



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**



DAP-PL-2885.38

Biomonitoring von Luftschadstoffen in Luxembourg

**Immissions-Wirkungserhebungen mit
Staudensellerie (Block 3) und
Grünkohl (Block 2 + 4) im Jahr 2009**

Auftraggeber: ADMINISTRATION DE LE'ENVIROMENT
DIVISION AIR/BRUIT
16 rue Eugène Ruppert
L-2453 Luxembourg

Datum: 22.03.2010

Bericht-Nr.: 1346339

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/mai

Art der Messung: Immissionswirkungsuntersuchungen mit
Staudensellerie und Grünkohl

Bericht Nr. 1346339

Das Dokument besteht aus
51 Seiten.
Seite 1 von 51

Zeitraum der Messungen: Juni – Dezember 2009

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Berichtumfang: 46 Seiten

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

Der fachlich Verantwortliche

Die Projektbearbeiterin

.....
(Dipl.-Biol. Walter Maier)

.....
(Dipl.-Ing. Elzbieta Wicher-Albrecht)

Sitz: München
Amtsgericht: München HRB 96 869

Aufsichtsratsvorsitzender:
Dr.-Ing. Manfred Bayerlein
Geschäftsführer:
Dr. Peter Langer (Sprecher)
Dipl.-Ing. (FH) Ferdinand Neuwieser

Telefon: +49 711 7005-245
Telefax: +49 711 7005-492
www.tuev-sued.de
TÜV®

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung Stuttgart
Abteilung Gutachten
Gottlieb-Daimler-Str. 7
70794 Filderstadt
Deutschland

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung und Aufgabenstellung	3
2.	Aktives Biomonitoring mit Staudensellerie und Grünkohl	6
2.1	Materialien.....	6
2.2	Anzucht	7
2.3	Exposition	7
3.	Bewertungskriterien	8
4.	Ergebnisse.....	10
4.1	Arsen.....	10
4.2	Blei.....	12
4.3	Cadmium.....	14
4.4	Chrom	16
4.5	Quecksilber	18
4.6	Nickel	20
4.7	Molybdän.....	22
4.8	Zink	24
4.9	Benzo(a)Pyren	26
4.10	PAH- Summe (EPA610).....	28
4.11	TE nach WHO 97 (PCDD/F).....	30
4.12	TE nach WHO 97 (PCB).....	32
4.13	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	34
4.14	TE nach WHO 06 (PCB).....	36
4.15	TE nach WHO 06 (PCDD/F).....	38
4.16	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	40
5.	Abwaschbarkeit der Stoffe	42
6.	Belastungsunterschiede im Messnetz.....	43
7.	Anlagen	46

Tabelle A1: PAH in exponierten Grünkohlpflanzen aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (Konzentrationsangaben in µg/kg TS)	46
Tabelle A2: Dioxin/Furangehalte in exponierten Grünkohlpflanzen sowie in Nahrungspflanzen von Standorten unterschiedlicher Landnutzung bzw. im Einwirkungsbereich von Emittenten aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (1989 bis 2004)	47
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2009 (Block 2).....	48
Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2009 (Block 3).....	49
Tabelle A5: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2009 (Block 4)	50

1. Einführung und Aufgabenstellung

Im Auftrag der ADMINISTRATION DE L'ENVIROMENT führte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Jahr 2009 die Kampagnen 2, 3 und 4 des Biomonitoringprogrammes durch. In standardisiert ausgebrachten Topfkulturen von Grünkohl in Block 2 und 4 und Stangensellerie in Block 3 wurde die Anreicherung der Schadstoffe aus der Luft ermittelt. Die Bioindikatoren wurden auf die organischen Schadstoffe polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Biphenyle (PCB) und Dioxine / Furane (PCDD/F) sowie ausgewählte Schadstoffe untersucht.

Die Anzucht der Pflanzen im Gewächshaus und die Ausbringung an den Messstationen vor Ort erfolgt in Anlehnung an die Richtlinie VDI 3957, Blatt 3: 2008 „Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) – Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl“. Da die in Topfkulturen wachsenden Bioindikatorpflanzen in keinem Kontakt zum natürlichen Boden stehen und die Wasserversorgung über Glasfaserdochte aus Vorratsgefäßen (hier Kunststoffwannen) erfolgt, sind die nach der Exposition chemisch analysierten Schadstoffgehalte ausschließlich auf die vorhandene Luftverschmutzung zurück zu führen. Die Ergebnisse ermöglichen damit die Rückschlüsse auf die Luftbelastungssituation und geben Hinweise auf mögliche gesundheitsrelevante Schadstoffanreicherungen in Gemüsepflanzen für den menschlichen Verzehr.

Die Untersuchungen wurden an bis zu 11 verschiedenen Standorten (Abb. 1) durchgeführt. Dabei wurden sowohl Umgebungsbereiche mit überwiegend industrieller Nutzung als auch Standorte im ländlichen Raum erfasst. Die nachfolgende Abbildung gibt die ungefähre Lage der Messstationen auf dem Staatsgebiet von Luxembourg wieder. Die Tabelle 1 auf Seite 5 gibt beinhaltet nähere Angaben zu Lage, umgebenden Nutzung und Umfang der chemischen Analysen an den einzelnen Messpunkten. Die chemischen Analysen in den Bioindikatorpflanzen wurden durch das akkreditierte Umweltlabor der TÜV SÜD Industrie Service GmbH durchgeführt.

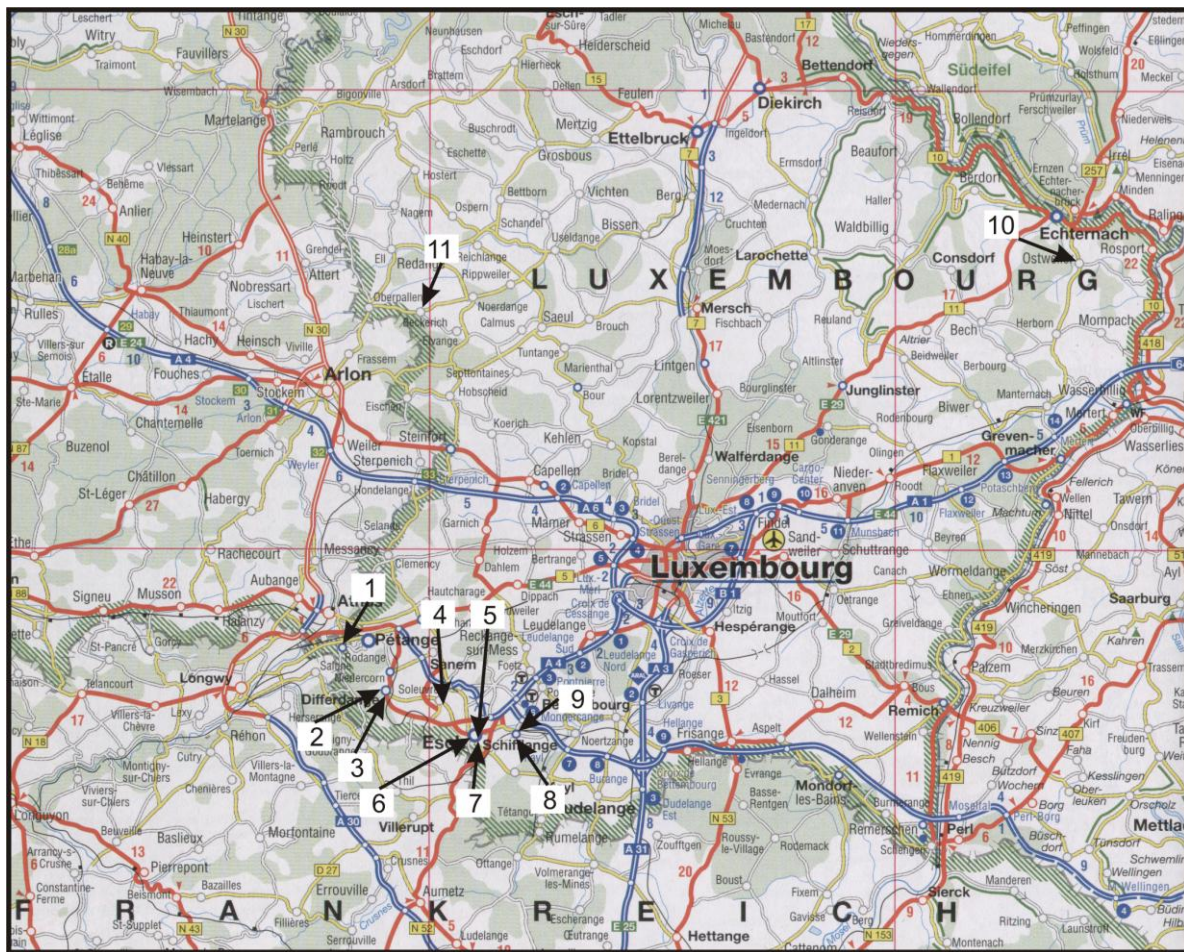


Abb. 1: Messnetz – ungefähre Lage der Messstellen

Tabelle 1: Messstationen und Analysenparameter

Nr.	Standort	Nutzung	PCDD/F + PCB			PAH			Metalle		
			Grünkohl	Sellerie	Grünkohl	Grünkohl	Sellerie	Grünkohl	Grünkohl	Sellerie	Grünkohl
1	Rodange (Rue Fontaine d'Oliere)	ländlich - industriell	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Differdange (Cité Henri Grey)	städtisch - industriell	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
3	Differdange (Rue des Jardins)	städtisch			X			X			X / W
4	Belvaux (Rue de l'Électricité)	ländlich			X			X			X
5	Esch/Alzette (Rue des Tramways)	ländlich - industriell	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
6	Esch/Alzette (Rue d'Ehlerange)	städtisch - ländlich	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
7	Esch/Alzette (Rue Nicolas Mannes)	städtisch			X			X			X / W
8	Schifflange (Cité Um Benn)	städtisch - industriell	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
9	Schifflange (Rue Hédange)	städtisch	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
10	Osweiler (Rue de Dickweiler)	ländlich	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Beckerich (Rue de Diekirch)	ländlich	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Probe aus Handel		X	X	X	X	X	X	X	X	X

X - ungewaschene Probe, Analyse sämtlicher vorgesehener Parameter

W - gewaschene Probe, Analyse auf Schwermetalle

2. Aktives Biomonitoring mit Staudensellerie und Grünkohl

Die Anzucht der Bioindikatorpflanzen erfolgte in Anlehnung an die Richtlinie VDI 3957, Blatt 3, „Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) – Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl“.

2.1 Materialien

Saatgut/Sorte

- Staudensellerie ‚Imperial‘
- Grünkohl ‚Winterbor‘

Substrat

Einheitserde Typ ED73 mit Grunddüngung + Flusssand (1 Volumenanteil Sand auf 8 Volumenanteil ED73).

Düngelösung

Düngelösung aus Laborchemikalien (p.a.) enthält je Liter deionisiertem Wasser:

- 5,8 g KH_2PO_4
- 8,5 g KNO_3
- 5,3 g NH_4NO_3
- 10,3 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Dünger wird für jede Düngung frisch angesetzt.

Wasser

Gießwasser besitzt Trinkwasserqualität.

Expositionsvorrichtung

Die Expositionsvorrichtung besteht aus folgenden Teilen (vgl. VDI Richtlinie 3957, Blatt 3, Nr. 3.1.4)

- Pflanztöpfe mit 20 cm Durchmesser
- je zwei Saugdochte aus Glasfaser ($\varnothing$ 5 mm; 90 cm lang)
- Styroporplatten zur Aufnahme der Pflanzentöpfe
- Kunststoffwannen (Euronorm-Stapelkisten) als Wasservorratsbehälter
- Rahmengestell aus vollverzinktem Stahlprofil

2.2 Anzucht

- Anzucht erfolgt im Gewächshaus
- Dauer: 4 - 5 Wochen

Anzucht und Kulturführung

- Aussaat der Samen in Schalen.
- Nach vollständiger Entfaltung der Keimblätter (ca.1 - 2 Wochen) werden die Keimlinge in Multitopfplatten pikiert.
- Bevor die Pflanzen vergeilen, werden sie einzeln in kleine Töpfe umgesetzt.
- Eine Woche vor der Exposition werden die Pflanzen in die großen Töpfe (Ø 20 cm) ausgepflanzt.

Düngung

- Vor der Exposition erhält jede Pflanze 100 ml Düngelösung, die mit Wasser eingeschwemmt wird.

2.3 Exposition

Exposition der Sellerie- und Grünkohlpflanzen für ca. 8 Wochen

- Die exponierten Pflanzen besitzen zum Expositionszeitpunkt mindestens 10 +/- 2 Blätter, wobei das jüngste Blatt eine Mindestlänge von 15 cm aufweisen muss. Dieses Blatt wird mit einem Nelkenring markiert und dient als Referenzblatt bei der Probenahme.

Expositionszeitraum Block 2 (Grünkohl): 03.06.2009 – 11.08.2009

Expositionszeitraum Block 3 (Sellerie): 11.08.2009 – 08.10.2009

Expositionszeitraum Block 4 (Grünkohl): 08.10.2009 – 16.12.2009

Probendefinition

- Vor der Probenahme erfolgt eine Bonitur des Zustandes der Indikatorpflanzen.
- Der Probenumfang umfasst laut VDI Richtlinie das Ringblatt, die beiden nächst älteren und die fünf nächst jüngeren Blätter.

Probenahme

- Beprobte werden mindestens 6 Pflanzen je Messpunkt

3. Bewertungskriterien

Die zur Verfügung stehenden Bewertungskriterien für Schadstoffgehalte in Pflanzen sind in der nachfolgenden Tabelle auf Seite 9 zusammengefasst.

In Anlehnung an die Vergleichswerte aus der Lebensmittel- und Futtermittelüberwachung werden die Höchstgehalte von bestimmten Kontaminanten in den meisten Fällen als Bewertungskriterien in Betracht gezogen. Besondere Beachtung wird den EU-Verordnungen und den EU-Richtlinien gewidmet.

- Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln
- Empfehlung 2006/88/EG der Kommission vom 6. Februar 2006 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln
- Richtlinie 2006/13/EG der Kommission vom 3. Februar 2006 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die unerwünschten Stoffe in Futtermitteln in Bezug auf Dioxine und dioxinähnliche PCB
- Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung

Orientierend können herangezogen werden:

- Werte des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes (BGA/ZEBS) für Schadstoffe in Lebensmitteln

Ergänzend können Ergebnisse von Bioindikatoruntersuchungen des TÜV SÜD in unterschiedlich belasteten Gebieten herangezogen (vgl. auch die im Anhang beigefügten Tabellen zu den Gehalten organischer Schadstoffe in Pflanzen). Zudem ist ein Vergleich mit Literaturangaben über Normalgehalte von Spurenelementen in Pflanzen möglich.

Die Berechnung der Toxizitätsäquivalente (TE) aus den Analysenwerten der PCDD/F und PCB erfolgt für die nachfolgende Ergebnisdarstellung auf Basis der Äquivalenzfaktoren gemäß WHO 97, da diese zu höheren Werten führen als die Äquivalenzfaktoren gemäß WHO 06 (vgl. Dokumentation der Einzelergebnisse im Anhang).

Tabelle 2: Bewertungskriterien

		Bezug	Schadstoff											
			mg/kg							µg/kg		ng TE / kg		
			As	Pb	Cd	Cr	Hg	Ni	Zn	BaP	PAH-Summe	PCDD/F	PCB	PCDD/F +PCB
Lebensmittel- überwachung	EU 1881/2006 - Kohlgemüse / Blattgemüse - Stängelgemüse - Gemüse	FG		0,30 0,10	0,20 0,10 0,050									
	2006/88/EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse	FG										0,4	0,2	
	Großherzogliches Reglement vom 11. Dezember 1991	FG					0,03							
	Staatliches Umweltamt Luxembourg -Orientierungswert für intensivierte Überwachung -Interventionswert	TS												3 10
	ZEBS / BGA (Orientierungswerte) - Blattgemüse - Grünkohl	FG	0,2	0,8 2,0	0,10		0,05							
Futtermittel- überwachung	2002/32/EG 2006/13/EG Heimtierfutter Höchstgehalt Heimtierfutter Auslösewerte *) bezogen auf 12% Feuchte	TS*)										2,25 1,75		7,0 3,5
Vergleichswerte	Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilt. Luft) - ländlich - städtisch - industriell	TS	< 0,2	0,5	0,1				32	2,0 < 10 < 20 < 40	170 < 1000 < 2000 < 3000	0,4 < 1,0 < 2,0 < 5,0		
	Normalgehalt in Pflanzen	TS	< 1,5	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 0,2	< 5,0	< 150					

4. Ergebnisse

4.1 Arsen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG ¹⁾ [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG ¹⁾ [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG ¹⁾ [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,08	0,02	14,0	0,09	0,01	29,1	< 0,05	0,01
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,05	0,01	14,1	0,19	0,03	22,6	0,06	0,01
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	0,09	0,01	14,2	0,10	0,01	20,9	0,05	0,01
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,07	0,02
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	< 0,05	0,01
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	< 0,05	0,01
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,10	0,03	16,7	0,19	0,03	24,9	0,32	0,08
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	0,11	0,03	16,6	0,10	0,02	23,1	0,20	0,05
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,13	0,02	16,0	0,17	0,03	24,1	0,13	0,03
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	0,09	0,02	16,3	0,09	0,01	20,6	0,12	0,03
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,05	0,01
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	0,05	0,01
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,09	0,02	16,0	0,09	0,01	22,1	0,05	0,01
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	0,08	0,01	16,7	0,10	0,02	22,2	0,05	0,01
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,07	0,02	15,9	0,13	0,02	21,4	0,05	0,01
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	0,07	0,02	16,9	0,13	0,02	22,6	0,05	0,01
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,03	0,01	17,6	0,09	0,02	21,6	< 0,05	0,01
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,07	0,02	16,9	0,12	0,02	28,4	< 0,05	0,01

¹⁾ Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden in halber Höhe der Nachweisgrenze für die Berechnung des Gehaltes im Frischgewicht herangezogen

Zebs/BGA - Blattgemüse

0,2 mg/kg FG

Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

0,2 mg/kg TS

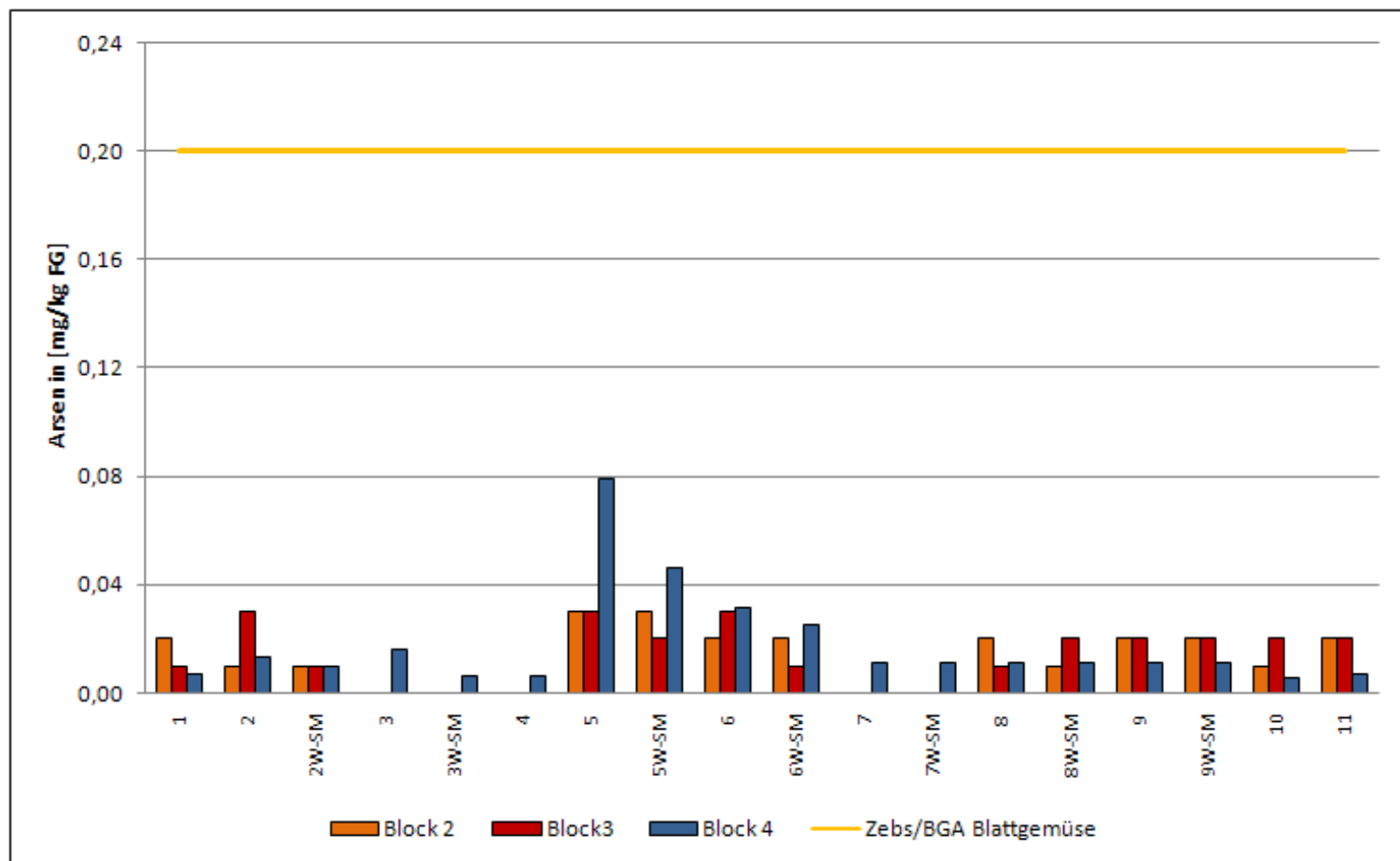


Abb. 2: Arsen-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.2 Blei

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,1	0,02	14,0	0,7	0,10	29,1	0,3	0,09
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,3	0,07	14,1	4,0	0,56	22,6	1,9	0,43
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	0,3	0,07	14,2	0,8	0,11	20,9	1,1	0,23
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	2,4	0,54
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	0,4	0,09
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,4	0,10
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,4	0,10	16,7	2,5	0,42	24,9	1,5	0,37
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	0,4	0,10	16,6	0,8	0,13	23,1	0,9	0,21
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,4	0,08	16,0	1,9	0,30	24,1	1,0	0,24
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	0,3	0,07	16,3	0,6	0,10	20,6	0,9	0,19
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,4	0,09
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	0,3	0,07
8	Schiffflange - Cité Um Benn	22,7	0,4	0,09	16,0	1,6	0,26	22,1	1,5	0,33
8W	Schiffflange - Cité Um Benn	21,9	0,3	0,07	16,7	0,8	0,13	22,2	1,3	0,29
9	Schiffflange - Rue Hédange	23,7	0,2	0,05	15,9	1,2	0,19	21,4	0,8	0,17
9W	Schiffflange - Rue Hédange	26,1	0,2	0,05	16,9	0,7	0,12	22,6	0,6	0,14
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,1	0,03	17,6	0,5	0,09	21,6	0,3	0,06
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,1	0,03	16,9	0,3	0,05	28,4	0,2	0,06
EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Kohlgemüse / Blattgemüse							0,30 mg/kg FG			
Grünkohl Kontrollwert (gefilterte Luft)							0,5 mg/kg TS			

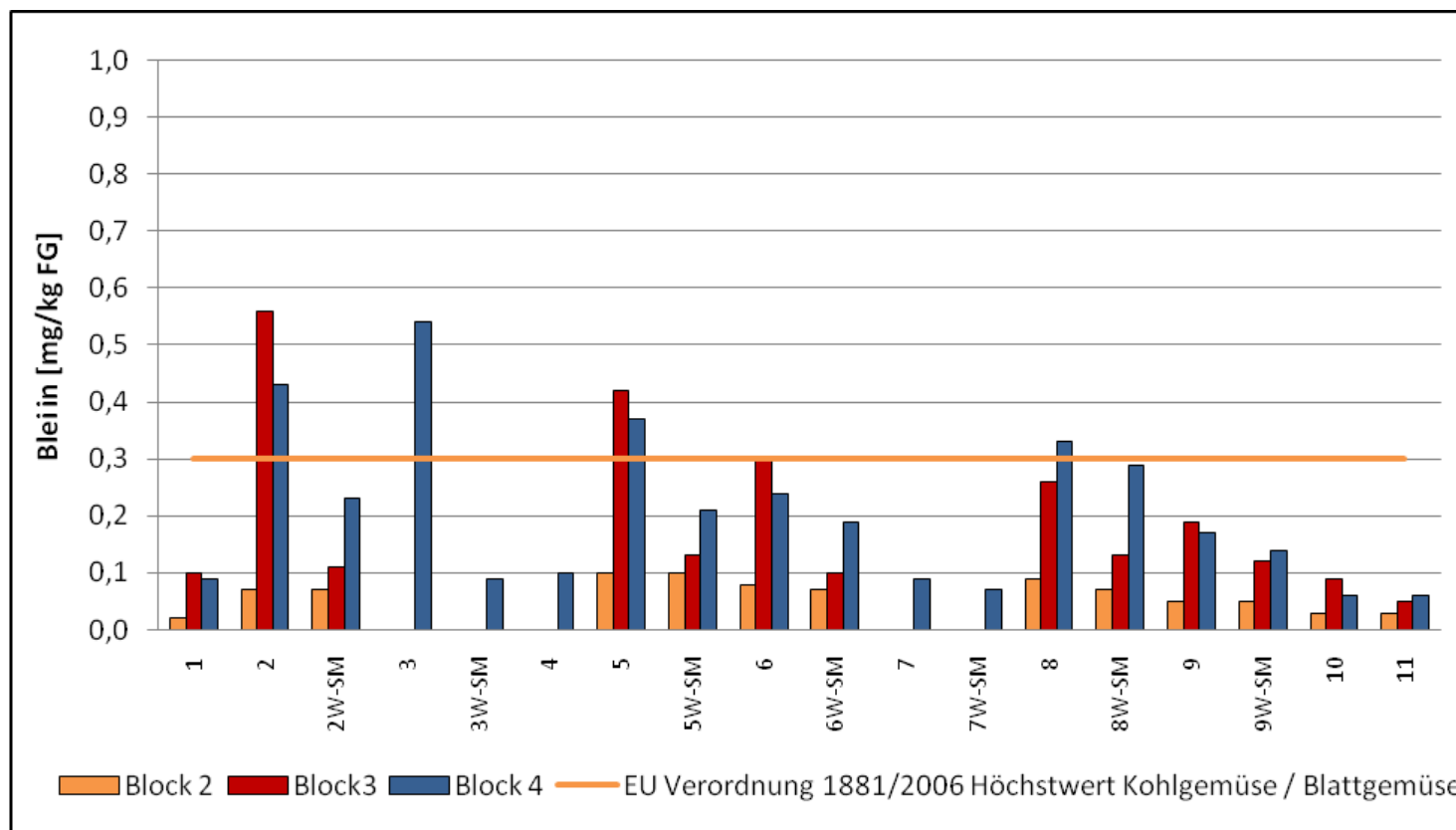


Abb. 3: Blei-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.3 Cadmium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,02	0,005	14,0	0,14	0,02	29,1	0,03	0,007
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,03	0,007	14,1	0,33	0,05	22,6	0,09	0,020
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	0,02	0,007	14,2	0,21	0,03	20,9	0,08	0,017
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,09	0,020
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	0,07	0,015
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,09	0,023
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,02	0,005	16,7	0,23	0,04	24,9	0,10	0,025
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	0,03	0,007	16,6	0,20	0,03	23,1	0,05	0,012
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,03	0,006	16,0	0,25	0,04	24,1	0,11	0,027
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	0,04	0,010	16,3	0,26	0,04	20,6	0,05	0,010
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,05	0,012
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	0,08	0,018
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,03	0,007	16,0	0,24	0,04	22,1	0,10	0,022
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	0,02	0,004	16,7	0,22	0,04	22,2	0,07	0,016
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,02	0,005	15,9	0,26	0,04	21,4	0,07	0,015
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	0,02	0,005	16,9	0,21	0,04	22,6	0,07	0,016
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,01	0,003	17,6	0,17	0,03	21,6	0,05	0,011
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,02	0,005	16,9	0,20	0,03	28,4	0,05	0,014
EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Kohlgemüse / Blattgemüse					0,20 mg/kg FG					
EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Stängelgemüse					0,10 mg/kg FG					
Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)					0,1 mg/kg TS					

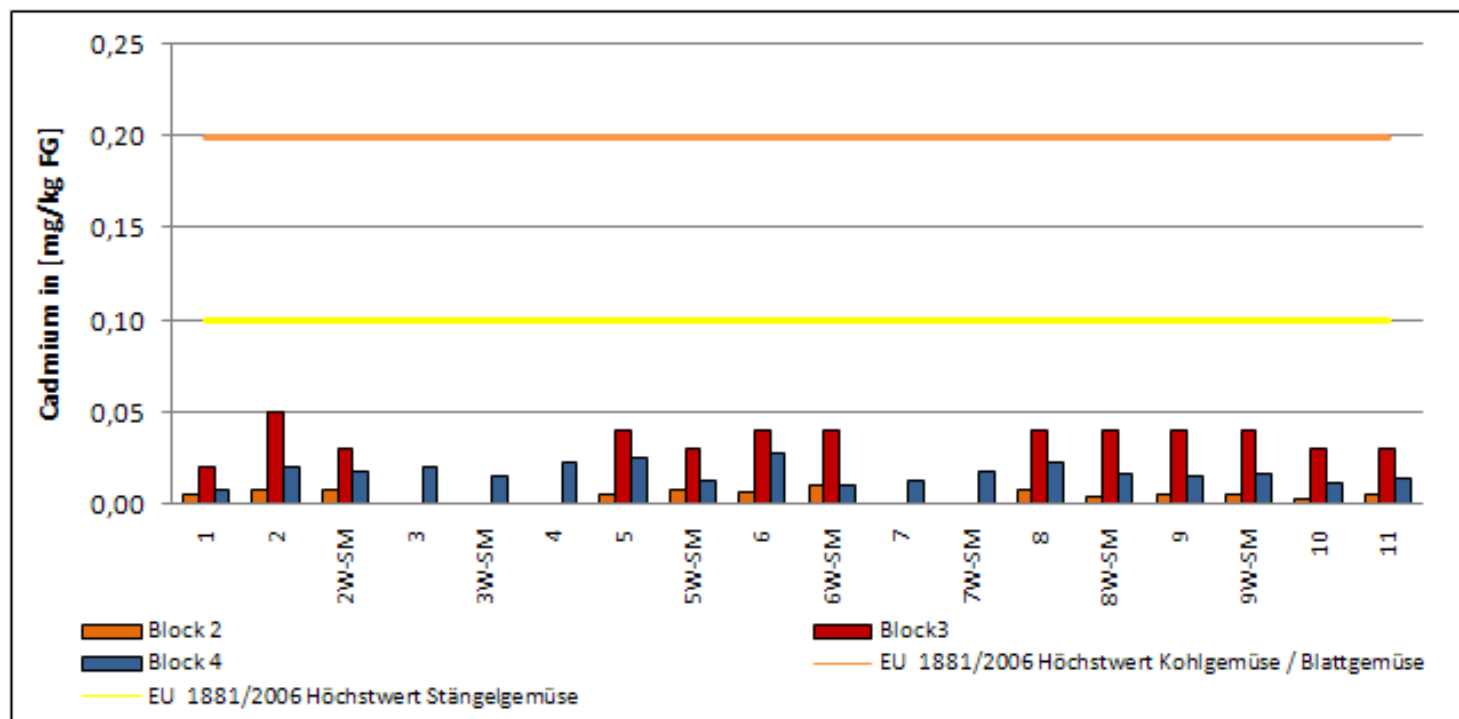


Abb. 4: Cadmium-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.4 Chrom

Nr	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,2	0,05	14,0	1,0	0,14	29,1	0,5	0,15
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	1,1	0,26	14,1	4,2	0,59	22,6	3,8	0,86
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	0,7	0,26	14,2	0,21	0,40	20,9	1,8	0,38
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	1,9	0,43
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	0,3	0,07
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,2	0,05
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,3	0,08	16,7	5,2	0,87	24,9	2,1	0,52
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	0,6	0,15	16,6	0,2	0,20	23,1	2,1	0,49
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,6	0,11	16,0	2,8	0,45	24,1	0,8	0,19
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	0,2	0,05	16,3	0,9	0,15	20,6	0,6	0,12
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,4	0,09
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	0,3	0,07
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	1,2	0,27	16,0	1,8	0,29	22,1	0,7	0,15
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	1,1	0,24	16,7	0,7	0,12	22,2	0,4	0,09
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,6	0,14	15,9	1,5	0,24	21,4	0,6	0,13
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	0,3	0,08	16,9	0,9	0,15	22,6	0,3	0,07
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,1	0,03	17,6	0,6	0,11	21,6	0,2	0,05
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,1	0,03	16,9	0,6	0,10	28,4	0,1	0,03

Normalgehalt in Pflanzen

< 1,0 mg/kg TS

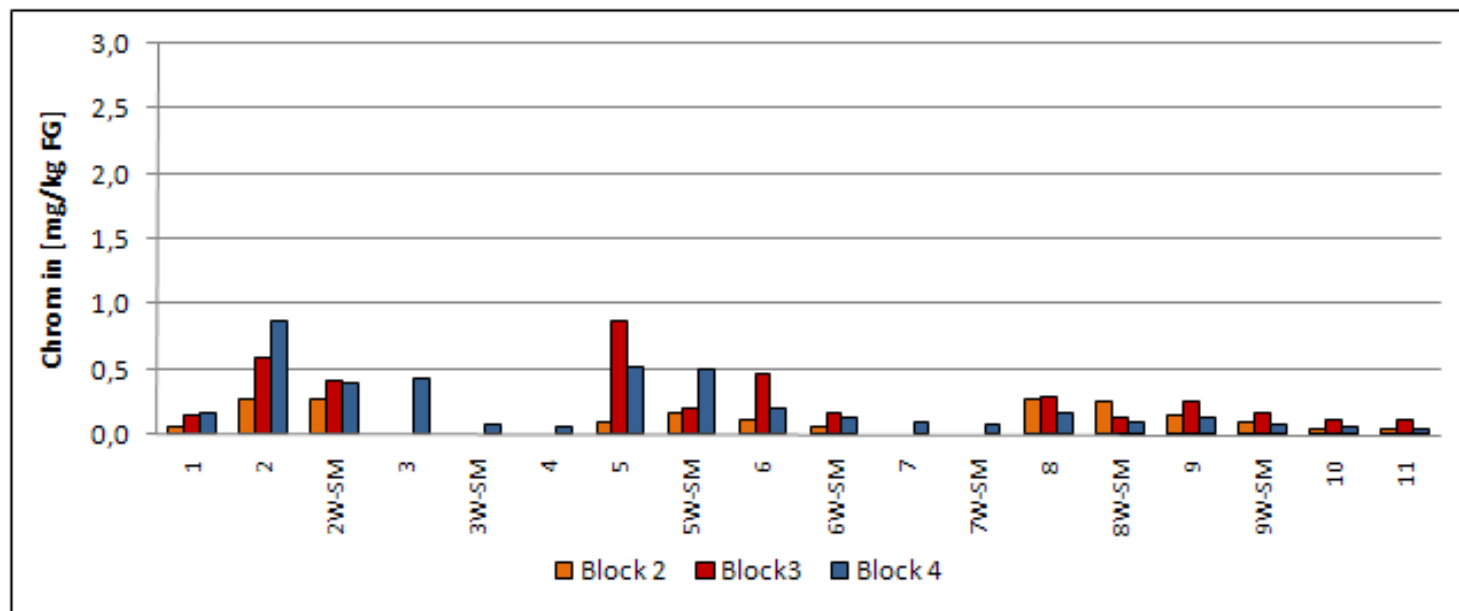


Abb. 5: Chrom-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.5 Quecksilber

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG*) [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG*) [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG*) [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	< 0,01	0,001	14,0	< 0,01	0,001	29,1	0,01	0,003
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,01	0,002	14,1	< 0,01	0,001	22,6	0,02	0,005
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	<0,01	0,001	14,2	< 0,01	0,001	20,9	0,01	0,002
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,02	0,005
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	0,02	0,005
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,01	0,003
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	<0,01	0,001	16,7	0,01	0,002	24,9	0,02	0,005
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	<0,01	0,001	16,6	< 0,01	0,001	23,1	0,01	0,002
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,02	0,003	16,0	< 0,01	0,001	24,1	0,03	0,007
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	< 0,01	0,001	16,3	< 0,01	0,001	20,6	0,02	0,004
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,02	0,005
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	0,02	0,005
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	< 0,01	0,001	16,0	< 0,01	0,001	22,1	0,03	0,007
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	< 0,01	0,001	16,7	< 0,01	0,001	22,2	0,02	0,004
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	< 0,01	0,001	15,9	< 0,01	0,001	21,4	0,01	0,002
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	< 0,01	0,001	16,9	< 0,01	0,001	22,6	< 0,01	0,001
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,02	0,006	17,6	< 0,01	0,001	21,6	< 0,01	0,001
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	< 0,01	0,001	16,9	< 0,01	0,001	28,4	< 0,01	0,001

*) Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden in halber Höhe der Nachweisgrenze für die Berechnung des Gehaltes im Frischgewicht herangezogen

Großherzogliches Reglement vom 11. Dezember 1991

0,03 mg/kg FG

ZEBS / BGA - Blattgemüse

0,050 mg/kg FG

Normalgehalt in Pflanzen

< 0,2 mg/kg TS

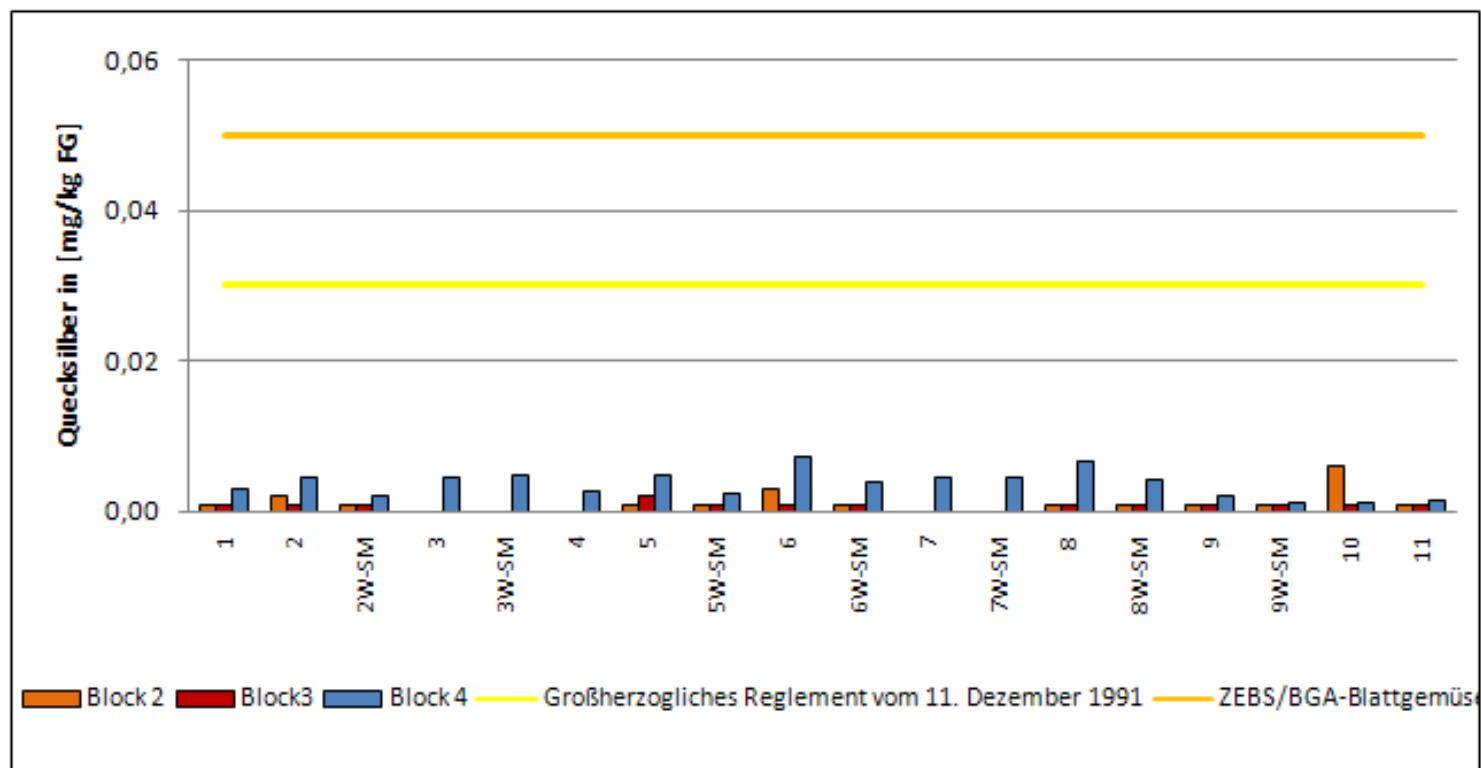


Abb. 6: Quecksilber-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.6 Nickel

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	6,0	1,5	14,0	6,4	0,9	29,1	7,2	2,1
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	8,4	2,0	14,1	5,8	0,8	22,6	7,7	1,7
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	3,9	2,0	14,2	8,1	1,2	20,9	6,7	1,4
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	6,0	1,4
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	5,8	1,7
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	6,6	2,0
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	8,0	2,1	16,7	10,7	1,8	24,9	7,9	1,9
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	7,8	1,9	16,6	7,8	1,3	23,1	8,0	2,3
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	8,5	1,6	16,0	9,4	1,5	24,1	9,7	1,3
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	7,0	1,7	16,3	10,2	1,7	20,6	6,2	1,2
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	5,0	0,7
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	3,1	1,6
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	5,9	1,3	16,0	8,4	1,3	22,1	7,3	1,5
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	5,2	1,1	16,7	7,2	1,2	22,2	6,9	0,9
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	5,2	1,2	15,9	7,5	1,2	21,4	4,4	0,7
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	3,0	0,8	16,9	6,7	1,1	22,6	3,2	0,4
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	3,7	1,1	17,6	5,5	1,0	21,6	1,7	0,4
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	4,7	1,2	16,9	3,7	0,6	28,4	1,4	0,4

Normalgehalt in Pflanzen

< 5,0 mg/kg TS

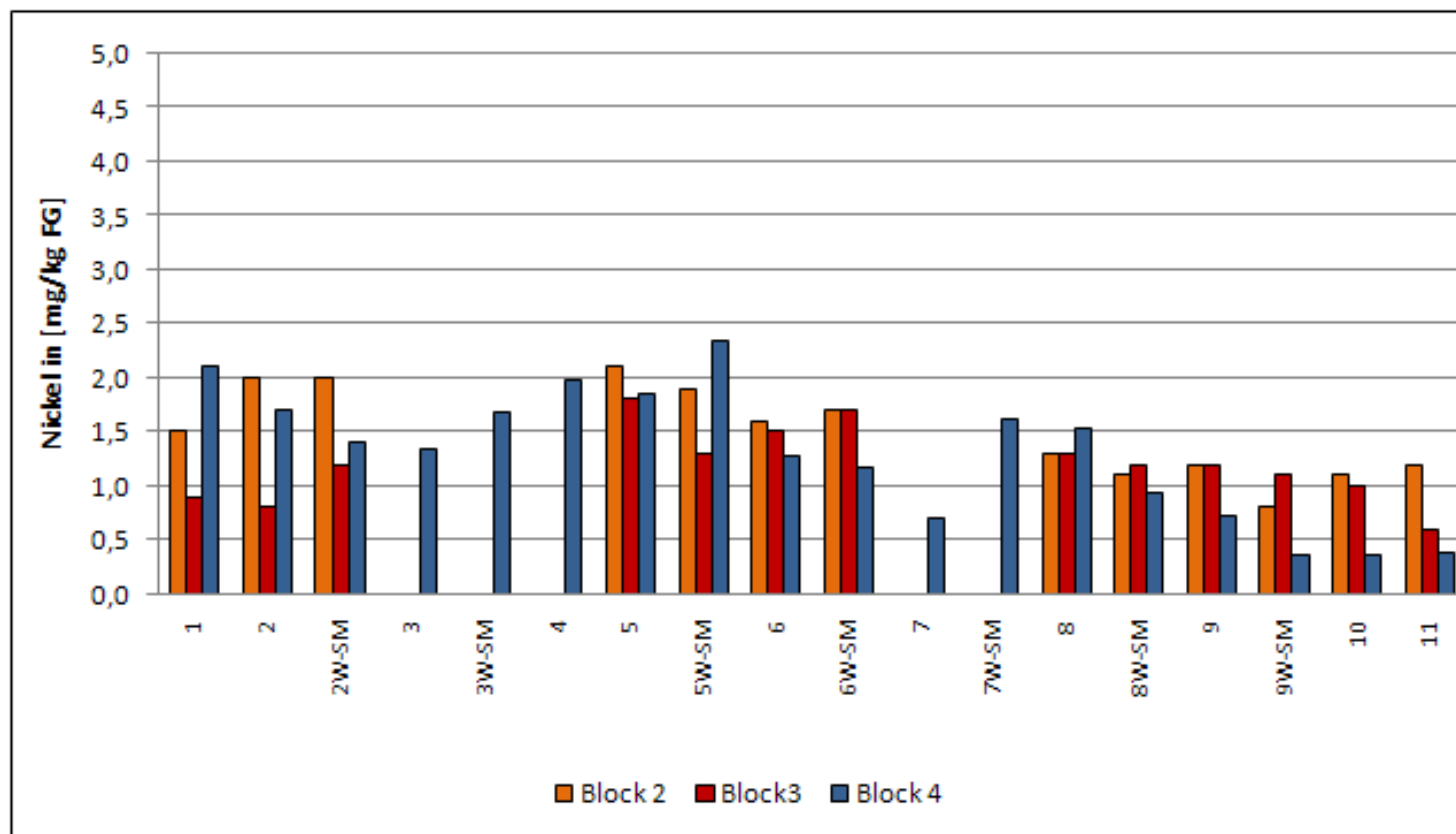


Abb. 7: Nickel-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.7 Molybdän

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	1	0,24	14,0	13,9	1,95	29,1	1,7	0,49
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	1,7	0,40	14,1	16,2	2,28	22,6	1,8	0,41
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	1,7	0,40	14,2	9	1,28	20,9	1,2	0,25
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	1,9	0,43
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	1,3	0,30
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	2,4	0,61
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	1,5	0,39	16,7	22,3	3,72	24,9	2,1	0,52
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	1,3	0,32	16,6	22,4	3,72	23,1	2,0	0,46
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	1,6	0,30	16,0	19,5	3,12	24,1	1,8	0,43
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	1,5	0,36	16,3	19,1	3,11	20,6	0,9	0,19
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	1,5	0,36
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	0,5	0,11
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,6	0,14	16,0	15,2	2,43	22,1	1,0	0,22
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	0,6	0,13	16,7	16,5	2,76	22,2	0,7	0,16
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,7	0,17	15,9	22,7	3,61	21,4	2,6	0,56
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	0,6	0,16	16,9	15,3	2,59	22,6	2,1	0,47
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,4	0,12	17,6	12,1	2,13	21,6	2,0	0,43
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,5	0,13	16,9	18,4	3,11	28,4	1,7	0,48

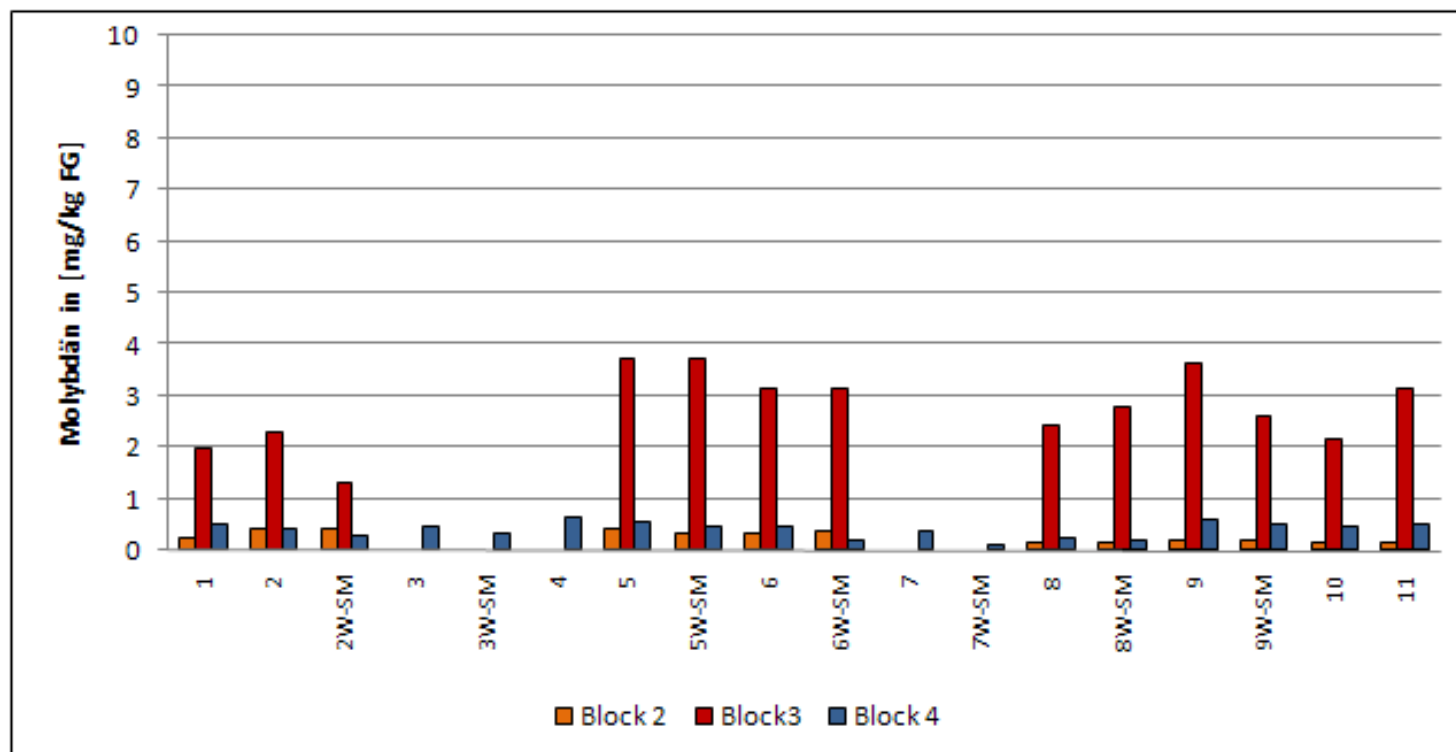


Abb. 8: Molybdän-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.8 Zink

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	22	5,4	14,0	47,2	6,6	29,1	19	5,5
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	31	7,3	14,1	100	14,1	22,6	44	9,9
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	23,4	31	7,3	14,2	56,1	8,0	20,9	30	6,3
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	43	9,7
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3	24	5,6
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	32	8,1
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	36	9,3	16,7	64,9	10,8	24,9	37	9,3
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	24,5	32	7,8	16,6	54,2	9,0	23,1	24	5,6
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	35	6,6	16,0	65,2	10,4	24,1	31	7,6
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	24,3	39	9,5	16,3	58	9,5	20,6	23	4,7
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	21	5,0
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8	29	6,6
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	27	6,1	16,0	74	11,8	22,1	37	8,2
8W	Schifflange - Cité Um Benn	21,9	25	5,5	16,7	61	10,2	22,2	38	8,4
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	23	5,5	15,9	68,1	10,8	21,4	24	5,1
9W	Schifflange - Rue Hédange	26,1	15	3,9	16,9	55	9,3	22,6	24	5,3
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	14	4,0	17,6	49,9	8,8	21,6	19	4,2
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	15	3,9	16,9	52,8	8,9	28,4	32	9,1

Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

32 mg/kg TS

Normalgehalt in Pflanzen

< 150 mg/kg TS

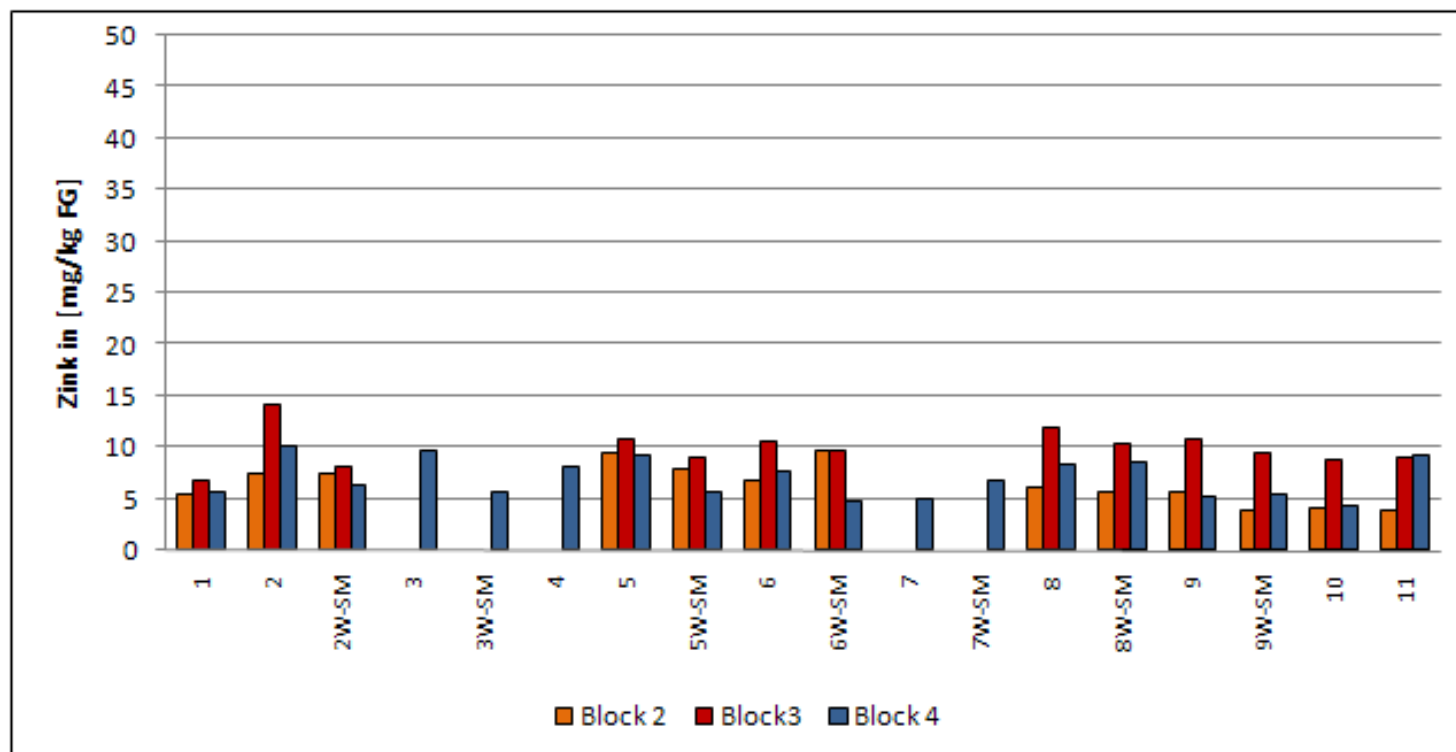


Abb. 9: Zink-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.9 Benzo(a)Pyren

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,8	0,2	14,0	2	0,3	29,1	3,1	0,9
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	1,2	0,3	14,1	7,4	1,0	22,6	3,8	0,9
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	4,9	1,1
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	2,2	0,6
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	1,3	0,3	16,7	7,7	1,3	24,9	4,1	1,0
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	1	0,2	16,0	17,2	2,8	24,1	8	1,9
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	5,9	1,4
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	1	0,2	16,0	6	1,0	22,1	8,1	1,8
8W	Schifflange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,8	0,2	15,9	4,3	0,7	21,4	3,6	0,8
9W	Schifflange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,6	0,2	17,6	5,9	1,0	21,6	3,3	0,7
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,7	0,2	16,9	16,9	2,9	28,4	4,2	1,2

Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

2 µg/kg TS

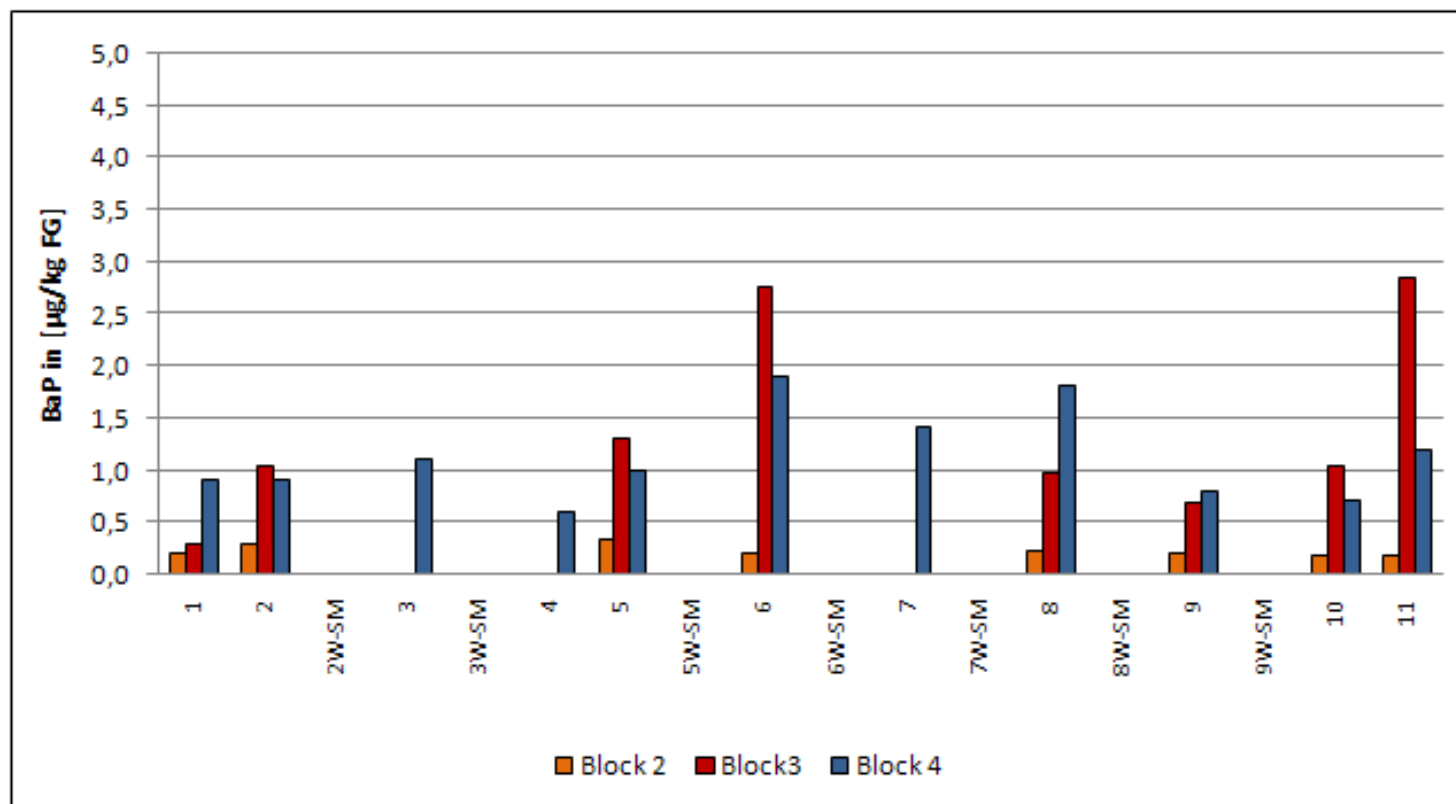


Abb. 10: Benzo(a)Pyren-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.10 PAH- Summe (EPA610)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie				Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09				08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	80	20	14,0	1382	194		29,1	376	109
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	106	25	14,1	3778	533		22,6	476	108
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey								20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert								22,5	707	159
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert								23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité								25,6	457	117
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	140	36	16,7	2659	444		24,9	590	147
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"								23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	153	29	16,0	2516	503		24,1	636	153
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange								20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes								23,7	479	114
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes								22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	148	34	16,0	4470	715		22,1	660	146
8W	Schifflange - Cité Um Benn								22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	142	34	15,9	2875	457		21,4	514	110
9W	Schifflange - Rue Hédange								22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	80	23	17,6	1238	218	21,6	344	74	
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	62	16	16,9	795	134		28,4	455	129

Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

170 µg/kg TS

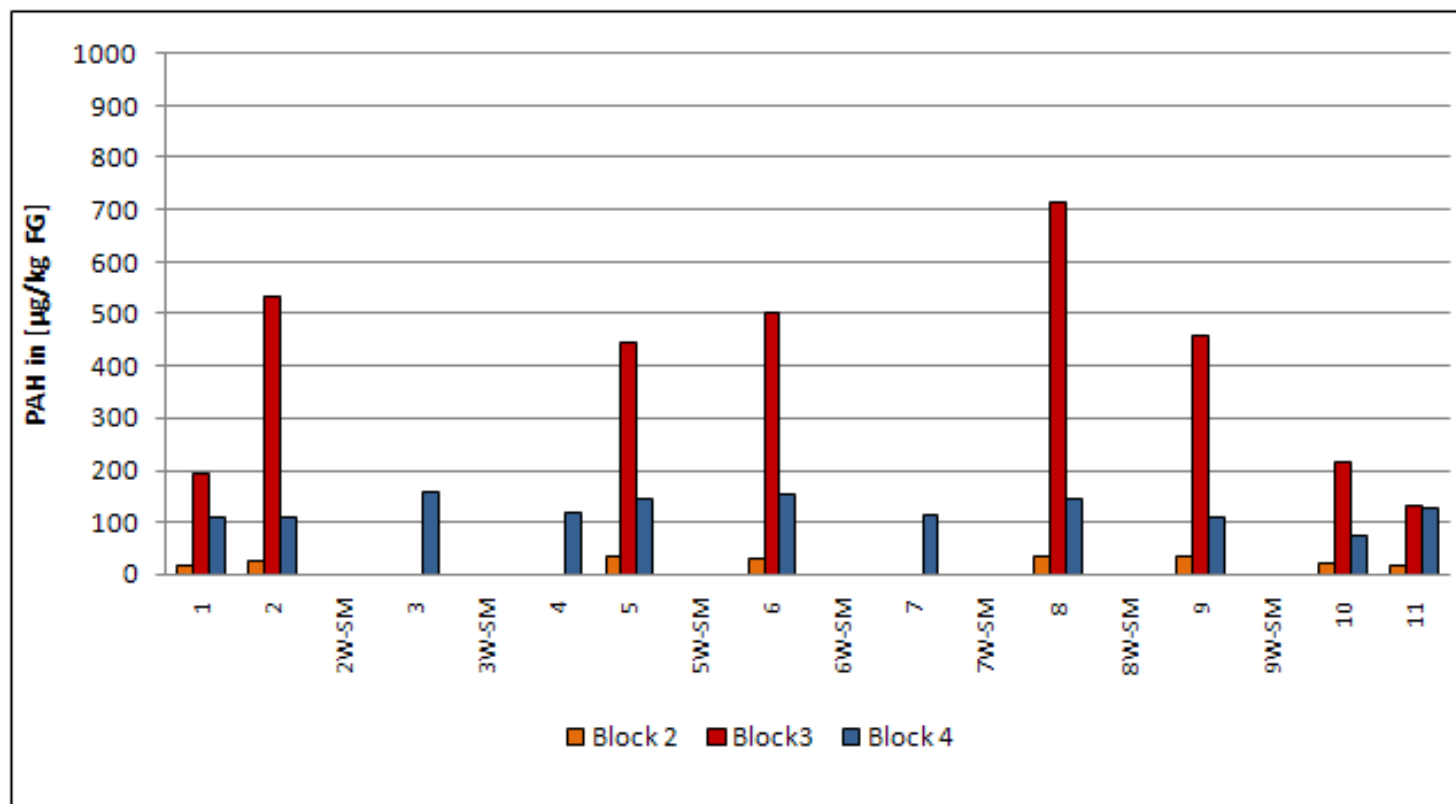


Abb. 11: PAH-Gehalte (nach EPA 610) in den Bioindikatorpflanzen

4.11 TE nach WHO 97 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,13	0,03	14,0	0,31	0,04	29,1	0,49	0,14
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,19	0,04	14,1	1,08	0,15	22,6	0,97	0,22
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,65	0,15
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,45	0,12
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,16	0,04	16,7	0,75	0,13	24,9	1,12	0,28
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,29	0,05	16,0	0,66	0,11	24,1	1,02	0,25
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,69	0,16
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schiffange - Cité Um Benn	22,7	0,25	0,06	16,0	1,28	0,20	22,1	1,52	0,34
8W	Schiffange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schiffange - Rue Hédange	23,7	0,25	0,06	15,9	1,11	0,18	21,4	0,63	0,13
9W	Schiffange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,12	0,03	17,6	0,24	0,04	21,6	0,53	0,11
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,09	0,02	16,9	0,26	0,04	28,4	0,44	0,12

2006/88/EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,4 ng/kg FG

2002/32/EG und 2000/19/EG Heimtiefutter Auslösewerte

1,75 ng/kg TS

2002/32/EG und 2000/19/EG Heimtiefutter Höchstgehalt

2,25 ng/kg TS

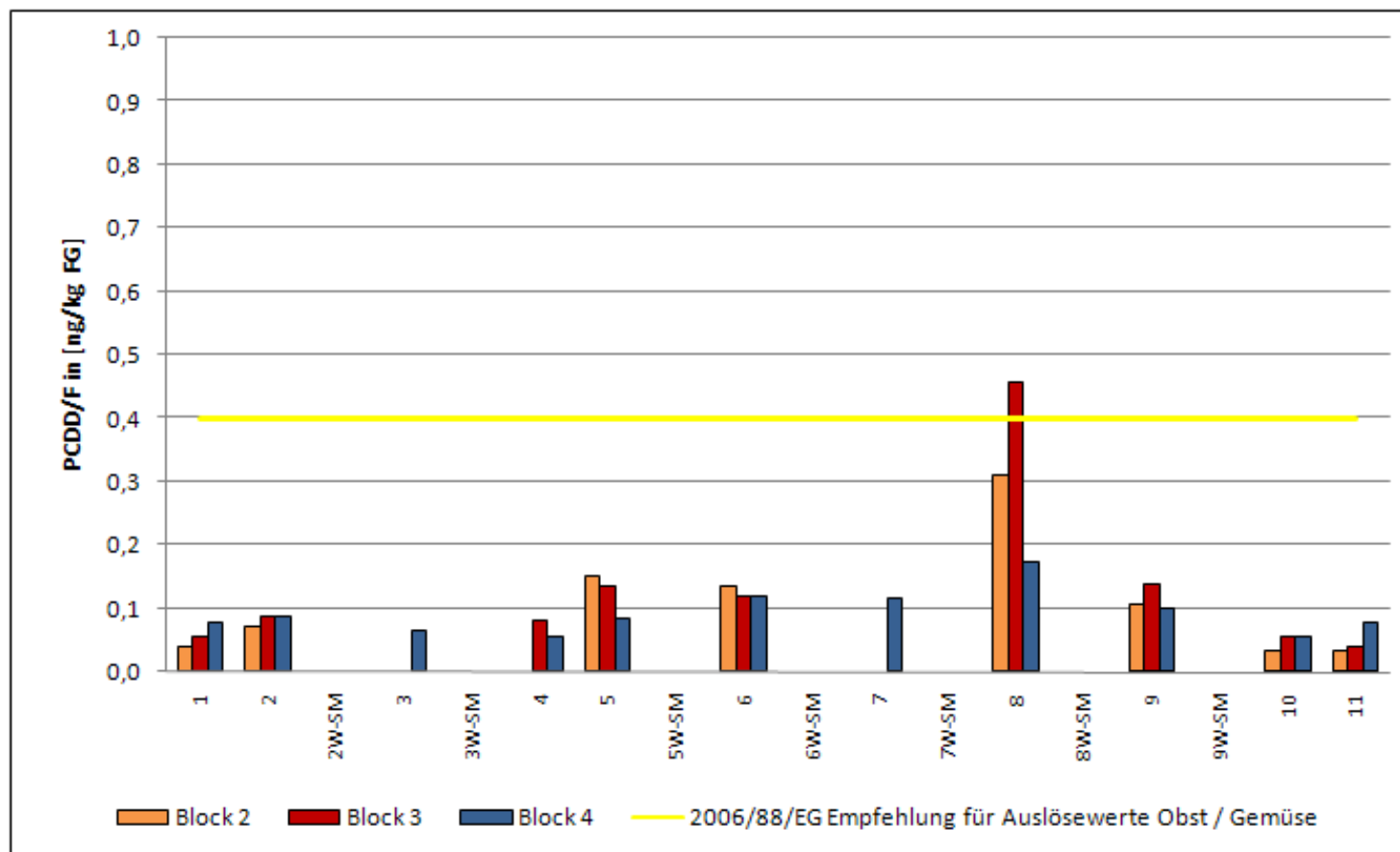


Abb. 12: TE nach WHO 97 (PCDD/F)-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.12 TE nach WHO 97 (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,26	0,06	14,0	0,45	0,06	29,1	0,40	0,12
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,38	0,09	14,1	1	0,14	22,6	0,40	0,09
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,35	0,08
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,28	0,07
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,16	0,10	16,7	0,77	0,13	24,9	0,77	0,19
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,29	0,12	16,0	0,54	0,09	24,1	0,66	0,16
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,30	0,07
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,25	0,11	16,0	1,2	0,20	22,1	0,76	0,17
8W	Schifflange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,25	0,06	15,9	0,81	0,13	21,4	0,40	0,09
9W	Schifflange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,12	0,04	17,6	0,16	0,03	21,6	0,16	0,03
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,09	0,04	16,9	0,27	0,05	28,4	0,17	0,05

2006/88/EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,2 ng/kg FG

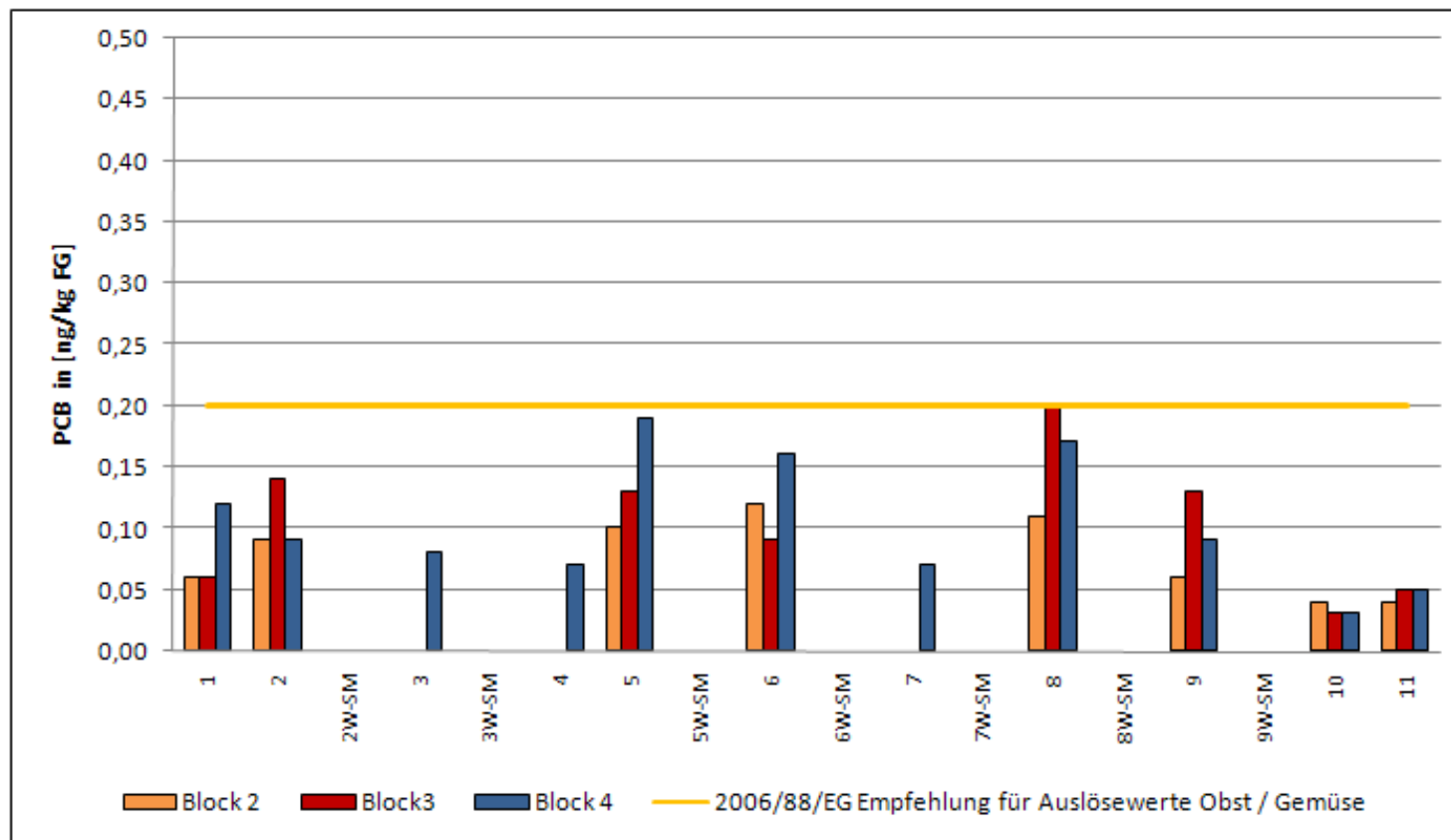


Abb. 13: TE nach WHO 97 (PCB)-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.13 TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,39	0,10	14,0	0,76	0,11	29,1	0,89	0,26
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,56	0,13	14,1	2,08	0,29	22,6	1,37	0,31
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,99	0,22
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,73	0,19
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,54	0,14	16,7	1,52	0,25	24,9	1,87	0,47
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,90	0,17	16,0	1,20	0,19	24,1	1,68	0,40
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	1,00	0,24
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,74	0,11	16,0	2,49	0,40	22,1	2,28	0,50
8W	Schifflange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,52	0,06	15,9	1,93	0,31	21,4	1,03	0,22
9W	Schifflange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,27	0,04	17,6	0,40	0,07	21,6	0,69	0,15
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,24	0,04	16,9	0,53	0,05	28,4	0,61	0,17

Orientierungswert für intensivierete Überwachung (Umweltamt Luxemburg)

3 ng/kg TS

2002/32/EG und 2000/19/EG Heintierfutter Auslösewerte

3,5 ng/kg TS

2002/32/EG und 2000/19/EG Heintierfutter Höchstgehalt

7 ng/kg TS

Interventionswert in Anlehnung an LUA-NRW-Orientierungswert (Umweltamt Luxemburg)

10 ng/kg TS

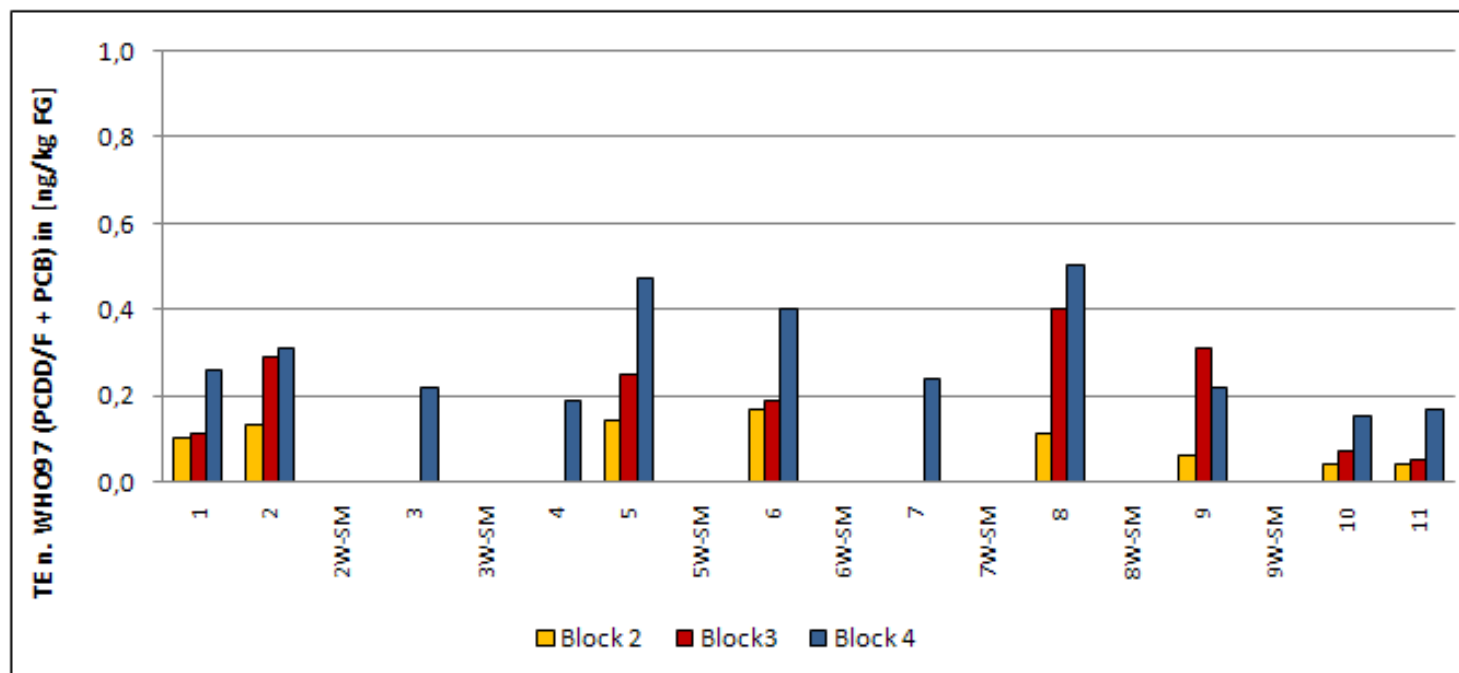


Abb. 14: TE n. WHO 97 (PCDD/F + PCB)-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.14 TE nach WHO 06 (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,27	0,07	14,0	0,40	0,06	29,1	0,38	0,11
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,37	0,09	14,1	0,91	0,13	22,6	0,38	0,09
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,29	0,07
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,27	0,07
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,37	0,10	16,7	0,70	0,12	24,9	0,69	0,17
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,58	0,11	16,0	0,49	0,08	24,1	0,59	0,14
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,28	0,07
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,48	0,11	16,0	1,11	0,18	22,1	0,69	0,15
8W	Schifflange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,27	0,06	15,9	0,79	0,13	21,4	0,38	0,08
9W	Schifflange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,17	0,05	17,6	0,17	0,03	21,6	0,17	0,04
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,17	0,04	16,9	0,27	0,05	28,4	0,17	0,05

2006/88/EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,2 ng/kg FG

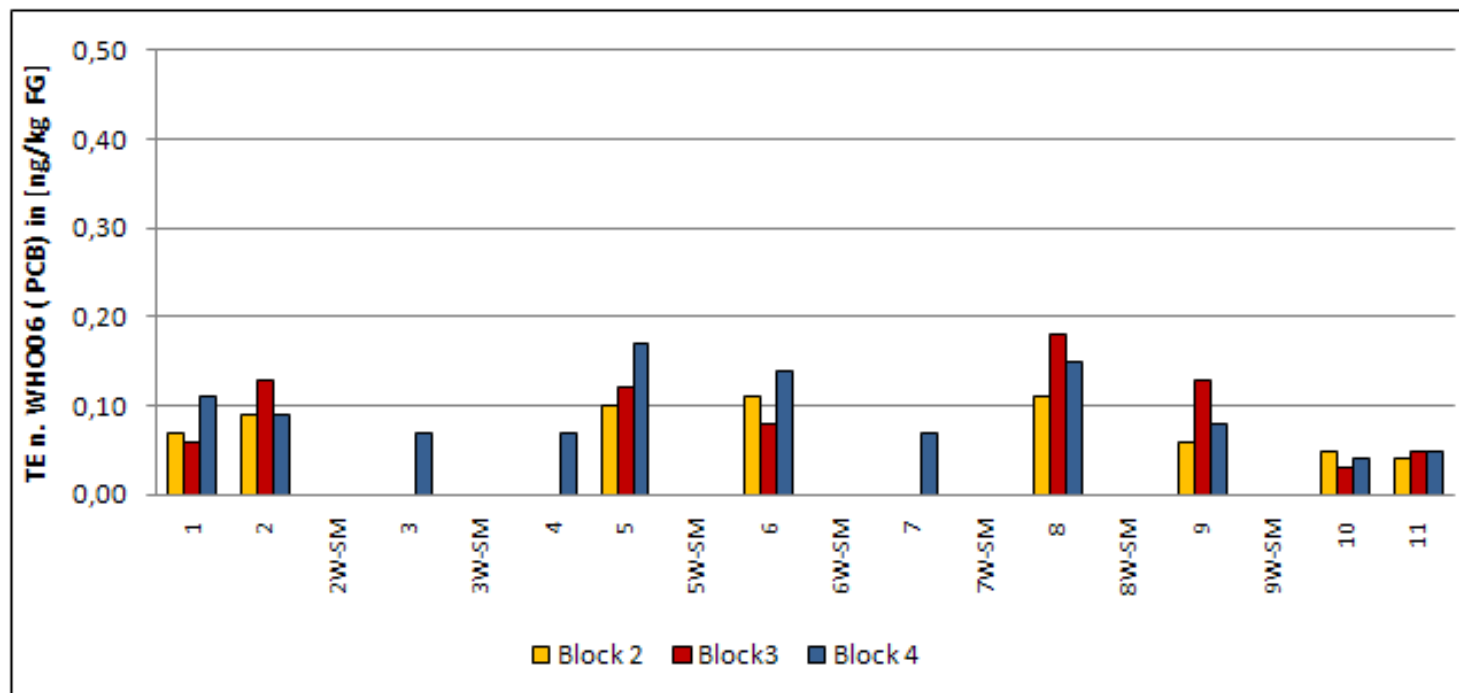


Abb. 15: TE nach WHO 06 (PCB)-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.15 TE nach WHO 06 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,12	0,03	14,0	0,28	0,04	29,1	0,43	0,13
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,17	0,04	14,1	0,94	0,13	22,6	0,84	0,19
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,56	0,13
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,40	0,10
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,15	0,04	16,7	0,64	0,11	24,9	1,02	0,25
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,27	0,05	16,0	0,58	0,09	24,1	0,92	0,22
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,62	0,15
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,23	0,05	16,0	1,10	0,18	22,1	1,38	0,30
8W	Schifflange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,23	0,05	15,9	1,01	0,16	21,4	0,57	0,12
9W	Schifflange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,11	0,03	17,6	0,22	0,04	21,6	0,49	0,11
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,09	0,02	16,9	0,23	0,04	28,4	0,40	0,11

2006/88/EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,4 ng/kg FG

2002/32/EG und 2000/19/EG Heimtiefutter Auslösewerte

1,75 ng/kg TS

2002/32/EG und 2000/19/EG Heimtiefutter Höchstgehalt

2,25 ng/kg TS

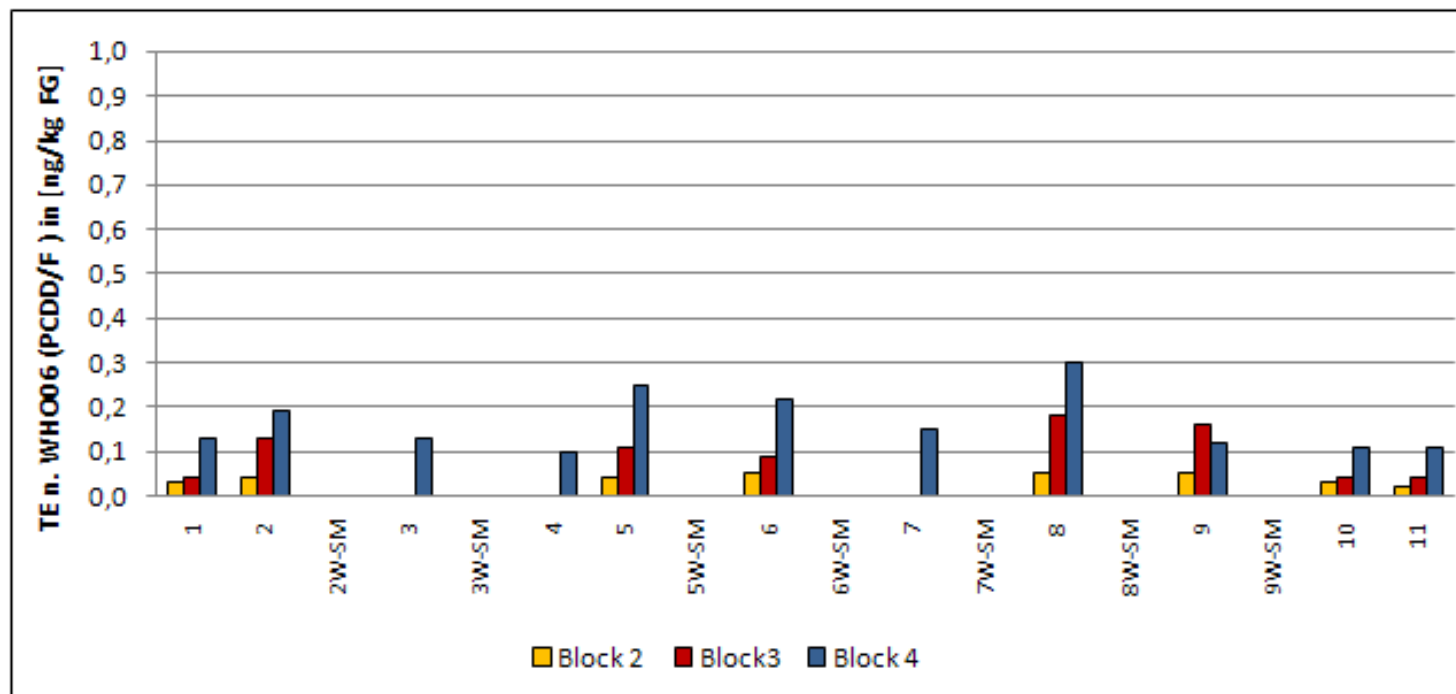


Abb. 16: TE nach WHO 06 (PCDD/F)-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

4.16 TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		03.06.09 – 11.08.09			11.08.09 – 08.10.09			08.10.09 – 16.12.09		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	24,4	0,39	0,10	14,0	0,68	0,10	29,1	0,81	0,24
2	Differdange - Cité Henri Grey	23,5	0,55	0,13	14,1	1,85	0,26	22,6	1,22	0,28
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey							20,9		
3	Differdange - Rue Oberwangert							22,5	0,85	0,19
3W-SM	Differdange - Rue Oberwangert							23,3		
4	Belvaux - Rue de l'Électricité							25,6	0,68	0,17
5	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	25,7	0,53	0,14	16,7	1,34	0,22	24,9	1,65	0,41
5W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"							23,1		
6	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange	18,8	0,85	0,16	16,0	1,07	0,17	24,1	1,45	0,35
6W	Esch/Alzette - Rue d'Ehlerange							20,6		
7	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							23,7	0,84	0,20
7W	Esch/Alzette - Rue Nicolas Mannes							22,8		
8	Schifflange - Cité Um Benn	22,7	0,71	0,16	16,0	2,21	0,35	22,1	2,02	0,45
8W	Schifflange - Cité Um Benn							22,2		
9	Schifflange - Rue Hédange	23,7	0,50	0,12	15,9	1,79	0,28	21,4	0,95	0,20
9W	Schifflange - Rue Hédange							22,6		
10	Osweiler - Rue de Dickweiler	28,9	0,28	0,08	17,6	0,39	0,07	21,6	0,66	0,14
11	Beckerich - Rue de Diekirch	25,9	0,17	0,07	16,9	0,50	0,08	28,4	0,57	0,16

Orientierungswert für intensivierete Überwachung (Umweltamt Luxemburg) 3 ng/kg TS

2002/32/EG und 2000/19/EG Heintierfutter Auslösewerte 3,5 ng/kg TS

2002/32/EG und 2000/19/EG Heintierfutter Höchstgehalt 7 ng/kg TS

Interventionswert in Anlehnung an LUA-NRW-Orientierungswert (Umweltamt Luxemburg) 10 ng/kg TS

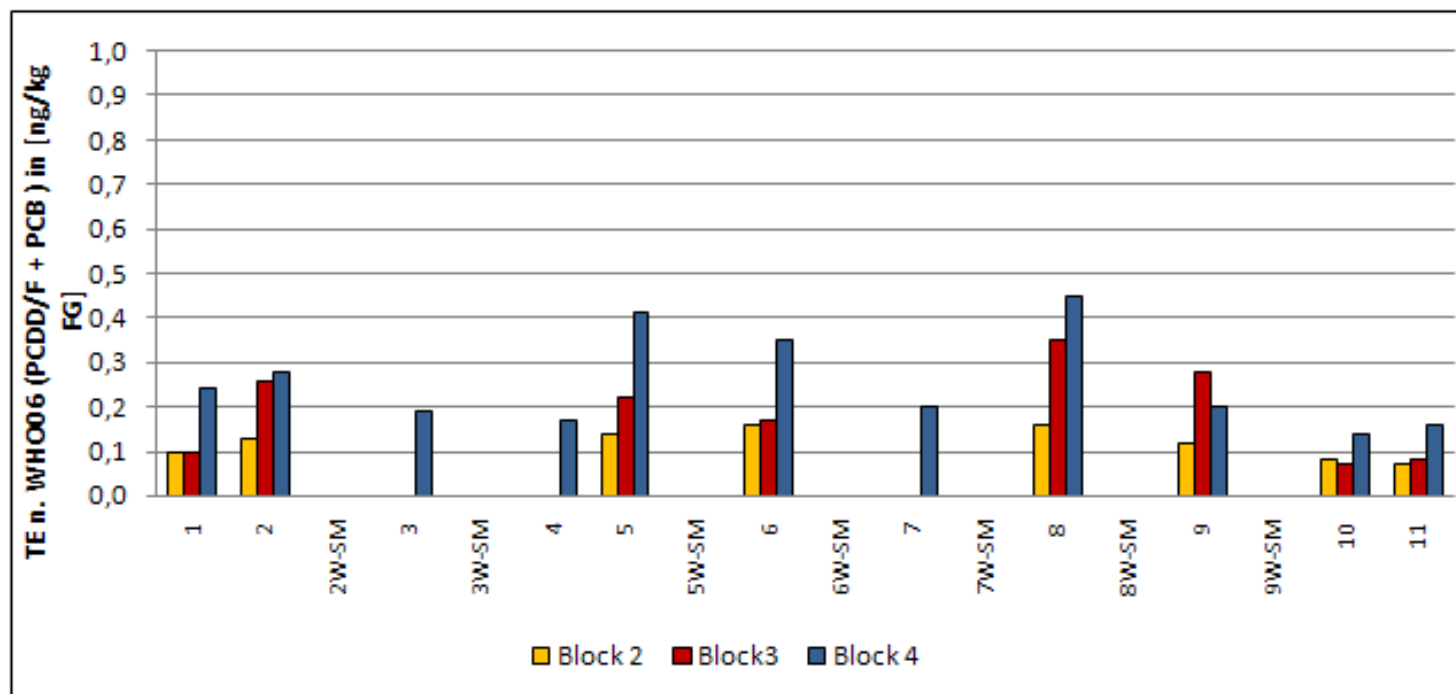
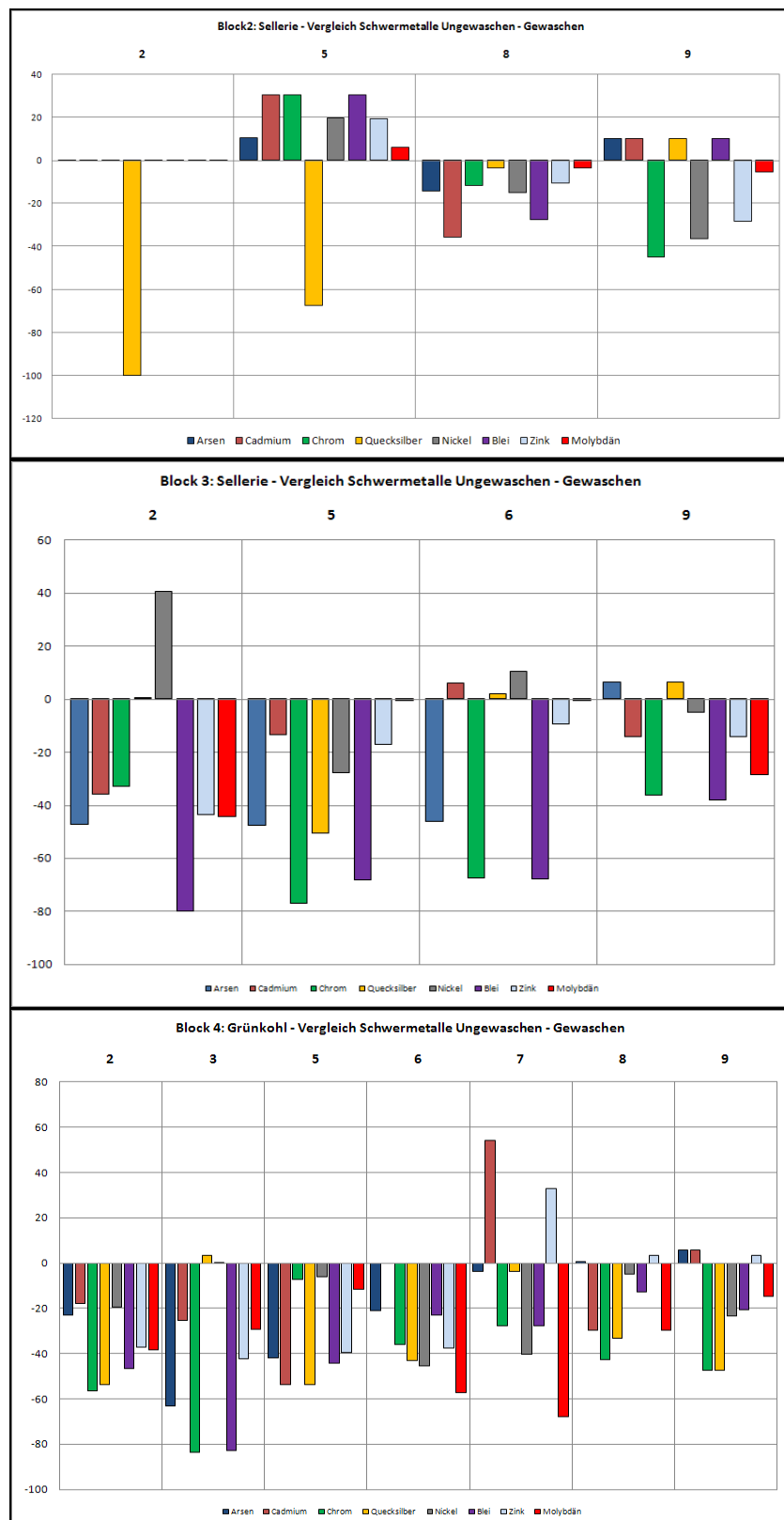


Abb. 17: TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)-Gehalte in den Bioindikatorpflanzen

5. Abwaschbarkeit der Stoffe



Die mit dem Waschen verbundenen relativen Veränderungen des Schwermetallgehaltes in Sellerie- und Grünkohlpflanzen werden in nebenstehender Abbildung wiedergegeben.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Proben ist eine deutliche Reduktion der Schwermetalle durch das Waschen festzustellen.

Vereinzelte auftretende Zunahmen des Schwermetallgehaltes sind mit den geringen Gehalten und der damit verbundenen analytischen Unsicherheit im Spurenbereich zu werten.

Das Verhältnis des Schwermetallgehaltes von gewaschenen zu ungewaschenen Pflanzen ist mit den Auswertungen der Jahre 2006 bis 2008 vergleichbar (vgl. TÜV-Berichte 836281/952875 vom 15.02.2007, und 986230 vom 24.09.2009)

Abb. 15:
Relative Änderung des Schwermetallgehaltes vor und nach dem Waschen in Sellerie- und Grünkohlpflanzen

6. Belastungsunterschiede im Messnetz

In nachstehenden Abbildungen wird die prozentuale Abweichung der Schadstoffgehalte an den einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen wiedergegeben. Hierbei weisen die ländlich geprägten Messstationen in Beckerich und Osweiler sowie Rodange die geringste Schadstoff-Anreicherung auf. Die größte Schadstoff-Anreicherung ist an den überwiegend industriell geprägten Messstationen in Esch/Alzette und Schifflange festzustellen. Die Messpunkte 5 in Esch/Alzette und 8 in Schifflange weisen wie schon in den Jahren 2006 bis 2008 das Maximum an Schadstoffanreicherung auf. Ebenso weisen die Messstationen 2 in Differdange so wie die Stationen 6 in Esch/Alzette und 9 in Schifflange eine teilweise deutliche Schadstoffanreicherung auf.

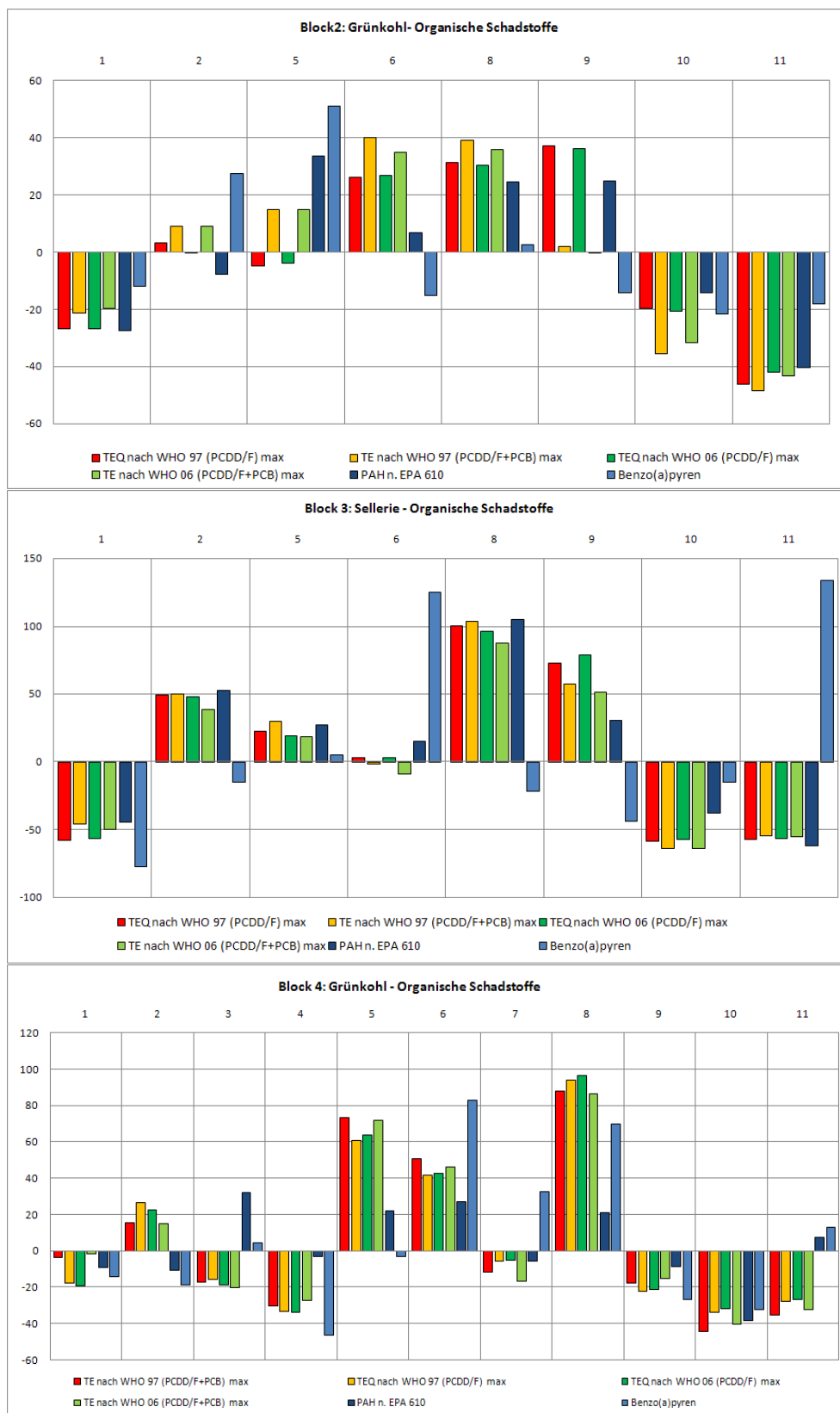


Abb. 16: Räumliche Verteilung organischer Schadstoffe im Netz

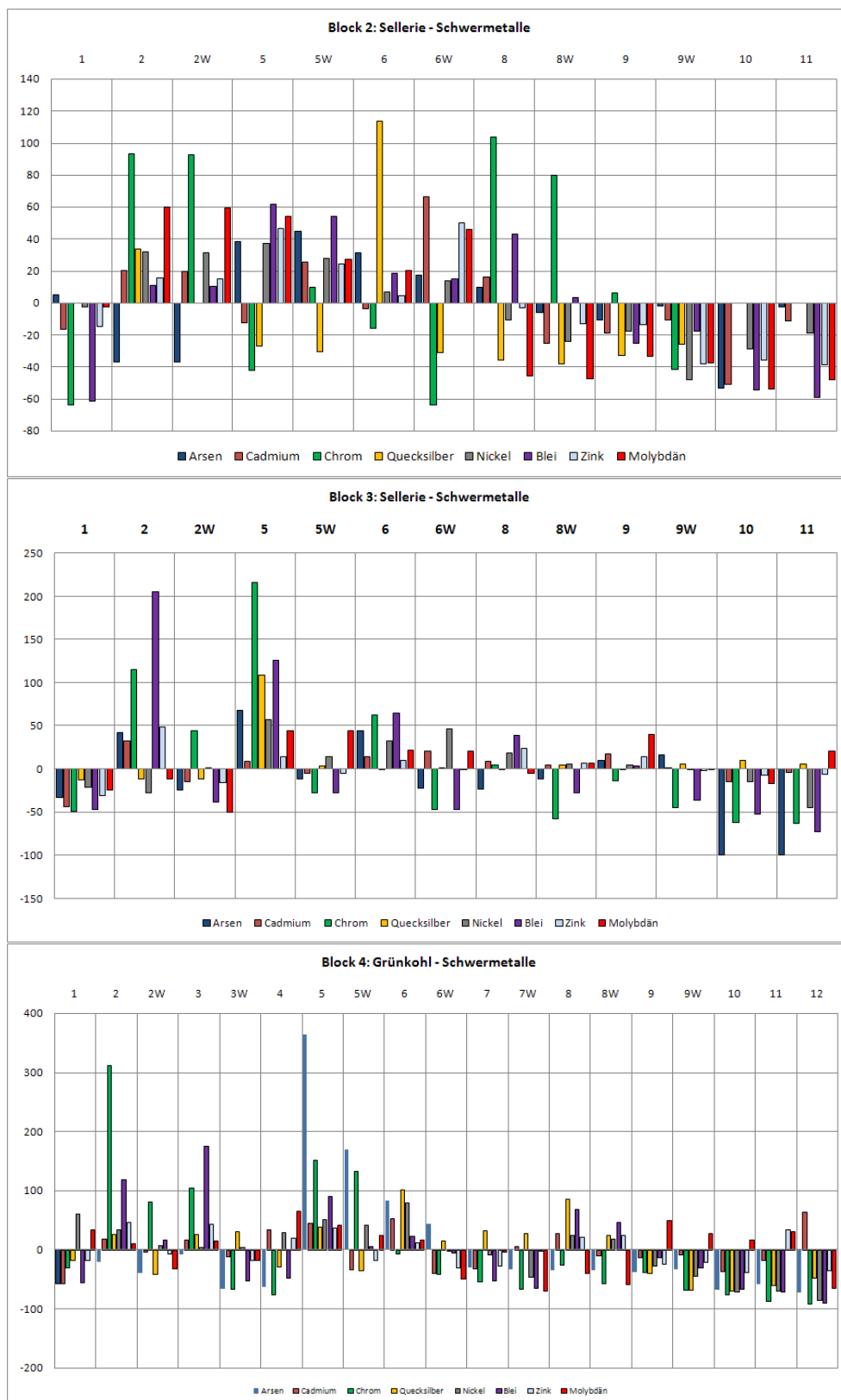


Abb. 17: Räumliche Verteilung von Schwermetallen im Netz

7. Anlagen

Tabelle A1: PAH in exponierten Grünkohlpflanzen aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas
(Konzentrationsangaben in µg/kg TS)

Untersuchungsraum (Zahl der Messpunkte/ Analysenwerte)	Untersuchungs- jahr	PAH-Summe Mittelwert (Bereich)	Benzo(a)pyren Mittelwert (Bereich)	Literatur
<u>Österreich:</u> - ländliche Gebiete/ Stadttrand (25) - städtische Gebiete/ Stadtzentrum (15)	1995-2004	848 (403 - 1364) 1786 (1057 - 4269)	3,2 (1,2 - 8,7) 9,5 (2,6 - 28)	TÜV Süddeutschland unveröffentlicht
<u>Süddeutschland:</u> (12 Untersuchungen): - ländliche Gebiete/ Stadttrand (45/72) - städtische Gebiete/ Stadtzentrum (18/30) - industrielle Ballungs- gebiete (7/15)	1989-2004	1036 (388 - 2356) 1828 (840 - 4632) 1776 (784 - 2972)	9 (3,2 - 22) 16 (4,4 - 37) 29 (7,6 - 93)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
<u>Einzeluntersuchungen:</u>				
Ruhrgebiet (17)	1989	2740 (1844 - 3904)	19 (7,6 - 55)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Raum Frankfurt (12)	1978/79	2540 (1160 - 5052)	38 (18 - 84)	Steubing et al., 1983
München - Stachus (1)	1993	3500	46	Peichl et al., 1996
Autobahnprofil (3) 5, 30, 150 m	1985	3528 (2932 - 6808)	40 (20 - 70)	Nobel und Michen- felder, 1986
Sachsen-Anhalt (50) (UG 10/9/ 6)	1992-96	1435 (400 - 4076)	14 (4,8 - 35,2)	MUN, 1994
Chemnitz (20)	1994	2012 (1356 - 2680)	41 (23 - 66)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Dresden (20)	1995	1080 (411 - 3152)	11 (4 - 39)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Kontrollpflanzen *	1986-2004	170 (115 - 332)	2 (0,4 - 5,5)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht

*) Mittelwert von bis zu 4 Parallelproben pro Untersuchungsjahr (Kontrollpflanzen vor der Exposition bzw. aus einer Open-Top-Kammer mit gefilterter, schadstofffreier Luft)

Tabelle A2: Dioxin/Furangehalte in exponierten Grünkohlpflanzen sowie in Nahrungspflanzen von Standorten unterschiedlicher Landnutzung bzw. im Einwirkungsbereich von Emittenten aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (1989 bis 2004)

Angaben in ng ITE/kg Trockensubstanz (ITE nach NATO/CCMS)

Art der Landnutzung	Verfahren/ Vegetationstyp	Mittelwert	Bereich der Einzelwerte
Ländliche Gebiete/ Stadt-randgebiete	Grünkohlverfahren	1,1	0,4 - 2,2
	Nahrungspflanzen: ¹⁾		
	- Grünkohl - Salat	0,8 0,4	0,4 - 2,3 0,1 - 0,6
Städtische und/oder in-dustrielle Ballungsgebiete	Grünkohlverfahren	1,9	0,6 - 5,9
	Nahrungspflanzen: ¹⁾		
	- Grünkohl - Salat	0,7 0,9	0,5 - 0,9 0,3 - 1,6
Gebiete im Einflussbereich von Emittenten	Grünkohlverfahren	4,4	0,3 - 11,0
	Nahrungspflanzen: ¹⁾		
	- Grünkohl - Salat	4,5 0,5	1,6 - 10,0 0,38/0,70
Kontrollkammer/ Open-Top-Kammer *)	Grünkohlverfahren	0,36	0,09 - 0,77

- 1) Proben küchenfertig (verzehrfertig) zubereitet und gewaschen
- 2) Proben aus Kontrollkammern mit gefilterter, schadstofffreier Luft

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2009 (Block 2)

	Station	1	2	5	6	8	9	10	11
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	n.n.	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,05	0,09	0,07	0,14	0,11	0,11	0,04	n.n.
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	n.n.	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,05	0,07	0,05	0,08	0,07	0,06	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1
	- OctaCDD	0,5	0,7	0,9	1,8	1,7	1,6	0,6	0,4
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,11	0,14	0,13	0,18	0,17	0,21	0,09	0,06
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,04	0,04	0,04	0,09	0,07	0,08	0,03	0,02
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,03	0,04	0,04	0,09	0,08	0,08	0,04	0,02
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,04	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07	0,05	0,03
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,03	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	n.n.
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,03	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,04	n.n.
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,09	0,10	0,08	0,09	0,13	0,12	0,07	0,05
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	- OctaCDF	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,07	0,14	0,12	0,21	0,19	0,19	0,07	0,02
	I-TEQ max**	0,10	0,14	0,13	0,22	0,19	0,20	0,10	0,08
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,10	0,18	0,16	0,28	0,24	0,25	0,09	0,02
	TE nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,13	0,19	0,16	0,29	0,25	0,25	0,12	0,09
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	1	2	2	3	2	2	1	1
	PCB 77	10	17	15	19	19	10	11	10
	PCB 126	2	3	3	5	4	2	1	1
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	PCB 123	13	12	20	27	23	14	4	5
	PCB 118	124	181	198	297	236	171	100	98
	PCB 114	5	6	9	14	12	7	2	2
	PCB 105	65	84	82	125	112	65	25	25
	PCB 167	16	23	25	28	22	18	10	11
	PCB 156	25	41	44	71	55	45	24	24
	PCB 157	4	6	7	9	7	4	5	4
	PCB 189	5	6	6	7	5	5	n.n.	n.n.
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,24	0,36	0,36	0,60	0,48	0,25	0,13	0,13
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,26	0,38	0,38	0,62	0,50	0,27	0,15	0,15
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCB)	0,21	0,31	0,31	0,52	0,42	0,21	0,11	0,11
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,27	0,37	0,37	0,58	0,48	0,27	0,17	0,17
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,34	0,54	0,52	0,88	0,72	0,50	0,22	0,15
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,39	0,56	0,54	0,90	0,74	0,52	0,27	0,24
PAH [µg/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,30	0,49	0,46	0,78	0,64	0,44	0,18	0,12
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,39	0,55	0,53	0,85	0,71	0,50	0,28	0,26
	Naphthalin	17,0	20,3	24,1	19,1	19,0	18,6	16,1	16,9
	Acenaphthylen	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	1,0	0,5	0,7
	Acenaphten	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8
	Fluoren	3,1	3,5	4,4	4,8	4,9	4,5	3,7	3,0
	Phenanthren	25,9	33,6	47,1	44,1	56,2	47,4	25,4	20,9
	Anthracen	1,0	1,3	2,4	2,0	2,0	1,9	0,9	0,8
	Fluoranthren	18,2	24,3	30,9	36,2	37,8	43,0	19,2	8,3
	Pyren	7,1	10,8	15,7	21,6	15,9	15,9	6,1	4,9
	Benz(a)anthracen	0,5	0,9	1,8	2,9	1,0	0,8	0,6	0,5
	Chrysen	1,5	2,3	3,3	8,3	2,3	2,2	1,4	1,1
	Benzo(b)fluoranthren	2,1	3,5	4,2	7,0	3,4	2,7	2,4	1,7
	Benzo(k)fluoranthren	0,5	0,9	1,2	1,6	0,8	0,6	0,5	0,5
	Benzo(a)pyren	0,8	1,2	1,3	1,0	1,0	0,8	0,6	0,7
	Dibenz(a,h)anthracen	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,5	0,7	0,9	1,7	0,8	0,7	0,9	0,7
	Benzo(g,h,i)perylene	0,4	0,6	0,9	1,2	0,6	0,6	0,8	0,5
	Summe PAH nach EPA 610	80,3	106	140	153	148	142	80,1	62,1
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	63,3	85,3	116	134	129	123	64,0	45,2

Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2009 (Block 3)

	Station	1	2	5	6	8	9	10	11
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	0,02	0,08	0,05	0,06	0,04	0,07	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,11	0,32	0,22	0,18	0,32	0,54	0,06	0,07
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,06	0,05	0,07	0,11	0,26	0,08	0,04	0,04
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,09	0,08	0,11	0,15	0,47	0,25	0,07	0,08
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,07	0,08	0,07	0,13	0,26	0,13	0,06	0,04
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,8	1,2	1,1	1,3	1,7	1,2	0,7	0,8
	- OctaCDD	2,1	2,6	2,8	4,4	2,3	1,9	1,5	1,8
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,33	1,79	1,15	0,72	1,89	1,10	0,31	0,35
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,09	0,57	0,44	0,31	0,75	0,33	0,10	0,13
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,14	0,69	0,52	0,37	0,84	0,50	0,12	0,14
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,10	0,26	0,11	0,26	0,45	0,15	0,12	0,07
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,11	0,32	0,11	0,29	0,54	0,23	0,10	0,07
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	n.n.	0,04	n.n.	0,04	0,06	0,03	n.n.	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,14	0,30	0,18	0,27	0,43	0,21	0,12	0,10
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,41	0,59	0,48	0,69	1,02	0,56	0,40	0,35
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	n.n.	0,07	n.n.	0,09	0,13	0,05	n.n.	n.n.
	- OctaCDF	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,2
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,25	0,93	0,64	0,57	1,12	0,84	0,19	0,20
	I-TEQ max**	0,26	0,93	0,64	0,57	1,12	0,84	0,21	0,22
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,31	1,08	0,75	0,66	1,28	1,11	0,22	0,23
PCB [ng/kg TS]	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,31	1,08	0,75	0,66	1,28	1,11	0,24	0,26
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	0,28	0,94	0,64	0,58	1,10	1,01	0,19	0,20
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	0,28	0,94	0,64	0,58	1,10	1,01	0,22	0,23
	PCB 81	8	13	10	10	18	10	6	9
	PCB 77	43	88	76	51	74	42	14	23
	PCB 126	3	8	6	4	10	7	1	2
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	PCB 123	43	56	39	38	50	27	10	13
	PCB 118	577	708	622	472	697	373	144	196
	PCB 114	11	16	12	10	18	9	2	3
	PCB 105	279	344	283	212	346	180	60	75
	PCB 167	21	42	39	27	46	25	12	13
	PCB 156	55	78	72	60	98	45	20	28
	PCB 157	6	13	11	10	13	8	3	3
	PCB 189	5	6	6	n.n.	7	n.n.	n.n.	n.n.
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,43	0,98	0,75	0,52	1,18	0,79	0,14	0,25
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,45	1,00	0,77	0,54	1,20	0,81	0,16	0,27
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,34	0,85	0,64	0,43	1,05	0,73	0,11	0,21
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,40	0,91	0,70	0,49	1,11	0,79	0,17	0,27
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,74	2,06	1,50	1,18	2,47	1,91	0,35	0,48
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,76	2,08	1,52	1,20	2,49	1,93	0,40	0,53
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,61	1,79	1,28	1,01	2,15	1,73	0,30	0,42
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,68	1,85	1,34	1,07	2,21	1,79	0,39	0,50
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	198	228	225	247	199	184	70,4	48,9
	Acenaphthylen	73,3	81,6	135	109	72,0	93,5	25,1	24,1
	Acenaphten	217	851	380	356	686	414	99,0	67,1
	Fluoren	234	777	391	401	905	480	151	115,0
	Phenanthren	401	1206	867	766	1629	1077	467	270
	Anthracen	8,4	15,6	36,5	26,3	65,4	22,4	49,4	8,3
	Fluoranthren	130	303	282	259	494	343	158	82,9
	Pyren	81,3	209	228	188	307	191	117	58,1
	Benz(a)anthracen	6,9	18,5	24,7	29,5	23,1	13,4	18,1	12,6
	Chrysen	13,9	32,7	35,2	40,7	39,0	22,9	28,2	21,6
	Benzo(b)fluoranthren	8,0	24,0	23,9	35,4	25,2	15,3	14,8	23,5
	Benzo(k)fluoranthren	2,3	7,2	7,5	11,4	7,6	5,0	22,9	10,7
	Benzo(a)pyren	2,0	7,4	7,7	17,2	6,0	4,3	5,9	16,9
	Dibenz(a,h)anthracen	0,5	1,4	0,9	2,1	0,8	0,6	0,7	2,2
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,5	7,9	7,0	13,7	5,5	4,3	5,2	16,6
	Benzo(g,h,i)perylene	2,5	7,9	7,6	13,4	5,3	4,3	5,5	16,6
	Summe PAH nach EPA 610	1382	3778	2659	2516	4470	2875	1238	795
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	1184	3550	2434	2269	4271	2691	1168	746

Tabelle A5: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2009 (Block 4)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	0,05	0,09	0,07	0,06	0,10	0,07	0,05
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,15	0,31	0,21	0,14	0,53	0,45	0,27
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,06	0,18	0,10	0,09	0,15	0,17	0,12
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,16	0,37	0,20	0,14	0,30	0,40	0,31
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,09	0,18	0,10	0,09	0,22	0,23	0,16
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	1,5	2,0	1,8	1,5	1,5	2,0	1,3
	- OctaCDD	3,1	4,1	5,1	5,0	3,0	3,1	3,2
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,58	0,71	0,47	0,31	0,86	0,72	0,58
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,23	0,50	0,38	0,18	0,50	0,51	0,29
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,27	0,58	0,38	0,24	0,44	0,45	0,33
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,13	0,27	0,15	0,13	0,22	0,21	0,19
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,12	0,35	0,12	0,12	0,24	0,27	0,19
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,03	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,08	0,18	0,15	0,13	0,21	0,23	0,15
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,41	0,61	0,60	0,38	0,73	0,57	0,55
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,04	0,05	0,05	0,04	0,08	0,06	0,04
	- OctaCDF	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,42	0,82	0,54	0,38	0,86	0,80	0,56
	I-TEQ max**	0,42	0,82	0,55	0,39	0,86	0,80	0,56
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,49	0,97	0,64	0,45	1,12	1,02	0,69
	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,49	0,97	0,65	0,45	1,12	1,02	0,69
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	1	1	2	1	2	2	1
	PCB 77	24	17	19	13	19	18	12
	PCB 126	3	3	2	2	6	5	2
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	PCB 123	23	23	32	19	43	38	21
	PCB 118	313	309	450	215	500	490	287
	PCB 114	8	9	13	6	18	15	8
	PCB 105	125	130	223	90	271	266	134
	PCB 167	22	34	39	18	62	47	24
	PCB 156	50	52	76	36	88	84	58
	PCB 157	10	11	15	7	18	16	9
	PCB 189	n.n.	6	8	4	9	8	4
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,38	0,38	0,33	0,26	0,75	0,64	0,28
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,40	0,40	0,35	0,28	0,77	0,66	0,30
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,32	0,32	0,23	0,21	0,63	0,53	0,22
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,38	0,38	0,29	0,27	0,69	0,59	0,28
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,87	1,35	0,97	0,71	1,87	1,66	0,97
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,89	1,37	0,99	0,73	1,89	1,68	1,00
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,75	1,16	0,79	0,61	1,65	1,45	0,84
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,81	1,22	0,85	0,68	1,72	1,51	0,90
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	73,1	73,5	77,7	69,6	74,7	64,1	90,9
	Acenaphthylen	2,0	1,9	2,5	2,1	2,4	2,5	2,8
	Acenaphten	1,1	1,0	1,9	1,0	1,2	1,4	0,9
	Fluoren	5,8	7,8	10,3	7,8	9,0	9,3	7,9
	Phenanthren	66,8	81,7	147	97,6	110	109	76,8
	Anthracen	3,9	5,1	10,5	7,2	10,2	7,1	4,4
	Fluoranthren	82,4	112	201	120	152	175	109
	Pyren	62,1	80,0	138	81,2	114	131	87,0
	Benz(a)anthracen	15,0	18,7	18,6	12,4	20,7	24,8	16,8
	Chrysen	27,2	45,6	42,3	27,4	43,5	50,8	36,8
	Benzo(b)fluoranthren	19,3	24,4	27,3	16,2	25,8	29,3	23,1
	Benzo(k)fluoranthren	4,6	7,2	7,7	3,7	6,6	8,0	5,9
	Benzo(a)pyren	3,1	3,8	4,9	2,2	4,1	4,1	3,0
	Dibenz(a,h)anthracen	0,3	0,6	0,9	0,3	0,4	0,7	0,5
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,6	7,7	8,4	4,4	8,5	10,4	7,2
	Benzo(g,h,i)perylene	3,9	5,3	7,7	4,0	7,0	8,2	5,9
	Summe PAH nach EPA 610	376	476	707	457	590	636	479
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	303	403	629	388	515	572	388

	Station	8	9	10	11
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	0,09	0,04	0,03	0,03
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,75	0,24	0,27	0,18
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,22	0,14	0,10	0,08
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,74	0,28	0,20	0,19
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,37	0,14	0,10	0,08
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	2,1	1,4	1,5	1,4
	- OctaCDD	3,4	2,7	3,4	5,1
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,73	0,56	0,36	0,41
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,58	0,33	0,20	0,17
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,61	0,27	0,17	0,17
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,35	0,20	0,13	0,12
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,35	0,21	0,14	0,12
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	0,04	n.n.	n.n.	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,31	0,24	0,10	0,13
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	1,03	0,48	0,44	0,44
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,10	0,06	0,05	0,05
	- OctaCDF	0,3	0,4	0,2	0,3
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	1,15	0,51	0,40	0,35
	I-TEQ max**	1,15	0,51	0,40	0,35
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	1,52	0,63	0,53	0,44
	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	1,52	0,63	0,53	0,44
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	1,38	0,57	0,49	0,40
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	1,38	0,57	0,49	0,40
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	2	1	1	1
	PCB 77	19	12	10	11
	PCB 126	6	3	1	1
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	PCB 123	39	26	15	16
	PCB 118	512	267	148	195
	PCB 114	16	8	4	5
	PCB 105	239	141	70	73
	PCB 167	41	23	12	14
	PCB 156	85	56	27	30
	PCB 157	13	10	4	5
	PCB 189	7	5	n.n.	n.n.
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,74	0,38	0,14	0,15
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,76	0,40	0,16	0,17
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,63	0,32	0,11	0,11
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,69	0,38	0,17	0,17
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	2,26	1,01	0,67	0,59
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	2,28	1,03	0,69	0,61
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	2,02	0,89	0,60	0,51
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	2,08	0,95	0,66	0,57
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	82,2	70,9	74,3	109
	Acenaphthylen	3,4	2,2	1,9	2,3
	Acenaphthen	2,1	1,6	1,1	1,5
	Fluoren	8,1	8,2	6,5	9,0
	Phenanthren	113	93,3	65,7	84,1
	Anthracen	6,3	4,4	2,8	3,7
	Fluoranthren	197	147	71,0	83,9
	Pyren	119	94,4	44,9	61,1
	Benz(a)anthracen	22,9	15,6	9,0	13,7
	Chrysen	50,8	35,2	27,2	32,7
	Benzo(b)fluoranthren	32,7	21,5	19,7	26,5
	Benzo(k)fluoranthren	8,1	6,1	4,8	6,5
	Benzo(a)pyren	3,7	3,6	3,3	4,2
	Dibenz(a,h)anthracen	0,5	0,3	0,3	0,4
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	6,8	3,8	6,9	8,6
	Benzo(g,h,i)perylene	3,8	5,5	4,9	8,0
	Summe PAH nach EPA 610	660	514	344	455
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	578	443	270	346