

BODENDAUERBEOBACHTUNG TIROL

*Interpretation der Analysenergebnisse
organischer Schadstoffe in den Böden der
BDF Blaubergalm und BDF Klammbach Wald*

Ergänzung zum Prüfbericht 2503/0122

Wien, 2025

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	5
1 EINLEITUNG	10
1.1 Statistische Auswertung, Darstellung und Interpretation.....	11
2 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE	13
2.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	13
2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB, DL-PCB)	15
2.3 Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und -Furane (PCDD/F)	18
2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände.....	26
2.4.1 GC-MS/MS – Methode (ISO 23646:2022-01) -Organochlorpestizide (OCP).....	26
2.4.2 Multimethode LC-MS/MS sowie Multimethode GC-MS/MS – weitere Pflanzenschutzmittelrückstände	28
3 LITERATUR	29
4 ANHANG	32

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Die vorliegende Dateninterpretation beruht auf den Ergebnissen der chemischen Analysen der Böden der beiden Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Klammbach Wald und Blaubergalm auf ausgewählte organische Schadstoffgruppen. Es wurden polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F), polychlorierte Biphenyle (PCB), Organochlor Pestizide (OCP) und polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, engl. PAH), sowie eine Auswahl an Pestiziden untersucht. Im Vergleich zu anderen Hintergrundstandorten weisen die PAK und PCB erhöhte Werte auf. Die PCDD/F weisen erhöhte und im Vergleich mit der Messung, welche vor 10 Jahren durchgeführt wurde, höhere Werte auf.

Am Standort Klammbach Wald liegt der Maximal-Wert für PCDD/F im Auflagehumus bei 0,91 ng/kg TM TEQ-PCDD/F WHO 05 (UB), in der Tiefenstufe 0-5 cm bei 3,4 ng/kg TM TEQ-PCDD/F WHO 05 (UB) und in der Tiefenstufe 5-10 cm bei 3,9 ng/kg TM TEQ-PCDD/F WHO 05 (UB). Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass die PCDD/F Werte in Kombination mit den DL-PCB, den Richtwert von 5 ng/kg TM in der Tiefenstufe 5-10 cm geringfügig übersteigen (5,3 ng/kg TM TEQ-PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)). Am Standort Blaubergalm fällt auf, dass im Vergleich zur Untersuchung aus dem Jahr 2015 der Maximalwert mit 2,3 ng/kg TM TEQ-PCDD/F WHO 05 (UB) eine Verdoppelung auf 4,6 ng/kg TM in der Tiefenstufe 0-5 cm im Jahr 2025 aufweist. Auch für die Blaubergalm muss darauf hingewiesen werden, dass die PCDD/F Werte in Kombination mit den DL-PCB, den Richtwert von 5 ng/kg TM in der Tiefenstufe 0-5 cm übersteigen (5,6 ng/kg TM TEQ-PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)). Der Anstieg der Werte gibt Anlass dazu, mögliche Ursachen zu identifizieren.

Die höchsten Gehalte der PAK₁₆ (530 µg/kg TM), sowie NDL-PCB (PCB₆) (4,3 µg/kg TM) liegen in der Tiefenstufe 0-5 cm des Waldstandorts Klammbach vor. Die höchsten Gehalte der PCDD/F liegen in der Tiefenstufe 0-5 cm der BDF Blaubergalm mit 4,6 ng/kg TM TEQ-PCDD/F WHO 05 (UB) vor. Alle anderen Parameter zeigen Wertebereiche von Hintergrundstandorten (Umweltbundesamt 1998, 2002, 2008 und 2010, Offenthaler et al., 2008; BFW, 2015; Land Salzburg, 2018; BMLRT, 2021). Über die Herkunft der PCDD/F kann keine Aussage getroffen werden, jedoch ist Ferntransport von Industriegebieten ebenso wenig auszuschließen, wie nahe Verbrennungsquellen.

Untersuchte Substanzen

Bei den untersuchten Substanzen handelt es sich im Wesentlichen um persistente organische Schadstoffe (POPs), welche im Stockholmer Übereinkommen (UNEP, 2004) geregelt sind. Dieses internationale Abkommen wird in der Europäischen Union mit der EU-POP-Verordnung (EG 2019/1021) umgesetzt. Das Ziel des Abkommens ist, die Produktion, Verwendung und Freisetzung der Substanzen soweit wie möglich zu reduzieren bzw. zu beenden, um die Umwelt und Gesundheit der Menschen vor den Gefahren dieser Stoffe zu schützen (UNEP, 2020).

Erwartungsgemäß weist die Waldfläche Klamm Bach Wald zumeist höhere Schadstoffgehalte auf als die Grünlandfläche der Blaubergalm. Dies ist einerseits durch die Filterwirkung der Waldbäume zu erklären, wodurch vor allem partikulär gebundene Schadstoffe verstärkt aus der Luft ausgefiltert und in Oberböden akkumuliert werden. Andererseits werden gasförmige organische Schadstoffe (z.B. niedrig chlorierte Dioxine und Furane) direkt in die Biomasse (z.B. Nadeln) aufgenommen und reichern sich damit über den Streufall verstärkt im Humus und den oberen Mineralbodenhorizonten an. Dies trifft in diesem Fall auf PAK und PCB zu. PCDD/F wurden jedoch in den höchsten Konzentrationen auf der Wiesenfläche der Blaubergalm nachgewiesen.

Analytische Methoden

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden folgende Methoden angewendet:

Dioxine und PCB wurden mittels Gaschromatographie und hochauflösender massenspektrometrischer Detektion (GC-HRMS) bestimmt.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) wurden mittels Gaschromatographie mit massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) bestimmt.

Die Analyse auf Pflanzenschutzmittelrückstände wurde im Rahmen dieser Untersuchung mittels zweier Methoden durchgeführt:

- a) GC-MS/MS Methode auf 24 Organochlorpestizide
- b) Multimethode LC-MS/MS und GC-MS/MS auf 674 Substanzen

Richtwerte

Für Wald- bzw. Grünlandböden gibt es keine rechtlich verbindlichen Grenzwerte. Wird Grünland zur Futtermittelproduktion genutzt, sind die Futtermittel-Grenzwerte für PCDD/F und DL-PCB zu kontrollieren und mit Werten der EU-Verordnung Nr. 277/2012 zu vergleichen (0,75 ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg: Höchstgehalt in ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg (ppt), bezogen auf ein Futtermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 % bzw. 1,25 ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg: Höchstgehalt in ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg (ppt), bezogen auf ein Futtermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 %).

Aus Studien zum Schadstofftransfer geht hervor, dass in manchen Fällen auch Gehalte an Dioxinen, dioxinähnlichen PCB und nicht-dioxinähnlichen PCB in Futtermitteln, die den Höchstgehalten gemäß Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG entsprechen, dazu führen können, dass in Lebensmitteln tierischen Ursprungs die gemäß der Verordnung (EG) Nr. 915/2023 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln geltenden Höchstgehalte überschritten werden. Dies bedeutet, dass Futtermittel mit Dioxin-Gehalten unter dem Grenzwert, bei Aufnahme durch Nutztiere trotzdem zu Überschreitungen der Dioxin-Gehalte im Fleisch führen können. In Anbetracht der Messempfindlichkeit der derzeit verfügbaren Analyseverfahren sowie der Tatsache, dass die Höchstgehalte als Obergrenze festgelegt sind, ist es jedoch nicht möglich, niedrigere Höchstgehalte festzulegen. Außerdem ist es in den meisten Fällen

unwahrscheinlich, dass ein Tier langfristig Futtermitteln ausgesetzt ist, die vorschriftskonform sind, aber Gehalte an Dioxinen und/oder PCB enthalten, die nahe am Höchstgehalt liegen oder gleich diesem sind (EU-VO Nr. 277/2012).

Für die Bewertung der Höchstwerte für Futter- und Lebensmittel wird die Verordnung (EU) 2023/915¹ herangezogen.

Vergleich der Ergebnisse 2025 mit jenen aus 2015 (Maximum-Werte)

Im Vergleich zur Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)-Untersuchung aus dem Jahr 2015 - der Auflagehorizont wurde 2015 nicht untersucht - kann festgestellt werden, dass die PAK-Gehalte auf der BDF Klamm bach Wald 2025 in der Tiefenstufe 0-5 cm um ca. 40 % niedriger bzw. in der Tiefenstufe 5-10 cm ca. gleich sind als jene aus 2015 (BFW, 2015). Diese Konzentrationsänderungen in der Tiefenstufe 5-10 cm liegen im Bereich der Messunsicherheit der Methode. Auf der Blaubergalm 2025 sind die PAK-Gehalte in der Tiefenstufe 0-5 cm um ca. 10 % niedriger bzw. in der Tiefenstufe 5-10 cm um >50 % niedriger (5-10 cm) als jene, die 2015 gemessen wurden (Tabelle 1).

Die PCB-Gehalte (NDL-PCB) 2025 sind am Waldstandort in der Tiefenstufe 0-5 cm um ca. 7 % niedriger und in der Tiefenstufe 5-10 cm um ca. 75 % höher als 2015. Am Grünlandstandort sind die PCB-Gehalte in der Tiefenstufe 0-5 cm um ca. 30 % gestiegen bzw. in der Tiefenstufe 5-10 cm um ca. 40 % niedriger als die 2015 gemessen wurden (Tabelle 1). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von ca. 30 % kann hier von keinem deutlichen Trend der PCB-Gehalte ausgegangen werden.

Die Dioxin-Gehalte (TEQ WHO 05) 2025 sind am Waldstandort um ca. 25 % (0-5 cm) bzw. 250 % (5-10 cm) höher als jene aus 2015. Am Grünlandstandort sind die Dioxin-Gehalte um ca. 100 % (0-5 cm) gestiegen bzw. um ca. 20 % (5-10 cm) niedriger als jene aus 2015 (Tabelle 1). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von ca. 30 % kann hier von einem Anstieg der PCDD/F-Gehalte ausgegangen werden, deren Ursache auf den Grund gegangen werden sollte.

Von den 24 Organochlorpestiziden wurden im Waldboden der BDF Klamm bach im Auflagehorizont 10 Substanzen nachgewiesen. Darunter waren Substanzen wie zum Beispiel Dieldrin, Hexachlorbenzol (HCB) oder DDT zu finden. Im Grünlandboden der Blaubergalm wurden fünf Substanzen (alpha-Endosulfan, HCB, PeCB, p,p'-DDE, p,p'-DDT) nachgewiesen.

Die höchsten Werte (Maxima) von p,p'-DDD (1,7 µg/kg TM), beta-Endosulfan (1,0 µg/kg TM), und HCB (0,79 µg/kg TM) wurden im Mineralboden in der Tiefenstufe 0-5 cm der BDF Klamm bach Wald festgestellt. In der Tiefenstufe 5-10 cm wurden die höchsten Werte (Maxima) von o,p'-DDT (0,81 µg/kg TM), Dieldrin (0,43 µg/kg TM), p,p'-DDE (0,37 µg/kg TM) und Pentachlorbenzol (0,32 µg/kg

¹ VERORDNUNG (EU) 2023/915 DER KOMMISSION vom 25. April 2023 über Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

TM) detektiert. Bei der mit der Multimethode LC/MS erfassten Substanzen wurden Biphenyl (<0,010 mg/kg TM) und Dicamba-desmethyl (<0,010 mg/kg TM) bei der BDF Klamm bach Wald nachgewiesen. Alle anderen Substanzen, die mit den Multimethoden LC-MS/MS und GC-MS/MS gemessen wurden (674 Substanzen) sind unter den Nachweisgrenzen (0,050 bis 0,25 mg/kg TM) der eingesetzten Methoden und somit nicht quantifizierbar.

Bei den Organochlorpestiziden wurden am Waldstandort 2015 vier, 2025 jedoch sieben Substanzen (Tiefenstufe 0-5 cm) nachgewiesen. Am Grünlandstandort wurden 2015 drei, 2025 fünf Substanzen detektiert. HCB wurde 2015 am Waldstandort (Tiefenstufe 0-5 cm) mit maximal 0,24 µg/kg TM, 2025 mit 0,79 µg/kg TM analysiert (Tabelle 1). HCB wird auch bei Verbrennungsprozessen in der Industrie als auch beim Hausbrand freigesetzt, das zu diesem Anstieg, neben Ferntransport, beitragen kann (Umweltbundesamt, 2022).

Beim Pflanzenschutzmittelscreening 2015 wurden 517 Substanzen erfasst, wovon keine nachgewiesen werden konnte. 2025 wurden 674 untersucht, wobei im Grünland keine bzw. zwei Substanzen im Wald detektiert werden konnten.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse der BDF Klamm bach Wald und Blaubergalm von 2015 und 2025 (Maximalwerte dargestellt)

Parameter	Jahr	Forstwirtschaft (BDF Klamm bach Wald)		Landwirtschaft (Blaubergalm)	
		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
PAH16 (Max.) µg/kg TM	2015	910	490	370	390
	2025	530	510	330	180
PCB6 (Max.) µg/kg TM	2015	4,6	2,0	2,2	3,2
	2025	4,3	3,5	2,9	1,3
TEQ -PCDD/F WHO 05 (UB) (Max.) ng/kg TM	2015	2,7	1,1	2,3	2,9
	2025	3,4	3,9	4,6	2,3
OCP (Anzahl)	2015	4	3	3	2
	2025	7	2	5	4
HCB (Max.) µg/kg TM	2015	0,29	<0,10	<0,10	<0,10
	2025	0,79	0,59	0,19	<0,10

Ausblick

Um einen Trend der Gehalte an persistenten organischen Schadstoffen in Böden ableiten zu können wird im Abstand von ca. fünf Jahren eine Wiederholungsbeprobung v.a. zu den klassischen POPs, die laufend durch Verbrennungsprozesse in die Umwelt gelangen, empfohlen. Das betrifft v.a. Dioxine und Furane sowie PAK. Ebenso sollten neuartige POPs (z.B. PFAS, PBDE) im Parameterumfang berücksichtigt werden.

Da sich organische Schadstoffe meist über lange Zeit in den Böden anreichern, stellt das Umwelt- und Bodenmonitoring eine unerlässliche Datengrundlage dar, um Auswirkungen und Effektivität von Maßnahmen zur Schadstoffreduktion ableiten und Trends der Schadstoffanreicherungen feststellen zu können. Im Folgenden werden die nachgewiesenen Substanzkonzentrationen je Schadstoffgruppe differenzierter bewertet und interpretiert.

Aufgrund des Abschlusses der Untersuchungsreihe, in der zweimalige Untersuchungen der jeweiligen 10 Dauerbeobachtungsflächen in den letzten 20 Jahren durchgeführt wurden, wäre es naheliegend eine Zusammenschau aller Ergebnisse zu erarbeiten.

Bodendauerbeobachtungsfläche	Untersuchungszeitpunkt	
BDF Brixlegg und (BDF Münster*)	2009	2019
BDF Reutte und BDF Urisee	2011	2021
BDF Gaimberg Wald und Wiese	2012	2022
BDF Weirichalm Wald und Wiese	2013	2023
BDF Klammbach Wald und BDF Blaubergalm	2014	2024

*Münster (2009) möglicherweise nicht auf organische Schadstoffe untersucht.

Vergleiche mit Schadstoffgehalten der Nachbarländer wären vorteilhaft. Weiters besteht die Möglichkeit einen Datenvergleich auf der Informationsplattform für Chemikalienmonitoring der Europäischen Kommission durchzuführen sowie der Einspeisung von vorliegenden Daten².

² <https://ipchem.jrc.ec.europa.eu/>

1 EINLEITUNG

Im Rahmen der Bodendauerbeobachtung wurden im Jahr 2025 die organischen Schadstoffe an zwei Tiroler Standorten untersucht.

Im Wesentlichen wurden persistente organische Schadstoffe, sogenannte POPs, untersucht, die in der Landwirtschaft und Industrie weit verbreitet eingesetzt wurden oder unbeabsichtigt entstehen und bei vielen anthropogenen Aktivitäten freigesetzt werden können. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt sind POPs im Rahmen des Stockholmer Übereinkommens geregelt, das 2001 verabschiedet wurde und 2004 in Kraft getreten ist (UNEP, 2020). Mit anfangs zwölf eingestuft Substanzen ist dieser Vertrag ein lebendes Dokument, in dessen Anhänge regelmäßig neue POPs aufgenommen werden, mit dem Ziel, die Emissionen dieser Stoffe bzw. Stoffgruppen zu minimieren. Gegenwärtig sind 28 Stoffe und Stoffgruppen gelistet. Zusätzlich sind vier weitere Stoffe bzw. Stoffgruppen für die Aufnahme in das Stockholmer Übereinkommen vorgeschlagen. In europäisches Recht wurde das Stockholmer Übereinkommen mittels der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 über persistente organische Schadstoffe übernommen (Europäische Union (EU), 2004). Durch die Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe (Neufassung) wurde EG 850/2004 neu gefasst.

Für weitere Details zu den organischen Schadstoffen wird auf die Website des BMK (https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiepolitik/international/pop.html), das Stockholmer Übereinkommen (UNEP, 2020) und den Projektbericht von POPMON (BMNT und BMASGK, 2018) hingewiesen. Damit die Ursachen der Belastung von Umwelt und Lebensmitteln abgeklärt werden können, ist die Kenntnis über Konzentrationen und Eintragspfade von POPs in Umweltmedien von wesentlicher Bedeutung.

Bei den beprobten Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) in Tirol handelt es sich um den Waldstandort Klamm Bach Wald sowie um den Grünlandstandort Blaubergalm, die sich im Achenental, nordöstlich von Achenkirch befinden.

Von jeder Fläche wurden die Gehalte an organischen Schadstoffen aus vier Mischproben (A, B, C und D) und je zwei Tiefenstufen (0-5 cm und 5-10 cm) bestimmt. Zusätzlich wurde der Auflagehumus des Waldstandortes untersucht. Alle Ergebnisse wurden auf die Trockenmasse der Bodenprobe bezogen.

Folgende Schadstoffgruppen wurden analysiert:

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) mittels GC-MS
- Polychlorierte Biphenyle (PCB), Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) mittels GC-HRMS
- Pflanzenschutzmittelrückstände mittels GC-MS/MS.
Organochlorpestizide (OCP): Aldrin, Endosulfan (alpha, beta), cis-Chlordan, trans-Chlordan, Dieldrin, Endrin, Mirex, Heptachlor, Heptachlorrepxid, Hexachlorbenzol (HCB), Hexachlorbutadien, Pentachlorbenzol,

Pentachlornitrobenzol, Hexachlorcyclohexan (alpha-, beta-, gamma-, delta-HCH), o,p-DDD, o,p-DDE, o,p-DDT, p,p-DDD, p,p-DDE und p,p-DDT.

- Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände mittels Multimethode LC-MS/MS und GC-MS/MS (689 Substanzen wurden im Mineralboden von Grünland- und Waldstandort und 232 Substanzen im Auflagehumus des Waldstandorts untersucht).

1.1 Statistische Auswertung, Darstellung und Interpretation

Die Gehalte der Schadstoffe werden für die meisten Schadstoffgruppen als Summengehalte aus den Einzelparametern angegeben (z.B. Summe 16 PAK). Aus den Ergebnissen der vier Wiederholungsmessungen je Fläche und Tiefenstufe wurde analog zu den Vorstudien ein Mittelwert berechnet. Minimum und Maximum der Bodengehalte sind als weitere Kennwerte angeführt. Für die Berechnungen wurden Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze festgelegt und Werte unter der Nachweisgrenze gleich „null“ gesetzt (PAK, Organochlorpestizide).

Bei den PCB und PCDD/F wurde in Anlehnung an die EU-Verordnung 2017/771 folgender Ansatz angewendet: Für die Berechnung des Upper-Bound (UB) sind die Werte, die unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, gleich der Bestimmungsgrenze. Beim Lower-Bound-Ansatz (LB) werden Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze gleich „null“ gesetzt. Die Analysenergebnisse sowie die statistische Auswertung sind im Anhang des Berichts tabellarisch zusammengefasst (von Tabelle 9 bis Tabelle 28) (siehe auch Prüfbericht 2503/0122).

Die Einordnung und Bewertung der Schadstoffgehalte erfolgte unter Berücksichtigung folgender Studien bzw. Regelwerke:

- Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden (Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), im Auftrag der Tiroler Landesregierung, 2015, unveröffentlicht).
- Organische Schadstoffe in Grünlandböden (Umweltbundesamt 2008 u. 2010)
- Organische Schadstoffe in Grünland- und Waldböden (Orapops) (Land Salzburg, 2018)
- Eikmann – Kloke Werte (Rosenkranz, 1998)
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung 1999 (BBodSchV i.d.g.F.)
- VBBo – Verordnung über Belastungen des Bodens (Schweiz, VBBo 1998, überarbeitet 2016)
- Lehrbuch der Bodenkunde (Scheffer u. Schachtschabel, 2018)
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) (2021): Forschungsprojekt AustroPOPs – Monitoring von Organischen Schadstoffen in Böden Österreichs, Endbericht.

POPs zeichnen sich durch ihre Langlebigkeit, ihr Bioakkumulationspotenzial und ihre Toxizität aus, diese tritt in einigen Fällen, wie beispielsweise bei den Dioxinen in äußerst geringen Konzentrationen auf. Die tolerierbaren täglichen Aufnahmemengen mancher POPs, darunter von Dioxinen, werden in der Bevölkerung überschritten. Diese Stoffe tragen zum Krankheitsrisiko sowie der Häufigkeit des Auftretens einer Reihe von Erkrankungen bei. Die Gesundheitseffekte der POPs reichen von Schädigungen des Hormonsystems und Fruchtbarkeit, Herz-Kreislauffeffekten, Krebserkrankungen, Diabetes, Missbildungen bis hin zu Schädigungen des Immunsystems (Guillotin and Delcourt, 2022; Guo et al., 2019). Besonders empfindlich sind Organsysteme (Immun-, Nerven-Hormon-Reproduktionssystem) in Entwicklungsstadien, daher sind Ungeborene, Babys und Kleinkinder besonders schützenswert.

2 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

2.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Zu der Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) gehören alle Verbindungen, die aus zwei bis sieben aromatischen Kohlenwasserstoffringen aufgebaut sind (UBA, 2016). Die Eigenschaften der einzelnen PAK hängen von der Zahl der Kohlenwasserstoffringe ab. Im Allgemeinen sind PAK lipophil, das bedeutet, dass sie sich gut in Fetten oder Ölen lösen, in Wasser hingegen schlecht. Mit zunehmender Zahl der Kohlenwasserstoffringe nimmt diese Tendenz zu.

PAK entstehen vor allem durch nicht vollständige Verbrennung organischer Materialien (z.B. Kohle, Heizöl, Kraftstoffe, Holz). Je niedriger die Temperaturen bei der Verbrennung sind und je weniger Sauerstoff zur Verfügung steht, desto mehr PAK entstehen. Sie werden vor allem über den Luftweg verbreitet. Aufgrund der hohen Filterwirkung der Bäume werden über Nadeln, Blätter und Humus zumeist höhere Schadstoffmengen in Waldböden eingetragen.

In Umweltproben werden häufig die von der US Environmental Protection Agency (EPA) definierten 16 PAK (Σ EPA-PAK 16, PAK16) analysiert. Dieser Summenwert sowie die Konzentration der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) haben sich international weitgehend als Referenzgrößen durchgesetzt. Als Leitsubstanz für PAK gilt BaP, welches als krebserregend, erbgutverändernd und reproduktionstoxisch eingestuft ist (ECHA, 2021). Im Boden sind PAK sehr persistent. Sie akkumulieren und werden an die organische Substanz angelagert (Kraus, 2004). Der Boden gilt daher als guter Indikator einer Langzeitbelastung.

In der Schweizer Verordnung über Belastungen des Bodens wird für PAK16 ein Richtwert³ von 1 mg/kg TM und ein Prüfwert⁴ von 10 mg/kg angegeben. Für BaP liegt der Richtwert bei 0,2 mg/kg TM, der Prüfwert bei 1 mg/kg TM. Der Vorsorgewert der deutschen Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV, 1999, ersetzt durch 2021) liegt für PAK16 bei 3 mg/kg TM bei einem TOC-Gehalt <4 % und bei 5 mg/kg TM bei TOC >4 bis 9 %. Der Vorsorgewert der Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung (LGBL Nr. 77/2018) liegt bei 2 mg/kg TM.

Die gemessenen Werte der Standorte Blaubergalm und Klammbach Wald liegen unter diesen Richt- und Vorsorgewerten.

Die Hintergrundgehalte einzelner PAK aus natürlichen Quellen (z.B. Waldbrände) werden in Böden mit 1 – 10 µg/kg TM angegeben (Scheffer & Schachtschabel, 2018). Aus nationalen Untersuchungen kann für Hintergrund-Grünlandstandorte ein Median für PAK16 um die 100 µg/kg TM (Bereich: 2,4 –

³ Richtwert: Darunterliegende Gehalte ermöglichen eine multifunktionale Nutzung.

⁴ Prüfwerte geben für bestimmte Nutzungsarten Belastungen des Bodens an, bei deren Überschreitung nach dem Stand der Wissenschaft und der Erfahrung Menschen, Tiere oder Pflanzen konkret gefährdet werden können. (Grenzwerte sind in Gesetzen und Verordnungen politisch festgelegte Höchstkonzentrationen.)

1.800 µg/kg TM) angegeben werden. Für BaP liegen die Hintergrundwerte bei ca. 10 µg/kg TM (Bereich: <Nachweisgrenze (NG) – 56 µg/kg TM, Umweltbundesamt 2008, 2010). Waldstandorte weisen in der Regel höhere Hintergrundbelastungen auf, die für PAK16 bei 470 µg/kg TM (Bereich: 56 – 1.900 µg/kg TM, Offenthaler et al., 2008) liegen.

Die Gehalte der PAK16 liegen auf der Waldfläche (BDF Klamm bach Wald) (Tabelle 2) im Auflagehorizont im Mittel bei 101 µg/kg TM (Bereich: 90 bis 110 µg/kg TM). Bei einer Bodentiefe bis 5 cm liegen die Werte im Mittel bei 388 µg/kg TM (Bereich: 200 bis 530 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 283 µg/kg TM (Bereich: 170 bis 510 µg/kg TM). Auf der Grünlandfläche (BDF Blaubergalm) (Tabelle 3) liegen die Werte in einer Bodentiefe bis 5 cm im Mittel bei 260 µg/kg TM (Bereich: 230 bis 330 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 160 µg/kg TM (Bereich: 140 bis 180 µg/kg TM).

Die Gehalte der Leitsubstanz BaP liegen im Auflagehorizont der Waldfläche (BDF Klamm bach Wald) im Mittel bei 5,1 µg/kg TM bis zu einem Maximum von 6,2 µg/kg TM (Tabelle 2). Der Maximalgehalt von 41 µg/kg TM wurde in der Tiefenstufe 0-5 cm detektiert. Auf der Grünlandfläche (0-5 cm) liegt der Mittelwert für BaP bei 21 µg/kg TM und das Maximum bei 25 µg/kg TM (Tabelle 3).

Bemerkenswert ist, dass die PAK-Gehalte im Auflagehorizont die geringsten Werte zeigten, im Vergleich zu den Mineralhorizonten. Ein ähnliches Phänomen wurde auch bei der MONARPOP-Studie festgestellt (OFFENTHALER et al., 2008).

Sowohl am Waldstandort als auch am Grünlandstandort wurden in der Tiefenstufe 0-5 cm die höchsten PAK-Gehalte bestimmt.

Tabelle 2: PAK-Gehalte der BDF Klamm bach Wald (µg/kg TM, n=4).

	Klamm bach Wald Auflage			Klamm bach Wald 0-5 cm			Klamm bach Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Benzo(a)pyren	5,1	4,2	6,2	27	14	41	20	12	34
Summe PAK16	101	90	110	388	200	530	283	170	510
Summe 6 PAK	51	46	64	248	123	346	180	107	335

Summe 6 PAK: Fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Tabelle 3: PAK-Gehalte der BDF Blaubergalm ($\mu\text{g/kg TM}$, $n=4$).

	Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	$\mu\text{g/kg TM}$					
Benzo(a)pyren	21	19	25	11	9,1	13
Summe PAK16	260	230	330	160	140	180
Summe 6 PAK	178	155	228	113	102	130

Summe 6 PAK: Fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Im Vergleich mit den Ergebnissen der ORAPOP-Studie liegt der Mittelwert (Summe PAK16) des Auflagehorizontes der BDF Klamm bach Wald mit $101 \mu\text{g/kg TM}$ unter den $267 \mu\text{g/kg TM}$ (Land Salzburg, 2018). Verglichen mit der Studie MONARPOP (Offenthaler et al., 2008) liegt die BDF Klamm bach Wald ebenso unter dem Wert von $209 \mu\text{g/kg TM}$ (Mittelwert). Vergleicht man den Maximalwert der BDF Klamm bach Wald ($110 \mu\text{g/kg TM}$) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser weit unter den Maximalwerten dieser beiden Studien (899 bzw. $501 \mu\text{g/kg TM}$).

Der Mittelwert der Summe PAK16 der Tiroler Grünlandstandorte der Austro-POPs-Studie (0-5 cm) liegt bei $232 \mu\text{g/kg TM}$, der Wert vom Standort BDF Blaubergalm liegt mit $260 \mu\text{g/kg TM}$ knapp darüber. Der Mittelwert der Tiroler Austro-POPs-Waldstandorte liegt bei $239 \mu\text{g/kg TM}$, welcher von der BDF Klamm bach Wald (Auflage) mit $101 \mu\text{g/kg TM}$ deutlich unterschritten wird (BMLRT, 2021).

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen, BDF Klamm bach Wald und BDF Blaubergalm (BFW, 2015) weist der Wald-Standort in der Tiefenstufe 0-5 cm im Mittel mit $388 \mu\text{g/kg TM}$ einen niedrigeren PAK16-Gehalt auf als 2015 ($618 \mu\text{g/kg TM}$). In der Tiefenstufe 5-10 cm ist das Ergebnis der aktuellen Untersuchung ebenfalls geringer (Mittelwerte 2015: $408 \mu\text{g/kg TM}$; 2025: $283 \mu\text{g/kg TM}$). Im Grünland liegen ebenso in der Tiefenstufe 0-5 cm 2025 niedrigere Gehalte vor als 2015 (Mittelwerte 2015; 0-5 cm: $363 \mu\text{g/kg TM}$; 2025: $260 \mu\text{g/kg TM}$) (vgl. Maximalwerte in Tabelle 1).

2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB, DL-PCB)

Bei den polychlorierten Biphenylen (PCB) handelt es sich um Mischungen chlorierter aromatischer Kohlenwasserstoffe, welche seit 1930 intensiv industriell genutzt wurden. In Abhängigkeit von Anzahl und Stellung der Chloratome ergeben sich 209 mögliche PCBs. Je höher der Chlorierungsgrad, desto stärker nimmt die Fettlöslichkeit, die Stabilität und die Anreicherungstendenz von PCBs in Organismen und der Umwelt zu.

Die so genannten Ballschmitter PCBs, Indikator PCBs oder NDL-PCBs (non dioxin-like PCB) sind eine Auswahl von sechs Kongeneren, die in technisch hergestellten PCB-Produkten in höchsten Konzentrationen vorkommen.

Die DL-PCBs (dioxin-like PCB) umfassen insgesamt 12 Kongenere, die aufgrund ihrer Molekülstruktur eine dioxinähnliche Wirkung entfalten können. Die unterschiedliche Wirkungsstärke wird mit einem Toxizitätsäquivalenzfaktor (TEF) berücksichtigt. Dabei bewertet man die relative Toxizität der einzelnen Verbindungen im Vergleich zum hochgiftigen 2,3,7,8-TCDD. Die toxische Wirkung wird dann über die Gehalte der 12 Einzelverbindungen und dem zugehörigen Faktor als Toxizitätsäquivalent (TEQ) errechnet und addiert.

Die WHO hat erstmals 1998 Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEQ WHO 98) für jene 12 Kongenere eingeführt. Diese Faktoren wurden sowohl 2005 (TEQ WHO 05) als auch 2022 (TEQ WHO 22) modifiziert. Die 2022 eingeführten Faktoren haben sich aber bis heute nicht durchgesetzt. Um die Vergleichbarkeit der TEQs mit früheren Auswertungen zu gewährleisten, sind im Bericht die TEQ Werte nach WHO 98 und WHO 05 enthalten. Im Text wird jeweils auf die Berechnungsmethode nach „upper bound“ (UB) Bezug genommen. Dabei geht bei Gehalten <Bestimmungsgrenze (BG) jeweils die entsprechende BG in die Berechnung ein. Bei „lower bound“ (LB) erfolgt die Berechnung ohne Berücksichtigung der BG.

In der Tabelle 4 und Tabelle 5 sind die Gehalte der Σ 6 PCB (NDL-PCB (UB)) und der Toxizitätsäquivalente (TEQ) ersichtlich.

Die Gehalte der NDL-PCB liegen für die Waldfläche BDF Klamm Bach Wald im Mittel bei 1,3 µg/kg TM (Auflage), 3,4 µg/kg TM (0-5 cm) bzw. 2,5 µg/kg TM (5-10 cm), für die Grünlandfläche Blaubergalm bei 1,9 µg/kg TM (0-5 cm) bzw. 1,1 µg/kg TM (5-10 cm). Den höchsten Anteil an der Σ 6 PCB haben die beiden höher chlorierten PCBs, PCB 138 und 153 (Tab 15). Deren Summe ergibt zwischen 24 und 30% der Gesamtsumme und liegt damit auffällig niedriger als bei den Waldflächen aus früheren Untersuchungen der BDF Tirol. Auf der Grünlandfläche Blaubergalm liegt dieser Wert zwischen 27 und 33 %, jedoch bei einem geringeren Gesamtgehalt (Tab. 16).

Im Vergleich mit den Ergebnissen der ORAPOP-Studie liegt der Mittelwert des Auflagehorizontes der BDF Klamm Bach Wald mit 1,3 µg/kg TM unter den 3,2 µg/kg TM (Land Salzburg, 2018). Verglichen mit der Studie MONARPOP (Offenthaler et al., 2008) liegt die Blaubergalm mit 1,9 µg/kg TM ebenso unter dem Wert von 8,3 µg/kg TM (Mittelwert). Vergleicht man den Maximalwert der Blaubergalm (2,9 µg/kg TM) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser unter den Maximalwerten dieser beiden Studien (21 bzw. 17 µg/kg TM).

Der Mittelwert Σ 6 PCB der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 2,0 µg/kg TM, der Wert vom Standort Blaubergalm liegt mit 1,9 µg/kg TM auf dem gleichen Niveau. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 2,7 µg/kg TM, welcher von der BDF Klamm Bach Wald (Auflage) mit 1,3 µg/kg TM unterschritten wird (BMLRT, 2021).

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen, BDF Klamm Bach Wald und BDF Blaubergalm (BFW, 2015)

weist der Wald-Standort in der Tiefenstufe 0-5 cm im Mittel mit 3,4 µg/kg TM einen etwas höheren Gehalt auf als 2015 (3,1 µg/kg TM). Der NDL-PCB-Gehalt in der Tiefenstufe 5-10 cm liegt mit 2,5 µg/kg TM auch über dem Wert von 2015 (1,5 µg/kg TM). Auf der Blaubergalm liegen in der Tiefenstufe 0-5 cm 2025 die gleichen Gehalte vor wie 2015 (2015; 0-5 cm: 1,9 µg/kg TM; 2025: 1,9 µg/kg TM) (vgl. Maximalwerte in Tabelle 1).

Die Summe der 12 DL-PCBs weist auf beiden Flächen wesentlich geringere Gehalte auf (als für die Σ 6 PCB) und liegt im Mittel zwischen 0,19 µg/kg TM (Klammbach Wald Auflage), 0,49 µg/kg TM (Klammbach Wald 0-5 cm) bzw. 0,34 µg/kg TM (Klammbach Wald 5-10 cm) und 0,31 µg/kg TM (Blaubergalm 0-5 cm) bzw. 0,18 µg/kg TM (Blaubergalm 5-10 cm) (Tabelle 4 und Tabelle 5). Die TEQ erreichen in den Tiefenstufen (0-5 cm und 5-10 cm) Klammbach Wald maximal 1,4 ng TEQ – PCB-WHO 05/kg TM. Auf der Blaubergalm beträgt der maximale TEQ-Wert 1,1 ng TEQ – PCB WHO 05/kg TM in der Tiefenstufe 0-5 cm. Zwischen dem Waldstandort und dem Almstandort liegt nur ein geringer Unterschied vor.

Auf der BDF Klammbach Wald (0-5 cm) zeigt der Mittelwert der DL-PCB mit 1,1 ng TEQ-WHO 05/kg TM einen höheren Wert als 2015 mit 0,79 ng TEQ-WHO 05/kg TM (BFW, 2015). Der Auflagehorizont weist nur ca. ein Drittel des Gehalts an TEQ DL-PCB des Mineralbodens auf, was untypisch ist und möglicherweise auf die Qualität des Auflagehumus zurückzuführen ist (Abbildung 1) (Klammbach Wald (Auflage): 0,33 ng TEQ-WHO 05/kg TM; Klammbach Wald (0-5 cm): 1,1 ng TEQ-WHO 05/kg TM).

Der Mittelwert der TEQ der DL-PCB der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 1,0 ng TEQ WHO 05/kg TM, welcher von der Klammbach Wald Auflage mit 0,33 ng TEQ WHO 05/kg TM unterschritten wird. Der Mittelwert der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 0,29 ng TEQ WHO 05/kg TM, jener der Blaubergalm liegt bei 0,75 ng TEQ/kg TM, was ca. dem 2,5-Fachen entspricht (BMLRT, 2021).

Tabelle 4: PCB-Gehalte der BDF Klammbach Wald (µg/kg TM, ng TEQ/kg TM, n = 4)

	Klammbach Wald Auflage			Klammbach Wald 0-5 cm			Klammbach Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Summe NDL-PCB (UB) (µg/kg TM)	1,3	1,1	1,5	3,4	2,6	4,3	2,5	1,8	3,5
Summe DL-PCB 12	0,19	0,16	0,23	0,49	0,36	0,63	0,34	0,24	0,51
	ng TEQ/kg TM								
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,33	0,29	0,37	1,1	0,81	1,4	0,93	0,70	1,4
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,34	0,30	0,38	1,1	0,81	1,4	0,92	0,69	1,4

Tabelle 5: PCB-Gehalte der BDF Blaubergalm ($\mu\text{g/kg TM}$, ng TEQ/kg TM, $n = 4$)

	Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	$\mu\text{g/kg TM}$					
Summe NDL-PCB (UB) ($\mu\text{g/kg TM}$)	1,9	1,4	2,9	1,1	0,91	1,3
Summe DL-PCB 12	0,31	0,23	0,46	0,18	0,16	0,20
	ng/kg TM					
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,75	0,58	1,1	0,44	0,42	0,45
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,74	0,56	1,1	0,42	0,41	0,43

2.3 Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und -Furane (PCDD/F)

Die Belastung der Umwelt mit Dioxinen und Furanen ist hauptsächlich eine Folge ihrer Entstehung bei (unvollständigen) Verbrennungsprozessen (Verbrennung organischer Substanzen, Müllverbrennung, Kupferrückgewinnung) und bei der Sinterung von Erzen. PCDD/F werden nicht kommerziell produziert, sondern entstehen bei der Produktion anderer Chemikalien. So waren zum Beispiel PCB oder Pentachlorphenol meist mit Furanen und Dioxinen kontaminiert.

Die Mittelwerte für die Toxizitätsäquivalente (TEQ - PCDD/F WHO 05) von 3,4 (0-5 cm) bzw. 2,0 ng/kg TM (5-10 cm) am Standort Blaubergalm sind erhöht (vgl. UMWELTBUNDESAMT, 2008 u. 2010). Der Standort Klamm Bach Wald weist Mittelwerte für TEQ - PCDD/F WHO 05 von 0,77 (Auflage), 3,2 (0-5 cm) bzw. 2,9 ng/kg TM (5-10 cm) auf, die im Vergleich zu 2015 höher sind (Tabelle 6). Den maximalen Gehalt an TEQ - PCDD/F WHO 05 weist die Mischprobe C der BDF Blaubergalm (0-5 cm) mit 4,6 ng/kg TM auf (Tabelle 22).

Verglichen mit den früheren Untersuchungen am Standort Blaubergalm sind die Maximal-Gehalte für die Summe der PCDDF angegeben als TEQ nach WHO05 doppelt so hoch (Blaubergalm 2015 (0-5 cm): 2,3; 2025: 4,6 ng TEQ-PCDD/F WHO05 /kg TM). In der Tiefenstufe 5-10 cm liegen die Gehalte 2015 mit 2,9 ng/kg TM höher als 2025 mit 2,3 ng/kg TM (BFW, 2015) (Tabelle 1).

Tabelle 6: PCDD/F- Gehalte der BDF Klammbach Wald (ng/kg TM; n = 4)

	Klammbach Wald Auflage			Klammbach Wald 0-5 cm			Klammbach Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
Summe TCDF	7,8	6,6	10	27	23	32	24	17	35
Summe PeCDF	5,7	5,0	7,3	24	22	25	22	16	32
Summe HxCDF	5,9	4,6	7,1	23	21	24	23	16	31
Summe HpCDF	3,8	3,3	4,7	17	16	18	18	13	23
Octachlordibenzofuran	2,9	1,8	3,6	15	13	17	17	12	23
Summe TCDD	2,6	2,2	3,4	6,2	5,3	7,5	5,0	3,6	7,4
Summe PeCDD	3,5	2,6	5,9	9,4	8,3	11	8,2	6,1	12
Summe HxCDD	7,4	6,3	9,9	21	20	23	18	14	24
Summe HpCDD	8,7	7,0	11	29	26	33	24	18	33
Octachlordibenzo-p-dio- xin	20	19	21	71	65	78	60	46	80
Summe PCDF	26	23	30	105	98	110	101	73	140
Summe PCDD	42	37	51	135	120	150	117	88	160
Summe PCDF/PCDD	68	61	81	243	230	260	215	160	300
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	1,1	0,98	1,3	4,3	3,6	4,7	3,8	3,0	5,3
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	1,2	1,1	1,4	4,8	4,0	5,3	4,3	3,3	6,0
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,77	0,67	0,91	3,2	2,8	3,4	2,9	2,3	3,9
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,86	0,76	1,0	3,6	3,2	4,0	3,3	2,6	4,6
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,81	0,72	0,95	3,4	3,0	3,7	3,1	2,4	4,3

Tabelle 7: PCDD/F- Gehalte der BDF Blaubergalm (ng/kg TM; n = 4)

	Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
Summe TCDF	13	10	18	9,4	8,2	11
Summe PeCDF	18	13	24	12	9,4	14
Summe HxCDF	28	24	34	18	13	25
Summe HpCDF	25	20	33	15	12	20
Octachlordibenzof- uran	26	22	34	16	14	18
Summe TCDD	3,1	2,5	4,4	1,9	1,2	2,2
Summe PeCDD	6,4	4,6	9,4	3,6	3,1	4,0
Summe HxCDD	18	13	26	9,8	6,2	12
Summe HpCDD	30	26	41	15	13	18
Octachlordibenzo-p- dioxin	78	65	110	37	33	42
Summe PCDF	108	90	140	71	57	86
Summe PCDD	138	120	190	67	59	78
Summe PCDF/PCDD	245	210	330	138	120	160
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	4,1	3,2	5,6	2,4	2,2	2,7
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	4,5	3,6	6,2	2,7	2,4	2,9
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	3,4	2,7	4,6	2,0	1,8	2,3
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	3,8	3,0	5,2	2,2	2,0	2,5
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	3,5	2,8	4,8	2,1	1,9	2,4

Der Mittelwert (Σ PCDD/F) der Grünlandstandorte der Grünlandstudie lag in den westlichen österreichischen Bundesländern bei 100 ng/kg TM (Bereich: 21-298 ng/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2010). In den östlichen Bundesländern lag der Mittelwert bei 59 ng/kg TM (UMWELTBUNDESAMT 2008).

Im Projekt MONARPOP lag im Alpenraum der Median im Mineralhorizont von Hintergrundwaldstandorten bei 131 ng/kg Σ PCDD/F, der Mittelwert bei 208 ng/kg TM; im Auflagehumus lag der Median bei 262 ng/kg TM und der Mittelwert bei 314 ng/kg TM (OFFENTHALER et al, 2008).

Ebenso wie die DL-PCBs werden die Dioxine und Furane anhand von Toxizitätsäquivalenten bewertet. Der Richtwert nach Eikmann-Kloke liegt für eine multifunktionale Nutzung der Böden bei 10 ng TEQ/kg TM, in Deutschland und in der Schweiz bei 5 ng TEQ/kg TM (LABO 1998, VBBo 2008). Der Prüfwert liegt in der Schweiz bei 20 ng TEQ/kg TM (0-5 cm Bodentiefe).

Der Mittelwert der TEQ Werte lag im Grünland der Grünlandstudie bei 1,7 ng TEQ/kg TM (Bereich: 0,34 – 5,01 ng TEQ/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2010), im mineralischen Waldboden bei 3,2 ng TEQ/kg TM (Bereich: 0,14 - 10,2 ng TEQ/kg TM) und im Auflagehumus bei 3,7 ng TEQ/kg TM (Bereich: 1,37 - 10,8 ng TEQ/kg TM) (OFFENTHALER et al, 2008).

Der Mittelwert der TEQ-Werte der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) lag bei 1,4 ng I-TEF/kg TM, und wird vom Grünlandstandort Blaubergalm mit 3,5 ng I-TEF/kg TM überschritten. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte lag bei 2,4 ng I-TEF/kg TM und weist in der Auflage der BDF Klamm bach Wald mit 0,81 ng I-TEF/kg TM nur ca. 30 % davon auf (BMLRT, 2021). In den darunterliegenden mineralischen Horizonten liegen die Gehalte mit 3,4 ng I-TEF/kg TM (0-5 cm) und 3,1 ng I-TEF/kg TM (5-10 cm) auffällig höher.

Werden die TEQ-Gehalte der PCDD/F und PCB summiert, liegen auf der Blaubergalm (0-5 cm) im Mittel 4,1 ng TEQ-WHO 05/kg TM (Maximalgehalt 5,6 ng TEQ-WHO 05/kg TM), auf der BDF Klamm bach Wald (Auflage) ca. 1,1 ng TEQ-WHO 05/kg TM vor. Der Maximalgehalt am Standort Klamm bach Wald (5-10 cm) weist einen Gehalt von 5,3 ng TEQ-WHO 05/kg TM auf und liegt ebenso wie jener der Blaubergalm über dem Schweizer Richtwert von 5 ng TEQ/kg TM für multifunktionale Nutzung (Tabelle 6 und

Tabelle 7).

Die untersuchten Bodenproben weisen bei den Dioxinen und Furanen erhöhte Werte im Vergleich zu Hintergrundstandorten auf, die Mittelwerte liegen jedoch unter den genannten Richt- und Prüfwerten. Maximalwerte von Einzelproben übersteigen sowohl auf der Blaubergalm als auch im Klamm bach Wald den Schweizer Richtwert von 5 ng TEQ/kg TM.

Vergleicht man die Summen PCDD/F der BDF Klamm bach Wald (Auflage: 68 ng/kg TM; 0-5 cm: 243 ng/kg TM; 5-10 cm: 215 ng/kg TM) mit dem Mittelwert der MONARPOP-Studie (OFFENTHALER et al, 2008) (314 ng/kg TM), so liegen die Werte der BDF Klamm bach Wald um ca. 80 bis 25 % niedriger.

Aus früheren Studien (UMWELTBUNDESAMT 1998, 2002) ist bekannt, dass die Homologenverteilung der PCDD/F von Hintergrundstandorten einen charakteristischen Kurvenverlauf von einem anteilmäßig hohen Gehalt an hoch chlorierten Dioxinen und niederchlorierten Furanen sowie einem geringen Anteil an nieder chlorierten Dioxinen und hoch chlorierten Furanen aufweisen. Das Homologenmuster der beiden Standorte entspricht nicht dieser Verteilung (Abbildung 2).

Die beiden untersuchten Standorte unterscheiden sich im Gesamtgehalt der einzelnen Homologensummen v.a. bei den Furanen. Bei der BDF Blaubergalm fällt auf, dass die niederchlorierten Furane geringere Werte aufweisen als die hochchlorierten (in beiden Tiefenstufen, siehe Abbildungen 2 und 3). Dieses Sägezahn-Muster lässt auf den Einfluss von Industrieanlagen schließen (Prinz, 2017). Diese Verschiebung der Furane ist bei der BDF Klamm bach Wald nicht so stark zu beobachten. Hier ist jedoch auffällig, dass die Gehalte im Auflagehorizont nur ca. 20 % der Gehalte der mineralischen Horizonte ausmachen. Die hohe Verlagerung vom Auflagehorizont in die mineralischen Horizonte darunter ist untypisch und kann möglicherweise mit der Qualität des Auflagehumus in Verbindung stehen, bei dem noch viel unzersetztes organisches Material vorlag (Abbildung 1).

Abbildung 1: Auflagehumus des Standorts BDF Klammbach Wald (Foto: ©Umweltbundesamt, Wolfgang Moche)

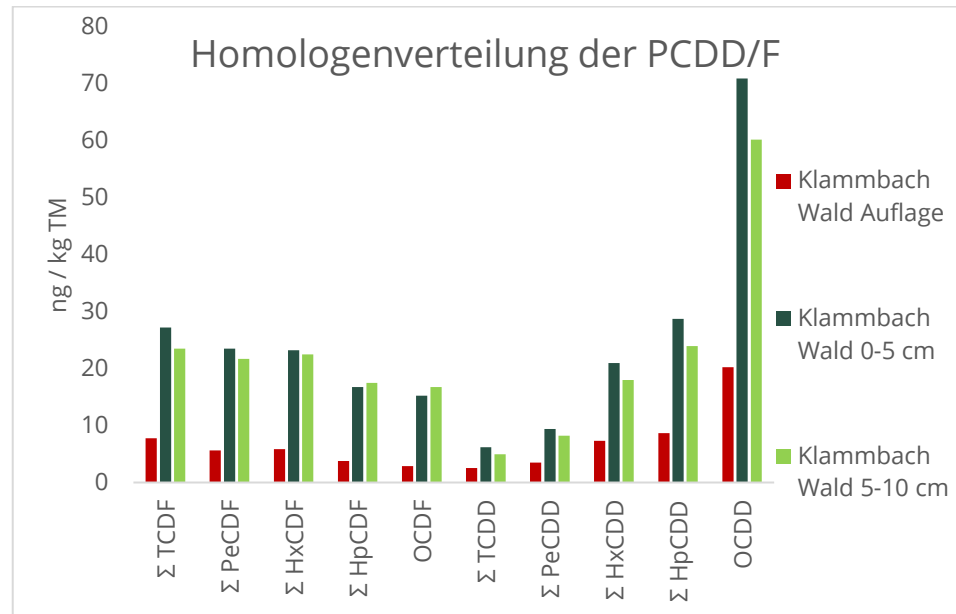


Die höchsten PCDD/F-Gehalte liegen in der Tiefenstufe 0-5 cm beider BDF vor.

Bereits bei der Untersuchung 2015 waren die Anteile von Octa- und Heptafuran erhöht. Aufgrund des viel höheren Octadioxin wurde jedoch auf Emissionen von Hausbrand geschlossen (BFW, 2015). 2025 liegen alle Werte in ca. doppelter Höhe von 2015 vor, bei Octa- und Heptafuran sind es 228 % bzw. 175 % des Wertes von 2015 (Abbildung 2; Abbildung 3), was aus industriellen Einfluss schließen lässt (Prinz, 2017).

Abbildung 2: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Klammbach Wald (2a) und BDF Klammbach Wald in Prozent (2b)

2a



2b

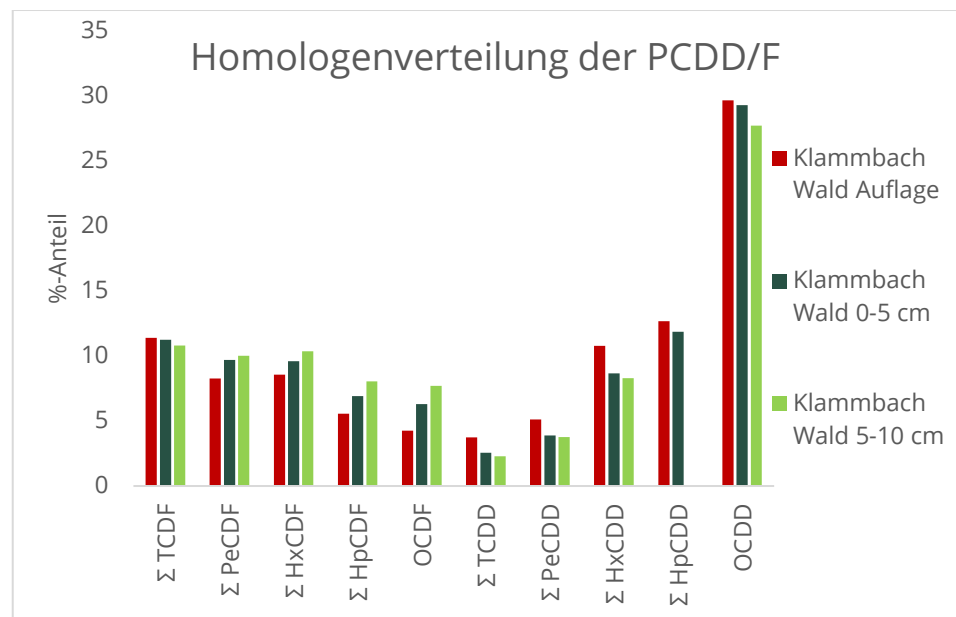
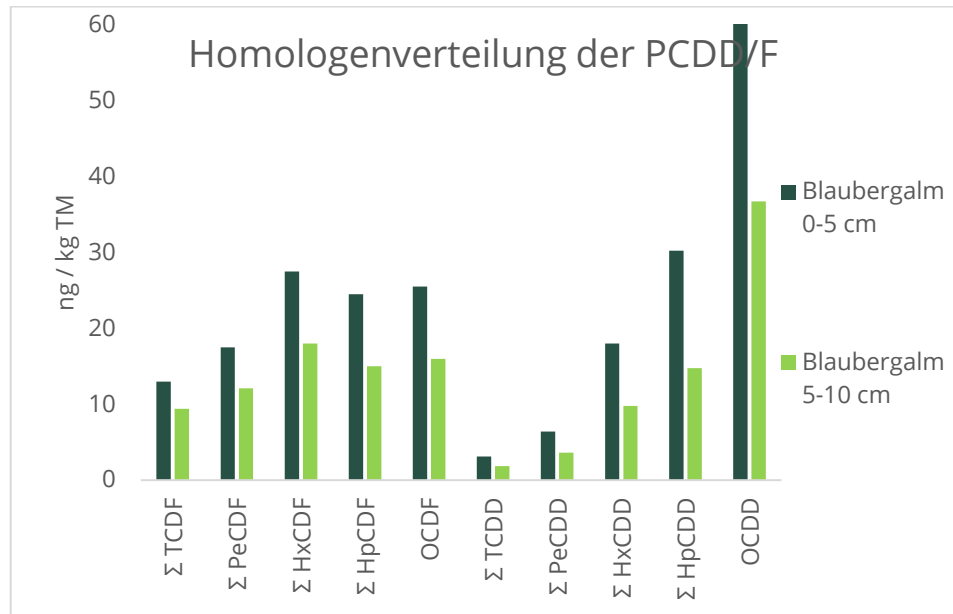
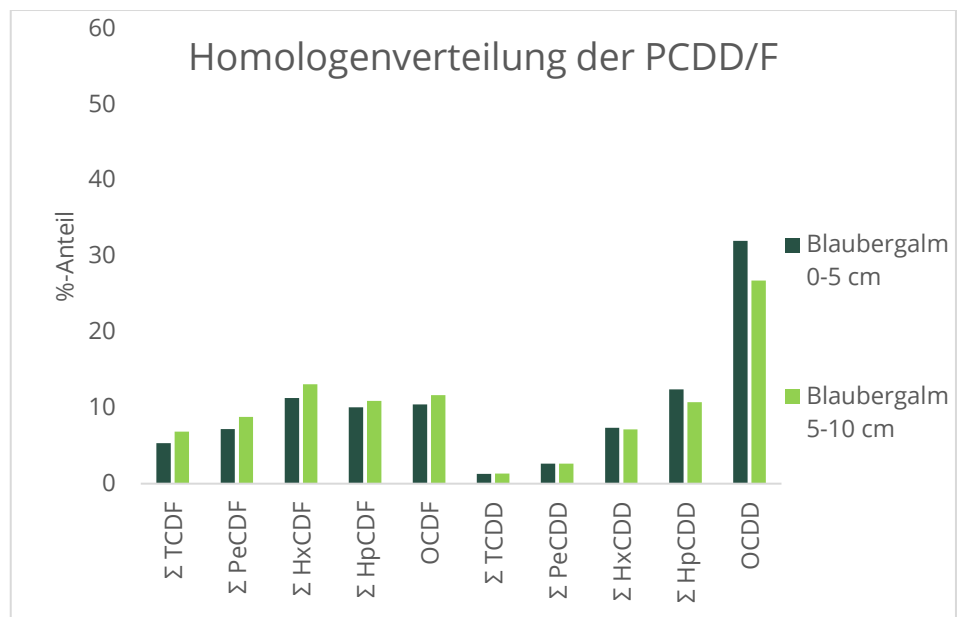


Abbildung 3: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Blaubergalm (3a) und BDF Blaubergalm in Prozent (3b)

3a



3b



2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zwei Multimethoden zur Bestimmung der Pflanzenschutzmittelrückstände mit Bestimmungsgrenzen von 0,05 bis 0,5 µg/kg TM durchgeführt.

2.4.1 GC-MS/MS – Methode (ISO 23646:2022-01) - Organochlorpestizide (OCP)

Bei Organochlorpestiziden handelt es sich um sehr langlebige, mittel- bis schwerflüchtige Substanzen, die eine geringe Wasserlöslichkeit, jedoch eine gute Löslichkeit in Fett und organischen Lösungsmitteln aufweisen. Sie wurden vor allem als Pestizide zur Insektenbekämpfung (z. B. Mücken, Termiten) und als Holz- und Textilschutzmittel verwendet. Ihre Verwendung ist heute verboten bzw. gibt es streng limitierte Anwendungsbereiche. Es wurden Aldrin, alpha- und beta-Endosulfan, cis- und trans-Chlordan, Dieldrin, Endrin, Mirex, Heptachlor, Heptachlorepoxyd (Abbauprodukt von Heptachlor), Hexachlorbenzol (HCB), Hexachlorbutadien (HCBd), Pentachlorbenzol (PeCB), Pentachlornitrobenzol, alpha-, beta-, gamma- und delta-Hexachlorcyclohexan (HCH) sowie Dichlordiphenyltrichlorethan (o,p-DDT, p,p-DDT) und seine Abbauprodukte Dichlordiphenyltrichlorethen (o,p-DDE, p,p-DDE) und Dichlordiphenyldichlorethan (o,p-DDD, p,p-DDD) (auch als Summe DDX dargestellt) analysiert.

Von den 24 Organochlorverbindungen wurden im Waldboden der BDF Klamm- bach im Auflagehorizont 10 Substanzen, in der Tiefenstufe 0- 5 cm 11 Substanzen und in der Tiefenstufe 5-10 cm acht Substanzen nachgewiesen. Darunter waren Substanzen wie zum Beispiel Dieldrin, Hexachlorbenzol (HCB) oder DDT zu finden. Im Grünlandboden der Blaubergalm wurden fünf Substanzen (alpha-Endosulfan, HCB, PeCB, p,p'-DDE, p,p'-DDT) nachgewiesen. Die höchsten Werte (Maxima) von p,p'-DDD (1,7 µg/kg TM), beta-Endosulfan (1,0 µg/kg TM) und HCB (0,79 µg/kg TM) wurden im Mineralboden in der Tiefenstufe 0-5 cm der BDF Klamm- bach Wald festgestellt. In der Tiefenstufe 5-10 cm wurden die höchsten Werte (Maxima) von o,p'-DDT (0,81 µg/kg TM), Dieldrin (0,43 µg/kg TM), und p,p'-DDE (0,37 µg/kg TM) detektiert (Tabelle 8). Pentachlorbenzol weist bei der BDF Blaubergalm (0-5 cm) den höchsten Gehalt von 0,58 µg/kg TM auf.

Im Vergleich zur Untersuchung 2015 ist die Anzahl der vorgefundenen Organochlorpestizide (OCP) in den meisten Fällen gestiegen. So wurden in den Tiefenstufen 0-5 cm sowohl auf der BDF Klamm- bach Wald (2015: 4 vs. 2025: 7) als auch auf der BDF Blaubergalm (2015: 3 vs. 2025: 5) mehrere OCP aufgefunden. Die Nachweisgrenzen bzw. Bestimmungsgrenzen haben sich bei den detektierten Substanzen nicht verändert. Der vermehrte Nachweis von OCP ist möglicherweise auf Ferntransport zurückzuführen.

Tabelle 8: Ausgewählte OCP-Gehalte der BDF Klammbach Wald (n = 4)

			Klammbach Wald			Klammbach Wald			Klammbach Wald		
	NG	BG	Auflage			0-5 cm			5-10 cm		
			MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM										
beta-En-dosulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	0,25	n.n.	1,0	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	0,18	0,10	0,28	0,18	n.n.	0,39	0,13	n.n.	0,43
HCb*	0,050	0,10	0,45	0,39	0,52	0,66	0,48	0,79	0,41	0,33	0,59
Mirex	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,013	n.n.	0,050	0,013	n.n.	0,050
PeCB**	0,050	0,10	0,14	0,11	0,16	0,16	0,13	0,20	0,21	0,10	0,32
trans-Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	0,01	n.n.	0,025	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,10	0,20	0,025	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
gamma-HCH (Lindan)	0,10	0,20	0,14	0,10	0,26	0,025	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,050	0,10	0,025	n.n.	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,47	n.n.	1,7	0,088	n.n.	0,30
o,p'-DDE	0,050	0,10	0,013	n.n.	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,050	0,10	0,10	0,05	0,16	0,28	0,050	0,58	0,26	0,050	0,81
p,p'-DDE	0,050	0,10	0,16	0,11	0,18	0,16	n.n.	0,25	0,22	0,15	0,37
p,p'-DDT	0,050	0,10	0,20	0,050	0,30	0,11	n.n.	0,32	0,050	n.n.	0,15
Summe DDX			0,49	0,21	0,74	1,02	0,050	2,9	0,62	0,20	1,6

*HCB ... Hexachlorbenzol, **PeCB ... Pentachlorbenzol

2.4.2 Multimethode LC-MS/MS sowie Multimethode GC-MS/MS – weitere Pflanzenschutzmittelrückstände

Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände konnten mittels LC-MS/MS (Biphenyl und Dicamba-desmethyl) detektiert werden:

- Biphenyl (<0,010 mg/kg TM)
- Dicamba-desmethyl (< 0,010 mg/kg TM)⁵

Mittels GC-MS/MS konnten bei den mit der Methode erreichten Bestimmungsgrenzen keine Rückstände detektiert werden.

Biphenyl wurde im Mineralboden Klammbach Wald (5-10 cm) detektiert. Biphenyl hat eine schimmelpilzhemmende Wirkung und kann auch als Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt werden. In der EU ist Biphenyl seit 2004 nicht mehr zugelassen⁶.

Weiters wurde im Mineralboden Klammbach Wald (0-5 cm) Dicamba-desmethyl in zwei Einzelproben (B und D) detektiert. Dicamba-desmethyl ist vermutlich ein Abbauprodukt von Dicamba, ein Pestizid, welches in Österreich und der EU zugelassen ist.^{7,8}

Alle anderen Substanzen, die mit der Multimethode LC-MS gemessen wurden (674 Substanzen) sind bei den mit der Methode erreichbaren Nachweisgrenzen (NG 0,005 mg/kg TM) nicht detektierbar.

Beim Pflanzenschutzmittelscreening 2015 wurden 517 Substanzen untersucht, wobei keine Substanz unter den mit der Methode erreichten Bestimmungsgrenzen nachgewiesen werden konnte.

⁵ https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

⁶ <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/464>

⁷ <https://www.baes.gv.at/zulassung/pflanzenschutzmittel/pflanzenschutzmittelregister/>

⁸ <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/613>

3 LITERATUR

BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999; BGBl I S. 1554 zuletzt geändert durch BGBl I S. 3465.

BMNT und BMASGK (2018): ExpertInnengutachten Identifizierung relevanter persistenter organischer Schadstoffe und potentiell belasteter Regionen als Basis für ein risikobasiertes Lebensmittel-Monitoring in Österreich. Verfügbar unter: <https://wissenaktuell.ages.at/popmon/>

BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD, BFW (2015): Freundschaft A.: Bodendauerbeobachtung Tirol, Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der Flächen Blaubergalm und Klammbach. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).

DeVito M., Bokkers B., van Duursen M.B.M. et al. (2024): The 2022 world health organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for polychlorinated dioxins, dibenzofurans and biphenyls. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 146 (2024); <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2023.105525>

ECHA, (2021): Substance Information - Polycyclic-aromatic hydrocarbons (PAH) [online]. 22. November 2021 [Zugriff am: 22. November 2021]. Verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/substanceinfo/100.239.209>

EFSA CONTAM PANEL, 2018. Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food [online]. *EFSA journal*. European Food Safety Authority, 16(11: 5333), 1-331. *EFSA journal*. European Food Safety Authority. Verfügbar unter: [doi:10.2903/j.efsa.2018.5333](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5333)

EU VERORDNUNG 2019/1021 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe (Neufassung)

EU VERORDNUNG Nr. 277/2012 DER KOMMISSION vom 28. März 2012 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte und Aktionsgrenzwerte für Dioxine und polychlorierte Biphenyle

EU VERORDNUNG 2017/771 DER KOMMISSION vom 3. Mai 2017 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 152/2009 hinsichtlich der Verfahren zur Bestimmung der Gehalte an Dioxinen und polychlorierten Biphenylen

Guillotin S. and Delcourt N. (2022): Studying the Impact of Persistent Organic Pollutants Exposure on Human Health by Proteomic Analysis: A Systematic Review. *Int J Mol Sci.*; 23(22):14271. doi: 10.3390/ijms232214271

Guo W., Pan B., Sakkiah S., Yavas G., Ge W., Zou W., Tong W., and Hong H. (2019): Persistent Organic Pollutants in Food: Contamination Sources, Health Effects and Detection Methods. *Int J Environ Res Public Health*. 16(22): 4361. doi: 10.3390/ijerph16224361

KRAUS, M. (2004): PAK (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe, insbesondere Naphthalin und Benzo(a)pyren). In: LITZ, N., WILCKE, W., WILKE B.-M. (2004): Bodengefährdende Stoffe. Ecomed.

LABO – Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (1998): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage.

LAND SALZBURG (2018); Kreuzeder A., Moche W., Scharf S.: Organische Schadstoffe in Grünland- und Waldböden (Orapops), Land Salzburg

OFFENTHALER, I.; BASSAN, R.; BELIS, C.; GARO-STACH, I.; GANZ, S.; IOZZA, S.; JAKOBI, G.; KAISER, A.; KIRCHNER, M.; KNOTH, W.; KRÄUCHI, N.; LEVY-LOPEZ, W.; MOCHE, W.; NURMI-LEGAT, J.; RACCANELLI, S.; SCHRAMM, K.-W.; SCHRÖDER, P.; SEDIVY, I.; SIMONČIČ, P.; STAUDINGER, M.; THANNER, G.; UHL, M.; VILHAR, U. & WEISS, P. (2008): MONARPOP Technical Report. Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, Vienna. ISBN 3-902338-93-8. 261 S. http://www.monarpop.at/downloads/MONARPOP_Technical_Report.pdf

Prinz R. (2017): Homologue distribution patterns of 2,3,7,8-chloro-substituted PCDD/F in Bavarian soils. Environ Sci Eur (2017) 29:28; DOI 10.1186/s12302-017-0126-9.

QUALITÄTSZIELVERORDNUNG CHEMIE GRUNDWASSER (QZV Chemie GW, 2010): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers.

ROSENKRANZ D., BACHMANN G., EINSELE G. und Harreß H.-M. (Hrsg.) (1998): Bodenschutz. Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. Erich Schmidt Verlag, Berlin. ISBN 3-503-02718-1

SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (2018): Lehrbuch der Bodenkunde. 17. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin.

UBA (2016): Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe - Umweltschädlich! Giftig! Vermeidbar? Umweltbundesamt Dessau, Roßlau. Deutschland.

UMWELTBUNDESAMT (1998): Weiss, P.: Persistente organische Schadstoffe in Hintergrund-Waldgebieten Österreichs. Monographien, Bd. M-97. Umweltbundesamt, Wien. S.242.

UMWELTBUNDESAMT (2002): Weiss, P.: Organische Schadstoffe an entlegenen Waldstandorten Sloweniens und Kärntens. Berichte, Bd. BE-195, Umweltbundesamt, Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2003): Freudenschuß, A.: Organische Schadstoffe in Böden – Auswertung aus dem Bodeninformationssystem BORIS (unveröffentlicht).

UMWELTBUNDESAMT (2004): Kutschera, U. et al.: Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten. Monographien, Bd. M-168. Umweltbundesamt, Wien. S.618.

UMWELTBUNDESAMT (2008): Freudenschuß, A., Obersteiner E. & Uhl M.: Organische Schadstoffe in Grünlandböden. Reports, Band 0158 Umweltbundesamt Wien, ISBN: 3-85457-955-1.

UMWELTBUNDESAMT (2010): Freudenschuß, A. & Offenthaler, I.: Organische Schadstoffe in Grünlandböden – Teil 3. REP-268. Umweltbundesamt, Wien. ISBN: 978-3-99004-069-0.

UMWELTBUNDESAMT (2013): Freudenschuß, A.: Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der BDF Gaimberg. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).

UMWELTBUNDESAMT (2024): EMISSIONSTRENDS 1990–2022 Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2024). Report REP-0917; ISBN 978-3-99004- 761-3.

VBBö – Verordnung über Belastungen des Bodens (Schweiz – Stand: Juli 2008).

United Nation Environment Program (UNEP), 2019: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Text and Annexes - revised in 2019. Secretariat of the Stockholm Convention (SSC)

WHO (2015): IARC Monographs evaluate DDT, lindane, and 2,4-D. abgerufen am 08.03.2022: https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr236_E.pdf.

4 ANHANG

Tabelle 9: PAK-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Klammbach Wald

Labornummer			2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	NG	BG	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
Naphthalin	1,4	2,7	4,9	10	11	4,9	4,7	5,1	16	3,9	1,4	5,7	6,0	6,4
Acenaphthen	0,23	0,45	0,75	2,3	0,70	0,60	0,23	0,48	1,3	0,23	0,23	0,54	0,59	0,60
Acenaphthylen	0,22	0,43	1,6	5,9	4,1	1,7	4,6	5,3	4,4	1,0	1,7	1,9	0,52	1,6
Fluoren	0,35	0,69	1,0	1,7	0,3	0,82	0,90	0,91	0,35	0,35	0,35	1,1	0,74	0,74
Anthracen	0,065	0,13	3,1	1,9	1,5	3,7	4,3	4,8	3,5	1,9	2,0	3,3	1,3	2,1
Phenanthren	1,2	2,3	8,0	13	7,5	9,0	19	21	17	14	13	23	12	16
Fluoranthren	0,50	1,0	13	16	13	16	60	60	35	28	30	60	22	32
Pyren	0,20	0,40	9,7	10	9,4	12	49	45	25	21	23	45	16	24
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	3,6	3,0	2,9	4,1	30	25	10	8,5	10	21	6,4	10
Chrysen	0,33	0,66	5,8	8,3	6,2	7,2	51	50	31	19	24	54	18	23
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	10	9,4	11	13	73	92	55	30	29	97	30	32
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	4,7	4,1	3,8	5,5	41	38	19	12	14	38	9,5	14
Benzo(a)pyren	0,24	0,48	5,5	4,2	4,3	6,2	41	35	18	14	17	34	12	17
Di-benzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	2,4	1,9	1,9	3,0	23	20	9,1	6,1	7,6	18	5,1	7,5

Labornummer			2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	NG	BG	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
Benzo(g,h,i) perylene	0,33	0,66	9,5	7,3	7,7	13	73	69	29	22	26	58	18	26
In- deno(1,2,3- c,d)pyren	0,18	0,36	6,8	5,8	5,8	10	54	52	26	17	20	48	15	20
Summe 16 EPA PAK			90	110	92	110	530	520	300	200	220	510	170	230
Summe 6 PAK			50	47	46	64	342	346	182	123	136	335	107	141

Tabelle 10: PAK-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Blaubergalm

Labornummer			2412 07556	2412 07558	2412 07560	2412 07562	2412 07557	2412 07559	2412 07561	2412 07563
Probenbezeichnung	NG	BG	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM									
Naphthalin	1,4	2,7	3,0	2,9	9,8	4,4	1,4	3,7	4,3	1,4
Acenaphthen	0,23	0,45	0,46	0,47	1,2	0,50	0,23	0,23	0,23	0,23
Acenaphthylen	0,22	0,43	0,67	0,62	1,0	0,70	0,22	0,44	0,46	0,22
Fluoren	0,35	0,69	0,94	0,90	1,6	1,0	0,35	0,76	0,35	0,35
Anthracen	0,065	0,13	1,5	1,6	2,0	1,6	0,94	1,1	1,0	0,95
Phenanthren	1,2	2,3	13	12	18	13	7,6	8,7	8,2	8,1
Fluoranthren	0,50	1,0	31	30	41	30	17	21	17	18
Pyren	0,20	0,40	23	23	30	22	12	16	14	14
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	8,7	8,8	12	8,7	4,6	5,9	5,6	5,1
Chrysen	0,33	0,66	13	13	17	13	10	12	9,5	10
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	34	32	53	38	26	31	23	26
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	13	13	18	13	7,5	9,7	7,5	8,0
Benzo(a)pyren	0,24	0,48	19	19	25	19	10	13	9,1	11
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	8,1	8,0	12	8,5	5,0	6,60	5,4	5,6
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	34	35	53	42	23	32	32	30
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	26	26	38	29	18	23	20	21
Summe 16 EPA PAK			230	230	330	250	140	180	160	160
Summe 6 PAK			157	155	228	171	102	130	109	114

Tabelle 11: Statistische Kennwerte der PAK-Gehalte der BDF Klammbach Wald

			Klammbach Wald Auflage			Klammbach Wald 0-5 cm			Klammbach Wald 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM										
Naphthalin	1,4	2,7	7,7	4,9	11	7,4	3,9	16	4,9	1,4	6,4
Acenaphthen	0,23	0,45	1,1	0,6	2,3	0,56	0,20	1,3	0,50	0,20	0,60
Acenaphthylen	0,22	0,43	3,3	1,6	5,9	3,8	1,0	5,3	1,4	0,50	1,9
Fluoren	0,35	0,69	1,0	0,30	1,7	0,63	0,30	0,90	0,70	0,30	1,1
Anthracen	0,065	0,13	2,6	1,5	3,7	3,6	1,9	4,8	2,2	1,3	3,3
Phenanthren	1,2	2,3	9,4	7,5	13	18	14	21	16	12	23
Fluoranthren	0,50	1,0	15	13	16	46	28	60	36	22	60
Pyren	0,20	0,40	10	9,4	12	35	21	49	27	16	45
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	3,4	2,9	4,1	18	8,5	30	12	6,4	21
Chrysen	0,33	0,66	6,9	5,8	8,3	38	19	51	30	18	54
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	11	9,4	13	63	30	92	47	29	97
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	4,5	3,8	5,5	28	12	41	19	9,5	38
Benzo(a)pyren	0,24	0,48	5,1	4,2	6,2	27	14	41	20	12	34
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	2,3	1,9	3,0	15	6,1	23	9,6	5,1	18
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	9,4	7,3	13	48	22	73	32	18	58
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	7,1	5,8	10	37	17	54	26	15	48
Summe 16 EPA PAK			101	90	110	388	200	530	283	170	510
Summe 6 PAK			51	46	64	248	123	346	180	107	335

Tabelle 12: Statistische Kennwerte der PAK-Gehalte der BDF Blaubergalm

			Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM							
Naphthalin	1,4	2,7	5,0	2,9	9,8	2,7	1,4	4,3
Acenaphthen	0,23	0,45	0,66	0,46	1,2	0,23	0,23	0,23
Acenaphthylen	0,22	0,43	0,74	0,62	0,97	0,33	0,22	0,46
Fluoren	0,35	0,69	1,1	0,90	1,6	0,45	0,35	0,76
Anthracen	0,065	0,13	1,7	1,5	2,0	1,0	0,94	1,1
Phenanthren	1,2	2,3	14	12	18	8,2	7,6	8,7
Fluoranthren	0,50	1,0	33	30	41	18	17	21
Pyren	0,20	0,40	25	22	30	14	12	16
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	9,6	8,7	12	5,3	4,6	5,9
Chrysen	0,33	0,66	14	13	17	10	9,5	12
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	39	32	53	27	23	31
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	14	13	18	8,2	7,5	9,7
Benzo(a)pyren	0,24	0,48	21	19	25	11	9,1	13
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	9,2	8,0	12	5,7	5,0	6,6
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	41	34	53	29	23	32
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	30	26	38	21	18	23
Summe 16 EPA PAK			260	230	330	160	140	180
Summe 6 PAK			178	155	228	113	102	130

Tabelle 13: PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Klammbach Wald

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM											
PCB 28 (2,4,4' - Trichlorbiphenyl)	0,13	0,20	0,14	0,12	0,069	0,45	0,045	0,21	0,038	0,046	0,048	0,041
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,062	0,097	0,075	0,072	0,051	0,22	0,042	0,13	0,034	0,041	0,031	0,031
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,12	0,18	0,15	0,15	0,19	0,44	0,27	0,27	0,15	0,27	0,11	0,15
PCB 138 (2,2',3,4,4',5' - Hexachlorbiphenyl)	0,27	0,33	0,29	0,30	0,74	1,1	0,95	0,90	0,65	1,1	0,52	0,72
PCB 153 (2,2',4,4',5,5' - Hexachlorbiphenyl)	0,32	0,49	0,39	0,39	1,0	1,5	1,3	1,2	0,95	1,4	0,74	0,97
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5' - Heptachlorbiphenyl)	0,16	0,25	0,18	0,19	0,51	0,59	0,59	0,53	0,44	0,65	0,34	0,46
Summe NDL – PCB (UB)	1,1	1,5	1,2	1,2	2,6	4,3	3,2	3,3	2,3	3,5	1,8	2,4

Tabelle 14: PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Blaubergalm

Labornummer	2412 07556	2412 07558	2412 07560	2412 07562	2412 07557	2412 07559	2412 07561	2412 07563
Probenbezeichnung	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM							
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,11	0,11	0,33	0,15	0,098	0,095	0,054	0,15
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,086	0,074	0,14	0,087	0,057	0,058	0,028	0,097
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,12	0,11	0,22	0,12	0,081	0,078	0,062	0,12
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,44	0,42	0,76	0,49	0,28	0,30	0,28	0,32
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,55	0,44	0,98	0,60	0,32	0,33	0,31	0,40
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,31	0,25	0,49	0,31	0,17	0,18	0,17	0,19
Summe NDL – PCB (UB)	1,6	1,4	2,9	1,8	1,0	1,0	0,91	1,3

Tabelle 15: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte der BDF Klammbach Wald

	Klammbach Wald Auflage			Klammbach Wald 0-5 cm			Klammbach Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,15	0,12	0,20	0,19	0,045	0,45	0,043	0,038	0,048
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,077	0,062	0,097	0,11	0,042	0,22	0,034	0,031	0,041
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,15	0,12	0,44	0,29	0,19	0,44	0,17	0,11	0,27
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,30	0,27	0,33	0,92	0,74	1,1	0,75	0,52	1,1
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,40	0,32	0,49	1,3	1,0	1,5	1,0	0,74	1,4
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,20	0,16	0,25	0,56	0,51	0,59	0,47	0,34	0,65
Summe NDL – PCB (UB)	1,3	1,1	1,5	3,4	2,6	4,3	2,5	1,8	3,5

Tabelle 16: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte der BDF Blaubergalm

	Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,18	0,11	0,33	0,099	0,054	0,15
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,097	0,074	0,14	0,06	0,028	0,097
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,14	0,11	0,22	0,085	0,062	0,12
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,53	0,42	0,76	0,30	0,28	0,32
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,64	0,44	0,98	0,34	0,31	0,40
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,34	0,25	0,49	0,18	0,17	0,19
Summe NDL – PCB (UB)	1,9	1,4	2,9	1,1	0,91	1,3

Tabelle 17: DL-PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Klamm bach Wald

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klamm bach Wald Auflage				Klamm bach Wald 0-5 cm				Klamm bach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM											
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetra- chlorbiphenyl)	9,9	15	12	12	16	32	26	20	9,5	22	11	12
PCB 81 (3,4,4',5-Tetra- chlorbiphenyl)	0,43	0,72	0,47	0,52	0,64	1,4	1,0	0,88	0,39	0,76	0,50	0,45
PCB 126 (3,3',4,4',5- Pentachlorbiphenyl)	2,7	3,4	2,9	3,2	7,3	13	12	9,5	6,3	13	6,5	8
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'- Hexachlorbiphenyl)	0,71	0,80	0,66	0,69	2,3	2,6	2,4	2,2	2,2	3,1	2,1	2,4
PCB 105 (2,3,3',4,4'- Pentachlorbiphenyl)	29	45	34	35	50	98	90	60	31	67	42	42
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pen- tachlorbiphenyl)	2,5	2,1	1,6	1,7	2,0	3,1	2,9	2,4	n.n.	2,2	1,3	1,6
PCB 118 (2,3',4,4',5- Pentachlorbiphenyl)	68	100	81	82	140	270	240	160	85	200	110	110
PCB 123 (2',3,4,4',5- Pentachlorbiphenyl)	0,98	2,0	0,92	1,6	18	3,3	4,1	4,2	3,7	2,9	1,1	1,7
PCB 156 (2,3,3',4,4',5- Hexachlorbiphenyl)	21	30	24	25	61	82	86	68	50	87	47	59
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'- Hexachlorbiphenyl)	5,9	6,3	5,5	5,1	16	20	20	18	14	21	11	15
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'- Hexachlorbiphenyl)	14	16	15	16	47	63	59	55	40	69	33	44
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Hep- tachlorbiphenyl)	4,8	6,5	4,1	4,3	14	19	19	16	12	20	9,1	14
Summe DL-PCB	160	228	182	187	374	607	562	416	254	508	275	310

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,29	0,37	0,31	0,34	0,81	1,4	1,3	1,0	0,70	1,4	0,72	0,88
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,30	0,38	0,32	0,35	0,81	1,4	1,3	1,0	0,69	1,4	0,72	0,88

Tabelle 18: DL-PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Blaubergalm

Labornummer	2412 07556	2412 07558	2412 07560	2412 07562	2412 07557	2412 07559	2412 07561	2412 07563
Probenbezeichnung	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM							
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	11	9,1	16	10	7,3	6,8	5,5	9,5
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,56	0,45	0,90	0,52	0,35	0,33	0,30	0,46
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	5,6	5,0	9,4	5,9	3,7	3,6	3,6	3,7
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,6	2,2	3,6	2,5	2,3	2,2	1,9	2,1
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	43	41	88	57	31	33	32	39
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1,1	n.n.	2,1	1,5	1,2	n.n.	n.n.	1,3
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	100	90	180	120	64	69	61	85
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	2,1	0,99	2,9	1,3	0,97	1,3	n.n.	1,9
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	44	39	75	49	25	29	25	30
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	10	8,3	19	10	6,5	6,6	6,0	6,9
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	28	24	45	29	16	18	16	18
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	11	8,6	19	10	6,3	6,1	5,8	6,2
Summe DL-PCB	259	229	461	297	165	176	157	204
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,65	0,58	1,1	0,68	0,45	0,43	0,42	0,44
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,63	0,56	1,1	0,67	0,42	0,41	0,41	0,43

Tabelle 19: Statistische Kennwerte der DL-PCB-Gehalte der BDF Klammbach Wald

	Klammbach Wald Auflage			Klammbach Wald 0-5 cm			Klammbach Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	12	9,9	15	24	16	32	14	9,5	22
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,50	0,40	0,70	1,0	0,60	1,4	0,50	0,40	0,80
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	3,1	2,7	3,4	11	7,3	13	8,5	6,3	13
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,70	0,70	0,80	2,4	2,2	2,6	2,5	2,1	3,1
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	36	29	45	75	50	98	46	31	67
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	2,0	1,6	2,5	2,6	2,0	3,1	1,3	n.n.	2,2
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	83	68	100	203	140	270	126	85	200
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1,4	0,90	2,0	7,4	3,3	18	2,4	1,1	3,7
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	25	21	30	74	61	86	61	47	87
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	5,7	5,1	6,3	19	16	20	15	11	21
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	15	14	16	56	47	63	47	33	69
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	4,9	4,1	6,5	17	14	19	14	9,1	20
Summe DL-PCB	189	157	228	490	359	626	337	236	509
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,33	0,29	0,37	1,1	0,81	1,4	0,93	0,70	1,4
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,34	0,30	0,38	1,1	0,81	1,4	0,92	0,69	1,4

Tabelle 20: Statistische Kennwerte der DL-PCB-Gehalte der BDF Blaubergalm

	Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	12	9,1	16	7,3	5,5	9,5
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,61	0,45	0,90	0,36	0,30	0,46
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	6,5	5,0	9,4	3,7	3,6	3,7
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,7	2,2	3,6	2,1	1,9	2,3
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	57	41	88	34	31	39
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1,2	n.n.	2,1	0,63	n.n.	1,3
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	123	90	180	70	61	85
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1,8	0,99	2,9	1,0	n.n.	1,9
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	52	39	75	27	25	30
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	12	8,3	19	6,5	6,0	6,9
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	32	24	45	17	16	18
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	12	8,6	19	6,1	5,8	6,3
Summe DL-PCB	311	229	461	175	156	204
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,75	0,58	1,1	0,44	0,42	0,45
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,74	0,56	1,1	0,42	0,41	0,43

Tabelle 21: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Klammbach Wald

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM											
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,076	0,063	0,097	n.n.	n.n.	n.n.	0,053
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,42	0,62	0,46	0,48	2,1	2,5	2,6	2,3	2,2	3,3	1,8	2,2
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	5,1	4,4	3,1	3,3	14	16	15	14	12	17	9,9	12
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,52	0,49	0,25	0,28	1,2	1,6	1,6	1,5	0,99	1,9	0,82	1
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,46	0,41	0,37	0,39	1,3	1,6	1,4	1,5	1,0	1,6	0,98	0,98
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,20	0,37	0,22	0,18	0,76	0,88	0,84	0,78	0,65	1,0	0,47	0,68
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,16	0,20	0,13	0,12	0,54	0,73	0,74	0,67	0,46	0,70	0,49	0,52

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM											
Octachlordibenzo-p-dioxin	21	21	19	20	65	78	73	68	58	80	46	57
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,55	0,61	0,60	0,67	1,6	2,4	2,9	2,0	1,4	2,7	1,8	1,7
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,23	0,41	0,34	0,33	1,6	1,7	1,7	1,7	1,2	2,3	1,1	1,4
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,70	0,69	0,54	0,55	2,9	2,7	3,1	2,6	2,6	3,8	2,1	2,6
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,62	0,67	0,42	0,39	2,1	2,1	2,2	2,0	1,9	2,9	1,5	2,0
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,62	0,63	0,49	0,43	2,2	2,3	2,3	2,2	2,1	3,0	1,6	2,0
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,17	0,21	0,24	0,15	0,11	0,23	0,14	0,19
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	3,2	2,8	2,4	2,4	13	11	13	12	12	17	9,2	12

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM											
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,48	0,29	0,24	0,23	1,2	1,2	1,4	1,1	1,2	1,8	0,91	1,2
Octachlordibenzofuran	3,6	1,8	3,1	3,1	17	13	16	15	16	23	12	16
Summe PCDD	42	51	37	39	120	150	140	130	110	160	88	110
Summe PCDF	27	30	24	23	100	110	110	98	93	140	73	96
Summe PCDF/PCDD	69	81	61	62	230	260	250	230	200	300	160	200
Summe TCDD	2,2	3,4	2,3	2,3	5,3	7,5	6,4	5,7	4,4	7,4	3,6	4,4
Summe PeCDD	2,6	5,9	2,8	2,7	8,3	11	9,7	8,6	7,5	12	6,1	7,2
Summe HxCDD	6,8	9,9	6,4	6,3	20	23	21	20	18	24	14	16
Summe HpCDD	9,5	11	7,0	7,1	26	33	29	27	22	33	18	23
Summe TCDF	6,6	10	7,1	7,4	23	32	30	24	20	35	17	22
Summe PeCDF	5,0	7,3	5,3	5,0	22	25	25	22	19	32	16	20
Summe HxCDF	6,7	7,1	5,0	4,6	24	24	24	21	21	31	16	22
Summe HpCDF	4,7	3,8	3,4	3,3	18	16	17	16	17	23	13	17

Labornummer	2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Probenbezeichnung	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM											
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	1,1	1,3	0,98	1,0	3,6	4,7	4,7	4,1	3,2	5,3	3,0	3,5
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	1,2	1,4	1,1	1,1	4,0	5,2	5,3	4,6	3,7	6,0	3,3	4,0
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,80	0,91	0,67	0,68	2,8	3,3	3,4	3,1	2,5	3,9	2,3	2,7
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,88	1,0	0,76	0,78	3,2	3,8	4,0	3,5	3,0	4,6	2,6	3,1
TEQ - PCDD/F I- TEF (UB)	0,82	0,95	0,72	0,74	3,0	3,5	3,7	3,3	2,8	4,3	2,4	2,9

Tabelle 22: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Blaubergalm

Labornummer	2412 07556	2412 07558	2412 07560	2412 07562	2412 07557	2412 07559	2412 07561	2412 07563
Probenbezeichnung	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	0,16	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,099
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,8	1,6	3,0	2,3	1,2	1,3	1,2	1,4
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	15	16	24	15	7,4	10	7,6	8,3
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,1	1,2	2,0	1,3	0,53	0,86	0,60	0,72
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,3	1,3	2,1	1,5	0,78	1,1	0,76	0,85
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,63	0,78	1,3	0,80	0,42	0,58	0,41	0,46
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,62	0,56	0,94	0,77	0,41	0,42	0,39	0,38
Octachlordibenzo-p-dioxin	68	69	110	65	33	42	35	37
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	1,3	1,1	2,2	1,6	0,99	1,0	1,0	1,1
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,0	1,0	1,9	1,5	0,72	0,93	0,67	0,93
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	2,7	2,8	4,3	3,5	2,0	2,7	1,9	2,2
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	2,1	2,1	3,5	2,6	1,4	2,3	1,3	1,6
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	2,4	2,7	3,8	2,7	1,4	2,3	1,4	1,6
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	n.n.	n.n.	0,29	0,16	0,16	0,22	0,14	0,16

Labornummer	2412 07556	2412 07558	2412 07560	2412 07562	2412 07557	2412 07559	2412 07561	2412 07563
Probenbezeichnung	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM							
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	15	15	24	16	9,8	14	9,1	10
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	1,6	1,8	2,6	1,9	1,0	1,7	0,86	0,99
Octachlordibenzofuran	22	22	34	24	16	18	14	16
Summe PCDD	120	120	190	120	61	78	59	68
Summe PCDF	90	92	140	110	69	86	57	70
Summe PCDF/PCDD	210	210	330	230	130	160	120	140
Summe TCDD	2,6	2,5	4,4	3,0	2,0	2,0	1,2	2,2
Summe PeCDD	5,1	4,6	9,4	6,5	3,5	3,9	3,1	4,0
Summe HxCDD	16	13	26	17	10	12	6,2	11
Summe HpCDD	26	28	41	26	13	18	14	14
Summe TCDF	10	10	18	14	8,9	9,5	8,2	11
Summe PeCDF	13	14	24	19	14	13	9,4	12
Summe HxCDF	24	24	34	28	17	25	13	17
Summe HpCDF	20	22	33	23	14	20	12	14
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	3,4	3,2	5,6	4,1	2,3	2,7	2,2	2,5
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	3,7	3,6	6,2	4,5	2,5	2,9	2,4	2,8
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,7	2,7	4,6	3,4	1,8	2,3	1,8	2,0
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	3,1	3,0	5,2	3,9	2,1	2,5	2,0	2,3
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,9	2,8	4,8	3,6	1,9	2,4	1,9	2,2

Tabelle 23: Statistische Kennwerte der PCDD/F-Gehalte der BDF Klammbach Wald

	Klammbach Wald			Klammbach Wald			Klammbach Wald		
	Auflage			0-5 cm			5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	n.n.	0,060	n.n.	0,10	0,010	n.n.	0,05
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,50	0,42	0,62	2,4	2,1	2,6	2,4	1,8	3,3
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	4,0	3,1	5,1	15	14	16	13	9,9	17
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,39	0,25	0,52	1,5	1,2	1,6	1,2	0,82	1,9
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,41	0,37	0,46	1,5	1,3	1,6	1,1	0,98	1,6
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,24	0,18	0,37	0,82	0,76	0,88	0,70	0,47	1,0
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,15	0,12	0,20	0,67	0,54	0,74	0,54	0,46	0,70
Octachlordibenzo-p-dioxin	20	19	21	71	65	78	60	46	80
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,61	0,55	0,67	2,23	1,6	2,9	1,9	1,4	2,7
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,33	0,23	0,41	1,7	1,6	1,7	1,5	1,1	2,3
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,62	0,54	0,70	2,8	2,6	3,1	2,8	2,1	3,8
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,53	0,39	0,67	2,1	2,0	2,2	2,1	1,5	2,9
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,54	0,43	0,63	2,3	2,2	2,3	2,2	1,6	3,0
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	n.n.	n.n.	n.n.	0,19	0,15	0,24	0,17	0,11	0,23
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	2,70	2,40	3,20	12	11	13	13	9,2	17
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,31	0,23	0,48	1,2	1,1	1,4	1,3	0,91	1,8
Octachlordibenzofuran	2,9	1,8	3,6	15	13	17	17	12	23
Summe PCDD	42	37	51	135	120	150	117	88	160
Summe PCDF	26	23	30	105	98	110	101	73	140

	Klammbach Wald			Klammbach Wald			Klammbach Wald		
	Auflage			0-5 cm			5-10 cm		
Summe PCDF/PCDD	68	61	81	243	230	260	215	160	300
Summe TCDD	2,6	2,2	3,4	6,2	5,3	7,5	5,0	3,6	7,4
Summe PeCDD	3,5	2,6	5,9	9,4	8,3	11	8,2	6,1	12
Summe HxCDD	7,4	6,3	9,9	21	20	23	18	14	24
Summe HpCDD	8,7	7,0	11	29	26	33	24	18	33
Summe TCDF	7,8	6,6	10	27	23	32	24	17	35
Summe PeCDF	5,7	5,0	7,3	24	22	25	22	16	32
Summe HxCDF	5,9	4,6	7,1	23	21	24	23	16	31
Summe HpCDF	3,8	3,3	4,7	17	16	18	18	13	23
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	1,1	0,98	1,3	4,3	3,6	4,7	3,8	3,0	5,3
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	1,2	1,1	1,4	4,8	4,0	5,3	4,3	3,3	6,0
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,77	0,67	0,91	3,2	2,8	3,4	2,9	2,3	3,9
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,86	0,76	1,0	3,6	3,2	4,0	3,3	2,6	4,6
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,81	0,72	0,95	3,4	3,0	3,7	3,1	2,4	4,3

Tabelle 24: Statistische Kennwerte der PCDD/F-Gehalte der BDF Blaubergalm

	Blaubergalm			Blaubergalm		
	0-5 cm			5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,07	n.n.	0,16	0,020	n.n.	0,10
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	2,2	1,6	3,0	1,3	1,2	1,4
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	18	15	24	8,3	7,4	10
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,4	1,1	2,0	0,68	0,53	0,86
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,6	1,3	2,1	0,87	0,76	1,1
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,88	0,63	1,3	0,47	0,41	0,58
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,72	0,56	0,94	0,40	0,38	0,42
Octachlordibenzo-p-dioxin	78	65	110	37	33	42
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	1,6	1,1	2,2	1,0	0,99	1,1
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,4	1,0	1,9	0,81	0,67	0,93
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	3,3	2,7	4,3	2,2	1,9	2,7
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	2,6	2,1	3,5	1,7	1,3	2,3
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	2,9	2,4	3,8	1,7	1,4	2,3
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,11	n.n.	0,29	0,17	0,14	0,22
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	18	15	24	11	9,1	14

	Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	2,0	1,6	2,6	1,1	0,86	1,7
Octachlordibenzofuran	26	22	34	16	14	18
Summe PCDD	138	120	190	67	59	78
Summe PCDF	108	90	140	71	57	86
Summe PCDF/PCDD	245	210	330	138	120	160
Summe TCDD	3,1	2,5	4,4	1,9	1,2	2,2
Summe PeCDD	6,4	4,6	9,4	3,6	3,1	4,0
Summe HxCDD	18	13	26	9,8	6,2	12
Summe HpCDD	30	26	41	15	13	18
Summe TCDF	13	10	18	9,4	8,2	11
Summe PeCDF	18	13	24	12	9,4	14
Summe HxCDF	28	24	34	18	13	25
Summe HpCDF	25	20	33	15	12	20
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	4,1	3,2	5,6	2,4	2,2	2,7
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	4,5	3,6	6,2	2,7	2,4	2,9
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	3,4	2,7	4,6	2,0	1,8	2,3
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	3,8	3,0	5,2	2,2	2,0	2,5
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	3,5	2,8	4,8	2,1	1,9	2,4

Tabelle 25: OCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Klammbach Wald

Labor- nummer			2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Proben- bezeich- nung	NG	BG	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
Aldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-En- dosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-En- dosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis- Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	0,10	0,28	0,10	0,24	0,23	0,39	n.n.	0,10	n.n.	0,43	n.n.	0,10
Endrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptach- lor	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptach- lorepoxid	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexach- lorbenzol	0,05	0,1	0,39	0,52	0,46	0,44	0,48	0,79	0,79	0,59	0,34	0,59	0,38	0,33
Hexach- lorbuta- dien	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mirex	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,05	n.n.	n.n.	0,05	n.n.
Pentach- lorbenzol	0,05	0,1	< 0,10	0,16	0,15	0,11	0,13	0,20	0,15	0,14	0,10	0,16	0,32	0,25
Pentach- lornitro- benzol	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
trans- Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,03	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Labor- nummer			2412 07564	2412 07567	2412 07570	2412 07573	2412 07565	2412 07568	2412 07571	2412 07574	2412 07566	2412 07569	2412 07572	2412 07575
Proben- bezeich- nung	NG	BG	Klammbach Wald Auflage				Klammbach Wald 0-5 cm				Klammbach Wald 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
alpha- HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,1	0,2	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
gamma- HCH (Lindan)	0,1	0,2	0,10	0,26	0,10	0,10	n.n.	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	0,05	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,05	n.n.	1,70	0,14	n.n.	n.n.	0,05	0,30
o,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,05	0,1	0,05	0,15	0,16	0,05	0,34	0,16	0,58	0,05	0,05	0,14	0,05	0,81
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,11	0,18	0,16	0,17	0,18	0,25	n.n.	0,20	0,15	0,37	0,15	0,20
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,05	0,26	0,18	0,30	0,05	0,05	0,32	n.n.	n.n.	0,15	0,05	n.n.

Tabelle 26: OCP-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Blaubergalm

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071	2309 06064	2309 06066
Probenbezeichnung	NG	BG	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM									
Aldrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-Endosulfan	0,10	0,20	0,10	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlor	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxyd	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,050	0,10	0,13	0,10	0,19	0,18	0,05	0,05	0,05	0,05
Hexachlorbutadien	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mirex	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlorbenzol	0,050	0,10	n.n.	n.n.	0,58	n.n.	n.n.	0,12	0,17	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
trans-Chlordan	0,025	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
gamma-HCH (Lindan)	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071	2309 06064	2309 06066
Probenbezeichnung	NG	BG	Blaubergalm 0-5 cm				Blaubergalm 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM									
o,p´-DDT	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p´-DDE	0,050	0,10	0,20	0,19	0,30	0,25	0,23	0,20	0,13	0,19
p,p´-DDT	0,050	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	0,05

Tabelle 27: Statistische Kennwerte der OCP-Gehalte der BDF Klammbach Wald

			Klammbach Wald			Klammbach Wald			Klammbach Wald		
	NG	BG	Auflage			0-5 cm			5-10 cm		
			MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM										
Aldrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-En- dosulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-En- dosulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	0,25	n.n.	1,0	n.n.	n.n.	n.n.
cis- Chlordan	0,025	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	0,18	0,10	0,28	0,18	n.n.	0,39	0,13	0,00	0,43
Endrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptach- lor	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptach- lorepoxyd	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexach- lorbenzol	0,05	0,10	0,45	0,39	0,52	0,66	0,48	0,79	0,41	0,33	0,59
Hexach- lorbuta- dien	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mirex	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,013	n.n.	0,050	0,013	n.n.	0,050
Pentach- lorbenzol	0,050	0,10	0,14	0,11	0,16	0,16	0,13	0,20	0,21	0,10	0,32
Pentach- lornitro- benzol	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
trans- Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	0,010	n.n.	0,025	n.n.	n.n.	n.n.
alpha- HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

			Klammbach Wald			Klammbach Wald			Klammbach Wald		
			Auflage			0-5 cm			5-10 cm		
delta-HCH	0,10	0,20	0,025	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
gamma-HCH	0,10	0,20	0,14	0,10	0,26	0,025	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,050	0,10	0,025	n.n.	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,47	n.n.	1,7	0,088	n.n.	0,30
o,p'-DDE	0,050	0,10	0,013	n.n.	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,050	0,10	0,10	0,050	0,16	0,28	0,050	0,58	0,26	0,050	0,81
p,p'-DDE	0,050	0,10	0,16	0,11	0,18	0,16	n.n.	0,25	0,22	0,15	0,37
p,p'-DDT	0,050	0,10	0,20	0,050	0,30	0,11	n.n.	0,32	0,050	n.n.	0,15
Summe DDX			0,49	0,21	0,74	1,0	0,050	2,9	0,62	0,20	1,6

Tabelle 28: Statistische Kennwerte der OCP-Gehalte der BDF Blaubergalm

			Blaubergalm			Blaubergalm		
			0-5 cm			5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM							
Aldrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-Endosulfan	0,10	0,20	0,050	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlor	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxyd	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,050	0,10	0,15	0,10	0,19	0,050	0,050	0,050

			Blaubergalm 0-5 cm			Blaubergalm 5-10 cm		
Hexachlorbutadien	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mirex	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlorbenzol	0,050	0,10	0,15	n.n.	0,58	0,073	n.n.	0,17
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
trans-Chlordan	0,025	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
gamma-HCH	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,050	0,10	0,24	0,19	0,30	0,19	0,13	0,23
p,p'-DDT	0,050	0,10	0,050	0,050	0,050	0,013	n.n.	0,050
Summe DDX			0,29	0,24	0,35	0,20	0,13	0,28

Wien, 31. März 2025


 Dr. Wolfgang Friesl-Hanl

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at