



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Biomonitoring von Luftschadstoffen in Luxembourg im Jahr 2015

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

Auftraggeber: Administration de l'Environnement
Division Air / Brut
1, avenue du Rock'n Roll
L-4361 Esch-sur-Alzette

Bericht-Nr.: 2385310

Datum: 18.12.2017

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/

Art der Messung: Immissions-Wirkungserhebungen mit
Staudensellerie und Grünkohl

Dokument:
2385310-Biomonitoring
Luxembourg 2015-
ENDFASSUNG.docx

Bericht Nr. 2385310

Zeitraum der Messungen: Mai – Dezember 2015

Das Dokument besteht aus
73 Seiten.
Seite 1 von 73

Fachlich Verantwortlicher: Dipl.-Biol. Walter Maier

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

Sachbearbeiter:

Telefon-Durchwahl: (07 11) 70 05 – 420
Telefax-Durchwahl: (07 11) 70 05 – 492
e-mail: walter.maier@tuev-sued.de

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
UST-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuev-sued.de/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vors.)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

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

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

Inhaltsverzeichnis

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.....	8
2.1.4 Wasser	8
2.1.5 Expositionsvorrichtung.....	8
2.2 Anzucht	8
2.2.1 Anzucht und Kulturführung.....	8
2.2.2 Düngung	9
2.3 Exposition.....	9
2.3.1 Probendefinition.....	9
2.3.2 Probenahme	9
3. BEWERTUNGSKRITERIEN	10
4. ERGEBNISSE.....	14
4.1 Aluminium.....	14
4.2 Arsen	16
4.3 Blei	18
4.4 Cadmium	20
4.5 Chrom.....	22
4.6 Quecksilber.....	24
4.7 Nickel	26
4.8 Molybdän	28
4.9 Zink.....	30
4.10 Eisen	32
4.11 Calcium.....	34
4.12 Benzo(a)pyren	36
4.13 PAH4	38
4.14 PAH-Summe (EPA610)	40



Industrie Service

4.15	PCDD/F (TE nach WHO 97).....	42
4.16	PCB (TE nach WHO 97).....	44
4.17	PCDD/F + PCB (TE nach WHO 97)	46
5.	PCDD/F-HOMOLOGENVERTEILUNG IN GRÜNKOHL (BLOCK 4).....	48
6.	ABWASCHBARKEIT DER STOFFE	49
7.	BELASTUNGSUNTERSCHIEDE IM MESSNETZ	51
8.	ANLAGEN	54
Tabelle A1: PAH in exponierten Grünkohlpflanzen aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (Konzentrationsangaben in µg/kg TS)		54
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)		55
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2015 (Block 2)		56
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2015 (Block 3)		57
Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2015 (Block 4)		58
Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2015 (Block 4)		59
Anhang 8.1	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	60
Anhang 8.2	TE nach WHO 06 (PCB)	62
Anhang 8.3	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	64
Anhang 8.4	Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2015	66

1. Einführung und Aufgabenstellung

Im Auftrag der Administration de l'Enviroment führte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Jahr 2015 die Kampagnen 2, 3 und 4 des Biomonitoringprogrammes in Luxembourg durch. In standardisiert ausgebrachten Topfkulturen von Grünkohl in Block 2 und 4 sowie 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 polychlorierte 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 (Kunststoffwannen) erfolgt, sind die nach der Exposition chemisch analysierten Schadstoffgehalte ausschließlich auf den Eintrag der Schadstoffe über den Luftpfad, also die aktuell vorhandene Luftverschmutzung, zurückzuführen. 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 insgesamt 7 verschiedenen Standorten in Luxembourg durchgeführt (Abb. 1). Dabei wurden sowohl Bereiche mit überwiegend industrieller Nutzung als auch Standorte im ländlichen Raum berücksichtigt. Die nachfolgende Abbildung 1 gibt die ungefähre Lage der Messstationen auf dem Staatsgebiet von Luxembourg wieder. Die Tabelle 1 auf Seite 6 beinhaltet nähere Angaben zur Lage, zur umgebenden Nutzung und zum 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.

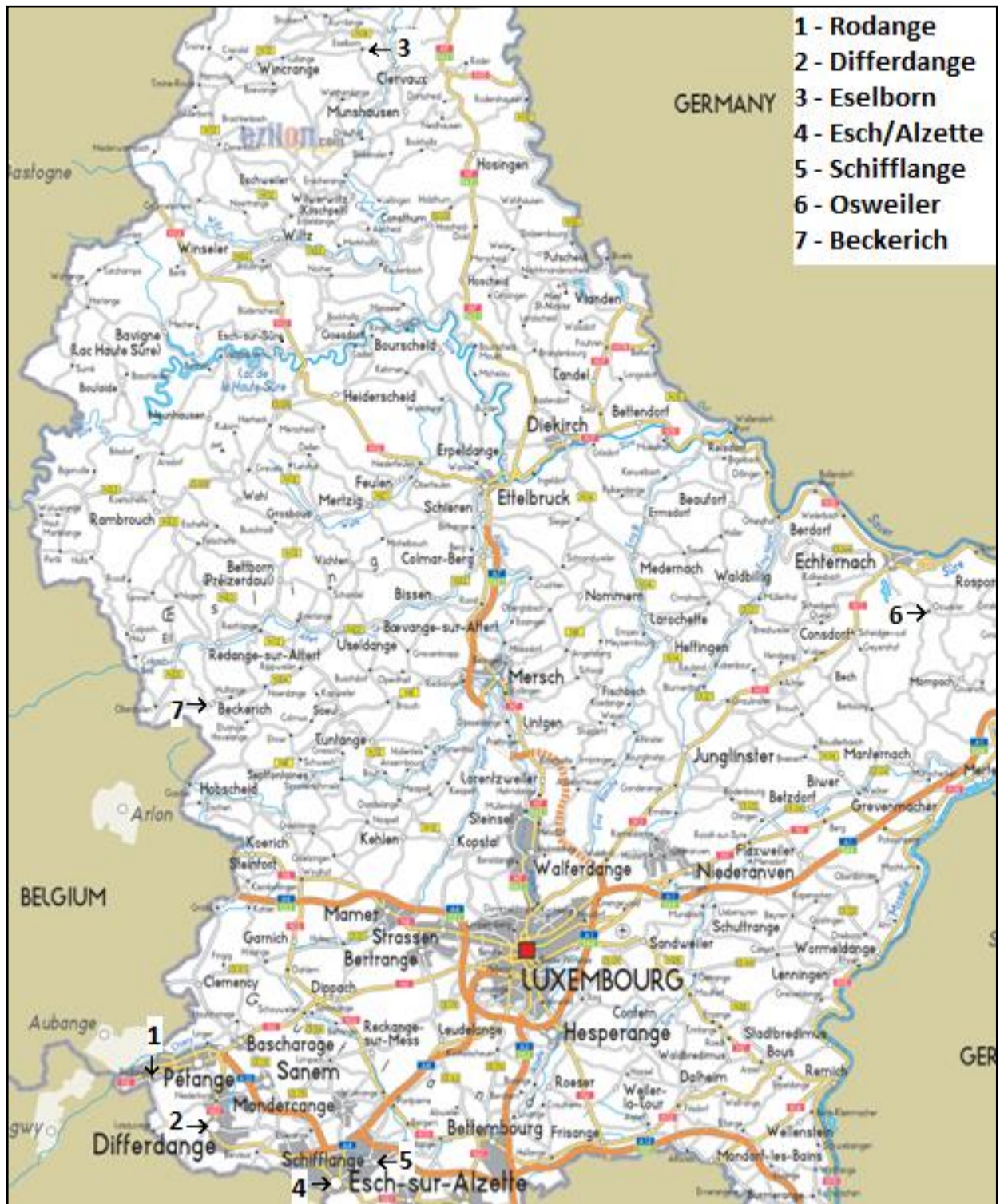


Abb. 1: Biomonitoring-Messnetz Luxemburg – ungefähre Lage der Messstellen

Tabelle 1: Messstationen und Analysenparameter

Nr.	Standort	Nutzung	PCDD/F + PCB			PAH			Metalle		
			Block 2	Block 3	Block 4	Block 2	Block 3	Block 4	Block 2	Block 3	Block 4
			Grünkohl	Sellerie	Grünkohl	Grünkohl	Sellerie	Grünkohl	Grünkohl	Sellerie	Grünkohl
1	Rodange (Rue Fontaine d'Olière)	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	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	ländlich - industriell	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 = ungewaschene Probe, Analyse auf organische Schadstoffe und Schwermetalle

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“.



Foto 1: Exposition von Staudensellerie

2.1 Materialien

2.1.1 Saatgut / Sorte

- Staudensellerie „Rumba“
- Grünkohl „Winnetou“

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

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

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
- Je zwei Saugdochte aus Glasfaser ($\varnothing$ 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 ($\varnothing$ 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 Düngerlösung, 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):	02.06.2015 – 27.07.2015
Expositionszeitraum Block 3 (Sellerie):	27.07.2015 – 21.09.2015
Expositionszeitraum Block 4 (Grünkohl):	06.10.2015 – 09.12.2015

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 Probe und 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 Lebens- und Futtermitteln 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.
zuletzt geändert durch: Verordnung (EU) 2017/1237 der Kommission vom 7. Juli 2017
- Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 07. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung
Zuletzt geändert durch: Verordnung (EU) 2017/2229 der Kommission vom 4. Dezember 2017
- Empfehlung 2013/711/EU der Kommission vom 3. Dezember 2013 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln
Geändert durch Empfehlung der Kommission vom 11. September 2014 zur Änderung des Anhangs der Empfehlung 2013/711/EU zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln.

Als nationale Bewertungskriterien werden bezüglich Quecksilber das „Großherzogliche Reglement vom 11. Dezember 1991“ sowie folgende Orientierungswerte des Staatlichen Umweltamtes Luxemburg berücksichtigt:

- Orientierungswerte für Dioxinen und Furanen und dioxinähnlichen PCB
- Orientierungswert / Vorsorgewert für Molybdän

- Orientierungswerte für Chrom und Nickel, abgeleitet auf Basis von TDI-Werten

	Chrom ¹⁾	Nickel ²⁾
Tolerable daily intake (EFSA)	300 µg/kg KG*d	2,8 µg/kg KG*d
Vorbelastung über Nahrungskorb	23,1 µg/kg KG*d	2,5 µg/kg KG*d
Max. Gehalte für einen täglichen Verzehr von 250 g selbst angebautem Gemüse	77 µg/kg FG entsprechend 277 µg/kg KG*d	4,5 µg/g FG entsprechend 2,4 µg/kg KG*d ³⁾

- 1) Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water (EFSA Journal 2014;12(3):3595)
- 2) Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water (EFSA Journal 2015;13(2):4002)
- 3) Die rechnerische Ableitung berücksichtigt TDI sowie Vorbelastung gemäß EFSA, Verzehr von 250 g Blattgemüse pro Tag, Person mit 70 kg Körpergewicht, bei Nickel: 15 % Resorption. Die Orientierungswerte sind rein rechnerisch bestimmt.

Orientierend können zusätzlich herangezogen werden:

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

Ergänzend wird auf Ergebnisse von Bioindikatoruntersuchungen des TÜV SÜD in unterschiedlich belasteten Gebieten verwiesen (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 für anorganische Schadstoffe

		Bezug	anorganische Schadstoff										
			mg/kg										
			As	Pb	Cd	Cr	Hg	Ni	Mo	Al	Zn	Fe	Ca
Lebensmittelüberwachung	EU 1881/2006 - Gemüse, allgemein - Blattkohl, Blattgemüse - Blattkohl, Stangensellerie	FG		0,10 0,30	0,05 0,20								
	Orientierungswert in Anlehnung an EU 1881/2006 – EU 2015/1006 (Reisprodukte < 15 % Wassergehalt)	TS	0,25										
	Großherzogliches Reglement vom 11. Dezember 1991	FG					0,03						
	Staatliches Umweltamt Luxembourg -Orientierungswert (auf Basis TDI) -Vorsorgewert	FG				77		4,5	10				
	ZEBS / BGA (Orientierungswerte) - Blattgemüse - Grünkohl	FG	0,2	0,8 2,0	0,10		0,05						
Futter- mittel- überwa- chung	EU 32/2002, Alleinfuttermittel	TS	2	5	0,5		0,1						
Vergleichswerte	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	< 25	32 <40	<100	<30.000
	Max. Normalgehalt in Pflanzen	TS	1,5	5,0	1,0	1,0	0,2	1,0	0,3	150	150	150	50.000

Tabelle 2: Bewertungskriterien

		Bezug	organische Schadstoff					
			µg/kg			ng TE / kg		
			BaP	PAH4	PAH-Summe (EPA)	PCDD/PCDF	PCB	PCDD/F +PCB
Lebensmittel- überwachung	Orientierungswert in Anlehnung an EU 1881/2006 (pflanzl. Produkte < 15 % Wassergehalt)	TG	2	20				
	EU 711/2013 Empfehlung Auslösewerte Obst/Gemüse	FG				0,3	0,1	
	Staatliches Umweltamt Luxembourg -Vorsorgewert -Interventionswert	TS						3 10
Futtermittel- überwachung	EU 32/2002, Futtermittel-Ausgangserzeugnis pflanzlichen Ursprungs / Mischfuttermittel) bezogen auf 12% Feuchte	TS*)				0,75 / 0,75		1,25 / 1,5
Vergleichs- werte	Grünkohl: - Kontrollpflanzen (gefilt. Luft) - Hintergrund (ländlicher Bereich) - städtisch - industriell	TS	2,0 <10 <20 <40		170 <1000 <2000 <3000	0,4 <1,0 <2,0 <5,0		

4. Ergebnisse

4.1 Aluminium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 – 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	18,0	3,60	15,9	67	10,65	16,1	17	2,74
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	38,0	4,75	11,9	118	14,04	13,7	108	14,80
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	24,0	3,36	11,3	73	8,25	13,3	48	6,38
3	Eselborn – Rue de Lorentzweiler	12,8	118,0	15,10	10,4	167	17,37	17,7	63	11,15
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	30,0	6,18	16,0	66	10,56	15,7	41	6,44
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	17,0	3,54	15,4	66	10,16	15,5	20	3,10
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	16,0	3,12	13,6	54	7,34	16,2	18	2,92
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	9,1	1,76	13,9	36	5,00	16,3	12	1,96
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	14,0	2,77	13,0	36	4,68	18,6	45	8,37
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	11,0	1,98	11,5	50	5,75	18,0	16	2,88
	Probe aus deutschem Handel				12,3	36	4,43	16,5	18	2,97

Grünkohl - Hintergrundwert

25 mg/kg TS

Normalgehalt in Pflanzen

150 mg/kg TS

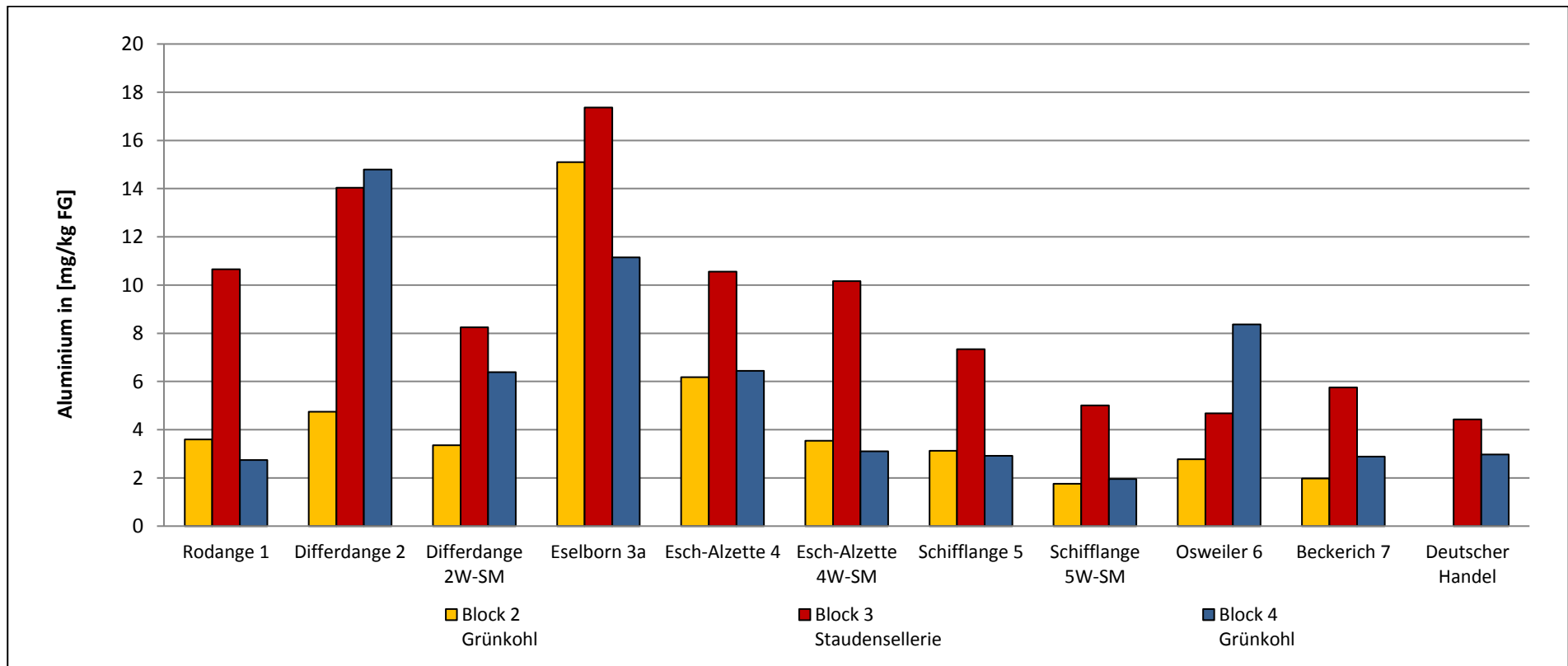


Abb. 2: Aluminium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.2 Arsen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,13	0,026	15,9	0,05	0,008	16,1	0,05	0,008
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,12	0,015	11,9	0,07	0,008	13,7	0,05	0,007
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	0,12	0,017	11,3	0,05	0,006	13,3	0,05	0,007
3	Eselborn – Rue de Lorentzweiler	12,8	0,11	0,014	10,4	0,05	0,005	17,7	0,05	0,009
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,16	0,033	16,0	0,10	0,016	15,7	0,13	0,020
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	0,16	0,033	15,4	0,08	0,012	15,5	0,09	0,014
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,10	0,020	13,6	0,05	0,007	16,2	0,05	0,008
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	0,10	0,019	13,9	0,05	0,007	16,3	0,05	0,008
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,12	0,024	13,0	0,05	0,007	18,6	0,05	0,009
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,12	0,022	11,5	0,05	0,006	18,0	0,05	0,009
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,05	0,006	16,5	0,05	0,008

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

EU 1881/2006 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg 0,25 mg/kg TS

EU 32/2002 Alleinfuttermittel 2 mg/kg TS

Grünkohl - Hintergrundwert 0,2 mg/kg TS

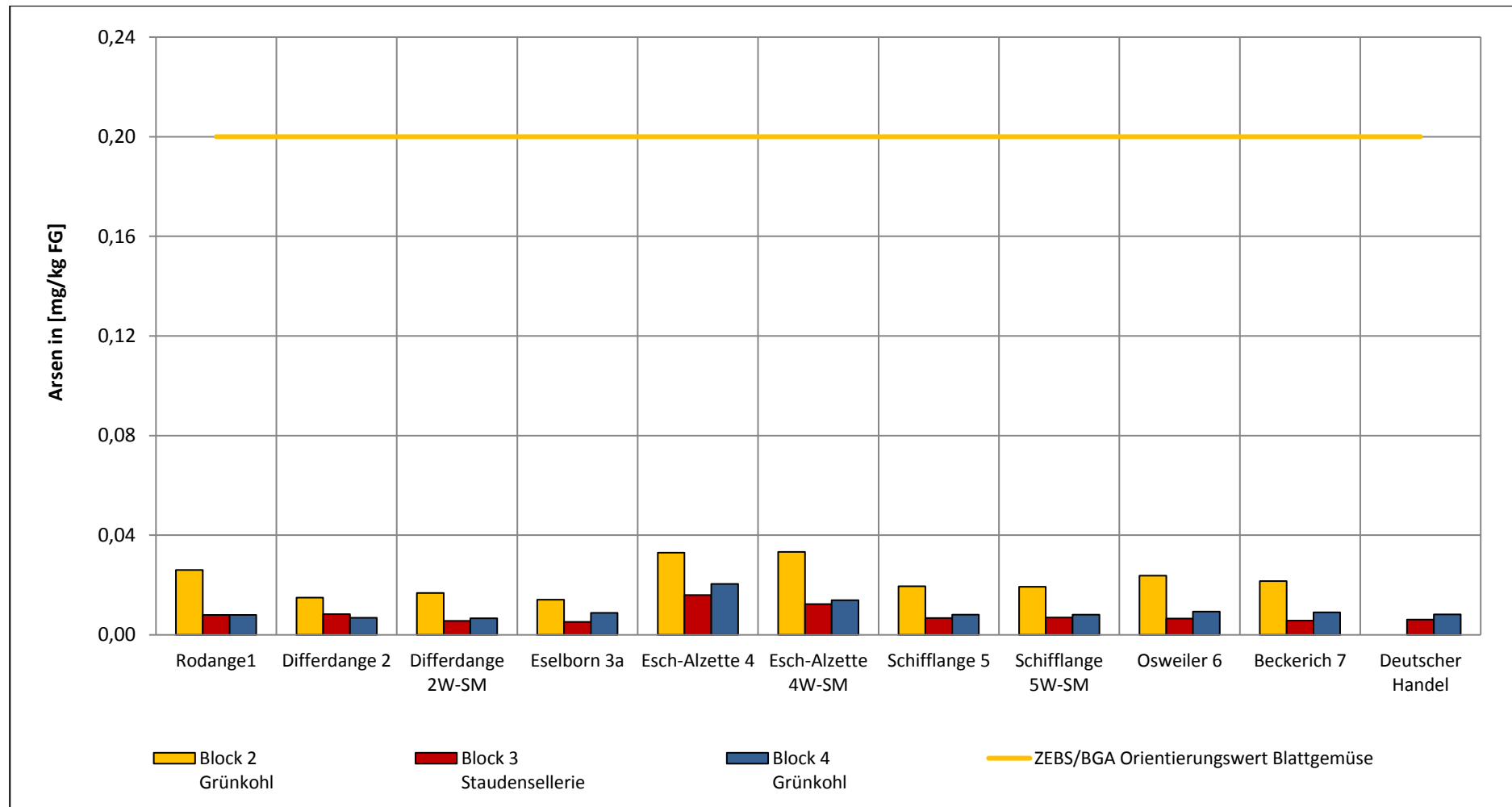


Abb. 3: Arsen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.3 Blei

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,09	0,018	15,9	0,32	0,051	16,1	0,17	0,027
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,41	0,051	11,9	1,59	0,189	13,7	1,46	0,200
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	0,34	0,048	11,3	1,15	0,130	13,3	0,87	0,116
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	0,92	0,118	10,4	0,97	0,101	17,7	0,38	0,067
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,76	0,157	16,0	1,86	0,298	15,7	1,66	0,261
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	0,51	0,106	15,4	1,41	0,217	15,5	0,97	0,150
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,22	0,043	13,6	0,67	0,091	16,2	1,08	0,175
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	0,18	0,035	13,9	0,55	0,076	16,3	0,78	0,127
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,08	0,016	13,0	0,55	0,072	18,6	0,30	0,056
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,09	0,016	11,5	0,30	0,035	18,0	0,13	0,023
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,26	0,032	16,5	0,12	0,020

EU 1881/2006 Höchstwert Blattkohl 0,3 mg/kg FG

EU 1881/2006 Höchstwert Gemüse (allgemein) 0,1 mg/kg FG

Grünkohl Hintergrundwert 0,5 mg/kg TS

EU 1275/2013 Alleinfuttermittel 5 mg/kg TS

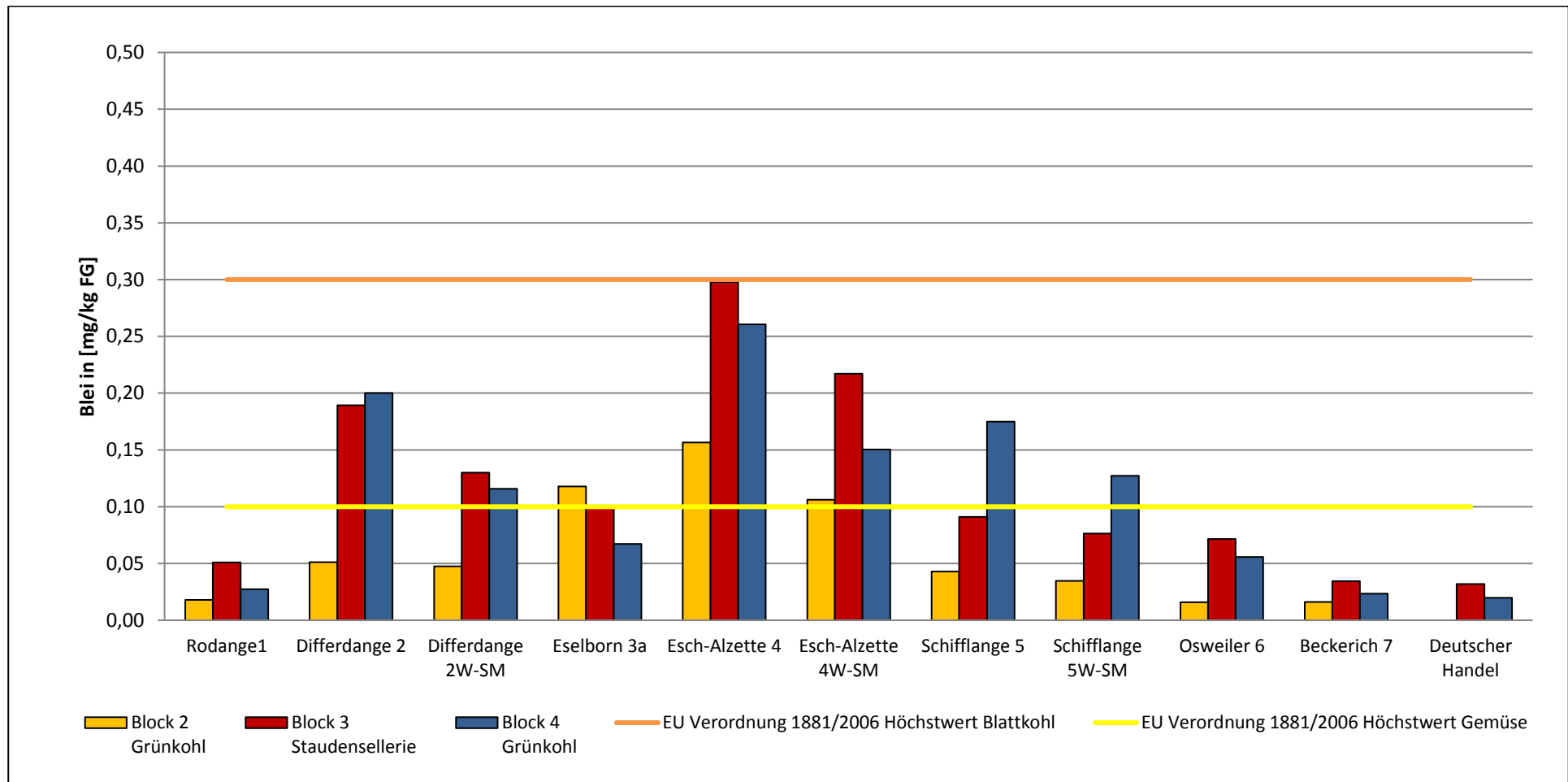


Abb. 4: Blei-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.4 Cadmium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,05	0,010	15,9	0,08	0,013	16,1	0,05	0,008
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,05	0,006	11,9	0,20	0,024	13,7	0,09	0,012
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	0,05	0,007	11,3	0,20	0,023	13,3	0,08	0,011
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	0,05	0,006	10,4	0,24	0,025	17,7	0,05	0,009
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,05	0,010	16,0	0,14	0,023	15,7	0,08	0,013
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	0,05	0,010	15,4	0,15	0,023	15,5	0,06	0,009
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,05	0,010	13,6	0,11	0,015	16,2	0,05	0,008
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	0,05	0,010	13,9	0,10	0,014	16,3	0,05	0,008
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,05	0,010	13,0	0,10	0,013	18,6	0,05	0,009
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,02	0,004	11,5	0,08	0,009	18,0	0,05	0,009
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,07	0,009	16,5	0,09	0,015

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

EU 1881/2006 Blattkohl Stangensellerie	0,2 mg/kg FG
Grünkohl Hintergrundwert	0,1 mg/kg TS
EU 32/2002	0,5 mg/kg TS

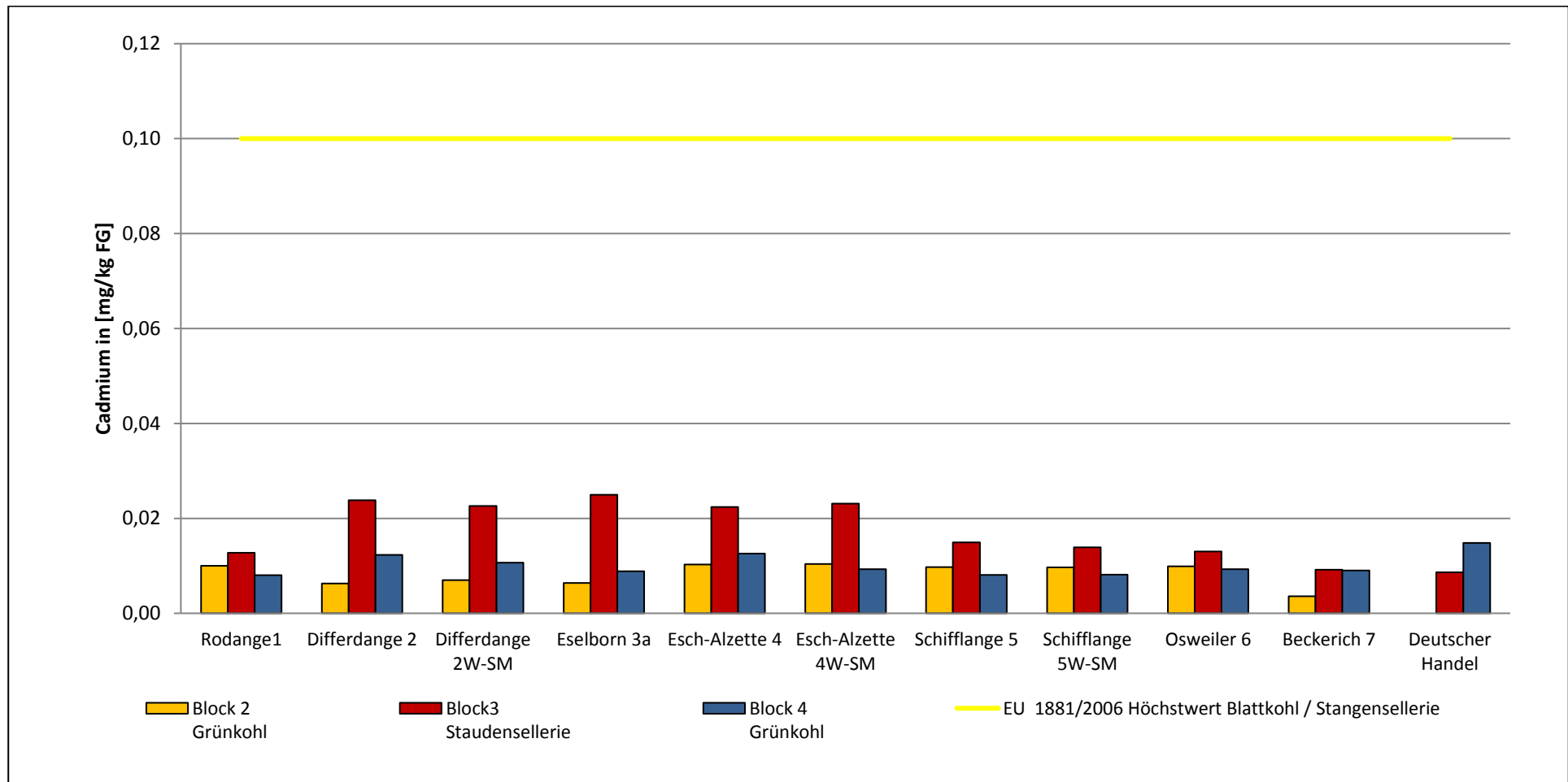


Abb.: 5: Cadmium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.5 Chrom

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,21	0,042	15,9	1,19	0,189	16,1	0,36	0,058
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	2,4	0,300	11,9	3,20	0,381	13,7	10,50	1,439
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	1,6	0,224	11,3	1,60	0,181	13,3	4,70	0,625
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	0,49	0,063	10,4	1,17	0,122	17,7	0,41	0,073
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	1,2	0,247	16,0	3,00	0,480	15,7	3,90	0,612
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	0,81	0,168	15,4	2,01	0,310	15,5	1,70	0,264
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,17	0,033	13,6	2,26	0,307	16,2	0,49	0,079
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	0,18	0,035	13,9	0,60	0,083	16,3	0,52	0,085
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,10	0,020	13,0	0,60	0,078	18,6	0,21	0,039
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,11	0,020	11,5	0,50	0,058	18,0	0,12	0,022
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,30	0,037	16,5	0,20	0,033

Maximaler Orientierungswert Umweltamt Luxembourg (Basis TDI)

77 mg/kg FG

Grünkohl – Hintergrundwert

0,3 mg/kg TS

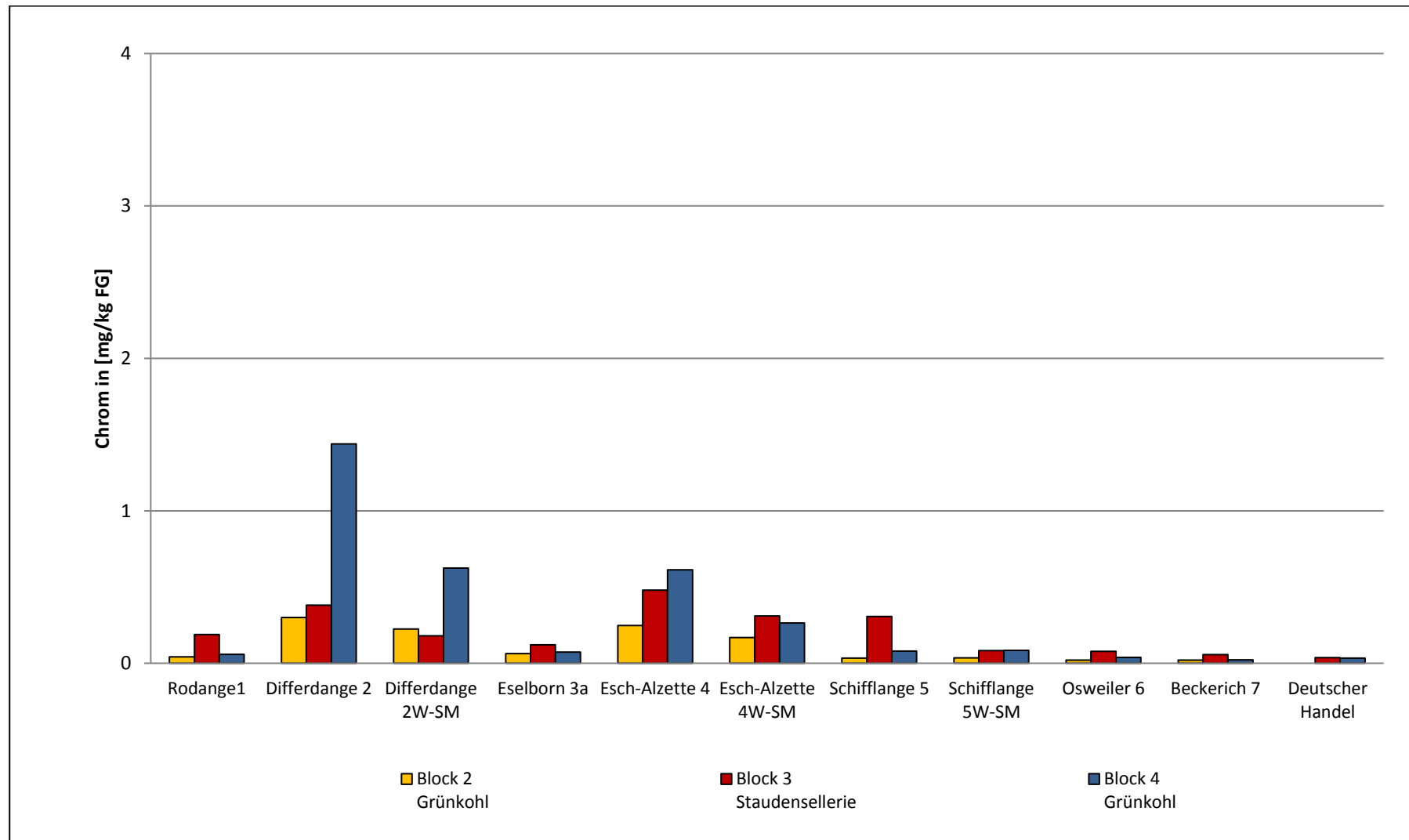


Abb. 6: Chrom-Gehalt in Bioindikatoren

4.6 Quecksilber

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,02	0,004	15,9	0,01	0,002	16,1	0,01	0,002
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,03	0,004	11,9	0,01	0,001	13,7	0,01	0,001
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	0,04	0,006	11,3	0,01	0,001	13,3	0,01	0,001
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	0,02	0,003	10,4	0,01	0,001	17,7	0,01	0,002
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,02	0,004	16,0	0,01	0,002	15,7	0,01	0,002
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	0,02	0,004	15,4	0,01	0,002	15,5	0,01	0,002
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,01	0,002	13,6	0,01	0,001	16,2	0,01	0,002
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	0,02	0,004	13,9	0,01	0,001	16,3	0,01	0,002
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,01	0,002	13,0	0,01	0,001	18,6	0,01	0,002
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,01	0,002	11,5	0,01	0,001	18,0	0,01	0,002
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,01	0,001	16,5	0,01	0,002

*) 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

EU 32/2002 Alleinfuttermittel 0,1 mg/kg TS

Grünkohl - Hintergrundwert 0,05 mg/kg TS

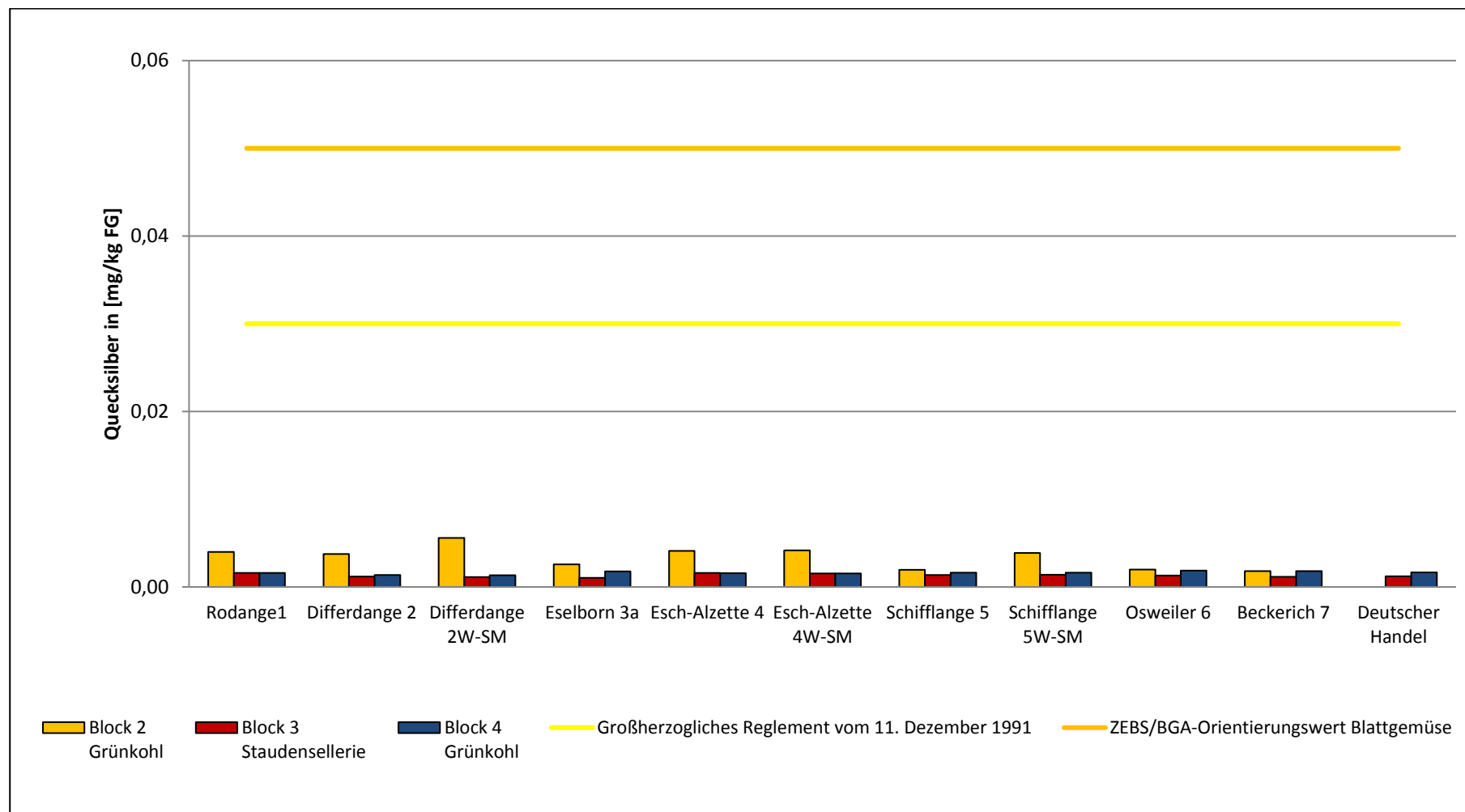


Abb. 7: Quecksilber-Gehalt in Bioindikatoren

4.7 Nickel

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	2,90	0,580	15,9	0,80	0,127	16,1	1,10	0,177
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	3,30	0,413	11,9	1,50	0,179	13,7	1,60	0,219
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	3,20	0,448	11,3	1,30	0,147	13,3	1,50	0,200
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	3,30	0,422	10,4	2,60	0,270	17,7	1,10	0,195
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	3,10	0,639	16,0	2,60	0,416	15,7	2,50	0,393
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	3,00	0,624	15,4	2,10	0,323	15,5	1,50	0,233
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	3,00	0,585	13,6	1,80	0,245	16,2	1,20	0,194
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	2,80	0,540	13,9	1,30	0,181	16,3	1,10	0,179
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	2,50	0,495	13,0	1,30	0,169	18,6	1,30	0,242
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	3,20	0,576	11,5	1,00	0,115	18,0	1,10	0,198
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,50	0,062	16,5	0,40	0,066

Maximaler Orientierungswert Umweltamt Luxembourg (Basis TDI) 4,5 mg/kg FG

Grünkohl –Hintergrund Luxembourg (Beckerich / Osweiler 2007 – 2015) 0,6 mg/kg FG

Sellerie – Hintergrund Luxembourg (Beckerich / Osweiler 2007 – 2015) 0,5 mg/kg FG

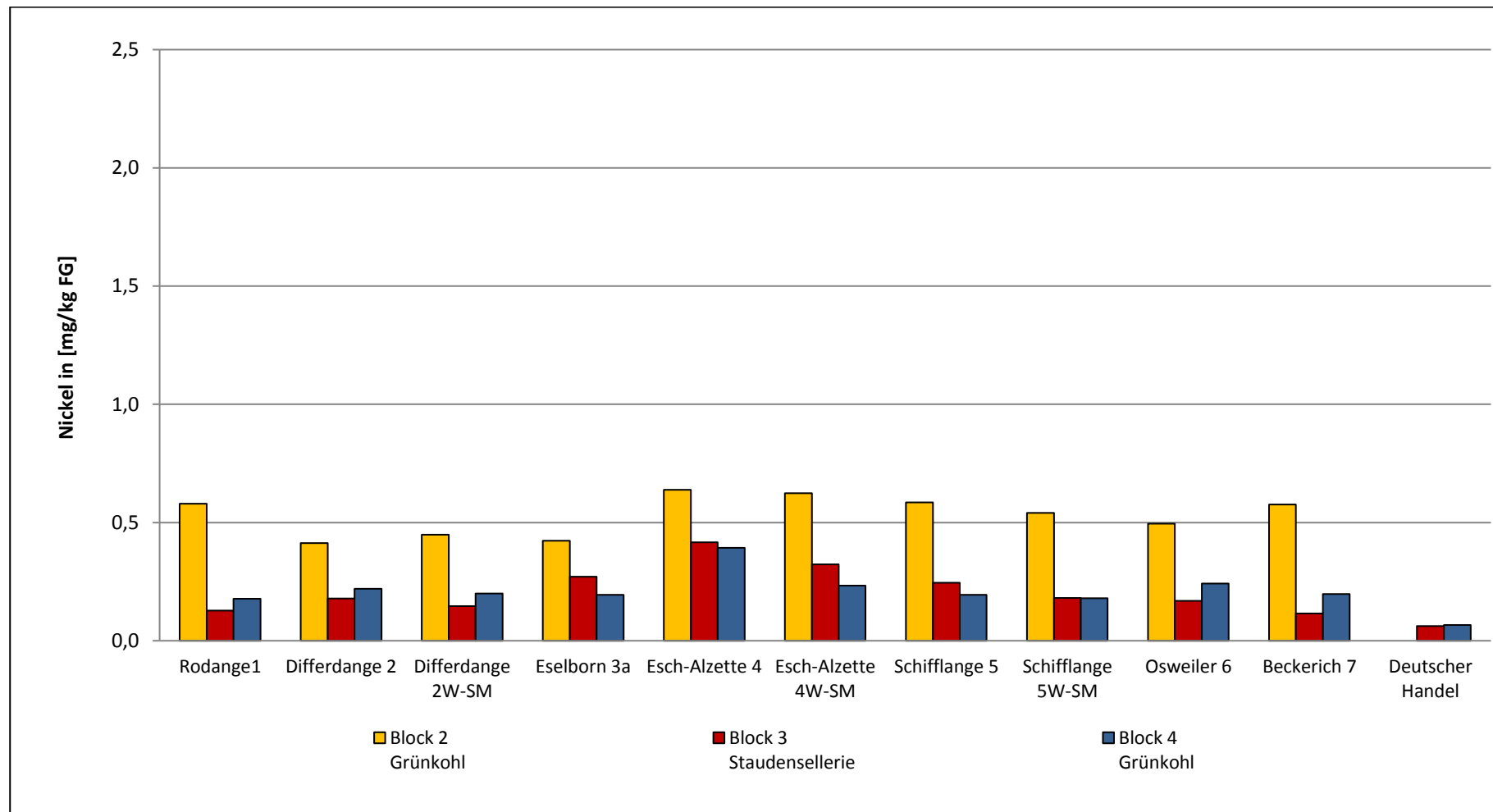


Abb. 8: Nickel-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.8 Molybdän

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	4,51	0,902	15,9	18,60	2,957	16,1	3,60	0,580
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	9,26	1,158	11,9	7,71	0,917	13,7	3,00	0,411
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	9,19	1,287	11,3	12,20	1,379	13,3	3,30	0,439
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	8,90	1,139	10,4	6,17	0,642	17,7	2,34	0,414
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	6,89	1,419	16,0	32,00	5,120	15,7	3,09	0,485
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	7,01	1,458	15,4	33,00	5,082	15,5	2,65	0,411
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	4,82	0,940	13,6	30,00	4,080	16,2	3,97	0,643
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	3,57	0,689	13,9	13,90	1,932	16,3	3,43	0,560
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	4,49	0,889	13,0	13,90	1,807	18,6	2,44	0,454
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	2,59	0,466	11,5	20,90	2,404	18,0	1,79	0,322
	Probe aus deutschem Handel				12,3	7,62	0,937	16,5	1,97	0,325

Vorsorgewert Umweltamt Luxembourg

10 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert

1 mg/kg TS

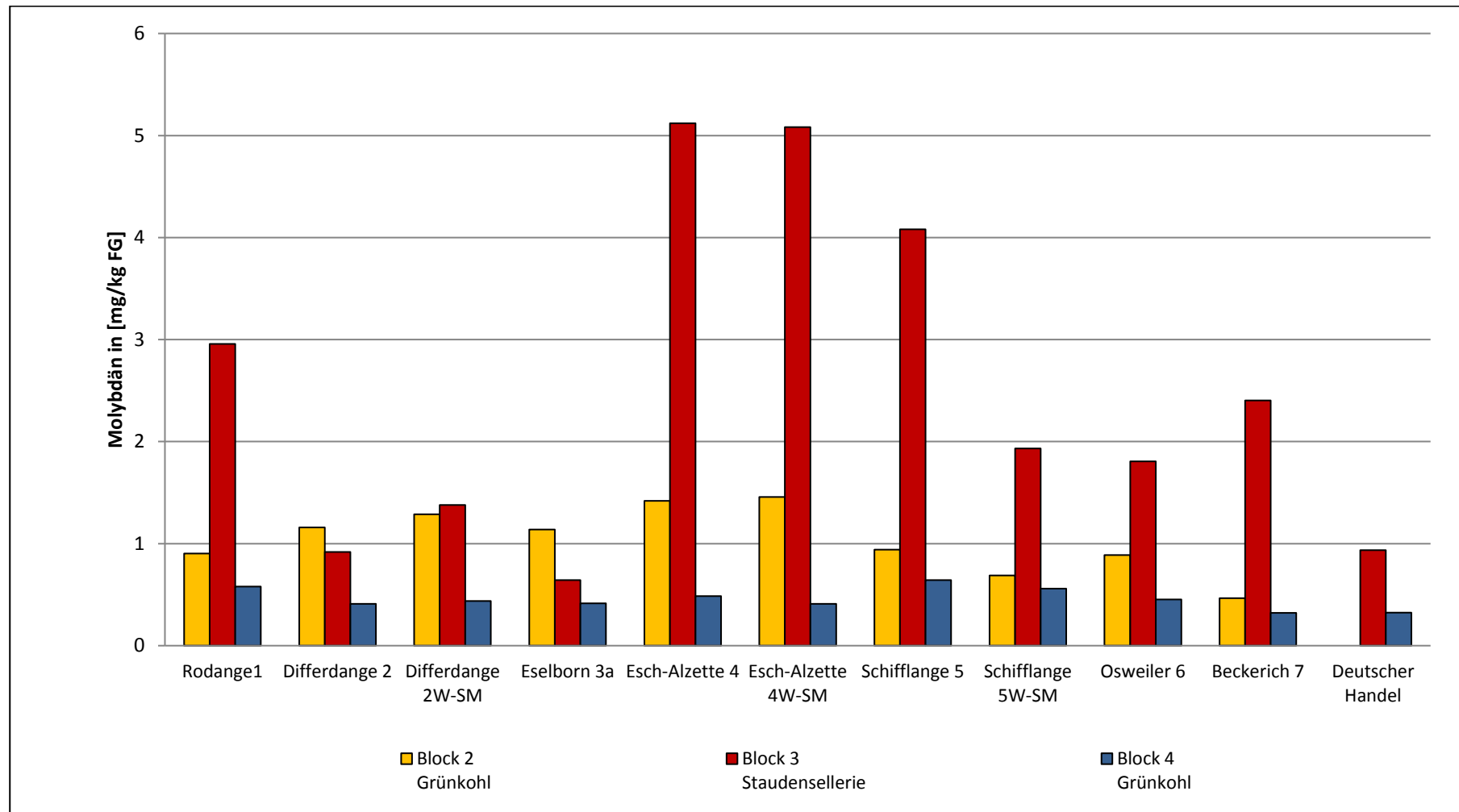


Abb. 9: Molybdän-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.9 Zink

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	13	2,600	15,9	22	3,498	16,1	12	1,932
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	26	3,250	11,9	62	7,378	13,7	37	5,069
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	25	3,500	11,3	46	5,198	13,3	27	3,591
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	29	3,712	10,4	68	7,072	17,7	26	4,602
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	20	4,120	16,0	30	4,800	15,7	24	3,768
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	17	3,536	15,4	25	3,850	15,5	16	2,480
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	17	3,315	13,6	34	4,624	16,2	11	1,782
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	19	3,667	13,9	25	3,475	16,3	10	1,630
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	12	2,376	13,0	25	3,250	18,6	10	1,860
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	14	2,520	11,5	22	2,530	18,0	10	1,800
	Probe aus deutschem Handel				12,3	16	1,968	16,5	12	1,980

Grünkohl - Hintergrundwert

40 mg/kg TS

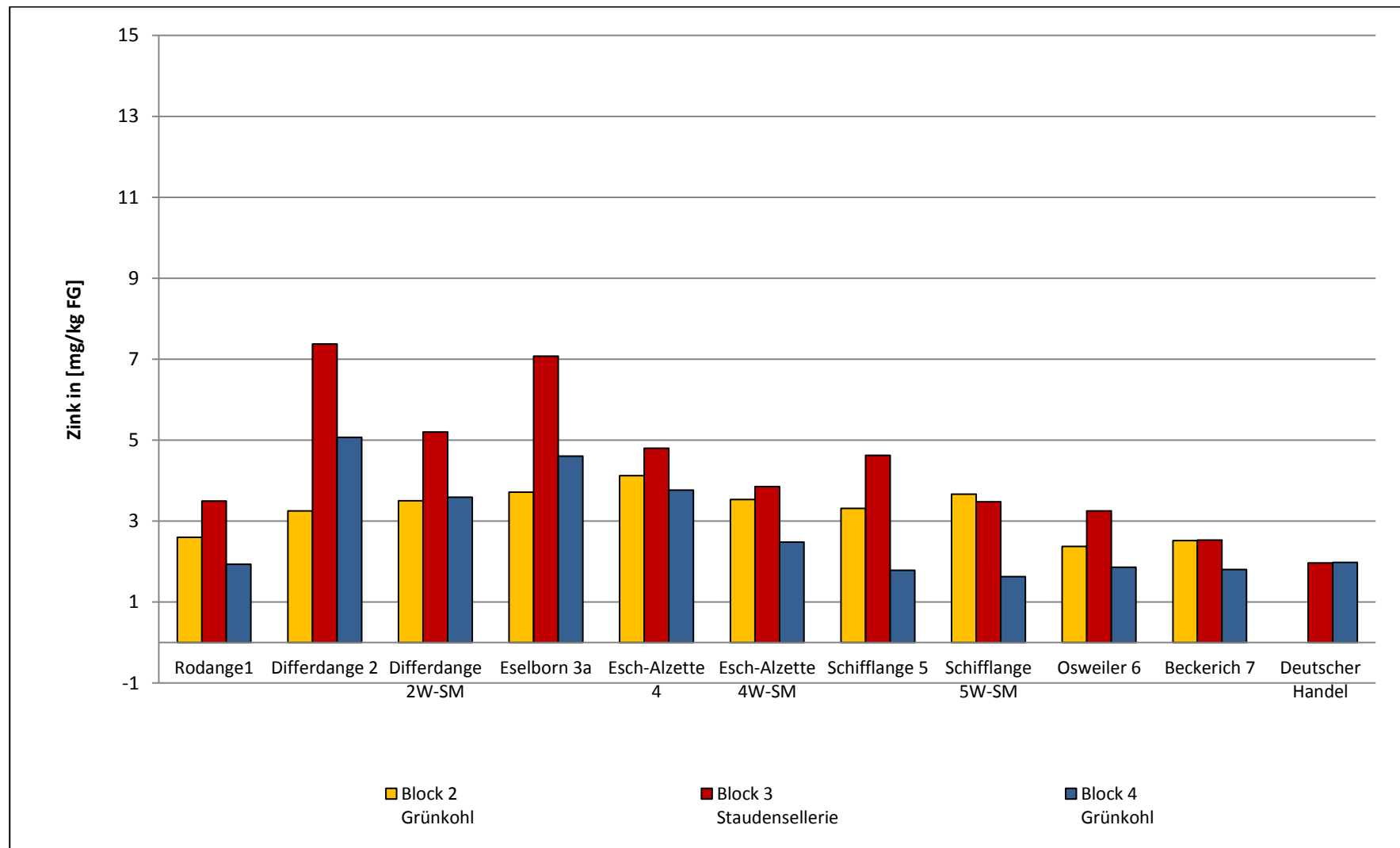


Abb. 10: Zink-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.10 Eisen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	29	5,800	15,9	177	28,143	16,1	68	10,948
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	97	12,125	11,9	418	49,742	13,7	710	97,270
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	71	9,940	11,3	250	28,250	13,3	371	49,343
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	83	10,624	10,4	192	19,968	17,7	92	16,284
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	161	33,166	16,0	1120	179,200	15,7	1015	159,355
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	103	21,424	15,4	656	101,024	15,5	437	67,735
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	30	5,850	13,6	220	29,920	16,2	186	30,132
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	48	9,264	13,9	100	13,900	16,3	143	23,309
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	21	4,158	13,0	100	13,000	18,6	63	11,718
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	29	5,220	11,5	83	9,545	18,0	45	8,100
	Probe aus deutschem Handel				12,3	80	9,840	16,5	71	11,715

Grünkohl - Hintergrundwert

100 mg/kg TS

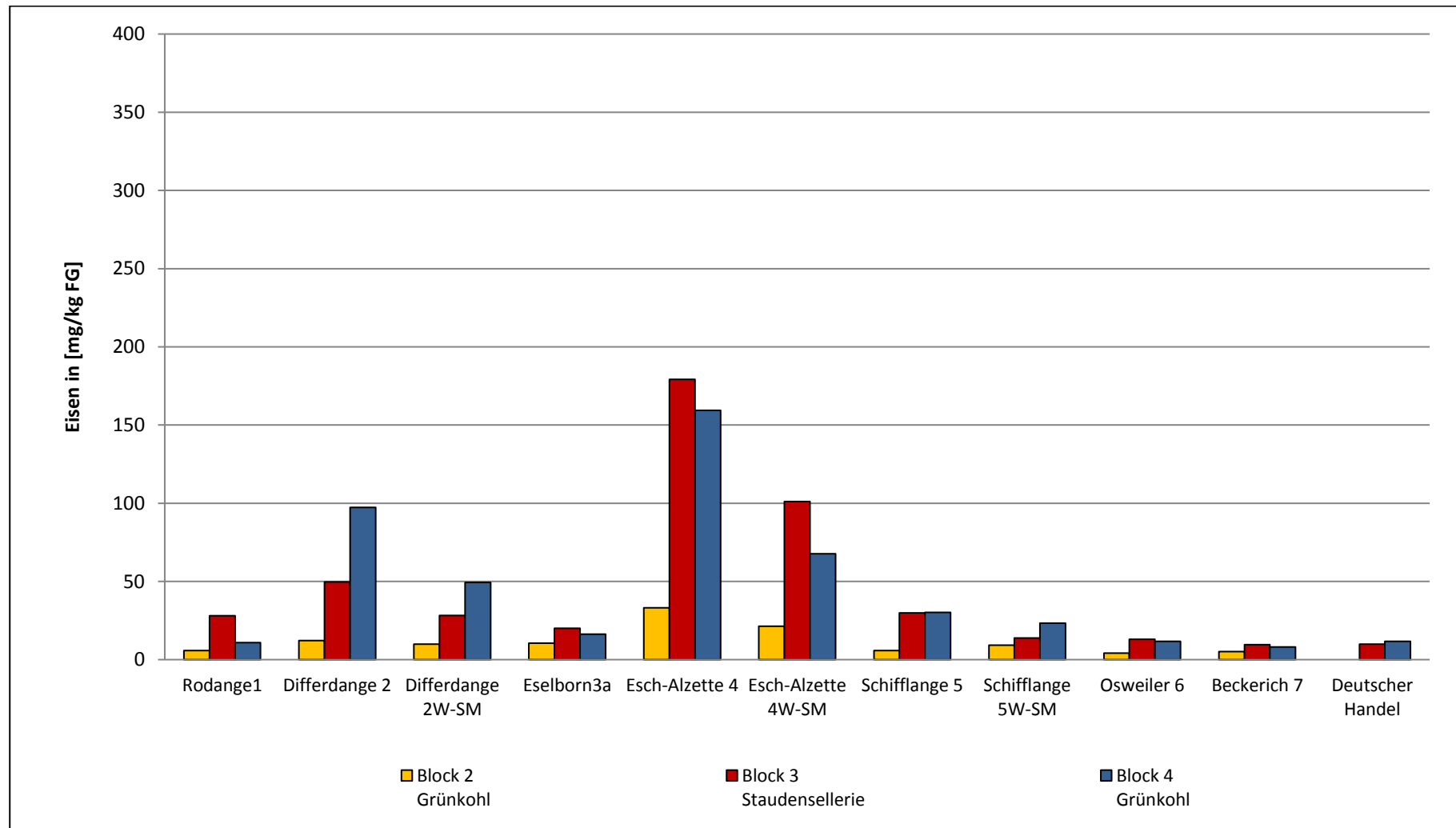


Abb. 11: Eisen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.11 Calcium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	8300	1660,0	15,9	62200	9889,8	16,1	17782	2862,9
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	11900	1487,5	11,9	49100	5842,9	13,7	23876	3271,0
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0	11500	1610,0	11,3	53600	6056,8	13,3	25162	3346,5
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	16500	2112,0	10,4	58500	6084,0	17,7	14544	2574,3
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	10300	2121,8	16,0	61500	9840,0	15,7	18233	2862,6
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8	11700	2433,6	15,4	63200	9732,8	15,5	20770	3219,4
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	6270	1222,7	13,6	67000	9112,0	16,2	18285	2962,2
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3	14200	2740,6	13,9	54900	7631,1	16,3	15887	2589,6
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	7300	1445,4	13,0	54900	7137,0	18,6	15537	2889,9
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	8300	1494,0	11,5	45600	5244,0	18,0	14619	2631,4
	Probe aus deutschem Handel				12,3	51300	6309,9	16,5	26000	4290,0

Grünkohl - Hintergrundwert

30.000 mg/kg TS

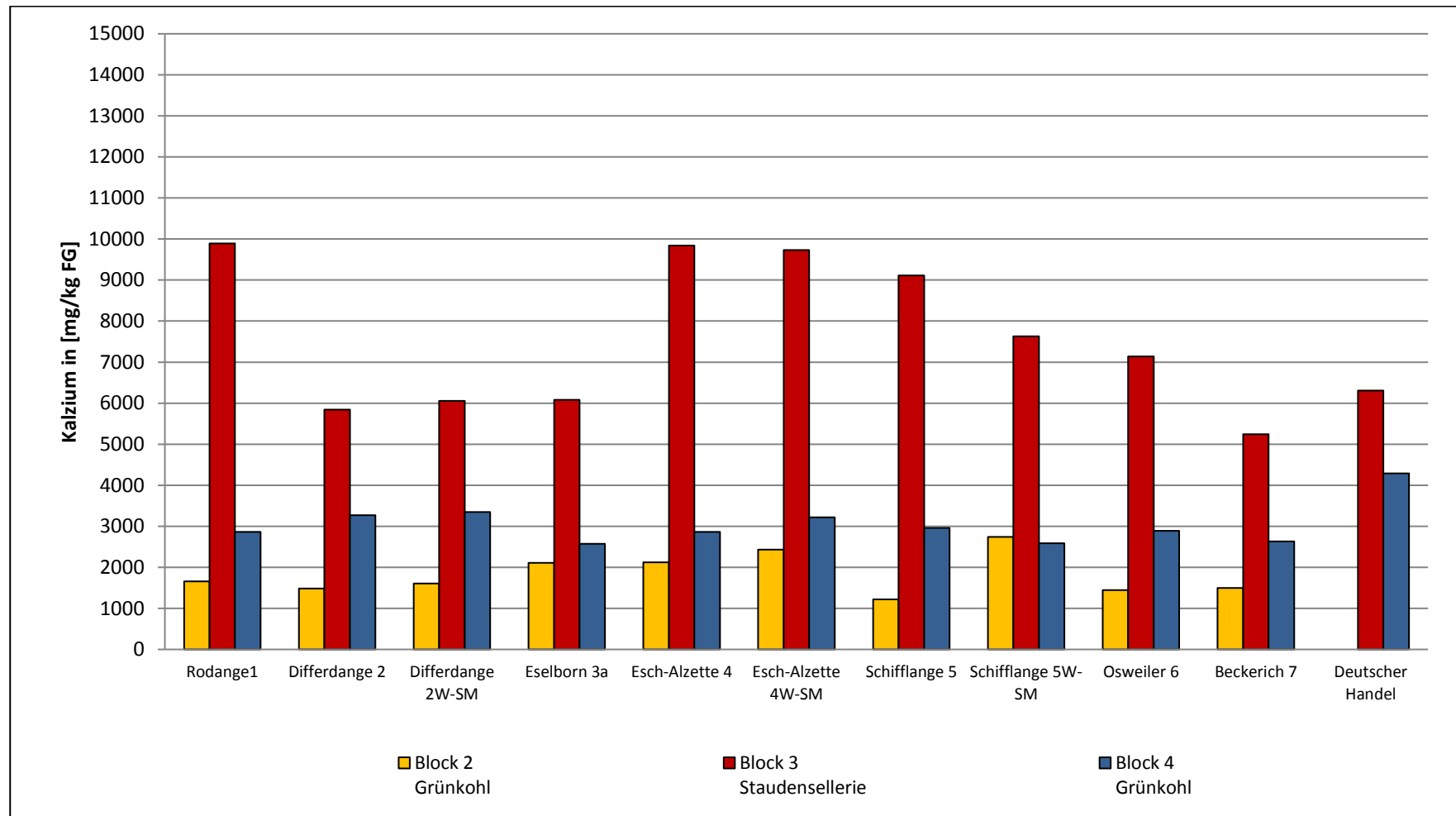


Abb. 12: Calcium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.12 Benzo(a)pyren

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,35	0,07	15,9	0,57	0,09	16,1	1,06	0,17
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	1,84	0,23	11,9	1,51	0,18	13,7	3,28	0,45
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	5,23	0,67	10,4	1,92	0,20	17,7	4,41	0,78
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	1,94	0,40	16,0	2,19	0,35	15,7	2,68	0,42
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	1,03	0,20	13,6	1,76	0,24	16,2	0,99	0,16
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,30	0,06	13,0	1,00	0,13	18,6	3,23	0,60
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,39	0,07	11,5	1,13	0,13	18,0	1,61	0,29
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,41	0,05	16,5	0,97	0,16

EU 835/2011 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg

2 µg/kg TS

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

2 µg/kg TS

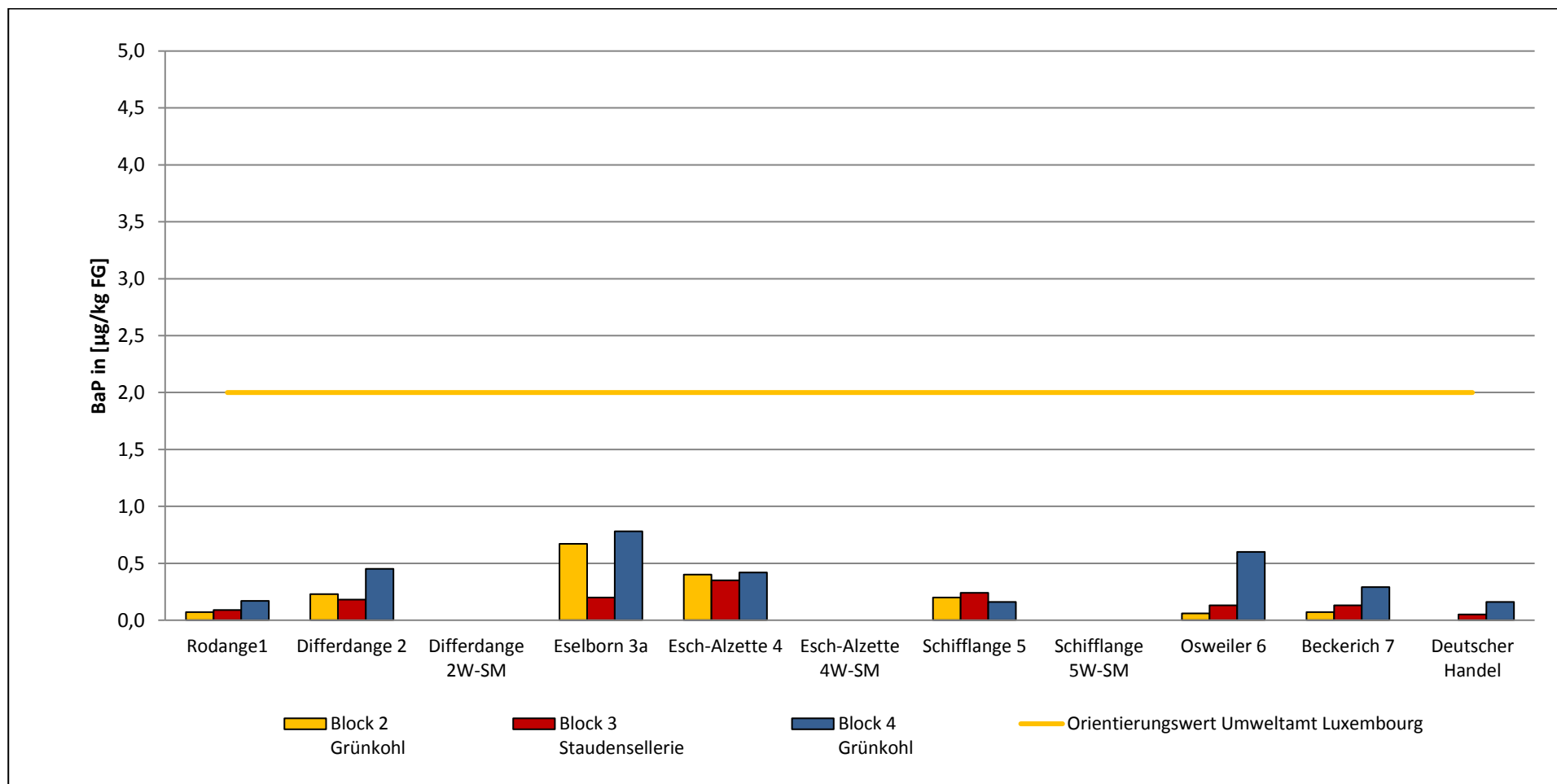


Abb. 13: Benzo(a)pyren-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.13 PAH4

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	4,75	0,95	15,9	13,46	2,14	16,1	23,98	3,86
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	42,88	5,36	11,9	46,30	5,51	13,7	86,13	11,80
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	123,44	15,80	10,4	42,21	4,39	17,7	52,26	9,25
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	33,01	6,80	16,0	56,38	9,02	15,7	73,89	11,60
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	10,41	2,03	13,6	23,24	3,16	16,2	22,84	3,70
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	3,64	0,72	13,0	13,08	1,70	18,6	36,34	6,76
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	3,28	0,59	11,5	12,17	1,40	18,0	35,28	6,35
	Probe aus deutschem Handel				12,3	6,10	0,75	16,5	30,97	5,11

EU 835/2011 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg

20 µg/kg TS

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

2 µg/kg TS

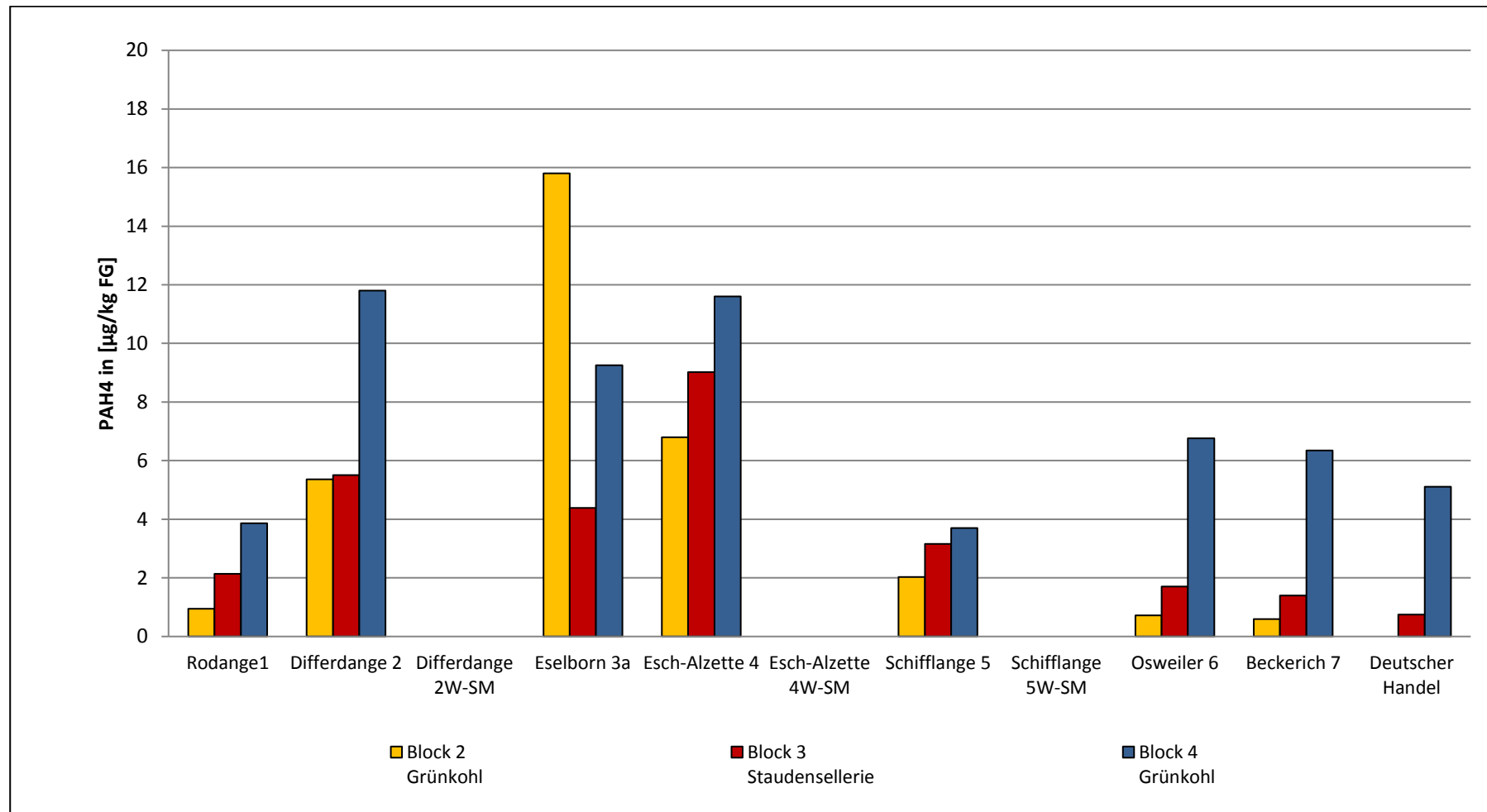


Abb. 14: PAH4 -Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.14 PAH-Summe (EPA610)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	32,90	6,58	15,9	538,36	85,60	16,1	103,11	16,60
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	140,80	17,60	11,9	1168,07	139,00	13,7	272,26	37,30
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn – Rue de Lorentzweiler	12,8	282,81	36,20	10,4	1798,08	187,00	17,7	172,32	30,50
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	129,61	26,70	16,0	1933,13	309,30	15,7	203,18	31,90
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	133,33	26,00	13,6	2250,00	306,00	16,2	112,35	18,20
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	32,58	6,45	13,0	470,77	61,20	18,6	125,81	23,40
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	20,94	3,77	11,5	341,74	39,30	18,0	107,78	19,40
	Probe aus deutschem Handel				12,3	345,53	42,50	16,5	101,21	16,70

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

170 µg/kg TS

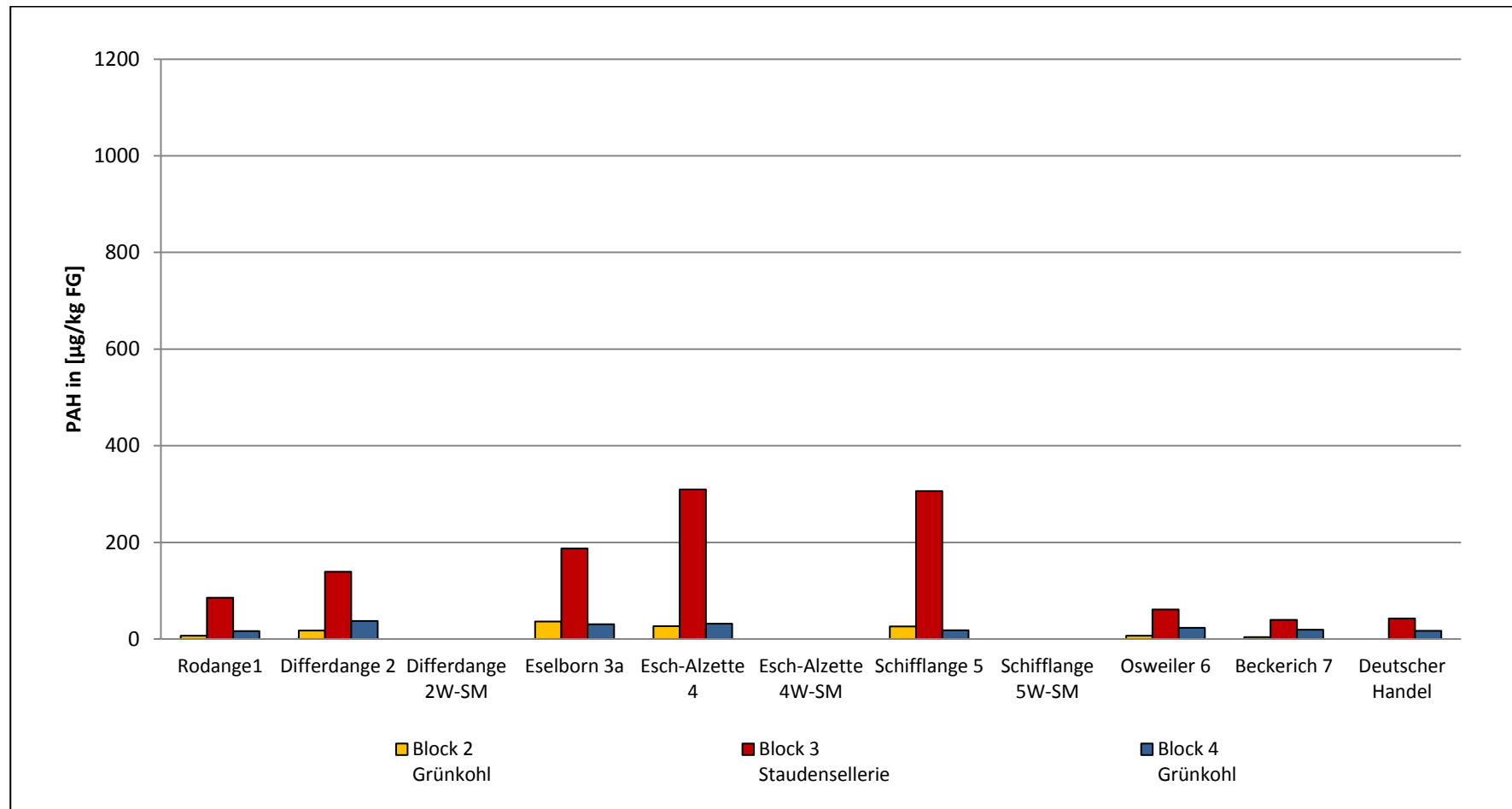


Abb. 15: PAH-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.15 PCDD/F (TE nach WHO 97)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,19	0,038	15,9	0,19	0,030	16,1	0,30	0,048
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,25	0,031	11,9	0,55	0,065	13,7	0,94	0,129
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn – Rue de Lorentzweiler	12,8	1,10	0,141	10,4	0,68	0,071	17,7	1,00	0,177
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,19	0,039	16,0	0,30	0,048	15,7	0,72	0,113
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,20	0,039	13,6	0,19	0,026	16,2	0,42	0,068
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,18	0,036	13,0	0,20	0,026	18,6	0,27	0,050
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,18	0,032	11,5	0,19	0,022	18,0	0,30	0,054
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,17	0,021	16,5	0,31	0,051

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,3 ng/kg FG

EU 32/2002 Mischfuttermittel

1,25 ng/kg TS

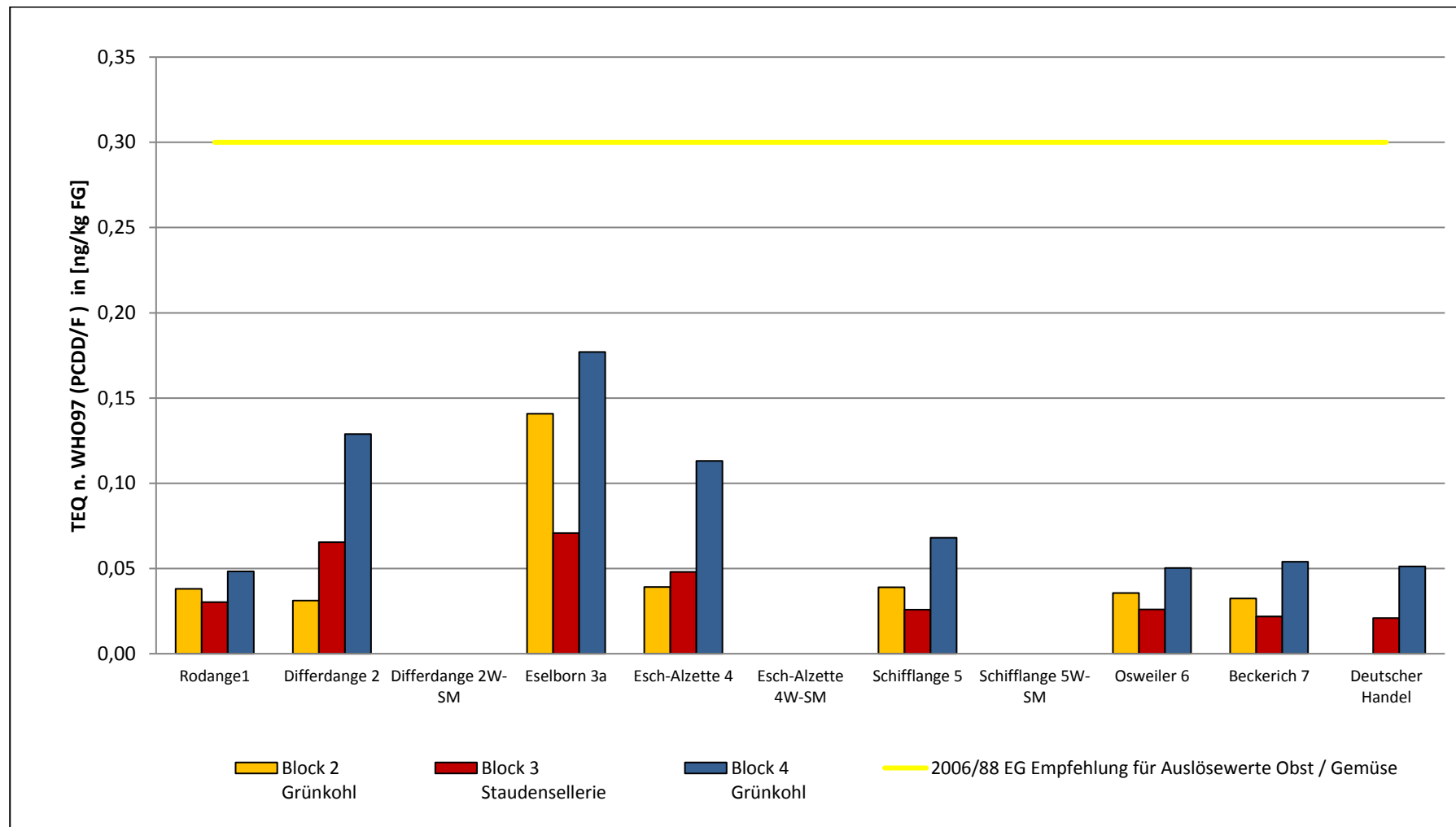


Abb.16: PCDD/F-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.16 PCB (TE nach WHO 97)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,19	0,038	15,9	0,19	0,030	16,1	0,22	0,035
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,58	0,073	11,9	0,71	0,084	13,7	0,41	0,056
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn – Rue de Lorentzweiler	12,8	1,27	0,163	10,4	0,54	0,056	17,7	0,43	0,076
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,68	0,140	16,0	1,00	0,160	15,7	0,70	0,110
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,33	0,064	13,6	0,39	0,053	16,2	0,38	0,062
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,14	0,028	13,0	0,12	0,016	18,6	0,15	0,028
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,14	0,025	11,5	0,14	0,016	18,0	0,16	0,029
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,20	0,025	16,5	0,18	0,030

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,1 ng/kg FG

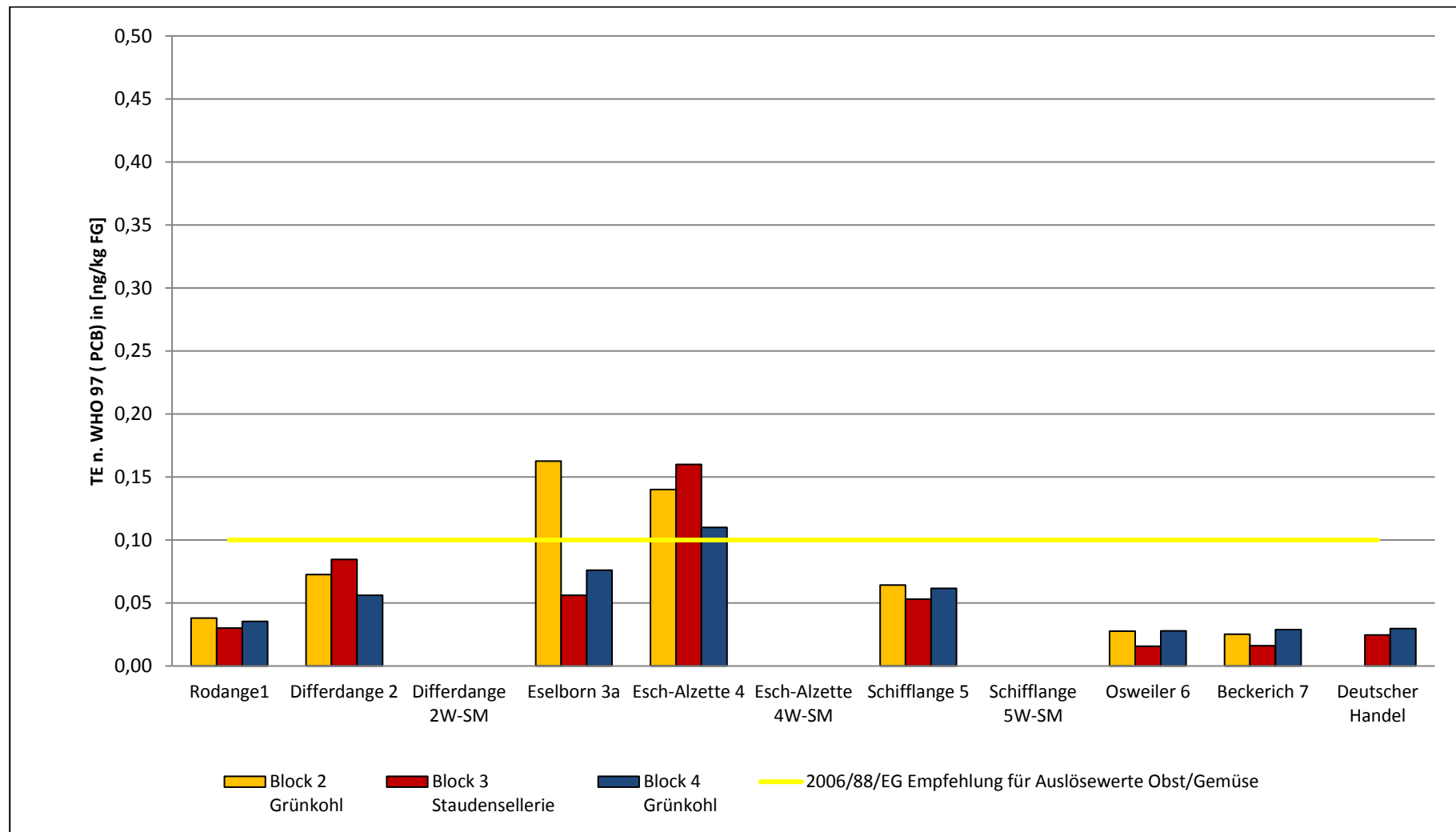


Abb. 17: PCB-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

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

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,38	0,076	15,9	0,38	0,060	16,1	0,52	0,084
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,83	0,104	11,9	1,26	0,150	13,7	1,36	0,186
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	2,37	0,303	10,4	1,22	0,127	17,7	1,43	0,253
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,87	0,179	16,0	1,30	0,208	15,7	1,41	0,221
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,52	0,101	13,6	0,58	0,079	16,2	0,80	0,130
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,32	0,063	13,0	0,31	0,040	18,6	0,42	0,078
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,32	0,058	11,5	0,33	0,038	18,0	0,46	0,083
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,37	0,046	16,5	0,49	0,081

Orientierungswert für intensivierte Überwachung (Umweltamt Luxembourg)

3 ng/kg TS

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

10 ng/kg TS

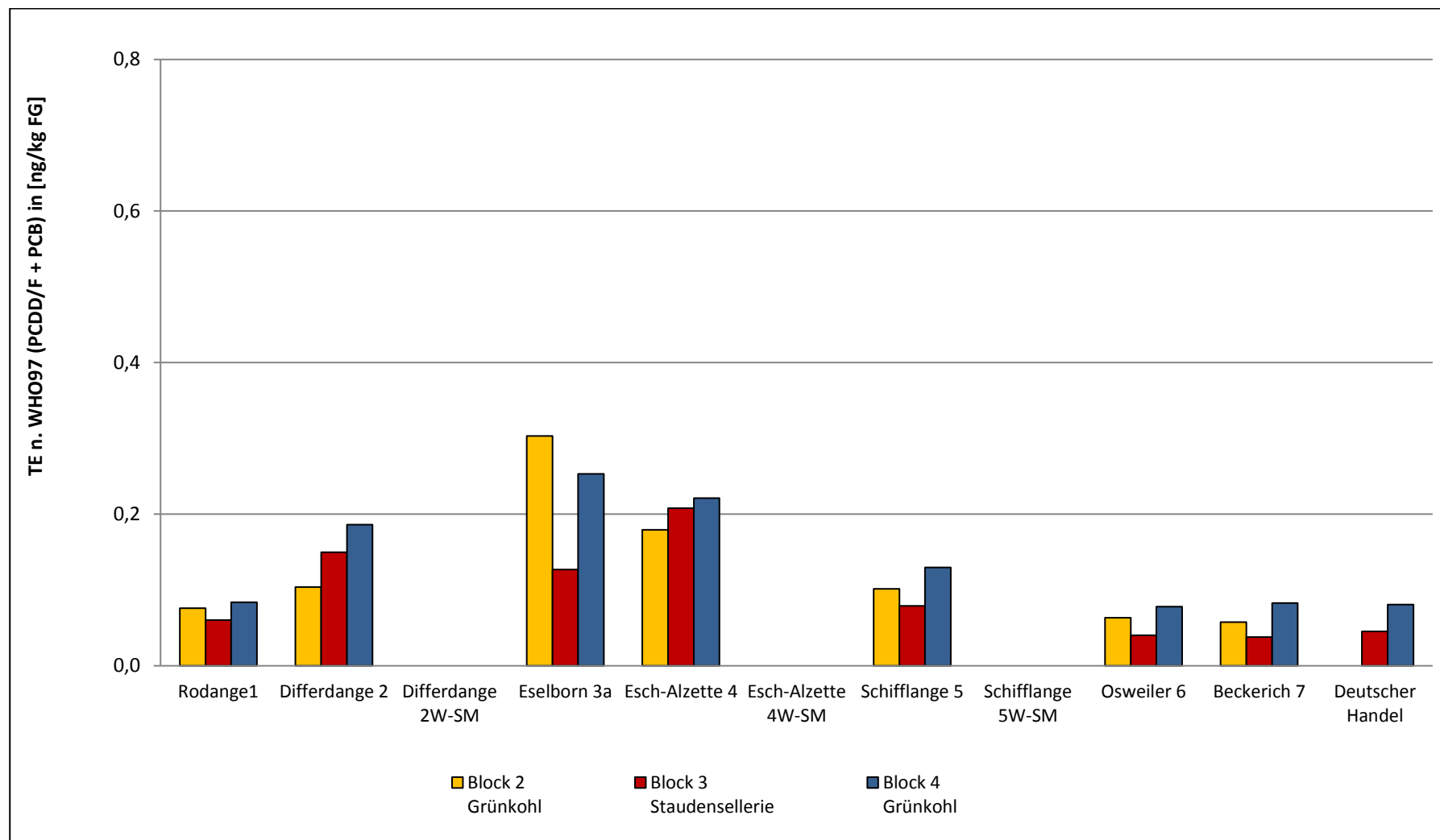


Abb. 18: PCDD/F + PCB-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

5. PCDD/F-Homologenverteilung in Grünkohl (Block 4)

In Abbildung 19 ist das Verteilungsmuster der PCDD/F-Homologengruppen der Grünkohlexponate aus Block 4 für die einzelnen Messpunkte dargestellt.

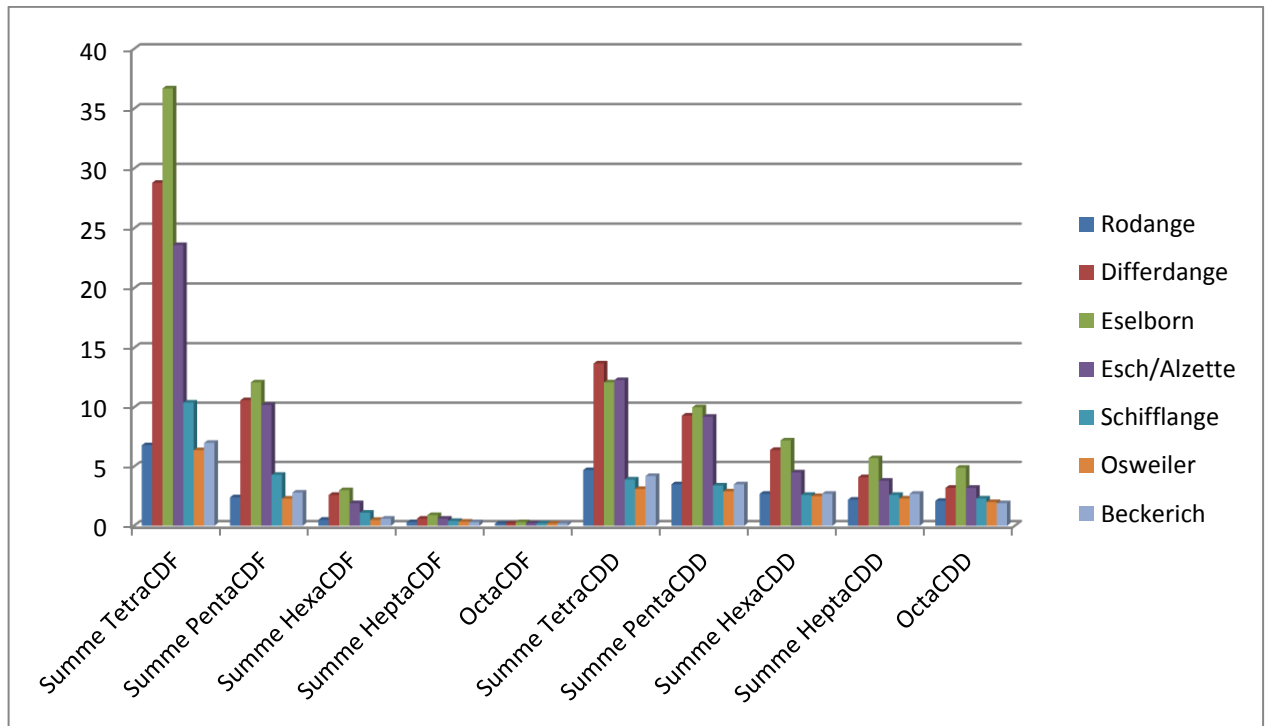


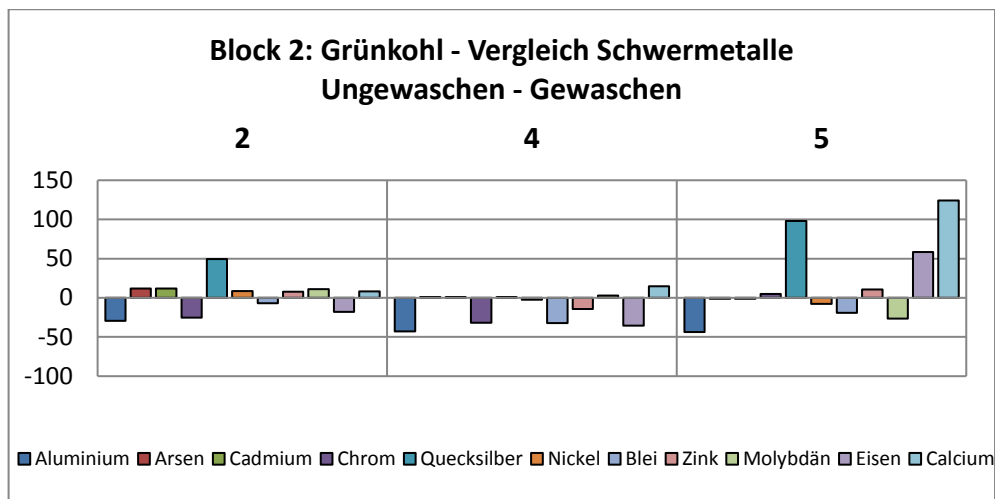
Abb. 19: Verteilung der Homologengruppen (Profil) der Grünkohlexponate aus Block 4 [ng/kg TS]

Die Homologenprofile der Grünkohlexponate aus Block 4 weisen an den einzelnen Messpunkten ein ähnliches Muster auf. Bei den Furanen nehmen die Chlorhomologengehalte von den tetrachlorierten zu den octachlorierten Verbindungen deutlich ab. Diese Abnahme ist bei den Dioxinen weniger stark ausgeprägt.

Die Profile der Messpunkte Eselborn, Differdange und Esch/Alzette sind mit vergleichsweise höheren Anteilen der tetra- und pentachlorierten Homologen typisch für industriell-urban geprägte Standorte, während die Standorte Rodange, Schiffflange, Osweiler und Beckerich mit geringeren Anteilen der tetra- und pentachlorierten Homologen eine ländliche Standortprägung aufweisen.

6. Abwaschbarkeit der Stoffe

Die mit dem Waschen verbundenen relativen Veränderungen der Schwermetallgehalte in Sellerie- und Grünkohlpflanzen werden in der Abbildung 20 wiedergegeben.



2 - Differdange
 4 - Esch/Alzette
 5 - Schifflange

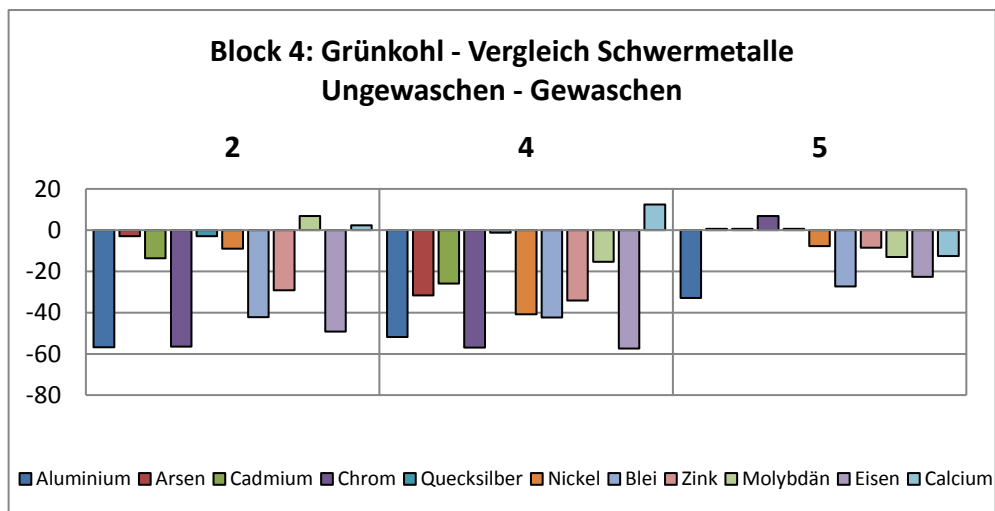
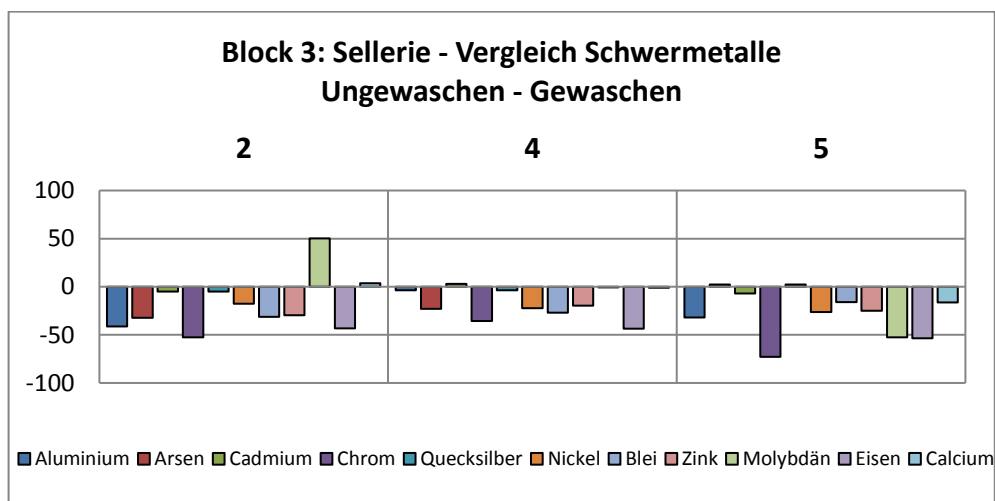


Abb. 20:
 Relative Änderung
 der Schwermetallge-
 halte vor und nach
 dem Waschen in Sel-
 lerie- und Grünkohl-
 proben

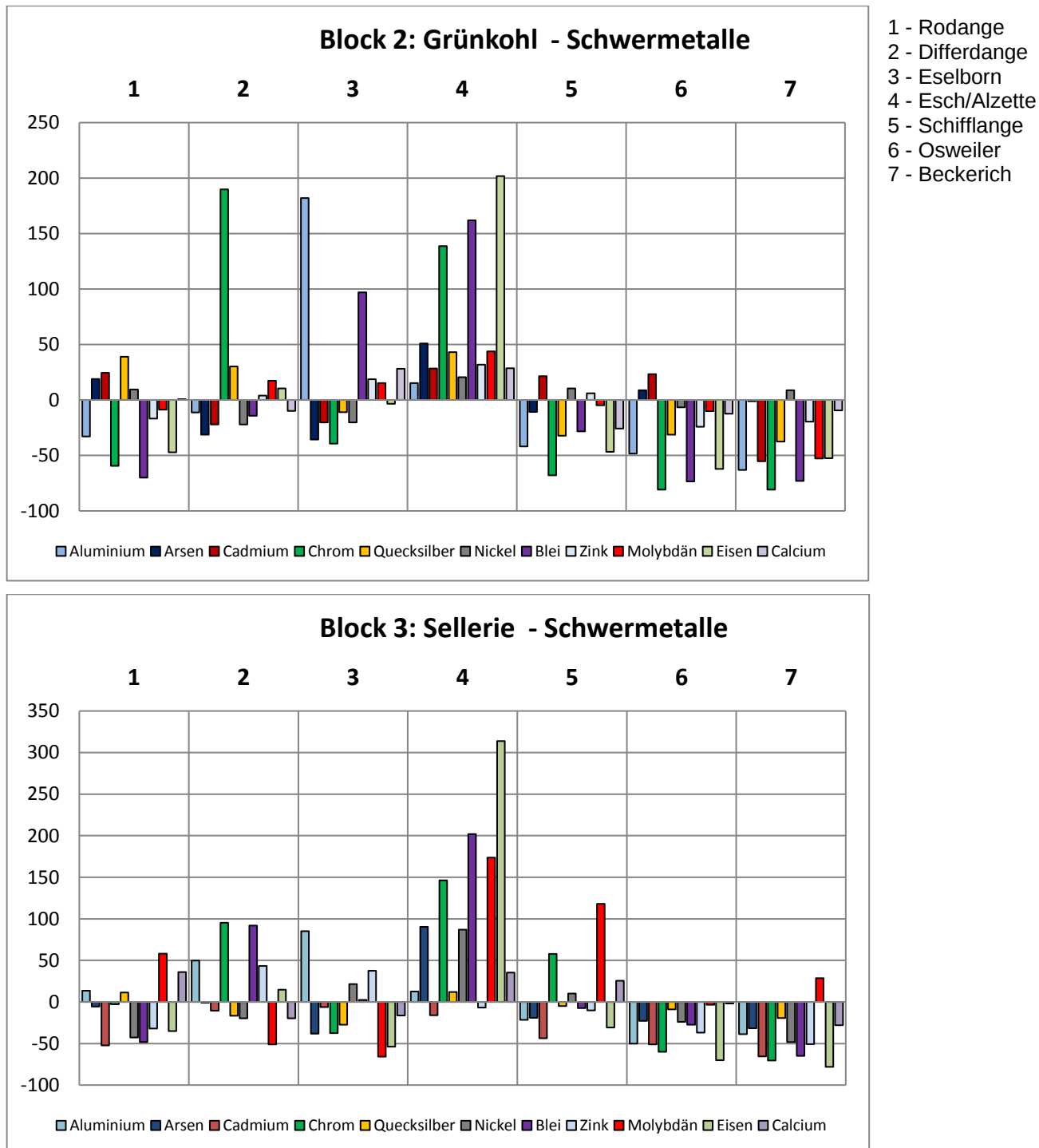
Bei der Mehrzahl der Proben ist eine mehr oder weniger deutliche Reduktion der Schwermetallgehalte durch das Waschen festzustellen.

Die vereinzelt in den gewaschenen Proben geringfügig höheren Werte sind auf Basis der insgesamt sehr geringen Gehalte und der damit verbundenen analytischen Unsicherheit im Spurenbereich zu bewerten.

Der Schwermetallgehalt wird durch das Waschen in der Mehrzahl der Proben um etwa 20 % bis 50 % reduziert. Bei den Grünkohl-Proben aus Block 2 wurde hierbei die vergleichsweise geringste Reduktion, bei den Grünkohl-Proben aus Block 4 insgesamt höchste Abwaschbarkeit festgestellt.

7. Belastungsunterschiede im Messnetz

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



- 1 - Rodange
- 2 - Differdange
- 3 - Eselborn
- 4 - Esch/Alzette
- 5 - Schifflange
- 6 - Osweiler
- 7 - Beckerich

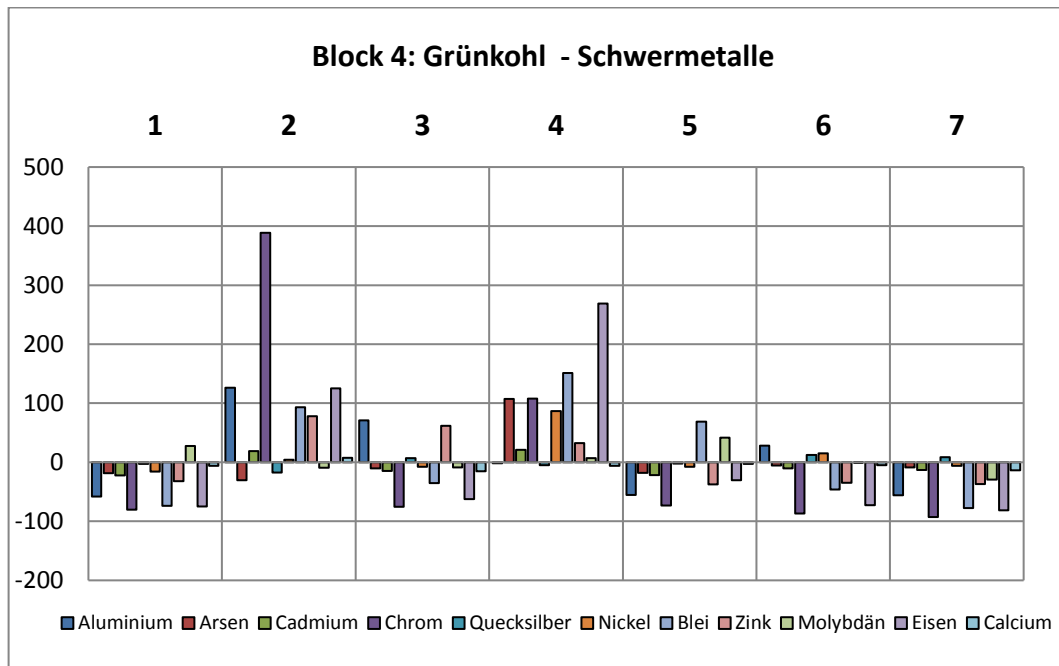


Abb.: 21:
Räumliche Ver-
teilung anorgani-
scher
Schadstoffe im
Messnetz

Bei den anorganischen Schadstoffen sind für alle betrachteten Schwermetalle die höchsten Anreicherungen an der industriell geprägten Messstation in Esch/Alzette (4) festzustellen. Auch die Messstationen in Eselborn und Differdange weisen vergleichsweise hohe Schadstoffanreicherungen auf. Die vergleichsweise geringsten Schadstoffanreicherungen treten an den ländlich geprägten Messstationen in Beckerich (7), Osweiler (6) und Rodange (1) auf. Auch Schifflange (5) weist, wie bereits im vorigen Untersuchungsjahr 2014, eher geringe, den ländlich geprägten Messpunkten vergleichbare Schadstoffwerte auf.

Die prozentuale Abweichung der organischen Schadstoffgehalte der einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen ist in Abbildung 22 wiedergegeben. Die vergleichsweise höchsten Gehalte finden sich an der Messstation Eselborn (3) und Esch/Alzette (4). Die Stationen Rodange (1), Differdange (2), Schifflange (5), Osweiler (6) und Beckerich (7) sind deutlich geringer belastet. Vereinzelt finden sich in Schifflange (5) und Osweiler (6) erhöhte PAH-Gehalte, die ggf. einer lokalen Quelle, wie z.B. dem Hausbrand, zuzuordnen sind.

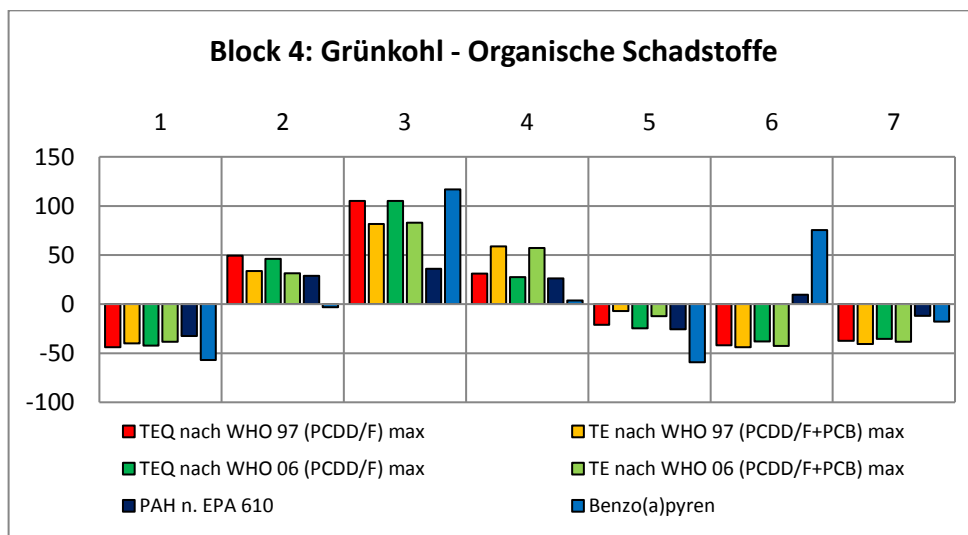
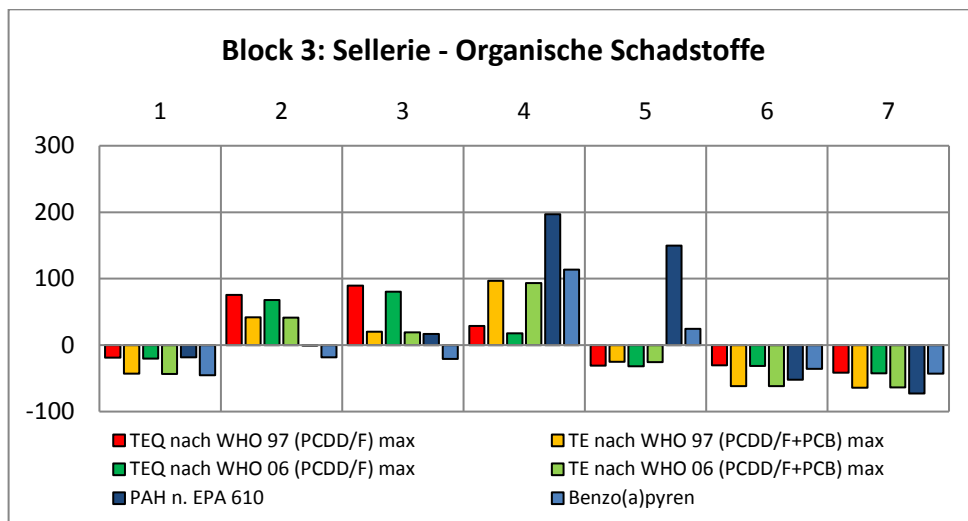
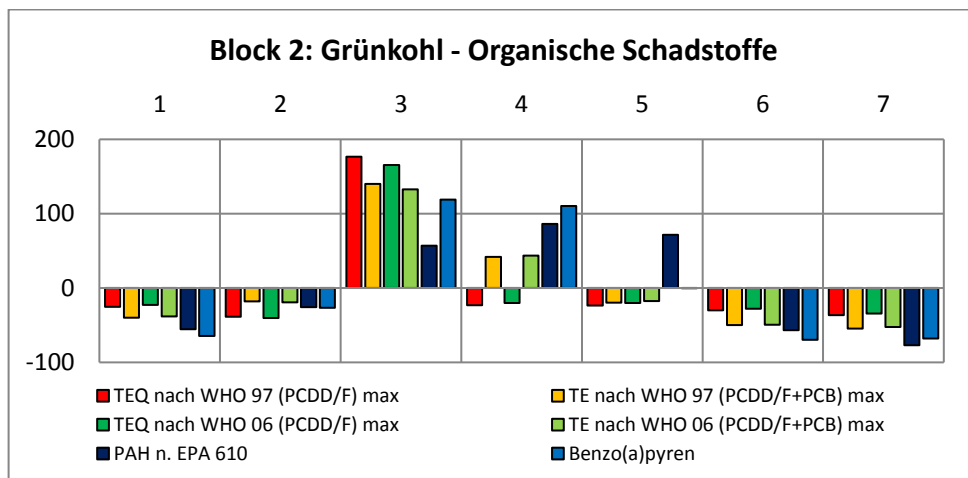


Abb.: 22:
Räumliche Verteilung
organischer
Schadstoffe im Mess-
netz

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
<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) Raum Frankfurt (12) München - Stachus (1) Autobahnprofil (3) 5, 30, 150 m Sachsen-Anhalt (50) (UG 10/9/ 6) Chemnitz (20) Dresden (20)	1989 1978/79 1993 1985 1992-96 1994 1995	2740 (1844 - 3904) 2540 (1160 - 5052) 3500 3528 (2932 - 6808) 1435 (400 - 4076) 2012 (1356 - 2680) 1080 (411 - 3152)	19 (7,6 - 55) 38 (18 - 84) 46 40 (20 - 70) 14 (4,8 - 35,2) 41 (23 - 66) 11 (4 - 39)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht Steubing et al., 1983 Peichl et al., 1996 Nobel und Michen- felder, 1986 MUN, 1994 TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht 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 (verzehrartig) zubereitet und gewaschen
- 2) Proben aus Kontrollkammern mit gefilterter, schadstofffreier Luft

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2015 (Block 2)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	<0,05	<0,05	0,24	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,06	<0,06	0,10	<0,058	<0,059	<0,059	<0,058
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,08	<0,083	0,19	<0,079	<0,081	<0,081	<0,08
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,078	<0,078	0,11	<0,074	<0,077	<0,076	<0,075
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,65	1,27	1,03	0,42	1,37	0,28	0,37
	- OctaCDD	6,7	9,20	4,49	3,12	11,4	2,22	3,4
	- 2,3,7,8-TetraCDF	<0,083	0,14	0,80	0,1	<0,081	<0,081	<0,08
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	<0,057	0,11	0,59	0,06	<0,056	<0,056	<0,055
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,089	0,2	0,95	0,10	<0,088	<0,087	<0,086
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,094	<0,094	0,43	<0,09	<0,092	<0,092	<0,091
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,086	0,09	0,468	<0,082	<0,084	<0,084	<0,083
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,064	<0,064	<0,063	<0,061	<0,063	<0,062	<0,061
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,078	<0,078	0,50	<0,074	<0,077	<0,076	<0,075
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,11	0,36	1,07	0,13	0,29	<0,087	<0,086
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,062	<0,062	0,08	<0,059	<0,061	<0,061	<0,06
	- OctaCDF	0,50	0,98	0,78	0,29	1,25	<0,19	0,32
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,01	0,14	0,98	0,07	0,03	0,01	0,01
	I-TEQ max**	0,18	0,24	0,99	0,17	0,19	0,16	0,16
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,02	0,13	1,10	0,07	0,02	0,00	0,00
PCB [ng/kg TS]	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,19	0,25	1,10	0,19	0,20	0,18	0,18
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	0,01	0,10	0,90	0,05	0,02	0,00	0,00
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	0,17	0,21	0,91	0,17	0,18	0,16	0,16
	PCB 81	<0,4	0,73	1,33	0,87	<0,42	<0,42	<0,42
	PCB 77	6	21	37	29	12	3	4
	PCB 126	1	4	11	5	2	1	1
	PCB 169	<1,9	<1,9	<1,9	<1,8	<1,9	<1,9	<1,8
	PCB 123	1	4	7	4	2	<0,62	1
	PCB 118	89	260	430	290	128	47	47
	PCB 114	2	7	12	8	3	1	1
	PCB 105	35	125	251	150	58	19	19
	PCB 167	5	25	50	25	10	4	3
	PCB 156	9	52	111	52	17	6	5
	PCB 157	2	10,3	24,7	11	3,4	1,2	1,1
	PCB 189	1	5	11	4	2	<0,62	<0,61
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,13	0,52	1,22	0,63	0,27	0,08	0,08
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,19	0,58	1,27	0,68	0,33	0,14	0,14
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,12	0,46	1,10	0,56	0,24	0,07	0,07
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,18	0,52	1,16	0,62	0,30	0,13	0,13
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,15	0,65	2,32	0,70	0,28	0,08	0,09
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,38	0,83	2,37	0,87	0,52	0,32	0,32
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,13	0,56	2,00	0,61	0,26	0,07	0,08
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,35	0,73	2,06	0,79	0,48	0,29	0,30
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	<4,4	<2,8	<2,8	<4,2	<6,4	<4,5	<3,9
	Acenaphthylen	<0,03	<0,02	0,02	<0,04	<0,05	<0,03	<0,02
	Acenaphthen	<0,17	<0,11	<0,11	<0,16	<0,24	<0,17	<0,15
	Fluoren	<0,18	0,14	0,13	0,21	<0,26	0,22	<0,16
	Phenanthren	2,17	2,76	3,03	5,23	6,55	1,90	1,23
	Anthracen	0,13	0,11	0,25	0,29	0,21	0,06	0,04
	Fluoranthren	2,08	5,43	7,13	8,55	12,1	2,44	1,17
	Pyren	1,04	3,13	6,91	4,39	4,39	0,91	0,51
	Benz(a)anthracen	0,23	1,00	2,87	1,24	0,25	0,10	0,10
	Chrysen	0,40	2,29	6,66	2,97	0,75	0,29	0,17
	Benzo(b)fluoranthren	0,25	1,84	5,59	2,16	0,83	0,27	0,25
	Benzo(k)fluoranthren	0,06	0,32	0,94	0,44	0,18	0,06	0,06
	Benzo(a)pyren	0,07	0,23	0,67	0,40	0,20	0,06	0,07
	Dibenz(a,h)anthracen	0,04	0,03	0,10	0,07	0,05	<0,02	<0,02
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,06	0,21	1,29	0,43	0,26	0,08	0,10
	Benzo(g,h,i)perylene	0,05	0,13	0,61	0,30	0,19	0,06	0,07
	PAH4	0,95	5,36	15,8	6,8	2,03	0,72	0,59
	Summe PAH nach EPA 610	6,58	17,6	36,2	26,7	26,0	6,45	3,77
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	6,58	17,6	36,2	26,7	26,0	6,45	3,77

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2015 (Block 3)

	Station	1	2	3	S4	G4	5	6	7	8	9
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	< 0,029	0,043	0,05	<0,028	<0,046	<0,027	<0,031	<0,031	<0,027	< 0,029
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	< 0,038	0,13	0,15	0,0451	<0,061	<0,036	<0,040	<0,041	< 0,036	< 0,038
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,059	<0,067	0,08	<0,057	<0,093	<0,0691	<0,061	<0,062	<0,055	<0,058
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,08	0,17	0,16	0,08	<0,13	<0,075	<0,084	<0,085	<0,075	0,08
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,075	0,12	0,08	<0,073	<0,12	<0,072	<0,079	<0,08	<0,071	<0,074
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,36	1,10	0,92	0,45	0,287	0,56	0,51	0,305	0,36	0,78
	- OctaCDD	1,7	5,94	1,98	1,64	1,99	2,03	1,4	1,21	1,69	6,2
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,16	0,69	1,13	0,4	<0,13	0,25	0,14	0,12	0,13	<0,079
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-CDF	0,07	0,27	0,34	0,18	<0,088	0,07	<0,058	<0,059	<0,052	<0,055
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,086	0,3	0,44	0,22	<0,14	<0,08	<0,09	<0,091	<0,081	<0,085
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-CDF	<0,091	0,25	0,23	0,10	<0,14	<0,085	<0,095	<0,096	<0,085	<0,089
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,083	0,24	0,263	0,11	<0,13	<0,077	<0,087	<0,088	<0,078	<0,082
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,062	<0,071	<0,061	<0,06	<0,098	<0,057	<0,065	<0,065	<0,058	<0,061
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,075	0,23	0,25	0,10	<0,12	<0,07	<0,079	<0,08	<0,071	<0,074
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,15	0,49	0,61	0,25	<0,14	0,15	0,15	0,109	0,12	0,18
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,06	<0,069	<0,06	<0,058	<0,095	<0,056	<0,063	<0,063	<0,056	<0,059
	- OctaCDF	<0,18	0,36	0,30	<0,18	<0,29	0,23	<0,19	<0,2	0,18	<0,18
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,03	0,48	0,60	0,23	0,00	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
	I-TEQ max**	0,17	0,49	0,61	0,28	0,19	0,17	0,18	0,17	0,16	0,17
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,03	0,54	0,67	0,25	0,00	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
	TEQ WHO 97 (PCDD/F) max**	0,19	0,55	0,68	0,30	0,25	0,19	0,20	0,19	0,17	0,18
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	0,43	1,18	1,02	1,62	0,69	<0,50	<0,44	<0,44	<0,39	<0,41
	PCB 77	18	53	37	94	31	26	10	11	9	12
	PCB 126	1	6	4	8	7	3	<0,40	1	1	4
	PCB 169	<1,8	<2,1	<1,8	<1,8	<2,9	<1,7	<1,9	<2,0	<1,7	<1,8
	PCB 123	2	4	4	8	5	3	1	1	1	3
	PCB 118	151	324	212	542	421	206	87	79	91	240
	PCB 114	4	9	5	13	8	7	2	2	2	5
	PCB 105	60	139	98	265	225	77	29	29	29	89
	PCB 167	8	17	12	29	30	10	5	4	6	27
	PCB 156	15	39	26	65	64	21	9	7	10	46
	PCB 157	3	7,9	5,6	13	13,0	3,7	1,7	1,4	1,7	7,6
	PCB 189	1	4	2	5	5	1	1	1	1	4
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,14	0,65	0,49	0,94	0,78	0,33	0,02	0,07	0,14	0,50
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,19	0,71	0,54	1,00	0,87	0,39	0,12	0,14	0,20	0,56
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCB)	0,12	0,59	0,45	0,84	0,69	0,29	0,01	0,06	0,12	0,45
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,17	0,65	0,51	0,90	0,78	0,35	0,10	0,13	0,18	0,51
	TE WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,17	1,18	1,16	1,19	0,78	0,36	0,04	0,09	0,16	0,52
	TE WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,38	1,26	1,22	1,30	1,12	0,58	0,31	0,33	0,37	0,76
	TE WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,14	1,06	1,03	1,05	0,70	0,33	0,03	0,07	0,14	0,47
PAH [µg/kg TS]	TE WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,34	1,13	1,09	1,15	1,04	0,52	0,28	0,30	0,33	0,69
	Naphthalin	<5,2	11,9	<3,5	<5,3	<17,8	<7,2	<4,6	<4,1	<4,0	<4,7
	Acenaphthylen	2,69	1,65	1,45	2,19	<0,32	2,76	1,34	1,23	1,28	<0,09
	Acenaphten	7,58	9,00	14,2	21,6	<0,52	30,9	4,69	4,86	5,35	0,58
	Fluoren	11,7	12,1	18,8	31,7	0,74	33,5	8,20	6,32	6,86	1,56
	Phenanthren	43,1	66,8	101	163	8,32	167	25,1	18,2	21,6	8,00
	Anthracen	0,24	0,50	0,54	1,71	0,40	0,66	0,13	0,10	0,21	0,14
	Fluoranthren	11,1	19,3	29,3	49,9	9,70	46,2	13,1	4,25	3,81	3,55
	Pyren	6,66	11,1	17,1	28,5	3,94	20,5	6,41	2,47	2,37	1,96
	Benz(a)anthracen	0,45	1,11	0,66	2,10	2,18	0,51	0,27	0,21	0,12	0,31
	Chrysen	1,09	3,07	2,52	4,51	2,78	1,52	0,82	0,60	0,38	0,62
	Benzo(b)fluoranthren	0,52	1,15	1,02	2,06	1,81	0,89	0,48	0,46	0,21	0,53
	Benzo(k)fluoranthren	0,13	0,28	0,23	0,46	0,40	0,26	0,12	0,13	0,05	0,13
	Benzo(a)pyren	0,09	0,18	0,20	0,35	0,30	0,24	0,13	0,13	0,05	0,18
	Dibenz(a,h)anthracen	0,03	0,07	0,05	0,08	0,07	0,08	0,03	0,04	<0,02	0,04
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,15	0,30	0,29	0,51	0,52	0,40	0,17	0,19	0,06	0,18
	Benzo(g,h,i)perylene	0,16	0,27	0,26	0,45	0,33	0,30	0,17	0,17	0,07	0,18
	PAH4	2,14	5,51	4,39	9,02	7,08	3,16	1,70	1,40	0,75	1,63
	Summe PAH nach EPA 610	85,6	139	187	309,3	31,5	306	61,2	39,3	42,5	17,9
	Summe PAH (ohne Naphth.)	85,6	127	187	309,3	31,5	306	61,2	39,3	42,5	17,9

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2015 (Block 4)

	Station	1	2	3	4	5	6	7	8
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	< 0,029	0,08	0,10	0,07	< 0,029	< 0,029	< 0,029	< 0,029
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,10	0,25	0,25	0,18	0,09	0,09	0,09	0,09
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,058	0,14	0,13	0,08	<0,058	<0,058	<0,059	0,07
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,15	0,43	0,39	0,24	0,16	0,14	0,17	0,10
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,11	0,24	0,25	0,12	0,09	0,09	0,11	<0,07
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,96	1,90	2,43	1,25	0,97	0,99	1,04	0,80
	- OctaCDD	2,1	3,23	4,92	3,17	2,28	2,02	1,94	1,64
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,21	0,74	1,01	0,7	0,53	0,21	0,22	0,43
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,12	0,49	0,49	0,38	0,23	0,11	0,13	0,18
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,15	0,7	0,64	0,50	0,31	0,11	0,14	0,19
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,09	0,25	0,29	0,20	0,13	<0,09	<0,091	<0,091
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,082	0,28	0,330	0,21	0,12	<0,082	0,09	0,11
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,061	<0,061	<0,061	<0,06	<0,061	<0,061	<0,062	<0,06
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,075	0,23	0,28	0,18	0,10	<0,075	<0,076	0,10
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,19	0,46	0,71	0,38	0,26	0,23	0,21	0,19
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,06	<0,06	<0,059	<0,059	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
	- OctaCDF	<0,18	<0,18	0,26	0,22	0,19	<0,18	<0,19	<0,18
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	0,19	0,82	0,87	0,62	0,34	0,16	0,20	0,24
	I-TEQ max**	0,25	0,82	0,88	0,63	0,38	0,23	0,26	0,28
PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	0,23	0,94	1,00	0,71	0,38	0,21	0,24	0,27
	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	0,30	0,94	1,00	0,72	0,42	0,27	0,30	0,31
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	0,20	0,80	0,86	0,60	0,31	0,18	0,21	0,24
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	0,27	0,80	0,87	0,61	0,35	0,25	0,27	0,28
	PCB 81	0,46	1,2	1,0	2,2	1,32	0,61	0,62	0,63
	PCB 77	9	19	22	29	31	9	7	11
	PCB 126	1	3	3	5	2	1	1	1
	PCB 169	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,9	<1,8
	PCB 123	2	3	3	5	5	1	1	1
	PCB 118	178	317	301	469	420	130	109	94
	PCB 114	3	7	9	13	11	3	2	3
	PCB 105	78	150	154	259	203	52	45	31
	PCB 167	13	31	21	40	37	9	8	4
	PCB 156	25	58	42	84	77	16	14	10
	PCB 157	5	9,3	7,8	15	12	2,8	2,7	2
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	PCB 189	2	4	3	7	7	1	1	1
	TE nach WHO 97 (PCB)	0,16	0,36	0,38	0,64	0,33	0,09	0,10	0,12
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	0,22	0,41	0,43	0,70	0,38	0,15	0,16	0,18
	TE nach WHO 06 (PCB)	0,13	0,30	0,32	0,54	0,24	0,07	0,08	0,11
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	0,19	0,35	0,37	0,59	0,29	0,12	0,14	0,16
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)	0,39	1,30	1,37	1,35	0,71	0,30	0,34	0,39
PAH [µg/kg TS]	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	0,52	1,36	1,43	1,41	0,80	0,42	0,46	0,49
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	0,33	1,09	1,18	1,14	0,55	0,25	0,29	0,35
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	0,46	1,15	1,24	1,20	0,65	0,37	0,41	0,44
	Naphthalin	1,21	1,70	<1,2	1,95	2,03	1,63	<1,2	<1,2
	Acenaphthylen	0,04	0,05	0,03	0,08	0,06	0,08	0,03	0,03
	Acenaphthen	0,10	0,13	<0,07	0,19	0,12	0,16	<0,07	<0,07
	Fluoren	0,20	0,20	0,24	0,24	0,21	0,25	0,15	0,21
	Phenanthren	3,09	4,26	4,35	3,75	3,03	3,79	2,93	3,12
	Anthracen	0,24	0,34	0,24	0,20	0,15	0,24	0,17	0,17
	Fluoranthren	4,31	9,37	8,28	7,22	5,05	5,04	4,70	4,52
	Pyren	2,87	7,54	6,04	4,55	2,87	3,29	3,78	2,81
	Benz(a)anthracen	0,81	3,07	1,76	3,38	0,67	1,52	1,71	1,41
	Chrysen	2,03	5,93	4,80	5,15	1,94	2,99	3,10	2,59
	Benzo(b)fluoranthren	0,85	2,34	1,91	2,67	0,93	1,65	1,25	0,94
	Benzo(k)fluoranthren	0,22	0,61	0,51	0,68	0,26	0,50	0,37	0,21
	Benzo(a)pyren	0,17	0,45	0,78	0,42	0,16	0,60	0,29	0,16
	Dibenz(a,h)anthracen	0,03	0,12	0,12	0,12	0,06	0,16	0,07	0,02
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,29	0,71	0,85	0,84	0,36	0,87	0,53	0,26
	Benzo(g,h,i)perylene	0,16	0,50	0,55	0,50	0,25	0,61	0,33	0,20
	PAH4	3,86	11,8	9,25	11,6	3,70	6,76	6,35	5,11
	Summe PAH nach EPA 610	16,6	37,3	30,5	31,9	18,2	23,4	19,4	16,7
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	15,4	35,6	30,5	30,0	16,1	21,7	19,4	16,7

Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2015 (Block 4)

	Stationen	1	2	3	4	5	6	7	8
Hogensummen [ng/kg TS]	Summe TetraCDD	4,7	13,7	12,1	12,3	3,9	3,1	4,2	2,7
	Summe PentaCDD	3,5	9,3	10,0	9,2	3,4	2,9	3,5	1,7
	Summe HexaCDD	2,7	6,4	7,2	4,5	2,6	2,5	2,7	1,3
	Summe HeptaCDD	2,2	4,1	5,7	3,8	2,6	2,3	2,7	1,6
	OctaCDD	2,1	3,2	4,9	3,2	2,3	2,0	1,9	4,6
	Summe TetraCDF	6,8	28,8	36,7	23,6	10,4	6,38	7,0	9,4
	Summe PentaCDF	2,4	10,6	12,1	10,2	4,3	2,29	2,8	3,3
	Summe HexaCDF	0,5	2,6	3,0	1,9	1,1	0,491	0,6	0,6
	Summe HeptaCDF	0,3	0,6	0,9	0,6	0,4	0,342	0,3	0,2
	OctaCDF	<0,18	<0,18	0,3	0,2	0,2	<0,18	<0,19	0,2
	Summe PCDD	15,2	36,8	40,0	33,0	14,7	12,7	15,0	11,9
	Summe PCDF	9,8	42,7	53,0	36,5	16,4	9,5	10,6	13,7
	TE nach BGA	0,29	1,14	1,32	0,95	0,43	0,26	0,31	0,32

Anhang 8.1 TE nach WHO 06 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,17	0,034	15,9	0,17	0,027	16,1	0,27	0,043
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,21	0,026	11,9	0,48	0,057	13,7	0,80	0,110
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	0,91	0,012	10,4	0,59	0,061	17,7	0,87	0,154
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,17	0,035	16,0	0,25	0,040	15,7	0,61	0,096
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,18	0,035	13,6	0,17	0,023	16,2	0,35	0,057
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,16	0,032	13,0	0,18	0,023	18,6	0,25	0,047
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,16	0,029	11,5	0,17	0,020	18,0	0,27	0,049
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,16	0,020	16,5	0,28	0,046

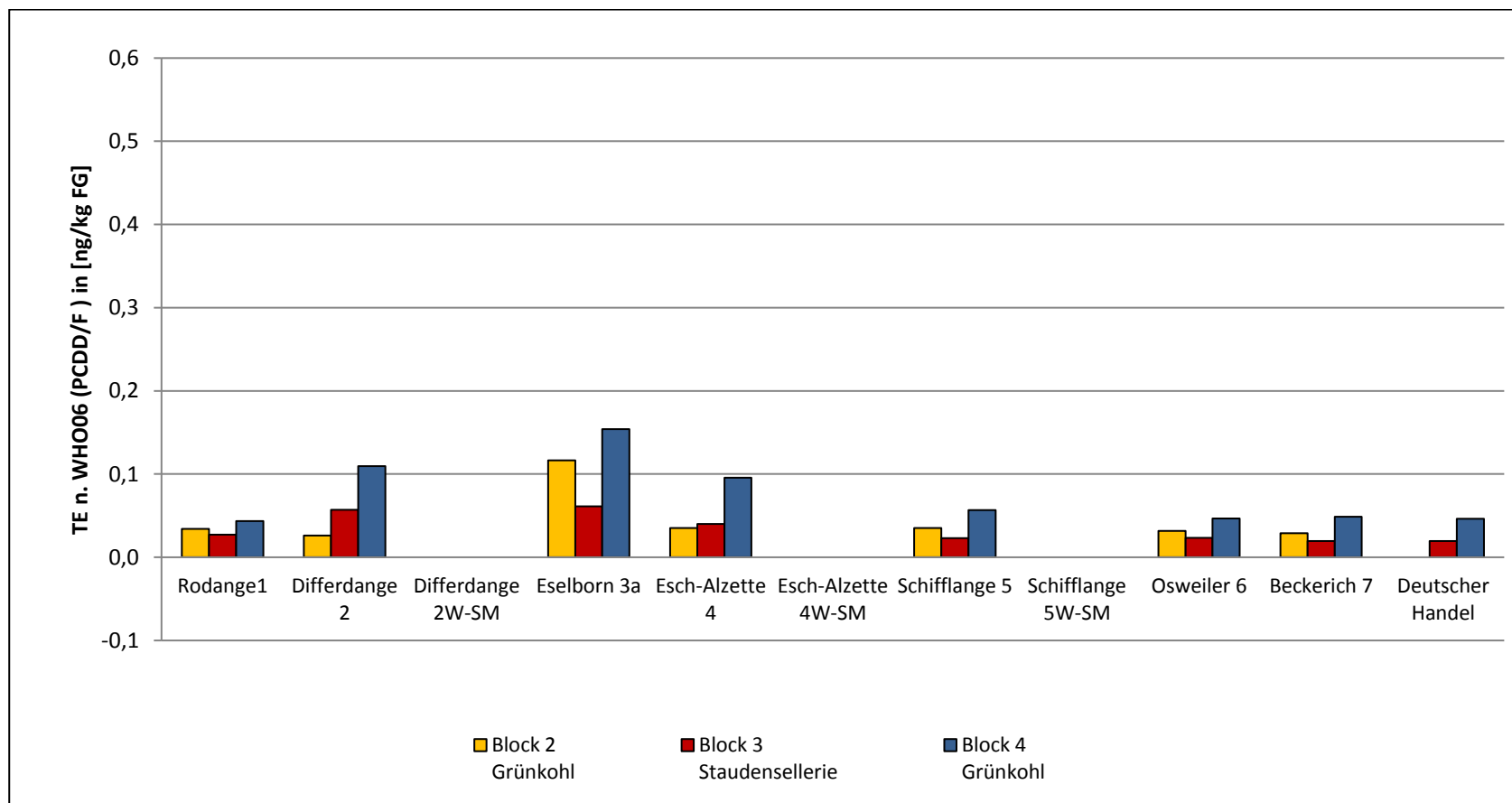


Abb. 23: PCDD/F (WHO 06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Anhang 8.2 TE nach WHO 06 (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,18	0,036	15,9	0,17	0,027	16,1	0,19	0,031
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,52	0,065	11,9	0,65	0,077	13,7	0,35	0,048
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn - Rue de Lorentzweiler	12,8	1,16	0,148	10,4	0,51	0,053	17,7	0,37	0,065
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,62	0,128	16,0	0,90	0,144	15,7	0,59	0,093
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,30	0,059	13,6	0,35	0,048	16,2	0,29	0,047
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,13	0,026	13,0	0,10	0,013	18,6	0,12	0,022
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,13	0,023	11,5	0,13	0,015	18,0	0,14	0,025
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,18	0,022	16,5	0,16	0,026

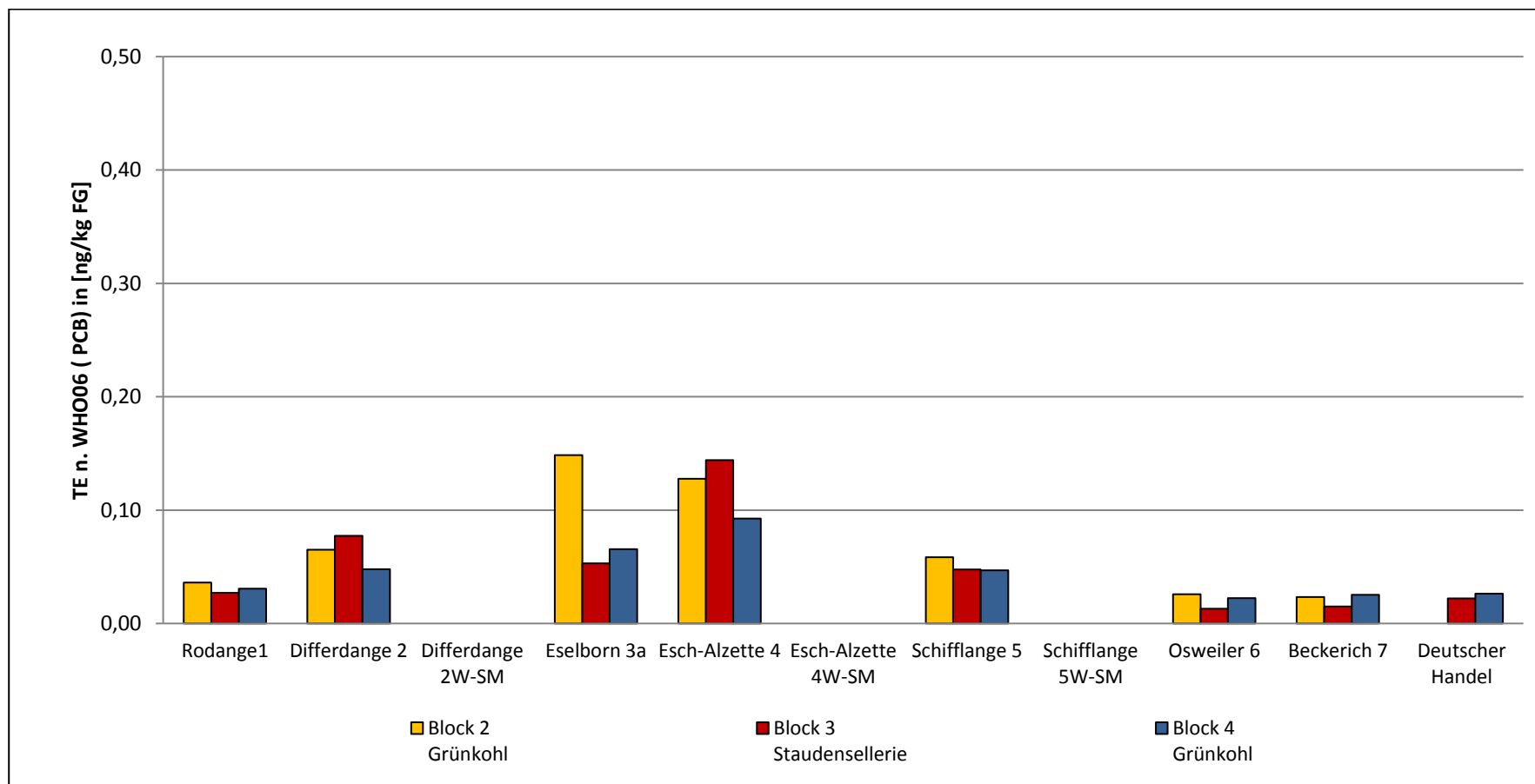


Abb. 24: PCB (WHO 06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

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

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		02.06.2015 - 27.07.2015			27.07.2015 - 21.09.2015			06.10.2015 - 09.12.2015		
		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	20,0	0,35	0,070	15,9	0,34	0,054	16,1	0,46	0,074
2	Differdange - Cité Henri Grey	12,5	0,73	0,091	11,9	1,13	0,134	13,7	1,15	0,158
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	14,0			11,3			13,3		
3	Eselborn – Rue de Lorentzweiler	12,8	2,06	0,264	10,4	1,09	0,113	17,7	1,24	0,219
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,6	0,79	0,163	16,0	1,15	0,184	15,7	1,20	0,188
4W-SM	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,8			15,4			15,5		
5	Schifflange - Cité Um Benn	19,5	0,48	0,094	13,6	0,52	0,071	16,2	0,65	0,105
5W-SM	Schifflange - Cité Um Benn	19,3			13,9			16,3		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	19,8	0,29	0,057	13,0	0,28	0,036	18,6	0,37	0,069
7	Beckerich - Rue de Diekirch	18,0	0,30	0,054	11,5	0,30	0,035	18,0	0,41	0,074
	Probe aus deutschem Handel				12,3	0,33	0,041	16,5	0,44	0,073

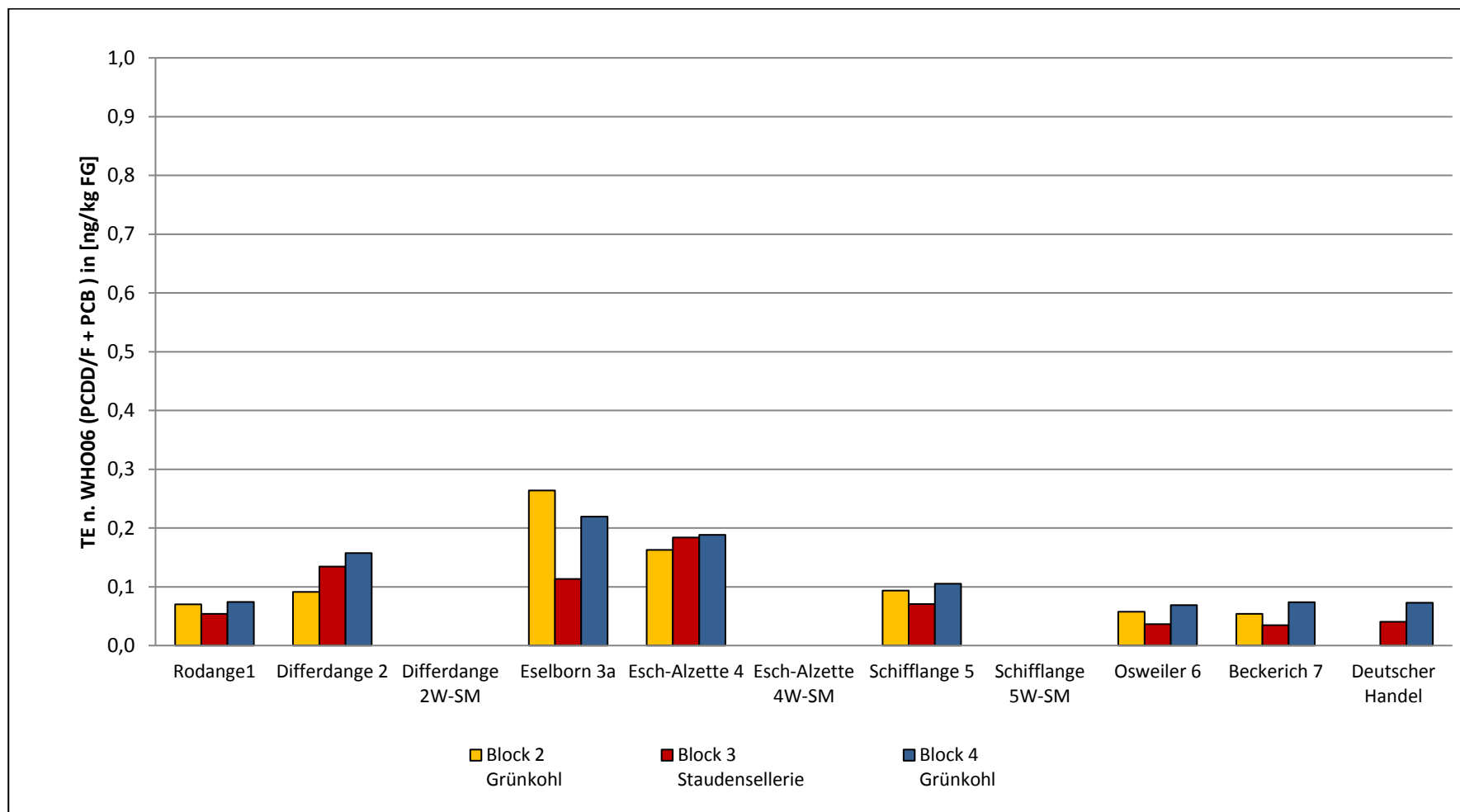


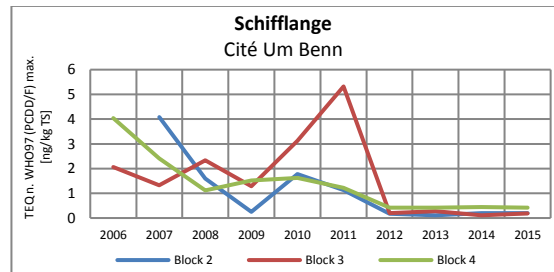
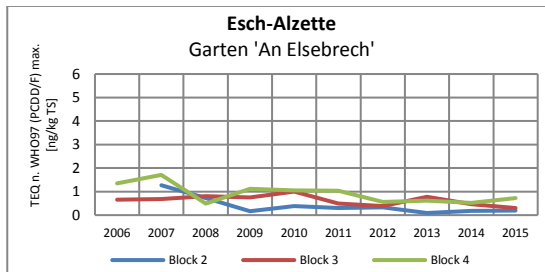
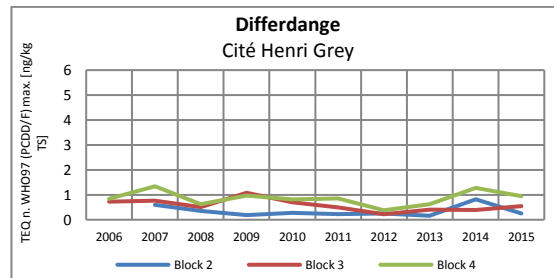
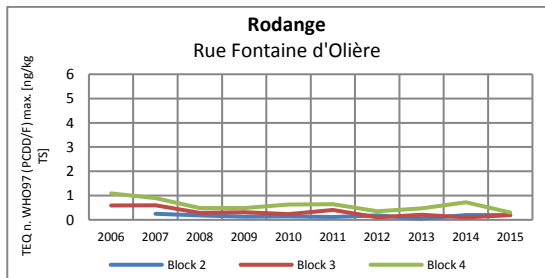
Abb. 24: PCDD/F + PCB (WHO 06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Anhang 8.4 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2015

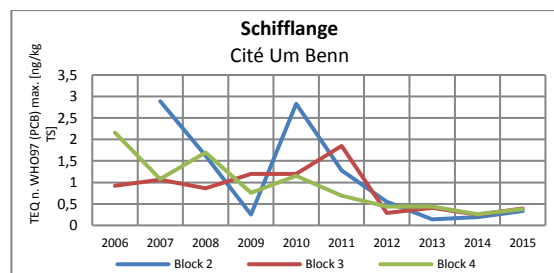
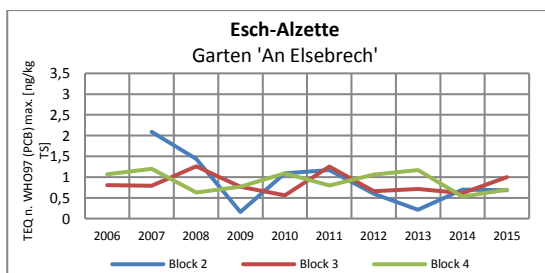
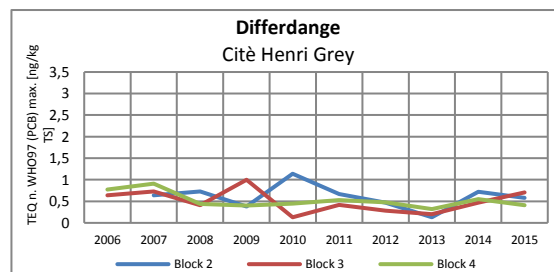
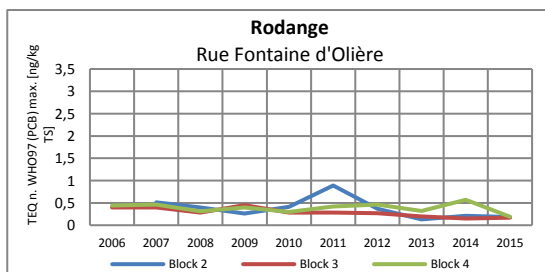
8.4.1 Organische Schadstoffe

Angaben jeweils bezogen auf die Trockensubstanz

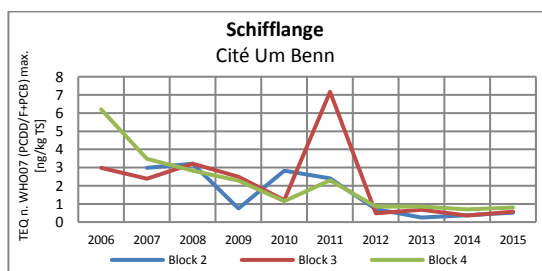
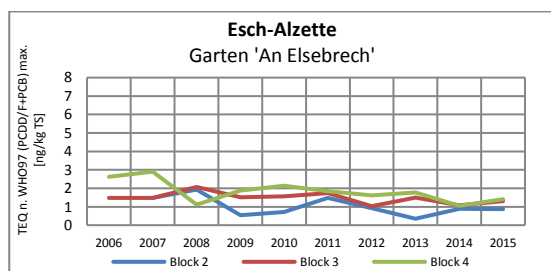
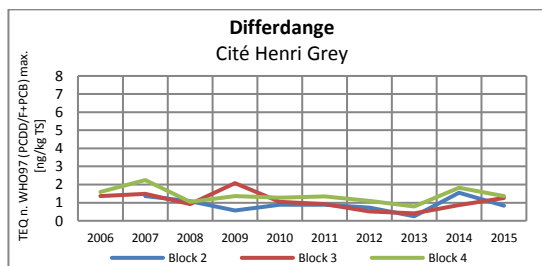
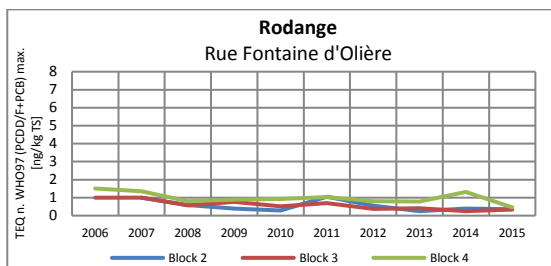
PCDD/ F (TEQ n. WHO 97)



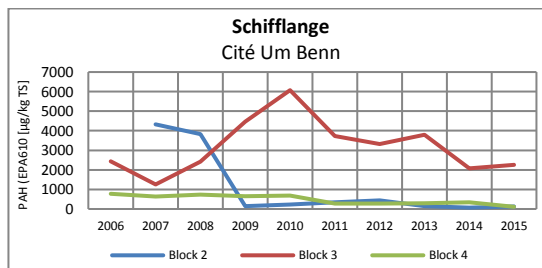
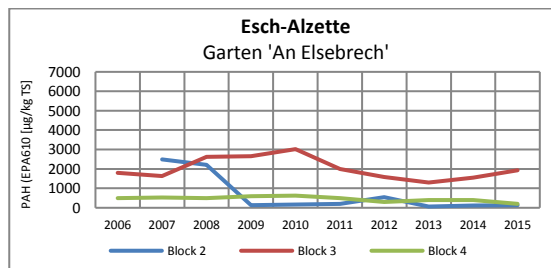
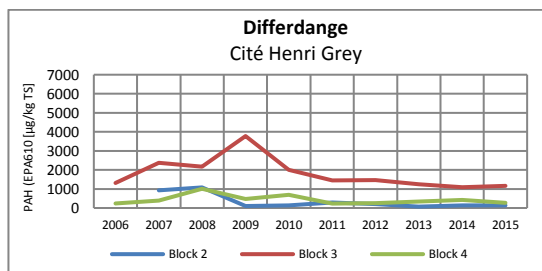
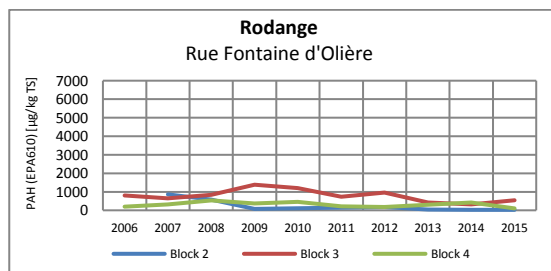
PCB (TEQ nach WHO 97)



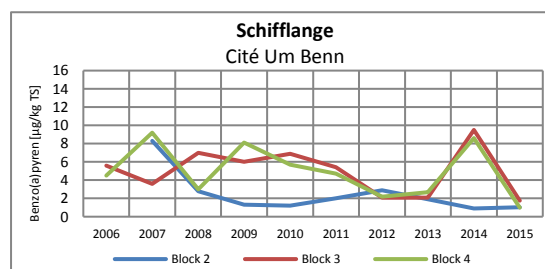
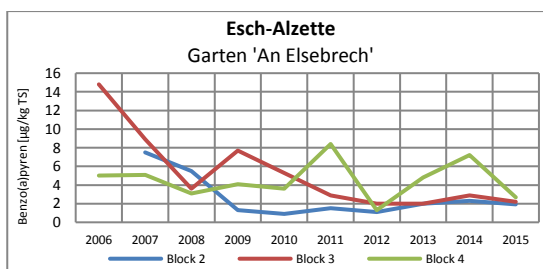
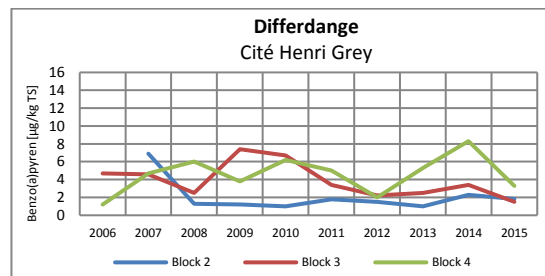
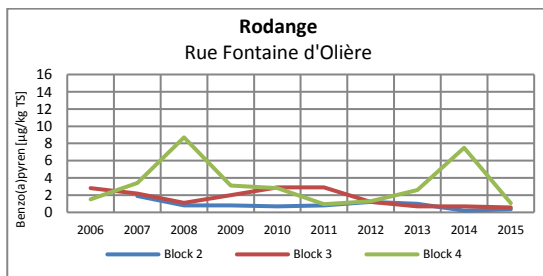
PCDD/F + PCB (TEQ n. WHO 97)



PAH-Summe (EPA 610)

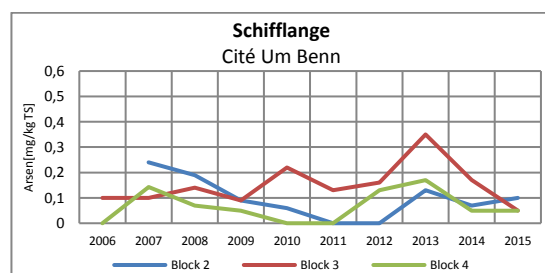
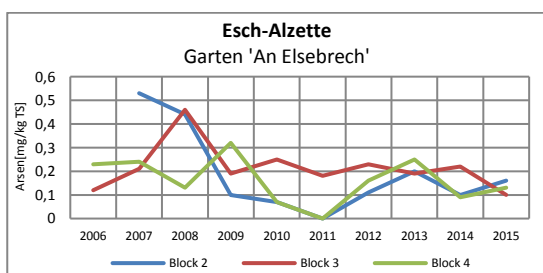
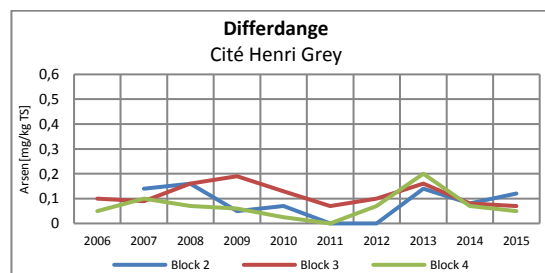
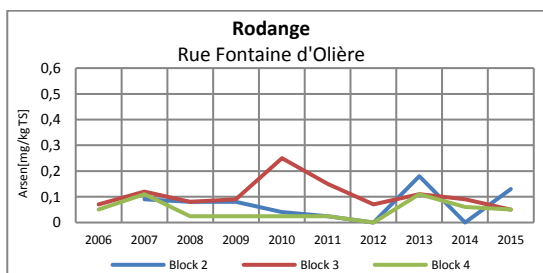


Benzo(a)pyren

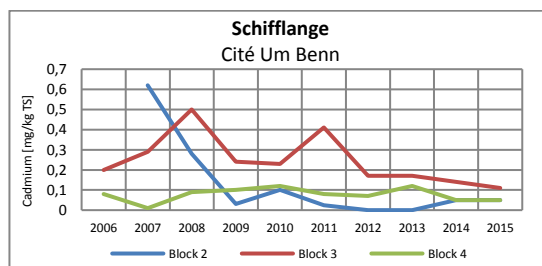
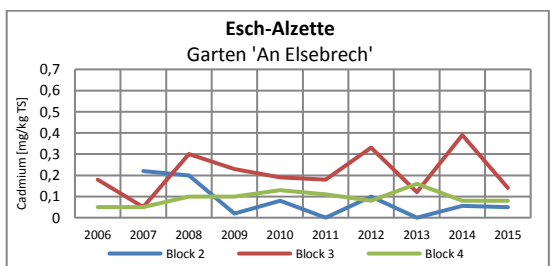
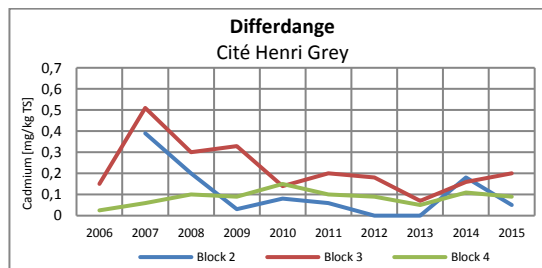
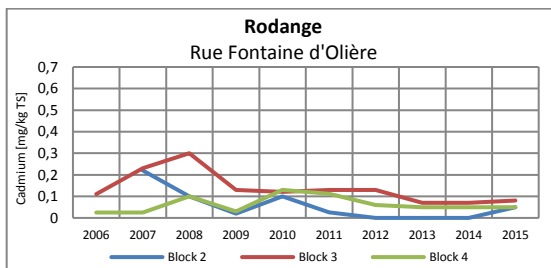


8.4.2 Anorganische Stoffe

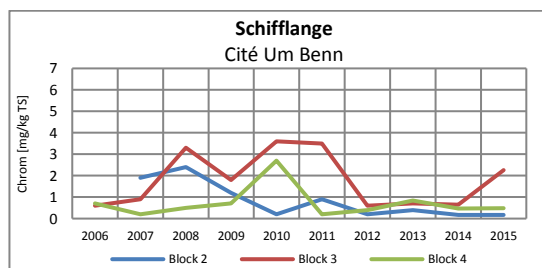
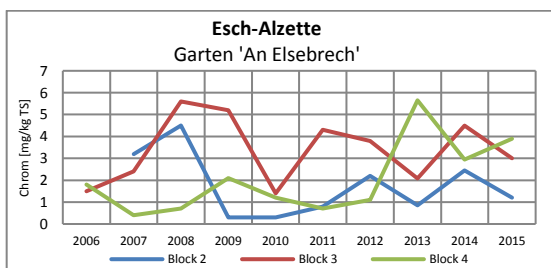
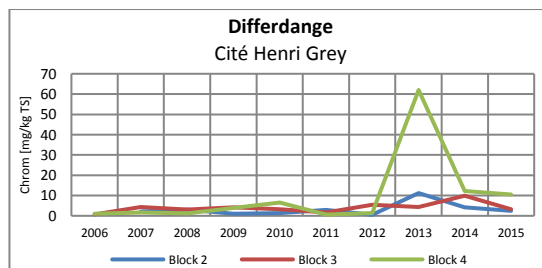
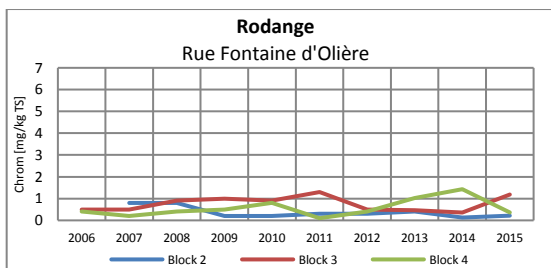
Arsen



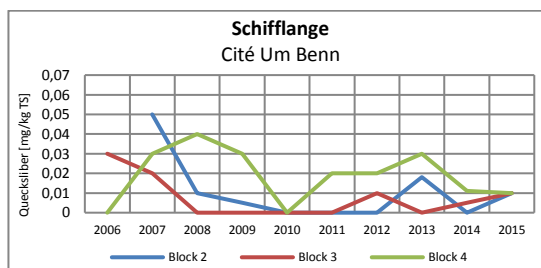
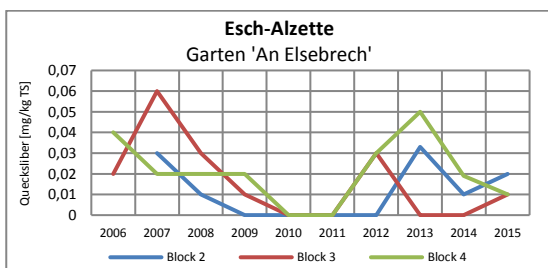
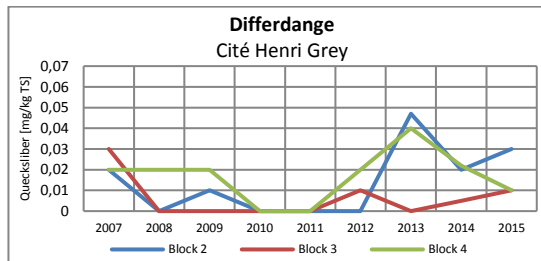
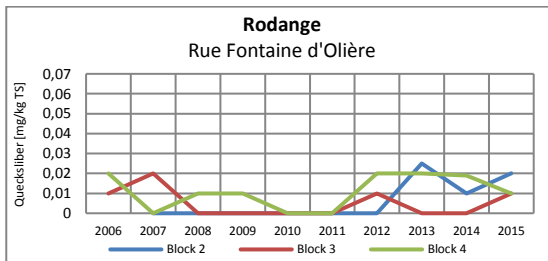
Cadmium



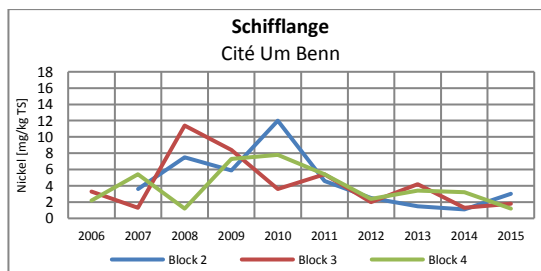
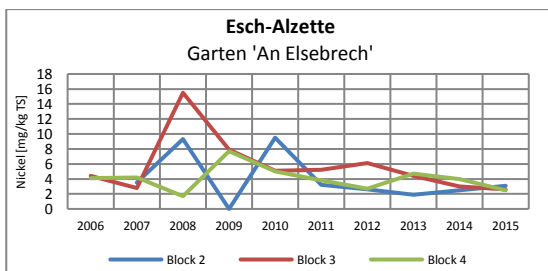
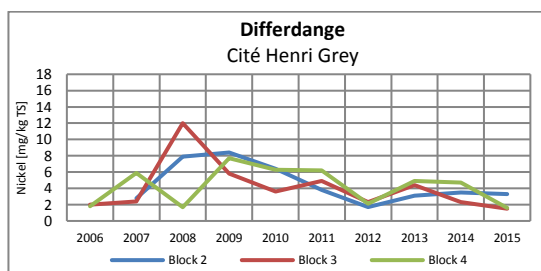
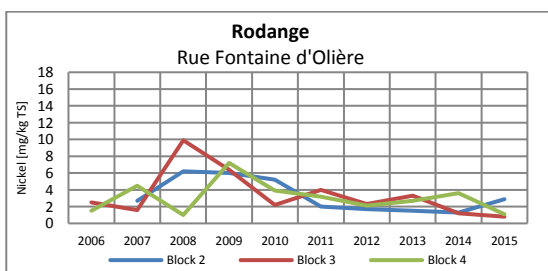
Chrom



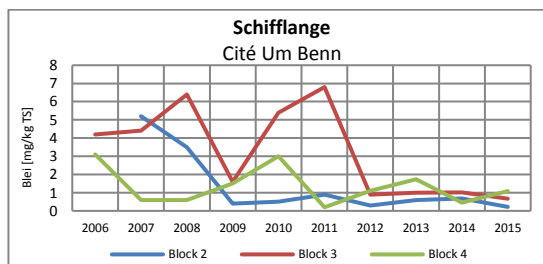
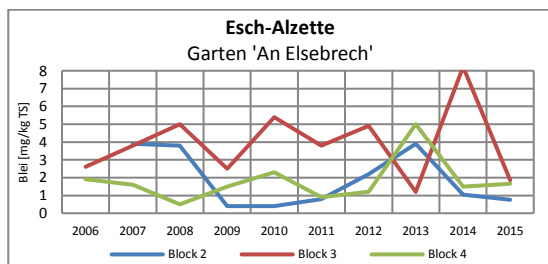
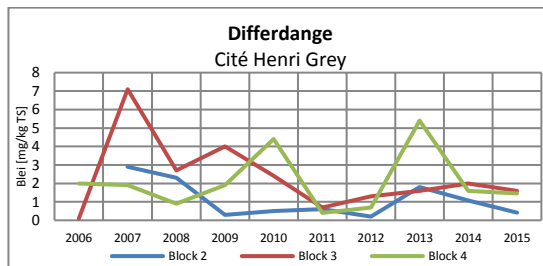
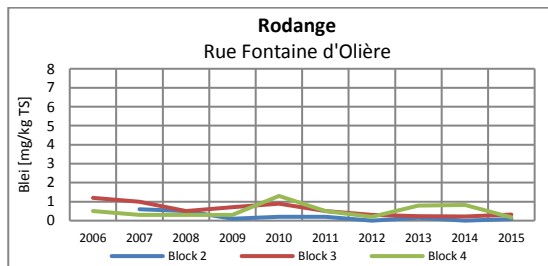
Quecksilber



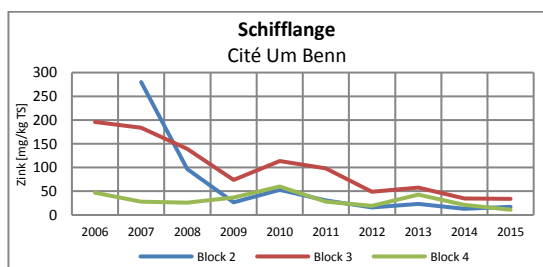
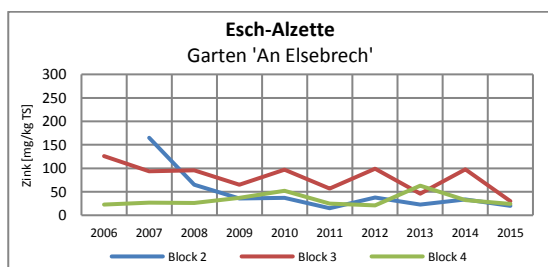
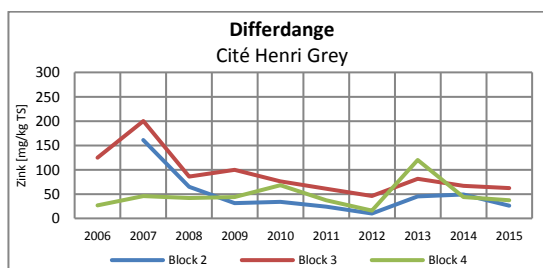
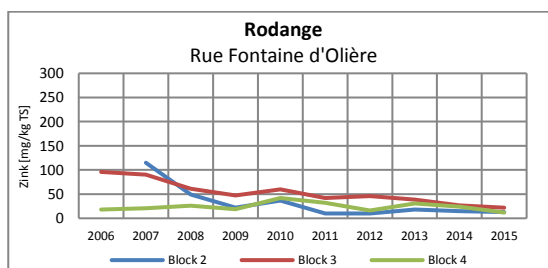
Nickel



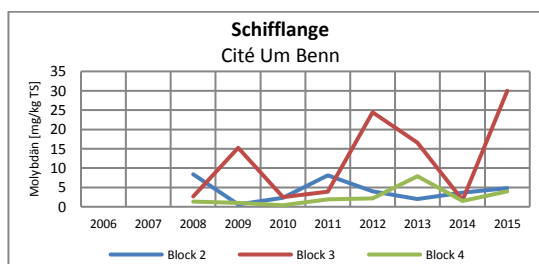
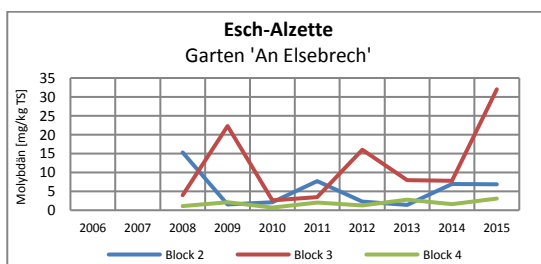
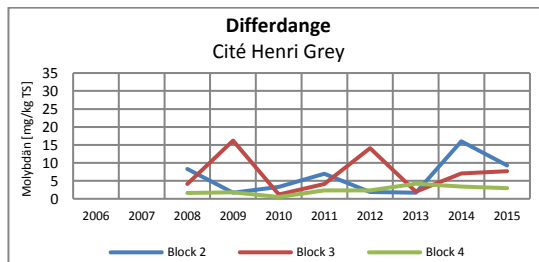
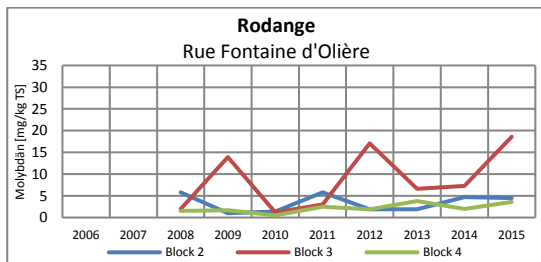
Blei



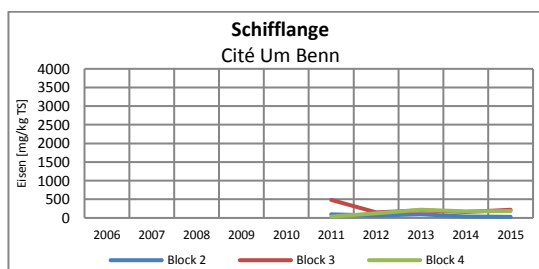
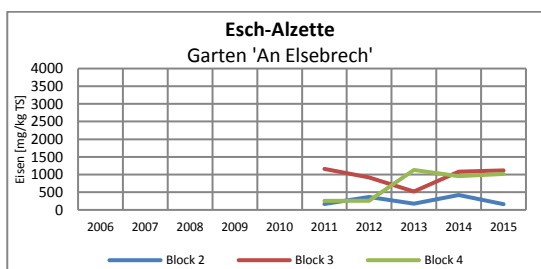
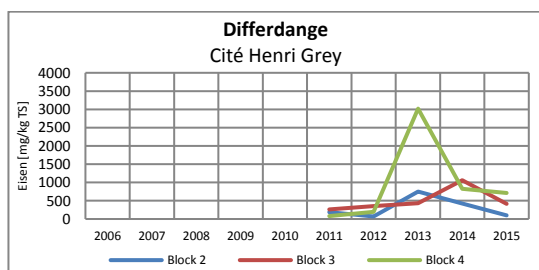
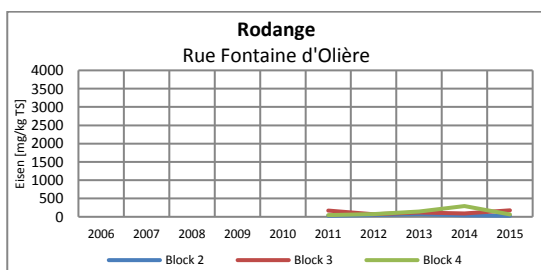
Zink



Molybdän



Eisen



Calcium

