



GEUS

Bioremediering af pesticidforuren drikkevand i sandfiltre på vandværker

Jens Aamand¹

Lea Ellegaard-Jensen³

Christoffer B. Harder²

Flemming Ekelund²

Christian N. Albers¹



¹Geological Survey of Denmark and Greenland

²University of Copenhagen

³Aarhus University

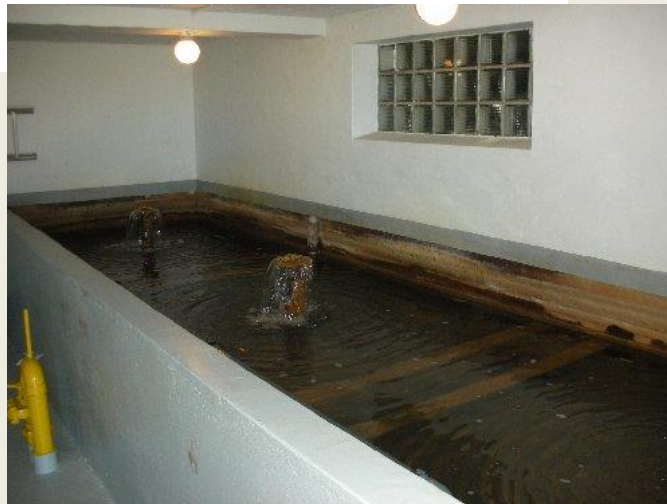


Formål

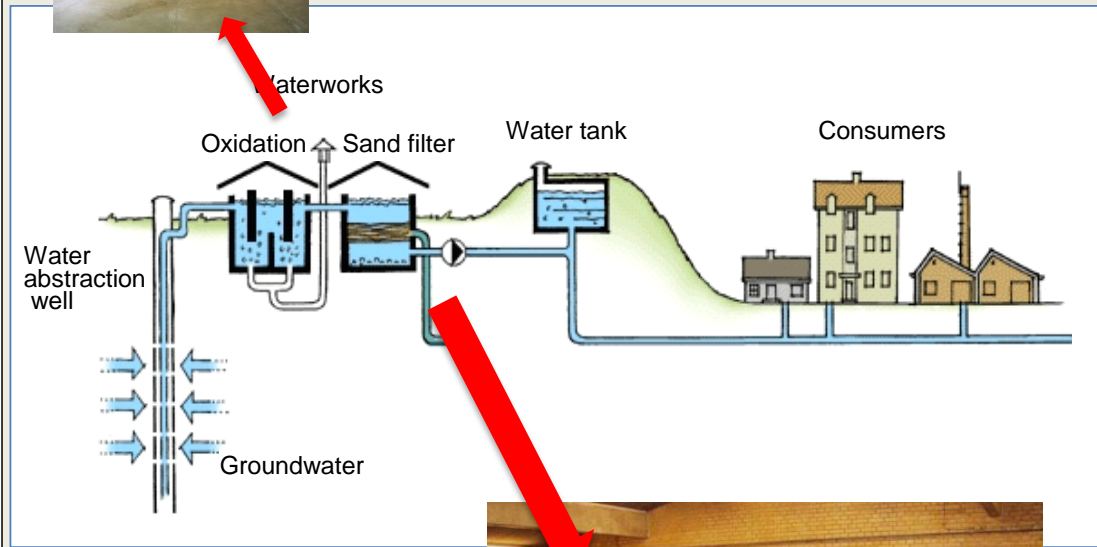
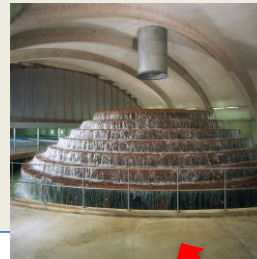
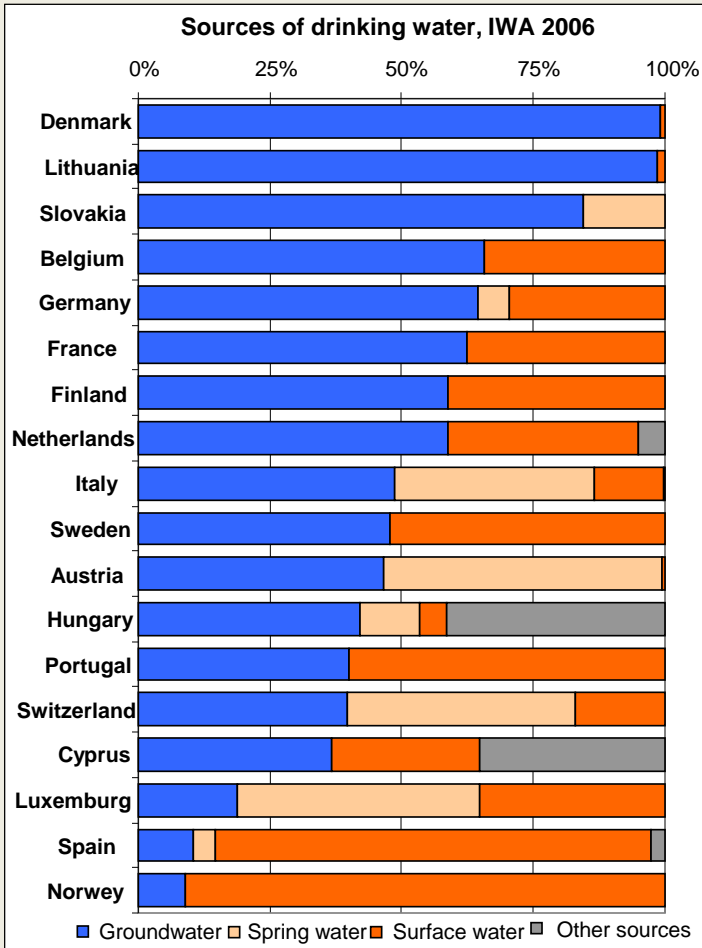
- At udvikle teknologier til rensning af pesticidforurenset drikkevand baseret på tilsætning af specifikke nedbryderbakterier til vandværkers sandfiltre.
- At karakterisere de mikrobielle samfund i sandfiltrene

Sandfiltrernes funktion:

Fjernelse af NH_4^+ ved nitrifikation
Fjernelse af CH_4 af metanoxiderende bakterier
Nedbrydning af organisk stof
 Fe^{2+} oxidation
 Mn^{3+} oxidation



Grundvand som drikkevand

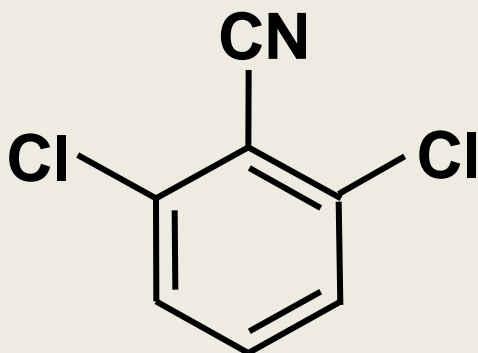


De oftest fundne pesticider

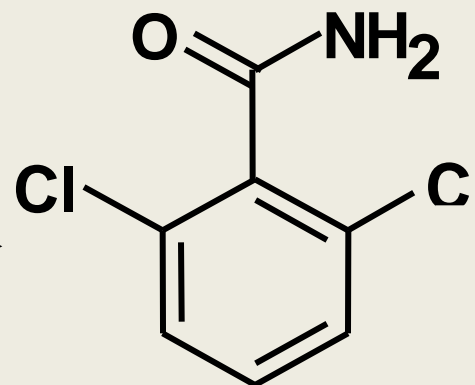
Pesticider/ Nedbrydningsprodukter	Fund %	Fund > 0,1 µg/l %
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	18,8	7,9
Diethylisopropyl-atrazin	11,4	2,9
Deisopropyl-atrazin	8,2	1,6
4-Nitrophenol	8,3	0,7
Deethyl-atrazin	6,7	1,4
Atrazin	5,2	1,6

BAM – det største problem

Dichlobenil
2,6-dichlorobenzonitril



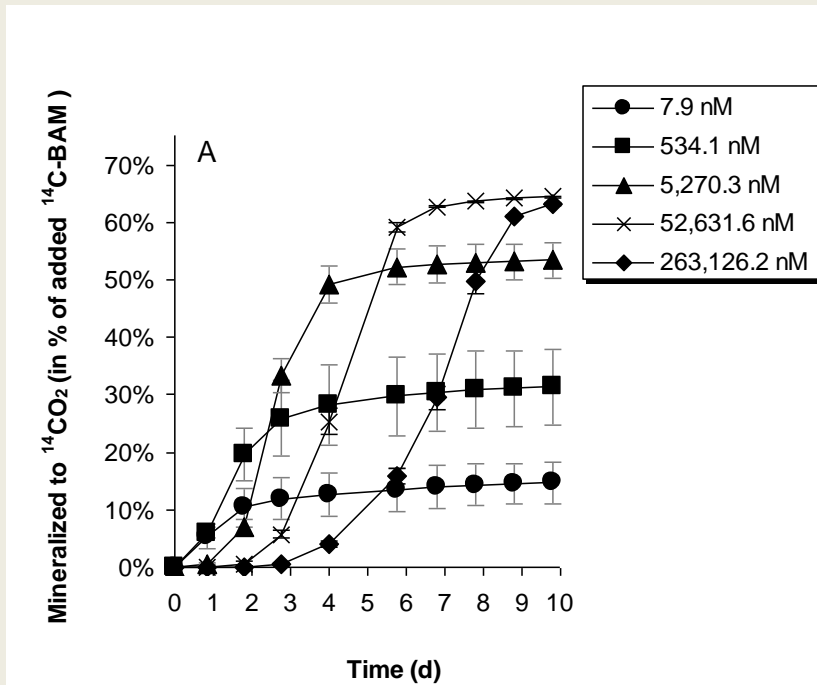
BAM
2,6-dichlorobenzamid



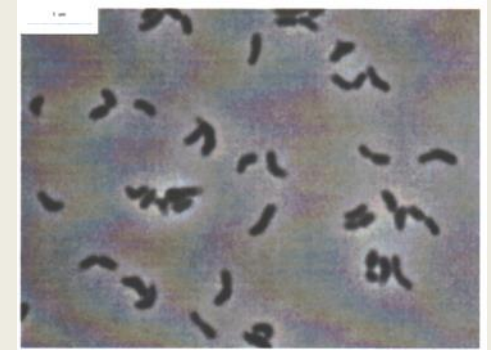
Grundvand

Aminobacter – en BAM nedbrydende bakterie

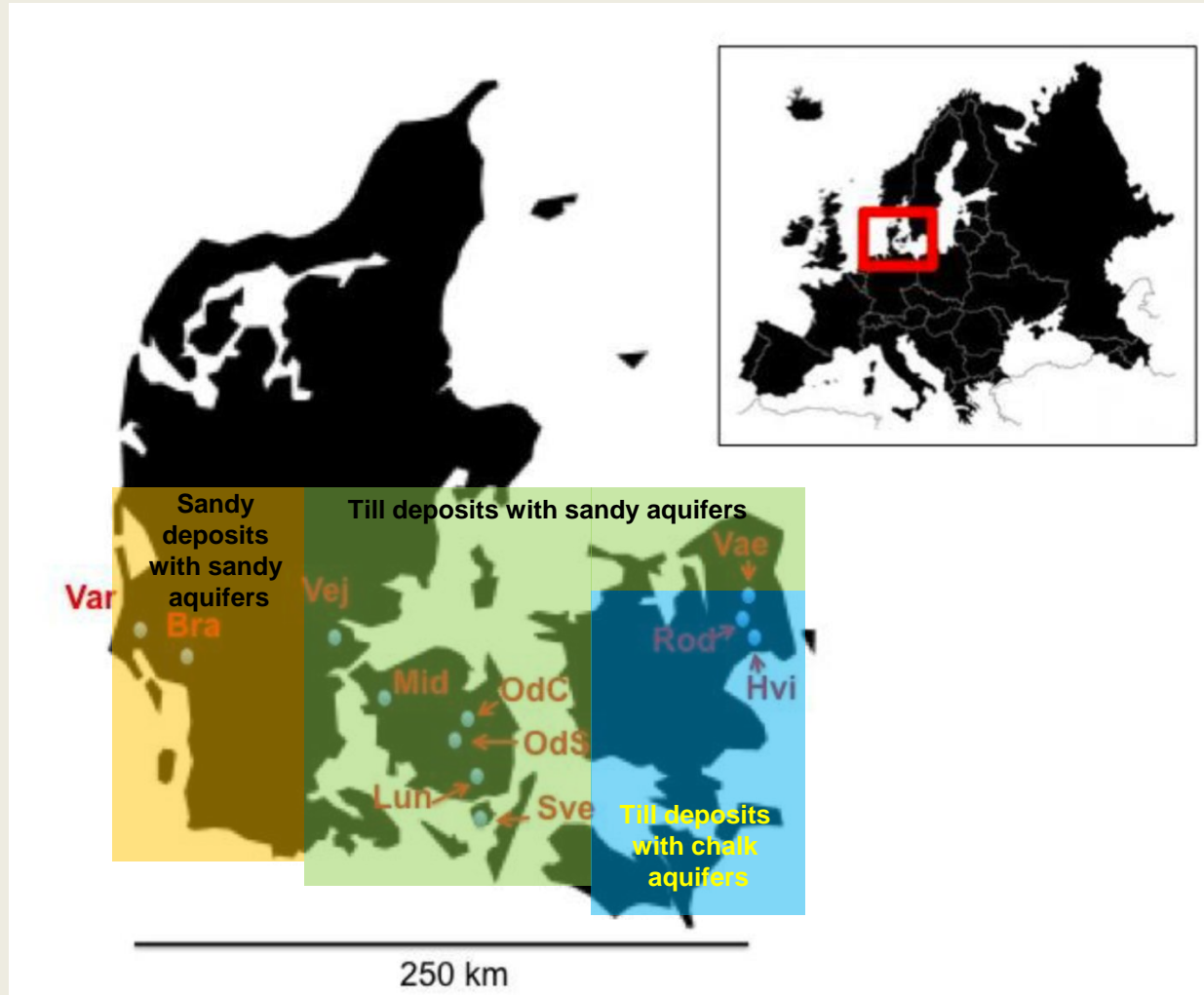
Aminobacter sp. strain MSH1



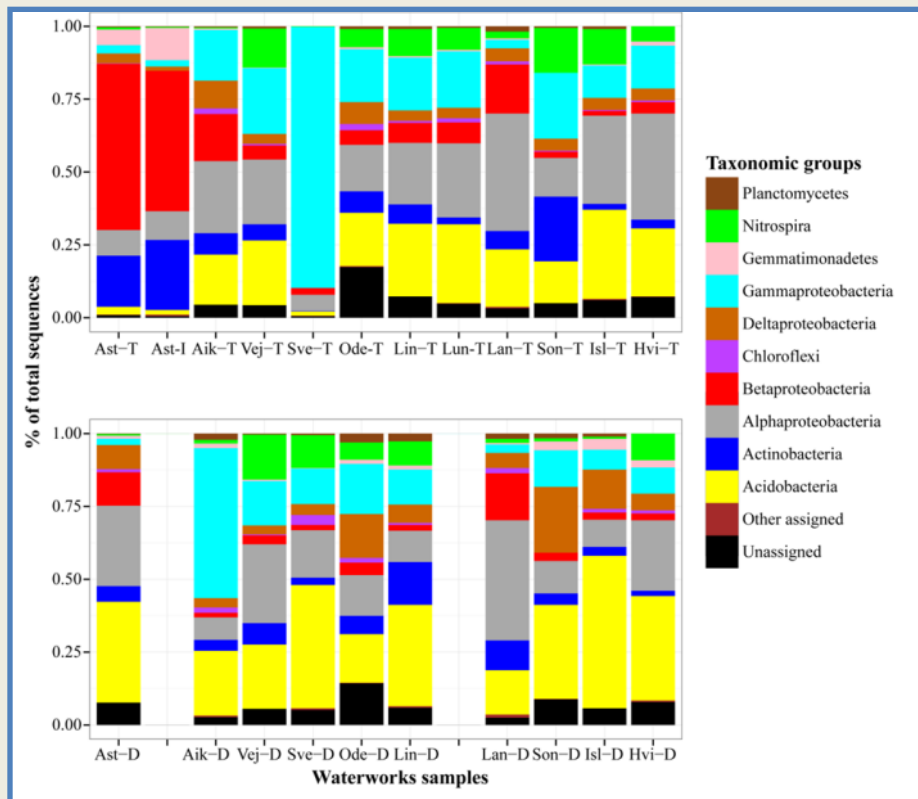
Sørensen et al., (2007) *Appl. Environ. Microbiol.* 73:399-406



Prøvetagning fra 11 sandfiltre



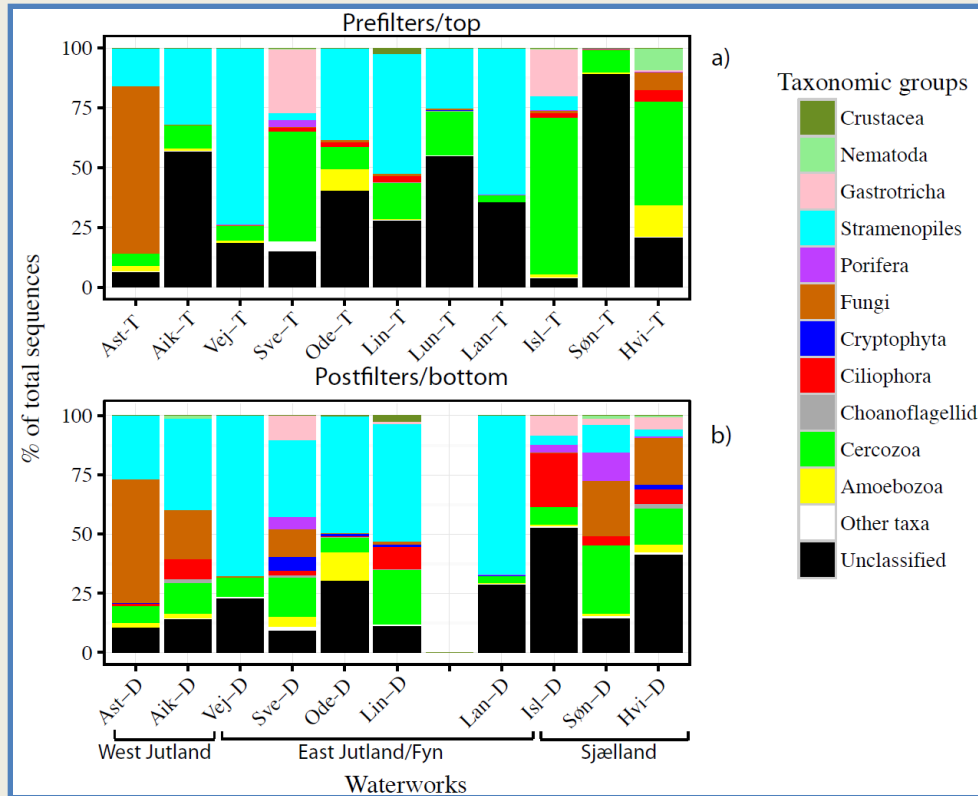
Mikrobiel diversitet i sandfiltre



Albers et al., (2015) *Environ. Sci. Technol.* 49: 839–846

- ***Gallionella*** var dominerende i sandfiltre, der modtog grundvand med et højt jernindhold
- ***Methylococcaceae*** blev fundet i sandfiltre, der modtog grundvand med metan
- ***Hyphomicrobium*** spp. var tilstede i alle sandfiltre, hvor de sandsynligvis star for mangan-oxidationen
- Ammonium-oxiderende ***Nitrosomonas*** og ***Crenarchaeota*** blev fundet i alle filter, men dog i relativt lavt antal
- ***Nitrospira***, som sandsynligvis spiller en rolle i oxidationen af nitrit til nitrat, blev også fundet

Eukaryotisk diversitet i sandfiltrene



Bugge Harder et al. (in prep.)

- Protozoer dominerede de eukaryote samfund hvor **ciliater, stramenopiler, cercozoa og amoebae** udgjorde 62% af alle sekvenser
- På Astrup vandværk i Jylland udgjorde **svampe** > 50% af sekvenserne
- **Cercozoa** dominerede på Sjælland
- De mest dominerende metazoa var :
 - Nematoder
 - Gastrotricher
 - Små krebsdyr



Nematoda



Gastrotricha



Fungi/yeast



Ciliates



Cercozoa

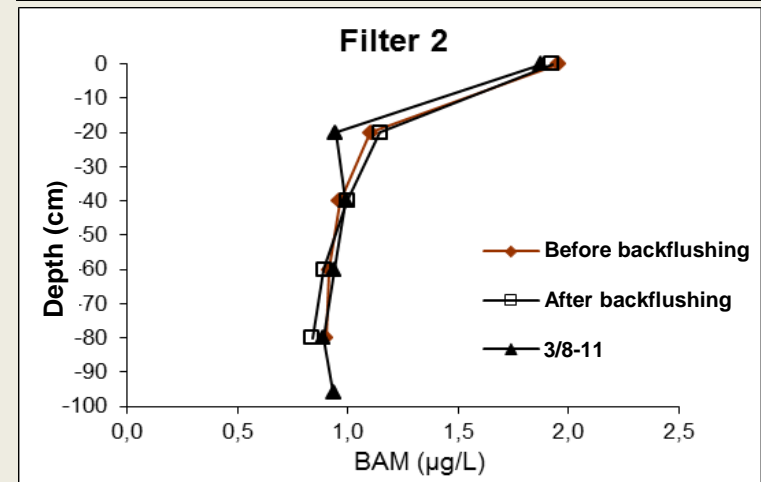
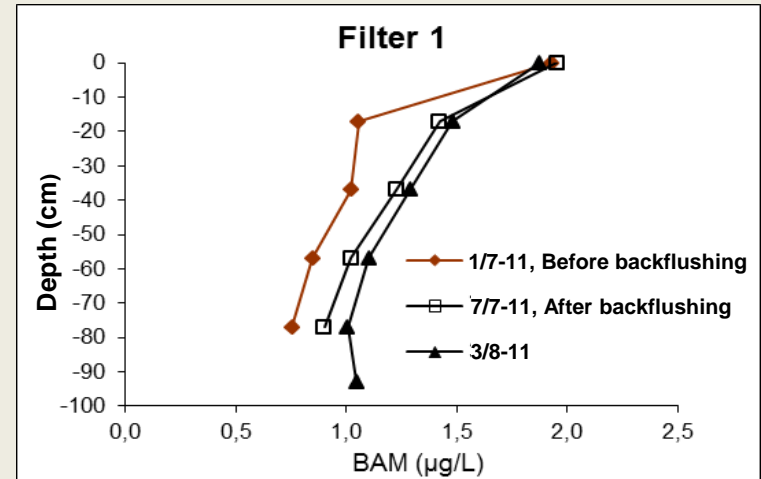
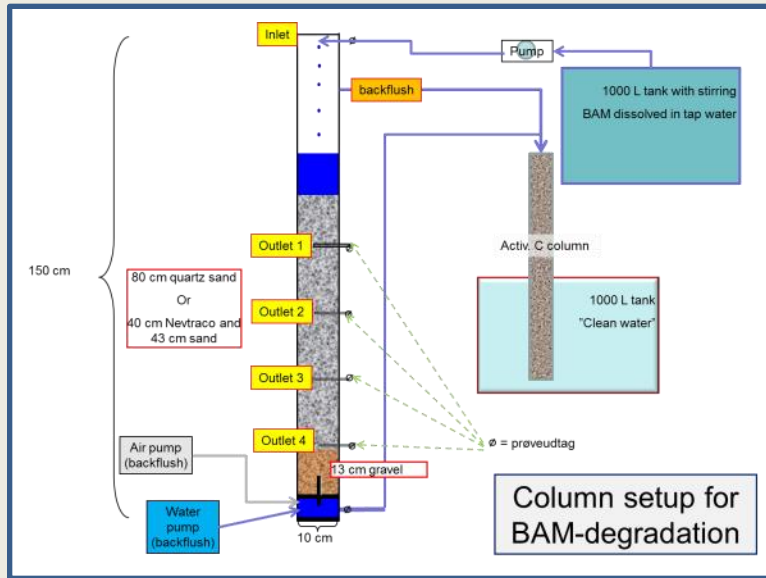


Amoebae

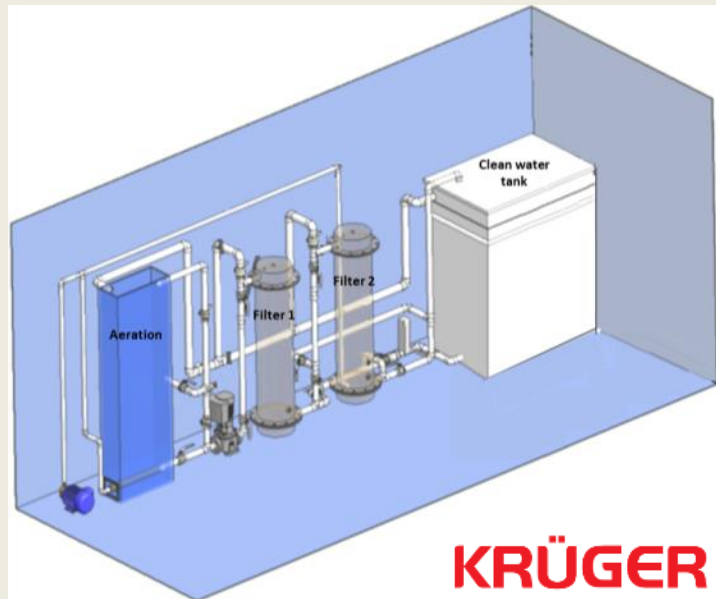


Cercozoa

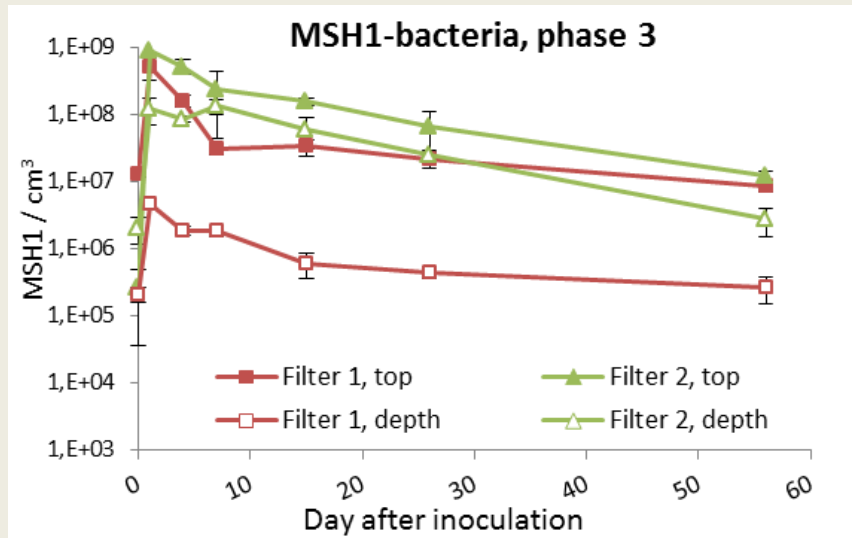
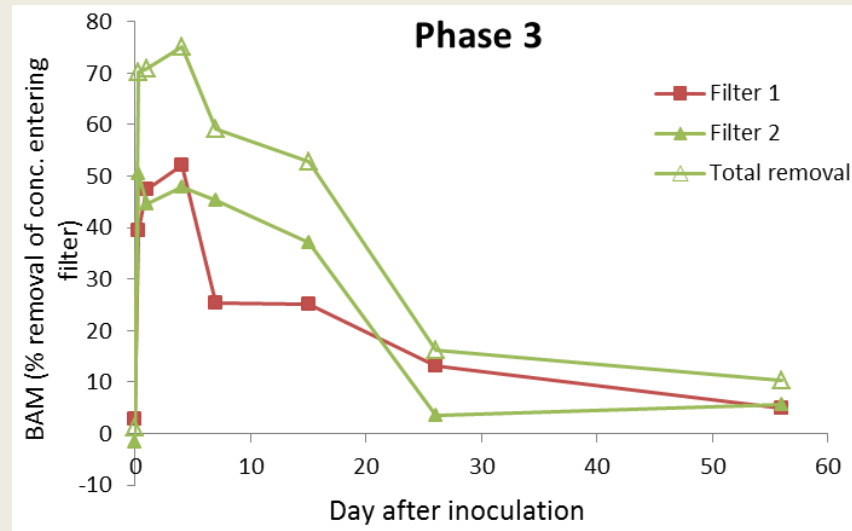
Lab-skala vandværk



Pilot-skala vandværk

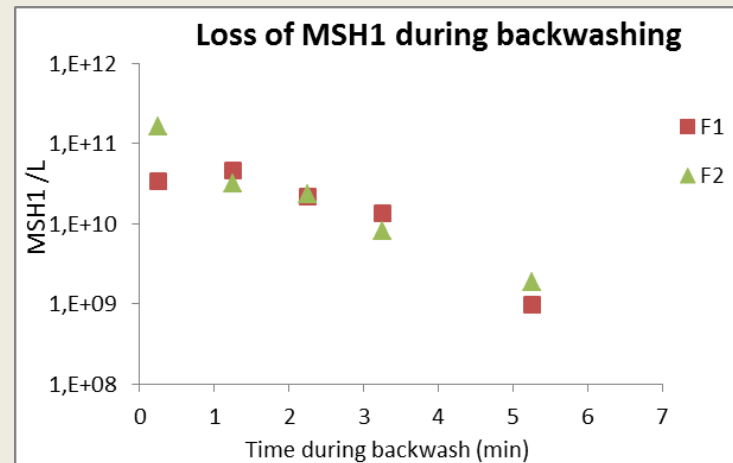
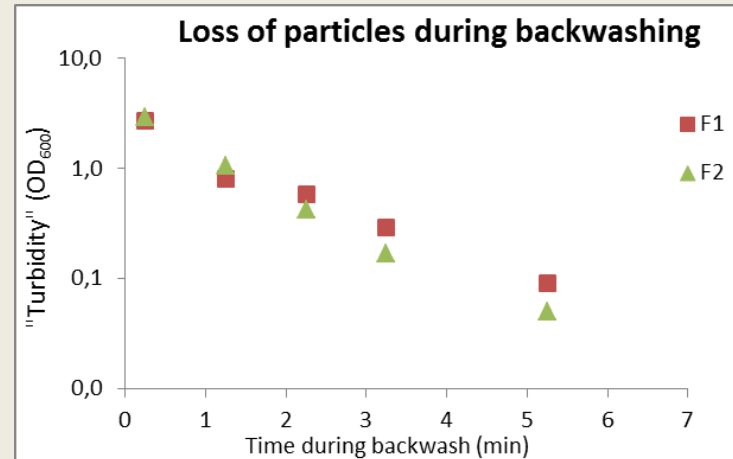


BAM nedbrydning



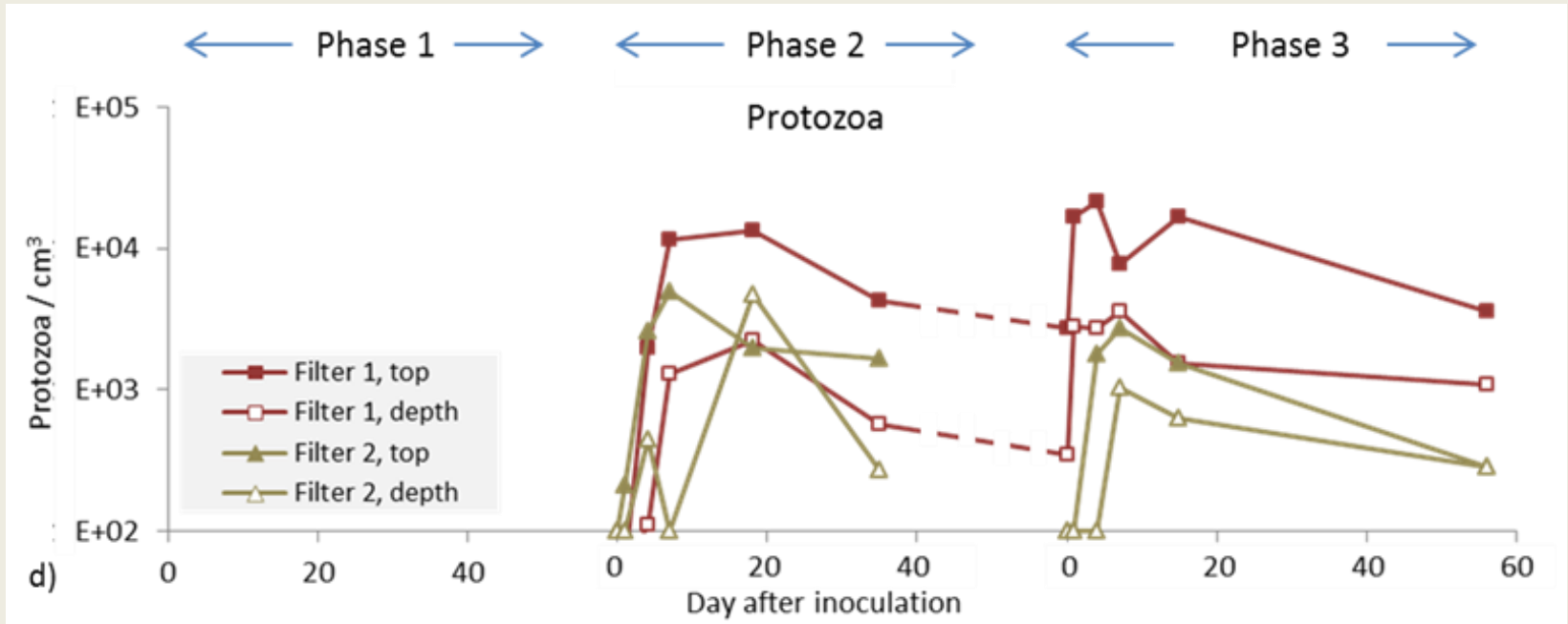
Albers et al., (2015) Water research

Udvaskning af celler



Albers et al., (2015) Water research

Tab af bakterier som følge af protozoer



Albers et al., (2015) Water research

Kan teknologien forbedres?

Tab af bakterier fra sandfilterne kan måske forhindres ved immobilisering af bakterierne på særlige materialer, såkaldte carriers

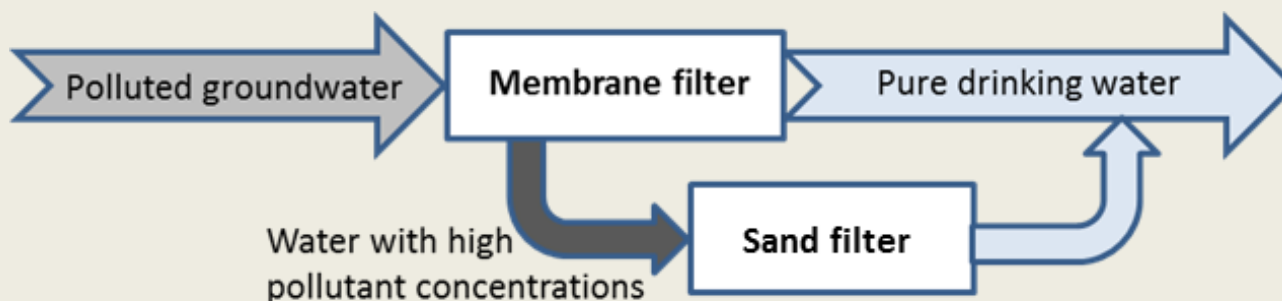
Pesticidfjernelsen kan udføres i et separat sandfilter, således at returskyldning undgås.

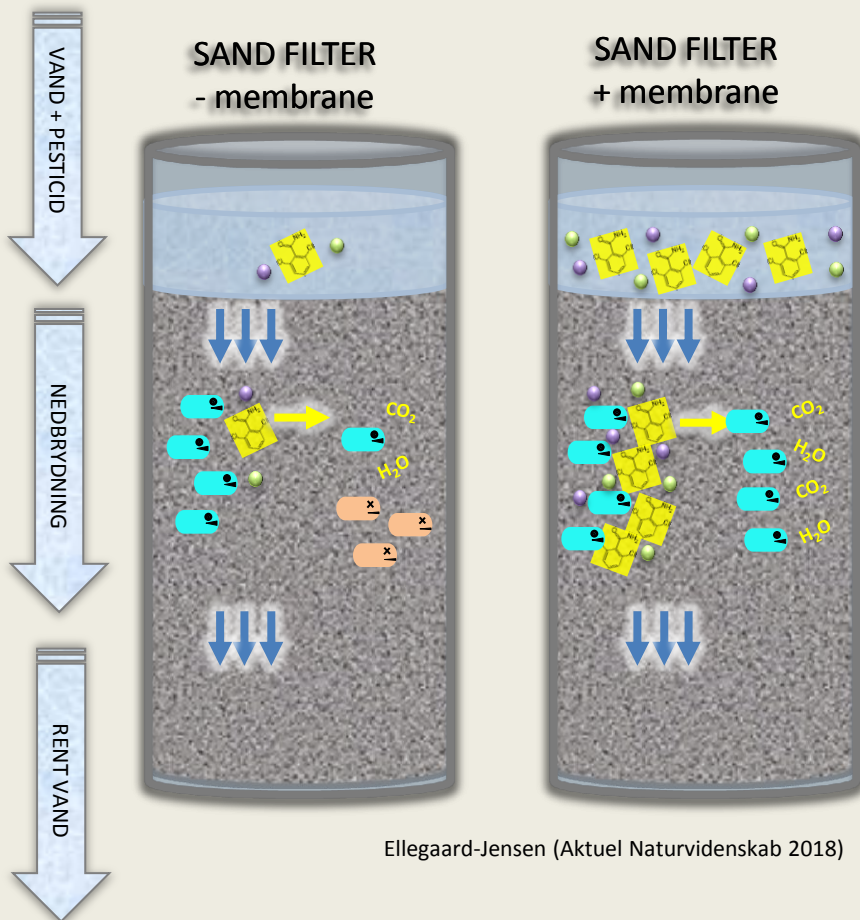
Nedbrydningsprocessen er hæmmet af de ekstremt lave pesticidkoncentrationer

Det er muligt processen kan stimuleres ved tilsætning af små mængder organisk kulstof, der kan fungere som alternative kulstofkilde for *Aminobacter* MSH1

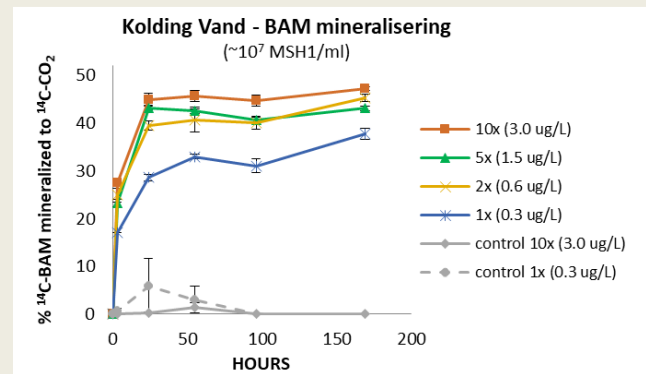
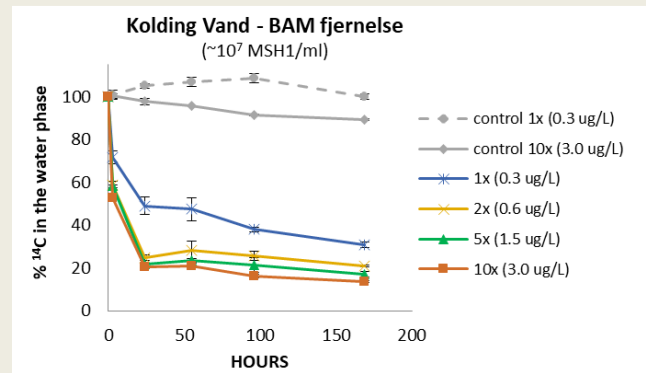
MEM2BIO – Innovative combination of membrane technology and biological filtration for water purification

2016-2020

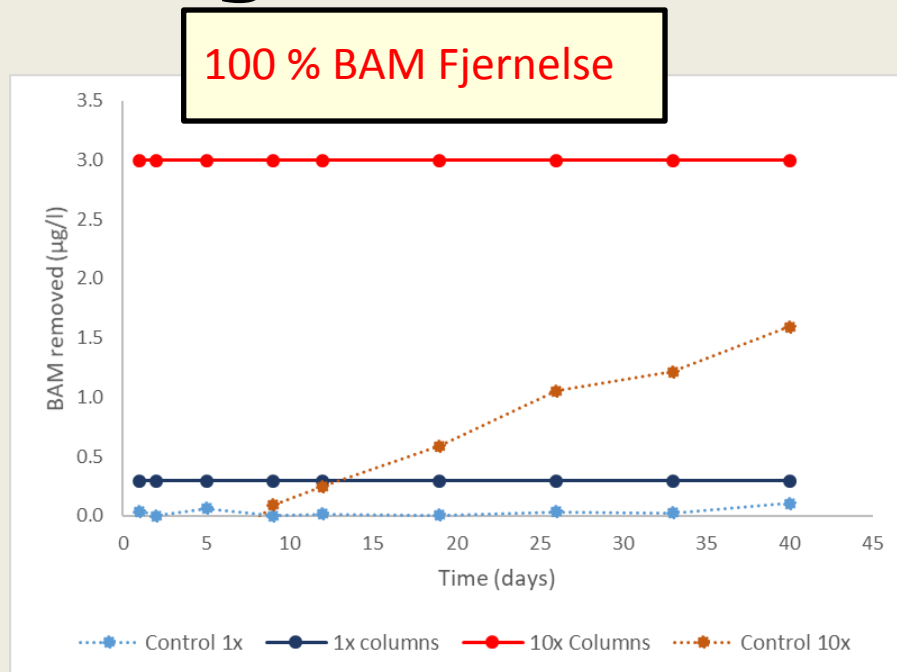
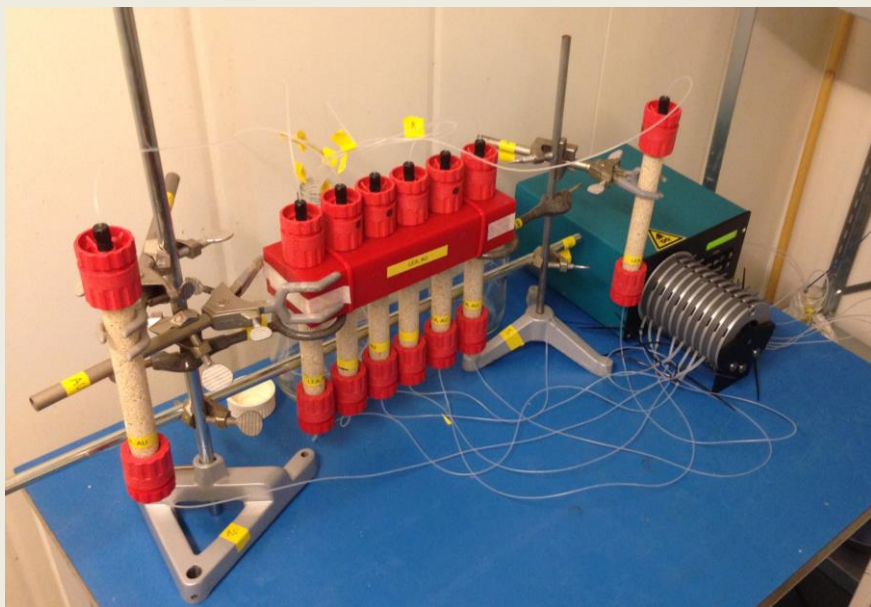




- Pesticid
- Andet kulstof
- Mineraler
- Pesticid-nedbrydere
- Døde pesticide-nedbrydere



Søjleforsøg



Næste trin: Pilot-skala forsøg hvor membranteknologien kobles til et biologisk sandfilter

Konklusion

- Geokemien af råvandet er bestemmende for diversiteten af de bakterielle samfund i sandfiltre på vandværker
- Det er muligt at opnå fuldstændig nedbrydning af BAM ved tilsætning af *Aminobacter* MSH1 til et pilotskala sandfilter, men nedbrydningspotentialiet kunne maksimalt opretholdes en måned.
- Ved at kombinere membranfiltrering med sandfiltre tilsat *Aminobacter* MSH1 kan BAM-nedbrydningspotentialiet opretholdes i længere tid