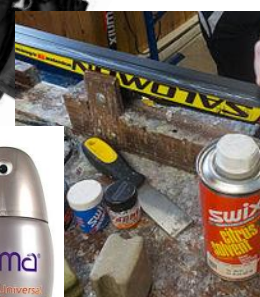
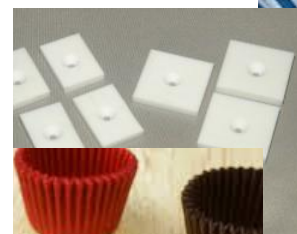
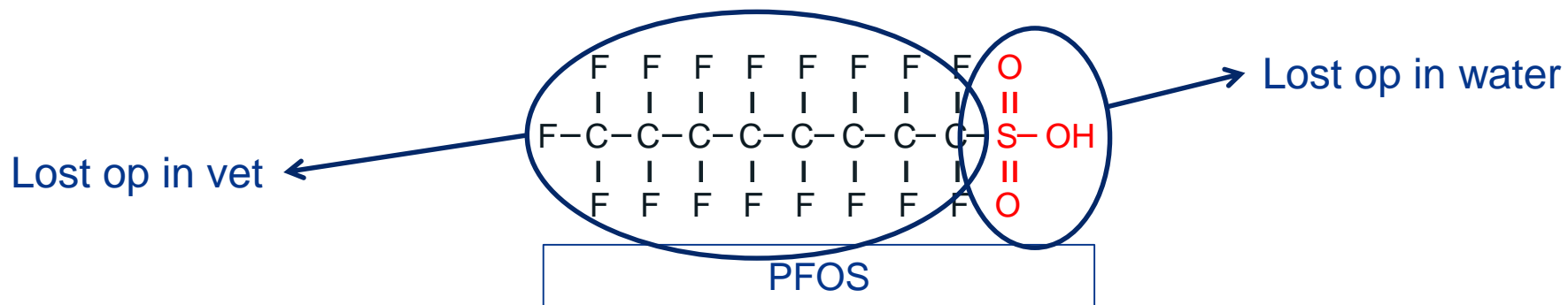


## Fluor in blusschuim & voortschrijdende wetenschap

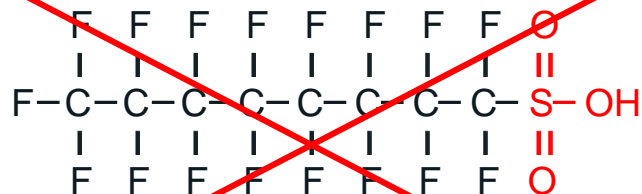
# Waar worden ze in gebruikt?



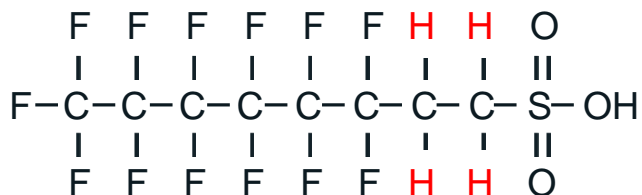
# Hoe PFASs moleculen er uit zien



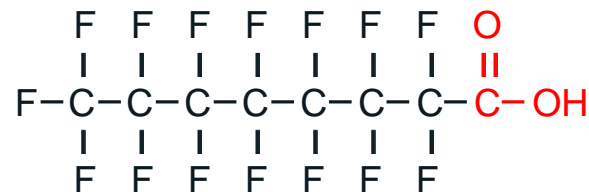
# Hoe PFASs moleculen er uit zien



PFOS

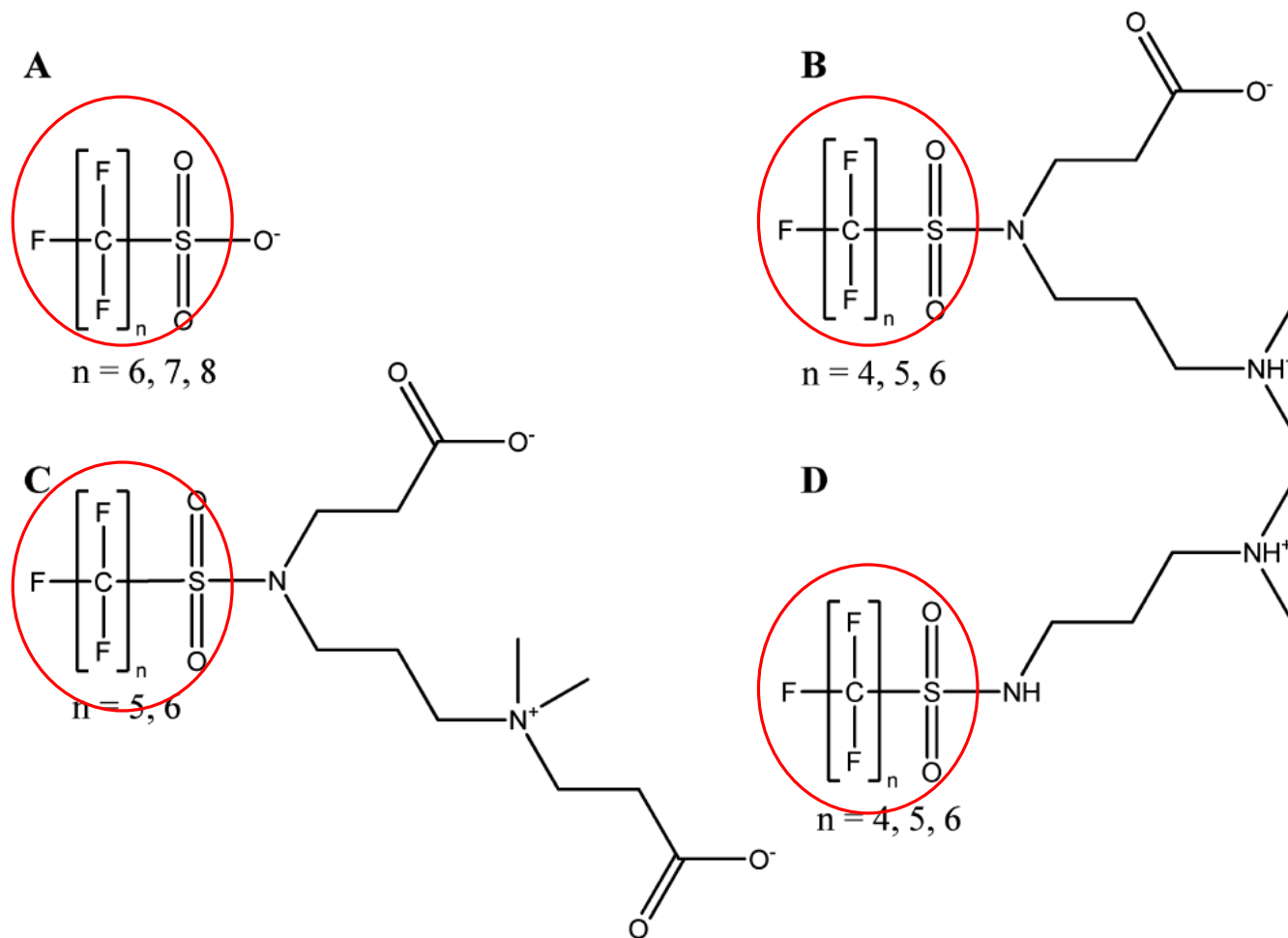


6:2 FTSA (= C6)



PFOA (= C8)

# PFASs geïdentificeerd in AFFF



*Place and Field, ES&T, 2012*

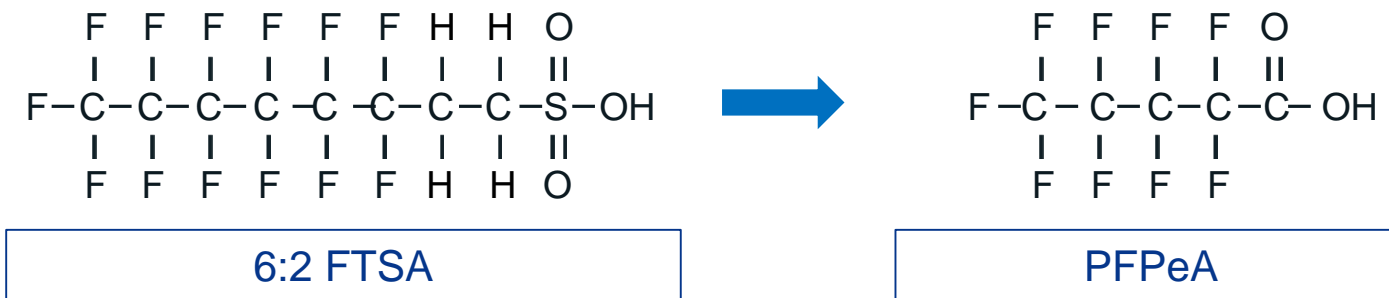
# Eigenschappen van PFASs

- Lossen op in vet **en** water
  - korte ketens meer in water
  - lange ketens meer in vet
- Worden gebruikt voor olie en water afstotende eigenschappen
- Sommige zijn vluchtig (bv. alcoholen en acrylaten)
- Zuren en sulfonaten zijn persistent (verdwijnen niet of nauwelijks uit het milieu)
- Bioaccumulatief (ophoping in mensen, dieren en planten)
- Toxisch

# Eigenschappen van PFASs

- Fluortelomeren breken af naar o.a. kortere zuren door aerobic biotransformation

b.v 6:2 FTSA → PFPeA



Niet alleen de componenten zelf die in de blusschuimen zitten kunnen schadelijk zijn, maar ze kunnen transformeren naar verbindingen die mogelijk schadelijker zijn voor mens en milieu

# Blootstelling aan PFASs





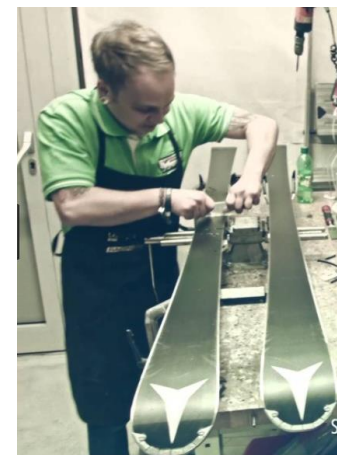
# Gevonden gehaltenes in bloed

Component	In serum (ng/mL)	Aantal	Reference
PFOA	0,11-20	505 mannen + 510 vrouwen	Stubbleski et al. 2016
PFOS	0,01-181	505 mannen + 510 vrouwen	Stubbleski et al. 2016
6:2 FTSA	0,39 – 7,89 N.D. – 18,39 N.D. – 29,94	10 mannen + 10 vrouwen 20 mannen 20 vrouwen	Loi et al., 2013 Lee and Mabury, 2011 Lee and Mabury, 2011

Voorbeeld: Onderzoek naar PFOS en PFOA in bloed van ski-waxers:

Median PFOA concentratie in bloed:

- Controle groep: 2,7 ng/mL
- Ski-waxers: 112 ng/mL



*Nilsson et al., ES&T, 2010*

# Halfwaarde tijd in serum

3M fabriek, Decatur, Alabama



n=24



n=2

→ Met pensioen tussen 1995 en 1998.

Bloedmonsters verzameld gedurende 5 jaar.

Gemiddelde begin concentraties in serum:

PFOS: 799 ng/mL (45–3490 ng/mL)

PFHxS: 290 ng/mL (6–1295 ng/mL)

PFOA: 691 ng/mL (72–5100 ng/mL)

Halfwaarde tijd in serum:

PFOS: 3.9–6.9 jaar

PFHxS: 5.8–10.6 jaar

PFOA: 3.1–4.4 jaar

*Olsen et al., EHP, 2007*

# Hoe gedragen PFASs zich in het menselijk lichaam

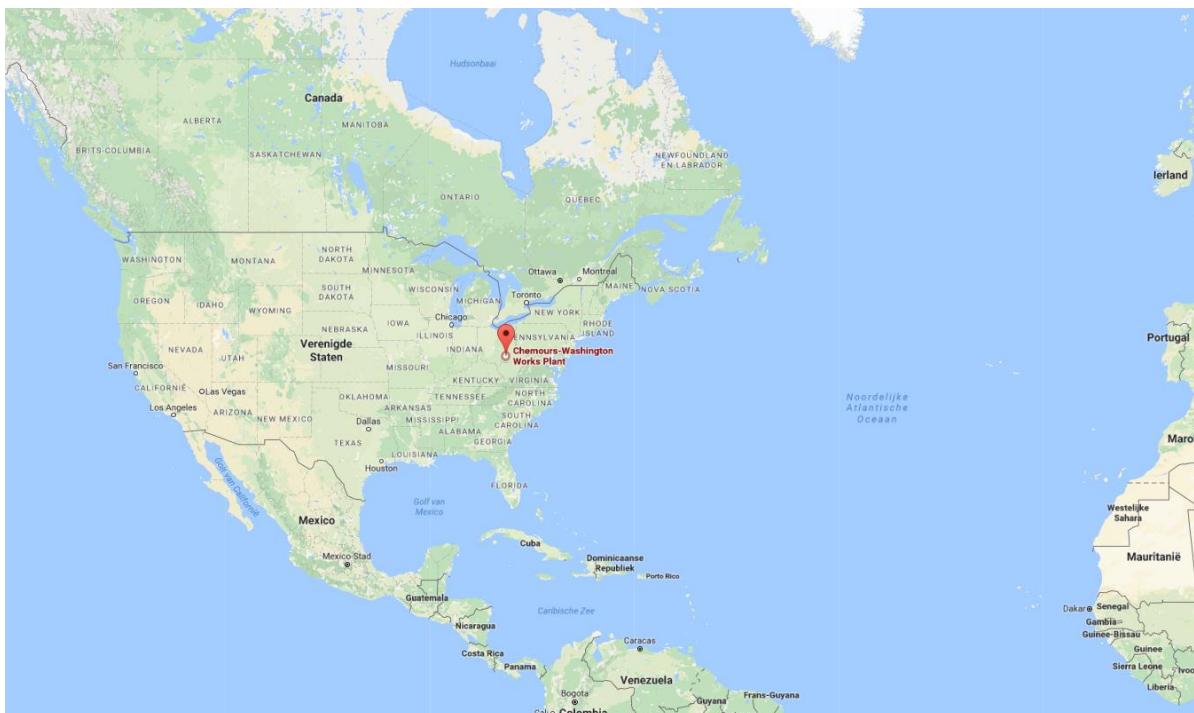
- PFOS en PFOA gaan het liefst zitten in de lever, in plasma en nieren
- PFASs verdwijnen zeer langzaam uit het lichaam via urine en ontlasting
- PFASs met een lange koolstofketen worden moeilijker uitgescheiden dan die met korte ketens.
- Halfwaarde tijd in menselijk lichaam:
  - PFOS: 8 - 9 jaar
  - PFOA: 1–3.5 jaar

*Hekster et al., Rev Environ Contam Toxicol, 2003*

# Effecten van PFASs

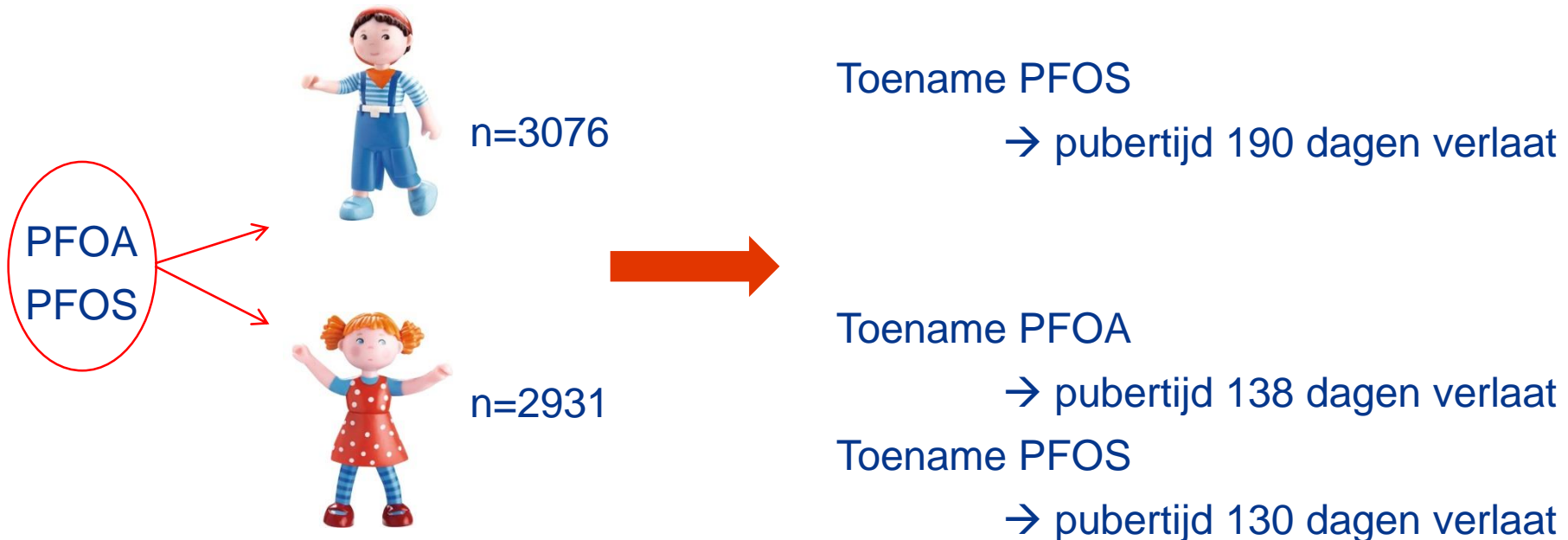
Effectstudies met mensen bijna onmogelijk!

Parkersburg, OHIO.



C8 Health project

# Effecten van PFASs (C8 Health project)



## Concentraties in serum in America

PFOA: 4.2 ng/mL

PFOS: 17.5 ng/mL

## Concentraties in serum in C8 Health project

PFOA: 28.2 ng/mL

PFOS: 20.2 ng/mL

*Lopez-Espinosa et al., ES&T, 2011*

# Effecten van PFOA (conclusies RIVM)

Het wetenschappelijke bewijs verschilt tussen de gevonden effecten

Duidelijke aanwijzingen voor verband tussen blootstelling aan PFOA en:

- Cholesterol gehalte in bloed
- Hogere concentratie leverenzym ALT in bloed
- Lager geboortegewicht

# Effecten van PFOA (conclusies RIVM)

Verder aanwijzingen voor verband tussen blootstelling aan PFOA en:

- Hogere concentraties LDL-cholesterol gehalte in bloed
- Hogere concentraties andere leverenzymen in bloed
- Hogere concentraties urinezuur in bloed
- Grotere kans op chronische darmontsteking (colitis ulcerosa)
- Zaadbal- en nierkanker
- Hoge bloeddruk tijdens de zwangerschap en zwangerschapsvergiftiging
- Verminderde toename van antilichamen in het bloed na vaccinaties
- Hogere of lagere concentraties in het bloed van schildklierhormonen en schildklierziekten

## 6:2 FTSA (= C6) (in vergelijking met PFOS en PFOA)

- 6:2 FTSA **minder** toxisch dan PFOS voor vis
- 6:2 FTSA **meer** toxisch dan PFOS voor algen
- Geen half-waarde tijden in menselijk lichaam bepaald voor 6:2 FTSA
- De ecotoxiciteit van 6:2 FTSA is in dezelfde range als PFOS en PFOA
- 6:2 FTSA wordt niet gezien als bioaccumulatief.
- Microbiologische biotransformatie van 6:2 FTSA komt voor bij **zuurstofrijke** omstandigheden
- Bij **zuurstofloze** omstandigheden vindt **geen** biotransformatie plaats van 6:2 FTSA  
→ decenia lang blijft 6:2 FTSA in grondwater dat door AFFF is vervuild.

*Field & Seow., 2017*



# Effecten van 6:2 FTSA (= C6)

Nog maar weinig studies over effecten van 6:2 FTSA op mensen bekend

Blootstelling van muizen aan 6:2 FTSA resulteert in:

- Toegenomen gewicht van de lever
- Afname van het aantal levercellen
- Leverschade

*Field & Seow., 2017*

# Fluorhoudend vervangen voor fluorvrij?

Alternatieven zelf mogen niet schadelijker zijn dan de PFASs:

→ Alternatieven kiezen op basis van gedegen onderzoek naar:

- Schadelijkheid/ toxiciteit
- Functionering:

vb. Wanneer het langer duurt voor een brand geblust is, zouden tijdens een brand meer toxische stoffen vrij kunnen komen.

Het middel moet beter zijn dan de kwaal