

> Retouradres Postbus 43006 3540 AA Utrecht

**Aan de Inspecteur Generaal van de Nederlandse  
Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) en aan de  
minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport**

**Advies van de directeur bureau Risicobeoordeling  
& onderzoek over**

**De gezondheidsrisico's van milieucontaminanten  
in wildernisvlees afkomstig van uiterwaarden.**

**Bureau Risicobeoordeling &  
onderzoek**

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

**Contactpersoon**

T 088 223 33 33  
risicobeoordeling@vwa.nl

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

**Datum**

2 november 2022

**Aanleiding**

Begin 2020 zijn twee meldingen bij de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) gedaan over mogelijke risico's voor de gezondheid van de consument met betrekking tot zogenaamd 'wildernisvlees'. Dit wildernisvlees is, anders dan regulier<sup>1</sup> rundvlees, afkomstig van specifieke runderrassen zoals Rode Geus, Galloway, Tauros en Schotse Hooglander die jaarrond in de uiterwaarden en in andere natuurgebieden worden ingezet voor natuurlijke begrazing. Overtollige dieren die niet kunnen worden herplaatst naar andere gebieden worden geslacht en het vlees wordt door beheerders aan consumenten verkocht. Naar aanleiding van de meldingen is door directie Keuren van de NVWA onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van dioxines en dioxine-achtige polychloorbifenylen (PCB's) in wildernisvlees afkomstig uit vier<sup>2</sup> Nederlandse uiterwaarden. In een aantal van de geanalyseerde lever- en vleesmonsters bleek het gehalte aan dioxines en PCB's boven de wettelijke maximum gehalten (ML's) te liggen.

Naar aanleiding van deze bevindingen heeft directie Keuren aan bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) een aantal vragen gesteld met betrekking tot mogelijke risico's voor de gezondheid van de consument en de interpretatie van de verkregen resultaten. Deze deelvragen hebben betrekking op de volgende hoofdvraag:

*Kan de aanwezigheid van dioxines en dioxine-achtige PCB's in wildernisvlees uit uiterwaarden leiden tot risico's voor de gezondheid van de consument?*

BuRO concludeerde dat er onvoldoende informatie beschikbaar was om deze vraag te kunnen beantwoorden en heeft daarom aanvullend onderzoek laten verrichten. Hierbij is de vraag tevens uitgebreid met twee andere relevante groepen van milieucontaminanten: zware metalen<sup>3</sup> en poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS's).

**Aanpak**

Wageningen Food Safety Research (WFSR) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) hebben in opdracht van BuRO aanvullend

<sup>1</sup> Runderen die als landbouwhuisdier worden gehouden.

<sup>2</sup> Betreft uiterwaarden bij Loevestein, Millingen, Grensmaas en Kaliwaal.

<sup>3</sup> Cadmium, lood, kwik, koper, nikkel en het metalloïde arseen.

onderzoek verricht. WFSR heeft weefsels onderzocht van runderen afkomstig uit een aantal uiterwaarden langs de grote rivieren en gemeten wat de gehalten aan dioxines, dioxine-achtige PCB's, niet dioxine-achtige PCB's, PFAS's en zware metalen in het wildernisvlees zijn (Hoogenboom et al., 2022b). Daarnaast heeft WFSR op een aantal van deze locaties ook gras- en bodemonsters verzameld en gemeten welke gehalten hierin aanwezig zijn (Hoogenboom et al., 2022b). Op basis van een eerste set analyseresultaten van dioxines heeft RIVM in samenwerking met WFSR, in opdracht van BuRO, een overdrachtsmodel ontwikkeld om de overdracht van dioxines en dioxine-achtige PCB's vanuit bodem en gras naar deze runderen te schatten (Minnema et al., 2021; Notenboom et al., 2021). Met dit model kan op basis van de gehalten in bodem en gras worden ingeschat wat de gehalten in het wildernisvlees zullen zijn. WFSR heeft vervolgens aanvullende metingen naar dioxines en dioxine-achtige PCB's en PFAS's in weefsels en plasma van runderen verricht om meer inzicht te krijgen in seizoensinvloeden en de snelheid waarmee dioxine- en PFAS-gehalten kunnen worden verlaagd door het verplaatsen van de dieren naar een schone omgeving (Hoogenboom et al., 2022a). Tenslotte heeft RIVM/WFSR Front Office Voedsel- en Productveiligheid (FO) in opdracht van BuRO navraag gedaan naar gegevens die inzicht kunnen geven in de consumptie van wildernisvlees door de consument (Front office, 2021).

BuRO heeft dit advies opgesteld op basis van de bovengenoemde onderzoeken en literatuuronderzoek<sup>4</sup>. Waar mogelijk is de inname van de onderzochte stoffen uit wildernisvlees vergeleken met de inname uit andere vleessoorten en de inname uit de totale Nederlandse voeding.

Het voorliggende advies beschrijft de beoordeling van de risico's voor de gezondheid van de consument met betrekking tot dioxines en dioxine-achtige PCB's, zware metalen en PFAS's in wildernisvlees. In de onderbouwing is de risicobeoordeling van deze stofgroepen apart uitgewerkt (delen 1 tot en met 3).

## **Bevindingen**

### Gevareninventarisatie en -karakterisatie

- Bij het grazen in uiterwaarden krijgen runderen gras, bodemdeeltjes, (aanhangend) rivierslib en oppervlaktewater binnen die milieucontaminanten bevatten. In uiterwaarden kunnen de gehalten van milieucontaminanten in bodem en gras door afzet van rivierslib en sediment hoger zijn dan in andere gebieden. Het huidig onderzoek is toegespitst op dioxines en dioxine-achtige PCB's, zware metalen en PFAS.

### *Dioxines en dioxine-achtige PCB's*

- Dioxines en dioxine-achtige PCB's zijn persistent in het milieu en accumuleren na inname in de lever en het vet van dier en mens. Verhoogde bodem- en grasgehalten kunnen worden veroorzaakt door de afzet van verontreinigd slib en sediment en door lokale atmosferische depositie bij verbrandingsprocessen. De mens kan via de voeding aan dioxines worden blootgesteld, voornamelijk door het eten van vette dierlijke producten zoals vis, vlees, melk en eieren. Er zijn voor dioxines, PCB's en dioxine-achtige PCB's op Europees niveau meerdere ML's vastgesteld waar dierlijke producten aan moeten voldoen.
- Een langdurige hoge inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's kan leiden tot negatieve gezondheidseffecten voor de mens. Voortplantingstoxiciteit bij mannen is het kritische toxicologische effect. EFSA heeft als gezondheidkundige grenswaarde een Tolerable Weekly Intake (TWI)

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

<sup>4</sup> De zoekstrategie staat beschreven in Bijlage 1.

vastgesteld van 2 pg WHO-TEQ<sup>5</sup>/kg lichaamsgewicht/week. Niet dioxine-achtige PCB's hebben andere toxicologische eigenschappen en zijn wegens het ontbreken van een gezondheidskundige grenswaarde niet in deze risicobeoordeling meegenomen.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### *Zware metalen*

- Zware metalen komen van nature voor in de bodem en kunnen in verhoogde concentraties aanwezig zijn als gevolg van afzet van verontreinigd slib of als gevolg van (regionale) atmosferische depositie afkomstig van industriële activiteiten. Metalen accumuleren na inname met name in organen van dieren. Een te hoge inname van zware metalen kan tot verschillende negatieve gezondheidseffecten in de mens leiden. Er zijn voor een aantal metalen Europese ML's vastgesteld waar dierlijke producten aan moeten voldoen. Nieren van runderen ouder dan twee jaar mogen in Nederland niet ter consumptie worden aangeboden in verband met hoge cadmiumgehalten.

#### *PFAS's*

- PFAS's zijn door de mens gemaakte chemisch en thermisch stabiele stoffen. PFAS's blijven lang aanwezig in het milieu en in de voedselketen en sommige accumuleren in mens en dier. Na inname hopen PFAS's voornamelijk op in lever en bloed. Voor de aanwezigheid van PFAS's in voedingsmiddelen zijn inmiddels ML's vastgesteld, naar verwachting zullen deze ML's in 2023 van kracht worden.
- EFSA heeft een TWI van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week afgeleid voor de som van vier PFAS's<sup>6</sup>: PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS (EFSA-4). EFSA concludeert dat het effect op het immuunsysteem het kritische effect is, gebaseerd op een lagere vaccinatierespons in kinderen.
- Bij de toepassing van de TWI gaat EFSA uit van equipotentie; een gelijke potentie van ieder van de EFSA-4 ten aanzien van het toxicologische effect op het immuunsysteem (concentratieadditie). Er waren volgens de analyse van EFSA geen geschikte studies beschikbaar om relatieve potentie factoren (RPF's) af te leiden. RIVM heeft op basis van gegevens over levertoxiciteit wel RPF's afgeleid (RPF-methode). De RPF's geven de toxische potentie van individuele PFAS's weer ten opzichte van de indexstof PFOA voor verschillende vormen van PFAS en meer dan de vier PFAS's die door EFSA konden worden beoordeeld. Aangezien er nog geen wetenschappelijke consensus bestaat over de toepassing van RPF's voor PFAS's gebruikt BuRO de methoden van EFSA en RIVM naast elkaar.

#### Blootstellingsschatting

- Wildernisvlees wordt jaarrond verkocht. De dieren worden ook het hele jaar door geslacht maar minder vaak in de periode tussen maart en juni.
- Wildernisvlees wordt voornamelijk in ingevroren pakketten van verschillende vleessoorten verkocht. Het aanbod bestaat uit mager vlees ( $\leq 2\%$  vet) plus vleesproducten met een hoger vetgehalte zoals gehakt, hamburgers, tartaar en worstjes (gemiddeld 14% vet). Orgaanvlees en vet worden door de beheerders niet meer ter consumptie aangeboden. Het vlees in één pakket is van meerdere dieren afkomstig die uit hetzelfde gebied komen.
- Met 70.000 kg per jaar en circa 4.000 particuliere afnemers is het marktaandeel van wildernisvlees klein. Er zijn consumenten (voornamelijk gezinnen) die dit vlees gedurende het hele jaar twee keer per week eten. Op basis van de FO-beoordeling over het aanbod en de consumptie van wildernisvlees gaat BuRO voor deze groep uit van een wekelijkse consumptie

<sup>5</sup> Toxische equivalenten, oftewel de gewogen som van de individuele dioxines en dioxine-achtige PCB's in een mengsel.

<sup>6</sup> PFOS: perfluorooctaansulfonzuur; PFOA: perfluorooctaanzuur; PFNA: perfluorononaanzuur en PFHxS: perfluorohexaansulfonzuur.

- van 110 gram (gemiddelde hoeveelheid) en 300 gram (hoge consumptiehoeveelheid) per persoon per week.
- Een deel van het vlees wordt via andere kanalen als regulier rundvlees verkocht.

#### *Dioxines en dioxine-achtige PCB's*

- Een groot deel (ruim 70%) van de gehalten dioxines en dioxine-achtige PCB's in niervet<sup>7</sup> en lever van de onderzochte runderen uit veertien Nederlandse uiterwaarden bleek hoger dan de ML's. Organen van deze runderen worden door de beheerders echter niet ter consumptie aangeboden. Van het dioxinegehalte in niervet wordt aangenomen dat dit overeenkomt met het gehalte in het vleesvet, waar de risicobeoordeling voor is gedaan.
- Dioxinegehalten in niervet varieerden tussen de 1,7 en 59,5 pg TEQ/g vet. De gehalten waren gemiddeld hoger in jonge dieren en stieren. Factoren die hierbij mogelijk een rol spelen zijn: hoge blootstelling van kalveren via de melk, groeiverdunning in oudere dieren, lagere hoeveelheid lichaamsvet in stieren en klaring via de melk door lacterende koeien.
- De gehalten dioxines- en dioxine-achtige PCB's in bodem en gras in uiterwaarden lagen hoger dan in gebieden buiten de uiterwaarden. Overstromingen verhogen tijdelijk de gehalten in gras door depositie van verontreinigd slib.
- Vergeleken met gehalten in regulier rundvlees waren de gehalten dioxines en dioxine-achtige PCB's in deze dieren hoog. Dit kan worden verklaard doordat de dieren jaarrond in de uiterwaarden grazen waardoor de blootstelling aan milieucontaminanten continu (en met name in de winterperiode) hoger is dan voor dieren die in weiden grazen en/of op stal staan.
- Dieren afkomstig van de uiterwaarde bij Loevestein die in april 2021 zijn geslacht, hadden zeer hoge dioxinegehalten in lever en niervet (54-59,5 pg TEQ/g vet). De dioxinegehalten in dieren afkomstig van deze locatie die in juni 2020 en november 2021 zijn geslacht, waren beduidend lager (respectievelijk 7,6-28,9 en 2,1-5,1 pg TEQ/g vet). Deze bevinding is een mogelijke indicatie van seizoensinvloeden op het dioxinegehalte in vet.
- RIVM heeft een overdrachtsmodel voor dioxines en dioxine-achtige PCB's ontwikkeld om de overdracht van deze stoffen in bodem en gras naar vleesvet en lever van de Rode Geus te simuleren. Het model is gevalideerd met de beperkt beschikbare gegevens over de uiterwaarde bij Beuningen (Gelderland). BuRO vindt op basis van de deze validatie dat het huidige model toepasbaar is voor het simuleren van trends in dioxinegehalten gedurende het jaar. Verdere verfijning en validatie is nodig om de overdracht kwantitatief te schatten.
- Uit de simulatie van trends blijken duidelijke seizoensinvloeden op dioxine- en dioxine-achtige PCB-gehalten in vet en lever als gevolg van variatie in lichaamsgewicht en variatie in gehalten aan contaminanten in gras gedurende het jaar, deels veroorzaakt door aanhangend slib. De laagste vet- en levergehalten worden geschat voor de late zomer en het najaar, wat overeenkomt met de -beperkt- beschikbare metingen. Ook blijkt uit de simulaties dat deze gehalten in een periode van enkele maanden tot onder de ML zakken als de dieren naar een schone stal of wei worden verplaatst.
- Uit metingen in bloed en niervet blijkt dat het verplaatsen van dieren met hoge dioxinegehalten naar een stal in enkele maanden tot een grote afname van dioxinegehalten in de dieren kan leiden, voornamelijk door verlaging van de blootstelling en door groei en vetaanzet, en in mindere mate door uitscheiding. Het verplaatsen van dieren naar een schone wei kan (in mindere mate) ook tot verlaging van dioxinegehalten leiden, mits daar geen lokale verontreinigingen

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

<sup>7</sup> Niervet is een matrix die ook bemonsterd kan worden als de dieren mager zijn en dus weinig lichaamsvet hebben. Om technische redenen is voor bemonstering van deze matrix gekozen.

aanwezig zijn. BuRO heeft geen onderzoek gedaan naar de praktische haalbaarheid en de mogelijke effecten op dierenwelzijn van deze maatregelen.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### *Zware metalen*

- Concentraties zware metalen waren het hoogst in de organen van de runderen. Voor een aantal monsters van lever en/of nier werd een overschrijding van de ML voor cadmium, lood, kwik of koper gevonden. Organen van deze runderen worden echter door de beheerders niet meer ter consumptie aangeboden.
- In het vlees lagen alle gehalten voor cadmium (<0,006 mg/kg) en lood (<0,008 mg/kg) onder de detectielimiet. Voor kwik ( $\leq$  0,006 mg/kg) en koper (0,42-1,9 mg/kg) lagen de gehalten ver onder de respectievelijke ML's van 0,01 mg/kg en 5 mg/kg. Voor nikkel en arseen zijn geen ML's voor rundvlees vastgesteld. Nikkel was niet detecteerbaar (< 0,02 mg/kg) en (totaal) arseen werd gemeten in gehalten tussen de 0,01 en 0,11 mg/kg met een gemiddelde van 0,04 mg/kg. Deze arseengehalten liggen in het bereik van gehalten in vlees van andere dieren die in het wild leven zoals hert, zwijn en ree. Door het ontbreken van gegevens over arseengehalten in regulier rundvlees is het onduidelijk of de consumptie van wildernisvlees, vergeleken met regulier rundvlees, tot een hogere arseeninname leidt.
- Er waren geen duidelijke verschillen tussen de gehalten van (zware) metalen in gras binnen uiterwaarden en een controlegebied buiten de uiterwaarde. Gehalten aan zware metalen in gras waren sterk verhoogd vlak na een overstroming, waarschijnlijk door depositie van verontreinigd slib.

#### *PFAS's*

- In het bemonsterde vlees werd PFOS aangetroffen. Gehalten in vlees waren veel lager dan de gehalten in lever en nier. In lever en nier werden naast PFOS ook een aantal andere PFAS's aangetroffen.
- Voor ongeveer de helft van de gemeten levers ligt het gehalte boven de recent vastgestelde ML voor PFOS en/of PFNA en boven de vastgestelde ML voor de som van de vier PFAS's. In wildernisvlees wordt in tien van de 51 onderzochte dieren de vastgestelde ML voor PFOS overschreden.
- Voor de risicobeoordeling worden de P50-gehalten van de EFSA-4 in het lower-bound scenario<sup>8</sup> gebruikt. De concentraties worden berekend op basis van zowel concentratieadditie als de RPF-methode van RIVM. Aangezien alleen PFOS in wildernisvlees is aangetroffen worden deze somgehalten in het lower-bound scenario uitsluitend bepaald door de PFOS-gehalten. Met de RPF-methode kunnen in principe 23 PFAS's geïnccludeerd worden. BuRO beperkt zich ook met de RPF-methode tot de EFSA-4, omdat het risico in het UB-scenario anders te veel afhankelijk is van de hoge kwantificatielimieten (LOQ's) van de niet gedetecteerde PFAS's in wildernisvlees.
- Voor de bepaling van de onzekerheid die wordt veroorzaakt door de mogelijke aanwezigheid van PFAS-gehalten onder de LOQ worden de gehalten in het upper-bound<sup>9</sup> scenario gebruikt.
- PFAS-gehalten in het lower-bound scenario variëren tussen de 0 en 0,94 ng/g (concentratieadditie) of 0 en 1,88 ng PEQ/g (RPF-methode). Voor het upper-bound scenario liggen de gehalten van de EFSA-4 tussen de 0,4 en 1,24 ng/g (concentratieadditie) of tussen de 1,74 en 3,42 ng PEQ/g (RPF-methode).
- Op basis van twaalf metingen in levers van reguliere runderen, waarin gehalten tussen de 0,3 en 1,4 ng/g lever zijn gevonden, lijkt het PFOS-gehalte in de runderen afkomstig van uiterwaarden (gehalten tussen de 1,75 en 65,75 ng/g lever) hoger te liggen dan in reguliere runderen.

<sup>8</sup> De som van de vier PFAS waarbij gehalten van individuele PFAS onder de LOQ op nul worden gesteld.

<sup>9</sup> De som van de vier PFAS waarbij gehalten van individuele PFAS onder de LOQ gelijk worden gesteld aan de LOQ.

- Een beperkt aantal metingen in vlees en lever van dieren afkomstig van de uiterwaarde bij Loevestein liet zien dat PFAS-gehalten na de zomer lager waren dan na de winter, waarschijnlijk door lagere blootstelling in de zomer.
- PFOS-gehalten in bloed van dieren die zijn verplaatst naar een schone omgeving kunnen in enkele maanden tijd halveren, vooral door verlaging van blootstelling in combinatie met groeiverdunning, en in mindere mate door uitscheiding.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

### Risicokarakterisatie

#### *Dioxines en dioxine-achtige PCB's*

- Voor de risicobeoordeling is een aantal verschillende inname-scenario's van volwassen consumenten van wildernisvlees aan de TWI van EFSA getoetst. Het uitgangspunt van de risicobeoordeling is dat wildernisvlees dat niet aan de ML's voldoet toch op de markt zou komen, ook al is dit niet toegestaan. Aangezien dioxines in vet accumuleren is in de risicobeoordeling onderscheid gemaakt tussen de consumptie van vleesproducten van wildernisvlees met een hoger vetgehalte (gemiddeld vetgehalte van 14%) en mager wildernisvlees ( $\leq 2\%$  vet). Hieruit blijkt dat het wekelijks consumeren van de vleesproducten met een hoger vetgehalte tot een te hoge inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's leidt. Gerekend met P50-gehalten wordt de TWI met een factor 2,5 overschreden bij een wekelijkse consumptie van 300 gram vleesproducten. Bij de consumptie van 110 gram vleesproducten wordt de TWI niet overschreden maar draagt de consumptie voor 90% bij aan de maximale veilige inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's. Er is in dit geval dus nauwelijks ruimte voor inname uit andere bronnen voordat de TWI wordt overschreden.
- Kinderen (12 kg) kunnen slechts 24 gram vleesproducten met een hoger vetgehalte (gemiddeld 14% vet) met een P50-gehalte per week eten voordat de TWI wordt overschreden. Dit is een aannemelijke hoeveelheid, gezondheidsrisico's zijn dus niet uit te sluiten.
- Het consumeren van mager wildernisvlees ( $\leq 2\%$  vet) leidt, zowel voor kinderen als voor volwassenen, niet tot overschrijding van de TWI voor dioxines en dioxine-achtige PCB's. Het consumeren van mager wildernisvlees leidt daarom niet tot gezondheidsrisico's.
- Als in plaats van wildernisvlees regulier rundvlees wordt gegeten is de inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's ongeveer een factor 40 lager. Daarmee wordt in geen van de beoordeelde inname-scenario's de TWI overschreden.
- Een schatting van de inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit de totale voeding van volwassenen en kinderen in Nederland (met de consumptie van regulier rundvlees) laat zien dat die de TWI overschrijdt. Vergeleken met regulier rundvlees kan de consumptie van wildernisvlees een extra bijdrage aan de totale inname leveren, die al te hoog is.

#### *Zware metalen*

- Hoewel zware metalen in de hoogste concentraties voorkomen in de organen van runderen, wordt orgaanvlees van deze dieren niet meer door de beheerders aangeboden en is er dus geen risico voor de volksgezondheid.
- De gehalten van zware metalen in vlees lagen onder de ML of onder de LOQ, behalve voor arseen. Wildernisvlees voldoet daarmee aan de wettelijke maximumgehalten die voor cadmium, lood, koper en kwik aan rundvlees worden gesteld.
- De inname van arseen uit wildernisvlees alleen leidt niet tot gezondheidsrisico's.
- Arseeninname uit de totale Nederlandse voeding is hoog, het is onbekend of de consumptie van wildernisvlees tot een verhoogde inname leidt.

### PFAS's

- Voor de risicobeoordeling is een aantal verschillende innamescenario's van volwassen consumenten van wildernisvlees aan de TWI van EFSA getoetst. BuRO gebruikt daarbij zowel de EFSA-methodiek (concentratieadditie) als de RPF-methode van RIVM voor de bepaling van de PFAS-concentratie.
- Uit de risicobeoordeling, op basis van P50-gehalten en het lower-bound scenario, blijkt dat de hoogste bijdrage van wildernisvlees aan de maximale veilige PFAS inname 50% is. Hierbij wordt uitgegaan van de consumptie van 300 gram wildernisvlees per week en zijn de RPF's toegepast voor de concentratieberekening. PFAS-gehalten in wildernisvlees alleen leiden dus niet tot gezondheidsrisico's voor de volwassen consument, maar de maximale veilige inname wordt wel substantieel opgevuld.
- De maximale veilige PFAS-inname voor kinderen (12 kg) wordt bij de consumptie van aannemelijke hoeveelheden wildernisvlees overschreden, op basis van de RPF-methode van RIVM voor de concentratieberekeningen. Dit betekent dat de consumptie van wildernisvlees met P50-gehalten (lower-bound) mogelijk tot gezondheidsrisico's voor kinderen kan leiden. Uitgaande van concentratieadditie zal de maximale veilige inname voor kinderen grotendeels worden opgevuld.
- Aangezien een aantal PFAS's mogelijk in gehalten onder de LOQ aanwezig waren bestaat er een onzekerheid in de risicobeoordeling op basis van het lower-bound scenario. Uit berekeningen met het upper-bound scenario blijkt dat lagere detectiegrenzen nodig zijn om de risico's voor hoge consumptiehoeveelheden (300 gram per week) door volwassenen definitief te kunnen beoordelen. Dit geldt ook voor het innamescenario van kinderen op basis van concentratieadditie.
- Uit indicatieve berekeningen van RIVM blijkt dat de inname van PFAS's uit de totale Nederlandse voeding (met de consumptie van regulier rundvlees) en drinkwater te hoog is. Dat blijkt ook uit de innameberekeningen die door EFSA zijn gemaakt. Indien wildernisvlees inderdaad hogere PFAS-gehalten bevat dan regulier rundvlees dan draagt de consumptie van wildernisvlees in een hogere mate bij aan de inname van PFAS's.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

### **Beantwoording van de onderzoeksvraag**

*Kan de aanwezigheid van dioxines en dioxine-achtige PCB's, zware metalen en PFAS's in wildernisvlees uit uiterwaarden leiden tot risico's voor de gezondheid van de consument?*

Uit nader onderzoek naar milieucontaminanten in runderen die jaarrond in uiterwaarden grazen bleek dat gehalten van dioxines en dioxine-achtige-PCB's in ruim 70% van de monsters boven de ML liggen. De hoogste gehalten werden gevonden in jonge dieren en dieren van het mannelijk geslacht.

Uit de risicobeoordeling door BuRO blijkt dat het regelmatig consumeren van de vleesproducten met een hoger vetgehalte (gemiddeld vetpercentage van 14%) van deze runderen uit de uiterwaarden leidt tot een te hoge inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's, zowel voor volwassenen als kinderen. Het consumeren van mager vlees ( $\leq 2\%$  vet) van deze runderen leidt niet tot overschrijding van de TWI bij volwassenen en kinderen. Omdat de gehalten van dioxines- en dioxine-achtige PCB's in wildernisvlees hoger zijn dan in regulier rundvlees kan de consumptie van wildernisvlees een extra bijdrage aan de inname uit de totale voeding leiden, die al te hoog is.

Het gehalte aan zware metalen in organen overschreed in een aantal monsters de ML. Echter, orgaanvlees van deze dieren wordt, voor zover bekend, door de beheerders niet ter consumptie aangeboden. De gehalten in vlees lagen onder de ML of onder de LOQ. Wildernisvlees voldoet daarmee aan de wettelijke eisen die

voor zware metalen aan rundvlees worden gesteld. Voor arseen is geen ML bepaald, uit de risicobeoordeling van BuRO blijkt dat de inname van alleen arseen uit wildernisvlees niet leidt tot verhoging van gezondheidsrisico's.

De consumptie van wildernisvlees kan leiden tot een blootstelling aan PFAS die ongeveer 50% is van de TWI, de maximale inname die voor een volwassene als veilig wordt beschouwd. Hierbij wordt uitgegaan van de consumptie van 300 gram wildernisvlees per week en zijn de RPF's gebruikt voor de concentratieberekening. De PFAS-gehalten in wildernisvlees alleen leiden dus niet tot overschrijding van gezondheidkundige veiligheidsnormen voor de volwassen consument. Lagere detectiegrenzen zijn nodig om de risico's voor hoge consumptiehoeveelheden (300 gram per week) door volwassenen definitief te kunnen beoordelen. Deze onzekerheid geldt ook voor het innamescenario van kinderen op basis van concentratieadditie. Op basis van de nu beschikbare data lijkt de maximale veilige inname voor kinderen (12 kg) te worden overschreden bij de consumptie van aannemelijke hoeveelheden wildernisvlees, als de RPF-methode van RIVM voor de concentratieberekeningen wordt gebruikt. Dit betekent dat door de consumptie van wildernisvlees gezondheidsrisico's verhoogd zijn voor kinderen die veel vlees consumeren.

In deze risicobeoordeling is de inname van PFAS's uit andere bronnen niet meegenomen. Uit berekeningen van RIVM en EFSA blijkt dat de inname van PFAS's uit de totale Nederlandse voeding en drinkwater de TWI overschrijdt. Hierbij is uitgegaan van reguliere rundvleesconsumptie, de bijdrage uit wildernisvlees is mogelijk hoger.

### **Variaties in gehalten in tijd en plaats**

De gehalten van dioxines en PFAS's in wildernisvlees variëren over de tijd door variatie in de hoogte van blootstelling, seizoensafhankelijke vetreserves (voornamelijk van belang voor dioxines), groeien en uitscheiding (inclusief via melkproductie). Variaties in gehalten zijn voor de zware metalen niet nader onderzocht. Zowel uit simulaties met een overdrachtsmodel voor dioxines als uit een beperkt aantal metingen van dioxines en PFAS's in de runderen worden de laagste gehalten in de late zomer en het najaar verwacht. Ook laten simulaties van dioxinegehalten en metingen van dioxine- en PFAS-gehalten zien dat gehalten fors kunnen dalen na het verplaatsen van (groeierende) dieren naar een schone omgeving. BuRO heeft geen onderzoek gedaan naar de praktische haalbaarheid en de mogelijke effecten op dierenwelzijn van het verplaatsen van dieren naar een schone stal of wei.

### **Advies van BuRO**

*Aan de inspecteur-generaal van de NVWA*

- Sta het aanbieden van wildernisvlees, afkomstig van runderen uit Nederlandse uiterwaarden, alleen toe nadat is aangetoond dat het vlees uit het betreffende gebied voldoet aan de ML's voor dioxines en dioxine-achtige PCB's.
- Intensiveer de monitoring van PFAS-gehalten in vlees afkomstig uit uiterwaarden en regulier rundvlees.
- Informeer de beheerders van grote grazers over de factoren die een rol spelen bij verhoogde blootstelling van deze dieren in uiterwaarden en de mogelijkheden tot het terugbrengen van de gehalten.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026



*Aan de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport*

- De beheerders bieden momenteel geen orgaanvlees en vet van deze dieren ter consumptie aan. Overweeg dit aanbod ook wettelijk te verbieden.

*Hoogachtend,*

*Prof. dr. Antoon Opperhuizen  
Directeur bureau Risicobeoordeling & onderzoek*

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

## ONDERBOUWING

### Achtergrond

Wildernisvlees is vlees afkomstig van specifieke runderrassen (zoals Rode Geus, Galloway, Tauros en Schotse Hooglander) die jaarrond in de uiterwaarden en andere natuurgebieden worden ingezet voor natuurlijke begrazing. Overtollige dieren die niet kunnen worden herplaatst naar andere gebieden, worden geslacht en het vlees wordt aan consumenten verkocht. Het graasgedrag van deze dieren leidt ertoe dat de dieren onvermijdelijk in aanraking komen met milieucontaminanten, bijvoorbeeld via inname van bodemdeeltjes, rivierslib of oppervlaktewater. Milieucontaminanten, zoals dioxines, dioxine-achtige polychloorbifenylen (PCB's), poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS's) en zware metalen<sup>10</sup>, komen met name door industriële activiteiten en/of verbrandingsprocessen wijdverspreid voor in het milieu. Een aantal van deze stoffen zijn persistent in het milieu en kunnen stapelen in de voedselketen.

In 2020 bleek uit metingen van directie Keuren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) dat een aantal lever- en vleesmonsters van dieren afkomstig uit vier<sup>11</sup> Nederlandse uiterwaarden een gehalte dioxines en dioxine-achtige PCB's boven de wettelijke maximum gehalten (ML's) bevat. Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) concludeerde toentertijd dat de beschikbare informatie te beperkt was om een uitspraak te doen over de aanwezigheid van milieucontaminanten in wildernisvlees en de mogelijke risico's voor de gezondheid van de consument.

BuRO heeft daarom bij Wageningen Food Safety Research (WFSR) onderzoek geïnitieerd met als doel om meer inzicht te verkrijgen in 1) de gehalten van milieucontaminanten in wildernisvlees afkomstig van runderen uit Nederlandse uiterwaarden en 2) de lokale en geografische aspecten die een rol spelen (Hoogenboom et al., 2022b). Vervolgens heeft Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) samen met WFSR, op verzoek van BuRO, een overdrachtsmodel ontwikkeld waarmee de overdracht van dioxines en dioxine-achtige PCB's vanuit bodem en gras naar deze runderen gemodelleerd kan worden (Minnema et al., 2021; Notenboom et al., 2021). WFSR heeft vervolgens aanvullende metingen naar dioxines en dioxine-achtige PCB's en PFAS's in weefsels en plasma van runderen verricht om meer inzicht te krijgen in seizoensinvloeden op dioxinegehalten en de snelheid waarmee dioxine- en PFAS-gehalten kunnen worden verlaagd door het verplaatsen van de dieren naar een schone stal of wei (Hoogenboom et al., 2022a). Tenslotte heeft RIVM/WFSR Front Office Voedsel- en Productveiligheid (FO) navraag gedaan naar gegevens die meer inzicht kunnen geven in de consumptie van wildernisvlees (Front office, 2021). De bovengenoemde onderzoeken vormen samen met literatuuronderzoek<sup>12</sup> van BuRO de basis van dit advies.

Het voorliggende BuRO-advies beschrijft de beoordeling van de risico's voor de gezondheid van de consument door de inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's (deel 1), zware metalen (deel 2) en PFAS's (deel 3) van de consumptie van wildernisvlees.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

<sup>10</sup> Cadmium, lood, kwik, koper, nikkel en het metalloïde arseen.

<sup>11</sup> Betreft uiterwaarden bij Loevestein, Millingen, Grensmaas en Kaliwaal.

<sup>12</sup> De zoekstrategie staat beschreven in Bijlage 1.

## DEEL 1: DIOXINES EN DIOXINE-ACHTIGE PCB'S

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

### Wettelijk kader

Verordening (EG) nr. 1881/2006<sup>13</sup> beschrijft de Europees vastgestelde ML's voor dioxines, de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's en indicator PCB's in vlees afkomstig van verschillende diersoorten. Voor runderen zijn deze gehalten samengevat in Tabel 1. De ML's zijn vastgesteld volgens het ALARA-principe<sup>14</sup>. De ML's hebben geen directe relatie met gezondheidsrisico's voor de mens. Verder zijn ter reductie van dioxinegehalten in dierlijke producten actiedrempels vastgesteld<sup>15</sup>. Bij overschrijding van deze actiedrempels is het wenselijk om de bron van de verontreiniging op te sporen en maatregelen te treffen om de bron te elimineren of verminderen.

Datum

2 november 2022

Onze referentie

TRCVWA/2022/9026

**Tabel 1:** ML's van dioxines en dioxine-achtige PCB's in vlees en vleesproducten van runderen en runderlever volgens Verordening (EG) nr. 1881/2006.

Omschrijving	Som van dioxines (WHO-PCDD/F-TEQ)	Som van dioxines en dioxineachtige PCB's (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ)	Som van PCB 28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 en PCB180 (ICES-6) <sup>1</sup>
Vlees, vleesproducten en vet van runderen	2,5 pg/g vet	4,0 pg/g vet	40 ng/g vet
Runderlever	0,30 pg/g versgewicht	0,50 pg/g versgewicht	3,0 ng/g versgewicht

<sup>1</sup> Niet-dioxine-achtige PCB's, of indicator PCB's worden uit historisch oogpunt gemeten. Voor deze risicobeoordeling worden ze buiten beschouwing gelaten.

NB Volgens voetnoot 33 van Verordening (EG) nr. 1881/2006 moet voor vlees met een vetgehalte lager dan 2% het gehalte op productbasis worden berekend!

Er wordt momenteel op Europees niveau gewerkt aan actualisatie van de ML's voor dioxines en dioxine-achtige PCB's in diverse voedingsmiddelen.

De Regeling bodemkwaliteit<sup>16</sup> stelt normen voor bodemgehalten van dioxines en dioxine-achtige PCB's in Nederland. In dit besluit zijn normen van 180 TEQ/kg grond (interventiewaarde<sup>17</sup>) en 55 ng TEQ/kg grond (achtergrondwaarde<sup>18</sup>) vastgesteld voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's. Echter, voor grond in weides en natuurgebieden lijken deze normen niet van toepassing (Hoogenboom et al., 2022b).

### Gevareninventarisatie

Polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD) en polychloordibenzofuranen (PCDF) worden samen met de term 'dioxines' aangeduid (EFSA, 2018a). Deze persistente stoffen ontstaan tijdens verbrandingsprocessen als de verbrande materialen chloorhoudende componenten (bijvoorbeeld PVC) bevatten. Ook ontstaan dioxines bij diverse industriële processen. Polychloorbifenylen (PCB's) zijn zeer stabiele en

<sup>13</sup> Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

<sup>14</sup> Zo laag als redelijkerwijs haalbaar is, op basis van de verdeling van gemeten residugehalten in het voedingsmiddel.

<sup>15</sup> Aanbeveling van de Commissie van 3 december 2013 inzake de reductie van de aanwezigheid van dioxinen, furanen en pcb's in levensmiddelen en diervoeders (2013/711/EU)

<sup>16</sup> Regeling van 13 december 2007, nr. DJZ2007124397, houdende regels voor de uitvoering van de kwaliteit van de bodem.

<sup>17</sup> Een waarde die aangeeft dat bij overschrijding sprake is van potentiële ernstige vermindering van de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft.

<sup>18</sup> Gedefinieerd als het gehalte voor een goede bodemkwaliteit, waarvoor geldt dat er geen sprake is van belasting door lokale verontreinigingsbronnen.

onbrandbare stoffen, die vanwege deze eigenschappen in het verleden op grote schaal werden geproduceerd voor diverse toepassingen zoals het gebruik in transformatoren, verf, afdichtingsmiddelen en als warmtewisselingsvloeistof.

Dioxines en dioxine-achtige PCB's hechten in het milieu aan bodemdeeltjes en sediment en worden overall in het milieu teruggevonden. Er kan hierbij onderscheid worden gemaakt tussen lokale verontreinigingen (bijvoorbeeld door branden, industriële incidenten, vroegere industriële processen of oude vuilverbrandingsinstallaties) en generieke, algemeen voorkomende verontreinigingen.

De beschikbare informatie over dioxinegehalten in de bodem in relatie tot voedselveiligheid is in 2013 door WFSR (toenmalig RIKILT) samengevat en geanalyseerd (Hoogenboom & Traag, 2013). Uit deze analyse blijken het Lickebaertgebied tussen Vlaardingen en Maassluis en gebieden rond Zaandam illustratieve casussen van lokale verontreinigen te zijn waarbij een duidelijke relatie is gevonden tussen uitstoot door een vuilverbrandingsinstallatie en hoge dioxinegehalten in melk afkomstig van koeien uit dit gebied. Uit onderzoek in deze gebieden blijkt dat dioxines en dioxine-achtige PCB's zich met name in de top laag van de bodem (de bovenste 10 cm) bevinden (Hoogenboom & Traag, 2013). Ook was het gehalte in het gras in de winter en het vroege voorjaar veel hoger dan in de zomer. Echter, in alle jaargetijden was het gehalte in de bodem even hoog. Dieren die buiten grazen kunnen bodemdeeltjes binnenkrijgen; de hoeveelheid grond is afhankelijk van het graasgedrag en varieert tussen diersoorten (Hoogenboom & Traag, 2013).

Uiterwaarden kunnen verontreinigd raken door afzet van rivierslib waar contaminanten aan zijn gebonden. Beperkte data over uiterwaarden lieten zien dat hoge gehalten dioxines en dioxine-achtige PCB's in deze gebieden werden aangetroffen (Hoogenboom & Traag, 2013). In 2012 zijn bijvoorbeeld in uiterwaarden van de IJssel hoge gehalten in het gras en de bodem gemeten. Uit de analyse van WFSR bleek dat er weinig onderzoek gedaan is naar de mogelijke overdracht naar dierlijke producten afkomstig van dieren die grazen in uiterwaarden. Een uitzondering vormt een studie uit 1996 naar de relatie tussen dioxinegehalten in de bodem van drie uiterwaarden van de Lek en verhoogde dioxinegehalten in melk afkomstig van dieren die in deze gebieden graasden (Hoogenboom & Traag, 2013). Hoewel in de melk verhoogde dioxinegehalten werden aangetroffen was het congenerpatroon van melk en grond verschillend. Het is onduidelijk of dit het gevolg is van een andere besmettingsbron of van verschillende overdracht van congenen. Meerdere studies van uiterwaarden in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk lieten geen duidelijk verband zien tussen bodemgehalten en het gehalte in gras of dierlijke producten (Hoogenboom & Traag, 2013).

### **Gevarenkarakterisatie**

Dioxines en dioxine-achtige PCB's vormen een groep van verschillende verschijningsvormen (congeneren) die in verschillende combinaties voorkomen maar eenzelfde toxisch profiel vertonen. Er is dus sprake van mengseltoxiciteit. Omdat de potentie van de verschillende dioxines en dioxine-achtige PCB's voor een toxische effect verschilt, zijn Toxic Equivalency Factors (TEF's) ontwikkeld voor de congenen die in de mens accumuleren. Aan de hand van de TEF's kunnen de gewogen gehalten worden opgeteld en kan de Toxische Equivalent (TEQ) van het mengsel worden bepaald (EFSA, 2018a). Met deze TEQ kan het mengsel als één stof beoordeeld worden.

Niet-dioxine-achtige PCB's, of indicator PCB's, vertonen een ander toxicologisch profiel dan dioxines en dioxine-achtige PCB's (EFSA, 2005). Voor individuele

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

congeneren en mengsels van niet dioxine-achtige PCB's zijn volgens EFSA de beschikbare toxicologische gegevens onvoldoende om een gezondheidkundige grenswaarde af te leiden. De aanwezigheid van een gezondheidkundige grenswaarde is één van de factoren die nodig is voor een risicokarakterisatie. Omdat deze ontbreekt kan BuRO het risico niet karakteriseren voor de niet dioxine-achtige PCB's.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

Voortplantingstoxiciteit in jongens en mannen is het kritische toxicologische effect van dioxines en dioxine-achtige PCB's (EFSA, 2018a). Zuigelingen van 12 maanden hebben de hoogste blootstelling per kg lichaamsgewicht vanwege blootstelling via de moeder tijdens de zwangerschap en borstvoeding. Hoge blootstelling kan een negatief effect hebben op de spermakwaliteit van het kind later in het leven. Ook wordt blootstelling geassocieerd met een vertraagde aanvang van de pubertijd en een verandering in de verhouding tussen mannelijk en vrouwelijk nageslacht. Blootstelling aan dioxines tijdens de zwangerschap wordt ook geassocieerd met hogere plasmaconcentraties van het schildklierhormoon TSH en gebitsproblemen bij het nageslacht.

EFSA heeft eind 2018 een Tolerable Weekly Intake (TWI)<sup>19</sup> vastgesteld van 2 pg WHO-TEQ/kg lichaamsgewicht/week (EFSA, 2018a). Deze TWI is gebaseerd op studies bij mensen naar effecten van dioxines en dioxine-achtige PCB's. Informatie uit dierstudies is meegenomen als ondersteunend bewijs. Bij bepaling van deze TWI is met behulp van kinetische modellen ook de blootstelling uit borstvoeding en *in utero* blootstelling meegenomen. Het einde van de borstvoedingsperiode wordt door EFSA gezien als het kritische moment van blootstelling en is daarom gebruikt om de TWI op te baseren. Deze TWI ligt een factor zeven lager dan de TWI die in 2001 door het Scientific Committee on Food (SCF) werd afgeleid, namelijk 14 pg WHO-TEQ/kg lichaamsgewicht/week (SCF, 2001). EFSA heeft geen gezondheidkundige grenswaarde afgeleid voor acute gezondheidseffecten van dioxines en dioxine-achtige PCB's.

Dioxines en dioxine-achtige PCB's accumuleren in het lichaam, met name in vet en lever waarbij het gehalte in de lever relatief hoger ligt door zogenaamde hepatische sequestratie<sup>20</sup>. Dioxines en dioxine-achtige PCB's worden in melk en eieren uitgescheiden (EFSA, 2018a).

### **Blootstellingsschatting**

#### Gehalten van dioxines en dioxine-achtige PCB's in wildernisvlees

WFSR heeft in verschillende Nederlandse uiterwaarden langs de grote rivieren onderzoek gedaan naar het gehalte dioxine en dioxine-achtige PCB's in niervet en lever van runderen die daar jaarrond grazen (Hoogenboom et al., 2022b). Niervet en levers van deze runderen worden niet geconsumeerd. Niervet is een matrix die ook bemonsterd kan worden als de dieren mager zijn en dus weinig lichaamsvet hebben. Van het dioxinegehalte in niervet wordt aangenomen dat dit overeenkomt met het gehalte in vleesvet, waarvoor de risicobeoordeling is gedaan (Hoogenboom et al., 2022b).

De initiële onderzoeksopzet beschreef de bemonstering van een zo homogeen mogelijke groep dieren. De voorkeur werd gegeven aan jonge stieren, omdat bij deze dieren de hoogste gehalten dioxines verwacht werden. Echter, de bemonstering was afhankelijk van de toevallige beschikbaarheid van dieren

<sup>19</sup> Tolerable Weekly Intake (TWI) is een schatting van de hoeveelheid van een stof die men wekelijks kan binnenkrijgen gedurende het leven, zonder merkbaar effect op de gezondheid.

<sup>20</sup> Hepatische sequestratie (ophoping in de lever) wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de binding van TCDD (en een aantal andere dioxines) aan het leverenzym cytochroom P450 1A2.

waardoor de bemonsterde groep gevarieerder van samenstelling is geworden, zowel in geslacht als leeftijd.

De locaties van de onderzochte runderen zijn door WFSR, in samenspraak met BuRO, geselecteerd op basis van geografische ligging en de beschikbaarheid van dierlijk weefsel voor het onderzoek. Uiteindelijk zijn dieren van veertien locaties langs de Waal (Beuningen en Loevestein), de Rijn (Millingen, Gendt, Ooijpolder, Loowaard, Meinerswijk, Blauwe kamer, Elst, Prins Willem III plantage (PWIII) en Amerongen), de Maas (Grensmaas en Koornwaard) en de Merwede (Noordwaard) bemonsterd. In het onderzoek zijn, afhankelijk van de beschikbaarheid, Rode Geuzen of Galloways bemonsterd. WFSR heeft de gehalten dioxines, dioxine-achtige PCB's en niet dioxine-achtige PCB's bepaald.

In onderstaande berekeningen gebruikt BuRO de gegevens over de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's, aangezien de totale TEQ-gehalten van deze stoffen relevant zijn voor de beoordeling van de gezondheidsrisico's.

#### Gehalten van dioxines en dioxine-achtige PCB's in niervet

De resultaten voor de gehalten van de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's in niervet zijn samengevat in Tabel 2. Uit deze gegevens blijkt dat de gehalten in 40 van de 55 onderzochte monsters (73%) boven de ML lagen. Alleen op een locatie langs de Maas (Koornwaard) en drie locatie langs de Rijn (Millingen, Gendt en Loowaard) overschreed het grootste deel van de monsters de ML niet, of slechts in hele jonge dieren. De uiterwaarde bij Millingen is opgespoten met zand en dit verklaart mogelijk de lagere gehalten (Hoogenboom et al., 2022b). De gehalten in monsters uit de Loowaard aan de Rijn lagen rond de ML. De hoogste dioxinegehalten zijn gevonden in drie dieren afkomstig uit de uiterwaarde bij Loevestein die na de winter zijn geslacht (tot een factor 15 boven de ML); deze gehalten waren fors hoger dan de overige metingen. De gehalten in dieren afkomstig van de uiterwaarden die langs de Maas liggen, op basis van twee locaties, waren lager vergeleken met locaties langs de Waal en de Rijn. Echter, de twee dieren afkomstig van de Grensmaas lieten ook een kleine overschrijding van de ML zien.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

**Tabel 2:** Meetresultaten van het WFSR-onderzoek in niervet (Hoogenboom et al., 2022b). In de tabel zijn de gehalten weergegeven voor de som dioxines en dioxine-achtige PCB's.

Locatie	Aantal dieren	Aantal dieren boven ML <sup>1</sup>	Laagst gemeten gehalte (pg TEQ/g vet) <sup>1</sup>	Hoogst gemeten gehalte (pg TEQ/g vet) <sup>1</sup>
<b>De Waal</b>				
Beuningen (Gelderland)	3 koeien	3	11,2	12,9
Loevestein <sup>2</sup>	5 stieren 1 koe	4	2,1	59,5
<b>De Rijn</b>				
Millingen	3 koeien	0	2,7	3,6
Gendt	1 koe 1 stier	0	1,7	1,9
Ooijpolder	6 koeien	5	4,7	19,7
Loowaard	3 koeien 1 stier	1 <sup>3</sup>	2,7	5,3
Meinerswijk	3 stieren	3	9,0	12,2
Blauwe kamer	6 stieren	6	9,9	28,1
Elst (Utrecht)	3 koeien	3	8,9	12,9
PWIII	3 koeien	3	7,4	12,9
Amerongen	3 koeien	3	5,5	10,8
<b>De Maas</b>				
Grensmaas	2 stieren	2	4,7	5,5
Koornwaard	7 koeien 2 stieren	3 <sup>4</sup>	2,4	9,4
<b>De Merwede</b>				
Noordwaard	2 stieren	1	3,6	5,3
<b>Totaal</b>	55	40	-	-

<sup>1</sup> Voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's. De geldende ML is 4 pg TEQ/g vet. Bij toetsing aan de norm wordt rekening gehouden met een meetonzekerheid van 15%.

<sup>2</sup> Op locatie Loevestein zijn dieren in twee seizoenen geslacht. In april 2021 werden in drie stieren zeer hoge gehalten gemeten (54 – 59,5 pg TEQ/ g vet), in november 2021 waren de gehalten in twee stieren en een koe aanmerkelijk lager (2,1 – 5,1 pg TEQ/ g vet)

<sup>3</sup> De overschrijding van de ML is geconstateerd voor de stier (3 jaar oud).

<sup>4</sup> De drie dieren die de ML overschrijden waren op het moment van slacht allemaal jonger dan een half jaar.

#### Gehalten van dioxines en dioxine-achtige PCB's in lever, invloed van geslacht en leeftijd.

WFSR heeft in 42 van de onderzochte dieren ook de gehalten in lever bepaald. De resultaten komen overeen met de bevindingen voor niervet: in 30 van de 42 onderzochte monsters (71%) werd een overschrijding van de ML geconstateerd. De levergehalten worden niet gebruikt voor de risicobeoordeling aangezien lever van deze dieren door de beheerders niet meer ter consumptie wordt aangeboden. Deze resultaten worden daarom niet in detail besproken.

WFSR concludeert op basis van de beschikbare meetgegevens dat de gemeten dioxinegehalten in niervet en lever van stieren gemiddeld een factor drie hoger zijn dan in koeien (Hoogenboom et al., 2022b). Dit geslachtsverschil wordt ondersteund door vergelijking van dieren afkomstig van twee nabij gelegen uiterwaarden: de dioxinegehalten in Rode Geus-stieren afkomstig van Loevestein blijken een factor viereneenhalf hoger te zijn dan Rode Geus-koeien uit Beuningen terwijl tussen deze twee locaties langs de Waal de gehalten in bodem en gras redelijk vergelijkbaar zijn. Dit verschil tussen de geslachten kan mogelijk verklaard worden door een lager vetgehalte van de stieren (dus sterkere concentratie van de dioxines, met name in de winter) en het feit dat koeien door lactatie dioxines uitscheiden. WFSR concludeert ook dat in jonge dieren relatief hogere dioxinegehalten waargenomen worden vergeleken met oudere dieren

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

(Hoogenboom et al., 2022b). Alle dieren uit de Koorwaard met een ML-overschrijding zijn op een leeftijd jonger dan één jaar geslacht. Het relatief hoge dioxinegehalte in deze dieren komt mogelijk door een hoge blootstelling uit melk in de eerste levensfase van de dieren. Door groeiverdunning nemen deze gehalten op latere leeftijd af. Ook de dieren waarin de hoogste gehalten werden gemeten, drie stieren van locatie Loevestein, waren nog vrij jong (ongeveer 3 jaar oud).

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### Vergelijking van het dioxinegehalte in niervet met spiervet van vet vlees en mager vlees

De metingen in het WFSR-onderzoek zijn verricht in niervet aangezien deze matrix makkelijk te bemonsteren is. Om na te gaan of het dioxinegehalte in niervet overeenkomt met het dioxinegehalte in vleesvet heeft WFSR voor de drie dieren afkomstig van locatie Loevestein ook dioxinegehalten in levervet, mager vlees en vet vlees gemeten (Hoogenboom et al., 2022b). Uit deze vergelijking blijkt dat de dioxinegehalten in levervet een factor drie tot vier hoger liggen dan in niervet. Dat is in lijn met de ophoping van dioxines in de lever als gevolg van hepatische sequestratie. De dioxinegehalten in niervet blijken (na correctie voor het vetpercentage) goed te correleren met het gehalte in vleesvet voor vlees met een vetpercentage van meer dan 1,5%. Bij lagere vetpercentages blijkt, op basis van een beperkt aantal metingen, het dioxinegehalte in niervet een factor twee tot drie hoger te liggen dan het dioxinegehalte in het vleesvet. Mogelijk leidt de aanname dat niervet correleert met vleesvet dus tot een overschatting van de concentratie dioxines- en dioxine-achtige PCB's in heel mager vlees. Momenteel zijn er onvoldoende gegevens om de exacte verdeling van deze stoffen over de vetcompartimenten te kunnen bepalen.

#### Gehalten van dioxines, dioxine-achtige PCB's in de bodem van uiterwaarden

Op de locaties waar de bemonsterde runderen grazen zijn door WFSR ook dioxine- en dioxine-achtige PCB-gehalten in de bodem bepaald (Hoogenboom et al., 2022b). De in dit onderzoek bepaalde achtergrondwaarden voor gebieden buiten de Nederlandse uiterwaarde liggen voor alle locaties in dezelfde orde van grootte: tussen de 0,97 en 1,52 pg TEQ/kg droge stof. Voor de locaties Beuningen en Ooijpolder is een vergelijking gemaakt tussen het dioxinegehalte in de bodem van de uiterwaarde en het dioxinegehalte in de bodem aan de andere (droge) kant van de dijk. Daaruit bleek dat het dioxinegehalte in de bodem van de uiterwaarde fors hoger ligt. Voor de locatie Beuningen zijn in de uiterwaarde bodemgehalten tussen de 10,96 en 18,57 pg TEQ/kg droge stof voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's gemeten. Daarentegen was het gehalte aan de andere kant van de dijk 1,52 pg TEQ/kg droge stof. Ook voor de locatie Ooijpolder was het verschil tussen de bodemgehalten aan beide zijden van de dijk ruim een factor 14, waarbij het dioxinegehalte aan de droge kant van de dijk op 0,97 pg TEQ/kg droge stof lag. De dioxinegehalten buiten de uiterwaarde kwamen overeen met die van de bodem van een controlegebied, een 'schone' landerij in Elst (Gelderland): 1,21 pg TEQ/kg droge stof (Hoogenboom et al., 2022b).

In het onderzoek zijn in alle uiterwaarden waar dieren zijn bemonsterd bodemgehalten gemeten die (fors) hoger liggen dan de achtergrondwaarden. Uitzondering hierop waren de uiterwaarde bij Millingen (opgespoten met zand), de Koornwaard langs de Maas en de Grensmaas. Deze lagere bodemgehalten vertaalden zich, tenminste voor Millingen en de Koornwaard, ook in lagere gehalten in niervet en lever van de dieren (Hoogenboom et al., 2022b).

Uit de bodemmetingen blijkt dat binnen het overstromingsgebied in één uiterwaarde de bodemgehalten sterk kunnen verschillen. Bijvoorbeeld, in uiterwaarden bij Meinerswijk zijn gehalten gemeten tussen 9,51 en 70,66 pg TEQ/kg droge stof (Hoogenboom et al., 2022b). Mogelijke verklaringen voor deze



verschillen zijn de overstromingsfrequentie of de aanwezigheid van een historische besmettingsbron.

Uit metingen voor en na overstroming van de uiterwaarde bij Beuningen bleek het effect van een overstroming op het bodemgehalte beperkt (Hoogenboom et al., 2022b). Op twee metingen na bleven de bodemgehalten onder de achtergrondwaarde<sup>21</sup> van 55 pg TEQ/kg grond zoals vastgesteld in het Bodembesluit. Echter blijkt uit eerdere berekeningen van WFSR dat lagere bodemgehalten nodig zijn om de ML in dierlijke producten niet te overschrijden (Hoogenboom et al., 2022b).

#### Gehalten van dioxines en dioxine-achtige PCB's in gras

WFSR heeft in zes Nederlandse uiterwaarden en een controlegebied (Landerij in Elst, Gelderland) dioxinegehalten in gras bepaald (Hoogenboom et al., 2022b). De gehalten in gras van de uiterwaarden bleken ongeveer een factor twee hoger te liggen dan in gebieden buiten de uiterwaarden, maar voldeden in de meeste gevallen wel aan de ML voor diervoeder van plantaardige oorsprong (1,25 ng TEQ/kg voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's).

Het gehalte van dioxines- en dioxine-achtige PCB's in gras was tijdelijk sterk verhoogd na een overstroming, vermoedelijk door depositie van verontreinigd slib. Metingen van gras afkomstig van eenzelfde plek in de uiterwaarde bij Beuningen lieten zien dat het gehalte zonder overstroming op 0,04 ng TEQ/kg ligt. Na overstroming kon dit gehalte toenemen tot 1,2 ng TEQ/kg (overstroming in juli 2021 gevolgd door regenval) en 8,54 ng TEQ/kg (overstroming in februari 2021).

#### Overdracht van dioxines- en dioxine-achtige PCB's van bodem en gras naar runderen

##### *Ontwikkeling en validatie van de overdrachtsmodellen*

RIVM en WFSR hebben modellen ontwikkeld waarmee de overdracht van dioxines en dioxine-achtige PCB's van bodem en gras naar vleesvet en lever van de Rode Geus geschat wordt (Minnema et al., 2021). Om de verschillende dieren in een kudde te beschrijven zijn drie modellen ontwikkeld: voor een volwassen niet-lacterend rund, een volwassen lacterende koe en een groeiend kalf jonger dan één jaar. Deze modellen zijn gebaseerd op eerder ontwikkelde en geoptimaliseerde modellen van RIVM en bestaande gegevens over de inname van gras en grond door reguliere runderrassen. De modellen houden rekening met seizoensinvloeden op lichaamsgewicht (hoeveelheid vet), groei van het kalf en op gehalten in gras. Ook kan met de modellen de afname van gehalten in dieren worden gesimuleerd wanneer deze worden overgeplaatst naar een schone locatie. Bij een schone locatie wordt aangenomen dat er geen additionele inname van dioxines is.

In de modellen zijn dioxine en dioxine-achtige PCB gehalten (uitgedrukt in TEQ) in bodem en gras gebruikt die door WFSR in de uiterwaarde bij Beuningen zijn gemeten (Minnema et al., 2021; Notenboom et al., 2021; Hoogenboom et al., 2022b). De gegevens van Beuningen worden toegepast omdat voor deze locatie de meeste gegevens beschikbaar zijn en omdat deze locatie, gezien de centrale ligging aan de Waal, als representatieve locatie voor uiterwaarden aan de Waal wordt gezien.

De modellen beschrijven een realistisch en een worst-case blootstellingsscenario (Minnema et al., 2021). In het worst-case scenario zijn verhoogde dioxinegehalten in gras gebruikt, die direct na een overstroming in Beuningen zijn gemeten als gevolg van depositie van verontreinigd slib. In het realistische

<sup>21</sup> Gedefinieerd als het gehalte voor een goede bodemkwaliteit, waarvoor geldt dat er geen sprake is van belasting door lokale verontreinigingsbronnen.

scenario zijn lagere, vaak voorkomende dioxinegehalten in gras gebruikt. De bodemgehalten zijn in beide scenario's gelijk. Inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's door een kalf via de consumptie van melk is voor de eerste zes maanden voor beide scenario's gemodelleerd met de gemiddelde TEQ concentratie in melk geschat met het overdrachtsmodel van de lacterende koe. Voor de leeftijd van zes maanden tot één jaar wordt aangenomen dat een kalf alleen een blootstelling aan dioxines heeft door de inname van gras en grond. Deze blootstelling is bepaald op basis van gras- en grondmonsters genomen buiten de uiterwaarde van Beuningen.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### *Validatie en toepasbaarheid van de overdrachtsmodellen*

Voor een eerste validatie van het model door RIVM zijn de door WFSR gemeten dioxine en dioxine-achtige PCB gehalten in lever en niervet van drie lacterende koeien uit de uiterwaarde bij Beuningen gebruikt (Minnema et al., 2021). Deze gemeten dioxinegehalten liggen op of boven de gesimuleerde dioxinegehalten uitgaande van een worst-case scenario. Bij deze validatie zijn de door WFSR gemeten dioxinegehalten in niervet gebruikt voor de simulatie in vleesvet. Daaruit concludeert BuRO dat verdere verfijning van het model nodig is voordat het model daadwerkelijk in de praktijk ingezet kan worden voor een kwantitatieve beschrijving van de overdracht. De modellen zijn nu vooral toepasbaar voor het simuleren van variaties en trends gedurende het jaar. RIVM en WFSR doen ook aanbevelingen voor verdere verfijning en validatie van het model (Notenboom et al., 2021).

#### *Simulaties van gehalten in vleesvet voor de locatie Beuningen*

RIVM heeft met de overdrachtsmodellen, op basis van de beschikbare dioxinegehalten in bodem en gras, de dioxinegehalten in vet en lever van niet-lacterende runderen, lacterende koeien en kalveren in de uiterwaarde bij Beuningen gesimuleerd (Notenboom et al., 2021). Voor volwassen niet-lacterende runderen en lacterende koeien is het verloop over een periode van vier jaar gesimuleerd. Het effect van verplaatsen naar een schone stal of wei (geen additionele dioxine inname) is gesimuleerd vanaf de maand april in het derde jaar (bij het hoogste gehalte dioxine in vleesvet). Door vanaf het hoogste gehalte te beginnen wordt de afname onder worst-case startcondities gesimuleerd. Voor het groeiend kalf-model is een simulatie van één jaar uitgevoerd, waarin na zes maanden blootstelling uit melk, voor het tweede half jaar wordt een achtergrondblootstelling via bodem en gras aangehouden.

Uit de simulaties blijkt het gehalte aan dioxines en dioxine-achtige PCB's in vleesvet van kalveren, volwassen niet-lacterende runderen en lacterende koeien boven de ML van 4 pg TEQ/g vet te liggen in zowel het realistische als worst-case scenario (Tabel 3) (Notenboom et al., 2021). Uitgaande van een realistisch scenario zakt tijdens de lactatieperiode het dioxinegehalte in vleesvet van de lacterende koe tijdelijk onder de ML vanwege de uitscheiding van dioxines en dioxine-achtige PCB's in melk. Voor het kalf is dit juist de periode waarin de dioxinegehalten in vleesvet het hoogste zijn. Het dioxinegehalte in vleesvet kent door seizoensinvloeden een variatie over de tijd: de laagste gehalten worden bereikt in de late zomer en het vroege najaar. Deze laagste gehalten liggen, behalve voor lacterende koeien, in het realistische scenario boven de ML. BuRO merkt hierbij op dat eventuele groeiverdunning in de modellen voor volwassen dieren nog niet in het model wordt meegenomen; op jongvolwassen leeftijd groeien de dieren nog wel door.

**Tabel 3:** Gesimuleerde dioxinegehalten in vleesvet van runderen in de uiterwaarde bij Beuningen en de periode die nodig is om te komen tot een dioxinegehalte beneden de ML nadat de runderen verplaatst zijn naar een schone stal of wei (Notenboom et al., 2021). De afnameperiode is door RIVM bepaald vanaf het hoogste gesimuleerde dioxinegehalte. Gehalten zijn de som van dioxine- en dioxine-achtige PCB uitgedrukt in pg TEQ/g vet.

Model	Realistisch scenario			Worst-case scenario		
	Laagste gehalte volgens simulatie	Hoogste gehalte volgens simulatie	Periode van afname tot onder ML	Laagste gehalte volgens simulatie	Hoogste gehalte volgens simulatie	Periode van afname tot onder ML
Kalf	-	8,8	> 6 maanden <sup>1</sup>	-	26,8	> 6 maanden <sup>1</sup>
niet-lacterend rund	4,4	7,7	37 dagen	7,0	32	110 dagen
Lacterende koe	3,3	7,7	24 dagen	4,5	32	76 dagen

<sup>1</sup> Voor kalveren is de periode met alleen achtergrondblootstelling gesimuleerd voor een periode van 6 maanden.

Op het moment dat de inname van dioxines door de consumptie van gras en/of bodem uit de uiterwaarde gelijk wordt gesteld aan de achtergrondblootstelling nemen de dioxinegehalten in vleesvet voor alle modellen af. Vanaf het hoogst gesimuleerde gehalte duurt het bij een realistisch scenario respectievelijk 37 dagen, 24 dagen en meer dan zes maanden voordat het dioxinegehalte onder de ML komt voor volwassen niet-lacterende runderen, lacterende koeien en kalveren. Voor het worst-case scenario is deze periode voor niet-lacterende runderen en lacterende koeien langer: respectievelijk 110 dagen en 76 dagen. BuRO merkt hierbij op dat eventuele groeiverdunning niet is opgenomen in de modellen voor de volwassen runderen.

In de modellen wordt ook het dioxinegehalte in lever van runderen gesimuleerd na de consumptie van gras en/of grond uit de uiterwaarde. De totale dioxinegehalten in de lever liggen voor volwassen dieren volgens het worst-case scenario boven de ML van 0,5 pg TEQ/g versgewicht (Notenboom et al., 2021). Voor kalveren wordt de ML overschreden in het worst-case en realistische scenario.

#### Seizoensinvloeden op dioxinegehalten en de afnamen na verplaatsing naar een schone omgeving

Runderen van de locatie Loevestein zijn in drie perioden geslacht: in juni 2020 (zomer, voor de start van het WFSR-onderzoek; deze gegevens maken geen deel uit van de huidige dataset) en in april 2021 (na de winter) en november 2021 (Hoogenboom et al., 2022b). De dioxinegehalten in niervet lagen na de winterperiode met 54,0 tot 59,5 pg TEQ/g vet beduidend hoger dan in juni (7,6 tot 28,9 pg TEQ/g vet) en november (2,1 tot 5,1 pg TEQ/g vet). Deze bevinding geeft, gezien het grote verschil in gehalten in dieren afkomstig van dezelfde locatie, een indicatie van seizoensinvloeden, mogelijk veroorzaakt door verlies van vet in de winterperiode (Hoogenboom et al., 2022b).

Om een mogelijk handelingsperspectief te onderzoeken, indien dieren een te hoog dioxinegehalte hebben, heeft WFSR onderzoek gedaan naar het effect van het verplaatsen van dieren naar een schone omgeving (verlagen van de blootstelling) op het dioxinegehalte. Dit is gedaan door gehalten in bloedplasma en niervet te onderzoeken (Hoogenboom et al., 2022a). Voor het verzamelen van bloedmonsters hoeven dieren niet geslacht te worden. Daarom kunnen over de tijd verschillende monsters genomen worden. Op die manier kan het tijdverloop van dioxinegehalten gevolgd worden. Niervet kan alleen verzameld worden door

de dieren te slachten. Twee beheerders hebben initiatieven ondernomen om dieren te verplaatsen en hebben monsters aan WFSR ter beschikking gesteld. Het effect van verplaatsing is bij vier groepen dieren als volgt onderzocht (Hoogenboom et al., 2022a).

1. Vijf Rode Geus-stieren afkomstig van de uiterwaarde bij Loevestein zijn op stal gezet. In de eerste twee maanden namen de bloedgehalten van dioxines, dioxine-achtige PCB's, de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's en niet dioxine-achtige PCB's met 92% af. Vijf maanden daarna bleek het bloedgehalte 97% lager te liggen dan in de beginsituatie, hetgeen correspondeert met de meting in niervet bij de slacht. De dieren voldeden daarmee aan de ML's voor het vetgehalte. De afname van gehalten is volgens WFSR vooral te verklaren door het verlagen van de blootstelling en door groei en vetaanzet van deze dieren en voor een klein deel door uitscheiding.

2. De verplaatsing van vier ossen (verschillende runderrassen) van uiterwaarde de Bakenhof bij Arnhem naar een schoon landgoed in Elst (Gelderland) liet in de eerste drie maanden een afname in bloedgehalten zien tussen van 56% voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's. Deze afname bleek vier maanden later niet door te zetten; er was zelfs een toename te zien. De dieren zijn na vier maanden verplaatst naar een andere wei in het gebied met iets hogere bodemgehalten. Echter, de gemeten bodemgehalten kunnen de toename volgens WFSR niet geheel verklaren waardoor mogelijk andere factoren, zoals vermagering van de dieren, ook een rol speelden.

3. Van een groep van acht Rode Geuzen uit de Gendtse waard zijn vijf dieren verplaatst naar een wei buiten de uiterwaarde bij Ooij. De gehalten in bloedplasma van deze vijf dieren bleken bij slacht hoger te liggen dan van de dieren die niet werden verplaatst. De verplaatsing bleek dus een averechts effect te hebben gehad. Deze waarneming correspondeert niet met de gemeten gehalten in bodem en gras in de twee gebieden.

4. De bloedplasmaconcentraties van acht Schotse Hooglanders (stieren) zijn vergeleken om het effect van verplaatsing na te gaan. Twee dieren waren afkomstig uit de Broekpolder (polder met hoge bodemgehalten, geen uiterwaarde) en zijn niet verplaatst. Drie dieren zijn verplaatst van de Broekpolder naar een schoon gebied in de Biesbosch dat niet overstroomt (Lijnoorden) en drie dieren zijn verplaatst van de Noordwaard naar Lijnoorden. Gehalten in niervet van de verplaatste dieren zijn vergeleken met niervet van dieren die niet zijn verplaatst. In Lijnoorden zijn de dieren bijgevoerd met hooi. Dioxinegehalten namen in deze dieren af met 25 tot 47% voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's. Wel namen de gehalten van niet dioxine-achtige PCB's iets toe; de oorzaak hiervan is onbekend.

Op basis van bovenstaande bevindingen concludeert BuRO dat het verplaatsen van dieren naar een schone omgeving (verlagen van blootstelling) tot een verlaging van dioxinegehalten kan leiden. Dit geldt voornamelijk voor dieren die in de groei zijn of vet aanzetten, behalve bij lactatie speelt uitscheiding een kleinere rol. Het op stal zetten van deze dieren lijkt de meest effectieve aanpak maar heeft mogelijk consequenties voor dierenwelzijn aangezien deze runderrassen juist geschikt zijn om veel buiten te grazen. BuRO heeft geen onderzoek gedaan naar de praktische haalbaarheid en de mogelijke effecten op dierenwelzijn van een dergelijke maatregel. In een aantal gevallen lijkt het dat de dieren die naar een schone wei zijn overgeplaatst toch nog worden blootgesteld aan dioxines en dioxine-achtige PCB's. Het is daarom bij het verplaatsen van dieren naar een ander gebied van groot belang om de bodemgehalten in het gebied vooraf goed in kaart te brengen om blootstelling vanuit de bodem te minimaliseren.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

### Aanbod en consumptie van wildernisvlees

Om meer zicht op de consumptie van wildernisvlees te krijgen, heeft BuRO via het FO gegevens gevraagd over de afzet van wildernisvlees in Nederland, welke vleesproducten er aan consumenten worden verkocht en hoe vaak dit vlees door consumenten van dit vlees wordt gegeten. Wildernisvlees bedient een specifiek marktsegment van consumenten en heeft een bescheiden omvang.

FO heeft informatie ingewonnen bij de drie stichtingen die wildernisvlees aanbieden (Front office, 2021). Volgens deze analyse is de totale afzet van wildernisvlees maximaal 70.000 kg op jaarbasis en is dit vlees afkomstig van dieren uit uiterwaarden en andere natuurgebieden. De stichtingen schatten dat wildernisvlees aan in totaal ongeveer 4.000 particuliere afnemers wordt verkocht, voornamelijk gezinnen die dit vlees regelmatig eten. Bij navraag schat FO dat ongeveer een derde deel van het vlees via reguliere kanalen, niet gelabeld als wildernisvlees, wordt verkocht. Dit vlees wordt niet door een specifieke groep gegeten en het aantal afnemers is niet bekend.

De runderen worden het hele jaar door geslacht, maar minder in de periode tussen maart en juni. Wildernisvlees wordt jaarrond en door heel Nederland verkocht (Front office, 2021). Wildernisvlees wordt via internet als diepgevroren, samengestelde pakketten verkocht en wordt bij specifieke afhaalpunten aan de consument aangeboden. Deze pakketten bestaan uit vlees en vleesproducten zoals gehakt, hamburgers, worstjes en tartaar. De pakketten variëren in hoeveelheden van 3 tot 8 kg. Het meeste vlees is mager ( $\leq 2\%$  vet) en de vleesproducten variëren in vetgehalte van 10% (tartaar), 25% (gehakt) tot 30% (worstjes). Vet en orgaanvlees worden door de beheerders niet meer ter consumptie aangeboden. Het vlees in één pakket is van meerdere dieren afkomstig die uit hetzelfde gebied komen.

Wildernisvlees wordt waarschijnlijk door alle leeftijdsgroepen gegeten. Volgens de stichtingen zijn er consumenten die dit vlees twee keer per week eten. Stichting Free Nature schat dat een consument per keer 100 tot 150 gram vlees eet. Dat zou overeenkomen met een maximale consumptie van 300 gram per week. De geschatte hoeveelheden liggen voor volwassenen rond de consumptiehoeveelheden van regulier rundvlees volgens de Nederlandse Voedselconsumptiepeiling<sup>22</sup>, op de dagen dat er rundvlees wordt gegeten; gemiddeld 85,6 gram per dag en een P95 van 200 gram per dag. Wel ligt de geschatte frequentie waarmee wildernisvlees gegeten wordt (twee keer per week) iets hoger dan de frequentie van reguliere rundvleesconsumptie volgens de voedselconsumptiepeiling (16% van de dagen, oftewel 1,12 keer per week).

BuRO berekent de gemiddelde consumptie van wildernisvlees op basis van het totale aanbod en het aantal afnemers, zoals gerapporteerd door FO (Front office, 2021), als volgt. Het aanbod is 70.000 kg per jaar, hiervan wordt ongeveer twee derde deel als wildernisvlees op de markt gebracht. In totaal gaat het dus om 47.000 kg wildernisvlees. Deze 47.000 kg wordt verkocht aan ongeveer 4000 particuliere afnemers, dit komt overeen met ongeveer 12 kg per afnemer per jaar.

BuRO neemt aan dat een afnemer, volgens de FO-analyse meestal een gezin, uit 2,14<sup>23</sup> personen bestaat. De consumptie van wildernisvlees komt dan uit op 5,6 kg per persoon per jaar (aangenomen dat iedereen in het gezin evenveel eet en niets wordt verspild), oftewel ongeveer 110 gram per week.

<sup>22</sup> <https://statline.rivm.nl/>

<sup>23</sup> <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-bevolking/woonsituatie/huishoudens-nu> (geraadpleegd op 8 december 2021)

Voor grote eters van dit vlees houdt BuRO de hoogste schatting in het FO-rapport aan: 300 gram per week (Front office, 2021).

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### Innameberekeningen voor dioxines en dioxine-achtige PCB's

Voor de innameberekening van dioxines en dioxine-achtige PCB's door de consumptie van wildernisvlees zijn meerdere factoren van belang: het gehalte dioxine en dioxine-achtige PCB's in vet, het vetgehalte van het vlees, de hoeveelheid vlees die wordt gegeten en de frequentie waarmee dit vlees wordt gegeten.

Voor de innameberekening voor chronische blootstelling gaat BuRO uit van een P50-gehalte (mediaan of 50<sup>ste</sup> percentiel van de concentratieverdeling) van dioxines en dioxine-achtige PCB's in vet. Deze waarde is door BuRO gebaseerd op de 55 meetresultaten in niervet van WFSR. Deze aanpak geeft een representatief beeld van de dioxinegehalten in wildernisvlees aangezien de vleespakketten door heel Nederland worden verkocht en consumenten die dit vlees regelmatig eten dus vlees uit verschillende gebieden in Nederland zullen kopen (Front office, 2021). Door gebruik van deze dioxinegehalten gaat BuRO er van uit dat al het wildernisvlees van uiterwaarden afkomstig is, terwijl wildernisvlees ook uit andere natuurgebieden afkomstig is waar geen overstroming met verontreinigd slib kan plaatsvinden. De berekende inname van dioxines door de consumptie van wildernisvlees is dus mogelijk een overschatting.

#### Bepaling van de P50- en P95-gehalten in niervet

BuRO concludeert op basis van een Jarque-Bera normaliteitstoets (met een p-waarde van 0,05) dat de concentratiegegevens (55 datapunten) uit het WFSR-onderzoek niet normaal zijn verdeeld. De P50 en P95 worden daarom vastgesteld na een logaritmische transformatie van de dataset.

Op basis van de hele dataset stelt BuRO de P50 vast op 7,1 pg TEQ/g vet en de P95 op 34 pg TEQ/g vet. De drie monsters van de locatie Loevestein uit de winterperiode, waarin zeer hoge gehalten zijn gemeten, hebben een sterke invloed op de P95. De P50 en P95 zijn na exclusie van deze meetpunten respectievelijk 6,2 en 14,2 pg TEQ/g vet. Voor de innameberekeningen gebuikt BuRO het P50-gehalte van de hele dataset (7,1 pg TEQ/g vet) omdat dit de meest representatieve waarde is voor de chronische innameberekeningen. Het is onwaarschijnlijk dat een consument langdurige grote hoeveelheden wildernisvlees met P95-gehalten eet.

BuRO neemt bij de innameberekeningen aan dat het gemeten dioxinegehalte in niervet overeenkomt met het dioxinegehalte in vleesvet. Uit de vergelijking van WFSR blijkt echter dat het gebruik van het niervetgehalte mogelijk een overschatting kan geven voor het dioxinegehalte in mager vlees met een vetgehalte lager dan 1,5% (Hoogenboom et al., 2022b).

#### Vergelijking van het dioxinegehalte in wildernisvlees en regulier<sup>24</sup> rundvlees

WFSR heeft een dataset verstrekt met dioxinemetingen van 109 monsters regulier rundvlees, gemeten in het kader van het Nationaal Plan over de periode 2013 tot en met 2020. Op basis van de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's ligt één monster (0,9%) boven de ML: 5,16 pg TEQ/g vet. De gemeten gehalten liggen in het bereik van 0,16-5,16 pg TEQ/g vet, de P50 is 0,18 pg TEQ/g vet en de P95 (95<sup>ste</sup> percentiel van de concentratieverdeling) is 0,37 pg TEQ/g vet. De gehalten in regulier rundvlees liggen daarmee ver onder de gehalten die in wildernisvlees worden aangetroffen (Tabel 4).

<sup>24</sup> Runderen die als landbouwhuisdier worden gehouden.

**Tabel 4:** Door BuRO berekende P50- en P95-gehalten van dioxines en dioxine-achtige PCB's.

	<b>P50-gehalte (pg TEQ/g vet)</b>	<b>P95-gehalte (pg TEQ/g vet)</b>
<b>Wildernisvlees</b>	7,1	34
<b>Regulier vlees</b>	0,18	0,37

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

Wekelijkse inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit wildernisvlees door volwassenen

Op basis van de FO-beoordeling (Front office, 2021) over de consumptie van wildernisvlees neemt BuRO aan dat een consument van wildernisvlees wekelijks 110 gram (gemiddelde consumptie door de doelgroep) tot 300 gram wildernisvlees eet. Het vlees heeft volgens de FO-beoordeling meestal een vetgehalte van 2%. BuRO vindt de door FO geschatte vetpercentages in vleesproducten (10 tot 30%) hoog. Daarom heeft BuRO aan de hand van de samenstelling van de vleespakketten<sup>25</sup> en de gegevens over regulier rundvlees in het Nederlandse Voedingsstoffenbestand<sup>26</sup> (NEVO) berekend wat het gemiddelde vetpercentage van de vleesproducten in het pakket is. BuRO gaat daarbij uit van een vetpercentage van 14%. De berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 2.

Op basis van bovenstaande gegevens berekent BuRO vier innamescenario's voor volwassenen:

- Scenario 1: een consument van wildernisvlees eet 300 gram vlees per week (grote hoeveelheid) met een gemiddeld vetgehalte (14%).
- Scenario 2: een consument van wildernisvlees eet 300 gram vlees per week (grote hoeveelheid) met een laag vetgehalte (2%).
- Scenario 3: een consument van wildernisvlees eet 110 gram vlees per week (gemiddelde hoeveelheid) met een gemiddeld vetgehalte (14%).
- Scenario 4: een consument van wildernisvlees eet 110 gram vlees per week (gemiddelde hoeveelheid) met een laag vetgehalte (2%).

Bij deze innamescenario's wordt geen rekening gehouden met blootstelling uit andere bronnen. BuRO berekent voor de vier scenario's de totale wekelijkse inname uit wildernisvlees voor dioxine en dioxine-achtige PCB-gehalten gelijk aan de P50 (Tabel 5). Dit wordt gedaan aan de hand van de volgende formule:

$$\frac{(\text{consumptiehoeveelheid} \times \text{fractie vet} \times \text{totaal TEQ-gehalte in vet})}{\text{lichaamsgewicht}}$$

Afhankelijk van het scenario worden de individuele componenten van de formule als volgt ingevuld:

- Consumptiehoeveelheid: 110 g/week of 300 g/week
- Fractie vet: 2% of 14%
- Totaal TEQ gehalte in vet: 7,1 pg TEQ/g vet (P50).
- Lichaamsgewicht: 60 kg

<sup>25</sup> <https://www.freenature.nl/wildernisvlees/kwaliteit-en-eisen/vleespakket-wat-zit-erin> (geraadpleegd op 5 januari 2022.)

<sup>26</sup> <https://nevo-online.rivm.nl/>

**Tabel 5:** Overzicht van de wekelijkse inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit wildernisvlees voor een volwassen persoon van 60 kg op basis van de verschillende innamescenario's.

Scenario	Vleesconsumptie (g/week)	Vetpercentage vlees (%)	Concentratie dioxines en dioxine-achtige PCB's (pg TEQ/g vet)	Inname (pg TEQ/week)	Inname per kg lichaamsgewicht
1	300	14	7,1	298,2	5,0
2		2		42,6	0,7
3	110	14		109,3	1,8
4		2		15,6	0,3

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

2 november 2022

Onze referentie

TRCVWA/2022/9026

Wekelijkse inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's bij de vier innamescenario's, uitgaande van reguliere rundvleesconsumptie

Om de additionele inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit wildernisvlees ten opzichte van regulier rundvlees te berekenen worden de vier innamescenario's berekend met de gehalten zoals deze in regulier rundvlees worden aangetroffen. Hiervoor worden de gehalten gebruikt die door WFSR zijn gemeten in het kader van het Nationaal Plan in de periode 2013 tot en met 2020: een P50 van 0,18 pg TEQ/g vet en een P95 van 0,37 pg TEQ/g vet. Tabel 6 vat de inname uit regulier rundvlees samen.

**Tabel 6:** Overzicht van de wekelijkse inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit regulier rundvlees voor een volwassene op basis van de verschillende innamescenario's. P50- en P95-gehalten zijn gebaseerd op metingen in het kader van het Nationaal Plan in de periode 2013 t/m 2020.

Scenario	Vleesconsumptie (g/week)	Vetpercentage vlees (%)	Inname (pg TEQ/week)	
			P50-gehalte	P95-gehalte
1	300	14	7,6	15,6
2		2	1,1	2,2
3	110	14	2,8	5,7
4		2	0,4	0,8

Vergelijking van de inname uit wildernisvlees (Tabel 5) en de inname uit regulier rundvlees (Tabel 6) laat zien dat de inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit wildernisvlees bijna een factor 40 hoger is.

Wekelijkse inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit wildernisvlees door kinderen

FO concludeert dat het waarschijnlijk is dat ook kinderen wildernisvlees eten (Front office, 2021). Het is echter niet bekend wat de consumptiehoeveelheden zijn. BuRO rekent daarom uit welke hoeveelheid wildernisvlees een kind van 12 kg wekelijks mag eten voordat de TWI wordt overschreden. Vervolgens wordt nagegaan of dit scenario realistisch is en of de aanwezigheid van dioxines en dioxine-achtige PCB's in wildernisvlees tot gezondheidsrisico's kan leiden. Er wordt daarbij geen rekening gehouden met de inname uit andere bronnen. Kinderen met een lichaamsgewicht van 12 kg mogen 24 pg TEQ per week (2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/week x 12 kg) binnenkrijgen voordat de TWI wordt overschreden. De wekelijkse hoeveelheid vlees waarbij de TWI wordt overschreden is als volgt berekend:

$$\left( \frac{24 \text{ pg TEQ}}{\text{totaal TEQ - gehalte in vet}} \right) \times \left( \frac{1}{\text{fractie vet}} \right)$$



Afhankelijk van het scenario worden de individuele componenten van de formule als volgt ingevuld:

- Totaal TEQ-gehalte in vet: 7,1 pg TEQ/g vet (P50)
- Fractie vet: 2% of 14%

Tabel 7 geeft een overzicht van de berekende wekelijkse consumptiehoeveelheden waarbij de TWI overschreden wordt.

**Tabel 7:** Overzicht van de wekelijkse consumptiehoeveelheden van wildernisvlees voor een kind van 12 kg waarbij de TWI door wordt overschreden bij verschillende vetpercentages en dioxinegehalten.

Vetpercentage vlees (%)	Concentratie dioxines en dioxine-achtige PCB's (pg TEQ/g vet)	Wekelijkse consumptiehoeveelheid (gram)
14	7,1	24
2		169

### Risicokarakterisatie

Bij een risicokarakterisatie wordt de blootstellingsschatting vergeleken met de gezondheidkundige grenswaarde. In dit geval is de gezondheidkundige grenswaarde de TWI van 2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/week zoals vastgesteld door EFSA (EFSA, 2018a). Voor een volwassen persoon van 60 kg komt de veilige inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's dus neer op 120 pg TEQ per week. In Tabel 8 is voor de verschillende innamescenario's de ratio van de TWI en de berekende inname voor een volwassen persoon weergegeven. Bij een ratio groter dan 1 wordt de gezondheidkundige grenswaarde overschreden en is een gezondheidsrisico niet uit te sluiten. Bij deze aanpak wordt de inname uit andere bronnen niet meegenomen. Het uitgangspunt van de risicobeoordeling is dat wildernisvlees dat niet aan de ML's voldoet toch op de markt zou komen, hetgeen niet is toegestaan.

**Tabel 8:** Ratio van de TWI en de berekende wekelijkse inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit wildernisvlees met een P50-gehalte, voor een volwassen persoon van 60 kg.

Scenario	Vleesconsumptie (g/week)	Vetpercentage vlees (%)	Ratio TWI/wekelijkse inname
1	300	14	2,5
2		2	0,4
3	110	14	0,9
4		2	0,1

De inname bij zowel gemiddelde als hoge consumptie van mager wildernisvlees (2% vet) overschrijdt de TWI van dioxines en dioxine-achtige PCB's niet. De inname van gemiddelde hoeveelheden (110 g/week) wildernisvleesproducten (14% vet) overschrijdt de TWI ook niet. Echter, bij hoge consumptie (300 g/week) van wildernisvlees met 14% vet wordt de TWI van dioxines en dioxine-achtige PCB's overschreden. Hierbij is geen rekening gehouden met de inname uit overige voedingsmiddelen.

Als de innamescenario's worden berekend met de dioxine en dioxine-achtige PCB-gehalten die worden gemeten in regulier rundvlees wordt de TWI niet overschreden.

Voor kinderen met een lichaamsgewicht van 12 kg (peuters) geldt dat de TWI wordt overschreden bij een wekelijkse consumptie van 24 gram vleesproducten

(14% vet). Voor mager vlees ( $\leq 2\%$  vet) kan een hoeveelheid van 169 g/week worden gegeten voordat de TWI wordt overschreden. Volgens de Voedselconsumptiepeiling van RIVM is de gemiddelde dagelijkse rundvleesconsumptie van 1-3 jarigen 3,3 gram per dag en de P95-consumptie 21 gram per dag<sup>27</sup>. Het is daarom niet aannemelijk dat een kind wekelijks meer dan 147 gram (P95 consumptiehoeveelheid van rundvlees per week) wildernisvlees eet. De consumptie van mager wildernisvlees door kinderen zal daarom niet tot gezondheidsrisico's leiden. De consumptie van vleesproducten met 14% vet leidt bij realistische consumptiehoeveelheden tot een overschrijding van de TWI, een gezondheidsrisico is daarom niet uit te sluiten.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### Inname uit de totale voeding

RIVM heeft voor de algemene Nederlandse bevolking de totale blootstelling aan dioxines en dioxine-achtige PCB's uit de totale voeding bepaald (Boon et al., 2014). Bij de berekeningen is uitgegaan van dioxinegehalten op basis van Nederlandse monitoringsdata in de periode 2010-2013. De berekende blootstelling uit de totale voeding was als volgt.

- Voor kinderen (leeftijdsgroep 2 t/m 6 jaar) ligt de mediane inname tussen de 0,8 en 1 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/dag en het 95ste percentiel tussen 1,2 en 1,6 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/dag. Dit laatste komt overeen met 8,4 en 11,2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/week.

- Voor kinderen vanaf 7 jaar en volwassenen (leeftijdsgroep 7 t/m 69 jaar) ligt de mediane inname op 0,5 pg WHO-TEQ/kg lichaamsgewicht/dag en het 95ste percentiel op 1,0 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/dag. Dit komt overeen met 3,5 en 7,0 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/week.

De blootstelling uit de totale voeding overschrijdt dus voor kinderen en volwassenen de door EFSA vastgestelde TWI van 2 pg/kg lichaamsgewicht per week (EFSA, 2018a).

Uit de berekeningen door RIVM blijkt dat naast vis, melk en plantaardige olie, vlees (met name rundvlees) een belangrijke bron van dioxine-inname is. Rundvlees draagt voor 14-16% bij aan de totale inname (Boon et al., 2014). Indien rundvlees met verhoogde dioxinegehalten regelmatig wordt geconsumeerd, zoals het geval is bij wildernisvlees, dan zal de overschrijding van de TWI toenemen.

#### **Conclusie**

Dioxine- en dioxine-achtige PCB-gehalten in lever en niervet van runderen die jaarrond in uiterwaarden grazen, overschrijden regelmatig de ML. Dit in tegenstelling tot metingen in regulier rundvlees, waarin veel lagere gehalten worden gemeten. De hoge gehalten in wildernisvlees zijn te verklaren door hogere gehalten in de bodem en gras van uiterwaarden, en mogelijk de langere blootstellingsduur van deze dieren. Op vier van de dertien onderzochte locaties voldeed het vlees van de dieren (deels) wel aan de ML, mogelijk door lagere bodemgehalten op die locaties. De hogere gehalten in bodem en gras lijken een meer generiek probleem voor uiterwaarden. Uit metingen door WFSR blijkt een toename van dioxines en dioxine-achtige PCB's direct na overstroming, vermoedelijk veroorzaakt door de afzetting van verontreinigd rivierslib. De hoogste gehalten worden gevonden in jonge dieren en dieren van het mannelijk geslacht. Mogelijke factoren die hierbij een rol spelen zijn de hoge blootstelling van kalveren via de melk en een lagere hoeveelheid vet van de dieren waardoor de dioxines concentreren.

<sup>27</sup> <https://statline.rivm.nl/>

Uit de risicobeoordeling door BuRO blijkt dat het regelmatig consumeren van de producten van wildernisvlees met een gemiddeld vetgehalte van 14% tot een te hoge inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's leidt bij een hoge consumptie (300 g/week). Bij een gemiddelde consumptie (110 g/week) wordt de TWI niet overschreden maar blijft er nauwelijks ruimte over voor de veilige inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's uit andere bronnen. Voor kinderen (12 kg) leidt de consumptie van realistische hoeveelheden producten van wildernisvlees tot een overschrijding van de TWI. Het consumeren van mager vlees ( $\leq 2\%$  vet) leidt niet tot overschrijding van de TWI voor kinderen en volwassenen. Als de gehalten uit regulier rundvlees worden aangehouden wordt in geen van de scenario's de TWI overschreden en de inname van dioxines en dioxine-achtige PCB's is dan bijna een factor 40 lager. De blootstelling aan dioxines- en dioxine-achtige PCB's uit de totale Nederlandse voeding is te hoog en vergeleken met regulier rundvlees kan de consumptie van wildernisvlees dus een extra bijdrage aan de totale inname leveren. Bij deze redenering wordt ervan uitgegaan dat de consument van wildernisvlees verder een zelfde voedingspatroon heeft als een consument van regulier rundvlees.

Zowel uit simulaties met het overdrachtsmodel als uit (een beperkt aantal) metingen in niervet blijken variaties in gehalten dioxines- en dioxine-achtige PCB's door seizoensinvloeden. Ook laten simulaties en metingen zien dat de gehalten in vet tot onder de ML af kunnen nemen bij het verplaatsen van (groeierende) dieren naar een schone omgeving. Hierbij is het wel van belang dat er op deze plekken geen lokale verontreinigingen aanwezig zijn. BuRO heeft geen onderzoek gedaan naar de praktische haalbaarheid en de mogelijke effecten op dierenwelzijn van deze maatregelen.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

## DEEL 2: ZWARE METALEN

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

### Wettelijk kader

Verordening (EG) nr. 1881/2006<sup>28</sup> beschrijft de Europese ML's voor de aanwezigheid van cadmium en lood in rundvlees en organen van runderen. Verordening (EG) 396/2005<sup>29</sup> stelt een Europese maximale residulimiet voor kwik en koper als residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Er kan echter geen onderscheid worden gemaakt in de bron van deze contaminanten. De ML's zijn samengevat in Tabel 9; voor nikkel en arseen gelden geen ML's voor vlees.

Datum

2 november 2022

Onze referentie

TRCVWA/2022/9026

**Tabel 9:** ML's van zware metalen in vlees, lever en nieren van runderen volgens Verordening (EG) nr. 1881/2006 en Verordening (EG) nr. 396/2005.

Omschrijving	Cadmium (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Kwik (mg/kg)	Koper (mg/kg)
Rundvlees	0,050	0,1	0,01	5
Runderlever	0,5	-	0,02	30
Rundernier	1	-	0,02	30
Slachtafval	-	0,2 <sup>1</sup>	-	-

<sup>1</sup> De ML voor lood in slachtafval afkomstig van runderen is per 1 januari 2022 verlaagd van 0,5 naar 0,2 mg/kg. Tijdens het onderzoek was de hogere ML dus nog van kracht.

Onderzoek uit 2008 door BuRO laat zien dat het cadmiumgehalte in rundernieren evenredig toeneemt met de leeftijd van het dier (BuRO, 2008). Om die reden zijn in Nederland rundernieren van dieren ouder dan twee jaar ongeschikt voor consumptie verklaard (NVWA, 2019).

### Gevareninventarisatie

Zware metalen komen van nature voor in de bodem. Daarnaast kunnen zware metalen als verontreiniging aanwezig zijn door afzet van verontreinigd slib of als gevolg van (regionale) atmosferische depositie afkomstig van industriële activiteiten. Het gebruik van gelode benzine was bijvoorbeeld in het verleden een belangrijke bron van verontreiniging van het milieu met lood. Lood, cadmium, kwik, koper en nikkel behoren tot de zware metalen. Daarnaast is ook het metalloïde arseen geanalyseerd.

Koper is een essentieel sporenelement; zowel een tekort als een te hoge inname van een sporenelement kan schadelijk voor de gezondheid zijn. In deze risicobeoordeling worden alleen de gevolgen van een te hoge inname beoordeeld. Koper is van nature aanwezig in planten. Daarnaast zijn er ook een aantal koperhoudende gewasbeschermingsmiddelen en wordt koper aan diervoeder toegevoegd om tekorten te voorkomen. Nikkel is een sporenelement en is van nature of als gevolg van menselijk handelen overal aanwezig in bodem, water en lucht. Nikkel komt in voedsel en drinkwater het meeste voor als nikkel(II).

### Gevarenkarakterisatie

Cadmium accumuleert in nier en lever en kan nierfalen veroorzaken (EFSA, 2011). Daarnaast wordt cadmium geassocieerd met een verhoogde kans op kanker. EFSA heeft voor cadmium een TWI vastgesteld van 2,5 µg/kg lichaamsgewicht per week op basis van niertoxiciteit.

Lood kan accumuleren in het menselijk lichaam en schade veroorzaken aan het ontwikkelende zenuwstelsel. Verder veroorzaakt lood hoge bloeddruk en

<sup>28</sup> Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen.

<sup>29</sup> Verordening (EG) nr. 396/2005 van het Europees parlement en de Raad van 23 februari 2005 tot vaststelling van maximumgehalten aan bestrijdingsmiddelenresiduen in of op levensmiddelen en diervoeders van plantaardige en dierlijke oorsprong en houdende wijziging van Richtlijn 91/414/ EG van de Raad.

niertoxiciteit in volwassenen. EFSA heeft voor deze effecten onderste betrouwbaarheids grenzen van benchmark dosis (BMDL)-waarden afgeleid ten behoeve van de risicobeoordeling: een BMDL<sub>01</sub><sup>30</sup> van 0,5 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor toxiciteit op het ontwikkelende zenuwstelsel, een BMDL<sub>01</sub> van 1,5 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor cardiovasculaire effecten en een BMDL<sub>10</sub><sup>31</sup> van 0,63 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor niertoxiciteit (gebruikt voor volwassenen omdat ontwikkelingstoxiciteit voor hen geen rol meer speelt) (EFSA, 2010).

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

Voor arseen kunnen twee vormen worden onderscheiden, organisch arseen en anorganisch arseen. Vooral anorganisch arseen is zeer giftig. Voor de organische vormen wordt aangenomen dat ze in hele kleine (micromolaire) hoeveelheden niet leiden tot nadelige effecten. Er is geen specifieke informatie beschikbaar over de toxiciteit van organoarseenverbindingen bij grotere hoeveelheden om een uitspraak over de toxiciteit te doen (EFSA, 2009). Anorganisch arseen kan long-, blaas- en huidkanker en huidletsel veroorzaken. Het CONTAM-panel van EFSA heeft op basis van de genoemde gezondheidseffecten een onderste betrouwbaarheids grens van de benchmark dosis (BMDL<sub>01</sub>) vastgesteld van 0,3 tot 8 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor anorganisch arseen (EFSA, 2009). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) heeft een BMDL<sub>0,5</sub><sup>32</sup> van 3 µg anorganisch arseen/kg lichaamsgewicht per dag (range van 2,0-7,0 µg/kg lichaamsgewicht per dag) afgeleid voor een verhoogd risico op longkanker (JECFA, 2011). Een BMDL<sub>0,5</sub> voor kanker van 3,0 µg anorganisch arseen/kg lichaamsgewicht per dag werd door ECHA geselecteerd (ECHA, 2013). Het toepassen van een factor 10 (Margin of Exposure) op een BMDL<sub>0,5</sub> van 3 µg/kg lichaamsgewicht per dag leidt tot 0,3 µg/kg lichaamsgewicht per dag (BuRO, 2021).

Langdurige blootstelling aan methyلكwik kan leiden tot schadelijke effecten op de neurologische ontwikkeling. Methyلكwik is de meest toxische en ook meest voorkomende vorm van kwik in voedsel en wordt voornamelijk in vis aangetroffen (EFSA, 2012; Boon et al., 2017). EFSA stelde een TWI voor methyلكwik vast van 1,3 µg/kg lichaamsgewicht per week, uitgedrukt als kwik.

Koper is een sporenelement dat is betrokken bij de vorming van bindweefsel en botten. Acute toxische effecten van koper zijn lokale irritaties in de darm. Het belangrijkste chronische toxische effect van koper is een effect op de lever (EFSA, 2015). EFSA heeft, in het kader van gewasbeschermingsmiddelen die koper bevatten, een ADI afgeleid van 0,15 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2018b). Koper is ook een essentieel sporenelement en daarvoor heeft EFSA een upper level (UL) van 5 mg/dag vastgesteld voor volwassenen en 1 mg/dag voor kinderen van 1 tot 4 jaar (EFSA, 2006;2015). De afstemming van beide waarden binnen EFSA is nog gaande (EFSA, 2021).

Het kritische acute effect na orale blootstelling aan nikkel is eczeemreactie op de huid bij voor nikkel gevoelige personen. Een LOAEL van 4,3 µg/kg lichaamsgewicht per dag werd als referentiepunt gekozen (EFSA, 2020a). Hierbij wordt de MOE-aanpak toegepast waarbij de MOE tenminste 30 moet zijn. EFSA heeft voor de chronische inname een TDI van 13 µg/kg lichaamsgewicht per dag vastgesteld. Het kritisch effect hiervoor was het effect op de reproductie

<sup>30</sup> BMDL<sub>01</sub> is het 95% laagste betrouwbaarheidsinterval van de geschatte dosis die een 1% extra risico oplevert.

<sup>31</sup> BMDL<sub>10</sub> is het 95% laagste betrouwbaarheidsinterval van de geschatte dosis die een 10% extra risico oplevert.

<sup>32</sup> BMDL<sub>0,5</sub> is het 95% laagste betrouwbaarheidsinterval van de geschatte dosis die een 0,5% extra risico oplevert.

(toegenomen post-implantatieverlies) in ratten met een BMDL<sub>10</sub> van 1,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag (EFSA, 2020a).

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

### **Blootstellingsschatting**

WFSR heeft in de dieren van 10 locaties langs de Waal (Beuningen en Loevestein), de Rijn (Millingen, Ooijpolder, Meinerswijk, Blauwe kamer, Elst, Prins Willem III plantage (PWIII) en Amerongen) en de Maas (Koorwaard) de gehalten cadmium, lood, kwik, koper, (totaal van organisch en anorganisch) arseen en nikkel bepaald in lever en nier (Hoogenboom et al., 2022b). Aangezien zware metalen veelal geconcentreerder zijn in de organen dan in vlees, zijn deze weefsels eerst gemeten en vergeleken met de ML (indien beschikbaar). Het orgaanvlees wordt door de beheerders niet meer ter consumptie aangeboden. Daarom is voor de dieren waarbij de hoogste gehalten in lever en nier zijn aangetroffen ook het gehalte in vlees onderzocht. In totaal zijn de gehalten in nier en lever van 42 dieren bepaald. Voor twintig dieren is tevens het gehalte in vlees gemeten.

BuRO vat de bevindingen met betrekking tot de metingen van zware metalen als volgt samen.

- De ML voor cadmium werd in negen niermonsters overschreden (1,3-8,2 mg/kg); alle monsters waren afkomstig van dieren ouder dan twee jaar. Cadmium neemt in rundernieren evenredig met de blootstellingstijd toe (BuRO, 2008) en daarom is de verkoop van rundernieren van dieren ouder dan twee jaar in Nederland niet toegestaan. In één dier lag het cadmiumgehalte in de lever boven de ML (0,7 mg/kg). Het gehalte in het vlees van alle dieren lag onder de kwantificatielimiet van de analytische methode (LOQ) van 0,006 mg/kg.
- Ten tijde van het onderzoek werd in één dier een loodgehalte boven de ML in lever en nier gevonden. Dit is geconcludeerd op basis van de ML die in 2021 van kracht was (0,5 mg/kg). Op basis van de nieuwe, lagere, ML (0,2 mg/kg) liggen zes levermonsters (0,23-0,51 mg/kg) en zeven niermonsters (0,25-0,62 mg/kg) boven de limiet. In alle onderzochte vleesmonsters lag het loodgehalte onder de LOQ van 0,008 mg/kg.
- Voor kwik werden enkele lichte overschrijdingen van de ML gevonden in lever (één dier; 0,027 mg/kg) en nier (twee dieren; 0,27 en 0,29 mg/kg). De concentraties in vlees van alle bemonsterde dieren overschreed de ML niet. In één dier was een zeer laag gehalte in vlees aanwezig (0,006 mg/kg), ver onder de ML. In de overige vleesmonsters lag het gehalte onder de LOQ van 0,003 mg/kg.
- Het kopergehalte in de lever van twee dieren overschreed de ML (34 en 42 mg/kg). Het kopergehalte in de nieren (2,4-4,6 mg/kg) en vlees (0,42-1,9 mg/kg) overschreed de respectievelijke ML's niet.
- Arseen was in vijftien monsters in detecteerbare hoeveelheden (> 0,007 mg/kg) aanwezig. Het bereik van de positieve metingen ligt tussen de 0,0071 en 0,11 mg/kg met een gemiddelde van 0,04 mg/kg. Omdat wettelijke maximale gehalten in rundvlees ontbreken, kunnen de aangetroffen gehalten daarmee niet vergeleken worden.
- Het gehalte nikkel lag in alle vleesmonsters onder de LOQ van 0,02 mg/kg. In zes niermonsters (0,02-0,05 mg/kg) en één levermonster (0,025 mg/kg) lag het gehalte (vlak) boven de LOQ. Er is voor nikkel geen ML vastgesteld waarmee deze gehalten kunnen worden vergeleken.

Overschrijding van de ML's in lever en nier zijn gemeten in dieren afkomstig van verschillende locaties; er is geen duidelijk verband tussen de herkomst en de gemeten gehalten. Alle vleesmonsters voldoen aan de ML's voor cadmium, lood, kwik en koper. Nikkel is niet detecteerbaar aanwezig in vlees. Arseen werd in een aantal vleesmonsters gemeten, met als hoogste gehalte 0,11 mg/kg. In Tabel 10

zijn de hoogst gemeten gehalten van de verschillende metalen in vlees weergegeven.

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

Datum

2 november 2022

Onze referentie

TRCVWA/2022/9026

**Tabel 10:** Een overzicht van de hoogst gemeten metaalgehalten in wildernisvlees.

	Hoogst gemeten gehalte in vlees (mg/kg)	Wettelijk limiet (mg/kg)	Herkomst van dier met het hoogste gehalte
<b>Cadmium</b>	< 0,006	0,05	Alle gehalten < LOQ
<b>Lood</b>	< 0,008	0,1	Alle gehalten < LOQ
<b>Kwik</b>	0,006	0,01	Millingen
<b>Koper</b>	1,9	5	Koornwaard
<b>Arseen (totaal)</b>	0,11	n.v.t.	Loevestein
<b>Nikkel</b>	< 0,02	n.v.t.	Alle gehalten < LOQ

#### Duiding van arseengehalten in vlees

Aangezien de arseengehalten niet kunnen worden vergeleken met een ML heeft BuRO aanvullende informatie over arseen in voedsel verzameld. Allereerst zijn de aangetroffen arseengehalten in wildernisvlees vergeleken met gehalten in vlees van wild, aangezien deze dieren ook langdurig buiten lopen en daardoor met milieucontaminanten in aanraking komen. BuRO beschikt niet over gegevens over arseengehalten in regulier rundvlees.

Uit een vergelijking met de beschikbare data uit de KAP<sup>33</sup>-databank van 2017 tot en met 2019 blijkt dat het gemiddelde gehalte van 0,040 mg arseen/kg in wildernisvlees in het bereik ligt van gehalten in vlees van andere wilde dieren als hert, zwijn en ree. Het maximale gehalte van 0,11 mg/kg ligt in de buurt van het maximale gehalte dat in wild zwijn is aangetroffen. Daarmee is het arseengehalte in wildernisvlees niet hoger dan in vlees afkomstig van wilde dieren die langdurig buiten grazen en wroeten (Tabel 11).

**Tabel 11:** Een overzicht van de meetgegevens over arseen in de KAP-database over de periode 2017 tot en met 2019 en de metingen door WFSR in wildernisvlees (Hoogenboom et al., 2022b).

	Aantal boven LOQ <sup>1</sup> (totaal)	Laagst gemeten gehalte (mg/kg)	Hoogst gemeten gehalte (mg/kg)
<b>Geïmporteerd wild</b>	0 (8)	< LOQ	<LOQ
<b>Wildhertenvlees</b>	2 (44)	0,010	0,027
<b>Reevlees</b>	4 (49)	0,008	0,058
<b>Wildzwijn vlees</b>	9 (39)	0,010	0,140
<b>Gekweekt hert</b>	1 (6)	0,011	0,011
<b>Wildernisvlees (huidige studie)</b>	15 (20)	0,007	0,110

<sup>1</sup> LOQ is de kwantificatielimiet van de analytische methode

Uit een studie van RIVM naar de Nederlandse inname van contaminanten via de consumptie van voedsel volgens de schijf van vijf (dus een fictief consumptiepatroon) blijkt dat de belangrijkste innamebronnen van anorganisch arseen vis, rijst en drinkwater zijn (Boon et al., 2017). In 2014 heeft EFSA de chronische inname van totaal en anorganisch arseen van de Europese populatie berekend (EFSA, 2014). Hiervoor zijn voedselconsumptiegegevens uit de EFSA Comprehensive Database gebruikt en nationale voedselconsumptiegegevens. De belangrijkste bijdrage werd voor alle leeftijdsgroepen, behalve baby's en peuters, geleverd door graan en graanproducten (niet op rijst gebaseerd, voornamelijk tarwebrood en broodjes). Andere voedselgroepen met bijdragen aan de

<sup>33</sup> De KAP (Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten)-databank bevat gegevens over het voorkomen van residuen en contaminanten in voedsel en diervoeder, gemeten door WFSR voor de overheid.

anorganische arseeninname waren rijst, melk en melkproducten en drinkwater. Vlees lijkt geen belangrijke bron van arseeninname.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

#### Gehalte van zware metalen in bodem en gras

WFSR heeft in de uiterwaarde bij Beuningen ook het gehalte van zware metalen in bodem en gras gemeten. De gehalten waren hoger in bodem dan in gras. Voor gras zijn de gehalten ook vergeleken met een monster van buiten de uiterwaarde (controle). Er waren geen duidelijke verschillen tussen de gehalten in gras van de uiterwaarde en het controlegebied. Het arseengehalte in gras was op twee plekken binnen de uiterwaarde wel hoger, maar op andere plekken niet. Het gehalte aan zware metalen in gras nam sterk toe bij een overstroming, vermoedelijk door depositie van verontreinigd slib. Door het ontbreken van een meting in de bodem van het controlegebied kan er geen vergelijking worden gemaakt tussen gehalten van zware metalen in de bodem van de uiterwaarde en het controlegebied.

### **Risicokarakterisatie**

#### Orgaanvlees

Aangezien orgaanvlees van deze dieren door de beheerders niet meer ter consumptie wordt aangeboden zullen de overschrijdingen van de ML's in lever- en niermonsters niet tot risico's voor de gezondheid van de consument van wildernisvlees leiden.

#### Vlees

Alle vleesmonsters voldeden ruim aan de geldende wettelijke maximale gehalten voor cadmium, lood, kwik en koper. Hieruit kan worden geconcludeerd dat wildernisvlees aan de eisen voldoet die aan rundvlees worden gesteld voor metalen. Nikkel was niet detecteerbaar in het vlees aanwezig en zal dus niet tot gezondheidsrisico's voor de consument leiden.

De arseengehalten kunnen niet worden getoetst aan een wettelijk maximaal gehalte. BuRO voert daarom een risicobeoordeling uit om de gehalten in wildernisvlees te kunnen duiden. Een studie van RIVM naar de Nederlandse inname van contaminanten via de totale voeding volgens de schijf van vijf (fictief consumptiepatroon) laat zien dat de inname van arseen uit de totale voeding in de buurt van de  $BMDL_{0,5}$  van  $3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lichaamsgewicht per dag (afgeleid door JECFA) ligt (Boon et al., 2017). De margin of exposure (MoE) is dus 1. Daaruit werd geconcludeerd dat er voor de Nederlandse situatie mogelijk gezondheidsrisico's kunnen zijn (Boon et al., 2017). Ook berekeningen door EFSA met Nederlandse voedselconsumptiegegevens laten zien dat de MoE tussen de  $BMDL_{0,5}$  en de P95-inname uit de totale voeding klein is (3 tot 7 afhankelijk van de leeftijdsgroep) (EFSA, 2014).

Als er vanuit wordt gegaan dat de arseenblootstelling alleen uit wildernisvlees komt, dan wordt voor een volwassen persoon van 60 kg de  $BMDL_{0,5}$ , (met inachtneming van een MoE van 10) overschreden bij een dagelijkse inname van  $18 \mu\text{g}$  ( $0,3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lichaamsgewicht per dag x 60 kg). Voor vlees met het hoogst gemeten gehalte ( $0,11 \text{ mg}/\text{kg}$ ) leidt de consumptie van wildernisvlees tot de volgende inname: Bij een consumptie van 110 g wildernisvlees (met een arseengehalte van  $0,11 \text{ mg}/\text{kg}$ ) per week is de inname van arseen  $1,7 \mu\text{g}/\text{dag}$  ( $0,03 \mu\text{g}/\text{kg}$  lichaamsgewicht per dag) voor een volwassene van 60 kg. Bij een consumptie van 300 g is dit  $4,7 \mu\text{g}/\text{dag}$  ( $0,08 \mu\text{g}/\text{kg}$  lichaamsgewicht per dag). Consumptie van wildernisvlees draagt dus relatief weinig bij aan de totale veilige inname van arseen. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat al het aanwezige arseen in anorganische (de meest toxische) vorm aanwezig is. Inname van arseen uit wildernisvlees leidt dus niet tot gezondheidsrisico's voor de consument. Echter, deze blootstelling komt bovenop de inname uit andere voedingsmiddelen, die voor



de Nederlandse situatie hoog is. Het is onduidelijk of de consumptie van wildernisvlees tot een additionele gezondheidsrisico's leidt.

BuRO concludeert op basis van bovenstaande informatie dat de aanwezigheid van zware metalen in wildernisvlees aan de ML's voldoet die aan rundvlees worden gesteld. De inname van arseen uit wildernisvlees leidt niet tot gezondheidsrisico's. Door het ontbreken van gegevens over arseengehalten in regulier rundvlees is het echter onduidelijk of de consumptie van wildernisvlees, vergeleken met regulier rundvlees, tot een hogere inname leidt.

### **Conclusie**

Het gehalte aan zware metalen in organen overschrijdt in een aantal monsters de ML. Echter, van deze dieren wordt door de beheerders orgaanvlees niet meer ter consumptie aangeboden waardoor er geen risico voor de gezondheid van de consument van wildernisvlees ontstaat. De gehalten in vlees liggen onder de ML of onder de LOQ, behalve voor arseen. Wildernisvlees voldoet daarmee aan ML's die voor cadmium, lood, koper en kwik aan rundvlees worden gesteld, nikkel is niet detecteerbaar aanwezig. De inname van arseen uit wildernisvlees alleen leidt niet tot gezondheidsrisico's. Het is echter onduidelijk of de consumptie van wildernisvlees tot een hogere inname leidt dan die door de consumptie van regulier rundvlees.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

### DEEL 3: POLY- EN PERFLUORALKYLSTOFFEN (PFAS's)

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

#### Wettelijk kader

Voor poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS's) zijn inmiddels ML's voor voedingsmiddelen vastgesteld, naar verwachting worden deze ML's in 2023 van kracht. Er zullen ML's gaan gelden voor perfluorooctaansulfonzuur (PFOS), perfluorooctaanzuur (PFOA), perfluorononaanzuur (PFNA), perfluorohexaansulfonzuur (PFHxS) en de som van deze vier stoffen in onder andere vlees en organen van runderen. Deze waarden zijn gebaseerd op gehalten die tot op heden zijn gerapporteerd.

#### Datum

2 november 2022

#### Onze referentie

TRCVWA/2022/9026

Voor de toepassing van een aantal PFOS en PFOA gelden restricties. Andere PFAS's staan op de CoRAP-(Community Rolling Action Plan) lijst voor stofevaluaties van het Europees Agentschap voor chemische stoffen (European Chemical Agency, ECHA) of op de REACH-kandidatenlijst voor Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS-lijst). Er is momenteel een brede restrictie van PFAS's onder REACH in voorbereiding waar onder andere Nederland bij betrokken is (ECHA, 2022).

#### Gevareninventarisatie

PFAS is een groepsnaam voor gefluoreerde alifatische koolwaterstoffen. PFAS's zijn door de mens gemaakte stoffen die van nature niet in het milieu voorkomen. Er zijn meer dan 4000 PFAS's bekend (OECD, 2018).

PFAS's zijn chemisch en thermisch stabiele stoffen. Vanwege die stabiele eigenschappen 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's ook lang aanwezig in het milieu en de voedselketen en accumuleren sommige PFAS's in mens en dier. Doordat PFAS's 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. PFAS's zijn ook relatief goed wateroplosbaar waardoor deze verbindingen zich makkelijk via water en aerosolen in het milieu verspreiden.

Op verzoek van de EC heeft EFSA een wetenschappelijke evaluatie uitgevoerd van de gezondheidsrisico's voor de mens van 27 verschillende PFAS's aanwezig in voeding (EFSA, 2020b). De geëvalueerde PFAS's waren onder andere perfluoralkylcarboxylaten (PFCA's) en -sulfonaten (PFSA's).

#### Gevarenkarakterisatie

De meeste van de 27 PFAS's uit de EFSA-opinie worden gemakkelijk opgenomen via het maag-darmstelsel in zoogdieren, inclusief de mens (EFSA, 2020b). Vervolgens verspreiden de PFAS's 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's 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 halfwaardetijd in de mens is afhankelijk van het type PFAS. De geschatte halfwaardetijd van kortketen-PFAS's, zoals PFBA, PFBS en PFHxA, varieert van enkele dagen tot een maand. De halfwaardetijd van lange PFAS's, zoals PFOA, PFNA, PFDA, PFHxS of PFOS, bedraagt enkele jaren.

PFAS's zijn niet acuut toxisch. Daarom heeft EFSA geen ARfD afgeleid. Voor chronische effecten heeft EFSA een TWI afgeleid voor de som van vier PFAS's:

PFOA, PFOS, PFNA en PFHxS (EFSA-4) (EFSA, 2020b). Momenteel zijn dit de vier PFAS's die het meest bijdragen aan de gehalten die in serum van de mens zijn gemeten.

In de mens hebben deze vier PFAS's vergelijkbare toxicokinetische eigenschappen, vergelijkbare accumulatie en lange halfwaardetijden. EFSA concludeerde dat het effect op het immuunsysteem het kritisch effect is. Op basis van een Duitse studie, waarbij de vorming van antistoffen tegen difterie is afgezet tegen de serumgehalten van deze vier PFAS's, is een BMDL<sub>10</sub> (benchmark dose lower confidence limit)<sup>34</sup> van 17,5 ng/ml afgeleid voor een kind van 1 jaar. Vervolgens schatte EFSA met behulp van een PBK-model<sup>35</sup> de vereiste inname van de vier PFAS's door moeders die hun kind 12 maanden borstvoeding geven. Uit deze modellering is afgeleid hoeveel PFAS's een moeder moet innemen 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 BMDL<sub>10</sub> 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 de andere beschreven gezondheidseffecten (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's levert dit vragen op met betrekking tot de toepassing van deze gezondheidskundige grenswaarde bij een risicobeoordeling. Deze vier PFAS's zijn niet de enige PFAS's die voorkomen in onder andere voedsel, drinkwater en bodem. Ook kan het voorkomen dat de concentratie van slechts één van de vier PFAS's 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's ten aanzien van het toxicologische effect op het immuunsysteem. Uit de analyse van EFSA bleek dat er onvoldoende data was om relatieve potentiefactoren<sup>36</sup> (RPF's) voor de individuele PFAS's ten aanzien van het kritische effect te bepalen (EFSA, 2020b). Deze aanname volgend kan BuRO de EFSA-TWI alleen toepassen in een risicobeoordeling waar de concentratie van een of meerdere van de vier PFAS's bekend is. Deze aanpak kent twee beperkingen voor de risicobeoordeling:

- Andere PFAS's kunnen niet aan de TWI getoetst worden. EFSA geeft wel aan dat een aantal van deze stoffen waarschijnlijk soortgelijke effecten veroorzaakt maar door afwezigheid in het bloed van de kinderen in de kritische studie konden ze niet worden meegenomen in de TWI. Deze andere PFAS's moeten beoordeeld worden aan de hand van gezondheidskundige grenswaarden die specifiek afgeleid zijn voor deze individuele stoffen. Deze zijn niet voor alle bekende PFAS's beschikbaar. Bovendien kan de afleiding van een gezondheidskundige grenswaarde op basis van effecten die bij veel hogere doseringen optreden tot een onderschatting van het risico leiden.

<sup>34</sup> BMDL<sub>10</sub> is het 95% laagste betrouwbaarheidsinterval van de geschatte dosis die een 10% extra risico oplevert.

<sup>35</sup> 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.

<sup>36</sup> Relatieve Potentiefactoren geven de mate van schadelijkheid weer van stof A, B of C ten opzichte van een indexstof.

- Bij equipotentie wordt er vanuit gegaan dat de vier PFAS's eenzelfde toxiciteit hebben. Waarschijnlijk zijn er wel verschillen in potentie van de vier PFAS's. EFSA geeft aan dat er momenteel onvoldoende gegevens zijn om hiervoor te corrigeren.

## 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 RPF's voor omdat:

- de methode toepasbaar is voor individuele PFAS, de vier PFAS's van EFSA en andere PFAS's niet opgenomen door EFSA in de TWI.
- de methode PFAS-mengsels in verschillende verhoudingen kan beoordelen.
- de methode verschillen in potentie tussen PFAS's meeneemt.
- 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's een RPF afgeleid op basis van levereffecten (Bil et al., 2021; RIVM, 2021). Dit is een ander effect dan de immuneeffecten 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 individuele PFAS-concentratie in bijvoorbeeld vlees omgerekend worden naar PFOA-equivalenten (PEQ), die vervolgens vergeleken kunnen worden met de EFSA-TWI. Bijvoorbeeld: een analyseresultaat van rundvlees bestaat uit een combinatie van drie PFAS's (A, B en C). PFAS A is PFOA en heeft een RPF van 1, welke vermenigvuldigd wordt met de hoeveelheid A die aanwezig is. PFAS B en C hebben een PRF van 2 (B) (meer potent dan PFOA) en 0,01 (C) (minder potent dan PFOA), welke 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.

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

## Blootstellingsschatting

WFSR heeft in de dieren afkomstig van, in totaal, twaalf locaties langs de Waal (Beuningen en Loevestein), de Rijn (Millingen, Ooijpolder, Meinerswijk, Blauwe kamer, Elst, Prins Willem III plantage (PWIII) en Amerongen), de Maas (Grensmaas en Koornwaard) en de Merwede (Noordwaard), onderzoek gedaan naar de gehalten van twintig PFAS's (Hoogenboom et al., 2022b). Eerst zijn de gehalten in de lever en vlees bepaald. Voor een aantal dieren met de hoogste levergehalten zijn ook de concentraties in de nieren gemeten. Vergeleken met de lever (waarvan bekend is dat PFAS-gehalten het hoogste zijn) bleek het PFOS-gehalte in nier gemiddeld een factor 4 lager te liggen; voor vlees was het verschil gemiddeld een factor 47.

In de lever van de onderzochte runderen was het gehalte van PFOS het hoogst. Dit is in lijn met het feit dat PFOS sterk in runderen accumuleert (Hoogenboom et al., 2022b). PFOA werd in een deel van de onderzochte levers (met name bij stieren) gevonden. PFNA en PFDA waren ook detecteerbaar in de lever aanwezig en in sommige dieren werd ook PFUnDA en PFDoDA gemeten. PFHxS, korte ketens van PFCA's en PFSA's en GenX werden niet gevonden. De hoogste gehalten

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

werden gevonden in dieren afkomstig van uiterwaarden langs de Waal en de Rijn. Het volledige overzicht van de metingen is te vinden in de WFSR-rapportage (Hoogenboom et al., 2022b).

In deze beoordeling worden de gehalten PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS in wildernisvlees (op basis van concentratieadditie en de RPF-methode van RIVM) met de EFSA-TWI vergeleken. De gehalten in lever en nier zijn niet relevant voor de gezondheid van de consument aangezien deze organen door de beheerders niet meer ter consumptie worden aangeboden. Ook golden er op het moment van het onderzoek nog geen ML's voor PFAS-gehalten in vlees. Wel blijkt uit een eerste vergelijking van de aangetroffen gehalten (rekening houdend met een meetonzekerheid van 40%) dat een ongeveer de helft van de onderzochte levermonsters de recent vastgestelde ML's voor PFOS en/of PFNA en voor de som van de vier PFAS's overschrijdt (Hoogenboom et al., 2022b). Daarnaast overschrijdt één niermonster de vastgestelde ML voor PFOS.

#### Gehalten van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS in wildernisvlees

In vlees werd uitsluitend PFOS aangetroffen (Hoogenboom et al., 2022b). De gehalten van PFOA, PFNA en PFHxS lagen onder de detectiegrenzen van respectievelijk 0,10, 0,15 en 0,05 ng/g. BuRO heeft de som van de vier PFAS's berekend op basis van twee scenario's namelijk een lower bound (LB) scenario<sup>37</sup> en een upper bound (UB) scenario<sup>38</sup> (Tabel 12). De som van de vier PFAS's is door BuRO bepaald aan de hand van concentratieadditie (equipotentie) en volgens de RPF-methode. Door RIVM zijn voor deze PFAS's de volgende RPF's afgeleid: PFOA: 1 (indexstof); PFOS: 2; PFNA: 10 en PFHxS: 0,6 (RIVM, 2021). De gewogen som wordt vervolgens uitgedrukt als equivalenten van de referentiestof PFOA (PFOA equivalenten; PEQ's). Aangezien alleen PFOS detecteerbaar aanwezig was, wordt in het LB-scenario de concentratie van de EFSA-4 uitsluitend bepaald door de PFOS-concentratie. Ook voor andere PFAS's zijn door RIVM RPF's afgeleid maar deze PFAS's waren niet gedetecteerd in vlees. Met de RPF-methode kunnen in principe 23 PFAS's geïncorporeerd worden. BuRO beperkt zich ook met de RPF-methode tot de EFSA-4, omdat het risico in het UB-scenario anders te veel afhankelijk is van de hoge LOQ's van de niet gedetecteerde PFAS's in wildernisvlees.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

<sup>37</sup> De som van de vier PFAS waarbij gehalten van individuele PFAS onder de LOQ op nul worden gesteld.

<sup>38</sup> De som van de vier PFAS waarbij gehalten van individuele PFAS onder de LOQ gelijk worden gesteld aan de LOQ.

**Tabel 12:** Range van door WFSR gemeten PFAS-gehalten (EFSA-4) in wildernisvlees op de onderzochte locaties. Aangezien alleen PFOS detecteerbaar aanwezig was, is in het LB-scenario de concentratie van de EFSA-4 gelijk aan de PFOS-concentratie. De gehalten PFOA, PFNA en PFHxS lagen in alle monsters onder de LOQ van respectievelijk 0,10, 0,15 en 0,05 ng/g. De LOQ van PFOS is 0,10 ng/g.

Locatie	Aantal dieren	EFSA-4 gehalte (LB) (ng/g)	EFSA-4 gehalte (UB) (ng/g)	EFSA-4 gehalte (LB) gehalte (ng PEQ/g)	EFSA-4 gehalte (UB) gehalte (ng PEQ/g)
Concentratieadditie			RPF-methode		
<b>De Waal</b>					
Beuningen	3 koeien	0,43-0,70	0,73-1,0	0,86-1,40	2,40-2,94
Loevestein	5 stieren 1 koe	0,17-0,92	0,47-1,22	0,34-1,84	1,88-3,38
Gendtse Waard	1 stier 1 koe	0,11-0,22	0,41-0,52	0,22-0,44	1,76-1,98
<b>De Rijn</b>					
Millingen	3 koeien	0	0,40	0	1,74
Ooijpolder	6 koeien	0-0,29	0,40-0,59	0-0,58	1,74-2,12
Meinerswijk	3 stieren	0,19-0,27	0,49-0,57	0,38-0,54	1,92-2,08
Blauwe kamer	6 stieren	0,16-0,63	0,46-0,93	0,32-1,26	1,86-2,80
Elst (Utrecht)	3 koeien	0,63-0,94	0,93-1,24	1,26-1,88	2,80-3,42
PWIII	3 koeien	0,20-0,94	0,5-1,24	0,4-1,88	1,94-3,42
Amerongen	3 koeien	0,10-0,19	0,40-0,49	0,20-0,38	1,74-1,92
<b>De Maas</b>					
Grensmaas	2 stieren	0	0,4	0	1,74
Koornwaard	7 koeien 2 stieren	0-0,10	0,4-0,5	0-0,20	1,74
<b>De Merwede</b>					
Noordwaard	2 koeien	0,42-0,48	0,72-0,78	0,84-0,96	2,38- 2,50
Totaal	51				

<sup>1</sup> De detectiegrens voor PFOS is 0,10 ng/g

Uit een eerste vergelijking van de gemeten PFAS-gehalten in wildernisvlees met de recent vastgestelde ML's blijkt dat voor tien (van de in totaal 51) dieren, afkomstig van uiterwaarden langs de Waal en Rijn, de ML voor PFOS wordt overschreden (Hoogenboom et al., 2022b). Ook voor deze vergelijking is rekening gehouden met een meetonzekerheid van 40%.

#### PFAS-gehalten in bodem, gras en water

In de uiterwaarden bij Beuningen en Loevestein zijn door WFSR PFAS-gehalten bepaald in grond, gras en water (Hoogenboom et al., 2022b). In één van de zeven grasmonsters was een detecteerbare hoeveelheid PFOS aanwezig. In vrijwel alle bodemonsters in de uiterwaarden werd PFOS gemeten. Deze gehalten waren niet veel hoger dan het controlemonster genomen buiten de uiterwaarde van Beuningen. Ook werd in één van de tien bodemonsters PFOA gemeten. De PFOS- en PFOA-gehalten in rivierwater van de Waal bij Beuningen en in twee meertjes in de uiterwaarde van Beuningen waren volgens WFSR vergelijkbaar met eerder gerapporteerde gehalten in oppervlaktewater. Ook voldeden deze gehalten ruim aan de milieukwaliteitsnormen en maximaal aanvaardbare concentraties voor zoet water.

Uit deze beperkte dataset van WFSR blijkt dus geen duidelijke verklaring voor de PFAS-gehalten in het vlees.

### Seizoensinvloeden op PFAS-gehalten en de afnamen na verplaatsing naar een schone omgeving

In dieren afkomstig van de locatie in Loevestein zijn door WFSR PFAS-gehalten in vlees bepaald na de winter (drie dieren in april 2021) en na de zomer (twee dieren in november 2021) (Hoogenboom et al., 2022a; Hoogenboom et al., 2022b). Het is bekend dat PFOS sterk in runderen accumuleert maar toch lag het gemeten gehalte in wildernisvlees na zomer (0,24 en 0,17 ng/g) een factor 4 lager dan de gemeten gehalten na de winterperiode (0,74, 0,91 en 0,92 ng/g). WFSR geeft als mogelijke verklaring een lagere blootstelling tijdens de zomer en het najaar. De gehalten in de levers van deze dieren waren in november ook substantieel lager, zowel voor PFOS als voor PFNA.

Voor de vijf Rode Geuzen die van locatie Loevestein zijn verplaatst naar een stal (zie voor details deel 1 van deze onderbouwing) is het verloop van PFAS-gehalten in bloed bepaald (Hoogenboom et al., 2022a). In het bloed van deze dieren was bij aanvang van het experiment (maart 2021) alleen PFOS meetbaar. Twee maanden na het op stal zetten namen de PFOS-gehalten met 46% af, na zeven maanden is de afname 67%. Bij de slacht was er in het vlees van twee dieren een detecteerbare hoeveelheid PFOS aanwezig (0,11 en 0,15 ng/g). Voor de andere drie dieren lag het gehalte in vlees onder de detectiegrens van 0,10 ng/g. WFSR wijt de afname voor een groot deel aan het wegnemen van blootstelling in combinatie met groeiverdunning (factor 2 toename in gewicht) en in mindere mate aan uitscheiding.

De verplaatsing van vier ossen (verschillende runderrassen) van uiterwaarde de Bakenhof bij Arnhem naar een schoon landgoed in Elst (Gelderland) liet een daling van PFOS-gehalten in bloed van ongeveer 47% in vier maanden tijd zien (Hoogenboom et al., 2022a). Net als voor de dioxines die in deze dieren zijn gemeten (zie deel 1 van deze onderbouwing) bleek na deze periode, waarna de dieren na een ander weiland zijn verplaatst, de bloedgehalten juist weer iets stegen. Het is onduidelijk of in dit tweede weiland hogere PFOS-gehalten aanwezig waren.

### Innameberekeningen voor PFAS's in wildernisvlees

Voor de innameberekening van PFAS's door de consumptie van wildernisvlees zijn drie factoren van belang: het PFAS-gehalte in het vlees, de hoeveelheid vlees die wordt gegeten en de frequentie waarmee dit vlees wordt gegeten. Voor de innameberekening wordt uitgegaan van P50-gehalten van de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS (Tabel 13). Het is niet waarschijnlijk dat een consument langdurig wildernisvlees met P95-gehalten zal eten. BuRO vindt P95 gehalten daarom te conservatief voor de innameberekeningen.

De gehalten zijn door BuRO berekend op basis van de 51 meetresultaten in wildernisvlees van WFSR (Tabel 12). Deze aanpak geeft een representatief beeld van de gehalten in wildernisvlees die een consument langdurig zal eten aangezien het vlees uit verschillende gebieden in Nederland afkomstig is (Front office, 2021). Voor de wekelijkse consumptiehoeveelheden gaat BuRO uit van een gemiddelde van 110 gram per week en 300 gram per week voor grote eters. Een toelichting op deze consumptiehoeveelheden is in deel 1 van deze onderbouwing uitgewerkt.

### Bepaling van PFAS-gehalten in wildernisvlees

BuRO concludeert op basis van een Jarque-Bera normaliteitstoets (met een p-waarde van 0,05) dat de concentratiegegevens (51 datapunten) uit het WFSR-onderzoek niet normaal zijn verdeeld. De P50 en P95 worden daarom vastgesteld na een worteltransformatie van de dataset; logaritmische transformatie, zoals in deel 1 voor de dioxines en dioxine-achtige PCB's is gedaan, is niet mogelijk vanwege de nul-waarden in de dataset bij het LB-scenario.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

**Tabel 13:** Door BuRO berekende P50- en P95-gehalten voor de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS (EFSA-4) in wildernisvlees.

Methodiek	P50-gehalte		P95-gehalte	
	LB	UB	LB	UB
Concentratieadditie (ng/g)	0,2	0,5	0,9	1,2
RPF-methode (ng PEQ/g)	0,4	1,8	1,9	3,4

Vergelijking van het PFAS-gehalten in wildernisvlees en regulier rundvlees

WFSR heeft sinds 2017 een monitoringproject waarin PFAS-gehalten in dierlijke producten worden onderzocht (Hoogenboom et al., 2022b). Er zijn tot op heden 43 rundvleesmonsters onderzocht; alle gehalten lagen onder de LOQ. Tijdens het project zijn de detectiegrenzen voor PFOS verlaagd van 5 ng/g naar 0,1 ng/g en voor een deel van de metingen lag de detectiegrens dus hoger dan de gehalten die nu in wildernisvlees zijn aangetroffen. Op basis van twaalf metingen in levers van regulier rundvee, waarin gehalten tussen de 0,3 en 1,4 ng/g zijn gevonden, lijkt het PFOS-gehalte in deze runderen afkomstig van uiterwaarden hoger te liggen (1,75 en 65,75 ng/g in lever).

Wekelijkse inname van PFAS's in wildernisvlees door volwassenen

Op basis van de FO-beoordeling (Front office, 2021) over de consumptie van wildernisvlees neemt BuRO aan dat een consument van wildernisvlees wekelijks 110 gram (gemiddelde consumptie door de doelgroep) tot 300 gram wildernisvlees eet.

Op basis van bovenstaande gegevens stelt BuRO twee innamescenario's voor volwassenen vast:

- Scenario 1: een consument van wildernisvlees eet 300 gram vlees per week met een mediaan PFAS-gehalte.
- Scenario 2: een consument van wildernisvlees eet 110 gram vlees per week (gemiddelde hoeveelheid) met een mediaan PFAS-gehalte.

Bij deze innamescenario's wordt geen rekening gehouden met blootstelling uit andere bronnen. De totale wekelijkse PFAS-inname wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\frac{(\text{consumptiehoeveelheid} \times \text{PFAS} - \text{gehalte})}{\text{lichaamsgewicht}}$$

Afhankelijk van het scenario worden de individuele componenten van de formule als volgt ingevuld:

- Consumptiehoeveelheid: 110 g/week of 300 g/week
- PFAS-gehalte: LB P50-gehalten voor de risicobeoordeling
- Lichaamsgewicht: 60 kg

De resultaten van de innameberekeningen zijn weergegeven in Tabel 14. Bij toepassing van de RPF's ligt de inname in het LB-scenario ongeveer twee keer hoger vergeleken met de aanname van concentratieadditie.

**Tabel 14:** Overzicht van de wekelijkse inname van PFAS's uit wildernisvlees voor een volwassen persoon (per kg lichaamsgewicht) op basis P50 PFAS-gehalten. De inname is uitgedrukt in ng/week per kg lichaamsgewicht.

Vleesconsumptie (g/week)	Concentratieadditie		RPF-methode	
	LB	UB	LB	UB
300	1	2,5	2	9,5



110	0,4	0,9	0,7	3,5
-----	-----	-----	-----	-----

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

Innameberekeningen met het UB-scenario includeren de onzekerheid die ontstaat doordat de verschillende PFAS's mogelijk in gehalten onder de detectiegrens aanwezig zijn en geven dus een overschatting van de werkelijke inname. BuRO gebruikt de berekeningen van het UB-scenario daarom in de onzekerheidsanalyse van de risicobeoordeling. Het UB-scenario, en dus ook de corresponderende inname, zijn een factor 1,3 tot 5 hoger vergeleken met de LB-scenario's.

#### Wekelijkse inname van PFAS's uit wildernisvlees door kinderen

FO concludeert dat het waarschijnlijk is dat ook kinderen wildernisvlees eten (Front office, 2021). Het is echter niet bekend wat de consumptiehoeveelheden zijn. Er kan worden uitgerekend welke hoeveelheid wildernisvlees een kind van 12 kg wekelijks mag eten voordat de TWI wordt overschreden. Vervolgens wordt nagegaan of dit scenario realistisch is en of de aanwezigheid van PFAS's dus tot gezondheidsrisico's kan leiden. Er wordt daarbij geen rekening gehouden met de blootstelling uit andere bronnen. Kinderen met een lichaamsgewicht van 12 kg mogen 53 ng PFAS per week (4,4 ng/kg lichaamsgewicht/week x 12 kg) binnenkrijgen voordat de TWI wordt overschreden. De wekelijkse hoeveelheid vlees waarbij de TWI wordt overschreden is als volgt berekend:

$$\left( \frac{53 \text{ ng}}{\text{PFAS-gehalte}} \right)$$

De PFAS-gehalten waarmee wordt gerekend zijn weergegeven in Tabel 13. Tabel 15 geeft een overzicht van de berekende wekelijkse consumptiehoeveelheden waarbij de TWI overschreden wordt.

**Tabel 15:** Overzicht van de wekelijkse consumptiehoeveelheden van wildernisvlees voor een kind van 12 kg waarbij de TWI wordt overschreden bij P50 PFAS-gehalten.

Methodiek	Wildernisvlees consumptie (g/week)	
	LB	UB
Concentratieadditie	264	106
RPF-methode	132	28

#### **Risicokarakterisatie**

Bij een risicokarakterisatie wordt de blootstellingsschatting vergeleken met de gezondheidskundige grenswaarde. In dit geval is de gezondheidskundige grenswaarde de TWI van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht/week zoals vastgesteld door EFSA (EFSA, 2020b). Voor een volwassen persoon van 60 kg komt de maximale veilige inname van PFAS's neer op 264 ng per week (4,4 ng/kg lichaamsgewicht/week x 60 kg).

Alleen PFOS was in detecteerbare hoeveelheden in wildernisvlees aanwezig. Dit betekent dat de gehalten van de som in het LB-scenario uitsluitend worden bepaald door PFOS omdat in het LB-scenario niet detecteerbare gehalten gelijk aan nul worden gesteld. De gehalten in het UB-scenario worden daarnaast bepaald door de detectiegrenzen van de analytische methode van niet detecteerbare PFAS's, het daadwerkelijke gehalte ligt tussen nul en de detectiegrens. De gehalten in het LB-scenario geven in dit geval een realistischere schatting van de innameberekening voor de risicobeoordeling aangezien de gehalten voor drie van de vier stoffen in alle monsters onder de detectiegrens liggen. Het gebruik van het LB-scenario in de risicobeoordeling kan tot een mogelijke onderschatting leiden; deze onzekerheid wordt hieronder besproken.

In Tabel 16 is voor de verschillende innamescenario's de ratio van de TWI en de berekende inname voor een volwassen persoon weergegeven. Bij een ratio > 1 wordt de gezondheidkundige grenswaarde overschreden en is een gezondheidsrisico voor de consument niet uit te sluiten. Bij deze aanpak wordt de blootstelling uit andere bronnen niet meegenomen.

**Tabel 16:** Ratio van de TWI en de berekende wekelijkse inname van PFAS's uit wildernisvlees met P50-gehalten voor een volwassen persoon van 60 kg.

Vleesconsumptie (g/week)	Concentratieadditie		RPF-methode	
	LB	UB	LB	UB
300	0,2	0,6	0,5	2,2
110	0,1	0,2	0,2	0,8

In het LB-scenario wordt de TWI bij de consumptie van grote hoeveelheden (300 gram) wildernisvlees per week niet overschreden. De hoogste bijdrage van wildernisvlees aan de maximale veilige inname van PFAS's is 50% (300 gram wildernisvlees per week, met inachtneming van de RPF's voor de concentratieberekening). De PFAS-gehalten in wildernisvlees alleen leiden dus niet tot gezondheidsrisico's voor de volwassen consument, maar de maximale veilige inname wordt wel substantieel opgevuld.

In het UB-scenario wordt de TWI alleen overschreden bij grote consumptiehoeveelheden (300 gram per week) en als RPF's worden toegepast voor de concentratieberekening. Het UB-scenario includeert de onzekerheid in de risicobeoordeling die bestaat door de mogelijke aanwezigheid van PFAS's onder de LOQ. Uit deze berekeningen kan daarom worden geconcludeerd dat lagere detectiegrenzen nodig zijn om de risico's voor hoge consumptiehoeveelheden definitief te kunnen beoordelen.

Wanneer kinderen (12 kg) wekelijks 132 of 264 gram (afhankelijk van de methode die wordt gebruikt voor het bepalen van de PFAS-concentratie) wildernisvlees consumeren wordt in het LB-scenario de TWI overschreden (Tabel 15). Deze getallen zijn gebaseerd op P50 PFAS-gehalten. Volgens de Voedselconsumptiepeiling van RIVM is de gemiddelde dagelijkse rundvleesconsumptie van 1-3 jarigen 3,3 gram per dag en de P95-consumptie 21 gram per dag<sup>39</sup>. Het is daarom aannemelijk dat een kind wekelijks 147 gram (P95 consumptiehoeveelheid van rundvlees per week) wildernisvlees kan eten. Dit betekent dat de consumptie van wildernisvlees met LB P50-gehalten mogelijk tot gezondheidsrisico's voor kinderen (12 kg) zal leiden, als de RPF-methode van RIVM voor de concentratieberekening wordt gebruikt. Uitgaande van concentratieadditie zal de maximale veilige inname voor kinderen grotendeels worden opgevuld.

Voor het UB-scenario is ook de veilige consumptiehoeveelheid van wildernisvlees met P50 PFAS-gehalten kleiner dan 140 gram, ook als wordt uitgegaan van concentratieadditie bij de concentratieberekeningen. Aangezien deze consumptiehoeveelheden realistisch zijn kan op basis van het UB-scenario worden geconcludeerd dat lagere detectiegrenzen nodig zijn om de risico's voor kinderen bij definitief te kunnen beoordelen.

#### Inname van PFAS's uit de totale Nederlandse voeding

In een advies over een Nederlandse drinkwaterrichtwaarde voor PFAS's concludeerde RIVM in 2021 dat de inname van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS uit de totale Nederlandse voeding en drinkwater de TWI van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht

<sup>39</sup> <https://statline.rivm.nl/>

per week overschrijdt (van der Aa, 2021). De overschrijding van de TWI houdt in dat de inname van PFAS's uit de Nederlandse voeding en drinkwater de TWI overschrijdt en dus mogelijk nadelige effecten op de gezondheid kan hebben. De berekeningen worden door RIVM als indicatief beschouwd omdat deze zijn gebaseerd op PFAS-metingen uit 2009. Voor een betere schatting zijn nieuwe metingen nodig. Ook uit innameberekeningen die door EFSA in 2020 zijn gemaakt blijkt dat de inname van PFAS's uit de totale voeding (voor een deel van de bevolking) te hoog is (EFSA, 2020b).

Op basis van een beperkte dataset kan voorlopig worden geconcludeerd dat wildernisvlees mogelijk meer PFAS's bevat dan regulier rundvlees (Hoogenboom et al., 2022b). De consumptie van wildernisvlees leidt in dat geval tot een hogere PFAS-inname vergeleken met regulier rundvlees.

### **Conclusie**

In wildernisvlees wordt PFOS aangetroffen en deze gehalten liggen fors lager dan de gehalten die in lever en nier worden gemeten. De gemeten gehalten in lever liggen in ongeveer de helft van de metingen boven de recent vastgestelde ML voor PFOS en/of PFNA en boven de vastgestelde ML voor de som van de vier PFAS's. In wildernisvlees wordt in tien van de 51 onderzochte dieren de vastgestelde ML voor PFOS overschreden. In lever en nier worden ook andere PFAS's aangetroffen. Over PFAS-gehalten in regulier rundvee is weinig bekend. Op basis van twaalf metingen in levers van reguliere runderen, lijkt het PFOS-gehalte in deze runderen afkomstig van uiterwaarden hoger te liggen.

Uit een beperkt aantal metingen in bodem, gras en water blijkt geen duidelijke verklaring voor de verhoogde PFAS-gehalten in wildernisvlees. Op basis van gehalten die zijn gemeten in dieren afkomstig van de uiterwaarden bij Loevestein lijken er seizoensinvloeden op het PFAS-gehalte in lever en vlees te zijn. De gehalten in vlees lagen na de zomer een factor 4 lager in vergelijking met vlees van dieren die na de winter waren geslacht.

Uit de risicobeoordeling, op basis van P50-gehalten en het LB-scenario, blijkt dat de hoogste bijdrage van wildernisvlees aan de maximale veilige PFAS inname 50% is. Hierbij wordt uitgegaan van de consumptie van 300 gram wildernisvlees per week en zijn de RPF's toegepast voor de concentratieberekening. De PFAS-gehalten in wildernisvlees leiden dus niet tot gezondheidsrisico's voor de volwassen consument. De maximale veilige inname voor kinderen (12 kg) wordt bij de consumptie van aannemelijke hoeveelheden wildernisvlees overschreden, als de RPF-methode van RIVM voor de concentratieberekeningen wordt gebruikt. Dit betekent dat de consumptie van wildernisvlees met LB P50-gehalten mogelijk tot gezondheidsrisico's voor kinderen kan leiden. Uitgaande van concentratieadditie zal de maximale veilige inname voor kinderen grotendeels worden opgevuld.

Uit berekeningen met het UB-scenario blijkt dat lagere detectiegrenzen nodig zijn om de risico's voor hoge consumptiehoeveelheden door volwassenen definitief te kunnen beoordelen. Dit geldt ook voor het innamescenario van kinderen op basis van concentratieadditie.

In deze risicobeoordeling is de inname van PFAS's uit andere bronnen niet meegenomen. Uit indicatieve berekeningen van RIVM en innameberekeningen van EFSA blijkt dat de inname van PFAS's uit de totale Nederlandse voeding en drinkwater te hoog is. Hierbij is uitgegaan van reguliere rundvleesconsumptie, de inname uit wildernisvlees is mogelijk hoger.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

PFOS-gehalten in bloed van dieren die zijn verplaatst naar een schone omgeving kan in enkele maanden tijd halveren, vooral door het verlagen van blootstelling in combinatie met groeiverdunning, en in mindere mate door uitscheiding. Ook zijn, op basis van een beperkt aantal metingen, gehalten in vlees van dieren die na de zomer geslacht zijn een factor 4 lager vergeleken met de gehalten in dieren die kort na de winter zijn geslacht.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

## Literatuur

- 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. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/etc.4835>
- Boon et al., 2014. Dietary exposure to dioxins in the Netherlands. 2014-0001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. Beschikbaar online: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0001.pdf>
- Boon et al., 2017. The intake of contaminants via a diet according to the Dutch Wheel of Five Guidelines. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM. Beschikbaar online: <http://hdl.handle.net/10029/620944>
- BuRO, 2008. Advies inzake cadmium in rundervlees. VWA/BUR/2008/48212. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, bureau Risicobeoordeling & onderzoek.
- BuRO, 2021. Signaal Handhaven NVWA 21-K1 Quick scan. Arseen in vis. Bureau Risicobeoordeling & onderzoek, Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit.
- ECHA, 2013. Services to support the assessment of remaining cancer risks related to the use of chromium- and arsenic-containing substances in Applications for Authorisation. European Chemicals Agency, Helsinki. Beschikbaar online: [https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/asernic\\_nov13\\_en.pdf/c144cc3e-bf48-d6d6-cb6a-b90ece3e4ba5](https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/asernic_nov13_en.pdf/c144cc3e-bf48-d6d6-cb6a-b90ece3e4ba5)
- ECHA, 2022. Perfluoroalkyl chemicals (PFAS) [Webpagina]. Beschikbaar online: <https://echa.europa.eu/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas> [Geraadpleegd: 18-2].
- EFSA, 2005. Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. *EFSA Journal*, 3 (11), 284. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.284>
- EFSA, 2006. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals.
- EFSA, 2009. Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal*, 7 (10), 1351. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- EFSA, 2010. Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal*, 8 (4), 1570. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- EFSA, 2011. Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal*, 9 (2), 1975. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.1975>
- EFSA, 2012. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*, 10 (12), 2985. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2985>
- EFSA, 2014. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal*, 12 (3), 3597. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3597>
- EFSA, 2015. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for copper. *EFSA Journal*, 13 (10), 4253. Beschikbaar online: <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4253>
- EFSA, 2018a. Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal*, 16 (11), e05333.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

- Beschikbaar online:  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5333>
- EFSA, 2018b. Review of the existing maximum residue levels for copper compounds according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal, 16 (3), e05212. Beschikbaar online:  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5212>
- EFSA, 2020a. Update of the risk assessment of nickel in food and drinking water. EFSA Journal, 18 (11), e06268. Beschikbaar online:  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6268>
- EFSA, 2020b. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal, 18 (9), e06223. Beschikbaar online:  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6223>
- EFSA, 2021. Statement on the derivation of Health-Based Guidance Values (HBGVs) for regulated products that are also nutrients. EFSA Journal, 19 (3), e06479. Beschikbaar online:  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6479>
- Front office, 2021. Beoordeling van de consumptie van wildernisvlees in Nederland. V/093130 Front office voedsel- en productveiligheid.
- Hoogenboom L & Traag W, 2013. Grond gerelateerde voedselincidenten met dioxines en PCB's. 2013.012. RIKILT. Beschikbaar online:  
<https://edepot.wur.nl/278864>
- Hoogenboom LAP, Leenders L & van der Weg G, 2022a. Effecten van verplaatsing van wilde runderen op de gehalten aan dioxines, PCB's en perfluoroalkylstoffen in plasma, weefsels en organen. Wageningen Food Safety Research.
- Hoogenboom LAP, Leenders L, van der Weg G & Brust H, 2022b. Contaminanten in vlees van grote grazers in Nederlandse uiterwaarden. Wageningen Food Safety Research.
- JECFA, 2011. Safety evaluation of certain contaminants in food arsenic (addendum) (pages 153 – 316).
- Minnema J, Zeilmaker M, Hoogenboom R & Notenboom S, 2021. PBK transfer model for dioxins and dioxin-like PCBs in wild cattle (Casus: Floodplains in the Netherlands): Model documentation. RIVM Letter report 2021-0149. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu.
- Notenboom S, Minnema J, Zeilmaker M, Hoogenboom R & Jeurissen S, 2021. Transfer of dioxins and dioxin-like PCBs from grass and soil to meat of wild cattle grazing in floodplains in the Netherlands. RIVM Letter report 2021-0142. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu.
- NVWA, 2019. Werkvoorschrift PM keuring en onderzoek roodvlees versie 0.3. Nederlandse voedsel- en warenautoriteit.
- 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). Series on Risk Management, 39 (ENV/JM/MONO(2018)7). Beschikbaar online:  
[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-JM-MONO\(2018\)7&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-JM-MONO(2018)7&doclanguage=en)
- RIVM, 2021. Notitie implementatie van de EFSA som-TWI PFAS. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. Beschikbaar online:  
<https://www.rivm.nl/documenten/notitie-implementatie-van-efsa-som-twi-pfas>
- SCF, 2001. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCB's in food. Update based on new scientific

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

information available since the adoption of the SCF opinion of 22nd November 2000. Europese Commissie, Brussel.  
van der Aa MH, J.; te Biesebeek, JD., 2021. Analyse bijdrage drinkwater en voedsel aan blootstelling EFSA-4 PFAS in Nederland en advies drinkwaterrichtwaarde. notitie. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026

## **Bijlage 1: zoekstrategie van de literatuurstudie**

BuRO heeft wetenschappelijke en grijze literatuur gezocht over de toxicologie van dioxines, dioxinegehalten in voedingsmiddelen en bodemgehalten in relatie tot gezondheidsrisico's voor consumenten. Aangezien EFSA eind 2018 de relevante algemene, toxicologische informatie en de gegevens met betrekking tot gehalten in voedingsmiddelen heeft meegenomen in hun opinie is dit document door BuRO als basis gebruikt. Daarnaast heeft BuRO gericht gezocht op de RIVM website over relevante documenten over dit onderwerp. Tevens heeft BuRO bij WFSR een overzicht opgevraagd over het monitoringsprogramma naar dioxines in Nederlands rundvlees.

Bij het zoeken naar literatuur over dioxinegehalten in de bodem in relatie tot gezondheidsrisico's voor consumenten is gebruik gemaakt van Pubmed en Google. Er is daarbij gebruik gemaakt van verschillende combinaties van de zoektermen: dioxins, floodplain(s), soil levels/ content, gras levels/ content, meat, milk, cattle, beef (in Google zowel in het Engels als het Nederlands gezocht). Er bleek een beperkt aantal studies beschikbaar te zijn die zijn samengevat en geduid in een RIKILT-rapport uit 2013 en dit rapport is door BuRO als basis gebruikt. Een expert van EFSA/WFSR is vervolgens geraadpleegd om na te gaan of de meest relevante literatuur over dioxines is gevonden.

Voor informatie over de zware metalen en PFAS heeft BuRO gebruikgemaakt van de meest recente EFSA-opinies over de betreffende stoffen. Hier is gericht op gezocht op de website van EFSA. Deze informatie is aangevuld met relevante bronnen die reeds in recent werk van BuRO zijn verwerkt. Voor informatie over het monitoringsprogramma naar PFAS is aanvullende informatie ingewonnen bij WFSR.

Voor algemene informatie over wildernisvlees heeft BuRO de websites van de beheerders geraadpleegd.

**Bureau Risicobeoordeling & onderzoek**

**Datum**

2 november 2022

**Onze referentie**

TRCVWA/2022/9026



## Bijlage 2: berekening vetpercentages vleesproducten

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek

### Gemengd rundvleespakket

	<b>gram vlees</b>	<b>%vet, onbereid (NEVO)</b>	<b>gram vet</b>	<b>%vet (gemiddeld)</b>
<b>Gehakt</b>	1500	16,5	247,5	
<b>worst</b>	560	14,6	81,76	
<b>biefburger</b>	400	16,5 (gehakt)	66	
<b>tartaar</b>	560	5,7	31,92	
<b>stooflap</b>	1000	9,5	95	
<b>poulet</b>	300	2	6	
<b>riblap/sukade</b>	500	9,5	47,5	
<b>schenkel</b>	300	3	9	
<b>som</b>	5120		584,68	11,42

Datum

2 november 2022

ONS referentie

TRCVWA/2022/9026

### Vlug-klaar-pakket

	<b>gram vlees</b>	<b>%vet, onbereid (NEVO)</b>	<b>gram vet</b>	<b>%vet (gemiddeld)</b>
<b>Gehakt</b>	2000	16,5	330	
<b>Biefburger</b>	1000	16,5	165	
<b>tartaar</b>	1000	5,7	57	
<b>worst</b>	1000	14,6	146	
<b>som</b>	5000		698	13,96