



Humusmonitoring auf Ackerflächen in Nordrhein-Westfalen

Dr. Chris Bamminger

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

FB 32: Bodenschutz, Altlasten, Ökotoxikologie

chris.bamminger@lanuv.nrw.de

1. Humusmonitoring: Einführung und Ziele

- Ackerböden sind wichtige terrestrische C-Speicher, standorttypische org. Kohlenstoff (C_{org}) bzw. Humusgehalte sollten erhalten werden
- Auswirkungen von langfristiger Bewirtschaftungsweise und Klimawandel auf C_{org} von Ackerböden sind unklar

Studie von *Preger et al. 2006*: Humusgehalte in nordrhein-westfälischen Ackerböden: Aktueller Status und zeitliche Entwicklung (Uni Bonn)

- Abnahme von Humusgehalten in Ackerböden in NRW (Auswertung von Dauerfeldversuchen und FIS-StoBo Daten)
- Empfehlung für ein Humusmonitoring an ausgewählten Standorten zur Bestimmung standorttypischer Humusgehalte und deren zeitliche Entwicklung

Humusmonitoring auf Ackerflächen in NRW (seit 2009)

Projektleitung:



Beteiligte:

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



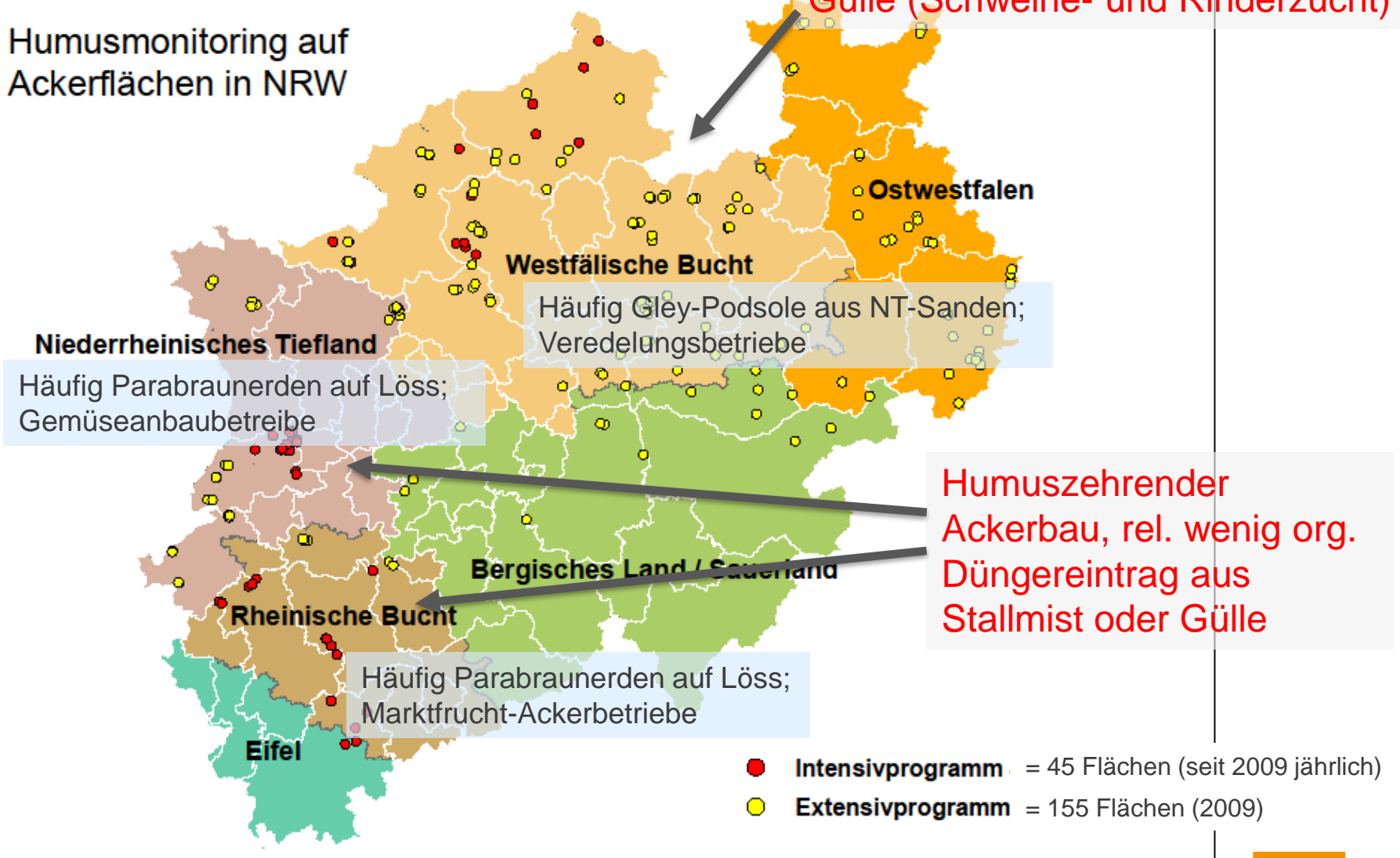
Ziele:

- Erfassung der Gehalte und Vorräte an C_{org} sowie deren zeitliche Veränderung in ausgewählten Ackerböden NRWs
- Identifikation der Einflussfaktoren auf C_{org} -Gehaltsveränderungen der Ackerböden

Monitoring-Standorte (200 Flächen)

Futterbau (v.a. Getreide), viel org. Düngereintrag aus Stallmist oder Gülle (Schweine- und Rinderzucht)

Humusmonitoring auf Ackerflächen in NRW



Probenahme und Analysenumfang

Satellitenbeprobung: Acht Stellen im Radius von 10 m um einen zentralen Punkt (Mischprobe), Probenahmepunkte rotieren

Extensiv
(2009)

Analytik der Feinbodenanteile, Schwermetalle, AKe/AKp, BS und weiterer Basisparameter C_t , C_{org} , N_t , pH und Mg (jeweils in $CaCl_2$), $CaCO_3$, P, $K_2O + P_2O_5$ (CAL) → nur **OB!**

Einmalig

Intensiv
(2009-2018)

C_t , C_{org} , N_t , pH (in $CaCl_2$ und H_2O), CO_3 (wenn $pH_{H_2O} > 6,2$)

Bewirtschaftungsdaten für VDLUFA Humusbilanzierung (Bodenbearbeitung, Düngung und Fruchtfolgen)

Jährlich

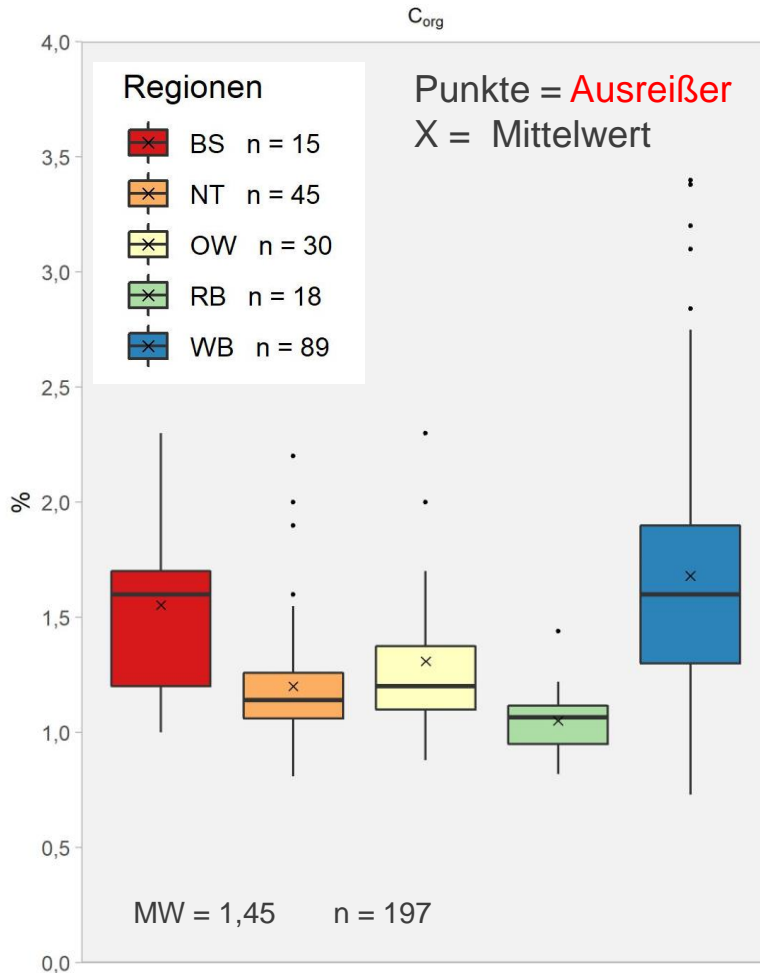
Grobbodenanteile + TRD, Humusfraktionierung (POM Analytik) in 2009, 2012, 2015 und 2018

Alle 3 Jahre

Oberboden (OB) = 0 cm bis Ap-Untergrenze

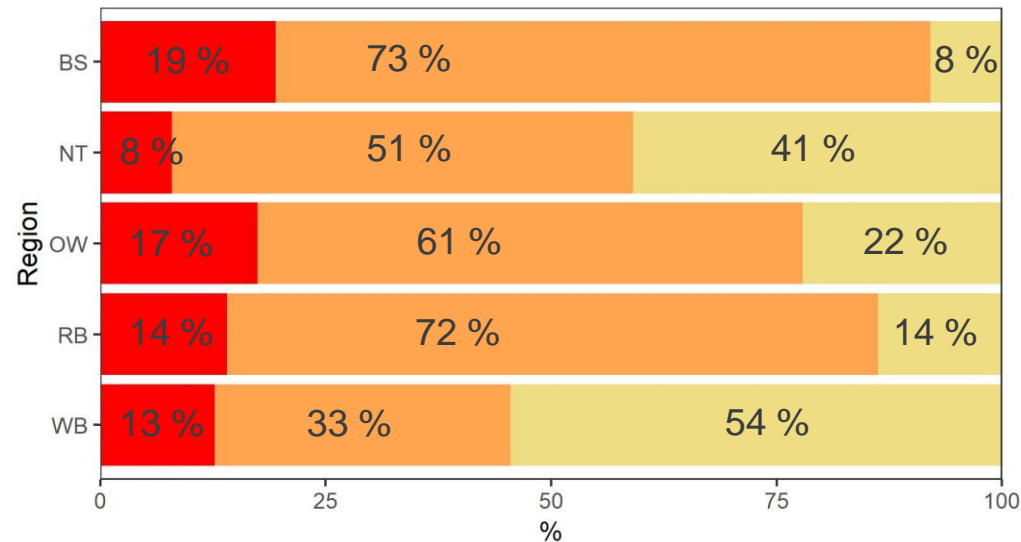
Unterboden (UB) = Ap-Untergrenze bis 60 cm

2. Standort- und bewirtschaftungstypische C_{org} -Gehalte in NRW (Extensivprogramm)



C_{org} -Gehalt (%)	Bewertung
< 1	gering
1,0 bis 1,2	ausreichend
1,2 bis 1,5	optimal
> 1,5	hoch

Quelle: Kasten (2002)



Spanne C_{org} zwischen 0,7 und 3,4 %

Bodenart ■ Ton ■ Schluff ■ Sand

Einordnung der Ergebnisse zum Extensivprogramm

- **Humusmonitoring NRW**

197 Standorte, MW: 1,5 %, (Spanne: 0,7 bis 3,4)

- Bei der bundesweiten **BZE Landwirtschaft (2018)** wurden 212 Standorte in NRW beprobt und Humusgehalte gemessen (Kooperation zw. LANUV und TI)

Standorte in NRW: MW C_{org} 1,7 % (Spanne 0,4 bis 6)

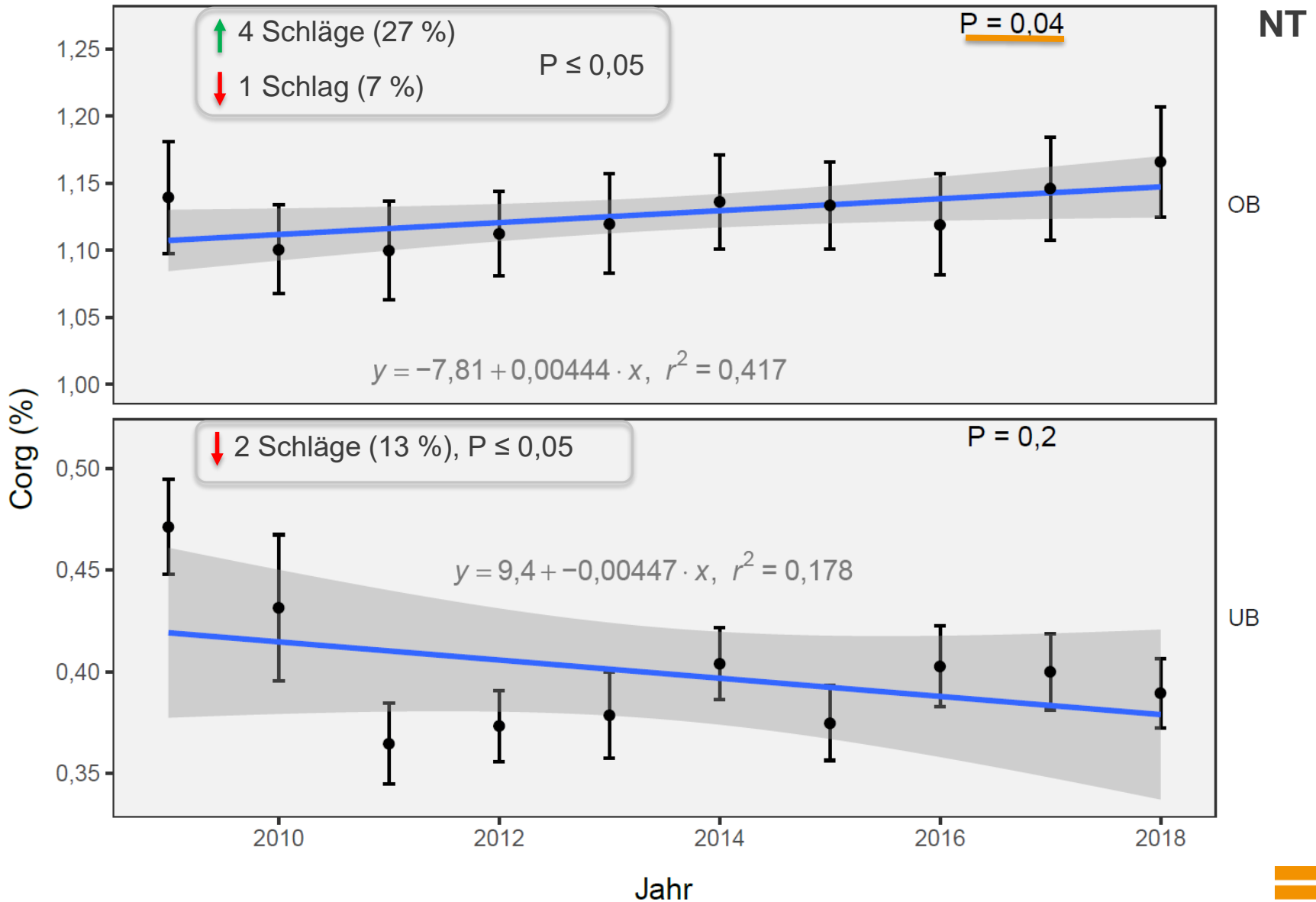
- **Marx & Gaul (2021):** Gehaltsspannen von organischem Kohlenstoff in Ackerböden – Ergebnisse aus Deutschland. Zeitschrift Bodenschutz, 4/2021.
 - Ergebnisse des Humusmonitorings NRW fallen überwiegend in die deutschlandweit gebildeten C_{org} -Gehaltsspannen
 - Projekt zur Regionalisierung von C_{org} -Gehalten von Ackerböden in NRW (Einbeziehung umfangreicher zusätzlicher Datensätze aus dem FISStoBo und der BZE-L)

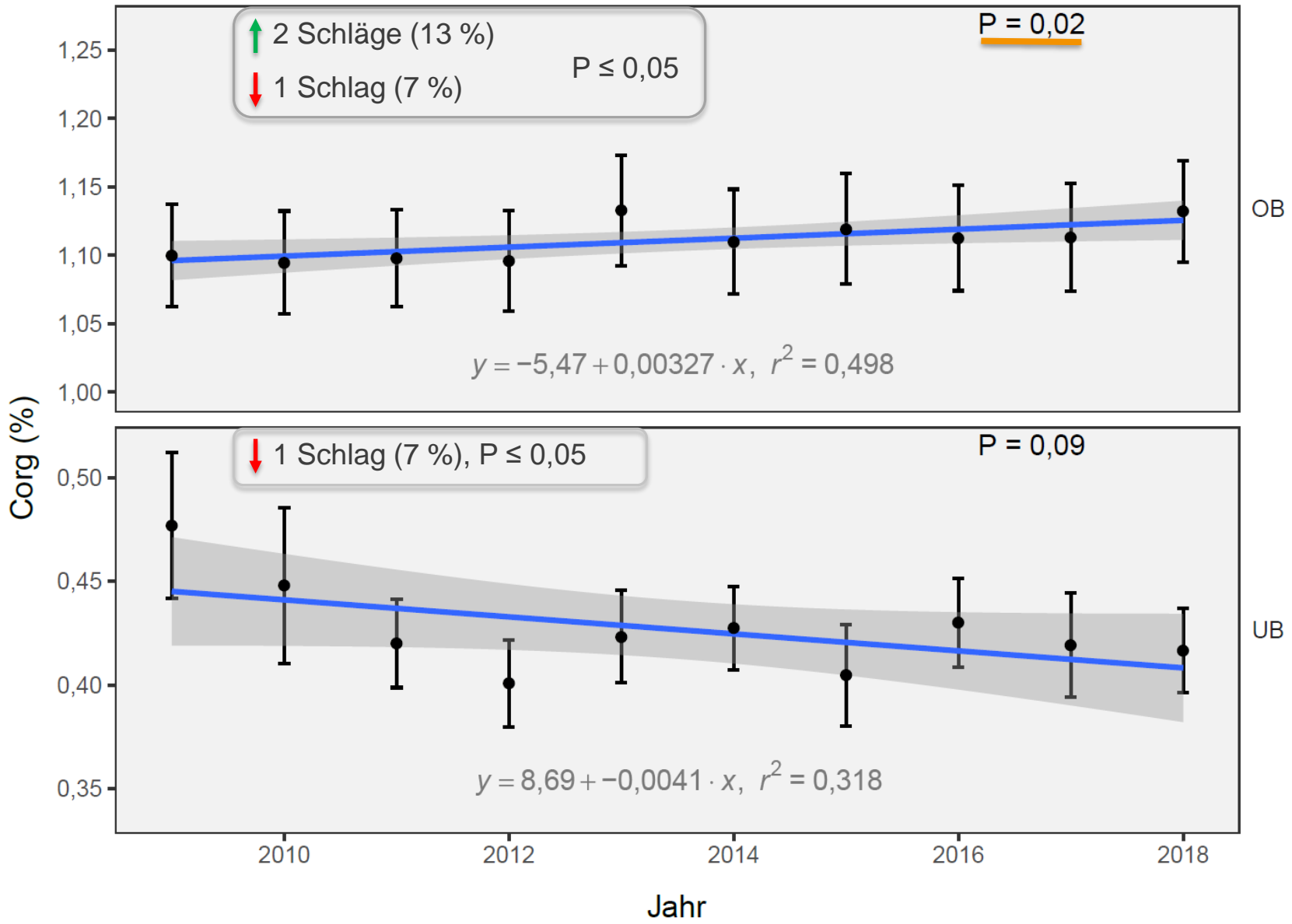
3. Entwicklung der C_{org} -Gehalte im Intensivprogramm (2009-2018)

Wesentliche Fragestellungen:

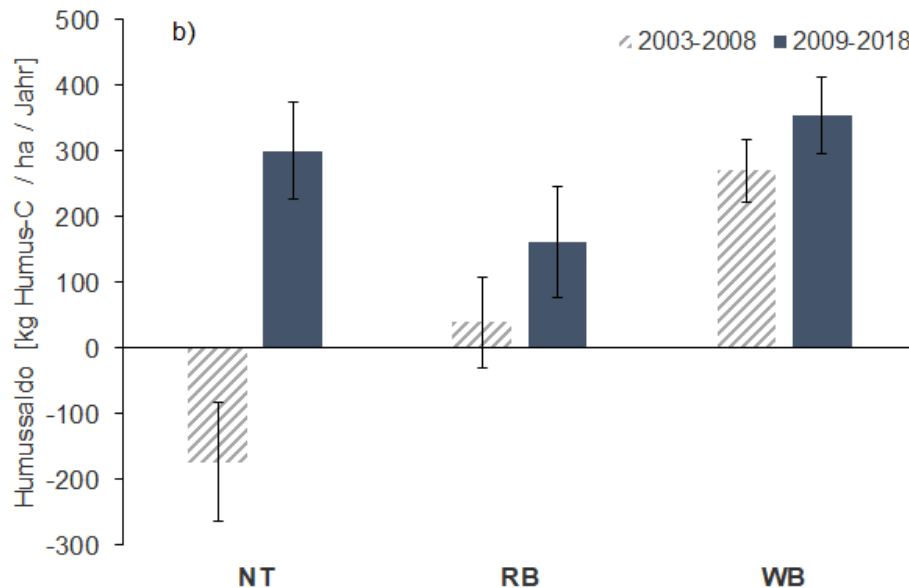
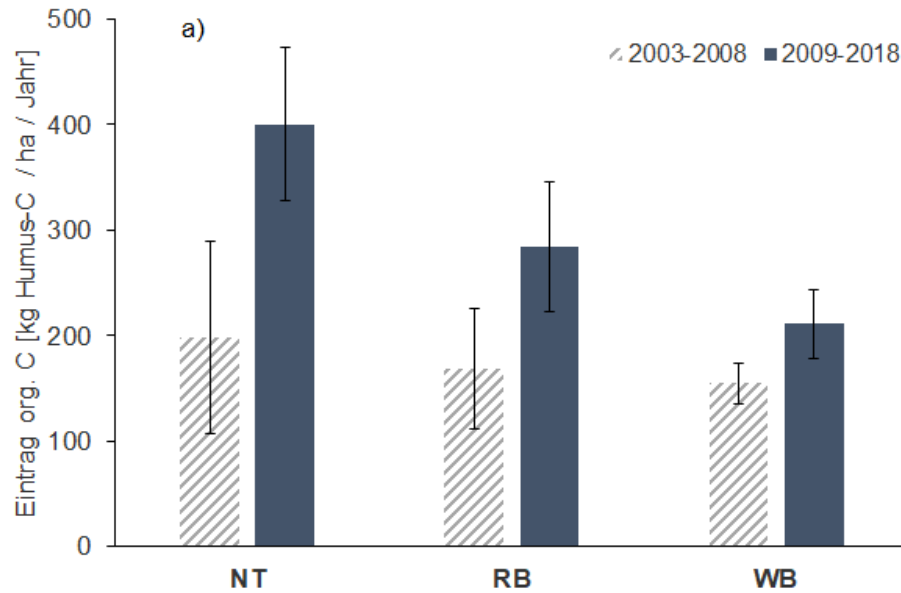
- Sind Veränderungen an einzelnen Schlägen bei den C_{org} -Gehalten im Ober- und Unterboden zu beobachten?
- Wie entwickeln sich die C_{org} -Gehalten im Zeitraum von 10 Jahren in den Böden der drei Regionen Niederrheinisches Tiefland (NT), Rheinische Bucht (RB) und Westfälische Bucht (WB) ?
- Lassen sich Veränderungen von C_{org} Parametern durch die landw. Bewirtschaftung und/oder mit dem Klimawandel erklären?
- Wie hoch sind die C_{org} -Vorräte und gibt es eine zeitliche Entwicklung?

Lineare Trendanalysen: Entwicklung der C_{org}-Gehalte (Regionen)





Bewirtschaftungsdaten → Humusbilanzierung nach VDLUFA



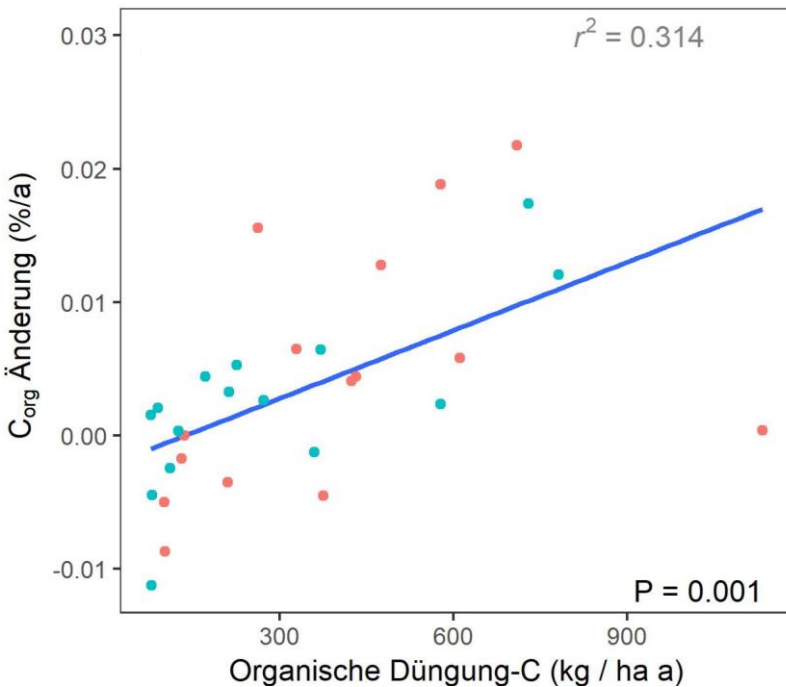
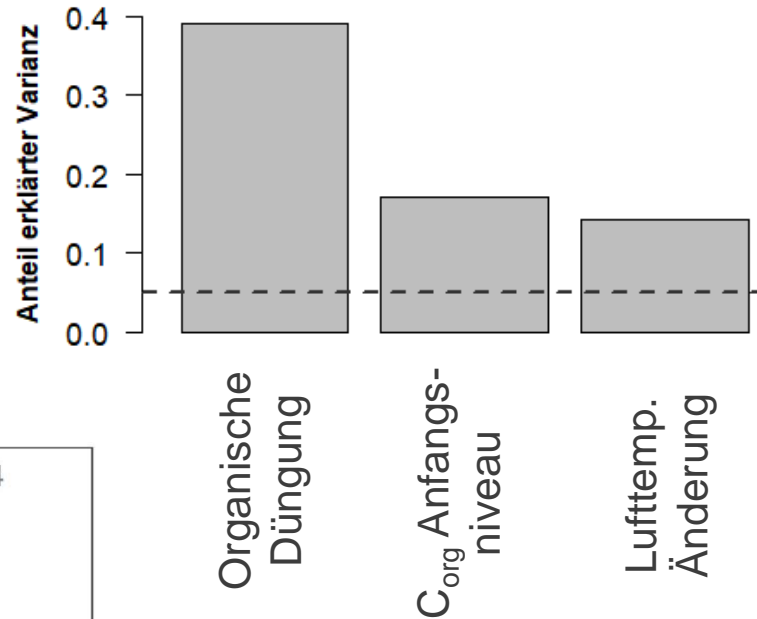
Wertebereich Humussaldo kg Humus-C / ha / Jahr	Bewertung
> 300	Erhöhte Humusversorgung
101 bis 300	Mittelfristig tolerierbare Überversorgung
-75 bis 100	Anzustrebender Optimalbereich
-200 bis -76	Mittelfristig tolerierbarer negativer Saldo
< - 200	Deutlich unterversorgt

Quelle: VDLUFA (2010)

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

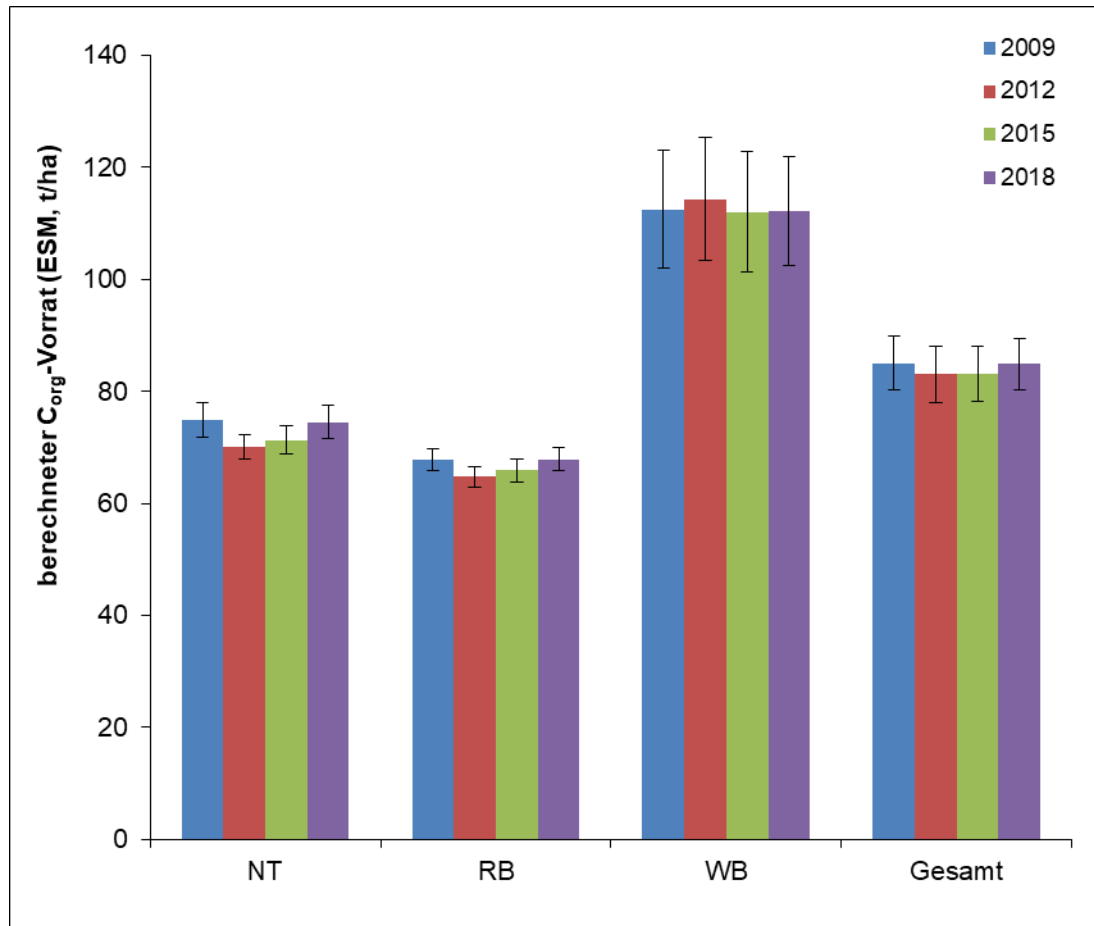
Nichtlineare multiple Regression (Support Vector Machines)

Varianzerklärung
der Prädiktoren



Zusammenhang zwischen org.
Düngung und C_{org}-Gehaltsänderung

Entwicklung der C_{org} -Vorräte bis 60 cm Tiefe (2009-2018)



ESM Methode nach: Wendt & Hauser (2013)

Anstieg für NT und RB im OB

→ aufgrund leicht steigender C_{org} -Gehalte, sowie tendenziell steigender TRD

Hohe Streuung in der WB

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

Mittelwerte + Standardfehler

4. Fazit

Extensivprogramm: Standort- und bewirtschaftungsbedingte Unterschiede bei C_{org} -Gehalten zwischen den Regionen, allg. ausreichende bis gute Versorgung

Intensivprogramm: Keine NRW-weit gerichtete Entwicklung der C_{org} -Gehalte zwischen 2009 und 2018

- Steigende C_{org} -Gehalte im OB in Niederrheinischem Tiefland und der Rheinischen Bucht
- Sign. Veränderungen ($P \leq 0,05$) bei C_{org} an 11 Standorten (ca. 25 %): 6 Anstiege und 5 Abnahmen
- Multivariate Modelle zeigen vor allem den Einfluss von **org. Düngung** und **Anfangsgehalten an C_{org}** auf die Entwicklung der C_{org} -Gehalte
- C_{org} -Vorräte in NT und RB auf einem Niveau von 65 bis 75 t/ha, kontinuierlicher Anstieg seit 2012, C_{org} -Vorräte in WB bei 110 t/ha und zeitlich stabil

Ausblick: Weitere Probenahmen in 2021 und 2024; eine längerfristige Fortführung des Programms wird angestrebt

Vielen Dank an folgende beteiligte Personen ...

- Hr. Steudte-Gaudich, Hr. Dr. Schulte-Kellinghaus, Hr. Dr. Schilli, Hr. Dr. Werner, Hr. Koch, Hr. Derenbach, Hr. Simon und den weiteren Probenehmern (**Geologischer Dienst NRW**)
- Hr. Jacobs†, Fr. Apel, Hr. Heggemann und den landwirtschaftlichen Beratern in den einzelnen Regionen (**Landwirtschaftskammer NRW**)
- Hr. Dr. Welp, Hr. Prof. Dr. Amelung und Hr. Oellers (**Universität Bonn**)
- Hr. Dr. Herbst (**FZ Jülich**)
- Fr. Dr. Hädicke, Fr. Stempelmann (**LANUV, FB32**)
- Die teilnehmenden Landwirte im Humusmonitoring NRW

Synergien zu anderen Programmen...

- ✓ Austausch mit den BDF-Vertretern der anderen Bundesländer
- ✓ Kooperation mit dem Thünen-Institut im Rahmen der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-L): Datenaustausch, Gemeinsame Veröffentlichung
- ✓ Bereitstellung von ausgewählten Acker-Probenahmeflächen in NRW für die bundesweite Erhebung des UBA zur Hintergrundbelastung von Ackerböden mit PFAS
- ✓ Teilnahme am Klimafolgen-Bodenmonitoring-Verbund des UBA
- ✓ Humusvorräte werden als Indikator für das Klimafolgenmonitoring in NRW des LANUV für den Bereich Boden verwendet

Veröffentlichungen

- Bamminger, C.; Schilli, C.; Hädicke, A.; Welp, G.; Amelung, W.; Herbst, M.; Heggemann, T. (2021): Humusmonitoring auf Ackerflächen in Nordrhein-Westfalen – Ergebnisse aus 10 Jahren. Zeitschrift Bodenschutz (3).
- Bamminger, C.; Hädicke, A.; Welp, G.; Amelung, W.; Herbst, M.; Schilli, C.; Apel, B.; Heggemann, T. (2019): Ergebnisse aus 10 Jahren Humusmonitoring auf Ackerflächen in Nordrhein-Westfalen. In: Jahrestagung der DBG/BGS Erd-Reich und Boden-Landschaften, 24. – 27. August 2019, Bern, Schweiz.
http://eprints.dbges.de/1834/1/Tagungsbeitrag_Bamminger_Humusmonitoring_NRW_final.pdf
- Herbst, M.; Welp, G.; Macdonald, A.; Jate, M.; Hädicke, A.; Scherer, H. et al. (2018): Correspondence of measured soil carbon fractions and RothC pools for equilibrium and non-equilibrium states. In: Geoderma 314, 37-46. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.10.047.
- Riggers, C.; Poeplau, C.; Don, A.; Bamminger, C.; Höper, H.; Dechow, R. (2019): Multi-model ensemble improved the prediction of trends in soil organic carbon stocks in German croplands. In: Geoderma 345, 17–30. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.03.014.

Weitere Quellen

- Steinmann, T.; Welp, G.; Holbeck, B.; Amelung, W. (2016): Long-term development of organic carbon contents in arable soil of North Rhine-Westphalia, Germany, 1979-2015. In: European Journal of Soil Science 67 (5), 616–623. DOI:10.1111/ejss.12376.
- Preger, A.C.; Welp, G.; Marquardt, U.; Koleczek, B.; Amelung, W. (2006): Humusgehalte in nordrhein-westfälischen Ackerböden: Aktueller Status und zeitliche Entwicklung, Bonn.
- Kasten, P., 2002: Spezifischer Bedarf an Humusdüngern bei hackfruchtintensivem Ackerbau nach guter, fachlicher Praxis. In: Fricke, Burth & Wallmann (Hrsg.): Biomasse und Abfallwirtschaft, Schriftenreihe des ANS. Berlin, 249–262.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), 2010. Humusbilanzierung landwirtschaftlicher Böden: Einflussfaktoren und deren Auswirkungen, Speyer.
- Wendt, J.W., Hauser, S., 2013. An equivalent soil mass procedure for monitoring soil organic carbon in multiple soil layers. European Journal of Soil Science 64 (1), 58–65.
- Marx, M., Gaul, V., 2021. Gehaltsspannen von organischem Kohlenstoff in Ackerböden. Bodenschutz (4).