

Treibhausgasemissionen aus organischen Böden im deutschen Treibhausgasinventar

Bärbel Tiemeyer¹ · Annette Freibauer^{1,2} · Elisa Albiac Borraz³ · Jürgen Augustin³ · Michel Bechtold^{1,4} · Sascha Beetz⁵ · Colja Beyer⁶ · Matthias Drösler⁷ · Martin Ebli⁸ · Tim Eickenscheidt⁷ · Sabine Fiedler^{8,9} · Christoph Förster⁷ · Andreas Gensior¹ · Michael Giebels³ · Stephan Glatzel^{5,10} · Jan Heinichen⁷ · Mathias Hoffmann³ · Heinrich Höper⁶ · Gerald Jurasinski⁵ · Andreas Laggner¹ · Katharina Leiber-Sauheitl^{1,11} · Mandy Pechl-Brak⁹ · Wolfgang Stümer¹² · Thomas Riedel¹²

¹ Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig

² Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

³ Institut für Landschaftsbiogeochemie, ZALF, Müncheberg

⁴ KU Leuven, Department of Computer Sciences, Scientific Computing Research Group, Heverlee, Belgium

⁵ Landschaftsökologie und Standortkunde, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock

⁶ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover

⁷ Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising

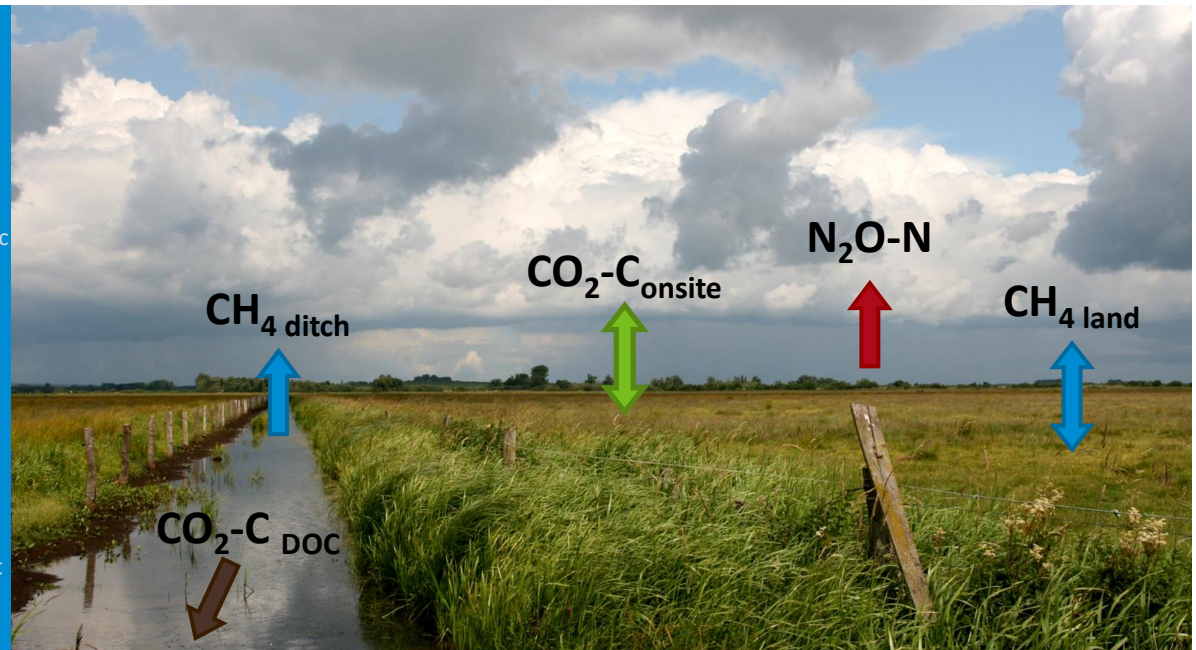
⁸ Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

⁹ Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim

¹⁰ Fakultät für Geowissenschaften, Geographie, Astronomie, Universität Wien

¹¹ Institut für Bodenkunde, Leibniz Universität Hannover

¹² Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde



Entwässerte Moore: Hotspot für THG-Emissionen!

- Weltweit verbreitet → Sackung und hohe CO₂-Emissionen (Tubiello *et al.*, 2016: 0,21 Gt C a⁻¹)
- Weitere negative Auswirkungen: Verlust an Biodiversität, Probleme Wasserqualität (Stickstoff, DOC), hohe Kosten durch Infrastrukturschäden ...
- Moorbrände



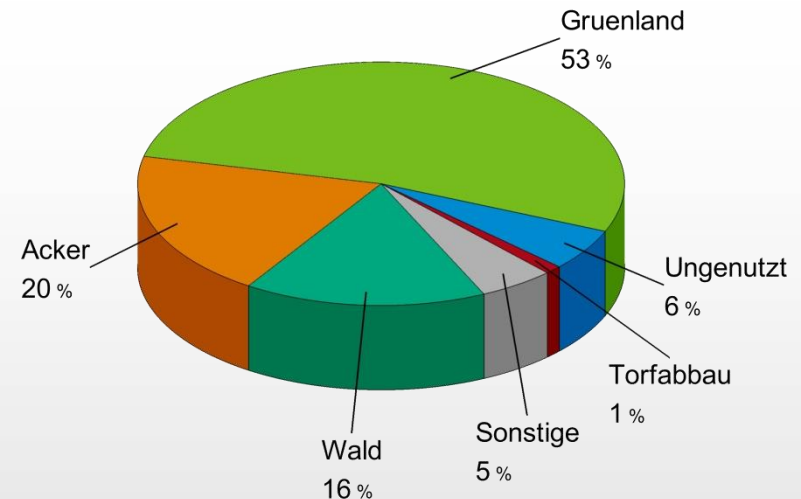
(Photo: http://www.esa.int/esaKIDSen/SEMWOR9ATME_Earth_1.html)



(Photo Holme Post:
[wikipedia.org](https://en.wikipedia.org))

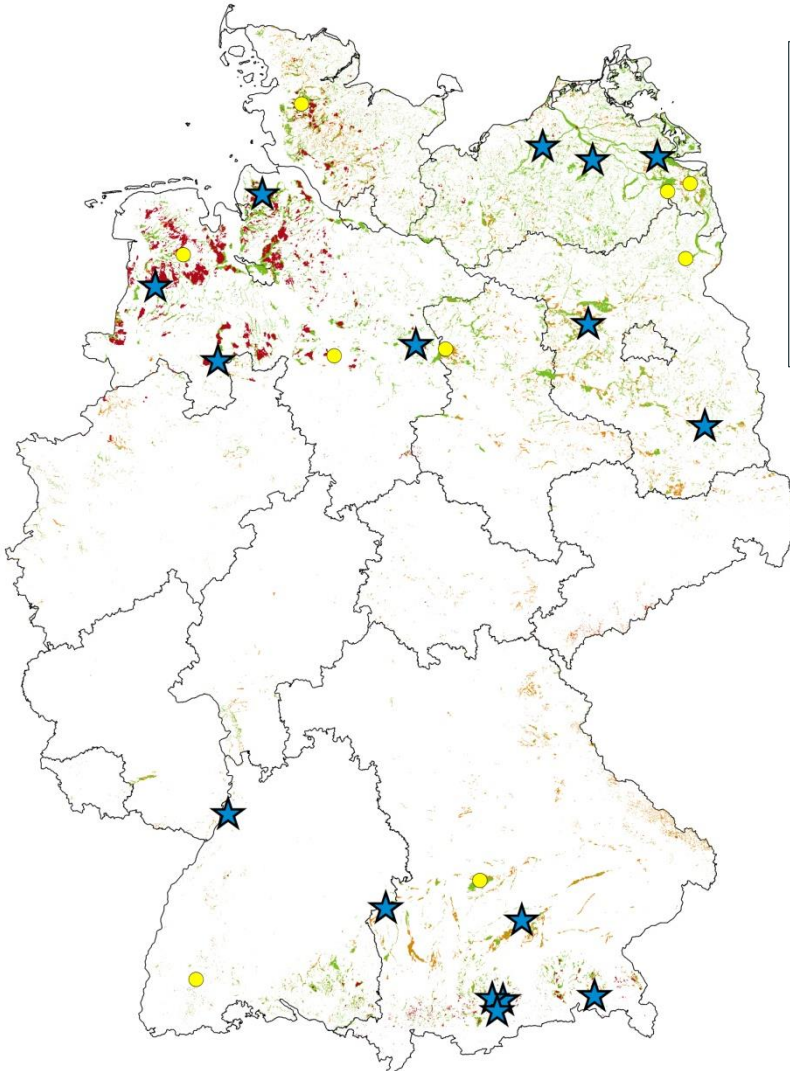
Organische Böden im dt. Treibhausgasinventar

- Hohe Emissionen von CO₂ und N₂O aus entwässerten organischen Böden
 - ca. 40% der Emissionen aus Landwirtschaft und LULUCF von ca. 8% der landwirtschaftlichen Nutzfläche
 - ca. 4.5 % der gesamten deutschen THG-Emissionen → „key sources“
- ➔ Berichterstattung konsistent mit dem “Wetland Supplement” (IPCC, 2014)
- ➔ zukünftig auch Anrechnung von “grassland management” und evtl. “drainage and rewetting”.



Daten: NIR 2015

THG-Daten und Standorteigenschaften



- Hochmoortorf
- Niedermoortorf
- Sonstige SOC-reiche Böden
- ★ Projektstandorte
- Zusätzliche Daten

THG
CO ₂
N ₂ O
CH ₄



Parameter	Value
Paraz	Min
Mitt	-1,42 m
Grü	0,20 m
Torf	45 g kg
SOC	3,3
pH	8,4
C:N	10
N-D	

© B. Schemschat

Karte Organischer Böden: Roßkopf et al. (2015); Zusätzliche Daten: Buchen et al. (2017), Leppelt et al. (2014), Poyda et al. (2016)

Messung der THG-Emissionen



Kontinuierliche T-Daten

Kontinuierliche PAR-Daten

Jahresmodell
 $\text{NEE} = \text{GPP} + R_{\text{eco}}$

Biomasseexport
 Organischer Dünger

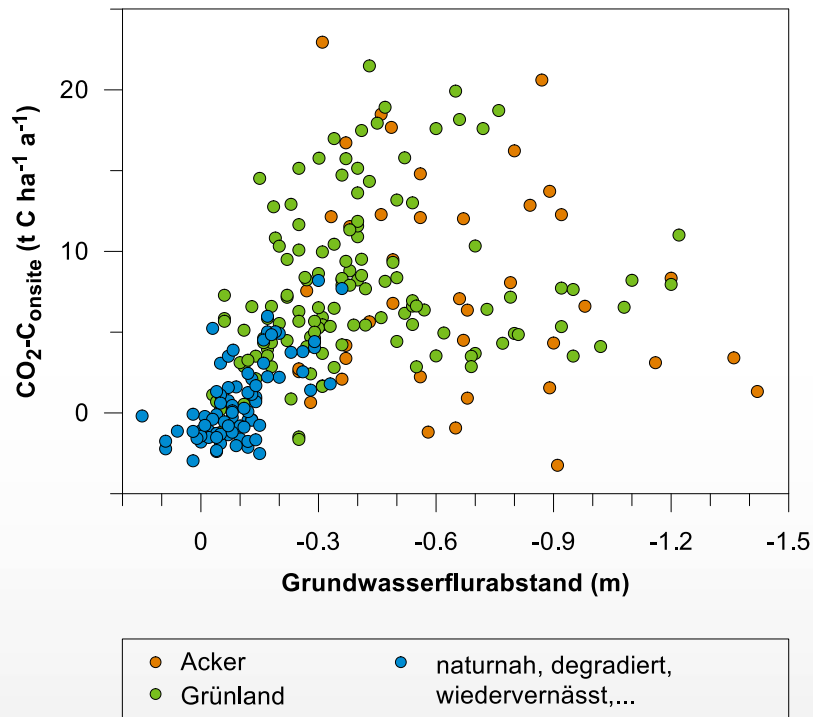
N_2O
 CH_4

THG Bilanz

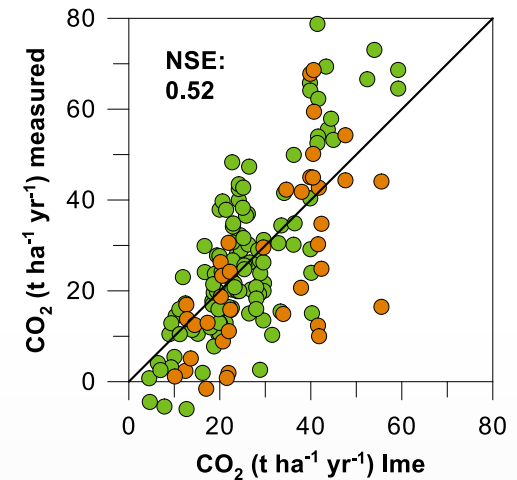
Details: e.g Drösler (2005), Michaelis-Menten (1913), Lloyd-Taylor (1994), Falge et al. (2011), Hoffmann et al. (2015), Leiber-Sauheitl et al. (2014)



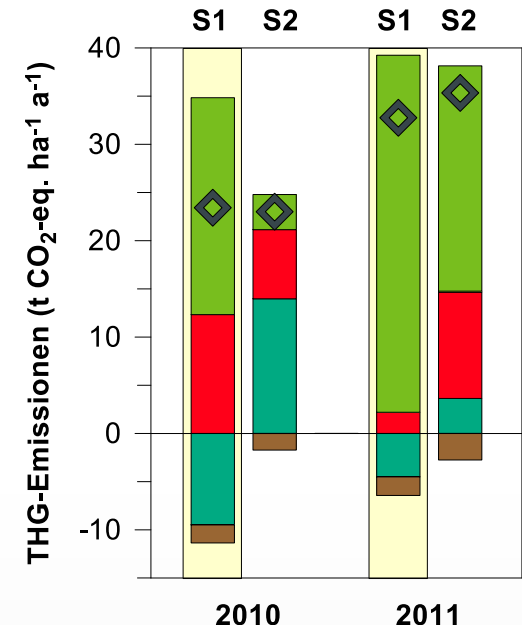
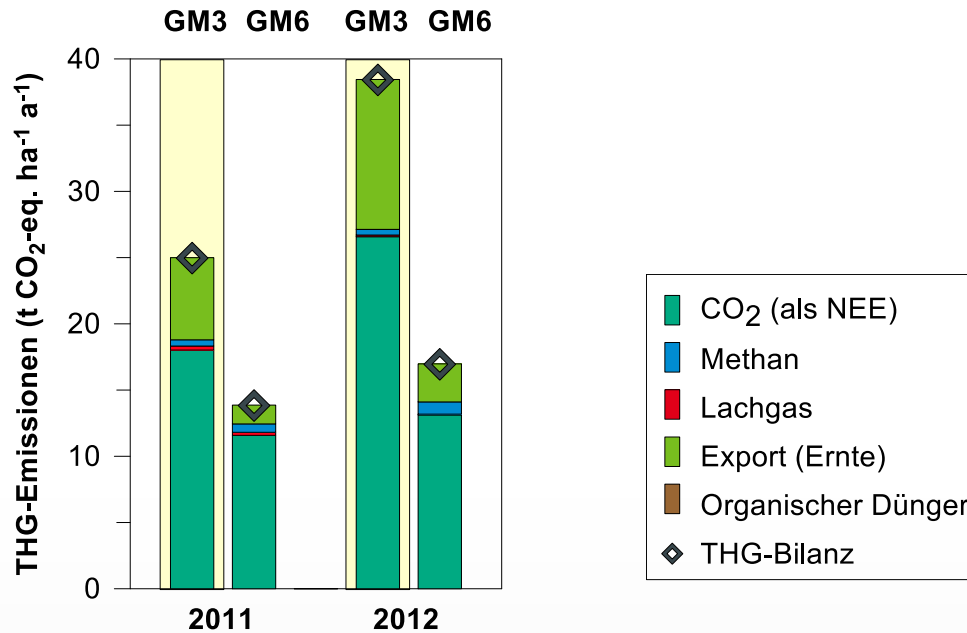
CO₂-Emissionen, Grundwasserstand und Landnutzung



LME
➔



Torf-Sand-Mischungen und Sanddeckkulturen

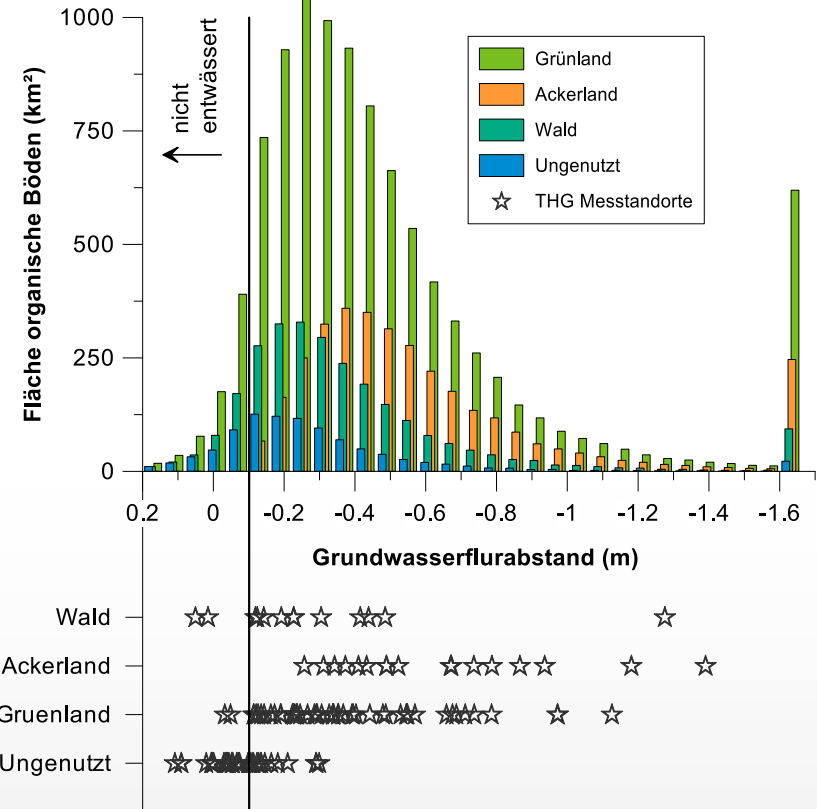
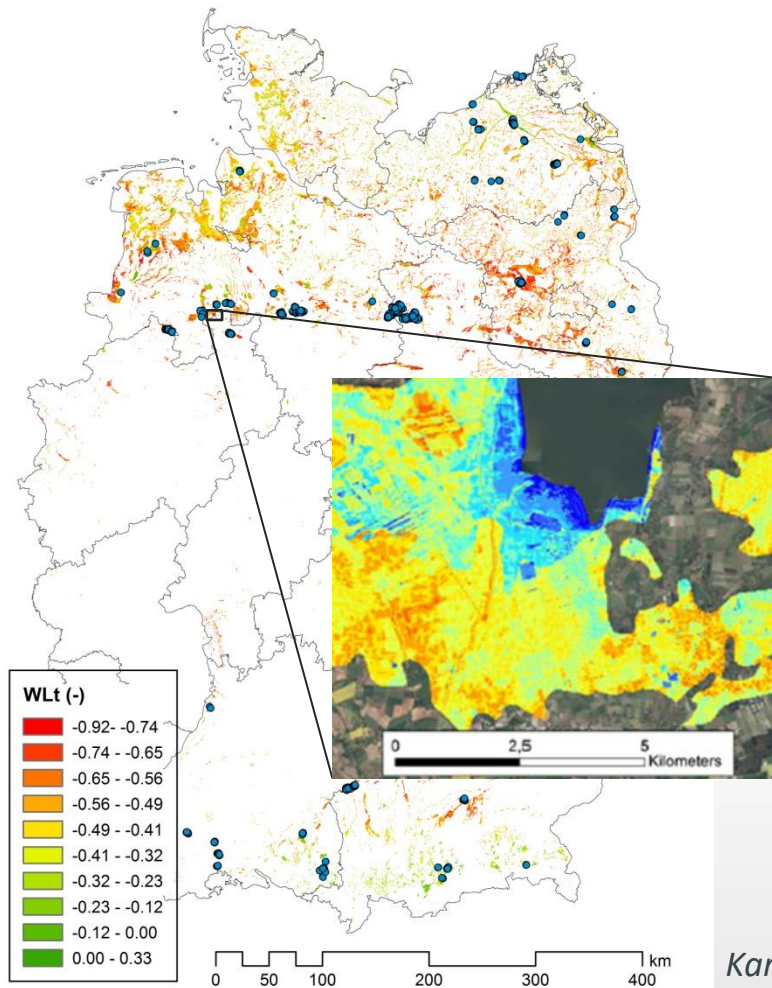


Parameter	GM3	GM6
Nutzung	Mähweide	Mähweide
WT _{Sommer}	0,27 m	0,26 m
C _{org} (0-0.20 m)	9,3 %	47,7 %
C Stock (0-20 cm)	18 kg m ⁻²	27 kg m ⁻²
N _{air}	0,73 kg m ⁻²	0,82 kg m ⁻²
N-Düngung	0	0

- **Zusammenhänge zwischen CO₂-Emissionen und Grundwasserstand stark standortabhängig**
- **Belüfteter Stickstoff-Vorrat und Wasserstandsdynamik erklären einen Teil der Unterschiede zwischen Standorten (Tiemeyer et al., 2016)**
- **Keine systematischen Unterschiede zwischen Acker und Grünland**
- **Keine systematischen Unterschiede zwischen „echten“ Torfen und sehr stark veränderten organischen Böden**

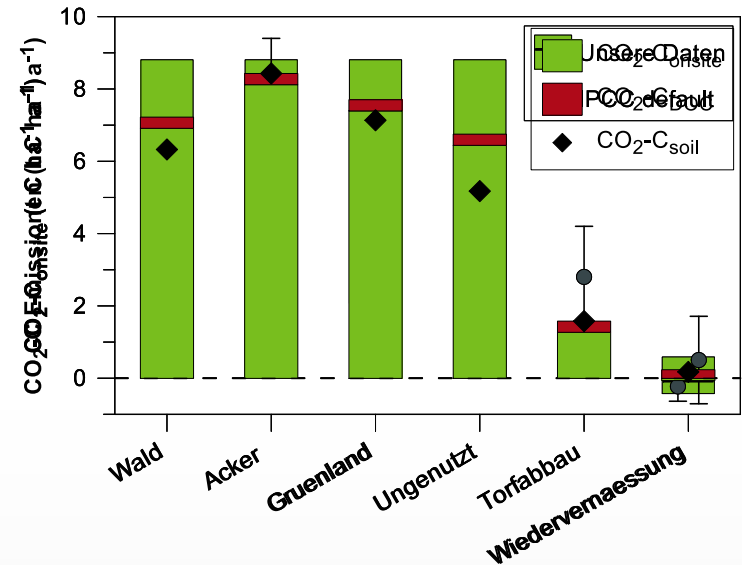
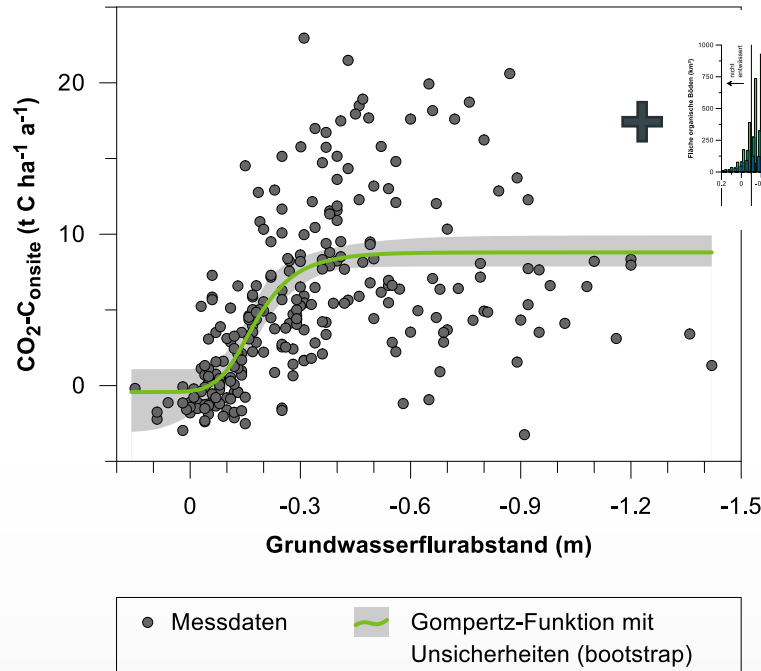


Grundwasserstände in organischen Böden



Karte: Bechtold et al., 2014 HESS

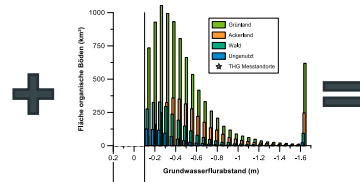
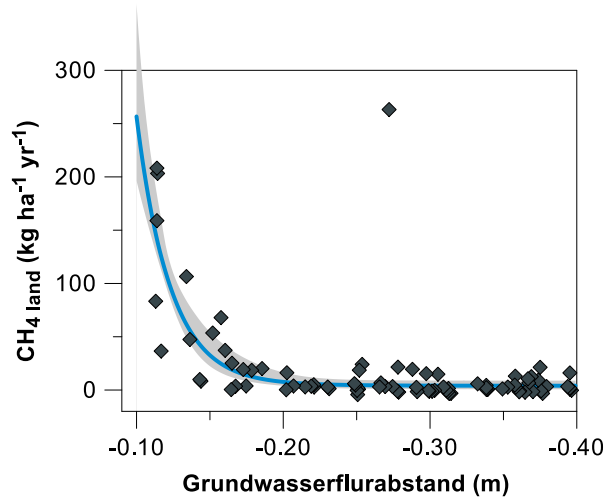
Responsefunktion & Emissionsfaktoren CO₂



$$\text{CO}_2\text{-C}_{\text{soil, LUcat}} = (\text{CO}_2\text{-C}_{\text{onsite, LUcat}} + \text{CO}_2\text{-C}_{\text{DOC, LUcat}}) \times (1 - \text{frac}_{\text{wet, LUcat}})$$

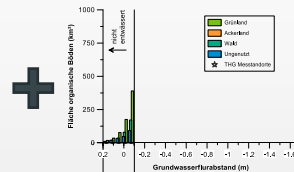
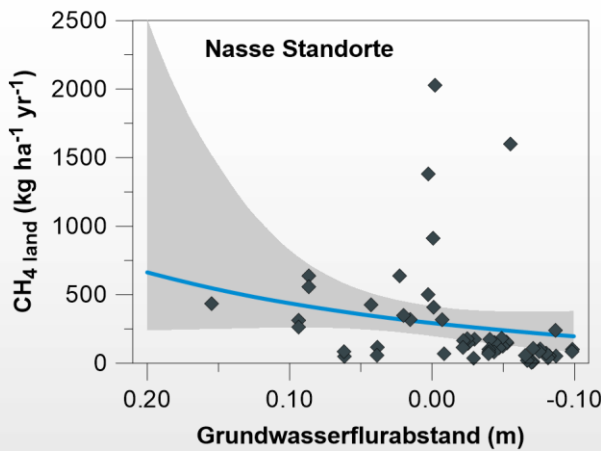
CO₂-C_{DOC}: Wetlands Supplement (IPCC, 2014)

Responsefunktionen & Emissionsfaktoren CH₄



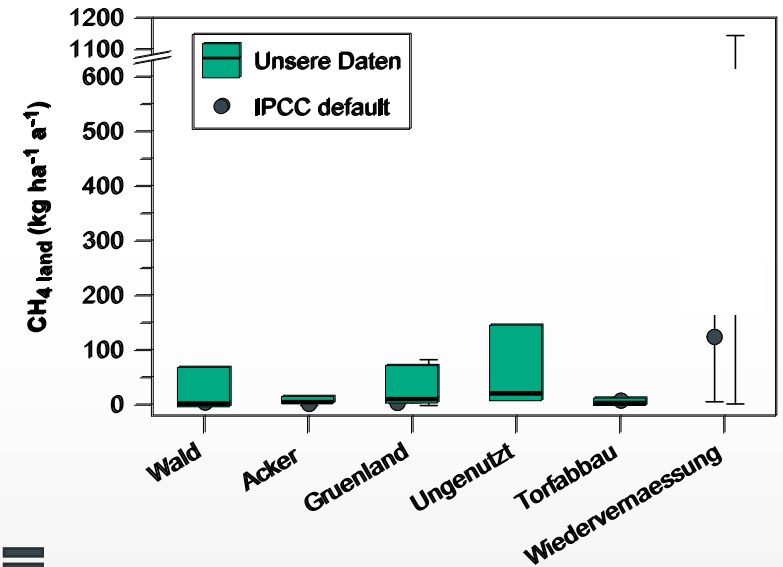
+

=



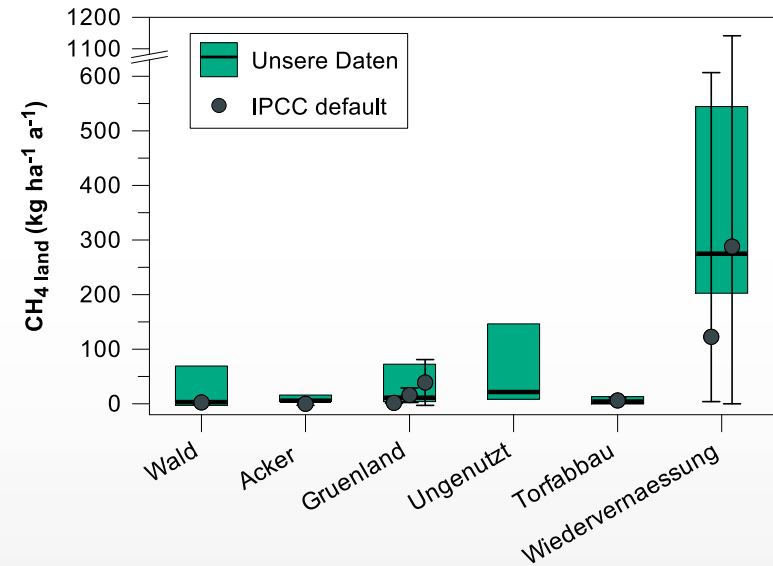
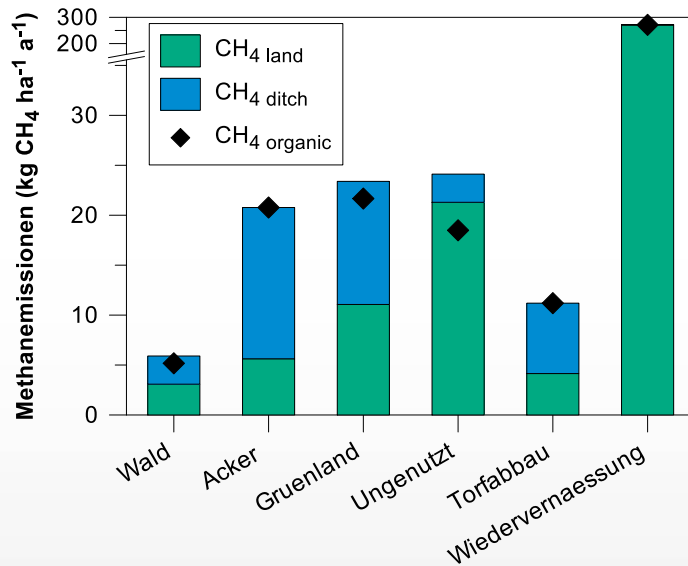
+

=



Responsefunktionen & Emissionsfaktoren CH₄

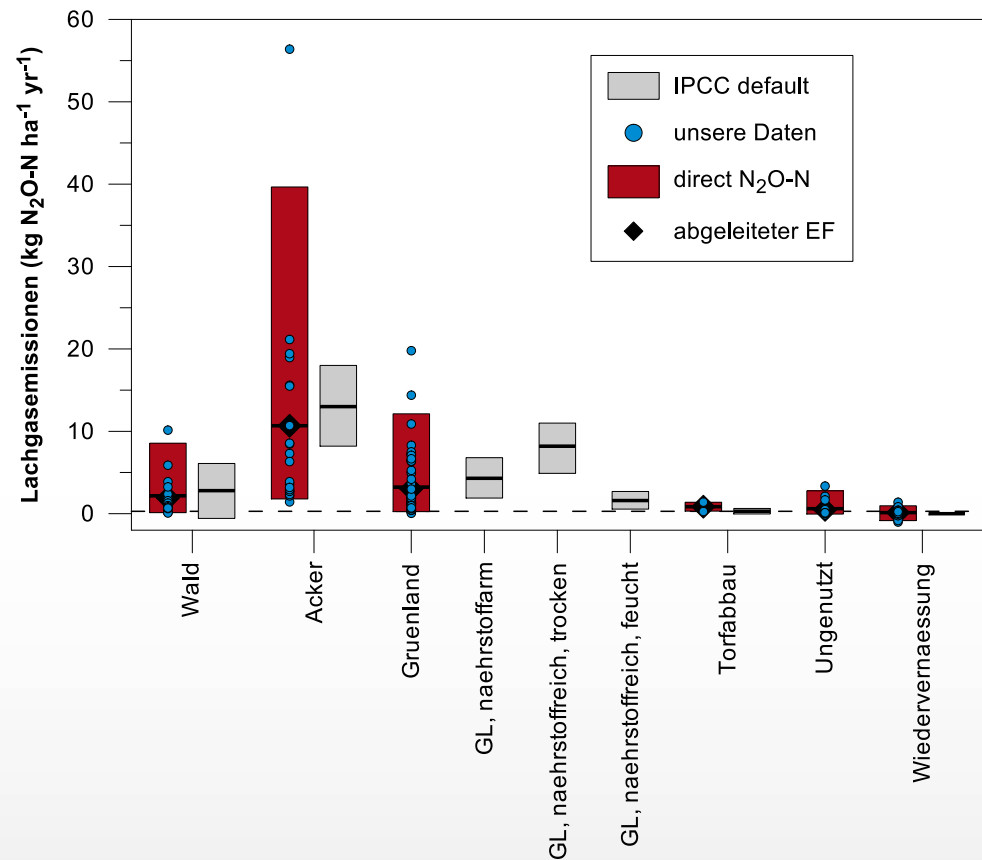
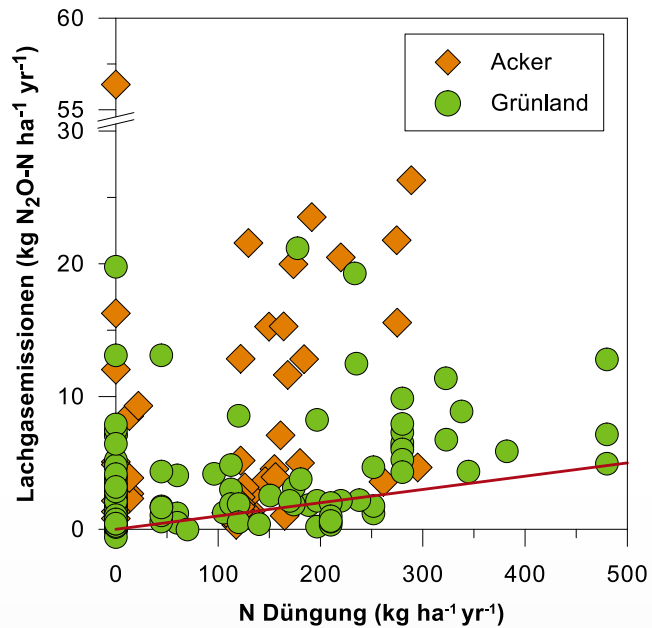
$$\text{CH}_4 \text{ organic, LUcat} = (\text{CH}_4 \text{ land, LUcat} \times (1 - \text{frac}_{\text{ditch}}) + \text{CH}_4 \text{ ditch, LUcat} \times \text{frac}_{\text{ditch}}) \times (1 - \text{frac}_{\text{wet, LUcat}})$$



$\text{CH}_4 \text{ ditch}$: Wetlands Supplement (IPCC, 2014)

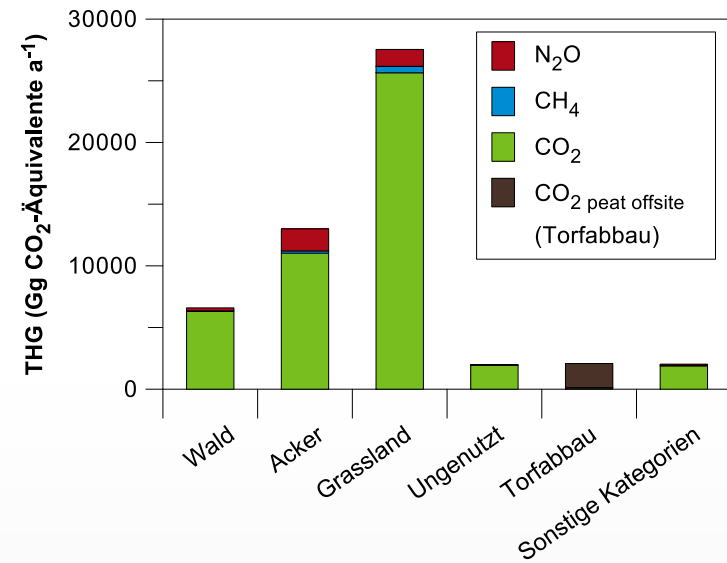
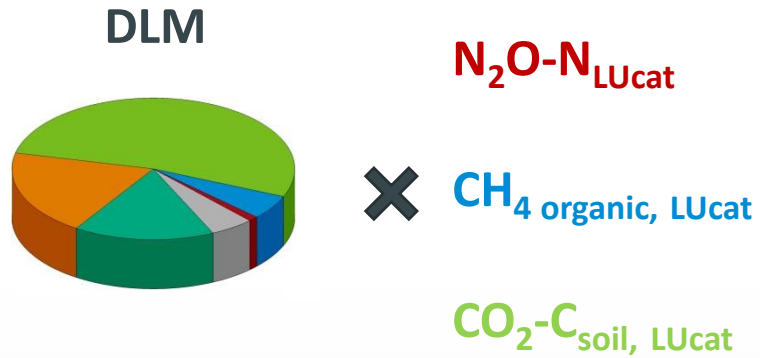
$\text{frac}_{\text{ditch}}$: ATKIS-BasisDLM (AdV, 2014)

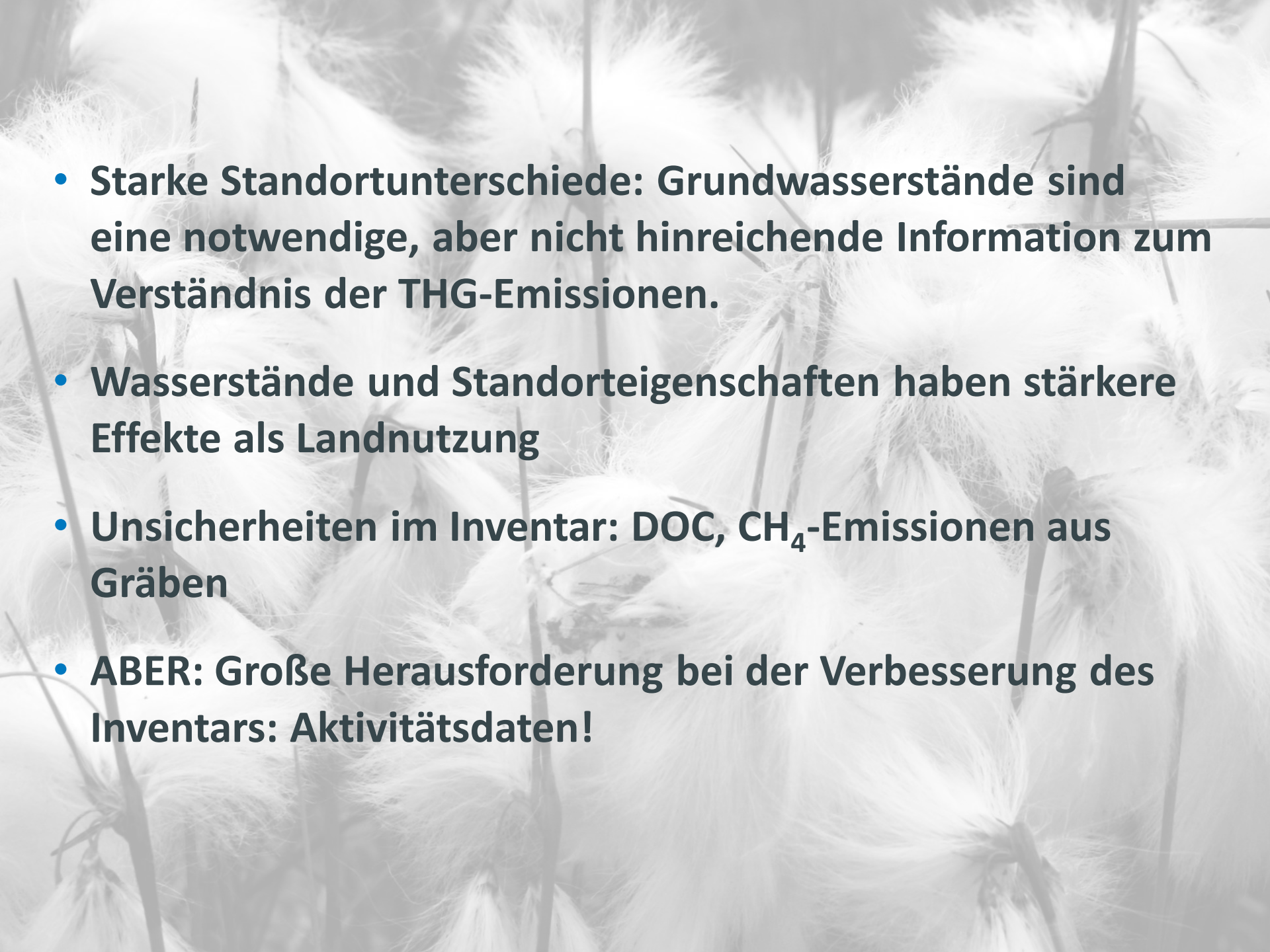
Daten und Emissionsfaktoren N₂O



$$N_2O-N_{LUcat} = \text{direct } N_2O-N_{LUcat} \times (1 - \text{frac}_{\text{wet}, LUcat})$$

THG-Emissionen aus dt. organischen Böden



- 
- **Starke Standortunterschiede: Grundwasserstände sind eine notwendige, aber nicht hinreichende Information zum Verständnis der THG-Emissionen.**
 - **Wasserstände und Standorteigenschaften haben stärkere Effekte als Landnutzung**
 - **Unsicherheiten im Inventar: DOC, CH₄-Emissionen aus Gräben**
 - **ABER: Große Herausforderung bei der Verbesserung des Inventars: Aktivitätsdaten!**

Vielen Dank!



Die Projekte "Klimaschutz durch Moorschutz" und "Organische Böden in der Emissionsberichterstattung" wurden durch das BMBF und das Thünen-Institut finanziert.