

BODENDAUERBEOBACHTUNG TIROL

*Interpretation der organischen Schadstoffe in
den Böden der BDF Urisee und BDF Reutte*

Ergänzung zum Prüfbericht PB 2202 0124

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Organische Schadstoffe wurden in den Böden der zwei Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Urisee (Wald) und Reutte (Grünland) analysiert. Die Parameter polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK = PAH), polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Dibenz-p-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) weisen am Standort Urisee gering erhöhte Werte auf, alle anderen zeigen Wertebereiche von Hintergrundstandorten (Umweltbundesamt 1998, 2002, 2008 und 2010, Offenthaler et al., 2008; BFW, 2015; Land Salzburg, 2018; BMLRT, 2021). PAH16 (393 µg/kg TM), PCB6 (4,2 µg/kg TM) und PCDD/F (4,3 ng PCDDF-PCB WHO05/kg TM) liegen in erhöhten Konzentrationen vor, überschreiten aber keine Richtwerte, wie sie zum Teil in internationalen Regelwerken definiert sind (z.B. Eikmann-Kloke-Werte in Rosenkranz et al., 1988; dt. BBodSCHV, 1999, VBBO, 2008). Die erhöhten Werte sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Industriegeschichte in der Region zurückzuführen. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass es aus Sicht des Umweltbundesamtes sinnvoll wäre, die oben genannten Bewertungskriterien hinsichtlich neuer Kenntnisse zu überarbeiten und zu aktualisieren.

Bei den untersuchten Substanzen handelt es sich im Wesentlichen um persistente organische Schadstoffe (POPs) welche im Stockholmer Übereinkommen (Vereinigte Staaten, 2001) gelistet sind. Dieses internationale Abkommen wird in der Europäischen Union mit der EU-POP-VO (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 (siehe auch: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiepolitik/international/pop.html).

Erwartungsgemäß weist die Waldfläche Urisee zumeist höhere Schadstoffgehalte auf als die Grünlandfläche Reutte. 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.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde mittels zweier Multimethoden die Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen durchgeführt.

a) Multimethode GC/MS: Von den 24 Organochlorpestiziden wurden im Waldboden von Urisee im Auflagehorizont 16 Substanzen nachgewiesen. Darunter waren Substanzen wie zum Beispiel Hexachlorbenzol (HCB), Lindan (gamma-HCH) oder DDT zu finden. Im Grünlandboden in Reutte wurden drei Substanzen nachgewiesen.

Die höchsten Werte von HCB (1,3-1,7 µg/kg), HCBd (0,73-1,9 µg/kg), gamma-HCH (0,44-0,63 µg/kg), cis-Chlordan (<0,05-0,07 µg/kg), Dieldrin (0,45-0,62 µg/kg)

p,p-DDT (0,34-1,1 µg/kg), p,p-DDE (0,70-0,87 µg/kg), p,p-DDD (0,26-0,41 µg/kg) und o,p-DDT (0,24-0,68 µg/kg) wurden im Auflagehorizont von Urisee festgestellt. Alpha-Endosulfan, alpha-HCH, beta-HCH, gamma-HCH und Hexachlorbutadien wurden nur im Auflagehorizont nachgewiesen. Alle weiteren Substanzen konnten bei den aktuellen Bestimmungsgrenzen nur in einzelnen Proben nachgewiesen werden.

(b) Multimethode LC/MS: Die höchsten Werte wurden beim Herbizid 4-CPA mit 0,068 mg/kg TM im Auflagehorizont von Urisee festgestellt. Dieses Herbizid wird zur Wachstumshemmung eingesetzt und wirkt auch auf sogenannte Nichtzielorganismen. Ein weiteres Herbizid stellt das 2,4-D mit 0,042 mg/kg TM dar, das zwar in der EU zugelassen ist, jedoch von der IARC als „möglicherweise karzinogen“ (Gruppe 2B) eingestuft ist (WHO, 2015). Gemäß EU-CLP-Verordnung ist dieses Herbizid darüber hinaus als allergieauslösend für Haut und möglicherweise die Lunge sowie als toxisch für aquatische Lebewesen eingestuft.

Biphenyl (<0,10 mg/kg TM) konnte ebenfalls nachgewiesen werden, das einerseits als Schädlingsbekämpfungsmittel Anwendung fand, und andererseits liegen Hinweise in der Literatur vor, dass Biphenyl auch ein Abbauprodukt des Buchenlignins sein kann (Bayerbach, 2006). Biphenyl ist nicht mehr als Pestizid zugelassen. Alle anderen Substanzen sind nicht nachweisbar.

Unmittelbarer Handlungsbedarf bzw. ein akutes Gefährdungspotenzial ist aufgrund der Analyseergebnisse nicht gegeben. Wird Grünland zur Futtermittelproduktion genutzt, sind die Futtermittel-Grenzwerte für PCDD/F und DL-PCB zu kontrollieren und mit Werten der EU VO 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 Transfer geht hervor, dass in manchen Fällen 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. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln gelten den 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 vorschrittskonform sind, aber Gehalte an Dioxinen und/oder PCB enthalten, die nahe am Höchstgehalt liegen oder gleich diesem sind (EU VO Nr. 277/2012).

In diesem Zusammenhang sei auch auf die Herabsetzung der täglichen Aufnahmemengen für Dioxine und PCBs hingewiesen (EFSA CONTAM PANEL, 2018)¹.

Im Vergleich zur BDF-Untersuchung aus dem Jahr 2012 kann festgestellt werden, dass die PAH-Gehalte in Reutte in der Tiefenstufe 5-10 cm erhöht vorliegen. Alle anderen Schadstoffgehalte sind auf einem ähnlichen Niveau.

Um einen Trend der Gehalte an persistenten organischen Schadstoffen in Böden auch weiterhin ableiten zu können, wird im Abstand von ca. 5 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, PAHs und PCBs. Ebenso sollten neuartige POPs (z.B. PFOS, PBDEs) vermehrt 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 zu können und Trends der Schadstoffanreicherungen bzw. des Schadstoffabbaus feststellen zu können. Im Folgenden werden die Bodengehalte je Schadstoffgruppe differenzierter bewertet und interpretiert.

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

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	2
INHALTSVERZEICHNIS	5
1 EINLEITUNG	6
2 INTERPRETATION DER BODENDATEN	9
2.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH).....	9
2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB, DL-PCB)	11
2.3 Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und -Furane (PCDD/F)	13
2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände.....	16
2.4.1 Multimethode GC/MS - Organochlorpestizide (OCP).....	17
2.4.2 Multimethode LC/MS sowie Multimethode GC/MS- weitere Pflanzenschutzmittelrückstände	18
3 LITERATUR	19
4 ANHANG	22

1 EINLEITUNG

Im Rahmen der Bodendauerbeobachtung wurden im Jahr 2021 die organischen Schadstoffe auf zwei Tiroler Standorten untersucht und interpretiert.

Im Wesentlichen wurden persistente organische Schadstoffe, sogenannte POPs untersucht, die in der Landwirtschaft und Industrie weit verbreitet eingesetzt oder unabsichtlich produziert und bei vielen anthropogenen Aktivitäten freigesetzt werden. 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 (Vereinte Nationen, 2001). Mit anfangs zwölf eingestuften Substanzen ist dieser Vertrag ein lebendes Dokument, in dessen Anhänge regelmäßig neue POPs aufgenommen werden. Gegenwärtig sind 28 POPs 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), das Stockholmer Übereinkommen (Vereinte Nationen, 2001) und den Projektbericht von POPMON (BMNT und BMASGK, 2018) hingewiesen. Damit Ursachen der Belastung von Umwelt und Lebensmitteln abgeklärt werden können, ist die Kenntnis über Quellen und Eintragspfade von POPs in Umweltmedien von wesentlicher Bedeutung.

Bei den beprobten Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) in Tirol handelt es sich um den Waldstandort Urisee, der sich ostnordöstlich eines Industriestandortes befindet und um einen Grünlandstandort bei Reutte, der sich ca. 700 m nordwestlich des Industriestandortes befindet. 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 (PAH)
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)
- Pflanzenschutzmittelrückstände mittels Multimethode GC/MS. Organochlorpestizide (OCP): Aldrin, Endosulfan (alpha, beta), cis-Chlordan, trans-Chlordan, Dieldrin, Endrin, Mirex, Heptachlor, Hepta-chlorepoxid, 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, p,p-DDT
- Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände mittels Multimethode LC/MS

Statistische Auswertung

Für die Interpretation der Bodengehalte werden für die meisten Schadstoffgruppen Summengenhalte aus den Einzelparametern angegeben (z.B. Summe 16 PAH). 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 deren Berechnung die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze, jene Werte unterhalb der Nachweisgrenze mit der halben Nachweisgrenze einbezogen wurden (PAH). Bei den Organochlorpestiziden wurden zur besseren Lesbarkeit die Werte unter der Nachweisgrenze gleich „null“ gesetzt.

Bei den Dioxinen und Furanen gilt: 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 (siehe auch Prüfbericht PB2202_0124).

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

Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden (Umweltbundesamt, im Auftrag der Tiroler Landesregierung, 2012 und 2013; Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, BFW 2015, unveröffentlicht).

- Organische Schadstoffe in Grünlandböden (Umweltbundesamt 2008 u. 2010)
- Organische Schadstoffe in Grünland- und Waldböden (Orapops) (Land Salzburg, 2018)
- Eikmann – Kloke Werte (Rosenkranz, 1988)
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung 1999 (BBodSchV)
- VBBo – Verordnung über Belastungen des Bodens (Schweiz, VBBo, 2008)
- Lehrbuch der Bodenkunde (Scheffer u. Schachtschabel, 2018)
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) (2021): Tulipan, Monika/Friesl-Hanl, Wolfgang/Offenthaler, Ivo/Scharf, Sigrid et al.: 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. So sollten beispielsweise die neuen Kenntnisse des wissenschaftlichen Gutachtens zum Risiko für die Gesundheit von Mensch und Tier im Zusammenhang mit dem Vorhandensein von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in Futter- und Lebensmitteln einbezogen werden, um Richtwerte für Böden abzuleiten/zu aktualisieren.

Weiters gibt es zahlreiche Studien, insbesondere von kontaminierten Standorten, wie sich die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen auf die Gesundheit auswirken. Auch im Rahmen des HBM4EU Projektes wurden Fragestellungen im Zusammenhang untersucht, beispielsweise in Bezug auf Cadmium und Blei (<https://www.hbm4eu.eu/>).

Siehe auch z.B. https://ec.europa.eu/environment/integration/research/news-alert/pdf/IR5_en.pdf

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

2 INTERPRETATION DER BODENDATEN

2.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

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

PAHs 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 PAH 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 PAH analysiert. Dieser Summenwert sowie die Konzentration der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) haben sich international weitgehend als Referenzgrößen durchgesetzt. Als Leitsubstanz für PAH gilt B(a)P, welches als krebserregend, erbgutverändernd und reproduktionstoxisch eingestuft ist (ECHA, 2021). Im Boden sind PAH 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 Σ EPA-PAH 16 ein Richtwert² von 1 mg/kg TM und ein Prüfwert³ von 10 mg/kg angegeben. Für Benzo(a)pyren liegt der Richtwert bei 0,2 mg/kg TM, der Prüfwert bei 1 mg/kg TM. Nach Eikmann-Kloke (Rosenkranz, 1988) liegt der Richtwert für BaP für eine multifunktionale Nutzung auch bei 1 mg/kg TM (entspricht 1.000 µg/kg TM). Der Vorsorgewert der deutschen Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV, 1999) liegt bei 3 mg/kg TM bei einem Humusgehalt < 8 % (Anm. für Acker und Grünland) und bei 10 mg/kg TM (für Wald). Der Vorsorgewert der Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung (LGBL. Nr. 77/2018) liegt bei 2.000 µg/kg TM.

Die gemessenen Werte des Waldstandortes BDF Urisee und der Grünlandfläche BDF Reutte liegen unter diesen Richt- und Vorsorgewerten.

² Richtwert: Darunterliegende Gehalte ermöglichen eine multifunktionale Nutzung.

³ 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.)

Die Hintergrundgehalte einzelner PAHs 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 Σ EPA-PAH 16 um die 100 µg/kg TM (Bereich: 2,4 – 1.800 µg/kg TM) angegeben werden. Für Benzo(a)pyren liegen die Hintergrundwerte bei ca. 10 µg/kg TM (Bereich: <NG – 56 µg/kg TM, Umweltbundesamt 2008, 2010). Waldstandorte weisen höhere Hintergrundbelastungen auf, die für Σ EPA-PAH 16 bei 470 µg/kg TM (Bereich: 56 – 1.900 µg/kg TM, Offenthaler et al., 2008) liegen.

Die Gehalte der Σ EPA-PAH 16 liegen auf der Waldfläche (BDF Urisee) im Auflagehorizont im Mittel bei 393 µg/kg TM (Bereich: 340 bis 530 µg/kg TM). Bei einer Bodentiefe bis 5 cm liegen die Werte im Mittel bei 398 µg/kg TM (Bereich: 240 bis 510 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 203 µg/kg TM (Bereich: 140 bis 250 µg/kg TM). Auf der Grünlandfläche BDF Reutte liegen die Werte in einer Bodentiefe bis 5 cm im Mittel bei 213 µg/kg TM (Bereich: 200 bis 230 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 303 µg/kg TM (Bereich: 180 bis 590 µg/kg TM).

Die Gehalte der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) liegen im Auflagehorizont der Waldfläche (BDF Urisee) im Mittel bei 30,8 µg/kg TM bis zu einem Maximum von 41 µg/kg TM (Tabelle 1a). Auf der Grünlandfläche (0-5 cm) liegt der Mittelwert für BaP bei 23,8 µg/kg TM (Tabelle 1b).

Auf dem Waldstandort wurden in der tieferen Bodenschicht (5 – 10 cm) niedrigere PAH-Gehalte als in den Horizonten darüber bestimmt. Auf dem Grünlandstandort lagen die höchsten Gehalte in der Tiefenstufe 5-10 cm vor.

Tabelle 1a: PAH-Gehalte der BDF Urisee (µg/kg TM; n=4)

Standort Parameter	Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Benzo(a)pyren	30,8	26,0	41,0	29,0	20,0	37,0	16,3	12,0	18,0
Summe 16 EPA PAH	393	340	530	398	240	510	203	140	250
Summe 6 PAH	225	191	301	246	154	315	129	89	163

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

Tabelle 1b: PAH-Gehalte der BDF Reutte (µg/kg TM; n=4)

Standort Parameter	Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Benzo(a)pyren	23,8	23,0	25,0	28,5	22,0	43,0
Summe 16 EPA PAH	213	200	230	303	180	590
Summe 6 PAH	122	116	129	164	109	291

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

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF Gaimberg, Umweltbundesamt, 2013) weisen die beiden Standorte BDF Urisee und BDF Reutte deutlich höhere PAH-Gehalte auf.

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung des Waldstandortes BDF Klamm- bach weist der Standort Urisee geringere PAH-Gehalte auf. Im Vergleich zum Grünlandstandort BDF Blaubergalm weist der Standort Reutte geringere Gehalte in der Tiefenstufe 0-5 cm auf, jedoch einen höheren Maximalgehalt in der Tiefenstufe 5-10 cm auf (BFW, 2015). Die internationalen Richtwerte werden jedoch alle unterschritten (VBBo, Stand 2016, bzw. Rosenkranz, 1988, BBodSchV, 1999).

Im Vergleich zu einer früheren Untersuchung der Standorte Urisee und Reutte (BDF Urisee und Reutte, Umweltbundesamt, 2012) liegen die PAH-Gehalte am Waldstandort auf dem gleichen Niveau, am Grünlandstandort sind die Werte der Tiefenstufe 5-10 cm im Jahr 2022 um ca. 30 % erhöht.

Vergleicht man die Werte des Auflagehumus (Urisee) mit den Ergebnissen der Studie ORAPOP des Landes Salzburg (2018), so liegt der Mittelwert der Summe der 16 EPA PAH von Urisee ca. um den Faktor 2 erhöht vor. Der Maximalwert liegt mit 530 µg/kg TM jedoch unter dem Wert der ORAPOP von ca. 900 µg/kg TM. Im Grünland liegt der Mittelwert von Reutte (0-5 cm) auch um den Faktor 2 erhöht vor, der Maximalwert der ORAPOP-Studie liegt jedoch mit einem PAH-Gehalt von ca. 1.700 µg/kg um den Faktor 3 erhöht vor. Der Median der PAH-Gehalte der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 180 µg/kg TM, der von Reutte mit 230 µg/kg TM gering übertroffen wird. Der Median der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 140 µg/kg TM, der von Urisee mit knapp 400 µg/kg TM um mehr als dem Doppelten überstiegen wird (BMLRT, 2021).

Die höchsten PAH-Gehalte (Summe 16 PAH) wurden in der Mischprobe D des Grünlandstandortes Reutte (5-10 cm) mit 590 µg/kg TM bestimmt, allerdings weist diese Fläche auch die höchsten Gehaltsunterschiede zwischen den vier Mischproben auf (Tab. 5b).

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 daher erstmals 1998 Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEQ WHO 98) für jene 12 Kongenere eingeführt. Diese Faktoren wurden 2005 modifiziert (TEQ WHO 05). Um die Vergleichbarkeit der TEQs mit früheren Auswertungen zu gewährleisten, sind im Bericht beide Modellberechnungen enthalten. Im Text wird jeweils auf die Berechnungsmethode nach „upper bound“ (UB) Bezug genommen. Dabei geht bei Gehalten < BG, jeweils die Bestimmungsgrenze in die Berechnung ein. Bei „lower bound“ (LB) erfolgt die Berechnung ohne Berücksichtigung der BG.

In den Tabellen 2a und 2b sind die Gehalte der Σ 6 PCB nach Ballschmiter und der Toxizitätsäquivalente (TEQ) ersichtlich.

Die Gehalte der Σ 6 PCB nach Ballschmiter liegen für die Waldfläche BDF Urisee im Mittel bei 4,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Auflage), 3,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (0-5 cm) bzw. 1,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (5-10 cm), für die Grünlandfläche Reutte bei 0,77 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (0-5 cm) bzw. 0,96 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (5-10 cm). Den höchsten Anteil an der Σ 6 PCB haben die beiden höher chlorierten PCBs, PCB 138 und 153 (Tabelle 8a). Deren Summe ergibt zwischen 66 und 68% der Gesamtsumme und liegt damit ähnlich hoch wie bei den Waldflächen aus früheren Untersuchungen der BDF Tirol. Auf der Grünlandfläche Reutte liegt dieser Wert auch bei 68 %, jedoch bei einem viel geringeren Gesamtgehalt (Tab. 8b).

Im Vergleich mit den Ergebnissen der ORAPOP-Studie liegt der Mittelwert des Auflagehorizontes von Urisee mit 4,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM über den 3,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Land Salzburg, 2018). Verglichen mit der Studie MONARPOP (Offenthaler et al., 2008) liegt Urisee knapp über dem halben Wert von 7,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM. Vergleicht man den Maximalwert von Urisee (4,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser weit unter diesen beiden Studien.

Der Median Σ 6 PCB der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 0,75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM, und damit auf ähnlichem Niveau wie am Standort Reutte mit 0,77 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM. Der Median der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 2,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM, welcher von Urisee mit 4,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM fast um das Doppelte übertroffen wird (BMLRT, 2021).

Die Summe der 12 DL-PCBs weist auf beiden Flächen wesentlich geringere Gehalte auf und liegt im Mittel zwischen 0,84 (Urisee Auflage), 0,59 (Urisee 0-5 cm) bzw. 0,29 (Urisee 5-10 cm) $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM und 0,14 (Reutte 0-5 cm) bzw. 0,14 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Reutte 5-10 cm) (Tab. 2a u. b). Die TEQ erreichen in der obersten Tiefenstufe der Waldfläche Urisee Auflage maximal 1,68 ng TEQ/kg TM. Auf der Grünlandfläche Reutte beträgt der maximale TEQ-Wert 0,25 ng TEQ/kg TM. Dieser

Unterschied 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 (Urisee 0-5 cm) zeigt der Mittelwert der DL-PCB mit 1,18 ng TEQ/kg TM einen um ca. 50 % höheren Wert als am Waldstandort Klammbach (0,78 ng/kg TM) (BFW, 2015). Der Auflagehorizont weist einen um ca. 40 % höheren Wert als der Mineralboden (Urisee 0-5 cm) auf, Vergleichsuntersuchungen von Auflagehorizonten anderer BDF liegen jedoch nicht vor.

Der Median der TEQ der DL-PCB der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei ca. 0,18 ngTEQ/kg TM, und damit etwas höher als am Standort Reutte mit 0,14 ngTQ/kg TM. Der Median der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 1,1 ngTEQ/kg TM, welcher von Urisee mit ca. 1,7 ngTEQ/kg TM überschritten wird (BMLRT, 2021).

Tabelle 2a: PCB Gehalte der BDF Urisee (µg/kg TM; ng TEQ/kg, n = 4)

Standort Parameter	Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Summe PCB 6	4,2	3,6	4,7	3,3	2,0	4,4	1,7	1,5	2,2
Summe DL-PCB 12	0,84	0,69	0,95	0,59	0,34	0,82	0,29	0,23	0,39
	ng TEQ/kg TM								
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	1,58	1,40	1,80	1,18	0,71	1,60	0,57	0,45	0,80
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	1,68	1,50	1,90	1,24	0,73	1,70	0,59	0,47	0,82

Tabelle 2b: PCB Gehalte der BDF Reutte (µg/kg TM; ng TEQ/kg, n = 4)

Standort Parameter	Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Summe PCB 6	0,77	0,61	0,85	0,96	0,78	1,30
Summe DL-PCB 12	0,14	0,09	0,18	0,14	0,11	0,18
	ng TEQ/kg TM					
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,22	0,20	0,24	0,25	0,24	0,26
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,21	0,19	0,22	0,23	0,22	0,25

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 sind zum Beispiel PCB oder Pentachlorphenol meist mit Furanen und Dioxinen kontaminiert.

Die Mittelwerte für die Toxizitätsäquivalente (PCDD/F I-TEF) von 0,85 bzw. 0,94 ng/kg TM am Standort Reutte liegen im Bereich von Hintergrundstandorten (Tab. 3a/b) (UMWELTBUNDESAMT, 2008 u. 2010). Der Standort Urisee weist Mittelwerte für PCDD/F I-TEF von 2,50, 2,55 bzw. 1,35 ng/kg TM auf, die gering erhöht sind (Tab. 3a). Den maximalen Gehalt an PCDD/F I-TEF weist die Mischprobe A Waldstandortes Urisee in der Tiefenstufe 0-5 cm mit 3,10 ng/kg TM auf (Tab. 11a). Die PCDD/F I-TEF Gehalte am Grünlandstandort Reutte liegen in den mineralischen Tiefenstufen bei ca. 30 % des Waldstandortes Urisee, und bei ca. 50 % des früher untersuchten Grünlandstandort Blaubergalm (BFW, 2015). Die PCDD/F I-TEF Gehalte am Waldstandort Urisee zeigen in allen Horizonten vergleichbare Werte wie am Waldstandort Klammbach. Verglichen mit den früheren Untersuchungen an den Standorten Reutte und Urisee liegen die Gehalte 10 Jahre später in einem tieferen Bereich (Reutte 2012: 1,3; 2022: 0,85 ng I-TEF/kg TM; Urisee 2012: 4,4, 2022: 2,55 ng I-TEF/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2012).

Im Falle von Urisee sind die Unterschiede der PCDD/F-Gehalte im Vergleich zu anderen BDFs ausgeprägt und sind auf die Industrienähe zurückzuführen.

Tabelle 3a: PCDD/F- Gehalte der BDF Urisee (ng/kg TM; n = 4)

Standort Parameter	Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
Summe TCDF	28	21	32	24	14,0	34	14,0	12,0	17,0
Summe PeCDF	20	16,0	24	18,8	14,0	24,0	10,3	8,2	13,0
Summe HxCDF	14,3	13,0	15,0	17,3	13,0	22,0	9,4	7,8	11,0
Summe HpCDF	11,0	10,0	12,0	15,3	12,0	18,0	8,4	7,1	10,0
Octachlordibenzofuran	7,2	6,6	7,6	12,3	9,2	15,0	7,1	6,2	8,2
Summe TCDD	4,1	3,4	5,0	3,2	2,8	3,4	2,0	1,5	2,4
Summe PeCDD	6,1	5,9	6,3	6,1	4,4	7,6	2,7	1,7	3,6
Summe HxCDD	19,8	19,0	21,0	17,3	11,0	25,0	9,6	6,5	13,0
Summe HpCDD	32,8	30,0	36,0	25,8	21,0	31,0	11,8	10,0	15,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	101	91	120	83	66	100	45	39	50
Summe PCDD	163	150	190	135	110	160	71	62	80
Summe PCDF	81	71	91	88	66	110	49	43	59
Summe PCDF/PCDD	240	220	260	223	170	270	120	100	140
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	3,9	3,70	4,1	3,55	2,60	4,50	1,80	1,50	2,30
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	4,3	4,00	4,5	3,88	2,90	4,90	2,00	1,70	2,50
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,3	2,20	2,5	2,33	1,70	2,80	1,28	1,10	1,50
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	2,6	2,50	2,8	2,63	1,90	3,20	1,43	1,20	1,70
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,5	2,40	2,7	2,55	1,90	3,10	1,35	1,10	1,60

Tabelle 3b: PCDD/F- Gehalte der BDF Reutte (ng/kg TM; n = 4)

Standort Parameter	Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
Summe TCDF	3,9	3,6	4,0	4,4	3,7	4,7
Summe PeCDF	4,0	3,9	4,2	4,9	4,0	5,5
Summe HxCDF	7,2	6,5	7,7	7,8	6,5	9,0
Summe HpCDF	6,0	5,5	6,8	6,3	5,7	7,0
Octachlordibenzofuran	5,7	5,2	6,4	5,5	3,7	7,6
Summe TCDD	1,2	1,0	1,5	1,1	0,9	1,3
Summe PeCDD	2,0	1,8	2,0	2,3	2,1	2,6
Summe HxCDD	5,8	4,8	6,9	6,2	5,5	6,7
Summe HpCDD	12,8	11,0	17,0	11,4	7,9	14,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	38,5	29,0	57,0	37,8	31,0	50,0
Summe PCDD	60	49	82	59	49	74
Summe PCDF	27	25	28	29	25	32
Summe PCDF/PCDD	87	77	110	89	74	110
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	0,99	0,87	1,10	1,15	1,10	1,20
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	1,09	0,96	1,20	1,25	1,20	1,30
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,79	0,64	0,87	0,91	0,85	0,97
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,88	0,72	0,95	1,03	0,95	1,10
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,85	0,74	0,91	0,94	0,89	1,00

Ebenso wie die DL-PCBs werden die Dioxine und Furane anhand von Toxizitäts-äquivalenten 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 Median (Σ PCDD/F) der Hintergrund-Grünlandstandorte lag in den westlichen österreichischen Bundesländern bei 69 ng/kg TM (Bereich: 21-298 ng/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2010). In den östlichen Bundesländern lag der Median bei 46 ng/kg TM (UMWELTBUNDESAMT 2008).

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

Der Median der TEQ Werte liegt im Grünland bei 1,3 ng TEQ/kg TM (Bereich: 0,34 – 5,01 ng TEQ/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2010), im mineralischen Waldboden bei 2,01 ng TEQ/kg TM (Bereich: 0,14 - 10,15 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 Median der TEQ Werte der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 0,6 ngTEQ/kg TM, und wird vom Standort Reutte mit ca. 0,8 ngTEQ/kg TM überschritten. Der Median der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 2,8 ngTEQ/kg TM, welcher von Urisee mit 2,3 ngTEQ/kg TM unterschritten wird (BMLRT, 2021).

Werden die TEQ-Gehalte der PCDD/F und PCB summiert liegen in Reutte ca. 1 ngTEQ/kg TM, in Urisee ca. 4 ngTEQ/kg TM vor und somit unter dem Richtwert von 5 ngTEQ/kg TM für multifunktionale Nutzung (Tab. 3a/b).

Die untersuchten Bodenproben weisen bei den Dioxinen und Furanen gering erhöhte Werte (Urisee) auf, liegen jedoch unter den genannten Richtwerten und Prüfwerten.

Vergleicht man die Summe PCDD/F des Waldstandort Urisee (Auflage) mit den Werten der MONARPOP-Studie (OFFENTHALER et al, 2008), so liegen diese auf demselben Niveau.

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 im Wesentlichen dieser Verteilung, wenn auch am Standort Urisee die Gehalte höher liegen (Abb. 1a/b).

Die beiden untersuchten Standorte unterscheiden sich im Gesamtgehalt der einzelnen Homologensummen v.a. bei der Summe TCDF sowie bei den OCDD.

Hier weist der Waldstandort Urisee, v.a. die Teilproben A und B höhere Gehalte auf (0-5 cm) (Tab. 11a). Die höchsten Gehalte liegen im Mineralhorizont 0-5 cm am Waldstandort vor, das im Vergleich zum Jahr 2012 auf Verlagerung vom Auflagehorizont schließen lässt.

Abbildung 1: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Urisee (1a) und BDF Reutte (1b), eigene Darstellung

Abb. 1a
BDF Urisee

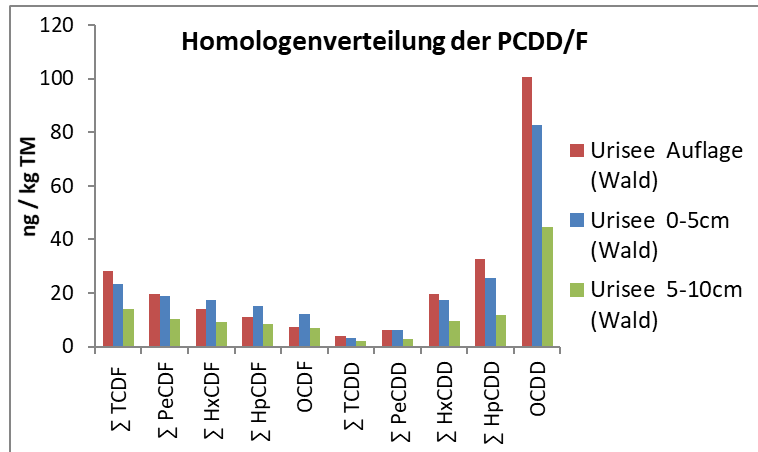
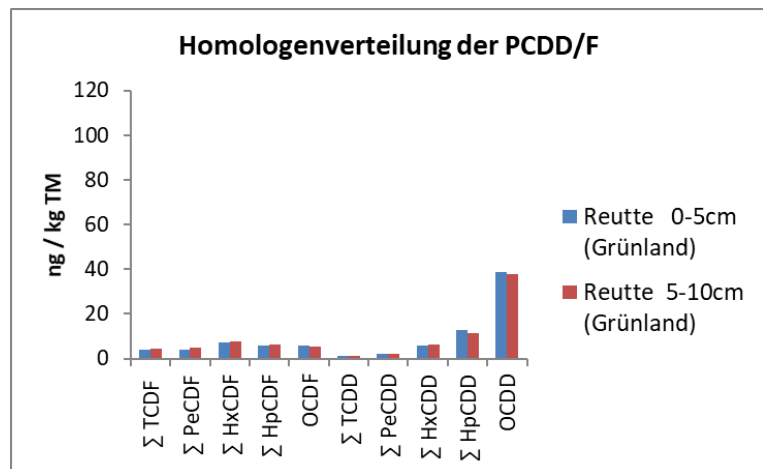


Abb. 1b
BDF Reutte



2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zwei Multimethoden zur Bestimmung der Pflanzenschutzmittelrückstände mit Bestimmungsgrenzen von 0,05 bis 0,2 µg/kg TM durchgeführt.

2.4.1 Multimethode GC/MS - Organochlorpestizide (OCP)

Bei Organochlorpestiziden handelt es sich um schwer flüchtige Substanzen, die eine geringe Wasserlöslichkeit, jedoch eine gute Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln aufweisen. Sie werden vor allem als Pestizide zur Insektenbekämpfung (z. B. Mücken, Termiten) und als Holz- und Textilschutzmittel verwendet. In vielen Ländern ist ihre Verwendung 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-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) analysiert.

Von den 24 Organochlorverbindungen wurden im Waldboden von Urisee im Auflagehorizont 16 Substanzen, in der Tiefenstufe 0 bis 5 cm wurden neun Substanzen und in der Tiefenstufe 5-10 cm wurden 10 Substanzen nachgewiesen. Im Grünlandboden in Reutte wurden in der Tiefenstufe 0 bis 5 cm zwei Substanzen und in der Tiefenstufe 5-10 cm drei Substanzen nachgewiesen.

Die höchsten Werte von HCB (1,3-1,7 µg/kg), HCBd (0,73-1,9 µg/kg), gamma-HCH (0,44-0,63 µg/kg), cis-Chlordan (<0,05-0,07 µg/kg), Dieldrin (0,45-0,62 µg/kg) p,p-DDT (0,34-1,1 µg/kg), p,p-DDE (0,70-0,87 µg/kg), p,p-DDD (0,26-0,41 µg/kg) und o,p-DDT (0,24-0,68 µg/kg) wurden im Auflagehorizont von Urisee festgestellt.

Es zeigte sich auch, dass alpha-Endosulfan, alpha-HCH, beta-HCH, gamma-HCH und Mirex nur im Auflagehorizont (Urisee) nachweisbar waren. In den darunterliegenden Horizonten sowie am Grünlandstandort (Reutte) konnten diese Substanzen mit den angegebenen Bestimmungsgrenzen (Tab. 4a/b) nicht detektiert werden. Nur am Standort Reutte konnte Endrin nachgewiesen werden.

Tabelle 4a: Ausgewählte OCP-Gehalte der BDF Urisee (µg/kg TM; n = 4)

Standort Parameter			Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	0,06	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	0,09	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,15	0,05	0,4
beta-HCH	0,1	0,2	0,17	0,1	0,25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,05	0,025	0,07	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	0,53	0,45	0,62	0,125	0,05	0,25	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,1	0,2	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	0,53	0,44	0,63	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	1,45	1,3	1,7	0,52	0,34	0,80	0,25	0,16	0,31
Hexachlorbutadien	0,125	0,25	1,31	0,73	1,9	n.n.	n.n.	n.n.	0,28	0,13	0,73
Mirex	0,05	0,1	0,04	0,03	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,05	0,1	0,35	0,24	0,68	0,071	0,025	0,16	0,04	0,03	0,05
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,31	0,26	0,41	0,044	0,025	0,05	0,04	0,03	0,05
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,79	0,7	0,87	0,75	0,38	1,4	0,43	0,25	0,68
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,79	0,34	1,10	0,42	0,14	0,85	0,19	0,05	0,35
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,76	0,65	0,98	0,21	0,13	0,32	0,11	0,05	0,18
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	1,48	1,3	1,7	0,46	0,25	0,77	0,19	0,13	0,25
trans-Chlordan	0,025	0,05	0,09	0,051	0,14	0,02	0,013	0,025	0,01	0,01	0,01

Tabelle 4b: OCP-Gehalte der BDF Reutte (µg/kg TM; n = 4)

Standort Parameter			Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max
			µg/kg TM					
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	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.
cis-Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,1	0,2	0,075	n.n.	0,1	0,1	0,1	0,1
gamma-HCH (Lindan)	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	0,15	0,13	0,18	0,15	0,13	0,16
Hexachlorbutadien	0,125	0,25	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.
o,p'-DDT	0,05	0,1	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.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDT	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	0,27	0,025	1
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	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.

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

Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände konnten mittels LC/MS (2,4-D, 4-CPA) sowie GC/MS (Biphenyl) quantifiziert werden:

- 4-CPA (0,068 mg/kg TM) (4-Chlorphenoxyessigsäure)
- 2,4-D (0,042 mg/kg TM) (2,4-Dichlorphenoxyessigsäure)
- Biphenyl (<0,010 mg/kg TM)

Die höchsten Werte wurden von 4-CPA mit 0,068 mg/kg TM im Auflagehorizont von Urisee festgestellt. Dieses Herbizid wird zur Wachstumshemmung eingesetzt und wirkt auch auf sogenannte Nichtzielorganismen. Ebenfalls ein Herbizid stellt das 2,4-D dar, das zwar in der EU zugelassen ist, jedoch von der IARC als „möglicherweise karzinogen“ (Gruppe 2B) eingestuft ist (WHO, 2015). Gemäß EU-CLP-Verordnung ist dieses Herbizid darüber hinaus als allergieauslösend für Haut und möglicherweise die Lunge sowie als toxisch für aquatische Lebewesen eingestuft.

Eine weitere Substanz – Biphenyl - konnte unter der Bestimmungsgrenze (< 0,010 mg/kg TM) und damit nicht quantifizierbar nachgewiesen werden. Biphenyl konnte nur in zwei Einzelproben nachgewiesen werden.

In den Proben BDF Reutte 5-10 (A) und Urisee Auflagehorizont (D) konnte Biphenyl (<BG) nachgewiesen werden. Biphenyl wurde als Schädlingsbekämpfungsmittel verwendet, allerdings ist eine solche Verwendung in der EU nicht mehr zulässig. Es gibt in der Literatur auch Hinweise, dass Biphenyl jedoch auch als Abbauprodukt von Buchenlignin entstanden sein könnte.

Bei allen anderen Proben ergab die Untersuchung keinen quantifizierbaren Nachweis von Pflanzenschutzmitteln.

3 LITERATUR

BAYERBACH, R. (2006): Über die Struktur der oligomeren Bestandteile von Flash-Pyrolyseölen aus Biomasse. ISBN 9783832498672. Diplomica Verlag GmbH.

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): Freuden-schuß A.: Bodendauerbeobachtung Tirol, Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der Flächen Blaubergalm und Klammbach. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).

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

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

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. et al. (1988): Bodenschutz – ergänzendes Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

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 (2012): Freudenschuß, A. & Moche, W.: Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der BDF Reutte und Urisee. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).

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

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

Vereinte Nationen, 2001: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm, 22. Mai 2001. (Letzter Zugriff März 2022: <http://chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx>)

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 5a: PAH-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Urisee

Labornummer	2110 10482	2110 10483	2110 10484	2110 10485	2110 10474	2110 10476	2110 10478	2110 10480	2110 10475	2110 10477	2110 10479	2110 10481
	Urisee Auflage				Urisee 0-5 cm				Urisee 5-10 cm			
Probenbezeichnung	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM				µg/kg TM			
Naphthalin	8,1	14	8,6	12	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	1,1	1,2	1,2	2	0,94	1,1	0,46	0,68	<BG	0,62	<BG	<BG
Acenaphthylen	3,1	3,5	3	3,5	2,4	0,91	0,47	3,3	2,2	0,215	1,5	1,4
Fluoren	3,5	3,4	3,5	4,8	1,9	1,4	<BG	2,5	1,5	<BG	1,5	1,2
Anthracen	5,1	4,1	3,5	5	4	2,7	1,5	2,6	1,7	1,4	1,1	1,1
Phenanthren	27	28	28	39	27	28	17	22	13	13	11	11
Fluoranthren	55	54	51	89	72	73	37	51	30	37	22	27
Pyren	40	39	36	64	58	56	29	40	23	28	17	19
Benzo(a)anthracen	18	18	16	30	28	24	13	18	12	12	6,9	9,9
Chrysen	28	40	39	63	58	64	23	39	25	25	14	22
Benzo(b)fluoranthren	47	38	40	57	78	81	36	48	35	43	19	28
Benzo(k)fluoranthren	25	24	22	35	38	38	15	25	17	17	9,3	14
Benzo(a)pyren	28	28	26	41	37	33	20	26	17	18	12	18
Dibenzo(a,h)anthracen	8,1	6,9	6,7	11	11	10	5,1	7	4,9	5,5	2,9	4,7
Benzo(g,h,i)perylen	28	26	26	39	44	42	24	27	21	24	14	16
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	29	26	26	40	46	42	22	30	22	24	13	17
Summe 16 EPA PAH	350	350	340	530	510	500	240	340	230	250	140	190
Summe 6 PAH	188	188	182	290	287	292	133	192	126	141	77	110

Summe 6 PAH: Fluoranthren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Tabelle 5b: PAH-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Reutte

Labornummer	2109 09058	2109 09060	2109 09062	2109 09064	2109 09059	2109 09061	2109 09063	2109 09065
	Reutte 0-5 cm				Reutte 5-10 cm			
Probenbezeichnung	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM			
Naphthalin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	1,8	0,58	1,1	1,5	0,55	1	0,49	2,4
Acenaphthylen	1,4	1,3	1	1,3	1,3	1	0,91	1,9
Fluoren	1,9	<BG	1,2	1,8	<BG	<BG	<BG	4,2
Anthracen	3,3	1,9	2	2,6	2	2,1	1,7	8,6
Phenanthren	15	9,9	11	13	10	11	8,3	90
Fluoranthren	34	30	28	31	29	37	25	120
Pyren	27	24	23	25	24	29	20	97
Benzo(a)anthracen	21	19	17	19	17	24	15	37
Chrysen	25	23	21	24	21	28	19	51
Benzo(b)fluoranthren	20	20	18	19	18	22	17	35
Benzo(k)fluoranthren	15	15	14	14	14	16	13	28
Benzo(a)pyren	25	24	23	23	23	26	22	43
Dibenzo(a,h)anthracen	5,4	5,1	4,9	4,9	4,8	5,8	4,6	8,8
Benzo(g,h,i)perylen	19	18	18	17	17	21	17	34
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	16	15	15	15	15	18	15	31
Summe 16 EPA PAH	230	210	200	210	200	240	180	590
Summe 6 PAH	129	122	116	119	107	131	98	286

Summe 6 PAH: Fluoranthren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Tabelle 6a: Statistische Kennwerte der PAH-Gehalte der BDF Urisee

Standort Parameter	BD Urisee Auflage			BD Urisee 0-5 cm			BD Urisee 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Naphthalin	10,7	8,1	14,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0	4,0
Acenaphthen	1,4	1,1	2,0	0,8	0,5	1,1	0,3	0,2	0,6
Acenaphthylen	3,3	3,0	3,5	1,8	0,5	3,3	1,3	0,2	2,2
Fluoren	3,8	3,4	4,8	1,6	0,6	2,5	1,2	0,6	1,5
Anthracen	4,4	3,5	5,1	2,7	1,5	4,0	1,3	1,1	1,7
Phenanthren	30,5	27,0	39,0	23,5	17,0	28,0	12,0	11,0	13,0
Fluoranthren	62,3	51,0	89	58,3	37,0	73,0	29,0	22,0	37,0
Pyren	44,8	36,0	64	45,8	29,0	58,0	21,8	17,0	28,0
Benzo(a)anthracen	20,5	16,0	30,0	20,8	13,0	28,0	10,2	6,9	12,0
Chrysen	42,5	28,0	63,0	46,0	23,0	64,0	21,5	14,0	25,0
Benzo(b)fluoranthren	45,5	38,0	57	60,8	36,0	81,0	31,3	19,0	43,0
Benzo(k)fluoranthren	26,5	22,0	35,0	29,0	15,0	38,0	14,3	9,3	17,0
Benzo(a)pyren	30,8	26,0	41,0	29,0	20,0	37,0	16,3	12,0	18,0
Dibenzo(a,h)anthracen	8,2	6,7	11,0	8,3	5,1	11,0	4,5	2,9	5,5
Benzo(g,h,i)perylen	29,8	26,0	39,0	34,3	24,0	44,0	18,8	14,0	24,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	30,3	26,0	40,0	35,0	22,0	46,0	19,0	13,0	24,0
Summe 16 EPA PAH	393	340	530	398	240	510	203	140	250
Summe 6 PAH	225	191	301	246	154	315	129	89,3	163
Fluoranthren	62,3	51,0	89,0	58,3	37,0	73,0	29,0	22,0	37,0
Benzo(b)fluoranthren	45,5	38,0	57,0	60,8	36,0	81,0	31,3	19,0	43,0
Benzo(k)fluoranthren	26,5	22,0	35,0	29,0	15,0	38,0	14,3	9,3	17,0
Benzo(a)pyren	30,8	26,0	41,0	29,0	20,0	37,0	16,3	12,0	18,0
Benzo(g,h,i)perylen	29,8	26,0	39,0	34,3	24,0	44,0	18,8	14,0	24,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	30,3	26,0	40,0	35,0	22,0	46,0	19,0	13,0	24,0
Summe 6 PAH	225	191	301	246	154	315	129	89,3	163

Summe 6 PAH: Fluoranthren, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Tabelle 6b: Statistische Kennwerte der PAH-Gehalte der BDF Reutte

Standort Parameter	Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
Naphthalin	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Acenaphthen	1,2	0,6	1,8	1,1	0,5	2,4
Acenaphthylen	1,3	1,0	1,4	1,3	0,9	1,9
Fluoren	1,4	0,6	1,9	1,5	0,6	4,2
Anthracen	2,5	1,9	3,3	3,6	1,7	8,6
Phenanthren	12,2	9,9	15,0	29,8	8,3	90,0
Fluoranthen	30,8	28,0	34,0	52,8	25,0	120,0
Pyren	24,8	23,0	27,0	42,5	20,0	97,0
Benzo(a)anthracen	19,0	17,0	21,0	23,3	15,0	37,0
Chrysen	23,3	21,0	25,0	29,8	19,0	51,0
Benzo(b)fluoranthen	19,3	18,0	20,0	23,0	17,0	35,0
Benzo(k)fluoranthen	14,5	14,0	15,0	17,8	13,0	28,0
Benzo(a)pyren	23,8	23,0	25,0	28,5	22,0	43,0
Dibenzo(a,h)anthracen	5,1	4,9	5,4	6,0	4,6	8,8
Benzo(g,h,i)perylen	18,0	17,0	19,0	22,3	17,0	34,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	15,3	15,0	16,0	19,8	15,0	31,0
Summe 16 EPA PAH	213	200	230	302,5	180	590
Summe 6 PAH	122	116	129	164	109	291

Fluoranthen	30,8	28,0	34,0	52,8	25,0	120,0
Benzo(b)fluoranthen	19,3	18,0	20,0	23,0	17,0	35,0
Benzo(k)fluoranthen	14,5	14,0	15,0	17,8	13,0	28,0
Benzo(a)pyren	23,8	23,0	25,0	28,5	22,0	43,0
Benzo(g,h,i)perylen	18,0	17,0	19,0	22,3	17,0	34,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	15,3	15,0	16,0	19,8	15,0	31,0
Summe 6 PAH	122	116	129	164	109	291

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

Tabelle 7a: PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Reutte

Labornummer	Probenbezeichnung	2109 09058	2109 09060	2109 09062	2109 09064	2109 09059	2109 09061	2109 09063	2109 09065
		Reutte 0-5 cm				Reutte 5-10 cm			
		A	B	C	D	A	B	C	D
		µg/kg TM				µg/kg TM			
	PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,038	0,044	0,027	0,022	0,03	0,033	0,035	0,041
	PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,025	0,051	0,023	0,039	0,022	0,025	0,025	0,035
	PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,044	0,079	0,035	0,091	0,049	0,054	0,046	0,11
	PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,21	0,22	0,17	0,23	0,23	0,24	0,28	0,4
	PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,32	0,33	0,27	0,33	0,31	0,37	0,32	0,46
	PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,15	0,12	0,089	0,11	0,14	0,19	0,15	0,21
	Summe NDL - PCB (LB)	0,79	0,85	0,61	0,82	0,78	0,91	0,85	1,3

Tabelle 7b: PCB-Gehalte der Einzelanalysen BDF Urisee

Labornummer	2110 10482	2110 10483	2110 10484	2110 10485	2110 10474	2110 10476	2110 10478	2110 10480	2110 10475	2110 10477	2110 10479	2110 10481
	Urisee Auflage				Urisee 0-5 cm				Urisee 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM				µg/kg TM			
	0,14	0,14	0,14	0,15	0,08	0,09	0,05	0,08	0,04	0,08	0,08	0,05
	0,100	0,1	0,08	0,1	0,07	0,08	0,04	0,06	0,03	0,06	0,05	0,038
	0,44	0,38	0,33	0,45	0,29	0,37	0,15	0,22	0,1	0,16	0,12	0,11
	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,3	0,6	0,9	0,53	0,66	0,45	0,49
	1,8	1,5	1,3	1,6	1,5	1,7	0,71	0,96	0,6	0,81	0,53	0,58
	0,92	0,75	0,68	0,78	0,79	0,91	0,4	0,53	0,34	0,44	0,3	0,3
	4,7	4,1	3,6	4,3	4,1	4,4	2	2,7	1,6	2,2	1,5	1,6

Tabelle 8a: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte von Urisee (BDF)

Standort Parameter	Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,14	0,14	0,15	0,07	0,05	0,09	0,06	0,04	0,08
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,10	0,08	0,10	0,06	0,04	0,08	0,04	0,03	0,06
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,40	0,33	0,45	0,26	0,15	0,37	0,12	0,10	0,16
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	1,20	1,10	1,30	1,02	0,63	1,30	0,53	0,45	0,66
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	1,55	1,30	1,80	1,22	0,71	1,70	0,63	0,53	0,81
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,78	0,68	0,92	0,66	0,40	0,91	0,34	0,29	0,44
Summe PCB 6	4,2	3,6	4,7	3,3	2,0	4,4	1,7	1,5	2,2

Tabelle 8b: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte von Reutte (BDF)

Standort Parameter	Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,04
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,06	0,04	0,09	0,06	0,05	0,11
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,21	0,17	0,23	0,29	0,23	0,40
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,31	0,27	0,33	0,37	0,31	0,46
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,12	0,09	0,15	0,17	0,14	0,21
Summe PCB 6	0,77	0,61	0,85	0,96	0,78	1,30

Tabelle 12a: Statistische Kennwerte der PCDD/F Gehalte der BDF Urisee

Standort Parameter	Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,18	0,11	0,32	0,11	0,07	0,15	0,06	0,02	0,09
1,2,3,7,8-Pentachloro-dibenzo-p-dioxin	0,51	0,47	0,59	0,43	0,29	0,55	0,22	0,19	0,25
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,78	0,70	0,88	0,67	0,52	0,81	0,38	0,31	0,45
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,30	1,10	1,60	1,06	0,74	1,40	0,52	0,39	0,57
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,18	1,10	1,30	1,02	0,84	1,20	0,49	0,40	0,58
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	14,5	13,0	17,0	11,9	8,5	15,0	5,8	5,0	7,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	101	91	120	83	66	100	45	39	50
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	1,9	1,80	2,00	1,63	1,10	2,2	0,87	0,68	1,00
1,2,3,7,8-Pentachloro-dibenzofuran	1,05	0,91	1,20	1,19	0,86	1,50	0,64	0,54	0,80
2,3,4,7,8-Pentachloro-dibenzofuran	1,48	1,40	1,50	1,58	1,10	2,00	0,86	0,68	1,10
1,2,3,4,7,8-Hexachloro-dibenzofuran	1,73	1,60	1,90	2,30	1,80	2,90	1,33	1,10	1,70
1,2,3,6,7,8-Hexachloro-dibenzofuran	1,48	1,40	1,50	1,68	1,30	2,00	0,92	0,62	1,10
2,3,4,6,7,8-Hexachloro-dibenzofuran	1,45	1,40	1,50	1,68	1,30	2,00	0,93	0,79	1,10
1,2,3,7,8,9-Hexachloro-dibenzofuran	0,10	0,07	0,13	0,10	0,07	0,13	0,06	0,03	0,07
1,2,3,4,6,7,8-Heptachloro-dibenzofuran	7,6	6,9	8,3	10,7	8,2	13,0	6,1	5,1	7,2
1,2,3,4,7,8,9-Heptachloro-dibenzofuran	0,84	0,79	0,92	1,11	0,82	1,40	0,63	0,54	0,68
Octachloro-dibenzofuran	7,2	6,6	7,6	12,3	9,2	15,0	7,1	6,2	8,2
Summe PCDD	163	150	190	135	110	160	71	62	80
Summe PCDF	81	71	91	88	66	110	49	43	59
Summe PCDF/PCDD	240	220	260	223	170	270	120	100	140
Summe TCDD	4,1	3,4	5,0	3,2	2,8	3,4	2,0	1,5	2,4
Summe PeCDD	6,1	5,9	6,3	6,1	4,4	7,6	2,7	1,7	3,6
Summe HxCDD	19,8	19,0	21,0	17,3	11,0	25,0	9,6	6,5	13,0
Summe HpCDD	32,8	30,0	36,0	25,8	21,0	31,0	11,8	10,0	15,0
Summe TCDF	28	21	32	24	14,0	34	14,0	12,0	17,0
Summe PeCDF	20	16,0	24	18,8	14,0	24,0	10,3	8,2	13,0
Summe HxCDF	14,3	13,0	15,0	17,3	13,0	22,0	9,4	7,8	11,0
Summe HpCDF	11,0	10,0	12,0	15,3	12,0	18,0	8,4	7,1	10,0
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	3,9	3,70	4,1	3,55	2,60	4,50	1,80	1,50	2,30
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	4,3	4,00	4,5	3,88	2,90	4,90	2,00	1,70	2,50
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,3	2,20	2,5	2,33	1,70	2,80	1,28	1,10	1,50
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	2,6	2,50	2,8	2,63	1,90	3,20	1,43	1,20	1,70
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,5	2,40	2,7	2,55	1,90	3,10	1,35	1,10	1,60

Tabelle 12b: Statistische Kennwerte der PCDD/F-Gehalte der BDF Reutte

Standort Parameter	Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,18	0,05	0,34	0,04	0,02	0,06
1,2,3,7,8-Pentachloro-dibenzo-p-dioxin	0,14	0,03	0,20	0,20	0,19	0,22
1,2,3,4,7,8-Hexachloro-dibenzo-p-dioxin	0,31	0,28	0,35	0,29	0,19	0,35
1,2,3,6,7,8-Hexachloro-dibenzo-p-dioxin	0,48	0,44	0,51	0,57	0,50	0,64
1,2,3,7,8,9-Hexachloro-dibenzo-p-dioxin	0,40	0,40	0,41	0,45	0,42	0,49
1,2,3,4,6,7,8-Heptachloro-dibenzo-p-dioxin	6,7	6,0	8,0	5,8	3,9	7,9
Octachloro-dibenzo-p-dioxin	38,5	29,0	57,0	37,8	31,0	50,0
2,3,7,8-Tetrachloro-dibenzofuran	0,33	0,31	0,34	0,37	0,34	0,38
1,2,3,7,8-Pentachloro-dibenzofuran	0,26	0,24	0,28	0,34	0,30	0,39
2,3,4,7,8-Pentachloro-dibenzofuran	0,43	0,38	0,46	0,50	0,47	0,53
1,2,3,4,7,8-Hexachloro-dibenzofuran	0,73	0,72	0,74	0,84	0,81	0,86
1,2,3,6,7,8-Hexachloro-dibenzofuran	0,54	0,50	0,58	0,65	0,61	0,70
2,3,4,6,7,8-Hexachloro-dibenzofuran	0,62	0,59	0,65	0,71	0,69	0,76
1,2,3,7,8,9-Hexachloro-dibenzofuran	0,05	0,04	0,07	0,04	0,03	0,05
1,2,3,4,6,7,8-Heptachloro-dibenzofuran	3,9	3,6	4,1	4,3	3,9	4,8
1,2,3,4,7,8,9-Heptachloro-dibenzofuran	0,35	0,30	0,37	0,42	0,37	0,47
Octachloro-dibenzofuran	5,7	5,2	6,4	5,5	3,7	7,6
Summe PCDD	60	49	82	59	49	74
Summe PCDF	27	25	28	29	25	32
Summe PCDF/PCDD	87	77	110	89	74	110
Summe TCDD	1,2	1,0	1,5	1,1	0,9	1,3
Summe PeCDD	2,0	1,8	2,0	2,3	2,1	2,6
Summe HxCDD	5,8	4,8	6,9	6,2	5,5	6,7
Summe HpCDD	12,8	11,0	17,0	11,4	7,9	14,0
Summe TCDF	3,9	3,6	4,0	4,4	3,7	4,7
Summe PeCDF	4,0	3,9	4,2	4,9	4,0	5,5
Summe HxCDF	7,2	6,5	7,7	7,8	6,5	9,0
Summe HpCDF	6,0	5,5	6,8	6,3	5,7	7,0
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	0,99	0,87	1,10	1,15	1,10	1,20
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	1,09	0,96	1,20	1,25	1,20	1,30
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,79	0,64	0,87	0,91	0,85	0,97
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,88	0,72	0,95	1,03	0,95	1,10
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,85	0,74	0,91	0,94	0,89	1,00

Tabelle 13a: OCP-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Urisee

Labornummer	NG	BG	2110 10482	2110 10483	2110 10484	2110 10485	2110 10474	2110 10476	2110 10478	2110 10480	2110 10475	2110 10477	2110 10479	2110 10481
			Urisee Auflage				Urisee 0-5 cm				Urisee 5-10 cm			
Probenbezeichnung	NG	BG	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
			µg/kg TM				µg/kg TM				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-Endosulfan	0,1	0,2	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	< 0,20	< 0,20	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,4	< 0,20	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,1	0,2	0,22	< 0,20	< 0,20	0,25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,07	0,051	< 0,05	0,059	n.n.	< 0,05	n.n.	< 0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-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.
Dieldrin	0,1	0,2	0,62	0,54	0,51	0,45	< 0,20	0,25	n.n.	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
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.
gamma-HCH (Lindan)	0,1	0,2	0,47	0,57	0,44	0,63	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlor	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.
Heptachlorepoxyd	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.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	1,3	1,5	1,3	1,7	0,34	0,8	0,34	0,6	0,27	0,31	0,16	0,27
Hexachlorbutadien	0,125	0,3	0,73	1,3	1,3	1,9	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,73
Mirex	0,05	0,1	< 0,10	< 0,10	n.n.	< 0,10	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	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	0,24	0,24	0,24	0,68	< 0,10	0,16	n.n.	< 0,10	< 0,10	< 0,10	n.n.	< 0,10
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,26	0,29	0,26	0,41	n.n.	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,87	0,74	0,7	0,86	0,38	1,4	0,41	0,79	0,33	0,68	0,25	0,44
p,p'-DDT	0,05	0,1	1,1	0,8	0,34	0,91	0,32	0,85	0,14	0,37	0,19	0,35	< 0,10	0,18
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,66	0,76	0,65	0,98	0,13	0,32	0,15	0,24	0,12	0,1	< 0,10	0,18
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	1,3	1,6	1,3	1,7	< 0,50	0,77	< 0,50	0,56	n.n.	< 0,50	n.n.	< 0,50
trans-Chlordan	0,025	0,05	0,051	0,1	0,056	0,14	n.n.	< 0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Tabelle 13b: OCP-Gehalte der Einzelanalysen BDF Reutte

Labornummer	NG	BG	2109 09058	2109 09060	2109 09062	2109 09064	2109 09059	2109 09061	2109 09063	2109 09065
			Reutte 0-5 cm				Reutte 5-10 cm			
Probenbezeichnung	NG	BG	A	B	C	D	A	B	C	D
			µg/kg TM				µg/kg TM			
Aldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	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.
cis-Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,1	0,2	n.n.	< 0,20	< 0,20	n.n.	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
gamma-HCH (Lindan)	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlor	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxyd	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	0,13	0,14	0,18	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13
Hexachlorbutadien	0,13	0,25	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.	n.n.
o,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,05	0,1	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.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDT	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1,0	n.n.	n.n.
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	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.	n.n.	n.n.

Tabelle 14a: Statistische Kennwerte der OCP Gehalte der BDF Urisee

Standort Parameter			Urisee Auflage			Urisee 0-5 cm			Urisee 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	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.
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	0,06	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	0,09	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,15	0,05	0,4
beta-HCH	0,1	0,2	0,17	0,1	0,25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,05	0,025	0,07	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	0,53	0,45	0,62	0,125	0,05	0,25	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,1	0,2	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	0,53	0,44	0,63	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlor	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxyd	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	1,45	1,3	1,7	0,52	0,34	0,80	0,25	0,16	0,31
Hexachlorbutadien	0,125	0,25	1,31	0,73	1,9	n.n.	n.n.	n.n.	0,28	0,13	0,73
Mirex	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,05	0,1	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	0,35	0,24	0,68	0,071	0,025	0,16	0,04	0,03	0,05
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,31	0,26	0,41	0,044	0,025	0,05	0,04	0,03	0,05
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,79	0,7	0,87	0,75	0,38	1,4	0,43	0,25	0,68
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,79	0,34	1,10	0,42	0,14	0,85	0,19	0,05	0,35
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,76	0,65	0,98	0,21	0,13	0,32	0,11	0,05	0,18
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	1,48	1,3	1,7	0,46	0,25	0,77	0,19	0,13	0,25
trans-Chlordan	0,025	0,05	0,09	0,051	0,14	0,02	0,013	0,025	0,01	0,01	0,01

Tabelle 14b: Statistische Kennwerte der OCP-Gehalte der BDF Reutte

Standort Parameter			Reutte 0-5 cm			Reutte 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM							
Aldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	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.
cis-Chlordan	0,025	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Endrin	0,1	0,2	0,075	n.n.	0,1	0,1	0,1	0,1
gamma-HCH (Lindan)	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlor	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Heptachlorepoxyd	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	0,15	0,13	0,18	0,15	0,13	0,16
Hexachlorbutadien	0,125	0,25	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.
o,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDT	0,05	0,1	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.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDT	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	0,27	0,025	1
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	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.



Wien, 31. März 2022

Dr. Wolfgang Friesl-Hanl