



© 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

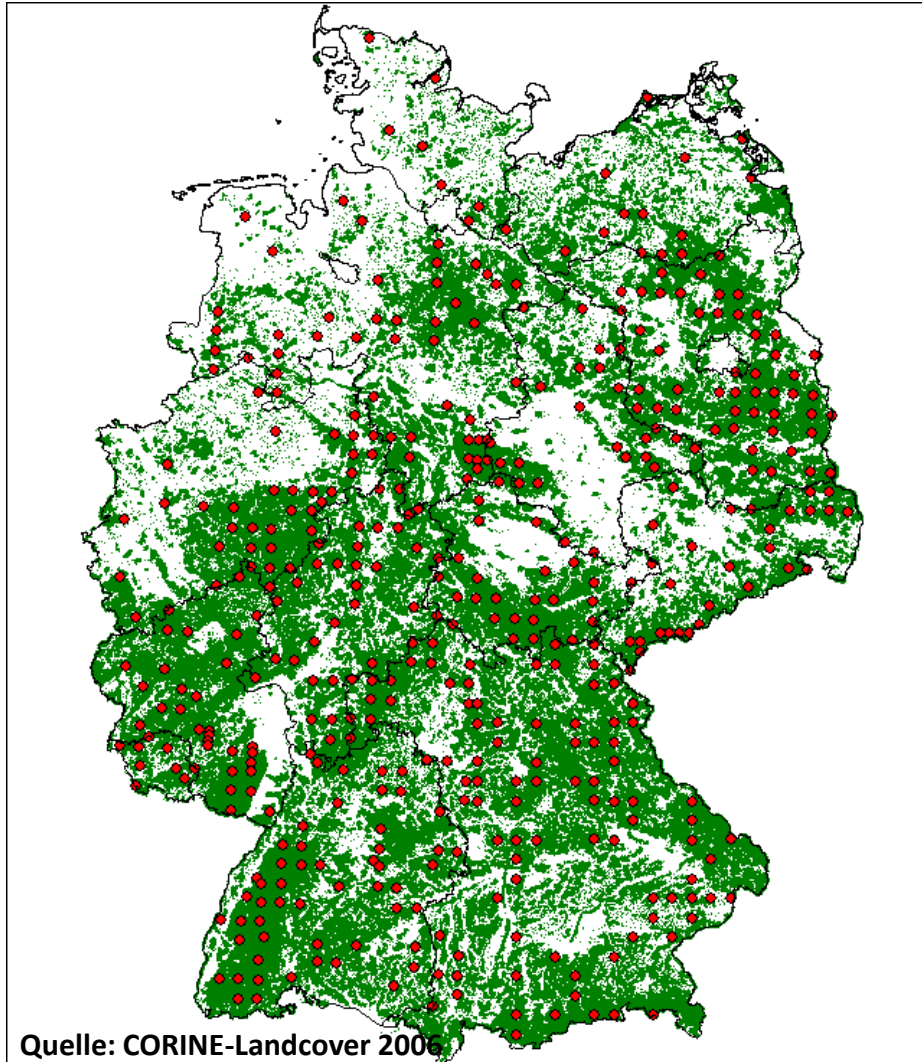
Umweltbundesamt (UBA)

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)



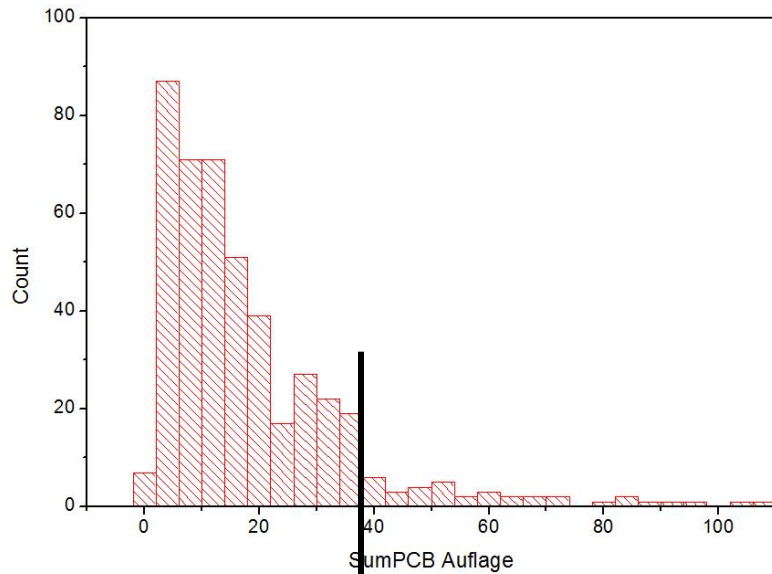
Mineralboden Auflagehumus

Stoffe/Stoffgruppen

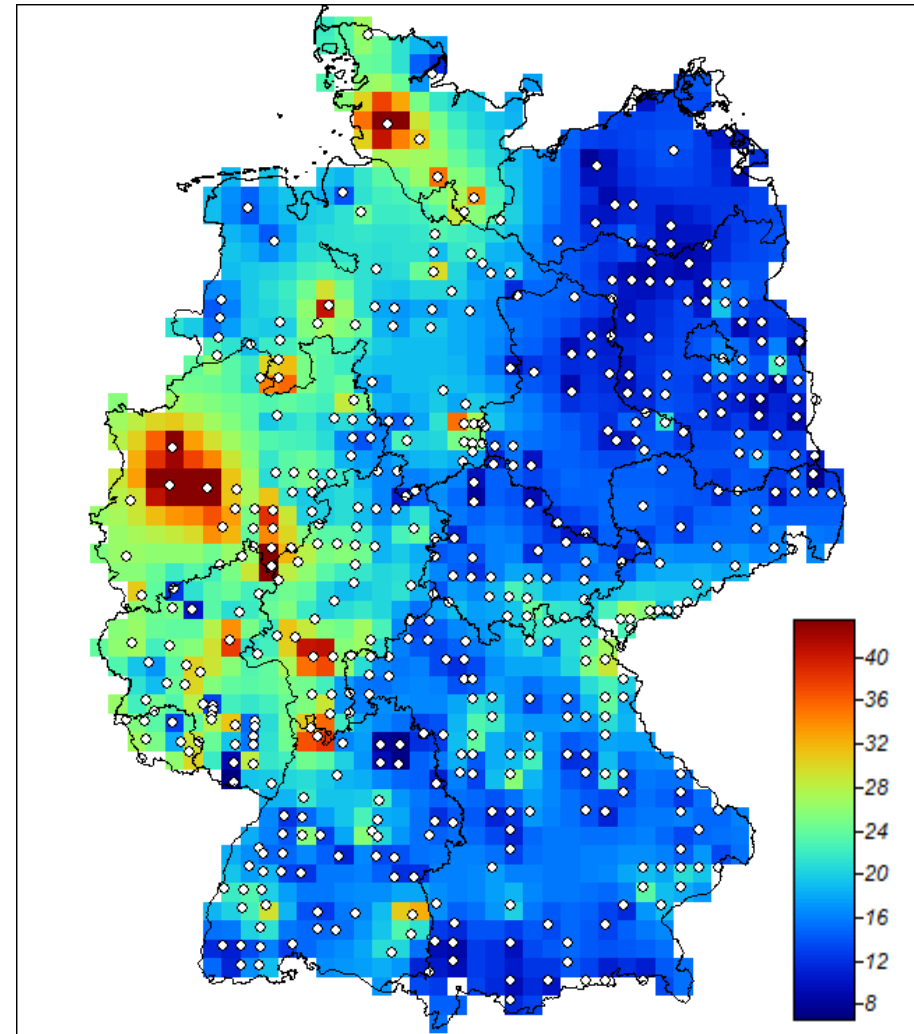
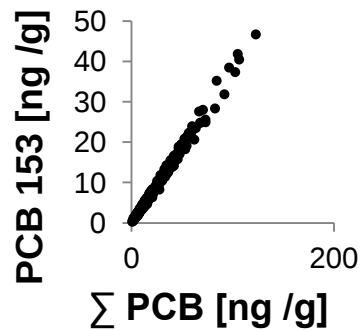
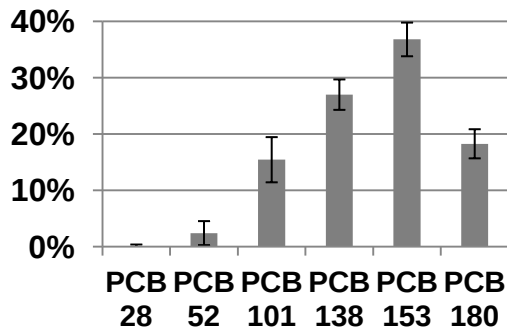
u.a.:

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

Ergebnisse – $\Sigma 6$ -PCB Auflage

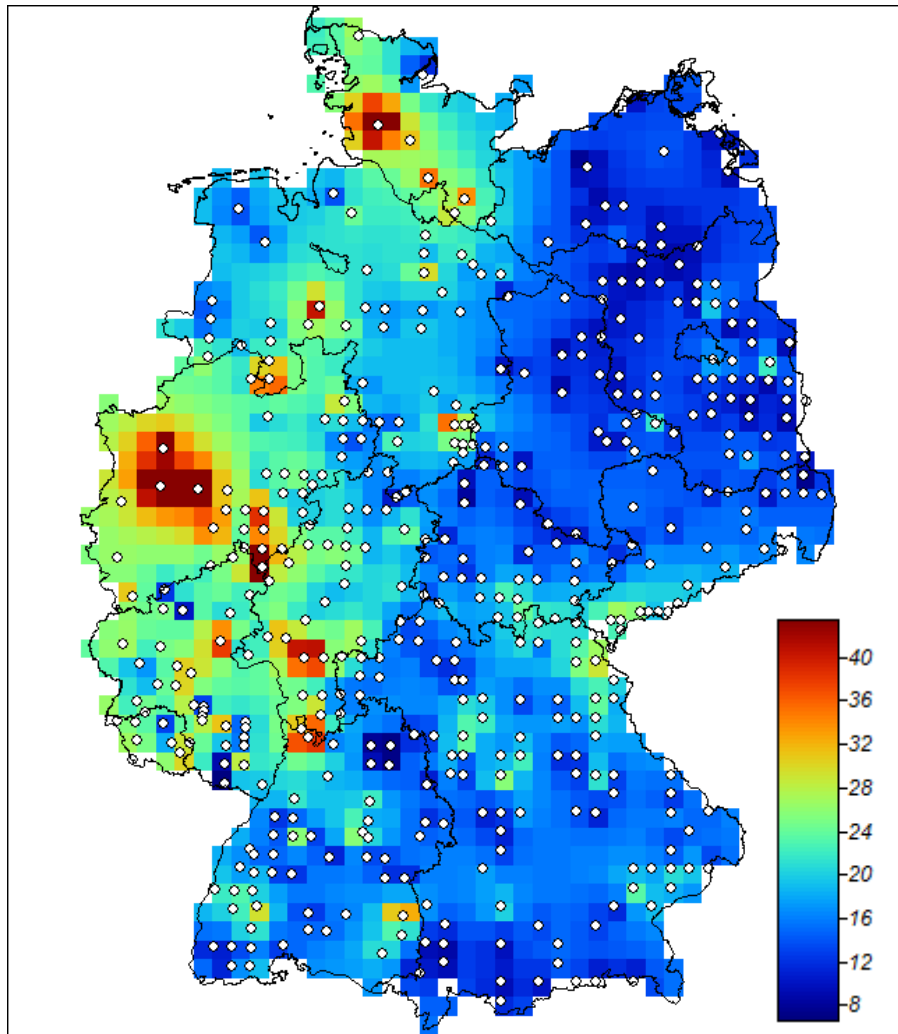


90% Perzentil

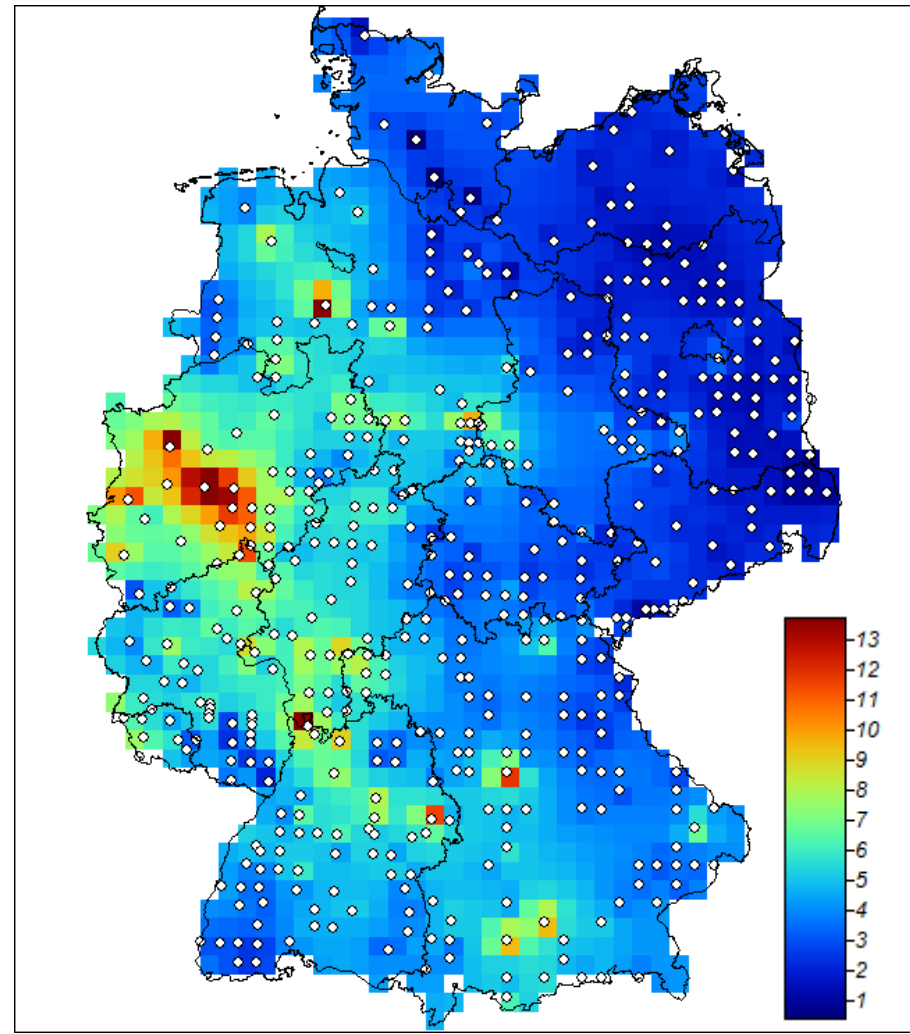


Auflage (O-Horizonte) (ng/g TM)

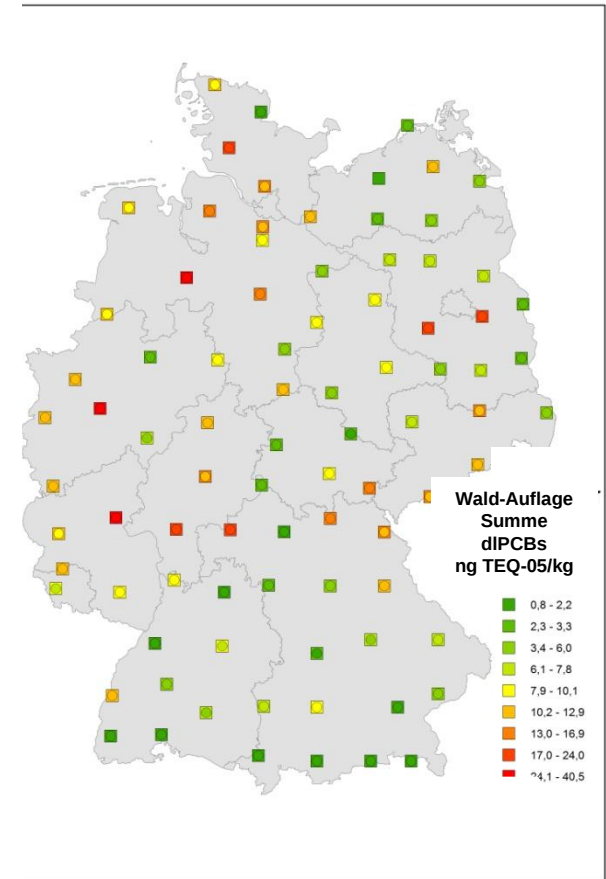
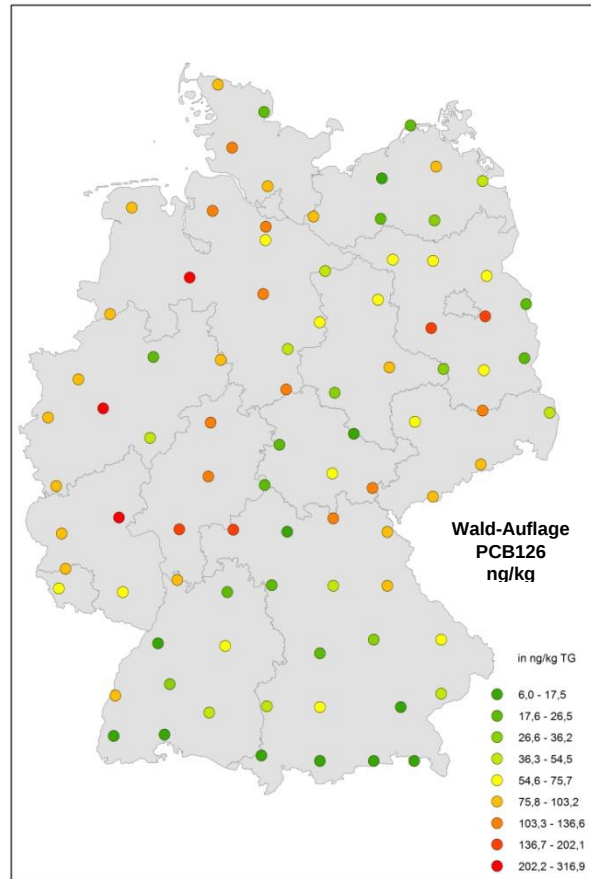
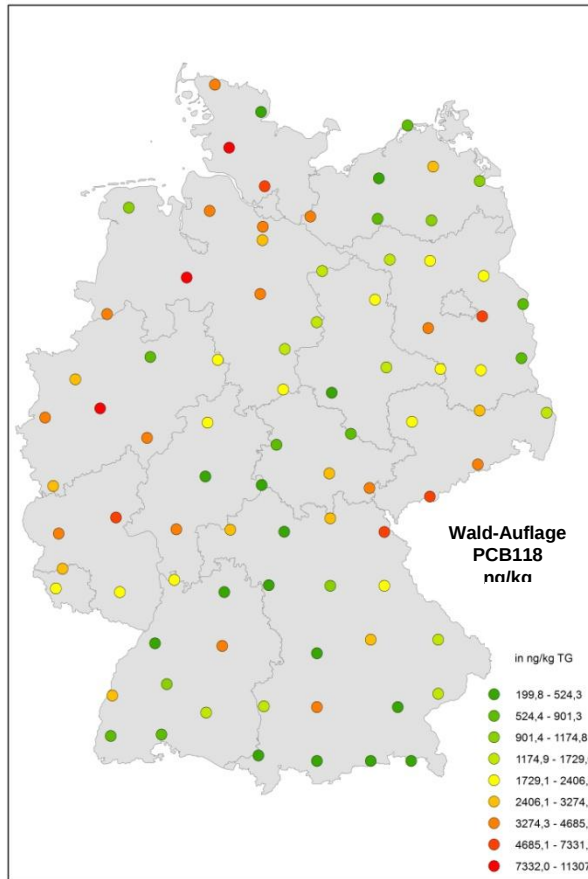
Ergebnisse – $\Sigma 6$ -PCB



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

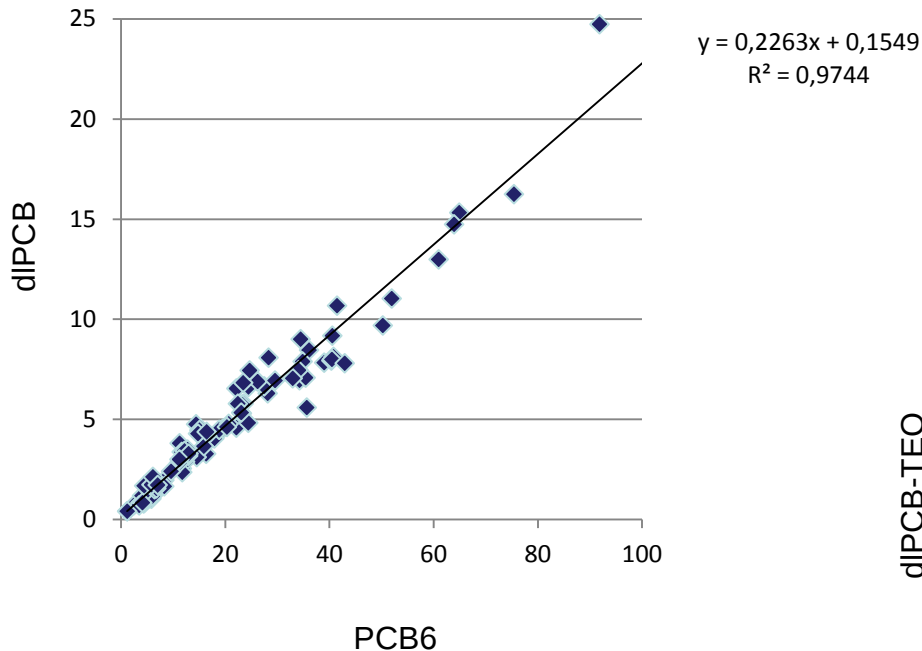


Mineralboden (0-5 cm) (ng/g TM)

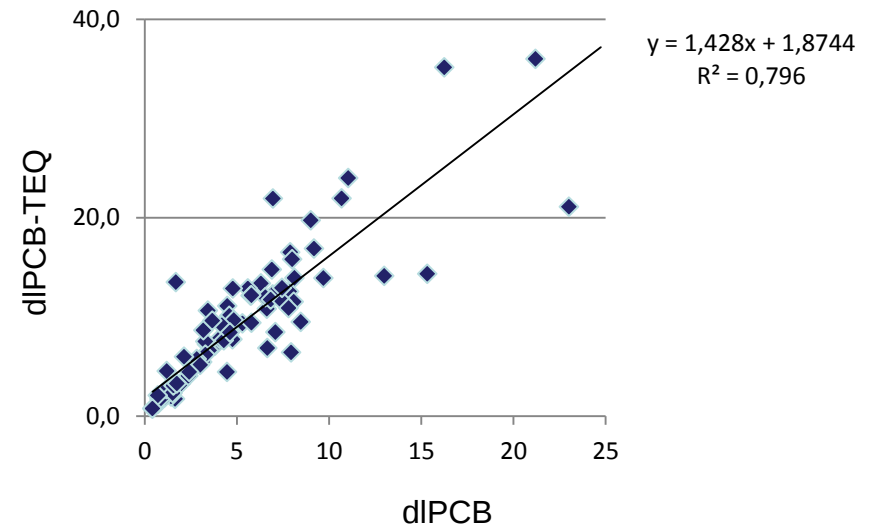


**PCB 118 (links), 128 (ng/kg TM) (Mitte) und
Summe dl-PCB (ng TEQ-05/kg TM) (rechts) in Auflagen (O-Horizonte)**

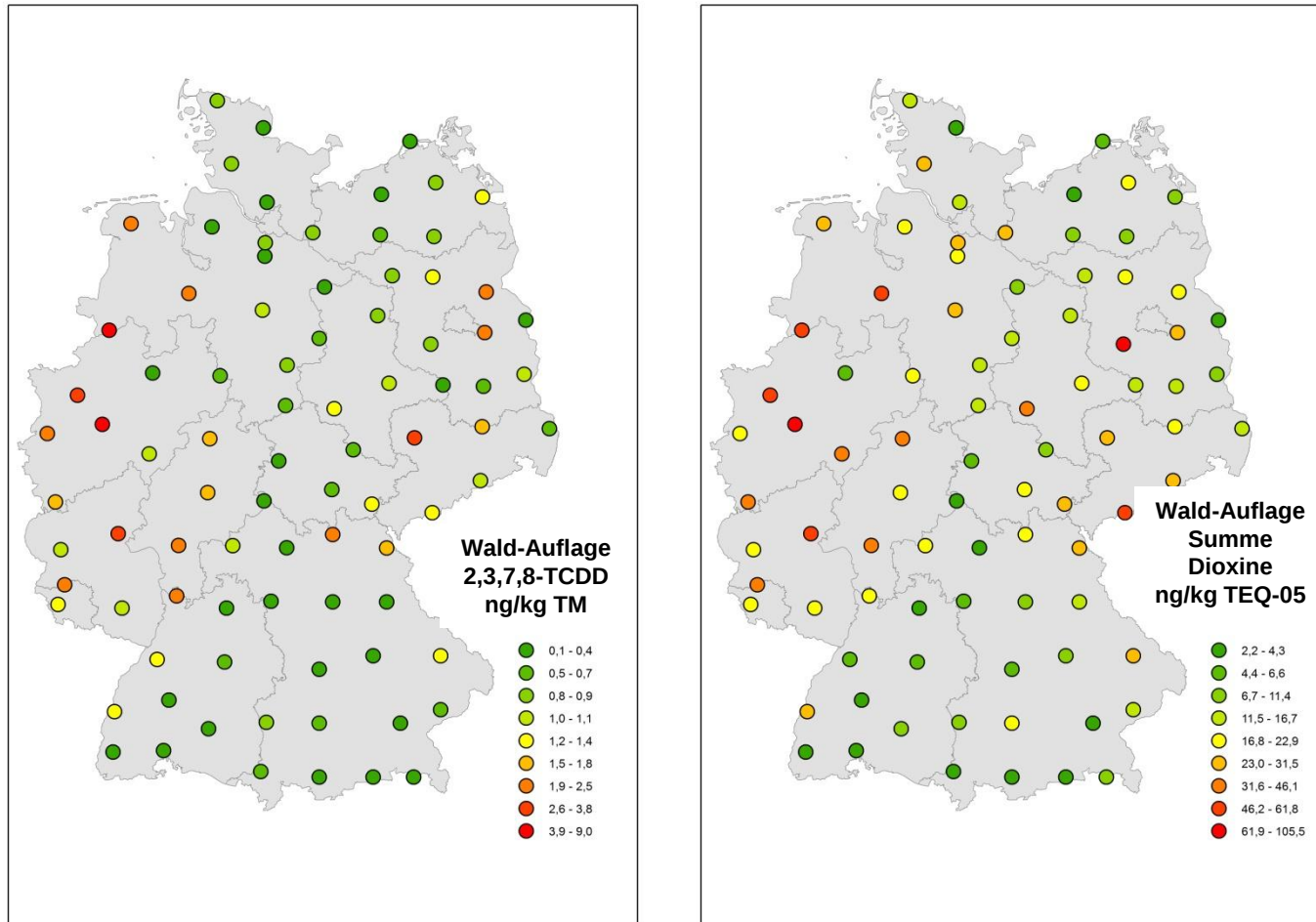
PCB6 (ng/g) vs. dlPCB (ng/g) TM



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



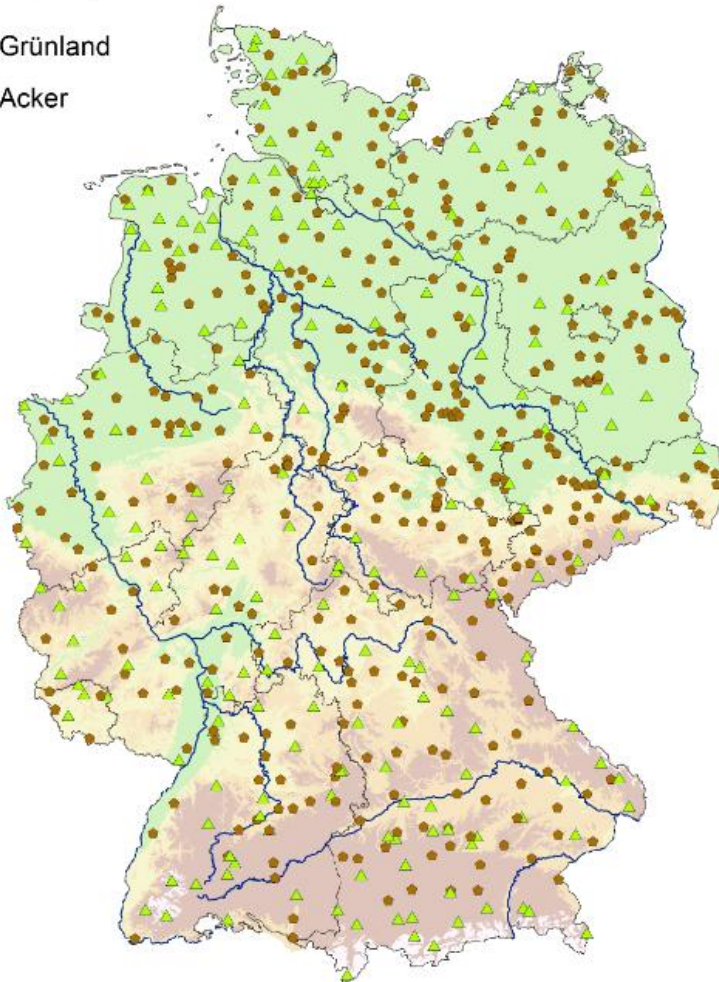
2,3,7,8-TCDD (ng/kg TM) (links) und

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

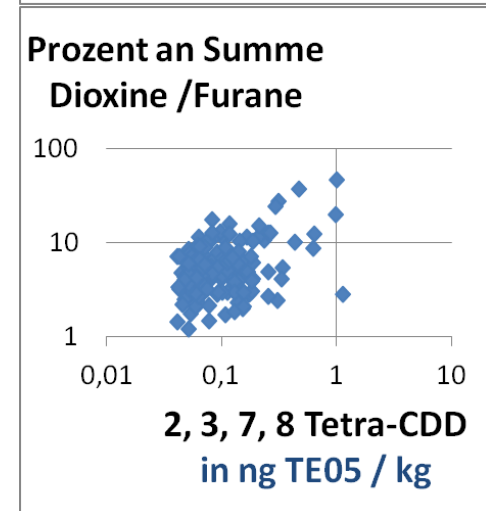
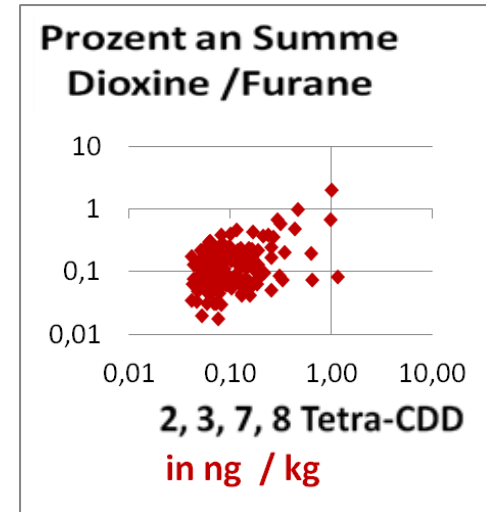
Nutzung	Acker	Grünland
Standorte	438	206
Horizont	Oberboden, Ap	Oberboden, Ah
Tiefe PN	0 bis ca. 30 cm	0 bis ca. 10 cm

untersuchte Stoffe / Stoffgruppen

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

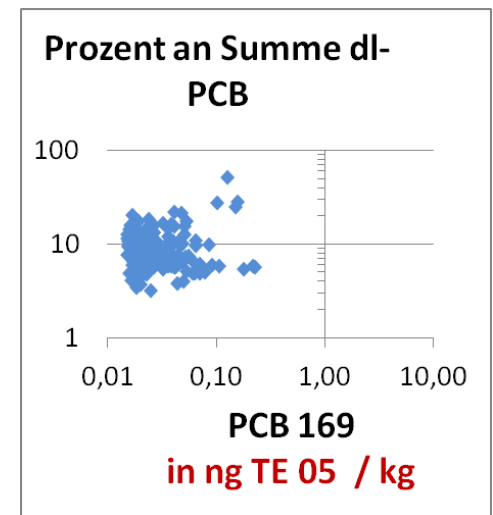
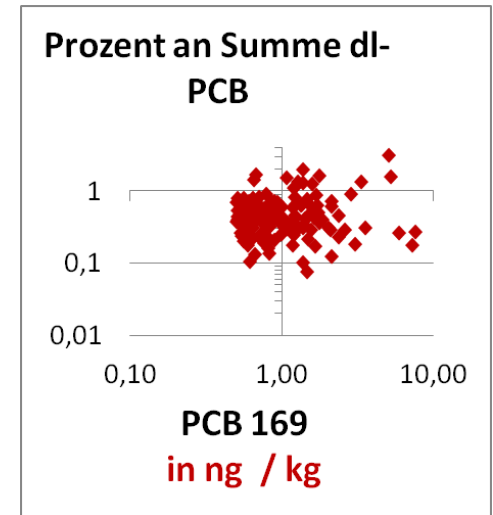
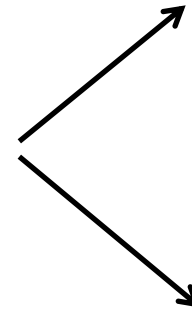
Bestimmungsgrenzen: Dioxine / Furane

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



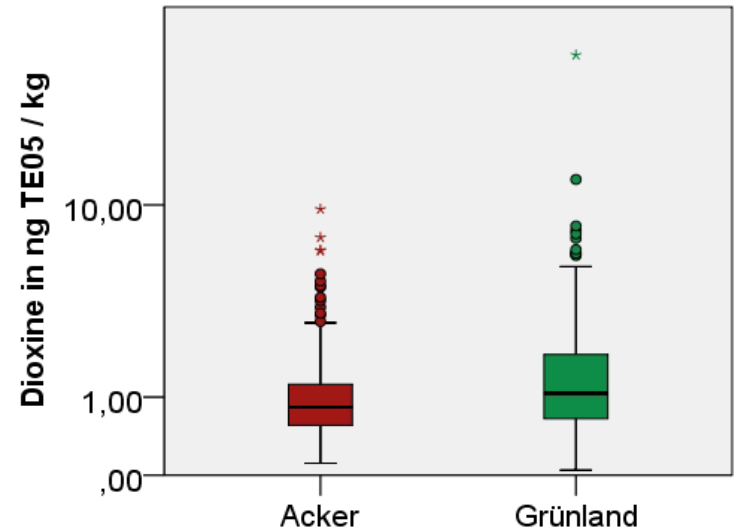
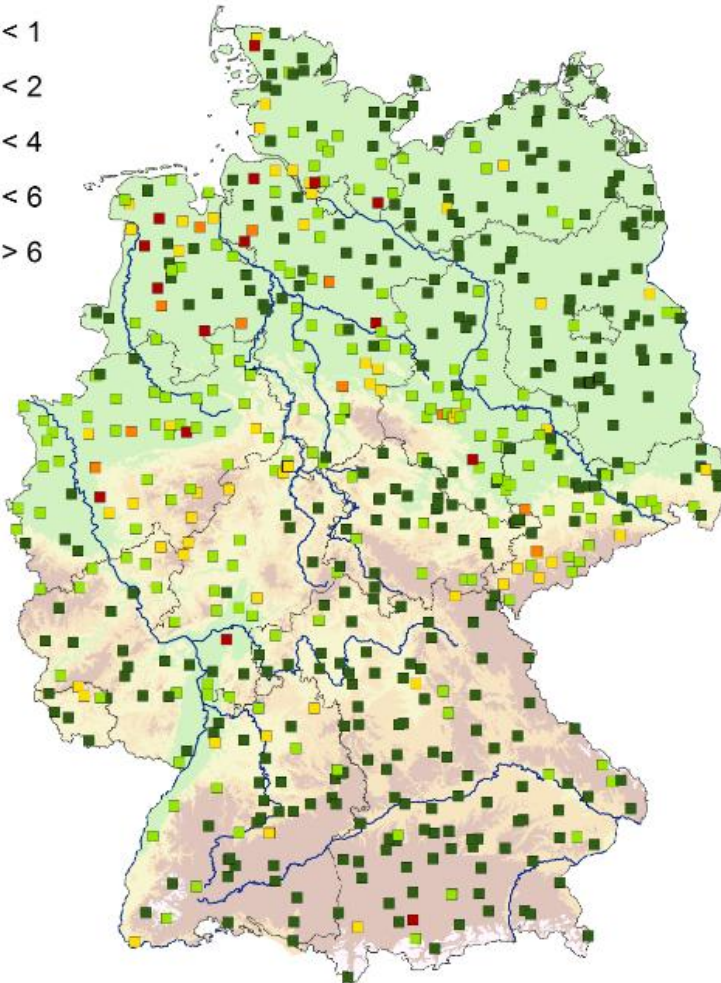
Bestimmungsgrenzen: dl-PCB

Parameter		BG in ng / kg	Gehalte < BG in %	
			Acker	Grün-land
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



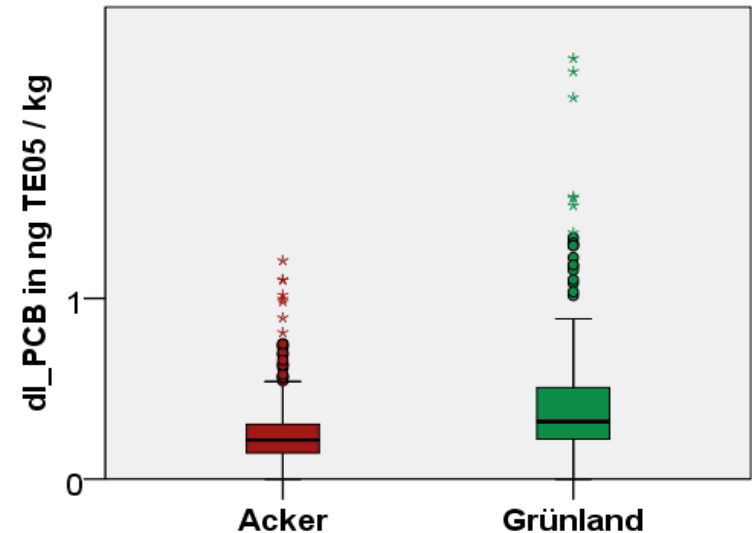
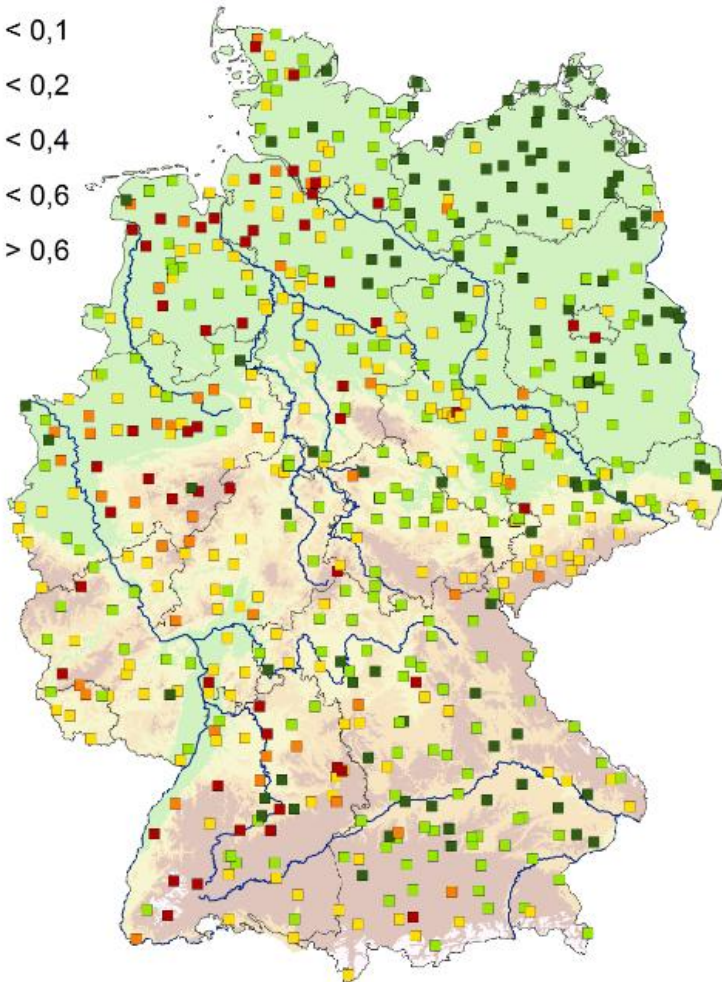
Dioxine / Furane:
Mediane der Stoffverteilungen
in ng WHO TEQ-05 / kg TS

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

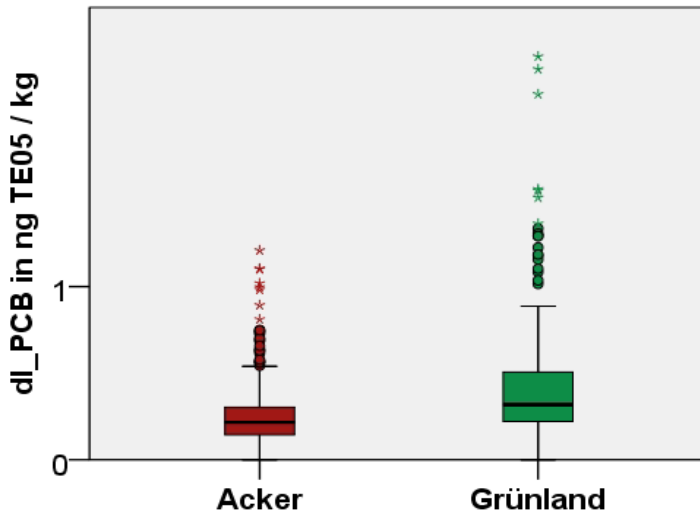
- < 0,1
- < 0,2
- < 0,4
- < 0,6
- > 0,6



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

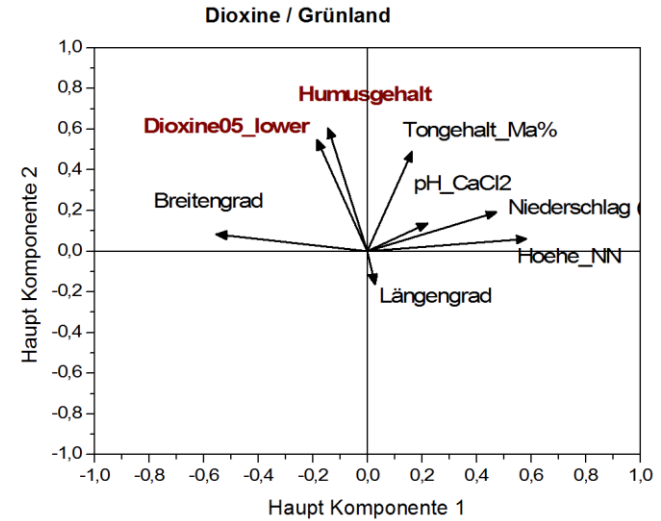
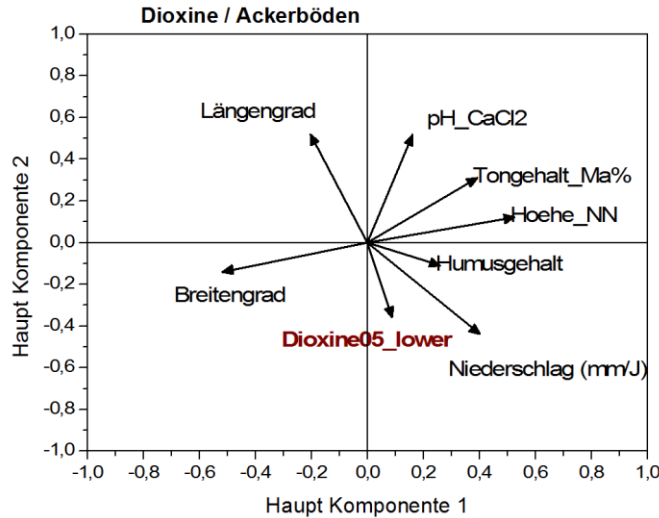
in Verbindung mit

- Verdünnung der Einträge durch die Bearbeitungstiefe von Ackerböden

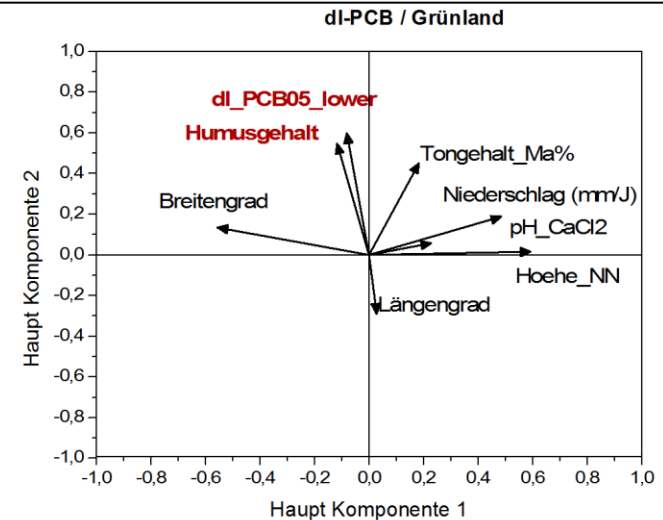
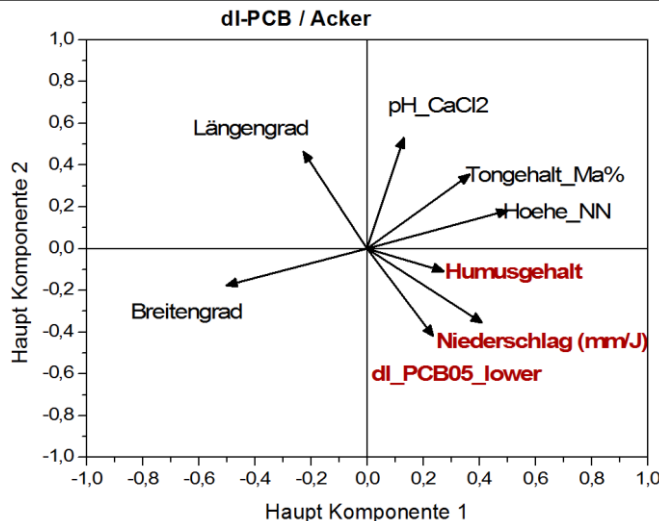
Weitere Einflussfaktoren für die Verteilung der Stoffgehalte?

Untersuchung ausgewählter Einflussfaktoren auf die Stoffgehalte

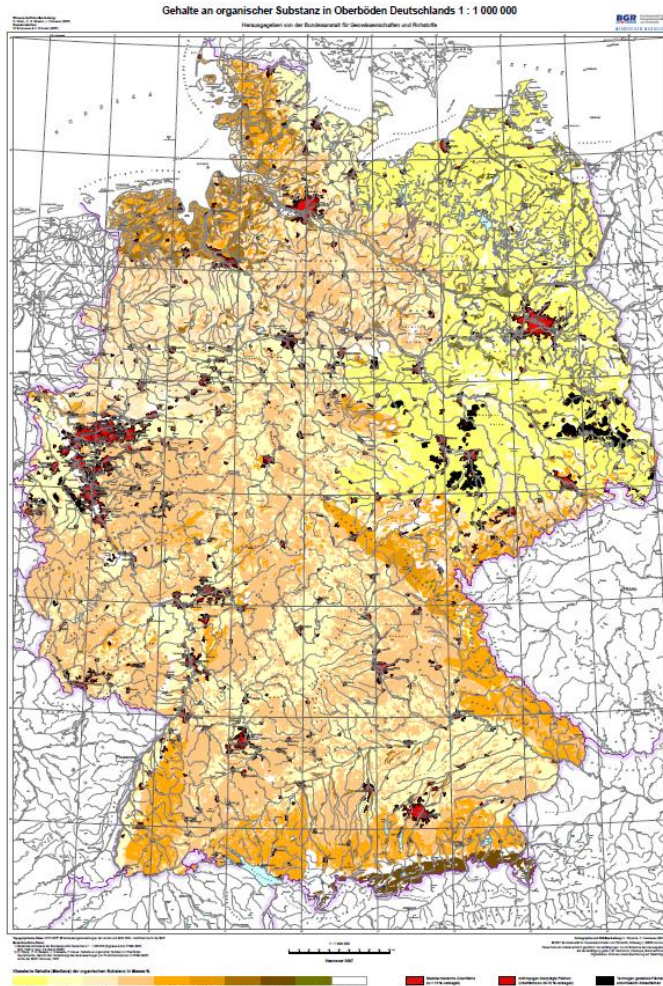
**Dioxine
A / G**



**dl-PCB
A / G**



Klassifizierung der Schadstoffgehalte in landwirtschaftlich genutzten Böden nach Humusgehalten

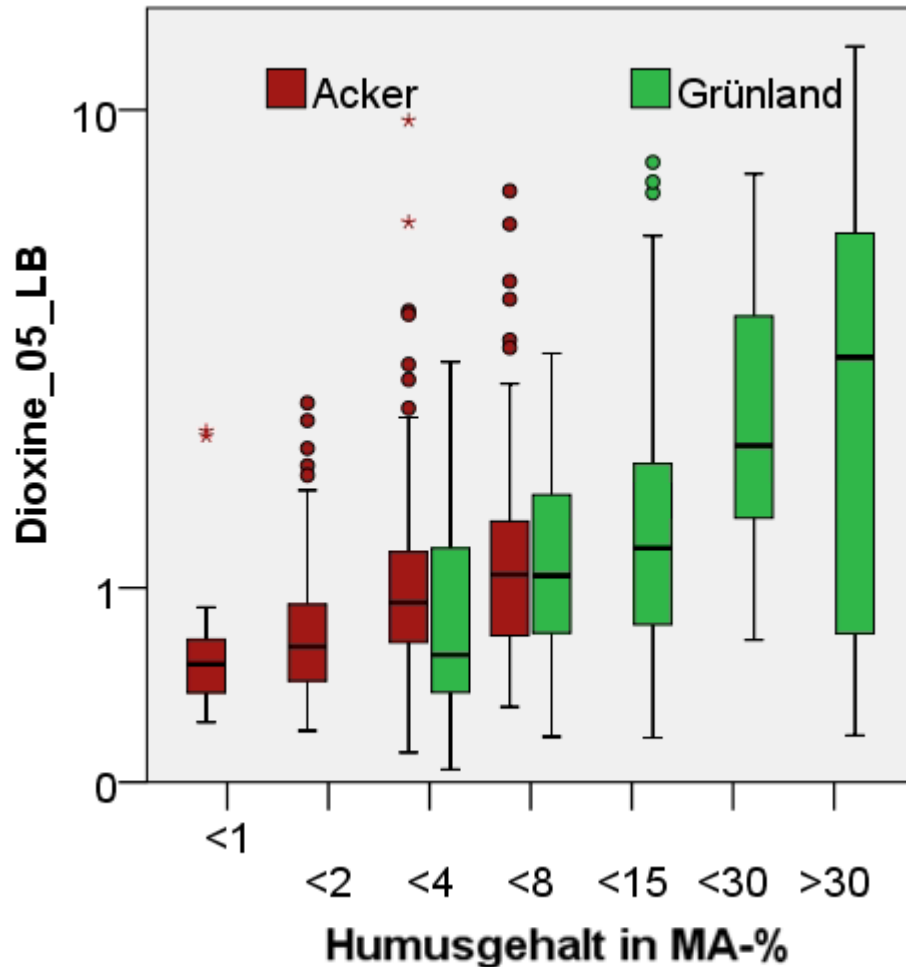


Datengrundlage für die Auswertung der Gehalte von Dioxinen und dl-PCB in landwirtschaftlich genutzten Böden (differenziert nach Humusklassen)

	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)

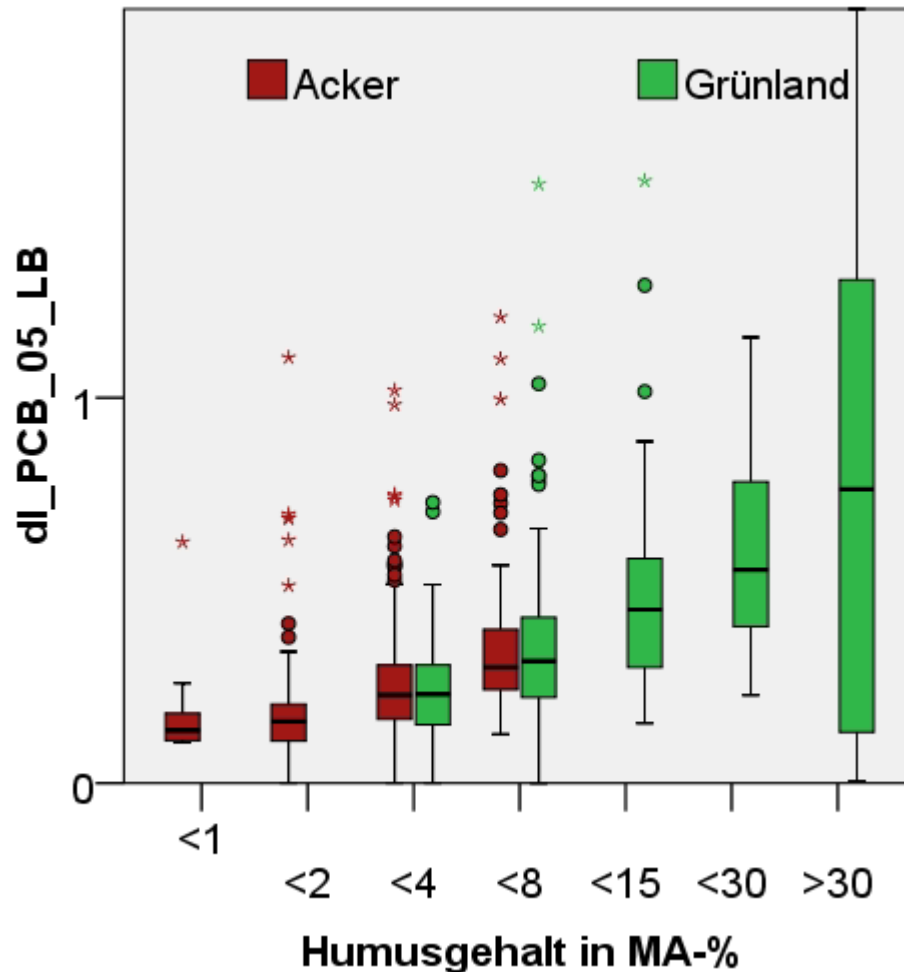
Dioxine - Differenzierung nach Humusgehalten



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

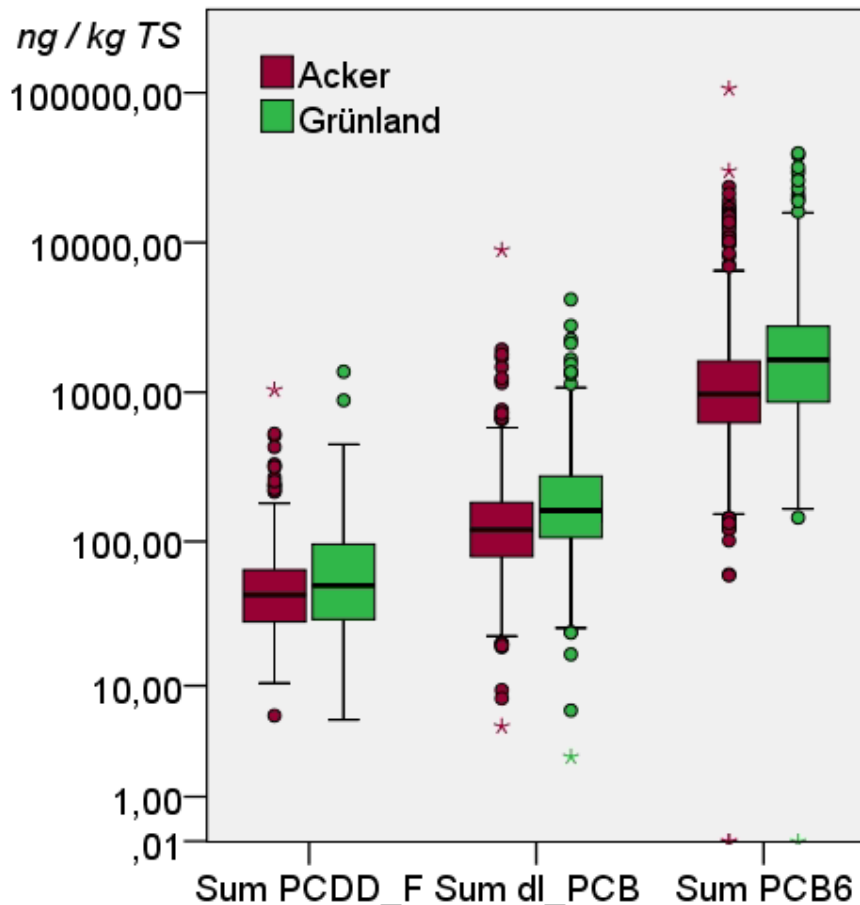


Mediane der dl-PCB-Gehalte in ng TE05/kg
- differenziert nach Humusgehalten -

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

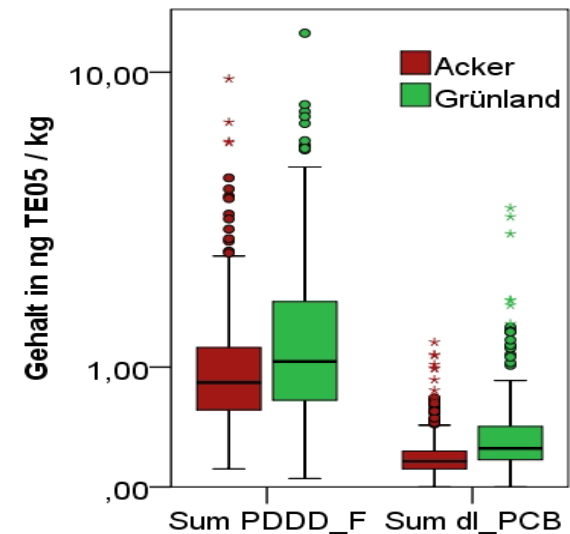
Verteilung der Gehalte in ng / kg TS



Mediane der Stoffverteilungen in ng / kg TS

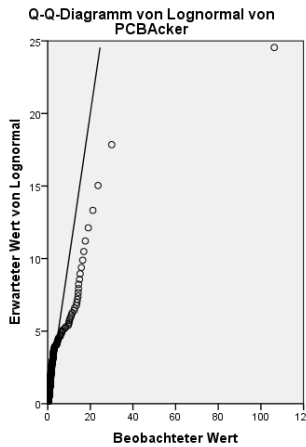
Nutzung	n	Sum PCDD-F	Sum dl-PCB	Sum PCB 6
Acker	438	44	120	975
Grünland	206	50	160	1650

Dioxine / dl-PCB in TE 05

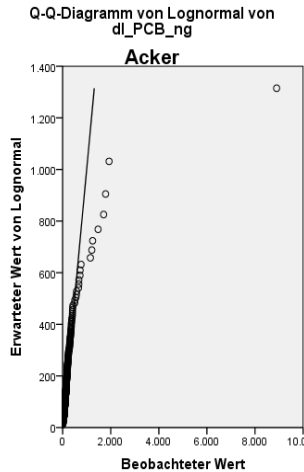


Korrelation von PCB 6 und Summe dl-PCB in Acker- / Grünlandböden

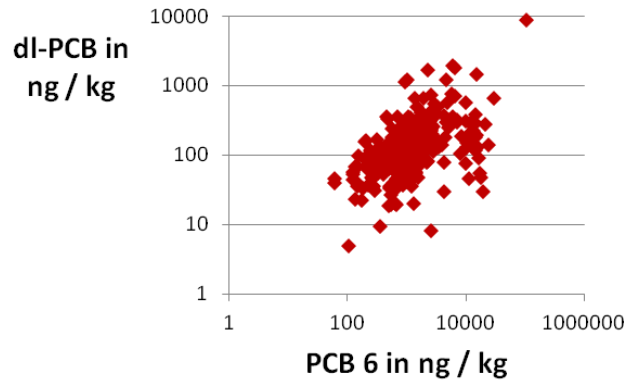
PCB 6



dl-PCB



dl-PCB / PCB 6 in Ackerböden

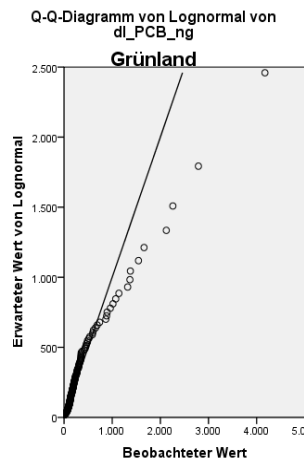
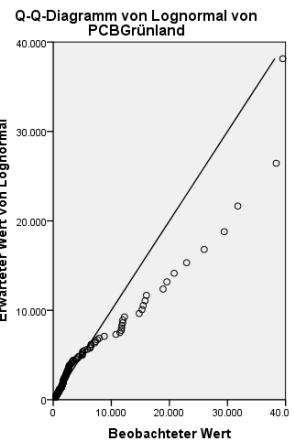


Korrelationskoeffizient

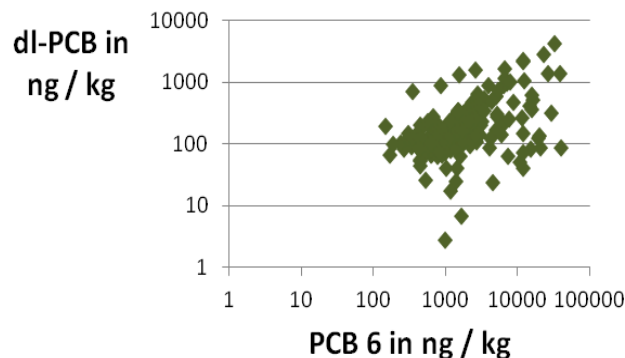
Acker

Test	rs
Spearman-Rho	0,546

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



dl-PCB / PCB in Grünl.-Böden



Korrelationskoeffizient

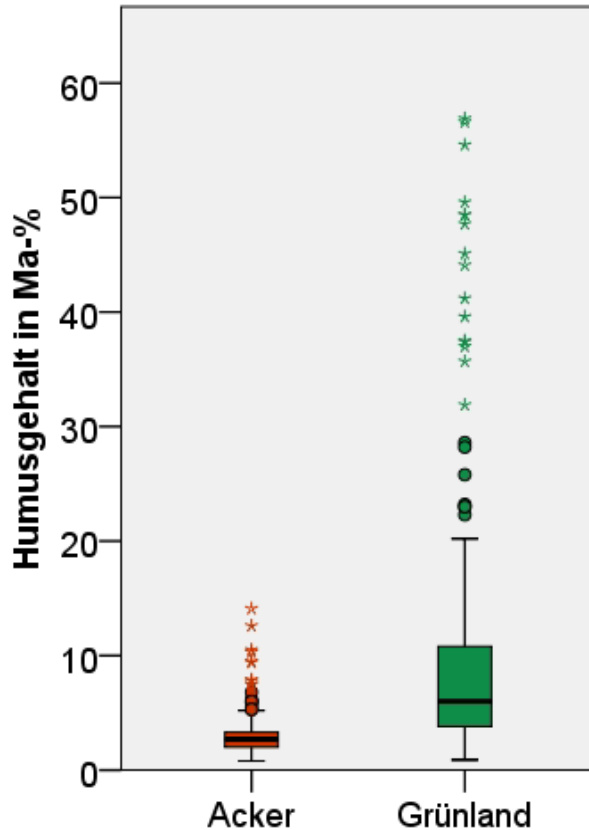
Grünland

Test	rs
Spearman-Rho	0,504

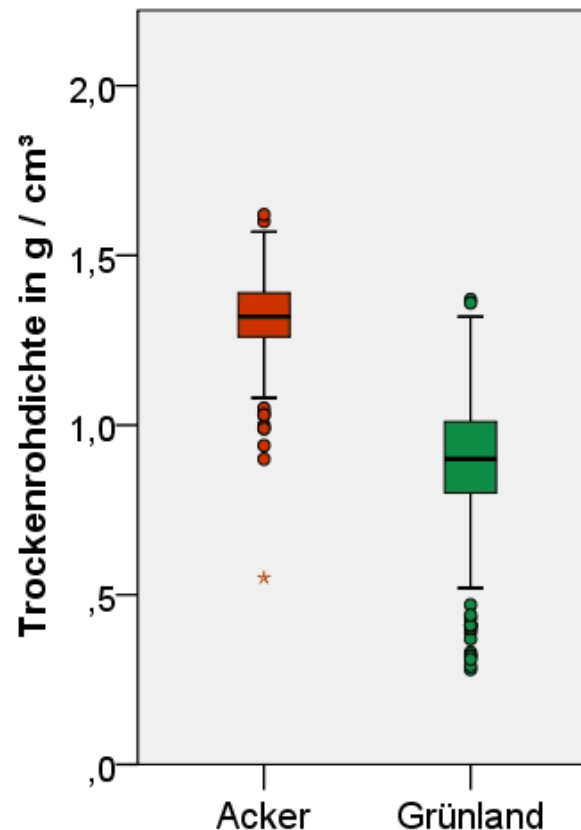
Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig)

Vergleich ausgewählter Bodenkenngrößen der untersuchten Acker- und Grünlandstandorte

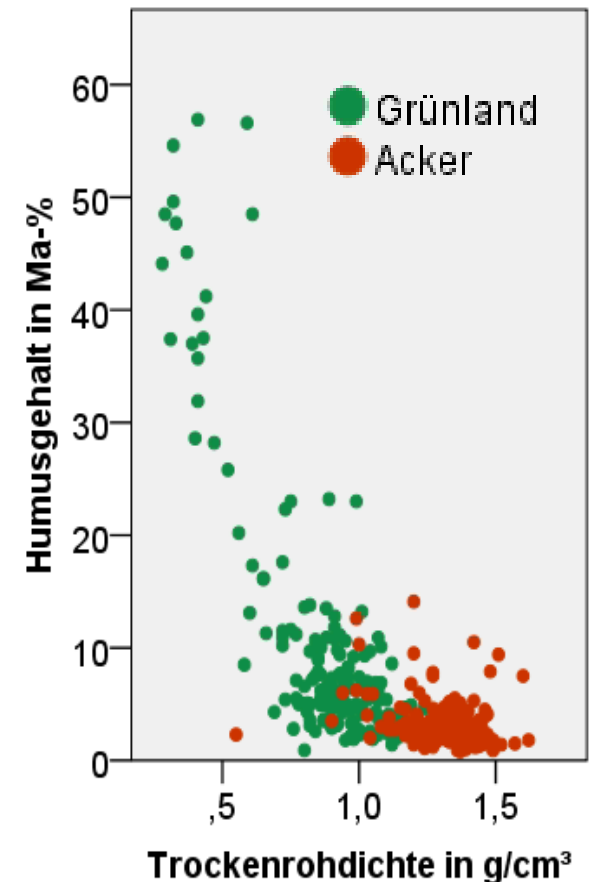
Humusgehalt



Trockenrohdichte



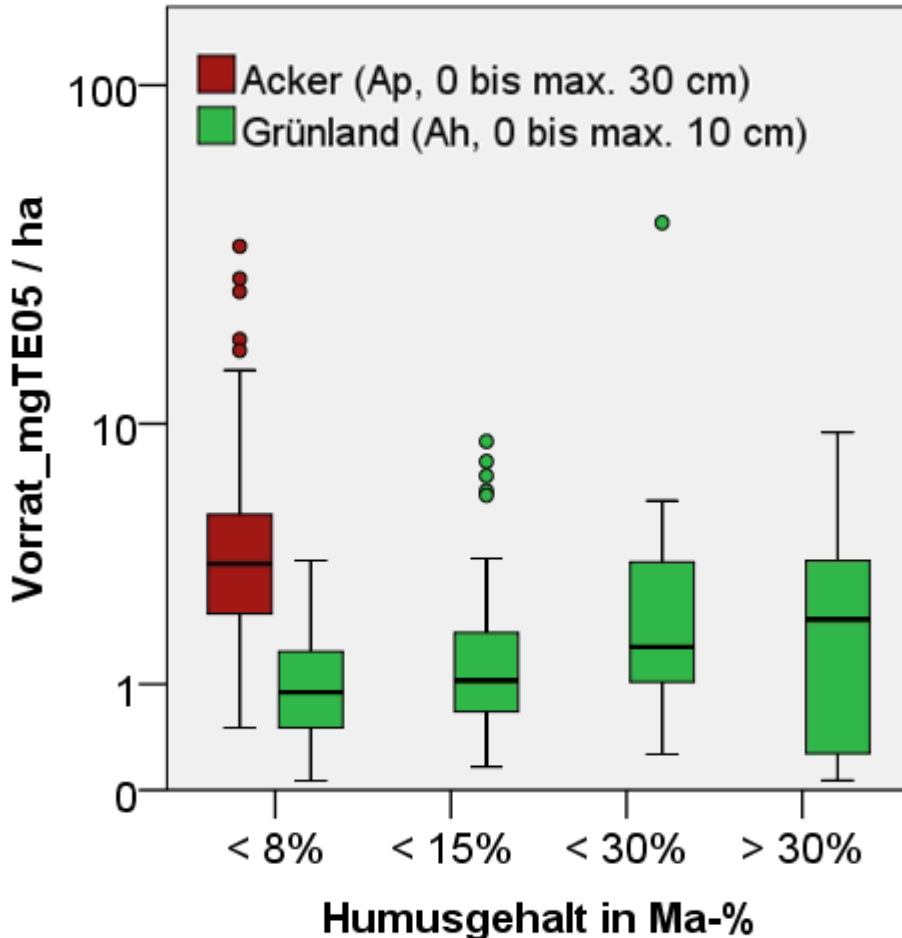
Trockenrohdichte/ Humusgehalt



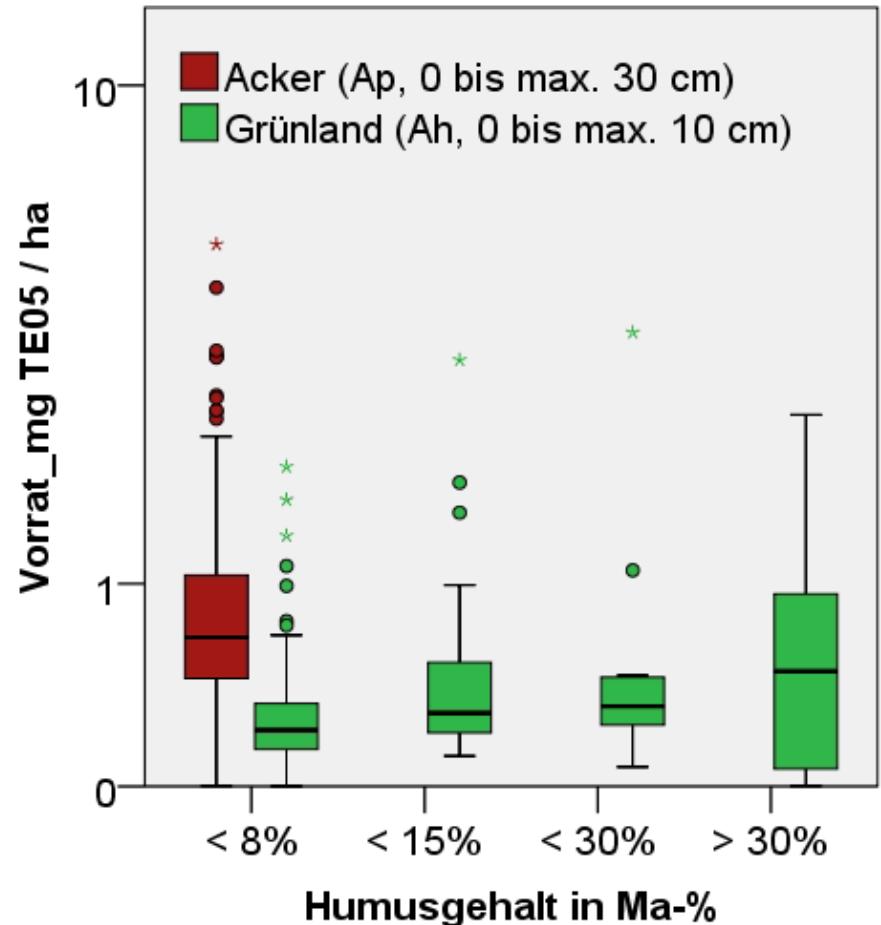
Datenpaare TRD / Humusgehalt: Acker = 219, Grünland = 173

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
	ng TE 05 / kg	2,5	1,3	1,8	2,4	1,9	2,5	5,4	7,3	7,0	---	42,1
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
	ng TE 05 / kg	0,30	0,22	0,39	0,56	0,37	0,71	0,87	1,13	2,00	---	17,7
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
	μg / kg	1,3	2,8	3,6	6,0	7,5	4,4	13,1	13,5	12,6	9,0	36,8

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 •