



# **Veränderung der Schwermetallgehalte und -voräte 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

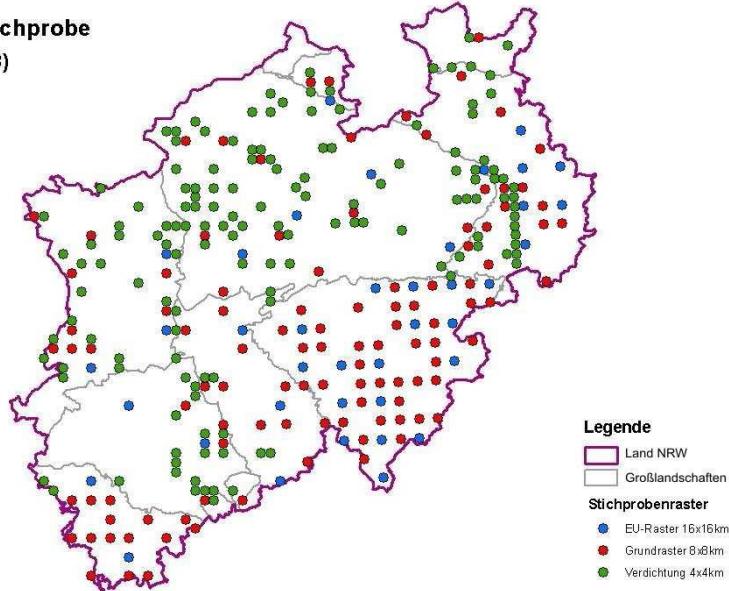
### **Fazit**



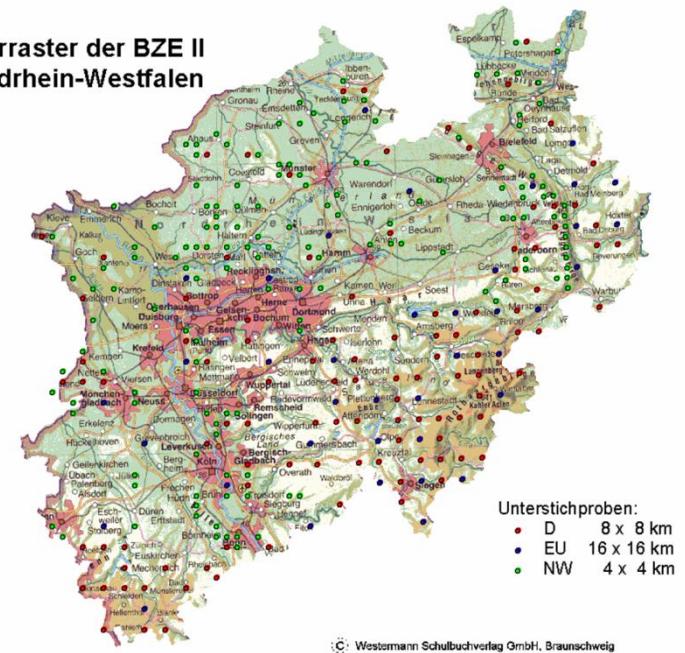
# Inventurraster in Nordrhein-Westfalen

**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



# *Methodische Grundlagen*

## **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)

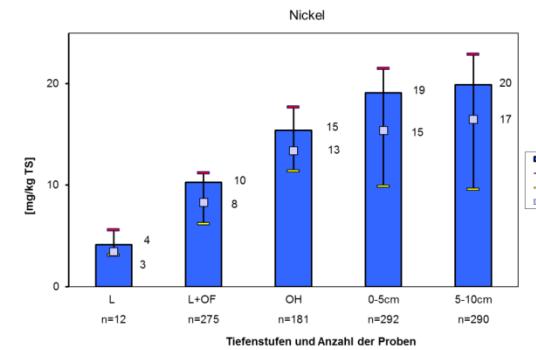
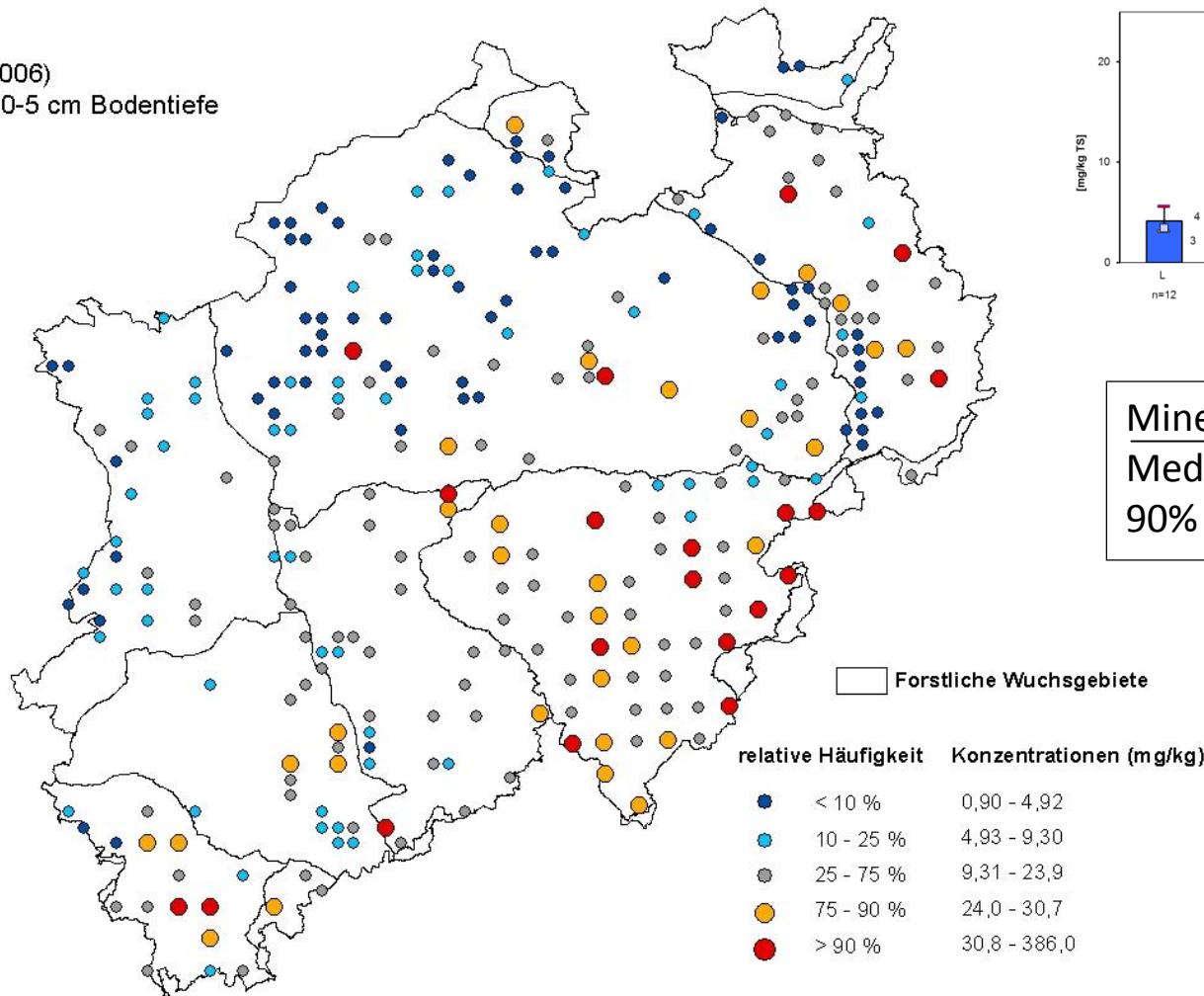


- Probenahme und Analytik: GD NRW



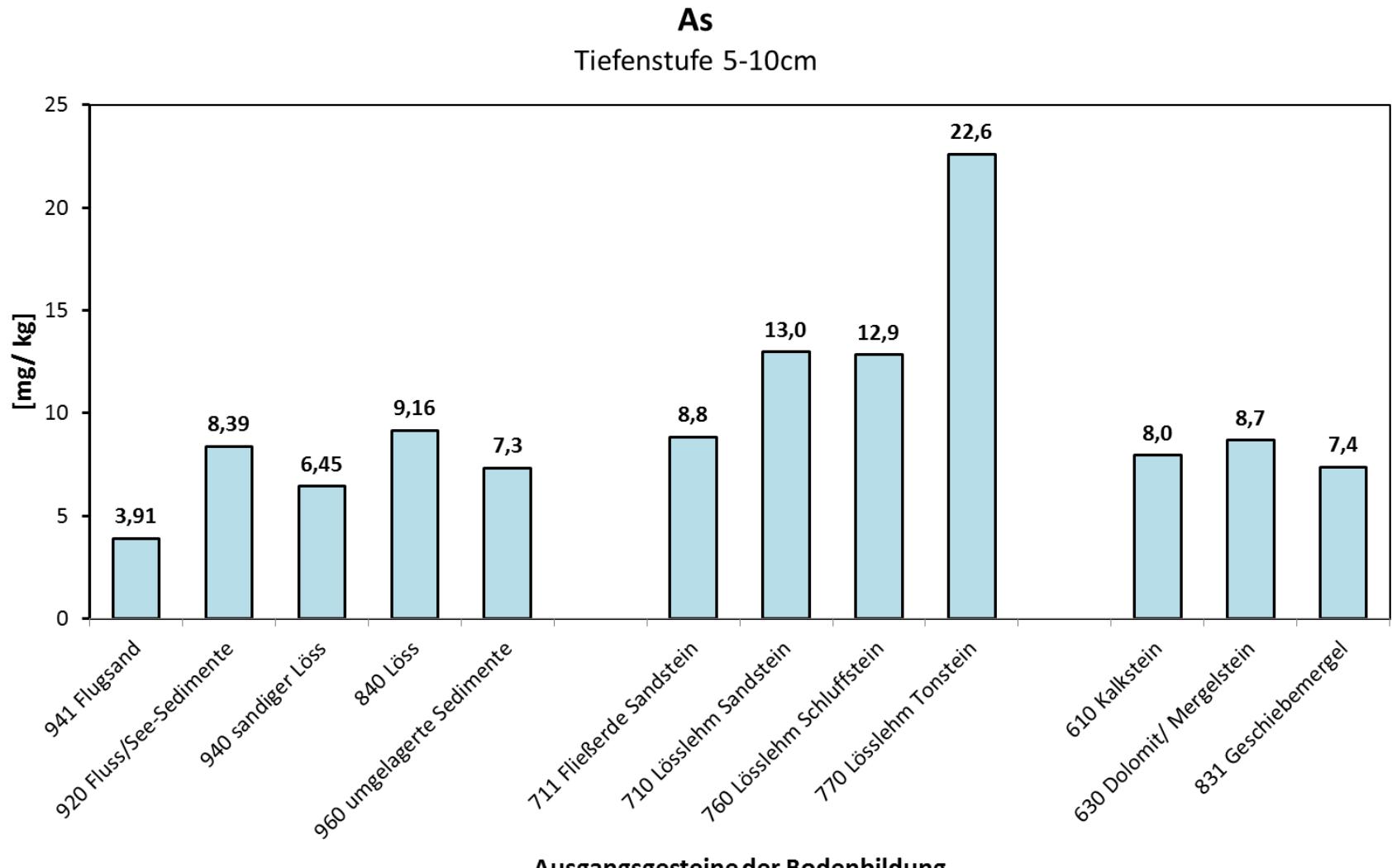
# Regionales Muster der Konzentrationen von Ni

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



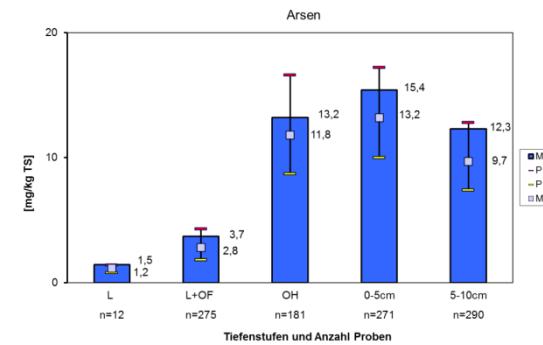
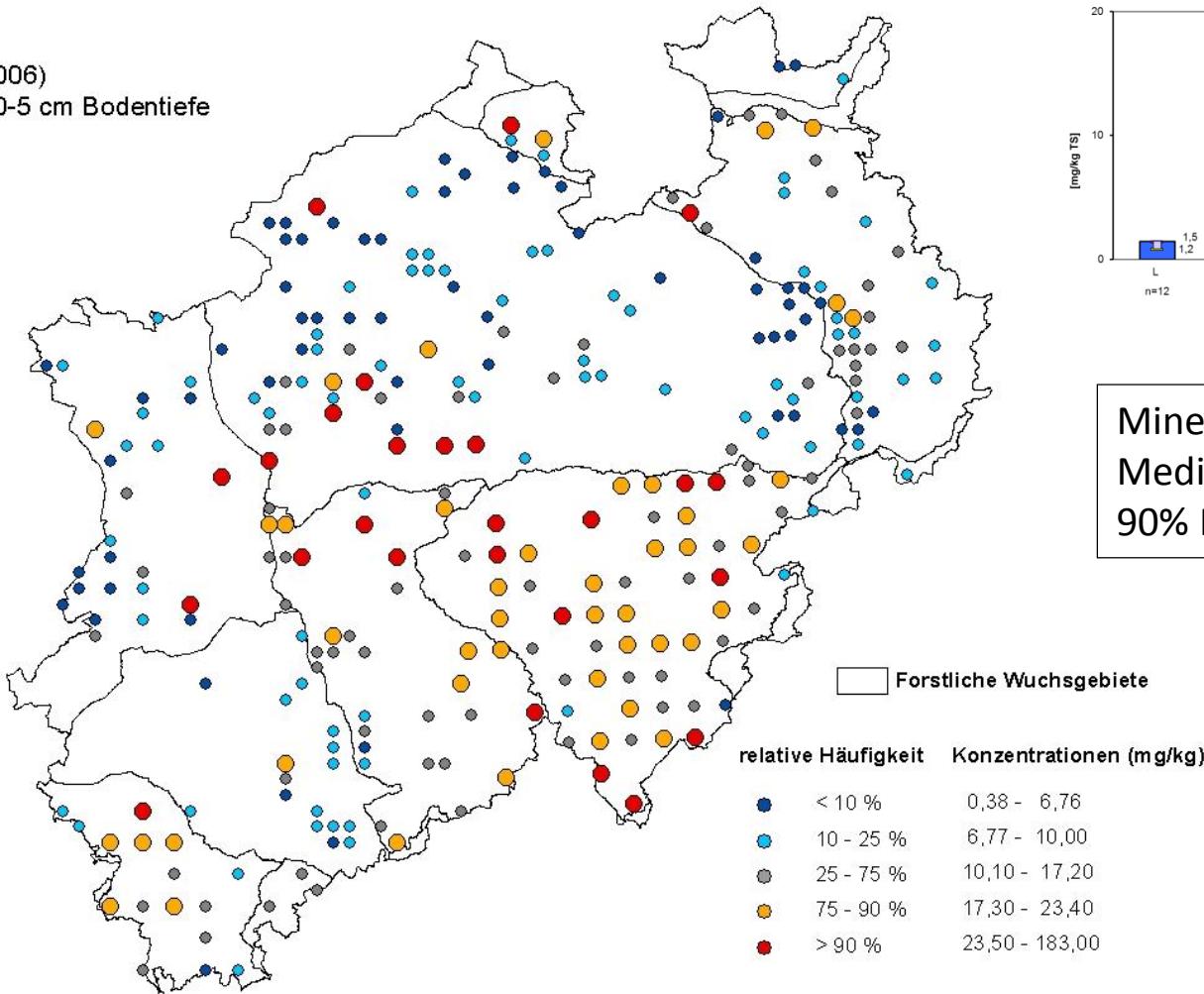
Mineralboden 0-5cm  
Median 15,4 [mg kg<sup>-1</sup>]  
90% Perz 29,6 [mg kg<sup>-1</sup>]

# Geogener Einfluss auf Schwermetallkonzentrationen



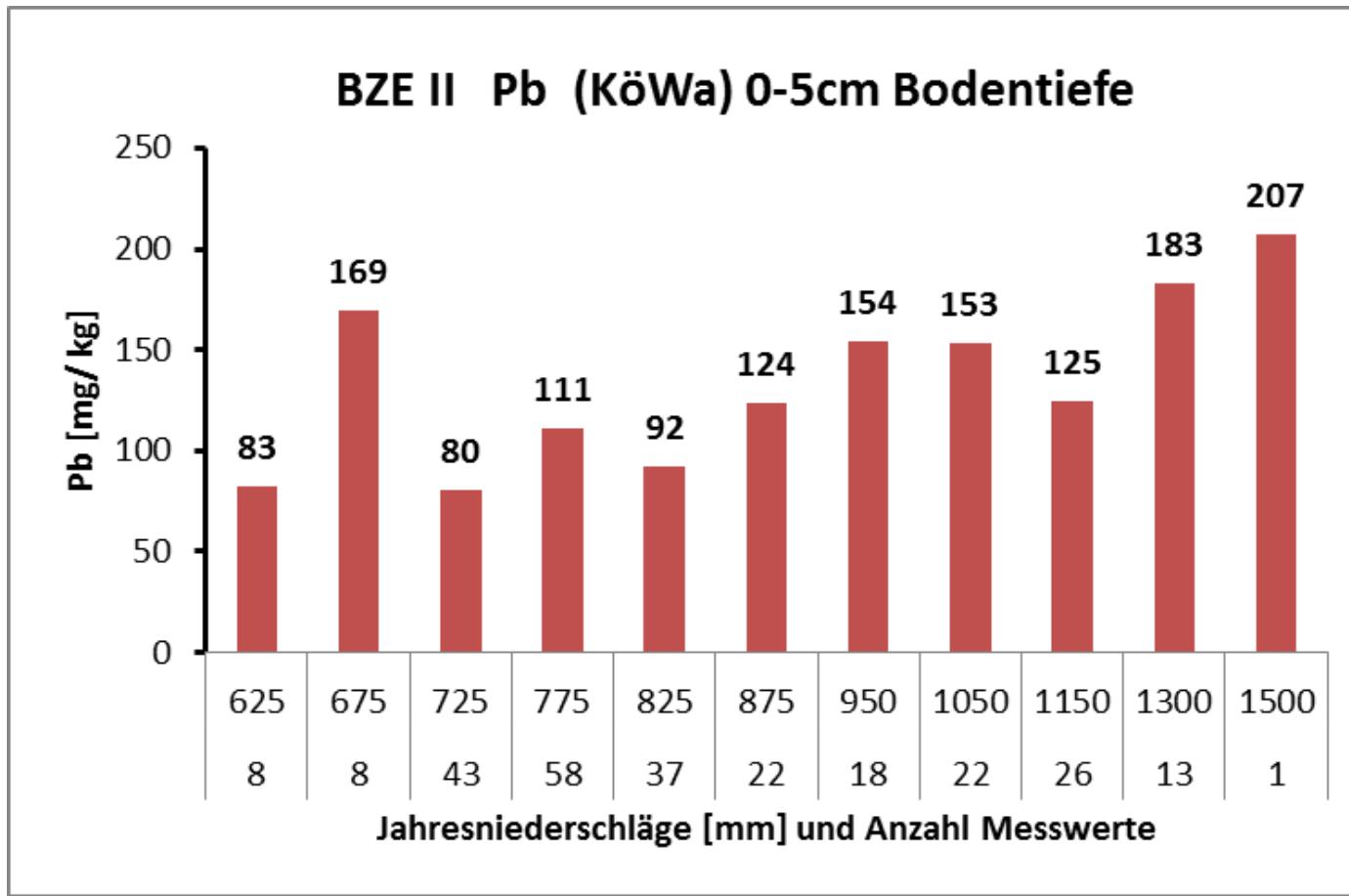
# *Regionales Muster der Konzentrationen von As*

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



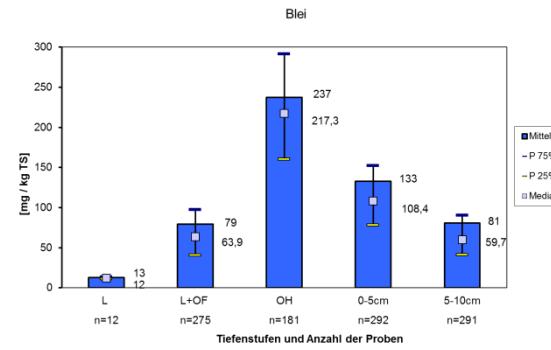
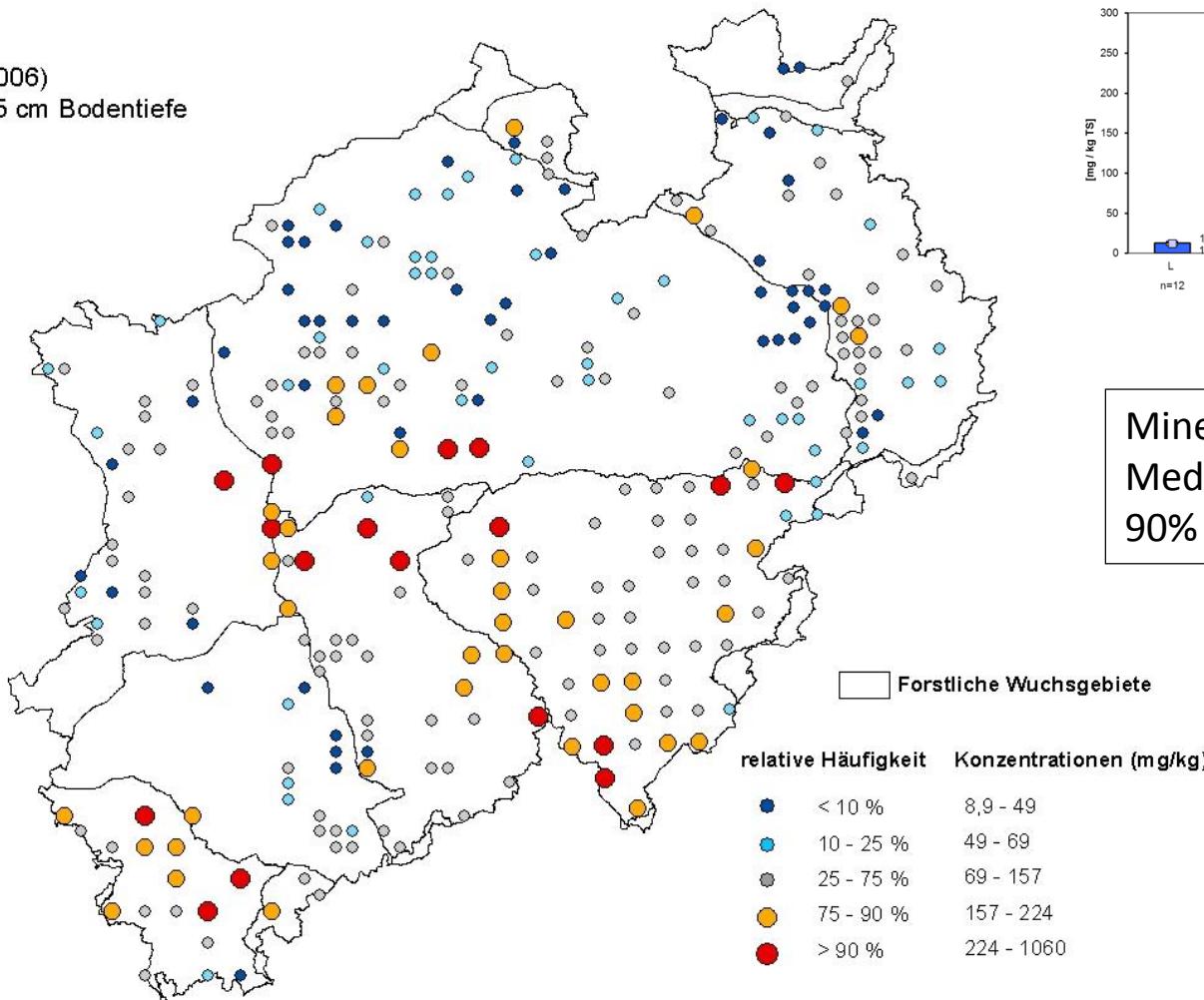
Mineralboden 0-5cm  
Median  $13,2 \text{ [mg kg}^{-1}\text{]}$   
90% Perz  $23,4 \text{ [mg kg}^{-1}\text{]}$

# *Immissionseinfluss auf Schwermetallkonzentrationen*



# Regionales Muster der Konzentrationen von Pb

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

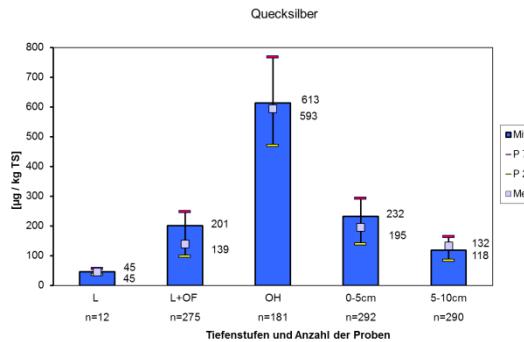
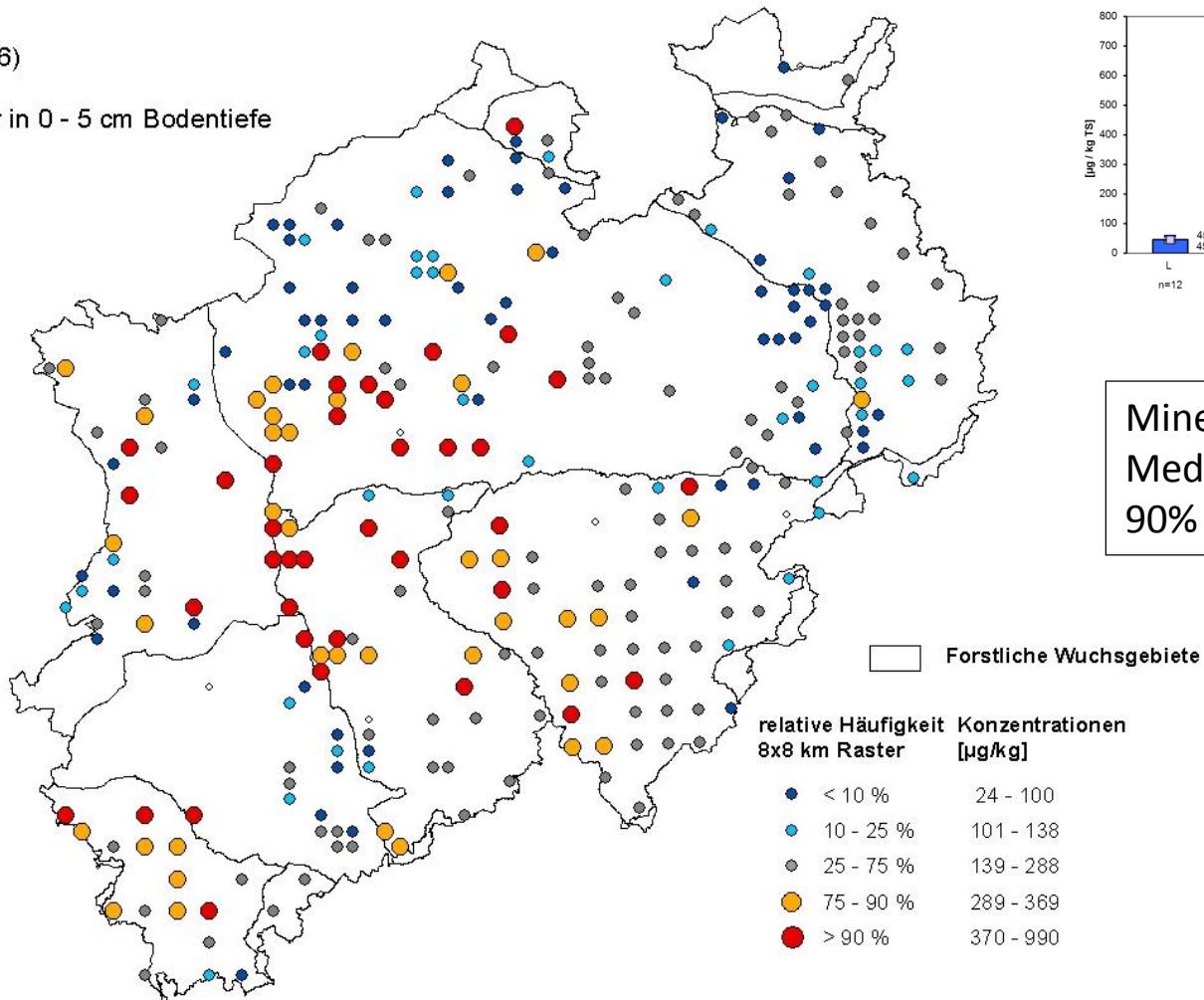


Mineralboden 0-5cm  
Median  $109 \text{ [mg kg}^{-1}\text{]}$   
90% Perz  $224 \text{ [mg kg}^{-1}\text{]}$

# Regionales Muster der Konzentrationen von Hg

BZE II (2006)

Quecksilber in 0 - 5 cm Bodentiefe



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

# Bewertung der Schwermetallkonzentrationen

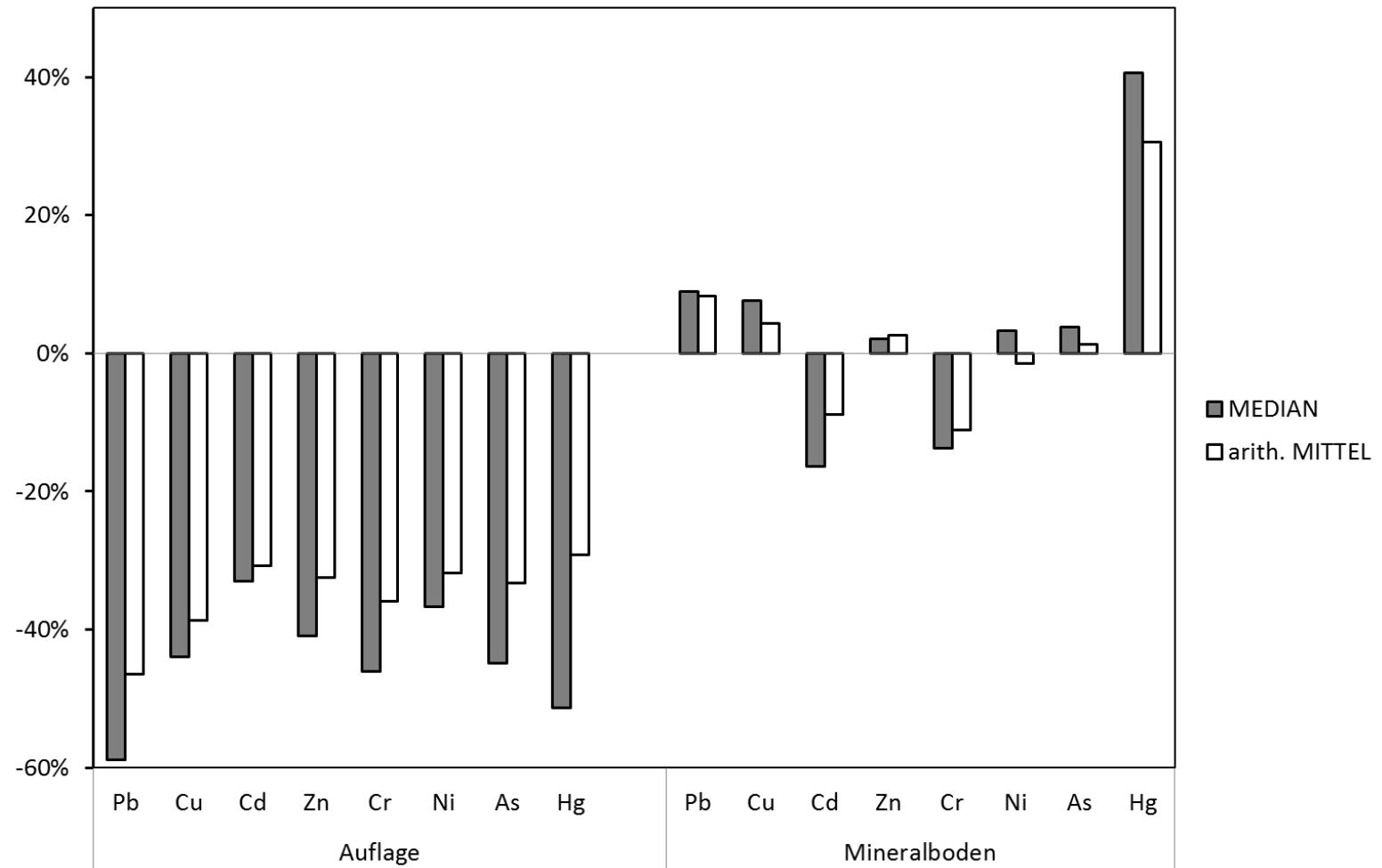
Überschreitung der Vorsorgewerte in Waldböden (0-5cm, KöWa)  
von **Nordrhein-Westfalen** und bundesweit auf Basis der BZE II (n=292)

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
<b>Häufigkeit der Überschreitungen</b>				
bundesweit (BBodSchV)	11,2%	22,1%	2,4%	n.b.
<b>Land NRW (BBodSchV)</b>	<b>22,4%</b>	<b>75,9%</b>	<b>5,0%</b>	<b>24,3%</b>
<i>Land NRW (LUA-NRW)</i>		34,0%		6,7%



# Schwermetallvorräte

Prozentuale Veränderungen in der Auflage und im Mineralboden



# Schwermetallvorräte

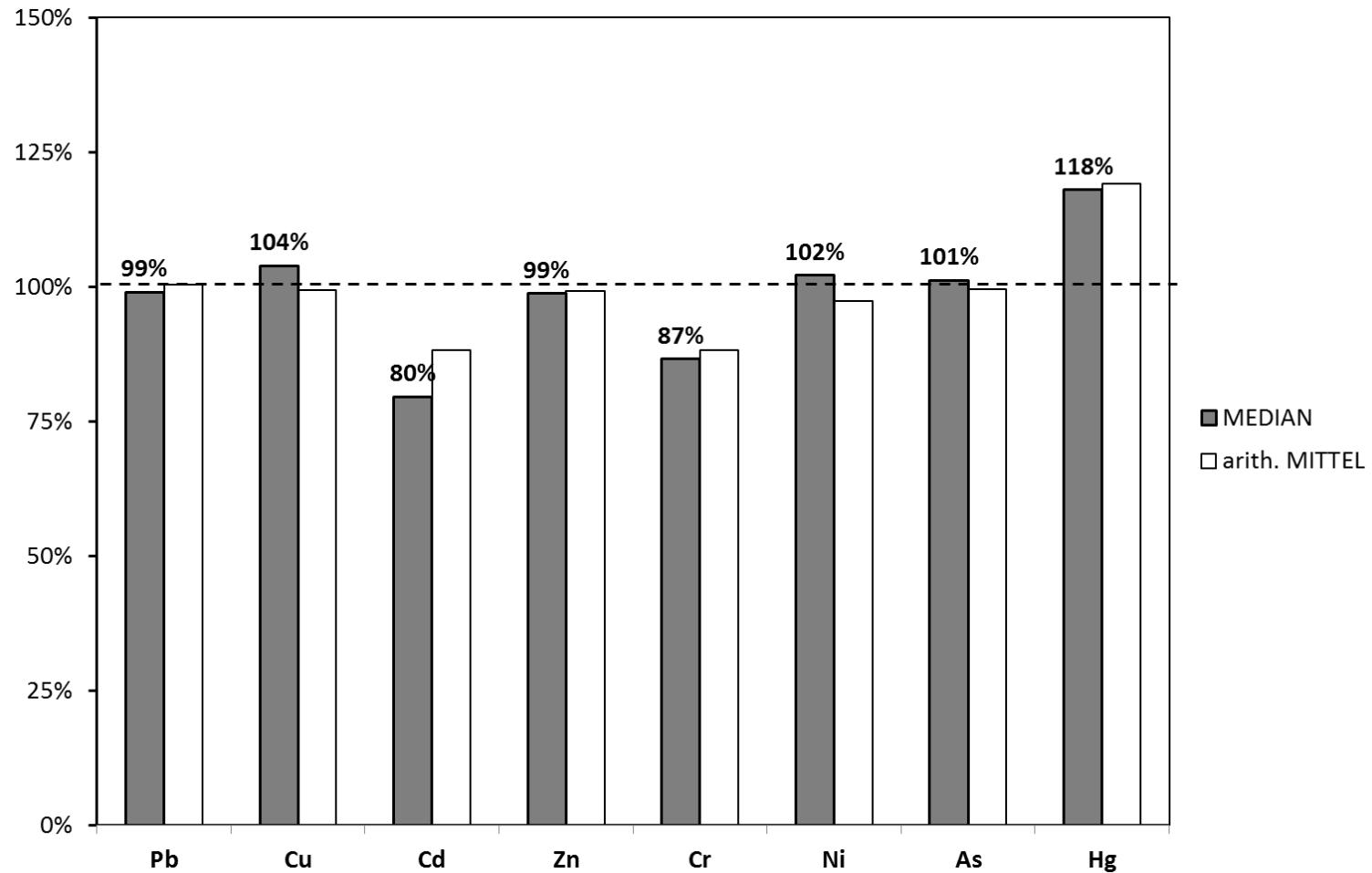
Veränderungen [kg ha<sup>-1</sup>] zwischen der BZE I und BZE II (n=271)

	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.	



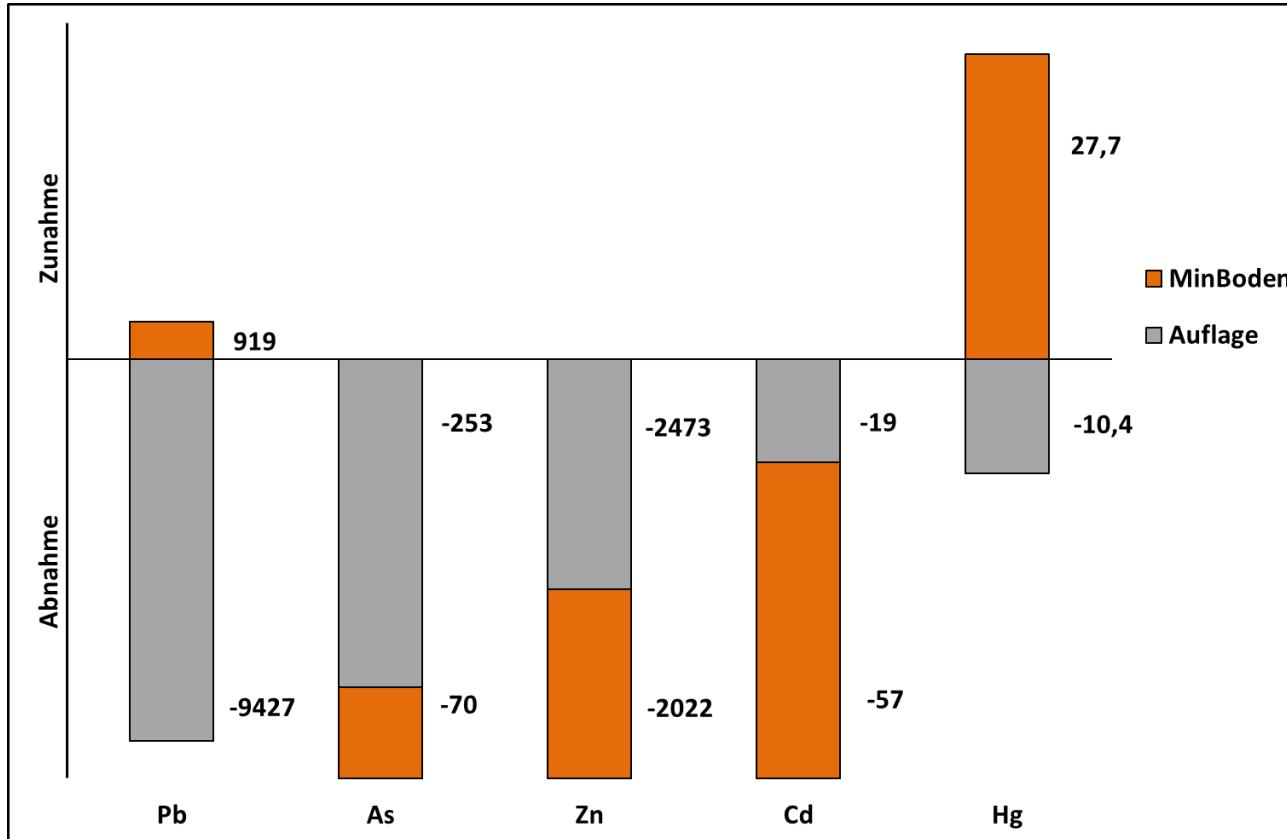
# Schwermetallvorräte

Prozentuale Veränderungen der Gesamtvorräte



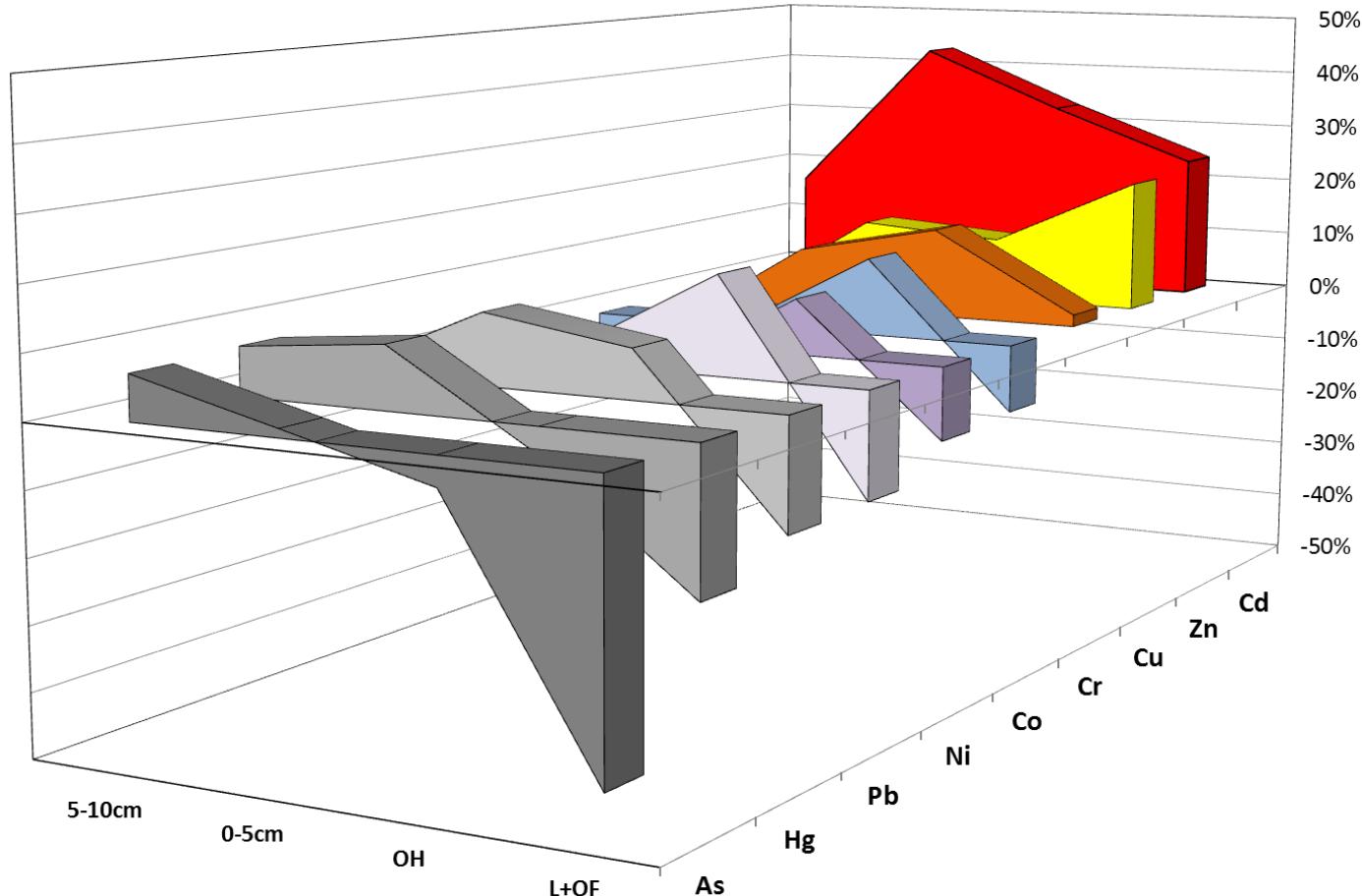
# Schwermetallvorräte

Veränderung [g ha<sup>-1</sup>] 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	<b>4,5</b>
Cu	35	105
Zn	200	<b>600</b>
Cr	100	300
Ni	20	60
As	20	60
Hg	0,5	1,5
Tl	2	6



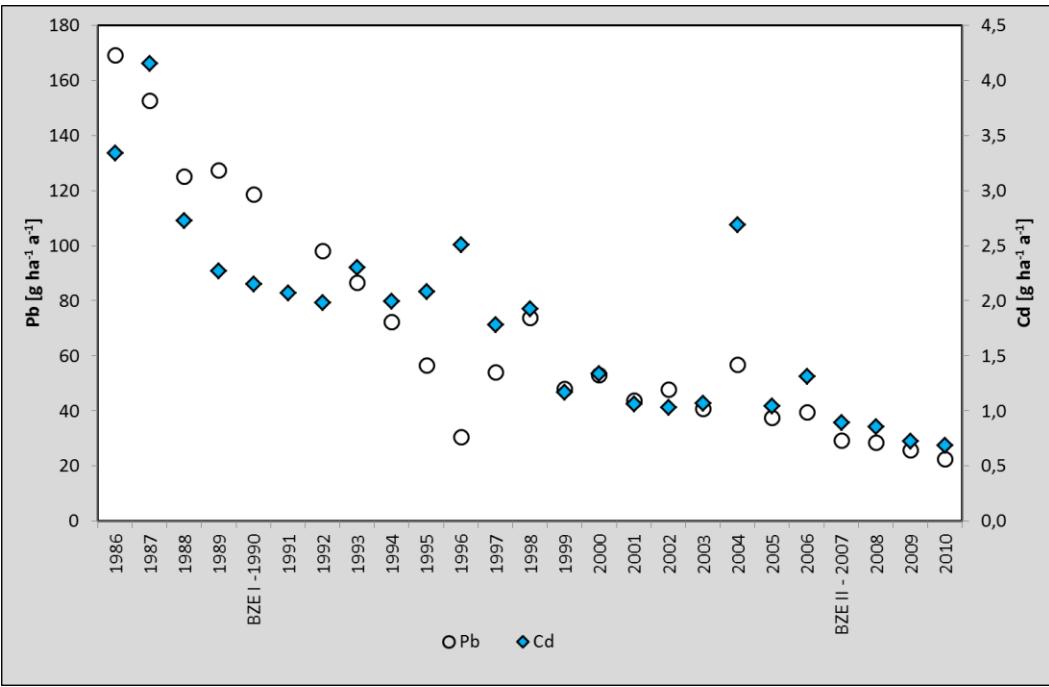
# *Einflüsse der Bodenschutzkalkung*

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

	von ... bis	TAV-Asche
Pb	4,2 - 120	93
Cd	<0,9 – <b>3,0</b>	<0,9
Cu	7,8 – 18,3	96
Zn	8,4 - <b>348</b>	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 Staubniederschlag im ländlichen Raum in Nordrhein-Westfalen

	Immission Cd [g/ha]	Reduktion Cd [g/ha]	Immission Pb [g/ha]	Reduktion Pb [g/ha]
1986	3,344		169,1	
1987	4,156		152,7	
1988	2,726		125,2	
1989	2,273		127,4	
<b>BZE I - 1990</b>	<b>2,150</b>		<b>118,7</b>	
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
<b>BZE II - 2007</b>	0,897	-1,254	29,2	-89,5
2008	0,859		28,6	
2009	0,725		25,8	
2010	0,687		22,5	
<b>1990-2007</b>	<b>insges.</b>	<b>-8,26</b>	<b>-1030,3</b>	
		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**

