

Tagungsbeitrag zu:
Jahrestagung der DBG, Kommission II
Tagungstitel: „Böden verstehen, Böden
nutzen, Böden fit machen“
Veranstalter: DBG, September 2011 in
Berlin und Potsdam
Berichte der DBG (nicht begutachtete onli-
ne Publikation) <http://www.dbges.de>

Organische Bodenschadstoffe (POPs) entlang eines Höhenprofils im National- park Berchtesgaden

Edzard Hangen¹, Manfred Kirchner²,
Helmut Kronawitter³, Tobias Mühlbacher⁴

ZUSAMMENFASSUNG

Persistente Organische Schadstoffe (POPs) können auf eine Vielzahl an Emit-
tenten zurückgeführt werden und sind mitt-
lerweile global in der Umwelt anzutreffen.
Im Projekt POP-Alp wurden die Boden-
konzentrationen von POPs, u.a. von Dioxi-
nen und Furanen (PCDD/F), für ein Hö-
henprofil zwischen ca. 800 m und 1500 m
Höhe erfasst. Im Auflagehumus steigen die
PCDD/F-Gehalte mit zunehmender Gelän-
dehöhe an. Hierfür sind vermutlich sowohl
klimatische als auch standortbezogene
Effekte verantwortlich. Diese beeinflussen
Depositions- und Abbaumechanismen und
spiegeln sich auch in einer entsprechen-
den Höhenverteilung des organischen
Kohlenstoffgehalts wider. Der spezifische
Stoffabbau, die Re-Emission und kalte
Kondensation von PCDD/F sollten für ein
besseres Prozessverständnis näher unter-
sucht werden.

SCHLÜSSELWORTE

Persistent Organic Pollutant, Dioxine und
Furane, Höhenprofil, Nationalpark Berch-
tesgaden

¹Bayerisches Landesamt für Umwelt;
edzard.hangen@lfu.bayern.de

²Helmholtz Zentrum München

³Wasserwirtschaftsamt Traunstein

⁴Wasserwirtschaftsamt München

HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaf-
ten, extrem langen Lebensdauer und Bio-
akkumulationsfähigkeit haben sich POPs
mittlerweile global und ubiquitär in allen
Umweltmedien verteilt. POP-Einträge und
deren ökosystemare Dynamik in emitten-
tenfernen Gebieten wie dem Alpenraum
wurden bislang wenig untersucht (Kirchner
et al., 2010). Zur Verdichtung der Daten-
grundlage sollten an höhengestaffelten
Standorten unterschiedliche Expositions-
pfade, insbesondere Auflagehumus und
Mineralboden, untersucht und zueinander
in Beziehung gesetzt werden. Dabei dient
die Untersuchung der Bodenbelastung
durch POPs, hier für Dioxine und Furane
(PCDD/F) dargestellt, der Abschätzung der
langfristigen Stoffanreicherung. Diese soll-
te potenziellen Einflussfaktoren gegen-
übergestellt werden.

MATERIAL UND METHODEN

1) Untersuchungsgebiet: Nationalpark Berchtesgaden



Abb. 1: Lage der Beprobungsstandorte im
Nationalpark Berchtesgaden

- Bodentypen: Rendzinen bis Braunerden
- Humusformen: Mull bis Moder
- Substrat: Lokalmoräne, Hangschutt,
Dachsteinkalk

Tab. 1: Standorteigenschaften

Standort	Höhe [müNN]	Exposition	Inklination [°]
POP_1	797	N	25
POP_2	974	SW	18
POP_3	1198	NE	20
POP_4	1334	W	12
POP_5	1421	NE	15
POP_6	1505	N	32

II) Bodenbeprobung und Analyse

- horizontspezifische, flächenrepräsentative Mischprobe; lückenlose Kühlkette bei -18 °C
- PCDD/F-Analyse mittels GC-MS
- angegeben als Toxizitätsäquivalent nach WHO (PCDD/F WHO TEQ) in [ng/kg]

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Vertikalverteilung der über alle 6 Standorte gemittelten PCDD/F-Gehalte zeigt Maximalwerte im Auflagehumus (Of+Oh) und dem humosen Mineralboden (IAh) (Abb. 2). Offenbar ist die vertikale PCDD/F-Mobilität stark eingeschränkt und vermutlich durch den Gehalt an organischem Kohlenstoff beeinflusst.

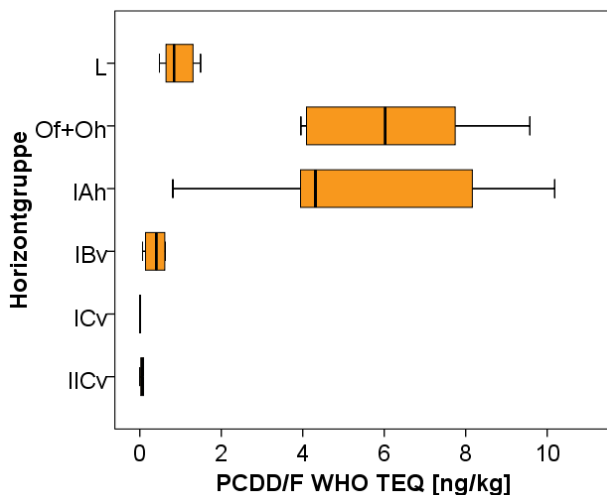


Abb. 2: Boxplot der vertikalen PCDD/F-Gehalte der 6 beprobten Profile

Der Auflagehumus (Of+Oh) kann als Indikator für die langfristige Anreicherung persistenter und immobiler Schadstoffe interpretiert werden.

Im Vergleich zu PCDD/F-Gehalten im Auflagehumus anderer bayerischer Standorte

oberhalb 750 m Geländehöhe, die dem Bayerischen Bodeninformationssystem (BIS) entnommen sind, liegen die PCDD/F-Gehalte des betrachteten Höhenprofils im unteren Belastungsbereich (Abb. 3). Sie unterschreiten ebenfalls die Werte der Hintergrundbelastung in Forstauflagen ländlicher Räume Bayerns von 25 ng/kg (Joneck und Prinz, 1991), bzw. 34 ng/kg PCDD/F WHO TEQ (Joneck und Prinz, 1994). Die in Abbildung 3 dargestellten BIS-Daten beinhalten keine Höhenprofile, sondern repräsentieren emittentenferne Einzelstandorte mit stark variierenden Klima- und Standortbedingungen. Eine höhenabhängige Zunahme der PCDD/F-Gehalte im Auflagehumus über verschiedene Standorte hinweg wird daher nicht deutlich (Abb. 3).

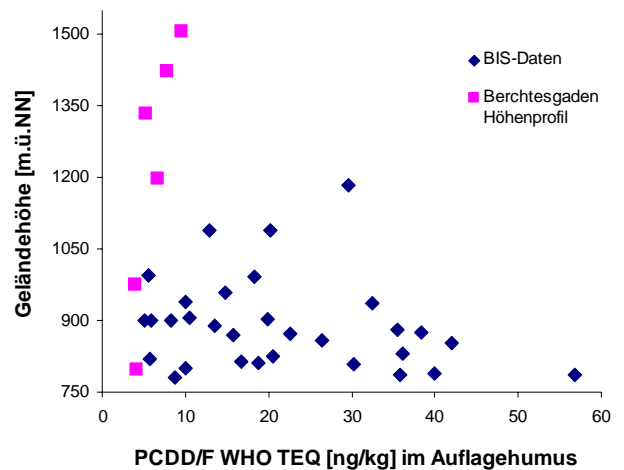


Abb. 3: PCDD/F-Gehalte im Auflagehumus des Höhenprofils und anderer emittentenferner Standorte Bayerns oberhalb 750 m

Die PCDD/F-Gehalte des Auflagehumus im untersuchten Höhenprofil steigen dagegen mit zunehmendem Corg-Gehalt sowie steigender Geländehöhe an (Abb. 4).

Einzelne Abweichungen des PCDD/F-Gehalts von der Ausgleichsgeraden (Abb. 4) sind tendenziell durch die spezifischen mikroklimatischen Standortbedingungen erklärbar. So ist der am tiefsten gelegene Standort (A) durch winterliche Inversionswetterlagen geprägt, die vermutlich erhöhte Schadstoffdepositionen bewirken. An steilen, der Sonneneinstrahlung abgewandten Hanglagen (C und F) könnte die mikrobielle Abbaurate beeinträchtigt, an warmen Hanglagen (D) dagegen begünstigt sein.

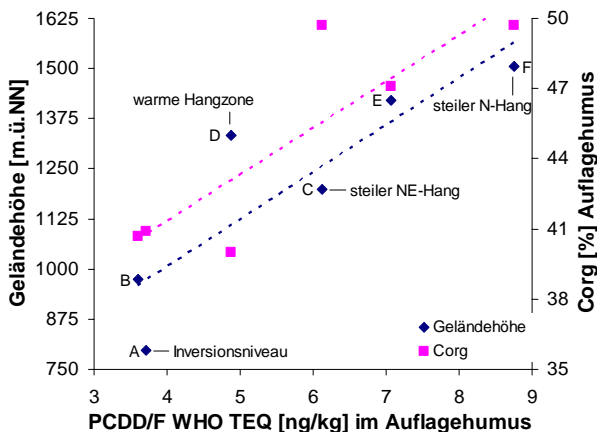


Abb. 4: PCDD/F-Gehalte im Auflagehumus des Höhenprofils in Abhängigkeit von Geländehöhe und Corg

In den italienischen Alpen nahmen POP-Gehalte im humosen Mineralboden entlang eines Höhenprofils aus 15 Einzelstandorten zwischen 245 und 2600 m ebenfalls zu (Tremolada et al., 2008), was vor allem auf Niederschlagseffekte zurückgeführt wurde. Die Gegenüberstellung von PCDD/F-Gehalten im Auflagehumus des Höhenprofils Berchtesgaden und potenziellen Einflussparametern, wie z.B. Geländehöhe, pH-Wert, Corg-Gehalt, Exposition und Inklination deutet trotz des sehr geringen Stichprobenumfangs (n = 6) verschiedene Abhängigkeiten an (Tab. 2):

Tab. 2: Korrelationsmatrix von Einflussgrößen auf den PCDD/F-Gehalt im Auflagehumus

	Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen Wertevektoren					
	PCDD/F WHO-TEQ [ng/kg]	Geländehöhe [müNN]	Exposition [°]	Inklination [°]	Corg [Gew. %]	pH (CaCl ₂) [-]
Geländehöhe [müNN]	,870					
Exposition [°]	-,427	-,489				
Inklination [°]	,418	-,009	,161			
Corg [Gew. %]	,860	,606	-,335	,444		
pH (CaCl ₂) [-]	-,563	-,794	-,036	,186	-,387	
Überdeckung [cm]	,494	,506	-,275	-,207	,367	-,275

Exposition wurde gemäß Windrichtungsverteilung der Waldklimastation „Berchtesgaden“ der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) numerisch formuliert

Die relativ enge Beziehung zur Geländehöhe kann im Zusammenhang mit höhenabhängigen Depositions- und temperaturabhängigen Stoffabbauraten gesehen werden. Nasse Deposition beeinflusst darüber hinaus die kalte Kondensation und Re-Emission aus Böden in großen Höhen

(Tremolada et al., 2008). Die Deposition unter Wald unterliegt außerdem einem Auskämmeffekt durch die Bestockung (Mc Lachlan und Horstmann, 1998). Die Relation zwischen PCDD/F-Gehalt im Auflagehumus und Corg-Gehalt spiegelt dessen Rolle als Sorbent wider, ein relativ schwach ausgeprägtes negatives Verhältnis zum Boden-pH könnte als Hinweis auf dessen Bedeutung für den mikrobiellen Stoffabbau interpretiert werden (Tab. 2).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die positive Abhängigkeit der PCDD/F-Gehalte im Auflagehumus mit der Geländehöhe auch an emittentfernen Messpunkten weist auf den überregionalen Charakter der PCDD/F-Belastung hin. Diese Tendenz wird durch klima- und standorttypische Einflussgrößen überlagert. Der Einfluss von Einzelprozessen wie z.B. Abbau, Re-Emission und kalte Kondensation von Schadstoffen, sollte im Weiteren untersucht werden.

DANK

Das Projekt POP-Alp wurde mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit finanziert.

LITERATUR

- Joneck, M., Prinz, R., 1991: Dioxine in Böden Bayerns. GLA-Fachbericht 7, ISSN 0932-9269, 58 S.
- Joneck, M., Prinz, R., 1994: Hintergrundbelastung bayerischer Böden mit organischen Problemstoffen. GLA-Fachbericht 12, ISSN 0932-9269, 55 S.

- Kirchner, M., et al., 2010: Vertical distribution of organochlorine pesticides in humus along Alpine altitudinal profiles in relation to ambient parameters. *Environmental Pollution* 157, ISSN 0269-7491, 3238-3247.
- McLachlan, M., Horstmann, M., 1998: Forests as filters of airborne organic pollutants: A model. *Environ. Sci. Technol.* 32, ISSN 0013-936X, 413-420.
- Tremolada, P., et al., 2008: POPs in mountain soils from the Alps and Andes: Suggestion for a 'precipitation effect' on altitudinal gradients. *Water Air Soil Pollut* 188, ISSN 0049-6979, 93-109.