



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Biomonitoring von Luftschadstoffen in Luxembourg im Jahr 2017

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

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

Bericht-Nr.: 2732560

Art der Messung: Immissions-Wirkungserhebungen mit
Staudensellerie und Grünkohl

Zeitraum der Messungen: Mai – November 2017

Bearbeitung: Dipl.-Biol. Walter Maier
Dipl.-Chem. Christian Albrecht

Sachbearbeiter:

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

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

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

Datum: 06.06.2018

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/

Dokument:
2732560-Biomonitoring
Luxembourg 2017-
ENDFASSUNG.docx

Das Dokument besteht aus
68 Seiten.
Seite 1 von 68

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.



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 7005-0
Telefax: +49 711 7005-0
www.tuev-sued.de/is



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	15
4.1	Arsen	15
4.2	Blei	17
4.3	Cadmium	19
4.4	Chrom	21
4.5	Quecksilber	23
4.6	Nickel	25
4.7	Molybdän	27
4.8	Zink	29
4.9	Eisen	31
4.10	Benzo(a)pyren	33
4.11	PAH4	35
4.12	PAH-Summe (EPA610)	37
4.13	PCDD/F (TE nach WHO 06)	39
4.14	PCB (TE nach WHO 06)	41
4.15	PCDD/F + PCB (TE nach WHO 06)	43
5	PCDD/F-HOMOLOGENVERTEILUNG IN GRÜNKOHL (BLOCK 4)	45
6	ABWASCHBARKEIT DER STOFFE	46



7	BELASTUNGSUNTERSCHIEDE IM MESSNETZ.....	49
8	ANHANG	53
8.1	Anhang 1	53
8.2	Anhang 2 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2017	59
8.2.1	Anhang 2-1: Organische Schadstoffe	60
8.2.2	Anhang 2-2: Anorganische Stoffe	64

1 Einführung und Aufgabenstellung

Im Auftrag der Administration de l'Enviroment führte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Jahr 2017 die Kampagnen 2, 3 und 4 des Biomonitoring-Programmes 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 5 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. 1-1: Biomonitoring-Messnetz Luxemburg – Lage der Messstellen im Überblick



Industrie Service

Tab. 1-1: 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
			Grün- kohl	Grün- kohl	Sellerie	Grün- kohl	Grün- kohl	Grün- kohl	Sellerie	Grün- kohl	Grün- kohl	Grün- kohl	Sellerie	Grün- kohl
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	X	X / W	X / W	X / W	X / W
3	Esch/Alzette (Rue des Tramways)	ländlich - industriell	X	X	X	X	X	X	X	X	X / W	X / W	X / W	X / W
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	städtisch	X	---	X	X	X	---	X	X	X	---	X	X
5	Doncols (Um Weschbur)	ländlich	X	---	X	X	X	---	X	X	X	---	X	X
6	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“.



Abb. 2-1: 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 Bioindikatorpflanzen 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):	23.05.2017 – 17.07.2017
Expositionszeitraum Block 3 (Grünkohl, Sellerie):	17.07.2017 – 12.09.2017
Expositionszeitraum Block 4 (Grünkohl):	12.09.2017 – 14.11.2017

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

Beprobt 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 Futtermittel 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.
Geändert durch Verordnung (EU) Nr. 488/2014 der Kommission vom 12. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Cadmium in Lebensmitteln.
- 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 Anhanges der Empfehlung 2013/711/EU zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln.
- Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 07. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung.
- Verordnung (EU) Nr. 835/2011 der Kommission vom 19. August 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln.
- Verordnung 277/2012 der Kommission vom 28. März 2012 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und Rates hinsichtlich der Höchstgehalte und Aktionsgrenzwerte für Dioxine und polychlorierte Biphenyle.
- Verordnung 744/2012 der Kommission vom 16. August 2012 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und Rates über Höchstgehalte für Arsen, Fluor, Blei, Quecksilber, Endosulfan, Dioxine, Ambrosia spp., Diclazuril und Lasalocid-A-Natrium sowie der Aktionsgrenzwert für Dioxine.

- Verordnung 1275/2013 der Kommission vom 6. Dezember 2013 zur Änderung von Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und Rates hinsichtlich der Höchstgehalte für Arsen, Cadmium, Blei, Nitrite, flüchtiges Senföl und schädliche botanische Verunreinigungen.
- Verordnung 2015/1006 der Kommission vom 25. Juni 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für anorganisches Arsen in Lebensmitteln.

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

- Orientierungswerte für Dioxinen und Furanen und dioxinähnlichen PCB
- Auf Basis von TDI-Werten abgeleitete Orientierungswerte für Chrom und Nickel

	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) TDI-EFSA-2015 für Nickel: 2,8 µg/kg KG*d, Verzehr von 250 g Blattgemüse pro Tag, Person mit 70 kg Körpergewicht, 15 % Resorption; Orientierungswert ist rein rechnerisch bestimmt.

- Orientierungswert / Vorsorgewert für Molybdän

Orientierend können herangezogen werden:

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

Ergänzend können aus den Messwerten des vorliegenden Biomonitoringprogramms an den ländlich geprägten Messstationen Osweiler und Beckerich Orientierungswerte für die Hintergrundbelastung in Luxembourg abgeleitet werden. Aus den Untersuchungsjahre 2008 bis 2015 wird hierzu (soweit vorhanden) jeweils der 80-Perzentil-Wert gebildet. 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.



Industrie Service

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).

Tab. 3-1: Bewertungskriterien für anorganische Schadstoffe

		Bezug	Anorganische Schadstoffe									
			mg/kg									
			As	Pb	Cd	Cr	Hg	Ni	Mo	Zn	Fe	Ca
Lebensmittel- überwachung	EU 1881/2006 - Gemüse, allgemein - Kohlgemüse, 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		0,08	10			
	ZEBS / BGA (Orientierungswerte) - Blattgemüse - Grünkohl	FG	0,2	0,8 2,0	0,10		0,05					
Futtermittel- überwachung	EU 32/2002, EU 1275/2013 Alleinfuttermittel (für Heimtiere)	TS	2	5	0,5 (2)							
Vergleichs- werte	Hintergrund Biomonitoring Luxembourg (Messpunkte Osweiler / Beckerich, 80-Perzentil 2008-2015) - Grünkohl - Sellerie	FG	0,02 0,04	0,06 0,10	0,02 0,03	0,05 0,10	0,003 0,001	0,90 0,60	0,8 2,4	5,6 10,4	12 18	4.000 7.500

Tab. 3-2: Bewertungskriterien für organische Schadstoffe

		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 – EU 835/2011 (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 277/2012 EU 774/2012 Heimtierfutter Höchstgehalt Heimtierfutter Auslösewerte *) bezogen auf 12% Feuchte	TS*)				1,75 1,25	2,5	5,5
Vergleichs- werte	Hintergrund Biomonitoring Luxembourg (Messpunkte Osweiler / Beckerich, 80-Perzentil 2008-2015) - Grünkohl - Sellerie	FG	0,5 0,7		33 115	0,06 0,03	0,04 0,03	0,09 0,07

4 Ergebnisse

4.1 Arsen

Tab. 4-1: Arsen-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS * [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	<0,05	0,013	17,1	<0,05	0,009				17,8	0,06	0,011
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	0,07	0,015	15,1	0,07	0,010	16,1	<0,05	0,008	19,3	0,10	0,019
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	0,05	0,011	13,8	<0,05	0,007	15,8	<0,05	0,008	18,5	0,06	0,011
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,06	0,014	16,6	0,17	0,028	15,0	0,13	0,020	16,7	0,12	0,020
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	<0,05	0,011	14,9	0,10	0,015	15,3	0,10	0,015	15,9	0,10	0,016
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	<0,05	0,008	10,4	<0,05	0,005				20,8	0,06	0,012
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	<0,05	0,010	12,2	<0,05	0,006				21,1	0,05	0,011
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,09	0,011				25,0	0,08	0,020

^{*)} Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden mit dem Wert der Nachweisgrenze für die Berechnung des Gehaltes im Frischgewicht herangezogen

ZEBS/BGA – Orientierungswert Blattgemüse	0,2 mg/kg FG
Orientierungswert Umweltamt Luxembourg (angelehnt an EU 2015/1006)	0,25 mg/kg TS
EU 1275/2013 – Alleinfuttermittel (Heimtiere)	2 mg/kg TS
Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg	
Grünkohl	0,02 mg/kg FG
Sellerie	0,04 mg/kg FG

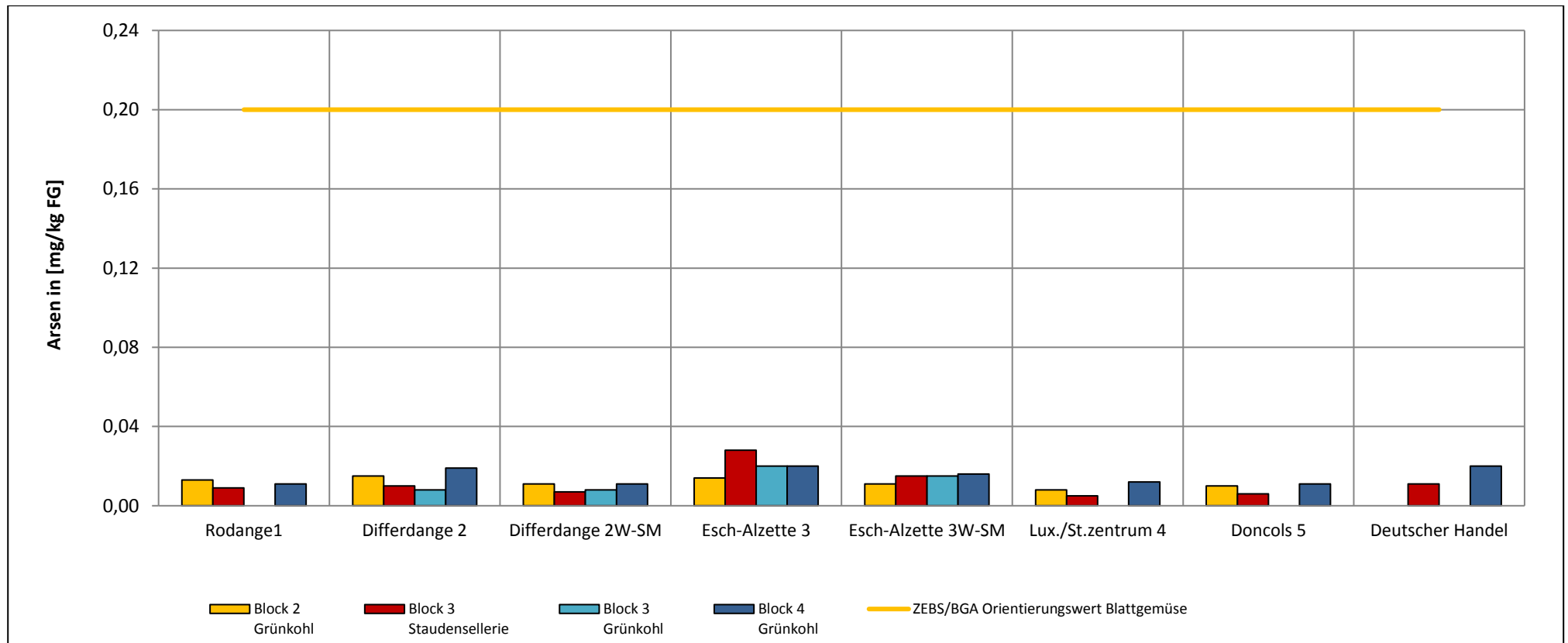


Abb. 4-1: Arsen-Gehalte in Bioindikatorpflanzen

4.2 Blei

Tab. 4-2: Blei-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	<0,1	0,026	17,1	0,21	0,036				17,8	0,23	0,041
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	0,86	0,182	15,1	0,51	0,077	16,1	0,18	0,029	19,3	2,08	0,401
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	0,42	0,088	13,8	0,30	0,041	15,8	0,07	0,011	18,5	0,90	0,167
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,20	0,047	16,6	1,97	0,327	15,0	1,20	0,180	16,7	0,86	0,144
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	0,17	0,039	14,9	1,25	0,186	15,3	0,79	0,121	15,9	0,56	0,089
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	<0,1	0,016	10,4	0,32	0,033				20,8	0,21	0,044
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	<0,1	0,020	12,2	0,13	0,016				21,1	0,16	0,034
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,23	0,030				25,0	0,20	0,050

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

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

EU 1275/2013 – Alleinfuttermittel 5 mg/kg TS

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl 0,06 mg/kg FG

Sellerie 0,10 mg/kg FG

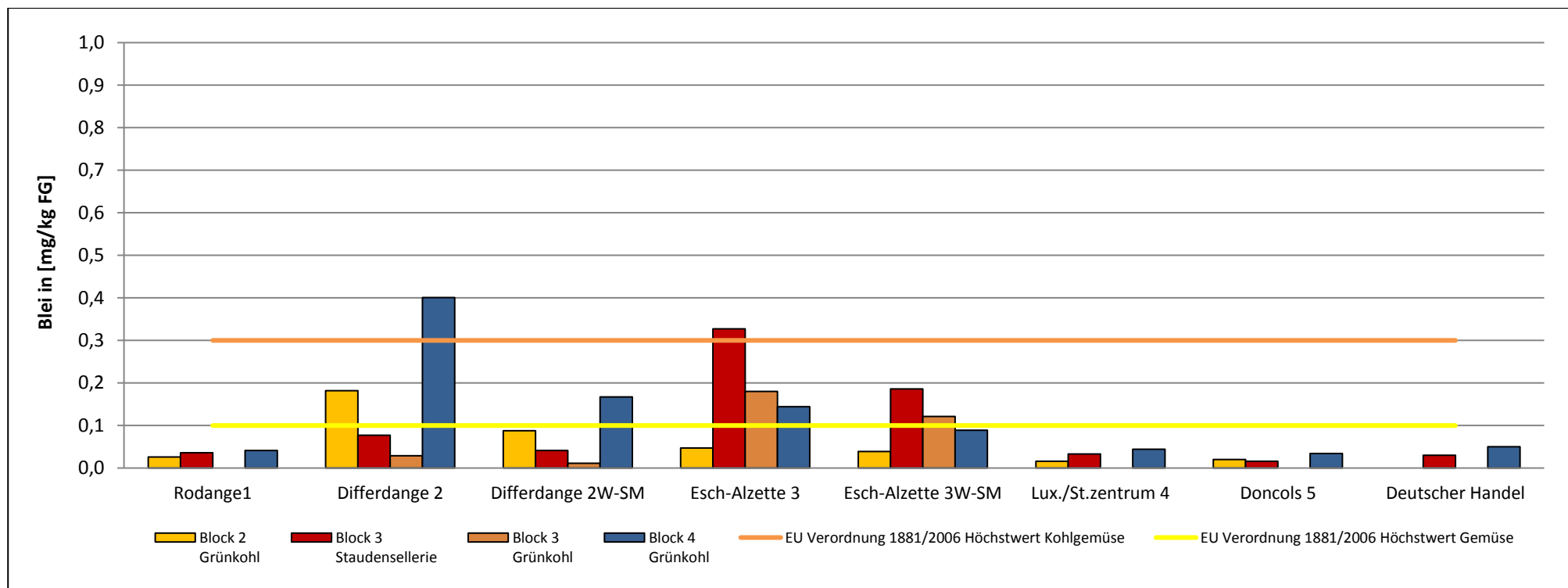


Abb. 4-2: Blei-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.3 Cadmium

Tab. 4-3: Cadmium-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS * [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	<0,05	0,013	17,1	0,12	0,021				17,8	<0,05	0,009
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	<0,05	0,015	15,1	0,16	0,024	16,1	0,06	0,009	19,3	0,08	0,015
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	<0,05	0,011	13,8	0,14	0,019	15,8	0,05	0,008	18,5	0,06	0,011
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	<0,05	0,014	16,6	0,22	0,037	15,0	0,10	0,015	16,7	0,05	0,008
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	<0,05	0,011	14,9	0,19	0,028	15,3	0,09	0,014	15,9	<0,05	0,008
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	<0,05	0,008	10,4	0,23	0,024				20,8	0,05	0,010
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	<0,05	0,010	12,2	0,23	0,028				21,1	0,05	0,011
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,23	0,030				25,0	0,17	0,043

^{*)} Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden mit dem Wert der Nachweisgrenze für die Berechnung des Gehaltes im Frischgewicht herangezogen

EU 1881/2006 – Höchstwert Gemüse (allgemein)	0,05	mg/kg FG
EU 1881/2006 – Höchstwert Blattkohl Stangensellerie	0,2	mg/kg FG
1275/2013/EU – Alleinfuttermittel	0,5	mg/kg TS
1275/2013/EU – Alleinfuttermittel (Heimtiere)	2	mg/kg TS
Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg		
Grünkohl	0,02	mg/kg FG
Sellerie	0,03	mg/kg FG

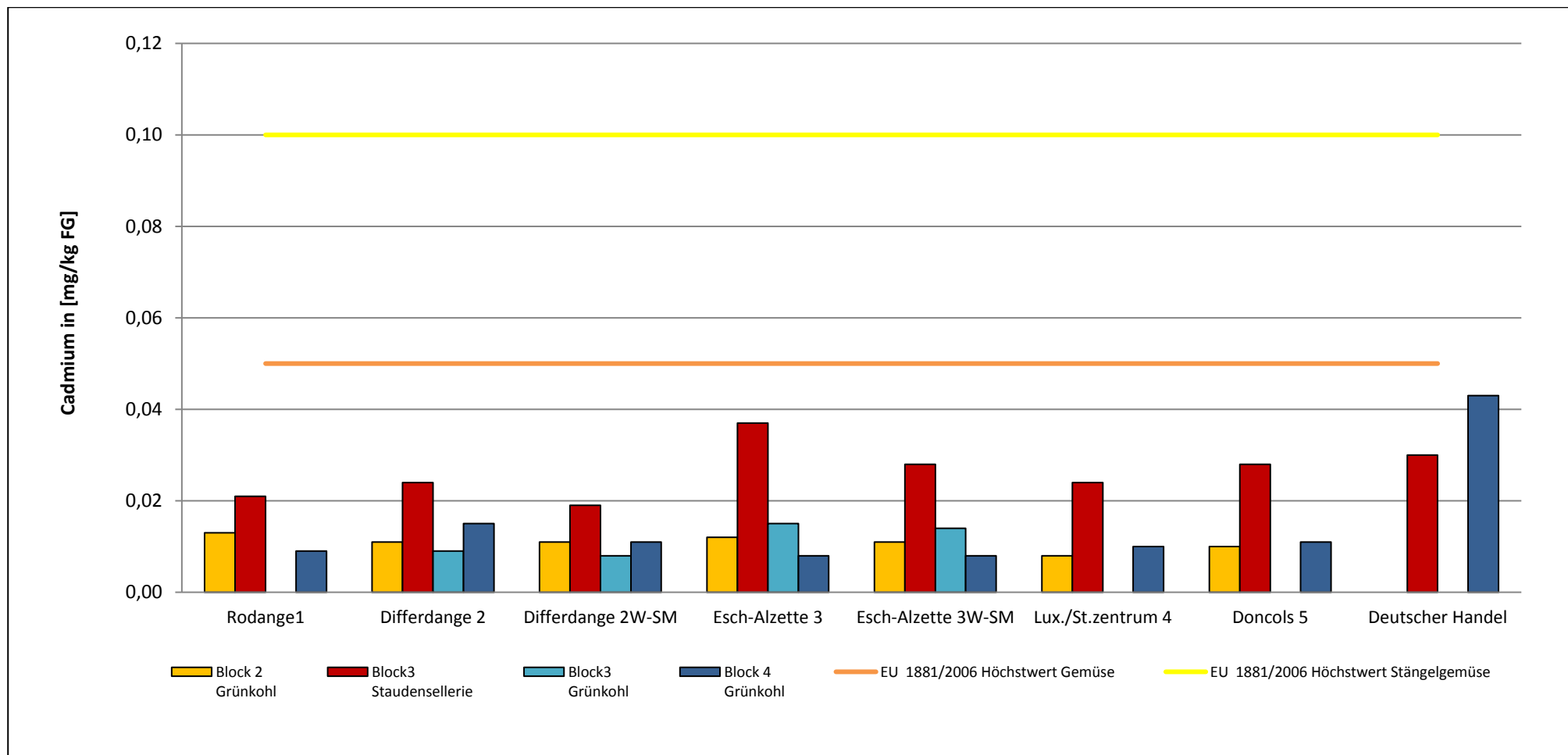


Abb. 4-3: Cadmium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.4 Chrom

Tab. 4-4: Chrom-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	1,10	0,290	17,1	0,92	0,157				17,8	0,50	0,089
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	8,63	1,830	15,1	3,16	0,477	16,1	3,10	0,499	19,3	18,8	3,628
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	3,75	0,788	13,8	1,14	0,157	15,8	1,08	0,171	18,5	4,81	0,890
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,69	0,164	16,6	6,29	1,044	15,0	3,98	0,597	16,7	2,28	0,381
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	0,93	0,213	14,9	3,30	0,492	15,3	2,89	0,442	15,9	1,38	0,219
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	0,83	0,133	10,4	1,53	0,159				20,8	0,55	0,114
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	1,57	0,312	12,2	4,87	0,594				21,1	0,45	0,095
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,49	0,064				25,0	0,44	0,110

Maximaler Orientierungswert Umweltamt Luxembourg (Basis TDI) 77,0 mg/kg FG

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl 0,05 mg/kg FG

Sellerie 0,10 mg/kg FG

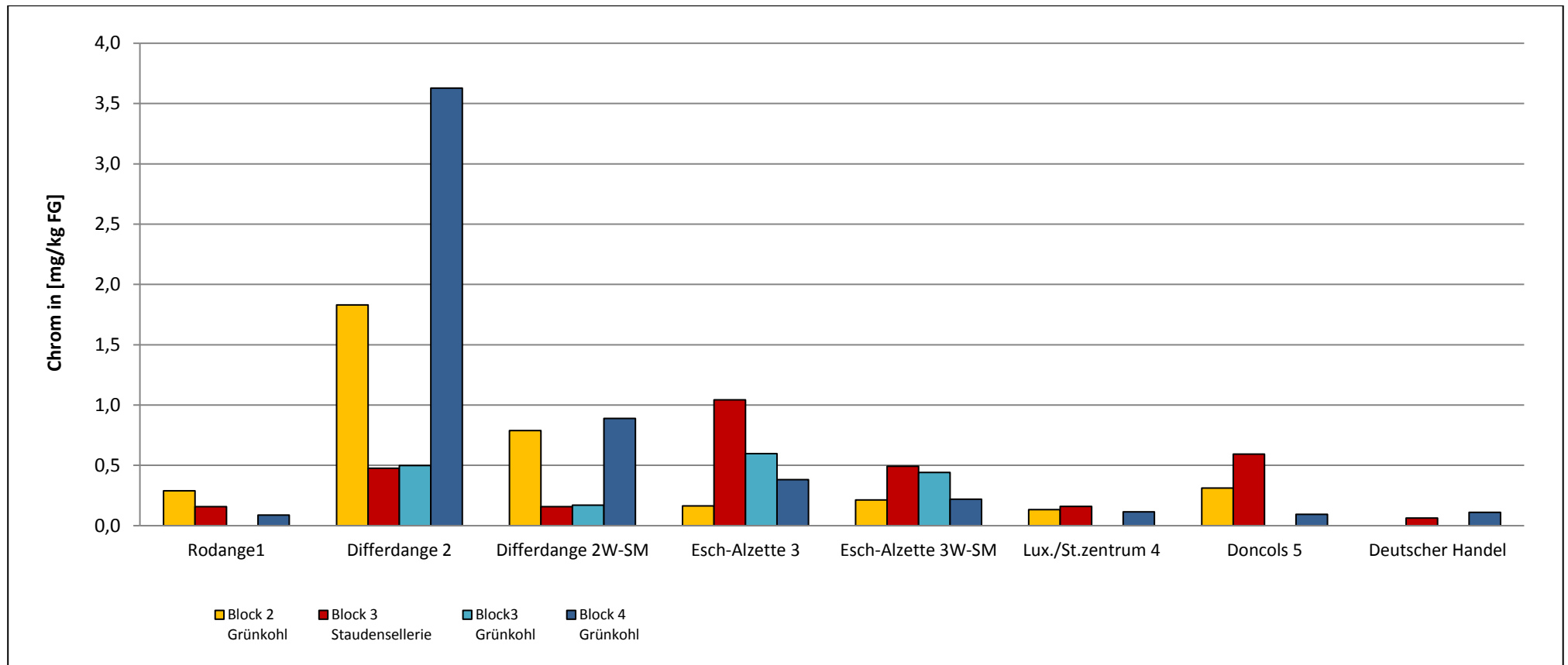


Abb. 4-4: Chrom-Gehalt in Bioindikatoren

4.5 Quecksilber

Tab. 4-5: Quecksilber-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS * [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	<0,01	0,003	17,1	<0,01	0,002				17,8	<0,01	0,002
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	<0,01	0,002	15,1	<0,01	0,002	16,1	<0,01	0,002	19,3	<0,01	0,002
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	<0,01	0,002	13,8	<0,01	0,001	15,8	<0,01	0,002	18,5	<0,01	0,002
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	<0,01	0,002	16,6	<0,01	0,002	15,0	<0,01	0,002	16,7	<0,01	0,002
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	<0,01	0,002	14,9	<0,01	0,001	15,3	<0,01	0,002	15,9	<0,01	0,002
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	<0,01	0,002	10,4	<0,01	0,001				20,8	<0,01	0,002
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	<0,01	0,002	12,2	<0,01	0,001				21,1	<0,01	0,002
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	<0,01	0,001				25,0	<0,01	0,003

^{*)} Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden mit dem Wert der Nachweisgrenze für die Berechnung des Gehaltes im Frischgewicht herangezogen

Großherzogliches Reglement vom 11. November 1991	0,03	mg/kg/FG
ZEBS / BGA – Orientierungswert Blattgemüses	0,05	mg/kg FG
Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg		
Grünkohl	0,003	mg/kg FG
Sellerie	0,001	mg/kg FG

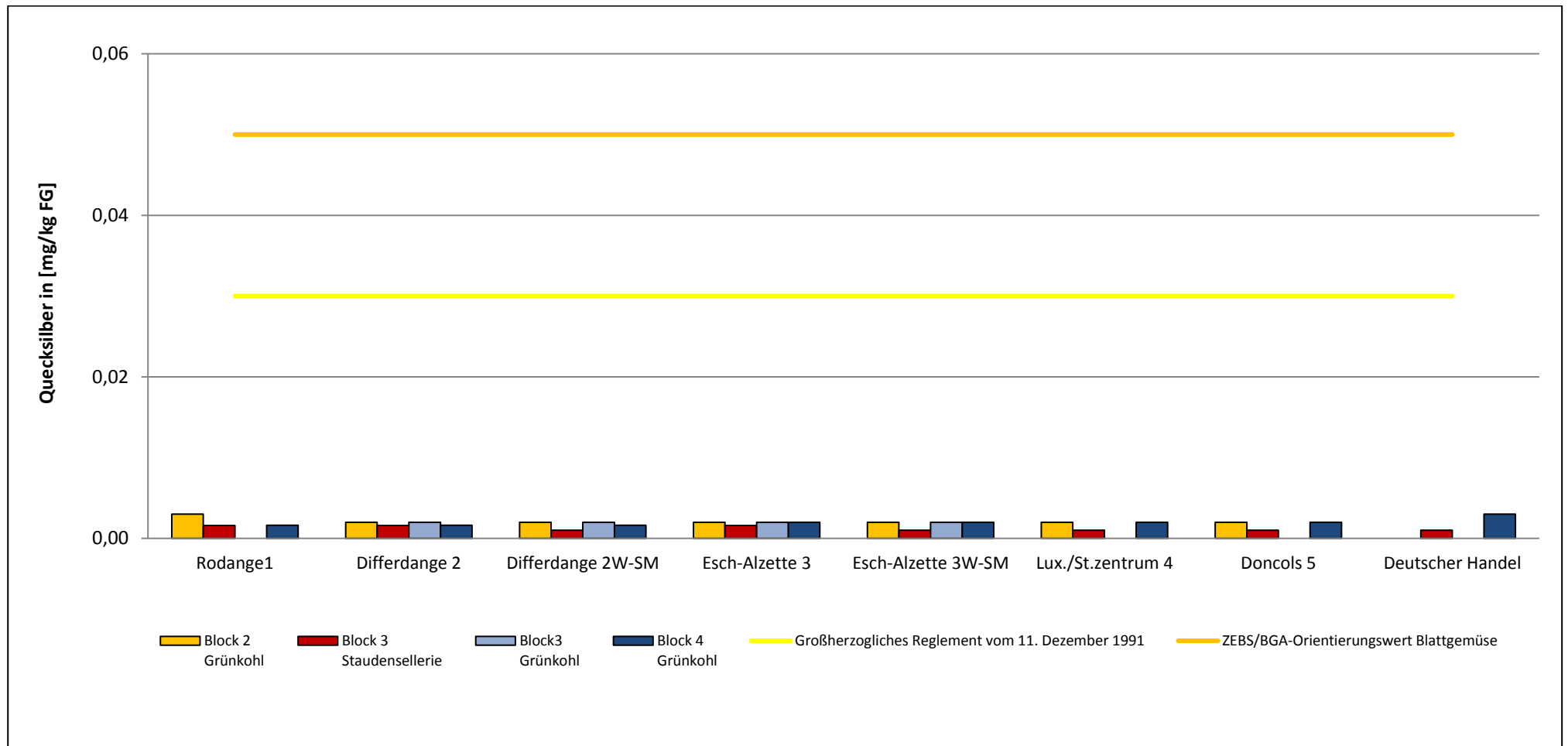


Abb. 4-5: Quecksilber-Gehalt in Bioindikatoren

4.6 Nickel

Tab. 4-6: Nickel-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	2,21	0,583	17,1	1,75	0,299				17,8	2,32	0,413
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	2,89	0,613	15,1	3,74	0,565	16,1	5,68	0,914	19,3	2,63	0,508
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	2,44	0,512	13,8	2,27	0,313	15,8	3,87	0,611	18,5	2,51	0,464
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	1,88	0,446	16,6	4,41	0,732	15,0	7,06	1,059	16,7	3,12	0,521
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	1,97	0,451	14,9	2,96	0,441	15,3	6,68	1,022	15,9	2,94	0,467
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	3,65	0,584	10,4	1,83	0,190				20,8	2,78	0,578
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	3,31	0,659	12,2	3,65	0,445				21,1	3,14	0,663
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	1,69	0,220				25,0	0,63	0,158

Maximaler Orientierungswert Umweltamt Luxembourg (Basis TDI)

4,5 mg/kg FG

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl

0,90 mg/kg FG

Sellerie

0,60 mg/kg FG

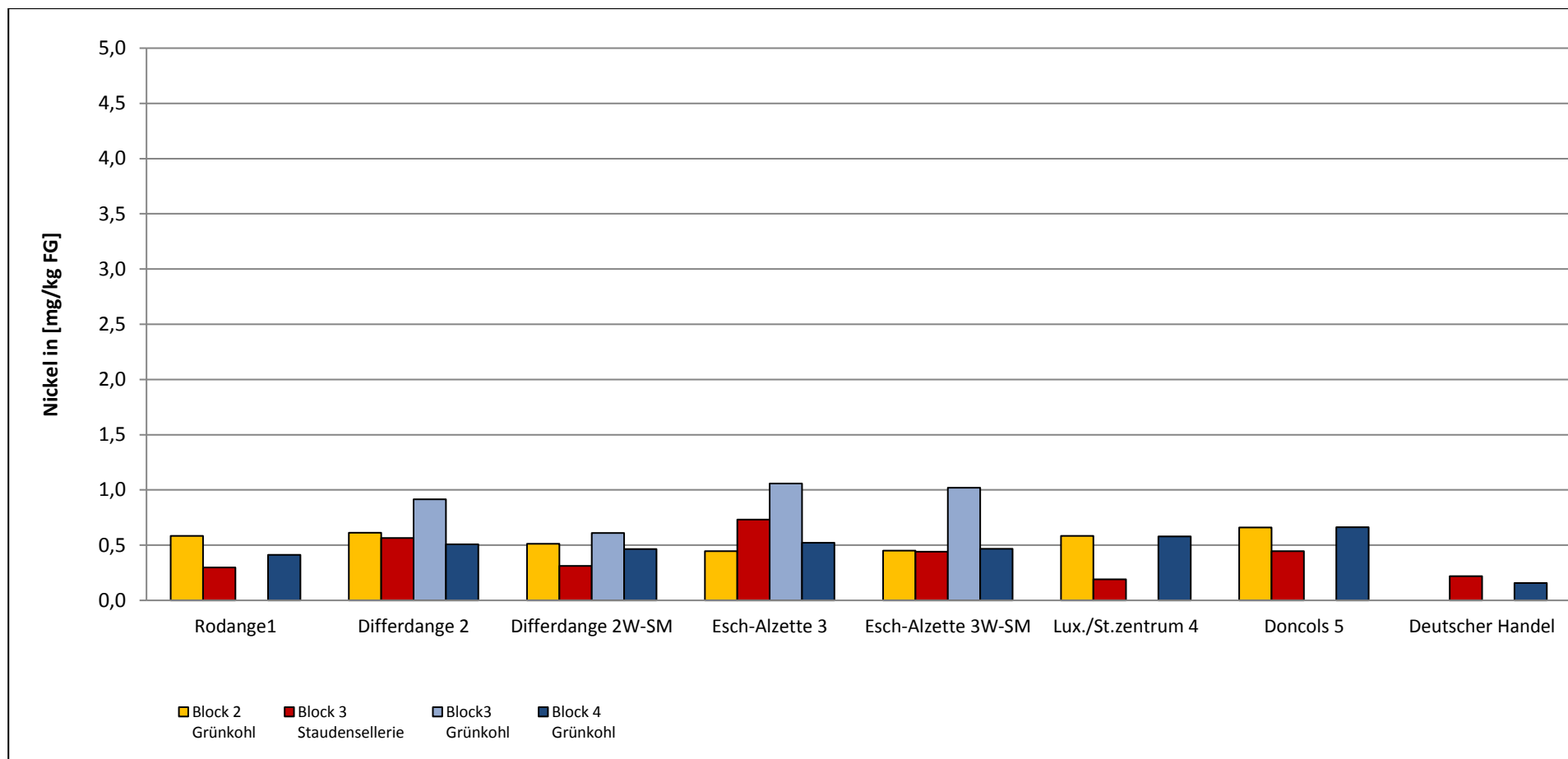


Abb. 4-6: Nickel-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.7 Molybdän

Tab. 4-7: Molybdän-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	2,49	0,657	17,1	4,39	0,751				17,8	0,73	0,130
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	3,61	0,765	15,1	3,03	0,458	16,1	2,59	0,417	19,3	1,10	0,212
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	3,14	0,659	13,8	2,47	0,341	15,8	2,32	0,367	18,5	1,03	0,191
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	3,13	0,742	16,6	6,01	0,998	15,0	4,14	0,621	16,7	1,22	0,204
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	3,21	0,735	14,9	4,75	0,708	15,3	4,05	0,620	15,9	1,20	0,191
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	4,84	0,774	10,4	1,51	0,157				20,8	0,91	0,189
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	3,42	0,681	12,2	1,68	0,205				21,1	0,71	0,150
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	1,09	0,142				25,0	1,22	0,305

Vorsorgewert Umweltamt Luxembourg 10 mg/kg FG

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl 0,8 mg/kg FG

Sellerie 2,4 mg/kg FG

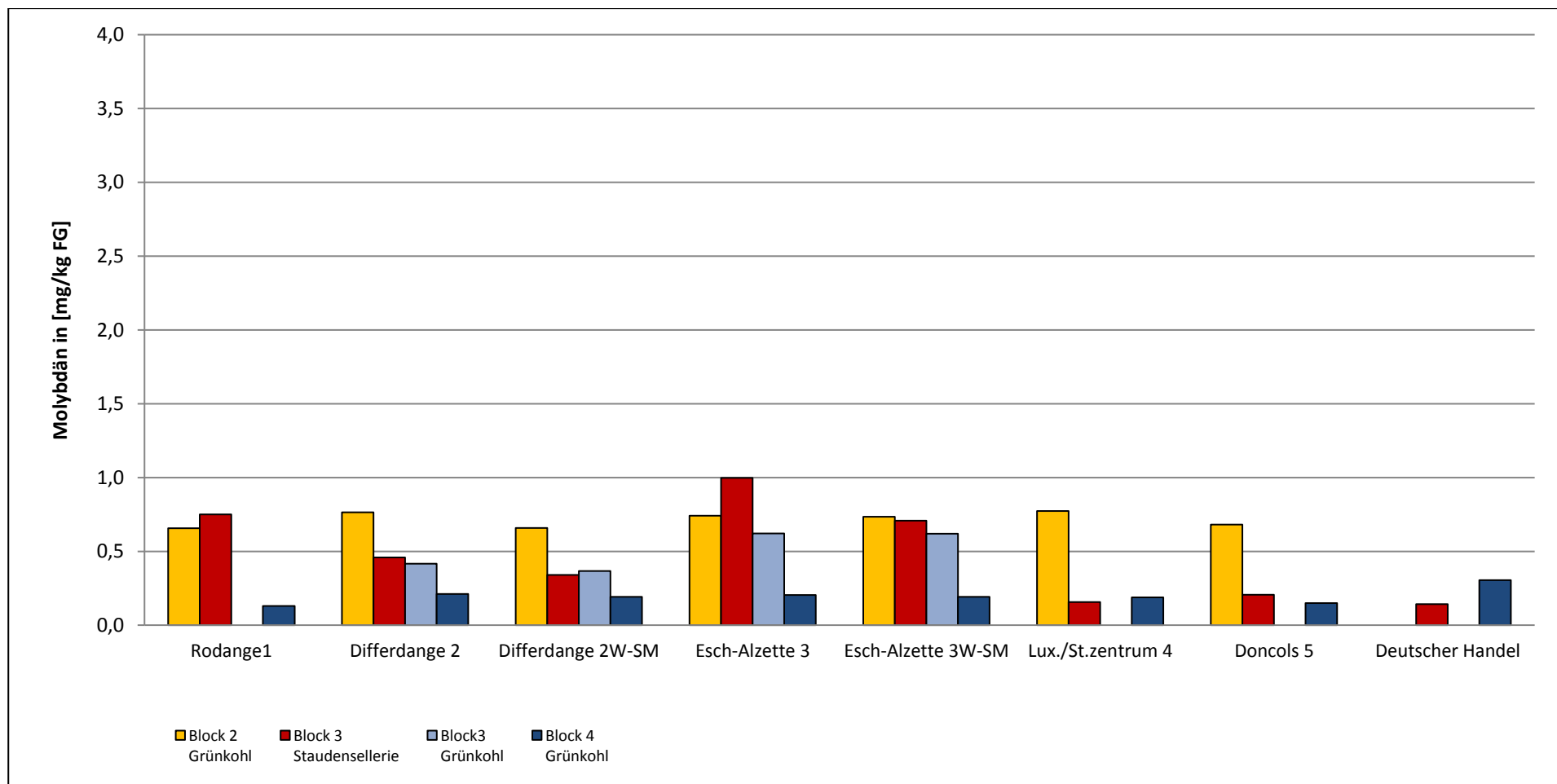


Abb. 4-7: Molybdän-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.8 Zink

Tab. 4-8: Zink-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	11	2,904	17,1	39	6,669				17,8	23,1	4,112
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	35	7,420	15,1	50	7,550	16,1	33	5,313	19,3	56,8	10,962
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	21	4,410	13,8	45	6,210	15,8	33	5,214	18,5	38,9	7,197
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	13	3,081	16,6	58	9,628	15,0	39	5,850	16,7	28,4	4,743
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	12	2,748	14,9	44	6,556	15,3	34	5,202	15,9	27,3	4,341
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	22	3,520	10,4	54	5,616				20,8	32,3	6,718
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	14	2,786	12,2	49	5,978				21,1	24,7	5,212
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	48	6,240				25,0	28,3	7,075

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl

Sellerie

5,6 mg/kg FG

10,4 mg/kg FG

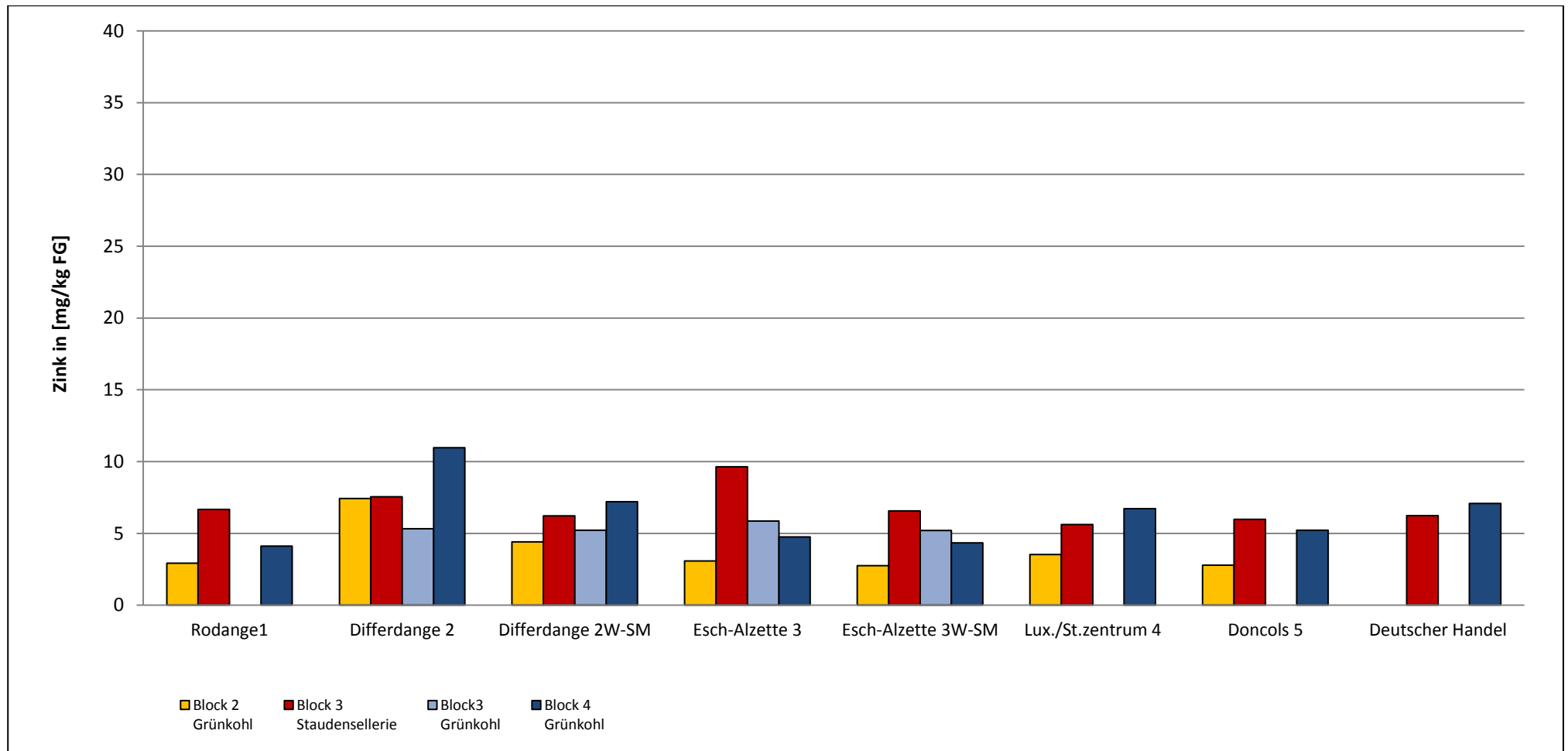


Abb. 4-8: Zink-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.9 Eisen

Tab. 4-9: Eisen-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [mg/kg]	FG [mg/kg]	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)	26,4	46	12,1	17,1	159	27,2				17,8	68	12,1
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	495	104,9	15,1	274	41,4	16,1	125	20,1	19,3	877	169,3
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0	236	49,6	13,8	141	19,5	15,8	86	13,6	18,5	259	47,9
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	112	26,5	16,6	1610	267,3	15,0	898	134,7	16,7	412	68,8
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9	86	19,7	14,9	816	121,6	15,3	587	89,8	15,9	257	40,9
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	103	16,5	10,4	121	12,6				20,8	90	18,7
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	57	11,3	12,2	100	12,2				21,1	54	11,4
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	202	26,3				25,0	144	36,0

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl

12 mg/kg FG

Sellerie

18 mg/kg FG

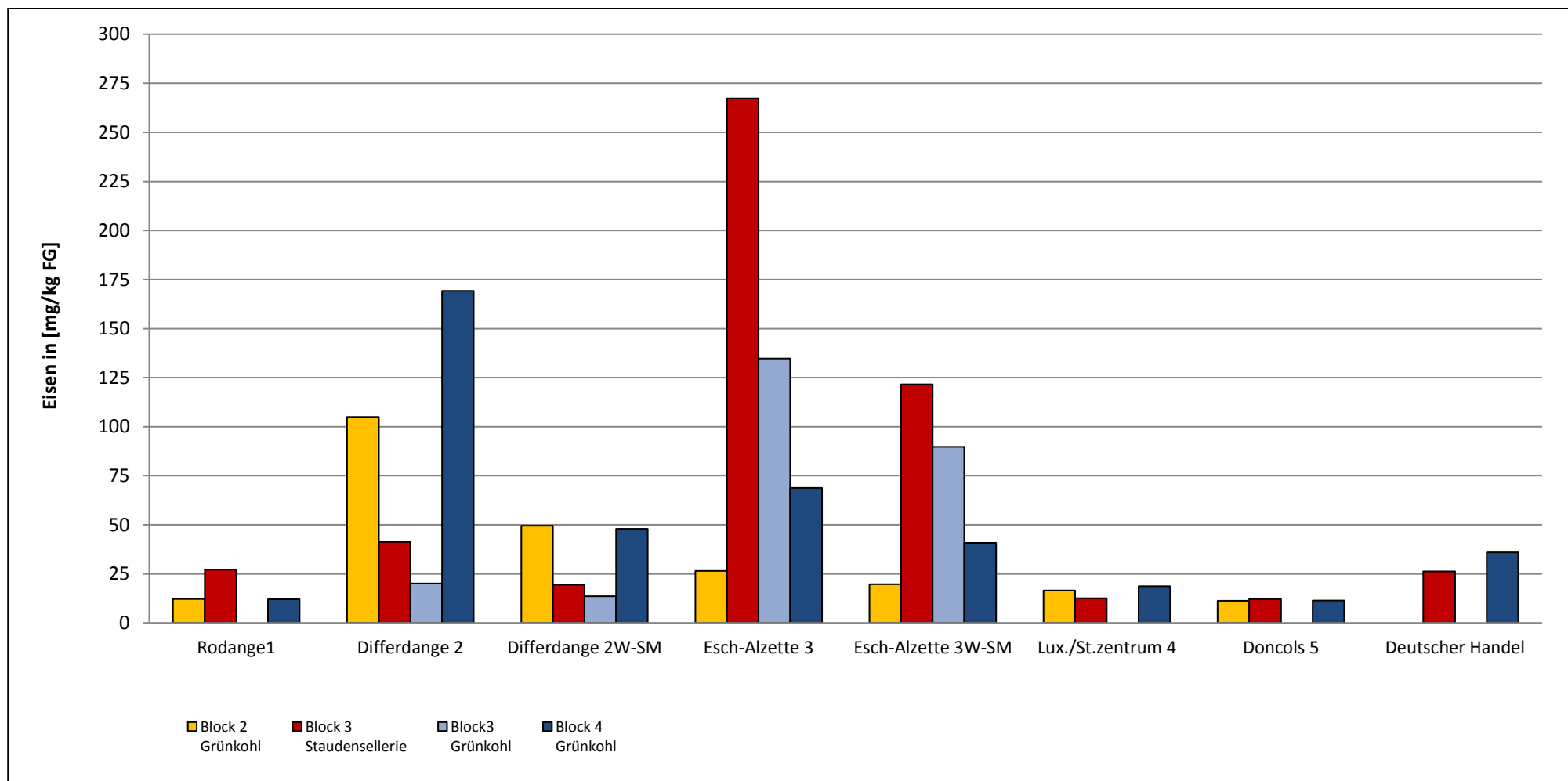


Abb. 4-9: Eisen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.10 Benzo(a)pyren

Tab. 4-10: Benzo(a)pyren-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [µg/kg]	FG [µg/kg]	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)	26,4	0,12	0,03	17,1	0,45	0,08				17,8	0,56	0,10
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	1,24	0,26	15,1	1,13	0,17	16,1	0,48	0,08	19,3	2,02	0,39
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0			13,8			15,8			18,5		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,97	0,23	16,6	3,65	0,61	15,0	2,75	0,41	16,7	2,29	0,38
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9			14,9			15,3			15,9		
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	1,16	0,19	10,4	0,97	0,10				20,8	1,67	0,35
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	0,51	0,10	12,2	0,66	0,08				21,1	2,08	0,44
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,60	0,08				25,0	2,08	0,52

EU 835/2011 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg

2 µg/kg TS

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl

0,5 µg/kg FG

Sellerie

0,7 µg/kg FG

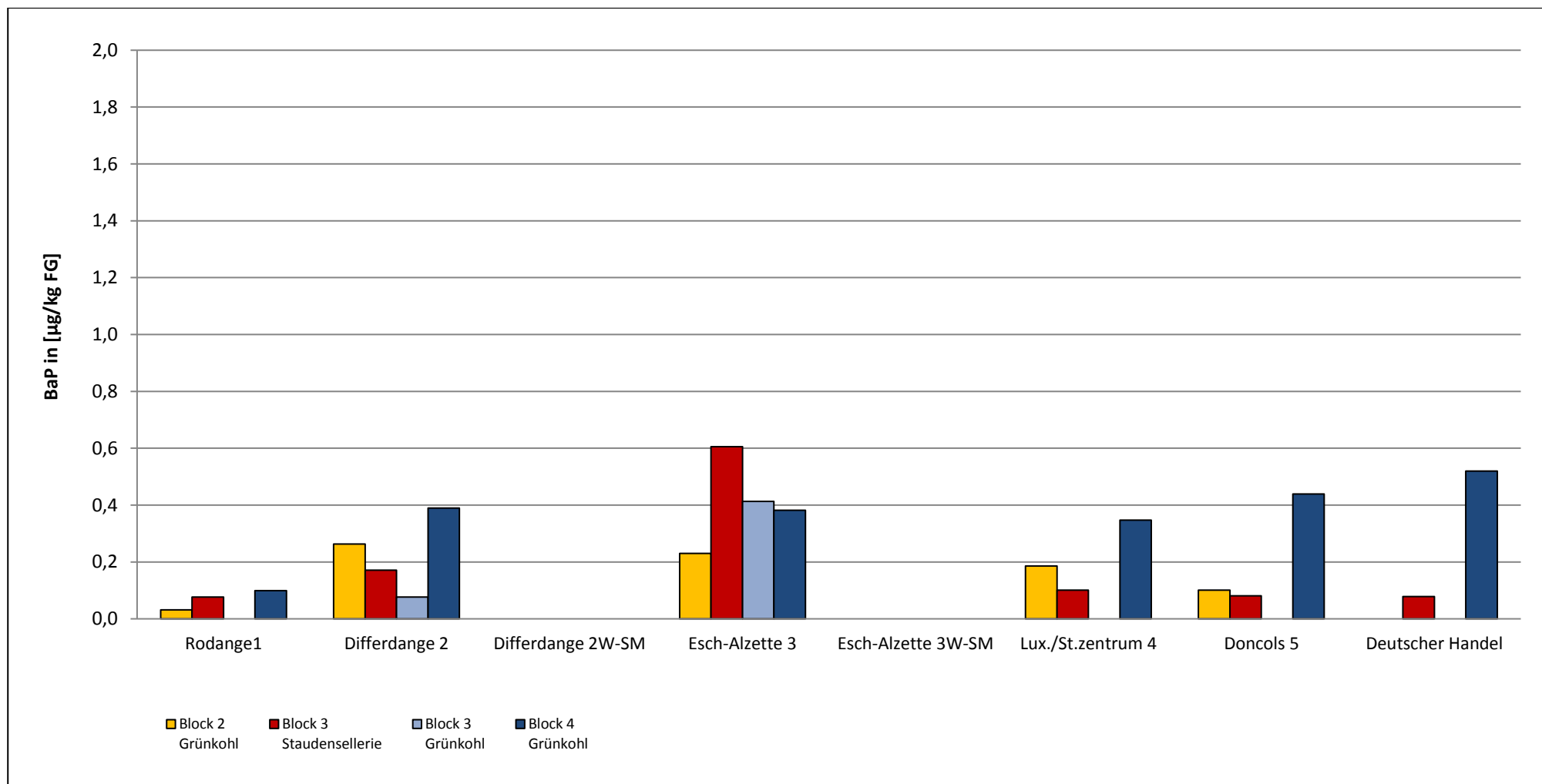


Abb. 4-10: Benzo(a)pyren-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.11 PAH4

Tab. 4-11: PAH4-Gehalte in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [µg/kg]	FG [µg/kg]	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)	26,4	1,10	0,29	17,1	12,66	2,17				17,8	14,18	2,52
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	19,72	4,18	15,1	19,24	2,91	16,1	8,25	1,33	19,3	43,92	8,48
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0			13,8			15,8			18,5		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	14,90	3,53	16,6	150,10	24,92	15,0	70,10	10,52	16,7	61,79	10,32
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9			14,9			15,3			15,9		
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	10,63	1,70	10,4	12,80	1,33				20,8	20,88	4,34
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	3,90	0,78	12,2	4,87	0,59				21,1	19,87	4,19
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	2,68	0,35				25,0	22,37	5,59

EU 835/2011 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg

10 µg/kg TS

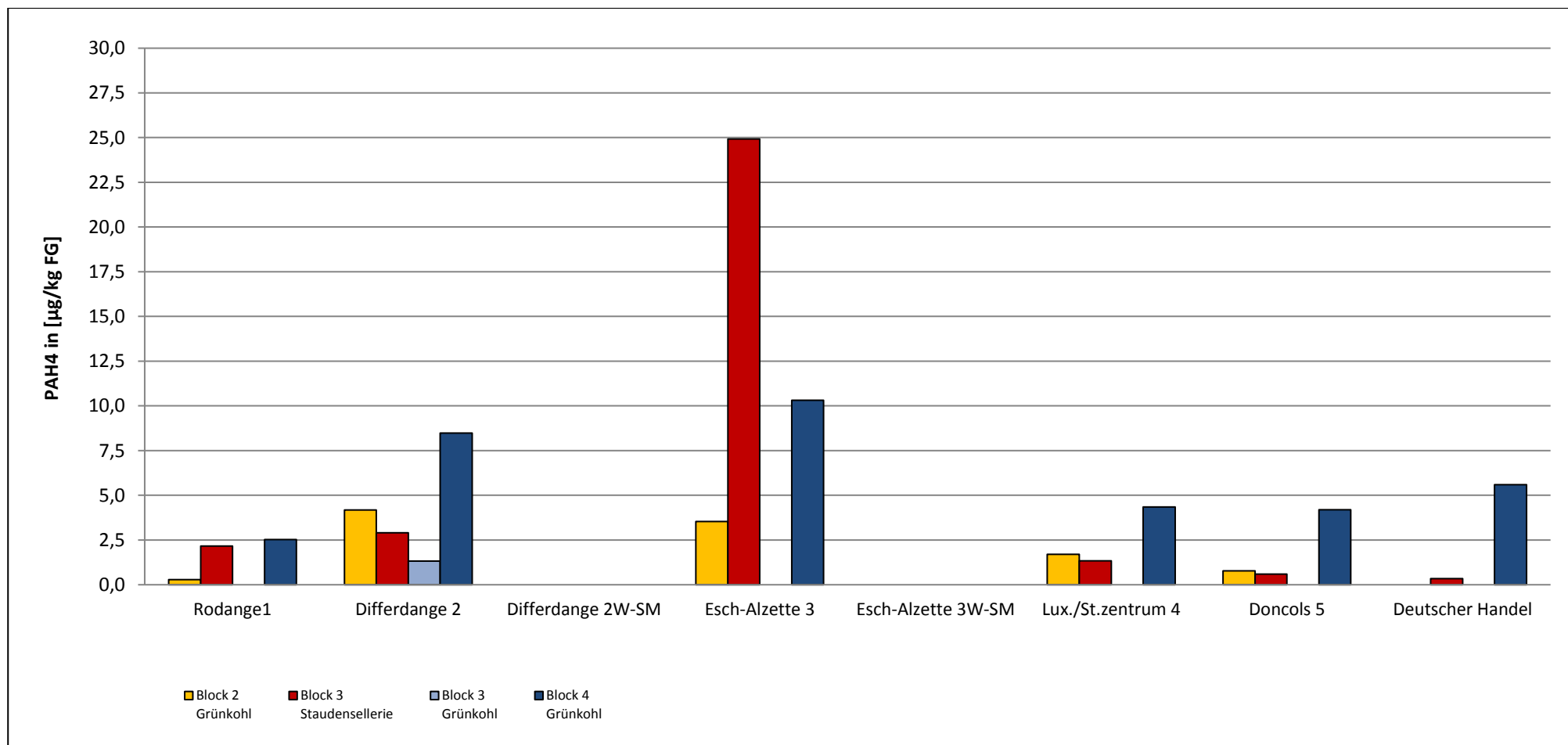


Abb. 4-11: PAH4 -Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.12 PAH-Summe (EPA610)

Tab. 4-12: PAH-Gehalte (PAH-Summe EPA10) in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [µg/kg]	FG [µg/kg]	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)	26,4	38,2	10,09	17,1	785	134,24				17,8	117	20,83
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	95,0	20,14	15,1	934	141,03	16,1	107	17,23	19,3	234	45,16
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0			13,8			15,8			18,5		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	73,2	17,35	16,6	2420	401,72	15,0	345	51,75	16,7	294	49,10
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9			14,9			15,3			15,9		
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	77,5	12,40	10,4	929	96,62				20,8	172	35,78
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	41,6	8,28	12,2	376	45,87				21,1	144	30,38
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	338	43,94				25,0	144	36,00

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl

33 µg/kg FG

Sellerie

115 µg/kg FG

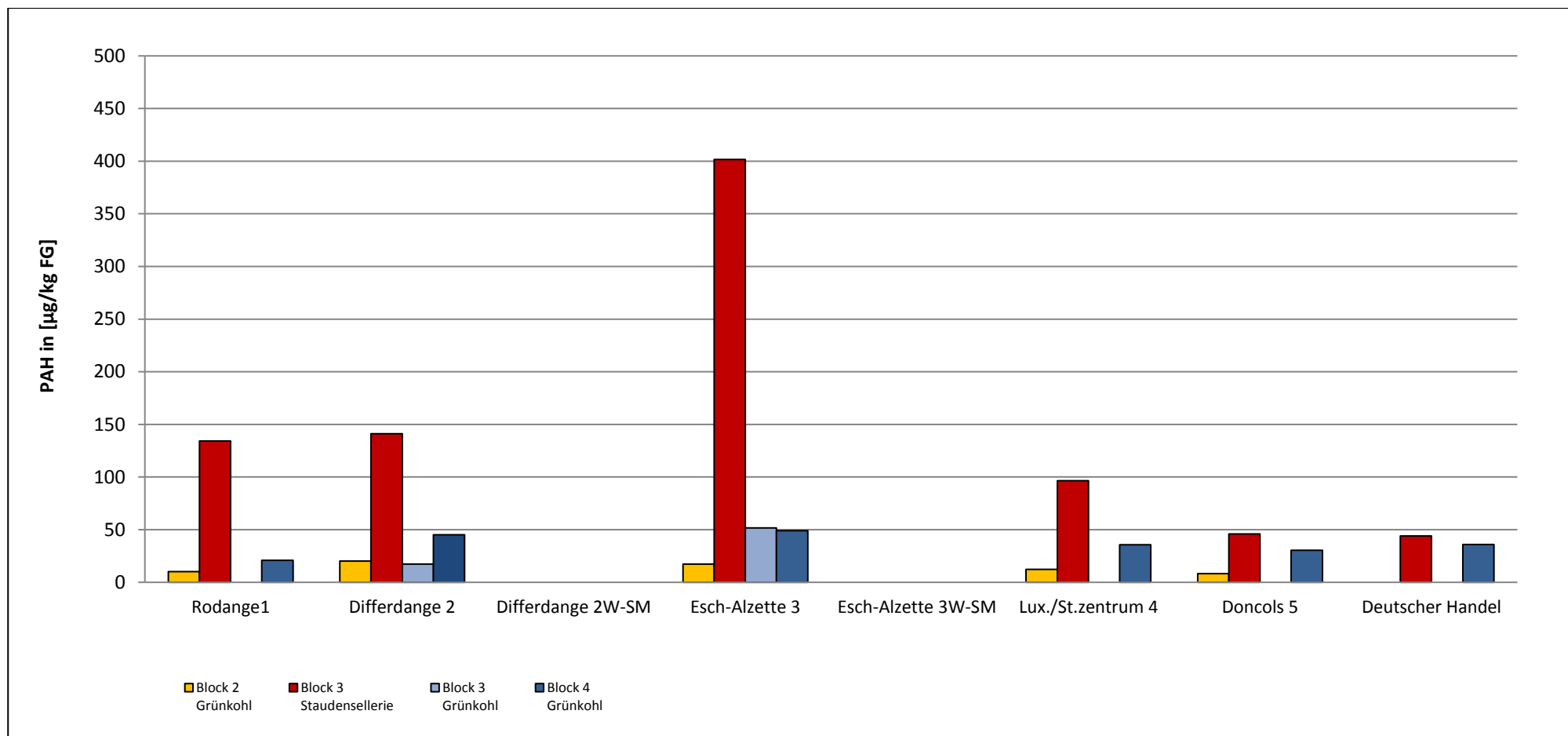


Abb. 4-12: PAH-Gehalt (PAH-Summe EPA 610) in Bioindikatorpflanzen

4.13 PCDD/F (TE nach WHO 06)

Tab. 4-13: PCDD/F-Gehalte (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [ng/kg]	FG [ng/kg]	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)	26,4	0,16	0,04	17,1	0,21	0,04				17,8	0,17	0,03
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	0,17	0,04	15,1	0,27	0,04	16,1	0,23	0,04	19,3	0,20	0,04
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0			13,8			15,8			18,5		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,17	0,04	16,6	0,40	0,07	15,0	0,41	0,06	16,7	0,36	0,06
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9			14,9			15,3			15,9		
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	0,16	0,03	10,4	0,23	0,02				20,8	0,18	0,04
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	0,16	0,03	12,2	0,21	0,03				21,1	0,20	0,04
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,23	0,03				25,0	0,17	0,04

EU 711/2013 – Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse **0,30 ng/kg FG**

EU 774/2012 – Heimtiefutter Auslösewerte **1,25 ng/kg TS**

EU 774/2012 – Heimtiefutter Höchstgehalt **1,75 ng/kg TS**

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg
Grünkohl **0,06 ng/kg FG**

Sellerie **0,03 ng/kg FG**

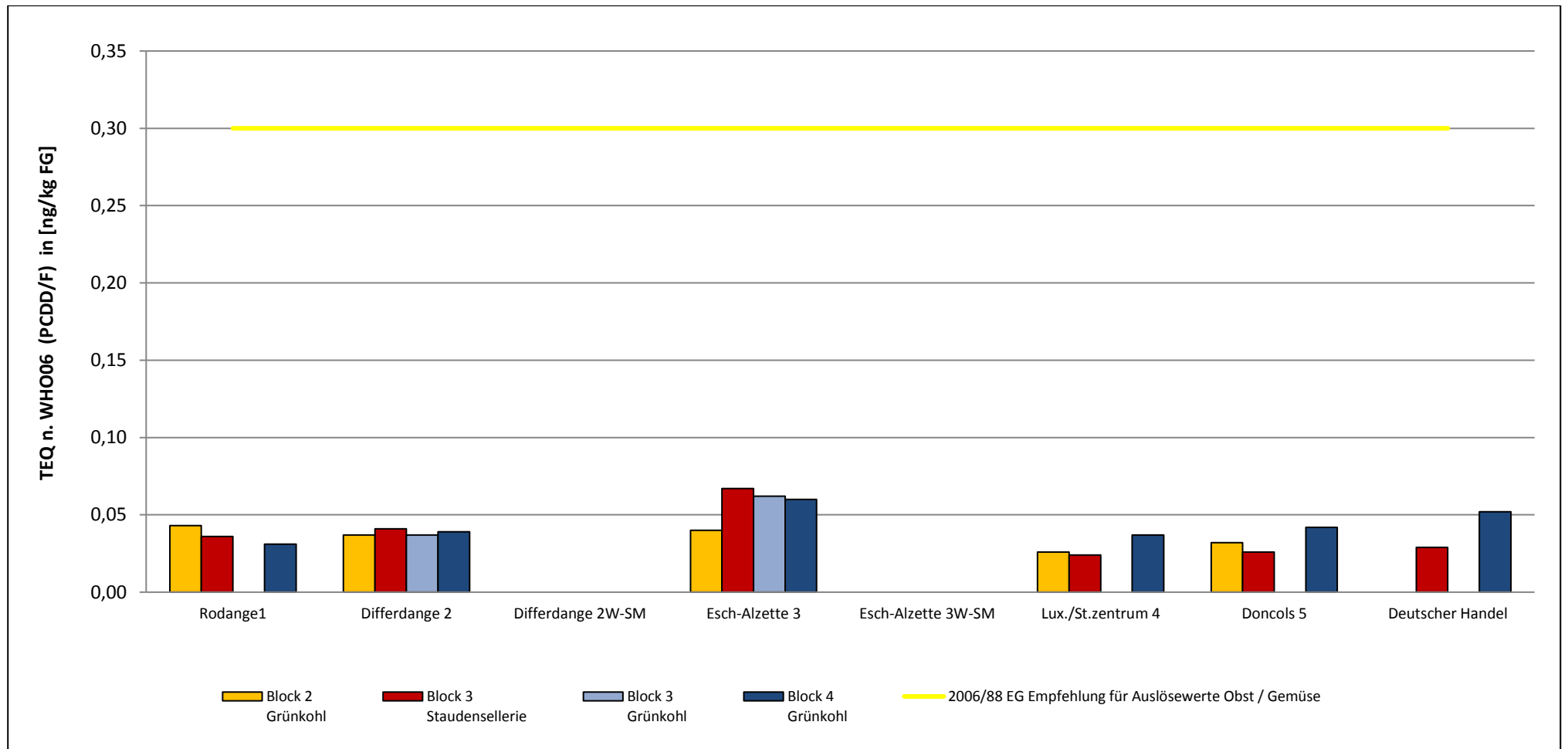


Abb. 4-13: PCDD/F-Gehalt (TE nach WHO06) in Bioindikatorpflanzen

4.14 PCB (TE nach WHO 06)

Tab. 4-14: PCB-Gehalte (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [ng/kg]	FG [ng/kg]	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)	26,4	0,18	0,05	17,1	0,21	0,04				17,8	0,22	0,04
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	0,36	0,08	15,1	0,30	0,05	16,1	0,32	0,05	19,3	0,26	0,05
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0			13,8			15,8			18,5		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,38	0,09	16,6	0,89	0,15	15,0	0,79	0,12	16,7	0,56	0,09
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9			14,9			15,3			15,9		
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	0,20	0,03	10,4	0,20	0,02				20,8	0,18	0,04
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	0,10	0,02	12,2	0,13	0,02				21,1	0,14	0,05
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,37	0,05				25,0	0,20	0,05

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse 0,1 ng/kg FG

EU 774/2012 Heimtiefutter Auslösewerte 2,5 ng/kg TS

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg

Grünkohl 0,04 ng/kg FG

Sellerie 0,03 ng/kg FG

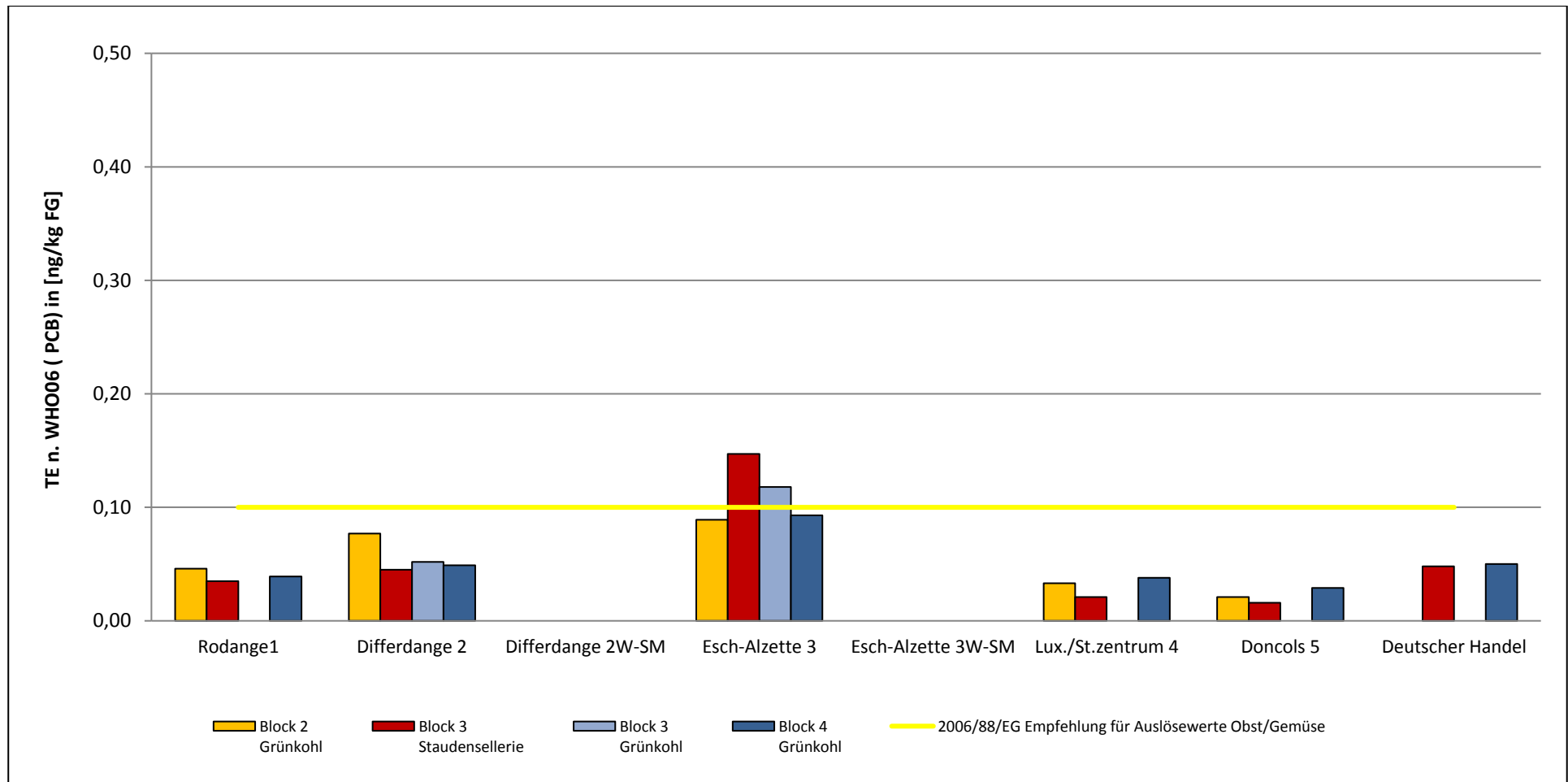


Abb. 4-14: PCB-Gehalt (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen

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

Tab. 4-15: PCDD/F+PCB-Gehalte (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 23.05.2017 – 17.7.08.2017			Block 3 17.07.2017 – 12.09.2017						Block 4 12.09.2017 – 14.11.2017		
		Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl			Grünkohl		
		TS [%]	TS [ng/kg]	FG [ng/kg]	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)	26,4	0,34	0,09	17,1	0,41	0,07				17,8	0,39	0,07
2	Differdange (Cité Henri Grey)	21,2	0,53	0,11	15,1	0,56	0,09	16,1	0,55	0,09	19,3	0,46	0,09
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	21,0			13,8			15,8			18,5		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	23,7	0,55	0,13	16,6	1,29	0,21	15,0	1,19	0,18	16,7	0,92	0,15
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	22,9			14,9			15,3			15,9		
4	Luxemburg/Stadtzentrum (Avenue Emile Reuter)	16,0	0,37	0,06	10,4	0,43	0,05				20,8	0,36	0,07
5	Doncols (Um Weschbur)	19,9	0,27	0,05	12,2	0,34	0,04				21,1	0,34	0,07
6	Probe aus deutschem Handel				13,0	0,59	0,07				25,0	0,37	0,09

Orientierungswert für intensivierte Überwachung (Umweltamt Luxembourg) 3,0 ng/kg TS

EU 774/2012 Heintierfutter Höchstgehalt 5,5 ng/kg TS

Interventionswert in Anlehnung an LUA-NRW-Orientierungswert (Umweltamt Luxembourg) 10,0 ng/kg TS

Hintergrundwert Biomonitoring Luxembourg
Grünkohl 0,09 ng/kg FG

Sellerie 0,07 ng/kg FG

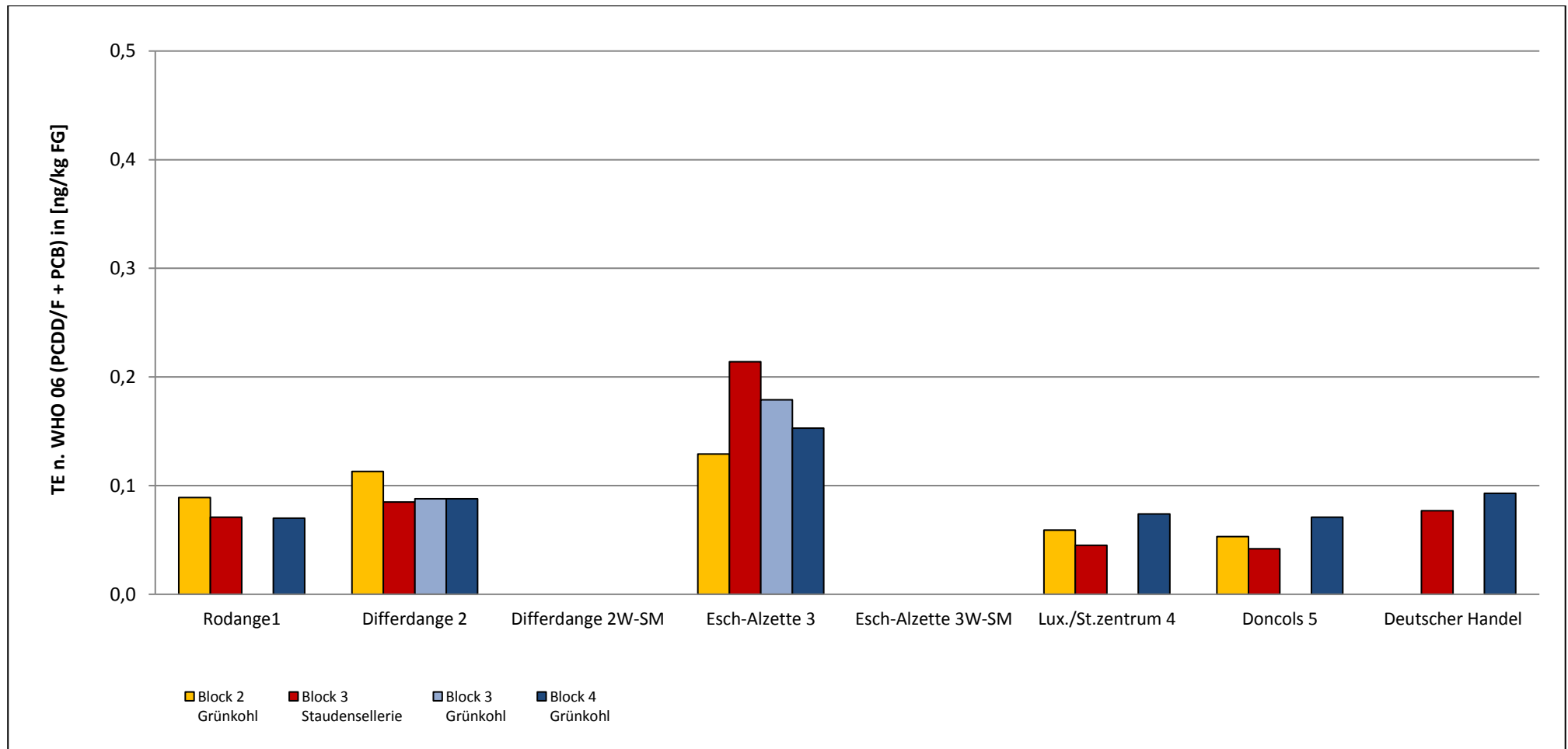


Abb. 4-15: PCDD/F + PCB-Gehalt (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen

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

In Abb. 5-1 ist das Verteilungsmuster der PCDD/F-Homologengruppen der Grünkohlexponate aus Block 4 für die einzelnen Messpunkte dargestellt.

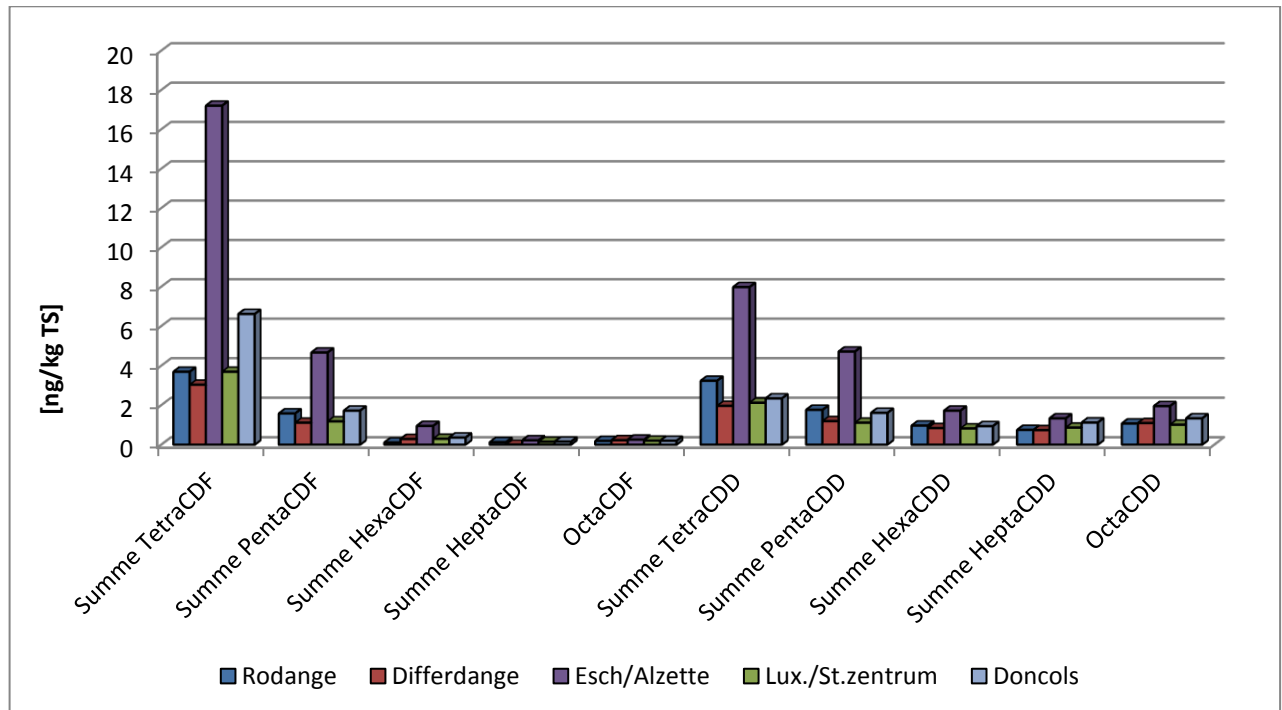


Abb. 5-1: Verteilung der Homologengruppen (Profil) der Grünkohlexponate aus Block 4
 Alle Angaben in [ng/kg TS]

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

Insbesondere der Messpunkt Esch/Alzette weist mit vergleichsweise höheren Anteilen der tetra- und pentachlorierten Homologen ein typisches Profil für industriell-urban geprägte Standorte auf. Demgegenüber liegen bei den anderen Standorten die Anteile der tetra- und pentachlorierten Homologen niedriger und damit auf einem Niveau, das eher für ländliche Standorte typisch ist.

6 Abwaschbarkeit der Stoffe

Die mit dem Waschen verbundenen relativen Veränderungen der Schwermetallgehalte in Sellerie- und Grünkohlpflanzen – bezogen auf das Frischgewicht – werden in den Abb. 6-1 bis Abb. 6-4 wiedergegeben. Teilweise oder ganz fehlende Veränderungen bei Cadmium und Quecksilber sind bedingt durch Gehalte kleiner der Nachweisgrenze und die Verwendung dieser Nachweisgrenze zur Berechnung des Gehaltes der Schwermetalle im Frischgewicht.

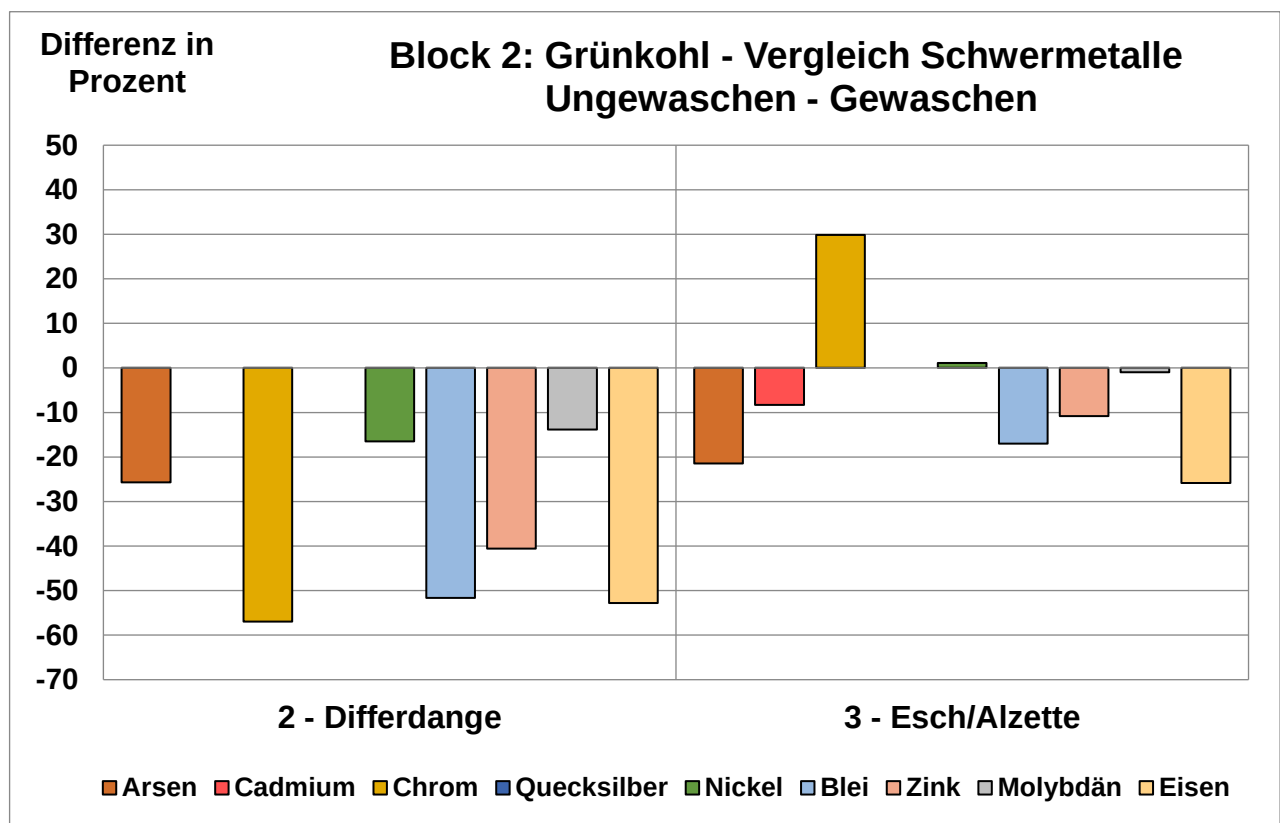


Abb. 6-1: Block 2 – Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Grünkohlpflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

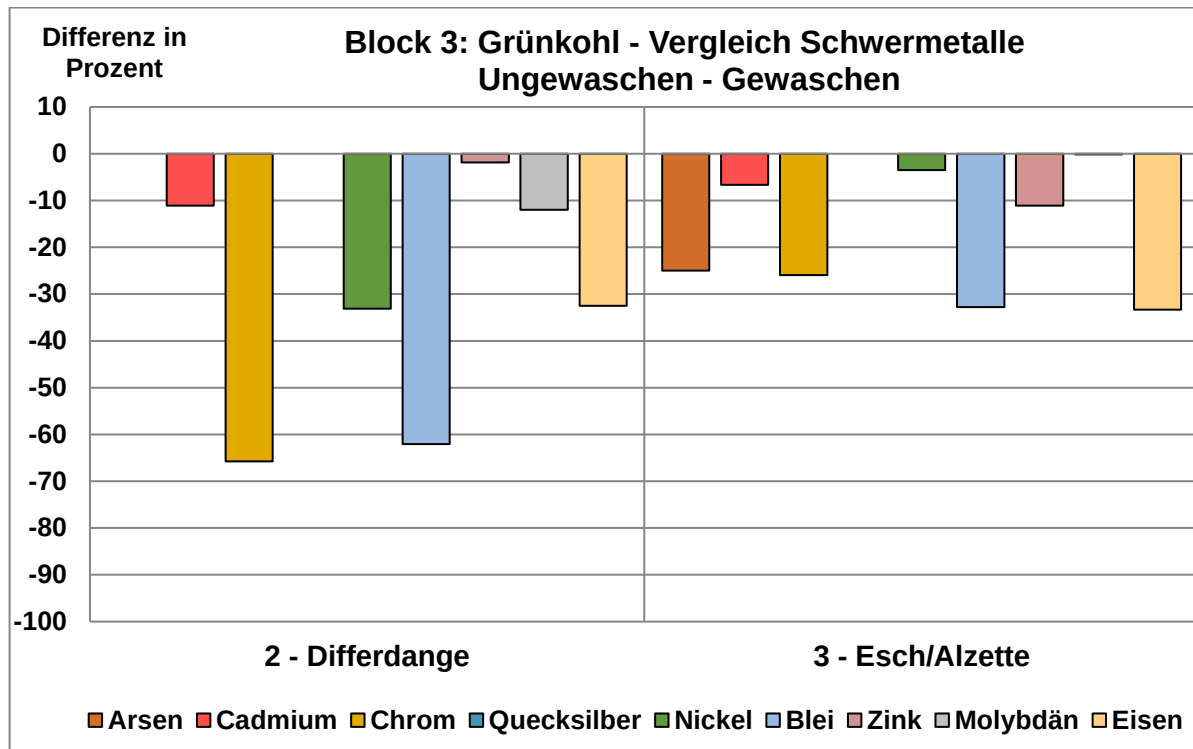


Abb. 6-2: Block 3 - Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Grünkohlpflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

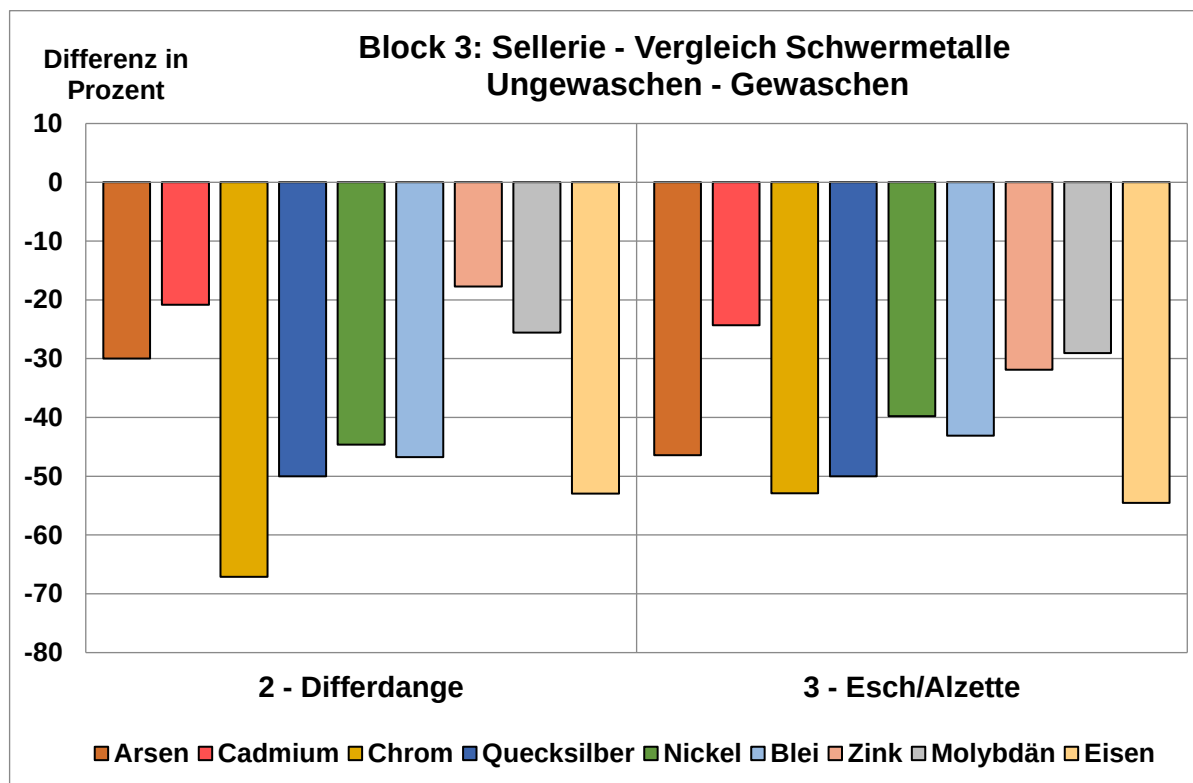


Abb. 6-3: Block 3 - Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Selleriepflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

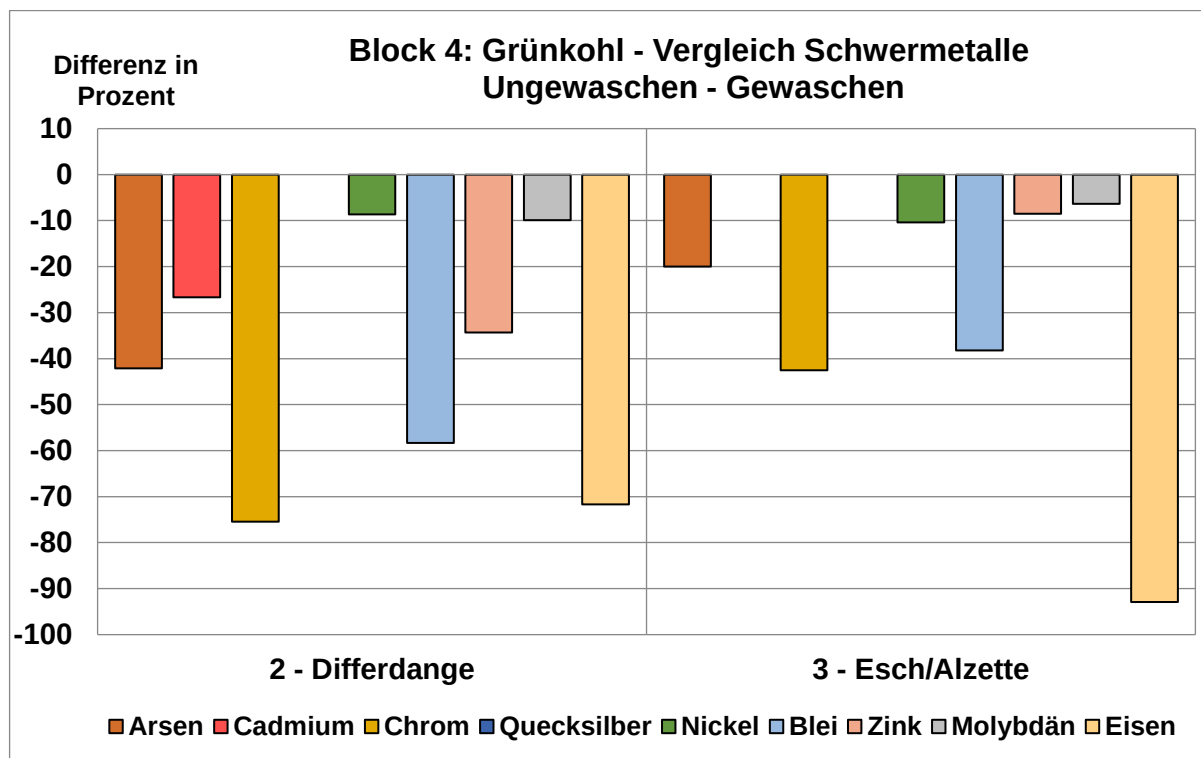


Abb. 6-4: Block 4 - Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Grünkohlpflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

Mit wenigen Ausnahmen ist bei den Pflanzenproben 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 Gehalten und der damit verbundenen analytischen Unsicherheit im Spurenbereich zu bewerten.

Der Schwermetallgehalt wird durch das Waschen in der Mehrzahl der Proben um etwa 25 % bis 50 % reduziert. Bei den Grünkohl-Proben wurde hierbei die vergleichsweise geringste Reduktion in Block 2 und die insgesamt höchste Abwaschbarkeit in Block 4 festgestellt. Die Ergebnisse im Block 3 zeigen tendenziell eine höhere Reduktion der Schwermetallgehalte bei den Sellerie-Proben im Vergleich zu den Grünkohl-Proben. (Grünkohl im Mittel aller Metalle ca. 20 %, Sellerie ca. 40 %).

7 Belastungsunterschiede im Messnetz

Die nachfolgenden Abbildungen geben die prozentualen Abweichungen der anorganischen Schadstoffgehalte an den einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen wieder.

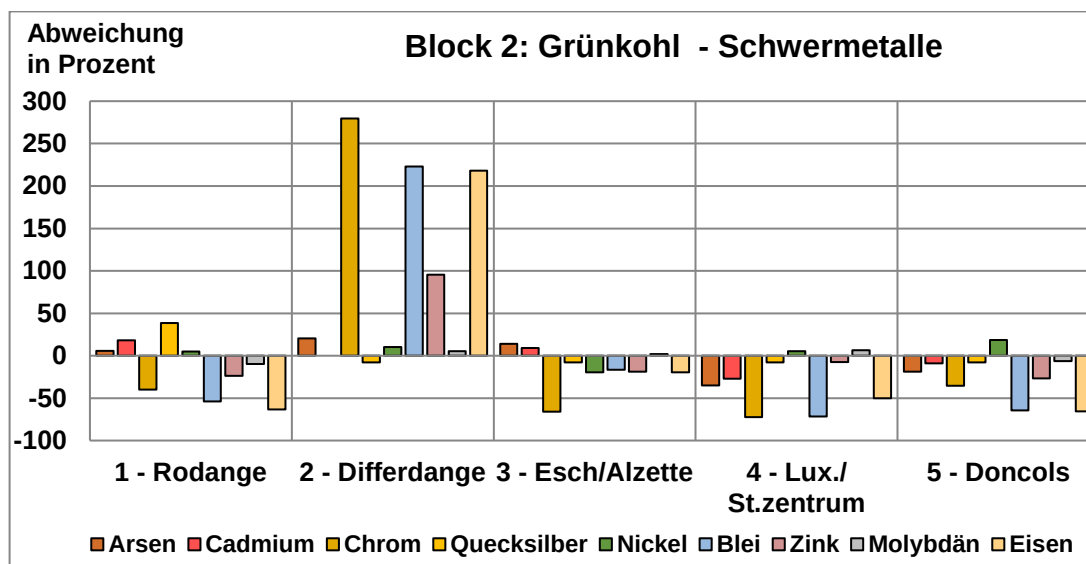


Abb. 7-1: Block 2 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

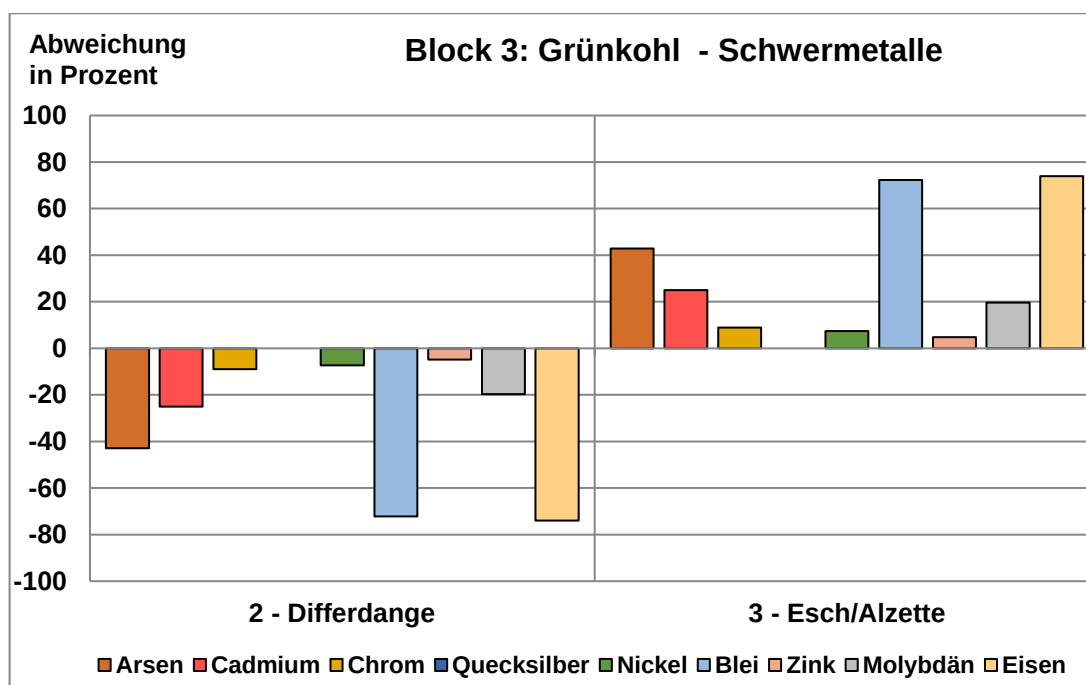


Abb. 7-2: Block 3 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

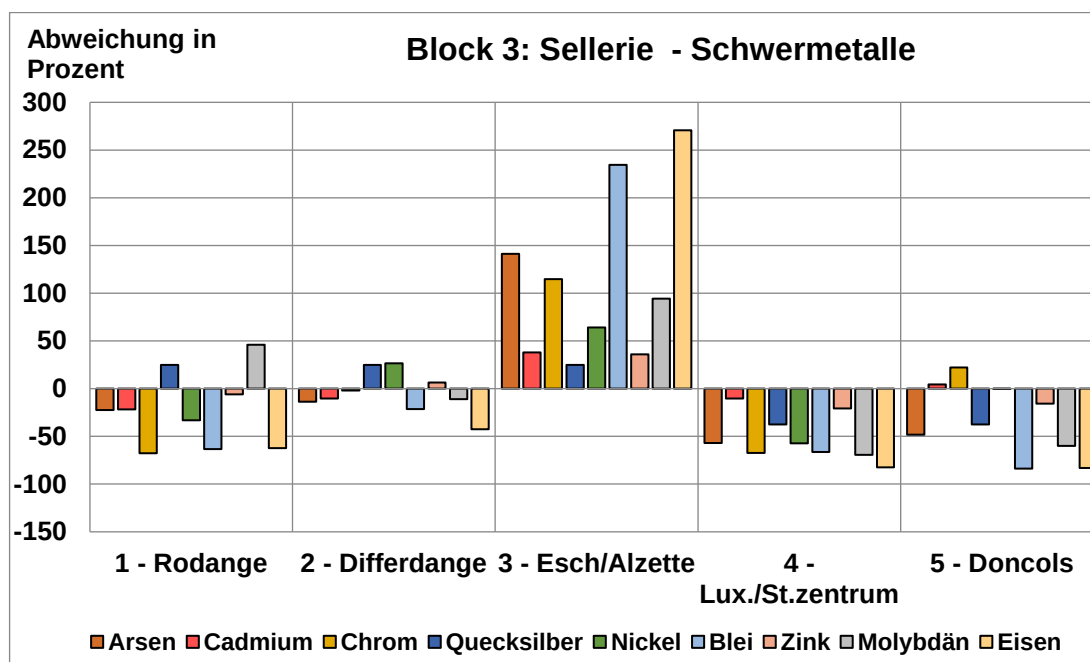


Abb. 7-3: Block 3 / Sellerie-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

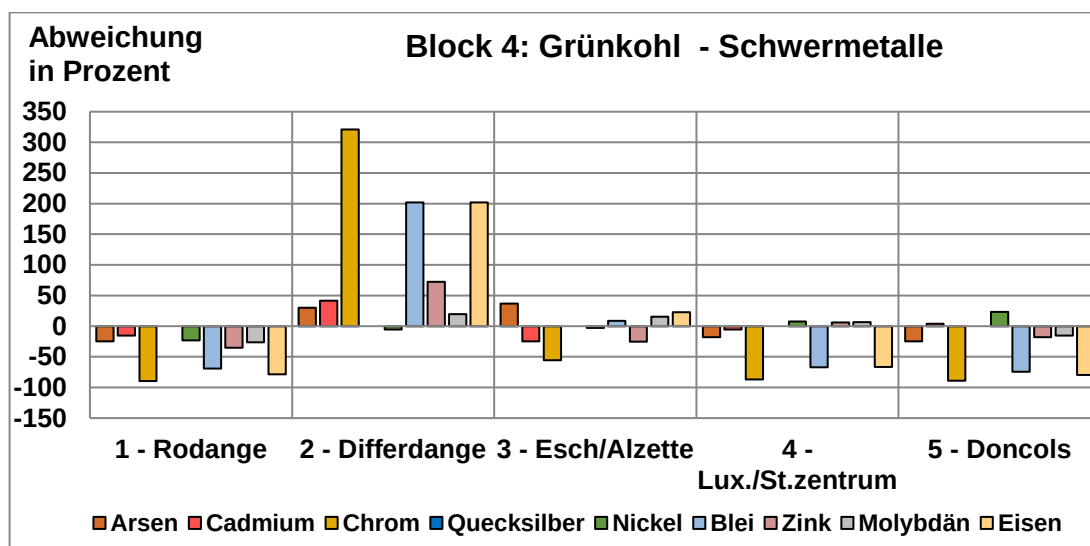


Abb. 7-4: Block 4 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

Bei den anorganischen Schadstoffen sind für alle betrachteten Schwermetalle im Hinblick auf ihre räumliche Verteilung im Messnetz die höchsten Anreicherungen an der städtisch-industriell geprägten Messstation in Differdange (Block 2 und 4) bzw. Esch/Alzette (Block 3) festzustellen. Die vergleichsweise geringsten Schadstoffanreicherungen sind an den eher ländlich geprägten Messstationen Rodange (1) und Doncols (5) sowie an der Messstation Luxemburg/Stadtzentrum (4) zu verzeichnen.

Die prozentuale Abweichung der organischen Schadstoffgehalte der einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen ist in den folgenden vier Abbildungen wiedergegeben. Die vergleichsweise höchsten Gehalte finden sich an den Messstationen Differdange (2) und Esch/Alzette (3). Die Stationen Rodange (1), Doncols (5) und Luxemburg/Stadtzentrum (4) sind deutliche geringer belastet.

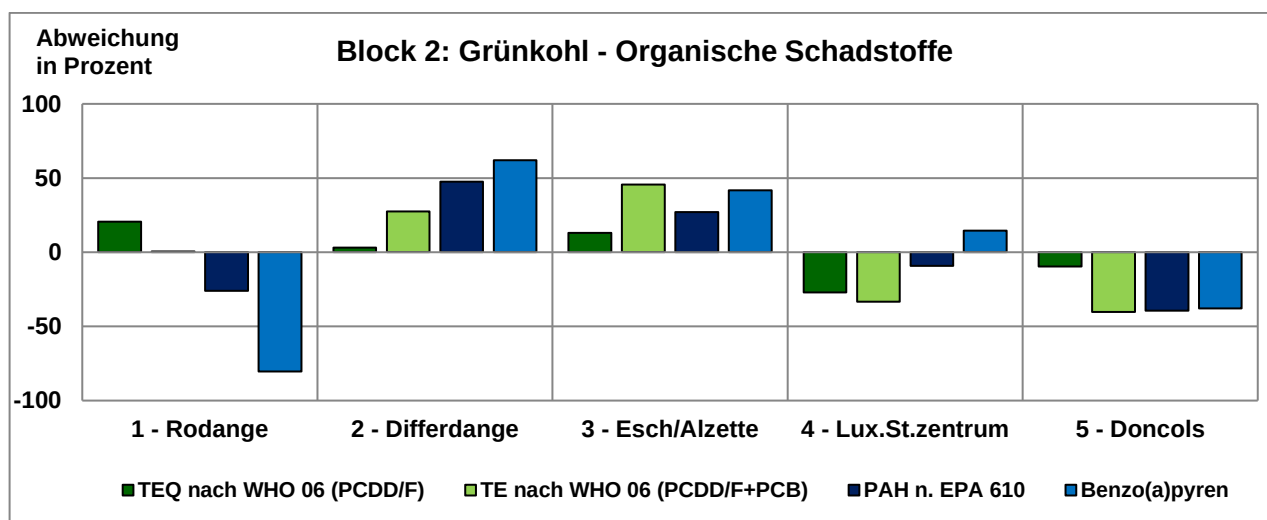


Abb. 7-5: Block 2 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

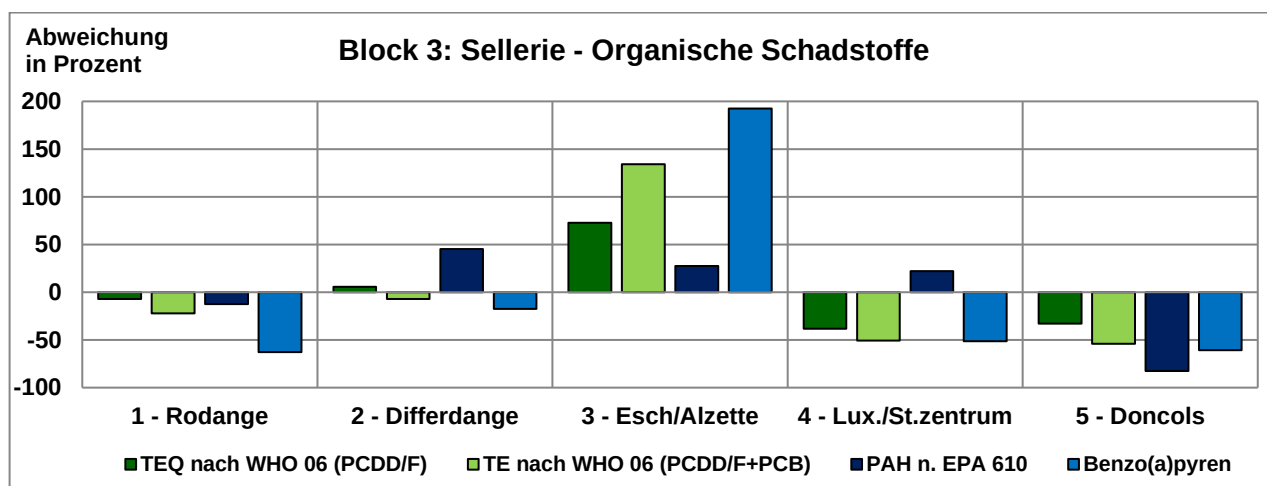


Abb. 7-6: Block 3 / Sellerie-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

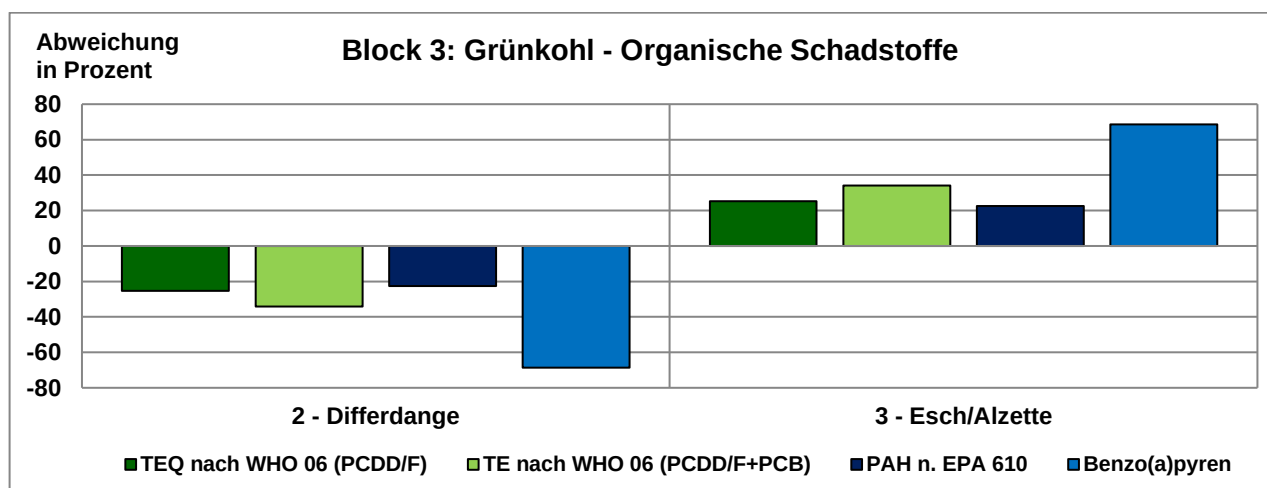


Abb. 7-7: Block 3 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

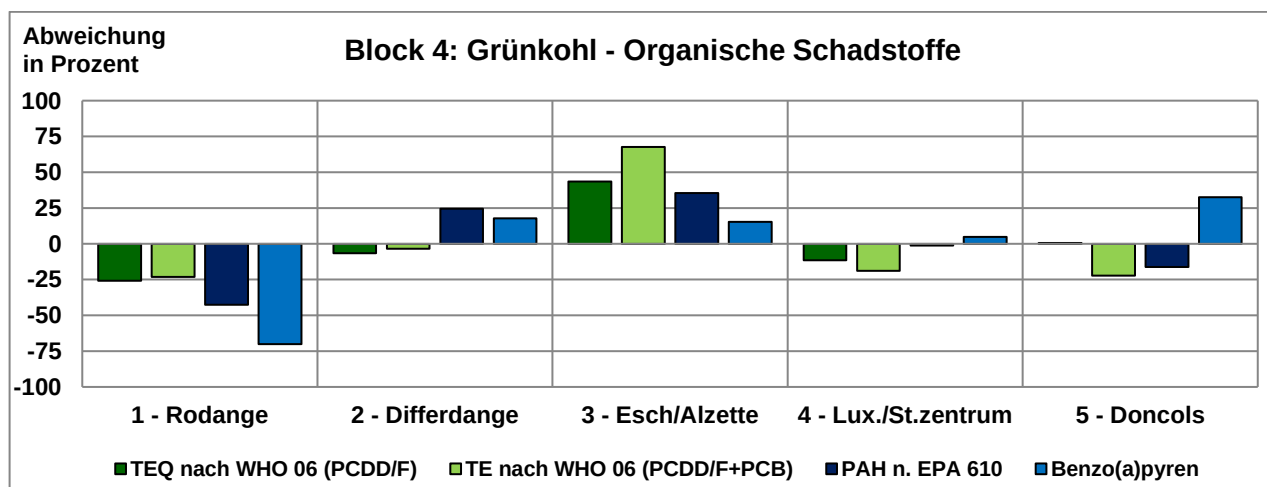


Abb. 7-8: Block 4 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

8 Anhang

8.1 Anhang 1

Tab. A1-1: 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>	1995-2004			TÜV Süddeutschland unveröffentlicht
- ländliche Gebiete/ Stadttrand (25)		848 (403 - 1364)	3,2 (1,2 - 8,7)	
- städtische Gebiete/ Stadtzentrum (15)		1786 (1057 - 4269)	9,5 (2,6 - 28)	
<u>Süddeutschland:</u> (12 Untersuchungen):	1989-2004			TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
- ländliche Gebiete/ Stadttrand (45/72)		1036 (388 - 2356)	9 (3,2 - 22)	
- städtische Gebiete/ Stadtzentrum (18/30)		1828 (840 - 4632)	16 (4,4 - 37)	
- industrielle Ballungs- gebiete (7/15)		1776 (784 - 2972)	29 (7,6 - 93)	
<u>Einzeluntersuchungen:</u>				
Ruhrgebiet (17)	1989	2740 (1844 - 3904)	19 (7,6 - 55)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Raum Frankfurt (12)	1978/79	2540 (1160 - 5052)	38 (18 - 84)	Steubing et al., 1983
München - Stachus (1)	1993	3500	46	Peichl et al., 1996
Autobahnprofil (3) 5, 30, 150 m	1985	3528 (2932 - 6808)	40 (20 - 70)	Nobel und Michen- felder, 1986
Sachsen-Anhalt (50) (UG 10/9/ 6)	1992-96	1435 (400 - 4076)	14 (4,8 - 35,2)	MUN, 1994
Chemnitz (20)	1994	2012 (1356 - 2680)	41 (23 - 66)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Dresden (20)	1995	1080 (411 - 3152)	11 (4 - 39)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Kontrollpflanzen *	1986-2004	170 (115 - 332)	2 (0,4 - 5,5)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht

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

Tab. A1-2: Dioxin/Furan-Gehalte in exponierten Grünkohlpflanzen sowie in Nahrungspflanzen von Standorten unterschiedlicher Landnutzung bzw. im Einwirkungsbereich von Emittenten aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (1989 bis 2004)

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

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

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

Tab. A1-3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2017 (Block 2)

	Station	1	2	3	4	5
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	<0,0302	<0,0304	<0,0310	0,00943	<0,0299
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	<0,0398	<0,0400	<0,0407	0,181	<0,0393
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,0604	<0,0607	<0,0619	<0,0596	<0,0597
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,0827	<0,0831	<0,0847	<0,0815	<0,0817
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,0779	<0,0783	<0,0798	<0,0768	<0,077
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	<0,127	0,128	<0,13	<0,125	<0,126
	- OctaCDD	<0,922	<0,927	<0,945	<0,909	<0,911
	- 2,3,7,8-TetraCDF	<0,0827	0,166	0,103	0,0943	<0,0817
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	<0,0572	<0,0575	<0,0587	<0,0564	<0,0566
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,089	<0,0895	<0,0913	0,0878	<0,088
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,0938	<0,0943	<0,0961	<0,0925	<0,0927
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,0859	<0,0863	<0,088	<0,0847	<0,0849
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,0636	<0,0639	<0,0652	<0,0627	<0,0629
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,0779	<0,0783	<0,0798	<0,0768	<0,077
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	<0,089	<0,0895	<0,0913	<0,0878	<0,088
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,062	<0,0623	<0,0636	<0,0611	<0,189
	- OctaCDF	<0,191	<0,192	<0,196	<0,188	0,32
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) exkl. BG	ND	0,017	0,010	0,009	ND
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) inkl. BG	0,164	0,173	0,17	0,163	0,162
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	1,4	1,69	1,66	1,38	0,74
	PCB 77	28,4	42,5	33,9	25,2	16,4
	PCB 123	5,31	5,76	5,64	4,14	1,72
	PCB 118	287	394	320	270	157
	PCB 114	7,11	10,2	8,81	7,45	3,23
	PCB 105	111	147	139	106	52,1
	PCB 126	1,01	2,8	2,98	1,32	<0,393
	PCB 167	8,54	14,7	12,1	9,83	2,61
	PCB 156	16	30,9	22,9	17,6	6,07
	PCB 157	3,21	5,59	5,09	3,45	1,12
	PCB 169	<1,91	<1,92	<1,96	<1,88	<1,89
	PCB 189	0,779	1,98	1,47	0,774	<0,629
	TE nach WHO 06 (PCB) exkl. BG	0,118	0,303	0,317	0,148	0,00857
	TE nach WHO 06 (PCB) inkl. BG	0,175	0,361	0,376	0,204	0,104
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) exkl. BG	0,118	0,32	0,327	0,157	0,00857
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) inkl. BG	0,339	0,534	0,546	0,367	0,267
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	<15	<11,8	<12,6	<9,4	<7,94
	Acenaphthylen	0,48	<0,77	<0,78	<0,74	<0,8
	Acenaphten	<1,54	<0,84	<0,86	<0,81	<0,8
	Fluoren	<1,78	1,33	1,07	1,46	0,9
	Phenanthren	9,8	20,2	15,9	18,7	12,2
	Anthracen	<0,62	1,03	1,01	1,06	0,6
	Fluoranthren	4,95	23,6	15,3	19,9	8,8
	Pyren	2,25	11,2	7,24	11,4	4,2
	Benz(a)anthracen	<0,27	4,09	2,91	2,13	0,72
	Chrysen	0,53	8,09	5,49	3,97	1,28
	Benzo(b)fluoranthren	0,57	6,3	5,53	3,37	1,39
	Benzo(k)fluoranthren	<0,1	1,46	1,07	0,84	0,35
	Benzo(a)pyren	<0,12	1,24	0,97	1,16	0,51
	Dibenz(a,h)anthracen	<0,1	0,38	0,25	0,34	0,15
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,15	1,5	1,36	1,14	0,55
	Benzo(g,h,i)perylene	0,14	1,11	0,84	1,09	0,48
	PAH4	1,1	19,72	14,9	10,63	3,9
	Summe PAH nach EPA 610 exkl. BG	18,8	81,6	58,9	66,5	32,1
	Summe PAH nach EPA 610 inkl. BG	38,2	95	73,2	77,5	41,6

Tab. A1-4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie und Grünkohl 2017
(Block 3)

	Station	1 S	2 S	2 G	3 S	3 G	4 S	5 S	H* / S
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	<0,0379	<0,0558	<0,0415	<0,0415	<0,0909	<0,0408	<0,0384	<0,0404
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	<0,0498	<0,0711	<0,0546	0,0841	0,0892	<0,0537	<0,0505	<0,0532
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,0757	<0,0836	<0,083	<0,083	<0,0816	<0,0816	<0,0768	<0,0809
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,104	<0,114	<0,114	0,137	<0,112	<0,112	<0,105	<0,111
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,0976	<0,108	<0,107	<0,107	<0,105	<0,105	<0,099	<0,104
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,214	0,518	<0,175	0,697	0,538	0,358	0,179	0,271
	- OctaCDD	<1,16	<1,28	<1,27	1,83	1,8	<1,25	<1,17	2,09
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,139	<0,188	0,129	0,547	0,531	0,169	0,144	0,15
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-CDF	<0,0717	<0,0812	<0,0786	0,249	0,154	<0,0773	<0,0727	<0,0766
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,112	<0,123	<0,122	0,336	0,279	<0,12	<0,113	<0,119
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-CDF	<0,118	<0,13	<0,129	0,177	0,134	<0,127	<0,119	<0,126
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,108	<0,119	<0,118	0,198	0,147	<0,116	<0,109	<0,115
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,0797	<0,088	<0,0874	<0,0873	<0,0858	<0,0859	<0,0808	<0,0851
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,0976	<0,108	<0,107	0,212	0,127	<0,105	<0,099	<0,104
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	<112	0,193	<0,122	0,417	0,219	0,187	<0,113	<0,119
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,0777	<0,0858	<0,0852	<0,0852	<0,0837	<0,0838	<0,0788	<0,083
	- OctaCDF	<0,239	<0,264	<0,262	0,268	<0,258	<0,258	<0,242	<0,255
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) exkl. BG	0,01605	0,00711	0,0129	0,331	0,279	0,0223	0,0162	0,0184
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) inkl. BG	0,0,208	0,269	0,227	0,401	0,41	0,23	0,212	0,225
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	<0,525	1,82	1,34	3,37	4,02	0,833	0,973	0,746
	PCB 77	23,5	47,4	35,6	113	90	25	18,6	22,9
	PCB 123	2,63	3,51	6,23	14,3	14,5	5,22	1,7	4,47
	PCB 118	182	276	347	537	676	229	126	234
	PCB 114	4,17	7,45	9,63	16,3	22,7	4,74	3,34	5,35
	PCB 105	67,1	102	129	251	321	83,8	44,7	69,9
	PCB 126	1,24	1,97	2,23	7,68	6,63	1,08	<0,505	2,79
	PCB 167	7,56	10,3	15,5	26,8	30,1	7,63	3,21	14,9
	PCB 156	13,3	21,8	29,5	57,5	66,7	15,1	6,14	23,4
	PCB 157	2,41	4,08	5,48	12,6	14,2	2,86	1,31	3,92
	PCB 169	<2,39	<2,64	<2,62	<2,62	<2,58	<2,58	<2,42	<2,55
	PCB 189	00896	1,9	2,36	5,26	5,19	1,1	<0,808	1,96
	TE nach WHO 06 (PCB) exkl. BG	0,135	0,215	0,244	0,808	0,707	0,121	0,00773	0,292
	TE nach WHO 06 (PCB) inkl. BG	0,206	0,295	0,322	0,886	0,785	0,199	0,131	0,369
PCDD/F + PCB [ng/kg]	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) exkl. BG	0,151	0,223	0,256	1,14	0,987	0,144	0,0239	0,121
	TE WHO 06 (PCDD/F + PCB) inkl. BG	0,413	0,563	0,549	1,29	1,19	0,429	0,343	0,387
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	27	24,4	<11,1	32,1	<12,4	18,2	<10,4	<11,7
	Acenaphthylen	44,6	17,9	<1,17	61,1	<1,3	21,4	8,72	9,34
	Acenaphthen	120	167	5,38	263	5,7	165	52,3	27,4
	Fluoren	121	142	7,24	218	8,5	146	59,6	54,8
	Phenanthren	316	405	35	1030	72,3	396	170	143
	Anthracen	2,02	1,62	<0,89	11,8	2,9	1,86	0,87	0,98
	Fluoranthren	86,9	101	23,7	399	103	105	44,5	36,8
	Pyren	54,3	50,8	11,9	242	58,7	57,5	22,4	37,6
	Benz(a)anthracen	3,21	3,42	1,61	32,1	17,5	2,17	0,96	0,69
	Chrysen	7,2	10,7	4,39	79,3	28,5	7,19	2,49	1,99
	Benzo(b)fluoranthren	1,8	5,12	2,25	31,4	18,6	3,44	1,42	<1,08
	Benzo(k)fluoranthren	0,29	1,14	0,46	5,98	4,42	0,81	0,28	<0,25
	Benzo(a)pyren	<0,45	<1,13	<0,48	3,65	2,75	<0,97	<0,66	<0,6
	Dibenz(a,h)anthracen	<0,16	<0,29	<0,1	0,95	0,63	<0,24	<0,18	<0,14
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,63	1,28	<0,54	5,49	4,04	0,96	<0,51	<0,57
	Benzo(g,h,i)perylene	<0,43	1,33	<0,37	5,31	3,62	1,23	<0,53	<0,63
	PAH4	12,66	19,24	8,25	150,1	70,1	12,8	4,87	2,68
	Summe PAH nach EPA 610 exkl. BG	783	932	91,9	2420	331	927	363	313
	Summe PAH nach EPA 610 inkl. BG	785	934	107	2420	345	929	376	328

* H: Ware aus deutschem Handel

Tab. A1-5: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2017 (Block 4)

	Station	1	2	3	4	5	H*
<.00302PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	<0,0302	<0,0358	<0,0399	<0,0316	0,0338	<0,0298
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	<0,0397	<0,0471	0,0935	<0,0416	0,0558	<0,0392
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,0603	<0,0716	<0,0798	<0,0632	<0,0607	<0,0595
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,0825	<0,098	<0,109	<0,0865	0,0818	<0,0815
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,0778	<0,0923	<0,103	<0,0815	<0,0783	<0,0768
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,389	0,36	0,625	0,417	0,544	0,501
	- OctaCDD	1,07	<1,09	1,95	1,01	1,33	1,44
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,135	0,166	0,512	0,117	0,226	0,114
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,0717	<0,0678	0,211	<0,0599	0,105	<0,0564
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,0934	<0,106	0,287	<0,0931	0,105	<0,0878
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,0936	<0,111	<0,124	<0,0981	<0,0942	<0,0925
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,0857	<0,102	0,128	<0,0898	<0,0863	<0,0846
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,0635	<0,0754	<0,084	<0,0665	<0,0639	<0,0627
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,0778	<0,0923	0,108	<0,0815	<0,0783	<0,0768
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,127	<0,106	0,219	0,143	0,151	0,174
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,0619	<0,0735	<0,0819	<0,0649	<0,0623	<0,0611
	- OctaCDF	<0,19	<0,226	<0,252	<0,2	<0,192	<0,188
PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCDD/F) exkl. BG	<0,0491	0,0202	0,27	0,0176	0,113	0,0185
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) inkl. BG	0,174	0,203	0,36	0,178	0,198	0,17
	PCB 81	0,492	0,8	1,72	0,665	0,472	
	PCB 77	12,9	14,2	33,9	10,3	<9,58	
	PCB 123	3,38	4,21	5,74	3,55	1,44	
	PCB 118	169	193	366	205	86	
	PCB 114	4,11	4,84	9,47	4,15	1,95	
	PCB 105	60,2	66,7	167	77,2	29,8	
	PCB 126	1,53	1,77	4,58	1,1	0,769	
	PCB 167	8,65	9,14	23,6	809	2,95	
	PCB 156	14,8	17,7	48,6	16	6,47	
	PCB 157	2,88	3,2	8,9	2,64	1,09	
	PCB 169	<1,9	<2,26	<2,52	<2	<1,92	
	PCB 189	1,18	1,32	3,54	0,845	0,768	
PCDD/F + PCB Inkl. BG	TE nach WHO 06 (PCB) exkl. BG	0,162	0,187	0,481	0,121	0,081	
	TE nach WHO 06 (PCB) inkl. BG	0,219	0,255	0,556	0,181	0,138	
PAH [µg/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) exkl. BG	0,211	0,208	0,75	0,138	0,195	
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) inkl. BG	0,393	0,458	0,917	0,358	0,336	
	Naphthalin	<23,9	<28,1	<25,5	<22,8	<20,8	
	Acenaphthylen	<0,443	<0,505	<1,43	<0,48	<0,416	
	Acenaphthen	<2,06	<2,06	<1,39	<1,96	<1,79	
	Fluoren	<1,28	1,57	<1,45	2,43	1,79	
	Phenanthren	24,2	37,6	38,6	44,7	34,1	
	Anthracen	<0,889	2	2,43	1,85		
	Fluoranthren	29,6	68,5	101	44,4		
	Pyren	17,7	41,6	51,9	27,3		
	Benz(a)anthracen	2,85	10,1	15,7	3,72		
	Chrysen	6,59	20,6	28,3	8,74		
	Benzo(b)fluoranthren	4,18	11,2	15,5	6,75		
	Benzo(k)fluoranthren	0,992	2,98	3,72	1,73		
	Benzo(a)pyren	0,558	2,02	2,29	1,67		
	Dibenz(a,h)anthracen	<0,171	0,316	0,329	0,282		
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,02	2,6	3,09	2,03		
	Benzo(g,h,i)perylene	0,72	1,88	1,77	1,63		
	PAH4	14,18	43,92	61,79	20,88		
	Summe PAH nach EPA 610 exkl. BG	88,5	203	264	147		
	Summe PAH nach EPA 610 inkl. BG	117	234	294	172		

Tab. A1-5: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2017 (Block 4)
 (Fortsetzung)

	Stationen	1	2	3	4	5	H*
Hologensummen [ng/kg TS]	Summe TetraCDD	3,23	1,96	7,98	2,12	2,34	1,25
	Summe PentaCDD	1,76	1,19	4,71	1,11	1,61	0,573
	Summe HexaCDD	0,965	0,835	1,72	0,819	0,936	0,628
	Summe HeptaCDD	0,744	0,732	1,33	0,859	1,12	0,976
	OctaCDD	1,07	<1,09	1,95	1,01	1,33	1,44
	Summe TetraCDF	3,69	3,03	17,2	3,69	6,61	2,75
	Summe PentaCDF	1,58	1,11	4,66	1,18	1,72	0,741
	Summe HexaCDF	0,107	0,284	0,949	0,294	0,36	0,212
	Summe HeptaCDF	0,127	n.b.	0,219	0,143	0,151	0,174
	OctaCDF	<0,19	<0,226	<0,252	<0,2	<0,192	<0,188
	Summe PCDD	7,769	4,717	17,69	5,918	7,336	4,867
	Summe PCDF	5,504	4,424	23,03	5,307	8,084	3,877

* H: Ware aus deutschem Handel

8.2 Anhang 2 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2017

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die zeitliche Entwicklung der Schadstoffgehalte in den exponierten Pflanzen im Zeitraum 2006 bis 2017.

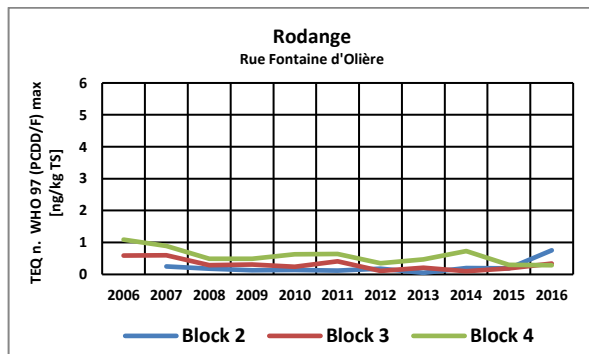
Im Einzelnen sind dargestellt:

- Block 2 / 4: die Gehalte in Grünkohlpflanzen
- Block 3: die Gehalte in Selleriepflanzen

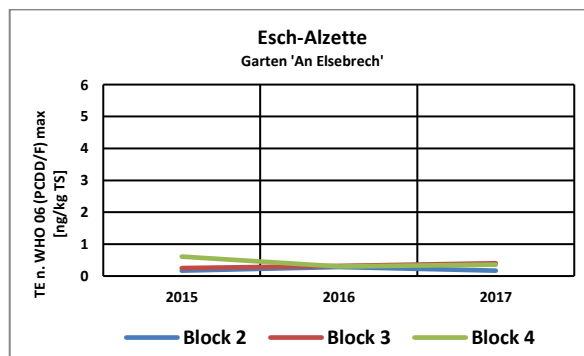
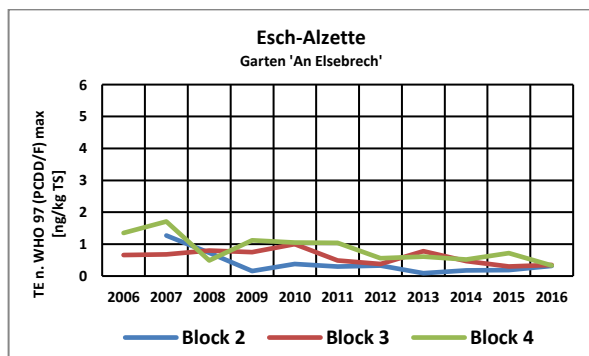
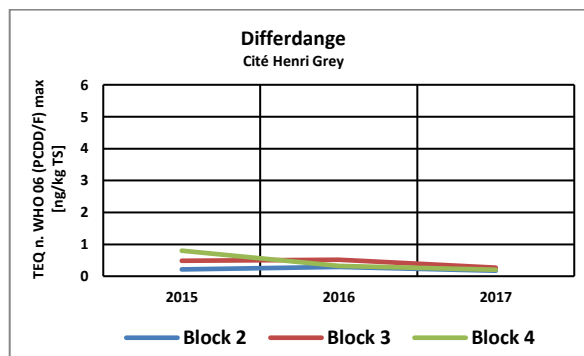
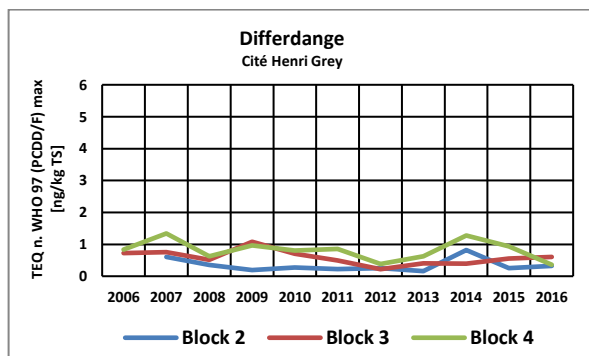
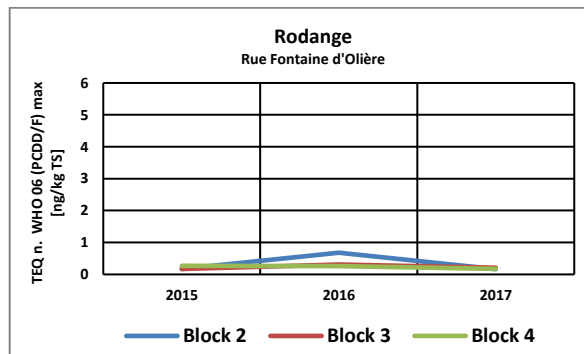
Alle Angaben in den Diagrammen sind jeweils bezogen auf die Trockensubstanz.

8.2.1 Anhang 2-1: Organische Schadstoffe

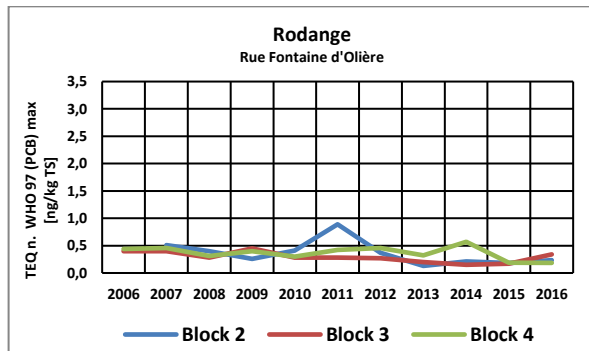
PCDD/F (TEQ nach WHO 97)



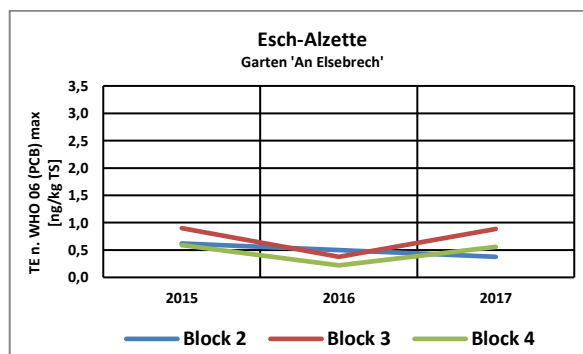
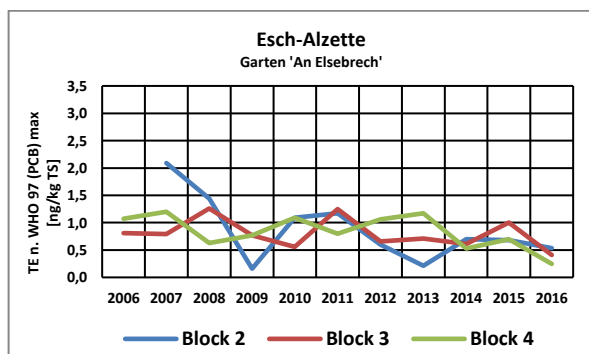
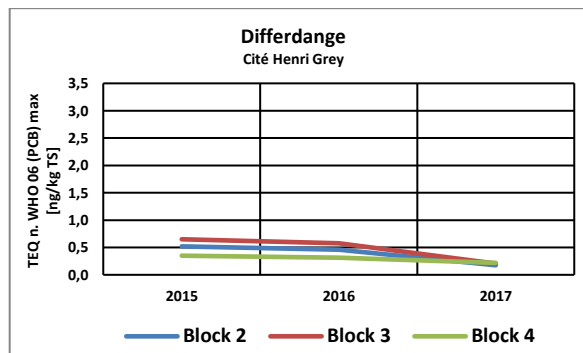
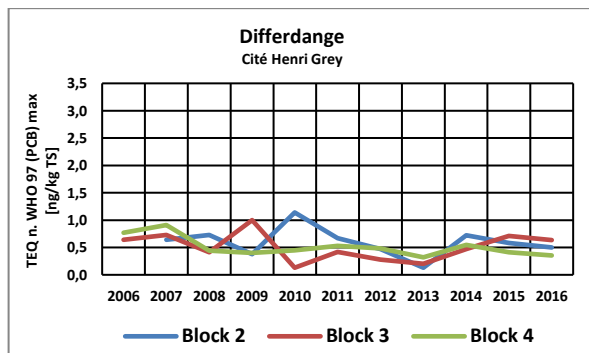
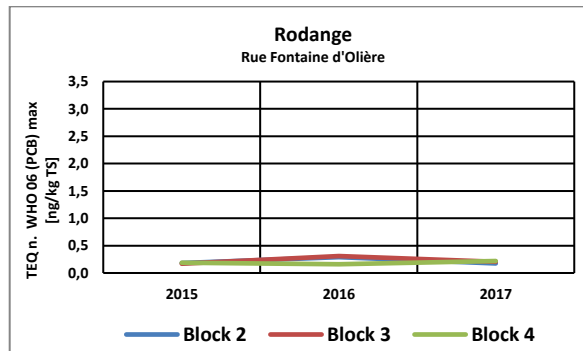
PCDD/F (TEQ nach WHO 06, ab 2015)



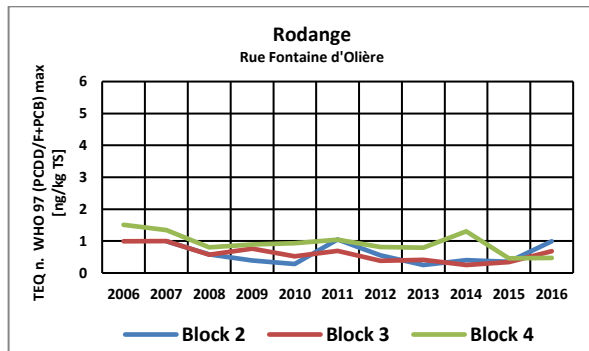
PCB (TEQ nach WHO 97)



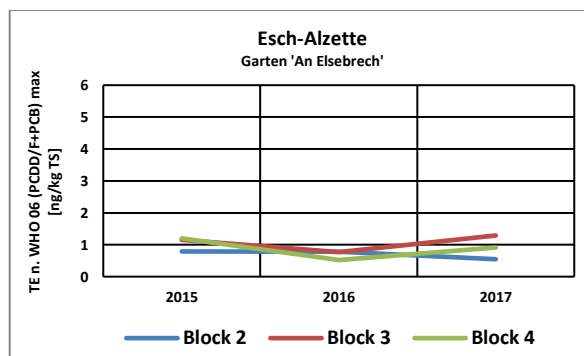
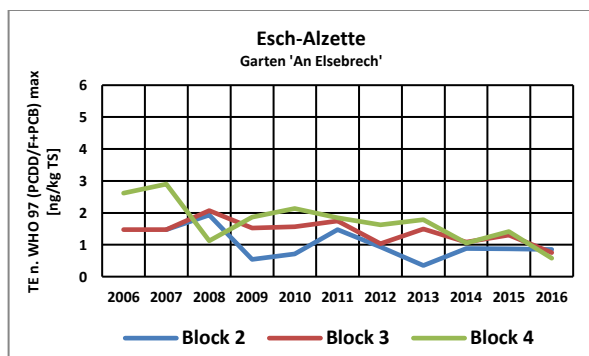
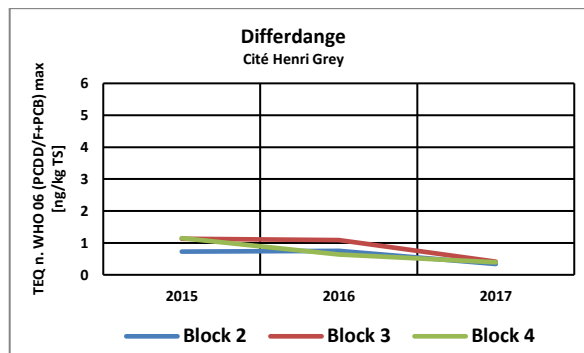
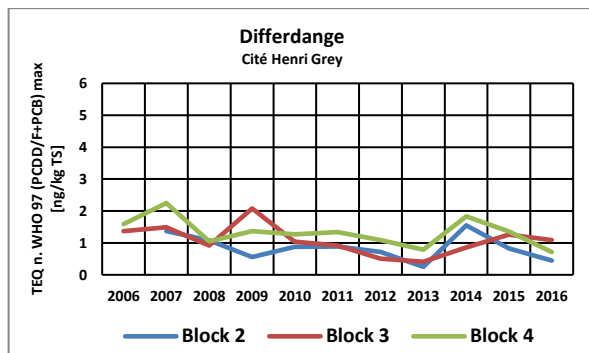
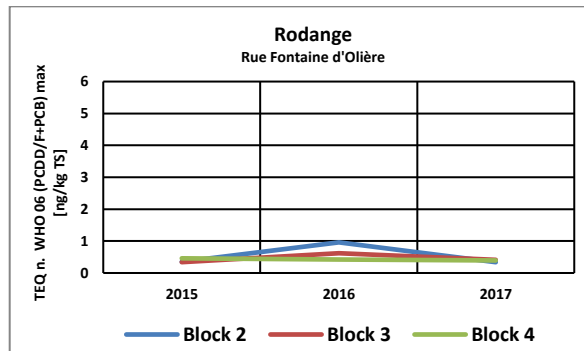
PCB (TEQ nach WHO 06, ab 2015)



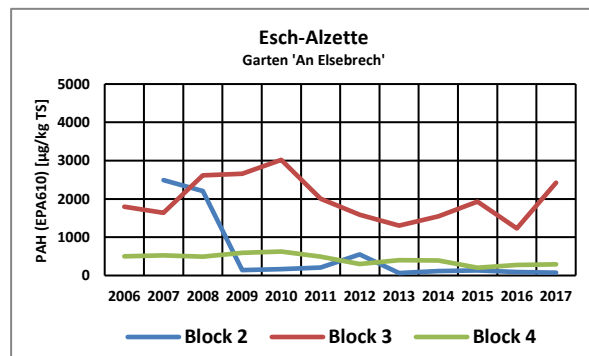
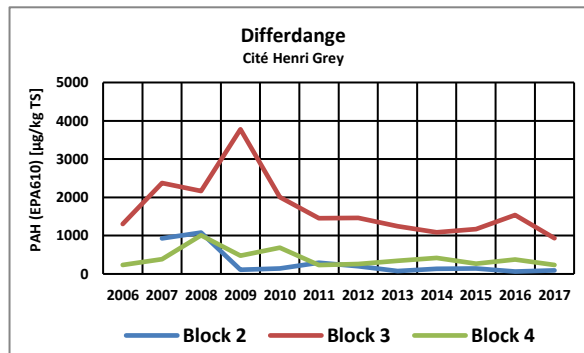
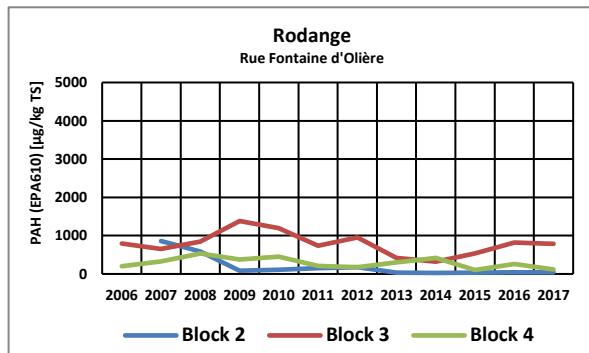
PCDD/F + PCB (TEQ nach WHO 97)



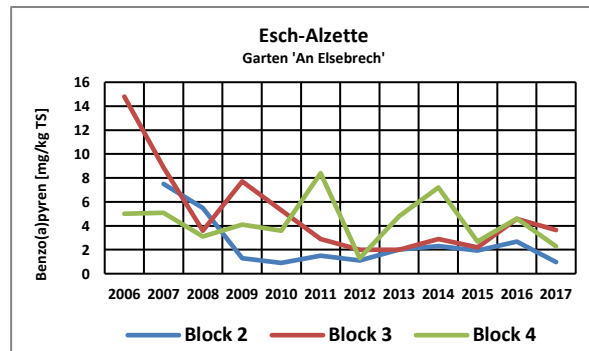
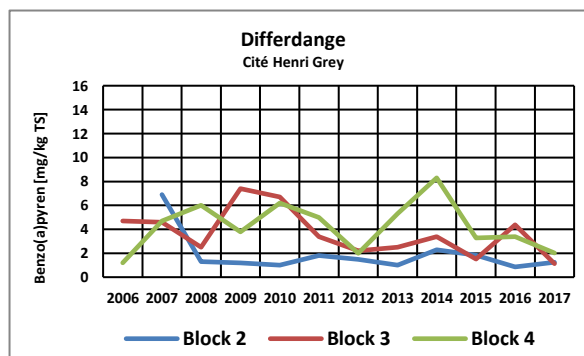
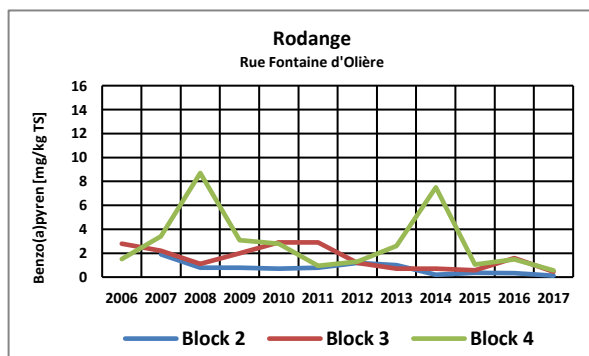
PCDD/F + PCB (TEQ nach WHO 06, ab 2015)



PAH-Summe (EPA 610)

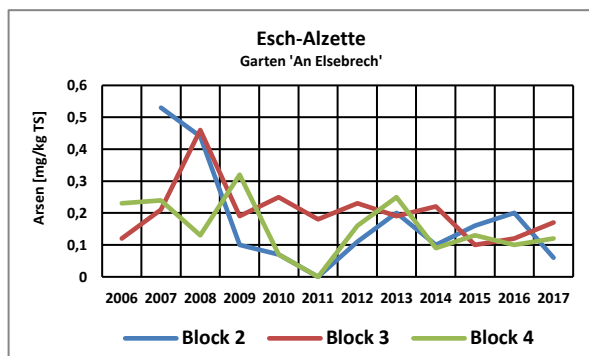
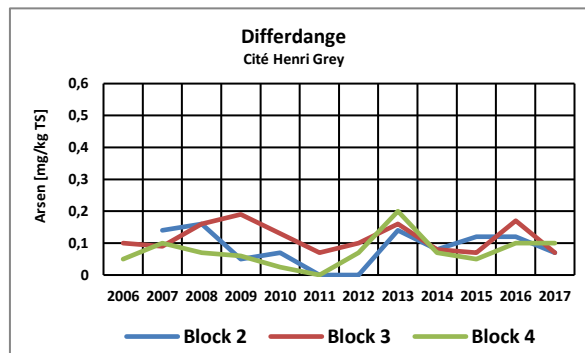
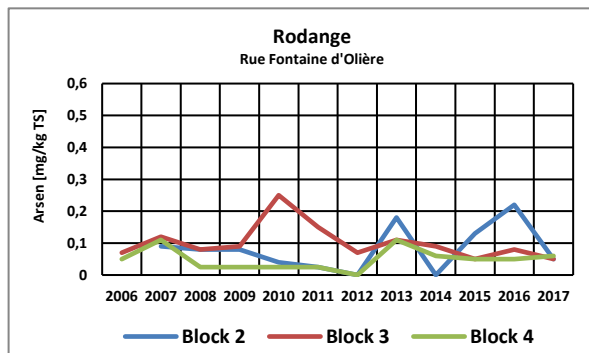


Benzo(a)pyren

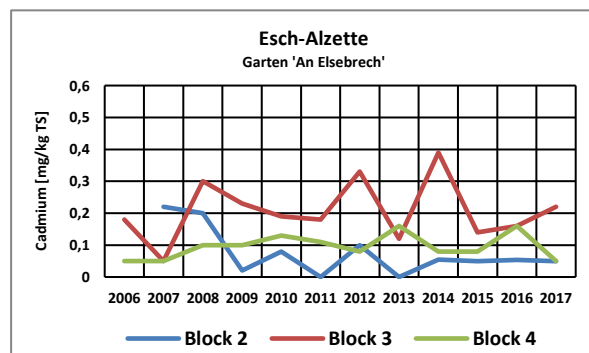
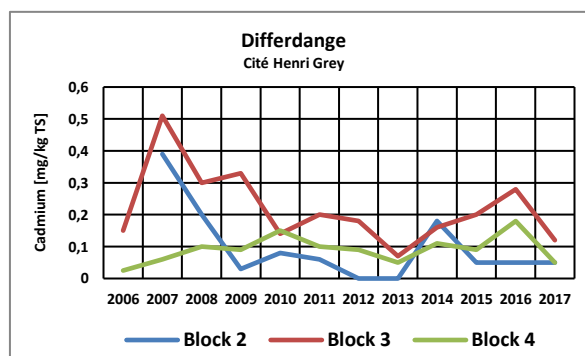
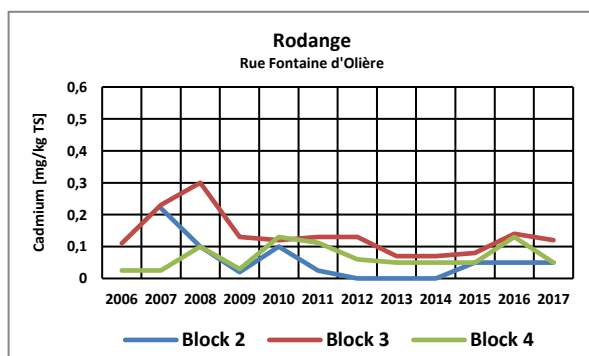


8.2.2 Anhang 2-2: Anorganische Stoffe

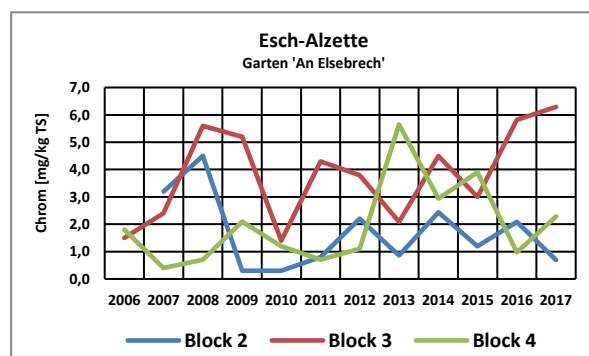
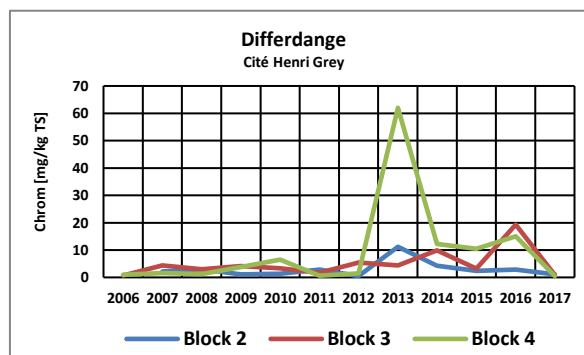
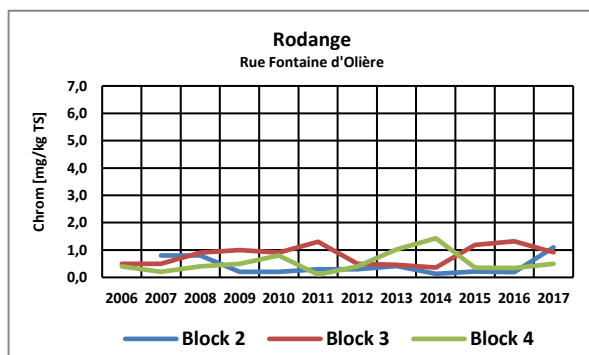
Arsen



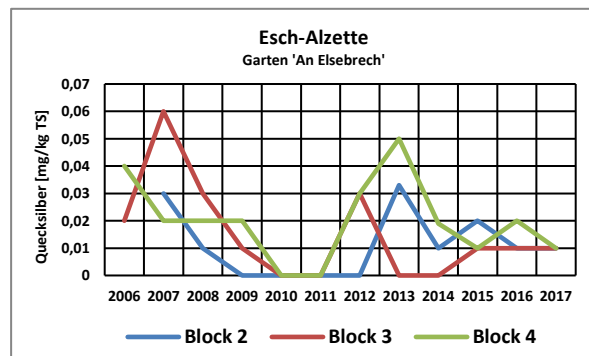
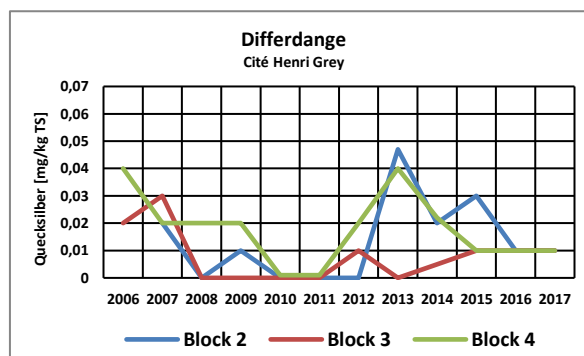
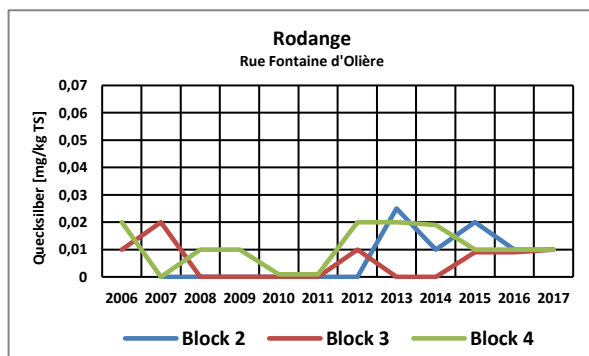
Cadmium



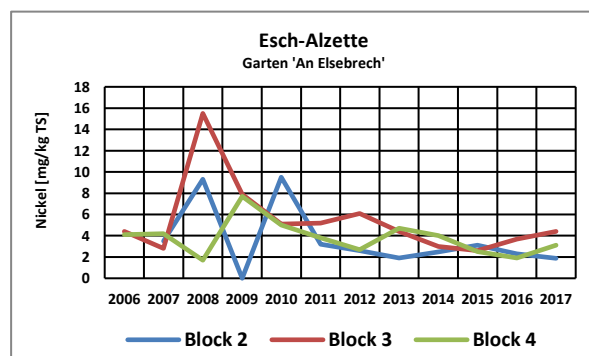
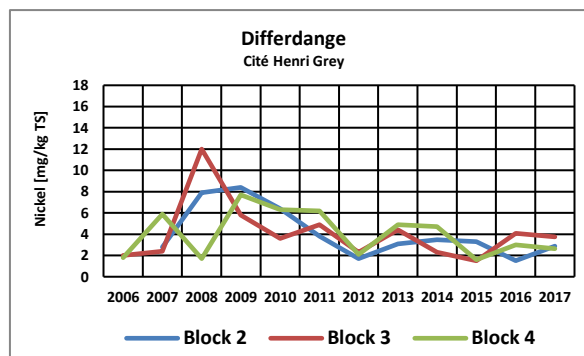
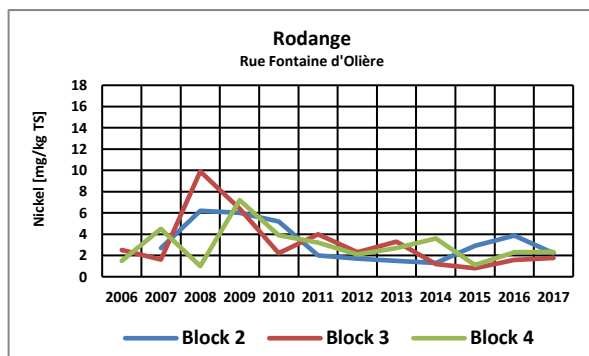
Chrom



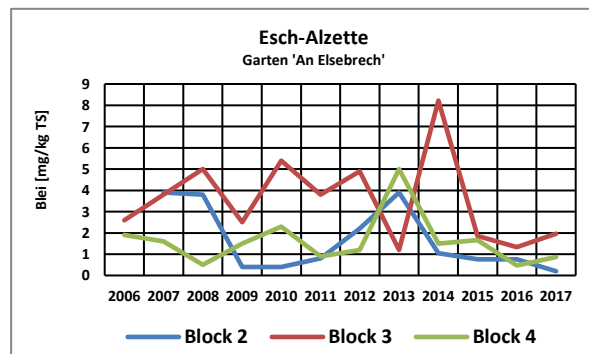
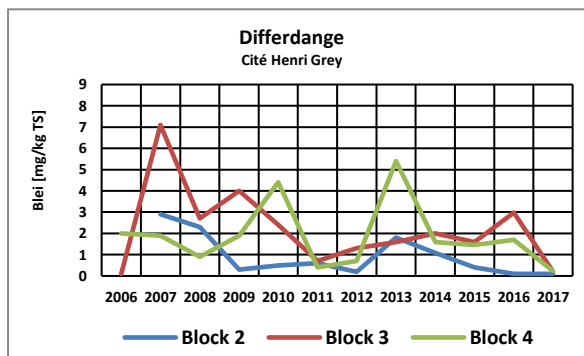
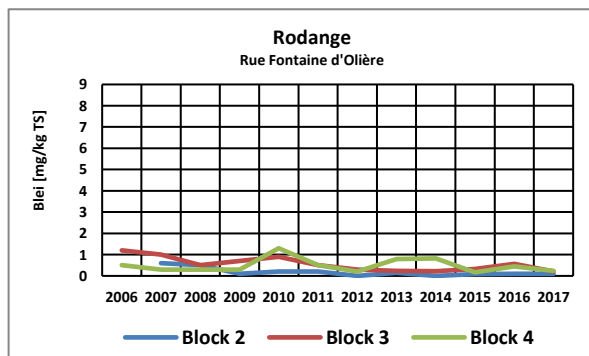
Quecksilber



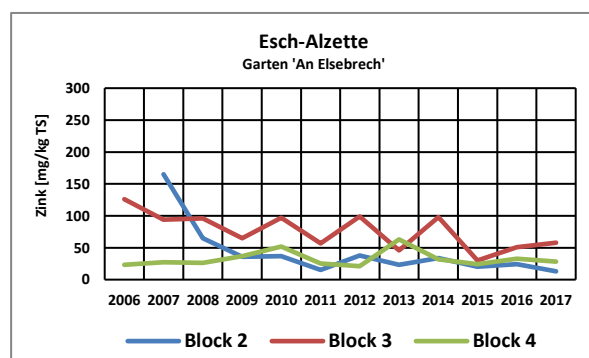
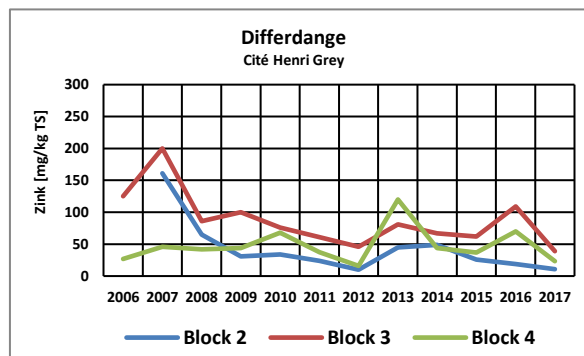
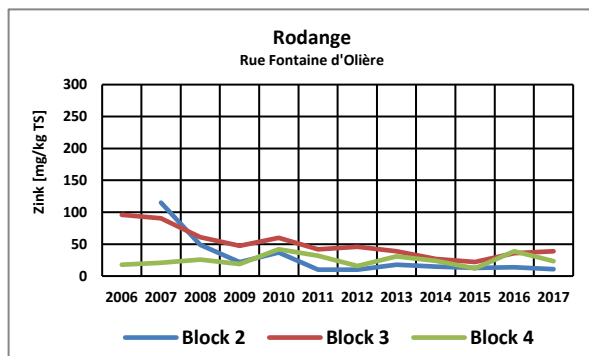
Nickel



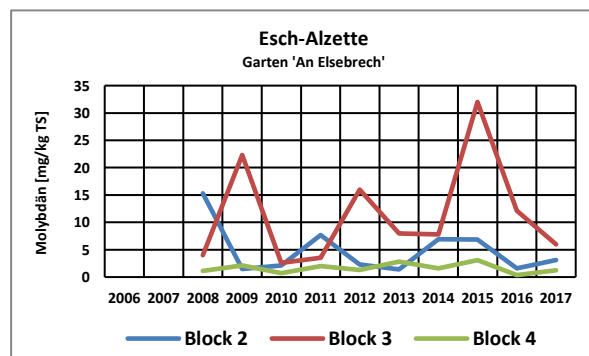
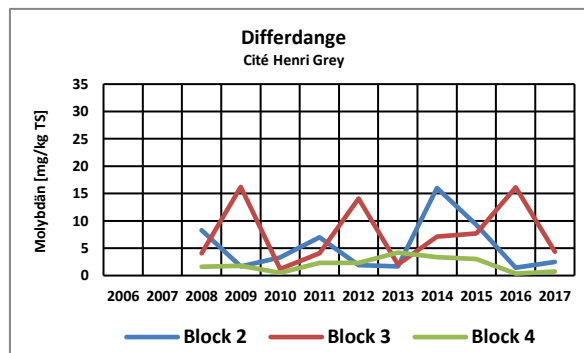
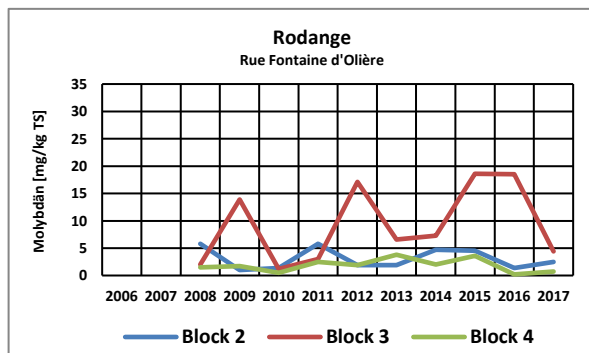
Blei



Zink



Molybdän



Eisen

