

Indikatoren zur Bewertung von Humusgehalten für die Bodengesundheit

Axel Don, Sophie Drexler, Christopher Poeplau

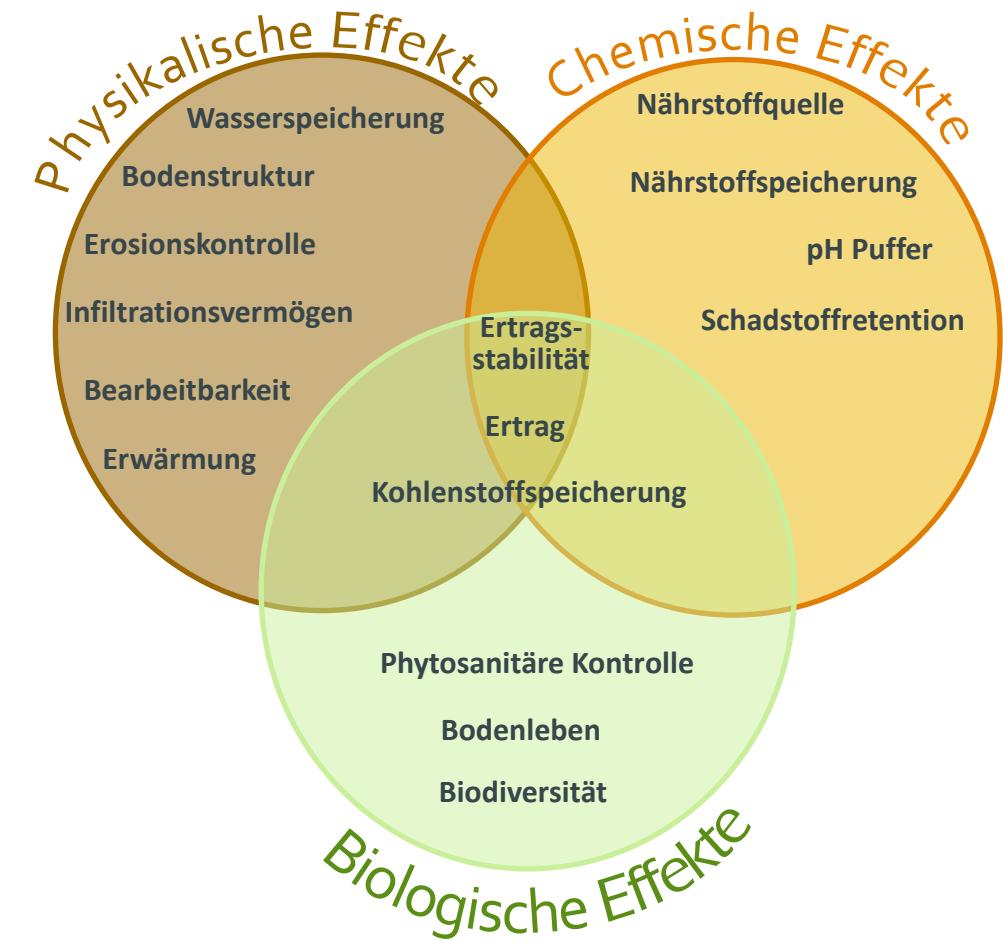
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig



Humus - zentral für die Bodengesundheit

Humus (C_{org})

- unterstützt viele Funktionen
 - ist durch Bewirtschaftung beeinflussbar
- ist wichtiger Indikator



Wie ist der Humusstatus eines Ackers zu bewerten?

Humusanalyse allein gibt keine Auskunft, ob Boden in „gutem“ Zustand ist.

Hat Bewirtschaftung oder Klimaveränderungen sich positiv oder negativ auf Humus ausgewirkt?

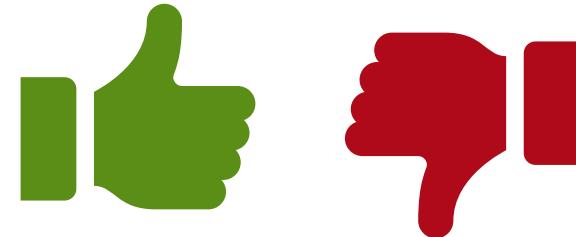
Prüfbericht										Datum: 30.06.2023	Berichts-Version: 1
Herrn Axel Don Saarbrückener Straße 122 38116 Braunschweig		Kunden-Nr.: 50206405	Seite 1 von 3		Probenart: Boden		Anzahl Proben: 6	Nutzungsarten:		Gehaltsklassen:	
		Auftrags-Nr.: 3679311						A = Acker	A = sehr niedrig		
		Beginn der Prüfung: 02.06.2023						W = Grünland	B = niedrig		
		Ende der Prüfung: 30.06.2023						G = Garten	C = anzustreben		
		Probenehmer: Auftraggeber						F = Forst	D = hoch		
								O = Obstbau	E = sehr hoch		
								X = Sonstige	F = extrem hoch		
Proben-Nr.	Schlagbezeichnung	Nut-zung	Bodenart (Gruppe)	Kalk pH-Wert anzu-streben	festge-stellt Gehaltsklasse CaCl ₂	Phosphor (P) mg in 100g, bei Moor in 100 ml Boden	Kalium (K) mg in 100g, bei Moor in 100 ml Boden	Magnesium (Mg) mg in 100g, bei Moor in 100 ml Boden	Weitere Untersuchungen	Gehaltsklasse	
23BB024677	1_Lagesbüttel	A (h) S	5,0-5,6	5,0 C Gehaltsklasse CaCl ₂	7,9 C Gehaltsklasse CaCl ₂	8,8 D Gehaltsklasse CAL	2,9 C Gehaltsklasse CaCl ₂	Humusgehalt 1,5 % Kupfer (Cu) CAT 1,6 mg/kg Mangan (Mn) CAT 67,8 mg/kg Bor (B) CAT 0,11 mg/kg Zink (Zn) CAT 2,5 mg/kg Natrium (Na) CAT 2,3 mg/kg			
23BB024678	2_Lagesbüttel	A (h) S	5,0-5,6	4,9 B Gehaltsklasse CaCl ₂	7,6 C Gehaltsklasse CaCl ₂	5,0 C Gehaltsklasse CAL	1,5 A Gehaltsklasse CaCl ₂	Humusgehalt 0,8 % Kupfer (Cu) CAT 2,7 mg/kg Mangan (Mn) CAT 29,2 mg/kg Bor (B) CAT < 0,10 mg/kg Zink (Zn) CAT 1,1 mg/kg Natrium (Na) CAT 1,9 mg/kg			
23BB024679	3_Lagesbüttel	A (h) S	5,0-5,6	5,6 C Gehaltsklasse CaCl ₂	8,4 C Gehaltsklasse CaCl ₂	6,9 C Gehaltsklasse CAL	2,7 C Gehaltsklasse CaCl ₂	Humusgehalt 1,0 % Kupfer (Cu) CAT 1,7 mg/kg Mangan (Mn) CAT 108,2 mg/kg			

Was sollte ein Indikator können?

Kriterien:

- Relevanz
- Sensitivität
- Verlässlichkeit
- Zugänglichkeit

Veränderungen nachweisen
und bewerten!



Lennungswirkung erzielen!

Die Vision für den Boden
Bis 2050 befinden sich alle Bodenökosysteme in der EU in einem gesunden Zustand

Warum ist es schwierig einen Indikator abzuleiten?



Pararendzina
13,4 t C_{org}

Regosol
65,1 t C_{org}

Parabraunerde
78,4 t C_{org}

Pseudogley
82,1 t C_{org}

Humusgley
131,7 t C_{org}

Erdniedermoor
692,7 t C_{org}

Flessa et al. 2019

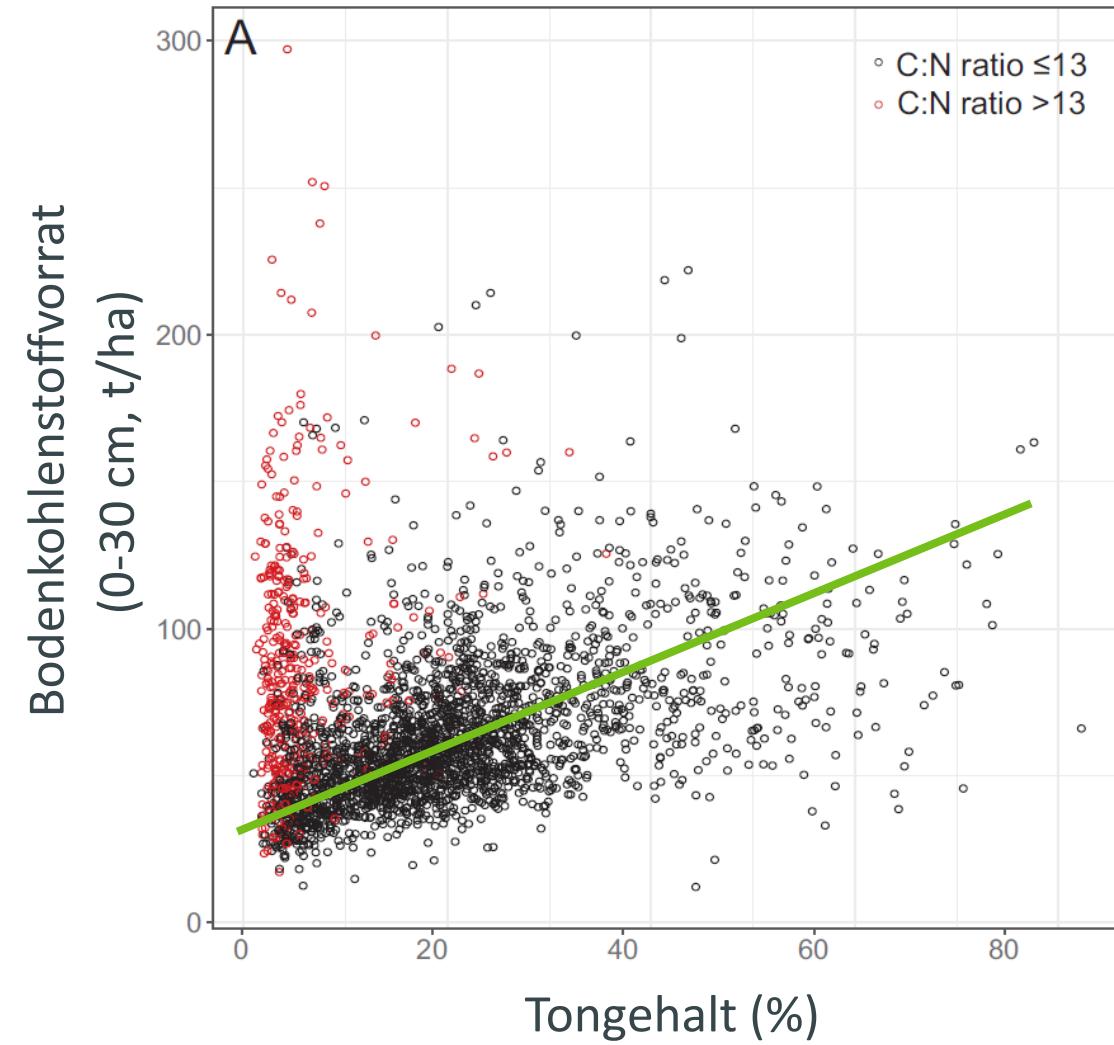
Humus ist von Natur aus sehr variabel

→ Welchen Einfluss hat die Bewirtschaftung?

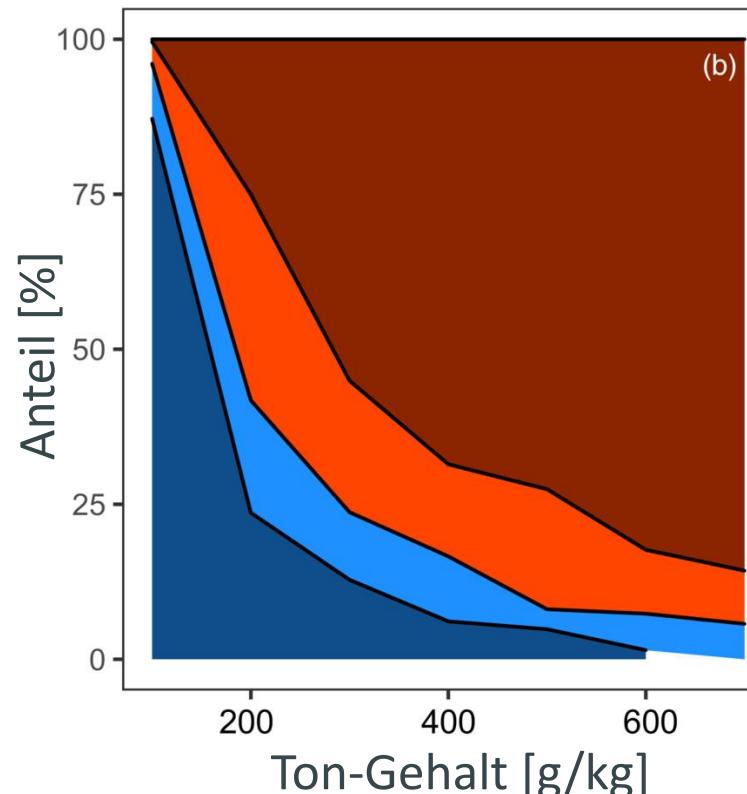
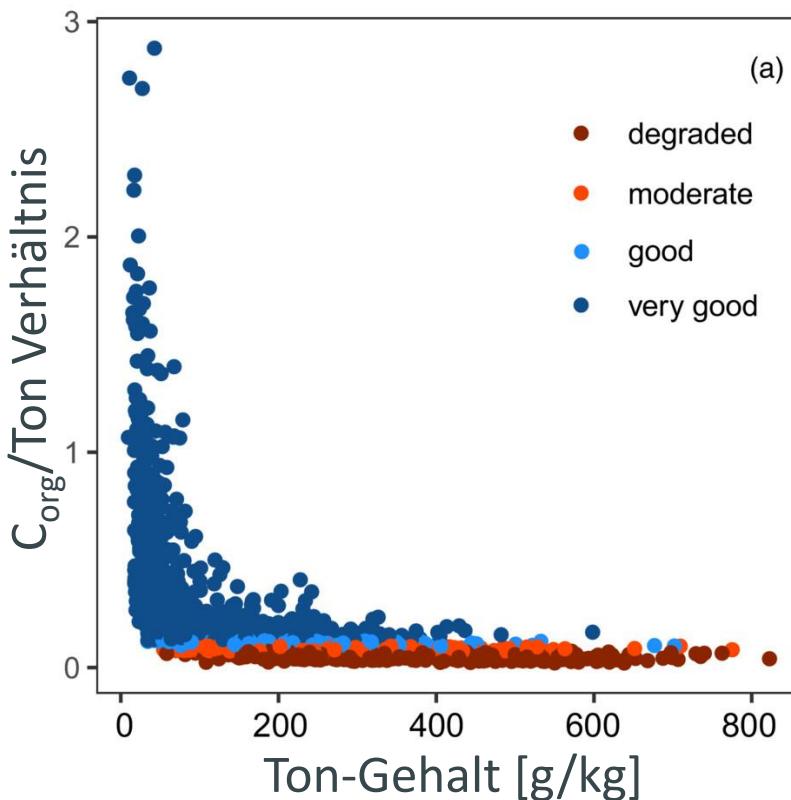
Einfluss der Bodentextur

Ton-Humuskomplexe

→ Steigende Humusvorräte mit zunehmenden Tongehalt (außer bei schwarz-humosen Sanden mit C:N>13 in rot)



C_{org}/Ton als einfacher Indikator für Bodengesundheit?



C_{org}/Ton	
<1:13	degraded
1:13 bis 1:10	moderate
1:10 bis 1:8	good
>1:8	very good

Johannes et al. 2017

Poeplau & Don 2023

Anwendung auf Daten der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft

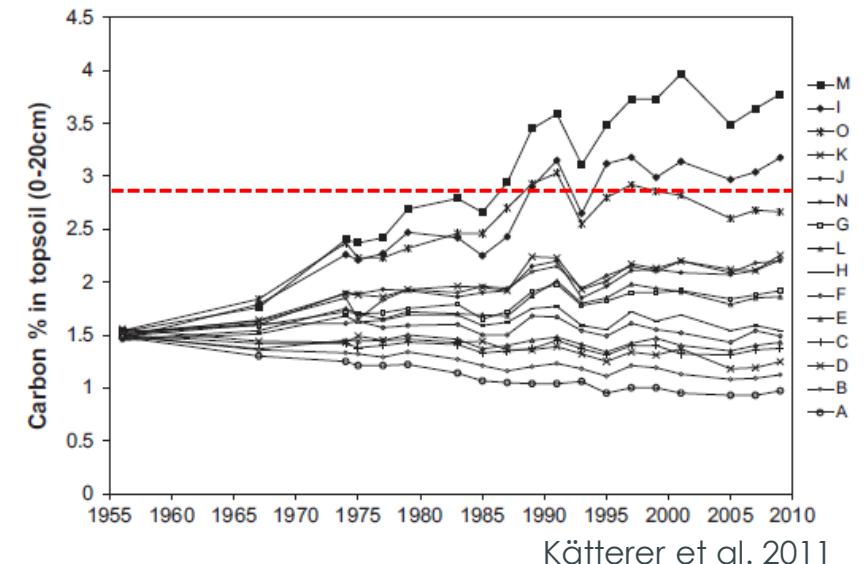
→ Je mehr Ton, desto eher “degradiert”

C_{org}/Ton in deutschen landwirtschaftlichen Böden

- Böden mit mehr als 30% Ton überwiegend als „degradiert“ klassifiziert
- 94% aller Schwarzerden entweder als „degradiert“ oder „moderat degradiert“ klassifiziert.
- Podsole 100% „sehr gut“

Land use	Soil class	n	degraded	moderate	good	very good	median SOC:clay
Cropland	Anthrosols	178	21	7	6	66	0.25 (1:4)
	Cambisols	609	28	19	12	41	0.10 (1:10)
	Chernozems	89	61	33	4	2	0.07 (1:14)
	Fluvisols	12	50	33	8	8	0.07 (1:14)
	Gleysols	175	21	12	4	63	0.19 (1:5)
	Luvicols	321	39	26	17	19	0.08 (1:12)
	Phaeozems	211	48	23	13	16	0.08 (1:12)
	Podzols	84	0	0	0	100	0.74 (1:13)
	Regosols	224	68	15	7	10	0.06 (1:17)
	Stagnosols	293	35	18	14	33	0.09 (1:11)
	Vertisols	58	97	0	3	0	0.05 (1:21)
	All	2254	37	18	10	35	0.09 (1:11)

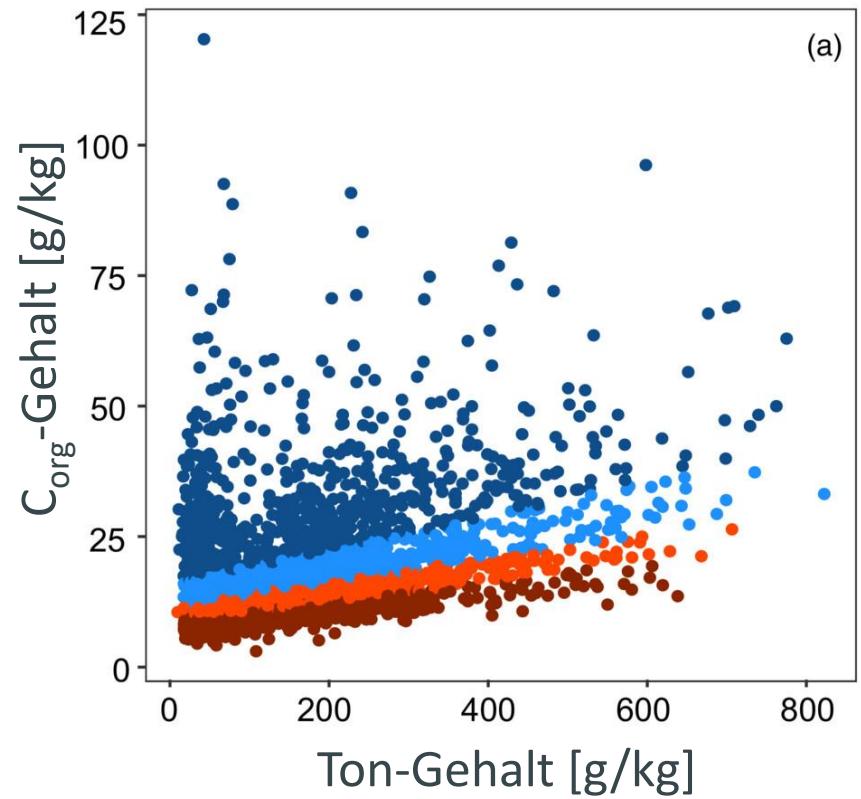
Dauerfeldversuch Ultuna/Schweden



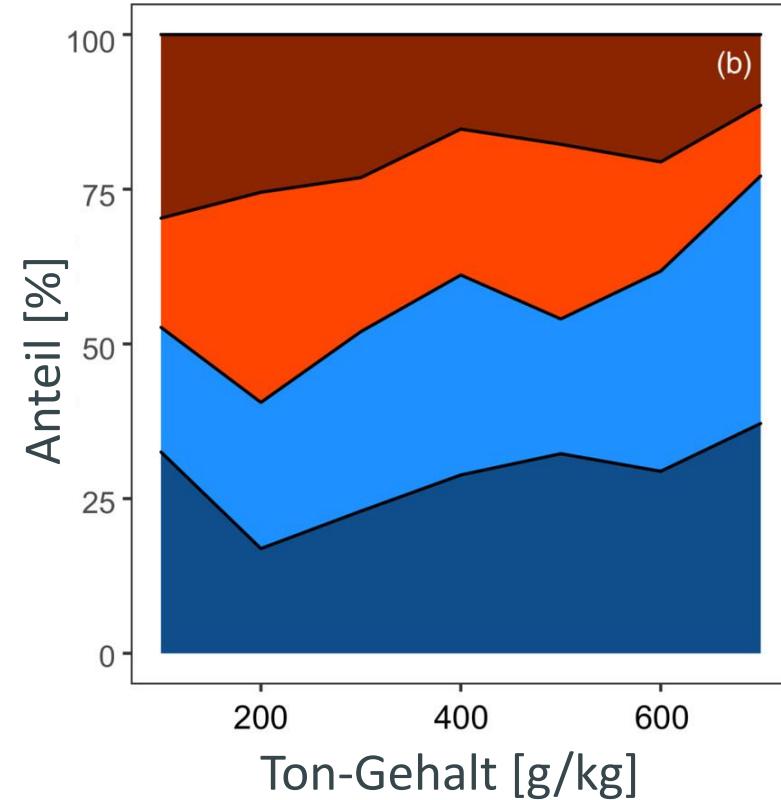
Kätterer et al. 2011

- Bei 38% Ton: alles unter 2.9% C_{org} wird als „hochgradig degradiert“ klassifiziert
- Nur Torf und Sägespäne konnten daran etwas ändern (in 60 Jahren)

C/C_{exp} als Alternative



(a)



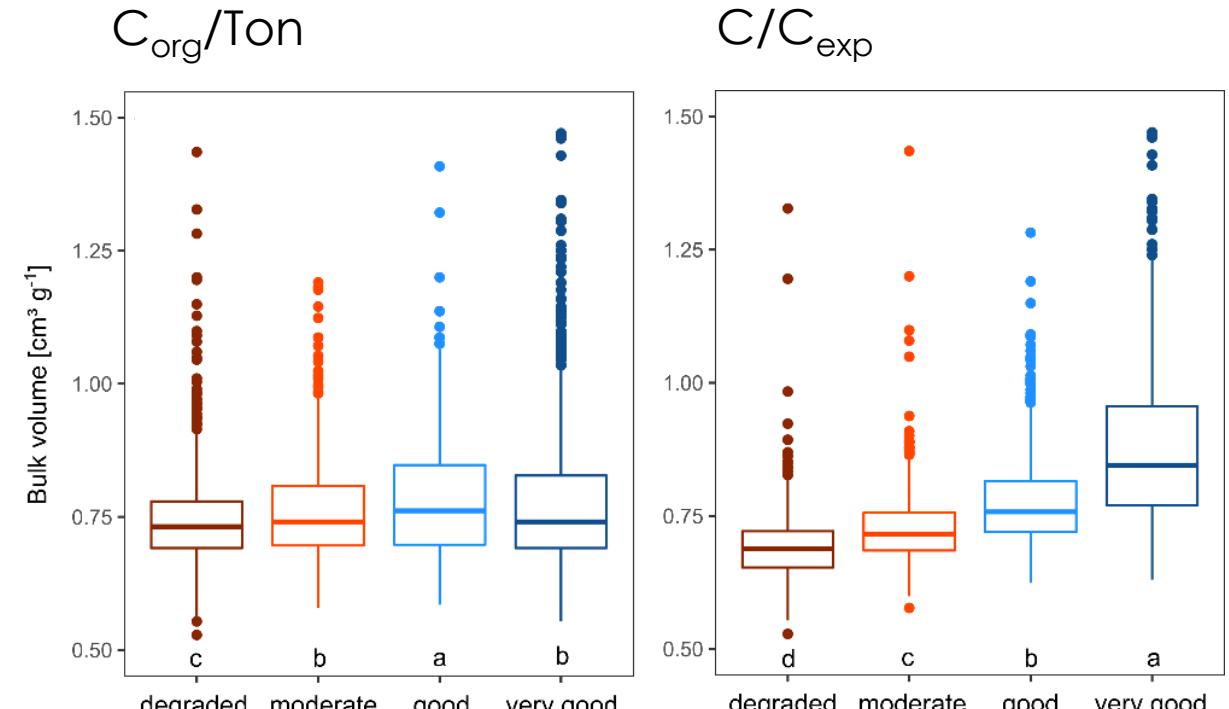
Poeplau & Don 2023

Basierend auf Daten der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft

→ Klassen unabhängig vom Tongehalt

C/C_{exp} als einfacher Indikator für Bodengesundheit

- **Vorteile:** „Verzerrung“ verschwindet, Sensitivität und Zugänglichkeit sind gegeben
- **Nachteil:** C_{exp} nur über Ton abzuleiten ist zu simpel



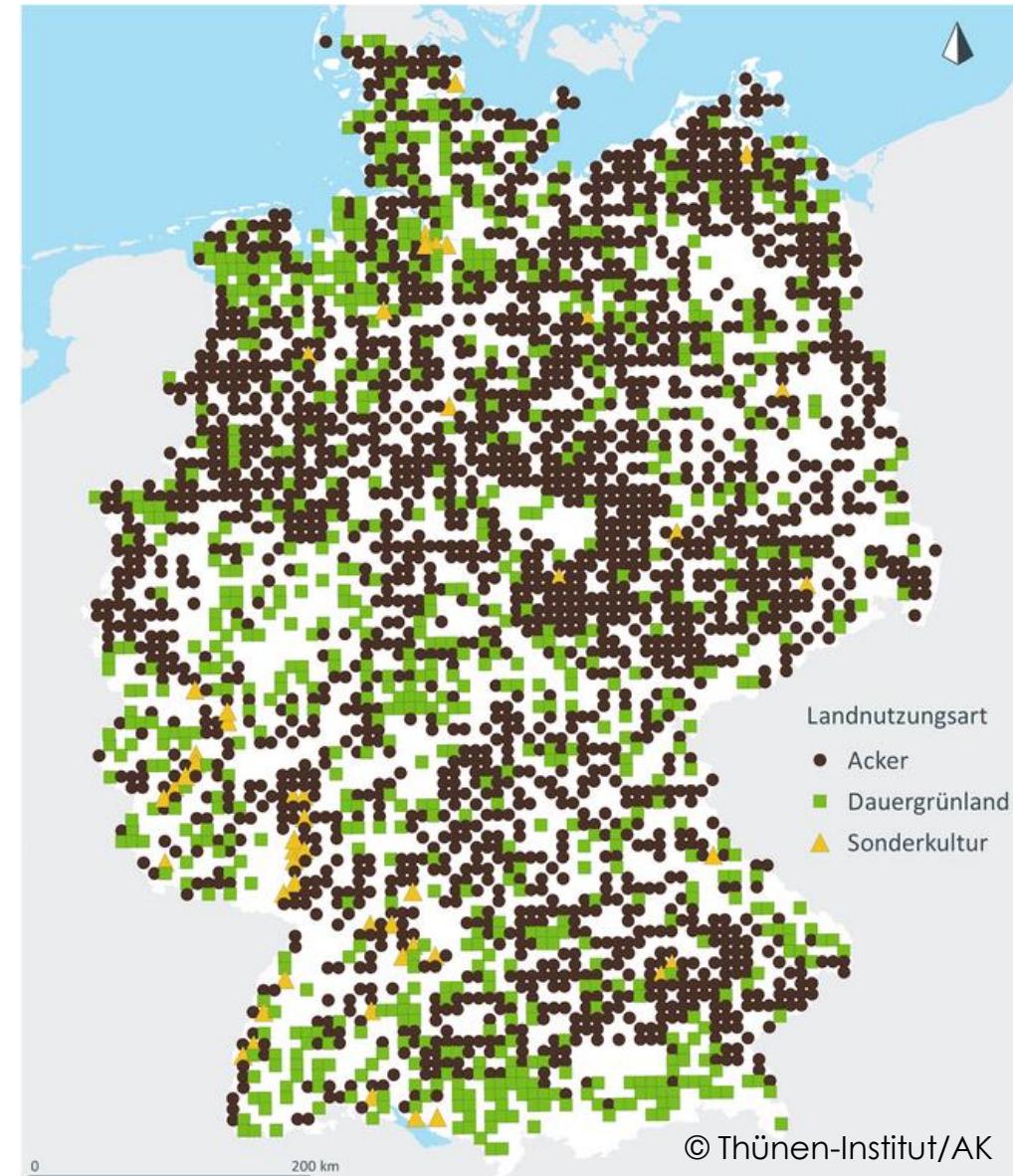
Poeplau & Don 2023

Zusammenhang mit Bodenstruktur für C/C_{exp} besser als für $C_{\text{org}}/\text{Ton}$

Standorttypische Humusgehalte auf Grundlage der BZE-LW

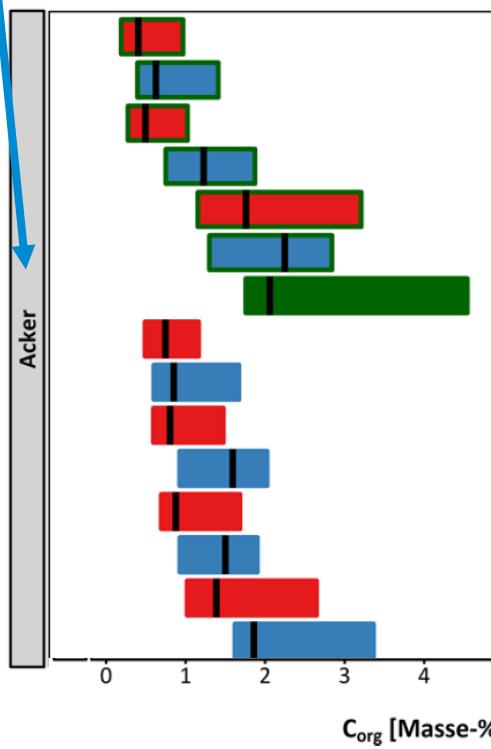
Datengrundlage: Datensatz der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft mit 3.078 Beprobungspunkten

Oberboden mineralischer Böden (< 8,7 % C_{org})



Standorttypische Humusgehalte – eine vergleichende Einordnung

1. Landnutzung



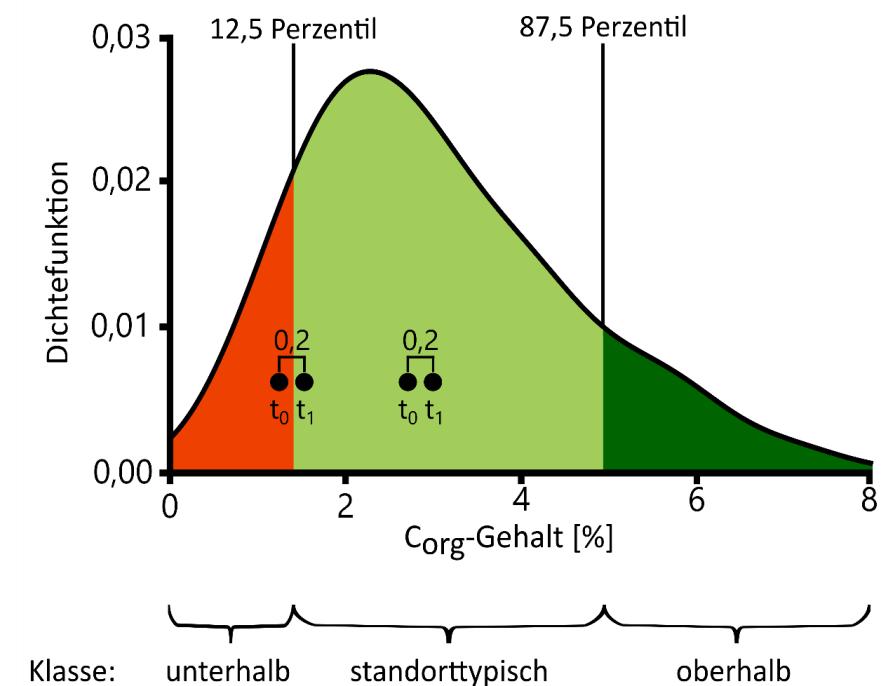
2. Textur

3. C/N-Verhältnis

4. Niederschlag

Texturklasse	C/N-Verhältnis	Niederschlag [mm a ⁻¹]
leicht	≤ 13	≤ 700
leicht	≤ 13	> 700
leicht	$> 13 - \leq 15$	≤ 650
leicht	$> 13 - \leq 15$	> 650
leicht	$< 15 - \leq 20$	≤ 800
leicht	$< 15 - \leq 20$	> 800
leicht	> 20	/
mittel I	/	≤ 850
mittel I	/	> 850
mittel II	/	≤ 1.000
mittel II	/	> 1.000
schwer I	/	≤ 900
schwer I	/	> 900
schwer II	/	≤ 900
schwer II	/	> 900

Drexler et al. 2020,
Thünen Report 75



HumusCheck: Vergleichssystem für Humusgehalte

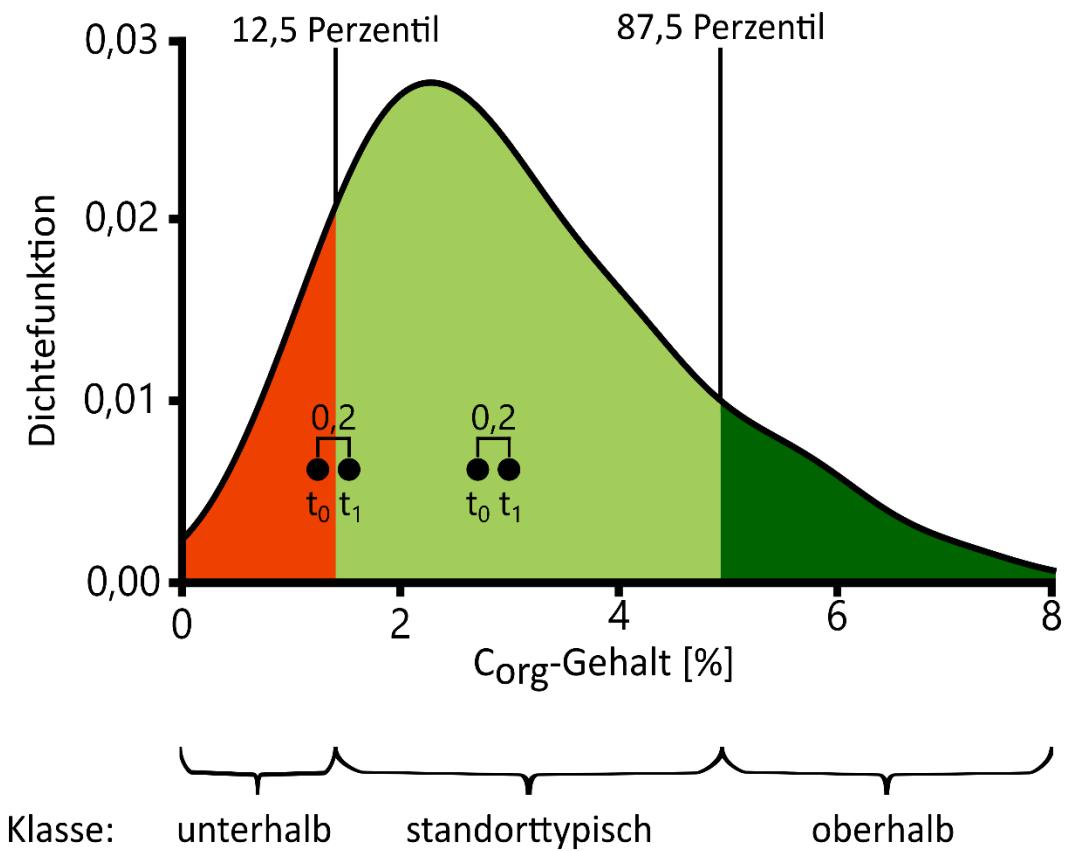
The screenshot shows the homepage of the HumusCheck website. At the top left is the logo "HUMUS✓CHECK" with a small icon of a plant. At the top right is the THÜNEN logo. The main text on the page reads: "Sind meine Humusgehalte standorttypisch? Machen Sie den HumusCheck!". Below this, there is a detailed explanation of what Humus is and how HumusCheck works, mentioning the Bodenzustandserhebung Landwirtschaft. A large circular image shows a hand holding a pile of dark brown soil. At the bottom left is a green "START" button, and at the bottom right are links for "AGB", "Datenschutz", and "Impressum".

humuscheck.thuenen.de



„Standorttypische Humusgehalte“ - mehr als ein Vergleich?

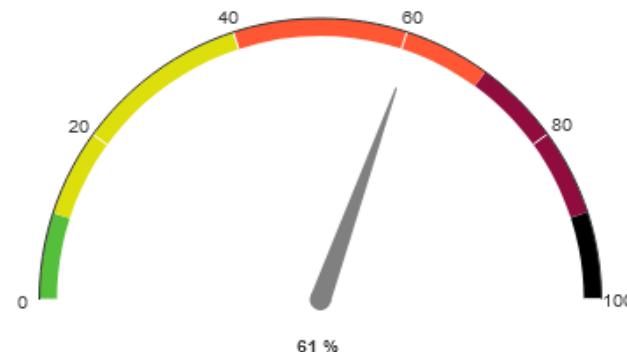
- **Vorteile:** Vier wichtige Standortfaktoren berücksichtigt, einfach nachvollziehbar und anwendbar
- **Nachteile:** Wenig sensitiv gegenüber Veränderungen und wenig ambitioniert



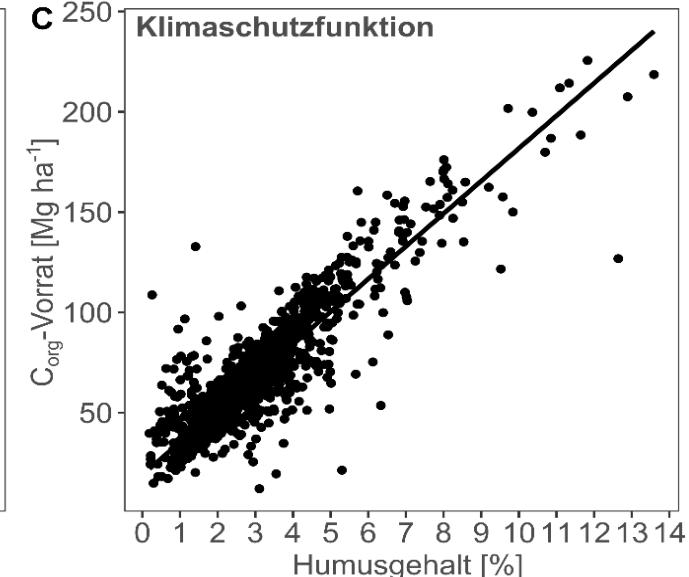
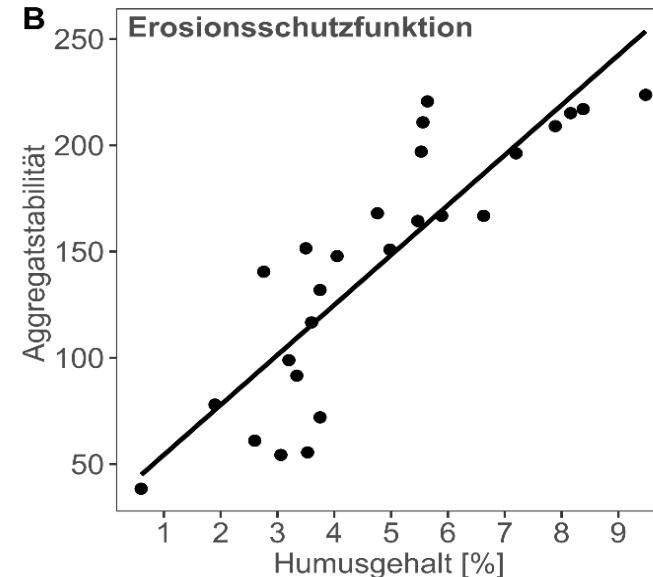
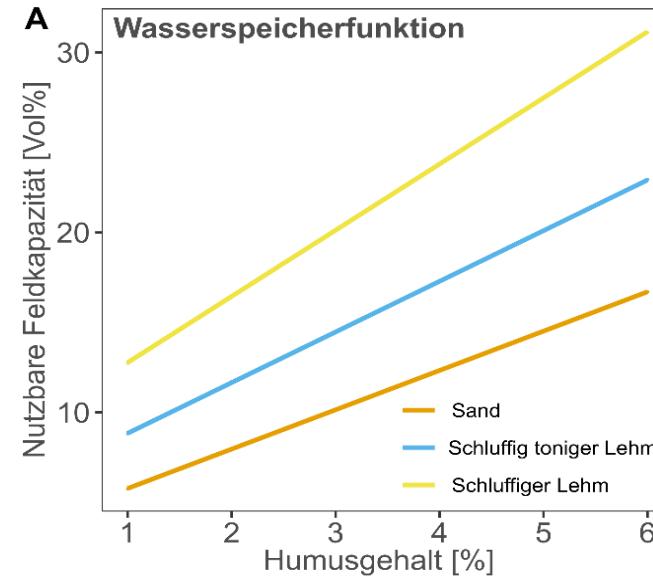
„Naturnahes Ökosystem“ als Referenz

- C_{org} im Acker <60% im Grünland = degradiert (EUSO Soil Health Dashboard)
- Unklar, wo die Grünland-Referenz herkommen soll (kompliziert)
- Willkürliche Grenze bei 60% (intransparent)

Proportion of land affected by soil degradation in the EU



Warum ist es schwierig einen Indikator abzuleiten?



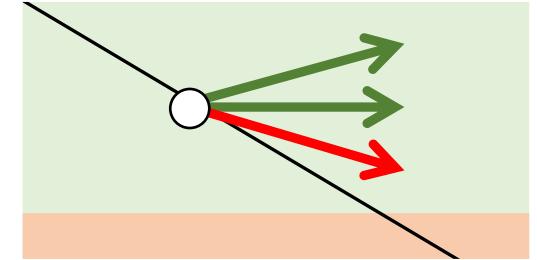
Don et al. 2024

Durch die zu meist linearen Korrelationen von Humus und Bodenfunktionen sind Schwellenwerte willkürlich

→ Ist es überhaupt möglich, einen Wert für „genug“ Humus zu definieren?

Idee: Kontext-spezifischer C_{org} Trend als Indikator

- Mehr C_{org} ist grundsätzlich gut
- Es ist ungesund für Böden, C_{org} zu verlieren



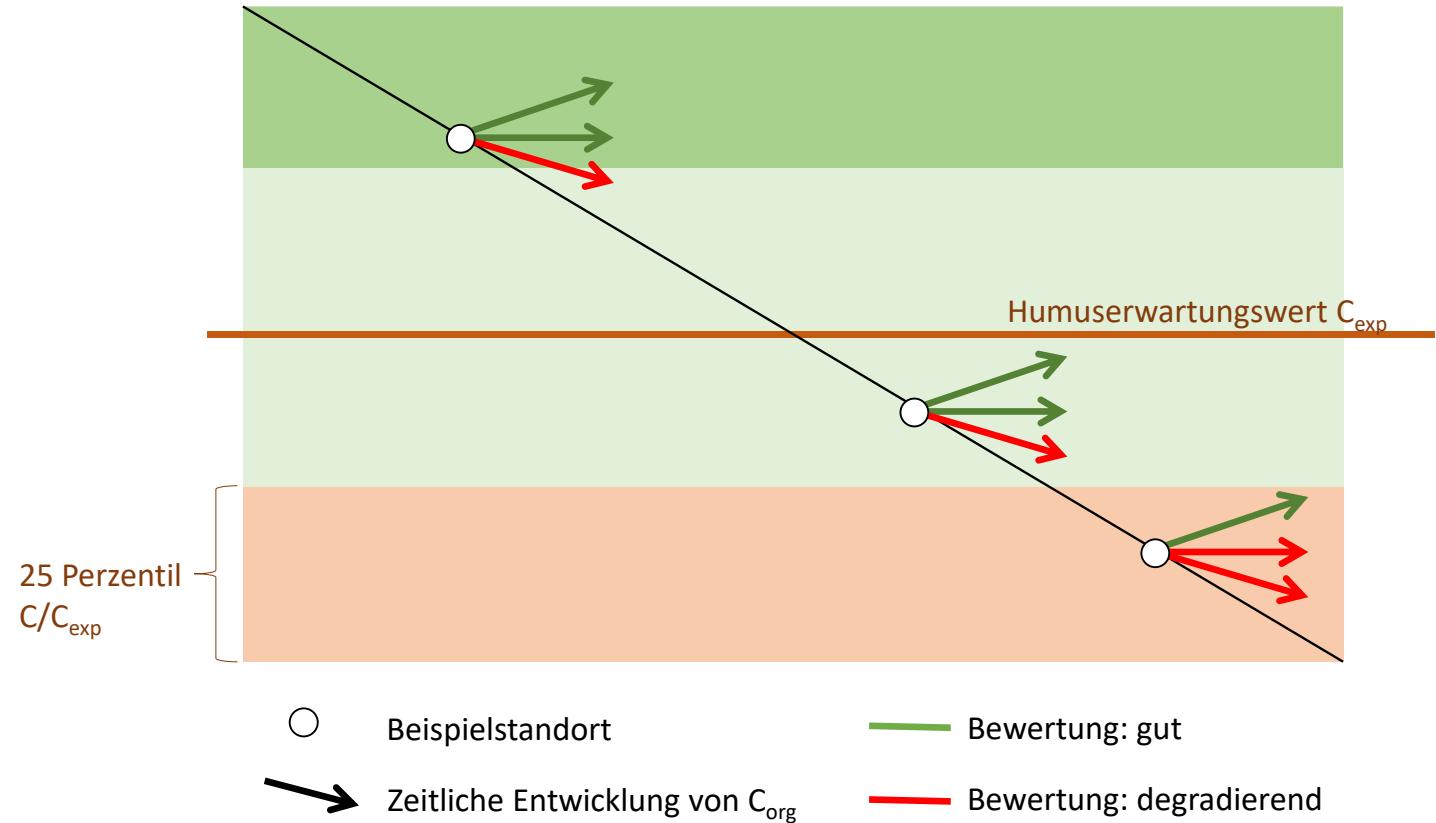
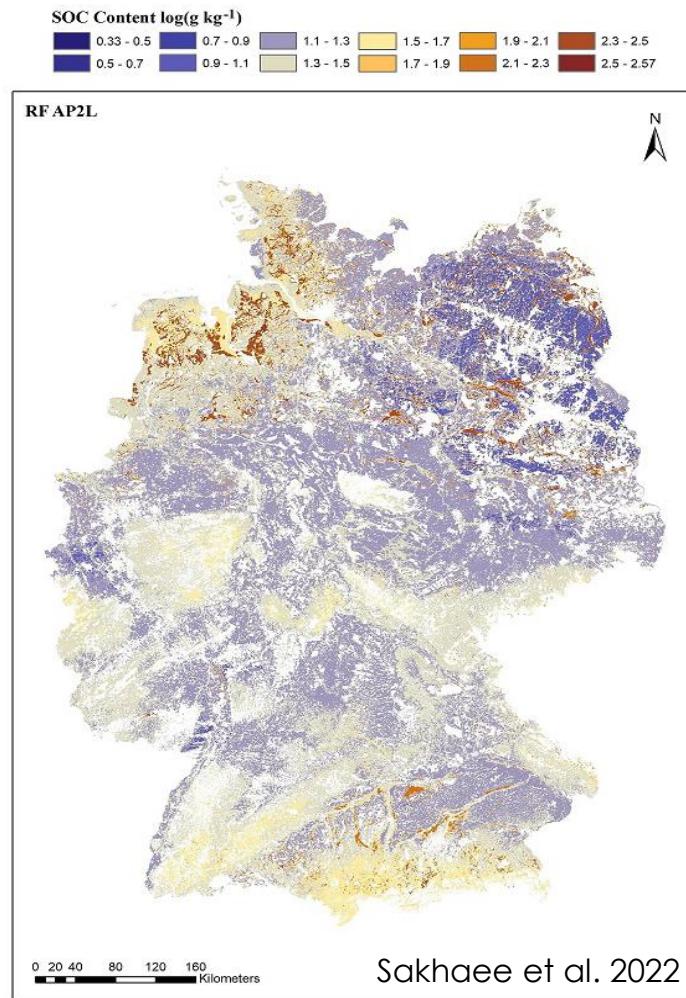
ABER: Böden mit viel C_{org} tendieren zu Verlusten

→ Böden mit wenig C_{org} → müssen akkumulieren

→ Böden mit viel C_{org} → müssen halten (Verluste vermeiden)

Trend in Verbindung mit Erwartungswert

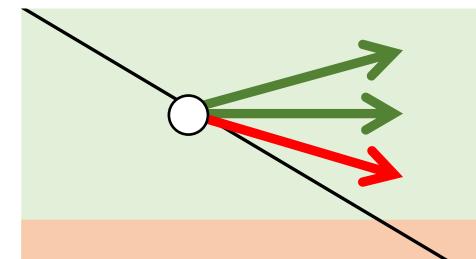
$C_{\text{Exp}} = \text{aus } C_{\text{org}} \text{ Karte}$



Don et al. 2024

Fazit

- Bislang diskutierte Indikatoren bilden **Humusfunktionen** kaum ab
- Die meisten Indikatoren sind **unzureichend sensitiv** gegenüber Bewirtschaftungs- und Klimaeinflüssen
- **Grenzwerte** für Humusgehalte sind nicht ableitbar – mehr Humus ist immer besser
- Neuer Indikator „**kontextspezifischer C_{org}-Trend**“:
Humus erhöhen wenn zu niedrig, Humus erhalten wenn hoch



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

 axel.don@thuenen.de

Thünen-Institut für Agrarklimaschutz

www.thuenen.de/de/ak/

