

# Hvordan undgår vi PFAS i spildevandet?

- Få hjælp til kilder, reduktion og substitution

## Fagligt notat til tilsynsførende

# Indhold

Baggrundsinformation om PFAS.....	2
Fremstilling og anvendelse.....	4
Kilder til PFAS-forurening .....	4
Lovgivning for PFAS anvendelser.....	5
Grænseværdier i miljøet.....	6
Kommende lovgivning for PFAS .....	6
Brancher som benytter PFAS.....	7
Autoværksteder .....	8
Jern- og metalindustrien.....	9
Kemisk industri: .....	10
Gummi- og plastindustrien .....	10
Tekstil- og beklædningsbranchen.....	11
PFAS publikationer .....	12
Sikkerhedsdatablad og hvad er alternativet til brug af PFAS? .....	12
Udskiftning af PFAS-holdige produkter .....	13
Liste over udvalgte PFAS.....	13
Ordforklaringsliste .....	16

## Baggrundsinformation om PFAS

Kort fortalt dækker PFAS over en meget stor gruppe svært nedbrydelige fluorstoffer, hvoraf nogle beviseligt er og andre mistænkes for at være skadelige for mennesker og miljøet. Stofferne bruges typisk i produkter<sup>1</sup>, hvor der er funktionskrav i form af vand-, fedt- eller smudsafvisende egenskaber, produkter som bruges under tryk, høj temperatur, eller hvor der bruges kemikalier med meget høj eller meget lav pH. PFAS kan derfor findes i imprægneringsmidler, pakninger, smøremidler, formlipmidler, elektronik, maling, tekstiler, personligt beskyttelsesudstyr og mange andre produkter.

PFAS er en særdeles effektiv gruppe af kemikalier med brede anvendelsesmuligheder, hvorfor de anvendes i stort set alle brancher. Mange teknikere, virksomheder og borgere er stadig ikke klar over, hvor – og i hvor store mængder – PFAS bruges. Der er identificeret over 12.000 forskellige PFAS, som har forbindelse til produktion og anvendelse af industrielt udstyr samt produkter til professionelle og forbrugere.

På grund af stoffernes brede anvendelse og egenskaber som fx persistens, mobilitet og bioakkumuleringspotentiale kan PFAS findes så langt væk som i Arktis. Over tid kan vi risikere, at stofferne ophobes i miljøet og når et niveau, der kan have en negativ påvirkning af organismer og menneskers sundhed. Når koncentrationerne i miljøet øges, og stofferne spredes til forskellige dele af miljøet, kan PFAS ende i fødevarer og drikkevand, som er hovedkilderne til PFAS i mennesker og dyr.

PFAS anvendt i industriel produktion kan ende i spildevand via proces- og rengøringsvand, men også ved udsivning fra oplag eller ved spild og uheld. Med spildevandet ledes stofferne enten til recipient eller renseanlæg. Spildevandsforsyningernes renseanlæg fjerner ikke PFAS, hvorfor stofferne dels udledes til hav- og vandmiljøet, dels ender i spildevandsslammet. Ved udbringning af spildevandsslam på marker kan PFAS fx optages i afgrøder eller udvaskes til grundvandet (se figuren nedenfor).

---

<sup>1</sup> "Produkter" vil i dette kampagnemateriale henvise til alle stoffer, blandinger og artikler (fx komponenter) som bliver tilført i produktionen, oplagres eller tilføres det endelige produkt.

## Spredning af PFAS via spildevand

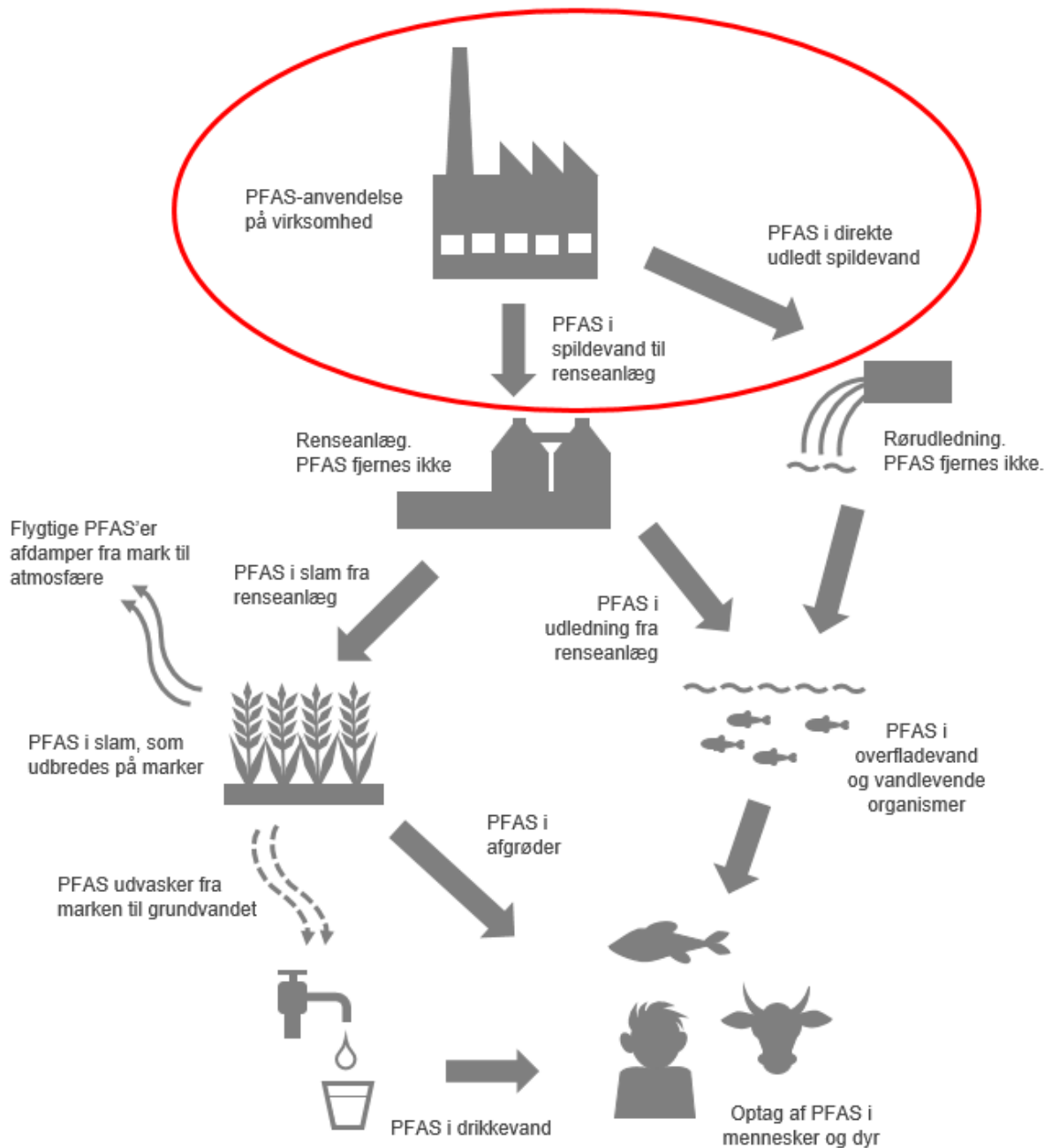


Illustration af spredningsveje for PFAS i spildevand fra en virksomhed til mennesker og dyr. PFAS kan via spildevand og spildevandsslam spredes til grundvand, luft og overfladevand. Ved indtagelse af drikkevand, afgrøder og vandlevende organismer indeholdende PFAS, kan PFAS blive optaget i mennesker og dyr.

Figur 1. Spredningsveje for PFAS via spildevand

## Fremstilling og anvendelse

PFAS fremstilles udelukkende ved kemiske processer og kan ikke dannes naturligt. Der sker ikke fremstilling af PFAS i Danmark, men anvendelsen af forskellige PFAS er meget bred, og i industrien kan man i stort set alle brancher finde brug af PFAS. Generelt vil PFAS kunne findes i elektroniske dele, pakninger, slanger eller smøremidler til industri. Desuden bruges PFAS i anvendelser, hvor man vil mindske klæbning, korrosion og forvitring (vind og vejr), samt hvor man ønsker vand-, fedt- og smudsafvisende egenskaber.

På produktionsvirksomheder kan det forventes, at PFAS tilføres grundet anvendelse af høj temperatur i produktionen (nedbrydning af fx PTFE forekommer først i mindre grad ved temperaturer omkring 400 °C), højt tryk eller under omstændigheder, hvor der bruges kemikalier med meget høj eller meget lav pH.

## Kilder til PFAS-forurening

PFAS kan spredes til miljøet ad flere veje og fra flere kilder. Grundet den store diversitet i stofgruppen og stoffernes kemiske egenskaber findes PFAS ofte i flere forskellige faser. PFAS kan optages/bindes i jord, sediment og biota, men kan også spredes over større afstande via vand og luftbårne partikler eller damp. PFAS kan fx udledes ved:

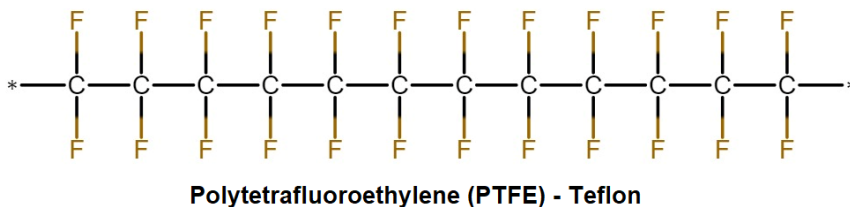
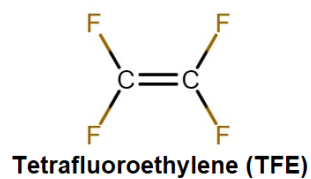
- Fremstilling af PFAS. Korte PFAS bruges fx i syntesen/fremstilling af længere polymeriske PFAS såsom PTFE (Teflon)<sup>2</sup>
- Produktion af produkter (primært kemisk industri eller brug i maskiner til produktion, fx i smøremidler og pakninger)
- Tilførsel til produkter (fx imprægnering eller anden overfladebehandling)
- Brug af produkter (fx slitage, afsmitning mm)
- Affaldsbehandling (afbrænding, deponi, spildevandsanlæg, genanvendelse eller nyttiggørelse<sup>3</sup>)

PFAS er inddelt i mange undergrupper (figur 2), men overordnet består PFAS af to hovedgrupper, nemlig de **polymeriske** og de **ikke-polymeriske** PFAS. Undersøgelser indikerer, at de **ikke-polymeriske** PFAS i flere tilfælde er skadelige for mennesker og miljø. Polymeriske PFAS består af en gentagelse af en eller flere ikke-polymeriske (monomeriske) stoffer (**Figur 2**).

---

<sup>2</sup> PFAS bliver ikke fremstillet i Danmark

<sup>3</sup> Kampagnen har til mål at identificere PFAS i industrien og omfatter derfor ikke affaldsbehandling



**Figur 2:** Figuren viser et eksempel på en monomer (TFE) og den tilsvarende polymeriske version af stoffet (PTFE). I dette tilfælde indikerer \* en uendelig fortsættelse af TFE (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>). PTFE kan derfor variere betydeligt i størrelse.

Af de **ikke-polymeriske** er de såkaldte perfluoralkyl-syrer (PFAA) de mest velundersøgte, herunder PFOA og PFOS. Høje koncentrationer i miljøet kan ofte skyldes brug af specifikke stoffer, men kan også stamme fra brugen af andre PFAS, som over tid nedbrydes til PFAA-stoffer. Mange PFAA kan stamme fra nedbrydning af fx n:2 FTOH<sup>4</sup> eller n:2 diPAP.

De **ikke-polymeriske** PFAS er ofte anvendt som forarbejdningsmidler til produktion af de **polymeriske PFAS**. Den største mængde af **ikke-polymeriske** PFAS udledes under fremstillingsprocessen af produkter, fx ved overfladebehandling, efterbehandling af metal eller ved produktion og fremstilling af plastik, maling, belægning, smøremidler eller lignende.

Af de **polymeriske** PFAS er det fluorpolymerer, der anvendes hyppigst. Den mest kendte og mest anvendte fluorpolymer kaldes for PTFE og går under varemærket Teflon (Figur 2). Foruden Teflon bruges der også store mængder af stofferne PVDF, FEP og PFA.

Fluorpolymerer vil ofte fremgå som et plastik- eller gummimateriale, men tilføres også blandinger som stabiliseringsmiddel eller tykningsmiddel (fx micropowder PTFE). Det er primært fremstilling, forkert anvendelse og affaldsbehandling af fluorpolymerer og produkter baseret på fluorpolymerer, som er problematiske, da det kan føre til udledning af **ikke-polymeriske** PFAS, som er den gruppe af PFAS, som kan udgøre en risiko for mennesker.

## Lovgivning for PFAS anvendelser

Nogle PFAS er allerede reguleret ved lov, herunder EU's kemikalielovning [REACH \(Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals\)](#) og [POP-forordningen \(Persistent Organic Pollutants\)](#). I POP-forordningen er der fastsat grænser for markedsføring og anvendelse af PFOS og derivater heraf, PFOA og PFHxS samt deres salte og beslægtede forbindelser<sup>5</sup> i stoffer, blandinger

<sup>4</sup> "n" angiver en varierende kædelængde af fuldt fluorerede kulstofatomer

<sup>5</sup> Ikke udtømmende liste over [PFOS, salte heraf og PFOS-beslægtede forbindelser](#)

Ikke udtømmende liste over [PFOA, salte heraf og PFOA-beslægtede forbindelser](#) (download "indicative list" under PFOA).

Ikke udtømmende liste over [PFHxS, salte heraf og PFHxS-beslægtede forbindelser](#) (download "indicative list" under PFHxS).

og artikler. Under REACH trådte i februar 2023 EU anvendelsesbegrænsning af C9-C14 PFCA, dets salte og beslægtede stoffer<sup>6</sup> i kraft.

Læs nærmere om de regulerede PFAS:

[Faktaark om PFOS](#)

[Faktaark om PFOA](#)

[Faktaark om C9-C14 PFCA](#)

[Faktaark om PFHxS](#)

Virksomheder er ansvarlige for at sikre, at produkter, som importeres til EU såvel som produkter produceret i EU, lever op til gældende regler. Der findes stadig tidsbegrænsede undtagelser for specifikke anvendelser for brugen af de ovennævnte PFAS. PFOS, samt derivater af PFOS, har været forbudt i EU siden 2006 (med en aktiv undtagelse<sup>7</sup>) og bør derfor ikke længere forekomme i produkter.

Den gældende regulering af PFAS dækker over større grupper af stoffer, da det også begrænser brugen af stoffer som kan nedbrydes til PFOS, PFOA, C9-C14 PFCA og PFHxS, hvilket i øjeblikket omfatter over 200 PFAS.

## Grænseværdier i miljøet

I miljøet er der fastsat kvalitetskrav og kvalitetskriterier for PFAS i drikkevand, overfladevand, jord og badevand og vejledende grænseværdier for PFAS i slam.

EU-kommissionen har i 2022 foreslået fastsættelse af miljøkvalitetskrav for summen af 24 PFAS i overfladevand (vand, sediment og biota) og grundvand. For at sikre bedre beskyttelse af miljøet, har Danmark valgt at gå foran EU og har derfor fastsat miljøkvalitetskriterier for de [24 PFAS](#) i overfladevand. Disse kriterier trådte i kraft i december 2023.

På Miljøstyrelsens hjemmeside findes en samlet oversigt over [grænseværdier i miljøet](#). PFAS der er omfattet af kvalitetskrav/kriterier for 22 og 24PFAS kan findes i afsnittet med

### Liste over udvalgte PFAS.

Ved meddelelse af tilslutningstilladelser for spildevand til offentlig kloak skal kommunerne fastsætte grænseværdier, der sikrer overholdelse af stoffets gældende miljøkvalitetskrav. Tilslutningsvejledningen indeholder redskaber, som kan støtte kommunerne i dette arbejde. Miljøstyrelsen forventer at sende en opdateret tilslutningsvejledning i høring primo 2024, hvor der vil være vejledende grænseværdier for PFOS.

## Kommende lovgivning for PFAS

Indtil nu har man primært haft fokus på at regulere stofgrupperne PFCA og PFSA (**Figur 3**) men på grund af bekymringen omkring ukontrollerede forhold ved produktion og anvendelse af PFAS, stoffernes svære nedbrydelighed samt en generel tendens til at substituere forbudte PFAS med "nye" PFAS, har Tyskland, Holland, Sverige, Norge og Danmark siden januar 2020 arbejdet på et forslag om anvendelsesbegrænsning af stort set alle PFAS i henhold til REACH, EU's

---

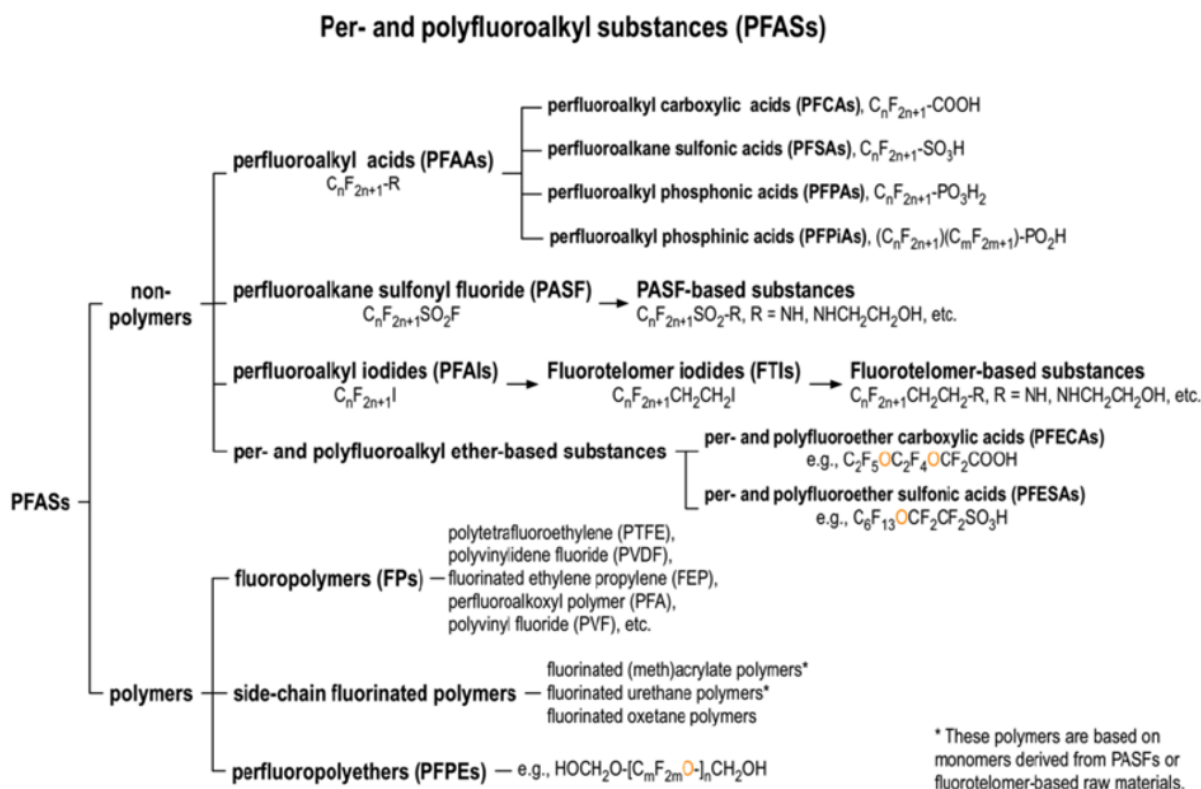
<sup>6</sup> [Ikke udtømmende liste over C9-C21 PFCA](#) (kun C9-C14 er reguleret i produkter på nuværende tidspunkt).

<sup>7</sup> Hvis den mængde, der frigives til miljøet, minimeres, tillades fremstilling og markedsføring indtil den 7. september 2025 til anvendelse som dughindrende middel ved ikke-dekorativ hårdforkromning (VI) i lukkede systemer.

kemikalielovgivning. Forslaget er den 13. januar 2023 indsendt til EU's Kemikalieagentur og forventes at træde i kraft om få år.

Desuden arbejdes der på EU-regulering af PFHxA samt PFAS i brandslukningsskum. I Danmark indføres fra januar 2024, et nationalt forbud mod import, salg og anvendelse af PFAS-holdigt brandslukningsskumkoncentrat på brandøvelsespladser.

På Miljøstyrelsens hjemmeside kan du finde en [oversigt over gældende lovgivning og forventet ikrafttrædelse af ny lovgivning](#).



**Figur 3: Figuren viser en oversigt over PFAS-familien, som er opdelt på baggrund af stoffernes kemiske struktur. Kilde: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2015. Working Towards a Global Emission Inventory of PFASs: Focus on PFCAs – Status Quo and the Way Forward. Paris: Environment, Health and Safety, Environmental Directorate, OECD/UNEP Global PFC Group.**

## Brancher som benytter PFAS

Som tidligere nævnt har de brede anvendelsesmuligheder resulteret i, at PFAS benyttes i stort set alle industrielle brancher. I tidligere kortlægninger har man fundet frem til, at følgende brancher benytter PFAS:

- Forkromningsindustri
- Tekstil- og læderindustri
- Rensier
- Malings-, lak- og limindustri
- Træ- og møbelindustri



- Kemisk industri
- Emballageproducenter (impregnering, også af fødevareemballage)
- Bilindustri, herunder autoværksteder og vaskehaller
- Elektronikindustri
- Jern- og metalindustri
- Gummi- og plastindustri
- Grafisk industri/trykkerier

Informationerne i dette materiale om brancheanvendelser består primært af informationer fra:

- [Regionernes håndbog](#)
- [Regionernes videncenter for Miljø og Resourcer](#)
- [Miljøstyrelsens kortlægning af brancher, der anvender PFAS](#)
- forslaget til [Anvendelsesbegrænsning af alle PFAS](#) (I Annex A, kan man finde PFAS anvendelser)
- [Nordisk Ministerråd](#) og
- [Glüge et al., 2020](#).

Miljøstyrelsen foreslår, at tilsynskampagnen omfatter fem specifikke brancher, som kan være potentielle forureningskilder. De fem brancher udgør:

- Autoværksteder
- Jern- og metalindustrien
- Kemisk industri
- Gummi- og plastindustrien
- Tekstil- og beklædningsindustrien.

PFAS kan dog forekomme i mange brancher; derfor bør dette materiale ikke nødvendigvis begrænses til de fem udvalgte brancher. Herunder kan du læse nærmere om de fem brancher, og hvor PFAS kan findes i disse brancher. Udvalgte PFAS er nævnt ved hver branche, men der findes langt flere PFAS, som også anvendes, men hvor man har mindre kendskab til de specifikke stoffer og deres anvendelse.

## **Autoværksteder**

På autoværksteder vil man kunne forvente at finde rester af PFAS i bilens karosseri, da fremstilling ofte foretages ved brug af forme, hvor der kan bruges PFAS som frigivelsesmiddel. Yderligere kan maling, belægning, bil-indpakning, voks, poleringsmidler og andre bilplejeprodukter også indeholde PFAS. Inde i bilen vil PFAS kunne findes i forbrændingsmotoren, hvor det kan anvendes som belægning, smøremiddel og i diverse pakninger (såsom O-ringe), men også i lithium-ion batterier. PFAS bruges også som belægning i partikelfilterslanger, køleslanger og i ventilationssystemer. Desuden vil PFAS i visse tilfælde kunne findes som impregnering af tekstiler i transportmidler eller i arbejdstøj.

PFAS anvendelser kan derfor fx forekomme i:

- Karosseri
- Bilplejeprodukter
- Motoren (pakninger og smøremidler)

- Batterier
- Ventilationssystemet
- Tekstiler

I autoværkstedesbranchen vil der være stor bredde i brugen af PFAS. Størstedelen vil være polymerisk PFAS såsom fluorpolymerer (fx PTFE, PVDF, FEVE) eller perfluoropolyæter. Denne type af PFAS bruges primært i belægning, smøremidler og pakninger, men kan også bruges i batterier. Desuden bruges der fluorerede gasser (også kaldet F-gasser) i bilers kølesystem (fx R1234yf (tetrafluoropropene), R134a (1,1,1,2-tetrafluoroethane), R407C [blend of R-32 (difluoromethane) og R-125 (pentafluoroethane))). I bilens polstring eller i arbejdstøj vil der primært anvendes sidekædefluorerede polymerer (se afsnit om

Tekstil- og beklædningsbranchen).

I forbindelse med rengøring eller rensning af biler, vil PFAS desuden kunne findes i rengørings- eller poleringsmidler. I rengøringsmidler kan der blandt andet findes forskellige kædelængder af diPAP eller N-ethyl perfluoroalkane sulfonamido acetate (sulfonamider), og ved dughindrende midler bruges FTOH af varierende kædelængder. Flere af disse stoffer er forbudte at anvende, indgår i miljøkvalitetskriterier, eller kan nedbrydes til stoffer som indgår i miljøkvalitetskriterierne (**Table 1**). Vær opmærksom på, at svanemærkede bitlejeprojekter ikke må indeholde PFAS.

Det formodes, at den primære udledning af PFAS fra autoværksteder sker fra smøremidler, men det kan også være fra andre blandinger såsom rester af lak, voks, rengøringsmidler, maling og belægninger ved finish, som spildes og/eller skylles bort.

## Jern- og metalindustrien

I jern- og metalindustrien bruges PFAS som overfladebehandling af metal (galvanisering) og som frigørelsesmiddel (formslipmiddel). PFAS vil desuden ofte være tilsat arbejdstøj grundet stoffernes smudsafvisende og flammehæmmende egenskaber.

PFAS benyttes også som befugtningsmiddel/røgdæmpende middel til at mindske overfladespænding i belægningsvæsker og mindske aerosolfrigivelse. I dag anvendes stoffer såsom 6:2 FTS. En stor del af PFAS i jern- og metalindustrien stammer fra forkromning. Det tilføres forkromningsbade for at mindske kromdampe. PFAS bruges også i pakninger, slanger, ventiler og inliners til tanke.

I metalindustrien kan PFAS desuden bruges i lodning, hvor PFPE (polymeriske PFAS) bruges som et varmeoverførselsmedium eller som flux- eller flusmiddel i loddepasta, der hjælper til en bedre binding.

PFAS anvendelser kan derfor fx forekomme i:

- Overfladebehandlingsmidler
- Formslipmidler
- Arbejdstøj
- Forkromningsbade
- Loddepasta

I forkromningsindustrien anvendes oftest stoffer som 6:2 FTS, PFBS eller kalium salte af PFHxS, er omfattet af gældende kvalitetskriterier (**Tabel 1**), men fluorpolymererne, PTFE og PVDF anvendes ligeledes. Det forventes, at den primære anvendelse vil være i kemikaliebad til finish og i maskiner, som håndterer forkromningsprocessen, hvor tilsætning af diverse blandinger kan føre til spild, som skylles bort. Efter belægning renses produkter, hvor der også kan forventes rester af PFAS, og håndtering af det overskydende væske kan føre til udledning af PFAS.

Andre PFAS, som også anvendes i industrien ved metalbelægning, er F-53B, PFPA's og fluorerede sulfonaminer af forskellige kædelængder ([Annex A, PFAS begrænsningsforslaget](#)),

Læs mere om galvanisering og forkromning i [regionernes branchebeskrivelse](#) og [i en publikation om industrien fra USA](#).

### **Kemisk industri:**

I kemisk industri bliver PFAS blandt andet brugt til/i belægning, imprægnering, maling, rengøringsmidler og smøremidler (både tykt- og tyndtflydende). Det er med til at mindske korrosion, overfladespænding og sikre renheden af de kemiske produkter. Fluorpolymerer bruges i kemisk industri grundet stoffernes kemiske resistens og mekaniske- og termiske egenskaber. Fluorpolymerer bruges blandt andet i belægning til varmevekslere, pumper, tanke, reaktionsbeholdere, autoklaver, rør og armaturer. Baseret på affaldsmængder, er kemisk industri en af de brancher, som har den største anvendelse af fluorpolymerer.

PFAS anvendelser kan derfor fx forekomme i:

- Råvarer
- Hjælpesoffer i blandinger
- Overfladeaktive stoffer
- Belægning af materiale som kommer i kontakt med kemiske blandinger
- Smøremidler og pakninger som anvendes i produktionen

Der vil i mange af de ovenstående anvendelser bruges PTFE eller PCTFE. I Danmark fremstiller man ikke PFAS, men der kan forekomme rester af produktionskemikalier i fluorpolymerer. Perfluoroalkylæter (PFAEs) såsom HFPO-DA, ADONA og Cl-PFESAs bliver blandt andet brugt i fremstilling af fluorpolymerer og vil derfor kunne forekomme som rester i produkter som fluorpolymerer. Desuden bruges ADONA, et substitueringkemikalie til PFOA og én PFECA ammoniumsalt som et emulgeringsmiddel.

Der kan dog også forekomme anvendelser af flere PFCA, herunder de regulerede C9-C14 PFCA, da de blandt andet kan findes ved formulering af andre PFAS, såsom C6-forbindelser. Desuden har man brugt ammoniumsalte af PFOA (APFO) og C9-PFCA til fremstilling af termoplastik såsom PVDF.

Desuden har ammoniumsalte af PFNS og PFDS været brugt i overfladeaktive stoffer og produkter, samt polerings- og plejemidler. I rengøringsmidler, er der også fundet brug af kalium salte af perfluorerede sulfonaminer. Flere af ovennævnte stoffer er omfattet af gældende miljøkvalitetskriterier (**Tabel 1**)

Den største forurening vil forventeligt forekomme ved spild, lækage og udvaskning.

Læs mere om kemisk industri i [regionernes branchebeskrivelse](#)

## Gummi- og plastindustrien

I gummi- og plastindustrien kan PFAS f.eks. findes som et formslipmiddel. Herved undgås deformitet og slitage ved frigivelse af produktet fra produktionsforme (fx ved produktion af dæk), da de sikrer lav overfladespænding. Desuden bruges fluorpolymerer (fluoroelastomerer og fluorothermoplastik) som forarbejdningsmiddel til behandling af polyethylen og polypropylen.

Andre anvendelser af PFAS er i emulgeringsmidler/surfaktanter, skumreguleringsmidler, opskunningsmidler, ætsning af plastik (etching) og blødgørere.

PFAS anvendelser kan derfor fx forekomme i:

- Formslipmiddel
- Blandinger til forarbejdning af plastik
- Midler til håndtering/formning af plast

PFAS kan potentielt frigives ved opbevaring og håndtering af produkterne samt frigivelse fra støbeforme. Det vil formodentligt primært være ved spild eller udvaskning, at PFAS kan føres til spildevandet.

I denne industri vil man formodentligt kunne finde anvendelse af bl.a. PFBS, 6:2 FTS, PFHxS, PTFE eller FKM. Flere af disse stoffer er omfattet af gældende miljøkvalitetskriterier (**Tabel 1**)

Læs mere om gummi- og plastindustrien i [regionernes branchebeskrivelse](#)

## Tekstil- og beklædningsbranchen

Inden for tekstil- og beklædningsbranchen findes der også stor anvendelse af PFAS. Der bliver brugt PFAS i tøj, men også til polstring af møbler. I denne branche anvendes PFAS på grund af stoffernes vand- og smudsafvisende egenskaber. Ved fremstilling af regntøj vil der i nogle tilfælde være anvendt en fluorpolymermembran (fx PTFE), mens der vil være anvendt en belægning/imprægnering bestående af sidekædefluorerede polymerer. Non-polymerer benyttes ikke i produkter, men nærmere som forarbejdningsmiddel ved fremstilling af sidekædefluorerede polymerer, hvor de kan forekomme som urenheder.

I tekstil- og beklædningsbranchen er det primært fluorpolymerer og sidekædefluorerede polymerer, som bliver anvendt, og den største udledning kan forventes fra imprægnering af tekniske tekstiler eller forbrugertekstiler. Det vil derfor kunne forventes, at der kan findes større koncentrationer af PFAS omkring imprægneringsstationer. Udledning vil formodentligt stamme fra spild, lækage eller udvaskning. Desuden kan en kilde til PFAS også være renseserier, hvor genimprægnering eller rensning kan føre til udledning af PFAS.

PFAS anvendelser kan derfor fx forekomme i:

- Membraner
- Imprægneringsmidler
- Tekstilrensemidler
- Rengøringsmidler

Der vil primært være tale om brugen af C4- til C6-flourforbindelser. Det kan være PFBS eller PFHxS, men også 6:2 og 8:2 diPAP samt 6:2, 8:2 og 10:2 FTOH, hvoraf flere er forbudte at anvende og er omfattet af gældende miljøkvalitetskriterier (**Tabel 1**). Det vil være sandsynligt, at man lettere kan finde de mindre (molekyl størrelse) og dermed mere flygtige PFAS i spildevand,

men der kan også forekomme stoffer med en længere kædelængde. Rengøringsmidler til tæpper og møbler kan indeholde stofgrupperne PFPAs og PFPiAs (indeholder fosforsyre som funktionel gruppe), hvor PFPiAs kan omdannes til PFCA.

Læs mere om tekstil- og beklædningsbranchen i [regionernes branchebeskrivelse](#) og i en [publikation om industrien fra USA](#).

## PFAS publikationer

Der bliver løbende udarbejdet publikationer om PFAS. Herunder er givet eksempler på, hvor der kan findes oplysninger om anvendelser af PFAS i flere brancher og produkter.

[Building a better world](#) – publikation om PFAS i byggeprodukter og alternativer til disse PFAS.

[Per- and Polyfluoroalkyl Substances and Alternatives in Coatings, Paints and Varnishes \(CPVs\)](#) - rapport om alternativer til PFAS-holdige belægninger, malinger og lakker.

[THE COST OF INACTION A socioeconomic analysis of environmental and health impacts linked to exposure to PFAS](#) – samfundsøkonomisk analyse af miljø- og sundhedspåvirkninger.

[Håndbog om undersøgelse og afværge af forurening med PFAS-forbindelser](#)

[Regionernes Videnscenter, Branchebeskrivelser](#)

[Annex XV report \(forslag til begrænsning af PFAS\)](#) – indeholder information om anvendelser, udledning og alternativer mm.

[PFASs and alternatives in food packaging \(paper and paperboard\): Report on the commercial availability and current uses](#)

[Nordisk Ministerråd – Per- og polyfluoralkylæter, fremstilling og anvendelse](#)

## Sikkerhedsdatablad og hvad er alternativet til brug af PFAS?

Det er de færreste PFAS, der vil fremgå af sikkerhedsdatabladet, hvilket skyldes, at der kun er krav til at oplyse om indhold af PFAS i et produkt, hvis stoffet er klassificeret som farligt i henhold til CLP-forordningen Regulation (EC) No 1272/2008 (klassificering, mærkning og emballering). Det er muligt at finde indholdsstoffer under punktet ”**Sammensætning/oplysninger om indholdsstoffer**”<sup>8</sup>.

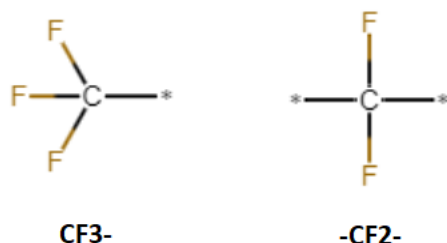
Stofnavnet vil ikke nødvendigvis kunne indikere, om det er PFAS. Det er derfor nødvendigt at bruge definitionen af PFAS til at identificere, om et givent produkt indeholder PFAS. PFAS er defineret som alle stoffer, der indeholder en fuldt fluoreret methyl- (CF<sub>3</sub>-) eller methylen- (-CF<sub>2</sub>-) gruppe – som ikke er bundet til hverken H/Cl/Br/I. Fuldt fluoreret betyder, at alle hydrogen atomer bundet til kulstof, er udskiftet med fluor (**Figur 4**). Det er derfor muligt at søge på stoffernes CAS-nummer og se, om de indeholder en CF<sub>3</sub>- eller CF<sub>2</sub>-gruppe. Hvis det ikke er muligt at identificere PFAS gennem sikkerhedsdatabladet, kan det i nogle tilfælde være muligt at identificere det ud fra stofnavnet, hvis det eksempelvis indeholder, ”fluoro”, ”perfluor” eller

---

<sup>8</sup> I blandinger, frem for rene stoffer, kan der være tilfælde hvor klassificerede PFAS ikke fremgår. Dette skyldes, at der er en afskæringsgrænse for, hvor store dele af produktet som skal indeholde et klassificeret stof, for at det skal fremgå af sikkerhedsdatabladet

”polyfluor”. Det er meget sandsynligt, at fluoro i et stofnavn indikerer, at produkter indeholder PFAS, men der kan være tilfælde, hvor det ikke er PFAS. Fx er fluor i tandpasta ikke PFAS.

Hvis man ikke kan vurdere, om produktet indeholder PFAS, kan det være nødvendigt at forhøre sig hos sin leverandør eller producenten af produktet. Her er det vigtigt at spørge ind til, om produktet indeholder stoffer med en CF<sub>3</sub>- eller CF<sub>2</sub>-gruppe, da der stadig er mange, som ikke er bekendt med, hvilke kemiske forbindelser, PFAS dækker over.



**Figur 4.** Figuren forestiller en fuldt fluoreret metyl og metylen-gruppe, hvor \* indikerer ethvert element eller gruppe af elementer, fx kulstof, oxygen eller andre atomer.

## Udskiftning af PFAS-holdige produkter

Det er virksomhedens ansvar at fremskaffe information om ikke PFAS-holdige produkter, som kan bruges som alternativer til PFAS. Der findes allerede PFAS-frie produkter på markedet og der bliver fortsat lavet studier og undersøgelser af brugen af nye alternativer til PFAS.

På nuværende tidspunkt, er der udelukkende krav til, at virksomheder skal udskifte produkter som kan indeholde stofgrupperne som er nævnt under **Lovgivning for PFAS anvendelser**, men det kan være en økonomisk fordel for virksomhederne at være på forkant med kommende lovgivning.

Virksomheder bør overveje, om det er nødvendigt at bruge PFAS i produktet. Virksomheder kan fx overveje, om en regnjakke nødvendigvis skal være smudsafvisende, eller om det er tilstrækkeligt, at den kan sky vand. Der findes allerede alternativer på markedet, som giver den vandafvisende egenskab.

ChemSec har forsøgt at udarbejde en [liste over anvendelser af PFAS i diverse brancher](#), hvor der potentielt findes alternativer til PFAS.

Miljøstyrelsen har i samarbejde med Tyskland, Nederlandene, Sverige og Norge, på baggrund af høringsvar udarbejdet et [Excel-dokument med potentielle alternativer](#) som kan findes under anvendelsesbegrænsningsforslaget af PFAS.

## Liste over udvalgte PFAS

Den nedenstående liste angiver udvalgte PFAS, som kan forekomme i industrien – enten i form af det angivne stof eller som nedbrydningsprodukter heraf. Stofferne på listen udgør PFAS, der er påvist i industrien og/eller miljøet. Hvis der for et stof er fastsat miljøkvalitetskrav for overfladevand eller miljøkvalitetskriterier for jord og grundvand er det angivet i listen (Tabel 1).

**Tabel 1. Tabellen viser en oversigt over Miljøstyrelsens liste af udvalgte PFAS, deres gruppering samt en angivelse af, hvilke der falder under gældende miljøkvalitetskriterier/-krav.**

PFAS	CAS. Nr.	Indgår i miljøkvalitetskriterier for summen af 24 PFAS (overfladevand)	Indgår i kvalitetskriterier for summen af 22 PFAS (grundvand/jord)
<b>Perfluorocarboxylic acid (PFCA's)</b>			
PFBA (C4)	375-22-4	X	X
PFPeA (C5)	2706-90-3	X	X
PFHxA (C6)	307-24-4	X	X
PFHpA (C7)	375-85-9	X	X
PFOA (C8)*	335-67-1	X	X
PFNA (C9)*	375-95-1	X	X
PFDA (C10)*	335-76-2	X	X
PFUnA or PFUnDA (C11)*	2058-94-8	X	X
PFDoDA or PFDoA (C12)*	307-55-1	X	X
PFTTrDA (C13)*	72629-94-8	X	X
PFTeDA (C14)*	376-06-7	X	
PFHxDA (C16)	67905-19-5	X	
PFODA (C18)	16517-11-6	X	
<b>Perfluorosulfonic acid (PFSA's)</b>			
PFBS (C4)	375-73-5	X	X
PFPeS (C5)	2706-91-4	X	X
PFHxS (C6)*	355-46-4	X	X
PFHpS (C7)	375-92-8	X	X
PFOS (C8)*	1763-23-1	X	X
PFNS (C9)	68259-12-1		X
PFDS (C10)	335-77-3	X	X
PFUnDS (C11)	749786-16-1		X
PFDoDS (C12)	79780-39-5		X
PFTTrDS (C13)	791563-89-8		X
<b>Fluortelomer</b>			
4:2 FTS	757124-72-4		
6:2 FTS	27619-97-2		X
8:2 FTS (PFOA precursor)**	39108-34-4		
10:2 FTS (PFOA precursor)**	120226-60-0		
6:2 FTOH	647-42-7	X	
8:2 FTOH (PFOA precursor)**	678-39-7	X	
10:2 FTOH (PFOA precursor)**	865-86-1		
<b>Perfluoralkyl ether carboxylic acid (PFECA)</b>			
C6O4	1190931-41-9	X	
HFPO-DA (GenX)	62037-80-3	X	
ADONA	958445-44-8	X	
<b>Chlorinated polyfluoroalkyl ether sulfonic acid (Cl-PFESA)</b>			
F-53B	73606-19-6		
<b>Polyfluoroalkyl phosphate esters (PAP)</b>			
6:2 DiPaP	57677-95-9		
8:2 DiPaP (PFOA precursor)**	678-41-1		
<b>Perfluorsulfonamine</b>			
PFOSA (PFOS precursor)**	754-91-6		X
<b>Ammonium salt af Perfluorocarboxylic acid</b>			

APFO (PFOA precursor)**	3825-26-1		
<b>Fluorpolymer</b>			
PTFE***	9002-84-0		
PVDF***	24937-79-9		
FEP***	25067-11-2		

\*Forbudt at anvende i EU

\*\*Forbudt at anvende i EU, da stoffet kan nedbrydes til ulovlige PFAS

\*\*\*Polymererne er ikke målbare, udover ved målinger af total fluor



## Ordforklaringsliste

ADONA: Ammonium 4,8-dioxa-3H-perfluorononanoate

CAS-nummer: Kemikalieidentifikationsnummer

Cl-PFESAs: Chlorinated Polyfluorinated Ether Sulfonates

diPAP: Perfluoroalkyl fosfat diester

ECHA: Det europæiske kemikalieagentur (European chemicals agency)

FEP: Fluorinated Ethylene Propylene

FKM: Fluorine Kautschuk Material

FTOH: Flourtelomer alkohol

Fuldt fluoreret: alle hydrogen atomer bundet til kulstof, er udskiftet med fluor

Fuldt floureret methyl kulstofatom: Et kulstofatom der har 3 flouratomer bundet på sig (en CF<sub>3</sub>-gruppe)

Fuldt floureret methylen kulstofatom: Et kulstofatom der har 2 flouratomer bundet på sig (en CF<sub>2</sub>-gruppe)

HFPO-DA: Hexafluoropropylene oxide-dimer acid

PCTFE: Polychlorotrifluoroethylen

PFAS: Per- og polyFlourAlkyl – Substances. Fluorerede stoffer som indeholder minimum ét fuldt fluoreret methyl- eller methylen kulstofatom

PFPE: Perfluorpolyæter

PFA: Perfluoroalkoxy alkane

PFAEs: Perfluoroalkylæter

PFBS: Perfluorbutansulfonsyr

PFCA: Perfluorcarboxylsyre

PFDS: Perfluordecansyre

PFECA: Perfluoropolyether carboxylic acids

PFHxA: Perfluorohexanoic acid

PFHxS: Perfluorhexansulfonsyre

PFNS: Perfluornonasyre

PFOA: Perfluoroctansyre

PFPA: Perfluoroalkyl phosphonic acids

PFPIA: perfluoroalkyl phosphinic acids

PFSA: Perfluorsulfonsyre

Polymer: store molekyler sammensat af gentagne enheder kaldet monomerer

Precursor/beslægtede forbindelser: Stoffer som over tid kan omdannes eller nedbrydes til et slutstof (nedbrydningsprodukt). Fx kan 8:2 FTOH omdannes til PFOA og må derfor ikke længere bruges. 8:2 FTOH er derfor en beslægtet forbindelse til PFOA

PTFE: Polytetrafluorethylen (Teflon)

PVDF: Polyvenylidene fluoride

C6, C9, C14: Indikerer antal gentagende kulstof atomer

REACH: Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals – EU's fælles kemikalielovgivning

Total Oxidizable precursor: Analysemetode som via oxidering omdanner PFAS til deres nedbrydningsprodukter. Dette kan være forskellige kædelængder af PFCA eller PFSA såsom PFOA og PFOS.

6:2 FTS: 6:2 Fluortelomer sulfonsyre