

BODENDAUERBEOBACHTUNG TIROL

***Interpretation der organischen Schadstoffe in
den Böden der BDF Gaimberg Landwirtschaft und
BDF Gaimberg Forstwirtschaft***

Ergänzung zum Prüfbericht 2212/0826

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Organische Schadstoffe wurden in den Böden der zwei Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), Gaimberg Forstwirtschaft und Gaimberg Landwirtschaft analysiert. Die Parameter polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK = PAH), polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Dibenzo-*p*-Dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) weisen am Standort Gaimberg Forstwirtschaft im Auflagehumus 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 (173 µg/kg TM), PCB6 (5,6 µg/kg TM) und PCDD/F (2,2 ng PCDDF-WHO05/kg TM) liegen in erhöhten Konzentrationen vor, überschreiten aber keine Richtwerte, wie sie zum Teil in deutschen und schweizer 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 Siedlungsnähe (Stadt Lienz) und den Ferntransport 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 (UNEP, 2020) 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 (UNEP, 2020).

Erwartungsgemäß weist die Waldfläche Gaimberg (Gaimberg Forstwirtschaft) zumeist höhere Schadstoffgehalte auf als die Grünlandfläche (Gaimberg Landwirtschaft). 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 Gaimberg im Auflagehorizont 11 Substanzen nachgewiesen. Darunter waren Substanzen wie zum Beispiel Hexachlorbenzol (HCB), Hexachlorbutadien oder DDT zu finden. Im Grünlandboden in Gaimberg wurden keine Organochlorpestizide nachgewiesen.

Die höchsten Werte von HCB (0,74 µg/kg), HCBd (0,84 µg/kg), beta-HCH (0,41 µg/kg), *cis*-Chlordan (0,07 µg/kg), Pentachlobenzol (0,26 µg/kg), Pentachlor-nitrobenzol (0,6 µg/kg) und Summe DDX (3,17 µg/kg) wurden im Auflagehorizont von Gaimberg Forstwirtschaft festgestellt.

(b) Multimethode LC/MS: Die höchsten Werte wurden beim Herbizid 4-CPA (4-Chlorphenoxyessigsäure) mit 0,058 mg/kg TM im Auflagehorizont von Gaimberg Forstwirtschaft festgestellt. Dieses Herbizid wird zur Wachstumshemmung eingesetzt. Weiters wurden im Auflagehorizont Atrazin-2-hydroxy sowie Terbutylazin-2-hydroxy nachgewiesen, jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/kg TM. Atrazin-2-hydroxy stellt ein Abbauprodukt von Atrazin sowie von Ametryn dar, Terbutylazin-2-hydroxy stellt ein Abbauprodukt von Terbutylazin sowie von Terbutryn dar.

Anthrachinon (0,019 bis 0,037 mg/kg TM) konnte als einzige Substanz neben dem Auflagehorizont Gaimberg Forstwirtschaft auch in der Tiefenstufe 0-5 cm nachgewiesen werden. Die EU-Kommission entzog am 20. Januar 2009 auf Empfehlung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) Anthrachinon die Zulassung als Pflanzenschutzmittel aufgrund von Gesundheitsbedenken für Anwender und Verbraucher.

Alle anderen Substanzen, die mit den Multimethoden LC/MS und GC/MS gemessen wurden (in Gaimberg Landwirtschaft 694, in Gaimberg Forstwirtschaft 352 Substanzen) sind unter den Bestimmungsgrenzen der eingesetzten Methoden nicht nachweisbar.

Für Wald- bzw. Grünlandböden gibt es keine rechtlich verbindlichen Grenzwerte. Wird Grünland zur Futtermittelproduktion genutzt, sind die Futtermittel-Grenzwerte für PCDD/F und DL-PCB zu kontrollieren und mit Werten der EU 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 auch Gehalte an Dioxinen, dioxinähnlichen PCB und nicht dioxinähnlichen PCB in Futtermitteln, die den Höchstgehalten gemäß Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG entsprechen, dazu führen können, dass in Lebensmitteln tierischen Ursprungs die gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln geltenden Höchstgehalte überschritten werden. In Anbetracht der Messempfindlichkeit der derzeit verfügbaren Analyseverfahren sowie der Tatsache, dass die Höchstgehalte als Obergrenze festgelegt sind, ist es jedoch nicht möglich, niedrigere Höchstgehalte festzulegen. Außerdem ist es in den meisten Fällen unwahrscheinlich, dass ein Tier langfristig Futtermitteln ausgesetzt ist, die vorschriftskonform sind, aber

Gehalte an Dioxinen und/oder PCB enthalten, die nahe am Höchstgehalt liegen oder gleich diesem sind (EU VO Nr. 277/2012).

In diesem Zusammenhang sei auch auf die Herabsetzung der täglichen Aufnahmemengen für Dioxine und PCBs hingewiesen (EFSA CONTAM PANEL, 2018)¹. Auf dieser Basis ist auch eine Anpassung der Höchstgehalte für Futtermittel zu erwarten.

Im Vergleich zur BDF-Untersuchung aus dem Jahr 2012 - der Auflagehorizont wurde 2012 nicht untersucht - kann festgestellt werden, dass die PAH-Gehalte in Gaimberg Forstwirtschaft 2022 um ca. 10 % (0-5 cm) bzw. um ca. 40 % (5-10 cm) niedriger sind als jene aus 2012. Im Gegensatz dazu sind die PAH-Gehalte in Gaimberg Landwirtschaft 2022 um ca. 40 % (0-5 und 5-10 cm) höher als die 2012 gemessen wurden (Tabelle 1).

Die PCB-Gehalte 2022 sind am Waldstandort um ca. 15 % (0-5 cm) höher und um ca. 70 % (5-10 cm) niedriger als 2012. Am Grünlandstandort sind die PCB-Gehalte um ca. 10 % bzw. um ca. 30 % niedriger als die 2012 gemessen wurden (Tabelle 1).

Die Dioxin-Gehalte (I-TEF) 2022 sind am Waldstandort um ca. 10 % (0-5 cm) niedriger bzw. 20 % (5-10 cm) höher als jene aus 2012. Am Grünlandstandort sind die Dioxin-Gehalte jeweils um ca. 30 % niedriger als jene aus 2012 (Tabelle 1).

Bei den Organochlorpestiziden wurden am Waldstandort 2012 nur drei, 2022 jedoch 10 Substanzen detektiert. Im Gegensatz dazu wurden am Grünlandstandort 2012 zwei, 2022 jedoch keine Substanz detektiert. Betrachtet man HCB so wurde 2012 am Waldstandort maximal 0,08 µg/kg TM, 2022 jedoch 0,58 µg/kg TM detektiert (Tabelle 1).

Beim Pflanzenschutzmittelscreening 2012 wurden 517 Substanzen gescreent, wovon eine nachgewiesen (<BG) werden konnte. 2022 wurden 694 Substanzen am Grünlandstandort und 352 Substanzen am Waldstandort gescreent, wobei keine bzw. vier Substanzen detektiert werden konnten (Tabelle 1).

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

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse von Gaimberg von 2012 und 2022

Parameter	Jahr	Forstwirtschaft		Landwirtschaft	
		0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
PAH16 µg/kg TM	2012	63	35	31	32
	2022	57	20	44	43
PCB6 µg/kg TM	2012	1,3	2,05	0,33	0,4
	2022	1,5	0,66	0,29	0,28
TEQ -					
PCDD/F I-TEF (UB) ng/kg TM	2012	0,89	0,24	0,33	0,37
	2022	0,8	0,29	0,23	0,24
OCP (Anzahl)	2012	3	3	1	2
	2022	10	7	0	0
HCB (Max.) µg/kg TM	2012	0,08	0,05	0,11	0,05
	2022	0,58	0,5	0	0

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. PFAS, 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.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	2
INHALTSVERZEICHNIS	6
1 EINLEITUNG	7
1.1 Statistische Auswertung, Darstellung und Interpretation	8
2 INTERPRETATION DER BODENDATEN	10
2.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)....	10
2.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB, DL-PCB)	12
2.3 Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine und -Furane (PCDD/F)	15
2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände.....	18
2.4.1 Multimethode GC/MS - Organochlorpestizide (OCP).....	18
2.4.2 Multimethode LC/MS sowie Multimethode GC/MS- weitere Pflanzenschutzmittelrückstände	20
3 LITERATUR	21
4 ANHANG	24

1 EINLEITUNG

Im Rahmen der Bodendauerbeobachtung wurden im Jahr 2022 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 unbeabsichtigt entstehen 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 (UNEP, 2020). Mit anfangs zwölf eingestuft 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 (UNEP, 2020) 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 Gaimberg Forstwirtschaft sowie um den Grünlandstandort Gaimberg Landwirtschaft, die sich ca. 1000 m nördlich der Stadt Lienz befinden. Von jeder Fläche wurden die Gehalte an organischen Schadstoffen aus vier Mischproben (A, B, C und D) und je zwei Tiefenstufen (0-5 cm und 5-10 cm) bestimmt. Zusätzlich wurde der Auflagehumus des Waldstandortes untersucht. Alle Ergebnisse wurden auf die Trockenmasse der Bodenprobe bezogen.

Folgende Schadstoffgruppen wurden analysiert:

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) mittels GS/MS
- Polychlorierte Biphenyle (PCB), Polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) mittels HR GC/MS
- 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 (694 Substanzen wurden am Grünlandstandort und 352 Substanzen wurden am Waldstandort gescreent).

1.1 Statistische Auswertung, Darstellung und Interpretation

Die Bodengehalte werden für die meisten Schadstoffgruppen als Summengehalte 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 gleich „null“ gesetzt wurden (PAH, Organochlorpestizide).

Bei den PCB und PCDD/F wurde in Anlehnung an die EU-Verordnung 2017/771 folgender Ansatz angewendet: Für die Berechnung des Upper-Bound (UB) sind die Werte, die unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, gleich der Bestimmungsgrenze. Beim Lower-Bound-Ansatz (LB) werden Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze gleich „null“ gesetzt. Die Analysenergebnisse sowie die statistische Auswertung sind im Anhang des Berichts tabellarisch zusammengefasst (von Tabelle 9 bis Tabelle 28) (siehe auch Prüfbericht 2212/0826).

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

Bodendauerbeobachtung Tirol – Interpretation organischer Schadstoffe in Böden (Umweltbundesamt, im Auftrag der Tiroler Landesregierung, 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 (Tratnik et al. 2022; Ougier et al. 2022). Auch im Rahmen des HBM4EU Projektes wurden Fragestellungen im Zusammenhang untersucht, beispielsweise in Bezug auf Cadmium und Blei (<https://www.hbm4eu.eu/>).

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 Fetten oder Ölen gut lösen, in Wasser hingegen schlecht. 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 mg/kg TM.

Die gemessenen Werte der Standorte Gaimberg Landwirtschaft und Forstwirtschaft liegen weit 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 Gaimberg Forstwirtschaft) im Auflagehorizont im Mittel bei 173 µg/kg TM (Bereich: 150 bis 200 µg/kg TM). Bei einer Bodentiefe bis 5 cm liegen die Werte im Mittel bei 57 µg/kg TM (Bereich: 37 bis 81 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 20 µg/kg TM (Bereich: 12 bis 35 µg/kg TM). Auf der Grünlandfläche (BDF Gaimberg Landwirtschaft) liegen die Werte in einer Bodentiefe bis 5 cm im Mittel bei 44 µg/kg TM (Bereich: 35 bis 48 µg/kg TM) sowie bei der Tiefenstufe 5-10 cm bei 43 µg/kg TM (Bereich: 33 bis 49 µg/kg TM).

Die Gehalte der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) liegen im Auflagehorizont der Waldfläche (BDF Gaimberg Forstwirtschaft) im Mittel bei 8,5 µg/kg TM bis zu einem Maximum von 10 µg/kg TM (Tabelle 2). Auf der Grünlandfläche (0-5 cm) liegt der Mittelwert für BaP bei 4,6 µg/kg TM (Tabelle 3).

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 Gehalte in beiden Tiefenstufen auf dem gleichen Niveau vor.

Tabelle 2: : PAH-Gehalte der BDF Gaimberg Forstwirtschaft (µg/kg TM; n=4)

Standort Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Benzo(a)pyren	8,5	7,3	10	4,6	2,9	6,4	1,8	1,1	2,6
Summe 16 EPA PAH	173	150	200	57	37	81	20	12	35
Summe 6 PAH	91	77	107	35	23	50	13	8	22

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 3: PAH-Gehalte der BDF Gaimberg Landwirtschaft (µg/kg TM; n=4)

Standort Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
Benzo(a)pyren	4,6	3,4	5,3	5,0	3,6	6,2
Summe 16 EPA PAH	44	35	48	43	33	49
Summe 6 PAH	28	22	32	29	23	34

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) weist der Waldstandort in den Tiefenstufen 0-5 cm und 5-10 cm das gleiche Niveau wie 2013

auf. Die PAH16-Gehalte im Auflagehorizont sind 2022 ca. drei Mal so hoch wie in der Tiefenstufe 0-5 cm und über acht Mal so hoch wie in der Tiefenstufe 5-10 cm. Der Auflagehorizont wurde 2013 nicht beprobt. Vergleicht man die PAH16 Gehalte im Grünland von 2022 mit 2013 so zeigt sich, dass im Jahr 2022 die Gehalte um ca. 40 % über jenen von 2013 liegen (Tabelle 1).

Die nutzungbezogenen Orientierungswerte werden jedoch alle weit unterschritten (VBBo, Stand 2016, bzw. Rosenkranz, 1988, BBodSchV, 1999).

Vergleicht man die Werte des Auflagehumus (Gaimberg FW Auflage) mit den Ergebnissen der Studie ORAPOP des Landes Salzburg (2018), so liegt der Mittelwert der Summe der 16 EPA PAH von Gaimberg bei ca. 65 % der ORAPOP-Studie. Der Maximalwert liegt mit 200 µg/kg TM bei ca. 20 % des Werts der ORAPOP von ca. 900 µg/kg TM. Im Grünland liegt der Mittelwert von Gaimberg (0-5 cm) bei 10 % des Gehaltes der ORAPOP-Studie. Der Mittelwert der PAH-Gehalte der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 230 µg/kg TM, der von Gaimberg LW mit 44 µg/kg TM liegt bei ca. 20 % davon. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 240 µg/kg TM, der von Gaimberg FW mit 173 µg/kg TM liegt bei ca. 70 % davon (BMLRT, 2021).

Die höchsten PAH-Gehalte (Summe 16 PAH) wurden in der Mischprobe A in der Auflage des Waldstandortes Gaimberg mit 200 µg/kg TM bestimmt, allerdings weist diese Fläche auch die höchsten Gehaltsunterschiede zwischen den vier Mischproben auf (Tabelle 9).

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 Tabelle 4 und Tabelle 5 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 Gaimberg Forstwirtschaft im Mittel bei 5,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Auflage), 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (0-5 cm) bzw. 0,66 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (5-10 cm), für die Grünlandfläche Gaimberg Landwirtschaft bei 0,29 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (0-5 cm) bzw. 0,28 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (5-10 cm). Den höchsten Anteil an der Σ 6 PCB haben die beiden höher chlorierten PCBs, PCB 138 und 153 (Tabelle 13). Deren Summe ergibt zwischen 64 und 67% der Gesamtsumme und liegt damit ähnlich hoch wie bei den Waldflächen aus früheren Untersuchungen der BDF Tirol. Auf der Grünlandfläche Gaimberg liegt dieser Wert zwischen 50 und 53 %, jedoch bei einem viel geringeren Gesamtgehalt (Tab. 8b).

Im Vergleich mit den Ergebnissen der ORAPOP-Studie liegt der Mittelwert des Auflagehorizontes von Gaimberg mit 5,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM über den 3,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Land Salzburg, 2018). Verglichen mit der Studie MONARPOP (Offenthaler et al., 2008) liegt Gaimberg unter dem Wert von 8,37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Mittelwert). Vergleicht man den Maximalwert von Gaimberg (6,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM) mit ORAPOP und MONARPOP so liegt dieser weit unter den Maximalwerten dieser beiden Studien.

Der Mittelwert Σ 6 PCB der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei 2,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM, und damit um das Siebenfache höher als am Standort Gaimberg mit 0,29 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 2,68 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM, welcher von Gaimberg Forstwirtschaft (Auflage) mit 5,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM um das Doppelte übertroffen wird (BMLRT, 2021).

Im Vergleich zur früheren Bodenuntersuchung der Tiroler Bodendauerbeobachtungsflächen, BDF Gaimberg (Umweltbundesamt, 2013) weist der Wald-Standort in den Tiefenstufen 0-5 cm das gleiche Niveau wie 2013 auf, in der Tiefenstufe 5-10 cm waren die Gehalte für Σ 6 PCB 2013 ca. drei Mal so hoch wie 2022 (2013: 2,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM; 2022: 0,66 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM). Auch im Grünland lagen in der Tiefenstufe 5-10 cm 2013 höhere Werte als 2022 vor (2013: 0,40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM; 2022: 0,28 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM) (Tabelle 1).

Die Summe der 12 DL-PCBs weist auf beiden Flächen wesentlich geringere Gehalte auf (als für die Σ 6 PCB) und liegt im Mittel zwischen 0,78 (Gaimberg Forstwirtschaft Auflage), 0,18 (Gaimberg Forstwirtschaft 0-5 cm) bzw. 0,08 (Gaimberg Forstwirtschaft 5-10 cm) $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM und 0,04 (Gaimberg Landwirtschaft 0-5 cm) bzw. 0,03 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TM (Gaimberg Landwirtschaft 5-10 cm) (Tabelle 4 und Tabelle

5). Die TEQ erreichen in der obersten Tiefenstufe der Waldfläche Gaimberg Auflage maximal 2,1 ng TEQ/kg TM. Auf der Grünlandfläche Gaimberg beträgt der maximale TEQ-Wert 0,062 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 (Gaimberg Forstwirtschaft 0-5 cm) zeigt der Mittelwert der DL-PCB mit 0,5 ng TEQ/kg TM einen geringeren Wert als am Waldstandort Klammbach (0,78 ng/kg TM) (BFW, 2015). Der Auflagehorizont weist einen ca. dreifach höheren Wert auf als der Mineralboden (Gaimberg Forstwirtschaft 0-5 cm), Vergleichsuntersuchungen von Auflagehorizonten anderer BDF liegen jedoch nicht vor.

Der Mittelwert der TEQ der DL-PCB der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte liegt bei 1,02 ngTEQ/kg TM, welcher von Gaimberg Forstwirtschaft mit ca. 1,7 ngTEQ/kg TM überschritten wird. Der Mittelwert der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) liegt bei ca. 0,29 ngTEQ/kg TM, und damit um das Doppelte höher als am Standort Gaimberg Landwirtschaft mit 0,14 ngTEQ/kg TM (BMLRT, 2021).

Tabelle 4: PCB Gehalte der BDF Gaimberg Forstwirtschaft (µg/kg TM; ng TEQ/kg, n = 4)

Standort	Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
µg/kg TM										
	Summe PCB 6	5,6	4,6	6,7	1,5	1,2	1,9	0,66	0,39	0,80
	Summe DL-PCB 12	0,78	0,60	0,95	0,18	0,13	0,23	0,08	0,05	0,10
ng TEQ/kg TM										
	TEQ - PCB WHO 05 (UB)	1,7	1,3	2,1	0,5	0,4	0,7	0,2	0,1	0,2
	TEQ - PCB WHO 98 (UB)	1,8	1,3	2,2	0,5	0,4	0,7	0,2	0,1	0,2

Tabelle 5: PCB Gehalte der BDF Gaimberg Landwirtschaft (µg/kg TM; ng TEQ/kg, n = 4)

Standort	Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
µg/kg TM							
	Summe PCB 6	0,29	0,26	0,34	0,28	0,25	0,34
	Summe DL-PCB 12	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
ng TEQ/kg TM							
	TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,055	0,051	0,056	0,061	0,060	0,062
	TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,052	0,049	0,054	0,058	0,056	0,059

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 0,23 bzw. 0,24 ng/kg TM am Standort Gaimberg Landwirtschaft liegen im Bereich von Hintergrundstandorten (Tabelle 6 und Tabelle 7) (UMWELTBUNDESAMT, 2008 u. 2010). Der Standort Gaimberg Forstwirtschaft weist Mittelwerte für PCDD/F I-TEF von 2,30 (Auflage), 0,80 (0-5 cm) bzw. 0,29 ng/kg TM (5-10 cm) auf, die gering erhöht sind (Tabelle 6). Den maximalen Gehalt an PCDD/F I-TEF weist die Mischprobe B Waldstandortes Gaimberg im Auflagehorizont mit 2,7 ng/kg TM auf (Tabelle 21). Die PCDD/F I-TEF Gehalte am Grünlandstandort Gaimberg liegen in den mineralischen Tiefenstufen bei ca. 30 % des Waldstandortes Gaimberg (0-5 cm), und auf dem gleichen Niveau in der Tiefenstufe 5-10 cm.

Verglichen mit den früheren Untersuchungen am Standort Gaimberg liegen die Gehalte 10 Jahre später auf gleichem Niveau am Waldstandort (Gaimberg FW 2012: 0,89; 2022: 0,80 ng I-TEF/kg TM) bzw. etwas tiefer am Grünlandstandort (Gaimberg LW 2012: 0,33 2022: 0,23 ng I-TEF/kg TM) (UMWELTBUNDESAMT, 2013) (Tabelle 1).

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

Standort	Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
ng/kg TM										
Summe TCDF		36	26	45	8,6	6,1	11	3,7	2,4	5,3
Summe PeCDF		17	13	23	5,7	3,9	7,0	2,2	1,1	2,9
Summe HxCDF		13	9,0	14	5,0	3,7	6,5	2,2	0,9	3,3
Summe HpCDF		9,9	7,7	11	5,8	3,8	7,9	2,4	1,1	3,4
Octachlordibenzofuran		13	10	15	11	7,1	16	4,8	1,9	6,7
Summe TCDD		7,9	6,2	10	2,0	1,5	2,2	0,9	0,8	1,1
Summe PeCDD		10	7,4	14	2,3	1,8	2,8	0,8	0,4	1,1
Summe HxCDD		16	11	19	3,6	3,2	4,0	1,5	0,7	2,2
Summe HpCDD		22	17	28	4,5	3,6	5,2	1,5	0,5	2,0
Octachlordibenzo- <i>p</i> -dioxin		45	34	59	11	9,1	14	5,4	3,2	7,2
Summe PCDF		100	76	130	24	20	28	10	6	14
Summe PCDD		90	66	110	37	25	49	15	7	22
Summe PCDF/PCDD		188	140	240	60	45	76	25	13	35
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)		4,3	3,2	5,1	1,4	1,1	1,7	0,5	0,3	0,7
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)		3,9	3,0	4,7	1,3	1,0	1,5	0,5	0,2	0,6
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)		2,2	1,7	2,6	0,70	0,55	0,88	0,27	0,14	0,38
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)		2,5	1,9	2,9	0,80	0,61	1,0	0,30	0,15	0,42
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)		2,3	1,7	2,7	0,8	0,6	1,0	0,29	0,14	0,41

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

Standort	Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
		ng/kg TM					
	Summe TCDF	2,3	1,8	3,3	5,2	2,4	8,1
	Summe PeCDF	1,4	1,1	1,5	1,2	0,8	1,5
	Summe HxCDF	1,8	1,5	2,0	2,0	1,5	2,2
	Summe HpCDF	2,0	1,8	2,1	2,2	1,8	2,5
	Octachlordibenzofuran	2,5	2,2	2,6	2,9	2,5	3,3
	Summe TCDD	0,6	0,5	0,6	0,8	0,5	1,1
	Summe PeCDD	0,4	0,2	0,6	0,5	0,3	0,7
	Summe HxCDD	1,7	1,4	1,9	1,9	1,1	2,4
	Summe HpCDD	2,4	2,1	2,7	3,1	2,6	4,0
	Octachlordibenzo-p-dioxin	7,9	7,6	8,2	8,1	7,8	8,9
	Summe PCDF	13	12	13	14	12	16
	Summe PCDD	9,9	8,9	11,0	13,4	9,4	17,0
	Summe PCDF/PCDD	23	21	24	28	22	33
	TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	0,27	0,25	0,29	0,28	0,25	0,31
	TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	0,28	0,26	0,30	0,31	0,26	0,34
	TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,21	0,20	0,23	0,22	0,19	0,25
	TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,23	0,22	0,25	0,25	0,20	0,28
	TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,23	0,21	0,24	0,24	0,20	0,28

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

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

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

Der Mittelwert der TEQ Werte der Tiroler Grünlandstandorte der AustroPOPs-Studie (0-5 cm) lag bei 1,4 ngTEQ/kg TM, und wird vom Grünlandstandort Gaimberg mit ca. 0,3 ngTEQ/kg TM unterschritten. Der Mittelwert der Tiroler AustroPOPs-Waldstandorte lag bei 2,4 ngTEQ/kg TM, und weist das selbe Niveau auf wie Gaimberg FW mit 2,3 ngTEQ/kg TM (BMLRT, 2021).

Werden die TEQ-Gehalte der PCDD/F und PCB summiert liegen in Gaimberg Landwirtschaft ca. 0,27 ngTEQ/kg TM, in Gaimberg Forstwirtschaft ca. 4,3 ngTEQ/kg TM vor und somit unter dem Schweizer Richtwert von 5 ngTEQ/kg TM für multifunktionale Nutzung (Tabelle 6 und Tabelle 7).

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

Vergleicht man die Summe PCDD/F des Waldstandort Gaimberg (Auflage) (188 ng/kg TM) mit dem Mittelwert der MONARPOP-Studie (OFFENTHALER et al, 2008) (314 ng/kg TM), so liegt dieser um ca. 40 % niedriger.

Aus früheren Studien (UMWELTBUNDESAMT 1998, 2002) ist bekannt, dass die Homologenverteilung der PCDD/F von Hintergrundstandorten einen charakteristischen Kurvenverlauf von einem anteilmäßig hohen Gehalt an hoch chlorierten Dioxinen und niederchlorierten Furanen sowie einem geringen Anteil an nieder chlorierten Dioxinen und hoch chlorierten Furanen aufweisen. Das Homologenmuster der beiden Standorte entspricht im Wesentlichen dieser Verteilung, wenn auch am Standort Gaimberg Forstwirtschaft (Auflage) die Gehalte höher liegen (Abbildung 1).

Die beiden untersuchten Standorte unterscheiden sich im Gesamtgehalt der einzelnen Homologensummen v.a. bei der Summe TCDF sowie bei den OCDD. Hier weist der Grünlandstandort Gaimberg, v.a. die Teilproben A und B höhere Gehalte auf (5-10 cm) (Tabelle 22). Die höchsten Gehalte liegen im Mineralhorizont 0-5 cm am Waldstandort vor, das im Vergleich zum Jahr 2012 auf Verlagerung vom Auflagehorizont schließen lässt.

Waren bei der Untersuchung 2013 die Anteile von Hepta- und Octadioxin auffällig erhöht, das auf die Emissionen von Hausbrand schließen ließ (Umweltbundesamt, 2013), ist 2022 diese Auffälligkeit nur mehr teilweise gegeben. Auffallend ist ein relativ hoher OCDF Gehalt am Standort Gaimberg Forstwirtschaft, besonders in der Tiefenstufe 0-5 cm, was auf relativ hohe Verlagerungsraten vom Auflagehumus schließen lässt.

Abbildung 1: Homologenverteilung der PCDD/F am Standort BDF Gaimberg Forstwirtschaft (1a) und BDF Gaimberg Landwirtschaft (1b), eigene Darstellung

Abb. 1a
BDF Gaimberg
Forstwirtschaft

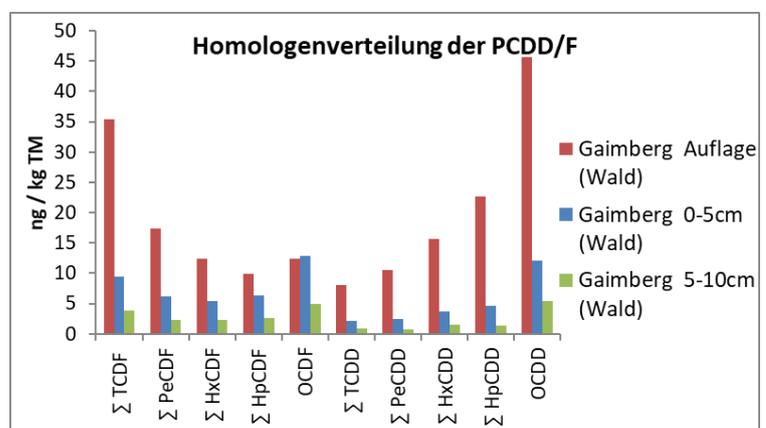
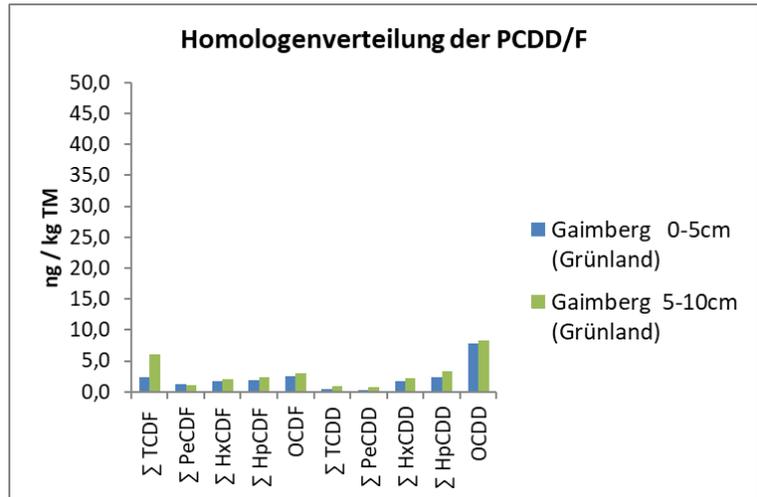


Abb. 1b

BDF Gaimberg
Landwirtschaft

2.4 Pflanzenschutzmittelrückstände

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

2.4.1 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 wurden 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) (auch als Summe DDX dargestellt) analysiert.

Von den 24 Organochlorverbindungen wurden im Waldboden von Gaimberg im Auflagehorizont 11 Substanzen, in der Tiefenstufe 0 bis 5 cm 10 Substanzen und in der Tiefenstufe 5-10 cm sieben Substanzen nachgewiesen. Im Grünlandboden von Gaimberg wurden keine dieser Substanzen nachgewiesen.

Die höchsten Werte von HCB (0,74 µg/kg), HCBd (0,84 µg/kg), *beta*-HCH (0,41 µg/kg), *cis*-Chlordan (0,07 µg/kg), Pentachlorbenzol (0,26 µg/kg), Pentachlornitrobenzol (0,6 µg/kg) und Summe DDX (3,17 µg/kg) wurden im Auflagehorizont von Gaimberg Forstwirtschaft festgestellt.

Dieldrin (0,25 µg/kg), HCB (0,5 µg/kg), *beta*-HCH sowie die Summe DDX (1,86 µg/kg) konnten auch in der Tiefenstufe 5-10 cm nachgewiesen werden (Tabelle 8).

Tabelle 8: Ausgewählte OCP-Gehalte der BDF Gaimberg Forstwirtschaft (n = 4)

	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm				
	NG	BG	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM										
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,02	n.n.	0,07	0,013	n.n.	0,05	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,06	n.n.	0,25
Hexachlorbenzol	0,05	0,1	0,34	n.n.	0,74	0,17	n.n.	0,58	0,13	n.n.	0,5
Hexachlorbutadien	0,25	0,5	0,21	n.n.	0,84	0,23	n.n.	0,9	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,07	n.n.	0,26	0,05	n.n.	0,19	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	0,15	n.n.	0,6	0,13	n.n.	0,51	n.n.	n.n.	n.n.
<i>beta</i> -HCH	0,1	0,2	0,16	n.n.	0,41	0,10	n.n.	0,4	0,06	n.n.	0,24
<i>o,p'</i> -DDD	0,05	0,1	0,03	n.n.	0,11	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<i>p,p'</i> -DDD	0,05	0,1	0,04	n.n.	0,14	0,06	n.n.	0,22	0,03	n.n.	0,13
<i>o,p'</i> -DDE	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<i>o,p'</i> -DDT	0,05	0,1	0,30	n.n.	0,66	0,14	n.n.	0,57	0,10	n.n.	0,41
<i>p,p'</i> -DDE	0,05	0,1	0,84	0,19	1,6	0,64	0,19	1,4	0,30	n.n.	0,85
<i>p,p'</i> -DDT	0,05	0,1	0,33	n.n.	0,66	0,07	n.n.	0,16	0,12	n.n.	0,47
Summe DDX	0,05	0,1	1,53	0,19	3,17	0,91	0,19	2,35	0,55	0,00	1,86

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

Weitere Pflanzenschutzmittelrückstände konnten mittels LC/MS (4-CPA; Atrazin-2-hydroxy und Terbutylazin-2-hydroxy) sowie GC/MS (Anthrachinon) detektiert werden:

- 4-CPA (bis 0,058 mg/kg TM) (4-Chlorphenoxyessigsäure)
- Atrazin-2-hydroxy (<0,010 mg/kg TM)
- Terbutylazin-2-hydroxy (<0,010 mg/kg TM)
- Anthrachinon (bis 0,037 mg/kg TM)

Die höchsten Werte wurden beim Herbizid 4-CPA (4-Chlorphenoxyessigsäure) mit 0,058 mg/kg TM im Auflagehorizont von Gaimberg Forstwirtschaft festgestellt, das in drei von vier Einzelproben (A, B und C) über der Bestimmungsgrenze detektiert wurde. Dieses Herbizid wird zur Wachstumshemmung eingesetzt. Weiters wurden im Auflagehorizont Atrazin-2-hydroxy sowie Terbutylazin-2-hydroxy in drei von vier Einzelproben (B, C und D) nachgewiesen, jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/kg TM. Atrazin-2-hydroxy stellt ein Abbauprodukt von Atrazin sowie von Ametryn dar, Terbutylazin-2-hydroxy stellt ein Abbauprodukt von Terbutylazin sowie von Terbutryn dar (Harada et al. 2006).

Anthrachinon (0,019 bis 0,037 mg/kg TM) konnte als einzige Substanz in allen vier Einzelproben (A, B, C, D) des Auflagehorizontes Gaimberg Forstwirtschaft detektiert werden. Der einzige Nachweis in der Tiefenstufe 0-5 cm konnte auch für Anthrachinon (<0,01) erbracht werden. Die EU-Kommission entzog am 20. Januar 2009 auf Empfehlung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) Anthrachinon die Zulassung als Pflanzenschutzmittel aufgrund von Gesundheitsbedenken für Anwender und Verbraucher (EFSA, 2012).

Alle anderen Substanzen, die mit der Multimethode LC/MS gemessen wurden (in Gaimberg Landwirtschaft 694, in Gaimberg Forstwirtschaft 352 Substanzen) sind bei den mit der Methode erreichbaren Nachweisgrenzen nicht nachweisbar. Der Unterschied bei der Anzahl der Substanzen ergibt sich aufgrund starker Matrixeffekte im Auflagehorizont.

Beim Pflanzenschutzmittelscreening 2012 wurden 517 Substanzen gescreent, wovon Diphenylamin nachgewiesen (<BG) werden konnte. 2022 wurden 694 Substanzen am Grünlandstandort und 352 Substanzen am Waldstandort gescreent, wobei keine bzw. vier Substanzen detektiert werden konnten.

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, (2012): Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels (MRLs) for anthraquinone according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2761>

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

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

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

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

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. (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
- Ougier E., Fiore K., Rousselle Ch., Assunção R., Martins C., Buekers J. (2022): Burden of osteoporosis and costs associated with human biomonitoring cadmium exposure in three European countries: France, Spain and Belgium; *Int J Hyg Environ Health*. DOI: 10.1016/j.ijheh.2021.113747
- 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.
- Tratnik J. S., Kocman D., Horvat M. et al. (2022): Cadmium exposure in adults across Europe: Results from the HBM4EU Aligned Studies survey 2014–2020; *International Journal of Hygiene and Environmental Health*; Volume 246, September 2022; <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114050>.
- UBA (2016): Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe - Umweltschädlich! Giftig! Vermeidbar? Umweltbundesamt Dessau, Roßlau. Deutschland.
- UMWELTBUNDESAMT (1998): Weiss, P.: Persistente organische Schadstoffe in Hintergrund-Waldgebieten Österreichs. Monographien, Bd. M-97. Umweltbundesamt, Wien. S.242.
- UMWELTBUNDESAMT (2002): Weiss, P.: Organische Schadstoffe an entlegenen Waldstandorten Sloweniens und Kärntens. Berichte, Bd. BE-195, Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2003): Freudenschuß, A.: Organische Schadstoffe in Böden – Auswertung aus dem Bodeninformationssystem BORIS (unveröffentlicht).

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

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

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

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

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

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

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

4 ANHANG

Tabelle 9: : PAH-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Labornummer	2209 07592	2209 07595	2209 07598	2209 07601	2209 07593	2209 07596	2209 07599	2209 07602	2209 07594	2209 07597	2209 07600	2209 07603
	Gaimberg FW Auflage				Gaimberg FW 0-5 cm				Gaimberg FW 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	3	6,6	<BG	3,6	<BG	<BG	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthen	0,6	0,93	0,53	0,68	<BG	<BG	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthylen	1,4	1,2	1,3	0,95	<BG	<BG	<BG	n.n.	<BG	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	0,94	<BG	0,83	0,79	<BG	<BG	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Anthracen	1,3	1,4	0,8	0,91	0,72	0,69	0,18	0,4	0,33	n.n.	0,17	n.n.
Phenanthren	22	18	20	17	5	6,1	2,7	2,6	2,6	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthen	43	33	41	29	10	12	6,7	5,6	5,3	3,1	1,7	1,9
Pyren	25	20	22	17	7,3	9,2	5,2	4,1	3,8	2,6	1,3	1,4
Benzo(a)anthracen	8,5	7	7,2	5,9	3,6	4,4	2,3	1,9	1,8	1,2	1	<BG
Chrysen	26	24	22	19	7,5	9,3	4,3	4,1	4	2,6	1,6	1,5
Benzo(b)fluoranthen	20	17	16	17	9,4	12	6,1	5,5	5	3,7	2	2,5
Benzo(k)fluoranthen	8,9	6,1	7,4	6	3,9	4,5	2,6	2	2	1,5	0,92	0,73
Benzo(a)pyren	9,8	8,6	8,2	7,3	5,5	6,4	3,7	2,9	2,6	2	1,3	1,1
Dibenzo(a,h)anthracen	2,6	2,6	1,9	2,2	1,6	1,8	0,64	0,82	0,74	<BG	<BG	n.n.
Benzo(g,h,i)perylene	13	12	11	10	6,7	7,7	4,3	3,5	3,5	2,6	1,3	1,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	11	12	9,1	9,3	5,9	7	3,7	3,1	3,1	2,1	1,2	1,2
Summe 16 EPA PAH	200	170	170	150	67	81	43	37	35	21	13	12
Summe 6 PAH	106	89	93	79	41	50	27	23	22	15	8	9

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

Tabelle 10: PAH-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Landwirtschaft

Labornummer	2209 07604	2209 07606	2209 07608	2209 07610	2209 07605	2209 07607	2209 07609	2209 07611
	Gaimberg LW 0-5 cm				Gaimberg LW 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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Acenaphthylen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoren	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Anthracen	0,19	0,21	0,21	0,21	0,35	0,23	0,34	0,24
Phenanthren	n.n.	2,8	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Fluoranthen	4,6	5,7	4,5	6,2	4,8	4,9	5,1	3,7
Pyren	4,8	5,4	3,9	5,5	4,4	5,2	4,2	3,4
Benzo(a)anthracen	4,7	3,4	4,6	5,4	3,8	4	3,5	2,6
Chrysen	4,3	4,4	3,4	4,9	4,6	4,8	4,1	3,2
Benzo(b)fluoranthen	5,7	5,9	4,3	6	7,3	6,6	6,4	5,1
Benzo(k)fluoranthen	3,7	3,7	3	3,6	3,4	3,8	2,9	2,1
Benzo(a)pyren	5,3	4,7	3,4	5	5,4	6,2	4,9	3,6
Dibenzo(a,h)anthracen	0,82	0,76	0,52	0,83	1,2	0,94	1,2	0,93
Benzo(g,h,i)perylene	5,6	5,6	3,9	5,5	5,6	6,4	5,3	4,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	4,7	4,7	3,2	4,6	5,2	5,5	4,8	3,9
Summe 16 EPA PAH	44	47	35	48	46	49	43	33
Summe 6 PAH	30	30	22	31	32	33	29	23

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

Tabelle 11: : Statistische Kennwerte der PAH-Gehalte der Gaimberg Forstwirtschaft

Standort Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
Naphthalin	3,6	1,3	6,6	0,95	0,65	1,25	0,65	0,65	0,65
Acenaphthen	0,7	0,5	0,9	0,15	0,07	0,23	0,07	0,07	0,07
Acenaphthylen	1,2	1,0	1,4	0,18	0,06	0,22	0,10	0,06	0,22
Fluoren	0,7	0,3	0,9	0,22	0,10	0,35	0,10	0,10	0,10
Anthracen	1,1	0,8	1,4	0,50	0,18	0,72	0,16	0,07	0,33
Phenanthren	19	17	22	4,1	2,6	6,1	1,1	0,65	2,6
Fluoranthen	37	29	43	8,6	5,6	12,0	3,0	1,7	5,3
Pyren	21	17	25	6,5	4,1	9,2	2,3	1,3	3,8
Benzo(a)anthracen	7,2	5,9	8,5	3,1	1,9	4,4	1,1	0,4	1,8
Chrysen	23	19	26	6,3	4,1	9,3	2,4	1,5	4,0
Benzo(b)fluoranthen	18	16	20	8,3	5,5	12,0	3,3	2,0	5,0
Benzo(k)fluoranthen	7,1	6,0	8,9	3,3	2,0	4,5	1,3	0,73	2,0
Benzo(a)pyren	8,5	7,3	9,8	4,6	2,9	6,4	1,8	1,1	2,6
Dibenzo(a,h)anthracen	2,3	1,9	2,6	1,2	0,6	1,8	0,31	0,06	0,74
Benzo(g,h,i)perylene	12	10	13	5,6	3,5	7,7	2,2	1,3	3,5
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	10	9	12	4,9	3,1	7,0	1,9	1,2	3,1
Summe 16 EPA PAH	173	150	200	57	37	81	20	12	35
Summe 6 PAH	91	77	107	35	23	50	13	8	22
Fluoranthen	37	29	43	8,6	5,6	12,0	3,0	1,7	5,3
Benzo(b)fluoranthen	18	16	20	8,3	5,5	12,0	3,3	2,0	5,0
Benzo(k)fluoranthen	7,1	6,0	8,9	3,3	2,0	4,5	1,3	0,7	2,0
Benzo(a)pyren	8,5	7,3	9,8	4,6	2,9	6,4	1,8	1,1	2,6
Benzo(g,h,i)perylene	12	10	13	5,6	3,5	7,7	2,2	1,3	3,5
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	10	9	12	4,9	3,1	7,0	1,9	1,2	3,1
Summe 6 PAH	91	77	107	35	23	50	13	8	22

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

Tabelle 12: Statistische Kennwerte der PAH-Gehalte der Gaimberg Landwirtschaft

Standort Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
Naphthalin	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65	0,65
Acenaphthen	0,1	0,1	0,1	0,07	0,07	0,07
Acenaphthylen	0,2	0,2	0,2	0,22	0,22	0,22
Fluoren	0,1	0,1	0,1	0,10	0,10	0,10
Anthracen	0,2	0,2	0,2	0,29	0,23	0,35
Phenanthren	1,2	0,7	2,8	1,25	1,25	1,25
Fluoranthren	5,3	4,5	6,2	4,6	3,7	5,1
Pyren	4,9	3,9	5,5	4,3	3,4	5,2
Benzo(a)anthracen	4,5	3,4	5,4	3,5	2,6	4,0
Chrysen	4,3	3,4	4,9	4,2	3,2	4,8
Benzo(b)fluoranthren	5,5	4,3	6,0	6,4	5,1	7,3
Benzo(k)fluoranthren	3,5	3,0	3,7	3,1	2,1	3,8
Benzo(a)pyren	4,6	3,4	5,3	5,0	3,6	6,2
Dibenzo(a,h)anthracen	0,7	0,5	0,8	1,1	0,9	1,2
Benzo(g,h,i)perylen	5,2	3,9	5,6	5,4	4,4	6,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	4,3	3,2	4,7	4,9	3,9	5,5
Summe 16 EPA PAH	44	35	48	43	33	49
Summe 6 PAH	28	22	32	29	23	34
Fluoranthren	5,3	4,5	6,2	4,6	3,7	5,1
Benzo(b)fluoranthren	5,5	4,3	6,0	6,4	5,1	7,3
Benzo(k)fluoranthren	3,5	3,0	3,7	3,1	2,1	3,8
Benzo(a)pyren	4,6	3,4	5,3	5,0	3,6	6,2
Benzo(g,h,i)perylen	5,2	3,9	5,6	5,4	4,4	6,4
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	4,3	3,2	4,7	4,9	3,9	5,5
Summe 6 PAH	28	22	32	29	23	34

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 13: PCB-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Labornummer	2209 07592	2209 07595	2209 07598	2209 07601	2209 07593	2209 07596	2209 07599	2209 07602	2209 07594	2209 07597	2209 07600	2209 07603
	Gaimberg FW Auflage				Gaimberg FW 0-5 cm				Gaimberg FW 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)	0,07	0,06	0,09	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,07	0,05	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,32	0,29	0,25	0,23	0,09	0,07	0,06	0,06	0,04	0,05	0,03	0,05
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	1,7	2	1,3	1,5	0,23	0,56	0,4	0,32	0,22	0,21	0,1	0,17
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,3	2,6	1,7	2	0,58	0,74	0,56	0,43	0,31	0,29	0,14	0,24
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	1,5	1,7	1,1	1,3	0,39	0,46	0,35	0,28	0,18	0,17	0,07	0,13
Summe NDL - PCB (LB)	6,0	6,7	4,6	5,1	1,4	1,9	1,4	1,2	0,80	0,77	0,39	0,66

Tabelle 14: PCB-Gehalte der Einzelanalysen BDF Gaimberg Landwirtschaft

Labornummer	2209 07604	2209 07606	2209 07608	2209 07610	2209 07605	2209 07607	2209 07609	2209 07611
	Gaimberg LW 0-5 cm				Gaimberg LW 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	µg/kg TM				µg/kg TM			
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,05
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,10
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Summe NDL - PCB (LB)	0,34	0,26	0,27	0,28	0,26	0,28	0,25	0,34

Tabelle 15: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte von Gaimberg Forstwirtschaft (BDF)

Standort Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM								
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,06	0,05	0,09	0,039	0,031	0,049	0,029	0,027	0,035
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,06	0,05	0,07	0,035	0,030	0,045	0,029	0,024	0,034
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,27	0,23	0,32	0,069	0,055	0,093	0,042	0,031	0,049
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	1,63	1,30	2,00	0,378	0,230	0,560	0,174	0,095	0,220
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,15	1,70	2,60	0,578	0,430	0,740	0,245	0,140	0,310
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	1,40	1,10	1,70	0,370	0,280	0,460	0,138	0,073	0,180
Summe PCB 6	5,6	4,6	6,7	1,5	1,2	1,9	0,66	0,39	0,80

Tabelle 16: Statistische Kennwerte der PCB-Gehalte von Gaimberg Landwirtschaft (BDF)

Standort Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max
	µg/kg TM					
PCB 28 (2,4,4'-Trichlorbiphenyl)	0,038	0,025	0,049	0,034	0,021	0,053
PCB 52 (2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl)	0,032	0,024	0,040	0,027	0,020	0,037
PCB 101 (2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl)	0,031	0,025	0,042	0,030	0,022	0,042
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)	0,065	0,061	0,075	0,064	0,060	0,069
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,080	0,077	0,088	0,086	0,081	0,096
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	0,042	0,039	0,045	0,041	0,039	0,042
Summe PCB 6	0,29	0,26	0,34	0,28	0,25	0,34

Tabelle 17: DL-PCB Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Labornummer	2209 07592	2209 07595	2209 07598	2209 07601	2209 07593	2209 07596	2209 07599	2209 07602	2209 07594	2209 07597	2209 07600	2209 07603
	Gaimberg FW Auflage				Gaimberg FW 0-5 cm				Gaimberg FW 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM				ng/kg TM				ng/kg TM			
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	45	49	34	39	9,6	12	8,5	7,2	5,5	5,3	3,4	4,6
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	1,5	1,7	1,2	1,4	0,45	0,47	0,37	0,3	0,28	0,24	0,17	0,21
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	17	20	12	15	4,5	6,1	4,1	3,2	2,1	2,1	0,89	1,5
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	2,2	2,8	1,6	2,2	0,99	1	0,86	0,64	0,5	0,44	0,28	0,39
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	140	170	100	120	32	39	26	21	16	16	8,5	13
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	3,4	5,5	3,3	4,3	1,4	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	270	280	200	230	59	57	40	36	29	28	15	24
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	35	11	27	32	2,7	4,8	1,3	1	n.n.	n.n.	n.n.	1,5
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	170	200	120	140	42	51	40	30	22	19	8,8	14
PCB 157 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	30	33	19	26	9,3	10	6,2	5,7	4,2	3,7	1,9	3,3
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	96	110	71	85	29	32	26	19	12	13	5,9	9,9
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	35	39	26	29	12	13	9,5	7,3	4,7	4,7	2,2	3,2
Summe DL-PCB	845	922	615	724	203	226	163	131	96	92	47	76
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	1,8	2,1	1,3	1,6	0,49	0,65	0,45	0,35	0,23	0,22	0,1	0,16
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	1,9	2,2	1,3	1,7	0,5	0,67	0,46	0,36	0,23	0,23	0,1	0,17

Tabelle 18: DL-PCB Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Landwirtschaft

Labornummer	2209 07604	2209 07606	2209 07608	2209 07610	2209 07605	2209 07607	2209 07609	2209 07611
	Gaimberg LW 0-5 cm				Gaimberg LW 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM				ng/kg TM			
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)	2,9	2,4	2,5	2,3	2,4	2,6	2,1	2,4
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)	0,11	0,12	0,13	0,11	0,14	0,13	0,11	0,15
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	0,43	0,44	0,39	0,42	0,48	0,46	0,46	0,48
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	0,38	0,36	0,35	0,4	0,44	0,45	0,44	0,41
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)	6,4	6,4	7,7	6,7	6,1	7,4	5,8	6,7
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	17	11	12	11	12	13	10	16
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	5,6	5,6	5,1	4,9	4,9	5,4	5	5,5
PCB 157 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)	1,8	1,4	1,3	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)	4,2	3,9	3,2	3,9	3,6	4	3,8	3,7
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)	1,9	1,8	1,3	1,2	1,3	1,5	1,5	1,3
Summe DL-PCB	41	33	34	32	33	36	30	38
TEQ - PCB WHO 05 (UB)	0,056	0,056	0,051	0,055	0,062	0,06	0,06	0,062
TEQ - PCB WHO 98 (UB)	0,054	0,054	0,049	0,052	0,058	0,057	0,056	0,059

Tabelle 19: Statistische Kennwerte der DL-PCB Gehalte der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Standort	Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
ng/kg TM										
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)		42	34	49	9	7	12	4,7	3,4	5,5
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)		1,5	1,2	1,7	0,40	0,30	0,47	0,2	0,2	0,3
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		16	12	20	4	3	6,1	1,6	0,9	2,1
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)		2,2	1,6	2,8	0,87	0,64	1,0	0,4	0,3	0,5
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)		133	100	170	30	21	39	13	8,5	16
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		4,1	3,3	5,5	0,35	0,00	1,4	0,0	0,0	0,0
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		245	200	280	48	36	59	24	15	29
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		26	11	35	2,5	1,0	4,8	0,4	0,0	1,5
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)		158	120	200	41	30	51	16,0	8,8	22
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)		27	19	33	7,8	5,7	10	3,3	1,9	4,2
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)		91	71	110	27	19	32	10	5,9	13
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)		32	26	39	10,5	7,3	13,0	3,7	2,2	4,7
Summe DL-PCB 12 (ng/kg TM)		777	599	946	181	131	230	78	47	99
TEQ - PCB WHO 05 (UB)		1,7	1,3	2,1	0,5	0,4	0,7	0,2	0,1	0,2
TEQ - PCB WHO 98 (UB)		1,8	1,3	2,2	0,5	0,4	0,7	0,2	0,1	0,2

Tabelle 20: Statistische Kennwerte der DL-PCB-Gehalte der BDF Gaimberg Landwirtschaft

Standort	Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
ng/kg TM							
PCB 77 (3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl)		2,5	2,3	2,9	2,4	2,1	2,6
PCB 81 (3,4,4',5-Tetrachlorbiphenyl)		0,12	0,11	0,13	0,13	0,11	0,15
PCB 126 (3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		0,42	0,39	0,44	0,47	0,46	0,48
PCB 169 (3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)		0,37	0,35	0,40	0,44	0,41	0,45
PCB 105 (2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl)		6,8	6,4	7,7	6,5	5,8	7,4
PCB 114 (2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 118 (2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		13	11	17	12,8	10	16
PCB 123 (2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl)		n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 156 (2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl)		5,3	4,9	5,6	5,2	4,9	5,5
PCB 157 (2,3,3',4,4',5'-Hexachlorbiphenyl)		1,4	1,2	1,8	1,3	1,2	1,4
PCB 167 (2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl)		3,8	3,2	4,2	3,8	3,6	4
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl)		1,6	1,2	1,9	1,4	1,3	1,5
Summe DL-PCB 12 (ng/kg TM)		35	31	42	34	30	39
TEQ - PCB WHO 05 (UB)		0,055	0,051	0,056	0,061	0,060	0,062
TEQ - PCB WHO 98 (UB)		0,052	0,049	0,054	0,058	0,056	0,059

Tabelle 21: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Labornummer	2209 07592	2209 07595	2209 07598	2209 07601	2209 07593	2209 07596	2209 07599	2209 07602	2209 07594	2209 07597	2209 07600	2209 07603
	Gaimberg FW Auflage				Gaimberg FW 0-5 cm				Gaimberg FW 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			
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,26	0,28	0,14	0,2	0,08	0,08	n.n.	0,06	0,05	n.n.	0,02	0,03
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,4	1,6	1,1	1,4	0,54	0,59	0,41	0,32	0,19	0,21	0,04	0,15
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	9,4	13	7,3	8,7	2,6	2,3	1,1	1,7	0,97	n.n.	n.n.	n.n.
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,89	0,78	0,55	0,8	0,23	0,23	0,14	0,2	0,13	0,08	0,05	0,11
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,67	0,96	0,62	0,7	0,37	0,3	0,24	0,19	0,18	0,13	0,06	0,11
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,61	0,65	0,47	0,63	0,22	0,19	0,18	0,14	0,11	0,08	0,04	0,06
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,57	0,58	0,42	0,52	0,14	0,16	0,08	0,12	0,05	0,05	n.n.	0,06
Octachlordibenzo-p-dioxin	44	59	34	41	14	13	9,1	9,6	7,20	5,90	3,20	5,1
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	2,9	3,1	2,1	2,9	0,81	0,84	0,72	0,53	0,4	0,34	0,18	0,25
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,2	1,5	0,92	1,2	0,45	0,47	0,35	0,23	0,14	0,11	0,06	0,09
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,5	1,6	0,99	1,4	0,74	0,82	0,57	0,43	0,35	0,31	0,11	0,22
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,2	1,2	0,85	1,1	0,48	0,55	0,38	0,28	0,26	0,16	0,09	0,16
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,1	1,2	0,82	1,1	0,47	0,55	0,4	0,32	0,29	0,23	0,11	0,16
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	n.n.	0,09	n.n.	0,07	n.n.	0,08	n.n.	0,04	n.n.	n.n.	0,03	n.n.
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	7,4	7,6	5,2	6,7	5	5,5	3,2	2,8	2,5	2,3	0,73	1,4
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,67	0,69	0,48	0,64	0,49	0,62	0,3	0,3	0,27	0,28	0,06	0,19
Octachlordibenzofuran	15	12	10	13	14	16	8,4	7,1	6,7	6,3	1,9	4,2
Summe PCDD	100	130	76	95	28	27	20	20	14	11	5,6	9,5
Summe PCDF	92	110	66	90	42	49	30	25	22	19	7,3	13
Summe PCDF/PCDD	190	240	140	180	70	76	50	45	35	30	13	22
Summe TCDD	7,9	10	6,2	7,4	2,2	2,2	2	1,5	1,1	0,92	0,78	0,92
Summe PeCDD	10	14	7,4	9,5	2,8	2,7	1,9	1,8	1,1	0,84	0,44	0,73
Summe HxCDD	17	19	11	17	4	3,9	3,2	3,2	2,2	1,7	0,7	1,2
Summe HpCDD	23	28	17	21	5,2	5,2	3,6	3,8	2	1,7	0,54	1,6
Summe TCDF	35	45	26	37	9,3	11	8,1	6,1	5,3	3,9	2,4	3
Summe PeCDF	16	23	13	17	6,4	7	5,3	3,9	2,9	2,7	1,1	1,9
Summe HxCDF	14	14	9	13	5,7	6,5	4	3,7	3,3	2,7	0,93	1,8
Summe HpCDF	11	11	7,7	9,8	6,8	7,9	4,5	3,8	3,4	3,2	1,1	1,9
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	4,1	4,7	3,0	3,8	1,3	1,5	1,0	0,9	0,61	0,53	0,24	0,43
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	4,5	5,1	3,2	4,2	1,4	1,7	1,1	0,97	0,66	0,57	0,25	0,46
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,4	2,6	1,7	2,2	0,82	0,88	0,55	0,55	0,38	0,3	0,14	0,26
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	2,7	2,9	1,9	2,5	0,93	1,0	0,64	0,61	0,42	0,34	0,15	0,29
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,4	2,7	1,7	2,3	0,89	0,95	0,62	0,57	0,41	0,33	0,14	0,27

Tabelle 22: PCDD/F-Gehalte der Einzelanalysen BDF Gaimberg Landwirtschaft

Labornummer	2209 07604	2209 07606	2209 07608	2209 07610	2209 07605	2209 07607	2209 07609	2209 07611
	Gaimberg LW 0-5 cm				Gaimberg LW 5-10 cm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
	ng/kg TM				ng/kg TM			
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,09	0,12	0,1	0,08	0,15	0,13	0,11	0,06
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	0,99	1,1	0,89	1,1	1,9	1,3	1,3	1,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,08	0,13	0,09	0,13	0,14	0,13	0,11	0,11
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,14	0,08	0,12	0,09	0,2	0,09	0,11	0,14
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,11	0,09	0,06	0,11	0,12	0,07	0,07	0,1
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,06	n.n.
Octachlordibenzo-p-dioxin	8,2	7,6	7,9	7,7	8,9	8	7,8	7,8
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,3	0,16	0,19	0,21	0,16	0,14	0,15	0,14
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,09	0,05	0,08	0,09	0,11	0,11	0,09	0,07
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,25	0,18	0,17	0,23	0,18	0,23	0,21	0,19
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,14	0,14	0,1	0,13	0,13	0,11	0,14	0,11
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,14	0,15	0,12	0,16	0,18	0,16	0,13	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,06	n.n.	n.n.	0,04
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	1,2	1,3	1,1	1,3	1,6	1,4	1,4	1,3
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,12	0,12	0,11	0,13	0,12	0,14	0,15	0,12
Octachlordibenzofuran	2,6	2,6	2,4	2,2	3,3	2,6	3	2,5
Summe PCDD	13	13	12	13	16	15	14	12
Summe PCDF	11	9,5	8,9	10	17	16	11	9,4
Summe PCDF/PCDD	24	23	21	23	33	31	25	22
Summe TCDD	0,55	0,59	0,46	0,64	1,1	1,1	0,62	0,49
Summe PeCDD	0,41	0,3	0,24	0,62	n.n.	n.n.	0,71	0,29
Summe HxCDD	1,7	1,9	1,4	1,7	2,4	2,4	1,8	1,1
Summe HpCDD	2,1	2,7	2,2	2,5	4	3,2	2,6	2,6
Summe TCDF	3,3	1,8	1,8	2,4	7,9	8,1	2,4	2,4
Summe PeCDF	1,5	1,1	1,4	1,4	1,2	0,77	1,5	1,2
Summe HxCDF	1,7	1,8	1,5	2	2,2	2,1	2	1,5
Summe HpCDF	1,8	2,1	1,8	2,1	2,5	2,2	2,2	1,8
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	0,29	0,27	0,25	0,27	0,31	0,27	0,3	0,25
TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	0,3	0,29	0,26	0,28	0,34	0,3	0,32	0,26
TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,23	0,21	0,2	0,21	0,25	0,21	0,24	0,19
TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,25	0,23	0,22	0,23	0,28	0,24	0,26	0,2
TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,24	0,23	0,21	0,22	0,28	0,24	0,24	0,2

Tabelle 23: Statistische Kennwerte der PCDD/F Gehalte der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Standort	Parameter	Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
		ng/kg TM								
	2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0,22	0,14	0,28	0,05	0,00	0,08	0,03	0,02	0,05
	2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,4	1,1	1,6	0,47	0,32	0,59	0,15	0,04	0,21
	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	9,6	7,3	13,0	1,9	1,1	2,6	1,0	1,0	1,0
	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,76	0,55	0,89	0,20	0,14	0,23	0,09	0,05	0,13
	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,74	0,62	0,96	0,28	0,19	0,37	0,12	0,06	0,18
	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,59	0,47	0,65	0,18	0,14	0,22	0,07	0,04	0,11
	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0,52	0,42	0,58	0,12	0,08	0,16	0,05	0,05	0,06
	Octachlordibenzo-p-dioxin	45	34	59	11	9,1	14	5,4	3,2	7,2
	2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	2,8	2,1	3,1	0,73	0,53	0,84	0,29	0,18	0,40
	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	1,2	0,92	1,5	0,38	0,23	0,47	0,10	0,06	0,14
	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,4	0,99	1,6	0,64	0,43	0,82	0,25	0,11	0,35
	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,1	0,85	1,2	0,42	0,28	0,55	0,17	0,09	0,26
	2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	1,1	0,82	1,2	0,44	0,32	0,55	0,20	0,11	0,29
	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,08	0,07	0,09	0,06	0,04	0,08	0,03	0,03	0,03
	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	6,7	5,2	7,6	4,1	2,8	5,5	1,7	0,7	2,5
	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,62	0,48	0,69	0,43	0,30	0,62	0,20	0,06	0,28
	Octachlordibenzofuran	13	10	15	11	7,1	16	4,8	1,9	6,7
	Summe PCDD	100	76	130	24	20	28	10	6	14
	Summe PCDF	90	66	110	37	25	49	15	7	22
	Summe PCDF/PCDD	188	140	240	60	45	76	25	13	35
	Summe TCDD	7,9	6,2	10	2,0	1,5	2,2	0,9	0,8	1,1
	Summe PeCDD	10	7,4	14	2,3	1,8	2,8	0,8	0,4	1,1
	Summe HxCDD	16	11	19	3,6	3,2	4,0	1,5	0,7	2,2
	Summe HpCDD	22	17	28	4,5	3,6	5,2	1,5	0,5	2,0
	Summe TCDF	36	26	45	8,6	6,1	11	3,7	2,4	5,3
	Summe PeCDF	17	13	23	5,7	3,9	7,0	2,2	1,1	2,9
	Summe HxCDF	13	9,0	14	5,0	3,7	6,5	2,2	0,9	3,3
	Summe HpCDF	9,9	7,7	11	5,8	3,8	7,9	2,4	1,1	3,4
	TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	4,3	3,2	5,1	1,4	1,1	1,7	0,5	0,3	0,7
	TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	3,9	3,0	4,7	1,3	1,0	1,5	0,5	0,2	0,6
	TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	2,2	1,7	2,6	0,70	0,55	0,88	0,27	0,14	0,38
	TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	2,5	1,9	2,9	0,80	0,61	1,0	0,30	0,15	0,42
	TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	2,3	1,7	2,7	0,8	0,6	1,0	0,29	0,14	0,41

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

Standort	Parameter	Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 5-10 cm		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
		ng/kg TM					
	2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin	0	0	0	0	0	0
	2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,10	0,08	0,12	0,11	0,06	0,15
	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzo-p-dioxin	1,02	0,89	1,10	1,40	1,10	1,90
	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,11	0,08	0,13	0,12	0,11	0,14
	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,11	0,08	0,14	0,14	0,09	0,20
	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin	0,09	0,06	0,11	0,09	0,07	0,12
	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin	0	0	0	0,06	0,06	0,06
	Octachlordibenzo-p-dioxin	7,9	7,6	8,2	8,1	7,8	8,9
	2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	0,22	0,16	0,30	0,15	0,14	0,16
	1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	0,08	0,05	0,09	0,09	0,07	0,11
	1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,21	0,17	0,25	0,20	0,18	0,23
	1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,13	0,10	0,14	0,12	0,11	0,14
	2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	0,14	0,12	0,16	0,14	0,10	0,18
	1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,06
	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	1,2	1,1	1,3	1,4	1,3	1,6
	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	0,12	0,11	0,13	0,13	0,12	0,15
	Octachlordibenzofuran	2,5	2,2	2,6	2,9	2,5	3,3
	Summe PCDD	13	12	13	14	12	16
	Summe PCDF	9,9	8,9	11,0	13,4	9,4	17,0
	Summe PCDF/PCDD	23	21	24	28	22	33
	Summe TCDD	0,6	0,5	0,6	0,8	0,5	1,1
	Summe PeCDD	0,4	0,2	0,6	0,5	0,3	0,7
	Summe HxCDD	1,7	1,4	1,9	1,9	1,1	2,4
	Summe HpCDD	2,4	2,1	2,7	3,1	2,6	4,0
	Summe TCDF	2,3	1,8	3,3	5,2	2,4	8,1
	Summe PeCDF	1,4	1,1	1,5	1,2	0,8	1,5
	Summe HxCDF	1,8	1,5	2,0	2,0	1,5	2,2
	Summe HpCDF	2,0	1,8	2,1	2,2	1,8	2,5
	TEQ - PCDD/F-PCB WHO 05 (UB)	0,27	0,25	0,29	0,28	0,25	0,31
	TEQ - PCDD/F-PCB WHO 98 (UB)	0,28	0,26	0,30	0,31	0,26	0,34
	TEQ - PCDD/F WHO 05 (UB)	0,21	0,20	0,23	0,22	0,19	0,25
	TEQ - PCDD/F WHO 98 (UB)	0,23	0,22	0,25	0,25	0,20	0,28
	TEQ - PCDD/F I-TEF (UB)	0,23	0,21	0,24	0,24	0,20	0,28

Tabelle 25: OCP-Gehalte der Einzelanalysen der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Labornummer	NG	BG	Gaimberg FW Auflage				Gaimberg FW 0-5 cm				Gaimberg FW 5-10 cm			
			2209 07592	2209 07595	2209 07598	2209 07601	2209 07593	2209 07596	2209 07599	2209 07602	2209 07594	2209 07597	2209 07600	2209 07603
Probenbezeichnung			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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 0,20	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.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,07	n.n.	n.n.	< 0,05	n.n.	n.n.	0,05	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,25	n.n.	n.n.
Endrin	0,1	0,2	< 0,20	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 0,20	n.n.	n.n.	< 0,20	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	0,74	0,11	n.n.	0,51	0,11	n.n.	0,58	< 0,10	n.n.	0,5	n.n.	n.n.
Hexachlorbutadien	0,25	0,5	0,84	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,9	n.n.	n.n.	< 0,50	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.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,26	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,19	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	0,6	n.n.	n.n.	< 0,50	n.n.	n.n.	0,51	n.n.	n.n.	< 0,50	n.n.	n.n.
trans-Chlordan	0,025	0,05	< 0,05	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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-HCH	0,1	0,2	0,41	n.n.	n.n.	0,23	n.n.	n.n.	0,4	n.n.	n.n.	0,24	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.
gamma-HCH (Lindan)	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.
o,p'-DDD	0,05	0,1	n.n.	n.n.	n.n.	0,11	n.n.	n.n.	< 0,10	n.n.	n.n.	< 0,10	n.n.	n.n.
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,14	n.n.	n.n.	< 0,10	n.n.	n.n.	0,22	n.n.	n.n.	0,13	n.n.	n.n.
o,p'-DDE	0,05	0,1	< 0,10	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	0,55	< 0,10	n.n.	0,66	< 0,10	n.n.	0,57	n.n.	n.n.	0,41	< 0,10	n.n.
p,p'-DDE	0,05	0,1	1,6	0,36	0,19	1,2	0,57	0,19	1,4	0,41	< 0,10	0,85	0,24	0,1
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,53	0,12	< 0,10	0,66	0,16	n.n.	0,13	n.n.	n.n.	0,47	< 0,10	n.n.

Tabelle 26: OCP-Gehalte der Einzelanalysen BDF Gaimberg Landwirtschaft

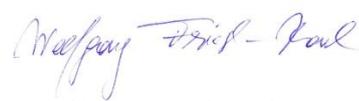
Labornummer	NG	BG	Gaimberg LW 0-5 cm				Gaimberg LW 5-10 cm			
			2209 07604	2209 07606	2209 07608	2209 07610	2209 07605	2209 07607	2209 07609	2209 07611
Probenbezeichnung			A	B	C	D	A	B	C	D
			µg/kg TM				µg/kg TM			
Aldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
alpha-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
beta-Endosulfan	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.
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.
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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbutadien	0,25	0,5	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.
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.
alpha-HCH	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.
delta-HCH	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.
o,p'-DDD	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.
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'-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.	n.n.	n.n.	n.n.

Tabelle 27: Statistische Kennwerte der OCP Gehalte der BDF Gaimberg Forstwirtschaft

Standort Parameter			Gaimberg FW Auflage			Gaimberg FW 0-5 cm			Gaimberg FW 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.
beta-Endosulfan	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
cis-Chlordan	0,025	0,05	0,02	n.n.	0,07	0,01	n.n.	0,05	n.n.	n.n.	n.n.
Dieldrin	0,1	0,2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,06	n.n.	0,25
Endrin	0,1	0,2	n.n.	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.
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	0,34	n.n.	0,74	0,17	n.n.	0,58	0,13	n.n.	0,5
Hexachlorbutadien	0,25	0,5	0,21	n.n.	0,84	0,23	n.n.	0,90	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.
Pentachlorbenzol	0,05	0,1	0,07	n.n.	0,26	0,048	n.n.	0,19	n.n.	n.n.	n.n.
Pentachlornitrobenzol	0,25	0,5	0,15	n.n.	0,60	0,13	n.n.	0,51	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.	n.n.
alpha-HCH	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	0,16	n.n.	0,41	0,1	n.n.	0,4	0,06	n.n.	0,24
delta-HCH	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	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.
p,p'-DDD	0,05	0,1	0,035	n.n.	0,14	0,055	n.n.	0,22	0,033	n.n.	0,13
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	0,30	n.n.	0,66	0,14	n.n.	0,57	0,10	n.n.	0,41
p,p'-DDE	0,05	0,1	0,84	0,19	1,6	0,64	0,19	1,4	0,30	n.n.	0,85
p,p'-DDT	0,05	0,1	0,33	n.n.	0,66	0,07	n.n.	0,16	0,12	n.n.	0,47

Tabelle 28: Statistische Kennwerte der OCP-Gehalte der BDF Gaimberg Landwirtschaft

Standort Parameter			Gaimberg LW 0-5 cm			Gaimberg LW 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.
beta-Endosulfan	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	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	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Hexachlorbutadien	0,25	0,5	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.
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.
alpha-HCH	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.
delta-HCH	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.
o,p'-DDD	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.
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'-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.	n.n.	n.n.	n.n.



Wien, 15. Dezember 2022

Dr. Wolfgang Friesl-Hanl