

Prüfbericht Nr. 5211.01125.100.01

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Projektauftrag:	Analyse von persistenten organischen Schadstoffen, Quecksilber und Methylquecksilber in Muttermilch-Einzelproben
Auftraggeber:	Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien, 3003 Bern Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
Prüfobjekt:	54 Muttermilchproben, 1 Poolprobe
Ihr Auftrag vom:	30. Oktober 2015
Eingang des Prüfobjektes:	Juli 2015 bis Juli 2016
Ausführung der Prüfung:	24.11.2016 – 23.11.2018
Anzahl Seiten:	-77-

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Dübendorf, 30. November 2018

Prüfleiter:
Markus Zennegg



Abteilungsleiter:
PD Dr. Davide Bleiner



1 Prüfbjekte

Anzahl und Sammelmenge der Milchproben waren auf die Teilnahme am WHO-Monitoringprogramm ausgerichtet. Zwischen Juli 2015 und Juli 2016 wurden insgesamt 54 Milchproben erhoben, nämlich 3 Proben am Insel Spital Bern, 10 am Spitalzentrum in Biel, 2 im Kantonsspital Fribourg, 20 im Spital in Morges, sowie 19 am Universitätsspital in Basel. Die Probemengen – für die WHO-Studie sind 50 mL verlangt – lagen zwischen 24 und 130 g. Die Proben wurden nach Erhalt bei -20°C tiefgekühlt eingelagert. Die Prüfbjekte sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Die Probenerhebung erfolgte durch Tanja Guadalupe Känzig, als Teil ihrer Masterarbeit als Ärztin (Master of Medicine), welche am 4. September 2016 am Inselelspital in Bern eingereicht wurde.

Tabelle 1: Prüfbjekte (01.01... Bern; 02.01...Biel; 03.01...Fribourg; 04.01... Morges; 09.01...Basel)

Probenbezeichnung	Alter der Mutter	Datum Einverständnis	Nettogewicht (g)
01.01.	30.5	09.02.2016	90.5
01.02.	29.3	08.03.2016	65.5
01.03.	30.2	24.08.2016	58.2
02.01.	21.1	18.06.2015	104.5
02.02.	29.6	24.07.2015	117.6
02.03.	30.8	02.07.2015	106.8
02.04.	24.7	03.07.2015	103.1
02.05.	22.6	03.07.2015	46.1
02.06.	28.5	18.08.2015	52.3
02.07.	27.4	15.08.2015	69.1
02.08.	26.8	26.11.2015	63.9
02.09.	28.3	03.12.2015	67.5
02.10.	k.A.	k.A.	52.3
03.01.	23.3	26.10.2015	61.9
03.02.	25.1	13.08.2016	65.6
04.01.	27.8	18.07.2015	69.9
04.02.	21.9	24.07.2015	75.6
04.03.	27.9	25.07.2015	68.5
04.04.	28.6	13.08.2015	75.1
04.05.	24.3	13.08.2015	62.4
04.06.	29.1	17.08.2015	85.1
04.07.	27.7	07.09.2015	45.1
04.08.	30.5	22.09.2015	64.3
04.09.	29.9	01.10.2015	70.7
04.10.	24.5	05.10.2015	60.5
04.11.	23.2	08.10.2015	54.6
04.12.	29.2	22.10.2015	92.1
04.13.	30.4	27.10.2015	53.7
04.14.	29.7	19.11.2015	64.3
04.15.	25.8	21.12.2015	64.6
04.16.	28.1	05.01.2016	67.4
04.17.	21.4	29.01.2016	68.6
04.18.	26.7	11.02.2016	46.1
04.19.	27.9	07.03.2016	53.1
04.20.	26.2	10.03.2016	61.5

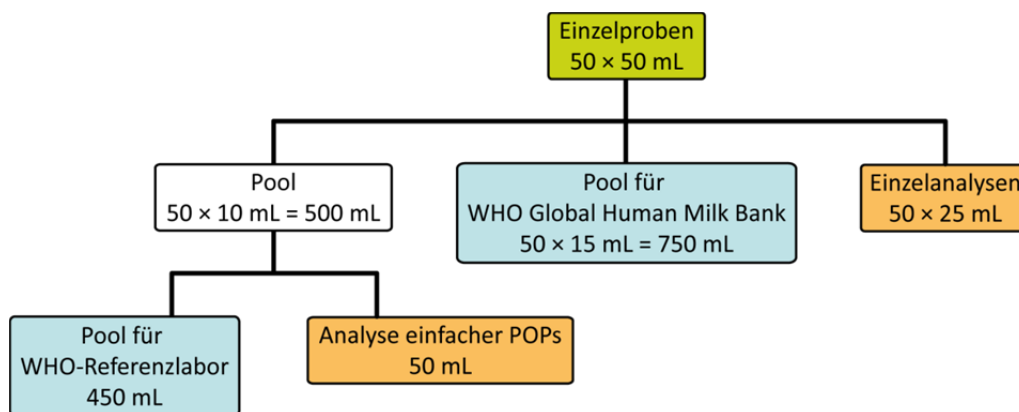
Probenbezeichnung	Alter der Mutter	Datum Einverständnis	Nettogewicht (g)
09.01.	28.3	25.09.2015	89.85
09.02.	29.7	29.09.2015	69.98
09.03.	25.2	26.10.2015	46.19
09.04.	24.1	09.11.2015	70.39
09.05.	26.3	18.11.2015	46.93
09.06.	25.5	23.11.2015	44.62
09.07.	23.7	15.01.2016	89.83
09.08.	24	08.02.2016	99.63
09.09.	27.4	21.02.2016	55.42
09.10.	26.5	23.03.2016	50.81
09.11.	28.2	10.03.2016	2 Plastikbeutel
09.12.	30.2	07.04.2016	80.27
09.13.	30.6	15.04.2016	24.20
09.14.	28.7	16.06.2016	43.40
09.15.	28.3	07.07.2016	54.46
09.19.	29.7	25.07.2016	130.3
09.20.	27.3	05.07.2016	64.57
09.21.	30.1	27.04.2016	65.02
09.22.	29	24.02.2016	66.15
Poolprobe			54.69

k.A. = keine Angaben. Zur Probe 02.10. liegen keine Angaben in Form eines Protokolls vor.

2 Herstellung der Poolprobe für das WHO-Referenzlabor

Die gesammelten Milchproben wurden bei -20°C gelagert bis die Probensammlung beendet war. Zur Herstellung der Mischprobe (Poolprobe) wurden die Einzelproben langsam über Nacht, im Kühlschrank bei 4°C und anschliessend bei Raumtemperatur aufgetaut. Danach wurden die Einzelproben für zehn Minuten gut geschüttelt und homogenisiert. Für die Mischprobe wurden von jeder Muttermilchprobe 10 mL entnommen und in einer, mit Lösemitteln gereinigten und über Nacht bei 450°C ausgeheizten Glasflasche mit Schraubverschluss zu einer Poolprobe vereinigt. Die Poolprobe wurde, bis zum Versand an das WHO-Referenzlabor in Freiburg im Breisgau, bei -20°C gelagert. Der Versand erfolgte in einer gekühlten Styroporbox als Eilsendung. Da von einigen Einzelproben nicht genug Probenmaterial gesammelt worden war, wurde auf die Erstellung einer Poolprobe für die „WHO-Global Human Milk Bank“ verzichtet. Dies auch zu Gunsten der Bestimmung vieler verschiedener Substanzen in den Einzelproben.

Abbildung 1: Aufteilung der Milchproben für den WHO-coordinated survey of human milk for persistent organic pollutants in cooperation with UNEP



3 Prüfung

3.1 Fettextraktion aus der Muttermilch

Das Fett wurde mittels einer Flüssig-flüssig-Extraktion aus der Milch extrahiert. Hierzu wurden, wo es möglich war, mindestens 40 mL jeder Milchprobe auf vier verschiedene 50-mL-Reagenzgläser aufgeteilt. Die Matrix wurde mit je 200 μL 35% Dikaliumoxalat-Lösung, 10 mL Ethanol, 5 mL Diethylether und 7 mL *n*-Pentan versetzt. Die Emulsion wurde gut geschüttelt und anschliessend ca. 10 Minuten bei 3000 rpm zentrifugiert. Nach der Phasentrennung wurde der Überstand in einen Spitzkolben überführt und die wässrige Phase nochmals mit je 7 mL *n*-Pentan extrahiert. Die Hauptmenge des Lösungsmittels, der vereinigten organischen Phasen, wurde am Rotationsverdampfer bis auf ca. 2–3 mL abdestilliert und danach mit gleicher Menge Reinstwasser (+2% Natriumsulfat) gewaschen. Anschliessend erfolgte die Filtration durch einen mit Natriumsulfat gefüllten Papierfaltenfilter in einen vortarierten Spitzkolben, wobei der Filter noch mehrmals mit *n*-Pentan nachgespült wurde. Das Lösungsmittel wurde am Rotationsverdampfer bis zur Trockene abdestilliert. Die Masse an zurückbleibendem Fett wurde gravimetrisch bestimmt.

3.2 Prüfverfahren für PCB, PCDD/F und PBDE

Wo es möglich war wurden zwei Gramm Fett für die quantitative Bestimmung der PCB, PCDD/F und PBDE verwendet. Das Fett wurde mit den isotoopenmarkierten internen PCB, PCDD/F und PBDE Standards versetzt und mit *n*-Hexan auf ca. 9 mL verdünnt. Anschliessend wurde der Extrakt an drei verschiedenen Festphasen (1. saures, neutrales, basisches Kieselgel; 2. basischem Aluminiumoxid; 3. Aktivkohle) chromatographisch gereinigt. Dieser Schritt erfolgte auf dem Dioxinprobenaufreinigungssystem Dextech-Plus der Firma LC Tech. Die zwei Fraktionen wurden am Rotationsverdampfer bis auf ca. 1 mL aufkonzentriert und danach unter Begasung mit Stickstoff auf ca. 30 µL eingengt. Nach Zugabe der Recoverystandards erfolgte die quantitative Bestimmung der PCDD/F, i-PCB, dl-PCB und PBDE mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS). Hierzu wurden zwei hochauflösende GC-MS-Systeme verwendet (Magnetsektorfeldgerät MAT95 GC-MS; Q-Exactive Orbitrap GC-MS).

3.3 Prüfverfahren für Pestizide

Wo noch vorhanden wurden 0.5 g Fett mit einer Mischung von isotoopenmarkierten Pestizid Standards versetzt und mit Ethylacetat : Cyclohexan 1 : 1 bis auf ca. 5 mL verdünnt. Die Fettabtrennung wurde mittels Gelpermeationschromatographie (GPC) auf einer mit Bio-Beads S-X3 gefüllten Chromatographiesäule durchgeführt. Die Elution erfolgte mit Ethylacetat : Cyclohexan 1 : 1 und einer Flussrate von 5 mL pro Minute. Die ersten 100 mL Eluent wurden verworfen und die Fraktion mit den Zielverbindungen von 101 bis 200 mL wurden gesammelt. Das Lösemittel wurde am Rotationsverdampfer bis auf ca. 1 mL abdestilliert und nach quantitativem Transfer in ein GC-Vial unter Stickstoffbegasung bis auf ca. 30 µL weiter eingengt. Nach Zugabe des Recoverystandards erfolgte die quantitative Bestimmung der Pestizide mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) auf dem Q-Exactive Orbitrap GC-MS.

3.4 Referenzmaterialien PCDD/F und PCB

Kalibrationsstandard:	Mischung aller 2,3,7,8-chlorsubstituierten PCDD und PCDF (EDF-7999, Cambridge Isotope Laboratories)
	Mischung der PCB 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189 (C-WHO-01, Accu Standards Inc.)
	Mischung der PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 (AE-00059, Accu Standards Inc.)
Wiederfindungsstandard:	¹³ C ₁₂ -1,2,7,8-TetraCDF (EF-1438, Cambridge Isotope Laboratories)
	¹³ C ₁₂ -PCB 70 (EC-4914, Cambridge Isotope Laboratories)
Interner Standard:	Mischung aller 17 ¹³ C ₁₂ -isotoopenmarkierten 2,3,7,8-chlorsubstituierten PCDD und PCDF (EDF-4067, Cambridge Isotope Laboratories)
	Mischung der ¹³ C ₁₂ -isotoopenmarkierten PCB 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189 (EC 4937, Cambridge Isotope Laboratories)
	Mischung der ¹³ C ₁₂ -isotoopenmarkierten PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 (EC 4058, Cambridge Isotope Laboratories)

3.5 Referenzmaterialien bromierte Flammschutzmittel

Kalibrationsstandard:	Mischung mit 27 PBDE (BDE-MXE, Wellington Laboratories) Decabrombiphenyl (BB-209, Wellington Laboratories) γ -Hexabromcyclododocan (γ -HBCD, ULM-4836-S, Cambridge Isotope Laboratories)
Wiederfindungsstandard:	$^{13}\text{C}_{12}$ -isotopenmarkiertes BDE-126 (EO-4930, Cambridge Isotope Laboratories)
Interner Standard:	Mischung $^{13}\text{C}_{12}$ -isotopenmarkierter PBDE (MBDE-MXC, Wellington Laboratories) $^{13}\text{C}_{12}$ -isotopenmarkiertes BDE-197, BDE-206, BDE-209 (MBDE-197, MBDE-206, MBDE-209, Wellington Laboratories) $^{13}\text{C}_{12}$ -isotopenmarkiertes Decabrombiphenyl (MBB-209, Wellington Laboratories) $^{13}\text{C}_{12}$ -isotopenmarkiertes γ -HBCD (MgHBCD, Wellington Laboratories) $^{13}\text{C}_6$ -isotopenmarkiertes Hexabrombenzol (MHBB, Wellington Laboratories)

3.6 Referenzmaterialien Pestizide

Kalibrationsstandard:	Expanded POPs Pesticides Calibration Solution CS6, unlabelled / ^{13}C labelled (CS-07-20096580, Campro Scientific) Dicofol (3378.14-100-CY, Chiron AS) Triclosan (Dr. Ehrenstorfer GmbH)
Wiederfindungsstandard:	$^{13}\text{C}_{12}$ -PCB 70 (EC-4914, Cambridge Isotope Laboratories)
Interner Standard:	Expanded POPs Pesticides Cleanup Spike (^{13}C -isotopenmarkierte Pestizide, CS-07-20094520, Campro Scientific) $^{13}\text{C}_{12}$ -isotopenmarkiertes Triclosan (CLM-6779-S, Cambridge Isotope Laboratories)

3.7 Prüfmittel PCDD/F und PCB

Gaschromatograph:	Finnigan Trace GC Ultra mit Autosampler TriPlus AS
Kapillarsäule PCDD/Fs:	60m × 0.25 mm DB-DXN, Filmdicke 0.15 µm
Kapillarsäule PCBs:	25m × 0.25 mm Restek HT8, Filmdicke 0.25 µm
Massenspektrometer:	Doppelfokussierendes Massenspektrometer Finnigan MAT 95, ausgerüstet mit Systemsteuerungs- und Applikationssoftware Xcalibur 1.4.

3.8 Prüfbedingungen PCDD/F

Trägergas:	Helium, 200 kPa
Injektion:	3 µL splitlos bei 260°C
Temperaturprogramm:	100 °C (1 min), 20 °C min ⁻¹ bis 220 °C, 2 °C min ⁻¹ bis 270 °C (60 min)
Quellentemperatur:	220 °C
Ionisierung:	Elektronenstoss (EI), Detektion der positiven Ionen
Elektronenenergie:	70 eV
Massenauflösung:	m/Δm = 8'000 (10 % Tal)
Einzelionendetektion:	Es wurden jeweils die m/z-Werte der beiden häufigsten Isotopenkombinationen der nativen und ¹³ C ₁₂ -markierten PCDD/PCDF im Molekülionencluster registriert.

3.9 Prüfbedingungen PCB

Trägergas:	Helium, 100 kPa
Injektion:	3 µL splitlos bei 260°C
Temperaturprogramm:	100 °C (1 min), 20 °C min ⁻¹ bis 200 °C, 5 °C min ⁻¹ bis 300 °C (5 min.)
Quellentemperatur:	220 °C
Ionisierung:	Elektronenstoss (EI), Detektion der positiven Ionen
Elektronenenergie:	70 eV
Massenauflösung:	m/Δm = 8'000 (10 % Tal)
Einzelionendetektion:	Es wurden jeweils die m/z-Werte der beiden häufigsten Isotopenkombinationen der nativen und ¹³ C ₁₂ -markierten PCB im Molekülionencluster registriert.

3.10 Prüfmittel BDE, Flammschutzmittel (FM), Pestizide

Gaschromatograph:	Thermo Scientific Trace GC 1310 mit Autosampler TriPlus RSH
Kapillarsäule BDEs+FM:	15m × 0.25 mm DB-5, Filmdicke 0.10 µm
Kapillarsäule Pestizide+FM:	30m × 0.25 mm DB-5, Filmdicke 0.25 µm
Massenspektrometer:	Q-Exactive Orbitrap GC/MS , ausgerüstet mit Systemsteuerungs- und Applikationssoftware Exactive Series 2.8 SP1, Xcalibur 4.0

3.11 Prüfbedingungen BDE

Trägergas:	Helium, 1.5 mL min ⁻¹ constant flow
Injektion:	1 µL splitlos bei 260°C
Temperaturprogramm:	100 °C (1 min), 10 °C min ⁻¹ bis 320 °C, 12 min. isotherm
Quellentemperatur:	250 °C
Ionisierung:	Elektronenstoss (EI), Detektion der positiven Ionen
Elektronenenergie:	70 eV
Massenauflösung:	m/Δm = 60'000 (bei m/z 200)
Fullscanmodus:	Es wurden jeweils die m/z-Werte zwischen 400 und 820 im Fullscanmodus registriert und die beiden häufigsten Isotopenkombinationen der nativen und ¹³ C ₁₂ -markierten BDE im Molekülionencluster für die quantitative Auswertung verwendet.

3.12 Prüfbedingungen Pestizide und einige FM

Trägergas:	Helium, 1.5 mL/min constant flow
Injektion:	1 µL splitlos bei 260°C
Temperaturprogramm:	100 °C (1 min), 20 °C min ⁻¹ bis 180 °C, 3 °C min ⁻¹ bis 280 °C
Quellentemperatur:	250 °C
Ionisierung:	Elektronenstoss (EI), Detektion der positiven Ionen
Elektronenenergie:	70 eV
Massenauflösung:	m/Δm = 60'000 (bei m/z 200)
Fullscanmodus:	Es wurden jeweils die m/z-Werte zwischen 200 und 650 im Fullscanmodus registriert und die beiden häufigsten Isotopenkombinationen der nativen und ¹³ C-markierten Pestizide und FM im Molekülionencluster, oder wo nicht möglich, eines intensiven Fragmentions, für die quantitative Auswertung verwendet.

3.13 Prüfverfahren für Quecksilber und Methylquecksilber

Die Bestimmung des Gehaltes an totalem Quecksilber (Tot-Hg) erfolgte in der Abteilung Advanced Analytical Technologies durch das Team von Renato Figi. Der interne Prüfbericht ist dem Anhang zu entnehmen. Die quantitative Bestimmung erfolgte in Anlehnung an die interne Labor-Arbeitsanweisung 160725 mittels Kaltdampftechnik FIMS-400.

Die Bestimmung von Methyl-Quecksilber (Me-Hg) wurde bei SGS in Belgien durchgeführt, der Prüfbericht ist ebenfalls im Anhang zu finden. Die quantitative Bestimmung erfolgte nach der Probenextraktion mittels GC-ICP-SF-MS unter Verwendung von isotoopenmarkiertem Me²⁰¹Hg.

3.14 Messunsicherheit und Nachweisgrenzen

Die quantitative Auswertung der GC-MS-Messungen erfolgte über die Signalflächen oder Signalhöhen in den Einzelionenchromatogrammen. Die Messunsicherheit beträgt erfahrungsgemäss ca. 20 %. Nachweisgrenzen wurden auf der Basis Signal/Rauschen = 3 berechnet.

3.15 Glaswaren und Chemikalien

Alle verwendeten Glaswaren wurden maschinell mit einem stark basischen Detergent gereinigt und danach über Nacht bei 450°C ausgeheizt. Vor gebrauch wurden sie zusätzlich mit reinstem Lösemittel (*n*-Hexan, Dichlormethan oder Toluol) vorgespült. Die verwendeten Chemikalien waren von einem Reinheitsgrad speziell für die Ultraspurenanalytik von POPs.

4 Resultate

4.1 Resultate zu i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ

Die Resultate zu den i-PCB und dl-PCB sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst und wurden auf zwei signifikante Stellen gerundet. Die Summenwerte wurden mit ungerundeten Werten berechnet und anschliessend auf zwei signifikante Stellen gerundet. Die Konzentrationen sind in ng/g Fett aufgelistet.

Der Summenwert der sechs **i-PCB** liegt zwischen **10 und 140 ng/g Fett**. Der Mittelwert und der Median liegen mit **42 bzw. 35 ng/g Fett** relativ nahe beieinander. Was den WHO-TEQ Wert betrifft so liegt die Bandbreite zwischen tiefen **0.71 pg/g Fett** und **6.9 pg/g Fett** (Angaben in der Tabelle 2 in ng/g Fett). Der Mittelwert und der Median liegen mit **2.9 pg/g Fett bzw. 2.5 pg/g Fett** relativ eng zusammen.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Resultate zu den i-PCB, dl-PCB und dem dl-PCB WHO-TEQ in ng/g Fett.

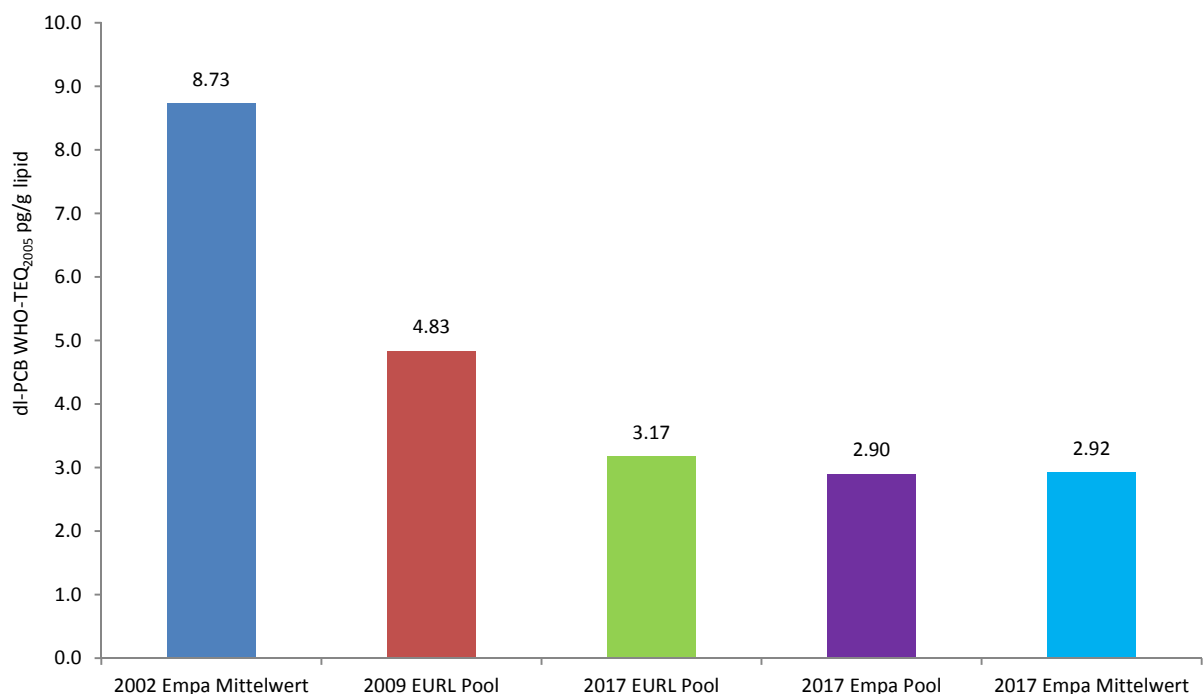
ng/g Fett	Mittelwert	Maximum	Minimum	Median
i-PCB				
28	0.88	3.0	0.24	0.68
52	0.25	1.2	0.080	0.17
101	0.46	1.4	0.16	0.34
138	12	44	2.9	10
153	19	66	4.7	17
180	8.7	28	2.1	6.5
Summe 6 i-PCB	42	140	10	35
77	0.0080	0.16	0.0017	0.0041
81	0.0047	0.044	0.00069	0.0026
105	1.1	5.1	0.19	0.87
114	0.22	0.98	0.053	0.17
118	5.2	19	1.1	4.3
123	0.064	0.30	0.0029	0.057
126	0.022	0.058	0.0058	0.019
156	2.3	7.9	0.38	1.9
157	0.56	2.0	0.095	0.38
167	0.62	1.8	0.12	0.55
169	0.011	0.029	0.0022	0.0088
189	0.18	0.58	0.026	0.14
Summe WHO-TEQ ₂₀₀₅ max. (dl-PCB)	0.0029	0.0069	0.00071	0.0025
Summe WHO-TEQ ₂₀₀₅ min. (dl-PCB)	0.0029	0.0069	0.00071	0.0025

Summe WHO-TEQ₂₀₀₅ max. = Upper bound (nicht nachgewiesene Kongenere werden mit der Nachweisgrenze in die Berechnung miteinbezogen)

Summe WHO-TEQ₂₀₀₅ min. = Lower bound (nur nachgewiesene Kongenere werden in die Berechnung miteinbezogen)

In Abbildung 2 sind die Resultate von älteren Studien aus dem Jahre 2002 (Empa) und 2009 (Poolprobe EURL) im Vergleich mit den Resultaten der aktuellen Untersuchung dargestellt. Das dl-PCB WHO-TEQ lag im Jahre 2002 mit 8.73 pg/g Fett deutlich höher als die folgenden Studien aus dem Jahre 2009 und 2017. Die Werte sanken zwischen 2002 und 2009 um beinahe die Hälfte (45%) auf 4.83 pg/g Fett und dies in ca. 7 Jahren. In den darauffolgenden 12 Jahren sank das dl-PCB WHO-TEQ nochmals um rund 34% von 4.83 auf 3.17 pg/g Fett, wenn die Resultate der EURL Poolproben miteinander verglichen werden. Die Reduktion beträgt ca. 40%, wenn die 2009er EURL Poolprobe mit der Empa Poolprobe von 2017 verglichen wird. Innerhalb von 15 Jahren, zwischen 2002 und 2017, sind die Gehalte somit um rund 67% gesunken. Dies ist ein sehr erfreuliches Resultat. Die Übereinstimmung der Poolproben von 2017 mit Werten von 3.17 pg/g Fett (EURL), 2.90 pg/g Fett (Empa Poolprobe) und 2.92 pg/g Fett (Empa Mittelwert) ist sehr gut. Die Abweichung liegt unterhalb von 10%.

Abbildung 2: dl-PCB WHO-TEQ Vergleich verschiedener Muttermilchuntersuchungen zwischen 2002 und 2017. Konzentrationsangaben in pg/g Fett.



In der Abbildung 3 wurde der dl-PCB WHO-TEQ Zeittrend als Exponentialfunktion dargestellt und daraus die Halbwertszeit (Kinetik 1. Ordnung) in der Muttermilch berechnet, d.h. die Zeit in welcher sich die Konzentration im Bioindikator Muttermilch um die Hälfte reduziert. Die Halbwertszeit für das dl-PCB WHO-TEQ beträgt somit ca. 10 Jahre.

In der Abbildung 4 ist derselbe Zeittrend als Exponentialfunktion für den Summenwert der i-PCB dargestellt. Die Halbwertszeit für diesen Summenparameter beträgt ca. 7.4 Jahre.

Abbildung 3: Konzentrationstrend des dl-PCB WHO-TEQ in Muttermilchproben zwischen 2002 und 2017, dargestellt als Exponentialfunktion, mit berechneter Halbwertszeit.

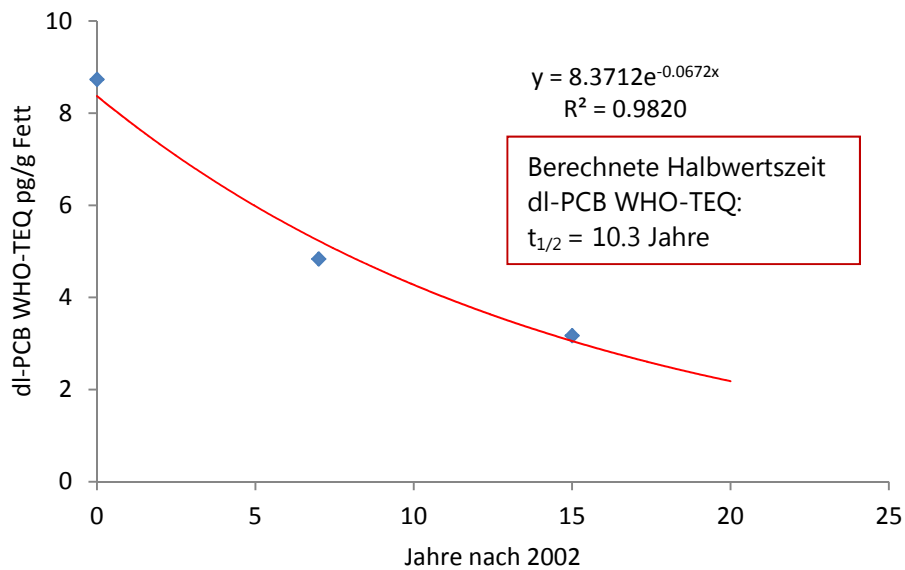
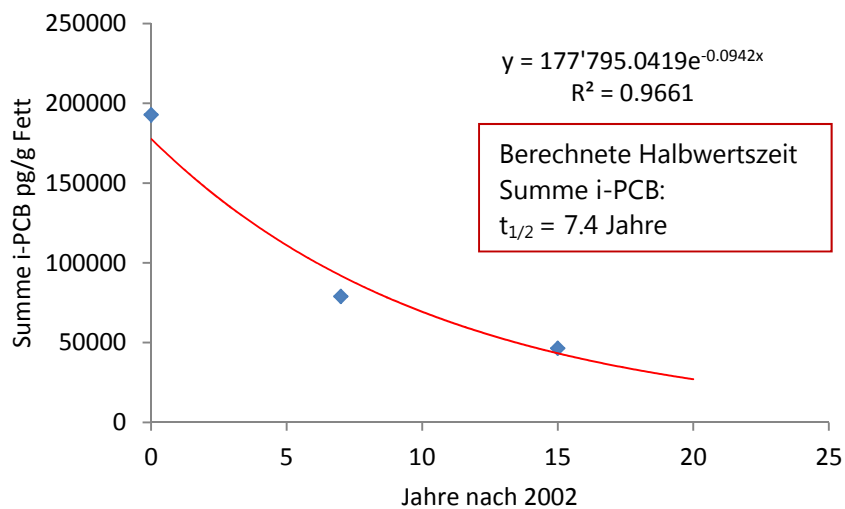
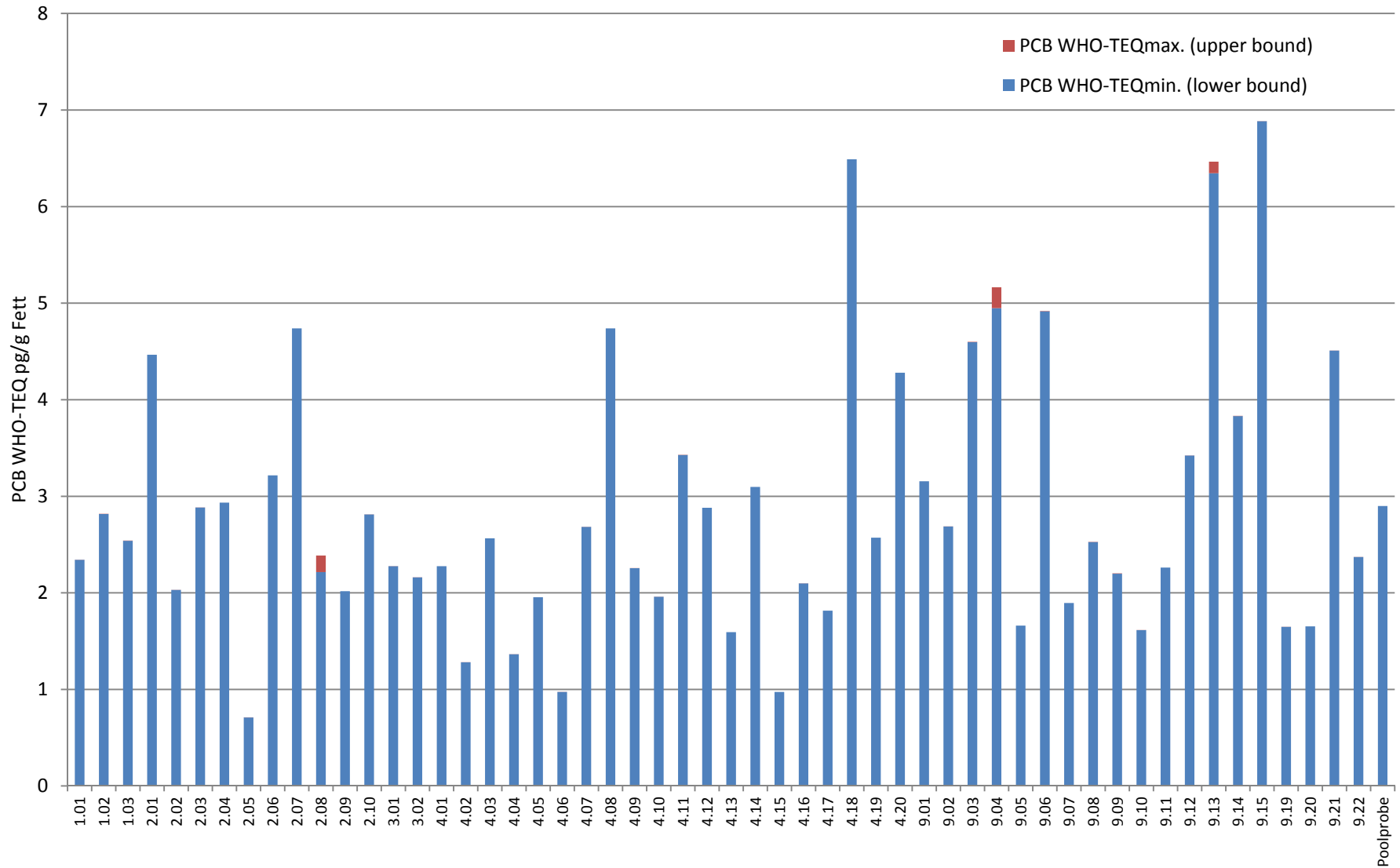


Abbildung 4: Konzentrationstrend des i-PCB Summenwertes in Muttermilchproben zwischen 2002 und 2017, dargestellt als Exponentialfunktion, mit berechneter Halbwertszeit.



In Abbildung 5 sind das dl-PCB WHO-TEQ_{max.} (upper bound) und das dl-PCB WHO-TEQ_{min.} (lower bound) für die untersuchten Muttermilchproben abgebildet. In fast allen Proben konnten die 12 dl-PCB Kongenere oberhalb der Nachweisgrenze bestimmt werden und somit besteht praktisch kein Unterschied zwischen dem upper bound und lower bound.

Abbildung 5: dl-PCB WHO-TEQmax. (upper bound) und WHO-TEQmin. (lower bound) in pg/g Fett



4.2 Resultate zu PCDD/F und PCDD/F WHO-TEQ

Die Resultate zu den PCDD/F sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst und wurden auf zwei signifikante Stellen gerundet. Die Summenwerte wurden mit ungerundeten Werten berechnet und anschliessend auf zwei signifikante Stellen gerundet. Die Konzentrationen sind in ng/g Fett aufgelistet.

Der WHO-TEQ_{max.} Wert (upper bound) liegt zwischen **1.9 pg/g Fett** und **7.4 pg/g Fett**. Der WHO-TEQ_{min.} Wert (lower bound) hat eine Bandbreite von **1.9 bis 7.1 pg/g Fett**. Der Mittelwert und der Median liegen mit **3.6 pg/g Fett bzw. 3.1 pg/g Fett** (upper bound) relativ eng beieinander.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Resultate zu PCDD/F Kongenerenkonzentration und PCDD/F WHO-TEQ in pg/g Fett.

pg/g Fett	Mittelwert	Maximum	Minimum	Median
PCDD/F				
2,3,7,8-TCDD	0.53	1.4	0.18	0.50
1,2,3,7,8-PeCDD	1.2	2.7	0.52	1.0
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.66	2.0	0.23	0.52
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.4	10	0.75	2.0
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.74	1.7	0.30	0.68
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5.1	24	1.4	3.2
OCDD	26	76	5.7	18
2,3,7,8-TCDF	0.39	1.1	0.041	0.36
1,2,3,7,8-PeCDF	0.36	0.76	0.11	0.34
2,3,4,7,8-PeCDF	3.4	6.8	1.3	3.1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.1	3.2	0.35	0.91
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.2	3.5	0.35	0.93
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.57	1.5	0.16	0.47
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.81	2.5	0.29	0.65
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	2.4	13	0.48	1.2
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1.1	3.8	0.17	0.82
OCDF	3.0	9.2	0.29	2.0
Summe WHO-TEQ ₂₀₀₅ max. (PCDD/F)	3.6	7.4	1.9	3.1
Summe WHO-TEQ ₂₀₀₅ min. (PCDD/F)	3.5	7.1	1.9	3.1

Summe WHO-TEQ₂₀₀₅ max. = Upper bound (nicht nachgewiesene Kongenere werden mit der Nachweisgrenze in die Berechnung miteinbezogen)

Summe WHO-TEQ₂₀₀₅ min. = Lower bound (nur nachgewiesene Kongenere werden in die Berechnung miteinbezogen)

In Abbildung 6 sind die Resultate von älteren Studien aus dem Jahre 2002 (Empa) und 2009 (Poolprobe EURL) im Vergleich mit den Resultaten der aktuellen Untersuchung dargestellt. Das PCDD/F WHO-TEQ lag im Jahre 2002 mit 13.3 pg/g Fett deutlich höher als die folgenden Studien aus dem Jahre 2009 und 2017. Die Werte sanken zwischen 2002 und 2009 um mehr als die Hälfte (62%) auf 5.04 pg/g Fett und dies in ca. 7 Jahren. In den darauffolgenden 12 Jahren sank das PCDD/F WHO-TEQ nochmals um rund 37% von 5.04 auf 3.19 pg/g Fett, wenn die Resultate der EURL Poolproben miteinander verglichen werden. Innerhalb von 15 Jahren, zwischen 2002 und 2017, sind die PCDD/F Gehalte somit um rund 76% gesunken, dies ist ein sehr erfreuliches Resultat. Die Übereinstimmung der Poolproben von 2017 mit Werten von 3.19 pg/g Fett (EURL), 3.24 pg/g Fett (Empa Poolprobe) ist sehr gut. Der Mittelwert (upper bound) der untersuchten Proben liegt mit 3.89 pg/g Fett leicht höher. Die Abweichung zum Wert der Poolprobe (EURL) liegt mit ca. 22% etwas höher als bei den PCB (<10%), dies ist darauf zurück zu führen, dass die Gehalte bei den PCDD/F oft unterhalb der Nachweisgrenze liegen und der upper bound somit höher ausfällt.

Abbildung 6: PCDD/F WHO-TEQ Vergleich verschiedener Muttermilchuntersuchungen zwischen 2002 und 2017. Konzentrationsangaben in pg/g Fett.

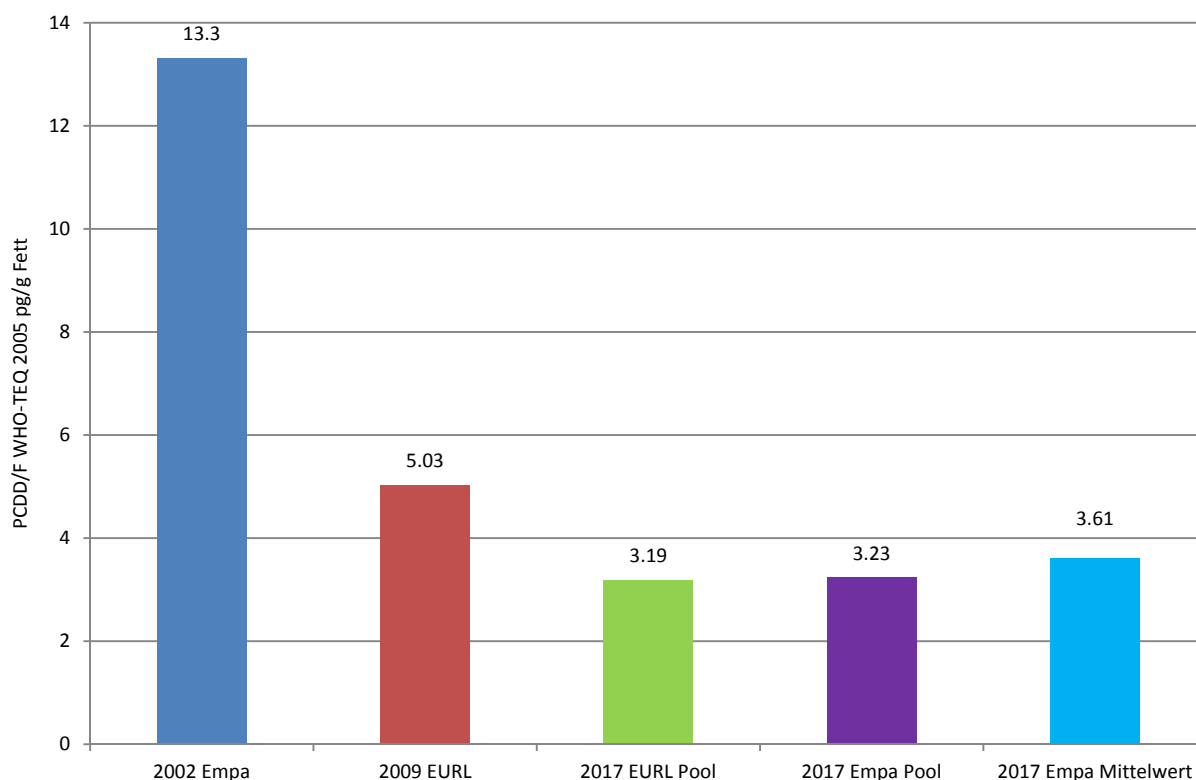
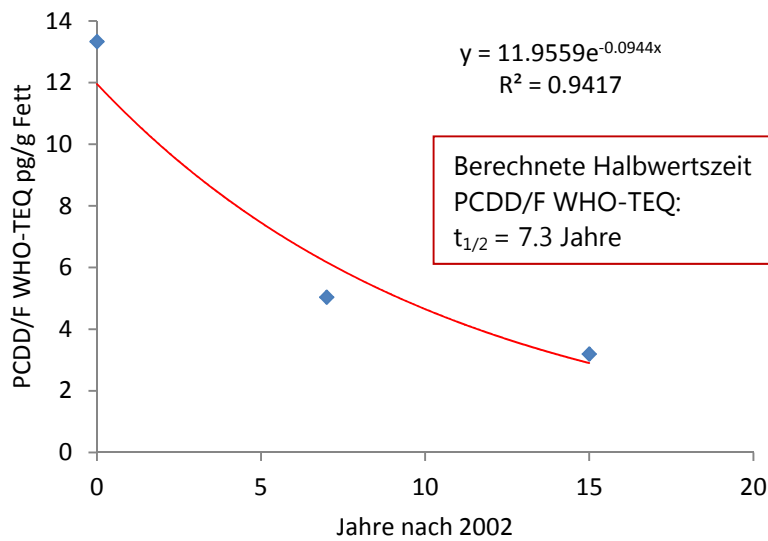


Abbildung 7: Konzentrationstrend des PCDD/F WHO-TEQ in Muttermilchproben zwischen 2002 und 2017, dargestellt als Exponentialfunktion, mit berechneter Halbwertszeit.



In der Abbildung 7 wurde der PCDD/F WHO-TEQ Zeittrend als Exponentialfunktion dargestellt und daraus die Halbwertszeit (Kinetik 1. Ordnung) in der Muttermilch berechnet, d.h. die Zeit in welcher sich die Konzentration im Bioindikator Muttermilch um die Hälfte reduziert. Die Halbwertszeit für das PCDD/F WHO-TEQ beträgt somit ca. 7.3 Jahre.

In der Abbildung 8 sind das PCDD/F WHO-TEQ_{max.} (upper bound) und WHO-TEQ_{min.} (lower bound) dargestellt. Leider war nicht von allen Proben genügend Fett vorhanden um die PCDD/F darin zu bestimmen. Aus diesem Grunde konnten für acht Proben keine Werte angegeben werden. Bei den meisten Proben ist der Unterschied zwischen upper bound und lower bound relativ gering und >90% des WHO-TEQ_{max.} waren nachweisbar. Die meisten 2,3,7,8-substituierten PCDD/F Konegenere konnten oberhalb der Nachweisgrenze bestimmt werden, wenn oft auch nur knapp darüber.

Abbildung 8: PCDD/F WHO-TEQmax. (upper bound) und WHO-TEQmin. (lower bound) in pg/g Fett

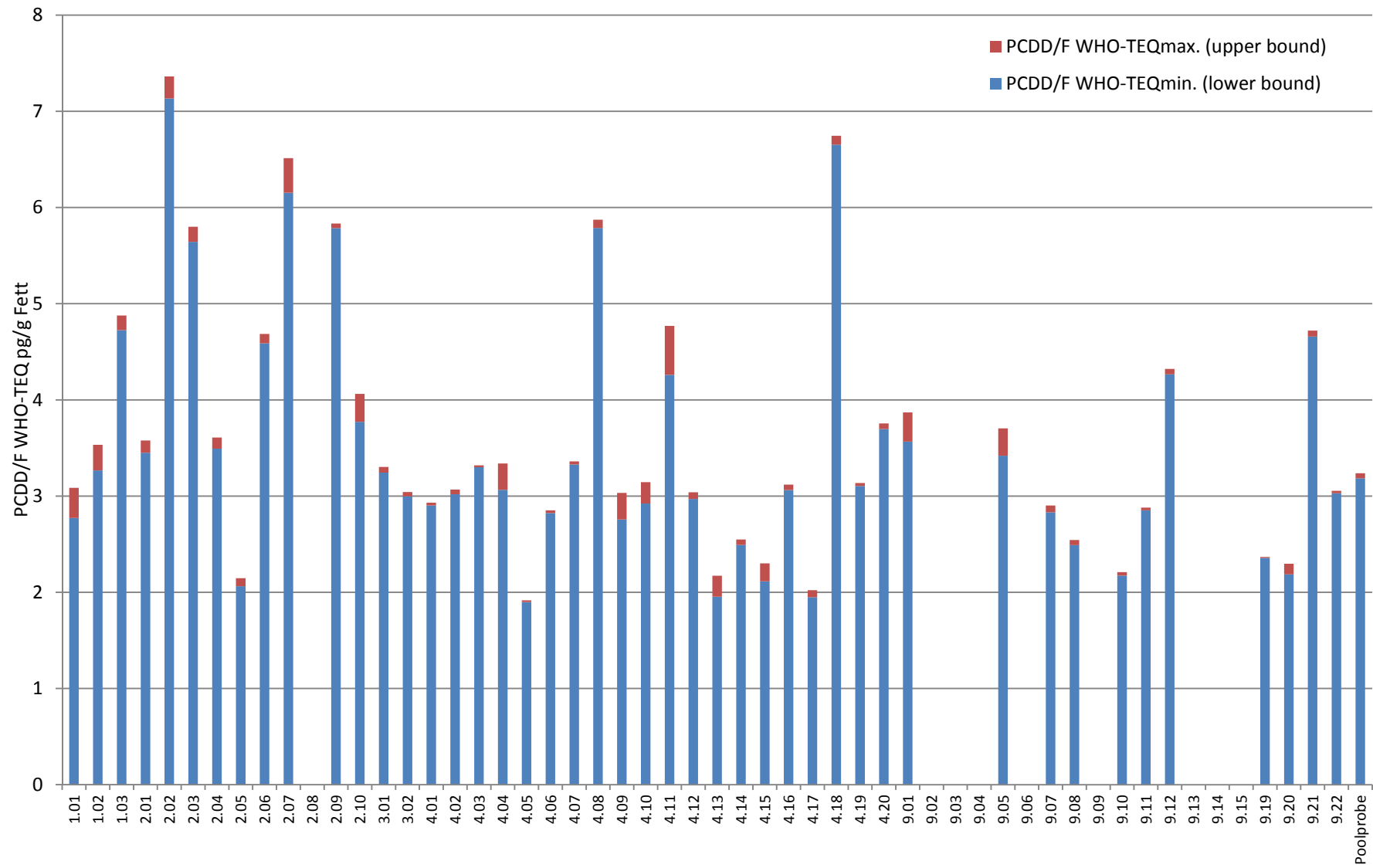


Abbildung 9: Summe des dl-PCB und PCDD/F WHO-TEQmax. (upper bound) und WHO-TEQmin. (lower bound) in pg/g Fett. Grüne Balken stehen für die Proben wo nur die dl-PCB, aber nicht die PCDD/F gemessen werden konnten und somit nur das dl-PCB WHO-TEQ vorliegt.

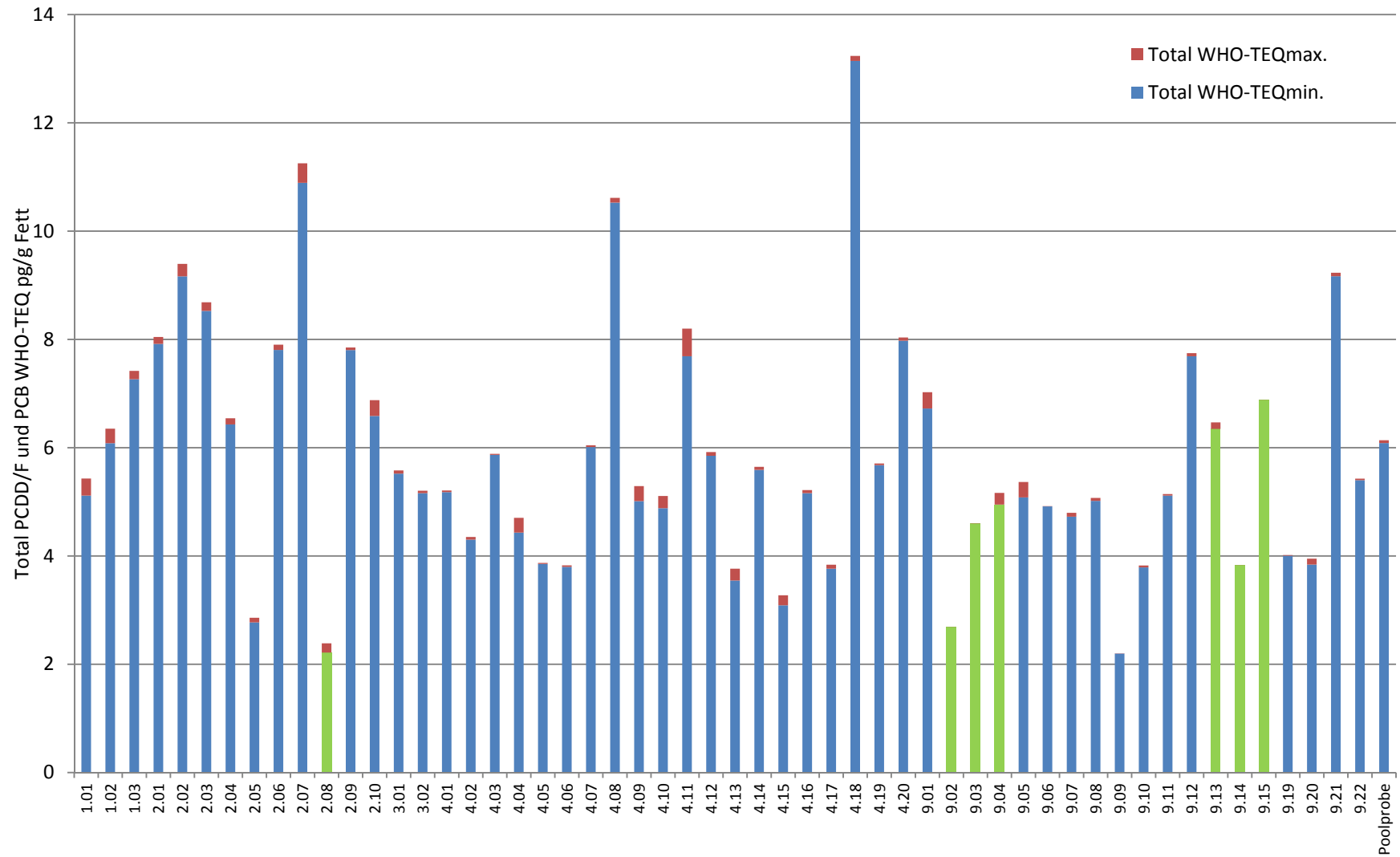
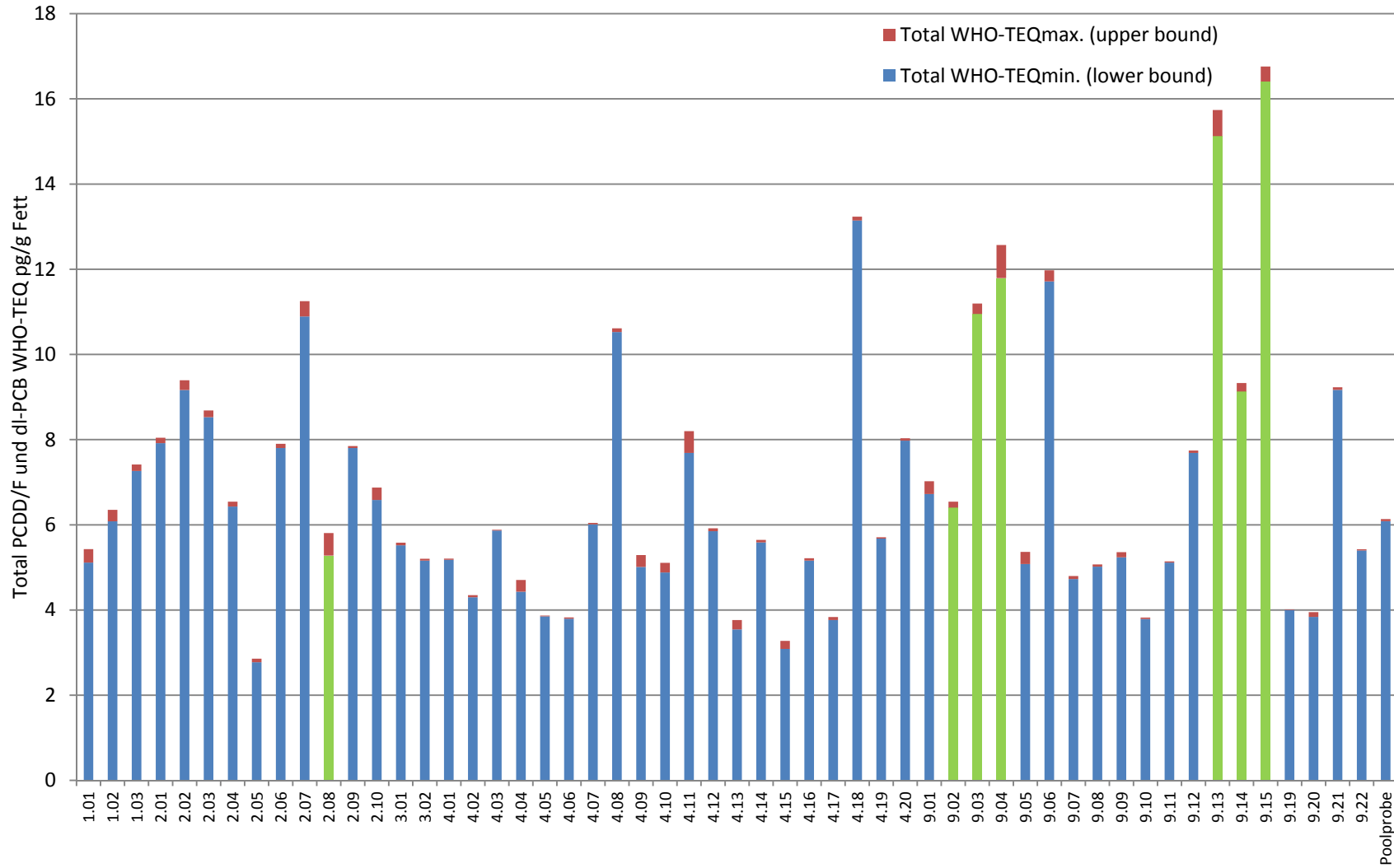


Abbildung 10: Summe des dl-PCB und PCDD/F WHO-TEQ_{max.} (upper bound) und WHO-TEQ_{min.} (lower bound) in pg/g Fett. Bei den Proben wo nur die dl-PCB gemessen werden konnten (grüne Balken) wurde der PCDD/F WHO-TEQ Anteil auf der Basis abgeschätzt, dass durchschnittlich rund 59% des totalen WHO-TEQ von den PCDD/F stammen und die dl-PCB durchschnittlich mit rund 41% daran beteiligt sind. Für die Abschätzung des PCDD/F WHO-TEQ_{min.} wurden 58% bzw. 42% Anteil am WHO-TEQ verwendet.



4.3. Detaillierte Resultate zu den i-PCB, dl-PCB und PCDD/F

Tabelle 4: i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ₂₀₀₅ in ng/g Fett.

ng/g Fett	Blindwert	01.01	01.02	01.03	02.01	02.02	02.03	02.04	02.05	02.06
PCB										
28	0.21	0.58	0.49	0.65	0.61	0.78	0.76	0.78	0.36	1.7
52	0.12	0.13	0.080	0.15	0.13	0.29	0.28	0.14	0.087	0.64
101	0.14	0.40	0.19	0.52	0.34	0.94	0.58	0.28	0.16	0.40
138	0.093	8.4	9.4	10	11	11	22	11	4.0	16
153	0.093	13	13.0	18	17	20	38	19	6.3	31
180	0.033	5.6	5.3	9.2	6.4	9.2	28	9.7	2.3	15
Summe 6 i-PCB	0.69	28	29	39	36	42	90	41	13	65
77	0.0044	0.0052	<u>0.0067</u>	<u>0.0064</u>	0.16	0.0098	0.0047	0.0019	<u>0.0037</u>	0.0029
81	0.0021	<u>0.0014</u>	<u>0.0075</u>	<u>0.0055</u>	0.044	<u>0.0018</u>	<u>0.0032</u>	0.0012	<u>0.0019</u>	0.0051
105	0.021	0.84	0.78	1.2	1.4	1.1	0.89	0.84	0.19	1.1
114	<u>0.0066</u>	0.14	0.13	0.23	0.19	0.15	0.24	0.24	0.053	0.36
118	0.0569	4.3	4.3	5.5	6.0	4.0	4.2	4.6	1.1	6.3
123	<u>0.0041</u>	0.053	0.0052	0.059	0.073	0.057	0.036	0.065	0.018	0.069
126	0.0019	0.019	0.0237	0.019	0.037	0.013	0.019	0.022	0.0058	0.021
156	0.0071	1.6	1.5	2.4	1.5	1.9	3.1	3.2	0.40	4.9
157	0.0035	0.26	0.36	0.58	0.37	0.38	0.81	0.65	0.095	1.1
167	0.0050	0.50	0.47	0.62	0.62	0.54	0.70	0.75	0.12	0.84
169	<u>0.0049</u>	0.0071	0.0071	0.0095	0.015	0.015	0.023	0.015	0.0022	0.023
189	0.0044	0.13	0.11	0.20	0.14	0.19	0.36	0.22	0.026	0.36
Summe WHO-TEQ 2005 max. (dl-PCB)	0.00056	0.0023	0.0028	0.0025	0.0045	0.0020	0.0029	0.0029	0.00071	0.0032
Summe WHO-TEQ 2005 min. (dl-PCB)	0.00019	0.0023	0.0028	0.0025	0.0045	0.0020	0.0029	0.0029	0.00071	0.0032

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 5: i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ₂₀₀₅ in ng/g Fett.

ng/g Fett	02.07	02.08	02.09	02.10	03.01	03.02	04.01	04.02	04.03	04.04
PCB										
28	1.2	0.45	0.55	0.50	0.66	0.44	0.36	0.32	0.61	0.27
52	0.26	0.37	0.16	0.17	0.090	0.11	0.13	0.10	0.11	0.12
101	0.70	0.68	0.41	0.56	0.18	0.27	0.31	0.22	0.29	0.19
138	22	2.9	8.3	13	8.5	13	11	7.9	11	6.4
153	29	4.7	13	20	12	17	16	11	18	8.5
180	11	2.3	5.1	9.8	4.2	6.8	6.3	3.5	7.4	2.8
Summe 6 i-PCB	65	11	27	43	26	38	34	23	37	18
77	0.0045	<u>0.0064</u>	0.0038	<u>0.0037</u>	0.0037	0.0019	0.0017	0.0059	0.0024	0.0029
81	0.0016	<u>0.0079</u>	0.0012	<u>0.0033</u>	<u>0.0026</u>	<u>0.0036</u>	0.0015	<u>0.0035</u>	0.0013	<u>0.0018</u>
105	2.0	0.56	0.63	1.9	0.74	0.92	0.71	0.55	0.87	0.47
114	0.30	0.063	0.092	0.25	0.17	0.16	0.16	0.10	0.23	0.12
118	9.2	2.0	3.1	7.4	4.0	4.4	4.1	2.9	4.4	2.7
123	0.12	0.042	0.037	0.10	0.044	0.044	0.054	0.033	0.056	0.027
126	0.038	0.021	0.016	0.020	0.018	0.016	0.018	0.010	0.021	0.011
156	2.9	0.52	0.97	3.3	1.3	1.5	1.6	1.0	2.3	0.92
157	0.71	0.10	0.32	0.67	0.32	0.49	0.38	0.24	0.65	0.20
167	0.96	0.20	0.40	0.71	0.41	0.86	0.46	0.31	0.69	0.28
169	0.015	<u>0.0056</u>	0.0076	0.013	0.0092	0.0093	0.0085	0.0037	0.0074	0.0043
189	0.23	0.045	0.085	0.24	0.087	0.12	0.12	0.065	0.15	0.057
Summe WHO-TEQ 2005 max. (dl-PCB)	0.0047	0.0024	0.0020	0.0028	0.0023	0.0022	0.0023	0.0013	0.0026	0.0014
Summe WHO-TEQ 2005 min. (dl-PCB)	0.0047	0.0022	0.0020	0.0028	0.0023	0.0022	0.0023	0.0013	0.0026	0.0014

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 6: i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ₂₀₀₅ in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.05	04.06	04.07	04.08	04.09	04.10	04.11	04.12	04.13	04.14
PCB										
28	0.44	0.25	0.55	1.9	0.86	0.56	1.5	0.81	0.36	0.95
52	0.18	0.17	0.093	0.26	0.098	0.24	0.51	1.1	0.14	0.40
101	0.43	0.23	0.19	0.66	0.24	0.37	1.0	0.73	0.26	0.60
138	5.8	3.9	7.6	44	4.9	7.3	28	9.4	8.4	28
153	8.1	5.6	13	66	8.1	10	42	14	11	51
180	2.4	2.5	5.4	28	4.6	3.8	23	4.7	4.3	24
Summe 6 i-PCB	17	13	26	140	19	23	96	30	25	110
77	0.0050	0.0023	0.0019	0.0031	0.0041	0.0057	0.0088	0.0045	0.0066	0.0062
81	0.0021	<u>0.00069</u>	<u>0.0023</u>	0.0018	<u>0.0011</u>	<u>0.0045</u>	<u>0.0073</u>	0.0018	0.0017	0.0014
105	0.74	0.41	0.77	3.2	0.63	0.79	1.2	0.92	0.63	2.0
114	0.11	0.074	0.19	0.69	0.081	0.12	0.27	0.14	0.090	0.41
118	3.8	1.9	3.7	15	2.4	3.9	6.1	4.6	3.2	9.3
123	0.061	0.029	0.057	0.0029	0.030	0.058	0.066	0.070	0.041	0.11
126	0.016	0.0072	0.022	0.029	0.018	0.016	0.025	0.025	0.013	0.022
156	0.68	0.55	1.5	7.9	0.62	1.1	5.0	1.3	0.99	4.7
157	0.18	0.15	0.38	1.8	0.21	0.28	2.0	0.32	0.31	1.5
167	0.31	0.18	0.32	1.76	0.23	0.38	0.89	0.43	0.35	1.5
169	0.0044	0.0052	0.0095	0.029	0.011	0.0051	0.016	0.0048	0.0032	0.0096
189	0.048	0.047	0.12	0.58	0.068	0.081	0.43	0.068	0.074	0.39
Summe WHO-TEQ 2005 max. (dl-PCB)	0.0020	0.0010	0.0027	0.0047	0.0023	0.0020	0.0034	0.0029	0.0016	0.0031
Summe WHO-TEQ 2005 min. (dl-PCB)	0.0020	0.0010	0.0027	0.0047	0.0023	0.0020	0.0034	0.0029	0.0016	0.0031

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 7: i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ₂₀₀₅ in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.15	04.16	04.17	04.18	04.19	04.20	09.01	09.02	09.03	09.04
PCB										
28	0.24	1.7	0.48	1.8	0.48	0.81	0.78	0.37	2.4	1.1
52	0.10	0.18	0.13	0.25	0.11	0.12	0.08	0.26	0.25	0.41
101	0.18	0.33	0.28	0.78	0.29	0.33	0.23	1.1	0.39	1.1
138	4.7	9.8	6.0	25	12	13	16	15	6.6	16
153	6.0	12	9.7	47	18	20	25	30	12	23
180	2.1	4.2	4.5	24	6.6	7.7	12	14	4.8	11
Summe 6 i-PCB	13	29	21	99	38	43	54	61	27	52
77	0.0028	0.0039	0.0038	0.0078	0.0032	0.0050	0.0031	0.0066	0.011	<u>0.0087</u>
81	0.0010	<u>0.0025</u>	0.0012	0.0049	0.0014	0.0035	0.0018	<u>0.0024</u>	<u>0.013</u>	<u>0.030</u>
105	0.36	0.92	0.53	5.1	0.99	1.6	1.2	0.79	1.3	1.3
114	0.071	0.15	0.11	0.98	0.23	0.24	0.30	0.28	0.28	0.18
118	1.8	4.1	2.6	19	5.5	8.1	6.6	4.1	6.9	6.2
123	0.024	0.059	0.034	0.30	0.068	0.077	0.070	0.061	0.11	0.085
126	0.0077	0.017	0.015	0.047	0.020	0.035	0.024	0.017	0.038	0.046
156	0.58	1.3	1.3	6.7	2.4	2.3	3.2	4.3	1.9	2.8
157	0.15	0.28	0.29	1.7	0.50	0.53	0.77	0.67	0.35	0.42
167	0.14	0.36	0.31	1.5	0.61	0.74	0.87	0.73	0.60	0.93
169	0.0035	0.0063	0.0065	0.023	0.0075	0.011	0.013	0.022	0.014	<u>0.0069</u>
189	0.041	0.095	0.088	0.40	0.15	0.16	0.25	0.31	0.14	0.37
Summe WHO-TEQ 2005 max. (dl-PCB)	0.0010	0.0021	0.0018	0.0065	0.0026	0.0043	0.0032	0.0027	0.0046	0.0052
Summe WHO-TEQ 2005 min. (dl-PCB)	0.0010	0.0021	0.0018	0.0065	0.0026	0.0043	0.0032	0.0027	0.0046	0.0049

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 8: i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ₂₀₀₅ in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.05	09.06	09.07	09.08	09.09	09.10	09.11	09.12	09.13	09.14
PCB										
28	0.72	1.1	0.57	0.88	3.0	0.4	0.51	1.0	2.0	0.70
52	0.093	0.33	1.2	0.11	0.76	0.09	0.17	0.21	0.21	0.17
101	0.25	0.94	0.37	0.22	1.4	0.24	0.30	0.30	0.43	0.50
138	5.5	14	9.3	8.2	11	9.3	9.5	13	17	8.0
153	7.6	26	17	11	18	13	18	20	33	14
180	2.7	16	9.4	4.4	6.7	4.5	10	7.9	16	5.8
Summe 6 i-PCB	17	58	38	25	41	27	39	42	69	29
77	0.0040	<u>0.0088</u>	0.0035	0.0031	0.017	0.0023	0.0061	0.0027	<u>0.0052</u>	<u>0.0041</u>
81	0.0010	<u>0.0095</u>	0.0013	<u>0.0055</u>	<u>0.014</u>	<u>0.0036</u>	0.00087	<u>0.0035</u>	<u>0.0074</u>	<u>0.0067</u>
105	0.53	1.3	0.69	0.83	1.4	0.70	0.47	1.1	1.5	0.87
114	0.091	0.32	0.23	0.099	0.23	0.12	0.15	0.24	0.47	0.15
118	2.9	6.6	3.5	3.9	6.4	5.1	2.9	6.0	9.9	3.8
123	0.038	0.097	0.032	0.054	0.096	0.054	0.036	0.062	0.15	0.061
126	0.014	0.039	0.013	0.022	0.017	0.012	0.017	0.027	0.058	0.030
156	0.83	3.8	2.8	1.0	2.0	1.2	2.9	2.5	4.9	1.9
157	0.18	0.62	0.69	0.26	0.33	0.26	0.71	0.55	0.78	0.31
167	0.29	0.90	0.44	0.44	0.54	0.36	0.69	0.68	1.4	0.55
169	0.0054	0.021	0.012	0.0058	0.007	0.0069	0.012	0.011	<u>0.0039</u>	0.019
189	0.058	0.31	0.23	0.091	0.13	0.089	0.27	0.18	0.42	0.15
Summe WHO-TEQ 2005 max. (dl-PCB)	0.0017	0.0049	0.0019	0.0025	0.0022	0.0016	0.0023	0.0034	0.0065	0.0038
Summe WHO-TEQ 2005 min. (dl-PCB)	0.0017	0.0049	0.0019	0.0025	0.0022	0.0016	0.0023	0.0034	0.0063	0.0038

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 9: i-PCB, dl-PCB und dl-PCB WHO-TEQ₂₀₀₅ in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.15	09.19	09.20	09.21	09.22	Poolprobe Empa	Poolprobe EURL
PCB							
28	1.4	0.39	1.2	2.2	1.1	0.93	0.78
52	0.52	0.16	0.26	0.32	0.16	0.19	0.21
101	1.1	0.23	0.28	0.50	0.30	0.41	0.29
138	17	5.7	7.9	21	14	11	12
153	28	8.9	13	36	22	18	22
180	10	3.5	5.6	16	10	8.1	11
Summe 6 i-PCB	59	19	28	76	47	39	46
77	0.013	0.0033	0.0038	0.0036	0.0035	0.0024	0.0050
81	<u>0.0066</u>	<u>0.0028</u>	0.0010	<u>0.0033</u>	<u>0.0030</u>	0.0011	0.0010
105	1.8	0.37	0.61	1.4	0.98	1.1	1.2
114	0.31	0.15	0.16	0.34	0.34	0.23	0.26
118	9.6	2.1	3.4	7.7	5.6	5.1	5.5
123	0.14	0.022	0.048	0.087	0.073	0.075	0.060
126	0.058	0.013	0.013	0.035	0.018	0.023	0.025
156	2.9	1.5	0.38	4.1	2.8	2.3	2.1
157	0.51	0.33	1.4	1.1	0.65	0.55	0.40
167	1.1	0.30	0.45	0.95	0.66	0.61	0.64
169	0.020	0.0072	0.0057	0.018	0.0084	0.011	0.012
189	0.24	0.079	0.12	0.32	0.16	0.18	0.15
Summe WHO-TEQ 2005 max. (dl-PCB)	0.0069	0.0016	0.0017	0.0045	0.0024	0.0029	0.0032
Summe WHO-TEQ 2005 min. (dl-PCB)	0.0069	0.0016	0.0017	0.0045	0.0024	0.0029	0.0032

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 10: PCDD/F und PCDD/F WHO-TEQ₂₀₀₅ in pg/g Fett.

pg/g Fett	Blindwert	01.01	01.02	01.03	02.01	02.02	02.03	02.04	02.05	02.06
PCDD/F										
2,3,7,8-TCDD	0.12	0.37	0.73	0.86	0.18	0.50	0.79	0.53	0.26	0.63
1,2,3,7,8-PeCDD	<u>0.26</u>	1.2	1.1	1.7	1.0	2.7	2.0	1.4	0.52	1.8
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<u>0.20</u>	<u>0.77</u>	<u>0.94</u>	0.46	0.76	1.5	<u>0.48</u>	<u>0.39</u>	0.29	0.63
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<u>0.21</u>	1.3	1.8	2.6	3.5	10	2.1	2.1	1.0	3.0
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<u>0.22</u>	<u>0.81</u>	0.62	1.0	1.2	0.81	0.87	0.82	0.35	0.43
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.43	2.4	1.9	11	3.6	6.7	3.2	4.6	1.7	3.0
OCDD	1.78	13	15	14	22	34	19	26	14	18
2,3,7,8-TCDF	0.87	0.42	0.51	0.86	0.61	<u>0.61</u>	0.41	0.36	<u>0.26</u>	0.57
1,2,3,7,8-PeCDF	<u>0.16</u>	<u>0.33</u>	<u>0.13</u>	<u>0.60</u>	0.66	<u>0.76</u>	<u>0.28</u>	<u>0.29</u>	0.13	0.37
2,3,4,7,8-PeCDF	0.47	2.7	3.4	4.1	3.7	6.4	6.8	3.3	3.1	4.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<u>0.19</u>	0.8	0.59	1.7	1.4	2.4	1.2	0.90	0.59	1.0
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<u>0.20</u>	1.0	0.60	0.54	1.3	2.9	1.8	0.81	0.68	1.2
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<u>0.32</u>	<u>0.70</u>	<u>0.61</u>	<u>1.1</u>	<u>0.8</u>	<u>1.1</u>	<u>0.88</u>	<u>0.50</u>	<u>0.47</u>	<u>0.80</u>
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<u>0.27</u>	<u>0.53</u>	<u>0.88</u>	1.2	1.3	1.4	0.61	0.43	0.40	0.77
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<u>0.29</u>	2.4	<u>1.6</u>	3.2	4.1	2.4	0.91	1.2	0.57	1.44
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<u>0.54</u>	<u>1.4</u>	<u>0.17</u>	<u>1.2</u>	<u>1.8</u>	<u>2.1</u>	<u>0.64</u>	<u>1.2</u>	<u>0.54</u>	<u>0.88</u>
OCDF	<u>1.5</u>	<u>3.0</u>	<u>0.29</u>	<u>4.8</u>	<u>9.2</u>	<u>5.7</u>	<u>2.2</u>	<u>2.0</u>	<u>1.5</u>	<u>3.2</u>
Summe WHO-TEQ 2005 max. (PCDD/F)	0.78	3.1	3.5	4.9	3.6	7.3	5.8	3.6	2.1	4.7
Summe WHO-TEQ 2005 min. (PCDD/F)	0.35	2.8	3.3	4.7	3.5	7.1	5.6	3.5	2.1	4.6

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 11: PCDD/F und PCDD/F WHO-TEQ₂₀₀₅ in pg/g Fett.

pg/g Fett	02.07	02.09	02.10	03.01	03.02	04.01	04.02	04.03	04.04	04.05
PCDD/F										
2,3,7,8-TCDD	0.93	0.68	0.87	0.40	0.38	0.42	0.80	0.47	0.86	0.29
1,2,3,7,8-PeCDD	2.2	2.3	1.4	0.84	1.2	0.84	0.81	1.2	0.91	0.67
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.1	1.05	1.3	0.40	0.53	0.90	0.23	0.40	2.0	0.26
1,2,3,6,7,8-HxCDD	4.5	5.4	2.7	2.0	1.9	1.6	1.3	1.9	2.2	1.0
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1.3	1.3	<u>1.2</u>	0.72	0.57	0.97	0.45	0.52	0.89	0.33
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	11	8.5	6.4	17	2.5	1.4	2.4	1.9	3.2	1.8
OCDD	76	63	25	51	18	18	15	16	12	7.9
2,3,7,8-TCDF	<u>0.36</u>	0.37	0.45	0.34	0.21	0.46	0.38	0.26	1.1	0.16
1,2,3,7,8-PeCDF	<u>0.56</u>	0.5	0.66	0.40	0.30	0.57	0.27	<u>0.19</u>	0.76	0.11
2,3,4,7,8-PeCDF	5.1	4.7	2.6	3.1	2.8	3.0	2.9	3.4	1.8	2.0
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.4	1.6	0.43	1.7	0.86	0.89	0.93	0.65	<u>0.40</u>	0.54
1,2,3,6,7,8-HxCDF	2.9	1.7	0.82	2.01	1.0	0.97	0.93	0.89	0.83	0.42
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<u>1.5</u>	<u>0.37</u>	<u>0.78</u>	<u>0.3</u>	<u>0.35</u>	0.39	<u>0.39</u>	0.24	<u>1.0</u>	0.16
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<u>1.2</u>	0.9	<u>0.65</u>	1.1	0.57	0.78	0.65	0.56	<u>0.86</u>	<u>0.29</u>
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	13	1.1	1.2	4.7	0.71	1.0	0.92	1.5	<u>1.0</u>	0.49
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<u>3.8</u>	<u>0.5</u>	<u>1.5</u>	<u>2.5</u>	<u>0.78</u>	<u>1.1</u>	<u>0.60</u>	<u>0.82</u>	<u>1.7</u>	<u>0.26</u>
OCDF	6.1	<u>1.6</u>	<u>5.2</u>	4.0	1.4	<u>5.9</u>	<u>1.1</u>	<u>1.6</u>	<u>5.4</u>	0.68
Summe WHO-TEQ 2005 max. (PCDD/F)	6.5	5.8	4.1	3.3	3.0	2.9	3.1	3.3	3.3	1.9
Summe WHO-TEQ 2005 min. (PCDD/F)	6.2	5.8	3.8	3.2	3.0	2.9	3.0	3.3	3.1	1.9

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 12: PCDD/F und PCDD/F WHO-TEQ₂₀₀₅ in pg/g Fett.

pg/g Fett	04.06	04.07	04.08	04.09	04.10	04.11	04.12	04.13	04.14	04.15
PCDD/F										
2,3,7,8-TCDD	0.36	0.61	0.71	0.56	0.55	1.4	0.36	0.42	0.51	0.61
1,2,3,7,8-PeCDD	1.1	1.1	2.5	1.1	0.73	1.0	0.87	0.63	0.70	0.60
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.39	0.42	0.92	<u>0.97</u>	0.65	<u>1.2</u>	0.60	<u>0.43</u>	0.25	0.41
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3.8	2.2	4.0	0.98	1.8	2.5	1.9	1.0	0.8	1.5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.75	0.56	1.2	<u>0.48</u>	<u>0.68</u>	<u>1.3</u>	0.59	<u>0.99</u>	0.4	0.77
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	2.4	2.0	6.5	<u>2.6</u>	8.4	3.1	3.5	2.4	1.9	2.5
OCDD	12	12	27	5.7	19	12	25	11	10	21
2,3,7,8-TCDF	0.18	0.18	0.35	0.18	0.98	0.4	0.50	0.19	0.26	<u>0.43</u>
1,2,3,7,8-PeCDF	<u>0.19</u>	0.40	<u>0.34</u>	<u>0.16</u>	0.51	<u>0.4</u>	0.34	<u>0.48</u>	0.22	<u>0.39</u>
2,3,4,7,8-PeCDF	2.2	3.8	4.9	3.0	2.7	4.3	2.44	2.0	2.9	1.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.77	0.35	1.3	0.51	1.3	1.1	1.3	0.64	0.76	0.42
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.93	0.69	1.6	0.52	0.80	0.8	3.5	0.35	0.68	0.81
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<u>0.17</u>	<u>0.24</u>	<u>0.57</u>	<u>0.32</u>	<u>1.3</u>	<u>1.2</u>	<u>0.55</u>	<u>0.48</u>	<u>0.26</u>	<u>0.82</u>
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.35	0.52	0.78	<u>0.47</u>	1.4	<u>1.0</u>	0.96	0.54	0.57	0.95
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.9	0.9	1.1	<u>1.5</u>	1.5	2.0	2.8	<u>0.48</u>	0.64	<u>1.2</u>
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<u>0.36</u>	<u>0.53</u>	<u>1.2</u>	<u>0.32</u>	<u>2.6</u>	<u>1.5</u>	<u>1.2</u>	<u>0.21</u>	<u>0.46</u>	<u>2.2</u>
OCDF	<u>1.0</u>	<u>0.9</u>	<u>2.1</u>	<u>1.3</u>	6.0	<u>5.2</u>	<u>0.87</u>	<u>2.7</u>	<u>8.6</u>	<u>5.2</u>
Summe WHO-TEQ 2005 max. (PCDD/F)	2.9	3.4	5.9	3.0	3.1	4.8	3.0	2.2	2.5	2.3
Summe WHO-TEQ 2005 min. (PCDD/F)	2.8	3.3	5.8	2.8	2.9	4.3	3.0	2.0	2.5	2.1

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 13: PCDD/F und PCDD/F WHO-TEQ₂₀₀₅ in pg/g Fett.

pg/g Fett	04.16	04.17	04.18	04.19	04.20	09.01.	09.05	09.07	09.08	09.10
PCDD/F										
2,3,7,8-TCDD	0.43	0.33	0.65	0.38	0.34	0.51	<u>0.23</u>	0.35	0.38	0.42
1,2,3,7,8-PeCDD	0.91	0.73	2.1	1.0	1.4	1.4	0.72	0.92	0.93	0.71
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.39	<u>0.29</u>	1.1	0.44	0.57	<u>1.5</u>	0.64	0.43	0.36	0.26
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1.5	1.0	5.3	1.7	2.8	2.4	3.5	1.9	1.1	1.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.49	0.43	1.7	0.55	0.98	0.68	1.2	0.44	0.46	0.30
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.7	2.4	24	4.4	6.2	2.9	21	3.3	2.6	2.1
OCDD	18	16	73	66	49	20	61	23	8.8	9.3
2,3,7,8-TCDF	0.56	0.23	0.85	0.22	0.46	0.33	0.53	0.22	0.37	0.12
1,2,3,7,8-PeCDF	0.40	0.15	0.68	0.14	0.30	<u>0.61</u>	0.63	0.26	0.22	<u>0.14</u>
2,3,4,7,8-PeCDF	3.7	1.9	6.4	3.0	3.6	3.3	3.5	3.1	2.5	2.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.91	0.37	3.2	0.95	1.1	1.4	2.9	1.01	0.62	0.53
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.95	0.50	2.1	1.4	1.3	1.3	1.8	1.1	0.75	0.54
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<u>0.46</u>	<u>0.28</u>	<u>0.92</u>	<u>0.25</u>	<u>0.42</u>	<u>0.95</u>	<u>0.50</u>	<u>0.60</u>	<u>0.40</u>	<u>0.24</u>
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.58	0.34	1.7	1.03	0.66	0.65	2.4	0.55	0.41	0.43
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1.1	0.66	9.3	9	1.9	<u>1.9</u>	8.9	1.9	0.53	0.68
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<u>0.56</u>	<u>1.0</u>	1.5	<u>0.41</u>	<u>0.97</u>	<u>2.1</u>	2.1	<u>0.52</u>	<u>0.65</u>	<u>0.42</u>
OCDF	<u>1.7</u>	<u>1.9</u>	6.8	<u>0.8</u>	<u>2.03</u>	<u>0.94</u>	5.6	<u>2.01</u>	<u>2.0</u>	<u>0.78</u>
Summe WHO-TEQ 2005 max. (PCDD/F)	3.1	2.0	6.7	3.1	3.8	3.9	3.7	2.9	2.5	2.2
Summe WHO-TEQ 2005 min. (PCDD/F)	3.1	1.9	6.7	3.1	3.7	3.6	3.4	2.8	2.5	2.2

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 14: PCDD/F und PCDD/F WHO-TEQ₂₀₀₅ in pg/g Fett.

pg/g Fett	09.11	09.12	09.19	09.20	09.21	09.22	Poolprobe Empa	Poolprobe EURL
PCDD/F								
2,3,7,8-TCDD	0.65	0.53	0.42	0.25	0.66	0.34	0.38	0.37
1,2,3,7,8-PeCDD	0.64	1.7	0.77	0.75	1.6	0.83	1.2	1.1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.47	0.90	0.38	0.45	0.53	0.52	0.77	0.55
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.0	2.2	1.2	1.4	3.4	2.4	2.0	2.6
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.64	0.63	0.34	0.35	1.11	0.48	0.46	0.56
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	1.4	4.4	5.8	2.9	7.9	3.7	3.4	3.2
OCDD	14	17	51	16	71	27	24	22
2,3,7,8-TCDF	<u>0.13</u>	0.33	0.13	0.30	0.32	0.041	0.34	0.31
1,2,3,7,8-PeCDF	<u>0.26</u>	0.35	<u>0.11</u>	0.35	<u>0.19</u>	0.37	0.24	0.23
2,3,4,7,8-PeCDF	3.4	4.4	2.2	2.4	4.7	2.7	3.0	3.4
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.67	1.05	0.73	0.75	1.1	1.0	1.0	1.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.89	1.04	0.61	0.81	1.2	2.2	1.1	1.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.28	<u>0.45</u>	0.26	<u>0.51</u>	<u>0.46</u>	<u>0.22</u>	<u>0.36</u>	<u>0.053</u>
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.31	0.65	0.60	<u>0.42</u>	0.75	2.5	0.48	0.64
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.55	1.1	1.2	1.6	1.5	10	1.9	1.6
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<u>0.76</u>	<u>0.38</u>	<u>0.33</u>	<u>1.2</u>	<u>0.72</u>	<u>0.51</u>	<u>1.1</u>	0.046
OCDF	1.3	<u>2.3</u>	<u>0.99</u>	<u>1.9</u>	<u>1.46</u>	1.9	<u>1.5</u>	0.11
Summe WHO-TEQ 2005 max. (PCDD/F)	2.9	4.3	2.4	2.3	4.7	3.1	3.2	3.2
Summe WHO-TEQ 2005 min. (PCDD/F)	2.9	4.3	2.4	2.2	4.7	3.0	3.2	3.2

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

4.4 Resultate zu den polybromierten Diphenylethern (PBDEs) und PBB 209

In der Tabelle 15 sind die gemessenen Konzentrationen der PBDEs und des polybromierten Biphenyls PBB 209 in pg/g Fett aufgeführt. Die rot markierten Werte zeigen an, dass die Konzentration des entsprechenden BDE Kongeners in den meisten Proben unterhalb der Nachweisgrenze lag. Die Nachweisgrenze kann stark schwanken und ist abhängig von der Probe (Matrix, Fetteinwaage zur Analyse, Wiederfindung etc.), der Geräteempfindlichkeit und dem Bromierungsgrad des BDE Kongeners (Response im MS). Die Nachweisgrenze lag meist im Bereich von etwa 10 bis ca. 100 pg/g Fett.

Die fett markierten Kongenere konnten in praktisch allen Proben oberhalb der Nachweisgrenze bestimmt werden. Es handelt sich dabei um diejenigen Kongenere welche den Hauptbestandteil in den technischen Diphenylether Formulierungen wie PentaBDE, OctaBDE und DecaBDE ausmachen.

Detaillierte Resultate zu den einzelnen Proben können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 15: Zusammenfassung der Resultate zu den PBDEs und dem polybromierten Biphenyl PBB 209 in pg/g Fett.

pg/g Fett	Mittelwert	Maximum	Minimum	Median
17	4.1	107	0.32	1.3
28	21	84	1.2	18
49	6.5	97	1.5	3.7
71	4.2	106	0.37	1.5
47	392	1956	100	282
66	5.3	97	1.1	2.9
77	1.9	47	0.17	0.69
100	97	474	18	76
119	4.7	70	0.68	2.6
99	134	937	41	90
85	4.2	60	0.58	2.2
126	1.9	45	0.19	0.69
154	11	46	2.8	9.4
153	328	1122	85	274
138	3.3	60	0.26	1.3
156	4.1	84	0.34	1.4
184	4.5	75	0.21	1.6
183	73	795	0.84	58
191	2.7	74	0.15	0.81
197	149	520	19	105
196	10	142	0.28	2.8
208	60	859	2.4	24
207	142	765	11	91
206	62	953	1.2	19
209	991	17797	87	569
PBB 209	40	540	1.9	9.4

Der Summenwert für die Kongenere 28, 47, 66, 99, 100, 138, 153 und 154 liegt bei den meisten Proben (n=32) zwischen 0.5 und 1 ng/g Fett. 19 Proben liegen zwischen 1 und 2 ng/g Fett und nur gerade drei Proben liegen oberhalb von 2 ng/g Fett, eine davon bei 4.2 ng/g Fett (siehe Abbildung 11). Der Mittelwert der Kongenere, welche den Hauptbestandteil der technischen PentaBDE Formulierung ausmachen, liegt bei 0.99 ng/g Fett und der Median bei 0.84 ng/g Fett. Das BDE Kongener 47 trägt durchschnittlich 40% zum Summenwert der oben genannten acht Kongenere bei, gefolgt von BDE 99 mit 14% und BDE 100 mit 9.7%. Das Kongener 99 ist in der technischen PentaBDE Formulierung mit rund 45 – 49% vertreten, sowie das Kongener 100 mit ca. 8 – 13%. Das BDE 153 ist mit 33% deutlich stärker vertreten als in der technischen PentaBDE Formulierung, wo es nur ca. 5% ausmacht.

Die Kongenere BDE 183 und 197, welche den Hauptbestandteil des technischen OctaBDE ausmachen sind in der Abbildung 12 dargestellt. Der Summenwert der beiden Kongenere liegt meist unterhalb von 0.4 ng/g Fett und nur vier der 54 Proben liegen oberhalb von 0.4 ng/g Fett. Eine Probe 09.01. liegt mit ca. 1.3 ng/g Fett deutlich höher. Der Mittelwert liegt für das Kongener 183 bei 0.073 ng/g Fett bzw. bei 0.15 ng/g Fett für das Kongener 197.

In der Abbildung 13 sind der Decabromdiphenylether BDE 209 sowie der Nonabromdiphenylether BDE 207 dargestellt. In den meisten Proben konnte der Nonabromdiphenylether BDE 207 gut nachgewiesen werden, während die weiteren beiden BDE 206 und 208 nicht in allen Proben oberhalb der Nachweisgrenze bestimmt werden konnten (siehe Tabellen mit detaillierten Resultaten zu den BDEs). Im Durchschnitt liegt der Gehalt an BDE 209 bei 0.99 ng/g Fett bzw. im Falle von BDE 207 bei 0.14 ng/g Fett. Die Konzentrationen der weiteren zwei Nonabromdiphenylether BDE 206 und 208 sind mit durchschnittlich 0.062 (BDE 206) bzw 0.060 ng/g Fett (BDE 208) noch tiefer. Nur gerade vier der analysierten Proben liegen für das BDE Kongener 209 oberhalb von 2 ng/g Fett. Die Probe 01.03. liegt mit einem Gehalt an BDE 209 von rund 18 ng/g Fett deutlich höher.

Abbildung 11: Summe von acht Kongeneren welche als Hauptbestandteil in der technischen PentaBDE Formulierung vorkommen in ng/g Fett.

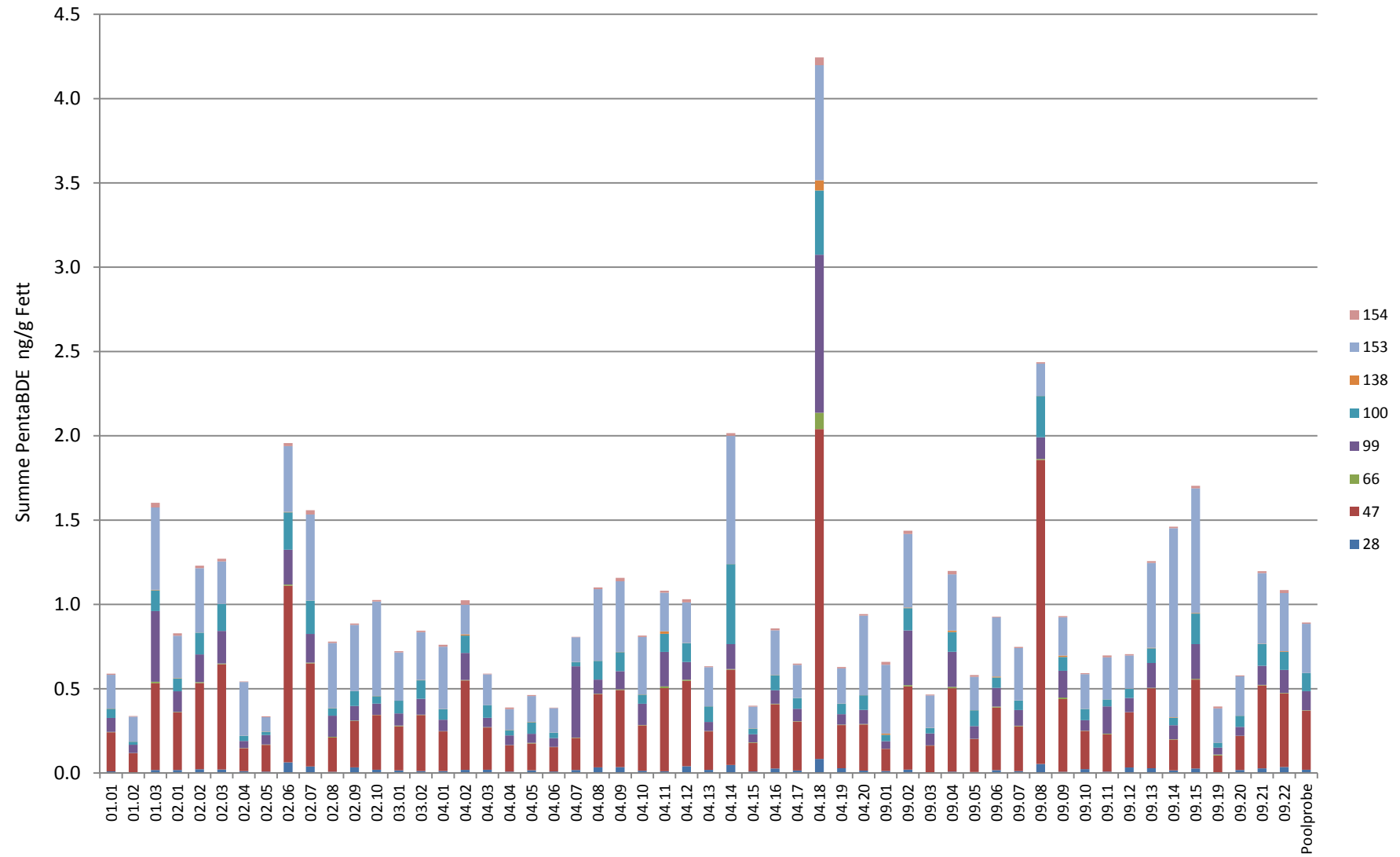


Abbildung 12: Summe BDE 197 und 183 welche als Hauptbestandteil in der technischen OctaBDE Formulierung vorkommen in ng/g Fett.

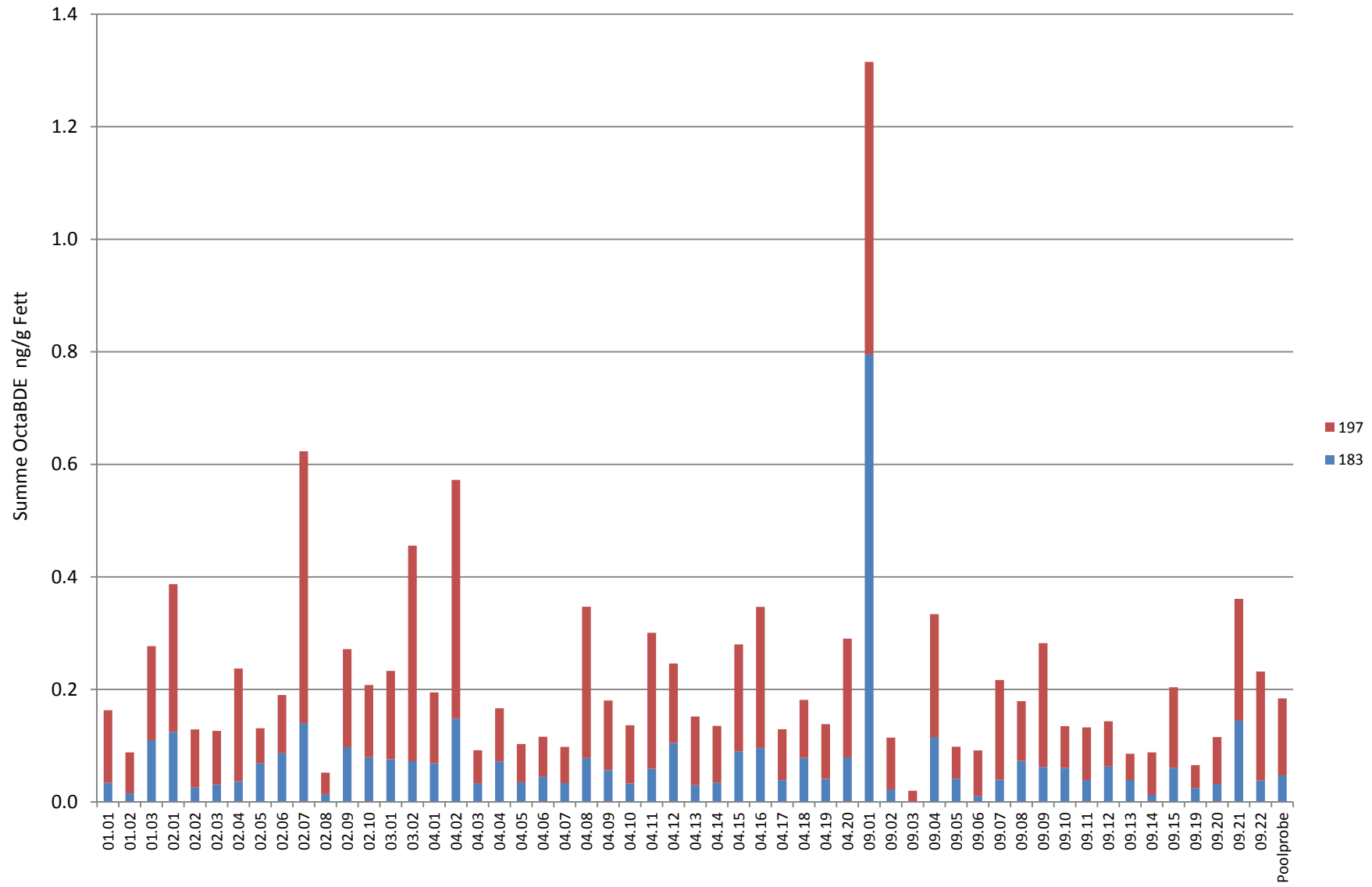


Abbildung 13: Summe BDE 207 und 209 welche als Hauptbestandteil im technischen DecaBDE vorkommen in ng/g Fett.

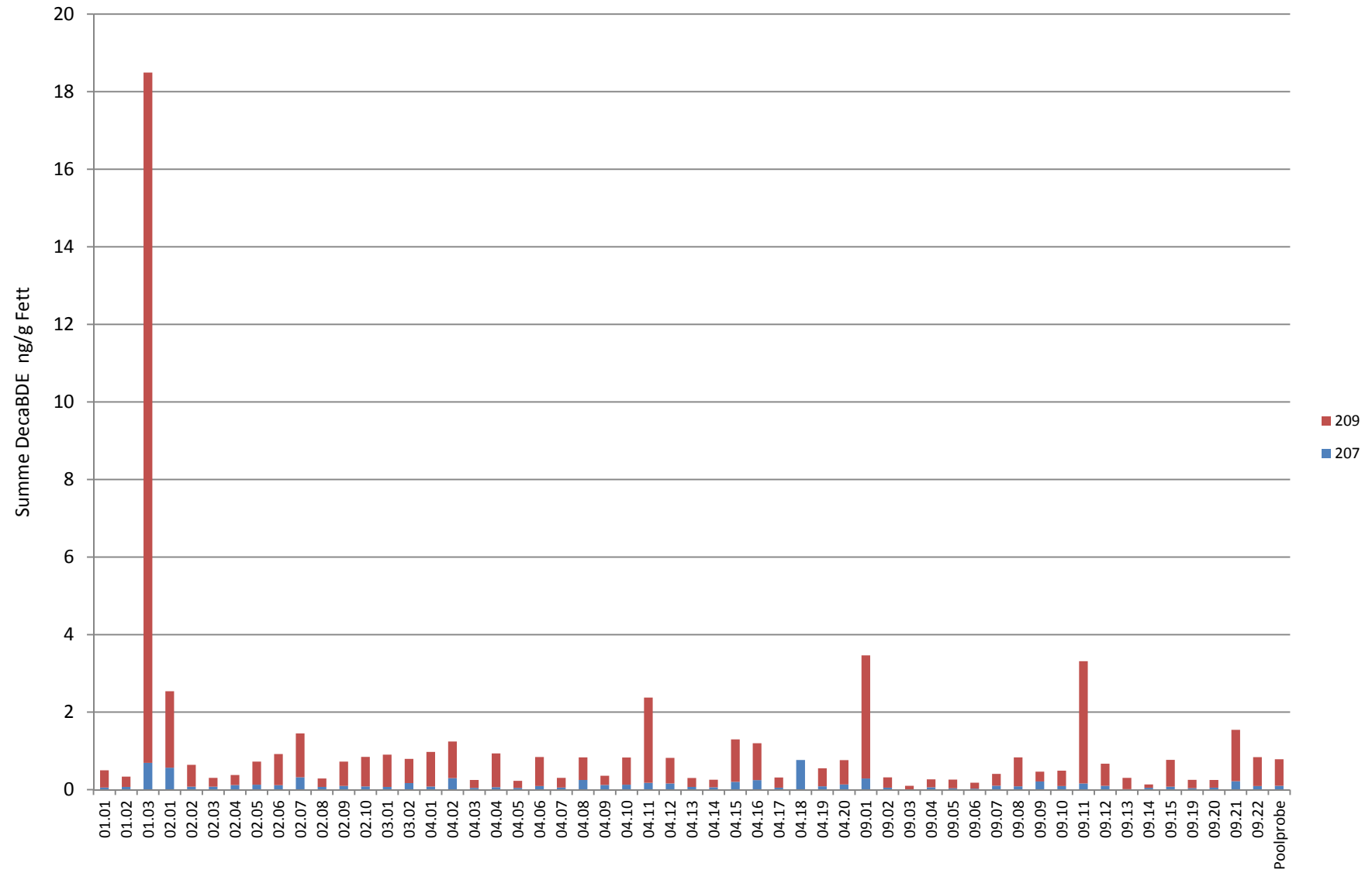


Tabelle 16: BDE in pg/g Fett.

pg/g Fett	Blindwert	01.01	01.02	01.03	02.01	02.02	02.03	02.04	02.05	02.06
BDE										
17	0.95	1.8	0.91	2.8	2.7	0.87	0.64	0.36	2.3	4.2
28/33	2.4	9.9	4.9	18	19	23	21	12	8.5	64
49	3.0	<u>2.2</u>	1.5	18	<u>2.8</u>	<u>6.4</u>	4.6	2.6	<u>2.2</u>	15
71	1.6	<u>2.4</u>	<u>0.84</u>	<u>1.4</u>	<u>3.1</u>	1.0	<u>0.72</u>	<u>0.37</u>	<u>2.4</u>	<u>4.4</u>
47	42	232	113	515	342	511	624	136	159	1047
66	4.5	2.2	1.2	8.8	2.8	5.8	4.7	1.5	2.2	7.2
77	4.6	<u>1.0</u>	<u>0.38</u>	<u>0.65</u>	<u>1.4</u>	<u>0.45</u>	<u>0.32</u>	<u>0.17</u>	<u>1.1</u>	<u>2.0</u>
100	7.8	54	18	123	76	129	159	31	19	221
119	4.7	<u>1.6</u>	<u>0.68</u>	6.8	<u>1.5</u>	6.5	3.1	1.3	<u>1.4</u>	<u>3.0</u>
99	23	83	49	419	122	164	193	41	56	207
85	4.9	<u>1.4</u>	<u>0.58</u>	10	<u>1.2</u>	3.1	5.8	1.2	<u>1.2</u>	<u>2.5</u>
126	7.3	<u>1.0</u>	<u>0.44</u>	<u>0.69</u>	<u>0.94</u>	<u>0.48</u>	<u>0.37</u>	<u>0.19</u>	<u>0.93</u>	<u>1.9</u>
154	11	6.8	3.7	27	14	15	16	3.3	5.2	19
153	19	199	148	489	252	382	252	318	85	390
138	6.9	1.7	0.68	2.8	1.8	1.0	0.65	0.84	1.3	3.1
156	<u>5.6</u>	<u>2.3</u>	<u>1.0</u>	<u>1.3</u>	<u>2.5</u>	<u>1.4</u>	<u>0.91</u>	<u>0.34</u>	<u>1.9</u>	<u>4.3</u>
184	6.1	4.6	<u>0.48</u>	4.8	<u>1.2</u>	3.6	<u>0.44</u>	4.5	<u>1.1</u>	<u>2.5</u>
183	40	34	15	110	125	26	31	37	69	86
191	<u>3.5</u>	<u>1.4</u>	<u>0.48</u>	<u>0.65</u>	<u>1.2</u>	<u>0.56</u>	<u>0.44</u>	<u>0.15</u>	<u>1.1</u>	<u>2.5</u>
197	14	129	73	167	262	103	95	201	62	104
196	<u>4.4</u>	<u>2.1</u>	<u>0.63</u>	61	8.0	<u>0.79</u>	<u>0.57</u>	12	6.2	<u>3.0</u>
208	<u>3.3</u>	<u>17</u>	17	641	192	29	22	27	<u>14</u>	<u>33</u>
207	20	56	70	694	567	77	78	120	130	118
206	21	<u>19</u>	10	770	118	37	<u>2.8</u>	19	<u>15</u>	<u>37</u>
209	224	444	265	17797	1973	565	227	260	596	802
BB209	<u>2.8</u>	<u>18</u>	<u>4.8</u>	109	<u>16</u>	<u>6.9</u>	<u>4.5</u>	<u>2.4</u>	<u>9.9</u>	<u>27</u>
Summe Fett markierte Kongenere	157	625	354	1716	956	1257	1303	580	408	2048

Tabelle 17: BDE in pg/g Fett.

pg/g Fett	02.07	02.08	02.09	02.10	03.01	03.02	04.01	04.02	04.03	04.04
BDE										
17	0.91	1.9	1.2	4.1	0.59	0.81	1.5	3.3	0.43	1.4
28/33	39	7.8	34	20	16	12	13	19	20	8.5
49	4.9	6.0	4.6	4.7	3.2	3.3	<u>1.6</u>	<u>2.9</u>	4.6	<u>1.5</u>
71	<u>0.89</u>	<u>1.9</u>	<u>1.2</u>	<u>1.6</u>	<u>0.61</u>	<u>0.71</u>	<u>1.8</u>	<u>3.1</u>	<u>0.42</u>	<u>1.6</u>
47	611	203	274	324	262	332	234	530	250	155
66	4.3	4.9	3.1	1.4	3.33	2.49	2.0	2.9	2.4	1.5
77	<u>0.40</u>	2.1	<u>0.53</u>	<u>0.70</u>	<u>0.27</u>	<u>0.32</u>	<u>0.80</u>	<u>1.4</u>	<u>0.19</u>	<u>0.72</u>
100	198	43	88	44	75	109	62	103	75	31
119	4.8	4.2	5.4	4.4	1.8	1.4	<u>1.3</u>	5.7	3.7	1.3
99	170	125	87	66	72	94	68	161	55	58
85	4.8	2.0	2.0	<u>1.0</u>	3.4	3.9	<u>1.1</u>	7.6	1.7	2.2
126	<u>0.45</u>	<u>1.0</u>	<u>0.60</u>	<u>0.75</u>	<u>0.19</u>	<u>0.38</u>	<u>0.84</u>	<u>1.3</u>	<u>0.22</u>	<u>0.83</u>
154	25	8.1	8.2	9.3	7.6	9.4	11	27	4.2	9.3
153	510	386	392	560	286	283	370	176	183	123
138	0.77	1.5	0.69	1.2	0.50	2.1	1.5	7.1	0.26	1.4
156	<u>1.1</u>	<u>2.2</u>	<u>1.0</u>	<u>1.6</u>	<u>0.70</u>	<u>0.70</u>	<u>2.1</u>	<u>2.6</u>	<u>0.36</u>	<u>2.0</u>
184	12	<u>1.0</u>	3.7	<u>0.90</u>	3.3	11	<u>1.1</u>	28	1.0	<u>1.0</u>
183	140	14	97	80	76	72	69	148	33	72
191	<u>0.53</u>	<u>1.0</u>	<u>0.56</u>	<u>0.90</u>	<u>0.34</u>	<u>0.41</u>	<u>1.1</u>	5.2	<u>0.17</u>	<u>0.97</u>
197	483	38	175	128	157	383	126	424	58	95
196	50	<u>1.6</u>	8.5	<u>1.3</u>	4.6	24	<u>1.6</u>	<u>1.6</u>	4.3	<u>1.4</u>
208	81	45	29	<u>13</u>	22	40	<u>9.8</u>	62.7	12	<u>12</u>
207	321	71	97	85	73	170	82	297	45	66
206	63	<u>18</u>	25	<u>15</u>	35	41	28	<u>19</u>	<u>1.2</u>	<u>13</u>
209	1130	217	626	762	830	626	892	946	207	871
BB209	23	<u>138</u>	<u>7.1</u>	<u>14</u>	<u>4.0</u>	<u>6.1</u>	<u>14</u>	<u>12</u>	<u>2.3</u>	<u>14</u>
Summe Fett markierte Kongenere	1700	796	985	1111	799	918	831	1176	624	462

Tabelle 18: BDE in pg/g Fett.

pg/g Fett	04.05	04.06	04.07	04.08	04.09	04.10	04.11	04.12	04.13	04.14
BDE										
17	0.57	1.3	2.0	0.76	0.83	1.2	14	2.1	0.59	0.64
28/33	16	9.5	18	34	35.1	14.0	11	40	19	48
49	3.50	2.1	2.9	3.8	9.3	5.0	<u>10</u>	11	3.1	4.8
71	0.76	<u>1.2</u>	<u>2.0</u>	6.8	<u>1.0</u>	<u>1.6</u>	<u>11</u>	<u>2.2</u>	<u>0.53</u>	<u>0.69</u>
47	159	144	191	435	457	269	492	506	228	565
66	3.2	1.1	1.9	2.3	4.8	2.2	10	6.8	2.2	3.9
77	1.6	<u>0.53</u>	<u>0.91</u>	<u>0.43</u>	<u>0.44</u>	<u>0.71</u>	<u>5.1</u>	1.6	<u>0.24</u>	<u>0.31</u>
100	69	32	24	111	113	54	107	111	93	474
119	3.0	<u>0.92</u>	2.2	7.1	14	5.3	<u>10</u>	5.0	2.3	5.7
99	54	53	423	84	107	126	205	105	53	148
85	2.7	<u>0.78</u>	<u>1.3</u>	<u>0.65</u>	2.1	<u>0.94</u>	<u>8.5</u>	3.6	2.2	5.3
126	0.46	<u>0.59</u>	<u>0.95</u>	<u>0.48</u>	<u>0.52</u>	<u>0.70</u>	<u>6.4</u>	2.8	<u>0.26</u>	<u>0.33</u>
154	6.1	3.3	2.8	10	20	8.6	11	19	5.3	15
153	153	145	147	425	420	341	229	241	232	761
138	2.2	0.64	1.8	0.81	0.94	1.2	15	1.7	<u>0.43</u>	0.59
156	<u>0.62</u>	<u>0.89</u>	<u>2.5</u>	<u>1.1</u>	<u>1.3</u>	<u>1.6</u>	<u>21</u>	<u>2.4</u>	<u>0.60</u>	<u>0.83</u>
184	2.4	<u>0.44</u>	<u>1.3</u>	<u>0.63</u>	<u>0.63</u>	<u>0.94</u>	<u>7.3</u>	8.3	2.4	2.1
183	35	45	33	78	56	33	59	105	30	34
191	0.94	<u>0.44</u>	<u>1.3</u>	<u>0.62</u>	<u>0.63</u>	<u>0.93</u>	<u>7.3</u>	<u>1.3</u>	<u>0.30</u>	<u>0.37</u>
197	68	71	64	269	124	104	242	141	122	101
196	2.8	6.2	<u>1.7</u>	4.8	<u>0.82</u>	<u>1.2</u>	<u>34</u>	<u>1.8</u>	<u>0.40</u>	2.7
208	18	27	<u>11</u>	<u>9.6</u>	<u>4.2</u>	56.0	<u>201</u>	35	18	24
207	45	93	57	252	122	128	<u>179</u>	162	73	61
206	24	<u>5.9</u>	<u>13</u>	<u>11</u>	<u>4.6</u>	25	<u>222</u>	25	6.6	9.8
209	184	750	249	581	237	702	<u>2199</u>	658	228	197
BB209	<u>3.3</u>	<u>6.9</u>	<u>16</u>	<u>12</u>	<u>6.2</u>	<u>7.7</u>	<u>84</u>	<u>13</u>	<u>3.0</u>	<u>3.3</u>
Summe Fett markierte Kongenere	499	434	844	1180	1215	850	1154	1138	664	2051

Tabelle 19: BDE in pg/g Fett.

pg/g Fett	04.15	04.16	04.17	04.18	04.19	04.20	09.01	09.02	09.03	09.04
BDE				Hohe LOD						
17	<u>2.5</u>	<u>1.1</u>	<u>0.40</u>	<u>107</u>	<u>1.2</u>	<u>0.81</u>	<u>0.47</u>	<u>1.3</u>	<u>1.6</u>	<u>10</u>
28/33	9.0	27	15	84	29	15	13	20	<u>1.2</u>	<u>8.2</u>
49	<u>2.8</u>	3.6	1.9	<u>97</u>	5.8	3.0	2.4	8.1	<u>1.7</u>	<u>8.9</u>
71	<u>3.1</u>	<u>1.5</u>	<u>0.45</u>	<u>106</u>	<u>1.2</u>	<u>0.73</u>	<u>0.49</u>	<u>1.4</u>	3.6	<u>9.7</u>
47	171	381	290	1956	255	274	131	494	161	494
66	<u>2.8</u>	3.2	2.6	<u>97</u>	3.3	2.5	1.2	7.3	<u>1.7</u>	<u>8.9</u>
77	<u>1.4</u>	<u>0.66</u>	0.35	<u>47</u>	<u>0.53</u>	<u>0.33</u>	<u>0.22</u>	<u>0.65</u>	<u>0.84</u>	<u>4.3</u>
100	33	90	64	381	62	86	38	132	31	117
119	<u>1.9</u>	2.3	2.4	<u>70</u>	3.5	3.9	1.5	<u>1.1</u>	<u>1.4</u>	<u>7.5</u>
99	48	80	74	937	62	84	44	324	71	207
85	<u>1.6</u>	<u>0.87</u>	2.2	<u>60</u>	2.0	2.5	1.1	19	<u>1.2</u>	<u>6.4</u>
126	<u>1.2</u>	<u>0.65</u>	<u>0.23</u>	<u>45</u>	<u>0.55</u>	<u>0.42</u>	<u>0.24</u>	<u>0.73</u>	<u>0.91</u>	<u>3.8</u>
154	5.2	11	7.7	46	7.9	9.4	17	19	5.3	21
153	128	265	196	683	209	472	408	437	192	333
138	<u>1.8</u>	<u>1.0</u>	<u>0.40</u>	<u>60</u>	<u>0.93</u>	<u>0.61</u>	7.2	3.2	<u>1.7</u>	<u>8.9</u>
156	<u>2.5</u>	<u>1.4</u>	<u>0.56</u>	<u>84</u>	<u>1.3</u>	<u>0.86</u>	<u>0.63</u>	<u>1.9</u>	<u>2.4</u>	<u>12</u>
184	<u>1.4</u>	<u>0.76</u>	<u>0.27</u>	<u>75</u>	1.0	5.3	9.1	1.8	<u>0.80</u>	<u>6.5</u>
183	90	96	39	78	41	79	795	22	<u>0.84</u>	115
191	<u>1.4</u>	<u>0.75</u>	<u>0.27</u>	<u>74</u>	<u>0.64</u>	<u>0.43</u>	3.5	<u>0.67</u>	<u>0.79</u>	<u>6.5</u>
197	190	251	91	103	97	211	520	92	19	219
196	<u>1.9</u>	5.8	7.3	<u>69</u>	8.1	<u>0.58</u>	141.9	<u>1.1</u>	<u>1.5</u>	<u>7.7</u>
208	27	<u>11</u>	17	<u>859</u>	20	42	39	26	<u>12</u>	<u>49</u>
207	202	248	53	<u>765</u>	86	137	290	52	<u>11</u>	62
206	<u>30</u>	<u>12</u>	<u>1.5</u>	<u>953</u>	19	24	146	<u>8.8</u>	<u>13</u>	<u>54</u>
209	1096	952	261	n.d.	464	627	3174	267	<u>89</u>	<u>205</u>
BB209	<u>15</u>	<u>8.6</u>	<u>2.6</u>	<u>n.d.</u>	<u>6.4</u>	<u>4.8</u>	<u>3.3</u>	<u>54</u>	<u>77</u>	<u>198</u>
Summe Fett markierte Kongenere	491	954	688	3552	671	1023	1455	1461	468	1324

Tabelle 20: BDE in pg/g Fett.

pg/g Fett	09.05	09.06	09.07	09.08	09.09	09.10	09.11	09.12	09.13	09.14
BDE										
17	0.58	6.5	0.51	0.43	10	1.6	0.84	1.2	3.0	2.3
28/33	6.0	17	12	54	7.8	23	8.6	33	29	16
49	2.0	<u>5.6</u>	3.9	5.1	<u>9.0</u>	<u>1.5</u>	6.1	5.2	7.2	<u>2.2</u>
71	<u>0.63</u>	<u>6.1</u>	<u>0.53</u>	<u>0.51</u>	<u>9.9</u>	<u>1.6</u>	<u>0.76</u>	<u>1.5</u>	<u>3.3</u>	<u>2.4</u>
47	195	371	266	1803	431	227	221	327	474	182
66	1.5	5.6	2.4	5.7	9.1	1.5	4.1	1.4	3.1	2.2
77	<u>0.28</u>	<u>2.7</u>	<u>0.23</u>	<u>0.23</u>	<u>4.4</u>	<u>0.72</u>	<u>0.34</u>	<u>0.68</u>	<u>1.5</u>	<u>1.1</u>
100	93	62	56	245	81	66	41	54	87	44
119	0.81	<u>4.6</u>	1.1	2.7	<u>7.7</u>	1.5	1.6	<u>1.0</u>	<u>2.6</u>	<u>2.1</u>
99	76	111	93	129	159	62	162	84	147	83
85	4.7	<u>3.9</u>	3.7	3.0	<u>6.6</u>	<u>0.90</u>	4.1	<u>0.84</u>	4.9	<u>1.8</u>
126	<u>0.31</u>	<u>2.9</u>	<u>0.26</u>	<u>0.24</u>	<u>4.9</u>	<u>0.68</u>	<u>0.41</u>	<u>0.63</u>	<u>1.6</u>	<u>1.3</u>
154	11	4.0	6.4	7.9	6.4	6.2	12	7.7	9.7	8.8
153	198	351	311	192	228	206	249	197	504	1122
138	<u>0.59</u>	5.3	0.48	0.85	8.4	1.0	0.74	1.1	3.2	3.1
156	<u>0.82</u>	<u>7.4</u>	<u>0.67</u>	<u>0.35</u>	<u>12</u>	<u>1.5</u>	<u>1.0</u>	<u>1.5</u>	<u>4.4</u>	<u>4.3</u>
184	<u>0.39</u>	<u>2.5</u>	3.4	4.1	<u>5.1</u>	<u>0.83</u>	2.1	<u>0.75</u>	<u>1.3</u>	<u>1.2</u>
183	41	10	40	73	62	60	39	63	39	13
191	<u>0.38</u>	<u>2.5</u>	<u>0.30</u>	<u>0.18</u>	<u>5.1</u>	<u>0.82</u>	<u>0.30</u>	<u>0.75</u>	<u>1.3</u>	<u>1.2</u>
197	57	82	177	106	220	74	94	80	47	75
196	1.4	4.1	<u>0.40</u>	8.0	<u>9.9</u>	3.8	17	<u>1.0</u>	<u>2.6</u>	<u>2.5</u>
208	<u>2.4</u>	<u>30</u>	23	33	<u>49</u>	<u>9.3</u>	125	<u>7.5</u>	<u>16</u>	<u>15</u>
207	37	<u>27</u>	104	89	214	93	161	101	<u>14</u>	49
206	<u>2.7</u>	<u>33</u>	20	51	<u>54</u>	<u>10</u>	171	<u>8.3</u>	<u>18</u>	<u>17</u>
209	223	153	305	745	<u>252</u>	397	3152	569	<u>291</u>	<u>87</u>
BB209	<u>4.4</u>	<u>117</u>	<u>3.4</u>	<u>1.9</u>	<u>183</u>	<u>9.4</u>	<u>8.4</u>	<u>8.0</u>	<u>540</u>	<u>67</u>
Summe Fett markierte Kongenere	623	945	788	2510	1003	655	737	769	1299	1476

Tabelle 21: BDE in pg/g Fett.

pg/g Fett	09.15	09.19	09.20	09.21	09.22	Poolprobe Empa	Poolprobe EURL
BDE							
17	<u>3.7</u>	<u>0.32</u>	1.1	<u>2.7</u>	<u>3.2</u>	<u>1.2</u>	2.0
28/33	28	4.4	18	28	36	20	26
49	<u>3.6</u>	8.1	1.9	3.3	<u>2.9</u>	<u>5.1</u>	n.d.
71	<u>4.0</u>	<u>0.37</u>	<u>0.38</u>	<u>3.4</u>	<u>3.2</u>	1.0	n.d.
47	527	100	202	493	437	350	415
66	4.2	5.5	1.6	<u>3.1</u>	<u>2.9</u>	2.8	5.9
77	<u>1.8</u>	5.0	<u>0.17</u>	<u>1.5</u>	<u>1.4</u>	<u>0.47</u>	n.d.
100	182	29	66	129	106	107	118
119	<u>3.4</u>	4.4	1.2	6.5	<u>2.4</u>	2.5	n.d.
99	206	41	53	113	137	113	89
85	5.6	3.3	1.4	<u>2.2</u>	<u>2.0</u>	6.0	n.d.
126	<u>2.2</u>	2.5	<u>0.19</u>	<u>1.6</u>	<u>1.5</u>	<u>0.53</u>	n.d.
154	14	11	5.2	11	18	7.3	9.6
153	739	204	233	419	346	292	362
138	<u>3.9</u>	<u>0.33</u>	<u>0.34</u>	<u>2.1</u>	<u>3.5</u>	<u>0.63</u>	2.7
156	<u>5.5</u>	<u>0.46</u>	<u>0.48</u>	<u>3.0</u>	<u>4.9</u>	<u>0.88</u>	n.d.
184	<u>2.0</u>	<u>0.21</u>	1.0	<u>1.9</u>	<u>1.4</u>	3.2	n.d.
183	61	25	32	145	38	47	44
191	<u>2.0</u>	4.3	<u>0.22</u>	<u>1.8</u>	<u>1.3</u>	<u>0.39</u>	n.d.
197	143	41	83	216	194	137	n.d.
196	<u>3.5</u>	<u>0.28</u>	<u>0.29</u>	<u>2.8</u>	<u>2.6</u>	<u>0.51</u>	n.d.
208	<u>23</u>	21	14	<u>26</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	n.d.
207	78	41	52	219	94	101	n.d.
206	<u>26</u>	14	<u>1.8</u>	<u>28</u>	<u>18</u>	37	n.d.
209	690	213	199	1324	745	683	n.d.
BB209	<u>113</u>	<u>2.8</u>	<u>3.1</u>	<u>19</u>	<u>65</u>	<u>7.9</u>	n.d.
Summe Fett markierte Kongenere	1768	420	612	1345	1127	941	1080

4.5 Pestizide plus HBB sowie HBCD

In der Tabelle 22 sind die gemessenen Konzentrationen verschiedener Pestizide, sowie von Hexabrombenzol (HBB) und Hexabromcyclododecan (HBCD) in ng/g Fett aufgeführt. Die rot markierten Werte zeigen an, dass die Konzentration der entsprechenden Substanz in den meisten Proben (>60%) unterhalb der Nachweisgrenze lag. Für die meisten Substanzen lag die Nachweisgrenze im Bereich von unter 0.5 ng/g Fett. Dies war leider bei HBCD nicht der Fall. Die Nachweisgrenze lag dort, im Mittel, knapp unterhalb von, nicht sehr befriedigenden, 10 ng/g Fett. Die Pestizide mit den höchsten Konzentrationen waren klassische POPs, wie der DTT Metabolit p,p'-DDE, mit durchschnittlichen rund 100 ng/g Fett, gefolgt von β -HCH mit 19 ng/g Fett und HCB mit 11 ng/g Fett.

Detaillierte Resultate zu den einzelnen Proben können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 22: Zusammenfassung der Resultate zu den Pestiziden plus HBB sowie HBCD in ng/g Fett.

ng/g Fett	Mittelwert	Max	Min	Median
Pestizide				
Aldrin	<u>0.042</u>	<u>0.15</u>	<u>0.0079</u>	<u>0.035</u>
trans-Chlordan	<u>0.038</u>	<u>0.78</u>	<u>0.0040</u>	<u>0.013</u>
cis-Chlordan	<u>0.023</u>	<u>0.23</u>	<u>0.0048</u>	<u>0.014</u>
o,p'-DDD	0.043	0.54	0.0034	0.026
p,p'-DDD	0.94	28	0.089	0.27
o,p'-DDE	0.11	2.8	0.0040	0.042
p,p'-DDE	102	1285	11	50
o,p'-DDT	0.36	2.9	0.025	0.28
p,p'-DDT	4.5	110	0.62	1.8
Dicofol	<u>0.063</u>	<u>0.21</u>	<u>0.012</u>	<u>0.045</u>
Dieldrin	1.6	4.0	0.16	1.5
α -Endosulfan	0.79	2.5	0.050	0.64
β -Endosulfan	<u>0.25</u>	<u>1.4</u>	<u>0.018</u>	<u>0.22</u>
Endrin	<u>0.47</u>	<u>2.2</u>	<u>0.078</u>	<u>0.38</u>
HBB	<u>0.041</u>	<u>0.20</u>	<u>0.0081</u>	<u>0.029</u>
HBCD	<u>8.4</u>	<u>45</u>	<u>1.5</u>	<u>6.7</u>
HCB	11	22	6.1	11
α -HCH	<u>0.063</u>	<u>0.60</u>	<u>0.016</u>	<u>0.040</u>
β -HCH	19	359	1.8	4.4
γ -HCH	0.34	11	0.021	0.069
δ -HCH	<u>0.050</u>	<u>0.24</u>	<u>0.016</u>	<u>0.042</u>
Heptachlor	<u>0.018</u>	<u>0.072</u>	<u>0.0044</u>	<u>0.015</u>
cis-Heptachlorepoxyd	1.2	2.4	0.55	1.1
Mirex/Kepone	0.20	3.4	0.021	0.10
trans-Nonachlor	2.8	41	0.32	1.6
cis-Nonachlor	0.57	13	0.012	0.27
Oxychlordan	1.8	4.8	0.30	1.6
PeCB	0.17	1.1	0.022	0.13
Triclosan	10	125	4.8	6.7

Abbildung 14: Pestizide sowie HBB und HBCD als Boxplot-Diagramm dargestellt. Die Y-Achse wurde zur besseren Übersicht auf 80 ng/g Fett fixiert und die Maximum-Werte bei Überschreitung dieser Limite angeschrieben. Der Grüne Bereich gibt 50% der Werte wieder (1. und 3. Quartil). Die Min. und Max.-Werte werden durch den Strich angezeigt. Die Konzentrationen sind in ng/g Fett angegeben.

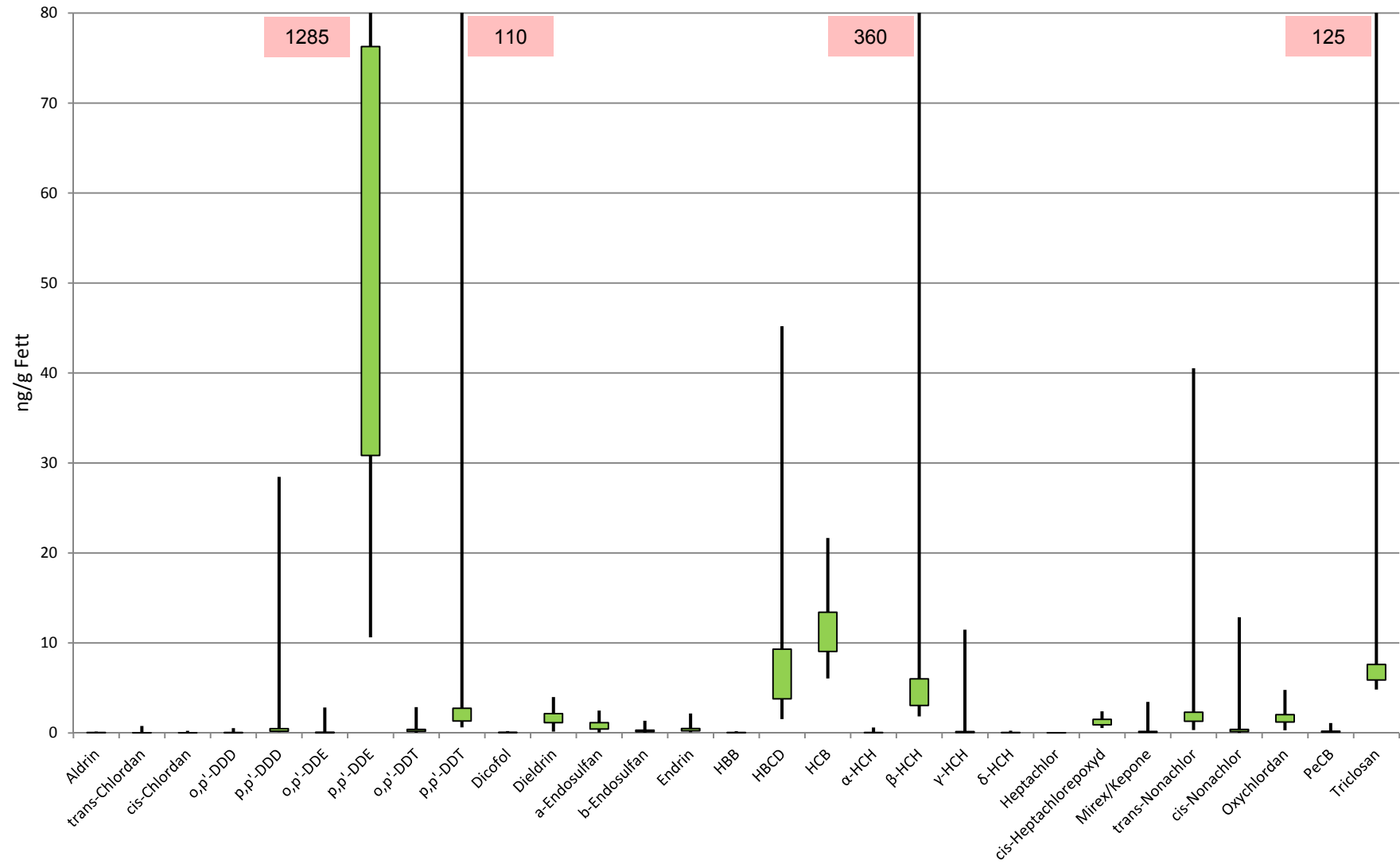


Abbildung 15: Pestizide sowie HBB und HBCD als Boxplot-Diagramm dargestellt. Die Y-Achse wurde zur besseren Übersicht auf 1 ng/g Fett fixiert. Die rote Linie gibt den Wert von 0.5 ng/g Fett wieder und zeigt deutlich, dass ein Grossteil der analysierten Pestizide klar darunter liegen und in den meisten Proben nicht nachweisbar waren.

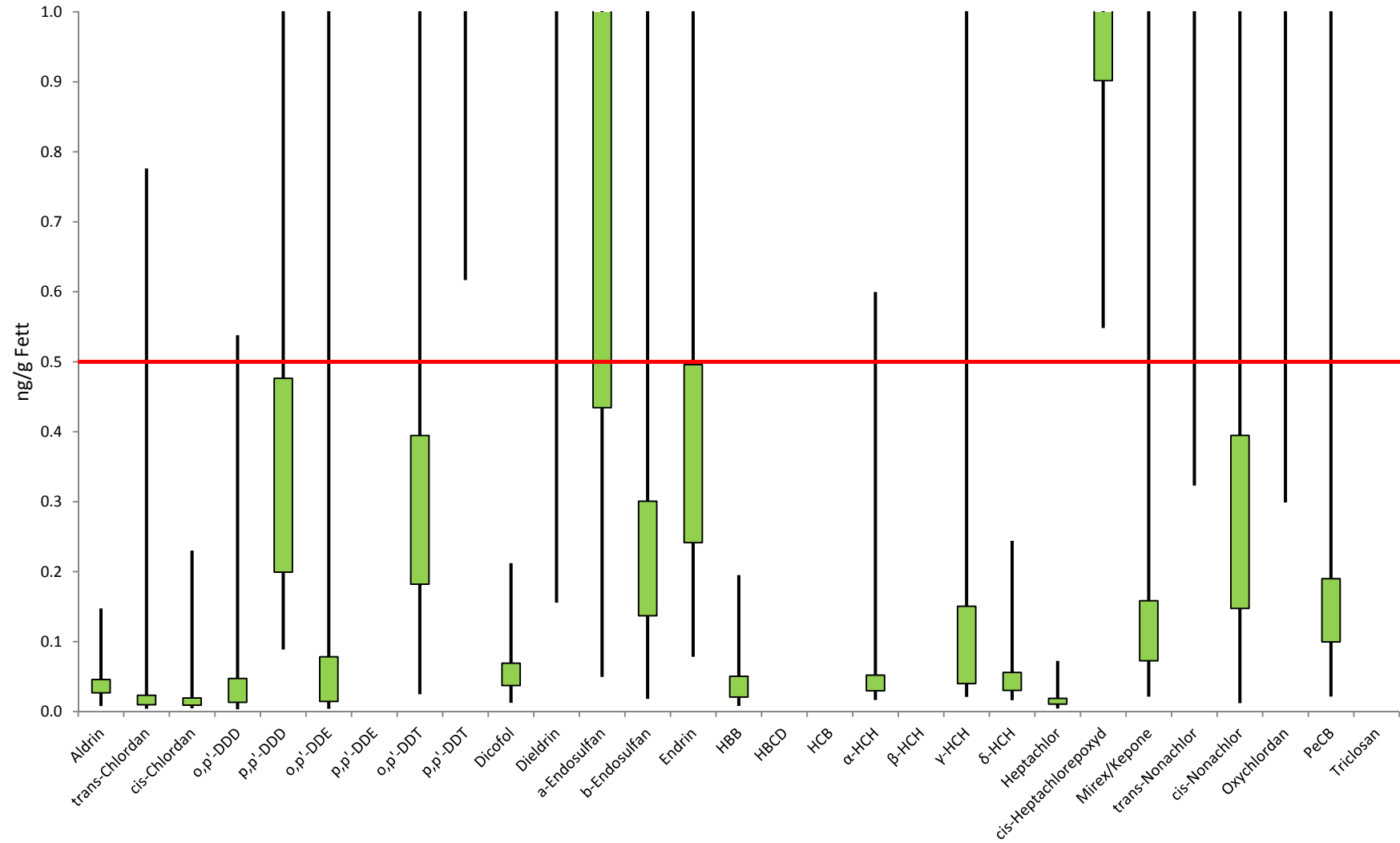


Abbildung 16: Konzentration an Hexachlorbenzol (HCB) und Pentachlorbenzol (PeCB) in ng/g Fett.

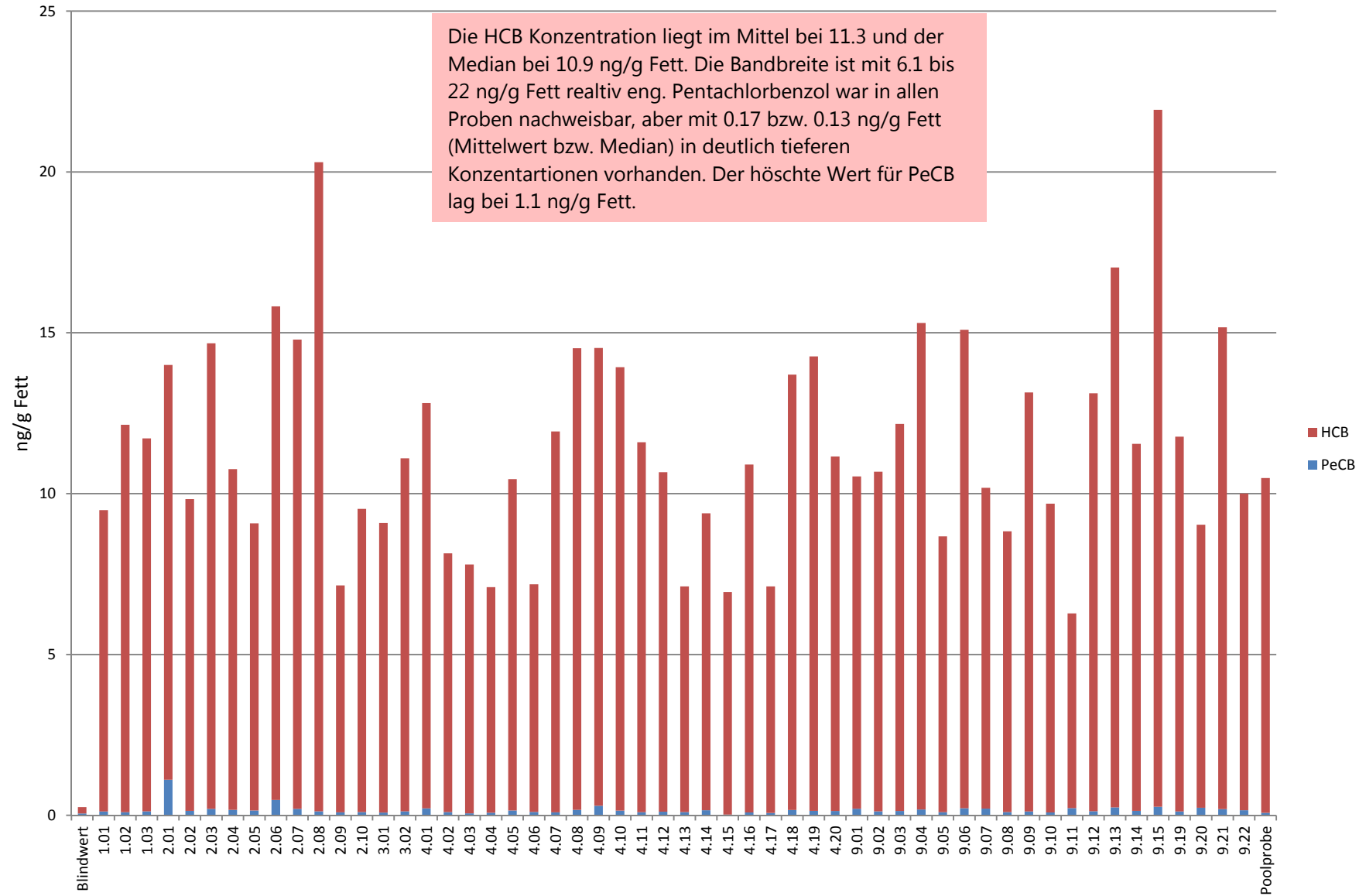


Abbildung 17: Konzentration an Triclosan in ng/g Fett.

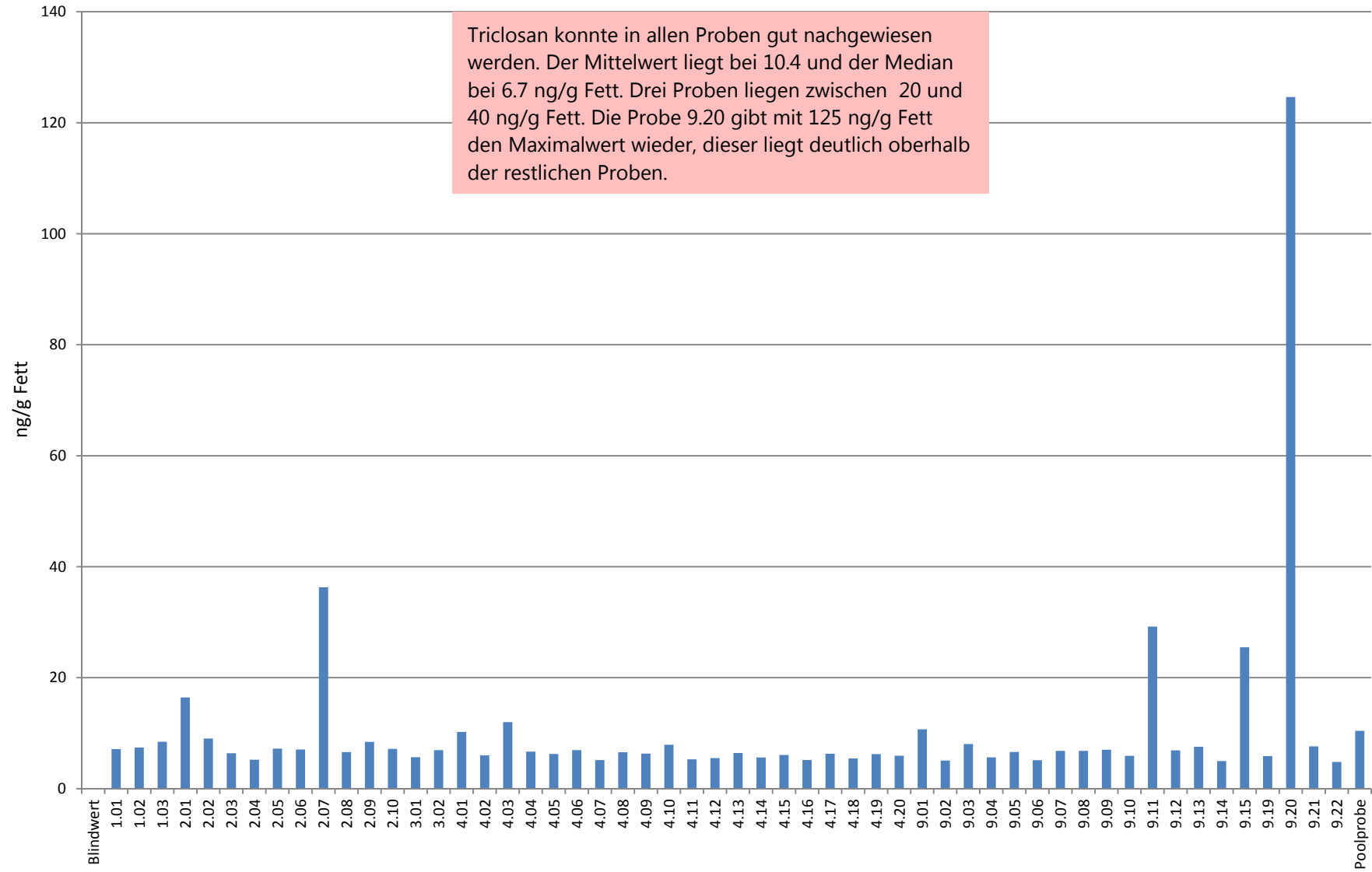


Tabelle 23: Verschiedene Pestizide und vereinzelte Falmmschutzmittel in ng/g Fett.

ng/g Fett	Blindwert	01.01	01.02	01.03	02.01	02.02	02.03	02.04	02.05	02.06
Aldrin	<u>0.19</u>	<u>0.026</u>	<u>0.011</u>	<u>0.035</u>	<u>0.016</u>	<u>0.030</u>	<u>0.014</u>	<u>0.037</u>	<u>0.070</u>	<u>0.14</u>
α-Endosulfan	<u>0.72</u>	<u>0.083</u>	0.52	1.9	0.50	2.5	0.64	0.54	0.90	2.1
β-Endosulfan	<u>0.94</u>	<u>0.17</u>	<u>0.092</u>	<u>0.17</u>	<u>0.11</u>	<u>0.17</u>	<u>0.018</u>	<u>0.41</u>	0.14	0.23
Chlordan (cis)	<u>0.08</u>	<u>0.0082</u>	<u>0.0049</u>	<u>0.019</u>	<u>0.0062</u>	0.088	0.015	<u>0.012</u>	<u>0.037</u>	<u>0.069</u>
Chlordan (trans)	<u>0.068</u>	0.011	0.010	<u>0.016</u>	0.015	0.13	0.0078	<u>0.010</u>	<u>0.032</u>	<u>0.058</u>
Dicofol	<u>0.19</u>	0.044	0.053	<u>0.035</u>	0.042	0.17	0.21	<u>0.037</u>	<u>0.070</u>	<u>0.14</u>
Dieldrin	<u>1.7</u>	1.9	1.7	<u>1.2</u>	1.1	1.8	1.2	1.2	-	-
Endrin	<u>1.7</u>	<u>0.27</u>	<u>0.10</u>	<u>0.68</u>	<u>0.17</u>	<u>0.28</u>	<u>0.13</u>	<u>0.41</u>	<u>1.5</u>	-
HBB	<u>0.68</u>	<u>0.010</u>	0.028	<u>0.051</u>	0.039	0.068	<u>0.014</u>	<u>0.038</u>	<u>0.086</u>	<u>0.026</u>
HBCD	n.d.	<u>7.1</u>	<u>1.5</u>	<u>11</u>	<u>3.5</u>	<u>9.4</u>	<u>3.6</u>	<u>8.0</u>	<u>5.5</u>	<u>5.1</u>
HCB	0.20	9.4	12	12	13	9.7	14	11	8.9	15
Heptachlor	<u>0.094</u>	<u>0.011</u>	<u>0.0064</u>	<u>0.019</u>	<u>0.0088</u>	<u>0.010</u>	<u>0.0073</u>	<u>0.019</u>	<u>0.029</u>	<u>0.072</u>
Heptachlorepoxyd (cis)	<u>0.11</u>	0.78	1.6	1.3	0.80	2.0	1.3	0.92	1.0	0.91
Mirex/Kepone	<u>0.13</u>	0.073	0.065	0.19	0.079	0.48	0.12	0.088	0.044	0.18
Nonachlor (cis)	<u>0.088</u>	0.11	0.10	0.47	0.15	2.2	0.28	0.11	0.16	0.38
Nonachlor (trans)	<u>0.061</u>	1.4	1.4	2.3	1.4	13	2.1	1.03	1.18	2.8
Oxychlordan	<u>0.36</u>	1.4	1.8	1.8	1.3	4.4	4.8	1.5	1.2	2.5
PeCB	<u>0.057</u>	0.12	0.10	0.12	1.1	0.14	0.20	0.17	0.15	0.48
Triclosan	n.d.	7.1	7.4	8.5	16	9.0	6.4	5.2	7.2	7.1

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 24: Verschiedene Pestizide und vereinzelte Falmmschutzmittel in ng/g Fett.

ng/g Fett	02.07	02.08	02.09	02.10	03.01	03.02	04.01	04.02	04.03	04.04
Aldrin	<u>0.034</u>	<u>0.027</u>	<u>0.047</u>	<u>0.019</u>	<u>0.041</u>	<u>0.033</u>	<u>0.027</u>	<u>0.15</u>	<u>0.061</u>	<u>0.040</u>
α-Endosulfan	0.70	0.33	<u>0.15</u>	1.2	0.29	1.02	0.68	1.2	1.7	0.29
β-Endosulfan	<u>0.20</u>	<u>0.15</u>	<u>0.30</u>	<u>0.068</u>	<u>0.31</u>	<u>0.16</u>	<u>0.12</u>	<u>0.19</u>	0.44	<u>0.27</u>
Chlordan (cis)	<u>0.010</u>	<u>0.0073</u>	<u>0.018</u>	<u>0.0090</u>	<u>0.012</u>	<u>0.016</u>	<u>0.0058</u>	0.041	<u>0.022</u>	<u>0.014</u>
Chlordan (trans)	0.034	<u>0.0062</u>	<u>0.015</u>	<u>0.0077</u>	<u>0.010</u>	<u>0.013</u>	<u>0.0049</u>	0.045	<u>0.018</u>	<u>0.012</u>
Dicofol	<u>0.034</u>	0.12	<u>0.047</u>	<u>0.019</u>	<u>0.041</u>	<u>0.033</u>	0.041	<u>0.147</u>	<u>0.061</u>	<u>0.040</u>
Dieldrin	2.5	1.1	0.76	1.3	-	2.2	2.2	-	-	1.5
Endrin	<u>0.25</u>	<u>0.22</u>	<u>0.50</u>	<u>0.25</u>	<u>0.85</u>	<u>0.49</u>	<u>0.18</u>	-	<u>0.77</u>	<u>0.44</u>
HBB	<u>0.021</u>	0.044	<u>0.034</u>	0.084	<u>0.048</u>	<u>0.060</u>	<u>0.018</u>	<u>0.058</u>	<u>0.036</u>	<u>0.030</u>
HBCD	<u>6.4</u>	<u>5.0</u>	<u>9.3</u>	<u>4.0</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>5.5</u>	<u>14.2</u>	<u>3.7</u>	<u>8.9</u>
HCB	15	20	7.05	9.4	9.0	11	13	8.04	7.7	7.0
Heptachlor	<u>0.019</u>	<u>0.0090</u>	<u>0.019</u>	<u>0.011</u>	<u>0.016</u>	<u>0.019</u>	<u>0.011</u>	<u>0.055</u>	<u>0.023</u>	<u>0.016</u>
Heptachlorepoxyd (cis)	2.1	0.55	1.1	0.87	0.78	1.1	1.5	1.07	1.06	1.05
Mirex/Kepone	0.18	0.021	0.19	0.11	0.090	0.86	0.13	0.060	0.10	0.059
Nonachlor (cis)	0.40	0.059	0.34	0.23	0.093	0.17	0.34	0.19	0.46	<u>0.012</u>
Nonachlor (trans)	2.4	0.32	1.5	1.6	0.83	1.4	2.1	1.28	2.2	0.94
Oxychlordan	2.0	0.30	1.1	1.3	1.0	1.2	2.0	1.0	1.7	0.85
PeCB	0.20	0.12	0.092	0.10	0.084	0.12	0.22	0.10	0.062	0.081
Triclosan	36	6.6	8.4	7.2	5.7	7.0	10	6.0	12	6.7

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 25: Verschiedene Pestizide und vereinzelte Falmmschutzmittel in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.05	04.06	04.07	04.08	04.09	04.10	04.11	04.12	04.13	04.14
Aldrin	<u>0.0079</u>	<u>0.070</u>	<u>0.067</u>	<u>0.026</u>	<u>0.015</u>	<u>0.033</u>	<u>0.041</u>	<u>0.038</u>	<u>0.12</u>	<u>0.032</u>
α-Endosulfan	0.73	1.2	1.3	1.2	1.4	0.56	1.7	0.46	<u>0.64</u>	<u>0.10</u>
β-Endosulfan	0.11	0.22	0.24	<u>0.14</u>	<u>0.13</u>	<u>0.25</u>	0.20	<u>0.29</u>	<u>1.4</u>	<u>0.41</u>
Chlordan (cis)	0.055	0.010	<u>0.026</u>	<u>0.0074</u>	0.029	<u>0.014</u>	<u>0.014</u>	<u>0.015</u>	<u>0.056</u>	0.23
Chlordan (trans)	0.040	0.033	<u>0.022</u>	0.039	0.010	<u>0.012</u>	<u>0.012</u>	<u>0.012</u>	<u>0.048</u>	0.24
Dicofol	0.049	<u>0.070</u>	<u>0.067</u>	<u>0.026</u>	0.055	<u>0.033</u>	<u>0.041</u>	<u>0.038</u>	<u>0.12</u>	0.18
Dieldrin	1.3	<u>0.36</u>	<u>1.7</u>	2.3	3.2	2.1	-	3.2	<u>1.5</u>	1.7
Endrin	<u>0.078</u>	<u>0.26</u>	<u>1.2</u>	<u>0.22</u>	<u>0.16</u>	<u>0.33</u>	<u>0.47</u>	<u>0.38</u>	<u>2.2</u>	<u>0.31</u>
HBB	<u>0.0081</u>	<u>0.023</u>	<u>0.024</u>	0.019	<u>0.016</u>	<u>0.025</u>	<u>0.028</u>	<u>0.027</u>	<u>0.20</u>	<u>0.028</u>
HBCD	<u>1.6</u>	<u>3.6</u>	<u>3.5</u>	<u>3.6</u>	<u>3.8</u>	<u>3.6</u>	<u>1.5</u>	<u>7.6</u>	-	<u>14</u>
HCB	10	7.1	12	14	14	14	12	11	7.02	9.2
Heptachlor	<u>0.0044</u>	<u>0.019</u>	<u>0.041</u>	<u>0.014</u>	<u>0.0084</u>	<u>0.016</u>	<u>0.014</u>	<u>0.016</u>	<u>0.067</u>	<u>0.016</u>
Heptachlorepoxyd (cis)	1.09	1.1	1.2	1.7	2.2	1.1	1.01	1.90	1.4	1.7
Mirex/Kepone	3.45	0.12	0.12	0.26	0.25	0.076	0.17	0.073	<u>0.062</u>	0.087
Nonachlor (cis)	0.43	0.28	0.28	0.64	1.0	0.38	0.27	0.35	0.31	1.4
Nonachlor (trans)	1.40	1.5	1.9	3.9	6.3	1.7	2.3	1.7	1.4	4.4
Oxychlordan	1.2	1.0	1.7	3.0	4.3	1.3	2.2	1.4	1.04	2.6
PeCB	0.15	0.10	0.093	0.17	0.30	0.15	0.10	0.11	0.10	0.16
Triclosan	6.2	7.0	5.2	6.6	6.3	7.9	5.3	5.5	6.4	5.6

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 26: Verschiedene Pestizide und vereinzelte Falmmschutzmittel in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.15	04.16	04.17	04.18	04.19	04.20	09.01	09.02	09.03	09.04
Aldrin	<u>0.043</u>	<u>0.041</u>	<u>0.074</u>	<u>0.030</u>	<u>0.035</u>	<u>0.064</u>	<u>0.017</u>	<u>0.017</u>	<u>0.027</u>	<u>0.048</u>
α-Endosulfan	<u>0.14</u>	0.50	<u>0.26</u>	1.0	0.81	0.63	<u>0.050</u>	1.1	0.92	0.53
β-Endosulfan	<u>0.30</u>	<u>0.27</u>	<u>0.55</u>	<u>0.30</u>	<u>0.27</u>	<u>0.67</u>	<u>0.058</u>	<u>0.088</u>	<u>0.12</u>	<u>0.24</u>
Chlordan (cis)	<u>0.015</u>	<u>0.014</u>	<u>0.026</u>	<u>0.015</u>	<u>0.013</u>	<u>0.022</u>	<u>0.041</u>	<u>0.0048</u>	<u>0.010</u>	<u>0.011</u>
Chlordan (trans)	<u>0.013</u>	0.024	<u>0.022</u>	<u>0.013</u>	0.042	<u>0.019</u>	0.78	<u>0.0040</u>	<u>0.0081</u>	<u>0.010</u>
Dicofol	<u>0.043</u>	<u>0.041</u>	<u>0.074</u>	<u>0.030</u>	<u>0.035</u>	<u>0.064</u>	0.050	0.022	0.050	<u>0.048</u>
Dieldrin	<u>0.49</u>	<u>0.76</u>	1.5	<u>1.2</u>	2.2	1.2	<u>0.32</u>	0.98	-	1.7
Endrin	<u>0.47</u>	<u>0.45</u>	<u>0.73</u>	<u>0.59</u>	<u>0.38</u>	<u>0.79</u>	<u>0.28</u>	<u>0.13</u>	<u>0.37</u>	<u>0.50</u>
HBB	0.050	<u>0.030</u>	<u>0.06</u>	<u>0.029</u>	<u>0.021</u>	<u>0.061</u>	<u>0.018</u>	0.026	<u>0.015</u>	0.11
HBCD	<u>8.2</u>	<u>11</u>	<u>32</u>	<u>7.3</u>	<u>6.9</u>	<u>30</u>	-	<u>2.8</u>	<u>4.1</u>	<u>12</u>
HCB	6.9	11	7.04	14	14.13	11	10	11	12	15
Heptachlor	<u>0.018</u>	<u>0.015</u>	<u>0.032</u>	<u>0.015</u>	<u>0.014</u>	<u>0.031</u>	<u>0.0071</u>	<u>0.0055</u>	<u>0.0093</u>	<u>0.013</u>
Heptachlorepoxyd (cis)	0.70	1.6	0.95	1.5	1.6	1.1	1.1	0.73	1.01	2.3
Mirex/Kepone	0.028	0.067	0.086	0.15	0.10	0.12	0.14	0.15	0.11	0.089
Nonachlor (cis)	0.090	0.33	0.21	0.49	0.40	0.18	13	0.35	0.26	0.10
Nonachlor (trans)	0.632	1.7	1.2	3.2	2.2	1.7	41	2.4	1.8	1.30
Oxychlordan	0.70	1.6	1.02	4.0	1.9	1.7	2.1	2.0	1.6	1.3
PeCB	0.022	0.089	0.073	0.17	0.14	0.14	0.21	0.12	0.13	0.18
Triclosan	6.1	5.2	6.3	5.4	6.2	5.9	11	5.1	8.0	5.6

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 27: Verschiedene Pestizide und vereinzelt Falmmittelschutzmittel in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.05	09.06	09.07	09.08	09.09	09.10	09.11	09.12	09.13	09.14
Aldrin	<u>0.055</u>	<u>0.039</u>	<u>0.014</u>	<u>0.039</u>	<u>0.078</u>	<u>0.028</u>	<u>0.012</u>	<u>0.043</u>	<u>0.034</u>	<u>0.028</u>
α-Endosulfan	<u>0.14</u>	0.65	0.43	0.26	0.38	0.35	0.69	0.45	1.4	0.68
β-Endosulfan	<u>0.31</u>	<u>0.36</u>	<u>0.020</u>	<u>0.26</u>	<u>0.51</u>	<u>0.15</u>	<u>0.042</u>	<u>0.32</u>	<u>0.15</u>	<u>0.11</u>
Chlordan (cis)	<u>0.018</u>	<u>0.014</u>	<u>0.0056</u>	<u>0.013</u>	<u>0.017</u>	<u>0.0076</u>	<u>0.0061</u>	<u>0.017</u>	<u>0.0072</u>	<u>0.0052</u>
Chlordan (trans)	<u>0.015</u>	<u>0.012</u>	<u>0.0047</u>	<u>0.011</u>	<u>0.015</u>	<u>0.0065</u>	<u>0.0052</u>	<u>0.014</u>	0.034	0.0092
Dicofol	<u>0.055</u>	0.075	0.026	<u>0.039</u>	<u>0.078</u>	<u>0.028</u>	<u>0.012</u>	<u>0.043</u>	0.19	0.042
Dieldrin	-	2.1	1.2	1.4	-	1.1	<u>0.16</u>	1.6	3.5	2.4
Endrin	<u>0.93</u>	<u>0.43</u>	<u>0.13</u>	<u>0.44</u>	<u>0.94</u>	<u>0.21</u>	<u>0.16</u>	<u>0.48</u>	<u>0.25</u>	<u>0.18</u>
HBB	<u>0.027</u>	<u>0.038</u>	0.13	<u>0.029</u>	<u>0.051</u>	<u>0.017</u>	0.014	<u>0.0</u>	0.068	<u>0.013</u>
HBCD	<u>6.3</u>	<u>7.5</u>	<u>3.6</u>	<u>8.2</u>	<u>19</u>	<u>4.2</u>	<u>3.7</u>	<u>10.1</u>	<u>3.9</u>	<u>4.7</u>
HCB	8.6	15	10.0	8.7	13	9.6	6.1	12.99	17	11
Heptachlor	<u>0.015</u>	<u>0.022</u>	<u>0.0077</u>	<u>0.015</u>	<u>0.020</u>	<u>0.015</u>	<u>0.0065</u>	<u>0.020</u>	<u>0.011</u>	<u>0.0071</u>
Heptachlorepoxyd (cis)	0.90	1.2	0.85	1.5	2.4	0.82	0.60	1.06	2.0	0.86
Mirex/Kepone	0.047	0.13	0.16	0.041	0.072	0.062	0.10	0.086	0.24	0.12
Nonachlor (cis)	0.075	0.10	0.11	0.23	0.15	0.10	0.16	0.22	0.60	0.37
Nonachlor (trans)	0.84	1.4	1.29	1.3	1.6	1.1	0.89	1.6	4.1	1.7
Oxychlordan	0.88	1.9	1.3	1.2	1.8	1.2	0.92	1.9	3.5	1.2
PeCB	0.10	0.22	0.21	0.10	0.12	0.087	0.22	0.13	0.25	0.14
Triclosan	6.6	5.1	6.8	6.8	7.0	5.9	29	6.9	7.6	5.0

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 28: Verschiedene Pestizide und vereinzelte Falmmschutzmittel in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.15	09.19	09.20	09.21	09.22	Poolprobe Empa	Poolprobe EURL
Aldrin	<u>0.026</u>	<u>0.054</u>	<u>0.041</u>	<u>0.044</u>	<u>0.032</u>	<u>0.046</u>	<u>0.50</u>
α-Endosulfan	1.2	1.5	0.64	0.90	0.58	<u>0.031</u>	<u>0.50</u>
β-Endosulfan	<u>0.17</u>	<u>0.41</u>	<u>0.28</u>	<u>0.24</u>	<u>0.21</u>	<u>0.50</u>	<u>0.50</u>
Chlordan (cis)	<u>0.0088</u>	<u>0.019</u>	<u>0.014</u>	<u>0.014</u>	<u>0.0094</u>	<u>0.023</u>	<u>0.50</u>
Chlordan (trans)	<u>0.0075</u>	<u>0.017</u>	<u>0.012</u>	<u>0.012</u>	<u>0.0080</u>	<u>0.019</u>	<u>0.50</u>
Dicofol	0.064	<u>0.054</u>	0.079	<u>0.044</u>	<u>0.032</u>	<u>0.046</u>	n.b.
Dieldrin	3.5	<u>1.1</u>	<u>0.69</u>	4.0	1.6	<u>1.1</u>	2.6
Endrin	<u>0.26</u>	<u>0.93</u>	<u>0.44</u>	<u>0.46</u>	<u>0.33</u>	<u>1.1</u>	<u>0.50</u>
HBB	<u>0.020</u>	0.095	<u>0.032</u>	<u>0.028</u>	<u>0.019</u>	<u>0.041</u>	n.b.
HBCD	<u>7.9</u>	<u>45</u>	<u>8.3</u>	<u>7.02</u>	<u>5.8</u>	<u>11</u>	<u>0.10</u>
HCB	22	12	8.8	15	9.8	10	11
Heptachlor	<u>0.011</u>	<u>0.024</u>	<u>0.018</u>	<u>0.014</u>	<u>0.013</u>	<u>0.036</u>	<u>0.50</u>
Heptachlorepoxyd (cis)	2.2	0.97	0.63	1.5	0.85	1.2	1.8
Mirex/Kepone	0.16	0.11	0.062	0.26	0.093	0.19	<u>0.50</u>
Nonachlor (cis)	0.39	0.52	0.16	0.49	0.13	0.28	n.b.
Nonachlor (trans)	3.02	2.9	1.3	3.3	1.6	1.9	n.b.
Oxychlordan	2.8	1.6	1.3	2.5	2.1	1.7	2.0
PeCB	0.27	0.12	0.23	0.19	0.16	0.076	<u>0.50</u>
Triclosan	25	5.9	125	7.6	4.8	10.4	n.b.

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Abbildung 18: Summenwert von DDT und den Metaboliten DDE und DDD in ng/g Fett.

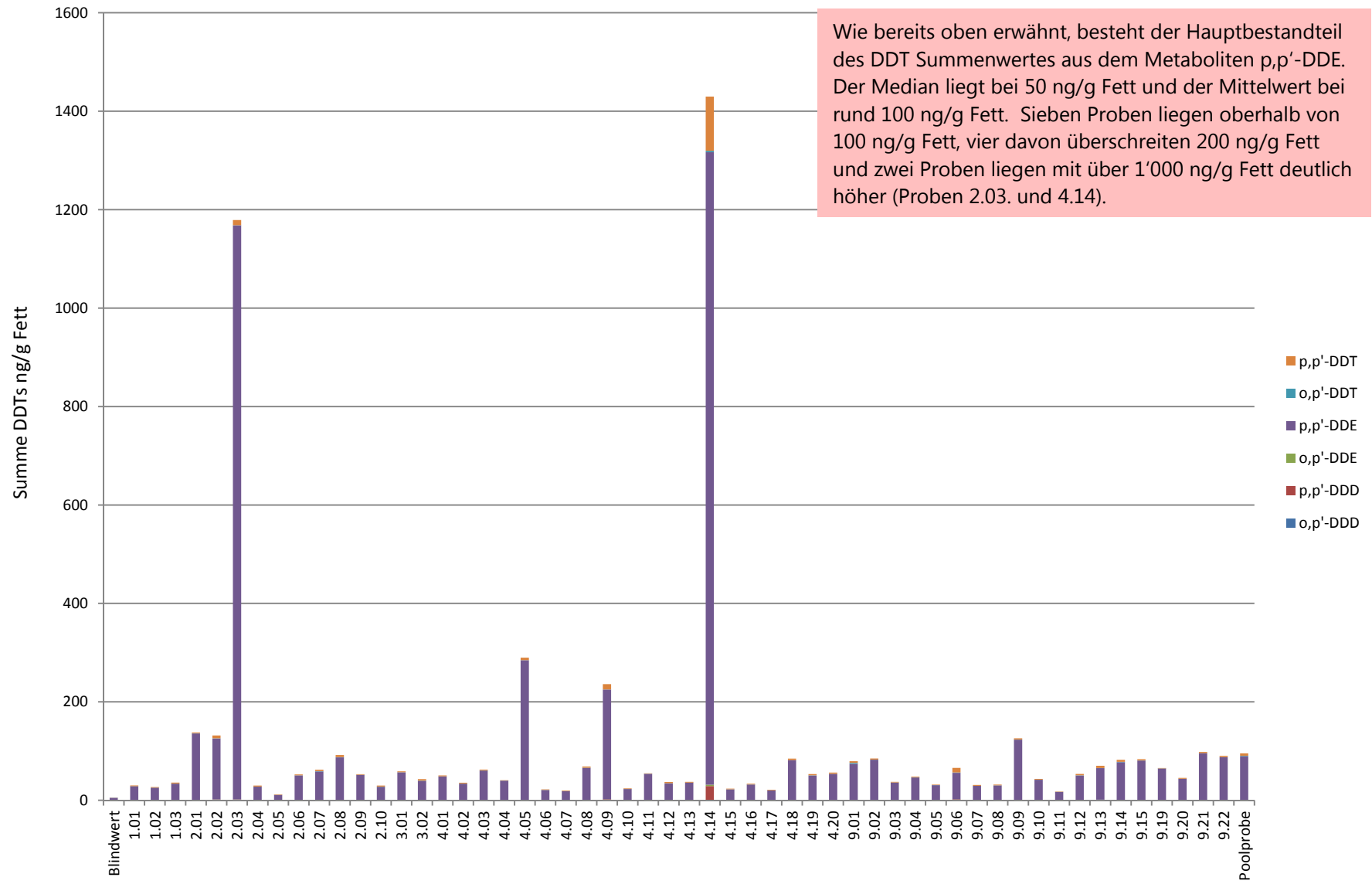


Tabelle 29: DDTs in ng/g Fett.

ng/g Fett	Blindwert	01.01	01.02	01.03	02.01	02.02	02.03	02.04	02.05	02.06
o,p'-DDD	<u>0.065</u>	0.013	<u>0.0034</u>	<u>0.020</u>	0.044	0.082	0.048	0.034	0.013	0.038
p,p'-DDD	<u>0.11</u>	0.24	0.10	0.27	0.30	1.4	1.6	0.20	0.10	0.25
o,p'-DDE	<u>0.051</u>	0.038	0.024	<u>0.013</u>	0.050	0.21	0.19	<u>0.0076</u>	0.024	0.052
p,p'-DDE	4.9	28	26	33	135	124	1166	27	11	50
o,p'-DDT	<u>0.074</u>	0.070	0.025	0.42	0.32	0.51	0.24	0.36	0.16	0.29
p,p'-DDT	<u>0.14</u>	1.4	1.1	1.9	1.8	5.7	10	2.0	1.1	1.8
Summe DDTs	5.4	30	27	36	138	132	1179	30	12	53

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 30: DDTs in ng/g Fett.

ng/g Fett	02.07	02.08	02.09	02.10	03.01	03.02	04.01	04.02	04.03	04.04
o,p'-DDD	0.052	<u>0.0070</u>	0.014	<u>0.0076</u>	<u>0.0066</u>	0.059	0.037	0.052	0.041	<u>0.012</u>
p,p'-DDD	0.45	0.56	0.19	0.17	0.29	0.67	0.26	0.36	0.29	0.12
o,p'-DDE	0.057	0.13	<u>0.012</u>	<u>0.0062</u>	0.040	<u>0.011</u>	0.073	0.080	0.051	<u>0.0090</u>
p,p'-DDE	58	87	51	27	56	39	48	33	60	40
o,p'-DDT	0.57	0.38	0.29	0.42	0.31	0.43	0.32	0.27	0.30	0.14
p,p'-DDT	2.9	4.3	1.3	2.0	1.8	3.2	1.7	1.7	1.8	0.75
Summe DDTs	62	92	53	30	59	43	51	36	62	41

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 31: DDTs in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.05	04.06	04.07	04.08	04.09	04.10	04.11	04.12	04.13	04.14
o,p'-DDD	0.094	0.022	0.021	0.055	0.037	<u>0.011</u>	0.016	0.059	<u>0.050</u>	0.54
p,p'-DDD	0.79	0.16	0.11	0.33	2.0	0.15	0.13	0.41	0.17	28
o,p'-DDE	0.15	0.043	0.024	0.067	0.12	0.041	0.026	0.11	<u>0.034</u>	2.8
p,p'-DDE	284	21	18	65	223	23	54	34	36	1285
o,p'-DDT	0.17	0.15	0.17	0.47	0.22	0.077	0.16	0.47	<u>0.048</u>	2.9
p,p'-DDT	5.0	1.0	1.0	2.7	11	1.3	1.0	2.4	1.5	110
Summe DDTs	290	22	20	69	236	24	55	37	38	1430

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 32: DDTs in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.15	04.16	04.17	04.18	04.19	04.20	09.01	09.02	09.03	09.04
o,p'-DDD	0.021	<u>0.013</u>	<u>0.024</u>	<u>0.0085</u>	<u>0.012</u>	<u>0.019</u>	0.14	0.034	<u>0.0068</u>	0.028
p,p'-DDD	0.20	0.26	0.22	0.53	0.28	0.34	0.29	0.56	0.089	0.25
o,p'-DDE	<u>0.0093</u>	<u>0.0093</u>	<u>0.017</u>	<u>0.010</u>	0.045	<u>0.014</u>	0.28	0.10	0.025	0.056
p,p'-DDE	22	32	20	81	50	53	74	82	36	46
o,p'-DDT	0.23	0.28	0.18	-	0.40	0.39	1.8	0.21	0.14	0.22
p,p'-DDT	1.3	1.5	1.1	3.0	2.4	2.3	3.4	2.1	1.3	1.5
Summe DDTs	24	34	21	85	53	56	79	85	37	48

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 33: DDTs in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.05	09.06	09.07	09.08	09.09	09.10	09.11	09.12	09.13	09.14
o,p'-DDD	<u>0.015</u>	0.091	<u>0.0043</u>	<u>0.012</u>	<u>0.023</u>	0.030	0.016	0.045	0.068	0.029
p,p'-DDD	0.14	1.9	0.24	0.22	0.26	0.24	0.11	0.36	1.03	0.27
o,p'-DDE	<u>0.015</u>	0.11	0.067	<u>0.0084</u>	0.055	0.036	<u>0.0040</u>	0.058	0.13	0.037
p,p'-DDE	31	54	29	30	123	42	17	50	64	77
o,p'-DDT	0.19	0.68	0.028	0.28	0.30	0.25	0.12	0.37	0.39	0.58
p,p'-DDT	1.1	9.4	1.7	1.5	2.5	1.3	0.62	2.8	4.5	4.1
Summe DDTs	32	66	31	32	126	43	18	53	70	82

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 34: DDTs in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.15	09.19	09.20	09.21	09.22	Poolprobe Empa	Poolprobe EURL
o,p'-DDD	0.033	<u>0.019</u>	<u>0.014</u>	0.075	0.028	0.063	<u>0.50</u>
p,p'-DDD	0.60	0.24	0.34	0.63	0.48	1.0	<u>0.50</u>
o,p'-DDE	0.079	<u>0.013</u>	0.075	<u>0.0090</u>	0.089	0.12	<u>0.50</u>
p,p'-DDE	80	64	43	95	87	88	107
o,p'-DDT	0.21	0.19	0.28	0.45	0.24	1.1	1.6
p,p'-DDT	2.4	1.0	1.8	2.5	2.6	4.6	7.4
Summe DDTs	83	66	46	98	90	95	128

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Abbildung 19: Summenwert der HCHs in ng/g Fett.

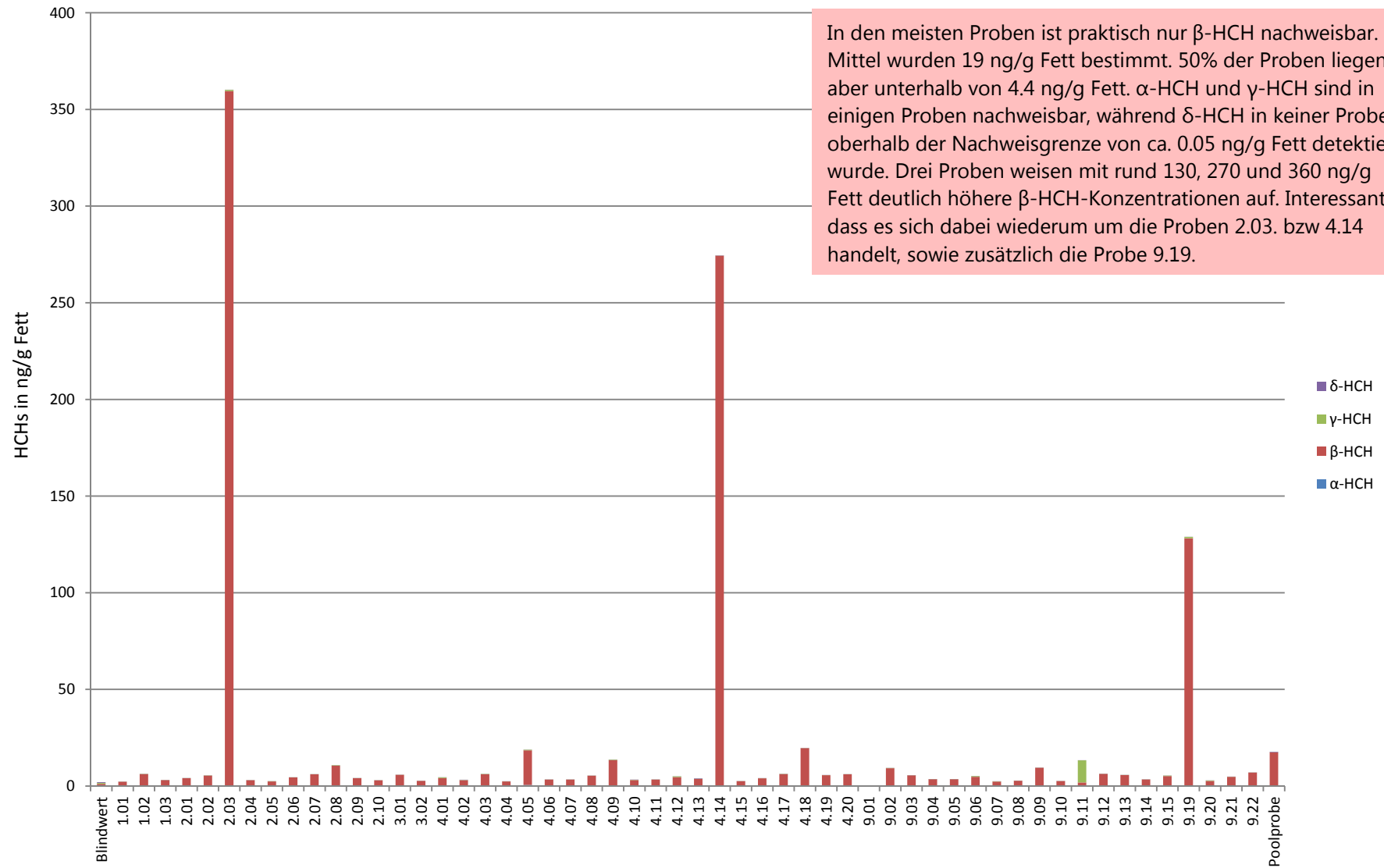


Tabelle 35: HCHs in ng/g Fett.

ng/g Fett	Blindwert	01.01	01.02	01.03	02.01	02.02	02.03	02.04
α-HCH	<u>0.18</u>	<u>0.031</u>	0.018	<u>0.039</u>	<u>0.018</u>	<u>0.031</u>	0.17	<u>0.041</u>
β-HCH	0.92	2.2	6.2	3.1	4.0	5.4	359	3.0
γ-HCH	0.54	0.071	0.11	<u>0.039</u>	<u>0.024</u>	0.13	0.63	<u>0.037</u>
δ-HCH	<u>0.37</u>	<u>0.028</u>	<u>0.036</u>	<u>0.050</u>	<u>0.019</u>	<u>0.031</u>	<u>0.031</u>	<u>0.036</u>
Summe HCHs	2.0	2.4	6.4	3.2	4.1	5.6	360	3.1

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 36: HCHs in ng/g Fett.

ng/g Fett	02.05	02.06	02.07	02.08	02.09	02.10	03.01	03.02	04.01	04.02
α-HCH	<u>0.15</u>	<u>0.038</u>	<u>0.043</u>	<u>0.020</u>	<u>0.051</u>	<u>0.026</u>	<u>0.045</u>	<u>0.043</u>	<u>0.023</u>	<u>0.11</u>
β-HCH	2.3	4.38	6.0	11	4.0	2.9	5.7	2.7	4.1	2.9
γ-HCH	<u>0.088</u>	0.11	<u>0.037</u>	0.25	<u>0.040</u>	<u>0.022</u>	<u>0.047</u>	<u>0.043</u>	0.36	<u>0.11</u>
δ-HCH	<u>0.045</u>	<u>0.040</u>	<u>0.024</u>	<u>0.029</u>	<u>0.044</u>	<u>0.026</u>	<u>0.049</u>	<u>0.048</u>	<u>0.027</u>	<u>0.09</u>
Summe HCHs	2.5	4.6	6.1	11	4.1	3.0	5.9	2.8	4.5	3.3

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 37: HCHs in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.03	04.04	04.05	04.06	04.07	04.08	04.09	04.10	04.11	04.12
α-HCH	<u>0.23</u>	<u>0.053</u>	0.60	<u>0.047</u>	<u>0.12</u>	<u>0.033</u>	0.036	<u>0.039</u>	<u>0.029</u>	<u>0.048</u>
β-HCH	5.8	2.3	18	3.3	3.2	5.3	13.4	3.0	3.3	4.6
γ-HCH	<u>0.18</u>	<u>0.045</u>	0.35	<u>0.043</u>	<u>0.090</u>	<u>0.032</u>	0.31	0.15	0.08	0.36
δ-HCH	<u>0.11</u>	<u>0.052</u>	0.063	<u>0.041</u>	<u>0.059</u>	<u>0.020</u>	<u>0.042</u>	<u>0.10</u>	<u>0.035</u>	<u>0.040</u>
Summe HCHs	6.4	2.5	19	3.4	3.5	5.4	14	3.3	3.4	5.1

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 38: HCHs in ng/g Fett.

ng/g Fett	04.13	04.14	04.15	04.16	04.17	04.18	04.19	04.20	09.01	09.02
α-HCH	<u>0.14</u>	<u>0.040</u>	<u>0.044</u>	<u>0.049</u>	<u>0.086</u>	<u>0.051</u>	<u>0.061</u>	<u>0.079</u>	0.018	0.017
β-HCH	3.5	274	2.4	4.0	6.1	20	5.6	6.0	-	9.2
γ-HCH	<u>0.15</u>	<u>0.044</u>	<u>0.046</u>	<u>0.043</u>	<u>0.10</u>	<u>0.044</u>	<u>0.049</u>	<u>0.083</u>	0.11	0.16
δ-HCH	<u>0.24</u>	<u>0.12</u>	<u>0.044</u>	<u>0.069</u>	<u>0.084</u>	<u>0.064</u>	<u>0.056</u>	<u>0.069</u>	-	<u>0.017</u>
Summe HCHs	4.1	275	2.6	4.1	6.4	20	5.7	6.2	0.13	9.4

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 39: HCHs in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.03	09.04	09.05	09.06	09.07	09.08	09.09	09.10	09.11	09.12
α-HCH	<u>0.024</u>	<u>0.041</u>	<u>0.033</u>	0.077	<u>0.016</u>	<u>0.034</u>	<u>0.039</u>	<u>0.039</u>	<u>0.017</u>	<u>0.050</u>
β-HCH	5.5	3.5	3.5	4.7	2.3	2.7	9.5	2.5	1.8	6.3
γ-HCH	<u>0.029</u>	<u>0.043</u>	<u>0.039</u>	0.37	0.14	<u>0.034</u>	<u>0.055</u>	<u>0.031</u>	11	<u>0.066</u>
δ-HCH	<u>0.030</u>	<u>0.051</u>	<u>0.044</u>	<u>0.046</u>	<u>0.033</u>	<u>0.032</u>	<u>0.059</u>	<u>0.020</u>	<u>0.016</u>	<u>0.048</u>
Summe HCHs	5.6	3.6	3.6	5.2	2.5	2.8	9.6	2.6	13	6.4

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

Tabelle 40: HCHs in ng/g Fett.

ng/g Fett	09.13	09.14	09.15	09.19	09.20	09.21	09.22	Poolprobe Empa	Poolprobe EURL
α-HCH	<u>0.025</u>	<u>0.021</u>	<u>0.024</u>	<u>0.082</u>	<u>0.049</u>	<u>0.039</u>	0.057	<u>0.30</u>	<u>0.50</u>
β-HCH	5.6	3.4	5.1	128	2.6	4.8	6.9	17	17
γ-HCH	<u>0.030</u>	<u>0.021</u>	0.24	0.72	0.23	<u>0.028</u>	<u>0.040</u>	<u>0.071</u>	<u>0.50</u>
δ-HCH	<u>0.023</u>	<u>0.019</u>	<u>0.030</u>	<u>0.088</u>	<u>0.045</u>	<u>0.034</u>	<u>0.034</u>	<u>0.26</u>	<u>n.b.</u>
Summe HCHs	5.7	3.4	5.4	129	2.9	4.9	7.1	18	17

Rote und unterstrichene Werte = unterhalb der Nachweisgrenze, diese wurde als das dreifache Untergrundrauschen definiert.

4.6 Totales Quecksilber und Methylquecksilber

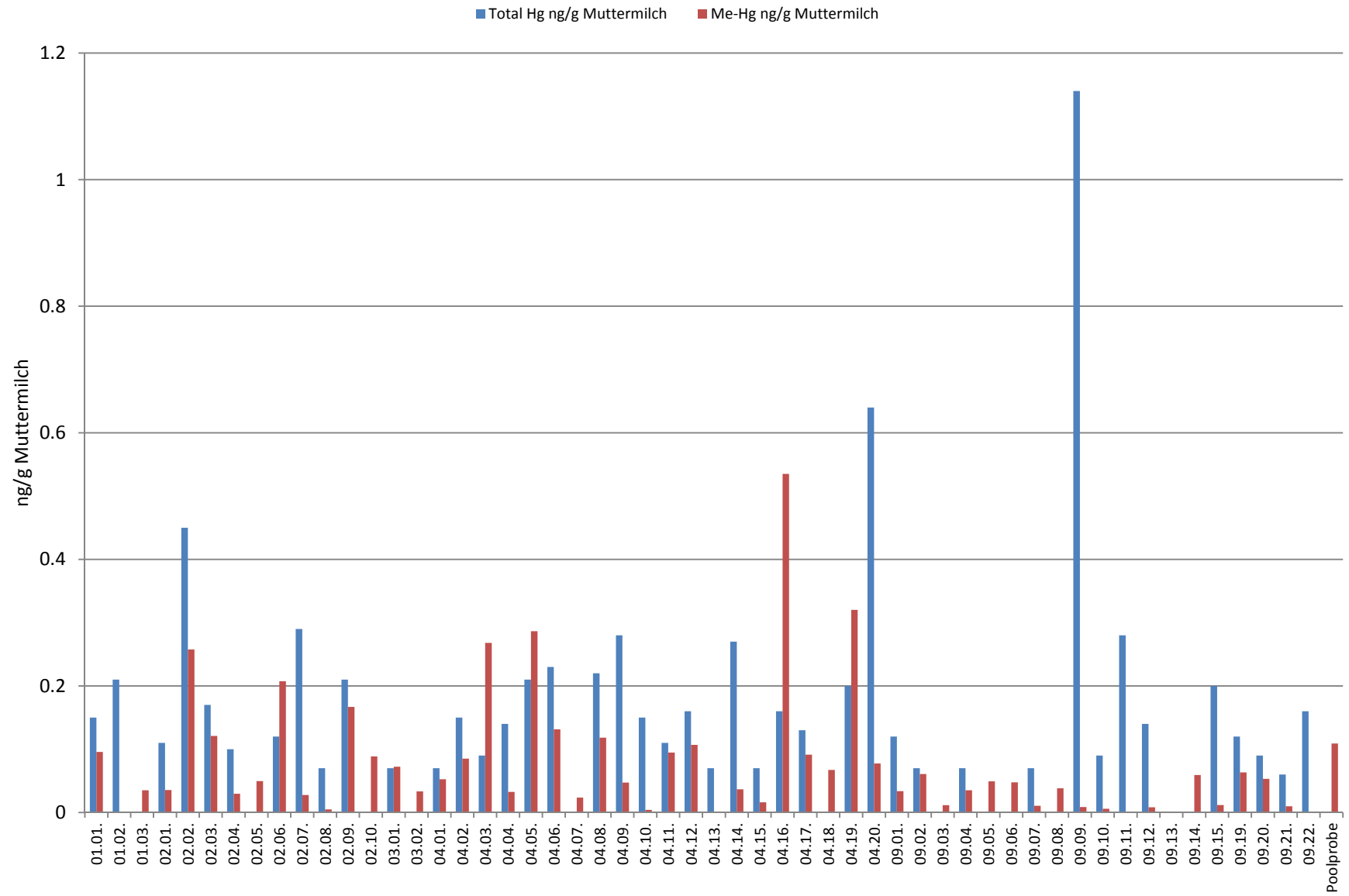
In der Tabelle 41 sind die Gehalte an totalem Quecksilber sowie Methylquecksilber (Me-Hg) aufgeführt. Das totale Quecksilber wurde in der Abteilung Advanced Analytical Technologies bestimmt, ausgehend von der nicht lyophilisierten Muttermilch (Frischgewicht). Methylquecksilber konnte nicht im Hause bestimmt werden und wurde deshalb an ein sehr gutes und akkreditiertes, externes Labor gegeben (SGS Belgien). Die Proben wurden zum Versand und auf Wunsch des Labors im gefriergetrocknetem Zustand (Lyophilisat) versandt. Die Resultate wurden in ng/g Trockensubstanz der Empa geliefert und intern anhand des Trockensubstanzanteils auf Frischgewicht (FG und ng/g Milch) umgerechnet. In einigen Proben überschreitet der Gehalt an Me-Hg denjenigen an totalem Hg, was nicht möglich ist. Wieso dies der Fall ist, ist unklar, könnte aber auf das unterschiedliche Ausgangsmaterial für die Analyse (Frischgewicht vs. Lyophilisat) und der auf dem Trockensubstanzanteil basierenden Umrechnung zurück zu führen sein. Trotz der Diskrepanz zwischen totalem Hg und Me-Hg bei einigen Proben, kann gesagt werden, dass die Gehalte an totalem Hg mit einem Mittelwert von 0.19 ng/g FG (Median 0.15 ng/g) und die Gehalte von Me-Hg mit einem Mittelwert von 0.085 ng/g FG (Median 0.051 ng/g) gering sind. Der höchste gemessene Wert liegt bei totalem Hg mit 1.1 ng/g FG nur knapp über 1 ng/g und bei Me-Hg konnten maximal 0.54 ng/g FG bestimmt werden.

Tabelle 41: Totales Quecksilber und Methylquecksilber in ng/g Lyophilisat und ng/g Muttermilch.

Probennummer:	Me-Hg ng/g Lyophilisat	Me-Hg ng/g Milch	Total Hg ng/g Milch	Me-Hg % Total Hg
01.01.	0.66	0.096	0.15	64
01.02.	n.d.	n.d.	0.21	n.d.
01.03.	0.40	0.035	n.d.	n.d.
02.01.	0.23	0.035	0.11	32
02.02.	1.6	0.26	0.45	57
02.03.	0.71	0.12	0.17	71
02.04.	0.29	0.030	0.10	30
02.05.	0.99	0.050	n.d.	n.d.
02.06.	0.80	0.21	0.12	173
02.07.	0.63	0.028	0.29	9.5
02.08.	0.18	0.0049	0.070	7.1
02.09.	0.90	0.17	0.21	79
02.10.	0.50	0.089	n.d.	n.d.
03.01.	0.80	0.072	0.070	103
03.02.	0.19	0.033	n.d.	n.d.
04.01.	0.27	0.053	0.070	75
04.02.	0.47	0.085	0.15	57
04.03.	1.1	0.27	0.090	298
04.04.	0.41	0.033	0.14	23
04.05.	1.5	0.29	0.21	136
04.06.	0.68	0.13	0.23	57
04.07.	0.30	0.023	n.d.	n.d.
04.08.	0.69	0.12	0.22	54
04.09.	0.61	0.047	0.28	17
04.10.	0.43	0.0042	0.15	2.8
04.11.	0.45	0.095	0.11	86
04.12.	0.61	0.11	0.16	67

Probennummer:	Me-Hg ng/g Lyophilisat	Me-Hg ng/g Milch	Total Hg ng/g Milch	Me-Hg % Total Hg
04.13.	n.d.	n.d.	0.070	n.d.
04.14.	0.86	0.037	0.27	14
04.15.	0.32	0.016	0.070	23
04.16.	0.60	0.54	0.16	334
04.17.	0.53	0.091	0.13	70
04.18.	0.62	0.067	n.d.	n.d.
04.19.	1.8	0.32	0.2	160
04.20.	0.41	0.077	0.64	12
09.01.	0.48	0.034	0.12	28
09.02.	0.40	0.061	0.070	87
09.03.	0.14	0.012	n.d.	n.d.
09.04.	0.17	0.035	0.070	50
09.05.	0.20	0.049	n.d.	n.d.
09.06.	0.25	0.048	n.d.	n.d.
09.07.	0.17	0.011	0.070	15
09.08.	0.22	0.038	n.d.	n.d.
09.09.	0.19	0.0086	1.14	1
09.10.	0.24	0.0058	0.090	6.5
09.11.	n.d.	n.d.	0.28	n.d.
09.12.	0.24	0.0083	0.14	5.9
09.13.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
09.14.	0.31	0.059	n.d.	n.d.
09.15.	0.24	0.012	0.20	5.9
Mittelwert	0.54	0.085	0.19	
Median	0.46	0.051	0.15	
Min.	0.14	0.0042	0.060	
Max.	1.8	0.54	1.1	

Abbildung 20: Konzentrationen an totalem Quecksilber (Total Hg) und Methylquecksilber (Me-Hg) in ng/g Frischgewicht (Muttermilch).



5. Anhang

5.1. Resultate des EURL zu POPs in der Poolprobe der Schweiz



Chemisches und
 Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

Report of results: PCDD/Fs

Page 1 of 3

Sample type: Human breast milk
 Country: Switzerland
 Sample no. 160739996
 Date: 07.02.17
 Lipid content [%]: 4.2

Duplicate analysis of sample, concentrations calculated as mean

2,3,7,8-substituted PCDF/PCDD	Concentration [pg/g lipid weight]	MU
2,3,7,8-TCDF	0.31	
1,2,3,7,8-PeCDF	0.23	
2,3,4,7,8-PeCDF	3.41	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.06	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.05	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.64	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.053	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1.58	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.046	
OCDF	0.11	
2,3,7,8-TCDD	0.37	
1,2,3,7,8-PeCDD	1.05	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.55	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.61	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.56	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.24	
OCDD	21.7	
WHO-PCDD/F-TEQ (upperbound)	3.18	± 0.66
WHO-PCDD/F-TEQ (mediumbound)	3.18	± 0.66
WHO-PCDD/F-TEQ (lowerbound)	3.18	± 0.66

Explanations:

< [LOQ] Below limit of quantification (LOQ)
 Upperbound Use of LOQ for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
 Mediumbound Use of half of LOQ for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
 Lowerbound Use of zero for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
 MU Expanded measurement uncertainty (level of confidence about 95 %)



Chemisches und
Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

Report of results: PCB

Page 2 of 3

Sample type: Human breast milk
Country: Switzerland
Sample no. 160739996
Date: 07.02.17
Lipid content [%]: 4.2

Duplicate analysis of sample, concentrations calculated as mean

Indicator PCB	Concentration [ng/g lipid weight]	MU
PCB 28	0.78	
PCB 52	0.21	
PCB 101	0.29	
PCB 138	12.3	
PCB 153	22.0	
PCB 180	10.9	
sum of indicator PCB	46.4	± 7.8
Mono-ortho PCB	[ng/g lipid weight]	
PCB 105	1.18	
PCB 114	0.26	
PCB 118	5.45	
PCB 123	0.060	
PCB 156	2.13	
PCB 157	0.40	
PCB 167	0.64	
PCB 189	0.15	
Non-ortho PCB	[ng/g lipid weight]	
PCB 77	0.005	
PCB 81	0.001	
PCB 126	0.025	
PCB 169	0.012	
	[pg/g lipid weight]	
WHO-mono-ortho PCB-TEQ	0.31	
WHO-non-ortho PCB-TEQ	2.87	
WHO-PCB-TEQ (upperbound)	3.18	± 0.59
WHO-PCB-TEQ (mediumbound)	3.18	± 0.59
WHO-PCB-TEQ (lowerbound)	3.18	± 0.59

Explanations:

< [LOQ]	Below limit of quantification (LOQ)
Upperbound	Use of LOQ for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
Mediumbound	Use of half of LOQ for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
Lowerbound	Use of zero for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
MU	Expanded measurement uncertainty (level of confidence about 95 %)



Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

Report of results: WHO-TEQ

Sample type: Human breast milk

Country: Switzerland

Sample no. 160739996

Date: 07.02.17

Lipid content [%]: 4.2

Duplicate analysis of sample, concentrations calculated as mean

WHO-TEQ	Concentration [pg/g lipid weight]
WHO-PCDD/F-TEQ (upperbound)	3.18
WHO-PCDD/F-TEQ (mediumbound)	3.18
WHO-PCDD/F-TEQ (lowerbound)	3.18
WHO-PCB-TEQ (upperbound)	3.18
WHO-PCB-TEQ (mediumbound)	3.18
WHO-PCB-TEQ (lowerbound)	3.18
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (upperbound)	6.37
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (mediumbound)	6.37
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (lowerbound)	6.37

Explanations:

Upperbound	Use of LOQ for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
Mediumbound	Use of half of LOQ for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
Lowerbound	Use of zero for the contribution of each non-quantified congener to the TEQ
MU	Expanded measurement uncertainty (level of confidence about 95 %)



Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

Page

Report of results: Basic POPs

Sample type: human breast milk
 Country: Switzerland
 Sample no. 160739996
 Date: 13.10.2017
 Lipid content [%] 4,2

	Concentration ng/g lipid weight
Aldrin	nd
Chlordane group 1)	1.9
alpha-chlordane	nd
gamma-chlordane	nd
oxy-chlordane	2.0
Dieldrin	2.6
DDT group 2)	128.4
o,p'-DDD	nd
p,p'-DDD	nd
o,p'-DDE	nd
p,p'-DDE	107.1
o,p'-DDT	1.6
p,p'-DDT	7.4
Endrin group 3)	nd
Endrin	nd
Endrin ketone	nd
Heptachlor group 4)	1.7
Heptachlor	nd
Heptachlor-epoxide cis	1.8
Heptachlor-epoxide trans	nd
Hexachlorobenzene	11.2
Hexachlorocyclohexane (HCH) group	
alpha-HCH	nd
beta-HCH	17.1
gamma-HCH	nd
Endosulfan group 5)	nd
alpha-endosulfan	nd
beta-endosulfan	nd
Endosulfan sulfat	nd
Parlar (toxaphene) group 6)	nd
Parlar 26	nd
Parlar 50	nd
Parlar 62	nd
Mirex	nd
Hexabrombiphenyl	nd
Pentachlorobenzene	nd

Explanations:

- nd = not detected (< 0.5 ng/g fat)
- 1) sum of alpha-chlordane, gamma-chlordane and oxy-chlordane, calculated as chlordane
 - 2) sum of o,p'-DDT, p,p'-DDT, p,p'-DDE and p,p'-DDD, calculated as DDT
 - 3) sum of endrin and endrin ketone, calculated as endrin
 - 4) sum of heptachlor and heptachlor-epoxide (cis/trans), calculated as heptachlor
 - 5) sum of alpha-endosulfan, beta-endosulfan, endosulfan sulfat
 - 6) sum of parlar 26, parlar 50 and parlar 62



Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

Page 1 of 1

Report of results: Chlordecone, HBCD, SCCP

Sample type: human breast milk

Country: Switzerland

Sample no. 160739996

Date: 13.10.2017

Lipid content [%] 4,2

	Concentration ng/g lipid weight
Chlordecone 1)	nd
HBCD group 2)	nd
alpha-HBCD	nd
beta-HBCD	nd
gamma-HBCD	nd

Explanations:

1) nd = not detected (< 0.5 ng/g fat)

2) nd = not detected (< 0.1 ng/g fat)

sum of alpha-HBCD, beta-HBCD and gamma-HBCD



Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg

Report of results: PBDE

Page 1 of 1

Sample type: Human breast milk
Country: Switzerland
Sample no. 160739996
Date: 08/09/2017
Lipid content [%]: 4.2

Polybrominated diphenyl ethers	Concentration [pg/g lipid weight]
BDE 17	2.0
BDE 28	26.4
BDE 47	415
BDE 66	5.9
BDE 99	89.3
BDE 100	118
BDE 138	2.7
BDE 153	362
BDE 154	9.6
BDE 183	44.3
Sum PBDE (lower bound)	1080

Explanations:

< [LOQ]

Below limit of quantification (LOQ)

Empa-Dübendorf, Abteilung 502

INTERNER BERICHT

5211.01125.100.0

1 / 2

1_BAFU

Muttermilch.docx

Externer Auftraggeber : BAFU

Dossier-Nr. : **5211.01125.1****00.01**

Interner Auftraggeber / Abt. : M. Zennegg / Abt. 502

Probeneingang : DIVERSE

Quantitative Bestimmung von Quecksilber gesamt in Muttermilch**1. Probenbeschreibung und Angaben des Auftraggebers**

Der Auftraggeber wünscht eine quantitative Bestimmung von Quecksilber gesamt (Hg) in den eingelieferten Muttermilch-Proben. Insgesamt wurden 44 Proben analysiert (siehe Tabelle). Die Proben wurden bei -20°C tiefgekühlt gelagert. Für die Probenahme wurden die Proben jeweils über Nacht im Kühlschrank bei +5°C aufgetaut und nach der Entnahme der Einwaage sofort wieder tiefgefroren.

2. Analysenmethoden und Resultate

Die Bestimmung erfolgte in Anlehnung an die interne Labor-Arbeitsanweisung 160725.

Je ca. 10g der aufgetauten Proben wurden in einfacher Ausführung mit HNO₃ 65% s.p. mittels der Mikrowellen-Technik unter Verwendung eines Temperatur/Zeit-Ratings bei max. 210 °C aufgeschlossen. Die Proben wurden anschliessend mit KMnO₄ 5% stabilisiert und mit Reinstwasser verdünnt.

Für die Bestimmung von Quecksilber wurden die Probelösungen mit Hydroxylammoniumhydrochlorid-Lösung vorreduziert und anschliessend unter der Verwendung der Kaldampftechnik FIMS-400 mittels SnCl₂ zu Hg⁰ reduziert und quantifiziert. Als Qualitätssicherung wurden zertifizierte Standardreferenz-materialien mitaufgeschlossen.

Probennummer	Probenahme-datum	Kürzel	Nettogewicht [g]	Gefäss	Bemerkung	Resultat Hg in ng/g
01.01.	09.02.2016	TK	90.55	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.15
01.02.	08.03.2016	TK	65.54	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.21
02.01.	18.06.2015	TK	104.49	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.11
02.02.	24.07.2015	TK	117.57	250b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.45
02.03.	02.07.2015	TK	106.85	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.17
02.04.	03.07.2015	TK	103.08	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.10
02.06.	18.08.2015	TK	52.34	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.13
02.07.	15.08.2015	TK	69.13	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.29
02.08.	26.11.2015	TK	63.88	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	<0.07
02.09.	03.12.2015	TK	67.45	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.21
03.01.	26.10.2015	TK	61.91	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	<0.07
04.01.	18.07.2015	TK	69.93	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.07
04.02.	24.07.2015	TK	75.57	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.15
04.03.	25.07.2015	TK	68.55	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.09
04.04.	13.08.2015	TK	75.08	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.14
04.05.	13.08.2015	TK	62.36	250b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.21
04.06.	17.08.2015	TK	85.11	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.23
04.08.	22.09.2015	TK	64.26	250b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.22
04.09.	01.10.2015	TK	70.70	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.28
04.10.	05.10.2015	TK	60.48	250b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.15
04.11.	08.10.2015	TK	54.60	250r	WHO Muttermilchstudie 2015	0.11

Kosten : Interne Verrechnung Sachbearbeiter : R. Figi / 502

Visum :

Datum : **23-JAN-17**

EMPA-Dübendorf, Abteilung 502

INTERNER BERICHT5211.01125.100.
01_BAFU
Muttermilch.docx

2 / 2

Probenummer	Probenahmedatum	Kürzel	Nettogewicht [g]	Gefäss	Bemerkung	Resultat Hg in ng/g
04.12.	22.10.2015	TK	92.12	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.16
04.13.	27.10.2015	TK	53.73	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.07
04.14.	19.11.2015	TK	64.28	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.27
04.15.	21.12.2015	TK	64.63	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.07
04.16.	05.01.2016	TK	67.39	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.16
04.17.	29.01.2016	TK	68.65	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.13
04.19.	07.03.2016	TK	53.14	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.20
04.20.	10.03.2016	TK	61.52	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.64
09.01.	-	-	89.86	250b	Probenummer: 9.01	0.12
09.02.	-	-	69.98	100b	Probenummer: 9.02	<0.07
09.04.	09.11.2015	An	70.39	250b	WHO Muttermilchstudie 2015	<0.07
09.07.	15.01.2016	SS	89.83	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	<0.07
09.08.	08.02.2016	N.B/M.B	99.63	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.10
09.09.	21.02.2016	An	55.42	250b	WHO Muttermilchstudie 2015	1.14
09.10.	23.03.2016	C.F.	50.81	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.09
09.11.	10.03.2016	K.G.	!ACHTUNG!	2 Plastikbeutel	WHO Muttermilchstudie 2015, Probenahmedatum: 08./10.03.2016 Probenahme aus Beutel 10.03	0.28
09.12.	07.04.2016	MB	80.27	100b	WHO Muttermilchstudie 2015	0.14
09.15.	07.07.2016	KB	54.46	100b	WHO Muttermilchstudie 2015, Probenahmedatum: 06./07.07.2016	0.20
09.19.	-	-	130.26	100b	Probenummer: 9.19	0.12
09.20.	-	AG	64.57	100b	Probenummer: 9.20	0.09
09.21.	-	-	65.02	100b	Probenummer: 9.21	0.06
09.22.	-	-	66.15	100b	Probenummer: 9.22	0.16

n = 1

< = kleiner als die Nachweisgrenze des Analyseverfahrens nach DIN 32645 indirekte Methode

**Test Report**

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 1 of 7


Empa Dübendorf
Att. Mr. Markus Zenegg
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf
Switzerland

The following sample(s) was/were submitted and identified by/on behalf of the client as: Mothermilk sample

SGS Job No. : IAC17-06662
Client Reference : Ordernumber 5216000733
Sample Receiving Date : 27/11/2017
Testing Period : 27/11/2017 – 11/03/2018

Test Requested : Determination of methylmercury in freeze-dried mothermilk
Test Method : Please refer to next page(s).
Test Result(s) : Please refer to next page(s).

Signed for and on behalf of
SGS Belgium NV
Division IAC


Geert De Smet
Lab Operations Manager

Unless otherwise agreed, all orders and documents are executed and issued in accordance with our General Conditions. Upon simple request the conditions will again be sent to you. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects SGS' findings at the time of its intervention only and within the limits of client's instructions, if any. SGS' sole responsibility is to its client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Analyses marked with an (E) were performed in an external lab.

SGS Belgium NV

Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

**Test Report**

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 2 of 7

Test result: Determination of MeHg by GC-ICP-SF-MSAnalysis methodology:

The applied analytical methodology is based on the scientific publication of Vacchina et al. (Talanta 167 (2017) 404-410). Slight modifications were made on the sample intake because the remaining fat content after digestion proved to be an issue during the GC-analysis.

Synopsis:

A known amount of mothermilk is spiked with labeled MeHg-standard and is digested on a hotblock, after which the freed MeHg is derivatized with sodiumtetraethylborate and extracted with an organic solvent. The organic solvent, with the derivatized MeHg, is analyzed by GC-ICP-SF-MS, and the calculations are performed by the isotope dilution methodology.

Execution:

To approximately 0.15 gr of freeze-dried mothermilk a known amount of isotopically labeled Me²⁰¹Hg was added (The concentration on sample base was calculated as such that spiked were approximately 0.9 µg/kg Me²⁰¹Hg on sample base). After the addition of the Me²⁰¹Hg 5 mL of 6M HNO₃ was added and the mixture was heated for 2h on a hotblock at 85°C. The extract was diluted to 25 mL, after which ammonia and a sodium acetate buffer was added to modify the pH until a value of 4-5 is attained. After pH modification 5 mL of hexane and 1 mL of 1% NaBEt₄ was added. After 15 minutes of shaking the hexane fraction is removed. 5 mL of fresh hexane is added again, shaken again and collected with the previous hexane fraction. This procedure is repeated 2 times (to a final volume of 20 mL of hexane). This extract is dried with sodiumsulfate to remove residual water and is evaporated to approximately 300 µl, which is collected in an insert in a GC vial, which is analyzed by GC-ICP-SF-MS.

Instrumentation:

Hotblock:

SCP Science Digiprep MS (48 positions) with digital temperature controller

Gas Chromatograph:

Agilent 7890A GC system

Column: HP-5 / 30m x 0.32 mm / Filmthickness: 0.25 micron

Carrier gas: He

Injector temperature: 300°C

Injection mode: Splitless

Injection volume: 5µL

Temperature program:

SGS Belgium NV

Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

**Test Report**

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 3 of 7

Time (min)	Temperature (°C)
0	40
5	60
10	210
11	210

ICP-MS analyzer:

Thermo Scientific Element 2 ICP-SF-MS

ICP-settings:

RF-power: 1200W
 Cool gas flow: 15 L/min
 Auxiliary gas flow: 1 L/min
 Column Make-up gas flow: 1 L/min
 O₂-addition gas flow: 0.030 L/min

Mass analyzer-settings:

Monitored masses: ²⁰¹Hg (200.903 - 201.037)
²⁰²Hg (201.903 - 202.037)
 Resolution: Low resolution (M= 300)
 Mass window: 20%
 Sample time: 50 ms
 Samples/peak: 20
 Segment duration: 200 ms
 Search window: 20%
 Integration window: 20%
 Runs/sample: 1600
 Interference correction: None

SGS Belgium NV

Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
 t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

**Test Report**

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 4 of 7

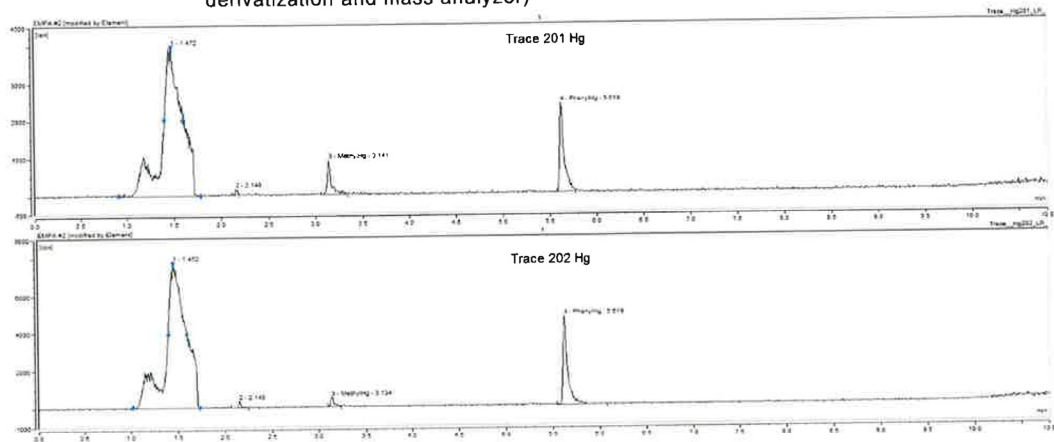
Example chromatogram:

Peaks at 1.47 min: native isotopic ratio, most likely inorganic mercury

Peak at 2.15 min: native isotopic ratio: unknown compound (EtHg?)

Peak at 3.14 min: MeHg

Peak at 5.62 min: PhHg (was also added during sample preparation to monitor injection, derivatization and mass analyzer)

**Reagents:**

201Hg Enriched Methylmercury: ISC Science Certificate CA-201MMHg005010-3 Batch 20170317 Unit 13

Methylmercury(II)chloride: Sigma Aldrich – 442534-5G-A

Phenylmercuric acetate: Sigma Aldrich – P27127-25G

Nitric Acid: Fischer Trace Metal Grade – A509-P212

Ammonia solution 32%: Merck Emplura – 1.05426.1000

Hexane: Fisher Distol pesticide grade – H/0403/17

Sodium sulphate: VWR AnalaR – VWRC28114.450

Water: In-house water preparation unit – Merck MilliQ - Integral

Result calculation:

The results are calculated based on the isotope dilution principle and the following formula was used:

SGS Belgium NV | Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
 t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)



Test Report

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 5 of 7

$$\text{Amount MeHg}_{\text{Sample}} = \text{Amount MeHg}_{\text{Spike}} * \frac{\text{Abundance } ^{201}\text{MeHg}_{\text{Spike}}}{\text{Abundance } ^{201}\text{MeHg}_{\text{Sample}}} * \frac{\text{Ratio}_{\text{Spike}} - \text{Ratio}_{\text{Mixture}}}{\text{Ratio}_{\text{Mixture}} - \text{Ratio}_{\text{Sample}}}$$

Where the following values are known:

- $\text{Amount MeHg}_{\text{Spike}}$ = Calculated from spike intake and Spike concentration
- $\text{Abundance } ^{201}\text{MeHg}_{\text{Spike}}$ = From certificate (96.5%)
- $\text{Abundance } ^{201}\text{MeHg}_{\text{Sample}}$ = From natural abundance (13.17%)
- $\text{Ratio}_{\text{Spike}}$ = From certificate (0.025)
- $\text{Ratio}_{\text{Sample}}$ = From natural abundance (2.258)
- $\text{Ratio}_{\text{Mixture}}$ = Calculated from analysis

Result:

All obtained results are in the table below. Of 3 samples no results could be reported due to too little sample amount delivered (Sample 005 and 052) and due to failed analysis (Sample 047). For each series of 10 samples a duplicate sample was analyzed. These are samples that have gone through the entire sample preparation and analysis process separately. The LOD given is a calculation based on a user-based intergration threshold and calculated with the known sample intake. Values between LOD and LOQ are to be considered indicative, where the LOQ is calculated as two time the LOD.

IAC reference	Customer reference	Result MeHg LOD	Result MeHg	Remark
		µg/kg d.w.	µg/kg d.w.	
Blank	Blank	0,12	< 0,12	
Sample 001	1117 / 04.05.	0,23	1,49	
Sample 001 D	1117 / 04.05.	0,24	1,53	Duplicate analysis
Sample 002	1217 / 09.07.	0,17	< 0,17	
Sample 003	1317 / 04.09.	0,19	0,61	
Sample 004	1417 / 09.01.	0,16	0,48	
Sample 005	1517 / 04.13.	NA	NA	Insufficient sample for reliable result
Sample 006	1617 / 04.14.	0,12	0,86	
Sample 007	1717 / 04.10.	0,096	0,43	
Sample 008	1817 / 03.01.	0,13	0,80	
Sample 009	1917 / 04.01.	0,14	0,27	Value between LOD and LOQ
Sample 010	3117 / 09.15.	0,11	0,24	
Sample 011	3217 / 09.20.	0,14	0,54	
Sample 011 D	3217 / 09.20.	0,095	0,55	Duplicate analysis
Sample 012	3417 / 09.19.	0,13	0,80	
Sample 013	3517 / 04.17.	0,14	0,53	

SGS Belgium NV

 Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
 t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)



Test Report

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 6 of 7

IAC reference	Customer reference	Result MeHg LOD	Result MeHg	Remark
		µg/kg d.w.	µg/kg d.w.	
Sample 014	3617 / 09.02.	0,18	0,40	Value between LOD and LOQ
Sample 015	3717 / 09.12.	0,14	0,24	Value between LOD and LOQ
Sample 016	3817 / 04.18.	0,27	0,62	
Sample 017	3917 / 04.20.	0,2	0,41	
Sample 018	4017 / 04.19.	0,27	1,83	
Sample 019	4117 / 09.03.	0,14	< 0,14	
Sample 020	4217 / 09.05.	0,18	0,20	Value between LOD and LOQ
Sample 021	4317 / 02.08.	0,18	0,18	Value between LOD and LOQ
Sample 021 D	4317 / 02.08.	0,18	0,19	Value between LOD and LOQ Duplicate analysis
Sample 022	4417 / 04.16.	0,14	0,60	
Sample 023	4517 / 09.06.	0,15	0,25	Value between LOD and LOQ
Sample 024	4617 / 04.15.	0,13	0,32	
Sample 025	5617 / 09.21.	0,15	0,24	Value between LOD and LOQ
Sample 026	5717 / 02.09.	0,1	0,90	
Sample 027	5817 / 09.08.	0,22	< 0,22	
Sample 028	5917 / 04.12.	0,22	0,61	
Sample 029	6017 / 04.04.	0,19	0,41	
Sample 030	6117 / 02.07.	0,15	0,63	
Sample 031 D	6217 / 09.09.	0,13	0,19	Value between LOD and LOQ Duplicate analysis
Sample 031	6217 / 09.09.	0,14	0,19	Value between LOD and LOQ
Sample 032	6317 / 09.14.	0,31	< 0,31	
Sample 033	6417 / 09.10.	0,24	< 0,24	
Sample 034	6517 / 02.01.	0,23	< 0,23	
Sample 035	6617 / 02.04.	0,29	< 0,29	
Sample 036	6717 / 04.08.	0,69	< 0,69	
Sample 037	6817 / 04.02.	0,47	< 0,47	
Sample 038	6917 / 02.05.	0,21	0,99	
Sample 039	7217 / 04.03.	0,14	1,14	
Sample 040	7317 / 04.11.	0,17	0,45	
Sample 041	7417 / 04.06.	0,19	0,63	
Sample 041 D	7417 / 04.06.	0,17	0,73	Duplicate analysis

SGS Belgium NV

 Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
 t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

 Registered office: Noorderlaan 87 B-2030 Antwerpen H.R. Antwerpen 141.810 BTW BE 404.882.750 Citibank BE87 5701 3412 5594
 All orders are executed only in accordance with our General Conditions, deposited with the Antwerp Chamber of Commerce and Industry

**Test Report**

No. IAC17-06662

Date : 11/03/2018

Page 7 of 7

IAC reference	Customer reference	Result MeHg LOD	Result MeHg	Remark
		µg/kg d.w.	µg/kg d.w.	
Sample 042	7517 / 02.06.	0,35	0,80	
Sample 043	7617 / 04.07.	0,17	0,30	Value between LOD and LOQ
Sample 044	8317 / 09.04.	0,15	0,17	Value between LOD and LOQ
Sample 045	8417 / Poolprobe	0,077	0,53	
Sample 046	8717 / 03.02	0,17	0,19	Value between LOD and LOQ
Sample 047	8817 / 09.11.	NA	NA	Analysis failed
Sample 048	8917 / 02.01	0,18	0,50	
Sample 049	9017 / 01.03	0,12	0,40	
Sample 050	37716 / 02.02.	0,065	1,56	
Sample 051	37916 / 01.01.	0,15	0,66	
Sample 051 D	37916 / 01.01.	0,14	0,67	Duplicate analysis
Sample 052	38016 / 01.02.	NA	NA	Insufficient sample for reliable result
Sample 053	37816; 02017 / 02.03.	0,15	0,71	

*** End of Report ***

SGS Belgium NV

 Institute for Applied Chromatography Haven 407 Polderdijkweg 16 B-2030 Antwerpen
 t +32 (0)3 545 85 90 f +32 (0)3 545 85 99 e be_iac@sgs.com url www.sgs.be

Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

 Registered office: Noorderlaan 87 B-2030 Antwerpen H.R. Antwerpen 141.810 BTW BE 404.882.750 Citibank BE87 5701 3412 5594
 All orders are executed only in accordance with our General Conditions, deposited with the Antwerp Chamber of Commerce and Industry