



120 Jahre Statischer Düngungsversuch Bad Lauchstädt

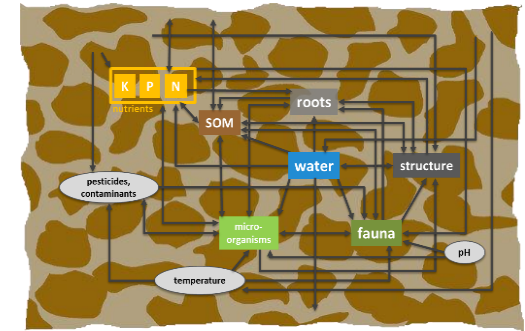
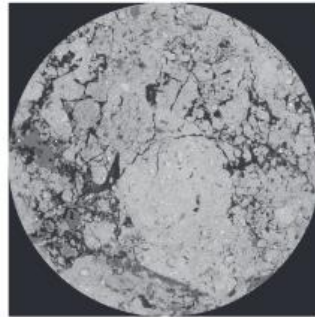
**- Eine Forschungsaufgabe für
Generationen**

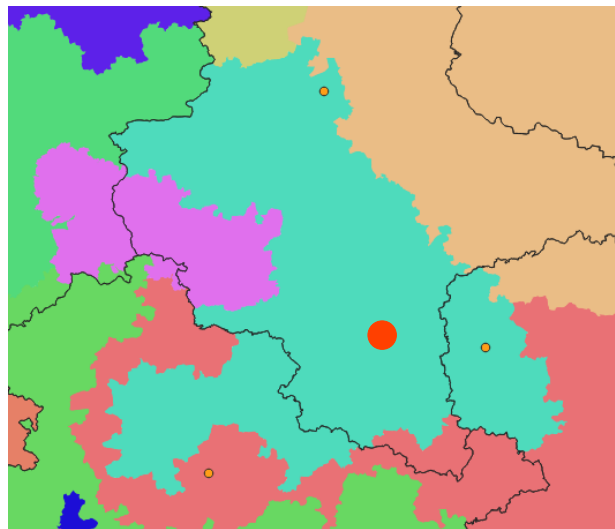
Julius Diel, Ines Merbach, Steffen Schlüter,
Ulrich Weller, Sara König, Hans-Jörg Vogel

23.04.2024

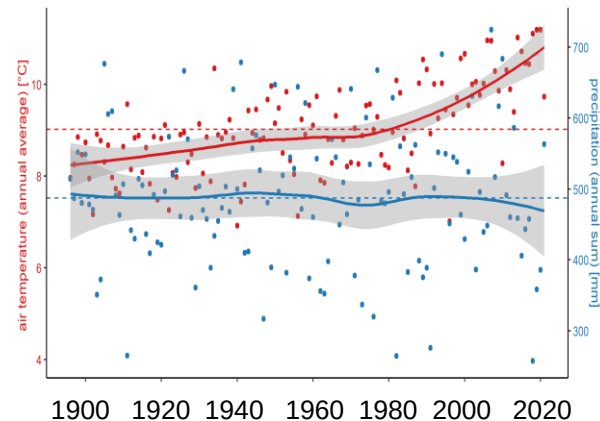
Kontakt: julius.diel@ufz.de

- Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt
- Röntgentomographie & Bodenstrukturdynamik
- Das systemische Boden-Pflanze-Modell BODIUM





Bodenklimaraum 107: Lößböden in der Ackerebene



- Boden: Schwarzerde/Chernozem aus Löss
- Bodenschätzung: 94–98 Punkte
- mittleres Klima (1896-2019): 9,0°C, 483,5 mm



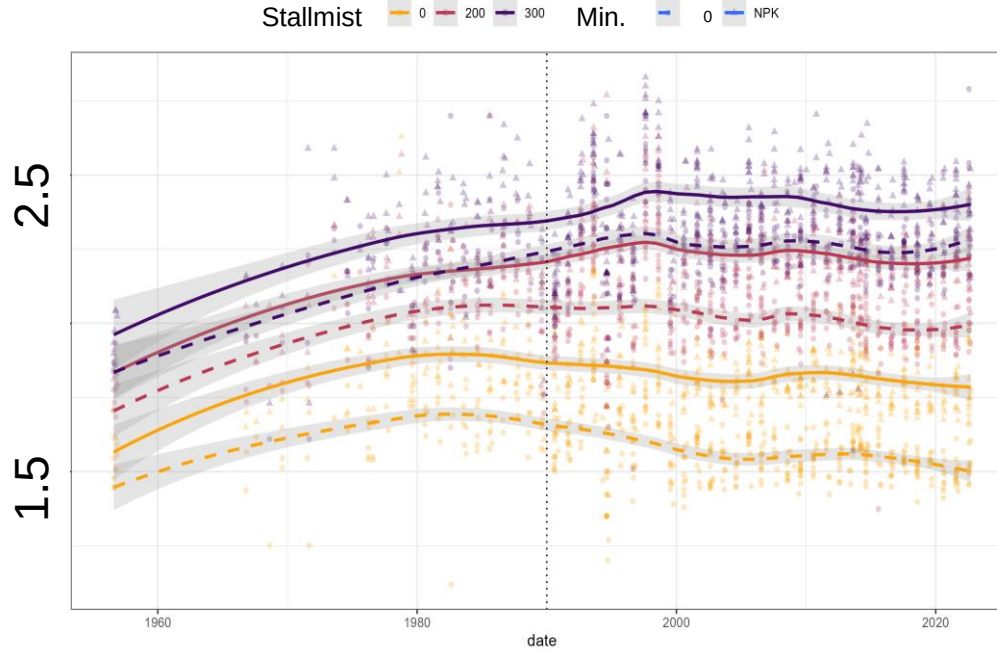
- gegründet 1902
- 8 “Schlaghälften” mit 18 Düngestufen
 - 3x Organisch
 - 6x Mineralisch
- gepflügt, kein Strohverbleib
- Fruchtfolge: WW, ZR, SG, K
 - seit 2015: SM statt ZR und K

		+Kalk				erw.				+Leg.	
			SH 1	SH 2	SH 3	SH 4		SH 5	SH 6	SH 7	SH 8
ohne Stallung	ohne	18									
	PK	17									
	N	16									
	NK	15									
	NP	14									
	NPK	13									
20 t/ha Stallung	ohne	12									
	PK	11									
	N	10									
	NK	9									
	NP	8									
	NPK	7									
30 t/ha Stallung	ohne	6									
	PK	5									
	N	4									
	NK	3									
	NP	2									
	NPK	1									

	26,5 m	26,5 m	25,5 m	27,5 m		27,5 m	25,5 m	26,5 m	28,5 m		

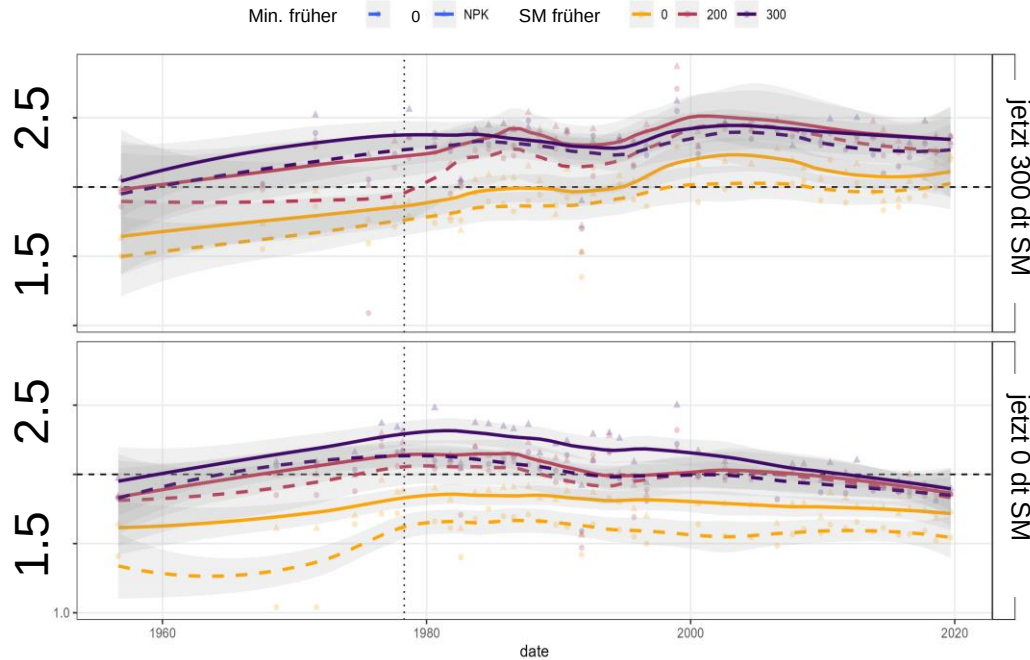
- gegründet 1902
- 8 “Schlaghälften” mit 18 Düngestufen:
- 3x Organisch (0, 200, 300 dt/ha/2a)
- 6x Mineralisch (0, PK, N, NK, NP, NPK)
- 1978: erweiterter Versuch auf SH4 & 5
- teilweise Umkehr der org. Düngermengen

org. Bodenkohlenstoff [M%]

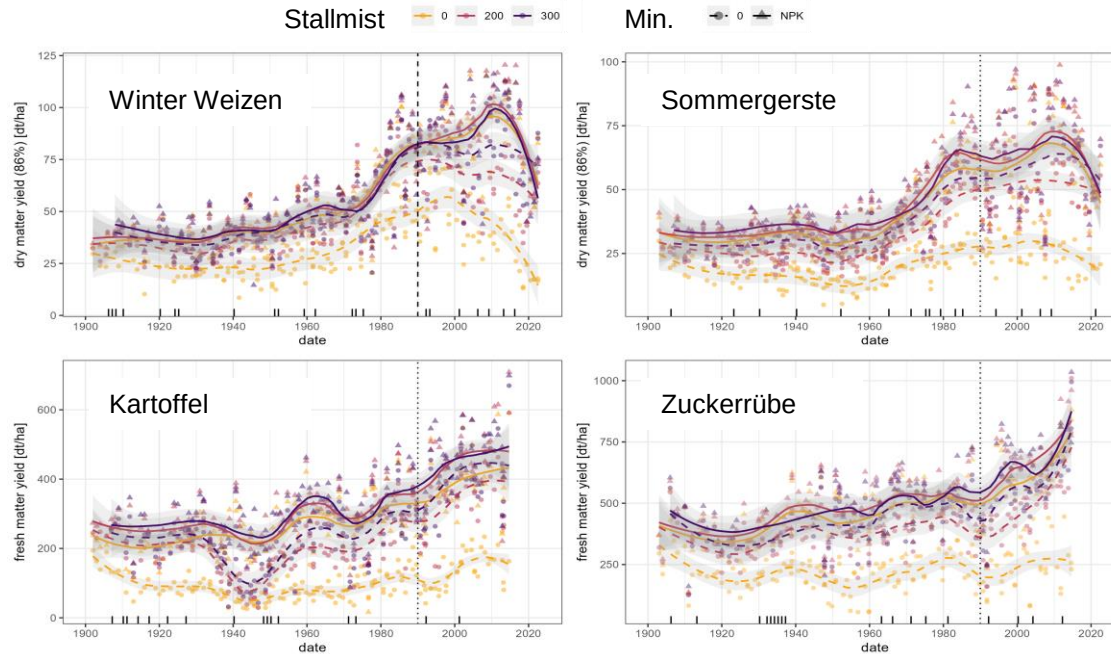


- erste Corg-Messungen: 1956
- Mittlerweile Spannweite ~ 1 M%
- Gleichgewicht seit ~2000
- Kommen jetzt Änderungen durch Mais und Klimawandel?

org. Bodenkohlenstoff [M%]



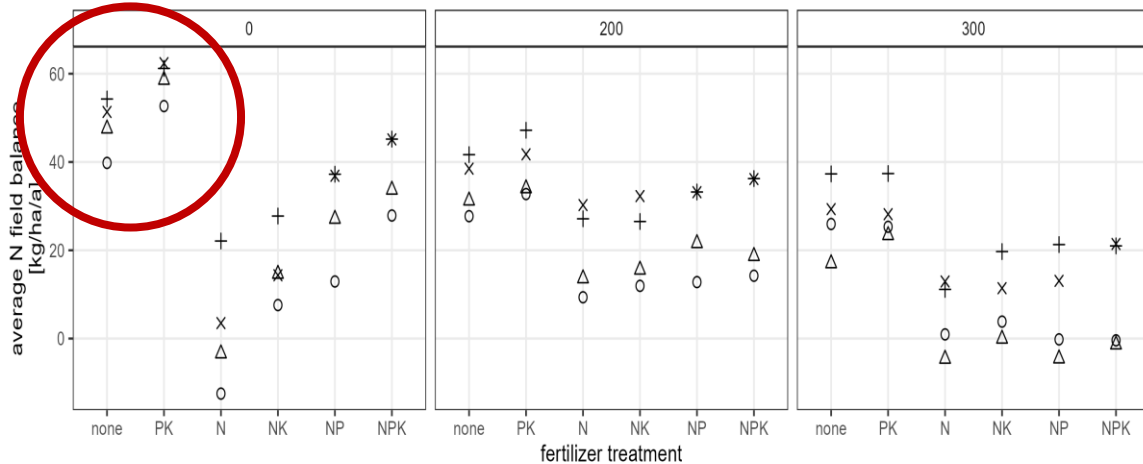
- gegründet 1978
→ 76 Jahre Vorgeschichte!
- 0 → 300: noch C-Aufbau
- 300 → 0: noch C-Abnahme
- Weltweit einzigartig!



- deutliche Züchtungsfortschritte seit den 70ern
- Dürre 2018-2020 deutlich zu sehen

Feldbilanz: N-Ernte – N-Düngung

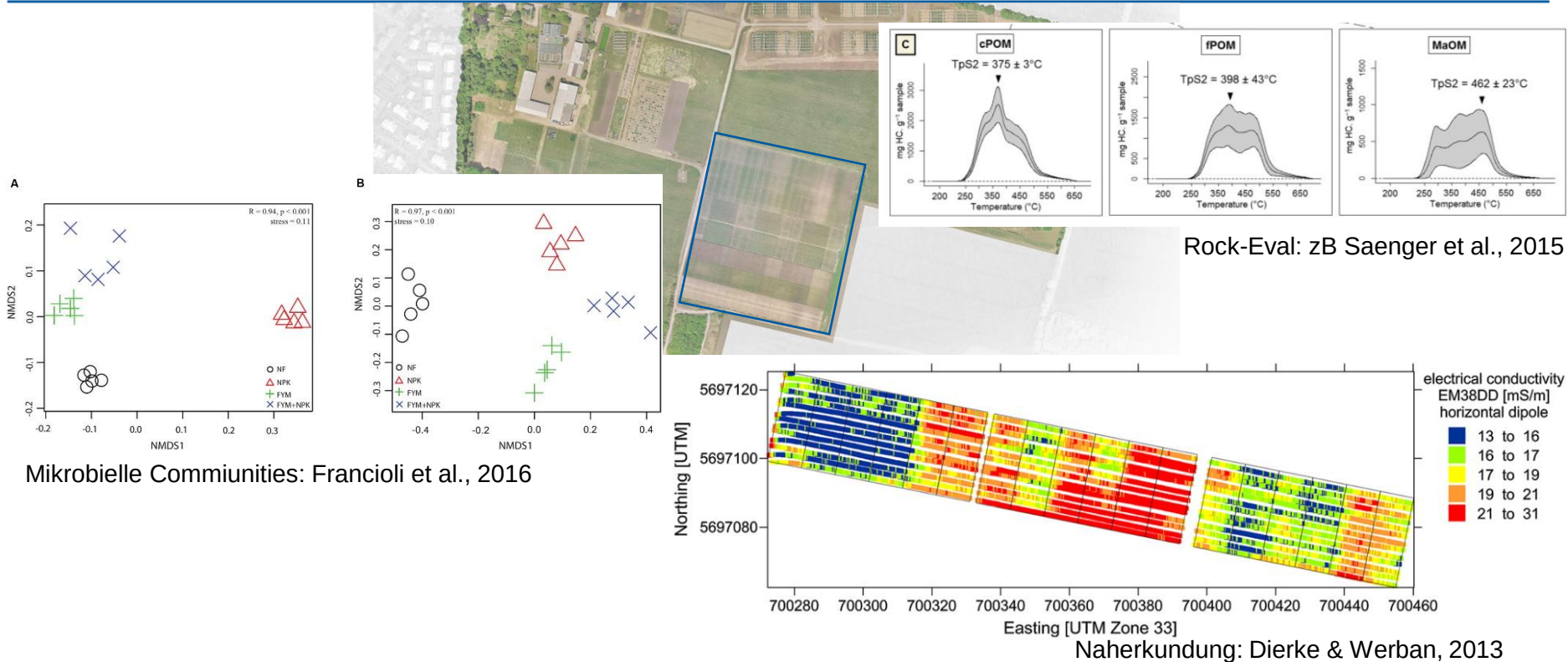
Schlag o 2 Δ 3 + 6 x 7



average of 1958-2012

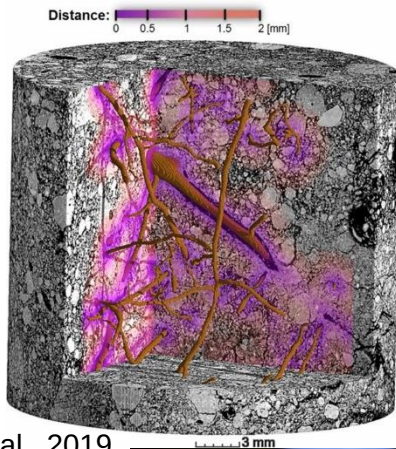
- auch heute noch Rätsel:
- **~50 kg N Ertrag auf Nullparzelle!**
- atm. Deposition?
- freilebende N-Fixierer?
- Einfluss des Unterbodens?

Der Statische Düngungsversuch als Forschungsplattform



Den Boden durchleuchten

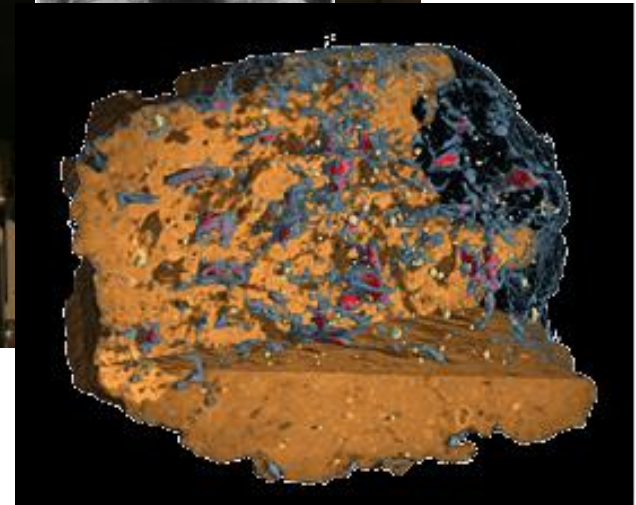
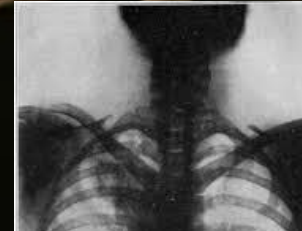
mittels Röntgen-Computertomographie (μ -Xray CT)



Lucas et al., 2019

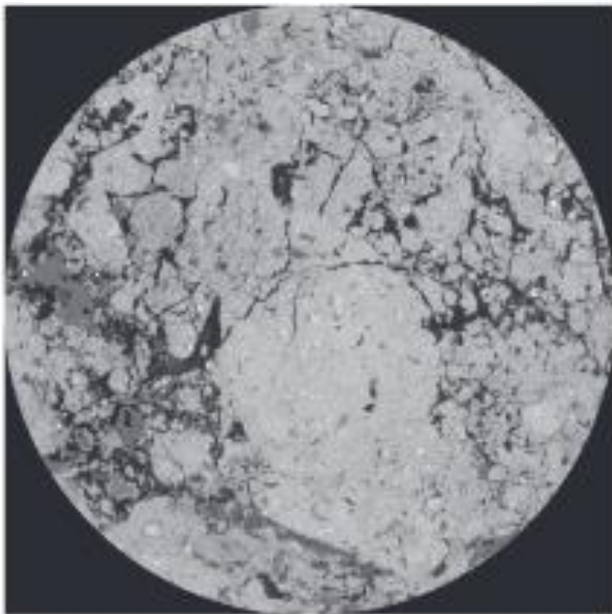
Strahlungsquelle

Probe

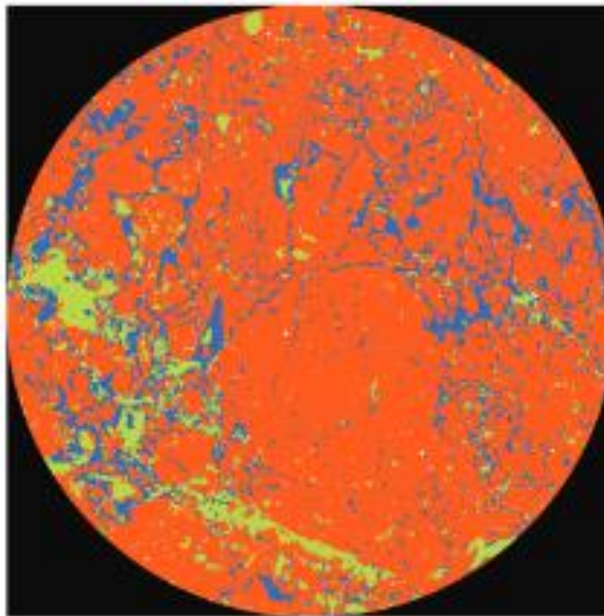


- Röntgen-Strahlung ermöglicht **ungestörte** Einblicke in die **räumliche** Poren-, Wurzelstruktur
- wiederholte Messungen möglich
- Auflösung je nach Frage $\sim 5\text{-}20\ \mu\text{m}$ pro Voxel

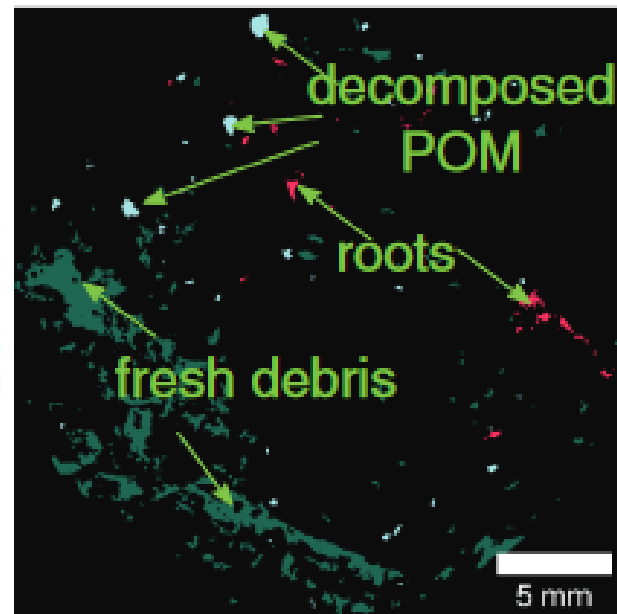
Grauwert-Bild



Grauwert-Klassifizierung



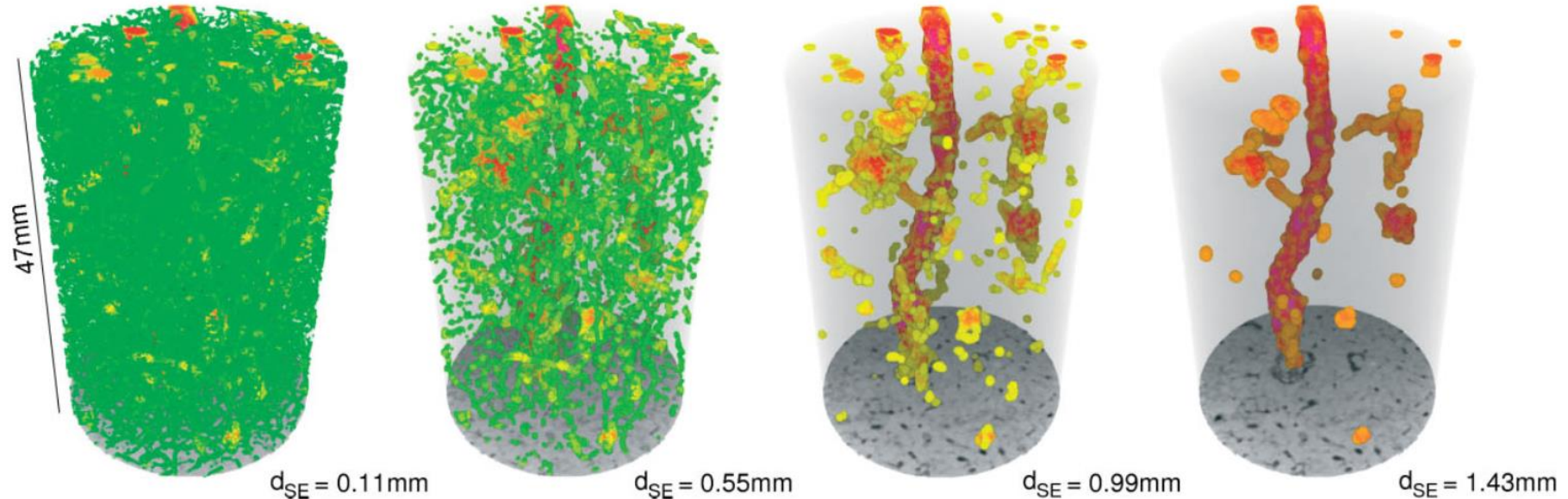
Struktur-Klassifizierung



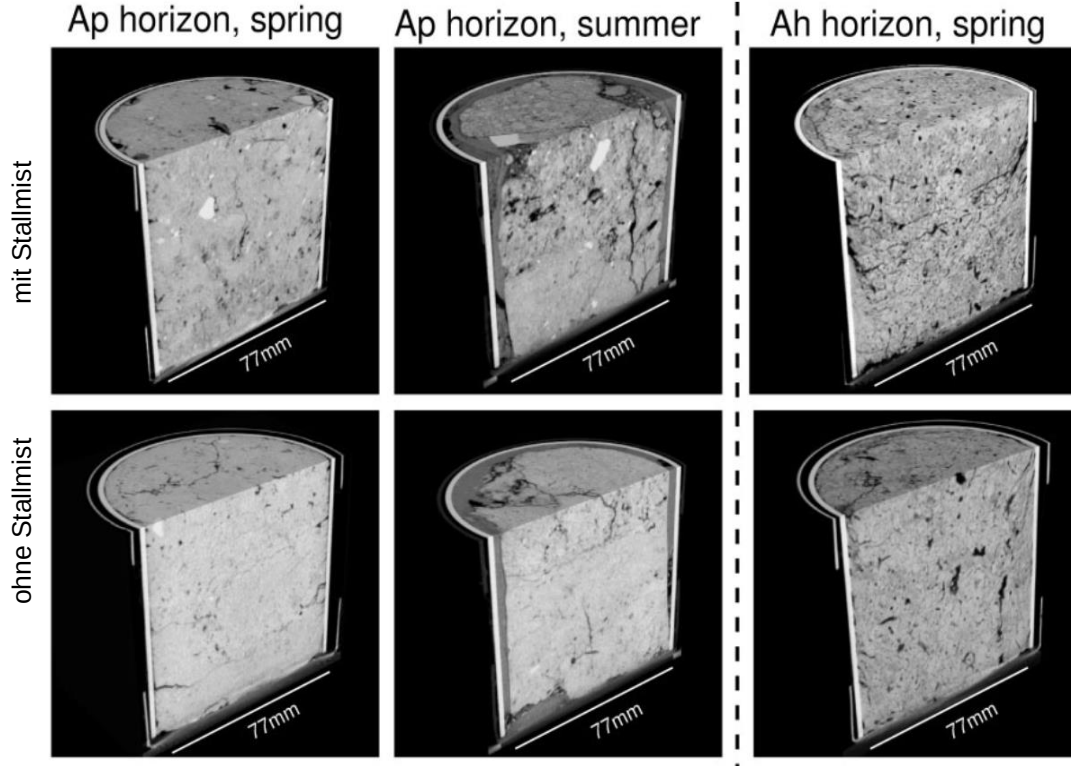
Leuther et al., 2022

Zwei wichtige Größen:

Porengrößen-Verteilung und -Verbundenheit



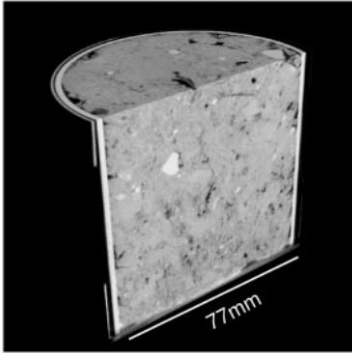
Schlüter et al., 2010



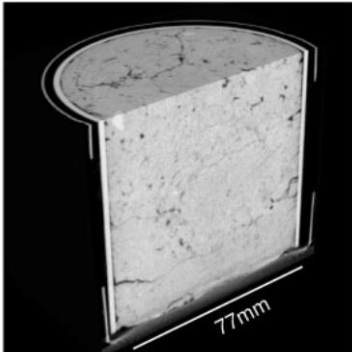
- Ap-Horizont: 0 - 20 cm
- Ah-Horizont: 20 - 40 cm
- Hypothese: durch mehr “Energie” auch Unterschiede im Unterboden

Ap horizon, spring

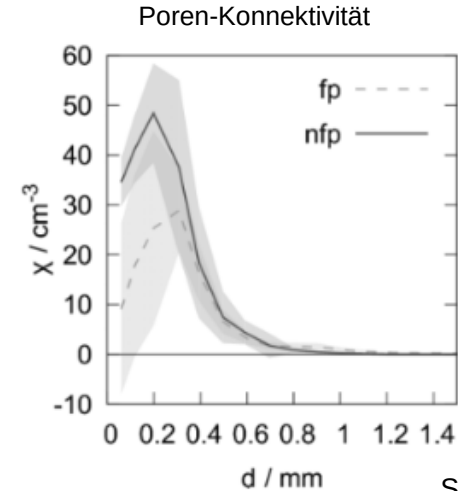
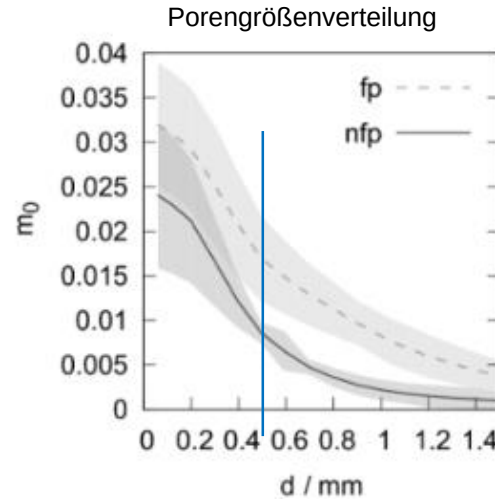
mit Stallmist



ohne Stallmist

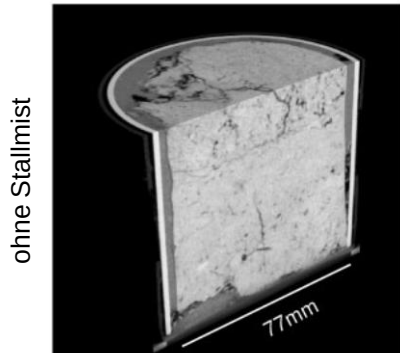
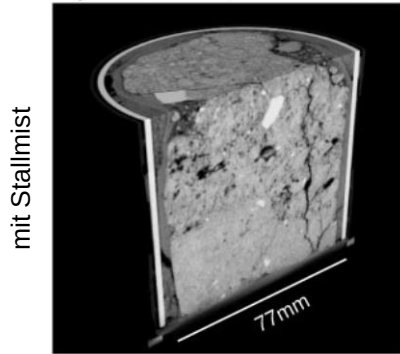


- Oberboden im Frühling
 - mehr Makroporen bei Stallmist
 - und besser verbunden (Euler-Zahl: negativer, je besser verbunden)



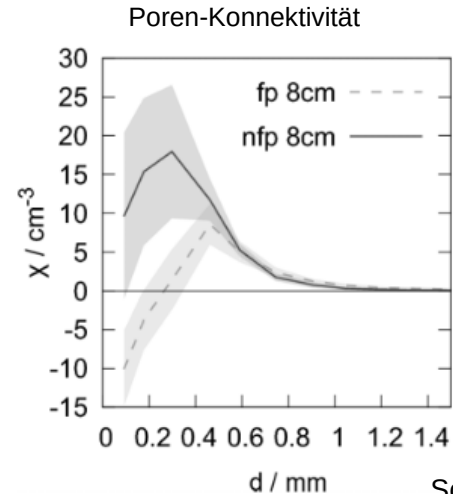
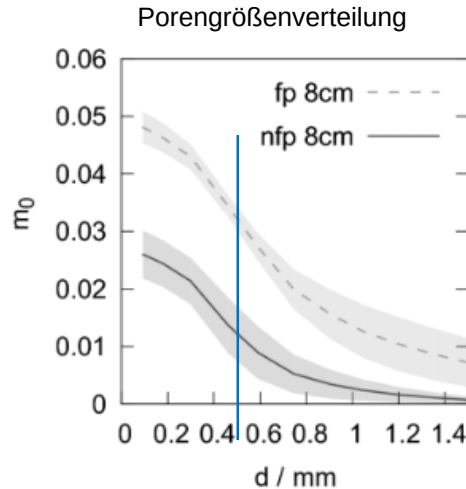
Schlüter et al., 2010

Ap horizon, summer



- Oberboden im Sommer

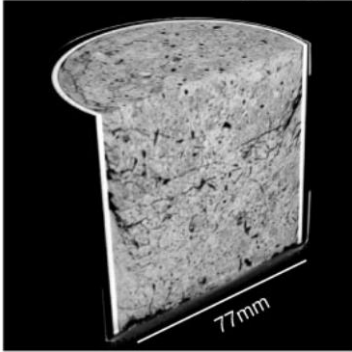
- deutlich mehr Makroporen bei Stallmist (aber auch kleine Trockenrisse)
- und noch besser verbunden (Euler-Zahl: negativer, je besser verbunden)



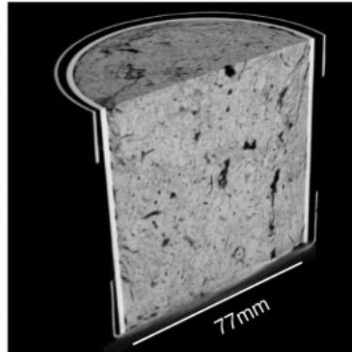
Schlüter et al., 2010

Ah horizon, spring

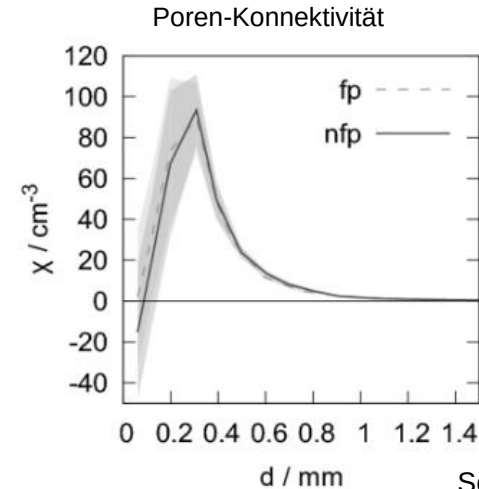
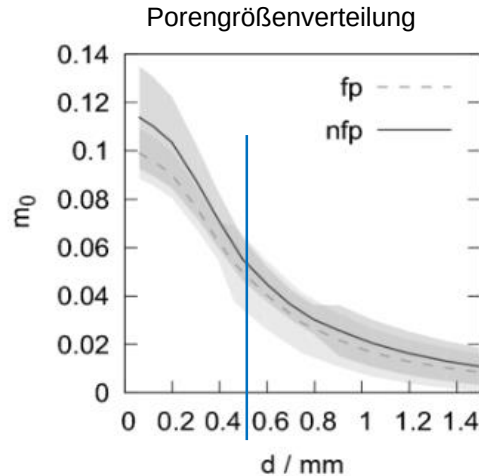
mit Stallmist



ohne Stallmist



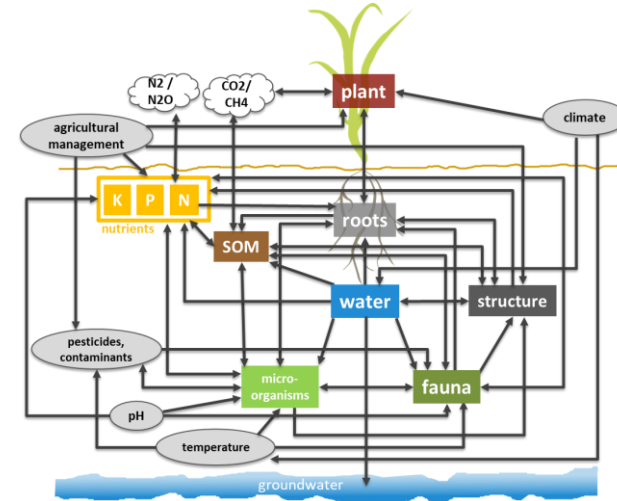
- Unterboden im Frühling (20-40 cm)
 - kaum Unterschiede mit/ohne Stallmist
 - immer die gleichen alten Wurzelgänge?



Schlüter et al., 2010

König et al., 2023

- Ein systemisches Bodenmodell
- Zur Prognose von Auswirkungen mikroskaliger Prozesse auf die Feldebene
- 5 “Haupt”-Bodenfunktionen:



Biomasseproduktion



Nährstoffspeicherung &
-recycling



Kohlenstoffspeicherung



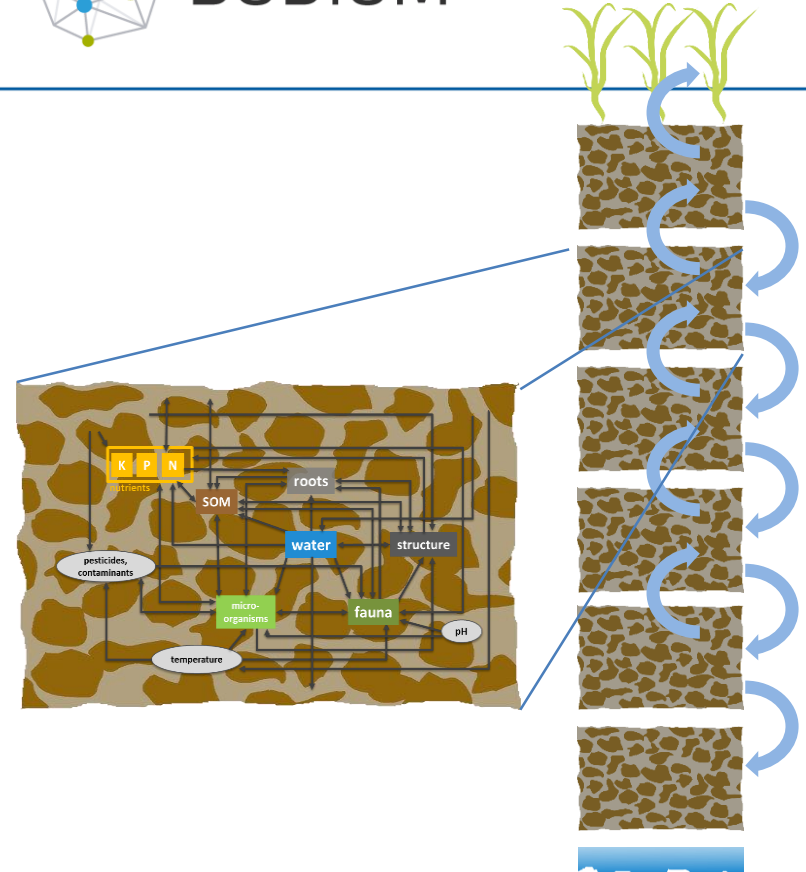
Habitat für biologische
Aktivität



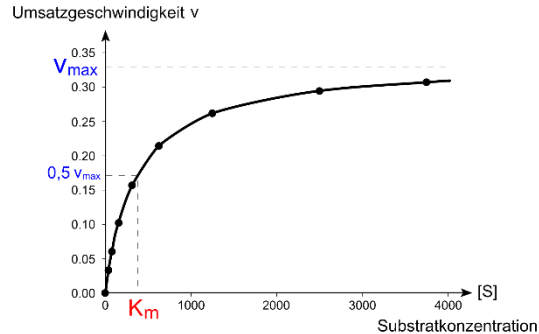
Wasserfilter & -speicher



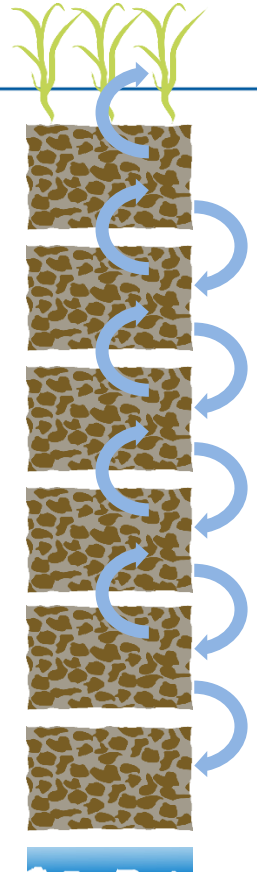
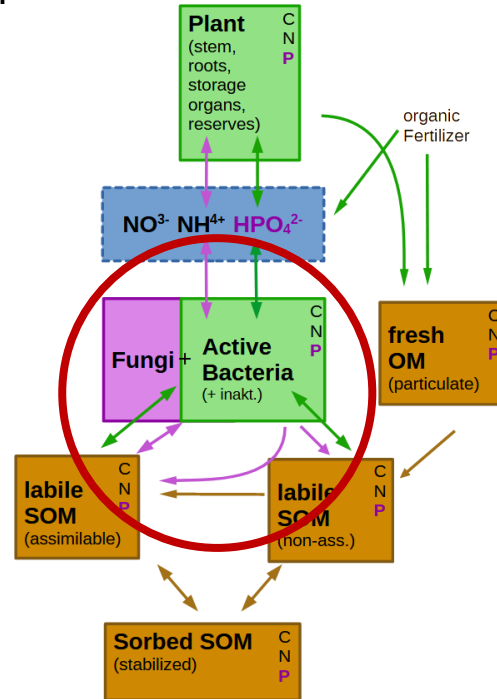
- Tägliche Auflösung (oder feiner)
- Austausch von Wasser und Stoffen zwischen “Boden-Knoten” (Horizonte oder feiner)
- Dynamisches Pflanzenwachstum
- Durchmischung von Knoten durch Pflügen
- dynamische Bodenstruktur!
 - zB Verringerung der LK durch Setzung
- Auflockerung durch Wurzeln und Regenwürmer in Arbeit

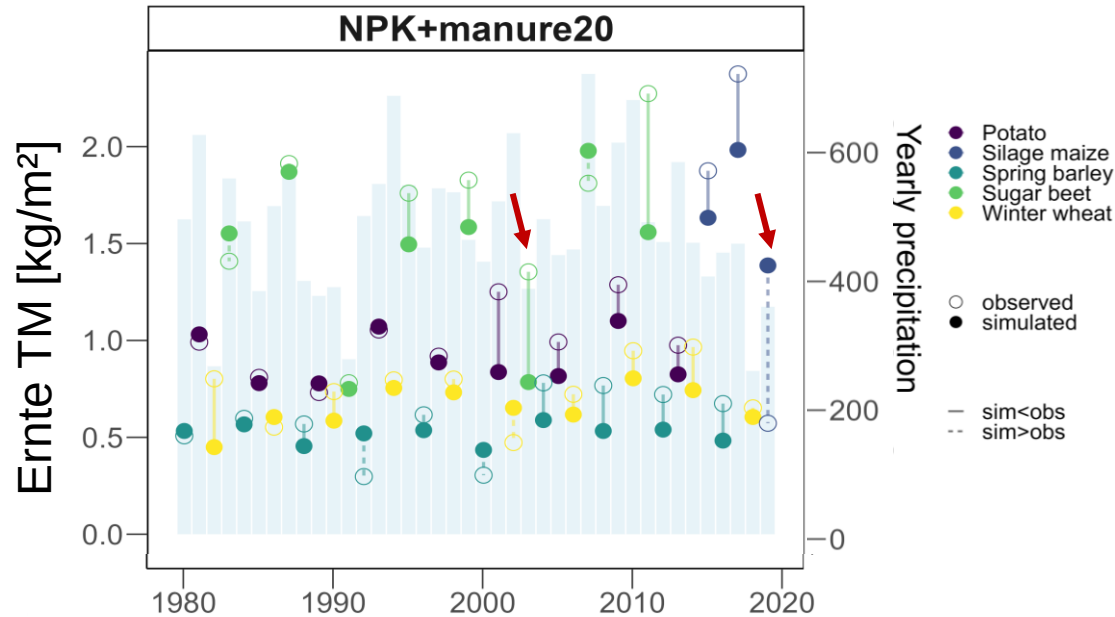


- Bakterien und Pilze als aktive Stoffumsetzer
- Ist ihr Wachstum gehemmt, wird auch der Humusabbau gehemmt

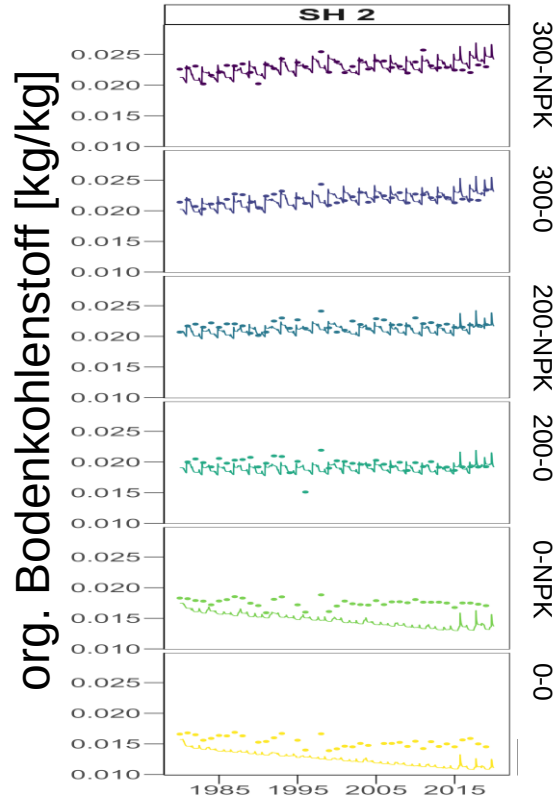


Michaelis-Menten Kinetik, Abb. © Wikipedia



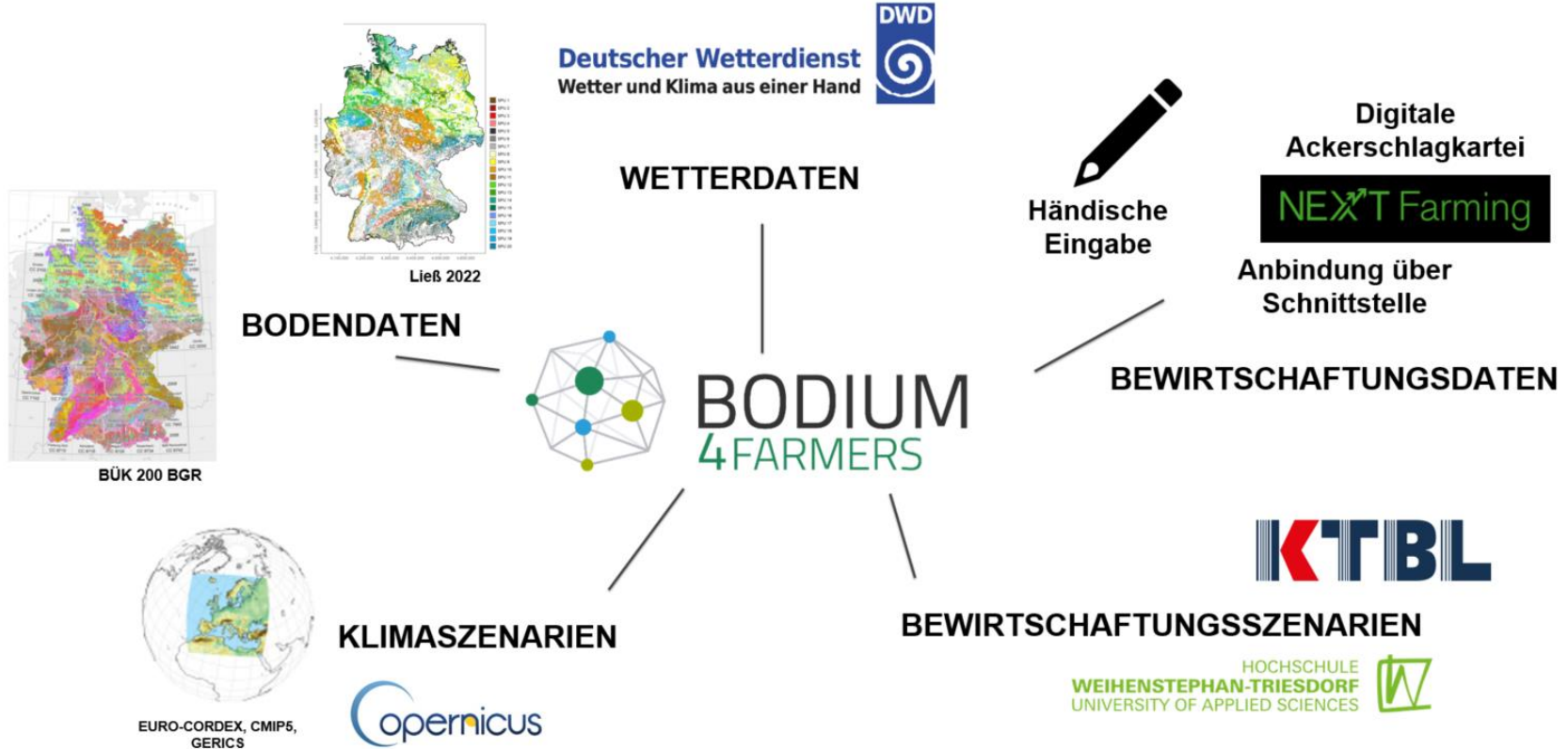


- oft gute Übereinstimmung
- manche Extremereignisse können nicht abgebildet werden
- zB Hagel, Halmbruch, ...



- ohne Stallmist noch Unterschätzung des C-Speichers
- weitere Standorte nötig
- fehlen Prozesse?
- Wechselwirkungen noch nicht ganz korrekt?
- Hilft beim Testen unseres Prozessverständnisses!

König et al., 2023



Standortauswahl

● Beschreibung

Suchen

Breitengrad*

52.518915

Bezeichnung*

Müncheberg V140

Startdatum*

1.1.2004

DD.MM.YYYY

Auswahl der Wetterstation

● Beschreibung

Liste der Wetterstationen

Dein Standort	Koordinaten	Breitengrad: 52.518915	Längengrad: 14.116408
▼ Müncheberg - Brandenburg	Entfernung 0.48km	Höhe 63m	
▼ Manschnow - Brandenburg	Entfernung 29.18km	Höhe 12m	Station auswählen
▼ Lindenberg - Brandenburg	Entfernung 34.52km	Höhe 98m	Station auswählen
▼ Berlin Brandenburg - Brandenburg	Entfernung 42.57km	Höhe 46m	Station auswählen
▼ Berlin-Buch - Berlin	Entfernung 43.34km	Höhe 60m	Station auswählen

- online Tool für Landwirte und Berater, Ämter, ...
- über Standort
 - Bodenkarte
 - Wetterstation
- Co-Design: Weiterentwicklung gerne mit Ihnen!

Szenariengestaltung

Nachhaltige Bewirtschaftungsszenarien erstellen

1 Gestalten Sie hier für Ihren Betrieb interessante Bewirtschaftungsszenarien. Kombinieren Sie Fruchtfolgen, Düngung und Bodenbearbeitung sowie Klimaszenarien.

Name Szenario* Zyklus

Fruchtfolge*

Kultur Stroh ☐ verbleibt

Düngung* ☐ Keine Düngung ☒ Rein mineralisch ☐ Rein organisch ☐ Mischung

Bodenbearbeitung* ☒ Direktsaat ☐ Nicht wendend ☐ Wendend

Ertragsniveau niedrig mittel hoch

[DETAILS ANSEHEN](#)

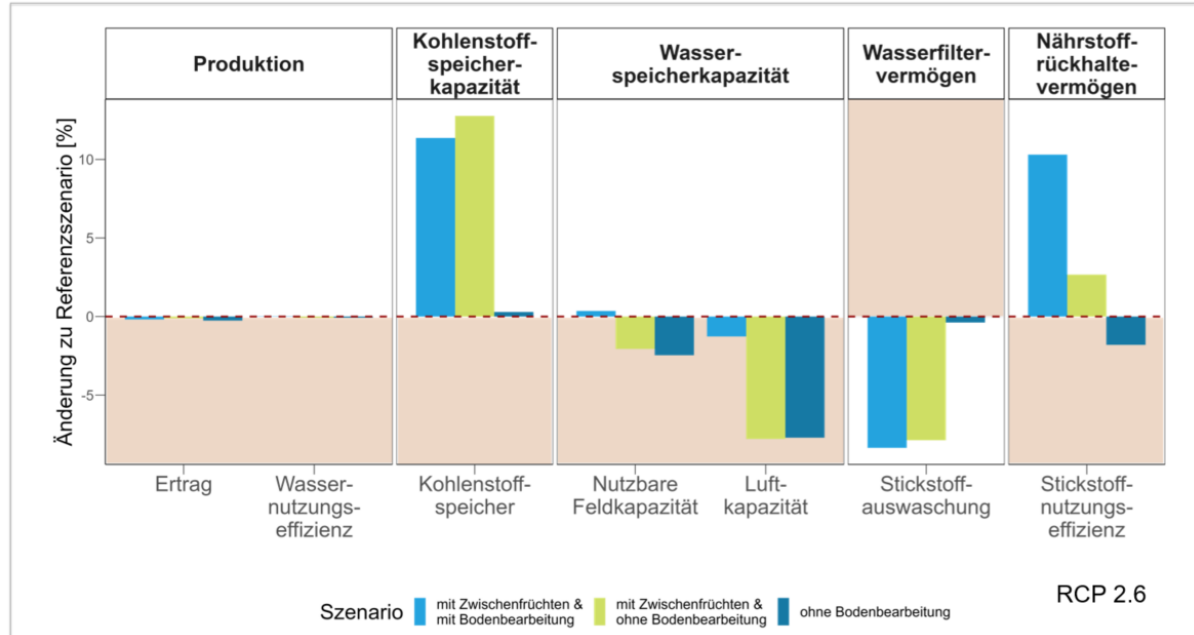


Aus Szenarienvorschlägen auswählen

Aktuelle Bewirtschaftung importieren

- Bewirtschaftung aus Schlagkartei oder händisch
- Fokus: Vergleich zu Szenarien
- zum Teil noch in Arbeit!

Ergebnis-Übersicht



Referenz:

- Ohne Zwischenfrüchte
- Gerste, Raps, Winterweizen
- Mit Bodenbearbeitung (Pflug)
- Mineralische Düngung

- Statischer Düngeversuch: <https://www.ufz.de/statischer-duengungsversuch>
- Forschungsstation Bad Lauchstädt im Allgemeinen: <https://www.ufz.de/index.php?de=39922>
- Broschüre zur Vorstellung verschiedener Experimente: https://www.ufz.de/export/data/2/249891_UFZ_Newsletter_2020-07-16_Web.pdf
- Arbeitsgruppe Bodenstruktur und Bodenfunktionen (Dr. Steffen Schlüter): <https://www.ufz.de/index.php?de=49133>
- Forschungsinitiative BONARES (**Abschlussstagung 8./9. Mai**): <https://www.bonares.de> und BODIUM <http://bonares.de/bodium>



Maisernte auf den Düngeparzellen

- **Merbach I, Schulz E (2013)** Long-term fertilization effects on crop yields, soil fertility and sustainability in the Static Fertilization Experiment Bad Lauchstädt under climatic conditions 2001–2010. Archives of Agronomy and Soil Science 59. <https://doi.org/10.1080/03650340.2012.702895>
- **Franko U, Diel J, Ruehlmann J (2022)** Applying CCB to predict management change affected long-term SOM turnover of the Extended Static Fertilization Experiment in Bad Lauchstädt. European Journal of Soil Science 73. <https://doi.org/10.1111/ejss.13148>
- **König S, Weller U, Betancur-Corredor B, et al (2023)** BODIUM—A systemic approach to model the dynamics of soil functions. European Journal of Soil Science 74. <https://doi.org/10.1111/ejss.13411>
- **Leuther F, Wolff M, Kaiser K, et al (2022)** Response of subsoil organic matter contents and physical properties to long-term, high-rate farmyard manure application. European Journal of Soil Science 73. <https://doi.org/10.1111/ejss.13233>
- **Lucas M, Vogel H-J, Vetterlein D (2019)** Roots compact the surrounding soil depending on the structures they encounter. Scientific Reports 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52665-w>
- **Schlüter S, Weller U, Vogel H-J (2011)** Soil-structure development including seasonal dynamics in a long-term fertilization experiment. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 174. <https://doi.org/10.1002/jpln.201000103>
- **Francioli D, Schulz E, Lentendu G, et al (2016)** Mineral vs. Organic Amendments: Microbial Community Structure, Activity and Abundance of Agriculturally Relevant Microbes Are Driven by Long-Term Fertilization Strategies. Frontiers in Microbiology 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01446>
- **Saenger A, Cécilion L, Poulenard J, et al (2015)** Surveying the carbon pools of mountain soils: A comparison of physical fractionation and Rock-Eval pyrolysis. Geoderma 241–242 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.12.001>