

Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung

Gehalte und Vorräte von Schwermetallen in Waldböden – Zustandsanalyse auf Basis der BZE II und zeitliche Veränderungen zur BZE I

J. Utermann*, C.-T. Aydın, N. Bischoff, B. Böttcher, J. Gehrman, N. Eickenscheidt,
N. König, B. Scheler, F. Stange, N. Wellbrock

*Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
jens.uttermann@uba.de

Berlin, 18.05.2016



Gliederung

1. Schwermetallgehalte

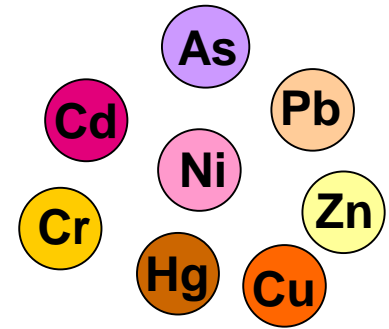
- Gehalte in den Humusauflagen
- Gehalte im Mineralboden (0-5, 5-10cm)
- Bewertung

2. Schwermetallvorräte

- Vorräte/Vorratsänderungen in der Humusauflagen
- Einfluss der Humusdynamik
- Einfluss der Immissionen
- Einfluss der Kalkung

3. Fazit

Quellen/Herkunft und Verhalten von Schwermetallen in Waldböden



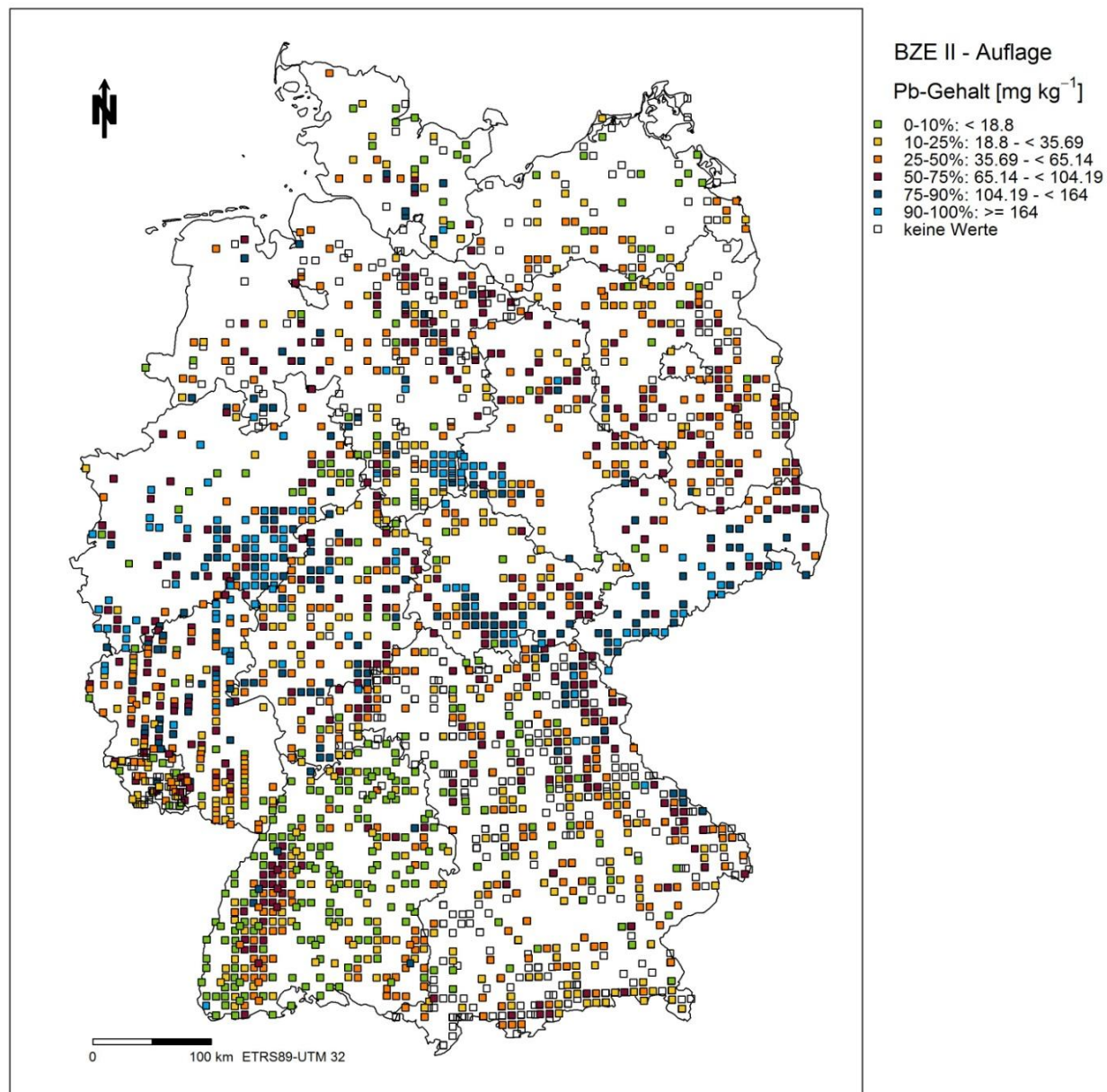
- ▶ Schwermetalle sind in Böden zunächst geogenen Ursprungs und werden in Wald(ober)böden v.a. durch atmogene Einträge überlagert.
 - Geogen dominierte Elemente: u.a. As, Cr, Ni, Zn
 - Stärker atmogen überprägte Elemente: u.a. Pb, Cd, Cu, Hg
- ▶ Kationisch vorliegende Metalle werden mit sinkendem Boden-pH mobil/bioverfügbar, i.d.R. in der Reihenfolge Cd, Zn > Cu > Ni, Cr > Pb; anionisch vorliegende Metalle (u.a. As) zeigen erhöhte Mobilität/Bioverfügbarkeit bei pH-Werten > 7.
- ▶ Schwermetalle werden unterschiedlich stark an die mineralische und/oder organische Festphase adsorbiert und/oder als schwerlösliche Oxide, Hydroxide, Carbonate etc. ausgefällt.
- ▶ Wirkungsseitig haben einige Elemente bei niedrigen Konzentrationen ernährungsphysiologische Bedeutung (u.a. Cu, Zn), andere Elemente zeigen ausschließlich toxische Wirkung (u.a. Pb, Cd, Hg).

Datenumfang:

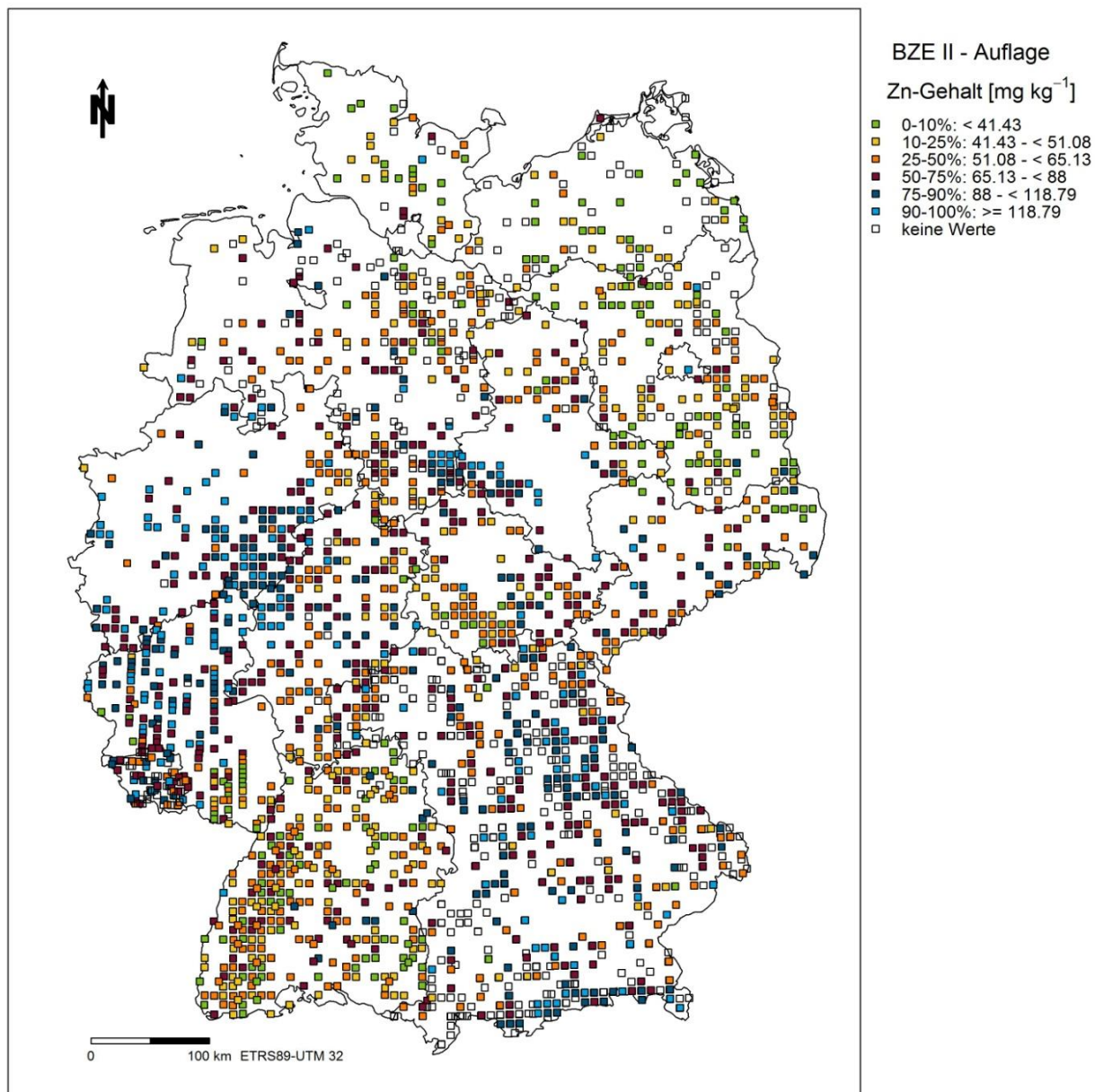
- ▶ 1800 BZE Standorte (Mineralboden) bzw. 1250 BZE Standorte (Humusauflage)
- ▶ Schwermetallgehalte in der Auflage und den ersten beiden Tiefenstufen im Mineralboden (0-5, 5-10 cm) (BZE II) bzw. in der Auflage (BZE I)
- ▶ Königswasser-extrahierbare Gehalte für As, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn (BZE II) bzw. As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn (Auflage BZE I)
- ▶ Ergänzende Standort- und Bodenkenngrößen (u.a. Substrattyp bzw. Bodenausgangsgestein)

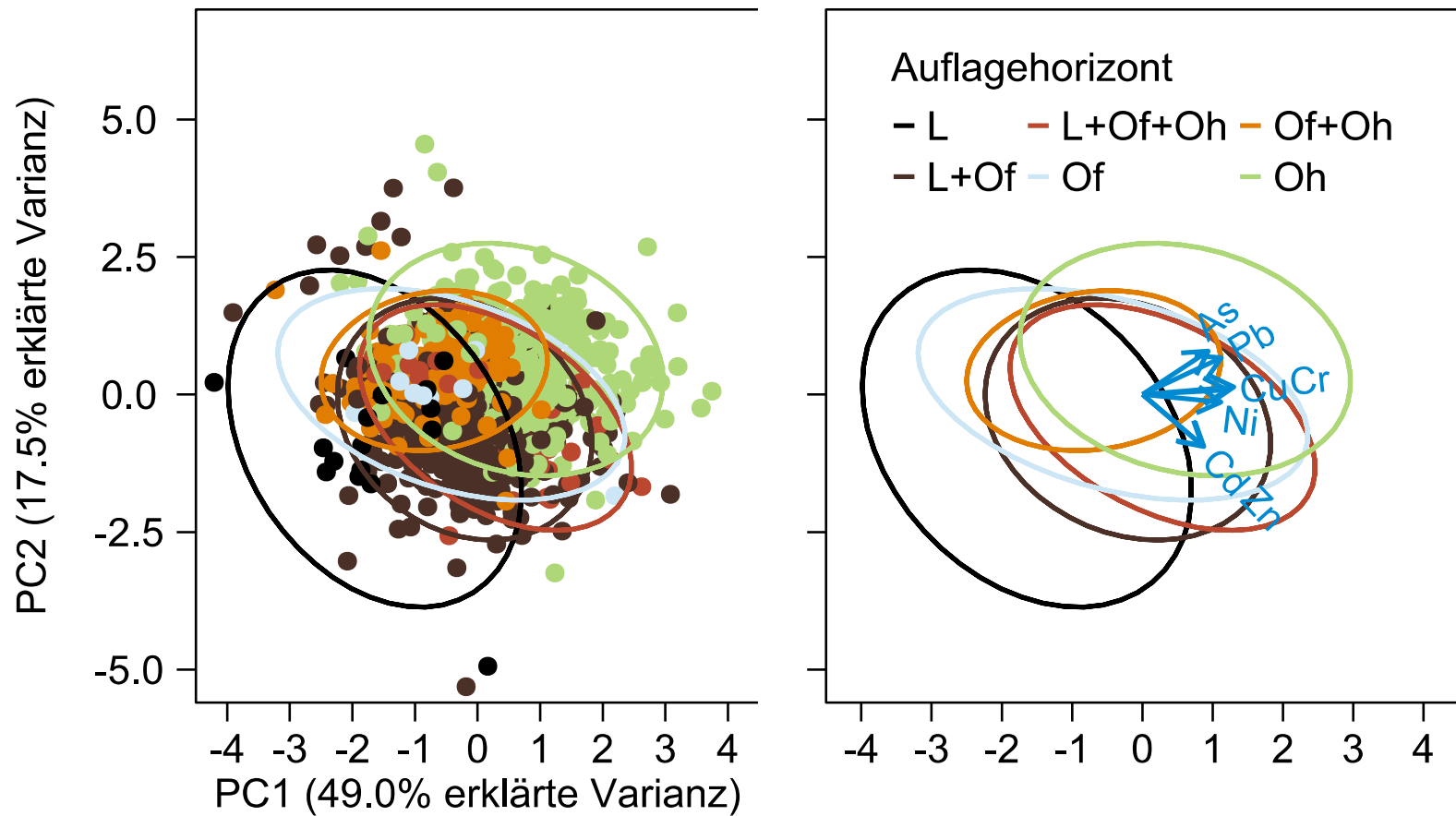


Pb-Gehalte in der Humusaufgabe differenziert in sechs Perzentilklassen

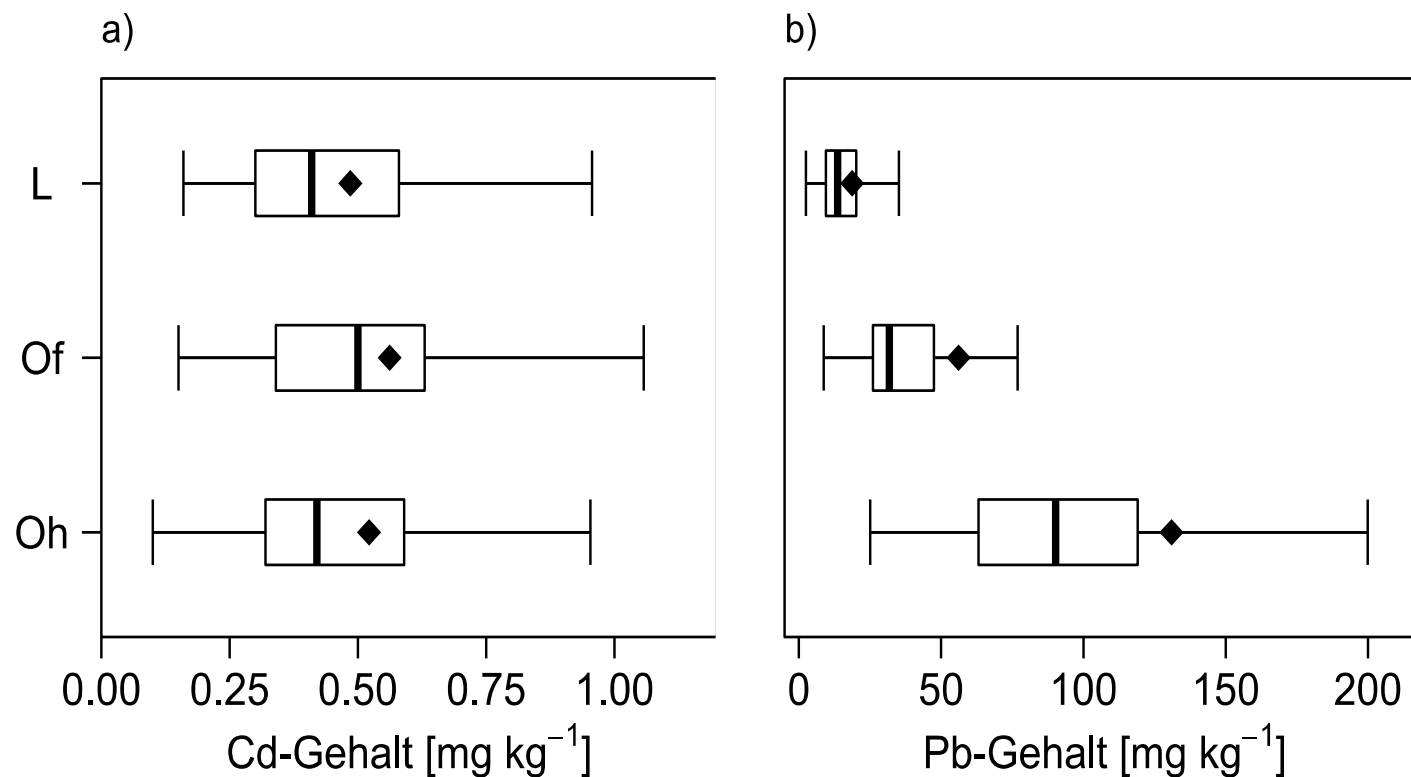


Zn-Gehalte in der Humusaufgabe differenziert in sechs Perzentilklassen



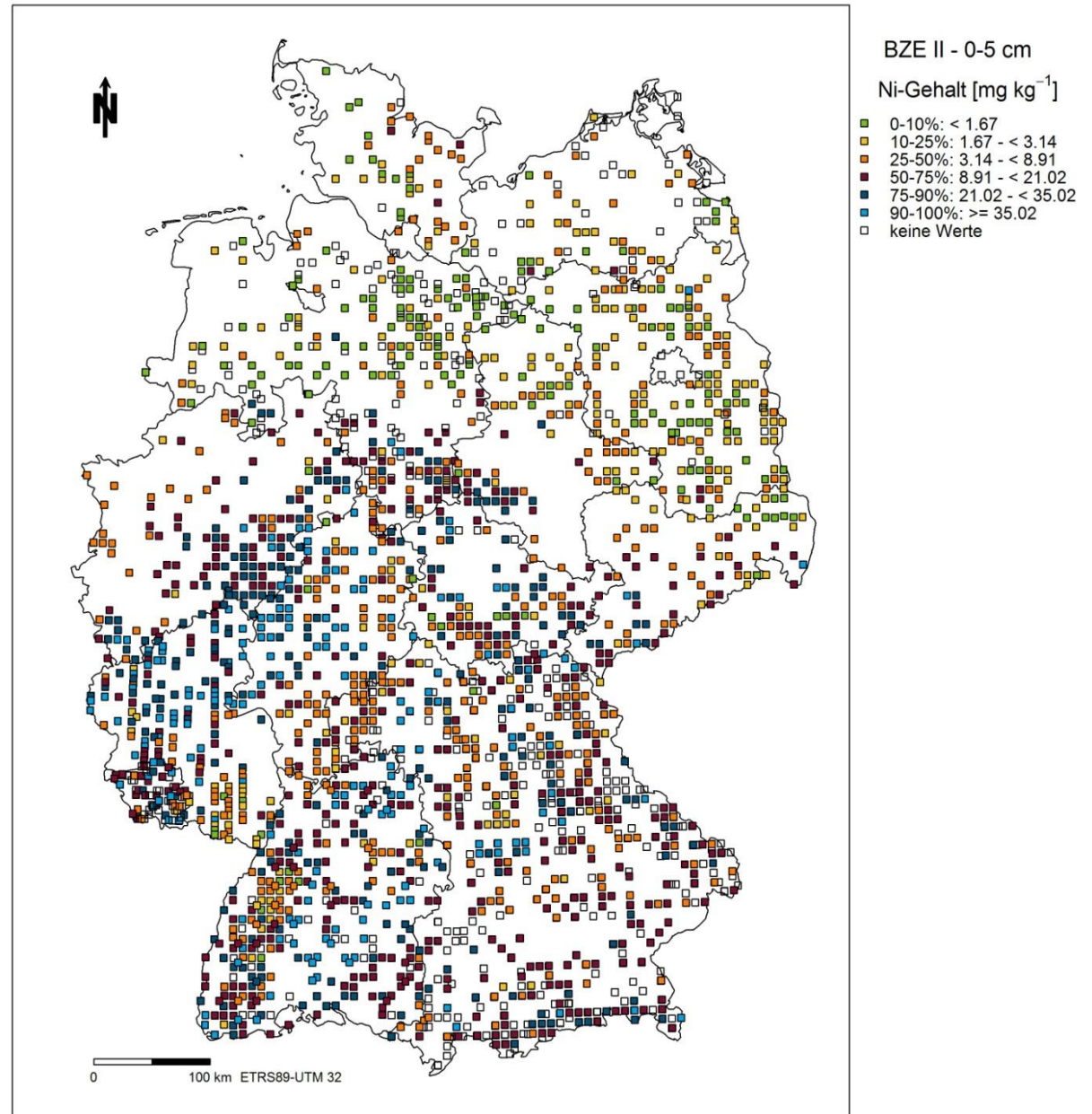


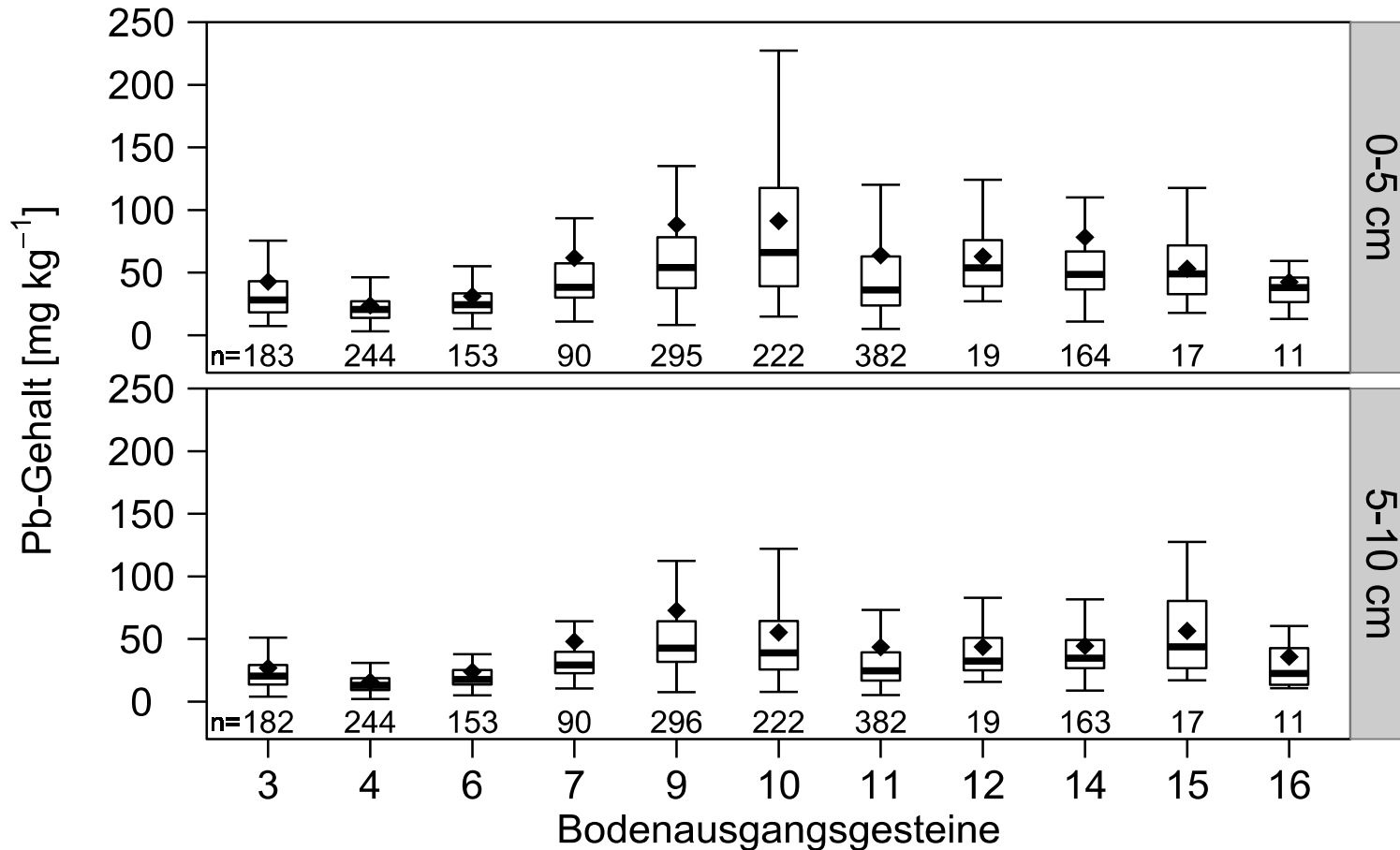
Hauptkomponentenanalyse (PCA) für Gehalte [mg kg⁻¹] der Schwermetalle im Auflagehumus



Differenzierung des Gehaltes [mg kg^{-1}] von a) Cd und b) Pb nach Horizonten im Auflagehumus. N = 81 pro Boxplot

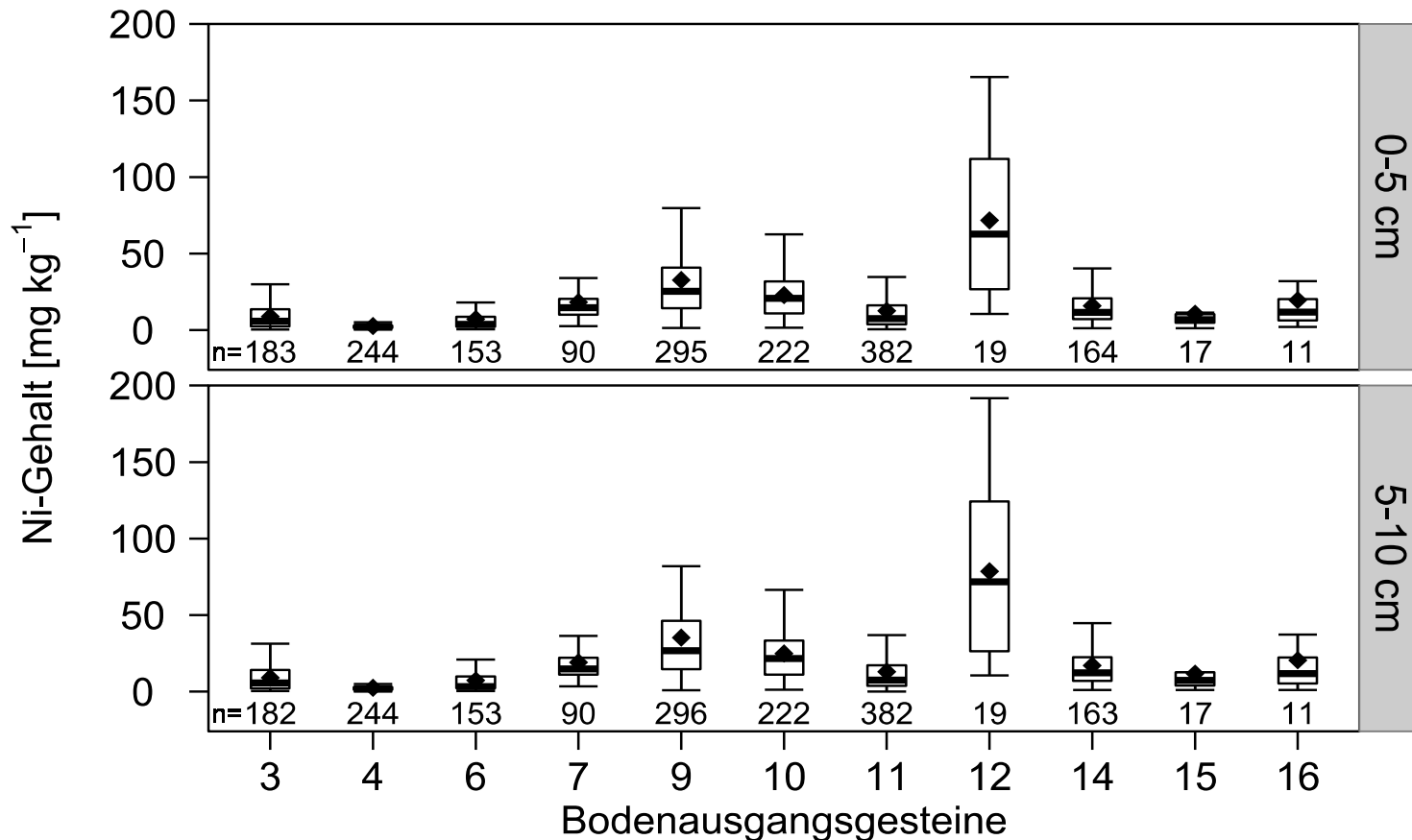
Ni-Gehalte in der ersten Schicht (0-5 cm) des Mineralbodens differenziert in sechs Perzentilklassen





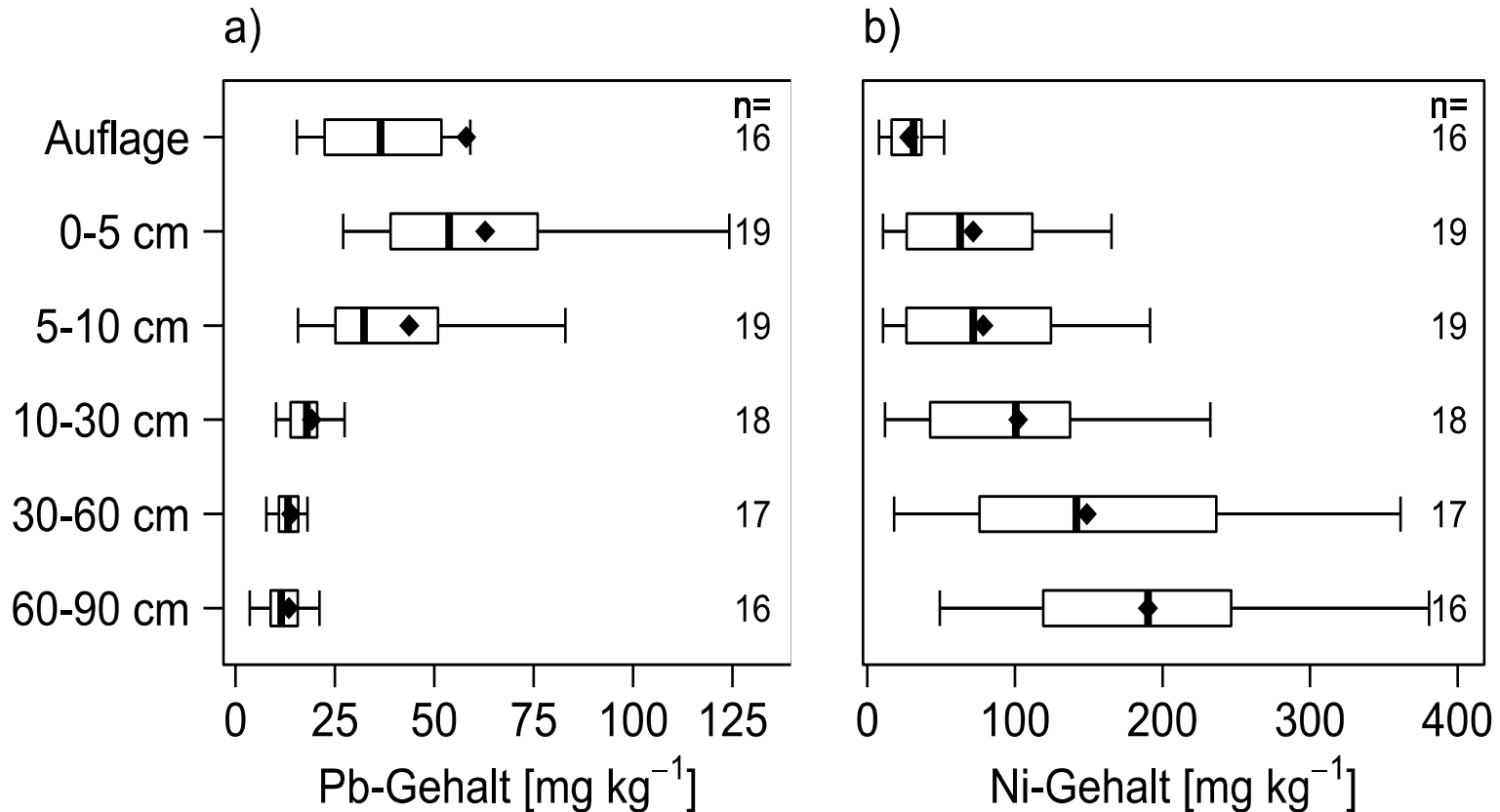
Pb-Gehalt [mg kg⁻¹] differenziert nach Bodenausgangsgesteinen für die Tiefenstufen 0-5 cm und 5-10 cm.

(3 = Terrassen- und Schotterablagerungen, 4 = Sande und mächtige sandige Deckschichten sowie Geschiebemergel und -lehme mit sandigen Deckschichten, 6 = Geschiebemergel und -lehme, 7 = Löss und Lössderivate, 9 = Karbonatgesteine, 10 = Tongesteine, 11 = Sandsteine und andere Silikatgesteine, 12 = Basische und intermediäre Magmatite und Metamorphite, 14 = Saure Magmatite und Metamorphite, 15 = Moore, 16 = Anthropogene Böden)



Ni-Gehalt [mg kg⁻¹] differenziert nach Bodenausgangsgesteinen für die Tiefenstufen 0-5 cm und 5-10 cm.

(3 = Terrassen- und Schotterablagerungen, 4 = Sande und mächtige sandige Deckschichten sowie Geschiebemergel und -lehme mit sandigen Deckschichten, 6 = Geschiebemergel und -lehme, 7 = Löss und Lössderivate, 9 = Karbonatgesteine, 10 = Tongesteine, 11 = Sandsteine und andere Silikatgesteine, 12 = Basische und intermediäre Magmatite und Metamorphite, 14 = Saure Magmatite und Metamorphite, 15 = Moore, 16 = Anthropogene Böden)



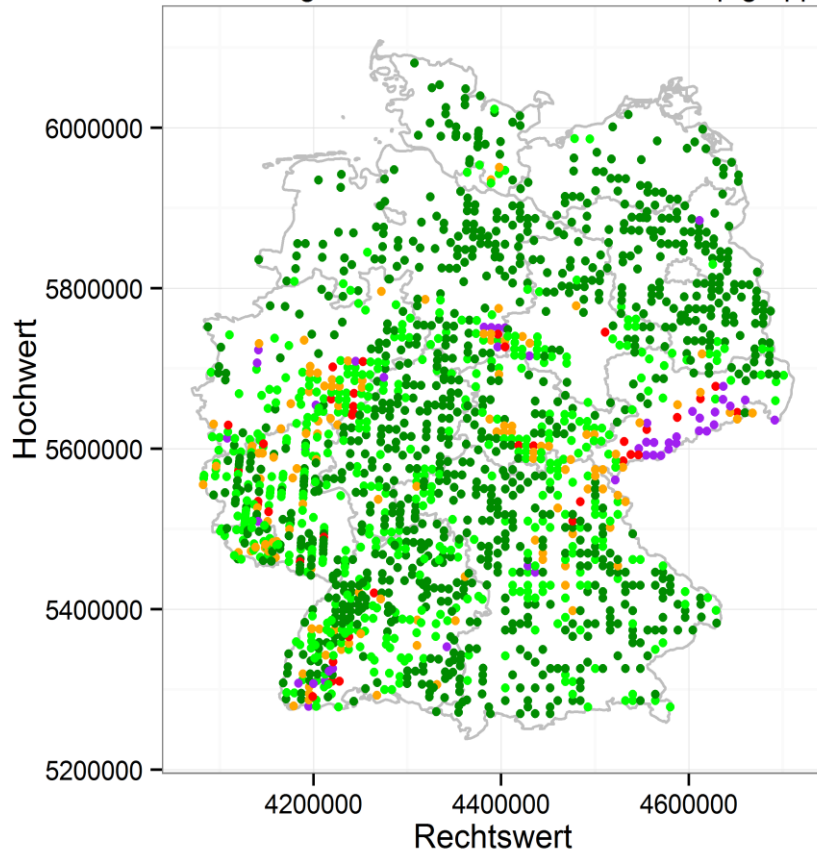
Tiefenverlauf der Gehalte [mg kg⁻¹] von a) Pb und b) Ni auf der Bodenausgangsgesteinsgruppe der basischen & intermediären Magmatite und Metamorphite (BAG 12)

Anteile [%] von sieben Schwermetallen am Vorsorgewert (klassierte Unter- oder Überschreitungsklassen)

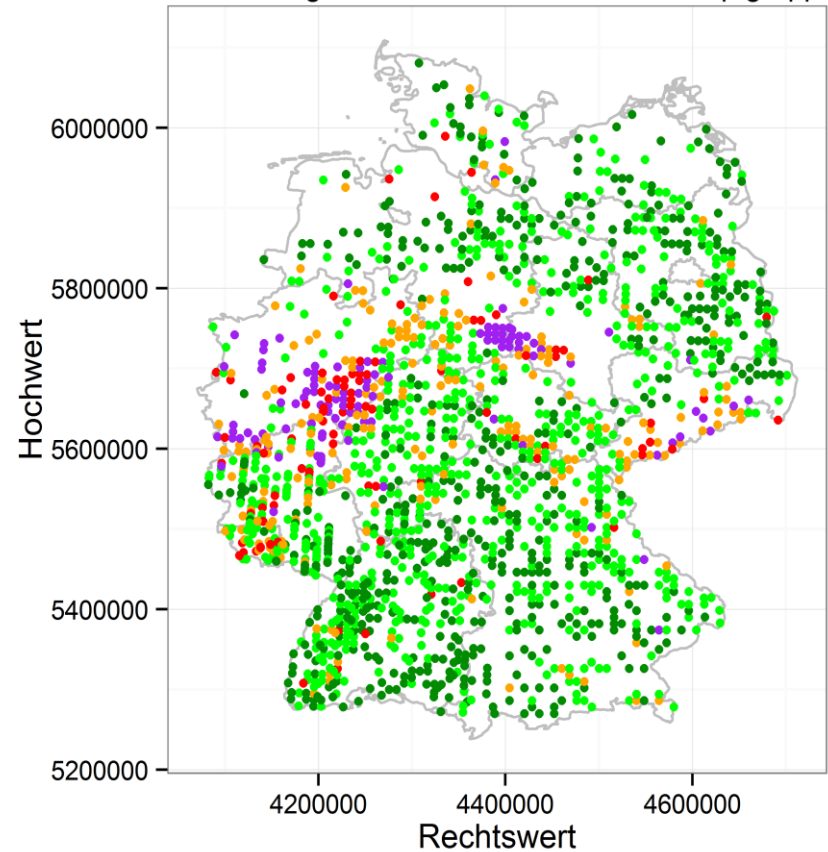
	Anteil [%]						
Prozentualer Anteil am Vorsorgewert	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn
≤ 50%	54,9	32,0	82,0	65,6	77,0	70,1	68,2
> 50% - ≤ 100%	26,8	38,9	8,6	21,8	12,4	16,8	20,3
> 100% - ≤ 150%	6,7	11,3	1,8	3,5	2,4	3,7	3,0
> 150% - ≤ 200%	2,0	4,8	0,4	0,8	0,4	1,1	1,1
> 200%	2,5	6,0	0,2	1,4	0,8	1,4	0,4
Sonstige	7,0	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9

Gehalte und Vorräte von Schwermetallen in Waldböden

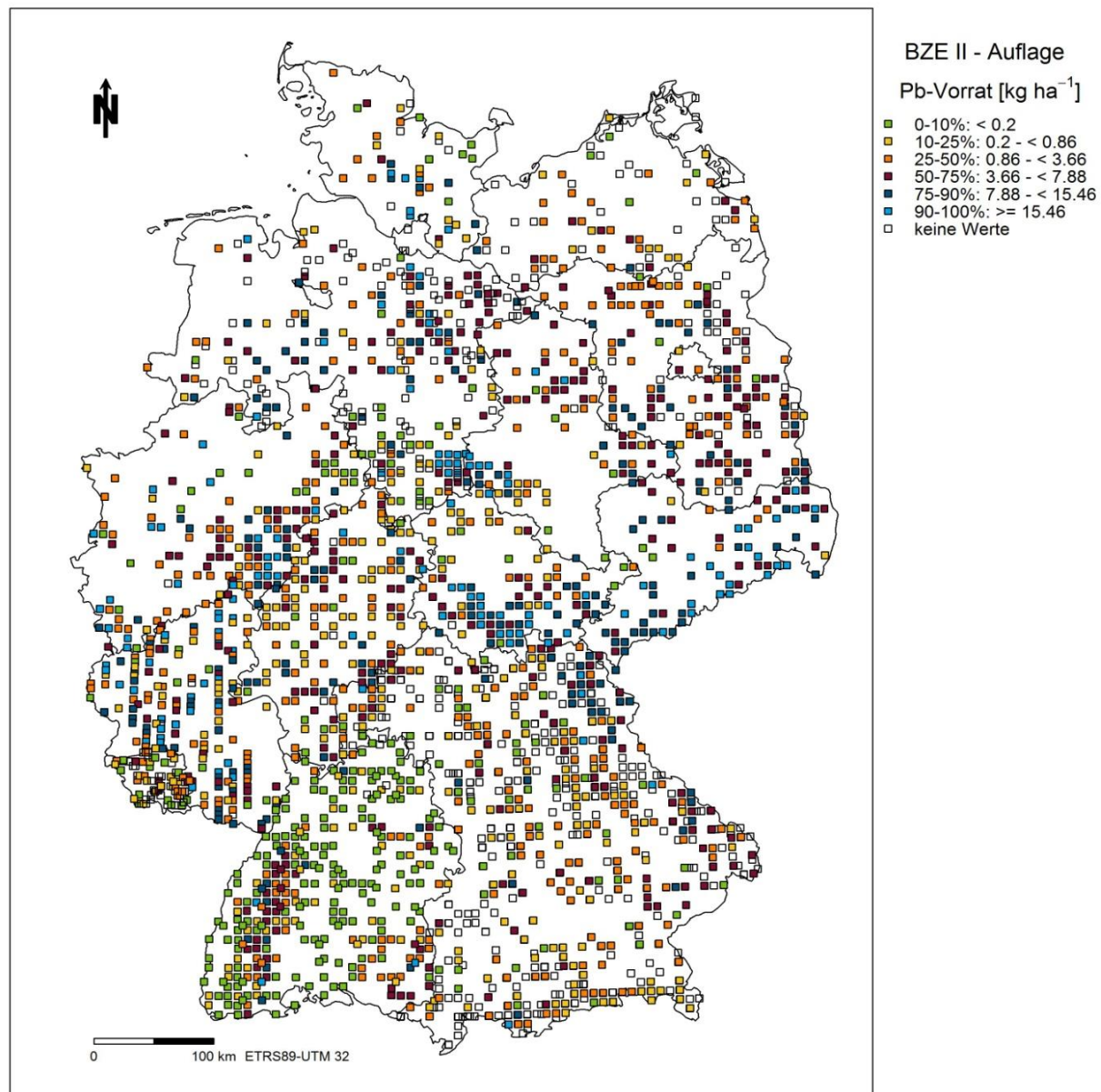
BZE II, Mineralboden 0-5 cm (ohne Moore und Standorte > 30%
As - Vorsorgewerte anhand Bodenartenhauptgruppe

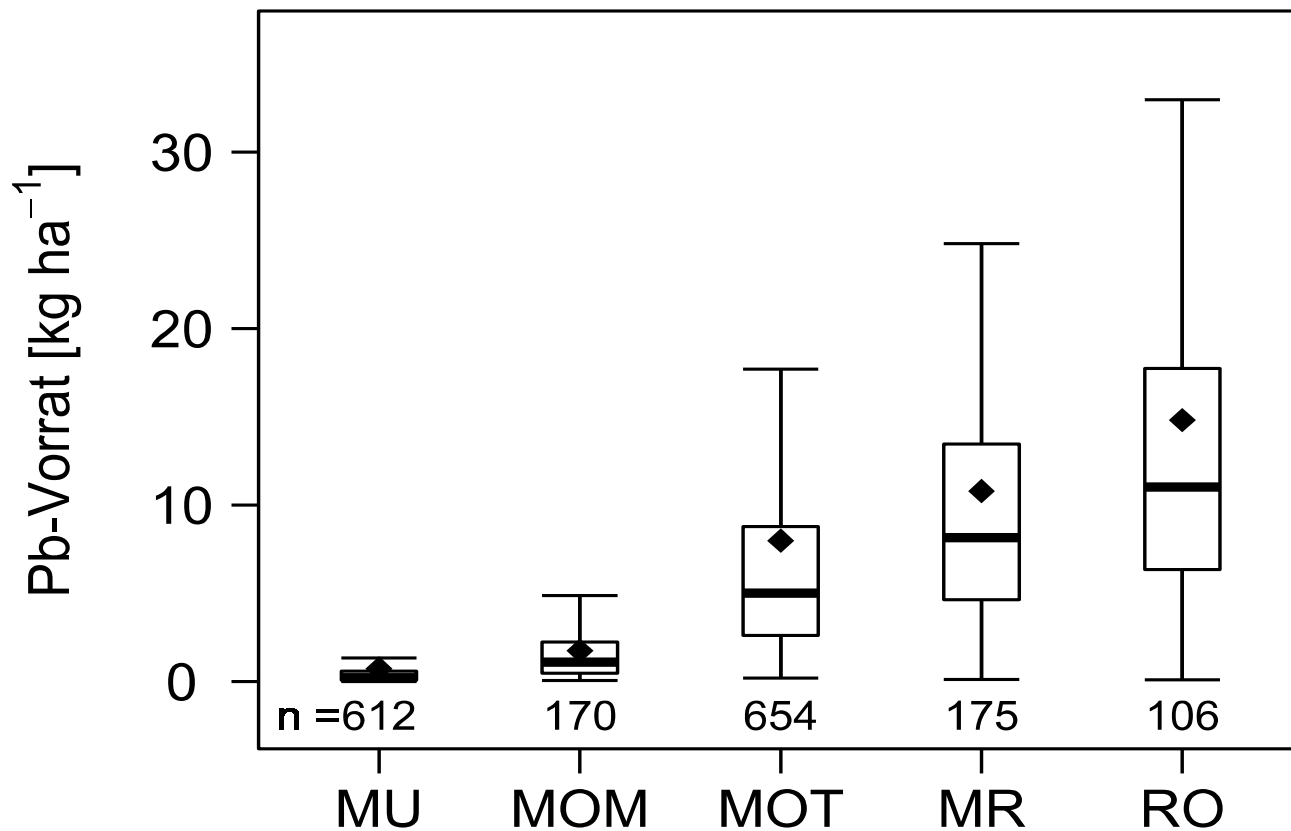


BZE II, Mineralboden 0-5 cm (ohne Moore und Standorte > 30%
Pb - Vorsorgewerte anhand Bodenartenhauptgruppe



Pb-Vorrat in der Humusauflage differenziert in sechs Perzentilklassen

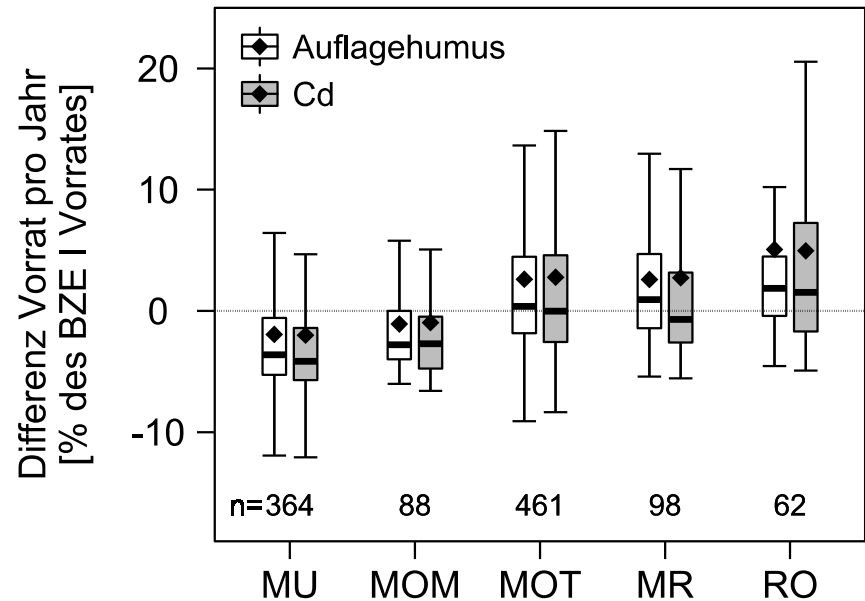
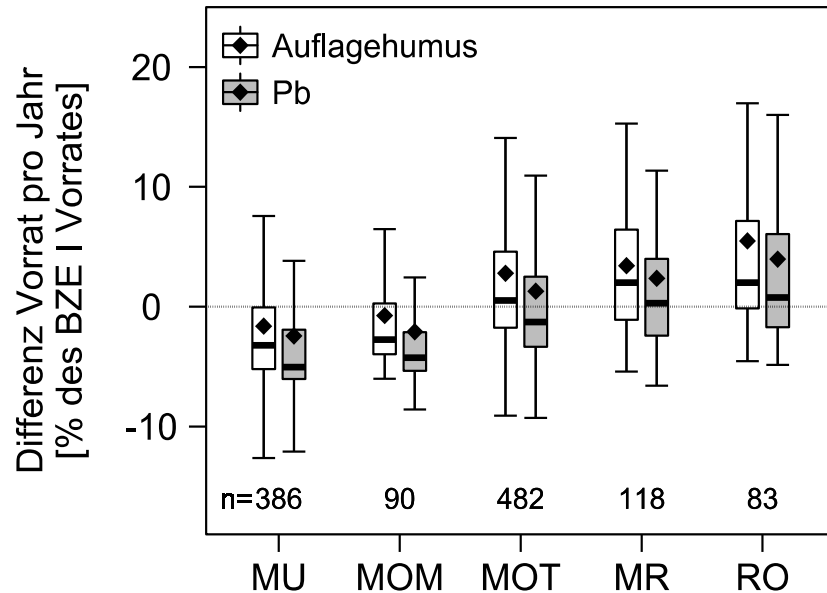




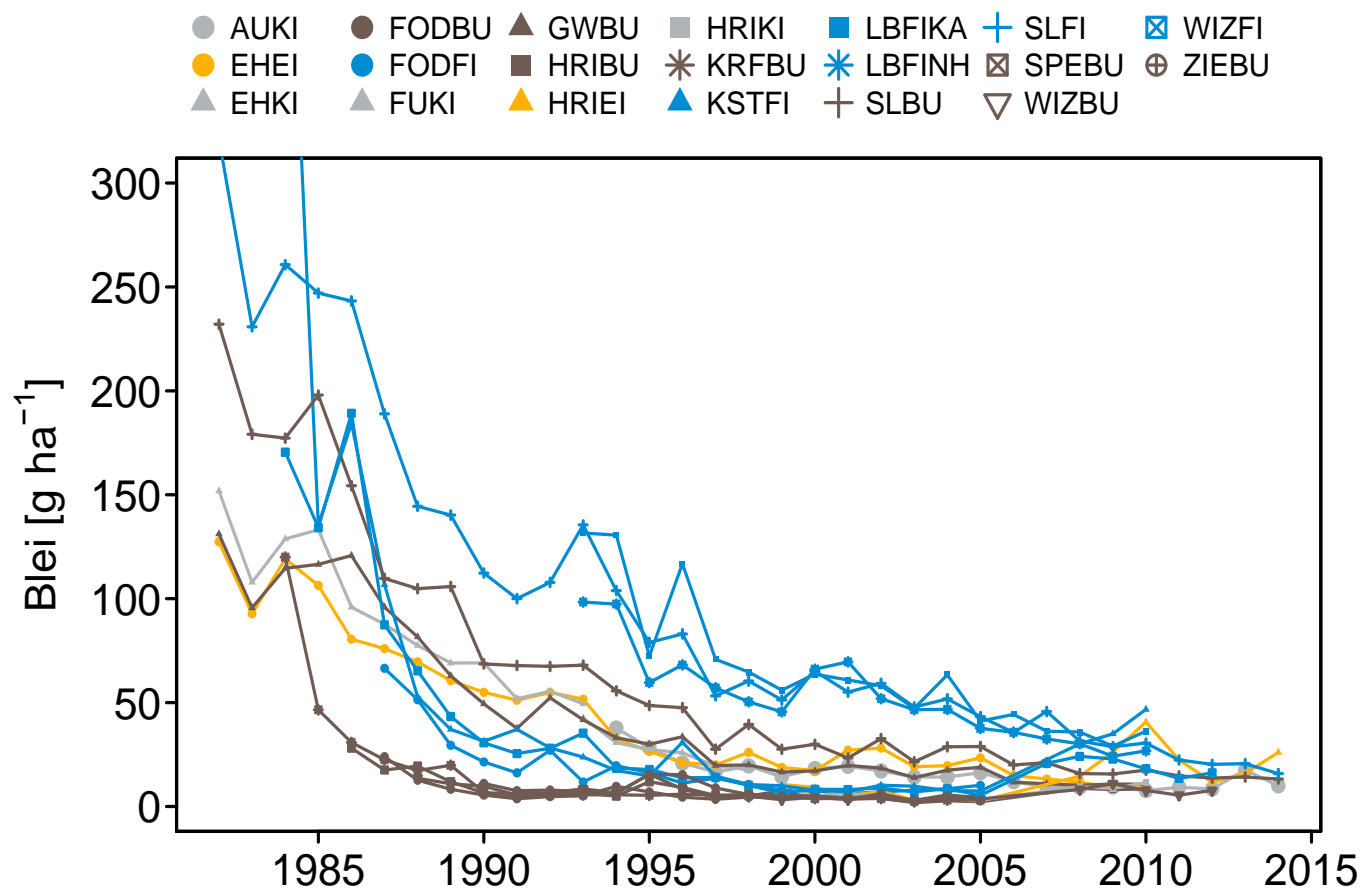
Pb-Vorrat [kg ha⁻¹] in der Auflage differenziert nach Humusform
(MU = Mull, MOM = mullartiger Moder, MOT = typischer Moder, MR = rohhumusartiger Moder, RO = Rohhumus).

Mittlere Vorräte (kg ha⁻¹) der Schwermetalle in der Auflage sowie Vorrat des Auflagehumus des gepaarten Stichprobenkollektivs für BZE I und BZE II sowie Differenz und Veränderung (%)

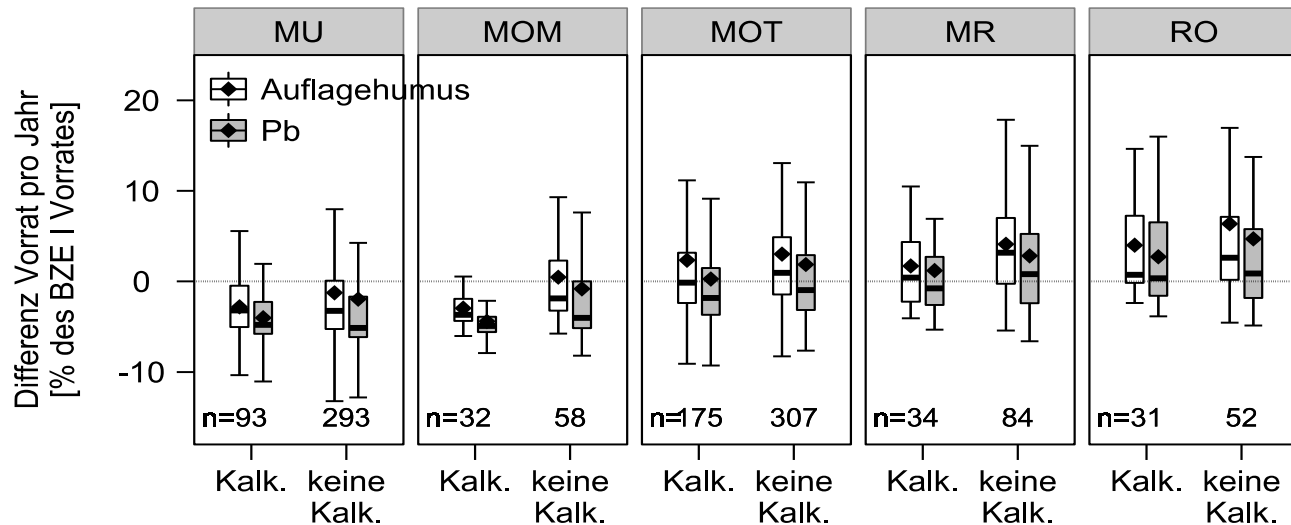
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Auflage
Median BZE I	4,49	0,024	0,67	0,83	0,48	3,22	47909
Median BZE II	3,01	0,019	0,52	0,68	0,39	2,86	47024
BZE II - BZE I	-1,47	-0,005	-0,14	-0,15	-0,09	-0,36	-885
Veränderung	-33%	-20%	-22%	-18%	-20%	-11%	-2%
n	1183	1091	520	1183	551	1183	1224



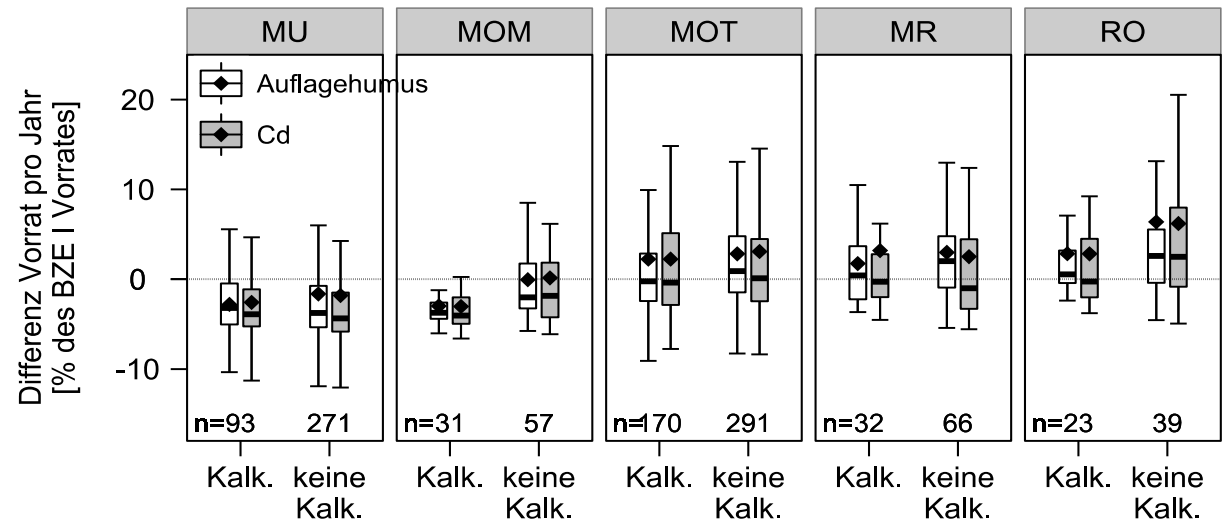
Veränderung des Vorrates für Pb und Cd zwischen BZE I und BZE II pro Jahr [% des BZE I Vorrates] für den Auflagehumus und in Abhängigkeit der Humusform (MU = Mull, MOM = mullartiger Moder, MOT = typischer Moder, MR = rohhumusartiger Moder, RO = Rohhumus)



**Einträge von Blei mit der Kronentraufe auf 20
niedersächsischen und hessischen Versuchsflächen**



Veränderung des Pb- und Cd-Vorrates zwischen BZE I und BZE II pro Jahr [% des BZE I Vorrates] für den Auflagehumus als Funktion von Kalkung



Fazit:

- ▶ Unterschiedlich ausgeprägte atmogene Überprägung der geogen und/oder bergbau-bedingten Schwermetallgehalte im Mineralboden (atmogene Überprägung v.a. bei Pb, Cd, Hg; geogen erhöhte Gehalte v.a. bei Ni, Cr, Zn (Festgesteinsböden))
- ▶ Klare Differenzierung der Gehalte in der organischen Auflagen nach Humushorizonten bei Metallen mit hoher Affinität zur organischen Substanz (v.a. Pb, Cu, Cr, Ni, Hg)
- ▶ Flächenhaft +/- deutliche Unterschreitung der Vorsorgewerte in den Mineralböden (Ausnahme: As ► 13,2% und Pb ► 22,1% Überschreitungshäufigkeit).
- ▶ Deutlicher Zusammenhang zwischen Veränderungen der Schwermetallvorräte in den Humusaufgaben und der Veränderung des Humusvorrates; negativen Veränderungen der Schwermetallvorräte in der Humusaufgabe stehen positive Veränderungen in den mineralischen Oberböden gegenüber (vgl. Auswertungen NRW). Veränderungen der Schwermetallvorräte in den Auflagen sind auch auf abnehmende Schwermetallimmissionen über die letzten 30 Jahre zurückzuführen.
- ▶ Tendenzielle Verstärkung des Schwermetall-Vorratsabbaus in den Auflagen durch Kalkung (v.a. bei mächtigeren Humusformen); Verlagerung in den mineralischen Oberboden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt: Jens Utermann

 0340 2103 2314

mailto: jens.utermann@uba.de

www.uba.de