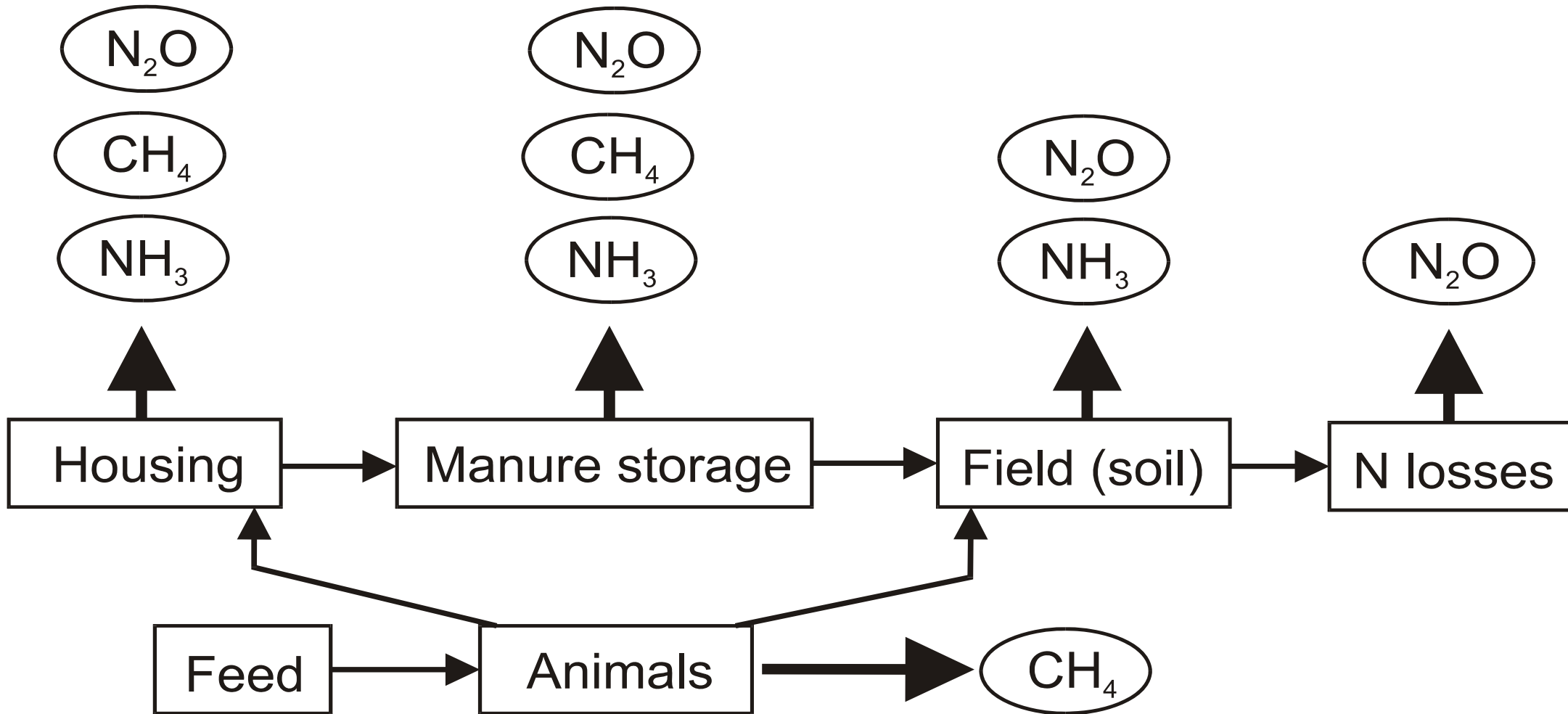
↓

Veränderung der
Fettsäuremenge/
-Verteilung

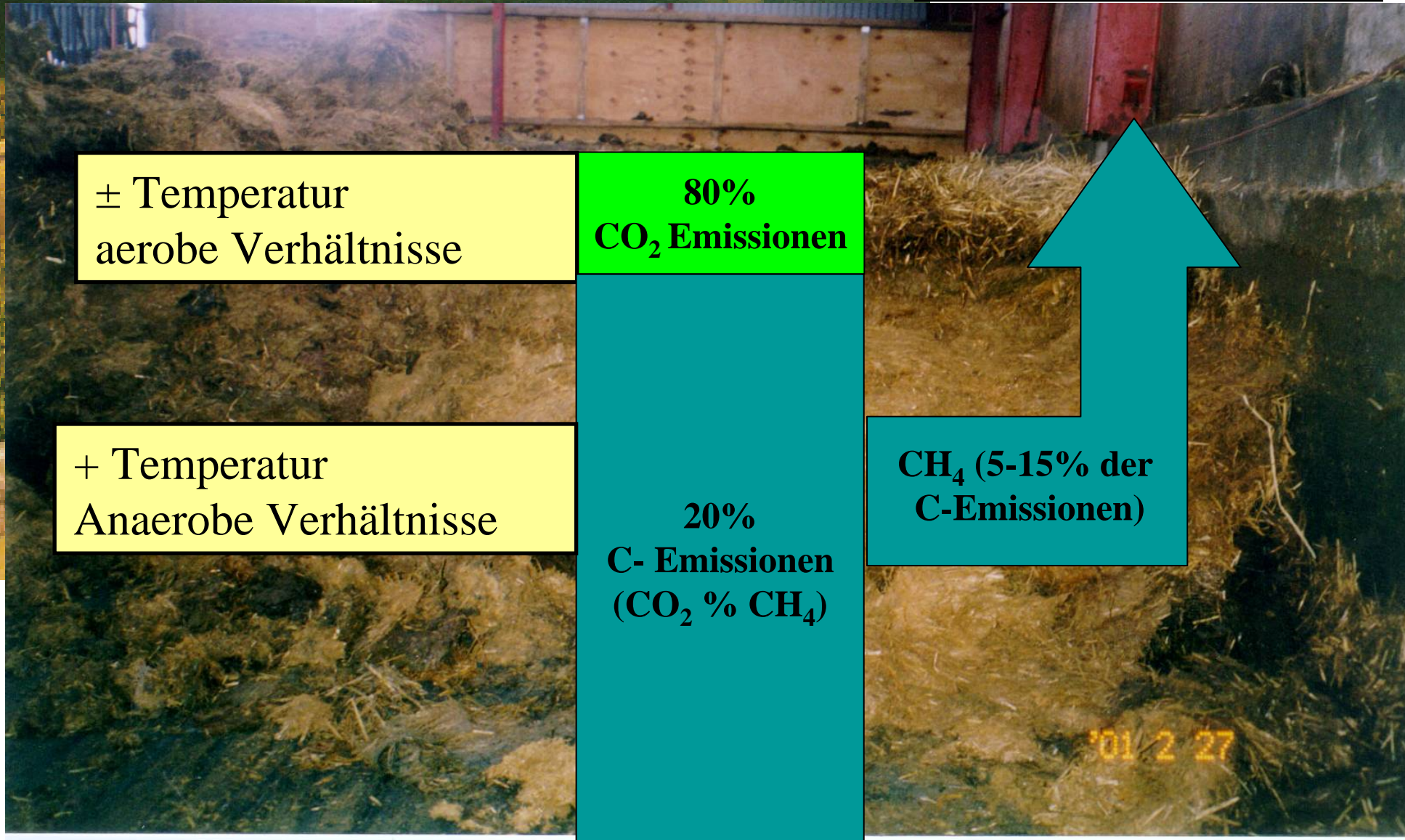
↓

-Methanogene
Bakterien

GHG-Emissionen im Zuge der Tierhaltung

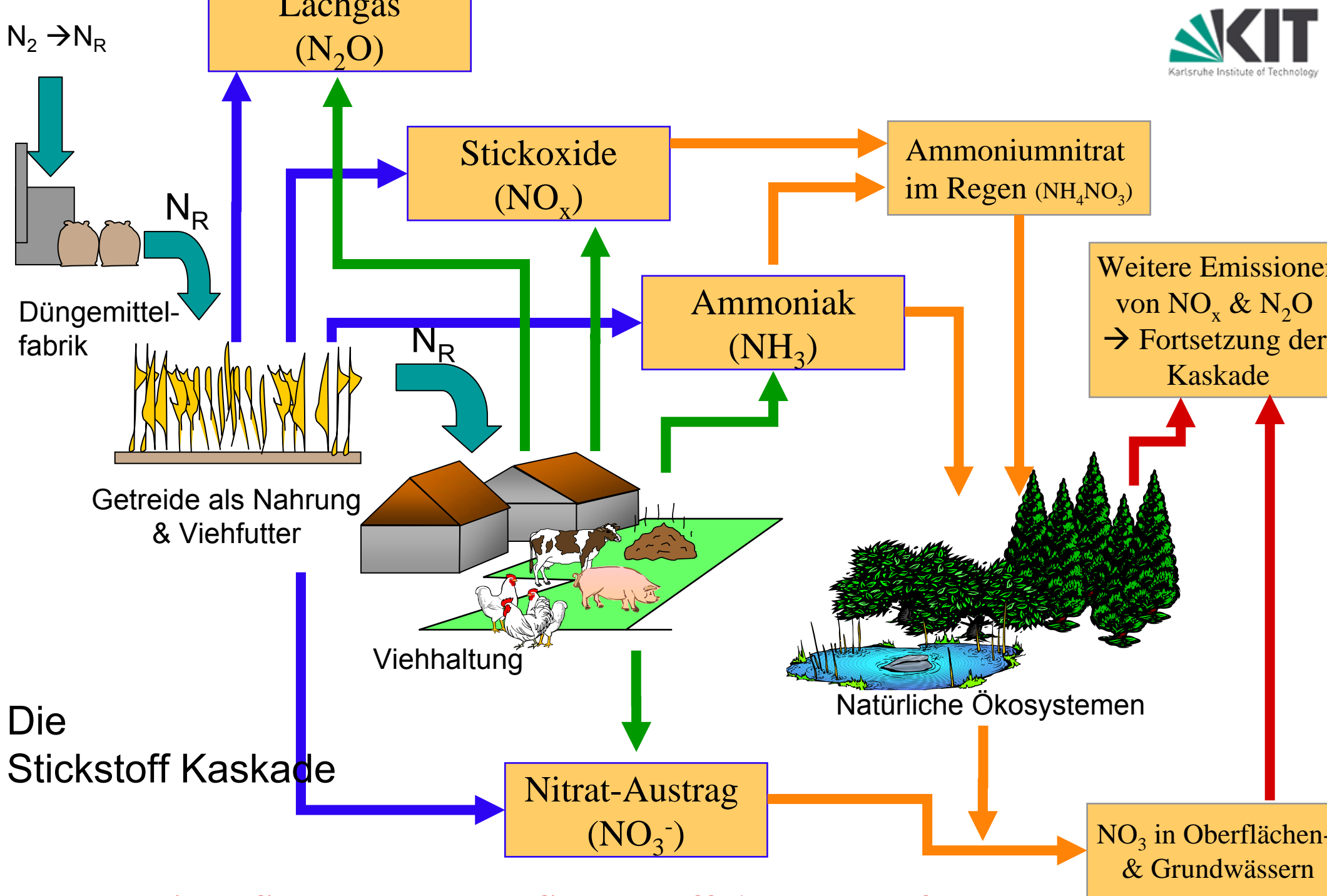


Variable
N₂O-Emissionen



Reduktion der GHG Emissionen durch Wirtschaftsdüngermanagement

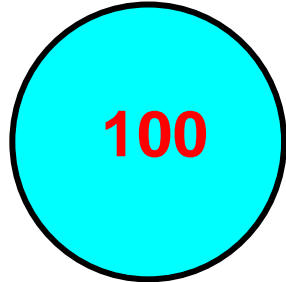
Gas	Principle	Method (examples)
CH ₄	Reduced activity	Fewer animals
	Lower emission factor	Cover on solid manures Cooling of manure stores Frequent removal to outside Methane oxidation
	Collection of CH ₄	Anaerobic digestion (biogas)
N ₂ O	Reduced activity	Improved feeding (reduced N)
	Lower emission factor	Anaerobic digestion (biogas) Burn the solid manure fractions Nitrification inhibitors Better timing of applications



Änderung an einer Stelle kann zum Schadstoff-Austausch führen

The fate of nitrogen

**N Fertilizer
Produced**



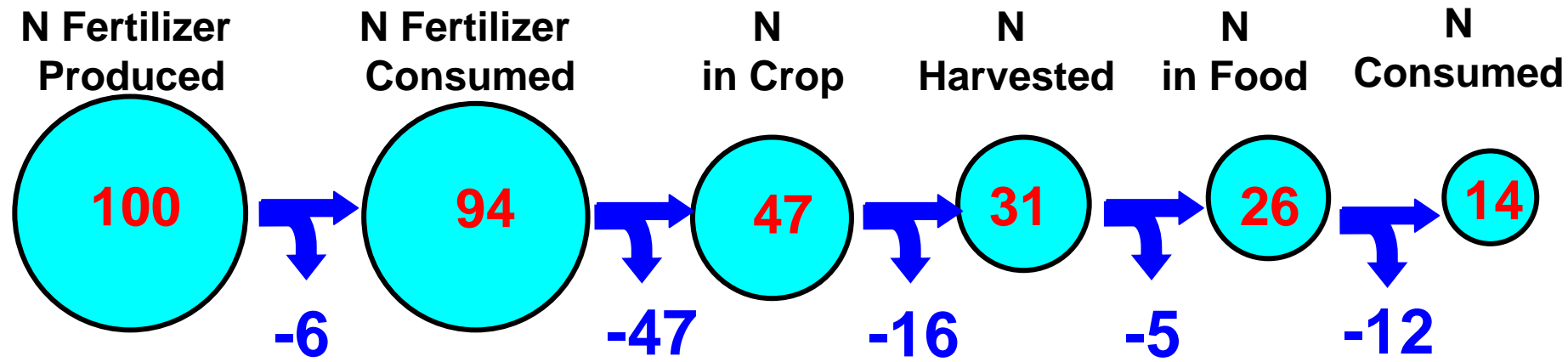
**N
Consumed**



14% of the N produced in the Haber-Bosch process enters the human mouth.....

Galloway JN and Cowling EB. 2002

The fate of nitrogen

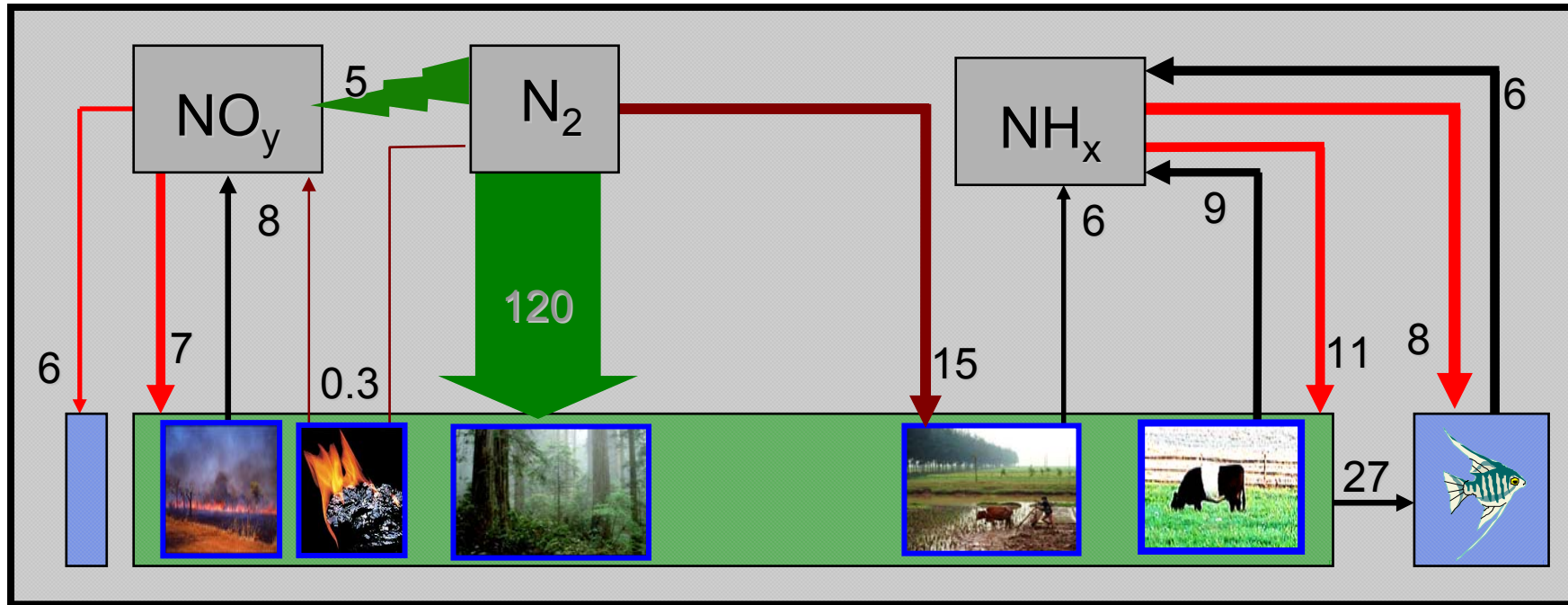


14% of the N produced in the Haber-Bosch process enters the human mouth.....if you are a vegetarian.

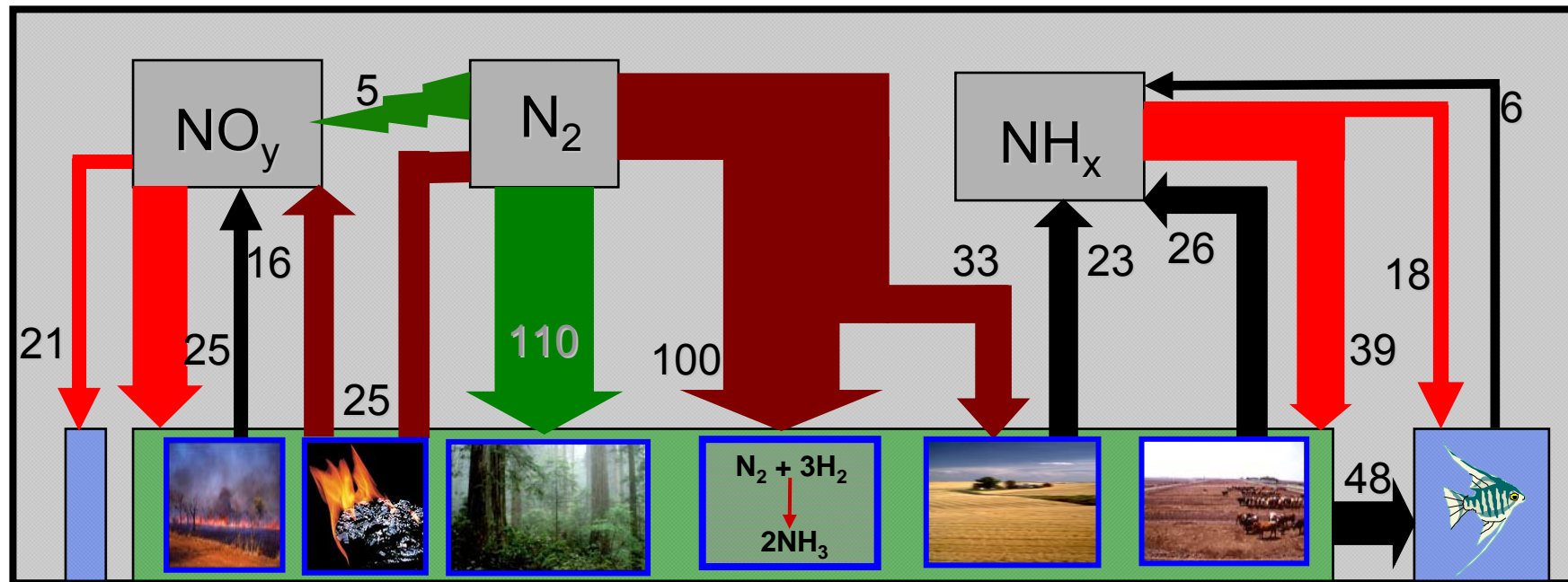
Galloway JN and Cowling EB. 2002

The Global Nitrogen Budget in 1860 and mid-1990s, TgN/yr

1860

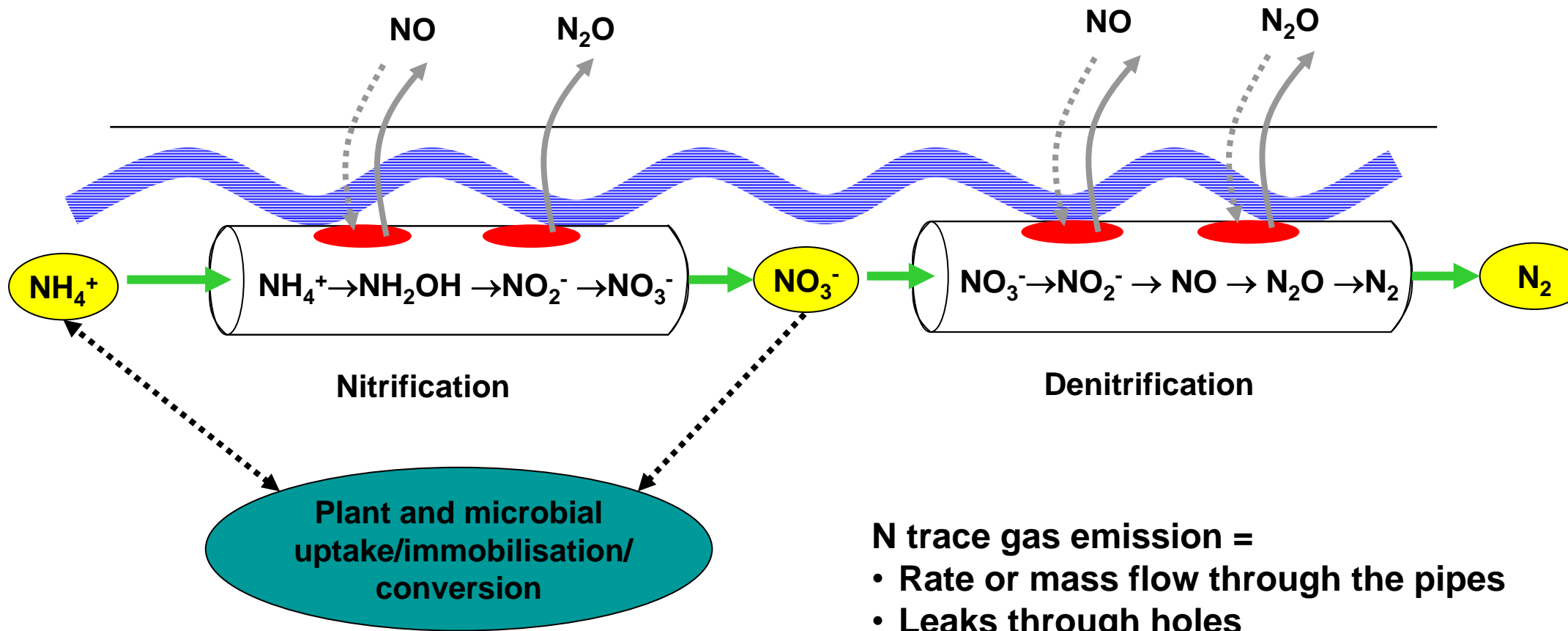


mid-1990s



Galloway et al., 2003

N trace gas production in soils



Davidson et al., 1993, 2000

Reduktion der N₂O-Emissionen → N-Düngung

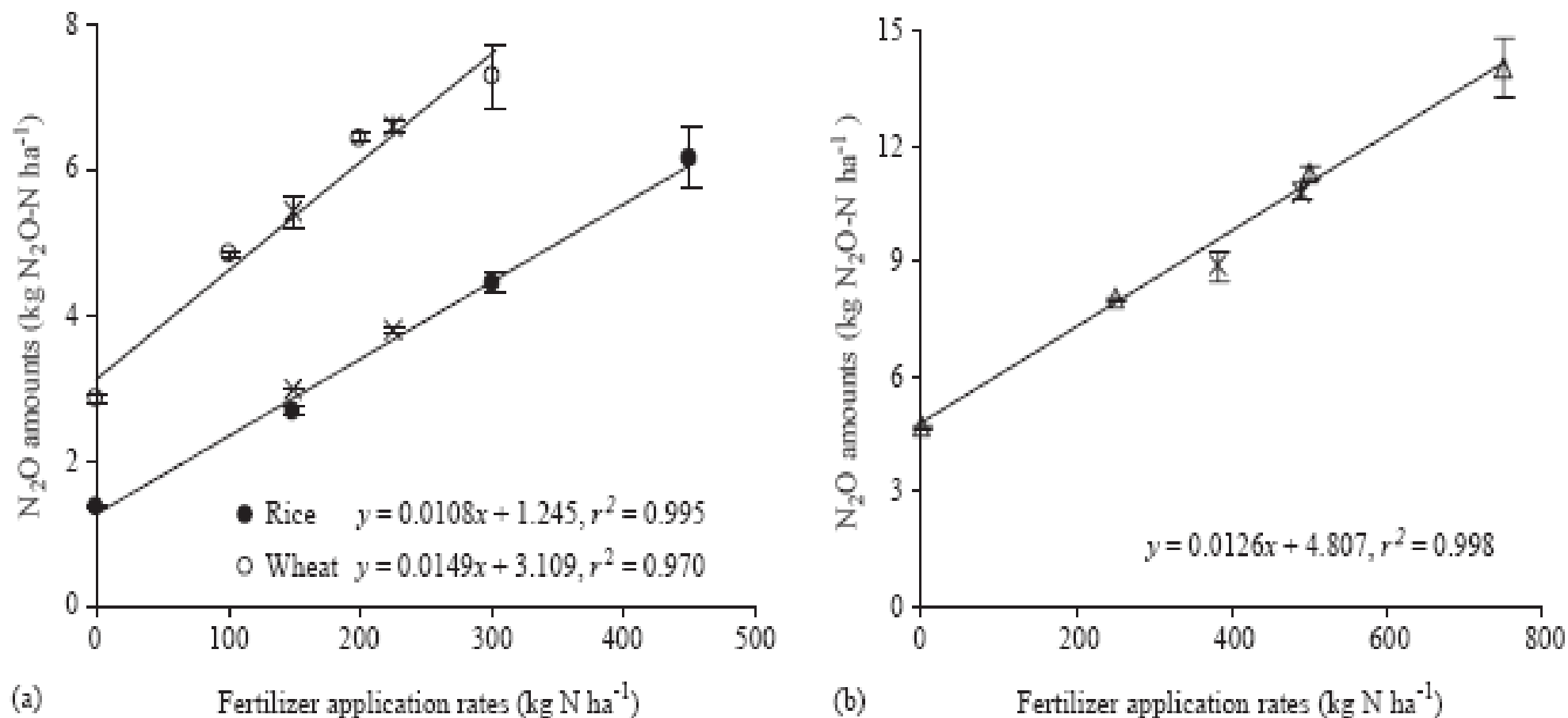
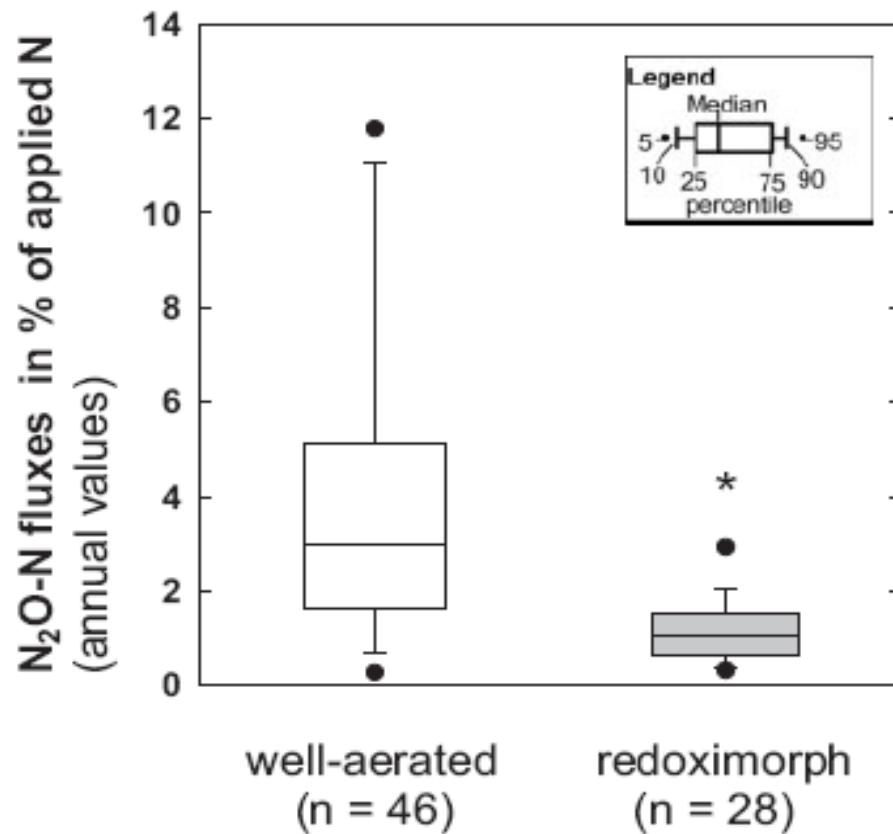


Fig. 3. Relationship between N₂O emissions (Mean ± SE, n = 3) and synthetic fertilizer application rates in a rice–winter wheat rotation ecosystem. (a) Rice and winter wheat seasons; (b) the whole annual rotation cycle.

N₂O-Emissionsfaktoren für verschieden belüftete, landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland

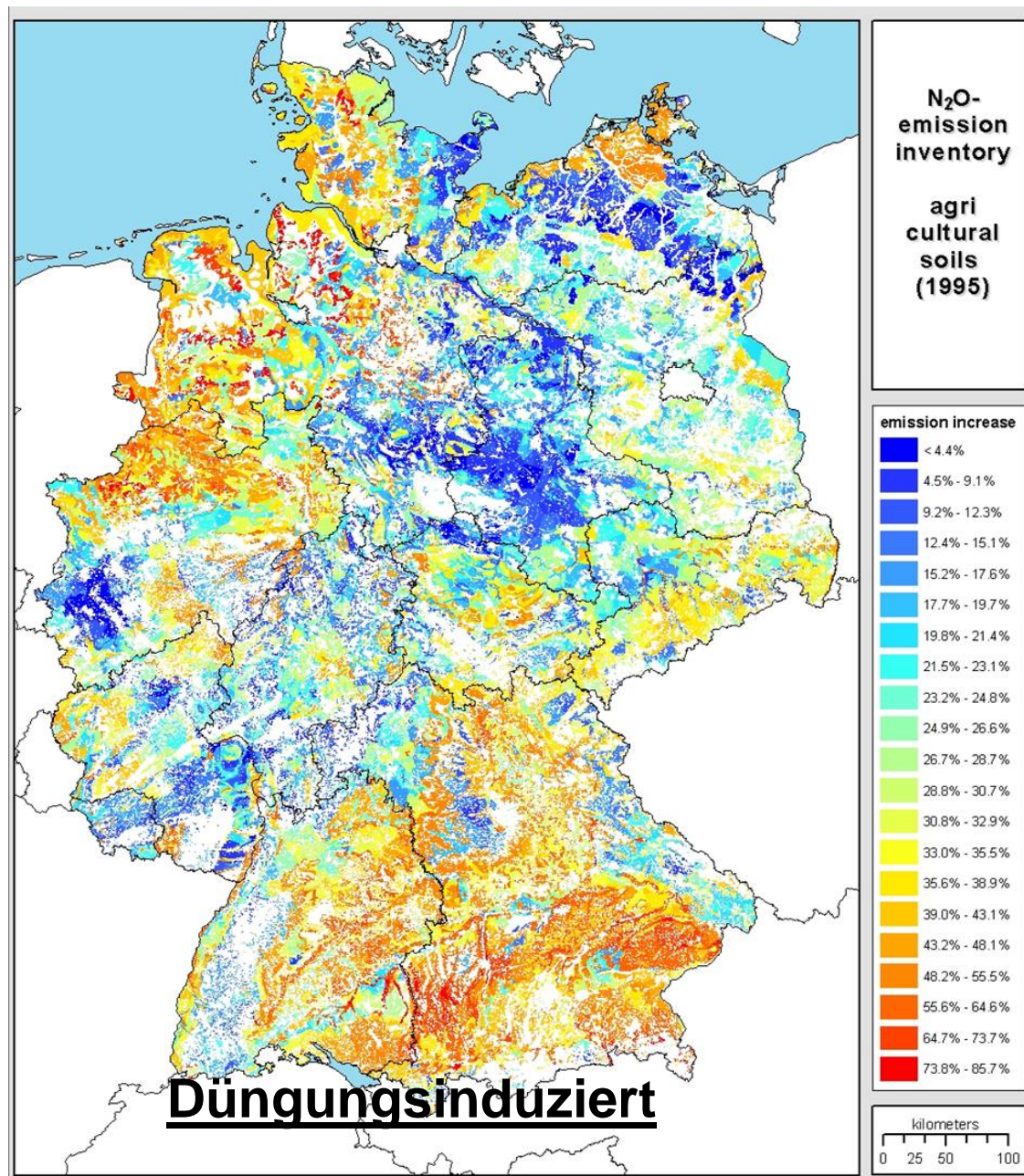
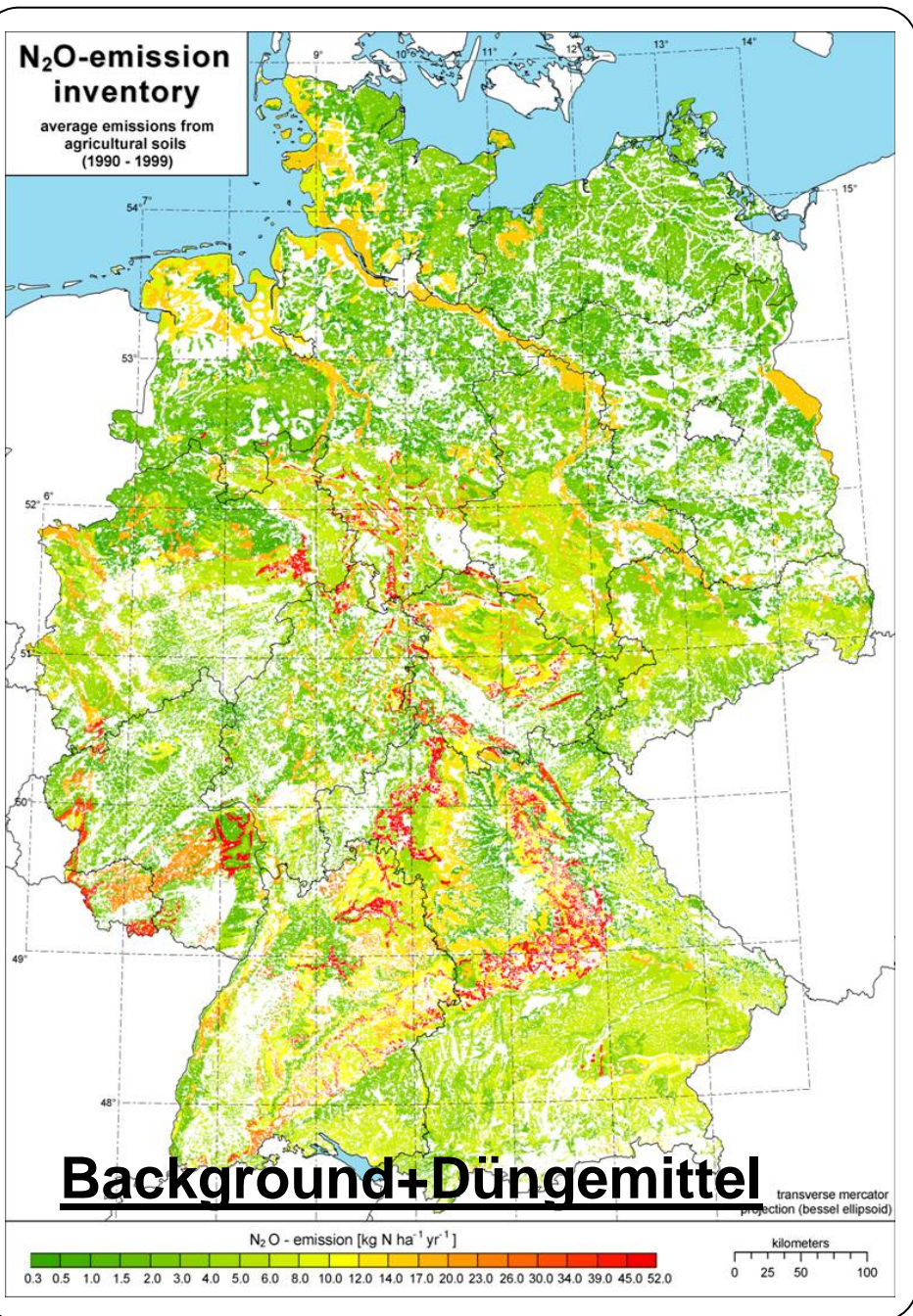
$$EF_{N_2O} [\%] = \frac{N_2O_{+Dünger} [kg N ha^{-1}] - N_2O_{-Dünger} [kg N ha^{-1}]}{N_{Düngemittel\ leinsatz} [kg N ha^{-1}]} * 100$$

Soil aeration



Jungkunst et al., 2006, J. Plant Nutr. Soil Sci.

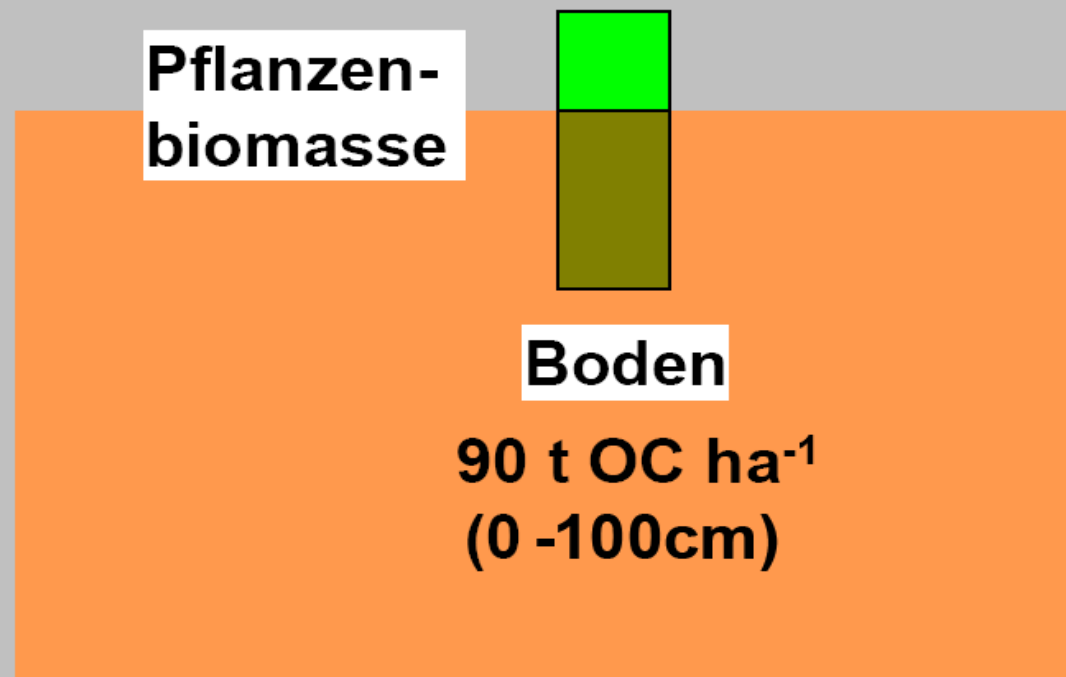
N₂O aus landwirtschaftlich genutzten Böden



Butterbach-Bahl et al., 2005, Umweltbundesamt

Kohlenstoff in der Landwirtschaft

Acker-Kunstwieserotation:

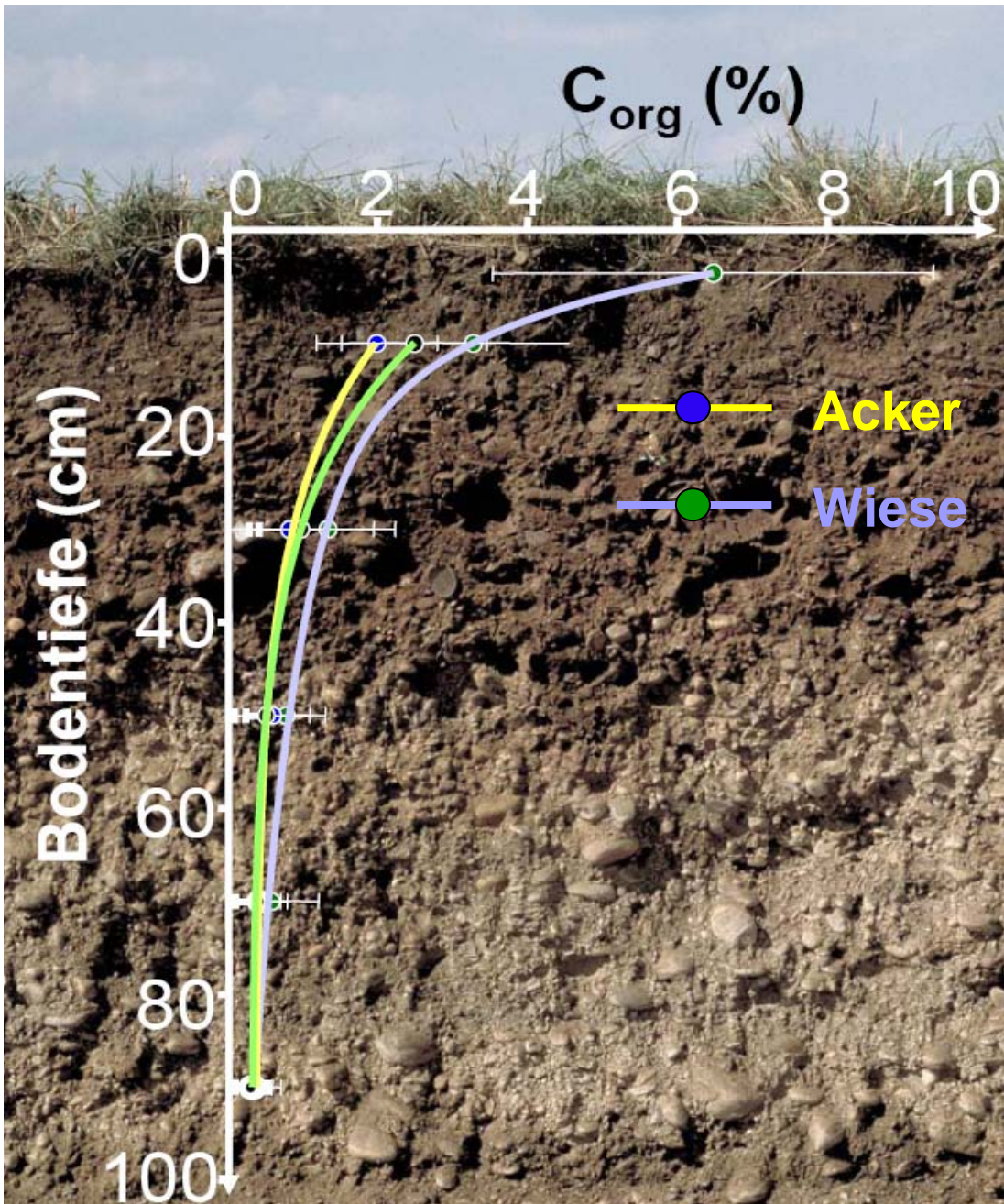


Oberirdische Biomasse
0.9%

Unterirdische Biomasse
1.6%

Boden-C
97.5%

→ **Für landwirtschaftliche Aktivitäten ist der Boden-C entscheidend**

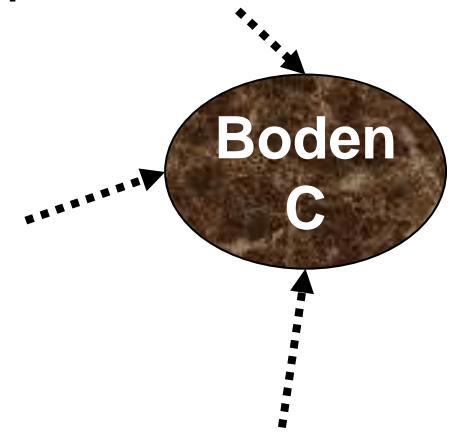


Bodeneigenschaften

Textur
 Tonmineralogie
 Bodentiefe
 pH

Abiotisch

Temperatur
 Feuchtigkeit
 Durchlüftung

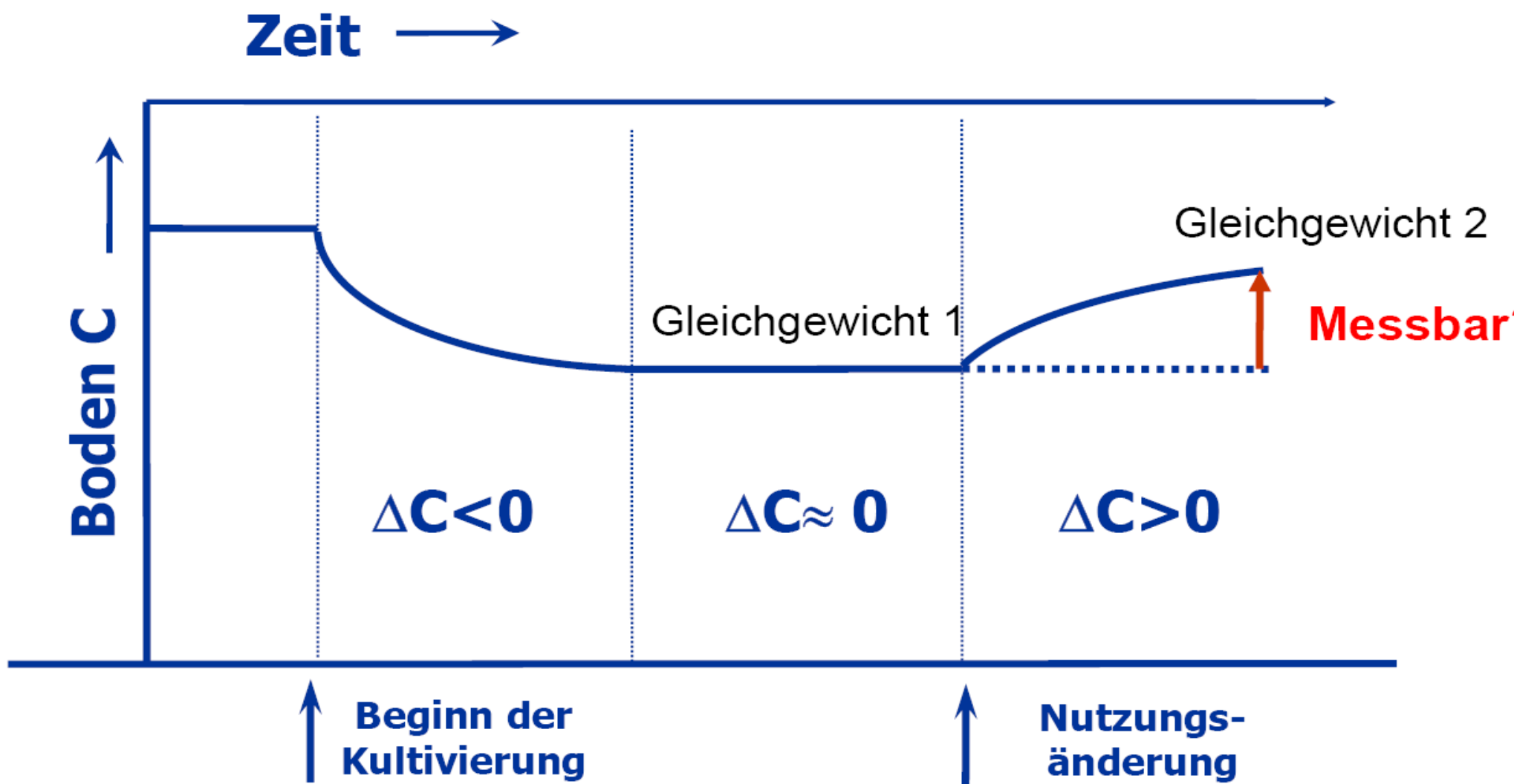


Bewirtschaftung

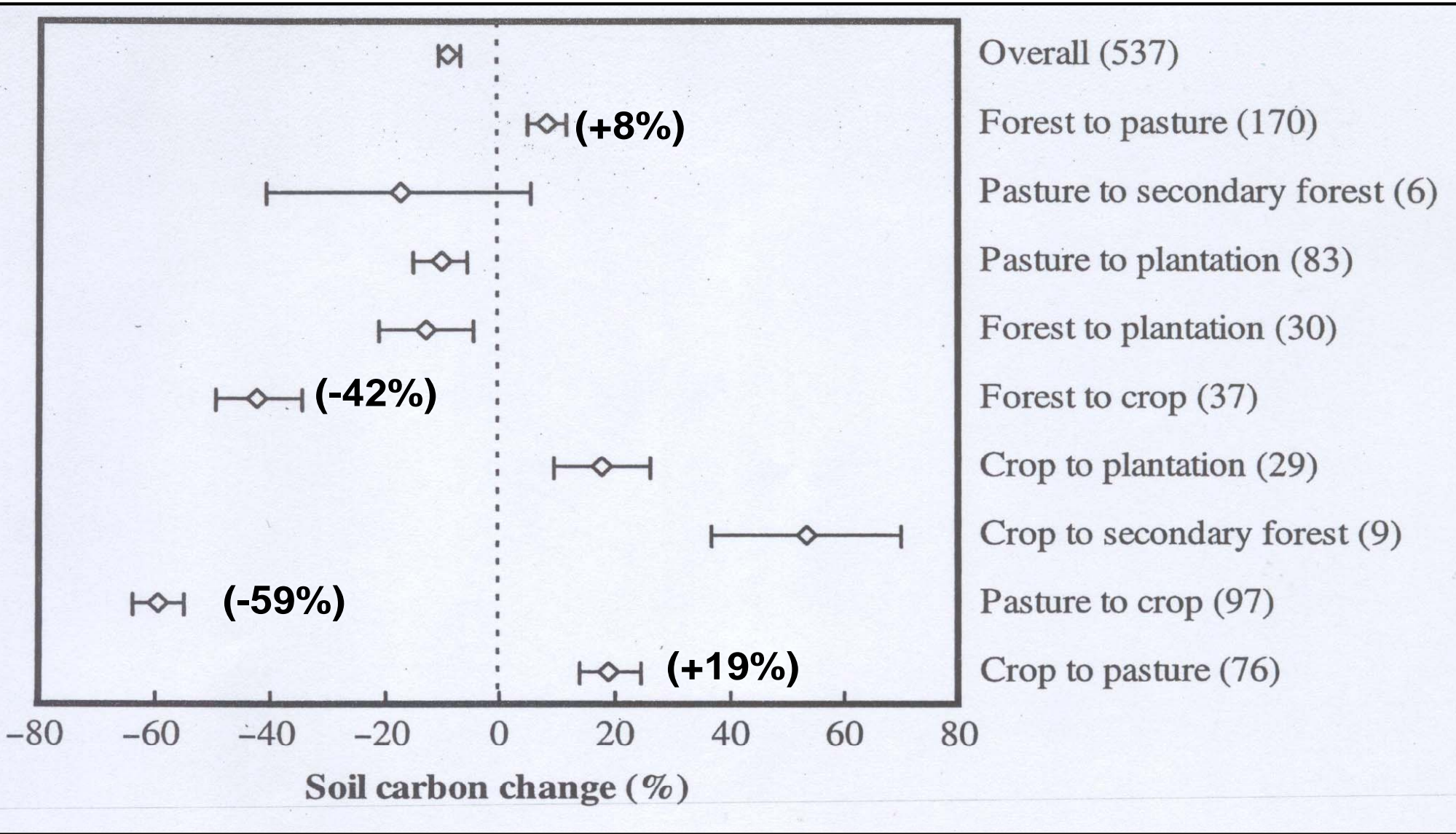
Bodenbearbeitung
 Düngung
 Ernterückstände
 Wirtschaftsdünger

Leifeld et al., 2003.

Veränderung von Boden-C-Gehalten nach Landnutzungsänderung



Veränderung von Boden-C-Gehalten nach Landnutzungsänderung



Rückkehr des Hungers

im Leben zu wenig

izen ist so teuer wie nie, und das hat dramatische Folgen: Die Vereinten Nationen rechnen damit, da
tionen Menschen von Hunger bedroht sind, weil sie Getreide nicht mehr bezahlen können.

o Janek Schmidt

er Preisanstieg ist extrem, und seine Wucht trifft vor allem die Ärmsten. Um 22
zent ist der Preis für Weizen an der Minneapolis Grain Exchange, der
ichtigsten Getreidebörse der Welt, zum Wochenbeginn in die Höhe geschneit.
chon im vergangenen Jahr waren Nahrungsmittel sehr viel teurer geworden, aber
t Januar sind die Preise für einen Scheffel Weizen von rund 10 Dollar auf fast 24
llar gestiegen.



Modierende Nahrungspreise

er Aufstand der Armen

weltweite Lebensmittelkrise löst Unruhen in Afrika, Lateinamerika und im Nahen Osten aus - mehr
schen als je zuvor hungern. Nun warnen die Vereinten Nationen vor Rebellionen in der Bevölkerung.

Paul-Anton Krüger und Judith Raupp

Weltbank-Bericht

Biosprit macht Lebensmittel erheblich teurer



Ein vertraulicher Bericht der
Weltbank deckt es auf: Die
steigende Produktion von Biospri
hat deutliche Auswirkungen auf d
Preise von Lebensmitteln. Um bis
zu 75 Prozent sind Nahrungsmitt
teurer geworden. Vor allem die
USA bestritten diese Auswirkung
bislang.

Lebensmittel
Energiequellen

Schon lange war ein
Fahrzeug, das als galt z
Von Wolfgang Roth



Published on World Resources Institute (<http://www.wri.org>)

Food or Fuel? The Bioenergy Dilemma

By Karen Bennett

Created 08/05/2008 - 15:04

Warum wollen die Bäckereien auf einmal mehr Geld?

Brot teurer wegen Bio-Sprit

Berlin – Nach der Milchpreis-Explosion soll jetzt auch Brot deutlich
teurer werden!

Die deutschen Großbäckereien kündigten gestern Erhöhungen für Brot,
Brötchen und andere Backwaren an. Laut Verband der Großbäckereien werden
die Abgabepreise an den Handel demnächst um 5 bis 9 Prozent steigen.

Das sind die Gründe für den neuen Preis-Schock:

Kommentar

• GETREIDE WIRD ZU BIO-KRAFTSTOFF



Weltbank-Studie: Lebensmittelpreise stiegen
in den letzten 3 Jahren 83%; Weizen um 181%

Klimaneutralität

*Fossile
Energieträger*

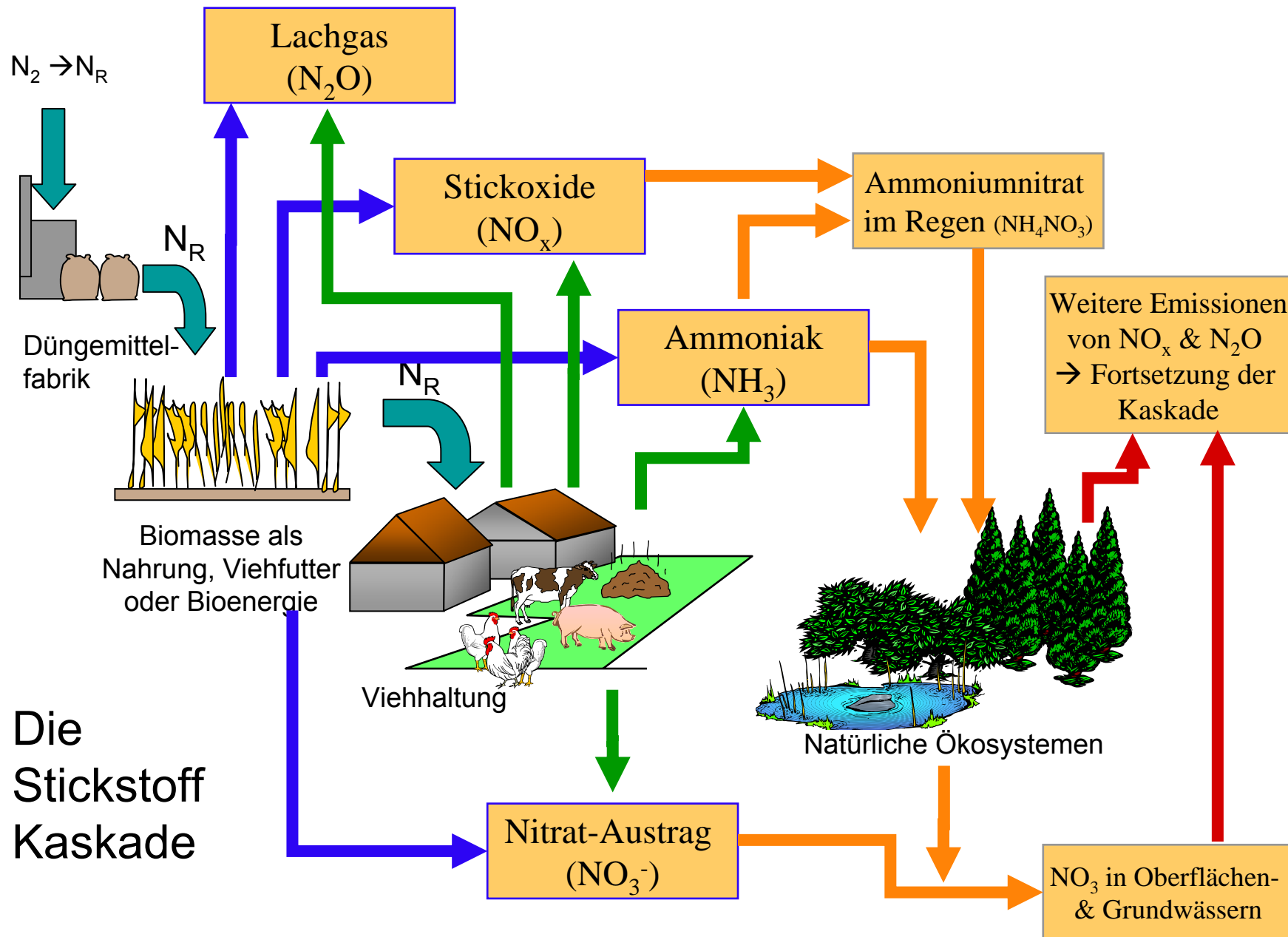
Bioenergie

CO₂-fossil > THG-Emis. (Produktion/Verarbeitung) + THG-Emis. (Feldanbau)

- **Maschineneinsatz**
- **Düngemittelproduktion**
- **Transport**
- **Lagerung, Lecks, usw.**

- **Lachgas**
 - **Direkt**
 - **Indirekt**
- **Boden-C-Freisetzung**
- **(CH₄)**

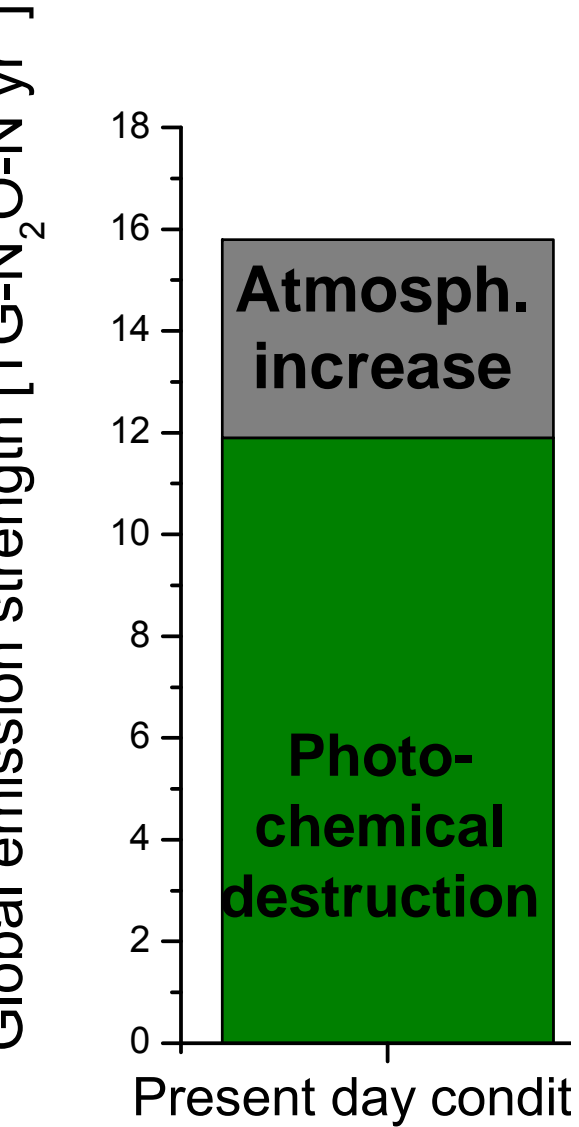
Unterschätzung von N₂O-Emissionen



Die Stickstoff Kaskade

Minderung an einer Stelle kann zum Schadstoff-Austausch führen

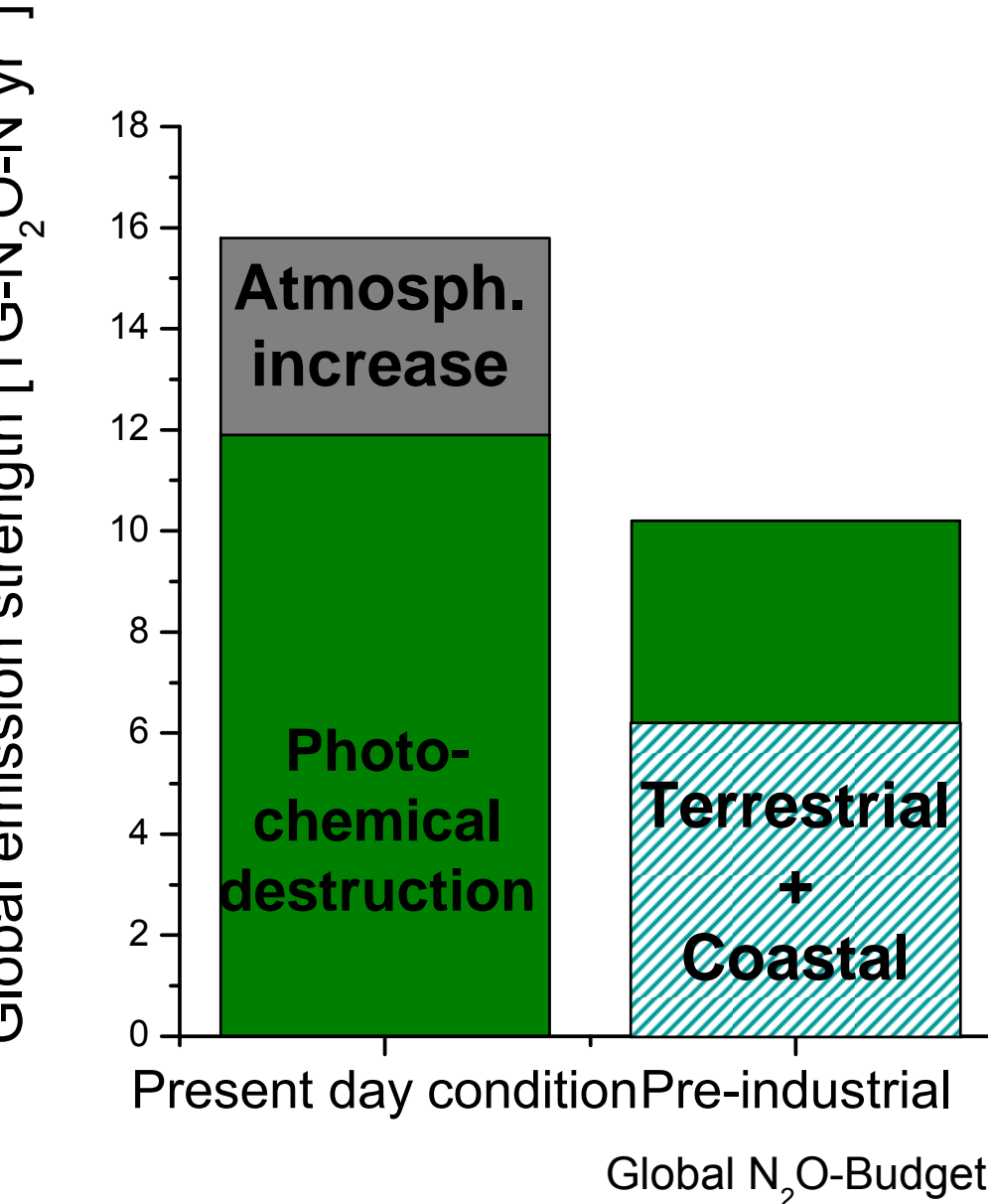
Globale N_r Verfügbarkeit und N₂O-Verluste



Global N₂O-Budget

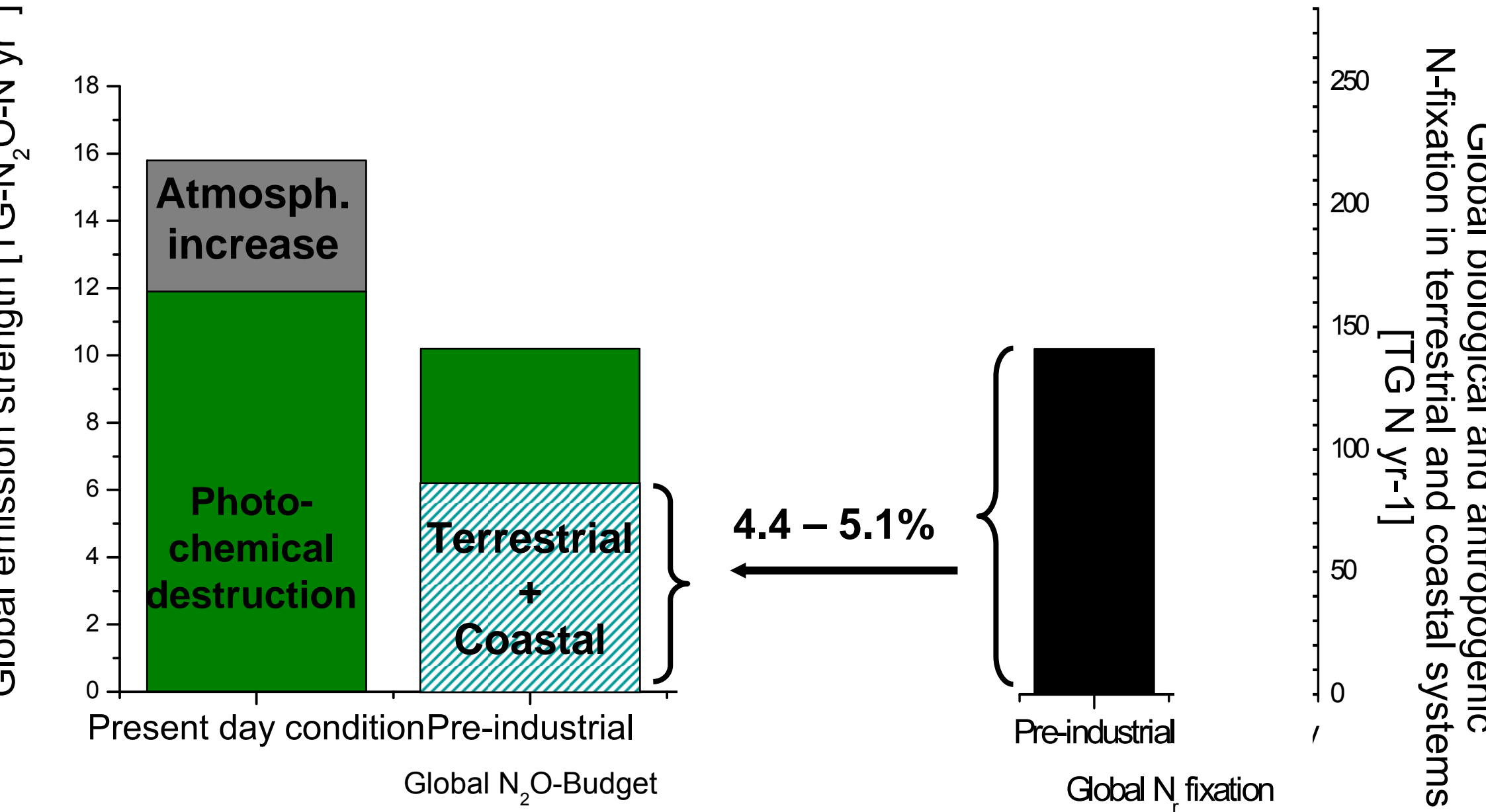
Crutzen et al., 2008

Globale N_r Verfügbarkeit und N₂O-Verluste



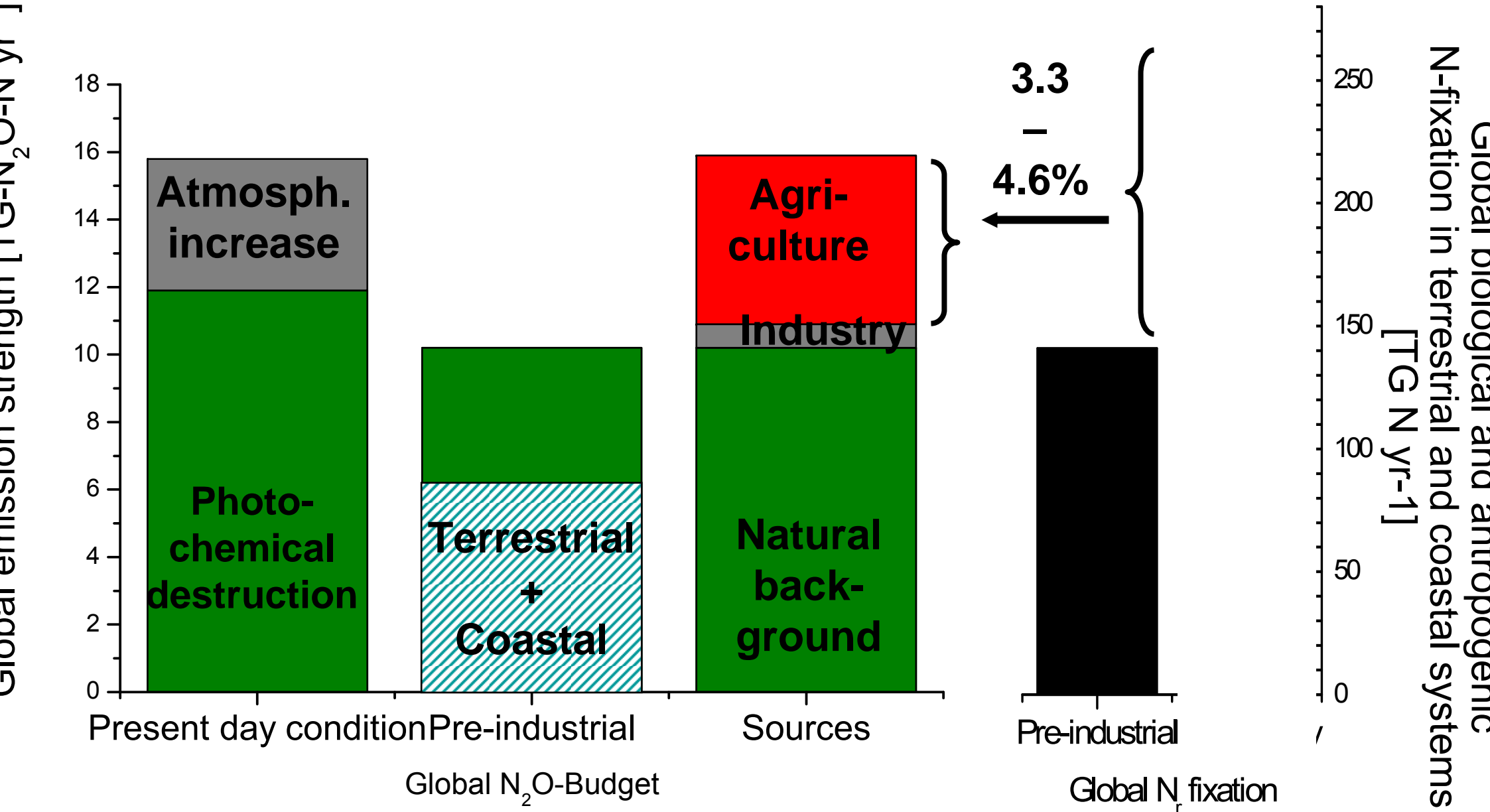
Crutzen et al., 2008

Globale N_r Verfügbarkeit und N_2O -Verluste



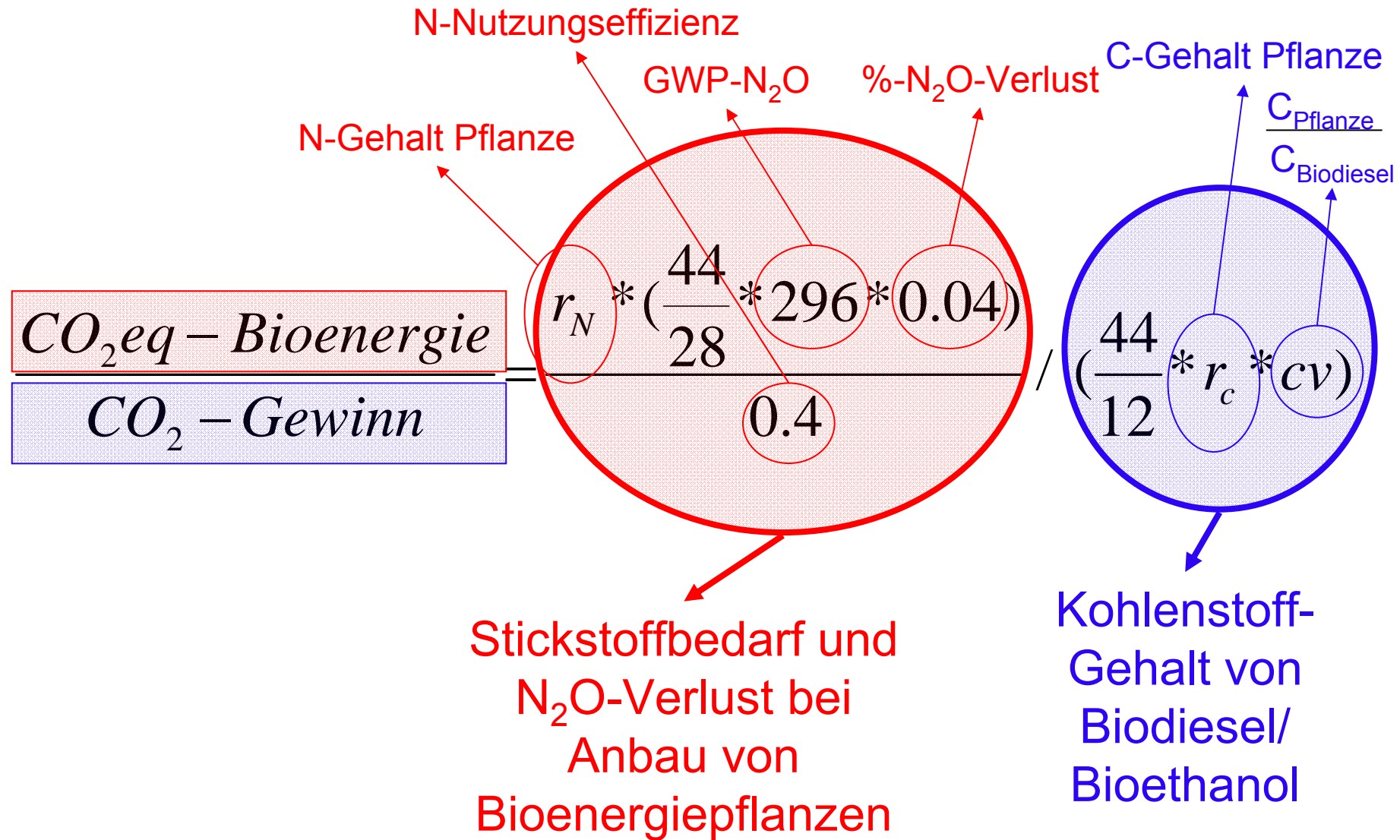
Crutzen et al., 2008

Globale N_r Verfügbarkeit und N_2O -Verluste



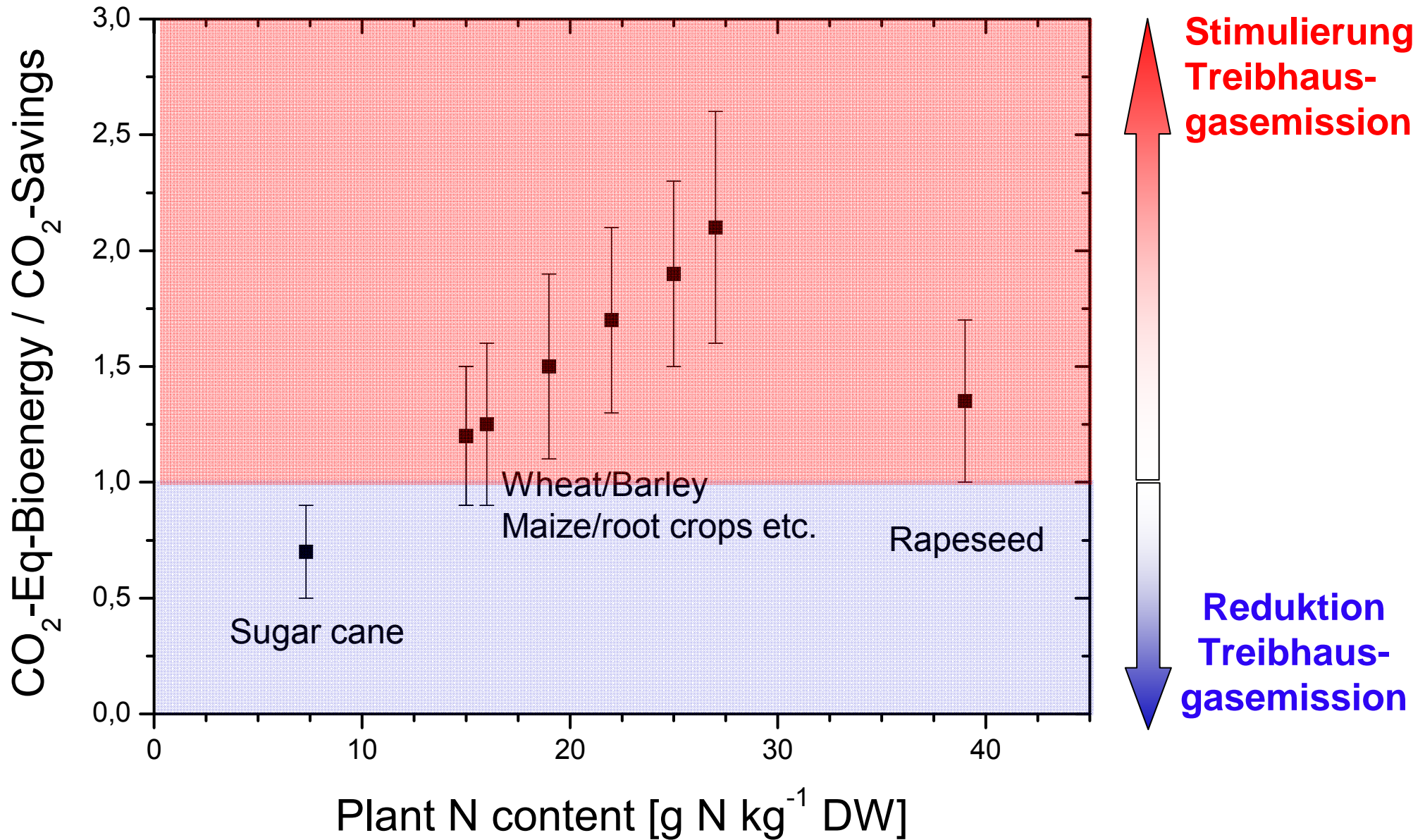
Crutzen et al., 2008

N₂O-Emissionen ≈ Pflanzen-N-Gehalt



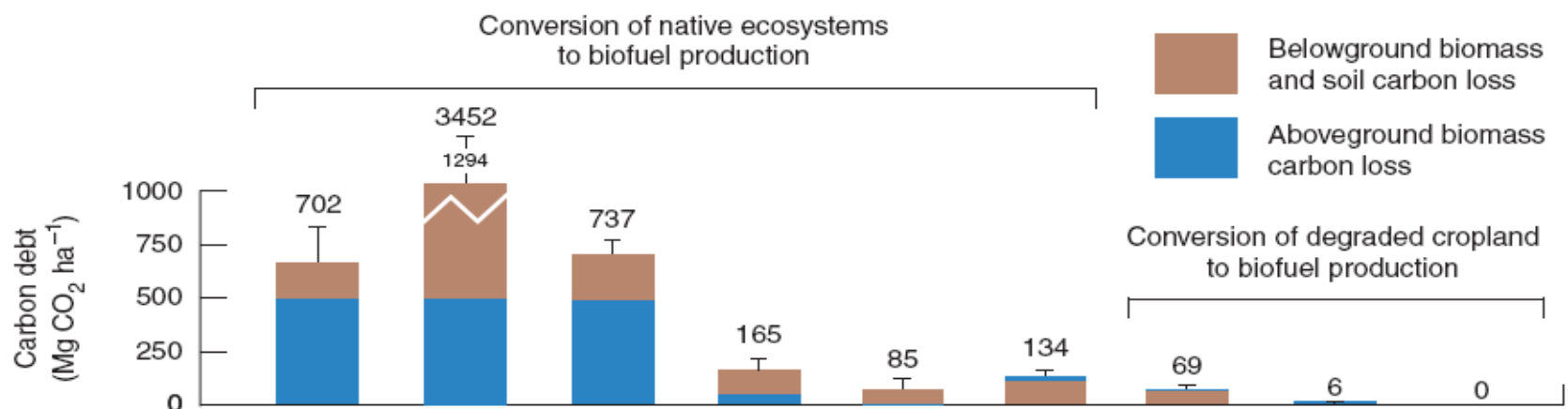
Crutzen et al., 2008

Bioenergie aus N⁺-Pflanzen ≠ Klimaneutral

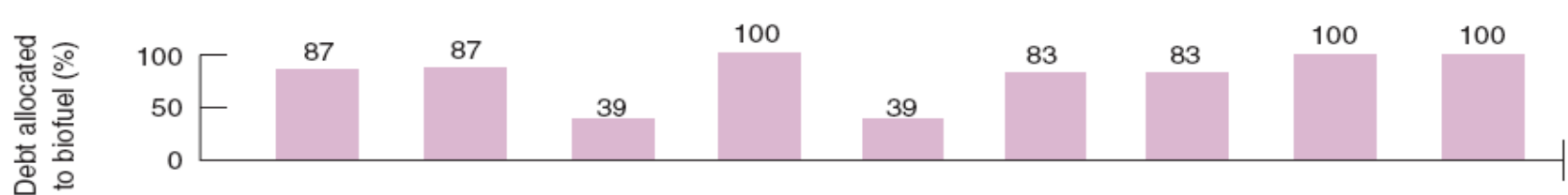


Crutzen et al., 2008

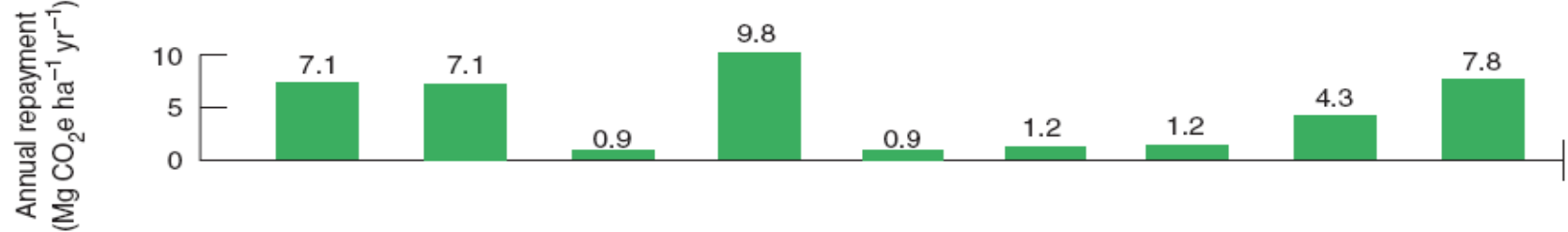
A



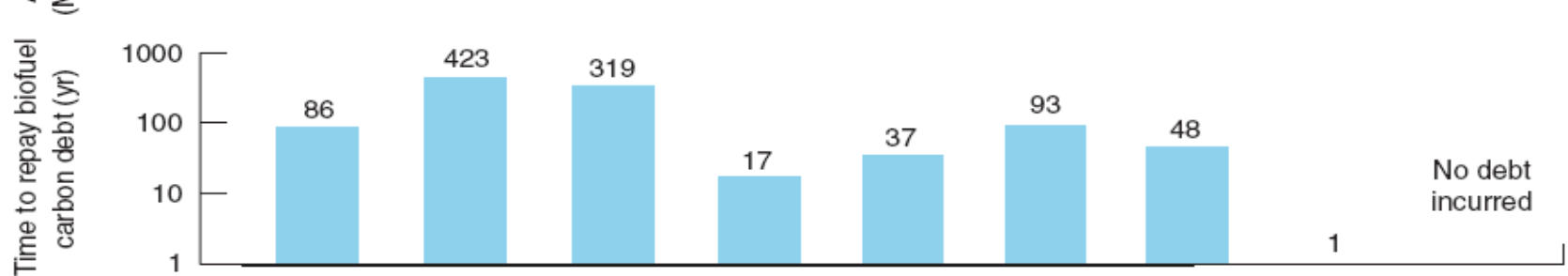
B



C



D



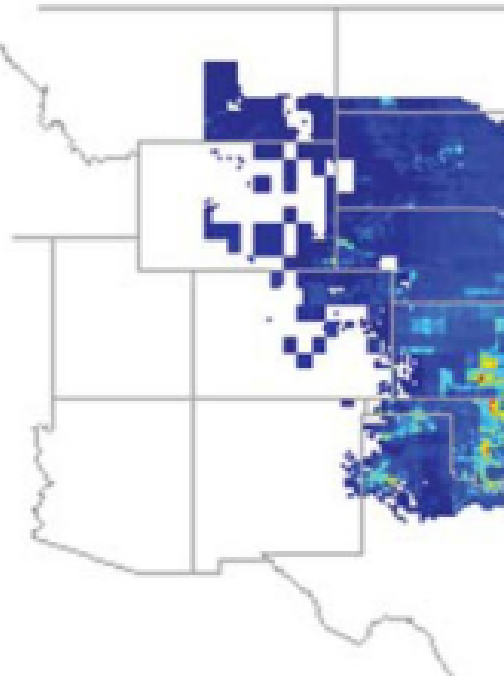
Biocarbon Loss (Mg CO ₂ ha ⁻¹)	Debt allocated to biofuel (%)	Annual repayment (Mg CO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Time to repay biofuel carbon debt (yr)
702	87	7.1	86
1294	87	7.1	423
737	39	0.9	319
165	100	9.8	17
85	39	0.9	37
134	83	1.2	93
69	83	1.2	48
6	100	4.3	1
0	100	7.8	No debt incurred

Fargione et al., Science, 2015

Andere Umweltauswirkungen

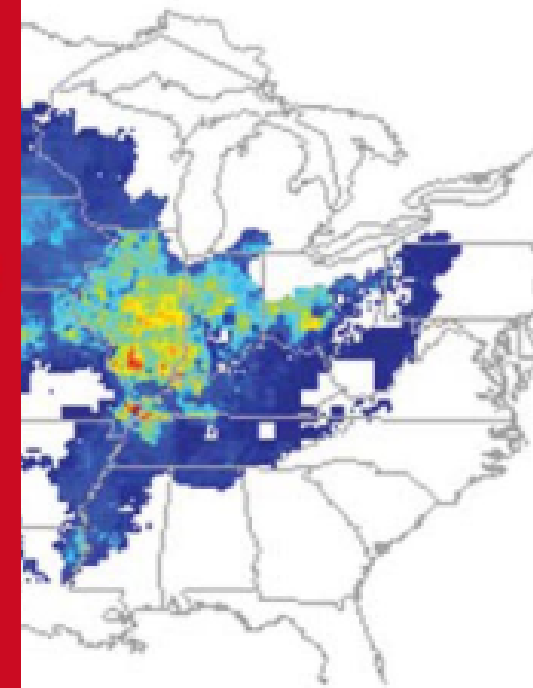
Nitrat-Austrag und Mais basierte Ethanol-Produktion (Mississippi-Gebiet)

2007 projections

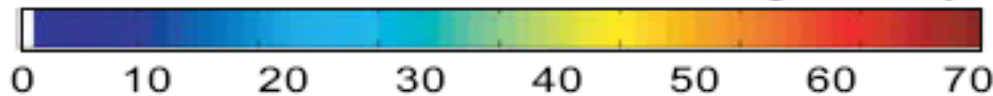


"I've always been of the opinion that ethanol is for drinking, not driving."
 — Jay Keasling

Tollefson, 2008, Nature



kg N ha⁻¹ yr⁻¹



Donner & Kucharik, PNAS, 2008

Andere Umweltauswirkungen

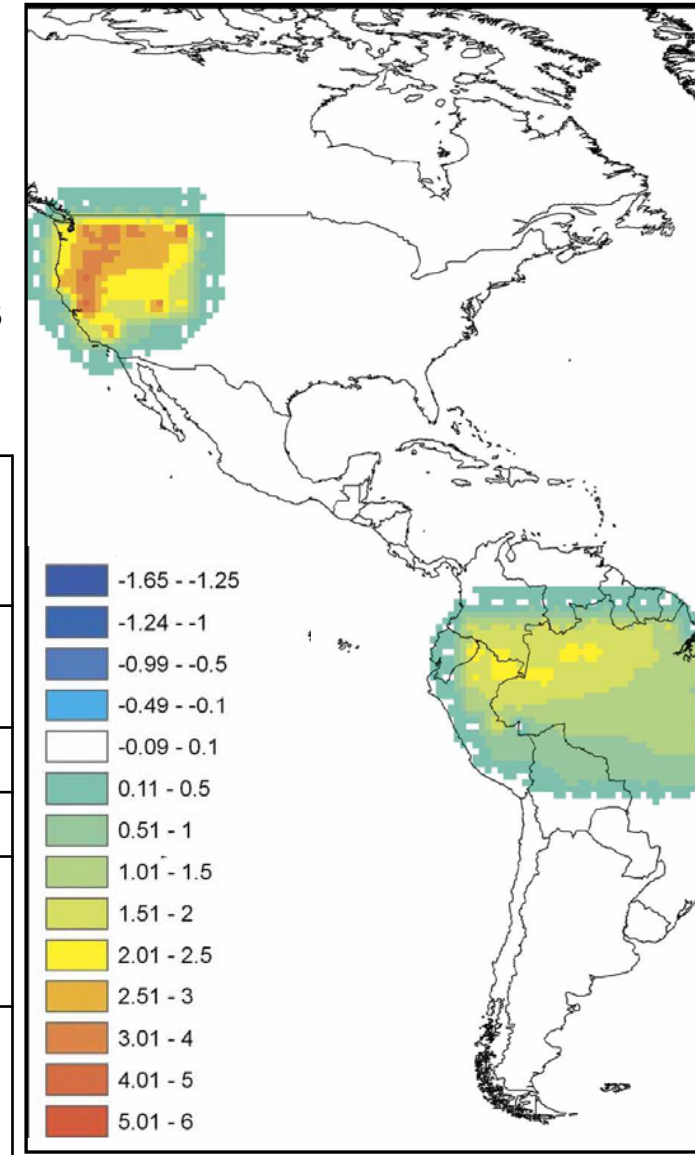
BVOC-Emissionen bei Kurzumtriebsplantagen und Ölpalmen

Biogene Flüchtige Organische Verbindungen (BVOC; z.B: Isopren) verstärken bodennahe Ozonbildung in anthropogen belasteten Gebieten:

➡ Plantagenwirtschaft kann dies verstärken

Isoprene emission scenarios: The current temperatures are simulated for a climate representative of 1990–2000, and the future temperatures are representative of 2079–90 (from Wiedinmyer et al. (2006) *Earth Interactions* 10, 1-19)

Name	Input Temp.	Land-cover scenario	Isoprene (Tg yr-1)	% change from BASE
BASE	Current	Current (Guenther et al., 1995)	522	
FUTVEG-CURCLIM	Current	Future MAPSS	529	1
FUTVEG-FUTCLIM	Future	Future MAPSS	889	70
URB	Current	Pasture/urban replace natural vegetation	475	-9
PLANT	Current	Plantations replace natural vegetation	717	37



Fazit

- Landwirtschaft ist ein Haupt-Emittent von Treibhausgasen
 - CH₄ und Tierhaltung
 - N₂O und Pflanzenproduktion
 - CO₂ bei Landnutzungswandel
- Landwirtschaft kann Beiträge zur Emissionsminderung leisten
- Klimaschutz ist nicht unbedingt mit Bioenergieproduktion vereinbar

Biogasanlagen

Baumann 2006, KTBL

„**erhebliche Mengen Biogas** aus.. nicht vollständig ausgefaulten Endlager nachgasen. ...**bereits 5% Methan-Nachgasung** aus dem offenen Endlager den **positiven Klimaschutz-Effekt** einer Biogasanlage **aufheben**. Es kann sich durchaus lohnen, auch das Endlager gasdicht zu machen.“

Oechsner et al. 2006, KTBL

„... die Nutzung eines **gasdichten Substratlagers** eine entscheidende **Reduzierung der Methanverluste auf 1-7%** bewirken“.

Amon et al., 2006, KTBL

„Durch Injektion (von **Biogasflüssigmist**) reduzierten sich zwar die NH_3 -Emissionen nach der **Ausbringung**. Jedoch waren die **N_2O Emissionen erhöht**.“