

Teknologisk Udsyn · November 2025

Vejen mod en PFAS-fri fremtid for danske virksomheder

Teknologisk Institut er et uafhængigt og almennyttigt forsknings- og udviklingsinstitut, der er godkendt som GTS-institut af uddannelses- og forskningsministeren. Instituttet har siden 1906 arbejdet for at fremme udnyttelsen af teknologiske fremskridt til gavn for erhvervsliv og samfund gennem udvikling, rådgivning og formidling. Vi opfylder dette formål ved at udvikle ny viden gennem forsknings- og udviklingsaktiviteter, som omsættes til teknologiske serviceydelser og stilles til rådighed på markedsvilkår.

Udarbejdet af
Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup

Teknologisk Udsyn · November 2025
Vejen mod en PFAS-fri fremtid for danske virksomheder
v.2025-10-30.01

Forfattere: Stig Yding Sørensen, Christina Løth Andersen, Emil Damgaard-Møller
Arne Hørlück Høeg, Thomas Kjeldager Ryan, Teknologisk Institut

Til rapporten bidrog desuden: Rasmus Peter Thomsen Fallesen
samt de 200 virksomheder, der lod sig interviewe og svarede på spørgsmål. Tak for indsatsen.

Fotos: iStockphoto.com: s. 11, 27, 46, 54, 61. Teknologisk Institut: s. 6, 51, 67.
Adobe Stock: s. 20, 23, 31, 33, 53, 56.

AI-genererede/modificerede fotos:
Adobe Stock: Omslag, s. 41. iStockphoto.com: s. 17, 30, 37, 59.

ISBN 97887-85411-00-6



Indhold

Tre hovedpointer	5
Executive summary	7
Indledning	12
PFAS under lup – indsigt fra danske industrivirksomheder	14
Virksomheder, der anvender PFAS	25
Virksomheder, der har fundet alternativer.	31
Virksomheder, der ikke ved, om de anvender PFAS.	38
Global innovation for PFAS-frie materialer	42
Forskning i alternativer til PFAS	42
Innovation og alternativer til PFAS.	47
ZeroPM's database over alternativer til PFAS	54
Globalt marked.	55
PFAS-anvendelsen i Danmark	57
Konklusion og perspektiv	60
Bibliografi	62
Teknologisk Institut om PFAS	66



Se fremad, fremad! Aflur den kommende tid de veje, den vil bane for udviklingen, og stil jer så dér, hvor I aner, at Instituttets hjælp bliver fornøden. Vent ikke, at nyt land nås ad gamle, banede veje. Ad ukendte stier og snarveje vil vejen ofte gå.

Gunnar Gregersen,
Grundlægger af Teknologisk Institut

Tre hovedpointer

PFAS har i årtier været et teknologisk mirakelmiddel. Kemikalierne gør materialer vand-, fedt- og smudsafvisende og indgår i alt fra elektronik til tekstiler. Men netop deres styrke er også problemet: PFAS nedbrydes ikke og ophobes i miljø og mennesker.

Vi går en fremtid med strammere global regulering i møde. Især i EU er der udsigt til, at mange anvendelser forbydes. Derfor skal industrivirksomheder forberede sig på at handle i tide, og det kræver målrettet støtte. Her er Teknologisk Instituts tre konkrete forslag til handling:

Skaf viden – gør det let at handle

Danske virksomheder skal hurtigt kunne få svar på, hvor der er PFAS, og hvilke alternativer der virker i praksis. Vi anbefaler at etablere en national vidensplatform, hvor virksomheder kan finde konkrete cases, testresultater og trin-for-trin guides til substitution. Teknologisk Institut står klar med cases, standarder og branchespecifik rådgivning som grundlag.

Giv virksomhederne muskler til at udvikle alternativer

Især små og mellemstore virksomheder kan ikke løfte substitutionsarbejdet alene. Med et målrettet støtteprogram kan virksomhederne få adgang til økonomiske midler, testfaciliteter og uvildig rådgivning. Det gør det muligt for flere at udvikle, teste og dokumentere PFAS-frie materialer uden stor risiko. Vi har positive erfaringer med netværksprojekter og kan levere best practice fra konkrete forløb.

Øg gennemsigtigheden i værdikæderne

Mange virksomheder introducerer uforvarende PFAS gennem komplekse værdikæder. Når manuel sporbarhed ikke slår til, er det oplagt at kombinere ny teknologi, stærke partnerskaber og læring på tværs af brancher. Det skaber kollektive løsninger på den komplekse problemstilling. Med fx AI-værktøjer, der kan skabe overblik, videndeling og samarbejde kan der findes løsninger på tværs af værdikæden. Samlet styrker det både ansvarlighed, efterspørgsel og konkurrenceevne i fremtidens marked.

Teknologisk Udsyn skaber klarhed i et komplekst landskab ud fra fakta om teknologi, marked, tendenser og kortlægning af aktører. Vi viser mulighederne for at styrke de danske virksomheders konkurrenceevne gennem innovation, samarbejde og investering i teknologi. Vi har som mål at vise vejen til en banebrydende, bæredygtig og økonomisk levedygtig fremtid.

Lad os bygge en bedre fremtid sammen!

Juan Farré,
Adm. direktør, Teknologisk Institut





På grund af sundheds- og miljømæssige udfordringer strammes reguleringen af PFAS over hele verden.

Executive summary

Vejen mod en PFAS-fri fremtid for danske virksomheder

PFAS: nyttige stoffer med store problemer

PFAS er en stor gruppe menneskeskabte kemiske stoffer, der blev populære på grund af deres unikke egenskaber. De er vand- og fedtafvisende, tåler høje temperaturer og stærke kemikalier, isolerer elektrisk og har mange flere fordelagtige egenskaber. Derfor bruges PFAS bredt i industrien – fra tekstiler og elektronik til fødevareremballage og medicinsk udstyr. Desværre har de samme egenskaber gjort PFAS til et alvorligt miljøproblem, da stofferne ikke nedbrydes naturligt. PFAS findes nu overalt i miljøet, fra drikkevand og regnvand til fødevarer og dyrefoder, og ophober sig i menneskekroppen. Det øger risikoen for en række sygdomme som kræft og fosterskader.

Ny og strengere regulering af PFAS fra EU er på vej. Teknologisk Institut har skrevet Teknologisk Udsyn for at give et overblik over PFAS-problematikken og for at støtte danske industrivirksomheder i at tage hul på omstillingen til PFAS-frie løsninger i tide. Vi ser et voksende behov for viden, værktøjer og teknologisk vejledning. Vores mål er at omsætte kompleks viden til praktisk anvendelig indsigt og inspirere til handling, skabe overblik og pege på muligheder. Omstillingen vil fremme både innovation og grøn konkurrencekraft i dansk industri.

PFAS-regulering: en kompleks global situation

På grund af de sundheds- og miljømæssige problemer strammes reguleringen af PFAS over hele verden, men der er stor variation i tempoet og omfanget af reguleringen. EU overvejer det mest vidtrækkende forslag; et næsten totalt forbud mod PFAS med få undtagelser. Hvis dette vedtages, vil det få enorme konsekvenser for mange industrisektorer. USA og lande i Asien strammer også reguleringen, dog ofte med en mere forsigtig tilgang som varierer meget mellem stater og regioner. Det skaber en kompleks situation for danske eksportvirksomheder, der skal navigere i mange forskellige regler og grænseværdier.

I Danmark er der vedtaget forbud mod PFAS i fødevareremballage af pap og papir samt i tøj og imprægneringsmidler til private. Reguleringen sætter pres på danske virksomheder for hurtigt at finde alternativer, men også mulighed for at positionere sig tidligt på et marked, hvor efterspørgslen på PFAS-frie løsninger stiger markant.

Danske virksomheders erfaringer med PFAS

Rapporten indeholder resultater fra en omfattende undersøgelse blandt næsten 200 danske industrivirksomheder. Undersøgelsen viser, at

cirka hver fjerde virksomhed anvender eller har anvendt PFAS direkte eller indirekte via leverandører. Mere end en fjerdedel af virksomhederne ved ikke med sikkerhed, om deres produkter eller processer indeholder PFAS, hvilket understreger kompleksiteten, lange forsyningskæder, og de store videnshuller, der findes i industrien.

Hovedårsagen til, at virksomheder bruger PFAS, er stoffernes unikke tekniske egenskaber. Mange virksomheder har svært ved at finde alternativer, som lever op til kravene om ydeevne, holdbarhed, pris og tilgængelighed. Kun få virksomheder har formået at substituere PFAS effektivt, og mange oplever, at de eksisterende alternativer er utilstrækkelige eller forbundet med tekniske kompromisser. Økonomien spiller også en rolle – alternativer kan være dyrere eller kræve store investeringer i omstilling og test.

Blandt de virksomheder som anvender PFAS, får mindst to ud af tre primært PFAS via underleverandører – fx i materialer, komponenter eller andet. Leverandører designer typisk komponenter, der skal kunne bruges bredt på tværs af kunder og anvendelser – og vælger derfor PFAS for at sikre robust performance på mange parametre. Samtidig kender leverandørerne sjældent den konkrete slutanvendelse og får derfor ikke de signaler, der skal til for at udvikle målrettede alternativer. På den anden side oplever brugerne af komponenterne, at "der findes ingen alternativer", fordi de ikke ved, hvad de ellers kan efterspørge – eller hvilke specifikke krav de skal kommunikere tilbage til leverandøren. Resultatet er en slags gordisk knude: Ingen kan eller tør bevæge sig først.

Især mindre og mellemstore virksomheder har udfordringer med at identificere og implementere alternativer. De mangler ofte specialiseret viden om substitution, og mange er afhængige af rådgivere og leverandører. Denne mangel på interne kompetencer gør virksomhederne mere sårbare over for strammere regulering. Undersøgelsen omfattede industrivirksomheder med

mellem 10 og 1000 ansatte. En stor del af de danske SMV-virksomheder har færre end 10 ansatte, og her kan det formodes, at mangel på viden og kompetencer til PFAS-substitution er endog endnu større. De helt store virksomheder har formentlig stærkere kompetencer, men også her kan der være huller i viden.

Forskningen i alternativer vokser – men udfordringerne er mange

Teknologisk Institut har kortlagt den videnskabelige forskning i alternativer til PFAS gennem en detaljeret analyse af tusindvis af artikler publiceret mellem 2005 og 2025. Denne forskning fokuserer især på at finde alternativer til egenskaber som vand- og olieafvisning, varmebestandighed og kemikalieresistens. Der er en tydelig acceleration i antallet af forskningsprojekter, især efter 2015, hvilket afspejler et stigende pres fra reguleringer og markedet.

Proaktiv omstilling betaler sig

Rapporten viser, at danske virksomheder, der aktivt udfaser PFAS, ikke kun gør det for at leve op til lovkrav, men også af etiske og strategiske grunde. Hele 65 % peger på miljø og sundhed som centrale drivkræfter og nævner samtidig et tæt samarbejde med leverandører som en afgørende faktor for at udvikle effektive, PFAS-frie alternativer.

Samtidig stiger presset på dem, der tøver. Forsikringsselskaber hæver præmierne markant eller afviser dækning til virksomheder, der anvender PFAS, og internationale erstatningssager vokser i omfang. Store aktører som 3M har varslet, at de trækker sig fra PFAS-markedet, hvilket skaber usikkerhed om både forsyning og priser.

Kort sagt: Virksomheder, der går forrest med dokumenterede PFAS-frie løsninger, kan dif-

Dansk status for PFAS-alternativer

Status

9

Science
Med 9 publikationer placerer DTU Danmark blandt aktive nationer med forskning i alternativer. Fokus på energimaterialer, membranteknologi og fluorfrie funktionelle materialer.

1

Teknologi
Teknologi til substitution af PFAS sker hos udenlandske kemigiganter. Én dansk virksomhed har udtaget patent på en PFAS-substitution.

33

Marked
33 % af danske virksomheder oplever en efterspørgsel fra B2B-segmentet omkring PFAS-anvendelse. Efterspørgslen er langt mindre fra både private og offentlige kunder end fra virksomhedskunder.

Næste skridt

Saml viden
Der er mange alternativer til PFAS. Virksomheder mangler viden, og viden er i dag spredt. En national vidensplatform kan give virksomheder inspiration og adgang til viden om substitution.

Skaf muskler til handling
Målrettet økonomisk støtte, teknologisk rådgivning og adgang til test kan hjælpe SMV'er, der mangler kompetencer og viden om substitution.

Øg gennemsigthed
Ny teknologi, stærke partnerskaber og læring på tværs af brancher kombineres til at skabe overblik, dele viden og i samarbejde finde løsninger på tværs af værdikæden.

ferentiere sig positivt på både hjemmemarked og eksportmarkeder.

Forslag til handlinger der understøtter danske virksomheder i substitution af PFAS

Teknologisk Institut har tre konkrete forslag til handlinger, der kan støtte danske industrivirksomheder i deres bestræbelser på at substituere PFAS:

Skaf viden – gør det let at handle

Der er mange muligheder for at finde alternativer til PFAS, men danske virksomheder

har brug for mere end generelle advarsler og reguleringer – de har brug for konkret, praktisk viden, der kan omsættes til handling. I dag oplever mange virksomheder, at det er svært at finde pålidelig information om, hvor PFAS findes i deres produkter og processer, og hvilke alternativer der rent faktisk virker. En national vidensplatform, der samler og formidler opdateret viden om substitution af PFAS er et godt udgangspunkt. Platformen bør være let tilgængelig og målrettet både tekniske medarbejdere og beslutningstagere i industrien. Den skal vise, hvordan man kan identificere PFAS i sine materialer, hvilke substitutionsløsninger der er tilgængelige, hvordan de testes

og dokumenteres, og hvilke erfaringer andre virksomheder har gjort sig. En sådan platform vil ikke bare oplyse – den vil give virksomhederne det konkrete værktøj, de har brug for til at komme i gang. Teknologisk Institut står klar med cases, standarder og branchespecifik rådgivning som grundlag.

Giv virksomhederne muskler til at handle

Mange virksomheder ved godt, at en udfasning af PFAS er nødvendig, men de mangler ressourcerne til at gennemføre den. Især små og mellemstore virksomheder har ikke egne laboratorier, udviklingsafdelinger eller materialspecialister, og de løber en reel økonomisk risiko, hvis de fejlinvesterer i dårlige alternativer. For at gøre omstillingen mulig, kan der oprettes et målrettet program, der hjælper virksomheder med at udvikle, teste og dokumentere PFAS-frie løsninger. Det handler ikke kun om finansiel støtte, men også om adgang til rådgivning, testfaciliteter og certificeringshjælp. Med de rette muskler kan virksomhederne selv tage ansvar og handle aktivt – ikke bare for at overholde loven, men for at skabe bedre og mere bæredygtige produkter. En sådan indsats vil betale sig tilbage i form af øget konkurrenceevne, eksportmuligheder og grøn omstilling.

Øg gennemsigtigheden i værdikæden

Mange virksomheder får uforvarende PFAS ind i deres produkter via komplekse leverandørkæder. Det sker gennem råvarer, halvfabrikata og tekniske komponenter, hvor datablade sjæl-

dent viser PFAS tydeligt. Mange industrivirksomheder ved derfor ikke, om de bruger PFAS. Det gør det svært for både virksomhederne og deres kunder at handle proaktivt.

Derfor skal gennemsigtigheden øges i hele værdikæden. PFAS-udfordringen er kompleks og løses sjældent af én aktør. Manuel sporing af PFAS er oftest urealistisk, særligt for større virksomheder, med mange produkter og en uoverkommelig værdikæde.

Tværingindustrielt samarbejde kan skabe skala, sænke transaktionsomkostninger, øge efterspørgslen og gøre PFAS-alternativer realistiske – også for SMV'er. Brug kollektive løsninger og ny teknologi for i fællesskab at skabe overblik og handlekraft. En strategisk indsats for øget gennemsigtighed tager udgangspunkt i tætte samarbejder og åben dialog. Styrk leverandørkontakten for at finde og håndtere de mest oplagte problemområder først. Udnyt også digitale værktøjer og AI til at indsamle, strukturere og verificere leverandørinformation, krydstjekke dokumentation, prioritere testindsats og overvåge ændringer i realtid.

Når virksomheder og kunder får større indsigt i produkternes indhold, bliver det lettere at tage ansvar og foretage aktive valg. Det gavner miljøet og styrker konkurrenceevnen i takt med stigende dokumentationskrav og fokus på grønnere indkøb.



Virksomheder har brug for konkret, praktisk viden om, hvilke alternativer til PFAS der virker.

Indledning

PFAS er en stor gruppe af utroligt nyttige kemikalier. PFAS kan fx sørge for, at spejlæg ikke klistrer fast til stegepanden, at vandre-skoene ikke bliver gennemblødte, at brande slukkes lettere, eller at elektronikken i vores computere holder længere. PFAS-kemikaliernes nytteværdi ligger i deres ekstreme holdbarhed og ydeevne – men netop disse egenskaber gør dem også til et miljøproblem, da de ikke ned-brydes naturligt. De forsvinder aldrig.

PFAS-kemikalierne kendes også som evighed-skemikalier. PFAS ophobes i miljøet og findes i havskummet på stranden, i drikkevand, i regn-vandet, i fødevarer, i emballage, i dyrefoder, tøj, makeup m.v. PFAS finder vej til vores kroppe, sænker kroppens immunitet, øger risiko for kræft og fosterskader. Derfor er mange anven-delser i dag under udfasning, stærk regulering er på vej, og man leder efter mindre skadelige alternativer.

Med stigende regulering i horisonten er der behov for et klart overblik over både udfor-dringer og teknologiske muligheder. I Tekno-logisk Udsyn samler og formidler Teknologisk Institut viden om PFAS, der kan hjælpe danske industrivirksomheder med at finde veje til at udfase og substituere PFAS. Det kommercielle potentiale øges markant i de kommende år for de virksomheder, som først finder alternativer.

I det følgende gives en kort introduktion til PFAS og den regulering, der tegner sig. Vi har

spurgt danske produktionsvirksomheder om PFAS-status og udfordringer, og til inspiration præsenterer vi case-eksempler fra tre danske virksomheder, som er lykkedes med at sub-stituere PFAS. Derefter vender vi os mod den forskning og innovation, der finder sted verden over for at finde alternativer til PFAS.

Mirakelmidlet PFAS

Historien om PFAS begyndte ved et tilfælde: I 1938 opdagede kemikeren Roy Plunkett¹ hos DuPont et nyt stof, da han eksperimenterede med kølemidler. Gassen i en trykflaske var forsvundet, men efterlod et voksagtigt, hvidt materiale med bemærkelsesværdige egenska-ber: Det var glat, kemisk stabilt og ekstremt varmebestandigt. Stoffet fik navnet polytetrafluorethylen (PTFE) og blev senere markedsført som Teflon®.

PTFE blev hurtigt brugt i industrien og i mili-tæret – fx til tætninger og belægninger i fly og atomreaktorer. Siden blev en lang række beslæg-tede fluorstoffer udviklet, bl.a. PFOA og PFOS, der kunne bruges som overfladeaktive stoffer – dvs. til at få fedt og vand til at prelle af.

PFAS blev det moderne mirakelmateriale: Vandtæt og fedtafvisende tøj og tekstiler, non-stick-pander, skum til brandslukning, fødevarer-emballage, medicinsk udstyr og elektronik. PFAS er forkortelsen for per- og polyfluoralkyl,

og PFAS udgør i dag en gruppe på over 10.000 menneskeskabte kemikalier,² der er karakteri-seret ved deres stærke kulstof-fluor-bindinger. Den brede anvendelse gør dem til et globalt miljø- og sundhedsproblem (A. B. Baun 2025).

PFAS indeholder fluor. Helt enkelt sagt betyder definitionen af PFAS, at alle PFAS-stoffer har mindst ét kulstofatom, hvor alle de pladser, der normalt ville være fyldt med andre atomer som brint, i stedet er helt dækket af fluor. I EU og Danmark følger vi OECD's definition³ fra 2021, som er bredere end tidligere definitioner og in-kluderer flere stoffer (A. B. Baun 2025, 21). De-finitionen af PFAS varierer globalt. I rapporten her taler vi om PFAS som et samlende begreb, der også omfatter fx PTFE, PFOA, PFOS m.v.

PFAS kan kategoriseres i tre hovedgrupper: opløselige PFAS (også kendt som kort- og langkædede PFAS), PFAS-gasser og fluorpoly-merer – eller blot non-polymerer og polymerer. De opløselige PFAS anvendes ofte i proces-ser, hvor vand- og olieafvisning er vigtigt, fx imprægnering af tekstiler. PFAS-gasser findes i kølemidler og visse typer medicinsk udstyr, mens fluorpolymerer, en type plastik, er kendt fra produkter som teflon. PFAS anvendes bredt i processer og produkter på tværs af industrier, herunder elektronik/halvledere, kemisk produk-tion, bilindustrien, medicinsk udstyr, tekstiler, energiteknologi og industrielt maskineri (Tek-nologisk Institut 2025, 6-7).

PFAS-stoffer findes ofte i produkter med handelsnavne, der ikke altid direkte angiver, at de indeholder PFAS. Andre PFAS blev i mange år markedsført intensivt og anvendt i en bred vifte af produkter, herunder non-stick-belæg-

ninger til køkkengrej, imprægnering af teks-tiler og tæpper, vandafvisende membraner til beklædning og fodtøj, pletresistente overflader, åndbar og fugtafvisende emballage, industrielle smøremidler og belægninger, pakninger, over-fladeaktive stoffer samt brandslukningsskum.

Katastrofen bag miraklet

Bagsiden ved PFAS er alvorlige konsekvenser for både menneskers sundhed og miljøet. PFAS nedbrydes yderst langsomt i naturen og om-tales også som "forever chemicals". Når PFAS ender i fx vandmiljøet, kan det bevæge sig over store afstande.

De opløselige PFAS-stoffer er særligt proble-matiske, da de let optages i kroppen og kan forårsage en række sundhedsproblemer, her-under infertilitet, hormonforstyrrelser, kræft, nyreproblemer og fødselsdefekter (Sundheds-styrelsen 2023, European Environment Agency 2025, Fenton, et al. 2021, Reddy 2023).

Selvom fluorpolymerer (plastiktypen af PFAS) generelt anses for at være sikre i brugsfasen, da de ikke let optages i kroppen, kan produk-tionen og bortskaffelsen af disse materialer føre til udledning af skadelige PFAS-stoffer til miljøet (European Environment Agency 2024). Mikroplastik fra tøj og andre tekstiler kan også indeholde PFAS og potentielt overføres til hu-den. Fx er der fundet en sammenhæng mellem brugen af PFAS i brandmandstøj og en stigning i kræftrelaterede dødsfald blandt brandmænd, selvom brandmandstøjet samtidig har gjort arbejdet mere sikkert ved at reducere andre typer af dødsfald (Daniella 2025).

² Andre kilder citerer andre tal, så hvor mange PFAS-forbindelser, der er, afhænger også af definition og optællingsmetode. OECD optalte fx i 2018 4.730 PFAS-relaterede CAS-numre. Baun citerer i øvrigt et studie med mere end 6 millioner PFAS, omend det er uvist, hvor mange af disse der i praksis produceres (Baun, Begrænsning af menneskers og miljøets eksponering for PFAS i Danmark – Del 1: Identifikation af videnshuller. 2023). I rapporten anvender vi tallet "10.000" som udtryk for, at der er virkelig mange forbindelser. Også Miljøstyrelsen anvender tallet 10.000 (Miljøstyrelsen u.d.)

³ Fluorerede stoffer som indeholder minimum et fuldt fluoreret methyl eller methylen kulstof atom (som ikke indeholder hverken H/ Cl/Br/I), dvs. PFAS er alle kemikalier, som minimum indeholder en perfluoreret methyl gruppe (-CF₃) eller en perfluoreret methylene-gruppe (-CF₂-) (Miljøstyrelsen u.d.).

¹ en.wikipedia.org/wiki/Roy_J._Plunkett

Det er derfor vigtigt at være opmærksom på hele livscyklussen for produkter, der indeholder PFAS, fra produktion til bortskaffelse (European Environment Agency 2025, Baun, et al. 2023).

Ifølge et overslag fra græsrodsorganisationen Chemsec udgør den samlede årlige profit fra PFAS til kemivirksomhederne omkring 4 milliarder dollars globalt, hvilket ikke er meget fx sammenlignet med en årlig profit på 77 milliarder dollars i USA alene for hele den kemiske industri (Chemsec 2023). De samfundsmæssige omkostninger ved PFAS er til gengæld langt større: Nordisk Ministerråd har anslået de sundhedsmæssige omkostninger ved PFAS i Europa til 52-84 milliarder euro, og jordrensning på 17.000 steder i Europa kunne løbe op i 238 milliarder euro (Nordisk Ministerråd 2019).

Den udbredte anvendelse af PFAS i forskellige produkter og den efterfølgende forurening af miljøet gør PFAS til et samfundsproblem, der kræver handling.

Reguleringen strammes – langsomt

Globalt bevæger PFAS-reguleringen sig mod strammere kontrol, men tempo og tilgang varierer betydeligt. Den første internationale regulering er mere end 20 år gammel. Især EU og flere amerikanske delstater går forrest, mens Asien er mere forsigtig. Der er mere regulering på vej i forskellige regioner:

Stockholmkonventionen
Stockholmkonventionen om persistente organiske forurenende stoffer blev vedtaget i maj 2001 og trådte i kraft 17. maj 2004. Formålet med konventionen er at beskytte menneskers sundhed og miljøet imod persistente organiske forurenende stoffer – også kaldet POP-stoffer (Miljøstyrelsen 2006). Globalt er reguleringen

af PFAS-stoffer intensiveret gennem de seneste årtier. I 2009 blev perfluorooktansulfonsyre (PFOS) og dens derivater omfattet af Stockholmkonvention. Også perfluorooktansyre (PFOA), dens salte og beslægtede stoffer er blevet underlagt global udfasning gennem Stockholmkonventionen. I juni 2022 besluttede parterne i konventionen at inkludere PFHxS og beslægtede forbindelser, som efterfølgende blev tilføjet EU's POP-forordning med ikrafttræden i august 2023. Længere kædede perfluorerede carboxylsyrer (C9-C21 PFCAs) er under overvejelse til at blive inkluderet i konventionen og dermed omfattet af global udfasning.

Trods Stockholmkonventionens forbud mod enkelte PFAS-stoffer (PFOS, PFOA, PFHxS) dækker reguleringen kun en brøkdel af de op mod 10.000 stoffer, der kan medregnes som PFAS.

EU – REACH og totalt forbud?
I EU er Stockholmkonventionen implementeret i POP-forordningen,⁴ og POP suppleres af REACH-lovgivningen,⁵ som dækker bredere for alle kemikalier. POP fastsætter grænser for markedsføring og anvendelse af PFOS og PFOA, herunder deres salte og beslægtede forbindelser i stoffer, blandinger og artikler. I februar 2023 trådte EU-anvendelsesbegrænsning under REACH af C9-C14 PFCA dets salte og beslægtede stoffer i kraft (Miljøstyrelsen u.d.).

Udvalgte PFAS er reguleret gennem flere lovgivninger i EU. Det gælder:

- **Drikkevandsdirektivet:** Direktivet blev revideret i 2021 og indfører en grænseværdi på 0,5 µg/L for summen af alle PFAS-stoffer i drikkevand.
- **Fødevarer:** PFAS anvendes ofte i forbindelse med fødevarereproduktion men ikke i anvendelser, hvor fødevarerne forventes at blive kontamineret med PFAS. De ender dog ofte i vores fødevarer som følge af forurening fra industri, PFAS-pesticider og forbruger-

produkter. Den Europæiske Fødevarer sikkerhedsautoritet (EFSA) fastsatte i 2020 en ny samlet grænseværdi for de fire mest problematiske PFAS (PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS) på 4,4 nanogram per kg kropsvægt pr. uge. Eksponering sker især via fisk, æg, frugt og afledte produkter, og langkædede PFAS har særligt tendens til at ophobe sig i kroppen (European Chemicals Agency u.d.). Gennem emballageforordningen er der forbud mod brugen af PFAS i fødevarekontaktmateriale fra d. 2. august 2026.

- **Brandslukningsskum:** Der er vedtaget et forbud mod PFAS i brandslukningsskum. Ikrafttrædelsesdato afventes, og forbuddet vil derefter gradvist blive implementeret over en periode på 18 måneder.

Der er flere nuancer og undtagelser for konkrete stoffer og anvendelser, og løbende kommer ny lovgivning til. Miljøstyrelsen vedligeholder et overblik på Miljøstyrelsens hjemmeside.⁶

Kommende regulering fra EU?
EU har – anført af Tyskland, Danmark, Holland, Norge og Sverige – fremlagt det hidtil mest omfattende forslag: et næsten totalt forbud mod alle PFAS, med visse midlertidige undtagelser for teknologier uden alternativer (fx batterier eller brændselsceller). Forslaget blev sendt til ECHA – Det Europæiske Kemikalieagentur – i

januar 2023 og er under videnskabelig evaluering. Processen er langsommelig. Et stort antal høringssvar (over 5.600 høringssvar) betyder, at yderligere forsinkelser er mulige (Dadhanian 2024, European Chemicals Agency u.d.).

Et totalt forbud mod PFAS vil ramme flere brancher direkte og mærkbart.

Hvis EU ikke vedtager den foreslåede restriktion af alle PFAS-stoffer under ét – eller hvis forslaget udvandes, eller princippet om at behandle PFAS som en samlet kemikalieklasser ikke anerkendes – vil det skabe et markant behov for mere viden om de forskellige undergrupper af PFAS. I så fald vil det være nødvendigt at intensivere forskningen i de sundhedsskadelige effekter af de enkelte PFAS-stoffer. Særligt vil der blive behov for at udvikle og anvende nye toksikologiske screeningsmetoder, som hurtigt og effektivt kan identificere effekter på immunsystemet og på fosterudviklingen hos mennesker (Baun, et al. 2023).

Danmark
De enkelte medlemslande kan indføre strengere national lovgivning. Siden 2020 har Danmark forbudt brugen af PFAS i fødevaremballage af pap og papir. Forbuddet gælder for materialer, der anvendes til kontakt med fødevarer, såsom bagepapir, pizzabakker og

Tabel 1. Miljøstyrelsens oversigt over dansk særlovgivning for PFAS pr. 7. maj 2025 opdateret efter lovgivning

Produkter	Lovtekst	Bemærkninger	Grænseværdier
Fødevarekontaktmaterialer	Forbud i fødevarekontaktmaterialer af pap og papir fra d. 25. maj 2020	Tilladt, hvis migration til fødevaren forhindres	≤ 20 mg organisk flour/kg
Brandslukningsskumkoncentrat til øvelse	Begrænsning i brug, salg og import fra d. 7. november 2023	-	≤ 1ppm (mg/kg)
Beklædning, fodtøj og imprægneringsmiddel	Begrænsning i salg og import fra d. 1. juli 2026	Omfatter ikke produkter, der allerede er reguleret i EU	≤ 50 mg F/kg

⁶ www.mst.dk/erhverv/sikker-kemi/kemikalier/fokus-paa-saerlige-stoffer/pfas

⁴ POP: Persistent Organic Pollutants (EU) 2019/1021
⁵ REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (EF) nr. 1907/2006

fastfood-emballage. Tekstilindustrien er en stor kilde til PFAS-udledning, og det er nu også reguleret i Danmark på forbrugersiden. Danmark indførte et nationalt forbud mod PFAS i tøj, sko og imprægneringsmidler til forbrugere fra 1. juli 2025 med en overgangsperiode for import og salg indtil 1. juli 2026. Det er ikke lovligt for private at importere tøj, sko og imprægneringsmidler indeholdende PFAS gennem online markedspladser som fx TEMU (Miljø- og Ligestillingsministeriet 2025)

USA

Den føderale regering i USA har ingen fulde forbud, men EPA (Den amerikanske miljøstyrelse) regulerer forekomsten af PFAS i drikkevand og forhindrer genoptagelse af brugen af udfasede stoffer.

I USA har man valgt en tilgang, hvor virksomheder skal rapportere deres import af PFAS. Flere delstater – bl.a. Maine, Minnesota og Californien – indfører dog langt strengere lovgivning eller forbud mod specifikke PFAS-stoffer. Reguleringen af PFAS varierer betydeligt fra stat til stat. Nogle stater har taget initiativ til at indføre forbud mod PFAS i specifikke produkter, fx beklædning og kosmetik, mens andre stater har implementeret grænseværdier for PFAS i drikkevand. Denne varierende lovgivning skaber et komplekst landskab for virksomheder, der opererer på tværs af staterne. NEWMOA (Northeast Waste Management Officials Association) har foreslået en model-lovgivning, der kan harmonisere staternes indsats med et bredt forbud mod PFAS i forbrugerprodukter. Der er dog fortsat forskellige holdninger til den bedste tilgang til PFAS-regulering i USA, hvor nogle aktører argumenterer for en målrettet indsats mod højrisikostoffer, mens andre foretrækker et totalforbud med undtagelser for "essentielle" anvendelser. Denne uenighed gør det svært at forudsige den fremtidige retning for PFAS-regulering på føderalt niveau (Dadhania 2024, EPA 2025). Den aktuelle politiske virkelighed i USA tilfører endnu et lag af usikkerhed og kompleksitet omkring reguleringen af PFAS: Biden-admini-

nistrationen satte fx grænseværdier for nogle PFAS i drikkevand så sent som i april 2024, mens Trump-administrationen ønsker at slække på grænseværdierne (Perkins 2025).

Asien – Stillehavsregionen (APAC)

Kina, Japan og Sydkorea følger i nogen grad Stockholm-konventionen. Der er branche-specifikke tiltag, fx i Sydkorea, som i 2022 foreslog at forbyde 8 PFAS-stoffer i kosmetik (Dadhania 2024). I Japan blev produktion og import af PFOS principielt forbudt i 2010 og af PFOA i 2021 gennem loven om regulering og vurdering af kemiske stoffer (CSCL). I februar 2024 blev det samme principielle forbud desuden udvidet til også at omfatte produktion og import af stoffet PFHxS (Durlin, et al. 2025). Kina har de seneste år gradvist strammet reguleringen af PFAS, især de mest problematiske stoffer som PFOS og PFOA.

Siden 2013 har Kina indført restriktioner på PFOS, og i 2019 blev PFOA og relaterede forbindelser også omfattet af udfasningskrav, som led i landets forpligtelser under Stockholm-konventionen. Fra 2024 er produktion, import, eksport og anvendelse af PFOS, PFOA og deres relaterede stoffer forbudt, dog med visse undtagelser for essentielle anvendelser. Kina har desuden iværksat nationale overvågningsprogrammer for PFAS i miljøet og lanceret handlingsplaner for at styrke regulering og udfasning af skadelige kemikalier. På trods af disse tiltag anvendes og produceres visse PFAS stadig, og der er konstateret betydelig forurening i industriområder, hvilket har ført til øget fokus på yderligere regulering og kontrol (Zhang, et al. 2024, ENVIROTECH u.d., OECD u.d.).

Skiftende regler udfordrer virksomheder

Den globale variation i regulering er særligt udfordrende for danske eksportvirksomheder, der anvender PFAS. De kan have mange forskellige reguleringer og grænseværdier at forholde sig til – reguleringer og grænseværdier, som vil være under løbende forandring i de kommende år.



LL Danske virksomheder udfordres af mange forskellige og skiftende PFAS-reguleringer verden over.

PFAS under lup – indsigt fra danske industrivirksomheder

Mindst en fjerdedel af danske industrivirksomheder har eller har haft konkret berøring med PFAS, mens mere end hver fjerde virksomhed ikke ved, om de anvender det – ofte grundet manglende viden og kompleksitet i værdikæden. Kun et mindretal af virksomheder har kompetencer eller erfaring med substitution, og især små virksomheder står svagt. Der er stor forskel på omstillingsparathed, afhængigt af virksomhedsstørrelse, branche og funktionelle behov.

Substitution af PFAS er teknisk og økonomisk udfordrende for mange. Hvor der findes alternativer, kræver det typisk samarbejde med leverandører og interne udviklingsressourcer.

Et forbud mod PFAS vurderes at få væsentlige konsekvenser for nogle virksomheder, især i form af omkostninger, tekniske tilpasninger og certificering. Andre vil være upåvirkede. Motivation til substitution drives primært af lovgivning, kundekrav og miljøhensyn – ikke økonomi.

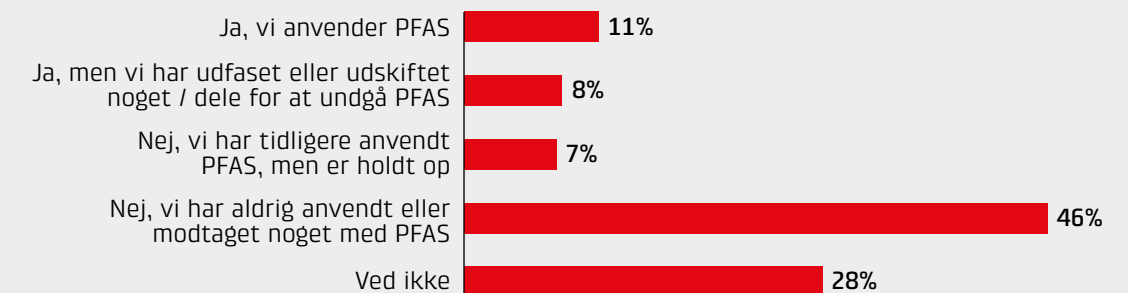
Mange virksomheder mangler overblik over deres brug af PFAS og efterlyser bedre viden, værktøjer og støtte. En effektiv udfasning forudsætter målrettet oplysning, teknisk vejledning og klarere regulering – særligt over for mindre virksomheder og indirekte anvendelser.

Analysen i det følgende bygger dels på Teknologisk Instituts survey i foråret 2025 blandt danske industrivirksomheder og dels på interview til case-beskrivelser. Ledende medarbejdere fra i alt 198 industrivirksomheder med mellem 10 og 1.000 ansatte har besvaret Teknologisk Instituts elektroniske henvendelse, hvilket svarer til en svarprocent på 17 % (se Figur 1). PFAS kan være et kontroversielt emne for nogle, og andre ved måske meget lidt om kemien, hvilket kan forklare den lidt lave svarprocent. Dertil skal lægges, at en stor andel ikke anvender PFAS eller ikke ved, om de gør det – og af den grund muligvis har opfattet det som irrelevant at svare på spørgsmålet om PFAS. Svarene er vægtet efter branche og virksomhedens størrelse, så svarene kan anses som repræsentative, omend virksomheder, der bruger PFAS muligvis er underrepræsenteret i surveyen.

Sammenfattende viser tallene et landskab, hvor:

- Hver femte industrivirksomhed anvender PFAS.
- Nogle virksomheder er aktivt i gang med udfasning.
- Mere end hver fjerde virksomhed er i tvivl/ved ikke, om de anvender PFAS.
- Næsten halvdelen af virksomhederne håndterer ikke PFAS.

Figur 1. PFAS-anvendelsen i industrivirksomheder



Spørgsmål: Bruger eller modtager I materialer, produkter, udstyr eller hjælpemidler, som indeholder PFAS? **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 196 svar – vægtet efter størrelse og branche.

26 % af virksomhederne svarer, at de anvender PFAS eller har gjort det tidligere: 11 % anvender PFAS + 8 %, der har erstattet noget PFAS + 7 %, der tidligere har anvendt PFAS, men er ophørt med det. Samlet set har altså 26 % af Danmarks industrivirksomheder haft eller har konkret berøring med PFAS, enten nuværende eller tidligere.

46 % af virksomhederne svarer, at de aldrig har anvendt eller modtaget noget med PFAS. De vurderer, at PFAS ikke er relevant for deres drift – enten fordi de arbejder i sektorer, hvor stoffet ikke indgår, eller fordi deres leverandører ikke leverer materialer eller processer, der kræver PFAS.

De sidste 28 % er i tvivl – de svarer "ved ikke". Det peger på en stor usikkerhed og mangel på

viden blandt virksomhederne, særligt når det gælder indirekte anvendelse via leverandørkæder, materialer eller teknisk udstyr. Dette kan være udtryk for, at PFAS ofte er usynligt i praksis – det er ikke altid deklareret, og det kan være teknisk svært at identificere.⁷ Denne tvivl er vigtig i forhold til både fremtidig regulering og oplysningsindsatser.

Det understreger behovet for oplysning, gennemsigtighed i leverandørled og teknisk vejledning, hvis målet er bredere og mere effektiv udfasning af PFAS i erhvervslivet.

Virksomheders kompetencer i forhold til materialevalg og substitution af PFAS varierer markant – især afhængigt af virksomhedsstørrelse. På tværs af alle 198 virksomheder i undersø-

⁷ Den reelle andel af virksomheder, hvor PFAS indgår i processer eller produkter, er vanskelig at afgøre af flere årsager: Ikke alle virksomheder har svaret i undersøgelsen, og den store andel af "ved ikke"-svar, samt at nogle virksomheder muligvis anvender PFAS uden at være klar over og derfor har svaret "Nej". Da PFAS er "skjult" i processer og produkter, er det vanskeligt at skaffe oplysninger om. I en screening af 1894 industrivirksomheders hjemmesider, hvor Teknologisk Institut ved hjælp af scraping fik AI-bedømt sandsynligheden for anvendelse af PFAS i virksomheden var 3% klart "ja", 13% klart "nej" – og hele 84% "muligvis" – hvor det rigtige svar således er ukendt og kan enten være "ja" eller "nej". Om virksomheden anvender PFAS, kan derfor kun en kortlægning af den enkelte virksomheds processer og produkter vise.



gelsen angiver godt halvdelen, 56 %, at de har begrænset eller slet intet kendskab til området. Det betyder, at mange virksomheder står uden den nødvendige viden til selvstændigt at kunne identificere, vurdere og implementere alternativer til PFAS. Kun omkring hver femte virksomhed har materialespecialister tilknyttet, og færre end hver sjette har konkret teknisk erfaring med kemikaliesubstitution. Næsten hver fjerde kompenserer dog ved at samarbejde med eksterne rådgivere (se Figur 2).

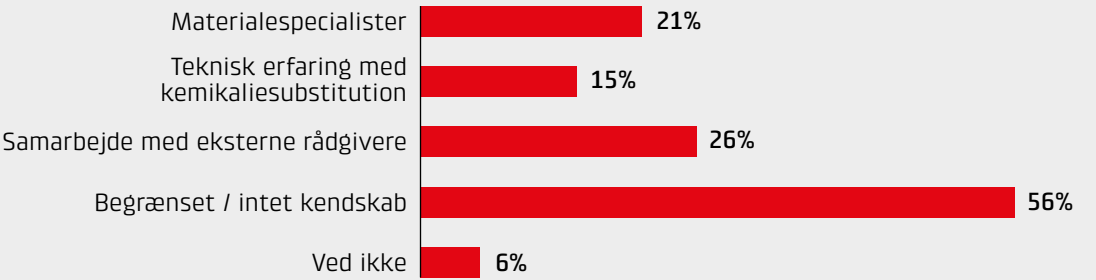
Interne kompetencer er væsentlige – blandt de virksomheder, som svarer, at de anvender PFAS har 38 % selv materialespecialister, mens det blot er 7 % af de virksomheder, der ikke ved, om de har PFAS, der også har en materialespecialist. I øvrigt har 60 % af de virksomheder,

der har udfaset PFAS, samarbejde med eksterne rådgivere.

Kompetencekløften mellem små, mindre og mellemstore/store virksomheder er tydelig (se Figur 3). Små virksomheder står svagest. De større virksomheder er i højere grad rustet til at håndtere en grøn omstilling og substitution af PFAS – både gennem interne ressourcer og samarbejder.

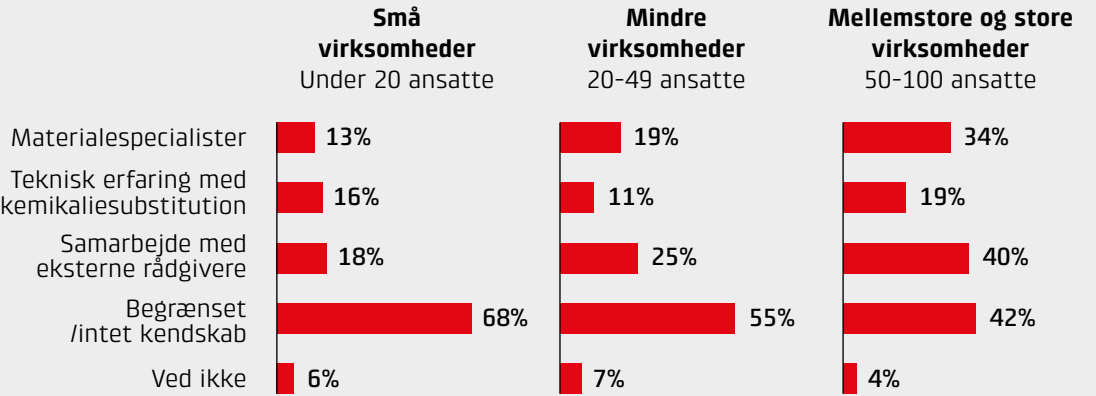
Mere end to ud af tre af de små virksomheder svarer, at de har begrænset eller ingen viden om materialevalg og substitution, og meget få har adgang til relevante specialister eller teknisk erfaring. De er i høj grad afhængige af ekstern bistand – eller er slet ikke i stand til at handle aktivt på udfordringerne.

Figur 2. Kompetencer inden for materialevalg og substitution af PFAS



Spørgsmål: Hvilke kompetencer har I internt ift. materialevalg og substitution af PFAS? Kilde: Survey, Teknologisk Institut (2025). Bemærk: 196 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Figur 3. Kompetencer inden for materialevalg og substitution af PFAS – efter virksomhedsstørrelse



Spørgsmål: Hvilke kompetencer har I internt ift. materialevalg og substitution af PFAS? Kilde: Survey, Teknologisk Institut (2025). Bemærk: 196 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Mindre virksomheder klarer sig lidt bedre, men stadig har over 55 % begrænset kendskab, og blot hver tiende har erfaring med substitution. Derimod har de i højere grad end de små etableret samarbejder med rådgivere.

Hos de mellemstore og store virksomheder ser billedet væsentligt mere positivt ud. Her har hele 34 % materialespecialister, og hver femte har konkret erfaring med kemikaliesubstitution. Men andelen, der angiver manglende viden, er også her stor: 42 %.

Hvis man politisk og markeds-mæssigt ønsker en bred og hurtigere udfasning af PFAS, er det nødvendigt at understøtte især de små og mindre virksomheder med viden, kompetenceopbygning og adgang til rådgivning. I Case 1 fortæller virksomheden CeramicSpeed om deres arbejde med materialer for at levere højtydende kuglelejer uden brug af PFAS til smøring. Den udvikling krævede samarbejde med eksterne rådgivere.

CASE 1 · CeramicSpeed

PFAS-frie kuglelejer styrker forretningen hos CeramicSpeed

Et banebrydende materiale med lavere friktion end teflon har ikke blot gjort virksomheden CeramicSpeeds kuglelejer fri for PFAS – det har samtidig åbnet døren til nye markeder og en unik markedsposition.

Fra fødevarerindustri til high-end cykler

CeramicSpeed har i årevis leveret højtydende kuglelejer til blandt andet cykling, motorsport og industriel anvendelse. Virksomhedens lejer er kendt for deres evne til at rotere med op til 40.000 omdrejninger i minuttet – med ekstremt lav friktion og lang levetid.

Et særligt produktområde er virksomhedens SLT-lejer (Solid Lubricant Technology), som adskiller sig fra traditionelle lejer ved at have smøremidlet integreret i lejets konstruktion. I stedet for olie eller fedt, der skal genpåføres, indeholder SLT-lejerne en plastmatrix, der under opvarmning danner porer fyldt med olie. Olien frigives gradvist under brug og sikrer smøring uden vedligehold.

Teknologien er dog følsom over for balance. "Hvis olien kommer for hurtigt ud af lejet, så kommer der en pøl af olie, og så kan lejet ikke holde særlig lang tid. Omvendt, hvis den holder for stramt på olien, får den ikke nok olie til at smøre," forklarer Lina Søbjerg Madsen, IPR-specialist og kemiker hos CeramicSpeed.

Proaktiv udfasning af PFAS

Selvom lovgivningen endnu ikke krævede det, traf CeramicSpeed en tidlig beslutning om at udfase PFAS, herunder teflon (PTFE), fra deres produkter. Valget blev truffet ud fra et strategisk ønske om at kombinere bæredygtighed med teknologisk innovation.

"Vi går meget op i at bruge så grønne og ikke-skadelige kemikalier som overhovedet muligt," fortæller Lina Søbjerg Madsen. "Selvom

lovgivningen endnu ikke krævede det, så vi det som en mulighed for at være på forkant med fremtidige reguleringer."

Virksomheden stod dog over for en udfordring: Hvordan erstatter man et stof med så effektive friktionsegenskaber som teflon – uden at gå på kompromis med ydeevne?

Systematisk samarbejde skaber gennembrud

Efter egne forgæves forsøg på at finde et egnet alternativ indledte CeramicSpeed et MUDP-støttet samarbejde med Teknologisk Institut. Det blev et forløb, hvor virksomhedens dybe produktkendskab blev kombineret med Instituttets materialetekniske ekspertise.

"Vi havde selv forsøgt at finde alternativer, men indså, at vi havde brug for en mere systematisk tilgang," forklarer Lina Søbjerg Madsen. "I samarbejdet med Teknologisk Institut kunne vi definere præcis, hvilke egenskaber vi havde brug for, mens de bidrog med den materialetekniske viden."

Udviklingsprocessen fulgte en metodisk tilgang: Først blev der formuleret en fælles kravspecifikation. Dernæst identificerede Teknologisk Institut 18 potentielle materialer. Heraf blev otte udvalgt til test, og til sidst blev det mest lovende materiale implementeret i produktionen.

"Den proces, vi kørte, er typisk for den måde, vi angriber og udvikler et nyt alternativ på," fortæller Peter Nørby fra Teknologisk Institut. "Når vi taler PFAS, så er det vigtigt at afklare,

hvad virksomheden egentlig har brug for. Altså hvilke egenskaber er vigtige for produktets funktionalitet."

Mindre friktion – større potentiale

Det store gennembrud kom, da det nye PFAS-fri materiale ikke blot viste sig at matche teflon – men overgå det markant. "Vi opnåede op til 30 % mindre friktion med det nye materiale sammenlignet med PTFE," fortæller Lina Søbjerg Madsen. "Det var noget, vi slet ikke havde forventet, da vi startede projektet."

Det banebrydende resultat ændrede alt. SLT-lejerne, der hidtil primært havde været anvendt i fødevarerindustrien, kunne nu også anvendes i high-end cykler – et krævende marked, hvor friktion og vedligeholdelse er afgørende parametre.

Unik teknologi skaber konkurrencefordel

CeramicSpeed har med det nye materiale skabt en eksklusiv teknologi, som har styrket virksomhedens position markant. Produkterne anvendes nu i cykelstyr og andre komponenter i premium-cykler til over 100.000 kroner.

"Vi er det eneste firma, der kan lave disse lejer til cykler, og cykelproducenterne, der har testet dem, er vendt tilbage med positiv respons og ønsker om at implementere dem i deres produkter," fortæller Lina Søbjerg Madsen.

De nye lejer giver kunderne både længere levetid og markant mindre vedligeholdelse – og CeramicSpeed tilbyder nu levetidsgaranti på udvalgte produkter. Skiftet er dermed ikke blot en miljømæssig gevinst, men også en direkte styrkelse af forretningen.

Læring: Innovation tager tid – og kræver samarbejde

Undervejs i projektet har CeramicSpeed høstet en række centrale erfaringer. Først og fremmest blev virksomhedens egne antagelser ud-



fordret: "Vi opdagede, at vores antagelser om, hvordan friktionsreduktion fungerede i lejerne, ikke var helt korrekte. Dette åbnede for nye materialevalg." Samtidig blev det tydeligt, at der ikke findes én universalløsning til PFAS-substitution: "Man skal lave et teknologistudie til hver applikation."

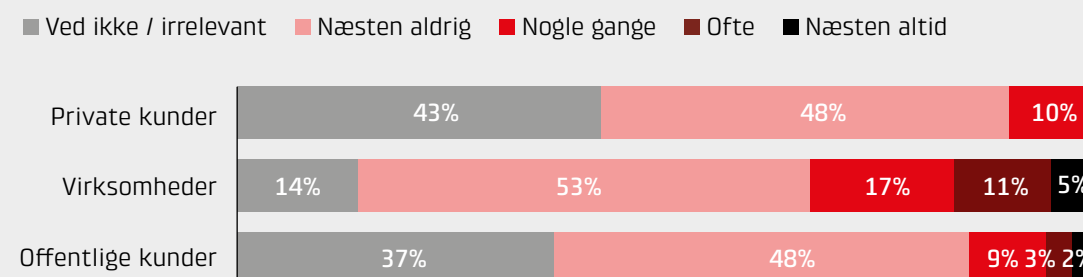
Produktudviklingen viste sig desuden at være mere tidskrævende end forventet: "En ting er, at man finder en erstatning for PFAS. Noget andet er, hvordan den nye råvare påvirker produktet. Vi endte med at gentænke hele fremstillingsprocessen, og det tog fire år at komme i mål." Endelig blev samarbejdet med Teknologisk Institut afgørende. "Samarbejdet gav os adgang til specialiseret viden og en systematisk tilgang, vi ikke kunne have opnået alene," siger Lina Søbjerg Madsen.

En grøn og stærk fremtid

Efter den vellykkede udfasning af PFAS i deres SLT-lejer ser CeramicSpeed frem mod nye muligheder. Flere cykelproducenter har allerede testet og godkendt de nye lejer til deres modeller.

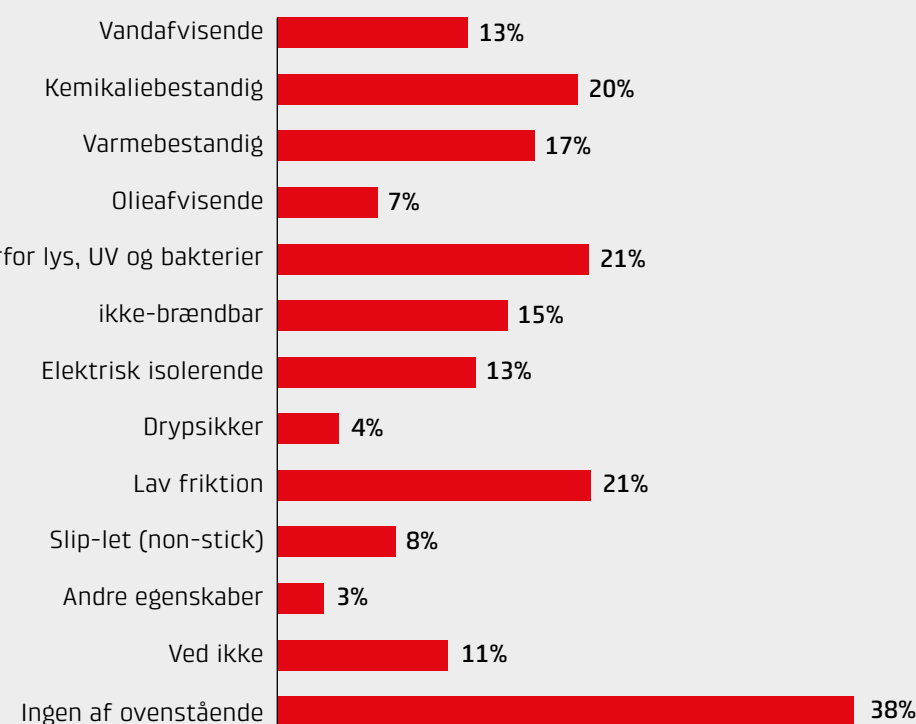
"Vi har skabt et produkt, der ikke bare er miljømæssigt forsvarligt, men som faktisk præsterer bedre end det tidligere," konkluderer Lina Søbjerg Madsen. "Det viser, at innovation med fokus på bæredygtighed kan være en direkte vej til forretningsudvikling og nye markedsmuligheder."

Figur 4. Kunderne stiller sjældent spørgsmål til virksomhedens brug af PFAS



Spørgsmål: I hvilken grad spørger kunder eller myndigheder jer om jeres brug af PFAS? Svar opdelt efter virksomhedernes marked. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 190 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Figur 5. Efterspurgte funktionsegenskaber



Spørgsmål: Hvilke funktionsegenskaber er vigtige i forhold til jeres produkter, produktion og materialer – uanset om I anvender PFAS eller alternativer? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. 16 % har kun sat et kryds. Resten har sat flere. 9 % har sat fem eller flere krydser. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 196 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Otte ud af ti virksomheder, der har svaret, er B2B-virksomheder; det vil sige underleverandører til andre virksomheder, og knap hver femte leverer til det offentlige. Halvdelen af virksomhederne har en strategi eller politik for substitution af kemikalier, og 38 % har tidligere arbejdet med substitution af kemikalier.

De færreste industrivirksomheder oplever, at kunderne spørger ind til virksomhedens anvendelse af PFAS. Spørgsmålene kommer typisk fra virksomhedskunder, mens private forbrugere sjældent er aktive. Lidt overraskende er de offentlige kunder heller ikke særlig aktive med at stille krav og spørgsmål til PFAS – i betragtning af, at miljøhensyn ved offentlige indkøb har været en del af den danske miljøbeskyttelseslov siden slutningen af 1980'erne (se Figur 4). Ligesom virksomhederne skal finde veje til at omstille sig, så kan det være nyttigt at give forbrugere, virksomheder og offentlige myndigheder bedre forudsætninger for at stille krav – fx gennem mærkningsordninger eller anden form for dokumentation.

Industrivirksomhederne har i udbredt omfang brug for de funktioner, som PFAS kan tilbyde i deres produkter i deres produktion og deres materialer (se Figur 5).

Virksomheder, der anvender PFAS

Blandt de virksomheder, som svarer, at de anvender PFAS, er det hver fjerde (23 %), som primært selv anvender PFAS og to ud af tre (63 %), som primært får PFAS via underleverandører – fx i materialer, komponenter eller andet. For de øvrige er der tale om både-og (11 %), og 3 % ved det ikke.

De vigtigste årsager til, at virksomheder anvender PFAS, er, at stofferne opfylder de tekniske krav til produkterne. Hertil kommer både kundekrav og krav fra myndigheder (se Figur 6). Samtidig oplever mange virksomheder,

at de ikke selv har kontrol over anvendelsen af PFAS, fordi stofferne i høj grad kommer ind via underleverandører. Som en virksomhed udtrykker det: "Vi har ikke indflydelse på fremstilling af elektronik". Andre peger på, at forbruget er tæt knyttet til virksomhedens processer eller produkter: "Passer på den anvendelse, vi har i vores produktionsprocesser", og "Friktion og slip-let kan p.t. ikke opnås på anden vis".

Ovenstående citater understreger, at leverandører typisk designer komponenter, der skal kunne bruges bredt på tværs af kunder og anvendelser – og derfor vælger de ofte PFAS for at sikre robust performance på mange parametre. Samtidig kender leverandørerne sjældent den konkrete slutanvendelse og får derfor ikke de signaler, der skal til for at udvikle målrettede alternativer. På den anden side oplever brugerne af komponenterne, "at der ikke findes nogen alternativer", fordi de ikke ved, hvad de ellers kan efterspørge – eller hvilke specifikke krav de skal kommunikere tilbage til leverandøren. Resultatet er en form for gordisk knude: Ingen kan eller tør bevæge sig først.

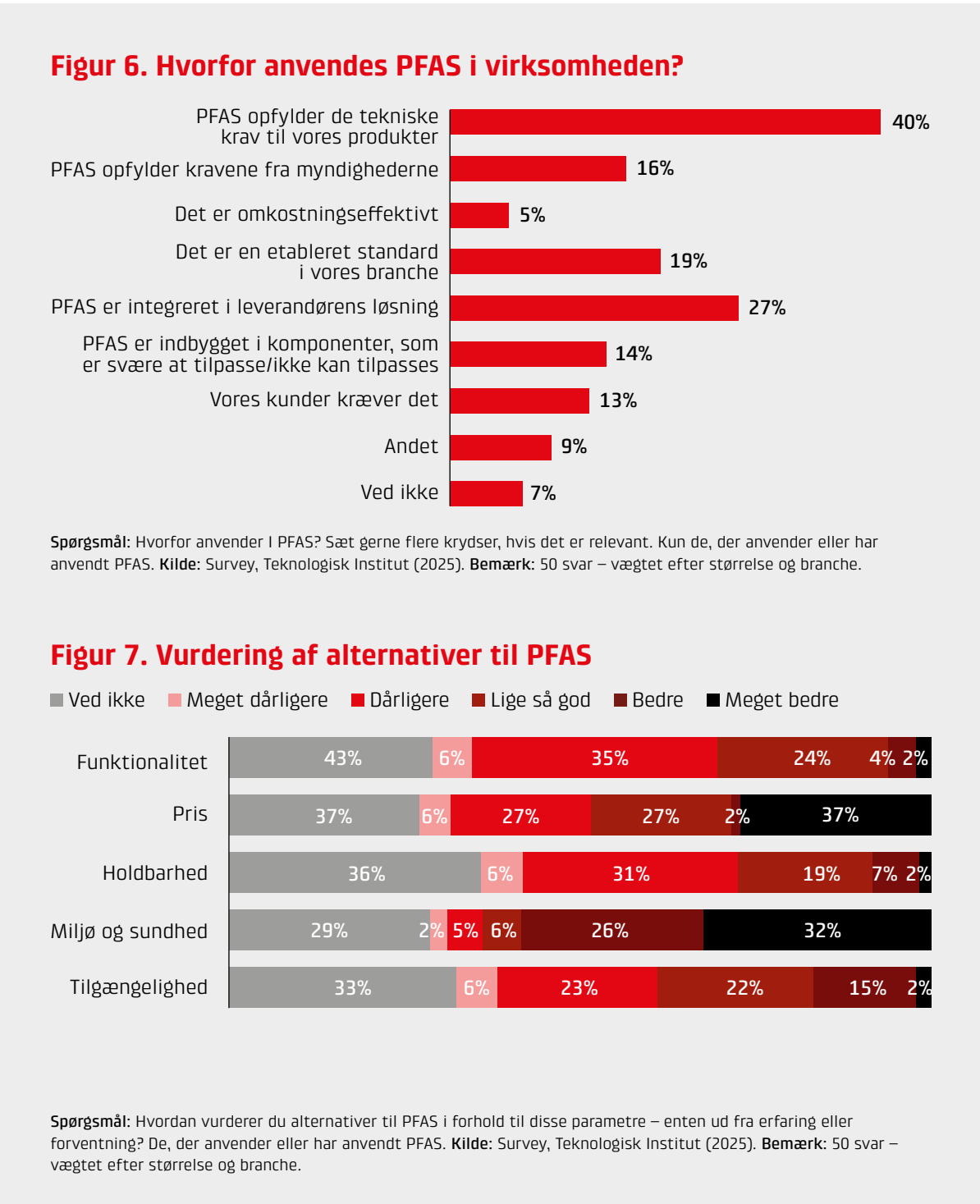
Derfor er rådet til virksomheder ikke blot "tal bedre med jeres leverandører", men "tal om det rigtige – på en måde, der gør nye løsninger mulige". Det kræver, at virksomhederne konkretiserer og deler deres brugskontekster, funktions- og kvalitetskrav (fx temperatur, kemikalieeksponering, levetid, friktion, barriereegenskaber) og skelner mellem "must have" og "nice to have". Leverandørerne får dermed klare markedssignaler til at udvikle PFAS-frie alternativer, mens kunderne får noget at teste op imod. Dialogen kan styrkes gennem fælles testforløb, datasøgning og hurtige iterationer, mens videndelsingsbarrierer kan reduceres via NDAs og tydelige roadmap-aftaler (hvad skal kunne hvad og hvornår).

En så specifik og målrettet leverandørdialog reducerer risiko, åbner for reelle alternativer og skaber de nødvendige betingelser for, at PFAS

kan udfases uden at gå på kompromis med performance.

Det er virksomhedernes opfattelse, at der nogle gange er alternativer til at anvende PFAS, men ikke altid. I Figur 7 har virksomhederne vurderet alternativer til PFAS ud fra funktionalitet, pris, holdbarhed, miljø og sundhed samt tilgængelighed.

Hovedindtrykket af figuren er, at en stor andel (29% - 36%) ikke kender nok til alternativer



til at kunne svare på spørgsmålet. Og på langt de fleste parametre svarer virksomhederne, at alternativerne er meget dårligere eller dårligere på næsten alle parametre med undtagelse af miljø og sundhed, hvor mere end halvdelen svarer, at alternativerne til PFAS er mindst lige så gode, hvis ikke meget bedre. Men for de øvrige parametre, er det kun en mindre del, der oplever, at alternativerne til PFAS fungerer bedre, er billigere, forlænger holdbarhed eller er mere tilgængelige. Når det gælder pris, er det næsten to ud tre virksomheder, som oplever, at alternativer til PFAS findes til samme pris eller billigere.

På et åbent spørgsmål om virksomhederne kender til alternativer til PFAS inden for deres branche, danner svarene et broget og nuanceret billede af virksomhedernes muligheder. Enkelte virksomheder har haft held med at finde anvendelige eller delvist tilfredsstillende alternativer, særligt i forbindelse med gummi-produkter og papirbehandling, hvor fedt- og vandafvisende egenskaber kan opnås uden PFAS – dog ofte med kompromis på ydeevne eller holdbarhed. Der nævnes også konkrete eksempler, hvor virksomheder har igangsat test af nye PFAS-frie produkter, og i enkelte tilfælde er skiftet allerede på vej i produktion.

Samtidig står det klart, at mange virksomheder oplever store barrierer for substitution. De pe-

ger på tekniske udfordringer som forringet kemikalieresistens, kortere levetid og problemer med metalafgivelse i fødevarekontakt, særligt i applikationer som støbejern, smøremidler og specialbelægninger. Flere virksomheder angiver, at de enten ikke kender til alternativer, ikke tror de findes, eller har søgt længe uden at finde acceptable erstatninger. Især på områder med normregulering eller høje funktionskrav – såsom i elektronik, landbrugskomponenter og overfladebehandling – nævnes det, at ændringer ville kræve omfattende test, myndighedsgodkendelser og potentielt nye certificeringer, hvilket gør det tids- og ressourcekrævende.

Enkelte virksomheder udtrykker en generel ambition om at undgå PFAS, fx i tekstilbranchen, mens andre arbejder målrettet med substitution, men afventer stadig markedsmodne løsninger. Generelt tyder svarene på, at der i nogle anvendelser er lovende alternativer i spil, men at der fortsat er store huller, hvor teknologisk udvikling og regulatorisk afklaring er nødvendig for at muliggøre udfasning. Substitution af PFAS er således i gang flere steder, men for langt de fleste er det stadig en teknisk og praktisk udfordring snarere end en afklaret mulighed.

Et kommende forbud mod PFAS vurderes af de virksomheder, der anvender eller har anvendt PFAS, som en ændring, der i forskellig grad vil påvirke deres forretningsaktiviteter –



dog med stor variation i både alvor og tilpasningsevne (se Figur 8).

Cirka en tredjedel af virksomhederne angiver, at de vil få højere omkostninger som følge af et forbud, mens knap en tredjedel vurderer, at de vil være nødt til at tilpasse processer eller udstyr. Derudover fremhæver en mindre, men ikke uvæsentlig andel, at de vil skulle ændre deres produkter væsentligt (11 %), få leveringsproblemer (28 %) eller have svært ved at opfylde kundekrav (19 %).

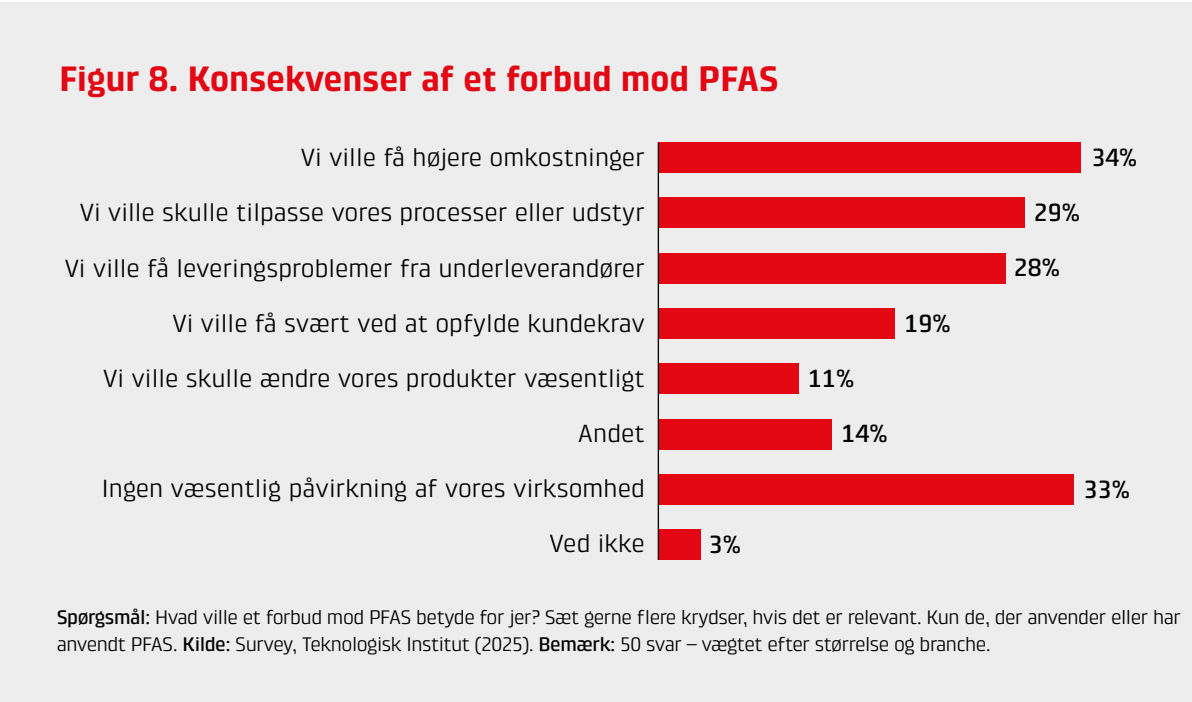
Samtidig vurderer hver tredje virksomhed, at et forbud ikke vil have væsentlig påvirkning på deres virksomhed, hvilket vidner om en vis robusthed og/eller lav afhængighed af PFAS hos en betydelig del af de adspurgte.

De kvalitative svar i kategorien "andet" giver et mere detaljeret indblik i de konkrete bekymringer. Her nævnes bl.a., at et forbud vil gøre det

vanskeligt at opfylde gældende produktstandarder og kemibeskyttelseskrav, såsom EN 13034.⁸ For nogle virksomheder vil det blive vanskeligt at overholde UL- og Functional Safety-krav,⁹ hvilket kan få konsekvenser for eksport og internationale leverancer. Også nycertificering af flere produktgrupper bliver nævnt som en tung proces. Et par virksomheder peger på, at de allerede har udfaset indkøb af PFAS-holdige metervarer, men fortsat har PFAS-produkter på lager, hvilket vidner om overgangsudfordringer.

Et enkelt svar fremhæver dog, at et forbud kan være positivt, fordi det vil presse virksomhederne til at finde løsninger, de ellers ikke ville opsøge af sig selv – med andre ord, at regulering også kan være en drivkraft for innovation og teknologisk omstilling. Men kundekrav kan også motivere; i Case 2 fortæller virksomheden Micro Matic, at det var kundernes efterspørgsel, der satte dem i gang med at finde alternativer. Så der er produkterne ændret netop på grund af kundekrav.

⁸ EN 13034 er en europæisk standard for beskyttelsesbeklædning, der giver begrænset beskyttelse mod flydende kemikalier, især stænk og lette sprøjt.
⁹ UL (Underwriters Laboratories) er en global organisation, der certificerer produkter, processer, materialer og systemer for at sikre, at de opfylder sikkerhedsstandarder. UL-certificering er ofte et krav for at markedsføre produkter i Nordamerika, især i USA og Canada.



CASE 2 · Micro Matic

Gradvis udfasning efter kundepres: PFAS-håndtering hos Micro Matic

Micro Matic arbejder med gradvis PFAS-substitution, drevet primært af kundekrav snarere end lovgivning. Fokus har været på at erstatte PFAS i gummi og plast, hvor særligt plastområdet giver tekniske udfordringer. Substitutionen sker pragmatisk og markedsorienteret, men bremseklodser som manglende alternativer, testkapacitet og viden trækker processen ud.

Micro Matic er en international leverandør af tappeudstyr til drikkevarer og er markedsledende inden for ventiler, koblinger, regulatorer og installationselementer til øl og sodavand. Virksomheden opererer globalt og leverer både til markeder med høje regulatoriske krav og til sektorer med fokus på hygiejne og driftssikkerhed. Produkterne skal kunne tåle alt fra varme og damp til aggressive rengøringsmidler – hvilket stiller høje krav til materialernes kemiske og mekaniske egenskaber.

Produktspecialist hos Micro Matic, Morten Winther, præsenterer Micro Matic som en virksomhed, hvor arbejdet med PFAS primært er drevet af kundekrav og en praksisnær tilgang. Processen er præget af gradvis substitution, tekniske kompromiser og afhængighed af leverandører.

Fra kundepres til konkret handling
Det var ikke lovgivning, men henvendelser fra amerikanske kunder, der første gang satte PFAS på dagsordenen hos Micro Matic. Siden da har kundernes spørgsmål og forventninger været den vigtigste drivkraft i virksomhedens arbejde med substitution. Ifølge produktspecialist Morten Winther oplever de, at kunderne ofte er foran myndighederne i deres krav – og dermed at det reelle pres kommer nedefra i værdikæden.

Fokus på gummi og plastik
Virksomhedens arbejde med udfasning har koncentreret sig om to hovedområder: gummi-komponenter og plastemner. På gummidelen er PFAS-holdige vitonpakninger blevet udskiftet med nitrilgummi – en proces, der, ifølge Morten Winther, har været relativt ligetil, da nitril i dette tilfælde kunne opfylde de samme krav. På plastområdet er udfordringerne dog større. PFAS-baserede belægninger, fx teflon, har hidtil været anvendt for at reducere friktion i bevægelige dele, men her er virksomheden endnu ikke i mål.

Et konkret problem opstod, da en underleverandør i Danmark måtte lukke produktionen af teflonbelagte emner, hvilket efterlod Micro Matic uden et klart alternativ. De står nu over for valget mellem at finde nye belægningstyper, nye plastkvaliteter eller helt ændre konstruktionen af produkterne.

Komplekse krav til materialer
PFAS anvendes i komponenter, som skal kunne tåle kombinationen af tryk, varme, kemikalier og fødevarekontakt – og det gør substitutionen vanskelig. Ifølge Morten Winther er det sjældent en én-til-én-erstatning, men snarere et kompromis mellem funktion, pris og holdbarhed. Nogle af de PFAS-holdige hjælpematerialer



– som fx teflon-tape – er svære at substituere, selvom de ikke indgår i det endelige produkt, og skaber dermed en gråzone mellem drift og dokumentation.

Substitution som konkurrenceparameter

Selvom virksomheden endnu ikke har udfaset PFAS fuldt ud, bruges PFAS-frie produkter allerede aktivt i markedsføringen over for kunderne. "Hvis vi kan sige, at vi har produkter uden, så siger vi det," lyder det. PFAS-status er ved at blive et konkurrenceparameter – især i segmenter, hvor produktpris spiller en mindre rolle end sikkerhed og compliance.

Perspektiver og erfaringer

Virksomhedens tilgang har været pragmatisk og trinvis. Der har ikke været en overordnet strategi fra begyndelsen, men snarere en erkendelse af nødvendigheden. Processen er i høj grad drevet af feedback fra kunder og leverandører, og erfaringerne peger på behovet for bedre informationskanaler og adgang til substitutionsviden. Morten Winther fremhæver desuden, at der mangler samfundsmæssig støtte til at navigere i komplekse reguleringer og sikre adgang til pålidelig testkapacitet og substitutionsvejledning – især for mindre virksomheder.

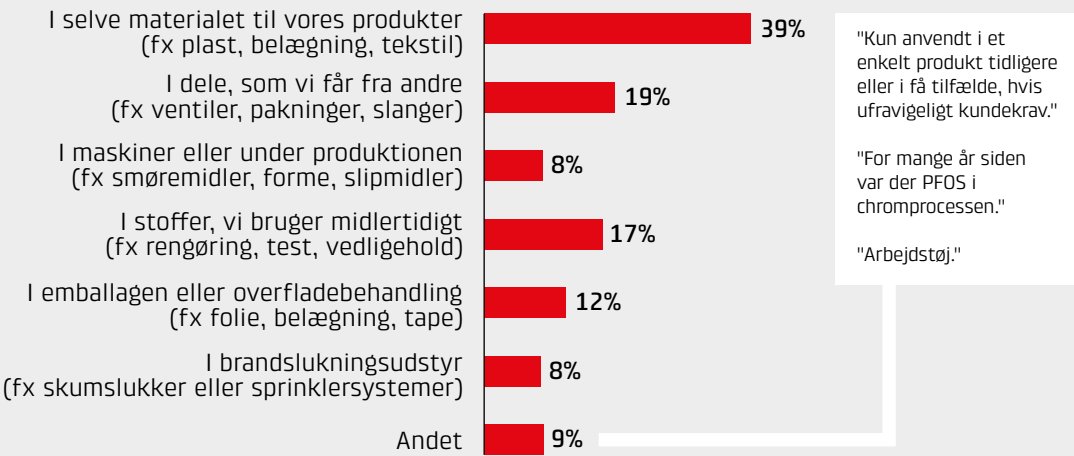
Virksomheder, der har fundet alternativer

Blandt de virksomheder som har fundet alternativer til PFAS, er det især i materialerne til deres produkter – fx plast, belægninger eller tekstiler, at der er fundet alternativer (se Figur 9).

Hvilke alternativer, der er fundet, viser undersøgelsen ikke noget om, og det er ikke klart, om de fundne alternativer også er miljø- og sundhedsmæssigt bedre end PFAS. Et dansk studie nævner, at PFAS ofte er substitueret ved at vælge en anden PFAS i stedet. Fx ved at skifte fra langkædede til kortkædede PFAS – men det afhjælper ikke problemet med, at der stadig er tale om persistente, mobile og toksiske stoffer (Baun, et al. 2023).

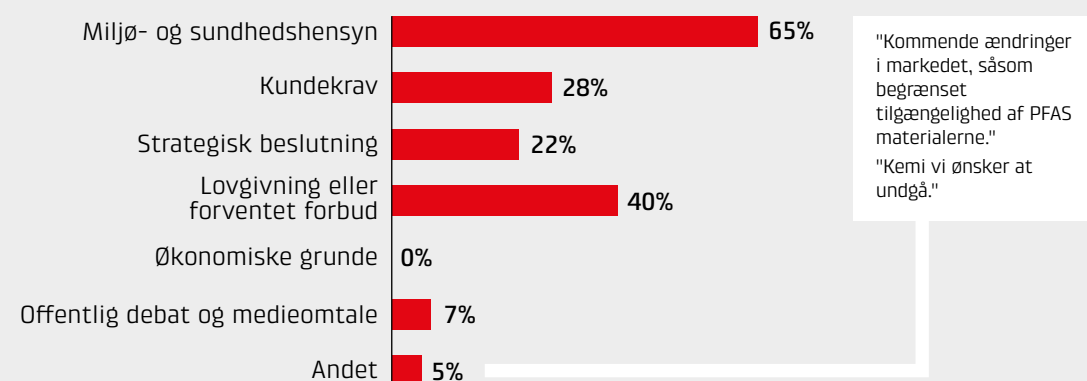


Figur 9. Hvad har virksomhederne fundet PFAS-alternativer til?



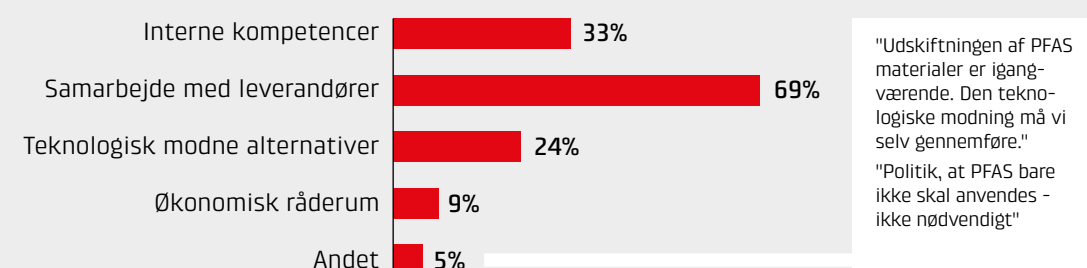
Spørgsmål: Hvor anvendte I tidligere den PFAS, som I nu har fundet alternativer til? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. Kun de, der helt eller delvist har udfaset PFAS. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 29 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Figur 10. Motivationen for at finde alternativer



Spørgsmål: Hvad fik jer til at søge efter alternativer til PFAS? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. Kun de, der helt eller delvist har udfaset PFAS. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 29 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Figur 11. Forudsætninger for at skifte fra PFAS



Spørgsmål: Hvad var forudsætningerne for, at skiftet fra PFAS kunne lade sig gøre? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. Kun de, der helt eller delvist har udfaset PFAS. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 29 svar – vægtet efter størrelse og branche.

begyndt at gøre sig gældende i markedet, om end ikke universelt.

Det koster penge at lave om, og derfor er økonomi heller ikke første motivation hos nogen til udfasning, men der er dog eksempler på, at en udfasning kan skabe et bedre produkt og en styrket konkurrenceevne – se Case 1 fra CeramicSpeed.

Offentlig debat og medieomtale nævnes af 7 % og spiller altså en vis, men begrænset rolle i beslutningsprocessen. Det tyder på, at selv om PFAS har fået stigende opmærksomhed i samfundsdebatten, er det ikke den primære drivkraft for virksomheders handlinger.

Under "andet" nævnes to pointer, som supplerer billedet: Dels henvises til fremtidige markedsforhold, som fx begrænset adgang til PFAS-materialer, dels til et mere værdibaseret synspunkt: PFAS omtales ganske enkelt som "kemi, vi ønsker at undgå". Det viser, at der også eksisterer en normativ bevidsthed og vilje til ansvarlig substitution udover konkrete eksterne krav.

Ønsket om at finde alternativer til PFAS er primært drevet af ansvar og nødvendighed – med miljøhensyn og regulering som de mest tungtvejende faktorer. Det skal desuden understreges, at det er relativt få virksomheder, der har fundet alternativer til PFAS.

Virksomhederne fremhæver især samarbejde med leverandører som den vigtigste årsag til, at substitution har kunnet lade sig gøre. Det nævnes af hele 69 %. Det viser, at leverandørleddet spiller en helt central rolle i omstillingen, både i forhold til teknologisk viden, materialeadgang og produktudvikling (se Figur 11).

Derudover peger 33 % på interne kompetencer som en afgørende faktor. Det tyder på, at virksomhederne selv har teknisk eller kemisk viden, som de har kunnet bringe i spil for at



identificere og teste alternativer. Det viser samtidig, at substitution ofte ikke blot er et spørgsmål om at udskifte ét stof med et andet, men kræver udviklingsarbejde og specialviden.

Kun 24 % mener, at teknologisk modne alternativer har været tilgængelige, hvilket understreger, at markedet for PFAS-erstatninger stadig er i udvikling, og at løsningerne ofte ikke ligger lige for. Endnu færre (9 %) angiver økonomisk råderum som en væsentlig faktor.

Under "andet" findes mindst to forskellige perspektiver: Ét svar beskriver udskiftningen som værende i gang, men at den teknologiske modning må gennemføres internt, hvilket peger på en udviklingsopgave snarere end en færdig løsning. Et andet svar problematiserer, at PFAS-udfasning sker ud fra politik og principper, snarere end teknisk nødvendighed.

De virksomheder, der har delvist eller helt udfaset PFAS fortæller, at substitution af PFAS typisk lykkes, hvor der er tætte relationer i værdikæden og tekniske ressourcer i virksomheden selv. Hele 69% har arbejdet sammen med deres leverandører. Markedsmodne løsninger er tilgængelige i nogle tilfælde, men langt fra alle. Økonomi alene er sjældent en afgørende faktor. Det er i stedet kompetencer, samarbejde og teknologisk udvikling, der driver forandringen.

Virksomhederne, der har helt eller delvist skiftet, oplevede en række væsentlige barrierer i forbindelse med overgangen til alternativer til PFAS. Den mest udbredte barriere var manglende viden hos leverandører, hvilket nævnes af 44 % af de adspurgte. Det understreger, at virksomhederne ofte er afhængige af eksterne aktører i deres værdikæde, og at substitution derfor ikke alene er et internt spørgsmål, men kræver samarbejde og teknologisk modning hos leverandørerne.

Dernæst fremhæves tekniske udfordringer (41 %) og øgede omkostninger (35 %) som centrale barrierer. Det afspejler, at alternativer til PFAS ofte indebærer kompromiser i forhold til performance, produktionsprocesser og økonomi. Samtidig angiver knap en tredjedel (29 %), at der mangler viden internt i virksomheden, hvilket igen understreger behovet for opkvalificering og teknologisk understøttelse – særligt i små og mellemstore virksomheder.

Manglende prioritering fra kunderne nævnes af 15 %, hvilket igen understreger, at markedet ikke altid efterspørger PFAS-frie alternativer aktivt – og dermed ikke belønner virksomheder, der investerer i substitution. Intern modstand er kun nævnt af ganske få (3 %), hvilket tyder på, at modviljen sjældent kommer indefra.

De kvalitative kommentarer i "andet"-kategorien tilføjer vigtige nuancer:

- Der peges på, at substitution kræver ændrede produktspecifikationer, og at produktion og kunder skal være villige til at acceptere ændringer i produktets egenskaber.
- En virksomhed nævner, at processen er hæmmet af omkostninger og tidsforbrug til re-certificering, hvilket især gælder i normregulerede brancher.
- Andre oplever modstand udefra, fx i leverandørled eller marked.
- Enkelte har dog haft lettere ved at forklare kunderne, at PFAS-frie produkter er acceptable, når krav og funktion er tydeliggjort.

- Endelig nævnes, at der tidligere manglede bevidsthed om PFAS' problematiske egenskaber, og at brugen blev betragtet som den bedste tekniske løsning – uden at det blev udfordret.

Barriererne var både tekniske, økonomiske og videnskæssige – og ofte forankret i hele værdikæden, ikke blot i den enkelte virksomhed (se Figur 12). For at sikre en bred udfasning af PFAS, er der derfor behov for både vidensdeling, kundedialog, leverandørsamarbejde og regulatorisk klarhed.

Skiftet til alternativer til PFAS har haft betydelige konsekvenser for en del virksomheder, mens andre kun i begrænset omfang er blevet påvirket.

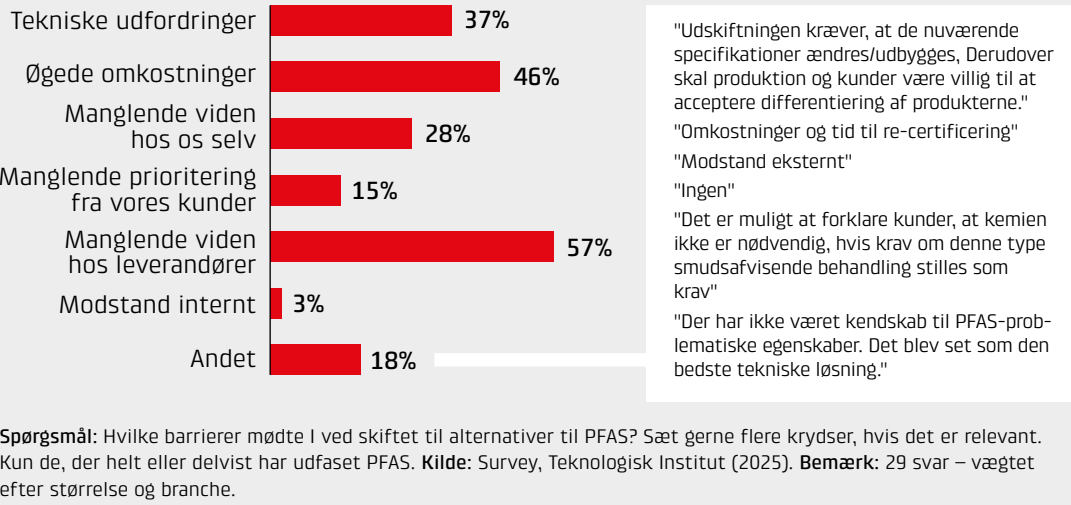
Den mest udbredte konsekvens af skiftet til alternativer til PFAS har været højere omkostninger (se Figur 13). Derudover har 16 % været nødt til at tilpasse deres produktionsprocesser eller udstyr, og 9 % har måttet ændre deres produkter væsentligt, hvilket viser, at ændringerne i visse tilfælde går dybt ind i virksomhedens kerneydelser.

Yderligere 23 % har været nødt til at skifte underleverandør, hvilket understreger, at tilgængeligheden af PFAS-frie alternativer ikke er ensartet i leverandørmarkedet, og at virksomheder, der ønsker eller er nødt til at udfase PFAS, må orientere sig mod nye samarbejdspartnere.

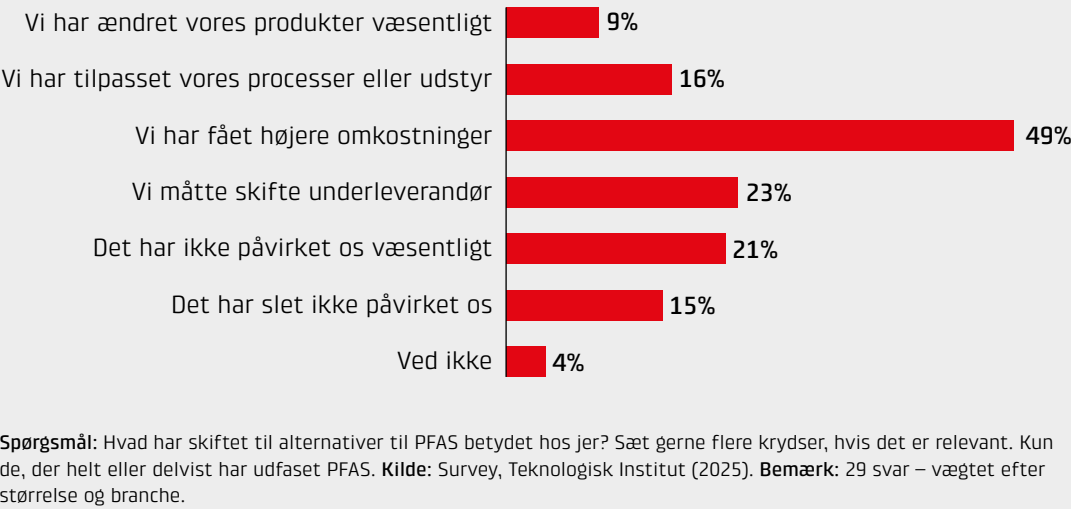
På den anden side angiver 21 %, at skiftet ikke har påvirket dem væsentligt, og 15 %, at det slet ikke har haft nogen betydning. Det tyder på, at en betydelig andel af virksomhederne enten har haft en relativt nem vej til substitution – måske fordi PFAS kun indgik perifert i deres produkter – eller fordi de i forvejen havde valgt løsninger uden PFAS.

Kun 4 % svarer "ved ikke", hvilket indikerer, at de fleste har et klart billede af, hvad konsekvenserne har været for deres egen drift.

Figur 12. Barrierer for udfasning af PFAS



Figur 13. Konsekvenser af skiftet til alternativer



Substitution af PFAS er ikke uden konsekvenser for en stor del af virksomhederne, og konsekvenserne er forskellige fra virksomhed til virksomhed. For nogle indebærer det tekniske og økonomiske tilpasninger og nye leverandørvalg. For andre har det kun haft begrænset eller ingen betydning. Det afspejler både variationen i PFAS' rolle i produktionen og virksomhedernes omstillingsevne.

Det kan være omkostningstungt og teknologisk besværligt at udfase PFAS. Det fortæller Gastrolux om i Case 3. Alligevel var det kommercielle overvejelser, som satte Gastrolux på sporet af alternativer, så "PFAS-fri" kunne blive den konkurrencefordel. Gastrolux har i dag ved lægge om før konkurrenterne.

CASE 3 · Gastrolux

Fra kerneprodukt til konkurrenceparameter – PFAS-udfasning i en global nicheproduktion

Gastrolux producerer gryder og pander til high-end segmentet og eksporterer årligt 150.000 enheder til over 25 lande – særligt i Europa, Asien og Nordamerika. I over 20 år har produktionen anvendt en overfladebehandling kaldet biotan, som oprindeligt var fri for PFOA og PFOS, men ikke nødvendigvis øvrige PFAS. De seneste år har virksomheden udviklet en ny PFAS-fri version baseret på en silikonebelægning, kaldet evo, i tæt samarbejde med en tysk leverandør.

I et interview med den administrerende direktør, Henrik Møller Jensen, beskriver han arbejdet med PFAS-substitution som drevet af forbrugerkrav og præget af særligt tekniske kompromiser.

Kundeforventninger som løftestang

Gastrolux valgte at udvikle PFAS-frie produkter primært af kommercielle årsager. Forbrugernes opmærksomhed på PFAS betyder, at "PFAS-fri" er blevet en afgørende faktor ved valg af køkkenudstyr, selv når forskellene i brug er marginale. I takt med at store detalikæder, især i Frankrig og Storbritannien, begynder at stille krav om PFAS-frie produkter, blev substitutionen en nødvendighed for at bevare markedsadgang.

Teknisk udfordring: non-stick-effekten

Den største tekniske barriere har været at udvikle en belægning med tilsvarende ydeevne. Den nye silikonebaserede evo-belægning har den fordel, at den tåler metalredskaber og er mere slidstærk end fluorbaserede belægninger, men non-stick-effekten er markant svagere. Det opleves som et kompromis: "Den er stadigvæk god, men den er ikke lige så god på PFAS-fri som på vores kerneprodukt – og det tror jeg aldrig, vi kommer til at opnå," siger Henrik Møller Jensen.

Produktionsomlægning og modstand mod forandring

PFAS-substitutionen har medført omfattende ændringer i produktionen. Overgangen til ny overfladebehandling krævede investeringer i ny teknologi og tilpasning af arbejdsgange.

Økonomiske og regulatoriske barrierer

Udviklingen og dokumentationen af det nye produkt har været dyr. Ikke kun på grund af materialerne, men især på grund af de mange krav til ny godkendelse, herunder kommunale miljøtilladelser og VVM-undersøgelser. Disse procedurer opleves som omkostningstunge og bureaukratiske. Særligt fordi det stadig er uklart, hvilke specifikke reguleringer der vil gælde i fremtiden.

Samtidig kræver det nye produktlinjer og dobbelt lagerføring, fordi visse markeder (fx i Asien) fortsat efterspørger den oprindelige biotan-belægning. At opretholde to produktspor er en ekstra driftsmæssig byrde, som ikke kan afvikles, før efterspørgslen ændrer sig globalt.

Usikkerhed om kontrol og kvalitet

En overraskende barriere har været, at selv produkter fremstillet med PFAS-frie belægninger kunne forurennes i emballage- eller transportleddet. Det skete fx med en leverance til



Taiwan, hvor PFAS blev målt i et ellers dokumenteret PFAS-frit produkt – formentlig overført fra ydre emballage. Ifølge Henrik Møller Jensen gør det det "livsfarligt" ikke at etablere systematisk egenkontrol og ekstern laboratorietest. Samtidig udtrykker han usikkerhed ved, at ingen laboratorier i dag kan teste for samtlige PFAS-stoffer, og at definitionerne hele tiden ændrer sig.

Behov for støtte og kompetencer

Virksomheden har ikke søgt offentlig støtte, men vurderer, at tilskud til kompetenceudvikling og adgang til uafhængig testkapacitet kan gøre processen lettere. Især mindre virksom-

heder kan have svært ved at gennemskue både de kemiske, teknologiske og regulatoriske aspekter. "Det hele ender i PFAS-produktet, som der ikke er nogen, der forstår helt alligevel," lyder det.

Strategisk positionering

På trods af barriererne har virksomheden været blandt de første i sin branche til at lancere et dokumenteret PFAS-frit produkt. De oplever nu, at dette differentierer dem positivt – især online, hvor søgninger på "PFAS-free" er i vækst. Direktøren forventer, at det i fremtiden bliver et krav snarere end et valg: "Det er kommet for at blive. Og forbrugerne vil have det."

Virksomheder der ikke ved, om de anvender PFAS

28 % af de interviewede virksomheder ved ikke, om de anvender PFAS. Af dem svarer hele 51 %, at de ikke har gjort en aktiv indsats for at få klarhed over deres brug af PFAS (se Figur 14). Det vidner om en udbredt usikkerhed og manglende overblik i mange virksomheder.

35 % har kontaktet leverandører for at undersøge sagen, og endnu færre (6 %) har forsøgt at afklare det internt gennem teknikere, dokumentation eller audit – og færre endnu at inddrage eksterne konsulenter (5 %).

De kvalitative svar i kategorien "andet" uddyber denne usikkerhed. Flere virksomheder udtrykker et ønske om at få klarhed, men ved ikke, hvordan de skal gribe opgaven an. Andre beskriver, at de ikke har set på, om PFAS anvendes i selve produktionsudstyret, selvom det måske ikke findes i selve slutproduktet. Enkelte beskriver, at mængden og typen af modtagne varer gør det uoverskueligt at vurdere, og andre har en forventning om, at leverandørernes myndighedsgodkendelser dækker spørgsmålet.

Nogle virksomheder bemærker, at forespørgsler til leverandører ikke har givet svar, fordi der mangler kendskab i forsyningskæden. Det viser, at ikke blot virksomhederne selv, men også deres leverandører mangler viden og dokumentation.

Der er med andre ord et stort informationsgab, når det gælder viden om PFAS. Mange virksomheder har hverken overblik over egen brug eller mulighed for at få det via deres leverandører. Der er behov for guidance, standarder og værktøjer, der kan hjælpe virksomheder med at gennemføre en systematisk afklaring – særligt i de tilfælde, hvor brugen af PFAS ikke er åbenlys.

¹⁰ www.mst.dk/borger/sundhed-og-kemi/pfas-i-forbrugerprodukter

Både virksomheder, offentlige indkøbere og forbrugere kan i øvrigt prioritere produkter, som er mærket med Svanemærket, EU Eco-label, GOTS eller OEKO-TEX. Men ikke alle produktgrupper har et mærke. Miljøstyrelsen henviser forbrugere til at være særligt opmærksomme ved køb af outdoortøj og udstyr, kosmetik og imprægneringsmidler.¹⁰

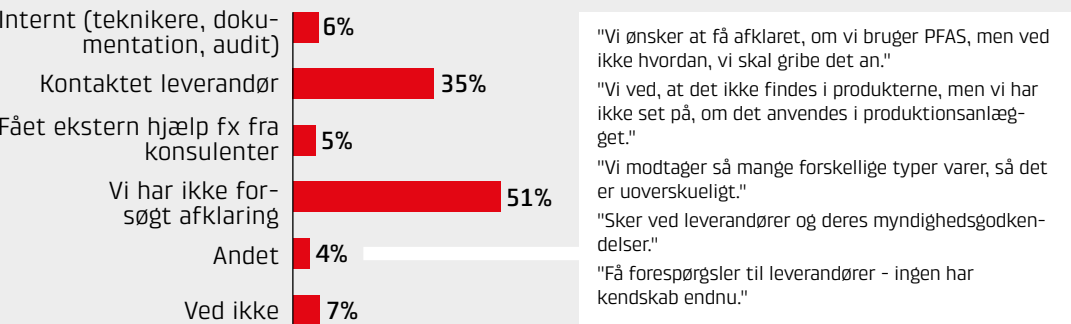
Når virksomheder ikke har undersøgt, om de anvender PFAS – enten direkte eller hos deres underleverandører – skyldes det primært en oplevet mangel på relevans (se Figur 15). 49 % svarer, at de ikke har mistanke om, at PFAS anvendes, hvilket sagtens kan være tilfældet, og 23 % vurderer, at deres forbrug er for lille til at være betydningsfuldt.

Derudover spiller mangel på ressourcer og viden også en rolle. 17 % nævner manglende tid eller kapacitet, og 16 % siger direkte, at de mangler viden om kemi og PFAS. Disse tal vidner om, at mange virksomheder, især mindre, ikke føler sig rustede til selv at afdække potentielle PFAS-anvendelser – hverken teknisk eller organisatorisk.

11 % erklærer, at det ikke er en prioritet i virksomheden, og 9 % ved ikke, hvorfor der ikke er foretaget undersøgelser. I "andet"-kategorien fremgår det, at nogle virksomheder tror, de ikke bruger PFAS – men uden at have verificeret det. Flere baserer deres vurdering på leverandørerklæringer, myndighedsgodkendelser eller det faktum, at de ikke direkte tilsætter PFAS i produktionen.

Kvalitative svar peger også på, at kompleksiteten i forsyningskæden og teknisk usynlighed af PFAS skaber barrierer. Nogle brancher (fx metal- og møbelindustrien) erkender, at stofferne kan være til stede i små mængder, men uden at have overblik over omfanget. Andre refererer til, at de er bundet af standarder fra producenter

Figur 14. Kilder til viden om PFAS



Spørgsmål: Har I forsøgt for at afklare, om I bruger PFAS? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. Kun de, der ikke ved om de anvender PFAS. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 56 svar – vægtet efter størrelse og branche.

Figur 15. Hvorfor ikke undersøgt?



Spørgsmål: Hvad er årsagen til, at I ikke har undersøgt, om der anvendes PFAS i virksomheden (eller fx hos underleverandører)? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. Kun de, der ikke ved, om de anvender PFAS. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 56 svar – vægtet efter størrelse og branche.

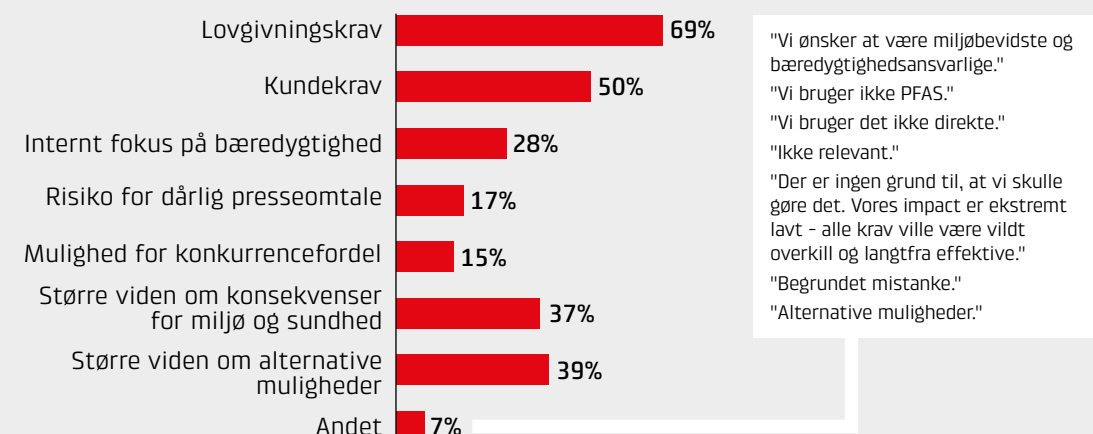
og myndigheder og derfor ikke selv har mulighed for at stille krav til substitution.

Den manglende handling skyldes sjældent ligegyldighed, men derimod en kombination af lav oplevet relevans, manglende mistanke, begrænset viden og ressourcer samt afhængighed af leverandører og standarder.

Svarene peger på et behov for øget oplysning, lavpraktiske værktøjer og branchetilpassede retningslinjer, hvis virksomheder i større omfang skal motiveres og sættes i stand til at afdække og håndtere deres potentielle brug af PFAS.

Virksomhederne peger i høj grad på eksterne krav og incitamenter som afgørende drivkræf-

Figur 16. Motiverende faktorer for virksomheder, der endnu ikke har undersøgt, om de anvender PFAS



Spørgsmål: Hvad kunne få jer til at undersøge om der er alternativer til PFAS? Sæt gerne flere krydser, hvis det er relevant. Kun de, der ikke ved, om de anvender PFAS. **Kilde:** Survey, Teknologisk Institut (2025). **Bemærk:** 56 svar – vægtet efter størrelse og branche.



Offentlig omtale lukker PFAS-virksomhed

Teflonfabrikken Acccoat A/S syd for Helsingør er et eksempel på, at offentlig fokus på anvendelsen af PFAS kan have konsekvenser for virksomheden, der måtte lukke fabrikken efter megen omtale i medierne.

Danmarks Radio fortalte blandt andet, at både ætsende nedfald fra fabrikkens skorsten samt 'teflonfeber' blandt ansatte har været tilbagevendende problemer gennem flere årtier.

Kilde: www.dr.dk/nyheder/indland/omstridt-teflonfabrik-lukker

DR fortalte også, at fabrikken var anledning til bekymring for mulig forurening i lokalområdet, fordi fabrikken ligger klos op ad både villaområder og en skole med tilhørende børnehave og vuggestue.

Derefter besluttede Acccoats bestyrelse at lukke alle aktiviteter og gav som begrundelse det "offentlige fokus" samt fremtidig regulering af virksomheders brug af PFAS-stoffer, samt at fabrikken "ligger uhensigtsmæssigt midt i et boligområde".

Svarene viser, at myndighedskrav og kunde-pres er de stærkeste løftestænger for at få virksomheder til at interessere sig for substitution af PFAS. Derudover er vidensopbygning og brancheoplysning vigtige supplement, hvis

flere virksomheder skal motiveres til at undersøge og implementere alternativer – særligt i de tilfælde, hvor deres egen brug er indirekte, uerkendt eller betragtes som uvæsentlig.

Global innovation for PFAS-frie materialer

Teknologisk Institut har kortlagt forskning og innovation i alternativer til PFAS, men der findes også ældre teknologier, som ikke nødvendigvis kræver forskning og udvikling – fx brug af bivoks i klude til at gøre stoffet vand- og smudsafvisende. Vi har derfor også inddraget en EU-støttet database over substitutionsmuligheder. Der er substitutionsmuligheder for mange anvendelser, men om alternativerne er acceptable, når det drejer sig om funktionalitet, miljø, sundhed og økonomi, vil kræve en konkret analyse og vurdering af de industri-virksomheder, der står over for at skulle vælge.

Forskning i alternativer til PFAS

Global forskningsaktivitet i PFAS-substitution er i markant vækst og har taget fart, især siden 2018. Den videnskabelige interesse kredser særligt om anvendelser, hvor PFAS' unikke egenskaber tidligere har været svære at erstatte – herunder vand- og olieafvisning samt kemikalieresistens. Samtidig baner nye teknologiske processer vejen for at eliminere behovet for PFAS i udvalgte produktioner. Danmark er også aktiv i denne udvikling, hvor især Danmarks Tekniske Universitet (DTU) markerer sig stærkt inden for blandt andet energimaterialer og membranteknologi.

Forskning viser ofte de tidligste tegn på, hvilke teknologier og materialer der er på vej frem. Når man vil danne et teknologisk overblik over PFAS-substitution, giver det derfor god mening

at starte med forskningen. Den viser, hvor der allerede arbejdes aktivt med at finde og teste alternativer.

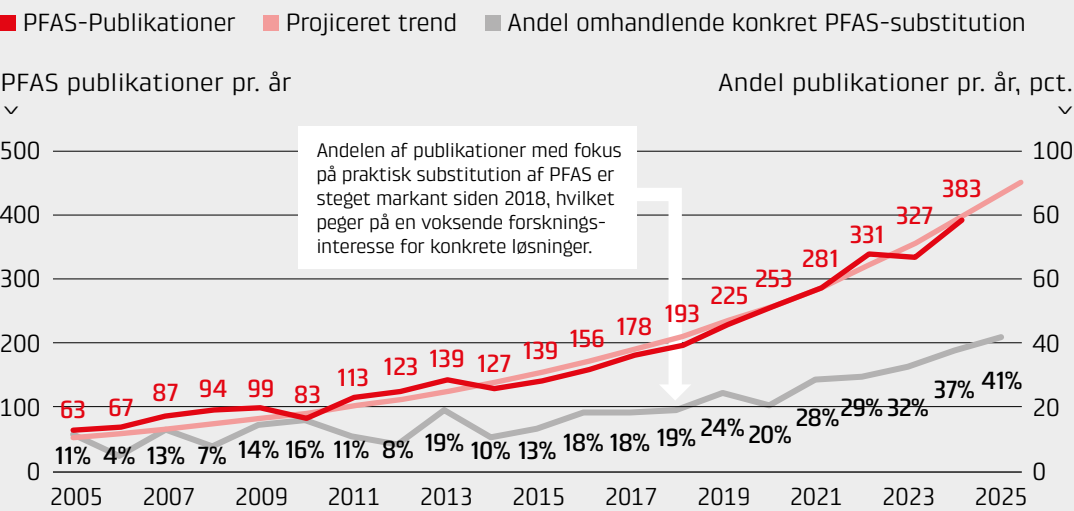
Teknologisk Institut har undersøgt den internationale forskning i, hvordan man kan erstatte PFAS i materialer og overfladebehandlinger. Fokus har været på at identificere, hvilke funktioner forskningen forsøger at erstatte. Vi brugte OpenAlex – en åben database med videnskabelige publikationer – og søgte på artikler fra 2005 til 2025. Søgeteksten kombinerede begreber som "PFAS-free", "fluorine-free" og "PFAS replacement" med tekniske materialetermer som "polymer", "membrane", "composite" og "surface treatment". Målet var at finde publikationer, der beskæftiger sig med konkrete teknologiske alternativer til PFAS.

Vi hentede metadata for hver artikel og brugte kunstig intelligens (GPT-4 via OpenAI's API) til at analysere titler og abstracts. AI-modellen vurderede, om artiklerne beskæftigede sig med konkret substitution af PFAS, og hvilke funktionelle egenskaber der var i fokus. Resultaterne blev returneret i struktureret JSON-format og koblet til det oprindelige datasæt. Det samlede datasæt gav os overblik over, om artiklen handler om konkret PFAS-substitution, og hvilke funktioner forskningen forsøger at erstatte i specifikke anvendelseskontekster.

Udvikling i forskningens omfang

Antallet af videnskabelige publikationer om PFAS-substitution har været støt stigende

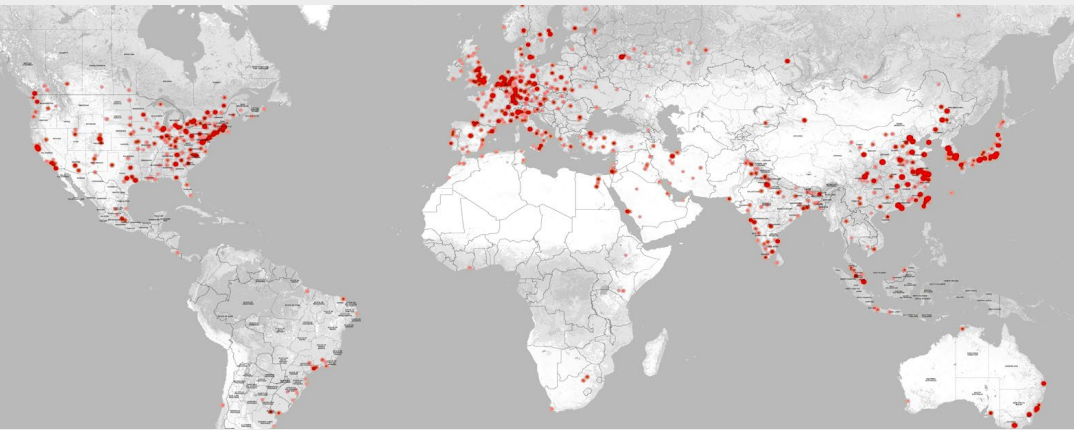
Figur 17. Antal forskningspublikationer inden for emnet PFAS-substitution 2005-2025



Udvikling i antallet af videnskabelige publikationer om PFAS-substitution, 2005–2025. Data er hentet fra OpenAlex og udvalgt via søgeord i titel og abstract. Den røde linje viser det samlede antal publikationer pr. år, mens den grå linje angiver andelen af disse, der eksplicit beskæftiger sig med konkret substitution af eksisterende PFAS-stoffer. Trendlinjen er eksponentielt tilpasset og fremhæver den stigende forskningsaktivitet frem mod 2025. Kilde: Teknologisk Institut, 2025.

Figur 18. Publikationer omkring PFAS-substitution på verdensplan

■ Stærk koncentration ■ Mindre stærk koncentration



Heatmap over innovationsaktivitet relateret til PFAS-alternativer baseret på geografien for første forfatter og sidste forfatter i publikationer fra 2005–2025. Data er hentet fra OpenAlex. Kortet er ikke vægtet efter antal publikationer per lokation, men viser samlet tilstedeværelse. Den interaktive version findes på www.batchgeo.com/map/PFASforskning. Kilde: Teknologisk Institut, 2025.

siden midten af 2000'erne. Særligt efter 2015 ses en markant acceleration fra et beskedent leje (se Figur 17).

Den lyserøde kurve i figuren viser en eksponentiel trendtilpasning, som fremhæver, hvordan forskningsaktiviteten er accelereret over

de seneste to årtier. Udviklingen ser dog ud til at flade en smule ud i de seneste år, hvilket kan skyldes både markedsmodning og databegrænsninger. I juni 2025 var der allerede registreret 177 publikationer om PFAS-substitution i OpenAlex. Eftersom registreringer i databasen ofte halter 6–12 måneder bagud, vurderer vi det som sandsynligt, at over 400 publikationer vil blive registreret for hele 2025. Det placerer året som det hidtil mest produktive i forhold til forskning i PFAS-substitution.

Mens figuren viser udviklingen i antallet af videnskabelige publikationer om PFAS-substitution, viser den også andelen af disse, der direkte beskæftiger sig med substitution af konkrete PFAS-stoffer. Den grå linje viser andelen af publikationer med eksplicit fokus på praktiske substitutionsløsninger (fx udvikling, test eller evaluering af alternativer). Fra omkring 2018 ses en markant stigning i denne andel – fra under 20 % til over 40 % i 2025 – hvilket vidner om en stigende politisk og forskningsmæssig interesse for at finde konkrete løsninger. Dette kan afspejle både øget reguleringspres og flere målrettede forskningsmidler til substitutionsrelateret arbejde.

Ingen enkelt institution dominerer forskningen i PFAS-substitution. Flere kinesiske universiteter og forskningscentre har dog udgivet en stor andel af publikationer relateret til PFAS substitution i perioden 2021–2025. Chinese Academy of Sciences bidrog med 34 publikationer. Donghua University og University of Chinese Academy of Sciences står hver for 23. South China University of Technology har 20.

I Europa har University College London udgivet 10 publikationer. Danmarks Tekniske Universitet og Technische Universität Dresden har hver bidraget med 9.

Heller ikke forskningskvaliteten eller antallet af citationer peger på én førende aktør. De

mest citerede artikler er skrevet af mange forskellige forskere fra forskellige institutioner.

Det tyder på, at ingen endnu har sat sig solidt på feltet. Samtidig viser det, at PFAS-problematikken spænder bredt. PFAS bruges i mange sammenhænge og kræver derfor både tværfaglig viden og koordineret indsats på tværs af sektorer og forskningsmiljøer. Det er også et område, hvor løsninger ofte udvikles tæt på praksis – for eksempel i virksomheders egen R&D eller i sektorkoblingsinstitutioner som GTS-institutterne – som ikke nødvendigvis publicerer i videnskabelige tidsskrifter.

Funktionelle egenskaber i fokus

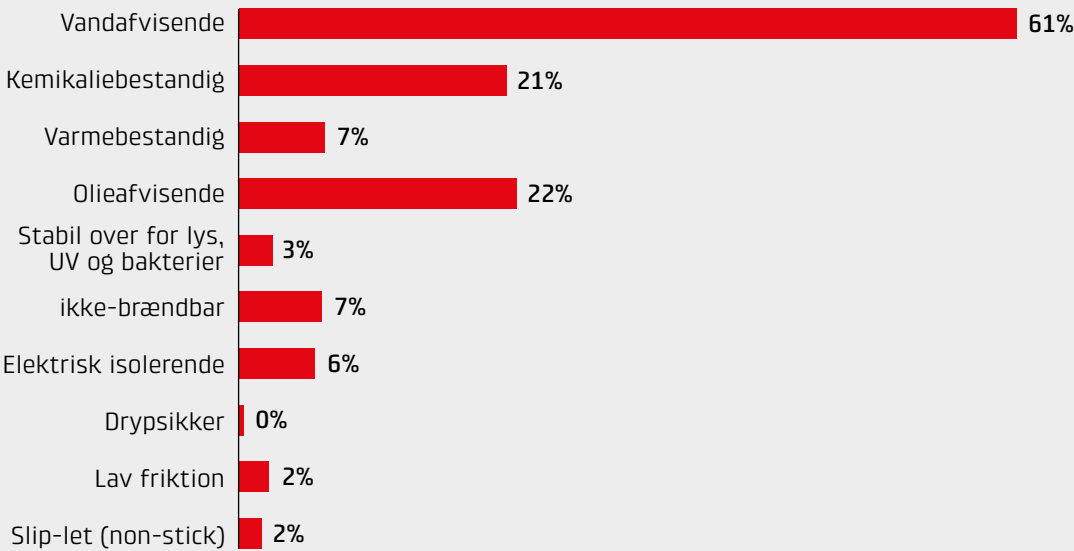
Ud af de mere end 3.000 identificerede publikationer om PFAS-substitution beskæftiger 829 sig direkte med udvikling eller test af konkrete alternativer til PFAS. De resterende publikationer relaterer sig også til emnet, men kan ikke entydigt klassificeres. Det skyldes enten, at titlen og abstractet er for generelle, eller at indholdet omhandler mere indirekte aspekter som litteraturgennemgange, konceptuelle bidrag eller teoretiske vurderinger af mulige substitutioner i specifikke anvendelseskontekster.

Figur 19 nedenfor viser, hvilke funktionelle egenskaber forskningen i disse 829 publikationer forsøger at erstatte.

Omkring 60 % af publikationerne undersøger alternativer til PFAS med vandafvisende funktioner. Dernæst følger olieafvisende egenskaber og kemikalieresistens som de mest hyppigt undersøgte.

267 publikationer beskæftiger sig med substitution af to eller flere funktioner i samme studie. Her ses særligt kombinationer af vand- og olieafvisende egenskaber, kemikaliebestandighed, varmebestandighed og brandhæmmende egenskaber. Disse funktioner går ofte igen i forskningen, hvor de undersøges samlet i forskellige materialetyper og anvendelser.

Figur 19. Funktionsegenskaber ved PFAS-alternativerne fundet i forskningslitteratur



Figuren viser, hvilke funktionelle egenskaber PFAS-substitutioner retter sig imod i 829 videnskabelige publikationer. Klassificeringen er foretaget med AI-assistance på baggrund af titler og abstracts og efterfølgende valideret ved stikprøver. Bemærk, at 33 % af publikationerne adresserer flere funktioner – typisk 2, men op til 6 i enkelte tilfælde. Kilde: Teknologisk Institut, 2025.

Hvad forskes der konkret i, når det gælder alternativer til PFAS?

Forskningen i PFAS-substitution har i de seneste år taget fart, og en række studier dokumenterer konkrete materialeløsninger, der helt uden fluorstoffer efterligner – og i nogle tilfælde overgår – de funktionelle egenskaber, PFAS traditionelt har været anvendt til. Det gælder især vand- og olieafvisning, varmebestandighed og overfladestabilitet.

Et centralt eksempel er et studie af Yang (2024), hvor forskere udviklede en superhydrofob, fluorstoffri belægning baseret på nikkel-koboltfosfat. Belægningen på aluminium demonstrerede både selvrensende effekt og kemisk bestandighed og peger, ifølge forfatterne, på en reel erstatning for PFAS i industrielle applikationer (Yang 2025).

Et andet eksempel fra Progress in Organic Coatings (2024) beskriver en fluorfri nanokomposit, som kombinerer vand- og olieafvisning med flammehæmmende egenskaber. Ifølge forfatterne er det ikke blot en substitution, men en funktionel forbedring sammenlignet med PFAS-baserede materialer (Ren, et al. 2024).

Fælles for disse eksempler er, at forskerne ikke blot leder efter én-til-én-erstatninger, men arbejder målrettet med at udvikle mere sikre, bæredygtige og funktionelle materialer, som på flere områder kan matche eller forbedre PFAS' anvendelser – uden de miljømæssige og sundhedsmæssige konsekvenser.

Forskningen i alternativer til PFAS begrænser sig imidlertid ikke kun til udviklingen af nye

materialer og erstatningsstoffer. En voksende del af litteraturen fokuserer også på alternative produktionsmetoder og procesdesigns, der helt undgår behovet for PFAS. Her er det ikke en bestemt kemisk struktur, der træder i stedet, men derimod ændringer i teknologi, overfladebehandling og produktionsmiljø, som gør brugen af PFAS overflødig.

Et markant eksempel er brugen af plasma-polymerisering, hvor forskere fra Fraunhofer IFAM har udviklet teknologier som PLASLON®, der skaber vand- og olieafvisende overflader med høj slidstyrke og kemisk modstand – helt uden fluorholdige forbindelser. Ifølge forskerne giver denne metode ikke alene de ønskede funktionelle egenskaber, men også fordele som bedre

vedhæftning, lavere miljøpåvirkning og bred industriel anvendelighed (Fraunhofer IFAM 2023, SpecialChem 2023).

Forskere fra Empa (Schweiz) har også demonstreret atmosfærisk plasma-overfladebehandling til tekstiler, hvor siloxan-lignende netværk skaber vandskyende effekter uden brug af fluorstoffer. Metoden er udviklet med henblik på industriel skala og omtales i flere tekniske nyheder og Empas egne kanaler (Empa / Swiss Federal News 2024, Specialty Fabrics Review 2024, SpecialChem 2024).

Disse processuelle tilgange viser, at vejen væk fra PFAS ikke nødvendigvis går gennem nye molekyler alene, men også gennem ændrede

måder at designe og fremstille funktionelle materialer. Dermed rykker fokus fra substitution til systemiske løsninger, hvor hele processer og teknologier bliver PFAS-frie.

Det danske bidrag

I Danmark er det især DTU, som har været aktiv inden for substitution af PFAS og relaterede fluorholdige stoffer. Forskningen spænder bredt, men har et klart fokus på at udvikle nye materialer med høj ydeevne og uden miljøskadelige stoffer.

Forskere på DTU arbejder især med superledere, elektrolysemembraner og organiske polymerer. Målet er at erstatte fluorholdige stoffer med sikre alternativer, samtidig med at materialerne opretholder høj funktionalitet og stabilitet.

Jean-Claude Grivel og kolleger har i en række arbejder vist fluor-fri metal-organic deposition (MOD) fremstilling af $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (YBCO) tyndfilm med høj kvalitet (Zhao, et al. 2018 og Zhao, Tang, et al. 2017). I denne type af produktion har PFAS tidligere været en nødvendighed for god kvalitet af tyndfilm.

Yifan Xia og David Aili (DTU) har udviklet og dokumenteret PFAS-frie, alkaliske ion-solvaterende polymermembraner til vand-elektrolyse med høj kemisk/mekanisk stabilitet samt lav H_2 -gennembrud, bl.a. via makromolekylær forstærkning og nye poly(oxindol-biphenyl)-systemer (Xia, Aili og et al. 2024, Xia, Rajappan, et al. 2025). Aili m.fl. giver desuden et felt-overblik over separatorer til næste generations alkaliske elektrolysatorer (Aili, et al. 2023).

DTU-miljøet bidrager også til barriere- og polymerforskning relateret til energiteknologier; fx nyere arbejde om vanddampgennemtrængelighed (WVTR) i polymeriske materialer til PV-moduler (Babin og et al. 2024).

Forskningen dækker flere teknologier, men er funktionelt fokuseret. Der er særlig vægt på

elektrisk og ionisk ledning, kemisk stabilitet og holdbarhed i krævende miljøer. Anvendelserne spænder fra superledere og elektrolyse-celler til solceller og materialebarrierer. Fælles er målet om at udvikle bæredygtige materialer uden fluorstoffer – uden at gå på kompromis med ydeevne.

Innovation og alternativer til PFAS

Sammenlignet med andre teknologier er innovationsaktiviteten, når det gælder alternativer til PFAS, relativt lav. Teknologisk Institut har gennemtrawlet verdens patenter for at finde innovativ, ny teknologi, som kan substituere PFAS.

Innovation handler bl.a. om at udnytte viden fra forskningsaktiviteter til at udvikle nye metoder, processer eller produkter, der skaber værdi. Patentansøgninger kan derfor bruges som en indikator for innovation, da de viser, at en patentmyndighed har vurderet en idé eller et produkt som noget nyt. Samtidig signalerer de, at en person eller virksomhed har udviklet en idé, de har fundet værd at investere tid og penge i at beskytte. Selvom langt fra alle nyudviklinger patenteres, og en patentkortlægning derfor ikke giver et komplet billede af innovationen, udgør det stadig en stærk indikator for både teknologisk udvikling og kommercielt potentiale.

Teknologisk Institut har gennemført en fokuseret patentsøgning i globale patentdatabaser med henblik på at identificere teknologier, som eksplicit tilbyder alternativer til PFAS. Søgningen målretter sig mod patenter, der beskriver fluorfrie materialer, PFAS-substitution eller aktive replacement-strategier, inden for relevante materiale- og applikationsområder som coatings, polymerer, barrierer og tekstilbehandlinger. Søgningen i patentdatabasen er struktureret med udgangspunkt i funktioner, som typisk forbindes med anvendelsen af PFAS – herunder egenskaber som vand- og olieafvis-



ning, kemikalieresistens, varmebestandighed, lav friktion, non-stick og flammehæmning. Ved at kombinere funktionsord og materiale- eller teknologityper identificeres patenter, der arbejder med løsninger, som leverer de samme tekniske egenskaber som PFAS uden nødvendigvis at være fluorerede."

I alt har Teknologisk Institut identificeret 2.572 ansøgte patentfamilier eller innovationer,¹² som kan udgøre alternativer til PFAS. Det relativt lave antal ansøgninger og patenter illustrerer formentlig både, at den teknologiske søgning er snæver, at teknologier, som erstatter PFAS, måske er traditionelle og ikke patenterede, fx bivoksbehandlede klude, der er både vand- og fedtafvisende og måske også, at der er tale om relativt begrænset innovationsaktivitet. Til sammenligning er antallet af patenter hvor PFAS er brugt 97.465. Der er altså 40 gange så mange patenter der drejer sig om brug af PFAS, som der er om alternativer til PFAS eller lignende.

Der udtages patenter på PFAS-alternativer i alle globale centre for Innovation.

Geografisk er de største aktører lokaliseret i USA, Asien og Europa, og tilsammen dækker de brancher som elektronik, bilindustrien, byggematerialer, energi, tekstiler og medicinsk udstyr. Fælles for alle virksomhederne er, at de tidligere har haft stor afhængighed af fluorbaserede

teknologier og nu anvender deres forskningskapacitet til at udvikle alternativer, enten for at imødekomme regulering eller for at positionere sig på nye markeder med højere bæredygtighedsprofil. Deres patentaktivitet afspejler både en teknologisk omstilling og et strategisk svar på den stigende globale efterspørgsel efter funktionelle materialer uden PFAS.

Den teknologiske udvikling og innovation inden for PFAS-alternativer foregår primært i store internationale virksomheder. Ud af de 2.572 patentansøgninger stammer blot én innovation fra Danmark, hvilket placerer Danmark bagerst i rækken blandt de lande, hvor der er udtaget relevante patenter på PFAS-alternativer.

Det danske bidrag er fra Fibertex Nonwovens A/S, som i 2025 fik patent på en metode til at fremstille fluorfri nonwoven-tekstil med både vand- og olieafvisende egenskaber, egnet til brug i bilindustrien (fx motorisolering, batteridæksler, loftsbeklædning). Ved hjælp af en sol-gel-baseret behandling med SiO₂-partikler dannes et tyndt, porøst lag på fibrenes overflade, som giver vand- og olieafvisning uden brug af fluorerede stoffer. Løsningen er designet til at matche funktionaliteten i fluorholdige nonwoven-materialer, men uden de miljø- og sundhedsmæssige ulemper ved PFAS. Opfindelsen er et direkte fluor- og PFAS-frit alternativ til traditionelle fluorbehandlede nonwovens, og den adresserer specifikt udfor-

¹¹ For at sikre relevans er søgningen afgrænset yderligere til kun at medtage patenter, der eksplicit eller implicit refererer til, at teknologien er tænkt som et alternativ til PFAS. Det vil sige, at patentteksten skal indeholde udtryk som "PFAS-free", "fluorine-free", "non-fluorinated", "PFAS replacement" eller tilsvarende formuleringer. På den måde sikres det, at det ikke blot er funktionaliteten, men også intentionen om substitution, der er en del af opfindelsen. Dermed retter søgningen sig ikke mod hele spektret af materialer med PFAS-lignende egenskaber, men mod teknologier, hvor ønsket om at undgå PFAS er en udtrykkelig del af løsningen. Bemærk, at søgningen ikke udelukker, at der kan være andre relevante innovationer og, at søgningen ikke indeholder en vurdering af, om løsningerne teknisk, miljømæssigt og sundhedsmæssigt er bedre end løsninger med PFAS. Bemærk desuden, at der i søgningen optræder løsninger, hvor brugen af PFAS er reduceret, uden at den er PFAS-fri, hvilket især gælder ældre opfindelser.

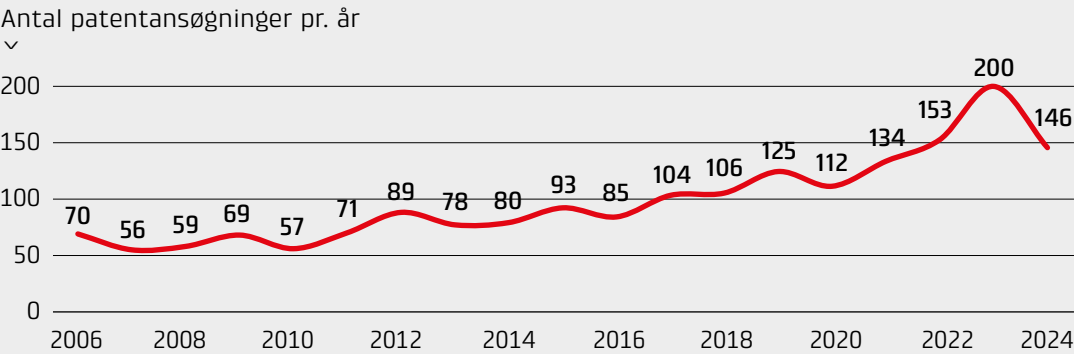
¹² Søgning medio marts 2025. Et patent udtages for et geografisk område, og "patentfamilie" er en samlet betegnelse for alle patenter, der henfører til samme idé. Der er fundet i alt 11.138 patenter, hvoraf nogle er ens, men udtaget i flere lande. Derfor er patenterne samlet til "patentfamilier", der svarer til antallet af ansøgte innovationer. Typisk bliver knap 7 ud af 10 patenteransøgninger godkendt, men processen tager typisk nogle år fra ansøgning til godkendelse. Søgningen fandt 3.013 patenter, som dernæst er screenet manuelt og med AI og reduceret til de 2.572 patenter. Udviklingen 2006 – 2023 er vist i Figur 1. Det er ikke et stort antal årlige patenter, men det stigende antal ansøgninger – næsten en fordobling siden 2016 – illustrerer en stigende interesse for at finde alternativer til PFAS-stoffer.

dringen med at opnå oleofobisk og hydrofobisk funktionalitet uden fluor.

Blandt de virksomheder, der har udtaget flest patenter relateret til alternativer til PFAS, finder man nogle af verdens største og mest

forskningsintensive kemikoncerner. Det er koncerner, som enten udfaser eller frasælger PFAS-aktiviteter, men også koncerner, som har været storleverandører af PFAS-relaterede materialer og løsninger – og flere har betalt store erstatninger for PFAS-forureninger. Det er virk-

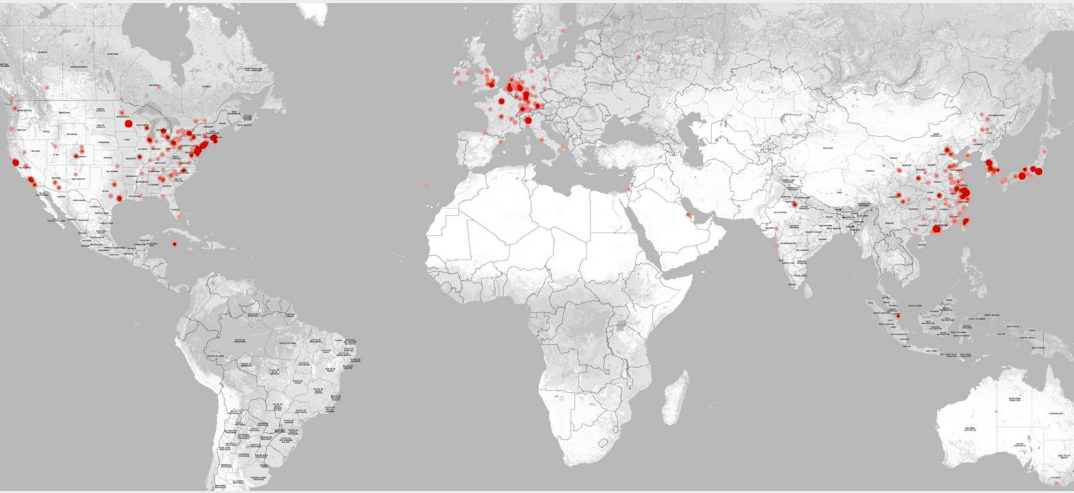
Figur 20. Ansøgninger til patenter 2006-2023



Kilde: Teknologisk Instituts sammentællinger af ansøgninger vedr. PFAS-alternativer. Antal patenter de seneste år vil stige i takt med, ansøgninger behandles.

Figur 21. Global fordeling af patentansøgninger til PFAS-alternativer

■ Stærk koncentration ■ Mindre stærk koncentration



Innovationsaktivitet for alternativer til PFAS. Kortet er viser geografien for den nuværende patentejer eller ansøger. Bemærk, patenter vejlet efter citeringer. Der er ikke opgivet adresser for samtlige nuværende ejere. Kortet er online på www.batchgeo.com/map/PFASPatenter. Kilde: Teknologisk Institut, 2025.

somheder, som har muligheder for skalering, erfaringer som leverandører af løsninger og har bred markedsadgang. Alternative løsninger, udviklet af disse virksomheder, er løsninger, der hurtigt kan slå igennem globalt.

De 2.572 identificerede ansøgninger tilbyder løsninger, som anvendes i stedet for PFAS. Det hyppigste er alternativer, der er vandafvisende eller varmebestandige. Mens det kniber mere med løsninger, der er stabile ift. lys, UV og bakterier samt over for kemikalier.

En patentsøgning finder ikke alle løsninger, men summen er en indikation på de udfordringer, der vil være for de industrier, der har gjort

Tabel 2. De 8 mest patenterende virksomheder, når det gælder PFAS-frie løsninger

Virksomhed	Patenter PFAS-fri	PFAS-frie alternativer og forskningsfokus	Kendte retssager vedrørende PFAS-forurening
3M Innovative Properties Co. (USA)	342	Udfaser PFAS-produkter inden 2025. Udvikler fluorfrie alternativer som Novec™-materialer (3M 2022).	Flere milliardstore erstatningsforlig i USA for PFAS-forurening (Lerner 2024).
Daikin Industries Ltd. (Japan)	156	Udvikler PFAS-reducerede løsninger og arbejder på PFAS-frie alternativer inden for elektronik og varmebestandige anvendelser (Daikin's Approach to PFAS 2024).	Nævnt i forbindelse med miljømæssige bekymringer, men ingen større afsluttede retssager dokumenteret (Perkins 2021).
Solvay Specialty Polymers Italy S.p.A. inkl. Ausimont	117	Har introduceret fluorfrie overfladeaktive stoffer og arbejder aktivt med fluorfrie coatings- og plastalternativer (Solvay 2021).	Betalte i 2023 et stort forlig i USA på i alt ca. 175 mio. dollars for PFAS-forurening (Solvay 2023).
AGC Inc. (Japan)	53	Arbejder med PFAS-substitutter inden for specialglas og elektronik, men stadig tidligt i udviklingsfasen.	Omtalt i PFAS-relaterede klager. (Illinois County Department, Law Division 2023).
DuPont (USA)	45	Udvikler fluorfrie alternativer til Teflon™ og GenX™-materialer.	Store forlig tidligere, bl.a. et på 671 mio. dollars for C8/PFOA-sager. Senest involveret i flere mindre sager (Larsen 2025).
The Chemours Company FC LLC (USA)	45	Satser på PFAS-frie surfaktanter til fluorpolymerproduktion.	Indgået milliardstore forlig sammen med DuPont vedrørende PFAS-forurening af vandforsyninger i USA (United Nations 2024).
Shin Etsu Chemical Co. Ltd. (Japan)	31	Udvikler silikonebaserede alternativer som substitut for PFAS i elektronik og optiske applikationer.	Ingen større retssager dokumenteret.
Arkema Inc. (Frankrig)	28	Udvikler fluorfrie coatings- og kompositmaterialer til industrielle anvendelser.	Nævnt i klager om PFAS-forurening. (Illinois County Department, Law Division 2023)

sig afhængige af PFAS-funktioner, og som der endnu kun er få substitutter til.

En gennemgang af de 2.572 patenter¹³ viser, at coatings (belægninger) er det mest dominerende område for innovation, efterfulgt af teknologier til væskeafvisende fibre og fiberbehandling, som begge har stærk relevans inden for tekstilindustrien og tekniske tekstiler.



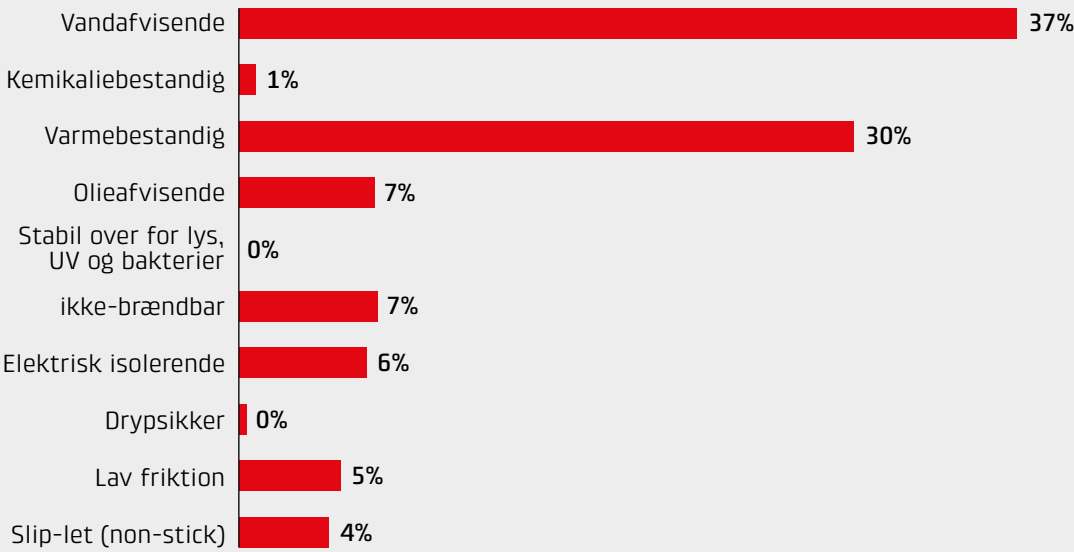
En væsentlig gruppe af patenter omhandler også kendte PFAS-anvendelser. Samtidig ses innovationer i mere specialiserede anvendelser såsom halvlederproduktion, organisk kemi og antifouling-bemalinger til brug i maritimt miljø. Endelig viser data, at en række løsninger relaterer sig til vegetabiliske fibre og metalliske

overfladeprocesser, hvilket peger på et bredt felt af industrielle anvendelser.

Sammenfattende viser analysen, at innovationer rettet mod at erstatte PFAS primært handler om at udvikle nye materialer og processer, der

¹³ Gennemgangen er foretaget af Teknologisk Institut ved en optælling af patenterne efter "Application Domain", som kan skønnes for de fleste patenter.

Figur 22. Funktionsegenskaber ved PFAS-alternativerne fundet i patentansøgninger



Fordeling af 2.572 patentansøgninger efter egenskaber. Ikke alle kunne opgøres, og flere har mere end en egenskab. Gennemgangen er AI-baseret og efterfølgende kontrolleret stikprøvevis. Kilde: Teknologisk Institut, 2025. Bemærk: Nogle innovationer dækker flere funktioner, for andre er det ikke oplyst – eller kan ikke udledes af patentet.

kan levere de samme funktionelle egenskaber som PFAS – især vand-, olie- og smudsafvisning samt kemikalieresistens – uden de miljømæssige og sundhedsmæssige ulemper. Indsatsen er især koncentreret omkring tekstilsektoren, overfladebehandling og specialkemikalier, men rækker også ind i elektronik og industriel proceskemi.

Der bliver løbende fundet nye alternativer, og ZeroPM-databasen (Se teksboks om ZeroPM's database side 54), samt ChemSec Marketplace er gode steder at følge med. Men også i litteraturen kommer der løbende artikler om mulige substitutioner. Det gælder fx Royal Society

of Chemistry (Balan, Bruton og Hazard 2024, Miljøstyrelsen 2024), som gennemgår substitutionsmuligheder for en række brancher.

Et nyt studie fra det europæiske miljøagentur konkluderer, at der løbende opstår stadig flere muligheder for substitution – motiveret blandt andet på grund af stigende regulering. Substitution vil sandsynligvis være kompliceret i visse sektorer, såsom medicalsektoren og sektorer, der arbejder med den grønne omstilling, hvilket vil kræve betydelige forsknings- og udviklingsindsatser. Ikke desto mindre konkluderes det også, at der findes substitutionsmuligheder for langt de fleste anvendelser (Durlin, et al. 2025).

Eksempler på patenterede PFAS-alternativer

GEOX, en italiensk skovirksomhed, har i 2024 søgt patent på en ny skosål, der er både vandtæt og åndbar uden brug af PFAS. Problemet med mange PFAS-frie sko er, at de mister vandtætheden, når membranen i sålen knækker ved gentagen bøjning – især i forfoden. GEOX' løsning er at indbygge en vandtæt membran i selve sålen og forstærke den med et fleksibelt element, som beskytter de mest udsatte områder uden at blokere for åndbarheden. På den måde bevares komfort og holdbarhed, og skoen forbliver vandtæt uden brug af miljøskadelige fluorstoffer.

Corning har i 2023 søgt patent på en ny belægning til glas og keramik, der gør overflader modstandsdygtige over for fingeraftryk – uden brug af fluorstoffer. Almindelige belægnings slides hurtigt og mister effekten, især når de kombineres med andre behandlinger som antirefleks.

Corning har derfor udviklet en overfladebehandling, der kombinerer et silica-lignende netværk med særlige molekyler, som gør overfladen mindre modtagelig over for fedt og vand. Belægningen er meget tynd, men kan modstå omfattende slidtests med både klud og ståluld. Den er derfor særligt velegnet til produkter som smartphones og tablets, hvor man ønsker en pæn, holdbar og miljøvenlig overflade.

3M Innovation har søgt om patent på en fluorfri behandling af tekstiler, der både er miljøvenlig og sundhedsmæssigt sikker. Udfordringen med tidligere fluor-frie løsninger har været, at de ikke giver varig olieafvisning. Den nye løsning giver vandafvisning og en vis grad af olieafvisning, målt efter AATCC-teststandarder. Den kan anvendes på materialer som stof, læder, syntetisk læder, glas og plastfilm og forbedrer holdbarhed og funktionalitet

uden brug af fluorkemikalier. Dette er en PFAS-fri løsning, der forsøger at imødekomme behovet for tekstilbehandlinger uden fluorstoffer – med forbedret, men stadig begrænset olieafvisning sammenlignet med fluorbaserede alternativer.

Perimeter Solutions LP har udviklet et brandslukningsskum uden fluorstoffer (PFAS). I stedet bruges bittesmå silica-partikler, som gør skummet stabilt. Det blandes med stoffer som glykoler, sæbe-lignende forbindelser, biopolymerer og alkoholer. Resultatet er en skumtype, der holder formen, tåler sprit og opløsningsmidler og virker i både saltvand og urent vand. Den undgår samtidig tilsætningsstoffer, der normalt svækker miljøprofilen. Skummet opfylder internationale testkrav og er især egnet til brande i væsker som benzin og olie, hvor det kan bruges i fx lufthavne og industriområder.

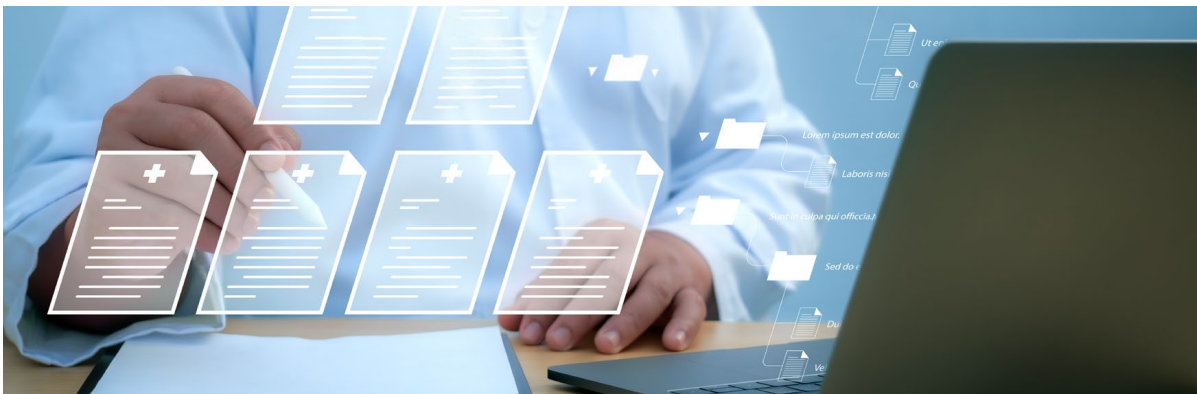
Shandong Aosai New Materials Co., Ltd. i Kina, som løser problemet ved fremstilling af papirmasse med, at olieafvisende midler uden fluor har dårlig vedhæftning til papirmasseprodukter og giver utilstrækkelig olieafvisning og varmebestandighed. Effekten aftager desuden over tid ved opbevaring. Aosai's løsning forbedrer fluorfrie midlers evne til at binde sig til papirmasse og giver stabil olieafvisning – også ved høje temperaturer eller ved kontakt med varm mad. Den løser samtidig problemet med termisk deformation og forbedrer stabiliteten under brug (CN119194900B).

Wilana Chemical har udviklet en ny behandling til tekstiler, der gør fibre-ne modstandsdygtige over for væsker, pletter og snavs – helt uden fluorstoffer. Teknologien er især rettet mod gulv-



tæpper og andre tekstilprodukter, hvor man traditionelt har brugt PFAS, men hvor disse stoffer nu udfases på grund af miljø- og sundhedsrisici. I stedet for spray eller skum anvendes en metode, hvor hele fiberoverfladen behandles under varme. Det giver en mere ensartet og effektiv beskyttelse. Ifølge tests kan behandlingen give en lige så god eller bedre væske- og pletafvisning i stedet for fluorbaserede alternativer. Løsningen er derfor et alternativ til PFAS i tekstilindustrien og kan især bruges til tæpper, møbler og boligtekstiler, hvor der er krav om høj slidstyrke og nem rengøring.

De ovenstående eksempler er opsummerede tekster på basis af patenter. Patentsøgning kan være nyttig for virksomheder til at afsøge markedet globalt for nye teknologier og måske finde samarbejdspartnere, der kan løse en konkret problemstilling.



ZeroPM's database over alternativer til PFAS

En anden kilde, udover forskningsartikler og patenter, til mulige alternativer er den EU-støttede ZeroPM's database over alternativer til PFAS (Figuire, et al. 2024), som frit kan hentes i en beta-version.¹⁴ Heller ikke denne kilde vurderer, om alternativerne er værre eller bedre, når det gælder miljø og sundhed. Det er tilstrækkeligt at være et alternativ. ZeroPM har pr. juni 2025 gennemgået 3.389 anvendelser af PFAS og foreslår alternativer til PFAS. Alternativerne er opgjort efter fx kemisk navn eller handelsnavn, og der er formentlig et stort overlap iht. til de identificerede patenter, hvor handelsnavne typisk ikke er oplyst. Mere end 1.150 alternative materialer, produkter, substanser eller processer er foreslået. Databasen er sammensat på grundlag af en lang række kilder og undersøgelser, men den hyppigste kilde er rapporterne fra ECHA – The European Chemicals Agency.

De fleste alternativer findes inden for tekstil- og beklædningssektoren, hvor alternativer skal kunne levere PFAS-lignende egenskaber såsom vand- og smudsafvisning. Dernæst kommer anvendelser inden for farmaceutiske produkter, smøremidler og landbrugskemikalier, hvor funktionali-

teten ofte er kritisk, og alternativer skal vurderes nøje.

Substitutionslandskabet i databasen ZeroPM viser, at størstedelen af de foreslåede løsninger til erstatning af PFAS består af alternative kemiske stoffer – næsten 1.500 registreringer falder i denne kategori. Dette afspejler, at substitutionen ofte forsøges løst ved at finde nye kemiske forbindelser med tilsvarende funktionalitet. Nogle substitutioner, fx bivoks – er gammelkendte alternativer.

Dernæst følger alternative materialer, såsom nye polymerer eller tekstiloverflader, som kan opfylde PFAS' funktionelle roller uden at være baseret på fluoreret kemi. Der er også mange alternative produkter, hvor hele slutprodukter er re-designet uden PFAS – for eksempel imprægneringsmidler eller brandslukningsskum.

Derudover findes også en række alternative processer og teknologier, som ændrer måden, funktionerne opnås på, uden nødvendigvis at skulle erstatte PFAS med et nyt kemikalie. Det kan fx være mekaniske løsninger, ændringer i produktionsmetoder eller fysisk behandling af overflader.

¹⁴ www.zenodo.org/records/10852739

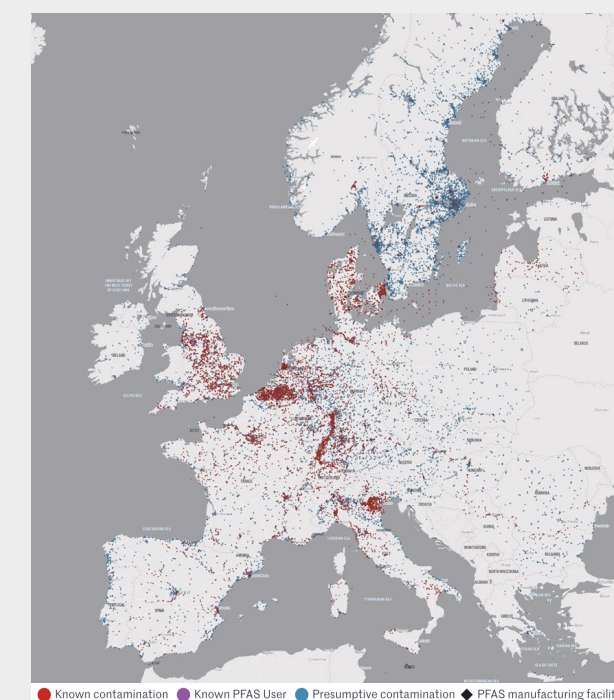
Globalt marked

Markedslederne for PFAS-produktion tæller internationale kemivirksomheder som 3M, Chemours, Honeywell, Daikin, Solvay, Merch, Archroma, AGC Inc., BASF, Dongyue og Arkema. Disse opererer globalt. Flere af virksomhederne arbejder på alternativer (se Tabel 2).

Det globale forbrug af PFAS er betydeligt, men præcise tal varierer afhængigt af kilder og definitioner, og der er betydelig usikkerhed om tallet. Baggrundsdokumentet til forslag om restriktion for PFAS, skrevet af blandt andet

den danske Miljøstyrelse, skønner fx, at der i 2020 i EU blev anvendt PFAS-mængder fra 186.000 tons til 343.000 tons PFAS. Ifølge et andet nyere estimat bliver der årligt globalt introduceret omkring 230.000 tons PFAS på markedet, der de næste 30 år kan akkumuleres op mod 4,4 millioner tons PFAS i miljøet, hvis det ikke reguleres (EcoMundo 2023). Dette tal omfatter produktion og anvendelse på tværs af sektorer som tekstiler, elektronik, fødevareremballage, brandslukningsskum og mange andre industrielle anvendelser. Tekstiler udgør globalt

Figur 23. PFAS-forurening, produktion og brug i Europa



"The Forever Pollution Map" er udviklet af avisen Le Monde i samarbejde med partnere (journalister og forskere). Kortet viser identificerede PFAS-forureninger, PFAS-brugere og PFAS-producenter. Kortet er fra 2024 og baserer sig iflg. Le Monde på data fra videnskabelige undersøgelser og miljømyndigheder indsamlet 2003-2023. Kortet kan findes på t.ly/SJheg, hvorfra alle data kan downloades.

Kortet omfatter 23.000 dokumenterede forurenede lokationer og 21.500 steder, hvor forurening må antages (fx lossepladser, militære anlæg, lufthavne og områder med brandslukning). Derudover indgår 232 virksomheder, der producerer maling og lak, plast, pesticider, vandtætte tekstiler og andre kemikalier.

De røde pletter, som markerer konstaterede PFAS-forureninger, viser en høj tæthed i industrialiserede områder. Kortet giver samtidig et billede af, hvor der bliver målt – og hvor der ikke bliver målt for PFAS.

Et tilsvarende kort over PFAS-forurening i USA er udviklet af "PFAS Project Lab" ved Northwestern University og kan ses på www.pfasproject.com/pfas-sites-and-community-resources



PFAS-anvendelsen i Danmark

Danmark har ikke haft egentlig produktion af PFAS, men stofferne anvendes i en række industrielle sammenhænge, og punktkilder til PFAS-forureninger i Danmark kan fx være brandøvelsespladser, industri inden for forkromning, tæpper og tekstiler, maling, kemi, metal, gummi, plast, fyldpladser for byggeaffald og lossepladser. Oplysninger kan blandt andet trækkes fra databasen DKJord (Miljøsty-

relsen 2025). Avisen Le Monde offentliggjorde i 2024 "The Forever Pollution Map", som viser lokationer med målte PFAS-forureninger i Europa, herunder også Danmark (se Figur 24).

PFAS-forurening i Danmark relaterer sig typisk til specifikke anvendelser og har ført til dokumenterede og mistænkte "hot spots". Sammenlignet med andre lande har Danmark en

ca. 35 % af den samlede efterspørgsel på PFAS¹⁵ (European Environment Agency 2024).

På trods af stigende global regulering og stigende dokumentation for sundheds- og miljøskader forventes markedet at vokse i en række højteknologiske segmenter. Det globale marked for PFAS-kemikalier blev fx vurderet til en værdi af 29,3 milliarder USD i 2023 af Statistika, og det forventes at stige til 37,6 milliarder USD (Statista 2025).

PFAS-markedet er i krydspres mellem fortsat industriel efterspørgsel og voksende regulatoriske og forsikringsmæssige krav. Ny dokumentation for sundhedsskader har udløst et stigende antal retssager, hvilket allerede har ført til erstatningssummer på over 100 mia. DKK globalt – med mange nye sager på vej i både USA og Europa. Som konsekvens hæver forsikringsselskaber nu præmierne markant

for virksomheder, der anvender PFAS, indfører skærpede vilkår eller afviser helt at tilbyde ansvarsdækning. For især SMV'er gør det markedsadgang, eksport og finansiering mere risikofyldt.

De juridiske og forsikringsmæssige risici påvirker også udbudssiden: Store aktører som 3M har annonceret stop for PFAS-produktion senest i 2025, hvilket øger usikkerheden om forsyningssikkerhed og priser. Samlet set flytter markedets tyngdepunkt sig fra kommerciel udnyttelse til risikostyring og ansvarlighed: Virksomheder må afveje kortsigtede performance-gevinster mod stigende compliance-, erstatnings- og forsikringsomkostninger. For flere brancher bliver strategisk substitution ikke kun et regulatorisk krav, men en nødvendig betingelse for at fastholde forsikring, kunder og adgang til globale markeder (Se Gaines, 2024; 3M; BloombergNER, 2024).

¹⁵ ECHA, Background Document to the Opinion on the Annex XV dossier proposing restrictions on Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs), Tabel 3, side 73: Estimerede årlige mængder fra brugsfasen for PFAS-produktion og de største anvendelsesområder i 2020 (lavt, middel og højt skøn). Mængderne henviser til PFAS, der anvendes af producenter af PFAS-holdige produkter i den pågældende sektor, samt til PFAS-holdige produkter, der bringes på markedet (som stof i sig selv, i blandinger eller i artikler), medmindre andet er angivet. Middelværdier anvendes i konsekvensvurderingen.

Figur 24. "The Forever Pollution Map" med konstaterede PFAS-forureninger i Danmark (2024)



Kortet zoomer ind på Danmark og viser både produktionssteder og lokationer, hvor overvågning har påvist PFAS. Observationerne er grupperet, hvis der er registreret flere fund på samme sted. Observationerne er med, hvis der blev observeret mere end 10 nanogram pr. liter (ng/L).

I Danmark er grænseværdierne 2 ng/L for drikkevand, 4,4 ng/L for overfladevand og 100 ng/L for grundvand (sum af 22 PFAS-stoffer) samt 400 ng/L for badevand (4 PFAS-stoffer) (Miljøstyrelsen, 2025).

"The Forever Pollution Map", udviklet af avisen Le Monde i samarbejde med partnere. Data er fra 2003 – 2023 og kan findes på t.ly/SJheg. Data baserer sig, iflg. Le Monde, på data fra videnskabelige undersøgelser og miljømyndigheder.

række særlige forhold: en høj andel af arealet anvendes til landbrug, vi har en lang kystlinje og særlige geologiske forhold, som påvirker PFAS' mobilitet i jord og grundvand, så det lettere når drikkevand. Da drikkevandet i Danmark udelukkende baseres på grundvand uden efterfølgende kemisk rensning, er beskyttelsen af ressourcen særlig vigtig.

Affaldshåndtering sker primært gennem forbrænding, mens spildevand renses effektivt. Øget fokus på cirkularitet og grøn omstilling vil fremover påvirke eksponeringsveje og reguleringsbehov (Baun, et al. 2023).

I Danmark er forbruget af polymerisk PFAS beregnet til ca. 1.690 tons pr. år, hvoraf en stor

andel anvendes i tekstiler, men også i fødevarer, kontaktmaterialer, emballage, køretøjer og medicinsk udstyr (European Environment Agency 2024). Hvor meget PFAS, der samlet set er tale om i det danske samfund, og hvordan strømmene af PFAS er i det danske samfund, er et klart videnshul (Baun, et al. 2023).

Miljø- og Fødevareministeriet kortlagde brancher, der anvender PFAS i 2016 (Miljøstyrelsen 2016), herunder industribrancher, og undersøgelsen omfattede årene 1983 til 201 (se tabel 3).

Rapporten fra Miljøstyrelsen konkluderede, at overordnet set er PFAS-forbindelser anvendt til overfladebehandling, imprægnering, loddemidler og som additiver i maling og lak.

Tabel 3. PFAS-anvendelser efter brancher ifølge Miljøstyrelsen (2016)

Branche	Mængde indberettet	Kendte PFAS-forbindelser	Primær anvendelse
Elektronikindustri	25 tons	PFOS, APFO, EtFOSA, MeFOSE m.fl.	Overtræk til kabler, loddemidler, overfladebehandling
Jern- og metalindustri	20 tons	8:2 FTOH, PFOS, APFO, MeFOSE, 6:2 FTSA m.fl.	Maling, lak, overfladebehandling
Kemisk industri (inkl. maling)	8,7-19 tons	MeFOSE, 6:2 FTSA m.fl.	Rengøringsmidler, maling, lak, imprægneringsmidler
Træindustri	1,2-13 tons	MeFOSE m.fl.	Maling, lak, trykfarve, bindemidler
Papir- og grafisk industri	12 tons	EtFOSA, MeFOSE m.fl.	Maling, lak, imprægneringsmidler, bindemidler
Møbelindustri og anden industri	2,0-6,9 tons	Precursorer til PFCA og PFOA m.fl.	Maling, lak, trykfarver, rustbeskyttelse
Maskinindustri	0,11-3,2 tons	PFOS, MeFOSE m.fl.	Biocider, maling, lak, emaljer
Gummi- og plastindustri	2,0-2,4 tons	Potentiel precursor til PFCA	Kabler, bindemidler, farvestoffer
Tekstil-, beklædnings-, læderindustri	2-2,5 tons	8:2 FTOH m.fl.	Imprægneringsmidler, overfladebehandling

Tallene er gengivet for at illustrere, at PFAS anvendes i mange brancher. Vær opmærksom på, at opgørelsen er ældre (2016), så det kan have ændret sig siden, og brancheopdelingen er lavet efter en ældre standard (DB03). Datagrundlaget for kortlægningen var primært produktregisteret (Se Miljøstyrelsen, 2016).



Global efterspørgsel på PFAS-frie løsninger kan give fordele for frontløber-virksomheder.

Konklusion og perspektiv

Danske industrivirksomheder står over for en afgørende teknologisk omstilling, da reguleringen af PFAS skærpes både i Danmark, EU og globalt. EU arbejder på at indføre et omfattende forbud mod PFAS, hvilket stiller danske virksomheder over for en ny virkelighed, hvor substitution ikke længere er frivilligt, men nødvendigt. Det medfører både muligheder og udfordringer, som virksomhederne allerede nu bør forberede sig aktivt på.

En væsentlig udfordring er, at PFAS-stoffer findes i utallige produkter og processer – fra elektronik og medicinsk udstyr til beklædning og emballage. Mange danske virksomheder anvender PFAS, enten direkte eller indirekte via underleverandører, uden at de nødvendigvis er klar over det. Undersøgelsen viser, at næsten hver tredje virksomhed er i tvivl om deres egen anvendelse af PFAS, hvilket afspejler stor kompleksitet i værdikæderne og en betydelig mangel på gennemsigtighed i materialerne. Den manglende klarhed gør det vanskeligt for virksomheder at planlægge effektivt og handle proaktivt. Manglende efterspørgsel fra kunder tyder også på en mere generel uvidenhed eller usikkerhed om, hvilke krav om PFAS der kan stilles til leverandører.

Virksomhedernes behov for PFAS er typisk drevet af krav til funktionalitet, såsom vand- og olieafvisning, kemisk modstandsdygtighed, elektrisk isolering og varmebestandighed. Disse egenskaber er ikke lette at erstatte, og mange virksomheder vurderer, at de nuvæ-

rende alternativer er utilstrækkelige, når det kommer til ydeevne, holdbarhed og pris. Kun når det gælder miljø- og sundhedshensyn, vurderer virksomhederne alternativerne positivt. Her ligger en tydelig udfordring: Virksomhederne skal finde substitutionsløsninger, som ikke blot opfylder regulatoriske krav, men som også fastholder deres produkters kvalitet og konkurrenceevne.

En svaghed i den danske industri er, at substitution af PFAS ofte kræver specialiseret teknisk viden og udviklingsressourcer, som især mindre virksomheder ikke har. Mange små og mellemstore virksomheder mangler både materialespecialister og erfaring med kemikaliesubstitution. De er derfor afhængige af eksterne rådgivere og leverandører. Denne afhængighed kan føre til, at danske virksomheder reagerer langsomt på nye reguleringer, hvilket potentielt kan skade deres konkurrenceposition på både hjemmemarkedet og eksportmarkederne.

Truslerne fra den kommende regulering er markante. Et PFAS-forbud kan føre til betydelige omkostninger, tekniske vanskeligheder og forsinkelser i produktionen. Virksomheder risikerer at miste ordrer, hvis de ikke hurtigt kan dokumentere PFAS-frie alternativer. Især eksportorienterede virksomheder står over for en kompleks regulatorisk situation med forskelligartede krav på tværs af markeder som EU, USA og Asien. Det stiller store krav til dokumentation og certificering, forhindrer muligvis eksport og øger virksomhedernes administrative byrde.



På den anden side åbner substitutionen af PFAS også betydelige muligheder for danske virksomheder. Danmark har allerede indført tidlige restriktioner på visse områder, såsom fødevareremballage og tekstiler, hvilket har skabt incitament til innovation og udvikling af PFAS-frie alternativer.

Den voksende globale efterspørgsel på PFAS-frie løsninger giver danske virksomheder mulighed for at styrke deres markedsposition. Virksomheder med grønne profiler, der aktivt har fundet og dokumenteret alternativer, kan differentiere sig positivt fra konkurrenterne. Her ligger potentialet for at skabe ny vækst,

især hvis virksomheden bliver kendt som frontløber inden for mindre miljøbelastende materialer og produkter.

For at danske virksomheder kan udnytte disse muligheder er der brug for øget adgang til viden og klare tekniske vejledninger. Virksomhederne efterlyser i høj grad bedre indsigt i både eksisterende og nye PFAS-frie teknologier. Der er behov for let tilgængelig information om alternativer, testmetoder, standarder og dokumentation af egenskaber. Denne viden kan understøttes gennem samarbejder mellem industrien, videninstitutioner og offentlige myndigheder.

Bibliografi

- 3M. 2022. 3M to Exit PFAS Manufacturing by the End of 2025. news.3m.com/2022-12-20-3M-to-Exit-PFAS-Manufacturing-by-the-End-of-2025.
- 3M. "What is PFAS" - www.3m.com/3M/en_US/pfas-stewardship/uses-applications.
- Aili, D., M.R. Kraglund, S.C. Rajappan, D. Serhiichuk, Y. Xia, V. Deimede, J. Kallitsis, et al. 2023. "Electrode Separators for the Next-Generation Alkaline Water Electrolyzers. ACS Energy Letters, 8(4), 1900–1910". pubs.acs.org/doi/10.1021/acsenergylett.3c00185.
- Babin, M., and et al. 2024. "Water vapor permeability of polymeric packaging materials for novel photovoltaic modules. Journal of Applied Polymer Science". (Open-access author manuscript). DTU Orbit PDF. DTU Research Database.
- Balan, Simona A., Thomas A. Bruton, and Kimberly G. Hazard. 2024. "Toward a PFAS-free Future: Safer Alternatives to Forever Chemicals". api.pageplace.de/preview/DT0400.9781837671410_A48614033/preview-9781837671410_A48614033.pdf.
- Baun, A, P.L. Bjerg, J. Jensen, T.K Jensen, A. Lyngberg, B.W. Strobel, A.M. Vinggaard, K. Vorkamp, and X Trier. 2023. "Begrænsning af menneskers og miljøets eksponering for PFAS i Danmark – Del 1: Identifikation af videnshuller". Videnstaskforce for PFAS-forurening.
- Baun, A., Bjerg, P.L., Jensen, J., Jensen, T.K., Lyngberg, A., Strobel, B.W., Vinggaard, A.M., Vorkamp, K., Trier, X. 2025. "Begrænsning af menneskers og miljøets eksponering for PFAS i Danmark – Del 2: Forslag til handlemuligheder for vidensopbygning og håndtering". 90.
- BloombergNER, "3M Incurs \$10.5 Billion Liability for Polluting Waterways with 'Forever Chemicals'", 2024.
- Cao, Chunyan , Mingzheng Ge, Jianying Huang, Shuhui Li, Shu Deng, Zhang Zhang, Zhong Chen, Keqin Zhang, Salem S. Al-Deyabd, and Yuekun Lai. 2016. "Robust fluorine-free superhydrophobic PDMS–ormosil@fabrics for highly effective self-cleaning and efficient oil–water separation." pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ta/c6ta04420d.
- Chemsec. 2023. "The top 12 PFAS producers in the world and the staggering societal costs of PFAS pollution."
- Chen , Chaoqi , Zhaoshuang Li, Yinchun Hu, Qin Huang, Xiangzhou Li, Yan Qing, and Yiqiang Wu. 2022. "Rosin acid and SiO2 modified cotton fabric to prepare fluorine-free durable superhydrophobic coating for oil-water separation." Journal of Hazardous Materials. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389422015904.
- Dadhania, Sona. 2024. "New Regulations Targeting Forever Chemicals." www.idtechex.com/en/research-article/new-regulations-targeting-forever-chemicals/30920.
- Daikin's Approach to PFAS. 2024. www.daikinchemicals.com/sustainability/pfas.html.
- Daniella, P. 2025. "Why Are Firefighters Being Diagnosed With Cancer? PFAS In Protective Gear May Be The Culprit." The Legal Journal.
- Didenko, T., A. Lau, A.L. Purohit, J. Feng, M. Ateia, and I.V Novosselov. 2024. "Regeneration of PFAS-laden Granular Activated Carbon in Modified Supercritical CO₂ Extraction". ChemRxiv (preprint). www.doi.org/10.26434/chemrxiv-2024-b1rvv. chemrxiv.org.
- Didenko, T., Lau, A., Purohit, A.L., Feng, J., Ate. 2024. "Regeneration of PFAS-laden Granular Activated Carbon in Modified Supercritical CO₂ Extraction." ChemRxiv (preprint). www.doi.org/10.26434/chemrxiv-2024-b1rvv. chemrxiv.org.
- Duinslaeger, N., and J. Radjenovic. 2022. Electrochemical Degradation of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) using Low-cost Graphene Sponge Electrodes. arXiv preprint 2202.06741. ACS Publications.

- Durlin, C., N. Huynh, C. Raventos, P Boucard, and S Andrès. 2025. "Experiences with control of PFAS in industries of the world: threshold settings, emission monitoring methods and campaigns (Eionet Report – ETC HE 2024/14)." European Topic Centre on Human health and the environment.
- EcoMundo. 2023. ECHA proposes to restrict PFAS. www.ecomundo.eu/en/blog/pfas-explained-impact-uses-global-regulations.
- Empa / Swiss Federal News . 2024. "Eco-friendly textiles without PFAS – Finally friendly fibers. News release (16 April 2024). news.admin.ch. PMC."
- ENVIROTECH. n.d. Is China moving towards stricter PFAS regulation? www.envirotech-online.com/news/pfas-analysis/105/international-environmental-technology/is-china-moving-towards-stricter-pfas-regulation/61076.
- EPA, United States Environmental Protection Agency. 2024. Key EPA Actions to Address PFAS. www.epa.gov/pfas/key-epa-actions-address-pfas.
- EPA, United States Environmental Protection Agency. 2025. "Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS)." www.epa.gov/pfas.
- European Chemicals Agency. n.d. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). echa.europa.eu/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas.
- European Environment Agency. 2024. PFAS in textiles in Europe's circular economy. www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/pfas-in-textiles-in-europes-circular-economy.
- European Environment Agency. 2025. "What are the impacts of PFAS polymers on our health and the environment?" www.eea.europa.eu/en/newsroom/news/impacts-of-pfas-polymers.
- Fenton, SE, A Ducatman, A Boobis, JC DeWitt, C Lau, C Ng, JS Smith, and SM Roberts. 2021. "Per- and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research." 606-630.
- Figuiere, Romain, Luc Miaz, Eleni Savvidou, and Ian Cousins. 2024. Database of alternatives to persistent, mobile and toxic (PMT) substances, and to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). www.zenodo.org/records/10852739.
- Fraunhofer IFAM . 2023. "Fluorine-free into the future – environmentally friendly non-stick coating replaces per- and polyfluorinated chemicals (PFAS). Press release (12 Oct 2023)." Fraunhofer IFAM website. PubMed.
- Gaines, Gregory P. "Are PFAS the Next Asbestos? How and Why the Emergence of PFAS as a Mass Tort Could Impact the Insurance Industry" i Environmental Claims Journal, vol 26, 2024.
- Illinois County Department, Law Division. 2023. www.illinoisattorneygeneral.gov/News-Room/Current-News/3M%20Company%20et%20al.%20Complaint%20%282023L000996%29%20FILED%201.31.2023.pdf
- Larsen, Henning. 2025. Addressing PFAS in the construction industry. www.henninglarsen.com/news/addressing-pfas-in-the-construction-industry.
- Lerner, Sharon. 2024. How 3M Discovered, Then Concealed, the Dangers of Forever Chemicals. www.newyorker.com/magazine/2024/05/27/3m-forever-chemicals-pfas-pfos-toxic.
- Li, Shuyi , Chuankun Xie, Wenliang Zhang, Dongsong Wei, Zaihang Zheng, and Yan Liu. 2022. "Multifunctional fluorine-free superhydrophobic coating with flame-retardant, anti-icing, anti-corrosion, and oil-water separation properties." ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/bsb2.12034.
- Miljø- og Ligestillingsministeriet. 2025. PFAS: Fri bane for forbud i tøj og sko. www.mim.dk/nyheder/pressemeddelelser/2025/marts/pfas-fri-bane-for-forbud-i-toej-og-sko.
- Miljøstyrelsen. 2025. Bliv klogere på PFAS. www.mst.dk/borger/sundhed-og-kemi/kend-kemikalierne/bliv-klogere-paa-pfas.

Miljøstyrelsen. 2016. "Kortlægning af brancher der anvender PFAS." www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/12/978-87-93529-43-4.pdf.

Miljøstyrelsen. 2024. "PFAS and fluorine-free alternatives in lubricants and construction products." www.mst.dk/publikationer/2024/januar/pfas-and-fluorine-free-alternatives-in-lubricants-and-construction-products.

Miljøstyrelsen. n.d. Faktaark: C9-C14 PFCA. www.mst.dk/erhverv/sikker-kemi/kemikalier/regler-og-handlingsplaner/faktaark-om-kemikalierreglerne/faktaark-c9-c14-pfca.

Miljøstyrelsen. 2006. "National Implementeringsplan – Stockholmkonventionen om persistente organiske forurenende stoffer." www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2006/87-7052-065-8/html/kap01.htm.

Nordisk Ministerråd. 2019. "The Cost of Inaction – A socioeconomic analysis."

OECD. n.d. China (People's Republic of). www.oecd.org/en/networks/research-and-innovation-careers-observatory/countries/china.html.

Perkins, Tom. 2021. Chemical giants hid dangers of 'forever chemicals' in food packaging. www.theguardian.com/environment/2021/may/12/chemical-giants-hid-dangers-pfas-forever-chemicals-food-packaging-dupont.

Perkins, Tom. 2025. "Trump officials want to cut limits of Pfas in drinking water – what will the impact be?" www.theguardian.com/us-news/2025/may/15/trump-administrat-pfas-limits.

Reddy, Arhi. 2023. "Forever Chemicals in Our Environment: What They Are and How to Avoid Them." Columbia University – Irving Medical Center.

Ren, Fangyuan, Furong Tao, Tingting Yang, Yuezhi Cui, and Libin Liu. 2024. "Fluorine-free, robust, flame-retardant superhydrophobic coating based on a novel branched thiol-ene alkylated siloxane nanocomposite, Progress in Organic Coatings." Volume 191 [www.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2024.108442](https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2024.108442).

Solvay. 2021. "Solvay Launches Non-Fluorosurfactant Technologies in the U.S." www.solvay.com/en/press-release/solvay-launches-non-fluorosurfactant-technologies-in-us.

Solvay. 2023. "Solvay Reaches Settlement with New Jersey Department of Environmental Protection on Pfas Remediation." www.solvay.com/en/press-release/solvay-reaches-settlement-new-jersey-department-environmental-protection-pfas.

SpecialChem. 2024. "Researchers develop PFAS-free coating process for water-repellent textile fibers (22 Apr 2024). Available at: SpecialChem Coatings. Welcome to DTU Research Database."

SpecialChem. 2023. "Researchers develop PFAS-free non-stick plasma coatings for enamel & glass (16 Oct 2023). Available at: SpecialChem Coatings. University of Bristol."

Specialty Fabrics Review . 2024. "Plasma coating process creates PFAS-free finish (1 Nov 2024). Available at: Specialty Fabrics Review. PMC."

Statista. 2025. Market value of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances worldwide from 2021 to 2023 with a forecast from 2024 to 2028. www.statista.com/statistics/1454326/global-perfluoroalkyl-and-polyfluoroalkyl-market-value.

Subramanian , Bhuvaneswari Thasma , Jaya Prakash Alla , Jean Serge Essomba , and Nishad Fathima Nishter. 2020. "Non-fluorinated superhydrophobic spray coatings for oil-water separation applications: An eco-friendly approach." Journal of Cleaner Production www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262030740X.

Sundhedsstyrelsen. 2023. "Helbredseffekter af PFOA, PFNA, PFOS og PFHxS." www.sst.dk/-/media/Udgivelser/2023/PFAS/Helbredseffekter-af-PFOA-PFNA-PFOS-og-PFHxS.ashx.

Tang, X. 2015. "Effect of BaZrO₃/Ag hybrid

doping to the microstructure and performance of fluorine-free MOD method derived YBa₂Cu₃O_{7-x} superconducting thin films. Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 26, 1884–1891". www.researchgate.net/publication/269407275_Effect_of_BaZrO3Ag_hybrid_doping_to_the_microstructure_and_performance_of_fluorine-free_MOD_method_derived_YBa2Cu3O7-x_superconducting_thin_films.

Teknologisk Institut. 2025. "Comments from the open consultation on the PFAS restriction proposal [Ikke udgivet]."

United Nations. 2024. US companies DuPont and Chemours generated extensive contamination with toxic "forever chemicals" in North Carolina: UN experts. www.ohchr.org/en/press-releases/2024/02/us-companies-dupont-and-chemours-generated-extensive-contamination-toxic.

Xia, Y., D. Aili, and et al. 2024. "Macromolecular reinforcement of alkaline ion-solvating polymer electrolytes". Polymer, 294, 126282. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032386124004038.

Xia, Y., S.C. Rajappan, M.R. Kraglund, D. Serhiichuk, D. Pan, S. Chen, J.O. Jensen, P. Jannasch, and D. Aili. 2025. "Tetrazole-functionalized poly(oxindole biphenylene) ion-solvating membranes for alkaline water electrolysis. Journal of Power Sources", 656, 238047. doi.org/10.1016/j.jpowsour.2025.238047.

Yang, C. 2025. "Facile fabrication of nickel–cobalt phosphate-based fluorine-free superhydrophobic film with anti-corrosion and self-cleaning properties on Al alloy." J Mater Sci 60, 881–890. doi.org/10.1007/s10853-024-10538-2.

Zhang, J., Y. Xie, J. Zhang, M. Ye, J. Diao, J. Wang, Q. Sun, and T. Wang. 2024. "Perfluoroalkyl substances in the environment and biota from the coasts of the South China Sea: profiles, sources, and potential risks." Front. Environ. Sci. 12:1380232. doi.org/10.3389/fenvs.2024.1380232.

Zhao, Y., J. Chu, T. Qureshi, W. Wu, Z. Zhang, P. Mikheenko, T.H. Johansen, and J-C Grivel. 2018. "Structural and superconducting characteristics of YBa₂Cu₃O₇ films grown by fluorine-free metal-organic deposition route. Acta Materialia, 144, 844–852. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135964541730993X.

Zhao, Y., X. Tang, W. Wu, and J-C. Grivel. 2017. "Influence of Substrate-Film Reactions on YBCO grown by Fluorine-Free MOD Route. IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 27(4), 7500505. www.researchgate.net/publication/309745612_Influence_of_Substrate-Film_Reactions_on_YBCO_Grown_by_Fluorine-Free_MOD_Route.

Teknologisk Institut står klar som PFAS-sparringspartner

Vil du af med PFAS – uden at gå på kompromis med kvalitet og drift?

Hos Teknologisk Institut hjælper vi virksomheder som din med at udfase PFAS og håndtere PFAS-forurening. Vi kombinerer dyb teknisk viden med de nyeste metoder og giver dig løsninger, der virker i praksis – både teknisk, økonomisk og markeds-mæssigt.

Teknologisk Institut ved, at alternativer findes til størstedelen af dagens PFAS-brug. Men udfordringen er sjældent, om der findes en erstatning – det er at finde den rigtige løsning til netop dit produkt og din produktion. Vores opgave er at reducere kompleksiteten, teste alternativer og sikre, at din virksomhed fortsat kan levere høj performance og styrke markedspositionen.

Derfor vælger virksomheder os

- **Praktisk erfaring:** Vi har hjulpet alt fra nicheproducenter til globale koncerner med at finde PFAS-frie alternativer og håndtere forurening. Du får adgang til viden om, hvad der virker, hvor faldgruberne ligger – og løsninger, der dokumenteret kan rulles ud i praksis.

- **Strategisk samarbejde:** Vi er mere end rådgivere. Vi er din sparringspartner fra første analyse til implementering og forankring. Vi sikrer, at du både overholder lovgivningen og styrker din konkurrenceevne – også når marked og regler ændrer sig.
- **Stærkt netværk:** Med os får du adgang til laboratorier, AI-platforme og et internationalt netværk af eksperter. Det betyder, at vi kan finde løsninger selv til komplekse udfordringer, hvor substitution kræver samarbejde på tværs af sektorer.

Eksempler på løsninger udviklet i samarbejde med Teknologisk Institut:

- PFAS-frie coatings til eksempelvis elektronik, lavfriktions-materialer, anti-fouling, og sprøjtestøbning af plast.
- PFAS-frie kuglelejer med høje krav til lav friktion.
- Teknologier til at fjerne PFAS i jord og vand effektivt.
- Køle-varmepumpesystemer med naturlige kølemidler uden PFAS.
- Kortlægning af PFAS i byggematerialer.
- PFAS-fri tekstilimprægnering (stadig under udvikling).



Teknologisk Institut tilbyder:

- **Kortlægning af PFAS-kilder:** Identifikation og prioritering af indsatsområder i produktion, forsyning og affaldshåndtering.
- **Hjælp til substitution:** Rådgivning om alternativer og erstatningsmaterialer for at eliminere eller minimere brugen af PFAS i dit produkt og identifikation af alternative leverandører.
- **Oprensningsteknologier:** Vejledning i og test af de mest lovende og effektive teknologier på markedet til at fjerne PFAS på tværs af brancher.
- **Avancerede laboratoriefaciliteter:** Mulighed for afprøvning af teknologiske løsninger i lille skala, så større investeringer kun foretages efter grundig test og dokumentation.

Specialister i PFAS på tværs af brancher:

- Brede kompetencer inden for miljø, kemi og procesoptimering.
- **Innovation og udviklingsprojekter:** Drive samarbejder og udviklingsprojekter, hvor nye metoder og teknologier til substitution og minimering af PFAS i byggerier, produkter, produktion eller håndtering af PFAS-forurening er i fokus.

Vi tager imod din udfordring: Har I en PFAS-udfordring, som ingen har løst endnu? Så kontakt os! Vend udfordringen med os, og lad os vise, at der næsten altid kan findes en løsning.



Emil Damgaard-Møller

Seniorkonsulent

edmo@teknologisk.dk

+45 72 20 16 26

Teknologisk Udsyn giver en oversigt over den seneste udvikling på et teknologifelt med betydning for Danmarks fremtid. Vi giver et indblik i aktørlandskaber og fremtidige tendenser, Danmarks aktuelle position samt anbefalinger til samfundets implementering.



teknologisk.dk