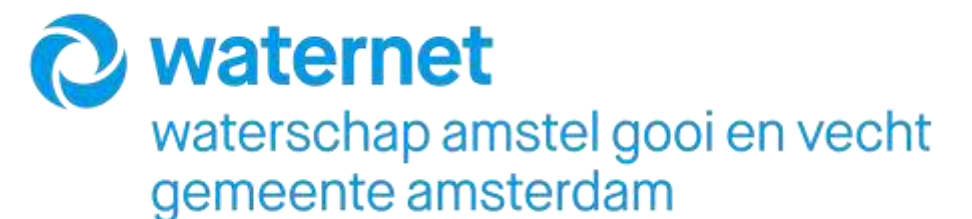


Versheid van water

Citizen science in de
watersector



Microbioom Drinkwater Amsterdam

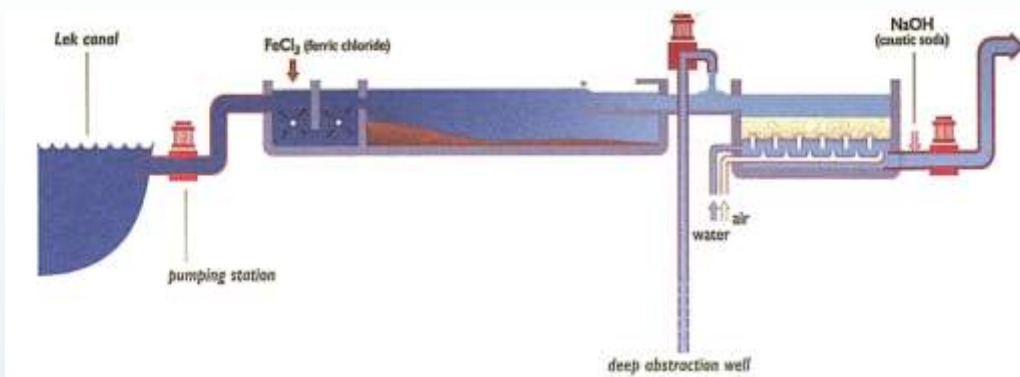
Paul van der Wielen

KWR Watercycle Research Institute

Wageningen University

Hoe wordt drinkwater in Amsterdam gemaakt?

voorzuiivering

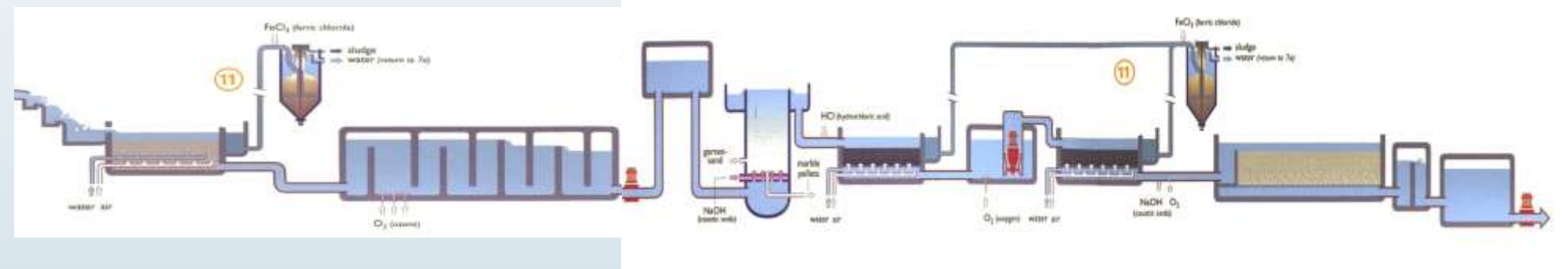


Transport

Kunstmatige infiltratie
(Amsterdamse
waterleidingduinen)



nazuivering



Snelfiltratie

Verwijdering van ammonia, algen, opgeloste stoffen, ijzer and mangaan

Ozondosering

Desinfectie : bacteriën, protozoa, virussen.
Oxidatie van organisch materiaal, en microverontreinigingen

Pellet ontharding

Verlagen hardheid tot 1,5 mmol/l.
Verlagen lood en koperoplossend vermogen, verlagen gebruik wasmiddel

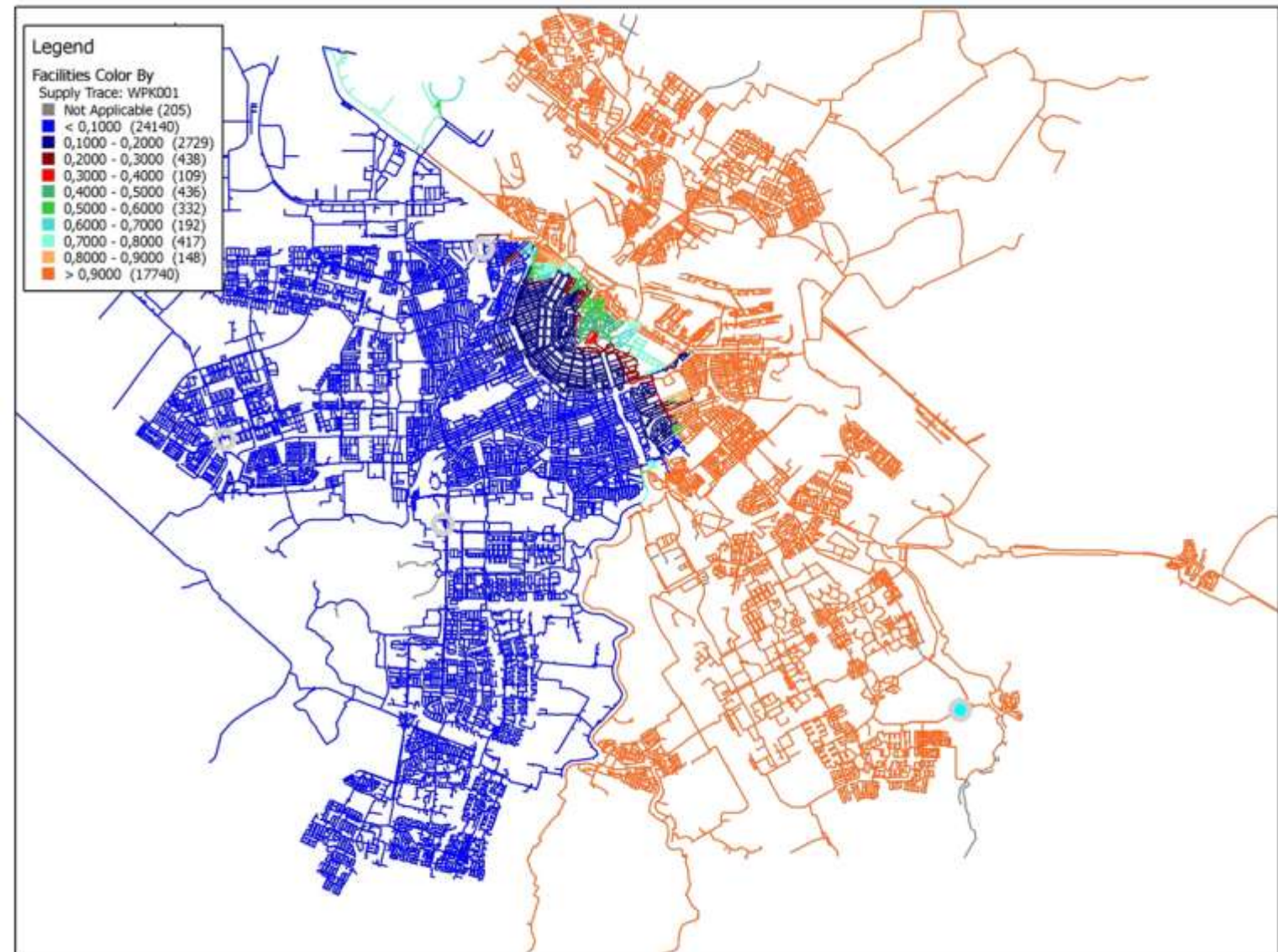
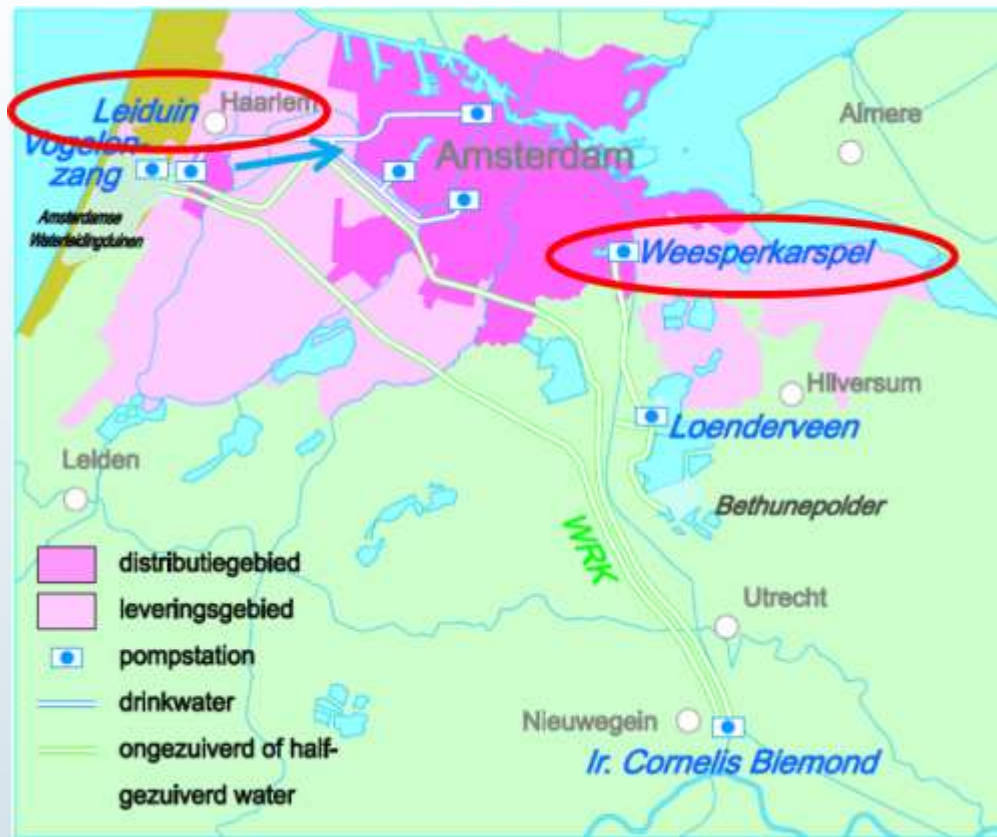
Biologisch actieve kool

Adsorptie en biodegradatie organisch materiaal: verbetering van kleur, smaak en geur.
Verwijdering of organische microverontreinigingen, verbetering biologische stabiliteit

Langzaam zandfiltratie

Desinfectie: bacteriën, protozoa, virussen. Verwijdering nutriënten –
Verbetering biologische stabiliteit van gedistribueerde drinkwater

Hoe wordt drinkwater in Amsterdam gedistribueerd?



Drinkwater is niet steriel en bevat micro-organismen



Wetenschappelijk doel van de studie

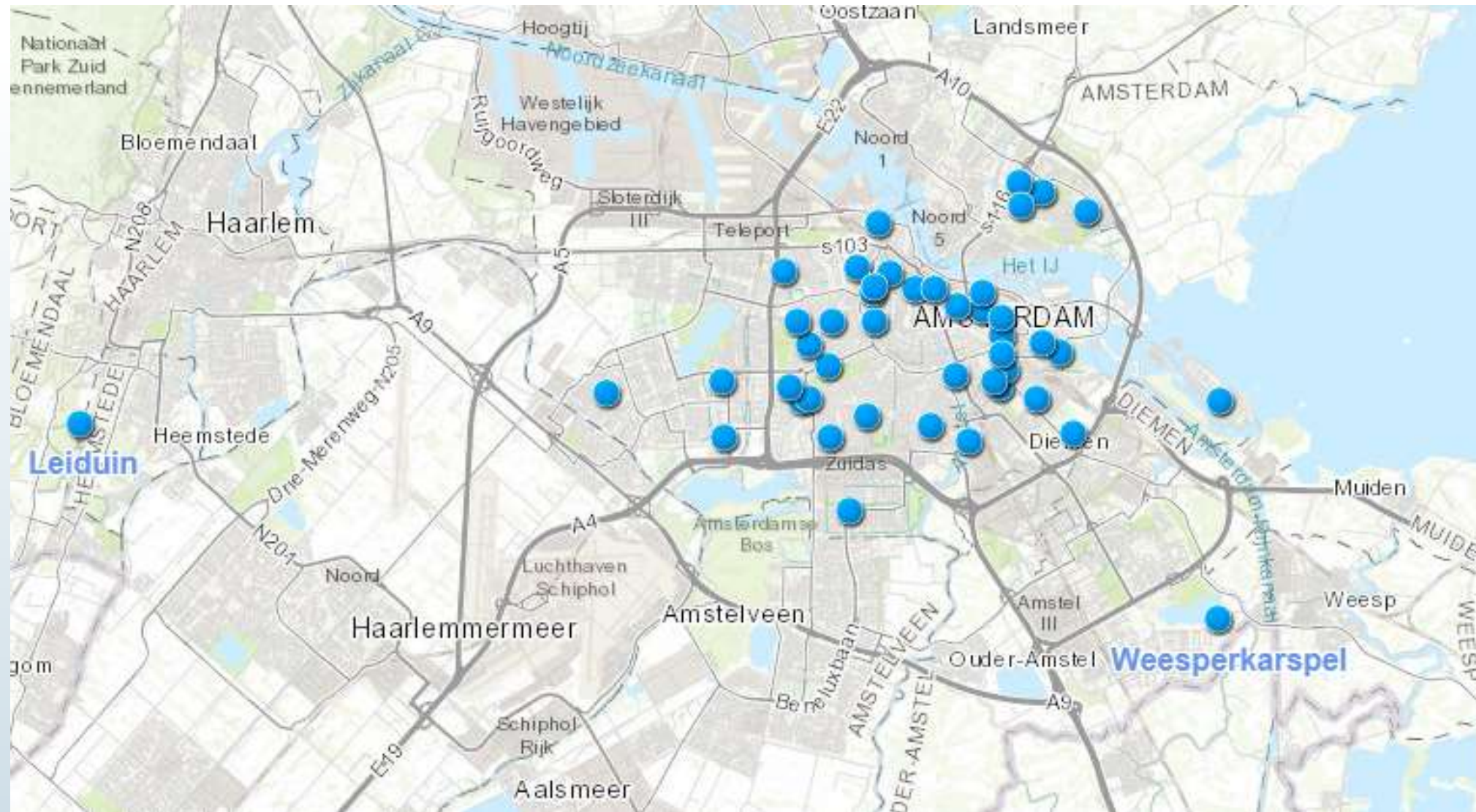
■ Onderzoeksvragen

- *Is drinkwater een vers product?*
- *Wat is het microbioom van het drinkwater van Amsterdam?*
- *Hoe verandert de bacteriesamenstelling tijdens transport van het drinkwater door het distributiesysteem?*
- *Is het mogelijk om de herkomst te voorspellen (Leiduin of Weesperkarspel) op basis van microbioom drinkwatermonster?*
- *Wat is het effect van menging van drinkwatertypen geproduceerd door twee verschillende zuiveringen (Leiduin en Weesperkarspel)*

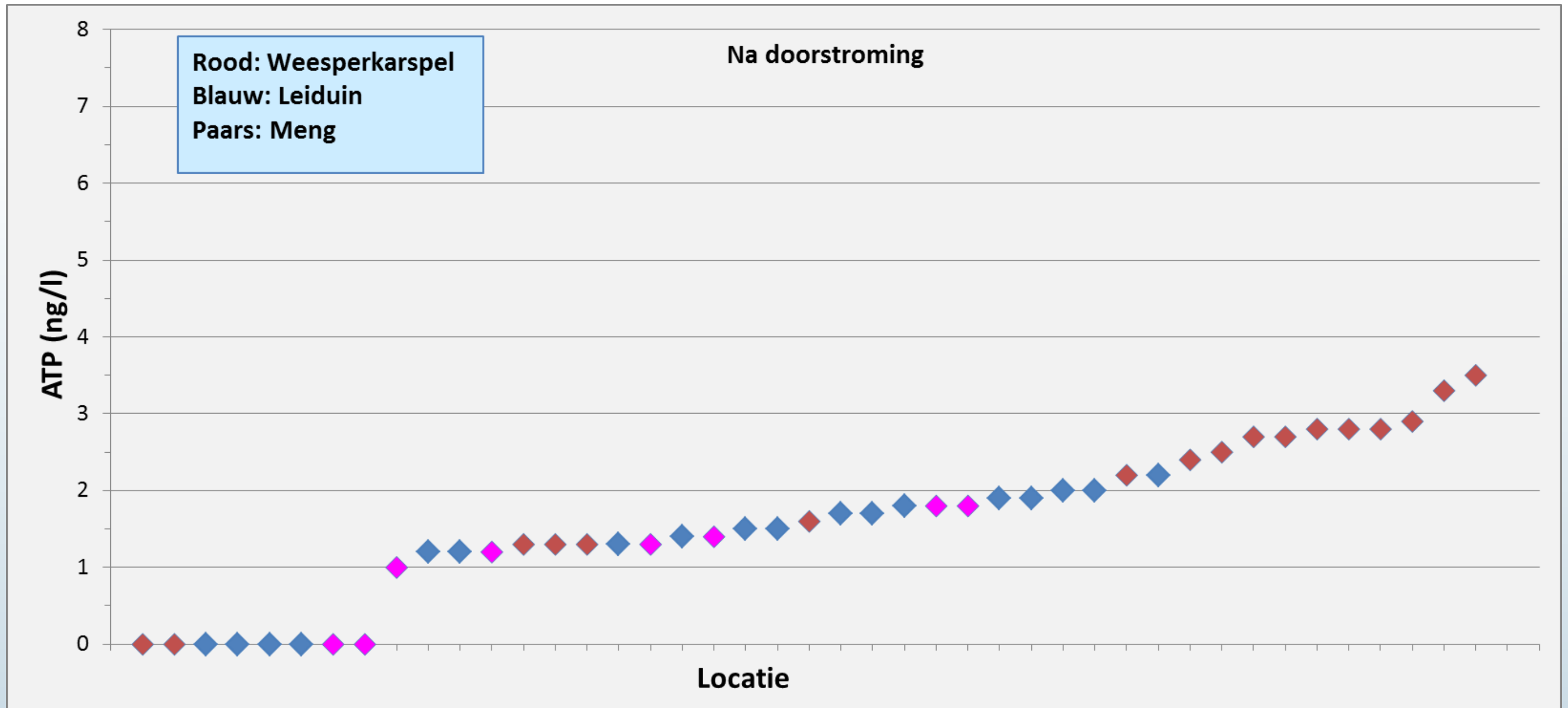
Bemonstering

- **Burgerwetenschappers!**
- **'s ochtends vroeg een drinkwatermonster genomen direct na openen keukenkraan**
- **Daarna drinkwatermonster genomen uit dezelfde kraan nadat de kraan vijf minuten heeft gestroomd**
- **Eigen watermonster – keuze vrij (meesten hebben drinkwater dat tijd in fles, bidon, glas, karaf, koffiezetterreservoir heeft gestaan)**
- **Analyse burgerwetenschappers: bacteriën en schimmels die kweekbaar zijn**
- **Analyses KWR: ATP (maat voor biomassa bacteriën), celaantallen (bacteriën) en next generation sequencing**

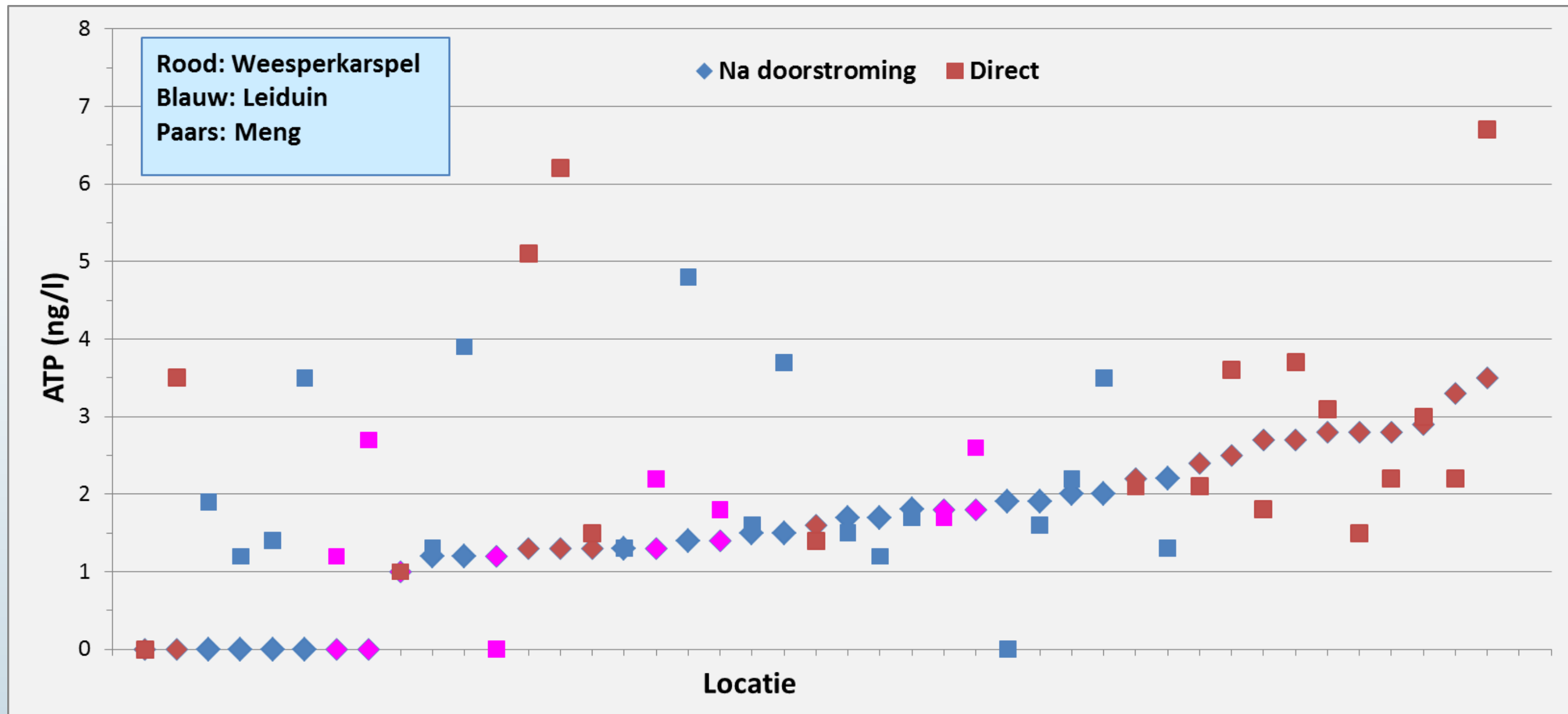
Adressen



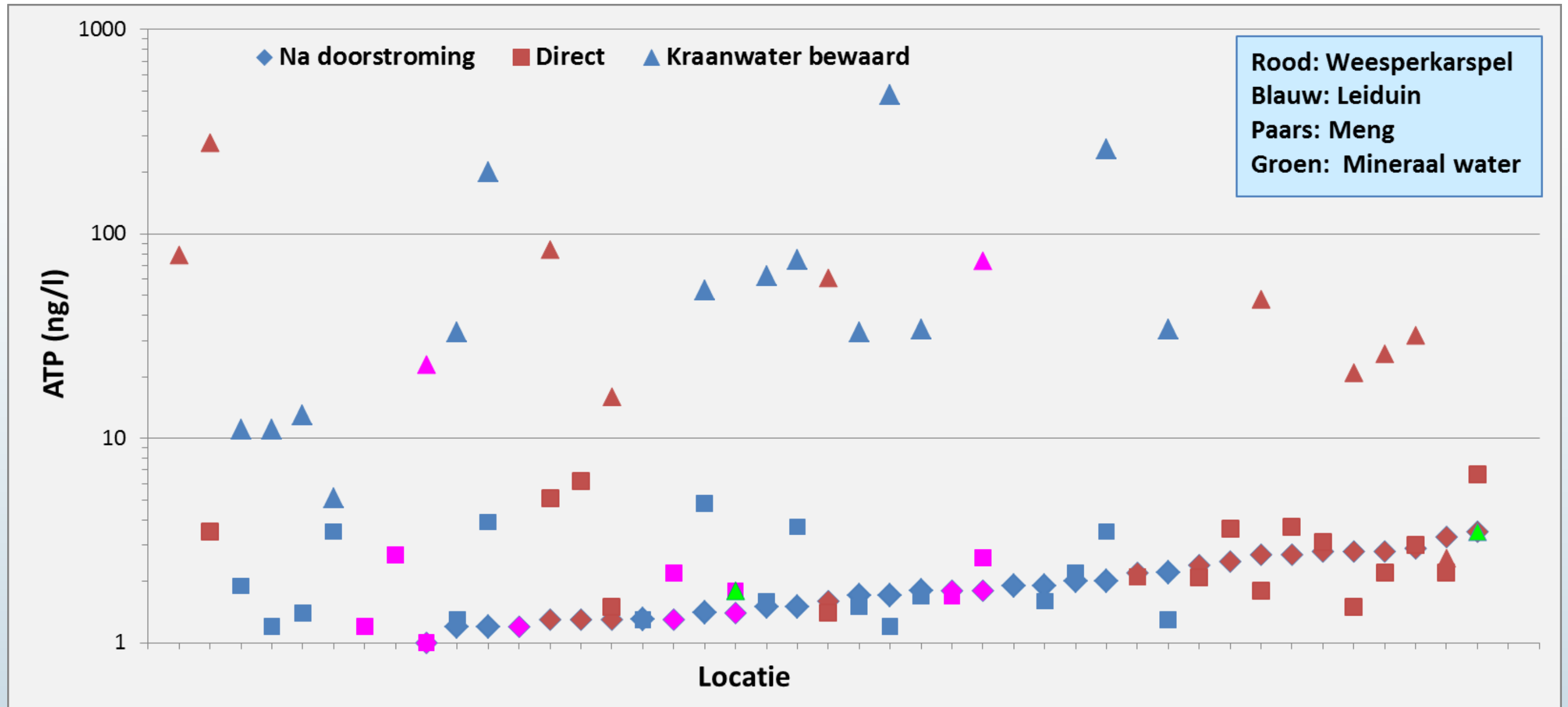
Biomassa (ATP) in drinkwater



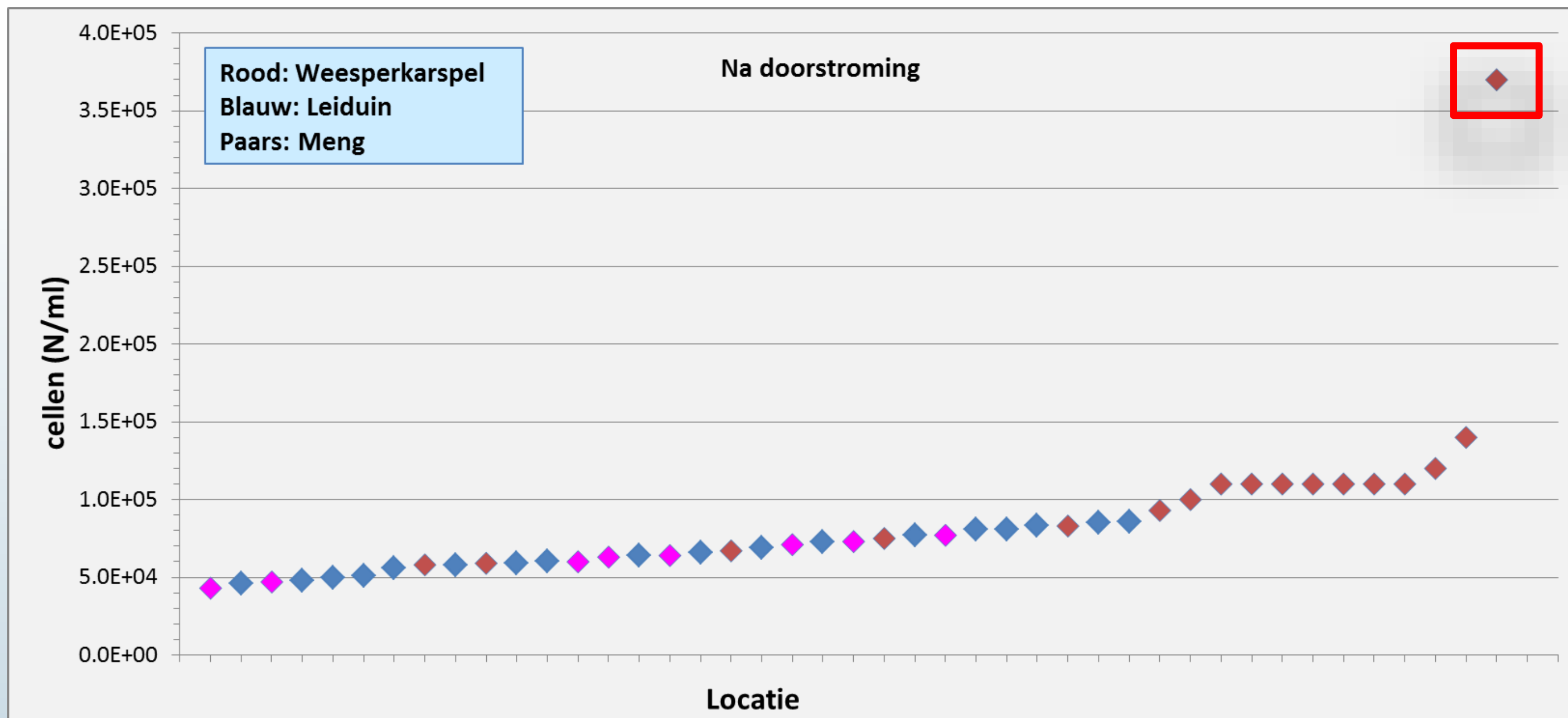
Biomassa (ATP) in drinkwater



Biomassa (ATP) in drinkwater



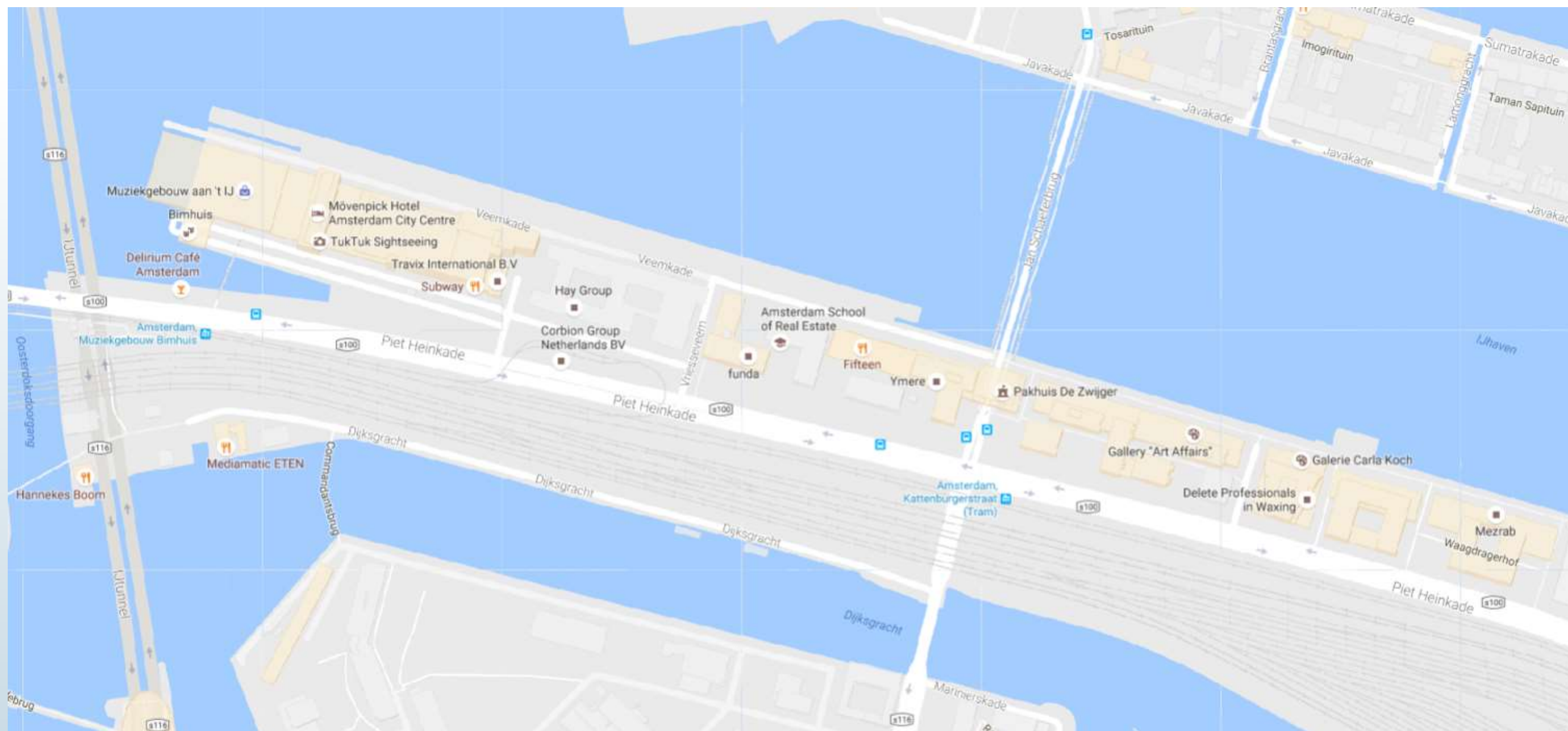
Bacterieaantallen in drinkwater na doorstroming



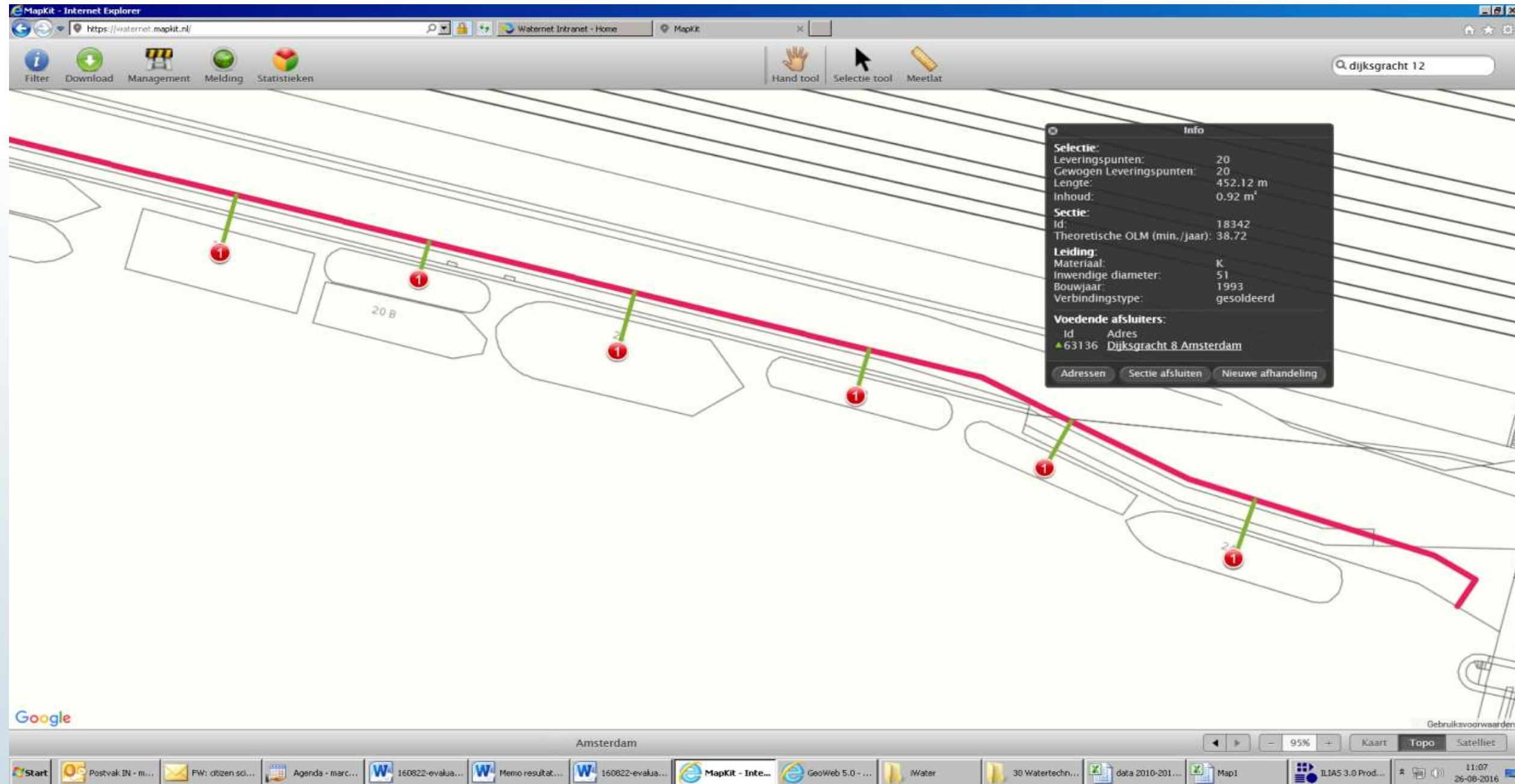
Uitbijter KWR bemonstering

- Geattendeerd door de deelnemer :
 - Is dit niet een erg hoge waarde?
 - Moet de leiding niet vervangen worden? (de weg gaat eerdaags open tbv rioolaanleg)
 - Binneninstallatie is nieuw

Locatie Dijksgracht



Leidingsituatie



Bemonsteringsopzet

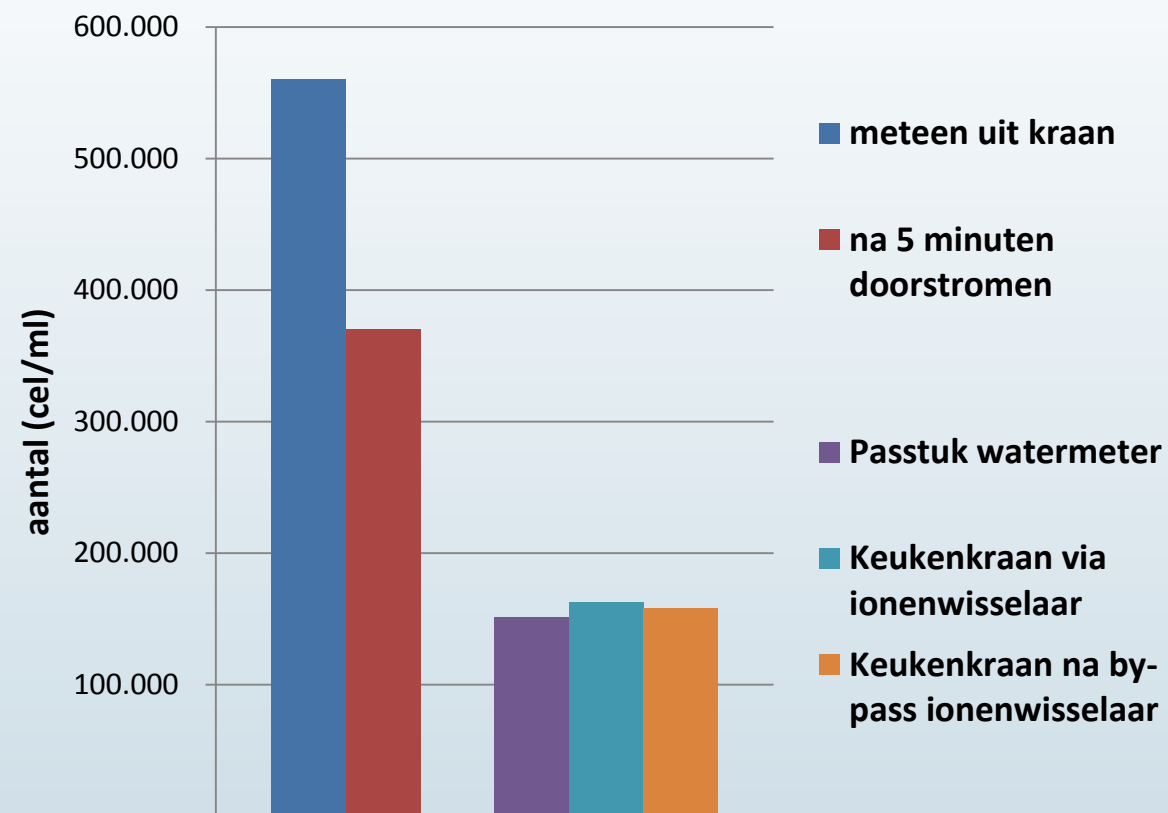
- Meterput in de kade → Tyleenleiding → schip
- Ionenwisselaar (ontharding) → Kraan

Bemonstering (7/10) :

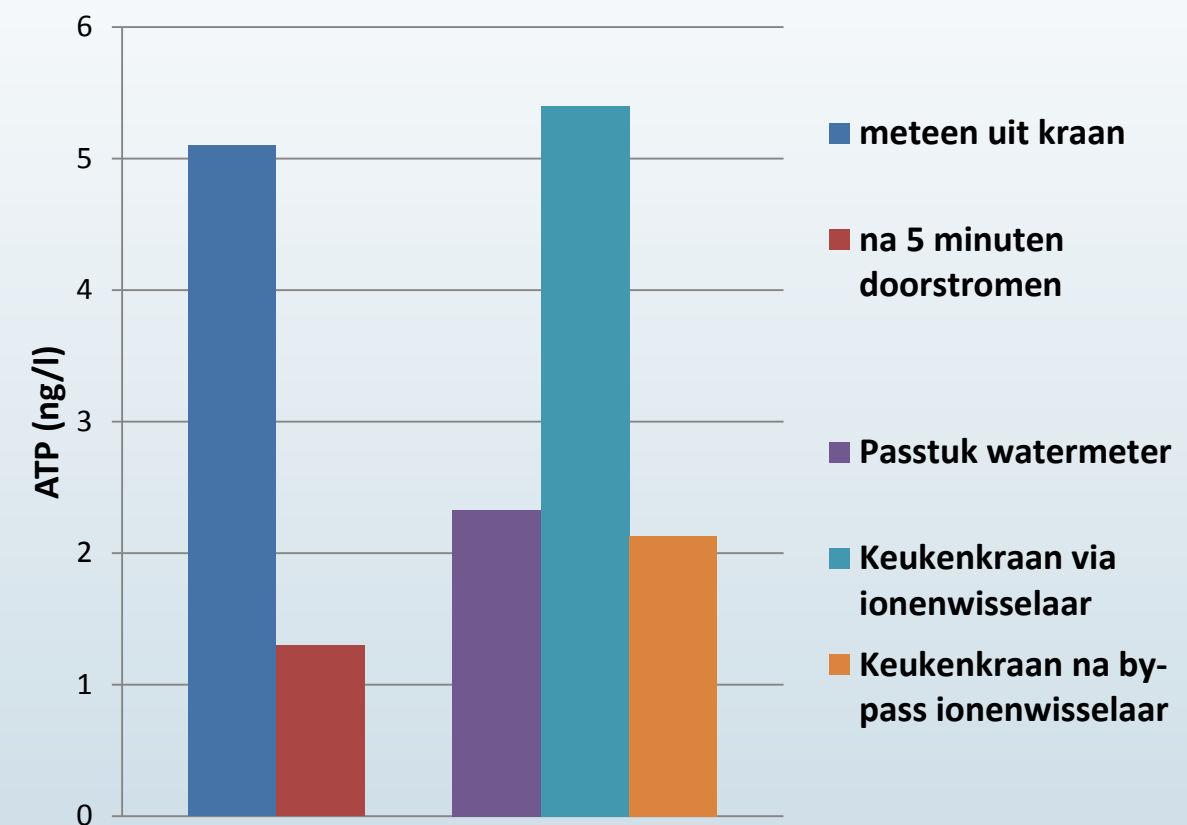
- Meterput
- Kraan na doorstroming incl. ionenwisselaar
- Kraan na doorstroming bypass ionenwisselaar

Resultaten aanvullende meting

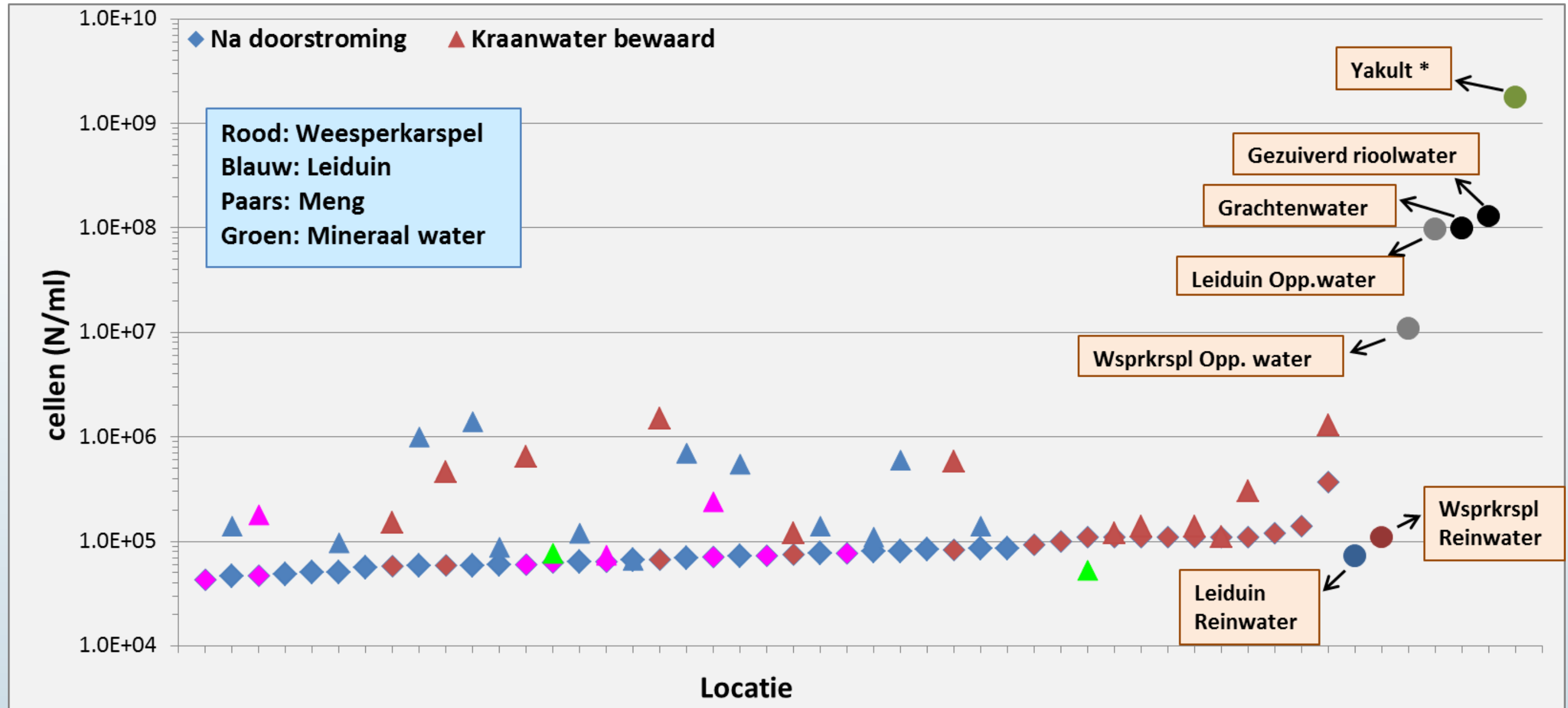
Direct cel tellingen



ATP



Bacterieaantallen

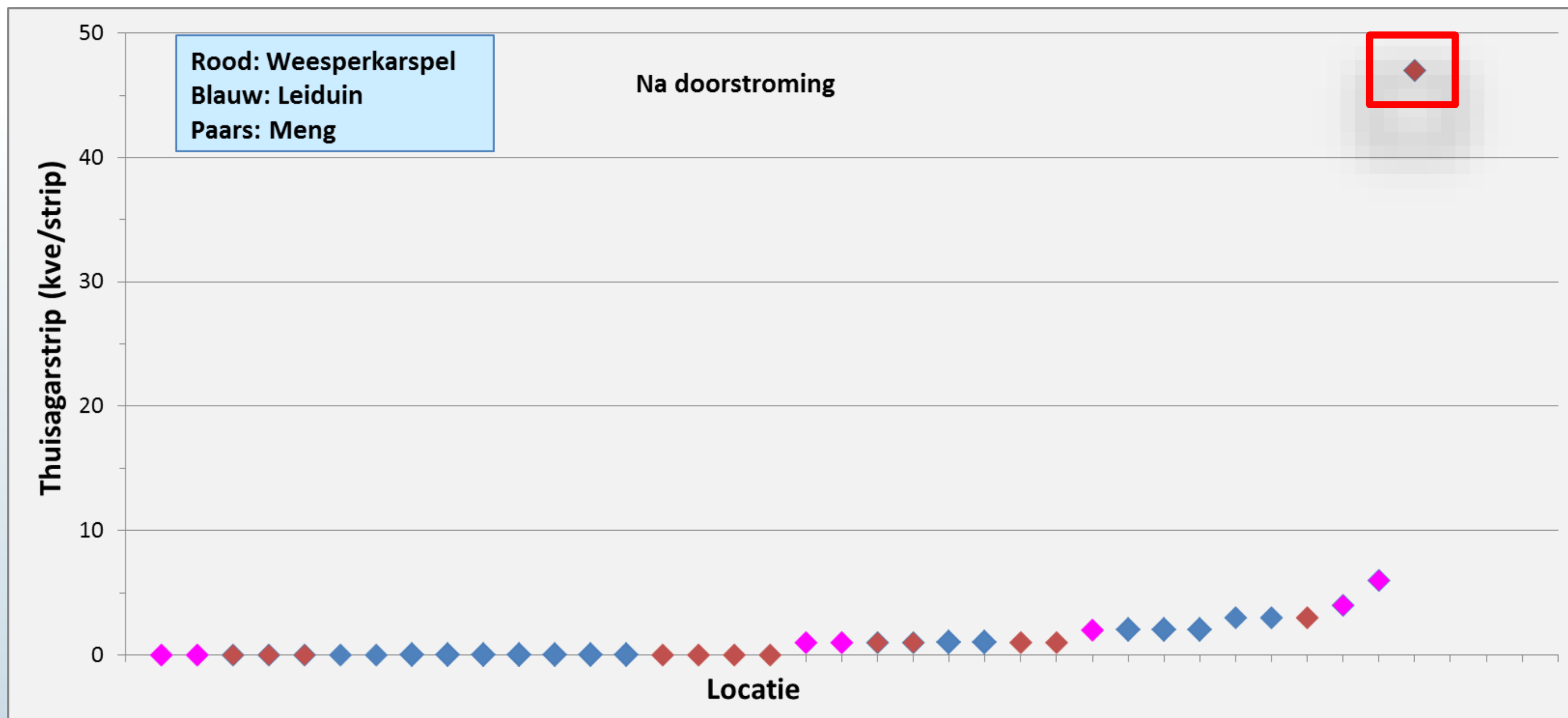


* Uit Bunthof & Abee, 2002

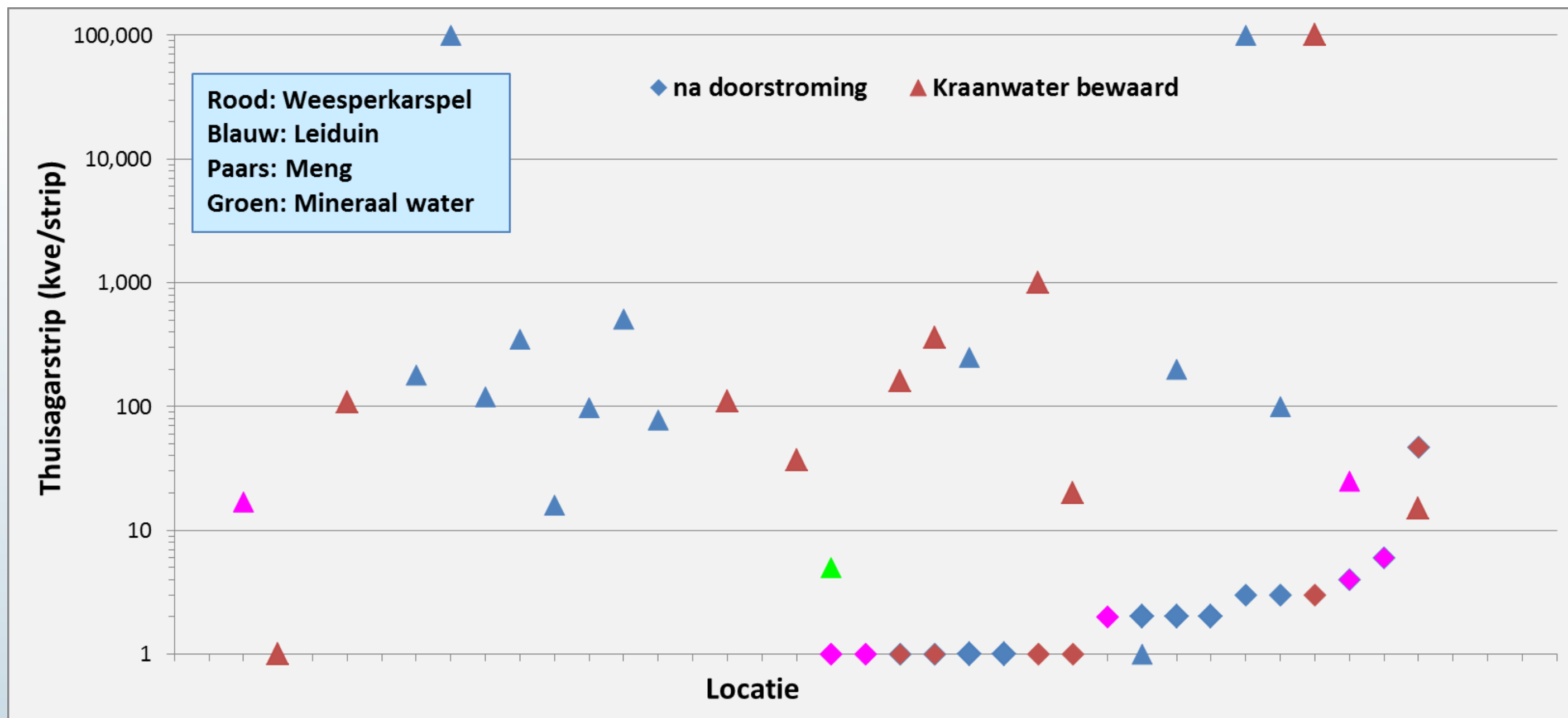
Thui test strip



Stippen op thuisteststrip



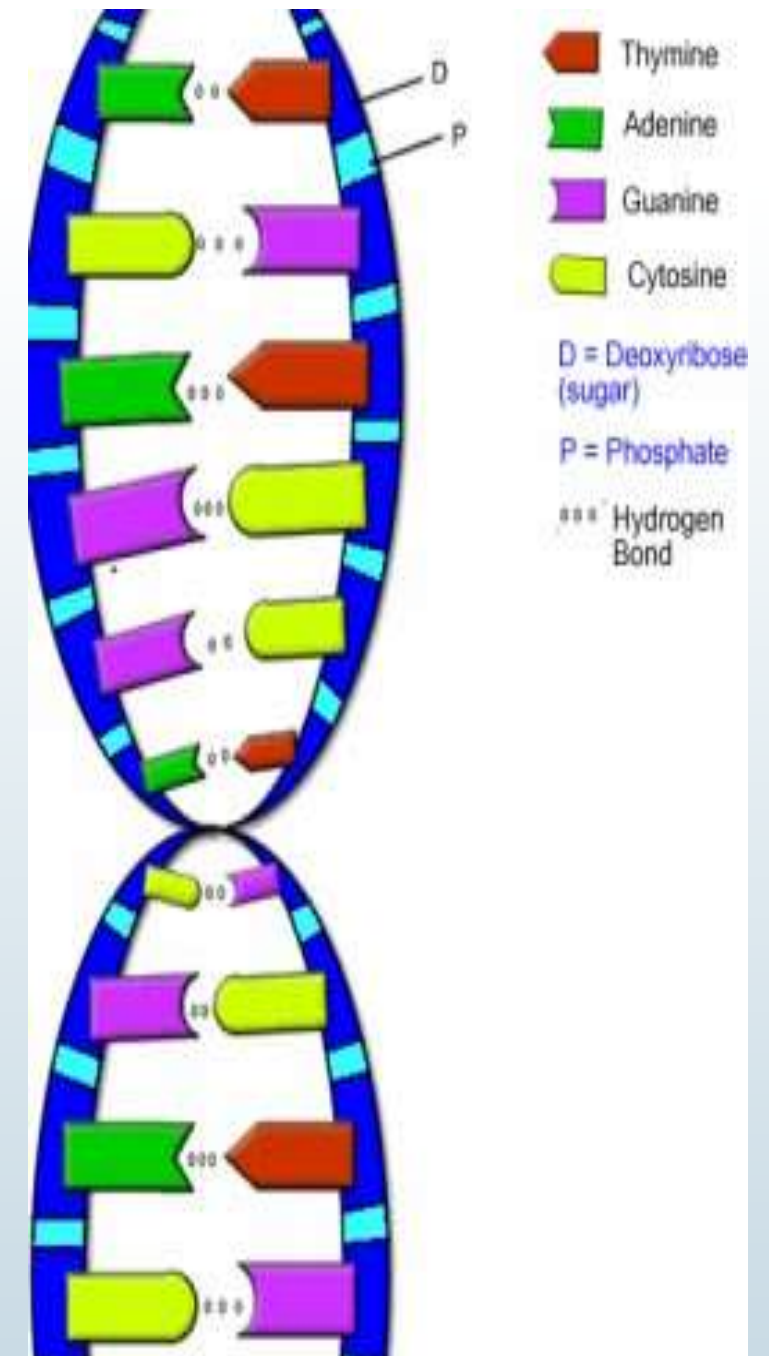
Stippen op thuisteststrip



Welke bacteriën zijn aanwezig?

Sequentieanalyse van DNA (sequencing)

- Voor identificatie van bacteriën: 16S rRNA gen is 'gouden standaard'
- *Gen is aanwezig in alle bacteriën*
- *Samenstelling en volgorde van de DNA bouwstenen (sequentie) verschilt tussen bacteriesoorten*
- *Gebruikt voor de indeling van de bacteriële wereld mbv databases*
- *16S rRNA gensequentie > vergelijking met DNA-sequenties in databases > welke bacterie?*
- *Indeling in taxonomische groepen*



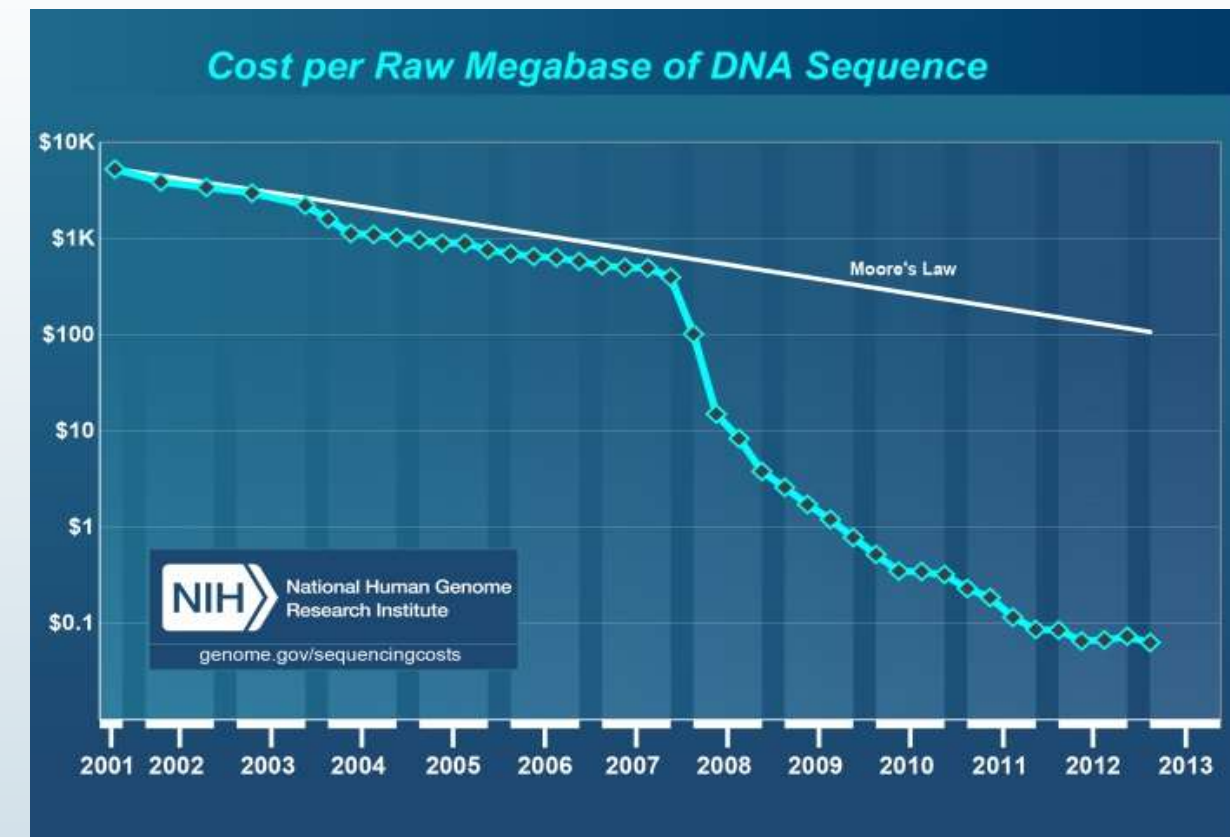
Next generation sequencing

Gelijktijdige sequentieanalyse van 10^5 - 10^{10} individuele moleculen

- Veel sequenties tegen lage kosten

Humaan genoom (Hugo)

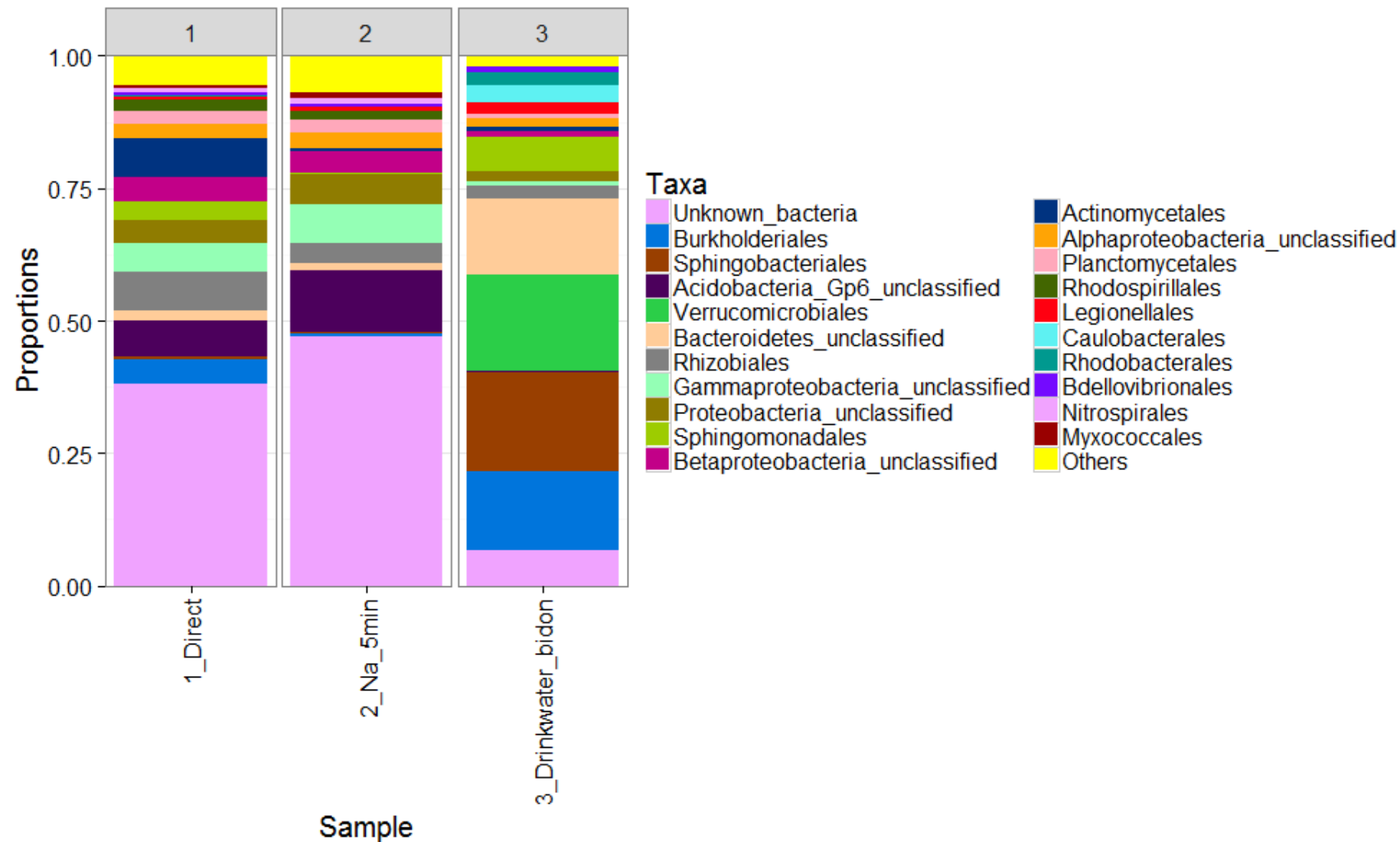
- First generation: 1 genoom
 - 13 jaar (1990-2003): \$3.000.000.000
- Next generation: 1 genoom
 - Enkele dagen: \$1000
- “NGS revolution”
 - Vakgebieden: genetica, microbiologie, klinisch onderzoek/diagnostiek, natuurbeheer (eDNA)



Taxonomie

	Mens	
Taxonomie	Latijn	Nederlands
Rijk	<i>Animalia</i>	Dieren
Klasse	<i>Mammalia</i>	Zoogdieren
Orde	<i>Primates</i>	Primaten
Familie	<i>Hominidae</i>	Mensachtigen
Genus/Geslacht	<i>Homo</i>	Mensen
Soort	<i>Homo sapiens</i>	Mens
Soort	<i>Homo neanderthalensis</i>	Neanderthaler

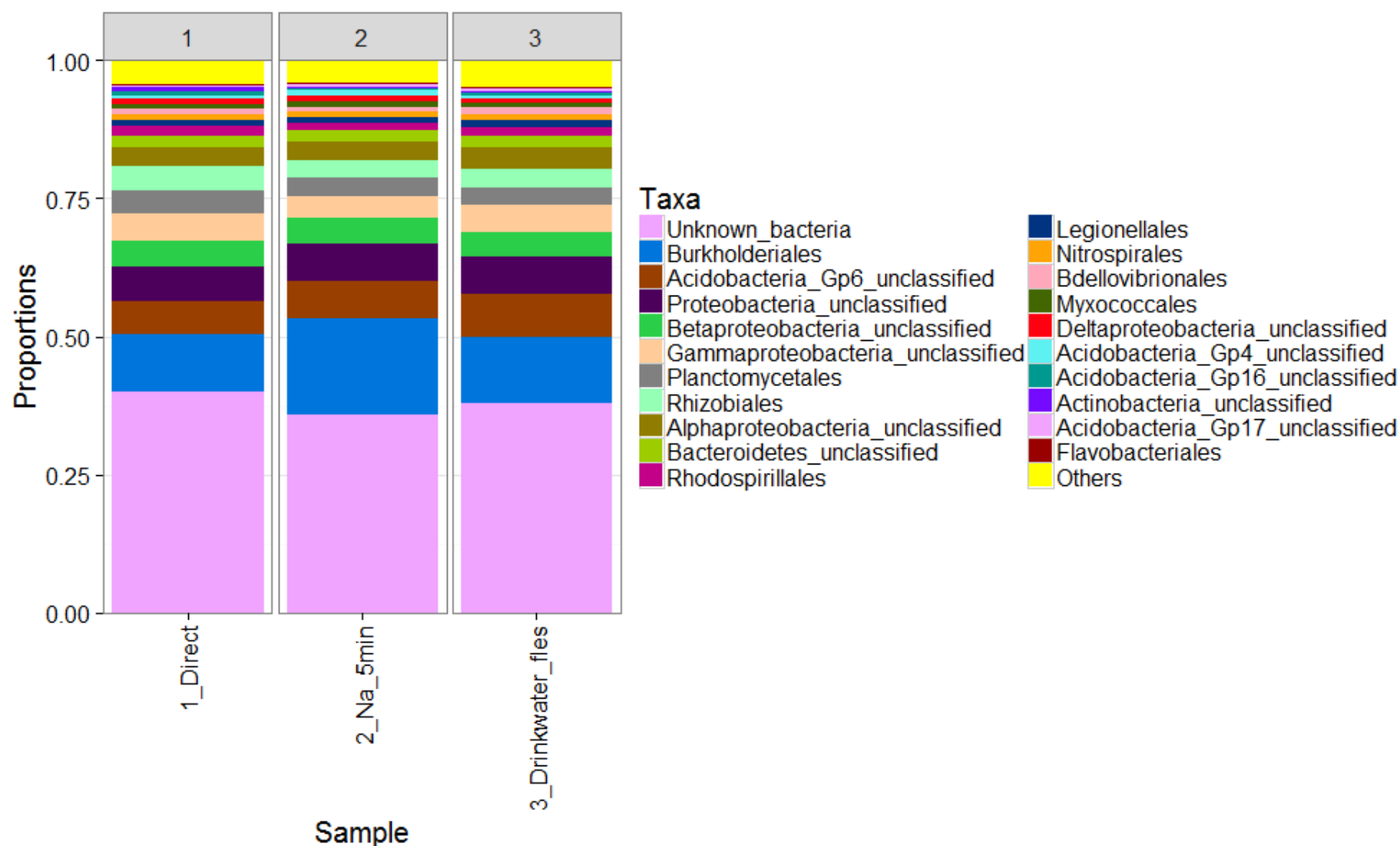
Drinkwater bewaard 4 dagen



Dit plaatje geeft een redelijk standaardbeeld van de meeste monsters. Het drinkwater na 5 minuten doorstromen bevat veel onbekende Bacterie-orden. De samenstelling van het direct genomen wijkt klein beetje af, terwijl die van het bewaarde drinkwater sterk afwijkt (dus is andere bacteriepopulatie ontstaan)

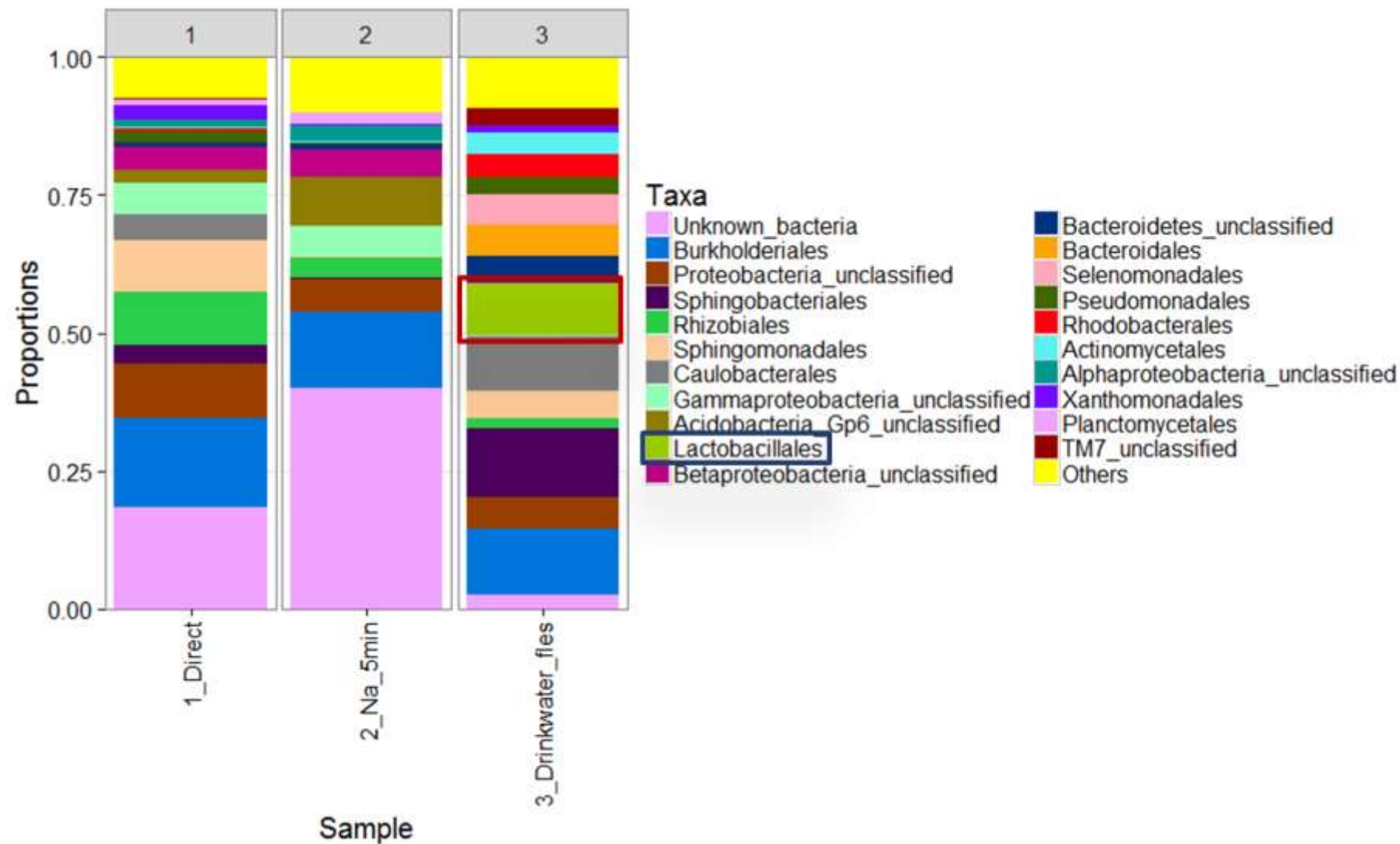
De bacterie-orden die zijn aangetroffen komen normaal in water voor en breken over het algemeen organische verbindingen zoals eiwitten en suikers af.

Drinkwater bewaard 1 dag



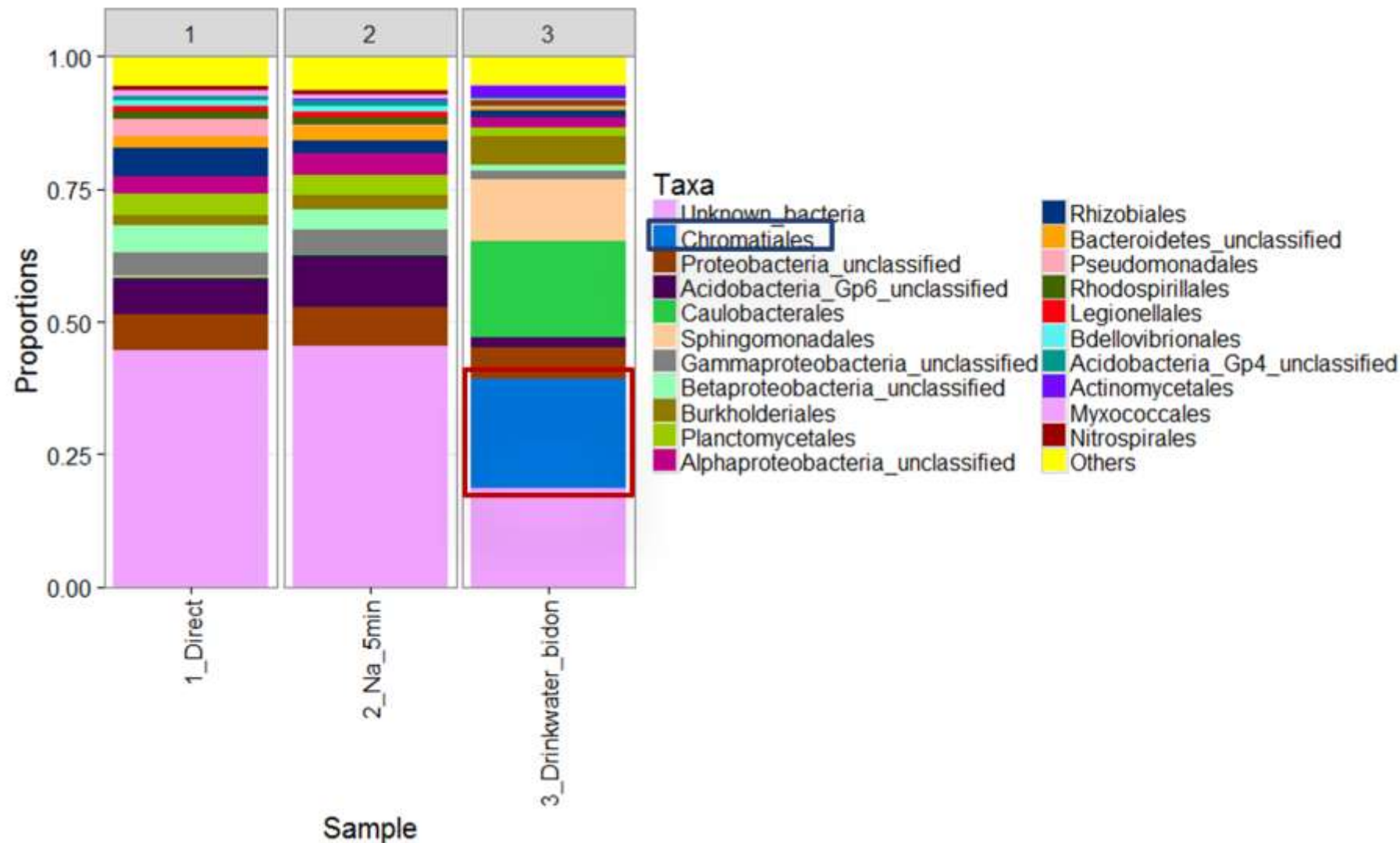
Het bewaarde drinkwatermonster van deze locatie heeft een bacteriesamenstelling die wel heel erg lijkt op die van het drinkwater uit de kraan. Misschien dat het eigen drinkwatermonster is bewaard in de koelkast, want dan zijn bacteriën weinig actief en verwacht je ook weinig veranderingen.

Drinkwater bewaard 2 dagen en gedronken



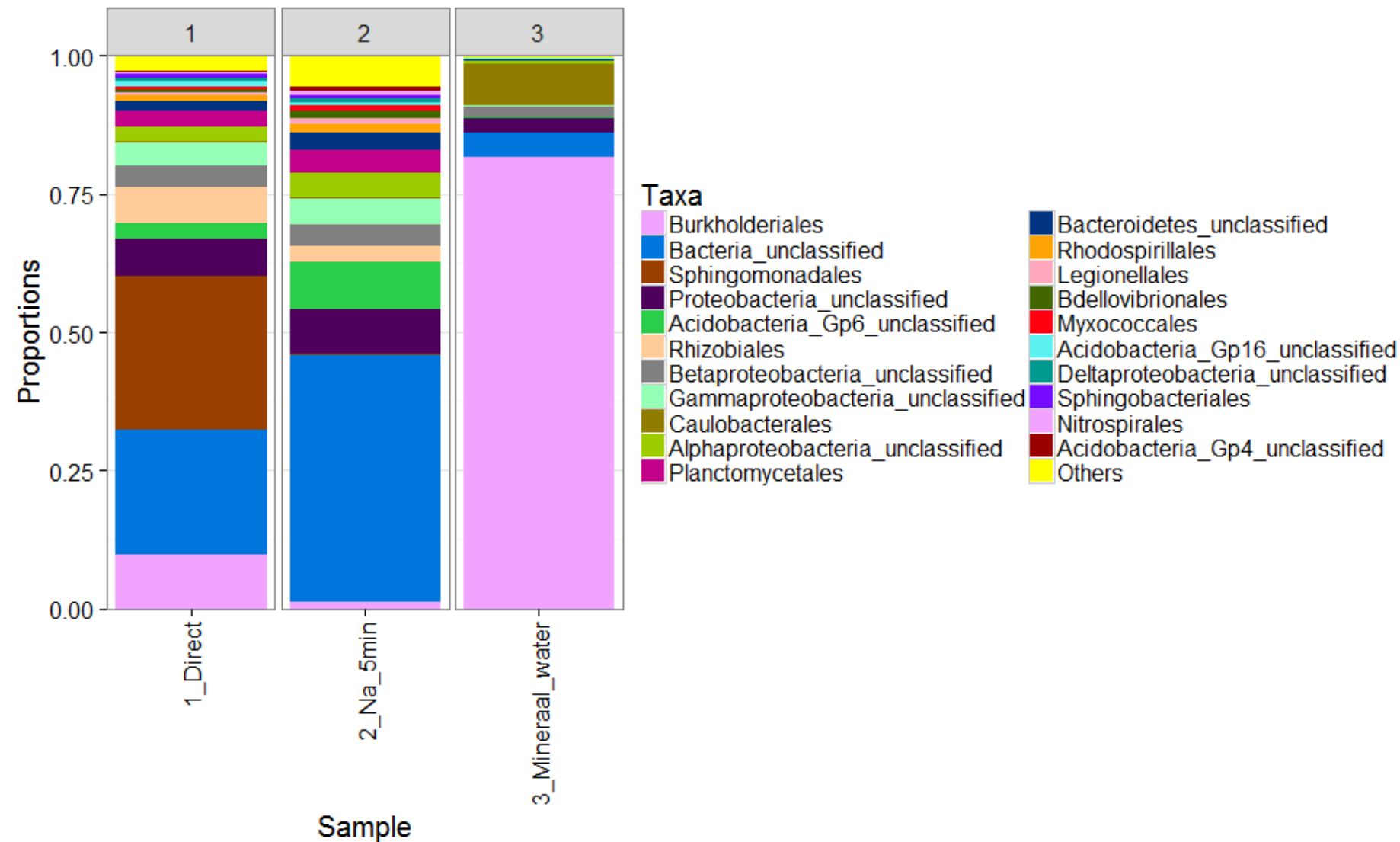
Het bewaarde drinkwatermonster van deze locatie bevat ook de bacterie-orden Lactobacillales. Dergelijke bacteriën komen normaal niet voor in water, maar wel in de mondholte. Het vermoeden is daarom dat deze bacteriën via de mond in het water terecht zijn gekomen.

Drinkwater bewaard 1 uur



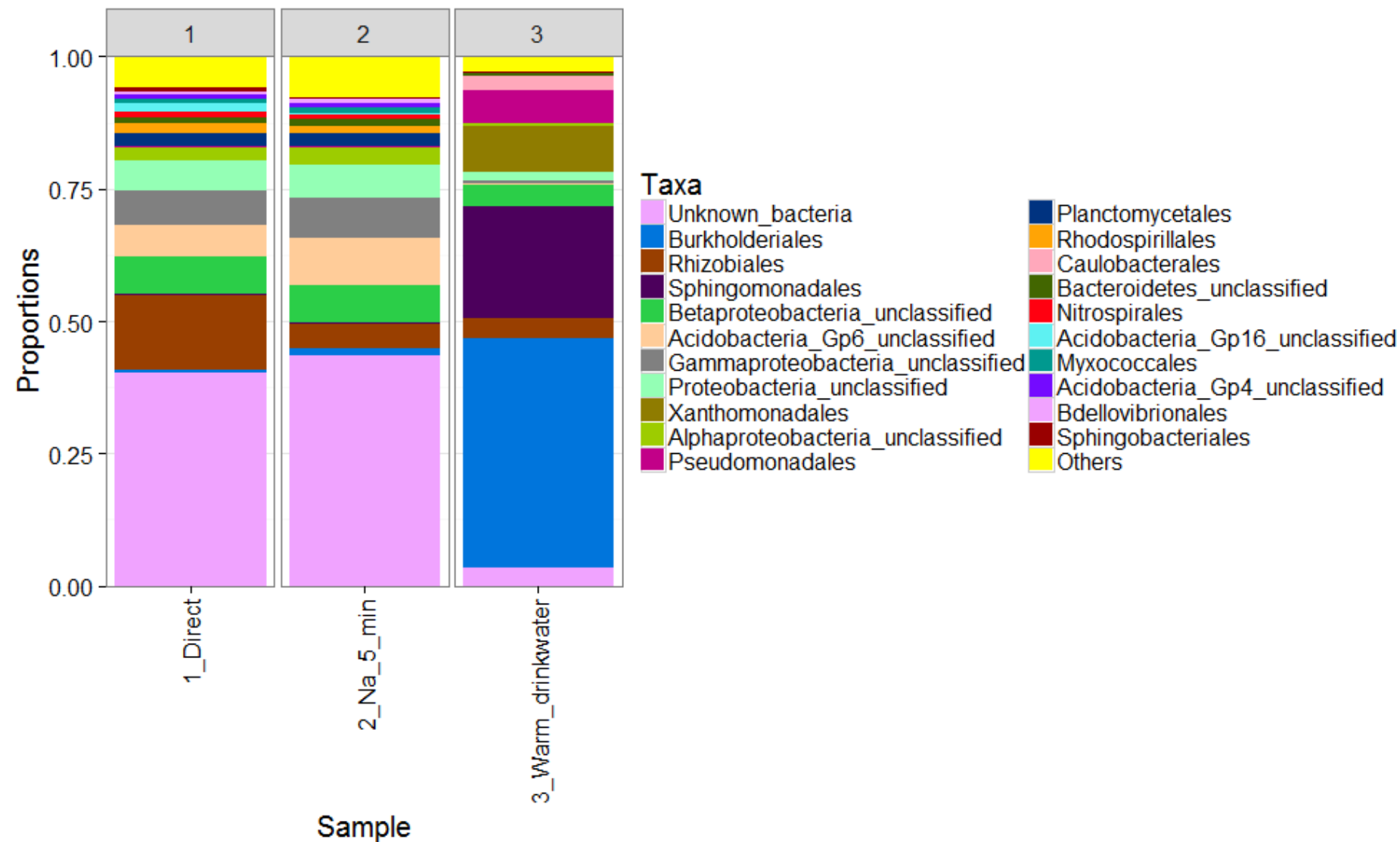
Het bewaarde drinkwatermonster van deze locatie bevat ook de bacterie-orden **Chromatiales**. Dergelijke bacteriën komen normaal niet voor in drinkwater. Het zijn bacteriën die net als planten zonlicht gebruiken om te kunnen groeien. Het vermoeden is dat deze bacteriën in een biofilm op de doorschijnende wand van de fles zitten en op die manier in het water terecht zijn gekomen.

Mineraal water



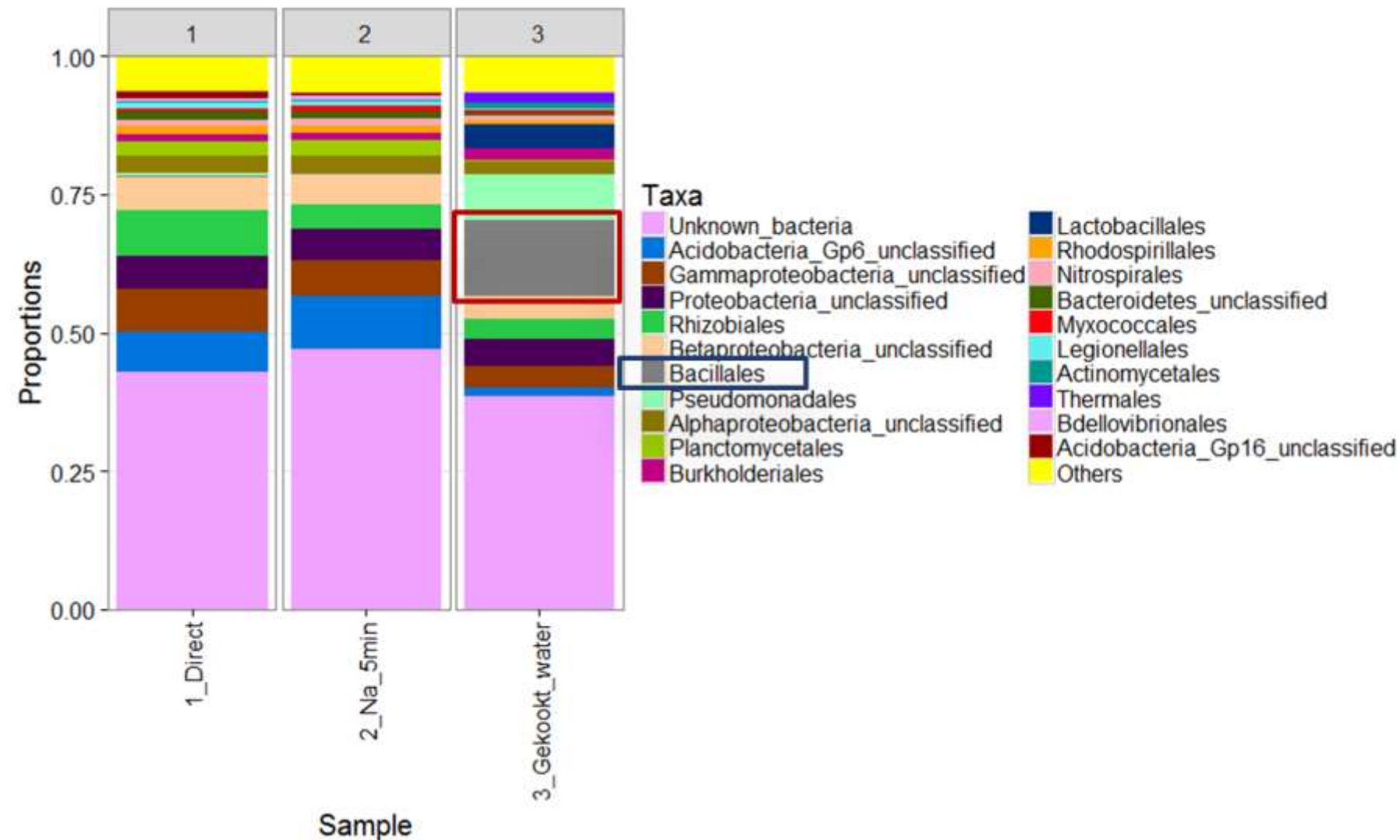
In dit geval was het eigen watermonster een flesje gekocht mineraal water. Er zijn minder bacterie-Orden in dit water aanwezig en het water wordt gedomineerd door Burkholderiales, bacteriën die normaal in water voorkomen en groeien op organische verbindingen die in het water aanwezig zijn.

Warm water



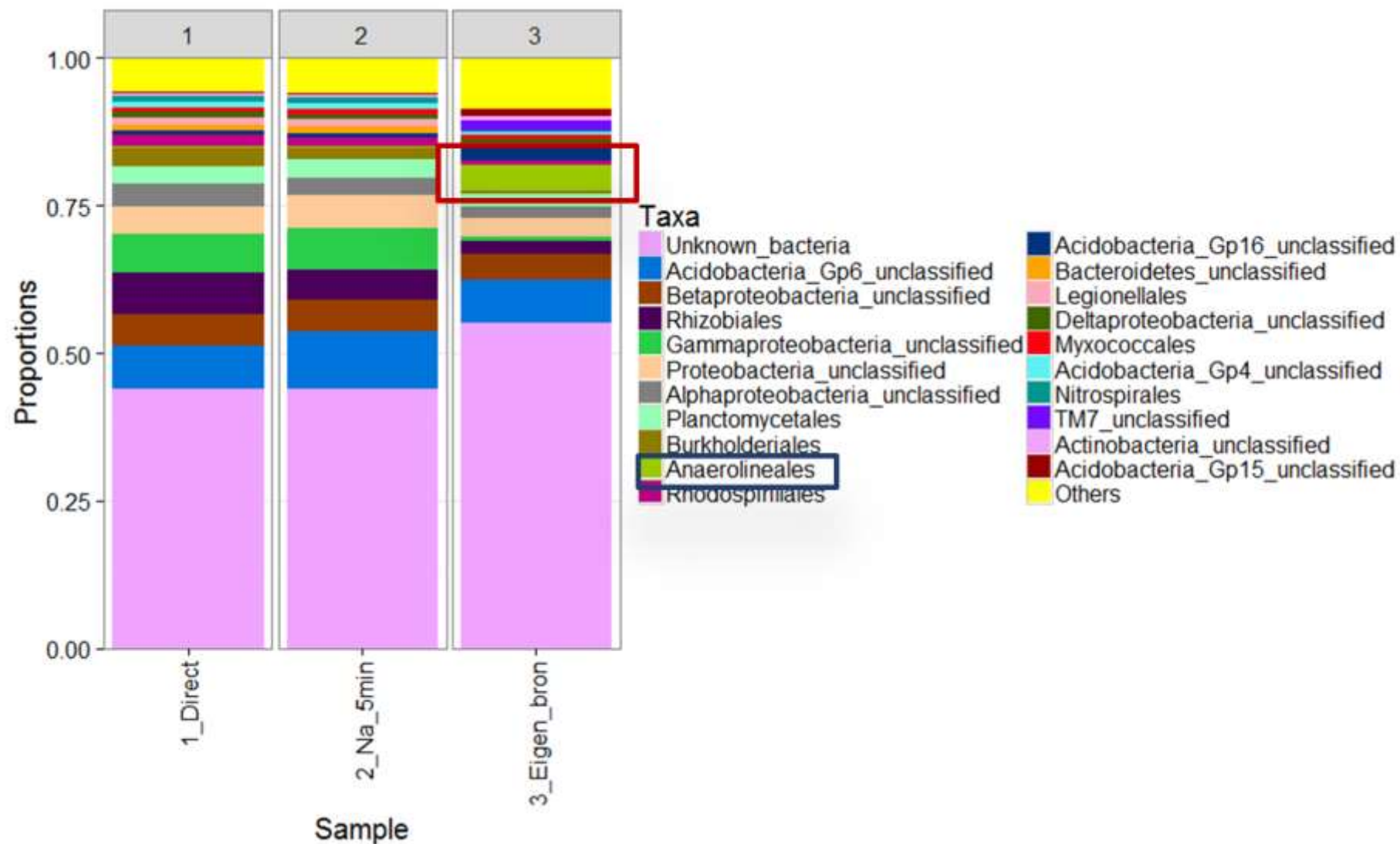
In dit geval was het eigen watermonster warm water uit de kraan. De bacteriesamenstelling in dit water is duidelijk verschillend van koud water uit de kraan. De temperatuur heeft dus een invloed op de bacteriesamenstelling.

Gekookt water



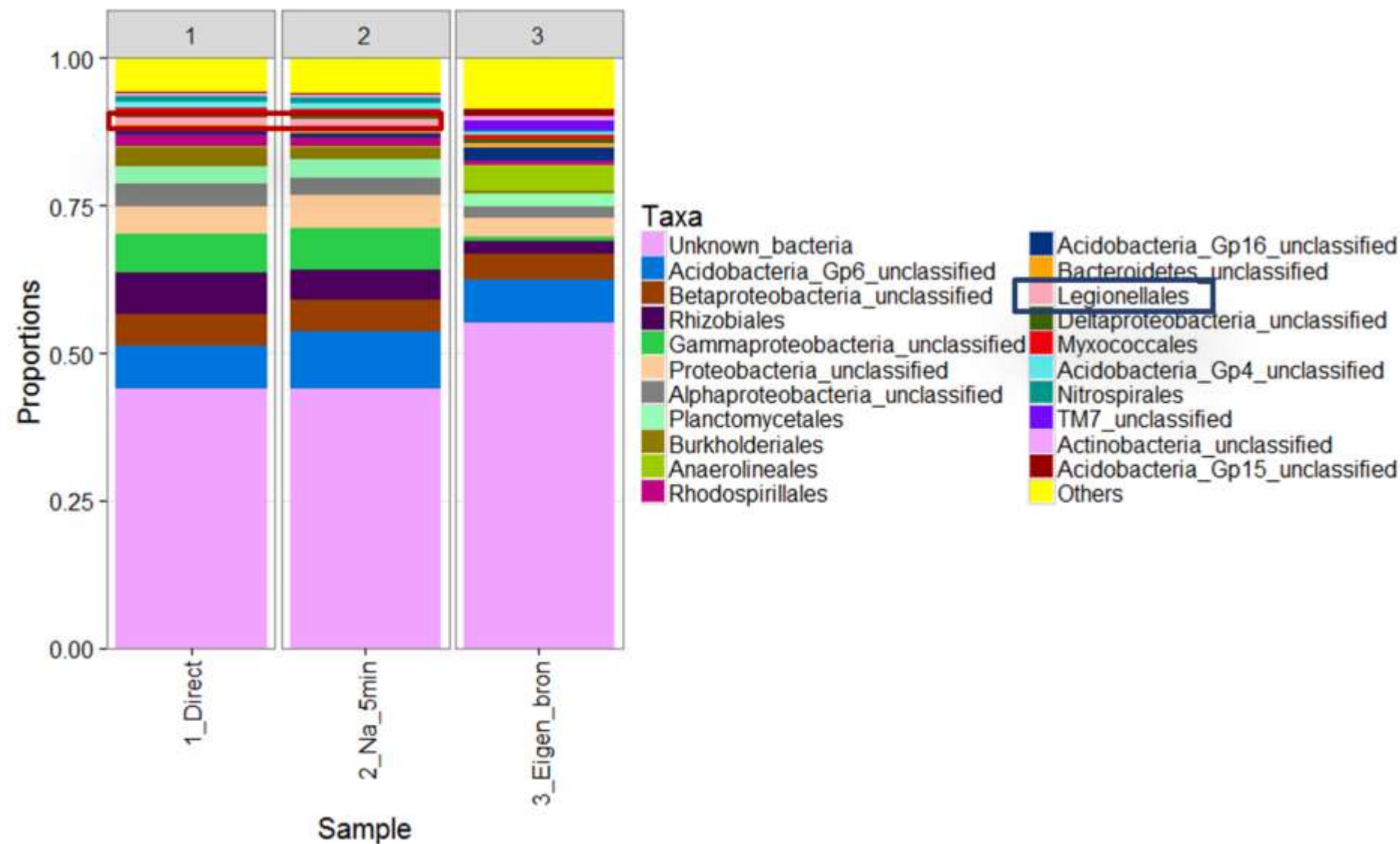
In dit geval was het eigen watermonster gekookt water uit de kraan. Hier worden ook DNA in aangetroffen, maar dit is voornamelijk van dode bacteriën. Opvallend is wel dat bacteriën die behoren tot de Bacillales in dit water aanwezig zijn. Deze bacteriën maken sporen aan die resistent zijn tegen hoge temperaturen.

Eigen grondwaterbron



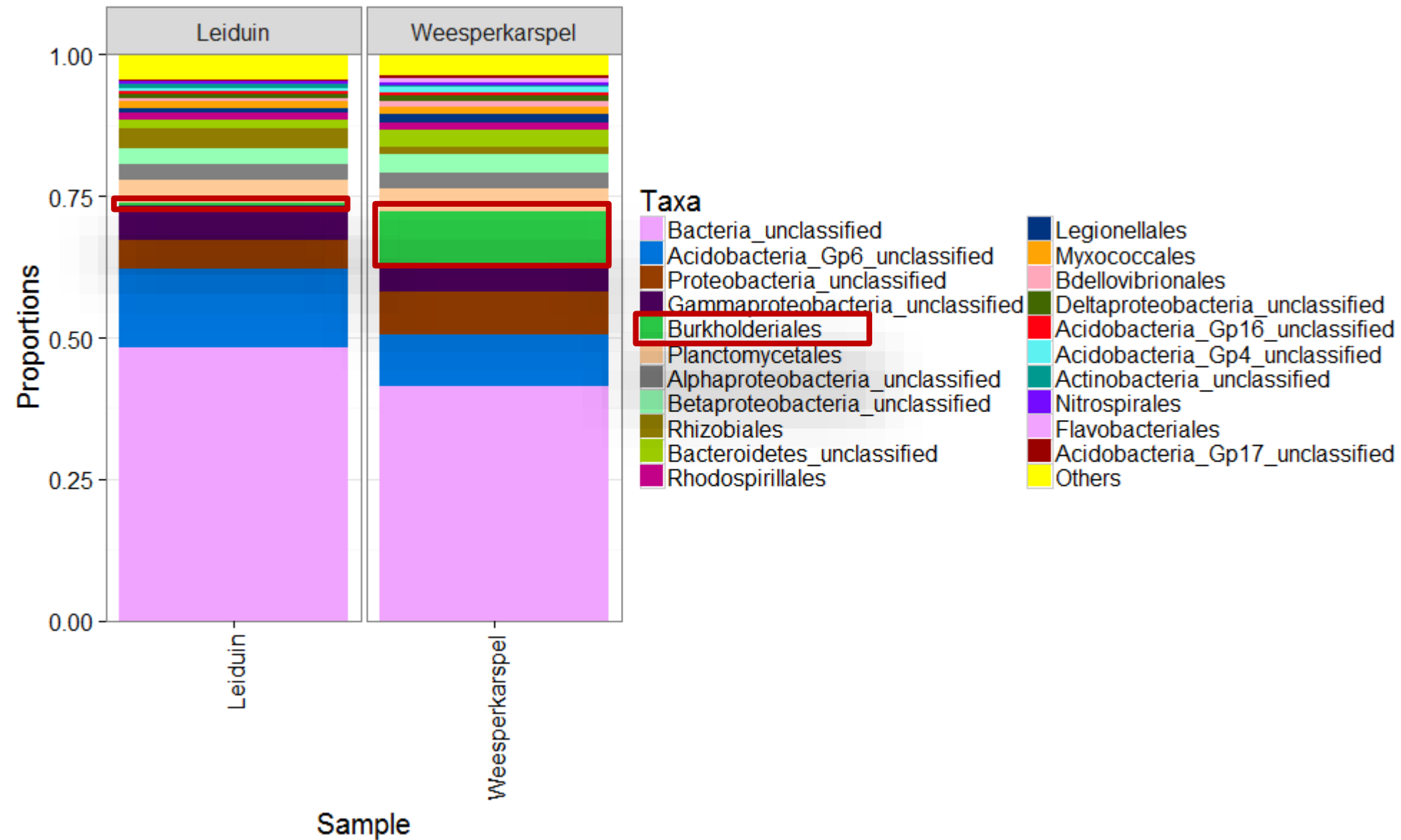
In dit geval was het eigen watermonster een monster uit een grondwaterbron die wordt gebruikt om de tuin te beregenen. Ook in dit water zitten heel veel onbekende bacterie-Orden. Daarnaast is Anaerolineales ook aanwezig in dit water. Die bacteriën kunnen zonder zuurstof groeien en verwacht je daarom niet in het zuurstofrijke drinkwater.

Eigen grondwaterbron



In de drinkwatermonsters uit de kraan komen ook bacteriën voor die behoren tot de Orde **Legionellales**. Dit zijn bacteriën die een klein beetje verwant zijn aan **Legionella pneumophila**, de veroorzaker van de veteranenziekte. Gelukkig zijn de legionellasoorten die wij hebben aangetroffen niet ziekteverwekkend.

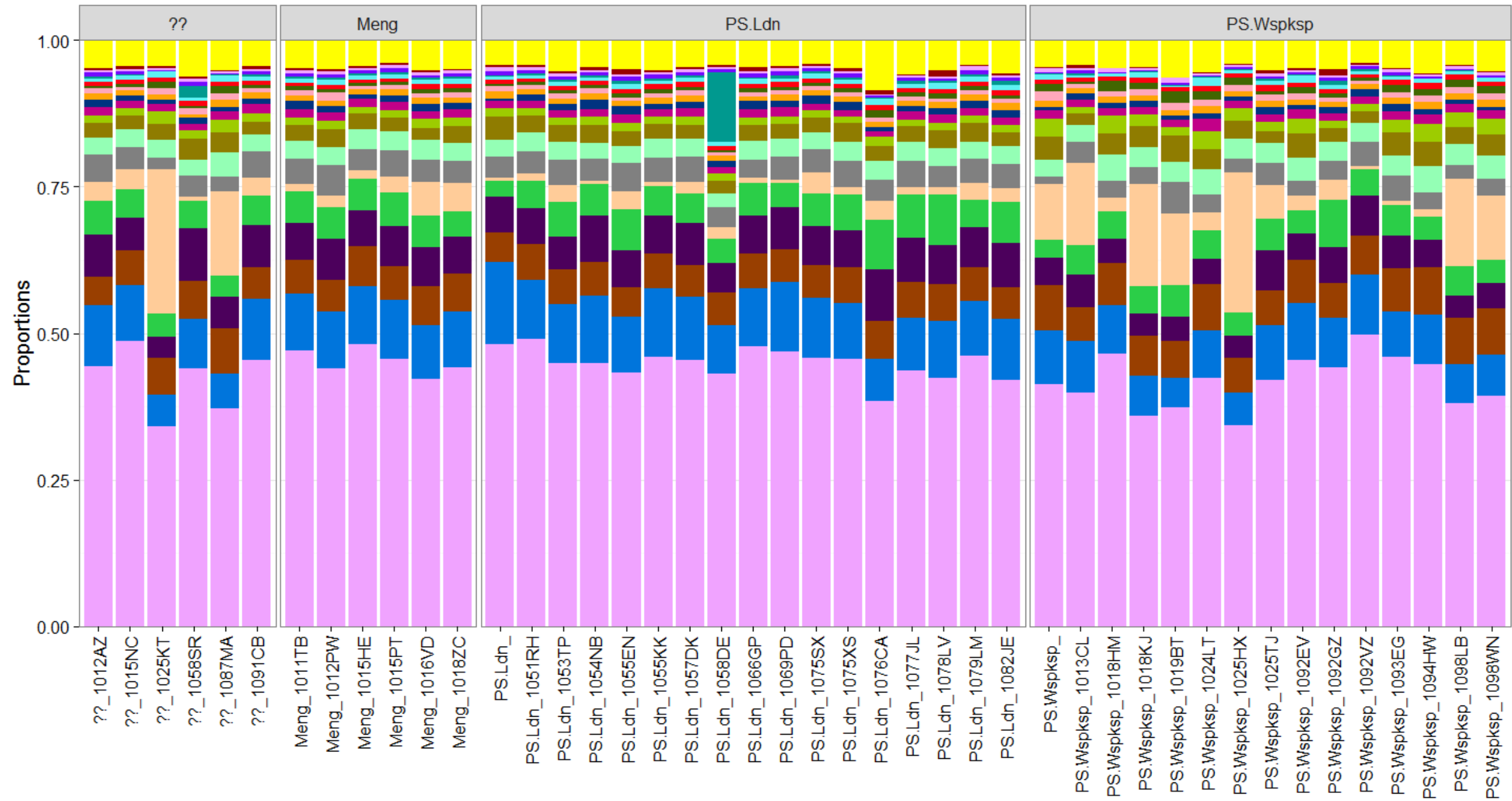
Leiduin vs Weesperkarspel



Leiduin: 0.5% van populatie

Wsprkrspl: 9.6% van populatie

Leiduin vs Weesperkarspel



Leiduin vs Weesperkarspel

Postcode	Pompstation	Burkholderiales	ATP	Postcode	Pompstation	Burkholderiales	ATP
Rein	Leiduin	0.5	1	Rein	Leiduin	0.5	1
Rein	Weesperkarspel	9.4	4.3	Rein	Weesperkarspel	9.4	4.3
1054NB	Leiduin	0.6	0	1079 LM	Leiduin	3.0	1.5
1069 PD	Leiduin	0.6	1.2	1024LT	Weesperkarspel	3.0	2.7
1092VZ	Weesperkarspel	0.7	0	1055EN	Leiduin	3.2	2.2
1065 KK	Leiduin	0.8	1.7	1076 CA	Leiduin	3.2	1.9
1093EG	Weesperkarspel	0.8	1.6	1092GZ	Weesperkarspel	3.4	1.3
1066 GP	Leiduin	1.0	0	1075SX	Leiduin	3.6	0
1078LV	Leiduin	1.2	1.7	1018ZC	Meng	4.8	1.3
1094HW	Weesperkarspel	1.2	3.5	1016VD	Meng	5.8	1.8
1075XS	Leiduin	1.2	2	1025TJ	Weesperkarspel	5.8	2.7
1051RH	Leiduin	1.2	1.2	1098WN	Weesperkarspel	11.0	2.8
1011TB	Meng	1.2	1.2	1019BT	Weesperkarspel	12.2	1.3
1077JL	Leiduin	1.3	1.9	1013 CL	Weesperkarspel	14.0	0
1015HE	Meng	1.4	1	1098 LB	Weesperkarspel	14.9	2.8
1057DK	Leiduin	1.8	0	1018KJ	Weesperkarspel	17.3	3.3
1058 DE	Leiduin	1.9	1.8	1025HX	Weesperkarspel	23.9	2.2
1012PW	Meng	2.0	1.8	1058SR	Leiduin	0.7	2
1082JE	Leiduin	2.2	1.5	1091CB	Leiduin	2.9	1.4
1018 HM	Weesperkarspel	2.3	1.3	1012 AZ	Meng	3.2	1.4
1092EV	Weesperkarspel	2.5	2.4	1015NC	Meng	3.3	0
1053TP	Leiduin	2.7	1.3	1087MA	Weesperkarspel	14.4	2.8
1015PT	Meng	2.9	0	1025KT	Weesperkarspel	24.6	2.5

Wetenschappelijk doel van de studie

■ Onderzoeksvragen

- Is drinkwater een vers product?
 - ❖ *JA, samenstelling verandert drastisch tijdens bewaren van drinkwater*
- Wat is het microbioom van het drinkwater van Amsterdam?
 - ❖ *Op Orden-niveau vastgelegd – veel onbekende bacterie-Orden*
- Hoe verandert de bacteriesamenstelling tijdens transport van het drinkwater door het distributiesysteem en drinkwaterinstallatie van het gebouw?
 - ❖ *Transport van drinkwater heeft relatief kleine invloed op bacteriesamenstelling (op Orden-niveau)*

Wetenschappelijk doel van de studie

■ Onderzoeksvragen

- Is het mogelijk om de herkomst te voorspellen (Leiduin of Weesperkarspel) op basis van microbiom drinkwatermonster?
 - ❖ *ATP en % Burkholderiales geven daar een indicatie voor*
- Wat is het effect van menging van drinkwatertypen geproduceerd door twee verschillende zuiveringen (Leiduin en Weesperkarspel)?
 - ❖ *Lijkt dat bacteriesamenstelling drinkwater in menggebieden lijkt op Leiduin of Weesperkarspel*

Leuk weetje

- **Amsterdam, niet gechloreerd drinkwater 2 distributiesystemen**
 - **5.471.030 sequenties geanalyseerd van drinkwater (direct of na doorstroming)**
 - **51.441 bacteriesoorten gevonden in het drinkwater (direct of na doorstroming)**
- **Schotland, gechloreerd drinkwater 2 distributiesystemen**
 - ***14.726.834 sequenties geanalyseerd***
 - ***6.080 bacteriesoorten***
- **Soortendiversiteit Amsterdams drinkwater verbazingwekkend hoog**

Nog niet klaar

- We duiken dieper in de verzamelde data
- Vergelijking tot nu toe op Orde-niveau
 - *Dus vleermuizen, primaten, knaagdieren, klipdassen, etc*
- Volgende stap tot Soortsniveau
 - Dus watervleermuis, baardvleermuis, konijn, haas, veldmuis, etc



Dank



 **waternet**
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

Dank!

#verswater

