



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Biomonitoring von Luftschadstoffen in Luxemburg im Jahr 2011

Immissions-Wirkungserhebungen mit
Staudensellerie (Block 3) und
und Grünkohl (Block 2 + 4)

Auftraggeber: ADMINISTRATION DE LE'ENVIROMENT
DIVISION AIR/BRUIT
16 rue Eugène Ruppert

L-2453 Luxembourg

Bericht-Nr.: 1672286

Art der Messung: Immissions-Wirkungserhebungen mit
Staudensellerie und Grünkohl

Zeitraum der Messungen: Mai – Dezember 2011

Fachlich Verantwortlicher: Dipl.-Biol. Walter Maier

Sachbearbeiter:

Telefon-Durchwahl: (07 11) 70 05 - 420

Telefax-Durchwahl: (07 11) 70 05 - 492

e-mail: walter.maier@tuev-sued.de

Datum: 16.04.2012

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/mai

Dokument:
1672286-Bericht-Luxembourg-
16.04.2012.docx

Das Dokument besteht aus
65 Seiten.
Seite 1 von 65

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

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



1. EINFÜHRUNG UND AUFGABENSTELLUNG	4
2. AKTIVES BIOMONITORING MIT STAUDENSELLERIE UND GRÜNKOHL	7
2.1 Materialien	7
2.1.1 Saatgut / Sorte	7
2.1.2 Substrat	7
2.1.3 Düngelösung	7
2.1.4 Wasser	7
2.1.5 Expositionsvorrichtung	8
2.2 Anzucht	8
2.2.1 Anzucht und Kulturführung	8
2.2.2 Düngung	8
2.3 Exposition	9
2.3.1 Probendefinition	9
2.3.2 Probenahme	9
3. BEWERTUNGSKRITERIEN	10
4. ERGEBNISSE	12
4.1 Arsen	12
4.2 Blei	14
4.3 Cadmium	16
4.4 Chrom	18
4.5 Quecksilber	20
4.6 Nickel	22
4.7 Molybdän	24
4.8 Zink	26
4.9 Eisen	28
4.10 Calcium	30
4.11 Benzo(a)pyren	32
4.12 PAH-Summe (EPA610)	34
4.13 TE nach WHO 97 (PCDD/F)	36
4.14 TE nach WHO 97 (PCB)	38
4.15 TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	40
5. HOMOLOGENSUMMEN IM GRÜNKOHL DES BLOCK 4	42



6. ABWASCHBARKEIT DER STOFFE	43
7. BELASTUNGSUNTERSCHIEDE IM MESSNETZ	44
8. ANLAGEN	47
Tabelle A1: PAH in exponierten Grünkohlpflanzen aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (Konzentrationsangaben in µg/kg TS)	47
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)	48
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2011 (Block 2)	49
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2011 (Block 3)	50
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2011 (Block 4)	51
Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2011 (Block 4)	52
8.1 TE nach WHO 06 (PCDD/F)	53
8.2 TE nach WHO 06 (PCB)	55
8.3 TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	57
8.4 Verlauf der Schadstoffgehalte 2006 – 2011	59
8.4.1 Organische Schadstoffe	59
8.4.2 Anorganische Schadstoffe	61

1. Einführung und Aufgabenstellung

Im Auftrag der ADMINISTRATION DE L'ENVIROMENT führte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Jahr 2011 die Kampagnen 2,3 und 4 des Biomonitoringprogrammes durch. In standardisiert ausgebrachten Topfkulturen von Grünkohl in Block 2 und 4 und Staudensellerie in Block 3 wurde die Anreicherung von Schadstoffen 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 Schwermetalle und anorganische Spurenstoffe untersucht.

Die Anzucht der Bioindikatoren 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 den Eintrag der Schadstoffe über den Luftpfad, also die aktuell vorhandene Luftverschmutzung zurück zu führen. Die Ergebnisse ermöglichen damit Rückschlüsse auf die Luftbelastungssituation und geben Hinweise auf mögliche gesundheitsrelevante Schadstoffanreicherungen in Gemüsepflanzen für den menschlichen Verzehr.

Die Untersuchungen wurden an 7 verschiedenen Standorten (Abb. 1) durchgeführt. Dabei wurden sowohl Bereiche mit überwiegend industrieller Nutzung als auch Standorte im ländlichen Raum erfasst. Die nachfolgende Abbildung 1 gibt die ungefähre Lage der Messstationen auf dem Staatsgebiet von Luxembourg wieder. Die Tabelle 1 auf Seite 5 beinhaltet nähere Angaben zu Lage, umgebender Nutzung und Umfang der chemischen Analysen an den einzelnen Messpunkten. Die chemischen Analysen der Bioindikatorpflanzen wurden durch das akkreditierte Umweltlabor der TÜV SÜD Industrie Service GmbH durchgeführt.

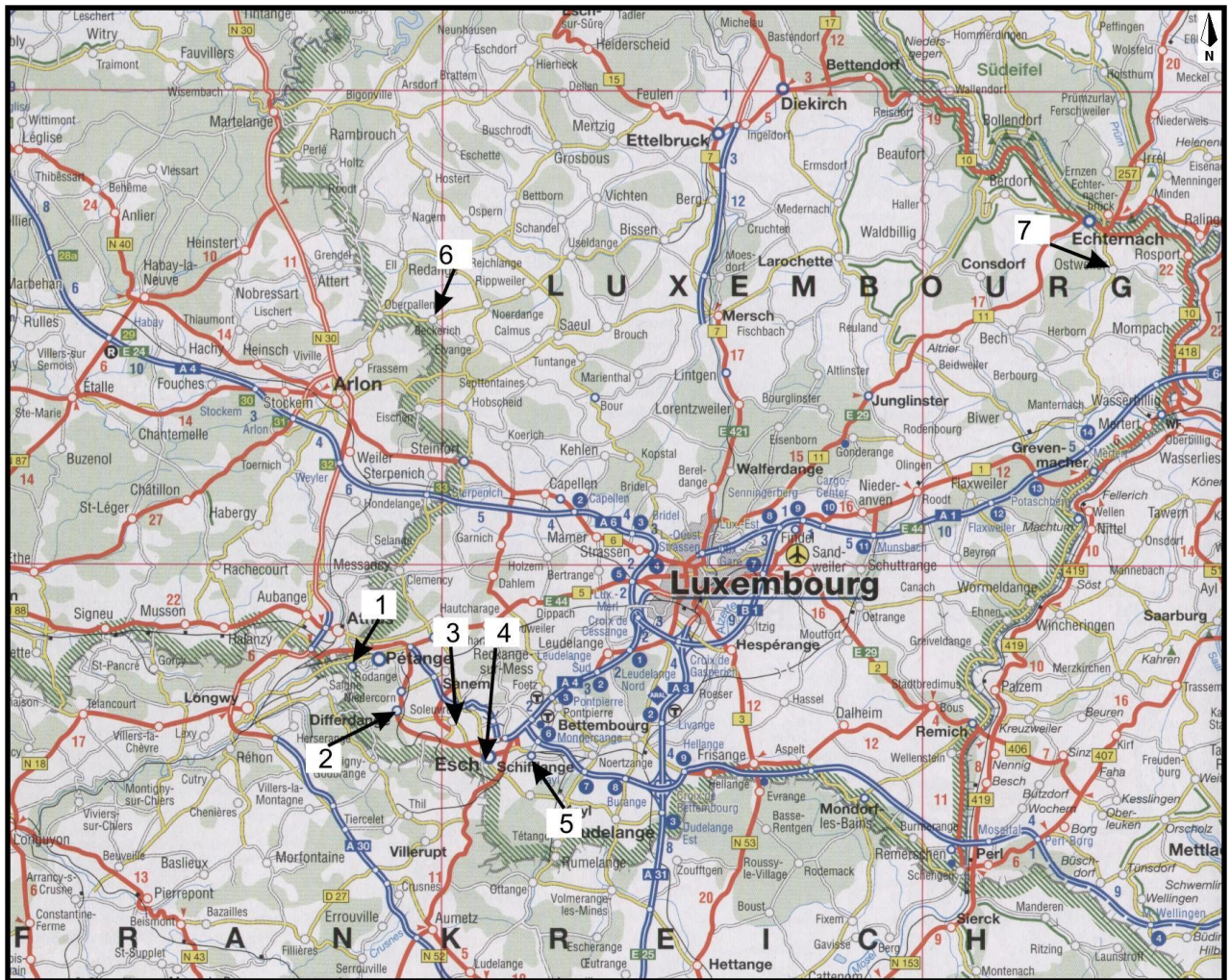


Abb. 1: Messnetz – ungefähre Lage der Messstellen



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	Belvaux (Rue de l'Électricité)	ländlich	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
4	Esch/Alzette (Rue des Tramways)	ländlich - industriell	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
5	Schifflange (Cité Um Benn)	städtisch - industriell	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W
6	Osweiler (Rue de Dickweiler)	ländlich	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Beckerich (Rue de Diekirch)	ländlich	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	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

2.1.1 Saatgut / Sorte

- Staudensellerie „Imperial“
- Grünkohl „Winterbor“

2.1.2 Substrat

Als Substrat wird eine Mischung aus 8 Volumenanteilen Einheitserde vom Typ ED 73 mit Grunddüngung und 1 Volumenanteil Flusssand verwendet.

2.1.3 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 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Für jede Düngung wird der Dünger frisch angesetzt.

2.1.4 Wasser

Das Gießwasser besitzt Trinkwasserqualität.

2.1.5 Expositionsvorrichtung

Die Expositionsvorrichtung setzt sich aus folgenden Teilen zusammen (vgl. VDI-Richtlinie 3957, Blatt 3, Nr. 3.1.4):

- Pflanztöpfe mit einem Durchmesser von 20 cm
- Je zwei Saugdochte aus Glasfaser (Ø 5 mm, Länge 90 cm)
- Styroporplatten zur Aufnahme der Pflanztöpfe
- Kunststoffwannen (Euronorm-Stapelkisten) als Wasservorratsbehälter
- Rahmengestell aus vollverzinktem Stahlprofil

2.2 Anzucht

Die Anzucht der Bioindikationspflanzen erfolgt im Gewächshaus über einen Zeitraum von ca. 4 – 5 Wochen.

2.2.1 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.

2.2.2 Düngung

Vor der Exposition erhält jede Pflanze 100 ml Düngerlösung, die mit Wasser eingeschwemmt wird. Ca. vier Wochen nach der Ausbringung erhalten die Pflanzen eine zweite Düngergabe von 100 ml Düngelösung, die ebenfalls mit Wasser eingeschwemmt wird.

2.3 Exposition

Der Expositionszeitraum der Sellerie- und Grünkohlpflanzen beträgt etwa 8 Wochen

Die exponierten Pflanzen besitzen zum Expositionszeitraum 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): 24.05.2011 – 19.07.2011

Expositionszeitraum Block 3 (Sellerie): 19.07.2011 – 14.09.2011

Expositionszeitraum Block 4 (Grünkohl): 06.10.2011 – 07.12.2011

2.3.1 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 nächsten jüngeren Blätter.

2.3.2 Probenahme

- Beprobte werden mindestens 6 Pflanzen je Messpunkt

3. Bewertungskriterien

Die zur Verfügung stehenden Bewertungskriterien für Schadstoffgehalte in Pflanzen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

In Anlehnung an die Vergleichswerte aus der Lebensmittel- und Futtermittelüberwachung werden als Bewertungskriterien - soweit vorhanden - die Regelungen für Höchstgehalte von bestimmten Kontaminanten in den herangezogen. 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 2011/516/EU der Kommission vom 23. April 2011 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln
- Richtlinie 2006/13/EG der Kommission vom 03. Februar 2006 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und 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 07. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung.

Orientierend können herangezogen werden:

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

Ergänzend können Ergebnisse von Bioindikatoruntersuchungen des TÜV SÜD in unterschiedlich belasteten Gebieten herangezogen werden (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	Mo	Zn	Fe	Ca	BaP	PAH-Summe	PCDD/F	PCB	PCDD/F +PCB	
Lebensmittel- überwachung	EU 1881/2006 - Kohlgemüse - Blattgemüse - Stängelgemüse - Gemüse	FG		0,30 0,30 0,10	0,20 0,10 0,05													
	2011/88/EU Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse	FG												0,3	0,1			
	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- über- wachung	2002/32/EG 2006/13/EG Heimtierfutter Höchstgehalt Heimtierfutter Auslösewerte *) bezogen auf 12% Feuchte	TS*)												2,25 1,75	3,5	7,0		
Vergleichs- we- te	Grünkohl - Kontrollpflanzen (gefilt. Luft) - Hintergrund (ländlicher Bereich) - städtisch - industriell	TS	0,2 < 0,2	0,5 < 0,2	0,1 < 0,1	< 0,3	0,05	< 5	< 1	32 < 40			2,0 < 10 < 20 < 40	170 < 1000 < 2000 < 3000	0,4 < 1,0 < 2,0 < 5,0			
	Max. Normalgehalt in Pflanzen	TS	1,5	5,0	1,0	1,0	0,2	1,0	0,3	150	150	50.000						



4. Ergebnisse

4.1 Arsen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,05	0,005	18	0,15	0,027	16,3	0,05	0,004
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,05	0,004	17,5	0,07	0,012	16,1	0,05	0,004
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	0,05	0,004	16,9	0,07	0,012	15,5	0,05	0,004
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,05	0,004	19,8	0,05	0,005	15,6	0,05	0,004
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	0,05	0,005	17	0,05	0,004	15,8	0,05	0,004
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,05	0,005	18,2	0,18	0,033	15,5	0,05	0,004
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	0,05	0,003	15	0,16	0,024	14,9	0,05	0,004
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	0,05	0,004	15,2	0,13	0,020	15,2	0,05	0,004
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	0,05	0,003	13,5	0,12	0,016	15,6	0,05	0,004
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,05	0,004	17,3	0,06	0,010	14,7	0,05	0,004
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,05	0,005	19	0,07	0,013	15,1	0,05	0,004
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,59	0,06	23,7	0,05	0,006

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

ZEBS/BGA – Orientierungswert Blattgemüse 0,2 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert 0,2 mg/kg TS

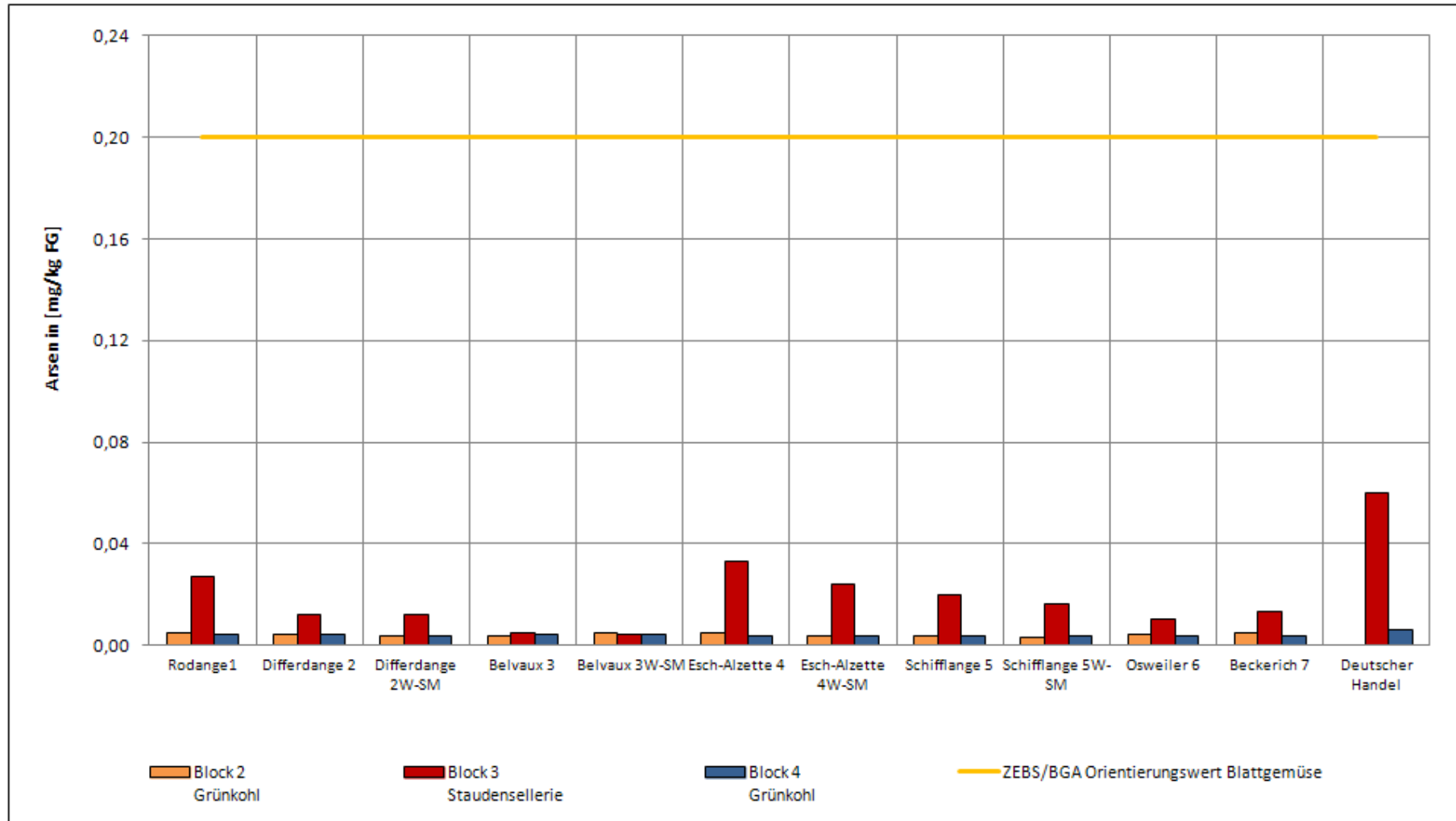


Abb. 2: Arsen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.2 Blei

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,2	0,04	18	0,5	0,09	16,3	0,5	0,08
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,6	0,10	17,5	0,7	0,12	16,1	0,7	0,11
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	0,3	0,05	16,9	0,5	0,08	15,5	0,3	0,05
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,2	0,03	19,8	0,8	0,16	15,6	0,3	0,05
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	0,2	0,04	17	0,6	0,10	15,8	0,3	0,05
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,8	0,15	18,2	3,8	0,69	15,5	0,9	0,14
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	0,4	0,05	15	2,1	0,32	14,9	0,5	0,07
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	0,9	0,13	15,2	6,8	1,03	15,2	0,2	0,03
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	0,6	0,08	13,5	2,9	0,39	15,6	0,2	0,03
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,1	0,02	17,3	0,4	0,07	14,7	0,4	0,06
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,1	0,02	19	0,3	0,06	15,1	0,2	0,03
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	1,20	0,122	23,7	0,05	0,01

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

EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Kohlgemüse 0,3 mg/kg FG

EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Gemüse 0,1 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert 0,2 mg/kg TS

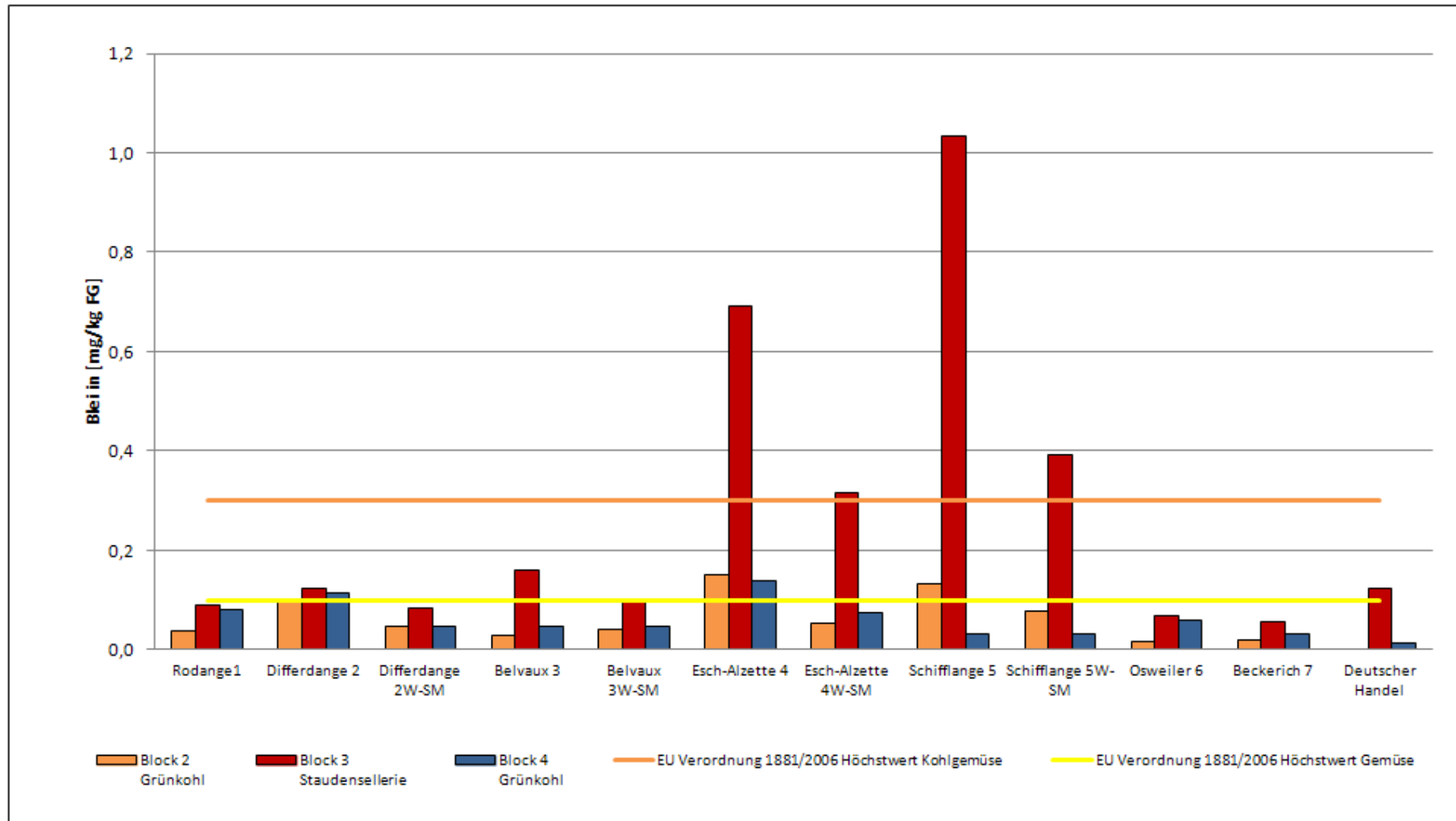


Abb. 3: Blei-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.3 Cadmium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,05	0,005	18	0,13	0,02	16,3	0,11	0,02
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,06	0,010	17,5	0,20	0,04	16,1	0,10	0,02
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	0,05	0,004	16,9	0,19	0,03	15,5	0,09	0,01
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,05	0,004	19,8	0,10	0,02	15,6	0,08	0,01
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	0,05	0,005	17	0,14	0,02	15,8	0,09	0,01
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,05	0,005	18,2	0,18	0,03	15,5	0,11	0,02
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	0,05	0,003	15	0,17	0,03	14,9	0,10	0,01
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	0,05	0,004	15,2	0,41	0,06	15,2	0,08	0,01
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	0,05	0,003	13,5	0,25	0,03	15,6	0,11	0,02
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,05	0,004	17,3	0,09	0,02	14,7	0,17	0,02
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,05	0,005	19	0,14	0,03	15,1	0,13	0,02
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,30	0,03	23,7	0,16	0,04

EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Gemüse 0,05 mg/kg FG

EU Verordnung 1881/2006 Höchstwert Stängelgemüse 0,1 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert 0,1 mg/kg TS

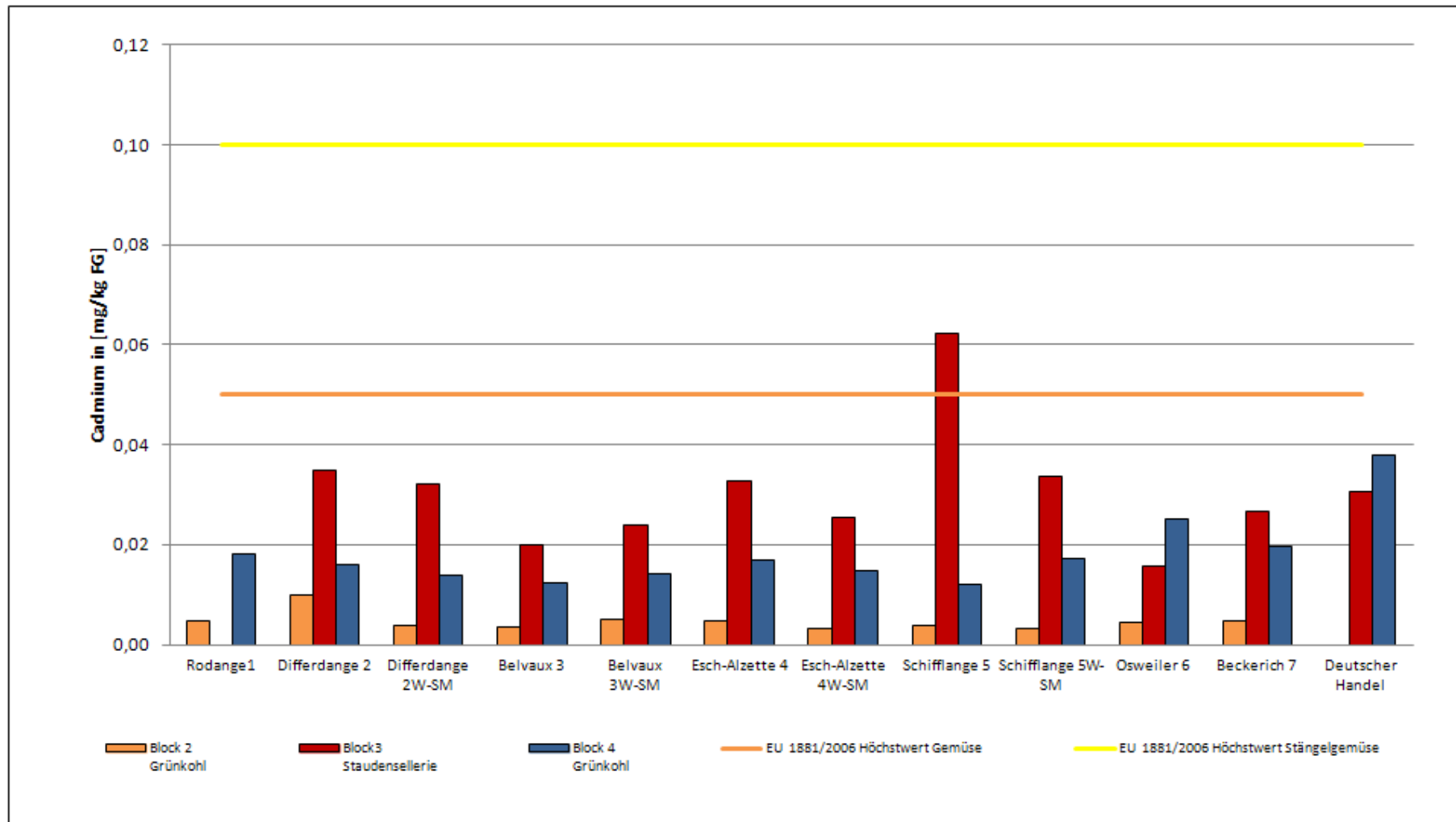


Abb. 4: Cadmium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.4 Chrom

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,3	0,06	18	1,3	0,23	16,3	0,1	0,02
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	2,9	0,48	17,5	1,7	0,30	16,1	0,6	0,10
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	1,4	0,22	16,9	0,7	0,12	15,5	0,2	0,03
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	2,5	0,37	19,8	0,7	0,14	15,6	0,2	0,03
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	3,1	0,63	17	0,5	0,09	15,8	0,1	0,02
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,8	0,15	18,2	4,3	0,78	15,5	0,7	0,11
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	0,4	0,05	15	1,5	0,23	14,9	0,2	0,03
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	0,9	0,13	15,2	3,5	0,53	15,2	0,2	0,03
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	0,4	0,05	13,5	1,1	0,15	15,6	0,1	0,02
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,2	0,04	17,3	0,4	0,07	14,7	0,1	0,01
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,2	0,04	19	0,4	0,08	15,1	0,1	0,01
	Probe aus deutschem Handel	-	-	0,06	10,2	3,00	0,31	23,7	0,1	0,01

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

Grünkohl - Hintergrundwert < 0,3 mg/kg TS

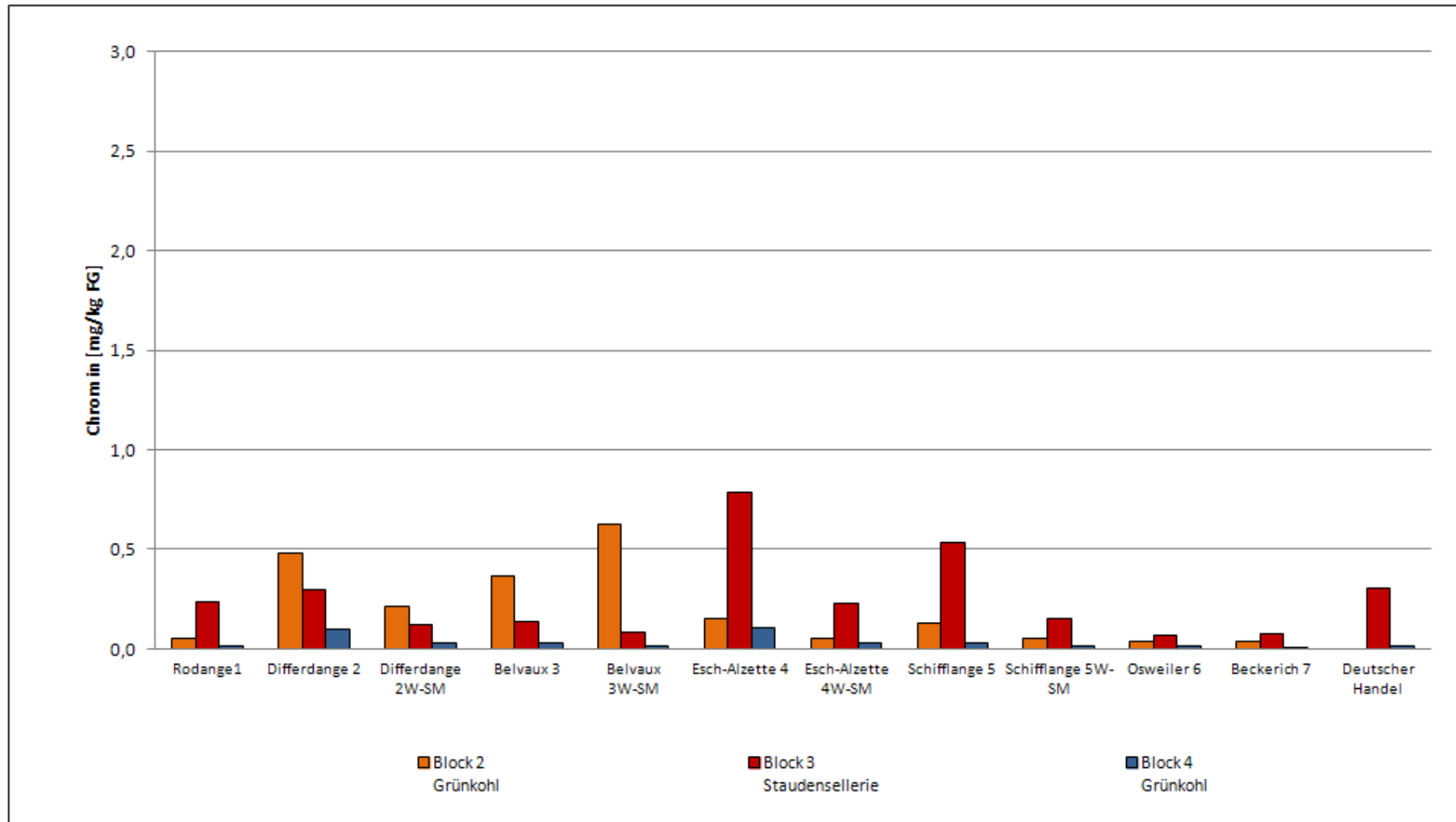


Abb. 5: Chrom-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.5 Quecksilber

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,01	0,01	18	0,01	0,001	16,3	0,01	0,001
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,01	0,01	17,5	0,01	0,001	16,1	0,01	0,001
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	0,01	0,01	16,9	0,01	0,001	15,5	0,01	0,001
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,01	0,01	19,8	0,01	0,001	15,6	0,01	0,001
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	0,01	0,01	17	0,01	0,001	15,8	0,01	0,001
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,01	0,01	18,2	0,01	0,001	15,5	0,05	0,008
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	0,01	0,01	15	0,01	0,001	14,9	0,04	0,006
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	0,01	0,01	15,2	0,01	0,001	15,2	0,02	0,003
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	0,01	0,01	13,5	0,01	0,001	15,6	0,02	0,003
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,01	0,01	17,3	0,01	0,001	14,7	0,01	0,001
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,01	0,01	19	0,01	0,001	15,1	0,01	0,001
	Probe aus deutschem Handel	-	-	0,02	10,2		0,002	23,7	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 – Orientierungswert Blattgemüse 0,05 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert < 0,05 mg/kg TS

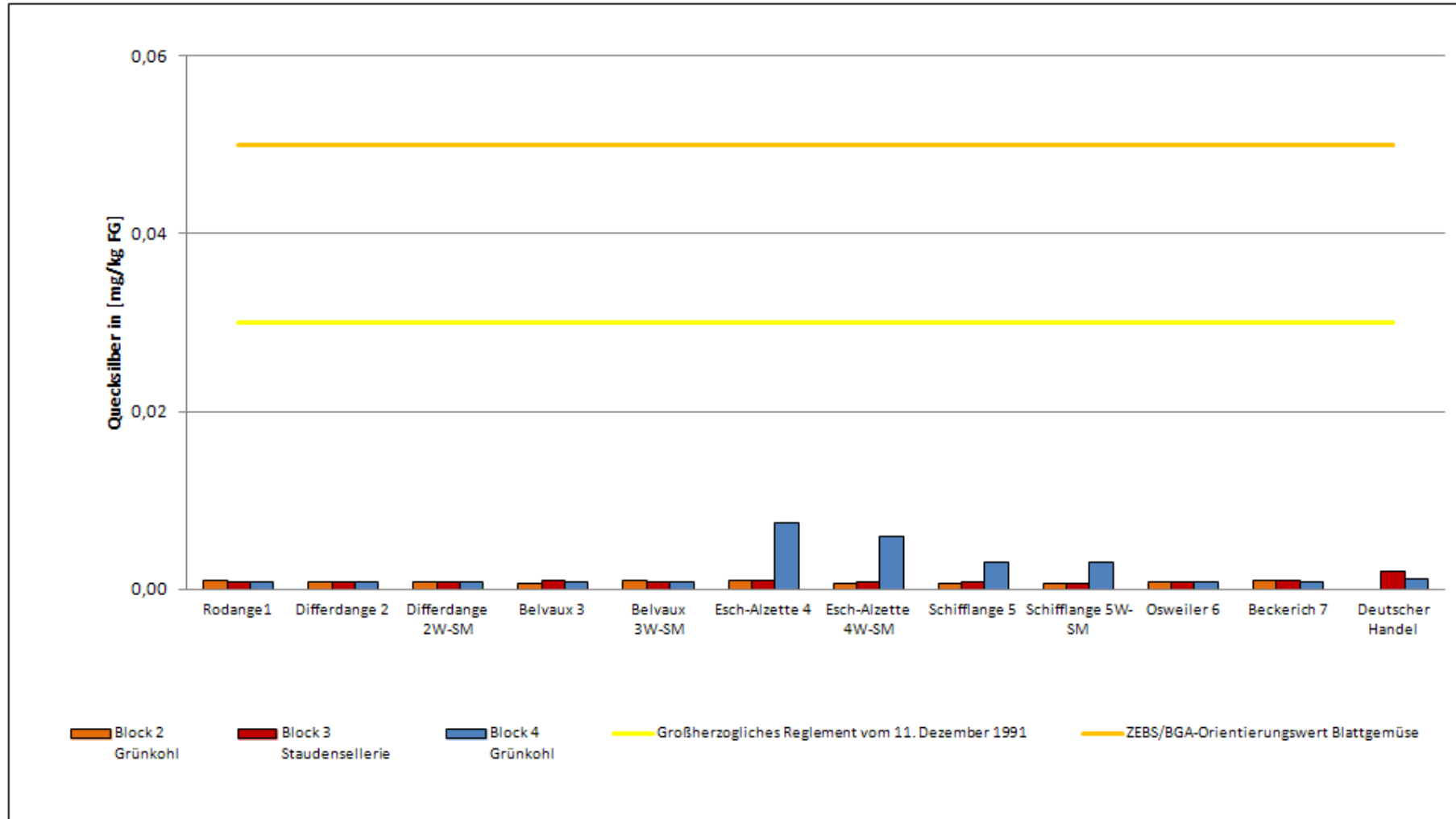


Abb. 6: Quecksilber-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.6 Nickel

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	2,0	0,4	18	4,0	0,7	16,3	3,2	0,52
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	3,8	0,6	17,5	4,9	0,9	16,1	6,2	1,00
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	3,5	0,5	16,9	4,2	0,7	15,5	5,3	0,82
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	2,4	0,4	19,8	5,1	1,0	15,6	3,6	0,56
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	3,2	0,6	17	5,2	0,9	15,8	4,3	0,68
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	3,2	0,6	18,2	5,2	0,9	15,5	3,8	0,59
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	2,7	0,4	15	4,2	0,6	14,9	3,2	0,48
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	4,6	0,7	15,2	5,4	0,8	15,2	5,4	0,82
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	4,7	0,6	13,5	4,1	0,6	15,6	5,4	0,84
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	2,1	0,4	17,3	2,7	0,5	14,7	4,2	0,62
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	3,8	0,7	19	2,8	0,5	15,1	4,1	0,62
	Probe aus deutschem Handel	-	-	0,4	10,2	3,7	0,4	23,7	1,8	0,43

Normalgehalt in Pflanzen

< 5,0 mg/kg TS

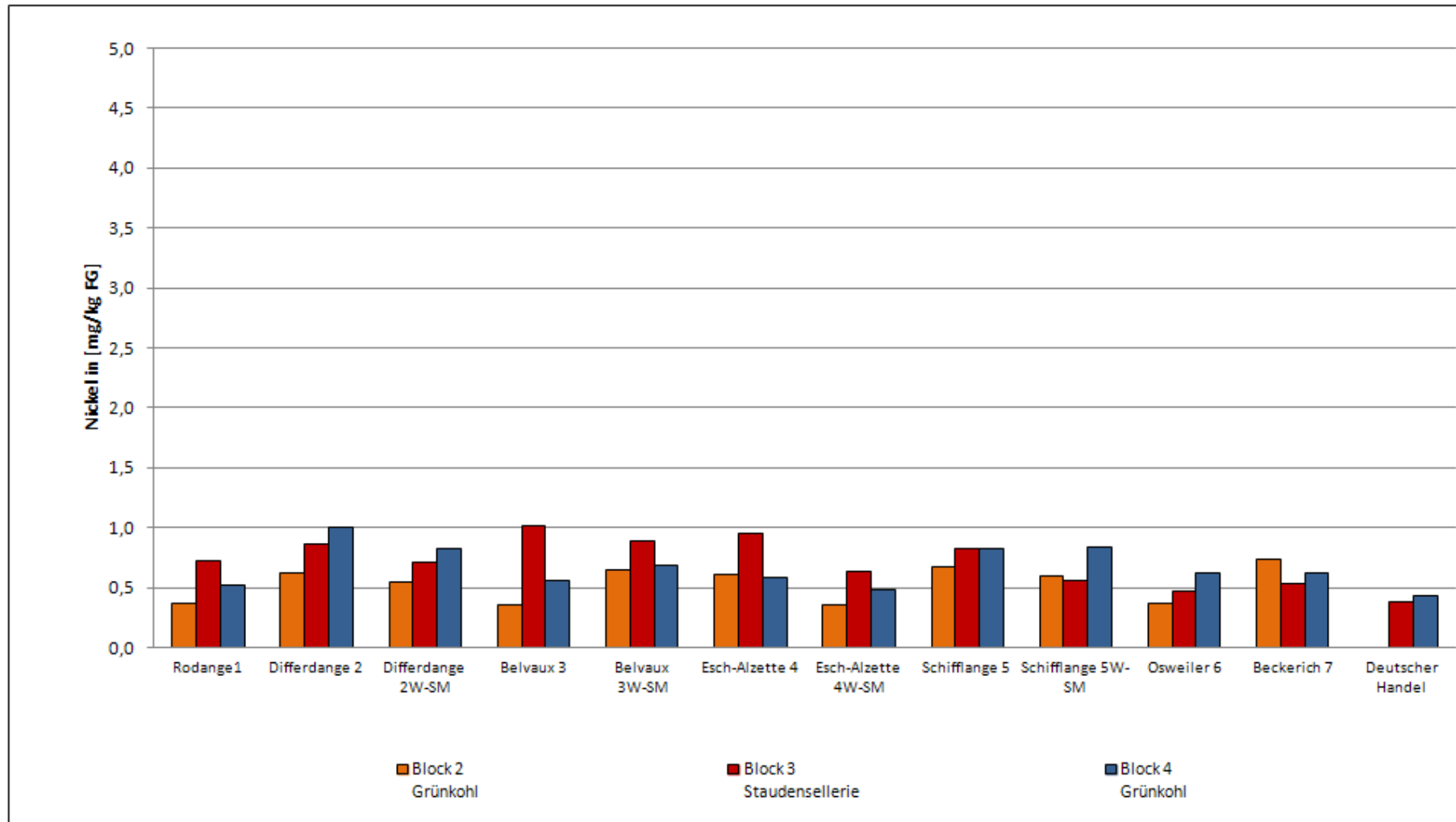


Abb. 7: Nickel-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.7 Molybdän

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	5,8	1,1	18	3,0	0,5	16,3	2,5	0,4
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	7,0	1,1	17,5	4,1	0,7	16,1	2,3	0,4
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	8,1	1,2	16,9	4,5	0,8	15,5	2,2	0,3
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	5,4	0,8	19,8	2,3	0,5	15,6	1,5	0,2
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	4,2	0,9	17	1,9	0,3	15,8	2,1	0,3
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	7,7	1,5	18,2	3,5	0,6	15,5	2,0	0,3
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	6,5	0,9	15	4,3	0,6	14,9	1,9	0,3
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	8,1	1,2	15,2	3,9	0,6	15,2	1,9	0,3
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	10,3	1,3	13,5	3,8	0,5	15,6	1,9	0,3
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	4,9	0,9	17,3	7,1	1,2	14,7	0,6	0,1
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	6,8	1,3	19	2,1	0,4	15,1	2,9	0,4
	Probe aus deutschem Handel	-	-		10,2	3,5	0,4	23,7	0,2	0,05

Grünkohl – Hintergrundwert

1 mg/kg TS

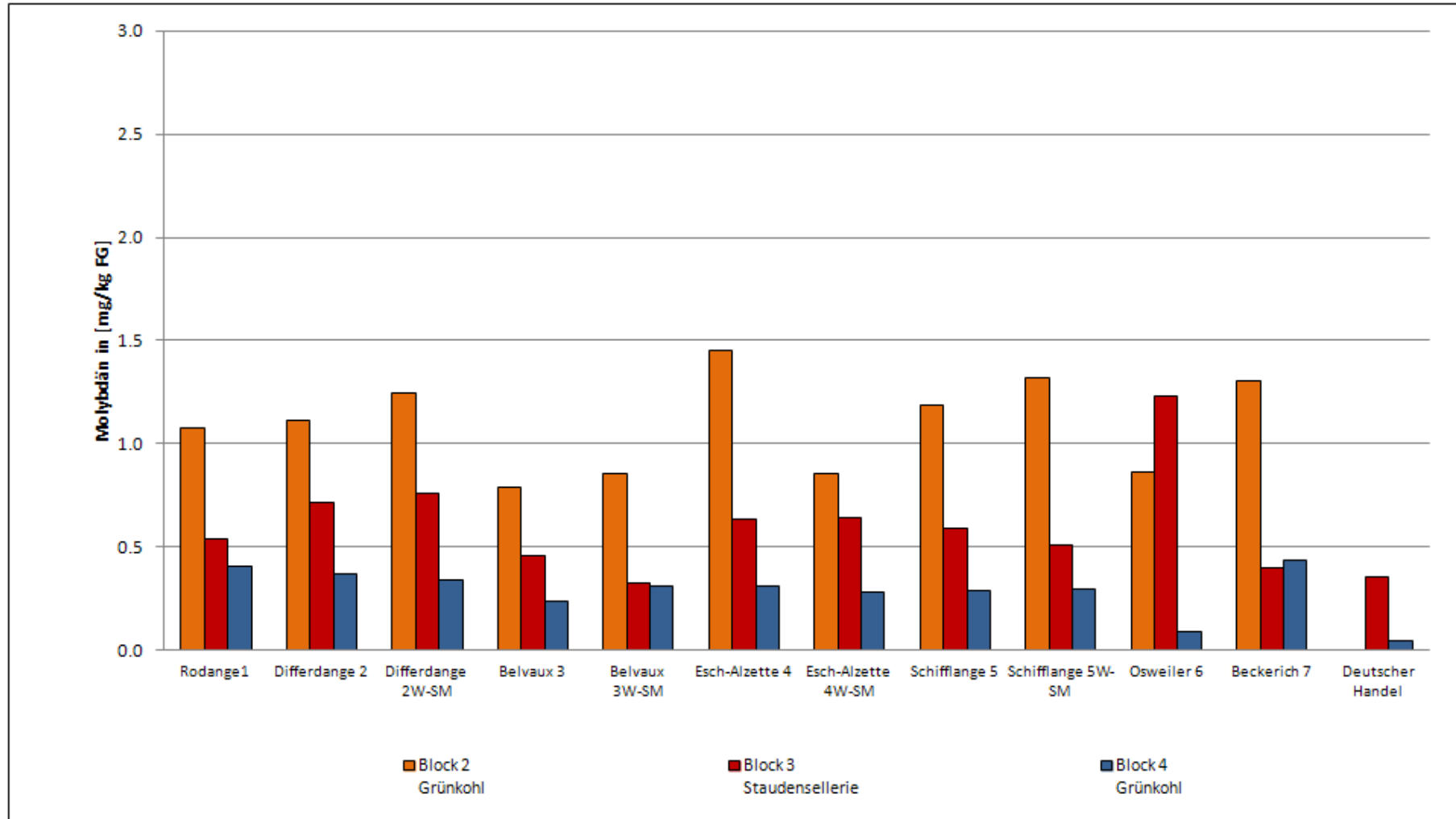


Abb. 8: Molybdän-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.8 Zink

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	10	1,9	18	42	7,6	16,3	32	5,2
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	24	4,0	17,5	61	10,7	16,1	37	6,0
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	21	3,2	16,9	54	9,1	15,5	29	4,6
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	12	1,8	19,8	43	8,5	15,6	24	3,8
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	14	2,8	17	52	8,8	15,8	24	3,8
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	15	2,8	18,2	57	10,4	15,5	25	3,9
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	13	1,7	15	46	6,9	14,9	20	3,0
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	31	4,6	15,2	98	14,9	15,2	28	4,3
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	23	2,9	13,5	70	9,5	15,6	28	4,4
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	11	1,9	17,3	38	6,6	14,7	13	1,9
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	18	3,5	19	36	6,8	15,1	31	4,7
	Probe aus deutschem Handel	-	-		10,2	45	4,6	23,7	19	4,5

Grünkohl – Hintergrundwert

40 mg/kg TS

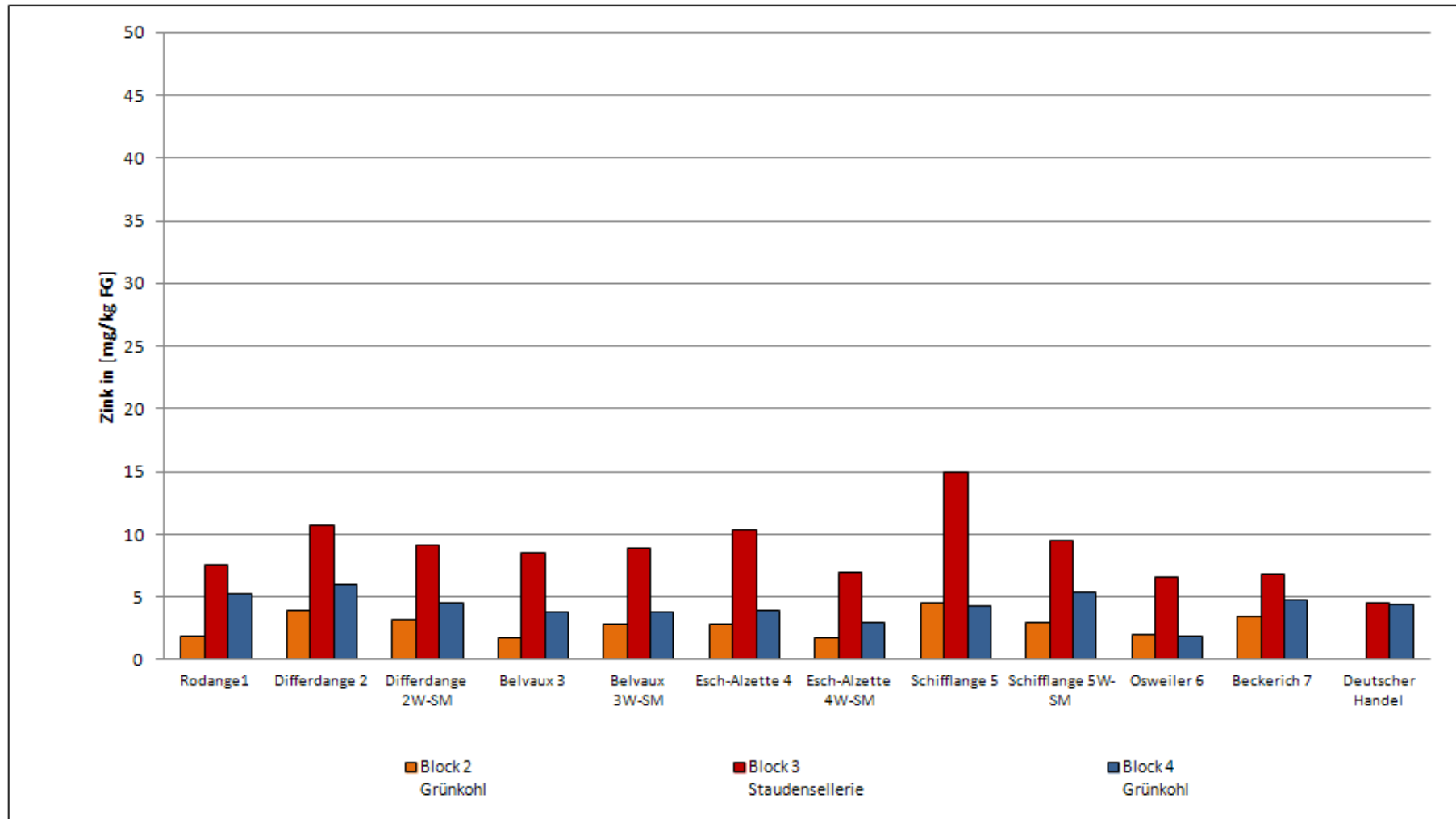


Abb. 9: Zink-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.9 Eisen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	29	5,4	18	171	30,8	16,3	47	7,6
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	190	31,4	17,5	262	45,9	16,1	80	12,9
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	81	12,5	16,9	146	24,7	15,5	35	5,4
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	42	6,1	19,8	192	38,0	15,6	55	8,6
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	47	9,5	17	151	25,7	15,8	46	7,3
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	170	32,1	18,2	1160	211,1	15,5	256	39,7
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	59	7,8	15	397	59,6	14,9	86	12,8
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	97	14,3	15,2	484	73,6	15,2	36	5,5
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	61	7,8	13,5	198	26,7	15,6	36	5,6
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	29	5,1	17,3	101	17,5	14,7	24	3,5
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	46	8,8	19	91	17,3	15,1	22	3,3
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	1050	107,1	23,7	28	6,6

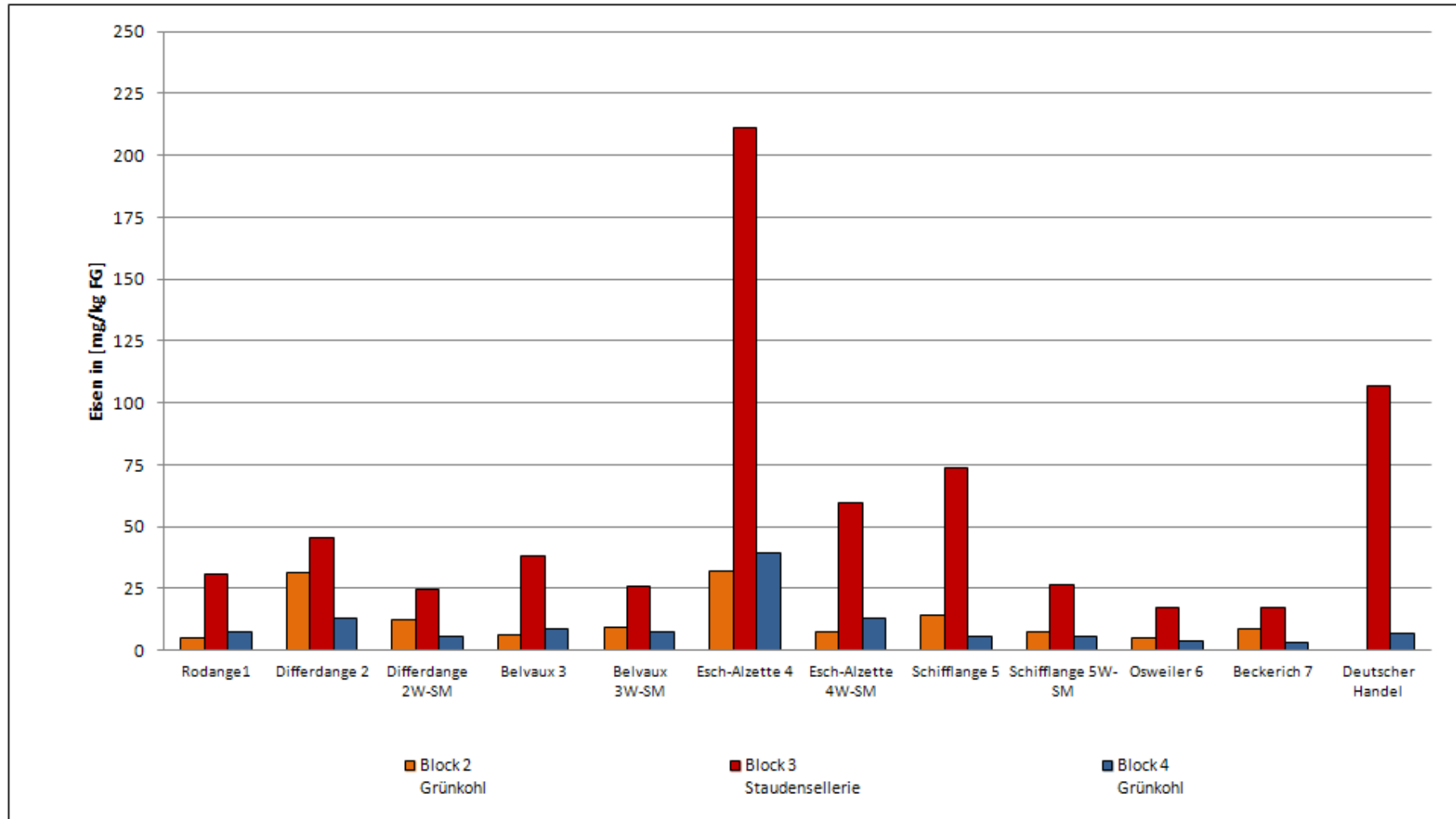


Abb. 10: Eisengehalt in Bioindikatorpflanzen



4.10 Calcium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	12500	2313	18	30900	5562	16,3	10100	1646
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	12100	1997	17,5	38500	6738	16,1	9450	1521
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	15,4	14200	2187	16,9	42700	7216	15,5	7870	1220
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	16000	2336	19,8	18000	3564	15,6	10700	1669
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	20,3	1900	386	17	25000	4250	15,8	13000	2054
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	14100	2665	18,2	32000	5824	15,5	11100	1721
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	13,2	12200	1610	15	41000	6150	14,9	10950	1632
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	19250	2830	15,2	43000	6536	15,2	11800	1794
5W	Schifflange - Cité Um Benn	12,8	19100	2445	13,5	40000	5400	15,6	11800	1841
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	9700	1707	17,3	41000	7093	14,7	11700	1720
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	12200	2342	19	39000	7410	15,1	9980	1507
	Probe aus deutschem Handel	-	-		10,2	60000	6120	23,7	7420	1759

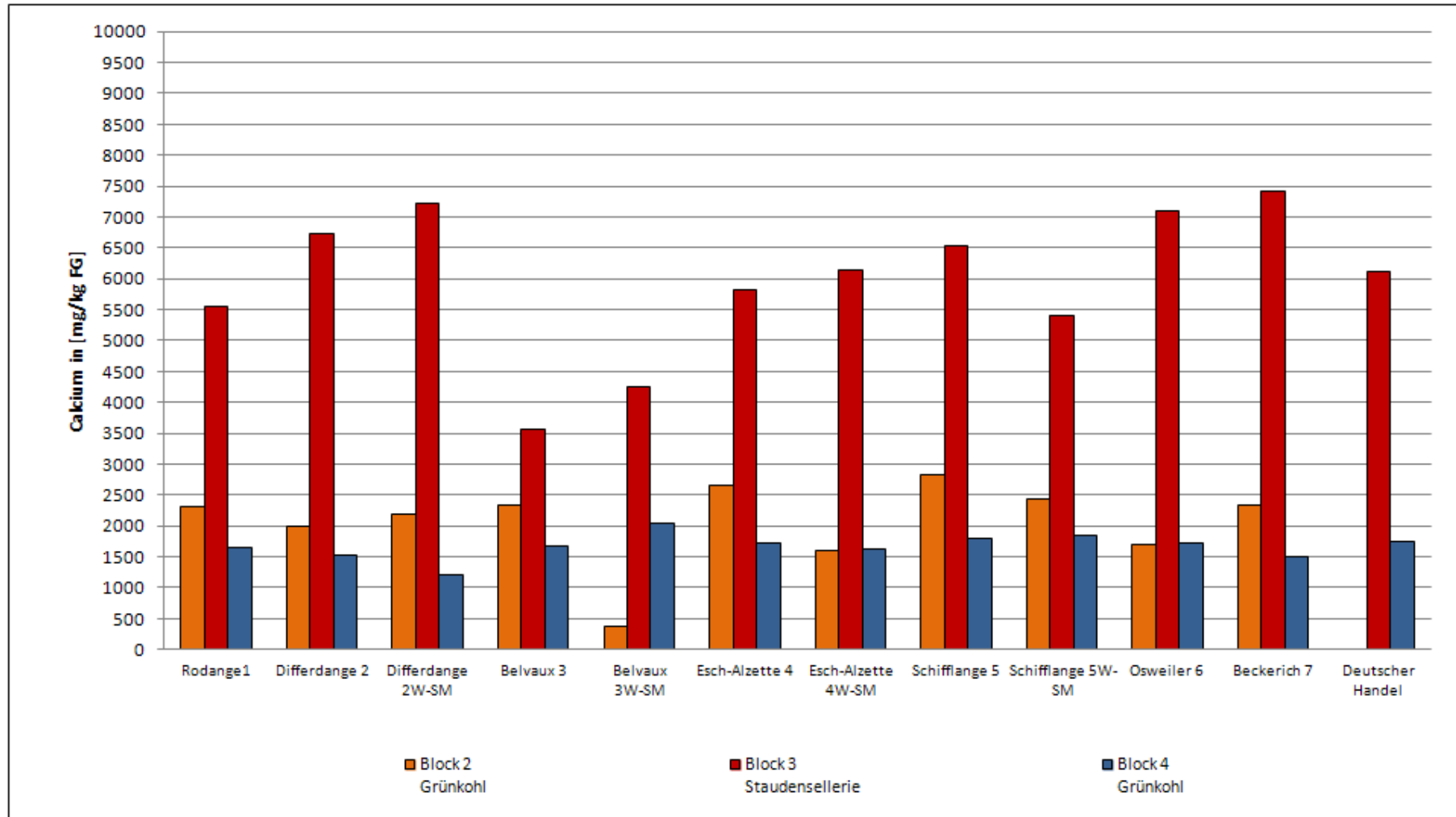


Abb. 11: Calcium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.11 Benzo(a)pyren

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		TS [%]	TS [µg/kg]	FG ^{*)} [µg/kg]	TS [%]	TS [µg/kg]	FG ^{*)} [µg/kg]	TS [%]	TS [µg/kg]	FG ^{*)} [µg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	18,5	0,8	0,2	18	2,9	0,5	16,3	4,9	0,8
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	1,8	0,3	17,5	3,4	0,6	16,1	5,0	0,8
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,6	0,1	19,8	4,4	0,9	15,6	5,2	0,8
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	1,5	0,3	18,2	2,9	0,5	15,5	8,4	1,3
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	2	0,3	15,2	5,4	0,8	15,2	4,7	0,7
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,4	0,1	17,3	2,0	0,3	14,7	4,1	0,6
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,7	0,1	19	3,8	0,7	15,1	2,9	0,4
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	1,4	0,1	23,7	2,2	0,5

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

2 µg/kg TS

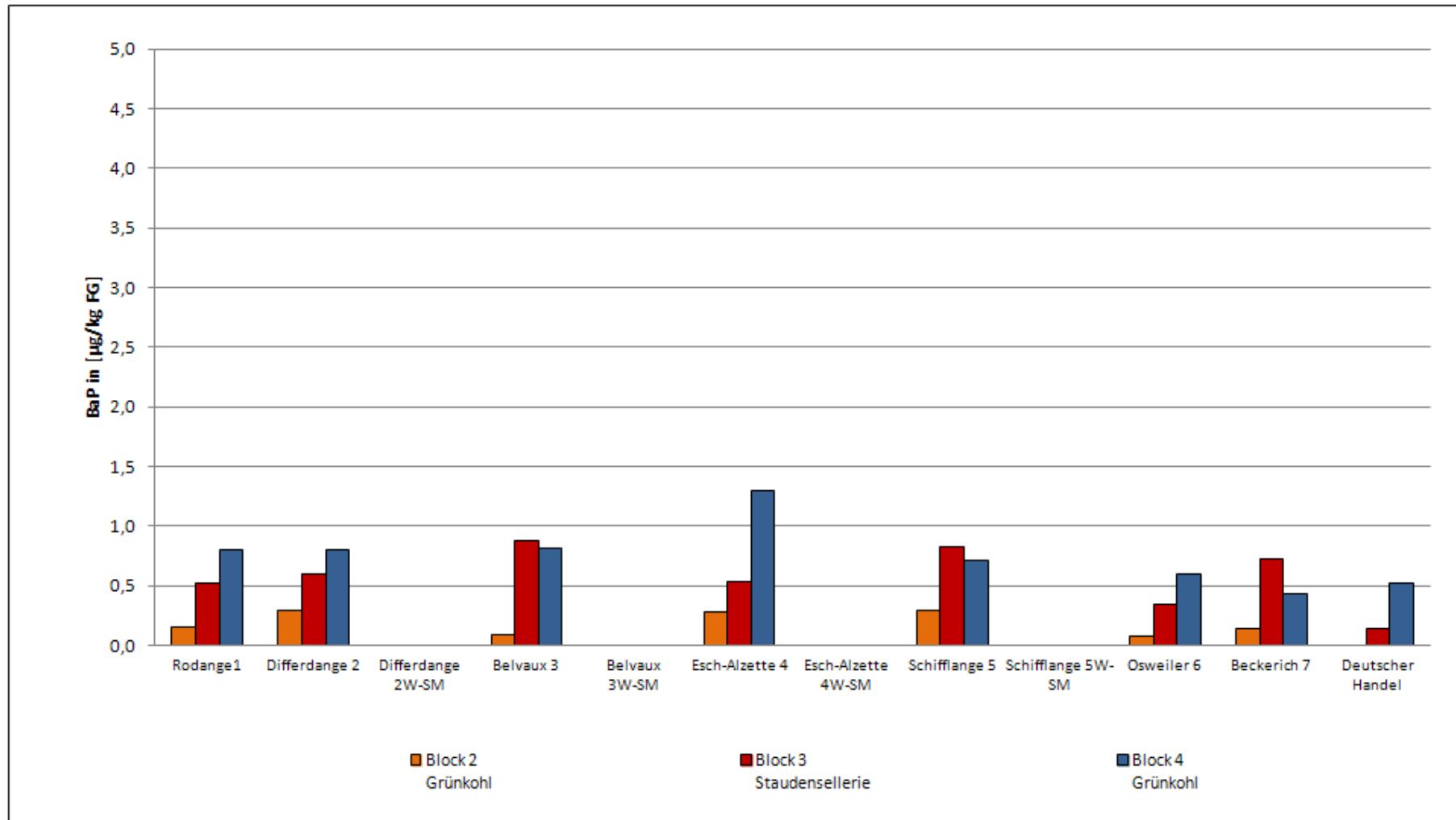


Abb. 12: Benzo(a)pyren-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.12 PAH-Summe (EPA610)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		TS [%]	TS [µg/kg]	FG ^{*)} [µg/kg]	TS [%]	TS [µg/kg]	FG ^{*)} [µg/kg]	TS [%]	TS [µg/kg]	FG ^{*)} [µg/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	18,5	149	27,6	18	736	132,5	16,3	213	34,7
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	291	48,0	17,5	1454	254,45	16,1	232	37,4
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	120	17,5	19,8	701	138,8	15,6	219	34,2
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	208	39,3	18,2	2002	364,4	15,5	489	75,8
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	349	51,3	15,2	3737	568,0	15,2	282	42,9
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	80,3	14,1	17,3	594	102,8	14,7	182	26,8
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	84,2	16,2	19	509	96,7	15,1	203	30,7
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	347	35,4	23,7	355	84,1

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

170 µg/kg TS

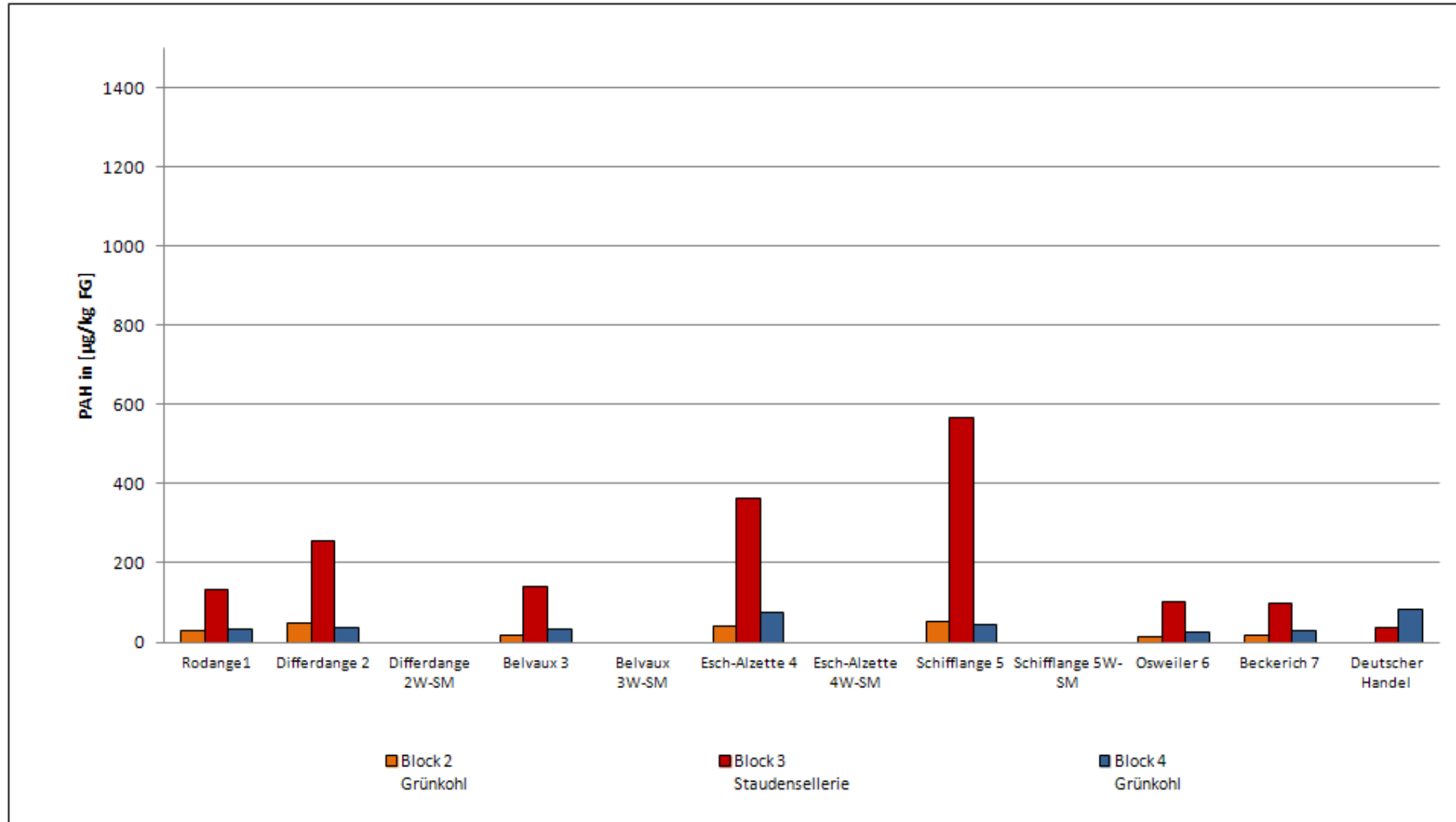


Abb. 13: PAK-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.13 TE nach WHO 97 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]	TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]	TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	18,5	0,12	0,02	18	0,41	0,07	16,3	0,64	0,10
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,22	0,04	17,5	0,49	0,09	16,1	0,84	0,14
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,12	0,02	19,8	0,26	0,05	15,6	0,78	0,12
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,30	0,06	18,2	0,49	0,09	15,5	1,04	0,16
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	1,13	0,17	15,2	5,32	0,81	15,2	1,22	0,19
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,11	0,02	17,3	0,21	0,04	14,7	0,46	0,07
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,10	0,02	19	0,16	0,03	15,1	0,47	0,07
	Probe aus deutschem Handel	-		-	10,2	0,28	0,03	23,7	0,30	0,07

2006/88 EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,3 ng/kg FG

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

1,75 ng/kg TS

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

2,25 ng/kg TS

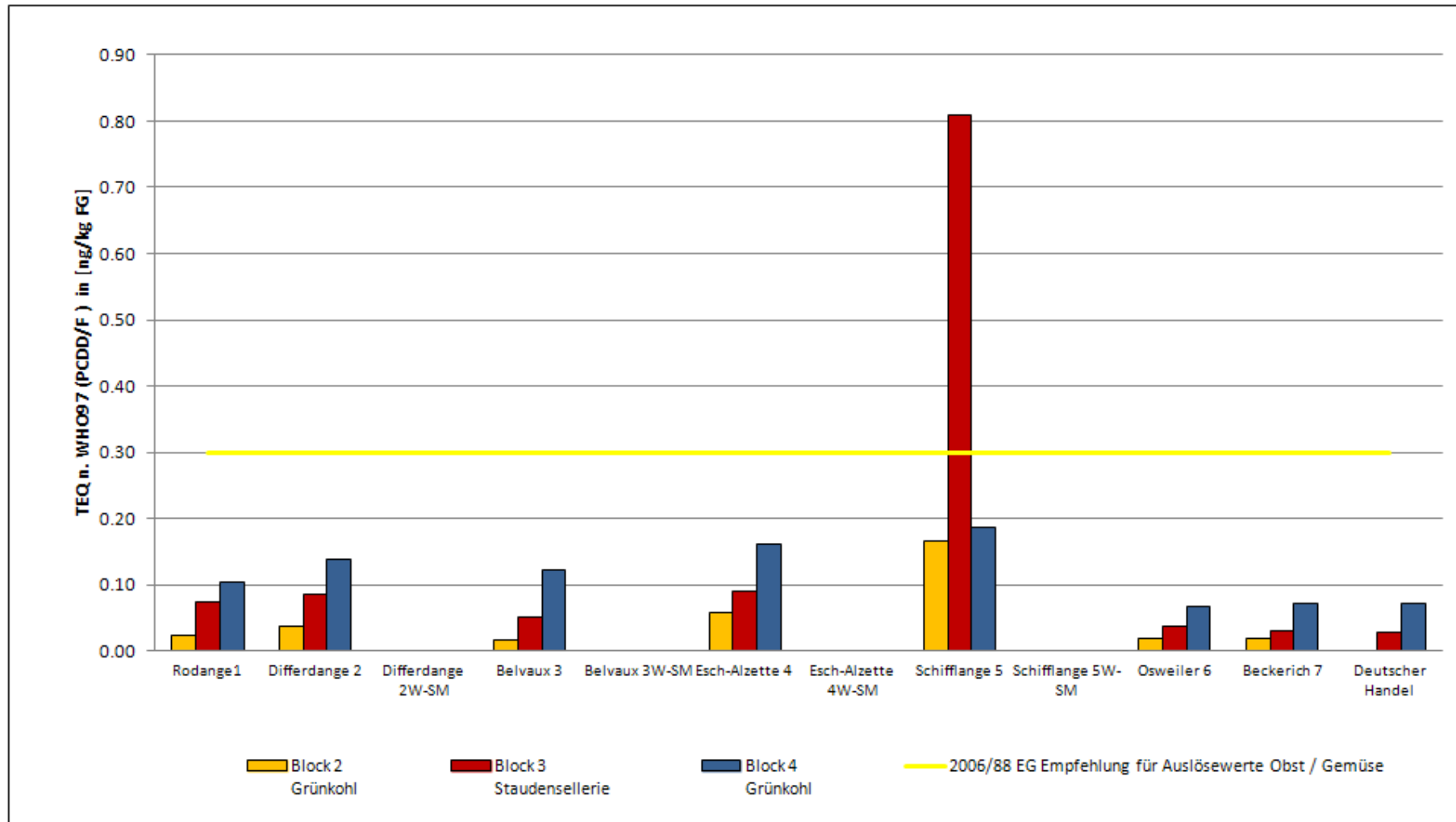


Abb. 14: PCDD/F-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



4.14 TE nach WHO 97 (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]	TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]	TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	18,5	0,89	0,16	18	0,28	0,05	16,3	0,42	0,07
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,67	0,11	17,5	0,42	0,07	16,1	0,53	0,09
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,5	0,07	19,8	0,27	0,05	15,6	0,41	0,06
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	1,17	0,22	18,2	1,25	0,22	15,5	0,80	0,12
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	1,28	0,19	15,2	1,85	0,28	15,2	0,69	0,10
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,26	0,05	17,3	0,25	0,04	14,7	0,26	0,04
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,17	0,03	19	0,15	0,03	15,1	0,17	0,03
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,29	0,03	23,7	0,18	0,05

2006/88 EG Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,1 ng/kg FG

2002/32/EG und 2006/13/EG Heintierfutter Auslösewerte

3,5 ng/kg TS

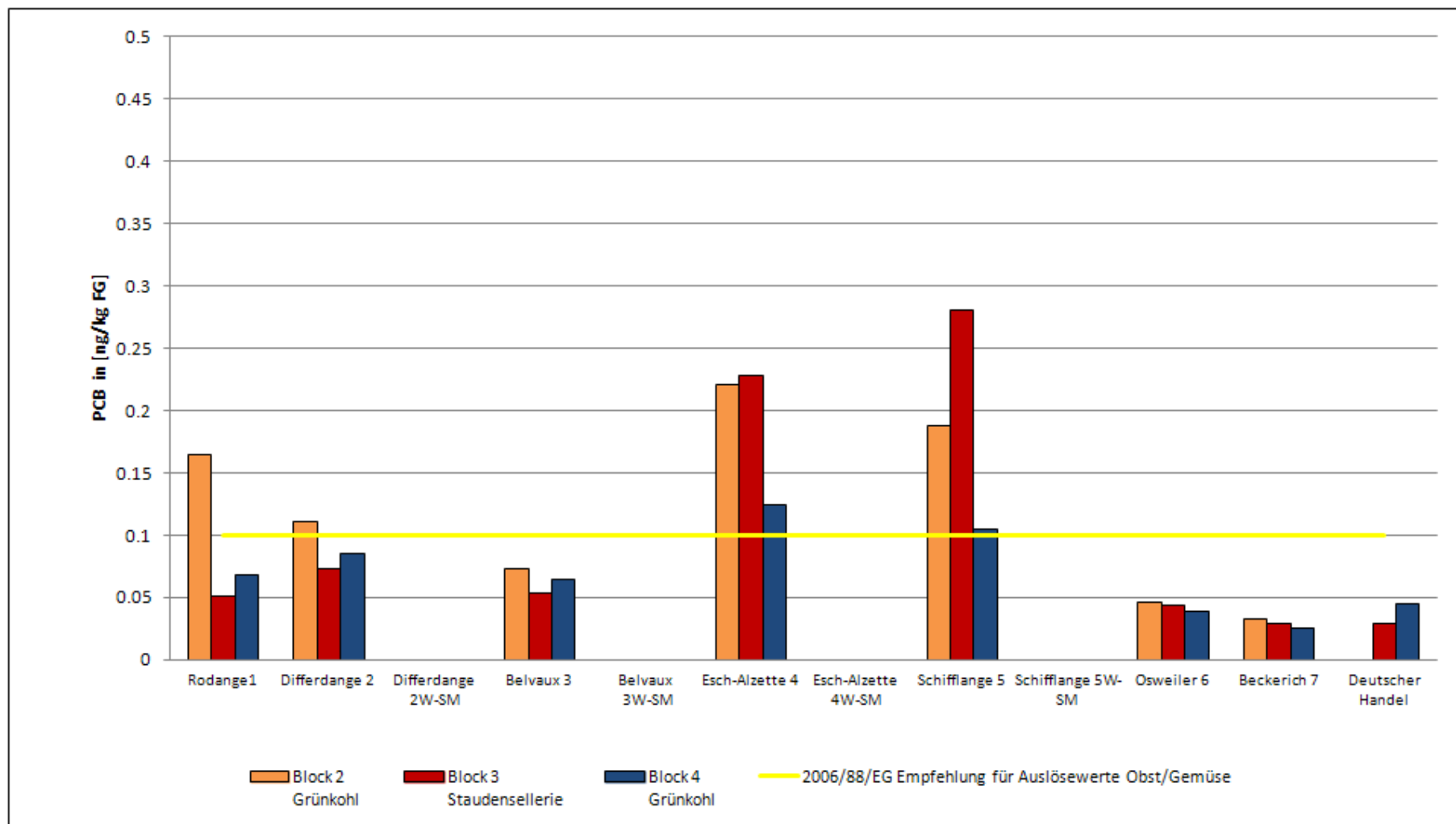


Abb. 15: PCB-Gehalt in Bioindikatorpflanzen



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

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]	TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]	TS [%]	TS [ng/kg]	FG ^{*)} [ng/kg]
1	Rodange - Rue de Fontaine d'Olière	18,5	1,02	0,19	18	0,69	0,12	16,3	1,04	0,17
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,89	0,15	17,5	0,92	0,16	16,1	1,34	0,22
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,62	0,09	19,8	0,53	0,10	15,6	0,83	0,13
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	1,47	0,28	18,2	1,74	0,32	15,5	1,85	0,29
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	2,41	0,35	15,2	7,17	1,09	15,2	2,30	0,35
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,37	0,07	17,3	0,46	0,08	14,7	0,65	0,10
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,27	0,05	19	0,32	0,06	15,1	0,58	0,09
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,58	0,06	23,7	0,70	0,17

Orientierungswert für intensivierte Überwachung (Umweltamt Luxembourg)

3 ng/kg TS

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

7 ng/kg TS

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

10 ng/kg TS

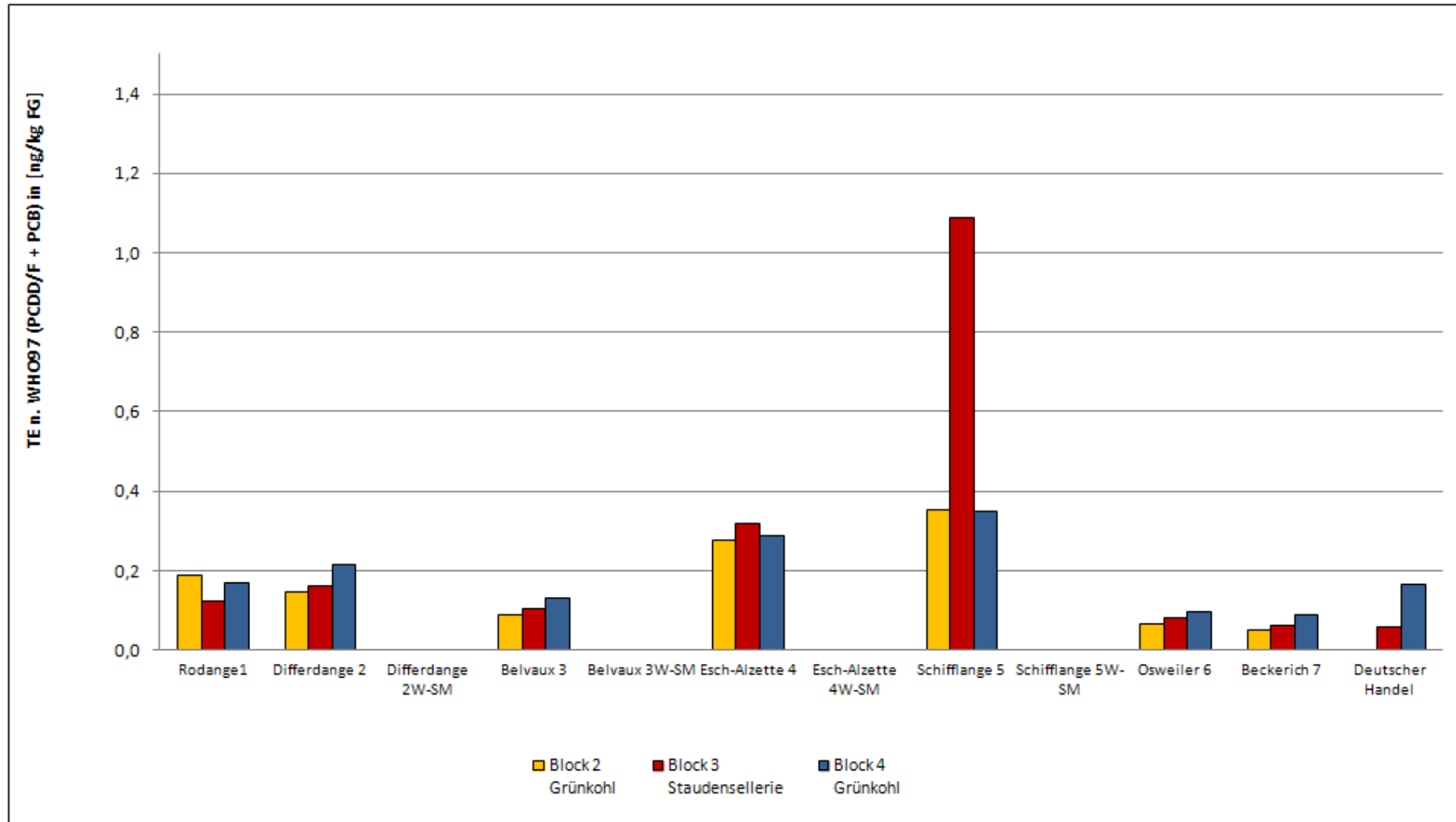


Abb. 16: PCDD/F+PCB-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

5. Homologensummen im Grünkohl des Block 4

In Abbildung 17 ist das Verteilungsmuster der Homologengruppen für die einzelnen Messpunkte dargestellt.

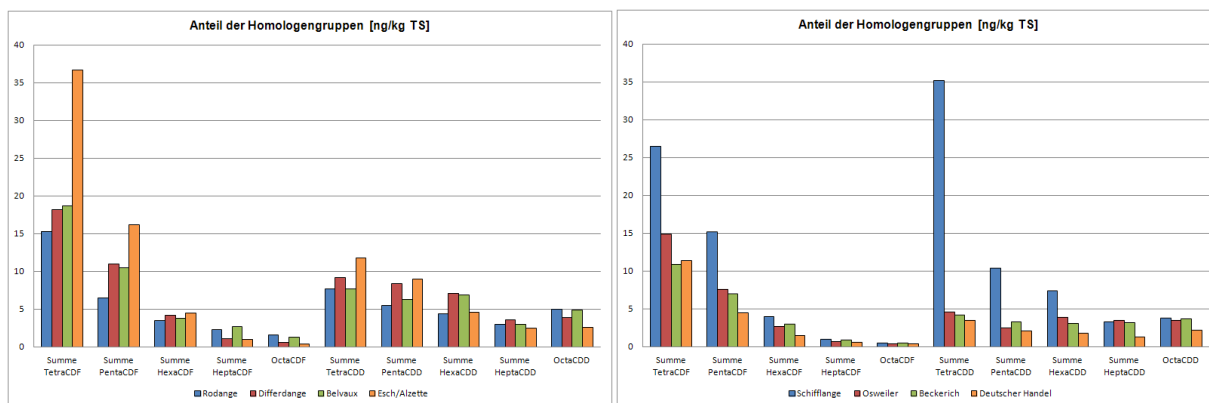


Abb. 17: Relative Verteilung der Homologengruppen (Profil) der Grünkohlexponate aus Block 4

Hinsichtlich des Homologenprofils können die untersuchten Messpunkte in 2 Gruppen unterteilt werden:

- Die Profile der Messpunkte Rodange, Differdange, Belvaux, Ossweiler und Beckerich weisen eine weitgehend ähnliche Verteilung auf, die dem typischen Hintergrundprofil der Dioxine/Furane (Verbrennungsmuster) in Grünkohl entspricht.
- Die Profile der Messpunkte Esch/Alzette und Schiffflange weisen gegenüber dem Hintergrund einen erhöhten Anteil der tetrachlorierten Furane bzw. tetrachlorierten Dioxine auf und deuten damit auf einen deutlichen Einfluss lokaler Quellen hin.

6. Abwaschbarkeit der Stoffe

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

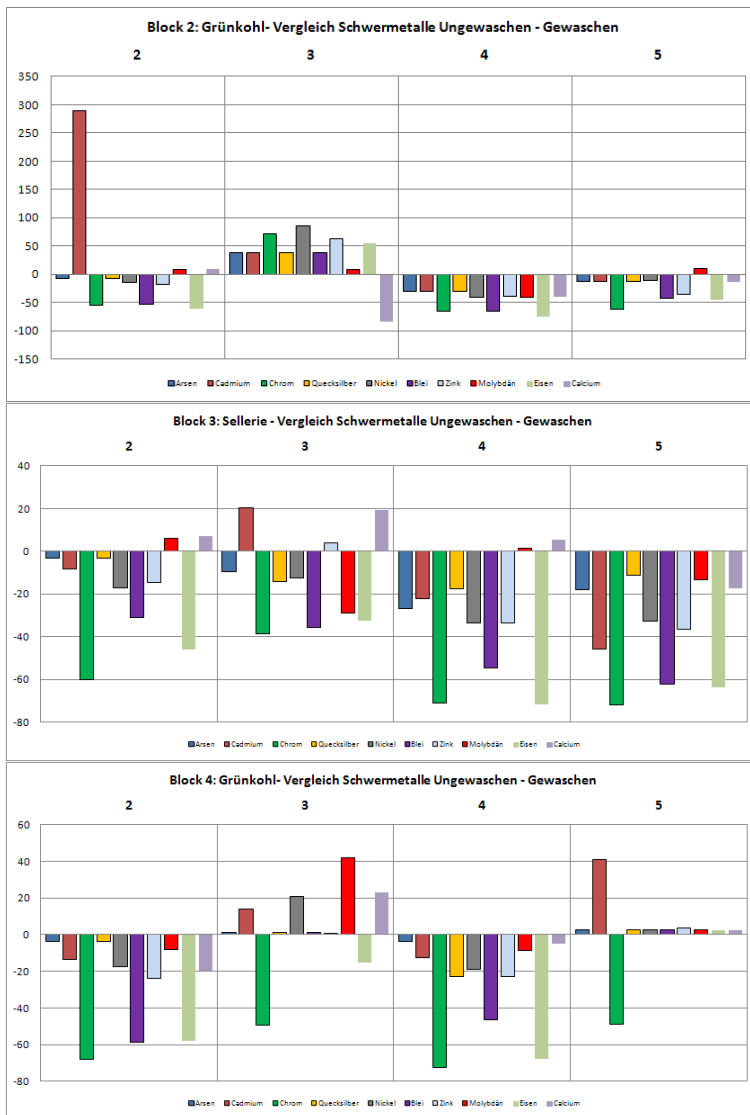


Abb. 18:
 Relative Änderung des Schwermetallgehaltes vor und nach dem Waschen in Sellerie- und Grünkohlpflanzen

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Proben ist eine deutliche Reduktion der Schwermetallgehaltes durch das Waschen festzustellen. Vereinzelt auftretende Zunahmen des Schwermetallgehaltes sind mit den geringen Gehalten und der damit verbundenen analytischen Unsicherheit im Spurenbereich zu werten. Der Schwermetallgehalt wird durch das Waschen teilweise bis auf etwa 40% reduziert und ist somit mit den Auswertungen aus den Jahren 2006 – 2010 vergleichbar

7. Belastungsunterschiede im Messnetz

Die nachfolgende Abbildung 19 gibt die prozentualen Abweichungen der anorganischen Schadstoffgehalte an den einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen wieder.

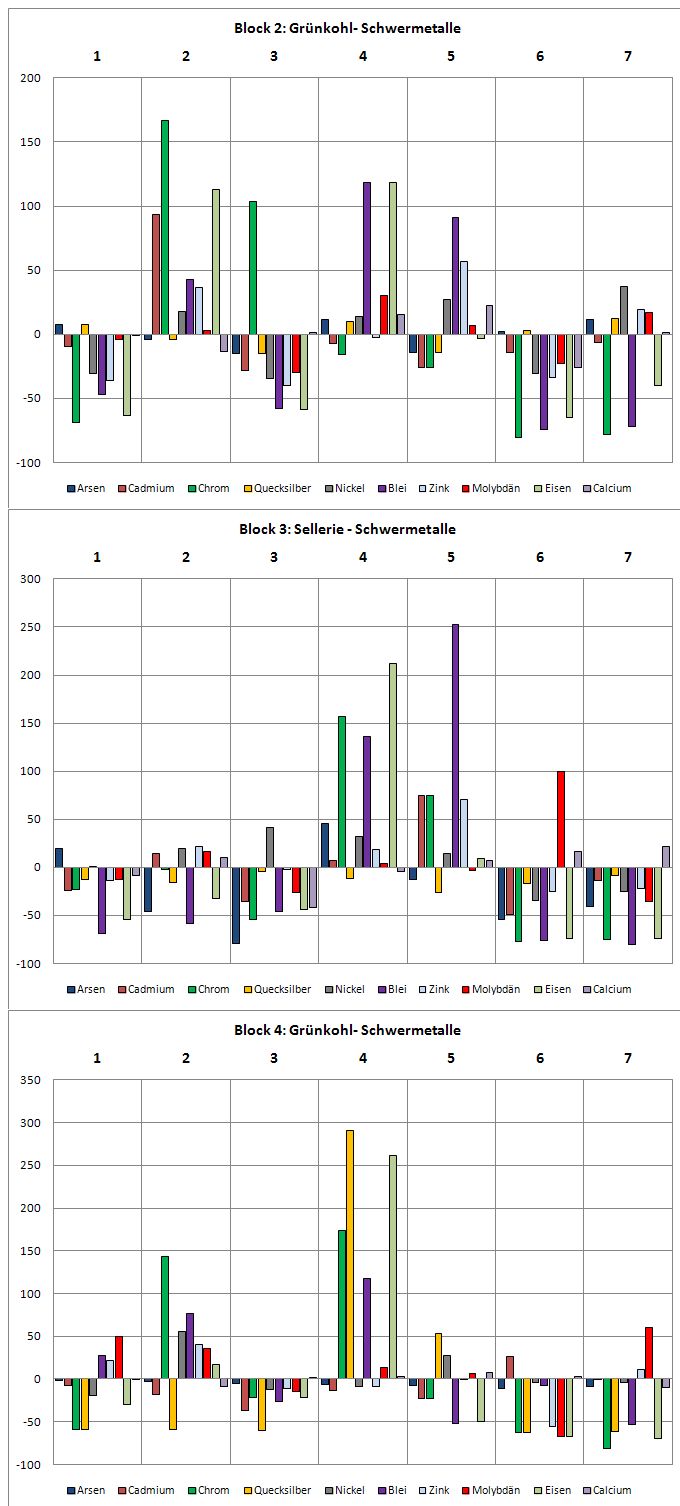


Abb. 19:
 Räumliche Verteilung anorganischer
 Schadstoffe im Messnetz



Hierbei weisen die ländlich geprägten Messstationen in Beckerich (7), Osweiler (6) und Rodange (1) erwartungsgemäß die geringste Schadstoffanreicherung auf. Die größten Schadstoffanreicherungen sind wie in den vorangegangenen Untersuchungsjahren an den überwiegend industriell geprägten Messstationen in Esch/Alzette (4) und Schifflange (5) festzustellen. Die Messstation im ebenfalls industriell geprägten Differdange (2) weist ebenfalls vor allem bei den Untersuchungen mit Grünkohl aus Block 2 und Block 4 eine höhere Schadstoffanreicherung mit anorganischen Schadstoffen auf.

Die prozentuale Abweichung der organischen Schadstoffgehalte der einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen ist in Abbildung 20 wiedergegeben. Der industriell geprägte Standort Schifflange weist dabei die höchste Anreicherung an organischen Schadstoffen auf. Die Messstation Esch/Alzette weist ebenfalls vor allem bei den Untersuchungen mit Grünkohl aus Block 2 und Block 4 eine teilweise deutliche Schadstoffanreicherung auf. In Differdange ist ebenfalls teilweise eine deutliche Anreicherung festzustellen. Die geringste Anreicherung an organischen Schadstoffen ist an den ländlich geprägten Standorten in Beckerich, Osweiler und Rodange zu finden.

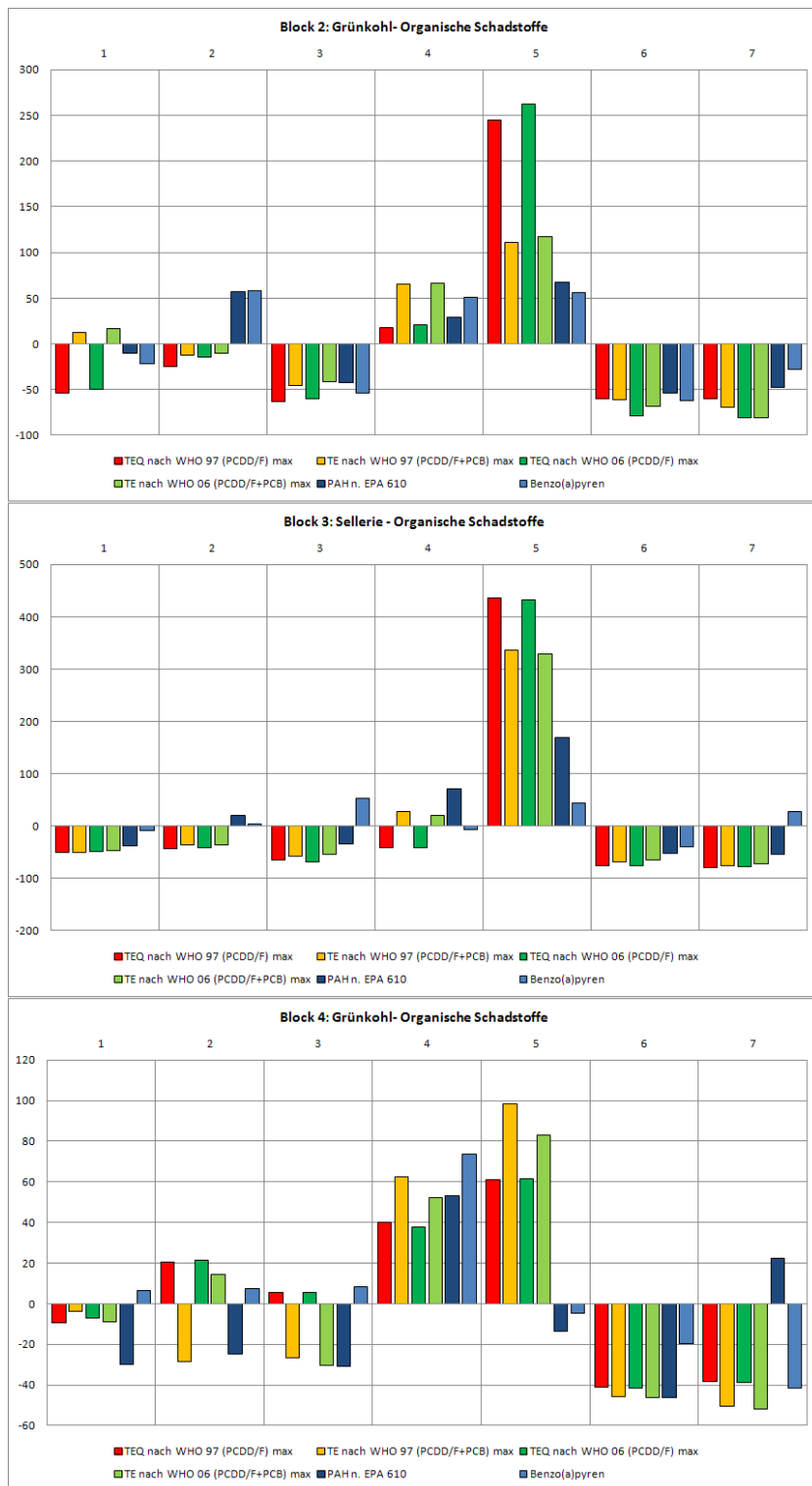


Abb. 20:
 Räumliche Verteilung organischer
 Schadstoffe im Messnetz

8. 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
Österreich: - 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
Süddeutschland: (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
Einzeluntersuchungen:				
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/ Stadtrandgebiete	Grünkohlverfahren	1,1	0,4 - 2,2
	Nahrungspflanzen: ¹⁾		
	- Grünkohl	0,8	0,4 - 2,3
	- Salat	0,4	0,1 - 0,6
Städtische und/oder industrielle Ballungsgebiete	Grünkohlverfahren	1,9	0,6 - 5,9
	Nahrungspflanzen: ¹⁾		
	- Grünkohl	0,7	0,5 - 0,9
	- Salat	0,9	0,3 - 1,6
Gebiete im Einflussbereich von Emittenten	Grünkohlverfahren	4,4	0,3 - 11,0
	Nahrungspflanzen: ¹⁾		
	- Grünkohl	4,5	1,6 - 10,0
	- Salat	0,5	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 Grünkohl 2011 (Block 2)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	n.n.	0,02	n.n.	0,02	0,04	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,03	0,08	0,03	0,11	0,53	n.n.	n.n.
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	n.n.	0,05	n.n.	0,06	0,18	0,04	n.n.
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,06	0,08	0,05	0,10	0,32	0,05	0,04
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,04	0,06	0,04	0,07	0,20	0,04	0,04
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,2	0,3	0,2	0,3	0,7	0,1	0,1
	- OctaCDD	1,3	1,5	1,4	1,7	1,9	1,0	0,8
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,13	0,18	0,15	0,20	0,82	0,06	0,06
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,05	0,11	0,06	0,17	0,43	0,04	0,03
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,05	0,08	0,04	0,15	0,60	0,03	0,03
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,04	0,09	0,04	0,12	0,23	0,05	0,04
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,04	0,11	0,05	0,14	0,24	0,06	0,05
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,05	0,12	0,05	0,12	0,22	0,06	0,05
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,18	0,29	0,20	0,31	0,50	0,15	0,08
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	n.n.	n.n.	n.n.	0,06	0,10	n.n.	n.n.
	- OctaCDF	0,2	0,3	0,2	0,4	0,6	0,2	0,1
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,08	0,18	0,08	0,24	0,86	0,06	0,05
	I-TEQ max**	0,11	0,19	0,11	0,24	0,87	0,10	0,09
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,10	0,22	0,10	0,29	1,13	0,06	0,05
TE nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,12	0,22	0,12	0,30	1,13	0,11	0,10	
TE nach WHO 06 (PCDD/F)	0,09	0,20	0,09	0,26	1,00	0,05	0,04	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	0,11	0,21	0,11	0,26	1,00	0,10	0,10	
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	6	5	4	6	8	2	2
	PCB 77	58	59	33	75	85	16	19
	PCB 126	7	5	4	10	11	2	1
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	1	1	n.n.	n.n.
	PCB 123	43	37	20	51	42	7	13
	PCB 118	674	585	317	763	488	166	207
	PCB 114	29	19	13	36	22	4	7
	PCB 105	252	231	122	277	291	57	70
	PCB 167	44	32	20	62	61	9	10
	PCB 156	96	69	45	132	109	15	19
	PCB 157	11	17	6	24	20	2	3
	PCB 189	6	5	n.n.	9	11	n.n.	n.n.
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,87	0,65	0,48	1,17	1,28	0,24	0,15
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,89	0,67	0,50	1,17	1,28	0,26	0,17
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,74	0,54	0,42	1,03	1,17	0,21	0,11
TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,80	0,60	0,48	1,03	1,17	0,27	0,17	
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,97	0,87	0,58	1,47	2,40	0,29	0,19
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	1,02	0,89	0,62	1,47	2,41	0,37	0,27
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,83	0,74	0,51	1,29	2,17	0,26	0,15
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,92	0,80	0,59	1,29	2,17	0,37	0,27
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	18,0	13,4	13,6	11,5	24,5	9,8	12,0
	Acenaphthylen	1,2	1,0	0,9	0,9	1,3	0,7	0,8
	Acenaphten	0,8	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	0,7
	Fluoren	4,9	3,8	4,0	3,3	5,4	2,2	2,4
	Phenanthren	56,5	132	40,2	50,5	93,1	22,2	26,9
	Anthracen	2,4	4,7	1,8	2,4	3,8	1,8	2,4
	Fluoranthren	29,0	70,0	26,7	61,7	125	25,2	15,4
	Pyren	21,1	32,3	15,1	38,1	55,1	9,8	9,2
	Benz(a)anthracen	1,9	5,0	2,3	7,4	6,0	0,8	1,6
	Chrysen	3,9	10,7	5,1	13,3	13,2	2,3	3,1
	Benzo(b)fluoranthren	5,6	8,4	4,9	9,4	10,9	2,6	4,5
	Benzo(k)fluoranthren	1,0	2,3	0,9	1,9	3,1	0,6	1,1
	Benzo(a)pyren	0,8	1,8	0,6	1,5	2,0	0,4	0,7
	Dibenz(a,h)anthracen	0,3	0,5	0,4	0,7	0,7	0,2	0,4
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,7	2,1	1,3	2,3	2,3	0,6	1,7
	Benzo(g,h,i)perylene	0,7	1,9	1,2	1,8	2,0	0,5	1,3
	Summe PAH nach EPA 610	149	291	120	208	349	80,3	84,2
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	131	277	106	196	325	70,5	72,2

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2011 (Block 3)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	0,02	0,02	n.n.	0,03	0,26	0,02	n.n.
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,19	0,17	0,08	0,16	2,15	0,05	0,04
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	n.n.	0,08	0,05	0,09	1,13	0,04	0,04
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,33	0,12	0,07	0,11	2,00	0,06	0,05
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,24	0,09	0,05	0,07	1,05	0,04	0,03
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,4	0,5	0,4	0,7	2,9	0,5	0,2
	- OctaCDD	1,1	2,0	1,4	3,1	3,7	2,2	1,4
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,28	0,47	0,24	0,56	3,18	0,21	0,16
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,10	0,24	0,09	0,21	2,71	0,10	0,11
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,11	0,26	0,12	0,27	3,17	0,10	0,07
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,12	0,30	0,16	0,19	1,23	0,14	0,10
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,10	0,25	0,11	0,21	1,53	0,11	0,08
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	n.n.	0,03	n.n.	0,03	0,15	n.n.	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,10	0,15	0,12	0,15	1,14	0,10	0,08
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,20	0,60	0,53	0,34	1,22	0,60	0,40
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	n.n.	0,05	0,04	0,04	0,23	0,07	0,05
	- OctaCDF	0,2	0,5	0,5	0,4	0,7	1,7	1,0
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,31	0,41	0,20	0,41	4,24	0,19	0,12
I-TEQ max**	0,31	0,41	0,22	0,41	4,24	0,19	0,15	
TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,41	0,49	0,23	0,49	5,32	0,21	0,14	
TE nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,41	0,49	0,26	0,49	5,32	0,21	0,16	
TE nach WHO 06 (PCDD/F)	0,38	0,44	0,21	0,43	4,63	0,19	0,13	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	0,38	0,44	0,23	0,43	4,63	0,19	0,15	
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	4	6	2	21	29	2	2
	PCB 77	29	53	23	183	207	19	14
	PCB 126	2	3	2	9	15	2	1
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	2	n.n.	n.n.
	PCB 123	13	14	14	83	92	9	10
	PCB 118	254	391	207	1280	1350	143	131
	PCB 114	4	5	3	42	39	3	5
	PCB 105	88	135	79	623	507	57	42
	PCB 167	14	28	8	58	54	7	6
	PCB 156	38	74	33	152	155	15	15
	PCB 157	4	7	3	22	33	2	3
	PCB 189	n.n.	5	n.n.	17	24	n.n.	n.n.
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,26	0,40	0,25	1,23	1,85	0,23	0,13
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,28	0,42	0,27	1,25	1,85	0,25	0,15
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,22	0,33	0,21	0,99	1,66	0,21	0,11
TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,28	0,39	0,27	1,05	1,66	0,27	0,17	
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,67	0,90	0,49	1,72	7,17	0,44	0,27
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,69	0,92	0,53	1,74	7,17	0,46	0,32
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,60	0,76	0,42	1,42	6,29	0,40	0,23
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,66	0,82	0,51	1,48	6,29	0,46	0,32
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	48,0	56,0	43,1	74,0	110	67,1	65,6
	Acenaphthylen	26,5	25,7	14,2	38,8	121	8,5	9,0
	Acenaphten	95,2	264	59,1	258	383	55,4	28,3
	Fluoren	125	272	101	300	559	92,2	61,4
	Phenanthren	234	501	247	588	1230	199	140
	Anthracen	4,2	10,0	4,5	10,7	23,7	3,9	4,5
	Fluoranthren	103	173	110	321	622	94,3	81,6
	Pyren	57,8	91,0	70,7	211	519	48,8	53,5
	Benz(a)anthracen	7,8	10,3	7,9	68,8	40,7	3,1	14,4
	Chrysen	14,5	23,1	16,1	96,3	69,1	7,4	20,8
	Benzo(b)fluoranthren	10,9	13,8	13,4	16,7	34,8	6,1	15,6
	Benzo(k)fluoranthren	2,9	4,1	3,8	4,2	9,9	2,1	5,0
	Benzo(a)pyren	2,9	3,4	4,4	2,9	5,4	2,0	3,8
	Dibenz(a,h)anthracen	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4	0,2
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,4	3,3	2,8	5,8	4,4	2,3	2,7
	Benzo(g,h,i)perylene	1,6	2,8	2,7	5,1	3,9	1,8	2,2
	Summe PAH nach EPA 610	736	1454	701	2002	3737	594	509
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	688	1398	658	1928	3627	527	443

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2011 (Block 4)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	0,05	0,06	0,03	0,11	0,20	0,03	0,03
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,26	0,34	0,30	0,36	0,47	0,12	0,16
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,10	0,21	0,16	0,14	0,21	0,11	0,09
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,26	0,33	0,32	0,20	0,29	0,21	0,18
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,17	0,29	0,26	0,17	0,25	0,16	0,12
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	1,5	1,8	1,4	1,1	1,6	1,5	1,5
	- OctaCDD	5,0	3,9	4,9	2,6	3,8	3,5	3,7
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,47	0,56	0,58	1,15	0,83	0,52	0,35
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,18	0,32	0,30	0,53	0,40	0,18	0,21
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,22	0,37	0,38	0,55	0,53	0,26	0,24
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,27	0,34	0,30	0,29	0,31	0,19	0,15
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,26	0,35	0,22	0,31	0,25	0,16	0,16
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	n.n.	n.n.
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,18	0,22	0,19	0,22	0,21	0,13	0,16
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	1,90	0,78	2,02	0,70	0,65	0,53	0,60
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,13	0,09	0,13	0,09	0,07	0,07	0,07
	- OctaCDF	1,6	0,6	1,3	0,4	0,5	0,4	0,5
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,51	0,70	0,63	0,87	0,99	0,40	0,39
I-TEQ max**	0,51	0,70	0,63	0,87	0,99	0,40	0,39	
TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,64	0,86	0,78	1,04	1,22	0,46	0,46	
TE nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,64	0,86	0,78	1,04	1,22	0,46	0,47	
TE nach WHO 06 (PCDD/F)	0,59	0,78	0,70	0,92	1,10	0,40	0,41	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	0,59	0,78	0,70	0,92	1,10	0,41	0,42	
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	1	2	1	5	2	n.n.	1
	PCB 77	14	19	17	51	21	10	10
	PCB 126	3	4	3	6	5	2	1
	PCB 169	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	PCB 123	13	15	12	24	22	5	7
	PCB 118	330	384	320	704	566	126	163
	PCB 114	7	8	6	13	11	3	4
	PCB 105	161	154	123	282	230	46	65
	PCB 167	32	43	38	69	67	14	18
	PCB 156	70	80	73	113	135	29	35
	PCB 157	10	13	12	16	13	2	4
	PCB 189	7	8	8	13	11	8	7
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,40	0,51	0,39	0,78	0,67	0,24	0,15
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,42	0,53	0,41	0,80	0,69	0,26	0,17
TE nach WHO 06 (PCB)	0,32	0,42	0,32	0,64	0,53	0,21	0,11	
TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,38	0,48	0,38	0,70	0,59	0,27	0,17	
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	1,02	1,32	0,81	1,82	2,28	0,63	0,56
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	1,04	1,34	0,83	1,85	2,30	0,65	0,58
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,89	1,14	0,70	1,61	1,99	0,56	0,48
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,95	1,21	0,76	1,67	2,05	0,62	0,54
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	15,1	7,1	11,8	9,4	9,4	10,2	36,2
	Acenaphthylen	0,5	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	1,3
	Acenaphten	0,8	1,4	1,0	1,2	0,7	0,5	1,0
	Fluoren	3,7	3,8	4,3	5,6	5,1	3,7	5,2
	Phenanthren	39,8	39,2	45,9	76,0	57	33	28
	Anthracen	3,2	3,4	4,3	8,1	6,1	3,5	3,1
	Fluoranthren	31,0	30,6	22,5	86,4	51	25	40
	Pyren	37,6	48,2	34,2	118	67	36	29,3
	Benz(a)anthracen	12,1	18,0	13,2	41,4	14,1	11,0	9,6
	Chrysen	30,1	39,0	35,2	65,0	34,0	27,3	25,3
	Benzo(b)fluoranthren	19,0	20,4	21,4	39,6	19,8	15,8	12,2
	Benzo(k)fluoranthren	6,0	6,6	6,8	12,1	5,8	4,5	3,4
	Benzo(a)pyren	4,9	5,0	5,2	8,4	4,7	4,1	2,9
	Dibenz(a,h)anthracen	0,5	0,4	0,6	0,9	0,4	0,3	0,2
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	5,6	5,7	6,9	10,1	4,6	5,5	3,8
	Benzo(g,h,i)perylene	2,9	2,5	4,9	6,2	2,3	1,6	1,5
	Summe PAH nach EPA 610	213	232	219	489	282	182	203
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	198	225	207	480	273	172	167



Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2011 (Block 4)

Stationen		1	2	3	4	5	6	7
Hologensummen [ng/kg TS]	Summe TetraCDD	7,7	9,2	7,7	11,8	35,2	4,6	4,2
	Summe PentaCDD	5,5	8,4	6,3	9,0	10,4	2,5	3,3
	Summe HexaCDD	4,4	7,1	6,9	4,6	7,4	3,9	3,1
	Summe HeptaCDD	3,0	3,6	3,0	2,5	3,3	3,5	3,2
	OctaCDD	5,0	3,9	4,9	2,6	3,8	3,5	3,7
	Summe TetraCDF	15,3	18,2	18,7	36,7	26,5	14,9	10,9
	Summe PentaCDF	6,5	11,0	10,5	16,2	15,2	7,6	7,0
	Summe HexaCDF	3,5	4,2	3,8	4,5	4,0	2,7	3,0
	Summe HeptaCDF	2,3	1,1	2,7	1,0	1,0	0,7	0,9
	OctaCDF	1,6	0,6	1,3	0,4	0,5	0,4	0,5
	Summe PCDD	25,6	32,2	28,8	30,5	60,1	18,0	17,5
	Summe PCDF	29,2	35,1	37,0	58,8	47,2	26,3	22,3
	TE nach BGA	0,74	0,98	0,89	1,32	1,56	0,60	0,54



8.1 TE nach WHO 06 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,11	0,02	18	0,38	0,07	16,3	0,59	0,10
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,21	0,03	17,5	0,44	0,08	16,1	0,78	0,13
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,11	0,02	19,8	0,23	0,05	15,6	0,70	0,11
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	0,26	0,05	18,2	0,43	0,08	15,5	0,92	0,14
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	1,00	0,15	15,2	4,63	0,70	15,2	1,10	0,17
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,05	0,01	17,3	0,19	0,03	14,7	0,41	0,06
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,04	0,01	19	0,15	0,03	15,1	0,42	0,07
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,25	0003	23,7	0,27	0,07

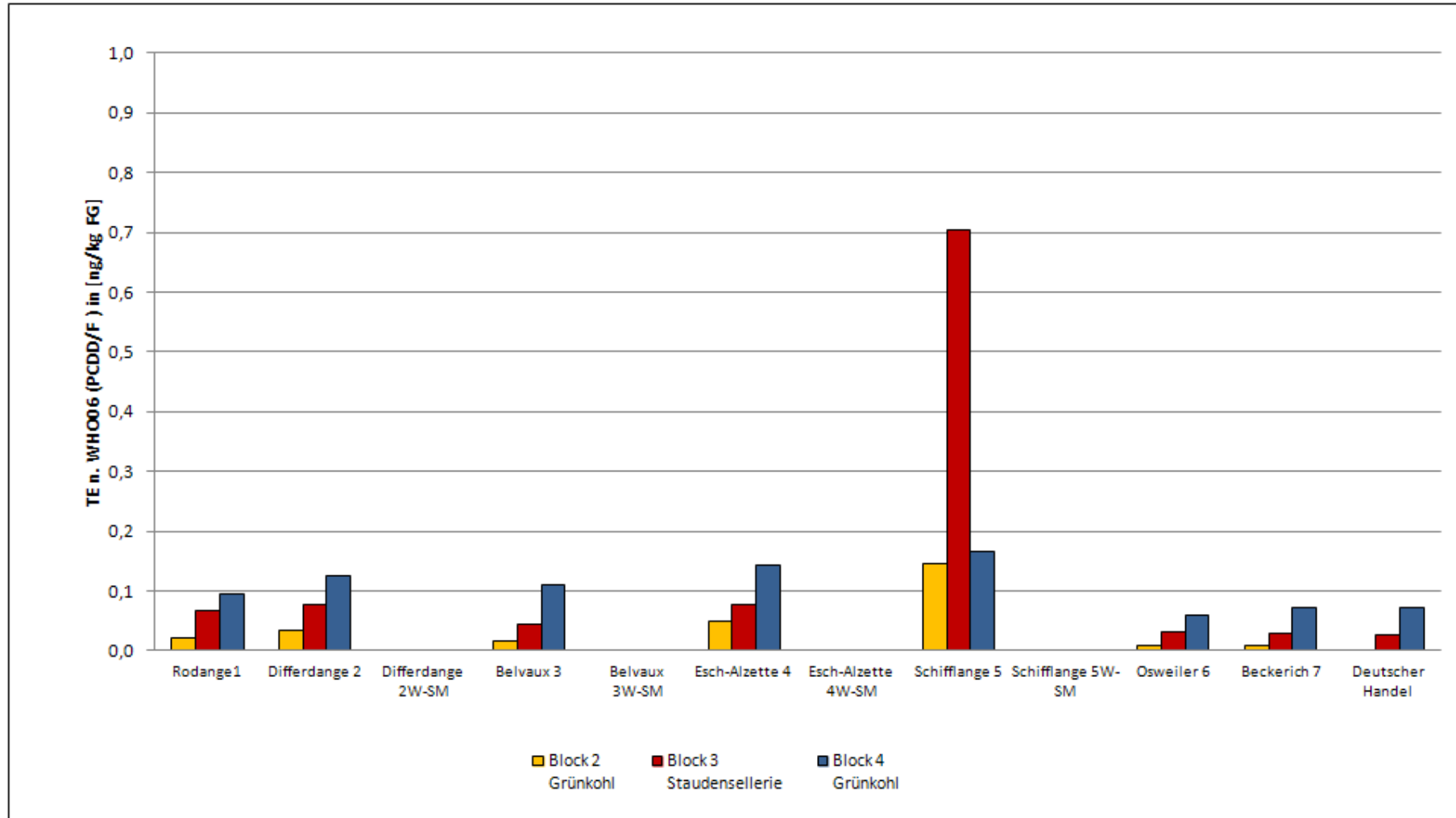


Abb. 21: PCDD/F (06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen



8.2 TE nach WHO 06 (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,80	0,15	18	0,28	0,05	16,3	0,38	0,06
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,60	0,10	17,5	0,39	0,07	16,1	0,48	0,08
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,48	0,07	19,8	0,27	0,05	15,6	0,38	0,06
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	1,03	0,19	18,2	1,05	,19	15,5	0,70	0,11
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	1,17	0,17	15,2	1,66	0,25	15,2	0,59	0,09
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,27	0,05	17,3	0,27	0,05	14,7	0,27	0,04
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,17	0,03	19	0,17	0,03	15,1	0,17	0,03
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,28	0,03	23,7	0,18	0,04

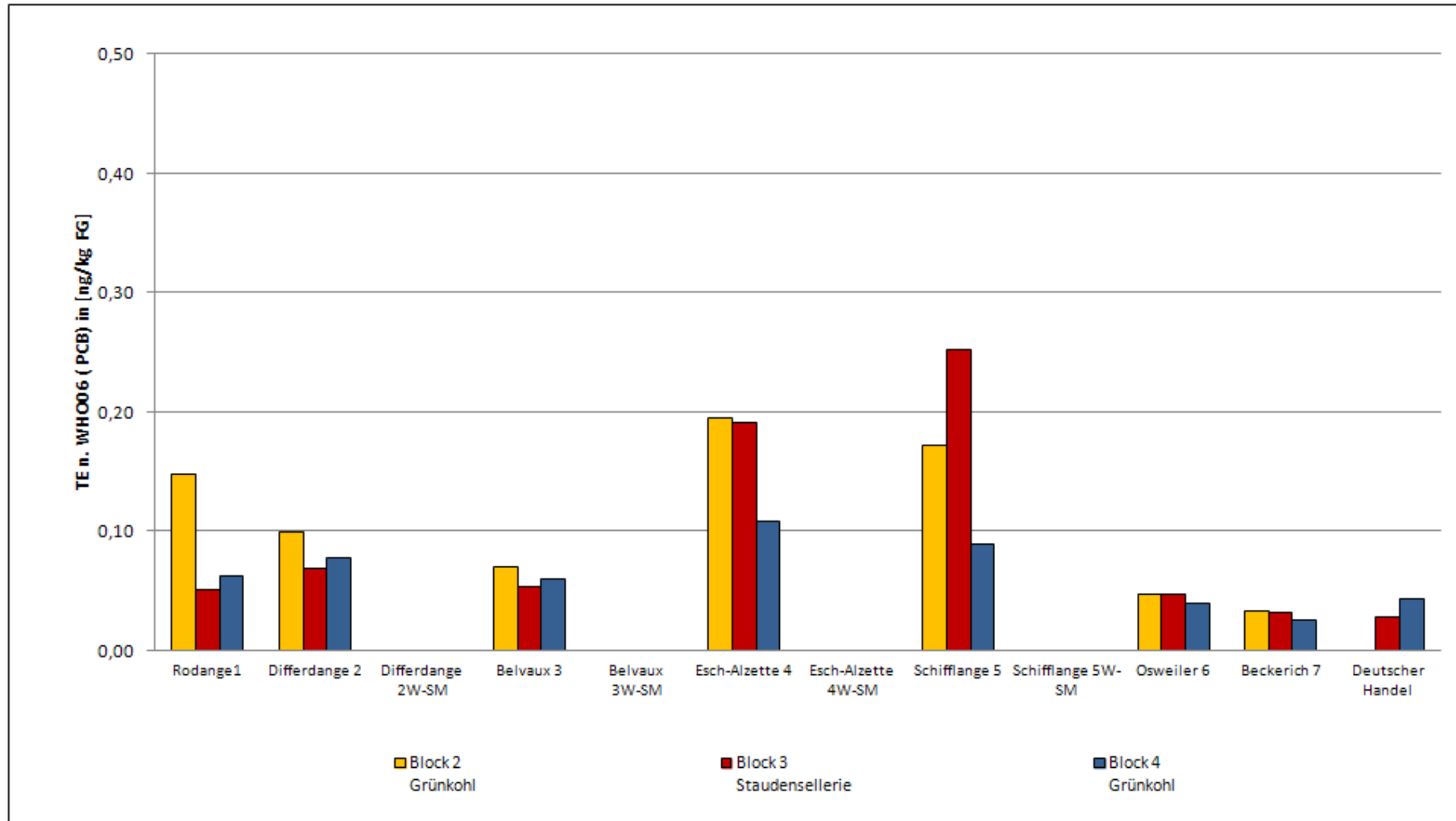


Abb. 22: PCB (06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen



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

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		24.05.11 – 19.07.11			19.07.11 – 14.09.11			06.10.11 – 07.12.11		
		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	18,5	0,92	0,17	18	0,66	0,12	16,3	0,95	0,15
2	Differdange - Cité Henri Grey	16,5	0,80	0,13	17,5	0,82	0,14	16,1	1,21	0,19
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey									
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	14,6	0,59	0,09	19,8	0,51	0,10	15,6	0,76	0,12
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité									
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	18,9	1,29	0,24	18,2	1,48	0,27	15,5	1,67	0,26
4W-SM	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"									
5	Schifflange - Cité Um Benn	14,7	2,17	0,32	15,2	6,29	0,96	15,2	2,05	0,31
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn									
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	17,6	0,26	0,05	17,3	0,46	0,08	14,7	0,62	0,09
7	Beckerich - Rue de Diekirch	19,2	0,15	0,03	19	0,32	0,06	15,1	0,54	0,08
	Probe aus deutschem Handel	-	-	-	10,2	0,53	0,05	23,7	0,63	0,15

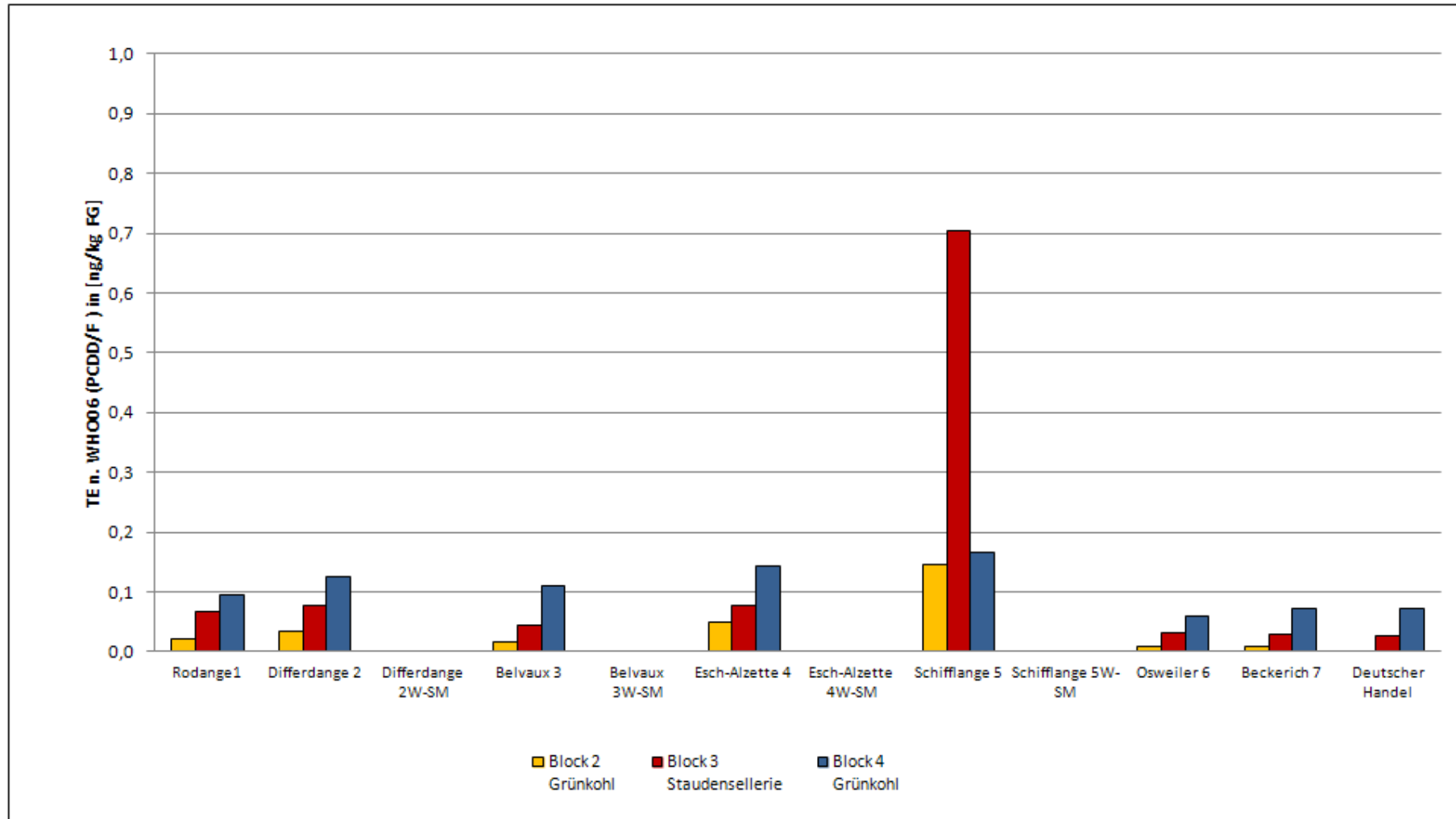


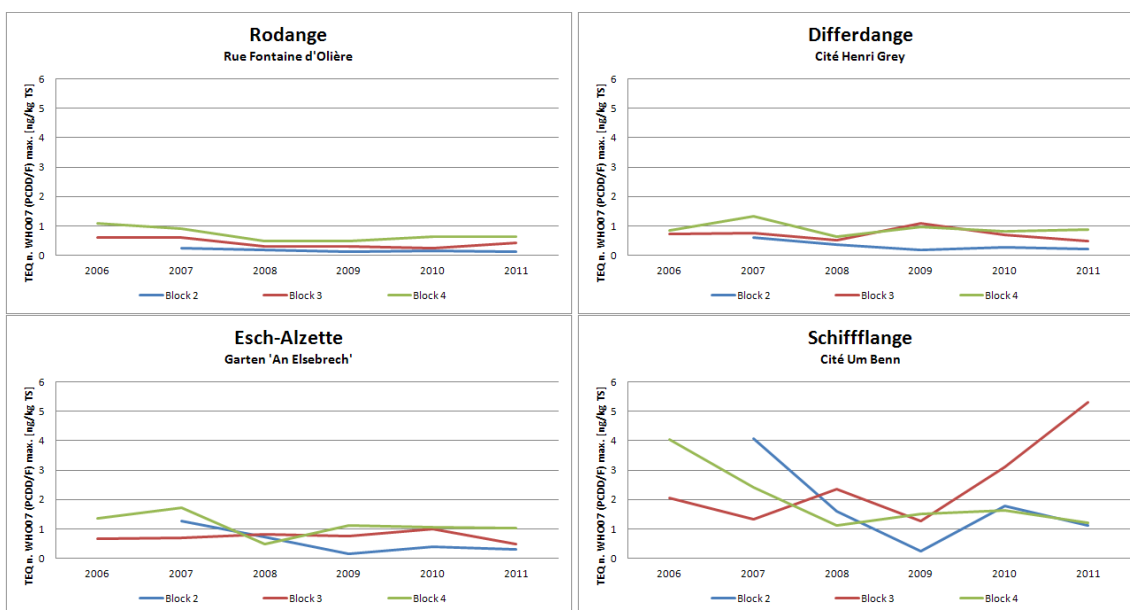
Abb. 23: PCDD/F + PCB (06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

8.4 Verlauf der Schadstoffgehalte 2006 – 2011

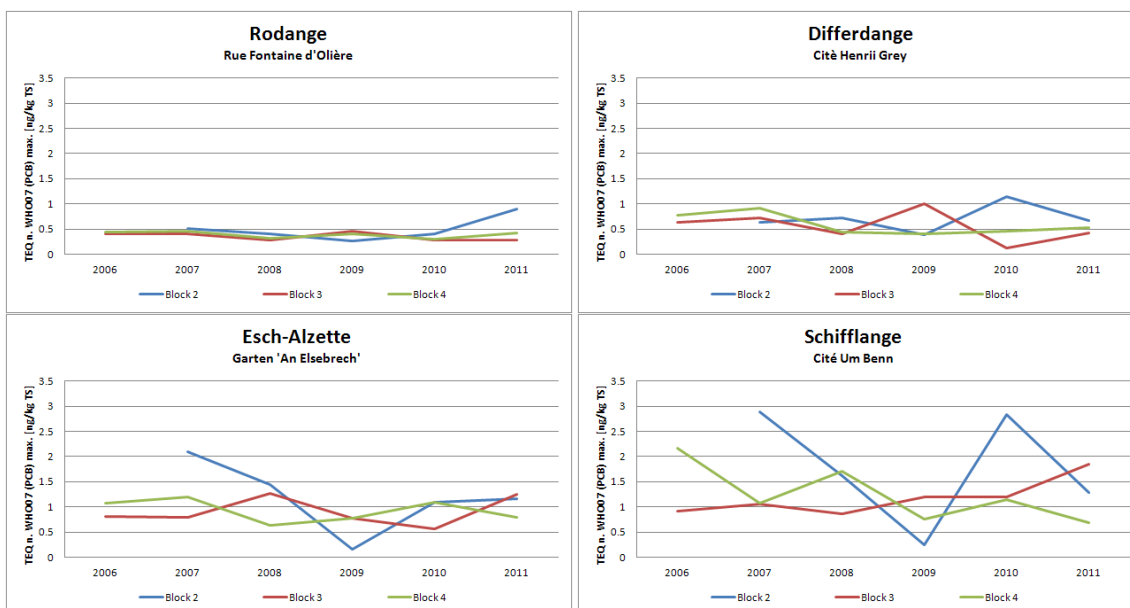
8.4.1 Organische Schadstoffe

Angaben jeweils bezogen auf die Trockensubstanz

TEQ n. WHO 97 (PCDD/F) max.

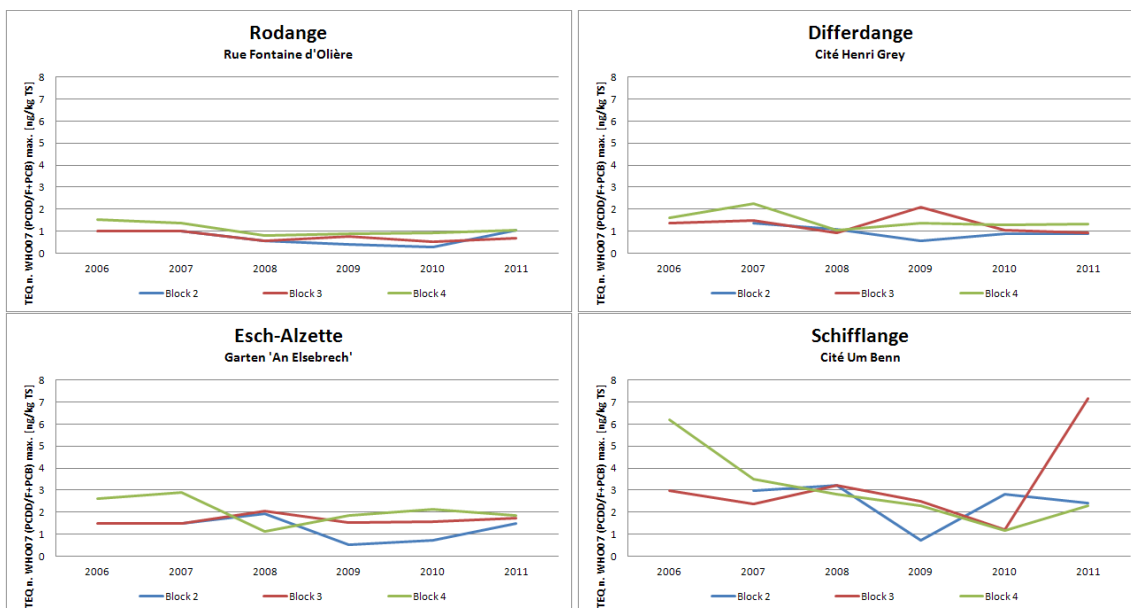


TEQ n. WHO 97 (PCB) max.

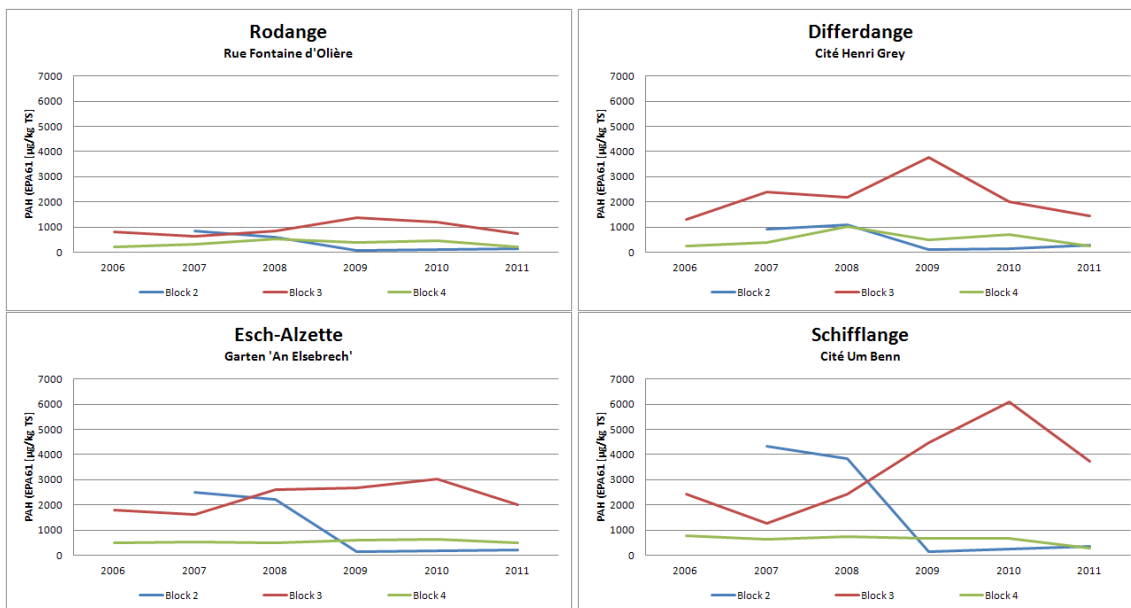




TEQ n. WHO 97 (PCDD/F + PCB)max.

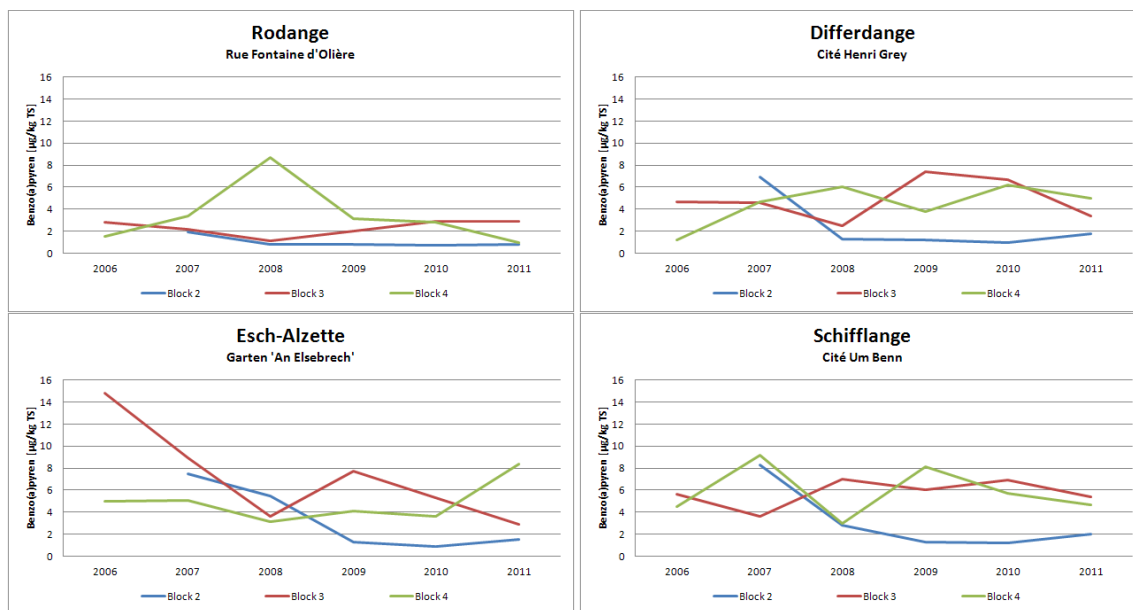


PAH-SUMME (EPA 610)



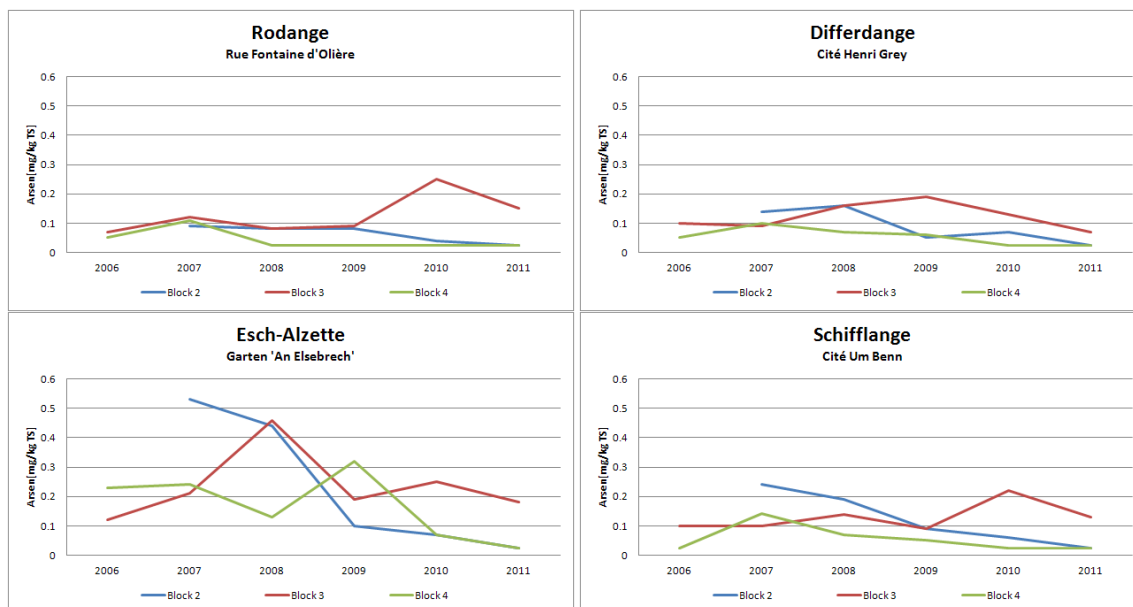


Benzo(a)pyren



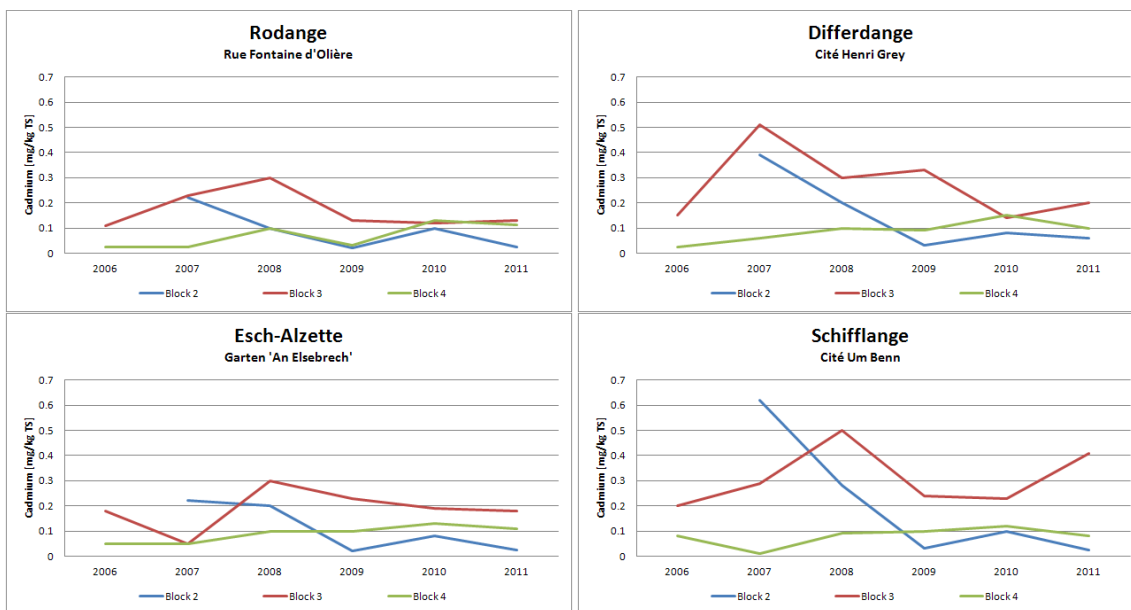
8.4.2 Anorganische Schadstoffe

Arsen

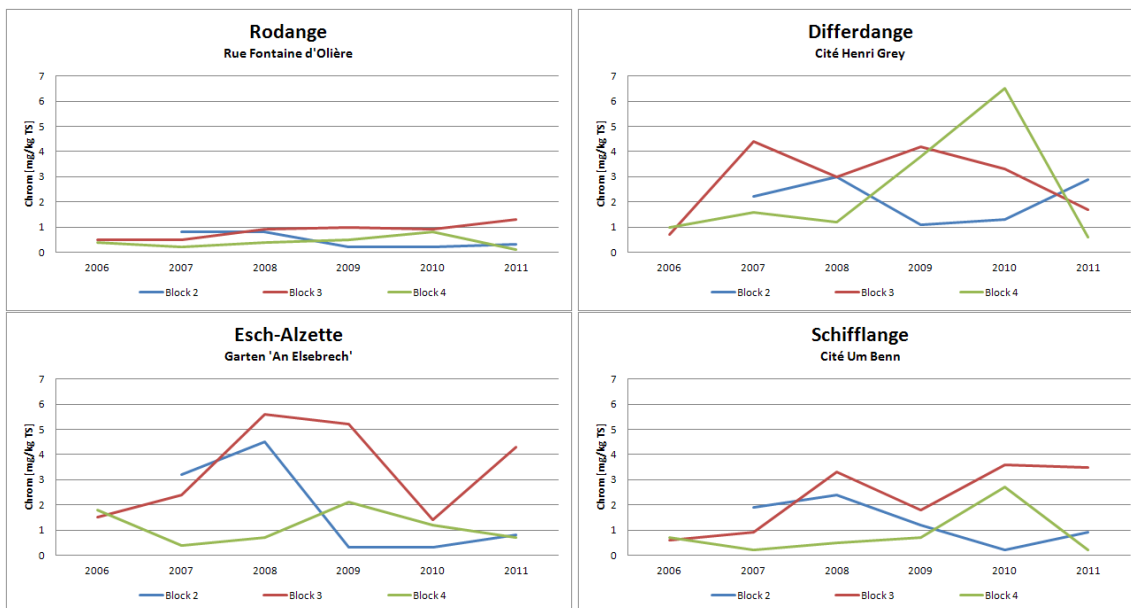




Cadmium

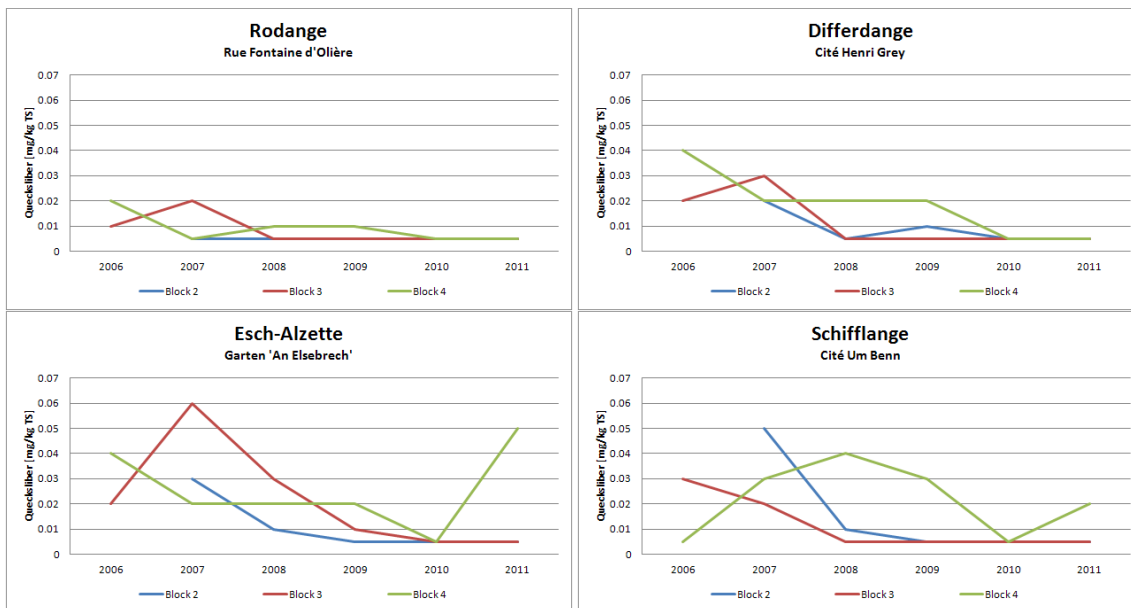


Chrom

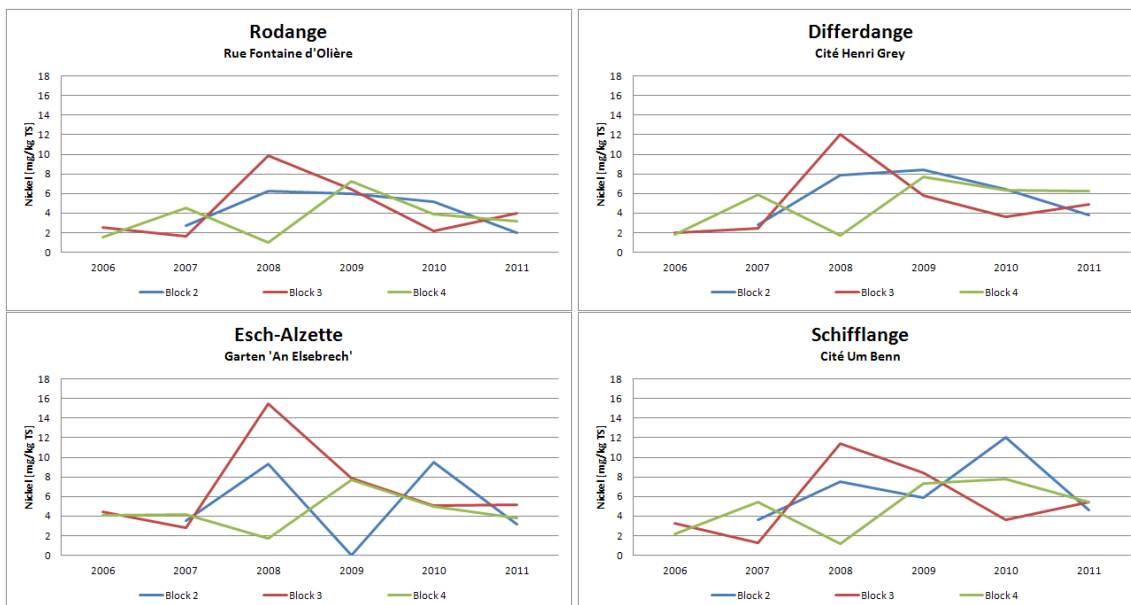




Quecksilber

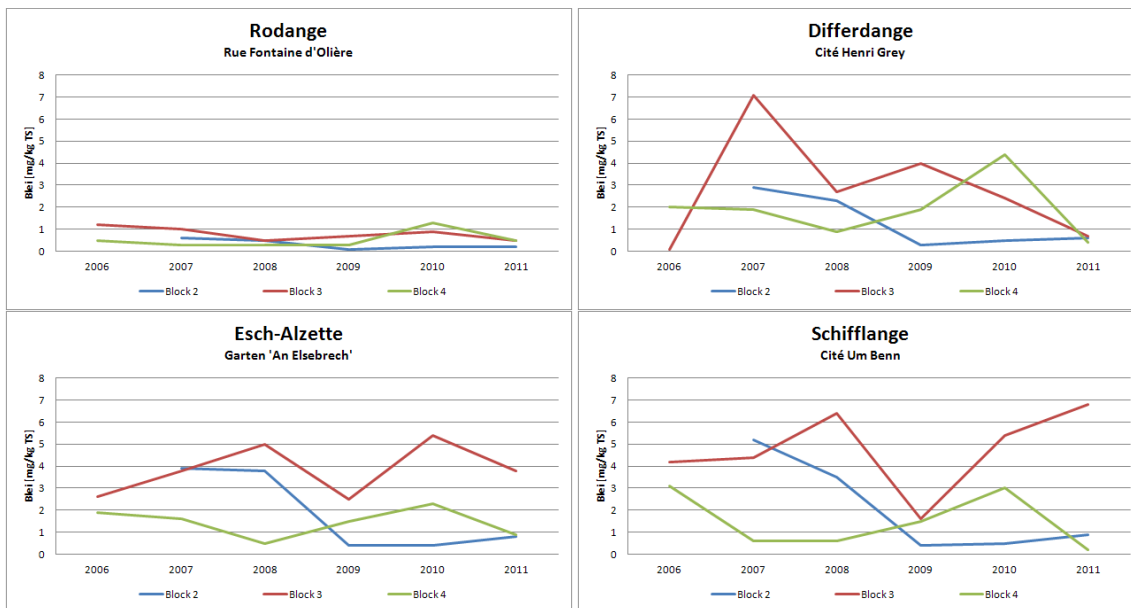


Nickel

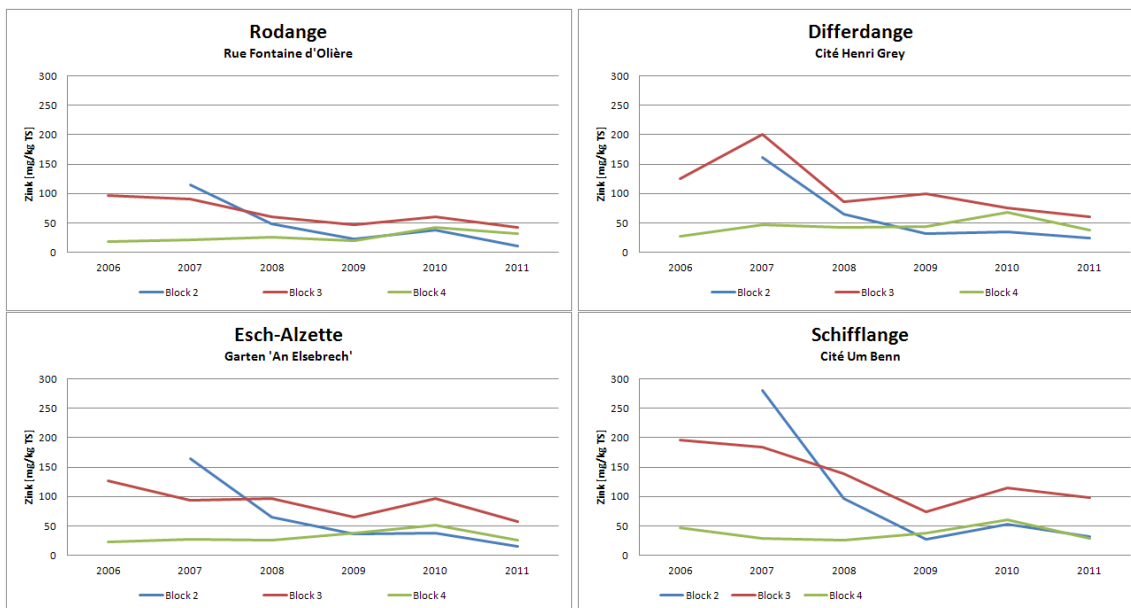




Blei



Zink





Molybdän

