

A network diagram with nodes and connecting lines, rendered in shades of blue and cyan, set against a dark blue background. The nodes are represented by small circles, and the lines are thin, creating a complex web of connections.

7 december 2023

A small, light blue wavy line graphic that separates the date from the main title.

Microdiversiteit = Macrodiversiteit

Paul van der Wielen

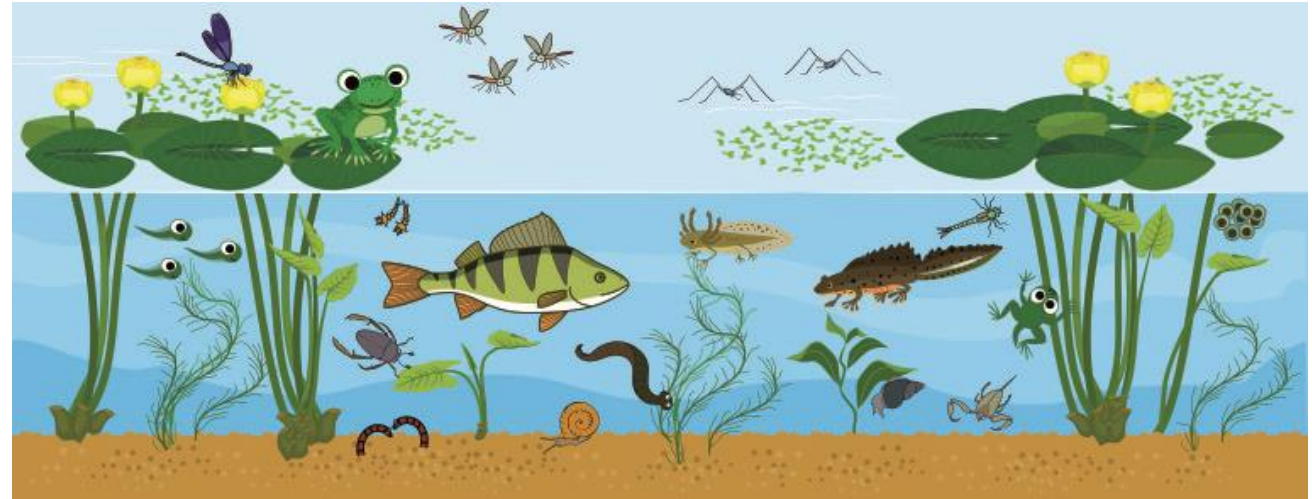
~ KWR Water Research Institute - Nieuwegein

KWR

- Onderzoeksinstituut van de Nederlandse drinkwaterbedrijven
- Multidisciplinair, ~ 200 werknemers
- Focus op gehele watercyclus, sterke achtergrond in microbiologische en chemische waterkwaliteit
- Bridging science to practice
- BTO, TKI, EU



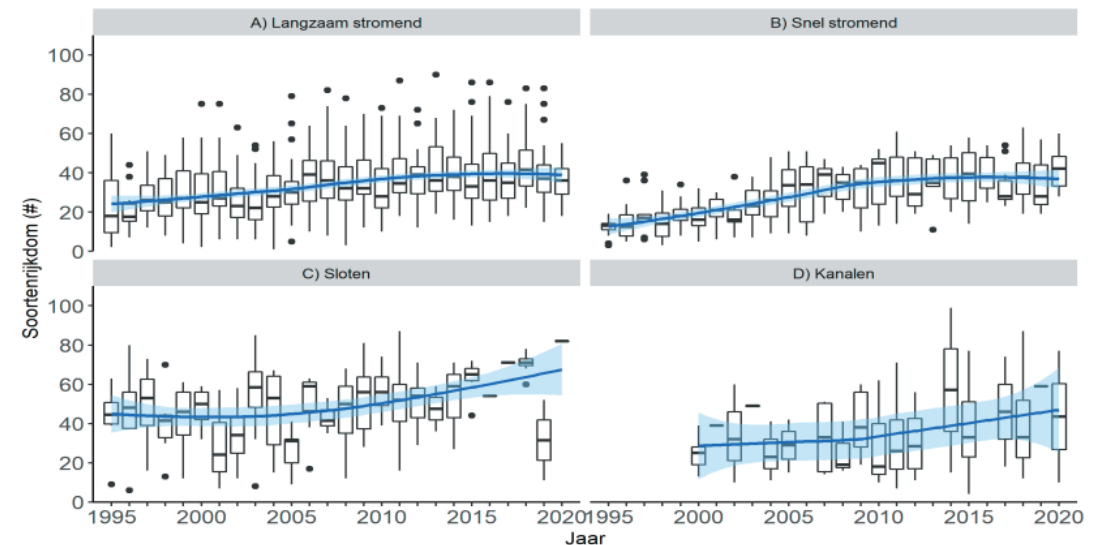
~ Biodiversiteit



- Wikipedia: Biodiversiteit of biologische diversiteit is een graad van verscheidenheid aan levensvormen binnen een gegeven ecosysteem, bioom, geografisch gebied of de gehele planeet.
- Biodiversiteit en oppervlaktewaterkwaliteit (KRW)
- Focus op vissen, macrofauna, waterplanten en algen
- Binnen deze groepen wordt soortenrijkdom van 100 gezien als uitzonderlijk
- De microbioloog kijkt hier een beetje met verbazing naar

FIGUUR 5

Verloop in macrofauna-soortenrijkdom tussen 1995 en 2020 in de A) langzaam stromende wateren (42), B) snel stromende wateren (14), C) sloten (13) en D) kanalen (5). De boxen zijn inter-kwartiel-afstanden (25^e percentiel tot 75^e percentiel), de verticale lijnen ('whiskers') strekken zich uit tot maximaal 1,5 keer de breedte van de box en stippen zijn uitschieters. De blauwe lijn geeft de lokaal gewogen afvlakingscurve door alle metingen met een 95% betrouwbaarheidsinterval (loess functie) weer.

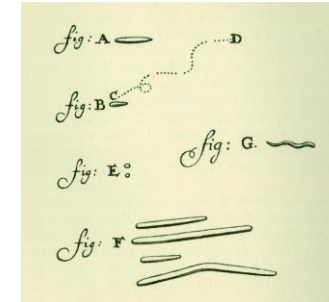


Van der Lee et al. 2022

~ Microbiële diversiteit

- Bacteriën onder de microscoop : lage diversiteit in vorm
- Bacteriën op een agarplaat: hogere diversiteit
- Klein deel bacteriën (0.01 tot 10%) te kweken
- Sequencing van 16S rRNA gen van bacteriën toont sinds jaren '90 de ware diversiteit van bacteriën
- Soortenaantallen op onze planeet
 - Aantal planten en diersoorten geschat op 5 tot 10 miljoen
 - Aantal soorten micro-organismen geschat op 100 miljoen tot 1 biljoen

KWR



Van Leeuwenhoek
1683

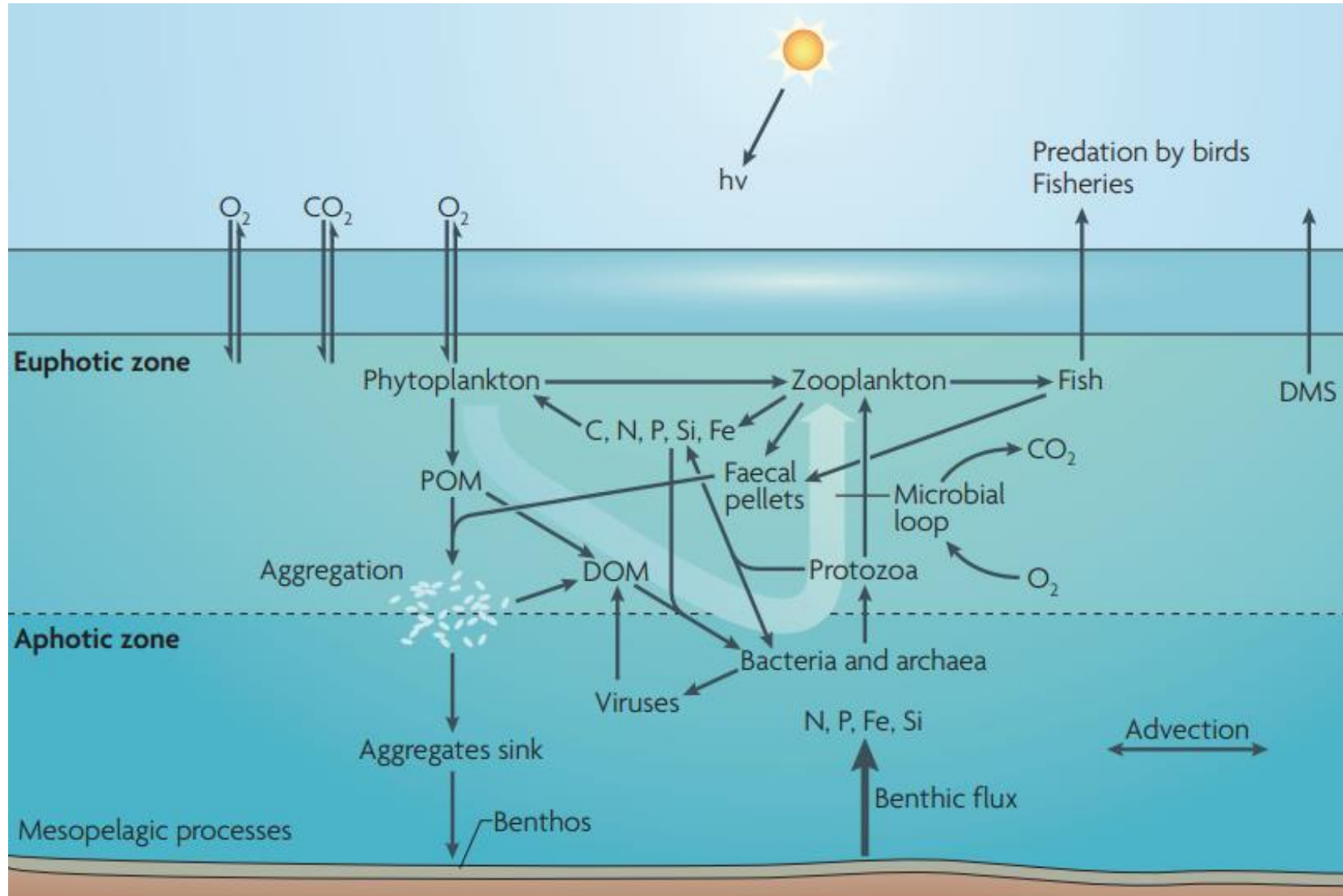
Universiteit
Maastricht



Ahmed &
Amer, 2014

Microbiële loop

KWR



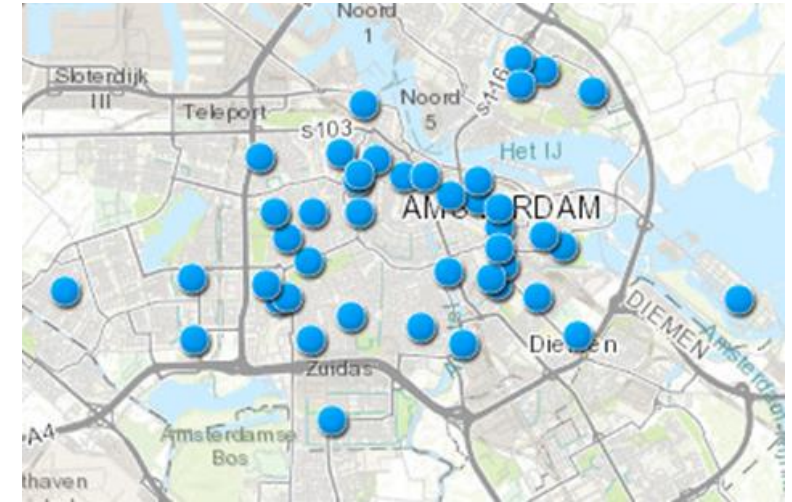
➤ Primaire productie en microbiële loop bepalen de biologie (energie en nutriënten)

➤ Rest is leuke bijvangst 😊



~ Microbiële soortendiversiteit water

- Drinkwater Amsterdam project 2015
 - 43 deelnemende burgerwetenschappers
 - Watermonsters
 - Drinkwater uit de kraan direct en na doorstroming
 - Drinkwater uit flesje dat mensen hervullen
 - Bacteriekweek door burgerwetenschappers
 - Algemene microbiologische parameters en 16S rRNA gen analyse door laboratorium
- Resultaten
 - Aantal aangetroffen soorten in drinkwater uit de kraan bij deze 43 huizen: ruim 51.000 !
 - Aantal bacteriën gemiddeld in drinkwater uit de kraan: ~100.000 cellen per ml



Microbiële soortendiversiteit water - voorbeeld

➤ Twee diversiteitsmaten

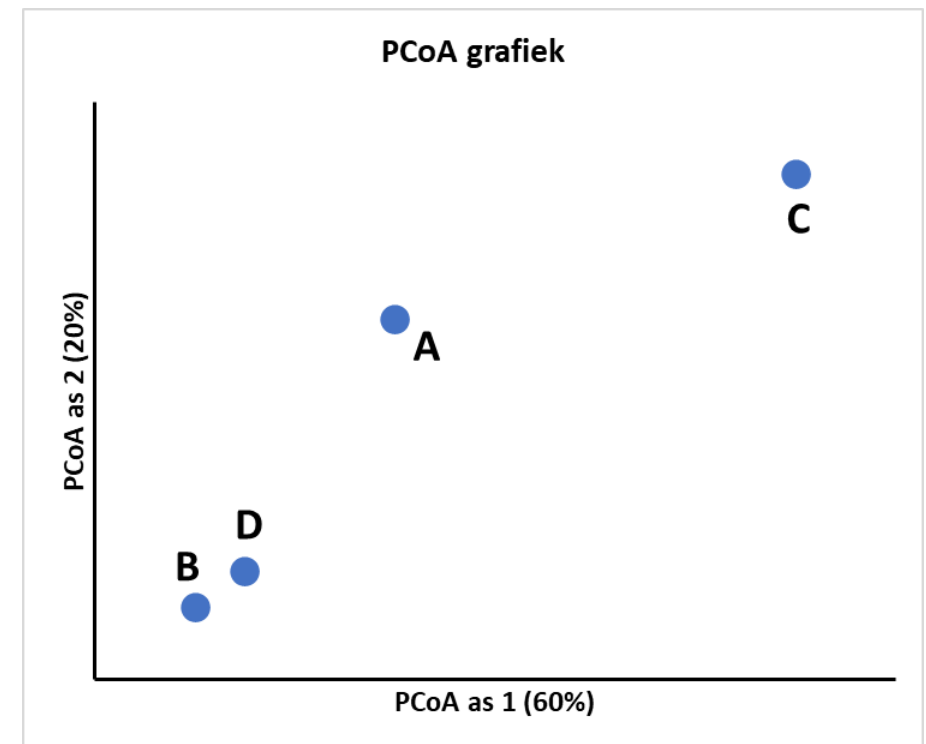
➤ Alpha (α -diversiteit)

- Diversiteit binnen een monster
- Aantal soorten en verdeling individuen
- Diversiteit van hoog naar laag B, D, A, C
- Shannon index veel gebruikt

➤ Beta (β -diversiteit)

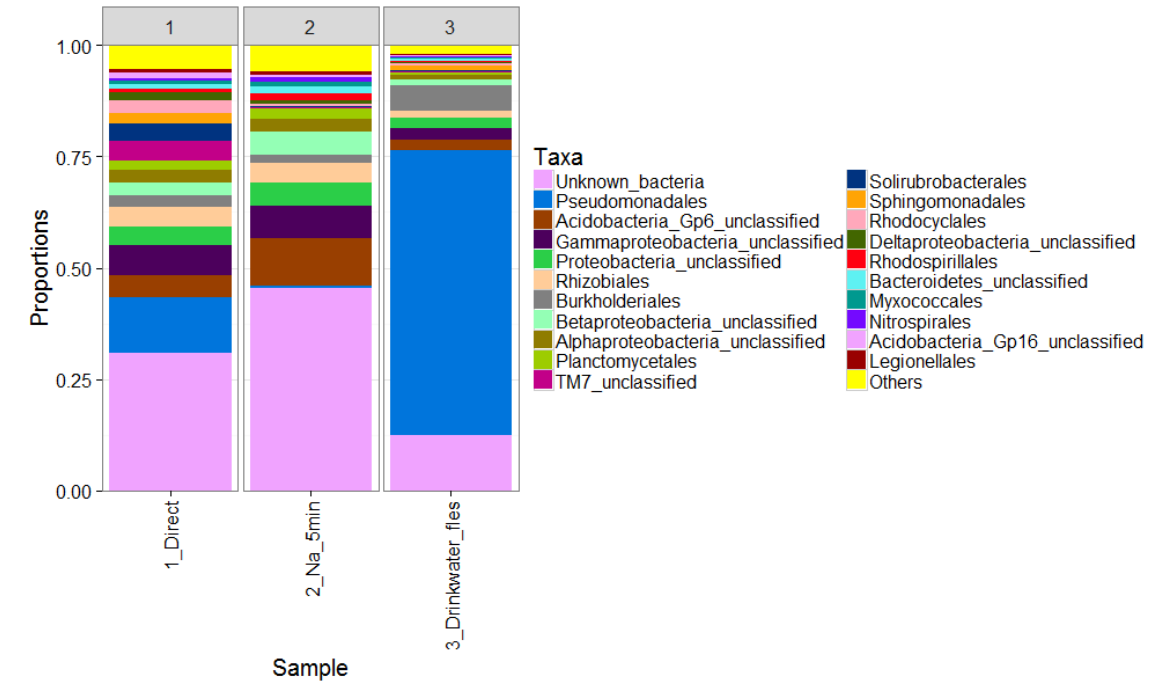
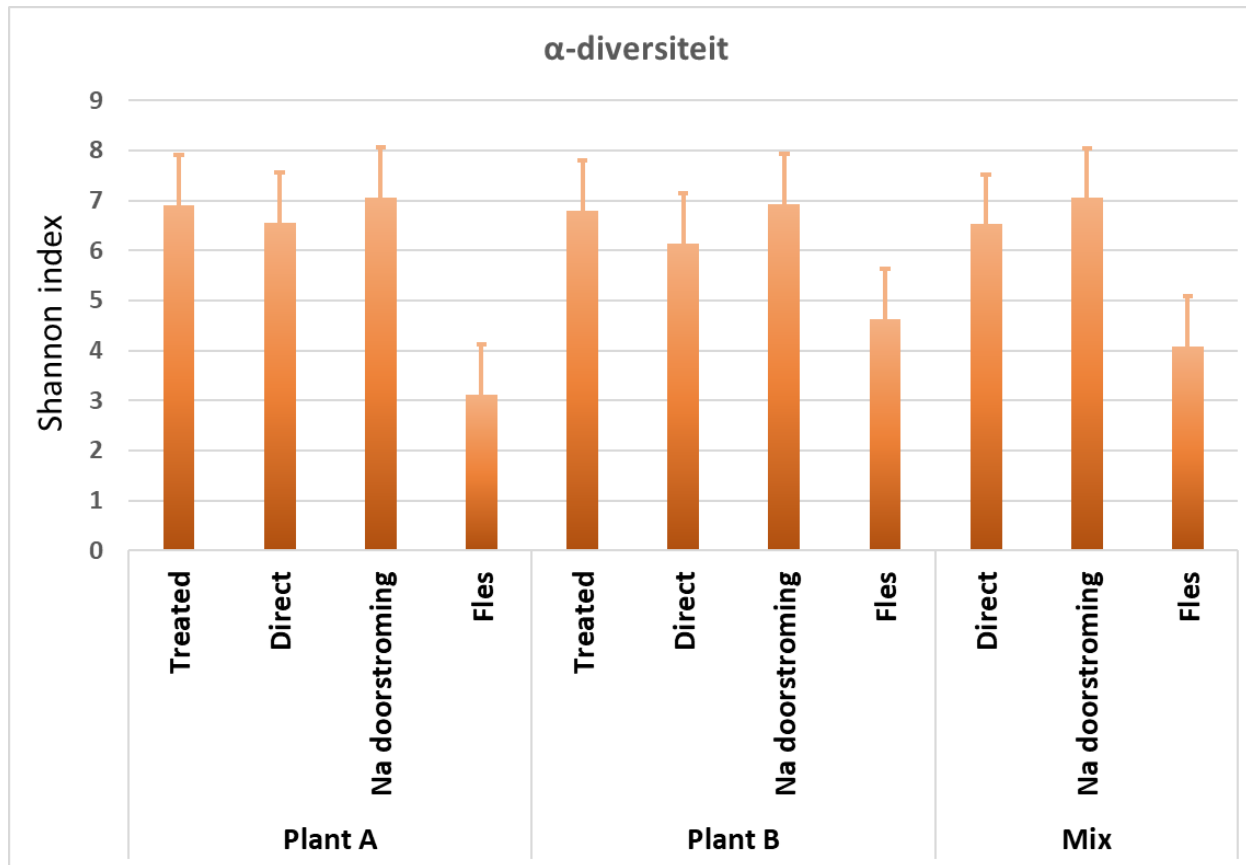
- Diversiteit tussen monsters vergelijken
- Bray-Curtis maat veel gebruikt
- Weergegeven in PCoA plot

Soort	Locatie			
	A	B	C	D
1	1	2	0	3
2	1	2	0	2
3	1	2	0	1
4	6	2	0	4
5	1	2	0	2
6	0	0	10	0



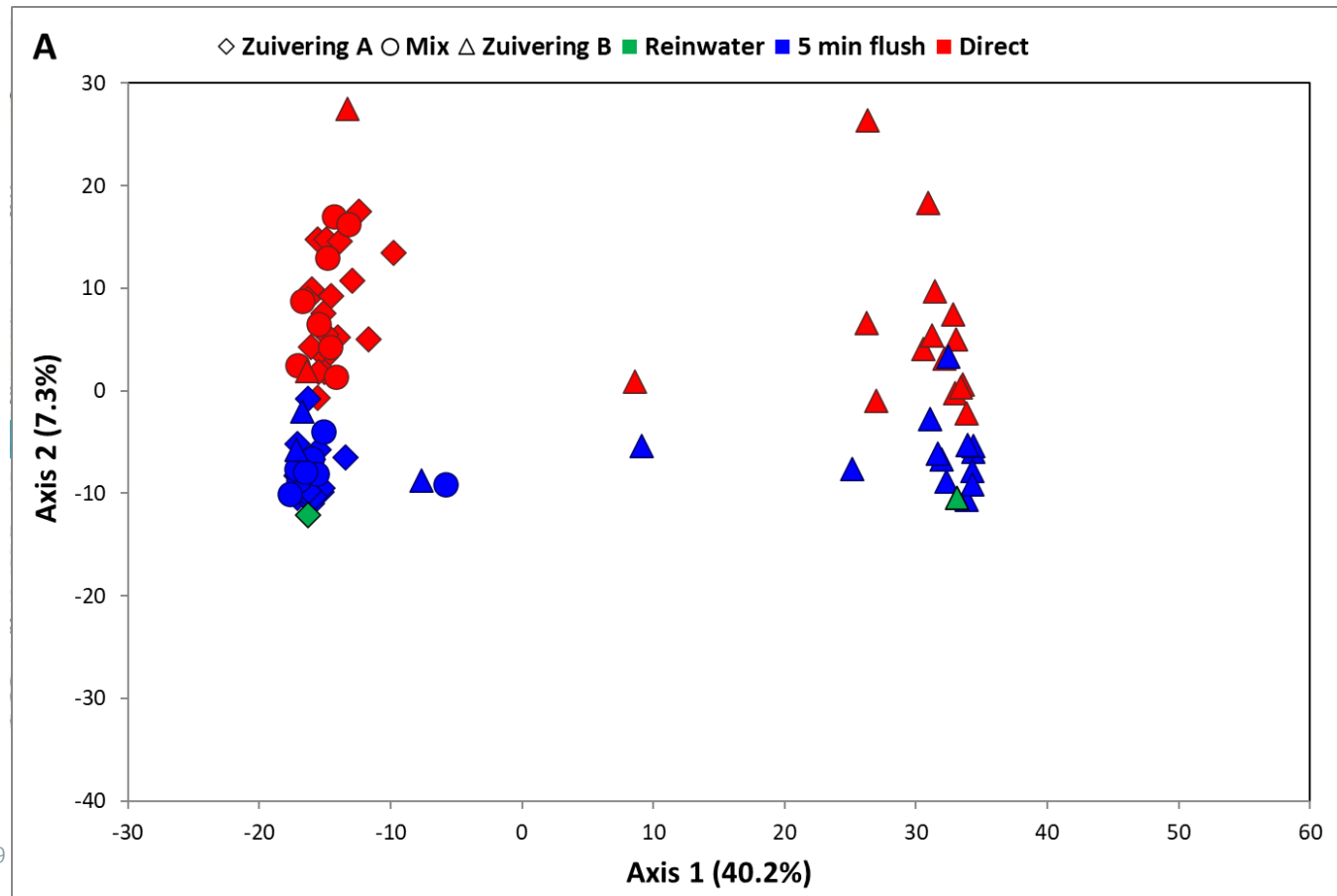
Drinkwaterkwaliteit vergelijken met bacteriële diversiteit

➤ Waarde van α -diversiteit – Amsterdam voorbeeld



Drinkwaterkwaliteit vergelijken met bacteriële diversiteit

- Wederom drinkwater Amsterdam project 2015
- Vergelijking β -diversiteit drinkwater huizen en reinwater bij pompstation (zuivering)

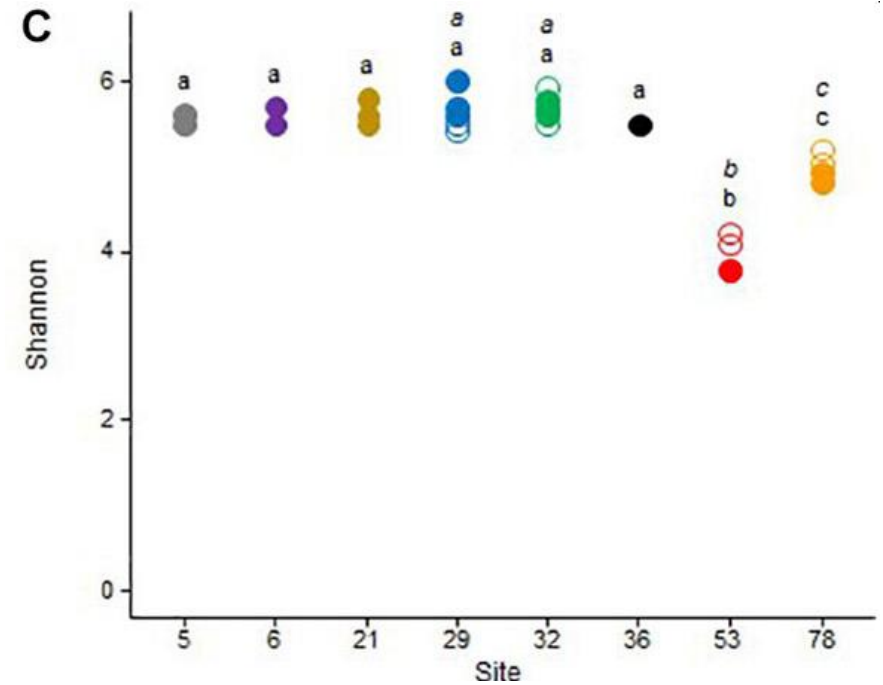
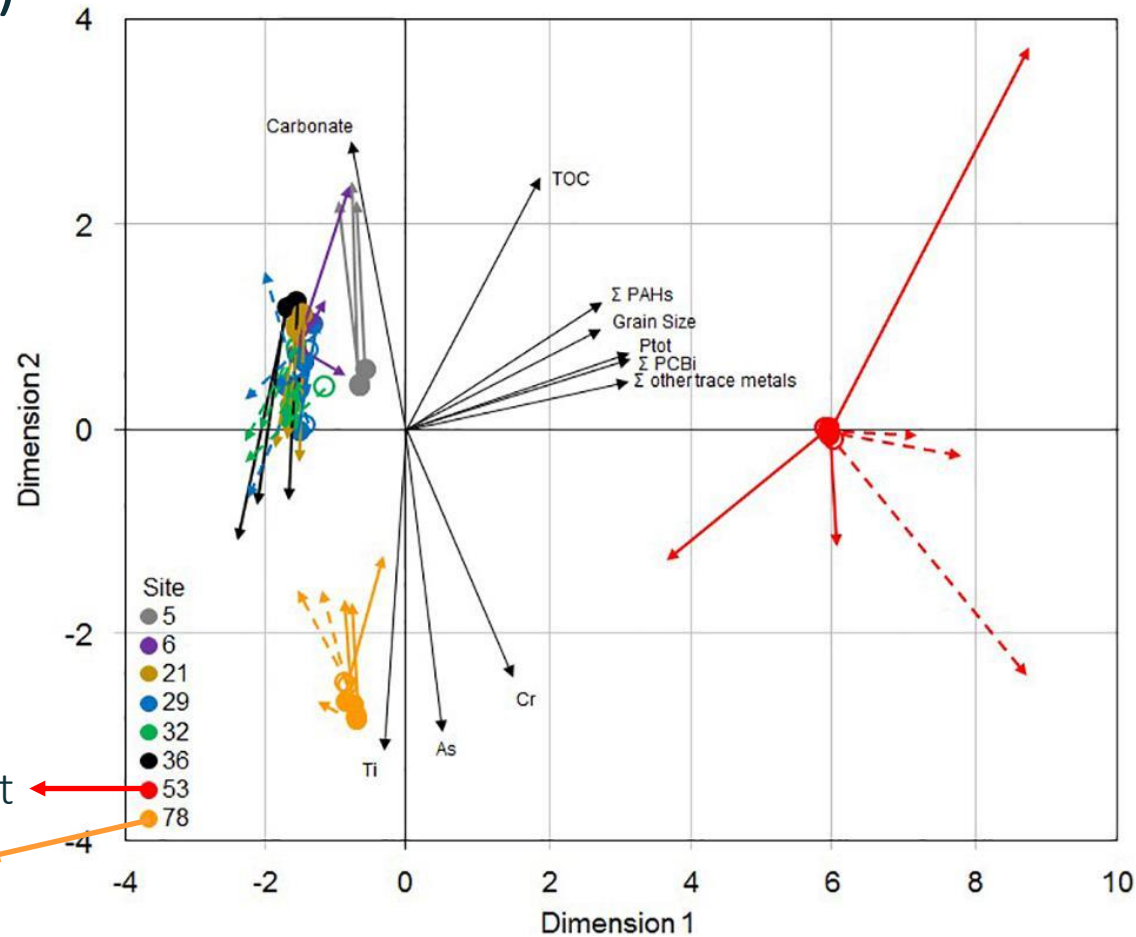


➤ Resultaten

- Drinkwater van zuivering A heeft andere bacteriediversiteit dan die van zuivering B (Permanova: $p < 0,05$)
- Deze verschillen te gebruiken om de herkomst van drinkwater te bepalen waar (on)duidelijk is of die van zuivering A of B komt
- Overnacht stilstand in de drinkwaterinstallatie beïnvloedt de bacteriële drinkwaterkwaliteit (Permanova: $p < 0,05$)

Aquatisch milieu – oppervlaktewater

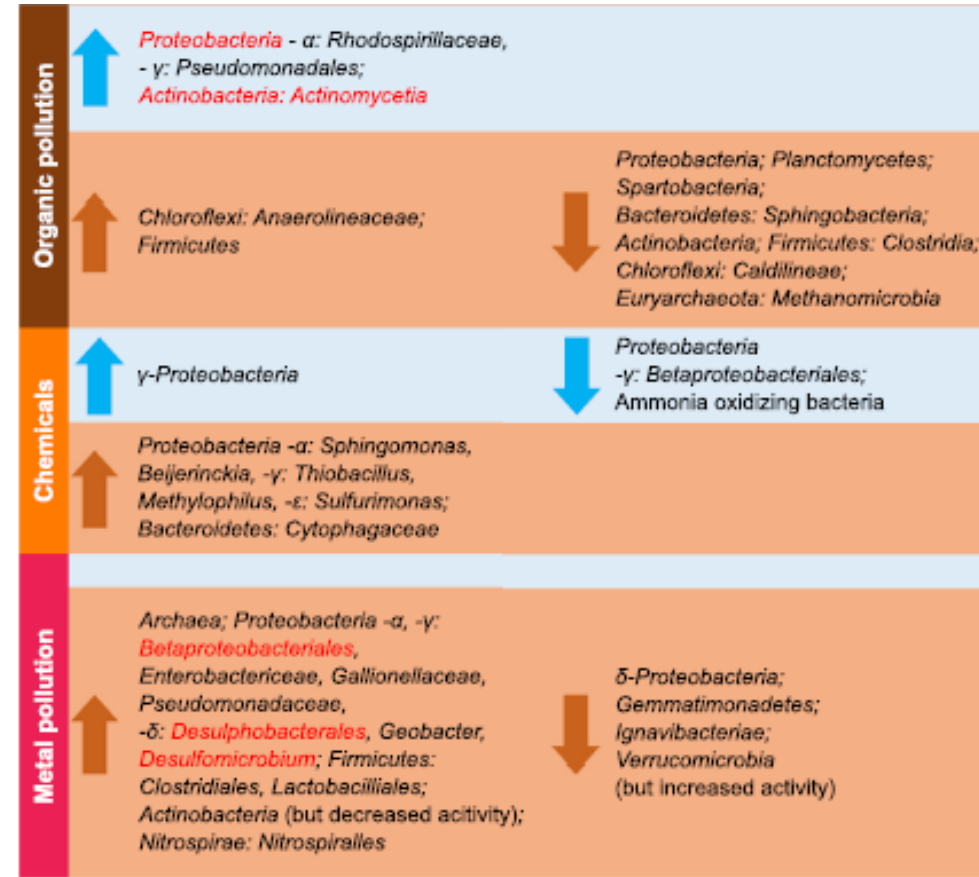
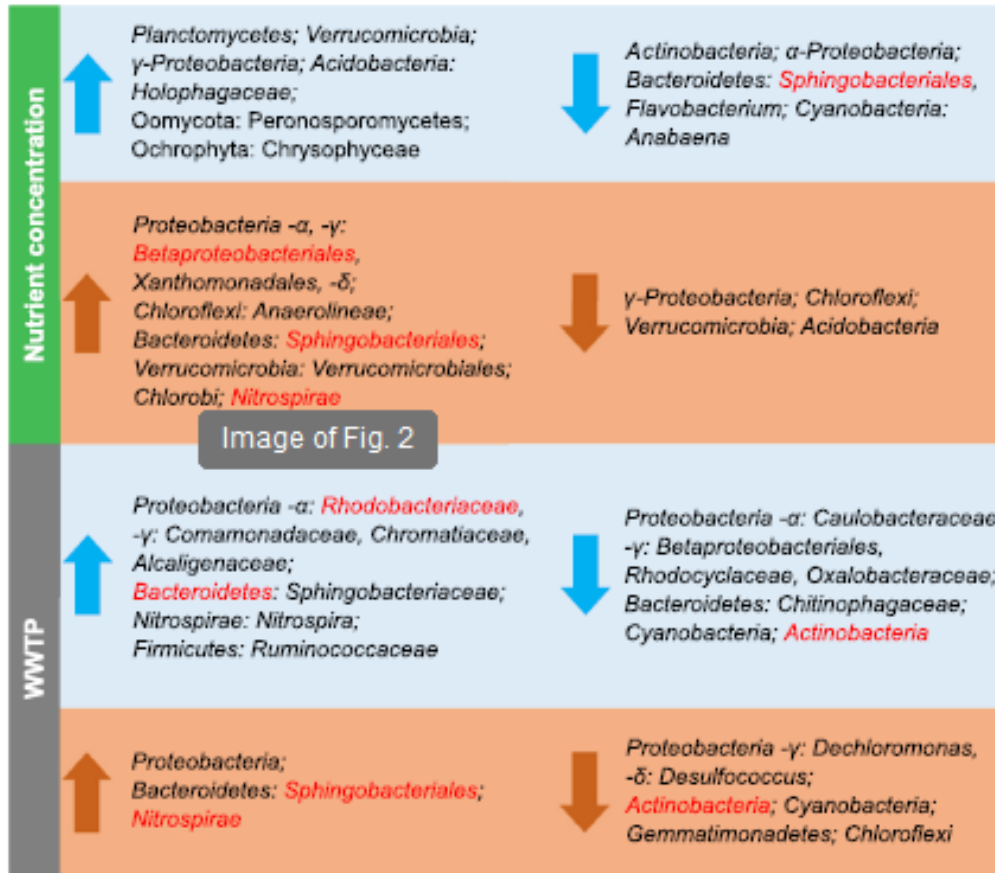
- Leuk dat drinkwater, maar wij zitten hier voor andere aquatische milieus!
- Voorbeeld microbiële bio-indicator antropogene impact – Meer van Geneve (Lyautey et al., 2021)



Hoogste impact
1-na-hoogste
impact 10



Aquatish milieu – Bio-indicatoren



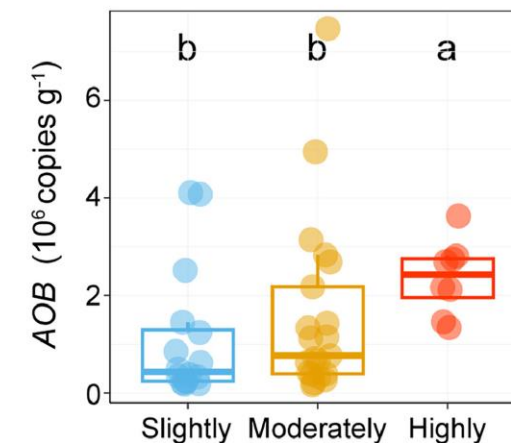
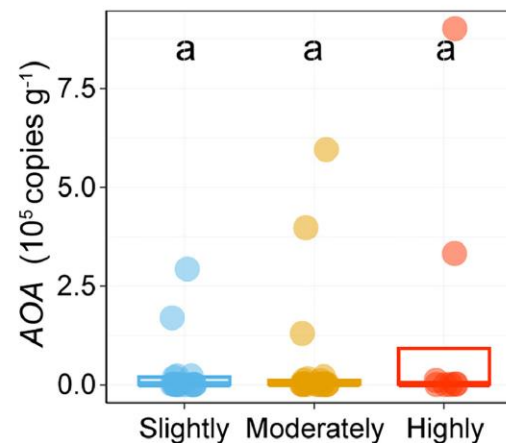
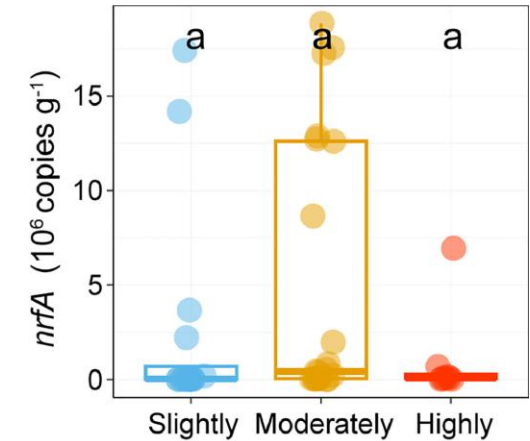
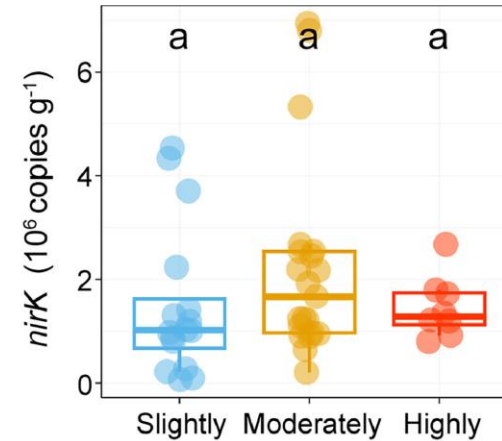
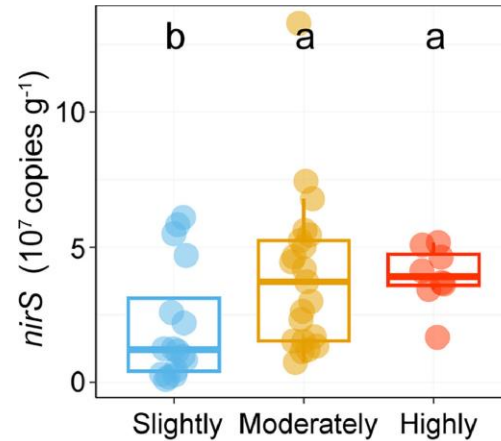
Sagova-Mareckova et al 2021

Microbiële processen om waterkwaliteit te begrijpen

Proces	Organisme	Gen	Enzym	Kwaliteit
Vastleggen CO ₂	Bacteriën Archaea Eukaryoten	<i>Cbbl</i> <i>cbbm</i>	RuBisCo	Ratio oxisch/anoxisch
Methaanproductie	Archaea	<i>mcrA</i>	Methyl coenzyme Q reductase	Eutrofiëring, zuurstof, organische stof
Methaanverwijdering	Bacteriën	<i>pmoA</i>	Methaan monooxygenase	Eutrofiëring Laag ammonia en N
Nitraatomzetting naar stikstofgas of ammonia	Bacteriën	<i>narG</i> <i>nirK; nirS</i> <i>nrfA</i>	Nitraat reductase Nitriet reductase Nitrietreductase	Laag zuurstof Hoog nitraat Cyanobacteribloei Hoog organisch stof Hoog sulfide
Vastleggen stikstof	Bacteriën	<i>nifH</i>	nitrogenase	Laag inorganisch stikstof
Ammoniaomzetting naar nitraat	Bacteriën Archaea	<i>amoA</i>	Ammonia monooxygenase	Trofische status Hoog stikstof en fosfor
Sulfaatomzetting naar sulfide	Bacteriën Archaea	<i>apsA</i> <i>dsrAB</i>	Adenosine fosfosulfaat reductase Sulfietreductase	Laag zuurstof Hoog sulfide
etc				

Eutrofiëring en microbiologische processen

- Ondiepe meren China
- Slightly, moderate of highly eutroof
- Denitrificatiegenen *nirS/nirK/nrfA*
- Nitrificatiegen: *amoA* gen ammonia-oxiderende archaea (AOA) of bacteriën (AOB)





Conclusies

- Microbiële diversiteit in water is hoog in vergelijking met eukaryote diversiteit
- Microbiële diversiteit kan gebruikt worden als indicator van de waterkwaliteit (nutriënten, microverontreinigingen, effluent RWZI, etc)
- Microbiële diversiteit te gebruiken om oorzaak waterkwaliteitsproblemen te achterhalen want microbiologische processen spelen sleutelrol in de ecologische waterkwaliteit (denitrificatie, nitrificatie, methanogenen, afbraak microverontreinigingen, etc)
- Ga het wiel niet zelf opnieuw uitvinden en ga niet gelijk al analyses in de praktijk testen, maar gebruik resultaten eerdere studies (pleidooi voor budget om eerst goede literatuurstudie uit te voeren)!!