



Laatste update: 2015

Indicator voor:

Dioxines, furanen en dioxine-achtige PCBs (non-ortho en mono-ortho PCBs)

Deze stoffen zijn schadelijk voor de mens en stapelen op in lichaamsvetten. Ze worden gevormd bij onvolledige verbrandingsprocessen zoals huisvuil- en industriële verbranding, staalindustrie, recyclage van non-ferrometalen, thermische elektriciteitscentrales, cementovens, uitlaatgassen. Niet industriële bronnen zijn o.a. sigarettenrook, hout- en kolenkachels en afvalverbranding in tuinen, wat de laatste jaren één van de belangrijkste bronnen is van dioxine-achtige stoffen (VMM).

Productievolume:

Tussen 2000 en 2006 daalde de emissie van dioxines in Vlaanderen met 35 % maar sindsdien blijft ze nagenoeg ongewijzigd. In de jaren 90 was de dioxine-emissie een factor 10 tot 15 keer hoger dan de laatste jaren (in 1990 bedroeg de dioxine-emissie 414 g TEQ, in 1995 nog 246 g TEQ en in 2012 nog slechts 34 g TEQ). Deze forse emissiedaling situeert zich hoofdzakelijk bij de industriële activiteiten, dit dankzij drastische saneringen in de jaren 90 vooral in de non-ferro industrie, de ijzer- en staalnijverheid en de afvalverbrandingsinstallaties. Huishoudens hebben de laatste jaren het grootste aandeel in de dioxine-emissie (69 % in 2011, 62 % in 2012). 44 % van de huishoudelijke dioxine-emissie in 2012 is afkomstig van de particuliere illegale verbranding van diverse soorten afval in open vuurtjes en tonnetjes. 56 % van de emissie is afkomstig van de gebouwenverwarming op vaste brandstoffen (kolen maar vooral hout. De industrie is de tweede belangrijkste sector wat dioxine-emissie betreft (een aandeel van 33 % in 2012). Nagenoeg de volledige industriële dioxine-emissie is afkomstig van de ferro-nijverheid. De andere sectoren hebben nauwelijks een aandeel in de dioxine-emissie (energie: 2,5 %; transport: 1,3 %; landbouw en handel & diensten: < 0,5 %) (VMM, MIRA 2014).

Wetgevend kader:

Richtlijn 2010/75/EU: inzake industriële emissies (geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging)

Richtlijn 2002/32/EG: inzake ongewenste stoffen in diervoeding (Bijlage 1 en 2 gewijzigd door Verordening 744/2012, gewijzigd door Richtlijn 2006/77/EG)

Verordening 1067/2013: tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten van de contaminanten dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet-dioxineachtige pcb's in de lever van landdieren

Verordening 709/2014: tot wijziging van Verordening (EG) 152/2009 wat de bepaling van het gehalte aan dioxinen en polychloorbifenylen betreft

Verordening 589/2014: tot vaststelling van bemonsterings- en analysemethoden voor de controle op het gehalte aan dioxinen en dioxineachtige en niet-dioxineachtige pcb's in bepaalde levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EU) nr. 252/2012

Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

90% van de dioxineblootstelling is afkomstig van de voeding (SCF, 2000) (vette vis, volle melk en melkproducten, vet vlees en producten waarin dierlijke vetten zijn verwerkt (SCOOP, 2000))

(Hoog) blootgestelde groep:

Algemene bevolking

Gevoelige groepen:

Baby's die borstvoeding krijgen worden door de accumulatie van dioxines in de moedermelk aan hogere concentraties blootgesteld dan volwassenen (ATSDR, 1998)

Verwachte gezondheidseffecten:

Carcinogeen: 2,3,7,8-TCDD wordt door IARC (1997) beschouwd als kankerverwekkend voor de mens (groep 1) (op basis van verschillende dierenstudies en enkele humane studies), de overige polygechloreerde dibenzo-p-dioxines, polygechloreerde dibenzofuranen en dibenzo-p-dioxine zijn niet classificeerbaar als humaan carcinogeen (groep 3).

Reproductieve effecten: bij dieren blootgesteld aan 2,3,7,8-TCDD werden veranderingen in gehalte sekshormonen waargenomen als ook verminderde productie van sperma en verhoogd aantal miskramen (ATSDR, 1998). De nakomelingen van dieren die tijdens de zwangerschap werden blootgesteld aan 2,3,7,8-TCDD vertoonden skeletmisvormingen, nierafwijkingen en een verzwakte immuunrespons (ATSDR, 1998).

Hormoonverstorend: invloed op schildklierhormonen, geslachtshormonen en seksuele ontwikkeling bij jongeren (Vlaamse Humane Biomonitoringsstudies, Steunpunt milieu en gezondheid I, II en III).

Immuunverstorend: studies bij Vlaamse en Nederlandse kinderen en jongeren geven aan dat dioxine-achtige stoffen een grotere kans op ontstaan van allergieën kunnen veroorzaken (Croes et al. 2014).

Laagste niveau waarbij schadelijke effecten waargenomen werden:

Lowest toxic estimated daily intake (EDI_L) (Willems, 2003)

Cognitieve stoornis: EDI_L: 20 pg/kg bw/dag

Endometriose: EDI_L: 20 pg/kg bw/dag

Immunotoxisch: EDI_L: 18 pg/kg bw/dag

Reprotoxisch: EDI_L: 14 pg/kg bw/dag

Teratogeen: EDI_L: 37 pg/kg bw/dag

Uit SCF (2000):

Study	Response at LOAEL	LOAEL	Maternal body burden* (ng/kg bw)	Associated EHDI (pg/kg bw)
Schantz & Bowman, 1989	Rhesus monkeys: Subtle, non-persistent neurobehavioural changes (object learning) in offspring	0.15 ng/kg bw/day dietary administration	25-37 [†]	12.5-18.5
Rier <i>et al.</i> , 1993	Rhesus monkeys: Endometriosis	0.15 ng/kg bw/day dietary administration	39 [‡]	19.5
Gray <i>et al.</i> , 1997a	Long Evans rats: Accelerated eye opening and decreased sperm count in male offspring	50 ng/kg bw single bolus dose by gavage	30 [‡]	15
Mably <i>et al.</i> , 1992c	Holzman rats: Decreased sperm count in offspring	64 ng/kg bw single bolus dose by gavage	38 [‡]	19
Gehrs <i>et al.</i> , 1997b; Gehrs & Smialowicz, 1998	F344 rats: Immune suppression in offspring	100 ng/kg bw single bolus dose by gavage	60 [‡]	30

*Increment over background. Background body burden in rats and mice is about 4 ng TEQ/kg bw (WHO, 2000).

[†]Maternal body burden at gestational day 15.

[‡]Maternal body burden at delivery after 16.2 and 36.3 months of maternal exposure, respectively.

[§]Body burden at the end of dosing period (42 months).

EHDI: Estimated Human Daily Intake

Geschatte externe blootstelling (dagelijkse inname)

EU SCOOP (2000): geschatte average dietary exposure PCDD/F's volwassenen: 0.4 – 1.5 pg I-TEQ/kg bw/dag; geschatte average dietary exposure dioxineachtige PCB's volwassenen: 0.8 – 1.5 PCB-TEQ/kg bw/dag. In de meeste landen hebben kinderen een hogere blootstelling aan dioxines en dioxineachtige PCB's via de voeding dan de volwassenen. Samengenomen, betekent dit een geschatte gemiddelde blootstelling via

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

voeding aan PCDD/F's en dioxineachtige PCB's van 1.2 – 3 pg WHO-TEQ/kg bw/dag (SCF, 2000).

Richtwaarden voor externe/interne blootstelling:

PTMI: 70 pg TEQ/kg lichaamsgewicht (JECFA, 2001)

TDI: 2 pg WHO-TEQ/kg bw/dag (COT, 2001)

Bij $EDI_L=14$ en OF (onzekerheidsfactor)= 2×5 TDI= 1 pg/kg bw/dag (Willems, 2003)

Bij $EDI_L=37$ en OF (onzekerheidsfactor)= 2×5 TDI= 4 pg/kg bw/dag (Willems, 2003)

WHO (1998): TDI 1 – 4 pg WHO-TEQ/kg bw/dag (met 4 pg WHO-TEQ/kg bw/dag de maximum TDI en het streefdoel onder 1 pg WHO-TEQ/kg bw/dag). Deze TDI is gebaseerd op reproductieve, hormonale en ontwikkelingseffecten in vrouwelijke ratten, welke beschouwd werden als meest gevoelige schadelijke effecten.

Het SCF (Scientific Committee on Food) stelde een tolerable weekly intake (TWI) vast voor alle 2,3,7,8-gesubstueerde PCDD/F's en dioxineachtige PCB's **van 14 pg WHO₉₈-TEQ/kg bw/week** (European Food Safety Authority (EFSA), 2010).

Geschatte veiligheidsmarge t.o.v. LOAEL of TWI:

De geschatte gemiddelde opname aan PCDD/F's en dioxineachtige PCB's van 1.2 – 3.0 pg WHO-TEQ/kg bw/dag zou leiden tot een body burden van 2.4 – 6.0 ng WHO-TEQ/kg bw (SCF, 2000). Hierbij zou bij een deel van de bevolking ook de TWI overschreden worden.

In Zweden werd berekend dat ongeveer 12% van de bevolking de TWI van 14 pg WHO₉₈-TEQ/kg bw/week overschrijdt (Weiss, 2006).

Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

2 – 20 jaar

Geschatte halfwaardetijd voor 2,3,7,8-TCDD is 7,5 jaar, voor de groep dioxines wordt de halfwaardetijd geschat op 20-30 jaar (SCF, 2000).

Halfwaardetijd 2,3,7,8-TCDD in serum: 5-12 jaar (ATSDR, 1998)

Perinatale blootstelling (placenta/moedermelk):

Dioxine-achtige stoffen kunnen in beperkte mate door de placentabarière en accumuleren in moedermelk (ATSDR, 1998)

Matrix:

Invasief: bloed, serum

Niet-invasief: moedermelk, navelstrengbloed

Benodigd volume voor bioassay analyse:

Serum: 5 mL (CALUX, VITO en VUB)

Moedermelk: 5 mL (CALUX, VITO en VUB)

Detectielimiet:

Moedermelk: LOD: 0,25 pg TEQ/g vet; LOQ: 0,01-0,07 pg TEQ/g vet (WHO-referentielabo)

Serum: LOD: 10 pg Calux BEQ/g bloed (som PCDD/Fs en dl-PCBs) (VITO); LOQ: 0,05 pg BEQ/g serum (PCDD/Fs); 0,025 pg BEQ/g serum (dl-PCBs) (VUB)

Gevalideerde biomarker:

Neen

De CALUX bioassay meet de activiteit van alle dioxine-achtige stoffen op de menselijke Ah (aryl hydrocarbon) receptor. Deze activiteit kan afhankelijk zijn van de gebruikte in vitro cellijn en de staalvoorbereiding (al dan niet scheiden van dioxines en dioxine-achtige PCBs). Resultaten die met andere technieken bepaald werden, zijn dan ook moeilijk te vergelijken.

Aanbevolen doelgroepen en matrix:

Bevallen moeders: individuele stalen navelstrengbloed

Adolescenten: individuele bloedstalen

Vergelijkende metingen:

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen:

Leeftijdsgroep	geslacht	matrix	waarde	jaar	methode
moeders	v	moedermelk	34,4 pg TEQ/g vet	1992 ¹	
50-65	v	serum	70,9 pg WHO-TEQ/g vet	1999 ²	GC-HR-MS, som PCDD/F en dl-PCB
50-65	v	serum	78,9 pg WHO-TEQ/g vet	1999 ²	GC-HR-MS, som PCDD/F en dl-PCB
50-65	v	serum	37,2 pg Calux BEQ/g vet	1999 ²	BDS-Calux, som PCDD/F en dl-PCB
50-65	v	serum	35,0 pg Calux BEQ/g vet	1999 ²	BDS-Calux, som PCDD/F en dl-PCB
pasgeborenen		navelstreng-bloed	23 pg BEQ/g vet	'02-'04 ³	BDS-Calux, som PCDD/F en dl-PCB
50-65	m/v	serum	19,2 pg BEQ/g vet	'04-'05 ³	XDS-Calux, H1L6.1c2 PCDD/F
18-30	v	moedermelk	17,33 pg WHO ₉₈ -TEQ/g vet ^a	2006 ⁴	GC-HR-MS
14-15	m/v	serum	108 pg Calux BEQ/g vet	'08-'09 ⁵	UCD-Calux, H1L7.5c1 PCDD/F
			32,1 pg Calux BEQ/g vet		UCD-Calux, H1L7.5c1 dl-PCB
20-36	v	moedermelk	10,4 pg Calux BEQ/g vet	'09-'10 ⁶	UCD-Calux, H1L7.5c1 PCDD/F

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

			1,7 pg Calux BEQ/g vet		UCD-Calux, H1L7.5c1 dl-PCB
pasgeborenen		navelstreng-bloed	17,5 pg BEQ/g vet	'08-'09 ⁵	BDS-Calux, som PCDD/F en dl-PCB
14-15	m/v	serum	27,6 pg Calux BEQ/g vet	'13-'14 ⁷	UCD-Calux, H1L7.5c1 PCDD/F
			6,0 pg Calux BEQ/g vet		UCD-Calux, H1L7.5c1 dl-PCB

^a Belgische waarde; ¹ Van Cleuvenbergen et al., 1994; ² Koppen et al., 2001; ³ Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS I, 2001-2006; ⁴ Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid, 2007; ⁵ Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS II, 2007-20011, ⁶(Croes et al., 2013); ⁷ Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS III, 2012-20015

Internationale vergelijking:

leeftijd	geslacht	matrix	waarde	jaar	Land/regio	methode
moeders	v	moedermelk	33,7 pg N-TEQ/g vet	1988	Waals-Brabant ¹	GC-HR-MS PCDD/F
moeders	v	moedermelk	40,2 pg N-TEQ/g vet	1988	Luik ¹	GC-HR-MS PCDD/F
moeders	v	moedermelk	38,8 pg N-TEQ/g vet	1998	Brussel ¹	GC-HR-MS PCDD/F
moeders	v	moedermelk	20,8 pg I-TEQ/g vet	1993	Waals-Brabant ¹	GC-HR-MS PCDD/F
moeders	v	moedermelk	27,1 pg I-TEQ/g vet	1993	Luik ¹	GC-HR-MS PCDD/F
moeders	v	moedermelk	26,6 pg I-TEQ/g vet	1993	Brussel ¹	GC-HR-MS PCDD/F
44,6	m	serum	19,6 pg WHO-	'98-'00	België ¹	GC-HR-MS PCDD/F

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

leeftijd	geslacht	matrix	waarde	jaar	Land/regio	methode
			TEQ/g vet			
44,6	v	serum	16,1 pg WHO- TEQ/g vet	'98- '00	België ¹	GC-HR-MS PCDD/F
19-63	v	serum	26,1 pg WHO- TEQ/g vet	'98- '00	België ¹	GC-HR-MS PCDD/F
52,9	m/v	serum	23,9 pg WHO- TEQ/g vet	2000	Ardennen ¹	GC-HR-MS PCDD/F
46,1	m/v	serum	24,1 pg WHO- TEQ/g vet	2000	Pont-De- Loup ¹	GC-HR-MS PCDD/F
52	m/v	serum	23,8 pg WHO- TEQ/g vet	2000	Luik, Charleroi ¹	GC-HR-MS PCDD/F
53,3	m/v	serum	37,9 pg WHO- TEQ/g vet	2000	Thumaide ¹	GC-HR-MS PCDD/F
volwassenen	m/v	serum	41,8 pg TEQ/g vet	2000	België ³	XDS-Calux, H1L6.1c2 PCDD/F
volwassenen	m/v	serum	25,7 pg WHO- TEQ/g vet	2000	België ³	GC-HR-MS, PCDD/F
moeders	v	moedermelk	14,77 pg WHO- TEQ/g vet	2001	Luik ¹	GC-HR-MS PCDD/F
moeders	v	moedermelk	19,06 pg WHO- TEQ/g vet	2001	Luik ¹	GC-HR-MS PCDD/F
volwassenen	m	serum	197 pg TEQ/g vet*	'02- '04	Groenland ²	UCD-Calux, Hepa1.12cR

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

leeftijd	geslacht	matrix	waarde	jaar	Land/regio	methode
volwassenen	m	serum	312 pg TEQ/g vet*	'02- '04	Polen ²	UCD-Calux, Hepa1.12cR
volwassenen	m	serum	428 pg TEQ/g vet*	02- '04	Zweden ²	UCD-Calux, Hepa1.12cR
volwassenen	m	serum	337 pg TEQ/g vet*	02- '04	Oekraïne ²	UCD-Calux, Hepa1.12cR
pasgeborenen		navelstreng- bloed	10,1 pg WHO- TEQ/g vet	'01- '03	Japan ⁴	GC-HR-MS, som PCDD/F en dl-PCB
landbouwers, 55,5 j (gemiddeld)	v	serum	11 (PCDD/F) 5,5 (dl- PCB) pg Calux TEQ/g vet	2002	Japan ⁵	XDS-Calux, PCDD/F
moeders	v	serum	16,79 PCDD/F 11,57 dl-PCB	'02- '05	Japan ⁶	GC-HR-MS
moeders 19-42j	v	serum	21,1 pg WHO- TEQ/g vet*	'00- '03	Duitsland ⁷	GC-HR-MS
Kinderen 8-9j		serum	102 pg WHO- TEQ/g vet*	'03- '05	Rusland ⁸	GC-HR-MS
25-75j	m/v	serum	30,8 pg Calux TEQ/g vet	ng	Canada ⁹	BDS-Calux, som PCDD/F en dl-PCB
20-49j	v	serum	11 (PCDD/F) 5,5 (dl- PCB) pg Calux TEQ/g vet	1999	Italië ¹⁰	XDS-Calux, PCDD/F

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

leeftijd	geslacht	matrix	waarde	jaar	Land/regio	methode
pasgeborenen		Navelstreng- bloed	5,35 ng WHO- TEQ/mL	'11- '13	Napels, Italie ¹¹	GC-HR-MS, dl-PCB
Moeders, 20- 39j	v	serum	3,03 ng WHO- TEQ/mL			
volwassenen	m/v	serum	12,2 pg WHO- TEQ/g vet	'08- '09	Campinia, Italie ¹²	GC-HR-MS, dl-PCB
			12,6 pg WHO- TEQ/g vet			GC-HR-MS, PCDD/F
4-76	m/v	bloed	6,3 pg WHO- TEQ/g vet	2013	Duitsland ¹³	GC-HR-MS, PCDD/F
			4,4 pg WHO- TEQ/g vet			GC-HR-MS, dl-PCB

* mediaan

¹ uit Koppen et al., 2007; ² uit Long et al., 2006; ³ uit Van Wouwe et al., 2004; ⁴ Nakamura et al., 2008; ⁵ Kayama et al., 2002; ⁶ Todaka et al., 2010; ⁷ Wittsiepe et al., 2007; ⁸ Burns et al., 2009; ⁹ Ayotte et al., 2005; ¹⁰ Warner et al., 2005; ¹¹ Grumetto et al., 2015; ¹² Elena De Felip and Fabrizio Bianchi, 2014; ¹³ Fromme et al., 2015

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

Referenties

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. 1998.

Croes, K., Colles, A., Koppen, G., De Galan, S., Vandermarken, T., Govarts, E., Bruckers, L., Nelen, V., Schoeters, G., Van Larebeke, N., Denison, M., Mampaey, M., Baeyens, W., 2013. Determination of PCDD/Fs, PBDD/Fs and dioxin-like PCBs in human milk from mothers residing in the rural areas in Flanders, using the CALUX bioassay and GC-HRMS. *Talanta* 113, 99-105.

Croes, K., Den Hond, E., Bruckers, L., Loots, I., Morrens, B., Nelen, V., Colles, A., Schoeters, G., Sioen, I., Covaci, A., Vandermarken, T., Van Larebeke, N., Baeyens, W. Monitoring chlorinated persistent organic pollutants in adolescents in Flanders (Belgium): Concentrations, trends and dose-effect relationships (FLEHS II). *Environment international*. 2014; 71, 20-28.

COT (Committee on Toxicity) (2001) LAY SUMMARY OF THE COT STATEMENT ON THE TOLERABLE DAILY INTAKE FOR DIOXINS AND DIOXIN-LIKE POLYCHLORINATED BIPHENYLS <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/cot-diox-lay.pdf>

Elena De Felip, Fabrizio Bianchi, 2014. Priority persistent contaminants in people dwelling in critical areas of Campania Region, Italy (SEBIOREC biomonitoring study) journal. *Science of the total Environment* 487, 420.

European Food Safety Authority (EFSA), 2010. Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed. *EFSA Journal* 8.

European Commission (2000) Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU member states. Reports on Tasks for Scientific Cooperation. Reports of experts participating in task 3.2.5.

IARC (1997). Polychlorinated dibenzo-*para*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 69, International Agency for Research on Cancer, Lyon; France.

JECFA (2001) Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. TRS 909-JECFA 57/121; FAS 48-JECFA 57/451.

Fromme, H., Albrecht, M., Appel, M., Hilger, B., Völkel, W., Liebl, B., Roscher, E., 2015. PCBs, PCDD/Fs, and PBDEs in blood samples of a rural population in South Germany. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 218, 41-46.

Fujio Kayama, Hyogo Horiguchi, Etsuko Oguma, Junko Fujino, Hisatoshi Yabushita, David Brown and George Clark (2002) Regional differences of blood dioxin and organochlorine pesticides concentrations of Japanese female farmers – application of Calux assay for epidemiological study, *Organohalogen compounds* 55: 275-278

Grumetto, L., Ortosecco, G., Russo, G., Guida, M., Ferranti, P., Nasi, A., Barbato, F., 2015. Dioxin-like PCB levels in maternal and umbilical cord sera of people living near dump sites in southern Italy: a pilot study of biomonitoring. *Environmental monitoring and assessment* 187, 1-9.

Jürgen Wittsiepe, Peter Fürst, Petra Schrey, Friederike Lemm, Martin Kraft, Georg Eberwein, Gerhard Winneke, Michael Wilhelm (2007) PCDD/F and dioxin-like PCB in human blood and milk from German mothers, *Chemosphere* 67: S286–S294

Jane S. Burns, Paige L. Williams, Oleg Sergeev, Susan Korrick, Mary M. Lee, Boris Revich, Larisa Altshul, Donald G. Patterson Jr., Wayman E. Turner, Larry L. Needham, Igor Saharov, and Russ Hauser (2009) Predictors of Serum Dioxins and PCBs among Peripubertal Russian Boys, *Environ Health Perspect* 117:1593–1599

Pierre Ayotte, Éric Dewailly, George H. Lambert, Sherry L. Perkins, Raymond Poon, Mark Feeley, Christian Laroche, and Daria Pereg (2005). Biomarker Measurements in a Coastal Fish-Eating Population Environmentally Exposed to Organochlorines. *Environ Health Perspect* 113:1318–1324

MARCELLA WARNER, BRENDA ESKENAZI, DONALD G. PATTERSON JR., GEORGE CLARK, WAYMAN E. TURNER, LUIGI BONSIGNORE, PAOLO MOCARELLI AND PIER MARIO GERTHOUX (2005) Dioxin-Like TEQ of women from the Seveso, Italy area by ID-HRGC/HRMS and CALUX, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 15: 310–318

Koppen G, Covaci A, Van Cleuvenbergen R, Schepens P, Winneke G, Nelen V., Schoeters Greet. (2001) Comparison of CALUX-TEQ values with PCB and PCDD/F measurements in human serum of the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS), *Toxicology Letters* 123, 59-67.

Koppen, G., Colles, A. & G. Schoeters (2007) POP's in moedermelk: overzicht Belgische gegevens over POP's-Gehalten in de mens. Tussentijds rapport Vito-rapport 2007/TOX/R/002.

Manhai Long, Birgitte S Andersen, Christian H Lindh, Lars Hagmar, Aleksander Giwercman, Gian-Carlo Manicardi, Davide Bizzaro, Marcello Spanò, Gunnar Toft, Henning S Pedersen, Valentyna Zveyzday, Jens Peter Bonde and Eva C Bonefeld-

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

Jorgensen (2006) Dioxin-like activities in serum across European and Inuit Populations, *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 5:14

Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid (2007) POP's in moedermelk: Belgische resultaten anno 2006. Vito-rapport 2007/TOX/R/019.

SCF (Scientific Committee on Food) (2000) Opinion of the SCF on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in Food. European Commission, SCF/CS/CNTM/DIOXIN/8 Final

SCOOP (Scientific Co-operation on Questions Relating to Food) (2000) Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU Member States. Directorate-General Health and Consumer Protection, 7 June 2000.

Steunpunt Milieu en Gezondheid. Vlaams Humaan Biomonitoringprogramma Milieu en Gezondheid 2002-2006, 2007-2011, 2012-2015. <http://www.milieu-en-gezondheid.be/>

Takashi Todaka, Hironori Hirakawa, Jumboku Kajiwara, Tsuguhide Hori, Kazuhiro Tobiishi, Daisuke Yasutake, Daisuke Onozuka, Seiko Sasaki, Chihiro Miyashita, Eiji

Yoshioka, Motoyuki Yuasa, Reiko Kishi, Takao Iida, Masutaka Furue (2010) Relationship between the concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in maternal blood and those in breast milk, *Chemosphere* 78 :185–192

Van Cleuvenbergen, R., Wevers, M., Schoeters, J. & R. De Fré (1994) Dioxins (PCDDs and PCDFs) in human milk from Flanders, Belgium: concentration levels and congener profile. *Organohalogen Compounds* 20: 215-220.

Van Wouwe, I. Windal, H. Vanderperren, G. Eppe, C. Xhrouet, A-C. Massart, N. Debacker, A. Sasse, W. Baeyens, E. De Pauw, F. Sartor, H. Van Oyen, L. Goeyens (2004) Validation of the CALUX bioassay for PCDD/F analyses in human blood plasma and comparison with GC-HRMS, *Talanta* 63: 1157–1167.

VMM: http://www.vmm.be/lucht/luchtkwaliteit/luchtvervuilende-stoffen/welke/dioxines_pcb.html

WHO (1998). Executive summary. Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI). WHO Consultation May 25-29 1998, Geneva, Switzerland. WHO European Centre for Environmental Health and International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva (<http://www.who.int/pcs/pubs/dioxin-execsum/exe-sum-final.html>).

Weiss, J., 2006. Human exposure to persistent organic pollutants: Illustrated by four case studies in Europe. Department of Environmental Chemistry. Stockholm University.

Steunpunt beleidsrelevant onderzoek
3de generatie


**Milieu en
Gezondheid**

Dioxine-achtige stoffen

Persistente Organische Polluenten

Willems, J. (2003) Gezondheid en Milieu IV. Powerpoint presentatie

Fact Sheet