

Schwermetalle im Boden

Tagung 30 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen

01.12.2021

Dr. Norbert Bischoff, Cathleen Knacksterdt, Dr. Heinrich Höper, Hubert Groh

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie



Einleitung

Schwermetalle...

... sind Metalle mit einer Dichte $> 5 \text{ g cm}^{-3}$

in diesem Vortrag: Kupfer (Cu), Zink (Zn), Blei (Pb), Cadmium (Cd)

... kommen von Natur aus in geringen Konzentrationen in Böden vor

... variieren in ihrer Konzentration je nach Ausgangsgestein im Boden

... werden auch über anthropogene Quellen in den Boden eingetragen, u. a.

- Atmosphärische Deposition (Cu, Zn, Cd, Pb)
- Mineralische Düngemittel (Cd, Cr)
- Wirtschaftsdünger (Cu, Zn)
- Klärschlämme (Cd, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn)
- Pestizide (Cu)

... können im Boden biologisch oder chemisch nicht abgebaut werden

... sind teils wenig mobil und können sich daher im Boden anreichern, mit teils toxischen Wirkungen für Lebewesen



Physiologische Bedeutung von Schwermetallen



Essentielle Spurennährstoffe
Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Ni



Nicht essentiell / ohne physiologische Bedeutung
Pb, Cd, Hg

Können bereits in geringen Konzentrationen toxisch wirken

Anreicherung in Böden sowie Verlagerung ins Grundwasser machen Schwermetalle relevant aus Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes



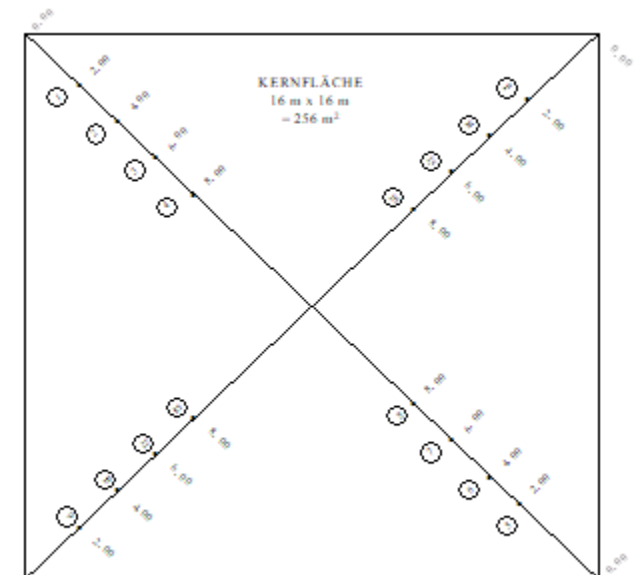
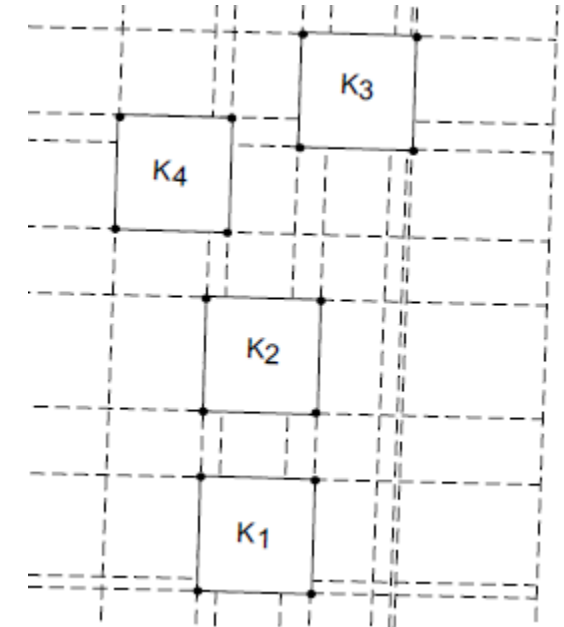
Methodik

Probenahme

- Grundinventur (**GI**), 1. Wiederholungsinventur (**WI1**), 2. Wiederholungsinventur (**WI2**), im Abstand von 10 Jahren
- Beprobungstiefe 0 – 20 cm
- 4 fest vermarkte Kernflächen (16 x 16 m)
- je Kernfläche 1 Mischproben aus 16 Entnahmestellen
- 4 Mischproben je Boden-Dauerbeobachtungsfläche und Inventur

Probenvorbereitung

- Pflanzenreste und Steine entfernt, Siebung auf 8 mm
- Trocknung bei $< 40^{\circ}\text{C}$, ggf. Zerkleinerung mit Backenbrecher
- Boden auf 2 mm gesiebt (kein Feinmahlen)



Methodik

Analytik

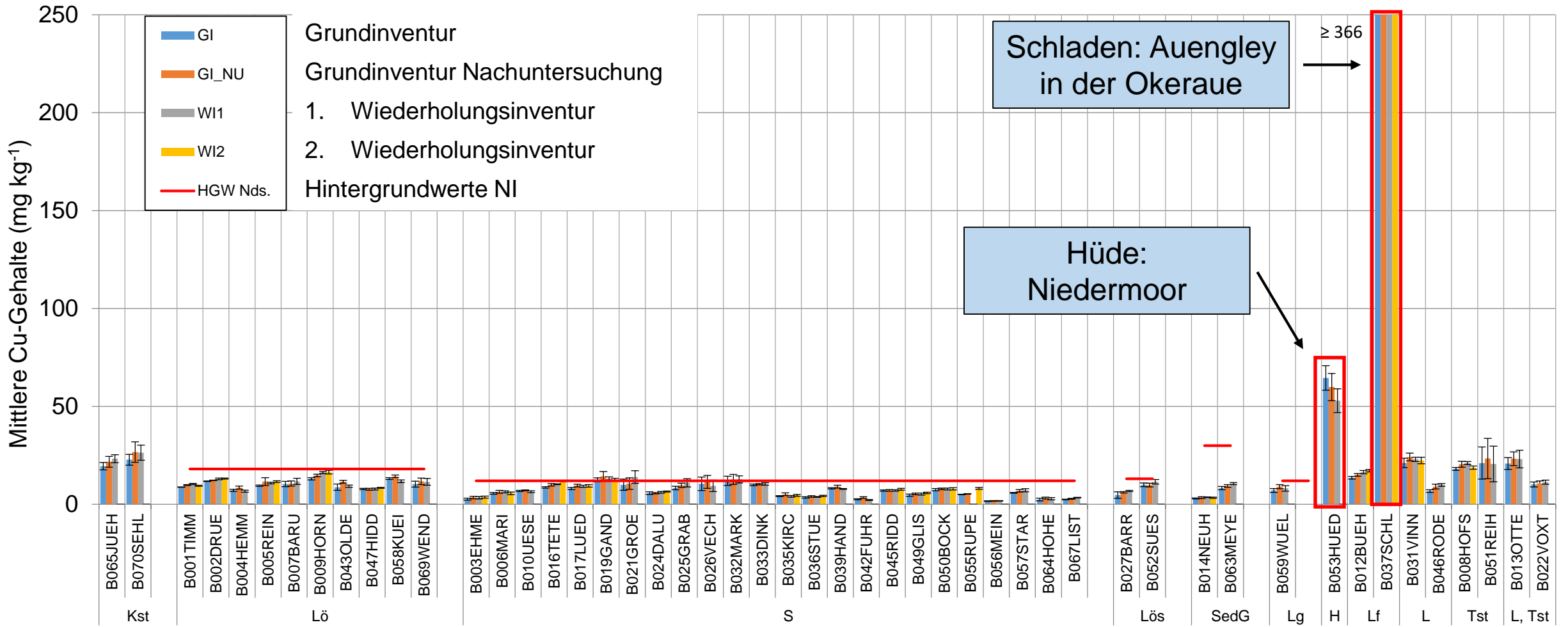
- Königswasserauszug in Anlehnung an DIN 38414-S7:1983-01
- Quantifizierung der KW-löslichen Anteile der Schwermetalle
 - Grundinventur (**GI**) (bis 2007): Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie (F-AAS) (VDLUFA-Methodenbuch Band 1 A 2.4.3.1) oder durch optische Emissionsspektrometrie mittels induktiv gekoppelten Plasmas (ICP-OES) nach DIN ISO 11885
 - Wiederholungsinventuren (**WI1, WI2**) und Nachuntersuchung der Grundinventur (**GI_NU**): Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) nach DIN EN ISO 17294-2:2005-02

Berechnung der Schwermetall-Vorräte

Vorräte = Gehalte (mg/kg) x Ap-Mächtigkeit (m) x Trockenrohdichte (g/cm³) x (100-Skelettgehalt (%))



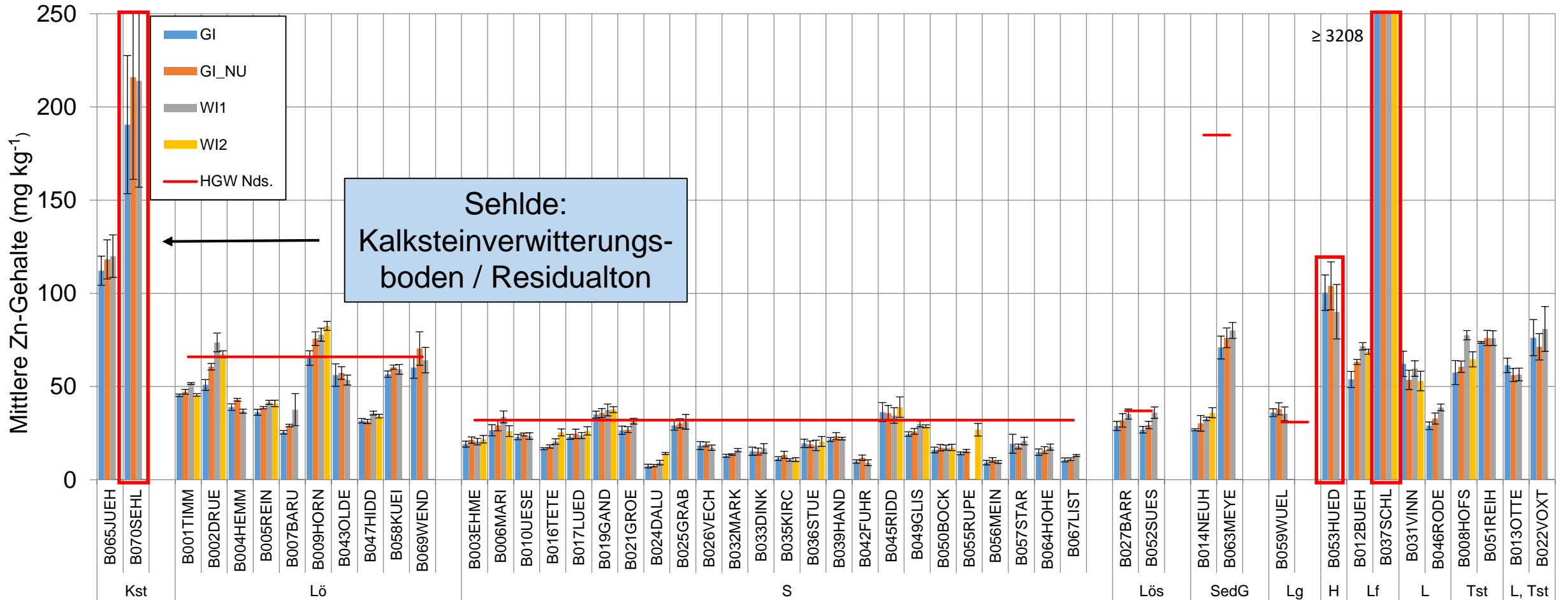
Mittlere Cu-Gehalte der Acker-BDF



Knackstred et al. 2021



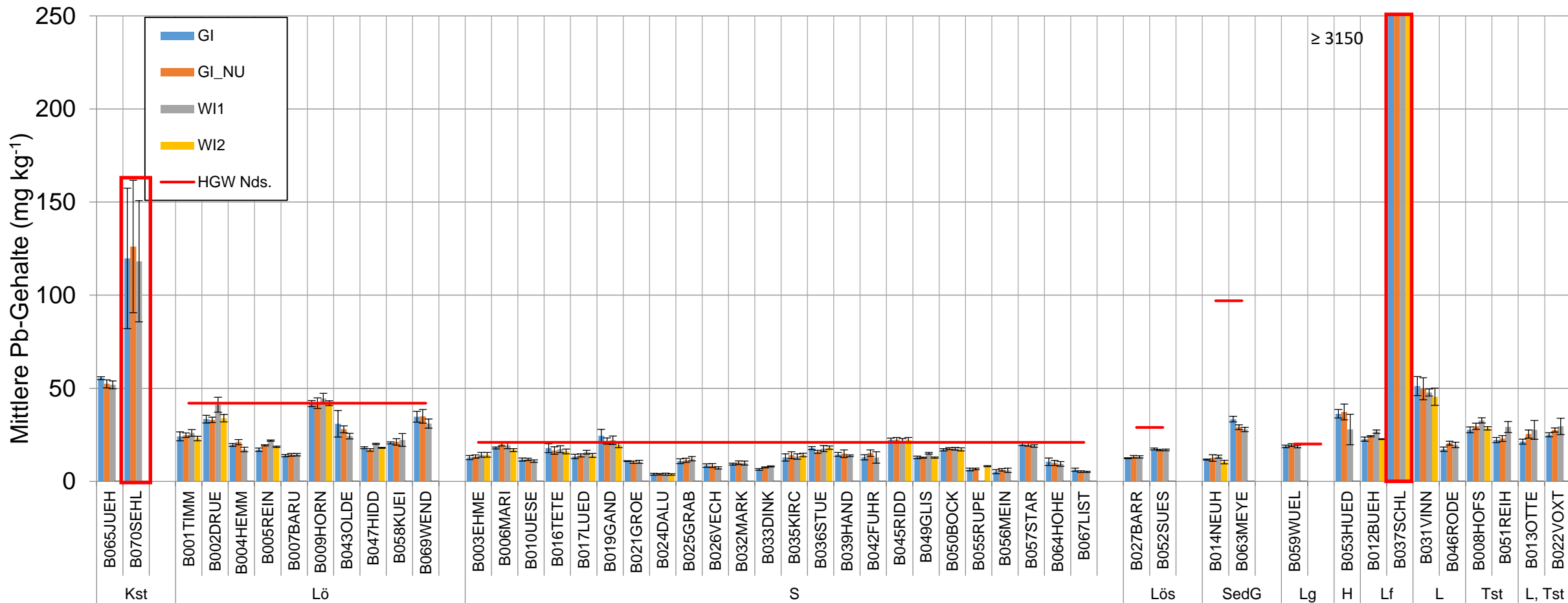
Mittlere Zn-Gehalte der Acker-BDF



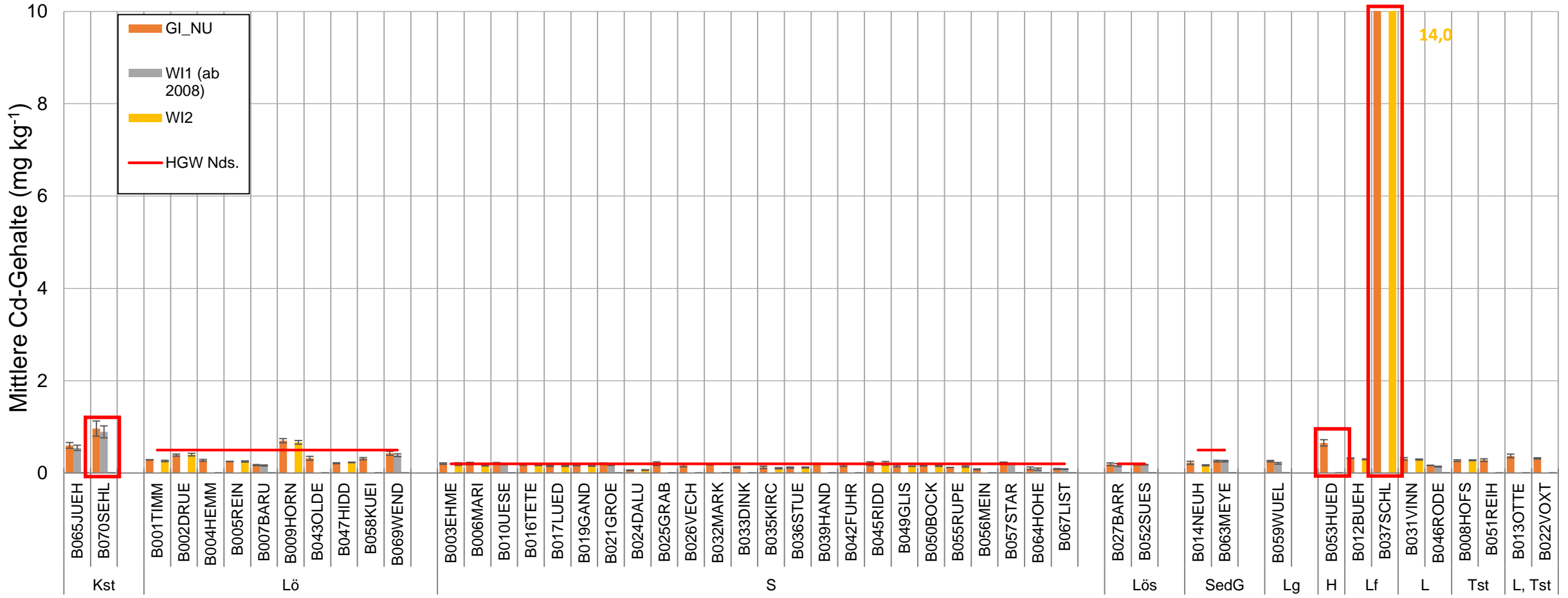
Knacksterdt et al. 2021



Mittlere Pb-Gehalte der Acker-BDF



Mittlere Cd-Gehalte der Acker-BDF

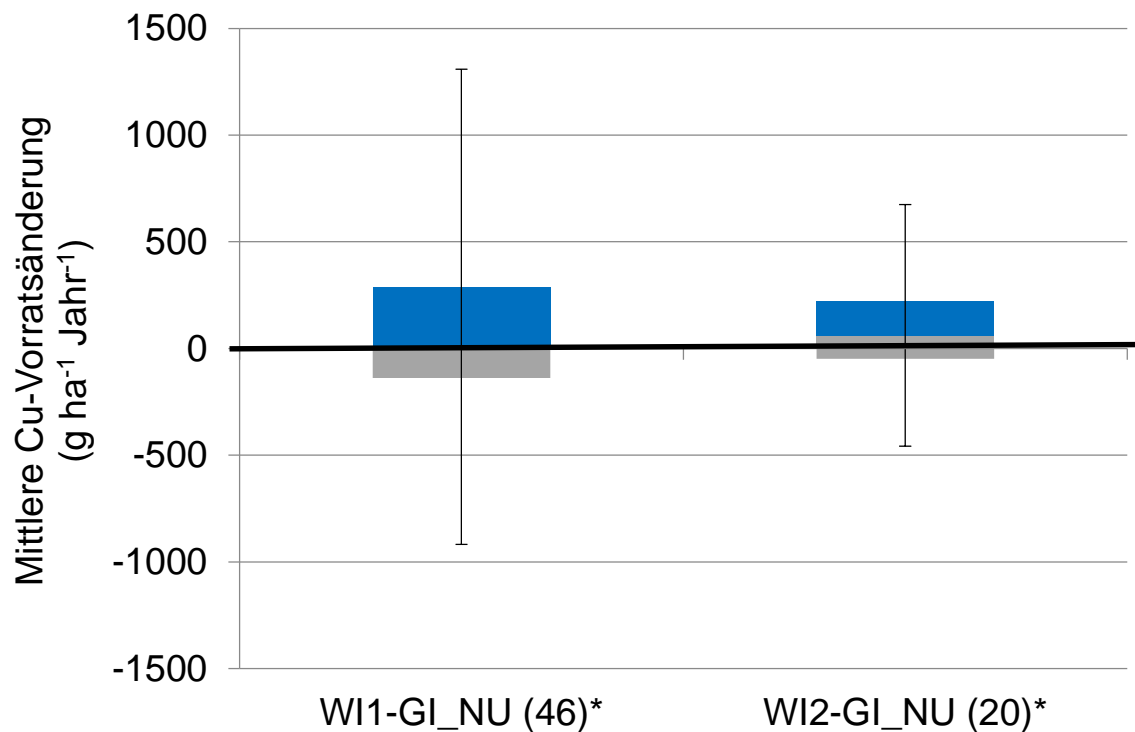


Knacksterdt et al. 2021



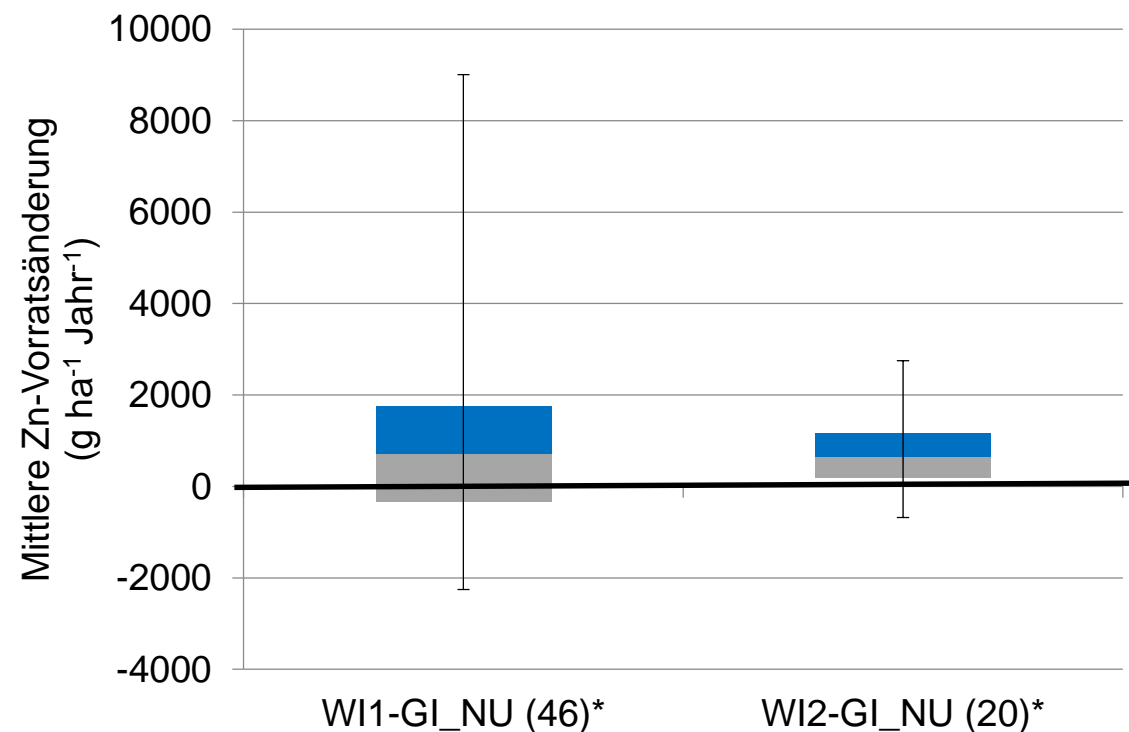
Mittlere Vorratsänderung auf den Acker-BDF

Kupfer



→ Im Mittel keine / kaum Vorratsänderung

Zink



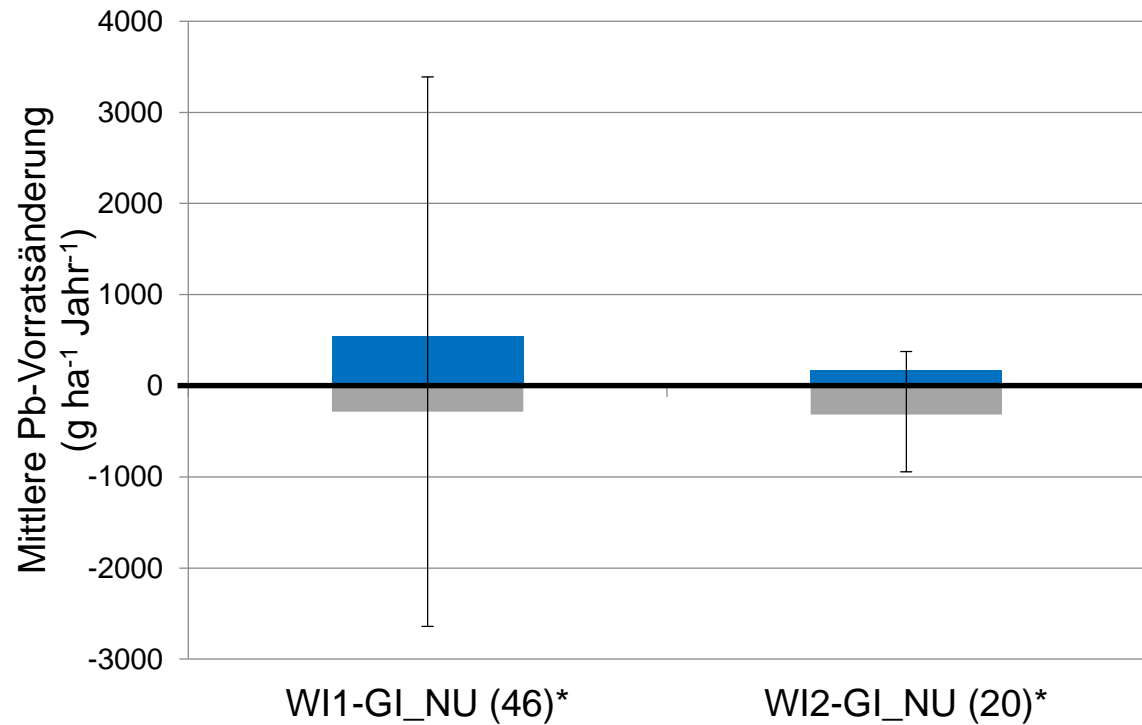
→ Im Mittel leichte Zunahme der Zn-Vorräte

Knacksterdt et al. 2021



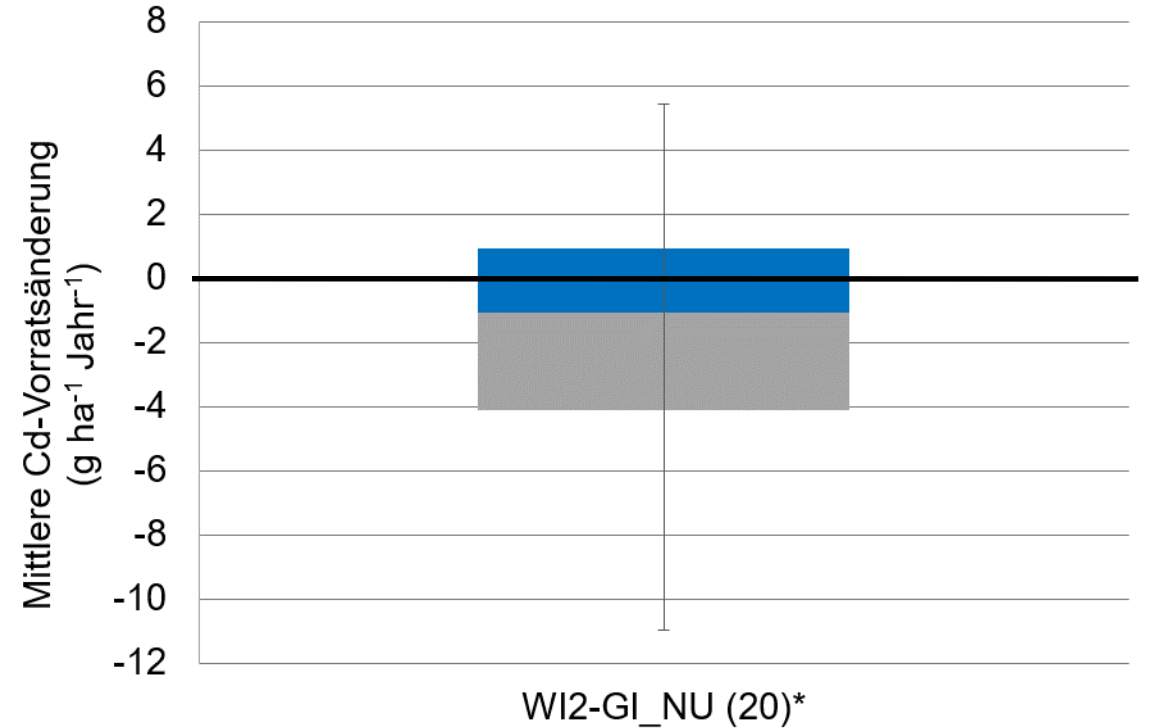
Mittlere Vorratsänderung auf den Acker-BDF

Blei



→ Im Mittel keine Vorratsänderung

Cadmium

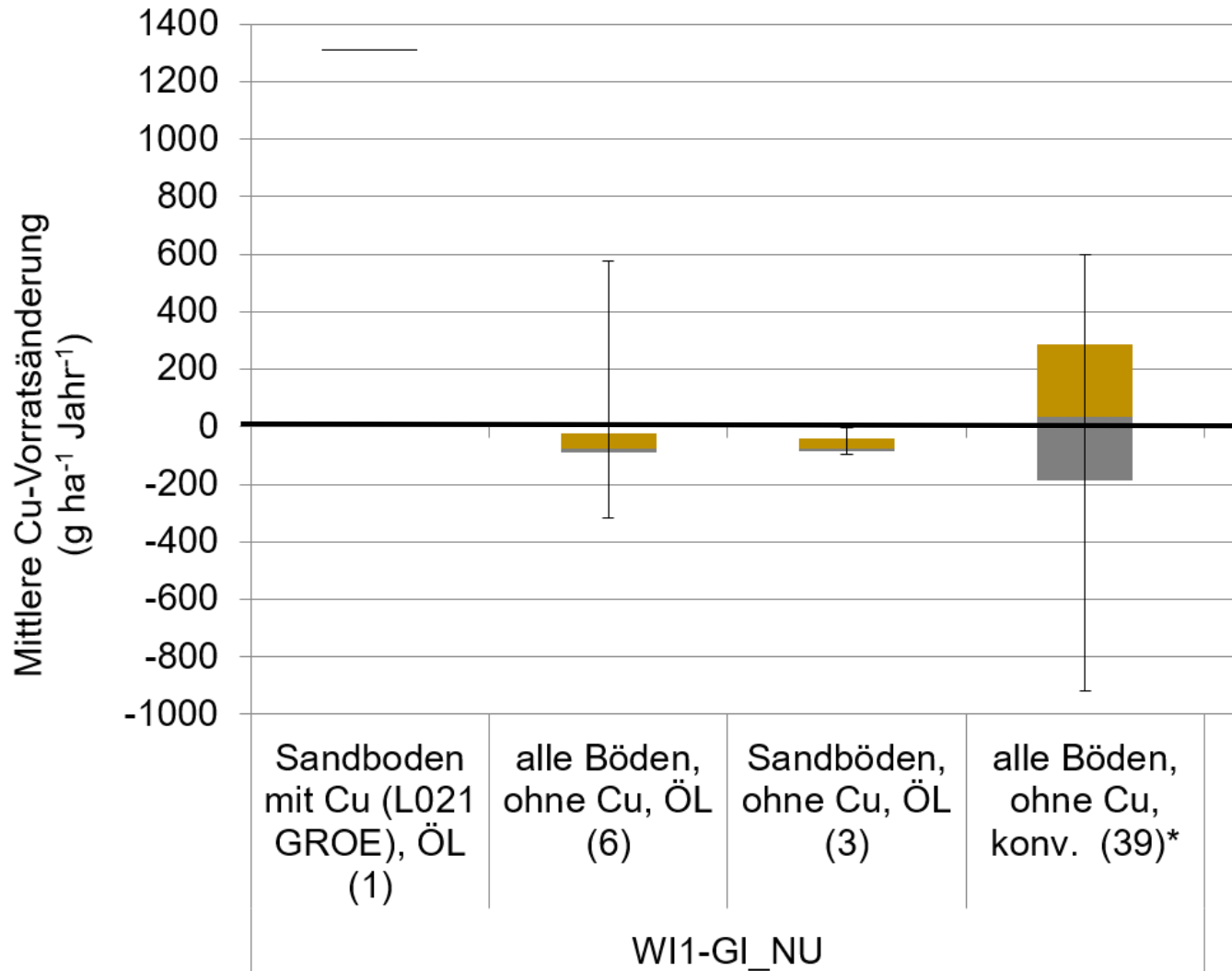


→ Im Mittel kaum Vorratsänderung

Knacksterdt et al. 2021



Einfluss Cu-haltiger Pflanzenschutzmittel auf die Cu-Vorratsänderung



- Cu wird im Ökolandbau zum Teil als Pflanzenschutzmittel (PSM) in Kartoffeln verwendet
- auf BDF Grönheimer Feld Anwendung Cu-haltiger PSM und folglich Zunahme der Cu-Vorräte
- **Cu-Vorratsänderung entspricht in etwa dem für die Fläche ermittelten Cu-Bilanzüberschuss (781 g ha⁻¹ Jahr⁻¹, Kamermann et al. 2015)**

Einsatz Cu-haltiger PSM führt zu einer Zunahme der Cu-Vorräte

Knacksterdt et al. 2021



Einfluss der Klärschlammausbringung auf die Schwermetallvorräte im Boden

Zusammensetzung der ausgebrachten Klärschlämme auf den BDF
Barrien und Tetendorf

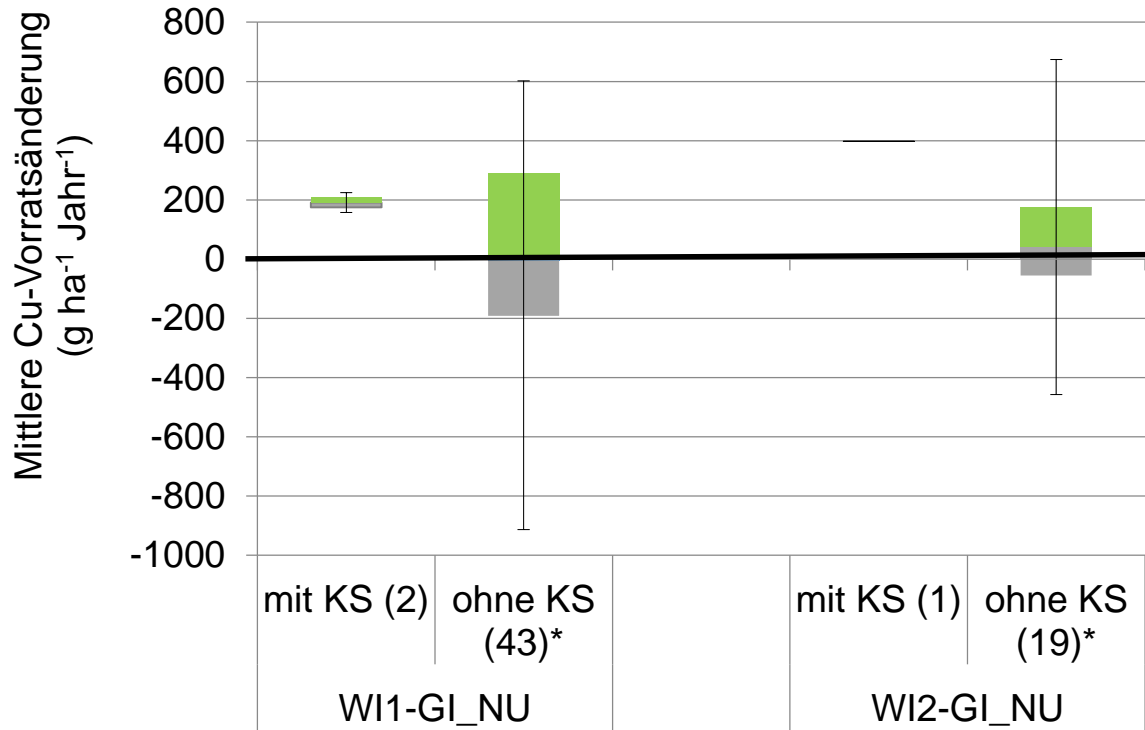
Knacksterdt et al. 2021

BDF	n	Mittlerer TS-Gehalt (%)	Schwermetalle	Mittlere Schwermetallgehalte (mg kg ⁻¹ TM)	Standardabweichung (mg kg ⁻¹ TM)	Jährliche Schwermetallfrachten (g ha ⁻¹ Jahr ⁻¹)		
						1998-2017	GI-WI1 1998-2007	GI-WI2 1998-2017
L027BARR	14	8,9			(+-)		GI-WI1	GI-WI2
						1998-2017	1998-2007	1998-2017
			Cu	249,5	73,5	316,3	252,2	284,7
			Zn	951,8	203,9	1220,1	1101,4	1098,1
			Pb	43,2	27,4	55,7	58,8	50,1
			Cd	1,1	0,3	1,4	1,3	1,2
L016TETE	15	5			(+-)		GI-WI1	GI-WI2
						1993-2019	2000	1993-2010
			Cu	308,5	84,1	200,7	46,6	170,4
			Zn	692,1	233,1	456,4	53,4	372,4
			Pb	33,4	15,6	20,2	4,0	18,3
			Cd	1,3	0,5	0,8	0,2	0,8



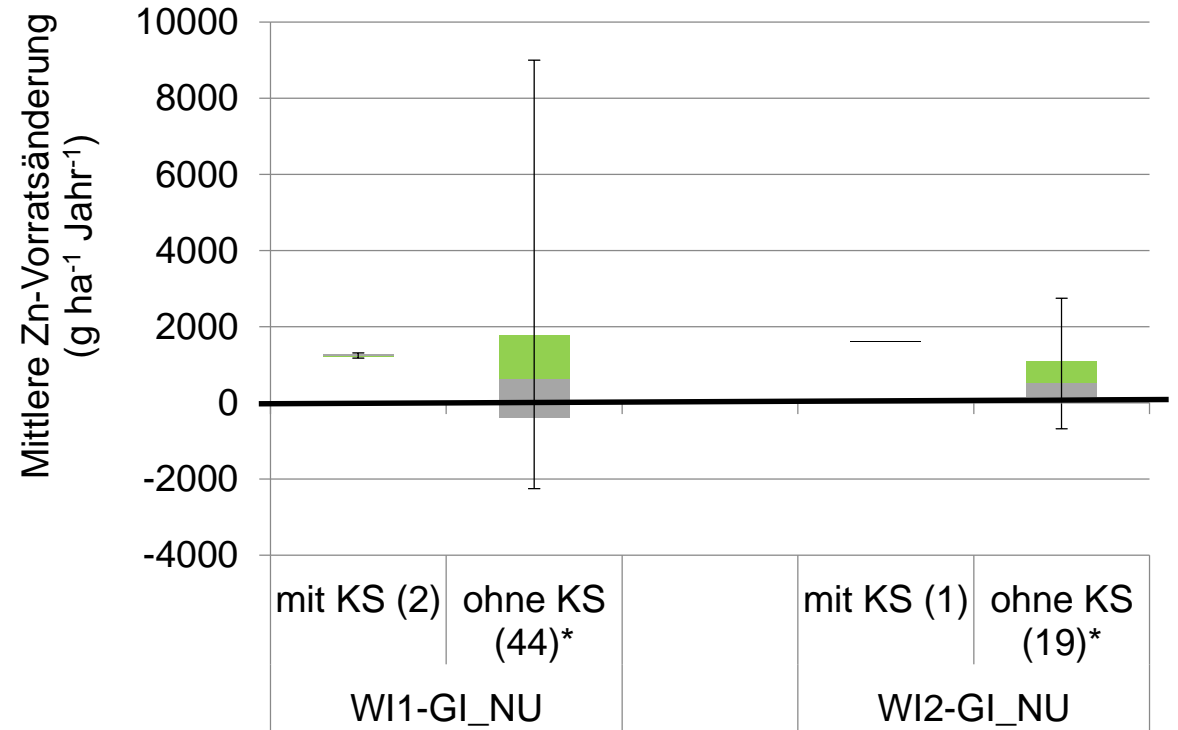
Einfluss der Klärschlammausbringung auf die Schwermetallvorräte im Boden

Kupfer



→ Leichte Erhöhung der Cu-Vorräte, vermutlich durch Klärschlammausbringung

Zink

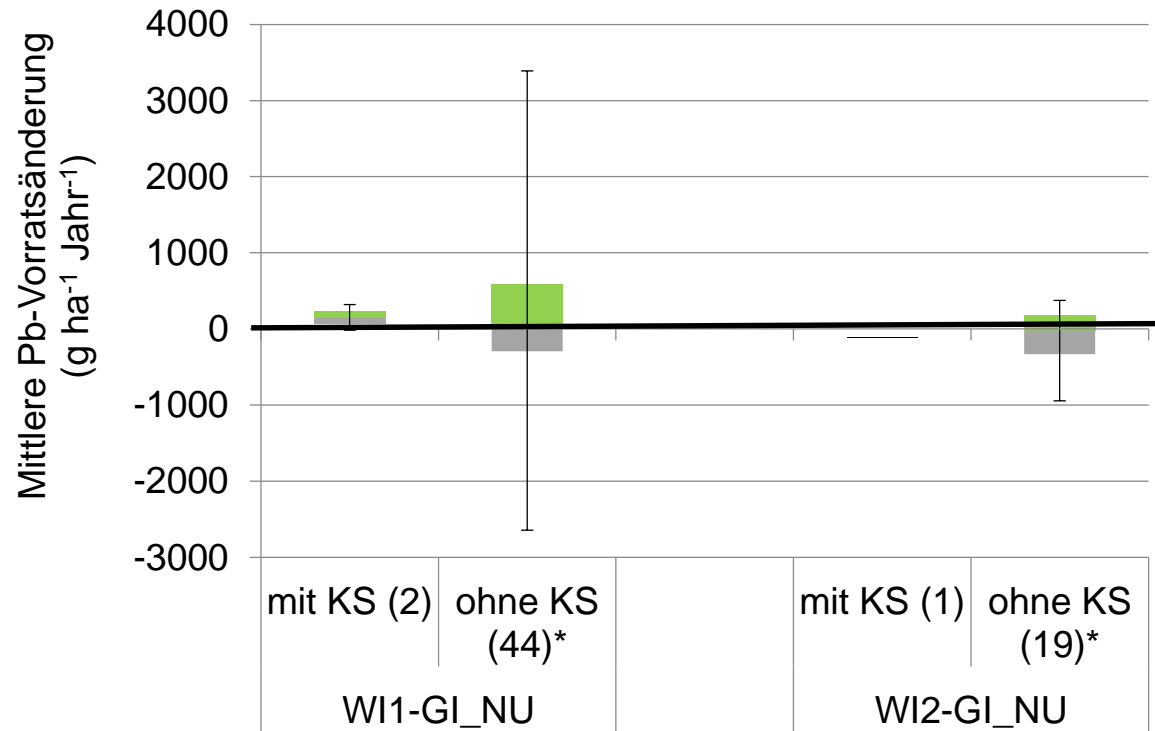


→ Leichte Erhöhung der Zn-Vorräte, vermutlich durch Klärschlammausbringung



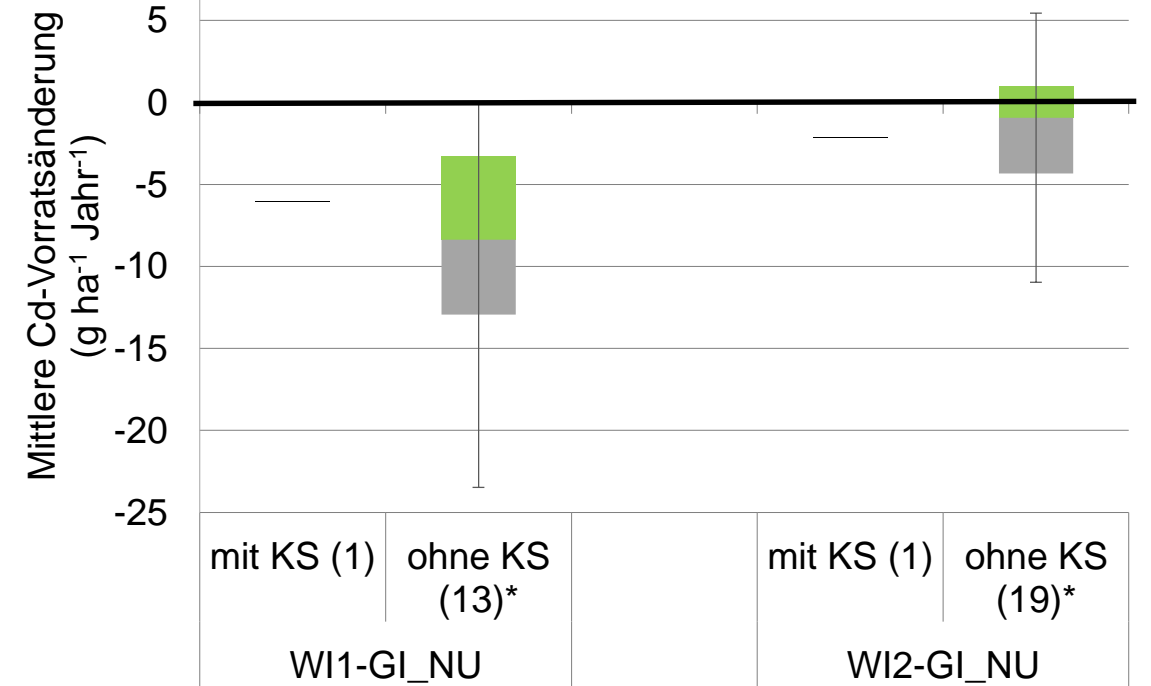
Einfluss der Klärschlammausbringung auf die Schwermetallvorräte im Boden

Blei



→ Keine / kaum Erhöhung der Pb-Vorräte durch Klärschlammausbringung

Cadmium



→ Keine / kaum Erhöhung der Cd-Vorräte durch Klärschlammausbringung



Zusammenfassung

- Gehalte von Cu, Zn, Pb und Cd liegen für den Großteil der Acker-BDF im Bereich der Hintergrundwerte
- Einzelne Acker-BDF weisen erhöhte Schwermetallgehalte auf
 - Geogen bedingt (Kalksteinverwitterungsböden)
 - Auenböden (Eintrag belasteter Sedimente aus dem historischen Bergbau)
 - Moorböden (geringe Lagerungsdichte)
- Keine / kaum Veränderung der Vorräte von Cu, Pb und Cd im Mittel aller Acker-BDF
- Leichte Zunahme der Zn-Vorräte im Mittel aller Acker-BDF
- Cu-haltige Pflanzenschutzmittel führten zu einem Anstieg der Cu-Vorräte auf einer BDF
- Klärschlamm führte vermutlich zu einem Anstieg der Cu- und Zn-Vorräte auf zwei BDF, während sich Pb- und Cd-Vorräte kaum veränderten



Literaturverzeichnis

- Kamermann et al. 2015: *Schwermetallein- und -austräge niedersächsischer Boden-Dauerbeobachtungsflächen*, GeoBerichte 30, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 1–56, Hannover.
- Knacksterdt et al. 2021: *Gehalte und Vorratsänderungen von Schwermetallen im Oberboden der ackerbaulich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen*, in: Höper & Meesenburg (Hrsg.), *30 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen*, GeoBerichte 39, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, 109–135, Hannover.



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

