

# Beste beschikbare technieken voor PFAS luchtemissies

17 September 2024

**Sander Vander Aa**

Annouck Lescrauwaet

Tim Goelen

Greet Janssens

# BBT PFAS Lucht

- Beschikbaar via EMIS
  - PDF
  - iBBT (interactief online)
  - BBT-databank (raadplegen&filteren technieken)



# Scope & doelstellingen

- **Sectoroverschrijdende studie**
  - Productie PFAS
  - Industriële toepassing
  - Afvalverwerking
- Drie doelstellingen
  - Inventarisatie **bronnen (mogelijke) luchtmissies**
  - Inventarisatie **beschikbare en opkomende technieken**
  - Uitwerken kader **milieuvorwaarden, inclusief (tijdelijk) normenkader**



# Aanleiding

- 2020: EFSA opinie PFAS – sterk verlaagde toelaatbare dagelijkse inname
- PFAS crisis
  - Zwijndrecht
  - Vlaanderen
- Vlaamse toetingswaarde omgevingslucht
  - 0,4 ng/m<sup>3</sup> voor som 4 PFAS: PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA
- Voor luchtemissies nood aan
  - Kennis bronnen en geschikte technieken
  - Duidelijke regels

# Overzicht inhoud

- H1: Overzicht BBT-studie
- H2: Algemene info PFAS & milieujuridische situering
- H3: PFAS-luchtemissies & relevante sectoren en processen
- H4: Beschikbare milieuvriendelijke technieken
- H5: Selectie van de BBT
- H6: Aanbevelingen op basis van de BBT
  - Milieuvoorwaarden
  - Verder onderzoek & ontwikkeling
- H7: Technieken in opkomst

# Algemene info PFAS

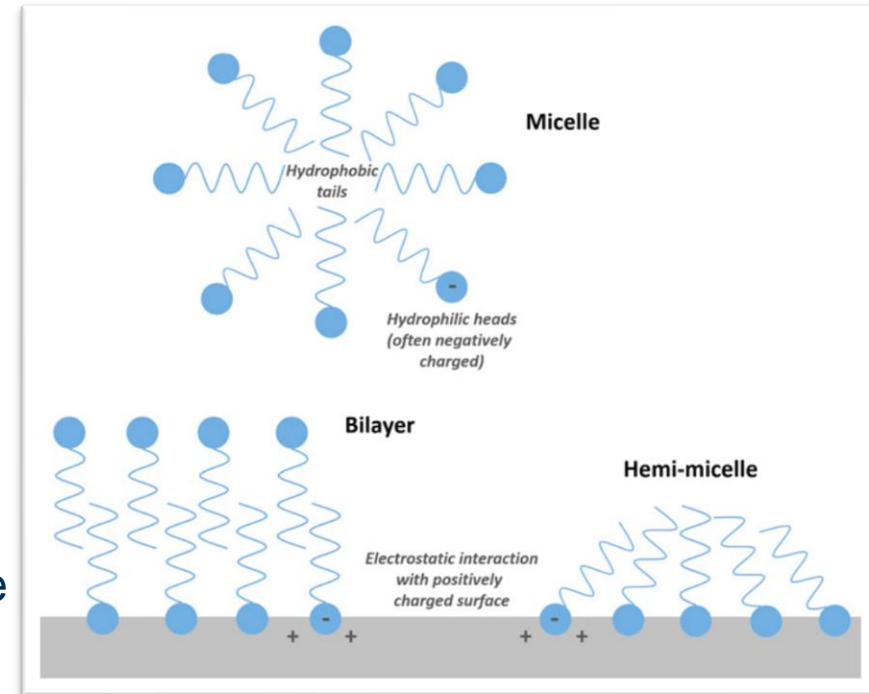
- >10.000 synthetische stoffen met één of meer C-F bindingen
  - Polymeren, bv. Teflon/PTFE
  - Niet-polymeren, bv. PFOS
- Niet/slechts gedeeltelijk afbreekbaar in milieu
  - Omzetting van precursoren naar persistente PFAS zoals perfluoralkylzuren (PFAA) of perfluorsulfonzuren (PFSA)
  - Wereldwijd verspreid
- Ernstige gezondheidseffecten, zelfs in lage concentraties
  - Kritieke effect typisch immuunverstoring (bv. 4 EFSA PFAS)

# Voornaamste toepassingen

- Vet-, vuil- en waterafstotend product/coating, vaak in veeleisende omgeving
  - bv. hoge T, corrosief, ...
- Oppervlakteactieve stof in bv. coatingprocessen
  - bv. verchromen, productie elektronica, ...
- Koudemiddelen (F-gassen) en blusmiddelen
  
- (historisch) grote diversiteit gebruiken
  - Blusmiddelen
  - Textiel
  - Papier
  - Elektronica
  - Smeermiddelen
  - Medicijnen
  - Coatings (bv. Teflon)
  - Industriële processen
  - ...

# Luchtemissies PFAS

- Grote diversiteit vluchtigheid
  - Gas-/dampvormige emissies “korte keten” componenten en bepaalde functionele groepen
    - bv. PFBA, fluortelomeeralcoholen zoals 8:2 FTOH, ...
  - Gebonden aan stofpartikels/aerosolen “lange keten” componenten
    - bv. PFOS
  - Mogelijke vorming micellen/aerosolen door oppervlakteactieve werking



Bron: ITRC



# Voornaamste sectoren luchtemissies

- Productie PFAS – chemische industrie
- Industrieel gebruik en verwerking in eindtoepassingen
  - Verchromen / galvanisatie
  - Behandeling textiel / leer & wasserijen
  - Oppervlaktebehandeling papier, verpakkingsmaterialen, printing & recycling
  - Elektronische industrie
  - Coatings en gespecialiseerde chemicaliën
  - Cosmetica
- Afvalverwerking
  - Thermisch, bv. afvalverbranding
  - Recyclage
  - Stortplaatsen
  - Reiniging tanks en vaten
- (afval)waterzuivering
- Blusschuimen
- Verspreiding via koeltorens, waterbekkens, ...

# Aanbevelingen gebaseerd op selectie BBT

Technieken  
(H4)

- Beschrijving
- Toepasbaarheid
- Milieuvoordeel
- Financieel

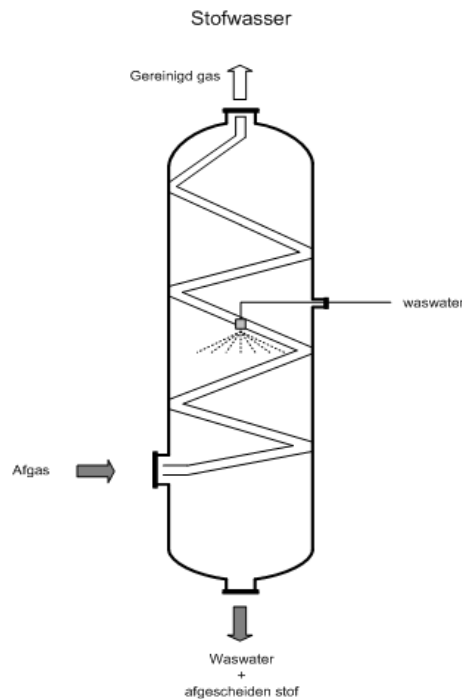
Selectie BBT  
(H5)

Aanbevelingen  
(H6)

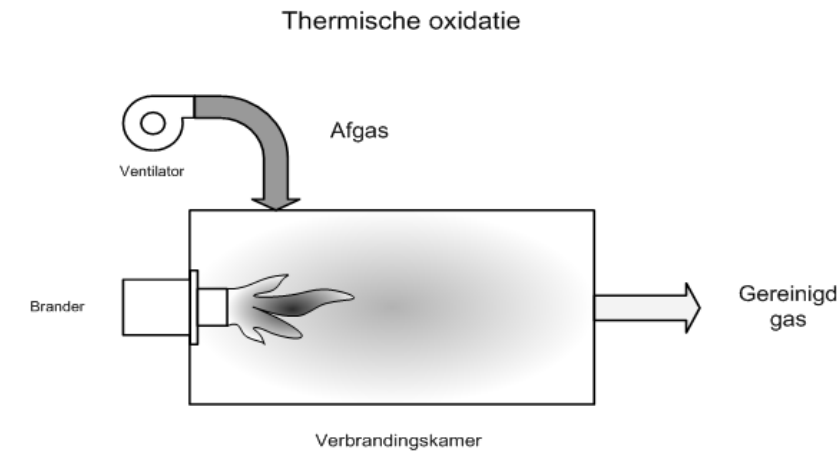
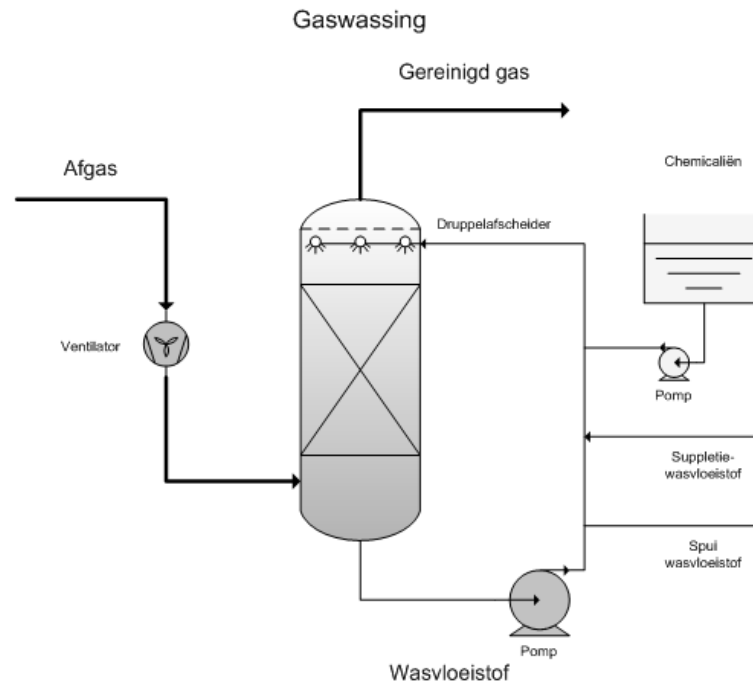
Milieuvriendelijke techniek	Technische aspecten					Milieuaspecten										BBT
	Bewezen	Algemeen toepasbaar	Interne veiligheid	Kwaliteit	Globaal - technisch	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie - elektriciteitsverbruik	Chemicaliën	Impact op de keten	Globaal - milieu	Economisch	
PFAS INVENTARISATIE	+	+	0	0	+	0	0/+	0/+	0/+	0/+	0	0/+	0/+	0/+ <sub>1</sub>	0	JA
BEPERKING VAN AANWEZIGHEID PFAS	+	- <sup>2</sup>	0	0	+/-	0	0/+	0/+	0/+	0/+	0	0/+	+	+ <sup>3</sup>	0/-	VG TG <sup>4</sup>
PROCESBEHEERSING TER BEPERKING VAN EMISSIES AAN DE BRON	+	- <sup>5</sup>	0	0	+/-	0	0/-	+	0	0/-	0/-	0/+	+/-	+ <sup>6</sup>	0/-	VG TG <sup>7</sup>
MONITORING VAN LUCHTEMISSIES	+ <sup>8</sup>	-	0	0	-	0	0	0/+	0	0/-	0	0	0	0/+ <sub>9</sub>	-	VG TG <sub>10</sub>
AFZUIGING OF EVACUATIE VAN AFGASSEN	+	+	0	0	+/-	0	0	0/+	0	0	-	0	0	0/+ <sub>11</sub>	-	VG TG <sub>12</sub>
VERWIJDERING VAN LUCHTEMISSIES DOOR ZUIVERING VAN AFGASSEN	+	+ <sup>13</sup>	0	0	+/-	0/-	0/-	+	0	0/-	-	0/-	0/-	0/+ <sub>14</sub>	-/-	VG TG <sub>15</sub>

# Zuivering afgassen

- Stofverwijdering, bv.
  - Doekenfilter
  - Platenfilter
  - Stofwasser



- Verwijdering gasvormige emissies, bv.
  - Gaswassing
  - Actief kool adsorptie
  - Condensor
  - Thermische oxidatie (naverbrander)



# Aanbevelingen milieuvorwaarden (H6)

- Enkel voorstellen voor algemene voorwaarden VLAREM, aangevuld met bijzondere voorwaarden
- Geen voorstellen sectorale voorwaarden VLAREM
  - Brede, diverse scope
  - Generieke technieken
- BBT-studie niet bindend → om te zetten in milieuvorwaarden VLAREM/vergunningen
- In H6 telkens *tekstvoorstel VLAREM* + toelichting

# Inventaris 'PFAS-risico's'

*De exploitant maakt een inventaris van gekende aanwezige en te verwachten PFAS componenten, en van activiteiten en grondstoffen/producten waar er mogelijk PFAS componenten aanwezig zijn.*

*De inventaris omvat onder andere de hoeveelheden, concentraties en gevareneigenschappen van PFAS componenten in grondstoffen, producten, bijproducten en afvalstromen, mogelijke omzettingen van PFAS componenten in toegepaste processen en activiteiten, en mogelijke emissies.*

*De mate van detail van de inventaris hangt af van de risico's voor milieu en menselijke gezondheid, de beschikbaarheid van informatie en de variabiliteit in de procesomstandigheden.*

*De inventaris wordt regelmatig bijgewerkt in functie van de variabiliteit van grondstoffen, producten en processen.*

- Inspanningsverplichting. Stoffen die niet gekend/verwacht zijn en die men ook redelijkerwijs niet behoort te kennen/verwachten, moet men niet proactief in kaart brengen.
- Actualiseer inventaris als stoffen 'opduiken' (metingen, gemeld, getraceerd, ...).
- Ook zeer beperkte concentraties (<0,1 wt%) kunnen relevant zijn
- Afhankelijk van complexiteit/risico, groepering mogelijk

# Aanwezigheid PFAS minimaliseren

*Tenzij uit de inventaris van PFAS componenten en relevante activiteiten blijkt dat er geen risico naar de omgeving is, evalueert de exploitant de mogelijkheden om het **gebruik van PFAS componenten te voorkomen, en waar dit niet mogelijk is, maximaal te beperken door substitutie** door ongevaarlijke of minder gevaarlijke stoffen.*

*Waar dit niet of slechts beperkt kan, beperkt de exploitant het gebruik van PFAS componenten zo veel mogelijk, rekening houdende met milieu-, technische en economische aspecten.*

- Alle PFAS, niet enkel zeer zorgwekkende
- Proactief, los van REACH/POP-restricties
- Inspanningsverplichting – onderdeel van minimalisatie emissies (volgende slide)

# Emissies voorkomen en minimaliseren

*Met behoud van (VLAREM II) artikels 4.4.2.1 en 4.4.2.2, en tenzij uit de inventaris van PFAS componenten en relevante activiteiten blijkt dat er geen risico naar de omgeving is, onderzoekt de exploitant de mogelijkheden voor **minimalisatie van (lucht)emissies van ZZS PFAS**.*

*Dit omvat minstens een onderzoek van:*

- technieken ter **voorkoming van emissies aan de bron**;*
- **inkapselen en afzuigen** van diffuse bronnen en **zuiveringstechnieken bij geleide bronnen** waar de emissies niet aan de bron voorkomen kunnen worden;*
- innovatieve **ontwikkelingen en substitutiemogelijkheden**.*

*Op regelmatige basis, en minstens elke vijf jaar, wordt hierover gerapporteerd aan Omgeving-GOP en aan VMM.*

- Specifiek voor ZZS (zeer zorgwekkende stoffen) PFAS
- Inspiratie NL minimalisatieverplichting – vermijdings- en reductieprogramma
- Rekening houden met afwenteleffecten (cross-media effecten)

# Welke PFAS zijn ZZS?

- Nog geen eenduidige definitie ZZS in Vlaanderen op moment van schrijven
- Voor BBT-studie:
  - Minstens **REACH art. 57 criteria**:
    - carcinogeen, mutageen of reprotoxisch categorie 1A of 1B;
    - PBT (persistent, bioaccumulerend en toxisch);
    - zPzB (zeer persistent zeer bioaccumulerend); of
    - hormoonontregelend of met PBT/zPzB eigenschappen met wetenschappelijke
    - aanwijzingen even zorgwekkende gevolgen voor mens/milieu,
  - En **andere stoffen die aanleiding geven tot even veel bezorgdheid**, zoals
    - de PMT (persistent mobiel en toxisch) en zPzM (zeer persistent zeer mobiel), hormoonontregelende klassen die recent werden toegevoegd aan CLP (zie 2.4.3.4),
    - andere criteria die in de Nederlandse (PFAS) ZZS-lijsten worden gehanteerd zijn te overwegen (namelijk EU gevaarsindeling, KRW, OSPAR, EU POP Verordening).



# ‘Vangnet’ algemene emissiegrenswaarden

*Voor (lucht)emissies van ZZS PFAS mogen de emissies volgende waarden niet overschrijden:*

- *emissiegrenswaarde **0,05 mg/Nm<sup>3</sup>** voor de som van deze stoffen*
- *vrijstellingsgrens **0,075 kg/jaar per puntbron** voor de som van deze stoffen*

*In afwijking (van dit artikel) kunnen in de omgevingsvergunning hogere emissiegrenswaarden (gedurende een bepaalde overgangstermijn) toegelaten worden.*

- Is vangnet, niet een ‘met BBT geassocieerd emissieniveau’ (BBT-GEN)!
  - Te weinig informatie over luchtemissies en technische en economische haalbaarheid van beschikbare technieken
  - Gebaseerd op NL stofklasse MVP1
- Algemene EGW, dus voor alle ingedeelde inrichtingen/activiteiten
- Noodzakelijke, maar geen voldoende voorwaarde. Aan te vullen met:
  - Minimalisatie emissies
  - Toetsing immissie- en depositiebijdrage

# Monitoring emissies

- Tenzij geen risico omgeving (inventaris)...

Wie	Wat	Frequentie**	Opmerking
Ingedeelde inrichtingen (basis)	Rapport alle PFAS emissies	Jaarlijks	Inspanningsverplichting, mate van detail hangt af van risico's
	Massabalans PFAS in process/inrichting	Jaarlijks	
	Meten relevante geleide emissies	Jaarlijks	(ontwerp)methode LUC/VI/003
- Specifieke activiteiten*	Metten geleide emissies	2-maandelijks	
- Significant risico, bv. ZZS boven vrijstellingsgrens	Beoordeling immissie	Jaarlijks	= aanvullend op jaarlijks rapport en massabalans

\* chemische productie van PFAS componenten; formuleren van mengsels met minstens 0,1 massapercent PFAS componenten; afvalverbranding; reactivatie van actief kool; verwerking of recyclage van POP-houdende afvalstoffen of bijproducten; oppervlaktebehandeling met gebruik van PFOS, PFOA, PFHxS of PFNA

\*\* De meetfrequentie kan in beide gevallen verhoogd worden in de omgevingsvergunning op basis van de immissie- of depositiebijdrage van de emissie. Indien de emissies voldoende laag en stabiel zijn, kan het schema in [VLAREM II bijlage 4.4.4](#) toegepast worden voor de aanpassing van bovenstaand monitoringprogramma

# Monitoring emissies

*De exploitant voert regelmatige monitoring uit van PFAS emissies naar de lucht. Tenzij uit de inventaris van PFAS componenten en relevante activiteiten blijkt dat er geen risico naar de omgeving is,*

- maakt de exploitant minstens jaarlijks een rapport op van alle PFAS emissies naar lucht.*
- maakt de exploitant minstens jaarlijks een massabalans van PFAS componenten in het proces of de inrichting. De mate van detail van de massabalans hangt af van de risico's voor milieu en menselijke gezondheid.*

*Geleide emissies worden gemeten volgens ontwerpmethode LUC/VI/003.  
Geleide emissies worden 2-maandelijks gemeten:*

- Bij volgende activiteiten:*

- chemische productie van PFAS componenten,*
- formuleren van mengsels met minstens 0,1 massapercent PFAS componenten,*
- afvalverbranding,*
- reactivatie van actief kool,*
- verwerking of recyclage van POP-houdende afvalstoffen of bijproducten,*
- oppervlaktebehandeling met gebruik van PFOS, PFOA, PFHxS of PFNA; of*

- Indien uit de massabalans of een eerste meting blijkt dat de PFAS emissies significante risico's inhouden. Dit is minstens het geval bij emissies van PFAS die behoren tot de zeer zorgwekkende stoffen boven de vrijstellingsgrens.*

*In deze gevallen wordt eveneens een jaarlijkse beoordeling gemaakt van de emissies ten opzichte van aanvaardbare immissieniveaus met het oog op concentraties in omgevingslucht, water en bodem, zowel op korte als lange termijn.*

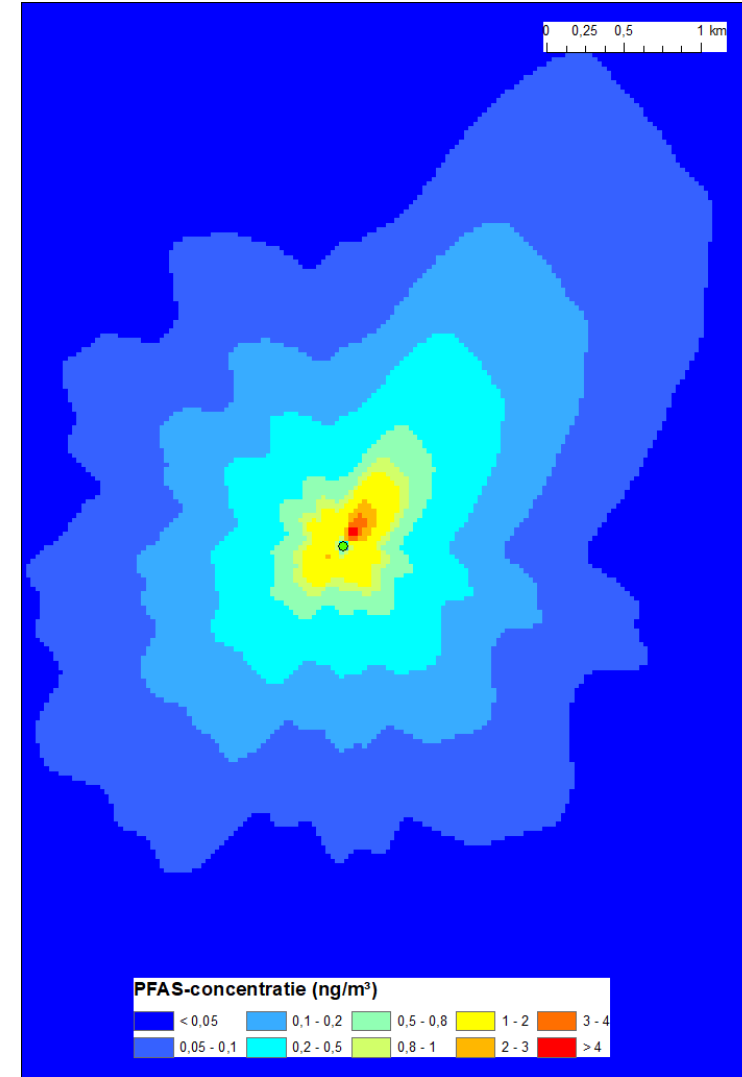
*Andere relevante geleide emissies worden jaarlijks gemeten.*

*De meetfrequentie kan in beide gevallen verhoogd worden in de omgevingsvergunning op basis van de immissie- of depositiebijdrage van de emissie.*

*Indien de emissies voldoende laag en stabiel zijn, kan het schema in [VLAREM II bijlage 4.4.4](#) toegepast worden voor de aanpassing van bovenstaand monitoringprogramma (zie VLAREM II, Hoofdstuk 4.4)*

# Tijdelijk toetsingscriterium omgevingslucht

- **'aanvaardbare' emissie** o.b.v. tijdelijke toetsingswaarde omgevingslucht (0,4 ng/m<sup>3</sup>)
  - Toetsingswaarde omgevingslucht = enkel voor 4 EFSA PFAS
  - Enkel voor blootstelling via ademhaling, niet depositie
- **Stap 1: inschatting welke emissie maximaal leidt tot 0,4 ng/m<sup>3</sup> in omgeving**
  - Tussen 0,016 kg/jaar (lage bron zonder warmte-inhoud) en 50,64 kg/jaar (hoge bron met bepaalde warmte-inhoud)
  - = 'toetsingscriterium'
- **Stap 2: beoordeling emissie**
  - Analoog aanpak beoordelingskader MER
  - Score afhankelijk van % toetsingscriterium & aanwezige concentratie omgevingslucht



# Tijdelijk toetsingscriterium omgevingslucht

Score	Emissie	Score	Score als concentratie in omgeving >80% toetsingswaarde
	≤ 1% van toetsingscriterium	0	0
	> 1% van toetsingscriterium	-1	-2
	> 3% van toetsingscriterium	-2	-3
	> 10% van toetsingscriterium	-3	-3

- Betekenis:
  - Score 0: Onderzoek naar milderende maatregelen is minder dwingend.
  - Score -1: Onderzoek naar milderende maatregelen is minder dwingend.
  - Score -2: Er dient onderzoek te gebeuren naar milderende maatregelen
  - Score -3: Er dienen in elk geval milderende maatregelen voorgesteld te worden
- Voor som van emissies van installatie
- Eerste (conservatieve) screening: alle PFAS emissies
  - Eventueel verdere verfijning toxicologische weging, nauwkeurig berekening immissie, enz.
- **Beoordeling depositie ontbreekt nog!**

# Technieken in opkomst

- Regeneratieve thermische oxidatie
- Hydrothermische liquefactie
- Pyrolyse en gasificatie
- Smoldering
- Plasmabehandeling

# Aanbevelingen verder onderzoek

- Afbakening ZZS
- Aanwezigheid PFAS in grondstoffen/producten, in lage concentraties (<0,1%)
- Instrumenten/richtlijnen voor stellen van prioriteiten en mate van detail in functie van risico's (voor inventaris, minimalisatie emissies, massabalans en immissietoetsing)
- Integratie rapportage in IMJV
- Sectorale prioriteiten of voorwaarden
- Afstemming op REACH restrictievoorstellen
- Richtlijnen/referentiewaarden voor kosteneffectiviteit PFAS verwijdering
- Verdere ontwikkeling meetmethoden, o.a. voor ultrakorte ketens
- Emissie- en verspreidingsgedrag – verder afstemmen normenkader op risico's
- Toxiciteit, o.a. voor ultrakorte ketens
- Haalbare performantie en verbetering van verwijderingstechnieken
- ...

# Zijn er nog vragen?

- [sander.vanderaa@vito.be](mailto:sander.vanderaa@vito.be)
- +32 14 33 56 71