

PFAS in eieren van hobbykippen TW-onderzoek Beringen, België 2023



16 Oktober 2023



PFAS in eieren van hobbykippen TW-onderzoek Beringen, België 2023

Met dank aan participanten hobbykiphouders Beringen

Auteur: **A. ARKENBOUT** **Hoofd onderzoek ToxicoWatch**
K.J.A.M. BOUMAN Onderzoek ToxicoWatch

Harlingen, Nederland, ToxicoWatch, 16 oktober 2023
Publicatie nummer: 2023-BE-04

Clïënt: Leefbaar Tervant

Disclaimer:

ToxicoWatch aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid ten aanzien van derden voor verlies of schade die voortvloeit uit de interpretatie of het gebruik van informatie uit dit rapport, of uit het vertrouwen en of de daaruit voortvloeiende handelingen, acties op de in het rapport vervatte bevindingen.

Copyright © 2023 TOXICOWATCH

Deze publicatie bevat materiaal dat is geschreven en geproduceerd voor publieke verspreiding. Toestemming om dit materiaal geheel of gedeeltelijk te kopiëren of te verspreiden wordt verleend, op voorwaarde dat de kopieën niet worden gemaakt of verspreid voor commercieel voordeel en dat er wordt verwezen naar titel, auteur en met vermelding van de naam van ToxicoWatch.

Alle figuren, grafieken en tabellen zijn ontworpen door ToxicoWatch. Foto's: gemaakt door ToxicoWatch

www.toxicowatch.org

Afkortingen

Afkorting	Omschrijving (deels in Engels)
6:2 FTOH	1H,1H,2H,2H-perfluorooctanol, telomeer alcoholen
AFFF	Aqueous Film Forming Foam (firefighting foam)
BEQ	Biological Equivalents
BMI	Body Mass Index
bw	Body weight
DR CALUX®	Dioxin Responsive Chemical-Activated LUCiferase gene eXpression
ECHA	European Chemical Agency
EDI	Estimated Daily Intakes
EFSA	European Food and Safety Authority
EOF	Extractable Organic Fluorine
FITC-T4	Fluorescein IsoThioCyanate L-Thyroxine (T4)
FTOH	Fluorotelomers with an alcohol functional group
FOSE	Perfluorooctane sulfonamido ethanol
GC-MS	Gas Chromatography Mass Spectrometry GC-MS
GenX	Fluorochemicals related to hexafluoropropylene oxide dimer acid (HFPO-DA)
HDPE	High-density polyethylene
HFPO-DA	Hexafluoropropylene oxide-dimer acid (Gen-X)
LC-MS	Liquid Chromatography Mass Spectrometry GC-MS
LOD	Limit of Detection, detectie limiet
LOQ	Limit of Quantification
ng	Nanogram; 10 ⁻⁹ gram
PFAS	per- and polyFluoroalkyl substances
PFBA	perfluorobutanoic acid
PFBS	perfluorobutane sulfonic acid;
PFDoDA	Perfluorododecanoic acid is a dodecanoic acid (12-carbon chain). All the hydrogens attached to carbon atoms are replaced by fluorines.
PFHxA	perfluorohexanoic acid
PFHxS	perfluorohexane sulfonic acid
PFNA	perfluorononanoic acid
PFOA	Perfluorooctanoic acid
PFOS	PerFluoroOctane Sulfonates
pg	Picogram; 10 ⁻¹² gram
PM	Particulate Matter (PM10), fine (PM2.5) and very fine (PM1.0)
POP	Persistent Organic Pollutants
RPF	Relative Potency Factors
T4	Thyroxine hormone 3,5,3',5'-tetraiodo-L-thyronine
TDI	Tolerable Daily Intake
TOF	Total Organic Fluorine
TSH	Thyroid Stimulated Hormone
TTR	Thyroid transport protein (transthyretin)
TW	ToxicoWatch
TWI	Tolerable Weekly Intake, Aanvaardbare Wekelijkse Inname
µg	Microgram 10 ⁻³ gram

PFAS in eieren van hobbykippen

TW-onderzoek Beringen, België, oktober 2023

Van 2019 tot 2022 heeft ToxicoWatch (TW) een meerjarig biomonitoringsonderzoek naar dioxinen (PCDD/F/dl-PCB) in eieren van hobbykippen in Beringen uitgevoerd in relatie met de afvalverbrandingsoven Bionerga. Afvalverbranding als bron van PFAS-contaminatie heeft nog weinig aandacht gekregen. PFAS wordt in grote hoeveelheden verbrand in afvalverbrandingsovens, daar het in heel veel (huishoudelijke) producten en verpakkingsmateriaal voorkomt. PFAS kan niet volledig worden geëlimineerd in een WtE-installatie door onvolkomen verbrandingstemperaturen en luchtfiltering. PFAS-emissies worden echter niet gemeten bij afvalverbrandingsovens. Uit onderzoek in kippeneieren blijkt een relatie te bestaan tussen dioxinen en PFAS. Hoe meer dioxinen, des te groter de PFAS-contaminatie. TW heeft op verzoek van Leefbaar Tervant een aanvullend PFAS-onderzoek gedaan op twee locaties, waar in 2022 de meeste dioxinen zijn aangetroffen.

Resultaten:

De resultaten van PFAS in de eieren op de twee locaties (windrichting NO en O-ZO) in Beringen zijn **1,9 en 5,1 microgram PFOA-equivalenten per gram product ($\mu\text{g PFOA eq./g product}$)**, geanalyseerd met de FITC-T4 bioassay. Deze analysemethode meet een totale toxiciteit van PFAS aan de hand van onderdrukking van de schildklierfunctie.

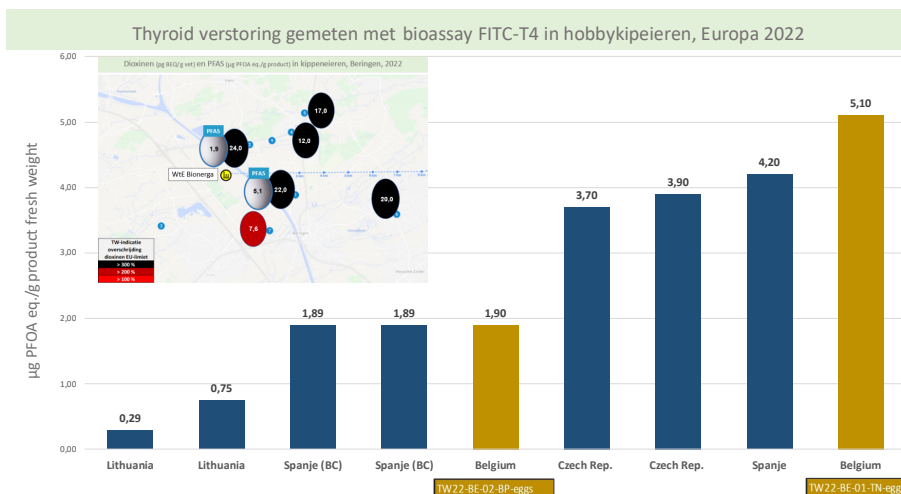
Conclusie:

De kippeneieren laten hoge waarden PFAS in Beringen zien. TW heeft meerdere PFAS-analyses uitgevoerd in relatie tot afvalverbranding. In onderstaand figuur zijn de PFAS-resultaten te zien in de verschillende Europese landen. Alle kippeneieren (10 eieren/locatie), zijn op een afstand van 500-3500 m rondom afvalverbrandingsovens in Litouwen, Spanje, Spaans Baskenland, Tsjechië en België bemonsterd. Het hoogste PFAS-resultaat is gevonden in Beringen op een locatie 2900 m (O-ZO) van de nieuwgebouwde afvalverbrandingsoven Bionerga in België. Dit resultaat is beduidend hoger dan wat er gemeten is in de kippeneieren op 1000 meter afstand van één van de grootste en oudste afvalovens in Europa, nl. *Valdemingomez* in Madrid, Spanje.

Aanbeveling

Meer onderzoek is nodig om te bepalen of afvalverbranding de oorzaak is van deze PFAS-contaminatie. Aan te bevelen is een vervolgonderzoek op PFAS in vegetatie en kippeneieren op meerdere locaties in Beringen. De gevonden waarden in eieren kunnen getoetst worden aan de huidige voedsel veiligheidsnorm van de EFSA (*European Food and Safety Authority*), hoewel deze slechts gebaseerd is op 4 PFAS-stoffen. Volgens de laatste tellingen zouden er meer dan 7 miljoen PFAS-verbindingen zijn. PFAS is gerelateerd aan schildklierproblemen, onvruchtbaarheid, hart- en vaatziekten en zelfs neurodegeneratieve aandoening als Alzheimer. Kinderen lopen een groter risico op blootstelling van PFAS via de placenta, moedermelk en zelfs huisstof.

Het toepassen van FITC-T4 analysemethode is een bijdrage tot een snellere vaststelling van de giftigheid van de enorme hoeveelheid PFAS-verbindingen, die anders veel te lang buiten beeld zullen blijven als alleen vertrouwd wordt op de huidige stand van de beperkte chemische analyse op PFAS.



Inhoudsopgave

AFKORTINGEN	3
PFAS IN EIEREN VAN HOBBYKIPPEN	4
INTRODUCTIE.....	6
HOOFDSTUK 1: PFAS-BRONNEN	7
HOOFDSTUK 2: ONDERZOEKSMETHODE.....	9
HOOFDSTUK 3: RESULTATEN PFAS IN EIEREN VAN HOBBYKIPPEN	10
3.1. DE EFSA-VOEDSELVEILIGHEIDSNORM VOOR PFAS	11
3.2. PFAS IN VEGETATIE VS KIPPENEIEREN.....	12
HOOFDSTUK 4: GEZONDHEIDSRISICO'S PFAS	13
HOOFDSTUK 5: CONCLUSIE	14
LIJST MET FIGUREN	15
ANNEX LABORATORIUMONDERZOEK.....	16

PFAS in Hobbykippeneieren TW-onderzoek Beringen 2023

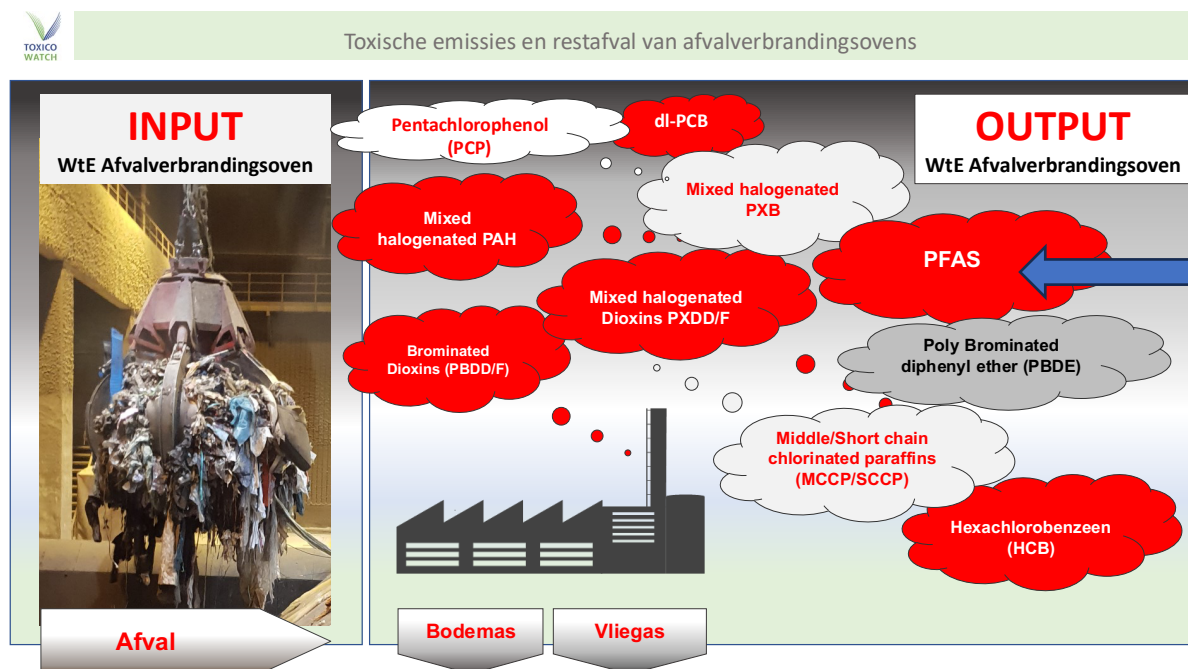
Introductie

Het verbranden van (huishoudelijk) afval door afvalverbrandingsovens wordt als een duurzame en circulaire economie beschouwd, mede door energieopwekking welke meestal wordt geleverd aan naastgelegen bedrijven, industrie of huishoudens. De richtlijnen en controle op emissies van persistente organische stoffen, (*Persistent Organic Pollutants*, POPs), als dioxinen (PCDD/F/dl-PCB) van afvalverbranding zijn vastgelegd in commitment-documenten van de Basel, Rotterdam, Stockholm Conventie (BRS COPs), onderdeel van de UNEP (*United Nations Environment Programme*), als ook in de Richtlijnen Industriële Emissies, RIE. In deze nog steeds geldende EU-regelgeving is het meten van slechts 2x 6 uur (0,1%) per jaar, vooraf aangekondigd en onder de meest ideale omstandigheden geldig voor het behouden van de productie-vergunning. Voor nieuwe afvalverbrandingsovens, die na 2019 zijn gebouwd, geldt een verplichting tot semi-continue meting van dioxine-emissie (PCDD/F/dl-PCB) in de schoorsteen. Hierbij vindt de bemonstering plaats met een *probe*/buisje van minimaal 6 millimeter in een schoorsteen van gemiddeld zo'n 2,5 meter. De verplichte publicatie van emissiedata van deze metingen zijn samenvattingen en betreffen niet de werkelijke weergave van het productieproces. De zogenoemde ruwe minuutgegevens laten het productieproces zien inclusief de technische storingsen in de luchtzuiveringscontrole en het gehele verbrandingsproces. Het is een aanbeveling deze oorspronkelijke, ruwe minuutmeetgegevens standaard door een onafhankelijk deskundige organisatie te laten analyseren en te publiceren om te komen tot een objectieve beoordeling of de afvaloven voldoet aan de milieueisen.

TW heeft bij een tweetal afvalverbrandingsovens, te weten: REC in Harlingen, Nederland en Ivry-Paris XIII, Frankrijk onderzoek uitgevoerd op basis van ruwe minuutdata van meer 20.000 uur REC/NL en 35.000 uur in IPXIII/Parijs. In deze twee technische onderzoeken door ToxicoWatch, betreffende de semi-continue metingen van deze afvalovens, blijken veelvuldig (ver)storingsen in het verbrandingsproces, OTNOC, te zijn opgetreden. In deze onderzoeken blijkt de technische meet- en bemonsteringsapparatuur om verschillende redenen uit te vallen, waardoor essentiële data over emissies gegevens ontbreken. In het TW-onderzoek in REC/NL (2017) blijken deze gebeurtenissen van storingsen en uitval van de meetapparatuur juist de momenten te zijn waarop emissies van dioxinen en POPs hebben kunnen plaatsvinden. In Harlingen werden tijdens verschillende startups in een paar uur tijd dioxinen gemeten, vergelijkbaar met één jaarvrucht dioxinen van normale ongestoorde afvalverbranding. Indien een afvaloven niet goed functioneert, leidt dit tot emissies van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). In een relatief kort tijdsbestek kunnen bij onvolledige verbranding en uitschakeling van één of meer filteronderdelen grote hoeveelheden toxische stoffen zoals PFAS en dioxinen worden uitgestoten. In dit rapport wordt nader ingegaan op PFAS-emissies middels analyse van kippeneieren in Beringen.

Hoofdstuk 1: PFAS-bronnen

In het TW-biomonitoringsonderzoek 2019-2022 van dioxinen in kippeneieren in en rondom Beringen zijn in hoge concentraties dioxinen (PCDD/F/dl-PCB) aangetroffen. Het zijn echter niet alleen dioxinen, maar ook vele andere Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS), die worden uitgestoten, Figuur 1.



Figuur 1: Toxische uitstoot en restafval van afvalverbrandingsovens

Industriële emissiebronnen van PFAS komen steeds vaker in het nieuws doordat verontreinigingen zijn waargenomen middels onderzoek van grond en water, zoals Chemours in Dordrecht (NL) en de 3M fabriek in Zwijndrecht (België). De rol van *Waste-to-Energy* (WtE) afvalverbrandingsresiduen als secundaire bron van PFAS-emissies is nog nauwelijks onder de aandacht gekomen en dient nader te worden onderzocht. In een onderzoek van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) Nederland (12-10-2023) wordt gewaarschuwd, **dat afvalovens geen PFAS kunnen verwerken en dat er weinig zicht is op PFAS-afval**.¹ TW-onderzoek toonde in 2018 PFOA en PFOS aan in de emissies van de afvaloven.² PFAS wordt ook in grote concentraties aangetroffen in residuen als vlieg- en bodemas.³ De uitstoot van PFAS is nu, anno 2023, eveneens bevestigd door Björklund.⁴ TW heeft gewezen in haar presentaties en rapporten op de emissies van en breed scala van POPs door onvolledige verbranding en gebrekkige luchtzuivering van de afvalgassen.^{5,6} Structurele controle van deze emissies, in het bijzonder die van PFAS, dienen zo spoedig mogelijk opgenomen te worden in Basel en Stockholm regulering van toxische emissies door thermische installaties als afvalovens.

¹ <https://www.ilent.nl/documenten/leefomgeving-en-wonen/afval/afvaltransport-evoa/signaalrapportages/meer-grip-op-pfas-in-afval-nodig>

² Arkenbout, A. (2018). Long-term sampling emission of PFOS and PFOA of a Waste-to-Energy incinerator. *ToxicoWatch*. 3p. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.14281.19046>

³ Liu, S. et al. (2021). Perfluoroalkyl substances (PFAS) in leachate, fly ash, and bottom ash from waste incineration plants: implications for the environmental release of PFAS. *Sci. Total Environ.* 2021, 795, No. 148468.

⁴ Björklund S. et al (2021). Emission of Per- and Polyfluoroalkyl Substances from a Waste-to-Energy Plant Occurrence in Ashes, Treated Process Water, and First Observation in Flue Gas, *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 10089–10095

⁵ Arkenbout, A, Bouman K.JAM, 2018. Emissions of dl-PCB, PBB, PBDD/F, PBDE, PFOS, PFOA, and PAH from a waste incinerator, poster Dioxin2018, https://www.toxicowatch.org/_files/ugd/8b2c54_cbc72aef99e549049030d4309097ebab.pdf

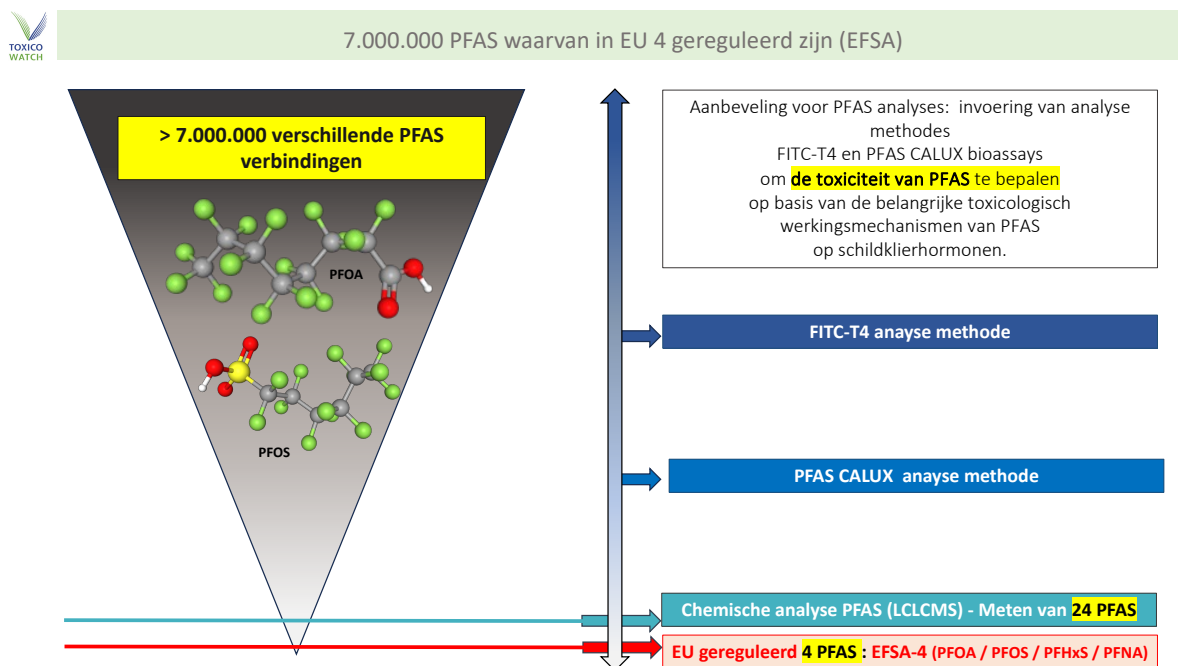
⁶ <https://dioxin20xx.org/wp-content/uploads/pdfs/2019/1069.pdf>

In een onderzoek op 64 eieren van hobbykippen blijkt een lineaire relatie te bestaan tussen dioxinen en PFAS (Zafeiki).⁷ Hoe meer dioxinen, des te groter de PFAS-contaminatie, zo laat deze studie zien. De TW-biomonitoringresultaten van 2019-2022 in diverse Europese landen tonen aan, dat onderzoek naar afvalverbranding als bron van PFAS-contaminatie veel meer de aandacht dient te krijgen. Dat is echter voor PFAS op dit moment nog verre van volledig. De EU-wet- en regelgeving voor voedsel en milieu, op advies van de EFSA (*European Food and Safety Authority*), is gebaseerd op slechts vier (4) PFAS-verbindingen. Gen-X is bijvoorbeeld niet opgenomen, terwijl deze toxische verbinding veelvuldig wordt aangetroffen in het milieu met alle gezondheidsrisico's vandien. Gen-X is indertijd gepresenteerd door de industrie, als vervanger van het giftige PFOS. Gen-X blijkt echter ook giftig en is daarmee het zoveelste voorbeeld van een 'regrettable substitute'. Het toepassen van FITC-T4-analysemethode als eerste screening kan bijdragen om sneller contaminaties te detecteren, die anders te lang buiten beeld zullen blijven als alleen vertrouwd wordt op de chemische analyse.

PFAS wordt voornamelijk chemisch geanalyseerd met de vloeistofchromatografie (LC/LCMS). Volgens de meest recente berekening, hebben we tegenwoordig te maken met meer dan 7 miljoen PFAS-verbindingen.⁸ De meeste laboratoria bieden een pakket aan voor analyses van 24 (uitzonderingen tot 100+) fluorstoffen. De EFSA heeft voor de EU een PFAS-norm geadviseerd op basis van 4 PFAS-verbindingen, namelijk: PFOA, PFOS, PFHxS en PFNA, Figuur 2.

Andere PFAS-analyse methoden zijn:

- Total Oxidizable Precursor (TOP) test
- Extraheerbare Organische Fluor (EOF)
- Bioassays PFAS CALUX en FITC-T4.



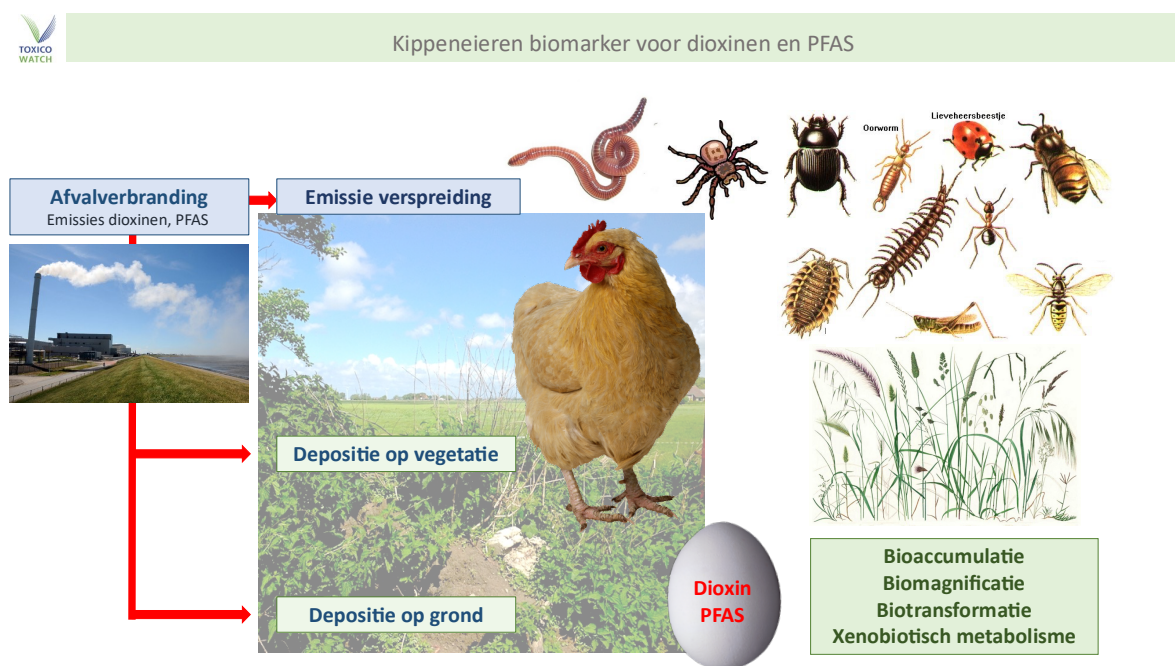
Figuur 2: Schematische weergave van de grote hoeveelheid PFAS-verbindingen en de beperkingen van analysemethode.

⁷ Zafeiraki E, et al. (2016). Perfluoroalkylated substances (PFASs) in home and commercially produced chicken eggs from the Netherlands and Greece. *Chemosphere*. 2016 Feb; 144:2106-12.

⁸ Schymanski EL. (2023). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in PubChem: 7 million and growing. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2023-j823z>

Hoofdstuk 2: Onderzoeksmethode

De eieren van kippen die vrij op een erf kunnen rondscharrelen zijn belangrijke biomarkers van POPs in onderzoeken naar industriële emissies, zoals bijvoorbeeld die van afvalverbrandingsovens. Kippen consumeren kleine ongewervelde dieren, natuurlijke vegetatie, zaden, grond, water en ademen de omgevingslucht in. Kippen met een dergelijk optimaal contact met de omgeving maken contaminatie van de omgeving inzichtelijk door onderzoek van de gelegde eieren, Figuur 3.



Figuur 3: Kippeneieren als biomarker voor dioxinen en PFAS.

Op twee (2) locaties, op 1790 m, (locatie A, windrichting NO) en 2900 m, (locatie B, windrichting O-ZO) afstand van de afvalverbrandingsoven Bionerga in Beringen, zijn de kippeneieren bemonsterd en geanalyseerd op PFAS met de bioassay-analysmethode FITC-T4. Van beide locaties zijn 10 verse kippeneieren bemonsterd op 17-18 oktober 2022, welke vervolgens zijn gemengd tot één homogeen vloeibaar ei-monster (eigeel + eiwit), in twee gelijke hoeveelheden verdeeld, als aanlevermonster en back-up en ingevroren in HDPE-containers. Het back-up ei monsters van twee locaties zijn geanalyseerd op PFAS door BioDetection Systems, in Amsterdam, Nederland.

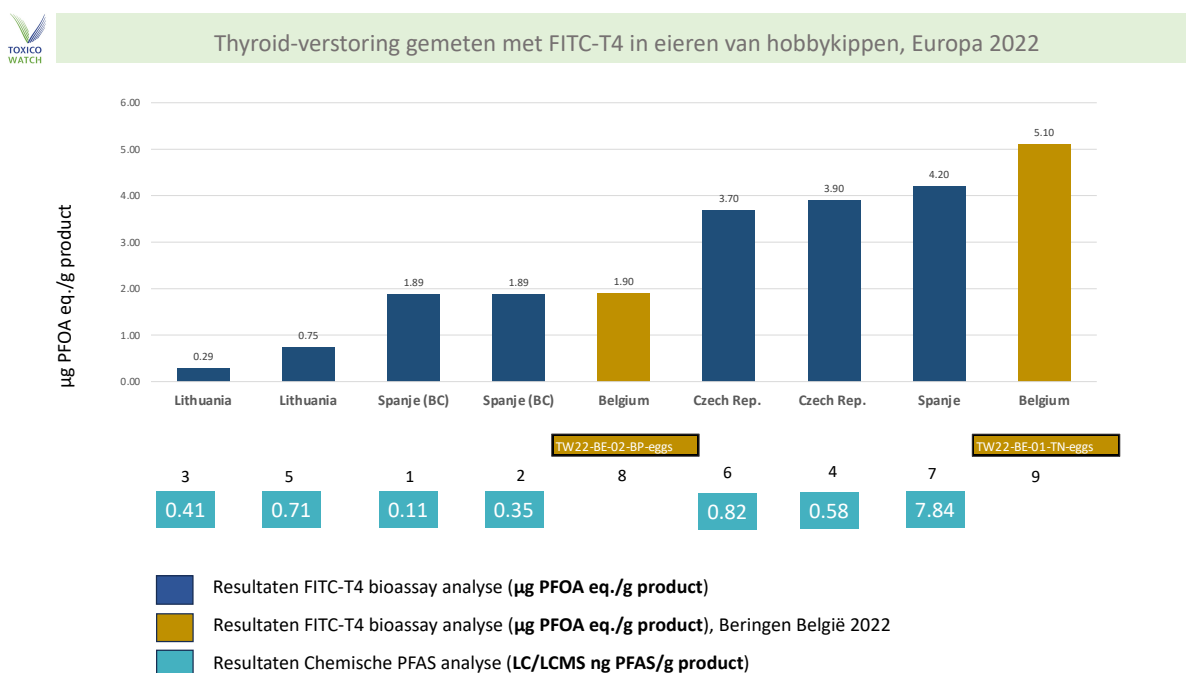
FITC-T4 is het acroniem voor Fluoresceïne IsoThioCynaat (FITC) en T4 betreft het schildklierhormoon Thyroxine, dat 4 jodiumelementen (T4) bevat. De PFAS binden zich aan het schildkliertransporteiwit transthyretine (TTR), waardoor het natuurlijke hormoon thyroxine (T4) geen binding kan maken met TTR. Dit vrije ongebonden hormoon thyroxine (T4) is een maat voor de hoeveelheid PFAS. De analyseresultaten met de FITC-T4 worden uitgedrukt in **microgram PFOA-equivalenten per gram product ($\mu\text{g PFOA eq./gr product}$)**. FITC-T4 wordt toegepast voor screening op PFAS, maar ook voor andere giftige stoffen, zoals tetrabroombisfenol-A (TBBPA), ftalaten en Polybroomdifenylethers (PBDEs). Deze hebben ook een versturende werking op de schildklier bij mensen. Een vergelijkbare bioassay is de PFAS-CALUX. Van deze meer gevoeligere test wordt geschat dat 10% van de stoffen niet-PFAS gerelateerde stoffen betreffen.⁹

⁹ Besselink H. (2019). Testing the PFC CALUX® bioassay for monitoring the effects of PFAS, report no bds-php18240-rap3-final-hb

Hoofdstuk 3: Resultaten PFAS in eieren van hobbykippen

De PFAS-resultaten in eieren van hobbykippen op twee (2) locaties in Beringen met de bioassay FITC-T4 zijn uitgedrukt in microgram voor **locatie A** (TW22-BE-02-BP-eggs): **1,9 µg PFOA eq./gr product** en voor **locatie B** (TW22-BE-01-TN-eggs): **5,1 µg PFOA eq./gr product**. De toxiciteit wordt uitgedrukt in relatieve giftigheid tot PFOA, de meest voorkomende en onderzochte PFAS. Hieronder volgt een uitleg hoe deze twee (2) resultaten te interpreteren.

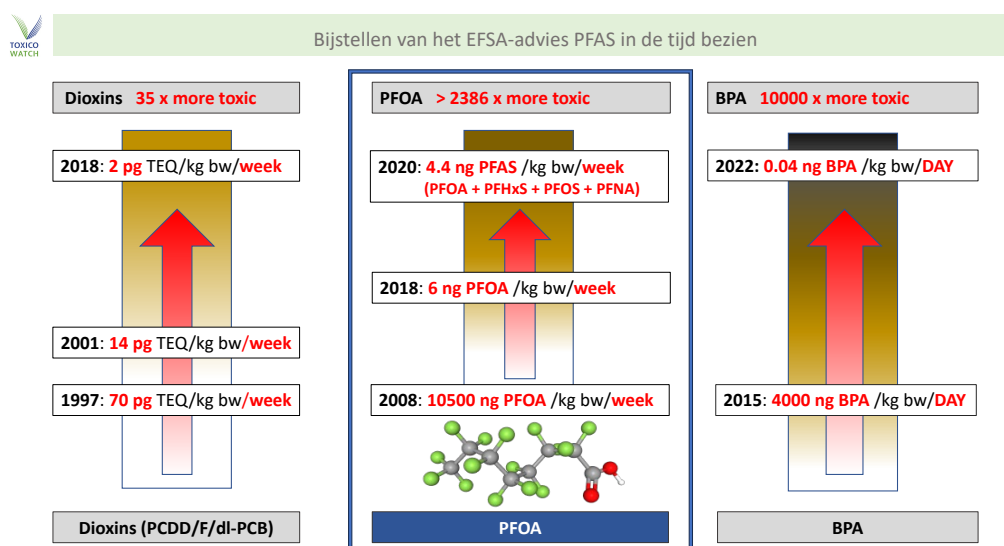
In Figuur 4 is een overzicht gegeven van PFAS-biomonitoringsresultaten op kippeneieren welke met de FITC-T4 door TW zijn uitgevoerd in verschillende Europese landen in 2022. Alle kippeneieren (10 eieren/locatie, verwerkt tot een analyse monster zoals beschreven bij onderzoekmethode op pag. 9) zijn op een afstand van 500-3500 m rondom afvalverbrandingsovens in Litouwen, Spanje, Spaans Baskenland, Tsjechië en België bemonsterd. Het hoogste PFAS-resultaat is gevonden in Beringen op kippenei-locatie B op 2900 m (O-ZO) van de nieuwgebouwde afvalverbrandingsoven Bionerga in België. Dit resultaat is beduidend hoger dan wat er gemeten is in de kippeneieren op 1000 meter afstand van één van de grootste en oudste afvalovens in Europa, nl. *Valdemingomez* in Madrid, Spanje. Op deze locaties A en B zijn in 2022 de hoogste waarden van dioxinen (PCDD/F/dl-PCB) aangetroffen in het TW-biomonitoringonderzoek, Beringen 2019-2022, zowel met de DR CALUX analyse al met de chemische analyse (GC-MS). Dat is ook de redenen dat dit aanvullende onderzoek naar PFAS in kippeneieren op deze twee locaties zijn uitgevoerd.



Figuur 4: Thyroid-verstoring gemeten met bioassay FITC-T4 in eieren van hobbykippen, Europa 2022

3.1. De EFSA-voedselveiligheidsnorm voor PFAS

De EFSA-voedselveiligheidsnorm voor PFAS, de zogenoemde EFSA-4, is anno 2023 gesteld op 4 PFAS-verbindingen (PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA). Deze norm is vastgesteld door de EFSA op **4,4 ng PFAS/kg bw/week**, of te wel 4,4 nanogram PFAS per kilo lichaamsgewicht (*body weight/bw*) per week. De ontwikkeling van de regulering van PFAS/PFOA door de Europese Voedsel en Waren autoriteit EFSA gaat snel. In een tijd van 12 jaar is het met een factor 2386 naar beneden bijgesteld. Zie figuur 5.



Figuur 5: Bijstellen van EFSA-advies voor inname van PFAS in de tijd bezien.

De regulering is momenteel gebaseerd op de uiterst beperkte mogelijkheden van de chemische analyses met de vloeistofchromatografie (LC/LCMS) van de vele PFAS-verbindingen. In Nederland zijn de verschillende waterschappen voor de controle van de waterkwaliteit overgegaan op het gebruik van bioassays, zoals FITC-T4 en PFAS CALUX. Het is een sterke aanbeveling, bioassays in te zetten, die een totale toxiciteit van PFAS meten, toe te passen voor milieucontaminatie en voor de bepaling van veiligheid van voedsel. Verschillende studies duiden het belang aan van de versturende invloeden van PFAS op het schildklierhormoon.¹⁰ Bioassay-testen in combinatie met het uitvoeren van chromatografische fractionering en vervolgens chemische analyse uitvoeren op actieve fracties, staat bekend als effectgerichte analyse (EDA). Het is bij uitstek een benadering die wordt gebruikt om de complexiteit van milieumonsters te reduceren en om chemische stoffen te identificeren die verantwoordelijk zijn voor deze bioassay-effecten.^{11,12}

¹⁰ Ouyang X. et al (2017). Miniaturization of a transthyretin binding assay using a fluorescent probe for high throughput screening of thyroid hormone disruption in environmental samples, *Chemosphere*, Volume 171, 2017, Pages 722-728

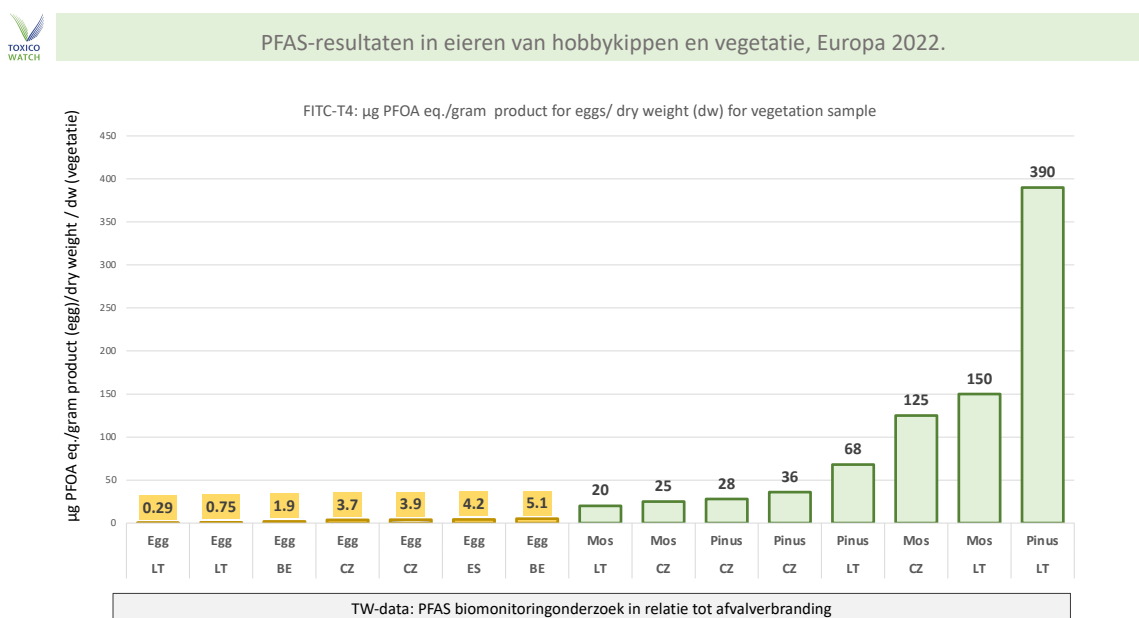
¹¹ Schepper de, J. K. H. et al. (2023). The contribution of PFAS to thyroid hormone-displacing activity in Dutch waters: A comparison between two in vitro bioassays with chemical analysis. *Environment International*, 181, 1-11. Article 108256.

¹² Jonkers, T.J.H., et al. (2022). High-performance data processing workflow incorporating effect-directed analysis for feature prioritization in suspect and nontarget screening. *Environ. Sci. Technol.* 56, 1639–1651.

3.2. PFAS in vegetatie vs kippeneieren

In Figuur 6 zijn de resultaten van TW-biomonitoringonderzoeken in Europa (2019-2022) met de FITC-T4 uiteengezet. Opmerkelijk zijn de hogere waarden PFAS gevonden in vegetatie (dennenaalden, bladeren en mossen) in verhouding met de resultaten gevonden in eieren van hobbykippen. Hobbykippen worden vaak bijgevoerd met legkorrels, granenmix, dagelijkse etensresten, zo blijkt uit de geretourneerde TW-questionnaires van participanten, hetgeen ook van invloed kan zijn op analyseresultaten in de eieren. In een Deens onderzoek¹³ wordt de PFAS-contaminatie in eieren van hobbykippen gewijd aan het kippenvoer. In de meerjarige TW-biomonitoringonderzoeken in diverse landen in Europa in 2019-2022, zijn vaak op eenzelfde locatie zowel eieren van hobbykippen als tegelijkertijd vegetatie (dennenaalden, mos) bemonsterd. De analyse uitslagen van beide biomarkers, kippeneieren en vegetatie lopen dikwijls synchroon aan elkaar. Daaruit kan voor die locaties worden geconcludeerd dat kippenvoer-contaminatie niet als aanwijsbare bron kan worden gesteld in die bemonsterperiodes.

De TW-resultaten van PFAS op de vegetatie in de omgeving van afvalverbrandingsovens laten duidelijk zien dat er meer aan de hand is dan een regionale PFAS-contaminatie van bijvoorbeeld vismeel in het kippenvoer, zo blijkt uit analyses van dioxinen, PAKs en PFAS in TW-biomonitoringonderzoeken op vegetatie en kippeneieren van eenzelfde locatie.



Figuur 6: PFAS-resultaten in eieren van hobbykippen en vegetatie, Europa 2022.

In Nederland wordt in een groot gebied rondom de PFAS-fabriek Chemours de bewoners afgeraden om moestuin groente en fruit te consumeren.^{14,15} TW adviseert een continuering van het biomonitoringonderzoek op kippeneieren in Beringen en daarbij, naast vegetatie (dennenaalden, mos), ook moestuingroenten en agrarische producten te bemonsteren, die geteeld worden in moestuinen en percelen in en rond Beringen.

¹³ <https://www.food.dtu.dk/english/newsarchive/2023/01/pfas-found-in-organic-eggs-in-denmark>

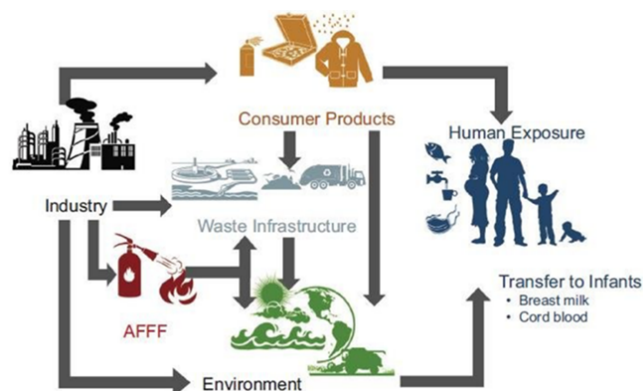
¹⁴ <https://www.rivm.nl/publicaties/herziening-risicobeoordeling-genx-en-pfoa-in-moestuingewassen-in-dordrecht-papendrecht-en-sliedrecht>

¹⁵ Boon PE. (2022). Risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen uit moestuinen in de gemeenten Dordrecht, Papendrecht, Sliedrecht en Molenlanden, RIVM-briefrapport 2022-0010

Hoofdstuk 4: Gezondheidsrisico's PFAS

De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (European Food and Safety Authority, EFSA) concludeerde in 2018 dat een groot deel van Europese bevolking de toelaatbare wekelijkse inname (TWI) van PFAS overschrijdt.¹⁶ Deze conclusie is gebaseerd op grond van slechts 4 PFAS-verbindingen, EFSA-4: (PFOA, PFOS, PFHxS en PFNA), die zoals hier in dit rapport is geduid, slechts een miniem deel vormen van de totale PFAS-belasting van vele miljoenen fluorverbindingen waar we allen tegenwoordig mee te maken hebben door gebruik van producten, verpakkingsmaterialen, voedsel, water en grond (zie Figuur 7). Net als dioxinen vertegenwoordigen PFAS persistente organische stoffen, *Persistent Organic Polutants*, (POPs), die nauwelijks kapot te maken zijn en lang in het menselijk lichaam verblijven. De toxische verschijnselen komen vaak pas later in tijd gemeten in beeld.

Al lange tijd wordt PFAS heel duidelijk geassocieerd met onder meer de mondiale schildklierproblemen, obesitas, diabetes, en insulineresistentie.¹⁷ Er is een relatie met immunotoxiciteit¹⁸ en afnemende werking van vaccins volgens EU-rapportage.¹⁹ Ook is een toename van hart- en vaatziekten gevonden in verband met blootstelling aan PFAS. Verschillende onderzoeken wijzen op veranderingen in het vet- en glucosemetabolisme en een verhoogde bloeddruk als mogelijke verbanden met cardiovasculaire trombo-embolische voorvallen.²⁰ Kinderen lopen een groter risico op blootstelling omdat PFAS worden overgedragen via de placenta en postnatale bronnen van moedermelk en huisstof.²¹ Zelfs neurodegeneratieve aandoeningen als Alzheimer hebben een relatie met de PFAS-blootstellingen.²² PFAS veroorzaakt onvruchtbaarheid van mannen door vermindering van de spermakwaliteit, het testiculaire volume en zelfs de penislengte.²³ Ook neonatale sterfte wordt in verband gebracht met PFAS-contaminatie als wel een deficiëntie van ontwikkeling bij pasgeboren baby's.²⁴ De lijst van schade door PFAS lijkt elke dag langer te worden, zo laten tal van studies zien.



Figuur 7: PFAS exposure pathways to the human population and the environment (Sunderland et al. 2019)

¹⁶ https://ec.europa.eu/environment/pdf/chemicals/2020/10/SWD_PFAS.pdf

¹⁷ Young, A.S. et al. (2021). *Env. Health Perspect.* 129 (4), 047010-1 to 047010-13.

¹⁸ Corsini, E., et al., *Perfluorinated compounds: Emerging POPs with potential immunotoxicity.* *Toxicol. Lett.* (2014)

¹⁹ Grandjean P, Andersen E, Budtz-Jørgensen E, et al. Serum vaccine antibody concentrations in children exposed to perfluorinated compounds. *JAMA.* 2012; 307:391–7.

²⁰ Meneguzzi A, et al. (2021) Exposure to Perfluoroalkyl Chemicals and Cardiovascular Disease: Experimental and Epidemiological Evidence. *Front. Endocrinol.* 12:706352.

²¹ Wang et al (2019). Inactivation of common airborne antigens by perfluoroalkyl chemicals modulates early life allergic asthma. *PNAS* 2021 Vol. 118 No. 24 e20119571

²² Zhang, Qian et al. "Developmental perfluorooctane sulfonate exposure results in tau hyperphosphorylation and β -amyloid aggregation in adult rats: Incidence for link to Alzheimer's disease." *Toxicology* 347-349 (2016): 40-6

²³ Di Nisio A. et al. (2018). Endocrine disruption of androgenic activity by perfluoroalkyl substances: clinical and experimental evidence, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*; Copyright 2018 DOI: 10.1210/jc.2018-01855

²⁴ DeWitt, Jamie. (2015). *Toxicological Effects of Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances.* 10.1007/978-3-319-15518-0.

Hoofdstuk 5: Conclusie

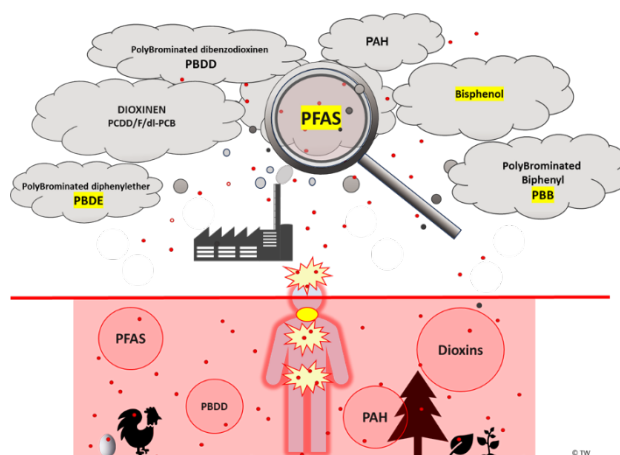
In dit rapport zijn de PFAS-resultaten in eieren van hobbykippen in Beringen geplaatst in de context van eerder gepubliceerde TW-biomonitoringsonderzoeken in relatie tot afvalverbranding. Op twee locaties van deze biomonitoringonderzoeken in Beringen, is in opdracht van Leefbaar Tervant, dit aanvullend PFAS-onderzoek uitgevoerd op de eieren, welke in oktober 2022 zijn bemonsterd.

De dioxinen die zijn aangetoond in de eieren van hobbykippen en op diverse locaties stijgen in een opgaande lijn sinds de afvaloven Bionerga in productie is gegaan in 2020. Op de locaties A en B in dit PFAS-onderzoek zijn de hoogste dioxineresultaten (PCDD/F/dl-PCB) in het laatste TW-biomonitoringonderzoek 2022 in Beringen aangetroffen. Dat is de reden voor de keuze deze twee locaties van dit aanvullende TW-PFAS-onderzoek 2023. De twee PFAS-uitslagen van de eieren van hobbykippen indiceren dat Beringen naast een dioxineprobleem ook een PFAS-probleem heeft.

Het is aan te bevelen om de gevonden waarden te verifiëren, middels chemische (LC/LCMS) PFAS-analyses, en te toetsen aan de huidige EFSA-voedsel veiligheidsnorm. Daarbij een kanttekening makend, dat de veilige norm door de EFSA slechts op 4 PFAS-stoffen (PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA) is gebaseerd, en dat is maar 0,00005% van alle mogelijke PFAS-verbindingen. Dit geeft de technische achterstand aan op de analyse van de vele miljoenen stoffen als PFAS.

Het zou daarom verstandig zijn om screeningtools als bioassay analyses FITC-T4 of PFAS-CALUX te implementeren in de standaardanalyses. Daarnaast zou de industrie meer openheid van zaken dienen geven over hun specifieke chemische productspecificaties, toxiciteitsonderzoeken en emissies naar lucht, water en bodem. De afvalbrandingsoven Bionerga dient inzage te geven in ruwe minuutdata, dus niet de berekende/gemiddelde data van de semi-continue metingen in de schoorsteen. Deze data dienen onafhankelijk te worden geverifieerd om te onderzoeken of de afvaloven wel voldoet aan de eisen van de Best Beschikbare Technieken (BAT) om emissies van Persistente Organische Stoffen (POPs) tot het uiterste te reduceren.

Afvalverbrandingsovens zijn een potentiële bron van PFAS-contaminatie van de leefomgeving. Dit blijkt ook uit TW-onderzoeken (2015-2017), waarin PFAS (PFOA en PFOS) is gemeten in de rookgassen van de nieuwste 'State-of-the-art' afvalverbrandingsoven in Nederland. Deze nieuwgebouwde *Waste-to-Energy* (WtE) afvalverbrandingsovens, zoals ook Bionerga, zijn niet geschikt om de persistente stoffen die PFAS-afval bevatten volledig te verbranden, gezien de veel hogere verbrandingstemperaturen dan 850° C die daarvoor nodig zijn. Helaas is PFAS zo geïntegreerd in ons leven, dat er altijd PFAS zal worden verbrand in ons (huishoudelijk) afval. Dioxinen zijn niet de enige toxische stoffen welke een risico vormen voor onze leefomgeving en gezondheid. Daarvan getuigt het resultaat van PFAS in de eieren van hobbykippen in Beringen, België.



Lijst met Figuren

Figuur 1: Toxische uitstoot en restafval van afvalverbrandingsovens.....	7
Figuur 2: Schematische weergave van de grote hoeveelheid PFAS-verbindingen en de beperkingen van analysemethode.	8
Figuur 3: Kippeneieren als biomarker voor dioxinen en PFAS.....	9
Figuur 4: Thyroid-verstoring gemeten met bioassay FITC-T4 in eieren van hobbykippen, Europa 2022	10
Figuur 5: Bijstellen van EFSA-advies voor inname van PFAS in de tijd bezien.	11
Figuur 6: PFAS-resultaten in eieren van hobbykippen en vegetatie, Europa 2022.	12
Figuur 7: PFAS exposure pathways to the human population and the environment (Sunderland et al. 2019	13



BioDetection Systems
Science Park 406
1098XH
Amsterdam
The Netherlands

Tel: 0031 20 4350 750
Fax: 0031 20 4350 757
E-mail: info@bds.nl
Web: www.bds.nl

Analysis report

Client:
Toxicowatch
Abel Arkenbout
info@toxicowatch.org
grote ossenmarkt 18
8861 CP
Harlingen
Nederland

Authorized by: Emiel Felzel
Date report (dd-mm-yyyy): 09-12-2022
Head of Testing Laboratory

Responsible person BDS:
Emiel Felzel
Head of Testing Laboratory

Information about report

The results of examination refer exclusively to the checked samples.
Results are given in table 1.

Sample characteristics are given in table 2.

Accreditation ISO 17025 (RvA L401) is not applicable for activities described in this report

Date of the performance of the test: 08-12-2022

Table 1 sample analysis results

No.	Client code	Method	Parameter	Result	Conclusion	Cut off	Unit
1	TW22-CZ-E05	FITC-T4	Thyroid disruption	3.7	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight
2	TW22-CZ-E06	FITC-T4	Thyroid disruption	3.9	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight
3	TW-MD22-Egg01	FITC-T4	Thyroid disruption	4.2	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight
4	TW22-BE-01-TN-eggs	FITC-T4	Thyroid disruption	5.1	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight
5	TW22-BE-02-BP-eggs	FITC-T4	Thyroid disruption	1.9	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight
6	TW-LT22-Egg-05	FITC-T4	Thyroid disruption	0.75	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight
7	TW-LT22-Egg-06	FITC-T4	Thyroid disruption	0.29	---	n.a.	ug PFOA eq./gram fresh weight

n.a.= no cut off according to EU guideline in BEQ established, maximal levels applicable if available

Table 2 sample characteristics

No.	Client code	BDS code	Matrix	ISO17025 (RvAL401)	Date arrival	Sealed
1	TW22-CZ-E05	44301	Food, egg(product)	no	15-11-2022	
2	TW22-CZ-E06	44302	Food, egg(product)	no	15-11-2022	
3	TW-MD22-Egg01	44303	Food, egg(product)	no	15-11-2022	
4	TW22-BE-01-TN-eggs	44304	Food, egg(product)	no	15-11-2022	
5	TW22-BE-02-BP-eggs	44305	Food, egg(product)	no	15-11-2022	
6	TW-LT22-Egg-05	44306	Food, egg(product)	no	15-11-2022	
7	TW-LT22-Egg-06	44307	Food, egg(product)	no	15-11-2022	