



# 7. Sächsisch-Thüringische Bodenschutztage Greiz, 21.-22.06.2017

## Hintergrundwerte für anorganische und organische Schadstoffe in Böden

Jens Utermann<sup>1</sup>, S. Schmidt<sup>2</sup>, M. Marx<sup>2</sup>, F. Stange<sup>3</sup>

- 1) Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKULNV)
- 2) Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau
- 3) Bundesanstalt für Geowissenschaften & Rohstoffe (BGR), Hannover



## Veranlassung

- **Beschluss LABO 41. Sitzung (Speyer):** Die LABO sieht den Bedarf, den LABO-Bericht „Hintergrundwerte für anorganische und organische Schadstoffe in Böden“ (LABO, 2003) zu aktualisieren und stimmt der Einrichtung einer Redaktionsgruppe unter Federführung des UBA zu.
- RG HGW: 7 Sitzungen zwischen 2013 und 2016: Parallele Aktualisierung von HGW auf Länder- und auf Bundesebene
- Hierzu UFOPLAN-Vorhaben zur Neuzusammenstellung von HGW für anorganische Schadstoffe sowie erstmalige Ableitung von HGW für organische Schadstoffe aus Bundessicht
- **Veröffentlichung auf der LABO-homepage: April, 2017**



## **1 Veranlassung**

## **2 Begriffsbestimmungen**

## **3 Erhebung von Hintergrundgehalten**

### **3.1 Stoffauswahl**

### **3.2 Standortauswahl und Probennahme**

#### 3.2.1 Standortauswahl

#### 3.2.2 Standortbeschreibung

#### 3.2.3 Probennahme

### **3.3 Analytik**

#### 3.3.1 Analytik anorganischer Stoffe

#### 3.3.2 Analytik organischer Stoffe/Stoffgruppen

### **3.4 Bestimmung weiterer Bodenkenngrößen**

## **4 Ableitung von Hintergrundwerten**

### **4.1 Differenzierung nach Bezugsgrößen**

#### 4.1.1 Bodenausgangsgesteine

#### 4.1.2 Humusgehalte

#### 4.1.3 Nutzungsarten

#### 4.1.4 Bodenhorizonte

#### 4.1.5 Gebietstypen

## **4.2 Datenauswertung**

### 4.2.1 Harmonisierung der Daten

### 4.2.2 Umgang mit Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze

### 4.2.3 Berechnung von Hintergrundwerten

### 4.2.4 Ermittlung der Unsicherheit von Hintergrundwerten

## **5 Anwendung von Hintergrundwerten**

## **6 Bundesweite und länderspezifische Hintergrundwerte**

### **6.1 Bundesweite Hintergrundwerte für anorganische Schadstoffe**

### **6.2 Bundesweite Hintergrundwerte für organische Schadstoffe**

### **6.3 Länderspezifische Hintergrundwerte**

## **7 Ausblick**

## **Literatur**



## Inhaltliche Änderungen/Erweiterungen

- ↘ 4. Auflage des 250 Seiten umfassenden LABO-Berichtes zu Hintergrundwerten in Böden enthält gegenüber der 3. Auflage neben einer deutlich verbesserten Datenlage folgende wesentliche Ergänzungen:
- Erweitertes Spektrum von anorganischen Schadstoffen; stärkere räumlich/inhaltliche Differenzierung bei der Auswertung
  - Erstmalig Quantifizierung von Unsicherheiten (Konfidenzbänder) für die Hintergrundwerte für anorganische Schadstoffe (bundesweiter Datensatz)
  - Erstmalige Ableitung von länderübergreifenden Hintergrundwerten für persistente organische Schadstoffe in Oberböden



## Vorliegende Hintergrundwerte für anorganische Stoffe

Land	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	V	Zn
Baden-Württemberg														
Bayern														
Berlin														
Brandenburg														
Bremen														
Hamburg														
Hessen														
Mecklenburg-Vorpommern														
Niedersachsen														
Nordrhein-Westfalen														
Rheinland-Pfalz														
Saarland														
Sachsen														
Sachsen-Anhalt														
Schleswig-Holstein														
Thüringen														
<b>Bund</b>														

\*\*\*häufig auch HGW für **Be** und **U**



## Vorliegende Hintergrundwerte für organische Stoffe

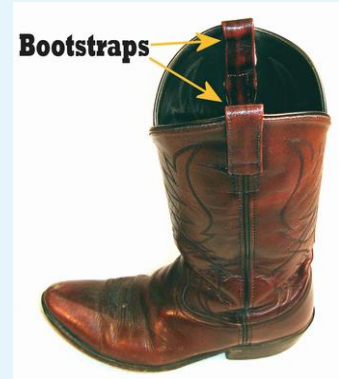
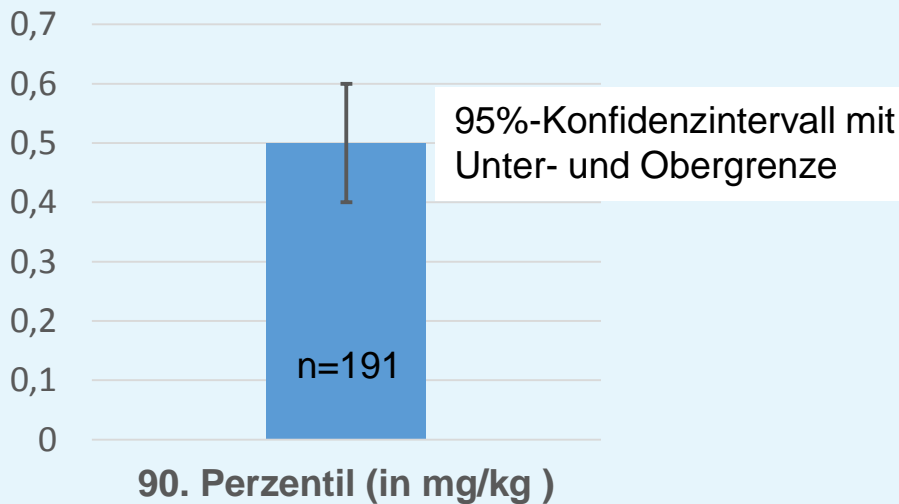
Land	PAK <sub>16</sub>	B(a)P	DDX	HCB	Σ-HCH	γ-HCH	PCB <sub>6</sub>	dl-PCB	PCDD/F
Baden-Württemberg									
Bayern									
Berlin									
Brandenburg									
Bremen									
Hamburg									
Hessen									
Mecklenburg-Vorpommern									
Niedersachsen									
Nordrhein-Westfalen									
Rheinland-Pfalz									
Saarland									
Sachsen									
Sachsen-Anhalt									
Schleswig-Holstein									
Thüringen									
<b>Bund</b>									



# Bundesweite HGW für anorganische Schadstoffe

## Angabe des Vertrauensbereichs

Cadmium in Grünlandböden  
- Sande / NW-Deutschland -



### Berechnungsverfahren:

Nicht-parametrisches Verfahren:

### Bootstrapping

Berechnung des 95%-  
Konfidenzintervalls (Unter- und  
Obergrenze)

Bootstrapping ist das mehrfache Generieren (z.B. 1000-mal) einer Stichprobe aus der Population. Die Stichproben werden erzeugt, indem aus der Population mit  $n$  Werten  $n$ -mal ein Wert mit Zurücklegen gezogen wird. Von jeder erzeugten Stichprobe werden die Hintergrundwerte z.B. das 50.- und 90. Perzentil berechnet. So erhält man eine Metastichprobe der 50. und 90. Perzentile, für die sich Konfidenzintervalle berechnen lassen.



# Bundesweite HGW für anorganische Schadstoffe

## Tabellenauszug HGW Oberböden – Sande/sandige Deckschichten

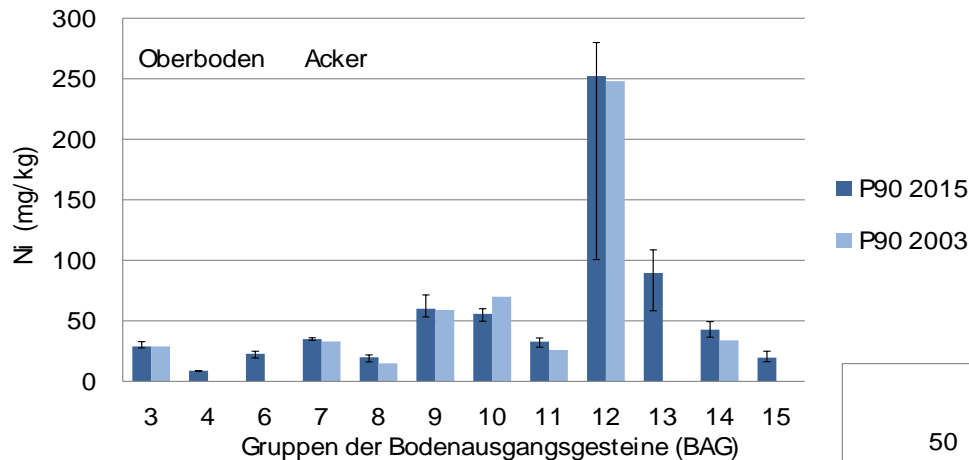
Hintergrundwerte		BAG 4: Sande + mächtige sandige Deckschichten													Pb [mg kg <sup>-1</sup> ]					
		Stat.	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se						
Nordwestdeutschland	Oberböden	Acker	KW-Gehalt in mg/kg															90. P	45	
			n	406	27	393	100	378	411	225	79	375	413	68	78	77				
			50.P	2.2	0.1	0.2	1.8	10	6.5	0.04	0.2	3.3	13	0.2	0.3	0				
			90.P	3.9	0.4	0.3	3.9	18	11	0.06	0.4	7.3	20	0.5	0.6	0				
			90.P u	3.6	0.3	0.3	3.3	17	10	0.06	0.3	6.6	20	0.4	0.5	0				
		90.P o	4.2	0.4	0.3	4.3	19	11	0.07	0.4	7.8	22	0.5	0.6	0					
		Grünland	n	201	15	191	34	179	204	101	25	173	203	22	26	37				
			50.P	2.0	(0.2)	0.2	1.5	9.8	7.0	0.04	0.2	2.8	14	0.2	0.3	0				
			90.P	4.5		0.5	3.3	32	14	0.09	0.3	7.7	30	0.5	0.7	0.2	0.6	36	34	
			90.P u	3.9		0.4	2.3	21	12	0.08	0.3	6.1	25	0.3	0.5	0.1	0.6	30	46	
			90.P o	5.2		0.6	4.2	37	15	0.1	0.4	8.7	34	0.6	0.8	0.2	1.0	42	59	
		Wald	n	217	36	190	107	216	208	107	59	204	220	80	79	72	73	106	220	
			50.P	2.4	0.07	0.06	0.5	3.9	2.7	0.06	0.3	1.8	18	0.4	0.2	0.05	0.2	6.3	10	
			90.P	6.2	0.1	0.2	1.8	13	8.9	0.3	1.1	4.9	45	1.0	0.5	0.2	0.5	13	33	
			90.P u	5.6	0.1	0.2	1.3	9.6	8.0	0.2	0.8	4.3	41	0.8	0.4	0.1	0.4	11	28	
			90.P o	7.4	0.2	0.3	2.3	14	10	0.3	1.6	5.9	54	1.0	0.6	0.2	0.6	14	37	



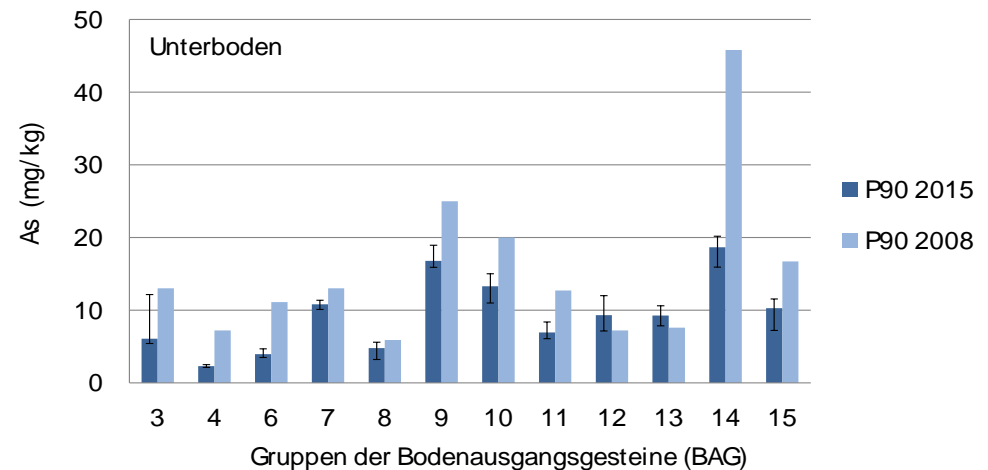


## Vergleich der neu abgeleiteten P90-Werte von Nickel und Arsen mit Erhebungen aus 2008 bzw. 2003

2003 - 2015: Nickel-HGW in Deutschland: 90. Perzentile



2008 - 2015: Arsen-HGW in Deutschland: 90. Perzentile





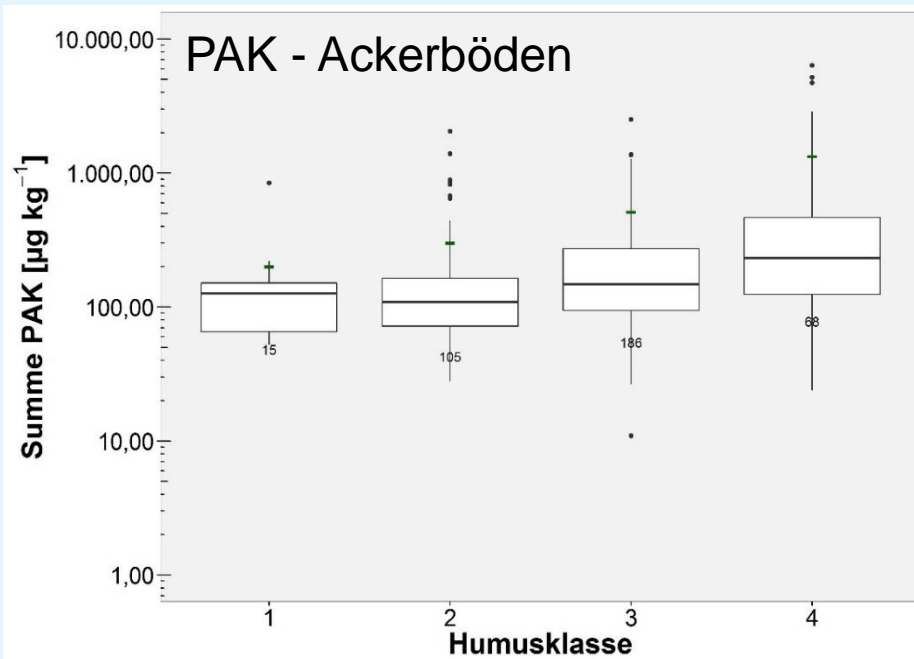
## Fazit: HGW für anorganische Schadstoffe

- Erheblich verbesserte Datenlage (Bund und Länder)
- Vorgehensweise (räumlich/inhaltliche Differenzierung, Stichprobenbereinigung etc.) entspricht derjenigen aus 2003
- Bundesweite HGW:
  - ✓ für insgesamt 16 Spurenelemente (bisher 7), HGW nur für den ländlichen Raum (auf Länderebene auch für Verdichtungsräume)
  - ✓ Ausschließlich königswasserextrahierbare Gehalte (keine Umrechnung aus Totalgehalten)
  - ✓ Nach Ausreißerbereinigung und Ausdünnung von überrepräsentierten Gebieten standen Stichprobenumfänge von  $n = 7200$  (Oberböden) und  $n=4900$  (Unterböden) für die Auswertung zur Verfügung
  - ✓ Für  $> 95\%$  der Fläche des ländlichen Raumes lassen sich HGW für Oberböden, Unterböden und Untergrund ableiten
  - ✓ Grundsätzlich lassen sich für alle HGW Vertrauensbereiche angeben



# Bundesweite HGW für organische Schadstoffe

## - Differenzierung nach Humusgehalten -



Mit HGW belegte Humusklassen:

	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	Σ
<b>Acker</b>	15	106	186	68	5	-	1	381
<b>Grünland</b>	1	6	33	70	44	11	17	182
<b>Laub-/ Mischwald</b>	1	1	6	65	78	32	9	192
<b>Nadelwald</b>	-	5	41	77	79	37	4	243

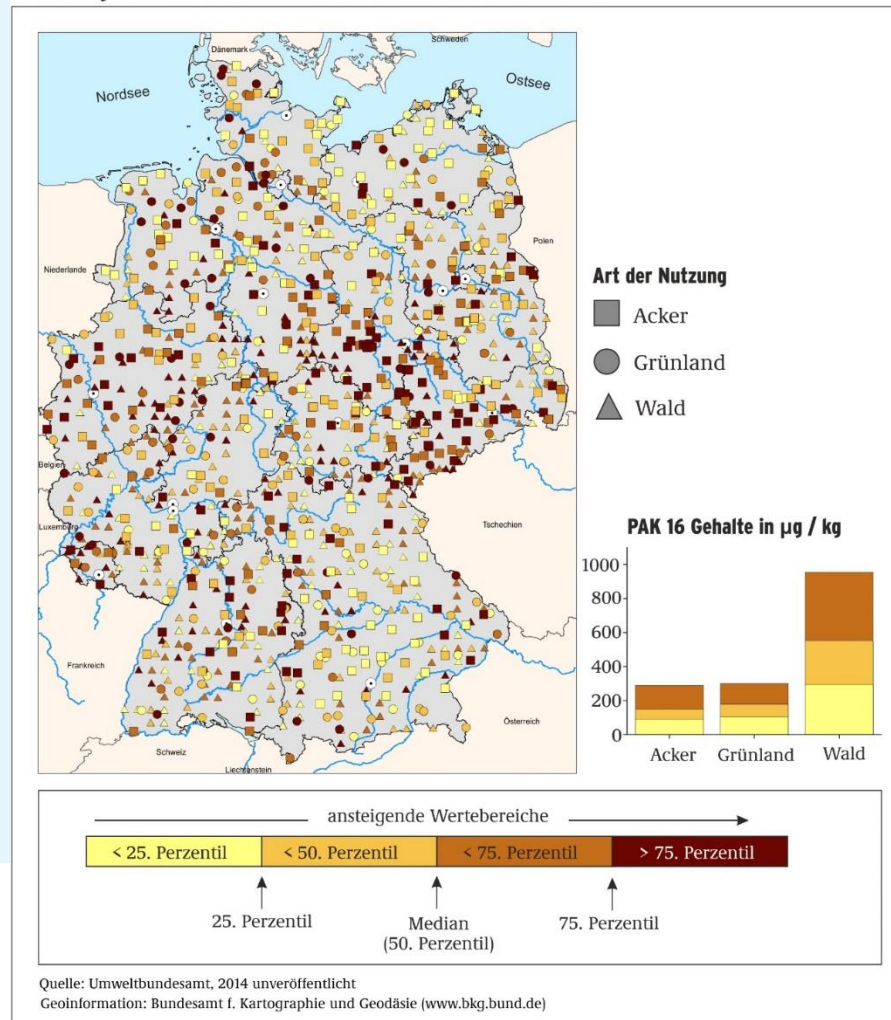
h1: < 1 Masse-% Humusgehalt  
 h2: 1 - < 2 Masse-% Humusgehalt  
 h3: 2 - < 4 Masse-% Humusgehalt  
 h4: 4 - < 8 Masse-% Humusgehalt

h5: 8 - < 15 Masse-% Humusgehalt  
 h6: 15 - < 30 Masse-% Humusgehalt  
 h7: ≥ 30 Masse-% Humusgehalt

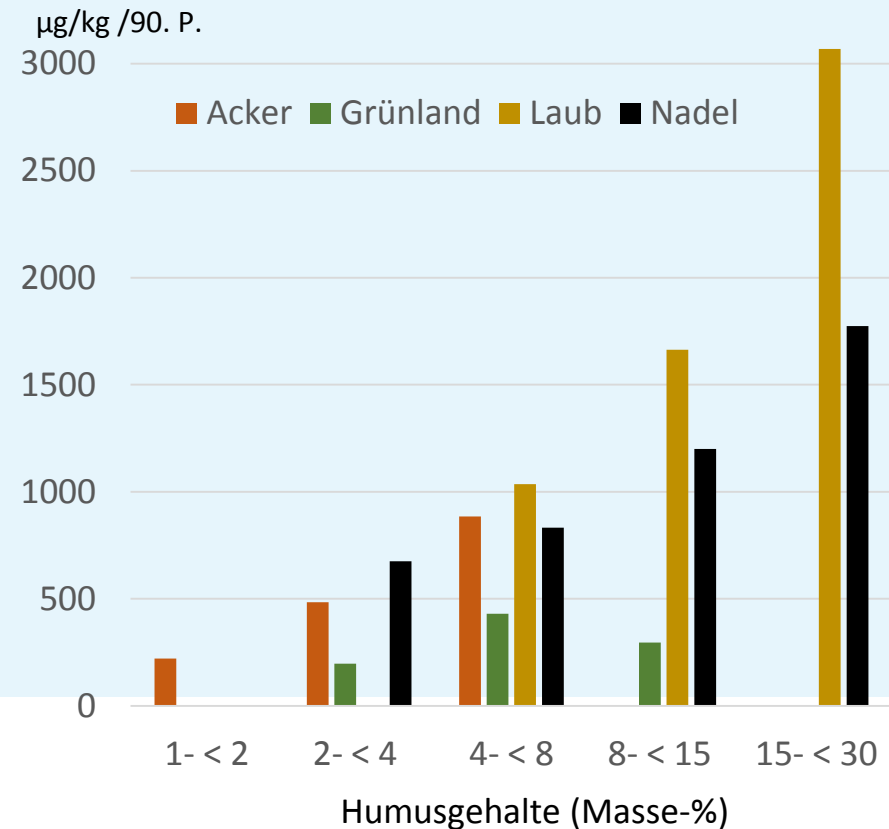


# Bundesweite HGW für organische Schadstoffe

Verteilung der PAK 16 Gehalte in den Oberböden Deutschlands



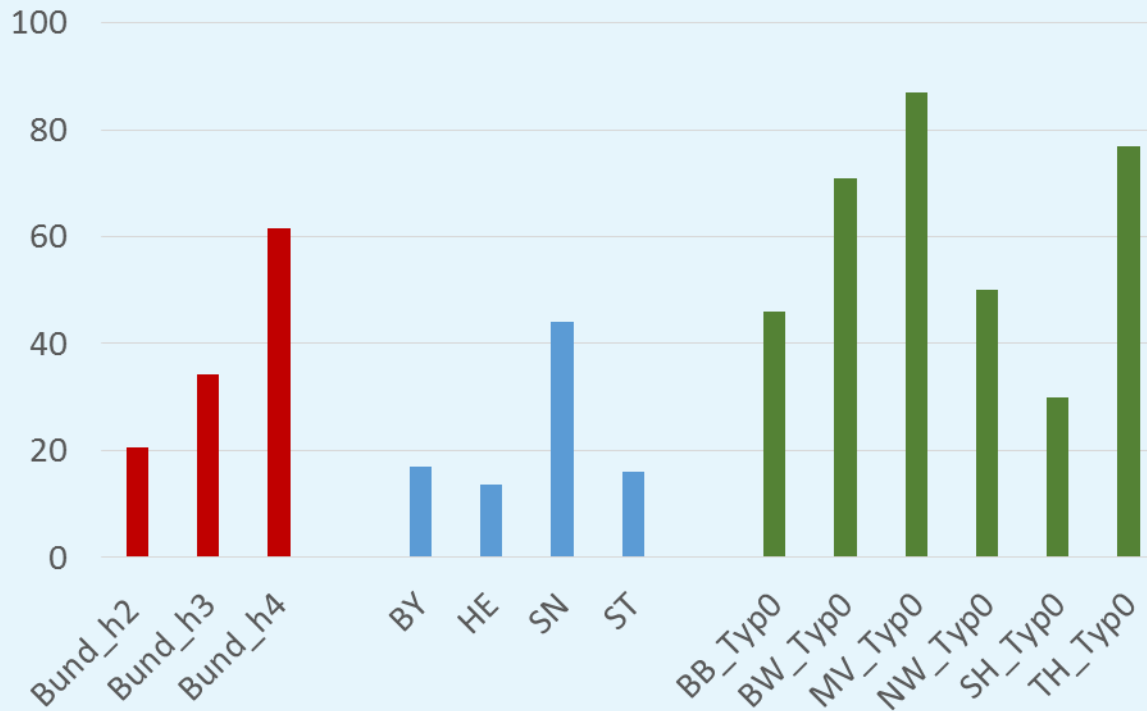
## PAK<sub>16</sub> in Acker- /Grünland- Oberböden und Waldböden (0-5 cm)





# Vergleichende Betrachtung von Bund- und Länder HGW

BaP - Acker/ländlicher Raum  
- 90. Perzentil in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  -

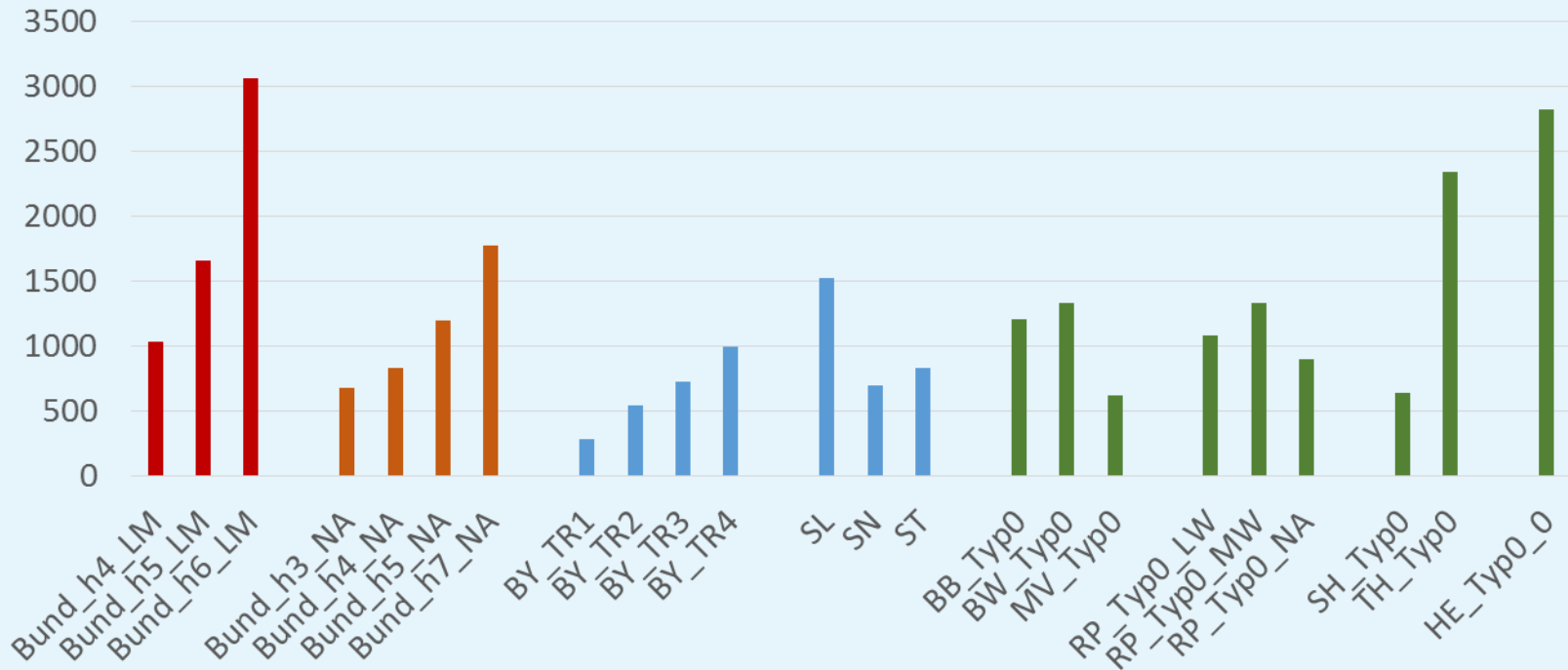


Typ 0: vorwiegend ländlich geprägte Räume



# Vergleichende Betrachtung von Bund- und Länder- HGW

PAK<sub>16</sub> Wald/ländlicher Raum  
- 90. Perzentil in µg/kg -



## Horizont/Tiefenstufe

Länder: Oberboden

Bund, Schleswig-Holstein: 0-5cm

## Gebietstyp 0:

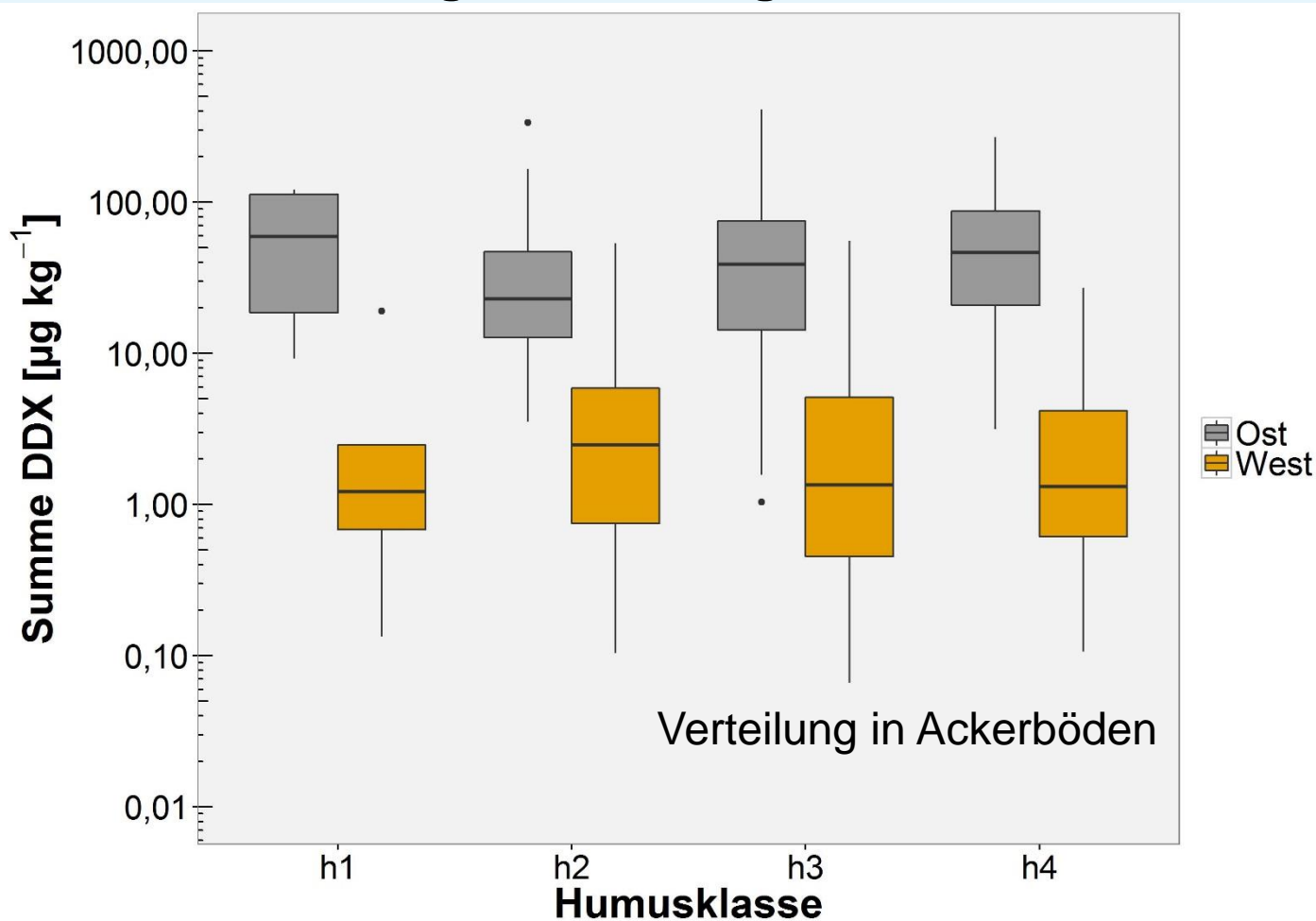
Typ 0: vorwiegend ländlich geprägte Räume

Typ0\_0: keine Gebietsdifferenzierung \_ HESSEN



# Bundesweite HGW für organische Schadstoffe

## Regionalisierung von DDX





# Bundesweite HGW für organische Schadstoffe

## - Tabellenauszug HGW Oberböden – Acker & Grünland -

Gebietstyp A		B(a)P	PAK16	HCB	γ-HCH	∑-HCH	PCB6	∑-dl-PCB	∑-PCDD/F
		µg/kg						ng WHO-TEQ 2005/kg	
<b>Acker-Oberböden</b>									
<b>Humusgehalt</b>	n	14	14	15	14	14	15	15	14
< 1 %	50.P.	---	---	(0,3)	---	---	(0,4)	0,10	---
	90.P.	---	---	---	---	---	---	---	---
	n	100	98	104	90	92	103	90	105
1- < 2 %	50.P.	8,0	105	0,5	0,13	0,14	0,7	0,12	0,6
	90.P.	20,6	221	1,7	0,35	0,59	1,5	0,20	1,1
	n	185	182	186	141	144	183	180	179
2-< 4 %	50.P.	9,9	147	0,7	0,15	0,18	1,0	0,17	0,8
	90.P.	34,3	484	2,6	0,38	0,53	2,5	0,31	1,5
	n	63	65	68	59	60	68	68	65
4- < 8 %	50.P.	15,0	223	0,7	0,12	0,14	1,1	0,22	1,1
	90.P.	61,5	885	4,2	0,32	0,44	2,7	0,51	1,7
<b>Grünland-Oberböden</b>									
<b>Humusgehalt</b>	n	31	31	33	33	33	33	30	33
2- < 4 %	50.P.	7,0	106	0,5	0,06	0,07	1,0	0,18	0,6
	90.P.	14,0	196	2,2	0,37	0,37	2,1	0,31	1,6
	n	68	66	70	70	70	70	66	70
4- < 8 %	50.P.	12,6	168	9,4	0,06	0,07	1,5	0,23	1,0
	90.P.	46,7	430	3,0	0,21	0,27	3,3	0,42	2,3
	n	41	38	42	44	44	42	42	44
8- < 15 %	50.P.	11,3	171	0,6	0,08	0,12	1,7	0,34	1,3
	90.P.	42,2	295	2,7	0,41	0,86	2,5	0,74	4,7
	n	16	16	17	15	16	17	17	17
>30 %	50.P.	(25,2)	(413)	(1,4)	(0,18)	(0,42)	(6,3)	(0,36)	(2,7)
	90.P.	---	---	---	---	---	---	---	---





# Bundesweite HGW für organische Schadstoffe

## - Tabellenauszug HGW Oberböden – Laub-/Mischwald & Nadelwald -

Gebietstyp A		B(a)P	PAK16	HCB	γ-HCH	Σ-HCH	PCB6	Σ-di-PCB	Σ-PCDD/F
		µg/kg						ng WHO-TEQ 2005/kg	
<b>Laub- und Mischwald - Tiefenstufe 0-5 cm</b>									
<b>Humusgehalt</b>	n	65	64	62	65	65	64	---	---
<b>4- &lt; 8 %</b>	50.P.	21,5	498	0,5	0	0	3,2	---	---
	90.P.	61,4	1035	1,2	0	0,46	8,2	---	---
	n	78	77	76	78	78	77	---	---
<b>8- &lt; 15 %</b>	50.P.	28,6	646	0,8	0	0	4,1	---	---
	90.P.	83,6	1663	1,6	0,67	1,09	8,4	---	---
	n	32	32	32	32	32	32	---	---
<b>5- &lt; 30 %</b>	50.P.	48,6	1279	1,2	0	0	6,6	---	---
	90.P.	140,6	3069	2,6	1,63	2,90	20,6	---	---
<b>Nadelwald - Tiefenstufe 0-5 cm</b>									
<b>Humusgehalt</b>	n	41	39	39	41	41	39	---	---
<b>2- &lt; 4 %</b>	50.P.	9,9	267	0,5	0	0,44	0,7	---	---
	90.P.	26,0	675	1,0	2,88	7,73	2,1	---	---
	n	77	76	76	77	77	74	---	---
<b>4- &lt; 8 %</b>	50.P.	15,0	419	0,5	0	0	1,3	---	---
	90.P.	36,4	832	1,3	1,23	3,05	3,7	---	---
	n	79	78	78	79	79	78	---	---
<b>8- &lt; 15 %</b>	50.P.	20,1	537	0,8	0	0	2,2	---	---
	90.P.	47,6	1200	1,6	0	1,44	6,2	---	---
	n	37	30	36	37	37	36	---	---
<b>15- &lt; 30 %</b>	50.P.	33,2	1064	1,1	0	0	3,0	---	---
	90.P.	99,1	1774	1,9	0	1,20	8,7	---	---



## Fazit: HGW für organische Schadstoffe

- Erstmals Ableitung von HGW für organische Schadstoffe auf Bundesebene und in Teilen auf Länderebene
- Bundesweite HGW:
  - ✓ Stichprobenumfänge erlauben (noch) keine regionalisierte Auswertung
  - ✓ Lediglich für DDX ist eine deutliche Differenzierung zwischen den „Alten“ und den „Neuen“ Bundesländern erkennbar
  - ✓ HGW zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Landnutzung und der Humusgehalt der Böden
  - ✓ Bundesweite HGW liegen auf dem Wertenniveau der verfügbaren länderspezifischen HGW



### 3. Ausblick

Auch für die Zukunft wird Fortschreibungsbedarf für den LABO-Bericht zu HGW gesehen:

- Trotz deutlich verbesserter Datenlage existieren immer noch räumliche Ungleichgewichte (anorganische Schadstoffe)
- Datenlage für organische Schadstoffe unzureichend, bzw. in Teilen veraltet, Berücksichtigung weiterer Stoffgruppen (z.B. PFC)
- Räumlich/inhaltliche Differenzierung v.a. bei organischen Schadstoffen verbesserungsbedürftig
- HGW für mobile/mobilisierbare Schadstofffraktionen, z.B.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -extrahierbare Stoffgehalte
- Datenumfänge/räumlich/inhaltliche Differenzierungen legen digitale (WebGIS-basierte) Anwendungstools nahe



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Fragen oder  
Anmerkungen gerne!

