



© Stephan Marahrens / UBA

Typische Gehalte von Dioxinen und dl-PCB in Böden

Bernd Bussian ¹

Simone Schmidt ¹

Jens Utermann ²

Email: vorname.name@uba.de

Fachgebiete:

II 2.7 Bodenschutz, Bodenmonitoring ¹

II 2.6 Maßnahmen des Bodenschutzes ²

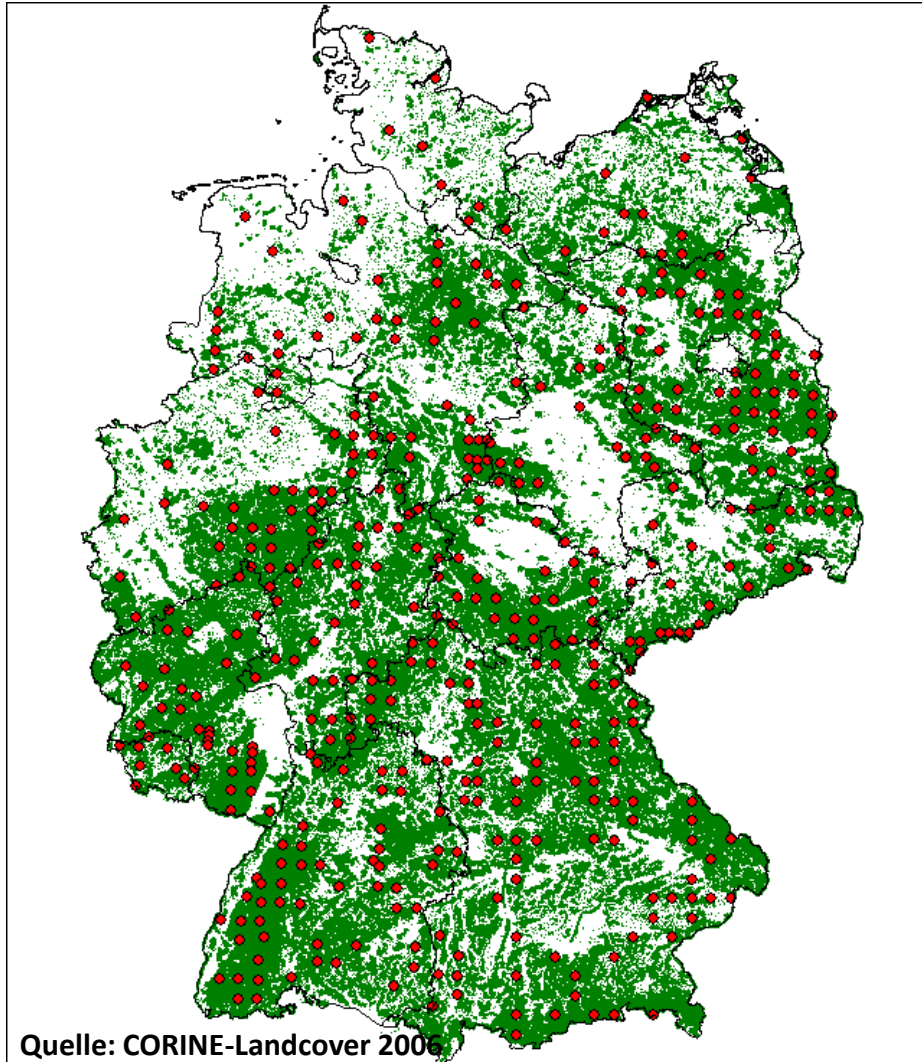
Umweltbundesamt (UBA)

Gliederung

1. Dioxine und dl-PCB
in Wald-Auflagen/Oberböden
2. Dioxine und dl-PCB
in landwirtschaftlich genutzten
Oberböden (Grünland/Acker)
3. Fazit



UBA-Forschungsprojekt Organika Wald



16 km x 16 km Raster

- ▶ 475 Probenpunkte
- ▶ Of + Oh (Auflagehumus)
- ▶ Ah (Mineralboden: 0-5 cm; 5-10 cm)



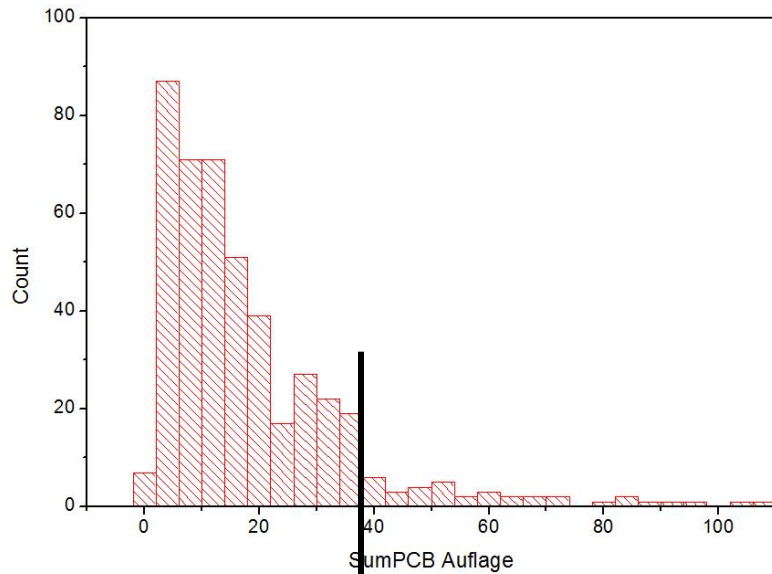
Mineralboden Auflagehumus

Stoffe/Stoffgruppen

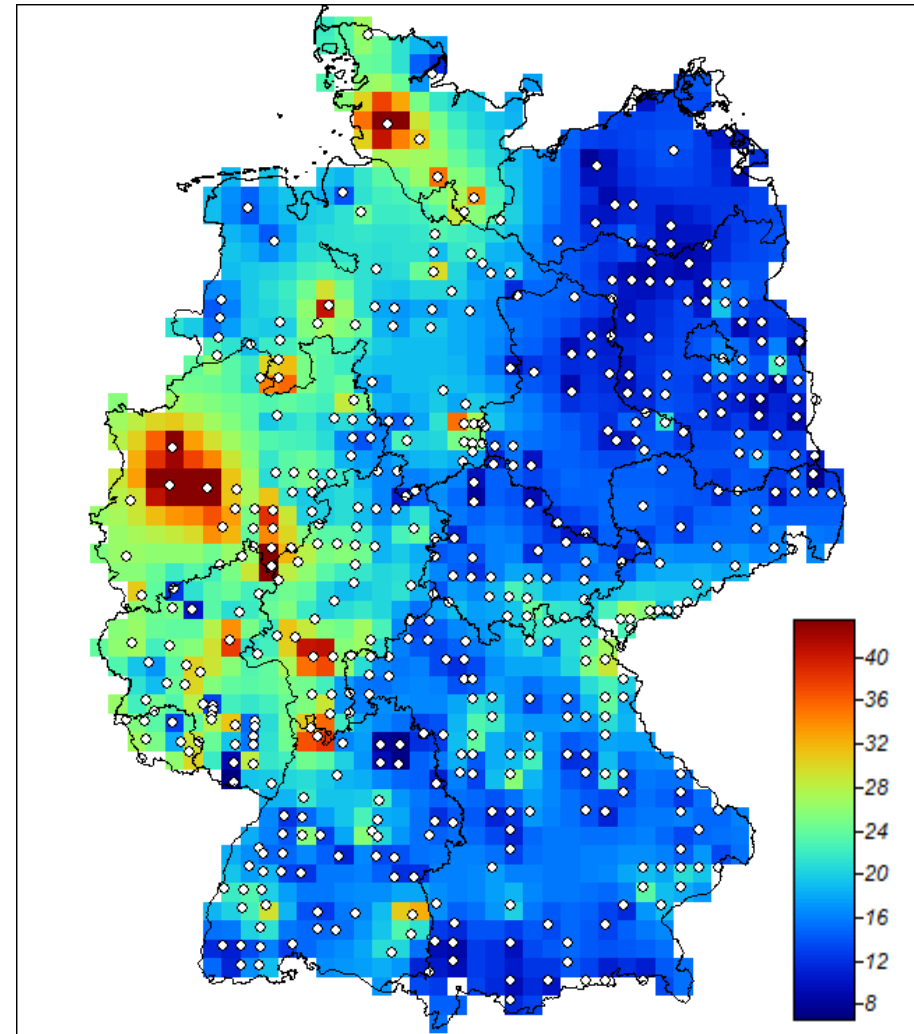
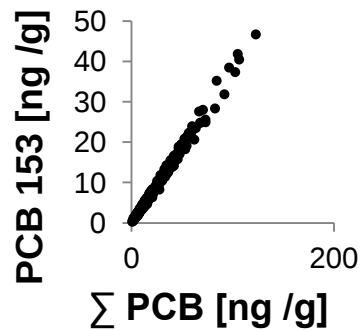
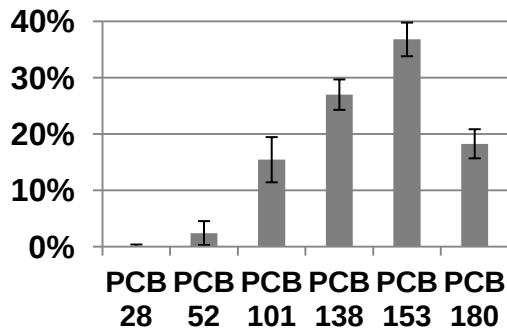
u.a.:

- PCDD/F, dl-PCB
- PCB 6, PAK 16
- HCH, HCB, DDX

Ergebnisse – $\Sigma 6$ -PCB Auflage

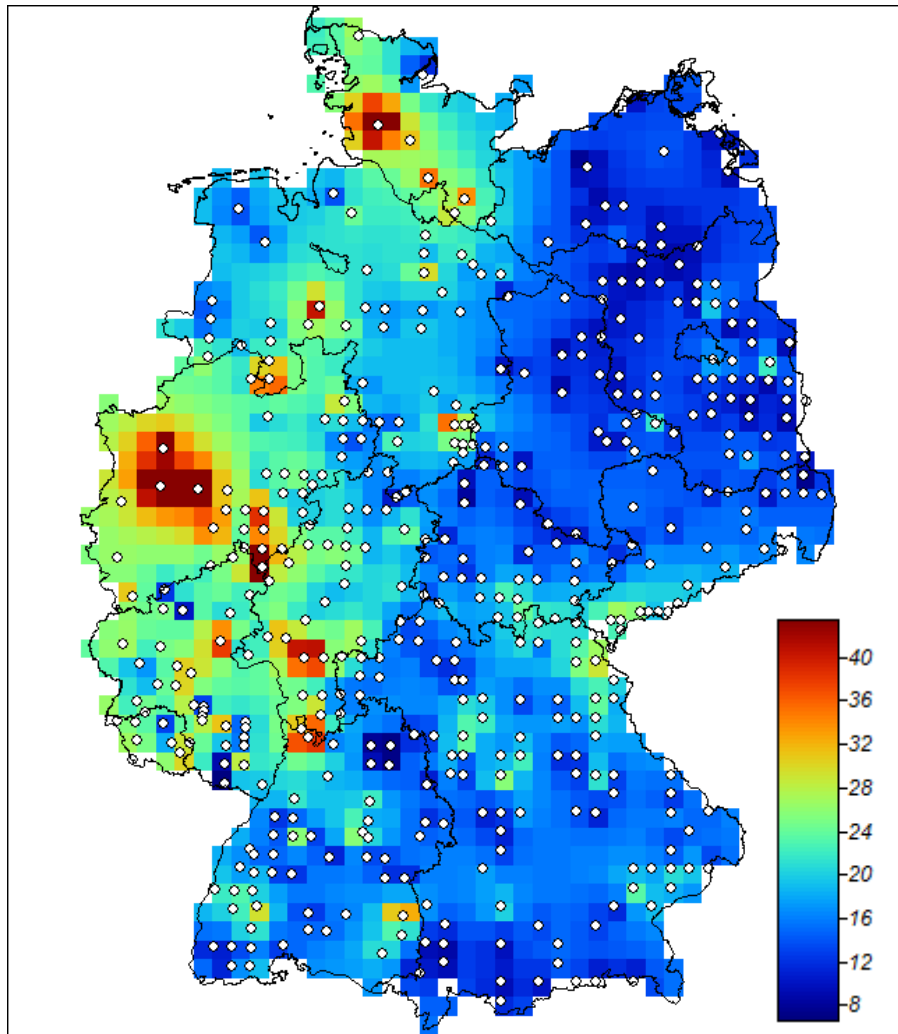


90% Perzentil

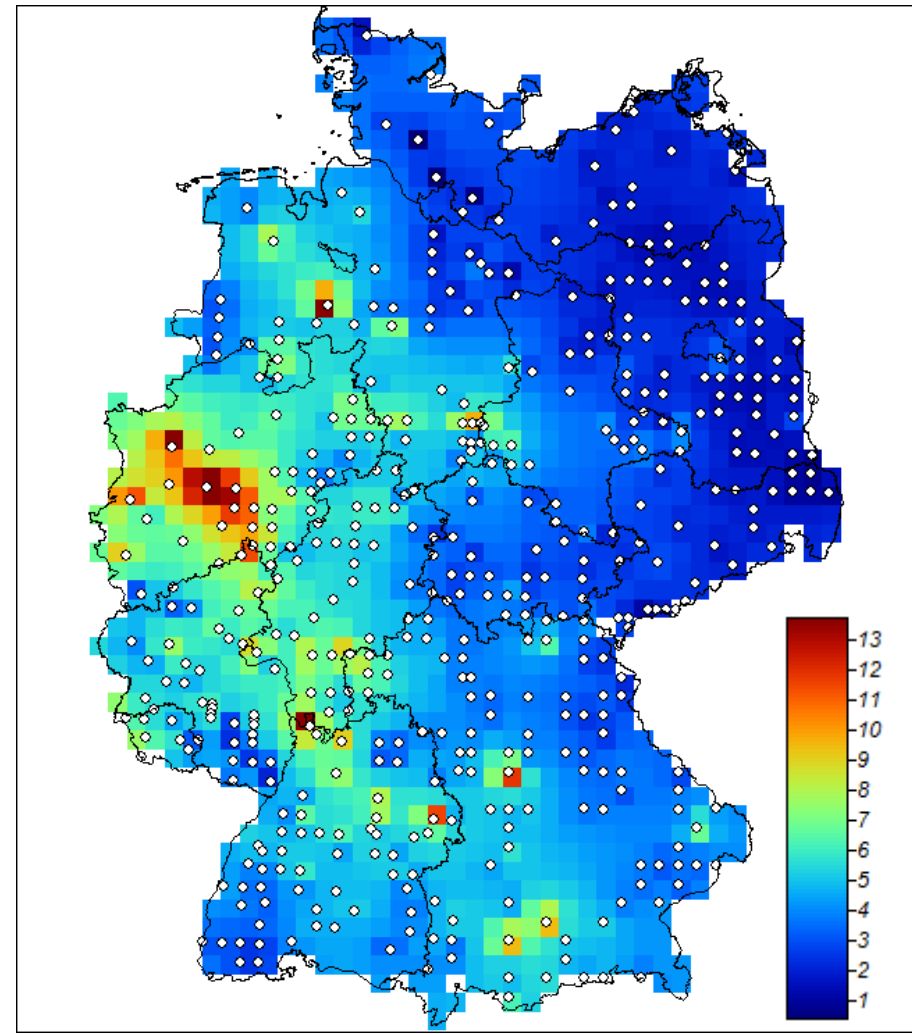


Auflage (O-Horizonte) (ng/g TM)

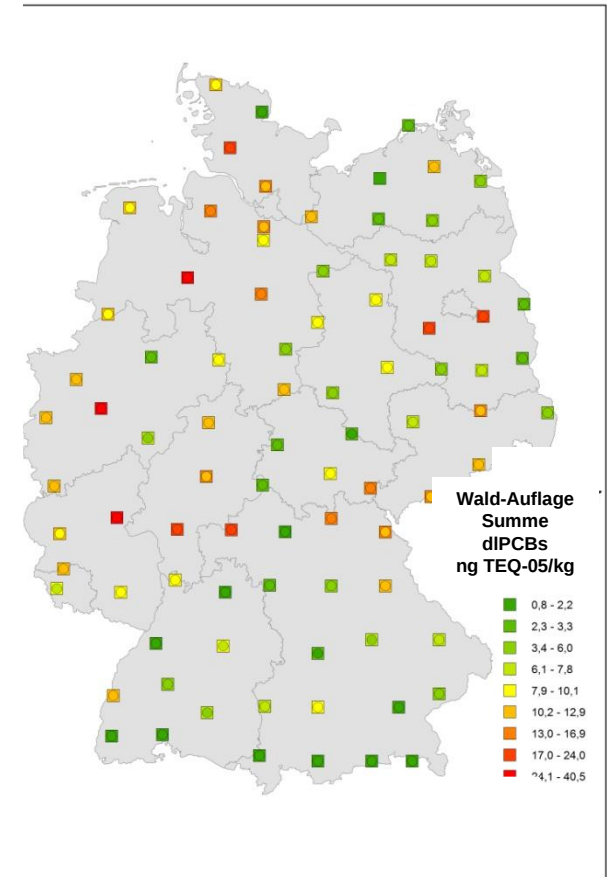
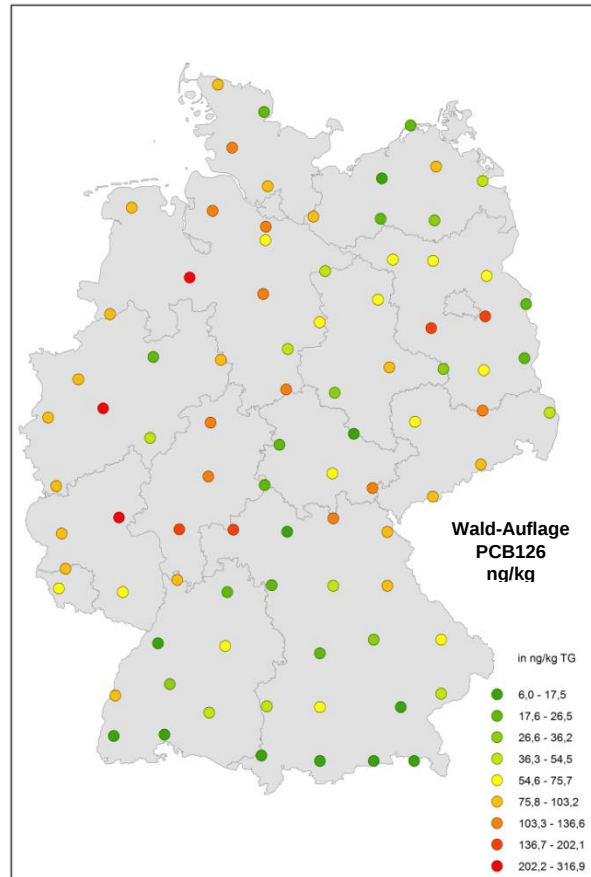
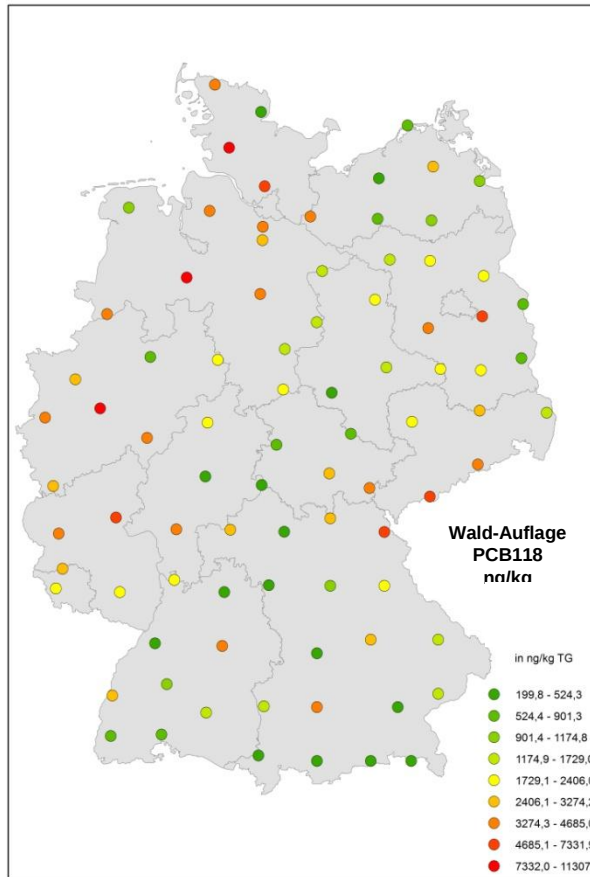
Ergebnisse – $\Sigma 6$ -PCB



Auflage (O-Horizonte) (ng/g TM)

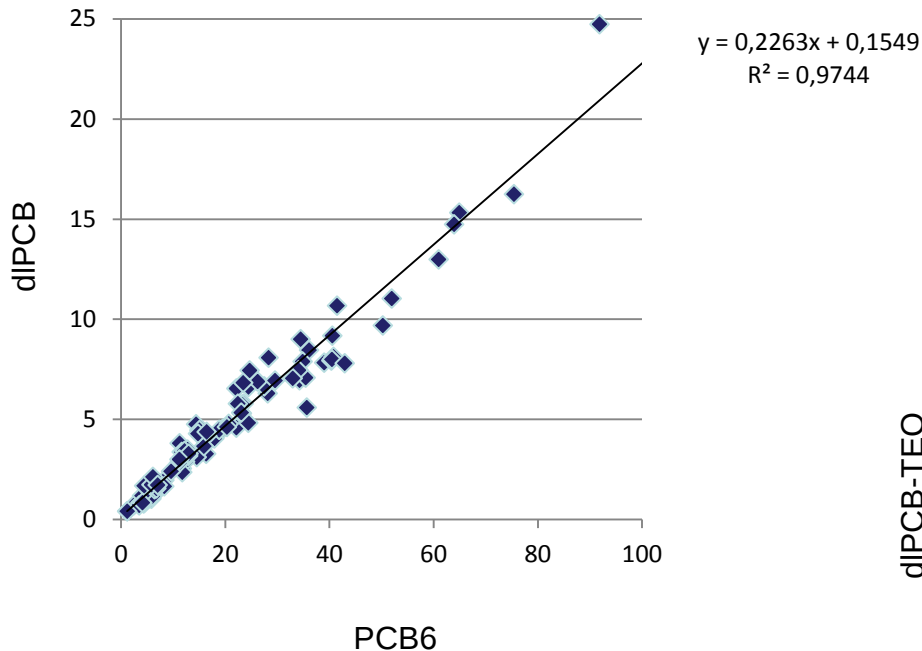


Mineralboden (0-5 cm) (ng/g TM)

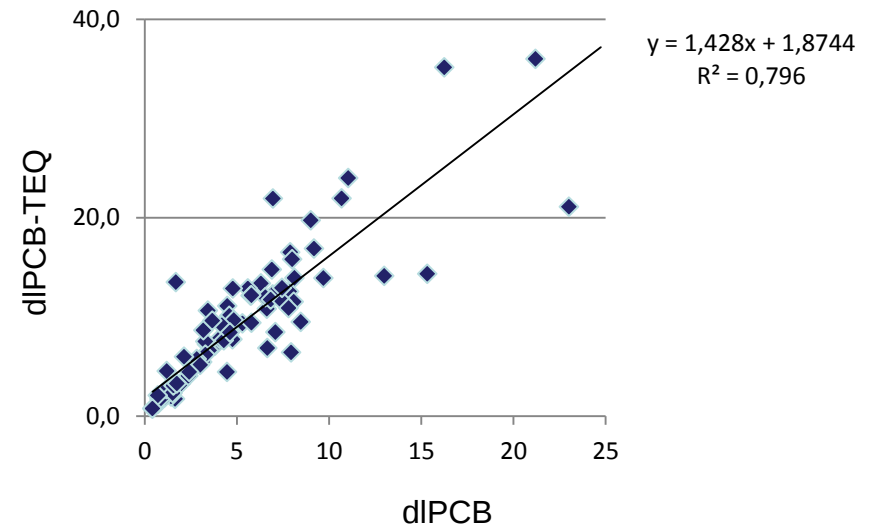


**PCB 118 (links), 128 (ng/kg TM) (Mitte) und
Summe dl-PCB (ng TEQ-05/kg TM) (rechts) in Auflagen (O-Horizonte)**

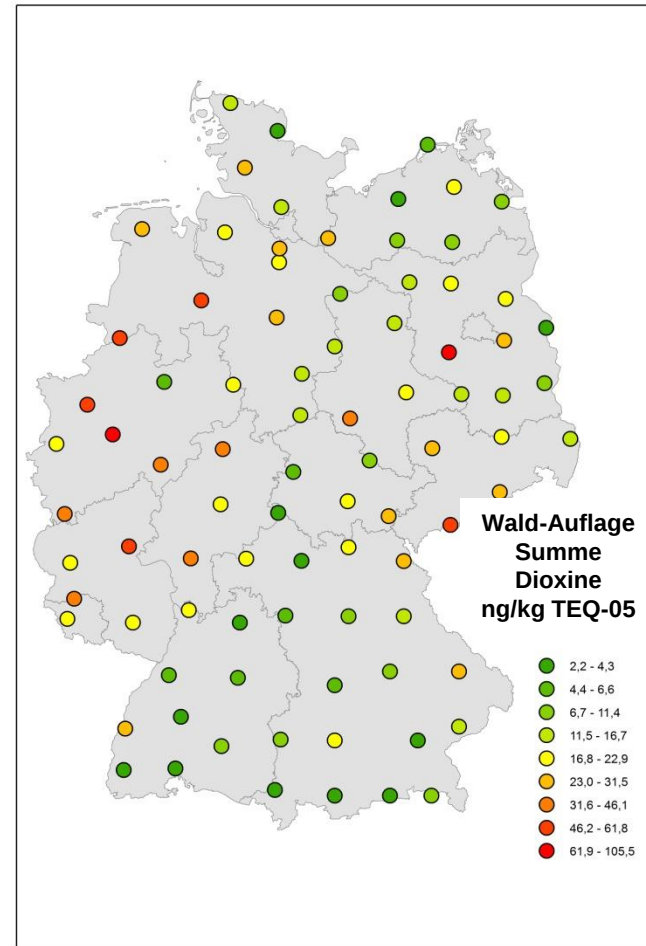
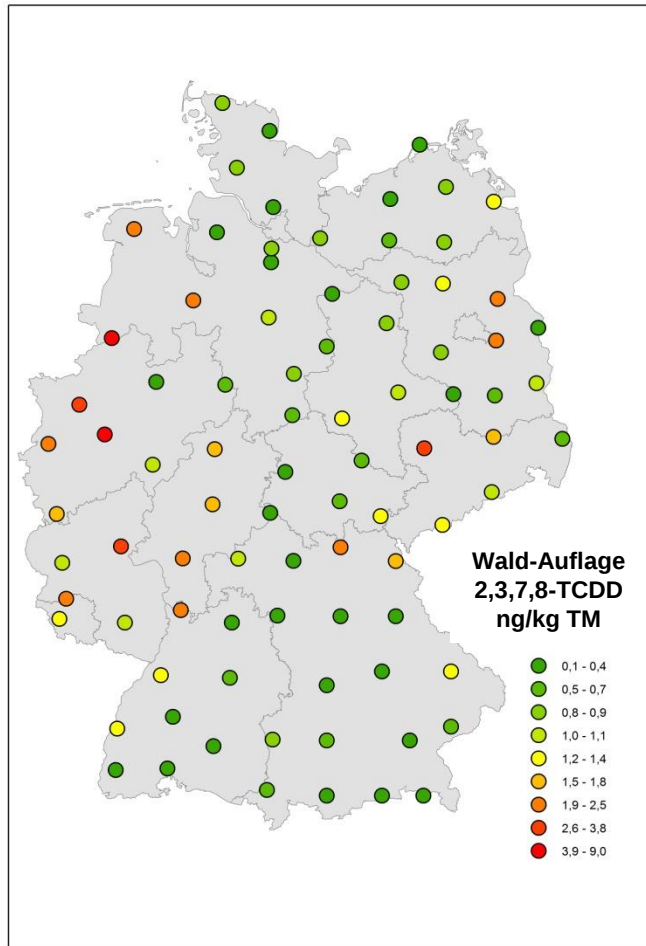
PCB6 (ng/g) vs. dlPCB (ng/g) TM



dlPCB (ng/g) vs. TEQ-2005 (pg/g) TM



Zusammenhang PCB6 vs. dl-PCB [ng/g TM] (links) und dl-PCB [ng/g TM] vs. dl-PCB-TEQ (ng TEG-05/kg TM) (rechts) in Auflagen



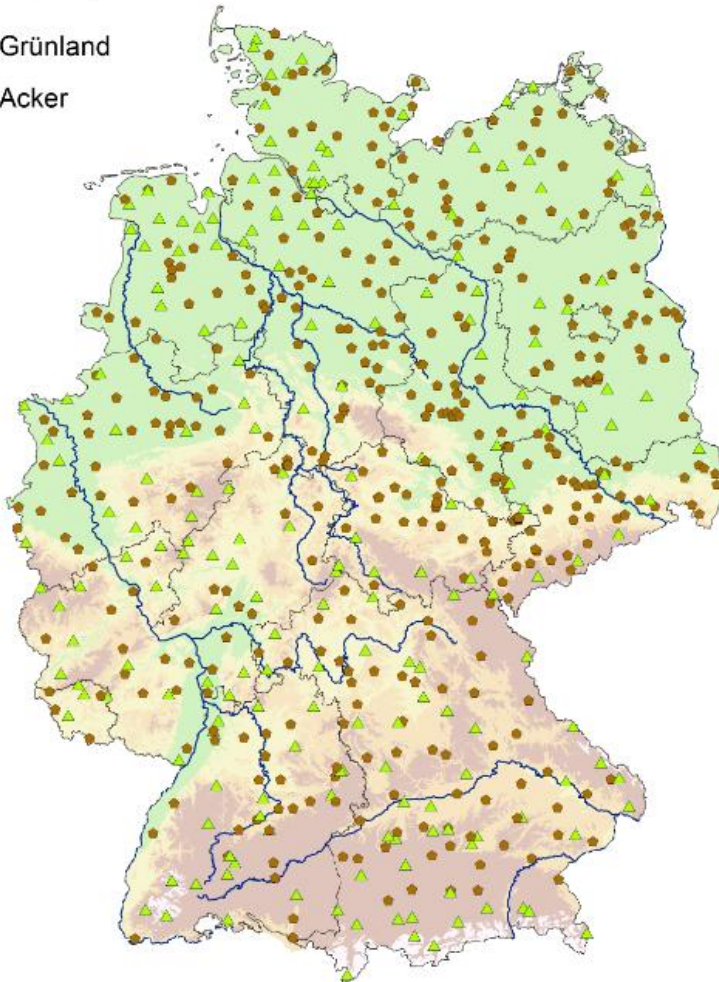
2,3,7,8-TCDD (ng/kg TM) (links) und

Summe Dioxine (ng TEQ-05/kg TM) (rechts) in Auflagen (O-Horizonte)

UBA Forschungsprojekte Organika Landwirtschaft

Lage der Messpunkte

- ▲ Grünland
- Acker



Ziel der Untersuchungen

- Kennzeichnung der Hintergrundbelastung von landwirtschaftlich genutzten Böden

untersuchte Standorte / Bodenhorizonte

- soweit möglich Standorte ohne bekannte spezifische Belastungen (Punkt- oder Linienquellen); keine Auenböden

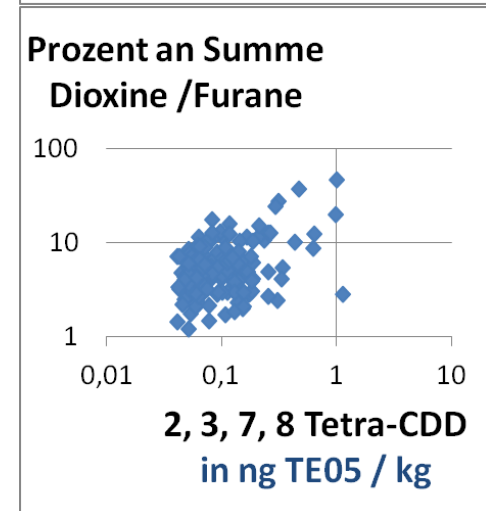
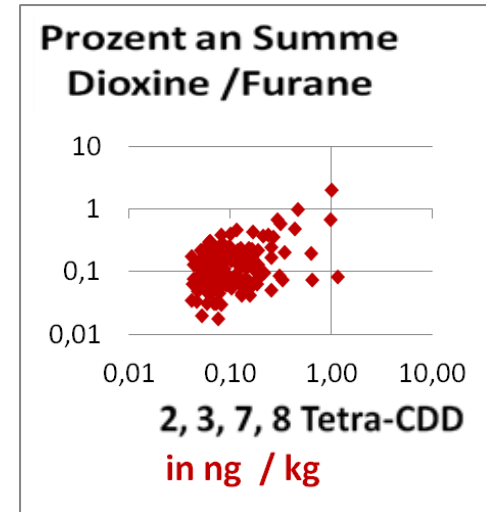
Nutzung	Acker	Grünland
Standorte	438	206
Horizont	Oberboden, Ap	Oberboden, Ah
Tiefe PN	0 bis ca. 30 cm	0 bis ca. 10 cm

untersuchte Stoffe / Stoffgruppen

- Dioxine / Furane, dl-PCB
- PCB 6, PAK 16
- HCH, HCB, DDX

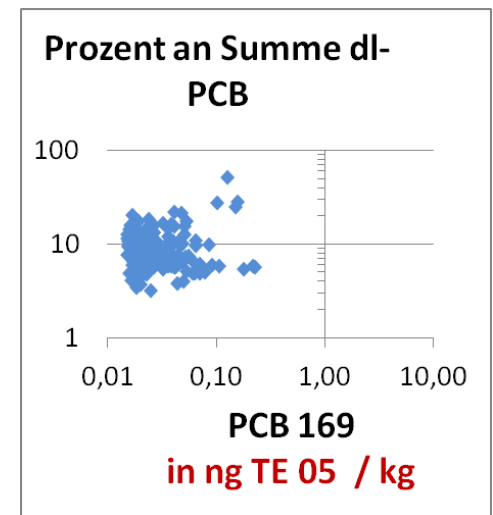
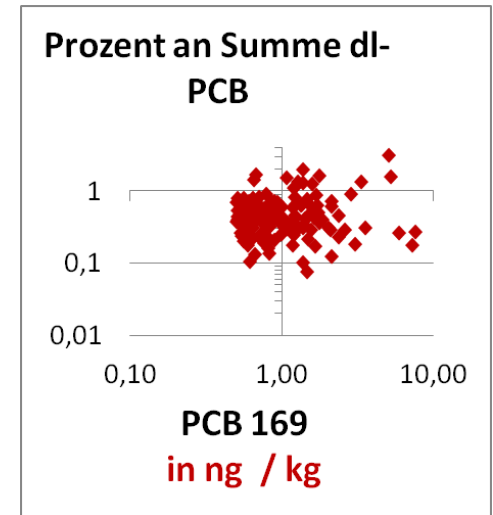
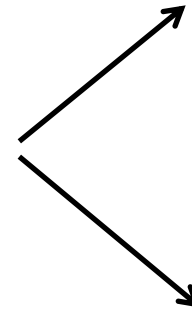
Bestimmungsgrenzen: Dioxine / Furane

Parameter	BG in ng / kg	Gehalte < BG in %	
		Acker	Grünland
2,3,7,8 Tetra-CDD	0,04	76	61
1,2,3,7,8 Penta-CDD	0,05	18	16
1,2,3,4,7,8 Hexa-CDD	0,05	8	10
1,2,3,6,7,8 Hexa-CDD	0,05	2	3
1,2,3,7,8,9 Hexa-CDD	0,05	2	1
1,2,3,4,6,7,8 Hepta-CDD	0,1	0	0
Octa-CDD	0,2	0	0
2,3,7,8 Tetra-CDF	0,04	0	0
1,2,3,7,8 Penta-CDF	0,05	0	1
2,3,4,7,8 Penta-CDF	0,05	0	0
1,2,3,4,7,8 Hexa-CDF	0,05	0	1
1,2,3,6,7,8 Hexa-CDF	0,05	0	2
1,2,3,7,8,9 Hexa-CDF	0,05	14	16
2,3,4,6,7,8 Hexa-CDF	0,05	1	1
1,2,3,4,6,7,8 Hepta-CDF	0,1	0	0
1,2,3,4,7,8,9 Hepta-CDF	0,1	8	8
Octa-CDF	0,2	0	0



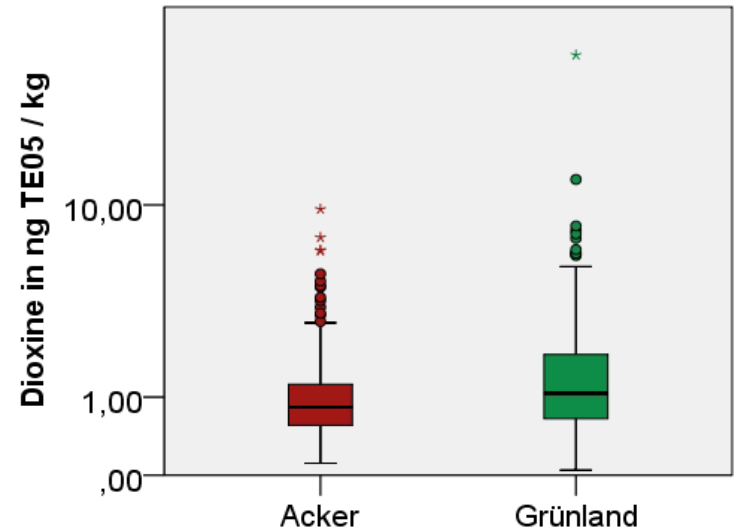
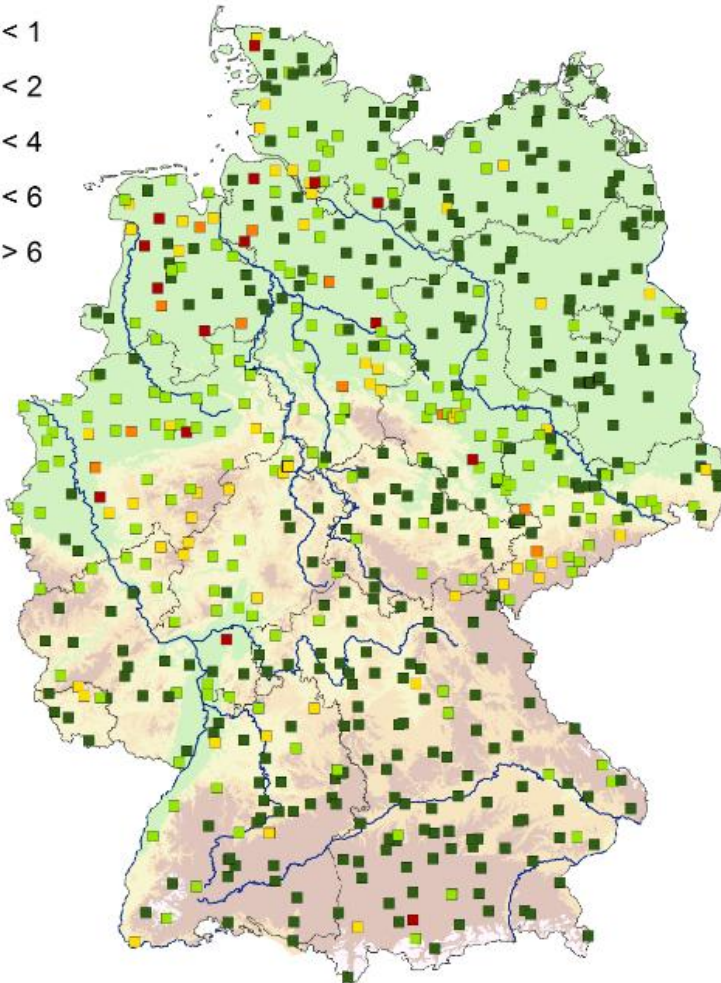
Bestimmungsgrenzen: dl-PCB

Parameter		BG in ng / kg	Gehalte < BG in %	
			Acker	Grünland
Non-Ortho	PCB 77	0,5	14	6
	PCB 81	0,5	87	83
	PCB 126	0,5	5	3
	PCB 169	0,5	60	29
Mono-Ortho	PCB 105	0,5	1	0
	PCB 114	0,5	55	56
	PCB 118	0,5	0	0
	PCB 123	0,5	21	23
	PCB 156	0,5	0	1
	PCB 157	0,5	3	1
	PCB 167	0,5	0	0
	PCB 189	0,5	2	2



Dioxine / Furane in landwirtschaftlich genutzten Böden

PCDD/F in ng TE 05 / Acker und Grünland



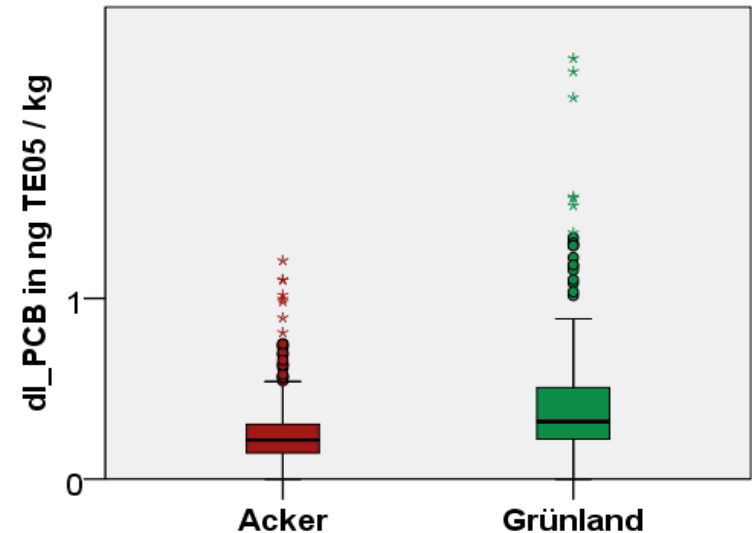
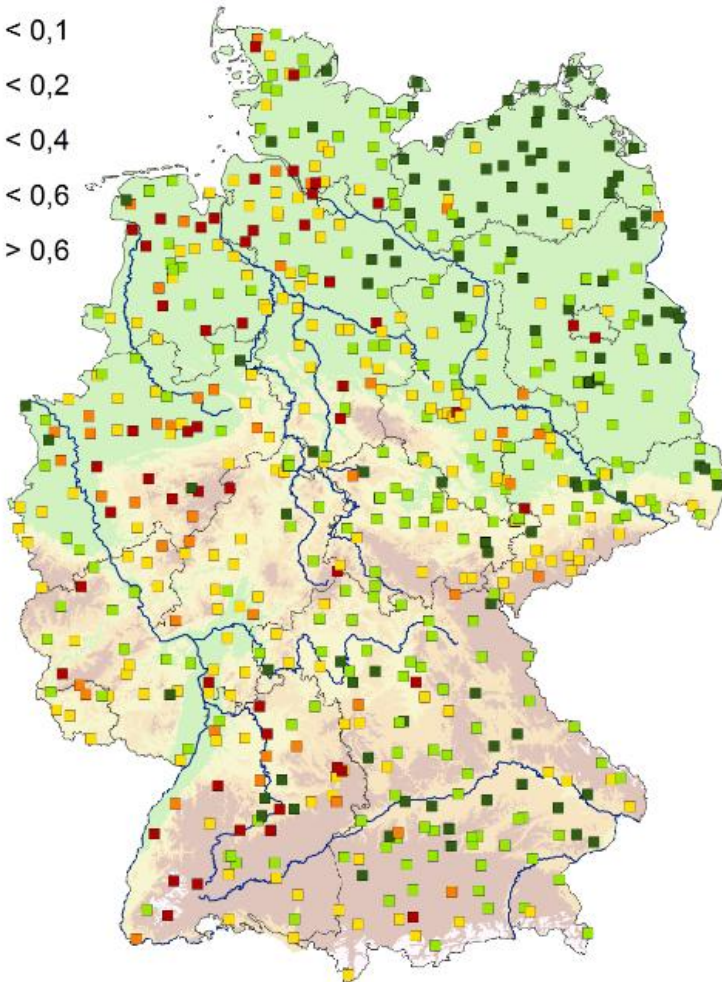
Dioxine / Furane:
Mediane der Stoffverteilungen
in ng WHO TEQ-05 / kg TS

Nutzung	n	Lower bound	Upper bound
Acker	438	0,83	0,87
Grünland	206	1,07	1,09

Dioxinähnliche PCB in landwirtschaftlich genutzten Böden

dl PCB in ng TE 05 / Acker und Grünland

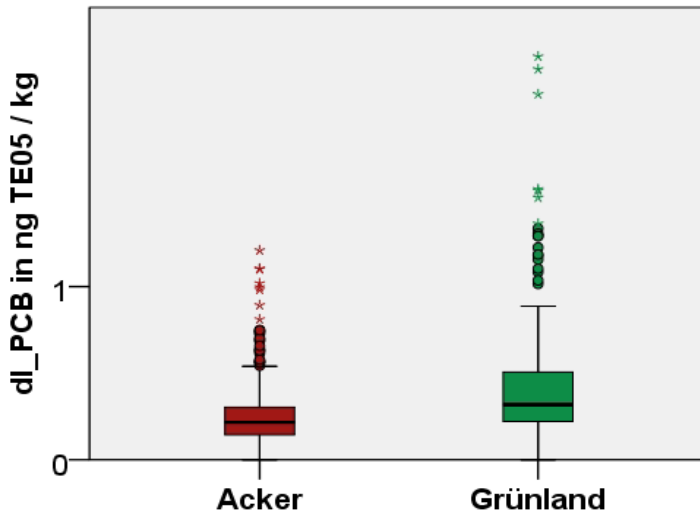
- < 0,1
- < 0,2
- < 0,4
- < 0,6
- > 0,6



dl-PCB:
Mediane der Stoffverteilungen
in ng WHO TEQ-05 / kg TS

Nutzung	n	Lower bound	Upper bound
Acker	438	0,16	0,17
Grünland	206	0,25	0,25

Dioxine und dl-PCB in landwirtschaftlich genutzten Böden



Tendenziell höhere Gehalte in Grünlandböden

Mögliche Ursache:

- unterschiedliche Horizontmächtigkeit der Acker- und Grünland-Oberböden
Acker (Ap): 0 bis maximal 30 cm
Grünland (Ah): 0 bis maximal 10 cm

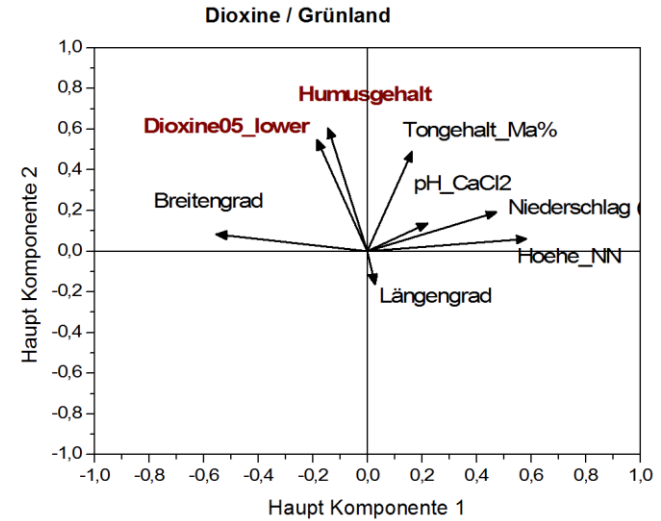
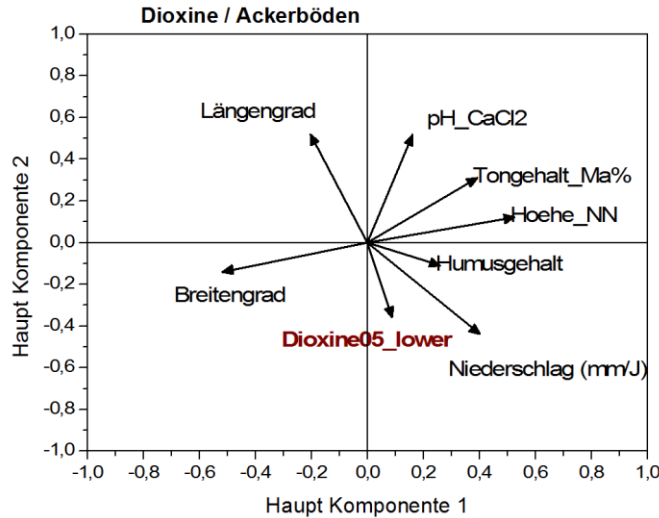
in Verbindung mit

- Verdünnung der Einträge durch die Bearbeitungstiefe von Ackerböden

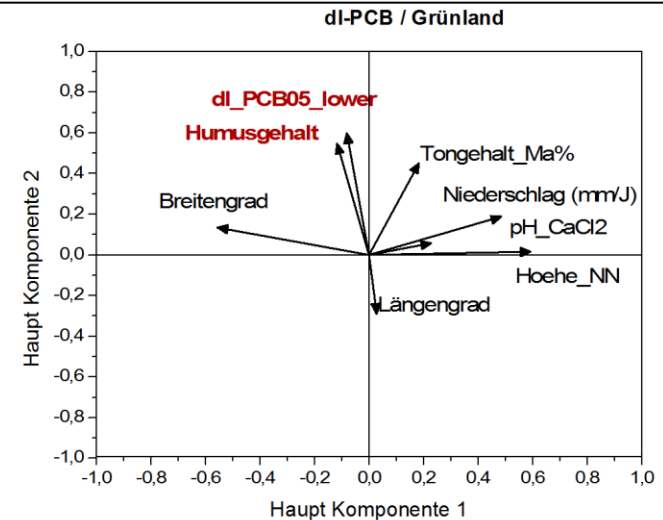
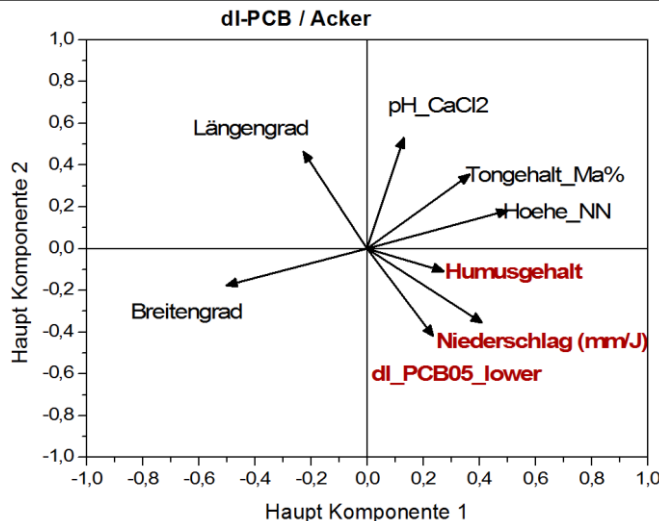
Weitere Einflussfaktoren für die Verteilung der Stoffgehalte?

Untersuchung ausgewählter Einflussfaktoren auf die Stoffgehalte

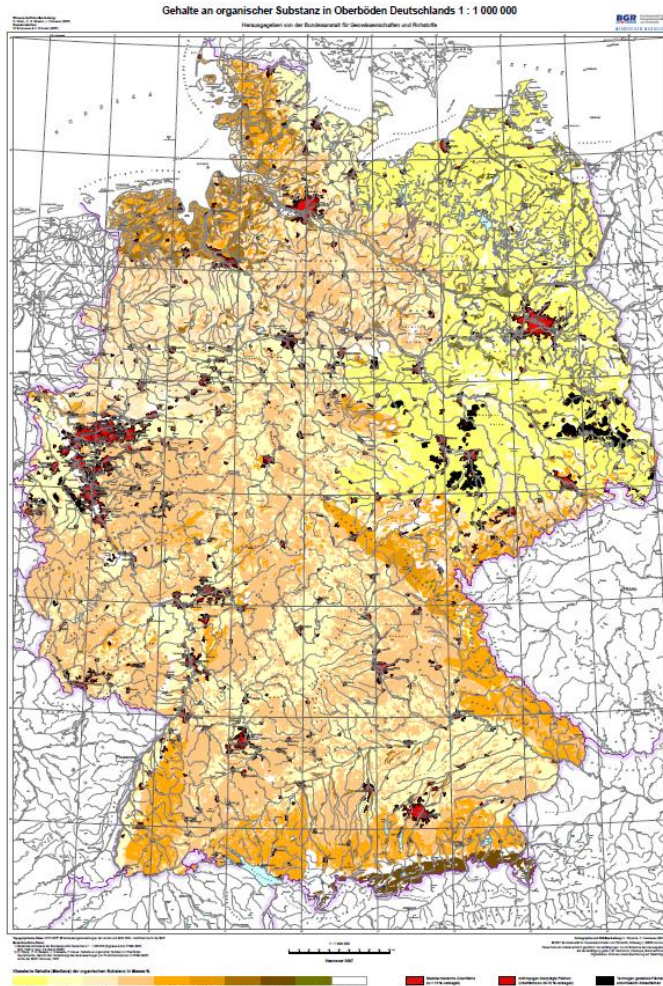
**Dioxine
A / G**



**dl-PCB
A / G**



Klassifizierung der Schadstoffgehalte in landwirtschaftlich genutzten Böden nach Humusgehalten

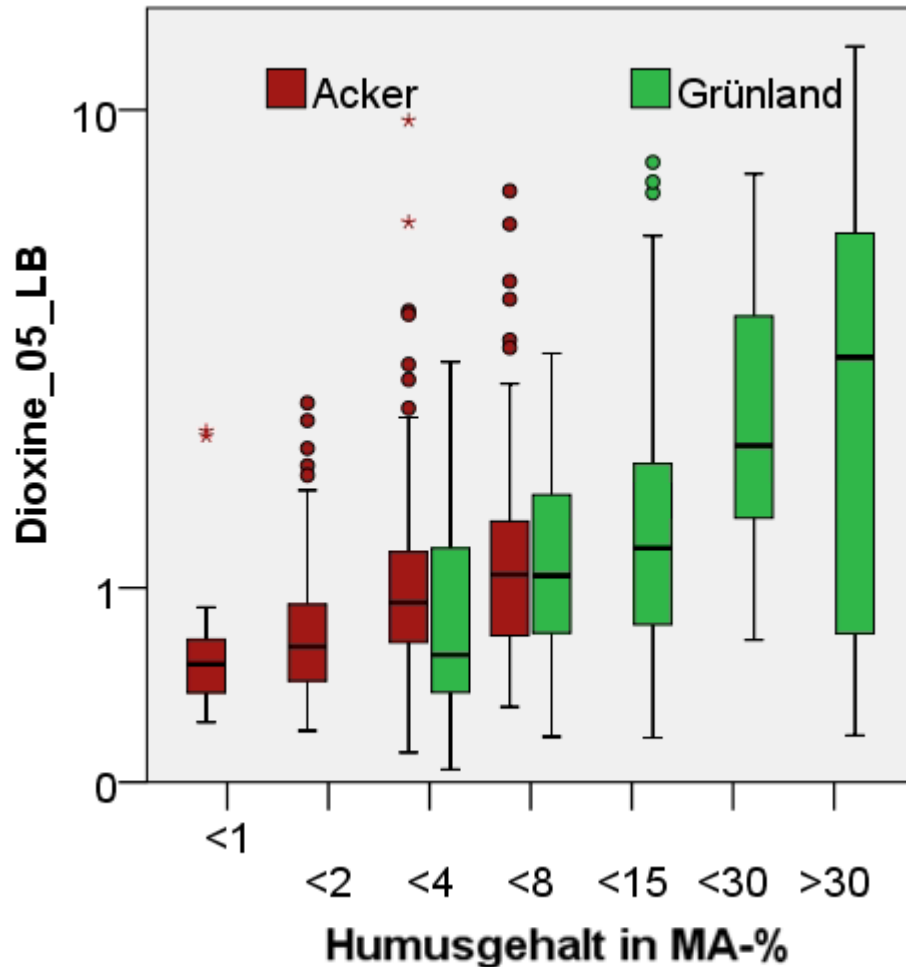


Datengrundlage für die Auswertung der Gehalte von Dioxinen und dl-PCB in landwirtschaftlich genutzten Böden (differenziert nach Humusklassen)

	Acker	Grünland
Humusgehalt [MA-%]	Probenzahl	
0 bis < 1	16	1
1 bis < 2	119	7
2 bis < 4	215	41
4 bis < 8	81	79
8 bis < 15	6	48
15 bis < 30	0	12
> 30	1	18

Abb.: Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands 1:1.000.000 (BGR)

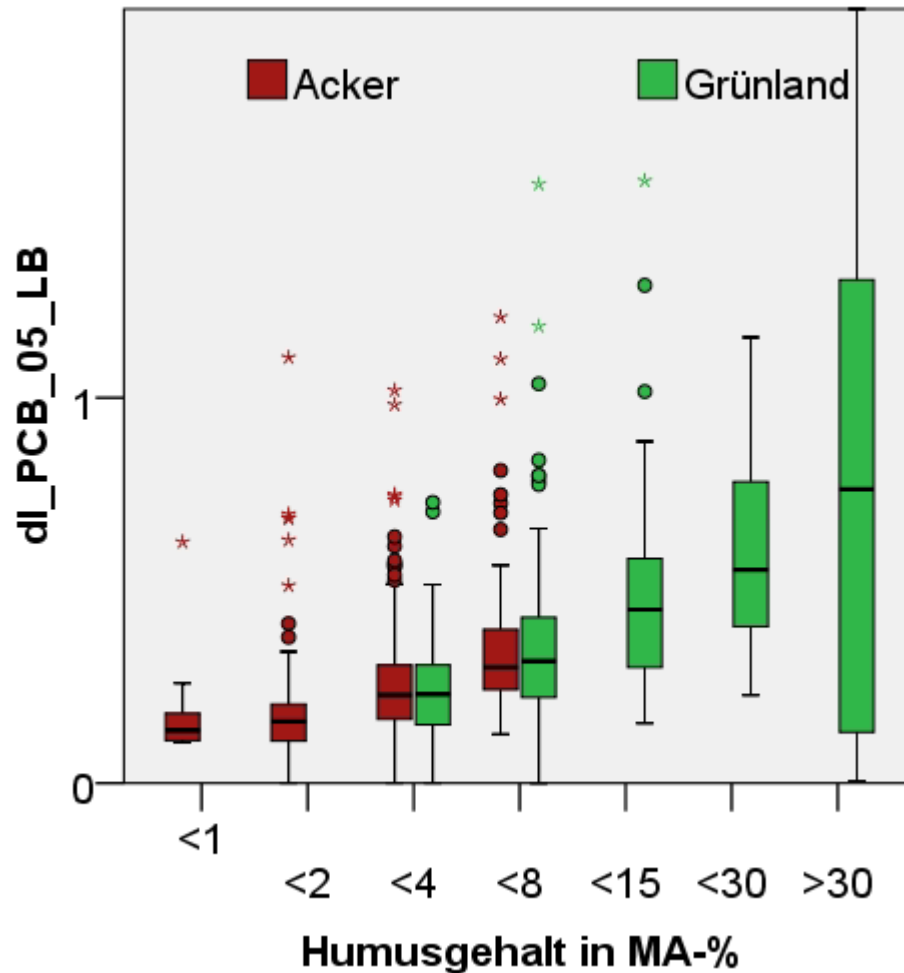
Dioxine - Differenzierung nach Humusgehalten



Mediane der Dioxingehalte in ng TE05/kg
- differenziert nach Humusgehalten -

Humusgehalt [MA-%]	Acker	n	Grün-land	n
0 bis < 1	0,5	16	-	1
1 bis < 2	0,6	119	-	7
2 bis < 4	0,9	215	0,6	41
4 bis < 8	1,1	81	1,1	79
8 bis < 15	-	6	1,3	48
15 bis < 30	-	-	2,3	12
> 30	-	1	3,6	18

dl-PCB – Differenzierung nach Humusgehalten

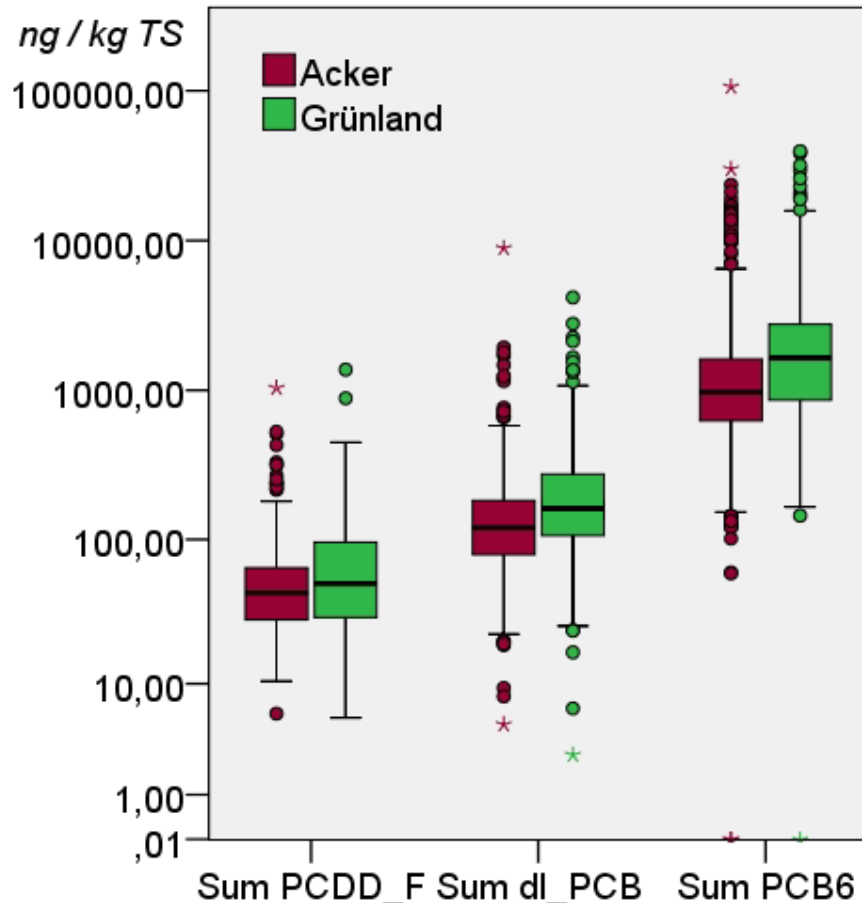


Mediane der dl-PCB-Gehalte in ng TE05/kg
- differenziert nach Humusgehalten -

Humusgehalt [MA-%]	Acker	n	Grünland	n
0 bis < 1	0,10	16	-	1
1 bis < 2	0,12	119	-	7
2 bis < 4	0,17	215	0,17	41
4 bis < 8	0,23	81	0,25	79
8 bis < 15	-	6	0,37	48
15 bis < 30	-	-	0,47	12
> 30	-	1	0,74	18

Dioxine, dl-PCB und PCB 6 in landwirtschaftlich genutzten Böden

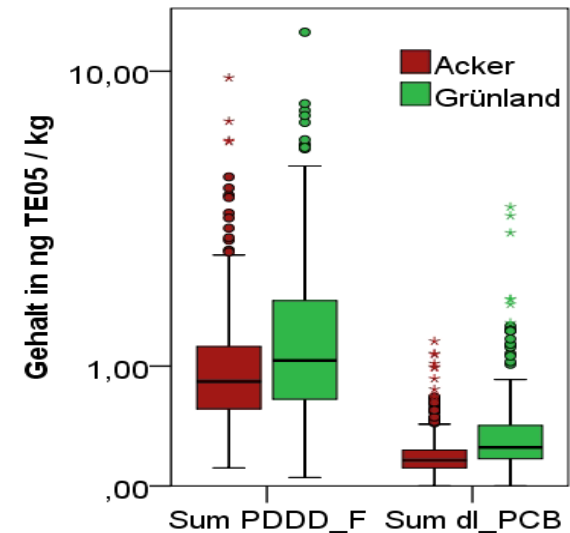
Verteilung der Gehalte in ng / kg TS



Mediane der Stoffverteilungen in ng / kg TS

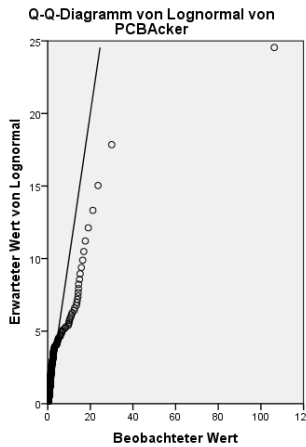
Nutzung	n	Sum PCDD-F	Sum dl-PCB	Sum PCB 6
Acker	438	44	120	975
Grünland	206	50	160	1650

Dioxine / dl-PCB in TE 05

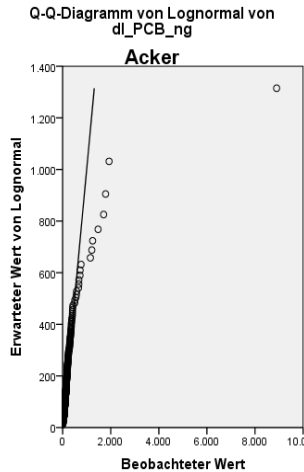


Korrelation von PCB 6 und Summe dl-PCB in Acker- / Grünlandböden

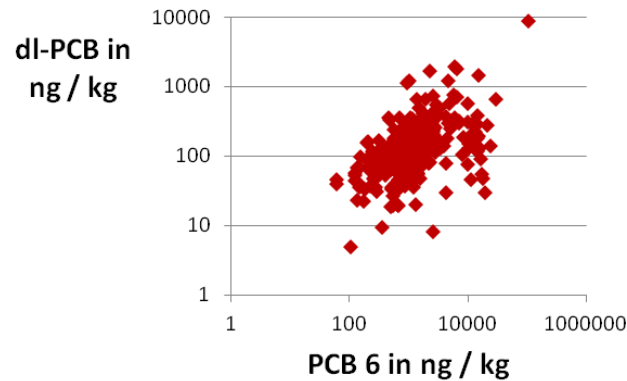
PCB 6



dl-PCB



dl-PCB / PCB 6 in Ackerböden

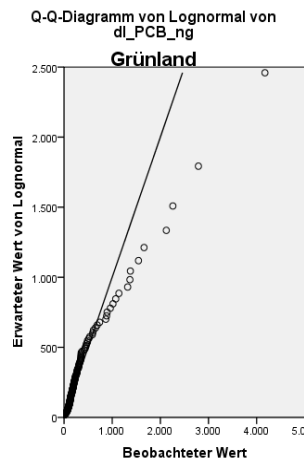
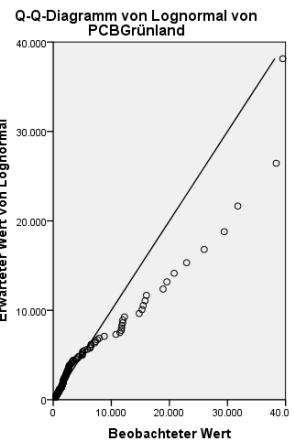


Korrelationskoeffizient

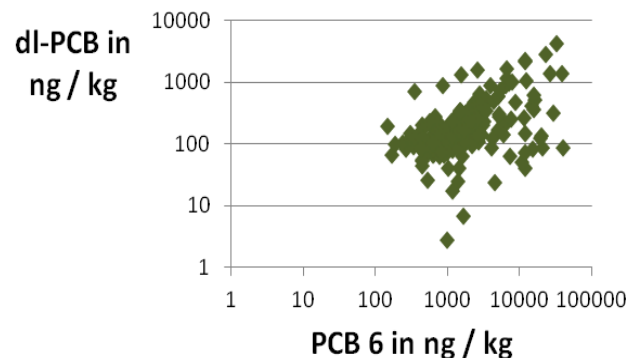
Acker

Test	rs
Spearman-Rho	0,546

Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)



dl-PCB / PCB in Grünl.-Böden



Korrelationskoeffizient

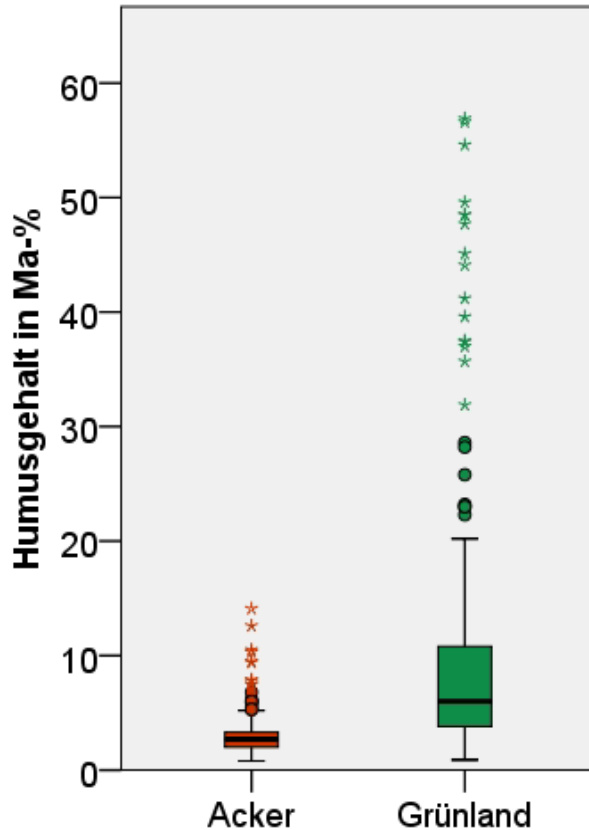
Grünland

Test	rs
Spearman-Rho	0,504

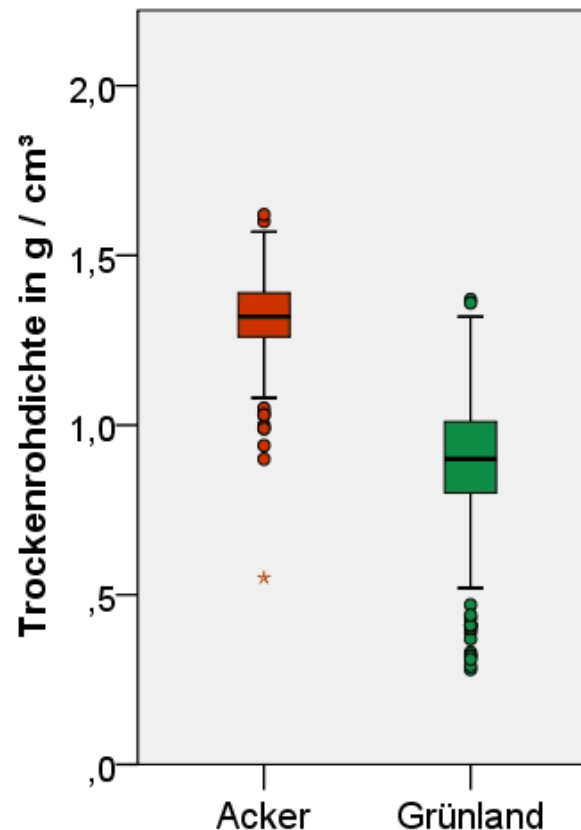
Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

Vergleich ausgewählter Bodenkenngrößen der untersuchten Acker- und Grünlandstandorte

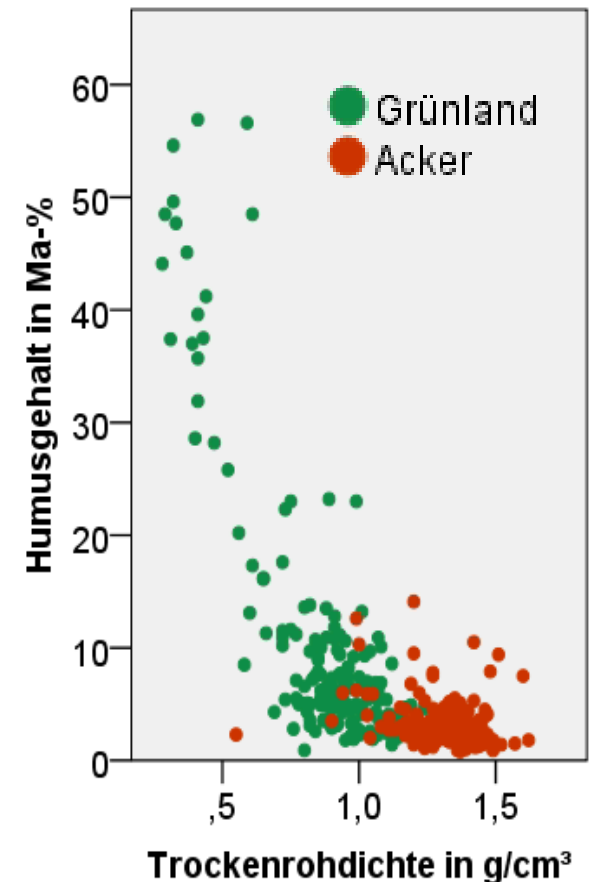
Humusgehalt



Trockenrohdichte



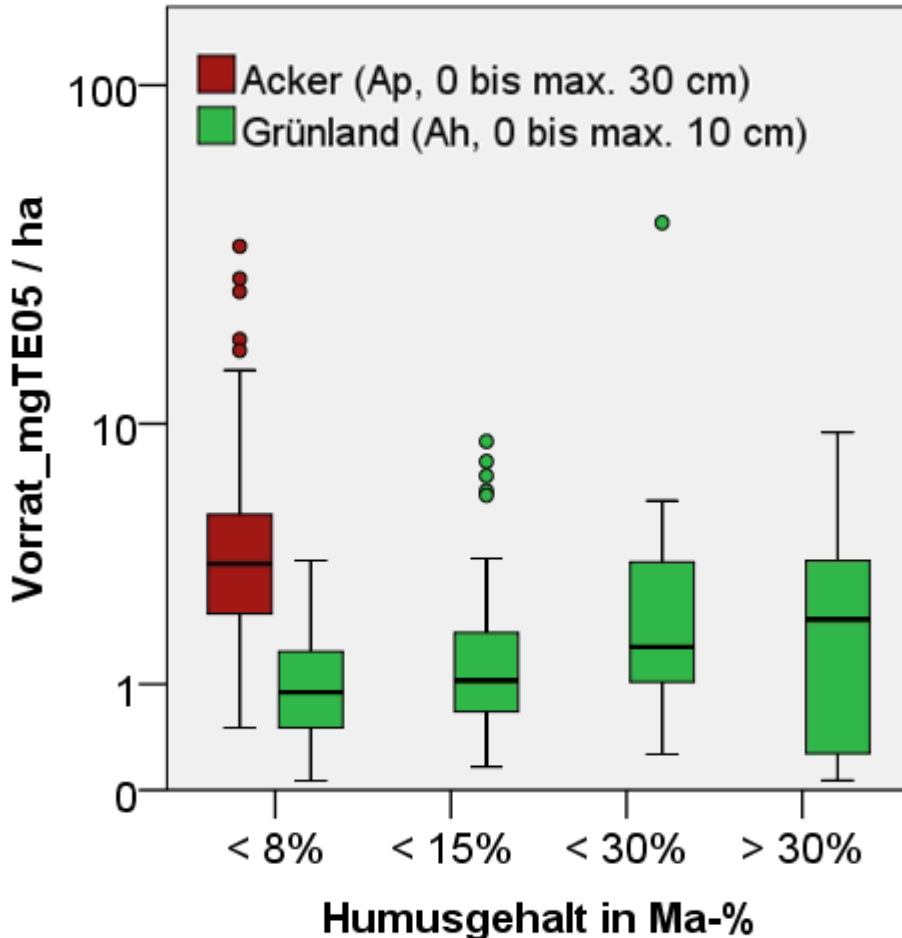
Trockenrohdichte/ Humusgehalt



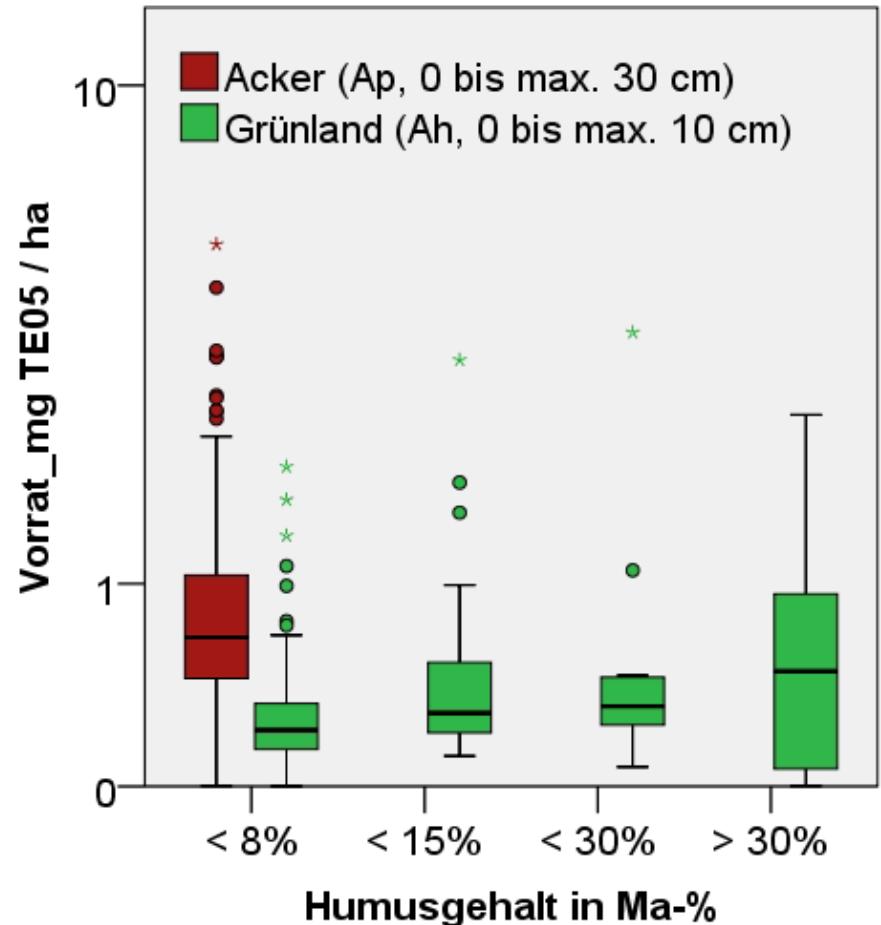
Datenpaare TRD / Humusgehalt: Acker = 219, Grünland = 173

Vorräte von Dioxinen und dl-PCB in Oberböden (in mg TE 05 / ha)

Vorräte von Dioxinen in Oberböden



Vorräte von dl-PCB in Oberböden



Vorläufige statistische Kenngrößen für Dioxine / Furane, dl-PCB und PCB 6 in Oberböden und Wald (Oberboden/Auflage)

		Acker Oberboden				Grünland Oberboden					Wald	
		Humusgehalte [Ma-%] (jeweils von Klassengrenze der vorherigen Spalte bis < X)									OB (0-5cm)	Aufl.
		< 1	< 2	< 4	< 8	< 4	< 8	< 15	< 30	> 30		
Σ-PCDD_F	n	16	119	215	81	41	79	48	12	18	-	86
	50. P.	0,5	0,6	0,9	1,1	0,6	1,1	1,3	2,3	3,6	---	16,9
	90. P.	2,5	1,3	1,8	2,4	1,9	2,5	5,4	7,3	7,0	---	42,1
ng TE 05 / kg												
Σ-dl-PCB	n	16	119	215	81	41	79	48	12	18	-	86
	50. P.	0,10	0,12	0,17	0,23	0,17	0,25	0,37	0,47	0,74	---	8,5
	90. P.	0,30	0,22	0,39	0,56	0,37	0,71	0,87	1,13	2,00	---	17,7
ng TE 05 / kg												
Σ-PCB 6	n	16	119	215	81	41	79	48	12	18	473	447
	50. P.	0,4	0,7	1,1	1,3	1,1	1,5	1,8	2,8	5,7	2,7	11,7
	90. P.	1,3	2,8	3,6	6,0	7,5	4,4	13,1	13,5	12,6	9,0	36,8
μg / kg												

Fazit

- ▶ Dioxine und (dl-)PCB - Gehalte variieren in Böden regional bzw. lokal differenziert in Abhängigkeit von Landnutzung, Bodeneigenschaften (v.a. Humusgehalt) und Eintragssituation. Die flächenhaften Verteilungsmuster zeigen zahlreiche Belastungsregionen, vornehmlich im Bereich der alten Bundesländer.
- ▶ Die 50. Perzentile der PCDD/F- und dl-PCB Gehalte variieren in Ackerböden zwischen 0,5 und 1,1 ng TE-05/kg (Dioxine) bzw. 0,1 und 0,23 ng TE-05/kg (d-PCB) und in Grünlandböden zwischen 0,6 und 3,6 ng TE-05/kg (Dioxine) bzw. 0,17 und 0,74 ng TE-05/kg (d-PCB). Vor allem bei Grünlandböden zeigt sich ein deutlich Zusammenhang der PCDD/F- und dl-PCB-Gehalte zum Humusgehalt der Böden.
- ▶ Die Vorräte der Dioxin- und dl-PCB-Gehalte lassen auf signifikant höhere Einträge in Böden unter Ackernutzung gegenüber Böden unter Grünland schließen.
- ▶ PCB-Vorräte unter Wald belegen eine Verteilung Eintragsfracht zwischen den alten und neuen Bundesländern von 4:1.
- ▶ Für eine schlüssige räumlich/inhaltliche Differenzierung der Datensätze bedarf es weitergehender Untersuchungen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© Umweltbundesamt

Quellen

- BAM (2013): Ermittlung repräsentativer Gehalte organischer Spurenstoffe in Waldböden. UBA-Forschungsprojekt FKZ 3707 71 201 – in Bearbeitung
- BGR: Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands 1:1.000.000.
http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/Downloads/karte_gehalte_organischer_substanz_oberboden.pdf;jsessionid=FB27C99264FF220D525578AD1A514A3F.1_cid324?_blob=publicationFile&v=2
- FhG (2013): Flächenrepräsentative Erhebung der Gehalte organischer Stoffe in Böden und Ableitung bundesweiter Hintergrundwerte für organische Stoffe in Böden. UBA-Forschungsprojekt FKZ 3709 71 222 – in Bearbeitung
- Ruppe et al. (2009): Fortschreibung von Beurteilungsmaßstäben für den Wirkungspfad Boden-Pflanze: Methodik zur flächenrepräsentativen Erfassung pflanzenverfügbarer Stoffgehalte in unbelasteten Böden und Stoffgehalten in Nahrungs- und Futtermittelpflanzen. UBA-Forschungsprojekt FKZ 206 74 200 (unveröffentlicht)
- Aichner, B., Bussian, B., Lehnik-Habrink, P., Hein, S. (2013): Levels and spatial distribution of persistent organic pollutants in the environment: a case study of German forest soils. Environ. Sci. Technol., Accepted Manuscript • DOI: 10.1021/es4019833 •