



> Retouradres Postbus 43006 3540 AA Utrecht

Aan de Minister voor Medische Zorg
Ministerie van VWS

Advies van de directeur bureau Risicobeoordeling &
onderzoek

Risicobeoordeling PFAS in eieren van kippen van
particulieren

**Bureau Risicobeoordeling &
onderzoek**

Catharijnesingel 59
3511 GG Utrecht
Postbus 43006
3540 AA Utrecht
www.nvwa.nl

Contactpersoon

T 088 223 33 33
risicobeoordeling@nvwa.nl

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Datum

20 februari 2024

Risicobeoordeling PFAS in eieren van kippen van particulieren

Aanleiding

Op 31 augustus 2023 publiceerde NRC¹ een artikel waarin beschreven werd dat eieren van kippen van particulieren in de buurt van de chemiefabriek Chemours gevaarlijk veel per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS) bevatten. PFAS zijn door de mens gemaakte stoffen die van nature niet in het milieu voorkomen. Er zijn meer dan 4000 PFAS bekend. Ter onderbouwing van dit artikel heeft NRC zelf eieren van particulieren laten analyseren door de Vrije Universiteit (VU) in Amsterdam. De eieren waren afkomstig van drie particulieren, drie kinderboerderijen en drie verkooppunten (niet nader gedefinieerd) in een straal van zes kilometer rond de chemiefabriek Chemours in Zuid-Holland zuid. Volgens NRC zou de consumptie van deze eieren tot gezondheidsrisico's leiden.

In Nederland is de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) de toezichthouder op de wet- en regelgeving voor voedsel. Zij is verantwoordelijk voor en bevoegd tot het optreden bij risico's op het gebied van voedselveiligheid. Eieren van kippen van particulieren vallen niet onder het toezicht van de NVWA omdat deze eieren niet in de handel worden gebracht voor commerciële verkoop. Desalniettemin heeft de NVWA de gezondheid van de consument hoog in het vaandel staan en heeft de NVWA zorgen hieromtrent. Daarom heeft bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) van de NVWA dit signaal op eigen initiatief nader onderzocht.

BuRO heeft daarbij de volgende bredere onderzoeksvraag geformuleerd:

Is er sprake van een risico voor de gezondheid van de Nederlandse consument wanneer deze gedurende een langere periode aan PFAS wordt blootgesteld via de consumptie van eieren van kippen van particulieren?

Afbakening

De bovenstaande onderzoeksvraag is gericht op het publieke belang chemische voedselveiligheid en dan specifiek PFAS als mogelijk contaminant in eieren. Mogelijk andere contaminanten die aanwezig kunnen zijn in eieren zoals dioxines zijn in dit advies niet nader beoordeeld. Levensmiddelen waarin eieren verwerkt zijn zoals bijvoorbeeld cake, zijn niet meegenomen in de risicobeoordeling. Daarnaast zijn ook de andere publieke belangen, zoals dierenwelzijn, niet meegewogen in dit advies.

¹ [NRC: Gevaarlijk veel PFAS in eieren van hobbykippen in de buurt van chemiefabriek Chemours](#)

Aanpak

Om de bovenstaande vraag te beantwoorden heeft BuRO een risicobeoordeling uitgevoerd op basis van de vier stappen van de risicobeoordeling zoals gedefinieerd in de Codex Alimentarius. Voor meer details met betrekking tot de risicobeoordelingsmethodiek van BuRO wordt verwezen naar de website van NVWA-BuRO². De inhoud van dit advies is onderworpen aan een externe peer-review.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Aangezien er op dit moment nog geen consensus is over de aanpak voor het berekenen van de som van de aangetroffen PFAS-gehalten in voedingsmiddelen in het algemeen en dus ook in eieren zal BuRO in deze risicobeoordeling de blootstelling berekenen aan de hand van zowel concentratieadditie (gebaseerd op equipotentie³) als relatieve potentiefactoren (RPFs⁴). BuRO stimuleert wetenschappelijke discussie en verdere verfijning van de methode om tot de beste (en geharmoniseerde) aanpak voor de blootstellingsberekeningen van PFAS te komen.

Om het risico voor de gezondheid van de consument door de consumptie van eieren van particulieren mogelijk gecontamineerd met PFAS te duiden wordt ook dit risico door de consumptie van commerciële eieren berekend. Voor het berekenen van de PFAS-gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren is alleen gebruik gemaakt van Nederlandse data. BuRO heeft hiervoor gericht gezocht naar openbare datasets. Ter illustratie zijn een aantal Europese studies in de discussie besproken. Voor zover bij BuRO bekend waren drie openbare datasets met data uit Nederland beschikbaar. Dit wordt bevestigd door een externe expert op het gebied van PFAS (persoonlijke communicatie Wageningen Food Safety Research).

1. Een wetenschappelijk artikel uit 2016 van Zafeiraki en collega's waarin PFAS-gehalten van eieren van Nederlandse particulieren (n=73) en commerciële eieren (n=22) zijn gerapporteerd. De eieren, bemonsterd in 2014, zijn afkomstig uit diverse regio's verdeeld over heel Nederland en niet specifiek van een locatie met een bekende PFAS besmettingsbron. De commerciële eieren zijn afkomstig uit verschillende supermarkten in Nederland.
2. Monitoringsdata van PFAS in commerciële eieren (n=160) geanalyseerd door WFSR (periode 2017 tot en met 2022). De eieren zijn afkomstig van bijvoorbeeld legpluimveehouderijen of pakstations. Informatie met betrekking tot de houderijvorm (bijv. vrije uitloop⁵ of biologisch) is slechts voor een gedeelte van de data bekend zodat hier in de risicobeoordeling geen onderscheid in gemaakt kan worden.
3. PFAS-gehalten in commerciële eieren (n=9) die zijn gebruikt in een recente risicobeoordeling door RIVM naar de gezondheidsrisico's van PFAS in de Nederlandse voeding en Nederlands drinkwater. De in het RIVM onderzoek geanalyseerde voedingsmiddelen waren afkomstig uit supermarkten, uit speciaalzaken en van de markt.

Vervolgens is op vier manieren de totale PFAS-gehalte in eieren berekend met behulp van een lower bound⁶ en upper bound⁷:

1. De som van PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS (EFSA-4) (gebaseerd op equipotentie)
2. De som van PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS (EFSA-4) (gebaseerd op relatieve potentie)
3. De som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op equipotentie)

² [Methodiek risicobeoordeling chemische stoffen in levensmiddelen en diervoeder](#)

³ Gelijke potentie van individuele PFAS ten aanzien van het toxicologische effect.

⁴ Relatieve potentie factoren geven de toxische potentie van individuele PFAS weer ten opzichte van PFOA (indexstof).

⁵ Daarnaast zou de ophokplicht in verband met de vogelgriep van invloed kunnen zijn op de daadwerkelijke buitenloop van kippen.

⁶ Bij een lower bound berekening worden de waardes onder de kwantificatielimiit (LOQ) vervangen door de waarde nul.

⁷ Bij gebruik van upper bound worden de waardes <LOQ vervangen door de waarde van de LOQ.

4. De som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie).

In dit advies worden individuele PFAS beschreven aan de hand van een afkorting. De lijst van afkortingen en volledige naamgeving is terug te vinden in Bijlage I.

De totale PFAS-gehalten in eieren berekend op basis van de upper bound zijn wel gerapporteerd in de onderbouwing van dit advies, maar zijn niet gebruikt voor de blootstellingsberekening in deze risicobeoordeling. De upper bound getallen geven namelijk fictieve PFAS-gehalten waarbij gehalten van niet-gedetectedeerde PFAS zijn gebaseerd op de kwantificatielimiet van de analytische methode. De gehalten worden dus bepaald door de hoogte van de kwantificatielimieten en het aantal PFAS dat onder de kwantificatielimiet is geanalyseerd. Upper bound gehalten zijn voor de risicobeoordeling dus niet reëel en laten slechts de onzekerheid zien die PFAS-gehalten onder de LOQ maximaal kunnen introduceren.

De totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren is berekend op basis van een realistisch scenario. Hierbij wordt door BuRO uitgegaan van een gemiddeld PFAS-gehalte in eieren van particulieren, een gemiddeld PFAS-gehalte in commerciële eieren en een hoge (P95⁸) consumptiehoeveelheid van zowel eieren van particulieren als commerciële eieren. Daarnaast is ook een scenario gekozen waarbij wordt uitgegaan van een hoog (P95) PFAS-gehalte in eieren van particulieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van deze eieren. Dit laatste uitgangspunt is gekozen omdat particulieren mogelijk gedurende een langere periode grote hoeveelheden eieren van eigen kippen consumeren die mogelijk besmet kunnen zijn met een hoog PFAS-gehalte. Ook voor dit scenario is de totale wekelijkse inname door kinderen en volwassenen berekend. Aanvullend zijn in Bijlage VII scenario's met onder andere gemiddelde ei-consumptie doorgerekend.

Het gemiddelde en P95 PFAS-gehalte in eieren van particulieren is berekend aan de hand van de data uit het artikel van Zafeiraki en collega's. Het gemiddelde en P95-gehalte in commerciële eieren is berekend door de WFSR monitoringsdata te combineren met de data uit RIVM onderzoek. Voor meer details met betrekking tot de aanpak wordt verwezen naar de onderbouwing van dit advies.

Bevindingen

Gevareninventarisatie & -karakterisatie

- PFAS zijn chemisch en thermisch stabiele stoffen. Vanwege hun stabiliteit blijven PFAS ook lang aanwezig in het milieu en in de voedselketen. Sommige PFAS accumuleren in mens en dier. Een aantal PFAS verbindingen zijn relatief goed wateroplosbaar waardoor deze verbindingen zich makkelijk via water en aerosolen in het milieu verspreiden. Vooral in gebieden waar industriële emissies plaatsvinden kunnen PFAS-gehalten relatief hoog zijn. PFAS komt mogelijk in eieren terecht doordat kippen met PFAS gecontamineerd voer, water of gecontamineerde grond binnenkrijgen.
- Epidemiologische studies laten een associatie zien tussen langdurige blootstelling aan PFAS en een verhoogd serumcholesterolniveau, een risicofactor voor hart- en vaatziekten. Ook leveren epidemiologische studies aanwijzingen voor een verband tussen PFAS-blootstelling en verhoogde serumniveaus van het leverenzym alanine transferase (ALT), wat duidt op mogelijke leverschade. Verder gaat EFSA er van uit dat effecten op het immuunsysteem (verminderde immuunreactie) gezien moeten worden als het meest gevoelige toxicologische effect van PFAS-blootstelling. De effecten zijn waargenomen in dier én mens.

⁸ P95 is het 95^{ste} percentiel van de consumptieverdeling.

- PFAS zijn niet acuut toxisch. Daarom heeft EFSA geen acute reference dose (ARfD)⁹ afgeleid. Voor chronische effecten heeft EFSA een tolerable weekly intake (TWI)¹⁰ afgeleid van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week voor de som van vier PFAS: PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS (EFSA-4) op basis van equipotentie. Momenteel zijn dit de vier PFAS die het meest bijdragen aan de gehalten die in serum van de mens zijn gemeten.
- Verordening (EU) 2023/915¹¹ beschrijft de Europees vastgestelde maximumgehalten (ML's) voor een aantal individuele perfluoralkylstoffen (PFAS) en voor de som van vier PFAS in eieren (zie Tabel 1 in de onderbouwing). De ML's zijn van toepassing op eieren die in de handel worden gebracht voor commerciële verkoop.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Blootstellingsschatting

- Afhankelijk van de manier waarop het totale PFAS-gehalte is berekend varieert het gemiddelde totale PFAS-gehalte in eieren van particulieren tussen 1,4 ng PFAS per gram totaal ei of 4,6 ng PEQ¹² per gram totaal ei. Het 95^{ste} percentiel van het totale PFAS-gehalte in eieren van particulieren ligt tussen 5,5 ng PFAS per gram totaal ei of 19 ng PEQ per gram totaal ei. Deze hoge (P95) gehalten zijn niet specifiek te koppelen aan een locatie met een bekende PFAS besmettingsbron omdat de onderzochte eieren van particulieren afkomstig zijn van verschillende plekken in Nederland en niet specifiek uit gebieden met een bekende PFAS besmetting.
- Voor commerciële eieren geldt dat het gemiddelde (0,044 ng PFAS per gram totaal ei – 0,058 ng PEQ per gram totaal ei) en het 95^{ste} percentiel (0,28 ng PFAS per gram totaal ei of 0,28 ng PEQ per gram totaal ei) van het totale PFAS-gehalte niet afhankelijk is van de manier waarop het totale PFAS-gehalte is berekend.
- De gemiddelde en P95-consumptie van eieren door 1 t/m 3 jarigen is respectievelijk 7,1 en 41,3 gram per dag. Dit komt overeen met 0,99 en 5,8 eieren per week. De gemiddelde en P95-consumptie van eieren door 18 t/m 79 jarigen is respectievelijk 18 en 71,7 gram per dag. Dit komt overeen met 2,5 en 10 eieren per week.
- De onderstaande tabel geeft een overzicht van de totale wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week of ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week voor de berekeningen met RPF's) door kinderen (1 t/m 3 jarigen) en volwassenen (18 t/m 79 jarigen) door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren. Het uitgangspunt vormt een gemiddeld en P95 PFAS-gehalte in eieren van particulieren, een gemiddeld PFAS gehalte in commerciële eieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren. Voor een volledig overzicht zie Bijlage VII.

⁹ ARfD is een schatting voor de hoeveelheid van een stof in voedsel of drinkwater die iemand binnen 24 uur kan innemen zonder noemenswaardige gezondheidseffecten.

¹⁰ TWI is een schatting van de hoeveelheid van een stof die men wekelijks kan binnenkrijgen gedurende het leven, zonder merkbaar effect op de gezondheid.

¹¹ Verordening (EU) 2023/915 betreffende maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1881/2006.

¹² PFOA-equivalenten, de eenheid waarin RPF gecorrigeerde PFAS-gehalten worden uitgedrukt.

	Wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week)			
	Som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)			
	Eieren van particulieren		Commerciële eieren	
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	34	Gemiddeld gehalte	1,1
	P95 gehalte	132		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	12	Gemiddeld gehalte	0,37
	P95 gehalte	46		
	Wekelijkse PFAS inname (ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week)			
	Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie)			
	Eieren van particulieren		Commerciële eieren	
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	111	Gemiddeld gehalte	1,4
	P95 gehalte	450		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	39	Gemiddeld gehalte	0,48
	P95 gehalte	156		

Risicokarakterisatie

- Uitgaande van de data beschreven in dit advies (Bijlage VI) ligt de totale wekelijkse PFAS inname van kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren een factor 20 tot 80 hoger dan de totale wekelijkse inname door de consumptie van commerciële eieren.
- De onderstaande tabel toont de verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname (ng/kg lichaamsgewicht per week of ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week voor de berekeningen met RPF's) door kinderen (1 t/m 3 jarigen) en volwassenen (18 t/m 79 jarigen) door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren en de maximale veilige PFAS inname. Verhoudingen >1 geven een mogelijk gezondheidsrisico aan en zijn dik gedrukt weergegeven. Het uitgangspunt vormt een gemiddeld en P95 PFAS-gehalte in eieren van particulieren, een gemiddeld PFAS-gehalte in commerciële eieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren.

Verhouding tussen wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week) en gezondheidskundige grenswaarde				
Som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)				
Eieren van particulieren			Commerciële eieren	
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	7,8	Gemiddeld gehalte	0,24
	P95 gehalte	30		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	2,7	Gemiddeld gehalte	0,085
	P95 gehalte	10		
Verhouding tussen wekelijkse PFAS inname (ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week) en gezondheidskundige grenswaarde				
Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie)				
Eieren van particulieren			Commerciële eieren	
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	25	Gemiddeld gehalte	0,32
	P95 gehalte	102		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	8,8	Gemiddeld gehalte	0,11
	P95 gehalte	35		

- De verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren en de maximale veilige inname is groter dan 1. Dit betekent dat de gezondheidskundige grenswaarde overschreden wordt en de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van deze eieren gedurende een langere periode tot gezondheidsrisico's kan leiden. Hierbij wordt opgemerkt dat het verschil in overschrijding van de maximale veilige inname door de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen groot is. Afhankelijk van het scenario waarop de wekelijkse PFAS inname berekend is, varieert de overschrijding tussen een factor 2,7 en 35 voor volwassenen en een factor 7,8 en 102 voor kinderen. De hoogste overschrijding van de maximale veilige inname wordt gevonden bij (kleine) kinderen. (Kleine) kinderen zijn vergeleken met volwassenen extra kwetsbaar wegens een zich nog ontwikkelend immuunsysteem.
- De verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie commerciële eieren en de maximale veilige inname is niet groter dan 1. De gezondheidskundige grenswaarde wordt niet overschreden. De consumptie van commerciële eieren kan wel tot 53% bijdragen aan de totale maximale veilige inname van PFAS (Bijlage VIII).

Discussie

- Onderzoek van NRC naar de aanwezigheid van PFAS in eieren van particulieren in de regio rondom Chemours (gemeente Dordrecht) liet zien dat eieren uit vijf van de negen locaties PFAS-gehalten bevatten die de Europese voedselnormen voor PFAS overschrijden. Eieren van drie van de negen locaties bevatten PFAS-verbindingen die Chemours in het verleden uitstootte. Ander onderzoek in opdracht van onder andere de gemeente Dordrecht liet zien dat eieren van particulieren rondom Chemours vooral

PFOS bevatten. Op 16 januari 2024 concludeerde de NOS¹³ na kleinschalig onderzoek dat PFAS ook wordt aangetroffen in eieren van particulieren afkomstig van ver buiten de regio Dordrecht. Alle drie de onderzoeken bevestigen het beeld uit dit advies dat eieren van particulieren in Nederland PFAS kunnen bevatten, mogelijke grote hoeveelheden, die niet aan een bekende besmettingsbron te relateren zijn.

- Ook in België wordt het PFAS-gehalte in eieren van particulieren onderzocht. Vooralnog concluderen de onderzoekers dat de actielimiet van de Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) voor PFOS (100 ng/g natgewicht) regelmatig overschreden werd in kippeneieren binnen een afstand van 1,5 kilometer van 3M in Zwijndrecht (België). Daarnaast wordt ook PFAS gevonden in eieren van particulieren die ver van PFAS-verdachte locaties wonen.
- De herkomst van PFAS in eieren van particulieren is onbekend. Mogelijke blootstellingsroutes zijn bodemdeeltjes, diervoeder en drinkwater. De recente onderzoeken naar PFAS besmetting in eieren van particulieren rondom Chemours en 3M (België) laten voornamelijk geen duidelijke relatie zien met een bekende besmettingsbron of besmettingsroute.
- Uitgaande van een lower bound hebben veel van de individuele PFAS-gehalten de waarde nul. Dit leidt tot een scheve verdeling van de gemeten PFAS-gehalten. In principe geeft de mediaan (P50) de beste beschrijving van de centrale tendens in een dergelijke dataset. Echter, BuRO kiest ervoor om het gemiddelde gehalte te gebruiken voor de risicobeoordeling omdat deze, in tegenstelling tot de mediaan, een waarde groter dan nul geeft. Hieruit kan wel worden geconcludeerd dat (individuele) PFAS in veel eieren van kippen van particulieren ook afwezig zijn. Het is echter op dit moment niet te voorspellen welke eieren van kippen van particulieren hoge of lage PFAS gehalten zullen bevatten.
- Het leggen van eieren is een effectieve eliminatieroute voor een aantal PFAS-verbindingen voor de kip. Mogelijk zou de legefficiëntie van invloed kunnen zijn op de PFAS-gehalten in eieren en daarmee een verklaring kunnen vormen voor de verschillen tussen PFAS-gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren. De legefficiëntie wordt onder andere beïnvloed door ras, leeftijd, voeding en lichtregime.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Onzekerheden

- De berekening van de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren is gebaseerd op PFAS gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren afkomstig uit drie datasets. Het betreft een gering aantal wat mogelijk leidt tot onzekerheid in het daadwerkelijke PFAS gehalte. Desalniettemin zijn de bevindingen in dit advies in lijn met de resultaten van de recent uitgevoerde onderzoeken.
- Op basis van de in dit advies gebruikte datasets geeft de berekening van het totale PFAS-gehalte in commerciële eieren voor de verschillende berekeningsmethoden vergelijkbare uitkomsten. Daarentegen is de uitkomst van de berekening van het totale PFAS-gehalte in eieren van particulieren wel afhankelijk van de gebruikte berekeningsmethode, al zijn de conclusies met betrekking tot het risico wel eenduidig. Het verschil tussen de uitkomsten van de methoden is te verklaren door het feit dat in eieren van particulieren andere en/of meerdere PFAS met een hogere of lagere RPF aangetoond zijn dan in commerciële eieren.
- Mogelijk zijn PFAS aanwezig onder de kwantificatielimiet (LOQ) van de analytische methoden. BuRO gebruikt bij de blootstellingsberekeningen daarom de lower bound. Maar gezien de vele nulmetingen in de dataset is niet uit te sluiten dat andere PFAS in lagere gehalten aanwezig zijn die nu

¹³ [NOS: Ook PFAS in hobby-eieren ver buiten regio Dordrecht](#)

- niet worden meegenomen in de beoordeling. De totale PFAS blootstelling wordt daardoor mogelijk onderschat.
- Het tijdstip verschilt waarop de monsters van eieren van particulieren (2014) en de monsters van commerciële eieren (2017 t/m 2022) genomen zijn. Mogelijk zijn door regelgeving de PFOS- en PFOA-gehalten in het milieu al iets afgenomen in de tijd. Hierdoor kunnen de monsters van eieren van particulieren uit 2014 vanuit dit perspectief juist een (relatief) hoger gehalte PFAS bevatten dan recent bemonsterde eieren. Op basis van de stoffeigenschappen verwacht BuRO dat het PFAS-gehalte niet of nauwelijks verandert gedurende een periode van ongeveer 10 jaar.
 - In de dataset van de eieren van particulieren bestaat onzekerheid over de exacte herkomst van de eieren. Zestig monsters zijn afkomstig uit verschillende regio's in Nederland (Bijlage IV). De exacte herkomst kan niet worden herleid in verband met de gemaakte afspraken met betrekking tot de bescherming van persoonsgegevens van de deelnemers aan het onderzoek. De herkomst van de overige 13 ei-monsters is niet nader gedefinieerd, wel is zeker dat deze afkomstig zijn van kippen van particulieren. De hogere gehalten kunnen niet eenvoudig verklaard worden door bekende besmettingsbronnen.
 - De totale inname van PFAS door de Nederlandse consument vanuit verschillende voedselbronnen is volgens RIVM te hoog. Deze hoge achtergrondblootstelling is niet meegenomen in de huidige risicobeoordeling.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Conclusie

Eieren van kippen van particulieren in Nederland kunnen hoge gehalten PFAS bevatten. Op dit moment kan geen relatie gelegd worden met een bekende besmettingsbron. Het is daarom op voorhand niet te voorspellen welke eieren van particulieren deze hoge gehalten bevatten.

De wekelijkse PFAS inname door de consumptie van eieren van particulieren overschrijdt de gezondheidkundige grenswaarde (i.e. de maximale veilige inname) fors. De verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van kippen van particulieren en de maximale veilige inname ligt tussen 2,7 en 102. Dit betekent dat de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van deze eieren gedurende een langere periode tot gezondheidsrisico's kan leiden. Voor de consumptie van commerciële eieren geldt dit niet.

In deze risicobeoordeling met betrekking tot de consumptie van eieren is geen rekening gehouden met de achtergrondblootstelling aan PFAS door de consumptie van andere levensmiddelen. De totale PFAS inname van de Nederlandse consument is volgens RIVM te hoog.

Overeenkomstig de recente onderzoeken naar PFAS-gehalten in eieren van consumenten rondom Chemours en 3M (België) blijkt er uit de analyse door BuRO geen duidelijke relatie tussen de PFAS contaminatie in eieren van particulieren en een bekende besmettingsbron. Nader onderzoek, in een bredere onderzoeksprogrammering, is nodig om de oorzaak van de aangetroffen PFAS in de eieren van particulieren te kunnen verklaren en een mogelijk handelingsperspectief te bieden aan de consument om deze gehalten te doen verlagen.

Advies van BuRO

Aan de minister voor Medische Zorg

- Vraag het Voedingscentrum om consumenten te informeren over de mogelijke risico's van PFAS voor de volksgezondheid die de consumptie van eieren van particulieren met zich mee kunnen brengen.
- Initieer aanvullend (internationaal) onderzoek naar PFAS-gehalten in eieren van particulieren waarbij specifiek aandacht is voor de verschillende bronnen

die mogelijk leiden tot PFAS blootstelling van kippen van particulieren. Gezien de omvang van de PFAS problematiek adviseert BuRO dit onderzoek in een bredere onderzoeksprogrammering naar PFAS op te nemen.

Hoogachtend,

*Prof. Dr. Dick T.H.M. Sijm
Directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoek*

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Onderbouwing

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Gevareninventarisatie

Sommige milieucontaminanten kunnen vanuit diervoeder, grond, water en/of gras in producten van dierlijke oorsprong zoals vlees, melk of eieren terechtkomen. Dit geldt ook voor PFAS (Göckener et al., 2020; Kowalczyk et al., 2020). NRC publiceerde eind augustus 2023 onderzoek waaruit bleek dat eieren van kippen van particulieren uit de omgeving van Dordrecht hoge gehalten PFAS bevatten.

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

PFAS is een groepsnaam voor per- en polyfluoroalkylstoffen. PFAS zijn door de mens gemaakte stoffen die van nature niet in het milieu voorkomen. Er zijn meer dan 4000 PFAS bekend (OECD, 2018). In dit advies worden individuele PFAS beschreven aan de hand van een afkorting. De lijst van afkortingen en volledige naamgeving is terug te vinden in Bijlage I.

PFAS zijn chemisch en thermisch stabiele stoffen. Vanwege die stabiele eigenschappen en hun water- en vuilafstotende werking worden ze als deklaag toegepast in veel industriële producten en consumentenproducten. Voorbeelden zijn meubelstof, outdoor- en regenkleding, en verpakkingsmaterialen voor voedingsmiddelen (voedselcontactmaterialen). Vanwege hun stabiliteit blijven PFAS ook lang aanwezig in het milieu en de voedselketen en accumuleren sommige PFAS in mens en dier. Doordat PFAS in veel producten worden toegepast en door industriële emissies en incidenten, zijn deze stoffen in het milieu terechtgekomen in onder andere de bodem, bagger en het oppervlaktewater. Sommige PFAS verbindingen zijn ook relatief goed wateroplosbaar waardoor deze verbindingen zich makkelijk via water en aerosolen in het milieu verspreiden. Vooral in gebieden waar industriële emissies plaatsvinden kunnen PFAS-gehalten relatief hoog zijn. Ook bestaan er meer lokale verontreinigen, bijvoorbeeld door het (vroegere) gebruik van PFAS bevattend brandblusschuim of particulier gebruik van middelen om jassen of schoenen te impregneren. Soms is de bron van een PFAS verontreiniging niet bekend.

Op verzoek van de Europese Commissie heeft de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) een wetenschappelijke evaluatie uitgevoerd van de gezondheidsrisico's voor de mens van 27 verschillende PFAS aanwezig in voeding (EFSA CONTAM Panel, 2020). De geëvalueerde PFAS waren onder andere perfluorcarbonsuren (PFCA's) en perfluorsulfonzuren (PFSA's).

Gevarenkarakterisatie

De meeste van de 27 PFAS uit de EFSA-opinie worden gemakkelijk opgenomen via het maagdarmsstelsel in zoogdieren, inclusief de mens (EFSA CONTAM Panel, 2020). Vervolgens verspreiden de PFAS zich naar plasma en andere delen van het lichaam. Afhankelijk van het type PFAS vindt mogelijk accumulatie in de lever en het bloed plaats. PFAS worden uitgescheiden via urine maar waarschijnlijk ook via faeces, al is dat nog nauwelijks onderzocht. PFCA's en PFSA's worden door mens of dier niet gemetaboliseerd. Daarentegen kunnen precursorstoffen, zoals fluortelomeeralcoholen (FTOH's) en polyfluoralkylfosfaatesters (PAP's) door biotransformatie worden omgezet naar metabolieten waaronder PFCA's, terwijl andere precursors worden omgezet in PFSA's. De halfwaardetijd¹⁴ in de mens is afhankelijk van het type PFAS. De geschatte halfwaardetijd van korteketen-PFAS, zoals PFBA, PFBS en PFHxA, varieert van enkele dagen tot een maand. De halfwaardetijd van langeketen-PFAS, zoals PFOA, PFNA, PFDA, PFHxS of PFOS, bedraagt enkele jaren.

¹⁴ De halfwaardetijd is een maatstaf voor de eliminatiesnelheid van een in het lichaam aanwezige stof. Waarbij eliminatie kan optreden door metabolisme (i.e. omzetting naar een andere stof) en uitscheiding.

PFAS zijn niet acuut toxisch. Daarom heeft EFSA geen acute reference dose (ARfD)¹⁵ afgeleid. Voor chronische effecten heeft EFSA een tolerable weekly intake (TWI)¹⁶ afgeleid voor de som van vier PFAS: PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS (EFSA-4) gebaseerd op immunotoxiciteit als het kritische effect (EFSA CONTAM Panel, 2020). Momenteel zijn dit de vier PFAS die het meest bijdragen aan de gehalten die in serum van de mens zijn gemeten.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

In de mens hebben deze vier PFAS vergelijkbare toxicokinetische eigenschappen, vergelijkbare accumulatie en lange halfwaardetijden. EFSA concludeerde dat het effect op het immuunsysteem het kritisch effect is, waarbij blootstelling aan PFAS geassocieerd is met een verminderde immuunrespons (namelijk een verlaging van de antistofproductie na vaccinatie). Op basis van een Duitse studie, waarbij de vorming van antistoffen tegen difterie is afgezet tegen de serumgehalten van deze vier PFAS, is een BMDL₁₀ (benchmark dose lower confidence limit)¹⁷ van 17,5 ng/ml afgeleid voor een kind van 1 jaar. Vervolgens schatte EFSA met behulp van een PBK-model¹⁸ de daarbij horende inname van de vier PFAS door moeders die hun kind 12 maanden borstvoeding geven. Uit deze modellering is afgeleid wat de PFAS inname van de moeder geweest moet zijn zodat dit in een eenjarig kind resulteert in een serumconcentratie van 17,5 ng/ml. Daarvoor bleek een dagelijkse inname van 0,63 ng/kg lichaamsgewicht nodig. Deze waarde leidde tot een TWI van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week. EFSA heeft geen extra onzekerheidsfactoren toegepast omdat de BMDL₁₀ is gebaseerd op kinderen en omdat een verminderde vaccinatierespons wordt beschouwd als een risicofactor voor ziekte in plaats van een ziekte zelf. Deze TWI is ook beschermend tegen andere beschreven gezondheidseffecten (zoals verhoogd cholesterol en ALT-concentratie in serum en verlaagd geboortegewicht).

Toepassing van de EFSA TWI in een risicobeoordeling

Omdat de TWI is gebaseerd op de som van PFAS levert dit vragen op met betrekking tot de toepassing van deze gezondheidkundige grenswaarde bij een risicobeoordeling. Deze vier PFAS zijn niet de enige PFAS die voorkomen in onder andere voedsel, drinkwater en bodem. Ook kan het voorkomen dat de gehalte van slechts één van de vier PFAS bekend is in bijvoorbeeld voedsel. Er zijn twee mogelijkheden om met deze TWI in de risicobeoordeling om te gaan:

1. Concentratieadditie

Bij de toepassing van de TWI gaat EFSA uit van equipotentie; een gelijke potentie van de vier PFAS ten aanzien van het toxicologische effect op het immuunsysteem. Uit de analyse van EFSA bleek dat er onvoldoende data waren om relatieve potentiefactoren¹⁹ (RPF's) voor de individuele PFAS ten aanzien van het kritische effect te bepalen (EFSA CONTAM Panel, 2020). Deze redenering volgend kan BuRO de EFSA-TWI alleen toepassen in een risicobeoordeling waar de gehalten van één of meerdere van de vier PFAS bekend is. Hierbij zijn twee kanttekeningen te maken:

- Waarschijnlijk zijn er wel verschillen in potentie van de vier PFAS, die nu niet tot uitdrukking komen in de TWI die gebaseerd is op equipotentie. EFSA geeft aan dat er momenteel onvoldoende gegevens zijn om hiervoor te corrigeren.
- Andere PFAS kunnen niet aan de TWI getoetst worden. EFSA geeft wel aan dat een aantal van deze stoffen waarschijnlijk soortgelijke effecten veroorzaakt maar door

¹⁵ ARfD is een schatting voor de hoeveelheid van een stof in voedsel of drinkwater die iemand binnen 24 uur kan innemen zonder noemenswaardige gezondheidseffecten.

¹⁶ TWI is een schatting van de hoeveelheid van een stof die men wekelijks kan binnenkrijgen gedurende het leven, zonder merkbaar effect op de gezondheid.

¹⁷ BMDL₁₀ is het 95% laagste betrouwbaarheidsinterval van de geschatte dosis die een 10% extra risico oplevert.

¹⁸ Een PBK-model is een op de fysiologie van de mens gebaseerd kinetiekmodel. Met behulp van de computer wordt de toxicokinetiek van een stof gemodelleerd en de inname leidend tot een bepaald serumgehalte bij de mens geschat.

¹⁹ Relatieve Potentiefactoren geven de mate van schadelijkheid weer van stof A, B of C ten opzichte van een indexstof.

afwezigheid in het bloed van de kinderen in de kritische studie konden ze niet worden meegenomen in de TWI. Deze andere PFAS zouden beoordeeld moeten worden aan de hand van gezondheidkundige grenswaarden die specifiek afgeleid zijn voor deze individuele stoffen. Deze zijn echter niet voor alle PFAS beschikbaar. Daarnaast kunnen deze gezondheidkundige grenswaarden, afgeleid op basis van effecten die bij veel hogere doseringen optreden, tot een onderschatting van het risico leiden.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

2. RPF-methode

Met betrekking tot de vraag hoe de EFSA-TWI toegepast moet worden bij een risicobeoordeling heeft RIVM een notitie opgesteld (RIVM, 2021). RIVM stelt het gebruik van relatieve potentiefactoren (RPF's) voor omdat:

- de methode toepasbaar is voor individuele PFAS, de vier PFAS van EFSA en andere PFAS die niet zijn opgenomen in de TWI van EFSA,
- de methode PFAS-mengsels in verschillende verhoudingen kan beoordelen,
- de methode verschillen in potentie tussen PFAS meeneemt en
- de methode conceptueel eenvoudig en praktisch toepasbaar is.

RPF's geven de toxische potentie van individuele PFAS weer ten opzichte van PFOA (indexstof). RIVM heeft op dit moment voor 23 PFAS een RPF afgeleid op basis van levereffecten (Bil et al., 2021; RIVM, 2021; Bil et al., 2022; Bil et al., 2023). Dit is een ander effect dan de immuuneffecten (het meest kritische effect) waarop de EFSA-TWI is gebaseerd. RIVM beargumenteert dat bij gebrek aan immuunspecifieke factoren uit studies met mensen, RPF's ook afgeleid kunnen worden op basis van andere effecten. Om de huidige RPF-waarden in breder verband te kunnen toepassen is validatie van deze rekenmethode wenselijk (Bil et al., 2021; RIVM, 2021). Met de RIVM-RPF's kan een individueel PFAS-gehalte in bijvoorbeeld ei omgerekend worden naar PFOA-equivalenten (PEQ), die vervolgens vergeleken kunnen worden met de EFSA-TWI. Bijvoorbeeld: een analyseresultaat van ei bestaat uit een combinatie van drie PFAS (A, B en C). PFAS A is PFOA en heeft een RPF van 1, die vermenigvuldigd wordt met de hoeveelheid A die aanwezig is. PFAS B en C hebben een RPF van 2 (B) (meer potent dan PFOA) en 0,01 (C) (minder potent dan PFOA), die worden vermenigvuldigd met de hoeveelheid B en C die aanwezig is. De gehalten A, B en C worden vervolgens opgeteld en uitgedrukt in 'x eenheid' PEQ, zodat het mogelijk wordt de toxiciteit van het mengsel te beoordelen alsof het alleen PFOA bevat. Hierbij zijn twee kanttekeningen te maken:

- De RPF's zijn vastgesteld op een andere effect dan het kritische effect van de TWI afgeleid door EFSA.
- RPF's worden nu alleen toegepast bij de blootstellingsschatting maar zouden ook toegepast moeten worden bij de afleiding van de TWI.

Aangezien er op dit moment nog geen consensus is over de aanpak voor het berekenen van de som van de aangetroffen PFAS-gehalten zal BuRO in deze risicobeoordeling de blootstelling schatten aan de hand van zowel concentratieadditie als de RPF-methode.

Wettelijk kader

Verordening (EU) 2023/915²⁰ beschrijft de Europees vastgestelde maximumgehalten (ML's) voor een aantal individuele PFAS en voor de som van vier PFAS in eieren. Deze maximumgehalten zijn samengevat in Tabel 1. De ML's zijn vastgesteld volgens het ALARA-principe²¹. De ML's hebben geen directe relatie met gezondheidsrisico's voor de mens.

²⁰ Verordening (EU) 2023/915 betreffende maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen en tot intrekking van Verordening (EG) nr. 1881/2006.

²¹ Zo laag als redelijkerwijs haalbaar is, op basis van de verdeling van gemeten residugehalten in het voedingsmiddel.

Tabel 1. Maximumgehalten (ML's) van PFAS in eieren volgens Verordening (EU) 2023/915.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Maximumgehalte (µg/kg)				
PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS (EFSA-4)
1,0	0,30	0,70	0,30	1,7

In Nederland is de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) de toezichthouder op de wet- en regelgeving voor voedsel. Zij is verantwoordelijk voor en bevoegd tot het optreden bij risico's op het gebied van voedselveiligheid. De bovenstaande ML's zijn van alleen van toepassing op eieren die in de handel zijn gebracht voor commerciële verkoop.

Blootstellingsschatting

Voor het berekenen van de PFAS-gehalten in eieren van particulieren in Nederland en eieren uit de Nederlandse supermarkt zijn drie openbaar beschikbare datasets gebruikt.

1. Een wetenschappelijk artikel uit 2016 van Zafeiraki en collega's waarin PFAS-gehalten van Nederlandse eieren van particulieren (n=73) en eieren uit de supermarkt (n=22) zijn gerapporteerd (Zafeiraki et al., 2016).
2. Monitoringsdata van PFAS in eieren uit de supermarkt (n=160) geanalyseerd door Wageningen Food Safety Research (WFSR) (periode 2017 tot en met 2022).
3. PFAS-gehalten in eieren uit de supermarkt (n=9) die zijn gebruikt in een recente risicobeoordeling door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) naar de gezondheidsrisico's van PFAS in de Nederlandse voeding en drinkwater (Schepens et al., 2023).

Onder de kopjes *PFAS-gehalte in eieren afkomstig van particulieren* (dataset 1) en *PFAS-gehalte in commerciële eieren* (dataset 2 en 3) worden de datasets in meer detail beschreven. Bijlage II geeft een overzicht van de verschillende PFAS die per dataset geanalyseerd zijn. Hieruit blijkt dat deze per dataset verschilt.

Vervolgens is op vier manieren het totale PFAS-gehalte in commerciële eieren en eieren van particulieren berekend:

1. De som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)
2. De som EFSA-4 (gebaseerd op relatieve potentie)
3. De som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op equipotentie)
4. De som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie).

Bij de berekening van de som EFSA-4 en de som van alle gemeten PFAS, beiden gebaseerd op relatieve potentie, heeft BuRO gebruik gemaakt van RPF's zoals die zijn voorgesteld door RIVM (Bil et al., 2021; RIVM, 2021; Schepens et al., 2023) (Bijlage III). Voor de bovenstaande berekeningsmethoden zijn gemiddelde, P50 en P95 gehalten berekend op basis van lower bound²² en upper bound²³. Uitgaande van een lower bound worden de P50 gehalten niet meegenomen in de risicobeoordeling omdat deze in veel gevallen de waarde nul hebben. Dit is te verklaren door de vele PFAS-gehalten die onder de kwantificatielimiet (<LOQ) liggen.

PFAS-gehalte in eieren afkomstig van particulieren

Eind 2013 onderzocht RIKILT samen met RIVM, naar aanleiding van een vermeende contaminatie rond een vuilverbrander in Harlingen, een aantal monsters eieren van particulieren afkomstig van een aantal adressen in de omgeving van Harlingen op de

²² Bij gebruik van lower bound worden de waardes <LOQ vervangen door de waarde nul.

²³ Bij gebruik van upper bound worden de waardes <LOQ vervangen door de waarde van de LOQ.

aanwezigheid van dioxines en PCB's (RIKILT, 2014). Vervolgens onderzocht RIKILT in 2014 de aanwezigheid van dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders in Nederland. In totaal zijn 60 monsters eieren van particuliere kippenhouders onderzocht afkomstig uit vier gebieden in Nederland (Friesland, Rijnmond, Gelderland/Utrecht en de rest (zijnde Zuid, Oost en Noordwest Nederland)) (RIKILT, 2014). BuRO heeft uit persoonlijk communicatie met één van de auteurs begrepen dat deze eieren afkomstig zijn uit diverse regio's verdeeld over heel Nederland, en dus niet specifiek van een locatie met een bekende PFAS besmettingsbron afkomstig zijn (Bijlage IV). De exacte herkomst van de eieren kan niet worden herleid in verband met de gemaakte afspraken over de bescherming van de persoonsgegevens van de deelnemers aan het oorspronkelijke onderzoek uit 2014. Vervolgens hebben Zafeiraki en collega's deze 60 monsters, in het kader van onderzoek naar de aanwezigheid van dioxines en PCB's verzamelde eieren van particulieren, gebruikt om het PFAS-gehalte te analyseren (Zafeiraki et al., 2016). In totaal hebben Zafeiraki en collega's 73 eieren van particulieren geanalyseerd. De herkomst van de overige 13 eieren is niet nader gedefinieerd, wel is zeker dat deze afkomstig zijn van kippen van particulieren.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

De metingen door Zafeiraki en collega's zijn uitgevoerd in eigeel. PFAS accumuleren in eigeel (Zafeiraki et al., 2016), dus een correctie op basis van het relatieve volume is mogelijk. BuRO past daarom een factor drie correctie toe voor de omrekening van PFAS-gehalten in eigeel naar totaal ei; de standaard gewichtsverhouding eigeel:eiwit in kippenei is 1 op 3 volgens WFSR (persoonlijke communicatie). Daarmee wordt aangenomen dat het PFAS gehalte in het hele ei een factor drie lager ligt dan in het eigeel waarin PFAS accumuleert.

De door Zafeiraki en collega's gerapporteerde PFAS-gehalten in eieren van particulieren zijn afkomstig van eieren die bemonsterd zijn in 2014. Mogelijk zijn door regelgeving de PFOS- en PFOA-gehalten in het milieu als iets afgenomen in de tijd. Hierdoor kunnen de monsters van eieren van particulieren uit 2014 vanuit dit perspectief juist een (relatief) hoger gehalte PFAS bevatten dan recent bemonsterde eieren. Daarnaast zijn de door Zafeiraki en collega's gerapporteerde PFAS-gehalten in eieren van particulieren gemeten met analytische methodes die in vergelijking met de huidige methodes minder gevoelig zijn. Dit leidt mogelijk juist tot een onderschatting van de mogelijke aanwezigheid van niet detecteerbare PFAS. Echter, dit is de enige openbaar beschikbare dataset waarin de PFAS-gehalten in eieren van particulieren afkomstig uit Nederland zijn gemeten (zie ook Excelbestand in bijlage V).

De door Zafeiraki en collega's gerapporteerde aanwezige PFAS in eieren van particulieren bestaat voornamelijk uit PFOS (detecteerbaar in 64 van de 73 eieren). Daarnaast werden ook PFOA (20 eieren), PFDA (23 eieren), PFNA (13 eieren), PFuNA (15 eieren) en PFHxS (5 eieren) gemeten. In 31 eieren zijn meer dan één PFAS gemeten, tot maximaal zes verschillende PFAS per ei. Aangezien alle eieren op de aanwezigheid van tien verschillende PFAS zijn onderzocht zijn veel uitslagen weergegeven als kleiner dan de LOQ.

Tabel 3 geeft een overzicht van de door BuRO berekende totale PFAS-gehalten in eieren van particulieren gebaseerd op de data uit het artikel van Zafeiraki en collega's (dataset 1).

PFAS-gehalte in commerciële eieren

Zafeiraki en collega's rapporteerden PFAS-gehalten van eieren (n=22) afkomstig uit verschillende supermarkten in Nederland (Zafeiraki et al., 2016). Deze gehalten zijn gebaseerd op analytische methoden met een lagere gevoeligheid in vergelijking met de recente monitoringsgegevens die voor commerciële eieren beschikbaar zijn. Dit geeft, zeker gezien het grote aantal gehalten dat kleiner is dan de LOQ (slechts één monster bevat een meetbaar gehalte PFOS), een grotere kans op een onderschatting

van het totale PFAS-gehalte door aanwezigheid van individuele PFAS onder de (hoge) LOQ. Daarom heeft BuRO besloten deze data niet mee te nemen in de berekening van PFAS-gehalten in commerciële eieren.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) analyseert Wageningen Food Safety Research (WFSR) monsters van agrarische producten van dierlijke oorsprong op dioxinen, polychloorbifenylen (PCB's), gebromeerde vlamvertragers en PFAS. De matrices zijn: vlees, melk, eieren en vis²⁴. Met betrekking tot PFAS zijn data beschikbaar vanaf 2017. WFSR heeft de gehalten die zijn gemeten tussen 2017 en 2021 online beschikbaar gemaakt ([Monitoring dioxins, PCBs, PFAS and flame retardants in agricultural and fishery products \(collection\) \(4tu.nl\)](#)). De data met betrekking tot 2022 zijn door BuRO bij WFSR opgevraagd. De monsternamen vindt plaats tijdens het primaire productieproces en tijdens het verwerken van de producten (bijvoorbeeld op legpluimveehouderijen of pakstations). Tabel 2 geeft een overzicht van het aantal bemonsterde commerciële eieren en, indien bekend, de houderijvorm waarvan deze eieren afkomstig zijn. De beperkte data uit 2017 laten zien dat PFAS-gehalten boven de LOQ alleen werden aangetroffen in vrije uitloop eieren en niet in biologische of reguliere eieren. De informatie met betrekking tot de houderijvorm is niet voor alle data bekend zodat hier in de risicobeoordeling geen onderscheid in gemaakt kan worden. Daarnaast zou een ophokplicht in verband met de vogelgriep van invloed kunnen zijn op de daadwerkelijke buitenloop van kippen.

Tabel 2. Een overzicht van het aantal bemonsterde commerciële eieren en de houderijvorm per jaar afkomstig uit de WFSR monitoring (dataset 2). In tegenstelling tot regulier gehouden leghennen kunnen leghennen gehouden in de houderijvorm biologisch en vrije uitloop naar buiten.

Jaartal	Aantal bemonsterde commerciële eieren (n)	Houderijvorm
2017 [#]	29	Regulier (10), biologisch (10) en vrije uitloop (9)
2018	18	Onbekend
2019	39	Onbekend
2020	20	Onbekend
2021	4	Onbekend
2022	50	Vrije uitloop
Totaal	160	

[#]De data uit 2017 zijn niet meegenomen in de berekening van de PFAS-gehalten in commerciële eieren omdat deze data gebaseerd zijn op analytische methoden met een lagere gevoeligheid ten opzichte van de huidige analytische methoden. Dit leidt mogelijk tot een onderschatting van het PFAS-gehalte.

Ook de monitoringsgegevens van WFSR uit 2017 zijn gebaseerd op analytische methoden met een lagere gevoeligheid. Dit geeft, zeker gezien het grote aantal gehalten dat kleiner is dan de LOQ, een grotere kans op een onderschatting van het totale PFAS-gehalte door aanwezigheid van individuele PFAS onder de (hoge) LOQ. Uit berekeningen van BuRO blijkt inderdaad dat het lower bound gehalte in commerciële eieren lager ligt als de gegevens uit 2017 worden meegenomen. Daarom heeft BuRO besloten ook deze monitoringdata niet mee te nemen in de berekening van PFAS-gehalten in commerciële eieren.

In 2023 onderzocht RIVM de inname van PFAS door de Nederlandse consument via voeding en drinkwater. Hiervoor is een selectie voedingsmiddelen, representatief voor datgene wat de Nederlandse bevolking eet en drinkt, bemonsterd en geanalyseerd. De voedingsmiddelen waren afkomstig uit de supermarkt,

²⁴ [WUR: Monitoring dioxines, PCB's, PFAS en vlamvertragers in agrarische- en visserijproducten](#)

speciaalzaken en de markt. In het onderzoek rapporteerde RIVM ook PFAS-gehalten van negen commerciële eieren (dataset 3) (Schepens et al., 2023).

Uiteindelijk zijn voor de berekening van gehalten in commerciële eieren de datasets van WFSR (periode 2018 tot en met 2022) en de data uit het RIVM onderzoek gecombineerd (i.e. totaal aantal eieren n=140). Zie ook het Excelbestand in bijlage V.

De gerapporteerde aanwezige PFAS in commerciële eieren uit het monitoringsprogramma bestaat voornamelijk uit PFOA (18 eieren), in één ei is PFOS kwantificeerbaar aanwezig. In de dataset van RIVM zijn ook andere PFAS gemeten, deze gehalten liggen echter veel lager.

Tabel 3 geeft een overzicht van de door BuRO berekende totale PFAS-gehalten in commerciële eieren gebaseerd op de data afkomstig van WFSR monitoring (periode 2018 t/m 2022; dataset 2) en RIVM onderzoek (dataset 3).

De totale PFAS-gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren zijn op vier manieren berekend en weergegeven in bijlage VI. Tabel 3 geeft een overzicht van de totale PFAS-gehalten berekend volgens methode 1 (som van EFSA-4 gebaseerd op equipotentie) en methode 4 (som van alle gemeten PFAS gebaseerd op relatieve potentie). De resultaten van deze twee methoden worden weergegeven omdat methode 1 een directe vergelijking met de gezondheidkundige grenswaarde mogelijk maakt en omdat methode 4 alle gemeten PFAS in ogenschouw neemt. Methode 2 en 3 vormen een combinatie van methode 1 en methode 4 en zijn voor de leesbaarheid in de bijlage geplaatst. Op basis van de in dit advies gebruikte datasets geeft de berekening van het totale PFAS-gehalte in commerciële eieren voor de verschillende berekeningsmethoden vergelijkbare uitkomsten. Daarentegen is de uitkomst van de berekening van het totale PFAS-gehalte in eieren van particulieren wel afhankelijk van de gebruikte berekeningsmethode (Bijlage VI). Het verschil is te verklaren door het feit dat in eieren van particulieren andere en/of meerdere PFAS met een hogere of lagere RPF aangetoond zijn dan in commerciële eieren. In de commerciële eieren is hoofdzakelijk PFOA (RPF = 1) aangetroffen.

Daarnaast geeft Tabel 3 alleen de PFAS-gehalten op basis van lower bound weer. Upper bound geeft fictieve PFAS-gehalten waarbij gehalten van niet-gedetecteerde PFAS zijn gebaseerd op de kwantificatielimiet van de analytische methode. De gehalten worden dus bepaald door de hoogte van de kwantificatielimieten en het aantal PFAS dat onder de kwantificatielimiet is geanalyseerd. Upper bound gehalten zijn voor de risicobeoordeling dus niet reëel en laten slechts de onzekerheid zien die PFAS-gehalten onder de LOQ maximaal kunnen introduceren.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Tabel 3. De door BuRO berekende totale PFAS-gehalten (ng PFAS/gram totaal ei of ng PEQ/gram totaal ei voor de berekeningen gebaseerd op RPF's) in eieren van particulieren (n=73) en commerciële (n=140) eieren. De gemiddelde en P95 gehalten zijn berekend op basis van lower bound. Voor het optellen van de PFAS zijn twee verschillende methoden gebruikt; som van de EFSA-4 gebaseerd op equipotentie en de som van alle gemeten PFAS gebaseerd op RPF's.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

	Lower bound	
	Som EFSA-4 (ng PFAS/gram totaal ei)	Som alle gemeten PFAS (ng PEQ/gram totaal ei)
Eieren van particulieren (n=73)		
Gemiddeld	1,4	4,6
P95	5,5	19
Commerciële eieren (n=140)		
Gemiddeld	0,044	0,058
P95	0,28	0,28

De ML voor de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS (EFSA-4) is 1,7 µg/kg = 1,7 ng/g (Tabel 1). Dit betekent dat het gemiddelde gehalte voor eieren van particulieren onder deze som ML ligt, de P95 ligt ruim boven deze limiet. Zoals aangegeven in Tabel 1 zijn er ook ML's vastgesteld voor de vier individuele PFAS, deze limieten kunnen voor een ander deel van de monsters worden overschreden. Het gemiddelde en de P95 gehalten van commerciële eieren ligt onder de som ML van de vier PFAS.

Consumptiegegevens

De Nederlandse voedselconsumptiepeiling (VCP) brengt in kaart wat Nederland eet en drinkt. De VCP bestaat uit twee 24-uursvoedingsnavragen op niet-aaneengesloten dagen bij een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking (N= 3.570; VCP 2019-2021). Op de website van RIVM Statline²⁵ zijn gegevens beschikbaar met betrekking tot de consumptie van eieren door 18 t/m 79 jarigen. Voor 1 t/m 3 jarigen zijn deze waarden beschikbaar voor jongens en meisjes apart; voor deze risicobeoordeling heeft BuRO voor de hele populatie 1 t/m 3 jarigen het gemiddelde genomen van deze waarden. Tabel 4 geeft een overzicht van de gemiddelde en hoge consumptie (P95) tijdens alle dagen zowel in gram per dag en aantal eieren per dag als in aantal eieren per week. Consumptie tijdens alle dagen betekent dat bij de berekening van de consumptie rekening is gehouden met de dagen van de voedselconsumptiepeiling dat er geen eieren gegeten werd. Dit geeft een langdurige (chronische) consumptie weer.

Tabel 4. De gemiddelde en P95-consumptie (g/dag, aantal/dag een aantal/week) van eieren door 1 t/m 3 jarigen en 18 t/m 79 jarigen afkomstig van de RIVM Statline website.

Leeftijdscategorie	Consumptie (g/dag)		Consumptie (aantal eieren/dag#)		Consumptie (aantal eieren/week#)	
	Gemiddelde	P95	Gemiddelde	P95	Gemiddelde	P95
1 t/m 3 jarigen	7,1	41,3	0,14	0,83	0,99	5,8
18 t/m 79 jarigen	18	71,7	0,36	1,4	2,5	10

#Uitgaande van een gemiddeld ei-gewicht van 50 gram.

²⁵ [StatLine RIVM](#) - geraadpleegd op 27 september 2023.

PFAS inname door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren

De wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht of ng PEQ/kg lichaamsgewicht) door kinderen (12 kg) en volwassenen (60 kg) is berekend aan de hand van de onderstaande formule:

$$\text{Wekelijkse inname} = \left(\frac{\text{PFAS gehalte} \times \text{consumptiehoeveelheid}}{\text{Lichaamsgewicht}} \right) \times 7 \text{ dagen}$$

Met daarin de volgende parameters:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - PFAS-gehalte (ng/g of ng PEQ/g) | Gemiddelde of P95-gehalte van de totale som PFAS in particuliere of commerciële eieren (lower bound, vier berekeningsmethoden) (Tabel 3). |
| - Consumptiehoeveelheid (g/dag) | Gemiddelde of P95 ei-consumptie volgens VCP (Tabel 4). |
| - Lichaamsgewicht (kg) | 12 kg (kind); 60 kg (volwassene). |

De totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren is berekend voor vier scenario's. Deze scenario's zijn gebaseerd op de vier manieren waarop het PFAS-gehalte in eieren berekend kunnen worden. Op basis van deze vier manieren is voor volwassenen en kinderen de wekelijkse inname berekend op basis van de volgende combinaties:

- Gemiddeld PFAS-gehalte in ei & gemiddelde consumptiehoeveelheid van eieren
- Gemiddeld PFAS-gehalte in ei & hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren
- Hoog (P95) PFAS-gehalte in ei & gemiddelde consumptiehoeveelheid van eieren
- Hoog (P95) PFAS-gehalte & hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren

De resultaten van de berekeningen op basis van alle scenario's zijn terug te vinden in het Excelbestand in bijlage V en in bijlage VII. Hieronder in Tabel 5 wordt alleen de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren weergegeven op basis van het meest realistische scenario. Hierbij wordt uitgegaan van een gemiddeld PFAS-gehalte in eieren van particulieren, een gemiddeld PFAS-gehalte in commerciële eieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren. Daarnaast wordt ook uitgegaan van een hoog (P95) PFAS-gehalte in eieren van particulieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van deze eieren. Dit laatste uitgangspunt is gekozen omdat particulieren mogelijk gedurende een langere periode in hoge hoeveelheden eieren van eigen kippen consumeren die mogelijk besmet zijn met een hoog PFAS-gehalte. Voor de consumptie van particuliere eieren is dit laatste ook een realistisch scenario. Voor de consumptie van commerciële eieren uit de supermarkt geldt dit niet omdat de herkomst van deze commerciële eieren varieert. De resultaten van deze berekening (uitgaande van P95 gehalten en P95 consumptiehoeveelheden) zijn ook weergegeven in Tabel 5.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Tabel 5. De totale wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week of ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week voor de berekeningen met RPF's) door kinderen (1 t/m 3 jarigen) en volwassenen (18 t/m 79 jarigen) door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren. Het uitgangspunt vormt een gemiddeld en P95 PFAS-gehalte in eieren van particulieren, een gemiddeld PFAS-gehalte in commerciële eieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

	Wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week)			
	Som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)			
	Eieren van particulieren		Commerciële eieren	
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	34	Gemiddeld gehalte	1,1
	P95 gehalte	132		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	12	Gemiddeld gehalte	0,37
	P95 gehalte	46		
Wekelijkse PFAS inname (ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week)				
Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie)				
Eieren van particulieren		Commerciële eieren		
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	111	Gemiddeld gehalte	1,4
	P95 gehalte	450		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	39	Gemiddeld gehalte	0,48
	P95 gehalte	156		

Uitgaande van een gemiddeld en P95 PFAS-gehalte in eieren van particulieren, een gemiddeld PFAS-gehalte in commerciële eieren en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren is uitgerekend wat de verhouding is tussen de wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren en de maximale veilige inname (i.e. gezondheidskundige grenswaarde) (Tabel 6). Wanneer de verhouding groter is dan 1 betekent dit dat de gezondheidskundige grenswaarde overschreden wordt en wekelijkse PFAS inname door de consumptie van eieren gedurende een langere periode mogelijk tot gezondheidsrisico's leidt. Hierbij is geen rekening gehouden met de inname van PFAS uit andere bronnen (achtergrondblootstelling). De resultaten van de berekeningen op basis van de overige scenario's zijn terug te vinden in bijlage VIII.

Tabel 6. De verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname (ng/kg lichaamsgewicht per week of ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week voor de berekeningen met RPF's) door kinderen (1 t/m 3 jarigen) en volwassenen (18 t/m 79 jarigen) door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren en de maximale veilige PFAS inname (i.e. gezondheidskundige grenswaarde). Verhoudingen >1 zijn dik gedrukt weergegeven. Het uitgangspunt vormt een gemiddeld PFAS-gehalte in ei en een hoge (P95) consumptiehoeveelheid van eieren.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

	Verhouding tussen wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week) en gezondheidskundige grenswaarde			
	Som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)			
	Eieren van particulieren		Commerciële eieren	
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	7,8	Gemiddeld gehalte	0,24
	P95 gehalte	30		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	2,7	Gemiddeld gehalte	0,085
	P95 gehalte	10		
Verhouding tussen wekelijkse PFAS inname (ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week) en gezondheidskundige grenswaarde				
Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie)				
Eieren van particulieren		Commerciële eieren		
		P95 consumptie		P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	25	Gemiddeld gehalte	0,32
	P95 gehalte	102		
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	8,8	Gemiddeld gehalte	0,11
	P95 gehalte	35		

Risicokarakterisatie

Uitgaande van de data beschreven in dit advies ligt de totale wekelijkse PFAS inname van kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren een factor 20 tot 80 hoger dan de totale wekelijkse inname door de consumptie van commerciële eieren.

Uit Tabel 6 blijkt dat de verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van particulieren en de maximale veilige inname groter is dan 1. Dit betekent dat de maximale veilige inname (i.e. gezondheidskundige grenswaarde) overschreden wordt en de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van deze eieren gedurende een langere periode tot gezondheidsrisico's kan leiden. Hierbij wordt opgemerkt dat het verschil in overschrijding van de maximale veilige inname door de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen groot is. Uitgaande van een gemiddeld PFAS gehalte, varieert de overschrijding tussen een factor 7,8 en 25 voor kinderen en een factor 2,7 en 8,8 voor volwassenen. Uitgaande van een hoog (P95) PFAS gehalte, varieert de overschrijding tussen een factor 30 en 102 voor kinderen en een factor 10 en 35 voor volwassenen. De hoogste overschrijding van de maximale veilige

inname wordt gevonden bij (kleine) kinderen. (Kleine) kinderen zijn vergeleken met volwassenen extra kwetsbaar wegens een zich nog ontwikkelend immuunsysteem.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Uit Tabel 6 blijkt dat de verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van commerciële eieren en de maximale veilige inname niet groter is dan 1. De gezondheidkundige grenswaarde wordt niet overschreden. Eén scenario vormt hierop een uitzondering (Bijlage VIII), namelijk in het geval kinderen een grote hoeveelheid eieren eten (P95 consumptie) die een hoge (P95) gehalte PFAS bevatten. In dit geval wordt gezondheidkundige grenswaarde overschreden. Het is voor commerciële eieren echter niet aannemelijk dat kinderen langdurig eieren met hoge PFAS-gehalten zullen eten aangezien deze eieren steeds van verschillende pluimveehouderijen afkomstig zullen zijn. BuRO concludeert daarom dat langdurige consumptie van commerciële eieren niet tot gezondheidsrisico's leiden voor de consument. Bij deze conclusie is de blootstelling aan PFAS door de consumptie van andere voedingsmiddelen (i.e. achtergrondblootstelling) buiten beschouwing gelaten. De consumptie van commerciële eieren kan in sommige gevallen (P95 consumptie) wel tot 53% bijdragen aan de totale maximale veilige inname van PFAS (Bijlage VIII).

Discussie

Uitgaande van een lower bound hebben veel van de individuele PFAS-gehalten de waarde nul. Dit leidt tot een scheve verdeling van de gemeten PFAS-gehalten. In principe geeft de mediaan (P50) de beste beschrijving van de centrale tendens in een dergelijke dataset. Echter, BuRO kiest ervoor om het gemiddelde gehalte te gebruiken voor de risicobeoordeling omdat deze, in tegenstelling tot de mediaan, een waarde groter dan nul geeft. Hieruit kan wel worden geconcludeerd dat (individuele) PFAS in veel eieren van kippen van particulieren ook afwezig zijn. Het is echter op dit moment niet te voorspellen welke eieren van kippen van particulieren hoge of lage PFAS gehalten zullen bevatten.

Uit Tabel 3 blijkt dat eieren van particulieren hoge gehalten PFAS bevatten. Deze hoge gehalten zijn niet specifiek te koppelen aan een locatie met een bekende besmettingsbron omdat de onderzochte eieren in dit advies afkomstig zijn van verschillende plekken in Nederland en niet specifiek uit gebieden met een bekende PFAS besmetting.

NRC verzamelde in het voorjaar van 2023 40 eieren van drie particulieren, drie kinderboerderijen en drie verkooppunten (niet nader gedefinieerd) in een straal van zes kilometer rond de chemiefabriek Chemours (Dordrecht). De Vrije Universiteit Amsterdam analyseerde de eieren op de aanwezigheid van PFAS. Volgens NRC bevatten eieren uit vijf van de negen locaties PFAS-gehalten die de Europese voedselnormen voor PFAS overschrijden. Exacte gehalten worden niet vermeld. Eieren van drie van de negen locaties bevatten PFAS-verbindingen die Chemours in het verleden uitstootte. De conclusies uit het NRC artikel komen overeen met de conclusies van deze risicobeoordeling en bevestigen het beeld dat eieren van particulieren hoge gehalten PFAS kunnen bevatten die mogelijk een risico opleveren voor de gezondheid van de consument.

In opdracht van de gemeenten Dordrecht, Sliedrecht, Papendrecht en Molenlanden wordt onderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van PFAS in eieren van particulieren in de regio rond Chemours. Eind december 2023 zijn de eerste resultaten via een persbericht bekend gemaakt. Hieruit bleek dat ruim driekwart van de geteste eieren te hoge gehalten aan verschillende soorten PFAS bevatten²⁶. Exacte gehalten worden niet vermeld. De eieren bevatten vooral teveel PFOS. Ook andere PFAS-verbindingen zoals PFOA worden aangetroffen maar in lagere gehalten.

²⁶ [Dordrecht Teveel PFAS in eieren van hobbykippen](#)

GenX wordt niet of nauwelijks aangetroffen in de onderzochte eieren. Deze bevindingen zijn in lijn met de huidige analyse door BuRO. Het is onduidelijk waar de vervuiling in de eieren vandaan komt aangezien niet bekend is dat Chemours PFOS heeft uitgestoten. Uit voorlopige onderzoeksresultaten blijkt ook geen duidelijk verband tussen het PFAS-gehalte in de grond en het gehalte in de eieren. De definitieve resultaten van het onderzoek worden in het voorjaar van 2024 verwacht.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

De NOS liet eieren van twaalf particulieren onderzoeken. De eieren waren afkomstig van ver buiten de regio Dordrecht²⁷. Op zes van de twaalf locaties is PFAS in de eieren aangetroffen. Op drie van die locaties lag het PFAS-gehalte boven de gehalten die de EU verantwoord acht (ML). Exacte gehalten worden niet vermeld. De herkomst van de PFAS is niet duidelijk. Dit kleinschalige onderzoek bevestigt het beeld dat ook in dit advies naar voren komt. De PFAS kan in eieren van particulieren in heel Nederland voorkomen en niet direct in verband kunnen worden gebracht met een bekende besmettingsbron.

In Denemarken onderzocht het Nationaal Voedselinstituut (DTU) de aanwezigheid van PFAS in eidooiers van biologische en conventionele producten (vrije uitloop, scharrel en kooieieren). De analyseresultaten lieten hogere PFAS-gehalten zien in biologische eieren ten opzichte van niet-biologische eieren. Het PFAS-patroon in biologische eieren kwam overeen met het PFAS-patroon in vismeel dat toegevoegd werd aan biologisch voeder voor legkippen (DTU, 2023). BuRO signaleert dat dit aanleiding kan zijn om ook het kippenvoer dat particulieren gebruiken nader te onderzoeken.

In Italië onderzochten Nobile en collega's de aanwezigheid van PFAS in 65 commerciële eieren afkomstig van Noord-Italiaanse markten. De eieren waren afkomstig van verschillende houderijsystemen (kooieieren, biologisch, indoor vrije uitloop en outdoor vrije uitloop). Zes PFAS-verbindingen werden aangetroffen, namelijk PFBA, PFOS, PFNA, PFOA, PFUnDA en PFDoA. De aangetroffen gehalten PFOS, PFOA en PFNA waren kleiner dan de ML. Volgens de auteurs zouden mogelijke bronnen voor PFAS-inname door leghennen voer (i.e. vismeel) of drinkwater kunnen zijn. De inname van PFAS door de consumptie van eieren vormt geen risico voor de gezondheid van de Italiaanse consument (Nobile et al., 2023).

In Polen onderzochten Mikolajczyk en collega's de aanwezigheid van PFAS in 45 commerciële eieren (biologisch, vrije uitloop en kooieieren). Onafhankelijk van het houderijsysteem werden lage PFAS-gehalten in eieren aangetroffen. Voeding en water vormen mogelijke blootstellingsbronnen voor kippen. Kippen die buiten scharen kunnen regenwormen en grond innemen. De auteurs concludeerden dat de inname van PFAS via de consumptie van Poolse commerciële eieren geen significante bijdrage leverde aan de totale PFAS inname (Mikolajczyk et al., 2022).

De afgelopen jaren heeft de Universiteit Antwerpen verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de PFAS-gehalten in kippeneieren en groenten, verzameld bij particulieren, op verschillende afstanden van 3M in Zwijndrecht, België. Ook werden bij deze particulieren bodem- en watermonsters verzameld (Vlaamse overheid, 2021;2022). De onderzoeken zijn nog niet afgerond maar vooralsnog worden de volgende conclusies getrokken (Vlaamse overheid, 2022):

- De actielimiet van Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) in eieren voor PFOS (100 ng/g natgewicht) werd regelmatig overschreden in kippeneieren binnen een afstand van 1,5 kilometer (met een maximum van 571 ng/g natgewicht) en ook eenmalig op een afstand van 2,5 km.
- In eieren en bodem namen de gehalten duidelijk af met toenemende afstand tot 3M.

²⁷ [NOS: Ook PFAS in hobby-eieren ver buiten regio Dordrecht](#)

- Gehalten in de bodem waren enigszins positief gecorreleerd met de gehalten in de eieren.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Om meer zicht te krijgen op de aanwezigheid van PFAS in de dagelijkse leefomgeving, voerden het departement Omgeving en de OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij) een beperkte studie uit bij 19 deelnemers (17-18 jarigen) die ver van PFAS-verdachte locaties wonen. Een van de matrices die onderzocht werd was ei afkomstig van eigen kippen van de deelnemers. Uit het onderzoek bleek dat PFOA, PFDoA en PFOS bij 95% van de eieren gekwantificeerd kon worden, PFTra en PFTeA werden bij 84% van de eieren gekwantificeerd. PFDA werd bij 53%, PFBA bij 32% en PFNA bij 26% van de eieren waargenomen. Andere PFAS-componenten werden weinig of niet waargenomen in eieren. De auteurs observeerden dat hogere mediane PFAS-gehalten werden waargenomen bij oudere kippen, bij zelfgekweekte kippen, indien er grasmaaisel in de ren werd gegooid, indien er sauzen aan de kippen werden gevoederd, indien er gras in de ren aanwezig is, bij een kleine scharrelruimte en bij meer begroeiing van de scharrelruimte. Daarnaast observeerden de auteurs dat lagere mediane PFAS-gehalten in eieren werden waargenomen indien de kippen resten en schillen kregen van groenten en fruit NIET uit eigen tuin en indien de kippen gevoederd werden buiten op de bodem. Gezien de beperkte onderzoekspopulatie is meer onderzoek nodig om te kijken of de genoemde observaties veralgemeniseerd kunnen worden (Colles et al., 2022).

In december 2010 riep EFSA op om het vóórkomen van PFAS in levensmiddelen te monitoren en deze data naar EFSA te sturen. EFSA beschrijft de gemiddelde PFOS-, PFOA-, PFNA- en PFHxS-gehalten in eieren en ei-producten (EFSA CONTAM Panel, 2020). Op basis van deze gegevens heeft BuRO het totale gemiddelde uitgerekend (Bijlage IX). Uitgaande van lower bound berekeningen ligt het totale gemiddelde PFAS-gehalte in eieren en ei-producten uit de EFSA publicatie hoger dan het totale gemiddelde PFAS-gehalte in commerciële eieren uit Nederland en lager dan het totale gemiddelde PFAS-gehalte in eieren van particulieren uit Nederland (Tabel 3).

Vanuit het nationaal plan diervoeder zijn door de NVWA PFAS-gehalten gemeten in maïskuil, graskuil, luzerne en vismeel. Op basis van deze analyses hebben RIVM en WFSR onder andere vastgesteld welke PFAS-gehalten in het diervoeder aanwezig mogen zijn voordat ML's in dierlijke producten overschreden worden. RIVM en WFSR concludeerden dat de ML's in eieren niet worden overschreden door blootstelling van leghennen via langdurige consumptie van luzerne met de gemeten PFOS-gehalten en met PFOA, PFNA en PFHxS gehalten gelijk aan of kleiner dan de LOQ's. De ML's in eieren worden ook niet overschreden door blootstelling van leghennen via kortdurende consumptie van vismeel met de gemeten gehalten van de vier PFAS (RIVM & WFSR, 2023). Aangezien uit dit onderzoek blijkt dat het leggen van eieren een effectieve eliminatieroute is voor een aantal PFAS merkt BuRO op dat legefficiëntie van invloed zou kunnen zijn op de PFAS-gehalten in eieren. Mogelijk vormt dit een verklaring voor de verschillen tussen PFAS-gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren. De legefficiëntie wordt onder andere beïnvloed door ras, leeftijd, voeding en lichtregime.

In deze risicobeoordeling met betrekking tot de consumptie van eieren is geen rekening gehouden met de achtergrondblootstelling aan PFAS door de consumptie van andere levensmiddelen. RIVM berekende dat de bijdrage aan de inname van PFAS door de Nederlandse consument (1 t/m 79 jarigen) het grootst is voor consumptie van vis (24% - 30%), drinken (29% - 45%; exclusief drinkwater), melkproducten (13% - 17%), vlees- en vleesproducten (6,1% - 7,9%) en groenten (4,2% - 5,4%). De bijdrage door de consumptie van commerciële eieren was 2,9 - 3,7%. De verschillen in percentage zijn afhankelijk van het feit of een consument drinkwater consumeert dat afkomstig is van grond- of oppervlaktewater. Drinkwater afkomstig van oppervlaktewater heeft een grotere bijdrage aan de PFAS inname (27%) dan drinkwater afkomstig van grondwater (6%). De totale PFAS inname van de Nederlandse consument is volgens RIVM te hoog (Schepens et al., 2023).

Onzekerheden

De berekening van de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren is gebaseerd op PFAS gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren afkomstig uit drie datasets. Het betreft een gering aantal wat mogelijk leidt tot onzekerheid in het daadwerkelijke PFAS gehalte. Desalniettemin zijn de bevindingen in dit advies in lijn met de resultaten van de recent uitgevoerde onderzoeken.

Voor de berekening van de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren zijn verschillende methodieken toegepast om de totale PFAS-gehalte in ei te berekenen. Op basis van de in dit advies gebruikte datasets geeft de berekening van het totale PFAS-gehalte in commerciële eieren voor de verschillende berekeningsmethoden vergelijkbare uitkomsten. Daarentegen is de uitkomst van de berekening van het totale PFAS-gehalte in eieren van particulieren wel afhankelijk van de gebruikte berekeningsmethode (Tabel 3), al zijn de conclusies met betrekking tot het risico wel eenduidig. Het verschil tussen de uitkomsten van de methoden is te verklaren door het feit dat in eieren van particulieren andere en/of meerdere PFAS met een hogere of lagere RPF aangetoond zijn dan in commerciële eieren. In de commerciële eieren is PFOA (RPF = 1) de meest aangetroffen vorm. BuRO stimuleert wetenschappelijke discussie en verdere verfijning van de methode om tot de beste (en geharmoniseerde) aanpak voor de blootstellingsberekeningen van PFAS te komen.

Een andere onzekerheid is de mogelijke aanwezigheid van PFAS onder de LOQ van de analytische methoden. BuRO gaat bij de blootstellingsberekeningen uit van het meer realistische lower bound scenario, maar gezien de vele nulmetingen in de dataset is niet uit te sluiten dat andere PFAS in lagere gehalten aanwezig zijn die nu niet worden meegenomen in de beoordeling. De totale PFAS blootstelling wordt daardoor mogelijk onderschat. De LOQ verschilt door methodeontwikkeling bovendien tussen de oudere en meer recente data wat een extra onzekerheid in de beoordeling geeft.

Het tijdstip waarop de monsters van eieren van particulieren (2014) en de monsters van commerciële eieren (2017 t/m 2022) genomen zijn verschilt. Mogelijk bevatten de monsters van eieren van particulieren uit 2014 een (relatief) hoger gehalte PFAS dan recent bemonsterde eieren. Op basis van de stoffeigenschappen verwacht BuRO dat het PFAS-gehalte niet of nauwelijks verandert gedurende een langere periode. Echter, een Deense studie laat zien dat het mediane PFOS gehalte in het bloed van Deense kinderen en volwassenen sterk afgenomen is in de afgelopen 30 jaar. Waarbij de sterkste daling waargenomen wordt in de jaren na 2000 (i.e. de uitfasering van PFOS door 3M). Een soortgelijke, maar minder sterke, daling wordt waargenomen voor PFOA. Voor andere PFAS (PFDA, PFNA, PFHpA, PFHpS en PFHxS) werd geen duidelijke trend over de tijd waargenomen (Hull et al., 2023).

In de dataset van de eieren van particulieren bestaat onzekerheid over de exacte herkomst van de eieren. Zestig monsters zijn afkomstig uit verschillende regio's in Nederlands (Bijlage IV). De exacte herkomst kan niet worden herleid in verband met de gemaakte afspraken met betrekking tot de bescherming van persoonsgegevens van de deelnemers aan het onderzoek. De herkomst van de overige 13 ei-monsters is niet nader gedefinieerd, wel is zeker dat deze afkomstig zijn van kippen van particulieren. De hogere gehalten kunnen niet eenvoudig verklaard worden door bekende besmettingsbronnen. Dit komt overeen met de conclusies uit het recente onderzoek naar PFAS-gehalten in eieren van particulieren in de omgeving rond Chemours en 3M in België.

De totale inname van PFAS door de Nederlandse consument vanuit verschillende voedselbronnen is volgens RIVM te hoog. Deze hoge achtergrondblootstelling is niet meegenomen in de huidige risicobeoordeling.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Conclusie

Eieren van kippen van particulieren in Nederland kunnen hoge gehalten PFAS bevatten. Op dit moment kan geen relatie gelegd worden met een bekende besmettingsbron. Het is daarom op voorhand niet te voorspellen welke eieren van particulieren deze hoge gehalten bevatten.

De wekelijkse PFAS inname door de consumptie van eieren van particulieren overschrijdt de gezondheidkundige grenswaarde (i.e. de maximale veilige inname) fors. De verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname door kinderen en volwassenen door de consumptie van eieren van kippen van particulieren en de maximale veilige inname ligt tussen 2,7 en 102. Dit betekent dat de wekelijkse PFAS inname door de consumptie van deze eieren gedurende een langere periode tot gezondheidsrisico's kan leiden. Voor de consumptie van commerciële eieren geldt dit niet.

In deze risicobeoordeling met betrekking tot de consumptie van eieren is geen rekening gehouden met de achtergrondblootstelling aan PFAS door de consumptie van andere levensmiddelen. De totale PFAS inname van de Nederlandse consument is volgens RIVM te hoog.

Overeenkomstig de recente onderzoeken naar PFAS-gehalten in eieren van consumenten rondom Chemours en 3M (België) blijkt er uit de analyse door BuRO geen duidelijke relatie tussen de PFAS contaminatie in eieren van particulieren en een bekende besmettingsbron. Nader onderzoek, in een bredere onderzoeksprogrammering, is nodig om de oorzaak van de aangetroffen PFAS in de eieren van particulieren te kunnen verklaren en een mogelijk handelingsperspectief te bieden aan de consument om deze gehalten te doen verlagen.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Referenties

- Bil W, Ehrlich V, Chen G, Vandebriel R, Zeilmaker M, Luijten M, Uhl M, Marx-Stoelting P, Halldorsson TI & Bokkers B, 2023. [Internal relative potency factors based on immunotoxicity for the risk assessment of mixtures of per- and polyfluoroalkyl substances \(PFAS\) in human biomonitoring. *Environment International*, 171, 107727.](#)
- Bil W, Zeilmaker M, Fragki S, Lijzen J, Verbruggen E & Bokkers B, 2021. [Risk Assessment of Per- and Polyfluoroalkyl Substance Mixtures: A Relative Potency Factor Approach. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 40 \(3\), 859-870.](#)
- Bil W, Zeilmaker MJ & Bokkers BGH, 2022. [Internal Relative Potency Factors for the Risk Assessment of Mixtures of Per-and Polyfluoroalkyl Substances \(PFAS\) in Human Biomonitoring. *Environmental Health Perspectives*, 130 \(7\)](#)
- Colles A, Bierkens J, Jacobs G, Govarts E, Van Holderbeke M, Touchant K, Cops J, Willems H, Franken C, Den Hond E, Groffen T, Lasters R & Bervoets L, 2022. [Per- en poly-fluoralkylstoffen in en rond de woning.](#)
- DTU, 2023. [Indhold af PFAS i fiskemel og via indhold i økologisk foder i økologiske æg. DTU National Food Institute.](#)
- EFSA CONTAM Panel, 2020. [Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal*, 18 \(9\), e06223.](#)
- Göckener B, Eichhorn M, Lämmer R, Kotthoff M, Kowalczyk J, Numata J, Schafft H, Lahrssen-Wiederholt M & Bücking M, 2020. [Transfer of Per- and Polyfluoroalkyl Substances \(PFAS\) from Feed into the Eggs of Laying Hens. Part 1: Analytical Results Including a Modified Total Oxidizable Precursor Assay. *J Agric Food Chem*, 68 \(45\), 12527-12538.](#)
- Hull SD, Deen L, Petersen KU, Jensen TK, Hammer P, Wils RS, Frankel HN, Ostrowski SR & Tøttenborg SS, 2023. [Time trends in per- and polyfluoroalkyl substances \(PFAS\) concentrations in the Danish population: A review based on published and newly analyzed data. *Environmental Research*, 237, 117036.](#)
- Kowalczyk J, Göckener B, Eichhorn M, Kotthoff M, Bücking M, Schafft H, Lahrssen-Wiederholt M & Numata J, 2020. [Transfer of Per- and Polyfluoroalkyl Substances \(PFAS\) from Feed into the Eggs of Laying Hens. Part 2: Toxicokinetic Results Including the Role of Precursors. *J Agric Food Chem*, 68 \(45\), 12539-12548.](#)
- Mikolajczyk S, Pajurek M & Warenik-Bany M, 2022. [Perfluoroalkyl substances in hen eggs from different types of husbandry. *Chemosphere*, 303, 134950.](#)
- Nobile M, Arioli F, Curci D, Ancillotti C, Scanavini G, Chiesa LM & Panseri S, 2023. [Incidence of Perfluoroalkyl Substances in Commercial Eggs and Their Impact on Consumer's Safety. *Foods*, 12 \(20\), 3846.](#)
- OECD, 2018. [Toward a new comprehensive global database of per- and polyfluoroalkyl substances \(PFASs\): Summary report on updating the OECD 2007 list of per- and polyfluoroalkyl substances \(PFASs\). Organisation for Economic Co-operation and Development.](#)
- RIKILT, 2014. [Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders. RIKILT Wageningen UR, Wageningen.](#)
- RIVM, 2021. [Notitie implementatie van de EFSA som-TWI PFAS. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.](#)
- RIVM & WFSR, 2023. [Risk assessment of PFASs in feed: Transfer of PFASs detected in feed to edible products of food producing animals and possible animal health risks – Part II: Laying hens and broilers National Institute for Public Health and the Environment, Wageningen Food Safety Research.](#)

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Schepens MAA, te Biesebeek JD, Hartmann J, van der Aa NGFM, Zijlstra R & Boon PE, 2023. [Risk assessment of exposure to PFAS through food and drinking water in the Netherlands. Risicobeoordeling van blootstelling aan PFAS via voedsel en drinkwater in Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.](#)

Vlaamse overheid, 2021. [Aanpak PFAS-problematiek. Eerste tussentijds rapport van de opdrachthouder aangesteld door de Vlaamse Regering // september 2021.](#)

Vlaamse overheid, 2022. [Verspreiding en risico's van PFAS in Vlaanderen. Derde tussentijds rapport van de opdrachthouder voor de aanpak van de PFAS-problematiek aangesteld door de Vlaamse Regering 15/07/202.](#)

Zafeiraki E, Costopoulou D, Vassiliadou I, Leondiadis L, Dassenakis E, Hoogenboom RLAP & van Leeuwen SPJ, 2016. [Perfluoroalkylated substances \(PFASs\) in home and commercially produced chicken eggs from the Netherlands and Greece. Chemosphere, 144, 2106-2112.](#)

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Bijlage I. Afkortingenlijst individuele PFAS

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Tabel 7. Afkortingenlijst individuele PFAS.

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

PFAS afkorting	PFAS	CAS-nummer
PFBA	Perfluorbutaanzuur	375-22-4
PFPeA	Perfluorpentaanzuur	2706-90-3
PFHxA	Perfluorhexaanzuur	307-24-4
PFHpA	Perfluorheptaanzuur	375-85-9
PFOA	Perfluoroctaanzuur	335-67-1
PFNA	Perfluornonaanzuur	375-95-1
PFDA	Perfluordecaanzuur	335-76-2
PFUnDA	Perfluorundecaanzuur	2058-94-8
PFDoDA	Perfluordodecaanzuur	307-06-7
PFTTrDA	Perfluortridecaanzuur	72629-94-8
PFTeDA	Perfluortetradecaanzuur	376-06-7
PFBS	Perfluorbutaansulfonzuur	375-73-5
PFHxS	Perfluorhexaansulfonzuur	355-46-4
PFHpS	Perfluorheptaansulfonzuur	375-92-8
PFOS	Perfluoroctaansulfonzuur	1763-23-1
PFDS	Perfluordecaansulfonzuur	335-77-3
GenX (HPFO-DA)	2,3,3,3-tetrafluor-2(heptafluorpropoxy)propionzuur	13252-13-6
NaDONA	Natriumzout van ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluornonanoaat (ADONA)	958445-44-8*
9CI-PF3ONS	9-chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate	73606-19-6
11CI-PF3OUdS	11-chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonate	83329-89-9

*Geldt voor ADONA.

Bijlage II. Geanalyseerde PFAS

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Voor het berekenen van de PFAS-gehalten in eieren van particulieren en eieren uit de supermarkt zijn drie datasets gebruikt.

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

1. Een wetenschappelijk artikel uit 2016 van Zafeiraki en collega's waarin PFAS-gehalten van Nederlandse eieren van particulieren en eieren uit de supermarkt zijn gerapporteerd (Zafeiraki et al., 2016).
2. Monitoringsdata van PFAS in eieren uit de supermarkt geanalyseerd door Wageningen Food Safety Research (WFSR) (periode 2017 tot en met 2022).
3. PFAS-gehalten in eieren uit de supermarkt die zijn gebruikt in een recente risicobeoordeling door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) naar de gezondheidsrisico's van PFAS in de Nederlandse voeding en drinkwater (Schepens et al., 2023). Een overzicht van de geanalyseerde PFAS per dataset.

Tabel 8 geeft een overzicht van de verschillende geanalyseerde PFAS per dataset.

Tabel 8. Een overzicht van de verschillende geanalyseerde PFAS per dataset.

PFAS	Eieren van particulieren (n=140)		Commerciële eieren (n=73)	
	Dataset 1	Dataset 2	Dataset 3	
GenX		X	X	
NaDONA		X		
PFBA		X		
PFBuS	X	X	X	
PFDA	X	X	X	
PF-DoA	X			
PFDoDa		X	X	
PFDS		X	X	
PFHpA	X	X		
PFHpS	X		X	
PFHpS		X		
PFHxA	X	X	X	
PFHxS	X	X	X	
PFNA	X	X	X	
PFOA	X	X	X	
PFOS	X	X	X	
PFPeA		X	X	
PFTeDA		X	X	
PFTTrDA		x	X	
PFUnA	X			
PFUnDA		x	X	

Bijlage III. Relatieve potentie factoren

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Tabel 9. Overzicht van gemeten PFAS en de bijbehorende relatieve potentie factoren op basis van (Bil et al., 2021). Indien voor de RPF een range is gerapporteerd is door BuRO de hoogste waarde gekozen als RPF, dit is in lijn met de meest recente berekeningen door RIVM (Schepens et al., 2023).

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

PFAS	RPF	Opmerking
11CI-PF3OUdS	(-)	geen RPF beschikbaar, niet meegenomen in berekening
9CI-PF3ONS	(-)	geen RPF beschikbaar, niet meegenomen in berekening
GenX	0,06	In artikel gerefereerd als HFPO-DA
NaDONA	0,03	In artikel gerefereerd als ADONA
PFBA	0,05	
PFBuS	0,001	In artikel gerefereerd als PFBS
PFDA	10	In artikel range 4 tot 10
PFDODA	3	
PFDS	2	
PFHpA	1	In artikel range 0,01 tot 1
PFHpS	2	In artikel range 0,6 tot 2
PFHxA	0,01	
PFHxS	0,6	
PFNA	10	
PFOA	1	
PFOS	2	
PFPeA	0,05	In artikel range 0,01 tot 0,05
PFTeDA	0,3	
PFTrDA	3	In artikel range 0,3 tot 3
PFUnDA	4	

Bijlage IV. Herkomst 60 monsters eieren van particulieren

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

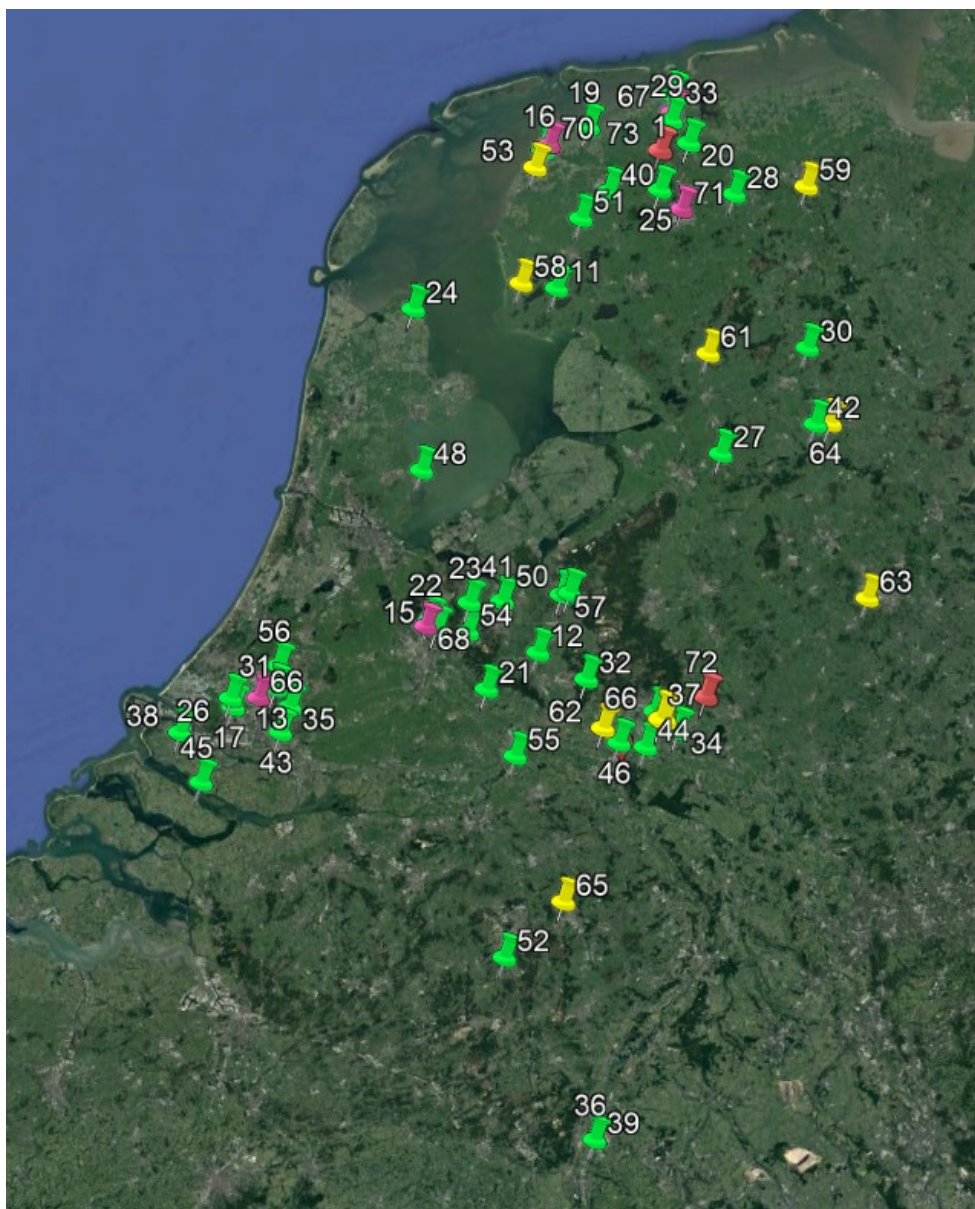
Figuur 1 geeft een overzicht van de herkomst (locatie) van de 60 monsters eieren van particulieren die door Zafeiraki en collega's geanalyseerd zijn op de aanwezigheid van PFAS.

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730



Figuur 1. Een overzicht van de herkomst van de 60 monsters eieren van particulieren die door Zafeiraki en collega's geanalyseerd zijn op de aanwezigheid van PFAS. De punaises geven het PFAS-gehalte weer. Waarbij de verschillende kleuren staan voor de volgende PFAS-gehalten: groen < 1,7 ng/g totaal ei; geel 1,7 - 3,4 ng/g totaal ei; paars > 3,4 - 6,8 ng/g totaal ei en rood > 6,8 ng/g totaal ei. De ML voor de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS is 1,7 µg/kg = 1,7 ng/g (Tabel 1).

Bijlage V. Ruwe data en berekeningen

Zie separaat bijgevoegd Excelbestand.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Bijlage VI. PFAS-gehalten in eieren van particulieren en commerciële eieren

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Tabel 10. De door BuRO berekende totale PFAS-gehalten (ng PFAS/gram totaal ei of ng PEQ/gram totaal ei voor de berekeningen met RPF's) in eieren van particulieren (n=73) en commerciële (n=140) eieren. De gemiddelde en P95 gehalten zijn berekend op basis van lower bound. Voor het optellen van de PFAS zijn vier verschillende methoden gebruikt; som van de EFSA-4 gebaseerd op equipotentie, de som van EFSA-4 gebaseerd op RPF's, de som van alle gemeten PFAS gebaseerd op equipotentie en de som van alle gemeten PFAS gebaseerd op RPF's.

	Lower bound			
	Som EFSA-4 (ng PFAS/gram totaal ei)	Som EFSA-4 (ng PEQ/gram totaal ei)	Som alle gemeten PFAS (ng PFAS/gram totaal ei)	Som alle gemeten PFAS (ng PEQ/gram totaal ei)
Eieren van particulieren (n=73)				
Gemiddeld	1,4	3,2	1,6	4,6
P95	5,5	13	6,4	19
Commerciële eieren (n=140)				
Gemiddeld	0,044	0,055	0,045	0,058
P95	0,28	0,28	0,28	0,28

Bijlage VII. Totale wekelijkse PFAS inname

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Tabel 11. De totale wekelijkse PFAS inname (ng PFAS/kg lichaamsgewicht per week of ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week voor de berekeningen met RPF's) door kinderen (1 t/m 3 jarigen) en volwassenen (18 t/m 79 jarigen) door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren.

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Wekelijkse PFAS inname (ng/kg lichaamsgewicht per week)						
Som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)						
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	5,9	34	Gemiddeld gehalte	0,18	1,1
	P95 gehalte	23	132	P95 gehalte	1,2	6,7
18 t/m 79 jarig	Gemiddeld gehalte	2,99	12	Gemiddeld gehalte	0,093	0,37
	P95 gehalte	12	46	P95 gehalte	0,59	2,3
Som EFSA-4 (gebaseerd op relatieve potentie)						
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	13	77	Gemiddeld gehalte	0,23	1,3
	P95 gehalte	56	324	P95 gehalte	1,2	6,7
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	6,7	27	Gemiddeld gehalte	0,12	0,46
	P95 gehalte	28	112	P95 gehalte	0,59	2,3
Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op equipotentie)						
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	6,7	39	Gemiddeld gehalte	0,19	1,1
	P95 gehalte	26	153	P95 gehalte	1,2	6,7
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	3,4	13	Gemiddeld gehalte	0,094	0,38
	P95 gehalte	13	53	P95 gehalte	0,59	2,3
Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie)						
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	19	111	Gemiddeld gehalte	0,24	1,4
	P95 gehalte	77	450	P95 gehalte	1,2	6,7
18 t/m 79 jarigen	Gemiddeld gehalte	9,7	39	Gemiddeld gehalte	0,12	0,48
	P95 gehalte	39	156	P95 gehalte	0,59	2,3

Bijlage VIII. Verhouding totale wekelijkse PFAS inname en de maximale veilige PFAS inname

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum
20 februari 2024

Onze referentie
TRCVWA/2024/730

Tabel 12. De verhouding van de totale wekelijkse PFAS inname (ng/kg lichaamsgewicht per week of ng PEQ/kg lichaamsgewicht per week voor de berekeningen met RPF's) door kinderen (1 t/m 3 jarigen) en volwassenen (18 t/m 79 jarigen) door de consumptie van eieren van particulieren en commerciële eieren en de maximale veilige PFAS inname (i.e. gezondheidkundige grenswaarde). Verhoudingen >1 zijn dik gedrukt weergegeven.

Verhouding tussen wekelijkse inname en gezondheidkundige grenswaarde						
Som EFSA-4 (gebaseerd op equipotentie)						
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
	Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie	
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	1,3	7,8	Gemiddeld gehalte	0,042	0,24
	P95 gehalte	5,2	30	P95 gehalte	0,26	1,5
	Gemiddeld gehalte	0,68	2,7	Gemiddeld gehalte	0,021	0,085
18 t/m 79 jarigen	P95 gehalte	2,6	10	P95 gehalte	0,13	0,53
	Som EFSA-4 (gebaseerd op relatieve potentie)					
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
	Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie	
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	2,99	17	Gemiddeld gehalte	0,052	0,304
	P95 gehalte	13	74	P95 gehalte	0,26	1,5
	Gemiddeld gehalte	1,5	6,04	Gemiddeld gehalte	0,026	0,11
18 t/m 79 jarigen	P95 gehalte	6,4	26	P95 gehalte	0,13	0,53
	Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op equipotentie)					
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
	Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie	
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	1,5	8,8	Gemiddeld gehalte	0,042	0,25
	P95 gehalte	5,99	35	P95 gehalte	0,26	1,5
	Gemiddeld gehalte	0,77	3,07	Gemiddeld gehalte	0,021	0,085
18 t/m 79 jarigen	P95 gehalte	3,04	12	P95 gehalte	0,13	0,53
	Som van alle gemeten PFAS (gebaseerd op relatieve potentie)					
Eieren van particulieren			Commerciële eieren			
	Gemiddelde consumptie	P95 consumptie		Gemiddelde consumptie	P95 consumptie	
1 t/m 3 jarigen	Gemiddeld gehalte	4,3	25	Gemiddeld gehalte	0,054	0,32
	P95 gehalte	18	102	P95 gehalte	0,26	1,5
	Gemiddeld gehalte	2,2	8,8	Gemiddeld gehalte	0,028	0,11
18 t/m 79 jarigen	P95 gehalte	8,9	35	P95 gehalte	0,13	0,53

Bijlage IX. PFAS-gehalten EFSA

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

In december 2010 riep EFSA op om het voorkomen van PFAS in levensmiddelen te monitoren en deze data naar EFSA te sturen. EFSA ontving data van de nationale autoriteiten van Oostenrijk, België, Cyprus, Tsjechië, Denemarken, Finland, Frankrijk, Duitsland, Griekenland, Ierland, Italië, Malta, Noorwegen, Slovenië, Spanje en het Verenigd Koninkrijk. Data opgestuurd tot en met 16 mei 2018 zijn geïncorporeerd in de analyse van de EFSA opinie (EFSA CONTAM Panel, 2020). EFSA beschrijft de gemiddelde PFOS-, PFOA-, PFNA- en PFHxS-gehalten in eieren en ei-producten (EFSA CONTAM Panel, 2020). Tabel 13 geeft een overzicht van de door BuRO berekende totale gemiddelde PFAS-gehalten in ei en ei-producten op basis van de gehalten zoals die weergegeven worden in de EFSA opinie.

Datum

20 februari 2024

Onze referentie

TRCVWA/2024/730

Tabel 13. De door BuRO berekende totale gemiddelde PFAS-gehalten (ng PFAS/g of ng PEQ/g) in ei en ei-producten, berekend met lower bound en upper bound. Voor het optellen van de PFAS zijn twee verschillende berekeningsmethoden gebruikt; som van de EFSA-4 gebaseerd op equipotentie en de som van EFSA-4 gebaseerd op relatieve potentie.

PFAS	Aantal monsters	LB	UB
PFOS	174	0,27	0,32
PFOA	177	0,106	0,21
PFNA	124	0,000	0,098
PFHxS	107	0,000	0,06
Som EFSA-4 (EP)		0,38	0,69
Som EFSA-4 (RPF)		0,65	1,9