

# Status und Entwicklung von Humusgehalten und –vorräten im Köln-Bonner Raum

Stefan Pätzold, Katrin Hövelmann, Kirsten Unger, Wulf Amelung



# Motivation

Die Bedeutung von Bodenschutz und Bodendaten nimmt zu:

- EU-Bodenmonitoringgesetz (Entwurf v. 05.07.2023)
- Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) / Nationales Bodenmonitoringzentrum
- Novellierungen BBodSchV / BBodSchG: u.a. Diskussion zur gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft
- **Viele Ökosysteme zeigen zunehmend S-Mangel**
- **Ackerböden sind wichtige terrestrische C-Speicher (=> Klimaschutz!),**
- standorttypische org. Kohlenstoff- (Corg) bzw. Humusgehalte sollten erhalten werden
- **Auswirkungen von langfristiger Bewirtschaftungsweise und Klimawandel auf Corg von Ackerböden sind unklar**

# Projekterweiterung: Schwefel

---

## Teil 1: Schwefelmessungen

Mit Lukas Kübler und Sara Bauke



# Ausgangslage

---

**Niedrige S-Deposition** durch Einbau der Rauchgas-Entschwefelungsanlagen

**Typische S-Gehalte** in deutschen Böden:

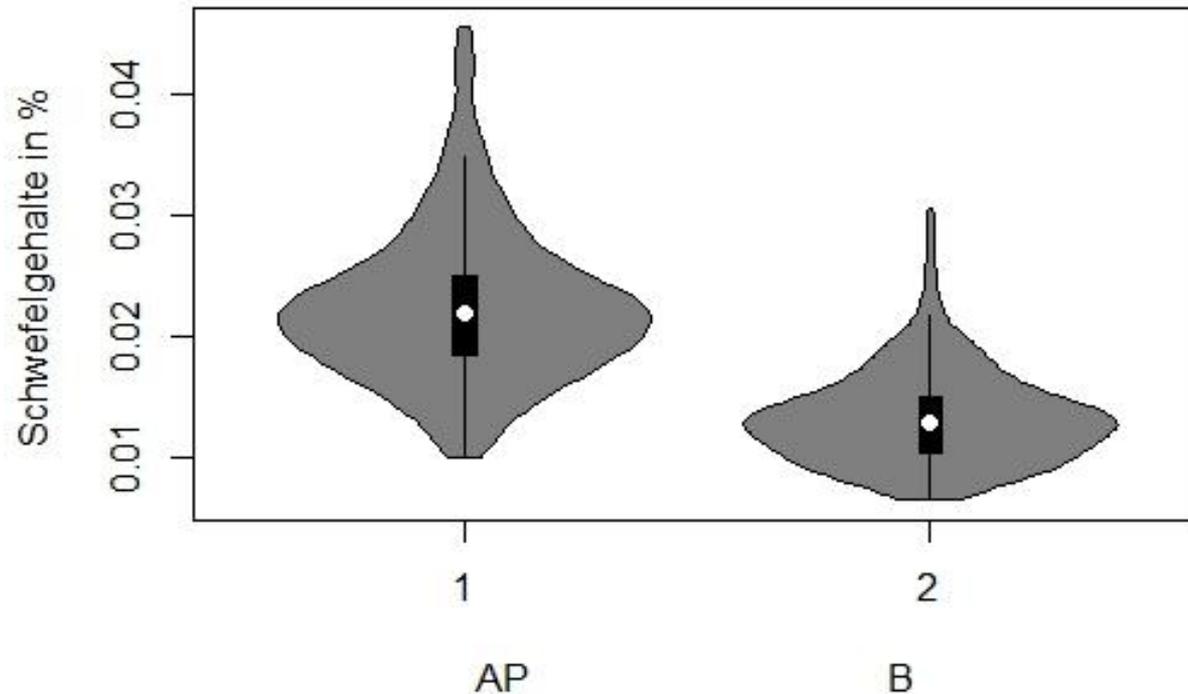
**0.01-0.12%**

**Evtl. Problem:**

**S-Mangel?**

# Erste Ergebnisse: Schwefel

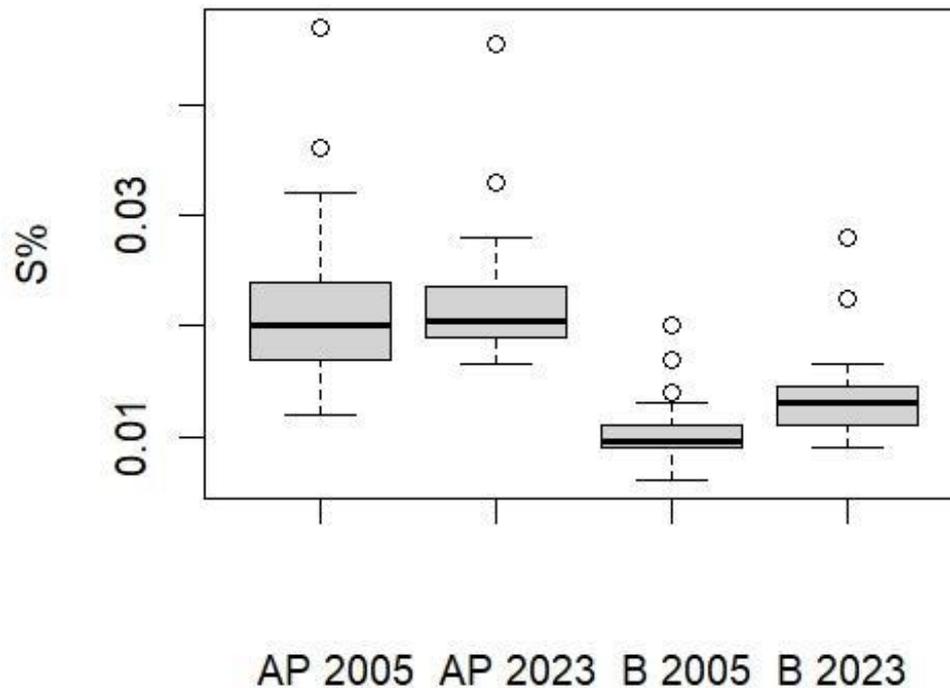
---



Die S-Gehalte befinden sich im unteren Drittel typischer S-Gehalte!

# Erste Ergebnisse : Schwefel

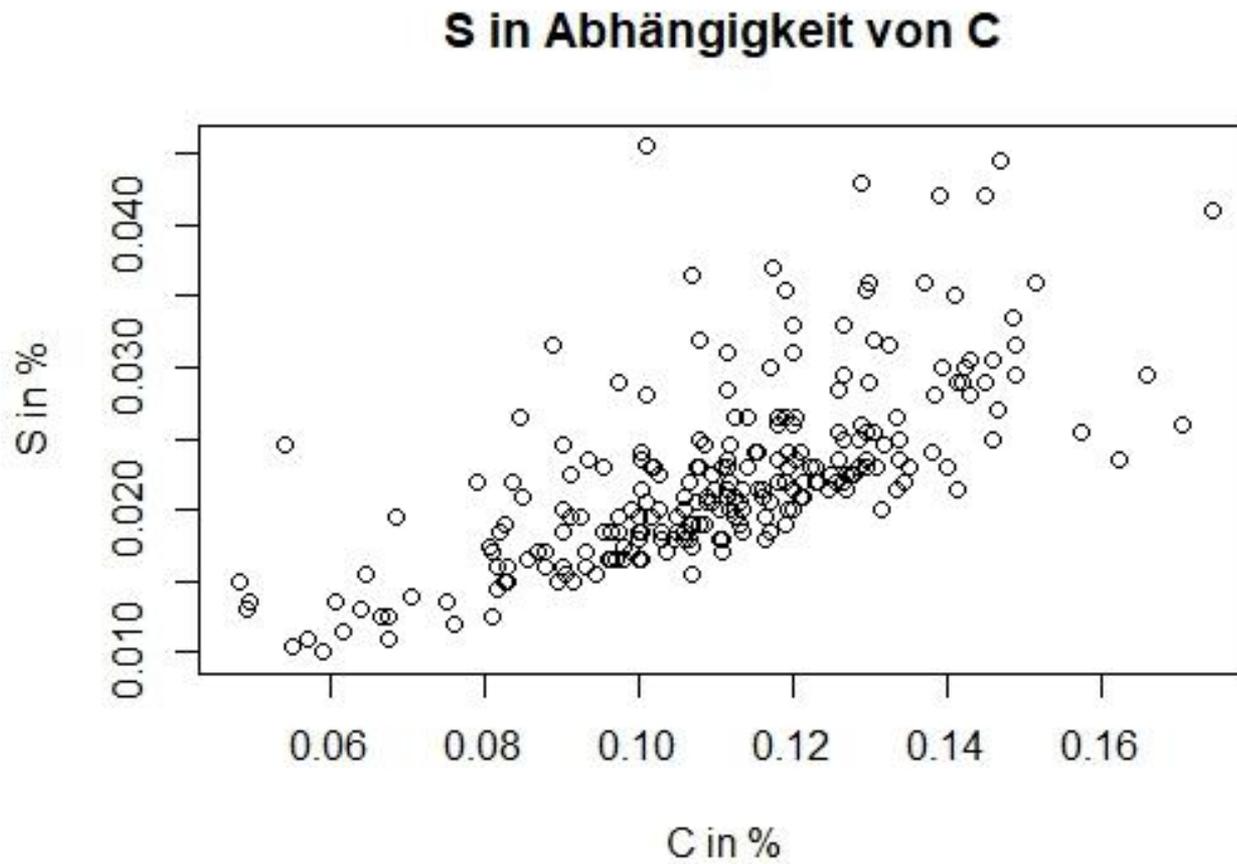
---



Die S-Versorgung bessert sich, aber (zu?) langsam!

# Erste Ergebnisse : Schwefel

---



Die S-Gehalte sind nur z.T an die C-Dynamik gekoppelt

# Projektfortführung: Kohlenstoff

---

## Teil 2: Kohlenstoffmessungen

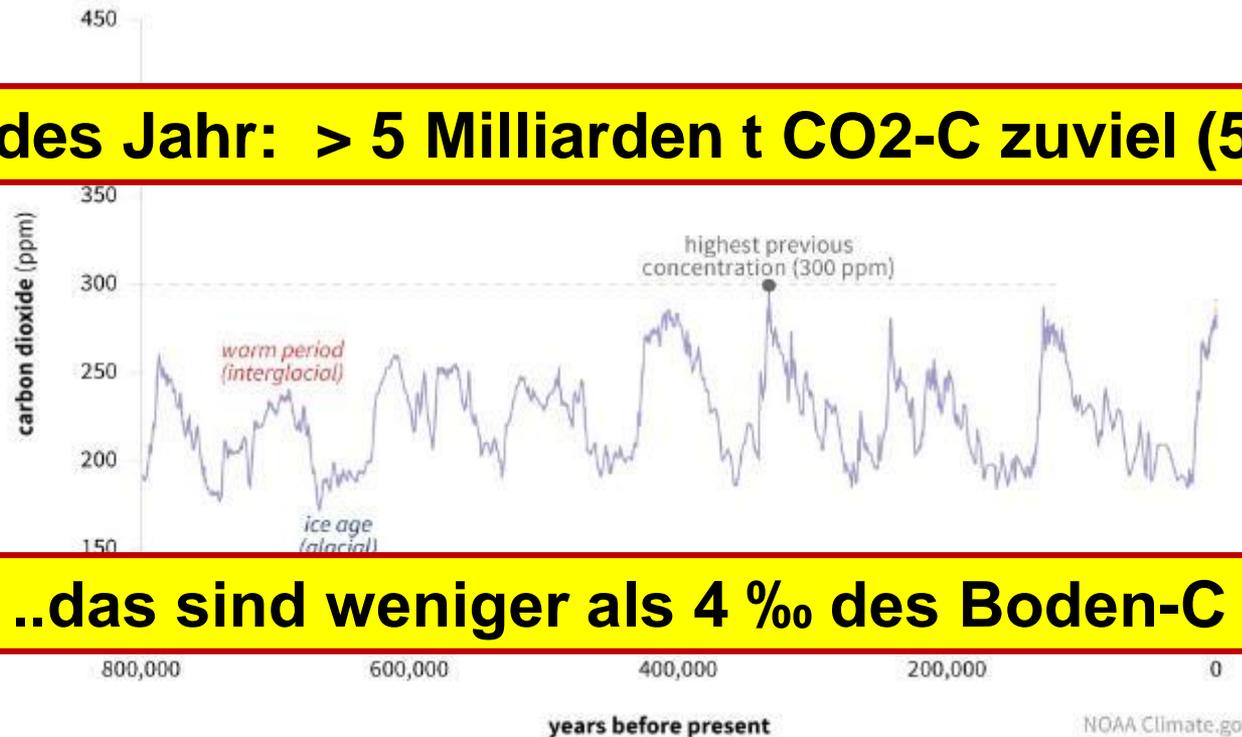
Mit Katrin Hövelmann

Rheinenergie Projekt

# CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre

## CARBON DIOXIDE OVER 800,000 YEARS

Jedes Jahr: > 5 Milliarden t CO<sub>2</sub>-C zuviel (5 Gt)



..das sind weniger als 4 ‰ des Boden-C

# Motivation

---

Die Bedeutung von Bodenschutz und Bodendaten nimmt zu:

- EU-Bodenmonitoringgesetz (Entwurf v. 05.07.2023)
- Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) / Nationales Bodenmonitoringzentrum
- Novellierungen BBodSchV / BBodSchG: u.a. Diskussion zur gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft
- Ackerböden sind wichtige terrestrische C-Speicher (=> Klimaschutz!),
- standorttypische org. Kohlenstoff- (Corg) bzw. Humusgehalte sollten erhalten werden
- Auswirkungen von langfristiger Bewirtschaftungsweise und Klimawandel auf Corg von Ackerböden sind unklar

# Ausgangslage NRW

---

- Die mittleren Temperaturen sind zu allen Jahreszeiten um ca. 1 °C gestiegen (30 a-Intervall)
- Zusätzliche Risiken für Nitrataustrag, v.a. im Winter

Führt Klimawandel zu Humusverlust oder kann die Landwirtschaft kompensieren?

# Projekte in NRW

---

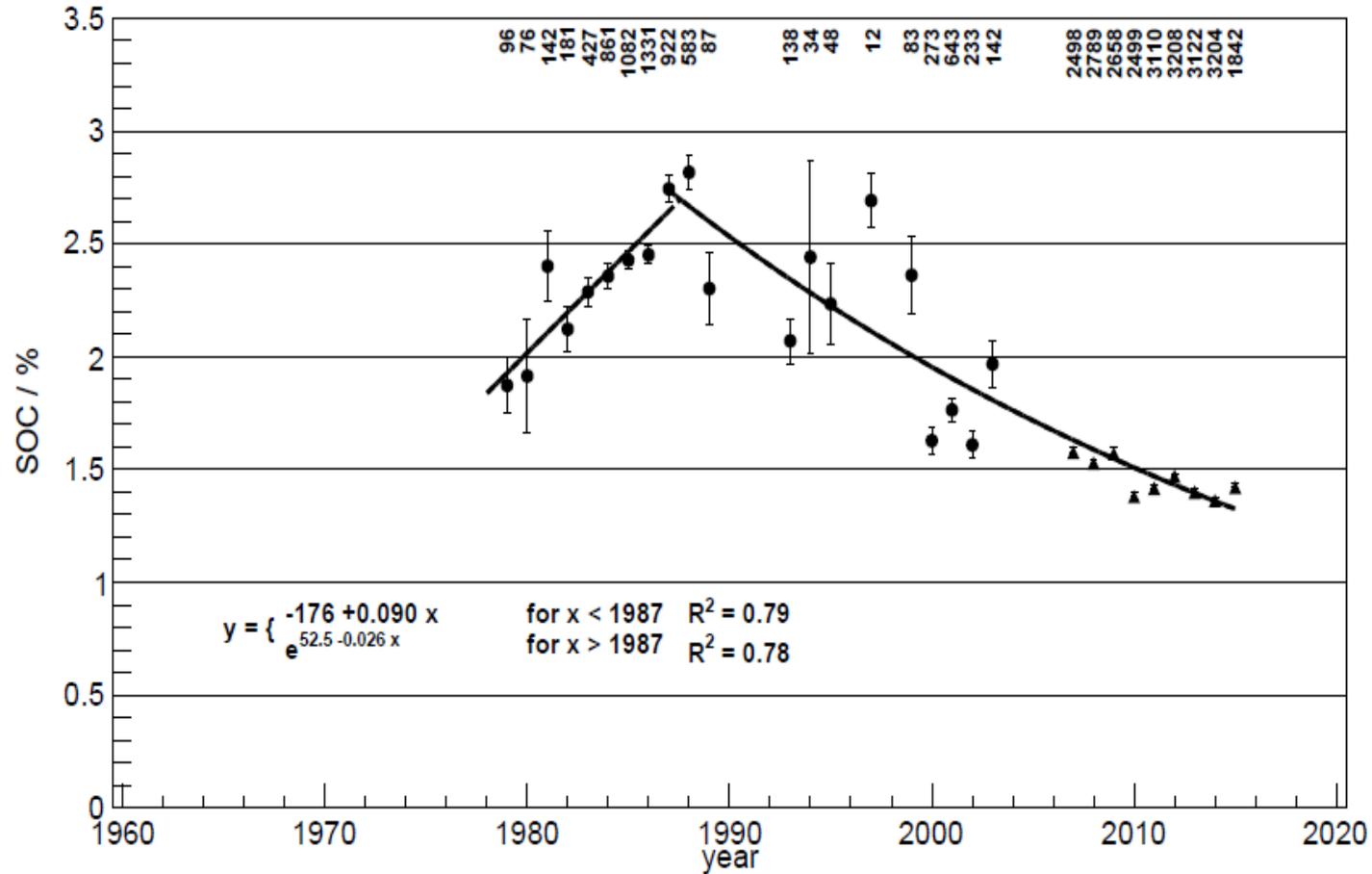
## ➤ LANUV:

- Humustrendanalyse
- Humusmonitoringprogram

## ➤ Rheinenergie

- Wiederholte Flächenbeprobung:  
2005, 2013, 2022
- $^{15}\text{N}$ -Nutzungseffizienzen (2013)  
*(sehr hoch mit Kölner Mulchsaatverfahren)*

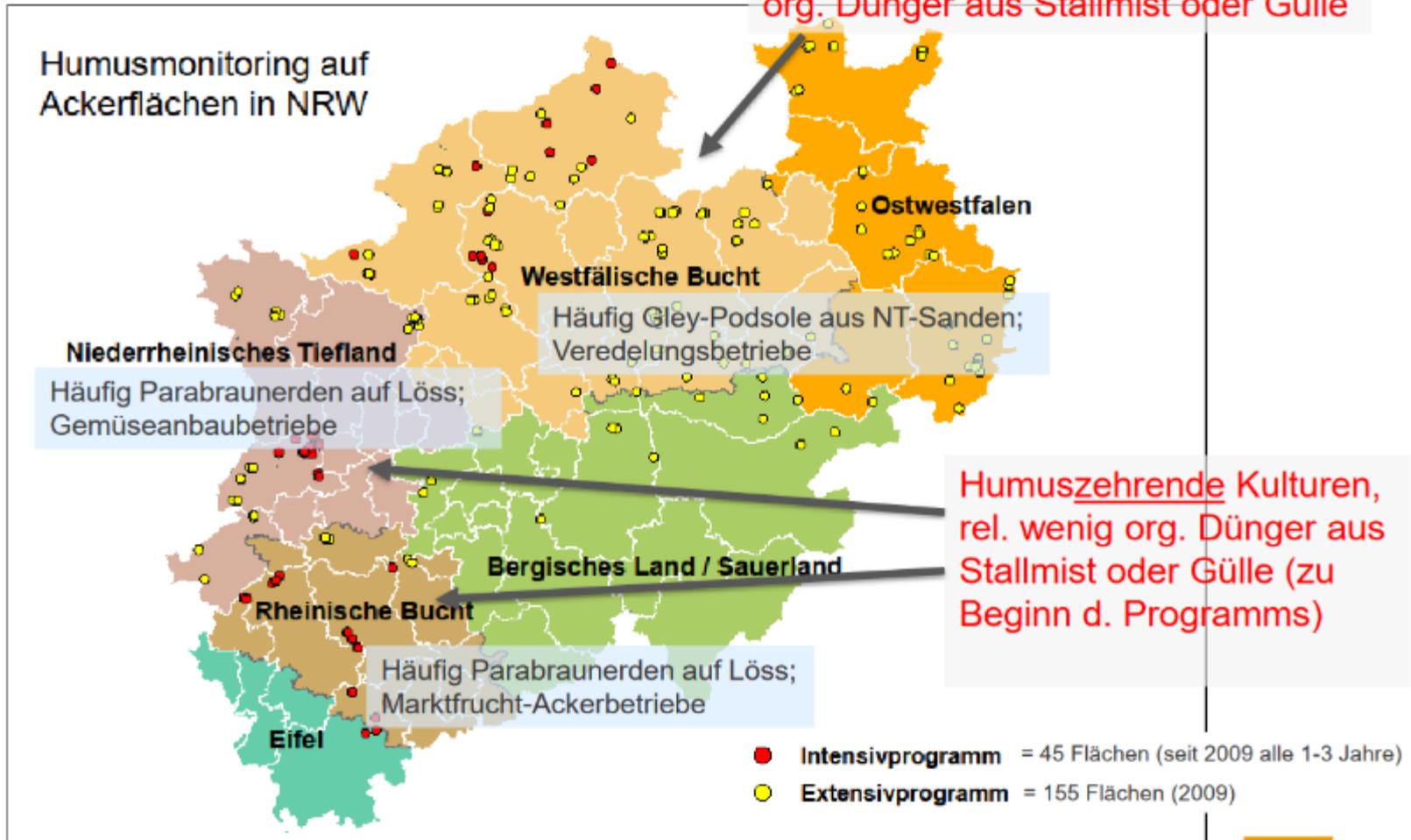
# Zu LANUV: Humustrendanalyse



**CO<sub>2</sub>-Zertifikate sind problematisch**

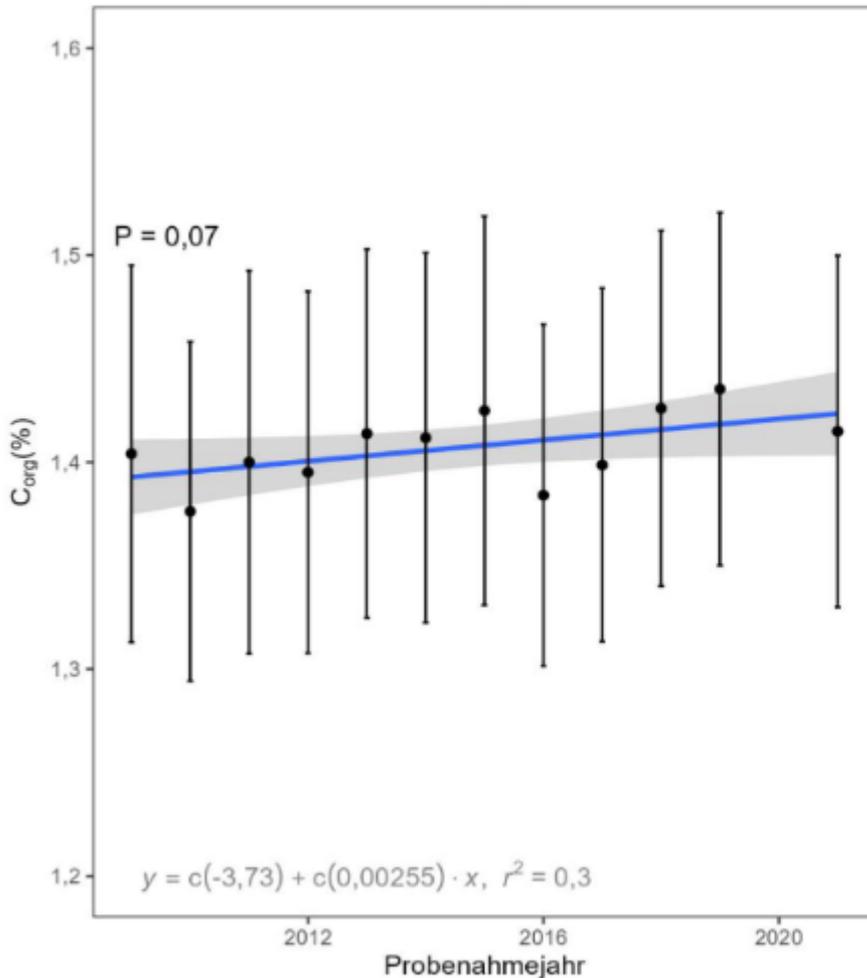
# Zu LANUV: Humusmonitoring

## Monitoring-Standorte (200 Flächen)

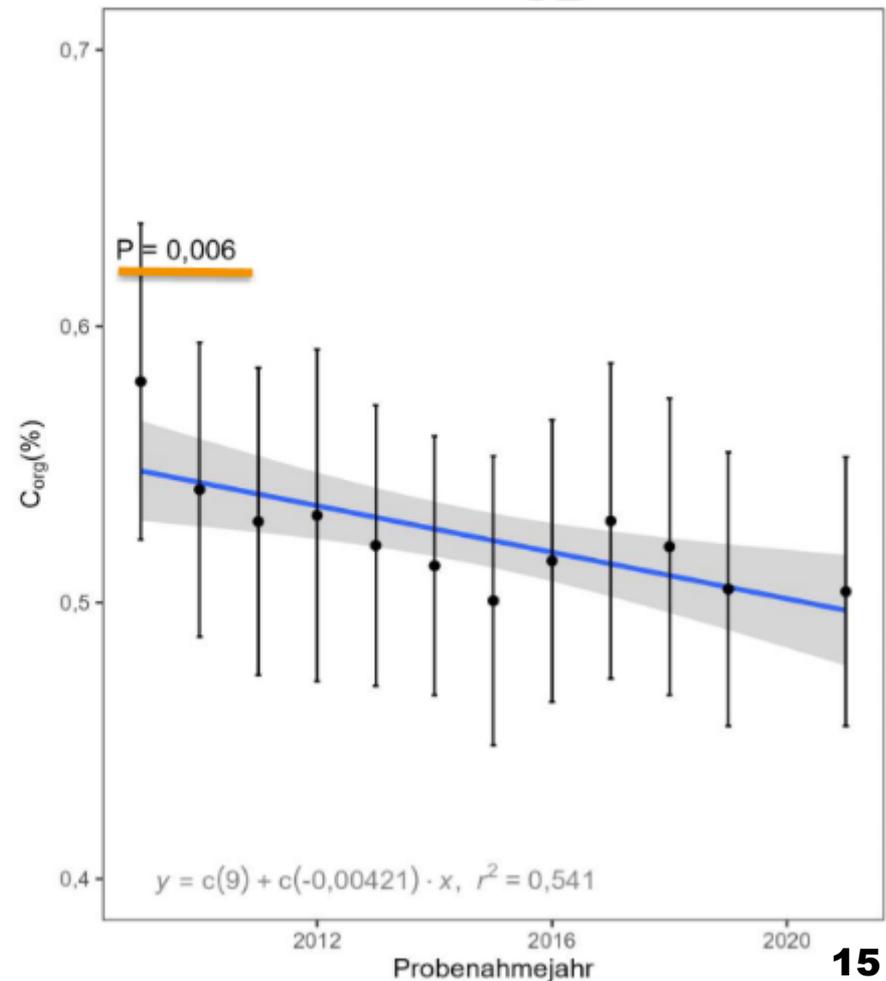


# Zu LANUV: Humusmonitoring (alle)

OB



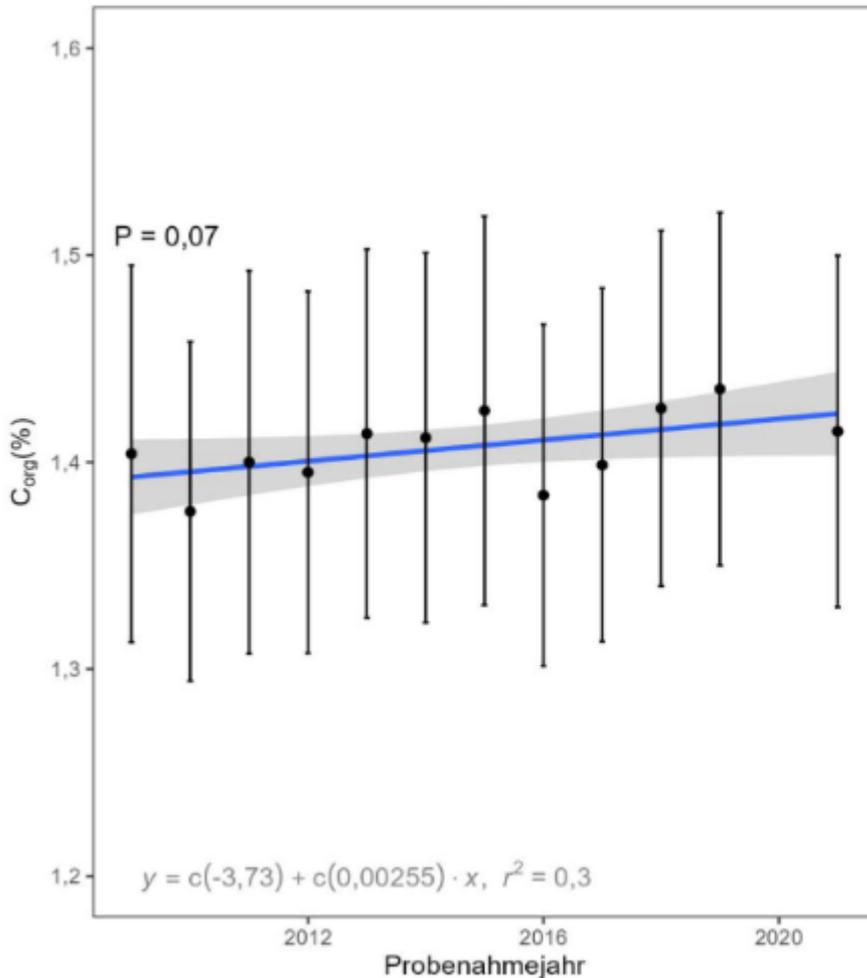
UB



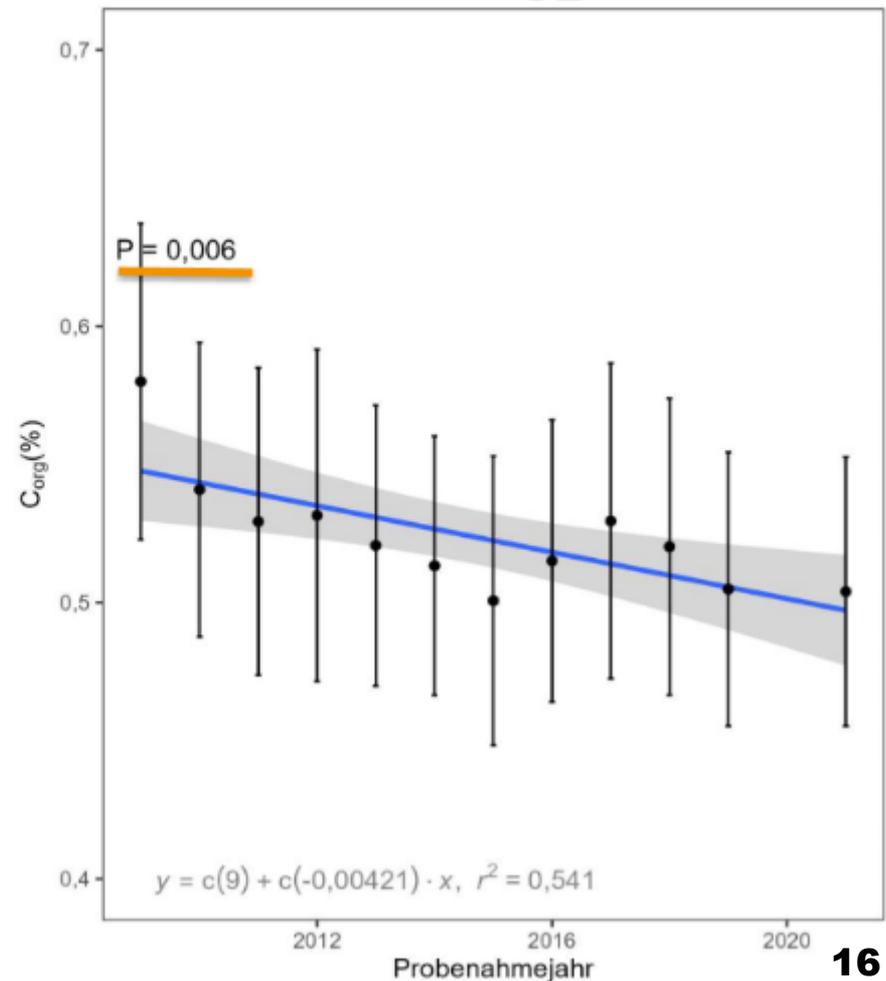
Mittelwerte + Standardfehler  
OB = Oberboden, UB = Unterboden

# Zu LANUV: Humusmonitoring (alle)

OB

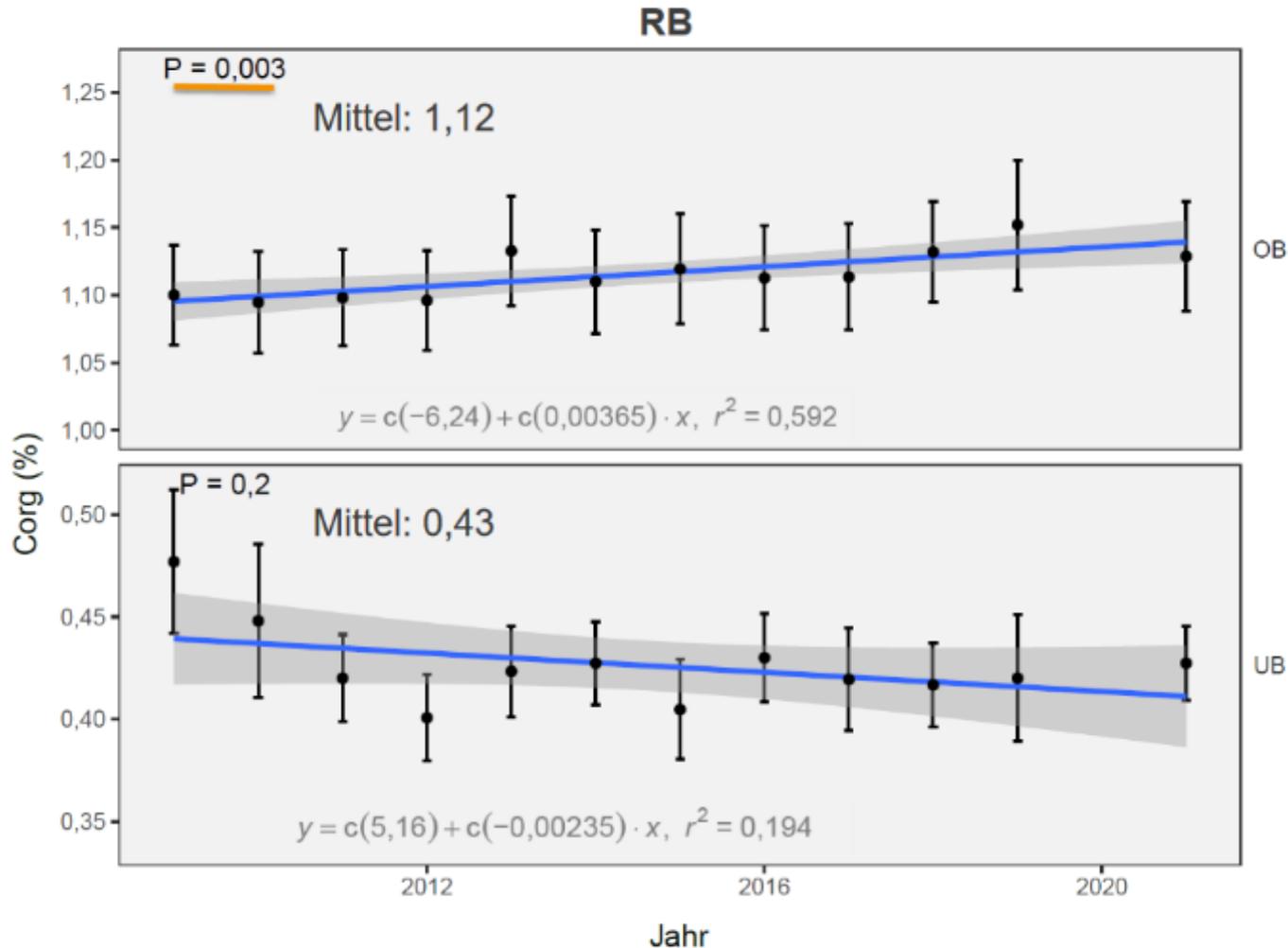


UB



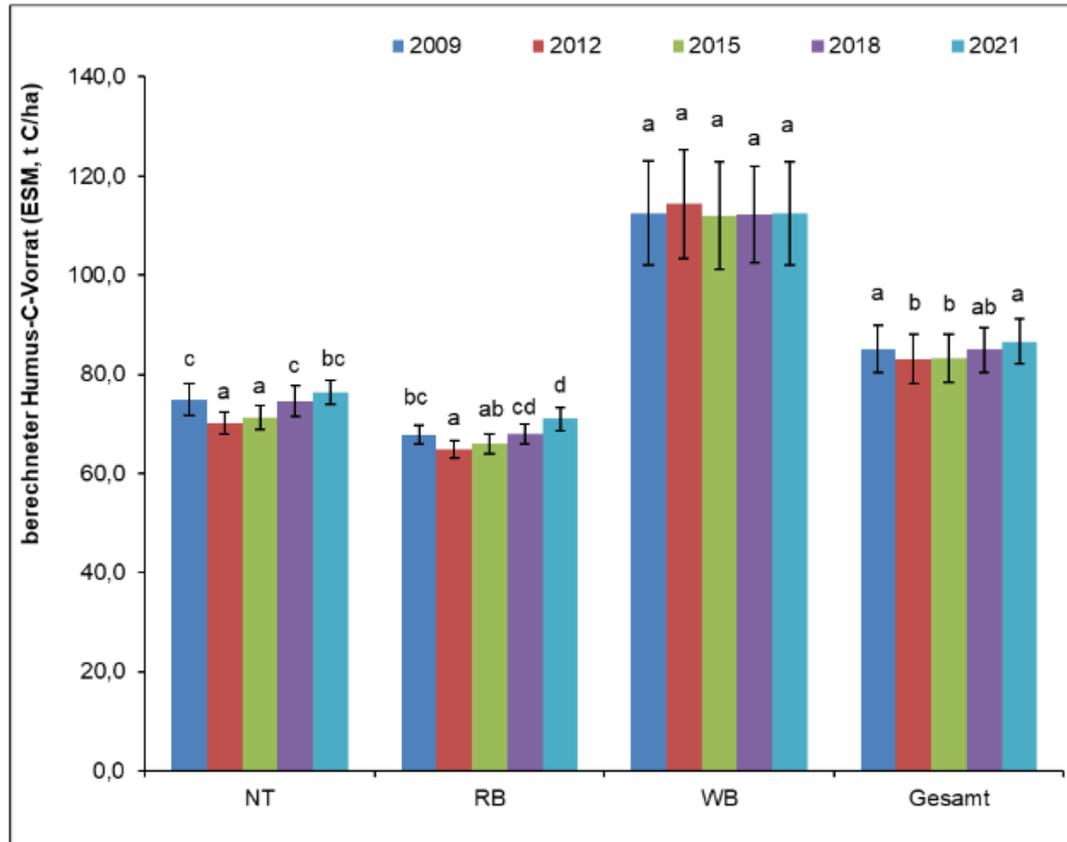
Mittelwerte + Standardfehler  
OB = Oberboden, UB = Unterboden

# Zu LANUV: Humusmonitoring (Region)



# Zu LANUV: Humustrendanalyse

## Entwicklung der $C_{org}$ -Vorräte bis 60 cm Tiefe (2009-2021)



- Anstieg für NT und RB im OB zw. 2012 und 2021  
→ aufgrund leicht steigender  $C_{org}$ -Gehalte, sowie tendenziell steigender TRD
- Hohe Streuung in der WB, keine sign. Änderung

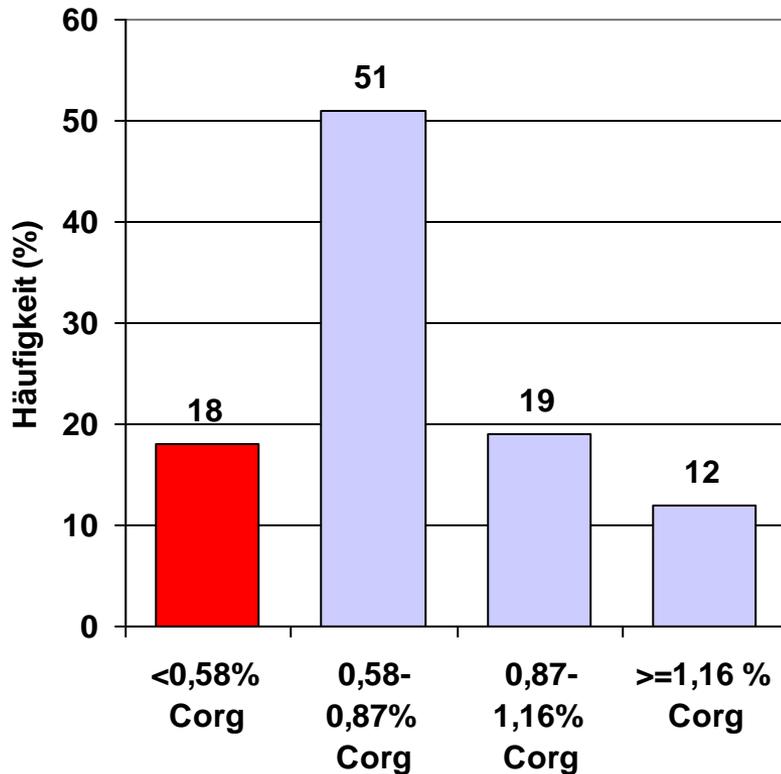
NT = Niederrheinisches Tiefland, RB = Rheinische Bucht, WB = Westfälische Bucht

ESM Methode nach: Wendt & Hauser (2013)

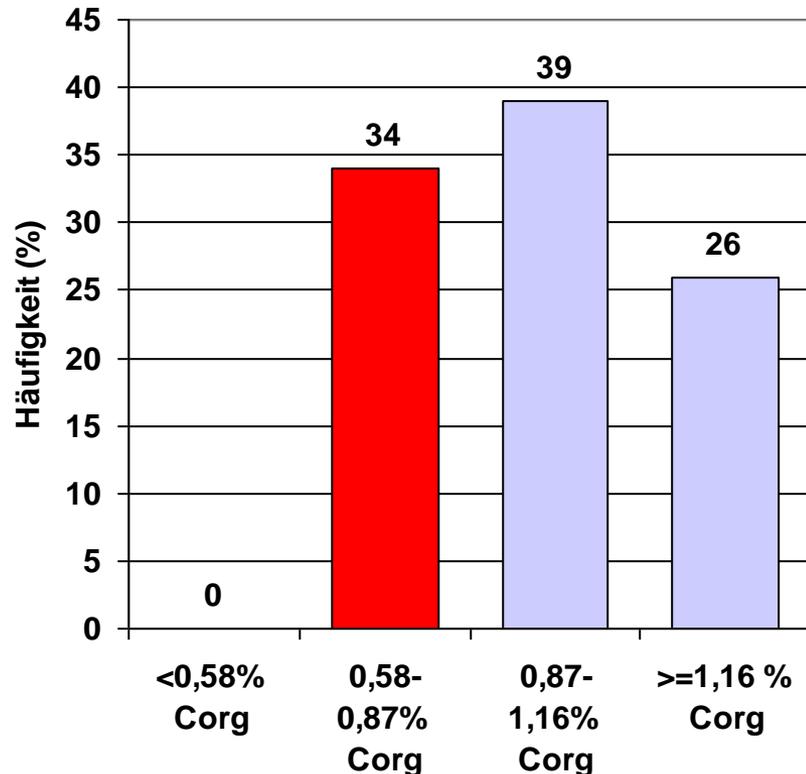
# Rheinenergie: Ausgangslage 2005

## Bewertung nach Cross Compliance

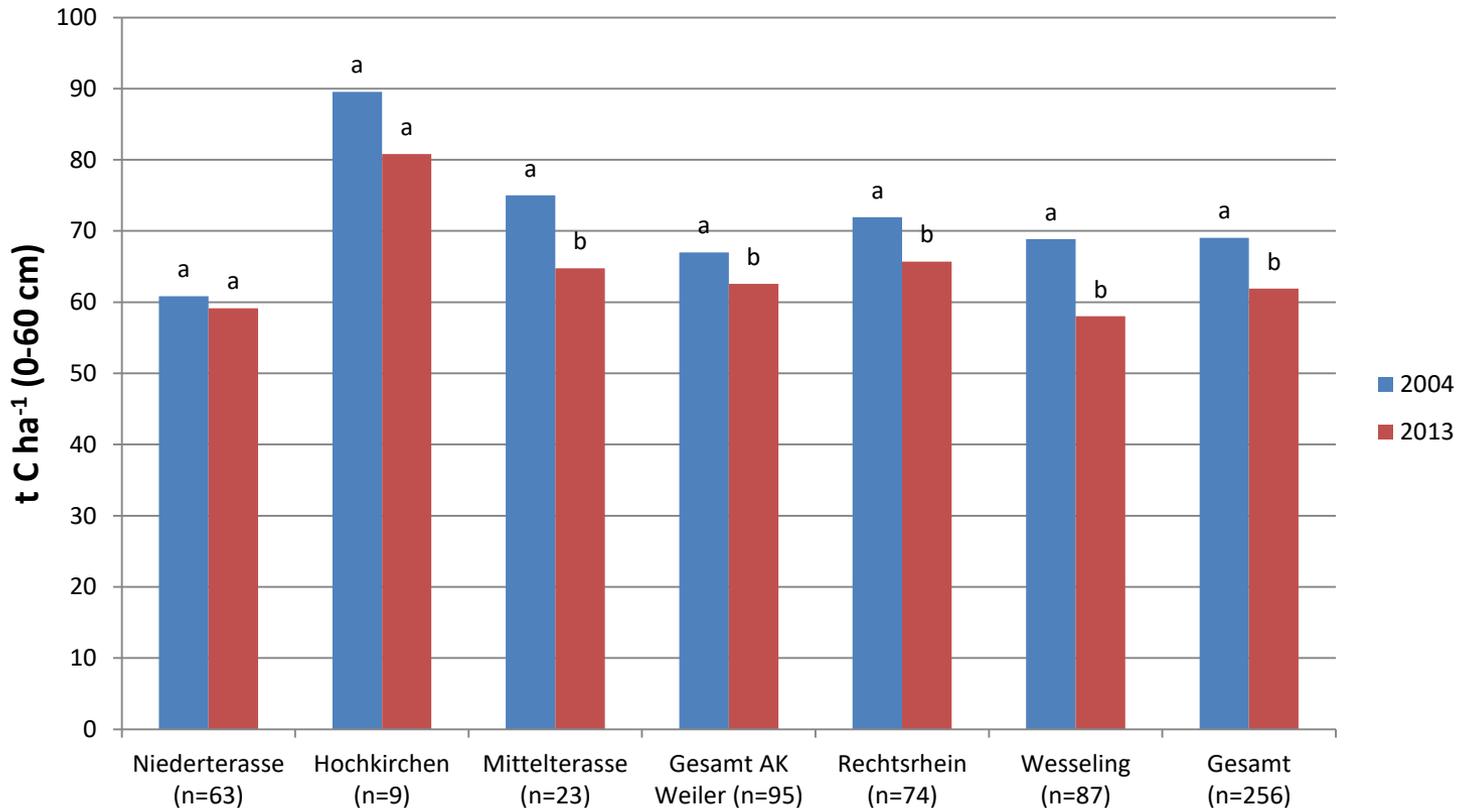
Verteilung des  $C_{org}$ -Gehalts  
in Böden mit Tongehalt < 13%  
(Rheinenergie-Projekt, n = 93)



Verteilung des  $C_{org}$ -Gehalts  
in Böden mit Tongehalt > 13%  
(Rheinenergie-Projekt, n = 206)



# Ausgangslage 2013



**Humusverlust in allen Gebieten!**

Ursachen: Klimawandel? Zuwenig N? Schlechtes Management?

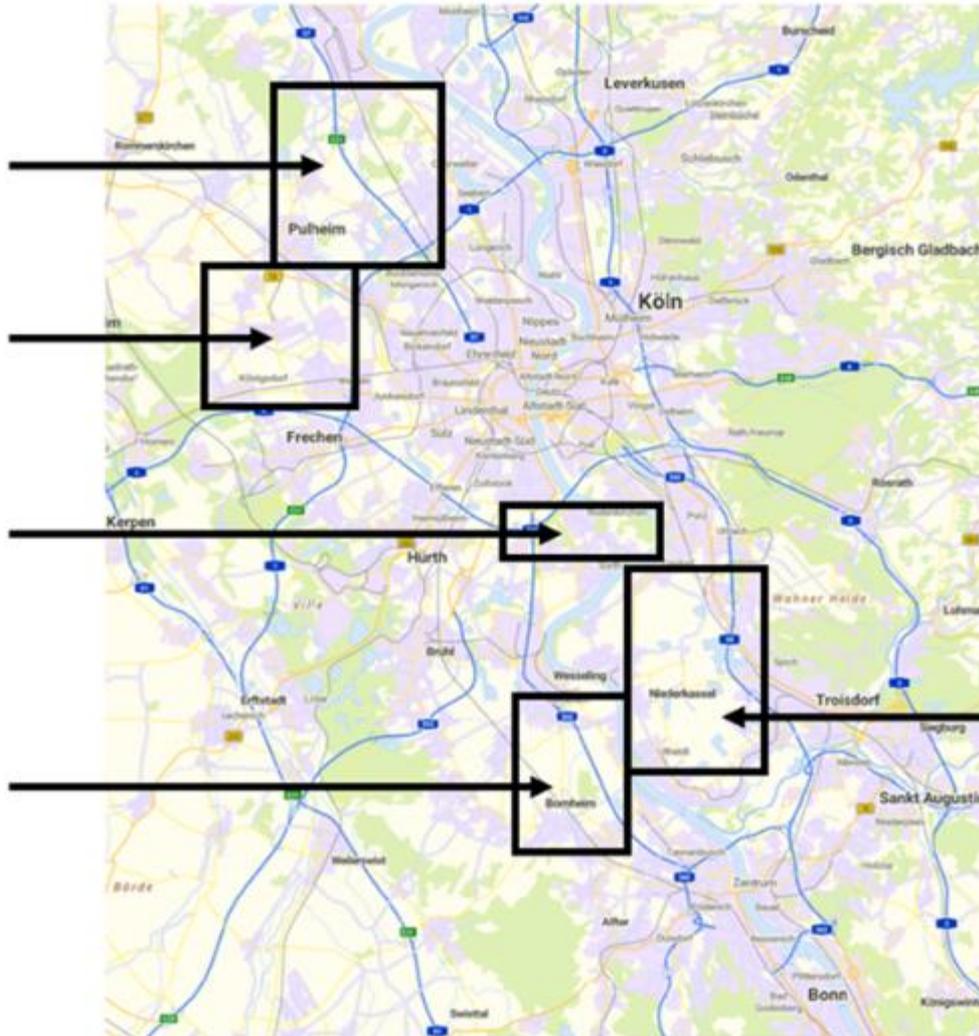
# Probenahmegebiete

**Niederterrasse**  
61 Standorte 2023

**Mittelterrasse**  
27 Standorte 2023

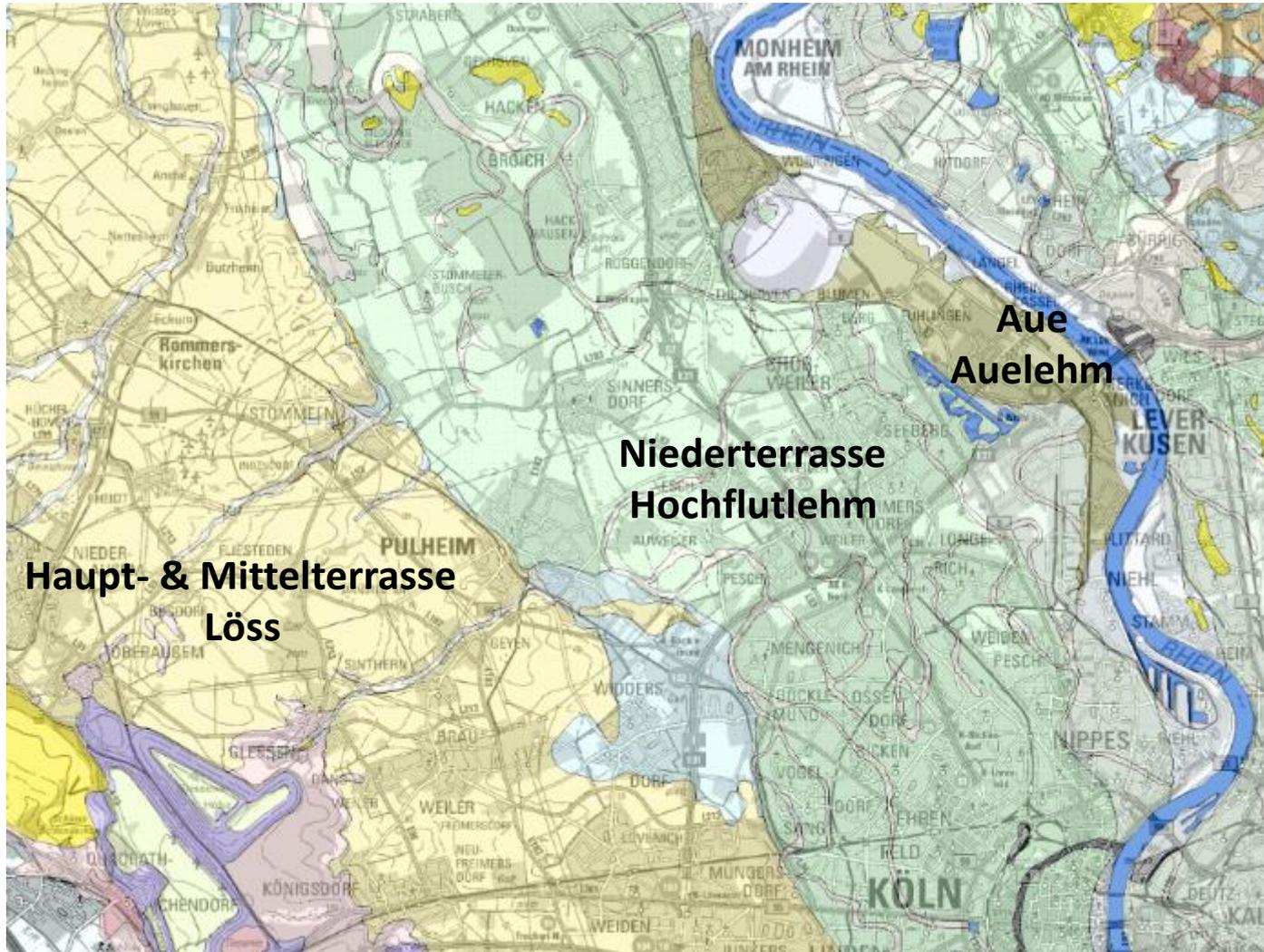
**Hochkirchen**  
11 Standorte 2023

**Wesseling**  
63 Standorte 2023

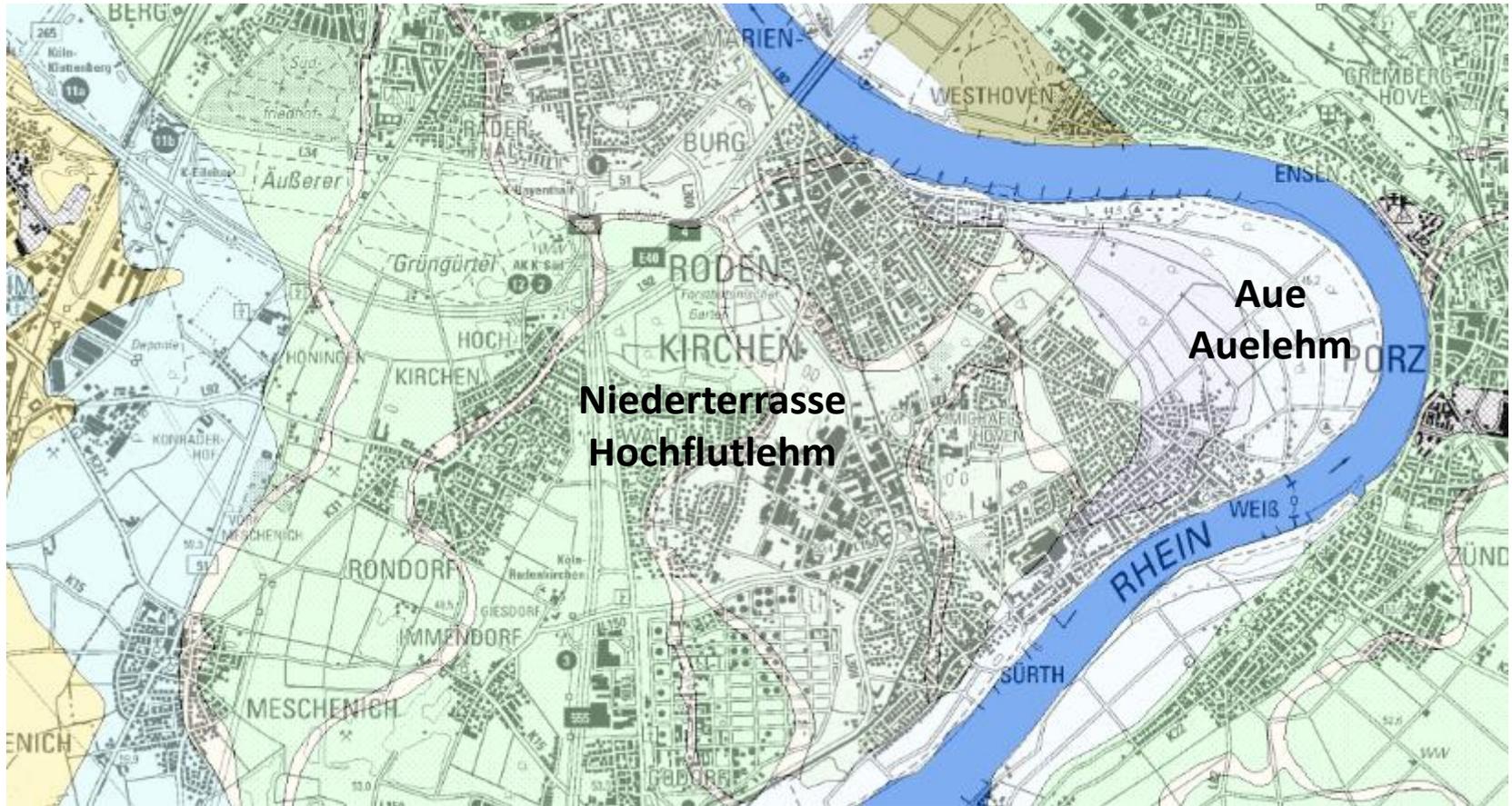


insg. 248 Standorte

# Geologische Karte NRW 1:100.000



# Geologische Karte NRW 1:100.000



# Probenahme

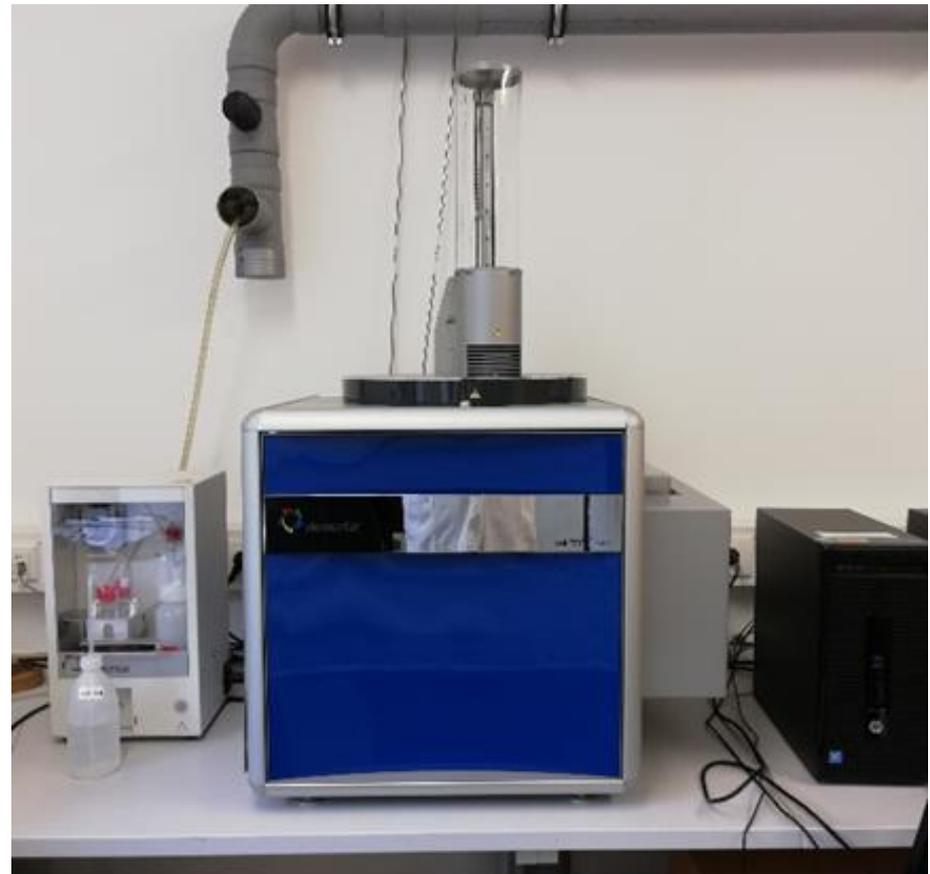
- Probenahme durch RheinEnergie, teilweise maschinell, teilweise Handbeprobung
  - 0-30, 30-60 cm
  - Homogenisieren
- Probenahme zur Lagerungsdichte durch Uni Bonn:
  - „Stechzylinder Beprobung“
  - 0-30 cm
  - (ggf. 30 cm bis Untergrenze  $r_{Ap}$  oder M)
  - bis 60 cm
- Aufbereitung im Labor: Trocknen, Mörsern, Sieben, Mahlen
- Elementaranalyse (C/N/S)
- Vorratsberechnung



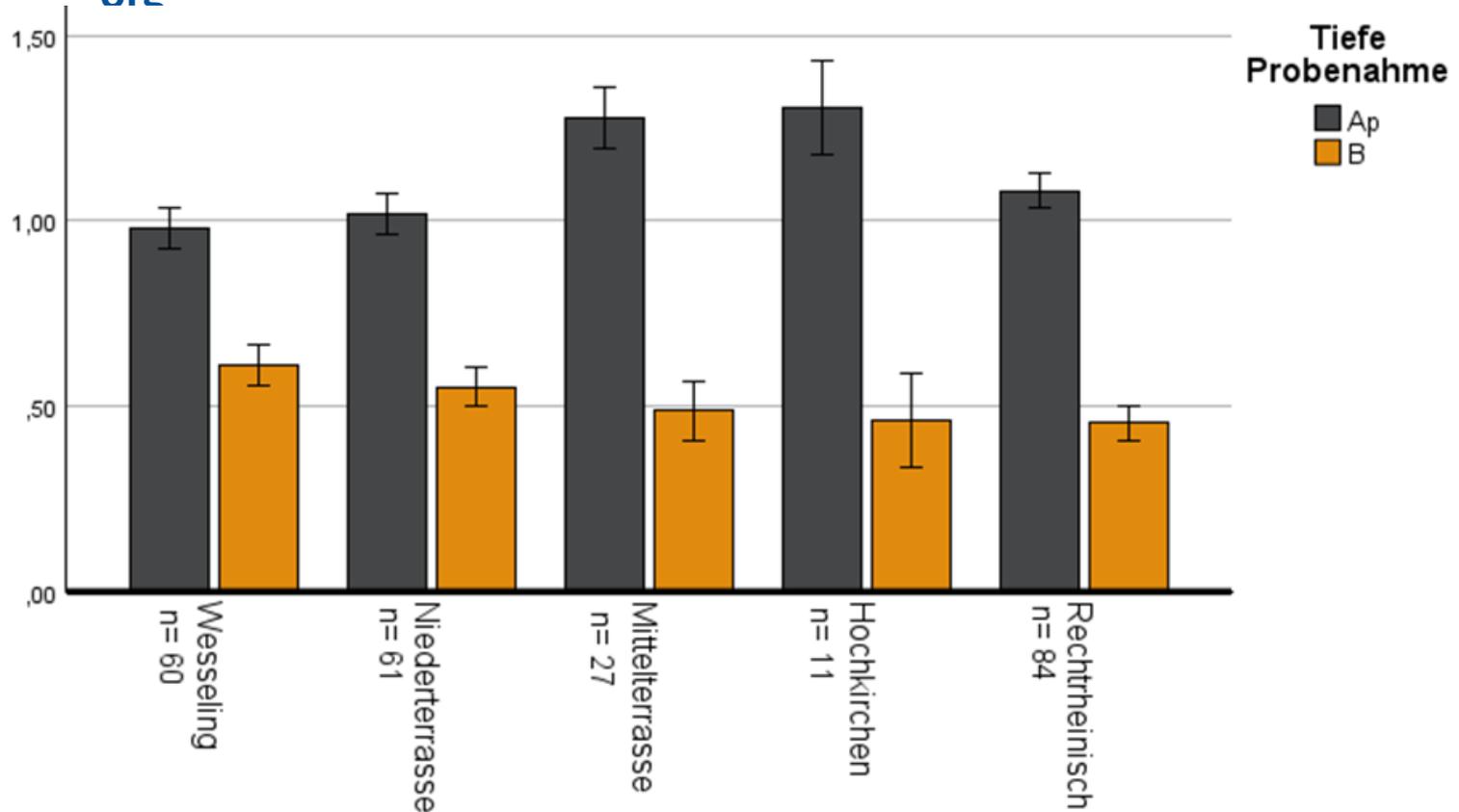
# Elementaranalyse

- Bestimmung elementaren Gesamt-
  - Kohlenstoffs  $C_{\text{total}}$
  - Stickstoffs  $N_{\text{total}}$
  - Schwefels  $S_{\text{total}}$
- Bei kalkfreien Böden:  $C_{\text{total}} = C_{\text{org}}$

→ Humus =  $C_{\text{org}} * 1,724$



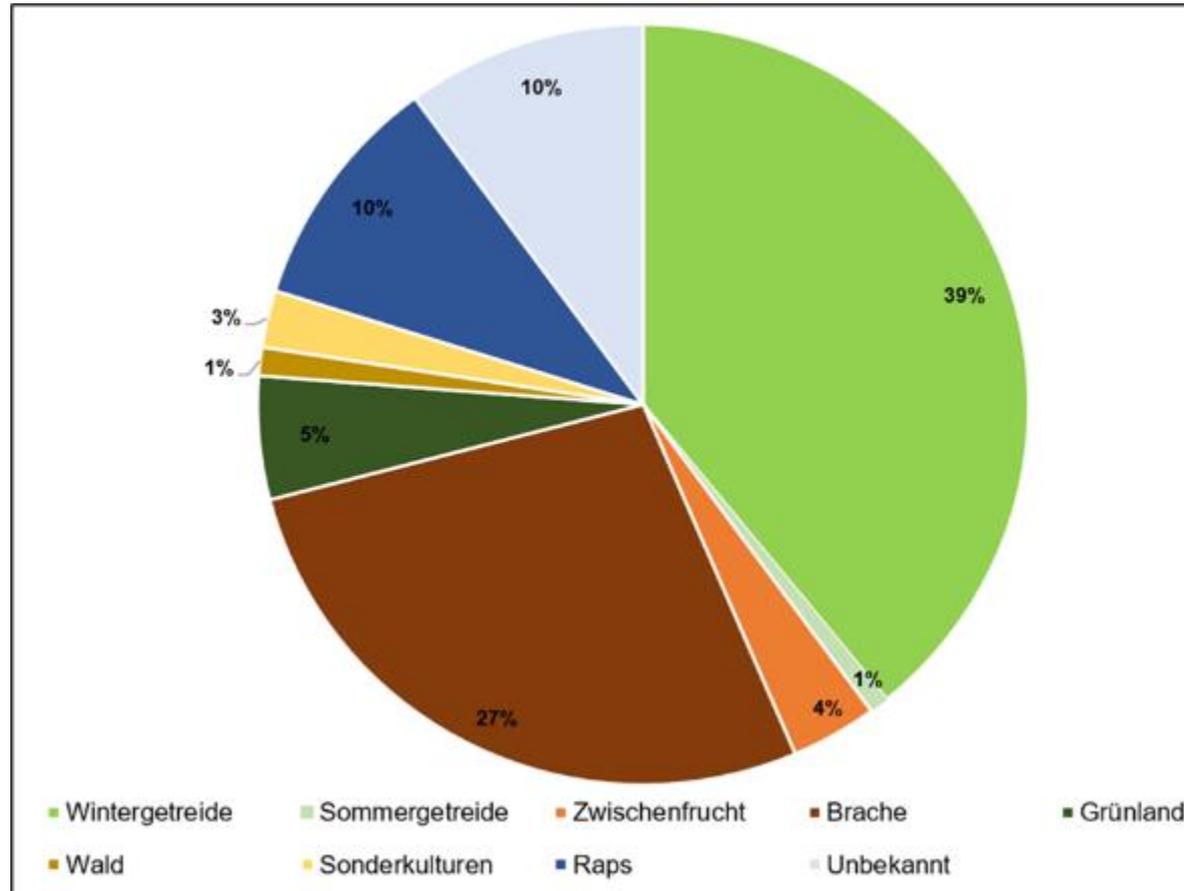
# Mittlere $C_{org}$ -Gehalte



Tiefe	We	NT	MT	HK	rrh
Ap	0,98	1,02	1,28	1,30	1,08
B	0,61	0,55	0,49	0,46	0,46

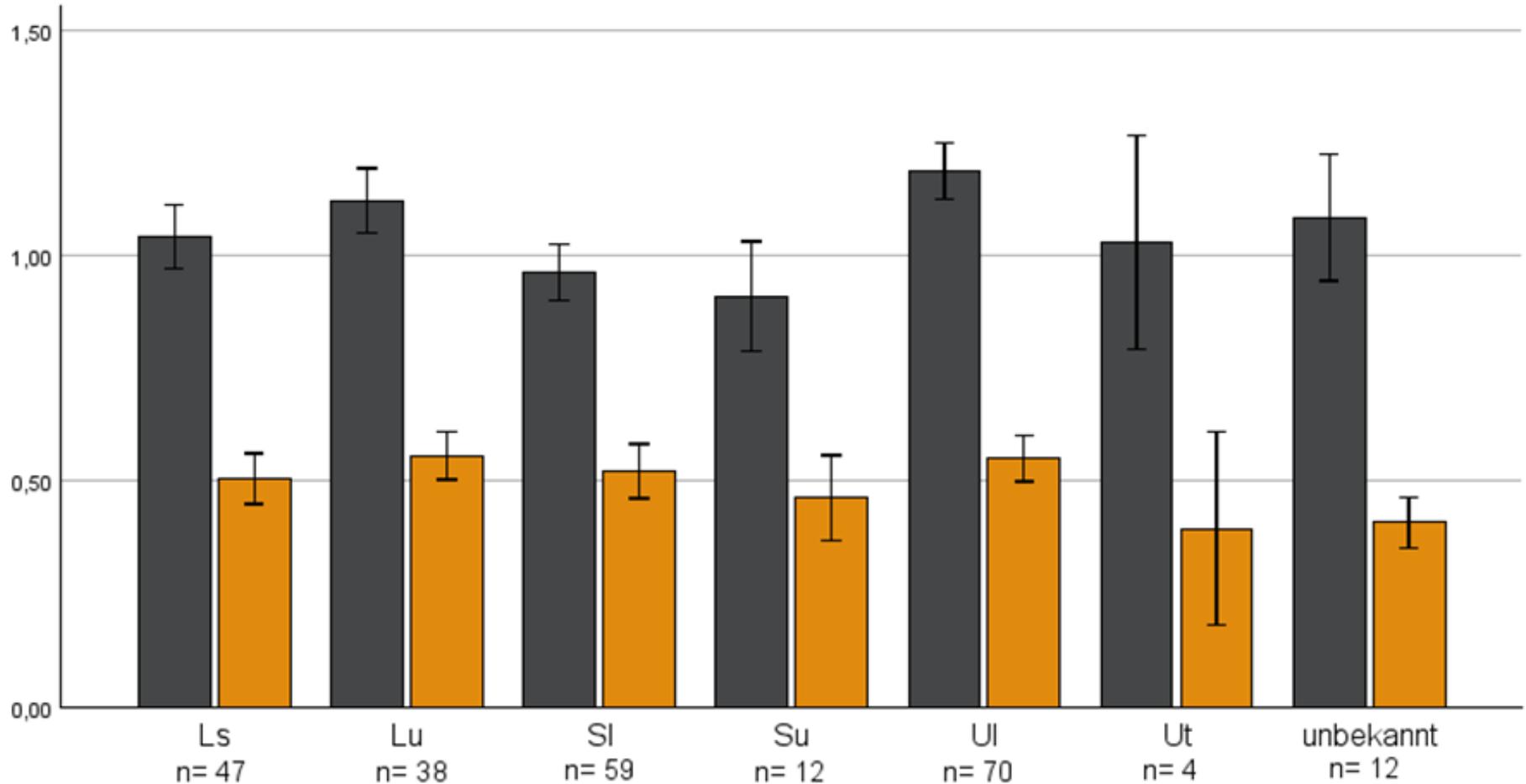
# Aktuelle Nutzung

alle 5 Gebiete



→ Für die aktuelle Nutzung zum Probenahmezeitpunkt konnte erwartungsgemäß kein signifikanter Einfluss auf C- und N-Gehalte festgestellt werden

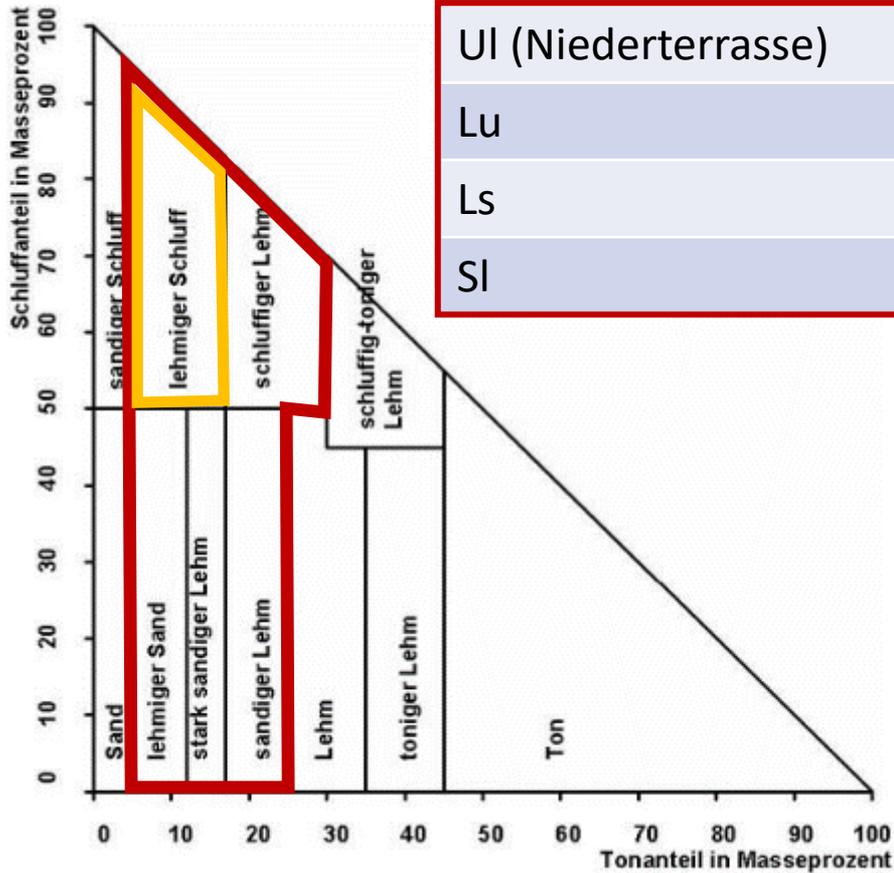
# Beziehung zw. $C_{org}$ und Bodenart



(alle 5 Gebiete)

# Beziehung zur Bodenart im Ap

Bodenart	n	% Corg	C/N-Verh.
UI (Mittelterrasse)	27	1,28	10,3
UI (Niederterrasse)	20	1,07	9,5
Lu	5	0,94	9,2
Ls	12	0,98	9,5
SI	24	1,02	10,0

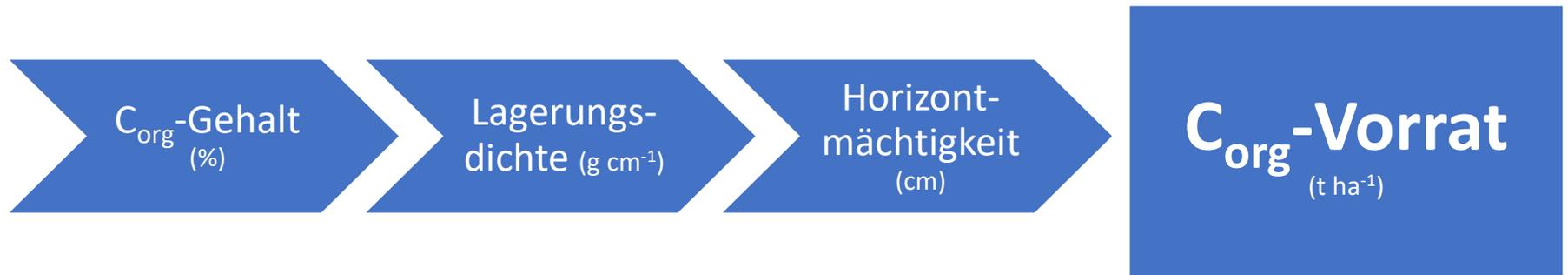


# Entwicklung der $C_{org}$ -Gehalte 2005-2023

Oberboden (0 bis 30)	n	2005	2013	2023	Veränderung in 10 J.
Mittel aller 5 Gebiete	168	0,95	0,98	1,08	+ 14 %
Niederterrasse	54	0,89	0,90	1,02	+ 15 %
Mittelterrasse	16	1,21	1,18	1,25	+ 3,3 %
Hochkirchen	11	1,18	1,21	1,35	+ 11 %

Unterboden (bis 60)	n	2005	2013	2023
Mittel aller 5 Gebiete	168	0,42	0,36	0,54
Niederterrasse	54	0,31	0,32	0,56
Mittelterrasse	16	0,36	0,37	0,50
Hochkirchen	11	0,41	0,46	0,49

# Vom Gehalt zum Vorrat

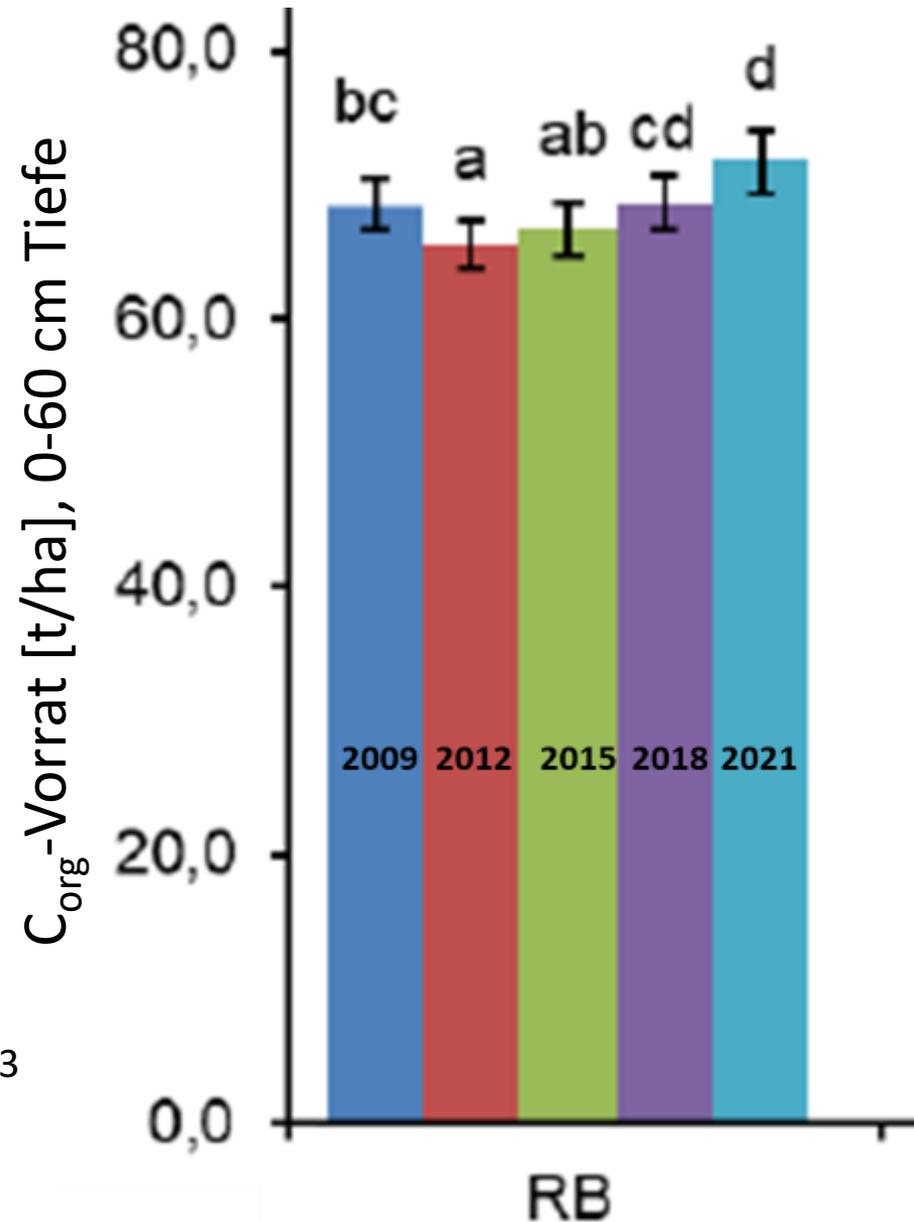


$$C_{org} * 1,724 \rightarrow \text{Humus}$$

# Entwicklung der $C_{org}$ -Vorräte 2005-2023

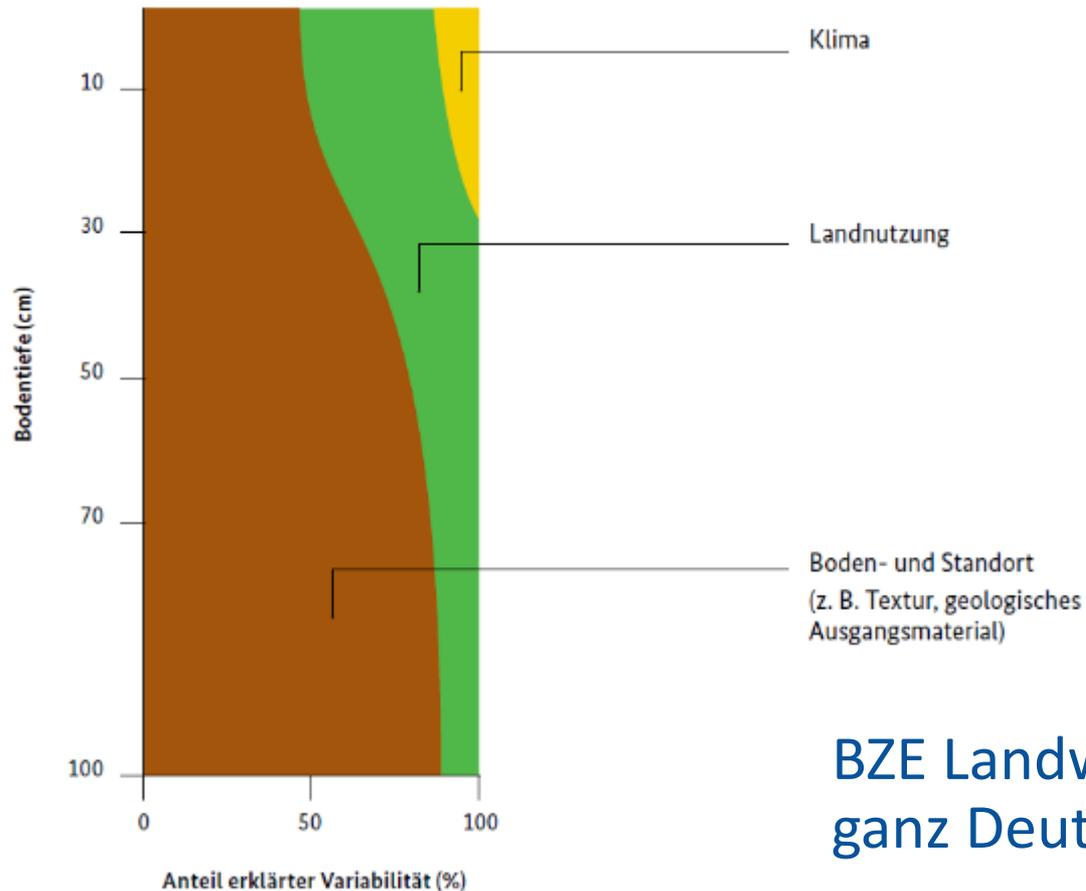
0-60 cm	n	2005	2013	2023	Veränderung in 10 J.
Mittel aller 5 Gebiete	168	70,5	64,1	79,1 a	+ 15 t/ha (+ 23 %) *
Niederterrasse	54	61,8	58,8	78,4 a	+ 19,6 t/ha (+ 33 %) *
Mittelterrasse	16	74,3	69,7	81,3 a	+ 11,6 t/ha (+ 16 %) *
Hochkirchen	7	86,7	80,3	87,1 a	+ 6,8 t/ha (+ 8 %) *

# LANUV-Humusmonitoring: Rheinische Bucht



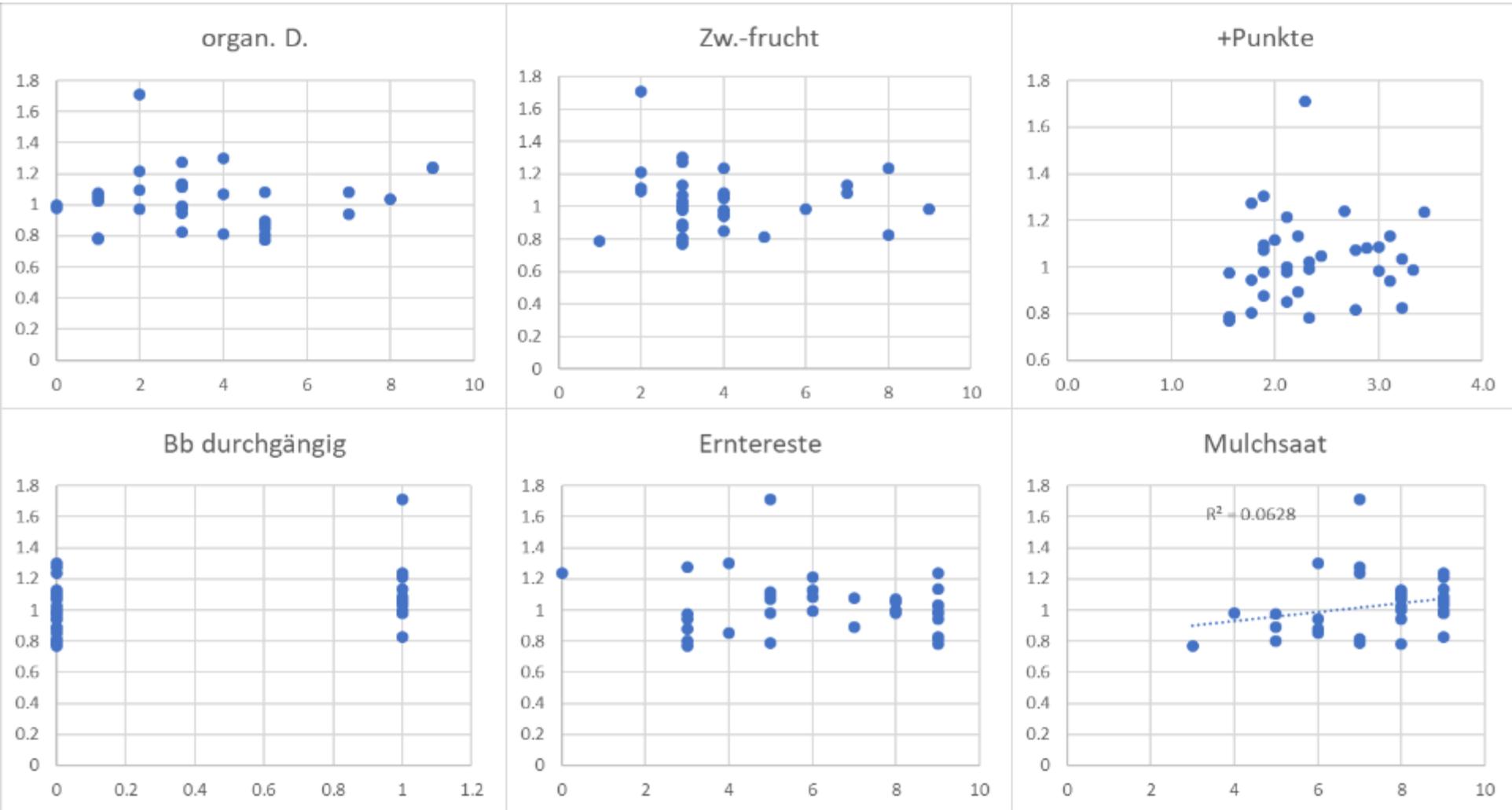
C. Bamminger, LANUV-NRW; Vortrag vom 13. Sept. 2023

# Einfluß von Klima, Nutzung, Boden und Standort auf die Humus-Vorräte

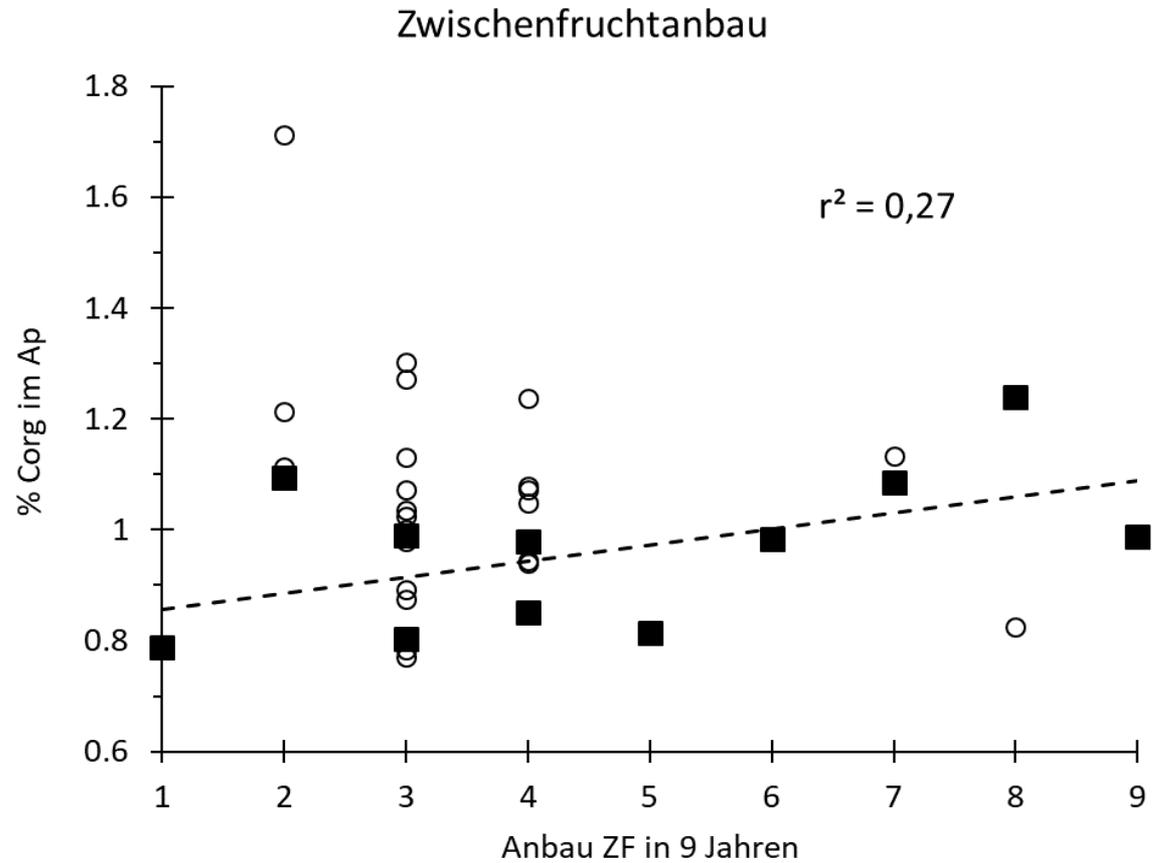
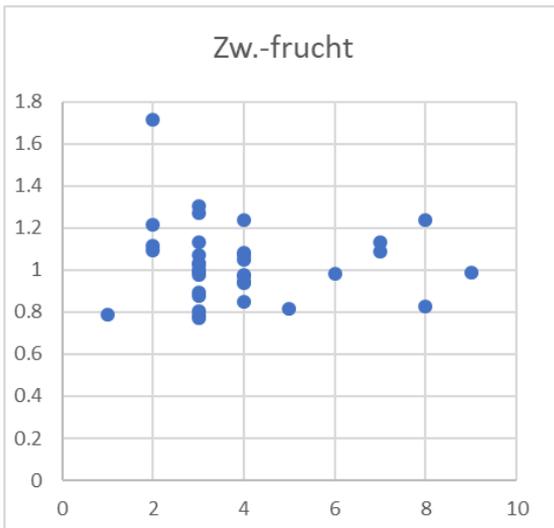


BZE Landwirtschaft,  
ganz Deutschland

# Fragebogenaktion



# Fragebogenaktion



○ 5 andere Bodenarten (n=25) ■ SI (n = 11)

→ klar positiver Trend!

Mulchsaat:  $r^2 = 0,13$

# “standorttypisch”?



**HUMUS✓CHECK**  
Humusgehalt Ihres Feldes prüfen



## Sind meine Humusgehalte standorttypisch? Machen Sie den HumusCheck!

Mit HumusCheck können Sie eigene Humusmesswerte einordnen. Humus bezeichnet die gesamte abgestorbene organische Substanz des Bodens. Er besteht zu rund 58% aus Kohlenstoff. Der Humusgehalt wird anhand der Bestimmung des Gehalts an organischem Kohlenstoff in Böden ermittelt.

HumusCheck wurde basierend auf Daten der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft entwickelt. Die Bodenzustandserhebung Landwirtschaft hat deutschlandweit an über 3000 Standorten landwirtschaftliche Böden untersucht und Humusgehalte bestimmt.

START

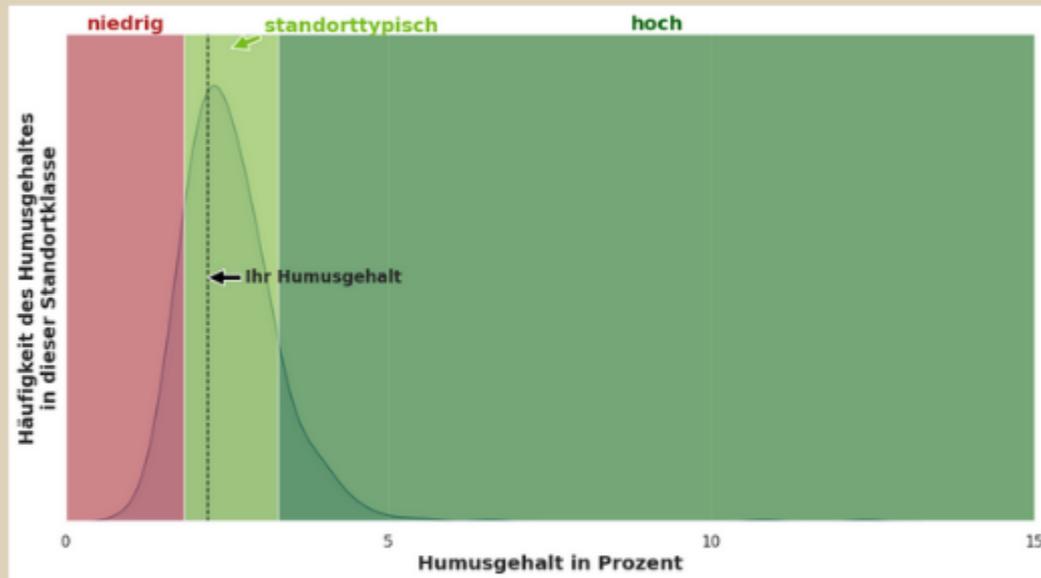


# MT: Mittelwerte (IU)

**Ihr Humusgehalt liegt innerhalb des zu erwartenden standorttypischen Bereichs!**

Ihr Humusgehalt ist vergleichbar zu den Humusgehalten anderer Böden mit ähnlichen Standorteigenschaften. Standorttypische Humusgehalte müssen erhalten werden.

Mehr Informationen über diese Einordnung und wie sich Humus aufbauen lässt.



Ihr Humusgehalt wurde mit folgenden Werten durch HumusCheck eingeordnet:

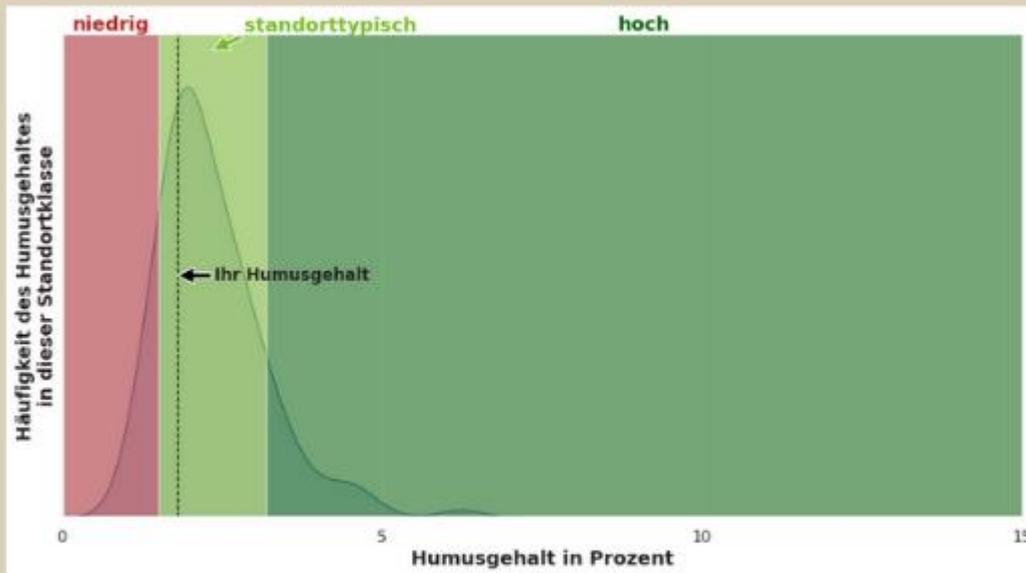
- Humusgehalt in Prozent: 2,2
- Landnutzung: Acker
- Texturklasse: mittel II
- C/N-Verhältnis: 10,3
- Niederschlag in Millimeter pro Jahr: 785

# NT: lehmiger Sand

**Ihr Humusgehalt liegt innerhalb des zu erwartenden standorttypischen Bereichs!**

Ihr Humusgehalt ist vergleichbar zu den Humusgehalten anderer Böden mit ähnlichen Standorteigenschaften. Standorttypische Humusgehalte müssen erhalten werden.

Mehr Informationen über diese Einordnung und wie sich Humus aufbauen lässt.

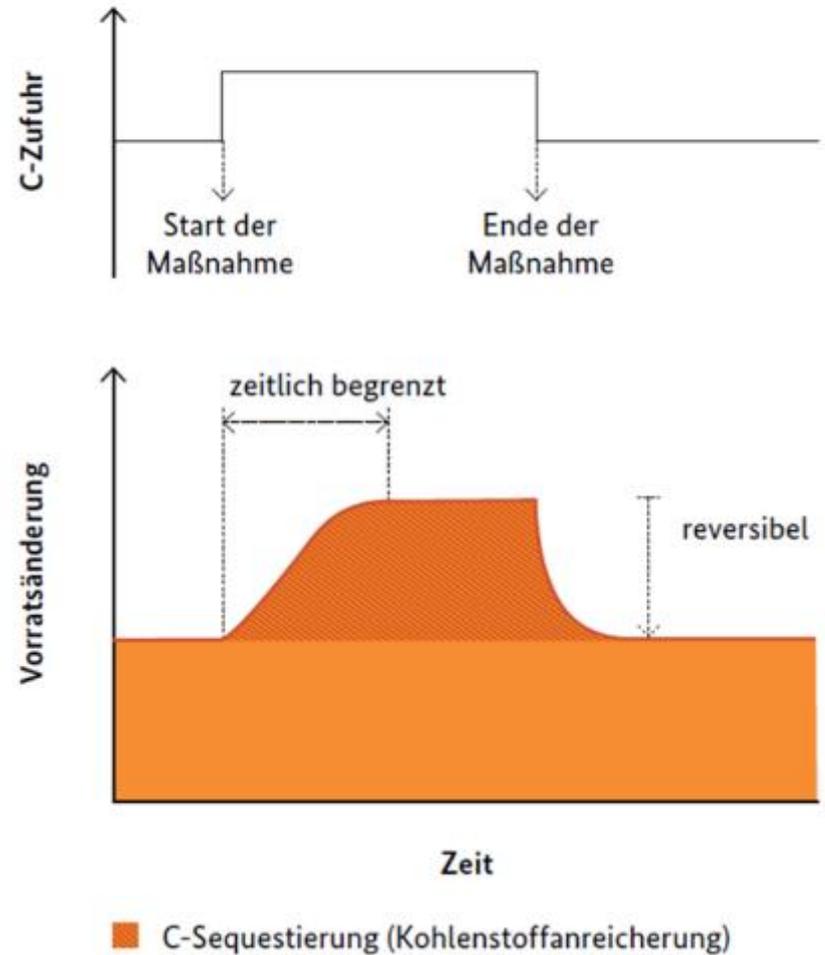


Ihr Humusgehalt wurde mit folgenden Werten durch HumusCheck eingeordnet:

- Humusgehalt in Prozent: 1,8
- Landnutzung: Acker
- Texturklasse: leicht
- C/N-Verhältnis: 10,0
- Niederschlag in Millimeter pro Jahr: 785

# Ausblick

**ABBILDUNG 19:** Dynamik der Kohlenstoffsequestrierung in Böden durch eine erhöhte Zufuhr von Biomasse (z. B. durch Zwischenfruchtanbau oder organische Düngung): Die Effekte sind zeitlich und mengenmäßig begrenzt und reversibel



Humusgehalte sind  
in einem Fließgleichgewicht!

Flessa et al. 2019, Kurzfassung BZE-Lw.

<https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/agrarklimaschutz/projekte/bodenzustandserhebung-landwirtschaft-bze-lw>

# Die Richtung stimmt!



[https://de.toonpool.com/cartoons/Wegweiser\\_281960#img9](https://de.toonpool.com/cartoons/Wegweiser_281960#img9)