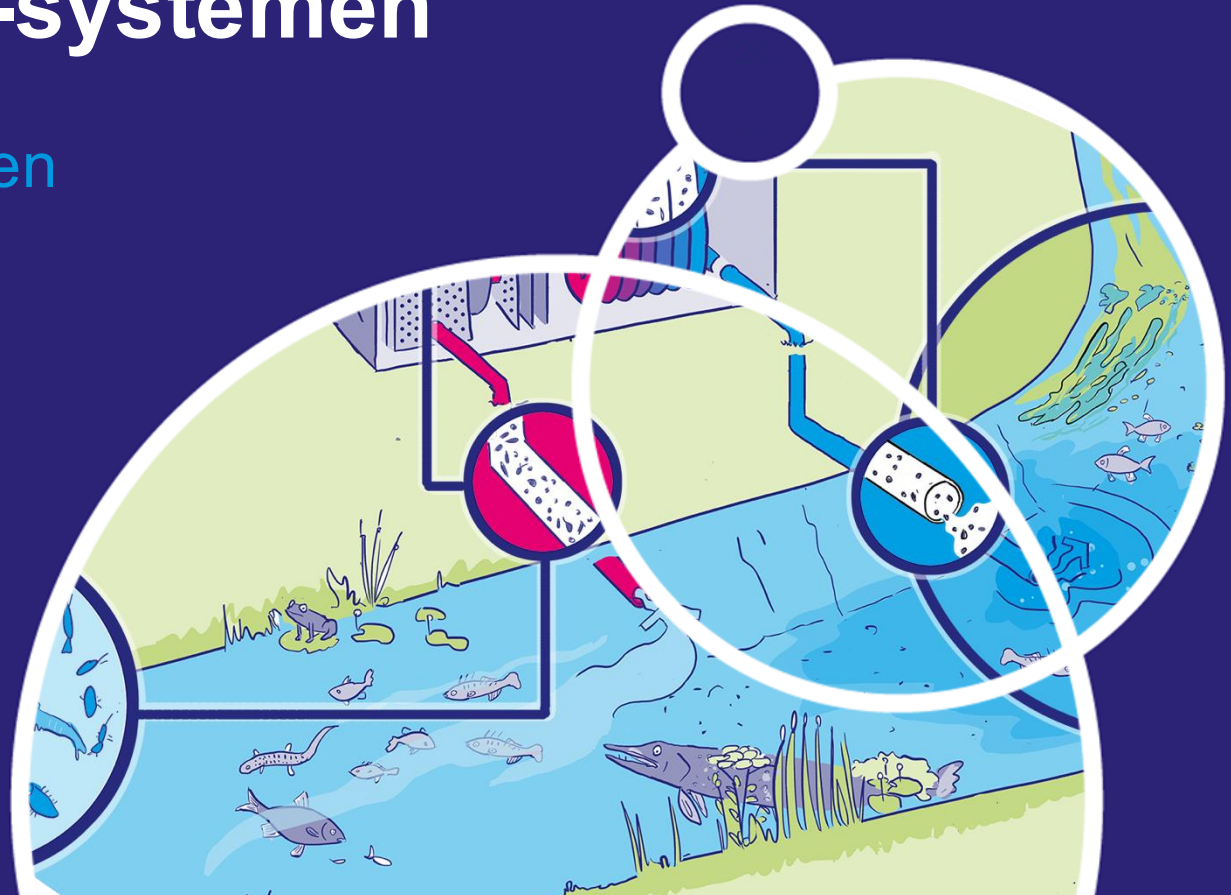




Webinar 'Ecologische effecten van TEO-systemen'

Eerste onderzoeksresultaten

21 mei 2026



Mededelingen algemeen

1. Microfoon uit
2. Webinar wordt opgenomen en gedeeld op STOWA website
3. Vragen stellen in de chat
4. Overige zaken/wensen: mailen naar noj@stowa.nl

Agenda

- ⇒ Introductie en kaders
- ⇒ Herkenning en bepaling mortaliteit van plankton
- ⇒ Ecologische effecten
- ⇒ Energetische prestaties
- ⇒ Totaal overzicht en toekomst
- ⇒ Vragen

Harry de Brauw - AGV
 Sven Teurlincx - NIOO
 Jasper Stroom - AGV
 Merlijn van Selm - AGV
 Matthijs Bonte - AGV
 Lieke Noij - STOWA

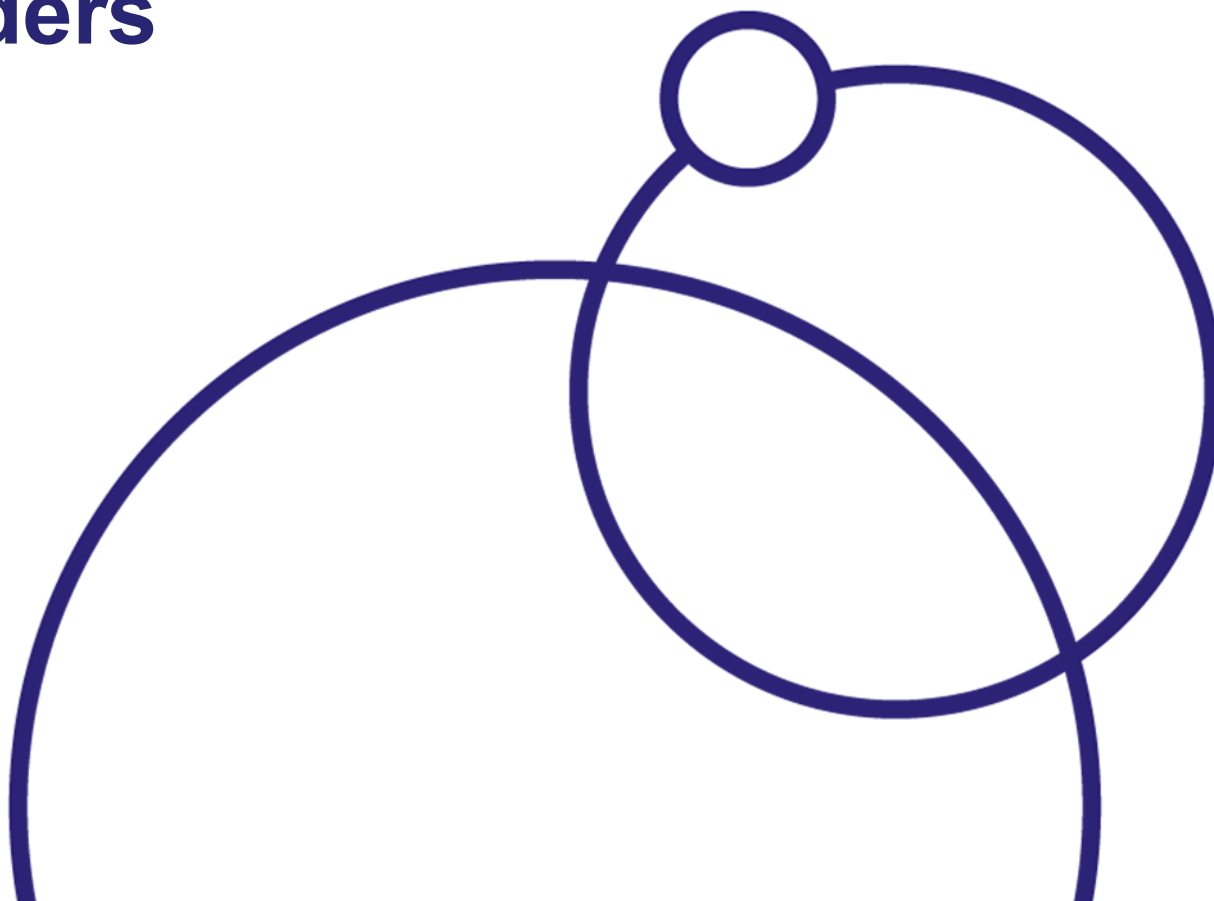




Introductie en kaders

Harry de Brauw

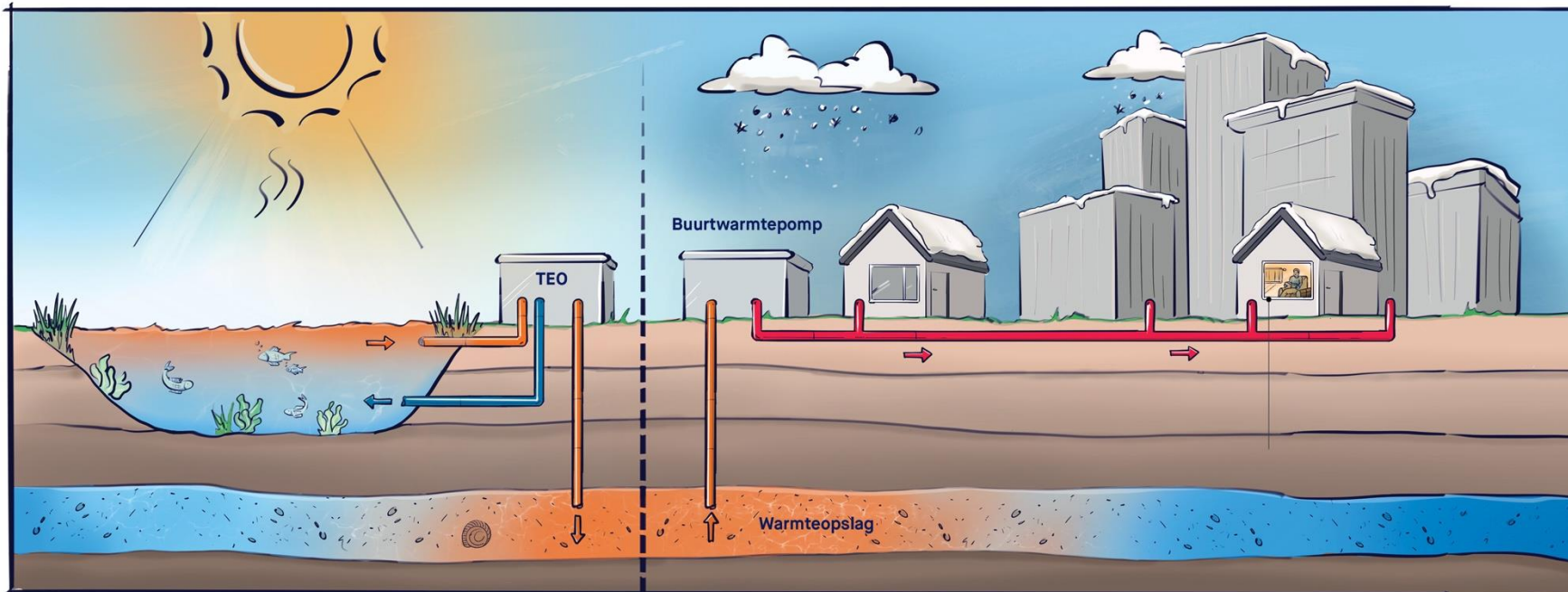
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht



Introductie

Waarom dit onderzoek (2021):

- ⇒ Waterschap AGV wil actieve rol aquathermie verkennen, wat betekent dit?
- ⇒ Kennis over koudelozing is reeds aanwezig
- ⇒ Onbekend wat er met micro-organismes in een installatie gebeurt



Historie onderzoek

2021:

- Samenwerking HHNK, Rijnland en Eteck
- Marktconsultatie: wat en hoe onderzoeken
- Ontwerp, locatiekeuze en financiering Proefinstallatie TEO Sloterplas

2022:

- Samenwerking NIOO
- Vergunning, realisatie en meetplan

2023:

- Realisatie TEO Sloterplas
- SOK partijen

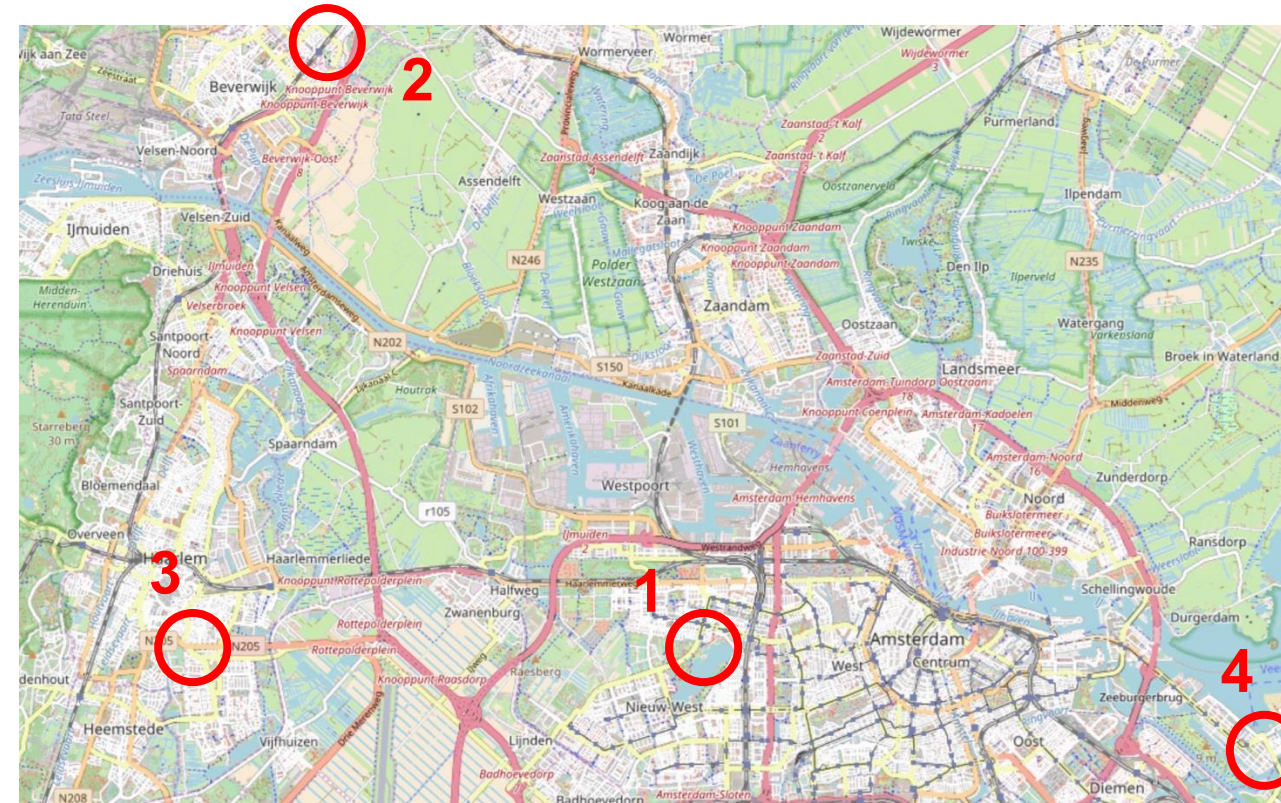
2024 & 2025:

- Onderzoek



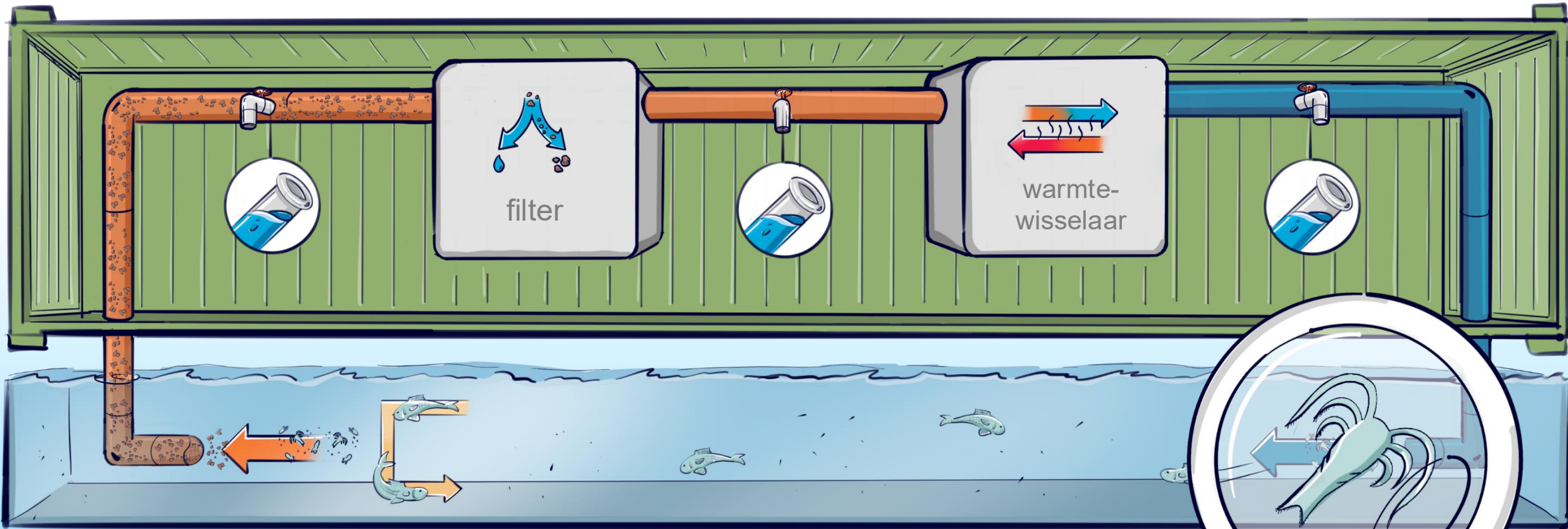
Onderzoek op 4 locaties

1. Sloterpolder (AGV): diepe plas
2. Broekpolder (HHNK): stadswater
3. Mariastichting (Rijnland): boezem
4. Centrumeiland (RWS): IJmeer



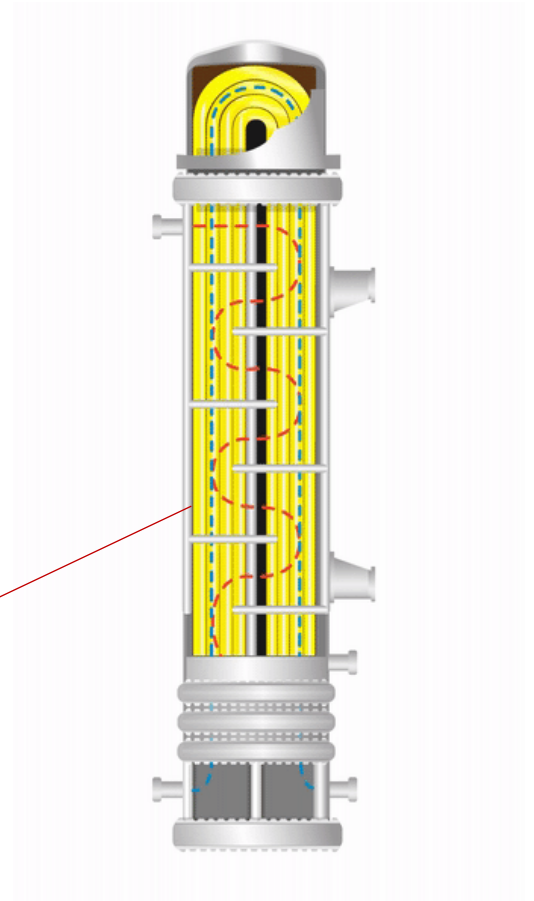
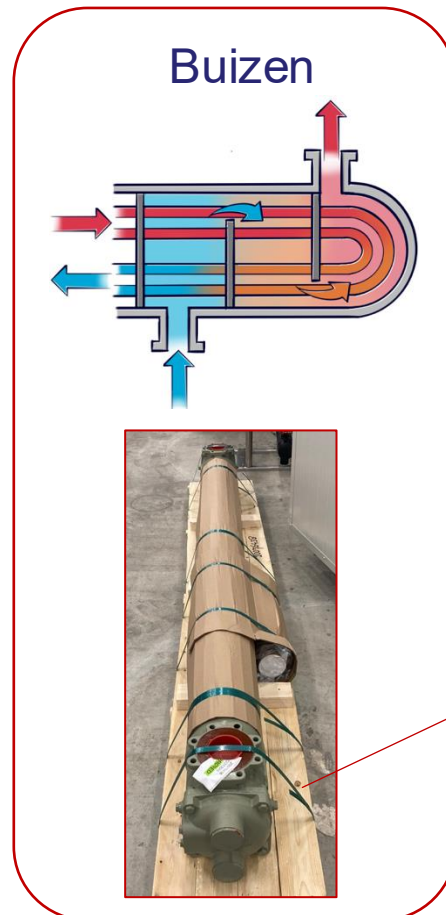
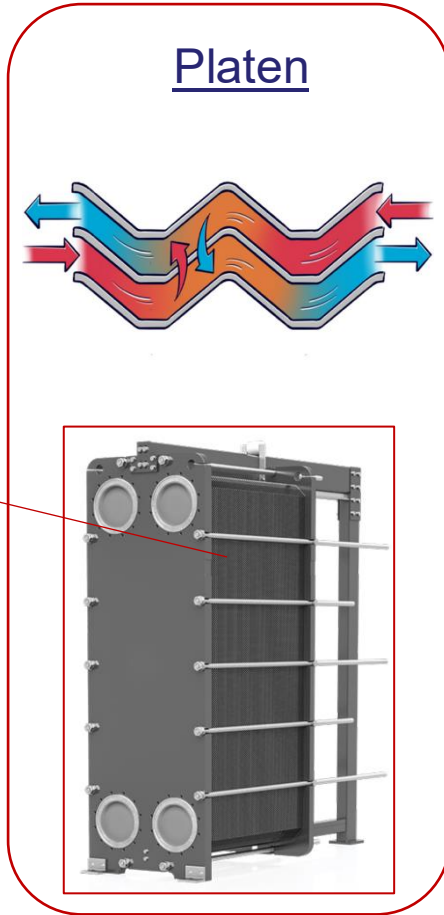
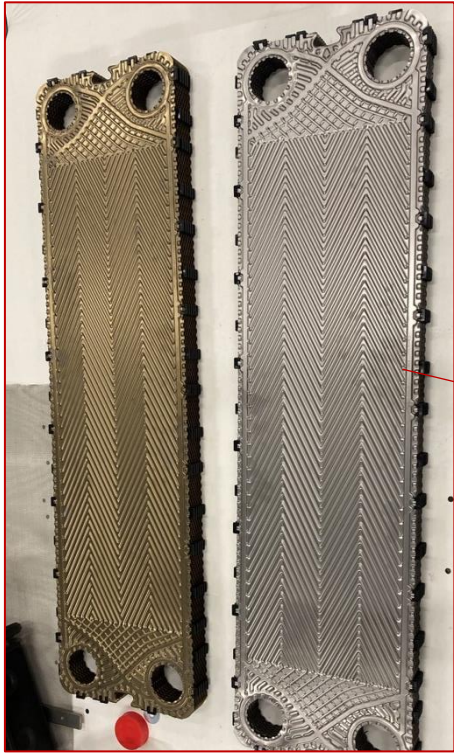
**We kijken naar wat er in de installatie gebeurt,
niet wat dat doet met het ontvangende water!**

Onderzoeksopzet



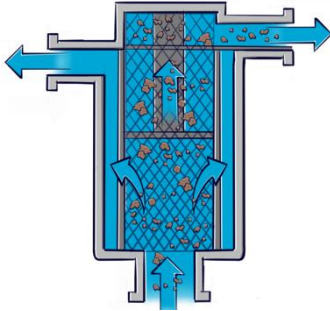
Wat doet de passage door een TEQ-installatie met de ecologische en chemische kwaliteit van het passerende water?

Type warmtewisselaren in het onderzoek

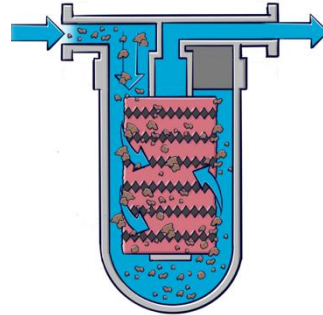


Type filters in het onderzoek

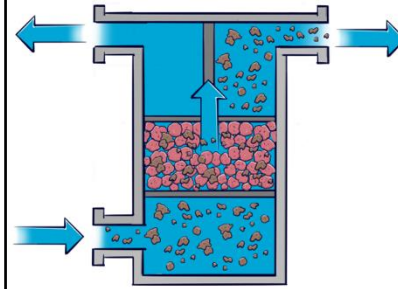
Bernoulli



Ringen



Flexbed



Proefinstallatie TEO Sloterplas



TEO Broekpolder



TEO Mariastichting



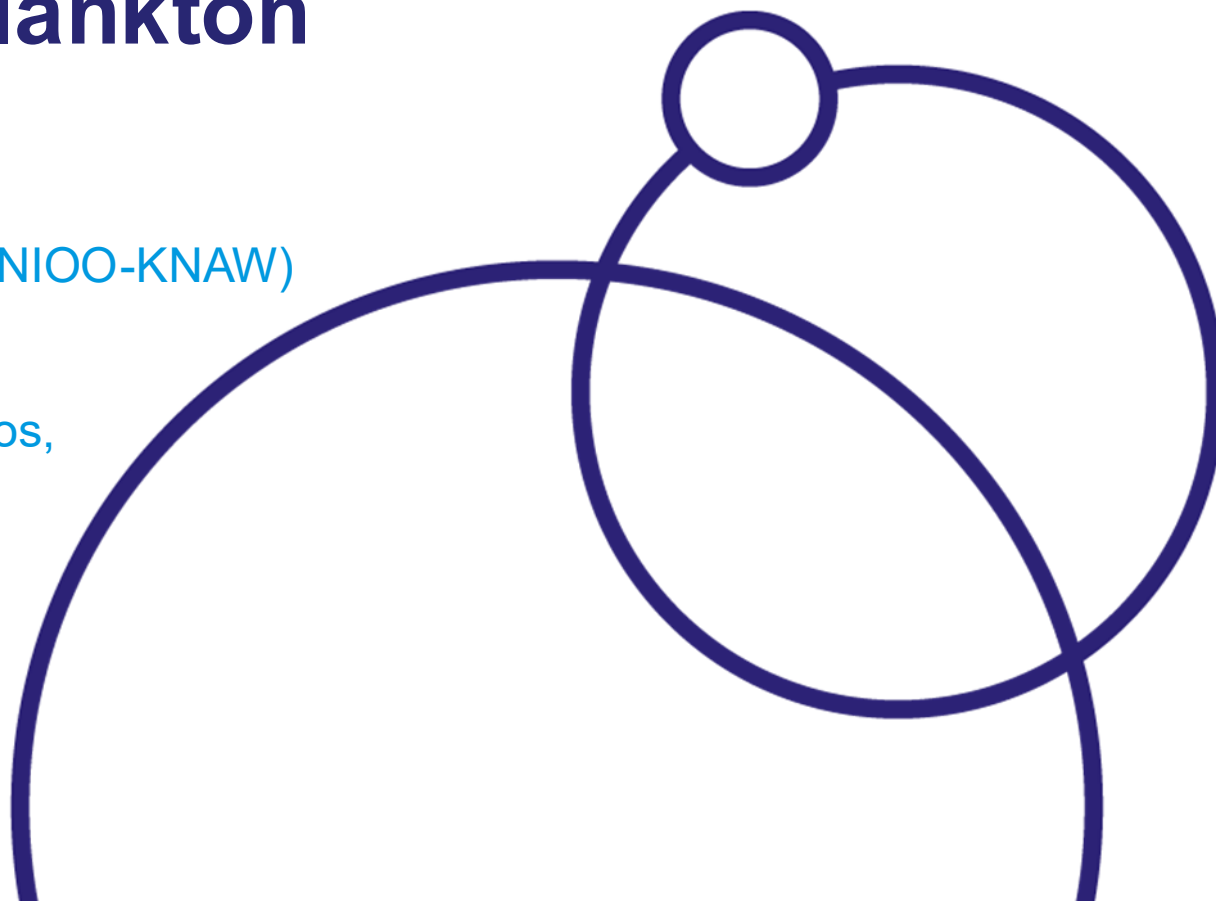
➔ **Innovatieve herkenning en vaststelling van mortaliteit van fyto- en zoöplankton**

Sven Teurlincx

Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW)

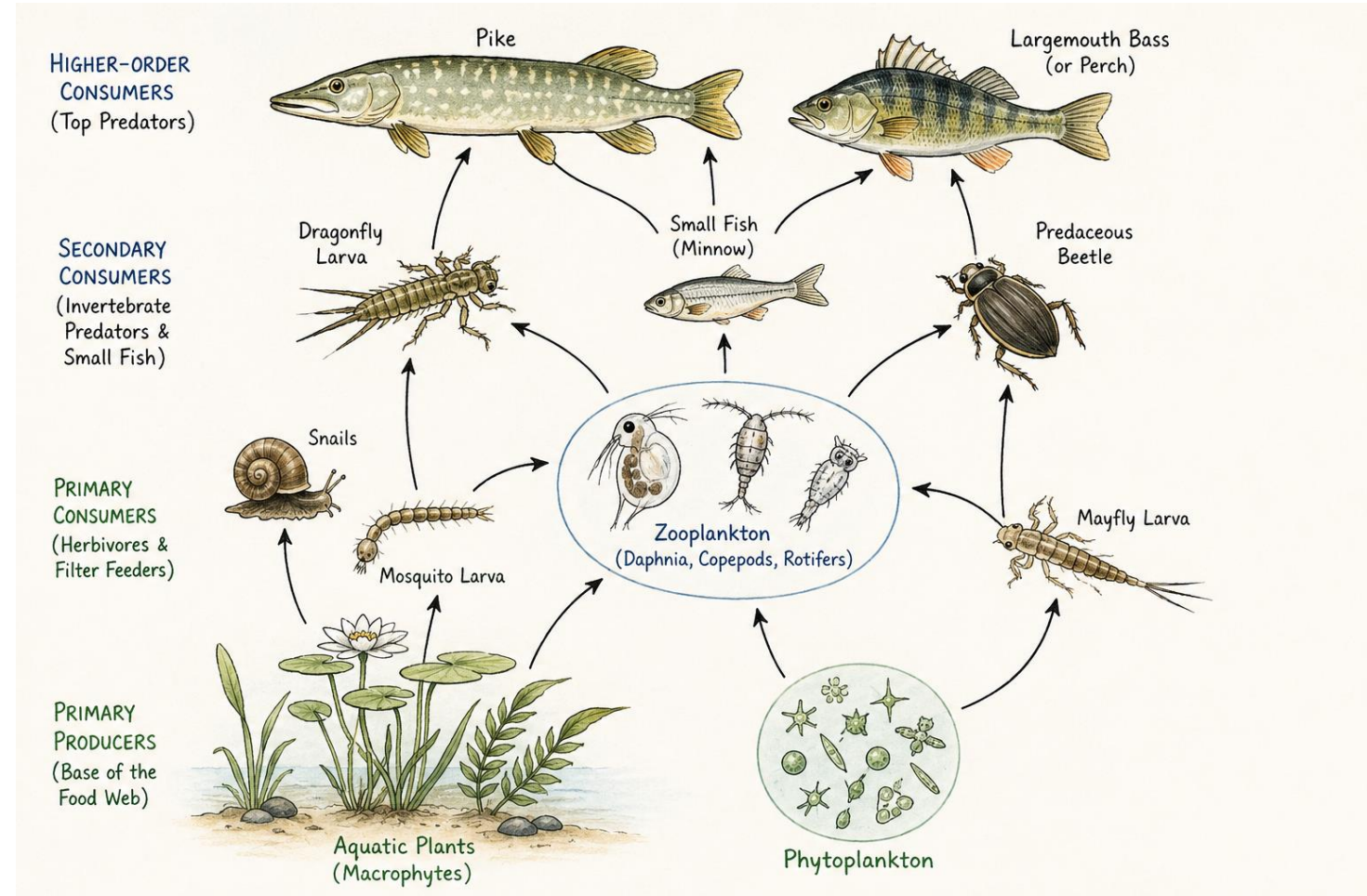
Met medewerking van:

Steven Declerck, Stylianos Mavrianos,
Kathrin Otte, Jasper Stroom



Het aquatische voedselweb

- Focus op plankton
- Fytoplankton (algen en blauwalgen)
- Zoöplankton
- Verwachte inname door TEO



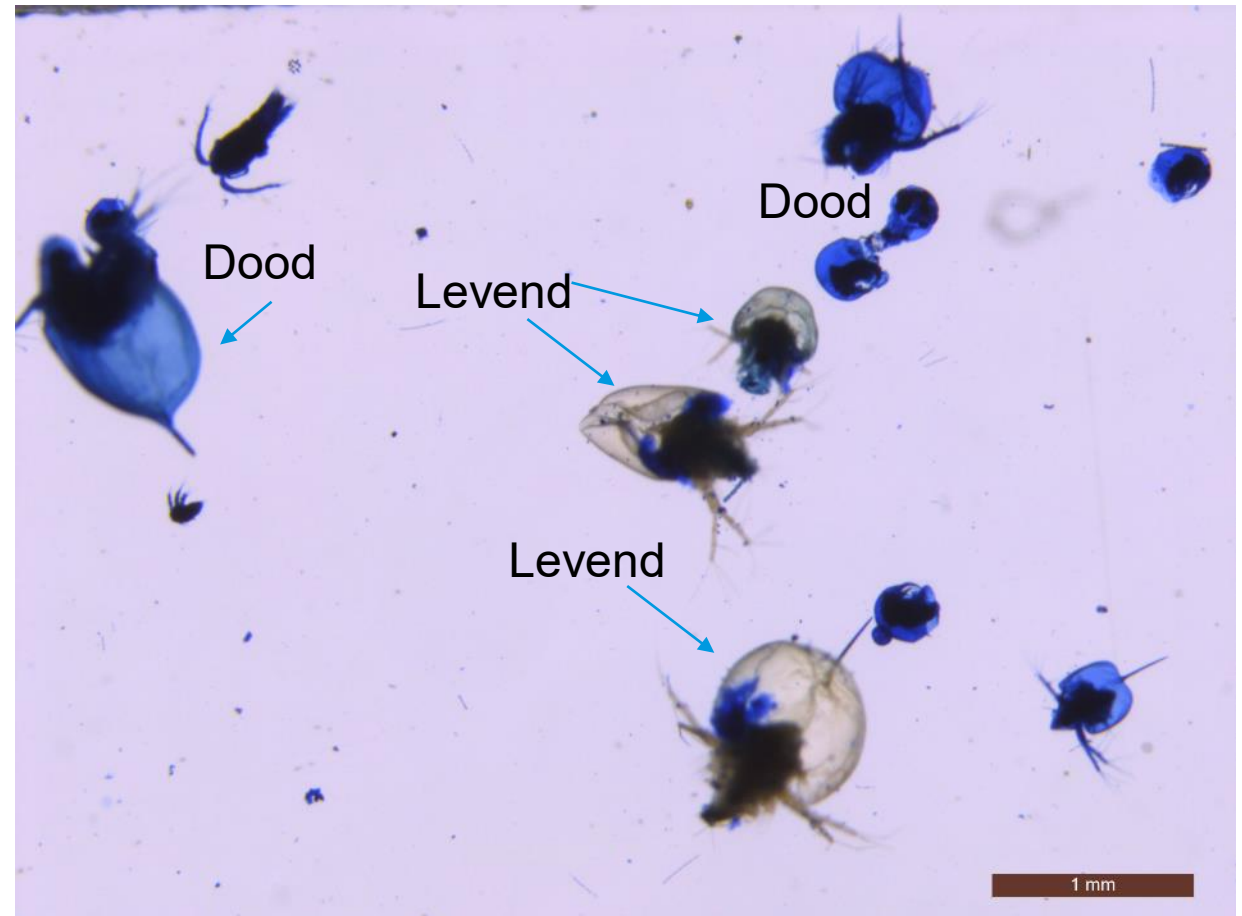
Innovatieve herkenning en vaststelling van mortaliteit van fyto- en zoöplankton

Vaststellen of:

- Organismen levend of dood door de verschillende onderdelen van een TEO installatie heen komen
- Hoeveel sterfte plaats vindt in de installatie voor verschillende soortgroepen

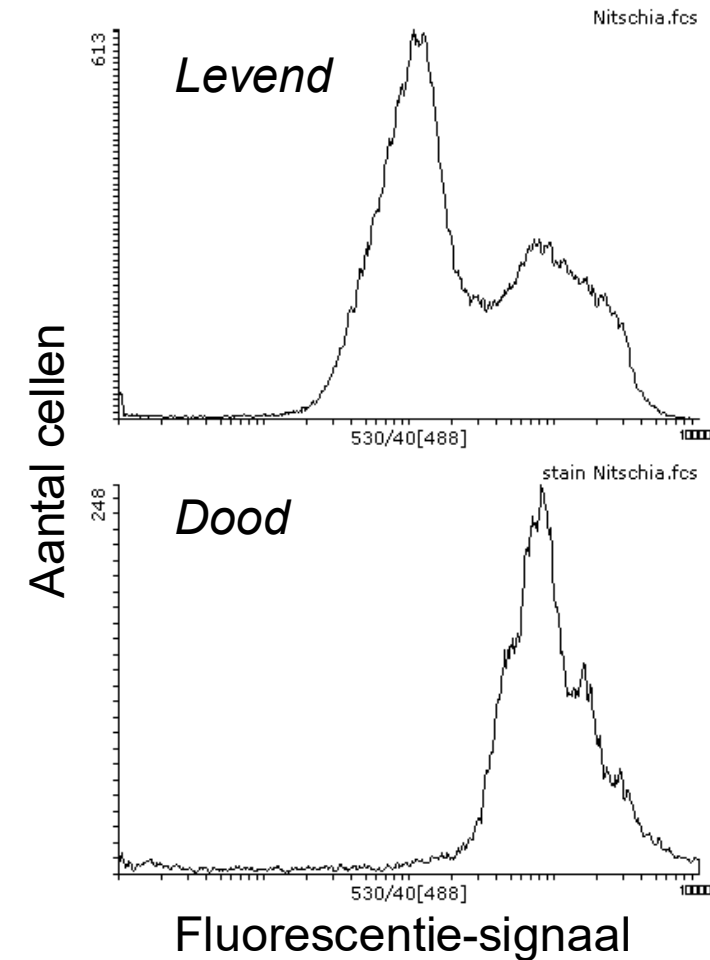
Dood of levend?

- Objectief vaststellen of een organisme nog leeft of dood is
- Kleurstoffen
 - SytoxGreen (fytoplankton)
 - AnalineBlue (zooplankton)
- Stoffen dringen door de celmembranen als deze permeabel zijn (dood)



Snellere verwerking: fytoplankton

- Klassieke benadering:
 - Lichtmicroscopie
- Flowcytometrie:
 - Fluorescentie van individuele cellen
 - Ander signatuur met kleurstof
 - Dode deel kleurt

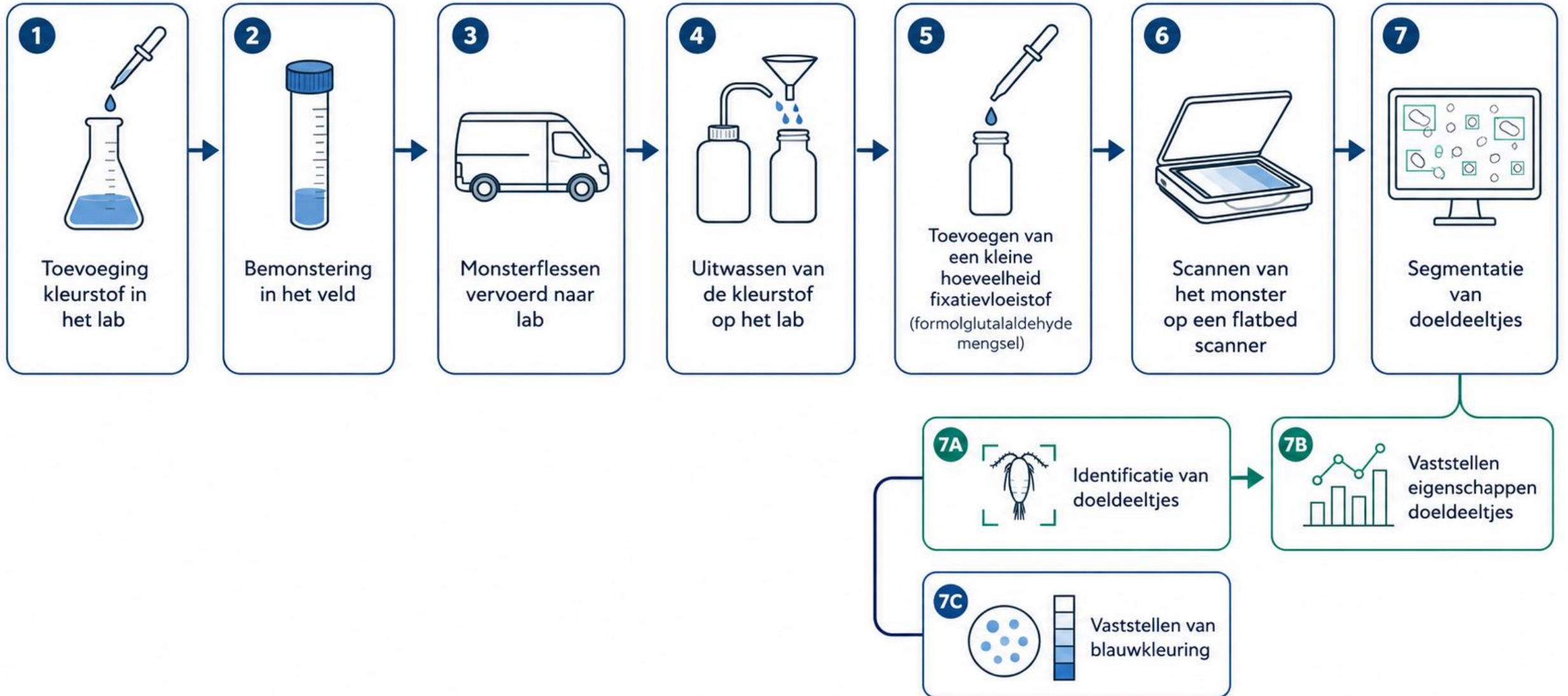


Snellere verwerking: zooplankton

- Klassieke benadering:
 - Lichtmicroscopie
- Scans:
 - Betaalbaar
 - ~1200 euro scanner
 - ~0.53 euro per plaatje
 - Reproduceerbaar
 - Opnieuw analyseerbaar



Stappenplan



Vaststellen van doeldeeltjes: verwerking beelden

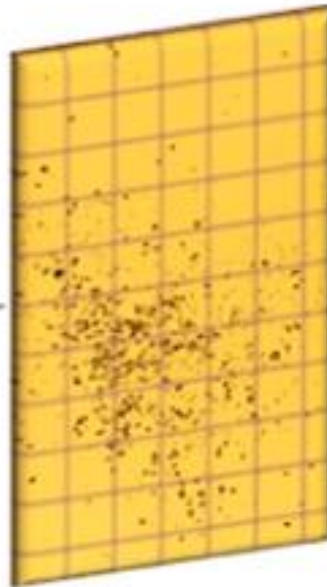
Remote sensing aanpak

Original Image



300 MB foto

Image Cropping



Stukjes van 1024x1024 pixels

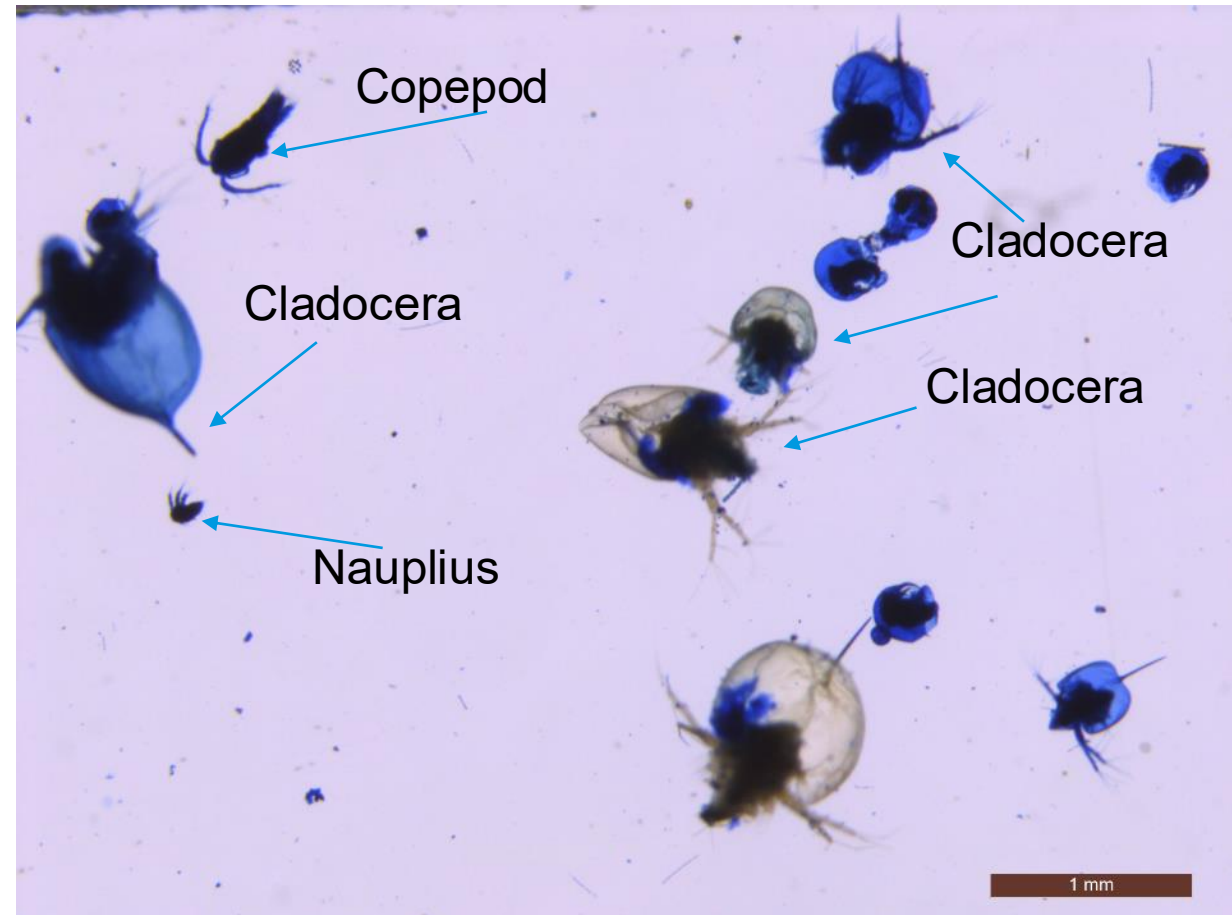
Image chunks



Analyse op stukjes

Vaststellen en identificatie van doeldeeltjes: training

- Getrained op handmatig geannoteerde en uitgeknipte beelden
- Aantal handmatig geïdentificeerde individuen: 4820



Vaststellen van doeldeeltjes: AI model DaphAI

Model gebouwd op YOLO12Seg (open source)

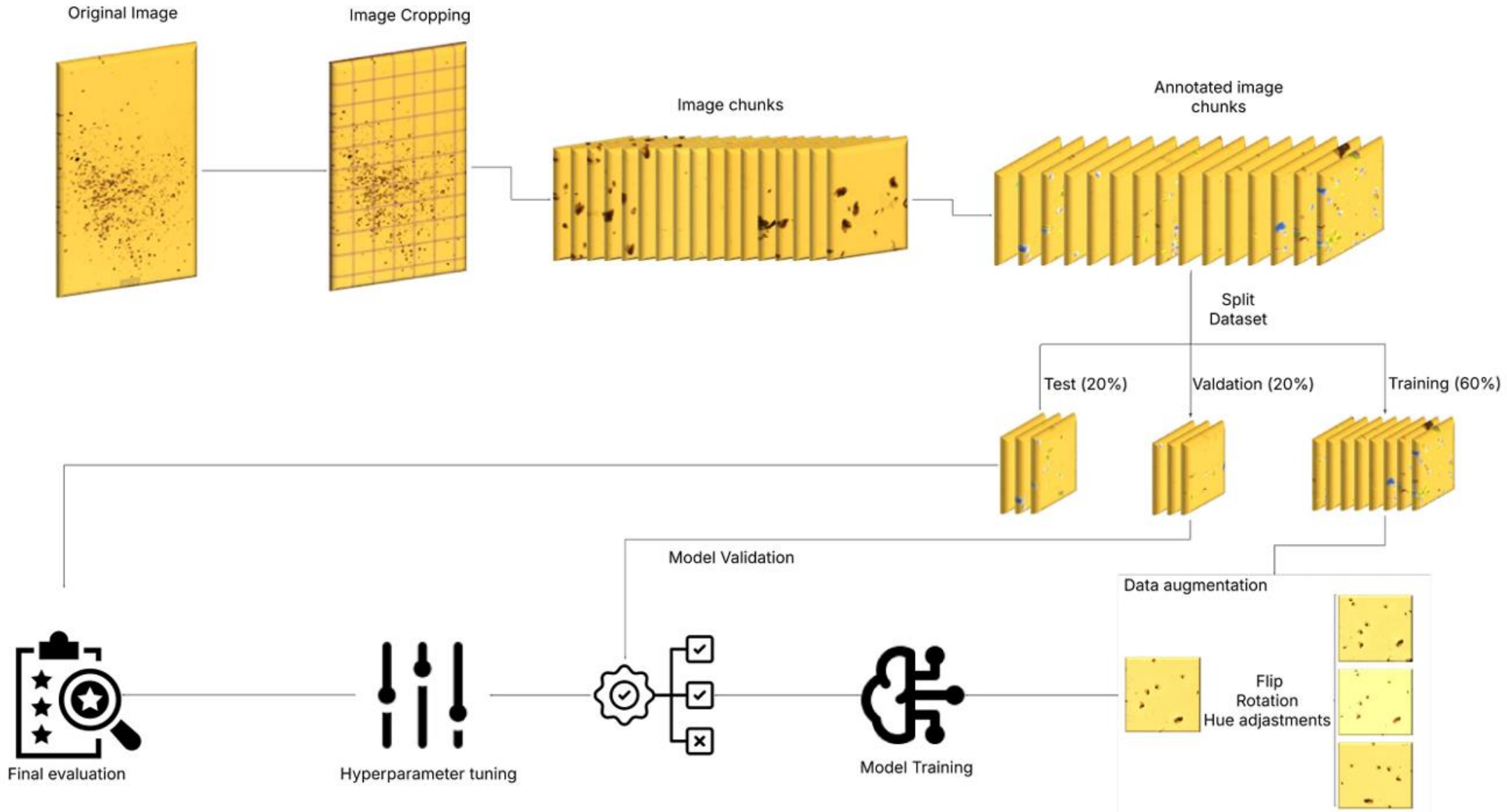
Epochs: 1200 with early stopping

Training time: 18h07min (workers =3)

Mavrianos, S., van Santvoort, V., Teurlincx, S., Declerck, S. A., & Otte, K. A. (2025). DaphnAI: A Deep Learning Approach for High-Throughput Zooplankton Community Analysis. *bioRxiv*, 2025-07.

Mavrianos, S., Teurlincx, S., Declerck, S. A., & Otte, K. A. (2026). HiReS: A Method for Automated Morphometric Trait Extraction from High-Resolution Plankton Images. *bioRxiv*, 2026-04.

Vaststellen en herkennen van doeldeeltjes



Herkennen van doeldeeltjes: Nauwkeurigheid

Nauwkeurigheid op bepalen identiteit aan de hand van validatie

Verschillend tussen groepen

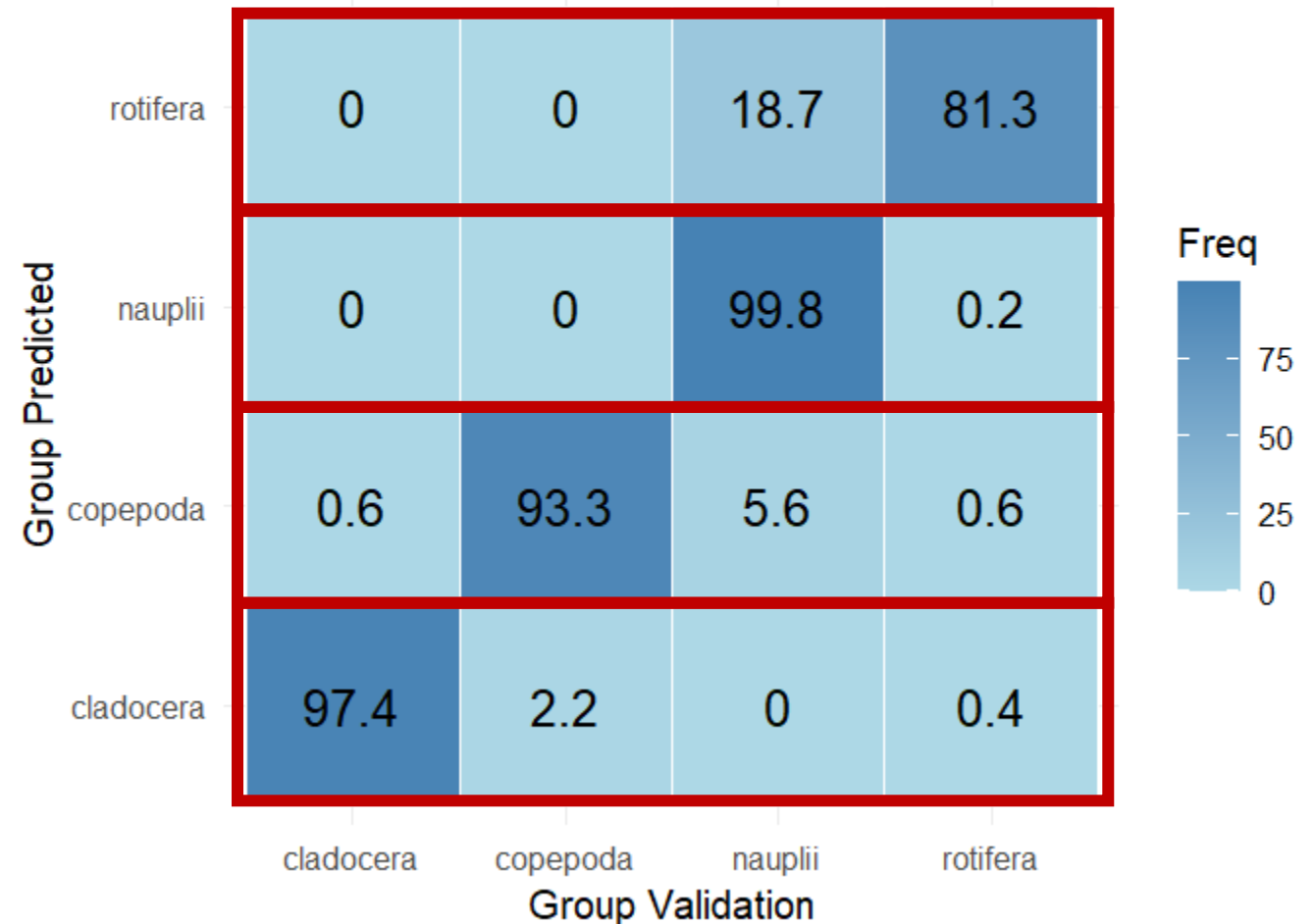
Nooit lager dan 81%

Gemiddelde score: 94%
nauwkeurig

Confusion Matrix

Model: Blue_2425

Precision=0.93 Recall=0.955 F1=0.94

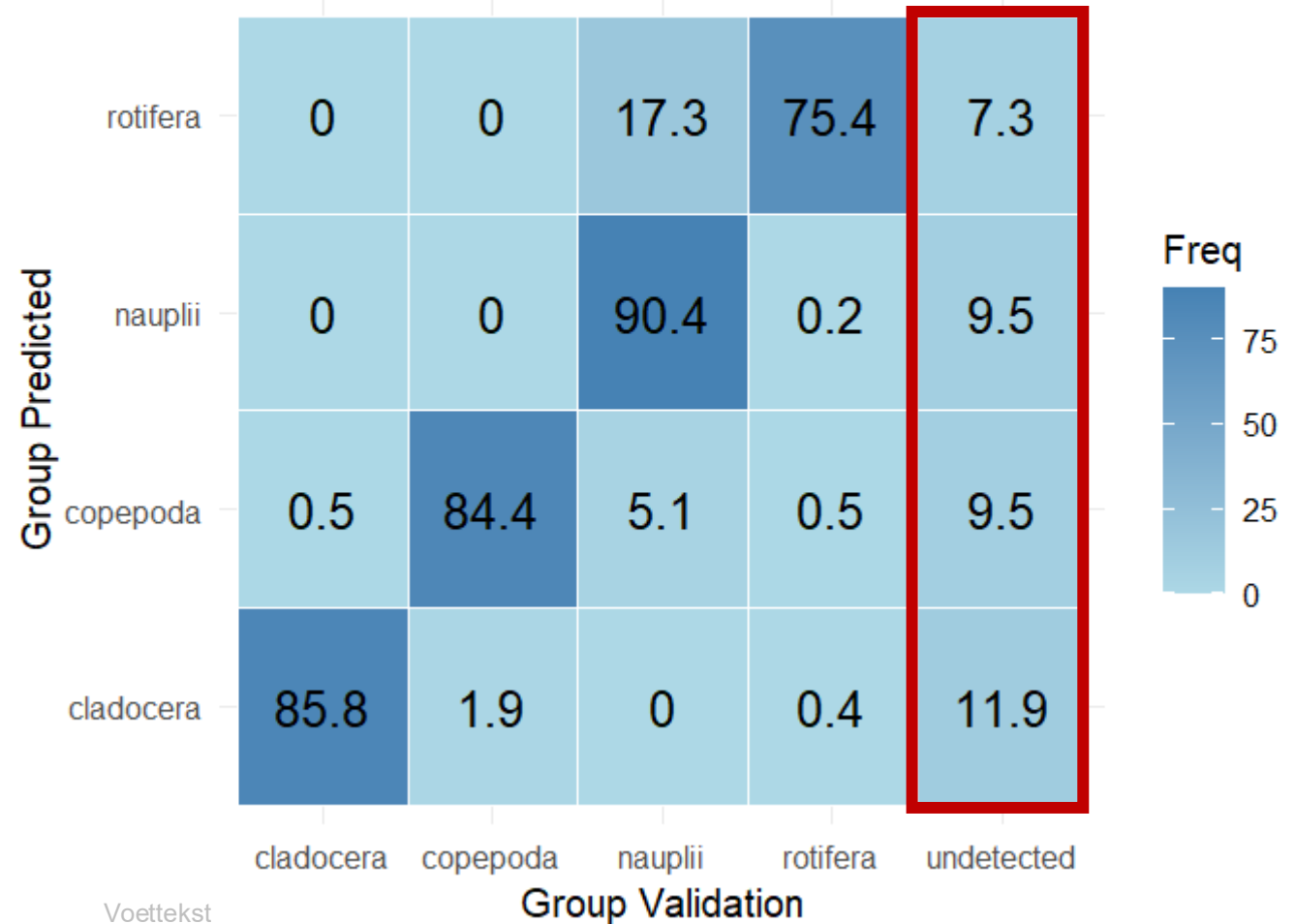


Herkennen van doeldeeltjes: Ongedetecteerd

Maar niet alle individuen worden gevonden als doeldeeltje;

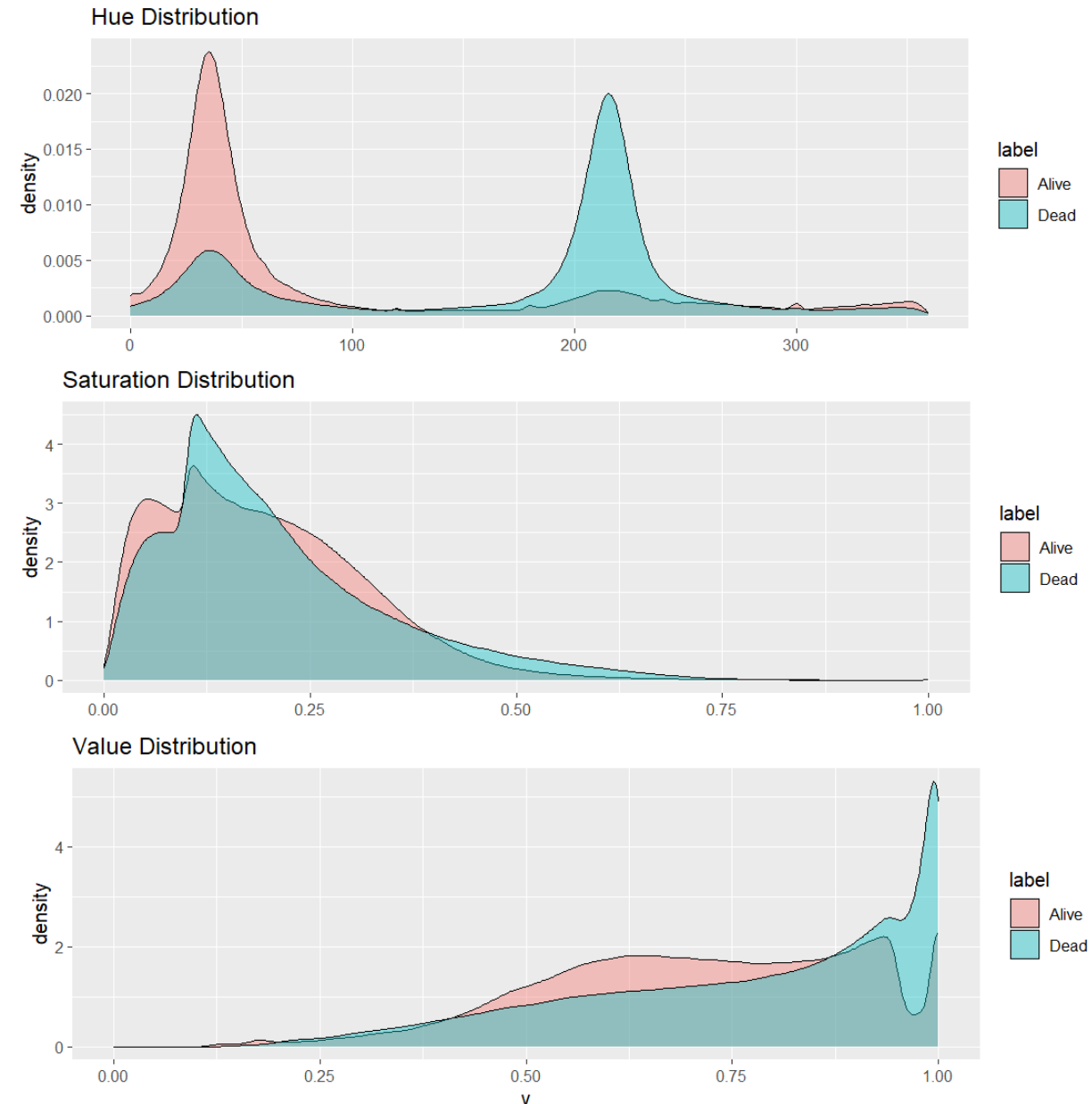
Gemiddeld: 9.6% ongedetecteerd

Confusion Matrix
 Model: Blue_2425
 Precision=0.84 Recall=0.955 F1=0.892



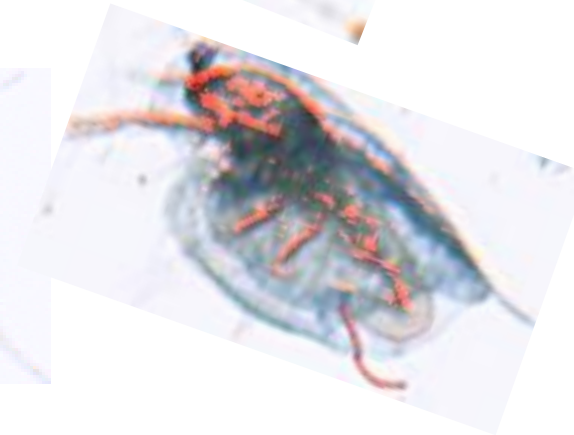
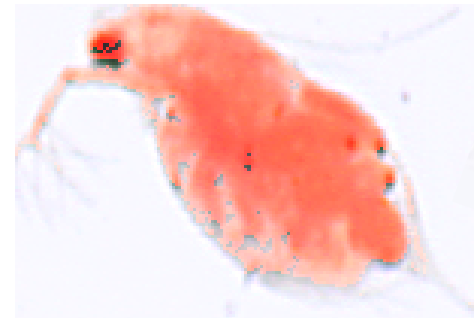
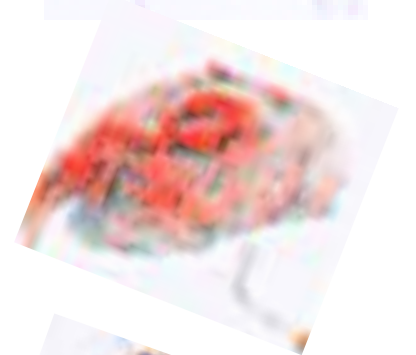
Vaststellen mortaliteit: kleuring van zoöplankton

- Kleurenspectra
- Visueel verschillend
- Optimale ranges bepaald aan de hand van *Dynamic Evolution* optimalisatie algoritme
- **Score per pixel** in de dataset:
 $(\text{Specificity} + \text{Sensitivity})/2$
 - Specificity: False positives
 - Sensitivity: True positives



Vaststellen mortaliteit: kleuring van zoöplankton

- Optimale range na 78 iteraties
- 150 varianten per iteratie
- Optimale range:
 - H: 0.703 - 119.6
 - S: 0.0015 - 0.997
 - V: 0.0097 - 0.998

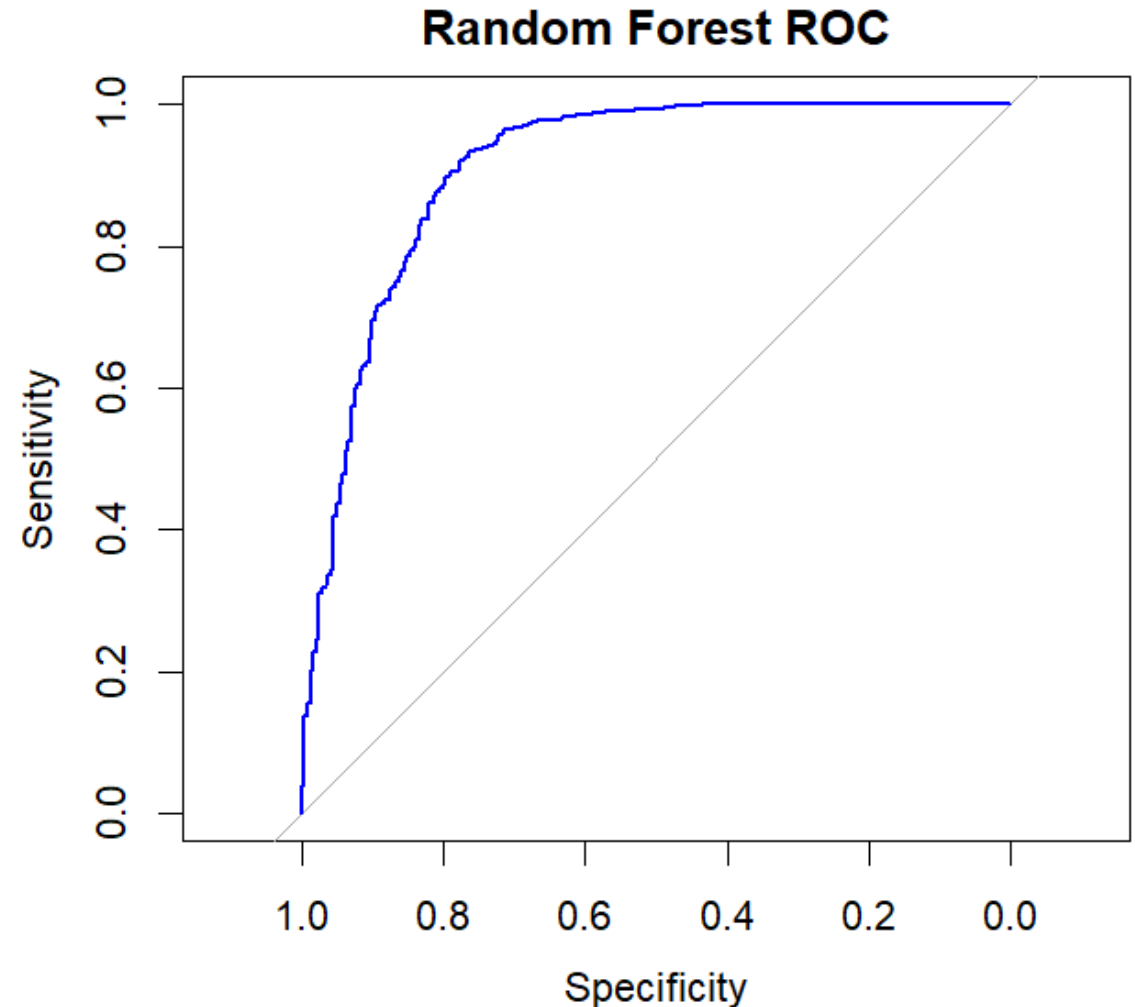


Levend

Dood

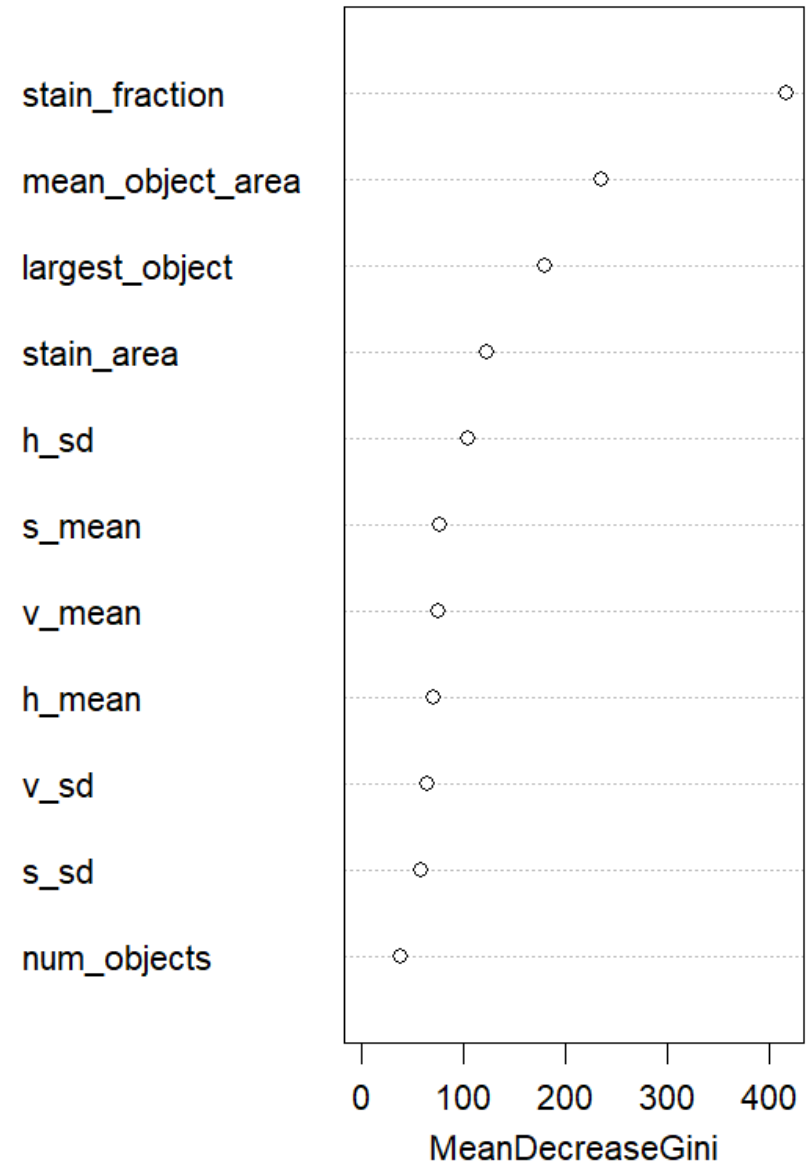
Vaststellen mortaliteit: Classificatiemodel

- Classificatie op organismeniveau met beste kleurenspectra *verdeling* (uit optimalisatie) en *vorm* en *omvang* van kleuring per organisme
- *Random Forest* model
 - OOB error: 9.38%
- Dus ~10% foutclassificaties (dood = levend of levend = dood)

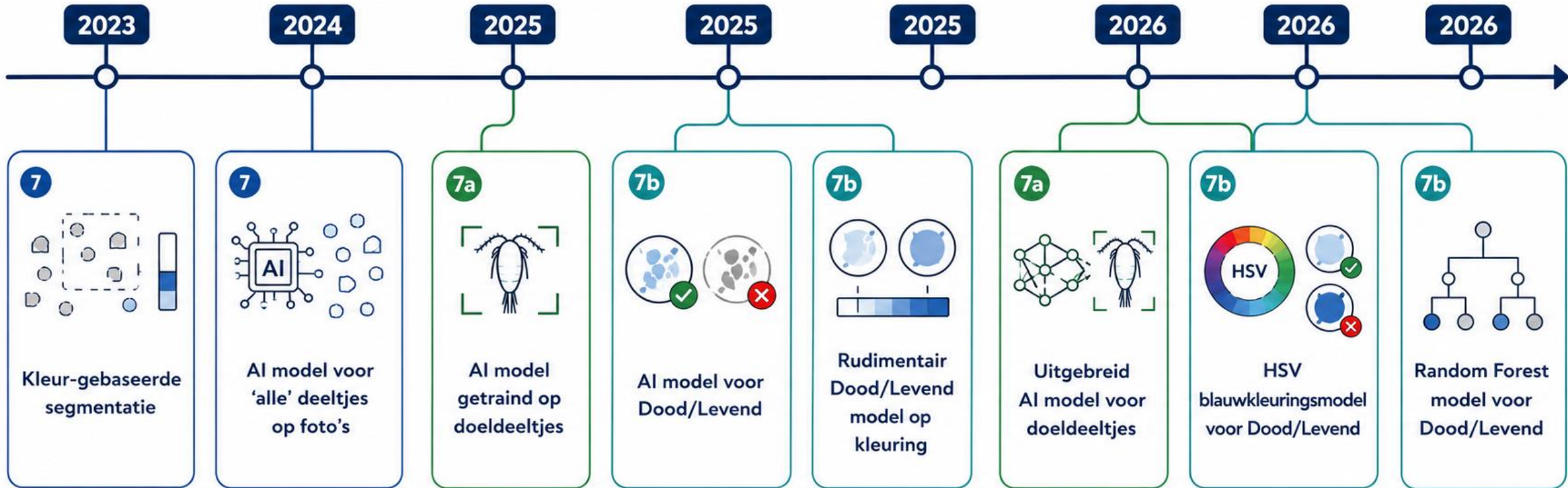


Vaststellen mortaliteit: Classificatiemodel

- Meer dan kleur van pixels
- Relatieve oppervlakte van geselecteerde pixels t.o.v. organisme



Modelontwikkeling: samen leren



7  **Segmentatie (stap 7)**
Methoden voor het detecteren en segmenteren van alle deeltjes op gescande beelden.

7a  **Doeldeeltjes modellen (stap 7a)**
Modellen gericht op het detecteren en herkennen van specifieke doeldeeltjes (zoöplankton).

7b  **Dood/Levend modellen (stap 7b)**
Modellen voor het bepalen van de dood-leven status op basis van blauwkleuring.

➔ **Mortaliteit zoö- en fytoplankton in TEO's** **Tussenresultaten onderzoek 2024 - 2025**

Jasper Stroom (AGV)

jasper.stroom@agv.nl

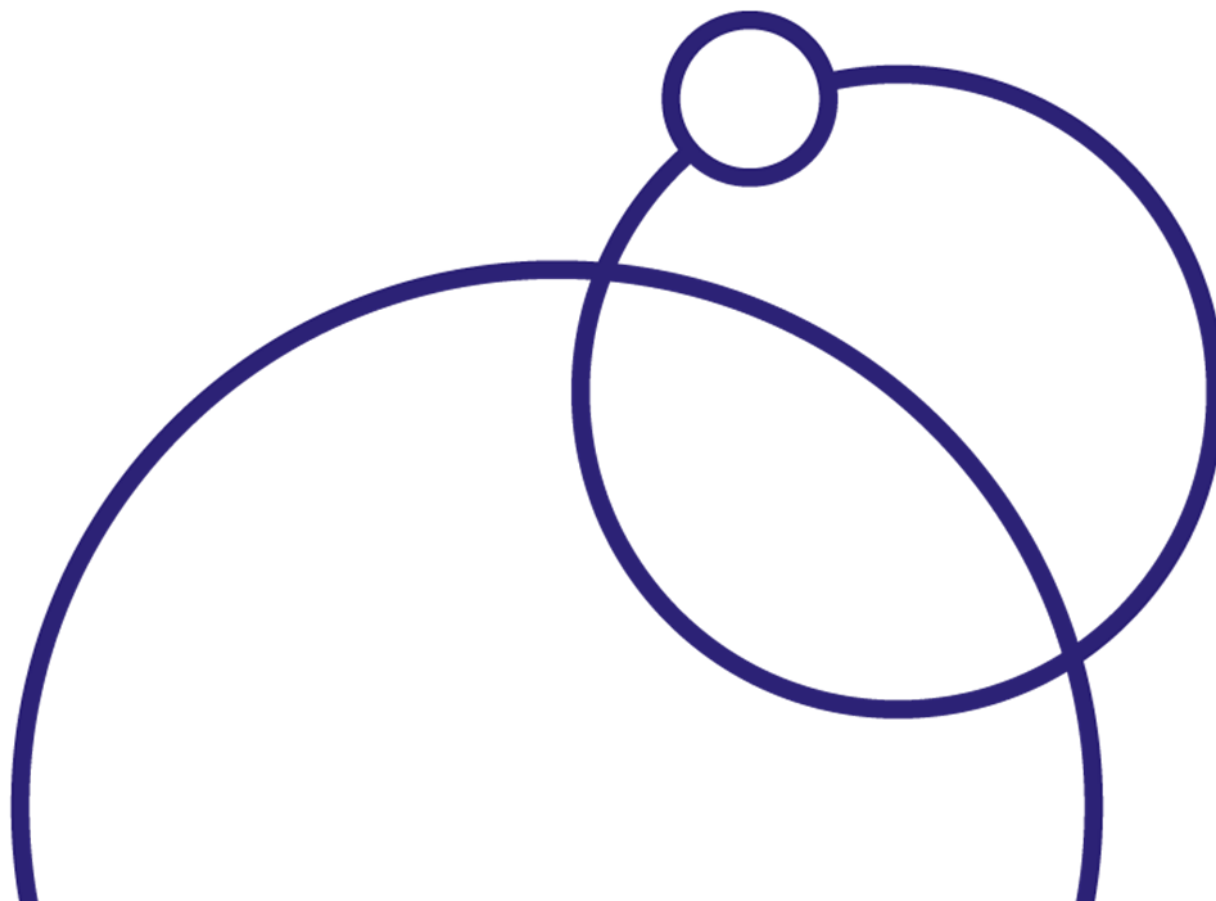
Werkgroep:

Sven Teurlincx (NIOO)

Simone van Dam (HHNK)

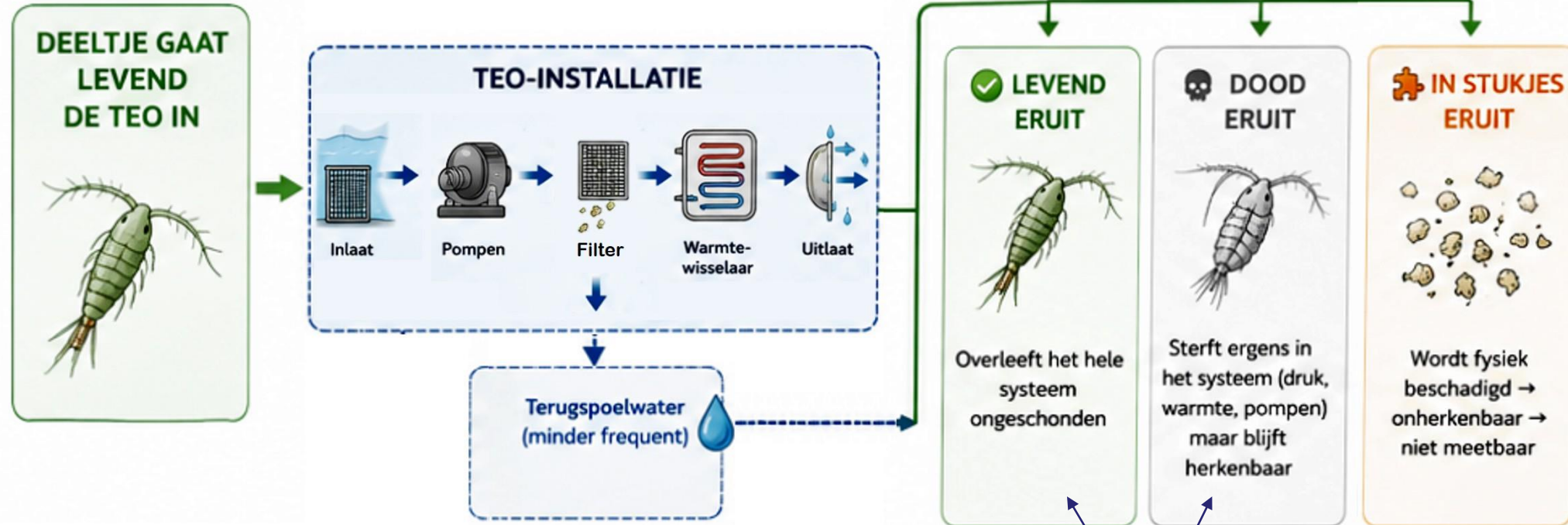
Marco Vaartjes (Rijnland)

Laura Hesp (RWS)



Hoofddoel van het onderzoek

- wat is het lot van een levend deeltje dat door een TEO heen gaat?
- dood of levend?

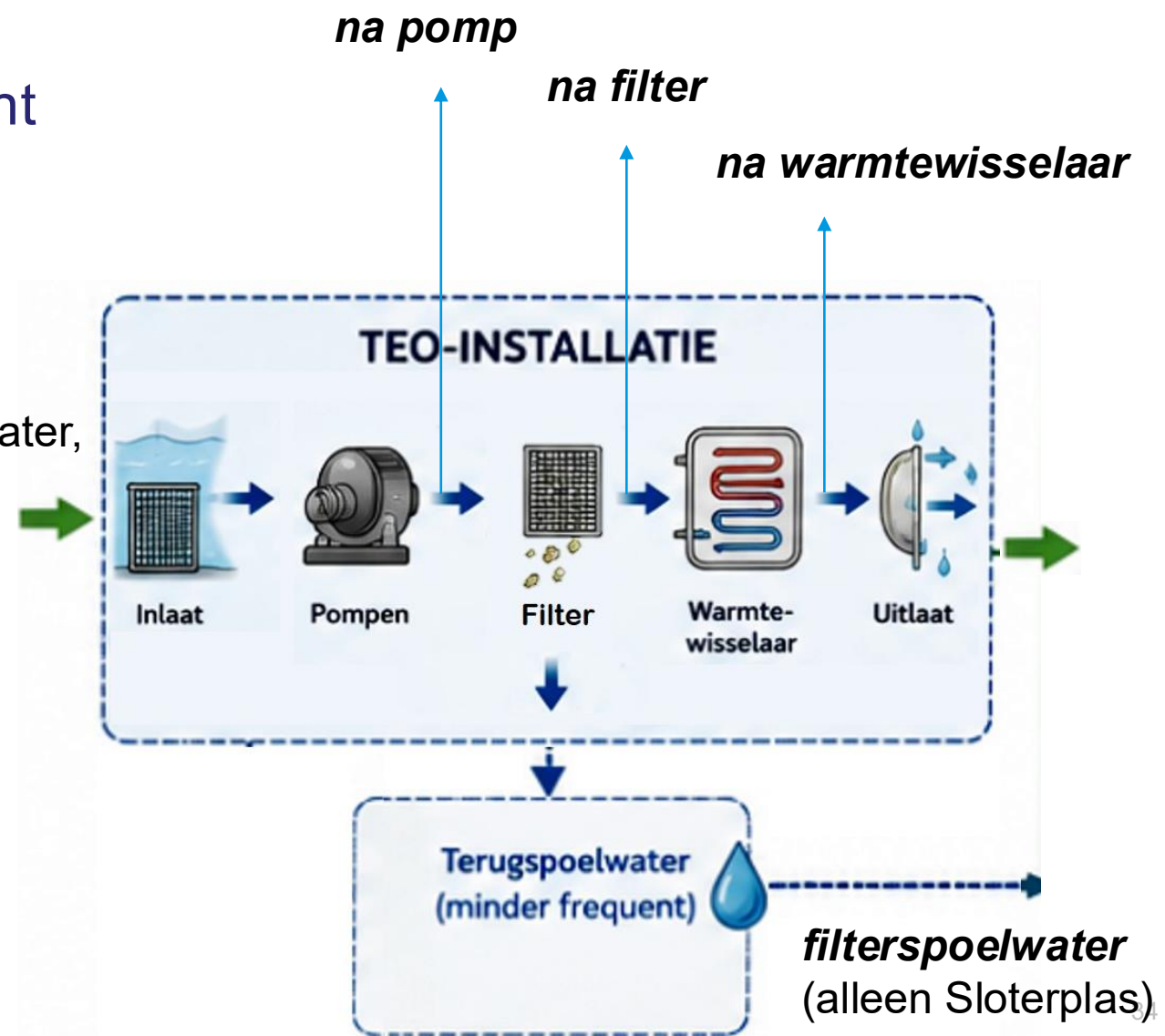


Monitoring

- ⇒ dood of levend
- ⇒ monitoringslocaties per TEO-component

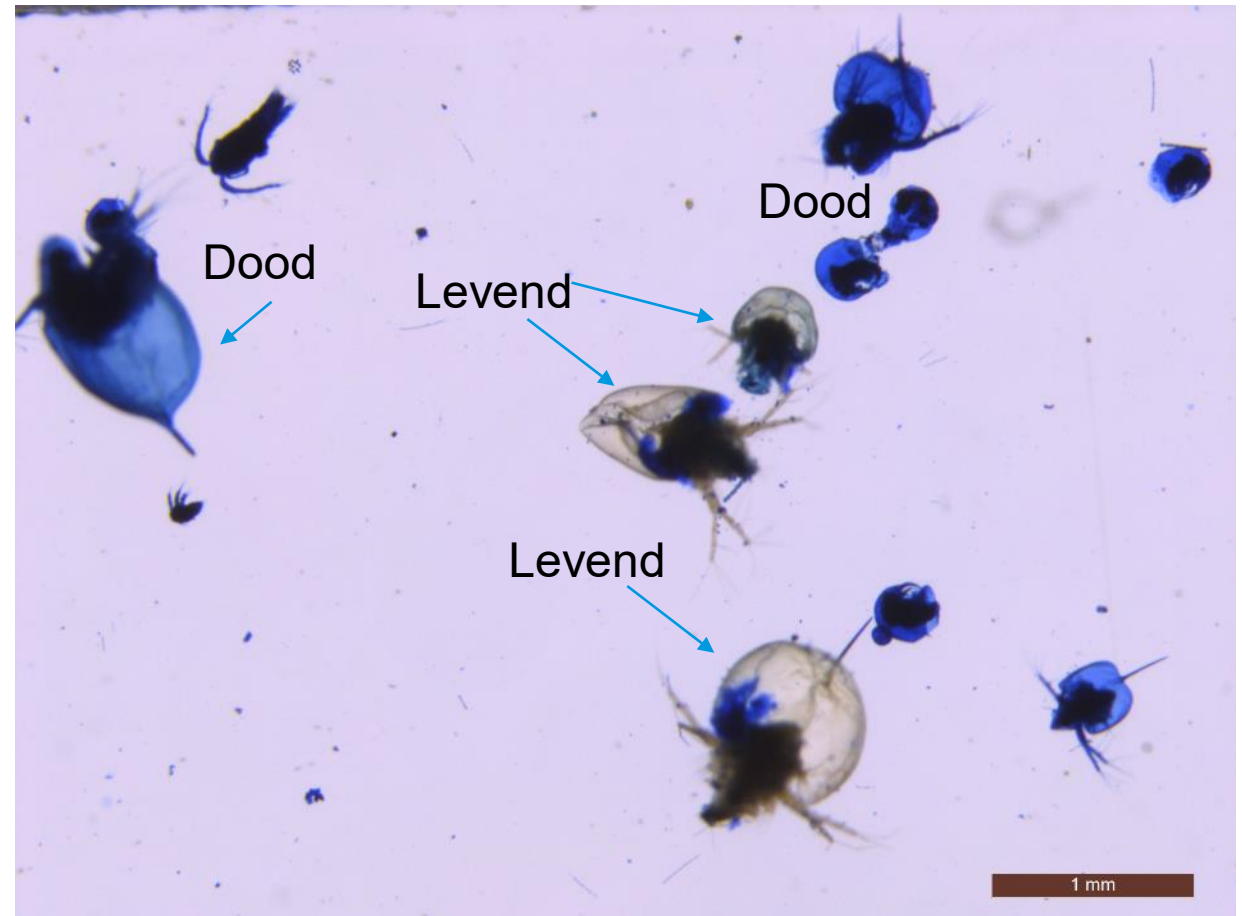


voor TEO (in oppervlaktewater, voor de aanzuigkorf)



Mortaliteit

- sterfte per TEO-component
- 2 methoden
 - via aandeel dood
 - via abundantie
- 2 groepen
 - zoöplankton
 - fytoplankton



Zoöplankton

taxa

⇒ in de data (foto's) 4 taxa:

- ⇒ **Cladocera/Diplostraca** (inc. *Daphnia*, *Bosmina*) -> watervlooien, 0.2 – 6 mm
- ⇒ **Copepoda** -> roeipoot- of eenoogkreeften, 1-2 mm
- ⇒ **Nauplii** -> larves van *Copepoda*, 0.1 mm
- ⇒ **Rotifera** -> raderdieren, 0.1-0.5 mm
- ⇒ overig -> diverse organismen (muggenlarven, mosseldiertjes, vlokreeften, etc) -> niet gebruikt want te insignificante hoeveelheden

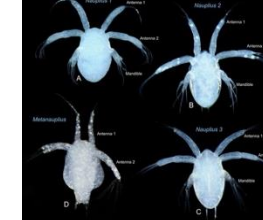
⇒ n > 32000



<https://en.wikipedia.org/wiki/Diplostraca>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Copepod>



<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0141955>



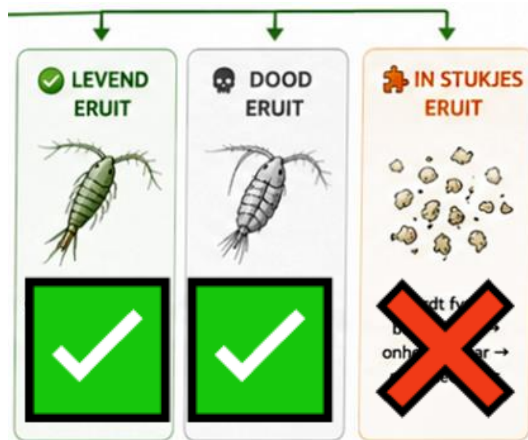
<https://www.inaturalist.org/taxa/126917-Rotifera>



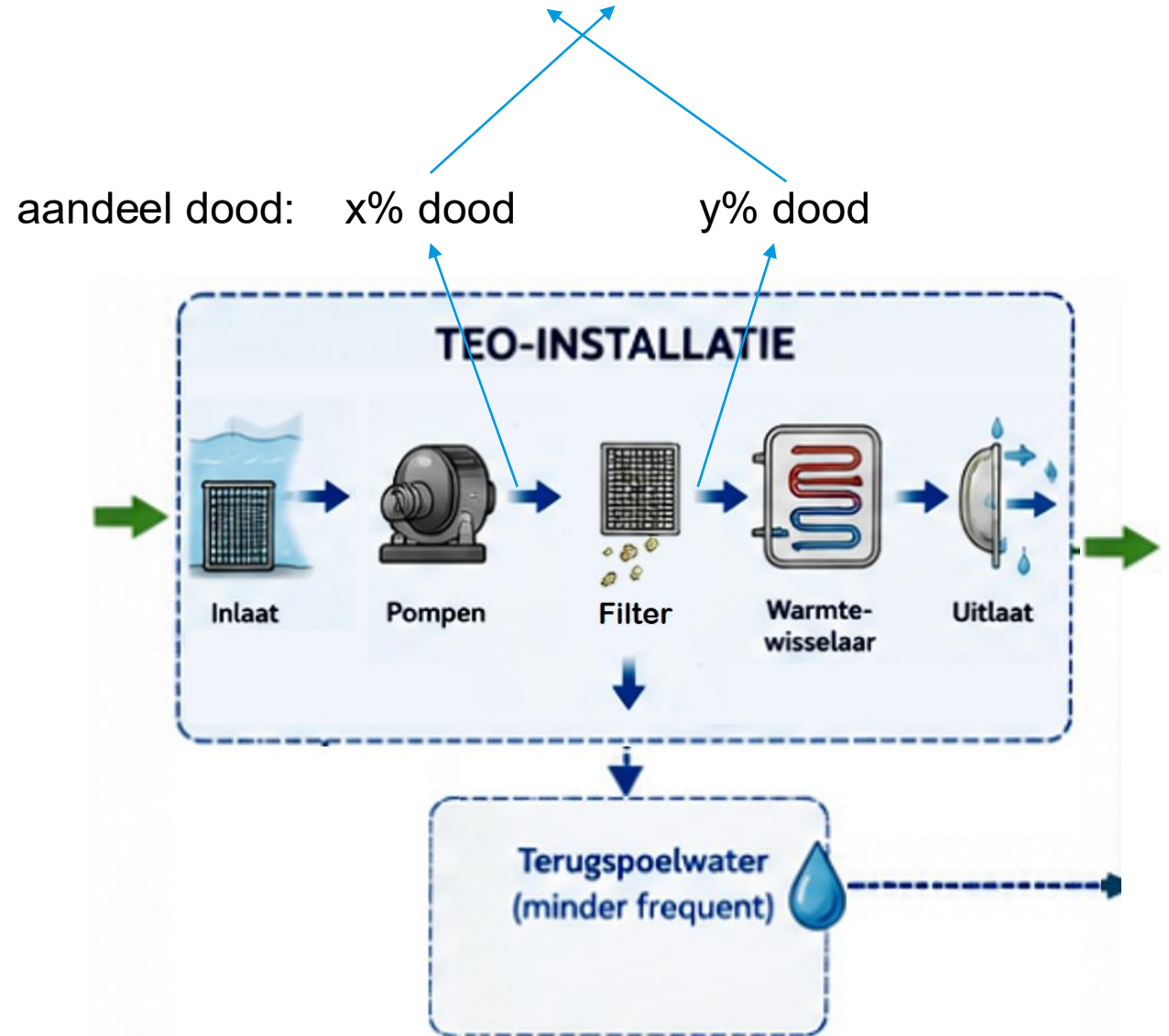
Zoöplankton, mortaliteit via aandeel dood

mortaliteit over component 'filter' = $y\% - x\%$

- per TEO-component aandeel dood
- verschil = mortaliteit over TEO-component(en)



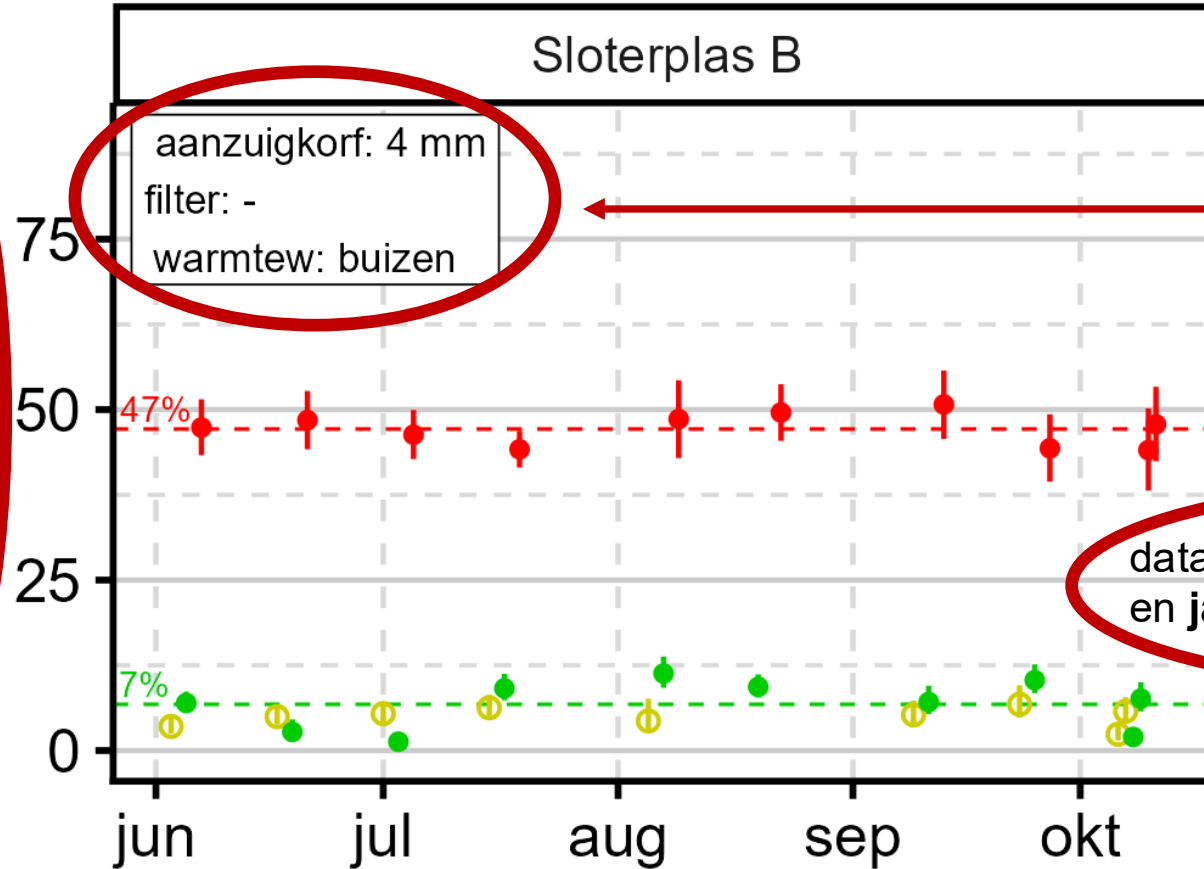
- onherkenbaar verminkte deeltjes blijven onopgemerkt -> minimale mortaliteit



Zoöplankton, mortaliteit via aandeel dood

aandeel dood per monster, dus ook per TEO-component

aandeel dood (%)



- basiseigenschappen TEO:
- maaswijdte aanzuigkorf (in oppervlaktewater)
 - filtermaaswijdte en filtertype
 - type warmtewisselaar

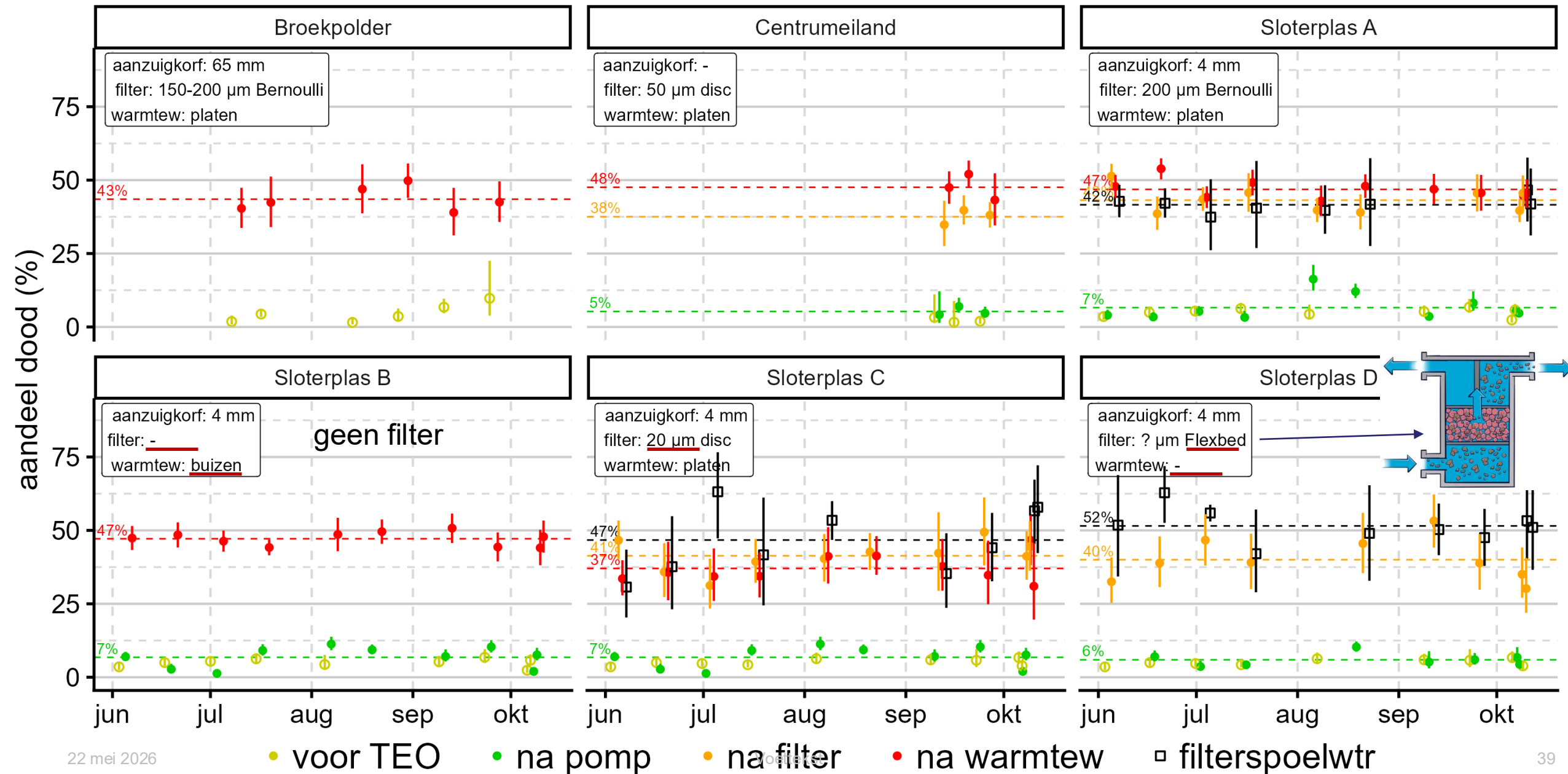
data met betrouwbaarheidsintervallen en jaargemiddelden (stippellijn + %)

de TEO-componenten waar gemonitord is:

- voor TEO
- na pomp
- na filter
- na warmtew
- filterspoelwtr

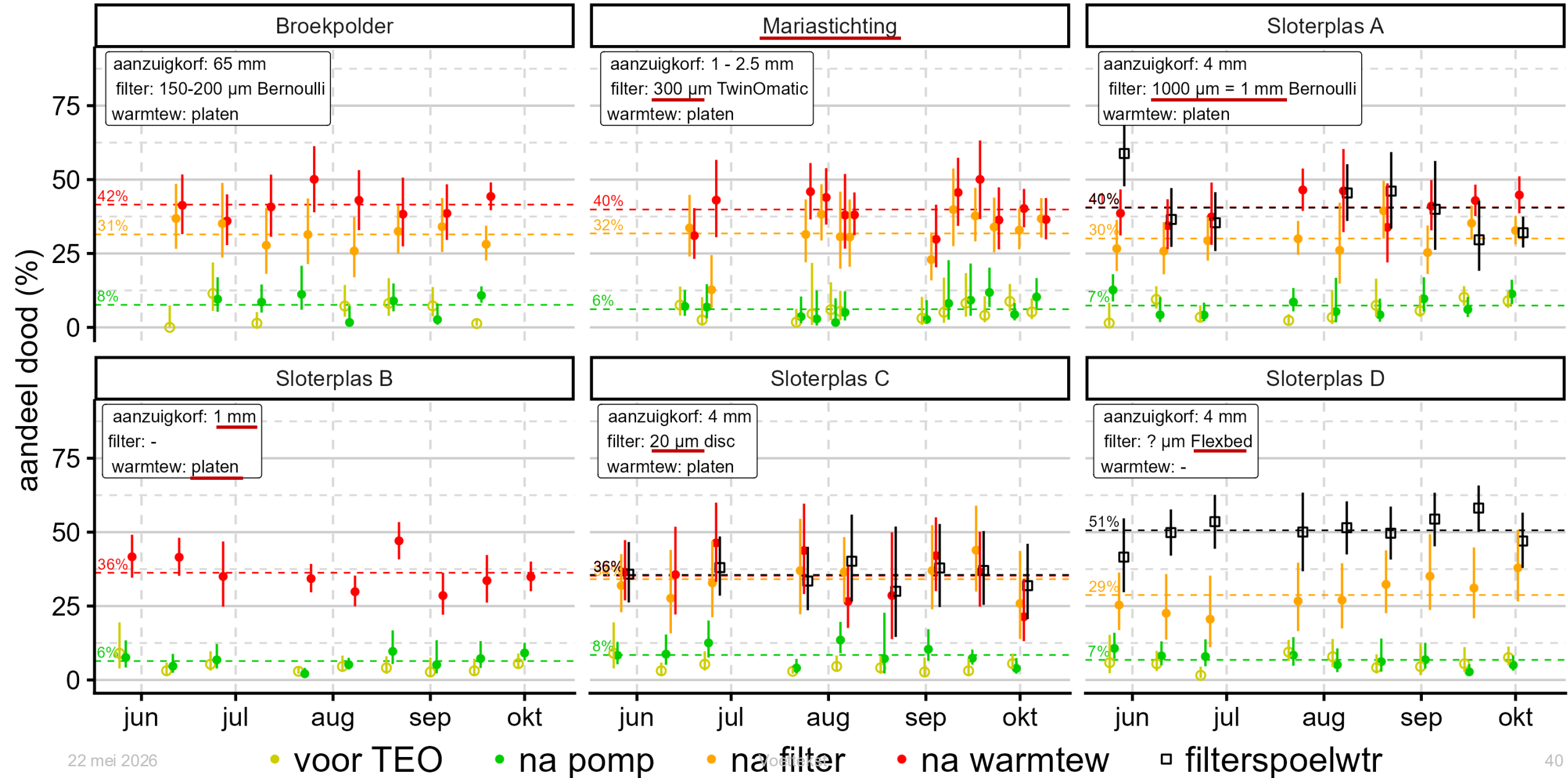
zoöplankton - aandeel dood - jaar 2024

deeltjesmodel: 2024-2025 - DoA-methode: blue.3 - drempelwaarde (deeltjes/taxon): 20



zoöplankton - aandeel dood - jaar 2025

deeltjesmodel: 2024-2025 - DoA-methode: blue.3 - drempelwaarde (deeltjes/taxon): 20



Zoöplankton, mortaliteit via aandeel dood

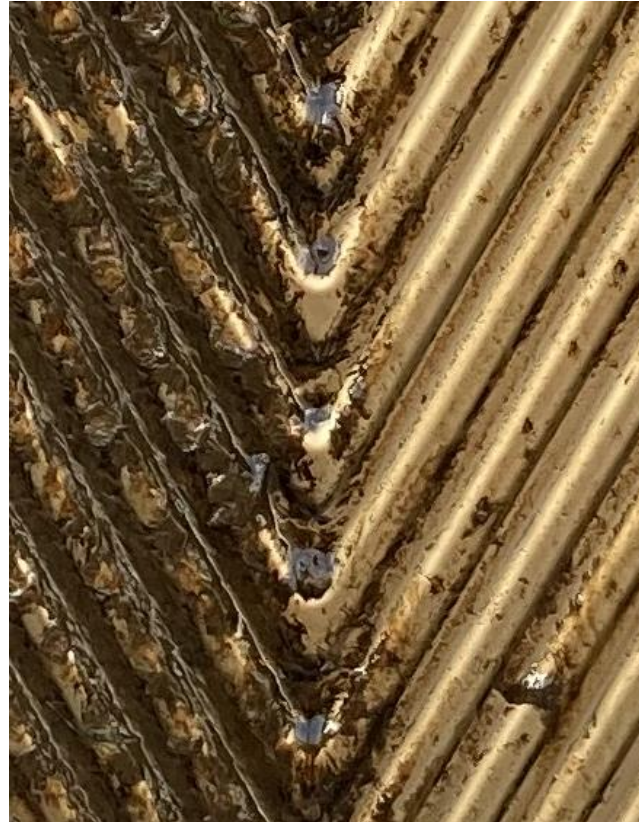
- ⇒ consistent beeld (tijd, locatie, component)
- ⇒ *aandeel dood voor TEO ≈ na pomp*
- ⇒ *minimale mortaliteit t.o.v. na pomp*
 - ⇒ *na filter: 29 %*
 - ⇒ *na warmtew: 35 %*
 - ⇒ *filterspoelwater: 38 %*
- ⇒ *opvallend*
 - ⇒ *sterfte m.n. bij de filters, maar:*
 - ⇒ *geen filter aanwezig, alsnog sterfte bij warmtewisselaar (Sloterplas B)*

mortaliteit zoöplankton (%) t.o.v. na pomp - via aandeel dood

TEO	2024			2025		
	na filter	na warmtew	filterspoelwtr	na filter	na warmtew	filterspoelwtr
Broekpolder	-	-	-	24	34	-
Centrumeiland	32	42	-	-	-	-
Mariastichting	-	-	-	26	34	-
Sloterplas A	37	40	35	23	33	33
Sloterplas <u>B</u>	-	40	-	-	30	-
Sloterplas C	35	30	40	26	27	27
Sloterplas D	34	-	46	22	-	44
gemiddeld	<u>34</u>	<u>38</u>	<u>40</u>	<u>24</u>	<u>32</u>	<u>35</u>

Zoöplankton, mortaliteit via aandeel dood

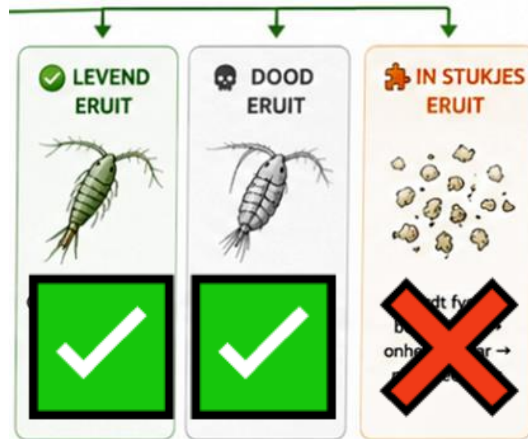
- mortaliteit bij warmtewisselaar
 - temperatuur of fysieke stress?



Zoöplankton, mortaliteit via abundantie

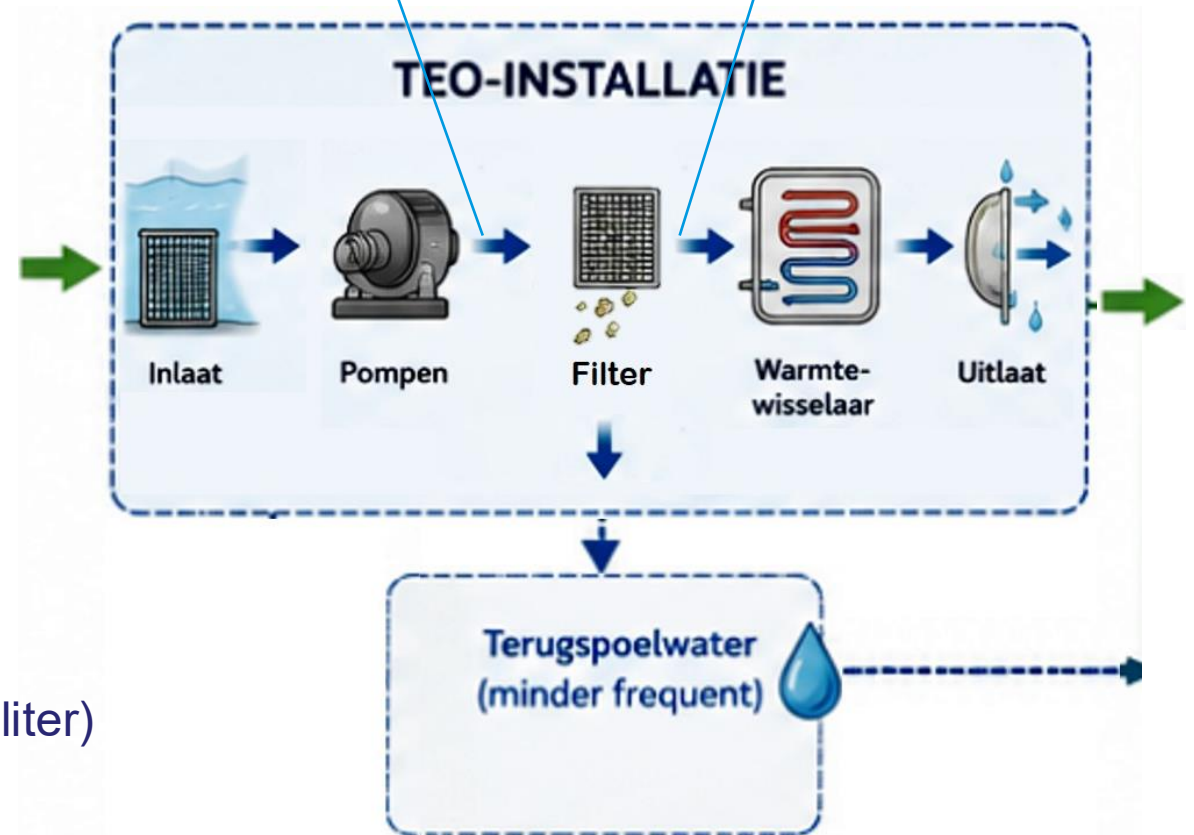
$$\text{mortaliteit over component 'filter'} = \frac{x - y}{x} * 100$$

- ⊕ *levende* doeldeeltjes per component (individuen per liter)



- ⊕ onherkenbaar verminkt niet van belang -> totale mortaliteit
- ⊕ meetdata zijn omgerekend -> ind. / liter
 - ⊕ correctie voor subsamples in lab
 - ⊕ correctie voor totaal volume monster (vaak 20 liter)

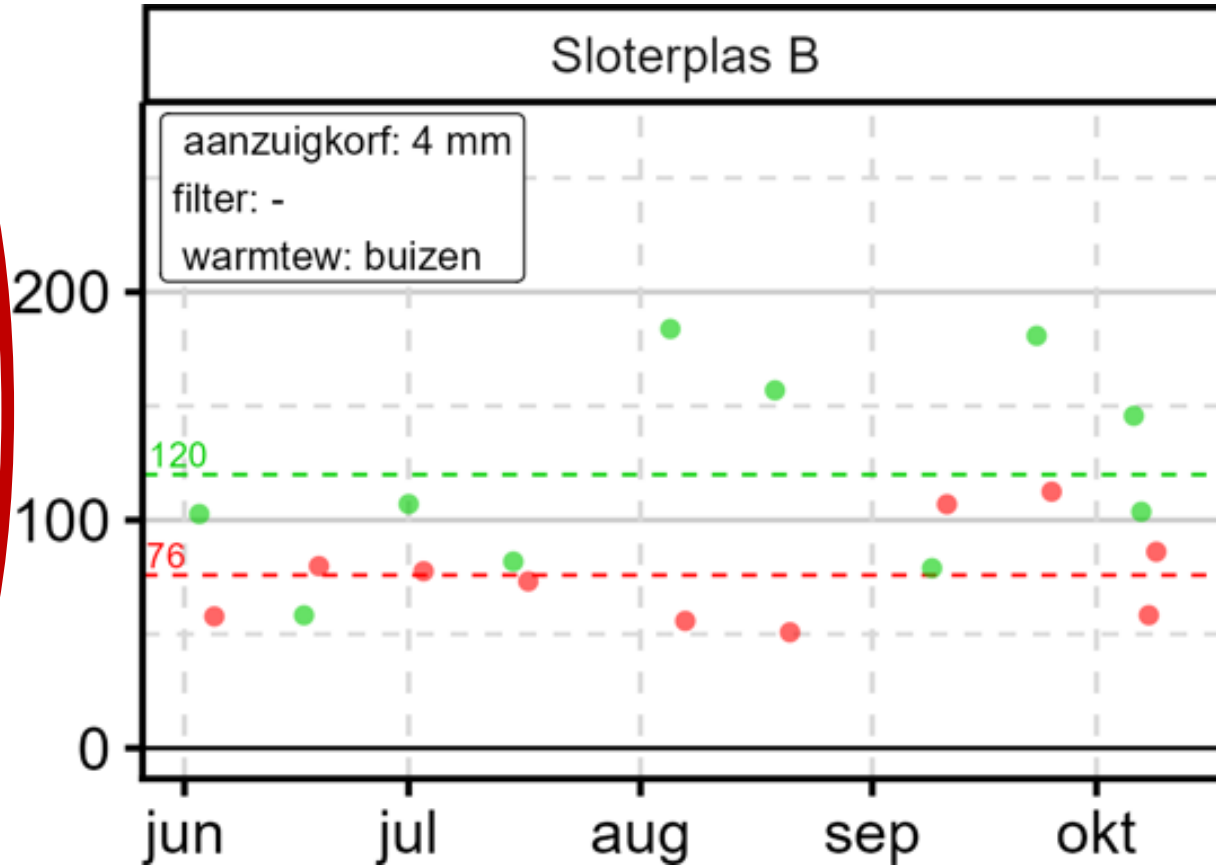
abundantie: x levende indiv./l y levende indiv./l



Zoöplankton, mortaliteit via abundantie

aantal levend per liter en per monster, dus ook per TEO-component

aantal levend / liter



- basiseigenschappen TEO:
- maaswijdte aanzuigkorf (in oppervlaktewater)
 - filtermaaswijdte en filtertype
 - type warmtewisselaar

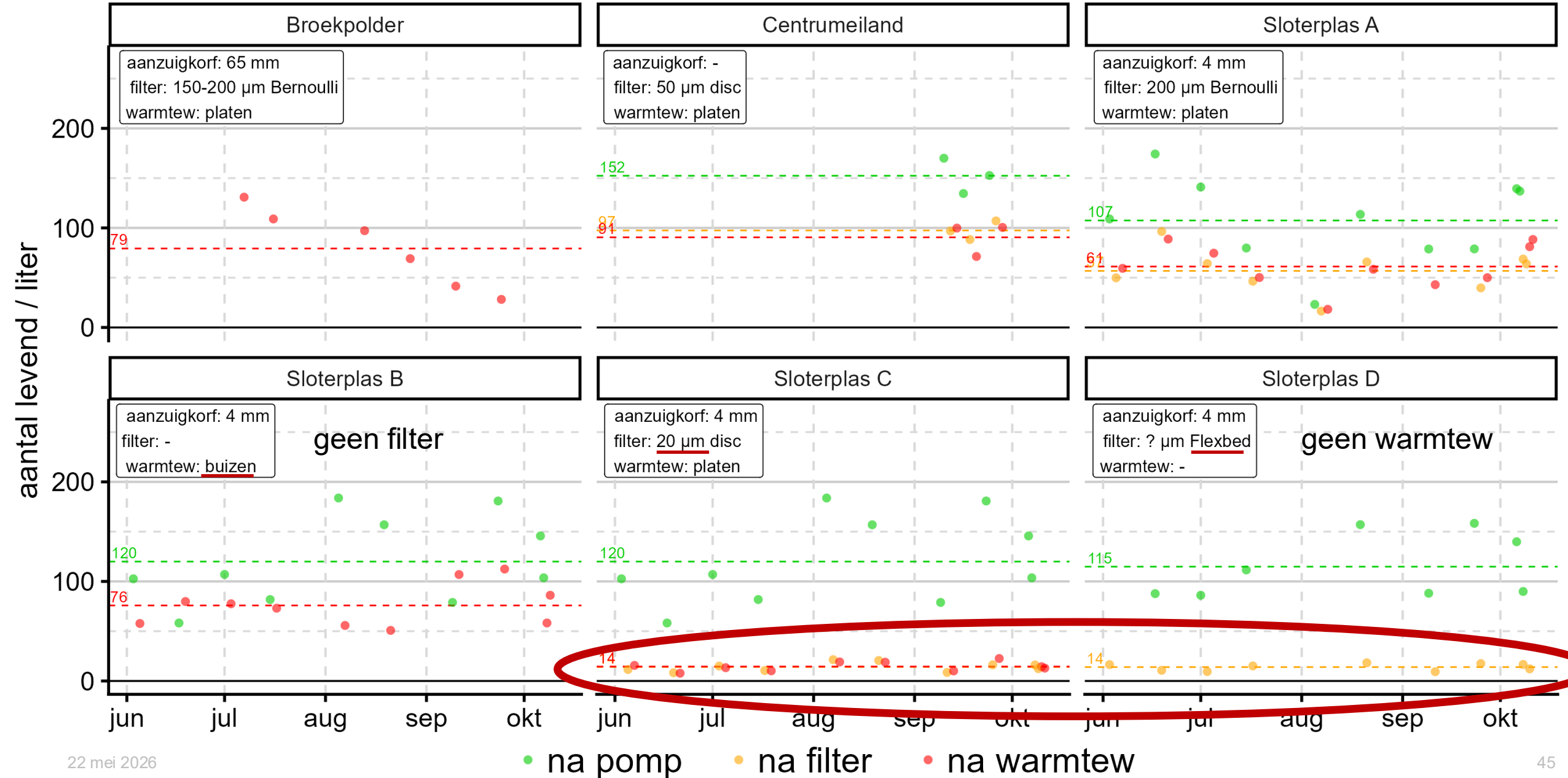
data met jaargemiddelden (stippellijn + waarde)

de TEO-componenten waar gemonitord is:

- voor TEO
- na pomp
- na filter
- na warmtew
- filterspoelwtr

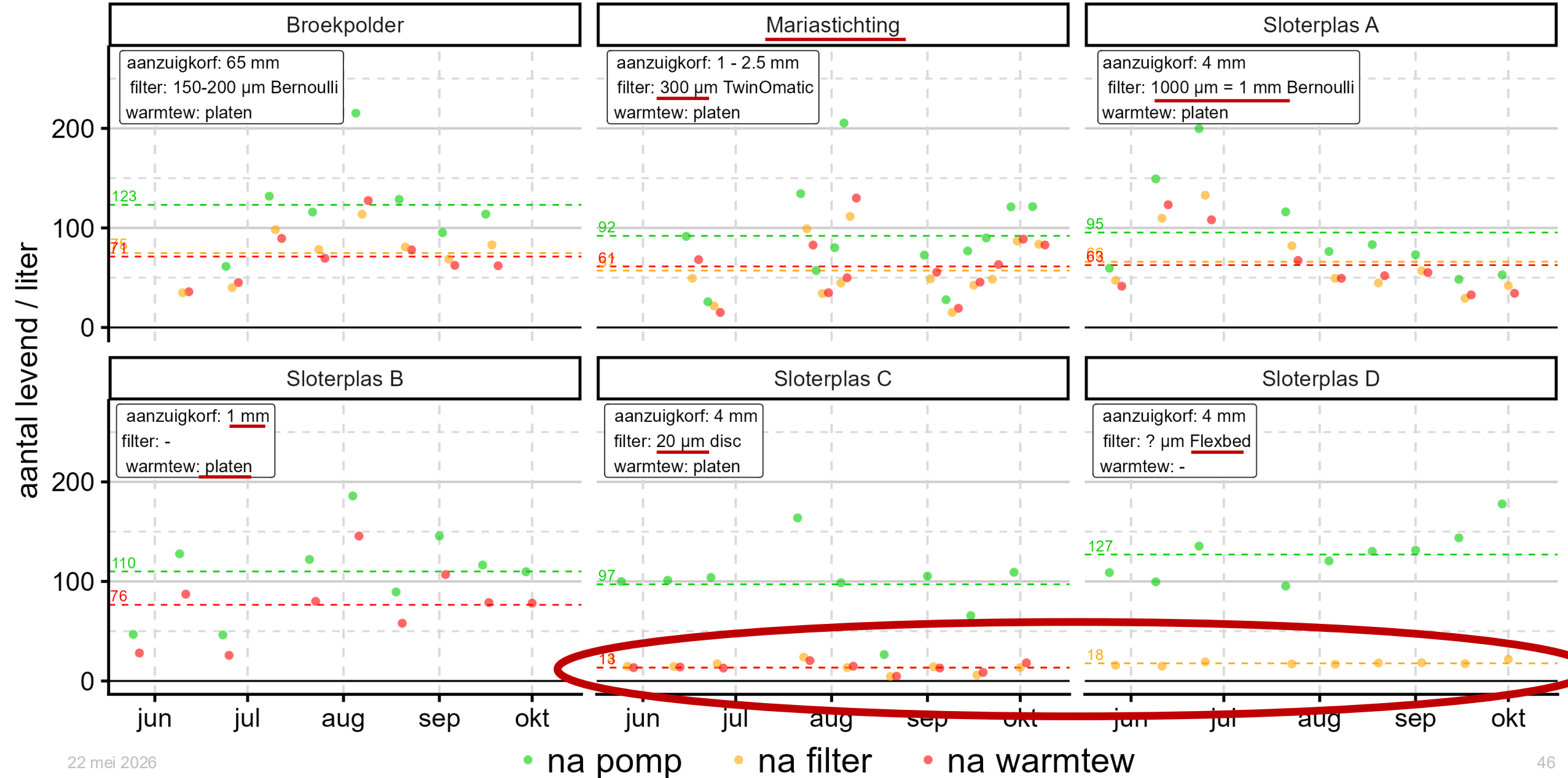
zoöplankton - abundantie - alleen levend - jaar 2024

deeltjesmodel: 2024-2025 - DoA-methode: blue.3 - drempelwaarde (deeltjes/taxon): 20



zoöplankton - abundantie - alleen levend - jaar 2025

deeltjesmodel: 2024-2025 - DoA-methode: blue.3 - drempelwaarde (deeltjes/taxon): 20



Zoöplankton, mortaliteit via abundanties

- totale mortaliteit
- zonder Slotterplas C en D
 - bij grote maaswijdtes en/of ontbrekend voorfilter
 - *na filter*: 39 %
 - *na warmtew*: 38 %
- alleen Slotterplas C en D
 - 20 µm (Slotterplas C) -> 88 %
 - Flexbed (Slotterplas D) -> 86 %
- ps. sigarendoosberekening: de verdwenen deeltjes zitten niet in filterspoelwater

mortaliteit zoöplankton (%) t.o.v. na pomp - via abundanties - alleen levend

TEO	2024		2025	
	na filter	na warmtew	na filter	na warmtew
Broekpolder	-	-	39	42
Centrumeiland	36	41	-	-
Mariastichting	-	-	38	33
Slotterplas A	47	43	31	34
Slotterplas B	-	37	-	30
Slotterplas C	88	88	86	86
Slotterplas D	88	-	86	-
gemiddeld	65	52	56	45

Fytoplankton

- ⇒ aantal deeltjes
 - ⇒ algen: 1.2 miljoen
 - ⇒ cyanobacteriën (blauwalgen): 61 duizend
- ⇒ $< 80 \mu\text{m}$



Fytoplankton, mortaliteit via aandeel dood

- minimale mortaliteit is vrijwel nihil
 - voor zowel algen als cyanobacteriën

mortaliteit algen (%) t.o.v. na pomp - via aandeel dood

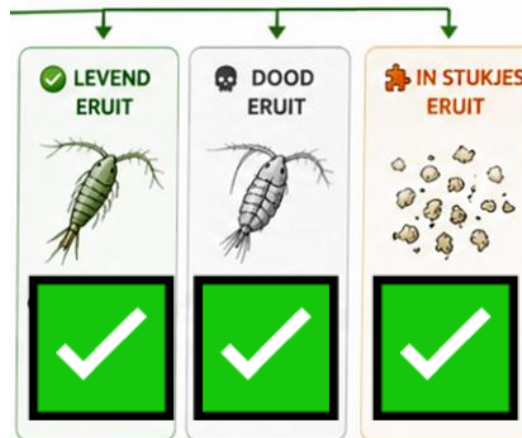
TEO	2024			2025		
	na filter	na warmtew	filterspoelwtr	na filter	na warmtew	filterspoelwtr
Broekpolder	-	-	-	0	0	-
Centrumeiland	0	0	-	-	-	-
Mariastichting	-	-	-	0	0	-
Sloterplas A	0	0	-1	0	0	0
Sloterplas B	-	1	-	-	0	-
Sloterplas C	1	-1	2	0	0	0
Sloterplas D	0	-	1	0	-	1
gemiddeld	0	0	1	0	0	0

mortaliteit cyanobacteriën (%) t.o.v. na pomp - via aandeel dood

TEO	2024			2025		
	na filter	na warmtew	filterspoelwtr	na filter	na warmtew	filterspoelwtr
Broekpolder	-	-	-	0	0	-
Centrumeiland	-1	1	-	-	-	-
Mariastichting	-	-	-	0	0	-
Sloterplas A	0	1	2	-3	-1	2
Sloterplas B	-	3	-	-	1	-
Sloterplas C	4	0	-6	-1	-1	1
Sloterplas D	3	-	-12	0	-	4
gemiddeld	2	1	-5	-1	0	2

Fytoplankton, mortaliteit via abundanties

- meeste filters te grof om effect te verwachten
- onherkenbaar verminkt zit *wel* in de dataset
- als fluorescerend -> doeldeeltje



- opties levende deeltjes
 - ↓ achtergebleven (op filter)
 - Flexbed (Sloterplas D; 19 – 43 %)?
 - ↓ in stukjes, doeldeeltje als het chlorofyl bevat, dood
 - ↑ kolonies van cellen die uit elkaar vallen
- resultaat -> inconsistent beeld

mortaliteit algen (%) t.o.v. na pomp - via abundanties - alleen levend (/ml)

TEO	2024		2025	
	na filter	na warmtew	na filter	na warmtew
Broekpolder	-	-	-17	-12
Centrumeiland	-15	-	-	-
Mariastichting	-	-	-	13
Sloterplas A	-24	-	-	11
Sloterplas B	-	-	-	5
Sloterplas C	-19	-	5	13
Sloterplas <u>D</u>	43	-	26	-
gemiddeld	-4	2	4	6

mortaliteit cyanobacteriën (%) t.o.v. na pomp - via abundanties - alleen levend (/ml)

TEO	2024		2025	
	na filter	na warmtew	na filter	na warmtew
Broekpolder	-	-	-11	-7
Centrumeiland	-3	-	-	-
Mariastichting	-	-	-	-2
Sloterplas A	-27	-	-	5
Sloterplas B	-	-	-	-13
Sloterplas C	-30	-	4	11
Sloterplas <u>D</u>	19	-	26	-
gemiddeld	-10	6	5	-1

Discussie en conclusie

- data lijken vnl. duidelijk, betrouwbaar en significant
- proefinstallaties Sloterpas geven vergelijkbare resultaten t.o.v. commerciële installaties
- **zooplankton (1/2)**
 - mortaliteit
 - via aandeel dood = minimale mortaliteit
 - 35 %
 - via abundantie = totale mortaliteit
 - 38 % (zonder Sloterpas C en D)
 - 88 - 86 % discfilter 20 μm (C) en Flexbed (D)
 - complementair -> minimale mortaliteit < totale mortaliteit



Discussie en conclusie

⇒ zoöplankton (2/2)

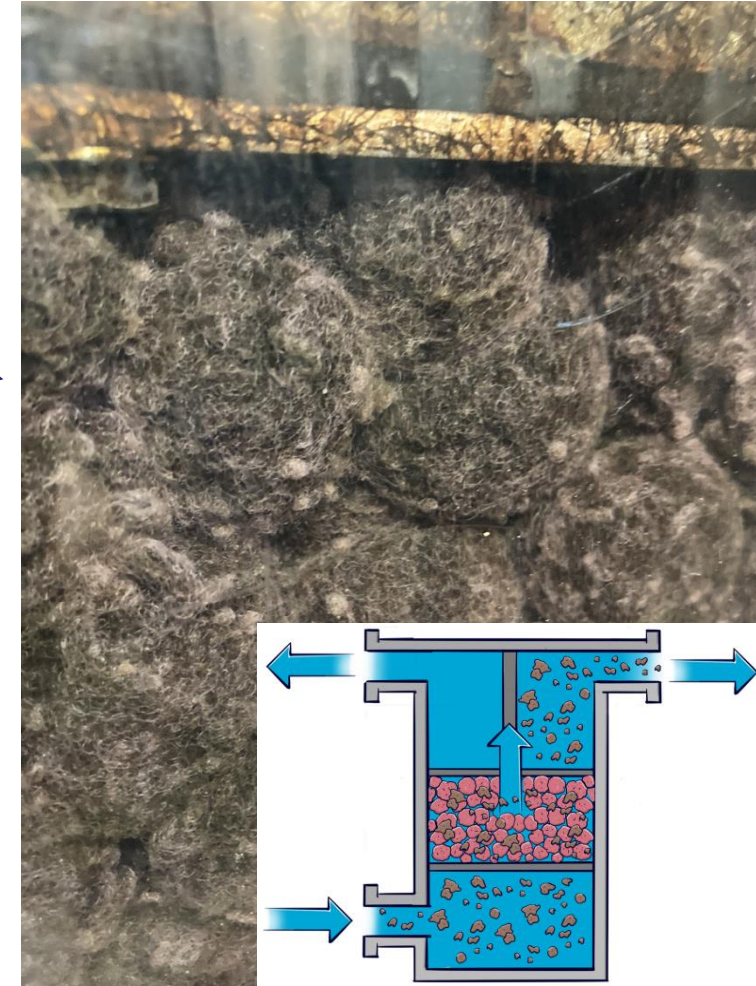
⇒ ?

- ⇒ als niet dood in voorfilter, dan alsnog in warmtewisselaar
- ⇒ Flexbed (Sloterplas D) zonder harde onderdelen genereert hoge mortaliteit

⇒ fytoplankton

⇒ mortaliteit

- ⇒ via aandeel dood = minimale mortaliteit
 - ⇒ 0 %
- ⇒ via abundantie = ongeschikte methode, verder uitwerken
 - ⇒ Flexbed (Sloterplas D) relevante verwijdering?



Onderzoek 2026

➤ Sloterplas ->

- 1 mm aanzuigkorf voor alle TEO's
- Flexbed (Sloterplas D) -> weg

➤ reguliere metingen (alle locaties, lager aantal)

➤ focus op specifieke tests

- bij Sloterplas, en deels ook Broekpolder en Mariastichting



Onderzoek 2026

➤ focus op specifieke tests

➤ 1: filters

- bij welke maaswijdtes treedt schade op?
- 130 μm en 500 μm (Bernoulli & discfilter)
 - Bernoulli < 130 μm niet verkrijgbaar
 - 20 μm disc (Sloterplas C)

➤ 2: temperatuursprong (delta-T)

- middels delta-T totale schade verminderen?
 - mortaliteit per liter optimaliseren
- tests met delta-T = 0 °C, regulier, en maximaal

➤ 3: ultrasoon (US) geluid

- US = bekend en potent tegen vervuiling
- neveneffecten?



US-luidsprekers

Uitsmijters

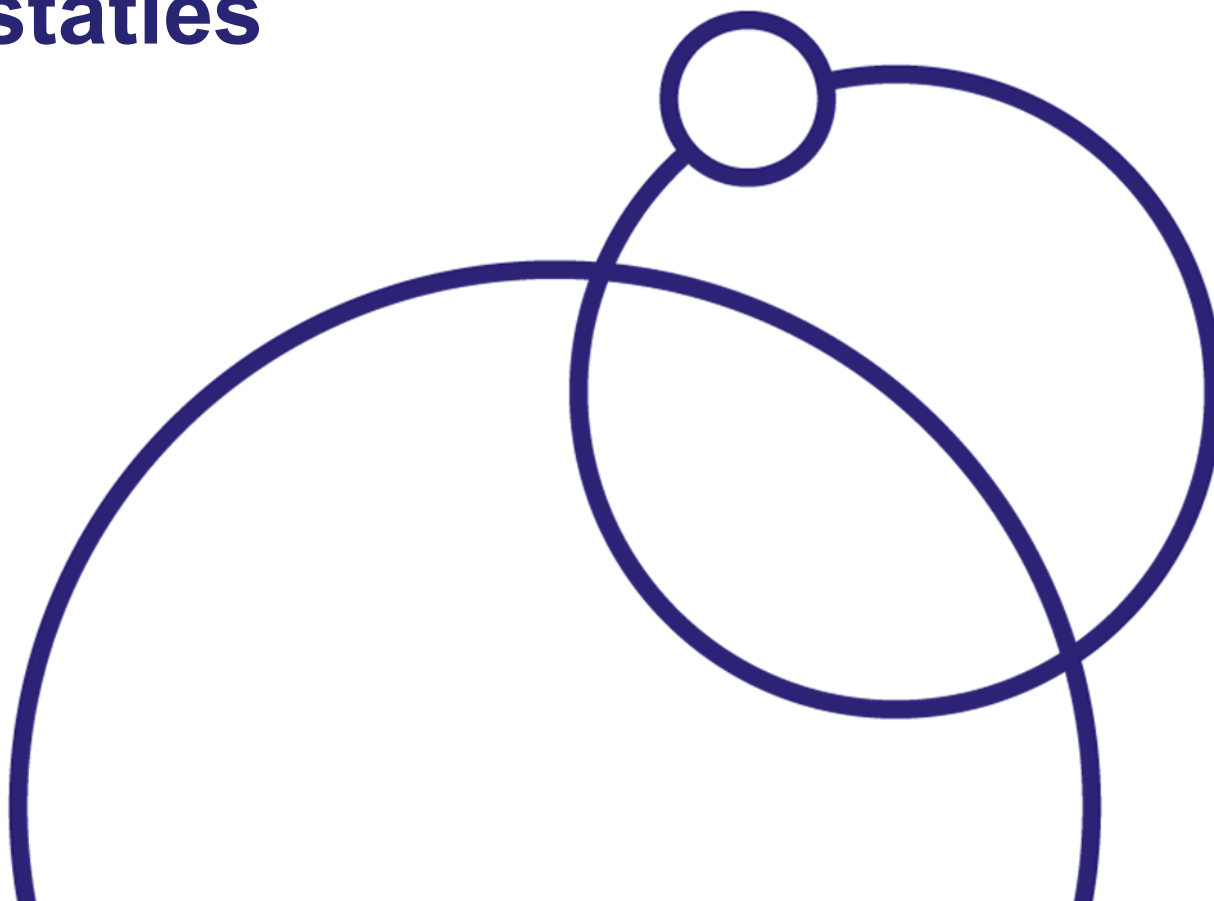
- ⇒ nieuwe functionele methode bepaling dood-levend
- ⇒ zoöplankton: relevante mortaliteit
- ⇒ fytoplankton: nauwelijks mortaliteit
- ⇒ ruimte voor technische optimalisatie
 - ⇒ bv. een grote, fijne (20 μm ?) aanzuigkorf?
 - ⇒ techniek buiten de TEO, onderwater, *geen* filter *in* de TEO
 - ⇒ bv. 25 m^2 bij 500 m^3/u
 - ⇒ lage stroomsnelheden (i.t.t. de kleine filters in de TEO)
 - ⇒ wat er niet in komt gaat niet dood
- ⇒ veel vragen beantwoord, nog veel vragen te stellen
- ⇒ wordt vervolgd in tussenrapport en vervolgonderzoek 2026



Energetische prestaties

Merlijn van Selm

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht



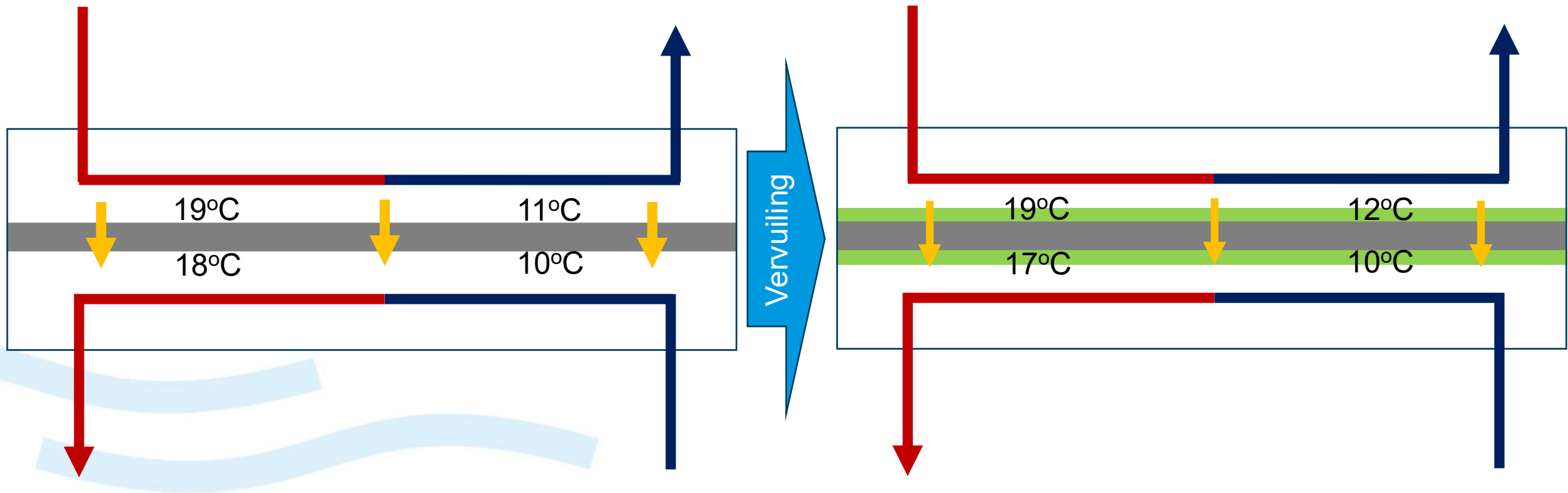
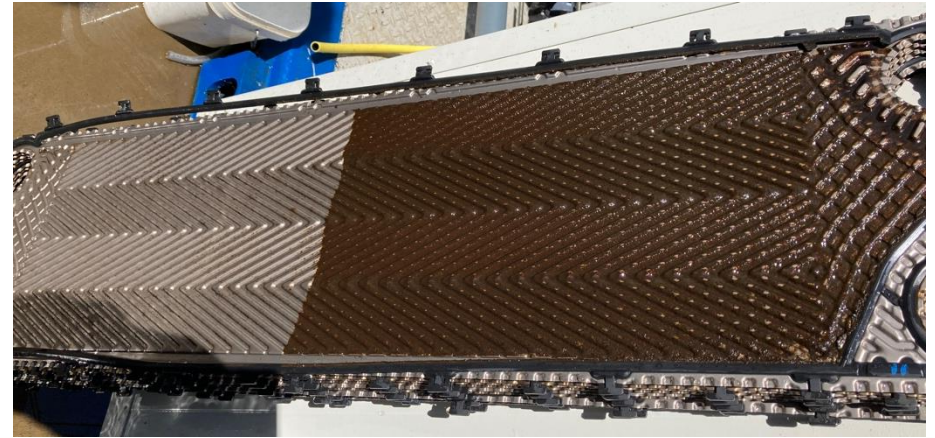
Energetische prestaties

- TEO: winnen van warmte
- Proefinstallatie geeft inzicht
- Energetische prestaties
 - Vervuiling van warmtewisselaars
 - Hoe meet je energetische prestaties?
 - Hoe voorkom - of verwijder je vervuiling van warmtewisselaars?
 - Energetische prestaties van proefinstallatie Sloterplas
- Inzichten



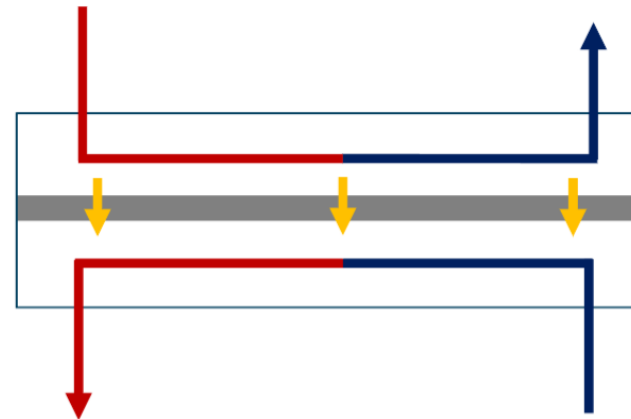
Vervuiling van warmtewisselaars

- Wat doet een warmtewisselaar
- Aangroei op de warmtewisselaar
- Biofilm remt warmteuitwisseling



Hoe meet je de energetische prestaties?

- Hoeveel warmte wordt er overgedragen in de warmtewisselaar?
- Debiet, temperatuur, vervuiling
- Warmteoverdrachtscoëfficiënt: U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
- U hoog: goed werkende warmtewisselaar
- U laag: minder goed werkende warmtewisselaar



Hoe voorkom - of verwijder je vervuiling van warmtewisselaars?

Voorkomen:

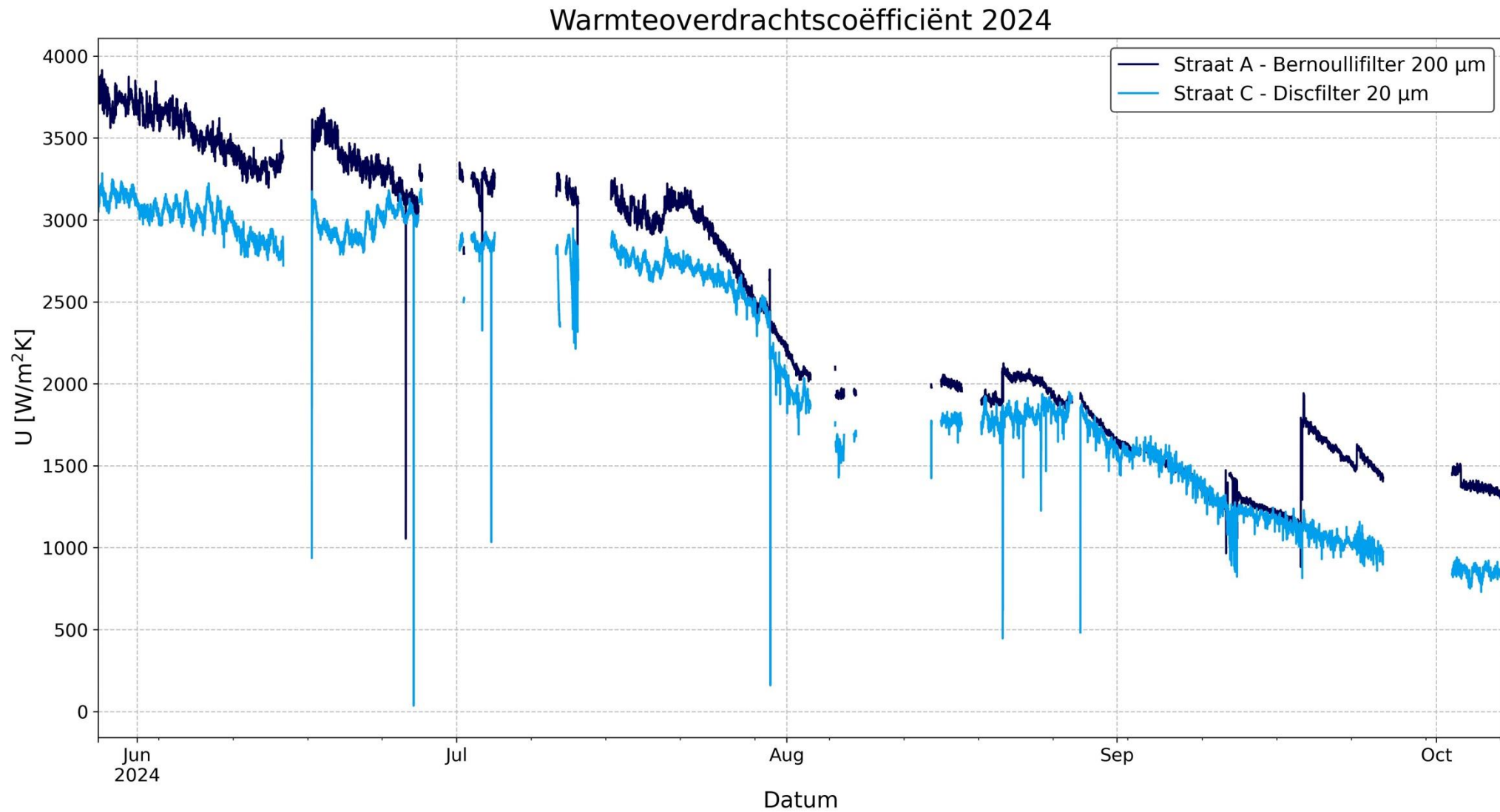
- Filters?
- Ontwerp: bijvoorbeeld schuifspanning

Genezen:

- Demonteren en reinigen
- (Terug)spoelen met water/lucht
- '*Cleaning in place*' (CIP)
- Mechanische oplossingen

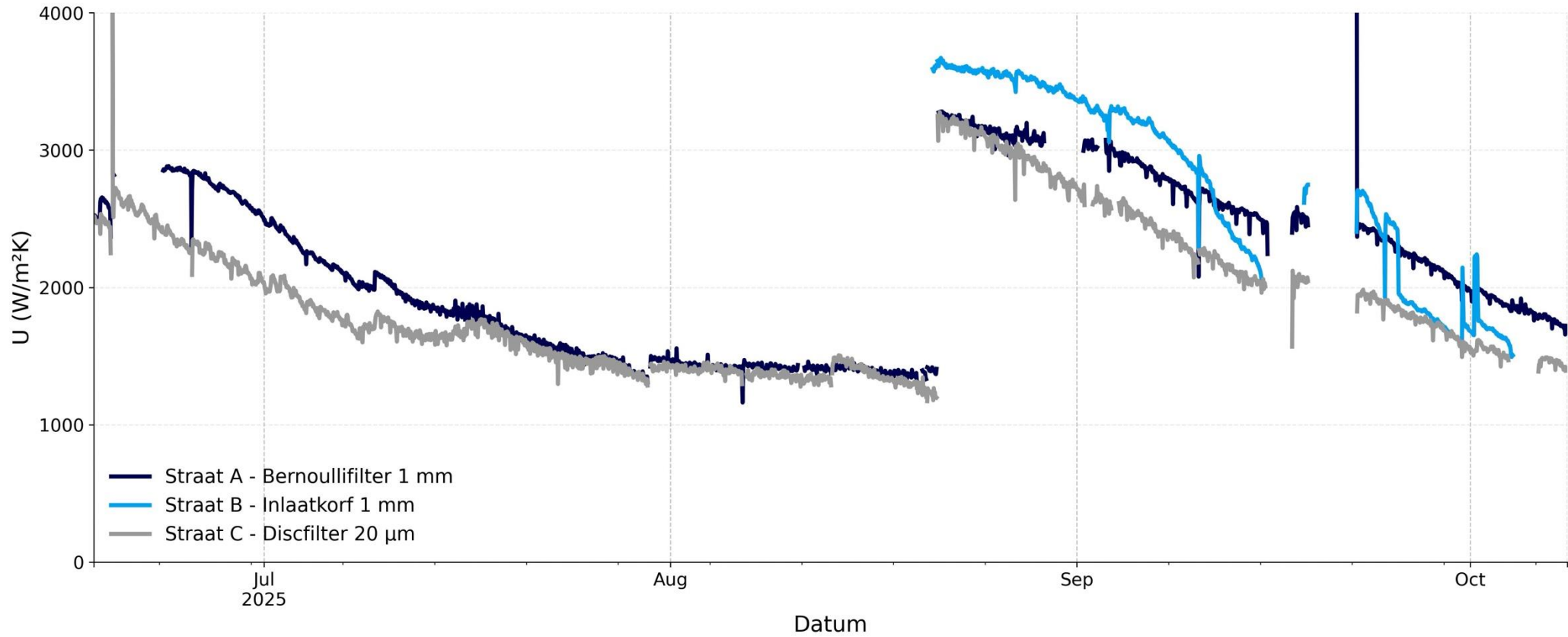


Energetische prestaties Sloterplas



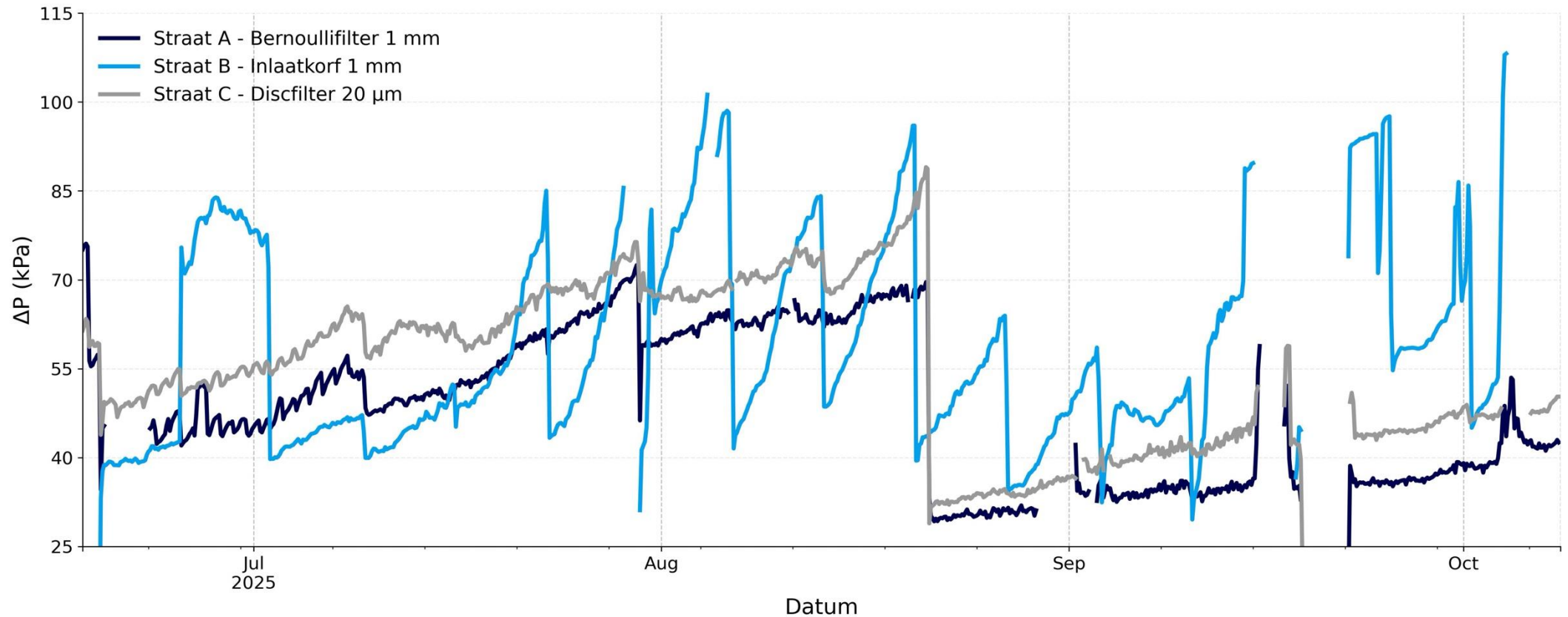
Energetische prestaties Slotterplas

Warmteoverdrachtscoëfficiënt 2025

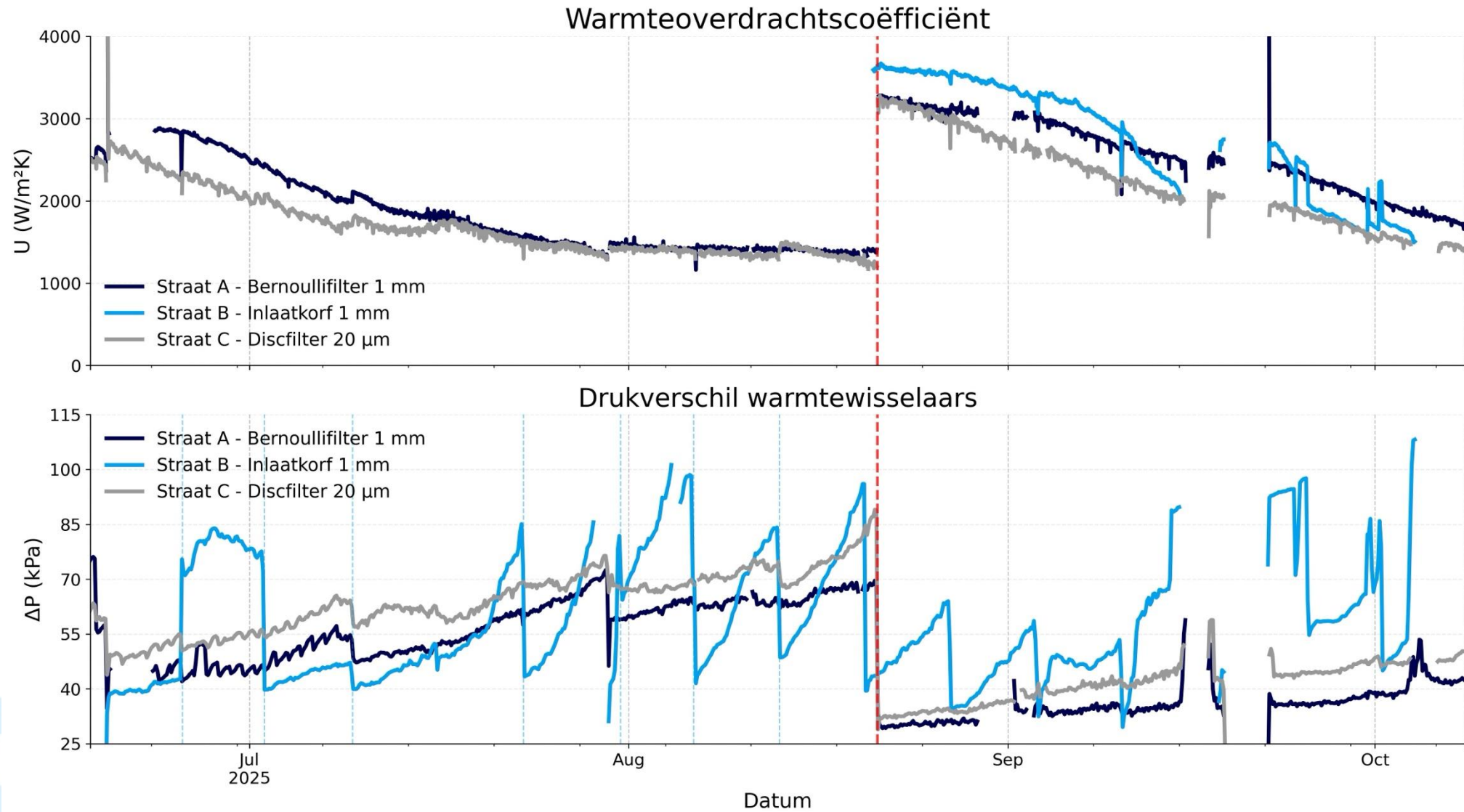


Energetische prestaties Sloterplas

Drukverschil warmtewisselaars



Energetische prestaties Sloterplas



Inzichten en conclusies

Observaties

- Fijnere filters \neq betere energetische prestaties
- Prestaties nemen sterk af: verlies-verliessituatie

Diagnose

- Drukval beheersbaar
- Warmteoverdracht blijft een probleem

Vervolg

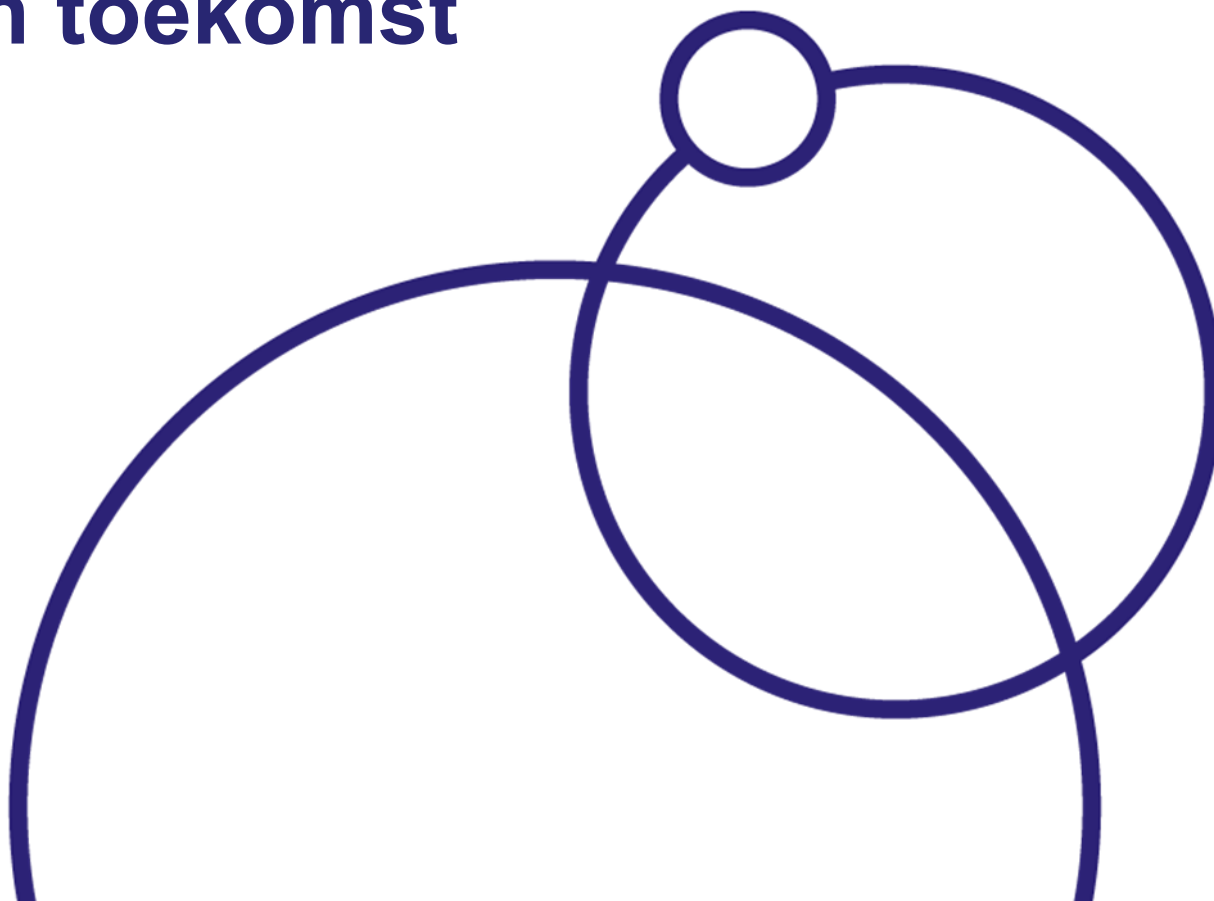
- Ultrasoon
 - Trilling moet groei biofilm hinderen
- CIP
 - Cleaning In Place
 - Verwijderen biofilm






Totaaloverzicht en toekomst

Matthijs Bonte

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht



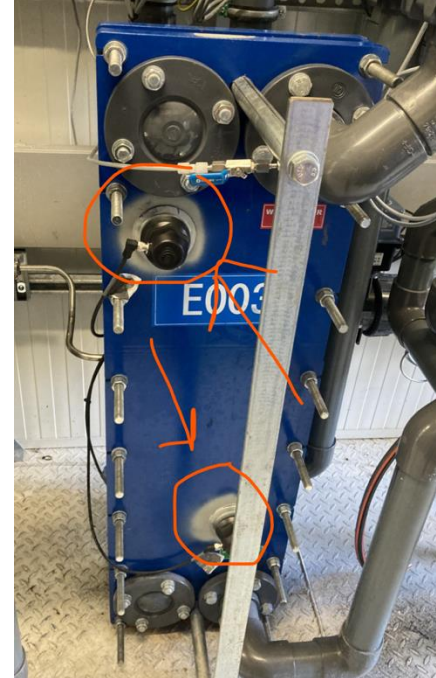
Samenvattend: Wat weten we nu? En wat niet?

- Methode-ontwikkeling voor soorten en mortaliteit 
- Inzicht in effect TEO op mortaliteit plankton 
- Inzicht in energetische prestatie 
- Hoe TEO toe te passen met minimaal effect op organismes in de installatie?
Zomer 2026 Vervolgonderzoek
- Wat is het effect op het waterlichaam?
✗ Niet in scope van dit onderzoek

Relatie ontwerp, beheer en ecologische impact

Variabelen voor TEO ontwerp en beheer:

- ΔT warmtewisselaar
- Fijn-filters (maaswijdte en type)
- Preventie/onderhoud:
Ultrasoon en *Clean in Place*



Relatie ontwerp, beheer en ecologische impact

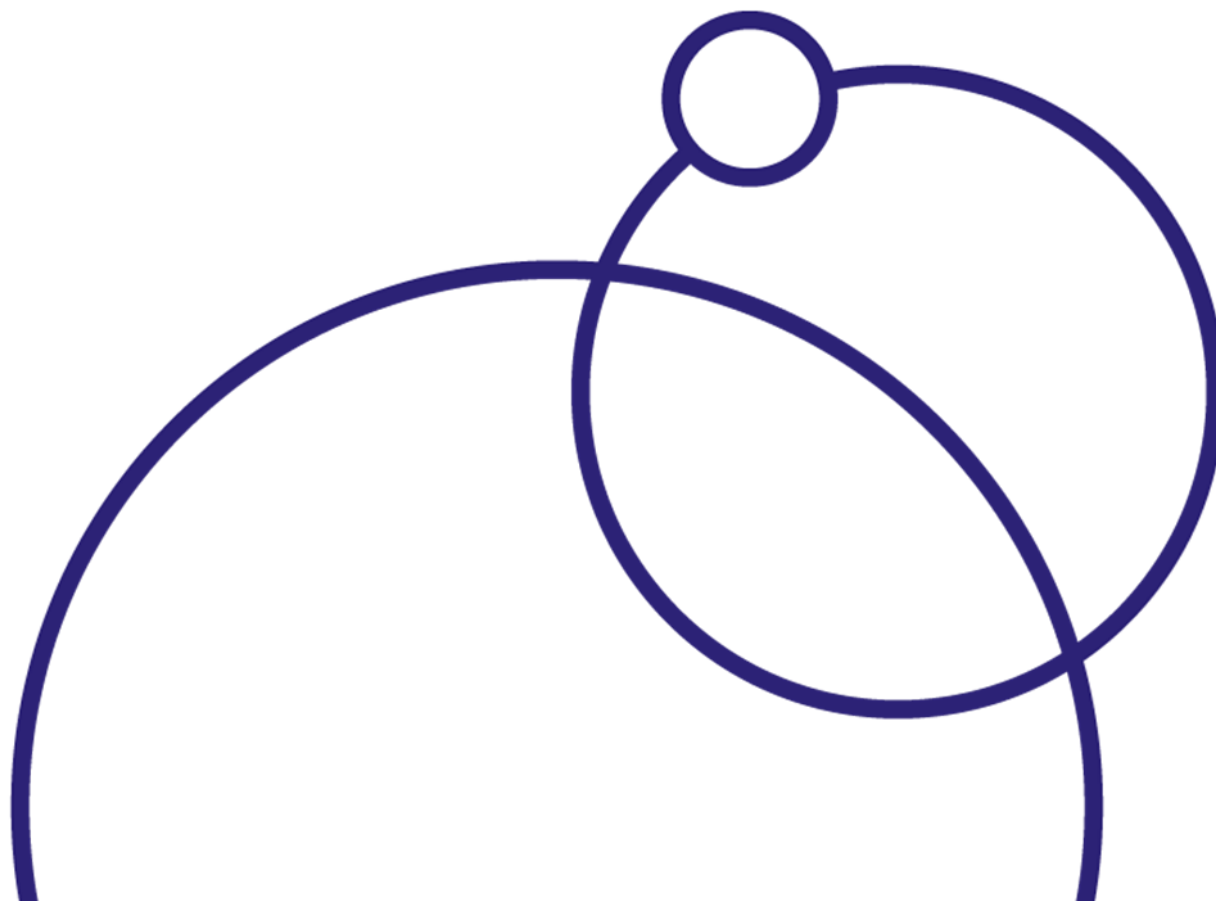
Waar hopen we antwoord op te krijgen: Wat is beter?

- Een systeem met ultrasoon waarbij sterfte% hoger is, maar thermisch rendement beter? Waardoor lagere debiet volstaat?
- Een hogere ΔT met lager debiet (maar gelijk vermogen)?
- Fijne maaswijdte fijnfilter (meer sterfte voor WTW) met positief effect op thermisch rendement?



Vragen

Lieke Noij
Stowa



stowa

