

Moore – Schlüsselkomponenten im System Luft-Pflanze-Boden-Wasser

Stephan Glatzel

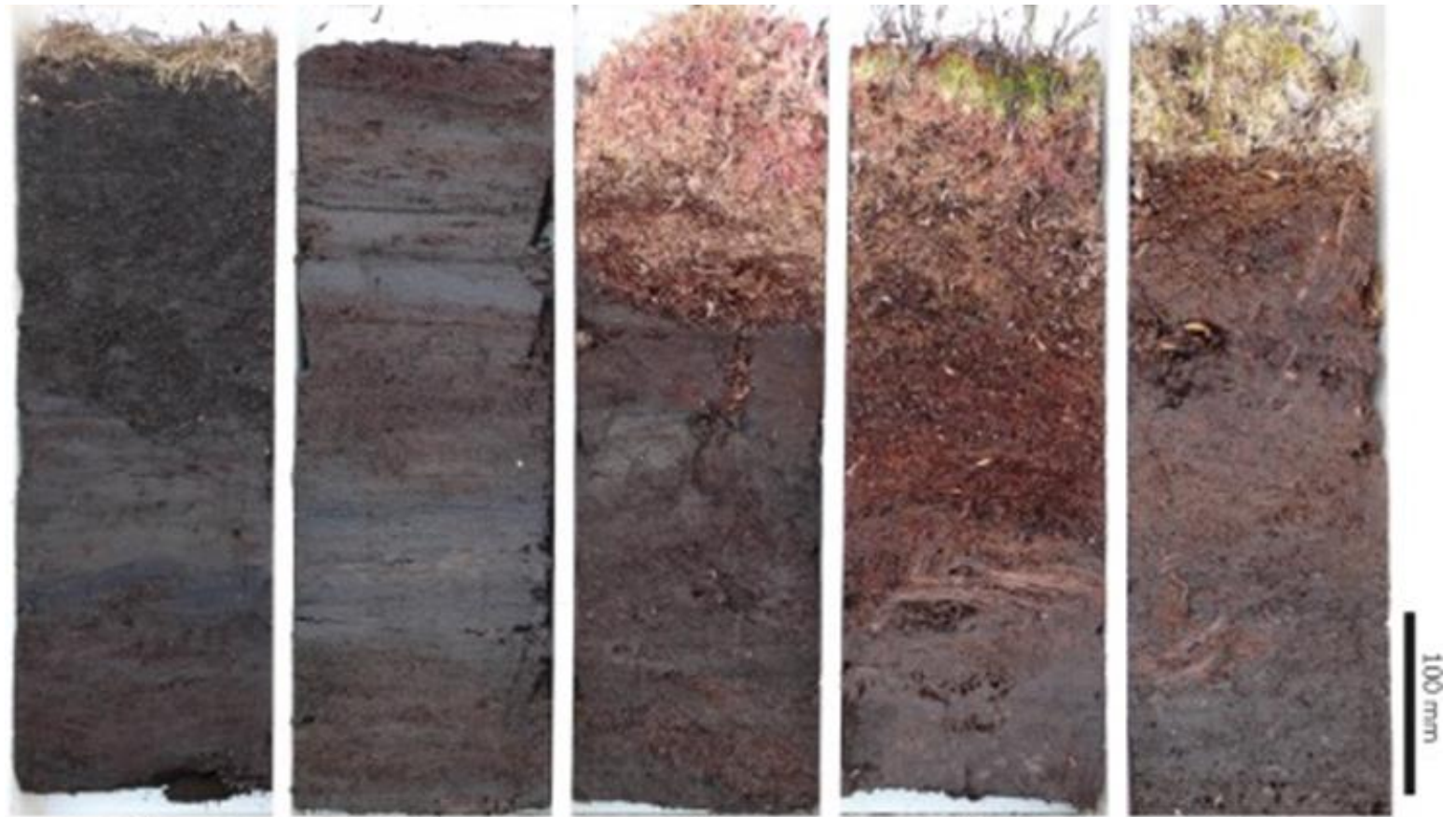
Themen:

- Torf: Ein ganz besonderes Material
- Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich
- Reliefsphäre, Hydrosphäre oder Atmosphäre? Untersuchungen aus England
- Fallstudie Hütelmoor
- Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten

Themen:

- Torf: Ein ganz besonderes Material
- Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich
- Reliefsphäre, Hydrosphäre oder Atmosphäre? Untersuchungen aus England
- Fallstudie Hütelmoor
- Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten

Torfe:



C1

Abgetorft,
nun
Grünland

C2

Abgetorft,
ohne
Vegetation

C3

Abgetorft,
und
renaturiert

C4

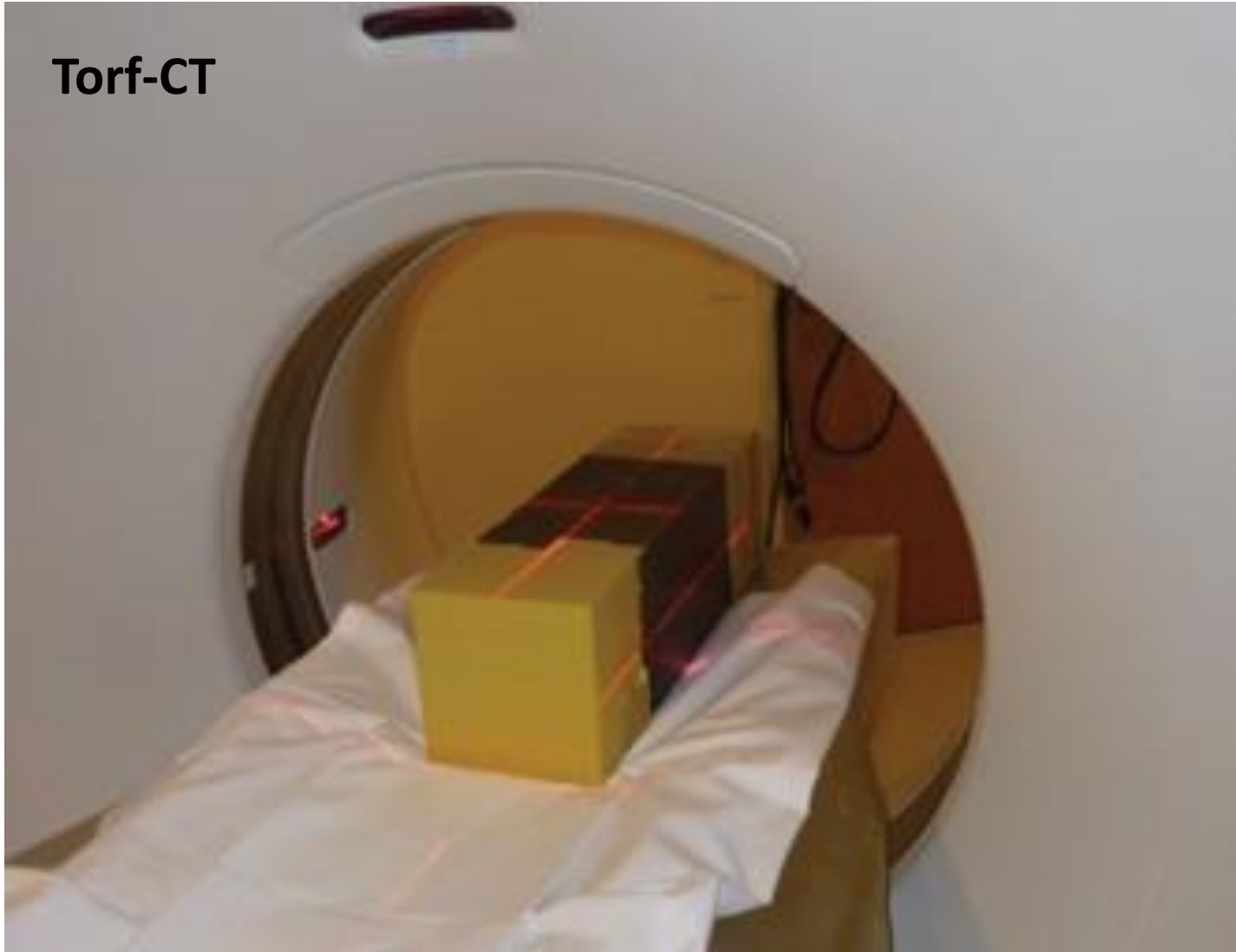
Drainiert

C5

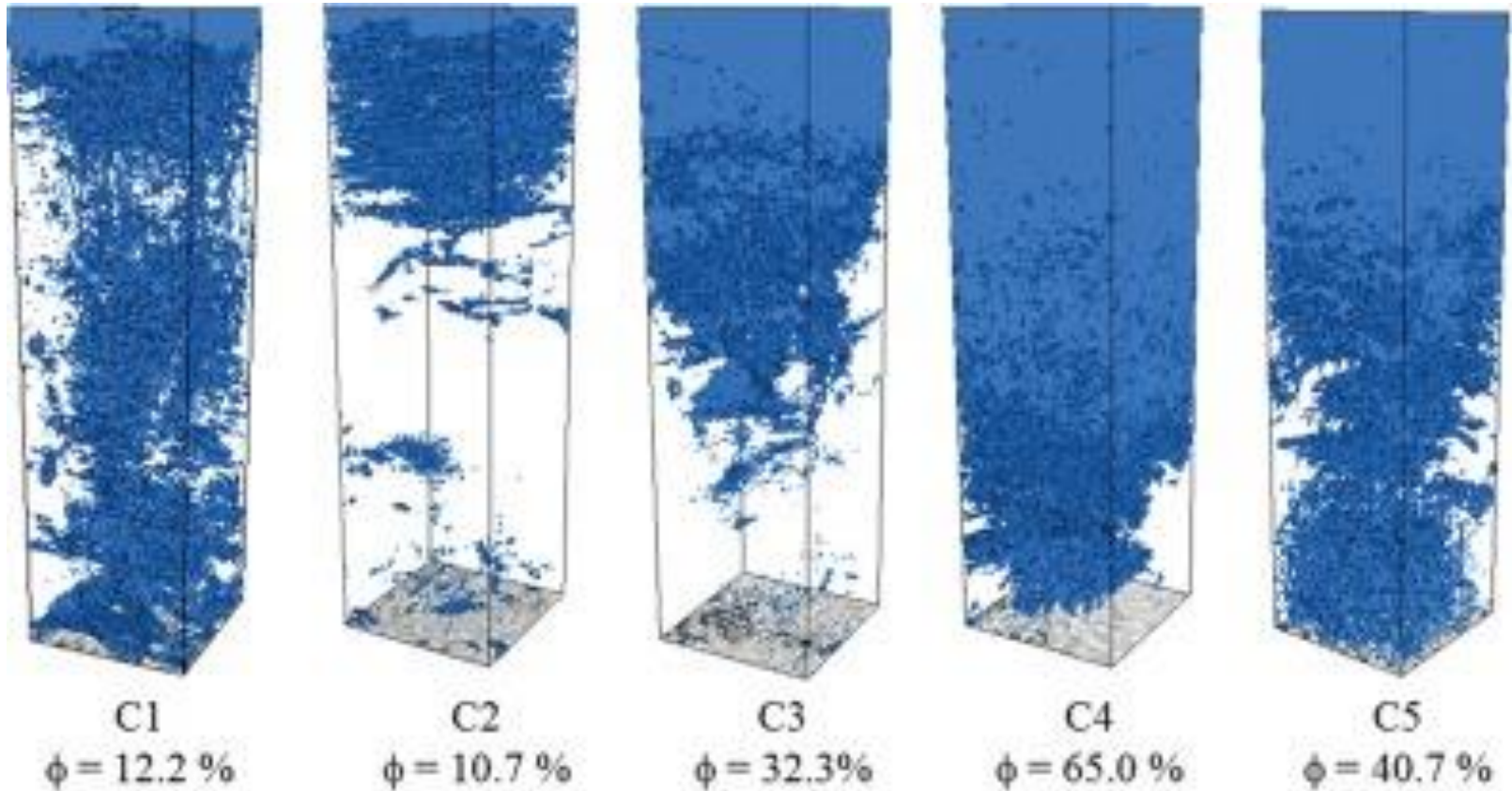
Naturnah

Torfe:

Torf-CT



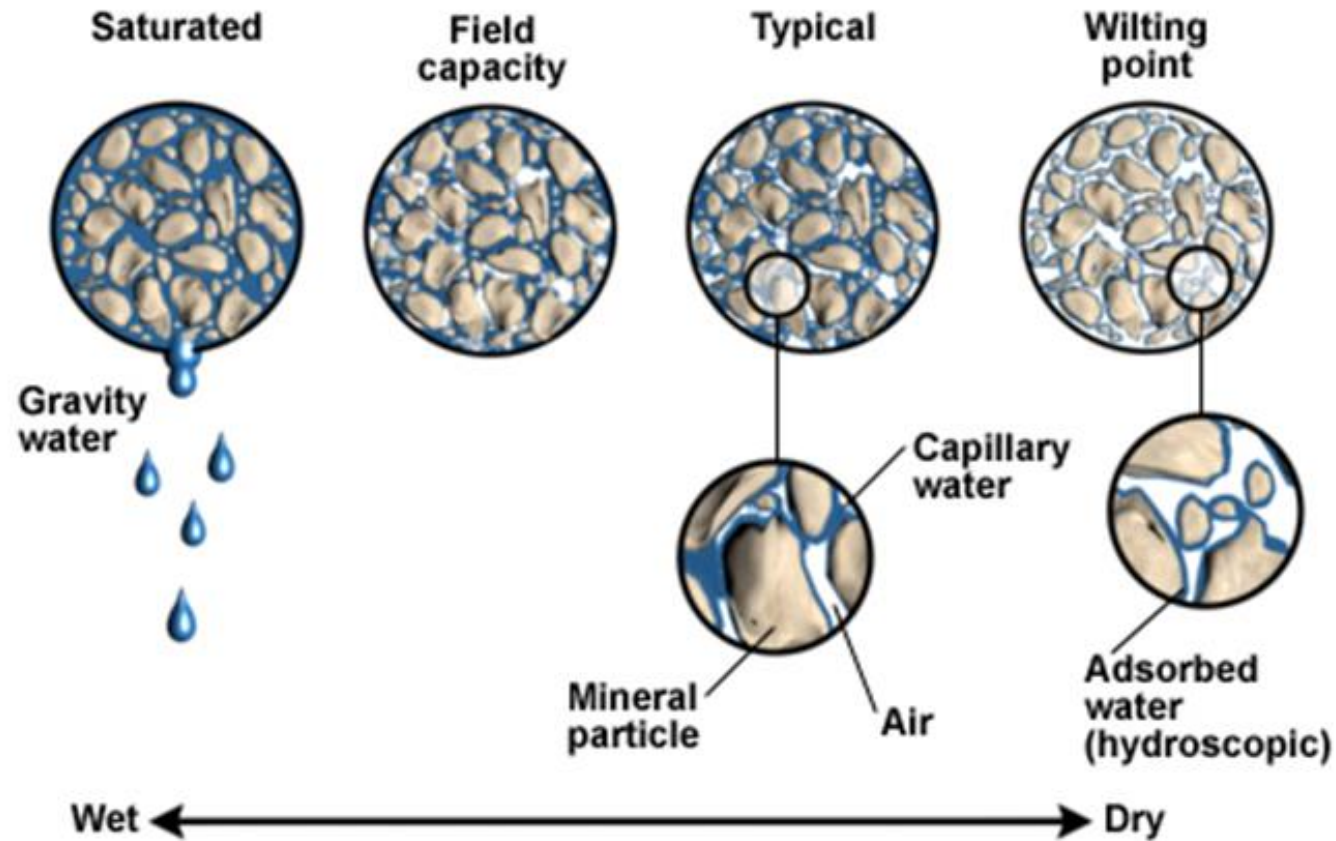
Poren im Torf:



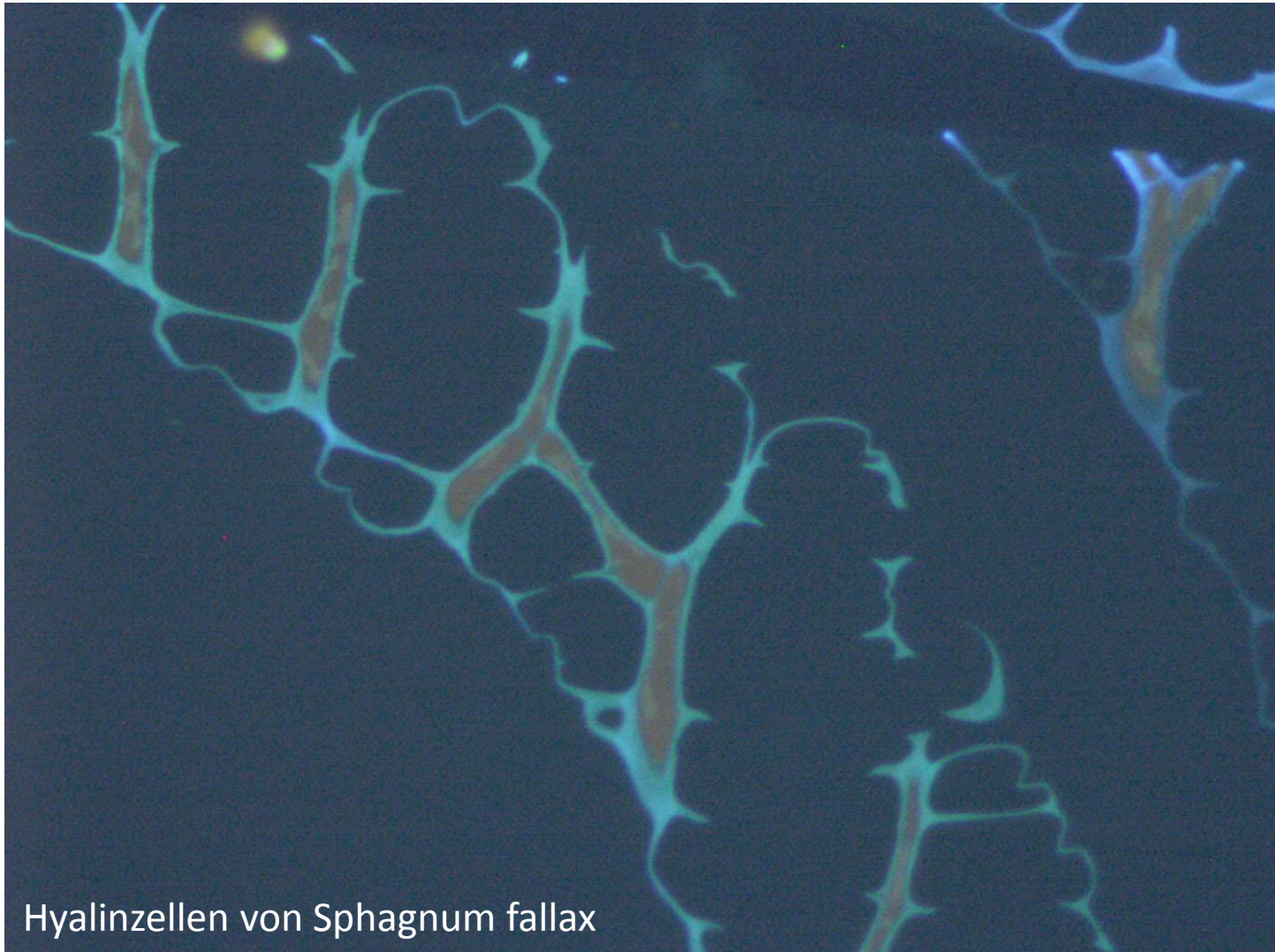
Makroporen und (Makro)-Porenvolumen

Bodenwasser:

Generalized Soil Moisture Conditions



Mikroporen im Torf:



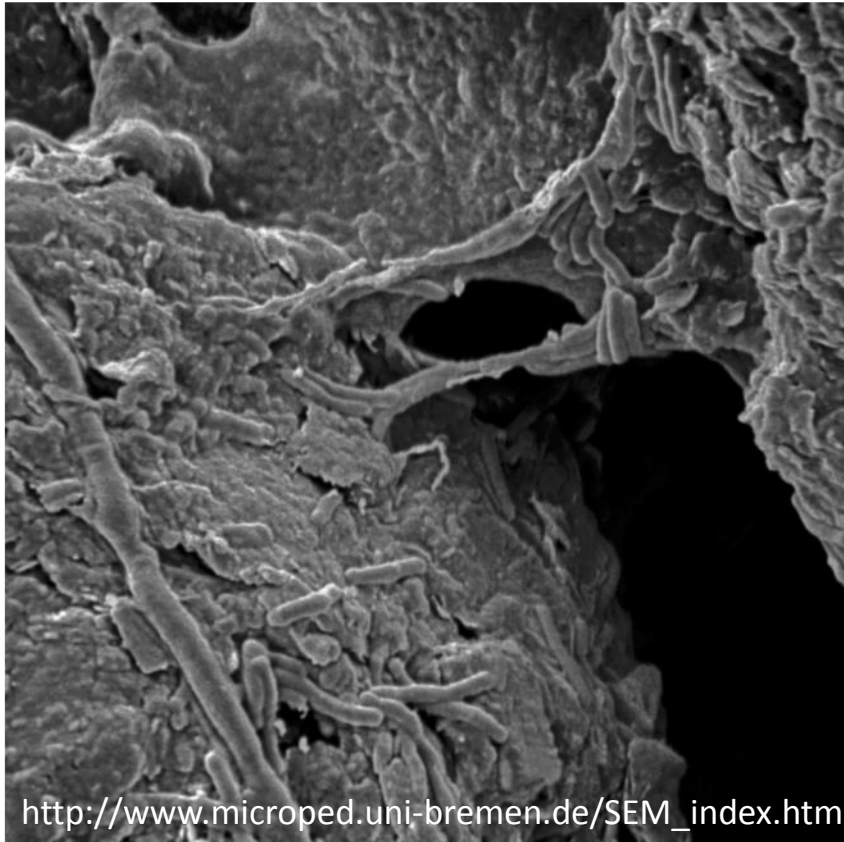
Hyalinzellen von *Sphagnum fallax*

Cleansorb™ in Kanada



Boden ist ein Habitat...

Actinomyceten

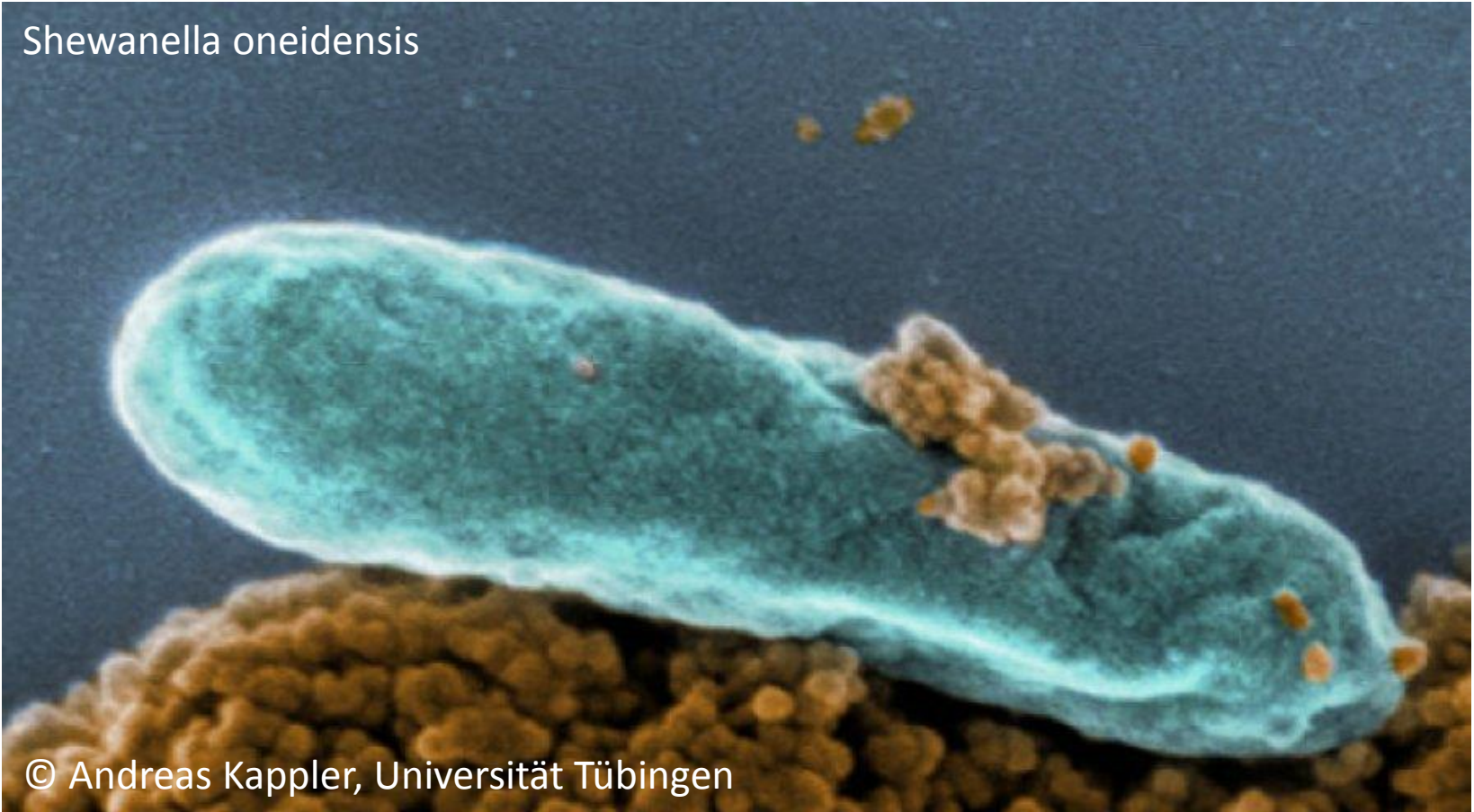


Bakterien



...Torf auch

Shewanella oneidensis



© Andreas Kappler, Universität Tübingen

Moorprofil Niedersachsen

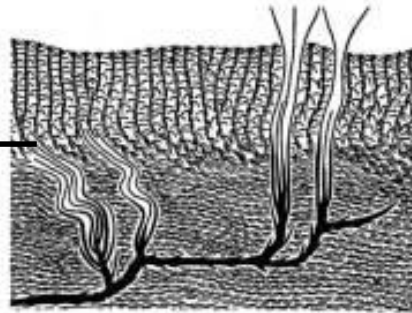


<http://www.lbeg.niedersachsen.de>

Aufbau der Torfmoosdecke

„Lebendes“ Torfmoos

„Totes“ Torfmoos

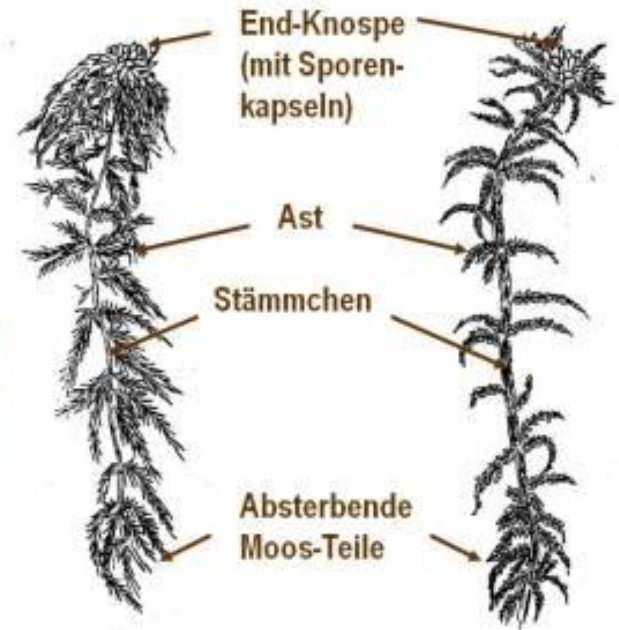


Ausschnitt aus der Torfmoos-Decke
(dazwischen andere Moor-Pflanzen)



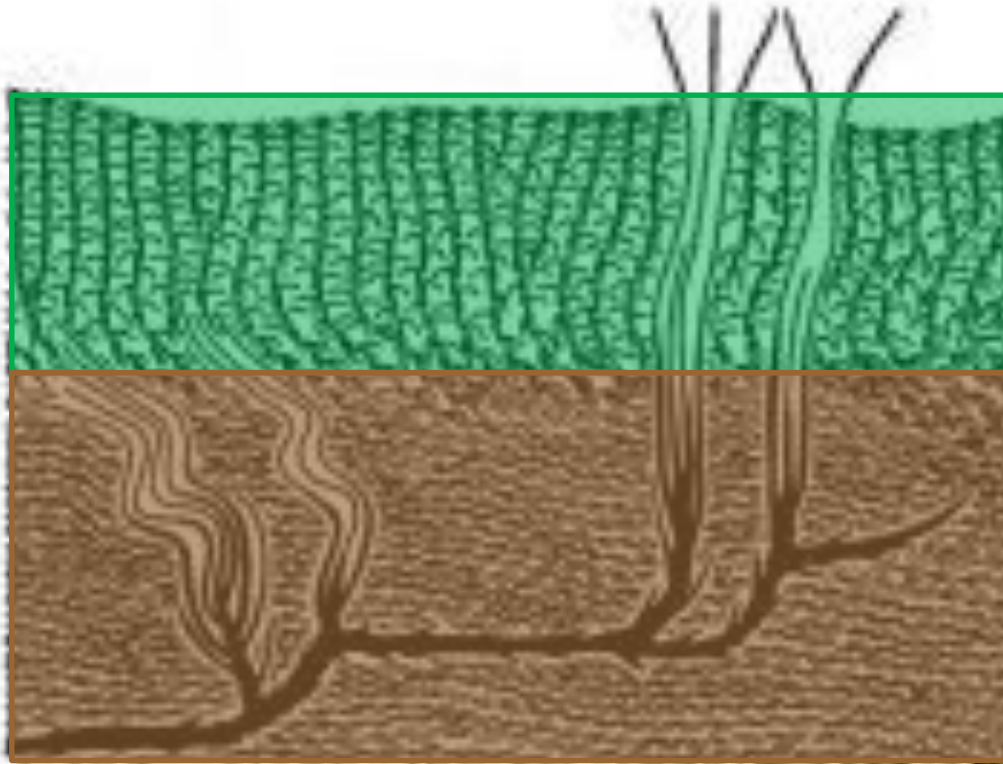
Wachsende
Torfmoose

Abgestorbene
Pflanzen-Teile,
aus denen der
Torf entsteht



Peggy Zinke

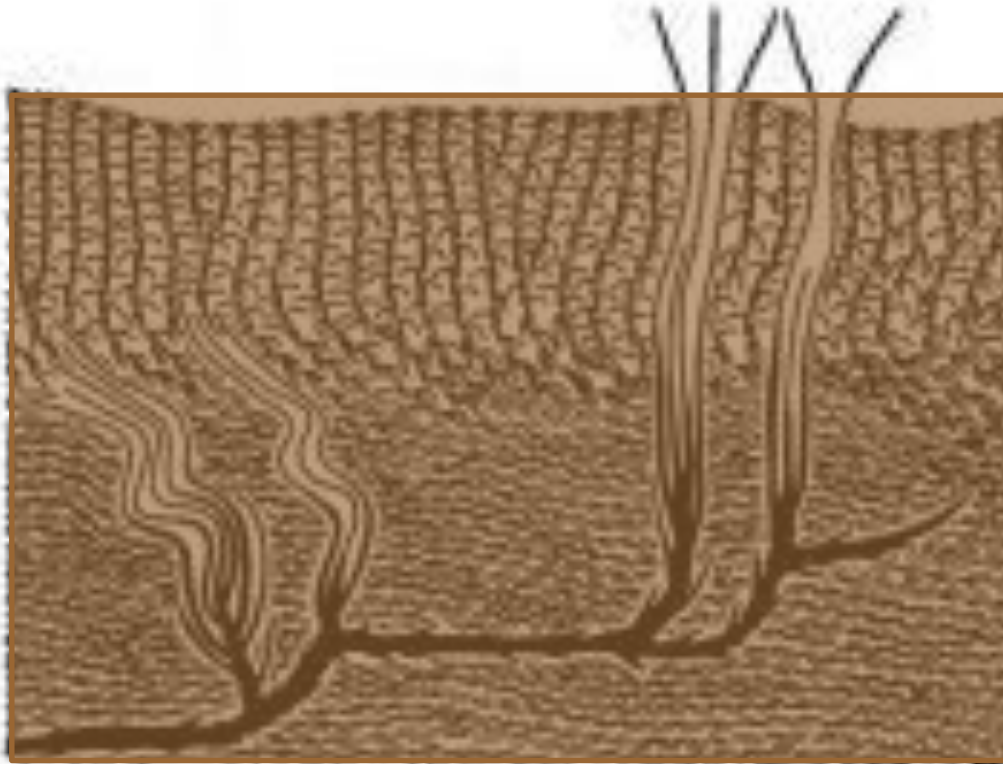
Sphären im Torf



Biosphäre:
„Es lebt“

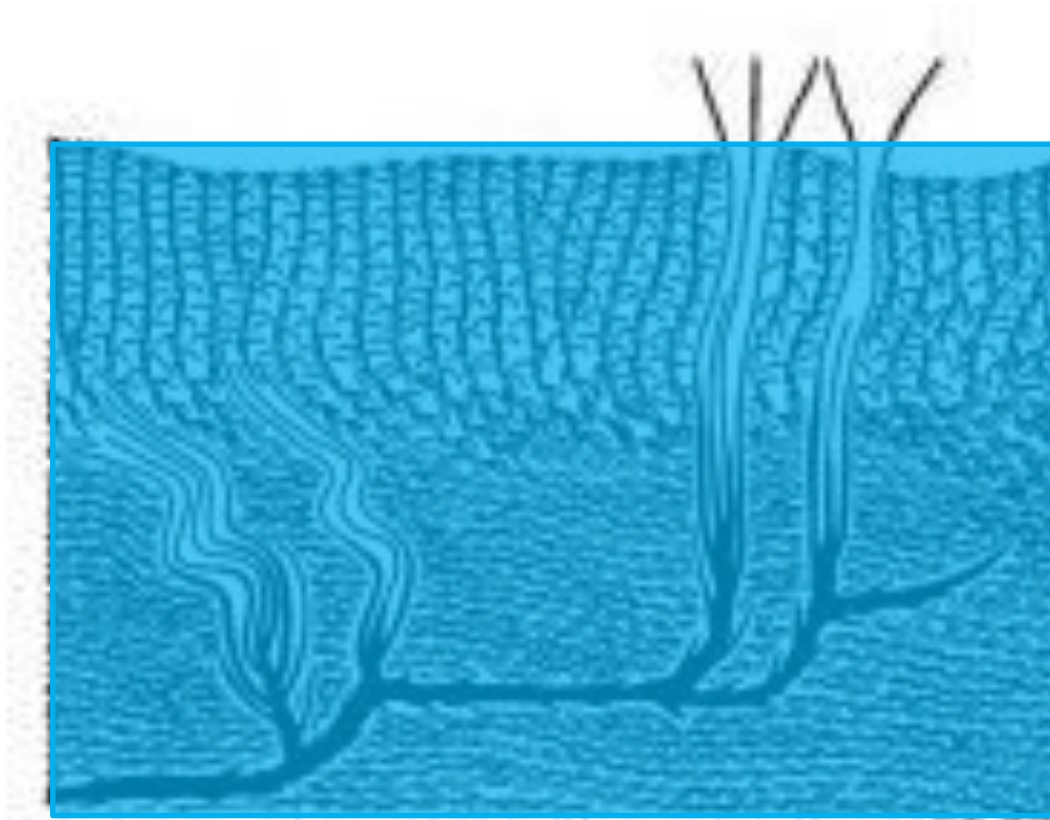
Lithosphäre:
„Es baut einen
Gesteinskörper
auf“

Sphären im Torf



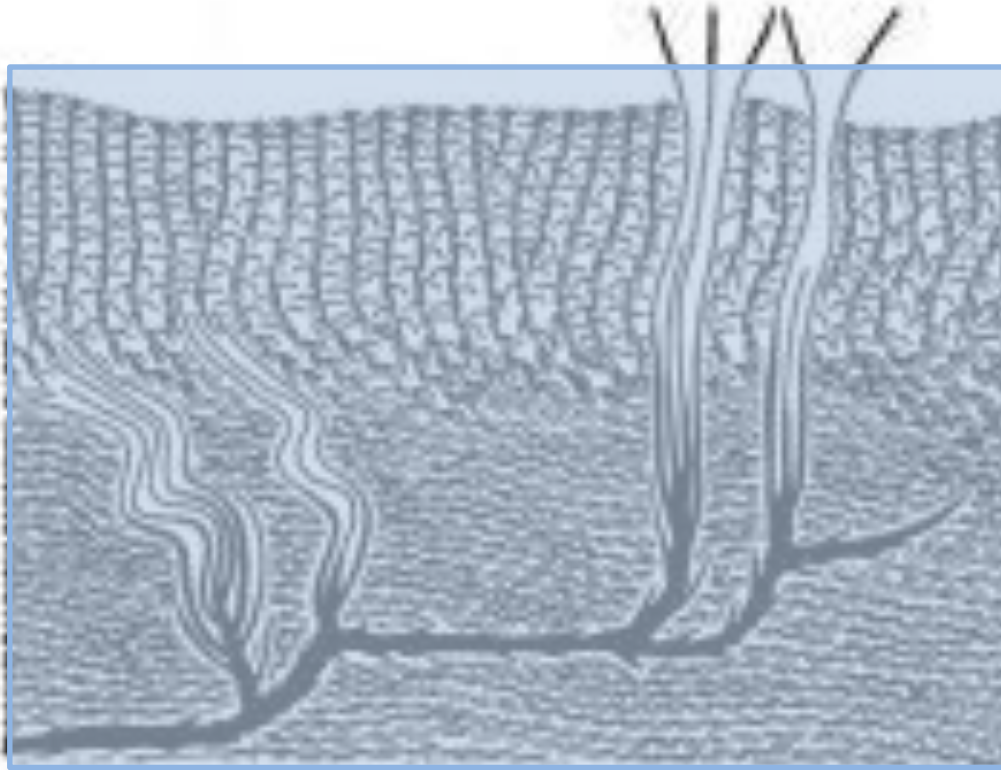
Pedosphäre:
„Es ist durch
Oberflächen-
einfluß verän-
dertes Gestein“

Sphären im Torf



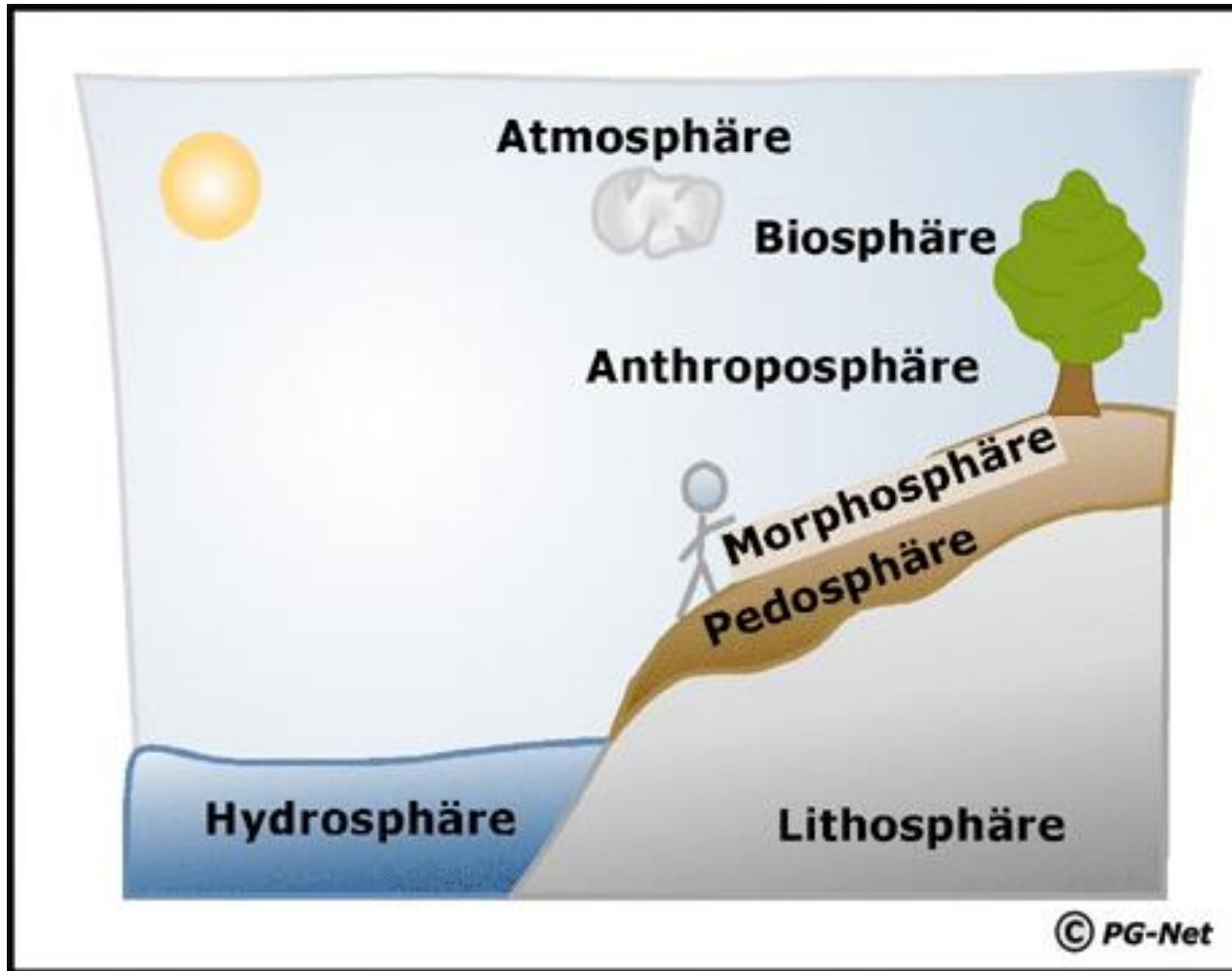
Hydrospäre:
„Es besteht zu
95% aus Wasser“

Sphären im Torf



Atmosphäre:
„Es besteht zu
95% aus Luft“

Sphären im Lehrbuch



Zwischenfazit:

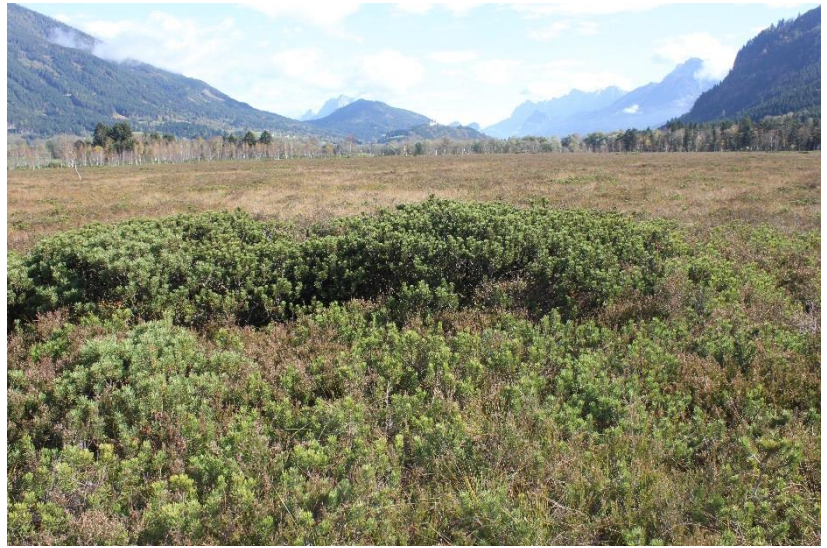
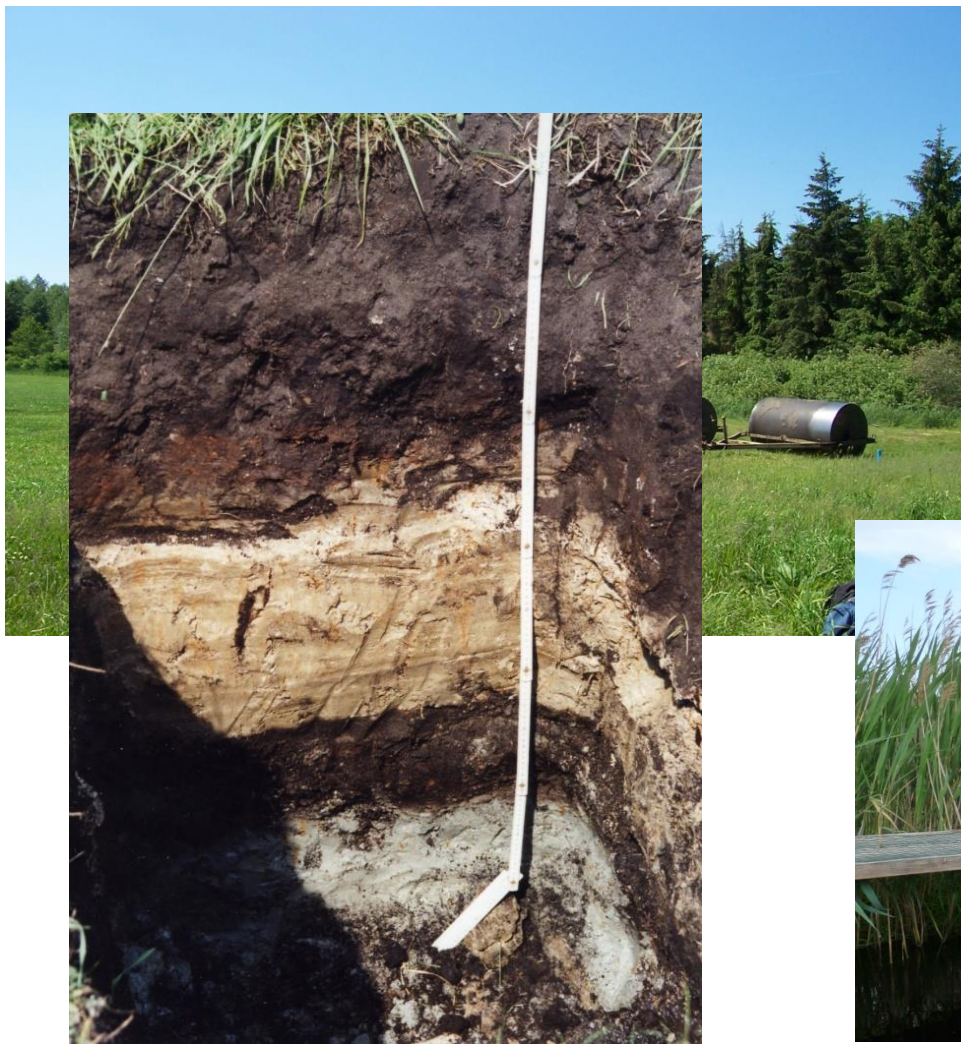
- Torf ist extrem porös und kann viel Wasser gegen die Schwerkraft halten
- Im Torf verschränken sich die Sphären besonders eng
- Disziplinäre Zugänge zum Torf laufen Gefahr, nur einen Teil des Systems zu betrachten

Themen:

- Torf: Ein ganz besonderes Material
- **Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich**
- Reliefsphäre erklärt Pedosphäre: Erkenntnisse aus Deutschland
- Reliefsphäre, Hydrosphäre oder Atmosphäre? Untersuchungen aus England
- Fallstudie Hütelmoor
- Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten

Biosphäre oder Pedosphäre?

Was ist ein Moor?



Biosphäre oder Pedosphäre?

Naturschutzbund Österreich 2010:

„Österreich hat in den letzten 200 Jahren über 90% der Moorfläche, 250.000 ha verloren“

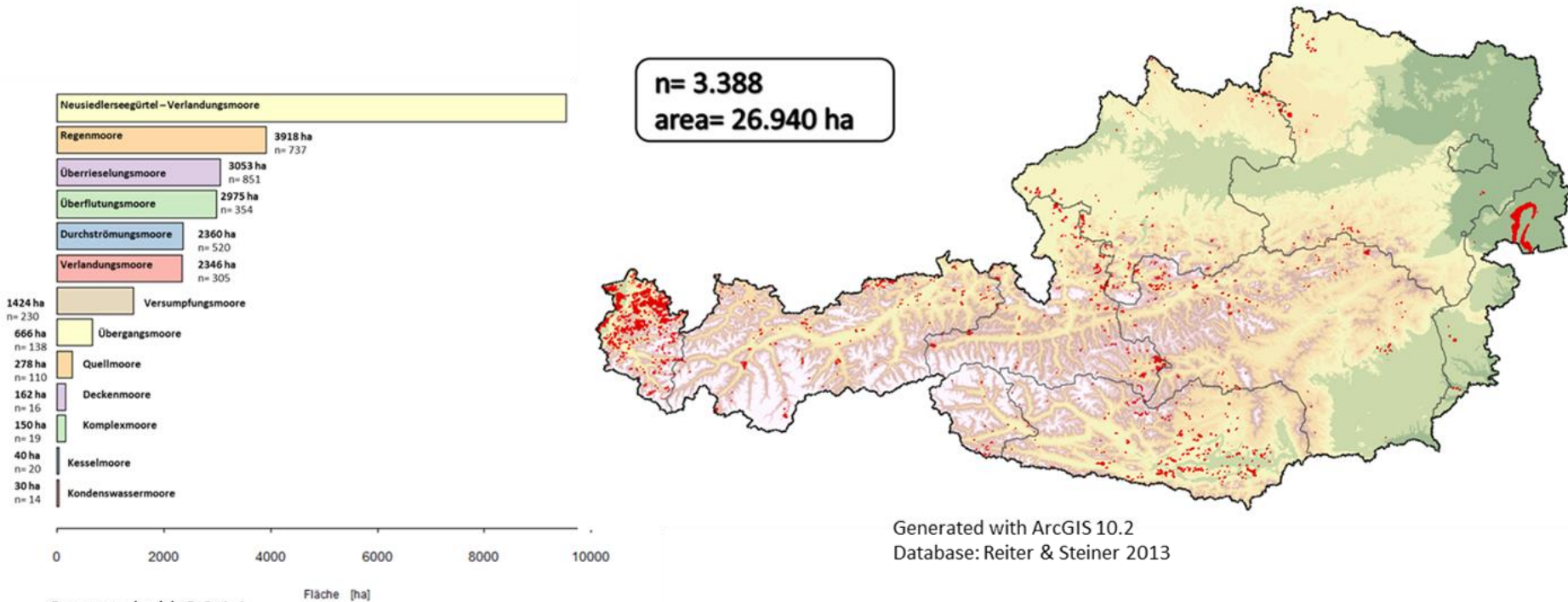
intakt:	7.000 ha	} 21.000 ha
hydrologisch gestört:	14.000 ha	
intensive landwirtsch. Nutzung:	100.000 ha	
davon Viehweiden:	10.000 ha	
davon Mähwiesen:	30.000 ha	
davon Acker:	60.000 ha	

C-Gehalt: 100 Mio. Tonnen

CO₂- Emissionsreduktionspotential bei Wiedervernässung ALLER österreichischen Moore:
0,55-4,5 Mio t CO₂ a⁻¹

Biosphäre oder Pedosphäre?

Moor(vegetations-)datenbank

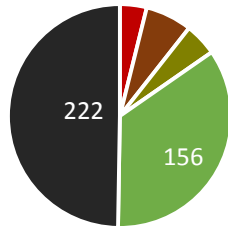


Generated with R 3.1.1
Database: Reiter & Steiner 2013

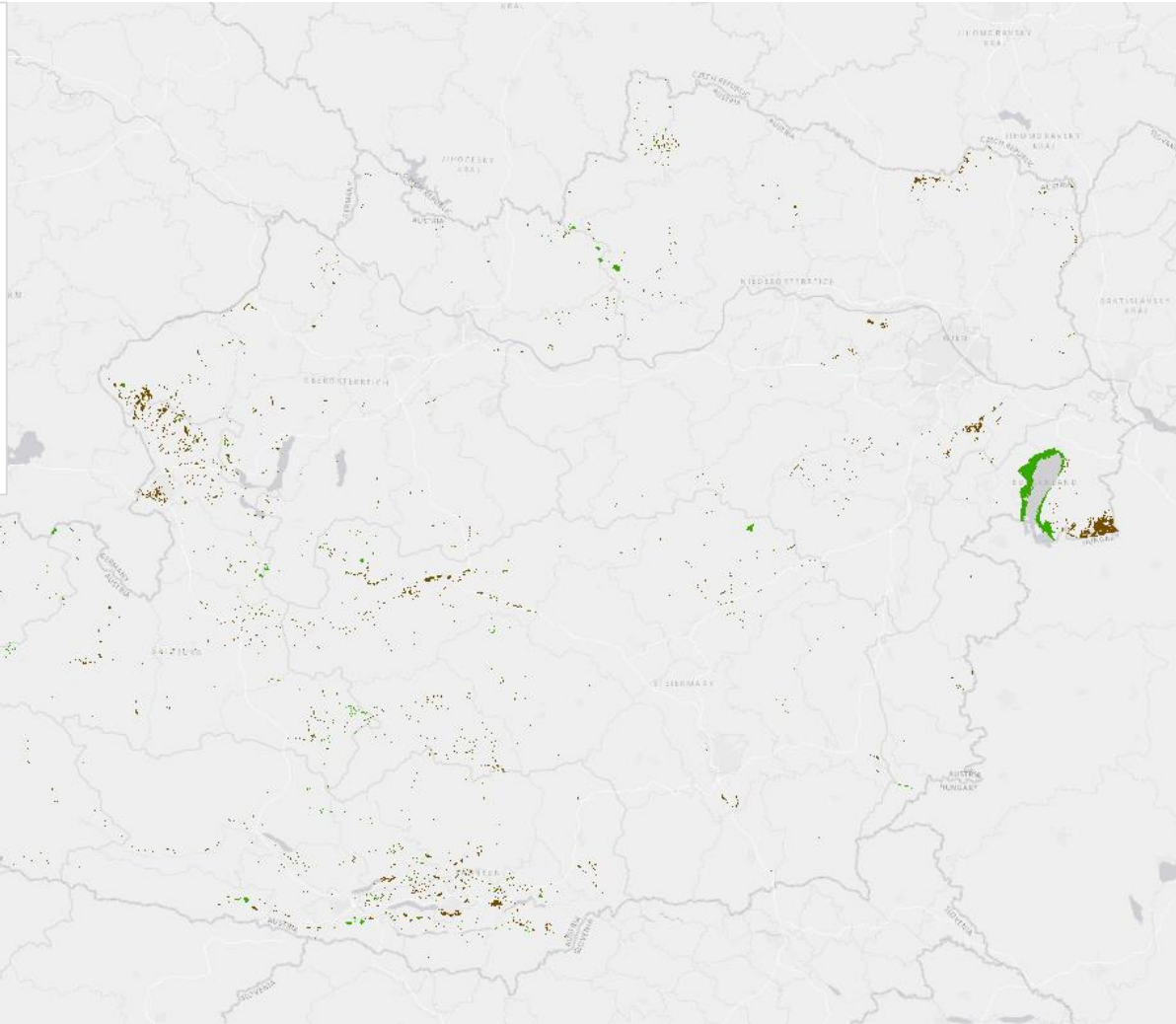
Biosphäre oder Pedosphäre?

Moor-vegetation vs. Moor-boden Österreich

Moorböden - Österreich (Fläche in km²)



■ Moor ■ Hochmoor ■ Übergangsmoor ■ Niedermoore ■ Anmoor



Vergleich Moore nach Vegetation (Reiter & Steiner) ->grün und Digitaler Bodenkarte ->braun (Moorböden)

Biosphäre oder Pedosphäre

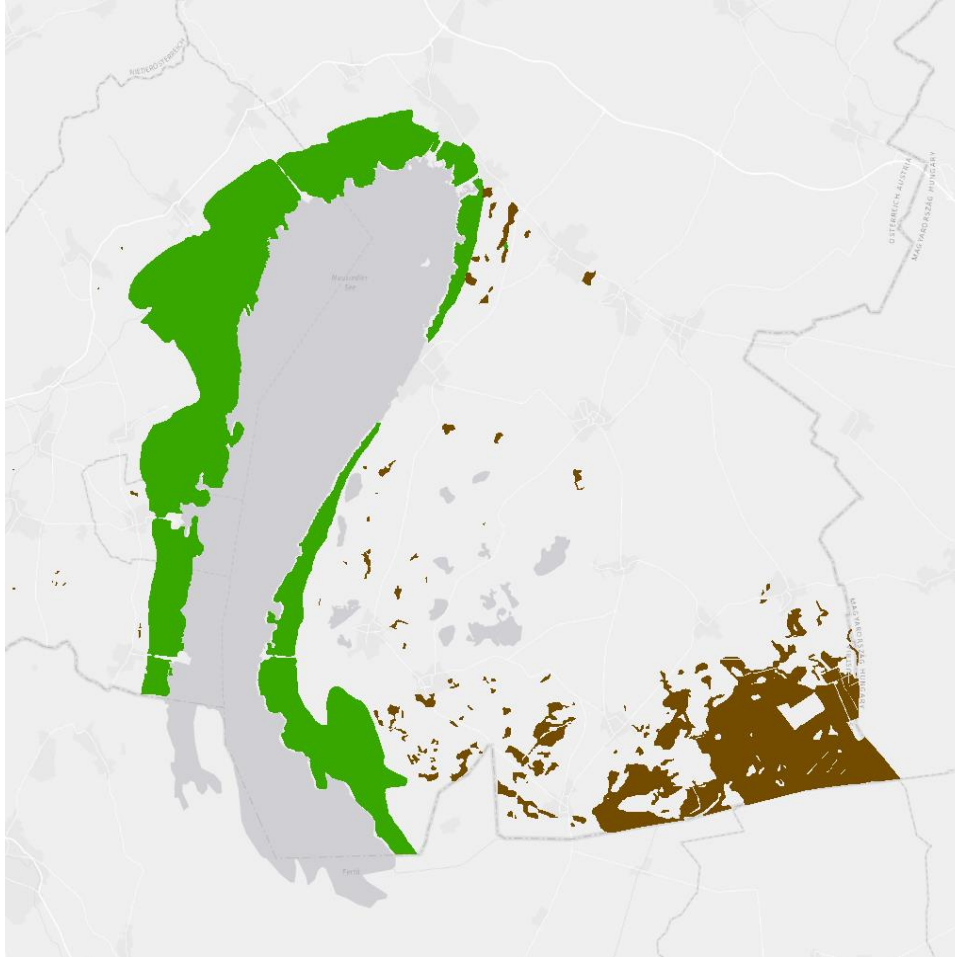
Moor-vegetation vs. Moor-boden Vorarlberg



Vergleich Moore nach Vegetation (Reiter & Steiner) ->grün und Digitaler Bodenkarte ->braun (Moorböden)

Biosphäre oder Pedosphäre?

Moor-vegetation vs. Moor-boden Seewinkel



Vergleich Moore nach Vegetation (Reiter & Steiner) ->grün und Digitaler Bodenkarte ->braun (Moorböden)

Biosphäre oder Pedosphäre?

C-Gehalt gegebener Moorflächen

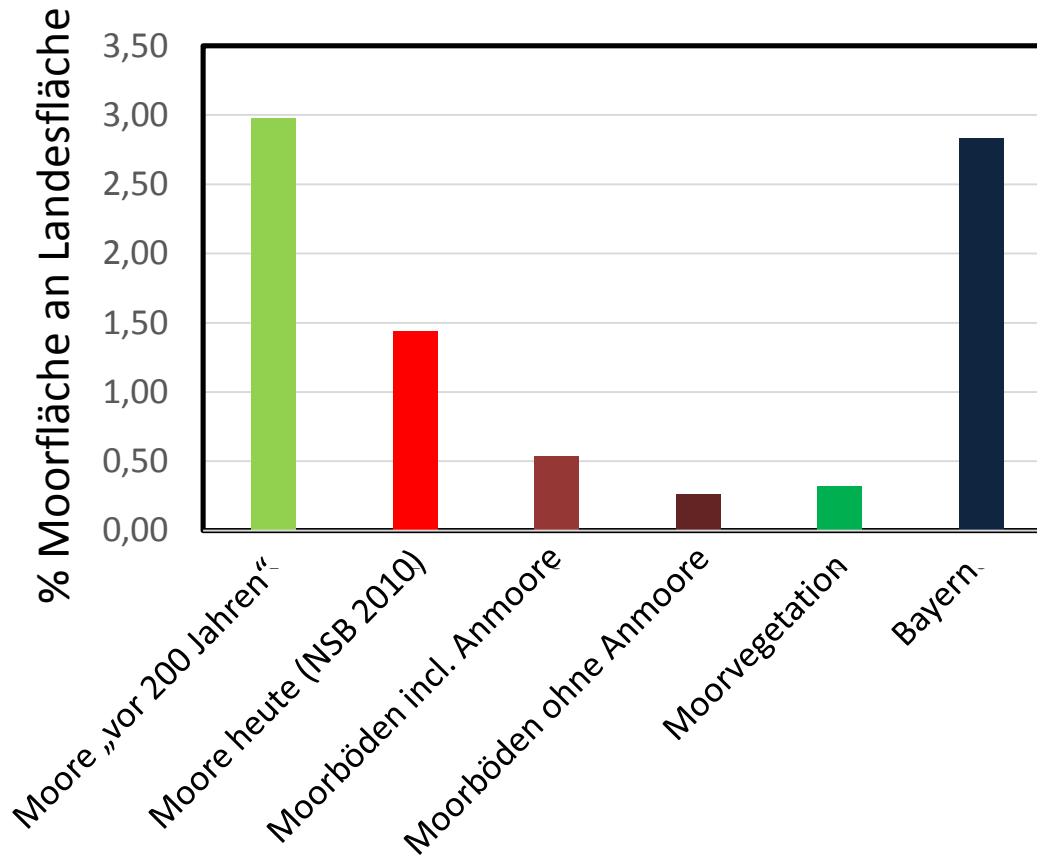
C-Speicherdichte (t C ha⁻¹) österreichischer Moore und Feuchtgebiete (0-500 t C ha⁻¹)
www.borisdaten.at; NIR 2014)

IPCC LU category	National LU category	Bohe-mian Massif	Inner Alps	Calcare-ous Alps	Foothills	Alpin	
Wetlands	Bogs	500	500	500	500	500	Expert judgement
	Surface wetlands			0	0	0	Expert judgement

wir kennen die Menge des in den Moor(böden) Österreichs gespeicherten Kohlenstoffs nicht

Biosphäre oder Pedosphäre?

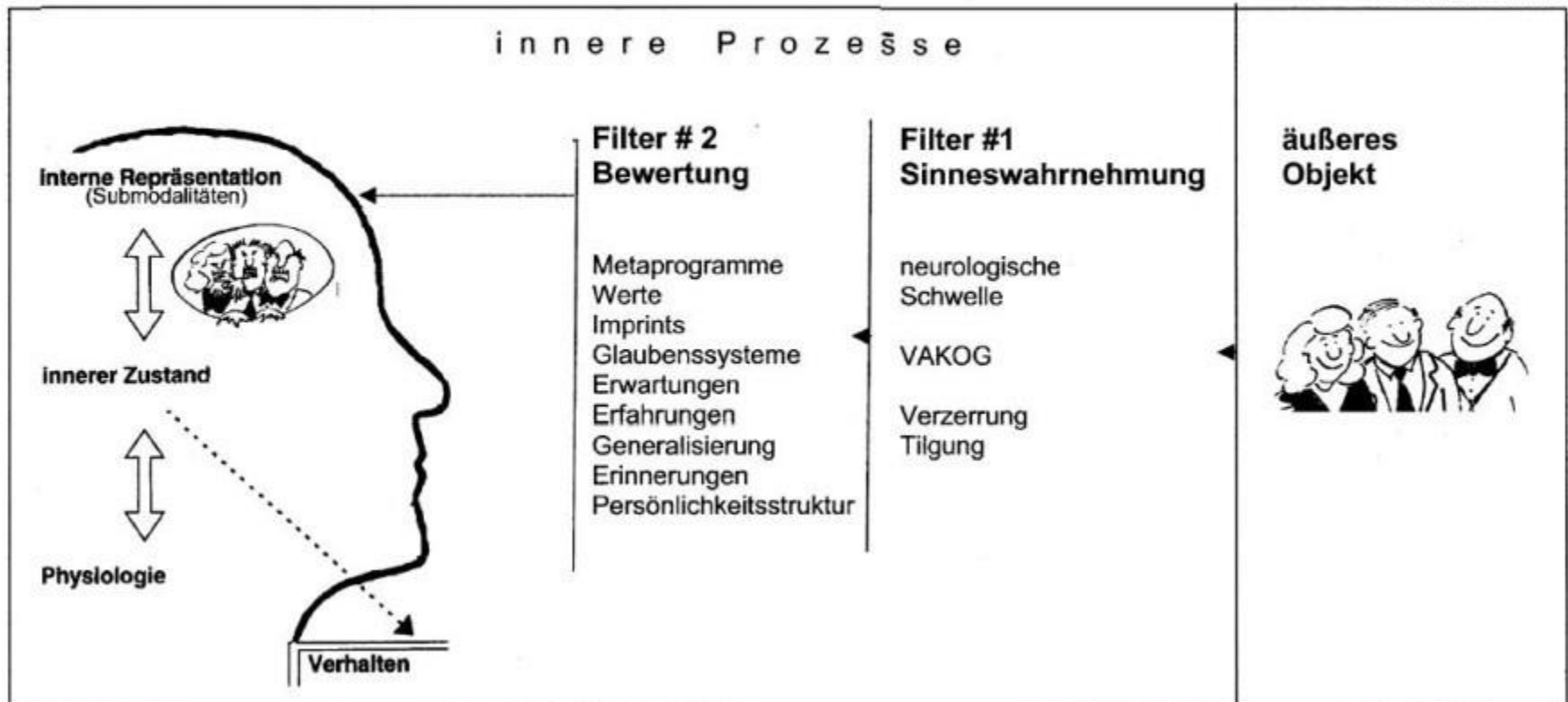
Wir kennen die Moorfläche Österreichs nicht



Biosphäre oder Pedosphäre?

Subjektivität der Wahrnehmung

© 2001 M. Franz



Zwischenfazit:

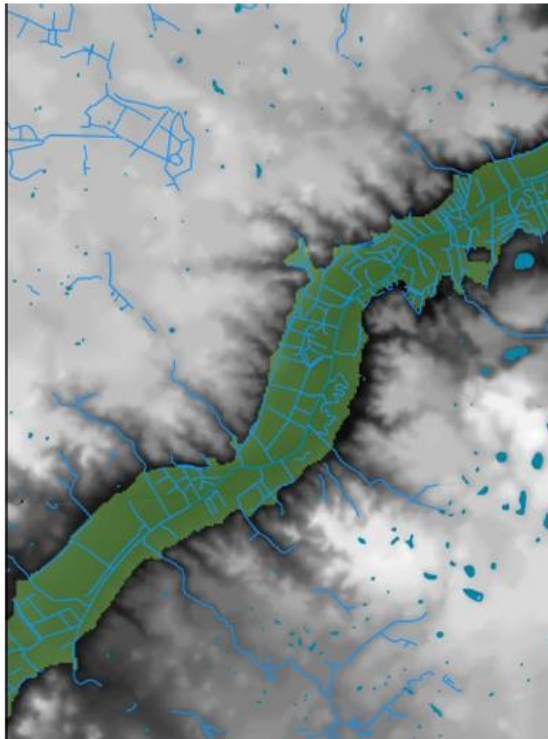
- In Österreich dominiert die vegetationsökologische Sichtweise der Moore
- Die Wahrnehmung (nicht nur) der Moore wird aus den Interessen bestimmter Nutzer abgeleitet
- Dies führt zu einer massiven Unterschätzung eines Landnutzungsproblems

Themen:

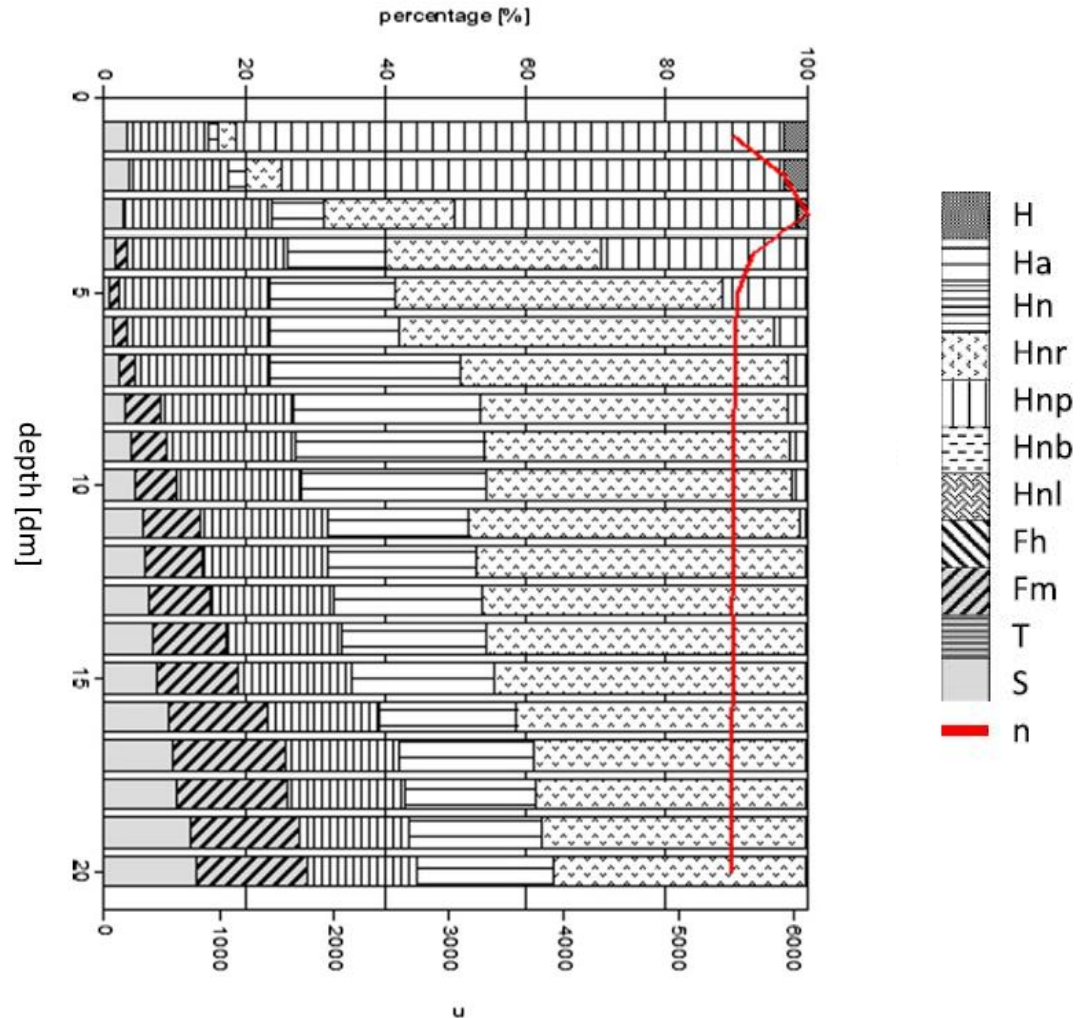
- Torf: Ein ganz besonderes Material
- Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich
- **Reliefsphäre erklärt Pedosphäre: Erkenntnisse aus Deutschland**
- Reliefsphäre, Hydrosphäre oder Atmosphäre? Untersuchungen aus England
- Fallstudie Hütelmoor
- Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten

Moortypenabhängige Torfmächtigkeit:

Typ: Durchströmungs(nieder)moor; Roßkopf et al., 2015:

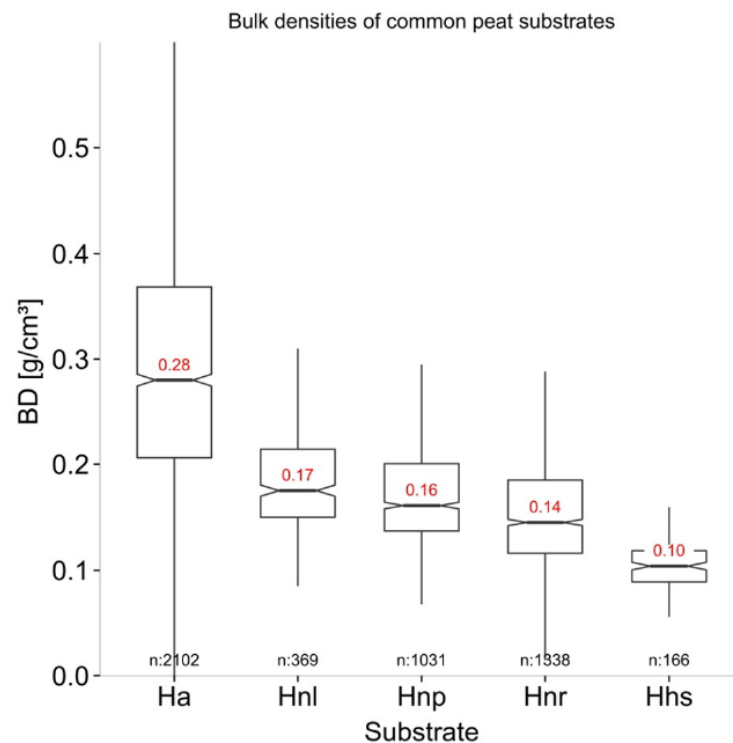
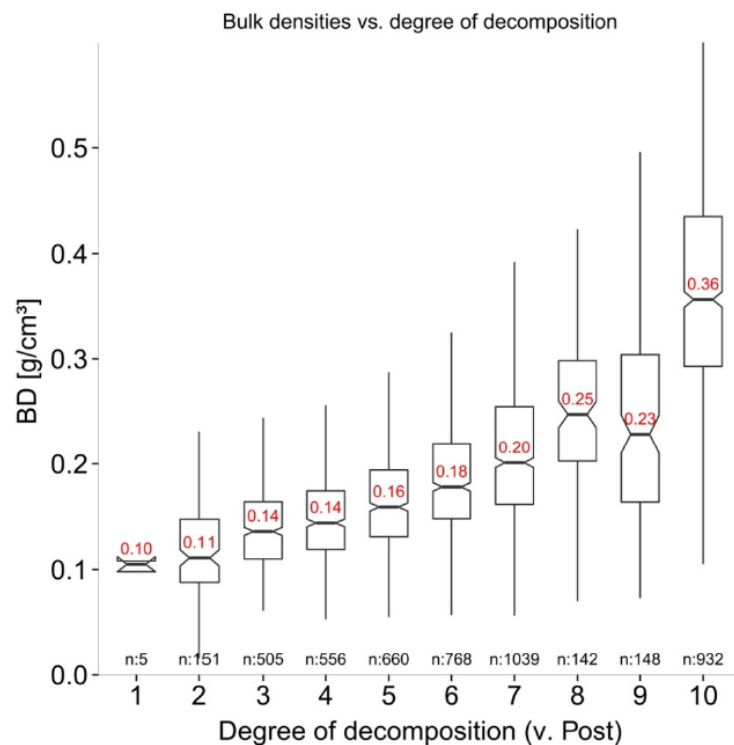


landscape setting



Lagerungsdichte, Humifizierungsgrad und Substrattyp:

der Moore Deutschlands: Roßkopf et al., 2015:



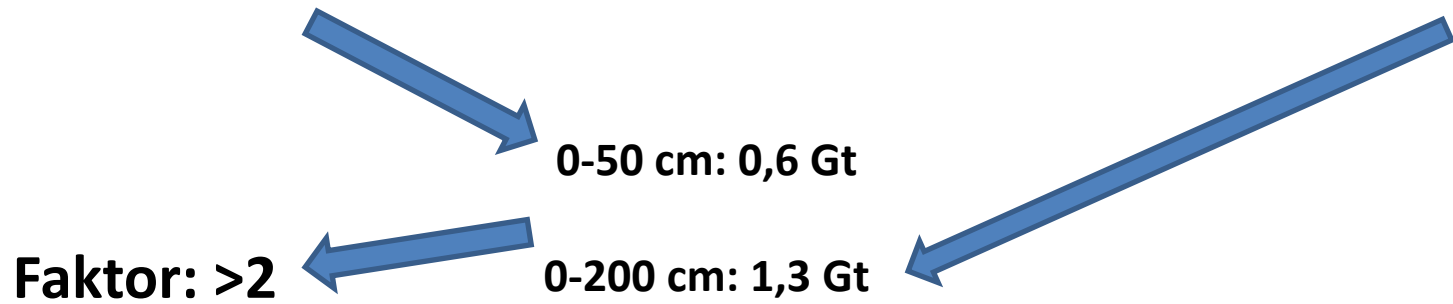
Torfmächtigkeit und C-Speicherung:

Roßkopf et al., 2015:

Table 15

Depth dependent carbon stocks of organic soils in Germany (BOGH = bog highland; BOGL = bog lowland; COA = coastal; FLO = floodplain; PER = percolation; RIV = riverine; SLO = slope; SOL = solitaire; TER = terrestrialization; NPOL = non-peat organic soil highland; NPOL = non-peat organic soil lowland).

Site type	Area [km ²]	Organic carbon [Mt/dm]; calculated values for the total area of the given site type																			C _{org} [Mt]	
		1 dm	2 dm	3 dm	4 dm	5 dm	6 dm	7 dm	8 dm	9 dm	10 dm	11 dm	12 dm	13 dm	14 dm	15 dm	16 dm	17 dm	18 dm	19 dm		20 dm
BOGH	319	5.51	5.50	1.87	1.87	1.87	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.42	1.42	1.42	1.42	40.70
BOGL	2821	48.76	48.69	13.10	13.10	13.10	9.56	9.56	12.97	12.97	12.97	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	8.30	8.30	8.30	8.30	285.17
COA	696	7.21	7.14	8.93	4.47	4.47	3.12	3.51	3.51	3.51	3.51	3.00	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.69	1.69	1.69	1.69	68.89
FLO	1197	12.39	11.61	14.54	7.27	8.17	4.59	4.59	4.59	4.08	4.08	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	1.34	1.34	0.78	0.78	97.74
PER	1078	11.16	11.16	8.78	6.99	6.99	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77	4.33	4.33	4.33	4.33	127.84
RIV	2333	24.17	24.01	30.06	15.04	15.04	10.36	10.36	10.36	10.36	11.65	9.10	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	2.26	2.26	2.26	2.26	217.40
SLO	27	0.28	0.28	0.35	0.38	0.38	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	3.54
SOL	2308	23.91	23.88	18.79	14.95	16.81	8.20	8.20	8.20	8.20	7.35	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	2.92	2.92	2.92	2.92	184.77
TER	2013	20.85	20.78	11.89	14.63	14.63	12.23	12.23	12.23	12.23	12.23	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	5.42	5.42	5.42	4.51	221.82
NPOH	490	8.50	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.12
NPOL	2392	24.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.35
Total		187.53	161.55	108.31	78.69	81.45	56.21	56.59	60.01	59.50	59.93	47.31	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73	27.74	27.74	27.17	26.27	1289.65



Zwischenfazit:

- Zusammenarbeit von Geomorphologie und Moorkunde kann dazu beitragen:
 - Die Mächtigkeit und das Volumen der Moore zu flächendeckend bestimmen
 - Den Humifizierungsgrad der Moore und damit die Stabilität des Kohlenstoffs in Mooren zu bestimmen

Themen:

- Torf: Ein ganz besonderes Material
- Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich
- Reliefsphäre erklärt Pedosphäre: Erkenntnisse aus Deutschland
- **Reliefsphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre? Untersuchungen aus England**
- Fallstudie Hütelmoor
- Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten

Reliefsphäre oder Atmosphäre?

Prof. Fred
Worrall,
Durham Univ.



Bleaklow



© Fred Worrall



Bleaklow



© Fred Worrall

Bleaklow





© Fred Worrall

Control



© Fred Worrall

Geojuited gully



© Fred Worrall

Bare peat gully



© Fred Worrall

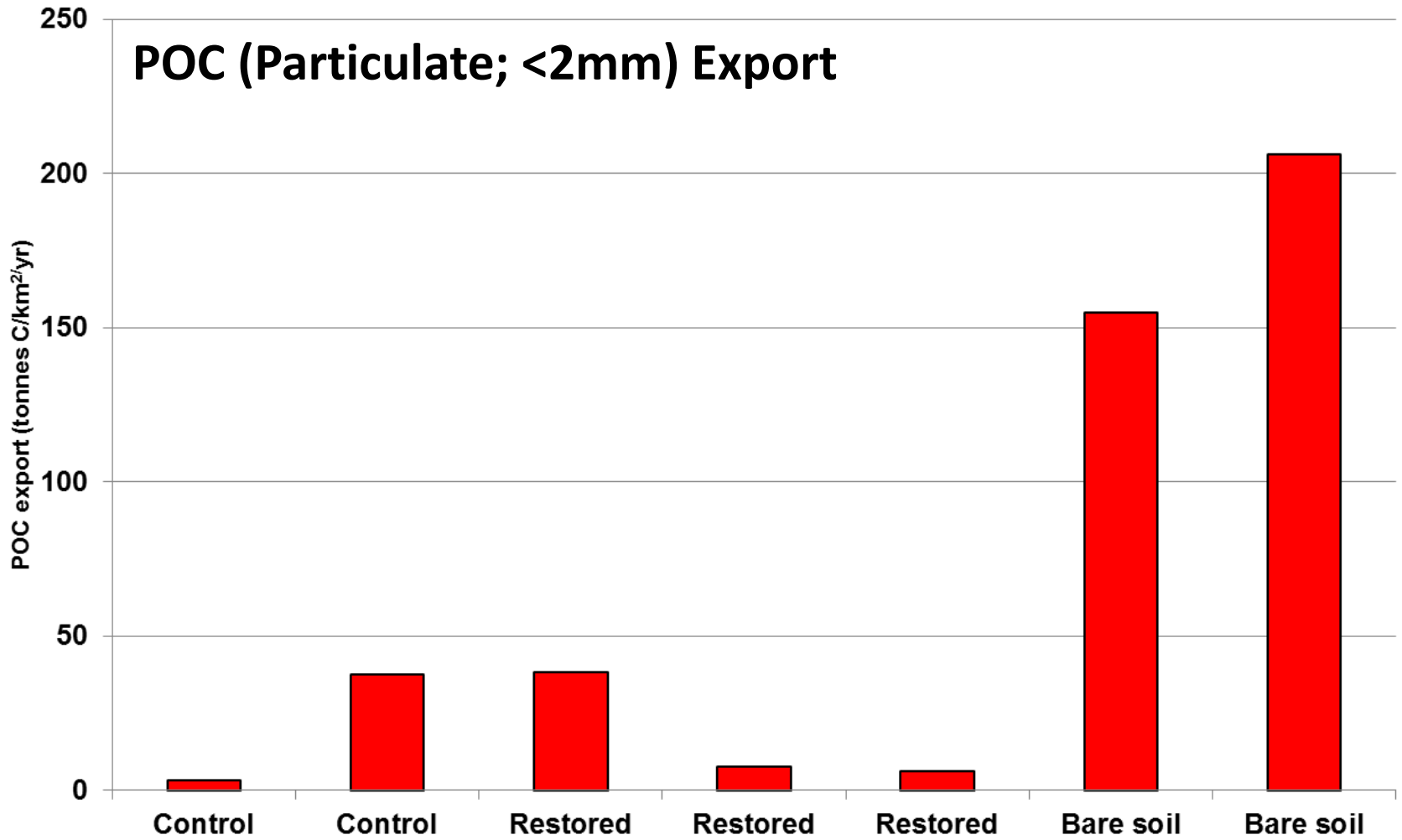
Limed & seeded

Huminstoffreiches Wasser



<http://www.mn.uio.no>

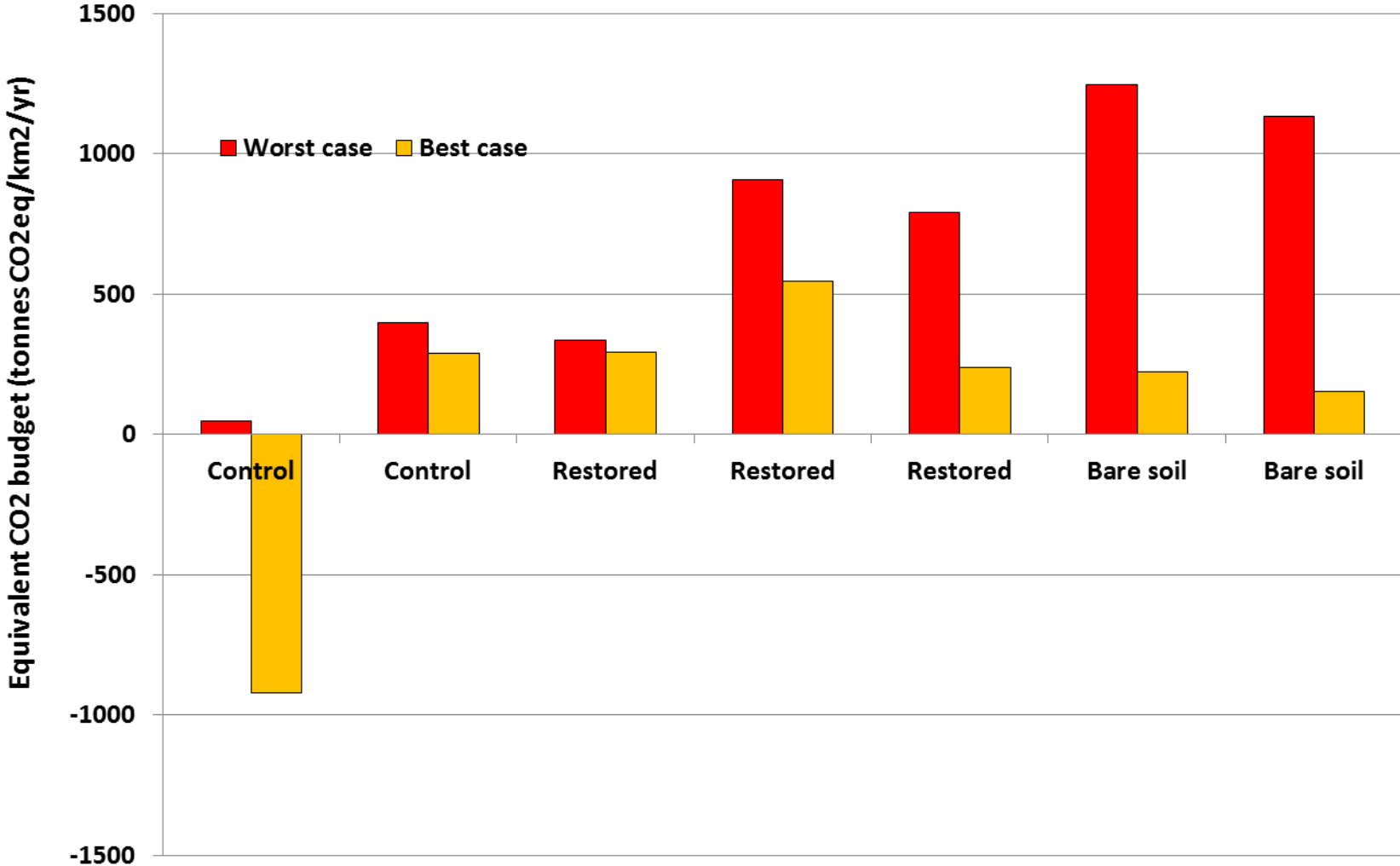
Bleaklow



Fred Worrall

Bleaklow

CO₂ - Bilanz



Fred Worrall

Kinder Scout



www.knowledge.me.uk

Zwischenfazit:

- Um Moore zu verstehen, müssen wassergebundene und gasförmige Umsätze mitgedacht werden.
- Stoffumsetzungen im Mooren sind von hoher Umweltrelevanz
- Die Kenntnis der Stoffumsetzungen ist Voraussetzung für Maßnahmen zur Stabilisierung der Ökosysteme

Themen:

- Torf: Ein ganz besonderes Material
- Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich
- Reliefsphäre erklärt Pedosphäre: Erkenntnisse aus Deutschland
- Reliefsphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre? Untersuchungen aus England
- **Fallstudie Hütelmoor**
- Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten

Fallstudie Hütelmoor



Fallstudie Hütelmoor

Wasserspiegeldynamik

- 2009 +6 cm



- 2010 +36 cm



- 2011 +56 cm



- 2012 +44 cm

Fallstudie Hütelmoor

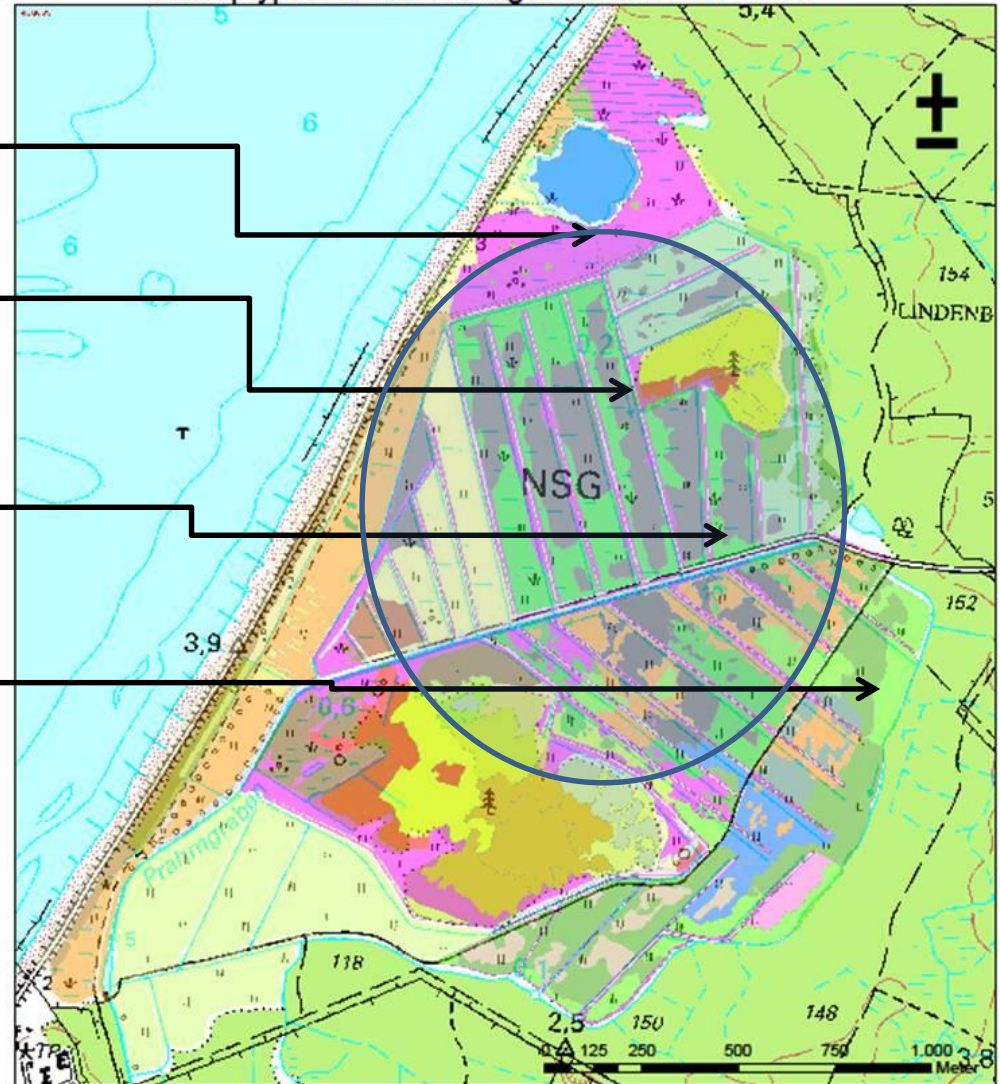
Ökotoptypen im NSG Heiligensee und Hütelmoor

Strandsimsenbestand
(*Bolboschoenus maritimus*)

Salzteichsimsenbestand
(*Schoenoplectus tabermontanii*)

Schilfröhricht
(*Phragmites australis*)

Sumpfschilf
(*Carex acutiformis*)



Fallstudie Hütelmoor



Strandsimse
Salzteichsimse



Sumpfssegge



Schilf



Lolium perenne
Glyceria fluitans
Phalaris arundinacea

Fallstudie Hütelmoor

CH₄



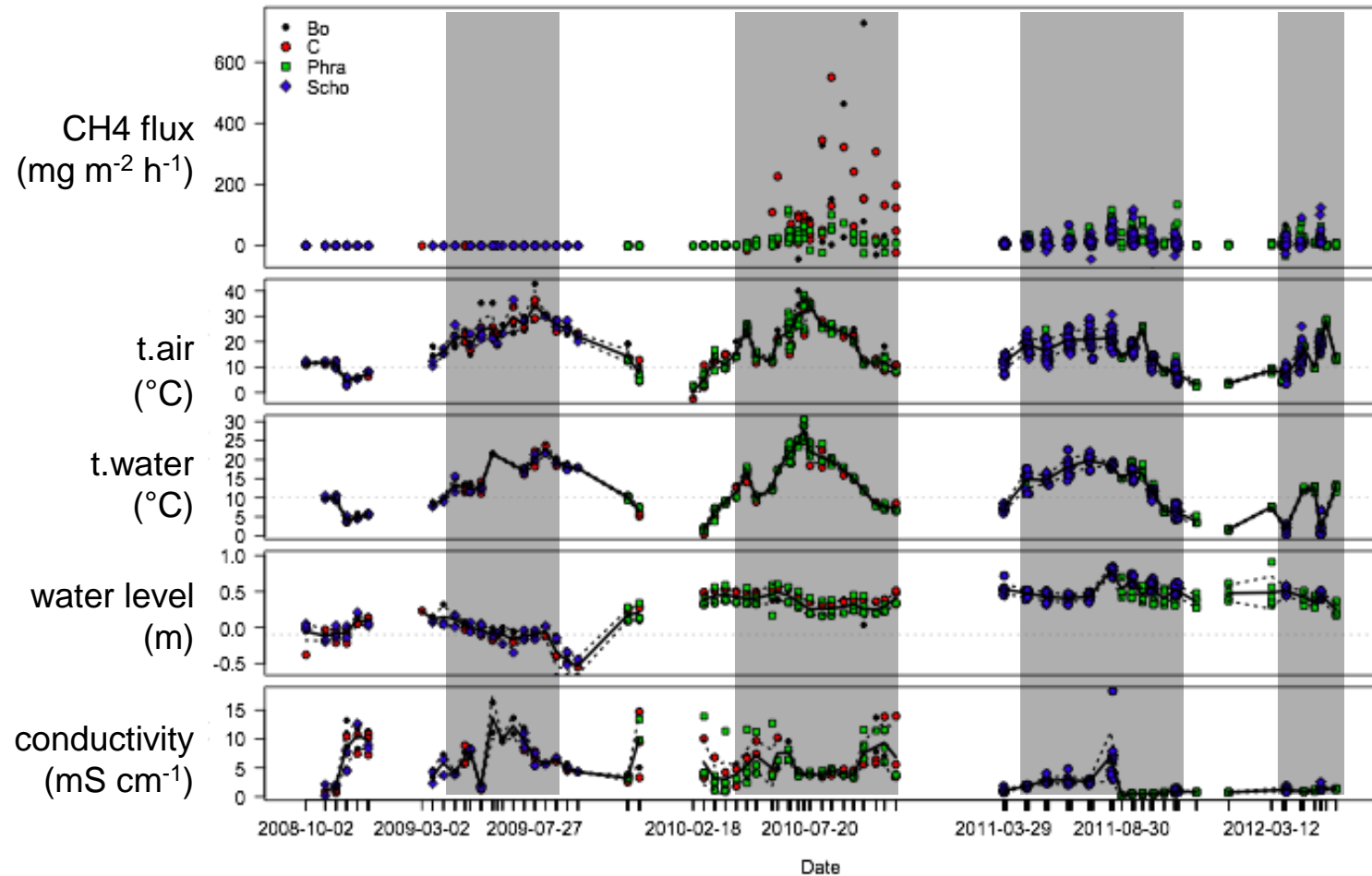
Fallstudie Hütelmoor

CH₄, CO₂



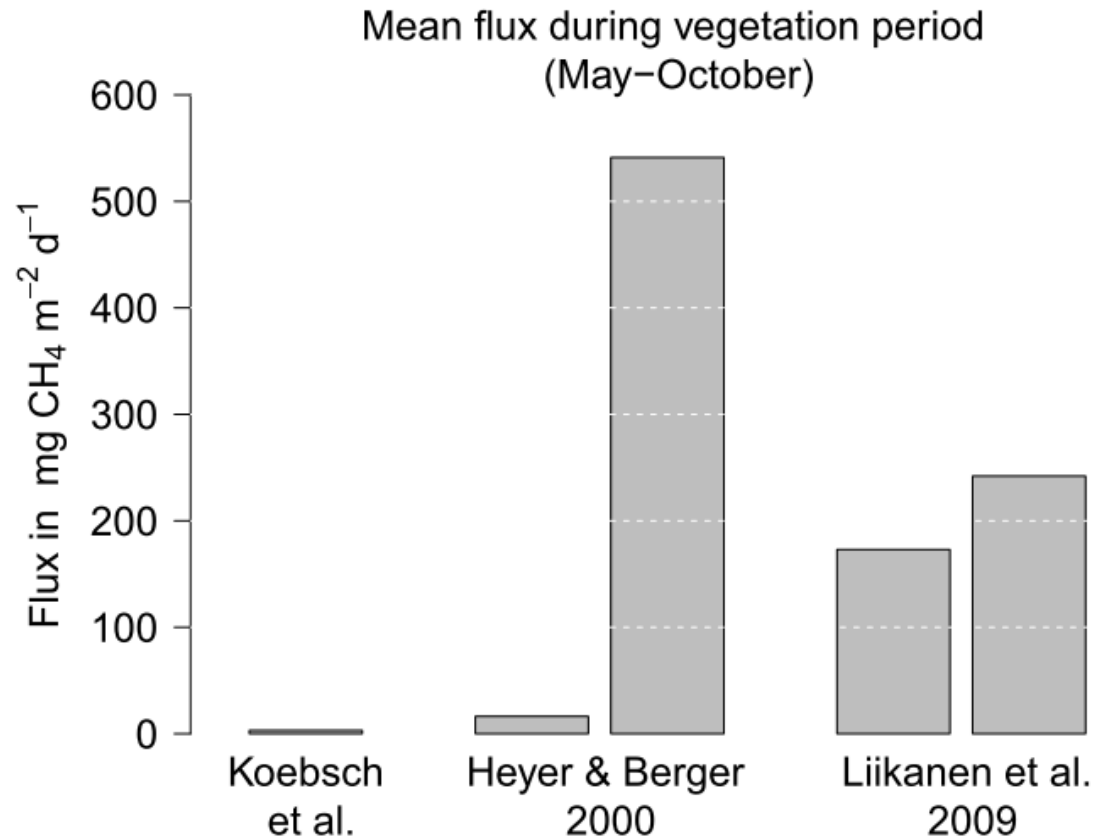
Fallstudie Hütelmoor

Methanflüsse 2008 bis 2012



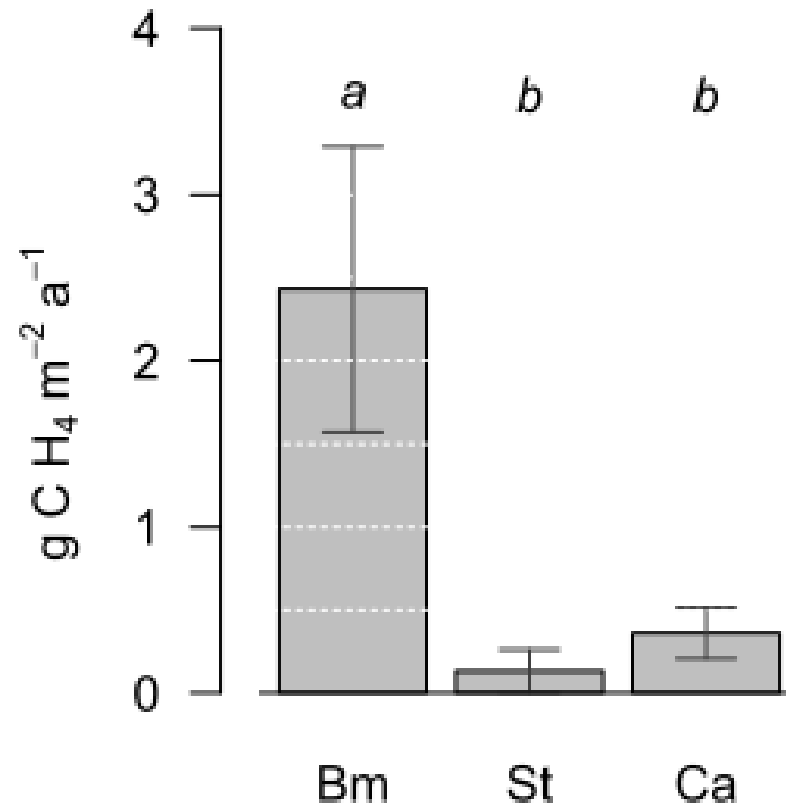
Fallstudie Hütelmoor

Methanflüsse vor der Überflutung



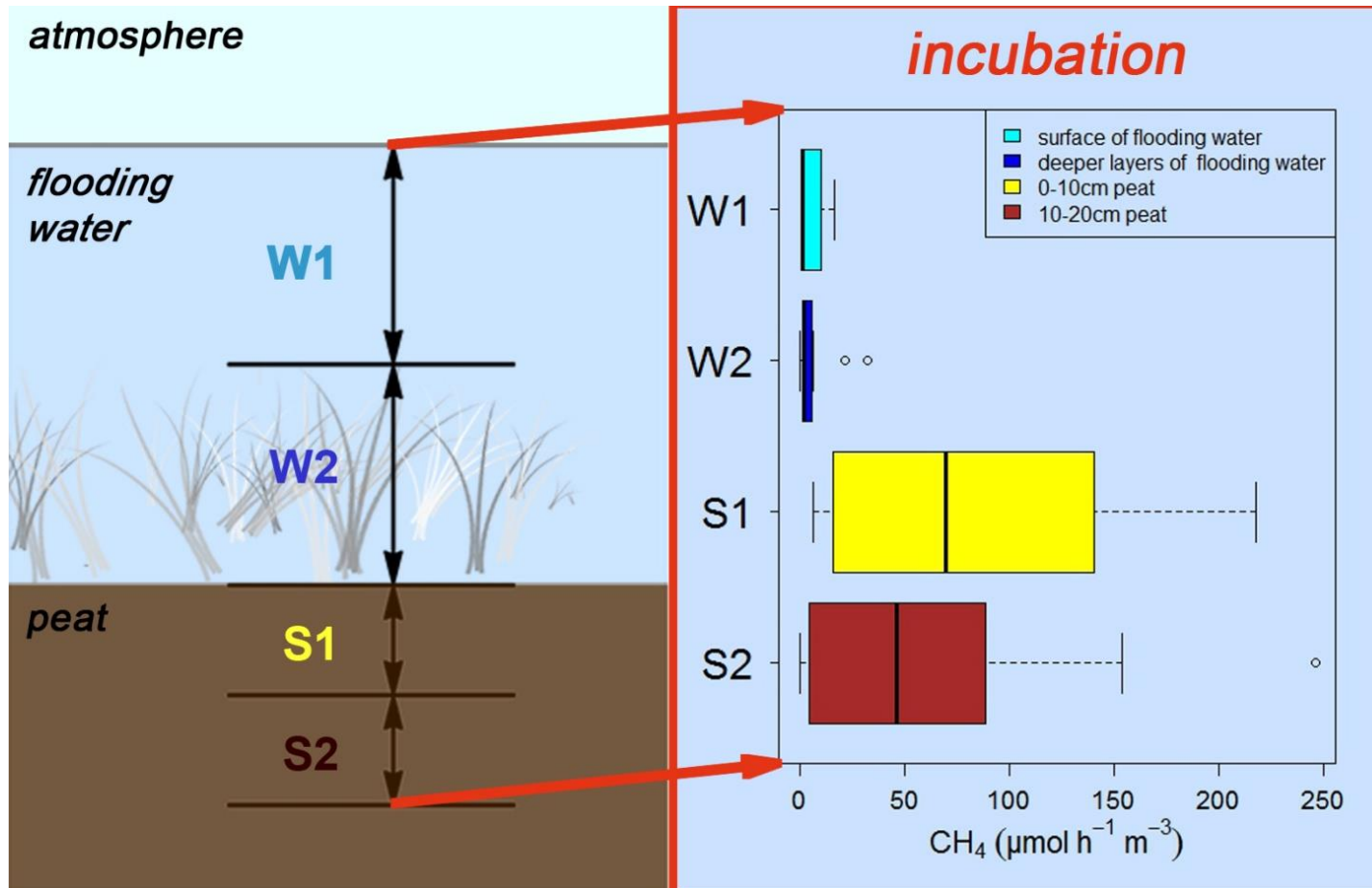
Fallstudie Hütelmoor

Bolboschoenus maritimus setzt am meisten Methan frei



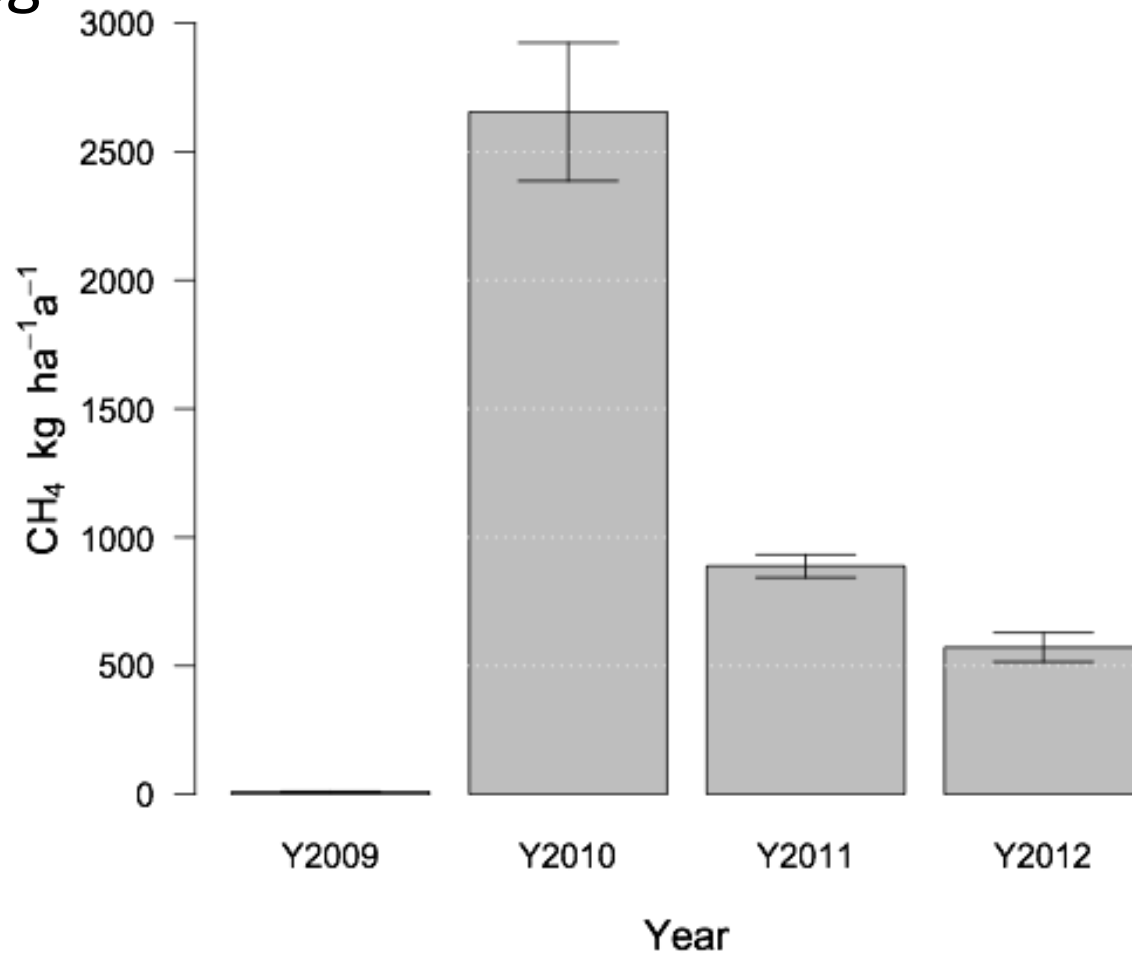
Fallstudie Hütelmoor

Laborinkubation – Quelle des CH₄



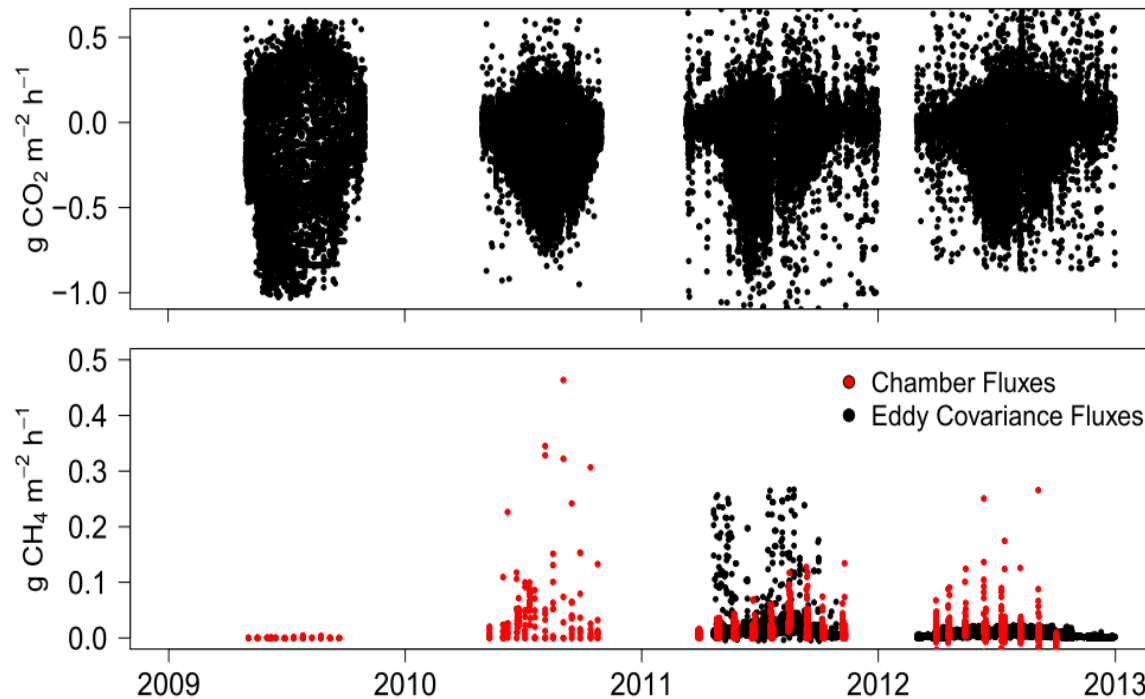
Fallstudie Hütelmoor

Jährliche Methanfreisetzung des Hütelmoors im Verlauf der Flutung



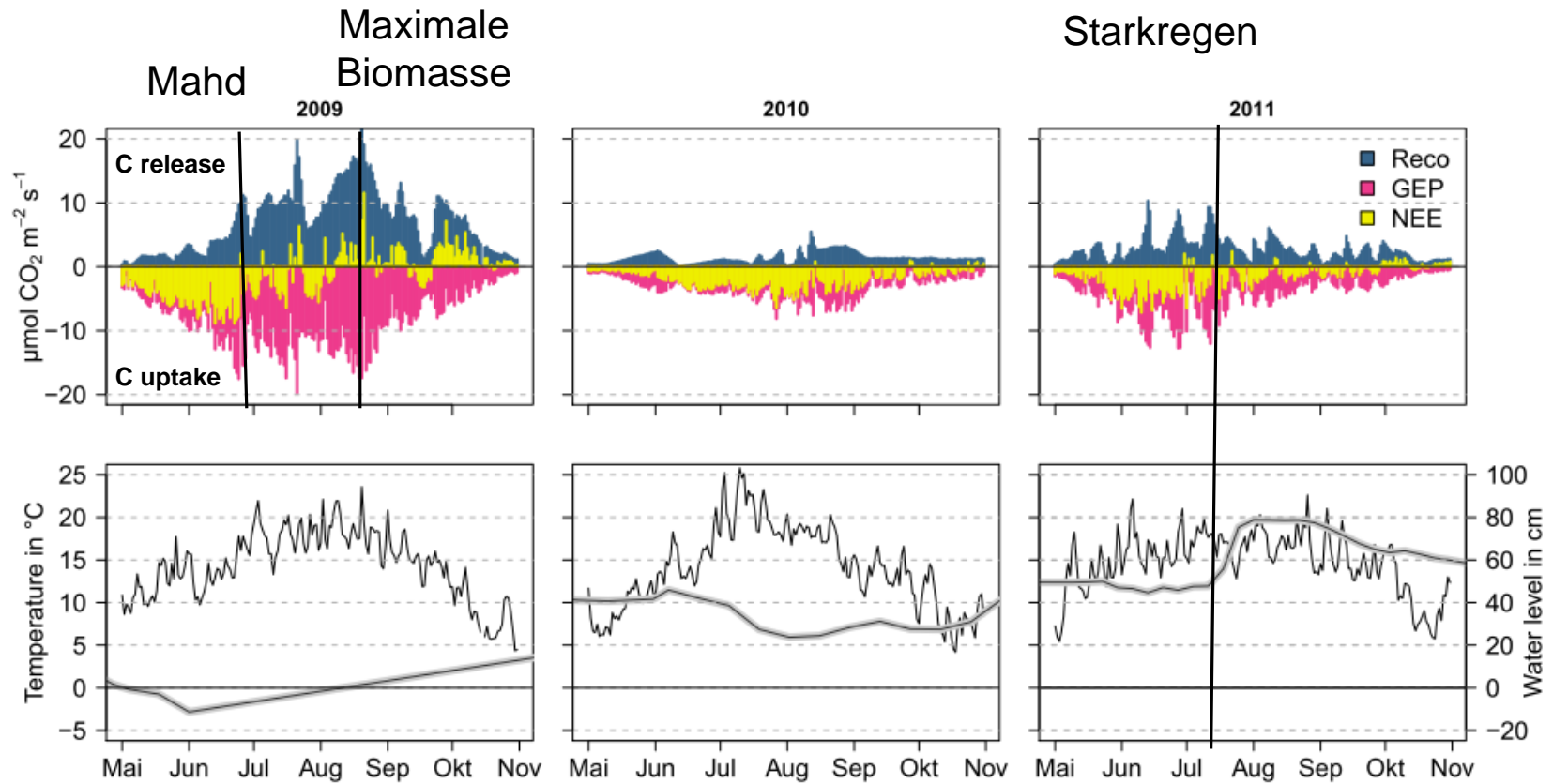
Fallstudie Hütelmoor

CH₄- und CO₂- Flüsse 2009 bis 2013

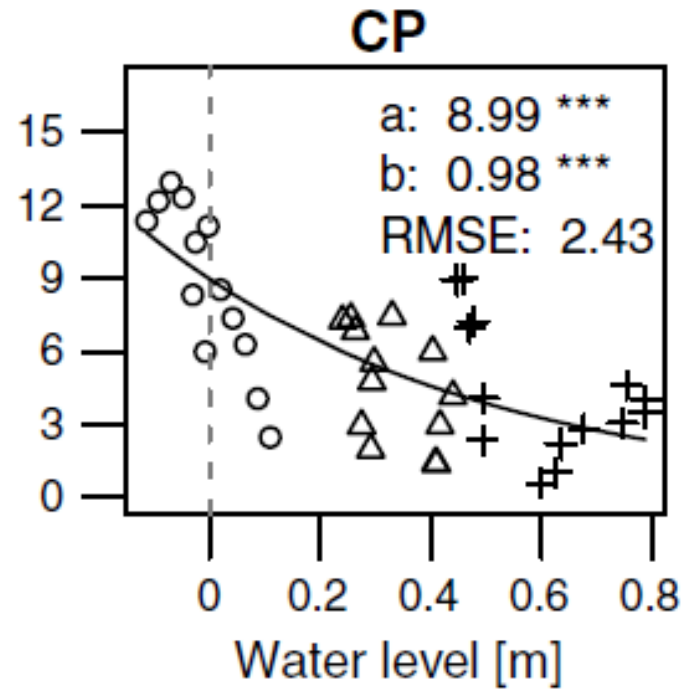
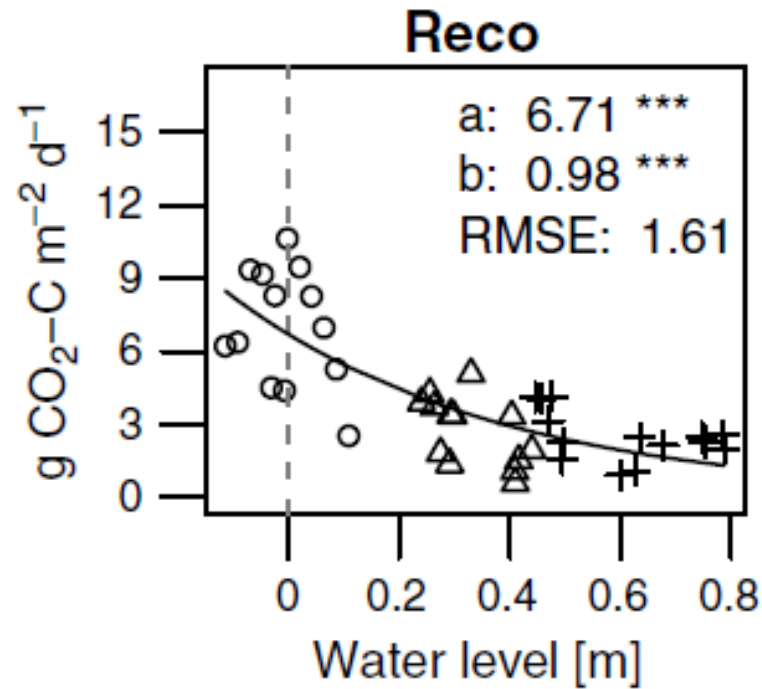


Fallstudie Hütelmoor

Partitionierung der CO₂-Flüsse

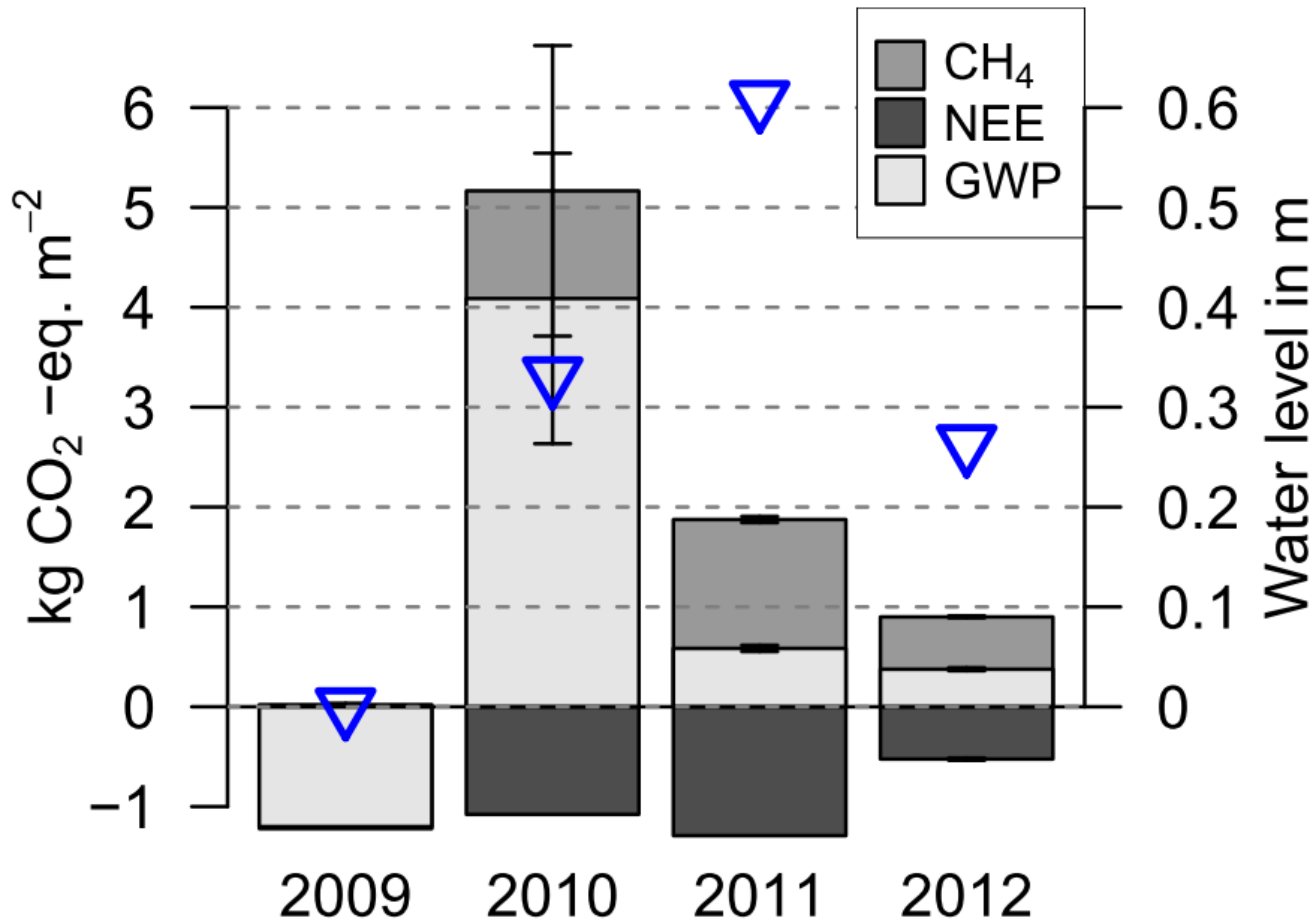


Fallstudie Hütelmoor



Fallstudie Hütelmoor

Synthese Kohlendioxid und Methan



Komplexe Interaktionen

Was steuert die Treibhausgasfreisetzung in Mooren?

Natürlich

Drainagierung

Restauration

Trophie,
über CH₄ Freisetzung

Tiefe der Drainage
Über CO₂ Freisetzung

Höhe der
Überflutung, über CH₄
Freisetzung

Sukzession, über CH₄
Freisetzung

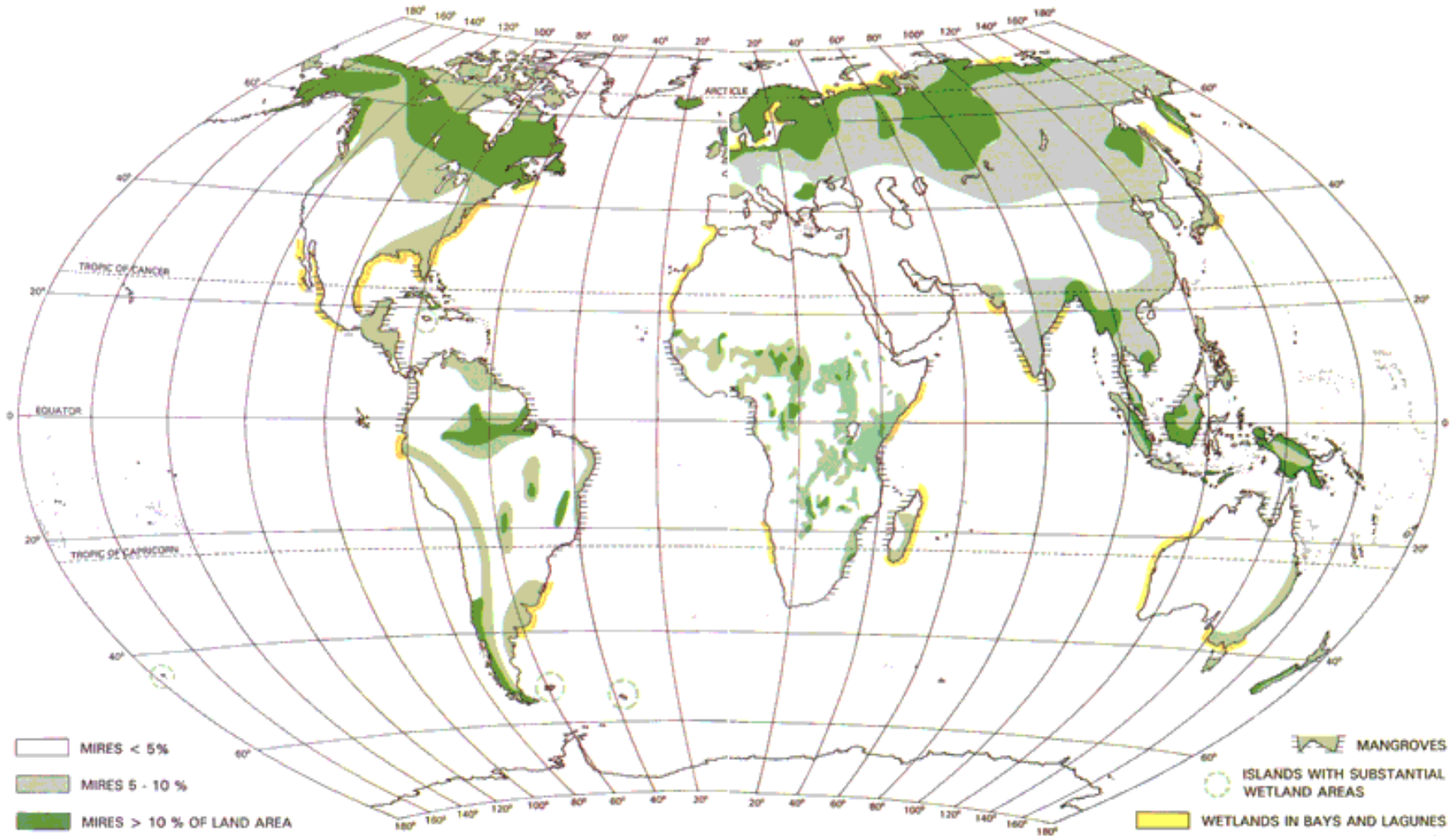
Zwischenfazit

- In genutzten / restaurierenden Mooren gibt es keinen *steady state*
- Restauration führt zur Re-Aktivierung von mikrobiellen Prozessen, mit transienter (?) Erhöhung der Methanfreisetzung
- Mitdenken: **Wasserchemie, Mikrobiologie, Pflanzenökologie, Meteorologie, Bodenchemie**

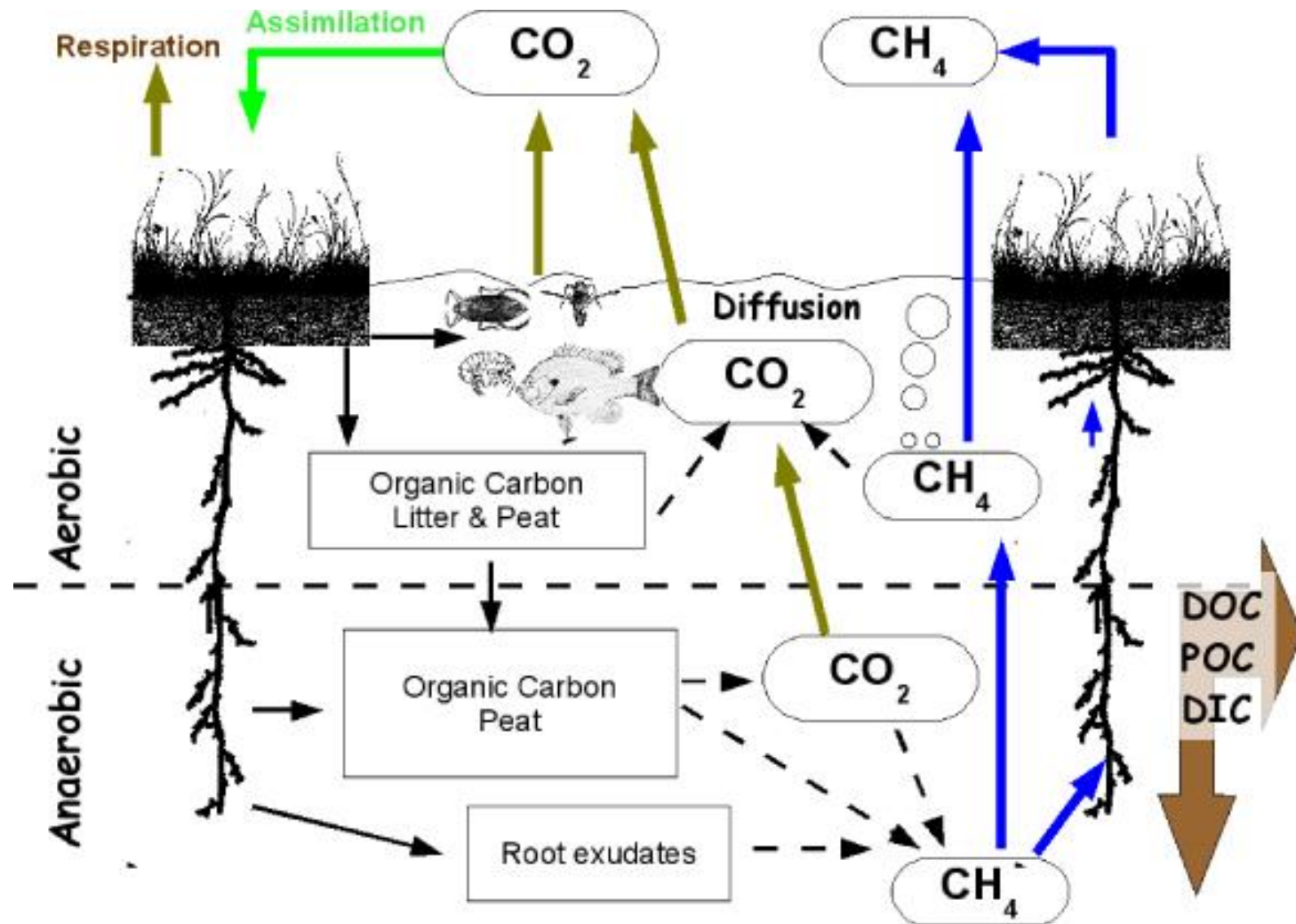
Themen:

- Torf: Ein ganz besonderes Material
- Biosphäre oder Pedosphäre? Erkenntnisse aus Österreich
- Reliefsphäre erklärt Pedosphäre: Erkenntnisse aus Deutschland
- Reliefsphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre? Untersuchungen aus England
- Fallstudie Hütelmoor
- **Scheuklappen runter! Ein Plädoyer für integratives Arbeiten**

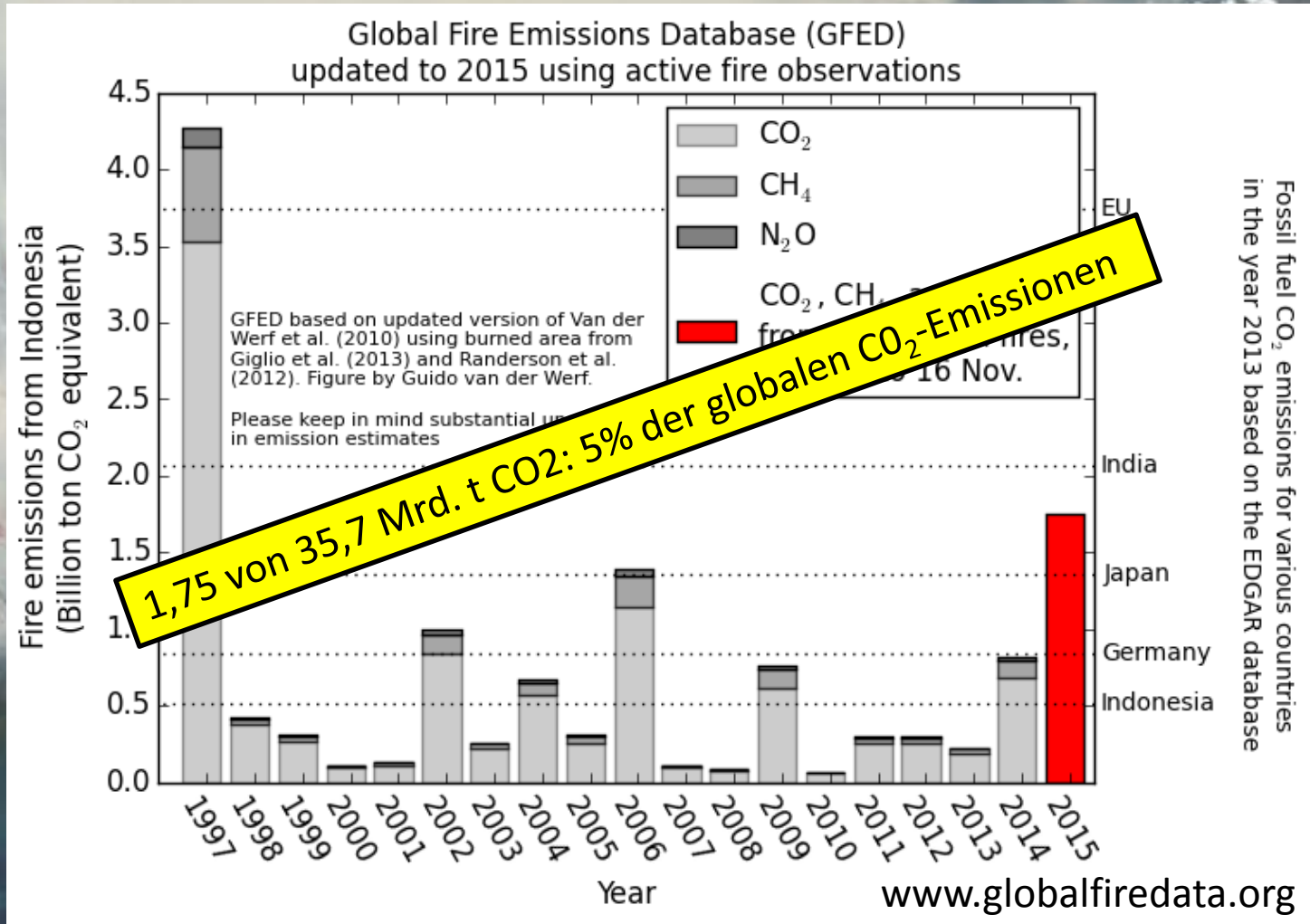
Moore der Welt



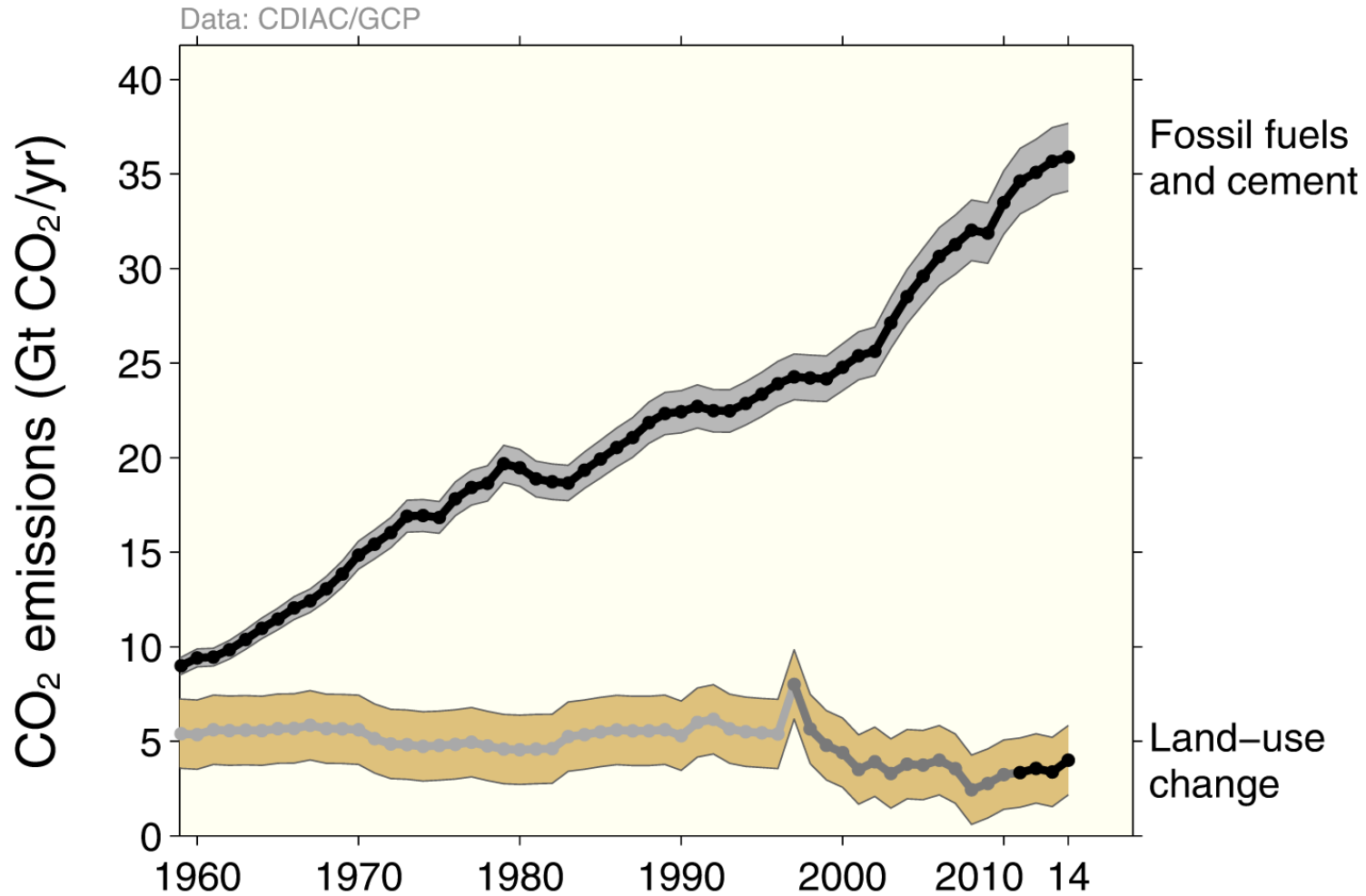
Die verschränkten Sphären



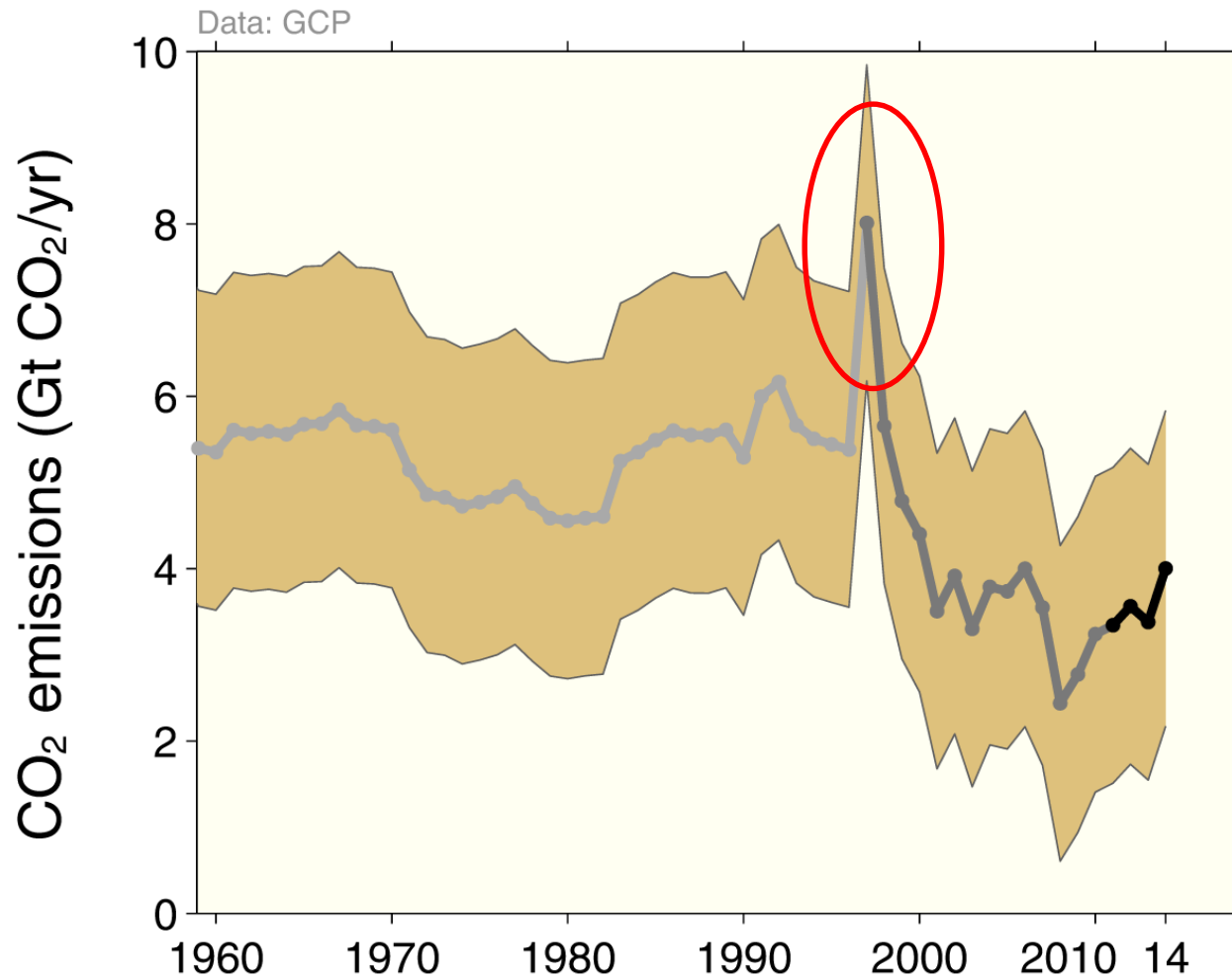
Borneo, 19. Oktober 2015



Landnutzung und fossile Brennstoffe



Landnutzung und fossile Brennstoffe



Zwischenfazit:

- Interaktionen in Mooren sind von weltweiter Relevanz
- Interaktionen in Sphären sind eng verschränkt beeinflussen sich gegenseitig
- Nur die Kombination aus holistischer Breite und Liebe für das Detail kann Systemverständnis liefern.

Fazit:

- Filter im Kopf sind gefährlich und verstellen den Blick auf das Wesentliche
- Wir müssen kontinuierlich unsere Filter im Kopf reflektieren
- Interaktionen zwischen Sphären sind verschränkt und zeitlich und räumlich sehr dynamisch
- Alle Spieler im Ökosystem mitdenken
- Der Teufel steckt im Detail! Holismus kann Akribie und Interesse für das Detail nicht ersetzen