

FORSKERE RETTER LUPPEN MOD LUFTENS PLASTIK

De færreste tænker på, at plastikforurening også kan findes i luften i form af små partikler. Forskere vil nu kigge nærmere på de luftbårne plastikpartikler, så vi kan blive klogere på deres mulige effekter på for eksempel skydannelse og vores sundhed.

Vi lever i en verden fyldt med plastikprodukter. Det har desværre også betydet, at vi nu finder plastik overalt. Meget af det lægger vi ikke umiddelbart mærke til, fordi det findes i miljøet i form af bitte-små plastikpartikler. De senere år har der været stigende fokus på forurening med mikroplastik – det vil sige partikler med en størrelse fra 1 mikrometer op til 5 millimeter – og der er lavet mange undersøgelser af mikroplastik i havet og på land. Men da forskerne også har fundet mikroplastik i bjergområder som de franske Pyrenæer og i så afsides beliggende egne som sneen i Arktis står det klart, at mikroplastik også må findes i luften. For hvordan skulle plastikpartiklerne ellers være blevet transporteret dertil?

I modsætning til mikroplastik i vandmiljøet og på land er der lavet meget få undersøgelser af mikroplastik i atmosfæren, og hvilken betydning det kan have. Det vil forskere ved Aarhus Universitet nu råde bod på.

I atmosfærekemikernes laboratorier på Aarhus Universitet er professor Merete Bilde og lektor Marianne Glasius sammen med deres kolleger gået i gang med at undersøge plastik i luften.



En målestation, som også indsamler prøver fra luften. Foto: Shutterstock.

»Det helt overordnede spørgsmål, vi gerne vil belyse, er, hvad det betyder for klimaet og vores sundhed, at vi har plastik i atmosfæren. For at besvare det spørgsmål, er det nødvendigt at vide, hvordan plastikpartiklerne opfører sig,« siger Merete Bilde. Selv arbejder hun særligt med fysisk-kemiske egenskaber af partikler i luften, mens Marianne Glasius arbejder med kemisk analyse af partikler og gasser.

I forskningsprojektet vil forsker-

ne have fokus på at undersøge kilderne til nano- og mikroplastik i atmosfæren. De vil desuden se på plastikkens egenskaber i forhold til vekselvirkninger med vand, fordi det muligvis kan have betydning for dannelsen af skyer.

Transport af nano- og mikroplastik i luften

Vi har i dag ikke noget overblik over, hvor meget plastik, der findes i atmosfæren, da der kun er lavet få undersøgelser i verden, og disse er

Om forfatteren



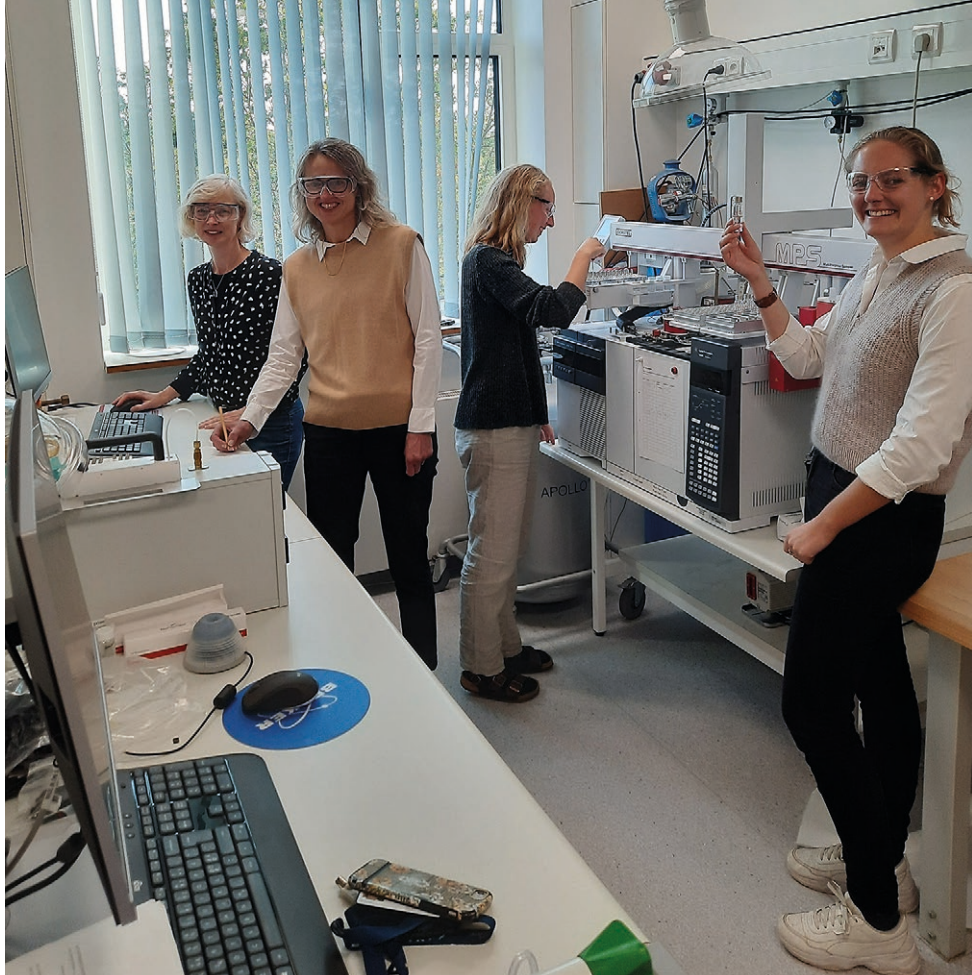
Berit Brøndum Rasmussen er uddannet kemiker med speciale i atmosfærekemi. berit.b.rasmussen.90@gmail.com

svære at sammenligne, da partiklerne er opsamlet og analyseret på forskellige måder. Men ud fra teoretiske overvejelser alene, burde der blive transporteret en del plastik rundt i atmosfæren.

»Vi ved, at vulkanaske kan transporteres langt, selvom det er forholdsvis tungt, og det samme kan ørkenstøv fra Sahara, selvom det består af store partikler. Derfor er det rimeligt at antage, at mikroplastik, som er betydeligt lettere, også kan transporteres over store afstande«, fortæller Merete Bilde. Marianne Glasius supplerer: »Det kan vi også roligt antage for nanoplastik – det vil sige partikler mindre end en mikrometer (en tusindedel mm). For vi ved, at en partikel mindre end 10 mikrometer i diameter kan blive luftbåren og transporteres over afstande på hundrede til tusindvis af kilometer, inden den falder til jorden igen eller vaskes ud af atmosfæren med nedbør.«

Opholdstiden i luften kan have indflydelse på den effekt, plastikpartiklerne potentielt har på klimaet, fordi en længere opholdstid giver dem længere tid til at have en virkning, men også hvis de ændrer egenskaber undervejs. Netop de egenskaber, plastikpartiklerne har i luften, vil Merete Bilde og Marianne Glasius kigge nærmere på.

»Det kan for eksempel være, at partiklerne vokser ved at andre forbindelser som salte eller organiske forbindelser kondenserer på dem. Et interessant spørgsmål er også, om de bliver ved at være hydrofobe, som de er de deres rene form, for



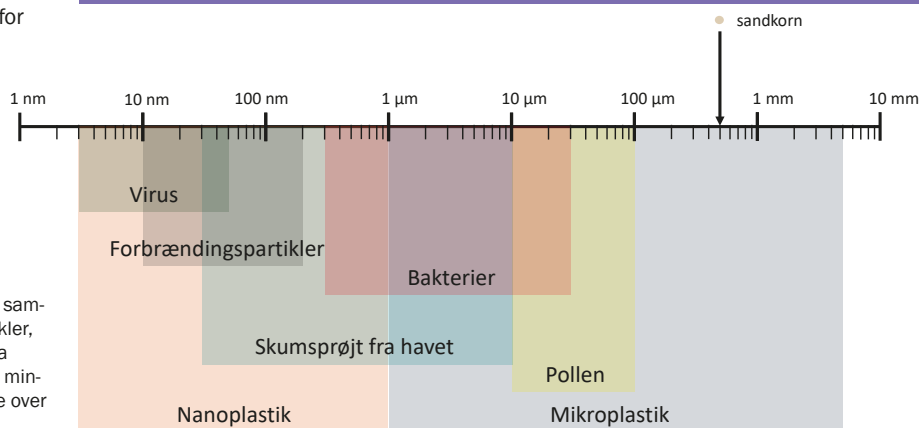
Studier af plastik i luften

Der findes kun få undersøgelser, hvor forskere har målt indholdet af plastik i luften. Et konkret eksempel er et studie i Shanghai lavet af kinesiske forskere. Her estimerede forskerne, at der i netop denne by årligt findes omkring 120,72 kg mikroplastik i luften, og at en voksen person, der opholder sig i Shanghai, vil inhalere 21 stykker mikroplastik dagligt inklusive plastikfibre.

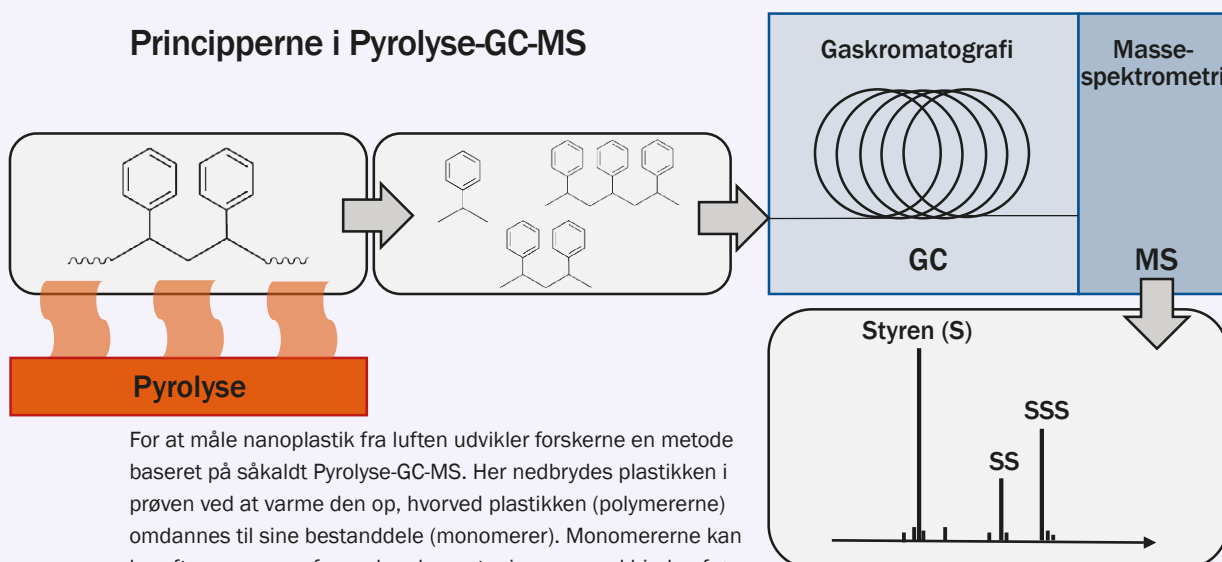
Ser vi på nanoplastik (det vil sige partikler under 1 μm) har den en størrelse, der gør den nem at indånde, da partikler bare skal være under 10 mikrometer i diameter, for at de kan nå vores indre luftveje. Er partiklerne ultrafine, hvilket er under 100 nm, kan de ligefrem nå ud i vores blodbaner. Vi indånder dagligt mange millioner af aerosol-partikler, så umiddelbart lyder 21 plastikpartikler om dagen måske ikke af meget. Men man skal her være opmærksom på, at plastikpartikler ikke bliver opløst i lungerne, som mange af de partikler, vi indånder, ellers gør. Det giver dem potentiale for at blive ophobet i kroppen over tid og dermed udøve en eventuel effekt på organismen over lang tid og i stigende grad.

Forskerne på projektet om plastik i atmosfæren. Fra venstre er det Marianne Glasius, Merete Bilde og deres ph.d.-studerende på projektet Freja Hasager og Eva R. Kjærgaard. Foto: Bernadette Rosati

Størrelsen af nano- og mikroplastik sammenlignet med diameteren af partikler, der er almindelige i atmosfæren. Da nano- og mikroplastik nedbrydes til mindre og mindre størrelser, dækker de over hele spektret af partikelstørrelser.



Principperne i Pyrolyse-GC-MS



For at måle nanoplastik fra luften udvikler forskerne en metode baseret på såkaldt Pyrolyse-GC-MS. Her nedbrydes plastikken i prøven ved at varme den op, hvorved plastikken (polymererne) omdannes til sine bestanddele (monomerer). Monomererne kan herefter separeres fra andre elementer i prøven ved hjælp af gaskromatografi (GC) og detekteres med massespektrometri (MS). Her er vist et eksempel, hvor polystyren nedbrydes til sin monomer styren (S). Der produceres desuden også dimeren (SS), trimeren (SSS) og andet under pyrolysen.

hvis de mister deres vandafvisende egenskaber, når de udsættes for forskellige påvirkninger i atmosfæren, kan de fungere som kim i dannelsen af skyer», siger Merete Bilde.

Havet som kilde til nano- og mikroplastik i luften

Det fælles billede for kilderne til nano- og mikroplastik i luften er, at de er alle vegne. Det kan eksempelvis være dækslid fra bilerne på vejene eller fra tørretumblere, når der tørres syntetiske tekstiler. Nogle af de plastikttyper, der er fundet i luften, er polystyren, polyethylen og polyester. Plastikken optræder blandt andet som fibre, der stammer fra tekstiler, og som fragmenter, der stammer fra kasseret plastik, der er nedbrudt. Man skelner mellem mikroplastik og mikrofibre i luften, da mikrofibre kan være langt større og kan opføre sig anderledes på grund af deres form. I studier lavet i storbyer har forskere fundet, at det primært er fibre fra tøj, der dominerer den fundne mikroplastik fra luften.

Havet opfatter vi ofte som endestation for den plastik, der utilsigtet spredes i miljøet, men forskere mistænker, at havet også fungerer som en kilde til nano- og mikroplastik i luften. I et studie ved den franske at-

lanterhavskyst er der således fundet mikroplastik ned til 5 mikrometer i luftprøver opsamlet ved pålandsvind. Forskerne foreslår, at det netop stammer fra havets overflade og er kommet op i luften, når bølgerne bryder, og der dannes skumsprøjt.

Skumsprøjt kan afhængig af vinden blive blæst vidt omkring, og hvis det indeholder plastikpartikler, kan havet altså være en væsentlig kilde til plastikpartikler i luften.

Ser man nærmere på skumsprøjt, så kan det dannes ved tre forskellige mekanismer: Når der blandes luft ned i vandet ved bølgenes brydning, opstår der bobler på havoverfladen. Når boblerne brister, splittes den tynde film af vand til aerosoler, der sendes op i luften. Aerosoler dannet på denne måde har diametre fra få nanometer til flere mikrometer.

Den anden mekanisme forekommer i kølvandet på, at boblen springer. Dette efterlader et hulrum i vandoverfladen, hvor det omkringliggende vand strømmer til og ryger op i luften, som det der kaldes en "jet drop" med størrelser af aerosoler på 1-25 mikrometer.

Endelig kan dråber på op til få milli-

meter ved meget høj vindhastighed endda rives med fra havoverfladen.

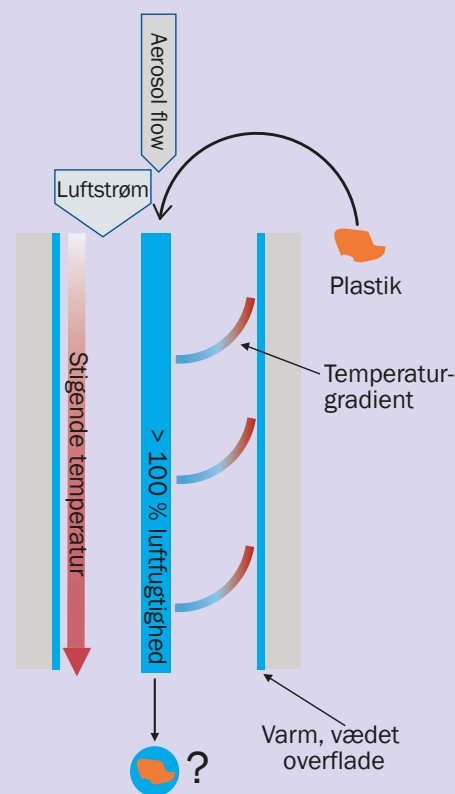
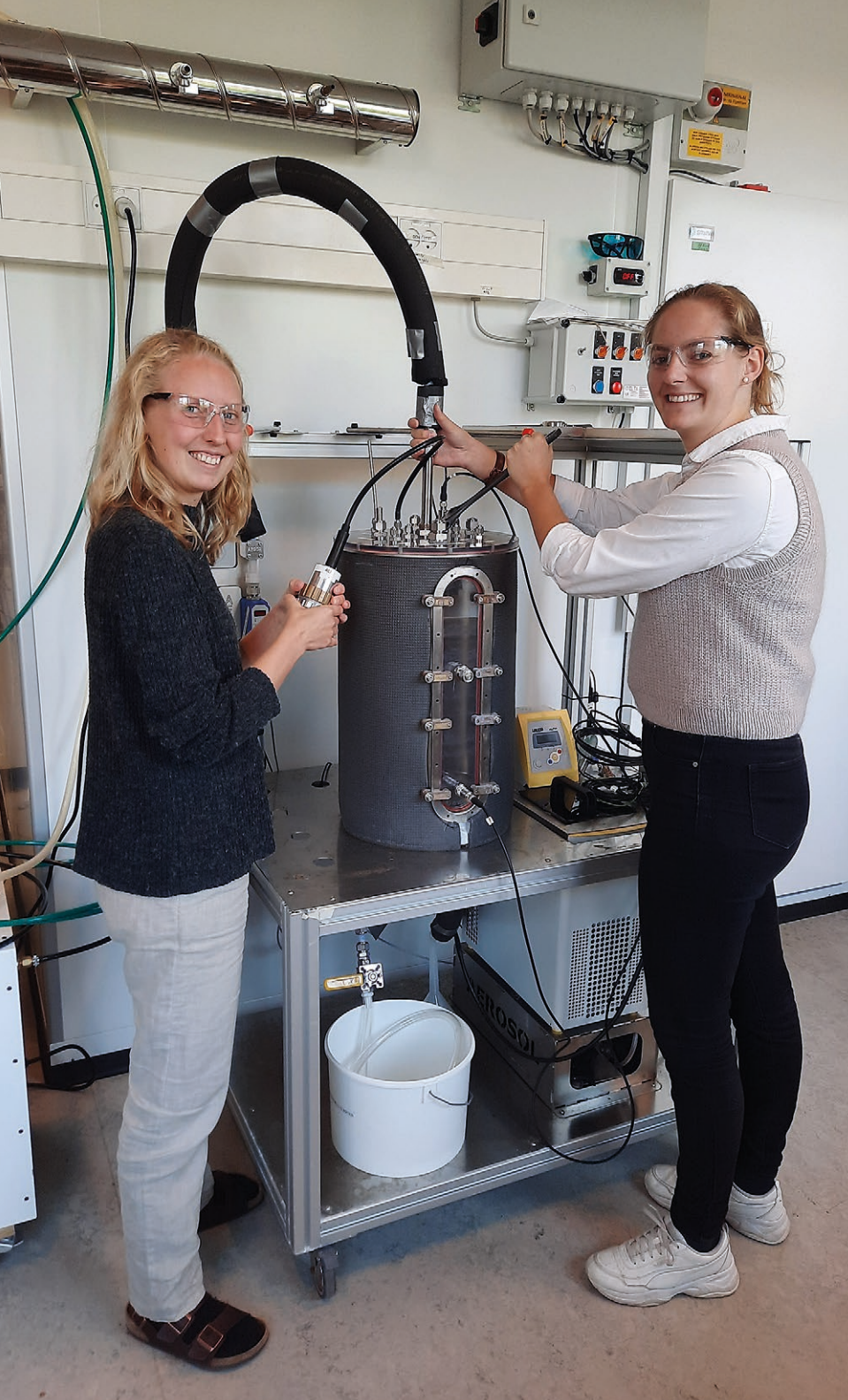
Skumsprøjt i laboratoriet

Et hold franske forskere har vist, at netop de bristende bobler kan sende plastikpartikler op i luften. Her blev det fundet, at plastikpartikler på mindre end 1 mikrometer, det vil sige nanoplastik, kom op i luften ved denne mekanisme.

»Endnu ved vi ikke, om denne mekanisme faktisk bidrager væsentligt til at sende plastik op i luften. I vores laboratorium har vi en "sea spray tank", som vi vil bruge til at studere sammenhængen mellem dannelsen af skumsprøjt og mikroplastik i atmosfæren«, siger Merete Bilde.

Den rustfri ståltank kan indeholde 20 liter havvand, og man kan i tanken simulere dannelsen af skumsprøjt.

»Vi har tidligere lavet adskillige studier med henblik på at forstå mekanismerne ved dannelsen af skumsprøjt, men det er helt nyt at skulle arbejde med plastik i sea spray tanken. I den forbindelse arbejder vi blandt andet på at udvikle metoder til at identificere nano- og mikroplastik, der er kommet op i luften på denne måde.



Principperne i et skykammer

Hvis aerosol-partikler kan optage vand, har de også potentiale for at virke som kimer til dannelsen af skydråber i atmosfæren. Til at undersøge dette bruger man et skykammer.

En temperaturgradient og en vædet overflade skaber en overmætning af vanddamp i midten af instrumentet. En strøm af luft fører partiklerne ned gennem midten af instrumentet, hvor partiklerne vil optage vand, hvis de har egenskaberne til det. Når partiklerne optager vand, vokser de til en størrelse, som kan tælles af en optisk partikeltæller, der samtidig bestemmer størrelsen.

Freja Hasager (tv) og Eva R. Kjærgaard i færd med at betjene den Sea Spray-tank, hvormed forskerne kan studere de mekanismer, der potentielt sender plastik op i luften med skumsprøjt.

Foto: Bernadette Rosati

En af udfordringerne er, at havvand har en høj koncentration af salte, og målinger af partikler fra bristende bobler vil derfor være voldsomt domineret af saltpartikler, som overskygger de færre plastikpartikler», fortæller Merete Bilde

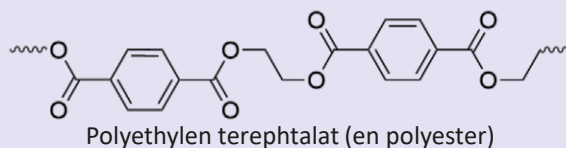
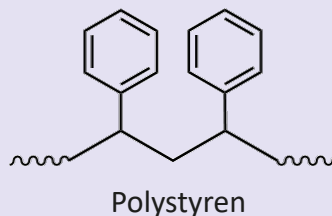
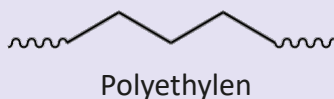
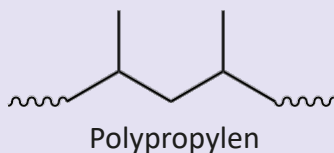
Konsekvenser af nano- og mikroplastik i atmosfæren?

Når størrelser af plastik er under 1 mikrometer, altså nanoplastik, skal der indirekte metoder til for at "se"

det. Med de gængse metoder kan man måle plastikpartikler ned til 2 mikrometer i diameter. I nogle af de undersøgelser, der hidtil er lavet af mikroplastik fra luften, er det højeste antal fundet ved de små størrelser. Det tyder på, at der kan være et endnu højere antal under detektionsgrænsen.

»Vi er derfor interesserede i at undersøge, om koncentrationen af nanoplastik i luften er højere end

det, man hidtil har kunnet måle for mikroplastik«, siger Marianne Glasius. Hun arbejder med sine kolleger på at udvikle en metode, der er egnet til at identificere netop nanoplastik. Ved denne metode varmes prøven op til den nedbrydes, og de karakteristiske nedbrydningsprodukter af plastikpolymerer kan herefter detekteres med massespektrometri. Metoden er testet på netop nanoplastik. Det smarte er, at den afhænger af



Figurerne viser strukturen af forskellige typer plastik. Plastik er polymerer – det vil sige materialer, der er opbygget som lange kæder af ensartede byggesten (monomerer). Som bekendt er plastik uopløseligt i vand. Om et molekyle er opløseligt i vand afgøres af, i hvilken grad de indeholder hydrofile (polære) funktionelle grupper i deres struktur.

Polyethylen, polystyren og polypropylen indeholder alle kun hydrofobe grupper.

Polyethylen terephtalate indeholder derimod både hydrofile og hydrofobe grupper, men i forholdet 1:4, hvilket ikke er nok til at gøre molekylet opløseligt i vand.

massen af partiklerne i stedet for størrelsen af dem, hvor mange af de metoder, der ellers benyttes, har en begrænsning på, hvor små stykker plastik, de kan måle.

Man ved endnu ikke om – og i hvilken grad – det er et problem, at der er nano- og mikroplastik i atmosfæren. Men potentielt kan det både have konsekvenser for

vores helbred, når vi indånder partiklerne, og for klimaet, hvis de små partikler kan fungere som kim for skydannelse. Ser man på den miljökemiske historie, har der tidligere været problemer med kemiske forbindelser som PCB og DDT. De har forårsaget langvarige problemer, da de er svære at fjerne og nedbrydes meget langsomt i miljøet. Nano- og mikroplastik er

ligeledes forbindelser, der nedbrydes langsomt i miljøet og findes overalt. Desuden er kilderne hertil ret diffuse og dermed svære at lukke ned for.

»Men skal man tage ved lære af historien, vil det være en god ide at få begrænset kilderne til nano- og mikroplastik i miljøet«, slutter Marianne Glasius. ■

Videre læsning:
Yulan Zhang et al. Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives. Earth-Science Reviews, Volume 203, April 2020, 103118. doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103118

Allen S, Allen D, Moss K, Le Roux G, Phoenix VR, Sonke JE (2020) Examination of the ocean as a source for atmospheric microplastics. PLoS ONE 15(5): e0232746. doi.org/10.1371/journal.pone.0232746

Allen, D., Allen, S., Abbasi, S. et al. Microplastics and nanoplastics in the marine-atmosphere environment. Nat Rev Earth Environ 3, 393–405 (2022). doi.org/10.1038/s43017-022-00292-x

Projektet *Plastic in the Air* udføres med støtte fra Danmarks Frie Forskningsfond under temaet Grøn omstilling.

Kunstig Intelligens og besøg hos en stor robotvirksomhed

Den 16. november 17.00-20.30 afholder SDU et super-sejt event hos robotvirksomheden Universal Robots i Odense. Deltagerne vil lære om kunstig intelligens herunder neurale netværk og det hele vil foregå i fantastiske omgivelser ved Universal Robots, hvor der også er mulighed for en rundvisning.

Der er altså lagt i ovnen til en spændende, lærerig og max hyggelig aften på en topmoderne lokation i selskab med jævnaldrende piger.

Spred ordet til dine elever og opfordre dem til at tilmelde sig inden den 13. november. Og hey – måske de kan lokkes med pizza og drikke? Det er i hvert fald også en del af programmet.

For mere information og tilmelding www.sdu.dk/gogirls

Ved spørgsmål, tøv ikke med at kontakte os på:
65 50 73 34 eller mhoy@tek.sdu.dk