



Veränderung der Schwermetallgehalte und –vorräte in Waldböden von Nordrhein-Westfalen

zwischen BZE I und BZE II



Gliederung

BZE in Nordrhein-Westfalen

- Inventurraster
- Untersuchungsumfang
- Vorratsberechnung

Schwermetallgehalte

- Regionale Verteilungen
- Bewertung

Schwermetallvorräte

- Veränderungen in Auflage und Mineralboden

Bodenschutzkalkung

- Einträge und Veränderungen im Boden

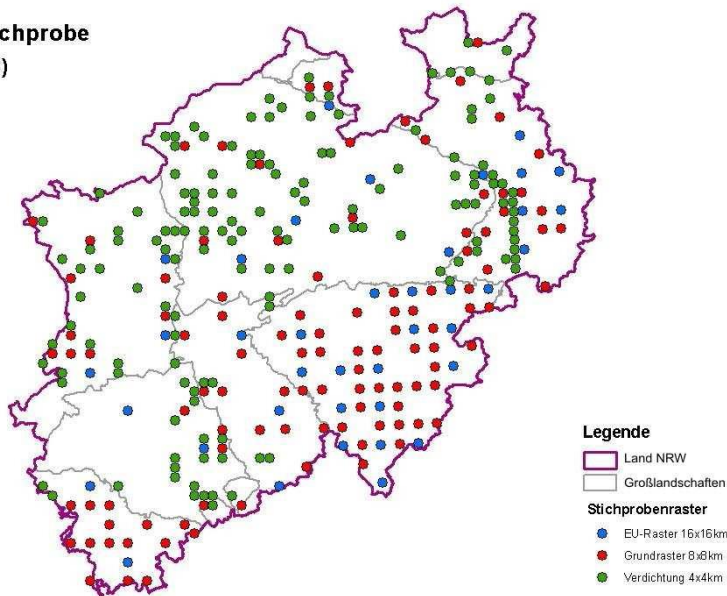
Fazit



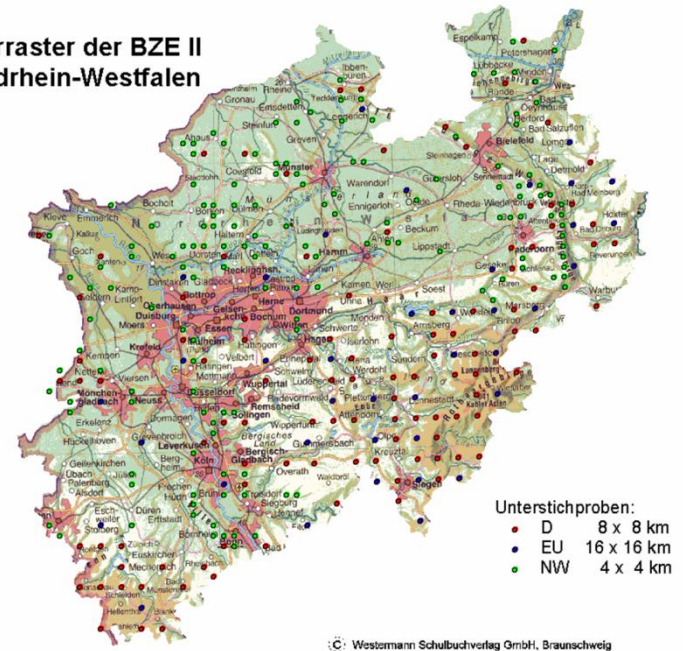
Inventurraster in Nordrhein-Westfalen

BZE II (2006-2008) insgesamt 292 Punkte,
davon 271 Punkte identisch mit **BZE I (1989-1991)**

BZE II - Stichprobe
(2006 - 2008)



**Inventurraster der BZE II
in Nordrhein-Westfalen**



Geschichtete Stichprobe mit einer Gewichtung der Waldfläche
von 65% für das Bergland und 35% für das Tiefland

BZE in Nordrhein-Westfalen

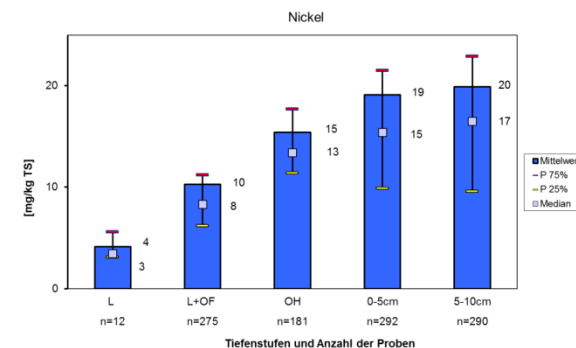
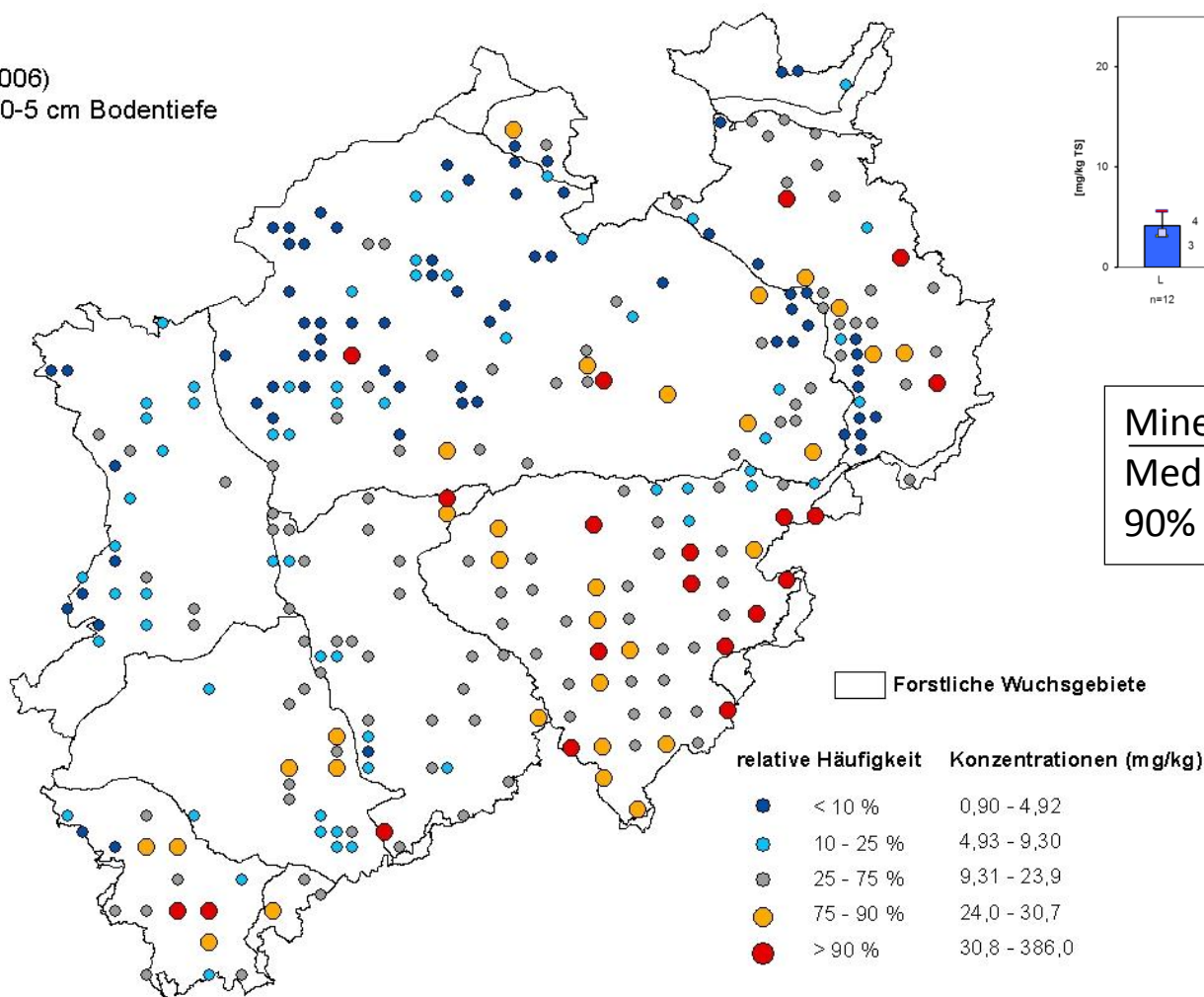
- Königswasseraufschlüsse von der organischen Auflage und dem Mineralboden aus 0-5cm und 5-10cm an Proben der BZE I und BZE II
- Chemische Analyse auf 13 Spurenelemente (Pb, Cu, Cd, Zn, Cr, Ni, As, Co, Ba, Sr, Ti, V, Hg)
- Vorratsberechnung auf Basis unterschiedlicher Trockensubstanzmengen (Auflage) und konstanter Feinbodenmengen (Mineralboden)



- Probenahme und Analytik: GD NRW

Regionales Muster der Konzentrationen von Ni

BZE II (2006)
Nickel in 0-5 cm Bodentiefe



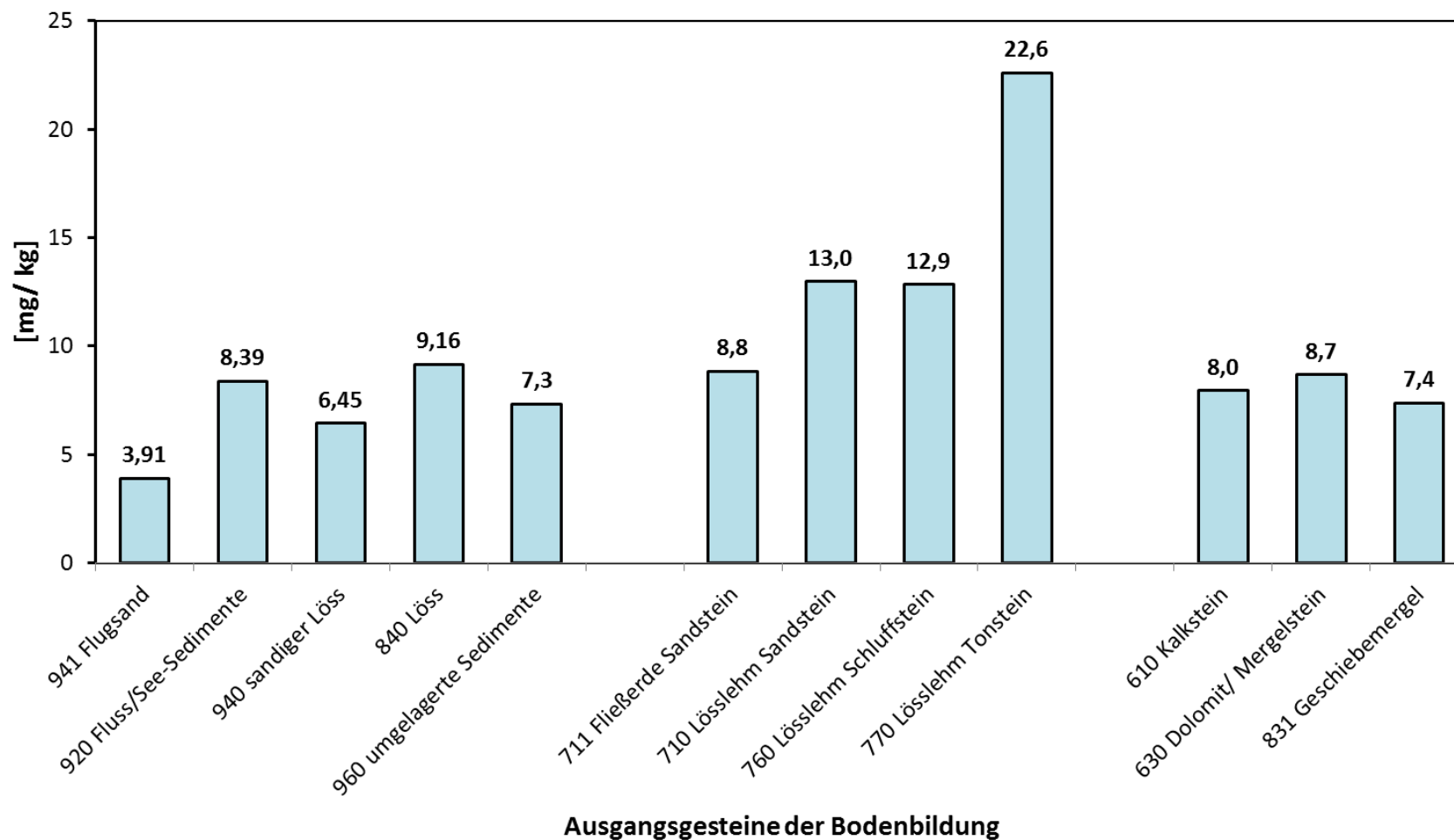
Mineralboden 0-5cm

Median 15,4 [mg kg⁻¹]

90% Perz 29,6 [mg kg⁻¹]

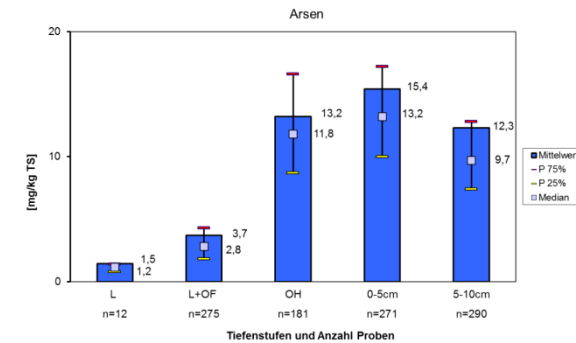
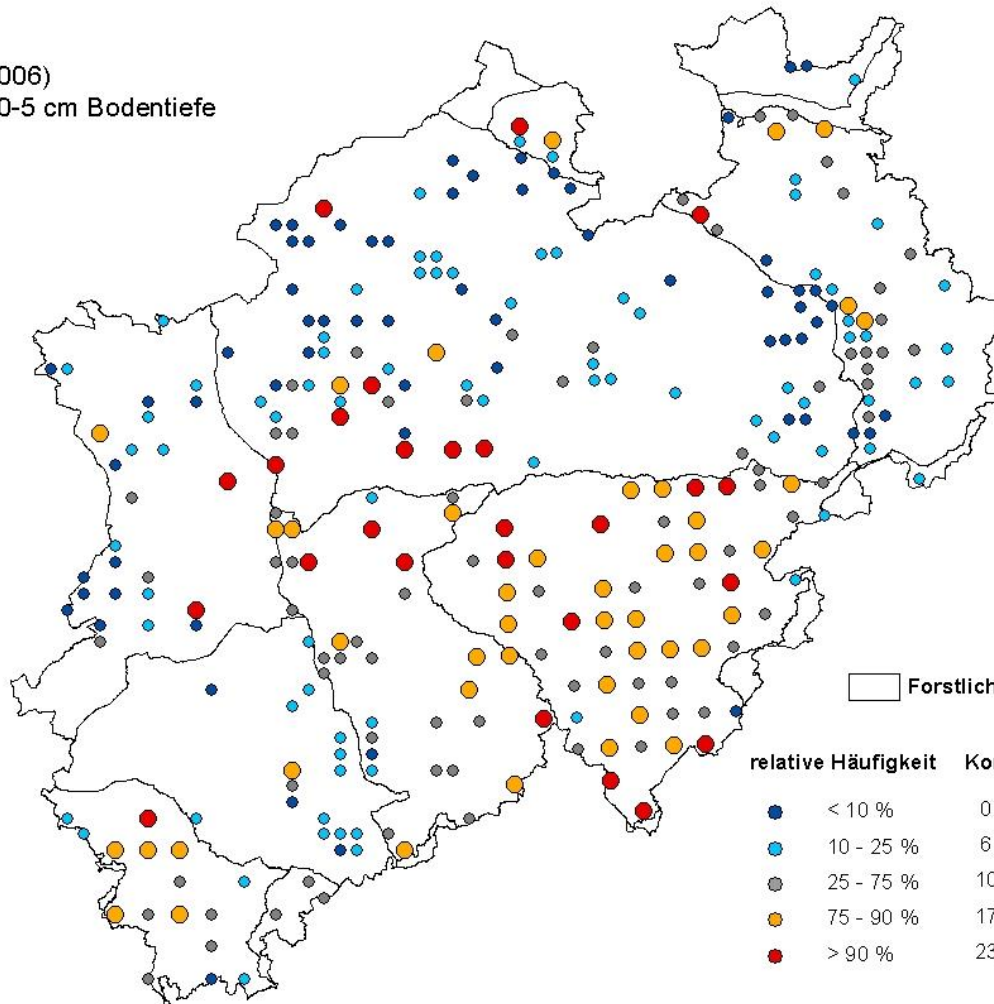
Geogener Einfluss auf Schwermetallkonzentrationen

As
Tiefenstufe 5-10cm



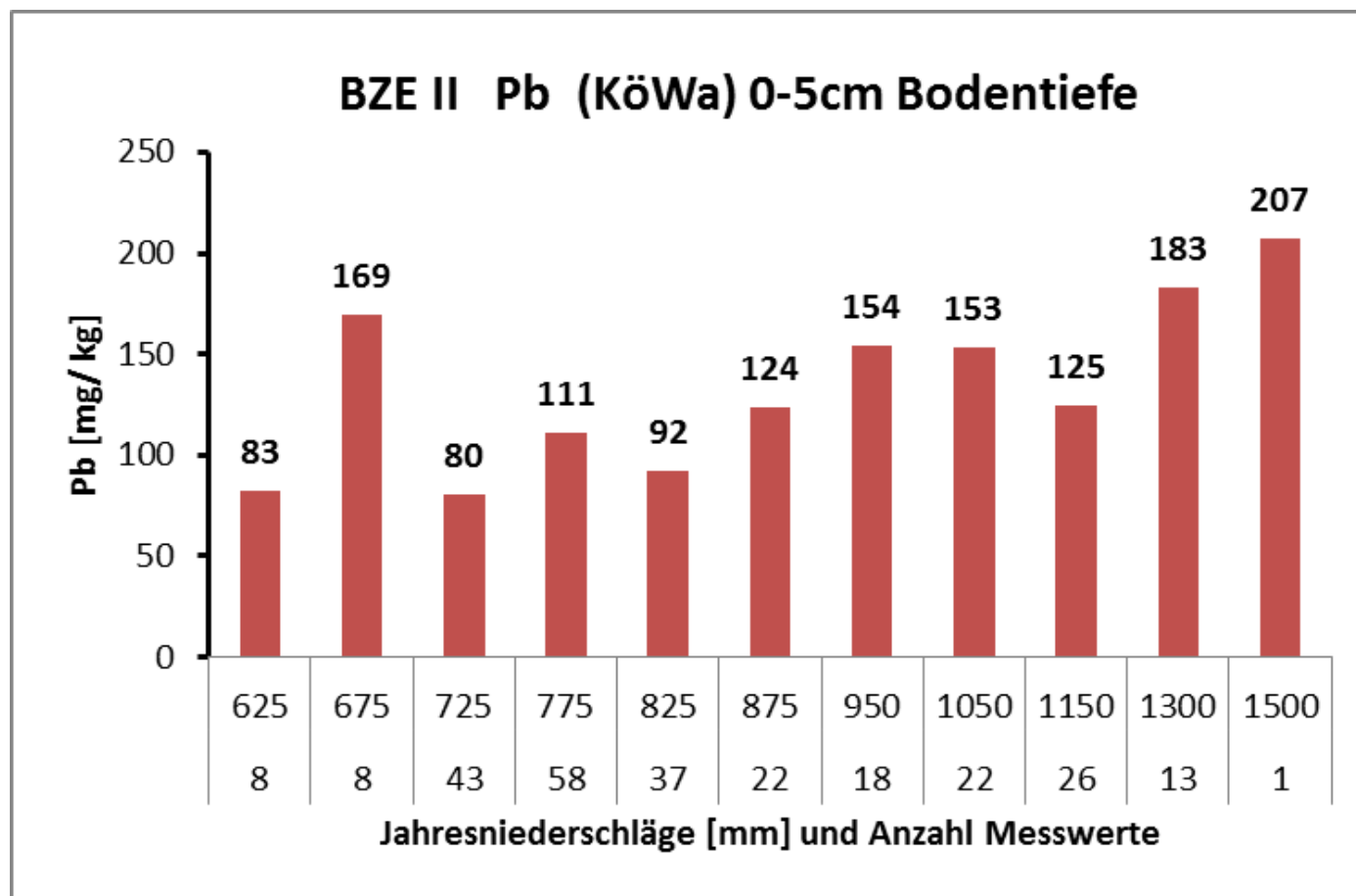
Regionales Muster der Konzentrationen von As

BZE II (2006)
Arsen in 0-5 cm Bodentiefe



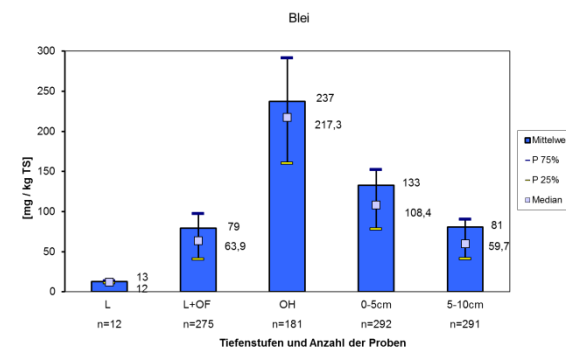
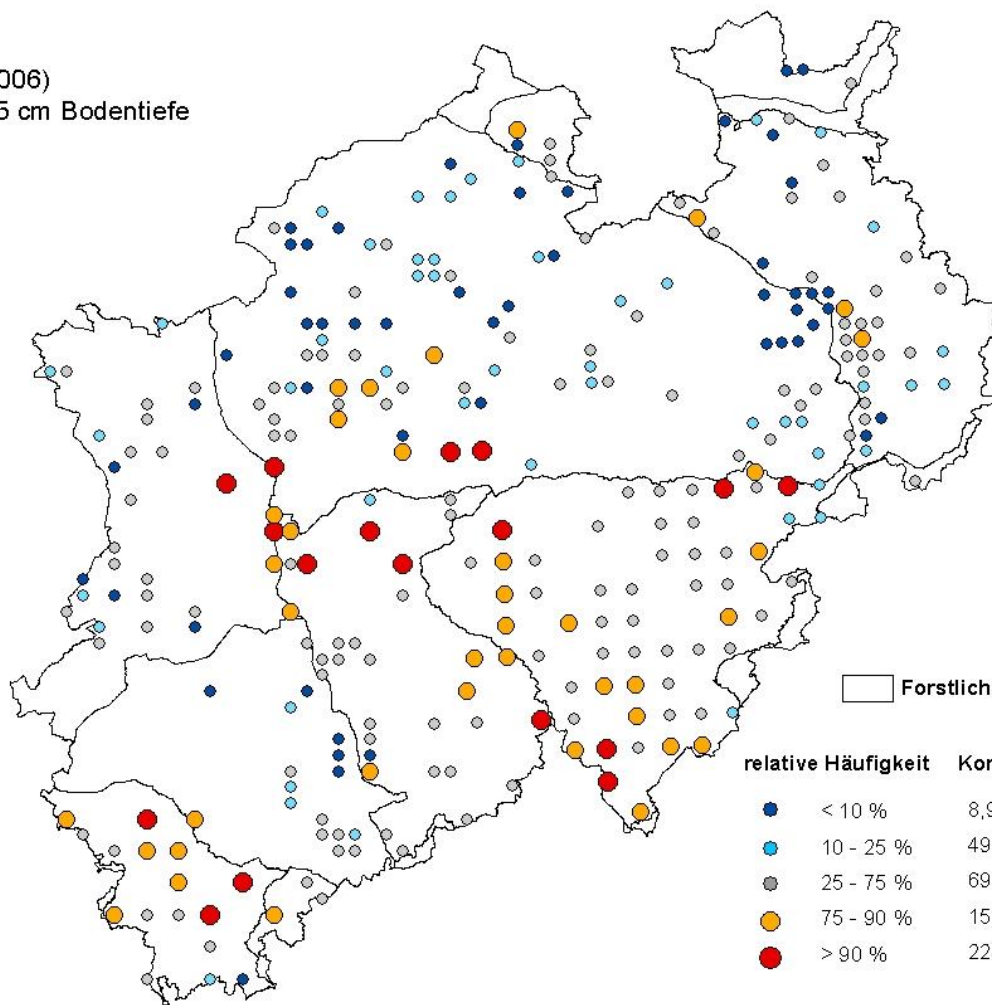
Mineralboden 0-5cm
Median 13,2 [mg kg⁻¹]
90% Perz 23,4 [mg kg⁻¹]

Immissionseinfluss auf Schwermetallkonzentrationen



Regionales Muster der Konzentrationen von Pb

BZE II (2006)
Blei in 0-5 cm Bodentiefe

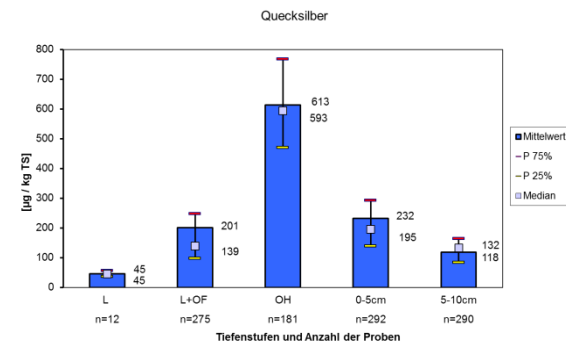
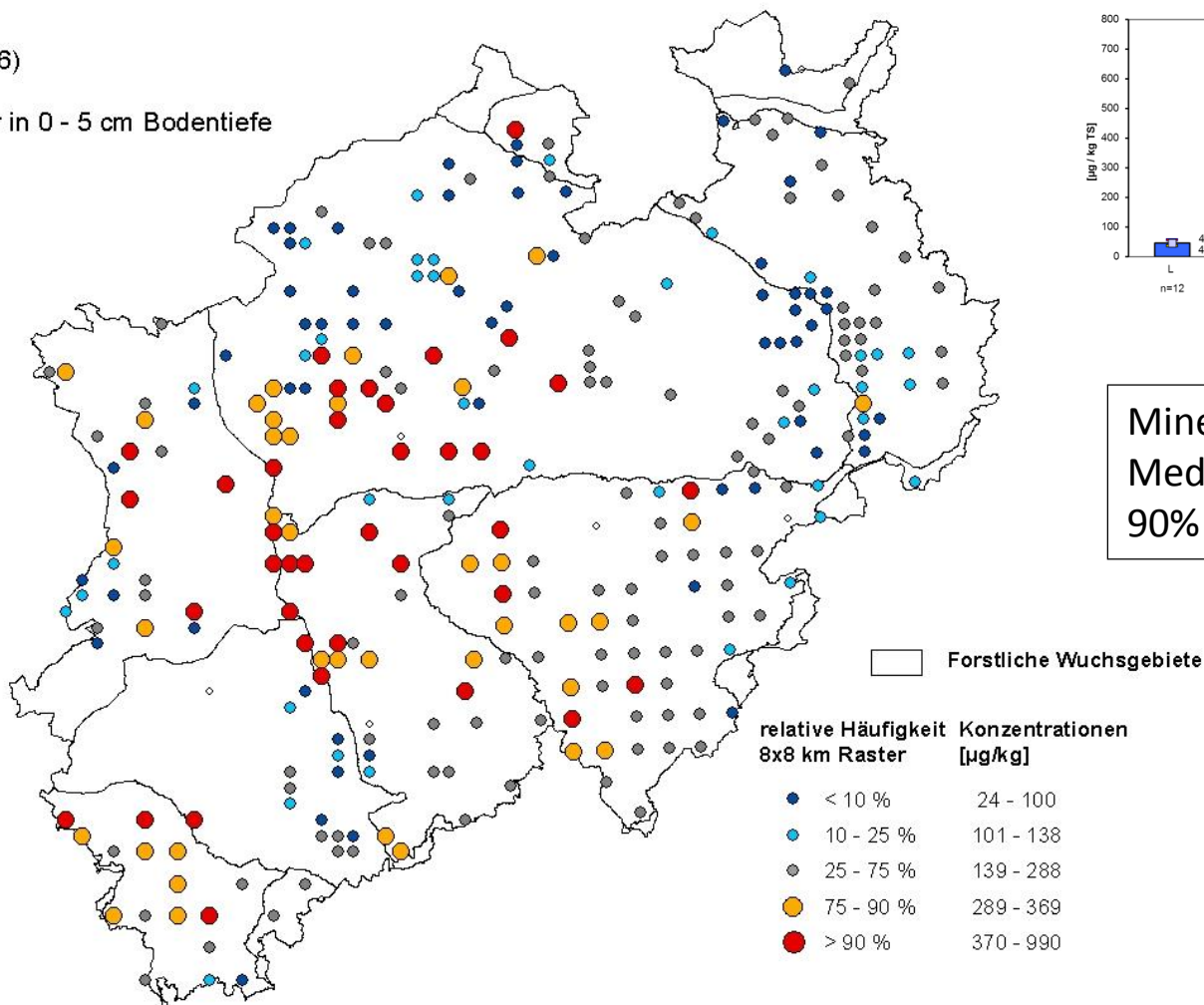


Mineralboden 0-5cm
Median 109 [mg kg⁻¹]
90% Perz 224 [mg kg⁻¹]

Regionales Muster der Konzentrationen von Hg

BZE II (2006)

Quecksilber in 0 - 5 cm Bodentiefe



Mineralboden 0-5cm
Median 195 [$\mu\text{g kg}^{-1}$]
90% Perz 369 [$\mu\text{g kg}^{-1}$]

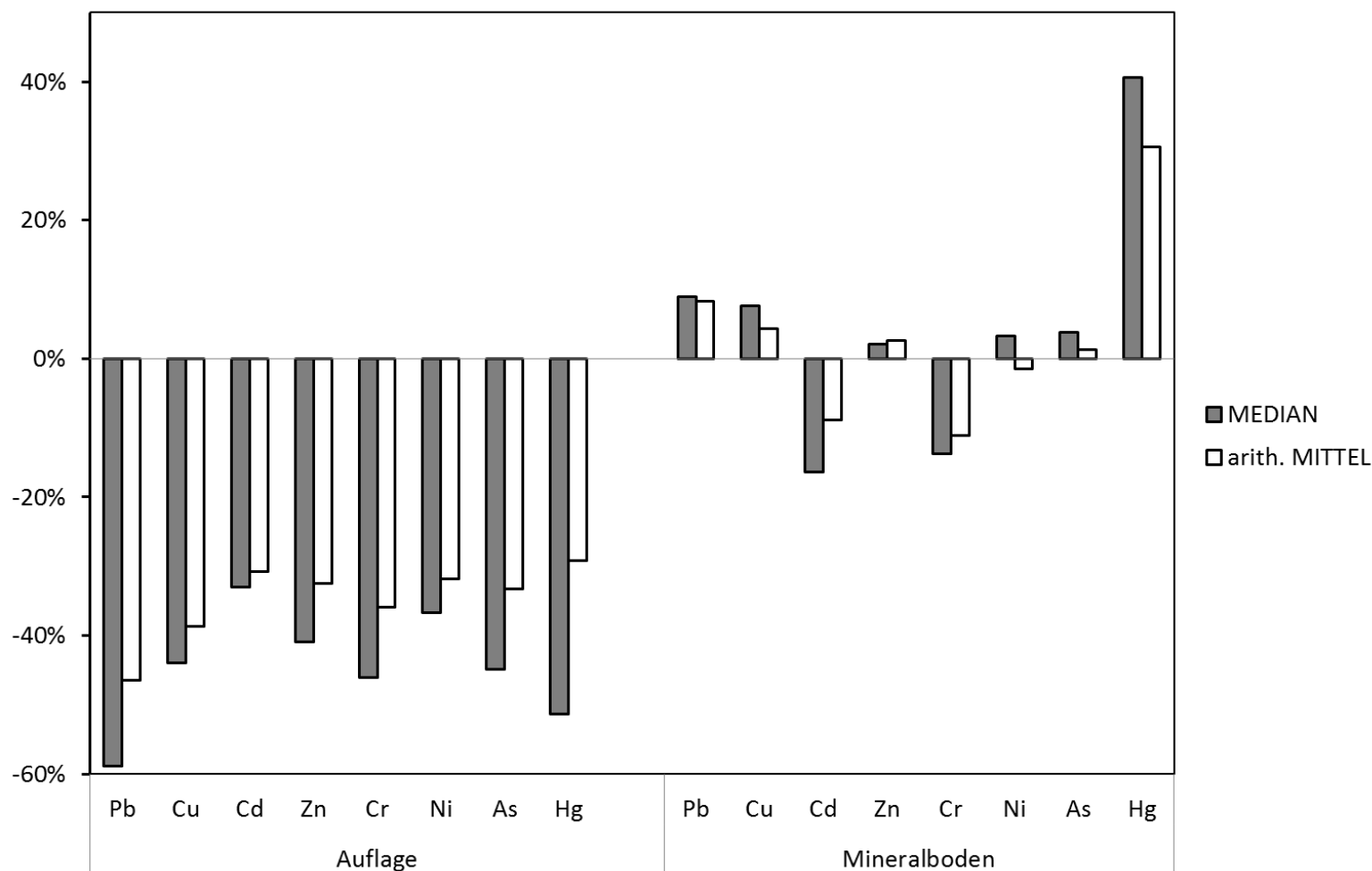
Bewertung der Schwermetallkonzentrationen

Überschreitung der Vorsorgewerte in Waldböden (0-5cm, KöWa)
von **Nordrhein-Westfalen** und bundesweit auf Basis der BZE II (n=292)

Vorsorgewerte nach	As	Pb	Cd	Hg
BBodSchV (2015)	10/20	40/70	0,4/1,0	0.2/ 0.3
<i>Hinweise LUA-NRW (2000)</i>		80/140		0.2/1.0
Häufigkeit der Überschreitungen				
bundesweit (BBodSchV)	11,2%	22,1%	2,4%	n.b.
Land NRW (BBodSchV)	22,4%	75,9%	5,0%	24,3%
<i>Land NRW (LUA-NRW)</i>		34,0%		6,7%



Prozentuale Veränderungen in der Auflage und im Mineralboden



Schwermetallvorräte

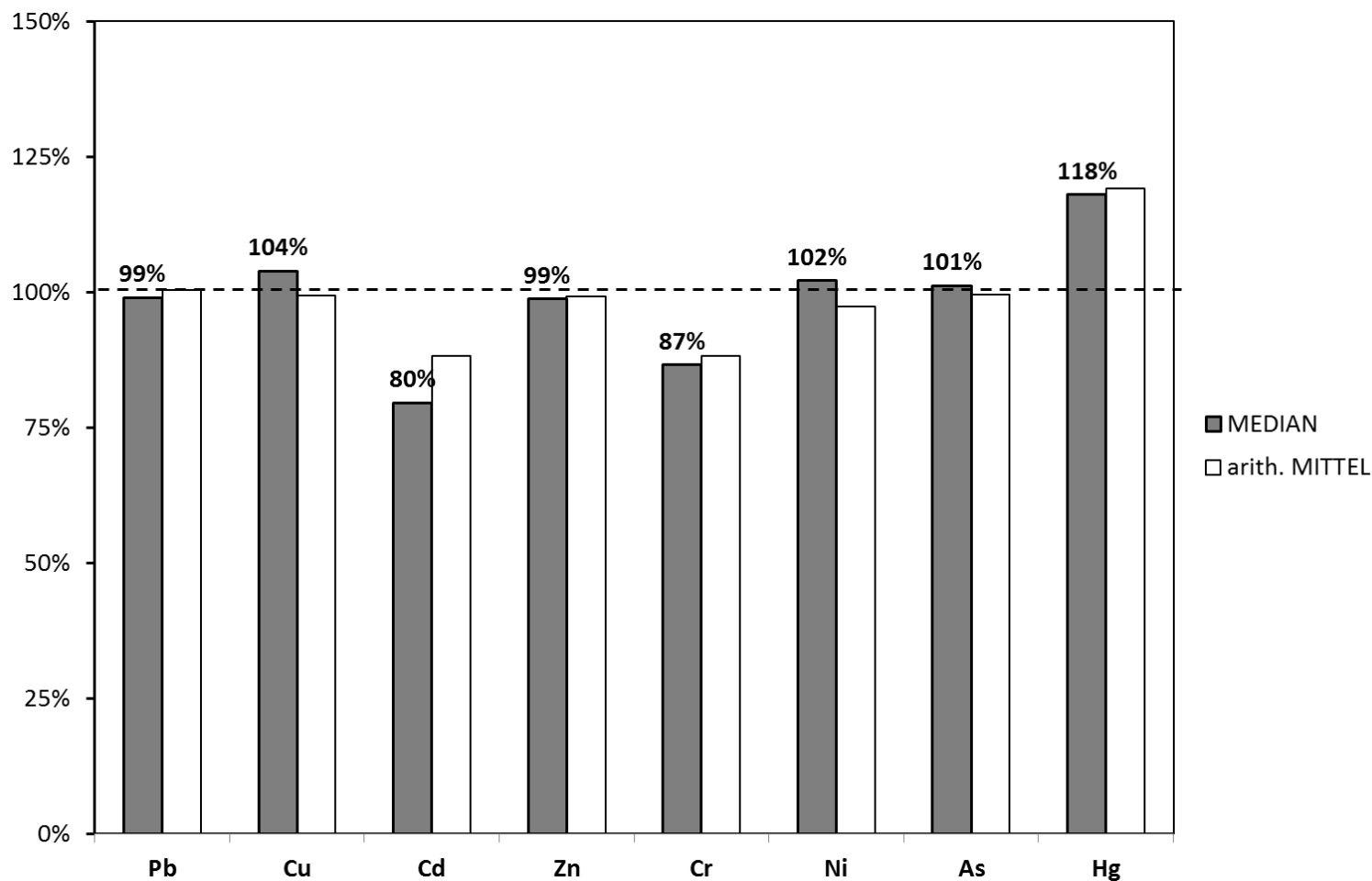
Veränderungen [kg ha⁻¹] zwischen der BZE I und BZE II (n=271)

	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	TM
				Auflage					
Median BZE I (1990)	0,29	8,12	0,032	0,77	1,09	0,58	0,018	4,95	43084
Median BZE II (2007)	0,16	3,34	0,021	0,41	0,61	0,37	0,009	2,93	35672
BZE II - BZE I	-0,13	-4,78	-0,010	-0,35	-0,48	-0,21	-0,009	-2,02	-7412
Veränderung	-45%	-59%	-33%	-46%	-44%	-37%	-51%	-41%	-17%
stat. Signifikanz	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
			Mineralboden						
Median BZE I (1990)	8,58	62,7	0,177	23,25	10,00	10,80	0,086	41,68	
Median BZE II (2007)	8,90	68,3	0,148	20,05	10,76	11,16	0,121	42,53	
BZE II - BZE I	0,33	5,62	-0,03	-3,19	0,76	0,36	0,035	0,84	
Veränderung	4%	9%	-16%	-14%	8%	3%	41%	2%	
stat. Signifikanz	n.s.	+++	+++	+++	n.s.	n.s.	+++	+	
			Gesamtvprräte						
Median BZE I (1990)	9,00	75,4	0,221	24,33	11,35	11,56	0,115	49,18	
Median BZE II (2007)	9,11	74,6	0,176	21,06	11,79	11,80	0,136	48,56	
BZE II - BZE I	0,11	-0,79	-0,045	-3,28	0,44	0,24	0,021	-0,63	
Veränderung	1%	-1%	-20%	-13%	4%	2%	18%	-1%	
stat. Signifikanz	n.s.	n.s.	+++	+++	n.s.	n.s.	+++	n.s.	



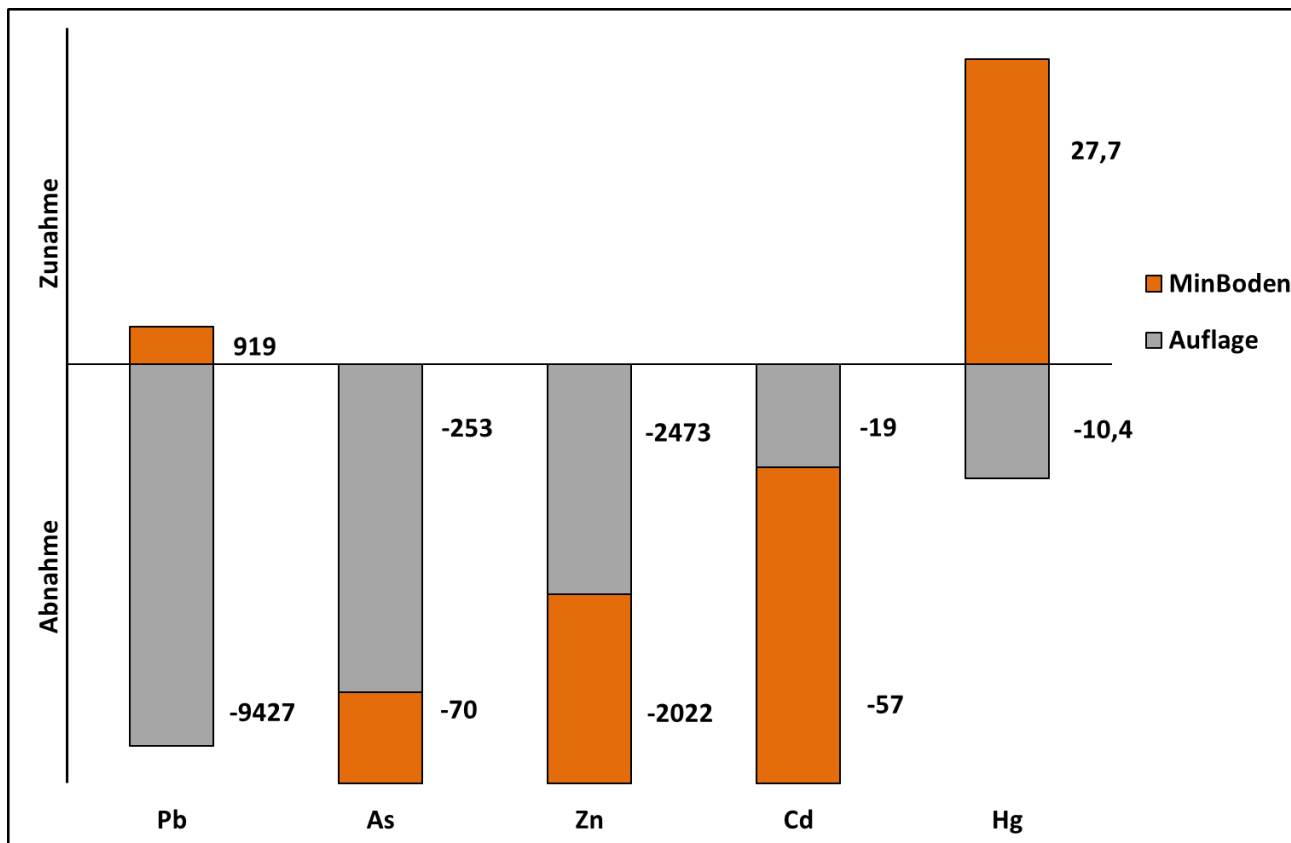
Schwermetallvorräte

Prozentuale Veränderungen der Gesamtvorräte



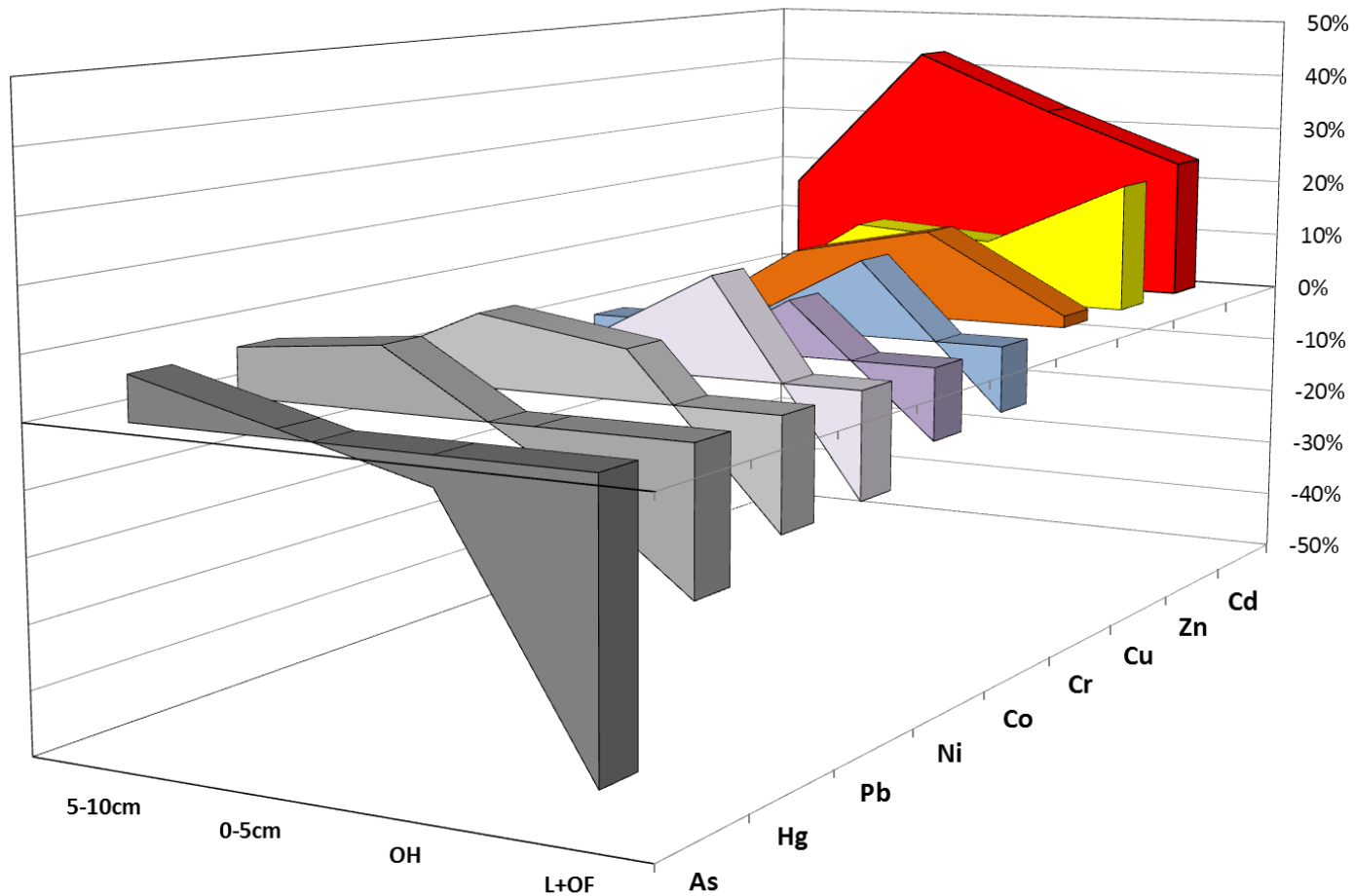
Schwermetallvorräte

Veränderung [g ha⁻¹] auf sandigen Substraten



Einflüsse der Bodenschutzkalkung

Veränderung der Schwermetallgehalte auf gekalkten Waldböden
im devonischen Schiefergebirge in Nordrhein-Westfalen



Einflüsse der Bodenschutzkalkung

Obergrenzen für Gehalte und Mengen in Kalken
nach Düngemittelverordnung

	max. Gehalte [mg/ kg]	max. Menge [g/ 3t Kalk, ha]
Pb	200	600
Cd	1,5	4,5
Cu	35	105
Zn	200	600
Cr	100	300
Ni	20	60
As	20	60
Hg	0,5	1,5
Tl	2	6



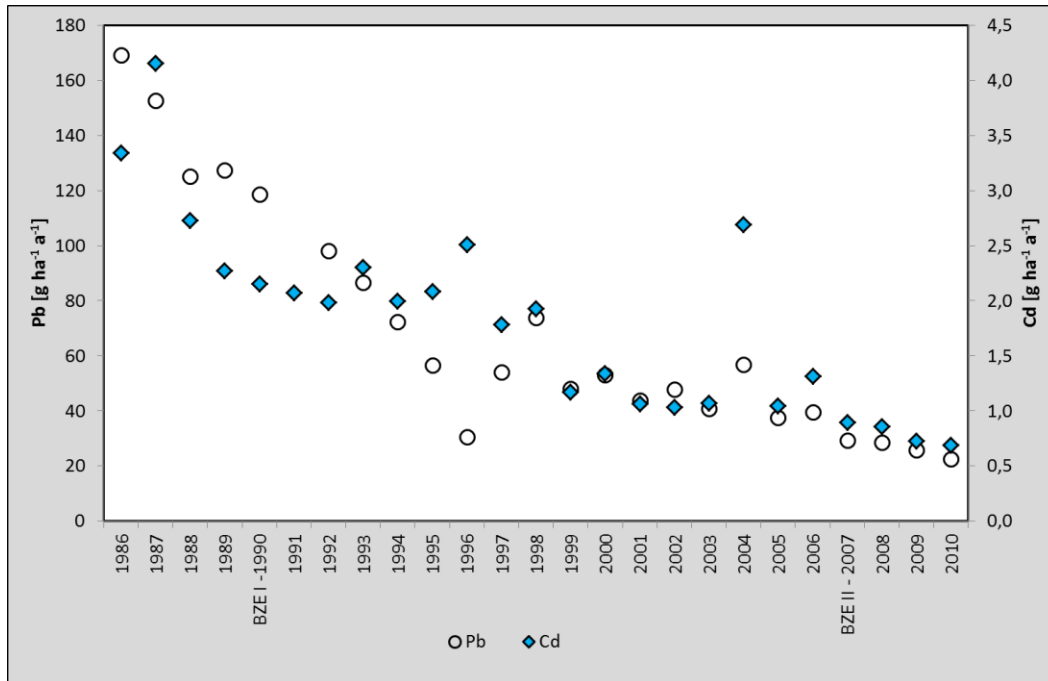
Einflüsse der Bodenschutzkalkung

Zugeführte Schwermetallmengen mit der Waldkalkung
bei unterschiedlicher Materialherkunft [g/ 3t Kalk, ha]

	von ... bis	TAV-Asche
Pb	4,2 - 120	93
Cd	<0,9 – 3,0	<0,9
Cu	7,8 – 18,3	96
Zn	8,4 - 348	192
Cr	14,4 – 36,0	63
Ni	11,7 – 16,5	19,2
As	<0,3 – 8,7	36
Hg	<0,3	1,2
Tl	<0,1	<0,1



Atmogene Einträge



Einträge von **Cd** und **Pb** mit dem
Staubbiederschlag
im ländlichen Raum in Nordrhein-Westfalen

	[g/ha] Immission Cd	[g/ha] Reduktion Cd	[g/ha] Immission Pb	[g/ha] Reduktion Pb
1986	3,344		169,1	
1987	4,156		152,7	
1988	2,726		125,2	
1989	2,273		127,4	
BZE I - 1990	2,150		118,7	
1991	2,069	-0,080	108,4	-0,1
1992	1,987	-0,163	98,1	-20,6
1993	2,304	0,154	86,6	-32,1
1994	1,999	-0,151	72,5	-46,3
1995	2,083	-0,068	56,5	-62,2
1996	2,509	0,358	30,7	-88,1
1997	1,783	-0,367	54,0	-64,7
1998	1,929	-0,221	73,9	-44,8
1999	1,174	-0,977	48,2	-70,5
2000	1,338	-0,812	53,2	-65,6
2001	1,066	-1,084	43,7	-75,0
2002	1,036	-1,115	47,9	-70,8
2003	1,073	-1,077	40,9	-77,8
2004	2,692	0,542	56,8	-61,9
2005	1,046	-1,105	37,6	-81,1
2006	1,315	-0,835	39,5	-79,2
BZE II - 2007	0,897	-1,254	29,2	-89,5
2008	0,859		28,6	
2009	0,725		25,8	
2010	0,687		22,5	
1990-2007	insges.	-8,26		-1030,3
		58%		75%

Zusammenfassung für Nordrhein-Westfalen

- Deutlicher Einfluss von Industrieanlagen und Bergbau auf Waldböden
- Regional ausgeprägte Schwermetallbelastung durch atmogene Einflüsse bei **Pb, Hg, Cu**
- Vorsorgewerte werden landesweit häufiger (**75,9% bei Pb und 24,3% bei Hg**) als im bundesweiten Durchschnitt überschritten
- Gesamtvorräte von **Pb, Cu, Zn, Ni und As** im Oberboden nur geringfügig verändert, Vorräte von **Cd und Cr** haben immissionsbedingt abgenommen
- Anstieg der Vorräte von **Hg (+ 18%)** sollte weiter aufmerksam überwacht werden
- Eintrag von Cd und Zn mit der **Bodenschutzkalkung** wird als nicht erheblich angesehen
- Belastung des Grund- und Oberflächenwassers ist weitgehend auszuschließen



**Vielen Dank
für
Ihre Aufmerksamkeit**

