



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Biomonitoring von Luftschadstoffen in Luxemburg im Jahr 2016

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.: 2561324

Datum: 12.01.2018

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/

Art der Messung: Immissions-Wirkungserhebungen mit
Staudensellerie und Grünkohl

Dokument:
Biomonitoring Luxembourg 2016-
ENDFASSUNG.docx

Bericht Nr. 2202395

Zeitraum der Messungen: Mai – Dezember 2016

Das Dokument besteht aus
71 Seiten.
Seite 1 von 71

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	Arsen	14
4.2	Blei	16
4.3	Cadmium	18
4.4	Chrom	20
4.5	Quecksilber	22
4.6	Nickel	24
4.7	Molybdän	26
4.8	Zink	28
4.9	Eisen	30
4.10	Benzo(a)pyren	32
4.11	PAH4	34
4.12	PAH-Summe (EPA610)	36
4.13	PCDD/F (TE nach WHO 97)	38
4.14	PCB (TE nach WHO 06)	40



4.15	PCDD/F + PCB (TE nach WHO 06)	42
5	PCDD/F-HOMOLOGENVERTEILUNG IN GRÜNKOHL (BLOCK 4)	44
6	ABWASCHBARKEIT DER STOFFE	45
7	BELASTUNGSUNTERSCHIEDE IM MESSNETZ	48
8	ANLAGEN	52
8.1	Anhang 1	52
8.2	Anhang 2	58
8.3	Anhang 3 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2016	64

1 Einführung und Aufgabenstellung

Im Auftrag der Administration de l'Enviroment führte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Jahr 2016 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 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.

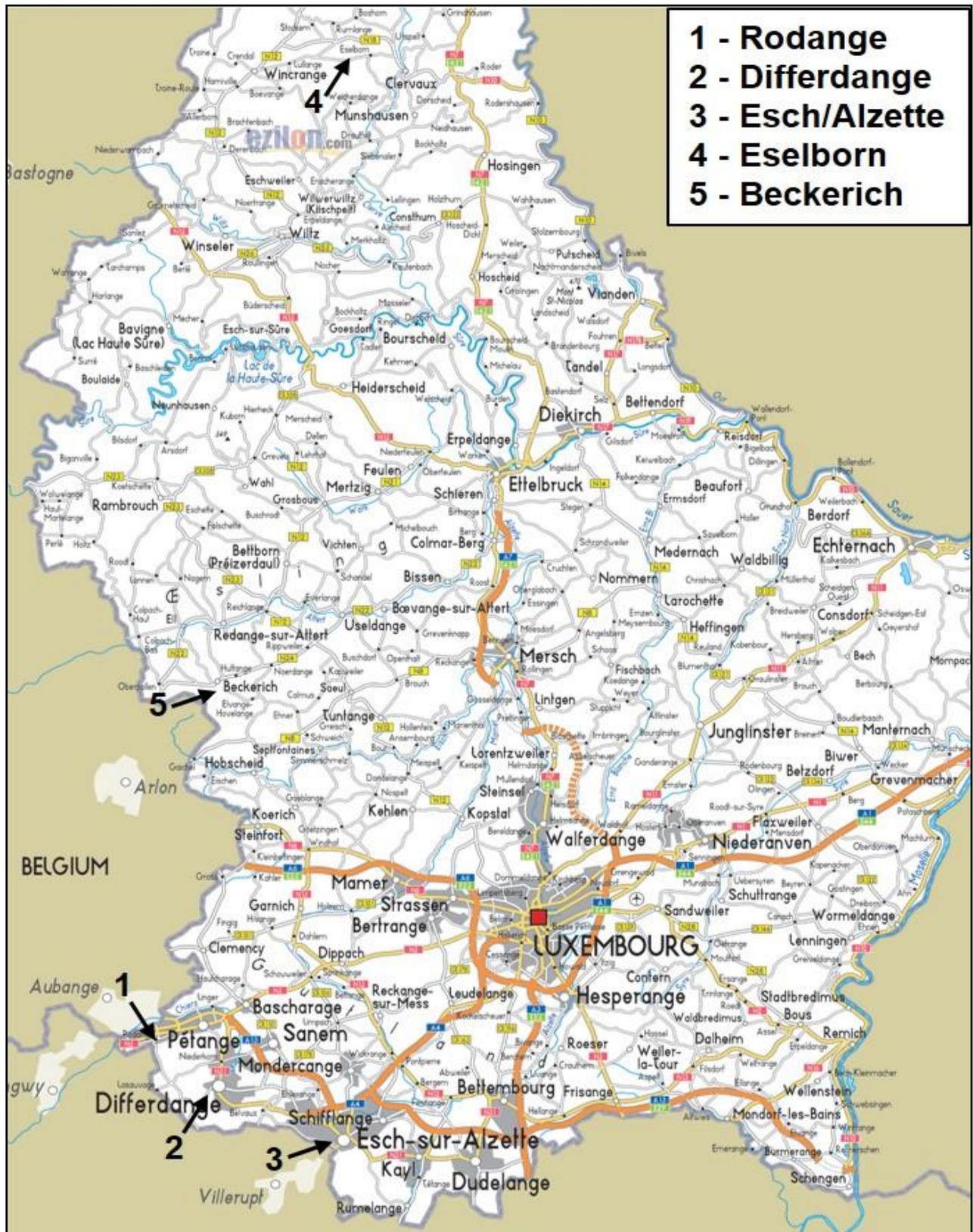


Abb. 1-1: Biomonitoring-Messnetz Luxemburg – ungefähre Lage der Messstellen

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
			Grünkohl	Grünkohl	Sellerie	Grünkohl	Grünkohl	Grünkohl	Sellerie	Grünkohl	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	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	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	ländlich - industriell	X	---	X	X	X	---	X	X	X	---	X	X
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	ländlich	X	---	X	X	X	---	X	X	X	---	X	X
6	Probe aus Handel			X	X	X		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 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):	13.06.2015 – 09.08.2016
Expositionszeitraum Block 3 (Grünkohl, Sellerie):	08.08.2016 – 05.10.2016
Expositionszeitraum Block 4 (Grünkohl):	04.10.2016 – 06.12.2016

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 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 Anhanges 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						
Futtermittelüberwachung	EU 32/2002, Alleinfuttermittel	TS	2	5	0,5		0,1						
Vergleichswerte	Grünkohl: - Kontrollpflanzen (gefil. 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 Arsen

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,22	0,046	15,3	0,08	0,012				17,9	0,05	0,009
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,12	0,024	17,0	0,17	0,029	17,9	0,07	0,012	17,2	0,10	0,017
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	0,12	0,024	15,9	0,09	0,014	17,6	<0,05	<0,009	17,1	0,05	0,009
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,20	0,041	16,3	0,12	0,020	16,5	0,07	0,012	17,9	0,10	0,018
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	0,22	0,043	15,6	0,05	0,008	15,8	0,06	0,009	17,4	0,08	0,014
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,22	0,027	13,1	0,15	0,020				19,9	0,06	0,012
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,13	0,026	16,6	0,06	0,011				20,8	0,05	0,010
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,07	0,008	17,0	<0,05	<0,009	22,1	0,06	0,013

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

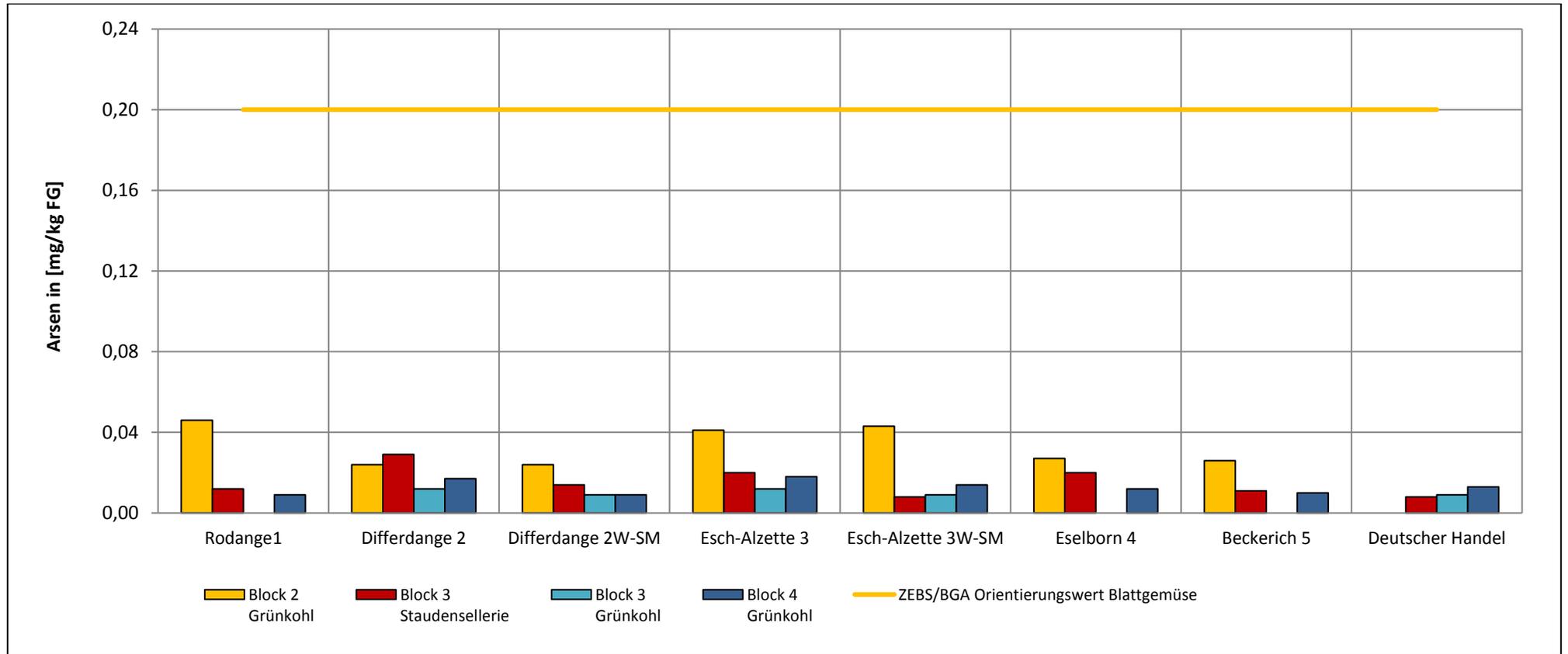


Abb. 4-1: Arsen-Gehalte in Bioindikatorpflanzen

4.2 Blei

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	<0,1	0,021	15,3	0,57	0,087				17,9	0,45	0,081
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	<0,1	0,020	17,0	2,98	0,507	17,9	0,85	0,152	17,2	1,7	0,292
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	<0,1	0,020	15,9	0,76	0,121	17,6	0,33	0,058	17,1	0,22	0,038
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,76	0,154	16,3	1,33	0,217	16,5	0,36	0,059	17,9	0,47	0,084
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	0,35	0,069	15,6	0,50	0,078	15,8	0,25	0,040	17,4	0,19	0,033
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,50	0,062	13,1	1,14	0,149				19,9	0,33	0,066
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	<0,1	0,020	16,6	0,16	0,027				20,8	0,11	0,023
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,12	0,015	17,0	<0,1	<0,017	22,1	<0,1	<0,022

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

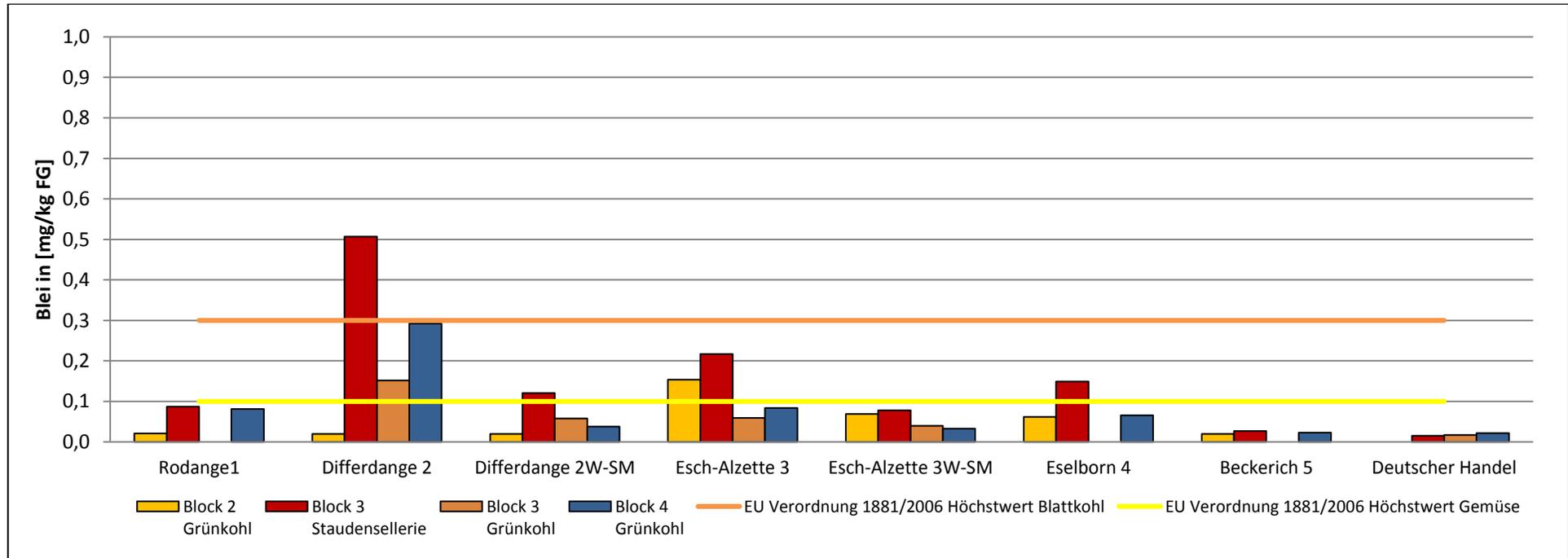


Abb. 4-2: Blei-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.3 Cadmium

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	<0,05	0,010	15,3	0,14	0,021				17,9	0,13	0,023
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	<0,05	0,010	17,0	0,28	0,048	17,9	0,067	0,012	17,2	0,18	0,031
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	<0,05	0,010	15,9	0,22	0,035	17,6	0,050	0,009	17,1	0,12	0,021
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,054	0,011	16,3	0,16	0,026	16,5	0,054	0,009	17,9	0,16	0,029
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	<0,05	0,010	15,6	0,13	0,020	15,8	0,050	0,008	17,4	0,15	0,026
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,068	0,008	13,1	0,33	0,043				19,9	0,14	0,028
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	<0,05	0,010	16,6	0,1	0,017				20,8	0,14	0,029
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,54	0,069	17,0	0,15	0,026	22,1	0,12	0,027

¹⁾ Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden mit dem Wert der Nachweisgrenze für die Berechnung des Gehaltes im Frischgewicht herangezogen

EU 1881/2006 Höchstwert Blattkohl / Stangensellerie

0,2 mg/kg FG

Grünkohl Hintergrundwert

0,1 mg/kg TS

1275/2013/EU Alleinfuttermittel

0,5 mg/kg TS

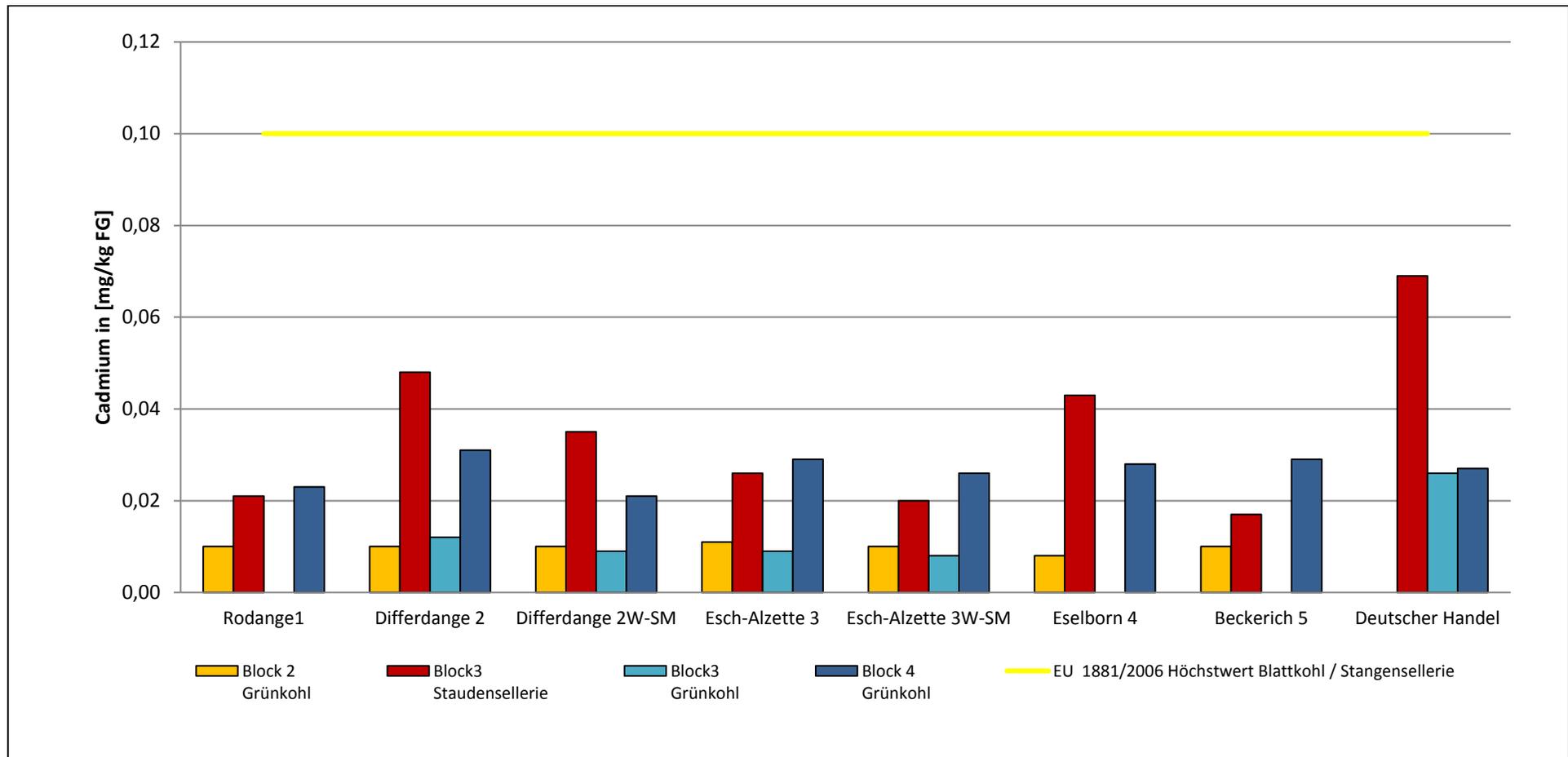


Abb. 4-3: Cadmium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.4 Chrom

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,19	0,040	15,3	1,32	0,202				17,9	0,34	0,061
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	2,91	0,588	17,0	19,3	3,281	17,9	5,34	0,956	17,2	15	2,580
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	0,84	0,168	15,9	2,63	0,418	17,6	1,81	0,319	17,1	0,39	0,067
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	2,09	0,424	16,3	5,82	0,949	16,5	2,37	0,391	17,9	0,97	0,174
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	1,05	0,207	15,6	1,44	0,225	15,8	0,75	0,119	17,4	0,18	0,031
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,53	0,066	13,1	0,96	0,126				19,9	0,31	0,062
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,27	0,055	16,6	0,55	0,091				20,8	0,14	0,029
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,29	0,037	17,0	0,29	0,0493	22,1	0,23	0,051

Maximaler Orientierungswert Umweltamt Luxembourg (Basis TDI)

77 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert

0,3 mg/kg TS

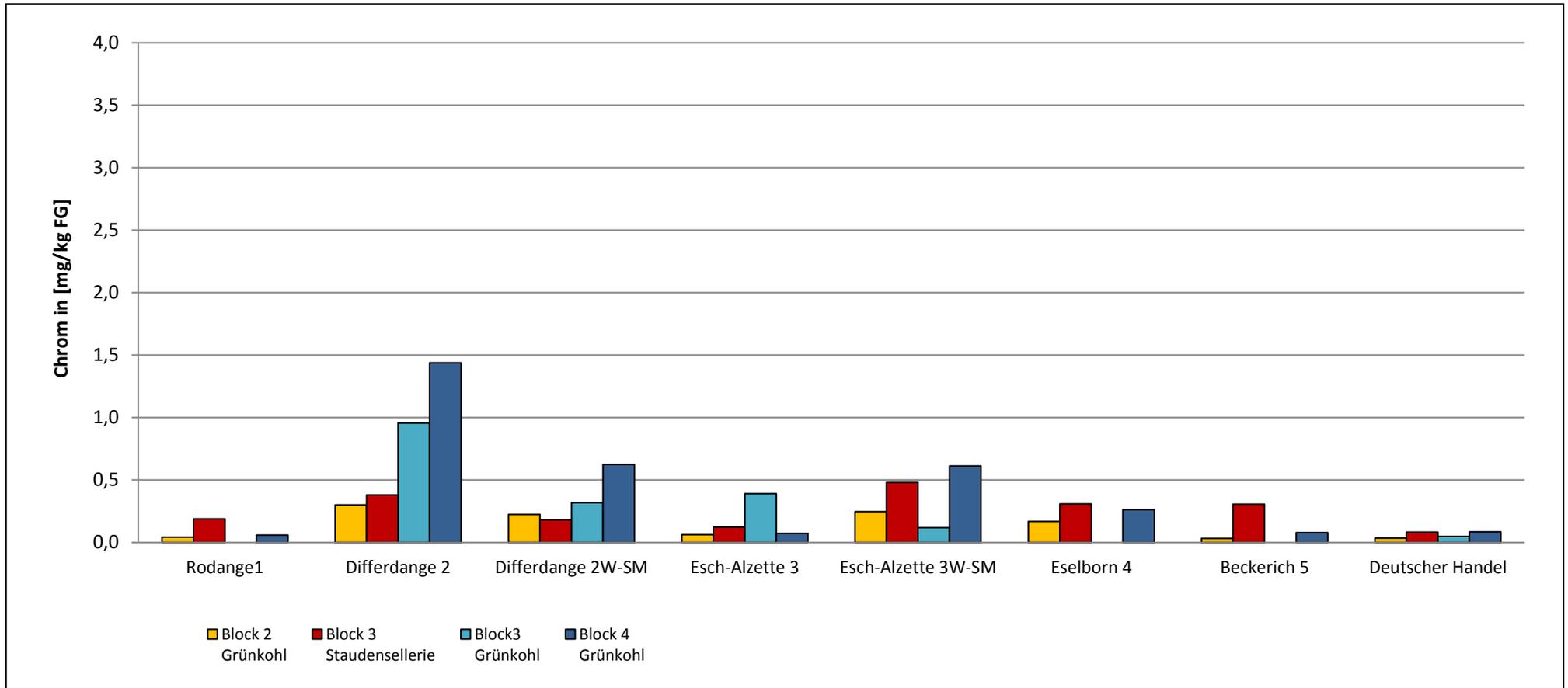


Abb. 4-4: Chrom-Gehalt in Bioindikatoren

4.5 Quecksilber

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	<0,01	0,002	15,3	<0,01	0,002				17,9	0,01	0,002
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	<0,01	0,002	17,0	<0,01	0,002	17,9	<0,01	0,002	17,2	0,01	0,002
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	<0,01	0,002	15,9	<0,01	0,002	17,6	<0,01	0,002	17,1	0,01	0,002
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	<0,01	0,002	16,3	<0,01	0,002	16,5	<0,01	0,002	17,9	0,02	0,004
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	<0,01	0,002	15,6	<0,01	0,002	15,8	<0,01	0,002	17,4	0,02	0,003
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	<0,01	0,002	13,1	<0,01	0,001				19,9	0,01	0,002
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	<0,01	0,002	16,6	<0,01	0,002				20,8	0,01	0,002
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	<0,01	0,001	17,0	<0,01	0,002	22,1	0,02	0,004

^{*)} 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

EU 32/2002 Alleinfuttermittel

0,1

Grünkohl – Hintergrundwert

0,05 mg/kg TS

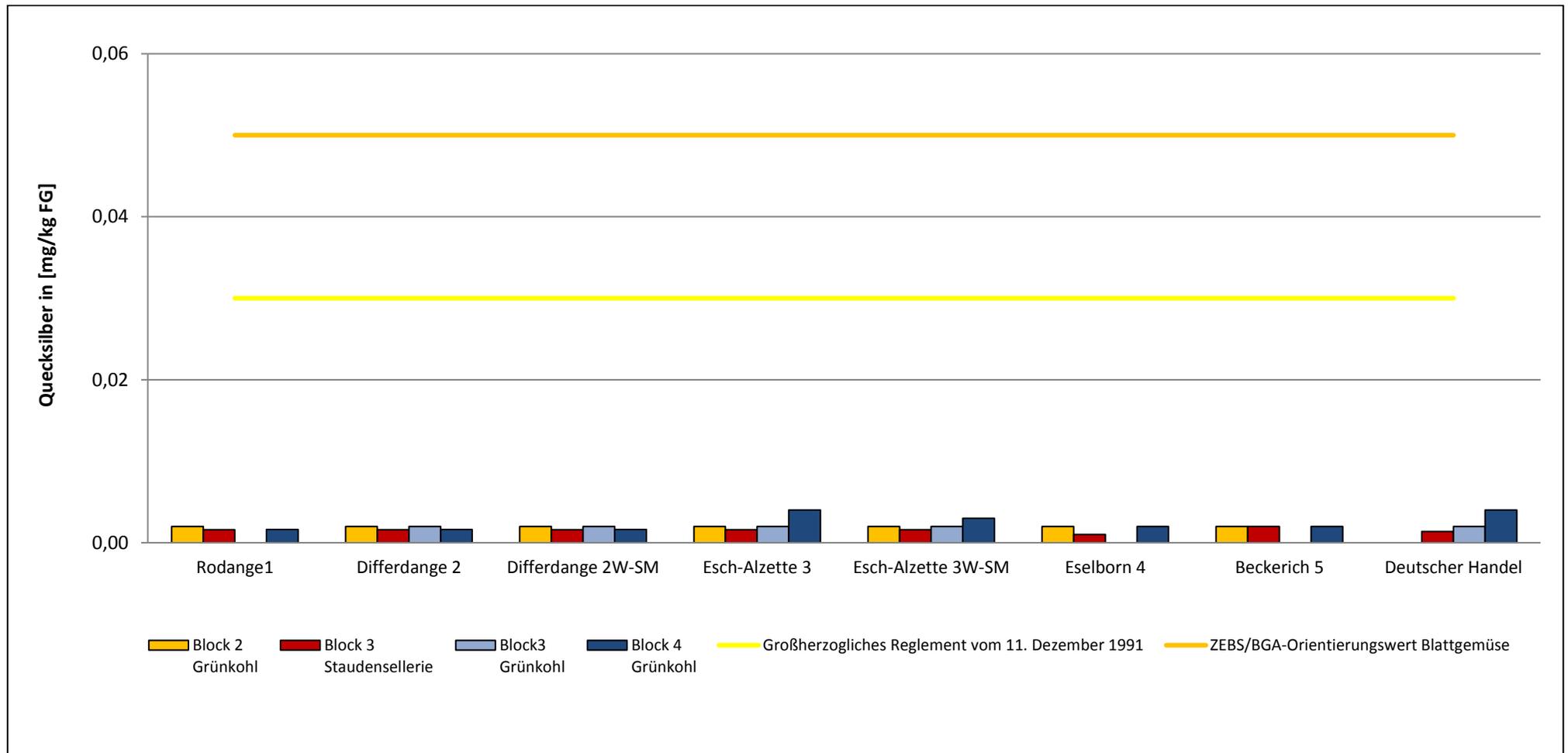


Abb. 4-5: Quecksilber-Gehalt in Bioindikatoren

4.6 Nickel

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	3,88	0,811	15,3	1,59	0,243				17,9	2,3	0,412
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	1,51	0,305	17,0	4,08	0,694	17,9	2,73	0,489	17,2	3	0,516
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	0,17	0,034	15,9	2,95	0,469	17,6	2,79	0,491	17,1	2,4	0,410
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	2,29	0,465	16,3	3,69	0,601	16,5	4,01	0,662	17,9	1,9	0,340
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	1,79	0,353	15,6	2,16	0,337	15,8	3,27	0,517	17,4	1,5	0,261
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	3,57	0,443	13,1	3,04	0,398				19,9	3,2	0,637
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	1,87	0,378	16,6	2,49	0,413				20,8	2,3	0,478
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	5,79	0,735	17,0	0,2	0,034	22,1	0,71	0,157

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

Grünkohl – gemittelter Hintergrundwert (2007 – 2015) 0,6 mg/kg FG

Sellerie – gemittelter Hintergrundwert (2007 – 2015) 0,5 mg/kg FG

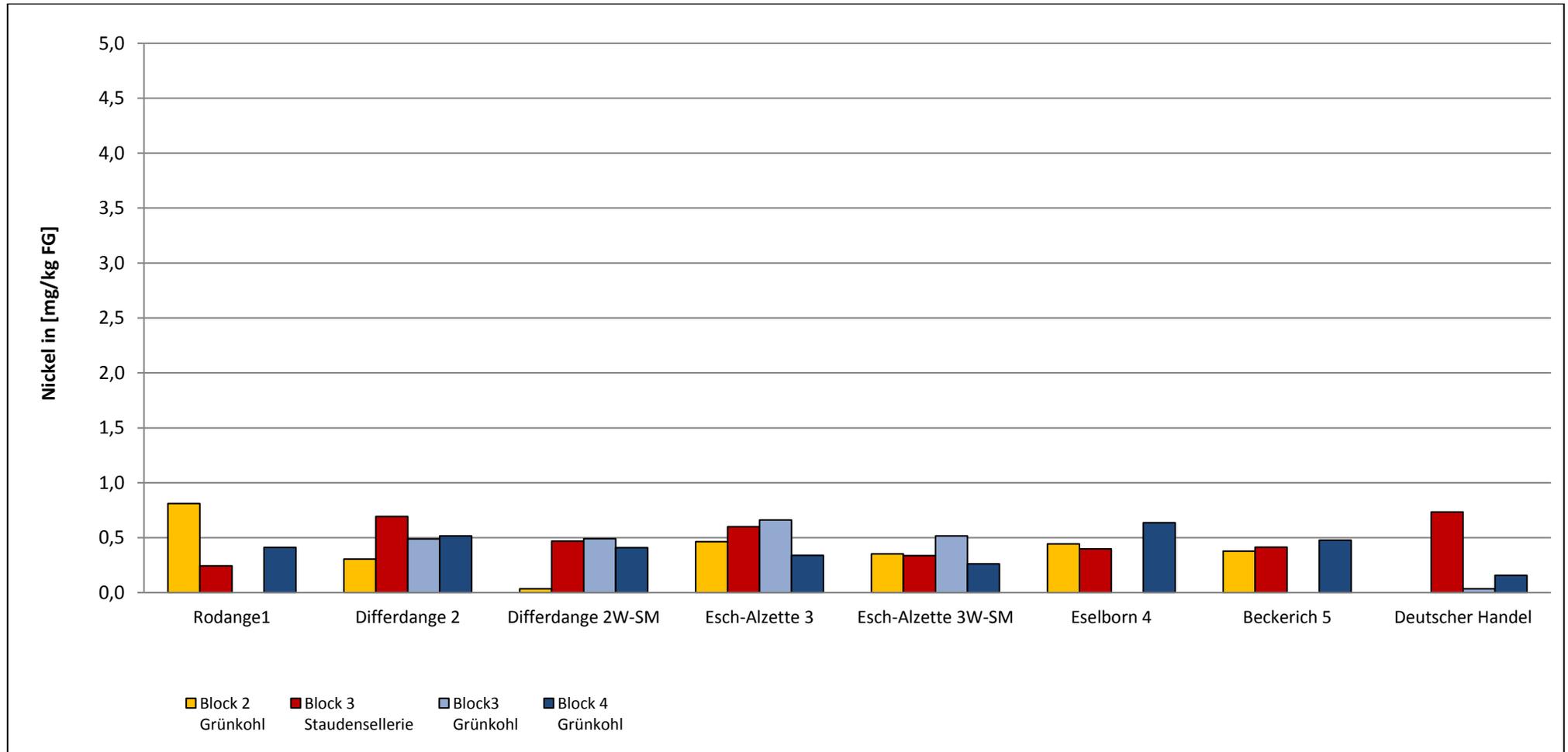


Abb. 4-6: Nickel-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.7 Molybdän

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	1,37	0,286	15,3	18,5	2,831				17,9	0,20	0,036
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	1,44	0,291	17,0	16,1	2,737	17,9	4,47	0,800	17,2	0,36	0,062
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	1,32	0,264	15,9	16,6	2,639	17,6	4,75	0,836	17,1	0,17	0,029
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	1,57	0,319	16,3	12,1	1,972	16,5	3,4	0,561	17,9	0,36	0,064
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	1,56	0,307	15,6	9,23	1,440	15,8	3,01	0,476	17,4	0,23	0,040
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,74	0,092	13,1	11,2	1,467				19,9	0,14	0,028
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	1,33	0,269	16,6	2,94	0,488				20,8	0,14	0,029
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,45	0,057	17,0	2,4	0,408	22,1	0,36	0,080

Vorsorgewert Umweltamt Luxembourg

10 mg/kg FG

Grünkohl - Hintergrundwert

1 mg/kg TS

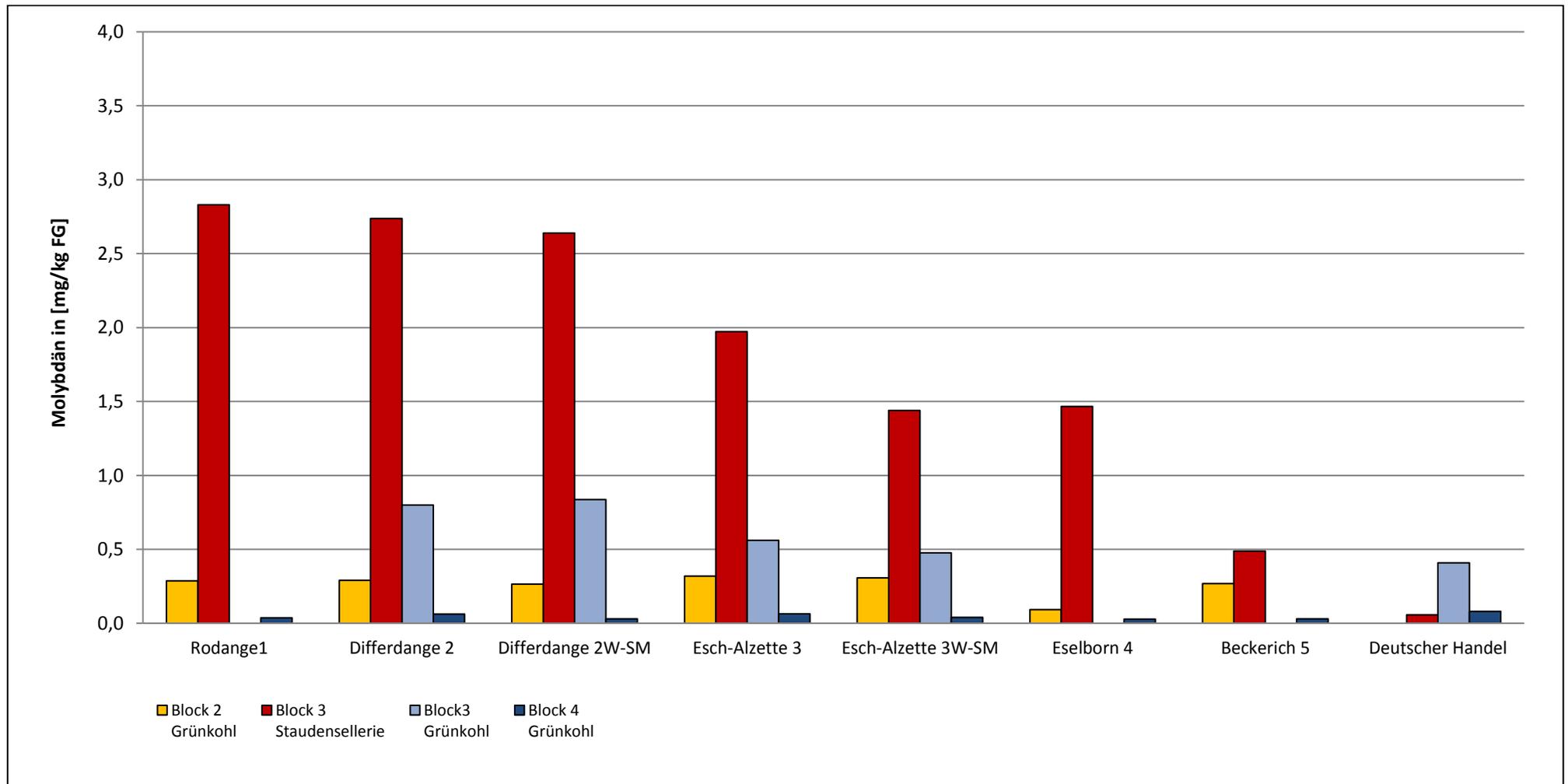


Abb. 4-7: Molybdän-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.8 Zink

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	14	2,926	15,3	36	5,508				17,9	39	6,981
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	19	3,838	17,0	109	18,530	17,9	36	6,444	17,2	70	12,040
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	17	3,400	15,9	57	9,063	17,6	23	4,048	17,1	39	6,669
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	24	4,872	16,3	51	8,313	16,5	24	3,960	17,9	33	5,907
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	18	3,546	15,6	41	6,396	15,8	23	3,634	17,4	32	5,568
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	63	7,812	13,1	94	12,314				19,9	49	9,751
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	15	3,030	16,6	43	7,138				20,8	46	9,568
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	76	9,652	17,0	24	4,08	22,1	26	5,746

Grünkohl - Hintergrundwert

40 mg/kg TS

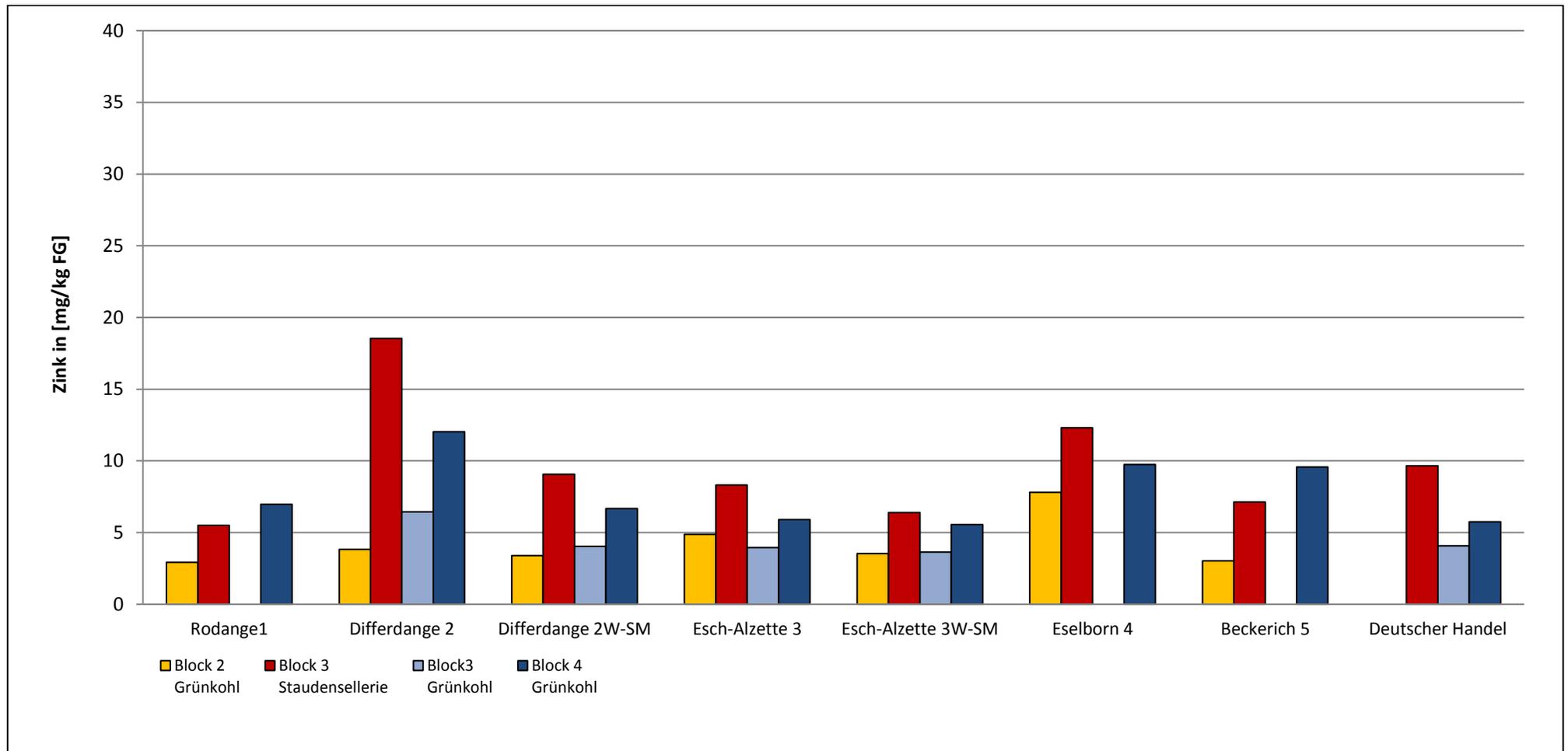


Abb. 4-8: Zink-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.9 Eisen

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	39	8,15	15,3	164	25,09				17,9	80	14,32
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	220	44,44	17,0	1050	178,50	17,9	343	61,40	17,2	780	134,16
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0	100	20,00	15,9	208	33,07	17,6	129	22,70	17,1	64	10,94
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	368	74,70	16,3	916	149,31	16,5	423	69,80	17,9	250	44,75
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7	212	41,76	15,6	279	43,52	15,8	169	26,70	17,4	71	12,35
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	159	19,72	13,1	201	26,33				19,9	70	13,93
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	41	8,28	16,6	96	15,94				20,8	53	11,02
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	91	11,56	17,0	98	16,66	22,1	75	

Grünkohl - Hintergrundwert

100 mg/kg TS

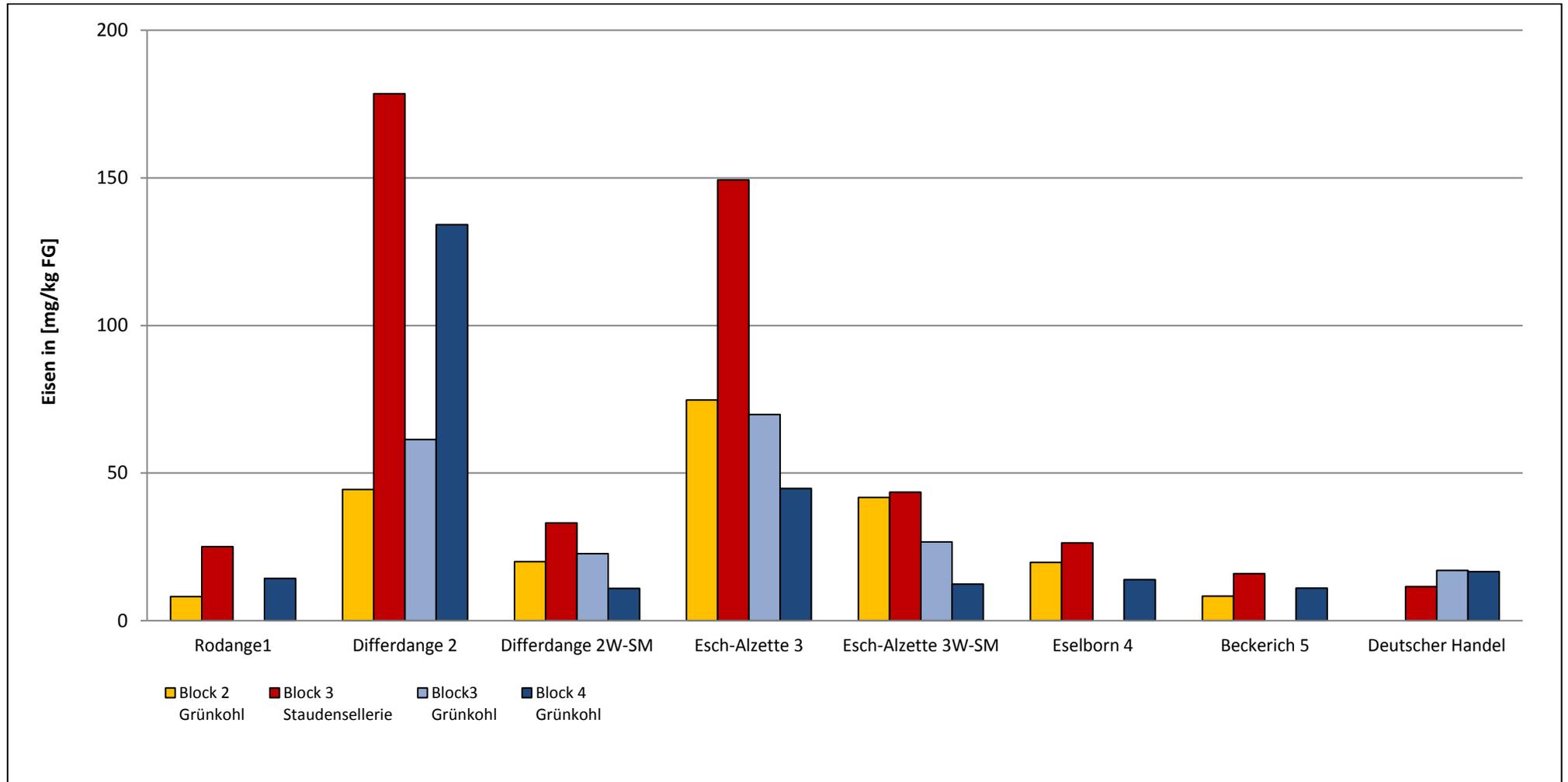


Abb. 4-9: Eisen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.10 Benzo(a)pyren

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,34	0,07	15,3	1,6	0,25				17,9	1,47	0,26
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,86	0,17	17,0	4,37	0,74	17,9	1,51	0,27	17,2	3,38	0,58
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0			15,9			17,6			17,1		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	2,68	0,54	16,3	4,59	0,75	16,5	3,2	0,53	17,9	4,61	0,83
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7			15,6			15,8			17,4		
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	5,42	0,67	13,1	4,6	0,60				19,9	1,85	0,37
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,47	0,10	16,6	4,6	0,76				20,8	0,7	0,15
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	<0,67	0,09	17,0	<0,19	0,032	22,1	1,4	0,31

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

EU 835/2011 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg **2 µg/kg TS**

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft) **2 µg/kg TS**

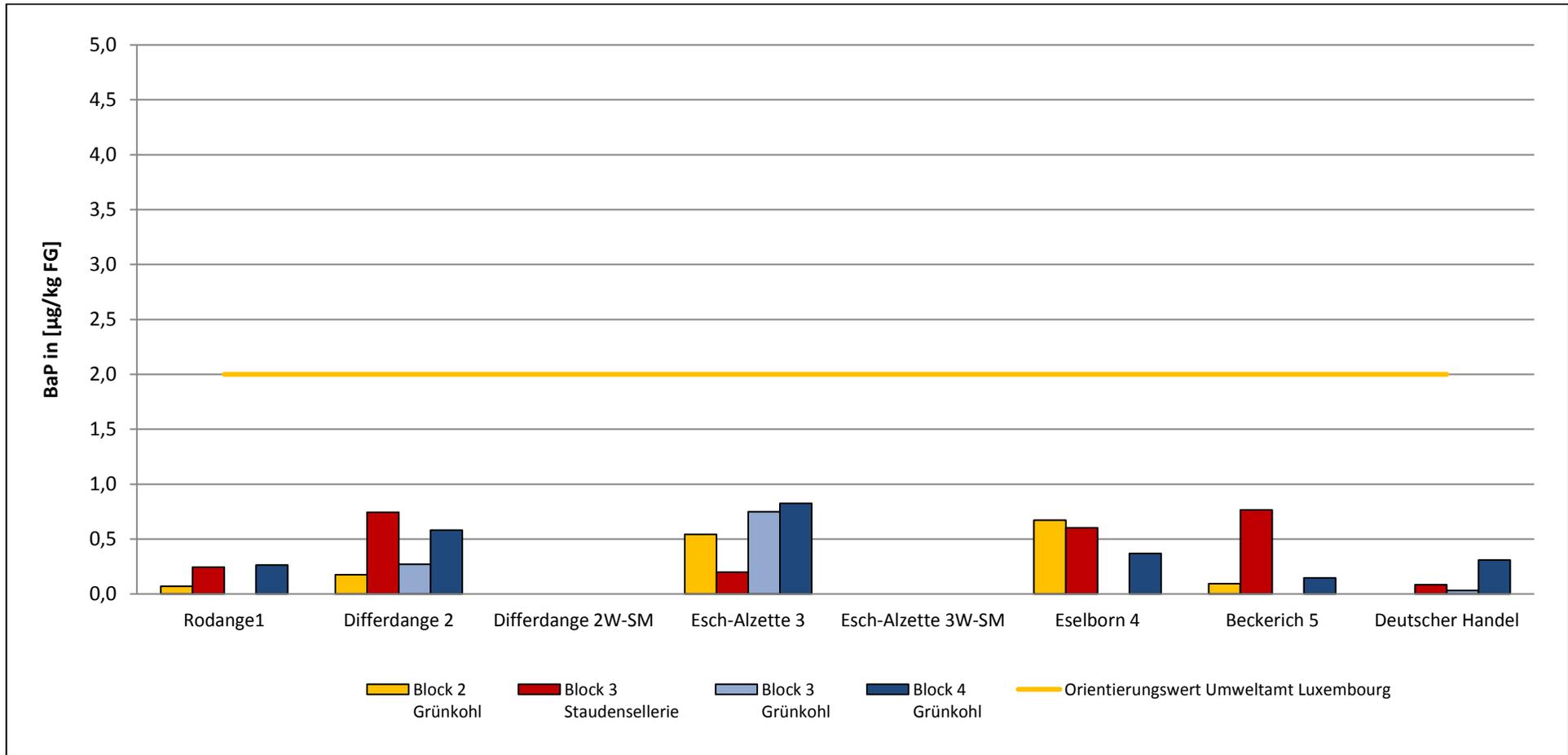


Abb. 4-10: Benzo(a)pyren-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.11 PAH4

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	3,25	0,68	15,3	22,97	3,51				17,9	29,45	5,27
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	11,69	2,36	17,0	63,37	10,77	17,9	24,2	4,33	17,2	54,58	9,39
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0			15,9			17,6			17,1		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	27,5	5,58	16,3	108,89	17,75	16,5	64,9	10,71	17,9	61,91	11,08
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7			15,6			15,8			17,4		
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	64,32	7,98	13,1	88,1	11,54				19,9	61,62	12,26
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	3,17	0,64	16,6	29,6	4,91				20,8	21,53	4,48
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	3,75	0,47	17,0	2,19	0,37	22,1	22,37	4,94

EU 835/2011 – Orientierungswert Umweltamt Luxembourg

20 µg/kg TS

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

2 µg/kg TS

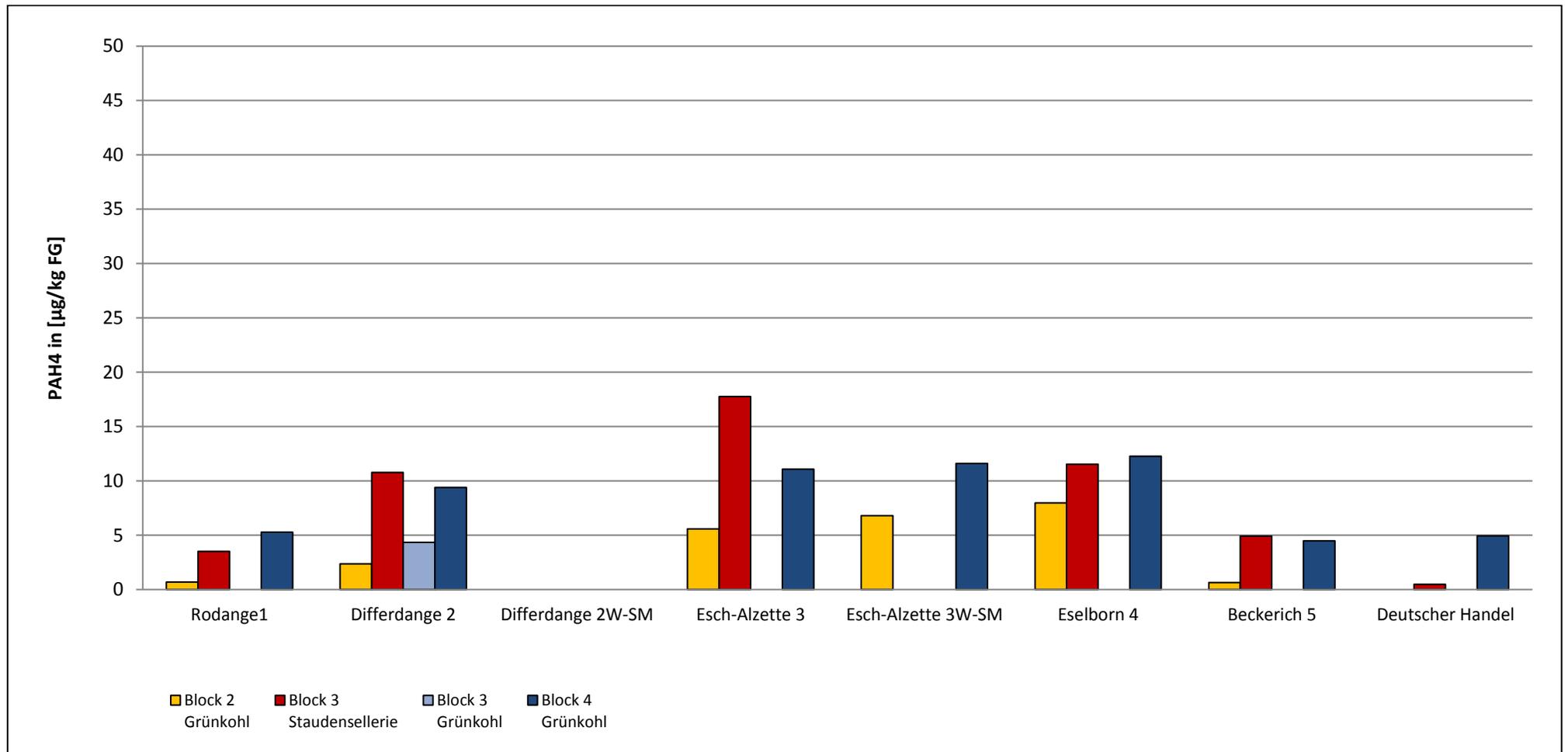


Abb. 4-11: PAH4 -Gehalt in Bioindikatorpflanzen

4.12 PAH-Summe (EPA610)

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

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	39,7	8,30	15,3	820	125,46				17,9	261	46,72
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	63,9	12,91	17,0	1540	261,80	17,9	130	23,27	17,2	376	64,67
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0			15,9			17,6			17,1		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	93,4	18,96	16,3	1230	200,49	16,5	221	36,47	17,9	271	48,51
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7			15,6			15,8			17,4		
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	299	37,08	13,1	1880	246,28				19,9	294	58,51
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	36,5	7,37	16,6	230	38,1				20,8	159	33,07
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	338	42,93	17,0	45,3	7,70	22,1	147	32,49

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft)

170 µg/kg TS

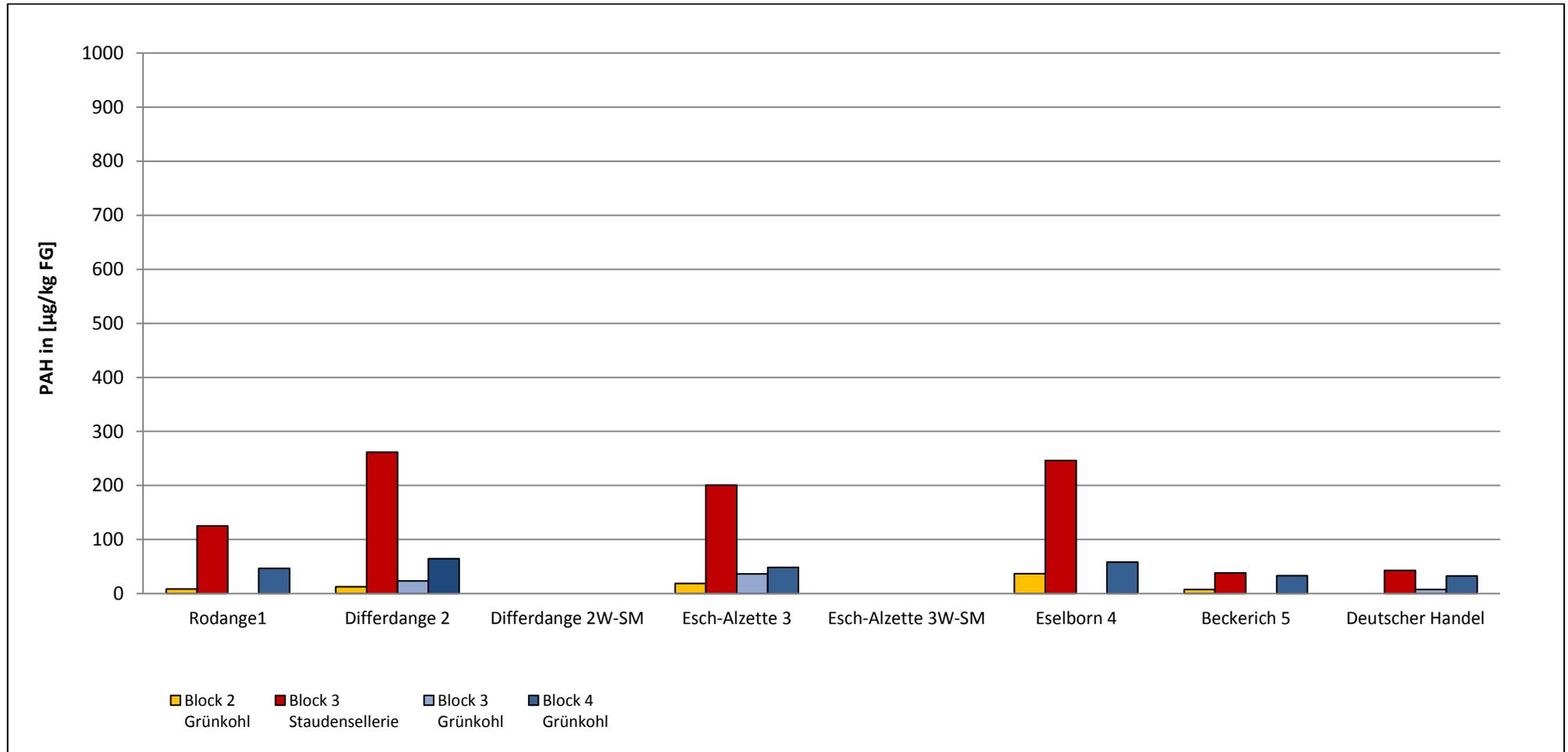


Abb. 4-12: PAH-Gehalt (PAH-Summe EPA 610) in Bioindikatorpflanzen

4.13 PCDD/F (TE nach WHO 97)

Tab. 4-13: PCDD/F-Gehalte (TE nach WHO97) in Bioindikatorpflanzen und ihre Bewertung

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,755	0,158	15,3	0,341	0,052				17,9	0,287	0,051
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,319	0,064	17,0	0,603	0,103	17,9	0,337	0,060	17,2	0,361	0,062
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0			15,9			17,6			17,1		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,313	0,064	16,3	0,343	0,056	16,5	0,323	0,053	17,9	0,331	0,059
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7			15,6			15,8			17,4		
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	1,23	0,153	13,1	1,08	0,141				19,9	1,27	0,253
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,316	0,064	16,6	0,562	0,093				20,8	0,224	0,047
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	1,05	0,133	17,0	0,318	0,054	22,1	0,235	0,052

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,30 ng/kg FG

EU 32/2002 Mischfuttermittel

1,25 ng/kg TS

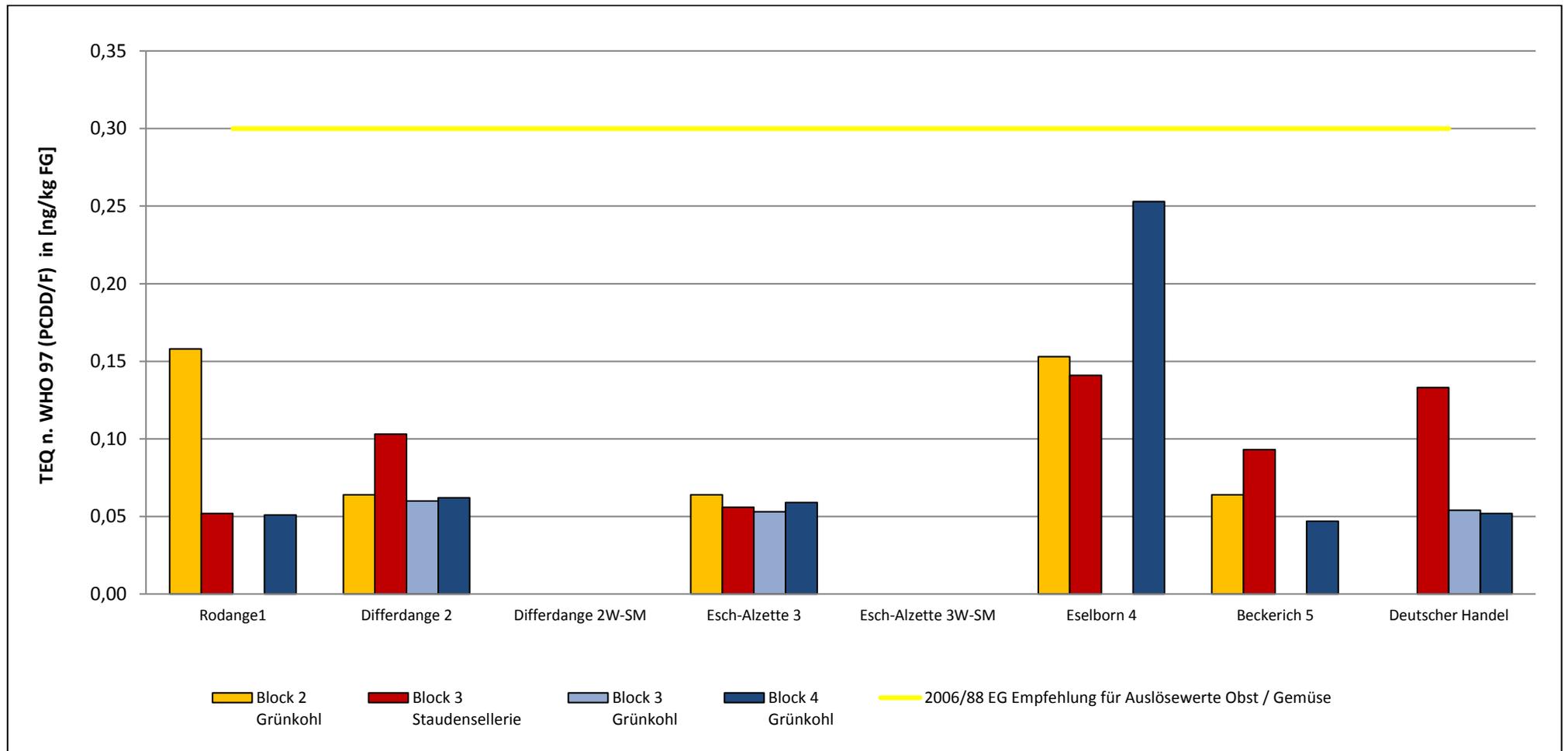


Abb. 4-13: PCDD/F-Gehalt (TE nach WHO97) in Bioindikatorpflanzen

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 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,289	0,060	15,3	0,311	0,048				17,9	0,159	0,028
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,461	0,093	17,0	0,576	0,098	17,9	0,461	0,083	17,2	0,315	0,054
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0			15,9			17,6			17,1		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,499	0,101	16,3	0,376	0,061	16,5	0,474	0,078	17,9	0,22	0,039
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7			15,6			15,8			17,4		
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,474	0,059	13,1	0,534	0,070				19,9	0,746	0,148
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,105	0,021	16,6	0,174	0,029				20,8	0,101	0,021
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,329	0,042	17,0	0,162	0,028	22,1	0,149	0,033

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse

0,1 ng/kg FG

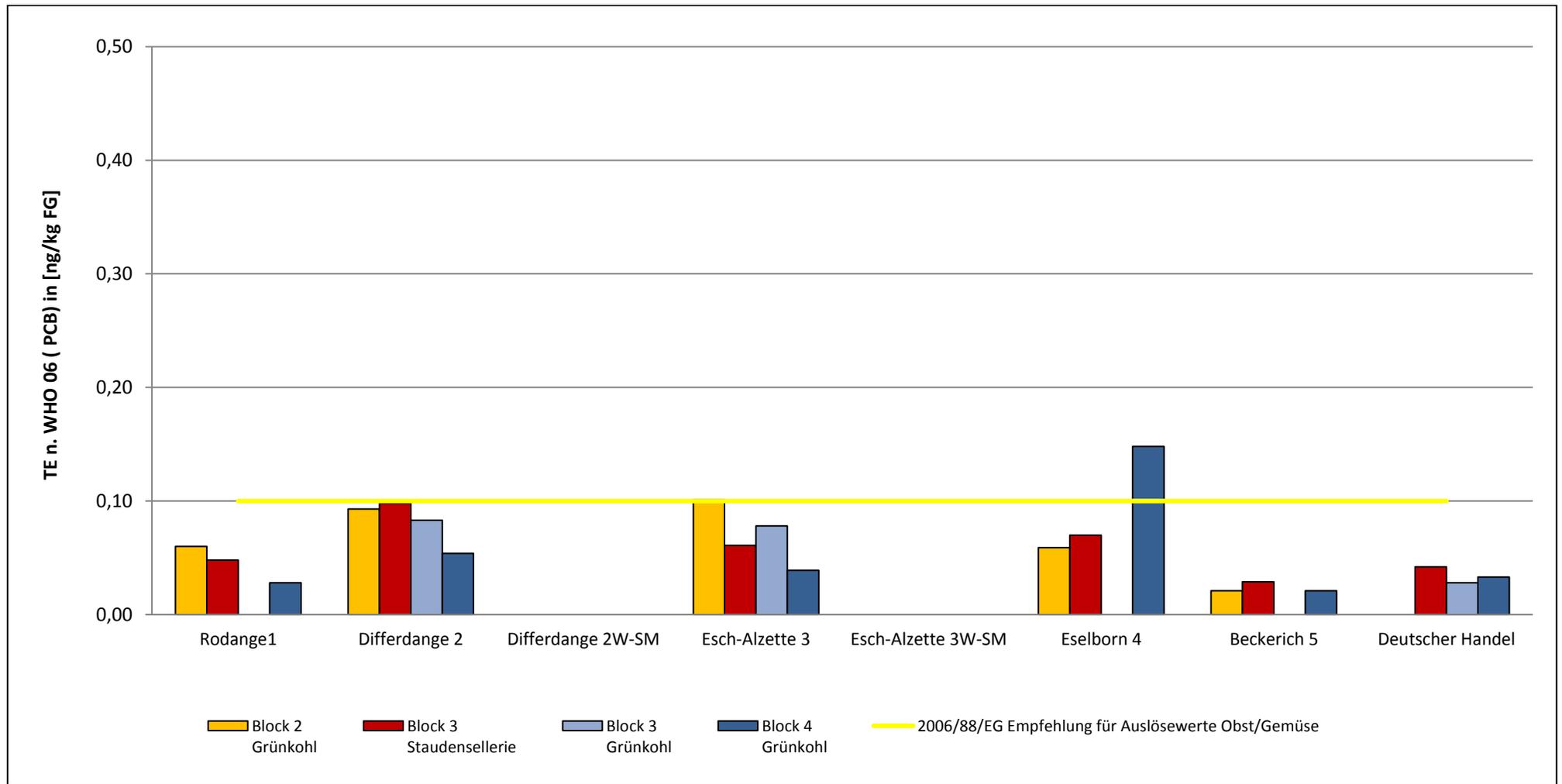


Abb. 4-14: PCB-Gehalt (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen

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 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,956	0,200	15,3	0,623	0,095				17,9	0,42	0,075
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,751	0,152	17,0	1,09	0,185	17,9	0,768	0,137	17,2	0,641	0,110
2W-SM	Differdange (Cité Henri Grey)	20,0			15,9			17,6			17,1		
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,783	0,159	16,3	0,688	0,112	16,5	0,768	0,127	17,9	0,521	0,093
3W-SM	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	19,7			15,6			15,8			17,4		
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,48	0,184	13,1	1,44	0,189				19,9	1,87	0,372
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,392	0,079	16,6	0,684	0,114				20,8	0,306	0,064
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	1,28	0,163	17,0	0,457	0,078	22,1	0,364	0,080

Orientierungswert für intensivierete Überwachung (Umweltamt Luxemburg)

3,0 ng/kg TS

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

10,0 ng/kg TS

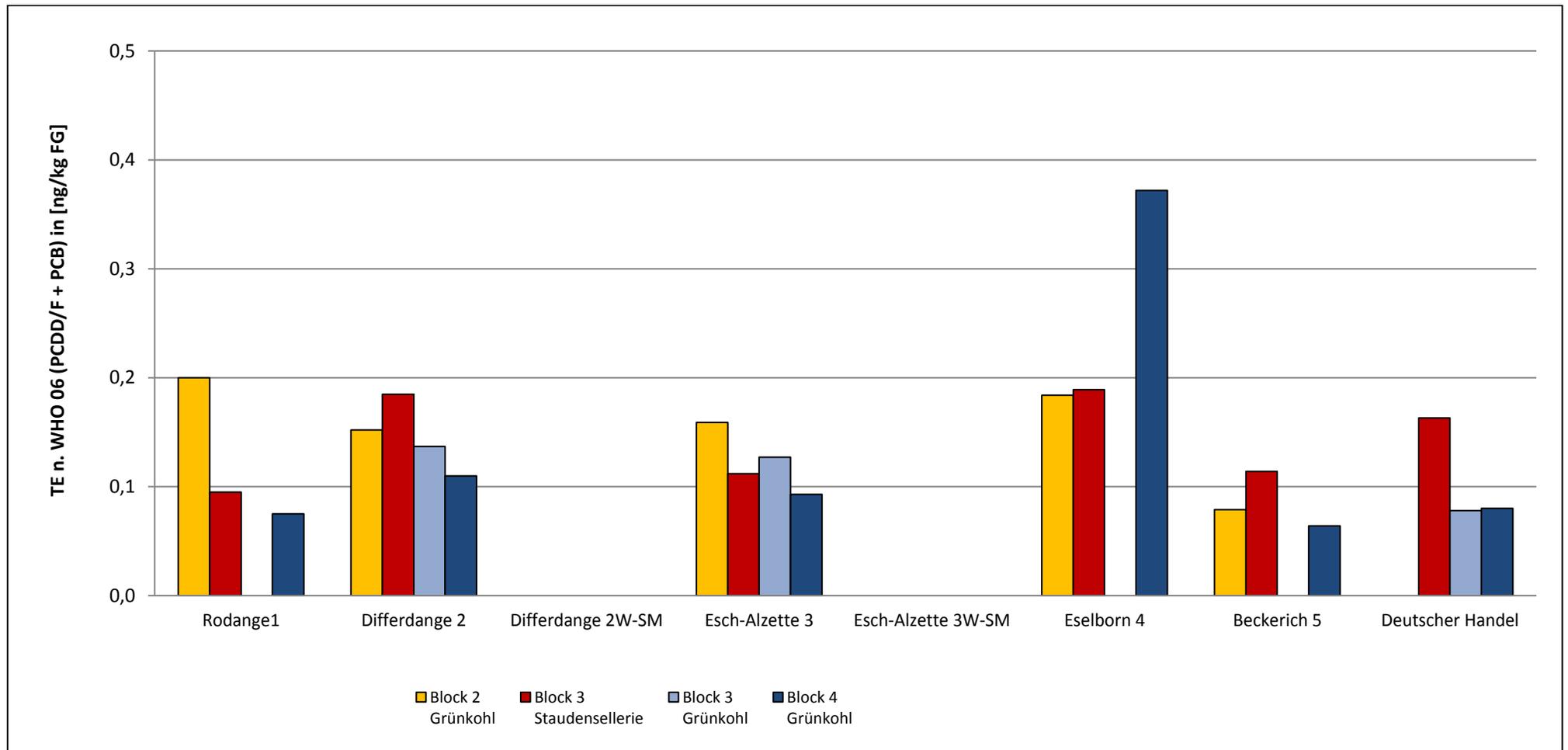


Abb. 4-15: PCDD/F + PCB-Gehalt (TE nach WHO 06) in Bioindikatorpflanzen

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.

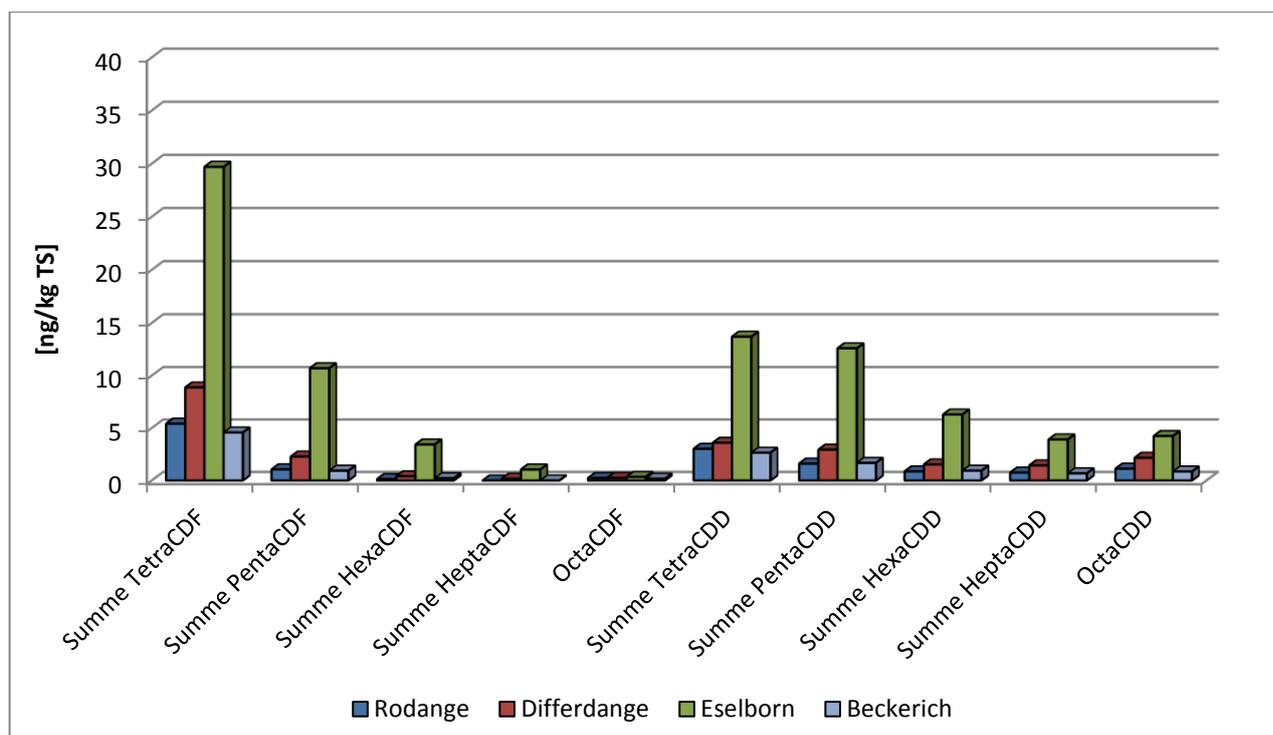


Abb. 5-1: Verteilung der Homologengruppen (Profil) der Grünkohlexponate aus Block 4
Alle Angaben in [ng/kg TS]

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.

Die Profile der Messpunkte Eselborn und etwas weniger ausgeprägt Differdange sind mit vergleichsweise höheren Anteilen der tetra- und pentachlorierten Homologen typisch für industriell-urban geprägte Standorte, während die Standorte Rodange 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 – bezogen auf das Frischgewicht – werden in den **Abb. 6-1** bis Abb. 6-4 wiedergegeben. Bedingt durch Werte kleiner der Nachweisgrenze sind bei Cadmium und Quecksilber teilweise keine Unterschiede zwischen ungewaschenen und gewaschenen Proben festzustellen.

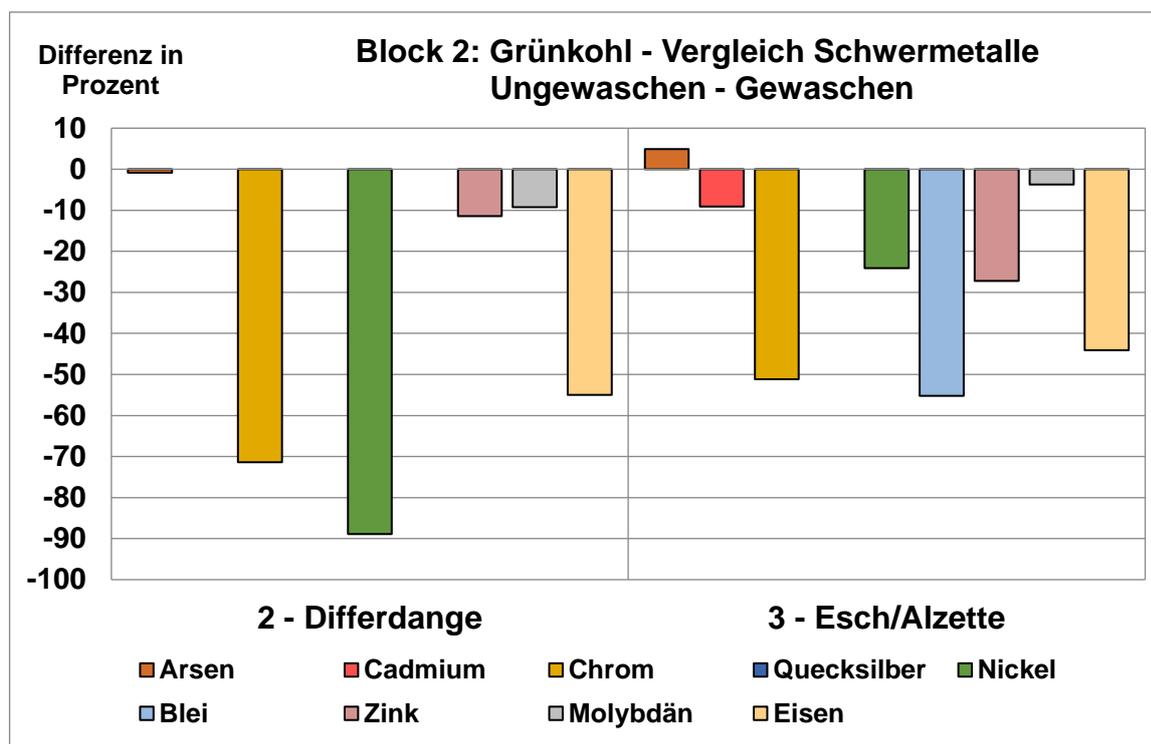


Abb. 6-1: Block 2 – Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Grünkohlpflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

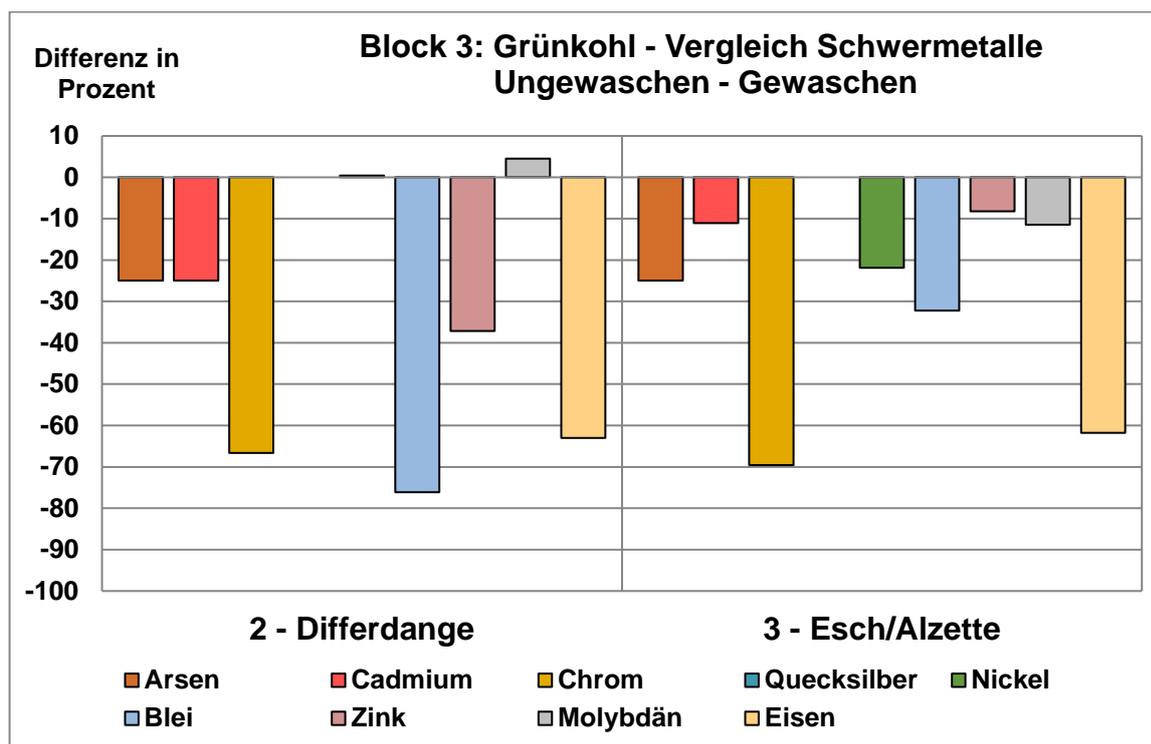


Abb. 6-2: Block 3 - Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Grünkohlpflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

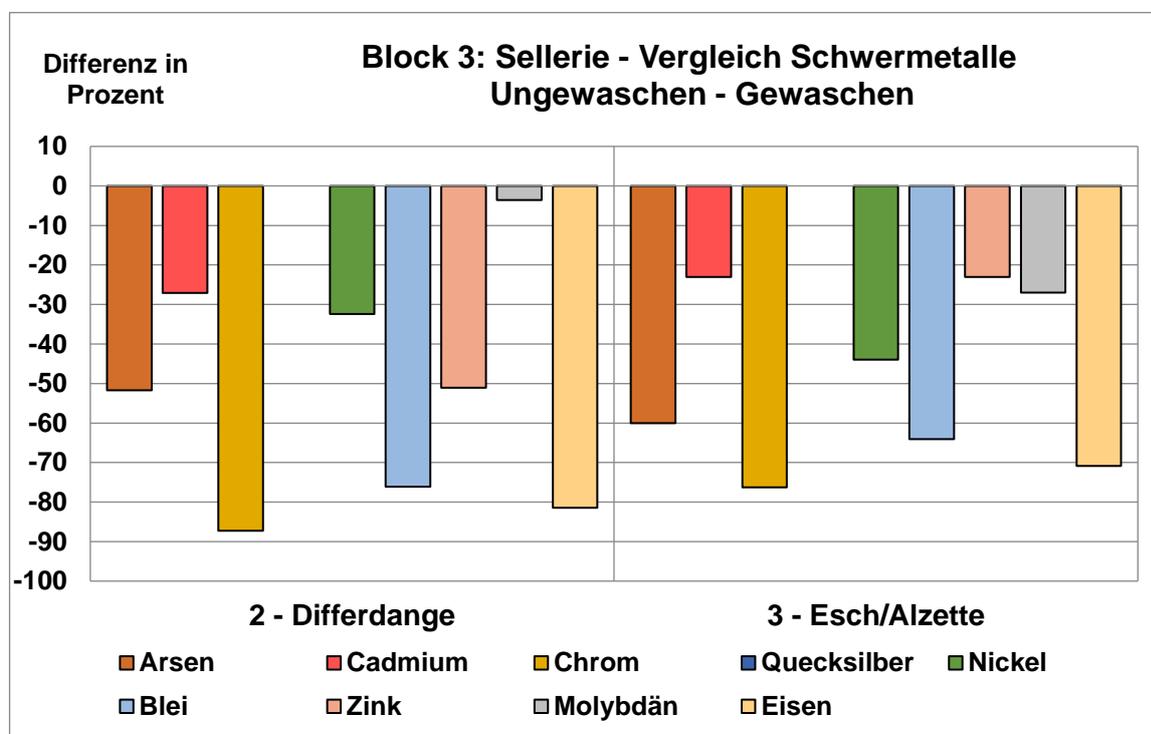


Abb. 6-3: Block 3 - Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Selleriepflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

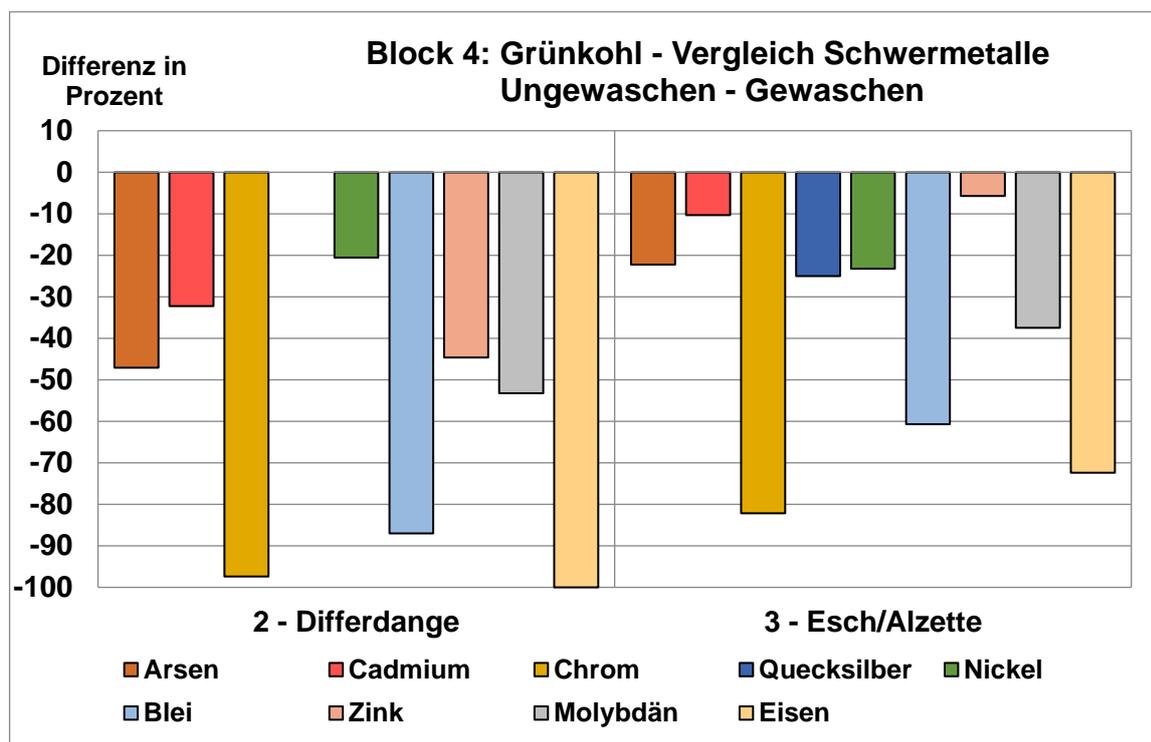


Abb. 6-4: Block 4 - Relative Veränderung der Schwermetallgehalte nach dem Waschen der Grünkohlpflanzen (Differenz ungewaschen / gewaschen in Prozent)

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 55 % 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. Im Block 3 ergibt sich bei den Sellerie-Proben im Vergleich zu den Grünkohl-Proben eine um etwa 15 % höhere Reduktion der Schwermetallgehalte (Grünkohl im Mittel bei 30 %, Sellerie bei 45 %).

7 Belastungsunterschiede im Messnetz

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

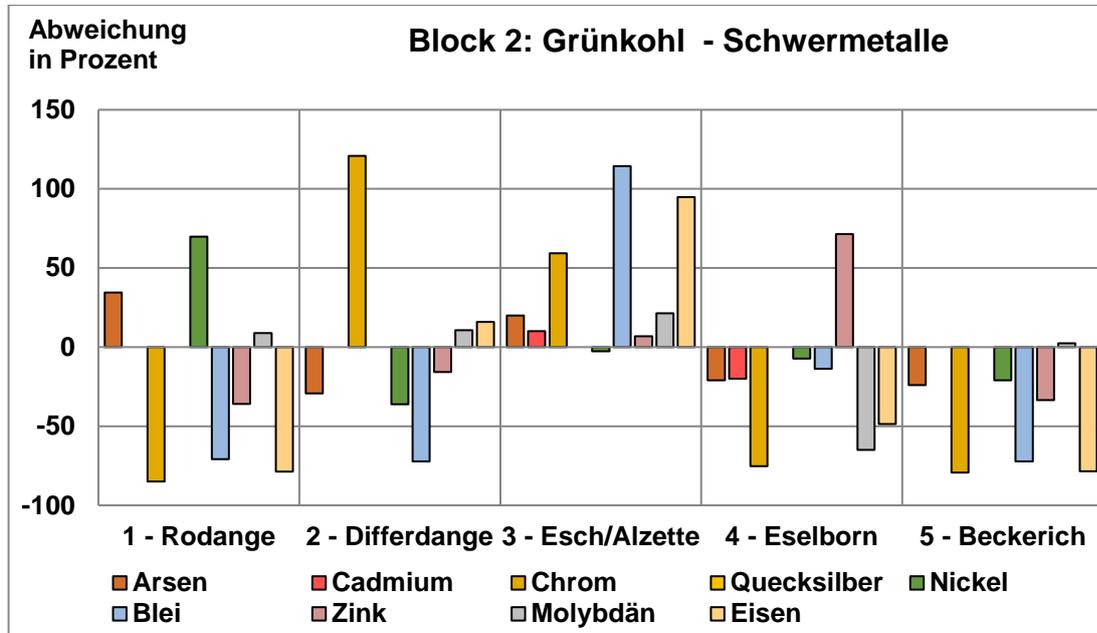


Abb. 7-1: Block 2 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

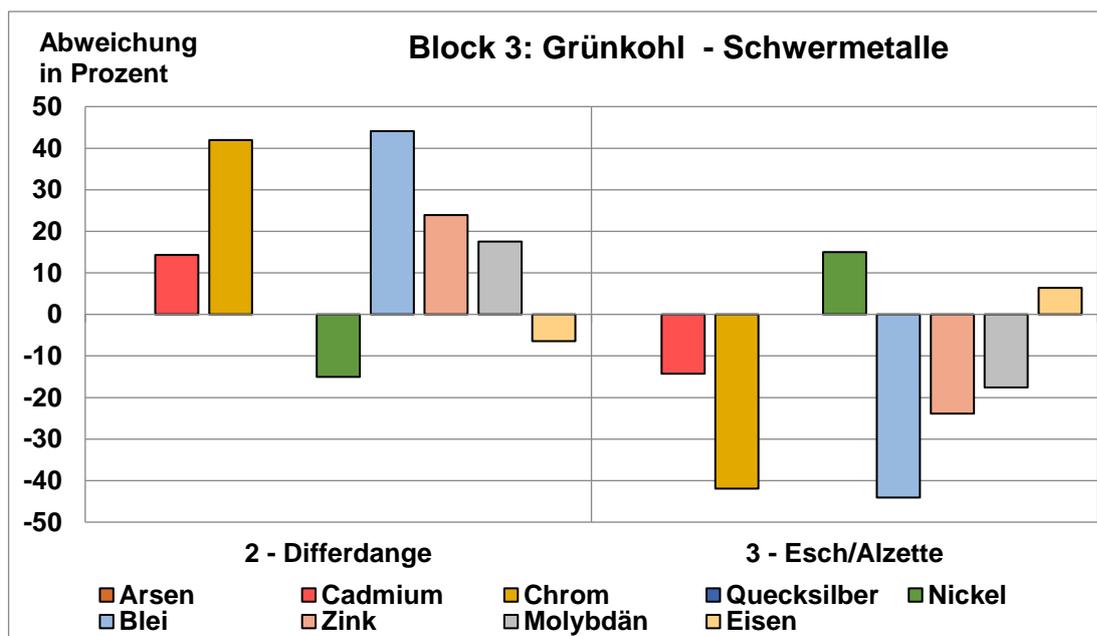


Abb. 7-2: Block 3 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

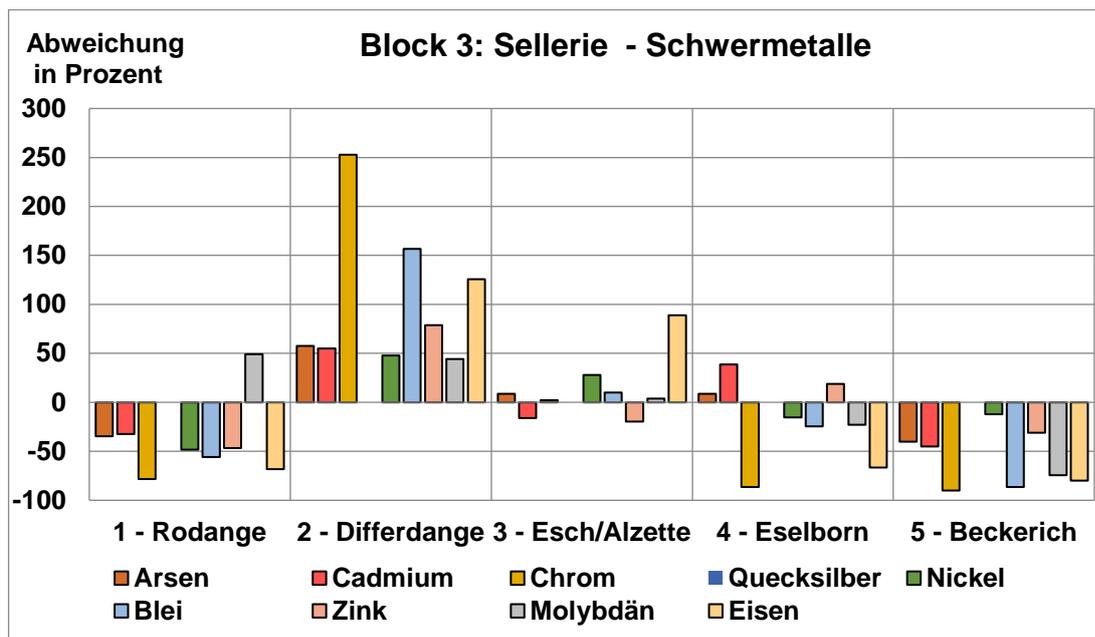


Abb. 7-3: Block 3 / Sellerie-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

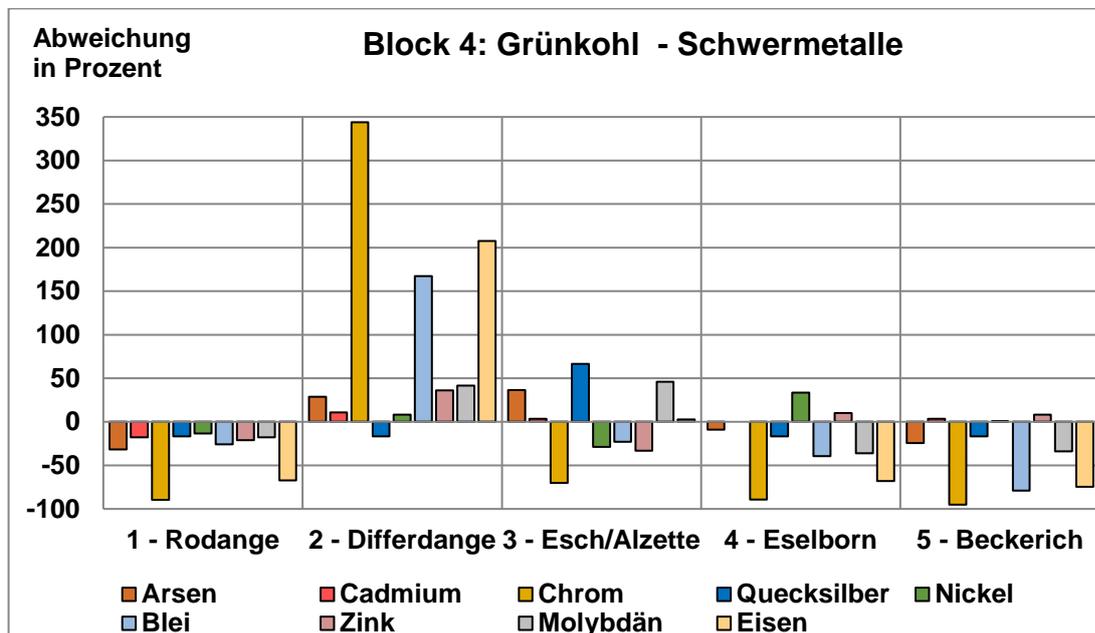


Abb. 7-4: Block 4 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Schwermetallgehalte an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

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 (2) festzustellen. Dies gilt auch in etwas abgeschwächter Form für die Messstation in Esch/Alzette (3).

Die vergleichsweise geringsten Schadstoffanreicherungen sind an den eher ländlich geprägten Messstationen Rodange (1), Eselborn (4) und Beckerich (5) 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 der Messstation Eselborn (4) und in abgeschwächter Form in Esch/Alzette (3). Die Stationen Rodange (1), Differdange (2), Beckerich (5) sind deutliche geringer belastet. Einige erhöhte PAH-Gehalte in Differdange, Esch/Alzette und Eselborn weisen auf eine lokale Quelle, wie z.B. dem Hausbrand, hin.

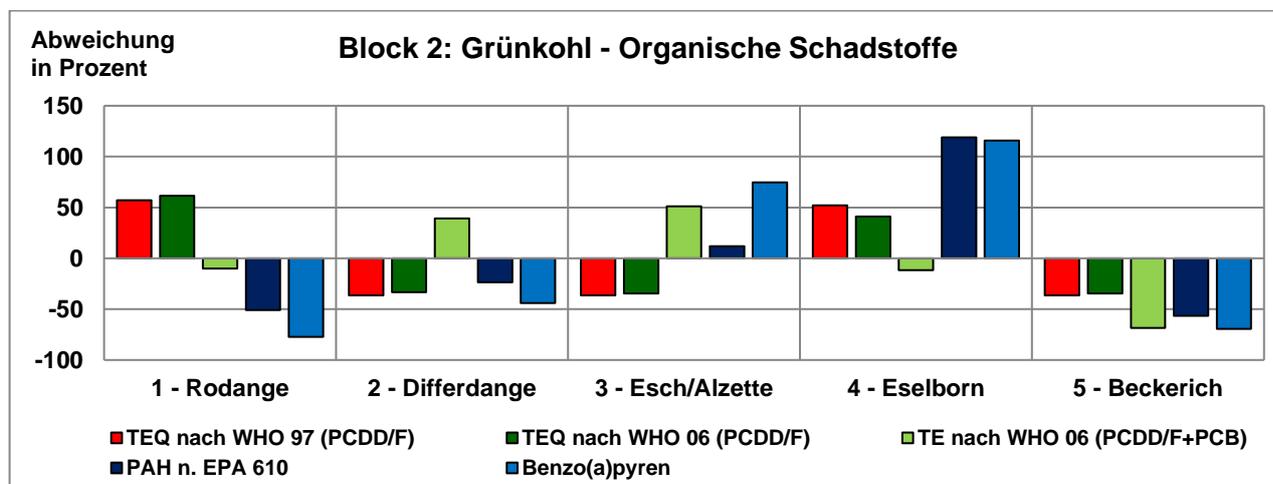


Abb. 7-5: Block 2 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

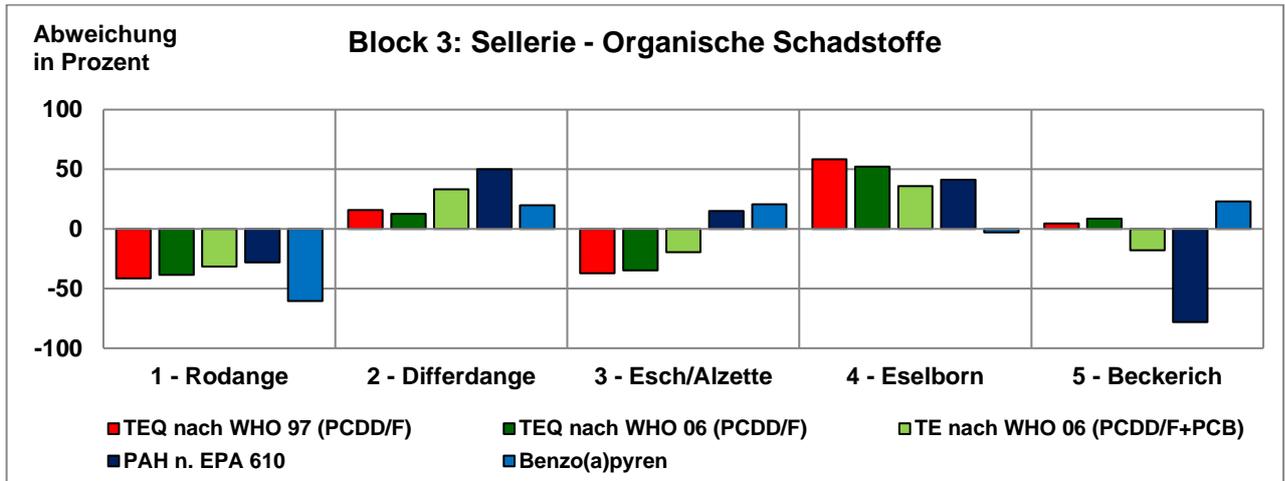


Abb. 7-6: Block 3 / Sellerie-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

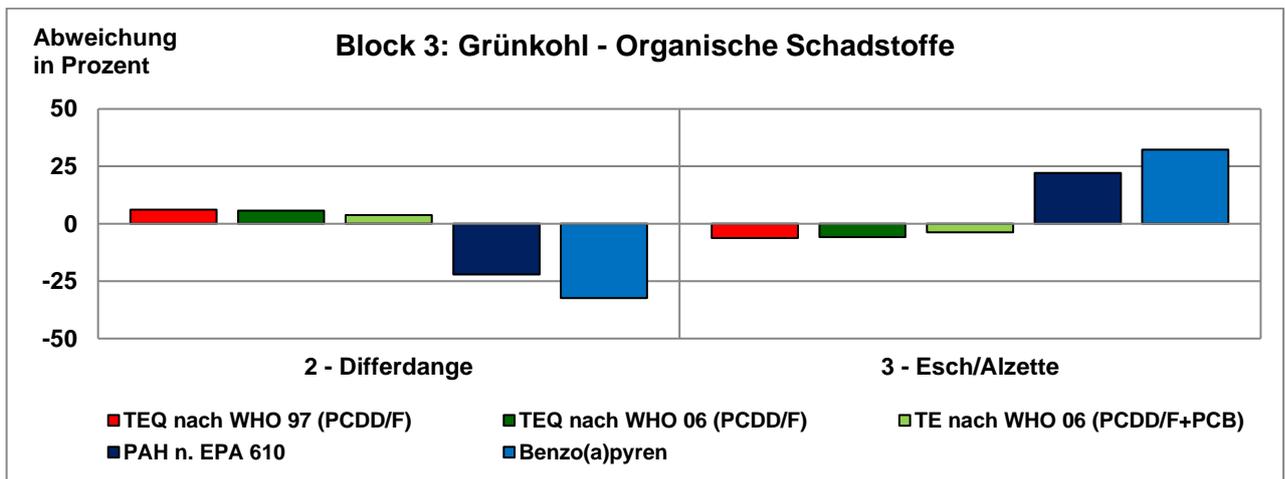


Abb. 7-7: Block 3 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

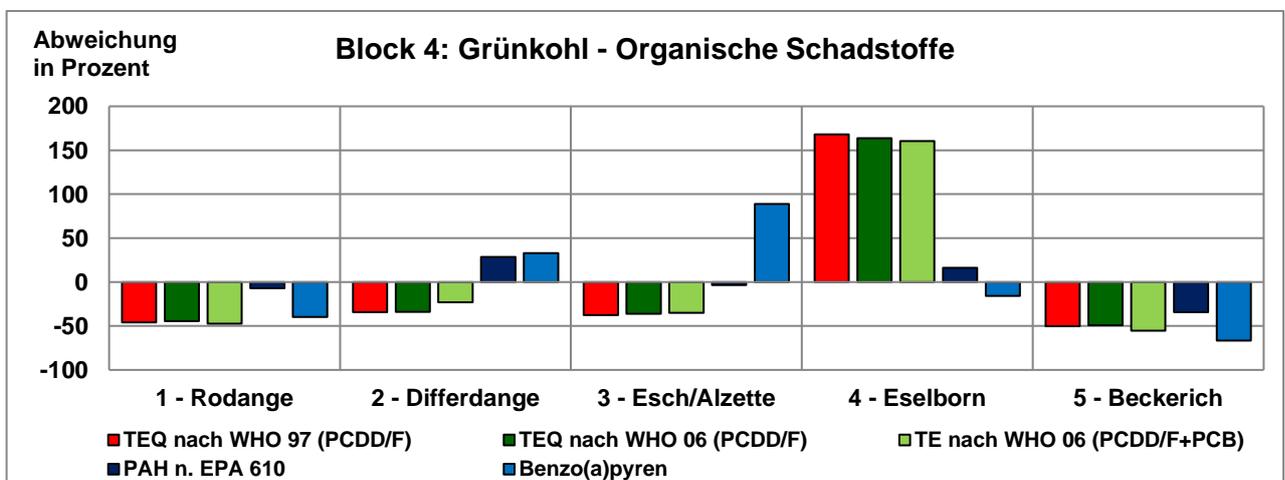


Abb. 7-8: Block 4 / Grünkohl-Proben – Prozentuale Abweichung der Gehalte organischer Schadstoffe an den Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen

8 Anlagen

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
Österreich: - ländliche Gebiete/ Stadtrand (25) - städtische Gebiete/ Stadtzentrum (15)	1995-2004	848 (403 - 1364) 1786 (1057 - 4269)	3,2 (1,2 - 8,7) 9,5 (2,6 - 28)	TÜV Süddeutschland unveröffentlicht
Süddeutschland: (12 Untersuchungen): - ländliche Gebiete/ Stadtrand (45/72) - städtische Gebiete/ Stadtzentrum (18/30) - industrielle Ballungs- gebiete (7/15)	1989-2004	1036 (388 - 2356) 1828 (840 - 4632) 1776 (784 - 2972)	9 (3,2 - 22) 16 (4,4 - 37) 29 (7,6 - 93)	TÜV Süddeutschland, unveröffentlicht
Einzeluntersuchungen: Ruhrgbiet (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)



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

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

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

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

Tab. A1-3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2016 (Block 2)

	Station	1	2	3	4	5
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	<0,14	<0,056	<0,055	0,11	<0,056
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	<0,18	<0,075	<0,074	0,25	<0,075
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,36	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,36	<0,15	<0,15	0,17	<0,15
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,36	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	<0,31	0,67	0,37	0,63	0,27
	- OctaCDD	<2,2	3,06	1,84	1,83	1,32
	- 2,3,7,8-TetraCDF	<0,24	0,11	0,11	0,86	<0,1
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	<0,32	<0,13	<0,13	0,83	<0,13
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,32	<0,13	<0,13	1,02	<0,13
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,3	<0,12	<0,12	0,50	<0,13
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,3	<0,12	<0,12	0,59	<0,13
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,3	<0,12	<0,12	<0,135	<0,13
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,3	<0,12	<0,12	0,46	<0,13
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	<0,29	<0,12	<0,12	0,92	<0,12
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,29	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12
	- OctaCDF	<0,6	<0,25	0,26	0,29	0,32
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	ND	<0,05	<0,05	1,06	<0,05
I-TEQ max**	0,67	0,29	0,28	1,11	0,28	
TE nach WHO 97 (PCDD/F) exkl. BG	ND	<0,05	<0,05	1,19	<0,05	
TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) inkl. BG	0,76	0,32	0,31	1,23	0,32	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) exkl. BG	ND	<0,05	<0,05	0,96	<0,05	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) inkl. BG	0,68	0,29	0,28	1,01	0,29	
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	<0,1	0,45	0,7	<0,44	<0,42
	PCB 77	8,35	16,8	22,1	19,3	4,68
	PCB 123	<1,5	2,28	2,5	2,58	<0,63
	PCB 118	101	192	176	220	39,6
	PCB 114	2,19	5,66	5,19	4,42	0,95
	PCB 105	40,1	111	112	139	17,6
	PCB 126	1,6	3,91	4,3	4,01	<0,46
	PCB 167	8,95	17,3	15,2	23	1,95
	PCB 156	15	40,4	32,3	44,4	3,92
	PCB 157	2,74	8,75	7,11	8,23	0,69
	PCB 169	<4,5	<1,9	<1,8	<1,9	<1,9
	PCB 189	<1,5	3,77	3,32	3,9	<0,63
	TE nach WHO 06 (PCB) exkl. BG	0,17	0,41	0,44	0,42	0,05
TE nach WHO 06 (PCB) inkl. BG	0,29	0,46	0,50	0,47	0,11	
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) exkl. BG	0,17	0,42	0,46	1,38	<0,0515
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) inkl. BG	0,96	0,75	0,78	1,48	0,39
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	<13	<12,4	<12,5	<12,4	<12,6
	Acenaphthylen	<0,307	<0,29	<0,3	<0,29	<0,3
	Acenaphthen	<0,81	<0,78	<0,78	<0,78	<0,79
	Fluoren	1,14	1,37	1,28	2,09	<0,93
	Phenanthren	11,4	16,8	18,5	40,8	10,5
	Anthracen	0,3	0,5	0,94	2,97	<0,25
	Fluoranthren	4,65	11,2	15,9	58,8	3,67
	Pyren	3,7	5,83	8,63	102	2,99
	Benzo(a)anthracen	0,63	1,91	5,32	12,3	0,55
	Chrysen	1,05	4,04	9,65	27	0,92
	Benzo(b/j)fluoranthren	1,23	4,88	9,85	19,6	1,23
	Benzo(k)fluoranthren	0,28	1,04	2,34	4,34	0,33
	Benzo(a)pyren	0,34	0,86	2,68	5,42	0,47
	Dibenz(a,h)anthracen	<0,1	0,15	0,4	0,54	<0,1
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,4	1,07	2,4	4,31	0,47
	Benzo(g,h,i)perylene	0,36	0,72	1,9	5,24	0,42
	PAH4	3,25	11,7	27,5	64,3	3,17
	Summe PAH nach EPA 610 exkl. BG	25,5	50,4	79,8	286	21,6
Summe PAH nach EPA 610 inkl. BG	39,7	63,9	93,4	299	36,5	

Tab. A1-4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie und Grünkohl 2016 (Block 3)



	Station	1 S	2 S	2 G	3 S	3 G	4 S	5 S	H* / S	H* / G
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	< 0,057	<0,057	<0,058	<0,058	<0,057	<0,1	<0,1	<0,19	<0,057
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	< 0,077	0,12	<0,078	<0,077	<0,076	0,157	<0,13	<0,25	<0,076
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,15	<0,15	<0,16	<0,15	<0,15	<0,27	<0,27	<0,5	<0,15
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,15	0,207	<0,16	<0,15	<0,15	<0,27	<0,27	<0,5	<0,15
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,15	<0,15	<0,16	<0,15	<0,15	<0,27	<0,27	<0,5	<0,15
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,46	0,79	0,29	0,39	0,253	0,77	<0,23	<0,43	<0,13
	- OctaCDD	1,75	1,91	<0,94	1,19	1,17	1,89	<1,6	<3	<0,92
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,27	0,76	0,2	0,26	0,13	1,71	<0,18	<0,34	<0,1
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-CDF	<0,14	0,27	<0,14	<0,14	<0,14	0,56	<0,24	<0,45	<0,14
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,14	0,41	<0,14	<0,14	<0,14	0,78	<0,24	<0,45	<0,14
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-CDF	<0,13	0,19	<0,13	<0,13	<0,13	0,37	<0,22	<0,42	<0,13
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,13	0,20	<0,13	<0,13	<0,13	0,37	<0,22	<0,42	<0,13
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,22	<0,22	<0,42	<0,13
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,13	0,21	<0,13	<0,13	<0,13	0,33	<0,22	<0,42	<0,13
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,19	0,42	0,14	0,15	<0,12	1,01	<0,21	<0,4	<0,12
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,21	<0,21	<0,4	<0,12
- OctaCDF	<0,26	<0,25	<0,26	<0,26	<0,25	0,47	<0,45	<0,84	<0,25	
I-TEQ (TE nach NATO/CCMS) exkl. BG	0,04	0,45	0,02	0,03	0,02	0,80	ND	ND	ND	
I-TEQ (TE nach NATO/CCMS) inkl. BG	0,31	0,55	0,30	0,31	0,29	1,00	0,50	0,93	0,28	
TE nach WHO 97 (PCDD/F) exkl. BG	0,03	0,50	0,02	0,03	0,02	0,87	ND	ND	ND	
TEQ WHO 97 (PCDD/F) inkl. BG	0,34	0,60	0,34	0,34	0,32	1,08	0,56	1,05	0,32	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) exkl. BG	0,03	0,42	0,02	0,03	0,02	0,70	ND	ND	ND	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) inkl. BG	0,31	0,52	0,31	0,31	0,29	0,91	0,51	0,96	0,29	
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	0,63	2,28	0,76	1,39	1,24	1,85	<0,76	<0,14	<0,43
	PCB 77	25	55,7	19,5	40,5	21,3	42,9	8,89	21,1	5,55
	PCB 123	3,25	5,94	6,44	3,57	4,19	4,11	<1,1	2,61	1,55
	PCB 118	208	342	268	221	268	226	50,4	136	71,8
	PCB 114	4,41	8,73	7,73	6,08	7,61	5,75	<1,5	3,75	1,26
	PCB 105	79,8	155	148	117	145	122	19,1	50,9	25,1
	PCB 126	2,41	4,95	3,86	3,01	3,99	4,18	<0,7	<1,3	1,08
	PCB 167	12	21,4	21,7	12,6	19	14,1	<3,1	6,8	7,3
	PCB 156	22,3	44,9	41,3	28,2	38,8	31	<6,2	12,9	10,5
	PCB 157	3,91	8,21	8,04	5,53	7,77	6,72	<1,1	<2,2	1,78
	PCB 169	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<1,9	<3,3	<3,4	<6,3	<1,9
	PCB 189	1,81	4,77	4,19	3,29	3,81	3,38	<1,1	<2,1	0,79
	TE nach WHO 06 (PCB) exkl. BG	0,25	0,52	0,40	0,32	0,42	0,44	0,00	0,01	0,11
TE nach WHO 06 (PCB) inkl. BG	0,31	0,58	0,46	0,38	0,47	0,53	0,17	0,33	0,16	
PCDD/F + PCB [ng/kg]	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) exkl. BG	0,29	0,94	0,43	0,35	0,43	1,14	0,00	0,01	0,11
	TE WHO 06 (PCDD/F + PCB) inkl. BG	0,62	1,09	0,77	0,69	0,77	1,44	0,68	1,28	0,46
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	27,4	106	<10,4	69,5	<9,46	60,9	<29,6	<35,5	<9,96
	Acenaphthylen	27,9	51	<1,76	36,6	<1,6	88,4	<5	<5,99	<1,68
	Acenaphthen	113	200	1,91	124	1,62	158	11,6	77	2,08
	Fluoren	143	217	4,88	142	4,27	189	24,9	54,6	3,48
	Phenanthren	373	641	30,4	426	38,1	836	69,5	105	14
	Anthracen	3,54	7,84	1,33	7,52	2,47	11,1	1,38	6,49	0,37
	Fluoranthren	62,8	152	32,6	177	59,7	274	26,2	29	6,82
	Pyren	40,6	91,6	16,8	122	28,3	162	18,7	18,5	3,69
	Benz(a)anthracen	4,5	13,1	5,29	32,7	16,5	18,1	5,11	0,62	0,4
	Chrysen	10,6	27,9	10	48,7	28,3	47,3	8,49	1,99	0,91
	Benzo(b)fluoranthren	6,27	18	7,4	22,9	16,9	18,1	11,4	1,14	0,88
	Benzo(k)fluoranthren	1,56	4,43	1,87	6,16	4,37	4,78	3,28	0,25	0,23
	Benzo(a)pyren	1,6	4,37	1,51	4,59	3,2	4,6	4,6	<0,67	<0,19
	Dibenz(a,h)anthracen	0,36	0,93	0,24	0,7	0,47	0,96	0,94	<0,23	<0,1
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,97	5	1,86	4,4	3,22	5,28	4,75	<0,35	0,28
	Benzo(g,h,i)perylene	1,98	4,52	1,36	3,6	2,24	5,55	4,3	0,33	0,32
	PAH4	23,0	63,4	24,2	109	64,9	88,1	29,6	3,75	2,19
	Summe PAH nach EPA 610 exkl. BG	820	1540	118	1230	210	1880	195	295	33,4
Summe PAH nach EPA 610 inkl. BG	820	1540	130	1230	221	1880	230	338	45,3	

* H: Ware aus deutschem Handel

Tab. A1-5: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2016 (Block 4)

	Station	1	2	3	4	5	H*
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	<0,054	<0,057	<0,058	0,15	< 0,038	< 0,040
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	<0,072	0,08	<0,077	0,41	<0,05	<0,054
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,14	<0,15	<0,15	0,20	<0,1	<0,11
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,14	<0,15	<0,15	0,36	<0,1	<0,11
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,14	<0,15	<0,15	0,21	<0,1	<0,11
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,38	0,70	0,43	1,82	0,32	0,52
	- OctaCDD	1,13	2,17	1,2	4,24	0,86	2,54
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,19	0,31	0,16	1,03	0,18	0,12
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	<0,13	<0,14	<0,14	0,57	<0,09	<0,097
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,13	0,16	<0,14	0,71	<0,09	<0,097
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,12	<0,13	<0,13	0,40	<0,084	<0,09
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,12	<0,13	<0,13	0,44	<0,084	<0,09
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,12	<0,13	<0,13	<0,11	<0,084	<0,09
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,12	<0,13	<0,13	0,32	<0,084	<0,09
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	<0,11	0,17	<0,12	0,82	<0,08	<0,085
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,11	<0,12	<0,12	<0,11	<0,08	<0,085
	- OctaCDF	<0,24	<0,25	<0,26	0,34	<0,17	<0,18
I-TEQ (TE nach NATO/CCMS) exkl. BG	0,02	0,16	0,02	1,06	0,02	0,02	
I-TEQ (TE nach NATO/CCMS) inkl. BG	0,26	0,32	0,29	1,07	0,2	0,21	
TE nach WHO 97 (PCDD/F) exkl. BG	0,02	0,2	0,02	1,26	0,02	0,02	
TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) inkl. BG	0,29	0,36	0,33	1,27	0,22	0,24	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) exkl. BG	0,02	0,17	0,02	1,11	0,02	0,02	
TE nach WHO 06 (PCDD/F) inkl. BG	0,26	0,33	0,30	1,12	0,21	0,21	
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	0,47	0,94	0,65	1,06	<0,28	0,81
	PCB 77	8,35	13,1	9,66	12,6	4,55	11,8
	PCB 123	2,07	3,48	2,29	5,5	0,87	3,14
	PCB 118	157	222	189	243	72	137
	PCB 114	3,97	4,85	4,39	9,54	1,65	3,18
	PCB 105	67,4	106	92,2	141	27,1	46,8
	PCB 126	1,01	2,45	1,52	6,8	0,59	1,01
	PCB 167	7,83	17,9	11,4	25,2	3,74	7,45
	PCB 156	15	34,4	23,1	48,5	7,23	11,3
	PCB 157	2,48	5,79	3,59	9,91	1,16	1,75
	PCB 169	<1,8	<1,9	<1,9	<1,7	<1,3	<1,3
	PCB 189	1,00	2,98	1,76	4,3	0,46	0,90
	TE nach WHO 06 (PCB) exkl. BG	0,11	0,26	0,16	0,70	0,06	0,11
TE nach WHO 06 (PCB) inkl. BG	0,16	0,32	0,22	0,75	0,10	0,15	
PCDD/ F + PCB	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) exkl. BG	0,13	0,43	0,18	1,81	0,08	0,13
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) inkl. BG	0,42	0,64	0,52	1,87	0,31	0,36
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	<8,6	<8,75	<8,25	<8,4	<8,61	<7,63
	Acenaphthylen	<0,64	<0,65	<0,61	<0,62	<0,64	<0,57
	Acenaphthen	<1,15	3,82	<1,1	<1,12	<1,15	<1,02
	Fluoren	3,55	5,51	1,82	4,58	1,99	1,74
	Phenanthren	90,4	107	64,9	65,1	42,1	38,2
	Anthracen	9,57	13,1	10,2	4,81	4,48	3,19
	Fluoranthren	66,3	97,3	62,2	80,1	41,6	38,7
	Pyren	44,1	69,8	43,9	56,2	32,1	26,4
	Benz(a)anthracen	5,82	10,9	13,8	8,57	3,45	3,91
	Chrysen	14,1	24,1	25,1	35,8	11	9,83
	Benzo(b)fluoranthren	8,06	16,2	18,4	15,4	6,38	7,23
	Benzo(k)fluoranthren	2,07	4,32	5	3,66	1,52	1,91
	Benzo(a)pyren	1,47	3,38	4,61	1,85	0,7	1,4
	Dibenz(a,h)anthracen	0,37	0,95	1,1	0,61	0,14	0,29
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	2,39	5,16	5,5	4,42	1,74	2,71
	Benzo(g,h,i)perylen	2,17	5,49	4,2	3,15	1,17	1,93
	PAH4	29,5	54,6	61,9	61,6	21,5	22,4
	Summe PAH nach EPA 610 exkl. BG	251	367	261	284	148	137
Summe PAH nach EPA 610 inkl. BG	261	376	271	294	159	147	



Tab. A1-5: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2016 (Block 4) (Fortsetzung)

	Stationen	1	2	3	4	5	H*
Hologensummen [ng/kg TS]	Summe TetraCDD	3,02	3,60	3,99	13,7	2,65	1,19
	Summe PentaCDD	1,61	2,94	2,91	12,6	1,68	0,52
	Summe HexaCDD	0,87	1,53	1,1	6,29	0,94	0,62
	Summe HeptaCDD	0,76	1,44	0,90	3,91	0,69	1,05
	OctaCDD	1,13	2,17	1,2	4,24	0,86	2,54
	Summe TetraCDF	5,42	8,87	5,93	29,7	4,58	2,76
	Summe PentaCDF	1,06	2,28	1,45	10,7	0,94	0,59
	Summe HexaCDF	0,13	0,41	ND	3,43	0,22	ND
	Summe HeptaCDF	ND	0,17	ND	1,05	ND	ND
	OctaCDF	<0,24	<0,25	<0,26	0,34	<0,17	<0,18
	Summe PCDD	7,39	11,68	10,1	40,74	6,82	5,92
	Summe PCDF	6,61	11,73	7,38	45,22	5,74	3,35

* H: Ware aus deutschem Handel

8.2 Anhang 2

Tab. A2-1: PCDD/F – TE nach WHO 06

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,684	0,143	15,3	0,311	0,048				17,9	0,261	0,047
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,291	0,059	17,0	0,517	0,088	17,9	0,306	0,055	17,2	0,326	0,056
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,284	0,058	16,3	0,313	0,051	16,5	0,294	0,049	17,9	0,301	0,054
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	1,01	0,125	13,1	0,906	0,119				19,9	1,12	0,223
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,287	0,058	16,6	0,51	0,085				20,8	0,205	0,043
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,956	0,121	17,0	0,288	0,049	22,1	0,214	0,047

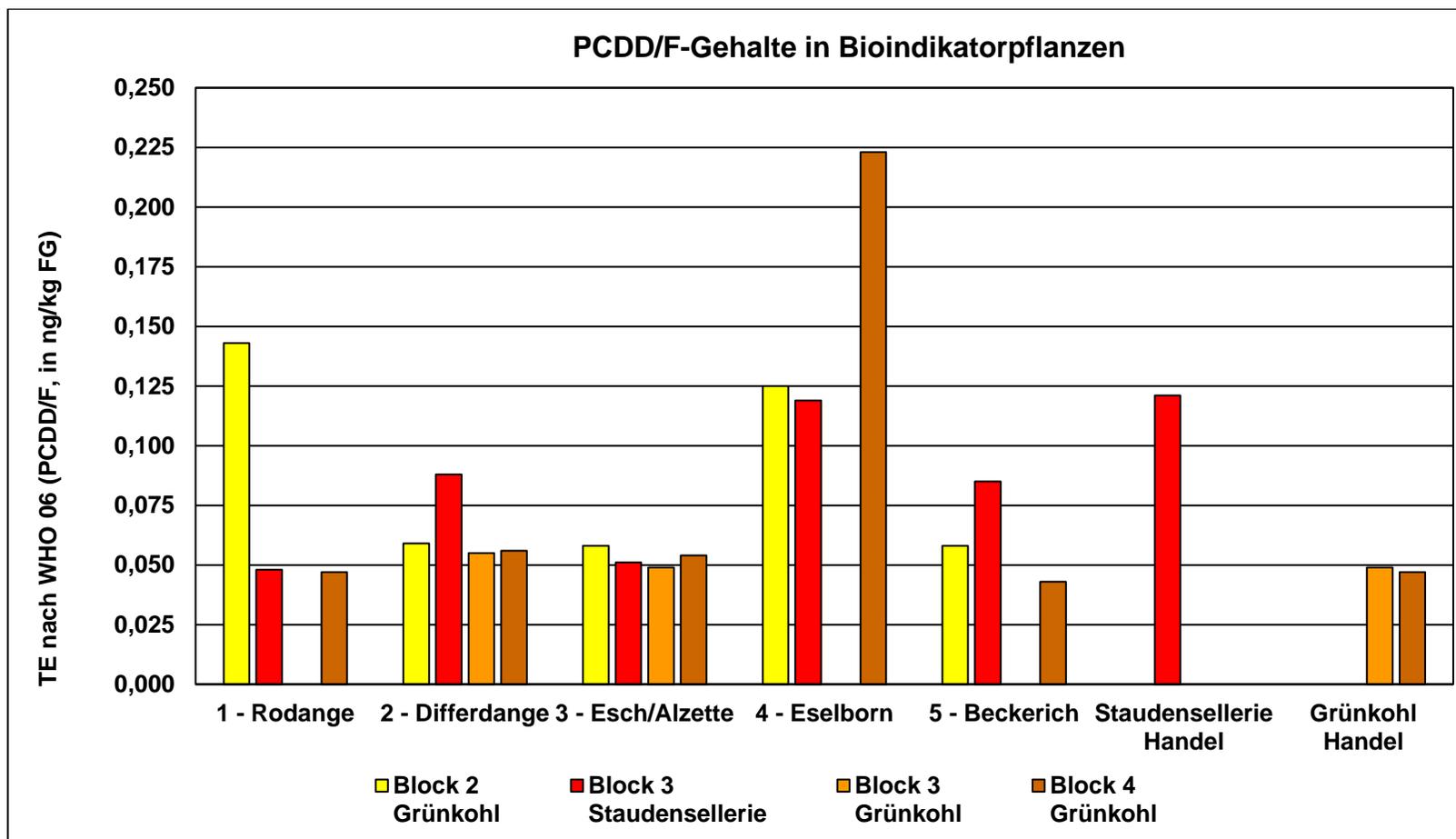


Abb. A2-1: PCDD/F-Gehalte nach WHO 06 in Bioindikatorpflanzen

Tab. A2-2: PCB – TE nach WHO 06

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,289	0,060	15,3	0,311	0,048				17,9	0,159	0,028
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,461	0,093	17,0	0,576	0,098	17,9	0,461	0,083	17,2	0,315	0,054
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,499	0,101	16,3	0,376	0,61	16,5	0,474	0,078	17,9	0,22	0,039
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	0,474	0,059	13,1	0,534	0,070				19,9	0,746	0,148
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,105	0,021	16,6	0,174	0,029				20,8	0,101	0,021
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	0,329	0,042	17,0	0,162	0,028	22,1	0,149	0,033

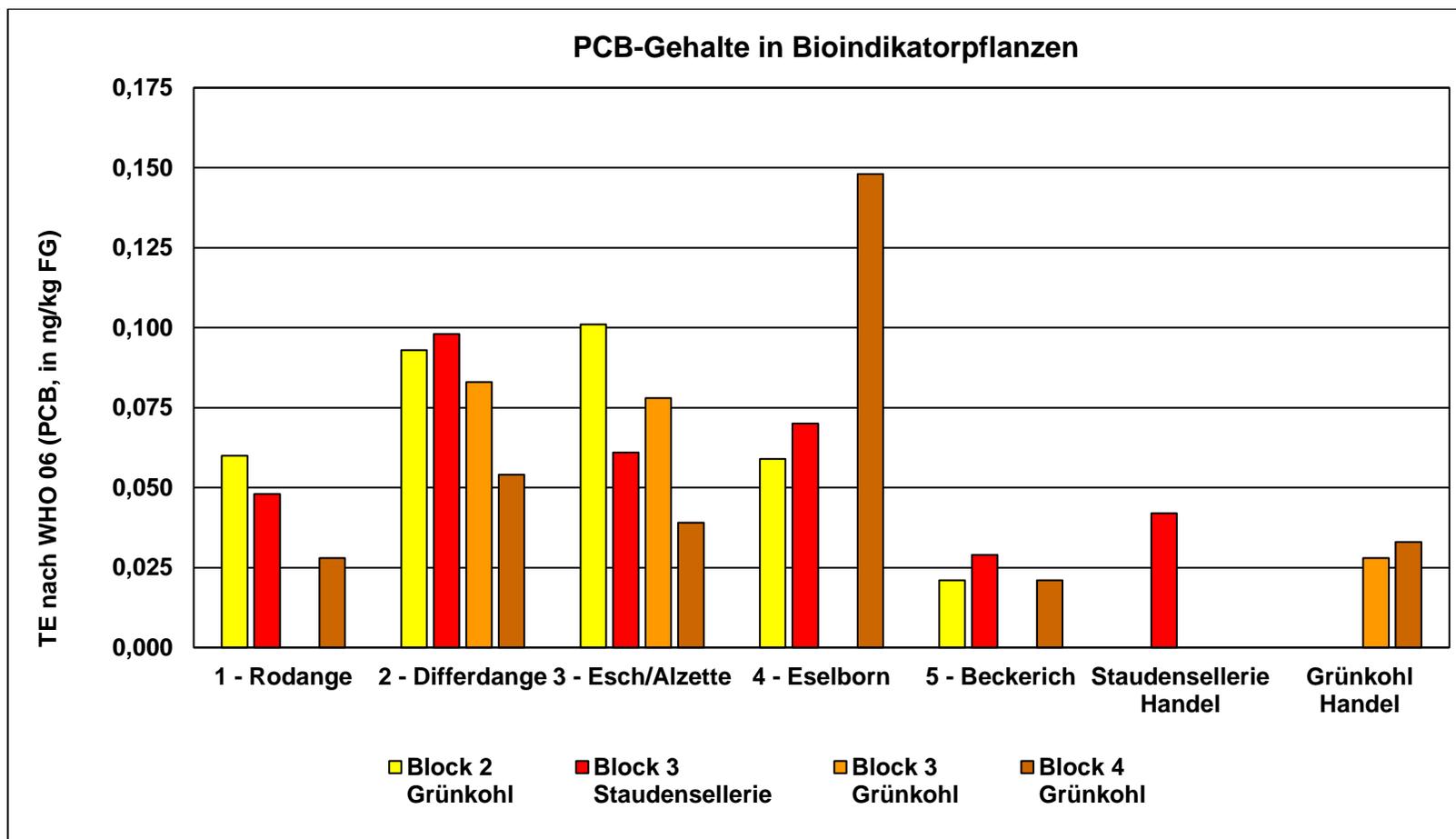


Abb. A2-2: PCB-Gehalte nach WHO 06 in Bioindikatorpflanzen

Tab. A2-3: PDD/F + PCB – TE nach WHO 06

Nr.	Station	Block 2 13.06.2016 – 09.08.2016			Block 3 08.08.2016 – 05.10.2016						Block 4 24.10.2016 – 06.12.2016		
		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)	20,9	0,956	0,200	15,3	0,623	0,095				17,9	0,42	0,075
2	Differdange (Cité Henri Grey)	20,2	0,751	0,152	17,0	1,09	0,185	17,9	0,768	0,137	17,2	0,641	0,110
3	Esch/Alzette (Garten "In Elsebrech")	20,3	0,783	0,159	16,3	0,688	0,112	16,5	0,768	0,127	17,9	0,521	0,098
4	Eselborn (Rue de Lorentzweiler)	12,4	1,48	0,184	13,1	1,44	0,189				19,9	1,87	0,372
5	Beckerich (Rue de Diekirch)	20,2	0,392	0,079	16,6	0,684	0,114				20,8	0,306	0,064
6	Probe aus deutschem Handel				12,7	1,28	0,163	17,0	0,457	0,078	22,1	0,364	0,080

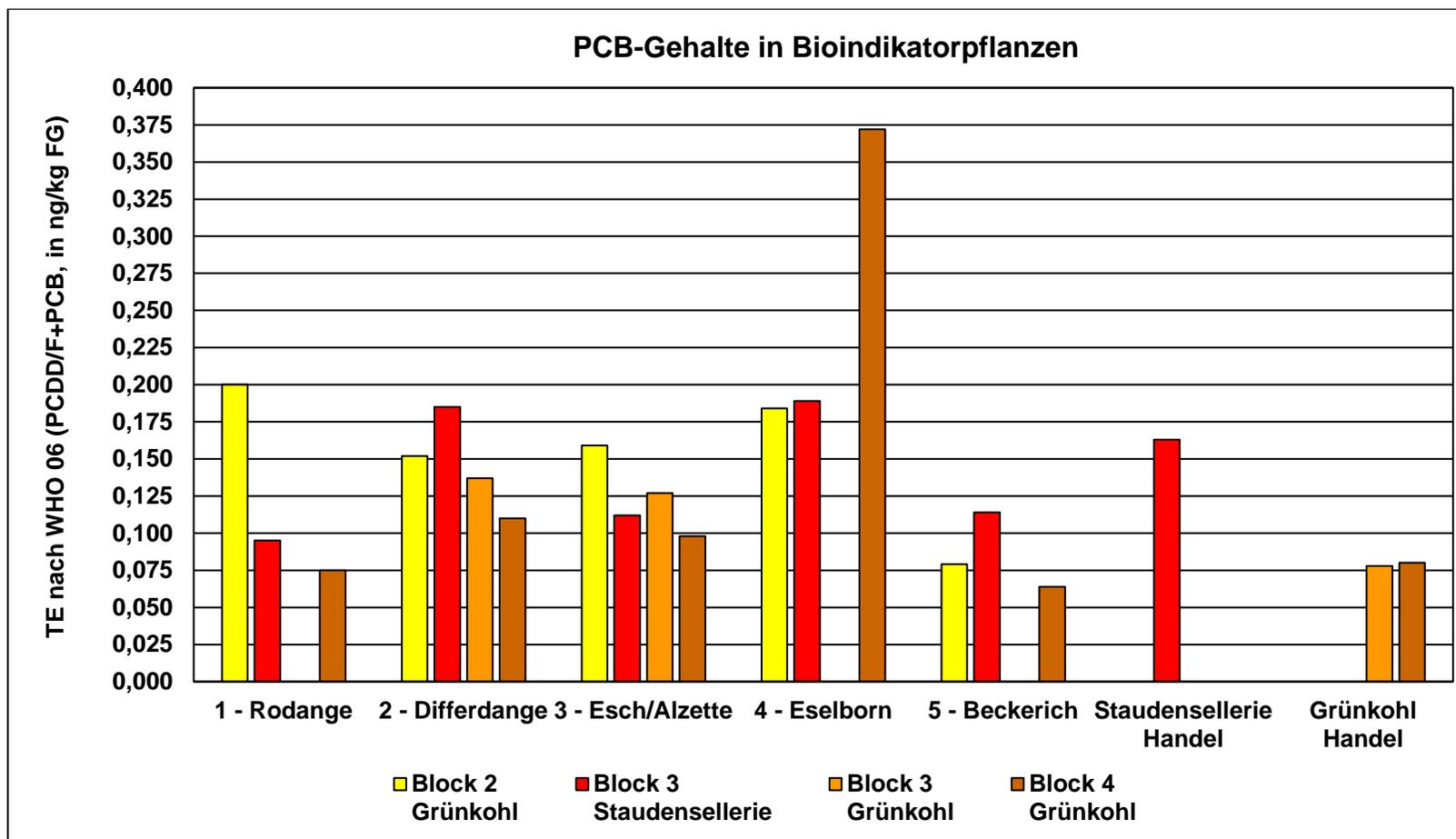


Abb. A2-3: PCDD/F- und PCB-Gehalte (PCDD/F + PCB) nach WHO 06 in Bioindikatorpflanzen



8.3 Anhang 3 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2016

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die zeitliche Entwicklung der Schadstoffgehalte in den exponierten Pflanzen im Zeitraum 2006 bis 2016.

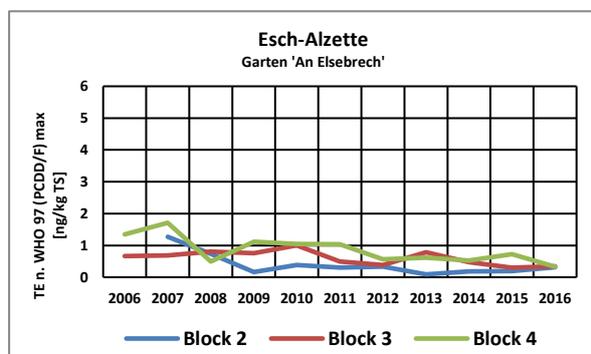
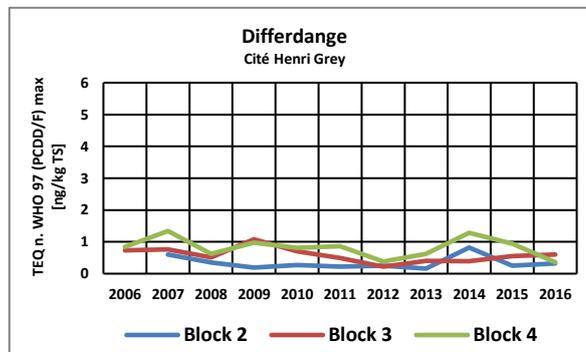
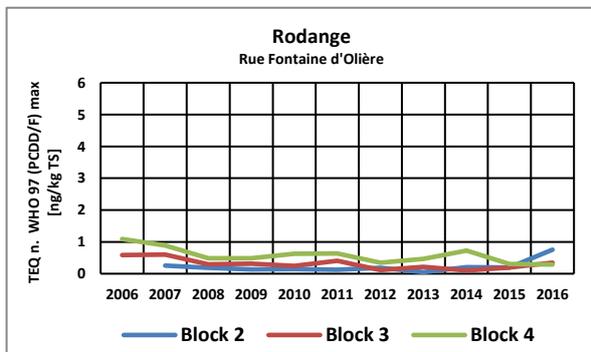
Im Einzelnen sind dargestellt:

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

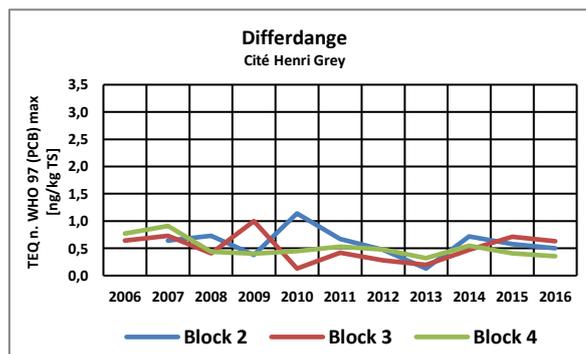
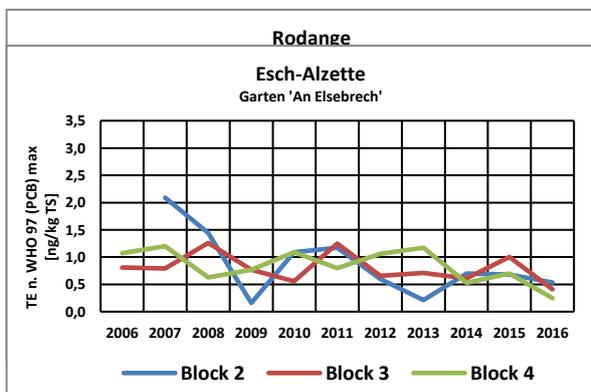
Alle Angaben in den Diagrammen sind jeweils bezogen auf die Trockensubstanz.

Anhang 3-1: Organische Schadstoffe

PCDD/ F (TEQ n. WHO 97)

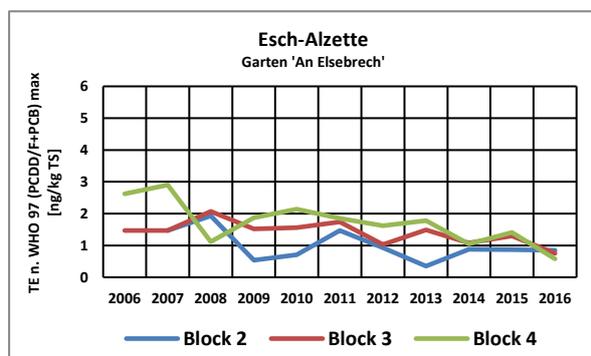
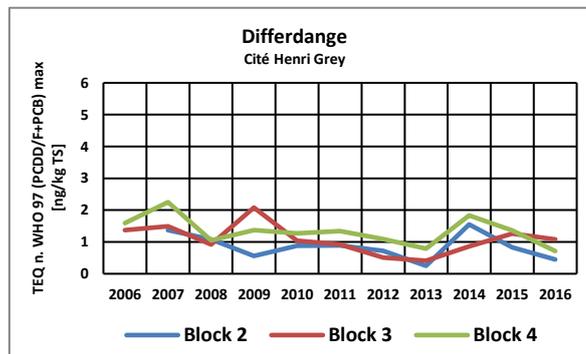
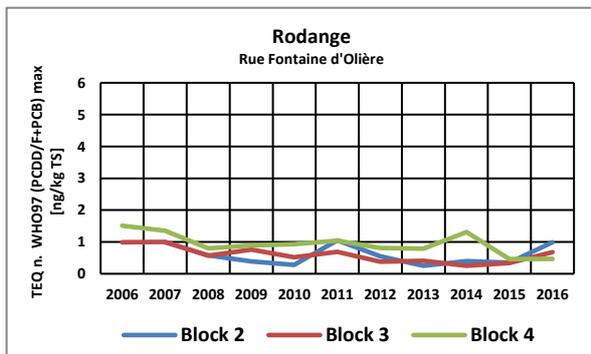


PCB (TEQ nach WHO 97)

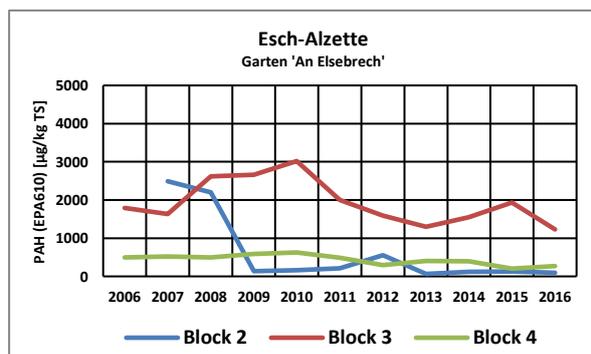
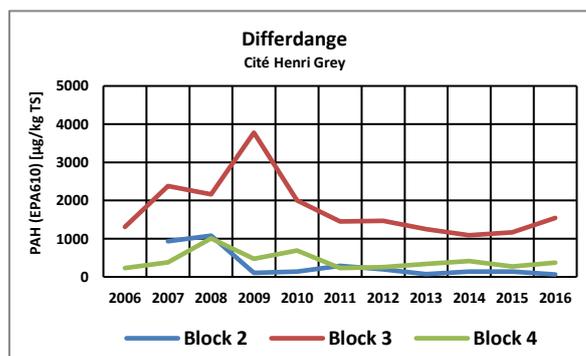
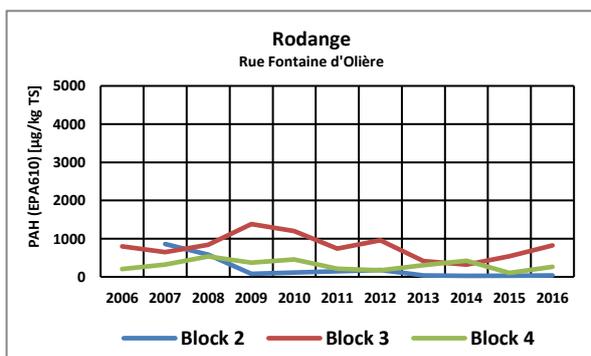




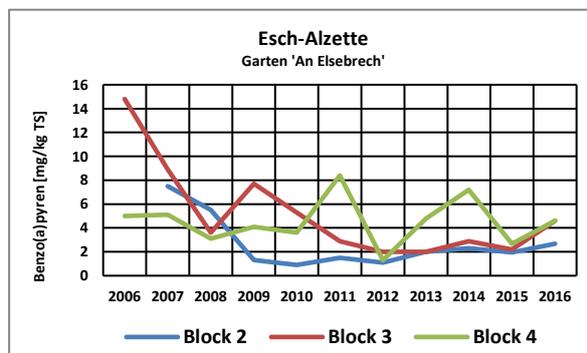
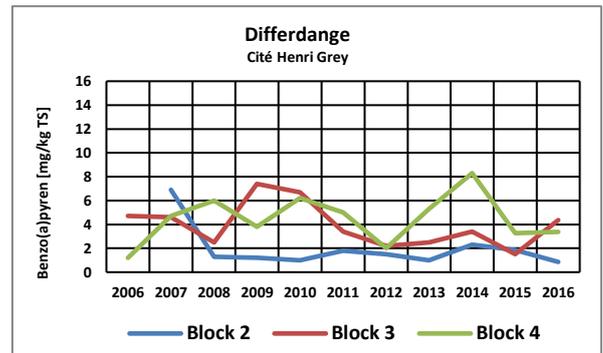
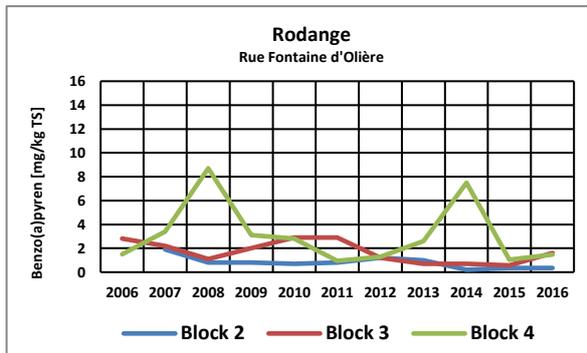
PCDD/F + PCB (TEQ n. WHO 97)



PAH-Summe (EPA 610)

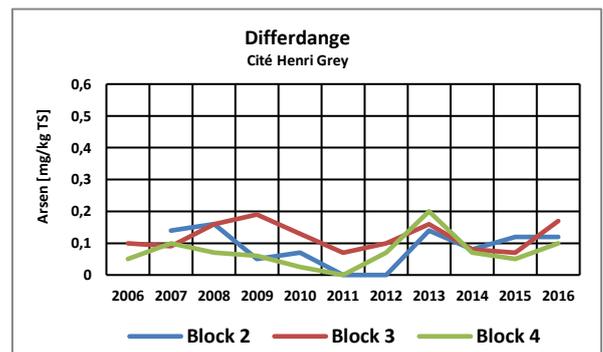
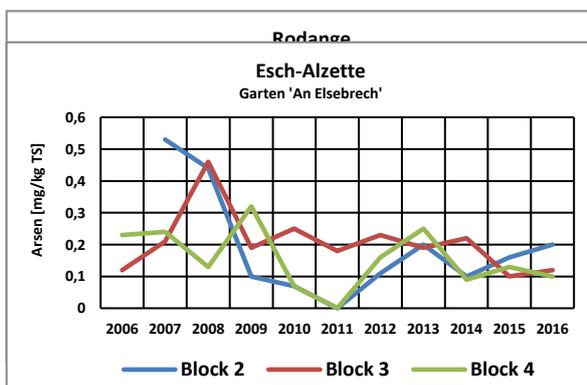


Benzo(a)pyren



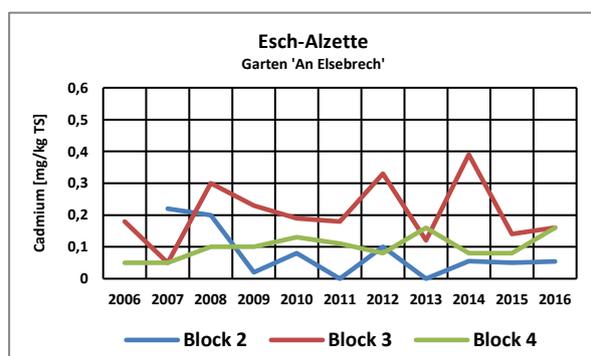
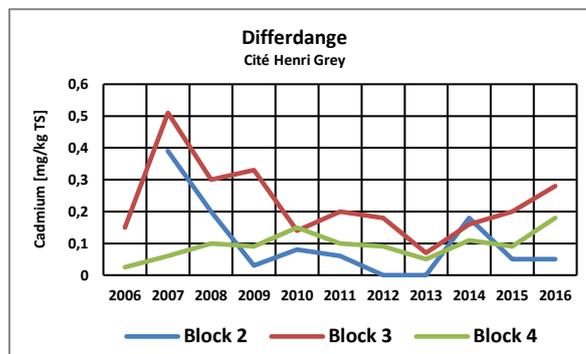
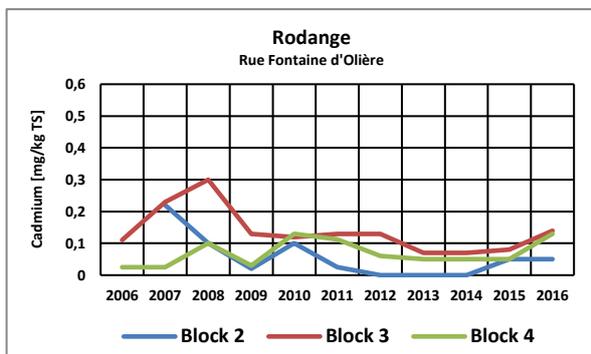
Anhang 3-2: Anorganische Stoffe

Arsen

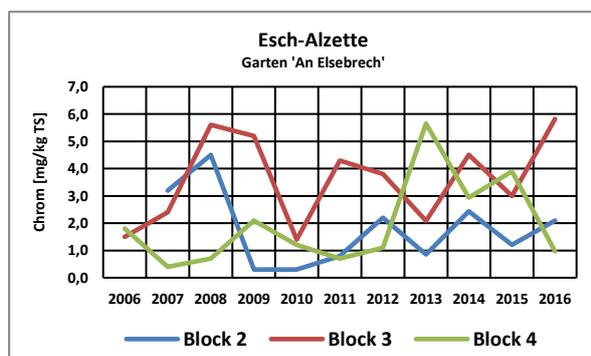
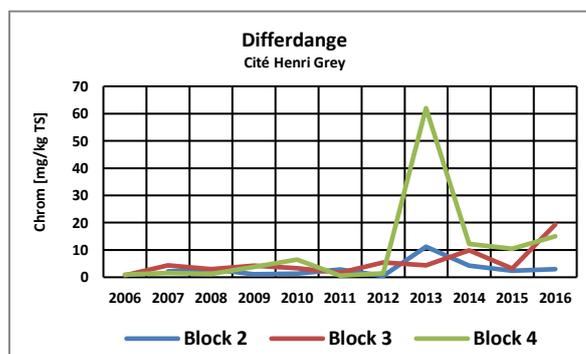
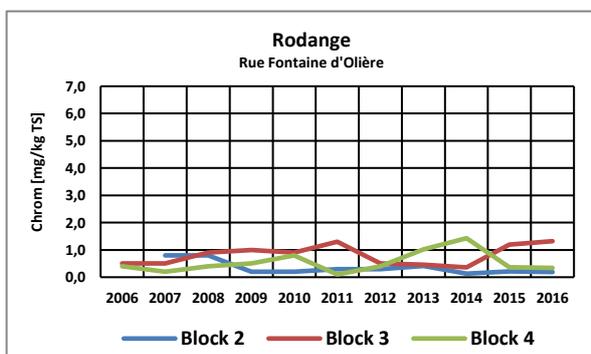




Cadmium

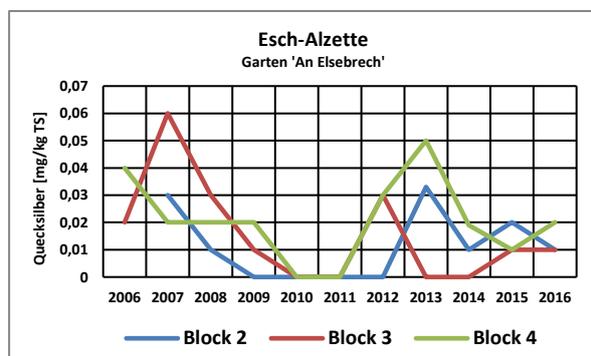
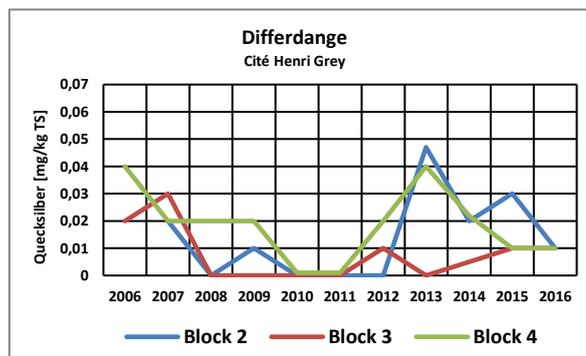
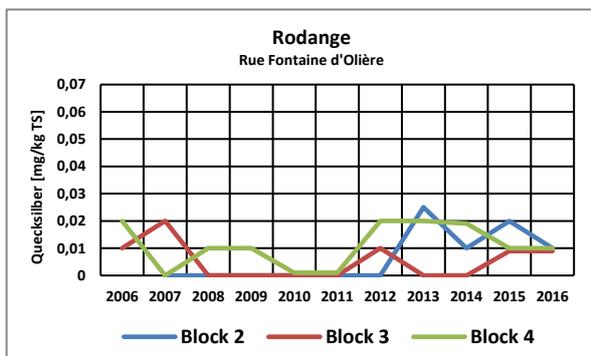


Chrom

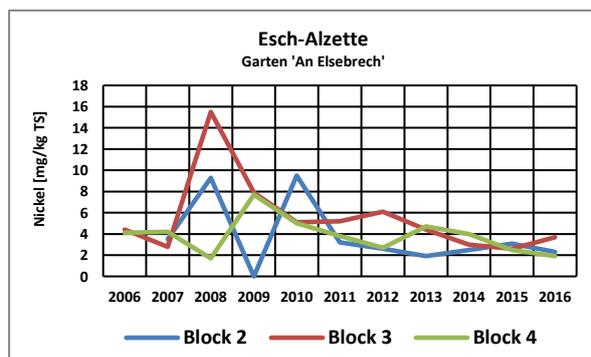
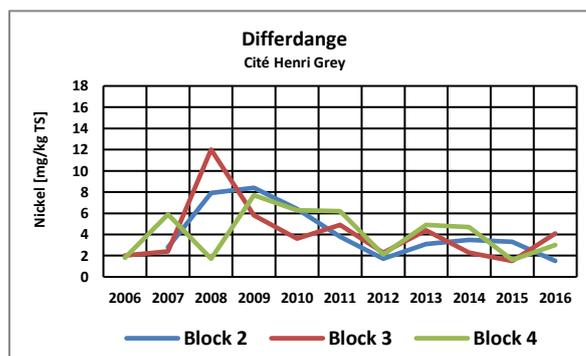
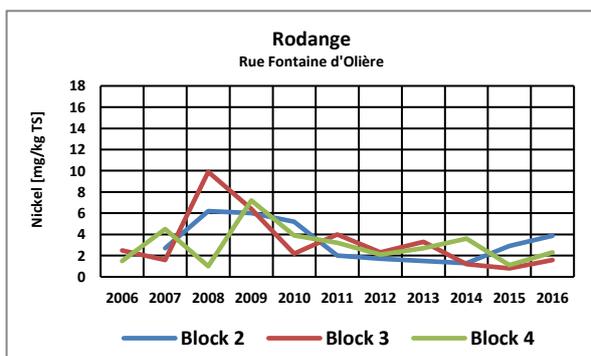




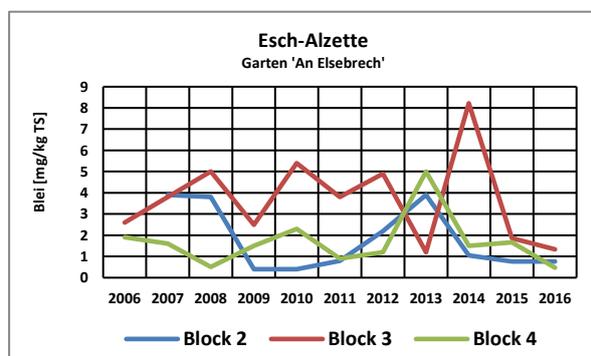
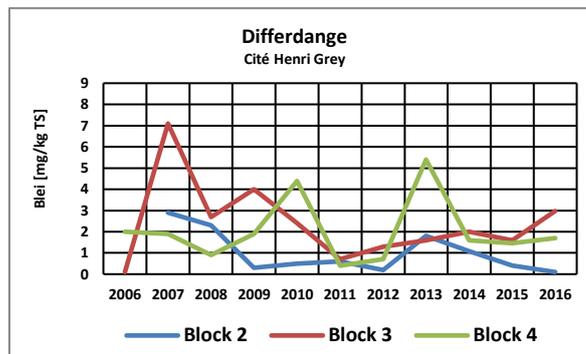
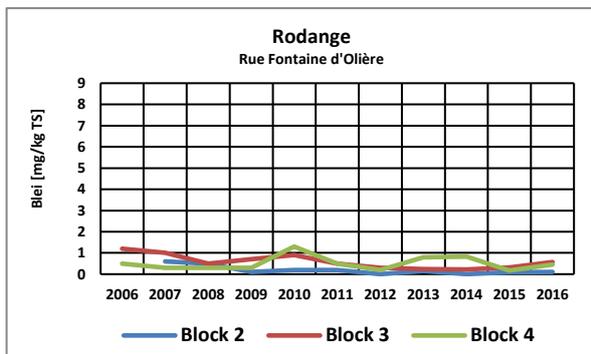
Quecksilber



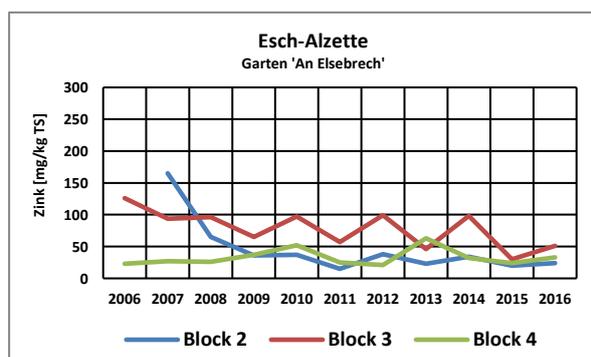
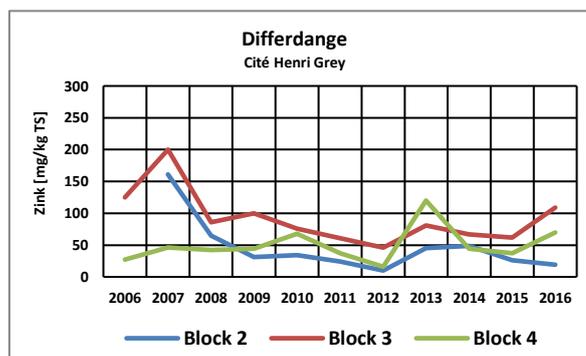
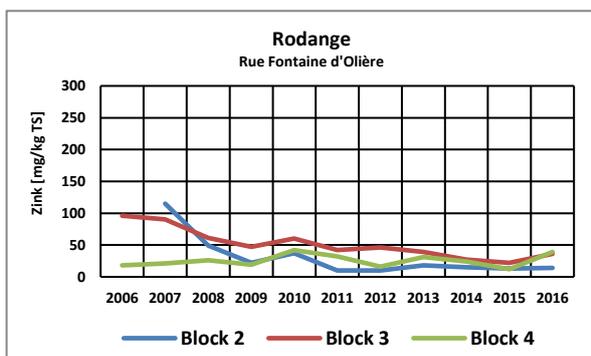
Nickel



Blei

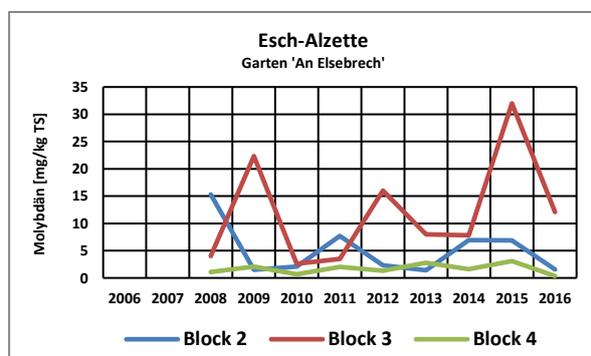
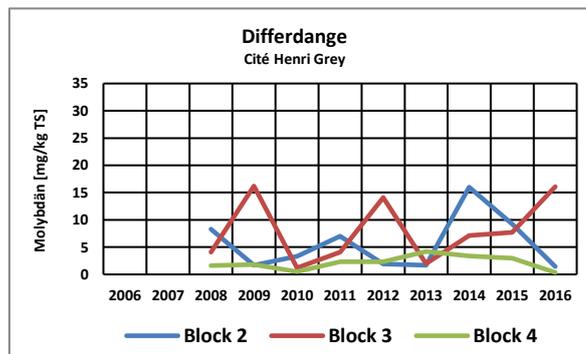
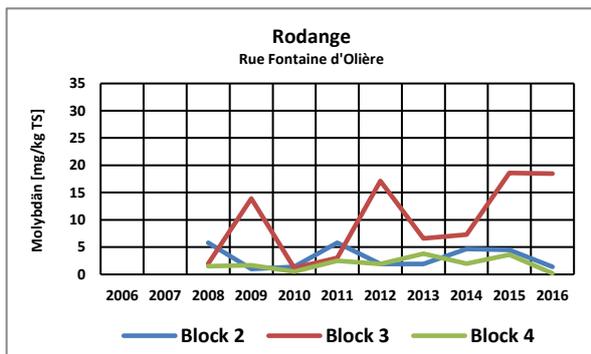


Zink





Molybdän



Eisen

