

v. privatperson Liselotte Clausen
Arbejder som chefkonsulent i HOFOR

Nødvendighed og udfordringer ved teknologier til rensning af drikkevand



Forureningskilder

Landbidrag:

- Pesticider
- Gødning
- Gylle
- Spildevandsslam



Overvågning af grundvand (GRUMO)
(primært nitrat og pesticider – ingen overvågning for medicinstoffer og begrænset overvågning for PFAS)

Nedbørsbidrag Meget begrænset overvågning

By-bidrag:

- Biocider
- Spildevand

Punktkildebidrag

Regionerne risikovurderer og afværger om nødvendigt

Miljøstyrelsen overvåger pesticidreguleringen

VAP

Ingen overvågning

Stof anvendelse	Pesticider/ Biocider	Lægemidler (+nedbrydningsprodukter)	Industri kemikalier	Naturligt produkt	SUM
0,1 µg/L-0,01 µg/L	4	2	1	2	9
0,01 µg/L-0,001 µg/L	11	6	0	0	17
Under 0,001 µg/L	7	3	3	0	13
Sum	22	11	4	2	39

Erkendelse nr. 1: Grundvandet er påvirket af arealanvendelsen

/ Præsentation Dansk Vand konference 23.11.2023 ved Ida Balsby Jakobsen, TREFOR/



InSo-Drikkevand

Eksempel på et stof, som kommer fra nedbøren: TFA

Nyt stof fundet i grundvandet

27-01-2021

Vandmiljø Vand i hverdagen Kemikalier NOVANA

Kølemidler fra klimaanlæg og drivmidler være kilder til stoffet TFA, som i ny under udbredt i grundvandsprøver. Intet tyder på sundhedsrisiko.



Udtagning af vandprøver fra grundvandet. Arkivfoto: Miljø

I forbindelse med Miljøstyrelsens massescreening er gjort fund af stoffet TFA (trifluoreddikesyre) i prøver over hele landet. Der er fundet TFA i 219 ud af 247 undersøgte borer. 89 procent af borerne.

Miljøstyrelsens pressemeddelelse 27. jan. 2021



Orientering om fund af TFA i grundvandet

Miljøstyrelsen (MST) har modtaget de første resultater fra 2020 massescreeningen af grundvandet. De

trifluoreddikesyre (TFA) over hele landet. Der er tale om få fund i grundvandet. Af de 12 stoffer, som også indgik i undersøgelsen, er der fund, der giver anledning til bekymring. Miljøstyrelsens vurdering, at den endelige

svarende til 89 pct. I 212 tilfælde over svarende til 86 pct. af de undersøgte borer er fundet med en gennemsnitlig koncentration på 0,4 µg/l. Langt de fleste fund er gjort i enkelte vandforsyninger fået foretaget analyser med enkelte vandforsyninger har fundet stoffet i deres vandværker.

Der er tale om rester fra pesticider Hvis resterne derimod er fra en konkret sundhedsvurdering, som vil undersøge stoffet nærmere. Der er tale om et

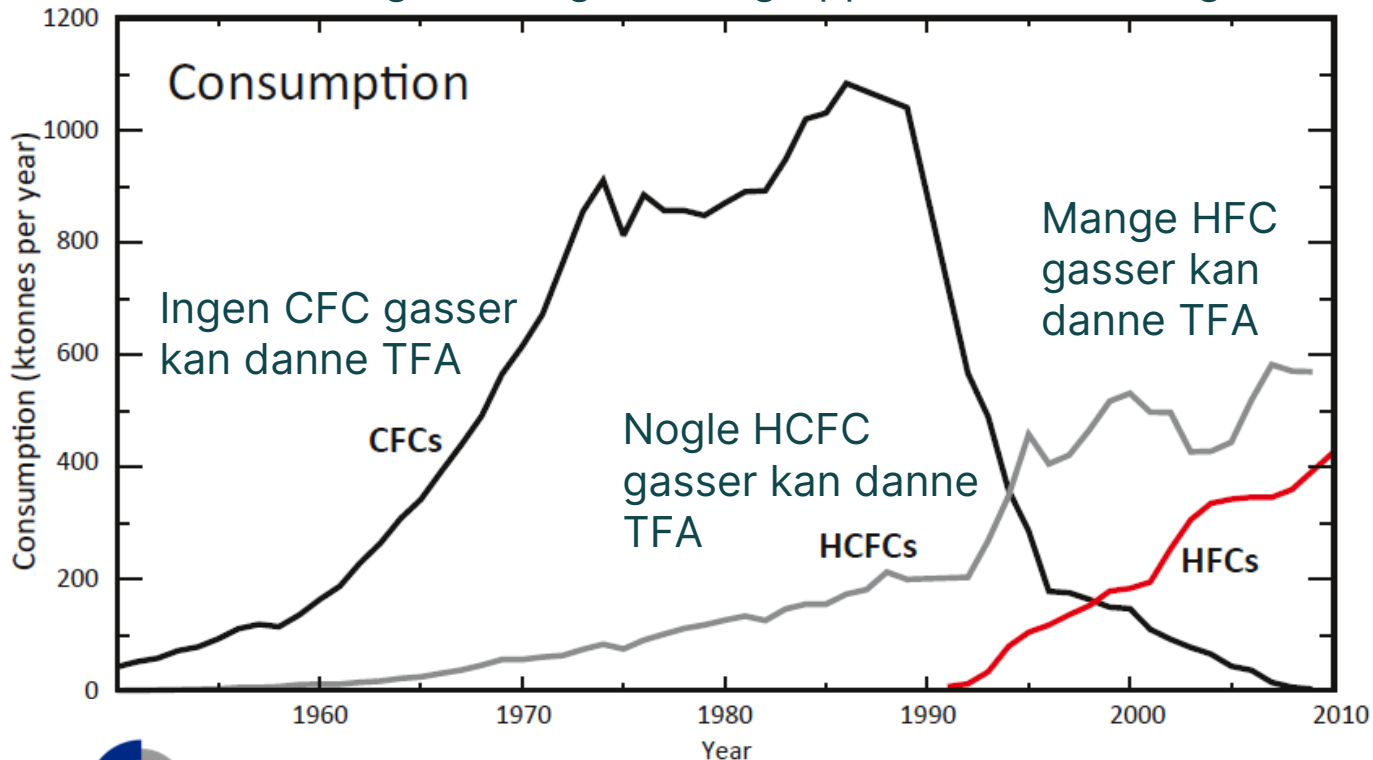
Fakta om TFA

Det er dokumenteret, at TFA kan dannes som et nedbrydningsprodukt fra en lang række andre kemiske stoffer som bl.a. anvendes som kølemidler i klimaanlæg og drivmidler i spraydåser. Moderstofferne kan omdannes til TFA i atmosfæren, og det kan blive transporteret med luften over lange afstande, hvorefter det via nedbøren kan transporteres til grundvandet. TFA behandles derfor på som et industrikemikalie, hvor der fastsættes en kravværdi baseret på en sundhedsmæssig vurdering. Intet tyder på, at fund af TFA udgør en sundhedsrisiko, og kvalitetskriteriet for TFA i drikkevand forventes at blive fastsat til en værdi, der er betydeligt højere end pesticidernes kravværdi. Der anvendes foreløbigt et administrativt kvalitetskriterie på 9 mikrogram pr. liter, hvilket er på niveau med grænseværdien i Tyskland, og det baserer sig på et forsigtighedsprincip mens man afventer endelige resultater fra igangværende reproduktionstoksikologiske studier.

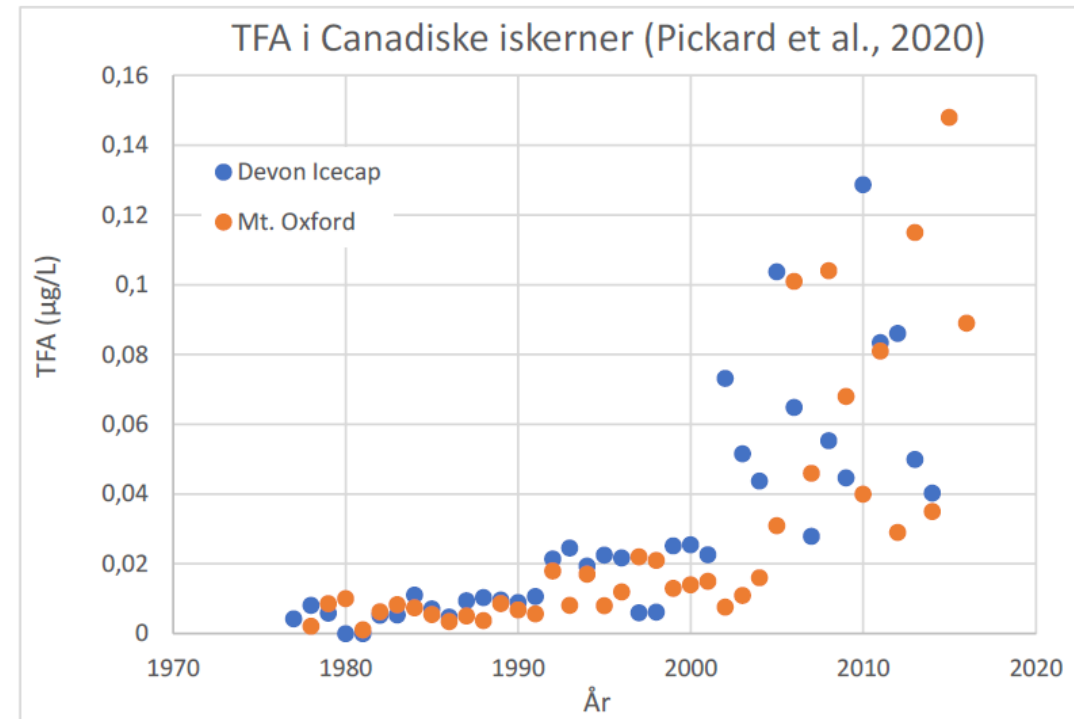
Kilder til TFA – kølemidler (airconditionanlæg og varmepumper)

Erkendelse nr. 2: Kilder til TFA i nedbør er stigende – ergo vil TFA koncentrationerne i dansk grundvand stige

Globaludvikling i forbrug i hovedgrupper af fluorerede gasser



/UNEP, 2011. HFCs: a Critical link in Protecting Climate and the Ozone Layer/



/Picard et al., 2020/



GEUS

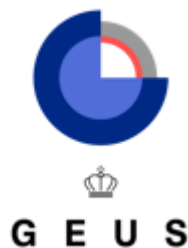
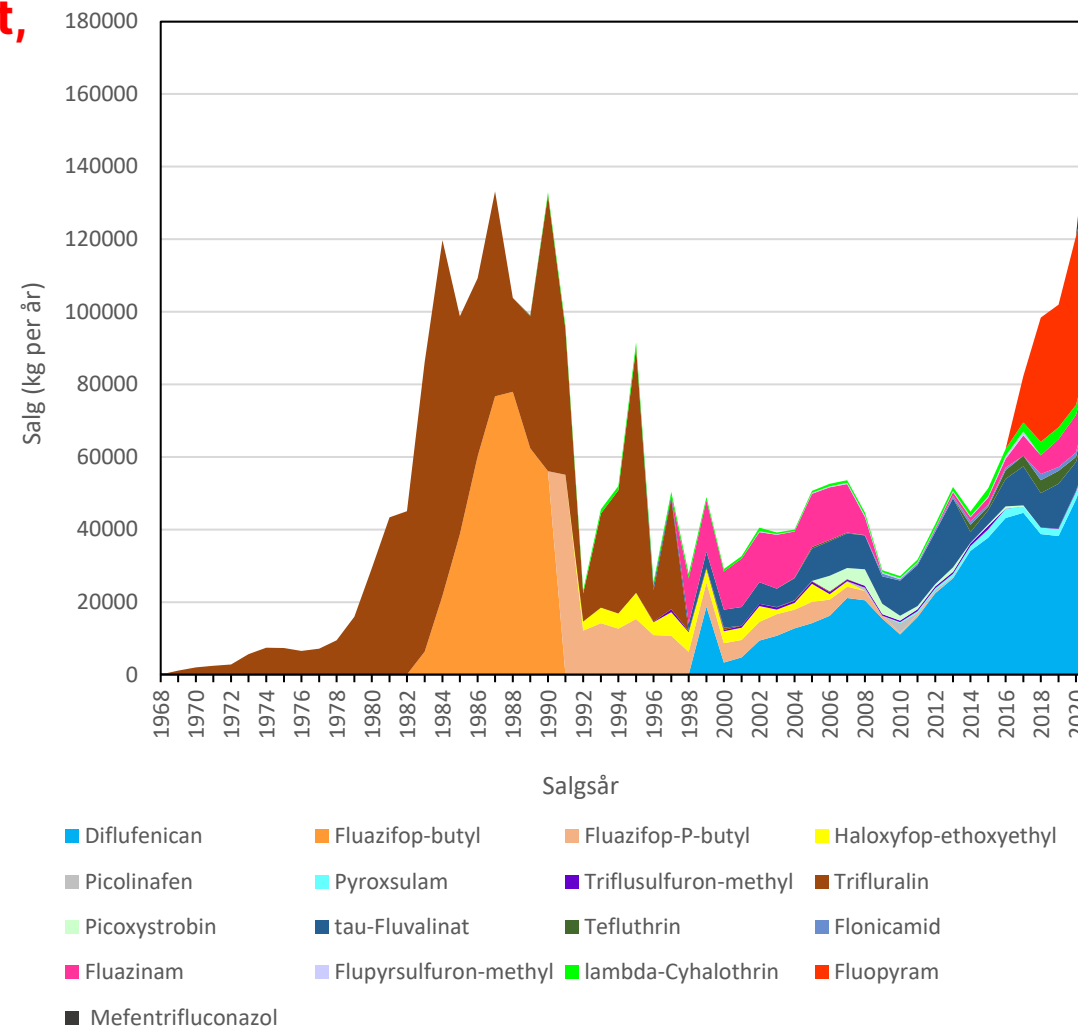
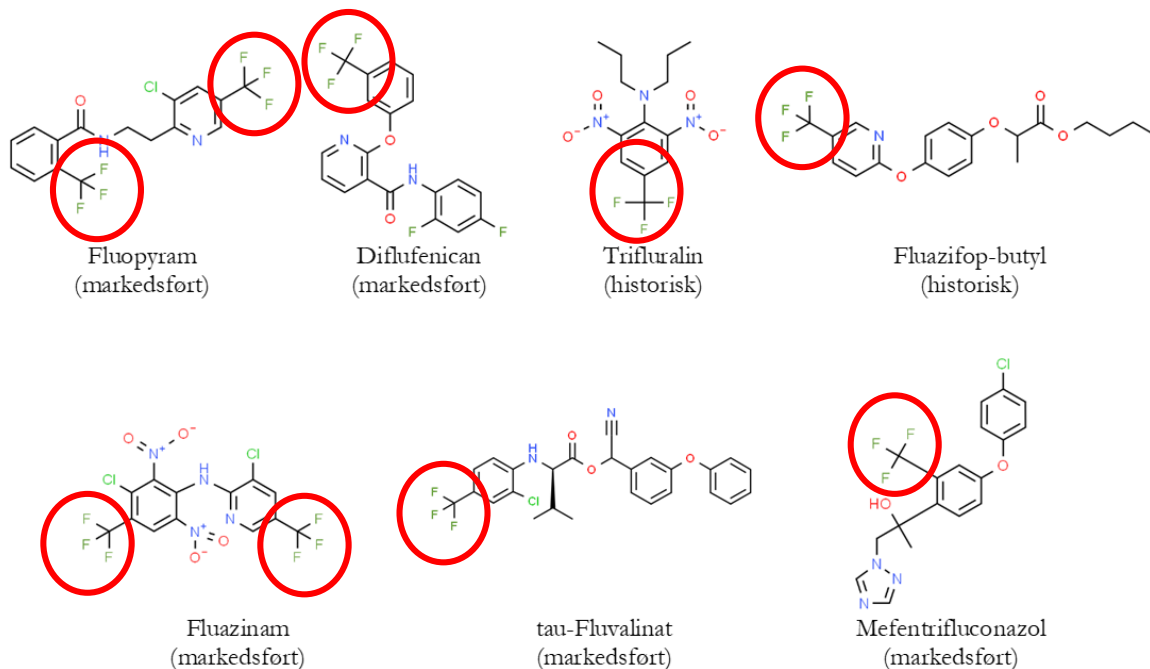
/Christian Nyrop Albers, Igangværende notat om diffus grundvandsforurening med TFA udført for NOVAFOS, TREFOR og HOFOR/



Kilder til TFA – kølemidler og måske pesticider

Spørgsmål: Hvorfor er disse pesticider blevet godkendt, når der muligvis er ukendte nedbrydningsprodukter ?

Vigtigste C-CF₃-pesticider



/Anders Risbjerg Johnsen, Igangværende projekt under Miljøstyrelsens bekæmpelsesmiddelforskningsprogram, <https://mst.dk/nyheder/2022/juli/nye-forskningsprojekter-saetter-spot-paa-bekaempelsesmidler/>

Drikkevand fra HOFORs 7 store regionale værker - 2023

2023	Islevbro	Lejre	Marbjerg	Regnemark	Slangerup	Søndersø	Thorsbro
Tilladelse	7,7	8,3	4,8	13,2	9,1	13,2	10,3
Antal boringer	54	58	19	89	71	44	50
Produktion (mio. m3) 2022	5,8	4,9	3,6	11,4	7,9	11,8	6,9
Pesticider/biocider							
DMS (µg/l)							
CGA 369873							
Dimethachlor ESA							
Øvrige miljøfremmede stoffer*							
TFA (µg/l)	0,06	0,14	0,12	0,15	0,08	0,12	0,11
Sum PFAS (4 stoffer)							
Sum chlorerede opløsningsmidler							

Grænseværdien er fastsat ud fra en sundhedsmæssig vurdering: 9 µg/l

	Koncentration, % af grænseværdi
	< 30%
	30-50%
	50-75%
	75-100%
	> 100%
	Under detektionsgrænsen

Drikkevand fra HOFORs 7 store regionale værker - 2023

Manglende produktion: Ca. 2 mio. m³/år grundet DMS!

2023	Islevbro	Lejre	Marbjerg	Regnemark	Slangerup	Søndersø	Thorsbro
Tilladelse	7,7	8,3	4,8	13,2	9,1	13,2	10,3
Antal boringer	54	58	19	89	71	44	50
Produktion (mio. m ³) 2022	5,8	4,9	3,6	11,4	7,9	11,8	6,9
Pesticider/biocider							
DMS (µg/l)	0,053	0,01	<0,01	<0,01	0,019	0,022	0,045
CGA 369873							
Dimethachlor ESA							
Øvrige miljøfremmede stoffer*							
TFA (µg/l)	0,06	0,14	0,12	0,15	0,08	0,12	0,11
Sum PFAS (4 stoffer)							
Sum chlorerede opløsningsmidler							

Grænseværdien er fastsat ud fra en sundhedsmæssig vurdering: 9 µg/l

	Koncentration, % af grænseværdi
	< 30%
	30-50%
	50-75%
	75-100%
	> 100%
	Under detektionsgrænsen

Drikkevand fra HOFOR



Kravværdi politisk fastsat: 0,1 µg/l
 Forsigtighedsprincip, man ønsker ikke stoffer i drikkevandet.

-det sundhedsmæssige acceptable niveau for DMS er vurderet til 10 µg/L

Produktion: Ca. 2 mio. m³/år i

2023	Regnemark	Slangerup	Søndersø	Thorsbro			
Tilladelse	8,3	4,8	13,2	10,3			
Antal boringer	54	58	19	89			
Produktion (mio. m³)	5,8	4,9	3,6	11,4			
Pesticider/biocide							
DMS (µg/l)	0,053	0,01	<0,01	<0,01	0,019	0,022	0,045
CGA 369873							
Dimethachlor ESA							
Øvrige miljøfremmede stoffer*							
TFA (µg/l)	0,06	0,14	0,12	0,15	0,08	0,12	0,11
Sum PFAS (4 stoffer)							
Sum chlorerede opløsningsmidler							

Grænseværdien er fastsat ud fra en sundhedsmæssig vurdering: 9 µg/l

	Koncentration, % af grænseværdi
	< 30%
	30-50%
	50-75%
	75-100%
	> 100%
	Under detektionsgrænsen

HOFORs rensningsforsøg for DMS på Hvidovre Vandværk

DMS (og TFA) kan ikke fjernes ved aktivt kulrensning

Forsøg på Hvidovre
Vandværk 2018-2022

1) Traditionelt
Aktivt kul (GAC)
2018-2019



Ineffektiv og dyr metode:
Kulforbrug $\sim 125 \text{ g/m}^3$

2) Resinforsøg
2019-2021

VUDP: Renseteknologier for nye
pesticidrester



Ingen fjernelse i
pilotskala

3) Micro-GAC (μGAC)
2022

VTU: Belastningsundersøgelse af AOP/BAC- og
 μGAC -renseteknologier



Ny proces med μGAC gav ikke
en forbedret
rensningseffektivitet ift. GAC

Rensningsforsøg med AOP (UV/H₂O₂)

Ingen vandspild

Fjerner DMS med 50-80%



Dannelse af biprodukter, som efterfølgende skal fjernes i kulfiltre

Pilot-test af avanceret kemisk oxidation med UV og H₂O₂ til fjernelse af pesticidmetabolitter

29.08.2023

Peter L. Tüchsen¹, Manuela Schliemann-Haug², Anne H. Thomsen², Ronny Rahbek³, Liselotte Clausen⁴, Mathilde J. Hedegaard⁴, Rasmus Boe-Hansen⁵, Thea Hummelshøj² og Hans-Jørgen Albrechtsen²

¹ Novafos A/S, ² DTU Sustain, Danmarks Tekniske Universitet, ³ Insatech A/S, ⁴ HOFOR A/S, ⁵ Krüger, Veolia Water Technologies



KRÜGER VEOLIA

INSATECH

HOFOR

DANVA

Novafos

<https://www.danva.dk/media/9729/bilag-3-pilottest-af-avanceret-kemisk-oxidation-med-uv-og-h2o2-10.pdf/>

Membranfiltrering – pilotforsøg på Hvidovre Vandværk - HOFOR

Barriere for
alle stoffer
(50-60%)

Velkendt
teknologi

Blødgørings
teknologi



Membranfiltrering – pilotforsøg på Hvidovre Vandværk 2023-2024

Barriere for
alle stoffer
(50-60%)

Velkendt
teknologi

Blødgørings
teknologi

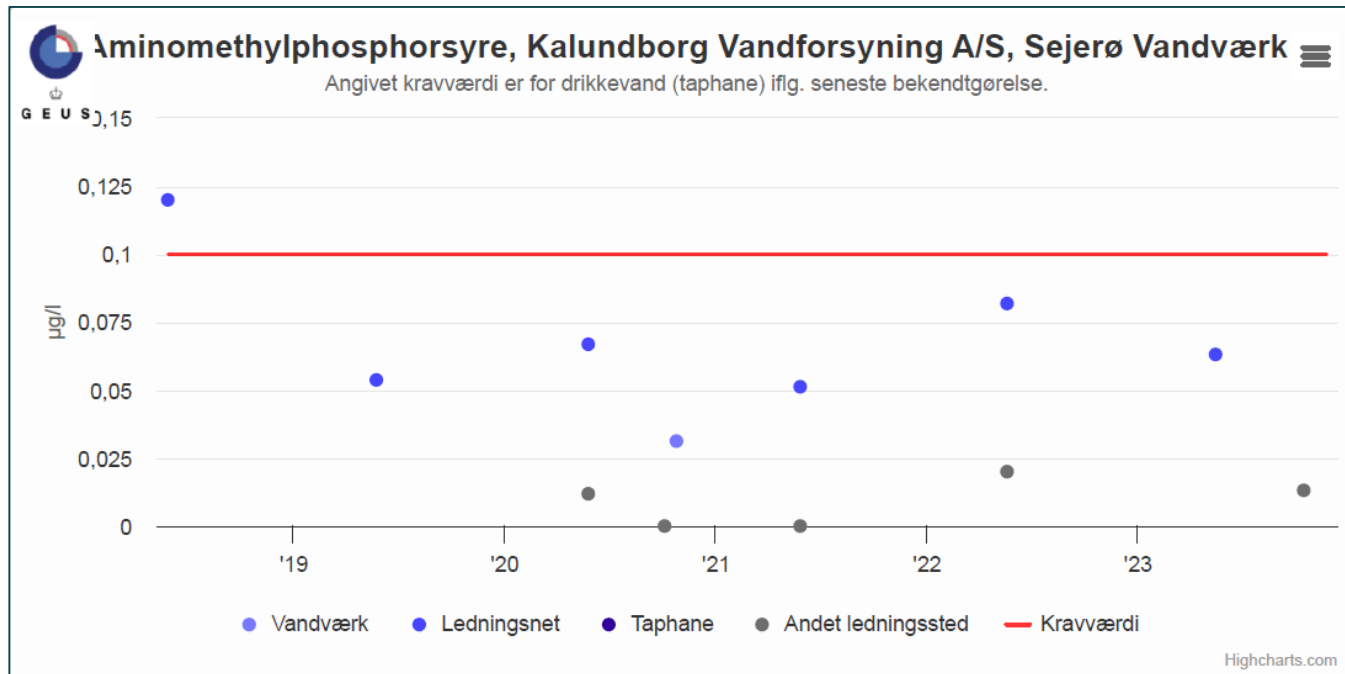


Vandspild -
12% eller mere ?

Afledning af
vandspild til
kloak?

Antiskalant ?

Data fra Sejerø Vandværk – fund af AMPA i drikkevand som følge af anvendelse af fosfor-baseret antiskalant



Fund af AMPA i drikkevand – data fra Jupiter

Foto: Sejerø Vandværk



Bæredygtighedsvurdering og LCA af vandforsyning med fokus på DMS-rensning

Udvikling af metode og afprøvning på to cases

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Gitte L. Søndergaard, Maria Faragó (Rambøll)

Liselotte Clausen, Martin Rygaard og Mathilde J. Hedegaard (Hofor)

Bo Lindhardt, Marianne Wesnæs (Novafos)

Nina Tuxen, Gunver Heidemann Olsgaard (Region Hovedstaden)

Rensning af vandet på HOFORs kommende Værket ved Islev i Rødovre



**HOFOR**

Novafos

REGION H **Region Hovedstaden**

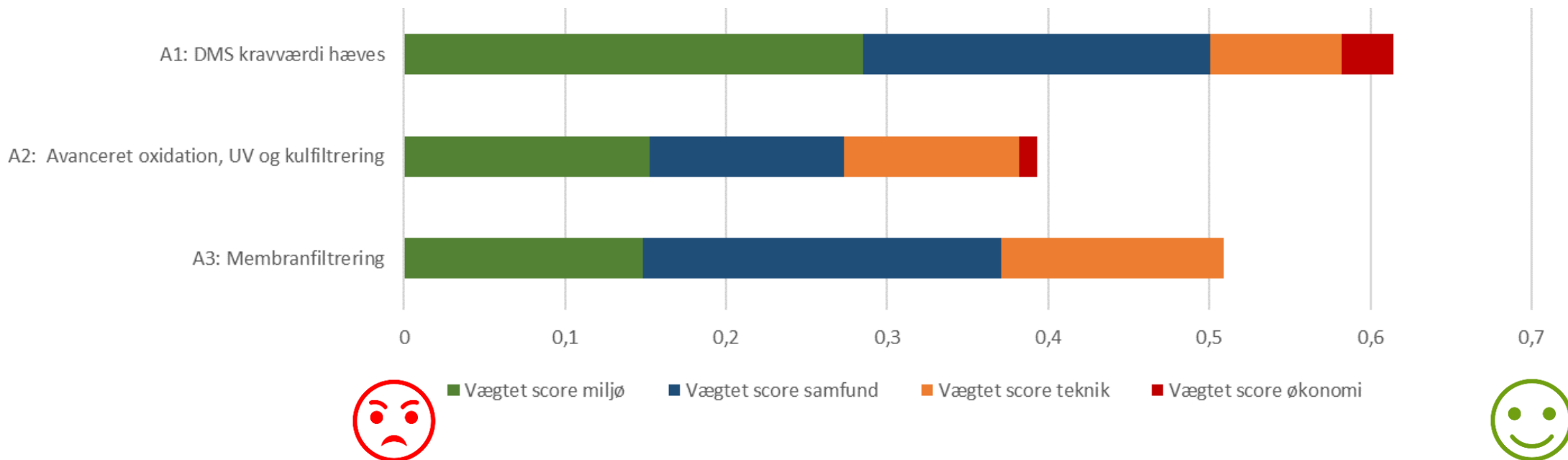
 **InSa-Drikkevand**

 **DTU** Hjørring Vandselskab for den vandløb og miljøet
 **DINFORSYNING**  **Novafos**
 **VandCenter Syd**  **Aalborg Forsyning**
 **HOFOR TRE FOR**

Innovations samarbejde til sikring af rent drikkevand - fokus på pesticider

Resultat fra bæredygtighedsvurdering – Case Nyt vandværk ved Islev

Jo højere score, jo mere bæredygtig!



Erkendelse nr. 3: Rensning er forbundet med omkostninger

Spørgsmål: Får vi en bedre drikkevandskvalitet ved rensning for DMS ?

Strategi for vandforsyning

- Kort og mellemlangt sigte, langt sigte

Vi skal sikre, at forbrugerne har tillid til vandforsyning og modtager drikkevand af en god kvalitet – ikke bare i dag, men også i fremtiden til de næste generationer

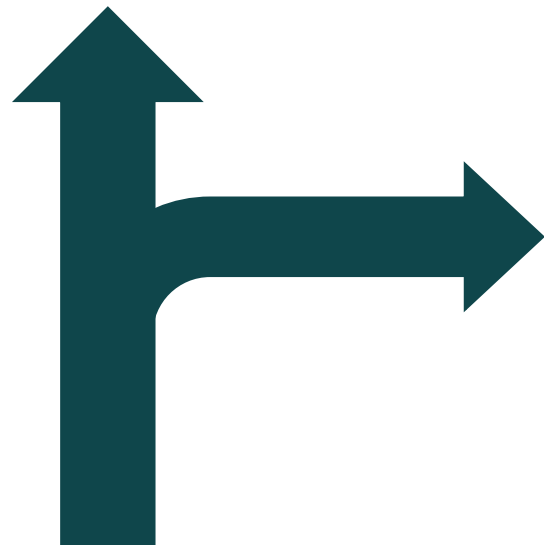
Langt sigt – Grundvandsbeskyttelse og strammere kemikalie regulering:

RENT grundvand:

- Grundvandsbeskyttelse, grundvandsparker og skovrejsning
- Grundighed ved godkendelse af kemiske stoffer
- Punktkildeindsatsen skal fortsætte

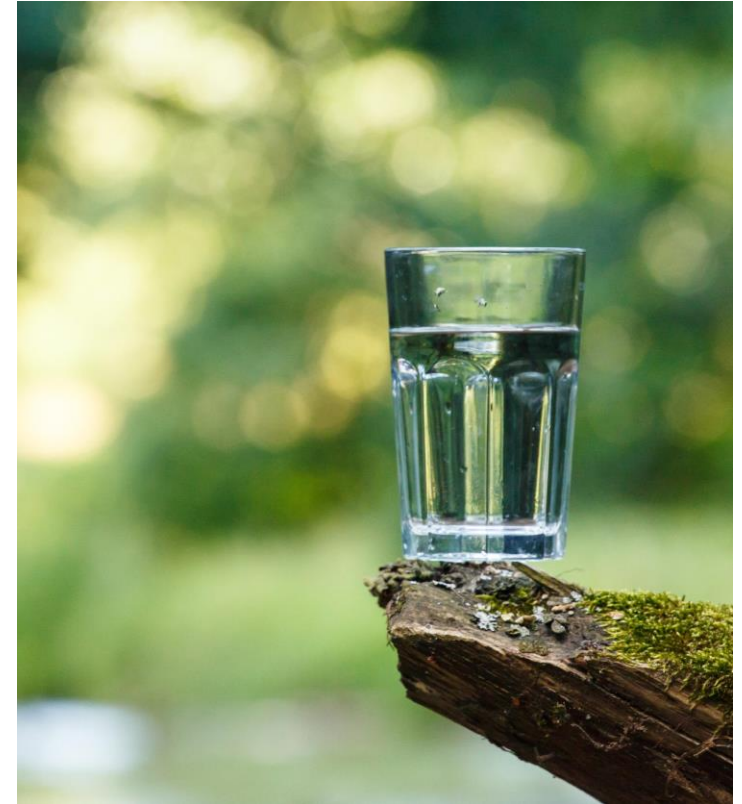
Godkendelsen af kemiske stoffer skal kræve:

- ✓ Redegørelse for totalmassebalance (alle metabolitter skal være kendte)
- ✓ Stofferne skal være naturligt nedbrydelige (Høj DT50)
- ✓ Ikke toksiske



Kort og mellemlangt sigte – rensning for udvalgte miljøfremmede stoffer:

- Prioritering af hvornår det er nødvendigt at rense – kræver ændrede kravværdier for ikke relevante metabolitter
- Rensning for sundhedsskadelige stoffer som f.eks. PFAS bliver nødvendig



Tak for opmærksomheden og tak til mine mange super dygtige kollegaer i HOFOR og InSa-Drikkevand

Tak til Bestyrelsen og ledelsen for ATV Jord & Grundvand for jeres kæmpe indsats

Spørgsmål ?

