



21.03.2012

PCB-Belastung in Nahrungspflanzen (2011) im Einwirkungsbereich des Dortmunder Hafens

Im Rahmen der Überprüfungen der Auswirkungen der PCB-Belastungen im Umfeld des Dortmunder Hafens wurden auch im Jahre 2011 die in den Vorjahren durchgeführten Pflanzenuntersuchungen fortgesetzt. In den angrenzenden Kleingartenanlagen (KGA) Hafenwiese, Westerholz und Hobertsburg wurde Kopfsalat, Endivie und Grünkohl in selbstangelegten Beeten ausgepflanzt.

Die Gemüsepflanzen standen während der nachfolgend aufgeführten Zeiten in den Beeten:

Kulturdaten

	Pflanzung	Ernte
Kopfsalat	18. Mai 2011	30. Juni 2011
Endivie	06. Juli 2011	22. August 2011
Grünkohl	12. August 2011	21. November 2011

Die Ergebnisse aus dem Jahre 2010 hatten ergeben, dass wegen der niedrigen PCB-Gehalte in Blattgemüse, wie Salat, Spinat u.s.w., diese Pflanzen wieder angebaut werden können. Zur Bestätigung dieser Empfehlung wurden vorsorglich noch einmal Kopfsalat und Endivie in die Beete ausgebracht und auf ihre Gehalte an Dioxinen und Furanen, dioxinähnlichen (dl)-PCB und PCB_{gesamt} überprüft.

Methodik

In vier Gärten, verteilt über die Kleingartenanlagen Hafenwiese (Messpunkte 1 u. 2.), Westerholz (Messpunkt 5) und Hobertsburg (Messpunkt 3), wurden Beete von 2 x 3 m Ausdehnung vorbereitet. Die Beete wurden umgegraben und erhielten eine Grunddüngung. Als Vergleich für die typische Belastung von Dortmund Eving wurde zusätzlich ein Garten in der KGA Hansa ausgewählt (Messpunkt 6), ca. 1,5 km östlich des Hafens. Der Messpunkt 4 in der KGA Westerholz stand für die Untersuchungen im Jahre 2011 nicht zur Verfügung. Die Lage der Messpunkte ist der beigefügten Karte zu entnehmen.

Je Gemüseart wurden 10 Pflanzen in die Beete ausgebracht. Zum Erntezeitpunkt wurden je 8 Pflanzen aus den Beeten ausgewählt, das Probengut in Alufolie verpackt und in Kühlboxen ins LANUV transportiert. Dort erfolgte die küchenfertige Aufarbeitung des Gemüses zu einer homogenen Mischprobe je Pflanzenart und je Probenahmepunkt. Es gelangten nur die Teile des Gemüses zur weiteren Aufarbeitung, die üblicherweise verzehrt werden.

Anschließend kam das Probenmaterial tiefgefroren zur weiteren Aufarbeitung und Analyse bei der Firma Wessling Laboratorien in Altenberge. Dort erfolgte die Gefrierdrying des Materials und anschließend das Vermahlen der Proben, sowie die Bestimmung der Gehalte an Dioxinen und Furane (PCDD/F) dioxinähnliche PCB (dl-PCB) und der sechs Indikator-PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180. dl-PCB haben vergleichbare biologische und toxische Wirkungen wie PCDD/F und werden daher gemeinsam mit ihnen anhand sogenannter Toxizitätsäquivalente (TEQ) bewertet.

Ergebnisse

Kopfsalat

Die PCDD/F-Gehalte im Kopfsalat zeigen an allen Messpunkten Gehalte von 0,01 ng/WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM. Sie liegen auf dem gleichen niedrigen Niveau wie im Vorjahr (Tabelle 1).

Auch für dioxinähnliche PCB ergibt sich das gleiche Belastungsniveau wie im Jahre 2010, mit Werten zwischen 0,01 und 0,03 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM (Tabelle 2). Das zusammengefasste Ergebnis für Dioxine und Furane einschließlich dl-PCB ist in Abbildung 1 dargestellt, mit Werten 0,01 und 0,03 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM. Die Gehalte im Salat aus den Gärten in Hafennähe unterscheiden sich nicht vom Wert im Referenzgarten.

Bei den PCB-Gehalten sind gegenüber dem Vorjahr durchgängig höhere Gehalte im Kopfsalat ermittelt worden (Tabelle 3). Relevante Unterschiede zum Referenzgarten 6 bestehen nicht. Allerdings ist der beobachtete Anstieg der PCB_{gesamt}-Gehalte im Garten 6 besonders ausgeprägt. Dies gilt im Übrigen auch und noch deutlicher für Endivie (s.u.). Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass am Referenzmesspunkt in 2011 Kopfsalat und Endivie nicht im Vorjahresbeet angezogen wurden, sondern dafür eine Fläche im sogenannten „Kompostgarten“ genutzt wurde. Insofern sind die Ergebnisse der Jahre 2010 und 2011 nur eingeschränkt vergleichbar.

Endivie

Die PCDD/F-Gehalte in der Endivie befinden sich mit 0,02 ng/WHOTEQ₂₀₀₅/ kg FM an allen Messpunkten auf gleich niedrigem Niveau (Tabelle 4).

Die dl-PCB-Werte streuen zwischen 0,04 und 0,10 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM und bestätigen in der Bandbreite die Werte zwischen 0,05 und 0,11 ng WHOTEQ₂₀₀₅/ kg FM aus dem Jahre 2010 (Tabelle 5).

Bei den PCB_{gesamt}-Gehalten (Tabelle 6 und Abb. 2) werden die Werte aus dem Vorjahr in den Gartenanlagen in Hafennähe im Wesentlichen bestätigt. Am Referenzmesspunkt ist allerdings ein deutlicher Anstieg gegenüber den Vorjahren zu verzeichnen (vergl. Ausführungen zu Kopfsalat weiter oben).

PCDD/F inkl. dl-PCB im Grünkohl

Die PCDD/F-Gehalte im Grünkohl 2011 der verschiedenen Gärten unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander (Tabelle 7). An allen Messpunkten im Umfeld des Hafens liegen die Werte zwischen 0,06 und 0,09 ng/WHOTEQ₂₀₀₅/ kg FM und damit auf höherem Niveau gegenüber dem Vorjahr. Insgesamt schwanken die PCDD/F-Gehalte über die Jahre in einem relativ engen Bereich von 0,03 bis ca. 0,1 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM und damit weit unterhalb des EU-Auslösewertes (Abbildung 3).

Die dl-PCB im Grünkohl aus den Gärten im Hafenbereich sind in Relation zum Jahr 2010 zum Teil auf gleichem und zum Teil auf höherem Niveau (Tabelle 8 und Abb. 4). Der Gehalt im Grünkohl erreicht am Messpunkt 5 den maximalen Wert mit 0,42 ng/WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM. Dem steht ein Wert von 0,09 ng WHOTEQ₂₀₀₅/ kg FM am Referenzmesspunkt gegenüber. Die Gehalte im Bereich des Hafens befinden sich insgesamt auf höherem Niveau im Vergleich zu Werten aus industriell geprägten Zonen (0,10 – 0,22 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM) im Ruhrgebiet.

Der Vergleich der Analysenergebnisse der Jahre 2008 - 2011 zeigt, dass insgesamt nach wie vor eine relevante PCB-Belastung im Grünkohl in Hafennähe besteht.

Die PCB_{gesamt}-Gehalte im Grünkohl sind in Tabelle 9 aufgeführt. Die Werte variieren im gleichen Bereich wie im Vorjahr. Der höchste in 2011 ermittelte Wert liegt mit 11,7 µg/kg FM

auf leicht niedrigerem Niveau als im Vorjahr, wo an gleicher Stelle 15,7 µg/kg FM PCB_{gesamt} im Grünkohl ermittelt wurde (Abb. 5). Insgesamt hat das Belastungsniveau von 2008 bis 2011 im Hafengebiet sehr drastisch abgenommen.

Die mittlere Grünkohlbelastung im Ruhrgebiet (Mittelwert über 5 Standorte) betrug im Jahre 2011 3,2 µg/kg FM für PCB_{gesamt}. Im aktuellen Untersuchungsjahr liegt die durchschnittliche Belastung über die Standorte in Hafennähe bei 8,5 µg/kg FM im Grünkohl. Der Vergleich zeigt, dass weiterhin trotz des Belastungsrückganges eine erhöhte PCB-Belastung in Hafennähe im Vergleich zur üblichen Belastung im Ruhrgebiet auftritt.

Die Entwicklung der PCB_{gesamt} im Grünkohl am Referenzmesspunkt seit Beginn der Erhebungen im Jahre 2008 zeigt im Trend eine Abnahme der Werte von 9,3 µg auf 4,8 µg/kg FM. Im Erhebungsjahr 2010 wurde der niedrigste Wert (3,6 µg/kg FM) an diesem Messpunkt bestimmt. Der Grünkohl wurde während der Untersuchungsjahre immer im gleichen Gartenbeet ausgepflanzt, sodass eine Vergleichbarkeit mit einer hohen Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet ist.

Bewertung

PCDD/F- und PCB-Gehalte im Grünkohl

Die europäische Kommission hat in 2011 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen und Furanen und dioxinähnlichen PCB in Futter- und Lebensmitteln eine Empfehlung herausgegeben (2011/516/EU). Diese Empfehlung trat am 1. Januar 2012 in Kraft und löste die Empfehlung 2006/88/EG ab. Die Empfehlung regt zu einem vorausschauenden Vorgehen an und berücksichtigt daher auch Maßnahmen zur Minderung der Emissionen. Für Gemüse wird für Dioxine und Furane der Auslösewert von 0,4 auf 0,3 ng/WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM und für dl-PCB von 0,2 auf 0,1 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM herabgesetzt. Diese Auslösewerte sind nicht toxikologisch abgeleitet. Sie werden bezogen auf PCDD/F im Grünkohl an jedem der 5 Messpunkte weit unterschritten (Abb. 3). Der Auslösewert für dl-PCB hingegen wird an allen Messpunkten bis auf den Referenzmesspunkt überschritten (Abb. 4).

Die höchste Konzentration der Summe der Dioxine und Furane und der dioxinähnlichen PCB beträgt 0,48 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM im Grünkohl am Messpunkt 5 (vergleiche Summe der Messergebnisse am Punkt 5 aus den Tabellen 7 und 8). In einer auf ungünstigsten Annahmen basierenden Expositionsabschätzung (durchschnittliches Körpergewicht von 70 kg, einem täglichen Verzehr von 250 g Frischgemüse) ergibt sich somit rechnerisch eine maximale Zusatzbelastung von ca. 11,9 pg/kg Körpergewicht und Woche (KG x w). Die vom europäischen „Scientific committee on food“ (SCF) wöchentlich tolerierbare Aufnahmemenge (PTWI) beträgt 14 pg/kg KG x w. Damit würde die tolerable Aufnahmemenge für Dioxine und Furane und dioxinähnliche PCB durch den Verzehr von Nahrungspflanzen aus der KGA Westerholz am Messpunkt 5 zu max. 86 % ausgeschöpft.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat in 2003 für das technische PCB-Gemisch Aroclor 1254 eine tolerierbare tägliche Dosis (tolerable daily intake: TDI) in Höhe von 20 ng/kg KG x d abgeleitet. Dieser TDI wird mit Bezug auf die PCB-Gesamtbelastung in den untersuchten Grünkohlproben als Berechnungsgrundlage herangezogen.

Zur Darstellung der PCB-Gesamtbelastung in den untersuchten Grünkohlproben wird die Summe der 6 Indikator-PCB 28, 52, 101, 153, 138, 180 mit dem Faktor 5 multipliziert. Die am stärksten belastete Grünkohlprobe am Messpunkt 5 weist einen PCB-Gesamtgehalt in Höhe von 11,7 µg/kg FM auf (vergleiche Tabelle 9). Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 70 kg und einem täglichen Verzehr von 250 g Grünkohl ergibt sich mit 41,8 ng/kg KG x d eine Überschreitung des o.g. TDI um den Faktor 2,1. Auch die PCB-Konzentrationen der übrigen Grünkohlproben führen ebenfalls zu einer Überschreitung des TDI-Wertes. Lediglich am Referenzmesspunkt wird der TDI unter den ungünstigsten Annahmen eingehalten (Zufuhr 17 ng/kg KG x d), d.h. zu 86 % ausgeschöpft.

Bewertung von Kopfsalat und Endivie

Die Gehalte von Kopfsalat bzw. Endivie schöpfen den zulässigen TDI-Wert für Dioxine und Furane einschließlich dl-PCB in Höhe von 14 pg/kg KG x w zu 5,4% bzw. max. 21 % aus. Die Zufuhr an PCB_{gesamt} liegt unter der Modellannahme des LANUV bei einem täglichen Verzehr des höchst belasteten Blattgemüses, im vorliegenden Fall Endivie am Messpunkt 5 mit 3,3 µg/kg FM, bei 11,7 ng/kg KG x d. Damit würde die tolerable Dosis zu ca. 59 % ausgeschöpft. Gesundheitliche Effekte sind auch bei den hier angesprochenen sehr konservativen Annahmen bei Verzehr von Blattgemüse nicht zu erwarten.

Fazit

Die Untersuchungen auf Blattgemüse und Grünkohl in Kleingartenanlagen im Bereich des Dortmunder Hafens ergeben, bezogen auf das Untersuchungsjahr 2011, folgende Ergebnisse:

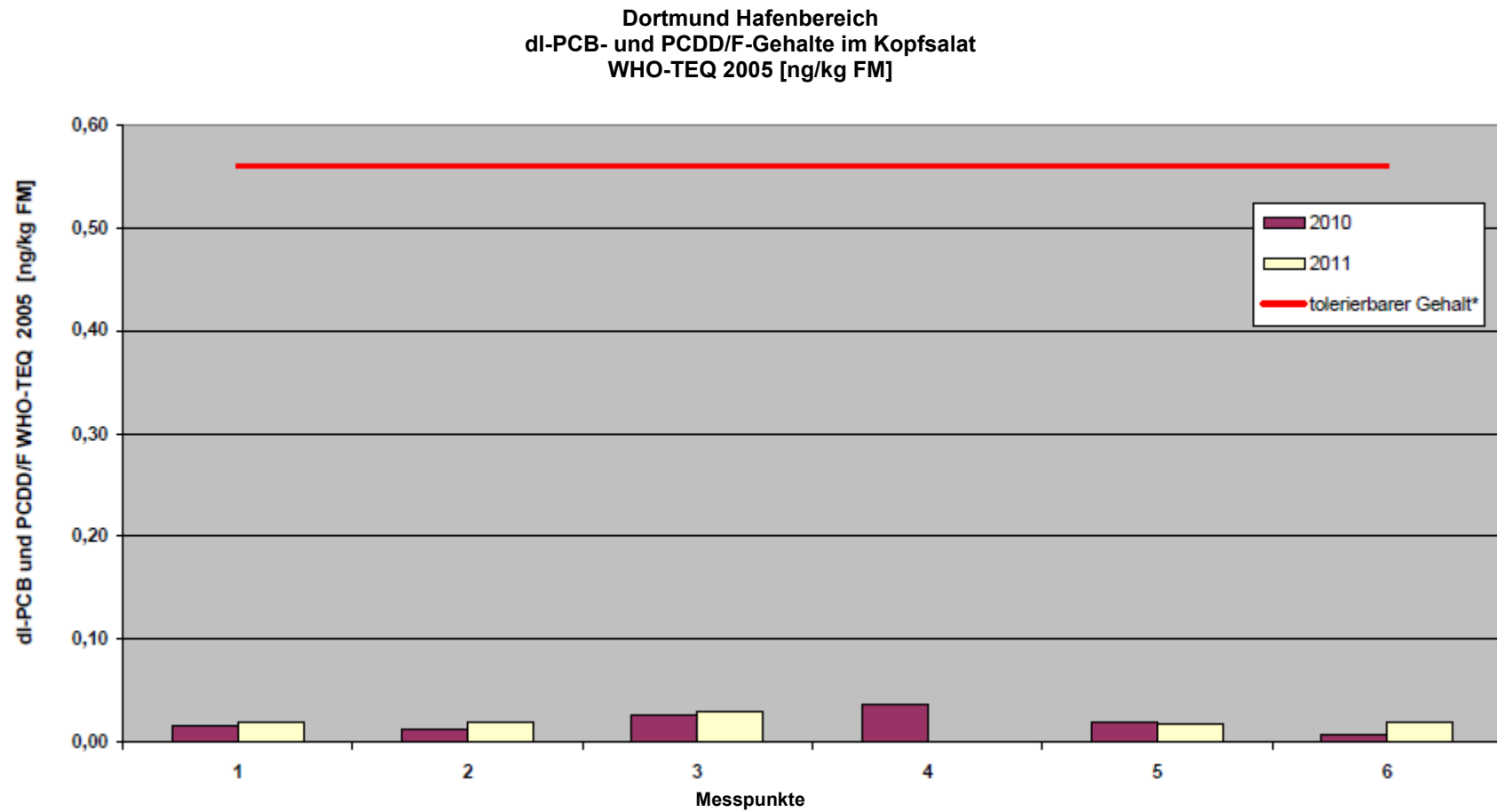
- Die vorsorglich überprüften Gehalte von PCDD/F, dl-PCB und PCB_{gesamt} in Blattgemüse (Kopfsalat und Endivie) bestätigen insgesamt die Ergebnisse aus dem Vorjahr. **Der Verzehr von Blattgemüse ist gesundheitlich unbedenklich.**

Die Untersuchungen der o.g. organischen Verbindungen im Grünkohl führen zu folgenden Ergebnissen:

- 1) Die Dioxine und Furane befinden sich auf unauffälligem Niveau für Ballungsgebiete und erreichen maximal 30% des Auslösewertes der EU-Empfehlung von 0,3 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM. Die dioxinähnlichen PCB hingegen überschreiten den neuen Auslösewert von 0,1 ng WHO-TEQ₂₀₀₅/kg FM an allen Messpunkten im Hafengebiet. Die toxikologische Betrachtung ergibt jedoch zusammenfassend für Dioxine und Furane einschließlich der dl-PCB eine maximale Ausschöpfung des PTWI von ca. 86 %.
- 2) Die PCB_{gesamt}-Belastung im Grünkohl führt unter den Annahmen des LANUV an allen Messpunkten zu einer Überschreitung des TDI-Wertes der WHO von 20 ng/kg KG x d. Lediglich am Referenzmesspunkt in der KGA Hansa wird der TDI unterschritten.

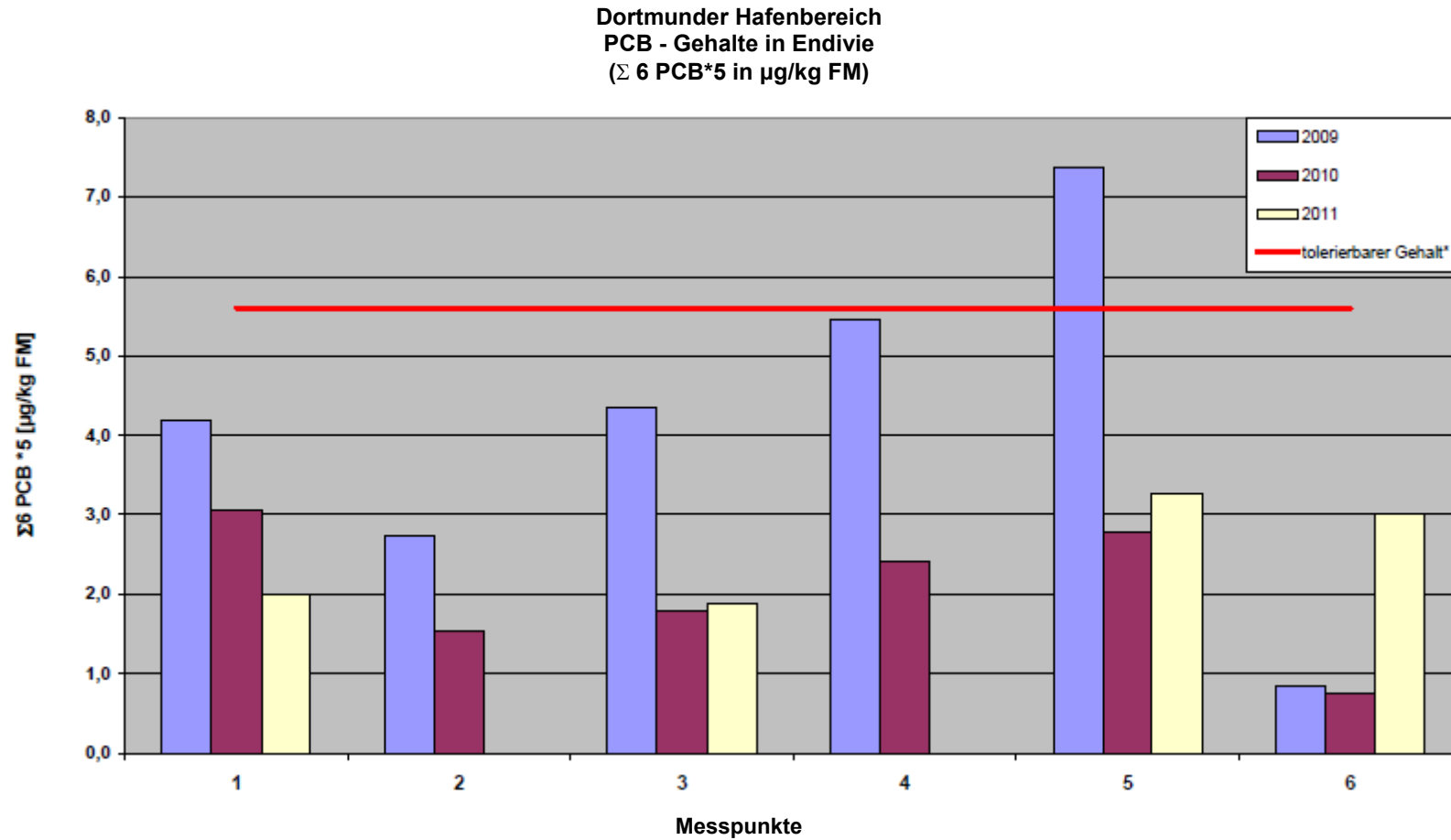
Die aktuellen Ergebnisse der Erhebungen aus dem Jahre 2011 bestätigen **weiterhin vorsorglich auf den Anbau und Verzehr von selbst angebautem Grünkohl zu verzichten**. Die Untersuchungen werden fortgesetzt, wobei zukünftig nur noch Grünkohl untersucht werden soll.

Abbildung 1



* = 0,56 ng/kg FM; auf Basis des PTWI (14 pg/kg KG x w), 70 kg Körpergewicht und 250g tägl. Gemüseverzehr (FM)

Abbildung 2



*= 5,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ FM; auf Basis des TDI (20 ng/kg KG x d), 70 kg Körpergewicht und 250 g tägl. Gemüseverzehr (FM)

Abbildung 3

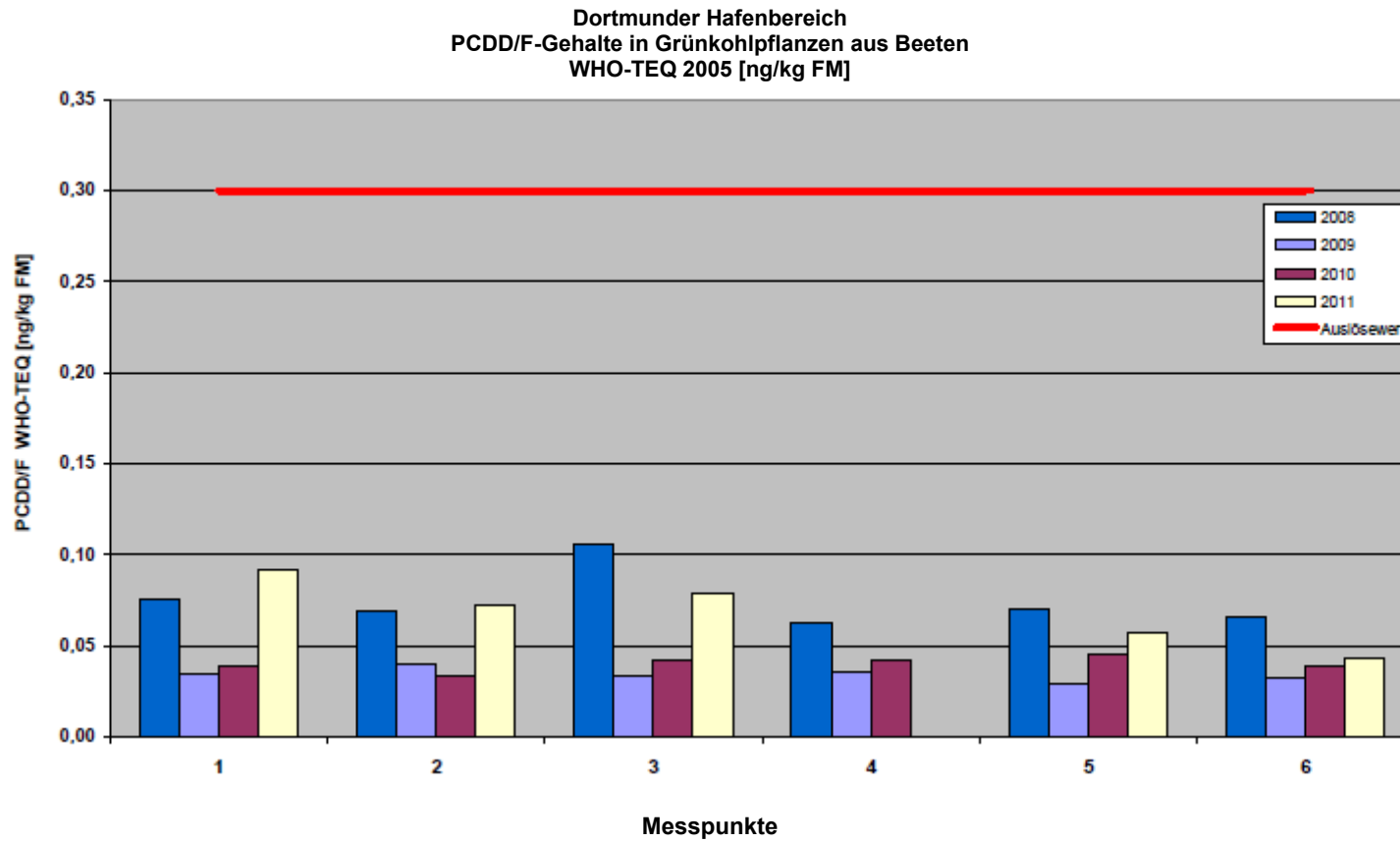


Abbildung 4

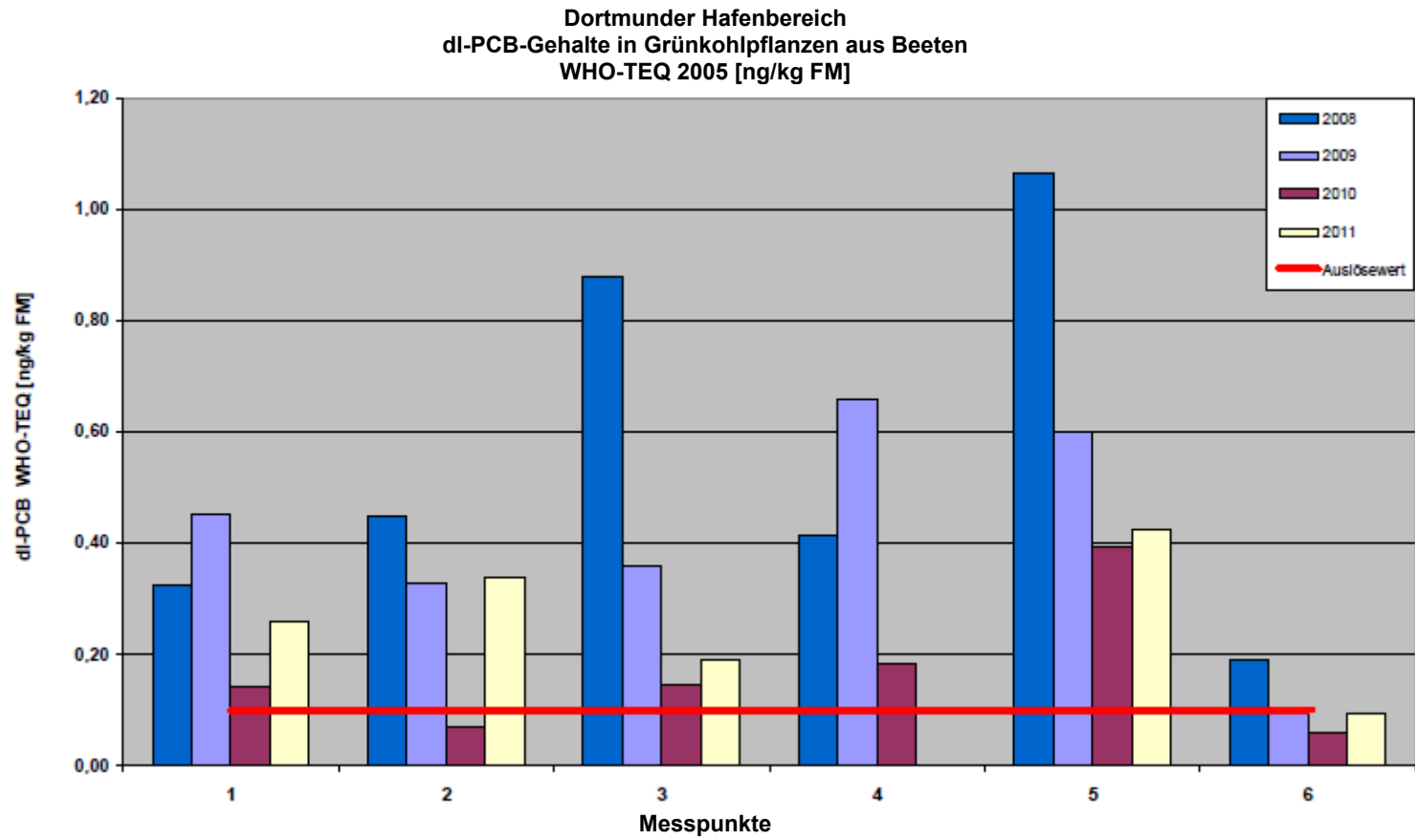
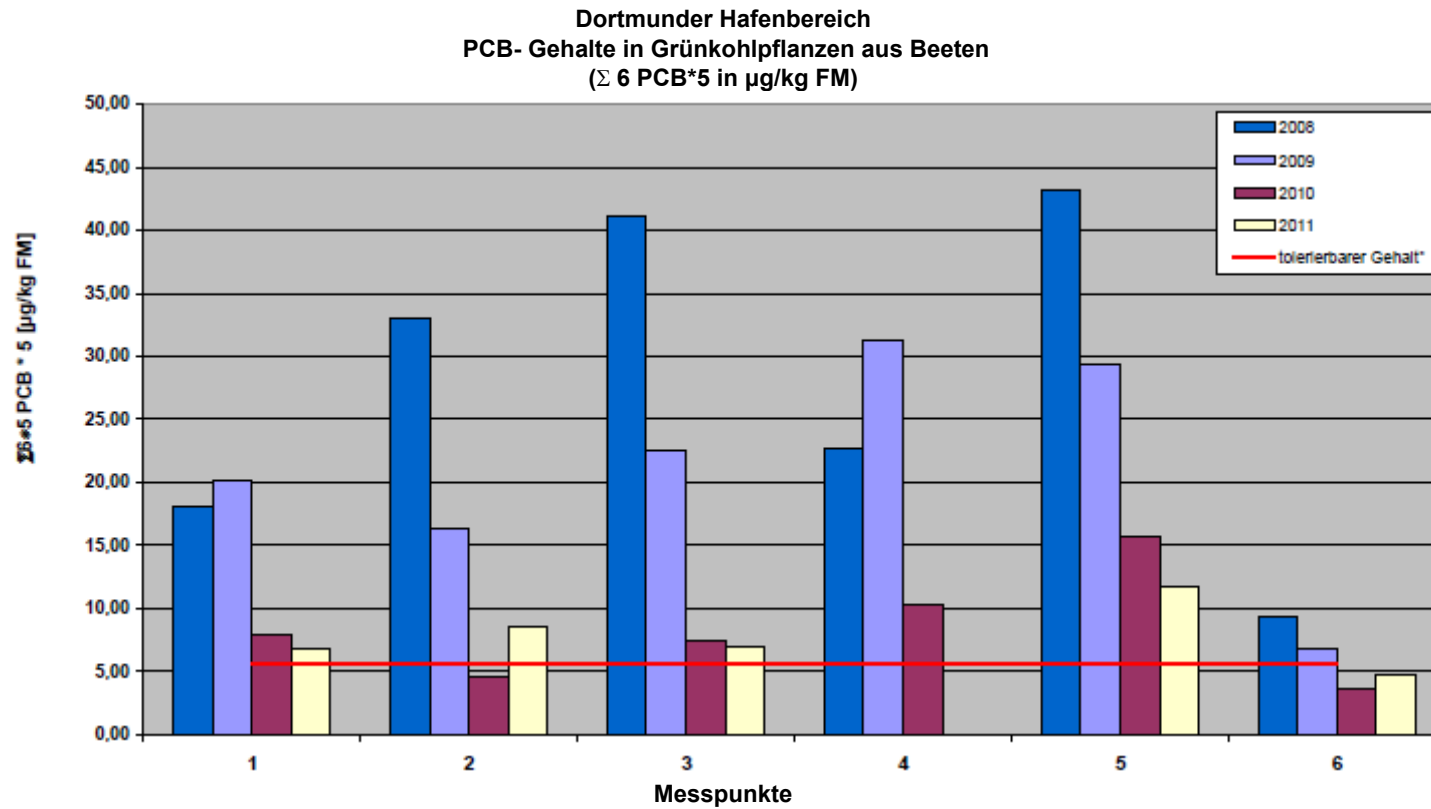


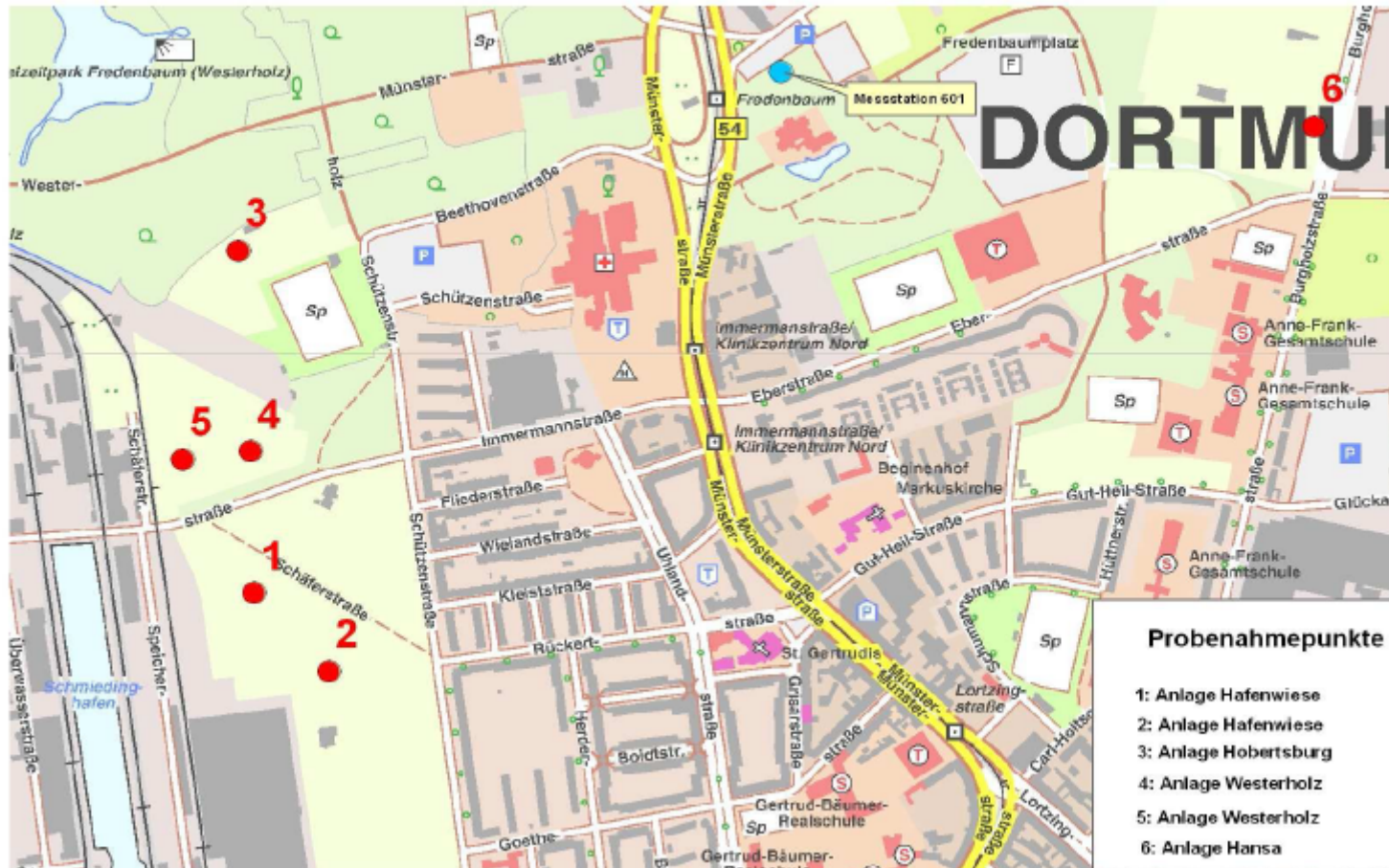
Abbildung 5



*=5,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ FM; auf Basis des TDI (20 ng/kg KG x d), 70 kg Körpergewicht und 250 g tägl. Gemüseverzehr (FM)

Karte

Probenahmepunkte von Nahrungspflanzen in angelegten Beeten von 2009 bis 2011 im Dortmunder Hafenbereich



Tab 1:

PCDD/F - Gehalte im Kopfsalat aus dem Dortmunder Hafen

PCDD/F-Gehalte im Kopfsalat WHO-TEQ 2005 [ng/kg FM]			
Messpunkt	2009	2010	2011*
1		0,01	0,01
2		0,01	0,01
3		0,01	0,01
4		0,01	Ausfall
5		0,01	0,01
6		<0,01	0,01

*keine realen Trockengewichte vorhanden, daher Berechnung mit standardisiertem Trockengewicht

Tab 2:

dl-PCB - Gehalte im Kopfsalat aus dem Dortmunder Hafen

dl- PCB-Gehalte im Kopfsalat WHO-TEQ 2005 [ng/kg FM]			
Messpunkt	2009	2010	2011*
1		0,01	0,01
2		0,01	0,01
3		0,02	0,02
4		0,03	Ausfall
5		0,01	<0,01
6		<0,01	0,01

*keine realen Trockengewichte vorhanden, daher Berechnung mit standardisiertem Trockengewicht

Tab 3:

PCB- Gesamtgehalte im Kopfsalat aus dem Dortmunder Hafen

PCB- Gesamtgehalte im Kopfsalat [µg/kg FM]			
Messpunkt	2009	2010	2011*
1		0,5	0,7
2		0,4	0,7
3		0,7	1,0
4		1,0	Ausfall
5		0,6	0,9
6		0,2	0,9

*keine realen Trockengewichte vorhanden, daher Berechnung mit standardisiertem Trockengewicht

Tab 4:

PCDD/F - Gehalte in Endivie aus dem Dortmunder Hafen

PCDD/F-Gehalte in Endivie WHO-TEQ 2005 [ng/kg FM]			
Messpunkt	2009	2010	2011
1	0,01	0,04	0,02
2	0,01	0,03	Ausfall
3	0,01	0,03	0,02
4	0,01	0,03	Ausfall
5	0,02	0,03	0,02
6	<0,01	0,02	0,02

Tab 5:

dl-PCB - Gehalte in Endivie aus dem Dortmunder Hafen

dl-PCB-Gehalte in Endivie WHO-TEQ 2005 [ng/kg FM]			
Messpunkt	2009	2010	2011
1	0,11	0,11	0,05
2	0,07	0,05	Ausfall
3	0,11	0,06	0,04
4	0,15	0,08	Ausfall
5	0,19	0,10	0,10
6	0,02	0,02	0,04

Tab 6:

PCB - Gesamtgehalte in Endivie aus dem Dortmunder Hafen

PCB - Gesamtgehalte in Endivie [µg/kg FM]			
Messpunkt	2009	2010	2011
1	4,2	3,1	2,0
2	2,7	1,5	Ausfall
3	4,3	1,8	1,9
4	5,5	2,4	Ausfall
5	7,4	2,8	3,3
6	0,9	0,8	3,0

Tab 7:

PCDD/F - Gehalte im Grünkohl aus dem Dortmunder Hafen

PCDD/F-Gehalte in Grünkohlpflanzen aus Beeten WHO-TEQ 2005 [ng/kg FM]				
Messpunkt	2008	2009	2010	2011
1	0,08	0,03	0,04	0,09
2	0,07	0,04	0,03	0,07
3	0,11	0,03	0,04	0,08
4	0,06	0,04	0,04	Ausfall
5	0,07	0,03	0,04	0,06
6	0,07	0,03	0,04	0,04

Tab 8:

dl-PCB - Gehalte im Grünkohl aus dem Dortmunder Hafen

dl-PCB-Gehalte in Grünkohlpflanzen aus Beeten WHO-TEQ 2005 [ng/kg FM]				
Messpunkt	2008	2009	2010	2011
1	0,32	0,45	0,14	0,26
2	0,45	0,33	0,07	0,34
3	0,88	0,36	0,14	0,19
4	0,41	0,66	0,18	Ausfall
5	1,07	0,60	0,39	0,42
6	0,19	0,10	0,06	0,09

Tab 9:

PCB - Gesamtgehalte im Grünkohl aus dem Dortmunder Hafen

PCB- Gesamtgehalte in Grünkohlpflanzen aus Beeten [µg/kg FM]				
Messpunkt	2008	2009	2010	2011
1	18,0	20,1	7,9	6,8
2	33,1	16,3	4,6	8,6
3	41,2	22,6	7,4	7,0
4	22,7	31,2	10,3	Ausfall
5	43,2	29,3	15,7	11,7
6	9,3	6,8	3,6	4,8