

---

# miljø og sundhed

Sundhedsstyrelsens Rådgivende Videnskabelige Udvalg for Miljø og Sundhed

Formidlingsblad 28. årgang, nr. 2, sept. 2022

---

Læs om

Luftbåren smittespredning

PFAS og mandlig reproduktion

Risikovurdering af forbrugersprayprodukter

Helbredsaserede grænseværdier i arbejdsmiljøet

Abstracts fra temadag om partikler og støv

---

## Indhold

Luftbåren smittespredning fra kilde til smittemodtager .....	3
PFAS og mandlig reproduktion: Potentiel effekt af eksponering i fosterlivet og den tidlige voksenalder.....	12
Risikovurdering af forbrugersprayprodukter - uden brug af forsøgsdyr.....	19
Ny dokumentation for helhedsbaserede grænseværdier i arbejdsmiljøet for 10 stoffer.....	24
Abstracts fra temadag om partikler og støv den 7. september 2022 .....	27
Set på internet .....	35
Kalender 2022/2023 .....	45

## Miljø og sundhed

Bladet henvender sig primært til forskere, beslutningstagere og administratorer, der beskæftiger sig med miljø og sundhed.

## Udgives af:

Sundhedsstyrelsens Rådgivende Videnskabelige Udvalg for Miljø og Sundhed

## Redaktion:

Ulla Vogel (ansv)  
Katrín Vorkamp  
Hilde Balling

28. årgang, nr. 2, 2022.

Eftertryk mod kildeangivelse.

ISSN elektronisk 2001-4146

<https://www.sst.dk/da/Udgivelser/2022/Miljoe-og-sundhed-2022-nr-2>

## Aktuel miljøforskning

Nu nærmer sig den tid, hvor – nej ikke jomfru vår – corona og influenza banker på igen. Så skal vi igen være opmærksomme på den luftbårne smitte inden døre, Det er derfor meget aktuelt, at vi i dette nummer bringer en artikel, hvor indeklimatekspertes fra BUILD på Aalborg Universitet skriver om luftbåren smittespredning.

Artiklen diskuterer ”smittespredning, både i nærfeltet og i fjernfeltet mellem personer” og viser eksempler på ” betydningen af personers orientering, afstand imellem personer samt indflydelsen af ventilationssystemet”. Artiklen er rigt illustreret med tegninger, der f.eks. viser overførsel af virus mellem to personer, der står over for hinanden i forskellig afstand.

Et andet aktuelt emne er de fluorerede stoffer /PFAS), der mistænkes for negative effekter på menneskers sundhed, herunder på mænds reproduktionsevne.

Forskere fra kohorten FEPOS (Fetal Programming of Semen Quality) har i en stor undersøgelse af unge mænd fra den generelle befolkning, hvis mødre havde fået målt PFAS under graviditeten, set på sammenhænge mellem eksponering for PFAS og forskellige reproduktionsmål.

Forskere fra Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) skriver om risikovurdering af sprayprodukter, og vi får et indblik i arbejdet med dokumentation for helhedsbaserede grænseværdier i forbindelse med opdateringen af Arbejdstilsynets grænseværdibekendtgørelse.

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) har i det forløbne år været vært for to velbesøgte møder, henholdsvis om PFAS og partikler og støv i udeluften, indeklimate og i arbejdsmiljøet. Abstracts fra sidstnævnte kan ses i dette nummer. Det næste møde til november handler om børns miljø, se kalenderen sidst i bladet.

Hilde Balling

---

# Luftbåren smittespredning fra kilde til smitte modtager

Af Peter V. Nielsen og Chen Zhang, Aalborg Universitet

---

Normalt taler man om tre smitteveje for luftvejssygdomme, nemlig dråbespredning, luftbåren spredning og spredning ved kontakt. Dråbespredning og luftbåren spredning foregår igennem luften omkring os. De to former er delvis blevet defineret og adskilte som smitteformer, fordi visse sygdomme kan relateres klart til en af de to former og delvis af historiske grunde. Foruden den nævnte opdeling kan det også være hensigtsmæssigt at opdele processerne i nærfelt imellem to personer, til stede på samme tid, og i et fjernfelt, hvor en person befinder sig i en luft med et niveau af aktive bakterier eller virus.

En del af de resultater, der er illustreret i denne artikel, er bestemt ved fuldskalaforsøg med sporgas, og en enkelt (figur 6) er udført ved simulering med CFD (Computational Fluid Dynamics).

## Dråbespredning

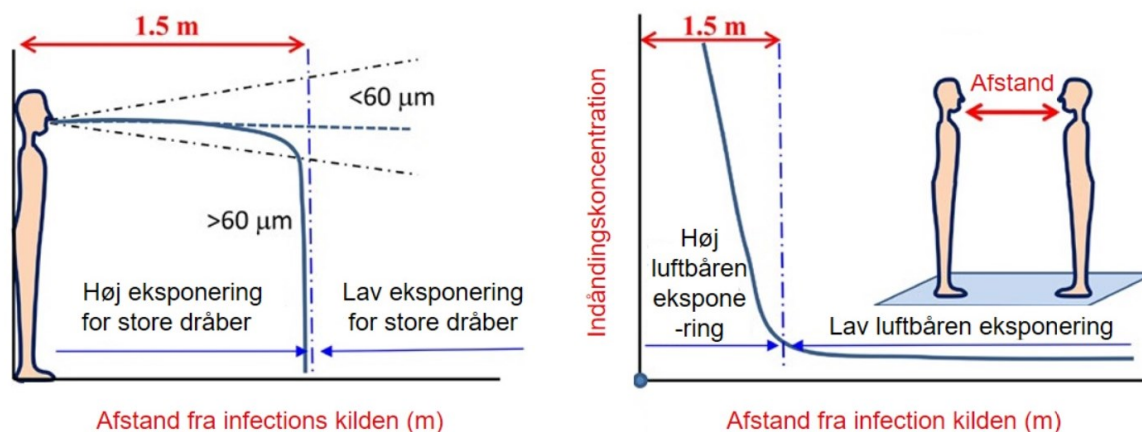
Dråbeinfektion sker via store dråber, som direkte deponeres i øjne, næse, mund og luftveje på den modtagende person. De store udåndingsdråber ( $>100 \mu\text{m}$ ) indeholder vand mm. samt eventuelt bakterier eller virus, og de kan normalt kun bevæge sig i en afstand op til 1-2 m på grund af en relativt stor tyngde (1,2). Liu et al. (3) indikerer, at dråber specielt vil falde på horisontale flader i en afstand på op til 1,5 m, som det er illustreret på figur 1a. Xie et al. (4) har udviklet en simpel model baseret på Wells faldkurve over fordampning af dråber, der tager hensyn til relativ fugtighed og luft-hastighed. De store udåndingsdråber (60-100  $\mu\text{m}$ ) kan transporteres i en afstand større end 6 m ved et nys, større end 2 m ved hoste og mindre end 1 m ved ånding. Forsøg med partikler (ISO 12103-1 kalibrerede partikler i størrelsesområdet 1-200  $\mu\text{m}$ ) viser, at nogle

dråber/partikler i størrelsesområdet 15-30  $\mu\text{m}$  også spredes ud i rummet i stedet for at falde imod gulvet (5). Årsagen er sandsynligvis, at dråber også udåndes ved meget lav hastighed i slutningen af en åndingsfunktion, tale eller host. Derfor kan de indfanges i det vertikale termiske grænselag omkring personen og føres op og ud i rummet.

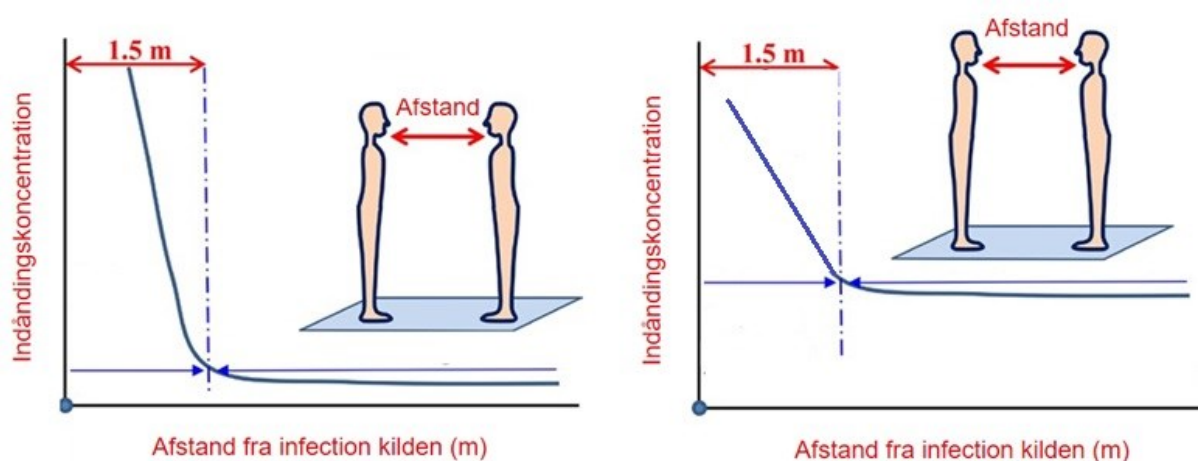
## Luftbåren spredning

Luftbåren smittespredning kan foregå via mikrodråber eller aerosoler, der er mindre end 100  $\mu\text{m}$  i diameter (6). Aerosoler kan være luftbårne i timer og bevæge sig over store afstande på grund af deres lille størrelse og dermed lave faldhastighed. I et typisk indendørs miljø kan en 5  $\mu\text{m}$  aerosol tilbagelægge langt mere end 10 m alt afhængig af luftstrømningsmønsteret i rummet, hvis den udløses 1,5 m over gulvet. Bahl et al. (2) har i et litteraturstudium vedrørende den horisontale bevægelse af udåndingsdråber fastlagt, at mikrodråber kan observeres i en afstand af 6-8 m. Man skal imidlertid være opmærksom på, at selv om mikrodråber kan transporteres over lang afstand, så falder koncentrationen dramatisk inden for den første meter (Bjørn et al. (7) Nielsen et al. (8) og Li et al. (9)) i et godt ventileret rum, jf. figur 1b. Denne effekt skyldes aerodynamikken i udåndingsstrømmingen fra en person i forbindelse med ånding, tale, sang, nys og hoste.

Forsøg med aerosol dynamik indikerer, at luftbårne aerosoler også er en smittevej i den korte afstand i forhold til den traditionelle betragtning, hvor man anser dråbeinfektion til at være den eneste eller vigtigste smittevej i den korte afstand, Chen et al. (9).



Figur 1. (a) Beskrivelse af luftbanen for en dråbe ved udånding. (b) Beskrivelse af indåndet sporgas koncentration (der simulerer mikrodråber) af en modsat placeret person som funktion af afstanden fra smittebærerne (3).



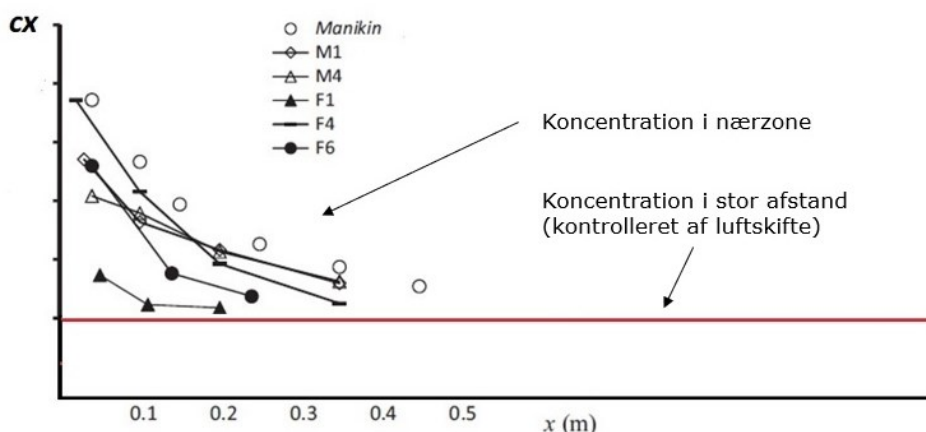
Figur 2. Luftbåren smittespredning i et lokale ved højt (a) og lavt (b) luftskifte (10).

Der vil ikke være stor forskel på dråbetransmission og luftbåren smittespredning hvis lokalet er tilstrækkeligt ventileret. Der vil således være en 'høj risiko' for smitte, når personer står tæt, og en 'lav risiko', når der er nogen afstand imellem personerne. Derfor er det svært at skelne imellem dråbeinfektion og luftbåren infektion, og det vil i begge situationer være rigtigst at holde afstand og i sidste tilfælde at have et godt ventileret lokale. Hvis lokaler har en dårlig ventilation, for eksempel ved for lavt luftskifte eller på grund af en lav ventilationseffektivitet af luftfor-

delingsystemet, vil der være en 'høj risiko' overalt i lokalet, jf. figur 2a og 2b. Dette er ikke tilfældet ved dråbetransmission, som i princippet ikke er afhængig af luftskiftet (10).

#### Nærfeltet ( $< 1,5$ m) omkring personer

Transport af aerosoler foregår i personens nærfelt og i rummets luftfordeling. Udåndingen består af en pulserende stråle, der kan beskrives ved åndingsfrekvens og volumenstrøm. Diameteren af udåndingens strømning



Figur 3. Koncentration af CO<sub>2</sub> tæt ved åndende personer (<0,5 m) og i større afstand. M: mænd, F: kvinder. Xu et al. (11). CO<sub>2</sub> er en gas der spreder luftbåren på samme måde som aerosoler.

vokser med afstanden fra munden, og der sker en opblanding med den omgivende luft. Derfor vil koncentrationen af en eventuel virus falde med stigende afstand fra den person, der udånder denne virus (figur 3). Koncentrationen vil falde til et niveau, der er bestemt af ventilationen eller den almindelige luftfornyelse i rummet.

Enkeltstående hændelser som nys og hoste vil typisk generere en vortex strømning, og koncentrationen vil også i dette tilfælde falde langs strømningsretningen på grund af opblanding (12). Tale og sang vil give en strømning som er sammensat af pulserende stråler og markante vortex strømninger. Tale og sang kan være en stor kilde til dråber og aerosoler, og der kan argumenteres for at anvende mundbind for at opsamle og sprede dråber og aerosoler i divergerende retninger. Abkarian et al. (13) beskriver en undersøgelse af de forskellige sprogs/sætningers evne til at transportere mikrodråber.

Tophastigheden (ved munden) for hoste/nys og for ånding er henholdsvis 6-22 m/s (>10 m/s i middel) og 1-5 m/s. Hastighedsniveauet er afhængig af køn, alder, aktivitetsniveau mm. (14,15).

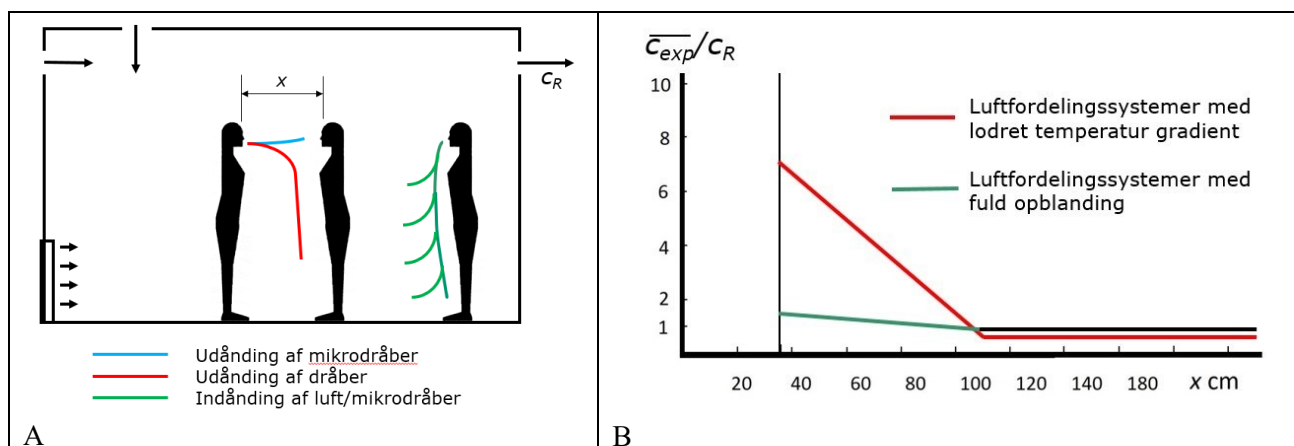
Udåndingen og det termiske grænselag omkring kroppen agerer sammen i mikro-

miljøet. Grænselaget vil transportere dråber og aerosoler lodret op og ud i rummet (25 cm/s), når den varierende udånding er indledende og svag. Når udåndingen er kraftig midt i en cyklus, vil dråber og aerosoler blive transporteret vandret ud i rummet (5).

En stillestående persons indånding stammer fra den opadgående grænselagsstrømning omkring en person, og det er derfor en integreret del af den luft, der befinder sig i rummet under mund og næse (16,17).

Fordelingen af virusbærende dråber og mikrodråber i nærfeltet afhænger af mange parametre som fx geometri af lokalet, fordeling af varme- og kuldebelastning, positionering af personer, retning og højdeniveau af ansigter (18), personernes bevægelse og aktivitetsniveau (7,19,20) så vel som luftfordelingssystemet indflydelse på mikromiljøet (21,22,23).

Figur 4A skitserer strømningsforholdene tæt ved to personer. Det ses hvorledes udåndingen af mikrodråber fra en person (blå markering) kan strømme ind i en anden persons indåndingszone. Hvis der opstilles en summering af resultater for mange forsøg med forskellige luftfordelingssystemer og samme termiske manikin, viser figur 4B, at der også vil være en



Figur 4. A) Overførelse af virus via luftbårne mikrodråber og dråber imellem to personer der står over for hinanden. B) Den relative eksponering ved forskellig afstand imellem personerne.

indflydelse fra makrostrømninger omkring personerne. Se (24) for flere detaljer. Der indikeres især en forskel imellem fortrængningsventilation og opblandingsventilation i nærzonen imellem de to personer. Fortrængningsventilation giver en lagdelt strømning i lokalet, og denne lagdeling kan fange udånding i et lag med det resultat, at der opstår et højt mikrodråbeniveau i laget. Som sagt så er mange andre parametre af betydning som nævnt ovenover, derfor behøver det ikke altid at blive som vist på figur 4B.

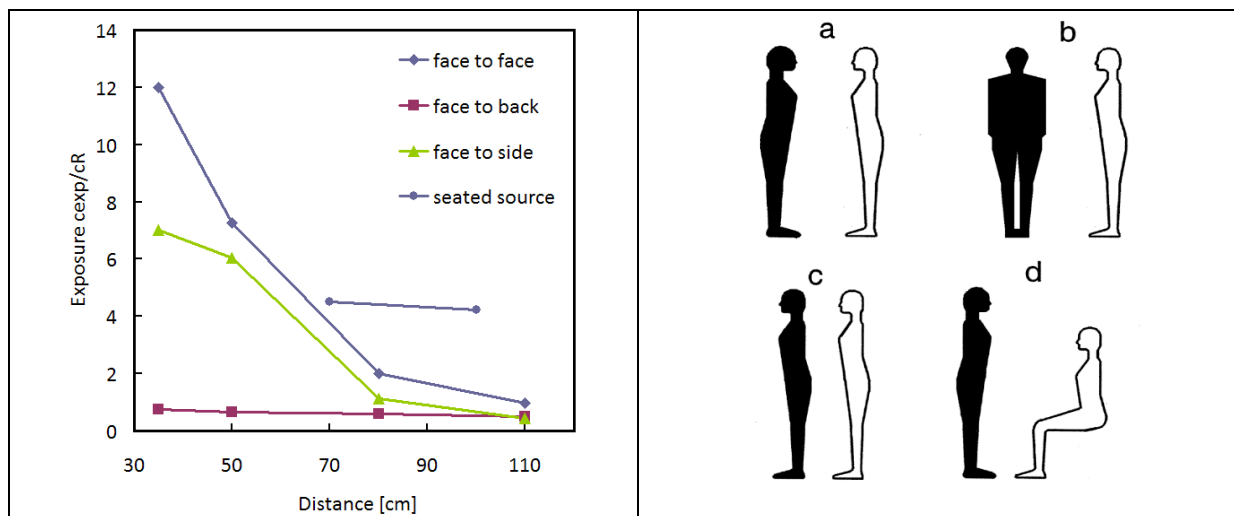
Den store eksponering, som en person udsættes for ved kort afstand i tilfælde af fortrængningsventilation, kan ofte modsvares af en lavere koncentration i stor afstand over 1,5 m som indikeret på figur 4B. Bevægelse af personen og andre luftbevægelser fx fra åbne vinduer, bordventilatorer mm. vil også have indflydelse på forholdene og fjerne fordelene ved lagdelinger når der er stor afstand imellem personer.

Figur 4A viser ligeledes, hvordan indåndingen foran en person, der står i uforstyrrede omgivelser, indånder luft (grøn markering) fra hele højden af personen, da luften transporteres op til åndingszonen via den termiske strømning omkring personen. Figur 4A viser ligeledes, hvordan dråber i princippet forløber uforstyrret

af luftfordelingen og falder til jorden (rød markering). Dette er dog en tilnærmelse, som udfordres i den nye forskning.

I figur 4B er  $c_R$  koncentrationen i lokalets retur åbning og  $c_{exp}$  er koncentration af den pågældende mikrodråbe/virus i personens indånding. Hvis for eksempel en person udsættes for en højere eksponering end den, der vil være, hvis der var fuld opblanding i lokalet (udsugningskoncentrationen), er dette udtrykt ved at den **relative eksponering**  $c_{exp} / c_R$  vil være større en 1,0. For at finde den **faktiske eksponering** skal der ganges med det fuldt opblandede mikrodråbe niveau i rummet  $c_R$ . **Relativ eksponering** anvendes i figur 4 og figur 5.

Figur 5 viser, hvorledes overførelsen er størst, når personerne står ansigt til ansigt, medens den falder, når den person, der er i fare for at blive smittet, drejer med siden til. Den hvide figur illustrerer smitekilden, og den sorte figur illustrerer personen, der smittes (figur 5). Når personen vender ryggen til smitekilden er det kun baggrundskoncentrationen af mikrodråber, der vil blive inhaleret. Der er altså tale om en meget høj beskyttelse svarende til den påvirkning, der også er til stede for afstande større end 1,5 m.



Figur 5. Overførelse af virus via luftbårne aerosoler imellem to personer der står over for hinanden i forskellig afstand og i forskellig position. Fortrængnings ventilation (18).

Figur 5 viser desuden den situation, hvor den siddende smittekilde ved fortrængningsventilation danner et stratificeret lag med høj koncentration i større afstand imellem personerne. Dette resulterer i en høj eksponering uafhængig af afstand (18).

Genereringen af aerosoler, og eventuelle luftbårne virus, vokser med personens aktivitetsniveau og åndingsvolumen. Betydningen af aktivitetsniveauet bør for eksempel betragtes i forbindelse med fitnessrum, hvor 'workout' nemt kan forøge en smittet persons udløsning af virus med en faktor 10-20.

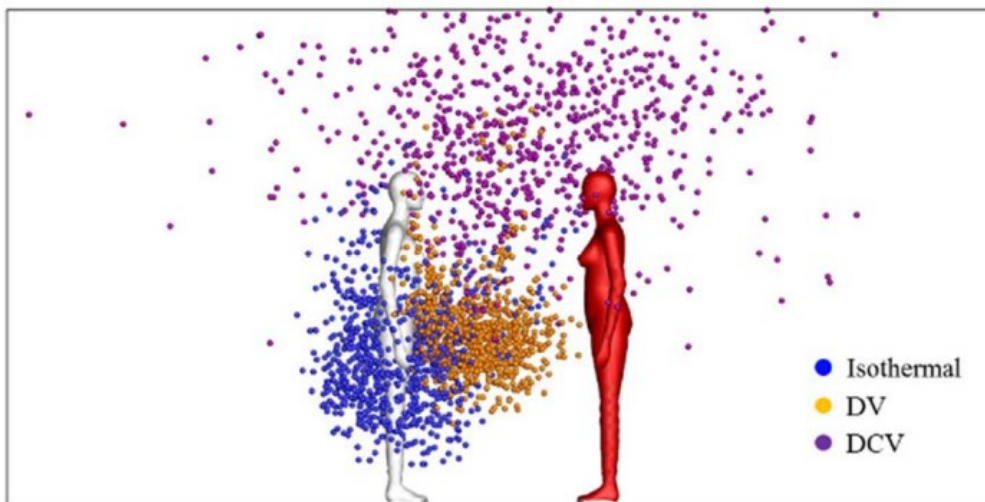
Brug af mundbind har været meget diskuteret i forbindelse med COVID-19 pandemien. Det er dog klart, at mundbind beskytter effektivt i kort afstand ved at nedbryde det strømningsmønster, der skabes tæt ved en person ved ånding, tale, sang, hoste og nys (25). I situationer, hvor alle er påbudt at bære mundbind, vil der være sikkerhed for at smittekilder også bærer mundbind og dermed beskytter omgivelserne i den korte afstand for dråbeinfektion og mikrodråber. Denne beskyttelse består især i at udåndingsstrålen brydes foran

den person, der smittet, og derfor får en kortere rækkevidde.

Dråber er en afgørende smittekilde i nærfeltet, (figur 4A). Ved ånding, tale, råb og sang kan en person, der er smittet, udånde dråber, der indeholder virus. Alt efter størrelse følger dråberne i princippet en ballistisk bane og lander på overflader som gulvet og andre vandrette flader (26). Denne smittevej er i princippet ikke påvirket meget af ventilationen.

Men i luftbevægelsen foregår der en fordampning af dråberne, og de mindre dråber mister hurtigt størrelse og kan overgå til luftbårne mikrodråber, som naturligvis er påvirket af ventilationen. Dråber skal have en vis størrelse for at falde til gulvet i en ballistisk bane. En dråbe skal være større end 50-100  $\mu\text{m}$  for at have en stor sandsynlighed for at lande 1-2 m fra den person, der er smittekilde. Lokal turbulens kan forlænge denne opholdstid i luften. Dråber af størrelsen 50-100  $\mu\text{m}$  kan transporteres langt over 1-2 m, specielt ved at nyse eller hoste (26).





Figur 6. Fordeling af dråber der udsættes for fordampning i et ventileret lokale. DV: Fortrængningsventilation. DCV: Diffus Loftventilation (23). 'Rød' manikin er smittebærer.

#### *Fjernfeltet (> 1,5 m), luftfordelingssystemer og luftskifte*

Figur 6 viser eksempler på indflydelsen af et luftfordelingssystem, både i nærfelt og fjernfelt. Lokalet er ventileret med henholdsvis Fortrængningsventilation (DV), Diffus Loftventilation (DCV) eller det er uden ventilation. Beregningerne er udført ved computer simulering af luftfordeling (CFD) (27). Dråberne indleder en fordampning efter udånding og hvis der ikke er ventilation, synker de (blå) imod gulvet på grund af høj luftfugtighed. I tilfælde af Fortrængningsventilation samles de (gule) i en høj koncentration i den lodrette temperatur gradient, hvilket er meget typisk. Og hvis der anvendes Diffus Loftventilation vil mikrodråberne stige til vejrs i den strømning, der dannes af personernes termiske grænselag og ånding.

Simuleringerne, der vises på figur 6, svarer mere til den faktiske situation, da de behandler dråber og aerosoler af alle størrelser, som en person udånder, i stedet for at beskrive situationen som adskilt udånding af dråber og aerosoler i to forskellige størrelsesfordelinger, for eksempel, større eller mindre end 10 og 100  $\mu\text{m}$ . Modellen tager således hensyn til at udåndede større dråber kan fordampe til luft-

bårne aerosoler, inden de aflejres på en flade tæt ved personen der smitter.

#### Udendørs ophold

Man anser ofte smittespredningen for at være lavere udendørs end indendørs. En undersøgelse af ca. 300 smittespredningstilfælde i Kina først på året 2020 kunne kun påvise to tilfælde, der involverede udendørs spredning (28). Dette resultat bliver ofte citeret som en indikering af en rimelig sikker beskyttelse ved udendørs ophold.

Udendørs ophold, hvor man deltager i festivaler, sportsbegivenheder mm, og hvor man er mange og står tæt, har naturligvis ikke denne sikkerhed. Det vil være naturligt at betragte den smittespredning, der opstår i denne situation på samme niveau som en man har ved indendørs ophold i samme tæthed og tidsrum. Ved rolige vejr-situationer i en temperatur tæt ved komforttemperatur vil der opstå en strømningssituation omkring en del af en gruppe, der vil være meget lig den situation gruppen vil have, hvis den opholdt sig indendørs.

Der kan laves nogle beregninger på udendørs smittespredning, som baserer sig på de fysiske



---

modeller, som også bruges ved eksterne forureningsberegninger (29). Disse beregninger giver nogle detaljer om betydningen af parametre som tæthed af personer (personer per m<sup>2</sup>), vind (m/s) og luftens stabilitet (turbulensens længdeskala). De beregnede resultater udtrykkes ved forholdet imellem eksponering ude divideret med eksponering inde  $R$ . Ved en meget ustabil luft og en vindhastighed på 1 m/s er eksponeringsforholdet 0,01 ved en persontæthed på 0,25 person/m<sup>2</sup> og 0,125 ved en persontæthed på 3 personer/m<sup>2</sup>. Alt i alt ligger  $R$  fra **0,5** til **0,01** i de fleste tilfælde, altså en betydelig reduktion ved udeophold.

Der kan dog i visse tilfælde ved meget stabil luft være tale om eksponeringsforhold, der er større end 1,0, altså større eksponering uden for end indenfor (med opblandingsventilation). Stabil luft betyder et meget dæmpet turbulensniveau og en positiv lodret temperaturgradient. Dette svarer meget til situationen indendørs med fortrængningsventilation, hvor der også kan være problemer i forhold til opblandingsventilation (8). Samtidig har virus en længere overlevelse ved lave temperaturer omkring frysepunktet, hvilket man bør have med i sine risikoovertjekninger både ude og inde Biryukov et al (30).

## Resume

Artiklen omtaler nogle værktøjer til beskrivelse af aerosol dynamik, som kan anvendes til at belyse luftbåren smittespredning. En del af resultaterne er bestemt ved fuldskalaforsøg med sporgas og en enkelt beregning (figur 6) er udført ved simulering med CFD (Computational Fluid Dynamics). En sporgas som CO<sub>2</sub>, fordeler sig ligesom udåndingen af de mindste aerosoler, og den beskriver derfor en del af den virus spredning, der kan opstå imellem mennesker i et opholdslokale. En CFD-simulering kan tage hensyn til alle størrelser af dråber, og giver derfor et mere fuldkomment billede af spredningen.

Artiklen diskuterer smittespredning, både i nærfeltet og i fjernfeltet imellem personer. Der

vises eksempler på betydningen af personers orientering, afstand imellem personer samt indflydelsen af ventilationssystemet.

Artiklen er blandt andet en del af forfatterens bidrag til publikationen: Fremtidens håndtering af smittespredning i bygninger, Danvak Covid-19 projekt, 2021.

Yderligere info:

Peter V. Nielsen

e-mail: [pvn@civil.aau.dk](mailto:pvn@civil.aau.dk)

## Referencer

1. Wells WF. *On Air-borne Infection*. Am J Epidemiol 1934;20(3):611-618.
2. Bahl P, Doolan C, de Silva C, Chughtai AA, Bourouiba L, MacIntyre CR. *Airborne or Droplet Precautions for Health Workers Treating Coronavirus Disease 2019?* J Infect Dis 2020:1-8.
3. Liu L, Li Y, Nielsen PV, Wei J, Jensen RL. *Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people*. Indoor Air 2017;27(2):452-462.
4. Xie X, Li Y, Chwang ATY, Ho PL, Seto WH. *How far droplets can move in indoor environments*. Indoor Air 2007;17:211-2256.
5. Nielsen PV, Li Y, Khalegi F, Møllerskov A, Liu L. *A Full-Scale Study of Exhaled Droplet Dispersion in the Microenvironment around one and two Persons*. Paper presented at The International Conference on Building Energy and Environment, Boulder, United States, 01/08/2012 - 04/08/2012.
6. Prather KA, Marr LC, Schooley RT, McDiarmid MA, Wilson ME, Milton DK. *Airborne transmission of SARS-CoV-2*. Science 2020;370(6514):303-304.
7. Bjørn E, Nielsen PV. *Dispersal of exhaled air and personal exposure in displacement ventilated rooms*. Indoor Air 2002;12(3):147-164. doi: 10.1034/j.1600-0668.2002.08126.x.

- 
8. Nielsen PV, Winther FV, Buus M, Thilageswaran M. *Contaminant Flow in the Microenvironment between People under Different Ventilation Conditions*. ASHRAE Trans 2008;632-640.
  9. Chen W et al. *Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106859>
  10. Nielsen PV, Liu L. *The influence of air distribution on droplet infection and airborne cross infection*. Aalborg Universitet, 2020.
  11. Xu C, Nielsen PV, Gong G, Liu L, Jensen RL. *Measuring the exhaled breath of a manikin and human subjects*. Indoor Air 2015;25(2):188-197. <https://doi.org/10.1111/ina.12129>
  12. Akhmetov DG. *Vortex Rings*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Berlin, 2009.
  13. Abkarian et al. *Puff trains in speaking produce long-range turbulent jet-like transport potentially relevant to asymptomatic spreading of virus*. University of Montpellier, 2020.
  14. Xu C, Nielsen PV, Liu L, Jensen RL, Gong G. *Human exhalation characterization with the aid of schlieren imaging technique*. Build Environ 2017;112:190-199.
  15. Wei J, Li Y. *Airborne spread of infectious agents in the indoor environment*. Am J Infect Control 2016;44(9):S102-S108.
  16. Murakami S. *Analysis and design of microclimate around the human body with respiration by CFD*. Indoor Air 2004;14 (Suppl 7):144-156. [www.blackwellpublishing.com/ina](http://www.blackwellpublishing.com/ina)
  17. Melikov AK. *Human body micro-environment: The benefits of controlling airflow interaction*. Build Environ 2015;91:70-77.
  18. Nielsen PV, Olmedo I, De Adana MR, Grzelecki P, Jensen RL. *Airborne cross-infection risk between two people standing in surroundings with a vertical temperature gradient*. HVAC R Res 2012;18(4):552-561.
  19. Edge BA, Paterson EG, Settles GS. *Computational study of the wake and contaminant transport of a walking human*. In Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME 2005;127(5):967-977.
  20. Tang JW et al. *Door-opening motion can potentially lead to a transient breakdown in negative-pressure isolation conditions: The importance of vorticity and buoyancy airflows*. J Hosp Infect 2005;61(4):283-286
  21. Olmedo I, Nielsen PV, Adana MRD, Jensen RL. *The Risk of Airborne Cross-Infection in a Room with Vertical Low-Velocity Ventilation*. Indoor Air Online 2013;23(1):62-73. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2012.00794.x>
  22. Olmedo I, Nielsen PV, Adana MRD, Jensen RL, Grzelecki P. *Distribution of Exhaled Contaminants and Personal Exposure in a Room using Three Different Air Distribution Strategies*. Indoor Air 2012;22(1):64-76. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00736.x>
  23. Liu L, Nielsen PV, Xu C, Wei J, Li Y. *Impacts of Modelling Simplifications on Predicted Dispersion of Human Expiratory Droplets*. In 14th International Conference on Indoor Air Quality and Climate (INDOOR AIR 2016) 2016;3:1484-1491. Indoor Air 2016, Ghent, Belgium, 03/07/2016.
  24. Nielsen PV, Xu C. *Multiple airflow patterns in human microenvironment and the influence on short-distance airborne cross-infection – A review*. Indoor and Built Environment 2021. <https://doi.org/10.1177/1420326X211048539>
  25. Zhang C, Nielsen PV, Liu L, Sigmer ET, Mikkelsen SG, Jensen RL. *The source control effect of personal protection equipment and physical barrier on short-range airborne transmission*. Building and Environment 2022; 211(March 2022):108751. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108751>
  26. Xie X, Li Y, Chwang ATY, Ho PL, Seto WH. *How far droplets can move in indoor environments - revisiting the Wells evaporation-falling curve*. Indoor Air 2007;17(3):211-225. doi:10.1111/j.1600-0668.2007.00469.x.
-

- 
27. Nielsen PV. *Fifty years of CFD for room air distribution*. Building and Environment 2015;91(September):78-90.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.035>
  28. Hua Qian, Te Miao, Li Liu, Xiaohong Zheng, Danting Luo, Yuguo Li. *Indoor transmission of SARS-CoV-2*. Indoor Air 2020.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ina.12766>
  29. Rowea BR, Canosa A, Drouffe JM, Mitchell JBA. *Simple quantitative assessment of the outdoor versus indoor airborne transmission of viruses and covid-19*. medRxiv preprint 2020  
doi:  
<https://doi.org/10.1101/2020.12.30.20249058>
  30. Jennifer Biryukov et al. *SARS-CoV-2 is rapidly inactivated at high temperature*. Environmental Chemistry Letters.  
<https://doi.org/10.1007/s10311-021-01187-x>

---

# PFAS og mandlig reproduktion: Potentiel effekt af eksponering i fosterlivet og den tidlige voksenalder

*Af Kajsa Ugelvig Petersen<sup>1</sup>, Katia Keglberg Hærvig<sup>1</sup>, Esben Meulengracht Flachs<sup>1</sup>, Jens Peter Bonde<sup>1,2</sup>, Christian Lindh<sup>3</sup>, Karin Sørig Hougaard<sup>2,4</sup>, Gunnar Toft<sup>5</sup>, Cecilia Høst Ramlau-Hansen<sup>6</sup>, Birgit Bjerre Høyer<sup>7</sup>, Sandra Søgaard Tøttenborg<sup>1,2</sup>*

---

En række forureningssager har igennem de senere år afsløret høj udsættelse for per- og polyfluoralkylforbindelser (PFAS) blandt borgere flere steder i Danmark. I den brede befolkning er udsættelse for PFAS nærmest uundgåelig, og de vigtigste kilder er her kontamineret drikkevand, fødevarer, forbrugsprodukter og støv. Flere af de mest almindelige PFAS er svært nedbrydelige og ophobes derfor i levende organismer og omgivelser med potentielt vidtrækkende konsekvenser for vores miljø og sundhed. Da adskillige PFAS har dokumenterede, hormonforstyrrende effekter, har vi undersøgt betydningen af udsættelse i forskellige faser af livet i relation til mandlig reproduktionsevne. Vores fund understreger vigtigheden af at regulere og begrænse forekomsten af PFAS af hensyn til vores og kommende generationers reproduktive funktion.

## Introduktion

Der findes efterhånden over 9.000 forskellige per- og polyfluoralkylforbindelser (PFAS) (1). De mest almindelige PFAS består af en hydrofob fluoreret kulstofkæde med en hydrofil funktionel gruppe (se figur 1). Fluor-kulstofbindingerne forhindrer egentlig metabolisme af mange PFAS i mennesker, og halveringstiderne for udskillelse tælles ofte i år (ca. 3,5 år for PFOA og 4,8 år for PFOS) (2).

Under graviditeten trænger PFAS igennem moderkagebarrieren, og vores ophobning af disse stoffer starter derfor allerede i fosterlivet (3). Den grundlæggende udvikling af de mandlige kønsorganer sker tidligt i fosterlivet (graviditetsuge 7-15), og påvirkninger her kan være afgørende for den reproduktive kapacitet senere i livet. Produktionen af sædceller starter i puberteten og udgør herefter en kontinuerlig proces, som kan hæmmes af en række miljøfaktorer med midlertidige eller i værste fald varige følger i form af dårligere sædkvalitet.

Skadevirkninger på det mandlige reproduktionssystem efter udsættelse for PFAS er vist i en række dyreforsøg. Tegn på toksicitet ses primært i forsøgsdyrenes testikelvæv og omfatter Leydigcelle-hyperplasi med reduceret testosteronproduktion, destabilisering af Sertolliceller med svækket blod-testis-barriere og dårligere overlevelse for germinalceller med nedsat koncentration af sædceller (4-6). I humane studier har tendenserne langt fra været entydige og den relativt store stofgruppe taget i betragtning har fokus i høj grad været begrænset til ganske få specifikke PFAS (3).

---

<sup>1</sup> Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Bispebjerg og Frederiksberg Hospital, København

<sup>2</sup> Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet, København

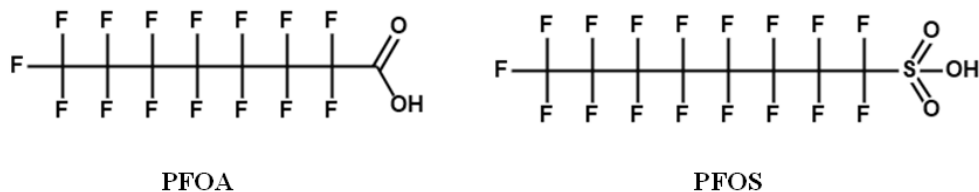
<sup>3</sup> Avdelningen för Arbets- och Miljömedicin, Lunds Universitet, Lund, Sverige

<sup>4</sup> Det Nationale Forskningscenter for Arbejds miljø, København

<sup>5</sup> Steno Diabetes Center Aarhus, Aarhus Universitetshospital, Aarhus

<sup>6</sup> Institut for Folkesundhed – Epidemiologi, Aarhus Universitet, Aarhus

<sup>7</sup> Afdeling for Regional Udvikling, Region Syddanmark, Vejle



Figur 1. Strukturformel for perfluoroktansyre (PFOA) og perfluoroktansulfonsyre (PFOS).

## Formål

Formålet med vores undersøgelse var at belyse, om udsættelse for PFAS er forbundet med nedsat mandlig reproduktionsevne. Herunder havde vi særligt fokus på: 1) udsættelse for adskillige PFAS samtidig og 2) udsættelse på potentielt sårbare tidspunkter i fosterlivet og den tidlige voksenalder.

I de følgende afsnit præsenteres vores metode og resultater kort. For en detaljeret gennemgang henvises til vores to videnskabelige artikler fra 2022 (7,8).

### Fakta om FEPOS-kohorten

FEPOS (Fetal Programming of Semen Quality) kohorten tager udgangspunkt i oplysninger fra den nationale fødselskohorte, Bedre Sundhed i Generationer (BSIG).

Arbejdet med FEPOS-kohorten er finansieret gennem ReproUnion konsortiet med støtte fra EU-programmet Interreg Öresund-Kattegat-Skagerrak, Region Hovedstaden, Region Skåne og Ferring Pharmaceuticals. Etableringen af FEPOS-kohorten blev desuden finansieret af Lundbeckfonden, Bispebjerg og Frederiksberg Hospital, Helsefonden, Læge Sofus Carl Emil Friis og Hustru Olga Doris Friis Legat, Axel Muusfeldts Fond og A.P. Møller Fonden.

## Studiedesign

I årene fra 1996 til 2002 deltog godt 92.000 gravide kvinder i omfattende telefoninterviews undervejs i deres graviditet og fik taget en blodprøve (95 % i første trimester). Fra 2017 til 2019 rekrutterede vi 1.058 af deres voksne sønner i alderen 18-21 år til at deltage i Fetal Programming of Semen Quality (FEPOS) kohorten. Som led i deres deltagelse besvarede de unge mænd et elektronisk spørgeskema og gennemgik en klinisk undersøgelse med indsamling af en blod- og sædprøve.

## PFAS-målinger

Plasmaprøver fra de gravide kvinder og deres voksne sønner blev opbevaret i en fryser ved -80°C indtil analyse. Vi kunne måle i alt 15 forskellige PFAS ved hjælp af væskekromatografi med triple quadrupol-lineær ionfælde-massespektrometri (LC/MS/MS). Vi havde på forhånd fastsat et inklusionskriterie, der kun tillod de enkelte PFAS at indgå i de statistiske analyser, hvis de målte koncentrationer var højere end detektionsgrænsen i mindst 80 % af plasmaprøverne for henholdsvis de gravide kvinder og de unge mænd. I tabel 1 ses en oversigt over de inkluderede PFAS og målte koncentrationsniveauer. Alle PFAS blev målt ved Afdelingen för Arbets- och Miljö-medicin, Lunds Universitet, Sverige.

Tabel 1. Oversigt over plasmakoncentrationer af PFAS blandt de unge mænd i FEPOS-kohorten og deres mødre under graviditeten<sup>1</sup>

Forkortelse	Navn	C-atomer	PFAS-koncentration (ng/mL)	
			Mødre (n = 864)	Unge mænd (n = 1041)
			Median (P5%; P95%)	Median (P5%; P95%)
PFHxS	Perfluorhexansulfonsyre	6	0,77 (0,33;1,76)	0,32 (0,17; 0,60)
PFHpA	Perfluorheptansyre	7	0,06 (0,01; 0,28)	-
PFOA	Perfluoroktansyre	8	4,40 (2,04; 8,23)	1,20 (0,66; 2,18)
PFOS	Perfluoroktansulfonsyre	8	27,56 (14,75; 47,49)	3,86 (2,06; 7,76)
PFNA	Perfluornonansyre	9	0,38 (0,20; 0,70)	0,46 (0,26; 0,87)
PFDA	Perfluordekansyre	10	0,15 (0,08; 0,28)	0,18 (0,10; 0,34)
PFUnDA	Perfluorundekansyre	11	0,12 (0,06; 0,23)	0,10 (0,04; 0,24)

PFAS, Per- og polyfluoralkylforbindelser; P, Percentil

Alle medianer og percentiler er angivet som et gennemsnit af fem målinger, jf. krav for dataanvendelse.

<sup>1</sup> PFAS med plasmakoncentrationer over detektionsgrænsen hos  $\geq 80$  % af mødre/mænd vist.

Koncentrationer under detektionsgrænsen er tildelt en værdi svarende til detektionsgrænsen divideret med kvadratroden af to.

### Måling af mandlig reproduktionsevne: Sædkvalitet, kønshormoner og testikkelstørrelse

De unge mænd blev bedt om at aflevere en sædprøve efter en abstinensperiode på 2-4 dage siden sidste udløsning. Prøven blev opsamlet i en steril plastbeholder i eget hjem eller ved et af de to studiecentre i København og Aarhus. En specialuddannet bioanalytiker påbegyndte analyse af sædprøven hurtigst muligt (83,6 % indenfor 1 time og 99,6 % inden for 2 timer) i henhold til Verdenssundhedsorganisationens (WHO) retningslinjer fra 2010 (9). Sæd-analyserne omfattede måling af sædvolumen, sædkoncentration, totalt antal sædceller (sædvolumen  $\times$  sædkoncentration), sædceller med normal bevægelighed (motilitet) og normalt udseende (morfologi). Vi validerede laboratorieprocedurer og analyseresultater undervejs gennem systematiske interne og eksterne kontrolprogrammer (10).

Koncentrationer af kønshormoner blev målt i plasmaprøver fra de unge mænd ved blodprøver og Biokemi, Aarhus Universitetshospital. Testosteron og estradiol blev målt med væskechromatografi med tandem massepektrometri, mens follitropin, lutropin og

seksualhormonbindende globulin (SHBG) blev bestemt med immunassay.

I forlængelse af den kliniske undersøgelse målte de unge mænd selv størrelsen på deres testikler ved hjælp af et Prader orkidometer (11). Orkidometeret består af 12 volumetriske ellipsoider med et måleinterval fra 1-25mL.

### Statistiske analyser

Vi analyserede samtidig udsættelse for multiple PFAS ved hjælp af en weighted quantile sum (WQS) regressionsmodel (12,13). Herefter anvendte vi negativ binomial regression til at undersøge associationer mellem udsættelse for individuelle PFAS og mål for mandlig reproduktionsevne. I regressions-analyserne indgik PFAS-koncentrationer som kontinuerte eller kategoriske (inddelt i kvartiler i WQS-modellen og i tertiler i den negative binomiale regressionsmodel) variable.

### Etik

FEPOS-kohorten er etableret i overensstemmelse med principperne i Helsinki-deklarationen. Projektet er desuden godkendt



Tabel 2. Sammenhænge mellem PFAS plasmakoncentrationer blandt mødre under graviditeten og reproduktionsparametre i voksenalderen hos de unge mænd i FEPOS-kohorten. Weighted Quantile Sum (WQS) regressionsanalyse med angivelse af associationsmål som procentvis forskel i udfald for en enkelt enheds øgning i WQS-indekset.

Udfald	Deltagere	% forskel (95% CI)
Sædvolumen, mL	689	-4 (-9; 1)
Sædkoncentration, 10 <sup>6</sup> /mL	829	<b>-8 (-16; -1)</b>
Total antal sædceller, 10 <sup>6</sup>	688	<b>-10 (-17; -2)</b>
Non-progressive og immotile sædceller, %	813	<b>5 (1; 8)</b>
Morfologisk normale sædceller, %	813	-6 (-12; 1)
Testosteron, nmol/L	829	-2 (-4; 1)
Beregnet frit testosteron, pmol/L <sup>a</sup>	829	-1 (-3; 2)
Estradiol, pmol/L	829	-3 (-8; 2)
Follitropin, IU/L	829	-1 (-5; 3)
Lutropin, IU/L	829	3 (-1; 8)
Seksuallhormonbindende globulin, nmol/L	829	-3 (-7; 0)
Gennemsnitligt testikelvolumen, mL	836	-2 (-5; 1)

PFAS, Per- og polyfluoralkylforbindelser

Sædanalyser og testikelvolumen er justeret for mødres alder, body mass index før graviditeten, rygning, husstandens erhvervsstatus, trimester for blodprøvetagning, laboratorieanalyserunde, samt de unge mænds abstinensid, eventuelt spild ved opsamling af sædprøven (kun sædparametre) og tid fra udløsning til analyse (sidstnævnte kun for motilitet).

Hormonanalyser er justeret for mødres alder, body mass index før graviditeten, rygning, husstandens erhvervsstatus, trimester for blodprøvetagning, laboratorieanalyserunde, samt de unge mænds body mass index og tidspunkt for blodprøvetagning.

<sup>a</sup> Frit testosteron er beregnet ved hjælp af Vermeulens formel med udgangspunkt i en albuminkoncentration på 43g/L.

af De Videnskabetiske Komitéer for København og Frederiksberg, styregruppen for BSIG og Videnscenter for Dataanmeldelser under gældende regler for sundhedsvidenskabelig forskning i Region Hovedstaden.

## Resultater

Ved sammenligning af de målte koncentrationer af PFAS hos henholdsvis mødre og unge mænd observeredes markant højere niveauer af især PFHxS, PFOA og PFOS i mødrenes prøver taget under graviditeten (tabel 1).

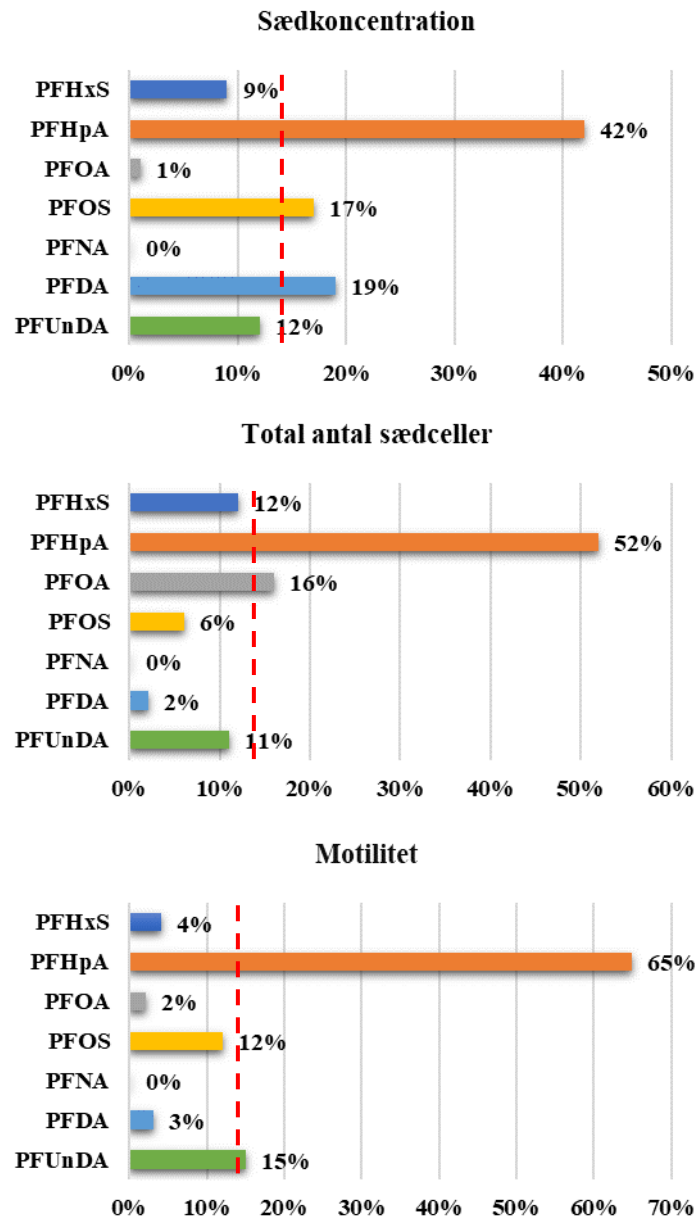
### Udsættelse i fosterlivet

Højere samtidig udsættelse for i alt syv forskellige PFAS tidligt i fosterlivet var forbundet med lavere sædkoncentration og

lavere totalt antal sædceller hos de unge mænd (tabel 2). Vi fandt desuden en sammenhæng mellem PFAS-koncentrationer tidligt i fosterlivet og en større andel af sædceller med nedsat eller manglende bevægelighed.

Især PFHpA, PFOA, PFOS, PFDA og PFUnDA bidrog i varierende omfang til de observerede sammenhænge (figur 2).

For koncentrationer af kønshormoner og testikelvolumen så vi ingen tydelige sammenhænge med udsættelse for PFAS (tabel 2). Analyser af udsættelse for individuelle PFAS bekræftede overordnet vores resultater fra WQS-analyserne.

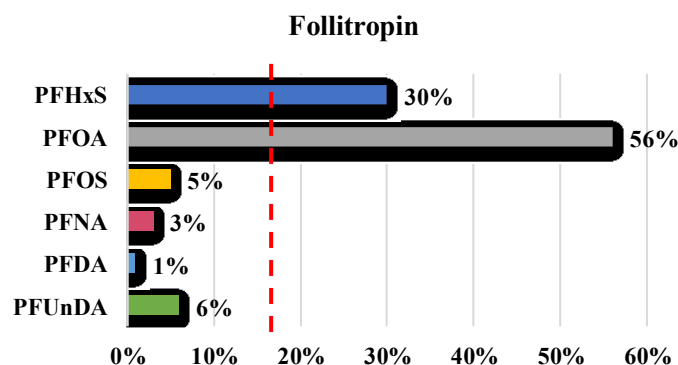


Figur 2. Weighted quantile sum (WQS) regressionsanalyse med indekxsvægte for PFAS ved udsættelse i fosterlivet i forhold til sædkoncentration, total antal sædceller og sædcelle motilitet (% non-progressive eller immotile). Den stiplede røde linje markerer tærsklen for udvælgelse af indflydelsesrige bidrag til den samlede association ( $\tau = 1/7$ ).

### Udsættelse i tidlig voksenalder

Vi fandt ingen tydelige sammenhænge mellem udsættelse for PFAS i den tidlige voksenalder og hverken sædkvalitet eller testikelstørrelse. Højere samtidig udsættelse for seks forskellige PFAS var forbundet med let forhøjede

niveauer af follitropin (4 % forskel i udfald for en enkelt enheds ændring i WQS-indekset, 95 % CI 0;9 %). PFOA var mest udslagsgivende for den observerede association med en indekxsvægt på 56 %. PFHxS bidrog også væsentligt med en indekxsvægt på 30 % (figur 3).



Figur 3. Weighted quantile sum (WQS) regressionsanalyse med indekxsvægte for PFAS ved udsættelse i tidlig voksenalder i forhold til koncentration af follitropin. Den stiplede røde linje markerer tærsklen for udvælgelse af indflydelsesrige bidrag til den samlede association ( $\tau = 1/6$ ).

Analyserne af udsættelse for individuelle PFAS bekræftede overordnet indikationerne på en sammenhæng mellem PFOA og PFHxS og højere follitropin-koncentrationer. Her fandt vi dog også tegn på højere follitropin-niveauer (12 % forskel, 95 % CI 2;23) ved højere udsættelse for PFDA.

### Diskussion og konklusion

Med udgangspunkt i en stor undersøgelse af unge mænd fra den generelle befolkning i Danmark analyserede vi mulige sammenhænge mellem udsættelse for PFAS og forskellige mål for reproduktionsevne. Udsættelse for PFAS i fosterlivet var her forbundet med lavere sædkoncentration, lavere totalt antal sædceller og en større andel af sædceller med nedsat eller manglende bevægelighed hos unge mænd. Flere PFAS så ud til at bidrage til de observerede sammenhænge, om end plasmakoncentrationerne af nogle af disse reelt var meget små, og betydningen heraf er derfor behæftet med nogen usikkerhed. Ved udsættelse for PFAS i tidlig voksenalder fandt vi en mulig sammenhæng med let forhøjede niveauer af follitropin. Forhøjet follitropin kan være tegn på nedsat funktion af specielt Sertolicellerne, som normalt fungerer som støtteceller for sædcellerne i testiklernes sædrør (14). Vi kan dog på nuværende tidspunkt ikke udelukke, at dette blot kan være et tilfældigt fund.

Den systematiske udfasning af flere traditionelle PFAS afspejles tydeligt i faldende koncentrationer af flere PFAS i den danske befolkning. Udfasningen har dog medført en omstilling med øget anvendelse af flere nyere kongener. Dette nødvendiggør selvsagt fortsat opmærksomhed i forhold til udsættelse for PFAS i forskellige faser af livet og potentielle sundhedsmæssige konsekvenser på både kortere og længere sigt.

Yderligere info:

Kajsa Ugelvig Petersen

[kajsa.kirstine.ugelvig.petersen@regionh.dk](mailto:kajsa.kirstine.ugelvig.petersen@regionh.dk)

### References

1. National Institute for Occupational Safety and Health. *Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)*: National Institute for Occupational Safety and Health, Centers for Disease Control and Prevention; 2021. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/pfas/default.html> accessed 09.03.2022.
2. Olsen GW, Burris JM, Ehresman DJ et al. *Half-life of serum elimination of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate, and perfluorooctanoate in retired fluorochemical production workers*. Environ Health Perspect 2007;115(9):1298-305.

- 
3. Petersen KU, Larsen JR, Deen L et al. *Per- and polyfluoroalkyl substances and male reproductive health: a systematic review of the epidemiological evidence*. J Toxicol Environ Health B Crit Rev 2020;23(6):276-91.
  4. Tarapore P, Ouyang B. *Perfluoroalkyl Chemicals and Male Reproductive Health: Do PFOA and PFOS Increase Risk for Male Infertility?* Int J Environ Res Public Health 2021;18(7).
  5. International Agency for Research on Cancer. *Some chemicals used as solvents and in polymer manufacture - IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Lyon, France: IARC 2017.
  6. Pan Y, Cui Q, Wang J et al. *Profiles of Emerging and Legacy Per-/Polyfluoroalkyl Substances in Matched Serum and Semen Samples: New Implications for Human Semen Quality*. Environ Health Perspect 2019; 127(12): 27005.
  7. Hærvig KK, Petersen KU, Hougaard KS et al. *Maternal exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and male reproductive function in young adulthood: combined exposure to seven PFAS*. Environ Health Perspect 2022; in press
  8. Petersen KU, Hærvig KK, Flachs EM et al. *Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and male reproductive function in young adulthood; a cross-sectional study*. Environmental Research 2022;212:113157. doi: 10.1016/j.envres.2022.113157
  9. WHO. *WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen*. 5th ed. Geneva, Switzerland: WHO, 2010.
  10. Hærvig KK, Bonde JP, Ramlau-Hansen CH et al. *Fetal Programming of Semen Quality (FEPOS) Cohort - A DNBC Male Offspring Cohort*. Clin Epidemiol 2020;12:757-70.
  11. Ramlau-Hansen CH, Thulstrup AM, Bonde JP et al. *Is self-measuring of testicular volume by a Prader orchidometer a valid method?* Fertil Steril 2007;87(6):1480-2.
  12. Carrico C, Gennings C, Wheeler DC et al. *Characterization of Weighted Quantile Sum Regression for Highly Correlated Data in a Risk Analysis Setting*. J Agric Biol Environ Stat 2015;20(1):100-20.
  13. Rosato I, Zare Jeddi M, Ledda C et al. *How to investigate human health effects related to exposure to mixtures of per- and polyfluoroalkyl substances: A systematic review of statistical methods*. Environ Res 2022;205:112565.
  14. Esteves SC, Miyaoka R, Agarwal A. *An update on the clinical assessment of the infertile male*. [corrected]. Clinics (Sao Paulo) 2011;66(4): 691-700.

---

# Risikovurdering af forbrugersprayprodukter - uden brug af forsøgsdyr

Af Jorid Sørli<sup>a</sup>, Sreyoshee Sengupta<sup>a</sup>, Alexander C. Ø. Jensen<sup>a</sup>, Vladimir Nikiforov<sup>b</sup>, Per Axel Clausen<sup>a</sup>, Karin Hougaard<sup>a,c</sup>, Sara Højriis<sup>d,e</sup>, Marie Frederiksen<sup>a</sup>, Niels Hadrup<sup>a,f</sup>

---

## Resumé

Forbrugersprayprodukter kan ved brug danne fine spraytåger (aerosoler), der kan indåndes og beskadige lungerne. Vi har kortlagt to grupper af sprayprodukter, der er på det danske marked: produkter til henholdsvis imprægnering og rengøring. På basis af kortlægningen udvalgte vi produkter til yderligere undersøgelser. Vi undersøgte først koncentration og størrelsesfordelingen af spraytågen ved brug, og på basis heraf estimerede vi brugerens eksponering. Samtidigt undersøgte vi, om produkterne inhiberer lungesurfaktantfunktionen, en essentiel del af lungens struktur og funktion. Til slut undersøgte vi den kemiske sammensætning af produkterne. Vi samlede den opnåede viden i en risikovurdering, hvor vi estimerede en sikkerhedsmargin (margin of safety, MoS). Dvs. hvis produktet bruges som beskrevet i projektets eksponeringsscenario, hvor sandsynligt er det så, at det inhiberer lungesurfaktantfunktionen og dermed kan føre til vejrtrækningsbesvær.

At påføre væsker ved at spraye er en effektiv måde at sprede produkter jævnt på store overflader. To produktkategorier, der ofte påføres med spray, er imprægnerings- og rengøringsmidler. Når der sprayes, skabes der en sky af aerosoler i brugerens indåndingszone. Dette

kan udgøre en sundhedsrisiko, da små partikler derved kan indåndes og trænge dybt ned i lungerne og potentielt påføre skade.

Lungerne er effektive filtre og fjerner en stor del af partiklerne i den indåndede luft, før de når dybt ned i lungerne, dog kan aerosoler med en aerodynamisk diameter mellem 0,005 og 0,5 µm deponeres i alveolerne (1). Mange spraydåser danner aerosoler i disse størrelser, og brug af sprayprodukter kan derfor potentielt føre til at aerosoler deponeres i alveolerne. Her kommer de i kontakt med lungesurfaktanten, en blanding af fosfolipider og proteiner som ligger i overfladen af det tynde væskelag, som dækker alveolerne. Lungesurfaktantens funktion er at regulere overfladespændingen i alveolerne under vejrtrækning (2). Det gør den ved at danne en struktur i overfladen mellem luft og væske - en slags harmonika - lige under væskeoverfladen. Disse strukturer reducerer overfladespændingen drastisk og letter vejrtrækningen. Under udånding trækker alveolerne sig sammen, og overfladearealet reduceres. For at forhindre alveolært kollaps reducerer lungesurfaktanten overfladespændingen i luft/væskegrænsefladen til meget lave værdier. Lungesurfaktantens funktion er således essentiel for at sikre ubesværet vejrtrækning. Funktionen kan måles i et *in vitro* system ved at en dråbe lungesurfaktant gøres større og mindre, sådan at overfladearealet ændres i samme udstrækning og frekvens som i lungerne under vejrtrækning. Overfladespændingen måles, mens testproduktet tilsættes til luften i et kammer omkring dråben. Dette simulerer vejrtrækning af luft, der indeholder aerosoler af produktet. Hvis produktet inhiberer lungesurfaktantfunktionen vil overfladespændingen

---

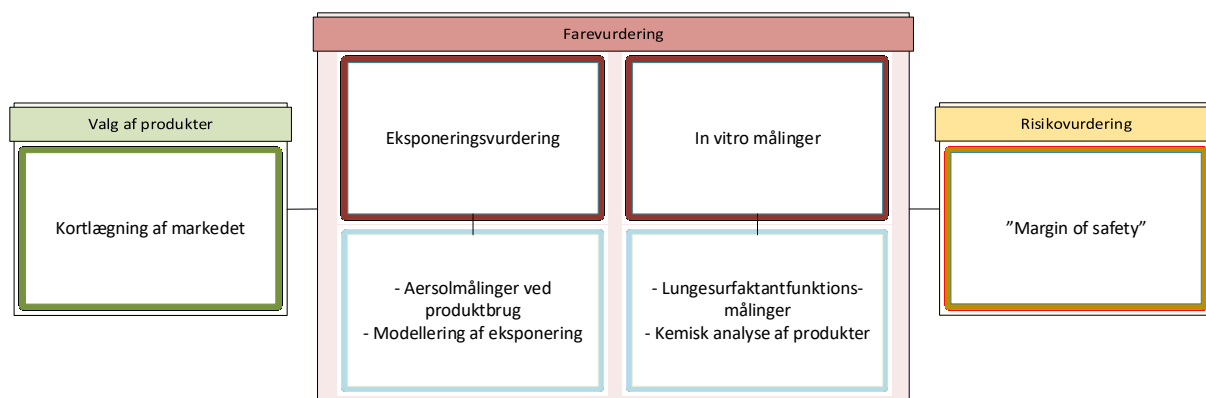
<sup>a</sup> Det Nationale forskningscenter for arbejdsmiljø (NFA), København, Danmark

<sup>b</sup> Norsk institut for luftforskning (NILU), Tromsø, Norge

<sup>c</sup> Institut for Folkesundhedsvidenskab, Københavns Universitet, København, Danmark

<sup>d</sup> COWI, Kgs, Lyngby, Danmark

<sup>e</sup> DHI A/S, Hørsholm, Danmark



Figur 1. Projektet blev inddelt i tre faser; kortlægning af markedet og udvælgelse af test produkter, farevurdering af disse produkter og en risikovurdering af de enkelte produkter.

Ikke længere falde tilstrækkeligt ved udånding, hvilket kan føre til nedsat lungefunktion. Denne kæde af mekanismer er blevet samlet og beskrevet i en såkaldt "adverse outcome pathway" (AOP) ((3) og <https://aopwiki.org/aops/302>).

Når vi ser på imprægnerings- og rengøringsmidler på sprayform, så er der stor forskel på hvilke luftvejseffekter, der er rapporteret. Brug af imprægneringsprodukter har resulteret i tilfælde af akut opståede symptomer (4), mens rengøringsprodukter er blevet mistænkt for at have langtidsvirkninger på lungerne (5), bl.a. har rengøringsassistenter flere selvrapporterede luftvejssymptomer og oftere astma end den generelle befolkning (6).

## Metoder

Efter kortlægningen af markedet udvalgte vi 21 af ca. 200 kortlagte produkter. De fleste af de 21 produkter havde internationale distributører og sælges derfor også i andre lande. De analyserede produkter omfattede 13 imprægneringsprodukter til brug på forskellige overflader og otte rengørings- eller desinfektionsprodukter (tabel 1). For at få mere viden om hvilke ingredienser, der forårsagede inhibering af lungesurfaktanten, testede vi dernæst otte opløsningsmidler, som indgår i mange af produkterne.

For at simulere eksponering for produkterne blev der lavet spraytåger med de originale spraydåser. Sprayprodukter kommer enten i dåser under tryk (trykdåse), eller der dannes en aerosol ved mekanisk at pumpe (pumpeflaske eller trigger spray). Disse to påføringsmetoder danner meget forskellige spraytåger. Partikelstørrelsesfordelingen og koncentrationen af partikler blev målt i de forskellige aerosoler, ud fra disse blev den deponerede lungedosis ved brug estimeret. Data fra *in vitro* forsøg og eksponeringsvurderingen blev herefter kombineret for at estimere en sikkerhedsmargin (MoS) til risikovurdering af produkterne.

## Resultater og diskussion

Vi fandt, at imprægneringsprodukterne var mere giftige end rengøringsprodukterne. MoS blev brugt til at vurdere den relative risiko ved at bruge enten imprægnerings- eller rengørings-sprayprodukter, dvs. jo større margin, jo sikrere er produktet. MoS var generelt meget lavere for de undersøgte imprægneringsprodukter i forhold til hvad den var for rengøringsmidler. For at vurdere hvor meget af produktet, der ville ende i personens lunger under påføring, brugte vi et eksponerings-scenarie, der beskrev et konkret tilfælde af forgiftning ved brug af et imprægneringsprodukt. Her blev produktet påført i 30 minutter, hvorefter personen opholdt sig i



Tabel 1: Funktion og påføringsmetode for de undersøgte produkter.

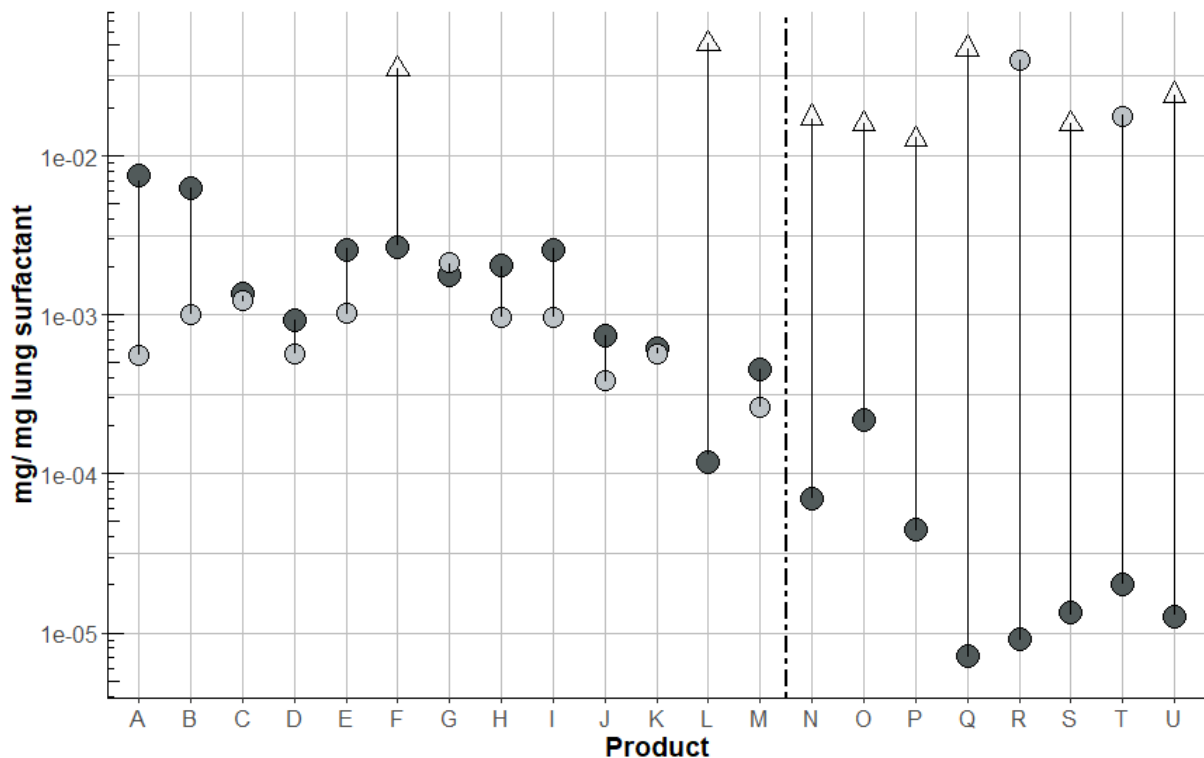
	<b>Kategori</b>	<b>Behandlingsoverflade eller funktion</b>	<b>Påføring</b>
A	Imprægnering	Multifunktion	Trykdåse
B	Imprægnering	Multifunktion	Trykdåse
C	Imprægnering	Multifunktion	Trykdåse
D	Imprægnering	Multifunktion	Trykdåse
E	Imprægnering	Multifunktion	Trykdåse
F	Imprægnering	Sko	Trykdåse
G	Imprægnering	Skivoks	Trykdåse
H	Imprægnering	Outdoorudstyr	Trykdåse
I	Imprægnering	Outdoorudstyr	Trykdåse
J	Imprægnering	Outdoorudstyr	Trykdåse
K	Imprægnering	Lædermøbler	Trykdåse
L	Imprægnering	Hårde overflader, indendørs	Pumpeflaske
M*	Imprægnering	Ikke-absorberende gulvmateriale	Pumpeflaske
N	Rengøring	Glas og multifunktion	Pumpeflaske
O	Rengøring	Glasoverflader	Pumpeflaske
P	Rengøring	Glasoverflader	Pumpeflaske
Q	Rengøring	Skimmelsvampfjerner	Pumpeflaske
R	Rengøring	Kalkfjerner	Pumpeflaske
S	Rengøring	Desinficering	Pumpeflaske
T	Rengøring	Multifunktion	Pumpeflaske
U	Rengøring	Glas og multifunktion	Pumpeflaske
H <sub>2</sub> O	Kontrol	Vand	-
pH2	Kontrol	Vand justeret til pH 2	-
pH11	Kontrol	Vand justeret til pH 11	-
NaCl	Kontrol	0,9 % Natriumklorid	-
EtOH	Kontrol	96 % ethanol	-
Glycerol	Kontrol	10% glycerol i vand	-
HexDec	Kontrol	10:1 n-hexan : n-decan	-
DecHex	Kontrol	10:1 n-decan : n-hexan	-

\* M er tidligere blevet undersøgt, produktet indeholder fluorosilaner i 2-propanol (4,7,8).

rummet de efterfølgende 60 minutter. Dette er et "worst case" scenarie, og det er sandsynligt, at nogle produkter bruges på en måde, hvor eksponeringen er lavere.

Beregningsen af hvor meget stof, der deponeres i alveolerne, er baseret på den resulterende aerosolkoncentration og partikelstørrelses-

fordelingen. Produkter i spraydåser laver både mange flere og mindre partikler end produkter i pumpeflasker; derfor var den estimerede deponerede masse af produktet højere for imprægneringsprodukterne (eftersom de fleste var i trykdåser), end for rengøringsprodukterne (som alle solgtes i pumpeflasker). MoS påvirkes dog også af den dosis, hvor der sås



Figur 2. Sikkerhedsmargin, MoS, plottet som afstanden mellem den estimerede dosis i lungerne og den inhiberende (eller højeste testede dosis) *in vitro*. Mørke cirkler viser den estimerede deponerede dosis i alveolerne; de lyse cirkler viser den dosis, der inhiberede lungesurfaktantfunktionen *in vitro*. Trekkanterne viser den højeste testede dosis af ikke-inhiberende produkter; sorte streger viser sikkerhedsmarginen. Figur fra (9).

toksicitet i *in vitro* assayet. Imprægneringsprodukterne inhiberede lungesurfaktantfunktionen ved lavere dosis end det sås for rengøringsprodukterne (figur 2).

I rengøringsbranchen er der en tendens til at trykdåser er udskiftet med pumpeflasker. Nogle pumpeflasker har dyser, som danner skum, når der sprayes (10). Dette resulterer i meget få partikler i luften og en meget lavt estimeret deponeret dosis i alveolerne. Dette betyder, at selv om to af rengøringsprodukterne inhiberede surfaktantfunktionen, så er sikkerhedsmarginen ved brug meget høj. I modsætning hertil inhiberede de fleste af imprægneringsprodukterne lungesurfaktantfunktionen ved en lavere koncentration end den estimerede deponerede dosis ved brug.

Når opløsningsmidlerne blev testet, fandt vi ikke, at høj eller lav pH (henholdsvis 11 og 2) inhiberede surfaktantfunktionen. Ligeledes var der ikke effekt af alkoholer eller natriumklorid. Kontroller for opløsningsmidler i imprægneringsprodukterne blev valgt ud fra om produkterne var mere eller mindre flygtige. En 10:1 blanding af n-decan og n-hexan repræsenterede mindre flygtige produkter, og en blanding af 1:10 n-decan og n-hexan blev brugt for the mere flygtige produkter. Kun den mindst flygtige kontrolopløsning (10:1 n-decan:n-hexan) inhiberede surfaktantfunktionen. Dette viser, at valg af opløsningsmiddel har en indvirkning på, om produktet inhiberer funktionen, men da både mere og mindre flygtige produkter inhiberede lungesurfaktantfunktionen kan denne effekt ikke forklares

---

alene med opløsningsmidlet, så de filmdannede eller andre ingredienser kan også have en effekt på funktion.

Hvis giftige og skadelige kemikalier kan identificeres under produktudviklingsfasen, kan producenterne nemmere udvikle sikre produkter – det kaldes ”safe-by-design”. Imprægneringsprodukter indeholder filmdannende ingredienser, deres eventuelle toksicitet kan afhænge af hvilket opløsningsmiddel de er i (7). Dette gør, at det er meget vigtigt at teste stoffer i den form, de forekommer i det færdige produkt. Det understreger behovet for effektive *in vitro* metoder, der tillader test af en række forskellige kemiske kombinationer i en safe-by-design proces, før man beslutter sig for de specifikke ingredienskombinationer i de markedsførte produkter.

## Konklusion

De fleste af de testede imprægneringsprodukter påvirkede lungesurfaktantfunktionen ved en lavere dosis end den estimerede deponering i lungerne. Dette kunne indikere, at en strengere regulering af imprægneringsprodukter er nødvendig. Ved brug af rengøringsmidlerne er inhibering af lungesurfaktantfunktionen ikke sandsynlig, med det forbehold at vi kun har testet en af mange mulige effekter efter indånding. Da der er en øget hyppighed af luftvejsproblemer hos rengøringspersonale, bør andre endepunkter testes for at opnå et komplet billede.

En mere detaljeret beskrivelse af projektet og resultaterne kan findes i en publikation (9) på engelsk, og i en rapport fra Miljøstyrelsen (under udarbejdelse).

Projektet blev støttet af bevillinger fra Miljøstyrelsen (3984724), af ‘Forøget fokus på forskning i kemisk arbejdsmiljø’ (FFIKA) som del af Arbejdsmiljøforliget i 2019, og Arbejdsmiljøforskningsfonden (06-2017-03/20175100199).

Yderligere info:  
Jorid Birkelund Sørli  
[jbs@nfa.dk](mailto:jbs@nfa.dk)

## Referencer

1. *Human respiratory tract model for radiological protection*. A report of a Task Group of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP 1994;24(1-3):1-482.
2. Zuo YY et al. *Current perspectives in pulmonary surfactant--inhibition, enhancement and evaluation*. Biochim Biophys Acta 2008; 1778(10):1947-77.
3. Da Silva E et al. *An adverse outcome pathway for lung surfactant function inhibition leading to decreased lung function*. Current Research in Toxicology 2021;2:225-236.
4. Sørli JB et al. *Prediction of acute inhalation toxicity using in vitro lung surfactant inhibition*. ALTEX 2018;35(1):26-36.
5. Hadrup N et al. *Asthma-inducing potential of 28 substances in spray cleaning products- Assessed by quantitative structure activity relationship (QSAR) testing and literature review*. J Appl Toxicol 2021.
6. Clausen PA et al. *Chemicals inhaled from spray cleaning and disinfection products and their respiratory effects*. A comprehensive review. Int J Hyg Environ Health 2020;229: 113592.
7. Nørgaard AW et al. *Pulmonary toxicity of perfluorinated silane-based nanofilm spray products: solvent dependency*. Toxicol Sci 2014;137(1):179-88.
8. Nørgaard AW et al. *Lung damage in mice after inhalation of nanofilm spray products: the role of perfluorination and free hydroxyl groups*. Toxicol Sci 2010;116(1):216-24.
9. Sørli JB et al. *Risk assessment of consumer spray products using in vitro lung surfactant function inhibition, exposure modelling and chemical analysis*. Food Chem Toxicol 2022; 164:112999.
10. BFA T. *Service, turisme og jord til bord, Branchevejledning: Rengøringsmidler* 2018.

---

## Ny dokumentation for helbredsbase­rede grænseværdier i arbejdsmiljøet for 10 stoffer

*Af Ulla Vogel, Sarah Søs Poulsen, Pernille Danielsen, Niels Hadrup, Nicklas R Jacobsen, Karin S Hougaard, Anne Thoustrup Saber, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø*

---

Vi håndterer og omgås mange farlige stoffer i vores dagligdag og på arbejde. En af måderne at forebygge udsættelse for helbredsskadelige stoffer er at regulere eksponeringen gennem grænseværdier. Danmark har knapt 700 grænseværdier i arbejdsmiljøet. Arbejdstilsynet definerer en grænseværdi for luftforurening i arbejdsmiljøet som 'værdien for stoffets gennemsnitskoncentration i den luft, der kan indåndes på arbejdspladsen i løbet af en otte timers arbejdsdag'.

Arbejdstilsynet skriver på deres hjemmeside at: 'En grænseværdi er **ikke** udtryk for et "niveau for tilladt udsættelse". Uanset om en grænseværdi er overholdt, skal arbejdsgiver altid sørge for, at unødigt påvirkning fra kemiske stoffer og materialer undgås. Det skal ske enten ved brug af substitution (erstatning til andet stof eller arbejdsproces) eller ved at gennemføre tekniske og organisatoriske foranstaltninger så som at anvende processug og afskærme arbejdsstedet. Hvis det arbejde, de ansatte udfører, ikke på anden måde kan udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt, skal de anvende egnede personlige værnemidler.' \*

Og endvidere: 'En grænseværdi signalerer, at det pågældende stof er farligt. Men værdien kan ikke isoleret set ses som et udtryk for et stofs farlighed, da den ikke nødvendigvis alene er fastsat ud fra helbredsmæssige aspekter. Det kan også være en afvejning af sundhedsaspektet i forhold til de tekniske/økonomiske aspekter eller kontroltekniske muligheder.' \*

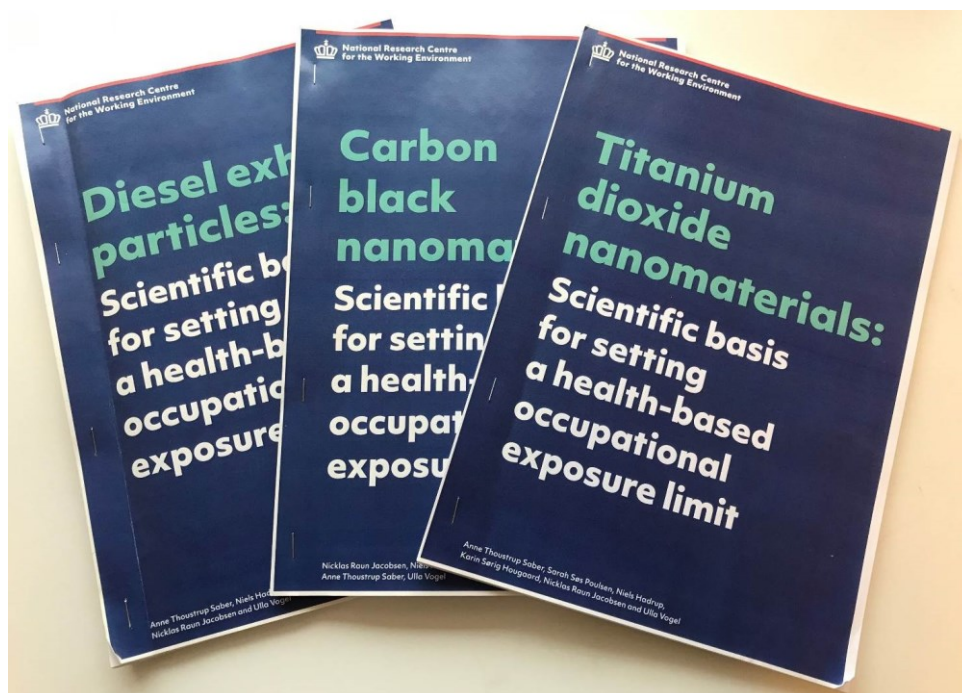
Grænseværdibekendtgørelsen bliver løbende opdateret med nye grænseværdier. Der blev i 2018 etableret en taskforce med deltagelse af Arbejdstilsynet og Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA). Taskforcen havde som opgave at efterse de danske grænseværdier og identificere stoffer, for hvilke der er behov for at revurdere den gældende grænseværdi. Mange af de danske grænseværdier er fra 1980'erne og 1990'erne, og der er heldigvis kommet ny viden til i mellemtiden. Det betyder, at nogle grænseværdier ikke beskytter tilstrækkeligt i forhold til den nyeste viden om dosis-respons-sammenhænge mellem udsættelse for et stof og risiko for helbredsskadelige effekter. Det gælder også i forhold til beskyttelse af gravide, hvor vi ofte mangler viden om mulige helbredseffekter.

NFA har som led i taskforcens arbejde indtil videre udarbejdet dokumentation for helbredsbase­rede grænseværdier for Arbejdstilsynet for 10 stoffer. Når NFA har udarbejdet dokumentation for en helbredsbase­ret grænseværdi bliver rapporten kvalitetssikret af Arbejdstilsynets videnskabelige kvalitetsudvalg (VKU), som gennemgår dokumentationen. Dokumentationen for helbredsbase­rede grænseværdier indgår derefter i Arbejdstilsynets proces med at fastlægge nye grænseværdier i samarbejde med arbejdsmarkedets parter. I denne proces ind­drages ligeledes tekniske og økonomiske aspekter.

NFA har udarbejdet dokumentation for helbredsbase­rede grænseværdier for 3 tekniske nanomaterialer: Carbon black og titanium

<https://at.dk/arbejdsmiljoeproblemer/kemi/saerlige-stoffer-og-materialer/hvad-er-graensevaerdier-i-arbejdsmiljoet/>

---



Figur 1. Helbredsbaseerede grænseværdier for 3 stoffer, dieseldustødningspartikler, carbon black og titanium dioxid nanopartikler.

dioxid nanopartikler og kulstofnanorør (figur 1). Carbon black og titaniumdioxid bruges som hhv. sort og hvidt pigment og anvendes derfor i store mængder. Kulstofnanorør har asbestlignende egenskaber og er derfor meget giftige.

NFA har ligeledes udarbejdet dokumentation for helbredsbaseerede grænseværdier for 3 af de 4 kræftfremkaldende stoffer, der globalt set er årsag til de fleste arbejdsrelaterede kræfttilfælde, nemlig asbest, kvarts og dieseldustødningspartikler (1). Passiv rygning er den fjerde store årsag til arbejdsrelateret kræft. Derudover har NFA udarbejdet dokumentation for helbredsbaseerede grænseværdier for polycykliske aromatiske hydrocarboner indeholdende benzo[a]pyren, hexavalent krom og 1,3-butadien, der alle ligeledes er kræftfremkaldende.

Sidst, men ikke mindst, har NFA udarbejdet dokumentation for den helbredsbaseerede grænseværdi for zinkoxid. Zinkoxid er ikke kræftfremkaldende, men forårsager metalfeber og akutfaserespons ved indånding ligesom en lang række andre metaller gør det (2). Akutfaseresponset øger risikoen for åreforkalkning og hjerte-kar-sygdom, og dette danner basis for fastlæggelsen af den helbredsbaseerede grænseværdi for zinkoxid. NFAs forskning har i særlig grad bidraget til den bagvedliggende evidens for zinkoxids skadelige virkninger (3,4).

Rapporterne med dokumentation for helbredsbaseerede grænseværdier kan findes på NFAs hjemmeside: \*\*

Og på Arbejdstilsynet hjemmeside kan man finde VKUs kommentarer og NFAs svar til disse: \*\*\*

\*\* <https://nfa.dk/da/Forskning/Strategiske-forskningsomraader/Kemisk-arbejds miljo/Graensevaerdier>

\*\*\* <https://at.dk/arbejds miljoeproblemer/kemi/saerlige-stoffer-og-materialer/hvad-er-graensevaerdier-i-arbejds miljoet/helbredsbaseeret-grundlag-for-graensevaerdier/>

---

Danmark har indtil videre fået nye og lavere grænseværdier for hexavalent krom, asbest og dieseludstødningspartikler. På den måde er det blevet lidt sundere at gå på arbejde.

Yderligere info:

Ulla Vogel

[ubv@nfa.dk](mailto:ubv@nfa.dk)

## Referencer

1. Driscoll T, Rushton L, Steenland K, Hutchings S, Straif K, Abate D, Abdel-Rahman O, Acharya D, Afarideh M, Alahdab F et al. *Global and regional burden of cancer in 2016 arising from occupational exposure to selected carcinogens: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016*. Occup Environ Med 2020;77(3):151-159.
2. Greenberg MI, Vearrier D. *Metal fume fever and polymer fume fever*. Clin Toxicol (Phila) 2015;53(4):195-203.
3. Vogel U, Cassee FR. *Editorial: dose-dependent ZnO particle-induced acute phase response in humans warrants re-evaluation of occupational exposure limits for metal oxides*. Part Fibre Toxicol 2018;15(1):7.
4. Hadrup N, Zhernovkov V, Jacobsen NR, Voss C, Strunz M, Ansari M, Schiller HB, Halappanavar S, Poulsen SS, Kholodenko B et al. *Acute Phase Response as a Biological Mechanism-of-Action of (Nano)particle-Induced Cardiovascular Disease*. Small 2020, 16(21): e1907476.



---

## Abstracts fra temadag om partikler og støv den 7. sept. 2022



Foto: Ulla Vogel. Temadag på Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

### Partikler i udemiljøet

Af *Thomas Ellermann, Claus Nordstrøm, Andreas Massling, Steen Solvang Jensen, Rossana Bossi, Ole-Kenneth Nielsen, Jørgen Brandt og Matthias Ketzel, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet*  
[tel@envs.au.dk](mailto:tel@envs.au.dk)

Luftbårne partikler er den vigtigste årsag til de negative helbredseffekter af luftforureningen i Danmark. Den seneste opgørelse fra DCE angiver, at der i 2020 var omkring 4.000 tilfælde af for tidlige dødsfald i Danmark, hvoraf omkring 90 % kan tilskrives partikelforureningen med fine partikler (PM<sub>2,5</sub> som er partikler med en diameter mindre end 2,5 µm) (Ellermann et al., 2022). Ud over de for tidlige dødsfald, så er der også en lang række andre helbredseffekter, som kan tilskrives luftforureningen, for eksempel kræft, blodpropper, astma og i forbindelse med sygedage. Luftbårne partikler har også negative effekter på miljø og

klima, men i denne præsentation fokuseres på de negative helbredseffekter af de luftbårne partikler. Følgende aspekter vil blive gennemgået:

- Hvad er luftbårne partikler og hvad er de vigtigste kilder?
- Hvorfor er der fokus på de fine og ultrafine partikler?
- Hvordan er den geografiske fordeling og kemiske sammensætning af den luftbårne partikelforurening?
- Hvordan er udviklingstendensen for partikelforureningen?
- Overholder luftkvaliteten i Danmark grænseværdier og WHO's retningslinjer?
- Hvordan er forureningsniveauerne set i historisk perspektiv og hvordan forventer vi den fremtidige udvikling vil være?
- Kan vi komme til at overholde WHO's retningslinjer/ guidelines i Danmark i fremtiden?

---

Præsentationen er baseret på resultaterne fra de mange års overvågning af den luftbårne partikelforurening i Danmark, som DCE har udført for Miljøministeriet. Derfor vil der også blive givet en kort gennemgang af, hvordan luftforurening overvåges i Danmark.

#### Reference:

Ellermann et al. 2022. *Luftkvalitet 2020. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 144 s. - Videnskabelig rapport nr. 467.  
<http://dce2.au.dk/pub/SR467.pdf>

### Ultrafine partikler i udemiljøet

Af *Matthias Ketzel, Lise M. Frohn, Jesper H. Christensen, Jørgen Brandt, Andreas Massling, Christopher Andersen, Ulas Im, Steen Solvang Jensen, Jibrán Khan, Ole-Kenneth Nielsen, Marlene S. Plejdrup, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet.*  
[mke@envs.au.dk](mailto:mke@envs.au.dk)

Ultrafine partikler (UFP) - partikler med en diameter under 0,1 mikrometer - har siden 1990'erne været i forskningens fokus, da netop disse partikler kan transporteres dybt ned i vores lunger. De mistænkes derfor for at være ansvarlige for en række helbredseffekter, som vi generelt forbinder med partikkelkoncentrationer. Der findes ingen WHO-retningslinjer eller EU-grænseværdier for UFP og derfor ingen officielle "krav" om monitorering, og som konsekvens er der kun få langtidsmålinger af dem. I Danmark har vi, gennem et særligt partikelforskningsprojekt støttet af Miljøstyrelsen, målt UFP på 3-4 stationer i over 20 år. Senest har Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet for første gang lavet modelberegninger af UFP-koncentrationer for alle bopælsadresser i Danmark i perioden 1979-2018. I artiklerne Frohn et al. (2021) og Ketzel et al. (2021) præsenteres udviklingen af modellen, dens resultater samt sammenligninger mellem model og observationer. Alt dette gennemgås i dagens foredrag.

Foredraget vil redegøre for følgende:

- Emissioner af ultrafine partikler
- Dynamiske processer af ultrafine partikler
- Modellering af UFP i tre atmosfæriske modeller: på regional skala, i lokal baggrund og på gadeniveau
- Resultater for alle adresser i Danmark
- Sammenligninger af modelresultater med langtidsmålinger på danske stationer

#### Referencer:

Frohn LM, Ketzel M, Christensen JH, Brandt J, Im U, Massling A, Andersen C, Plejdrup MS, Nielsen O-K, Manders A, Raaschou-Nielsen O. *Modelling ultrafine particle number concentrations at address resolution in Denmark from 1979 to 2018 – Part 1: regional and urban scale modelling and evaluation*. Atmospheric Environment 2021;264:118631.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118631>

Ketzel M, Frohn LM, Christensen JH, Brandt J, Massling A, Andersen C, Im U, Jensen SS, Khan J, Nielsen O-K, Plejdrup MS, Manders A, van der Gon HD, Kumar P, Raaschou-Nielsen O. *Modelling ultrafine particle number concentrations at address resolution in Denmark from 1979 to 2018 - Part 2: Local and street scale modelling and evaluation*. Atmospheric Environment 2021;264:118633.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118633>

### Helbredseffekter af partikler i udemiljøet

Af *Steen Solvang Jensen, Lise M. Frohn, Camilla Geels, Jørgen Brandt, Jesper H. Christensen, Torben Sigsgaard, Mikael Skou Andersen, Ole-Kenneth Nielsen, Marlene S. Plejdrup, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet.*  
[ssj@envs.au.dk](mailto:ssj@envs.au.dk)

Partikler i udemiljøet er den vigtigste årsag til de negative helbredseffekter af luftforureningen i Danmark. Der var omkring 4.000 for tidlige dødsfald i Danmark i 2020 ifølge den seneste opgørelse fra DCE (Ellermann et al., 2022). Ud over for tidlige dødsfald er der en lang række helbredseffekter relateret til sygelighed.

---

Foredraget vil redegøre for følgende:

- Status og trends for helbredseffekter og tilhørende eksterne samfundsmæssige omkostninger af luftforurening
- Kilder til helbredseffekter af luftforureningen i Danmark
- Bidrag fra danske og udenlandske kilder
- Hvordan helbredseffekter og omkostninger beregnes (EVA-systemet)
- Usikkerheder

Reference:

Thomas Ellermann, Claus Nordstrøm, Jørgen Brandt, Jesper Christensen, Matthias Ketzel, Andreas Massling, Rossana Bossi, Lise Marie Frohn, Camilla Geels, Steen Solvang Jensen, Ole-Kenneth Nielsen, Morten Winther, Maria Bech Poulsen, Christian Monies og Martin Bjært Sørensen. *Luftkvalitet 2020. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning*. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 144 s. - Videnskabelig rapport nr. 467, 2022. <http://dce2.au.dk/pub/SR467.pdf>

## Particles in the indoor environment

*Af Gabriel Bekö, International Centre for Indoor Environment and Energy, Dept. of Environmental and Resource Engineering (DTU SUSTAIN), Technical University of Denmark*  
[gabe@dtu.dk](mailto:gabe@dtu.dk)

”Particle” is the term for especially solid pollutants with a range of physical and chemical properties present in the air. Depending on their aerodynamic diameter, particles can be coarse (>2.5 µm), fine (0.1-2.5 µm; PM<sub>2.5</sub>) and ultrafine (<0.1 µm).

Particles present in indoor air can have numerous indoor and outdoor sources. These include natural and anthropogenic sources such as soils, salts, particles from wear, abrasion, resuspension (especially coarse particles), but also combustion and chemical gas-to-particle transformation, which generates secondary organic aerosols (e.g. ozone reactions generating predominantly ultrafines) (Weschler,

2003). Clothing can also act as an important source of particle-borne agents that contribute to human exposures. Clothing-associated exposures have been observed for biotic and abiotic particles with varied acquisition, retention, and release mechanisms, exposure routes and potential health outcomes. Three clothing-associated particle source categories exist. One category includes particles intrinsic to the clothing fabric such as fabric fragments and nanoparticle additives. Second category, the broadest, is exogenous particles that become associated with clothing articles by means of environmental transfer (e.g., allergens). The third category is skin flakes (squames) generated through frictional interaction between clothing and skin. These squames consist of skin fragments with associated microbes, especially bacteria (Licina et al., 2020).

Shedding of human skin flakes has consequences for subsequent surface chemistry in indoor settings. Indoor surfaces are routinely soiled with human skin scales and skin oils, which contain constituents (e.g., squalene) rapidly reacting with ozone and other oxidants, generating new chemical compounds (Wisthaler and Weschler, 2010). Such reactions can occur even when occupants are not present in a space (Liu et al., 2021). It has been recently observed that ozone-initiated chemical reactions occurring on human skin generates nanocluster aerosols smaller than 3 nm (Yang et al., 2021). It is also important to remember that particles sorb volatile and semi-volatile organic compounds present in room air (e.g. phthalates, flame retardants, pesticides) and thus the chemical composition of outdoor particles change as they penetrate indoors.

Ultrafine particles indoors have received significant attention over the past decade. Their main non-chemical indoor sources are human activities such as cooking, smoking, candle burning. The highest concentrations in the home environment have been observed during occupied periods, the lowest during unoccupied periods and periods when the occupants were asleep (Bekö et al., 2013).

---

Personal monitoring revealed that about 90% of exposure to ultrafine particles in Denmark occurs indoors; less than 5% of the daily exposure occurs both in vehicles and in the outdoor environment. These exposures generally reflect the amount of time spent in the various microenvironments (Bekö et al., 2015). Cooking and candle burning were shown to be the major sources of ultrafines in Danish homes, contributing 30% and 58%, respectively, to the total daily exposure within the homes where these activities occurred. Indoor sources have been reported to be responsible for 50-80% of the exposure to ultrafine particles occurring in the residential environment in the Western world (Bekö et al., 2013). While large regional differences can be observed between particle number concentrations in different microenvironments (sleep environment, transport, work, cooking/eating, other daytime indoor and outdoor environments), with higher levels in developing countries, concentrations during cooking & eating are consistently highest among the microenvironments in developed countries. Concentrations during transport are equally high in developing countries, where outdoor particle levels are significantly elevated. Poor outdoor air quality in these countries can also increase concentrations in indoor microenvironments where no other particle sources are typically present (Pacitto et al., 2021).

#### References:

- Bekö G, Weschler CJ, Wierzbicka A, Karotki DG, Toftum J, Loft S, Clausen G. *Ultrafine particles: Exposure and source apportionment in 56 Danish homes*. Environmental Science and Technology 2013;47:10240-10248.
- Bekö G, Kjeldsen BU, Olsen Y, Schipperijn J, Wierzbicka A, Karotki DG, Toftum J, Loft S, Clausen G. *Contribution of various microenvironments to the daily personal exposure to ultrafine particles: Personal monitoring coupled with GPS tracking*. Atmospheric Environment 2015;110:122-129.
- Licina D, Morrison G, Bekö G, Weschler CJ, Nazaroff WW. *Clothing-mediated exposure to chemicals and particles*. Environmental Science and Technology 2019;53:5559-5575.

Liu Y, Misztal PK, Arata C, Weschler CJ, Nazaroff WW, Goldstein AH. *Observing ozone chemistry in an occupied residence*. PNAS 118, 6, e2018140118.

Pacitto A, Stabile L, Morawska L, Nyarku M, Tormahalleh M et al. *Daily submicron particle doses received by populations living in different low- and middle-income countries*. Environmental Pollution 2021;269:116229.

Weschler CJ. *Indoor Chemistry as a Source of Particles*. In *Indoor Environment*. Airborne Particles and Settled Dust; Morawska L, Salthammer T, Eds Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2003:167-189.

Wisthaler A, Weschler CJ. *Reactions of ozone with human skin lipids: sources of carbonyls, dicarbonyls, and hydroxycarbonyls in indoor air*. PNAS 2010;107:6568-6575.

Yang S, Licina D, Weschler CJ, Wang N, Zannoni N, Li M, Vanhanen J, Langer S, Wargocki P, Williams J, Bekö G. *Ozone initiates human-derived emission of nanocluster aerosols*. Environmental Science and Technology 2021;55:14536-14545.

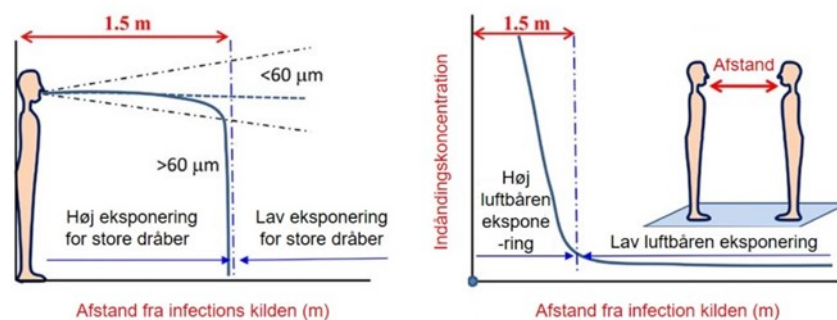
#### Luftbåren smittespredning i nærzone og i rum

Af Peter V. Nielsen, Aalborg Universitet  
[pvn@civil.aau.dk](mailto:pvn@civil.aau.dk)

Normalt taler man om tre smitteveje for luftvejssygdomme, nemlig dråbespredning, luftbåren spredning og spredning ved kontakt. Dråbespredning og luftbåren spredning foregår igennem luften omkring os. De to former er delvis blevet defineret og adskilte som smitteformer, fordi visse sygdomme kan relateres klart til en af de to former og delvis af historiske grunde. Foruden den nævnte opdeling kan det også være hensigtsmæssigt at opdele processerne i nærfelt imellem to personer til stede på samme tid og i et fjernfelt, hvor en person befinder sig i en luft med et niveau af aktive bakterier eller virus.

Dråbeinfektion sker via store dråber, som direkte deponeres i øjne, næse, mund og luftveje på modtagerpersonen. De store udåndingsdråber (>100 µm) indeholder vand





Beskrivelse af luftbanen for en dråbe ved udånding og beskrivelse af indåndet aerosol koncentration af en modsat placeret person som funktion af afstanden fra smittebærerne.

med mere, og de kan normalt kun bevæge sig i en afstand op til 1–2 m på grund af en relativt stor tyngde. De store udåndingsdråber kan dog transporteres i en afstand større end 6 m ved et nys, større ind 2 m ved hoste og mindre end 1 m ved ånding.

Luftbåren smittespredning kan foregå via mikrodråber eller aerosoler, der er mindre end  $100 \mu\text{m}$  i diameter. Aerosoler kan være luftbårne i timer og bevæge sig over store afstande på grund af deres lille størrelse og dermed lave faldhastighed. I et typisk indendørs miljø kan en  $5 \mu\text{m}$  aerosol tilbagelægge langt mere end 10 m, alt afhængig af luftstrømningsmønstret i rummet, hvis den udløses 1,5 m over gulvet. Man skal imidlertid være opmærksom på, at selv om mikrodråber kan transporteres over lang afstand, så falder koncentrationen dramatisk inden for den første meter. Denne effekt skyldes aerodynamikken i udåndingsstrømmingen fra en person i forbindelse med ånding, tale, sang, nys og hoste.

Forsøg med aerosoldynamik indikerer, at luftbårne aerosoler også er en smittevej i den korte afstand i forhold til den traditionelle betragtning, hvor man anser dråbeinfektion til at være den eneste eller vigtigste smittevej i den korte afstand. Der vil ikke være stor forskel på dråbetransmission og luftbåren smittespredning, hvis lokalet er tilstrækkeligt ventileret. Der vil således være en 'høj risiko' for smitte, når personer står tæt og en 'lav risiko', når der er nogen afstand imellem personerne. Derfor er det svært at skelne

imellem dråbeinfektion og luftbåren infektion, og det vil i begge situationer være rigtigst at holde afstand og i sidste tilfælde at have et godt ventileret lokale. Hvis lokaler har en dårlig ventilation, for eksempel ved for lavt luftskifte eller på grund af en lav ventilations-effektivitet af luftfordelingssystemet, vil der være en 'høj risiko' for luftbåren smittespredning overalt i lokalet. Dette er ikke tilfældet ved dråbetransmission, som i princippet ikke er afhængig af luftskiftet.

### Akutte helbredseffekter af partikeleksponering i indemiljøet

Af Torben Sigsgaard, Institut for Folkesundhed, Aarhus Universitet  
[ts@ph.au.dk](mailto:ts@ph.au.dk)

Vores indeklime / indemiljø har stor betydning for vores helbred og velvære, eftersom vi opholder os op mod 90 % af vores tid inden døre. Madlavning og tændte stearinlys afgiver høje koncentrationer af fine og ultrafine partikler og er blandt de væsentligste kilder til indendørs forurening. Forurening med partikler kan føre til uønskede helbredseffekter; fra irritation til hjerte- og lungesygdomme heriblandt kræft. Særligt de ultrafine partikler er så små, at de kan nå ned i de dybeste luftveje, alveolerne, hvorfra de kan trænge over i blodbanen. Med blodet kan de nå ud til vitale organer såsom hjerte og hjerne. Personer med astma er desuden mere sårbare over for luftforurening end baggrundsbefolkningen grundet deres kroniske betændelsestilstand i luftvejene.

---

Oplægget vil fokusere på nyere forskning i partiklers betydning for indeklimaet og for beboernes helbred. Individuelle tiltag og nationale retningslinjer kan bidrage til at mindske sygdom relateret til et dårligt indeklima - ikke mindst blandt sårbare grupper i befolkningen. Det er nødvendigt med konstant fokus på eksponeringernes påvirkning af vores helbred for at belyse, om de påviste eksponeringer kan føre til sygdom ved daglig eksponering igennem lang tid.

### Partikler i arbejdsmiljøet

Af Keld Alstrup Jensen, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø  
[kaj@nfa.dk](mailto:kaj@nfa.dk)

Der er en stigende forståelse for at udsættelse for partikler i luftvejene udgør en potentiel sundhedsrisiko med effekter på fx lungerne, hjerte-kar-systemet og evt. også andre organer alt efter kemisk sammensætning og biologisk respons.

Mange sundhedseffekter opstår længe efter, at man blev udsat for partiklerne. Det er et velkendt problem ved udsættelse for kvarts og lange fibre, såsom asbest og keramiske fibre. Listen over stoffer og materialer med en specifik grænseværdi er lang, men nogle gange så kan stoffer og materialer være helt nye eller de dannes ved processer, hvor det nogen gange kan være svært at vide, hvad man har med at gøre, medmindre der laves grundige målinger af udsættelserne.

Nanomaterialer er et eksempel på nye materialer, som ofte kemisk set ligner kendte materialer, men som bør håndteres særskilt, da partiklerne er meget små (en diameter < 100 nm), og derved har grundlæggende særlige fysisk-kemiske og biologiske egenskaber og derved også kræver en nanospecifik risikovurdering.

Andelen af partikel-relaterede sundhedseffekter pga udsættelser i arbejdsmiljøet kan blive forværret i de kommende år, idet befolkningen generelt bliver ældre. Da arbejdspladser

og teknologierne løbende udvikler sig, og vi samtidig kan tabe fokus på gammelkendte problemstillinger, så er det vigtigt at have et løbende fokus på typerne og niveauerne for eksponeringen på arbejdspladserne.

I dette oplæg vil vi se eksempler på eksponeringer målt på danske arbejdspladser og sammenholde observationerne med internationale studier. Vi vil bla. se på asbestudsættelse gennem tiden (Fonseca et al., 2022), støvudsættelse under pulverhåndtering (Fonseca et al., 2020) samt udsættelser forbundet med produktion og brug af nye teknologier, såsom nanomaterialer og 3D-print (Jensen et al., 2020).

### Referencer:

Fonseca AS, Viitanen A-K, Kanerva T, Säämänen A, Aguerre-Chariol O, Fable S, Dermigny A, Karoski N, Fraboulet I, Koponen IK, Delpivo C, Vilchez Villalba A, Vázquez-Campos S, Østerskov Jensen AC, Hjortkjær Nielsen S, Sahlgren N, Clausen PA, Xuan Nguyen Larsen B, Kofoed-Sørensen V, Jensen K.A, Koivisto J. *Occupational Exposure and Environmental Release: The Case Study of Pouring TiO<sub>2</sub> and Filler Materials for Paint Production*. Int J Environ Res Public Health 2021;18(2):418.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph18020418>

Fonseca AS, Jørgensen AK, Larsen BX, Moser-Johansen M, Flachs EM, Ebbehøj NE, Bønløkke JH, Østergaard TO, Bælum J, Sherson DL, Schlünssen V, Meyer HW, Jensen KA. *Historical asbestos measurements in Denmark—A national database*. Int J Environ Res Public Health 2022;19:1. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020643>

Jensen ACØ, Harboe H, Brostrøm A, Jensen KA, Fonseca AS. *Nanoparticle exposure and workplace measurements during processes related to 3D printing of a metal object*. Frontiers in Public Health 2020;8:608718.  
doi: 10.3389/fpubh.2020.608718



---

## Status for sygdomsudvikling ifm. asbestudsættelse

Af Jakob Bønløkke, Arbejds- og Miljømedicinsk Afdeling, Aalborg Universitetshospital  
[jahb@rn.dk](mailto:jahb@rn.dk)

Sygdomme, som forårsages af asbest, har været kendt i Europa i mere end hundrede år. De forekommer stadig i Danmark trods gradvist udrullede forbud mod anvendelse af asbest fra 1972 til 1987. Bortset fra malignt mesotheliom, primært ifa. lungehindekræft, så har vi ikke noget særligt godt overblik over deres hyppighed.

For sygdommen asbestose skyldes det sandsynligvis bl.a. underdiagnostik, fordi diagnosen kræver dokumentation for en betydelig asbestudsættelse, hvilket ikke altid indhentes eller måske ikke kan dokumenteres årtier efter udsættelsen. Der er desuden ikke konsensus om, hvor stor udsættelse, der skal have været tale om.

For lungecancers vedkommende er det vanskeligt at sandsynliggøre betydningen af udsættelse for asbest blandt de mange rygere, som får sygdommen. Indirekte estimater, som bl.a. er baseret på forbruget af asbest i Danmark og sammenligninger med andre lande tyder på, at incidensen af lungecancer forårsaget af asbest er ca. 1.000 om året. Incidensen af malignt mesotheliom har været stigende indtil 2019, hvor der var 149 tilfælde, selvom modeller forudså, at den ville toppe mellem 2010 og 2015.

Konklusionen er, at incidensen af sygdomme efter asbestudsættelse fortsat er betydelig og endnu for visse kræftformers vedkommende ikke har vist så tydeligt et fald som tidligere forventet. Der er behov for at udrede, hvilken dosis af asbest, som er i stand til at fremkalde asbestose – en udredning, som pågår i øjeblikket. Og der synes at være behov for bedre statistik og bedre modeller til at forstå udviklingen.

## Støv på byggepladsen

Af Kell Guldager Petersen og Johannes Dethlefsen, Arbejdstilsynet  
[kgp@at.dk](mailto:kgp@at.dk)

Der er ofte støv på byggepladser, som ikke imødegås effektivt, samtidigt med at udsættelse for støv er farligt. Det er især de helt små støvkorn og fibre, som respirabelt kvartsstøv, asbest, træstøv m.m., der er skyld i de alvorligste sygdomme som fx kræft i luftvejene, hjerte-kar-sygdomme og KOL. Ofte mærker medarbejderne først de skadelige konsekvenser for kroppen flere år efter, at byggeopgaven er udført, hvilket måske er en af forklaringerne på, at byggebranchen ikke altid tager udsættelsen for støv alvorligt.

Derfor har Arbejdstilsynet særligt fokus på støv på byggepladser i 2022 ved brancherettet indsats i sammenhæng med helhedsorienteret bygge- og anlægstilsyn. Behovet for indsatsen understreges af, at den nationale overvågning af arbejdsmiljøet blandt lønmodtagere (NOA-L tidligere AH) udpeger Bygge og anlæg som særligt udsat for støv. Således er branchegrupperne ”Opførelse og nedrivning af byggeri” og ”Færdiggørelse af byggeri” de to mest belastede branchegrupper ud af alle branchegrupper, hvor de ansatte svarer, at de kan se eller lugte støv fra mineraler eller metaller i mindst ¼ af arbejdstiden, og branchegruppe ”Anlæg” er den sjette mest belastede branchegruppe. På samme måde er bygge og anlæg også væsentligt belastet af organisk støv, hvor de ansatte svarer, at de kan se eller lugte organisk støv i mindst ¼ af arbejdstiden. Her er branchegruppe ”Anlægsarbejde” den fjerde mest belastede branchegruppe, ”Opførelse og nedrivning” er den syvende mest belastede og ”Færdiggørelse” den niende mest belastede branchegruppe.

At støvudviklingen på mange byggepladser ikke imødegås effektivt afspejles også af Arbejdstilsynets påbud. Der er afgivet omkring 300 påbud om støv til virksomheder, der udfører arbejde på byggepladser, i de første 5

---

måneder af den brancherettede indsats - perioden marts - juli 2022.

Tilsynsindsatsen er suppleret af en kommunikationskampagne, hvor hovedbudskabet er, at virksomhederne skal sørge for, at støvet imødegås effektivt. Budskabet er, at det kan opnås ved enkle tiltag som sug på alle maskiner, jævnlig støvsugning af overflader, ventilation af arbejdsrum, adskillelse af støvende arbejde fra andet arbejde - og først når det ikke er muligt at gøre andet, bruge maske som supplerende foranstaltning.

Derudover understreges det i kampagnen, at mange støvproblemer løses mest effektivt tidligt i byggeprocessen, og at bygherrer, projekterende, rådgivere og entreprenører har et særligt ansvar. Allerede under projekteringen skal arbejdet nemlig planlægges, så der bruges de mindst støvende arbejdsmetoder med mindst mulig bearbejdning på byggepladsen. Og det skal sikres, at støvende arbejdsprocesser adskilles fra andet arbejde og at der i planlægningen afsættes tid til oprydning og rengøring af fællesområder. Endelig understreges vigtigheden af at få foretaget en forundersøgelse af eksisterende bygninger fx i forhold til asbest, inden arbejdet påbegyndes.

Arbejdstilsynet vil præsentere de typiske problemer, vi møder på byggepladserne, og de enkle foranstaltninger virksomhederne kan træffe for at forebygge problemerne med støv.

---

## Set på Internet

### Artikler

#### Antibiotikaresistens

##### Juni

Vy Kim Nguyen, Justin Colacino, Chirag J Patel, Maureen Sartor, Olivier Jolliet. *Identification of occupations susceptible to high exposure and risk associated with multiple toxicants in an observational study: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2014*. *Exposome* 2022 Jun 25;2(1):osac004. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35832257/>

##### Juli

Amanda S Azman, Hugo E Camargo, Brian Kim. *Area Noise Assessment at Surface Stone, Sand, and Gravel Mines: Application for Reducing Worker Noise Exposure*. *Min Metall Explor* 2022;39(2):467-483. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35836427/>

##### August

Corbin S, Togawa K, Schüz J, Le Cornet C, Fervers B, Feychting M, Wiebert P, Hansen J, Dalton SO, Kjærheim K, Nordby KC, Østrem RS, Skakkebaek NE, Uuksulainen S, Pukkala E, Olsson A. *Parental occupational exposures in wood-related jobs and risk of testicular germ cell tumours in offspring in NORD-TEST a registry-based case-control study in Finland, Norway, and Sweden*. *Int Arch Occup Environ Health* 2022 Aug;95(6):1243-1253. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34853884/>

##### September

Karin Grahn, Karin Broberg, Per Gustavsson, Petter Ljungman, Petra Lindfors, Mattias Sjöström, Pernilla Wiebert, Jenny Selander. *Occupational exposure to particles and biomarkers of cardiovascular disease-during work and after vacation*. *Int Arch Occup Environ Health* 2022 Sep;95(7):1537-1548. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35819531/>

#### Indemiljø

##### Juni

Laura Borgese, Giuseppe Tomasoni, Filippo Marciano, Annalisa Zacco, Fabjola Bilo, Elena Stefana, Paola Cocca, Diana Rossi, Paola Cirelli, Angelo Luigi Camillo Ciribini, Sara Comai, Silvia Mastrolembo Ventura, Michela Savoldi Boles, Diletta Micheletti, Daniela Cattivelli, Serena Galletti, Sophie Dubacq, Maria Grazia Perrone, Laura Eleonora Depero. *Definition of an Indoor Air Sampling Strategy for SARS-CoV-2 Detection and Risk Management: Case Study in Kindergartens*. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Jun 16;19(12):7406. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35742654/>

Breann Coffaro, Clifford P Weisel. *Reactions and Products of Squalene and Ozone: A Review*. *Environ Sci Technol* 2022 Jun 21;56(12):7396-7411.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35648815/>

---

German Torres, Mervat Mourad, Joerg R Leheste. *Indoor Air Pollution and Decision-Making Behavior: An Interdisciplinary Review*. *Cureus* 2022 Jun 23;14(6):e26247. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35911286/>

### Juli

Tun Z Maung, Jack E Bishop, Eleanor Holt, Alice M Turner , Christian Pfrang. *Indoor Air Pollution and the Health of Vulnerable Groups: A Systematic Review Focused on Particulate Matter (PM), Volatile Organic Compounds (VOCs) and Their Effects on Children and People with Pre-Existing Lung Disease Review*. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Jul 19;19(14):8752. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35886604/>

### August

Grace M Christensen, Claire Rowcliffe, Junyu Chen, Aneesa Vanker, Nastassja Koen 3, Meaghan J Jones, Nicole Gladish, Nadia Hoffman, Kirsten A Donald, Catherine J Wedderburn, Michael S Kobar, Heather J Zar, Dan J Stein, Anke Hüls. *In-utero exposure to indoor air pollution or tobacco smoke and cognitive development in a South African birth cohort study*. *Sci Total Environ* 2022 Aug 15;834:155394.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35460774/>

En-Ying Jiang, Tsrong-Yi Wen. *Indoor ozone removal and deposition using unactivated solid and liquid coffee*. *PLoS One* 2022 Aug 16;17(8):e0273188. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35972972/>

Viktoria Lindemann, Tim Schleiner, Ulrich Maier, Hubert Fels, Benedikt Cramer, Hans-Ulrich Humpf. *Analysis of mold and mycotoxins in naturally infested indoor building materials*. *Mycotoxin Res* 2022 Aug;38(3):205-220. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35900668/>

Mihály Tapolyai, László Krivanek, Tibor Fülöp. *Indoor air quality and the risk of hypertension*. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2022 Aug;24(8):1012-1014. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35904179/>

Zhibin Wu, Nianping Li, Li Lan, Pawel Wargocki. *The effect of inhaled air temperature on thermal comfort, perceived air quality, acute health symptoms and physiological responses at two ambient temperatures*. *Indoor Air* 2022 Aug;32(8):e13092.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ina.13092>

### September

M Justo Alonso, T N Moazami, P Liu, R B Jørgensen, H M Mathisen. *Assessing the indoor air quality and their predictor variable in 21 home offices during the Covid-19 pandemic in Norway*. *Build Environ* 2022 Sep 8;109580.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36097587/>

Tunga Salthammer. *TVOC – Revisited*. *Review Environ Int* 2022 Sep;167:107440.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35932535/>

---

Xinyu Zhuang, Yisong Xu, Li Zhang, Xin Li, Jie Lu. *Experiment and numerical investigation of inhalable particles and indoor environment with ventilation system*. Energy Build 2022 Sep 15;271:112309. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35855051/>

Christos H Halios, Charlotte Landeg-Cox, Scott D Lowther, Alice Middleton, Tim Marczyklo, Sani Dimitroulopoulou. *Chemicals in European residences - Part I: A review of emissions, concentrations and health effects of volatile organic compounds (VOCs)*. Sci Total Environ 2022 Sep 15;839:156201.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35623519/>

Xinyu Zhuang, Yisong Xu, Li Zhang, Xin Li 5 6, Jie Lu. *Experiment and numerical investigation of inhalable particles and indoor environment with ventilation system*. Energy Build 2022 Sep 15;271:112309. Free PMC article.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35855051/>

### **Kemiske stoffer**

#### *Juni*

Inge A L P van Beijsterveldt, Bertrand D van Zelst, Kirsten S de Fluiter, Sjoerd A A van den Berg, Manouk van der Steen, Anita C S Hokken-Koelega. *Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) exposure through infant feeding in early life*. Environ Int 2022 Jun;164:107274.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35524998/>

Elena Dracheva, Ulf Norinder, Patrik Rydén, Josefin Engelhardt, Jana M Weiss, Patrik L Andersson. *In Silico Identification of Potential Thyroid Hormone System Disruptors among Chemicals in Human Serum and Chemicals with a High Exposure Index*. Environ Sci Technol 2022 Jun 21;56(12):8363-8372. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35561338/>

Theodora Ekwomadu, Mulunda Mwanza, Alfred Musekiwa. *Mycotoxin-Linked Mutations and Cancer Risk: A Global Health Issue*. Review Int J Environ Res Public Health 2022 Jun 24;19(13):7754. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35805411/>

Lin He, Freideriki Michailidou, Hailey L Gahlon, Weibin Zeng. *Hair Dye Ingredients and Potential Health Risks from Exposure to Hair Dyeing*. Chem Res Toxicol 2022 Jun 20;35(6):901-915. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35666914/>

Vishal Singh, Javier Cortes-Ramirez, Leisa-Maree Toms, Thilakshika Sooriyagoda, Shamshad Karatela. *Effects of Polybrominated Diphenyl Ethers on Hormonal and Reproductive Health in E-Waste-Exposed Population: A Systematic Review*. Review Int J Environ Res Public Health 2022 Jun 25;19(13):7820. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35805479/>

#### *Juli*

Jussi Reinikainen, Noora Perkola, Lauri Äystö, Jaana Sorvari. *The occurrence, distribution, and risks of PFAS at AFFF-impacted sites in Finland*. Sci Total Environ 2022 Jul 10;829:154237.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35292316/>

---

---

Gunnar Toft, Zeyan Liew. *Health Effects Associated with Exposures to Endocrine Disrupting Chemicals*. *Toxics* 2022 Jul 28;10(8):425. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36006104/>

### August

Katherine Roth, Michael C Patricelli. Exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and type 2 diabetes risk Review *Front Endocrinol (Lausanne)* 2022 Aug 5;13:965384. PMC artikel

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35992116/>

Bayarmagnai Weinstein, Alan da Silva, David O Carpenter. *Exocrine pancreatic cancer and living near to waste sites containing hazardous organic chemicals, New York State, USA - an 18-year population-based study*. *Int J Occup Med Environ Health* 2022 Aug 1;35(4):459-471.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35876351/>

### September

Marta Cosin-Tomas, Ariadna Cilleros-Portet, Sofia Aguilar-Lacasaña, Nora Fernandez-Jimenez, Mariona Bustamante. *Prenatal Maternal Smoke, DNA Methylation, and Multi-omics of Tissues and Child Health Review*. *Curr Environ Health Rep* 2022 Sep;9(3):502-512. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35670920/>

Qilong Liao, Hehai Huang, Xue Zhang, Xiaoju Ma, Jing Peng, Zhaorui Zhang, Chuanying Chen, Yanrong Lv, Xiaohui Zhu, Jing Zheng, Xiaowen Zeng, Xiumei Xing, Qifei Deng, Guanghui Dong, Qing Wei, Mengjun Hou, Yongmei Xiao. *Assessment of health risk and dose-effect of DNA oxidative damage for the thirty chemicals mixture of parabens, triclosan, benzophenones, and phthalate esters*. *Chemosphere* 2022 Sep 10;136394.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36099984/>

Katherine E Pelch, Anna Reade, Carol F Kwiatkowski, Francheska M Merced-Nieves, Haleigh Cavalier, Kim Schultz, Taylor Wolffe, Julia Varshavsky. *The PFAS-Tox Database: A systematic evidence map of health studies on 29 per- and polyfluoroalkyl substances*. *Environ Int* 2022 Sep;167:107408.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35908389/>

Kajsa Ugelvig Petersen, Katia Keglberg Hærvig, Esben Meulengracht Flachs, Jens Peter Bonde, Christian Lindh, Karin Sørig Hougaard, Gunnar Toft, Cecilia Høst Ramlau-Hansen, Sandra Søgaard Tøttenborg. *Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and male reproductive function in young adulthood; a cross-sectional study*. *Environ Res* 2022 Sep;212(Pt A):113157.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35318009/>

Emma M Rosen, Nadine Kotlarz, Detlef R U Knappe, C Suzanne Lea, David N Collier, David B Richardson, Jane A Hoppin. *Drinking Water-Associated PFAS and Fluoroethers and Lipid Outcomes in the GenX Exposure Study*. *Environ Health Perspect* 2022 Sep;130(9):97002. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36069575/>

Raya I Boyd, Saeed Ahmad, Ratnakar Singh, Zeeshan Fazal, Gail S Prins, Zeynep Madak Erdogan, Joseph Irudayaraj, Michael J Spinella. *Toward a Mechanistic Understanding of Poly- and Perfluoroalkylated Substances and Cancer*. *Review Cancers (Basel)* 2022 Jun 14;14(12):2919. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35740585/>

---



---

## Lufforurening

### Juni

Linjun Ao, Junmin Zhou, Mingming Han, Hong Li, Yajie Li, Yongyue Pan, Jiayi Chen, Xiaofen Xie, Ye Jiang, Jing Wei, Gongbo Chen, Shanshan Li, Yuming Guo, Feng Hong, Zhifeng L, Xiong Xiao, Xing Zhao. *The joint effects of physical activity and air pollution on type 2 diabetes in older adults*. BMC Geriatr 2022 Jun 1;22(1):472. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35650529/>

H Boogaard, A P Patton, R W Atkinson, J R Brook, H H Chang, D L Crouse, J C Fussell, G Hoek, B Hoffmann, R Kappeler, M Kutlar Joss, M Ondras, S K Sagiv, E Samoli, R Shaikh, A Smargiassi, A A Szpiro, E D S Van Vliet, D Vienneau, J Weuve, F W Lurmann, F Forastiere. *Long-term exposure to traffic-related air pollution and selected health outcomes: A systematic review and meta-analysis*. Meta-Analysis Environ Int 2022 Jun;164:107262.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35569389/>

Luk Bruyneel, Wies Kestens, Marc Alberty, Gungör Karakaya, Renata Van Woensel, Christian Horemans, Elke Trimpeneers, Charlotte Vanpoucke, Frans Fierens, Tim S Nawrot, Bianca Cox. *Short-Term exposure to ambient air pollution and onset of work incapacity related to mental health conditions*. Environ Int 2022 Jun;164:107245.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35461095/>

Jeroen de Bont, Suganthi Jaganathan, Marcus Dahlquist, Åsa Persson, Massimo Stafoggia, Petter Ljungman. *Ambient air pollution and cardiovascular diseases: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses*. Review J Intern Med 2022 Jun;291(6):779-800. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35138681/>

Anna O Lukina, Brett Burstein, Mieczysław Szyszkowicz. *Urban air pollution and emergency department visits related to central nervous system diseases*. Clinical Trial PLoS One 2022 Jun 27;17(6):e0270459.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35759498/>

Parinaz Poursafa, Zoha Kamali, Eliza Fraszczyk, H Marike Boezen, Ahmad Vaez, Harold Snieder. *DNA methylation: a potential mediator between air pollution and metabolic syndrome*. Review Clin Epigenetics 2022 Jun 30;14(1):82. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35773726/>

Elisabeth S Rødland, Ole Christian Lind, Malcolm J Reid, Lene S Heier, Elvis D Okoffo, Cassandra Rauert, Kevin V Thomas, Sondre Meland. *Occurrence of tire and road wear particles in urban and peri-urban snowbanks, and their potential environmental implications*. Sci Total Environ 2022 Jun 10;824:153785.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35182629/>

### Juli

Jack T Pryor, Lachlan O Cowley, Stephanie E Simonds. *The Physiological Effects of Air Pollution: Particulate Matter, Physiology and Disease*. Front Public Health 2022 Jul 14;10:882569. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35910891/>

---

---

## August

Paula de Prado-Bert, Charline Warembourg, Audrius Dedele, Barbara Heude, Eva Borràs, Eduard Sabidó, Gunn Marit Aasvang, Johanna Lepeule, John Wright, Jose Urquiza, Kristine B Gützkow, Léa Maitre, Leda Chatzi, Maribel Casas, Marina Vafeiadi, Mark J Nieuwenhuijsen, Montserrat de Castro, Regina Grazuleviciene, Rosemary R C McEachan, Xavier Basagaña, Martine Vrijheid, Jordi Sunyer, Mariona Bustamante. *Short- and medium-term air pollution exposure, plasmatic protein levels and blood pressure in children*. Environ Res 2022 Aug;211:113109.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35292243/>

## September

Grace M Christensen, Zhenjiang Li, John Pearce, Michele Marcus, James J Lah, Lance A Waller, Stefanie Ebel, Anke Hüls. *The complex relationship of air pollution and neighborhood socioeconomic status and their association with cognitive decline*. Environ Int 2022 Sep;167:107416. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35868076/>

Jane E Clougherty, Jamie L Humphrey, Ellen J Kinnee, Richard Remigio, Perry E Sheffield. *What Is "Socioeconomic Position (SEP)," and How Might It Modify Air Pollution-Health Associations? Cohering Findings, Identifying Challenges, and Disentangling Effects of SEP and Race in US City Settings*. Review Curr Environ Health Rep 2022 Sep;9(3):355-365. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35511352/>

Gruzieva O, Jeong A, He S, Yu Z, de Bont J, Pinho MGM, Eze IC, Kress S, Wheelock CE, Peters A, Vlaanderen J, de Hoogh K, Scalbert A, Chadeau-Hyam M, Vermeulen RCH, Gehring U, Probst-Hensch N, Melén E. *Air pollution, metabolites and respiratory health across the life-course*. Eur Respir Rev 2022 Sep;31(165).

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35948392/>

Lucía Iglesias-Vázquez, Anne-Claire Binter, Josefa Canals, Carmen Hernández-Martínez, Núria Voltas, Albert Ambròs, Silvia Fernández-Barrés, Laura Pérez-Crespo, Mònica Guxens, Victoria Arija. *Maternal exposure to air pollution during pregnancy and child's cognitive, language, and motor function: ECLIPSES study*. Environ Res 2022 Sep;212(Pt D):113501.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35640710/>

Xiaoyi Shi, Yuxin Zheng, Haiwen Cui, Yuxi Zhang, Menghui Jiang. *Exposure to outdoor and indoor air pollution and risk of overweight and obesity across different life periods: A review*. Review Ecotoxicol Environ Saf 2022 Sep 1;242:113893

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35917711/>

Zachari A Pond, Provat K Saha, Carver J Coleman, Albert A Presto, Allen L Robinson, C Arden Pope Iii. *Mortality risk and long-term exposure to ultrafine particles and primary fine particle components in a national U.S. Cohort*. Environ Int 2022 Sep;167:107439.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35933844/>

---

---

## Partikler

### Juni

Julia C Fussell, Meredith Franklin, David C Green, Mats Gustafsson, Roy M Harrison, William Hicks, Frank J Kell, Franceska Kisht, Mark R Miller, Ian S Mudway, Farzan Oroumiyeh, Liza Selley, Meng Wang, Yifang Zhu. *A Review of Road Traffic-Derived Non-Exhaust Particles: Emissions, Physicochemical Characteristics, Health Risks, and Mitigation Measures*. Review Environ Sci Technol 2022 Jun 7;56(11):6813-6835. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35612468/>

Yu Qi, Shuting Wei, Tao Xi, Chuanjiang Huan, Yichen Pu, Jinzhu Ma, Changbin Zhang, Yajun Liu, Iseult Lync, Sijin Liu. *Passage of exogenous fine particles from the lung into the brain in humans and animals*. Proc Natl Acad Sci U S A 2022 Jun 28;119(26):e2117083119. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35737841/>

Sarah Reagen, Julia Xiaojun Zhao. *Analysis of Nanomaterials on Biological and Environmental Systems and New Analytical Methods for Improved Detection*. Int J Mol Sci 2022 Jun 6;23(11):6331. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35683010/>

Diqi Yang, Jiandi Zhu, Xiaoshu Zhou, Di Pan, Sha Nan, Ruiling Yin, Qianghui Lei, Ning Ma, Hongmei Zhu, Jianguo Chen, Li Han, Mingxing Ding, Yi Ding. *Polystyrene micro- and nano-particle coexposure injures fetal thalamus by inducing ROS-mediated cell apoptosis*. Environ Int 2022 Jun 18;166:107362.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35749991/>

Zhihao Yuan, Rajat Nag, Enda Cummins. *Human health concerns regarding microplastics in the aquatic environment - From marine to food systems*. Review Sci Total Environ 2022 Jun 1;823:153730.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35143789/>

Natalia Zolotova, Anna Kosyreva, Dzhuliia Dzhaililova, Nikolai Fokichev, Olga Makarova. *Harmful effects of the microplastic pollution on animal health: a literature review*. PeerJ 2022 Jun 14;10:e13503. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35722253/>

### Juli

Ewa Baranowska-Wójcik, Dominik Szwajgier, Anna Winiarska-Mieczan. *A review of research on the impact of E171/TiO<sub>2</sub> NPs on the digestive tract*. Review J Trace Elem Med Biol 2022 Jul;72:126988t.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35561571/>

Yinci Zhang, Amin Li, Jiafeng Gao, Jiaojiao Liang, Niandie Cao, Shuping Zhou, Xiaolong Tang. *Differences in the characteristics and pulmonary toxicity of nano- and micron-sized respirable coal dust*. Respir Res 2022 Jul 30;23(1):197. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35906696/>

---

---

### August

M López, C Reche, E Pérez-Albaladejo, C Porte, A Balasch, E Monfor, E Eljarrat, M Viana. *E-waste dismantling as a source of personal exposure and environmental release of fine and ultrafine particles*. *Sci Total Environ* 2022 Aug 10;833:154871.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35364180>

### September

Marcella Bonanomi, Noemi Salmistraro, Danilo Porro, Annalisa Pinsino, Anna Maria Colangelo, Daniela Gaglio. *Polystyrene micro and nano-particles induce metabolic rewiring in normal human colon cells: A risk factor for human health*. *Chemosphere* 2022 Sep;303(Pt 1):134947.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35580641/>

Jia-Yong Lao, Huiju Lin, Xian Qin, Yuefei Ruan, Kenneth M Y Leung, Eddy Y Zeng, Paul K S Lam. *Insights into the Atmospheric Persistence, Transformation, and Health Implications of Organophosphate Esters in Urban Ambient Air*. *Environ Sci Technol* 2022 Sep 6;56(17):12003-12013.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35948419/>

### Støj

#### Juni

Laura Pérez-Crespo, Michelle S W Kusters, Mónica López-Vicente, Małgorzata J Lubczyńska, Maria Foraster, Tonya White, Gerard Hoek, Henning Tiemeier, Ryan L Muetzel, Mónica Guxens. *Exposure to traffic-related air pollution and noise during pregnancy and childhood, and functional brain connectivity in preadolescents*. *Environ Int* 2022 Jun;164:107275.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35580436/>

#### Juli

Omar Hahad, Maria Teresa Bayo Jimenez, Marin Kuntic, Katie Frenis, Sebastian Steven, Andreas Daiber, Thomas Münzel. *Cerebral consequences of environmental noise exposure*. *Review Environ Int* 2022 Jul;165:107306.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35635962/>

Michael G Smith, Makayla Cordoza, Mathias Basner. *Environmental Noise and Effects on Sleep: An Update to the WHO Systematic Review and Meta-Analysis*. *Review Environ Health Perspect* 2022 Jul;130(7):76001. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35857401/>

Sam E Wing, Timothy V Larson, Neelakshi Hudda, Sarunporn Boonyarattaphan, Irish Del Rosario, Scott Fruin, Beate Ritz. *Aircraft noise and vehicle traffic-related air pollution interact to affect preterm birth risk in Los Angeles, California*. *Sci Total Environ* 2022 Jul 10;829:154678.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35314238/>

Nermin Zijadić, Emir Ganić, Matija Bračić, Igor Štimac. *Impact of Aircraft Delays on Population Noise Exposure in Airport's Surroundings*. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Jul 22;19(15):8921. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35897287/>

---

## August

Natalya Bilenko, Michal Ashi, Michael Friger, Laura Fischer, Ruslan Sergienko, Eyal Sheiner. *Traffic Noise and Ambient Air Pollution Are Risk Factors for Preeclampsia*. J Clin Med 2022 Aug 4;11(15):4552. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35956166/>

Elisa Bustaffa, Olivia Curzio, Gabriele Donzelli, Francesca Gorini, Nunzia Linzalone, Marco Redini, Fabrizio Bianchi, Fabrizio Minichilli. *Risk Associations between Vehicular Traffic Noise Exposure and Cardiovascular Diseases: A Residential Retrospective Cohort Study*. Int J Environ Res Public Health 2022 Aug 14;19(16):10034.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36011669/>

## Zoonoser

### Juni

Coad Thomas Dow, Briana Lizet Alvarez. *Mycobacterium paratuberculosis zoonosis is a One Health emergency Review*. Ecohealth 2022 Jun;19(2):164-174. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35655048/>

Nirin Seatamanoch, Switt Kongdachalert, Sakone Sunantaraporn, Padet Siriyasatien, Narisa Brownell. *Microsporidia, a Highly Adaptive Organism and Its Host Expansion*. Front Cell Infect Microbiol 2022 Jun 16;12:924007. PMC artikel

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35782144/>

### Juli

Ali M Alam. *Nipah virus, an emerging zoonotic disease causing fatal encephalitis*. Review Clin Med (Lond) 2022 Jul;22(4):348-352. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35760448/>

Monika Groth, Elzbieta Skrzydlewska, Marta Dobrzyńska, Sławomir Pancewicz, Anna Moniuszko-Malinowska. *Redox Imbalance and Its Metabolic Consequences in Tick-Borne Diseases*. Front Cell Infect Microbiol 2022 Jul 22;12:870398. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35937690/>

Hemlata Sharma, Ashal Ilyas, Abhiroop Chowdhur, Nitesh Kumar Poddar, Anis Ahmad Chaudhary, Sireen Abdul Rahim Shilbayeh, Alnada Abdalla Ibrahim, Shahanavaj Khan. *Does COVID-19 lockdowns have impacted on global dengue burden? A special focus to India*. BMC Public Health 2022 Jul 22;22(1):1402. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35869470/>

Cihan Yang, Fei Wan, Doudou Huang, Haixia Ma, Lu Zhao, Guilin Zhang, Hailong Li, Qian Han, Dennis Bente, Ferdinand Villanueva Salazar, Zhiming Yuan, Han Xia. *Vector competence and immune response of Aedes aegypti for Ebinur Lake virus, a newly classified mosquito-borne orthobunyavirus*. PLoS Negl Trop Dis 2022 Jul 18;16(7):e0010642. PMC artikel.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35849620/>

---

---

## August

Caroline E Spence, Sarah C Jenkins, Magda Osman. *Impact of disease characteristics and knowledge on public risk perception of zoonoses*. Biol Lett 2022 Aug;18(8):20220148. PMC artikel.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35920028/>

## September

Rosmarie Kelly, Thuy-Vi Thi Nguyen, Kenna Graham. *Aedes aegypti in Georgia, USA*. J Am Mosq Control Assoc 2022 Sep 1;38(3):221-223.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35839268/>

## Rapporter

*Adverse health effects of electronic cigarette use: an umbrella review and toxicological evaluation*. Folkehelseinstituttet i Norge, juni 2022.  
<https://www.fhi.no/publ/2022/adverse-health-effects-of-electronic-cigarette-use-an-umbrella-review-and-t/>

*Characterizing Determinants of Near-Road Ambient Air Quality for an Urban Intersection and a Freeway Site*. The Health Effects Institute, Research Report 207, September 2022.  
<https://www.healtheffects.org/system/files/frey-rr-207-report.pdf>

*Committee on the Guidance on PFAS Testing and Health Outcomes*; Board on Environmental Studies and Toxicology; Board on Population Health and Public Health Practice; Division on Earth and Life Studies; Health and Medicine Division; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine Guidance on PFAS Exposure, Testing, and Clinical Follow-Up. Washington (DC): National Academies Press (US); 2022 Jul 28.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35939564/>

*Effects of long-term exposure to ultrafine particles from aviation around Schiphol Airport*. RIVM report 2022-0068, juni 2022.  
<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2022-0068.pdf>

*Kemiske analyser og risikovurdering af hormonforstyrrende stoffer i produkter til gravide og børn*. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter Nr. 189. Miljøstyrelsen, juni 2022.  
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2022/02/978-87-7038-397-4.pdf>

*Microplastics in soil systems, from source to path to protection goals. State of knowledge on microplastics in soil*. RIVM report 2021-0224, juni 2022.  
<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2021-0224.pdf>

*Systematic Review and Meta-analysis of Selected Health Effects of Long-Term Exposure to Traffic-Related Air Pollution*. The Health Effects Institute, Special Report 23, juni 2022.  
<https://www.healtheffects.org/publication/systematic-review-and-meta-analysis-selected-health-effects-long-term-exposure-traffic>

*Towards an improved human risk assessment of pesticides for adverse effects on male reproductive health*. Pesticide Research no 210, Miljøstyrelsen, juli 2022.  
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2022/07/978-87-7038-430-8.pdf>



---

## Kalender 2022

### Oktober

6.-7.: ICTEEED 2022: 16. International Conference on Toxicology, Environmental Epidemiology and Endocrine Disruption. New York.

<https://waset.org/toxicology-environmental-epidemiology-and-endocrine-disruption-conference-in-october-2022-in-new-york>

10.-11.: Global Summit on Environmental Health, Stockholm, Sverige.

<https://environmentalhealth.conferenceseries.com/>

11.-13. NIVA Course: Occupational Respiratory Diseases - Prevention and risk factors, Gøteborg, Sverige.

<https://niva.org/course/occupational-respiratory-diseases-prevention-and-risk-factors-2/>

17.-18.: 20th International Conferences on Environmental Toxicology and Ecological Risk Assessment, Bali, Indonesien.

<https://environmental toxicology.conferenceseries.com/>

19.-20.: 11th World Conference on Climate Change, Barcelona, Spanien.

<https://climatechange.insightconferences.com/>

19.-20.: International Conference: Microplastics in Soils- a threat for human health and the environment? Dessau, Tyskland.

<https://www.umweltbundesamt.de/en/service/dates/international-conference-microplastics-in-soils>

### November

1.-3.: NIVA course: Firefighter Work and Health: Effects and prevention of chemical and physical exposure, Trondheim, Norge.

<https://niva.org/course/firefighter-work-and-health/>

3.: Temadag og webinar om børns miljø, København.

<https://www.sst.dk/da/Arrangementer/2022/Temadag-og-webinar-om-boerns-miljoe>

3.-4.: Environmental Microbiology 2022, Montreal, Canada.

<https://environmentalmicrobiology.conferenceseries.com/>

14.-16.: 9th Beneficial Microbes Conference, Amsterdam, the Netherlands.

<https://beneficialmicrobes2022.org/>

21.-25.: The 21st International Congress of the European Society of toxicologist in Vitro, Barcelona, Spanien.

<https://estiv.org/congress2022/about-barcelona-sitges-and-the-venue/>

---

## Kalender 2023

### Januar

14.-15.: ICEPH 2023: International Conference on Environmental Public Health, Zurich, Switzerland.  
<https://waset.org/environmental-public-health-conference-in-january-2023-in-zurich>

### Marts

ASHRAE and SCANVAC

6.-8.: HVAC Cold Climate Conference 2023, Marriott Anchorage Downtown, Anchorage, Alaska.  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/hvac-cold-climate-conference-2023>

21.-23.: NIVA course: Microbiological Exposures and Risk Evaluations, Lysebu Hotel, Oslo area, Norway.  
<https://niva.org/course/microbiological-exposures-and-risk-evaluations/>

### April

17.-19.: 3rd international conference of the Food Allergy Forum, Amsterdam, the Netherlands.  
<https://www.foodallergyforum.org/index.php>

### Juli

9.-13.: 10th FEMS Congress of European Microbiologists, Hamburg, Germany.  
<https://www.fems2023.org/>

16.-21.: Applied and Environmental Microbiology Gordon Research Conference. Writing the Microbial Constitution, South Hadley, MA, U.S.A.  
<https://www.grc.org/applied-and-environmental-microbiology-conference/2023/>

### August

23.-27.: 12th World Congress on Alternatives and Animal Use in the Life Sciences, Niagara Falls, Canada.  
<https://www.wc12canada.org/>

### September

9.-12. Clinical Virology Symposium, West Palm Beach, Fla.  
<https://asm.org/Events/Clinical-Virology-Symposium/Home>



Skriv til **miljø og sundhed**

skriv om forskningsresultater

skriv til synspunkt

skriv et mødereferat

send nye rapporter

husk også kalenderen

Ring, skriv eller send en e-mail til:

Hilde Balling  
Sundhedsstyrelsen  
Islands Brygge 67  
2300 København S  
tlf. 72 22 74 00, lokal 77 76  
e-mail [hib@sst.dk](mailto:hib@sst.dk)

også hvis du bare har en god idé!