

BODENDAUERBEOBACHTUNG TIROL

Interpretation der organischen Schadstoffe in den
Böden der BDF Münster und BDF Brixlegg

Ergänzung zum Prüfbericht 2003/0113

INHALT

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	5
1 EINLEITUNG	7
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).....	16
2.4.2 Multimethode LC/MS – weitere Pflanzenschutzmittelrückstände	17
3 LITERATUR.....	19
4 ANHANG	21

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Organische Schadstoffe wurden in den Böden der zwei Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Münster (Wald) und Brixlegg (Grünland) analysiert. Die Parameter polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Dibenzop-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) weisen erhöhte Werte auf, alle anderen zeigen Wertebereiche von Hintergrundstandorten (UMWELTBUNDESAMT 1998, 2002, 2008 und 2010, OFFENTHALER et al., 2008; BFW, 2015; LAND SALZBURG, 2018). PAH und PCB liegen in erhöhten Konzentrationen vor, überschreiten aber keine Richtwerte. Die Gehalte der PCDD/F zeigen erhöhte Werte, die 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) überschreiten, jedoch nicht über Prüfwerten liegen. Die erhöhten Werte sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Industriegeschichte einerseits und andererseits auf aktuelle Aktivitäten in der Region zurückzuführen (Riss 1993; UMWELTBUNDESAMT, 2004).

Erwartungsgemäß weist die Waldfläche Münster zumeist höhere Schadstoffgehalte auf als die Grünlandfläche. 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 auch mittels zweier Multimethoden die Bestimmung von Pflanzenschutzmittelrückständen durchgeführt. (a) Multimethode GC/MS: Von den 24 Organochlorpestiziden wurden im Waldboden von Münster im Auflagehorizont 18 Substanzen nachgewiesen. Darunter waren Substanzen wie zum Beispiel Hexachlorbenzol (HCB), Lindan (gamma-HCH) oder DDT zu finden. Im Grünlandboden in Brixlegg wurden sechs Substanzen nachgewiesen.

Die höchsten Werte von HCB (0,98-1,4 µg/kg), gamma-HCH (0,27-0,72 µg/kg), PeCB (0,52-0,85 µg/kg), p,p-DDT (0,84-7,30 µg/kg), p,p-DDE (0,65-2,1 µg/kg), p,p-DDD (0,17-0,37 µg/kg) und o,p-DDT (0,40-1,20 µg/kg) wurden im Auflagehorizont festgestellt

(b) Multimethode LC/MS: Im Auflagehorizont von Münster wurde Terbutylazindesethyl-2-hydroxy als einzige Substanz in allen vier Einzelproben (A, B, C, D) nachgewiesen, jedoch nicht quantifizierbar unterhalb der Bestimmungsgrenze. Alle weiteren Substanzen zeigten sich nur in einzelnen Proben. Die höchsten Werte wurden vom Herbizid 4-CPA mit 0,036 mg/kg TM im Auflagehorizont von Münster festgestellt, das wachstumsregulatorische Eigenschaften aufweist. Ebenfalls ein Herbizid stellt das 2,4-D dar, das zwar in der EU zugelassen ist, jedoch von der IARC als „möglicherweise karzinogen“ eingestuft ist. Weiters wurden Terbutylazindesethyl-2-hydroxy und Terbutylazindesethyl-2-hydroxy festgestellt, die Abbauprodukte von Terbutylazin oder Terbutryn sind (Harada et al. 2006). Ein weiteres Abbauprodukt stellt Atrazin-2-hydroxy dar, das vom Atrazin oder Ametryn stammt.

Anthrachinon konnte nachgewiesen werden, das früher als Mittel zur Abwehr von Vogelfraß nach der Aussaat zur Beizung des Saatguts eingesetzt wurde aber auch gemeinsam mit Anthracen als PAH aus unvollständiger Verbrennung stammen kann. Biphenyl 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. Beide Substanzen – Anthrachinon und Biphenyl - sind 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 als Futtermittel genutzt sind die Futtermittel-Grenzwerte für PCDD/F und DL-PCB zu kontrollieren. Um einen Trend der Gehalte an persistenten organischen Schadstoffen in Böden künftig 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 EINLEITUNG

Im Rahmen der Bodendauerbeobachtung wurden im Jahr 2020 die organischen Schadstoffe auf zwei Tiroler Standorten untersucht und interpretiert.

Bei den beprobten Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) in Tirol handelt es sich um einen Waldstandort in der Nähe von Münster und um eine Grünlandfläche bei Brixlegg. 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 Dibenz-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, Heptachlorepoxid, 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 Summengerhalte 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 Bestimmungsgrenze 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 2003/0113).

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

- Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden (Umweltbundesamt, im Auftrag der Tiroler Landesregierung, 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 (BBodSchV)
- VBBo – Verordnung über Belastungen des Bodens (Schweiz, VBBo, 2008)
- Lehrbuch der Bodenkunde (Scheffer u. Schachtschabel, 2010)

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, 2012). 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. Im Boden sind PAH sehr persistent. Sie akkumulieren und werden an die organische Substanz angelagert. Der Boden gilt daher als guter Indikator einer Langzeitbelastung.

In der Schweizer Verordnung über Belastungen des Bodens wird für Σ EPA-PAH 16 ein Richtwert¹ von 1 mg/kg TM und ein Prüfwert von 10 mg/kg angegeben. Für Benzo(a)pyren liegt der Richtwert bei 0,2 mg/kg TM, der Prüfwert² 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 1000 μ g/kg TM).

Die gemessenen Werte des Waldstandortes BDF Münster und der Grünlandfläche BDF Brixlegg liegen unter diesen Richtwerten.

Die Hintergrundgehalte einzelner PAHs aus natürlichen Quellen (z.B. Waldbrände) werden in Böden mit 1 – 10 μ g/kg TS angegeben (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 2002). Aus nationalen Untersuchungen kann für Hintergrund-Grünlandstandorte ein Median für Σ EPA-PAH 16 um die 100 μ g/kg TM (Bereich: 2,4 – 1.800 μ g/kg TM) angegeben werden. Für Benzo(a)pyren liegen die Hintergrundwerte bei ca. 10 μ g/kg TM (Bereich: < NG – 56 μ g/kg TM, UMWELTBUNDESAMT 2008, 2010). Waldstandorte weisen höhere Hintergrundbelastungen auf, die für Σ EPA-PAH 16 bei 470 μ g/kg TM (Bereich: 56 – 1.900 μ g/kg TM, OFFENTHALER et al., 2008) liegen.

Die Gehalte der Σ EPA-PAH 16 liegen auf der Waldfläche (BDF Münster) im Auflagehorizont im Mittel bei 500 μ g/kg TM (Bereich: 290 bis 870 μ g/kg TM).

¹ Richtwert: Darunterliegende Gehalte ermöglichen eine multifunktionale Nutzung.

² 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.)

Bei einer Bodentiefe bis 5 cm liegen die Werte im Mittel bei 238 µg/kg TM (Bereich: 200 bis 270 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 168 µg/kg (Bereich: 130 bis 190 µg/kg TM). Auf der Grünlandfläche BDF Brixlegg liegen die Werte in einer Bodentiefe bis 5 cm im Mittel bei 215 µg/kg TM (Bereich: 200 bis 240 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 225 µg/kg (Bereich: 220 bis 230 µg/kg TM).

Die Gehalte der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) liegen im Auflagehorizont der Waldfläche (BDF Münster) im Mittel bei 29 µg/kg TM bis zu einem Maximum von 54 µg/kg TM (Tabelle 1a). Auf der Grünlandfläche (0-5 cm) liegt der Mittelwert für BaP bei 24 µg/kg TM (Tabelle 1b).

In der tieferen Bodenschicht (5 – 10 cm) wurden generell niedrigere PAH-Gehalte bestimmt, wobei dieser Unterschied auf dem Waldstandort erwartungsgemäß deutlicher ausfällt als auf dem Grünlandstandort.

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

Standort Parameter	Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Benzo(a)pyren	29,0	15,0	54,0	16,8	14,0	20,0	11,4	8,8	15,0
Summe 16 EPA PAH	500	290	870	238	200	270	167,5	130	190
Summe 6 PAH	303	165	543	148	121	168	103	81	117

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 Brixlegg (µg/kg TM; n=4)

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Benzo(a)pyren	24,0	22,0	26,0	23,0	19,0	25,0
Summe 16 EPA PAH	215	200	240	225	220	230
Summe 6 PAH	132	121	146	137	128	143

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 Münster und BDF Brixlegg deutlich höhere PAH-Gehalte auf. Die Gehalte des Grünlandstandortes BDF Brixlegg übersteigen die Werte der Grünlandstandorte BDF Gaimberg im Mittel um das Siebenfache. Die Gehalte des Waldstandortes BDF Münster übersteigen die Werte der BDF Gaimberg Wald um das Vierfache. Vergleichbare Untersuchungen von Auflagehorizonten von BDF liegen nicht vor.

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Standorte BDF Blaubergalm und Klammbach (BFW, 2015) weisen die beiden Standorte Münster und Brixlegg leicht geringere PAH-Gehalte auf und überschreiten wie diese keinen der internationalen Richtwerte (VBBö, Stand 2012, bzw. ROSENKRANZ, 1988).

Vergleicht man die Werte des Auflagehumus (Münster) mit den Ergebnissen der Studie ORAPOP des Landes Salzburg (2018), so liegt der Mittelwert der Summe der 16 EPA PAH von Münster ca. um den Faktor 2 erhöht vor. Der Ma-

ximalwert weist das gleich hohe Niveau wie bei ORAPOP von ca. 900 µg/kg TM auf. Im Grünland liegen die Werte von Brixlegg (0-5 cm) bei einem Faktor von 0,5, im Vergleich zum Maximalwert liegt ein Faktor von ca. 0,2 vor.

Die höchsten PAH-Gehalte (Summe 16 PAH) wurden in der Mischprobe B des Auflagehorizonts des Waldstandorts Münster mit 0,87 mg/kg TM bestimmt, allerdings weist diese Fläche auch die höchsten Gehaltsunterschiede zwischen den vier Mischproben auf (Tab. 5a).

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 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 Ballschmitter und der Toxizitätsäquivalente (TEQ) ersichtlich.

Die Gehalte der Σ 6 PCB nach Ballschmitter liegen für die Waldfläche BDF Münster im Mittel bei 12,9 µg/kg TM (Auflage), 8,84 µg/kg TM (0-5 cm) bzw. 4,80 µg/kg TM (5-10 cm), für die Grünlandfläche Brixlegg bei 1,37 µg/kg TM (0-5 cm) bzw. 1,52 µg/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 63 und 68% der Gesamtsumme und liegt damit ähnlich hoch wie bei den Waldflächen aus früheren Untersuchungen der BDF Tirol. Auf der Grünlandfläche Brixlegg liegt dieser Wert bei 75 %, jedoch bei einem viel geringeren Gesamtgehalt (Tab. 8b).

Im Vergleich mit den Ergebnissen der ORAPOP-Studie liegt der Mittelwert des Auflagehorizontes von Münster mit 12,9 µg/kg TM um einen Faktor vier höher. Verglichen mit der Studie MONARPOP (OFFENTHALER et al., 2008) liegt Münster um ca. 50 % darüber. Vergleicht man den Maximalwert von Münster (20,9 µg/kg TM) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser um ca. 20 % über diesen beiden Studien.

Die Summe der 12 DL-PCBs weist auf beiden Flächen wesentlich geringere Gehalte auf und liegt im Mittel zwischen 2,33 (Münster Auflage) 1,38 (Münster 0-5 cm) bzw. 0,67 (Münster 5-10 cm) µg/kg TM und 0,25 (Brixlegg 0-5 cm) bzw. 0,24 µg/kg TM (Brixlegg 5-10 cm). Die TEQ erreichen in der obersten Tiefenstufe der Waldfläche Münster Auflage maximal 5,90 ng TEQ/kg TM. Auf der Grünlandfläche Brixlegg beträgt der maximale TEQ-Wert 0,93 ng TEQ/kg TM. Dieser Unterschied ergibt sich vor allem durch die höher toxischen, niedrig chlorierten PCBs, die in der Gasphase von Nadeln aufgenommen werden können und über den Streufall im Waldboden stärker akkumulieren können.

Auf der Waldfläche (Münster 0-5 cm) zeigt der Mittelwert der DL-PCB mit 3,23 ng TEQ/kg einen ca. 4-fach höheren Wert als am Waldstandort Klammbach (BFW, 2015). Der Auflagehorizont weist einen um ca. 50 % höheren Wert als der Mineralboden (Münster 0-5 cm) auf, Vergleichsuntersuchungen von Auflagehorizonten anderer BDF liegen jedoch nicht vor.

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

Standort Parameter	Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Summe PCB 6	12,9	5,62	20,9	8,84	7,06	10,2	4,80	3,48	6,17
Summe DL-PCB 12	2,33	1,03	3,64	1,38	0,96	1,88	0,67	0,53	0,81
	ng TEQ/kg TM								
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	4,78	2,70	5,90	3,23	2,60	3,80	1,70	1,50	2,10
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	4,60	2,50	5,70	3,10	2,40	3,70	1,68	1,50	2,00

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

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
Summe PCB 6	1,37	1,16	1,52	1,52	1,44	1,59
Summe DL-PCB 12	0,25	0,20	0,29	0,24	0,20	0,28
	ng TEQ/kg TM					
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,81	0,72	0,90	0,74	0,66	0,82
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,83	0,75	0,93	0,76	0,67	0,85

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.

Mit Mittelwerten für Σ PCDD/F von 408 bzw. 330 ng/kg TM am Standort Brixlegg und 935, 563 bzw. 338 ng/kg TM am Standort Münster zeigen die beiden Bodendauerbeobachtungsflächen erhöhte Werte (Tab. 3a/b). Den maximalen Gehalt an PCDD/F weisen die Mischproben B und C des Waldstandortes Münster im Auflagehorizont mit 1100 ng/kg TM auf (Tab. 11a). Die PCDD/F Gehalte am Grünlandstandort Brixlegg liegen in den mineralischen Tiefenstufen bei ca. der Hälfte des Waldstandortes Münster, jedoch um den Faktor vier über dem früher untersuchten Grünlandstandort Blaubergalm (BFW, 2015). Die PCDD/F Gehalte am Waldstandort Münster zeigen in den mineralischen Tiefenstufen das 3 bis 4-fache des Waldstandortes Klammbach. Für den Auflagehorizont liegen keine Vergleichsdaten anderer BDFs vor, diese weisen jedoch für den Standort Münster die höchsten Werte auf. Im Falle von Münster und Brixlegg sind die Unterschiede der PCDD/F-Gehalte im Vergleich zu anderen BDFs stark ausgeprägt und sind auf die Industrienähe zurückzuführen.

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

Standort Parameter	Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
Summe TCDF	193	120	230	108	89,0	130	64,8	56,0	71,0
Summe PeCDF	108	71,0	130	66,0	47,0	80,0	41,8	36,0	48,0
Summe HxCDF	65,0	43,0	79,0	44,8	36,0	51,0	29,8	22,0	35,0
Summe HpCDF	38,0	28,0	52,0	28,8	24,0	33,0	19,0	15,0	21,0
Octachlordibenzofuran	25,3	17,0	36,0	24,3	20,0	28,0	16,3	13,0	18,0
Summe TCDD	119	66,0	160	58,5	48,0	69,0	31,5	28,0	35,0
Summe PeCDD	66,8	47,0	86,0	41,3	34,0	47,0	21,0	20,0	23,0
Summe HxCDD	67,0	51,0	79,0	36,3	29,0	43,0	22,8	19,0	27,0
Summe HpCDD	81,8	66,0	100	51,5	40,0	62,0	28,3	24,0	32,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	160	120	210	104	86,0	120	61,0	54,0	65,0
Summe PCDF	428	280	510	273	220	320	170	140	190
Summe PCDD	495	350	590	290	240	340	165	150	180
Summe PCDF/PCDD	935	630	1100	563	460	660	338	290	370
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	11,8	8,30	14,0	7,73	6,50	8,80	4,48	4,10	4,80
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	10,6	7,30	12,0	6,65	5,70	7,50	3,80	3,50	4,10
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	10,9	7,60	13,0	7,18	6,00	8,30	4,20	3,80	4,50

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

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Summe TCDF	56,5	39,0	86,0	41,8	39,0	44,0
Summe PeCDF	62,0	50,0	90,0	52,8	45,0	60,0
Summe HxCDF	52,3	41,0	78,0	40,8	37,0	44,0
Summe HpCDF	35,5	29,0	47,0	31,0	30,0	32,0
Octachlordibenzofuran	27,0	25,0	31,0	24,0	23,0	26,0
Summe TCDD	46,0	31,0	71,0	30,8	27,0	38,0
Summe PeCDD	41,8	33,0	57,0	32,3	28,0	35,0
Summe HxCDD	33,5	28,0	41,0	28,0	27,0	31,0
Summe HpCDD	22,8	21,0	26,0	19,3	18,0	21,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	30,5	29,0	33,0	30,0	26,0	40,0
Summe PCDF	230	190	330	188	180	200
Summe PCDD	178	150	230	140	130	150
Summe PCDF/PCDD	408	340	560	330	310	350
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	6,73	5,50	9,50	5,15	4,50	5,70
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	5,75	4,70	8,10	4,43	3,90	4,90
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	6,25	5,20	8,90	4,80	4,10	5,30

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 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).

Die untersuchten Bodenproben weisen bei den Dioxinen und Furanen erhöhte Werte auf und liegen teilweise über den genannten Richtwerten, nicht jedoch über den Prüfwerten. Die PCDD/F Summengehalte sowie die TEQ Werte bewegen sich in Gehaltsbereichen von Industrie beeinflussten Standorten mit erhöhten Werten.

Vergleicht man die Summe PCDD/F des Waldstandort Münster (Auflage) mit den Werten der MONARPOP-Studie (OFFENTHALER et al, 2008), so liegt diese um den Faktor 3 erhöht vor, das Maximum weist um einen ca. 50 % höheren Wert auf.

Aus früheren Studien (UMWELTBUNDESAMT 1998, 2002) ist bekannt, dass die Homologenverteilung der PCDD/F von Hintergrundstandorten einen charak-

teristischen 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 (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 Münster, v.a. die Teilproben B, C und D höhere Gehalte auf. Erwartungsgemäß ist der Auflagehorizont der Waldfläche am höchsten belastet und die Gehalte nehmen nach unten kontinuierlich ab.

Der hohe Anteil von Tetradoxin, insbesondere auf der Waldfläche Münster, gibt einen Hinweis auf Emissionen aus Industrieanlagen.

Abbildung 1: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Münster (1a) und BDF Brixlegg (1b).

Abb. 1a

BDF Münster

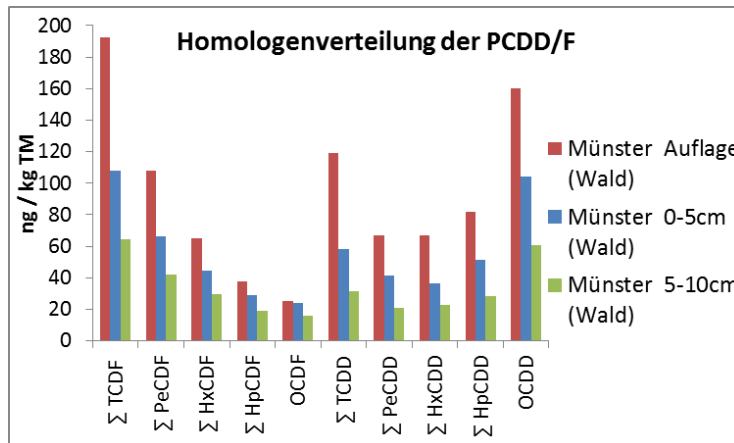
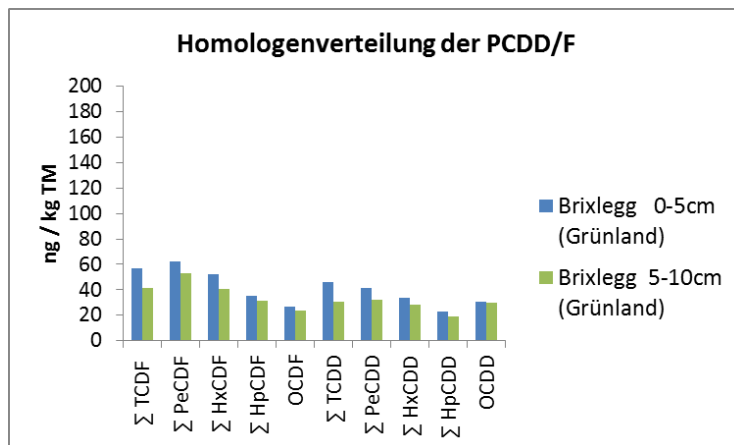


Abb. 1b

BDF Brixlegg



2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zwei Multimethoden zur Bestimmung der Pflanzenschutzmittelrückstände mit einer Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/kg TM durchgeführt. Diese Bestimmungsgrenze stellt den Grenzwert für Pestizide in Lebensmitteln dar.

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 Organochlorpestiziden wurden im Waldboden von Münster im Auflagehorizont 18 Substanzen, in der Tiefenstufe 0 bis 5 cm wurden 7 Substanzen und in der Tiefenstufe 5-10 cm wurden 8 Substanzen nachgewiesen. Im Grünlandboden in Brixlegg wurden in beiden Tiefenstufen (0-5 cm und 5-10 cm) jeweils sechs Substanzen nachgewiesen (HCB, PeCB, o,p-DDT, p,p-DDT, p,p-DDE und p,p-DDD).

Die höchsten Werte von HCB (0,98-1,4 µg/kg), gamma-HCH (0,27-0,72 µg/kg), PeCB (0,52-0,85 µg/kg), p,p-DDT (0,84-7,30 µg/kg), p,p-DDE (0,65-2,1 µg/kg), p,p-DDD (0,17-0,37 µg/kg) und o,p-DDT (0,40-1,20 µg/kg) wurden im Auflagehorizont festgestellt.

Es zeigte sich auch, dass gamma-HCH, Heptachlorepoxyd, Mirex und o,p-DDD nur im Auflagehorizont nachweisbar waren. In den darunterliegenden Horizonten sowie am Grünlandstandort konnten diese Substanzen mit den angegebenen Bestimmungsgrenzen (Tab. 4a/b) nicht detektiert werden.

Tabelle 4a: OCP-Gehalte der BDF Münster ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TM; $n = 4$)

Standort Parameter	BD Mü Auflage					BD Mü 0-5 cm			BD Mü 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM			$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM			$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM		
Aldrin	0,1	0,2	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	<BG	n.n	<BG
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	<BG	n.n	<BG	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
alpha-HCH	0,1	0,2	0,07	n.n	0,29	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
beta-Endosulfan	0,1	0,2	<BG	n.n	<BG	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
beta-HCH	0,1	0,2	0,44	n.n	0,98	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,07	n.n	0,14	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Dieldrin	0,1	0,2	0,25	n.n	0,55	<BG	n.n	<BG	n.n	n.n	n.n
gamma-HCH (Lindan)	0,1	0,2	0,49	0,27	0,72	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Heptachlorepoxyd	0,25	0,5	<BG	n.n	<BG	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	1,20	0,98	1,4	0,51	0,38	0,6	0,31	0,24	0,38
Hexachlorbutadien	0,125	0,25	<BG	n.n	<BG	n.n	n.n	n.n	<BG	n.n	<BG
Mirex	0,05	0,1	<BG	n.n	<BG	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
o,p'-DDD	0,05	0,1	0,03	n.n	0,11	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
o,p'-DDT	0,05	0,1	0,68	0,4	1,2	0,105	n.n	0,17	<BG	n.n	<BG
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,24	0,17	0,37	<BG	n.n	<BG	<BG	n.n	<BG
p,p'-DDE	0,05	0,1	1,36	0,65	2,1	0,60	0,28	0,86	0,38	0,18	0,46
p,p'-DDT	0,05	0,1	3,19	0,84	7,3	0,30	0,13	0,38	0,13	n.n	0,21
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,68	0,52	0,85	0,37	0,28	0,42	0,28	0,25	0,3
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n
trans-Chlordan	0,025	0,05	0,05	n.n	0,11	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n	n.n

 Tabelle 4b: OCP-Gehalte der BDF Brixlegg ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TM; $n = 4$)

Standort Parameter			Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM			$\mu\text{g}/\text{kg}$ TM		
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	0,16	0,15	0,18	0,195	0,18	0,22
o,p'-DDT	0,05	0,1	<BG	n.n.	<BG	0,0375	0	0,15
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,0325	0	0,13	<BG	n.n.	<BG
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,3775	0	0,69	0,3175	0	0,68
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,53	0	0,98	0,6325	0,18	1,7
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	<BG	n.n.	<BG	0,0575	0	0,13

2.4.2 Multimethode LC/MS – weitere Pflanzenschutzmittelrückstände

Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände konnten mittels LC/MS quantifiziert werden:

- Atrazin-2-hydroxy (0,012 – 0,014 mg/ kg TM)
- 4-CPA (0,012 – 0,036 mg/kg TM)
- 2,4-D (0,012 mg/kg TM)

Die höchsten Werte wurden von 4-CPA mit 0,036 mg/kg TM im Auflagehorizont von Münster festgestellt, ein Herbizid mit wachstumsregulatorischen Eigenschaften. Ebenfalls ein Herbizid stellt das 2,4-D dar, das zwar in der EU zugelassen ist, jedoch von der IARC als „möglicherweise karzinogen“ eingestuft ist.

Atrazin-2-hydroxy ist ein Abbauprodukt und damit ein historischer Rückstand der nicht mehr zugelassenen Substanzen Atrazin oder Ametryn. Neben dem Vorkommen im Auflagehorizont in Münster ist das Abbauprodukt die einzige Substanz, die auch am Standort BDF Brixlegg (B) nachgewiesen werden konnte.

Vier weitere Substanzen, Anthrachinon, Biphenyl, Terbutylazin-2-hydroxy und Terbutylazin-desethyl-2-hydroxy konnten unter der Bestimmungsgrenze (< 0,010 mg/kg TM) und damit nicht quantifizierbar nachgewiesen werden.

Im Auflagehorizont (BDF Münster) wurde Terbutylazin-desethyl-2-hydroxy als einzige Substanz in allen vier Einzelproben (A, B, C, D) nachgewiesen, jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze. Alle weiteren Substanzen zeigten sich nur in einzelnen Proben.

Terbutylazin-desethyl-2-hydroxy und Terbutylazin-2-hydroxy sind Abbauprodukte des zugelassenen Pflanzenschutzmittel Terbutylazin oder des nicht zugelassenen Terbutryns (Harada et al., 2006).

In den Proben BDF Münster 0-5 cm (B) sowie BDF Münster Auflage (C) konnte ein Nachweis für Anthrachinon (< BG) gefunden werden. Anthrachinon wurde als Mittel zur Abwehr von Vogelfraß nach der Aussaat zur Beizung des Saatguts (z.B. Mais) eingesetzt, könnte aber auch biogenen (Pflanzenfarbstoff) oder anthropogenen (Abbauprodukt von PAH) Ursprungs sein.

In der Probe BDF Münster 5-10 (C) 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

- BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999; BGBl I S. 1554 zuletzt geändert durch BGBl I S. 3465.
- BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD, BFW (2015): Freudenschuß A.: Bodendauerbeobachtung Tirol, Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der Flächen Blaubergalm und Klammbach. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).
- EC (2008): Entscheidung der Kommission vom 15. Dezember 2008 über die Nichtaufnahme von Anthrachinon in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und den Widerruf der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff: 2008/986/EG
- Harada, N.; Takagi, K.; Fujii, K.; Iwasaki, A. 2006: Transformation of methylthio-s-triazines via sulfur oxidation by a strain JUN7, a *Bacillus cereus* species. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2952-2957
- KRAUS, M. (2004a): 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
- KRAUS, M. (2004b): PCB (Polychlorierte Biphenyle). In: LITZ, N., WILCKE, W., WILKE B.-M. (2004): Bodengefährdende Stoffe. Ecomed.
- 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.
- RISS A. (1993): Impact of PCDD/PCDF emissions of a copper reclamation plant: five years of experience with environmental monitoring. In Fiedler, H., Frank, H., Hutzinger O., Parzefall, W., Riss, A., Safe, S. (Eds). *Dioxin '93. Organohalogen Compounds*, Vol. 14. Vienna, pp. 23-26.
- 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. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin.
- UBA (2012): Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe - Umweltschädlich! Giftig! Vermeidbar? Umweltbundesamt Dessau, Roßlau. Deutschland.
- UMWELTBUNDESAMT (1998): Weiss, P.: Persistente organische Schadstoffe in Hintergrund-Waldgebieten Österreichs. Monographien, Bd. M-97. Umweltbundesamt, Wien. S.242.
- UMWELTBUNDESAMT (2002): Weiss, P.: Organische Schadstoffe an entlegenen Waldstandorten Sloweniens und Kärntens. Berichte, Bd. BE-195, Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2003): Freudenschuß, A.: Organische Schadstoffe in Böden – Auswertung aus dem Bodeninformationssystem BORIS (unveröffentlicht).
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Kutschera, U. et al.: Medienübergreifende Umweltkontrolle in ausgewählten Gebieten. Monographien, Bd. M-168. Umweltbundesamt, Wien. S.618.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Freudenschuß, A., Obersteiner E. & Uhl M.: Organische Schadstoffe in Grünlandböden. Reports, Band 0158 Umweltbundesamt Wien, ISBN: 3-85457-955-1.
- UMWELTBUNDESAMT (2010): Freudenschuß, A. & Offenthaler, I.: Organische Schadstoffe in Grünlandböden – Teil 3. REP-268. Umweltbundesamt, Wien. ISBN: 978-3-99004-069-0.
- UMWELTBUNDESAMT (2013): Freudenschuß, A.: Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden der BDF Gaimberg. Amt der Tiroler Landesregierung (unveröffentlicht).
- VBBo – Verordnung über Belastungen des Bodens (Schweiz – Stand: Juli 2008).

4 ANHANG

Tabelle 5a: PAH-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Münster.

Labornummer	1910 09882	1910 09885	1910 09888	1910 09891	1910 09883	1910 09886	1910 09889	1910 09892	1910 09884	1910 09887	1910 09890	1910 09893
	Münster Auflage				Münster 0-5 cm				Münster 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	11	18	13	11	5,4	5,8	5,8	5,3	4,9	4,7	4,1	4,3
Acenaphthen	1,3	1,9	0,96	<BG	0,47	<BG	<BG	0,45	0,225	0,225	n.n.	0,225
Acenaphthylen	2,3	5,6	3	3,1	1,5	1,5	1,4	1,1	1	1,2	0,65	0,97
Fluoren	<BG	n.n.	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
Anthracen	5,3	13	6,5	6,2	3,1	4,3	3,3	3	2	2,7	1,9	2,5
Phenanthren	26	56	30	32	17	19	15	18	13	14	9,6	14
Fluoranthren	59	130	83	77	37	45	34	41	28	30	21	27
Pyren	38	110	56	51	25	31	23	26	18	21	14	19
Benzo(a)anthracen	15	48	22	22	12	15	11	13	9,5	10	7,4	9,4
Chrysen	23	61	32	31	15	17	12	14	13	13	9,1	13
Benzo(b)fluoranthren	31	140	53	54	37	39	26	39	26	27	18	27
Benzo(k)fluoranthren	13	53	22	22	13	14	9,7	13	9,3	10	6,9	9,4
Benzo(a)pyren	15	54	23	24	17	20	14	16	9,7	15	8,8	12
Dibenzo(a,h)anthracen	4,3	20	7,5	8,2	5,2	6,3	4,1	6,6	3,8	4,1	2,9	4,3
Benzo(g,h,i)perylene	25	82	36	40	24	26	20	23	16	18	14	17
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	22	84	35	36	22	24	17	22	15	17	12	16
Summe 16 EPA PAH	290	870	420	420	240	270	200	240	170	190	130	180
Summe 6 PAH	165	543	252	253	150	168	121	154	104	117	81	108

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

Tabelle 5b: PAH-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Brixlegg.

Labornummer	1910 09874	1910 09876	1910 09878	1910 09880	1910 09875	1910 09877	1910 09879	1910 09881
	Brixlegg 0-5 cm				Brixlegg 5-10 cm			
Probenbezeichnung	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM			
Naphthalin	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Acenaphthen	<BG	0,61	0,66	<BG	0,63	0,62	0,73	0,68
Acenaphthylen	1,5	2,2	2,3	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8
Fluoren	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
Anthracen	2,5	3,8	3,8	2,5	2,9	2,8	3,6	3,3
Phenanthren	11	12	13	9,5	11	11	14	12
Fluoranthren	34	35	41	32	37	35	37	35
Pyren	28	29	36	27	31	29	33	30
Benzo(a)anthracen	16	17	20	15	19	17	19	17
Chrysen	13	13	15	13	16	14	15	14
Benzo(b)fluoranthren	23	23	25	21	26	24	26	23
Benzo(k)fluoranthren	13	13	14	12	14	13	14	13
Benzo(a)pyren	24	24	26	22	25	25	19	23
Dibenzo(a,h)anthracen	4,9	5	5,3	4,8	5,6	5,2	5,7	5,2
Benzo(g,h,i)perylene	19	19	21	18	22	21	21	20
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	17	17	19	16	19	19	18	18
Summe 16 EPA PAH	210	210	240	200	230	220	230	220
Summe 6 PAH	130	131	146	121	143	137	135	132

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

Tabelle 6a: Statistische Kennwerte der PAH-Gehalte der BDF Münster.

Standort Parameter	BD Mü Auflage			BD Mü 0-5 cm			BD Mü 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
µg/kg TM									
Naphthalin	13,3	11,0	18,0	5,6	5,3	5,8	4,5	4,1	4,9
Acenaphthen	1,1	0,2	1,9	0,3	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2
Acenaphthylen	3,5	2,3	5,6	1,4	1,1	1,5	1,0	0,7	1,2
Fluoren	0,9	0,7	1,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Anthracen	7,8	5,3	13,0	3,4	3,0	4,3	2,3	1,9	2,7
Phenanthren	36,0	26,0	56,0	17,3	15,0	19,0	12,7	9,6	14,0
Fluoranthen	87,3	59,0	130	39,3	34,0	45,0	26,5	21,0	30,0
Pyren	63,8	38,0	110	26,3	23,0	31,0	18,0	14,0	21,0
Benzo(a)anthracen	26,8	15,0	48,0	12,8	11,0	15,0	9,1	7,4	10,0
Chrysen	36,8	23,0	61,0	14,5	12,0	17,0	12,0	9,1	13,0
Benzo(b)fluoranthen	69,5	31,0	140	35,3	26,0	39,0	24,5	18,0	27,0
Benzo(k)fluoranthen	27,5	13,0	53,0	12,4	9,7	14,0	8,9	6,9	10,0
Benzo(a)pyren	29,0	15,0	54,0	16,8	14,0	20,0	11,4	8,8	15,0
Dibenzo(a,h)anthracen	10,0	4,3	20,0	5,6	4,1	6,6	3,8	2,9	4,3
Benzo(g,h,i)perylen	45,8	25,0	82,0	23,3	20,0	26,0	16,3	14,0	18,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	44,3	22,0	84,0	21,3	17,0	24,0	15,0	12,0	17,0
Summe 16 EPA PAH	500	290	870	238	200	270	168	130	190
Summe 6 PAH	303	165	543	148	121	168	103	80,7	117

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 6b: Statistische Kennwerte der PAH-Gehalte der BDF Brixlegg.

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
µg/kg TM						
Naphthalin	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Acenaphthen	0,4	0,2	0,7	0,7	0,6	0,7
Acenaphthylen	2,0	1,5	2,3	1,7	1,7	1,8
Fluoren	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Anthracen	3,2	2,5	3,8	3,2	2,8	3,6
Phenanthren	11,4	9,5	13,0	12,0	11,0	14,0
Fluoranthen	35,5	32,0	41,0	36,0	35,0	37,0
Pyren	30,0	27,0	36,0	30,8	29,0	33,0
Benzo(a)anthracen	17,0	15,0	20,0	18,0	17,0	19,0
Chrysen	13,5	13,0	15,0	14,8	14,0	16,0
Benzo(b)fluoranthen	23,0	21,0	25,0	24,8	23,0	26,0
Benzo(k)fluoranthen	13,0	12,0	14,0	13,5	13,0	14,0
Benzo(a)pyren	24,0	22,0	26,0	23,0	19,0	25,0
Dibenzo(a,h)anthracen	5,0	4,8	5,3	5,4	5,2	5,7
Benzo(g,h,i)perylen	19,3	18,0	21,0	21,0	20,0	22,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	17,3	16,0	19,0	18,5	18,0	19,0
Summe 16 EPA PAH	215	200	240	225	220	230
Summe 6 PAH	132	121	146	137	128	143

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 Münster.

Labornummer	1910 09882	1910 09885	1910 09888	1910 09891	1910 09883	1910 09886	1910 09889	1910 09892	1910 09884	1910 09887	1910 09890	1910 09893
	Münster Auflage				Münster 0-5 cm				Münster 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM				µg/kg TM			
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,20	0,13	0,25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,070	0,19	0,22	0,06	n.n.	n.n.	0,06	n.n.	0,05	n.n.	n.n.	0,050
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,46	2,1	1,5	0,83	0,52	0,46	0,75	0,46	0,24	0,27	0,15	0,72
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	1,5	5,7	4,1	2,6	2,7	2,6	3,0	2,0	1,3	1,6	0,93	1,4
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,2	7,0	5,7	3,7	3,7	3,9	3,4	2,7	2,1	2,3	1,4	1,8
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	1,4	5,6	3,5	2,6	2,3	2,5	2,4	1,9	1,2	1,5	1,0	1,2
Summe NDL - PCB (LB)	5,83	20,7	15,3	9,79	9,22	9,46	9,61	7,06	4,89	5,67	3,48	5,17

Tabelle 7b: PCB-Gehalte der Einzelanalysen BDF Brixlegg.

Labornummer	1910 09874	1910 09876	1910 09878	1910 09880	1910 09875	1910 09877	1910 09879	1910 09881
	Brixlegg 0-5 cm				Brixlegg 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM			
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,46	0,34	0,45	0,43	0,44	0,49	0,44	0,45
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,61	0,52	0,61	0,68	0,63	0,68	0,68	0,68
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,34	0,3	0,36	0,38	0,37	0,42	0,39	0,41
Summe NDL - PCB (LB)	1,41	1,16	1,42	1,49	1,44	1,59	1,51	1,54

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

Standort Parameter	Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,15	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,13	0,06	0,22	0,02	0,00	0,06	0,02	0,00	0,05
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	1,22	0,46	2,10	0,55	0,46	0,75	0,35	0,15	0,72
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	3,48	1,50	5,70	2,58	2,00	3,00	1,31	0,93	1,60
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	4,65	2,20	7,00	3,43	2,70	3,90	1,90	1,40	2,30
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	3,28	1,40	5,60	2,28	1,90	2,50	1,23	1,00	1,50
Summe PCB 6	12,9	5,62	20,9	8,84	7,06	10,2	4,80	3,48	6,17

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

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,42	0,34	0,46	0,46	0,44	0,49
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,61	0,52	0,68	0,67	0,63	0,68
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,35	0,30	0,38	0,40	0,37	0,42
Summe PCB 6	1,37	1,16	1,52	1,52	1,44	1,59

Tabelle 9a: DL-PCB Gehalte der Einzelanalysen der BDF Münster.

Labornummer	1910 09882	1910 09885	1910 09888	1910 09891	1910 09883	1910 09886	1910 09889	1910 09892	1910 09884	1910 09887	1910 09890	1910 09893
	Münster Auflage				Münster 0-5 cm				Münster 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Probenbezeichnung	ng/kg TM				ng/kg TM				ng/kg TM			
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	64	100	170	140	63	65	33	44	21	24	18	21
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	5,2	7,7	17	11	5,5	5,7	3,4	3,6	2,2	2,4	1,9	1,8
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	25	51	53	42	34	34	22	24	15	19	15	14
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	n.n.	13	12	9,9	8,1	7,8	4,6	5,5	3,4	5,1	3,3	3,3
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	180	640	530	300	170	210	310	140	80	98	71	98
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	9,7	21	20	13	6,4	7,2	12	4,9	2,8	3,1	n.n.	n.n.
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	360	1400	1100	700	450	450	730	310	210	250	160	220
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	9,1	20	21	14	24	27	18	11	15	10	12	36
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	190	670	430	350	270	290	340	210	150	180	120	150
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	35	120	87	66	55	60	69	41	25	36	24	26
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	110	370	270	210	180	180	210	130	95	110	75	91
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	39	140	87	70	66	67	66	52	34	42	33	35
Summe DL-PCB	1027	3553	2797	1926	1332	1404	1818	976	653	780	533	696
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	2,7	5,8	5,9	4,7	3,8	3,8	2,6	2,7	1,6	2,1	1,6	1,5
TEQ - PCB WHO 98 (LB)	2,7	5,8	5,9	4,7	3,8	3,8	2,6	2,7	1,6	2,1	1,6	1,5
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	2,5	5,6	5,7	4,6	3,7	3,7	2,4	2,6	1,6	2,0	1,6	1,5
TEQ - PCB WHO 05 (LB)	2,5	5,6	5,7	4,6	3,7	3,7	2,4	2,6	1,6	2,0	1,6	1,5

Tabelle 9b: DL-PCB Gehalte der Einzelanalysen der BDF Brixlegg.

Labornummer	1910 09874	1910 09876	1910 09878	1910 09880	1910 09875	1910 09877	1910 09879	1910 09881
	Brixlegg 0-5 cm				Brixlegg 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Probenbezeichnung	ng/kg TM				ng/kg TM			
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	9,1	5,6	5,1	10	n.n.	4,4	4,6	5,7
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	n.n.	0,81	0,49	0,85	0,67	0,57	0,70	0,96
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	8,2	6,5	7,2	7,3	7,4	6,5	6,6	5,8
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	3,6	2,9	2,8	3,2	3,3	3,1	2,9	3,0
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	48	35	34	50	27	44	38	36
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	1,3	n.n.	n.n.	1,7	n.n.	1,6	n.n.	n.n.
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	81	61	75	95	58	75	77	78
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	4,2	4,7	6,0	6,1	3,5	3,6	4,2	6,4
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	50	40	45	51	46	52	45	59
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	12	8,7	8,7	13	11	13	9,8	13
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	33	28	31	32	33	33	36	41
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	18	14	14	14	16	17	16	12
Summe DL-PCB	268	207	229	284	206	254	241	261
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,90	0,72	0,79	0,82	0,82	0,73	0,73	0,66
TEQ - PCB WHO 98 (LB)	0,9	0,72	0,79	0,82	0,82	0,73	0,73	0,66
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,93	0,75	0,81	0,84	0,85	0,76	0,75	0,67
TEQ - PCB WHO 05 (LB)	0,93	0,75	0,81	0,84	0,85	0,76	0,75	0,67

Tabelle 10a: Statistische Kennwerte der DL-PCB Gehalte der BDF Münster.

Standort Parameter	Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	118,5	64	170	51,25	33	65	21	18	24
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	10,2	5,2	17	4,55	3,4	5,7	2,08	1,8	2,4
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	42,8	25	53	28,5	22	34	15,8	14	19
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	8,73	0	13	6,5	4,6	8,1	3,78	3,3	5,1
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	412,5	180	640	208	140	310	86,8	71	98
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	15,93	9,7	21	7,63	4,9	12	1,48	0	3,1
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	890	360	1400	485	310	730	210	160	250
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	16,0	9,1	21	20	11	27	18,3	10	36
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	410	190	670	278	210	340	150	120	180
PCB 157 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	77	35	120	56,3	41	69	27,8	24	36
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	240	110	370	175	130	210	92,8	75,0	110
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	84,0	39,0	140,0	62,8	52,0	67,0	36,0	33,0	42,0
Summe DL-PCB 12 (ng/kg TM)	2326	1027	3635	1382	962	1878	666	530	806
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	4,78	2,70	5,90	3,23	2,60	3,80	1,70	1,50	2,10
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	4,60	2,50	5,70	3,10	2,40	3,70	1,68	1,50	2,00

Tabelle 10b: Statistische Kennwerte der DL-PCB-Gehalte der BDF Brixlegg.

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	0,00	5,10	10,00	3,68	0,00	5,70
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,54	0,00	0,85	0,73	0,57	0,96
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	7,30	6,50	8,20	6,58	5,80	7,40
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	3,13	2,80	3,60	3,08	2,90	3,30
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	41,75	34,00	50,00	36,25	27,00	44,00
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	0,75	0,00	1,70	0,40	0,00	1,60
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	78,00	61,00	95,00	72,00	58,00	78,00
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	5,25	4,20	6,10	4,43	3,50	6,40
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	46,50	40,00	51,00	50,50	45,00	59,00
PCB 157 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	10,60	8,70	13,00	11,70	9,80	13,00
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	31,00	28,00	33,00	35,75	33,00	41,00
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	15,00	14,00	18,00	15,25	12,00	17,00
Summe DL-PCB 12 (ng/kg TM)	247	204	290	240,33	197,57	277,36
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,81	0,72	0,90	0,74	0,66	0,82
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,83	0,75	0,93	0,76	0,67	0,85

Tabelle 11a: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Münster.

Labornummer	1910 09882	1910 09885	1910 09888	1910 09891	1910 09883	1910 09886	1910 09889	1910 09892	1910 09884	1910 09887	1910 09890	1910 09893
	Münster Auflage				Münster 0-5 cm				Münster 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM				ng/kg TM				ng/kg TM			
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,7	0,95	0,74	1,1	0,38	0,54	0,28	0,24	n.n.	n.n.	0,16	0,2
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	1,8	2,6	3,1	2,4	1,4	1,2	1,3	1,4	0,66	0,75	0,74	0,8
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,4	2	2,2	1,6	1,5	1,2	1,2	1,2	n.n.	1,1	0,69	0,4
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	2,9	3,4	3,4	3,8	2,7	2	1,9	1,6	1	1,6	1	1,6
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	2,4	3,5	3,2	2,9	2	2,2	1,6	2	1,1	1,1	0,88	1,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	33,0	46	40	39	29	30	21	22	16	17	13	15,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	120	210	160	150	120	120	86	90	64	65	54	61,0
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	8,6	13	16	15	10	12	7,1	7,7	4,9	5,8	4,3	4,4
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	4,3	8,4	7,3	7,3	5,1	5,5	3,3	3,4	2,9	2,7	1,9	2,6
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	4,8	9,9	8,8	7,5	5,7	6,3	4,1	4,6	3,3	3,4	2,8	3,2
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	4,4	8,9	6,2	6,4	6,2	4,3	4,4	4,3	3,6	3,3	2,9	3,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	3,6	7,6	5,2	5,8	4,3	4,1	3,4	3	2,9	2,8	2	2,4
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	4,0	6,7	5,2	5,5	4,8	4,6	3,2	3,9	2,4	2,5	2,2	2,6
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,2	0,59	0,4	0,22	0,28	0,44	0,19	0,34	n.n.	0,2	0,21	0,2
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	18,0	34	24	23	22	22	16	16	14	14	10	13,0
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	1,5	3,6	2,3	2,3	2,1	2,2	1,7	1,5	1,3	1,5	1	1,4
Octachlordibenzofuran	17,0	36	23	25	26	28	20	23	17	18	13	17,0
Summe PCDD	350	590	560	480	330	340	240	250	170	180	150	160
Summe PCDF	280	510	490	430	310	320	220	240	180	190	140	170
Summe PCDF/PCDD	630	1100	1100	910	640	660	460	490	360	370	290	330
Summe TCDD	66,0	130	160	120	69	68	49	48	32	35	28	31,0
Summe PeCDD	47,0	74	86	60	46	47	34	38	23	20	21	20,0
Summe HxCDD	51,0	79	68	70	40	43	29	33	23	27	19	22,0
Summe HpCDD	66,0	100	86	75	60	62	40	44	32	31	24	26,0
Summe TCDF	120,0	210	230	210	120	130	89	93	65	71	56	67,0
Summe PeCDF	71,0	130	120	110	77	80	47	60	48	42	36	41,0
Summe HxCDF	43,0	79	77	61	50	51	42	36	33	35	22	29,0
Summe HpCDF	28,0	52	38	34	33	32	24	26	21	21	15	19,0
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	7,3	12	12	11	7,4	7,5	5,7	6	3,7	4,1	3,5	3,9
TEQ - PCDD/F WHO 05 (LB)	7,3	12	12	11	7,4	7,5	5,7	6	3,7	4,1	3,5	3,9
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	8,3	14	13	12	8,6	8,8	6,5	7	4,4	4,8	4,1	4,6
TEQ - PCDD/F WHO 98 (LB)	8,3	14	13	12	8,6	8,8	6,5	7,0	4,4	4,8	4,1	4,6
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	7,6	13,0	12	11	8	8,3	6	6,4	4,2	4,5	3,8	4,3
TEQ - PCDD/F I-TEF (LB)	7,6	13	12	11	8	8,3	6	6,4	4,1	4,5	3,8	4,3

Tabelle 11b: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen BDF Brixlegg.

Labornummer	Probenbezeichnung	1910 09874	1910 09876	1910 09878	1910 09880	1910 09875	1910 09877	1910 09879	1910 09881
		Brixlegg 0-5 cm				Brixlegg 5-10 cm			
		A	B	C	D	A	B	C	D
		ng/kg TM				ng/kg TM			
	2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,48	0,16	0,16	n.n.	0,12	0,16	n.n.	n.n.
	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	1,3	0,96	1,3	0,8	0,73	0,91	0,75	0,72
	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,3	0,88	1	0,78	1,2	0,78	0,96	0,75
	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,9	1,5	1,6	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3
	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,3	0,81	1,1	0,86	1	1	0,96	0,81
	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	14	12	11	12	9,8	12	12	10
	Octachlordibenzo-p-dioxin	31	29	29	33	27	27	40	26
	2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	9,2	2,8	3,1	4,1	3	3,2	3,3	3,1
	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	7,3	3	3	2,8	2,8	3,2	2,7	2,8
	2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	6,5	4	3,8	4	3,6	4	3,6	2,6
	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	8	6,8	6,6	5,9	5,1	6,3	6,5	5
	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	6,4	3,5	3,5	3,7	3,5	3,6	3,2	3,5
	2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	7,1	4,9	4,8	4,6	4,7	5,1	4,8	4,7
	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	1	0,66	0,54	0,4	0,47	0,42	0,55	0,24
	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	30	22	19	22	21	21	22	20
	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	4,1	3,3	2,7	2,8	2,6	2,7	2,6	2,4
	Octachlordibenzofuran	31	26	25	26	23	24	26	23
	Summe PCDD	230	150	160	170	130	150	150	130
	Summe PCDF	330	190	190	210	180	200	190	180
	Summe PCDF/PCDD	560	340	350	380	310	350	350	310
	Summe TCDD	71	31	35	47	27	38	30	28
	Summe PeCDD	57	33	38	39	33	33	35	28
	Summe HxCDD	41	31	34	28	27	31	27	27
	Summe HpCDD	26	22	21	22	18	20	21	18
	Summe TCDF	86	39	43	58	39	44	42	42
	Summe PeCDF	90	50	57	51	52	60	54	45
	Summe HxCDF	78	44	41	46	37	42	40	44
	Summe HpCDF	47	34	29	32	32	30	31	31
	TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	8,1	5	5,2	4,7	4,4	4,9	4,5	3,9
	TEQ - PCDD/F WHO 05 (LB)	8,1	5	5,2	4,6	4,4	4,9	4,5	3,9
	TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	9,5	5,8	6,1	5,5	5,2	5,7	5,2	4,5
	TEQ - PCDD/F WHO 98 (LB)	9,5	5,8	6,1	5,5	5,2	5,7	5,2	4,4
	TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	8,9	5,4	5,5	5,2	4,9	5,3	4,9	4,1
	TEQ - PCDD/F I-TEF (LB)	8,9	5,4	5,5	5,1	4,9	5,3	4,9	4,1

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

Standort Parameter	Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM								
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,86	0,66	1,10	0,36	0,24	0,54	0,08	0,00	0,16
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	2,48	1,80	3,10	1,33	1,20	1,40	0,75	0,66	0,83
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,80	1,40	2,20	1,28	1,20	1,50	0,55	0,00	1,10
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	3,38	2,90	3,80	2,05	1,60	2,70	1,30	1,00	1,60
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	3,00	2,40	3,50	1,95	1,60	2,20	1,05	0,88	1,10
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	39,5	33,0	46,0	25,5	21,0	30,0	15,3	13,0	17,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	160	120	210	104	86	120	61	54	65
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	13,2	8,60	16,00	9,20	7,10	12,0	4,85	4,30	5,80
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	6,83	4,30	8,40	4,33	3,30	5,50	2,53	1,90	2,90
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	7,75	4,80	9,90	5,18	4,10	6,30	3,18	2,80	3,40
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	6,48	4,40	8,90	4,80	4,30	6,20	3,23	2,90	3,60
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	5,55	3,60	7,60	3,70	3,00	4,30	2,53	2,00	2,90
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	5,35	4,00	6,70	4,13	3,20	4,80	2,43	2,20	2,60
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,35	0,20	0,59	0,31	0,19	0,44	0,15	0,00	0,21
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	24,8	18,0	34,0	19,0	16,0	22,0	12,8	10,0	14,0
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	2,43	1,50	3,60	1,88	1,50	2,20	1,30	1,00	1,50
Octachlordibenzofuran	25,3	17,0	36,0	24,3	20,0	28,0	16,3	13,0	18,0
Summe PCDD	495	350	590	290	240	340	165	150	180
Summe PCDF	428	280	510	273	220	320	170	140	190
Summe PCDF/PCDD	935	630	1100	563	460	660	338	290	370
Summe TCDD	119	66	160	59	48	69	32	28	35
Summe PeCDD	66,8	47,0	86,0	41,3	34,0	47,0	21,0	20,0	23,0
Summe HxCDD	67,0	51,0	79,0	36,3	29,0	43,0	22,8	19,0	27,0
Summe HpCDD	81,8	66,0	100,0	51,5	40,0	62,0	28,3	24,0	32,0
Summe TCDF	193	120	230	108	89,0	130	64,8	56,0	71,0
Summe PeCDF	108	71,0	130	66,0	47,0	80,0	41,8	36,0	48,0
Summe HxCDF	65,0	43,0	79,0	44,8	36,0	51,0	29,8	22,0	35,0
Summe HpCDF	38,0	28,0	52,0	28,8	24,0	33,0	19,0	15,0	21,0
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	10,9	7,60	13,0	7,18	6,00	8,30	4,20	3,80	4,50
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	10,6	7,30	12,0	6,65	5,70	7,50	3,80	3,50	4,10
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	11,8	8,30	14,0	7,73	6,50	8,80	4,48	4,10	4,80

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

Standort Parameter	Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	ng/kg TM					
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,20	0,00	0,48	0,07	0,00	0,16
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	1,09	0,80	1,30	0,78	0,72	0,91
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,99	0,78	1,30	0,92	0,75	1,20
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,60	1,40	1,90	1,30	1,20	1,40
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	1,02	0,81	1,30	0,94	0,81	1,00
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	12,3	11,0	14,0	11,0	9,8	12,0
Octachlordibenzo-p-dioxin	30,5	29,0	33,0	30,0	26,0	40,0
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	4,80	2,80	9,20	3,15	3,00	3,30
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	4,03	2,80	7,30	2,88	2,70	3,20
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	4,58	3,80	6,50	3,45	2,60	4,00
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	6,83	5,90	8,00	5,73	5,00	6,50
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	4,28	3,50	6,40	3,45	3,20	3,60
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	5,35	4,60	7,10	4,83	4,70	5,10
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,65	0,40	1,00	0,42	0,24	0,55
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	23,3	19,0	30,0	21,0	20,0	22,0
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	3,23	2,70	4,10	2,58	2,40	2,70
Octachlordibenzofuran	27,0	25,0	31,0	24,0	23,0	26,0
Summe PCDD	178	150	230	140	130	150
Summe PCDF	230	190	330	188	180	200
Summe PCDF/PCDD	408	340	560	330	310	350
Summe TCDD	46,0	31,0	71,0	30,8	27,0	38,0
Summe PeCDD	41,8	33,0	57,0	32,3	28,0	35,0
Summe HxCDD	33,5	28,0	41,0	28,0	27,0	31,0
Summe HpCDD	22,8	21,0	26,0	19,3	18,0	21,0
Summe TCDF	56,5	39,0	86,0	41,8	39,0	44,0
Summe PeCDF	62,0	50,0	90,0	52,8	45,0	60,0
Summe HxCDF	52,3	41,0	78,0	40,8	37,0	44,0
Summe HpCDF	35,5	29,0	47,0	31,0	30,0	32,0
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	6,25	5,20	8,90	4,80	4,10	5,30
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	5,75	4,70	8,10	4,43	3,90	4,90
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	6,73	5,50	9,50	5,15	4,50	5,70

Tabelle 13a: OCP-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Münster.

Labornummer			1910 09882	1910 09885	1910 09888	1910 09891	1910 09883	1910 09886	1910 09889	1910 09892	1910 09884	1910 09887	1910 09890	1910 09893
			Münster Auflage				Münster 0-5 cm				Münster 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.	< 0,20
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	n.n.	0,29	< 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.	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,1	0,2	n.n.	0,98	0,79	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	< 0,050	0,14	0,13	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
delta-HCH	0,1	0,2	n.n.	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	< 0,20	0,45	0,55	n.n.	< 0,20	< 0,20	n.n.	n.n.	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	0,27	0,72	0,67	0,31	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	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	0,98	1,4	1,1	1,3	0,6	0,45	0,38	0,59	0,29	0,34	0,24	0,38
Hexachlorbutadien	0,125	0,3	n.n.	< 0,25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 0,25	n.n.	n.n.
Mirex	0,05	0,1	n.n.	< 0,10	< 0,10	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	< 0,10	< 0,10	n.n.	0,11	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	0,4	1,2	0,65	0,48	0,17	0,13	< 0,10	0,12	< 0,10	< 0,10	n.n.	< 0,10
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,2	0,37	0,2	0,17	n.n.	n.n.	< 0,10	n.n.	< 0,10	n.n.	< 0,10	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,65	2,1	1,2	1,5	0,86	0,62	0,28	0,63	0,43	0,46	0,18	0,44
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,84	7,3	2,8	1,8	0,38	0,33	0,13	0,35	0,15	0,15	n.n.	0,21
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,52	0,85	0,64	0,69	0,42	0,39	0,28	0,39	0,25	0,3	0,28	0,27
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
trans-Chlordan	0,025	0,05	< 0,050	0,1	0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Tabelle 13b: OCP-Gehalte der Einzelanalysen BDF Brixlegg.

Labornummer				1910 09874	1910 09876	1910 09878	1910 09880	1910 09875	1910 09877	1910 09879	1910 09881
				Brixlegg 0-5 cm				Brixlegg 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.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
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	0,18	0,15	0,16	0,15	0,22	0,19	0,19	0,18
Hexachlorbutadien		0,125	0,3	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	< 0,10	n.n.	n.n.	< 0,10	0,15	n.n.	n.n.	< 0,10
p,p'-DDD		0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	0,13	n.n.	n.n.	n.n.	< 0,10
p,p'-DDE		0,05	0,1	0,64	< 0,10	0,18	0,69	0,68	< 0,10	0,19	0,4
p,p'-DDT		0,05	0,1	0,91	< 0,10	0,23	0,98	1,7	0,19	0,18	0,46
Pentachlorbenzol		0,05	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,13	0,1
Pentachlormitrobenzol		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 Münster.

Standort Parameter			Münster Auflage			Münster 0-5 cm			Münster 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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-HCH	0,1	0,2	0,07	n.n.	0,29	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.	n.n.
beta-HCH	0,1	0,2	0,44	n.n.	0,98	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,07	n.n.	0,14	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	0,25	n.n.	0,55	n.n.	n.n.	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.
gamma-HCH (Lindan)	0,1	0,2	0,49	0,27	0,72	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	1,20	0,98	1,4	0,51	0,38	0,60	0,31	0,24	0,38
Hexachlorbutadien	0,125	0,25	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mirex	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
o,p'-DDD	0,05	0,1	0,028	n.n.	0,11	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	0,68	0,4	1,2	0,105	n.n.	0,17	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,24	0,17	0,37	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	1,36	0,65	2,10	0,60	0,28	0,86	0,38	0,18	0,46
p,p'-DDT	0,05	0,1	3,19	0,84	7,30	0,30	0,13	0,38	0,13	n.n.	0,21
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,68	0,52	0,85	0,37	0,28	0,42	0,28	0,25	0,3
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
trans-Chlordan	0,025	0,05	0,05	n.n.	0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Tabelle 14b: Statistische Kennwerte der OCP-Gehalte der BDF Brixlegg.

Standort Parameter			Brixlegg 0-5 cm			Brixlegg 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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
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	0,16	0,15	0,18	0,20	0,18	0,22
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.	0,0375	n.n.	0,15
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,0325	n.n.	0,13	n.n.	n.n.	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,38	n.n.	0,69	0,32	n.n.	0,68
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,53	n.n.	0,98	0,63	0,18	1,7
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	0,06	n.n.	0,13
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.

Wolfgang Friesl-Hanl

Wien, 28. Mai 2020

Dr. Wolfgang Friesl-Hanl