RISICOSCHATTING PFOA IN DRINKWATER IN HET VOORZIENINGSGEBIED VAN TWEE LOCATIES

Auteurs: B.G.H. Bokkers, J.F.M. Versteegh, P.J.C.M. Janssen en M.J. Zeilmaker (allen RIVM)

Samenvatting

Uit de risicoschatting van de blootstelling aan de stof PFOA via drinkwater blijkt dat de berekende bloedserumniveaus vanaf 1975 tot heden de veilige waarde voor PFOA in bloedserum van 89 ng mL^{-1} niet hebben overschreden. Dit betekent dat de geschatte verontreiniging van PFOA in het drinkwater op de onderzochte locaties Hendrik-Ido Ambacht en Zwijndrecht onder de veilig geachte grenswaarde voor chronische blootstelling (RIVM rapport 2016-0049) is gebleven. Hiermee heeft het drinken van kraanwater in de betreffende gebieden niet geleid tot risico's voor de volksgezondheid in deze twee voorzieningsgebieden.

Inleiding

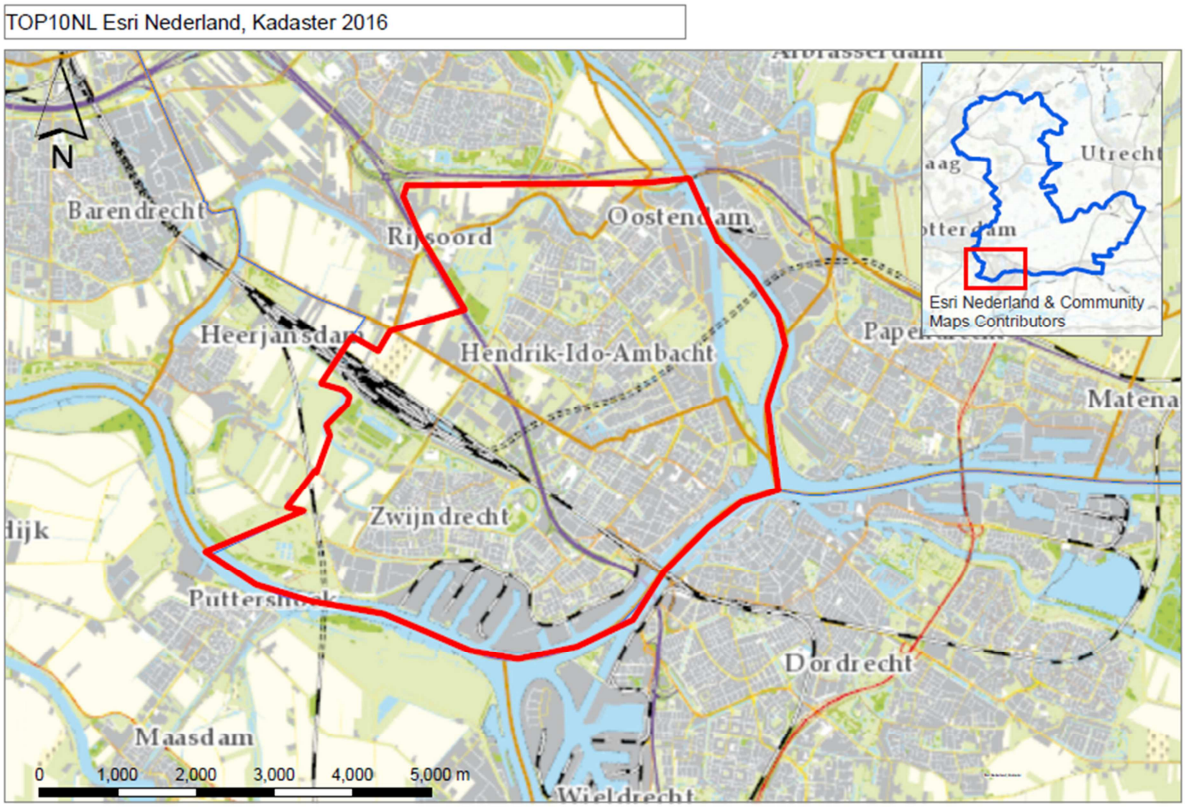
Tussen 1970 en 2012 heeft de chemiefabriek DuPont/Chemours in Dordrecht de stof perfluor-octaanzuur (PFOA) naar de omgevingslucht en het oppervlaktewater uitgestoten. Hierdoor zijn direct omwonenden van deze fabriek decennialang via de lucht aan deze stof blootgesteld.

Eenmaal in het lichaam opgenomen PFOA heeft de eigenschap dat het hier slechts heel langzaam weer uit verdwijnt. Daardoor duurt het na het beëindigen van de blootstelling enkele jaren voordat de hoeveelheid PFOA in het lichaam halveert. Als gevolg van deze eigenschap zal PFOA bij langdurige blootstelling in het lichaam ophopen (bio-accumulatie). In het bloed zal deze ophoping zichtbaar zijn in de vorm van een doorgaande verhoging van de PFOA-concentratie. Om het gezondheidsrisico van een langdurige blootstelling aan PFOA te kunnen schatten is het nodig om de mate van bio-accumulatie van de stof in het lichaam cq. in het bloedserum te bepalen over de blootstellingsperiode, om dit vervolgens met een veilige waarde te vergelijken. Voor een dergelijke risicoschatting heeft het RIVM recent een rekenmethode ontwikkeld. Deze rekenmethode is geschikt voor PFOA-blootstelling via de lucht, via de voeding, via het drinkwater of een combinatie hiervan. De methode rekent de blootstelling uit deze matrices om naar de PFOA-concentratie in bloedserum. Voor deze laatste wordt een veilige concentratie van 89 ng PFOA mL^{-1} bloedserum aangehouden (conform de afleiding door Zeilmaker et al. 2016).

Zeilmaker *et al.* (2016) beschrijven de toepassing van genoemde rekenmethode op de blootstelling aan PFOA via de lucht van omwonenden van de chemiefabriek DuPont/Chemours in Dordrecht. De voorliggende notitie beschrijft de toepassing van deze methode op de blootstelling via drinkwater dat als gevolg van de activiteiten van DuPont/Chemours met PFOA verontreinigd geraakt kan zijn.

Het gaat hierbij om de locaties Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht, weergegeven in Figuur 1. Deze locaties vallen buiten het gebied waarin oorspronkelijk de verhoogde blootstelling aan PFOA via de lucht als gevolg van de activiteiten van DuPont/Chemours is doorgerekend (Zeilmaker et al. 2016). Blootstelling aan PFOA in lucht is voor deze locaties aanzienlijk lager dan in de eerder doorgerekende gebieden, zoals weergegeven in Annex I. De achtergrondblootstelling aan PFOA via de voeding is

gering (Noorlander *et al.*, 2011). In de berekeningen voor de figuren is de blootstelling aan PFOA via de lucht en de voeding meegenomen als achtergrond bij de blootstelling via drinkwater.

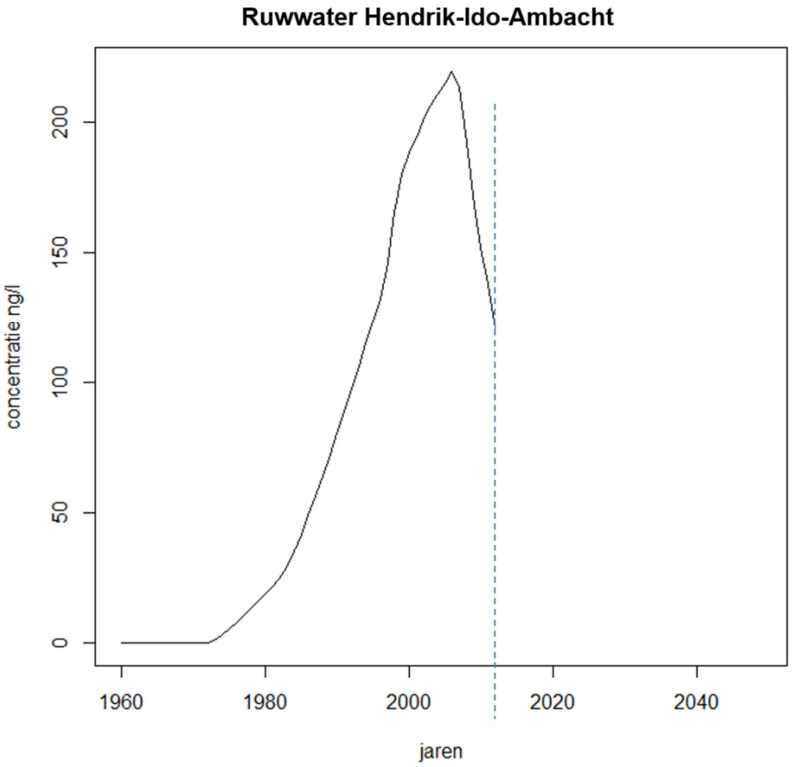


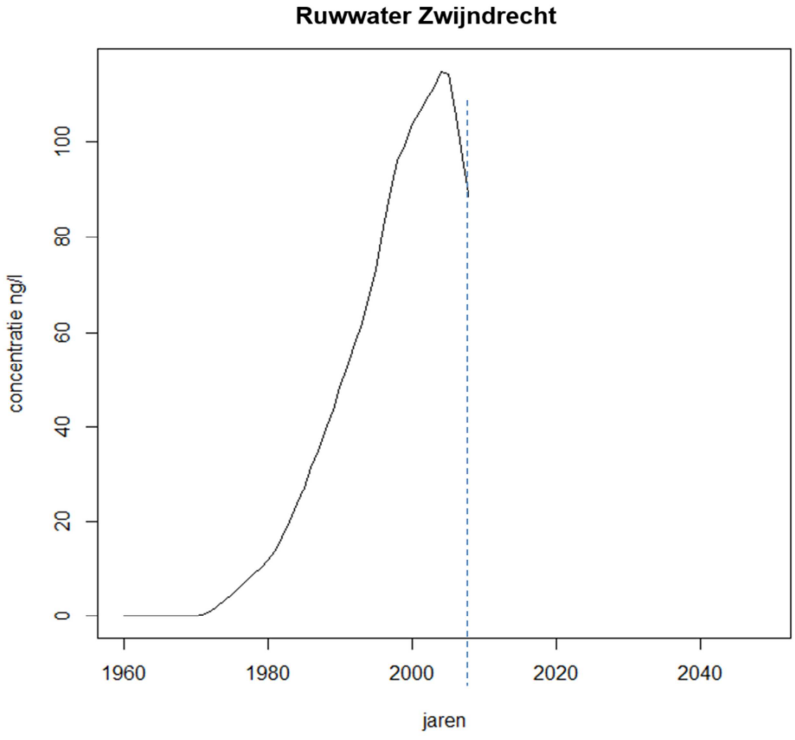
Figuur 1. Het gebied (binnen de rode contouren) waaraan het drinkwater van de productielocaties Hendrik-Ido Ambacht en Zwijndrecht is geleverd.

Risicoschatting blootstelling aan PFOA uit drinkwater

Recent heeft het drinkwaterbedrijf Oasen onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke (historische) aanwezigheid van PFOA in grondwater als gevolg van oppervlaktewater lozingen door Dupont/Chemours. Hierbij is over de periode 1960 – 2013 voor een aantal locaties de historische PFOA concentratie in de (oever)grondwaterbronnen (ruwwater) gereconstrueerd. Ruwwater is de grondstof voor de drinkwaterbereiding die tijdens de productie tot drinkwater een zuiveringsbehandeling ondergaat.

In het geval van de locaties Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht werden langjarig relatief hoge concentraties in ruwwater berekend (Oasen, 2016). Uit Figuur 2 blijkt dat de maximale concentraties ≈ 220 ng/L in ruwwater in Hendrik-Ido-Ambacht respectievelijk ≈120 ng/L in ruwwater in Zwijndrecht zijn geweest. Omdat de waarden in ruwwater boven de huidige richtwaarde in Nederland voor PFOA in *drinkwater* van 87.5 ng/L (RIVM, 2016) liggen roept dit de vraag of de mogelijke blootstelling via drinkwater, dat in de genoemde periode op deze locaties uit ruwwater is gewonnen, een gezondheidsrisico gevormd kan hebben.





Figuur 2 Het gereconstrueerde tijd-verloop van de PFOA concentratie in ruwwater op de locaties Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht (bron: Oasen, 2016).
Sinds 2013 wordt het ruwwater van Hendrik-Ido-Ambacht op een andere locatie van Oasen gezuiverd. De bronnen op de locatie Zwijndrecht zijn in 2009 gesloten.

Om deze vraag te beantwoorden zijn met de beide figuren uit Figuur 2 de overeenkomende jaargemiddelde PFOA-concentraties in ruwwater (zie Annex II) in de genoemde RIVM rekenmethode ingevoerd (Zeilmaker *et al.* 2016). Hierna is berekend welk effect dit op het tijdverloop van het gehalte van PFOA in het bloedserum van de blootgestelde personen gehad zou kunnen hebben, gerekend vanaf het begin tot het eind van de drinkwaterwinning op de twee locaties. Vervolgens is vastgesteld of de berekende PFOA concentratie in bloedserum de gestelde veilige waarde overschreden zou kunnen hebben.

Resultaten berekening risicoschatting

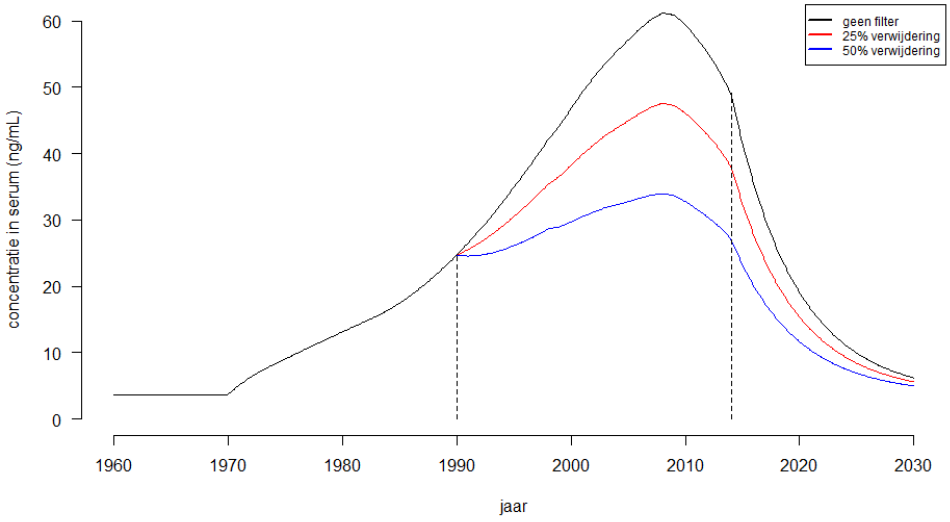
Voor de beide locaties toont Figuur 3 het tijdsverloop van de bloedserumconcentratie vanaf de ingebruikname tot de sluiting van de drinkwaterproductie. In dit verloop zijn drie opeenvolgende tijdfasen zichtbaar:

1. een aanvangsperiode waarin de blootstelling berekend is door inname van drinkwater dat uit ongezuiverd ruwwater bereid is (zwarte curve);
2. een tussenperiode waarin op ruwwater een zuivering door middel van filtratie met actief koolstof toegepast is: deze periode wordt in Figuur 3 begrensd door de beide stippellijnen; de blauwe curve tussen de stippellijnen is op basis van 50% verwijdering, de rode curve op basis van 25% verwijdering; de zwarte curve op basis van 0% verwijdering ('worst case').
3. een eindperiode waarin door sluiting van de bronnen (Zwijndrecht) en sluiting van de zuivering (Hendrik-Ido Ambacht) geen verhoogde blootstelling via drinkwater meer plaatsgevonden heeft (blauwe, rode en zwarte curve rechts van de stippellijnen).

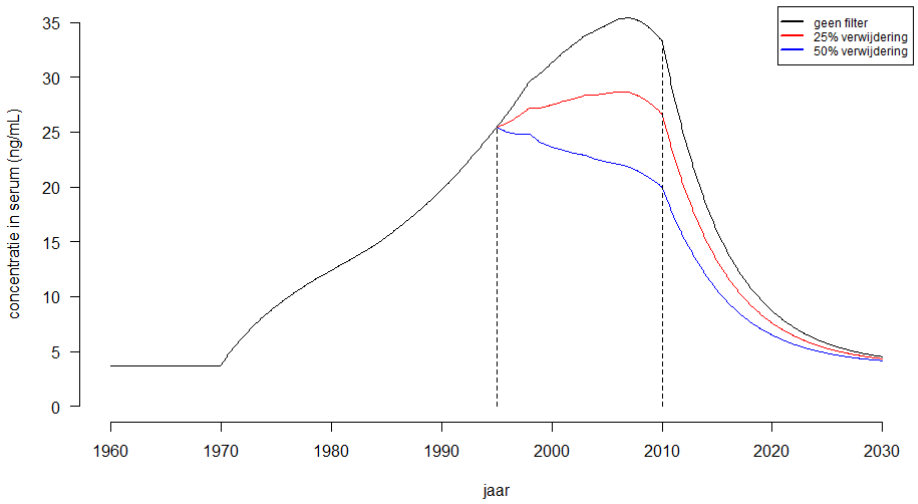
Ad 2. De tussenperiode en de verwijderingspercentages zijn gekozen op basis van gegevens verstrekt door Oasen (Oasen, 2016: tabel 1: Overzicht en kenmerken zuiveringslocaties Oasen: kolom: Actief kool sinds, en tabel 2: Concentraties PFOA in ruw- en rein water in 2016) en literatuurgegevens. Oasen gaat op basis van de literatuur (Eschauzier, 2013) en bedrijfsvoeringgegevens uit van 25-50% verwijdering van PFOA door de zuivering met actief kool filtratie in de jaren 2000 tot 2010. In de huidige zuiveringen is deze verwijdering 50%. De verwijderingspercentages (25-50%) zijn schattingen op basis van meetgegevens van PFOA uit 2016 op locaties waar actief kool is geplaatst. Voor de twee hier besproken locaties zijn geen gegevens beschikbaar omdat hier nu geen zuivering meer plaatsvindt. Omdat er maar beperkt gegevens over de verwijdering met actief koolfiltratie beschikbaar zijn en er geen gegevens voor de onderzochte locaties zijn is de onzekerheid in het verwijderingspercentage groot. Daarom is er voor gekozen een 'worst case' scenario (0% verwijdering) toe te voegen en te presenteren. Uit de literatuur over de verwijdering van perfluorverbindingen tijdens de drinkwaterproductie (Eschauzier, 2013; Eschauzier en de Voogt, 2014) blijkt dat de korte keten perfluorverbindingen nauwelijks worden verwijderd; perfluorverbindingen met langere ketens zoals perfluoroctaansulfonaat (PFOS) en PFOA worden deels verwijderd. Met toenemende leeftijd van de actief koolfilters neemt de adsorptiecapaciteit van de filters af. De betreffende stoffen worden minder goed tot niet verwijderd. Bij een zuivering staan altijd meerdere actief koolfilters van verschillende leeftijden om dit effect deels tegen te kunnen gaan. Om deze reden verwacht het RIVM dat 25-50% een realistische range is voor het verwijderingspercentage.

De berekening in Figuur 3 geeft aan dat de langjarige inname van met PFOA verontreinigd drinkwater (inclusief de blootstelling via lucht en voeding) op beide locaties vanaf 1975 tot een, aanvankelijk sterke, stijging van het PFOA gehalte in bloedserum geleid kan hebben. Weliswaar is de mate van stijging door de zuivering van ruwwater met actief koolfiltratie afgenomen (Hendrik-Ido-Ambacht: vanaf 1990; Zwijndrecht: vanaf 1995), uitgezonderd in het 'worst case' scenario, maar in absolute zin is hiermee een verdere stijging van de bloedserum PFOA-concentratie niet voorkomen. In de berekening heeft dit in Hendrik-Ido-Ambacht in 2009 tot een maximale bloedserumconcentratie tussen de 34 en 48 ng mL^{-1} geleid. Voor Zwijndrecht werd in 2008 een maximale concentratie tussen de 25 en 29 ng mL^{-1} berekend.
Door daling van de PFOA-concentratie in drinkwater – in Hendrik-Ido-Ambacht vanaf 2007 en in Zwijndrecht vanaf 2005 – dalen, zoals Figuur 3 laat zien, ook de serumspiegels van PFOA. Omdat de in de periode 1975 – 2008/2009 in het lichaam opgebouwde PFOA echter slechts langzaam hieruit verwijderd worden, kunnen de serumspiegels tot op heden licht verhoogd gebleven zijn (zie Figuur 3).
De conclusie is dat de berekende serumniveaus vanaf 1975 de veilige waarde voor PFOA in bloedserum van 89 ng mL^{-1} niet hebben overschreden, ook niet als er tijdens de productie geen verwijdering van PFOA plaats vindt ('worst case' scenario). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de geschatte verontreiniging met PFOA van het drinkwater op beide locaties geen risico's voor de volksgezondheid heeft veroorzaakt.

Hendrik-Ido-Ambacht



Zwijndrecht



Figuur 3. Het berekende tijd-verloop van de serumspiegel van PFOA na langjarige blootstelling via drinkwater + lucht + voeding op de locaties Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht.

Zwarte, rode en blauwe lijn: 0% respectievelijk 25% en 50% PFOA verwijdering bij bereiding van drinkwater uit ruwwater. Stippellijnen geven de tijdstippen waarop bij de zuivering koolfilters geplaats zijn (Hendrik-Ido-Ambacht: 1990, Zwijndrecht: 1995) en het jaar waarin de zuivering respectievelijk de bron gesloten is (Hendrik Ido-Ambacht: 2013, Zwijndrecht: 2009). De berekening wordt gedaan voor hele jaren dus tot 2014 respectievelijk 2010.

Ter vergelijking: de veilige waarde bedraagt 89 ng PFOA/mL serum (Zeilmaker *et al.*, 2016).
De berekening van de richtwaarde voor alleen drinkwater (87,5 ng/L) geldt voor een standaardpersoon van 70 kg die 2 L water drinkt per dag. Dit is de gebruikelijke aanname bij het afleiden van drinkwaternormen voor chemische stoffen. In overeenstemming met de wijze van afleiding van orale blootstellingslimieten voor PFOA is bij de absorptie van PFOA uit drinkwater uitgegaan van 100% opname.

Voor de achtergrond door blootstelling aan voeding (3.7 ng/mL) is aangenomen dat deze niet verandert in de tijd (Dit is weergegeven als het Y-intercept).

Conclusie

Uit de risicoschatting van de blootstelling aan de stof PFOA via drinkwater blijkt dat de berekende bloedserumniveaus vanaf 1975 de veilig geachte grenswaarde voor chronische blootstelling (RIVM rapport 2016-0049) in bloedserum van 89 ng mL^{-1} niet hebben overschreden. Dit geeft aan dat de geschatte verontreiniging van PFOA in het drinkwater op de onderzochte locaties geen risico's voor de volksgezondheid in de voorzieningsgebieden Hendrik Ido Ambacht en Zwijndrecht heeft veroorzaakt.

Referenties

Eschauzier C. 2013
Perfluoralkylacids in drinking water: Sources, fate and removal.
PhD thesis University of Amsterdam/IBED

Eschauzier C. en P. de Voogt. 2014
Perfluoralkylzuren in Nederlands oppervlaktewater 2008-2012.
Rapport Rijkswaterstaat.

Oasen . 2016.
Het effect van de industriële lozing van Chemours op de aanwezigheid van PFOA in (oever)grondwater .

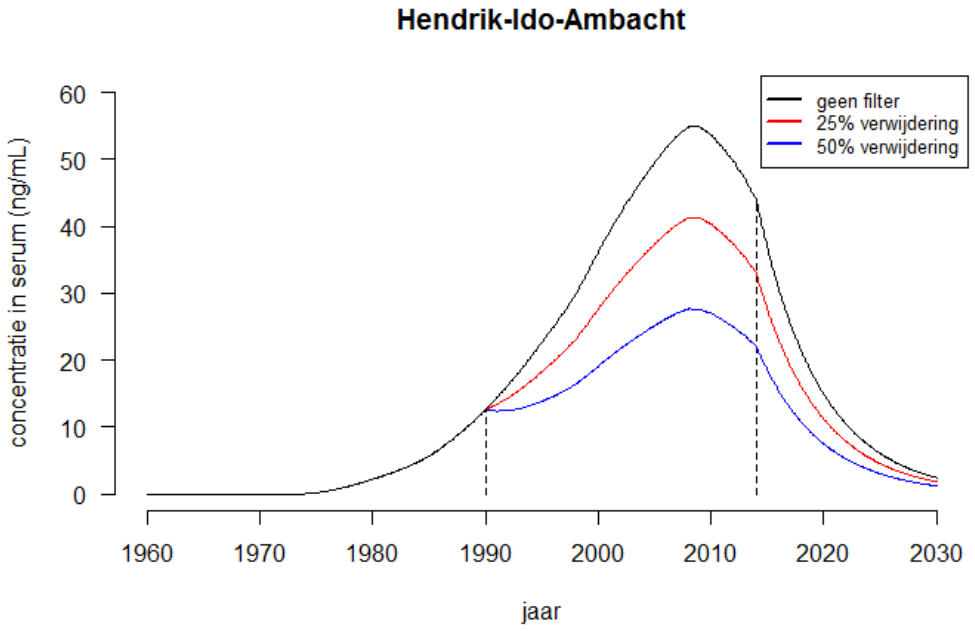
Noorlander CW, Leeuwen S van, Biesebeek J te, Mengelers MJB, Zeilmaker MJ. 2011. Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in The Netherlands. J. Agr. Food Chem., 59: 7496 – 7505.

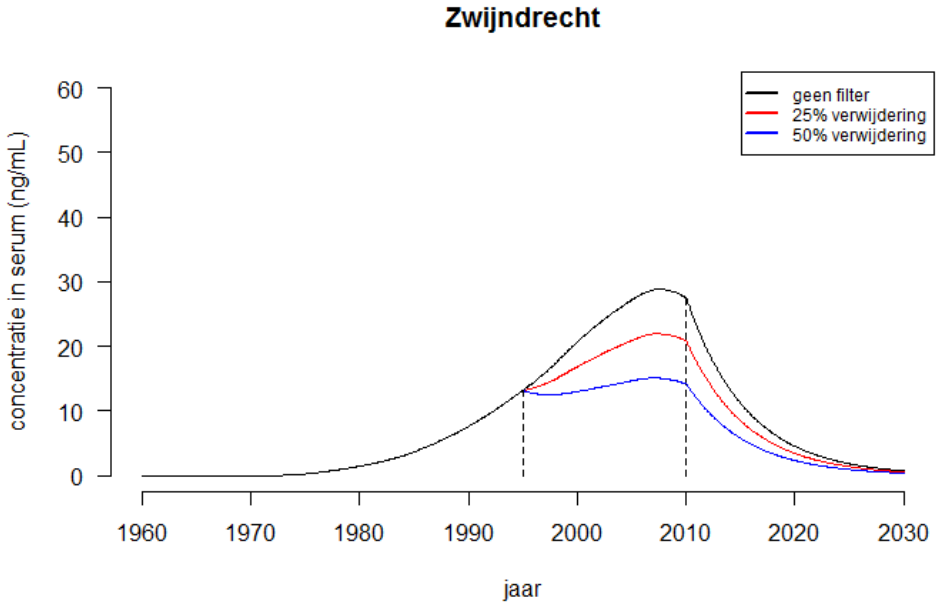
RIVM, 2016. Brief 063/2016 DMG AV/afz Advies richtwaarde PFOA in drinkwater.

Zeilmaker, MJ, Jansen P, Versteegh A, Pul A van, Vries W de, Bokkers B, Wuijts S, Oomen A, Herremans J. 2016. Risicoschatting emissie PFOA voor omwonenden. Locatie: DuPont/Chemours, Dordrecht, Nederland. RIVM rapport 2016-0049.

Annex I

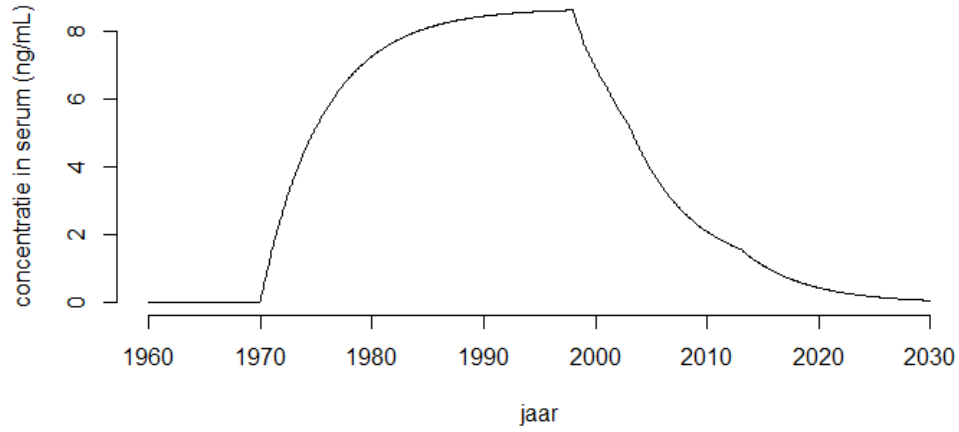
Figuren: berekening serumspiegel van PFOA na inname van alleen PFOA-houdend drinkwater of alleen lucht.





Figuur 1. Het berekende tijd-verloop van de serumspiegel van PFOA na langjarige inname van PFOA-houdend drinkwater op de locaties Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht.

Zwarte, rode en blauwe lijn: 0% respectievelijk 25% en 50% PFOA verwijdering bij bereiding van drinkwater uit ruwwater. Stippellijnen geven de tijdstippen waarop bij de zuivering koolfilters geplaats zijn (Hendrik-Ido-Ambacht: 1990, Zwijndrecht: 1995) en het jaar waarin de zuivering respectievelijk de bron gesloten is (Hendrik Ido-Ambacht: 2013, Zwijndrecht: 2009). De berekening wordt gedaan voor hele jaren dus tot 2014 respectievelijk 2010.



Figuur 2: Concentratie PFOA in bloedserum na blootstelling uitsluitend via lucht in Zwijndrecht en Hendrik-Ido-Ambacht. Maximum serum concentratie is 8.6 ng/mL.

De serumconcentraties zijn berekend voor een volwassen persoon van 1960 t/m 2030 die gedurende die periode 70 kg weegt en elke dag in Zwijndrechts lucht ademt. De concentraties PFOA in lucht worden voor de gebieden van de drinkwaterlocaties Hendrik-Ido-Ambacht en Zwijndrecht als gelijk beschouwd.

Annex II Gebruikte PFOA ruwwater concentraties (ng L^{-1})
Bron: Oasen, e-mail dd. 19-09-2016.

HIA		Zwijndrecht	
Jaar	Conc.	Jaar	Conc.
1960	0	1960	0
1961	0	1961	0
1962	0	1962	0
1963	0	1963	0
1964	0	1964	0
1965	0	1965	0
1966	0	1966	0
1967	0	1967	0
1968	0	1968	0
1969	0	1969	0
1970	0	1970	0
1971	0	1971	0
1972	0	1972	1
1973	1	1973	2
1974	3	1974	3
1975	6	1975	4,5
1976	9	1976	6
1977	11	1977	7,5
1978	14	1978	8,5
1979	17	1979	10
1980	19	1980	12
1981	22	1981	14
1982	25	1982	16
1983	30	1983	19
1984	35	1984	23
1985	43	1985	27
1986	50	1986	30
1987	57	1987	34
1988	64	1988	38
1989	72	1989	42
1990	81	1990	47
1991	89	1991	52
1992	98	1992	57
1993	108	1993	62
1994	118	1994	67
1995	126	1995	72
1996	136	1996	79
1997	147	1997	87
1998	168	1998	96
1999	182	1999	100
2000	190	2000	103
2001	196	2001	106
2002	201	2002	109
2003	207	2003	111
2004	212	2004	114
2005	217	2005	115
2006	218	2006	110
2007	213	2007	100
2008	190	2008	91
2009	165	2009	81
2010	147	2010	
2011	135	2011	
2012	118	2012	
2013	98	2013	
2014		2014	