



# Toky skleníkových plynů v ekologickém zemědělství - hlavní faktory a potenciály jejich omezení

**Andreas Gattinger**

[andreas.gattinger@fibl.org](mailto:andreas.gattinger@fibl.org)

# **FiBL (soukromá nadace) – výzkum ekologického zemědělství od roku 1974 s úzkou vazbou na univerzity**



**150 ve Fricku/CH  
20 ve Vídni/A  
30 ve Frankfurtu/D**

# Obsah

- › Východiska: klimatická změna a zemědělství
- › Obhospodařování půdy a skleníkové plyny
- › Ukládání\* uhlíku v ekologickém zemědělství
- › Toky oxidu dusného a metanu v EZ
- › Závěry a perspektiva

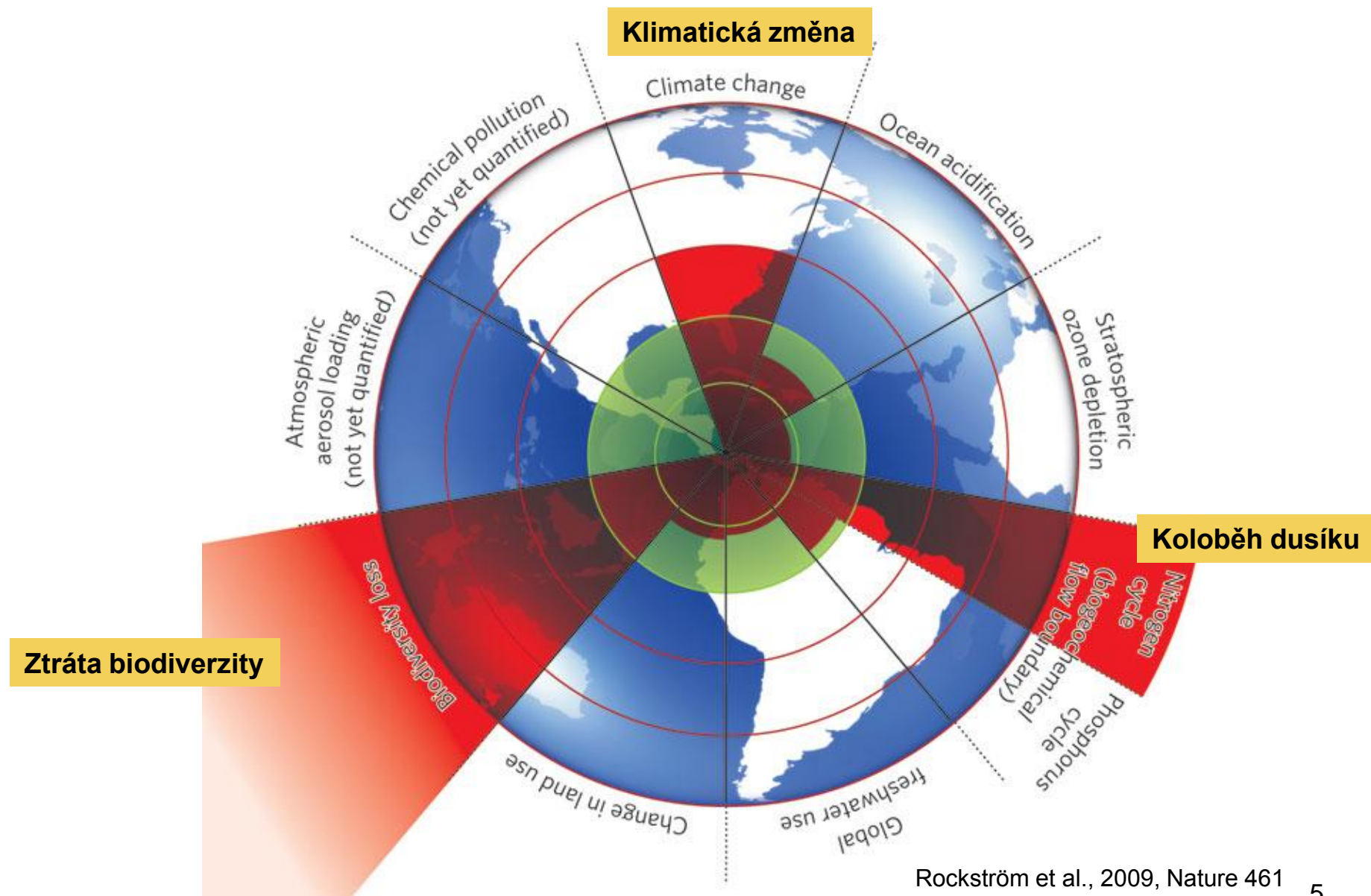
\* odpovídá pojmu sekvestrace

# Obsah

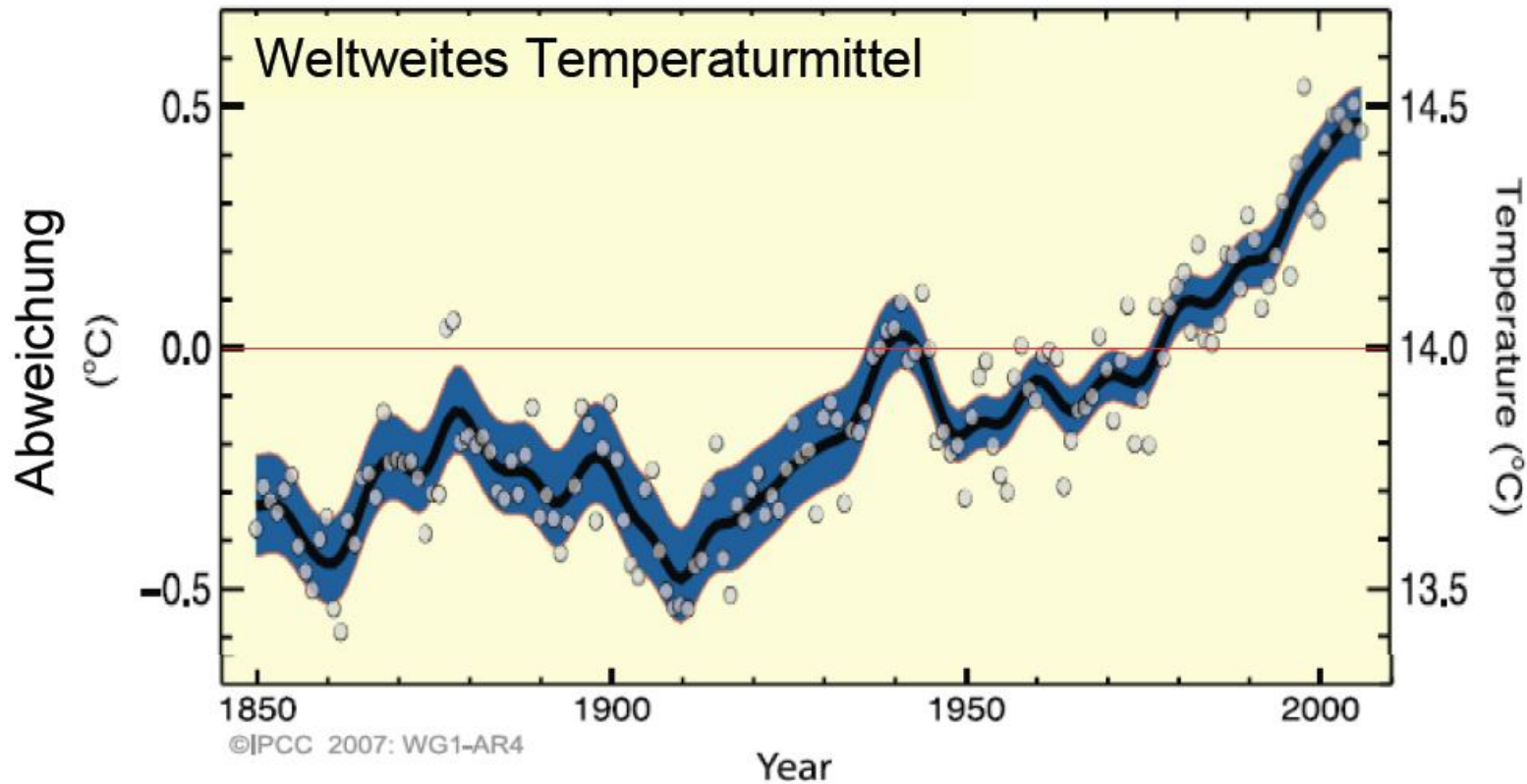
- › **Východiska: klimatická změna a zemědělství**
- › Užívání půdy a skleníkové plyny
- › Ukládání uhlíku v ekologickém zemědělství
- › Toky oxidu dusného a metanu v EZ
- › Závěry a perspektiva



# Klimatická změna je jedním z globálních témat...

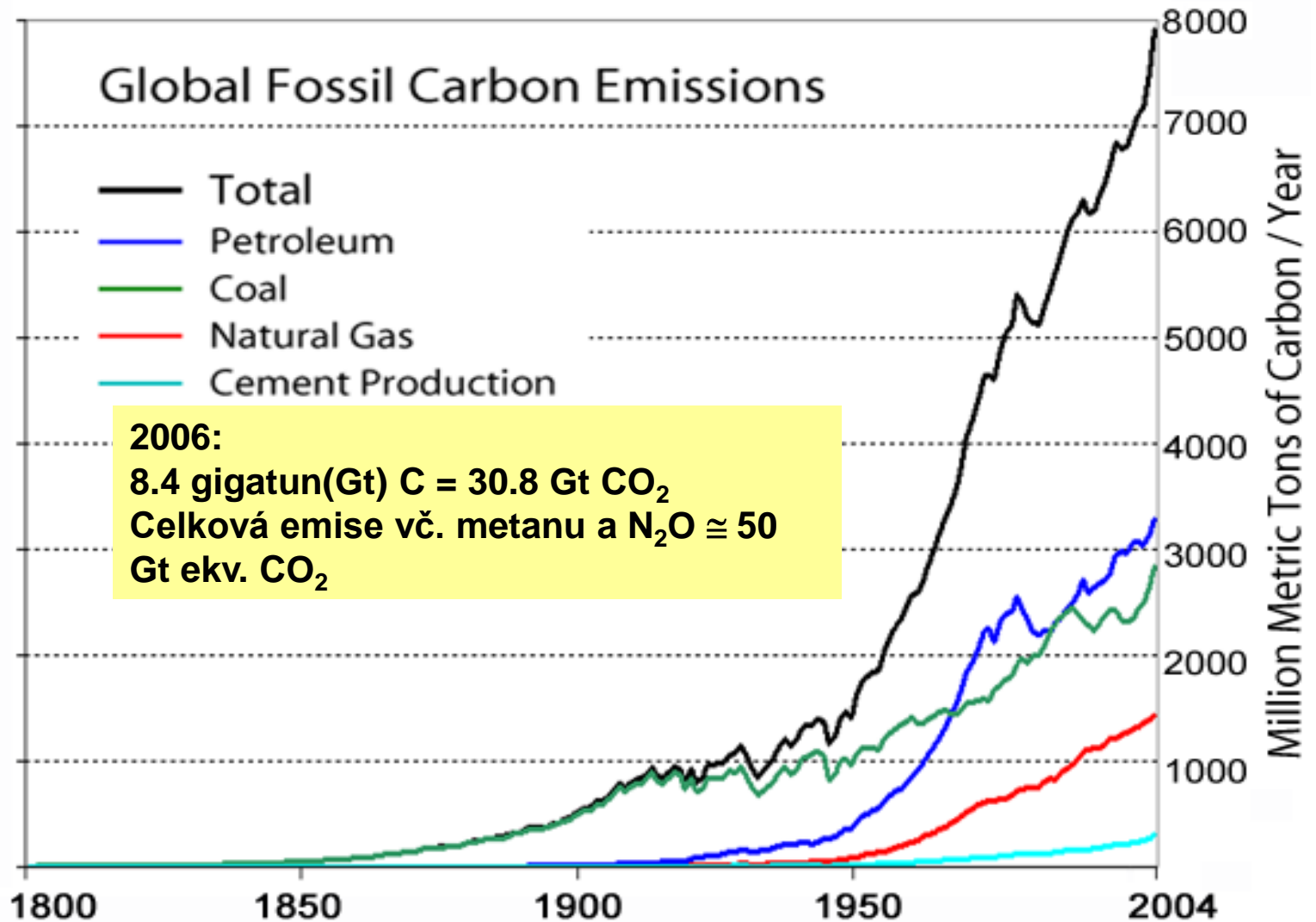


# Svět se otepluje...



**100 Jahre linearer Trend (1906-2005): 0.74 [0.56 to 0.92] °C**

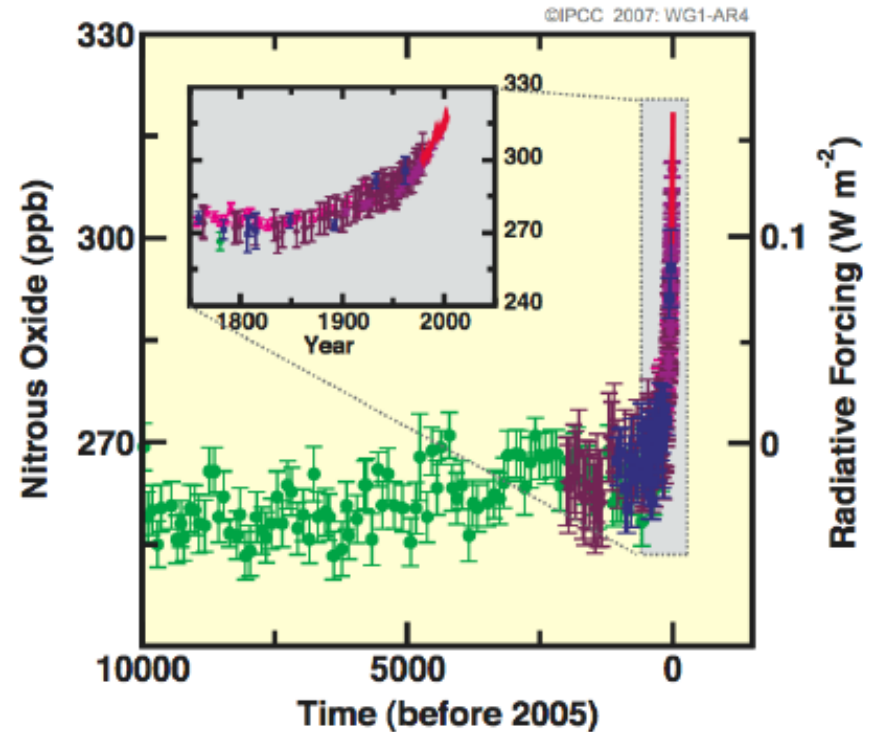
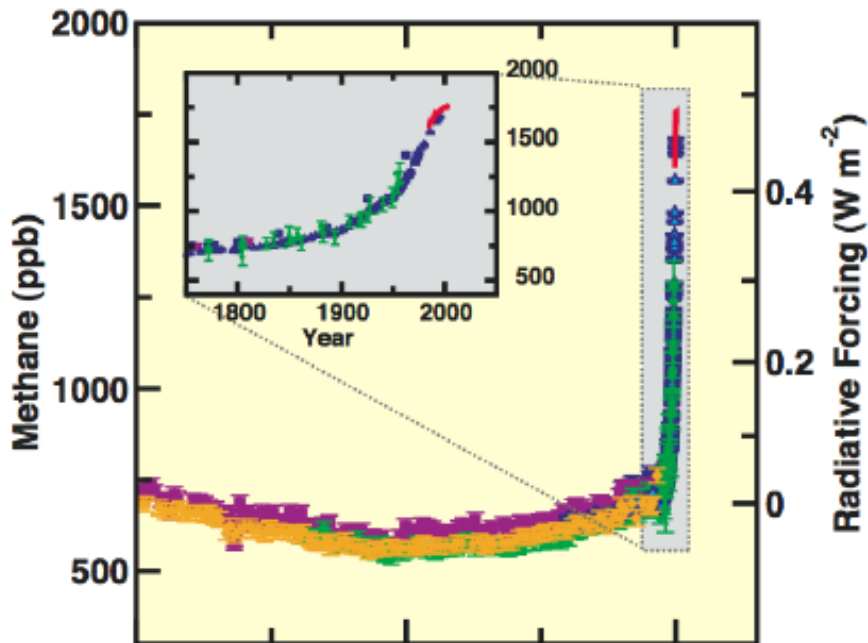
# Nárůst koncentrací atmosférického CO<sub>2</sub>



# Nárůst koncentrací dalších plynů

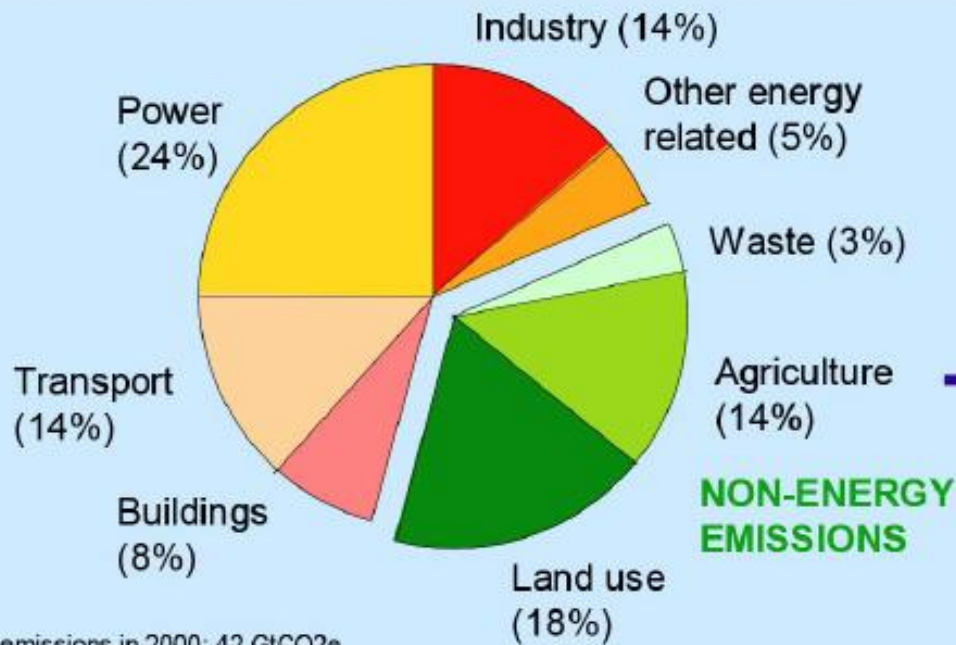
skleníkový efekt plynů:

metan ( $\text{CH}_4$ ): **21** \*  $\text{CO}_2$  o. dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ): **300** \*  $\text{CO}_2$





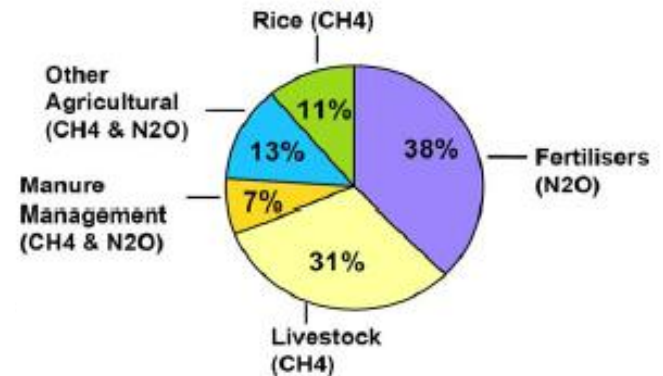
# Emise ze zemědělství



Total emissions in 2000: 42 GtCO<sub>2</sub>e.

Energy emissions are mostly CO<sub>2</sub> (some non-CO<sub>2</sub> in industry and other energy related).  
Non-energy emissions are CO<sub>2</sub> (land use) and non-CO<sub>2</sub> (agriculture and waste).

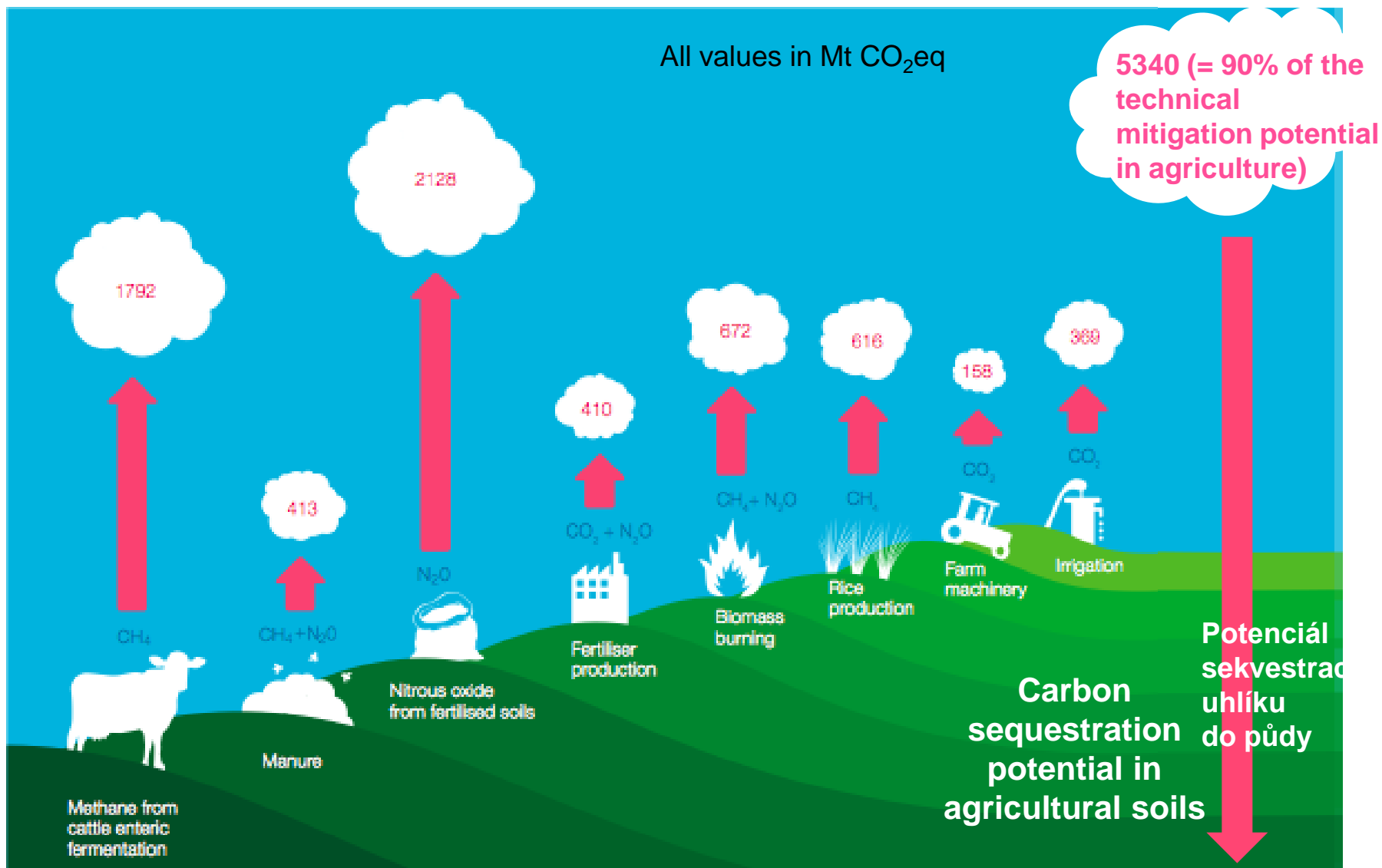
Stern Review, 2006



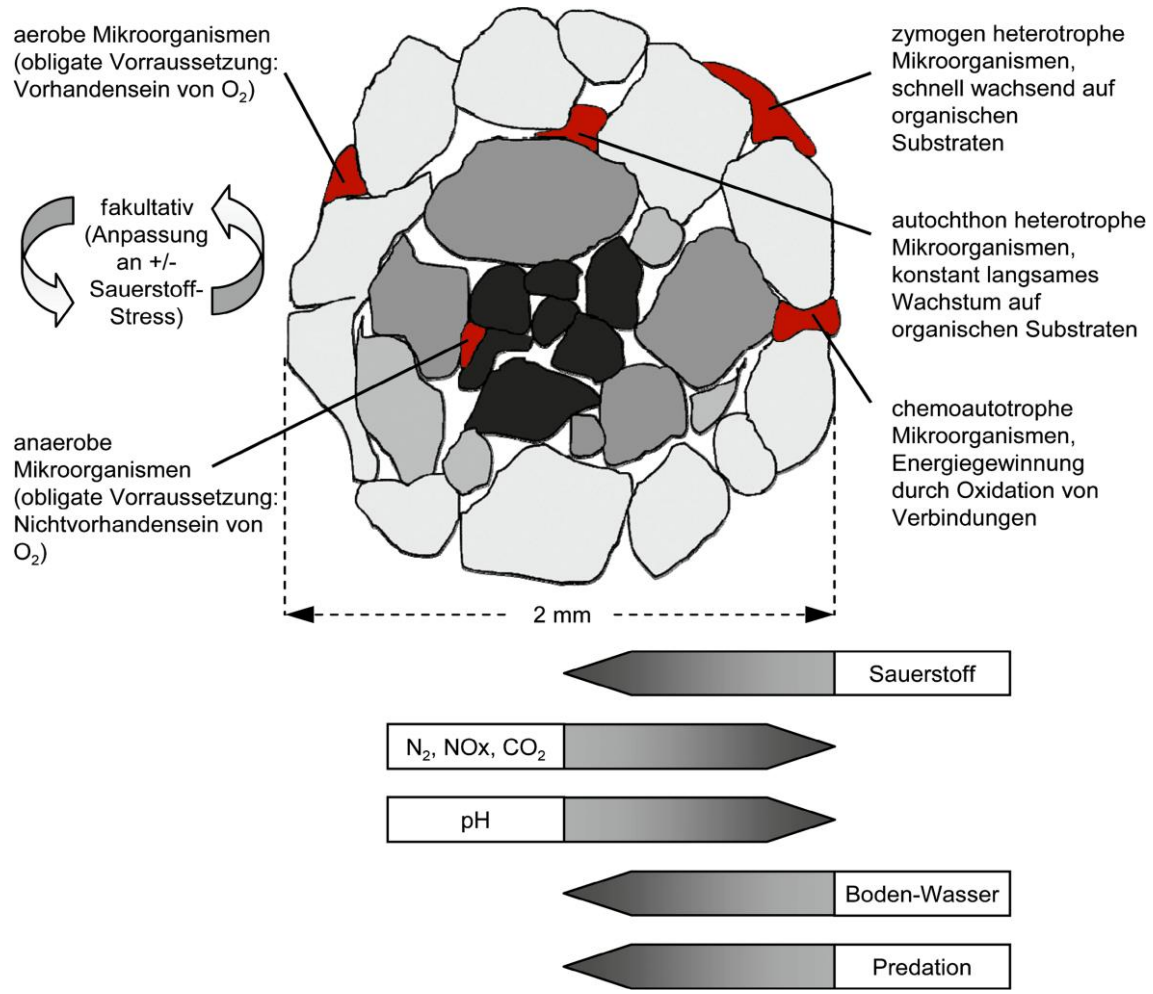
# Obsah

- › Východiska: klimatická změna a zemědělství
- › Obhospodařování půdy a skleníkové plyny
- › Ukládání uhlíku v ekologickém zemědělství
- › Toky oxidu dusného a metanu v EZ
- › Závěry a perspektiva

# Zemědělské emise skleníkových plynů



# Půda jako biotop různých mikrobiálních společenstev a látkových přeměn s klimatickým efektem



# Schematický model půdních procesů oxidu dusného, vykazujících klimatický efekt

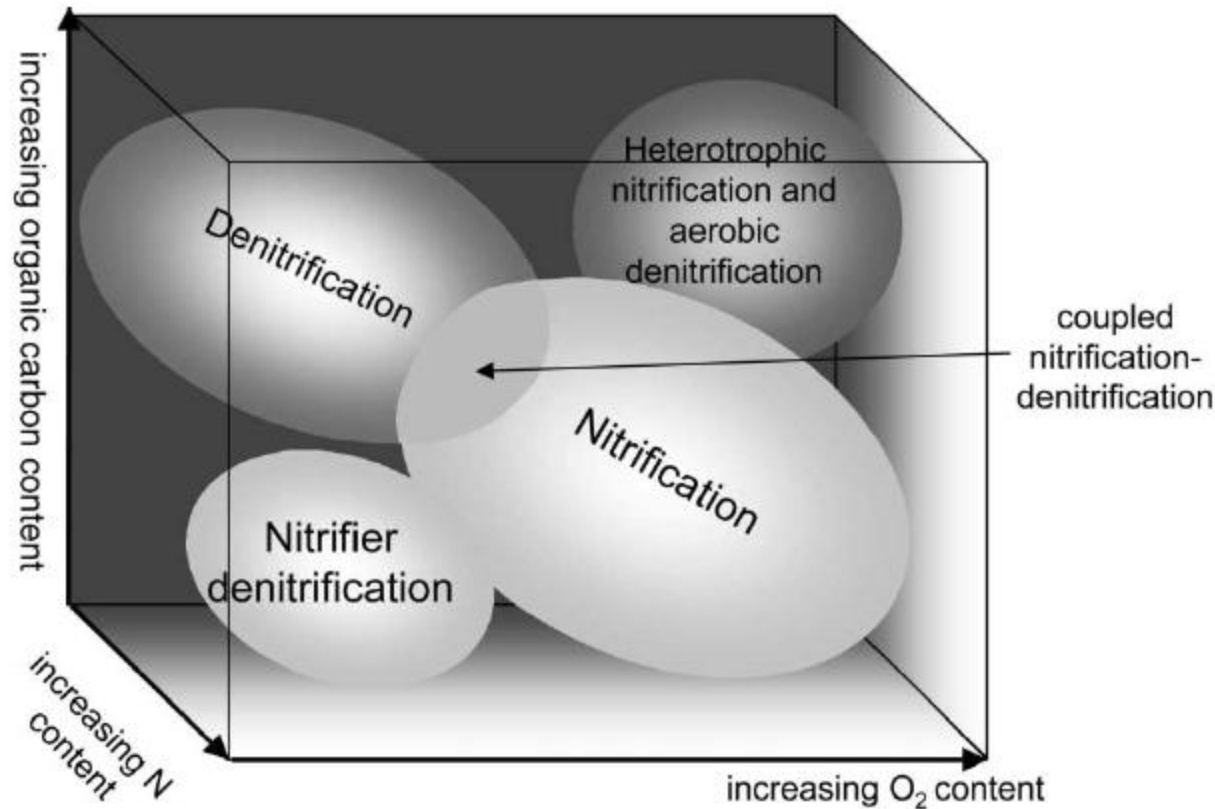
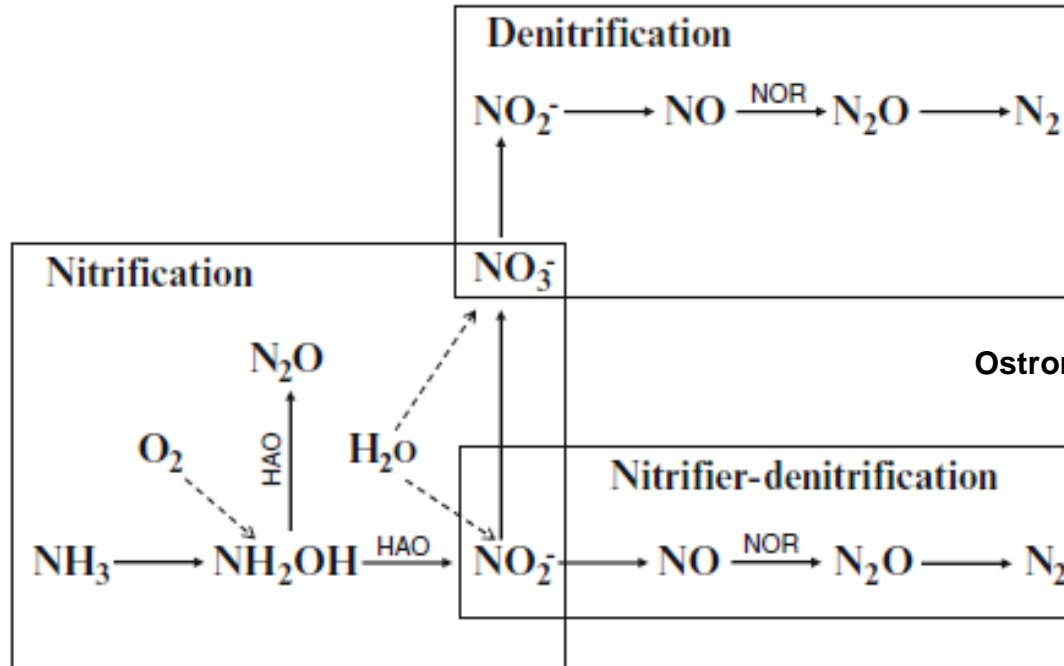


Fig. 6. Possible ecological niche for the nitrification pathway nitrifier denitrification in fertilized soils.

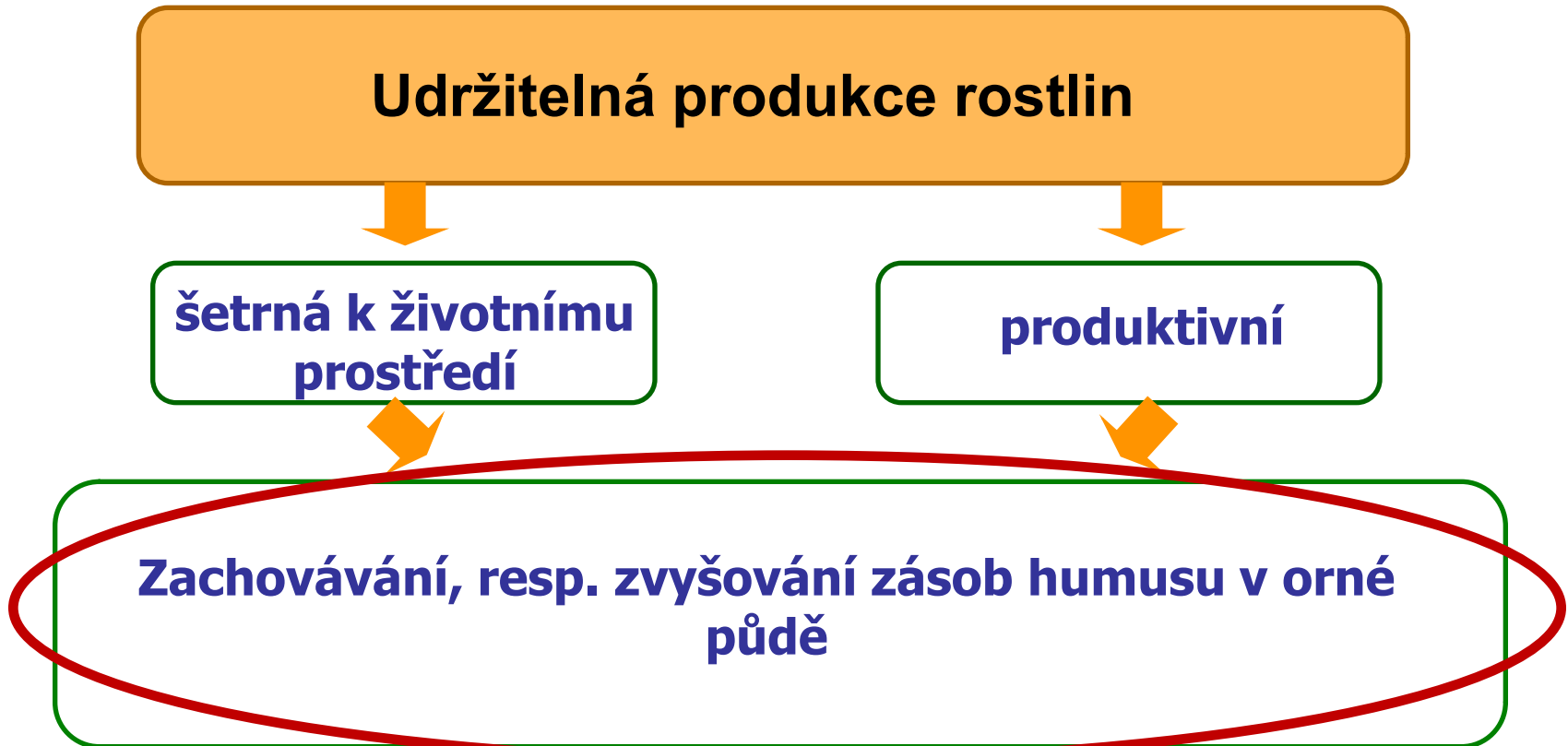


# Mikrobiální tvorba a přeměna N<sub>2</sub>O



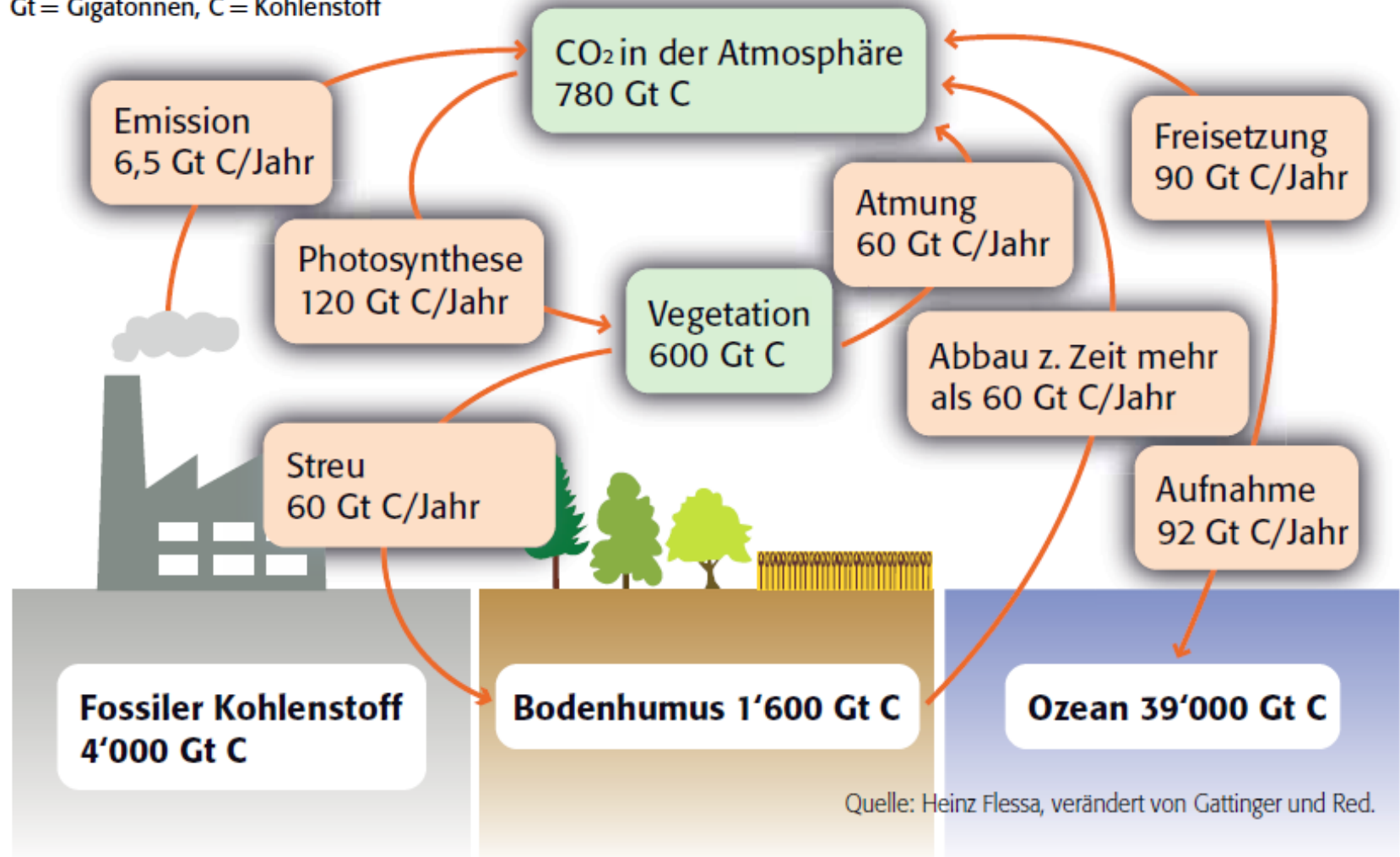
Nitrifikace je dominantním zdrojem tvorby N<sub>2</sub>O v dobře provzdušněných půdách při objemu pórů naplněných vodou (WFPS) < 60%; denitrifikace je dominantním zdrojem tvorby N<sub>2</sub>O za anaerobních podmínek, při 60-90% WFPS (Bateman and Baggs, 2005).

# Klíčový faktor humus



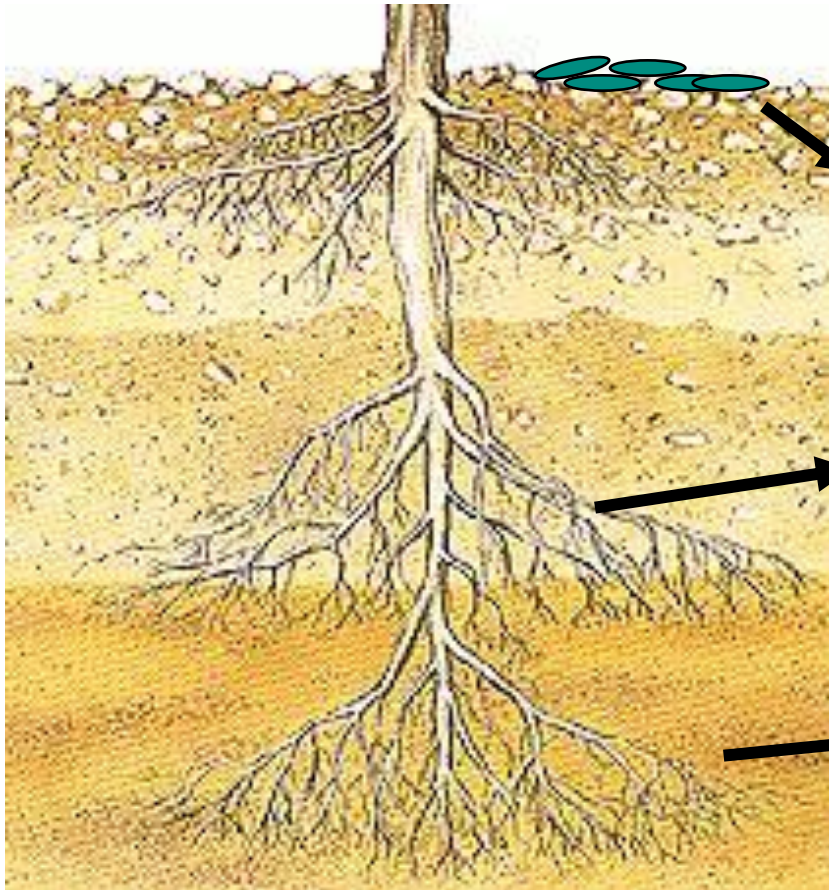
# Postavení půdy v koloběhu uhlíku

Gt = Gigatonnen, C = Kohlenstoff



# Půda jako úložiště CO<sub>2</sub>

zabudování CO<sub>2</sub> prostřednictvím fotosyntézy rostlin



rostlinná drť, posklizňové zbytky, statková hnojiva

kořenové zbytky

kořenové výměšky

**tvorba humusu**

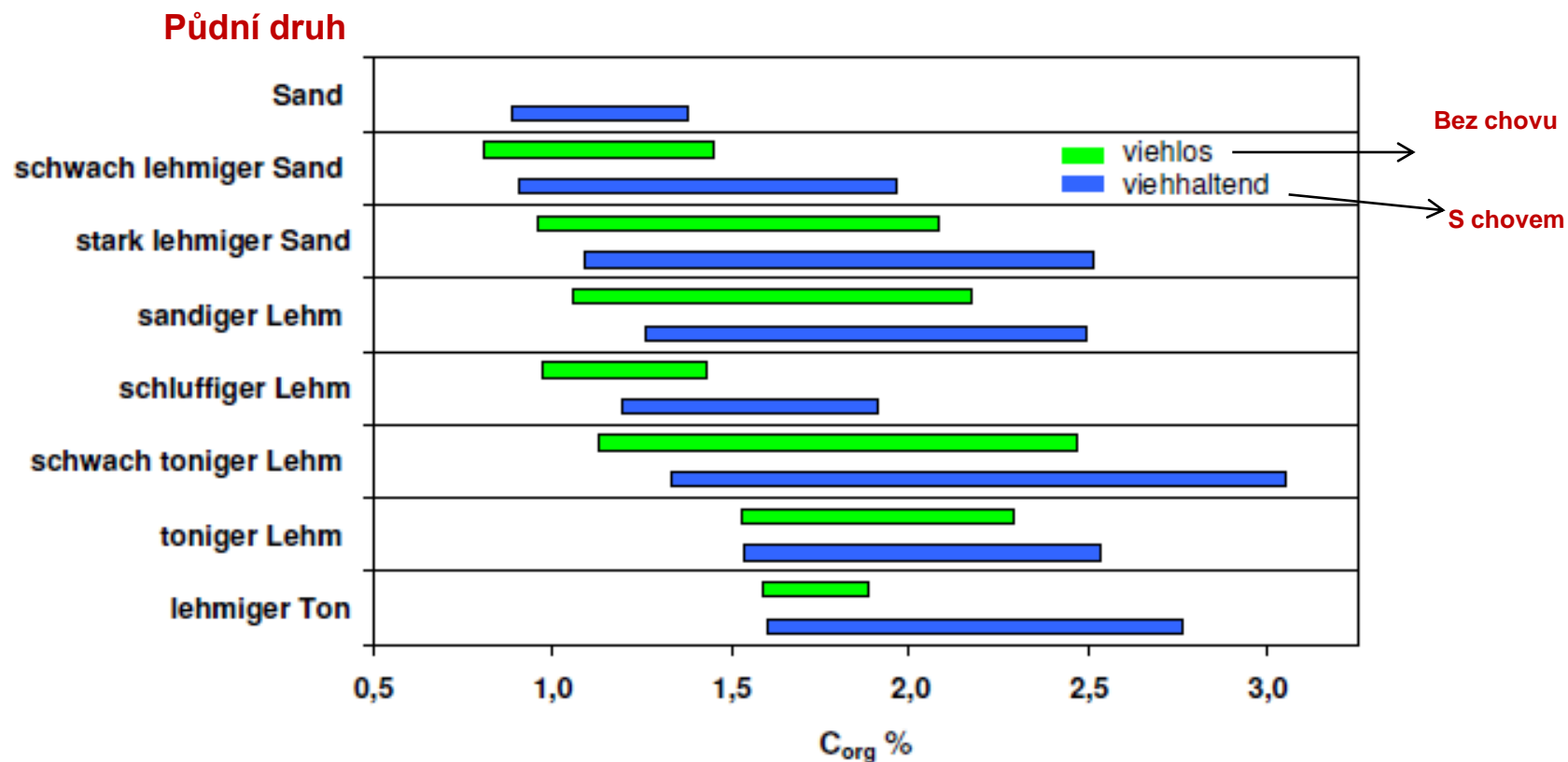


# Obsah

- › Východiska: klimatická změna a zemědělství
- › Užívání půdy a skleníkové plyny
- › Ukládání uhlíku v ekologickém zemědělství
- › Toky oxidu dusného a metanu v EZ
- › Závěry a perspektiva

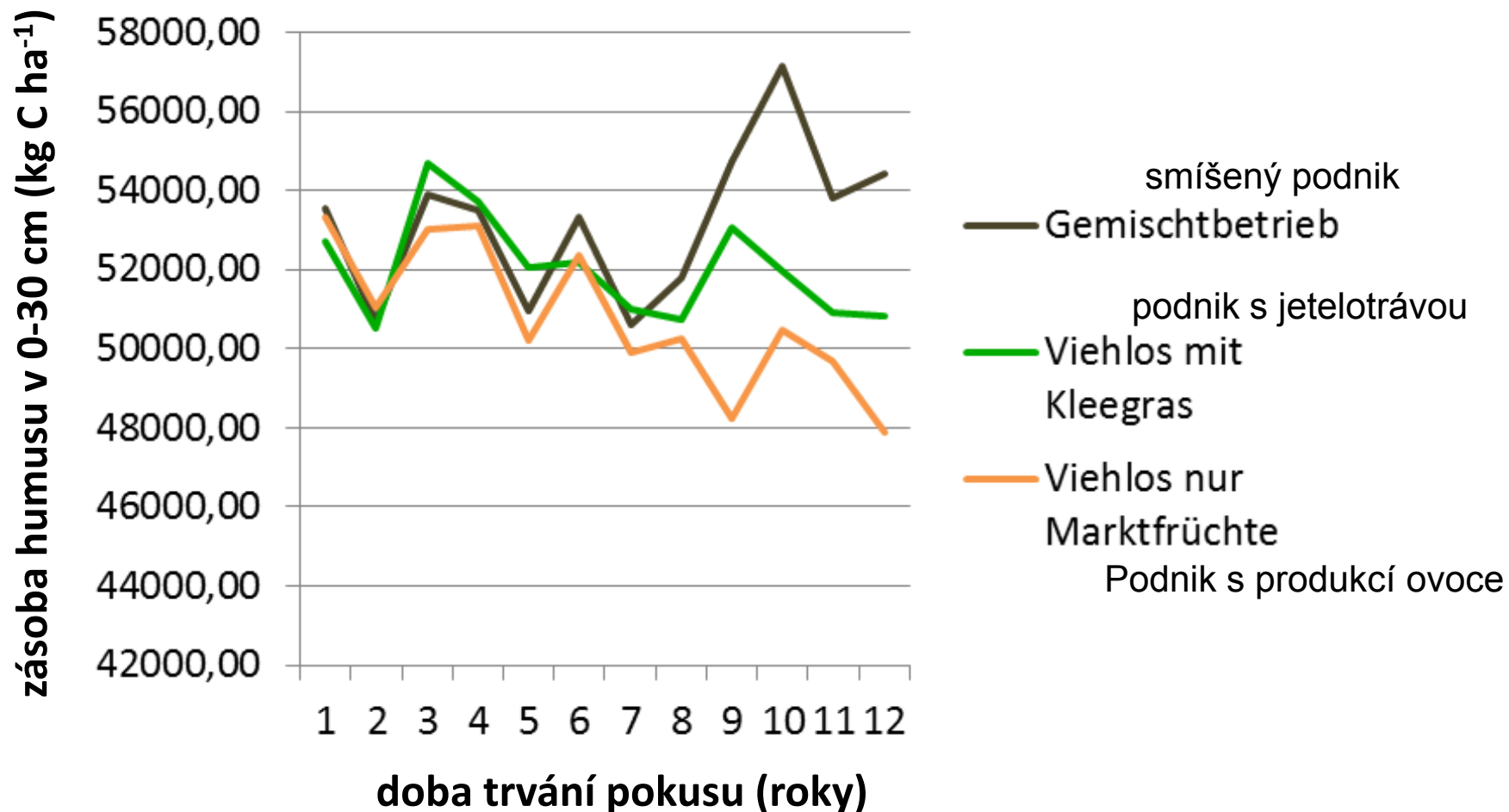


# Vyšší obsah humusu u podniků s chovem zvířat, Bavorsko

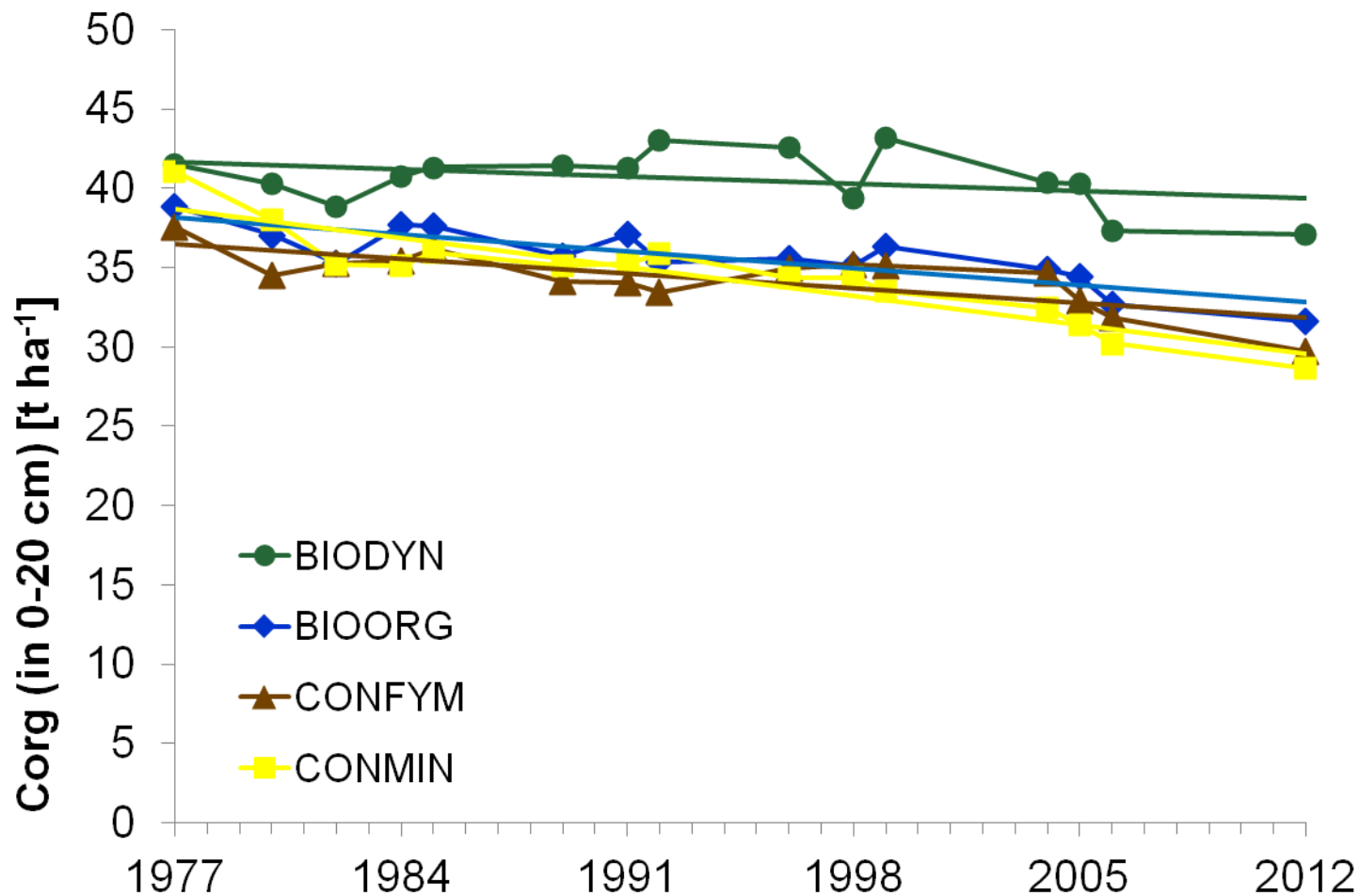


(318 pozemků “bez zvířat”; 1224 “s chovem”)

# Příklad – vývoj zásob humusu v „Pokusu na ekologické orné půdě na statku Gladbacherhof“ (od r. 1998)

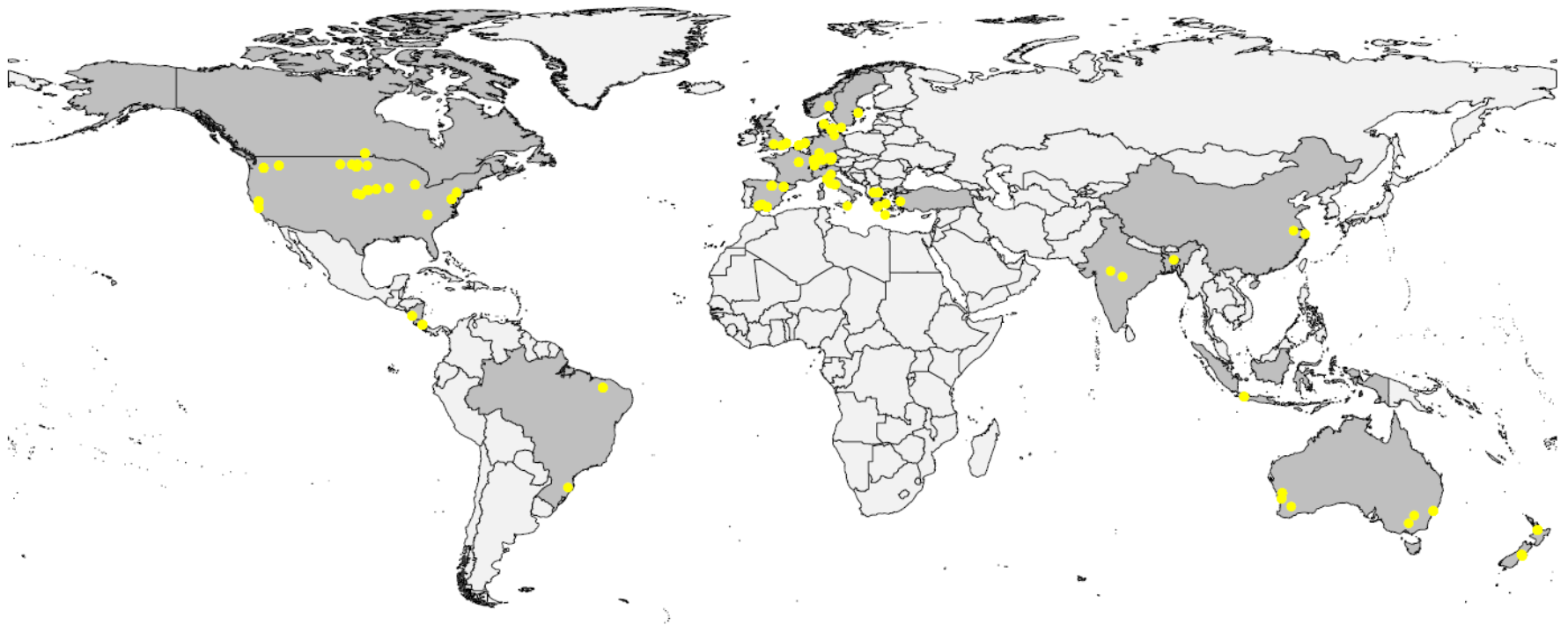


# Vývoj zásob humusu v pokusu DOK (1,4 VDJ/ha)



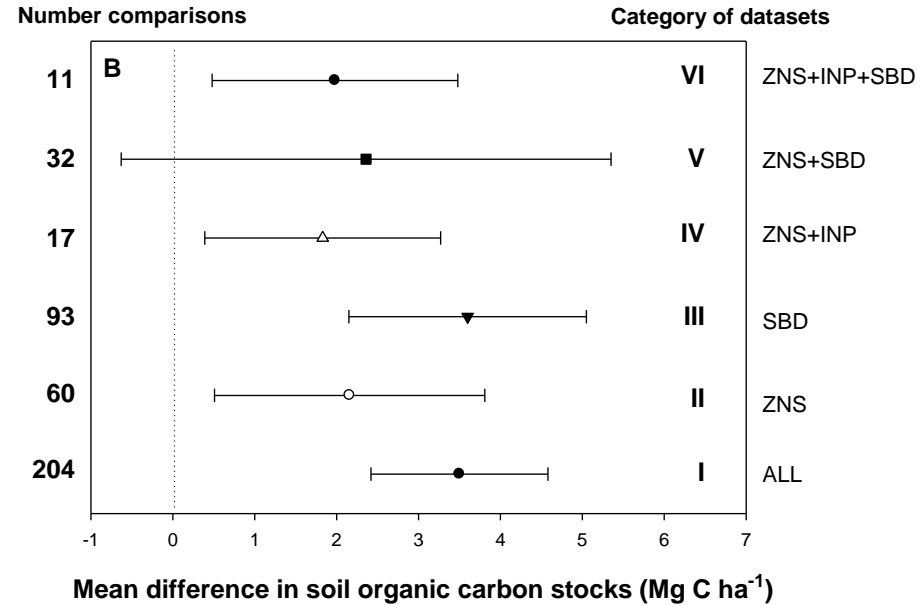
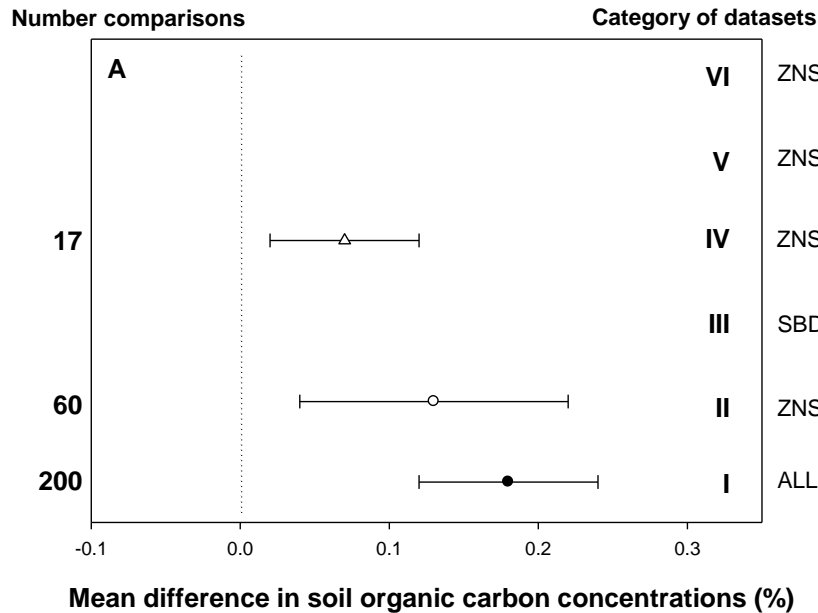
# Více uhlíku v ekologicky obhospodařovaných půdách?

zeměpisné rozložení srovnávacích studií



celosvětově 74 srovnávacích studií s až 211 srovnávanými dvojicemi

# Více uhlíku v ekologicky obhospodařovaných půdách?



**Vyšší koncentrace C ( $0,18 \pm 0,06$  % bodů Corg) a zásoba C ( $3,50 \pm 1,08$  t Corg ha<sup>-1</sup>) v ornici (0-20 cm) za ekologického obhospodařování.**





# Co ovlivňuje tyto rozdíly?

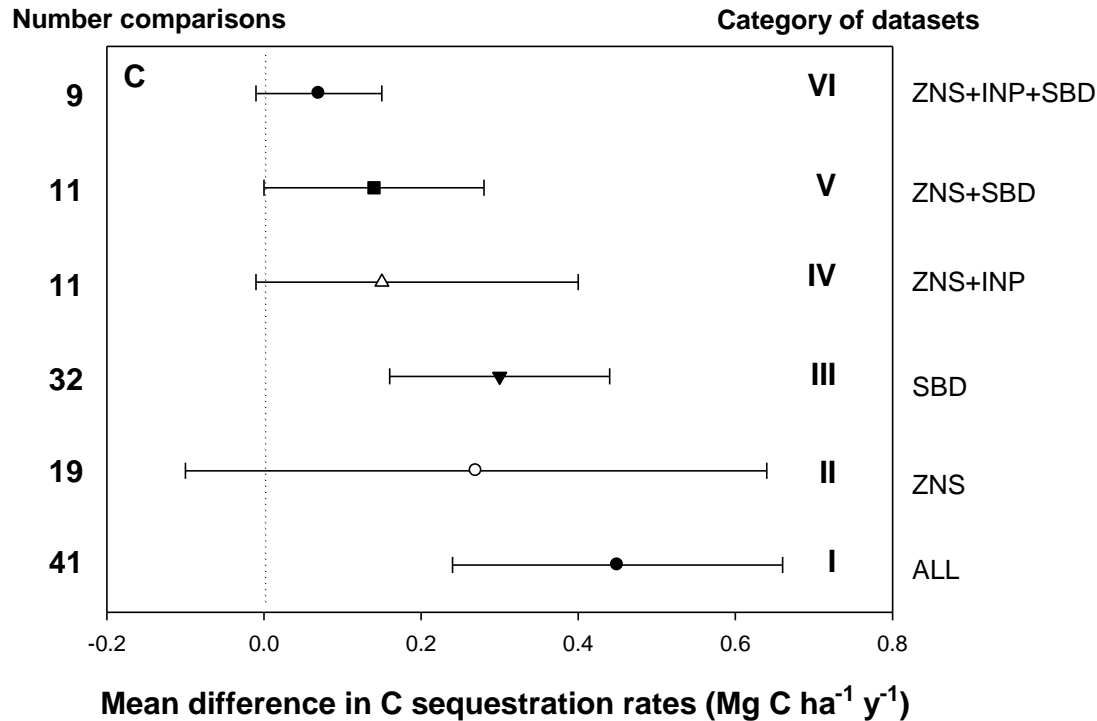
**Podle meta-analýzy nebyly identifikovány žádné průkazné činitele, jen tendence:**

- Management má větší účinek než půdně-klimatické stanovištní faktory jako teplota, srážky, obsah jílu v půdě.
- Vyšší zpětný přísun C v EZ (1.20 vs. 0.29 Mg C ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> )
- Vyšší frekvence pěstování hluboce kořenících vikvovitých píceň v EZ.

**= typické pro smíšené podniky**

**“Navzdory nižším výnosům je potřeba dodávat organickou hmotu pro udržení půdní úrodnosti vyšší v ekologických oproti konvenčním systémům produkce plodin. (Leithold et al., 2015).”**

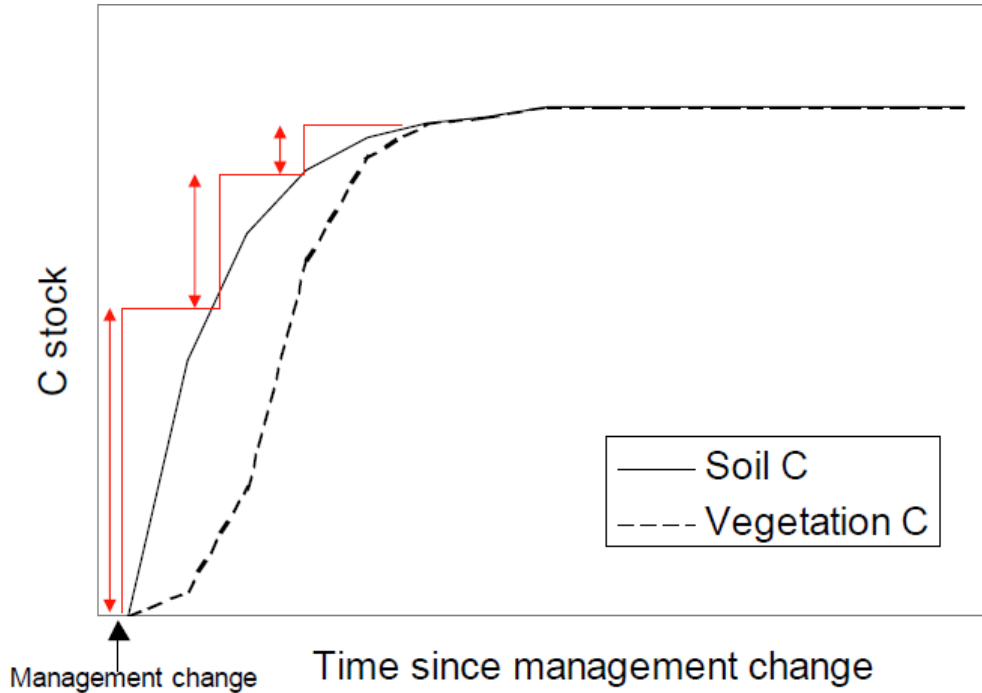
# Je možné ukládání uhlíku v ekologickém zemědělství?



**Ano, je to možné. Netto sekvestrace 450 kg C ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> pro všechny organ. obhospodařované půdy; potenciál je nižší u „systémů s nulovými vstupy“ (≤ 1.0 VDJ ha<sup>-1</sup>): 70 – 270 kg C ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>**



# Ukládání uhlíku a tvorba humusu jsou časově omezené!



nasycení sekvestrační funkce ~ 20-100 J.  
(Smith, 2004)

Duration	Difference in SOC contents			Difference in Stocks			Difference in Sequestration rates		
	%	p	n	Mg C ha <sup>-1</sup>	p	n	Mg C ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup>	p	n
<10 years	0.13 +/- 0.07	<0.0001	127	1.56 +/- 1.04	<0.001	128	0.84 +/- 0.46	<0.001	16
10 to 20 years	0.22 +/- 0.10	<0.0001	35	6.10 +/- 2.54	<0.0001	35	0.30 +/- 0.27	<0.01	14
> 20 years	0.29 +/- 0.13	<0.0001	38	7.74 +/- 3.26	<0.0001	41	0.11 +/- 0.16	>0.1	11

Gattinger et al., PNAS, 2012



# Ukládání uhlíku v EZ a jeho možné efekty

**Přechod na 100% EZ ze systémů s nulovými vstupy (= 1.38 Gha orné půdy) se sekvestrací C rychlostí 0.27 Mg C ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> ...**

- By vedl k sekvestraci 0.37 Gt (10<sup>9</sup> t) C za rok – globálně (0.03 Gt C v Evropě, 0.04 Gt C ve Spojených státech), započteno 3% současných celkových GHG emisí (2.3% v Evropě, 2.3% ve Spojených státech)
- By vyrovnal 25% současných emisí ze zemědělství (23% v Evropě, 36% ve Spojených státech), a rovnal by se průměrně 25% ročního mitigačního potenciálu zemědělství.
- Souhrnně by tak mitigace k roku 2030 přispěla 13% k celkovému snížení, potřebnému do 2030, abychom dosáhli cíle dva stupně od roku 2100 [56 Gt C globálně od 2010 do 2030 podle scénáře RCP2.6\*]

\*Representative Concentration Pathways, více viz:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Representative\\_Concentration\\_Pathways](https://en.wikipedia.org/wiki/Representative_Concentration_Pathways)

# Obsah

- › Východiska: klimatická změna a zemědělství
- › Užívání půdy a skleníkové plyny
- › Ukládání uhlíku v ekologickém zemědělství
- › Toky oxidu dusného a metanu v EZ
- › Závěry a perspektiva



# Emise N<sub>2</sub>O z půdy

## Proximální (přímé) faktory

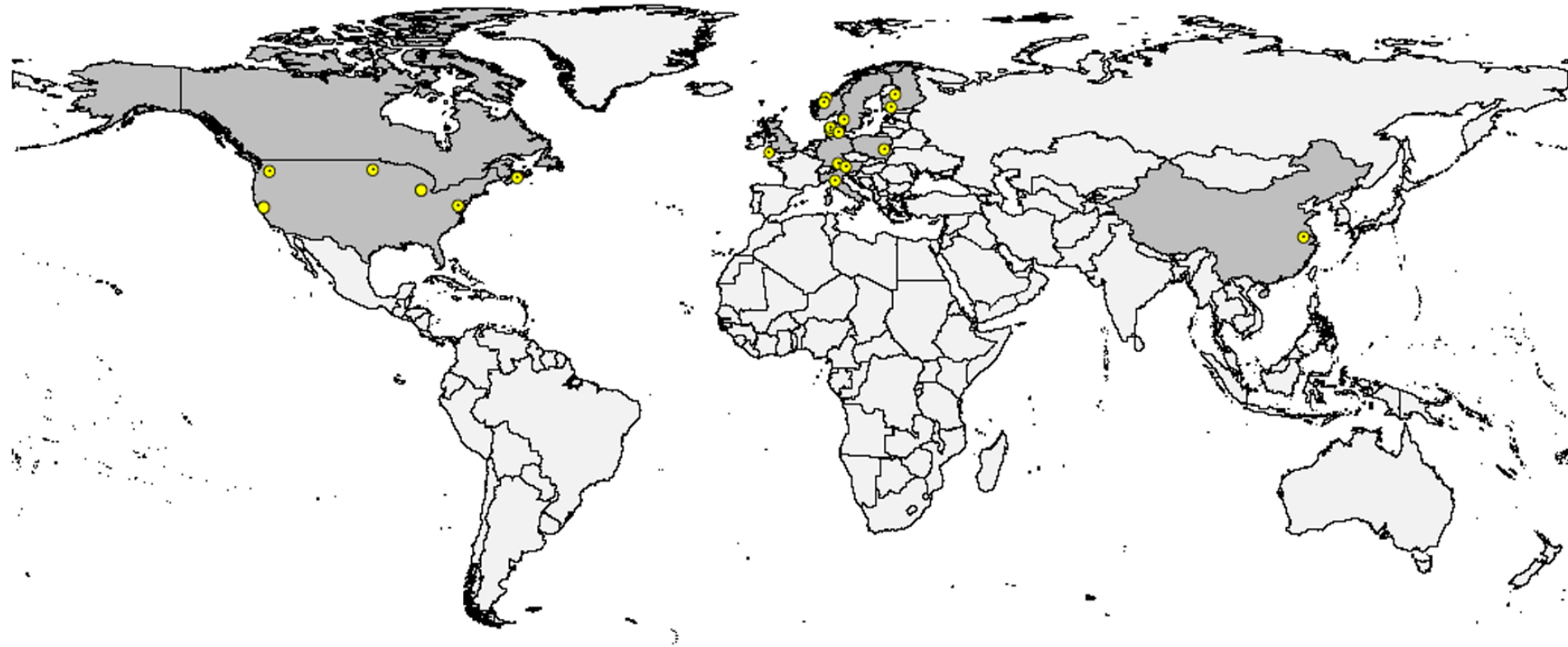
- › dostupnost nitrátového a amoniakálního N
- › obsah půdní vody <-> kyslíku
- › dostupnost uhlíku
- › hodnota pH

# Emise N<sub>2</sub>O z půdy

## Distální (nepřímé) faktory

- › **Klima:** teplota a srážky; cyklu mrazu a tání
- › **Půda:** půdní typ; textura (např. obsah jílu)
- › **Obhospodařování půdy:** intenzita a forma hnojení (1 kg N hnojiva způsobuje 0,3-3,0 kg N<sub>2</sub>O-N/ha (IPCC); zpracování půdy; vápnění (zábrana redukce N<sub>2</sub>O při nízkých hodnotách pH)

# Vyšší toky oxidu dusného a metanu v ekologických půdách?



18 srovnávacích studií, 98 srovnávacích párů

Skinner, Gattinger et al., STOTEN, 2014

# Průměrné rozdíly mezi emisemi N<sub>2</sub>O v přepočtu na plochu

Area-scaled GWP <sup>d</sup> N <sub>2</sub> O emissions						
Využití půdy		(kg CO <sub>2</sub> eq. ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )				
land-use		MD	CI <sup>b</sup>	p	studies	comp. <sup>c</sup>
all (annual) <sup>f</sup>	<b>celkově</b>	-492	160	0.00	12	70
arable	<b>orná p.</b>	-497	162	0.00	11	67
grassland	<b>TTP</b>	-1091	2531	0.40	2	3
rice-paddies	<b>rýžová pole</b>	-646	1040	0.22	1	3

<sup>b</sup> ± 95% confidence interval (CI), <sup>c</sup> comparisons,

<sup>d</sup> Greenhouse Warming Potential (GWP)

<sup>f</sup> all annual measurements excl. rice (arable & grassland)

**cca 0.5 t ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> méně CO<sub>2</sub> eq.  
z ekologicky obhospodařovaných půd**

# Průměrné rozdíly mezi emisemi N<sub>2</sub>O v přepočtu na výnos

Yield-scaled GWP <sup>d</sup> N <sub>2</sub> O emissions					
(kg CO <sub>2</sub> -eq. t <sup>-1</sup> DM)					
land-use	MD	CI <sup>b</sup>	p	studies	comp. <sup>c</sup>
all (annual) <sup>f</sup>	42.4	33.1	0.01	7	25
arable	41.1	34.2	0.02	6	23
grassland	45.6	190.3	0.64	2	2
rice-paddies	-25.4	49.2	0.31	1	3

<sup>b</sup> ± 95% confidence interval (CI), <sup>c</sup> comparisons,

<sup>d</sup> Greenhouse Warming Potential (GWP)

<sup>f</sup> all annual measurements excl. rice (arable & grassland)

**cca 0.05 t rok<sup>-1</sup> víc CO<sub>2</sub> z ekologicky obhospodařovaných půd.  
Bod zlomu: +9% větší výnos z ekologických polí.**

# Relativní výnosy EZ vs. konvenční (celosvětově)

Category of differentiation	n <sup>a</sup>	Relative yield (%)	Remarks
Overall	362	80	
Asia	22	89 a	Many from India, rest from five other countries
Central Europe	16	88 ac	Switzerland, Austria
Middle-East & North-Africa	14	85 ac	Incl. Turkey (7) and four other countries
North-America	126	84 ad	USA, Canada
Southern Europe	34	81 ab	European Mediterranean countries
Eastern Europe	18	80 ab	Post-communist economies, excl. Albania, Croatia
NW-Europe	78	73 bc	Germany, Denmark, Netherlands, GBR
Latin-America	8	73 ab	Vegetables (7), coffee (1)
Australia & New Zealand	12	73 bcd	
Northern Europe	34	70 b	Finland, Sweden, Norway
Netherlands & Denmark vs. rest	50 vs. 312	74 vs. 81	High external input countries. $P = 0.019$
Developing vs. developed countries	33 vs. 296	84 vs. 79	$P = 0.13$ (ns)
Tropical vs. non-tropical countries	29 vs. 327	86 vs. 80	$P = 0.12$ (ns)
Long-term vs. Short-term	66 vs. 249	84 vs. 80	Long = > 5 years. Short = 1–5 years. $P = 0.17$ (ns)
On-farm vs. trial	42 vs. 226	88 vs. 81	$P = 0.038$
On-farm statistics	59	76	

<sup>a</sup> Categories do not always add up to the total number of entries, as for some data it was uncertain to which category they belong. There may also be partial overlap of categories.

# Přechod z mokrého na suché pěstování rýže jako efektivní snižující opatření

land-use	CH <sub>4</sub> fluxes per acreage (kg CH <sub>4</sub> -C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )				GWP CH <sub>4</sub> fluxes per acreage (kg CO <sub>2</sub> -eq. ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )				
		Mean	SD	studies	treatments	Mean	SD	studies	treatments
arable	org	-0.61	0.13	3	3	-20.2	4.2	3	3
	non-org	-0.54	0.11		8	8			
rice-paddies	org	180.68	27.29	1	3	6023	910	1	3
	non-org	145.70	7.23		3	3			

land-use	N <sub>2</sub> O fluxes per acreage (kg N <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )				GWP <sup>c</sup> N <sub>2</sub> O fluxes per acreage (kg CO <sub>2</sub> -eq. ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )				
		Mean	SD	studies	treatments	Mean	SD	studies	treatments
all (annual) *	org	2.71	1.02	12	44	1270	476	12	44
	non-org	3.14	1.15		58	58			
arable	org	2.58	1.00	11	41	1209	470	11	41
	non-org	2.97	1.00		55	55			
grassland	org	3.22	0.85	2	3	1507	398	2	3
	non-org	5.64	2.52		3	3			
rice-paddies	org	0.89	0.16	1	3	418	76	1	3
	non-org	2.28	0.30		3	3			

# Další důsledek: zkvalitnění dat díky dalším polním měřením

- › Ve Švýcarsku dosud žádná srovnávací vyšetření
- › Motivace k provedení víceletého výzkumného projektu: Stanovení zdrojů a poklesů skleníkových plynů v orné půdě ve Švýcarsku (doktorandka Colin Skinner, financováno prostřednictvím BAFU a BLW)
- › Pokus DOK jako výzkumná platforma

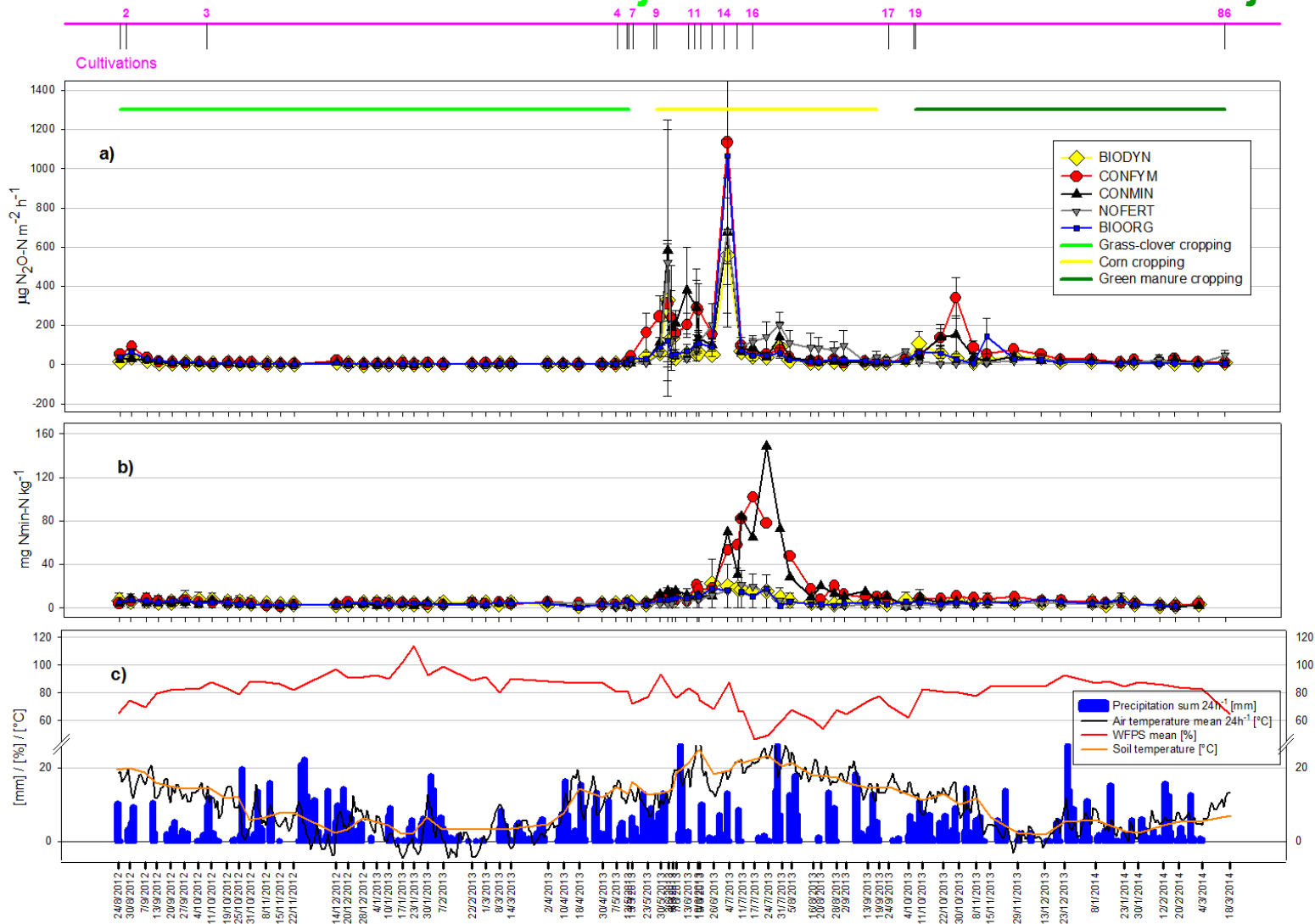




# Polní odběr vzorků plynu

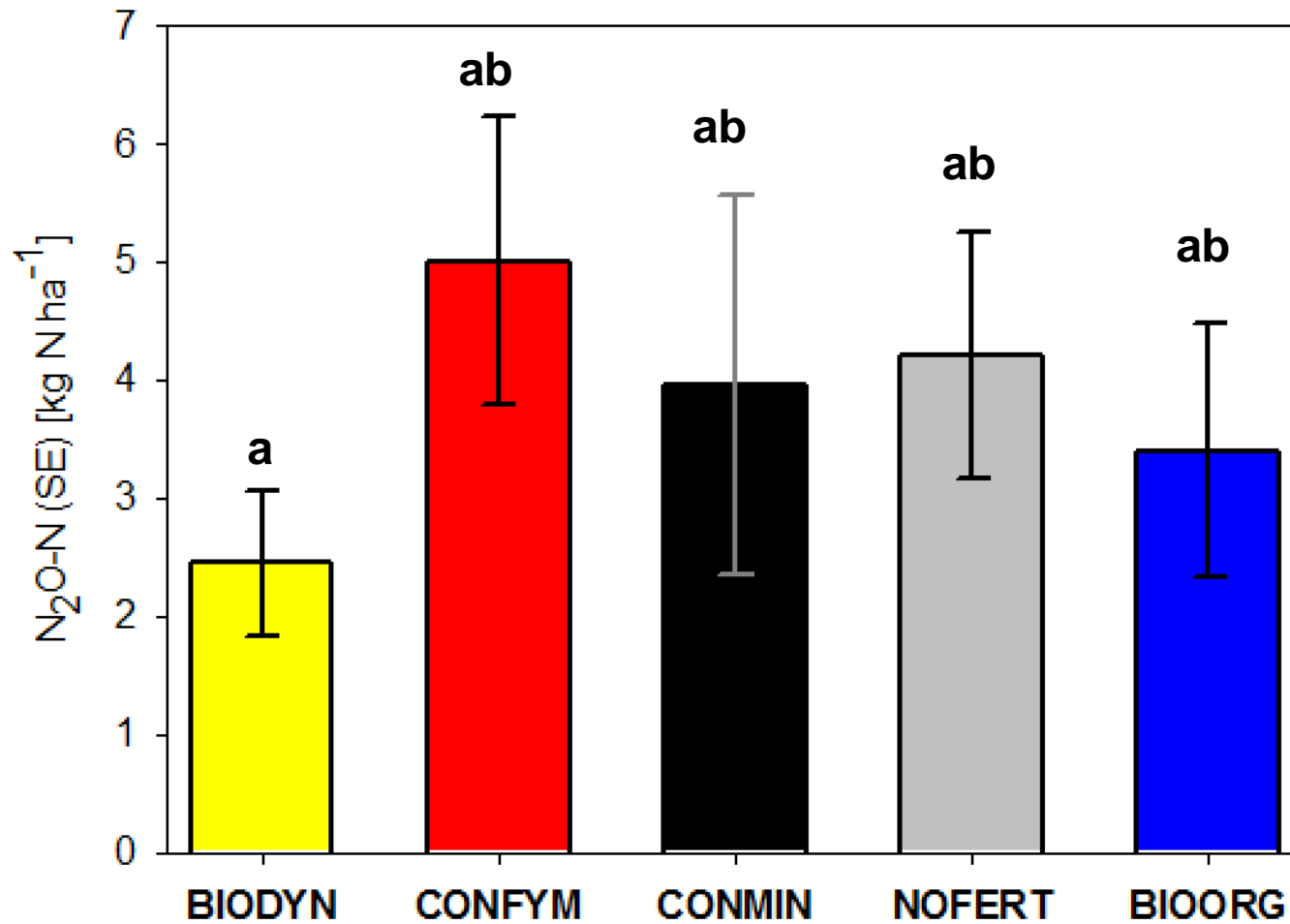


# Časová řada toků oxidu dusného **jetelotráva-kukuřice-zelené hnojení** (přehled)



Lachgasflüsse unter Kunstwiese, Mais und Gründünger im DOK-Versuch vom 24.8.2012 bis 18.3.2014. Die Zeitpunkte der Kulturmassnahmen werden am "Cultivations" Balken über der Abbildung angezeigt. Zugunsten der Lesbarkeit wurde auf eine durchgehende Nummerierung verzichtet. Eine vollständige Legende wird in Tabelle 1 gegeben. Panel a) Lachgasflüsse im Zeitverlauf – die horizontalen Balken oben markieren die Kulturen, Lücken sind Brachen. Panel b) Nmin Gehalte in der obersten (0 – 20cm) Bodenschicht. Panel c) Wassergefülltes Porenvolumen (WFPS), Bodentemperatur, Niederschläge und Lufttemperatur. Zuunserst sind die Daten der Probenahmen angegeben.

# Kumulativní emise N<sub>2</sub>O v kukuřici, přepočteno na plochu



Fertilizer N  
(kg N ha<sup>-1</sup>)

143

335

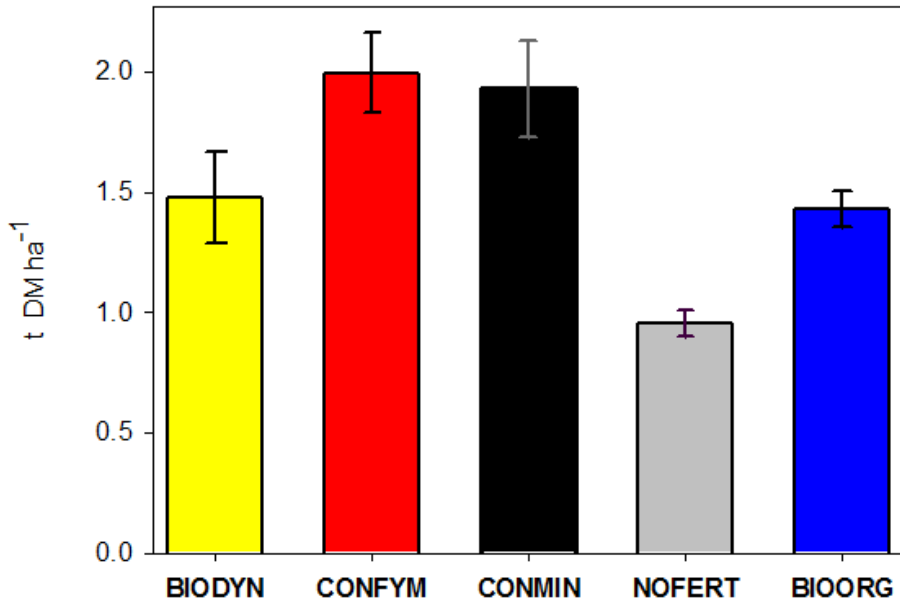
170

0

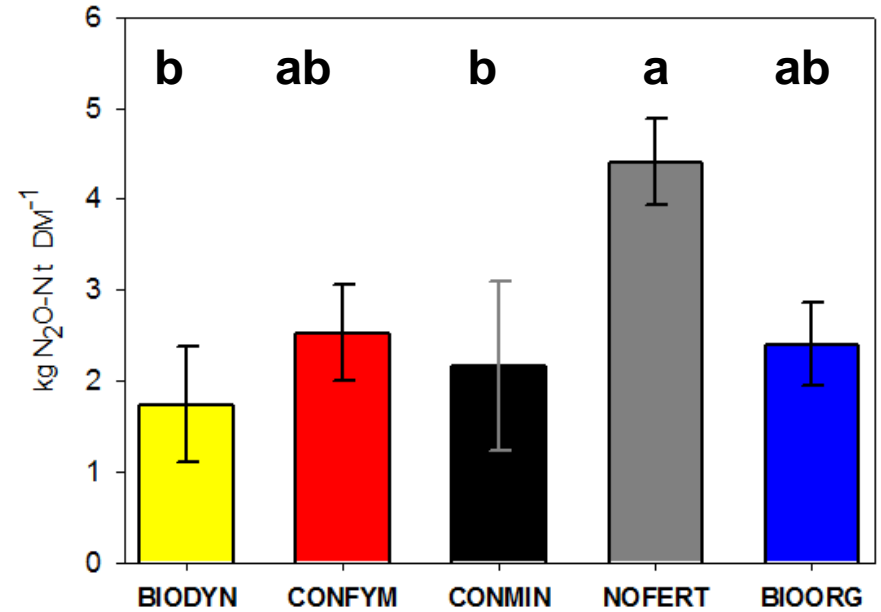
182

# Kumulativní emise N<sub>2</sub>O v kukuřici, přepočteno na výnos

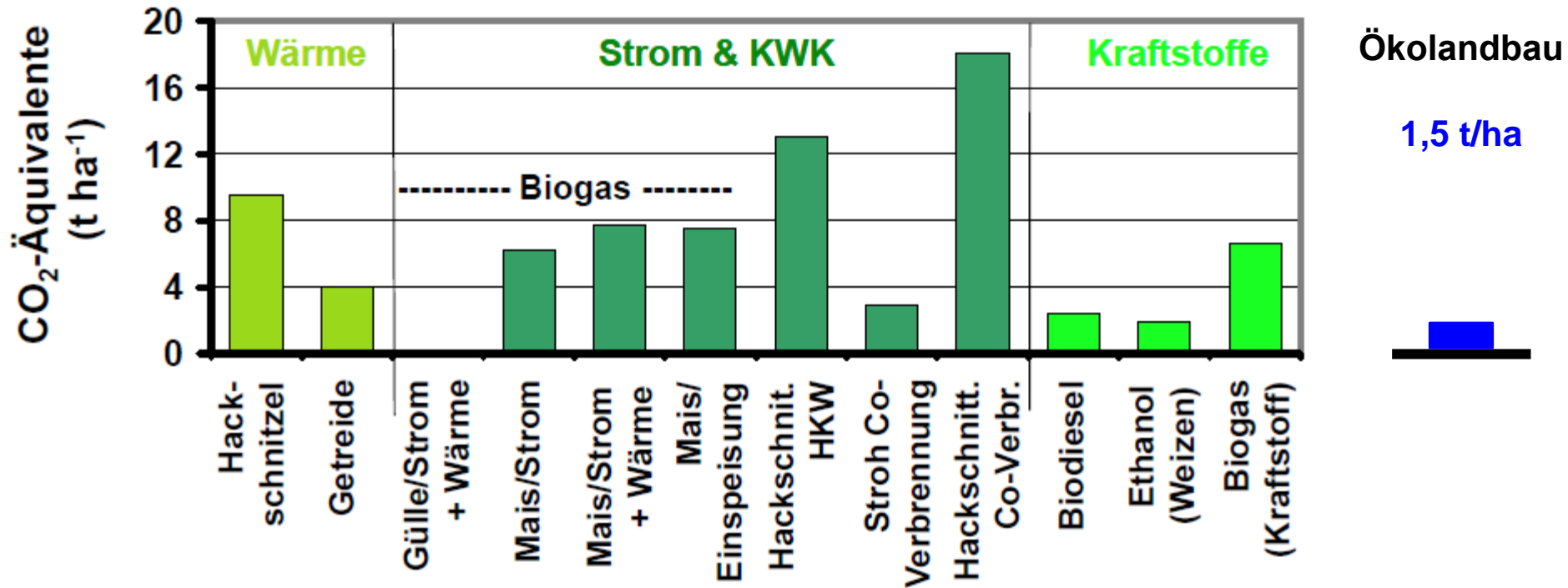
## Maize yields



## Yield-scaled emissions



# Úspory CO<sub>2</sub> pomocí bioenergie nebo ekologického zemědělství



➤ Flächeneffizienz: 2 – 18 t CO<sub>2</sub>-Äquiv. ha<sup>-1</sup>

# Obsah

- › Východiska: klimatická změna a zemědělství
- › Užívání půdy a skleníkové plyny
- › Ukládání uhlíků v ekologickém zemědělství
- › Toky oxidu dusného a metanu v EZ
- › Závěry a perspektiva

# Závěry

- › **Ekologicky obhospodařované půdy vykazují vyšší obsah a zásobu C, jakož i průkazné zpětné vázání CO<sub>2</sub> z atmosféry. Faktory (metaanalýza): význam má intenzita organického hnojení a pěstování vikvovitých píceňin (= smíšené podniky)**
- › **Nižší emise N<sub>2</sub>O z půdy v EZ v přepočtu na plochu, avšak vyšší v přepočtu na výnos. Emise N<sub>2</sub>O jsou zde obtížněji předvídatelné.**
- › **Nejsou zjistitelné prokazatelné rozdíly v emisích N<sub>2</sub>O mezi redukováným a konvenčním zpracováním půdy.**
- › **Výstavba humusu je zdrojem velkého potenciálu snížení emisí skleníkových plynů, je však časově omezená a neměla by nikdy probíhat bez snížení půdních toků N<sub>2</sub>O.**

# Co je nejefektivnější v mitigaci skleníkových plynů v produkci na orné půdě?

## Nové myšlenky....

- › **Přechod u produkce rýže z mokré varianty na suchou** (snížení 4.0 Mg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>; Skinner et al. 2014)
- › **Znovuoživení zemědělských půd** (uložení 10.0 Mg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>; Freibauer et al., 2004), *omezené zemědělské využití*
- › **Sekvestrace uhlíku konverzí na EZ** (uložení 1.7 Mg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>; Gattinger et al., 2012), *není nepřetržité, menší výnosy*
- › **Sekvestrace uhlíku využitím redukováného zpracování půdy** (uložení až 1.0 Mg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>) *není nepřetržité*
- › **Mitigace N<sub>2</sub>O konverzí na EZ** (uložení 0.5 Mg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>; Gattinger et al., 2012), *menší výnosy*
- › **Mitigace N<sub>2</sub>O přesným hnojením** (uložení až 30%; Sehy et al., 2003)
- › **Poutání uhlíku, zmírňování produkce N<sub>2</sub>O a CH<sub>4</sub> přechod na EZ: žádná rýžová pole (mokrý variant) + redukované zpracování půdy + přesné hnojení + biouhel...?**



# Perspektiva



# DEMONSTRATION FARMS

SOLMACC farms are situated in different EU climatic regions and represent typical farm types in their respective countries.



# CLIMATE-FRIENDLY PRACTICES

## ON-FARM NUTRIENT RECYCLING

Nutrient loss from farms will be countered by composting plant residues and animal manure. Composted material releases less GHG than openly stored manure, while its application to farmland improves soil structure and fertility. Biogas production from liquid animal waste as well as silage preparation for fertilisation will also be monitored for their positive climate effects.

## CROP ROTATIONS

Diverse crop rotations with forage legumes favour soil fertility, pest management and nitrogen fixation in the soil. The establishment of greater cooperation between livestock and stockless farms, by exchanging fodder for manure, will benefit both parties.

## REDUCED TILLAGE

In combination with adapted machinery reduced tillage can decrease GHG emissions. Diminishing the intensity or depth of ploughing reduces the use of fossil fuels and increases carbon stocks in the soil. It also improves nutrient cycling, reduces soil erosion and nutrient run-off.

## AGROFORESTRY

Combining trees, crops and livestock in one agricultural system contributes to carbon sequestration in above- and below-ground vegetation. The trees in the cropping system help protect against soil erosion and severe climate conditions.

Close scientific monitoring will show how these practices can assist organic farmers to mitigate and adapt to climate change, as well as highlight the economic feasibility and technical needs.



# Literatura

1. de Ponti, T., Rijk, B., van Ittersum, M.K., 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108, 1-9.
2. Esperschütz, J., Gattinger, A., Mäder, P., Schloter, M., Fließbach, A., 2007. Response of soil microbial biomass and community structures to conventional and organic farming systems under identical crop rotations. *FEMS Microbiology Ecology* 61, 26-37.
3. Freibauer, A., Rounsevell, M.D.A., Smith, P., Verhagen, J., 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma* 122, 1-23.
4. Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fließbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., El-Hage Scialabba, N., Niggli, U., 2013. Reply to Leifeld et al.: Enhanced top soil carbon stocks under organic farming is not equated with climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, E985.
5. Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fließbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N.E.-H., Niggli, U., 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 18226-18231.
6. Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U., 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697.
7. Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sorlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475.
8. Schulz, F., Brock, C., Schmidt, H., Franz, K.-P., Leithold, G., 2013. Development of soil organic matter stocks under different farm types and tillage systems in the Organic Arable Farming Experiment Gladbacherhof. *Archives of Agronomy and Soil Science* 60, 313-326.
9. Sehy, U., Ruser, R., Munch, J.C., 2003. Nitrous oxide fluxes from maize fields: relationship to yield, site-specific fertilization, and soil conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 99, 97-111.
10. Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J.A., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485, 229-232.
11. Skinner, C., Gattinger, A., Muller, A., Mäder, P., Fließbach, A., Stolze, M., Ruser, R., Niggli, U., 2014. Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — A global meta-analysis. *Science of The Total Environment* 468–469, 553-563.
12. Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenkov, V., Schneider, U., Towprayoon, S., Wattenbach, M., Smith, J., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363, 789-813.



A photograph of two young children standing in a field of tall sunflowers. The child in the foreground is wearing a purple shirt and light-colored pants, holding a wooden-handled shovel. The child behind them is wearing a red shirt. The sunflowers are in various stages of bloom, with bright yellow heads and green leaves. The ground is brown soil with some green plants in the foreground.

**Děkuji za pozornost!**

**Další informace:**

**<http://www.fibl.org/de/themen/klima.html>**

**<http://www.solmacc.eu>**