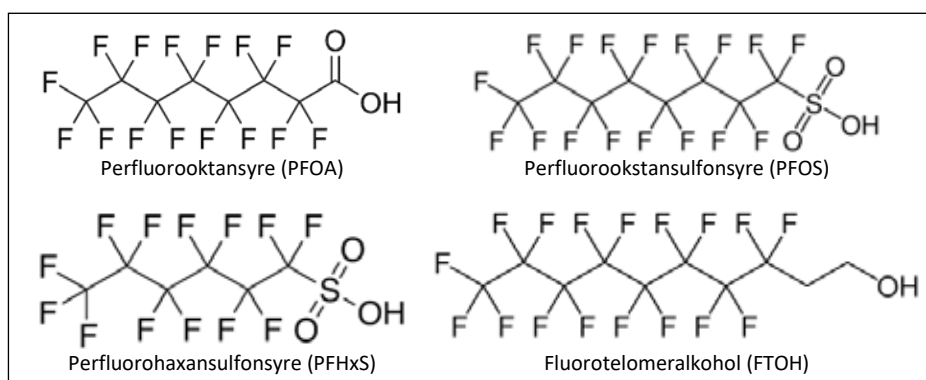


PFAS er alle steder

Af Ole John Nielsen og Mads Peter Sulbæk Andersen, CCAR, Kemisk Institut, Københavns Universitet

Vi har skrevet om PFAS (poly- and perfluoroalkyl substances) i dette blad i 2007 [1] og i 2016 [2], og PFAS har det med at dukke op igen og igen. PFAS er betegnelsen for en stor mængde forskellige stoffer. Disse stoffer bliver produceret og brugt i en lang række produkter på grund af forbindelsernes gode kombination af lipofile og hydrofile egenskaber. Det vil sige, at de er fremragende til at afvise fedt (pletter) på tøj, tæpper, møbler, bilsæder, popcorn-posere, pizzabakker og anden mademballage. Under hele livscyklus (produktion, brug og efter brug) frigives desværre PFAS til miljøet.

I 2006 publicerede vi en forsideartikel



Hjppigt forekomne poly- og perfluoroalkyl forbindelser (PFAS).

i Environmental Science and Technology [3], som viste, at fluorerede alkoholer (FTOH) via otte reaktioner i atmosfæren kan omdannes til perfluorerede carboxylsyrer (PFCA), og i mængder, der er konsistente med de niveauer, der deponeres i Arktis.

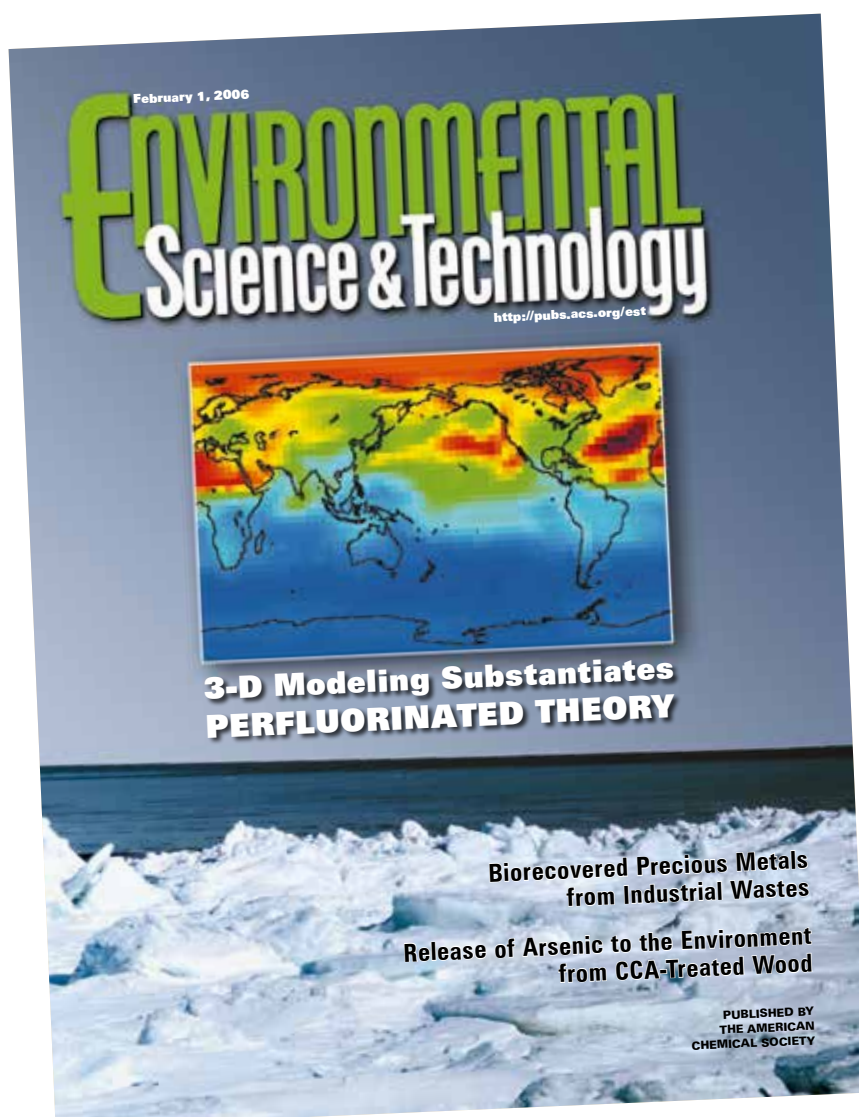
PFAS/PFCA kan derfor findes som nedbrydningsprodukter overalt på Jorden. Vi har alle PFAS i kroppen, og det kan detekteres i blodet hos alle mennesker. Der er målt mange forskellige PFAS-forbindelser overalt og i mange forskellige medier. Hovedkilden til PFAS-forurening er direkte udledning, som det for eksempel er tilfældet med brandslukningsskum. I 2000 blev der ved et uheld udledt 22.000 liter AFFF (airport fire fighting foam) ved lufthavnen i Toronto. Den slags kedelige uheld giver mulighed for målinger, man ellers aldrig ville foretage. En studerende blev sat til at måle PFOS (perfluorooctansulfonsyre), som har otte kulstofatomer. Den studerende glemte at stoppe GC-MS apparatet og fandt ud af, at der var PFAS-forbindelser med op til 15 kulstofatomer i prøven.

Langkædede PFAS er forbindelser med syv eller flere kulstofatomer i en lige kæde og er klassificeret som PBT-forbindelser (persistente, bioakkumulerende, toksiske). For at minimere de bioakkumulerende og toksiske risici er man gået over til at benytte forbindelser med kortere kulstofkæder, for eksempel perfluorohexansulfonsyre (PFHxS) i brandslukningsskum. PFHxS forventes dog nu også at blive udfaset i det meste af verden [4].

Den 15. juni skærpede den amerikanske miljøstyrelse (US-EPA) de vejledende grænseværdier for to PFAS-forbindelser i drikkevand: perfluorooctansyre (PFOA) og PFOS. Anbefalingen lyder på 0,004 ppt for PFOA og 0,02 ppt for PFOS. Det er en dramatisk opstramning i forhold til anbefalingen fra 2016 på 70 ppt for begge forbindelser.

Hvad forsker vi i for tiden?

Vi fortsætter med at forsker i halogene-



2060 *The* NIR Analyzer – helt enkelt!



Enkel processtyring med 2060 *The* NIR Analyzer – modulært design og intuitiv software. Pålidelig og hurtig, ikke-destruktiv, reagensfri analyse, så du kan stole på kritiske procesdata og sikre produkter af høj kvalitet.

Læs mere på metrohm.com

 **Metrohm**



rede forbindelser. I alle brancher er man på jagt efter teknologi, der kan nedsætte klimaaftryk. Den kemiske industri udvikler løbende forbindelser, der er mere klimavenlige. Det gælder alt fra bedøvelsesgasser [5] til kølemidler [6]. Reaktion med OH-radikaler initierer nedbrydningen af disse forbindelser i atmosfæren. De nye mere klimavenlige kemiske forbindelser er mere reaktive overfor OH-radikaler end de forbindelser, de erstatter. Den øgede reaktivitet medfører kortere levetid og dermed mindre klimaeffekt. Før man påbegynder produktion af nye forbindelser i større mængder, er det nødvendigt at kende den atmosfæriske nedbrydningsmekanisme for at kunne vurdere eventuelle miljøeffekter. I vores fotoreaktor kan vi undersøge reaktivitet og nedbrydningsmekanismer.

Ønske til medier og politikere

Det ville være ønskeligt, hvis PFAS-diskussionen i medierne og blandt politikere foregik på et lidt mere oplyst niveau. "Der findes PFAS 14.000 steder i Danmark" (mediecitater) - nej, der findes PFAS overalt. "Der er fundet PFAS i blodprøver hos..." - ja, vi har alle PFAS i blodet. Det hele er et spørgsmål om mængde. Det er ret indlysende, at man ikke skal lade kvæg græsse på et område, hvor der har været brandslukningsøvelser. Læg området brak, lad det gro til og vær med til at øge biodiversiteten, og lad os så få tal med usikkerheder på ind i debatten.

E-mail:

Ole John Nielsen: ojn@chem.ku.dk

Referencer

1. O.J. Nielsen, M.P.S. Andersen, Dansk Kemi 88 (2007) 28-30.
2. O.J. Nielsen, Dansk Kemi 97 (2016) 14-15.
3. T.J. Wallington et al., Env. Sci. Technol. 40 (2006) 924-930 (forsideartikel).
4. C&EN 27. juni 2022, p. 14.
5. S.A. Hass, M.P. Sulbaek Andersen and O.J. Nielsen, Chem.Phys.Lett. 740, 1-6 (2020).
6. O.J. Nielsen, M.S. Javadi, M.P. Sulbaek Andersen, M.D. Hurley, T.J. Wallington, R. Singh, Chem.Phys.Lett. 439, 18-22 (2007).

Anvendelse af ikke-radioaktiv sporgas til flowmåling

Test af helium som sporgas til kalibrering af automatisk målende flowmålere.

Af Jacob Mønster, Christina Andersen og Karsten Fuglsang, Force Technology

Som følge af CO₂ kvoteloven stilles der krav til præcise opgørelser af CO₂-emissioner fra større energiproducerende anlæg. Automatisk målende systemer (AMS) til måling af røggasflow fra sådanne anlæg skal kalibreres tilbagevendende, hvor AMS flowmålerne anvendes i forbindelse med opgørelser i CO₂-emissioner efter CO₂ kvoteloven. Der stilles krav til den maksimale usikkerhed på CO₂-opgørelsen og her indgår flowmålingen typisk med et relativt stort bidrag til den samlede usikkerhed. Dette stiller store krav til den referencemetode,

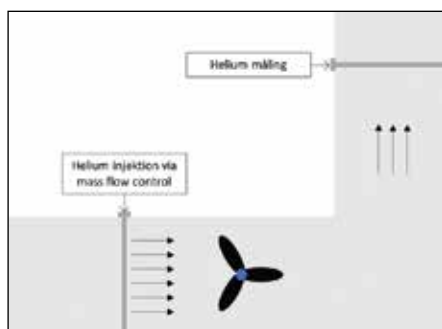
som skal anvendes til kalibrering af AMS flowmålerne. I dag anvendes ofte en sporgasmetode baseret på radioaktive gasser. Metoden er relativt omkostnings tung, og den udbydes ikke af danske laboratorier. Force Technology har undersøgt, om kalibreringen kan udføres med ikke-radioaktive sporgasser.

Baggrund

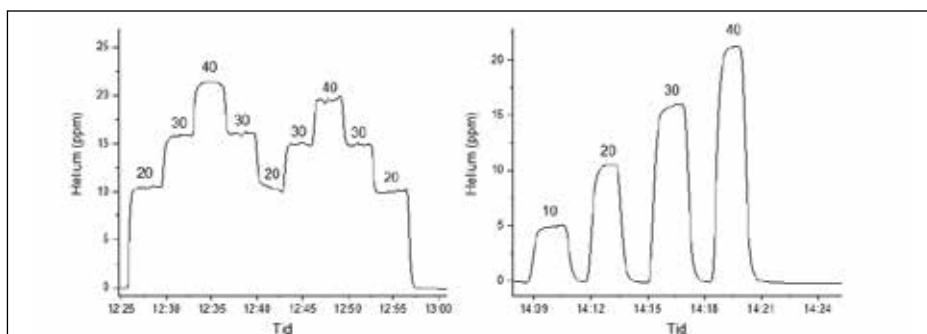
Historisk set har flowmålinger ofte været udført med pitotrør. Ved pitotrørsmålinger skal man manuelt sikre, at målingerne er iso-kinetiske og for at opnå en præsentabel måling i store afkast skal dette gøres i mange predefinerede punkter i afkastet. Desuden kræves målinger af temperatur, statisk tryk og vand for at kunne rapportere flowet ved referencetilstand. Afkastets indre dimension indgår desuden i beregningen, og nøjagtigheden af denne er dermed en del af usikkerhedsberegningen på flowmålingen og dermed på kalibreringen af AMS til røggasflow. Alternativt kan sporgas anvendes til at måle røggasflowet.

Princippet i sporgasmetoden

Sporgasmetoden giver mulighed for en alternativ måde til at måle et flow, som ikke har udfordringer med kompleks og lang rørføring. Metoden er



Figur 1. Oversigt over røggaskanalen og injektions- og målepunkt.



Figur 2. De to tidsserier viser variationen i den målte koncentration af helium med det injicerede heliumflow angivet i L(n)/min.