

# **BODENDAUERBEOBACHTUNG TIROL**

*Interpretation der Analyseergebnisse  
organischer Schadstoffe in den Böden der BDF  
Weirichalm Wiese und BDF Weirichalm Wald*

*Ergänzung zum Prüfbericht 2401/0008*

**Inhaltsverzeichnis**

<b>ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Statistische Auswertung, Darstellung und Interpretation</b>	<b>9</b>
<b>2 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB, DL-PCB) .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Polychlorierte Dibenzo-<i>p</i>-Dioxine und -Furane (PCDD/F)</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände.....</b>	<b>22</b>
2.4.1 GC-MS/MS – Methode (ISO 23646:2022-01) - Organochlorpestizide (OCP).....	22
2.4.2 Multimethode LC-MS sowie Multimethode GC-MS – weitere Pflanzenschutzmittelrückstände .....	23
<b>3 LITERATUR .....</b>	<b>25</b>
<b>4 ANHANG .....</b>	<b>28</b>

## ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Die vorliegende Dateninterpretation beruht auf den Ergebnissen der chemischen Analysen der Böden der beiden Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Weirichalm Wald und Weirichalm Wiese auf ausgewählte organische Schadstoffgruppen. Dies waren polychlorierte Dibenzop-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F), polychlorierte Biphenyle (PCB), Organochlor Pestizide (OCP) und polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, engl. PAH), sowie eine Auswahl an Pestiziden. Im Vergleich zu anderen Hintergrundstandorten weisen die PAK gering erhöhte Werte auf. Die Parameter PCB sowie PCDD/F weisen erhöhte Werte auf.

Am Standort Weirichalm Wald (Auflagehumus) liegt der Maximal-Wert für PCDD/F bei 2,8 ng/kg TM TEQ-PCDD/F WHO 05. Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass die PCDD/F Werte in Kombination mit den DL-PCB, den Richtwert von 5 ng/kg TM übersteigen (5,5 ng/kg TM TEQ-PCDD/F-PCB WHO 05). Am Standort Weirichalm Wiese fällt auf, dass im Vergleich zur Untersuchung aus dem Jahr 2014 mit 0,29 ng/kg TM nahezu eine Verdoppelung auf 0,51 ng/kg TM in der Tiefenstufe 0-5 cm und mit 0,12 ng/kg TM (2014) eine mehr als Verdreifachung auf 0,42 ng/kg TM der Gehalte im Jahr 2023 vorliegt. Der Anstieg der Werte gibt Anlass dazu, mögliche Ursachen zu identifizieren. Die höchsten Gehalte der PAK16 (180 µg/kg TM), sowie NDL-PCB (PCB6) (33 µg/kg TM) liegen im Auflagehumus des Waldstandorts 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 PCB sowie 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, 2020) 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 Weirichalm (Weirichalm Wald) zumeist höhere Schadstoffgehalte auf als die Grünlandfläche (Weirichalm Wiese). 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.

## 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 689 Substanzen in den mineralischen Böden sowie auf 232 Substanzen im Auflagehumus

## 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. 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).

Derzeit werden neue, basierend auf der EFSA Bewertung 2018 (EFSA CONTAM PANEL, 2018)<sup>1</sup> und der Neubewertung der WHO TEFs 2022 (DeVito et al., 2024),

---

<sup>1</sup> <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/dioxins-and-related-pcbs-tolerable-intake-level-updated>

Höchstwerte für Futter- und Lebensmittel erarbeitet. Diese vermutlich geringeren Höchstwerte wären zu berücksichtigen, wenn die Weirichalm für Weidezwecke genützt würde.

### **Vergleich der Ergebnisse 2023 mit jenen aus 2014**

Im Vergleich zur Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)-Untersuchung aus dem Jahr 2014 - der Auflagehorizont wurde 2014 nicht untersucht - kann festgestellt werden, dass die PAK-Gehalte auf der Weirichalm Wald 2023 um ca. 43 % (Tiefenstufe: 0-5 cm) bzw. um ca. 18 % höher (Tiefenstufe: 5-10 cm) sind als jene aus 2014 (Umweltbundesamt, 2014). Die 40 %-ige Erhöhung deutet auf einen Anstieg der PAK in der obersten Tiefenstufe hin. Diese Konzentrationsänderungen in der Tiefenstufe 5-10 cm liegen im Bereich der Messunsicherheit der Methode. Auf der Weirichalm Wiese 2023 sind die PAK-Gehalte um ca. 40 % höher (0-5 cm) bzw. um 10 % niedriger (5-10 cm) als jene, die 2014 gemessen wurden (Tabelle 1). Die 40 %-ige Erhöhung deutet auch hier auf einen Anstieg der PAK in der obersten Tiefenstufe hin.

Die PCB-Gehalte (NDL-PCB) 2023 sind am Waldstandort um ca. 30 % niedriger (0-5 cm) und um ca. 24 % höher (5-10 cm) als 2014. Am Grünlandstandort sind die PCB-Gehalte in der Tiefenstufe 0-5 cm um ca. 500 % bzw. in der Tiefenstufe 5-10 cm um ca. 50 % höher als die 2014 gemessen wurden (Tabelle 1). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von ca. 30 % kann hier von einem deutlichen Anstieg der PCB-Gehalte ausgegangen werden.

Die Dioxin-Gehalte (TEQ WHO 05) 2023 sind am Waldstandort um ca. 70 % (0-5 cm) höher bzw. 53 % (5-10 cm) niedriger als jene aus 2014. Am Grünlandstandort sind die Dioxin-Gehalte um ca. 75 % (0-5 cm) bzw. um ca. 250 % (5-10 cm) höher als jene aus 2014 (Tabelle 1). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von ca. 30 % kann hier von einem deutlichen Anstieg der PCDD/F-Gehalte ausgegangen werden, deren Ursache auf den Grund gegangen werden soll.

Von den 24 Organochlorpestiziden wurden im Waldboden der Weirichalm im Auflagehorizont 14 Substanzen nachgewiesen. Darunter waren Substanzen wie zum Beispiel Dieldrin, Hexachlorbenzol (HCB) oder DDT zu finden. Im Grünlandboden der Weirichalm wurde nur HCB in Spuren nachgewiesen.

Die höchsten Werte (Maxima) von HCB (1,2 µg/kg), Dieldrin (1,1 µg/kg), beta-HCH (0,94 µg/kg) und der Summe DDX (8,3 µg/kg) sowie weiteren 10 Substanzen wurden im Auflagehorizont der Weirichalm Wald festgestellt.

Bei der mit der Multimethode LC/MS erfassten Substanzen wurden die höchsten Werte beim Wachstumsregulator 4-CPA (4-Chlorphenoxyessigsäure) mit 0,088 mg/kg TM im Auflagehorizont der Weirichalm Wald detektiert. Der Wachstumsregulator wurde zur Wachstumshemmung eingesetzt und ist nicht mehr zugelassen. Weiters wurde im Auflagehorizont Dicamba-desmethyl sowie 2,4-D nachgewiesen.

Alle anderen Substanzen, die mit den Multimethoden LC-MS/MS und GC-MS/MS gemessen wurden (in allen Mineralböden 689 Substanzen, im Auflagehorizont der Weirichalm Wald 232 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 2014 sechs, 2023 jedoch 10 Substanzen (Tiefenstufe 0-5 cm) nachgewiesen. Am Grünlandstandort wurde sowohl 2014 als auch 2023 eine Substanz (HCB) detektiert. HCB wurde 2014 am Waldstandort (Tiefenstufe 0-5 cm) mit maximal 0,20 µg/kg TM, 2023 mit 0,31 µg/kg TM gefunden (Tabelle 1).

Beim Pflanzenschutzmittelscreening 2014 wurden 535 Substanzen erfasst, wovon keine nachgewiesen werden konnte. 2023 wurden 689 Substanzen im Mineralboden von Grünland- und Waldstandort und 232 Substanzen im Auflagehumus des Waldstandorts untersucht, wobei eine im Grünland bzw. drei Substanzen im Wald detektiert werden konnten (Tabelle 1).

*Tabelle 1: Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse der Weirichalm von 2014 und 2023*

Parameter	Jahr	Forstwirtschaft		Landwirtschaft	
		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
PAH16 (Max.) µg/kg TM	2014	63	17	33	21
	2023	90	20	46	19
PCB6 (Max.) µg/kg TM	2014	4,1	2,5	1,1	1,0
	2023	2,9	3,1	6,9	1,5
TEQ -PCDD/F WHO					
05 (UB) (Max.) ng/kg TM	2014	0,77	0,59	0,29	0,12
	2023	1,30	0,31	0,51	0,42
OCP (Anzahl)	2014	6	1	1	1
	2023	7	2	1	0
HCB (Max.) µg/kg TM	2014	0,20	n.n.	<BG	<BG
	2023	0,31	<0,10	<0,10	n.n.

### 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.

# 1 EINLEITUNG

Im Rahmen der Bodendauerbeobachtung wurden im Jahr 2023 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. 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](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 Weirichalm Wald sowie um den Grünlandstandort Weirichalm Wiese, die sich im Talschlussbereich des Navistals ca. 10 km entfernt von der Brenner Autobahn 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 GS-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, Heptachlorepoxyd, 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 2401/0008).

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

- Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden (Umweltbundesamt, im Auftrag der Tiroler Landesregierung, 2014, 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.

Es sei an der Stelle darauf hingewiesen, dass es aus der Sicht des Umweltbundesamtes angezeigt wäre, diese Beurteilungsgrundlagen hinsichtlich neuer Kenntnisse in Bezug auf (Öko)-Toxikologie zu überarbeiten.

POPs zeichnen sich durch ihre Langlebigkeit, ihr Bioakkumulationspotenzial und ihre Toxizität aus, diese tritt in einigen Fällen, wie beispielsweise bei den Dioxinen in höchst 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 (Guillotín 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.

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 Daten<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> <https://ipchem.jrc.ec.europa.eu/>

## 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 ( $\Sigma$  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 Richtwert<sup>3</sup> von 1 mg/kg TM und ein Prüfwert<sup>4</sup> 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 Weirichalm Wiese und 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 – 1.800

---

<sup>3</sup> Richtwert: Darunterliegende Gehalte ermöglichen eine multifunktionale Nutzung.

<sup>4</sup> 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.)

$\mu\text{g}/\text{kg}$  TM) angegeben werden. Für BaP liegen die Hintergrundwerte bei ca. 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: <Nachweisgrenze (NG) – 56  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM, Umweltbundesamt 2008, 2010). Waldstandorte weisen höhere Hintergrundbelastungen auf, die für PAK16 bei 470  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: 56 – 1.900  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM, Offenthaler et al., 2008) liegen.

Die Gehalte der PAK16 liegen auf der Waldfläche (BDF Weirichalm Wald) (Tabelle 2) im Auflagehorizont im Mittel bei 155  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: 110 bis 180  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM). Bei einer Bodentiefe bis 5 cm liegen die Werte im Mittel bei 60  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: 35 bis 90  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 16  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: 12 bis 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM). Auf der Grünlandfläche (BDF Weirichalm Wiese) (Tabelle 3) liegen die Werte in einer Bodentiefe bis 5 cm im Mittel bei 39  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: 29 bis 46  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 18  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Bereich: 17 bis 19  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM).

Die Gehalte der Leitsubstanz BaP liegen im Auflagehorizont der Waldfläche (BDF Weirichalm Wald) im Mittel bei 7,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM bis zu einem Maximum von 8,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Tabelle 2). Auf der Grünlandfläche (0-5 cm) liegt der Mittelwert für BaP bei 3,6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Tabelle 3).

Sowohl am Waldstandort als auch am Grünlandstandort wurden in der tieferen Bodenschicht (5 – 10 cm) niedrigere PAK-Gehalte als in den Horizonten darüber bestimmt.

Tabelle 2: PAK-Gehalte der BDF Weirichalm Wald ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM, n=4).

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM								
Benzo(a)pyren	7,0	4,4	8,5	3,9	2,3	5,8	1,1	0,9	1,3
Summe PAK16	155	110	180	60	35	90	16	12	20
Summe 6 PAK	79	49	99	34	20	53	10	8,1	11

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 Weirichalm Wiese ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM, n=4).

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM					
Benzo(a)pyren	3,6	3,0	3,8	1,7	1,6	1,8
Summe PAK16	39	29	46	18	17	19
Summe 6 PAK	25	20	29	13	12	13

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 Weirichalm Wald mit 155 µg/kg TM unter den 267 µg/kg TM (Land Salzburg, 2018). Verglichen mit der Studie MONARPOP (Offenthaler et al., 2008) liegt die Weirichalm ebenso unter dem Wert von 209 µg/kg TM (Mittelwert). Vergleicht man den Maximalwert der Weirichalm (180 µg/kg TM) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser weit unter den Maximalwerten dieser beiden Studien (899 bzw. 501 µg/kg TM).

Der Mittelwert der Summe PAK16 der Tiroler Grünlandstandorte der Austro-POPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 232 µg/kg TM, der Wert vom Standort Weirichalm Wiese liegt mit 39 µg/kg TM bei <10 % davon. Der Mittelwert der Tiroler Austro-POPs-Waldstandorte liegt bei 239 µg/kg TM, welcher von der Weirichalm Wald (Auflage) mit 155 µg/kg TM unterschritten wird (BMLRT, 2021).

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen, BDF Weirichalm (Umweltbundesamt, 2014) weist der Wald-Standort in der Tiefenstufe 0-5 cm mit 60 µg/kg TM einen höheren Gehalt auf als 2014 (54 µg/kg TM). In der Tiefenstufe 5-10 cm weisen beide Untersuchungen ähnliche Gehalte auf (2014: 17 µg/kg TM; 2023: 16 µg/kg TM). Im Grünland liegen ebenso in der Tiefenstufe 0-5 cm 2023 höhere Gehalte vor als 2014 (2014; 0-5 cm: 28 µg/kg TM; 2023: 39 µg/kg TM) (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. Um die Vergleichbarkeit der TEQs mit früheren Auswertungen zu gewährleisten, sind im Bericht alle drei Modellberechnungen 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  $\Sigma$  6 PCB (NDL-PCB (UB)) und der Toxizitätsäquivalente (TEQ) ersichtlich.

Die Gehalte der NDL-PCB liegen für die Waldfläche BDF Weirichalm Wald im Mittel bei 14  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Auflage), 1,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (0-5 cm) bzw. 1,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (5-10 cm), für die Grünlandfläche Weirichalm Wiese bei 2,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (0-5 cm) bzw. 1,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (5-10 cm). Den höchsten Anteil an der  $\Sigma$  6 PCB haben die beiden höher chlorierten PCBs, PCB 138 und 153 (Tab 15). Deren Summe ergibt zwischen 49 und 65% der Gesamtsumme und liegt damit ähnlich hoch wie bei den Waldflächen aus früheren Untersuchungen der BDF Tirol. Auf der Grünlandfläche Weirichalm Wiese liegt dieser Wert zwischen 38 und 51 %, jedoch bei einem viel geringeren Gesamtgehalt (Tab. 16).

Im Vergleich mit den Ergebnissen der ORAPOP-Studie liegt der Mittelwert des Auflagehorizontes der Weirichalm Wald mit 14  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM über den 3,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Land Salzburg, 2018). Verglichen mit der Studie MONARPOP (Offenthaler et al., 2008) liegt die Weirichalm ebenso über dem Wert von 8,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Mittelwert). Vergleicht man den Maximalwert der Weirichalm (33  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser über den Maximalwerten dieser beiden Studien (21 bzw. 17  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM).

Der Mittelwert  $\Sigma$  6 PCB der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 2,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM, der Wert vom Standort Weirichalm Wiese liegt mit 2,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM um das 1,4-fache darüber. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 2,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM, welcher von der Weirichalm Wald (Auflage) mit 14  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM um das 5,2-fache übertroffen wird (BMLRT, 2021).

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen, BDF Weirichalm (Umweltbundesamt, 2014) weist der Waldstandort in der Tiefenstufe 0-5 cm mit 1,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM einen niedrigeren Gehalt auf als 2014 (2,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM). Im Gegensatz dazu liegt der NDL-PCB-Gehalt in der Tiefenstufe 5-10 cm mit 1,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM knapp über dem Wert von 2014. Im Grünland liegen in beiden Tiefenstufen 2023 höhere Gehalte vor als 2014 (2014; 0-5 cm: 0,91  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM; 2023: 2,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM) (Tabelle 1).

Die Summe der 12 DL-PCBs weist auf beiden Flächen wesentlich geringere Gehalte auf (als für die  $\Sigma$  6 PCB) und liegt im Mittel zwischen 3,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Weirichalm Wald Auflage), 0,39  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Weirichalm Wald 0-5 cm) bzw. 0,21  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Weirichalm Wald 5-10 cm) und 0,26  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Weirichalm Wiese 0-5 cm) bzw. 0,18  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TM (Weirichalm Wiese 5-10 cm) (Tabelle 4 und Tabelle 5). Die TEQ erreichen in der obersten Tiefenstufe der Waldfläche Weirichalm Wald Auflage maximal 3,0 ng TEQ – PCB-WHO 05/kg TM. Bei Anwendung der Neubewertung (WHO, 2022) liegt der Maximalwert bei 1,7 ng TEQ – PCB WHO 22.

Auf der Grünlandfläche Weirichalm Wiese beträgt der maximale TEQ-Wert 0,12 ng TEQ – PCB WHO 05/kg TM. Bei Anwendung der Neubewertung (WHO, 2022) liegt der Maximalwert nur mehr bei 0,065 ng TEQ – PCB WHO 22. Der Unterschied zum Waldstandort ergibt sich vor allem durch die höher toxischen, niedrig chlorierten DL-PCBs, die in der Gasphase von Nadeln aufgenommen werden können und über den Streufall im Waldboden stärker akkumulieren können.

Auf der Waldfläche (Weirichalm Wald 0-5 cm) zeigt der Mittelwert der DL-PCB mit 0,58 ng TEQ-WHO 05/kg TM einen geringeren Wert als auf den Waldstandorten Klammbach 0,79 ng TEQ-WHO 05/kg TM (BFW, 2015), jedoch einen höheren Wert als Gaimberg (0,49 ng TEQ-WHO 05/kg TM) (Umweltbundesamt, 2023). Der Auflagehorizont weist einen ca. vierfach höheren Wert auf als der Mineralboden (Weirichalm Wald 0-5 cm). Im Vergleich zum Standort Gaimberg Forstwirtschaft, wo im Auflagehorizont 1,7 ng TEQ/kg TM (DL-PCB) festgestellt wurde, liegt der Gehalt der Weirichalm Auflage bei 2,5 ng TEQ/kg TM (DL-PCB).

Der Mittelwert der TEQ der DL-PCB der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 1,0 ngTEQ WHO 05/kg TM, welcher von der Weirichalm Wald Auflage mit ca. 2,5 ngTEQ WHO 05/kg TM überschritten wird. Der Mittelwert der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei ca. 0,29 ngTEQ WHO 05/kg TM, und damit um das ca. 2,5-fache höher als am Standort Weirichalm Wiese mit 0,12 ngTEQ/kg TM (BMLRT, 2021).

Tabelle 4: PCB-Gehalte derBDF Weirichalm Wald (µg/kg TM, ng TEQ/kg TM, n = 4)

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Summe NDL-PCB (UB) (µg/kg TM)	14	5,3	33	1,7	0,94	2,9	1,4	0,65	3,1
Summe DL-PCB 12	3,0	1,3	6,9	0,39	0,20	0,78	0,21	0,12	0,40
	ng TEQ/kg TM								
TEQ - PCB WHO 22 (UB)	1,3	0,86	1,7	0,30	0,11	0,64	0,094	0,080	0,11
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	2,5	1,7	3,0	0,58	0,21	1,2	0,18	0,15	0,21
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	2,8	1,8	3,7	0,61	0,22	1,3	0,20	0,18	0,22

Tabelle 5: PCB-Gehalte derBDF Weirichalm Wiese (µg/kg TM, ng TEQ/kg TM, n = 4)

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					

Summe NDL-PCB (UB) ( $\mu\text{g}/\text{kg TM}$ )	2,8	1,3	6,9	1,5	1,5	1,5
Summe DL-PCB 12	0,26	0,17	0,48	0,18	0,17	0,19
	ng/kg TM					
TEQ - PCB WHO 22 (UB)	0,059	0,052	0,065	0,047	0,041	0,051
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,12	0,11	0,12	0,095	0,087	0,10
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,14	0,12	0,16	0,11	0,091	0,12

### 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 0,49 (0-5 cm) bzw. 0,37 ng/kg TM (5-10 cm) am Standort Weirichalm Wiese liegen im Bereich von Hintergrundstandorten (UMWELTBUNDESAMT, 2008 u. 2010). Bei Anwendung der Neubewertung (WHO, 2022) liegen die Mittelwerte bei 0,51 (0-5 cm) bzw. 0,42 ng TEQ – PCDD/F WHO 22/kg TM (Tabelle 6 und Tabelle 7). Der Standort Weirichalm Wald weist Mittelwerte für TEQ - PCDD/F WHO 05 von 2,3 (Auflage), 0,71 (0-5 cm) bzw. 0,27 ng/kg TM (5-10 cm) auf, die im Vergleich zu 2014 erhöht sind (Tabelle 6). Den maximalen Gehalt an TEQ - PCDD/F WHO 05 weist die Mischprobe C des Waldstandortes Weirichalm Wald im Auflagehorizont mit 2,8 ng/kg TM auf (Tabelle 21). Bei Anwendung der Neubewertung (WHO, 2022) liegen 2,2 (Auflage), 0,74 (0-5 cm) bzw. 0,30 ng TEQ – PCDD/F WHO 22/kg TM (5-10 cm) vor. Den maximalen Gehalt an TEQ – PCDD/F WHO 22 weist die Mischprobe C des Waldstandortes Weirichalm Wald im Auflagehorizont mit 2,8 ng/kg TM auf (Tabelle 21).

Die PCDD/F I-TEF Gehalte am Grünlandstandort Weirichalm Wiese liegen in den mineralischen Tiefenstufen bei ca. 68 % des Waldstandortes Weirichalm Wald (0-5 cm), und in der Tiefenstufe 5-10 cm um 30 % über dem Waldstandort.

Verglichen mit den früheren Untersuchungen am Standort Weirichalm sind die Gehalte 10 Jahre später um ca. doppelt so hoch am Waldstandort (Weirichalm Wald 2014: 0,38; 2023: 0,80 ng I-TEF/kg TM) bzw. dreifach so hoch am Grünlandstandort (Weirichalm Wiese 2014: 0,13; 2023: 0,54 ng I-TEF/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2014) (Tabelle 1).

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

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
Summe TCDF	50	38	55	11	4,7	21	4,6	3,6	5,9
Summe PeCDF	28	19	31	7,1	3,3	13	2,2	1,6	2,8
Summe HxCDF	21	12	25	7,0	4,5	11	2,7	2,3	3,1
Summe HpCDF	11	5,5	14	6,0	3,9	9,3	2,2	1,9	2,4
Octachlordibenzofuran	11	4,9	16	9,1	6,0	13	3,1	2,4	3,8
Summe TCDD	7,3	5,5	8,1	2,1	0,87	3,9	4,9	0,79	16
Summe PeCDD	9,4	6,6	11	2,1	0,90	4,0	0,85	0,37	1,9
Summe HxCDD	15	5,7	19	3,9	2,6	6,2	2,2	1,6	3,6
Summe HpCDD	20	11	27	3,1	n.n.	8,8	n.n.	n.n.	n.n.
Octachlordibenzo-p-dioxin	48	32	61	19	11	32	7,7	6,7	9,5
Summe PCDF	117	79	130	40	24	67	15	14	17
Summe PCDD	98	61	120	30	16	55	15	9,7	29
Summe PCDF/PCDD	218	140	260	69	40	120	31	24	46
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 22 (UB)	3,5	2,0	4,2	1,1	0,59	1,9	0,40	0,38	0,42
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	4,8	3,0	5,5	1,3	0,61	2,5	0,45	0,44	0,45
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	5,5	3,3	6,6	1,4	0,67	2,8	0,50	0,47	0,54
TEQ - PCDD/F WHO 22 (UB)	2,2	1,2	2,8	0,74	0,49	1,2	0,30	0,27	0,34
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,3	1,3	2,8	0,71	0,40	1,3	0,27	0,23	0,31
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	2,7	1,5	3,3	0,83	0,50	1,5	0,32	0,26	0,40
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,5	1,5	3,1	0,80	0,46	1,4	0,30	0,25	0,35

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

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
Summe TCDF	5,4	4,6	6,7	3,1	2,5	3,9
Summe PeCDF	3,8	3,3	4,2	2,4	2,1	2,9
Summe HxCDF	4,9	4,3	5,2	3,7	3,5	4,1
Summe HpCDF	3,7	3,6	3,9	3,2	3,0	3,6
Octachlordibenzofuran	4,3	4,1	4,6	4,4	4,2	4,7
Summe TCDD	1,0	0,72	1,5	0,54	0,36	0,62
Summe PeCDD	1,5	1,0	1,8	0,79	0,54	1,0
Summe HxCDD	2,5	1,6	2,8	2,2	1,9	2,5
Summe HpCDD	2,0	1,3	3,0	n.n.	n.n.	n.n.

Octachlordibenzo-p-dioxin	17	13,0	24,0	9,3	8,6	10
Summe PCDF	22	21	24	17	16	19
Summe PCDD	24	20	30	13	12	14
Summe PCDF/PCDD	46	41	51	30	28	34
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 22 (UB)	0,57	0,56	0,59	0,46	0,44	0,51
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	0,61	0,59	0,63	0,46	0,42	0,52
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	0,69	0,66	0,75	0,52	0,47	0,59
TEQ - PCDD/F WHO 22 (UB)	0,51	0,50	0,53	0,42	0,40	0,46
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,49	0,47	0,51	0,37	0,33	0,42
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,54	0,50	0,60	0,42	0,40	0,47
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,54	0,52	0,56	0,39	0,37	0,44

Der Mittelwert ( $\Sigma$  PCDD/F) der Hintergrund-Grünlandstandorte 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 Alpenraum lag der Median von mineralischen Hintergrundwaldstandorten bei 131 ng/kg  $\Sigma$  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 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-TEQ/kg TM, und wird vom Grünlandstandort Weirichalm Wiese mit ca. 0,54 ngTEQ/kg TM unterschritten. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte lag bei 2,4 ng I-TEQ/kg TM und weist das selbe Niveau auf wie Weirichalm Wald (Auflage) mit 2,5 ng I-TEQ/kg TM (BMLRT, 2021).

Werden die TEQ-Gehalte der PCDD/F und PCB summiert, liegen auf der Weirichalm Wiese ca. 0,61 ngTEQ-WHO 05/kg TM, auf der Weirichalm Wald ca.

4,8 ngTEQ-WHO 05/kg TM vor und somit nahe dem Schweizer Richtwert von 5 ngTEQ/kg TM für multifunktionale Nutzung (Tabelle 6 und Tabelle 7). Bei Anwendung der Neubewertung 2022 liegt der Wert bei 3,5 TEQ – PCDD/F-PCB WHO 22 ng/kg TM und somit unter dem Richtwert.

Die untersuchten Bodenproben weisen bei den Dioxinen und Furanen erhöhte Werte im Vergleich zu Hintergrundstandorten (Weirichalm Wald Auflagehorizont) auf, liegen jedoch unter den genannten Richt- und Prüfwerten.

Vergleicht man die Summe PCDD/F des Waldstandort Weirichalm Wald (Auflage) (218 ng/kg TM) mit dem Mittelwert der MONARPOP-Studie (OFFENTHALER et al, 2008) (314 ng/kg TM), so liegt dieser um ca. 30 % 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 1).

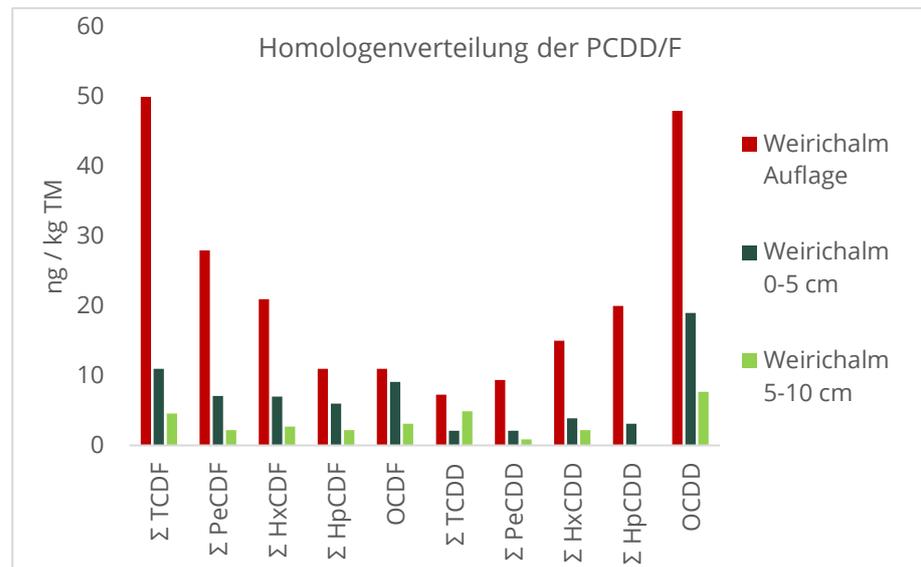
Die beiden untersuchten Standorte unterscheiden sich im Gesamtgehalt der einzelnen Homologensummen v.a. bei den Furanen, und hier beim Verhältnis der Tiefenstufen 0-5 und 5-10 cm. Beim Waldstandort sind die Summen der Tiefenstufe 0-5 cm doppelt bis dreifach so hoch wie bei 5-10 cm. Beim Wiesenstandort ist dieser Unterschied viel geringer.

Die höchsten Gehalte liegen im Auflagehorizont des Waldstandorts vor, der jedoch 2014 nicht untersucht wurde.

Bereits bei der Untersuchung 2014 waren die Anteile von Octadioxin auffällig erhöht, das auf Emissionen von Hausbrand zurückgeführt wurde (Umweltbundesamt, 2014), 2023 liegt Octadioxin in noch höheren Werten auf beiden Standorten vor. Auffallend ist ein relativ hoher Octafuran- sowie TCDD-Gehalt am Standort Weirichalm Wald, besonders in den Tiefenstufen 0-5 cm und 5-10 cm, was auf relativ hohe Verlagerungsraten vom Auflagehumus schließen lässt oder auf eine andere Form der Verschleppung aus dem Auflagehumus (Abbildung 1).

Abbildung 1: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Weirichalm Wald (1a) und BDF Weirichalm Wald in Prozen (1b)

1a



1b

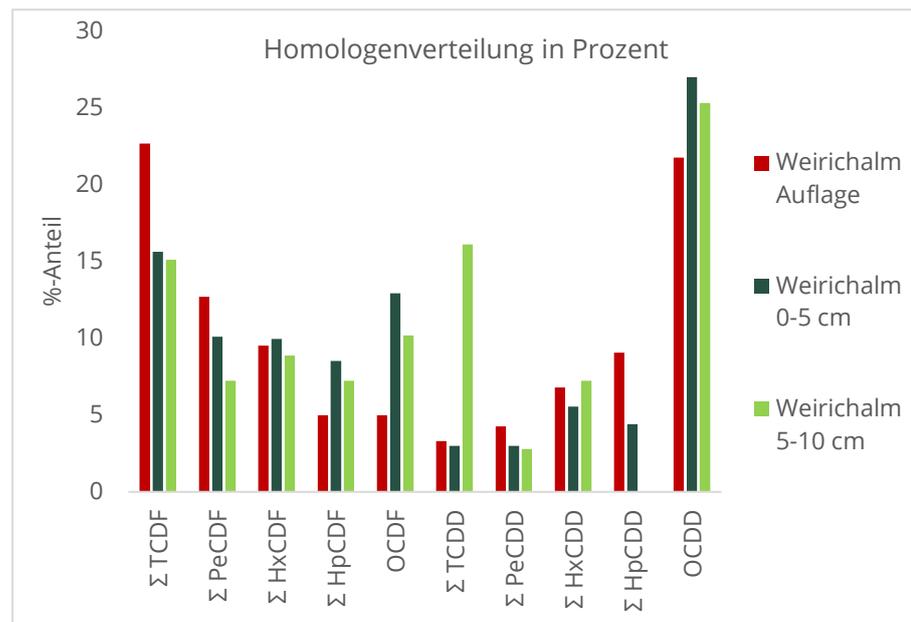
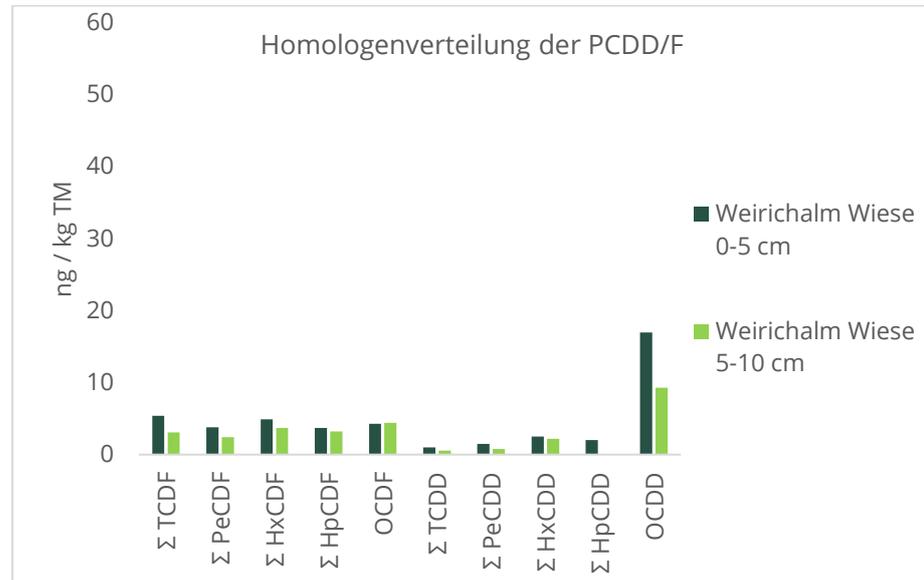
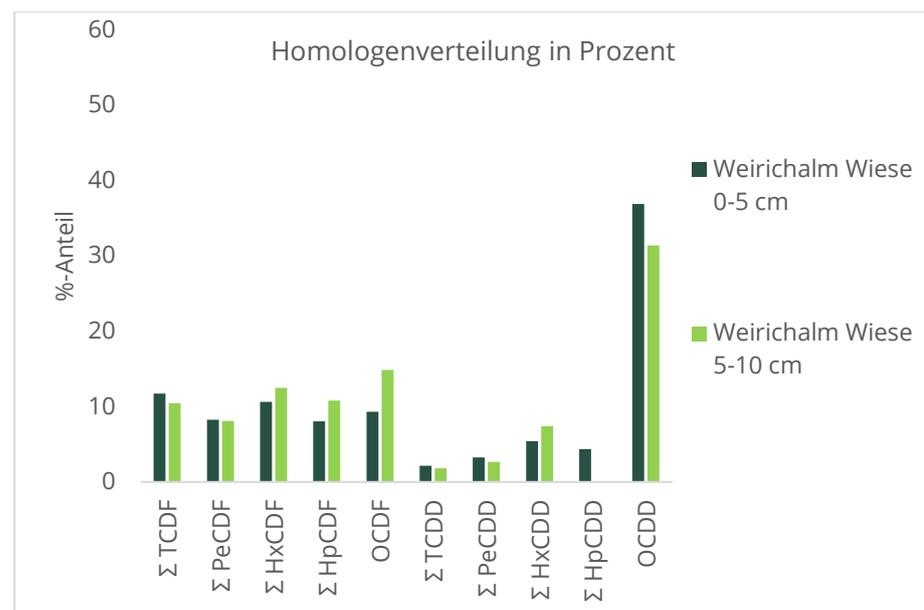


Abbildung 2: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Weirichalm Wiese (2a) und BDF Weirichalm Wiese in Prozent (2b)

2a



2b



## 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, schwer flüchtige Substanzen, die eine geringe Wasserlöslichkeit, jedoch eine gute Löslichkeit in 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, Heptachlorepoxid (Abbauprodukt von Heptachlor), Hexachlorbenzol (HCB), Hexachlorbutadien (HCBD), Pentachlorbenzol (PeCB), Pentachlornitrobenzol, *alpha*-, *beta*-, *gamma*- und *delta*-Hexachlorcylohexan (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 Weirichalm im Auflagehorizont 14 Substanzen, in der Tiefenstufe 0- 5 cm 10 Substanzen und in der Tiefenstufe 5-10 cm vier Substanzen nachgewiesen. Im Grünlandboden der Weirichalm Wiese wurde eine dieser Substanzen (HCB) nachgewiesen.

Die höchsten Werte (Maxima) von HCB (1,2 µg/kg), Dieldrin 1,1 µg/kg), (*beta*-HCH (0,94 µg/kg) und Summe DDX (8,3 µg/kg) sowie weitem 10 Substanzen wurden im Auflagehorizont der Weirichalm Wald festgestellt.

Die höchsten Werte (Maxima) in der Tiefenstufe 0-5 cm liegen für Dieldrin (0,34 µg/kg), HCB (0,31 µg/kg), *beta* HCH (0,31 µg/kg) und DDX (2,2 µg/kg) vor.

In der Tiefenstufe 5-10 cm konnte nur HCB (<0,10 µg/kg) sowie die Summe DDX (0,28 µg/kg) nachgewiesen werden (Tabelle 8).

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

	NG	BG	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
			MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM										
cis-Chlordan	0,025	0,050	<0,050	n.n.	0,068	n.n.	n.n.	<0,050	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	0,85	0,58	1,1	0,20	<0,20	0,34	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,050	0,10	0,99	0,87	1,2	0,16	<0,10	0,31	n.n.	n.n.	<0,10

			Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
Pentachlor- benzol	0,050	0,10	0,26	0,21	0,33	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.
trans- Chlordan	0,025	0,050	<0,05	<0,05	<0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,10	0,20	0,27	<0,20	0,52	n.n.	n.n.	<0,20	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,10	0,20	0,65	0,29	0,94	<0,20	n.n.	0,31	n.n.	n.n.	n.n.
gamma-HCH	0,10	0,20	0,24	<0,20	0,33	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p´-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p´-DDD	0,050	0,10	0,59	0,14	1,4	<0,10	n.n.	0,15	n.n.	n.n.	n.n.
o,p´-DDE	0,050	0,10	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p´-DDT	0,050	0,10	1,0	0,43	1,7	0,24	<0,10	0,42	n.n.	n.n.	<0,10
p,p´-DDE	0,050	0,10	1,7	0,97	2,3	0,38	0,14	0,70	<0,10	n.n.	0,12
p,p´-DDT	0,050	0,10	2,2	1,1	2,8	0,39	n.n.	0,88	<0,10	n.n.	0,11
Summe DDX			5,5	2,6	8,3	1,1	0,19	2,2	0,15	n.n.	0,28

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

Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände konnten mittels LC-MS/MS (4-CPA; Dicamba-desmethyl und 2,4-D) sowie GC-MS/MS (keine) detektiert werden:

- 4-CPA (bis 0,088 mg/kg TM) (4-Chlorphenoxyessigsäure): nicht mehr zugelassen in EU/AT<sup>5</sup>
- Dicamba-desmethyl (0,059 mg/kg TM)
- 2,4-D (0,018 mg/kg TM) (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure): Zulassung in EU/AT<sup>6</sup>

Die höchsten Werte wurden beim Wachstumsregulator 4-CPA (4-Chlorphenoxyessigsäure) mit 0,088 mg/kg TM im Auflagehorizont der Weirichalm Wald festgestellt, das in zwei von vier Einzelproben (A und B) detektiert wurde. Die Substanz wurde zur Wachstumshemmung eingesetzt, der Einsatz ist jedoch seit 2002 verboten. Weiters wurde im Auflagehorizont Dicamba-desmethyl in allen vier Einzelproben (A, B, C und D) sowie 2,4-D in einer von vier Einzelproben (B) nachgewiesen. Dicamba-desmethyl ist vermutlich ein Abbauprodukt von Dicamba, ein Pestizid, welches in Österreich und der EU zugelassen ist. Auch 2,4-D ist ein Pestizid mit gültiger Zulassung in Österreich und der EU.

Alle anderen Substanzen, die mit der Multimethode LC-MS gemessen wurden (in den Mineralbodenproben der Weirichalm Wiese und Wald insgesamt 689 Substanzen, im Auflagehorizont Weirichalm Wald 232 Substanzen) sind bei den

<sup>5</sup> [https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database\\_en](https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en)

<sup>6</sup> [https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database\\_en](https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en)

mit der Methode erreichbaren Nachweisgrenzen nicht detektierbar. Der Unterschied bei der Anzahl der Substanzen ergibt sich aufgrund starker Matrixeffekte im Auflagehorizont.

Beim Pflanzenschutzmittelscreening 2014 wurden 535 Substanzen untersucht, wobei keine Substanz nachgewiesen werden konnte. 2023 wurden 689 Substanzen in den Mineralböden der Weirichalm Wiese und Wald untersucht, im Auflagehorizont der Weirichalm Wald wurden 232 Substanzen untersucht, wobei keine (Wiese) bzw. drei (Wald) Substanzen detektiert werden konnten.

### 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); 105525; <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

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

Guillot 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](http://www.monarpop.at/downloads/MONARPOP_Technical_Report.pdf)

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. Umweltbundeamt, 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 (2014): Gans, O.: Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der BDF Weirichalm. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).

VBo – 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](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr236_E.pdf).

## 4 ANHANG

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

Labornummer			2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063
Probenbezeichnung	NG	BG	Weirichalm Wald Auflage				Weirichalm Wald 0-5 cm				Weirichalm Wald 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
Naphthalin	1,7	3,3	4,0	4,0	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	0,23	0,45	0,76	0,83	0,69	0,61	<0,45	n.n.	n.n.	<0,45	<0,45	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthylen	0,22	0,43	2,9	3,9	2,2	3,5	n.n.	n.n.	n.n.	<0,43	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	0,35	0,69	0,85	0,89	1,0	0,81	0,35	0,69	n.n.	<0,69	<0,69	n.n.	n.n.	n.n.
Anthracen	0,065	0,13	13	6,5	9,2	14	0,59	1,7	0,50	1,8	0,40	0,73	0,49	0,60
Phenanthren	1,4	2,7	15	14	15	9,3	4,3	8,1	4,6	8,0	3,1	2,7	<2,7	n.n.
Fluoranthren	0,22	0,43	27	24	26	16	5,3	12	5,6	14	3,1	2,7	2,1	2,0
Pyren	0,20	0,40	19	18	20	12	3,9	9,0	3,8	11	2,3	2,1	1,7	1,6
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	6,5	5,9	7,3	3,6	n.n.	3,3	1,7	4,1	0,78	<0,75	<0,75	<0,75
Chrysen	0,33	0,66	18	15	18	12	3,3	7,8	4,1	10	2,4	2,2	2,5	2,0
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	26	18	30	12	5,0	10	6,0	14	2,9	2,5	2,8	2,2
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	8,9	6,9	9,7	4,3	1,7	4,0	2,1	5,0	1,0	0,92	0,79	0,68
<b>Benzo(a)pyren</b>	<b>0,24</b>	<b>0,48</b>	<b>8,1</b>	<b>7,0</b>	<b>8,5</b>	<b>4,4</b>	<b>2,4</b>	<b>5,0</b>	<b>2,3</b>	<b>5,8</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,89</b>
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	2,5	2,0	2,9	1,0	0,51	1,1	0,53	1,6	<0,42	<0,42	<0,42	n.n.
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	13	10	14	7,1	3,0	6,3	3,2	7,8	1,6	1,5	1,4	1,2
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	10	7,7	11	4,7	2,6	5,2	2,6	6,0	1,4	1,4	1,4	1,1
<b>Summe 16 EPA PAK</b>			<b>180</b>	<b>150</b>	<b>180</b>	<b>110</b>	<b>35</b>	<b>77</b>	<b>37</b>	<b>90</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>12</b>
<b>Summe 6 PAK</b>			<b>93</b>	<b>74</b>	<b>99</b>	<b>49</b>	<b>20</b>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

Tabelle 10: PAK-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Weirichalm Wiese

Labornummer			2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071
Probenbezeichnung	NG	BG	Weirichalm Wiese 0-5 cm				Weirichalm Wiese 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM									
Naphthalin	1,7	3,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	0,23	0,45	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthylen	0,22	0,43	0,86	1,3	1,5	0,47	n.n.	0,22	0,22	0,22
Fluoren	0,35	0,69	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Anthracen	0,065	0,13	0,23	0,28	0,24	0,19	0,17	0,21	<0,13	0,16
Phenanthren	1,4	2,7	2,8	2,8	<2,7	<2,7	n.n.	<2,7	<2,7	<2,7
Fluoranthren	0,22	0,43	5,6	6,2	5,2	4,0	2,7	2,8	2,8	2,9
Pyren	0,20	0,40	5,4	5,8	4,9	3,9	2,2	2,5	2,3	2,4
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	3,0	3,3	2,6	2,0	1,0	1,2	1,1	1,3
Chrysen	0,33	0,66	3,2	3,5	2,9	2,4	1,9	1,9	1,6	1,7
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	6,0	7,6	6,2	4,3	2,6	2,9	2,6	2,8
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	2,5	2,6	2,6	2,2	1,1	1,4	1,4	1,5
<b>Benzo(a)pyren</b>	<b>0,24</b>	<b>0,48</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	0,63	0,61	0,64	0,45	<0,42	<0,42	<0,42	<0,42
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	4,2	4,7	4,5	3,6	2,1	2,4	2,2	2,2
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	3,4	3,7	3,7	2,9	1,7	1,7	1,8	1,7
<b>Summe 16 EPA PAK</b>			<b>42</b>	<b>46</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Summe 6 PAK</b>			<b>25</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

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

	NG	BG	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
			MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM										
Naphthalin	1,7	3,3	<3,3	<3,3	4,0	n.n.	n.n.	<3,3	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	0,23	0,45	0,72	0,61	0,83	n.n.	n.n.	<0,45	n.n.	n.n.	<0,45
Acenaphthylen	0,22	0,43	3,1	2,2	3,9	n.n.	n.n.	<0,43	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	0,35	0,69	0,88	0,81	1,0	<0,69	n.n.	0,69	n.n.	n.n.	<0,69
Anthracen	0,065	0,13	11	6,5	14	1,1	0,50	1,8	0,56	0,40	0,73
Phenanthren	1,4	2,7	13	9,3	15	6,3	4,3	8,1	1,8	n.n.	3,1
Fluoranthren	0,22	0,43	23	16	27	9,2	5,3	14	2,5	2,0	3,1
Pyren	0,20	0,40	17	12	20	6,9	3,8	11	1,9	1,6	2,3
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	5,8	3,6	7,3	2,3	n.n.	4,1	<0,75	<0,75	0,78
Chrysen	0,33	0,66	16	12	18	6,3	3,3	10	2,3	2,0	2,5
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	22	12	30	8,8	5,0	14	2,6	2,2	2,9
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	7,5	4,3	9,7	3,2	1,7	5,0	0,85	0,68	1,0
<b>Benzo(a)pyren</b>	<b>0,24</b>	<b>0,48</b>	<b>7,0</b>	<b>4,4</b>	<b>8,5</b>	<b>3,9</b>	<b>2,3</b>	<b>5,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,89</b>	<b>1,3</b>
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	2,1	1,0	2,9	0,94	0,51	1,6	n.n.	n.n.	<0,42
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	11	7,1	14	5,1	3,0	7,8	1,4	1,2	1,6
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	8,4	4,7	11	4,1	2,6	6,0	1,3	1,1	1,4
<b>Summe 16 EPA PAK</b>			<b>155</b>	<b>110</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>35</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Summe 6 PAK</b>			<b>79</b>	<b>49</b>	<b>99</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>53</b>	<b>9,8</b>	<b>8,1</b>	<b>11</b>

Tabelle 12: Statistische Kennwerte der PAK-Gehalte der BDF Weirichalm Wiese

	NG	BG	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
			MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM							
Naphthalin	1,7	3,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	0,23	0,45	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthylen	0,22	0,43	1,0	0,47	1,5	n.n.	n.n.	<0,43
Fluoren	0,35	0,69	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Anthracen	0,065	0,13	0,24	0,19	0,28	0,15	<0,13	0,21
Phenanthren	1,4	2,7	<2,7	<2,7	2,8	<2,7	n.n.	<2,7
Fluoranthren	0,22	0,43	5,3	4,0	6,2	2,8	2,7	2,9
Pyren	0,20	0,40	5,0	3,9	5,8	2,4	2,2	2,5
Benzo(a)anthracen	0,38	0,75	2,7	2,0	3,3	1,2	1,0	1,3
Chrysen	0,33	0,66	3,0	2,4	3,5	1,8	1,6	1,9
Benzo(b)fluoranthren	0,42	0,83	6,0	4,3	7,6	2,7	2,6	2,9
Benzo(k)fluoranthren	0,31	0,62	2,5	2,2	2,6	1,4	1,1	1,5
<b>Benzo(a)pyren</b>	<b>0,24</b>	<b>0,48</b>	<b>3,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>
Dibenzo(a,h)anthracen	0,21	0,42	0,58	0,45	0,64	<0,42	<0,42	<0,42
Benzo(g,h,i)perylene	0,33	0,66	4,3	3,6	4,7	2,2	2,1	2,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,18	0,36	3,4	2,9	3,7	1,7	1,7	1,8
<b>Summe 16 EPA PAK</b>			<b>39</b>	<b>29</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>19</b>
<b>Summe 6 PAK</b>			<b>25</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

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

Labornummer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063
Probenbezeichnung	Weirichalm Wald Auflage				Weirichalm Wald 0-5 cm				Weirichalm 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)	9,4	0,20	1,0	0,15	0,10	0,047	0,08	0,08	0,05	0,05	0,41	0,08
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	2,9	0,15	0,39	0,13	0,06	0,039	0,08	0,07	0,042	0,038	0,31	0,07
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	4,0	0,77	0,80	0,56	0,10	0,13	0,20	0,24	0,065	0,06	0,55	0,17
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	6,7	2,4	1,8	1,6	0,23	0,51	0,29	0,84	0,16	0,19	0,73	0,26
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	7,4	3,1	2,4	1,9	0,31	0,68	0,41	1,1	0,22	0,25	0,84	0,35
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	3,0	1,6	1,2	1,0	0,14	0,37	0,14	0,58	0,11	0,10	0,25	0,13
<b>Summe NDL – PCB (UB)</b>	<b>33</b>	<b>8,2</b>	<b>7,5</b>	<b>5,4</b>	<b>0,93</b>	<b>1,8</b>	<b>1,2</b>	<b>2,9</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>	<b>3,1</b>	<b>1,1</b>

Tabelle 14: PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Weirichalm Wiese

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071
Probenbezeichnung	Weirichalm Wiese 0-5 cm				Weirichalm Wiese 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM							
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,13	2,4	0,048	0,19	0,14	0,25	0,11	0,12
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,11	1,4	0,058	0,12	0,11	0,16	0,086	0,094
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,17	0,68	0,14	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,33	0,97	0,33	0,37	0,34	0,30	0,38	0,35
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,42	1,0	0,40	0,43	0,43	0,38	0,45	0,46
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,28	0,48	0,29	0,29	0,28	0,20	0,30	0,29
<b>Summe NDL – PCB (UB)</b>	<b>1,4</b>	<b>7,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>

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

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	2,7	0,15	9,4	0,08	0,047	0,10	0,15	0,05	0,41
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,89	0,13	2,9	0,06	0,039	0,08	0,12	0,038	0,31
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	1,5	0,56	0,24	0,17	0,10	0,24	0,21	0,06	0,55
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	3,1	1,6	6,7	0,47	0,23	0,84	0,34	0,16	0,73
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	3,7	1,9	7,4	0,63	0,31	1,1	0,42	0,22	0,84
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	1,7	1,0	3,0	0,31	0,14	0,58	0,15	0,10	0,25
<b>Summe NDL - PCB (UB)</b>	<b>14</b>	<b>5,4</b>	<b>33</b>	<b>1,7</b>	<b>0,9</b>	<b>2,9</b>	<b>1,4</b>	<b>0,7</b>	<b>3,1</b>

Tabelle 16: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte der BDF Weirichalm Wiese

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,69	0,048	2,4	0,16	0,11	0,25
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,42	0,058	1,4	0,11	0,086	0,16
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,30	0,14	0,68	0,19	0,18	0,19
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,50	0,33	0,97	0,34	0,30	0,38
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,56	0,40	1,0	0,43	0,38	0,46
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,34	0,28	0,48	0,27	0,20	0,30
<b>Summe NDL - PCB (UB)</b>	<b>2,8</b>	<b>1,3</b>	<b>7,0</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>

Tabelle 17: DL-PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Weirichalm Wald

Labornummer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063
Probenbezeichnung	Weirichalm Wald Auflage				Weirichalm Wald 0-5 cm				Weirichalm 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)	240	120	130	73	12	22	9,6	50	9,1	7,4	7,8	9,3
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrach- lorbiphenyl)	8,9	3,7	4,3	2,5	0,5	0,7	0,4	1,5	0,4	0,3	0,4	0,6
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pen- tachlorbiphenyl)	27	26	26	16	2,6	5,6	1,8	12	1,9	1,6	1,2	1,7
PCB 169 (3,3',4,4',5,5' - Hexachlorbiphenyl)	2,7	3,0	2,8	1,8	0,8	1,2	0,7	1,6	0,4	0,6	0,4	0,6
PCB 105 (2,3,3',4,4' -Pen- tachlorbiphenyl)	1800	450	390	290	40	80	43	170	33	27	95	43
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pen- tachlorbiphenyl)	73	16	14,0	10	1,6	n.n.	2,3	5,5	n.n.	n.n.	4,4	1,7
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pen- tachlorbiphenyl)	3700	910	870	580	93	170	97	370	68	57	210	94
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pen- tachlorbiphenyl)	32	n.n.	n.n.	6,1	n.n.	1,6	1,1	2,4	1,1	n.n.	2,5	n.n.
PCB 156 (2,3,3',4,4',5- Hexachlorbiphenyl)	520	230	170	150	21	46	22	82	15	14	40	19
PCB 157 (2,3,3',4,4',5' - Hexachlorbiphenyl)	120	47	39	27	5,5	11	4,7	18	3,7	3,6	7,7	3,3
PCB 167 (2,3',4,4',5,5' - Hexachlorbiphenyl)	310	130	110	81	14	30	13	49	10	8,8	23	10
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5' - Heptachlorbiphenyl)	73	38	28	23	4,9	10	4,3	15	3,1	2,4	4,2	2,7
<b>Summe DL-PCB</b>	<b>6907</b>	<b>1974</b>	<b>1784</b>	<b>1260</b>	<b>196</b>	<b>378</b>	<b>200</b>	<b>777</b>	<b>146</b>	<b>123</b>	<b>397</b>	<b>186</b>
<b>TEQ - PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>0,86</b>	<b>0,14</b>	<b>0,31</b>	<b>0,11</b>	<b>0,64</b>	<b>0,11</b>	<b>0,088</b>	<b>0,08</b>	<b>0,098</b>
<b>TEQ - PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>3,0</b>	<b>2,7</b>	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,29</b>	<b>0,61</b>	<b>0,21</b>	<b>1,2</b>	<b>0,21</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>	<b>0,19</b>
<b>TEQ - PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>3,7</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>1,8</b>	<b>0,30</b>	<b>0,63</b>	<b>0,22</b>	<b>1,3</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>

Tabelle 18: DL-PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Weirichalm Wiese

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071
Probenbezeichnung	Weirichalm Wiese 0-5 cm				Weirichalm Wiese 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM							
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	7,0	9,6	7,0	8,3	6,8	6,9	5,3	7,2
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,49	0,61	0,48	0,46	0,44	0,43	0,35	0,39
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	0,90	0,80	0,93	0,74	0,69	0,55	0,64	0,74
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,76	0,77	0,81	0,80	0,89	0,87	0,77	0,81
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	36	110	36	46	39	38	39	41
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1,5	6,0	1,6	n.n.	2,5	1,8	n.n.	1,8
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	73	240	65	85	79	74	78	78
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	n.n.	2,1	n.n.	n.n.	1,4	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	33	60	34	37	33	24	38	34
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	4,9	9,5	4,7	5,0	5,7	3,8	5,6	5,4
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	14	33	15	16	15	13	16	16
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	6,3	7,4	6,0	6,0	5,6	3,2	6,5	4,7
<b>Summe DL-PCB</b>	<b>178</b>	<b>480</b>	<b>172</b>	<b>205</b>	<b>190</b>	<b>167</b>	<b>190</b>	<b>190</b>
<b>TEQ - PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>0,059</b>	<b>0,065</b>	<b>0,060</b>	<b>0,052</b>	<b>0,049</b>	<b>0,041</b>	<b>0,045</b>	<b>0,051</b>
<b>TEQ - PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,087</b>	<b>0,093</b>	<b>0,10</b>
<b>TEQ - PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>0,13</b>	<b>0,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	<b>0,091</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>

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

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	141	73	240	23	9,6	50	8,4	7,4	9,3
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	4,9	2,5	8,9	0,77	0,41	1,5	0,43	0,32	0,61
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	24	16	27	5,5	1,8	12	1,6	1,2	1,9
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,6	1,8	3,0	1,1	0,66	1,6	0,49	0,36	0,63
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	733	290	1800	83	40	170	50	27	95
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	28	10	73	2,4	n.n.	5,5	1,5	n.n.	4,4
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1515	580	3700	183	93	370	107	57	210
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	10	n.n.	32	1,3	n.n.	2,4	0,9	n.n.	2,5
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	268	150	520	43	21	82	22	14	40
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	58	27	120	9,8	4,7	18	4,6	3,3	7,7
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	158	81	310	27	13	49	13	8,8	23
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	41	23	73	8,6	4,3	15	3,1	2,4	4,2
<b>Summe DL-PCB</b>	<b>2981</b>	<b>1260</b>	<b>6907</b>	<b>388</b>	<b>196</b>	<b>777</b>	<b>213</b>	<b>123</b>	<b>397</b>
<b>TEQ - PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>1,3</b>	<b>0,86</b>	<b>1,7</b>	<b>0,30</b>	<b>0,11</b>	<b>0,64</b>	<b>0,094</b>	<b>0,080</b>	<b>0,11</b>
<b>TEQ - PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>2,5</b>	<b>1,7</b>	<b>3,0</b>	<b>0,58</b>	<b>0,21</b>	<b>1,2</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>	<b>0,21</b>
<b>TEQ - PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>	<b>3,7</b>	<b>0,61</b>	<b>0,22</b>	<b>1,3</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	<b>0,22</b>

Tabelle 20: Statistische Kennwerte der DL-PCB-Gehalte der BDF Weirichalm Wiese

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	8,0	7,0	9,6	6,6	5,3	7,2
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,51	0,46	0,61	0,40	0,35	0,44
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	0,84	0,74	0,93	0,66	0,55	0,74
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,79	0,76	0,81	0,84	0,77	0,89
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	57	36	110	39	38	41
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	2,3	n.n.	6,0	1,5	n.n.	2,5
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	116	65	240	77	74	79
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	0,53	n.n.	2,1	0,35	n.n.	1,4
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	41	33	60	32	24	38
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	6,0	4,7	9,5	5,1	3,8	5,7
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	20	14	33	15	13	16
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	6,4	6,0	7,4	5,0	3,2	6,5
<b>Summe DL-PCB</b>	259	172	480	184	167	190
<b>TEQ - PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>0,059</b>	<b>0,052</b>	<b>0,065</b>	<b>0,047</b>	<b>0,041</b>	<b>0,051</b>
<b>TEQ - PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,095</b>	<b>0,087</b>	<b>0,10</b>
<b>TEQ - PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>0,14</b>	<b>0,12</b>	<b>0,16</b>	<b>0,11</b>	<b>0,091</b>	<b>0,12</b>

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

Labornummer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063
	Weirichalm Wald Auflage				Weirichalm Wald 0-5 cm				Weirichalm Wald 5-10 cm			
Probenbezeichnung	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM											
2,3,7,8-Tetrachlordi- benzo-p-dioxin	0,087	0,072	0,14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordi- benzofuran	2,0	2,0	2,2	1,1	0,33	0,60	0,30	1,1	0,12	0,20	0,30	0,20
1,2,3,4,6,7,8-Heptach- lordibenzo-p-dioxin	5,4	5,2	7,6	1,4	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordi- benzo-p-dioxin	0,86	0,85	0,93	0,60	0,20	0,23	0,16	0,43	n.n.	0,16	0,12	0,11
1,2,3,7,8,9-Hexachlordi- benzo-p-dioxin	0,80	0,71	0,99	0,39	0,24	0,39	0,25	0,59	0,12	0,14	0,12	0,13
1,2,3,4,7,8-Hexachlordi- benzo-p-dioxin	0,56	0,57	0,63	0,36	0,13	0,22	0,11	0,28	n.n.	0,072	0,075	0,12
1,2,3,7,8-Pentachlordi- benzo-p-dioxin	0,45	0,55	0,51	0,23	n.n.	n.n.	n.n.	0,19	n.n.	n.n.	0,037	n.n.
Octachlordibenzo-p-di- oxin	53	44	61	32	11	19	14	32	6,7	6,8	7,8	9,5
2,3,7,8-Tetrachlordi- benzofuran	4,2	4,1	4,3	2,3	0,6	0,95	0,37	1,9	0,41	0,24	0,32	0,36
1,2,3,7,8-Pentachlordi- benzofuran	1,8	1,8	1,8	1,0	0,16	0,49	0,18	0,88	n.n.	0,13	0,087	0,079
1,2,3,4,7,8-Hexachlordi- benzofuran	1,9	2,1	2,2	0,98	0,48	0,75	0,44	1,3	0,21	0,27	0,29	0,23
1,2,3,6,7,8-Hexachlordi- benzofuran	1,6	1,5	1,7	0,80	0,35	0,56	0,38	0,84	0,20	0,19	0,18	0,21
2,3,4,6,7,8-Hexachlordi- benzofuran	1,5	1,4	1,6	0,79	0,36	0,53	0,37	0,87	0,21	0,22	0,20	0,15
1,2,3,7,8,9-Hexachlordi- benzofuran	0,11	0,048	0,15	0,052	0,048	n.n.	0,04	n.n.	n.n.	n.n.	0,048	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptach- lordibenzofuran	8,8	8,1	9,6	3,9	2,6	4,5	3,5	6,5	1,4	1,7	1,6	1,5
1,2,3,4,7,8,9-Heptach- lordibenzofuran	0,75	0,62	0,87	0,31	0,31	0,46	0,30	0,33	0,16	0,19	0,17	0,10
Octachlordibenzofuran	13	9,2	16	4,9	6,0	9,5	7,9	13	2,4	3,8	3,3	3,0
Summe PCDD	110	100	120	61	16	31	19	55	9,7	11	29	12
Summe PCDF	130	130	130	79	24	42	26	67	14	14	17	14
Summe PCDF/PCDD	240	230	260	140	40	73	44	120	24	25	46	27
Summe TCDD	8,0	7,4	8,1	5,5	1,0	2,7	0,87	3,9	0,95	1,8	1,6	0,79
Summe PeCDD	11	9,9	9,9	6,6	1,0	2,5	0,9	4	0,47	0,66	1,9	0,37
Summe HxCDD	17	19	18	5,7	2,6	3,7	3,1	6,2	1,6	2,0	3,6	1,7
Summe HpCDD	22	21	27	11	n.n.	3,4	n.n.	8,8	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe TCDF	54	55	51	38	6,0	11	4,7	21	4,6	3,6	5,9	4,2
Summe PeCDF	30	31	30	19	3,8	8,3	3,3	13	2,8	1,6	2,2	2,3
Summe HxCDF	25	21	24	12	4,5	7,2	5,1	11	2,3	2,5	3,1	2,7
Summe HpCDF	12	11	14	5,5	3,9	6,2	4,6	9,3	1,9	2,4	2,3	2,0
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>4,1</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>	<b>2,0</b>	<b>0,64</b>	<b>1,1</b>	<b>0,59</b>	<b>1,9</b>	<b>0,38</b>	<b>0,41</b>	<b>0,42</b>	<b>0,38</b>

Labornummer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063
Probenbezeichnung	Weirichalm Wald Auflage				Weirichalm Wald 0-5 cm				Weirichalm 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)	5,5	5,3	5,5	3,0	0,72	1,3	0,61	2,5	0,44	0,45	0,45	0,45
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	6,6	5,9	6,1	3,3	0,79	1,5	0,67	2,8	0,47	0,50	0,54	0,49
TEQ - PCDD/F WHO 22 (UB)	2,4	2,4	2,8	1,2	0,50	0,76	0,49	1,2	0,27	0,32	0,34	0,28
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,5	2,5	2,8	1,3	0,43	0,69	0,40	1,3	0,23	0,28	0,31	0,26
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	2,9	3,0	3,3	1,5	0,50	0,80	0,50	1,5	0,26	0,30	0,40	0,30
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,8	2,7	3,1	1,5	0,50	0,83	0,46	1,4	0,25	0,31	0,35	0,29

Tabelle 22: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Weirichalm Wiese

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071
Probenbezeichnung	Weirichalm Wiese 0-5 cm				Weirichalm Wiese 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM							
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	0,030	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,30	0,40	0,40	0,36	0,20	0,20	0,18	0,28
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,26	0,29	0,30	0,27	0,22	0,22	0,17	0,23
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,27	0,30	0,33	0,26	0,21	0,24	0,17	0,22
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,18	0,19	0,16	0,10	0,12	0,11	0,082	0,12
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,089	0,076	0,056	0,10	n.n.	0,028	0,11	0,076
Octachlordibenzo-p-dioxin	24	13	17	14	8,6	8,9	9,8	10
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,31	0,39	0,35	0,28	0,21	0,23	0,19	0,25
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,21	0,25	0,12	0,23	0,11	0,12	0,18	0,047
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,43	0,44	0,56	0,49	0,45	0,40	0,33	0,47
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,29	0,39	0,35	0,31	0,27	0,27	0,26	0,31
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,40	0,44	0,40	0,43	0,26	0,29	0,26	0,33
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,062	0,045	0,046	n.n.	n.n.	n.n.	0,043	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	2,4	2,3	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,5
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,31	0,22	0,27	0,24	0,22	0,25	0,25	0,23
Octachlordibenzofuran	4,6	4,2	4,4	4,1	4,2	4,2	4,4	4,7
Summe PCDD	30	21	25	20	12	12	13	14
Summe PCDF	21	24	22	21	16	16	16	19
Summe PCDF/PCDD	51	44	47	41	28	28	29	34
Summe TCDD	0,72	1,5	1,0	0,84	0,58	0,58	0,36	0,62
Summe PeCDD	1,0	1,7	1,4	1,8	0,54	0,81	0,81	1,0

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071
Probenbezeichnung	Weirichalm Wiese 0-5 cm				Weirichalm Wiese 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM							
Summe HxCDD	1,6	2,8	2,8	2,8	1,9	2,1	2,2	2,5
Summe HpCDD	3,0	1,3	2,3	1,3	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe TCDF	4,6	6,7	5,5	4,6	3,0	2,9	2,5	3,9
Summe PeCDF	3,3	4,2	3,9	3,6	2,1	2,2	2,2	2,9
Summe HxCDF	4,3	5,2	4,7	5,2	3,7	3,5	3,5	4,1
Summe HpCDF	3,9	3,6	3,8	3,6	3,0	3,1	3,1	3,6
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>0,56</b>	<b>0,58</b>	<b>0,59</b>	<b>0,56</b>	<b>0,45</b>	<b>0,44</b>	<b>0,45</b>	<b>0,51</b>
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>0,59</b>	<b>0,63</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>	<b>0,47</b>	<b>0,52</b>
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>0,68</b>	<b>0,68</b>	<b>0,49</b>	<b>0,47</b>	<b>0,52</b>	<b>0,59</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 22 (UB)</b>	<b>0,50</b>	<b>0,51</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,46</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)</b>	<b>0,47</b>	<b>0,51</b>	<b>0,47</b>	<b>0,49</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,38</b>	<b>0,42</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,56</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,41</b>	<b>0,47</b>
<b>TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)</b>	<b>0,52</b>	<b>0,56</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,37</b>	<b>0,44</b>

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

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,075	n.n.	0,14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,8	1,1	2,2	0,58	0,30	1,1	0,21	0,12	0,30
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	4,9	1,4	7,6	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,81	0,60	0,93	0,26	0,16	0,43	0,10	n.n.	0,16
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,72	0,39	0,99	0,37	0,24	0,59	0,13	0,12	0,14
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,53	0,36	0,63	0,19	0,11	0,28	0,067	n.n.	0,12
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,44	0,23	0,55	0,048	n.n.	0,19	0,0093	n.n.	0,037
Octachlordibenzo-p-dioxin	48	32	61	19	11	32	7,7	6,7	9,5
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	3,7	2,3	4,3	0,96	0,37	1,9	0,33	0,24	0,41
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,6	1,0	1,8	0,43	0,16	0,88	0,074	n.n.	0,13
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,8	0,98	2,2	0,74	0,44	1,3	0,25	0,21	0,29
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,4	0,80	1,7	0,53	0,35	0,84	0,20	0,18	0,21
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,3	0,79	1,6	0,53	0,36	0,87	0,20	0,15	0,22
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,090	0,048	0,15	0,022	n.n.	0,048	0,012	n.n.	0,048
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	7,6	3,9	9,6	4,3	2,6	6,5	1,6	1,4	1,7
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,64	0,31	0,87	0,35	0,30	0,46	0,16	0,10	0,19
Octachlordibenzofuran	11	4,9	16	9,1	6,0	13	3,1	2,4	3,8
Summe PCDD	98	61	120	30	16	55	15	9,7	29

	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
Summe PCDF	117	79	130	40	24	67	15	14	17
Summe PCDF/PCDD	218	140	260	69	40	120	31	24	46
Summe TCDD	7,3	5,5	8,1	2,1	0,87	3,9	4,9	0,79	16
Summe PeCDD	9,4	6,6	11	2,1	0,90	4,0	0,85	0,37	1,9
Summe HxCDD	15	5,7	19	3,9	2,6	6,2	2,2	1,6	3,6
Summe HpCDD	20	11	27	3,1	n.n.	8,8	n.n.	n.n.	n.n.
Summe TCDF	50	38	55	11	4,7	21	4,6	3,6	5,9
Summe PeCDF	28	19	31	7,1	3,3	13	2,2	1,6	2,8
Summe HxCDF	21	12	25	7,0	4,5	11	2,7	2,3	3,1
Summe HpCDF	11	5,5	14	6,0	3,9	9,3	2,2	1,9	2,4
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>3,5</b>	<b>2,0</b>	<b>4,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,59</b>	<b>1,9</b>	<b>0,40</b>	<b>0,38</b>	<b>0,42</b>
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>4,8</b>	<b>3,0</b>	<b>5,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,61</b>	<b>2,5</b>	<b>0,45</b>	<b>0,44</b>	<b>0,45</b>
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>5,5</b>	<b>3,3</b>	<b>6,6</b>	<b>1,4</b>	<b>0,67</b>	<b>2,8</b>	<b>0,50</b>	<b>0,47</b>	<b>0,54</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 22 (UB)</b>	<b>2,2</b>	<b>1,2</b>	<b>2,8</b>	<b>0,74</b>	<b>0,49</b>	<b>1,2</b>	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>	<b>0,34</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)</b>	<b>2,3</b>	<b>1,3</b>	<b>2,8</b>	<b>0,71</b>	<b>0,40</b>	<b>1,3</b>	<b>0,27</b>	<b>0,23</b>	<b>0,31</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)</b>	<b>2,7</b>	<b>1,5</b>	<b>3,3</b>	<b>0,83</b>	<b>0,50</b>	<b>1,5</b>	<b>0,32</b>	<b>0,26</b>	<b>0,40</b>
<b>TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>3,1</b>	<b>0,80</b>	<b>0,46</b>	<b>1,4</b>	<b>0,30</b>	<b>0,25</b>	<b>0,35</b>

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

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,0075	n.n.	0,030	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,37	0,30	0,40	0,22	0,18	0,28
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,28	0,26	0,30	0,21	0,17	0,23
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,29	0,26	0,33	0,21	0,17	0,24
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,16	0,10	0,19	0,11	0,082	0,12
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,080	0,056	0,10	0,054	n.n.	0,11
Octachlordibenzo-p-dioxin	17	13	24	9,3	8,6	10
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,33	0,28	0,39	0,22	0,19	0,25
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,20	0,12	0,25	0,11	0,047	0,18
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,48	0,43	0,56	0,41	0,33	0,47
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,34	0,29	0,39	0,28	0,26	0,31
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,42	0,40	0,44	0,29	0,26	0,33
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,038	n.n.	0,062	0,011	n.n.	0,043
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	2,4	2,3	2,5	2,3	2,2	2,5
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,26	0,22	0,31	0,24	0,22	0,25
Octachlordibenzofuran	4,3	4,1	4,6	4,4	4,2	4,7
Summe PCDD	24	20	30	13	12	14

	Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
Summe PCDF	22	21	24	17	16	19
Summe PCDF/PCDD	46	41	51	30	28	34
Summe TCDD	1,0	0,72	1,5	0,54	0,36	0,62
Summe PeCDD	1,5	1,0	1,8	0,79	0,54	1,0
Summe HxCDD	2,5	1,6	2,8	2,2	1,9	2,5
Summe HpCDD	2,0	1,3	3,0	n.n.	n.n.	n.n.
Summe TCDF	5,4	4,6	6,7	3,1	2,5	3,9
Summe PeCDF	3,8	3,3	4,2	2,4	2,1	2,9
Summe HxCDF	4,9	4,3	5,2	3,7	3,5	4,1
Summe HpCDF	3,7	3,6	3,9	3,2	3,0	3,6
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 22 (UB)</b>	<b>0,57</b>	<b>0,56</b>	<b>0,59</b>	<b>0,46</b>	<b>0,44</b>	<b>0,51</b>
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)</b>	<b>0,61</b>	<b>0,59</b>	<b>0,63</b>	<b>0,46</b>	<b>0,42</b>	<b>0,52</b>
<b>TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)</b>	<b>0,69</b>	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>0,52</b>	<b>0,47</b>	<b>0,59</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 22 (UB)</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>	<b>0,53</b>	<b>0,42</b>	<b>0,40</b>	<b>0,46</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)</b>	<b>0,49</b>	<b>0,47</b>	<b>0,51</b>	<b>0,37</b>	<b>0,33</b>	<b>0,42</b>
<b>TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)</b>	<b>0,54</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,42</b>	<b>0,40</b>	<b>0,47</b>
<b>TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)</b>	<b>0,54</b>	<b>0,52</b>	<b>0,56</b>	<b>0,39</b>	<b>0,37</b>	<b>0,44</b>

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

Labor- num- mer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063	2309 06052	2309 06055
	NG	BG	Weirichalm Wald Auflage				Weirichalm Wald 0-5 cm				Weirichalm Wald 5-10 cm			
Pro- benbe- zeich- nung			A	B	C	D	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.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha- Endo- sulfan	0,10	0,20	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- Endo- sulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis- Chlorda n	0,02 5	0,05 0	n.n.	0,068	0,058	0,054	n.n.	n.n.	n.n.	0,02 5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	0,88	0,85	1,1	0,58	0,10	0,25	0,10	0,34	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.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Labornummer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063	2309 06052	2309 06055
Probenbezeichnung	NG	BG	<b>Weirichalm Wald Auflage</b>				<b>Weirichalm Wald 0-5 cm</b>				<b>Weirichalm Wald 5-10 cm</b>			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
Hep- tachlor	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hep- tachlo- reoxid	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexa- chlor- benzol	0,05 0	0,10	1,0	0,87	1,2	0,89	<0,1 0	0,21	<0,1 0	0,31	<0,1 0	n.n.	n.n.	n.n.
Hexa- chlor- buta- dien	0,25	0,50	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	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pen- tachlor- benzol	0,05 0	0,10	0,22	0,21	0,33	0,26	n.n.	<0,1 0	n.n.	<0,1 0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pen- tachlor- nitro- benzol	0,25	0,50	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- Chlorda n	0,02 5	0,05 0	<0,05 0	<0,05 0	<0,05 0	<0,05 0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha- HCH	0,10	0,20	0,37	<0,20	0,52	<0,20	n.n.	n.n.	n.n.	<0,2 0	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta- HCH	0,10	0,20	0,58	0,94	0,78	0,29	n.n.	0,21	n.n.	0,31	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.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
gamma- -HCH (Lindan )	0,10	0,20	0,28	0,24	0,33	<0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p´- DDD	0,05 0	0,10	0,050	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Labornummer	2309 06052	2309 06055	2309 06058	2309 06061	2309 06053	2309 06056	2309 06059	2309 06062	2309 06054	2309 06057	2309 06060	2309 06063	2309 06052	2309 06055
Probenbezeichnung	NG	BG	<b>Weirichalm Wald Auflage</b>				<b>Weirichalm Wald 0-5 cm</b>				<b>Weirichalm Wald 5-10 cm</b>			
			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM													
p,p'-DDD	0,05 0	0,10	0,14	0,42	1,4	0,39	n.n.	0,15	0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,05 0	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,05 0	0,10	1,7	0,76	1,1	0,43	<0,1 0	0,37	0,11	0,42	<0,1 0	n.n.	n.n.	<0,1 0
p,p'-DDE	0,05 0	0,10	1,5	2,3	1,9	0,97	0,15	0,52	0,14	0,70	0,11	0,12	n.n.	<0,1 0
p,p'-DDT	0,05 0	0,10	2,8	2,2	2,8	1,1	0,13	0,54	n.n.	0,88	0,11	<0,1 0	n.n.	<0,1 0

Tabelle 26: OCP-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Weirichalm Wiese

Labornummer	2309 06064	2309 06066	2309 06068	2309 06070	2309 06065	2309 06067	2309 06069	2309 06071	2309 06064	2309 06066
Probenbezeichnung	NG	BG	<b>Weirichalm Wiese 0-5 cm</b>				<b>Weirichalm Wiese 5-10 cm</b>			
			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	n.n.	n.n.	n.n.	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.
Heptachlorepo- xid	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorben- zol	0,050	0,10	n.n.	<0,10	<0,10	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	Weirichalm Wiese 0-5 cm				Weirichalm Wiese 5-10 cm			
			A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM									
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.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	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.
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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDT	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

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

	NG	BG	Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 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-Endosulfan	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	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.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,050	<0,050	n.n.	0,068	n.n.	n.n.	<0,050	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,10	0,20	0,85	0,58	1,1	0,20	<0,20	0,34	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.	n.n.
Heptachlor	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorreoxid	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

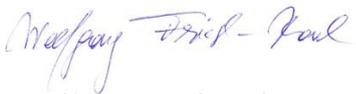
			Weirichalm Wald Auflage			Weirichalm Wald 0-5 cm			Weirichalm Wald 5-10 cm		
Hexachlorbenzol	0,050	0,10	0,99	0,87	1,2	0,16	<0,10	0,31	n.n.	n.n.	<0,10
Hexachlorbutadien	0,25	0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mirex	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlorbenzol	0,050	0,10	0,26	0,21	0,33	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	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	0,050	<0,05	<0,05	<0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,10	0,20	0,27	<0,20	0,52	n.n.	n.n.	<0,20	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,10	0,20	0,65	0,29	0,94	<0,20	n.n.	0,31	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.	n.n.
gamma-HCH	0,10	0,20	0,24	<0,20	0,33	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,050	0,10	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,050	0,10	0,59	0,14	1,4	<0,10	n.n.	0,15	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,050	0,10	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,050	0,10	1,0	0,43	1,7	0,24	<0,10	0,42	n.n.	n.n.	<0,10
p,p'-DDE	0,050	0,10	1,7	0,97	2,3	0,38	0,14	0,70	<0,10	n.n.	0,12
p,p'-DDT	0,050	0,10	2,2	1,1	2,8	0,39	n.n.	0,88	<0,10	n.n.	0,11
Summe DDX			5,5	2,6	8,3	1,1	0,19	2,2	0,15	n.n.	0,28

Tabelle 28: Statistische Kennwerte der OCP-Gehalte der BDF Weirichalm Wiese

			Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
			NG	BG	MW	Min	Max	MW
			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	n.n.	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.
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.
Heptachlorepoxid	0,10	0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,050	0,10	n.n.	n.n.	<0,10	n.n.	n.n.	n.n.
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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
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.

			Weirichalm Wiese 0-5 cm			Weirichalm Wiese 5-10 cm		
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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p´-DDT	0,050	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe DDX			n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Wien, 19. Jänner 2024



Dr. Wolfgang Friesl-Hanl