Industrie Service

Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.

Biomonitoring von Luftschadstoffen in Luxembourg im Jahr 2014

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.: 2202395

Art der Messung: Immissions-Wirkungserhebungen mit Staudensellerie und Grünkohl

Zeitraum der Messungen: Mai – Dezember 2014

Fachlich Verantwortlicher: Dipl.-Biol. Walter Maier

Sachbearbeiter:

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

Datum: 05.02.2014

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/

Dokument:
2202395-Biomonitoring Luxembourg 2014.docx

Bericht Nr. 2202395

Das Dokument besteht aus 67 Seiten.

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:
Karsten Xander (Vorsitzender)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Dr. Ulrich Klotz, 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

Industrie Service

Inhaltverzeichnis

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 13

4.1 Arsen 13

4. 2 Blei 15

4. 3 Cadmium 17

4.4 Chrom 19

4.4 Quecksilber 21

4.6 Nickel 23

4.7 Molybdän 25

4. 8 Zink 27

4.9 Eisen 29

4.10 Calcium 31

4.11 Benzo(a)pyren 33

4.12 PAH-Summe (EPA610) 35

4.13 TE nach WHO 97 (PCDD/F) 37

4.14 TE nach WHO (PCB) 39

4.15 TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) 41

5. PCDD/F-HOMOLOGENVERTEILUNG IN GRÜNKOHL DES BLOCK 43

6. ABWASCHBARKEIT DER STOFFE 44

7. BELASTUNGSUNTERSCHIEDE IM MESSNETZ 45

8. ANLAGEN 48

Tabelle A1: PAH in exponierten Grünkohlpflanzen aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (Konzentrationsangaben in µg/kg TS) 48

Tabelle A2: Dioxin/Furangehalte in exponierten Grünkohlpflanzen sowie in Nahrungspflanzen von Standorten unterschiedlicher Landnutzung bzw. im Einwirkungsbereich von Emittenten aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas (1989 bis 2004) 49

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2014 (Block 2) 50

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2014 (Block 3) 51

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2014 (Block 4) 52

Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2014 (Block 4) 53

Anhang 8.1 TE nach WHO 06 (PCDD/F) 54

Anhang 8.2 TE nach WHO 06 (PCB) 56

Anhang 8.3 TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) 58

Anhang 8.4 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2014 60

Industrie Service

1. Einführung und Aufgabenstellung

Im Auftrag der Administration de l'Enviroment führte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH im Jahr 2014 die Kampagnen 2, 3 und 4 des Biomonitoringprogrammes in Luxembourg durch. In standardisiert ausgebrachten Topfkulturen von Grünkohl in Block 2 und 4 sowie Staudensellerie in Block 3 wurde die Anreicherung von Schadstoffen aus der Luft ermittelt. Die Bioindikatoren wurden auf die organischen Schadstoffe polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Dioxine / Furane (PCDD/F) sowie ausgewählte Schwermetalle und anorganische Spurenstoffe untersucht.

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

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 7 verschiedenen Standorten in Luxembourg durchgeführt (Abb. 1). Dabei wurden sowohl Bereiche mit überwiegend industrieller Nutzung als auch Standorte im ländlichen Raum berücksichtigt. Die nachfolgende Abbildung 1 gibt die ungefähre Lage der Messstationen auf dem Staatsgebiet von Luxembourg wieder. Die Tabelle 1 auf Seite 6 beinhaltet nähere Angaben zur Lage, zur umgebenden Nutzung und zum Umfang der chemischen Analysen an den einzelnen Messpunkten. Die chemischen Analysen der Bioindikatorpflanzen wurden durch das akkreditierte Umweltlabor der TÜV SÜD Industrie Service GmbH durchgeführt.

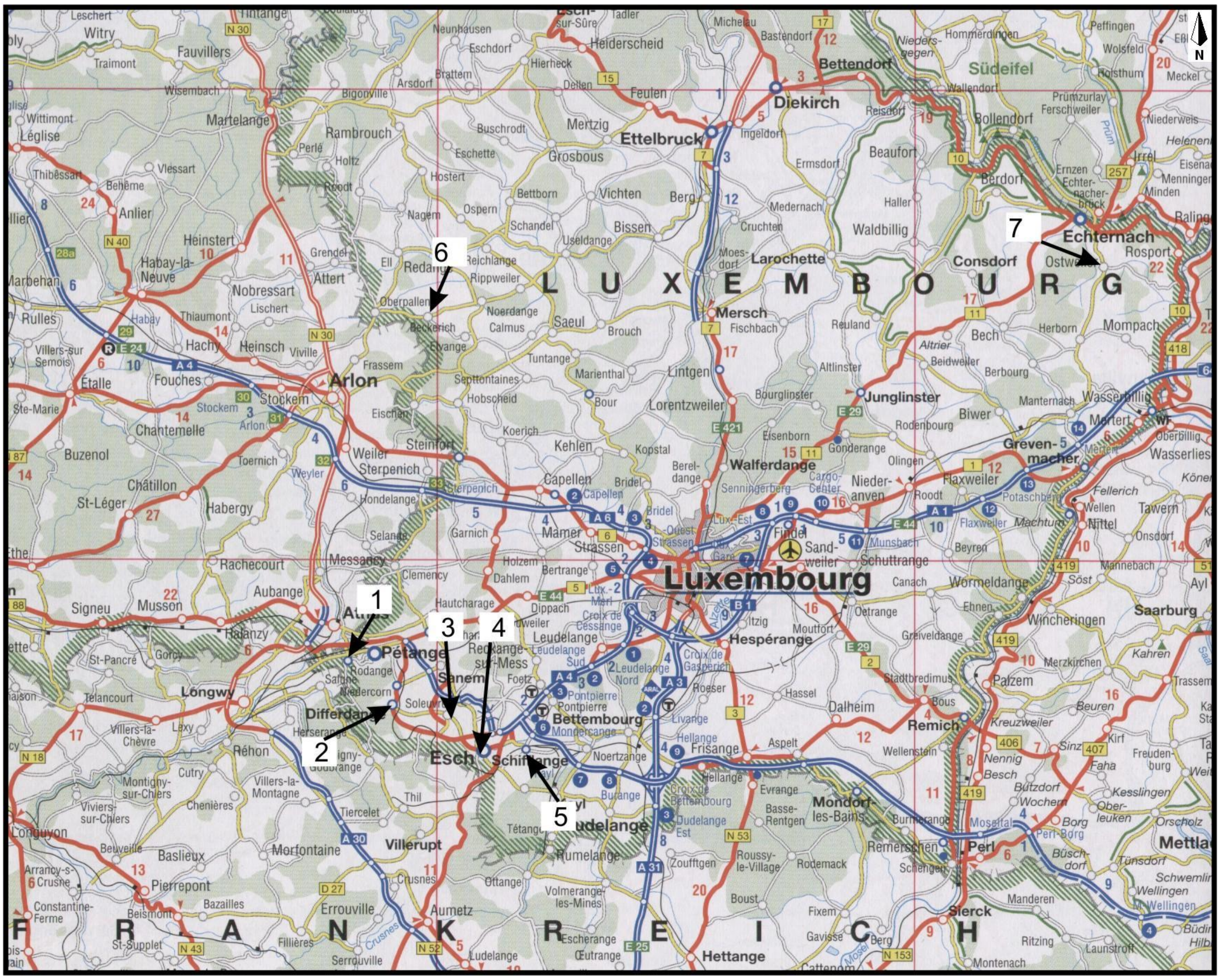


Abb. 1: Biomonitoring-Messnetz Luxembourg – ungefähre Lage der Messstellen

Industrie Service

Tabelle 1: Messstationen und Analysenparameter

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

X = ungewaschene Probe, Analyse auf organische Schadstoffe und Schwermetalle

W = gewaschene Probe, Analyse auf Schwermetalle

2. Aktives Biomonitoring mit Staudensellerie und Grünkohl

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

Foto 1: Exposition von Staudensellerie

2.1 Materialien

2.1.1 Saatgut / Sorte

- Staudensellerie „Rumba“
- Grünkohl „Winnetou“

2.1.2 Substrat

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

2.1.3 Düngelösung

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

- 5,8 g KH_2PO_4
- 8,5 g KNO_3
- 5,3 g NH_4NO_3
- 10,3 g $(NH_4)_2SO_4$

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 (Ø 5 mm, Länge 90 cm)
- Styroporplatten zur Aufnahme der Pflanztöpfe
- Kunststoffwannen (Euronorm-Stapelkisten) als Wasservorratsbehälter
- Rahmengestell aus vollverzinktem Stahlprofil

2.2 Anzucht

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

2.2.1 Anzucht und Kulturführung

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

2.2.2 Düngung

Vor der Exposition erhält jede Pflanze 100 ml Düngerlösung, die mit Wasser eingeschwemmt wird. Ca. vier Wochen nach der Ausbringung erhalten die Pflanzen eine zweite Düngergabe von 100 ml 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):	21.05.2014 – 15.07.2014 *)
Expositionszeitraum Block 3 (Sellerie):	15.07.2014 – 10.09.2014
Expositionszeitraum Block 4 (Grünkohl):	25.09.2014 – 02.12.2014

*) Station 2 (Differdange): 17.06.2014 – 15.07.2014

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.

Industrie Service

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 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.

Als nationale Bewertungskriterien werden bezüglich Quecksilber das „Großherzogliche Reglement vom 11. Dezember 1991“ sowie bezüglich Dioxinen und Furanen und dioxinähnlichen PCB die Orientierungswerte des Staatlichen Umweltamtes Luxembourg berücksichtigt.

Orientierend können herangezogen werden:

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

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

Die Berechnung der Toxizitätsäquvalente (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).

Industrie Service

Tabelle 2: Bewertungskriterien

		Bezug	Schadstoff													
			mg/kg										µg/kg		ng TE / kg		
			As	Pb	Cd	Cr	Hg	Ni	Mo	Zn	Fe	Ca	BaP	PAH-Summe	PCDD/PCDF	PCB	PCDD/F +PCB
Lebensmittel-überwachung	EU 1881/2006 - Gemüse, allgemein - Kohlgemüse, Blattgemüse - Blattkohl, Stangensellerie	FG		0,10 0,30	0,05 0,20												
	EU 711/2013 Empfehlung Auslösewerte Obst/Gemüse	FG													0,3	0,1	
	Großherzogliches Reglement vom 11. Dezember 1991	FG					0,03										
	Staatliches Umweltamt Luxembourg -Orientierungswert für intensivierte Überwachung -Interventionswert	TS															3 10
	ZEBS / BGA (Orientierungswerte) - Blattgemüse - Grünkohl	FG	0,2	0,8 2,0	0,10		0,05										
Futtermittel-überwachung	EU 32/2002, EU 1275/2013 Alleinfuttermittel (für Heimtiere) EU 277/2012 EU 774/2012 Heimtierfutter Höchstgehalt Heimtierfutter Auslösewerte *) bezogen auf 12% Feuchte	TS*)	2	5	0,5 (2)										1,75 1,25	2,5	5,5
Vergleichs-werte	Grünkohl: - Kontrollpflanzen (gefilt. Luft) - Hintergrund (ländlicher Bereich) - städtisch - industriell	TS	0,2 <0,2	0,5 <0,2	0,1 <0,1	<0,3	<0,05	< 5	< 1	32 <40	<100	<30.000	2,0 <10 <20 <40	170 <1000 <2000 <3000	0,4 <1,0 <2,0 <5,0		
	Max. Normalgehalt in Pflanzen	TS	1,5	5,0	1,0	1,0	0,2	1,0	0,3	150	150	50.000					

Industrie Service

4. Ergebnisse

4.1 Arsen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,05	0,001	20,4	0,09	0,018	15,1	0,06	0,009
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,08	0,016	17,6	0,08	0,014	12,8	0,07	0,009
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	0,09	0,022	17,0	0,17	0,029	12,5	0,05	0,006
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,05	0,012	19,7	0,17	0,033	14	*0,05*	0,000
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	0,06	0,016	19,5	0,13	0,025	14	*0,05*	0,000
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,10	0,020	20,4	0,22	0,045	15	0,09	0,014
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	0,09	0,018	18,1	0,20	0,036	16,4	0,06	0,010
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,07	0,018	19,5	0,17	0,033	15	*0,05*	0,000
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	0,07	0,021	20,0	0,18	0,036	15,5	*0,05*	0,000
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,10	0,027	21,7	0,04	0,009	15,7	*0,05*	0,000
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,07	0,018	20,4	0,17	0,035	14,6	*0,05*	0,000
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,39	0,05	20,9	*0,05*	0,00

ZEBS/BGA – Orientierungswert Blattgemüse	**0,2**	**mg/kg FG**
Grünkohl - Hintergrundwert	**0,2**	**mg/kg TS**
EU 1275/2013 Alleinfuttermittel (Heimtiere)	**2**	**mg/kg TS**

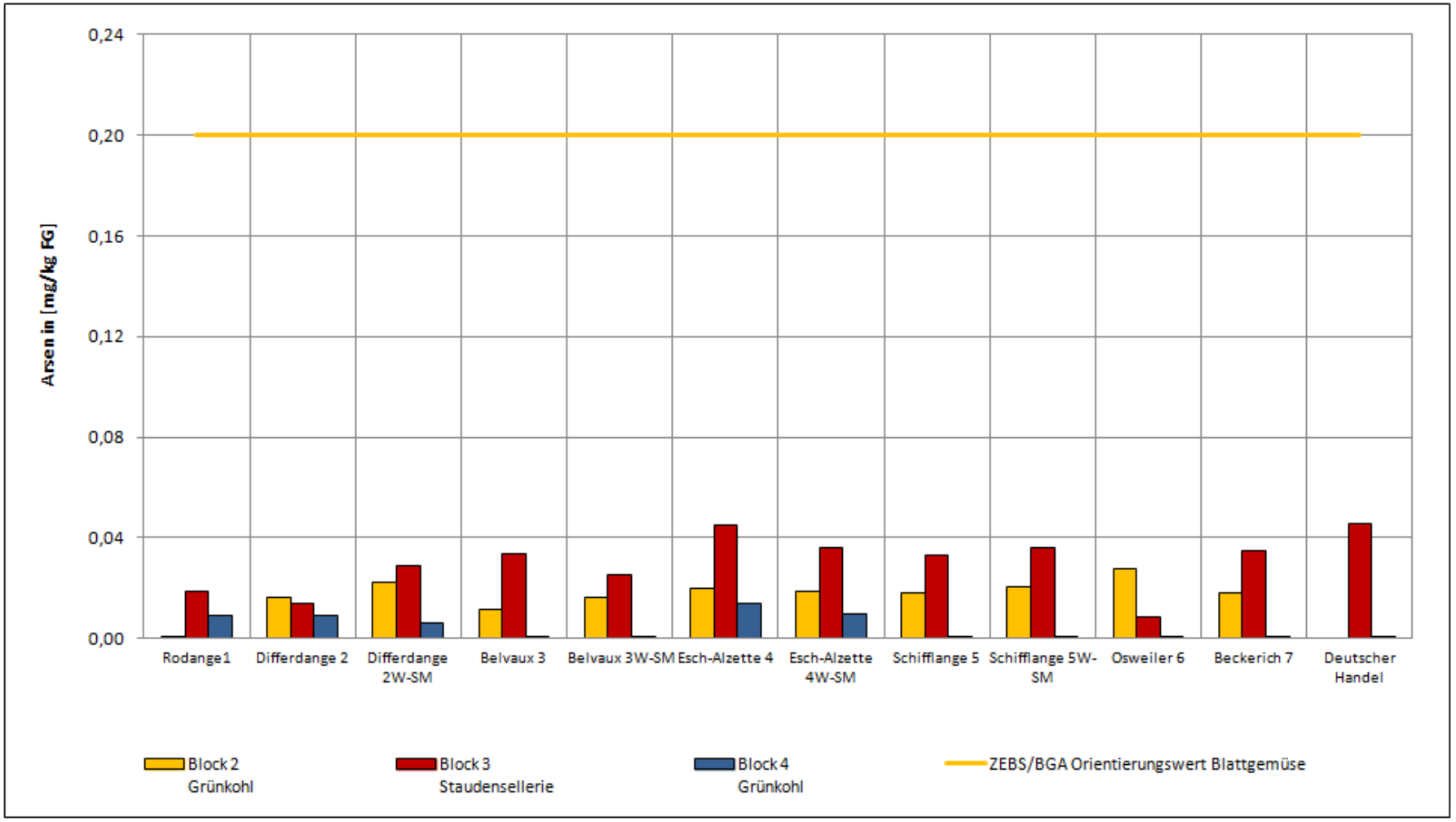


Abb. 2: Arsen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4. 2 Blei

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	*0,1*	0,01	20,4	0,2	0,04	15,1	0,8	0,13
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	1,1	0,22	17,6	2,0	0,35	12,8	1,6	0,21
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	1,1	0,26	17,0	1,1	0,19	12,5	1,0	0,13
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,1	0,03	19,7	0,5	0,10	14	0,7	0,10
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	0,2	0,05	19,5	0,3	0,06	14	0,3	0,04
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	1,1	0,21	20,4	8,2	1,68	15	1,5	0,22
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	0,9	0,18	18,1	5,2	0,94	16,4	0,8	0,12
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,7	0,18	19,5	1,0	0,20	15	0,5	0,07
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	0,1	0,04	20,0	0,5	0,09	15,5	0,4	0,06
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,1	0,04	21,7	0,2	0,03	15,7	0,7	0,11
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,1	0,03	20,4	0,2	0,03	14,6	0,5	0,07
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,15	0,018	20,9	0,15	0,031

EU 1881/2006 Höchstwert Kohlgemüse	**0,3**	**mg/kg FG**
EU 1881/2006 Höchstwert Gemüse (allgemein)	**0,1**	**mg/kg FG**
Grünkohl Hintergrundwert	**0,2**	**mg/kg TS**
EU 1275/2013 Alleinfuttermittel	**5**	**mg/kg TS**

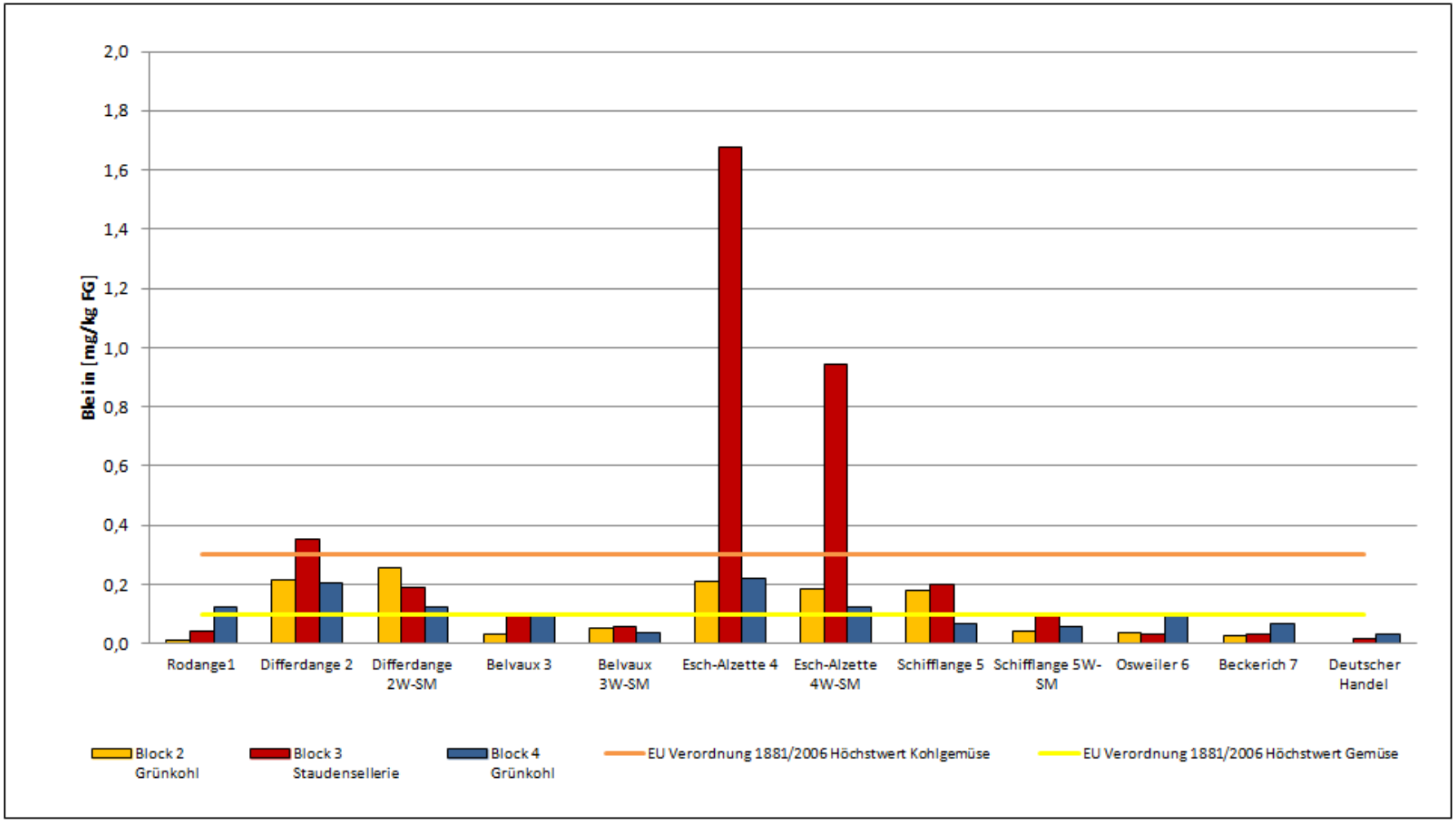


Abb. 3: Blei-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4. 3 Cadmium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	*0,05*	0,001	20,4	0,07	0,014	15,1	*0,05*	0,000
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,18	0,036	17,6	0,16	0,028	12,8	0,11	0,014
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	0,23	0,056	17,0	0,16	0,027	12,5	0,09	0,011
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	*0,05*	0,001	19,7	0,09	0,018	14	0,06	0,008
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	*0,05*	0,001	19,5	0,08	0,016	14	*0,05*	0,004
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,06	0,011	20,4	0,39	0,080	15	0,08	0,012
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	0,05	0,011	18,1	0,30	0,054	16,4	0,06	0,010
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,05	0,013	19,5	0,14	0,027	15	*0,05*	0,004
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	*0,05*	0,001	20,0	0,09	0,018	15,5	*0,05*	0,004
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	*0,05*	0,001	21,7	0,10	0,022	15,7	*0,05*	0,004
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	*0,05*	0,001	20,4	0,07	0,014	14,6	*0,05*	0,004
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,28	0,033	20,9	0,09	0,019

*) Gehalte kleiner der Nachweisgrenze wurden in halber Höhe 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 FS**
Grünkohl Hintergrundwert	**0,1**	**mg/kg TS**
1275/2013/EU Alleinfuttermittel	**0,5**	**mg/kg TS**
1275/2013/EU Alleinfuttermittel (Heimtiere)	**2**	**mg/kg TS**

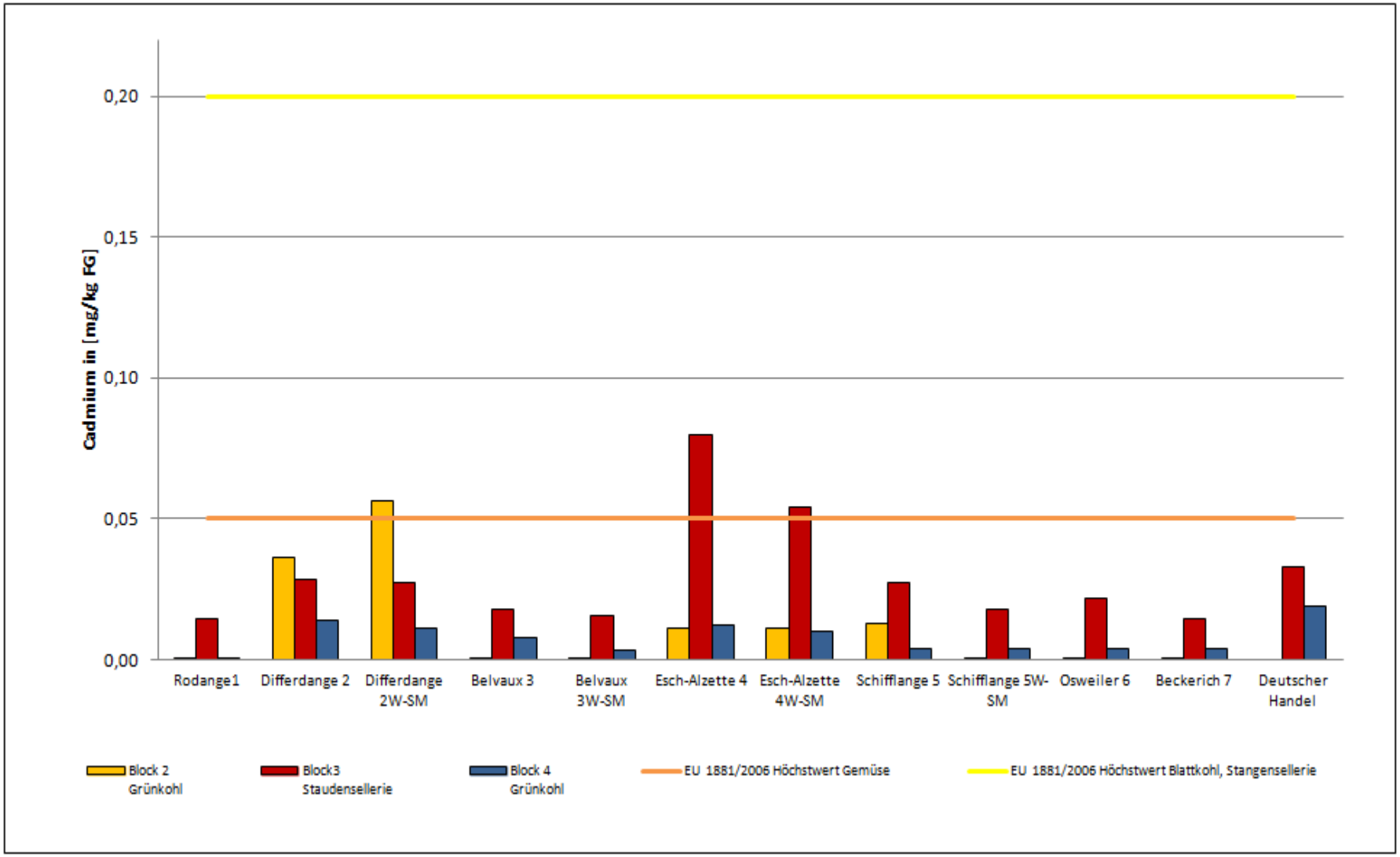


Abb.: 4: Cadmium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.4 Chrom

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,1	0,03	20,4	0,4	0,07	15,1	1,4	0,22
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	4,2	0,84	17,6	9,9	1,74	12,8	12,2	1,56
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	3,1	0,77	17,0	2,4	0,40	12,5	3,7	0,46
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	*0,2*	0,05	19,7	0,6	0,13	14	1,2	0,17
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	0,2	0,05	19,5	0,4	0,07	14	0,4	0,06
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	2,4	0,49	20,4	4,5	0,92	15	2,9	0,44
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	1,6	0,32	18,1	2,3	0,42	16,4	1,4	0,22
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,2	0,04	19,5	0,7	0,13	15	0,5	0,07
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	0,1	0,03	20,0	0,3	0,05	15,5	0,3	0,05
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,2	0,06	21,7	0,2	0,05	15,7	0,2	0,03
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,1	0,02	20,4	0,2	0,04	14,6	0,5	0,07
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,26	0,030	20,9	0,65	0,136

Grünkohl – Hintergrundwert **0,3 mg/kg TS**

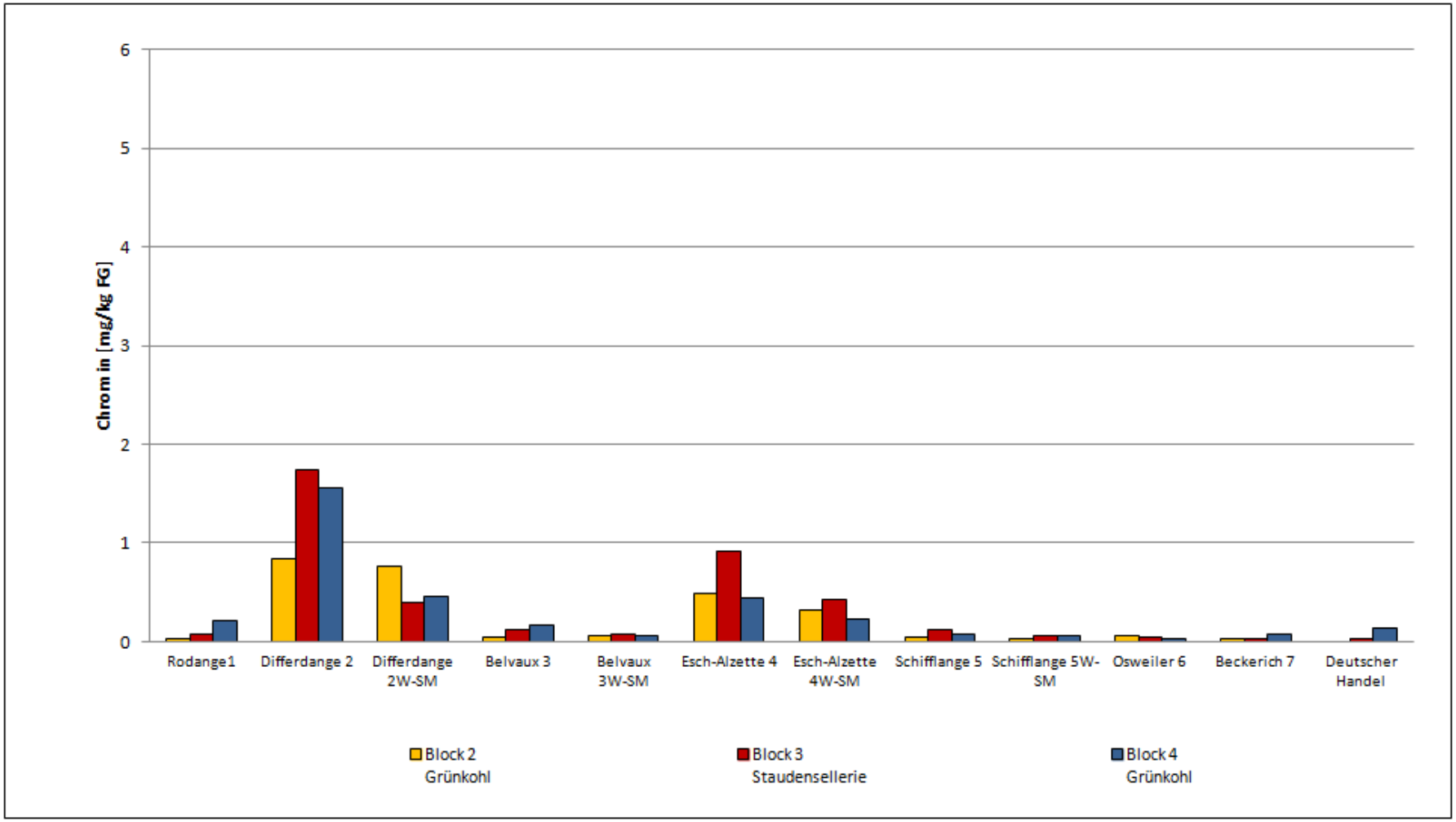


Abb. 5: Chrom-Gehalt in Bioindikatoren

Industrie Service

4.4 Quecksilber

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,01	0,003	20,4	*0,01*	0,001	15,1	0,02	0,003
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,02	0,004	17,6	*0,01*	0,001	12,8	0,02	0,003
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	0,01	0,002	17,0	*0,01*	0,001	12,5	0,02	0,003
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	*0,01*	0,001	19,7	*0,01*	0,001	14	0,02	0,002
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	*0,01*	0,001	19,5	*0,01*	0,001	14	0,01	0,002
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,01	0,002	20,4	*0,01*	0,001	15	0,02	0,003
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	0,01	0,002	18,1	0,01	0,001	16,4	0,02	0,003
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	*0,01*	0,001	19,5	0,01	0,001	15	0,01	0,002
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	*0,01*	0,001	20,0	0,01	0,001	15,5	0,02	0,002
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	*0,01*	0,001	21,7	0,01	0,001	15,7	0,02	0,003
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	*0,01*	0,001	20,4	0,01	0,001	14,6	0,02	0,003
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,01	0,001	20,9	0,02	0,005

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

Großherzogliches Reglement vom 11. Dezember 1991	**0,03**	**mg/kg FG**
ZEBS / BGA – Orientierungswert Blattgemüse	**0,05**	**mg/kg FG**
Grünkohl - Hintergrundwert	**0,05**	**mg/kg TS**

Industrie Service

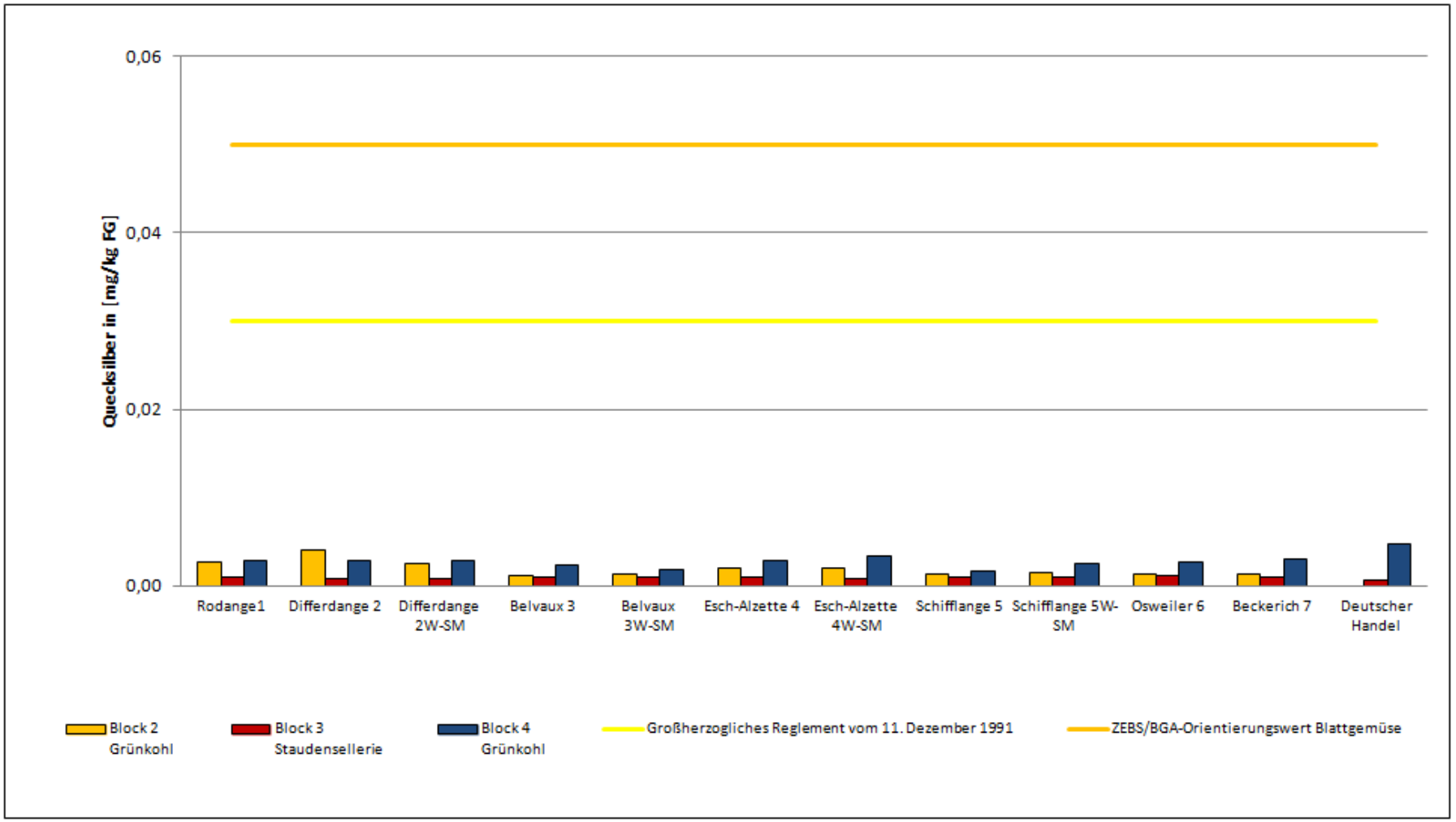


Abb. 6: Quecksilber-Gehalt in Bioindikatoren

Industrie Service

4.6 Nickel

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	1,3	0,3	20,4	1,2	0,2	15,1	3,6	0,5
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	3,5	0,7	17,6	2,3	0,4	12,8	4,7	0,6
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	3,6	0,9	17,0	2,0	0,3	12,5	4,0	0,5
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	1,6	0,4	19,7	1,5	0,3	14	3,4	0,5
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	1,4	0,4	19,5	1,4	0,3	14	2,2	0,3
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	2,5	0,5	20,4	3,0	0,6	15	4,0	0,6
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	2,3	0,5	18,1	2,0	0,4	16,4	3,3	0,5
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	1,1	0,3	19,5	1,3	0,3	15	3,2	0,5
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	1,3	0,4	20,0	2,4	0,5	15,5	3,3	0,5
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	1,4	0,4	21,7	0,9	0,2	15,7	3,9	0,6
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	1,1	0,3	20,4	1,3	0,3	14,6	4,1	0,6
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,3	0,0	20,9	0,8	0,2

Normalgehalt in Pflanzen	**5,0 mg/kg TS**

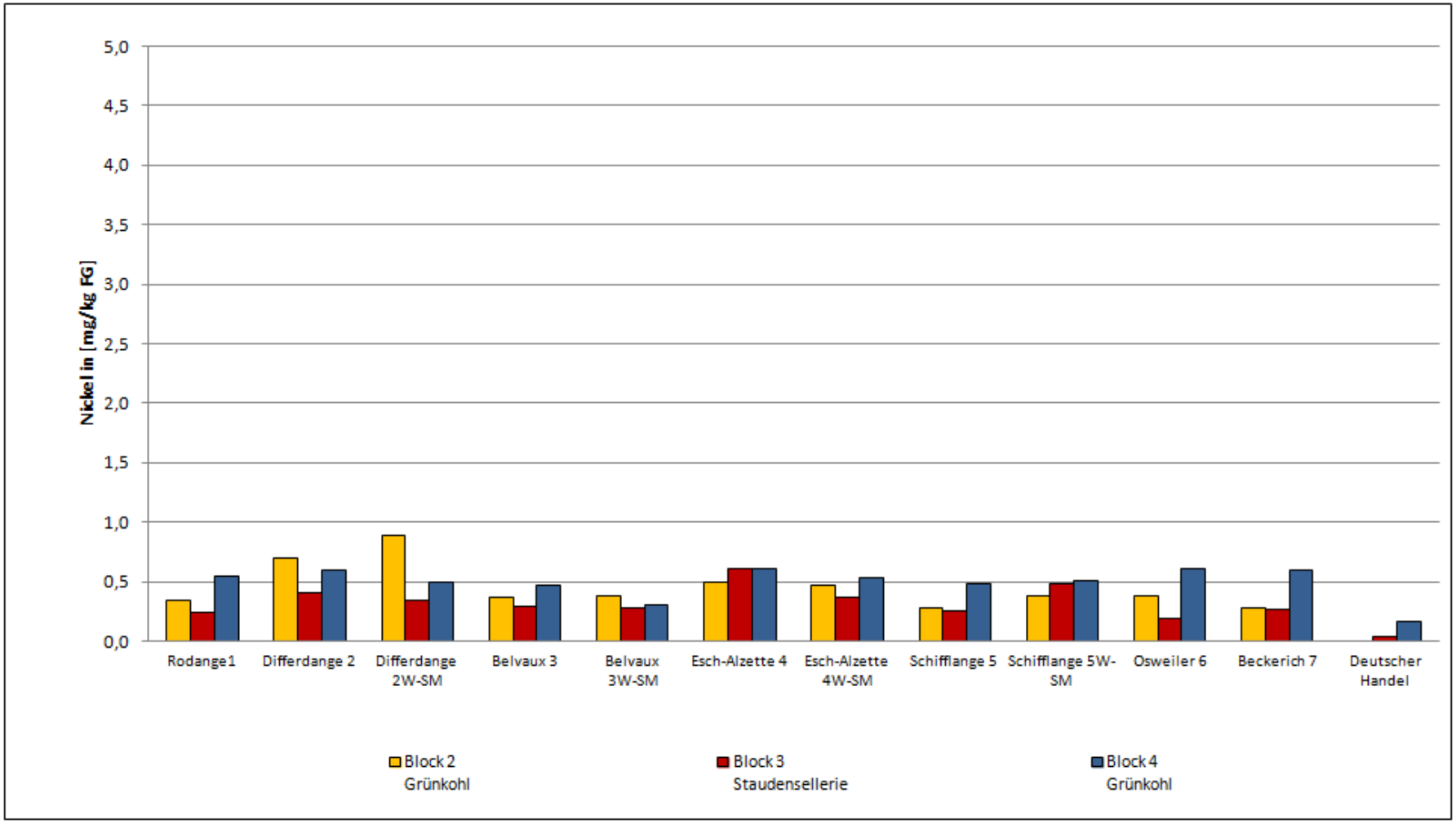


Abb. 7: Nickel-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.7 Molybdän

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	4,7	1,2	20,4	7,3	1,5	15,1	2,0	0,3
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	16,0	3,2	17,6	7,1	1,2	12,8	3,4	0,4
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	18,3	4,5	17,0	9,3	1,6	12,5	3,1	0,4
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	4,9	1,1	19,7	5,3	1,0	14	0,9	0,1
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	4,9	1,3	19,5	6,0	1,2	14	0,8	0,1
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	6,9	1,4	20,4	7,8	1,6	15	1,6	0,2
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	7,2	1,5	18,1	7,2	1,3	16,4	1,1	0,2
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	3,7	1,0	19,5	1,7	0,3	15	1,5	0,2
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	4,4	1,3	20,0	2,6	0,5	15,5	2,2	0,3
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	4,7	1,3	21,7	7,7	1,7	15,7	0,7	0,1
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	3,8	1,0	20,4	3,6	0,7	14,6	0,9	0,1
	Probe aus deutschem Handel				11,7	1,10	0,13	20,9	1,44	0,30

Grünkohl - Hintergrundwert **1 mg/kg TS**

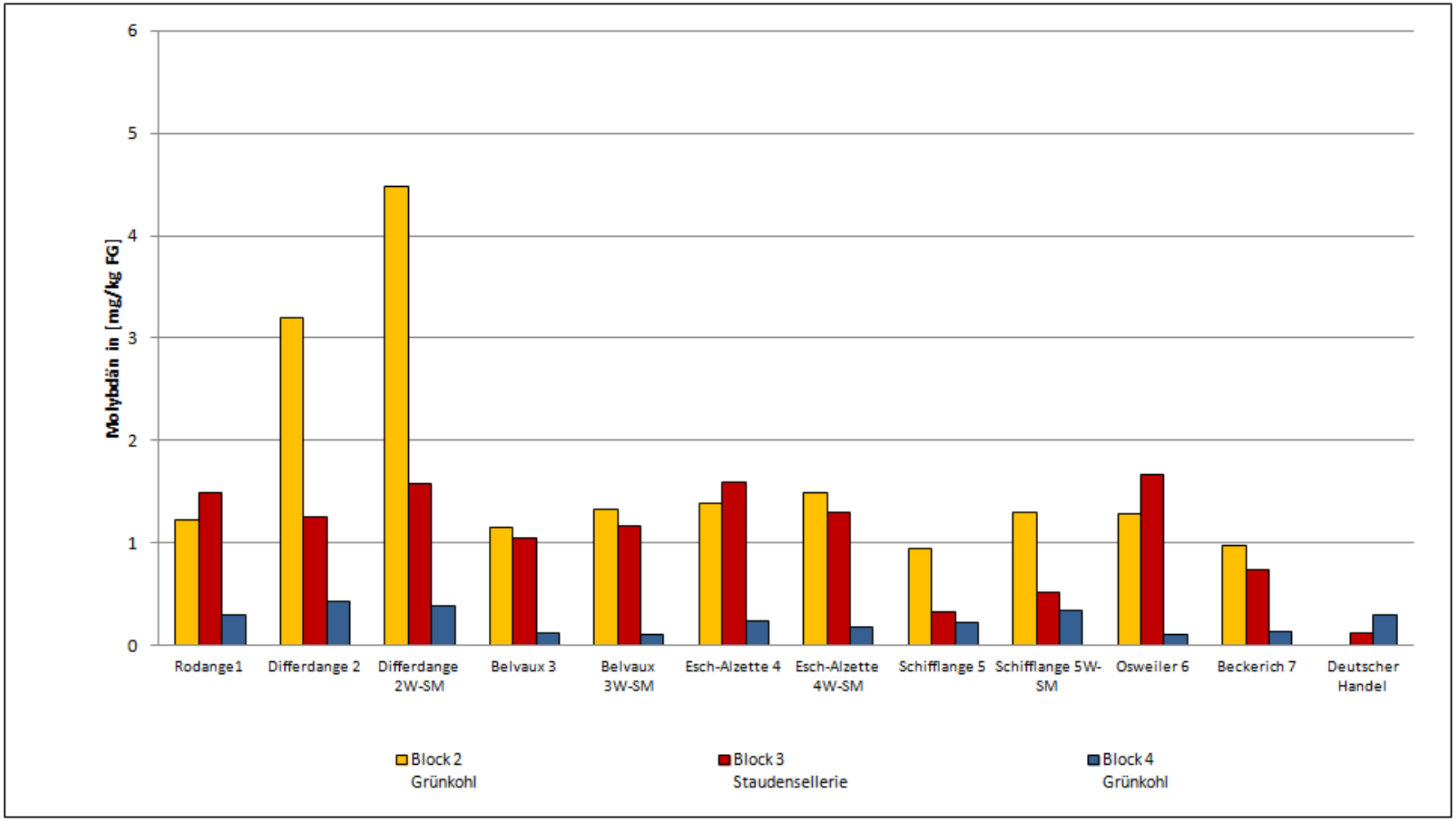


Abb. 8: Molybdän-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4. 8 Zink

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	15	3,9	20,4	27	5,5	15,1	24	3,6
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	49	9,8	17,6	67	11,8	12,8	44	5,6
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	46	11,3	17,0	53	9,0	12,5	39	4,9
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	17	3,9	19,7	35	6,9	14	29	4,1
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	17	4,6	19,5	31	6,0	14	21	2,9
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	34	6,8	20,4	98	20,0	15	32	4,8
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	36	7,4	18,1	77	13,9	16,4	28	4,6
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	13	3,4	19,5	35	6,8	15	21	3,2
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	18	5,3	20,0	29	5,8	15,5	24	3,7
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	15	4,1	21,7	29	6,3	15,7	21	3,3
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	13	3,4	20,4	27	5,5	14,6	22	3,2
	Probe aus deutschem Handel				11,7	62	7,3	20,9	23	4,8

Grünkohl - Hintergrundwert **40 mg/kg TS**

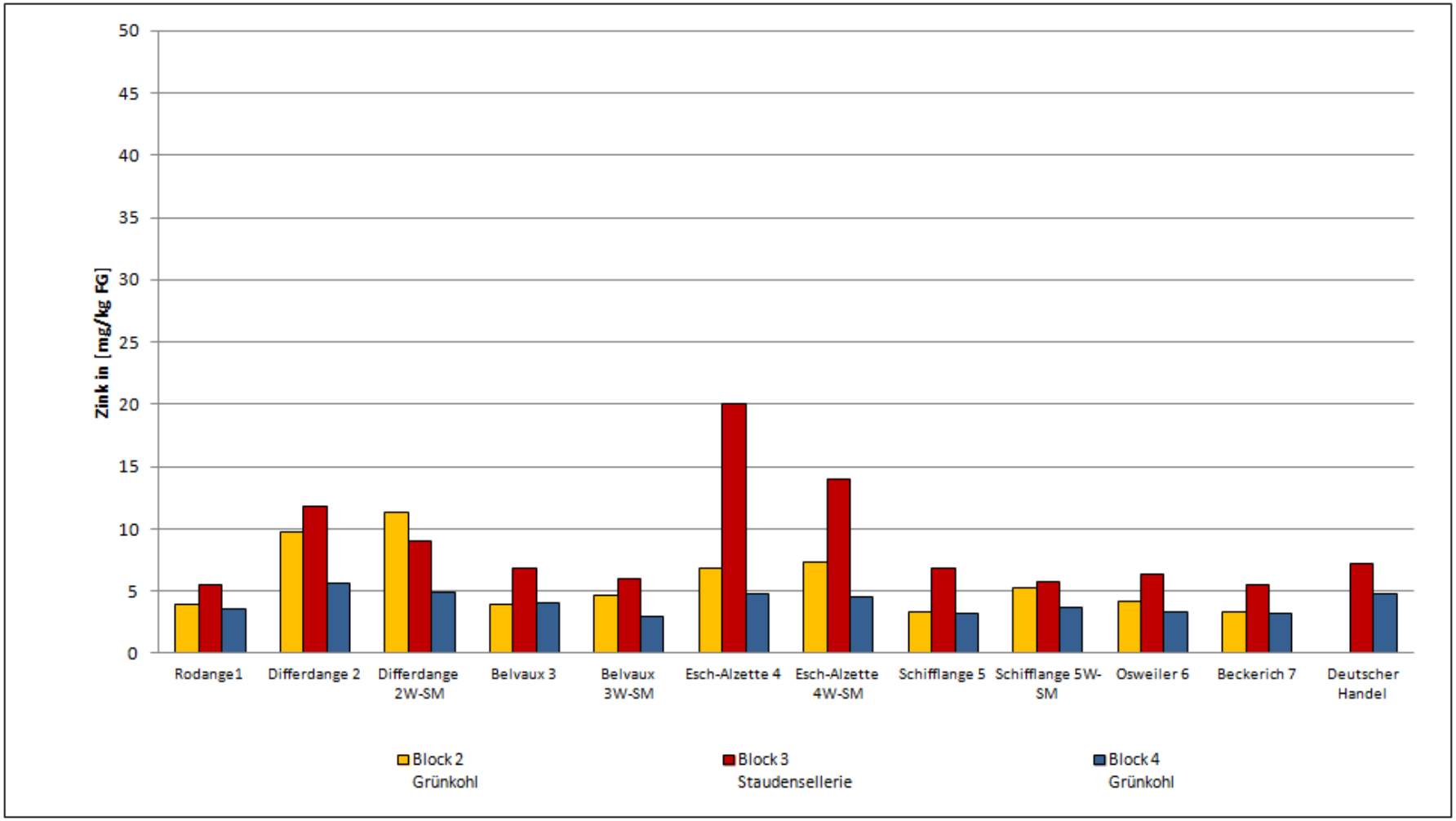


Abb. 9: Zink-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.9 Eisen

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	40	10,5	20,4	92	18,8	15,1	294	44,4
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	420	84,0	17,6	1060	186,6	12,8	825	105,6
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	322	78,9	17,0	360	61,2	12,5	353	44,1
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	72	16,7	19,7	140	27,6	14	298	41,7
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	40	10,9	19,5	88	17,2	14	143	20,0
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	421	84,2	20,4	1080	220,3	15	953	143,0
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	350	71,8	18,1	650	117,7	16,4	472	77,4
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	38	9,8	19,5	160	31,2	15	176	26,4
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	46	13,5	20,0	71	14,2	15,5	138	21,4
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	47	12,9	21,7	47	10,2	15,7	80	12,6
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	48	12,4	20,4	46	9,4	14,6	142	20,7
	Probe aus deutschem Handel				11,7	130	15,2	20,9	133	27,8

Grünkohl - Hintergrundwert	**100 mg/kg TS**

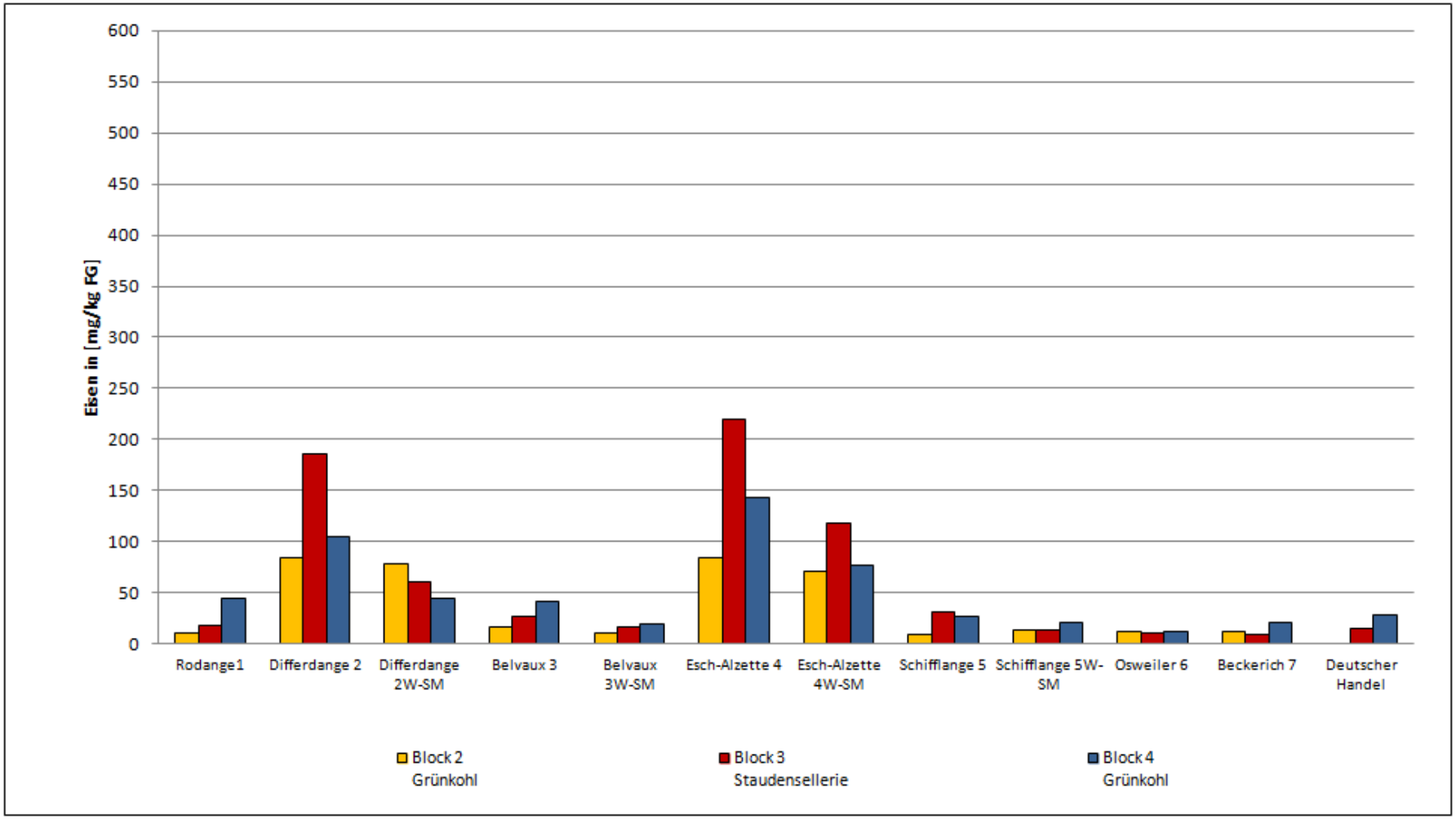


Abb. 10: Eisen-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.10 Calcium

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	21400	5607	20,4	25000	5100	15,1	19650	2967
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	50900	10180	17,6	29000	5104	12,8	28300	3622
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5	56700	13892	17,0	30400	5168	12,5	28150	3519
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	21200	4918	19,7	27400	5398	14	17150	2401
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3	22000	6006	19,5	26500	5168	14	16150	2261
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	26000	5200	20,4	28500	5814	15	22350	3353
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5	27700	5679	18,1	35000	6335	16,4	19550	3206
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	20600	5335	19,5	33200	6474	15	17350	2603
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4	21000	6174	20,0	18800	3760	15,5	21450	3325
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	21350	5850	21,7	35000	7595	15,7	20300	3187
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	18700	4825	20,4	26000	5304	14,6	20900	3051
	Probe aus deutschem Handel				11,7	30300	3545	20,9	18850	3940

Grünkohl - Hintergrundwert **30.000 mg/kg TS**

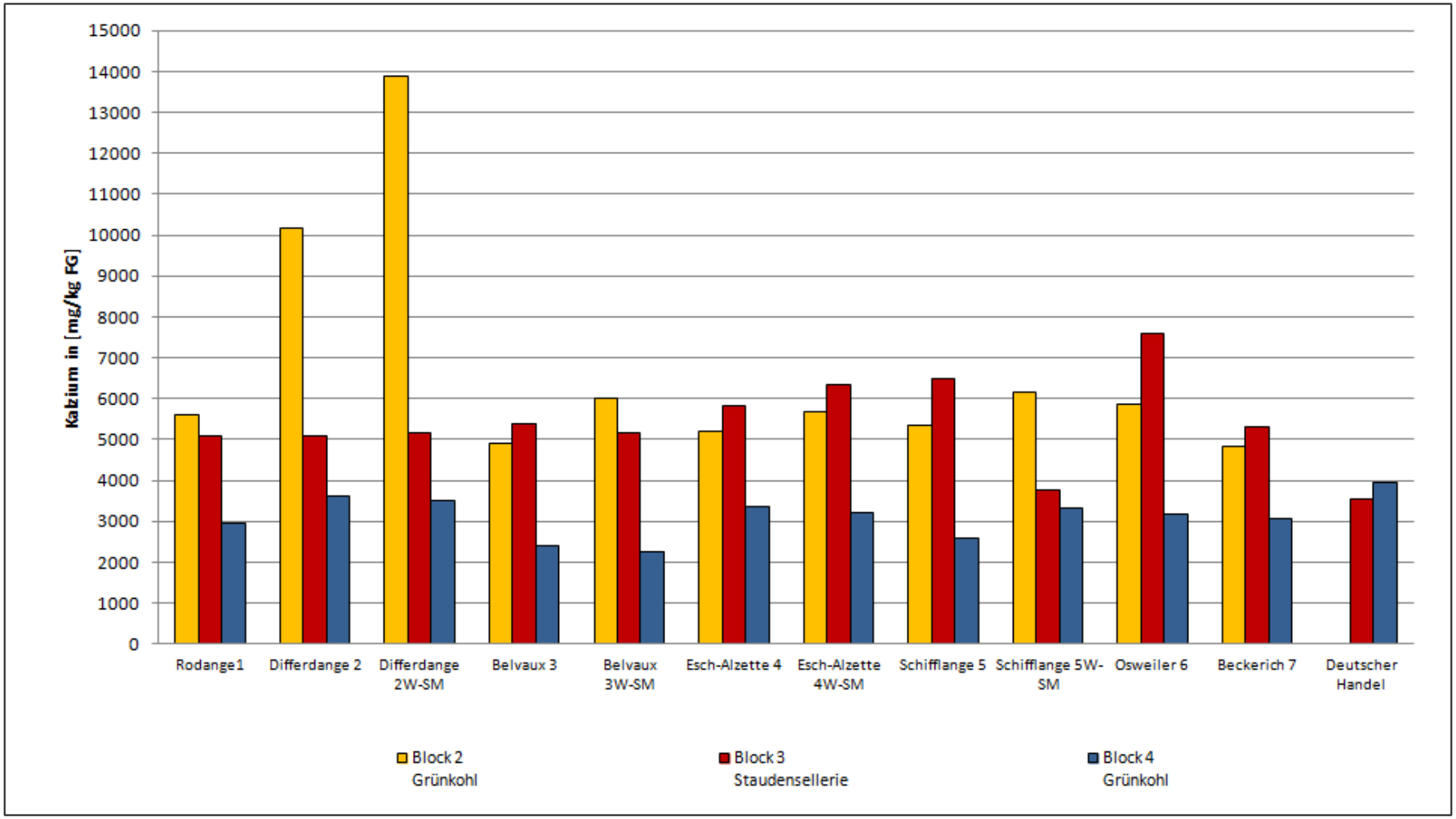


Abb. 11: Calcium-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.11 Benzo(a)pyren

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,2	0,1	20,4	0,7	0,1	15,1	7,5	1,1
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	2,3	0,5	17,6	3,4	0,6	12,8	8,3	1,1
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,6	0,1	19,7	0,9	0,2	14	6,7	0,9
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3			19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	2,3	0,5	20,4	2,9	0,6	15	7,2	1,1
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,9	0,2	19,5	9,5	1,9	15	8,6	1,3
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	1,0	0,3	21,7	0,9	0,2	15,7	6,4	1,0
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,8	0,2	20,4	1,0	0,2	14,6	9,4	1,4
	Probe aus deutschem Handel				11,7	4,00	0,5	20,9	5,8	1,2

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

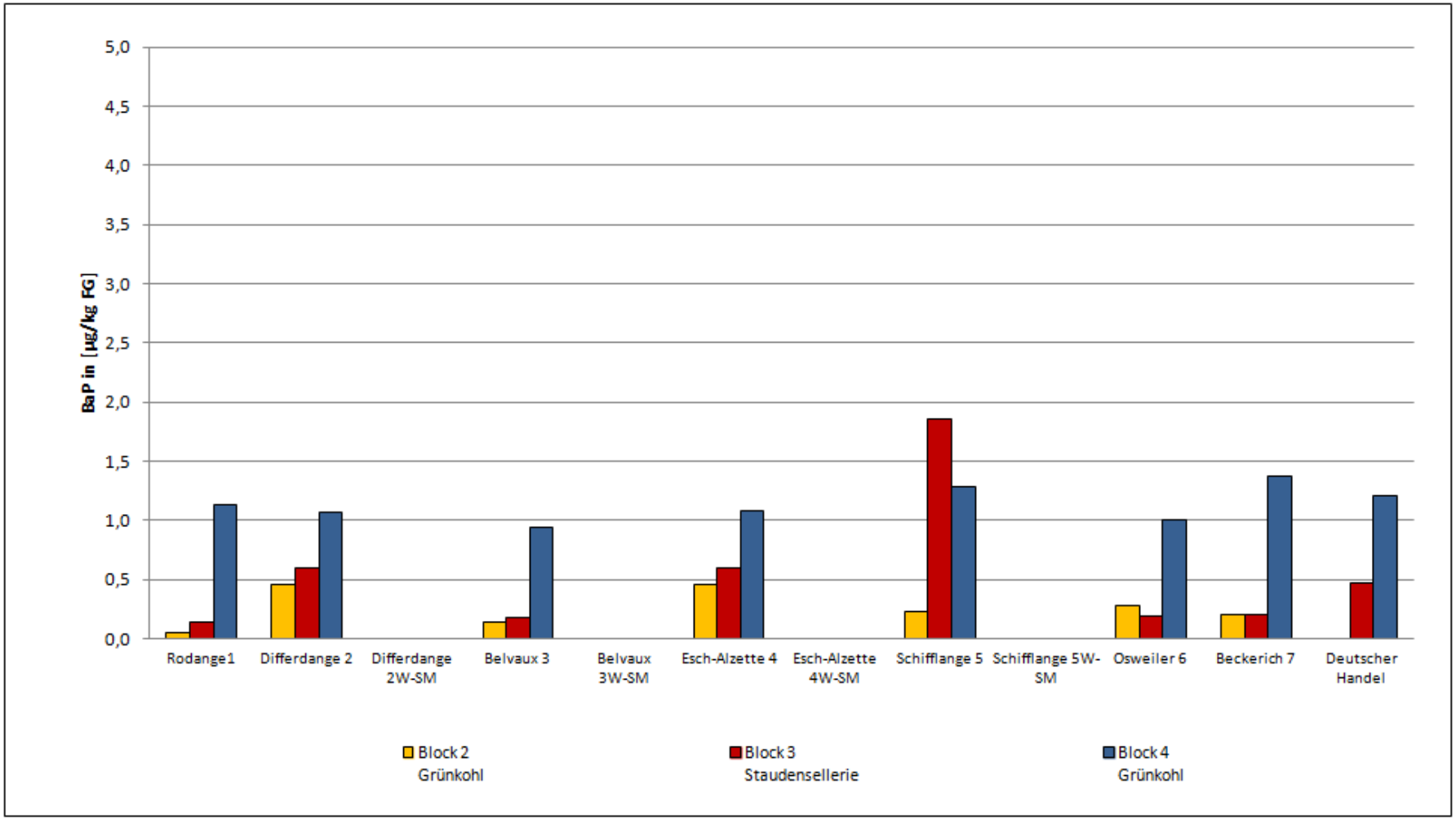


Abb. 12: Benzo(a)pyren-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.12 PAH-Summe (EPA610)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	26	7	20,4	320	65	15,1	420	63
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	137	27	17,6	1091	192	12,8	415	53
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	47	11	19,7	649	128	14	374	52
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3			19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	117	23	20,4	1547	316	15	392	59
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	70	18	19,5	2070	404	15	345	52
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	55	15	21,7	192	42	15,7	311	49
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	55	14	20,4	172	35	14,6	330	48
	Probe aus deutschem Handel				11,7	133	16	20,9	382	80

Grünkohl – Kontrollpflanzen (gefilterte Luft) 170 µg/kg TS

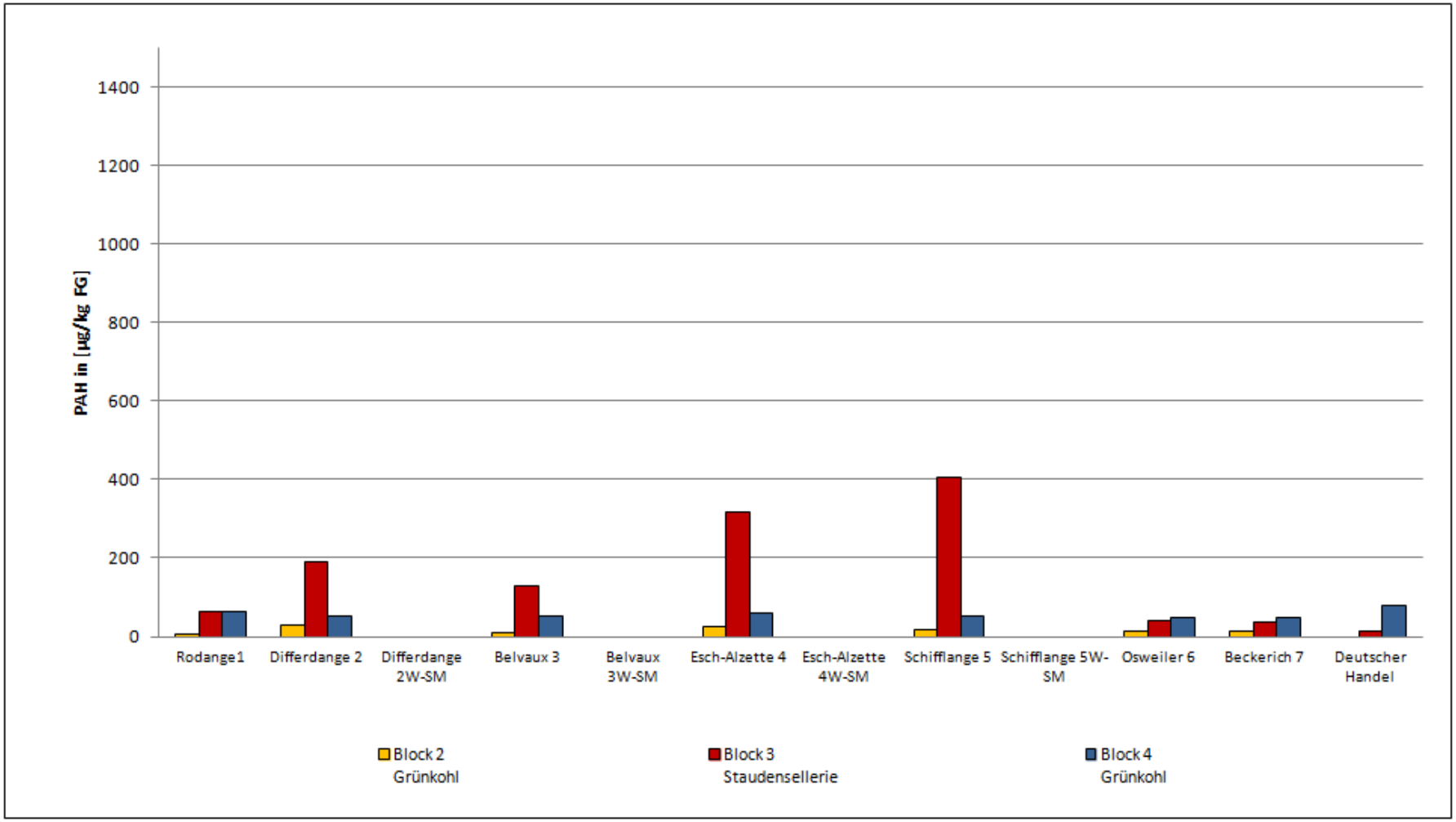


Abb. 13: PAH-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.13 TE nach WHO 97 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,20	0,05	20,4	0,10	0,02	15,1	0,73	0,11
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,82	0,16	17,6	0,39	0,07	12,8	1,28	0,16
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,19	0,04	19,7	0,14	0,03	14	0,60	0,08
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3			19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,18	0,04	20,4	0,47	0,10	15	0,52	0,08
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,20	0,05	19,5	0,11	0,02	15	0,45	0,07
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,19	0,05	21,7	0,10	0,02	15,7	0,53	0,08
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,20	0,05	20,4	0,09	0,02	14,6	0,52	0,08
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,31	0,04	20,9	0,50	0,10

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse	**0,3**	**ng/kg FG**
EU 774/2012 Heimtierfutter Auslösewerte	**1,25**	**ng/kg TS**
EU 774/2012 Heimtierfutter Höchstgehalt	**1,75**	**ng/kg TS**

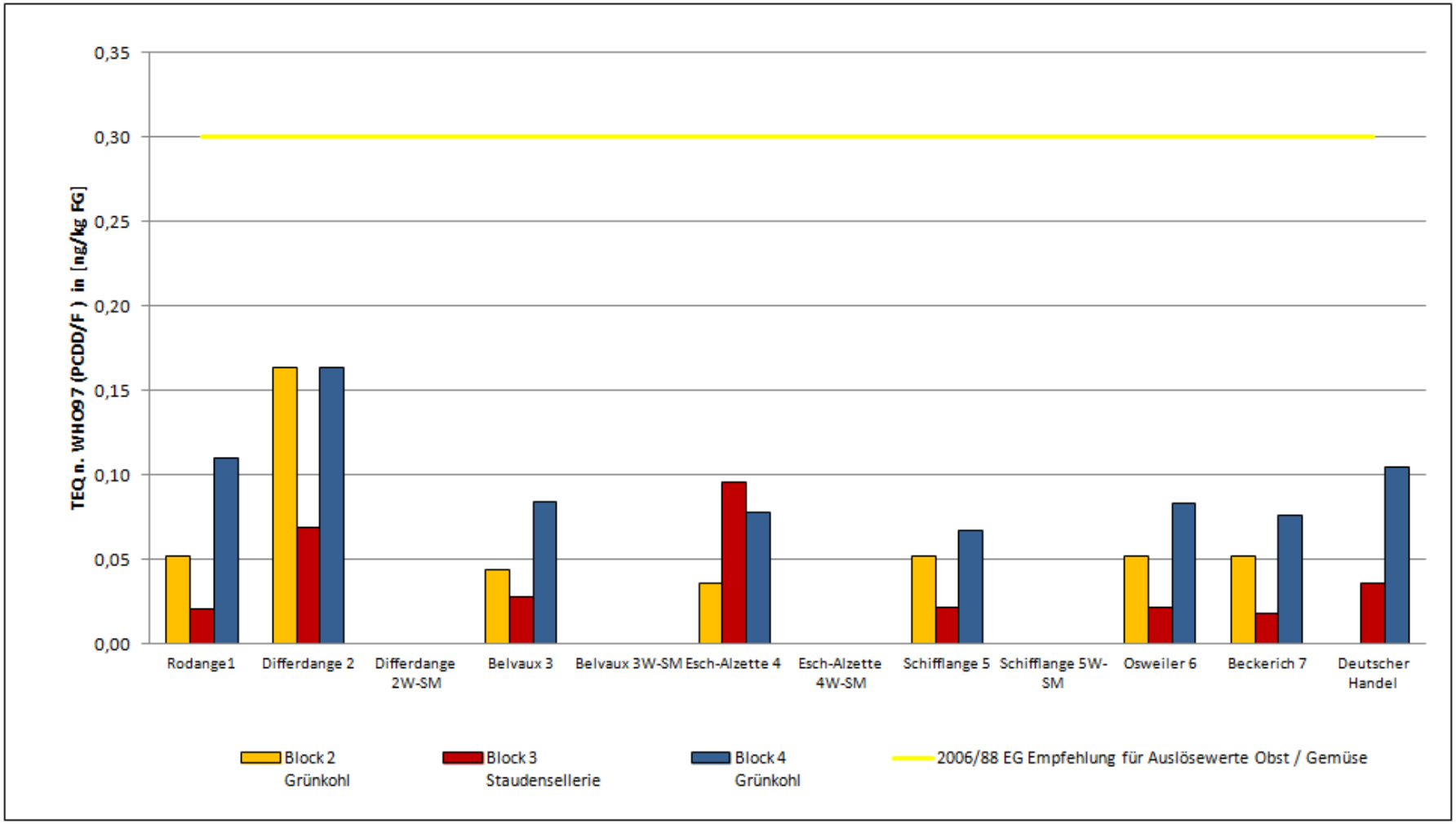


Abb.14: PCDD/F-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

4.14 TE nach WHO (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,21	0,06	20,4	0,15	0,03	15,1	0,57	0,09
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,72	0,14	17,6	0,47	0,08	12,8	0,55	0,07
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,31	0,07	19,7	0,25	0,05	14	0,43	0,06
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3			19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,7	0,14	20,4	0,61	0,12	15	0,53	0,08
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,19	0,05	19,5	0,25	0,05	15	0,26	0,04
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,18	0,05	21,7	0,11	0,02	15,7	0,24	0,04
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,15	0,04	20,4	0,09	0,02	14,6	0,18	0,03
	Probe aus deutschem Handel				11,7		0,02	20,9	0,32	0,07

EU 711/2013 Empfehlung für Auslösewerte Obst / Gemüse	**0,1**	**ng/kg FG**
EU 774/2012 Heimtierfutter Auslösewerte	**2,5**	**ng/kg TS**

Industrie Service

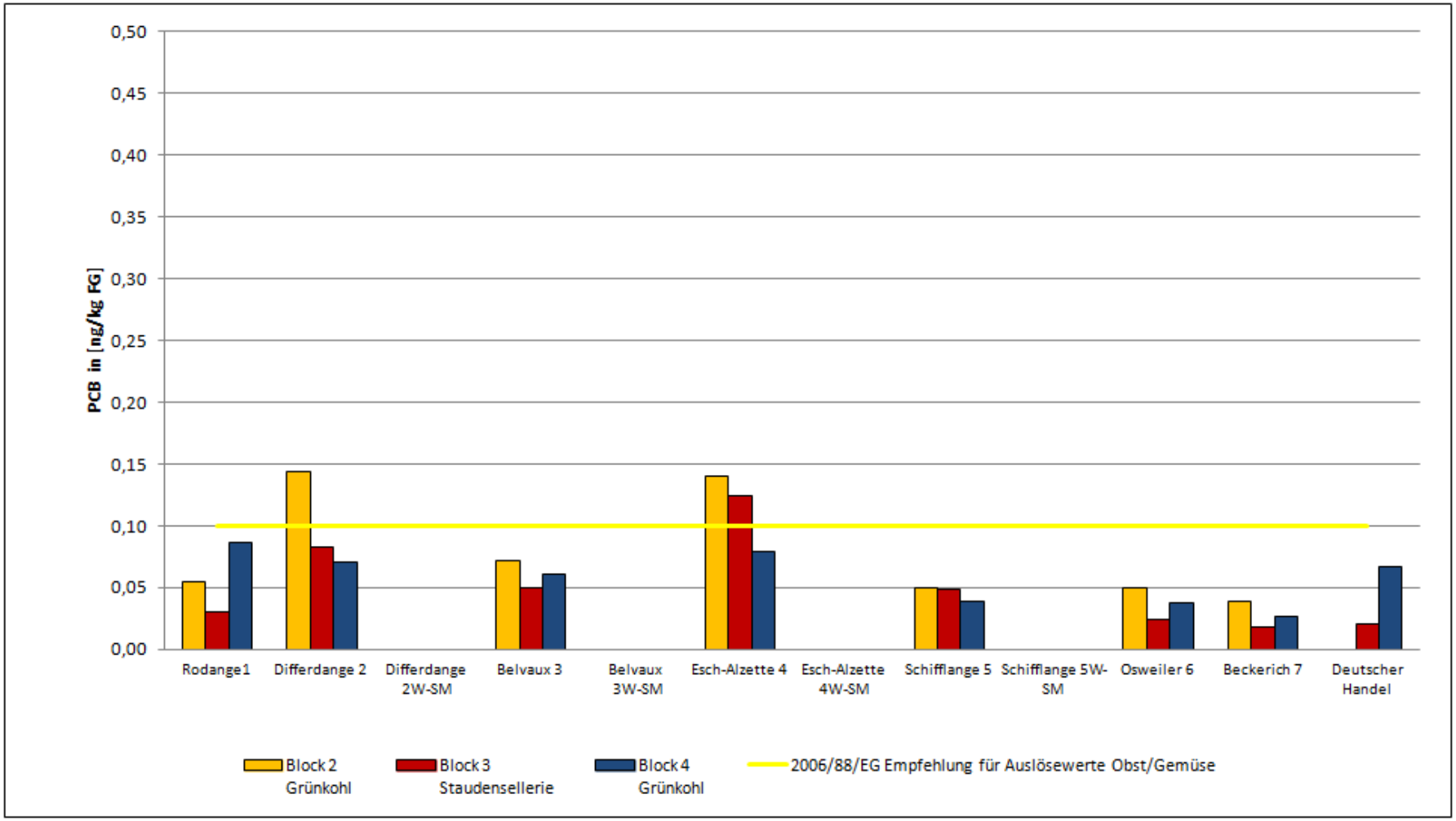


Abb. 15: PCB-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

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

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,40	0,10	20,4	0,25	0,05	15,1	1,31	0,20
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	1,55	0,31	17,6	0,86	0,15	12,8	1,83	0,23
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,50	0,12	19,7	0,40	0,08	14	1,03	0,14
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3			19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,88	0,18	20,4	1,08	0,22	15	1,05	0,16
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,38	0,10	19,5	0,36	0,07	15	0,70	0,11
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,37	0,10	21,7	0,21	0,05	15,7	0,77	0,12
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,35	0,09	20,4	0,18	0,04	14,6	0,69	0,10
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,48	0,06	20,9	0,82	0,17

Orientierungswert für intensivierte Überwachung (Umweltamt Luxembourg)	**3 ng/kg TS**
EU 774/2012 Heimtierfutter Höchstgehalt	**5,5 ng/kg TS**
Interventionswert in Anlehnung an LUA-NRW-Orientierungswert (Umweltamt Luxembourg)	**10 ng/kg TS**

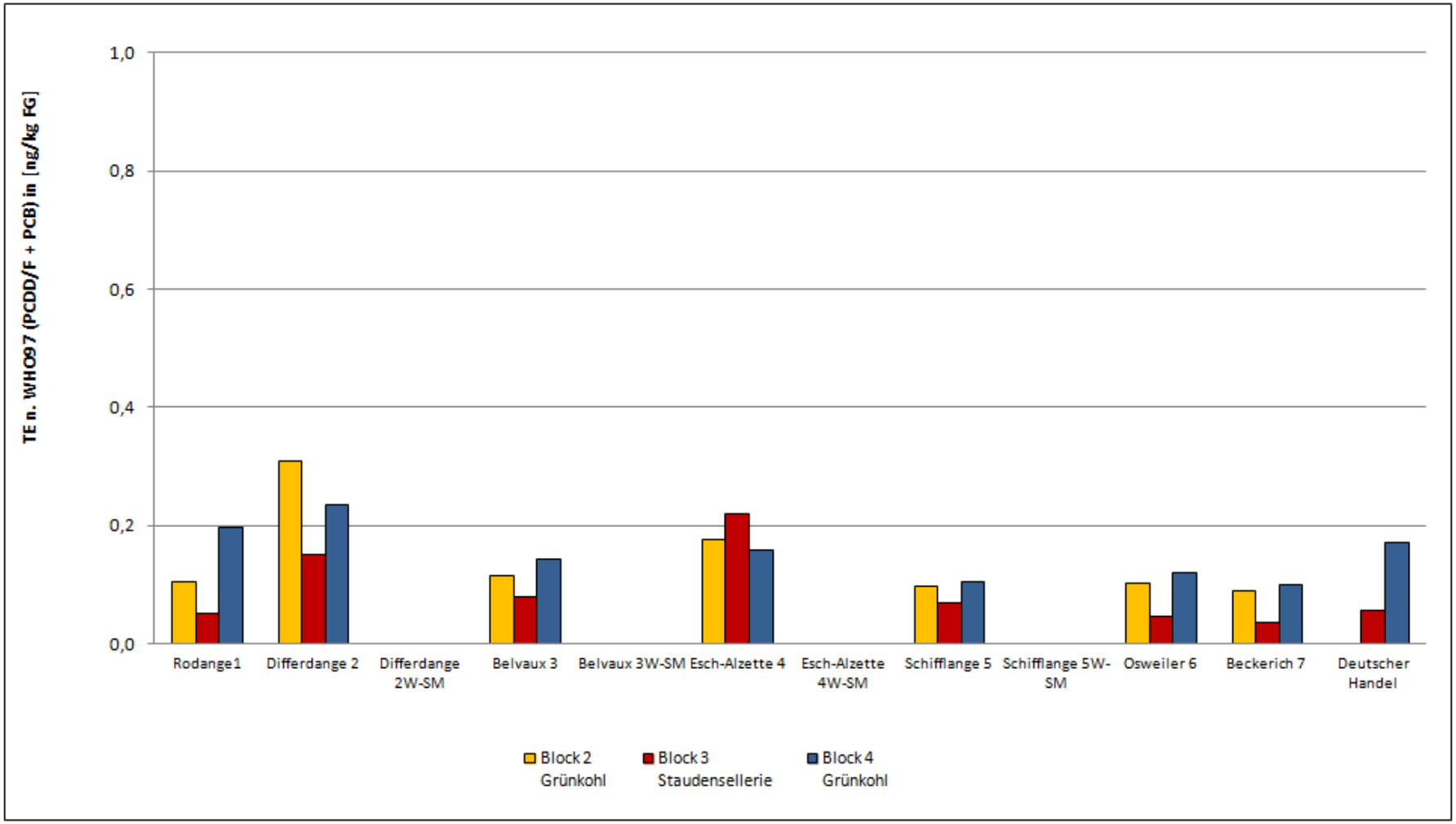


Abb. 16:PCDD/F + PCB-Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

5. PCDD/F-Homologenverteilung in Grünkohl des Block

In Abbildung 17 ist das Verteilungsmuster der PCDD/F-Homologengruppen der Grünkohlexponate aus Block 4 für die einzelnen Messpunkte dargestellt.

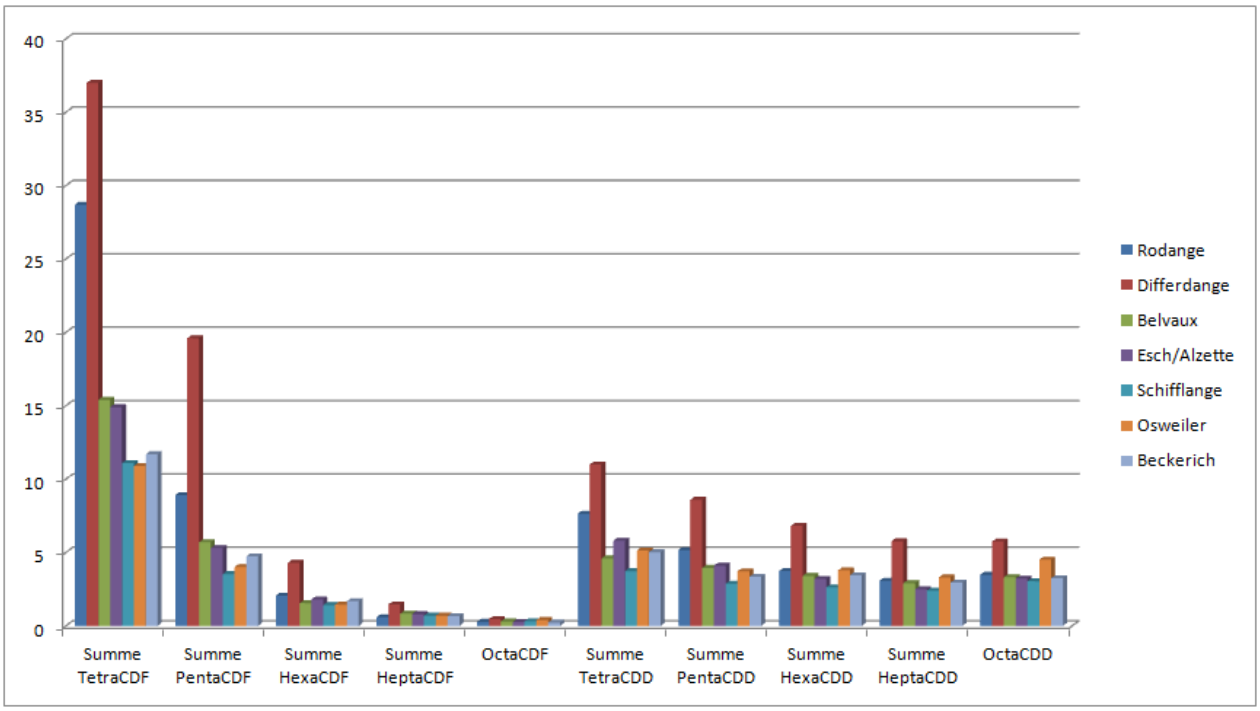


Abb. 17: Verteilung der Homologengruppen (Profil) der Grünkohlexponate aus Block 4 [ng/kg TS]

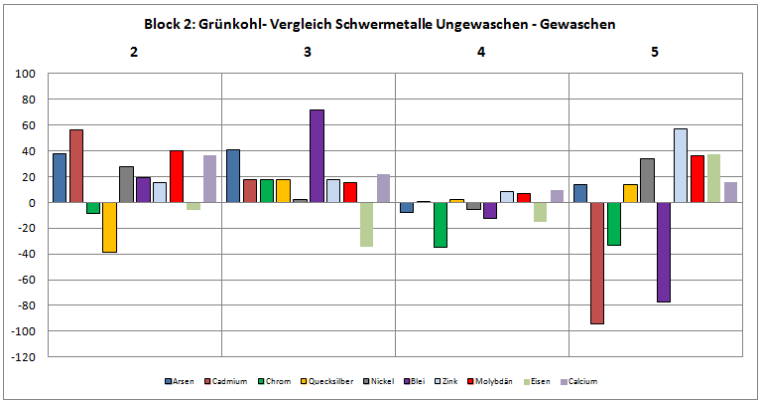
Die Homologenprofile der Grünkohlexponate aus Block 4 weisen an den einzelnen Messpunkten ein weitestgehend ähnliches Muster auf. Bei den Furanen nehmen die Chlorhomologengehalte von den tetrachlorierten zu den octachlorierten Verbindungen deutlich ab. Diese Abnahme ist bei den Dioxinen weniger stark ausgeprägt. Die Homologenprofile entsprechen im Wesentlichen dem typischen Hintergrundprofil mit einem Verbrennungsmuster.

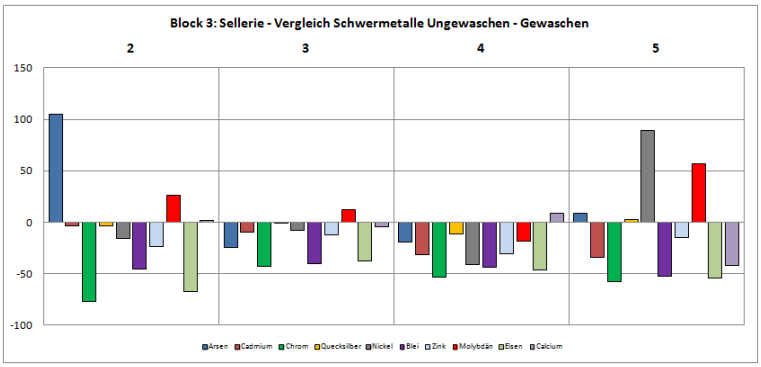
Hinweise auf Störeinflüsse durch lokale Quellen sind nicht abzuleiten.

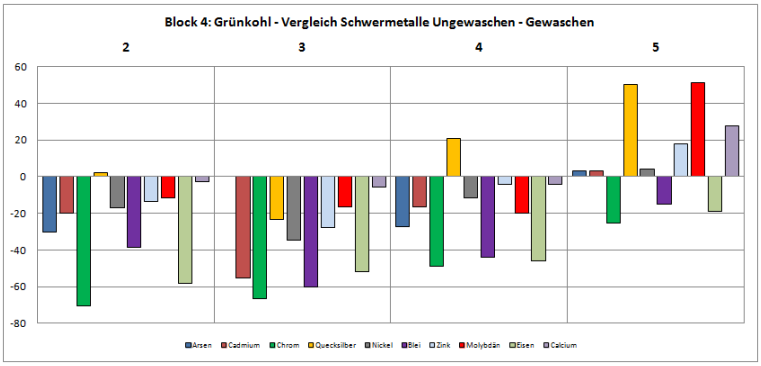
Industrie Service

6. Abwaschbarkeit der Stoffe

Die mit dem Waschen verbundenen relativen Veränderungen des Schwermetallgehaltes in Sellerie- und Grünkohlpflanzen werden in der Abbildung 18 wiedergegeben.







2 - Differdange
3 - Belvaux
4 - Esch/Alzette
5 - Schifflange

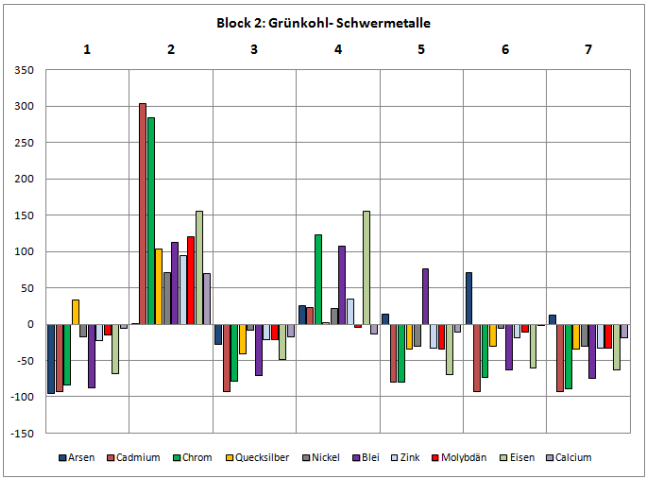
Abb. 18:
Relative Änderung des Schwermetallgehaltes vor und nach dem Waschen in Sellerie- und Grünkohlproben

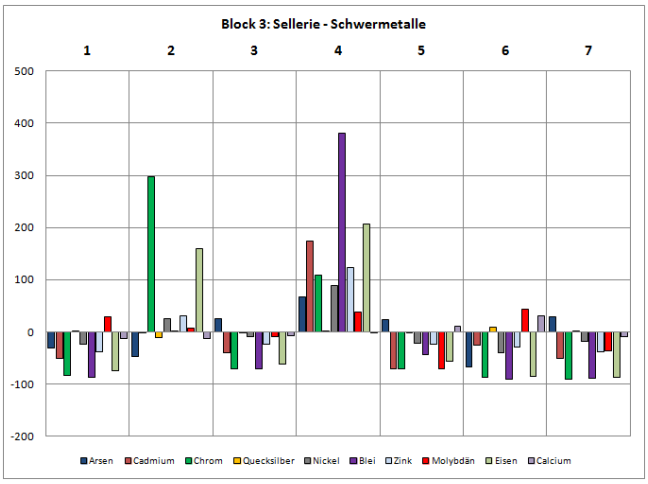
Bei der Mehrzahl der Proben ist eine deutliche Reduktion der Schwermetallgehalte durch das Waschen festzustellen. Die vereinzelt in den gewaschenen Proben geringfügig höheren Werte sind auf Basis der insgesamt sehr geringen Gehalten und der damit verbundenen analytischen Unsicherheit im Spurenbereich zu bewerten. Der Schwermetallgehalt wird durch das Waschen in der Mehrzahl der Proben um etwa 20 % bis 40 % reduziert.

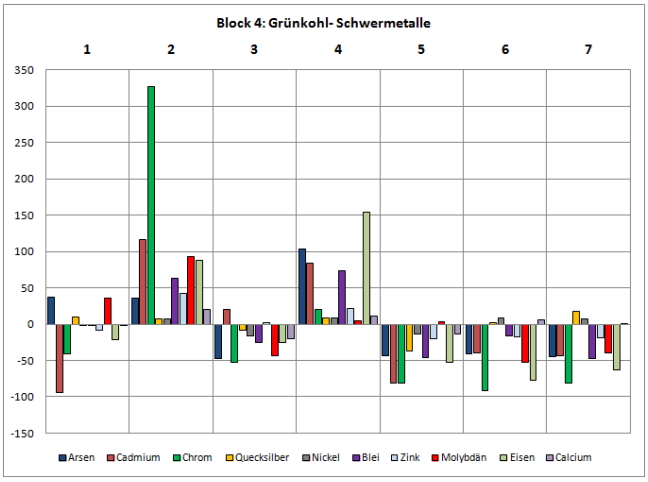
Industrie Service

7. Belastungsunterschiede im Messnetz

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





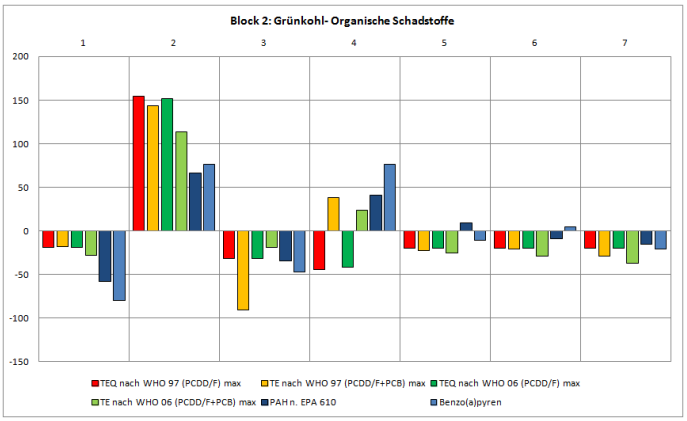


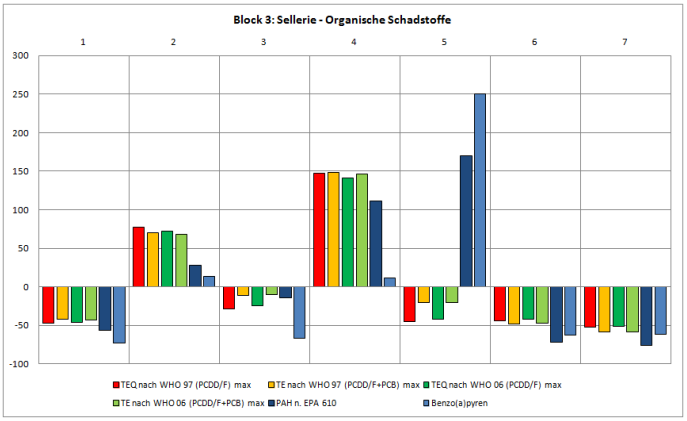
1 - Rodange
2 - Differdange
3 - Belvaux
4 - Esch/Alzette
5 - Schifflange
6 - Osweiler
7 - Beckerich

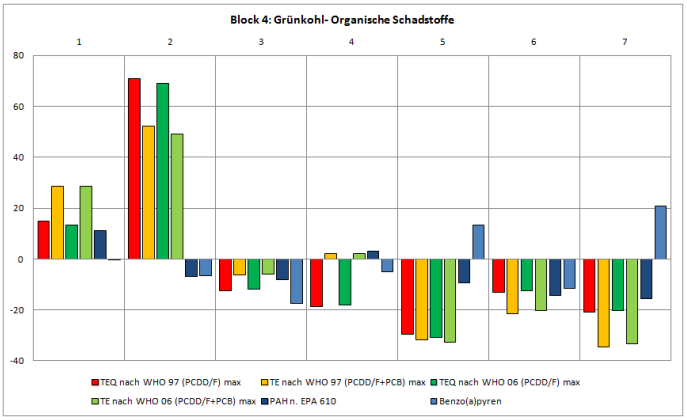
Abb.: 19:
Räumliche Verteilung anorganischer Schadstoffe im Messnetz

Bei den anorganischen Schadstoffen sind die höchsten Anreicherungen an der industriell geprägten Messstation in Differdange (2) und - etwas geringer ausgeprägt - an der Messstation in Esch/Alzette (4) festzustellen. Die vergleichsweise geringsten Schadstoffanreicherungen treten an den ländlich geprägten Messstationen in Beckerich (7), Osweiler (6) und Rodange (1) auf. Belvaux (3) und Schifflange (5) weisen im Untersuchungsjahr 2014 im Gegensatz zu den Vorjahren eher geringe, den ländlich geprägten Messpunkten vergleichbare Schadstoffwerte auf .

Die prozentuale Abweichung der organischen Schadstoffgehalte der einzelnen Messstationen vom Mittelwert aller Messstationen ist in Abbildung 20 wiedergegeben. Die vergleichsweise höchsten Gehalte finden sich an der Messstation Differdange (2). Esch/Alzette (4) und Schifflange (5) weisen etwas geringere Werte auf. Die insgesamt geringsten Werte finden sich in Osweiler(6). Bei den eher durchschnittlich belasteten Messstationen in Rodange (1), Belvaux (3) und Beckerich (7) fällt lediglich ein vergleichsweise erhöhter Benzo(a)Pyren-Gehalt an der Station Beckerich in Block 4 auf, der ggf. einer lokalen Quelle, wie z.B. dem Hausbrand, zuzuordnen ist.







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

Abb.: 20:
Räumliche Verteilung organischer Schadstoffe im Messnetz

Industrie Service

8. Anlagen

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

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

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

Industrie Service

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

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

Art der Landnutzung	Verfahren/ Vegetationstyp	Mittelwert	Bereich der Einzelwerte
Ländliche Gebiete/ Stadt-randgebiete	**Grünkohlverfahren**	**1,1**	0,4 - 2,2
	Nahrungspflanzen: [1)]		
	- Grünkohl	**0,8**	0,4 - 2,3
	- Salat	**0,4**	0,1 - 0,6
Städtische und/oder in-dustrielle 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

Industrie Service

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2014 (Block 2)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	< 0.03	0,21	< 0.03	< 0.03	< 0.03	<0,03	< 0.03
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	< 0.04	0,21	< 0.04	< 0.04	< 0.04	<0,04	< 0.03
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	<0,08	<0,14	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,07
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	<0,08	<0,13	<0,07	<0,07	<0,08	<0,07	<0,07
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	<0,12	0,56	0,17	0,14	<0,13	0,14	0,20
	- OctaCDD	<0,91	<1,56	<0,85	<0,87	<0,91	1,11	<0,78
	- 2,3,7,8-TetraCDF	<0,23	0,50	<0,22	<0,22	<0,24	<0,23	<0,2
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	<0,08	0,42	<0,07	<0,07	<0,08	<0,08	0,13
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	<0,09	0,45	<0,08	<0,08	<0,09	<0,08	0,10
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	<0,09	0,17	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,12
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	<0,08	0,19	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	0,11
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,06	<0,11	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	<0,08	0,13	<0,07	<0,07	<0,08	<0,07	0,12
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	<0,09	0,33	<0,08	<0,08	<0,09	<0,08	0,42
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	<0,06	<0,1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05
	- OctaCDF	<0,19	<0,32	<0,18	<0,18	<0,19	0,19	<0,16
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	**0,00**	**0,67**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,10**
	I-TEQ max**	**0,18**	**0,72**	**0,17**	**0,17**	**0,18**	**0,17**	**0,19**
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	**0,00**	**0,77**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,10**
	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	**0,20**	**0,82**	**0,19**	**0,18**	**0,20**	**0,19**	**0,20**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	**0,00**	**0,68**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,08**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	**0,18**	**0,73**	**0,17**	**0,17**	**0,18**	**0,17**	**0,18**
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	<0,42	<0,73	<0,40	0,86	<0,4	<0,4	<0,4
	PCB 77	8	23	7	27	8	7	4
	PCB 126	1,3	5,5	2,30	5,7	2	1,10	0,93
	PCB 169	<1,9	<3,2	<1,8	<1,8	<1,9	<1,8	<1,6
	PCB 123	2	5	2	5	2	1	1
	PCB 118	119	396	127	313	116	94	51
	PCB 114	3	10	3	9	3	2	1
	PCB 105	45	201	48	143	44	34	17
	PCB 167	8	40	12	24	8	6	3
	PCB 156	12	82	20	45	12	11	5
	PCB 157	2,3	15,8	3,5	9,3	2,2	1,9	1,0
	PCB 189	1	8	2	4	1	1	1
	TE nach WHO 97 (PCB)	**0,16**	**0,66**	**0,26**	**0,65**	**0,18**	**0,13**	**0,10**
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	**0,21**	**0,72**	**0,31**	**0,70**	**0,19**	**0,18**	**0,15**
	TE nach WHO 06 (PCB)	**0,14**	**0,57**	**0,24**	**0,59**	**0,16**	**0,12**	**0,10**
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	**0,19**	**0,67**	**0,29**	**0,64**	**0,21**	**0,17**	**0,15**
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	**TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)**	**0,16**	**1,44**	**0,26**	**0,65**	**0,18**	**0,13**	**0,20**
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	**0,40**	**1,55**	**0,50**	**0,88**	**0,38**	**0,37**	**0,35**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	**0,14**	**1,25**	**0,24**	**0,59**	**0,16**	**0,12**	**0,17**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	**0,36**	**1,40**	**0,46**	**0,81**	**0,38**	**0,34**	**0,32**
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	<7,2	<8,1	<7,1	<7,4	<7,3	<7,1	<7,0
	Acenaphthylen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Acenaphten	<0,4	0,6	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4
	Fluoren	1,2	2,1	1,9	2,3	1,7	1,6	1,6
	Phenanthren	10,8	24,8	19	28	26	19,7	20,0
	Anthracen	0,5	1,7	0,8	1,7	0,6	0,5	0,4
	Fluoranthen	7,2	42,0	13,9	37,5	25,6	19,3	19,1
	Pyren	3,5	17,1	4,4	15,9	6,9	5,8	5,6
	Benz(a)anthracen	0,5	8,9	0,8	4,7	0,7	0,7	0,6
	Chrysen	0,8	17,7	1,5	9,1	1,6	1,0	1,6
	Benzo(b)fluoranthen	0,9	13,5	2,1	8,5	2,9	2,7	2,4
	Benzo(k)fluoranthen	0,2	3,6	0,5	2,4	0,8	0,7	0,7
	Benzo(a)pyren	0,2	2,3	0,6	2,3	0,9	1,0	0,8
	Dibenz(a,h)anthracen	<0,1	0,3	<0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,3	1,6	0,5	1,9	0,9	0,9	0,8
	Benzo(g,h,i)perylen	0,2	1,2	0,3	1,4	0,7	0,8	0,7
	Summe PAH nach EPA 610	**26,3**	**137,4**	**46,6**	**116,7**	**70**	**54,8**	**54,5**
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	**26,3**	**137,4**	**46,6**	**116,7**	**70**	**54,8**	**54,5**

Industrie Service

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Sellerie 2014 (Block 3)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	< 0,01	0,03	0,01	0,04	<0,01	< 0,01	< 0,01
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,02	0,07	0,03	0,10	0,02	0,02	< 0,02
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	< 0,03	0,04	< 0,03	0,06	<0,02	< 0,03	< 0,03
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	< 0,03	0,10	< 0,04	0,18	<0,03	< 0,04	< 0,04
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	< 0,03	0,05	< 0,03	0,09	<0,03	< 0,03	< 0,03
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,11	0,56	0,20	0,94	0,22	0,11	0,20
	- OctaCDD	0,43	1,60	0,53	1,37	1,41	< 0,40	0,91
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,17	0,61	0,30	0,67	0,19	0,10	0,07
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,05	0,22	0,07	0,26	0,06	0,05	< 0,02
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,05	0,28	0,08	0,33	0,06	0,05	< 0,04
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	< 0,04	0,15	< 0,04	0,16	<0,04	< 0,04	< 0,04
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	< 0,04	0,15	< 0,04	0,19	0,04	0,04	< 0,04
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<0,03	< 0,03	< 0,03
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	< 0,03	0,12	< 0,03	0,20	0,03	< 0,03	< 0,03
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,06	0,31	0,07	0,39	0,09	0,06	0,08
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	< 0,03	0,03	< 0,03	0,10	<0,03	< 0,03	< 0,03
	- OctaCDF	< 0,08	0,17	< 0,08	0,29	0,09	< 0,08	0,24
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	**0,05**	**0,34**	**0,10**	**0,40**	**0,07**	**0,05**	**0,01**
	I-TEQ max**	**0,09**	**0,35**	**0,12**	**0,41**	**0,10**	**0,08**	**0,09**
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	**0,06**	**0,39**	**0,12**	**0,47**	**0,08**	**0,06**	**0,01**
	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	**0,10**	**0,39**	**0,14**	**0,47**	**0,11**	**0,10**	**0,09**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	**0,05**	**0,33**	**0,10**	**0,40**	**0,07**	**0,05**	**0,01**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	**0,09**	**0,33**	**0,13**	**0,40**	**0,10**	**0,09**	**0,08**
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	0,36	1,52	0,46	2,8	0,74	0,27	<0,20
	PCB 77	11	42	14	57	22	6	5
	PCB 126	1	4	2	5	2	1	1
	PCB 169	<0,80	<0,76	<0,81	<0,81	<0,78	<0,83	<0,83
	PCB 123	1	4	2	5	2	1	1
	PCB 118	92	258	110	328	144	47	36
	PCB 114	3	8	3	11	4	1	1
	PCB 105	30	115	40	145	57	17	27
	PCB 167	5	17	9	18	8	2	2
	PCB 156	8	37	16	38	14	4	4
	PCB 157	1,6	7,4	3	8	2,8	0,8	0,7
	PCB 189	1	4	4	4	1	<0,31	0,36
	TE nach WHO 97 (PCB)	**0,12**	**0,44**	**0,23**	**0,58**	**0,23**	**0,09**	**0,07**
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	**0,15**	**0,47**	**0,25**	**0,61**	**0,25**	**0,11**	**0,09**
	TE nach WHO 06 (PCB)	**0,10**	**0,39**	**0,21**	**0,52**	**0,20**	**0,09**	**0,06**
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	**0,13**	**0,42**	**0,23**	**0,55**	**0,22**	**0,11**	**0,09**
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	**TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)**	**0,18**	**0,83**	**0,35**	**1,05**	**0,31**	**0,16**	**0,08**
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	**0,25**	**0,86**	**0,40**	**1,08**	**0,36**	**0,21**	**0,18**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	**0,16**	**0,72**	**0,31**	**0,92**	**0,27**	**0,14**	**0,07**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	**0,22**	**0,75**	**0,36**	**0,95**	**0,32**	**0,19**	**0,16**
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	21,3	8,4	11,4	15,2	10,7	13,2	<6,26
	Acenaphthylen	14,3	24,7	18,3	62,1	16,2	5,8	2,4
	Acenaphten	55,9	118,0	107,0	170,0	233,0	23,9	13,0
	Fluoren	63,6	160,0	121,0	183,0	265,0	39,4	27,4
	Phenanthren	110,0	538,0	289,0	710,0	1160,0	71,7	58,9
	Anthracen	1,8	4,5	2,6	7,6	4,4	0,7	1,0
	Fluoranthen	27,1	117,0	55,8	204,0	217,0	17,9	41,8
	Pyren	17,2	67,5	30,5	130,0	85,0	10,4	16,9
	Benz(a)anthracen	1,3	7,8	2,2	11,8	7,5	1,0	1,3
	Chrysen	2,5	17,1	4,2	26,1	12,5	1,9	2,7
	Benzo(b)fluoranthen	2,2	13,1	3,4	14,0	22,9	2,3	2,8
	Benzo(k)fluoranthen	0,5	3,1	0,7	2,8	6,6	0,6	0,7
	Benzo(a)pyren	0,7	3,4	0,9	2,9	9,5	0,9	1,0
	Dibenz(a,h)anthracen	0,1	0,7	0,2	0,6	2,2	0,2	0,2
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,8	3,7	1,0	3,5	9,8	1,0	1,0
	Benzo(g,h,i)perylen	0,8	3,5	0,9	2,9	7,6	0,8	0,9
	Summe PAH nach EPA 610	**320**	**1091**	**649**	**1547**	**2070**	**192**	**172**
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	**299**	**1082**	**638**	**1531**	**2059**	**178**	**172**

Industrie Service

Tabelle A3: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2014 (Block 4)

	Station	1	2	3	4	5	6	7
PCDD/F [ng/kg TS]	- 2,3,7,8-TetraCDD	0,07	0,10	0,05	0.04	0.04	0.04	0,05
	- 1,2,3,7,8-PentaCDD	0,14	0,34	0,15	0,13	0,09	0,15	0,13
	- 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,11	0,20	0,10	n.n.	0,07	0,14	0,12
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,20	0,43	n.n.	0,19	0,17	0,22	0,19
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,16	0,30	n.n.	0,14	0,13	0,16	0,16
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	1,50	2,75	1,41	1,35	1,21	1,55	1,43
	- OctaCDD	3,5	5,75	3,32	3,20	3,04	4,52	3,3
	- 2,3,7,8-TetraCDF	0,99	0,91	0,48	0,4	0,36	0,43	0,39
	- 1,2,3,7,8(+1,2,3,4,8)-PentaCDF	0,38	0,67	0,28	0,25	0,2	0,22	0,20
	- 2,3,4,7,8-PentaCDF	0,52	0,9	0,40	0,35	0,31	0,32	0,31
	- 1,2,3,4,7,8(+1,2,3,4,7,9)-HexaCDF	0,25	0,50	0,21	0,21	0,19	n.n.	0,22
	- 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,23	0,47	0,200	0,20	0,19	n.n.	0,19
	- 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	<0,06	<0,08	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
	- 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,18	0,36	0,19	0,19	0,16	0,17	0,16
	- 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,52	0,99	0,53	0,53	0,49	0,48	0,48
	- 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,06	0,11	0,09	0,07	<0,06	<0,06	<0,06
	- OctaCDF	0,3	0,47	0,30	0,28	0,31	0,40	0,23
	I-TEQ (TE nach NATO/CCMS)	**0,66**	**1,11**	**0,52**	**0,45**	**0,40**	**0,45**	**0,45**
	I-TEQ max**	**0,67**	**1,12**	**0,53**	**0,46**	**0,41**	**0,46**	**0,45**
	TE nach WHO 97 (PCDD/F)	**0,73**	**1,27**	**0,60**	**0,51**	**0,44**	**0,52**	**0,51**
	TEQ nach WHO 97 (PCDD/F) max**	**0,73**	**1,28**	**0,60**	**0,52**	**0,45**	**0,53**	**0,52**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F)	**0,62**	**1,08**	**0,51**	**0,44**	**0,37**	**0,46**	**0,44**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F) max**	**0,62**	**1,09**	**0,52**	**0,45**	**0,38**	**0,46**	**0,45**
PCB [ng/kg TS]	PCB 81	<0,4	0,68	0,59	0,7	<0,41	<0,42	<0,42
	PCB 77	19	15	13	14	11	7	7
	PCB 126	4	4	3	4	2	2	1
	PCB 169	<1,9	<1,8	<1,8	<1,9	<1,8	<1,9	<1,8
	PCB 123	3	3	2	4	2	2	2
	PCB 118	274	339	207	322	191	103	118
	PCB 114	6	7	5	8	4	2	2
	PCB 105	107	139	77	277	75	34	43
	PCB 167	24	33	16	26	16	11	9
	PCB 156	49	74	32	50	29	22	17
	PCB 157	8,4	11,1	5,2	9	5,1	3,1	3,2
	PCB 189	4	7	3	4	2	3	1
	TE nach WHO 97 (PCB)	**0,51**	**0,49**	**0,37**	**0,48**	**0,20**	**0,19**	**0,12**
	TE nach WHO 97 (PCB) max**	**0,57**	**0,55**	**0,43**	**0,53**	**0,26**	**0,24**	**0,18**
	TE nach WHO 06 (PCB)	**0,46**	**0,42**	**0,33**	**0,40**	**0,16**	**0,17**	**0,10**
	TE nach WHO 06 (PCB) max**	**0,52**	**0,47**	**0,39**	**0,46**	**0,22**	**0,22**	**0,16**
PCDD/F + PCB [ng/kg TS]	**TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB)**	**1,24**	**1,76**	**0,97**	**0,99**	**0,64**	**0,71**	**0,63**
	TE nach WHO 97 (PCDD/F + PCB) max**	**1,31**	**1,83**	**1,03**	**1,05**	**0,70**	**0,77**	**0,69**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB)	**1,07**	**1,50**	**0,84**	**0,84**	**0,54**	**0,62**	**0,55**
	TE nach WHO 06 (PCDD/F + PCB) max**	**1,14**	**1,56**	**0,90**	**0,91**	**0,60**	**0,68**	**0,61**
PAH [µg/kg TS]	Naphthalin	<7,86	<49,2	<8,06	<7,56	<7,2	<7,89	<7,82
	Acenaphthylen	0,4	1,0	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
	Acenaphten	<0,33	<2,09	<0,34	<0,3	<0,31	<0,34	<0,33
	Fluoren	2,8	<2,02	2,5	2,4	2,6	2,4	3,0
	Phenanthren	75,4	53,8	77,1	82,9	73,8	65,9	70,4
	Anthracen	5,3	4,3	5,0	8,7	5,1	3,7	4,0
	Fluoranthen	127,0	119,0	119,0	117,0	103,0	98,7	86,0
	Pyren	81,8	82,4	75,5	77,5	63,9	55,3	55,8
	Benz(a)anthracen	23,3	26,8	17,4	16,7	14,1	11,2	14,5
	Chrysen	44,2	48,9	21,0	28,0	24,2	24,6	28,8
	Benzo(b)fluoranthen	26,3	38,5	25,1	25,9	23,7	20,9	27,9
	Benzo(k)fluoranthen	6,9	8,5	5,7	6,0	6,2	5,2	7,2
	Benzo(a)pyren	7,5	8,3	6,7	7,2	8,6	6,4	9,4
	Dibenz(a,h)anthracen	1,6	2,2	1,5	1,6	2,0	1,3	2,0
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	10,3	12,1	10,1	10,4	10,2	9,2	11,8
	Benzo(g,h,i)perylen	7,7	9,3	7,2	7,6	7,7	6,3	8,6
	Summe PAH nach EPA 610	**420**	**415**	**374**	**392**	**345**	**311**	**330**
	Summe PAH (ohne Naphthalin)	**420**	**415**	**374**	**392**	**345**	**311**	**330**

Industrie Service

Tabelle A4: PCDD/F-, PCB- und PAH-Gehalte in Grünkohl 2014 (Block 4)

	Stationen	1	2	3	4	5	6	7
Hologensummen [ng/kg TS]	Summe TetraCDD	7,6	11,0	4,6	5,8	3,7	5,1	5,0
	Summe PentaCDD	5,2	8,6	4,0	4,1	2,9	3,7	3,3
	Summe HexaCDD	3,7	6,8	3,4	3,2	2,6	3,8	3,5
	Summe HeptaCDD	3,1	5,8	2,9	2,5	2,4	3,3	3,0
	OctaCDD	3,5	5,8	3,3	3,2	3,0	4,5	3,3
	Summe TetraCDF	28,7	37,0	15,4	14,9	11,1	10,9	11,7
	Summe PentaCDF	8,9	19,6	5,7	5,3	3,5	4,0	4,7
	Summe HexaCDF	2,1	4,3	1,6	1,8	1,4	1,5	1,7
	Summe HeptaCDF	0,6	1,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
	OctaCDF	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2
	Summe PCDD	**23,1**	**37,9**	**18,2**	**18,8**	**14,7**	**20,5**	**18,0**
	Summe PCDF	**40,5**	**62,8**	**23,8**	**23,1**	**17,1**	**17,5**	**19,0**
	TE nach BGA	**0,93**	**1,45**	**0,61**	**0,57**	**0,24**	**0,48**	**0,51**

Industrie Service

Anhang 8.1 TE nach WHO 06 (PCDD/F)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,18	0,05	20,4	0,09	0,02	15,1	0,62	0,09
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,73	0,15	17,6	0,33	0,06	12,8	1,09	0,14
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,17	0,04	19,7	0,13	0,03	14	0,52	0,07
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3		0,00	19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,17	0,03	20,4	0,4	0,08	15	0,45	0,07
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,18	0,05	19,5	0,1	0,02	15	0,38	0,06
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,17	0,05	21,7	0,09	0,02	15,7	0,46	0,07
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,18	0,05	20,4	0,08	0,02	14,6	0,45	0,07
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,27	0,03	20,9	0,44	0,09

Industrie Service

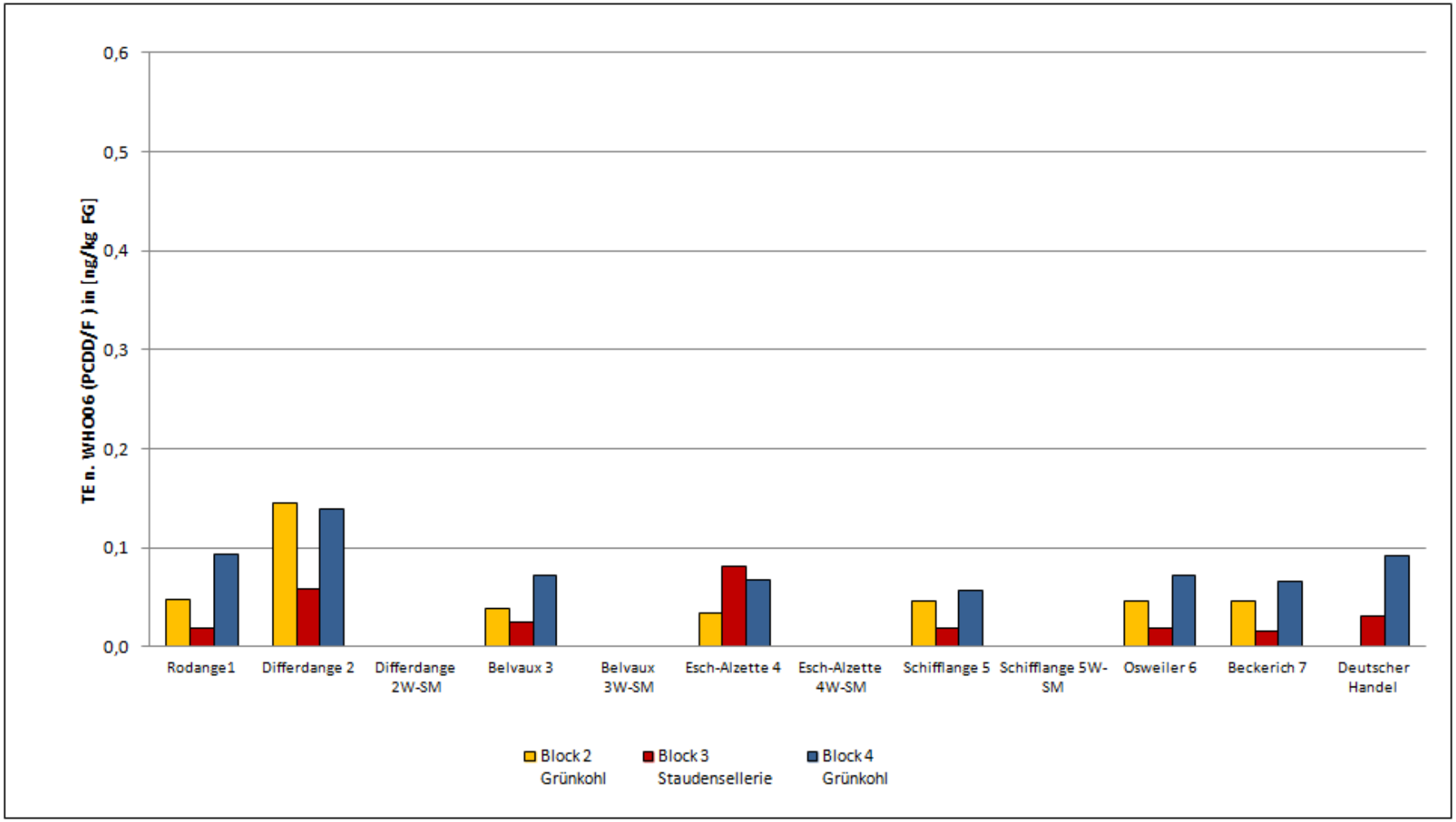


Abb. 21: PCDD/F (WHO 06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

Anhang 8.2 TE nach WHO 06 (PCB)

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,19	0,05	20,4	0,13	0,03	15,1	0,52	0,08
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	0,67	0,13	17,6	0,42	0,07	12,8	0,47	0,06
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,29	0,07	19,7	0,23	0,05	14	0,39	0,05
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3		0,00	19,5			14		
4	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,64	0,13	20,4	0,55	0,11	15	0,46	0,07
4W	ESCH/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,21	0,05	19,5	0,22	0,04	15	0,22	0,03
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,17	0,05	21,7	0,11	0,02	15,7	0,22	0,03
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,15	0,04	20,4	0,09	0,02	14,6	0,16	0,02
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,17	0,02	20,9	0,29	0,06

Industrie Service

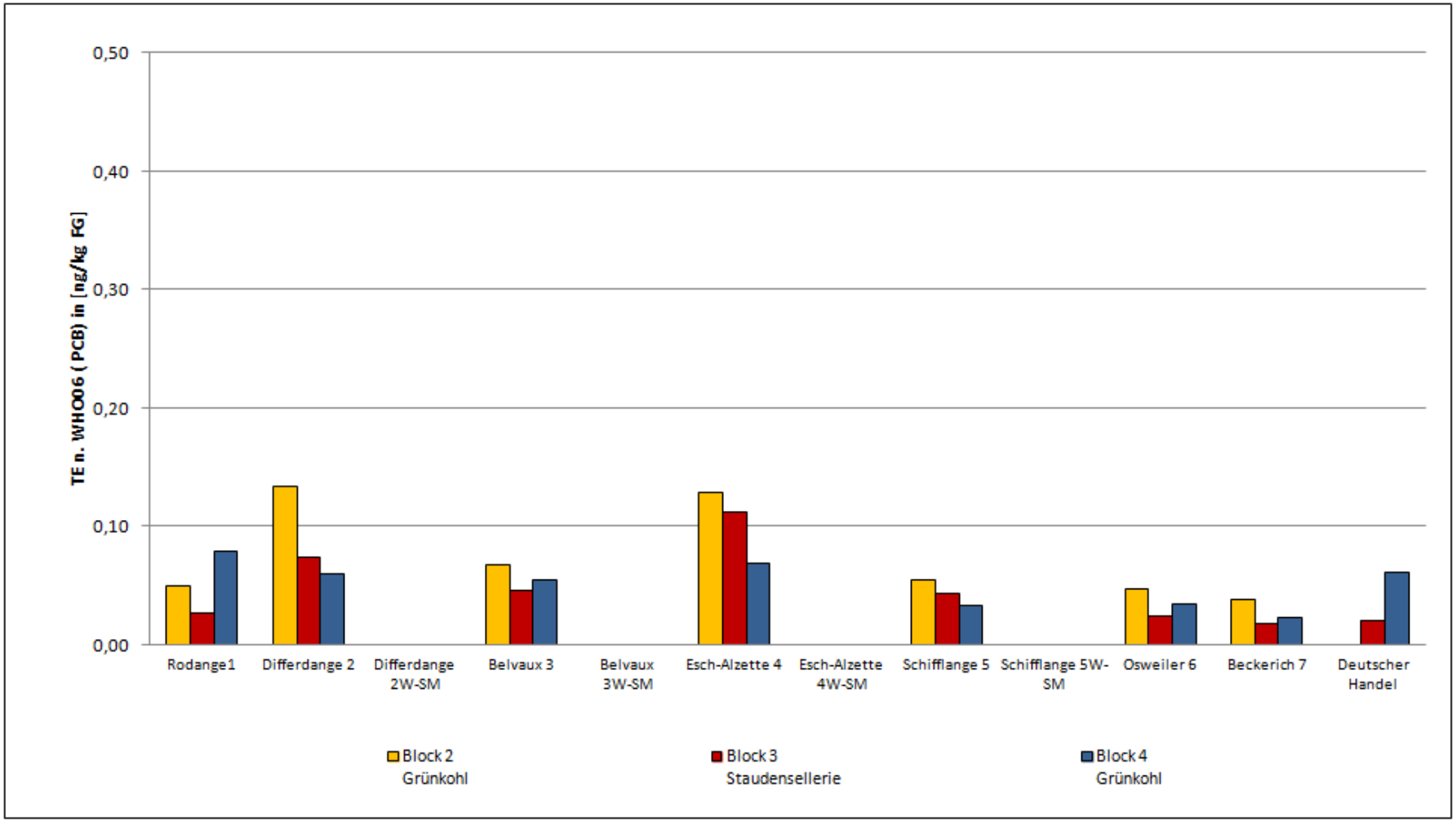


Abb. 22: PCB (WHO 06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

Industrie Service

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

Nr.	Station	Grünkohl			Staudensellerie			Grünkohl		
		21.05.2014 – 15.07.2014			15.07.2014 – 10.09.2014			25.09.2014 – 02.12.2014		
		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	26,2	0,36	0,09	20,4	0,22	0,04	15,1	1,14	0,17
2	Differdange - Cité Henri Grey	20,0	1,40	0,28	17,6	0,75	0,13	12,8	1,56	0,20
2W-SM	Differdange - Cité Henri Grey	24,5			17,0			12,5		
3	Belvaux - Rue de l'Électricité	23,2	0,46	0,11	19,7	0,36	0,07	14	0,90	0,13
3W-SM	Belvaux – Rue del'Électricité	27,3		0,00	19,5			14		
4	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,0	0,81	0,16	20,4	0,95	0,19	15	0,91	0,14
4W	Esch/Alzette - Garten "In Elsebrech"	20,5			18,1			16,4		
5	Schifflange - Cité Um Benn	25,9	0,38	0,10	19,5	0,32	0,06	15	0,60	0,09
5W	Schifflange - Cité Um Benn	29,4			20,0			15,5		
6	Osweiler - Rue de Dickweiler	27,4	0,34	0,09	21,7	0,19	0,04	15,7	0,68	0,11
7	Beckerich - Rue de Diekirch	25,8	0,32	0,08	20,4	0,16	0,03	14,6	0,61	0,09
	Probe aus deutschem Handel				11,7	0,44	0,05	20,9	0,72	0,15

Industrie Service

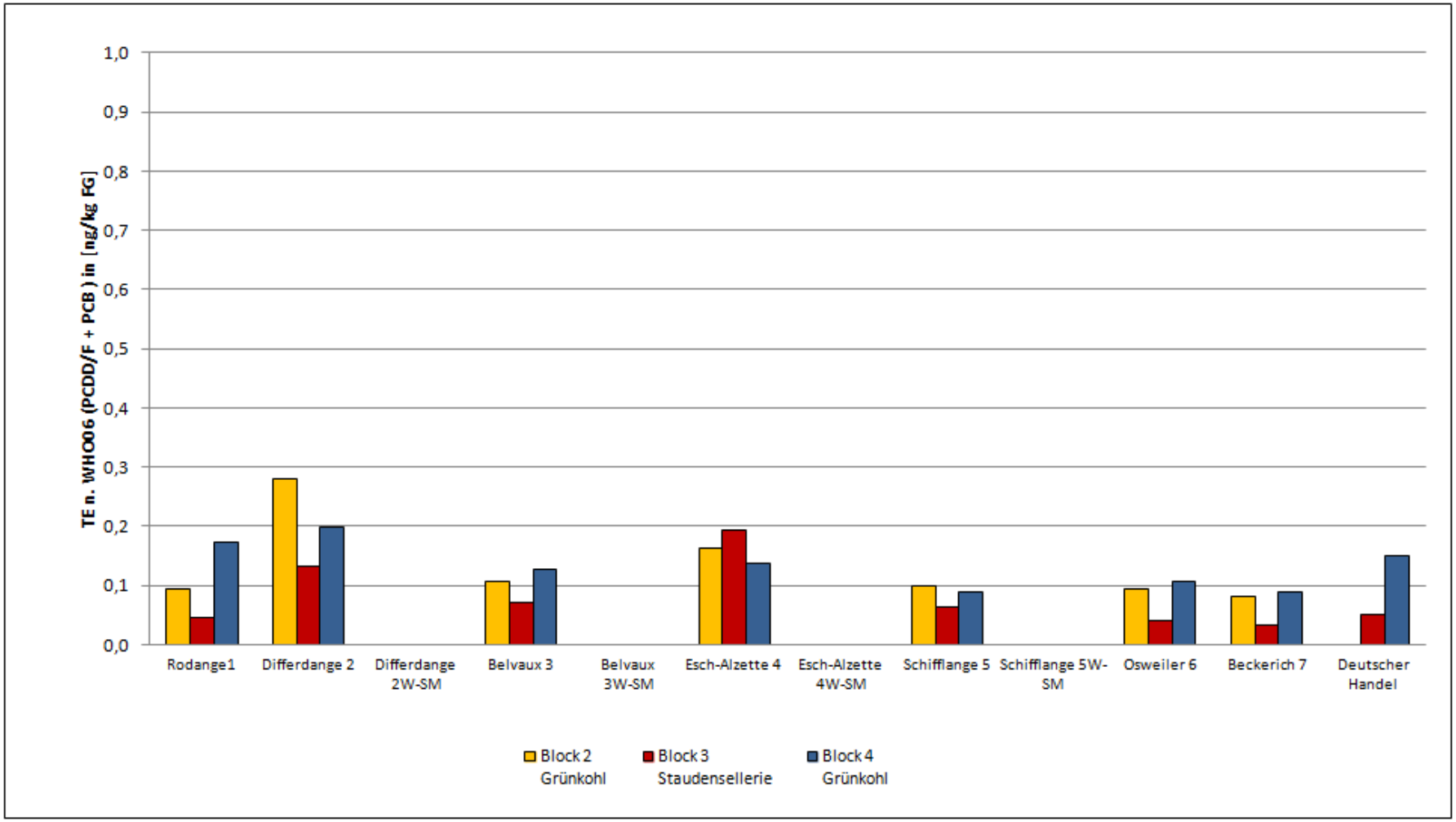


Abb. 23: PCDD/F + PCB (WHO 06) – Gehalt in Bioindikatorpflanzen

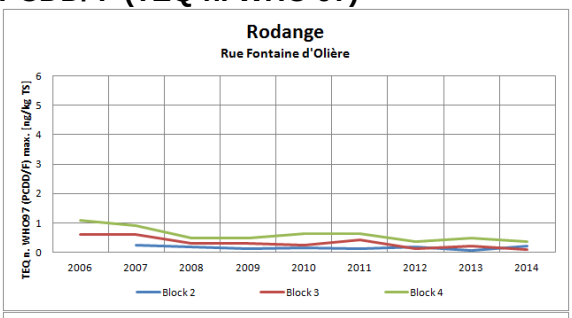
Industrie Service

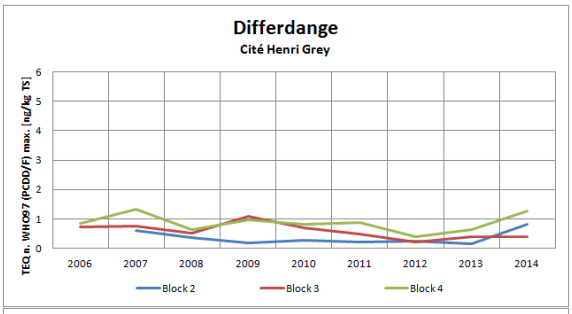
Anhang 8.4 Verlauf der Schadstoffgehalte von 2006 – 2014

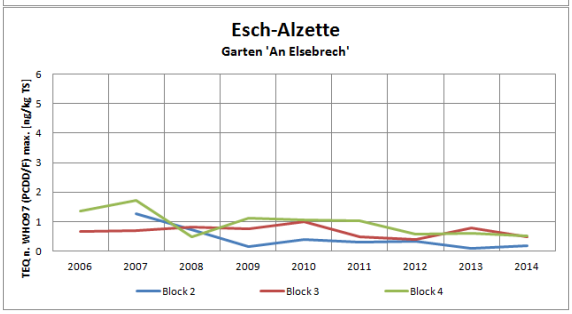
8.4.1 Organische Schadstoffe

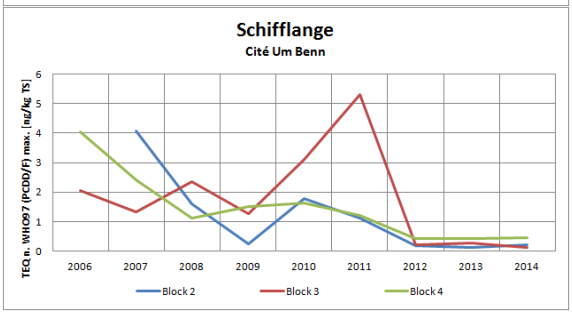
Angaben jeweils bezogen auf die Trockensubstanz

PCDD/ F (TEQ n. WHO 97)

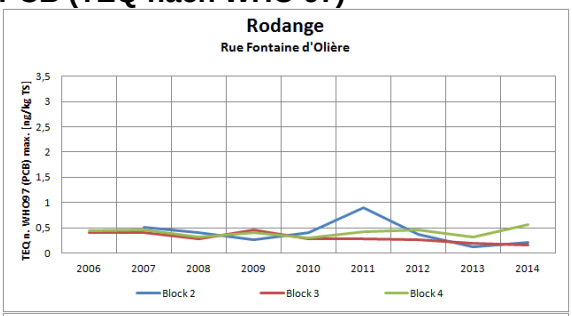


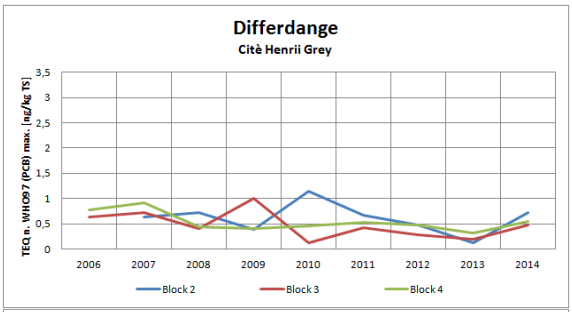


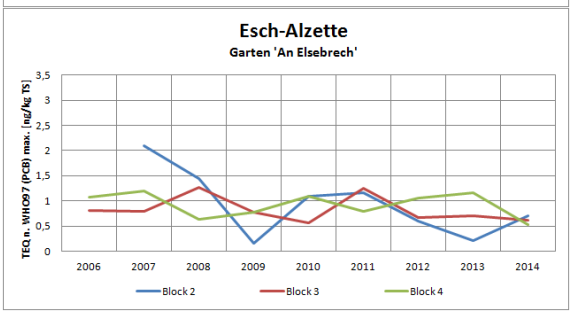


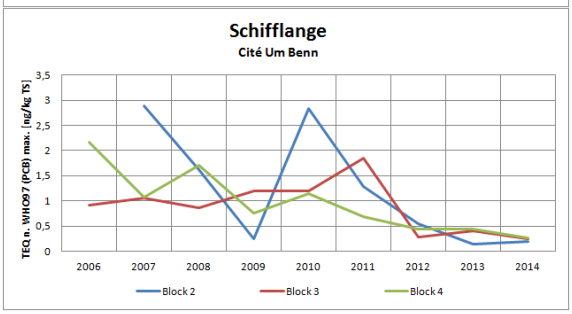


PCB (TEQ nach WHO 97)



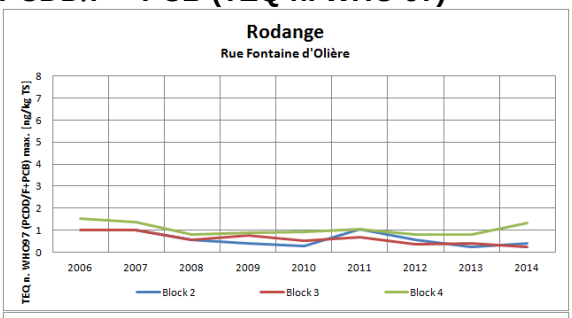


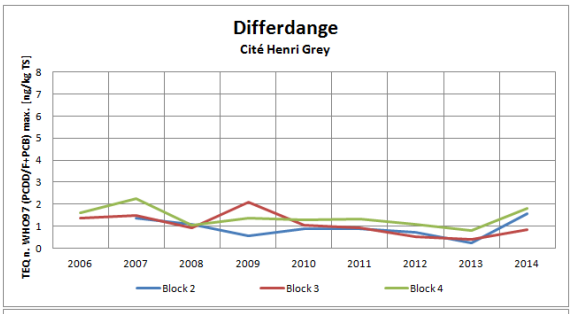


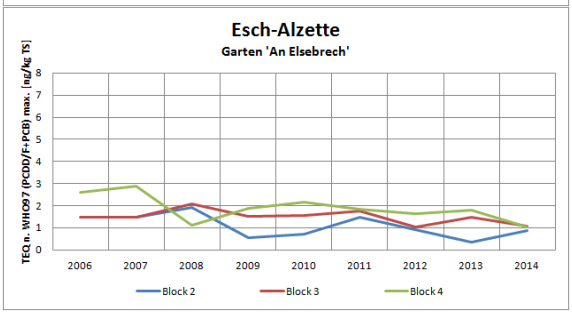


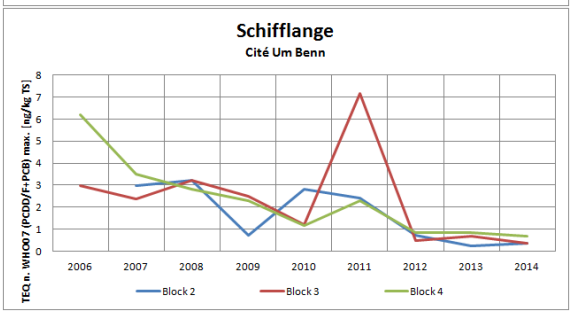
Industrie Service

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

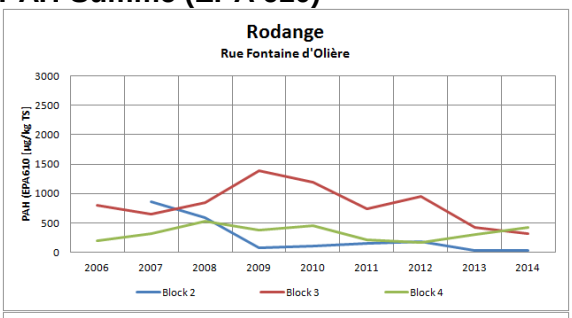


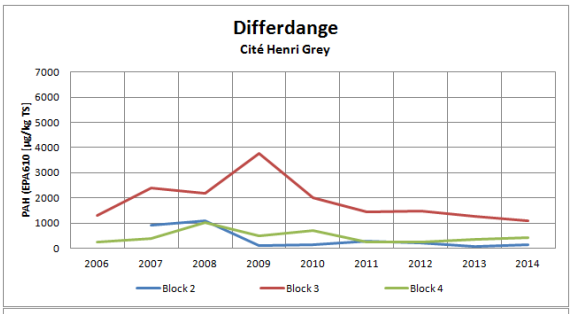


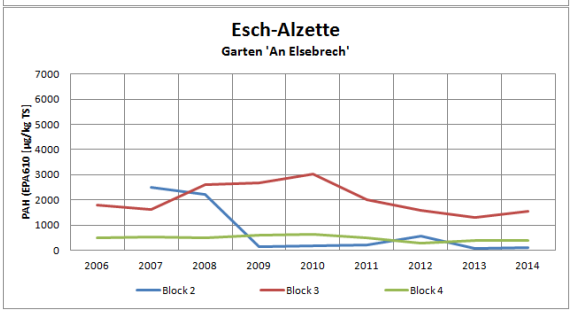


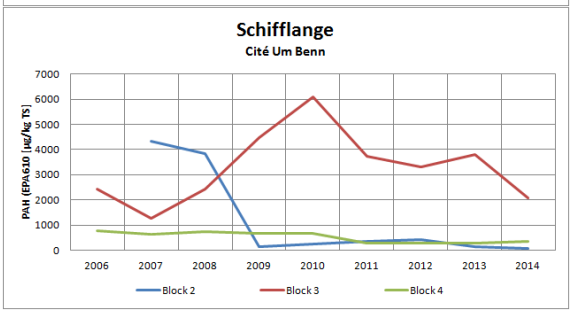


PAH-Summe (EPA 610)



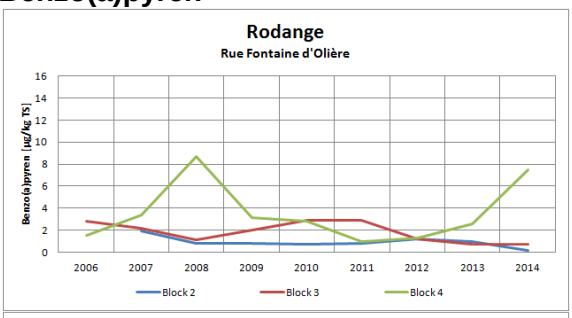


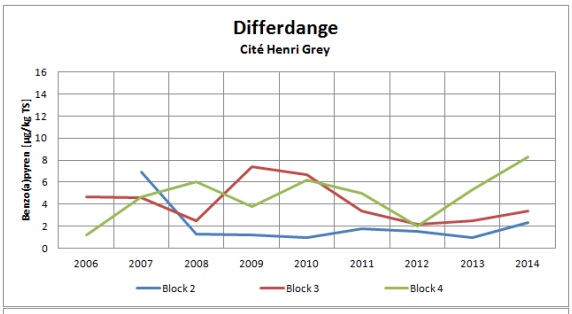


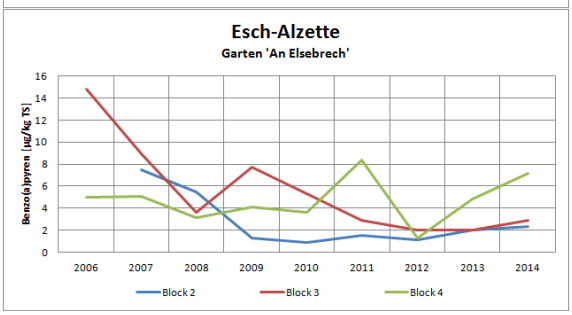


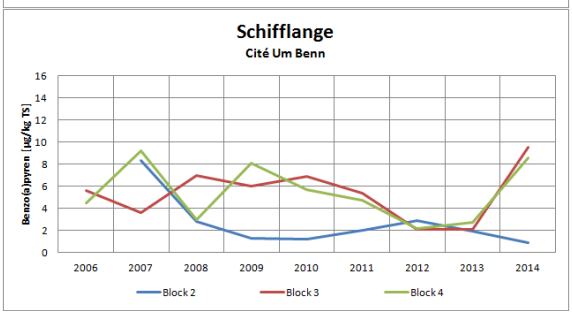
Industrie Service

Benzo(a)pyren



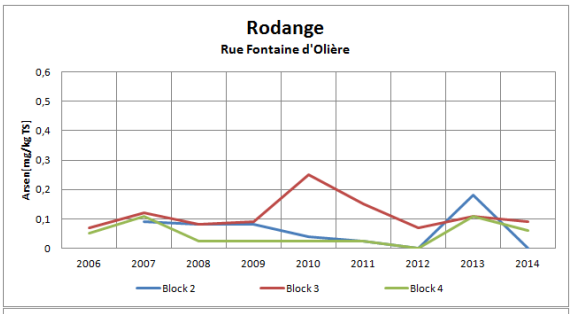


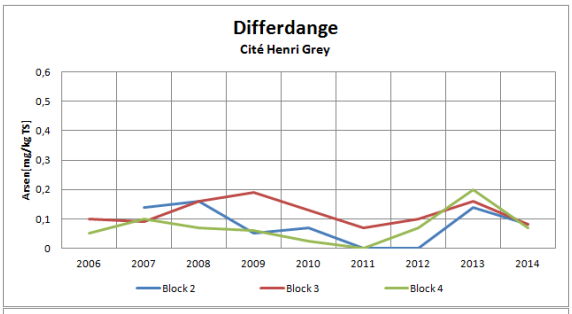


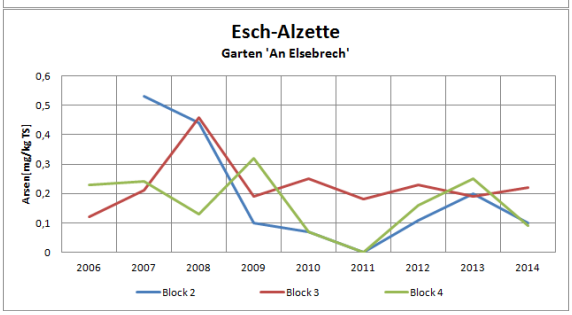


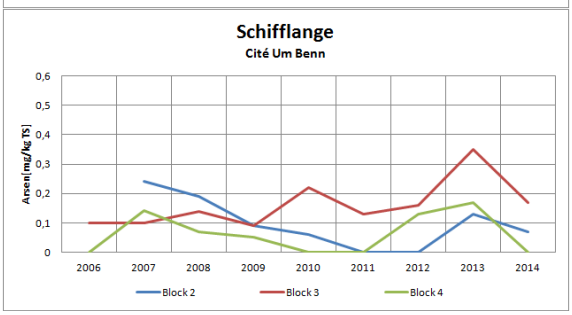
8.4.2 Anorganische Stoffe

Arsen



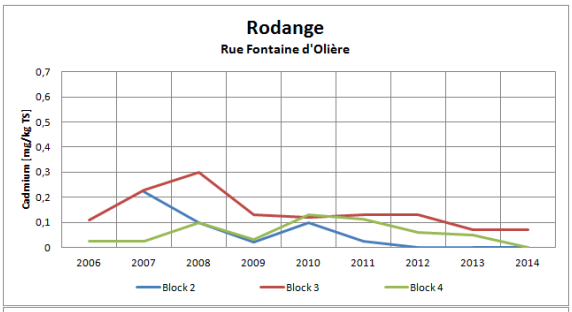


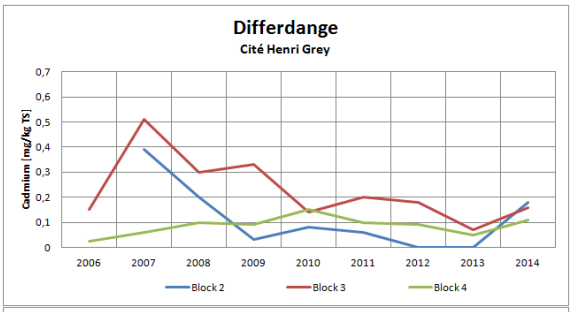


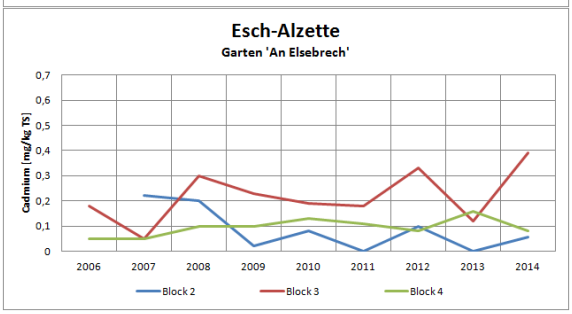


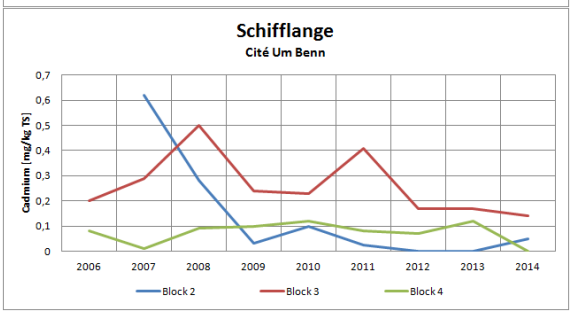
Industrie Service

Cadmium

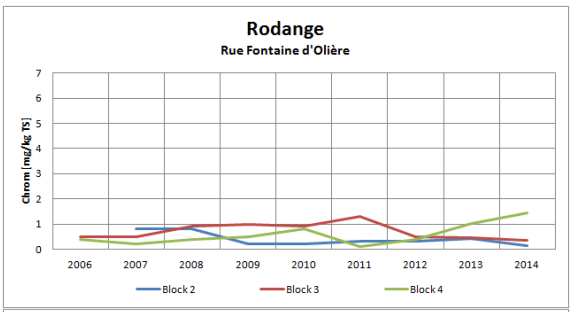


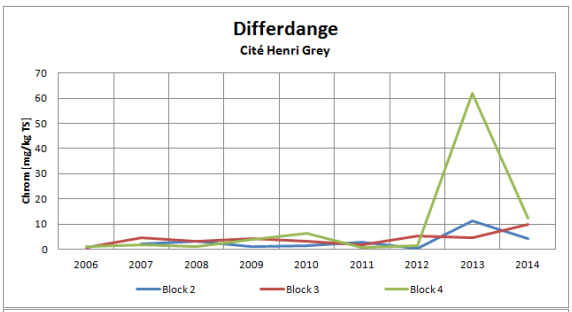


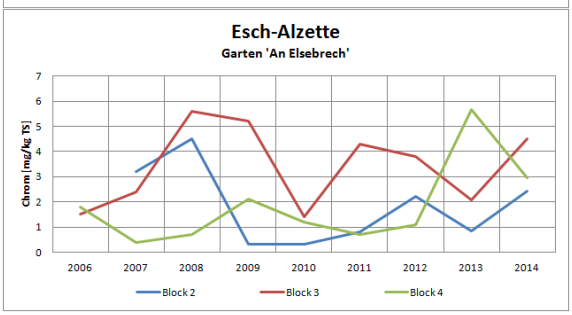


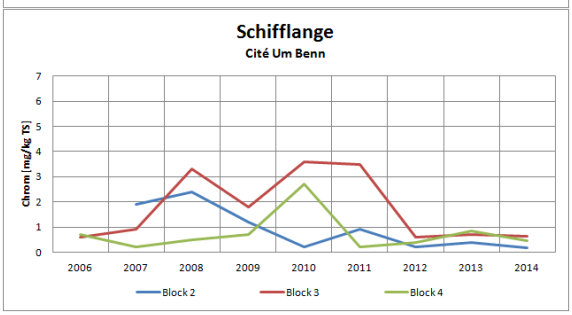


Chrom



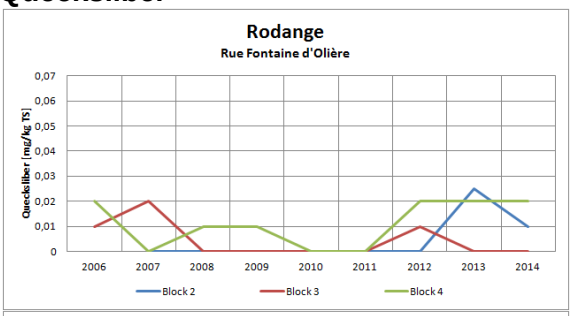


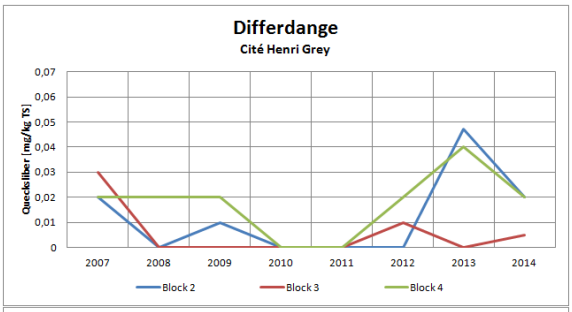


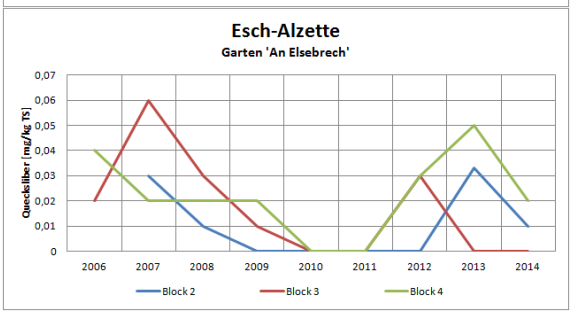


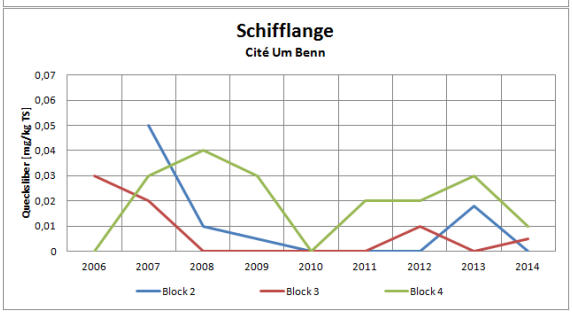
Industrie Service

Quecksilber

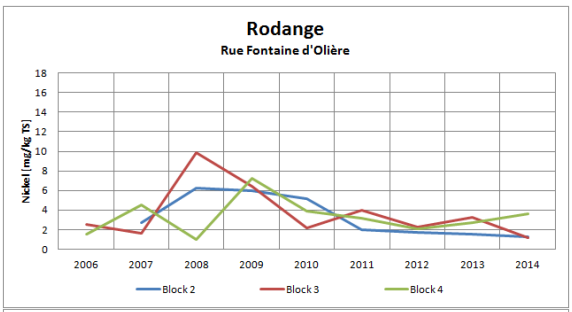


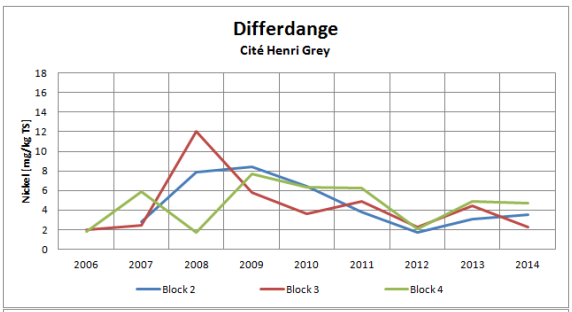


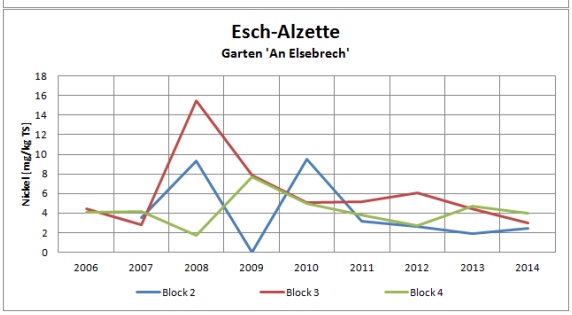


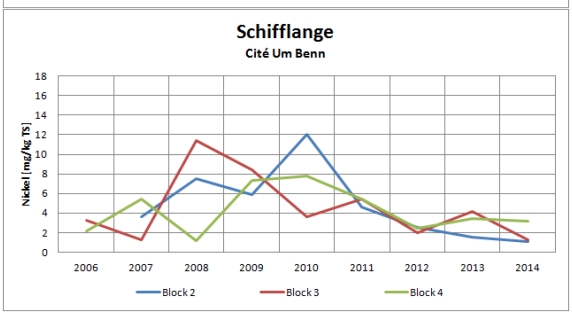


Nickel



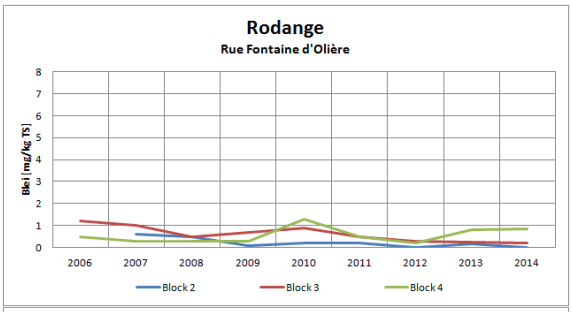


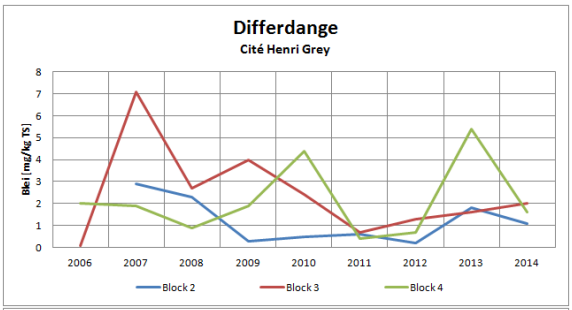


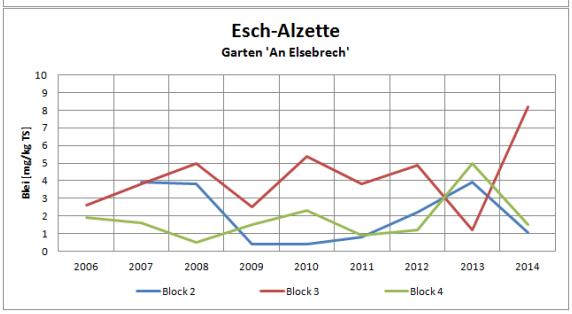


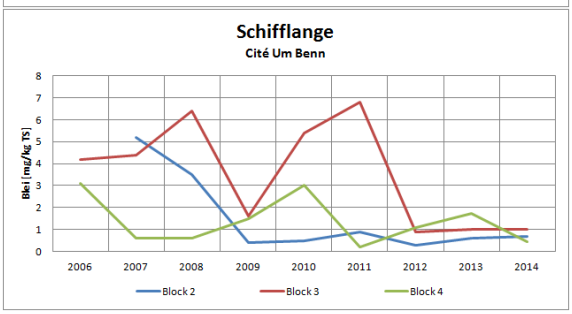
Industrie Service

Blei

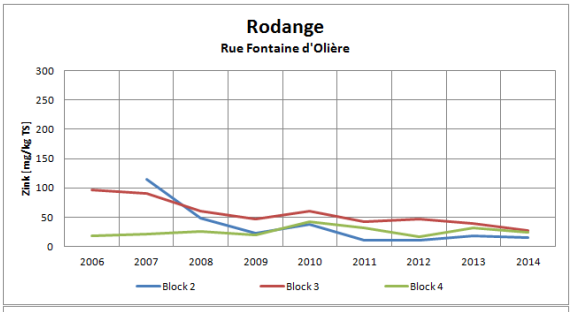


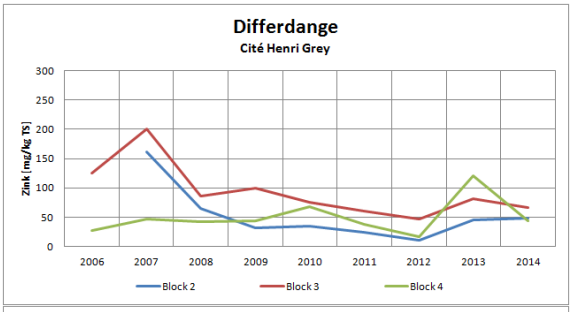


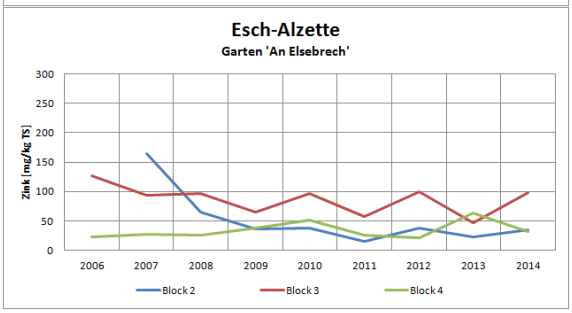


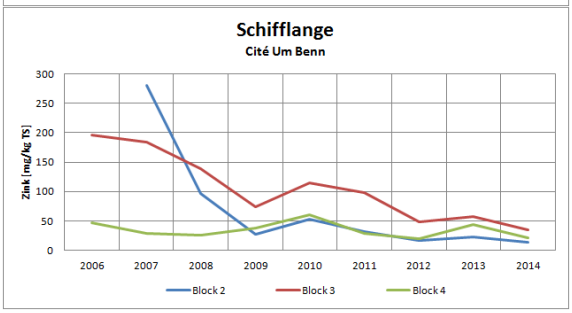


Zink



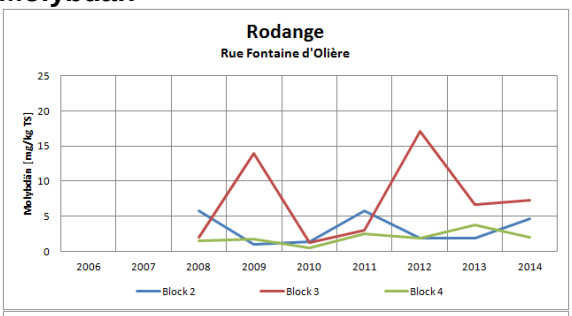


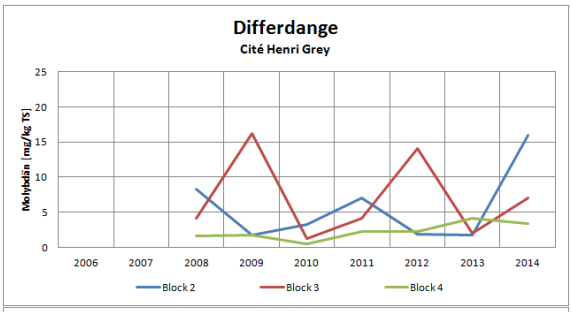


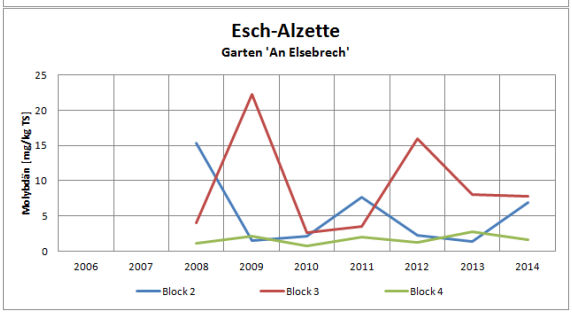


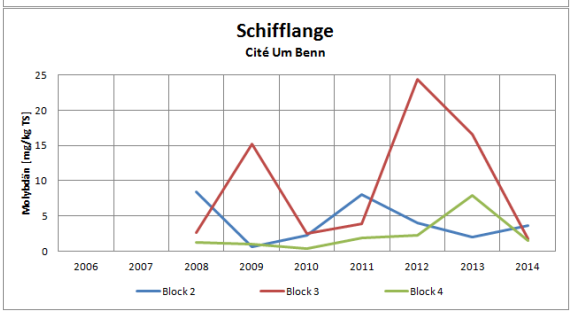
Industrie Service

Molybdän

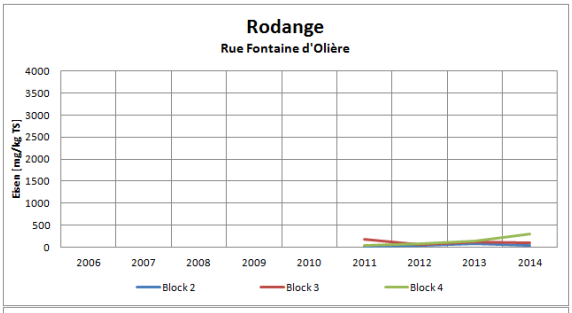


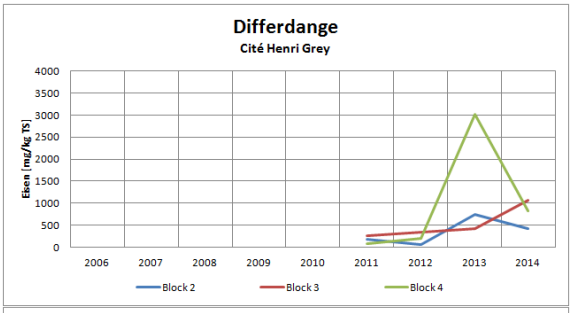


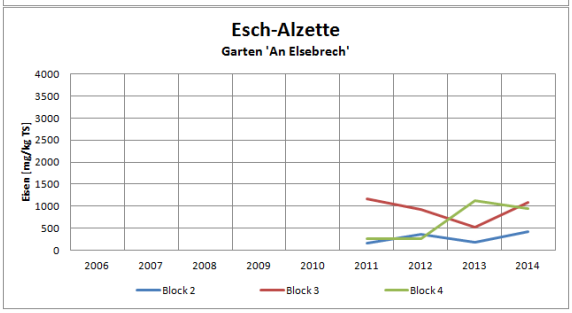


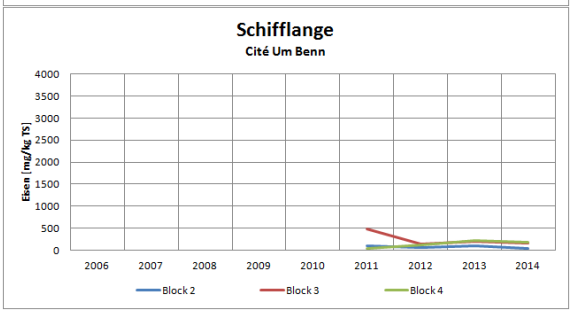


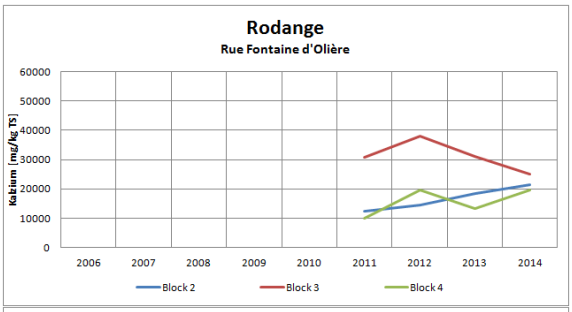
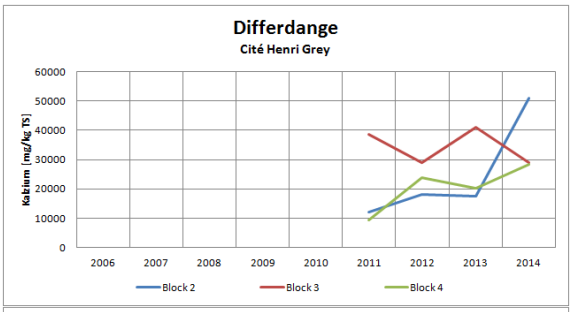
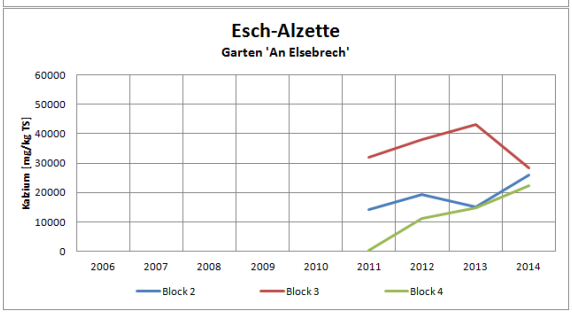
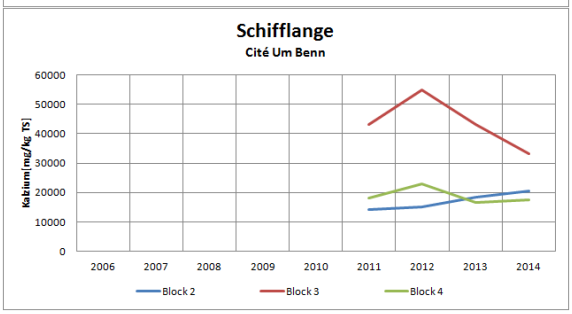
Eisen









Industrie Service

Calcium