

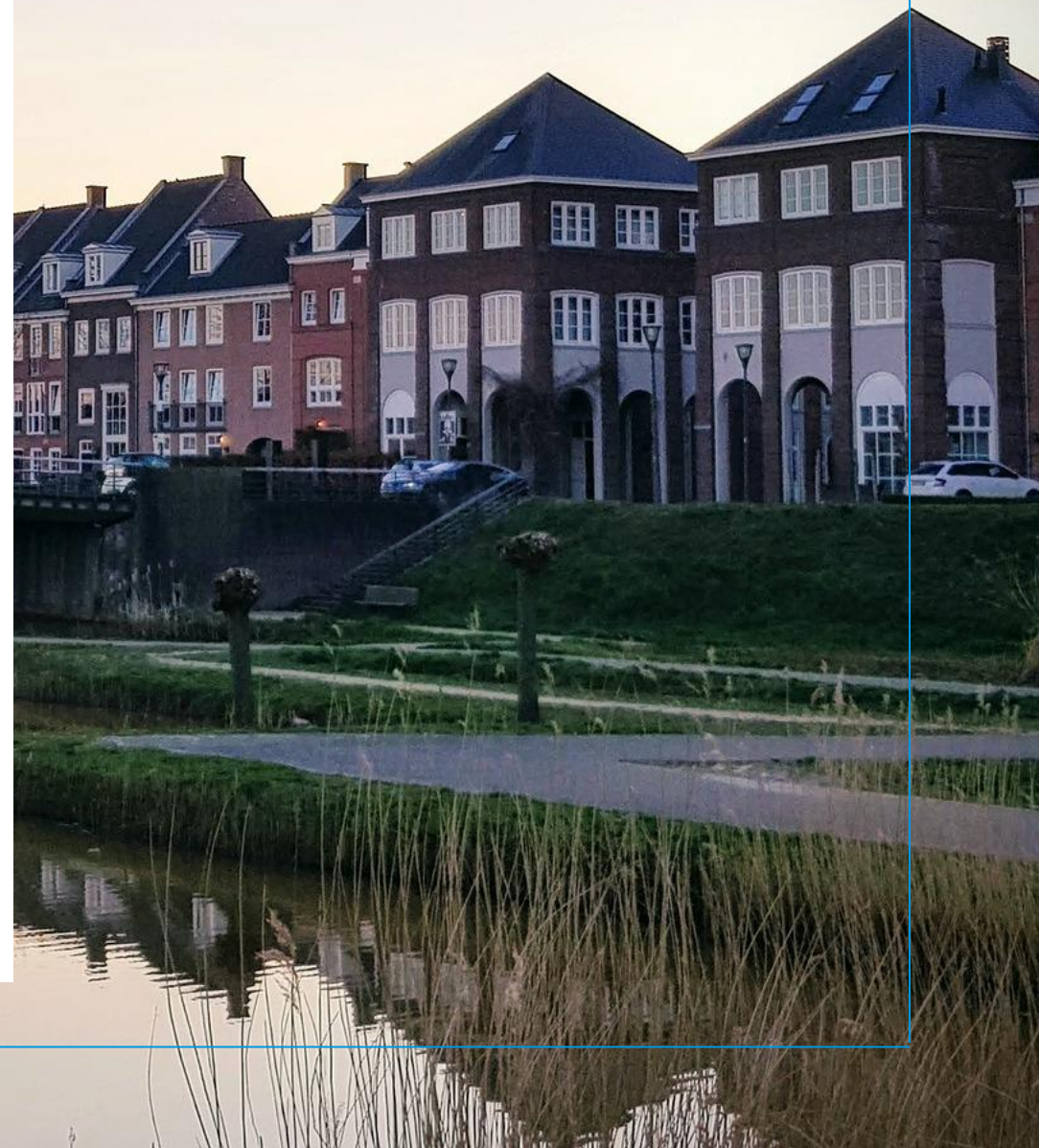
WARMING^{UP}

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

Effecten van TEO

10 november 2022
kennisdag

Deltares



"To understand how terrestrial and aquatic ecosystems function and respond to environmental changes and human impacts. With this knowledge we contribute to the design of new strategies for the sustainable future of life on earth."

- 1030 Welkom
- Context vanuit waterbeheerders
- Stand van zaken onderzoek
- 1140 Parallelsessies ronde 1
 - A Effecten filters TEO-installatie
 - B Effecten koudelozingen
- 1245 Lunch (waarin mogelijkheid voor rondleiding)
- 1345 Parallelsessies ronde 2
- Pauze
- 1515 Samenbrengen vervolgonderzoek
- 1615 Borrel

Aquathermie en de warmtetransitie

Kennisdag ecologische effecten TEO

Ghada Sukkar

NIOO 10/11/2022

Op weg naar klimaatneutraliteit

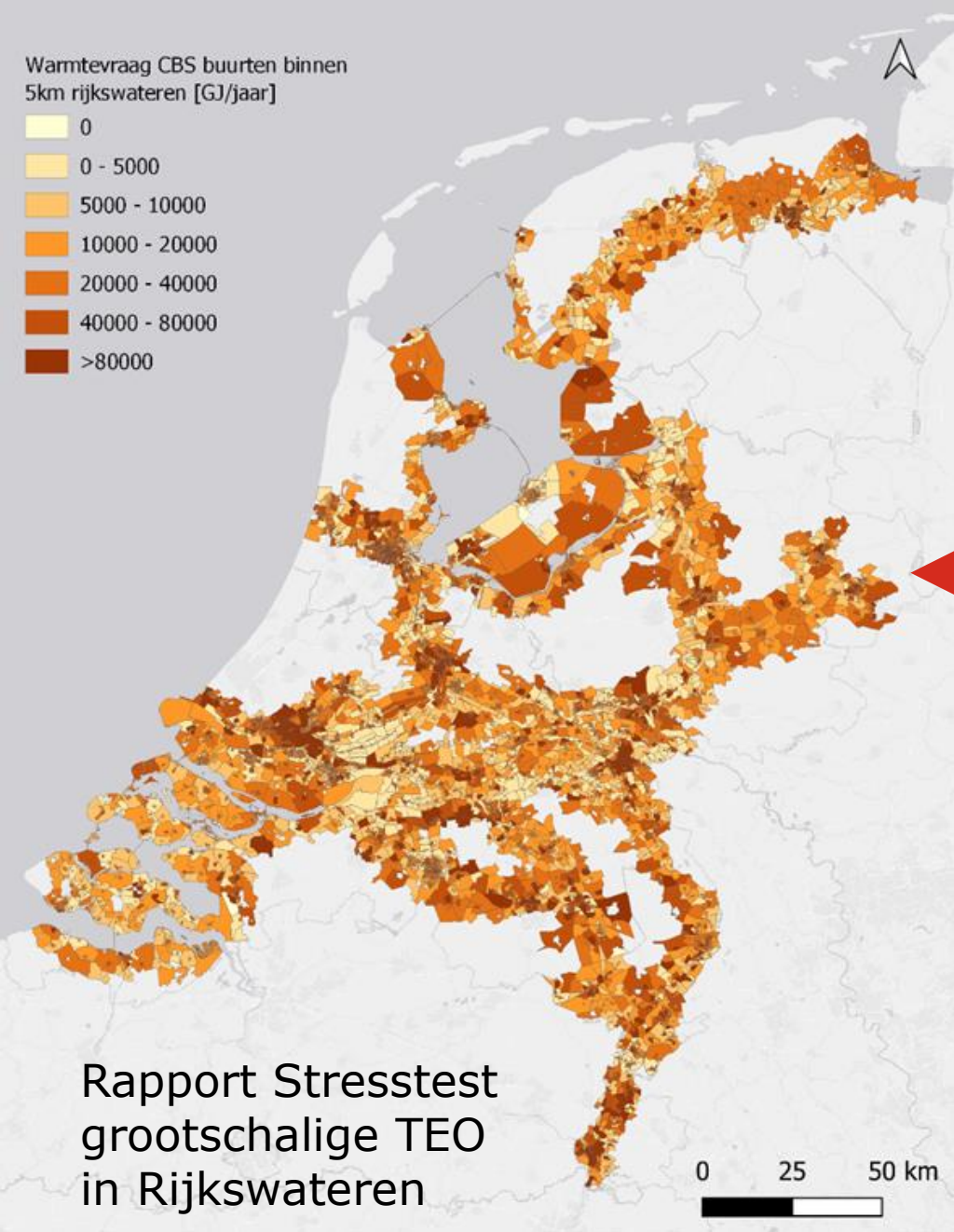
- De waterschappen zijn deelnemers aan het Klimaatakkoord.
- De waterschappen zetten zich in voor de ontsluiting van thermische energie uit oppervlaktewater en afvalwater en de benutting daarvan als bron voor warmte- en koudevoorzieningen in de gebouwde omgeving.
- Daartoe brengen de waterschappen op lokaal niveau actief kansen voor aquathermie in kaart.
- De Unie van Waterschappen neemt deel aan het Nationale Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW) en het Nationaal Programma RES (NPRES) om kennis en ervaring op het terrein van aquathermie in te brengen.
- Via de STOWA ontwikkelen de waterschappen kennis over de governance en techniek van aquathermie inclusief de **toepasbaarheid met het oog op ecologisch effecten**.
- Door de grote omvang van de bronnen aquathermie en biogas kunnen de waterschappen een belangrijke bijdrage leveren aan de warmtetransitie.

Inzicht in ecologische effecten van TEO

- Aquathermie binnen de grenzen van de waterkwaliteit
- Aquathermie als middel voor een betere waterkwaliteit
- Beperkte kennis in effecten thermische lozingen
- Vergroten van inzicht in **positieve** en negatieve effecten
- Modelvergunning voor een vlotte inzet van aquathermie



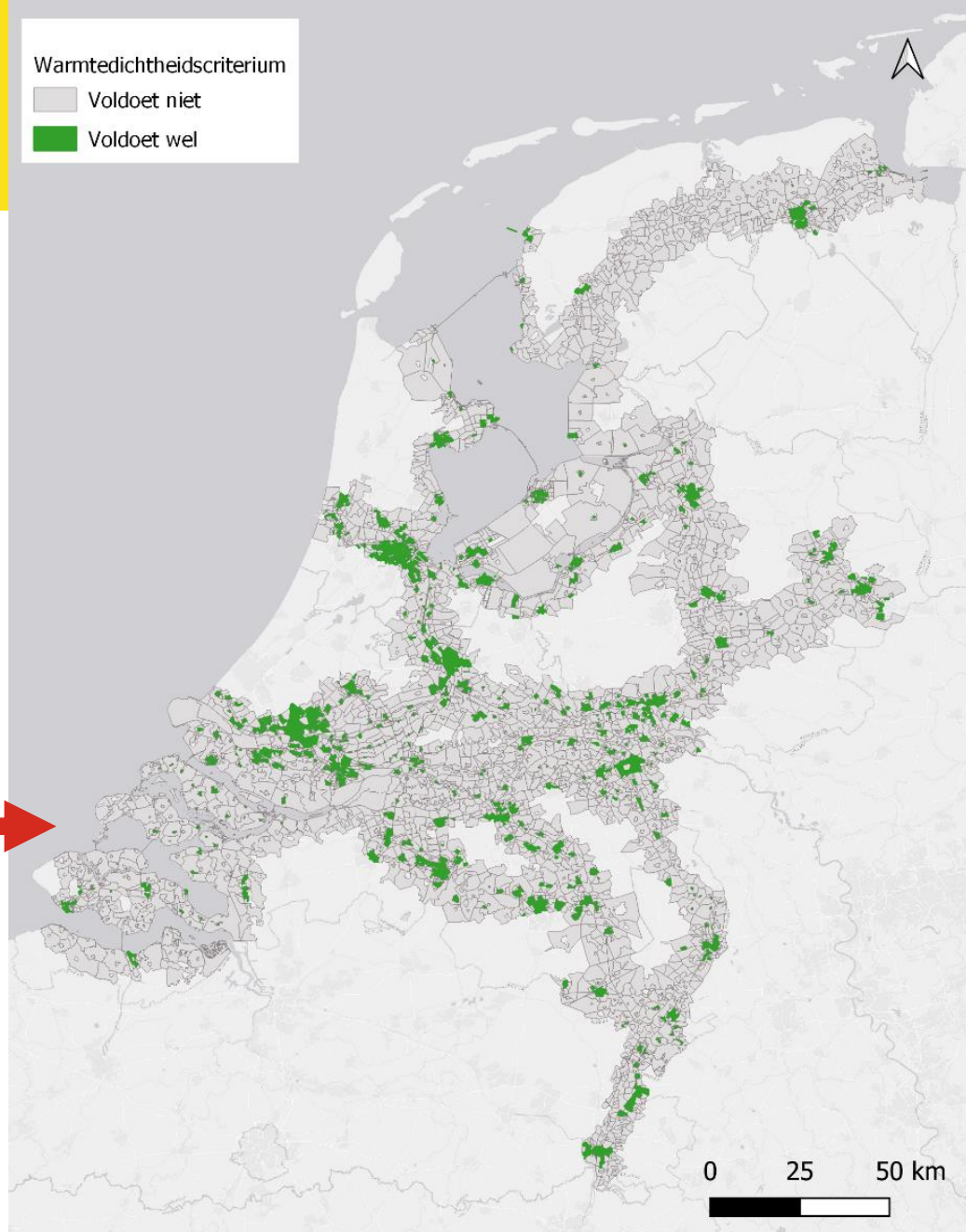
Henk Looijen - Rijkswaterstaat

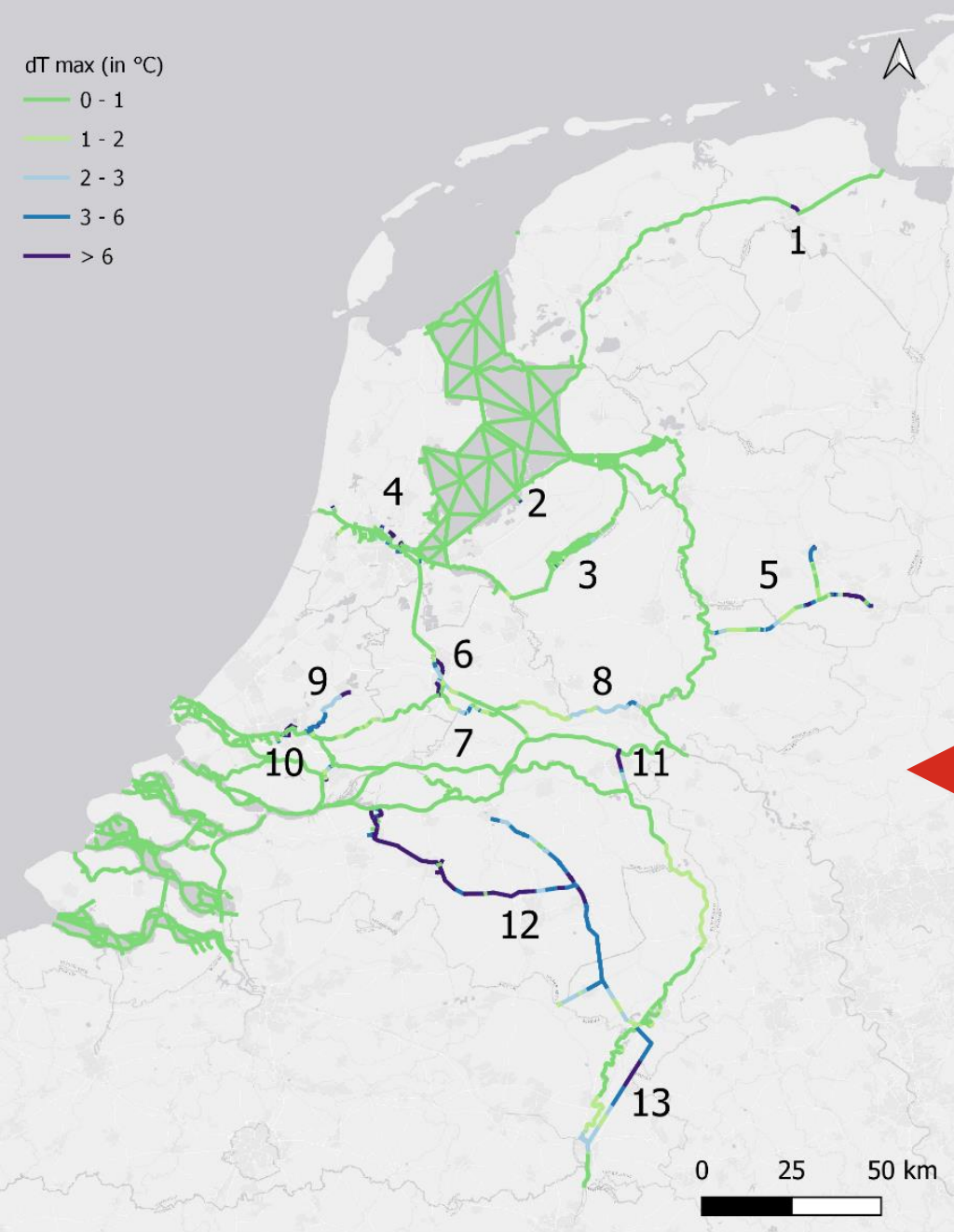


Maximale warmtevraag langs Rijkswater



Wijken waar een warmtenet 'haalbaar' is

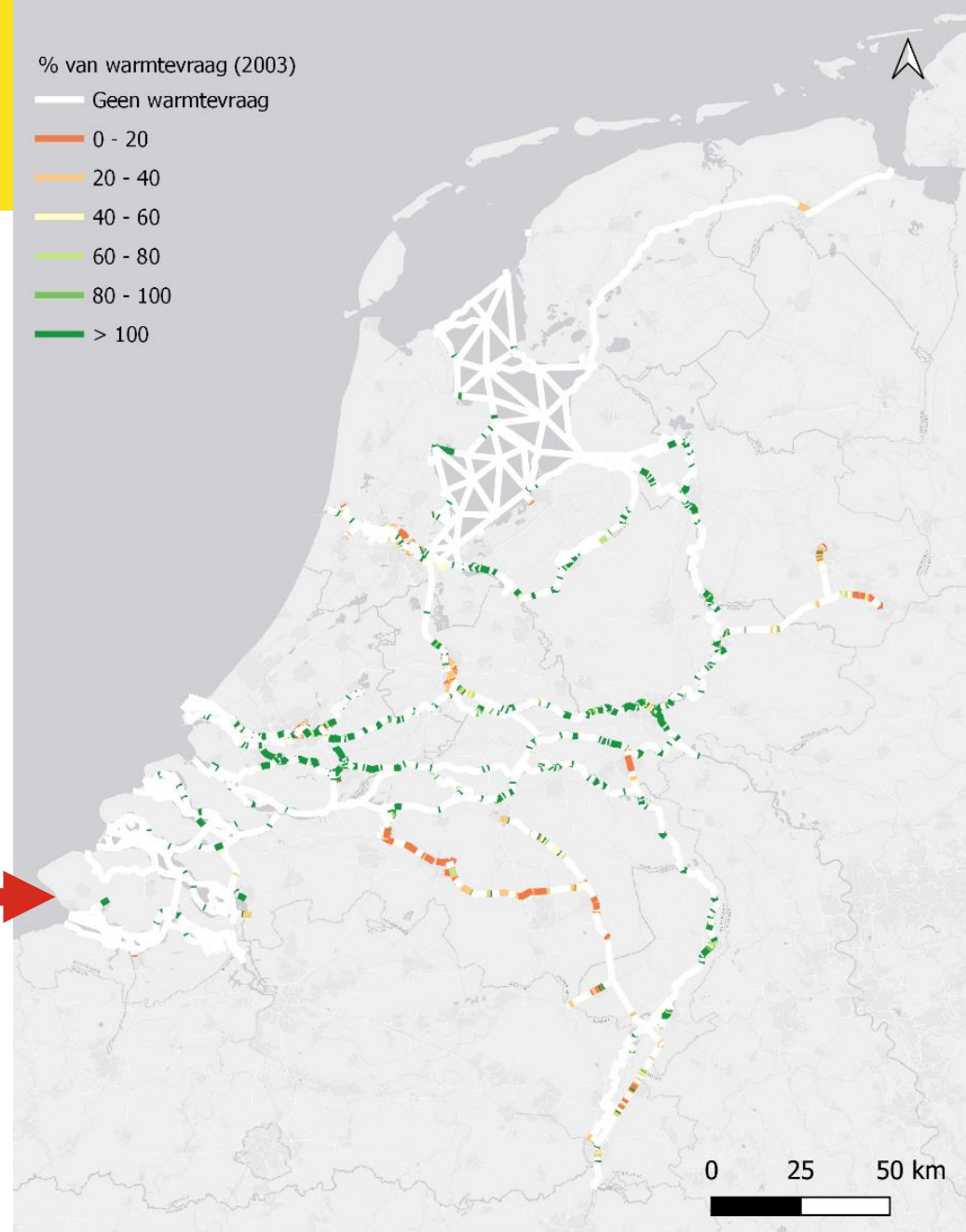




Temperatuurdaling
Rijkswater bij
onttrekking
door
geselecteerde
wijken



Nader kijken
naar de
randvoorwaarden





WARMING^{UP}

Effecten van TEO

Stand van zaken onderzoek

Ida de Groot-Wallast (Deltares)



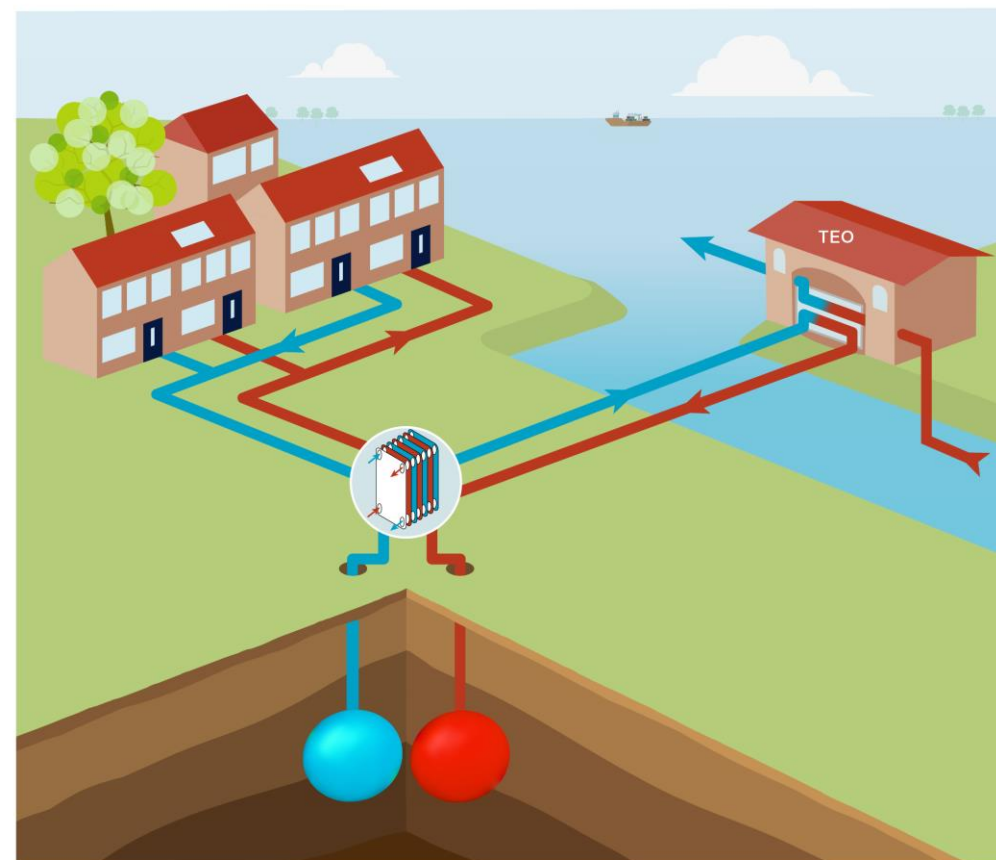
De basisprincipes van TEO Waar hebben we het over?

WARMING^{UP}

- Warmte-onttrekking = koudelozing
- Via pomp, filter en warmtewisselaar
- Tot gebruik opslaan in ondergrond

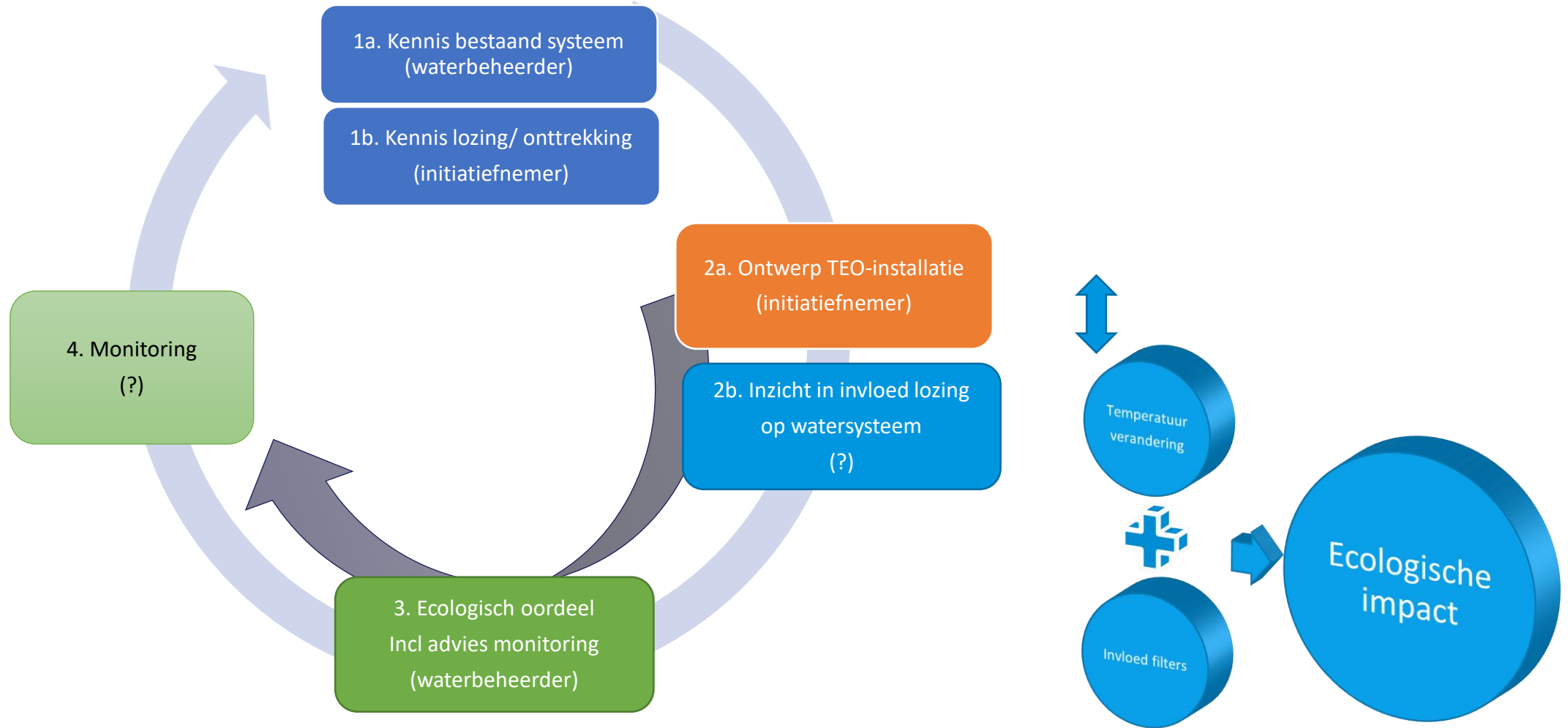
Wat kentallen:

- Stel 100 woningen met warmtevraag van 30 GJ/jaar: 3000 GJ/jaar
- Bij 3 graden afkoeling gedurende 3 maanden: ca $100/4 = 25\text{m}^3/\text{uur}$ of
- Bij 5 graden afkoeling gedurende 6 maanden: ca $33/4 = 8\text{m}^3/\text{uur}$



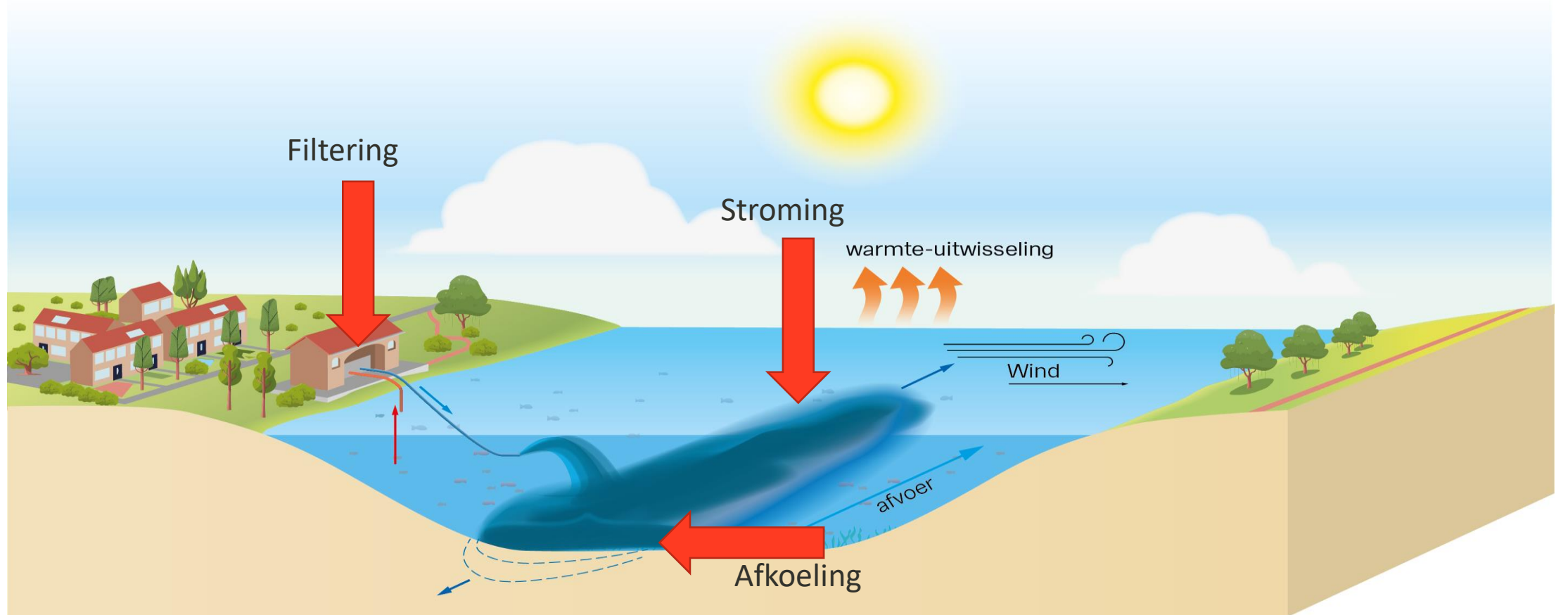
COP 4

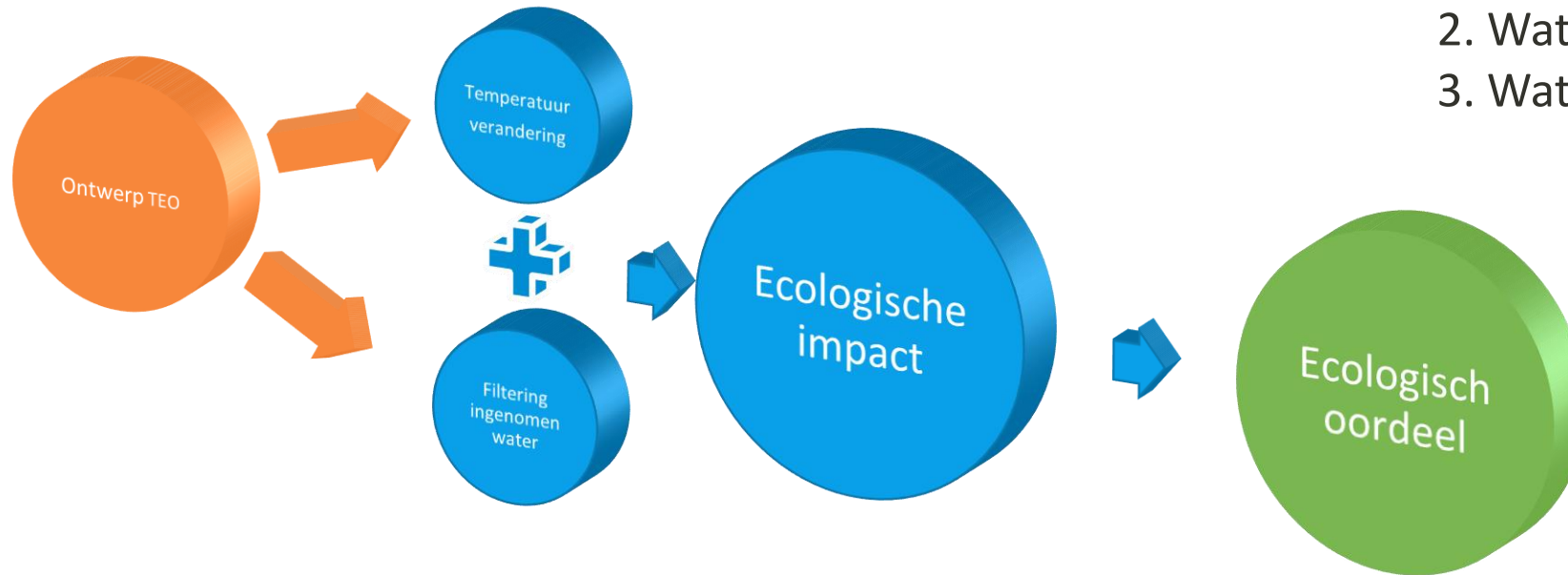
Hoe ziet het proces er uit?



Welke effecten verwachten we?

WARMING^{UP}





1. Wat doet het?
2. Wat heeft het tot gevolg?
3. Wat vinden we daarvan?

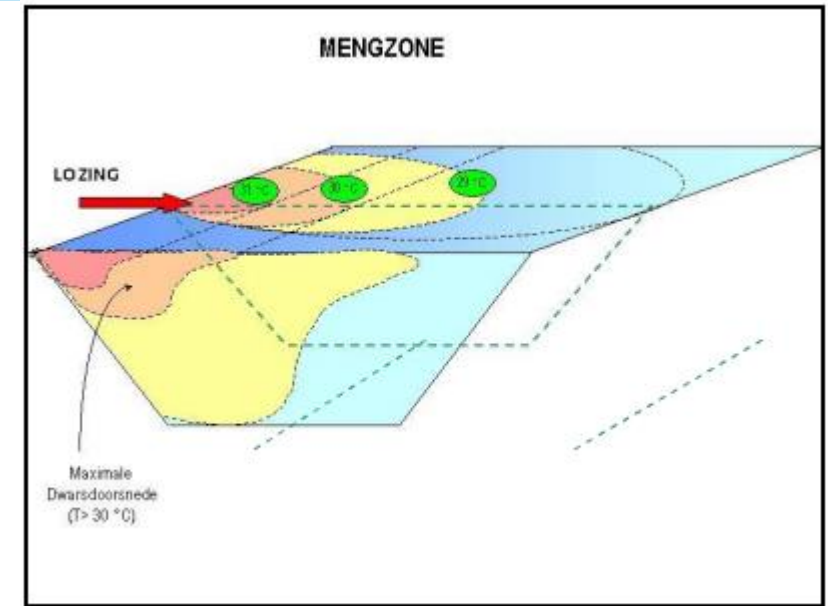
- We bouwen de kennis in stappen op
- Door literatuurstudie, modelleren en monitoren
- Ecologisch oordeel blijft bij waterbeheerder

Ecologische oordeel in beoordelingskader vergunningverlening

WARMING^{UP}

Opzet toetsing

- Eisen/ checks per watertype
 - Lozingsdebiet tov debiet/ volume waterlichaam
 - Minimum achtergrondtemperatuur
 - Grootte van de mengzone
 - Beïnvloed doorstroomoppervlak
- Uitgangspunt
 - Bij deze checks: ecologisch effect aanvaardbaar
 - Anders maatwerk
- Mengzone gedefinieerd als
 - $\Delta T = 4$ graden

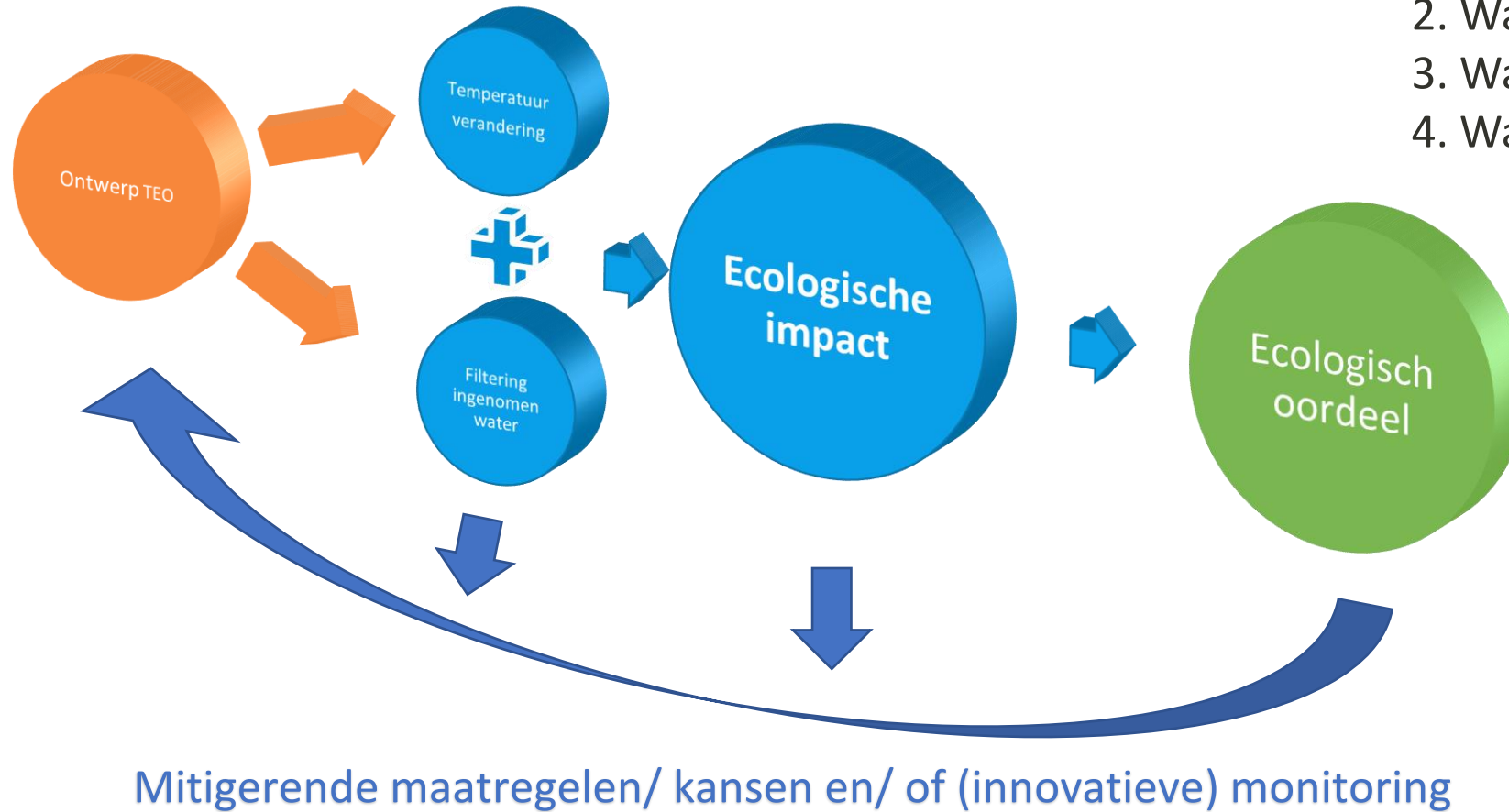


SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET VERWACHTE GEDRAG VAN EEN KOUDEPLUIM IN STILSTAAND LIJNVORMIG WATER



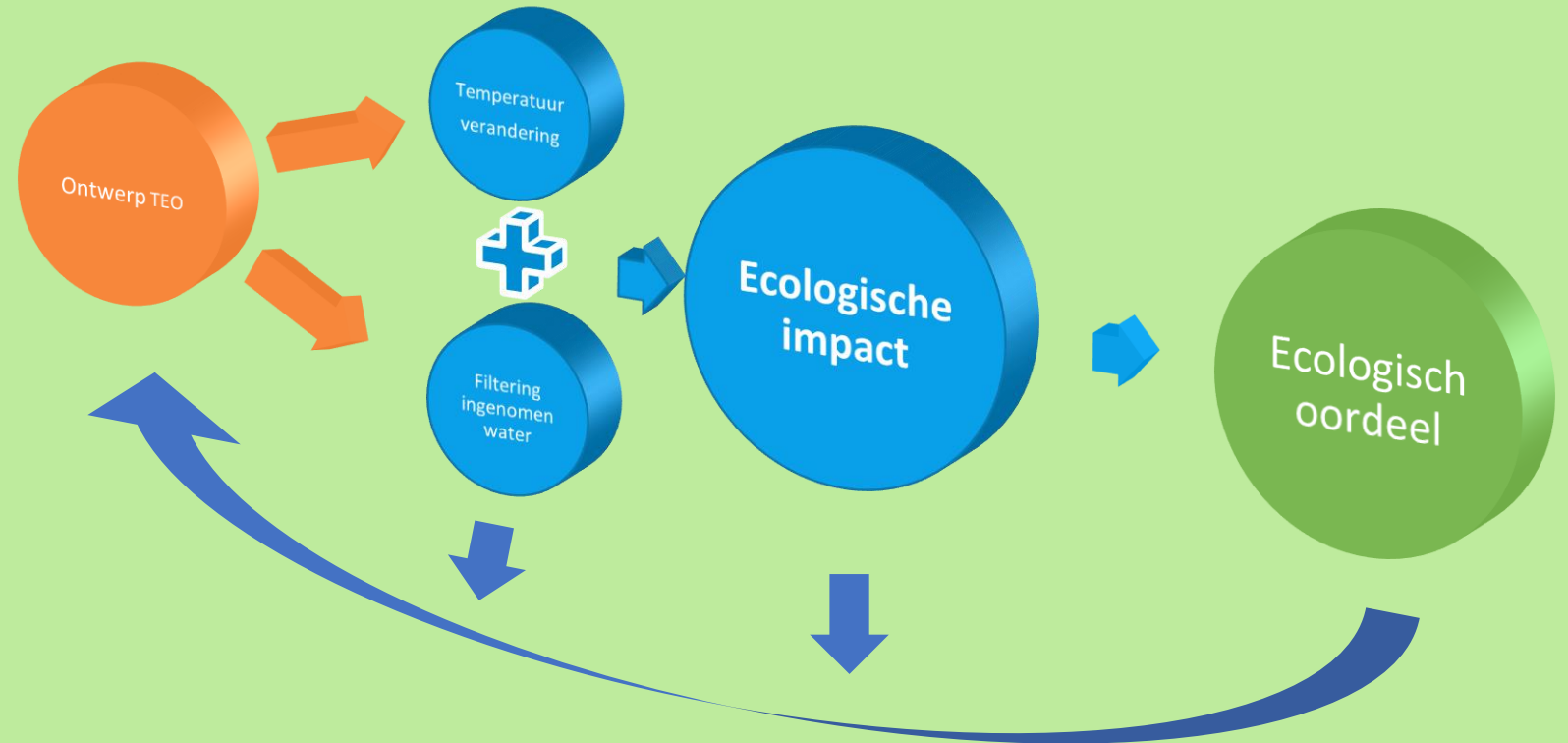
Kansen en mitigerende maatregelen

WARMING^{UP}



1. Wat doet het?
2. Wat heeft het tot gevolg?
3. Wat vinden we daarvan?
4. Wat kunnen we dan doen?

• Afkoeling



Mitigerende maatregelen/ kansen en/ of (innovatieve) monitoring

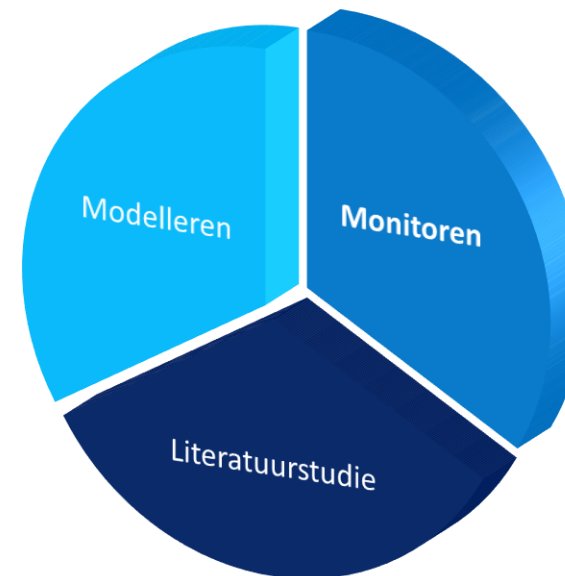
Kennen we de temperatuurverandering door TEO?

- Welke tools en/of voorbeelden zijn er?
- Wanneer is welke tool geschikt?
- Is de voorspelling voldoende nauwkeurig?

Modelleren

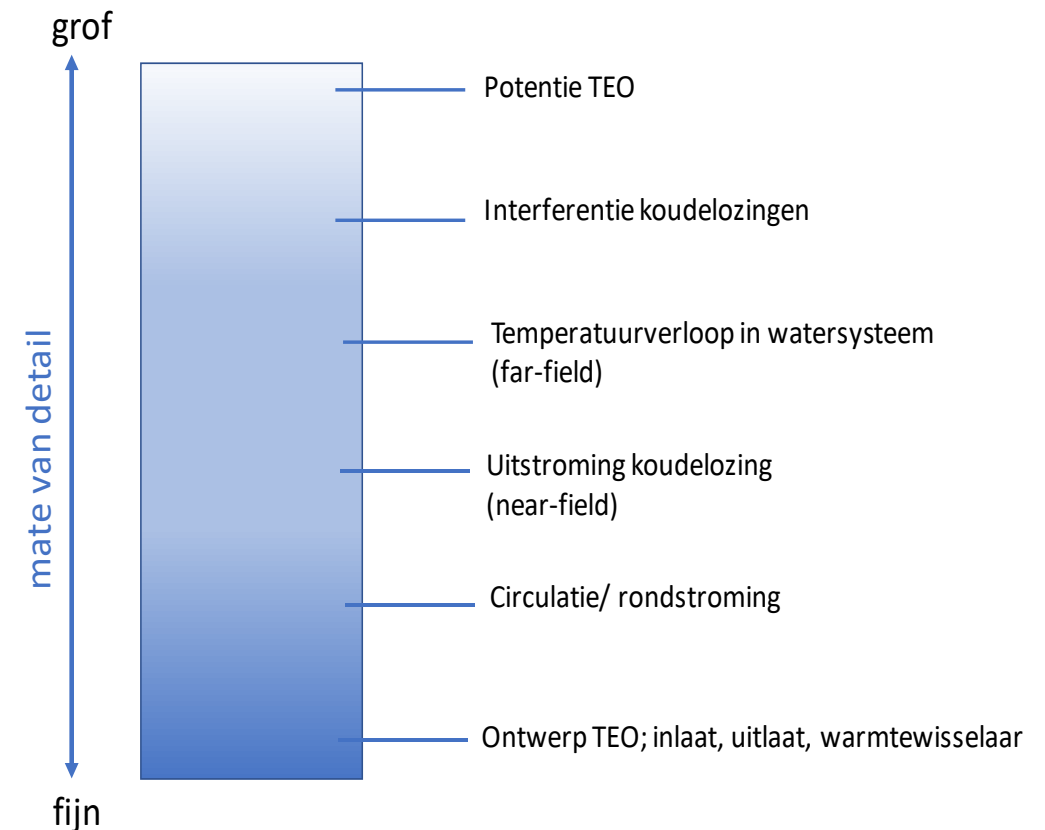
- Memo met tools
- Memo met voorbeelden
- Memo met werkwijze

Monitoren



Memo met tools, memo met voorbeelden

- Rekentools beschikbaar, van eenvoudig tot complex
 - Altijd vereenvoudiging, dus kies weloverwogen
 - van sigarendoos, via SOBEK en D3D naar CFD
 - <https://www.warmingup.info/documenten/modelinstrumentarium-voor-de-verspreiding-van-koude-afgifte.pdf>
- Voorbeelden beschikbaar
 - Voor verschillende watertypen
 - Lijn- en meervormig
 - Stromend en niet-stromend
 - Voor verschillende scenario's

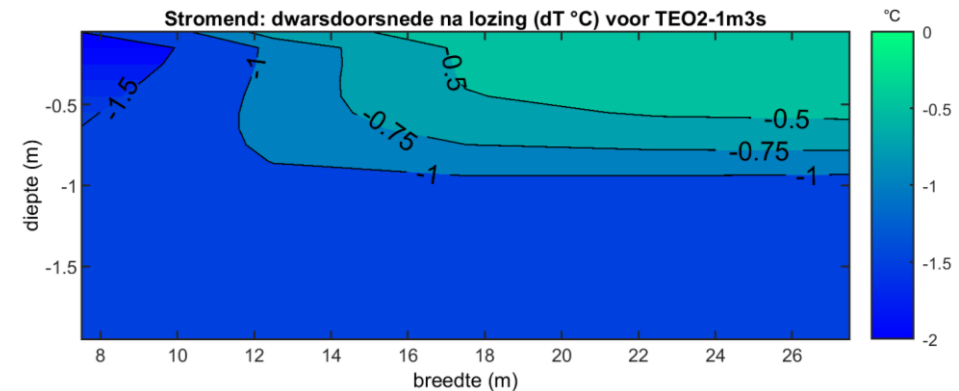
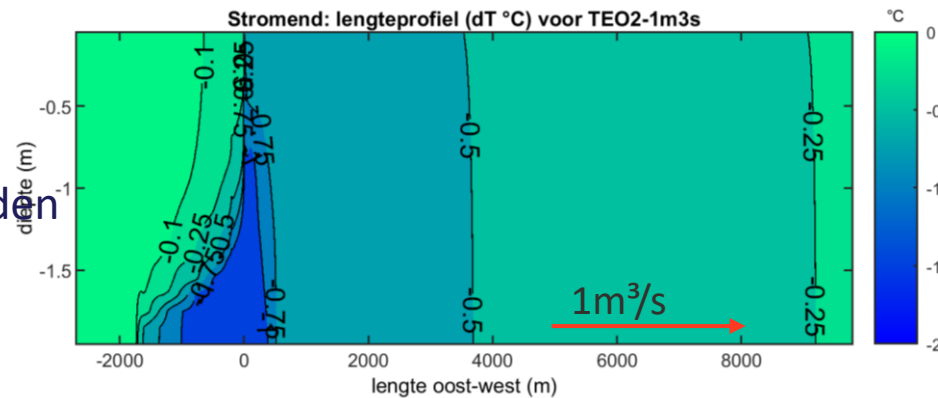


Verspreiding koude in stromend lijnvormig water

- Meer voorbeelden:

<https://www.warmingup.info/documenten/effectenteoopenwatertemp.pdf>

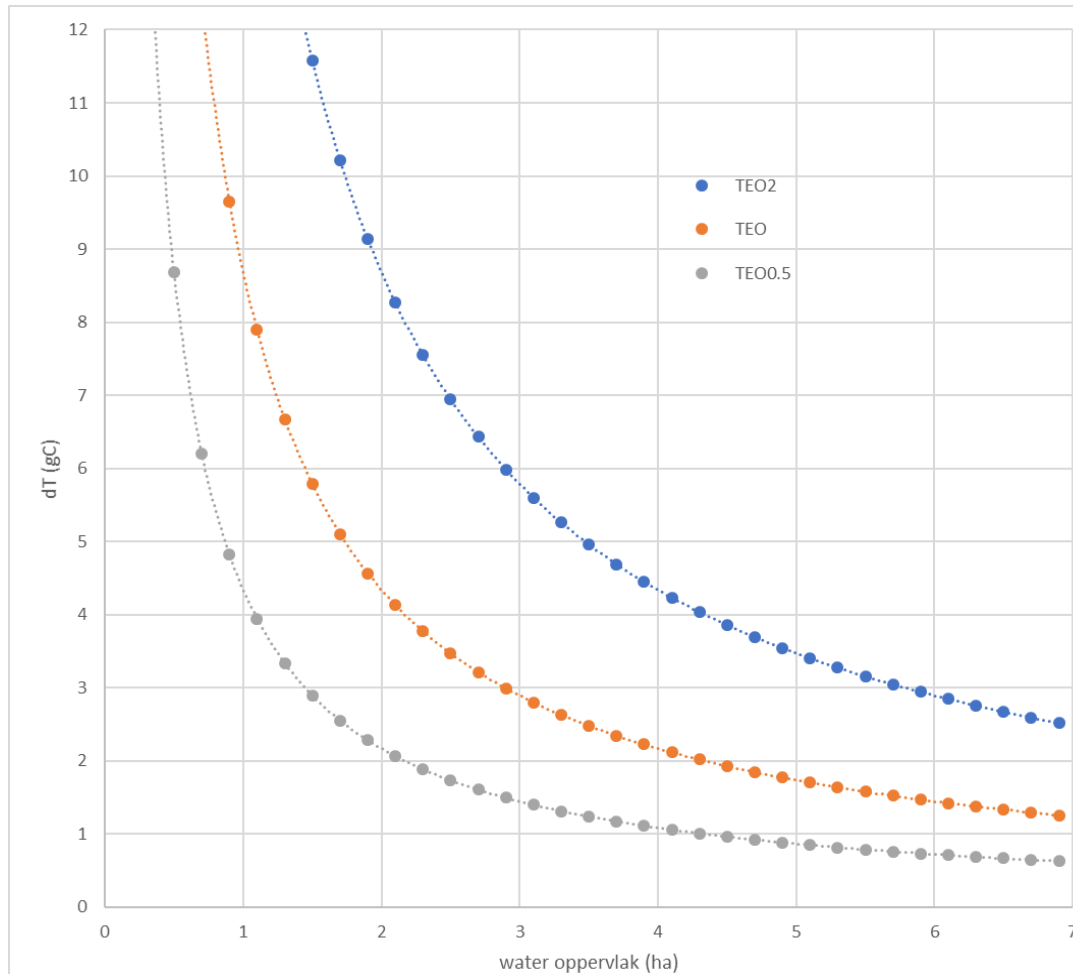
300m³/hr,
DeltaT 10 graden



Watertype	Stilstaand lijnvormig water (type1,)	Stromend lijnvormig (type6)	Stilstaand meervormig (type2)	Stilstaand meervormig (type 4)
	vaarten, kanalen, sloten	vaarten, kanalen, sloten	klein/ matig ondiep meer	matig-groot ondiep meer
Voorbeeld	Zuid Willemsvaart	Bovenmark	Plas van Buijsen (Pijnacker)	Kralingse Plas
Breedte, B (m)	50	25	150*150	1000x1000
Diepte, D (m)	3.5	2.0	1.5	1.5
Debiet Q (m³/s)	Nvt	1	Geen	Geen

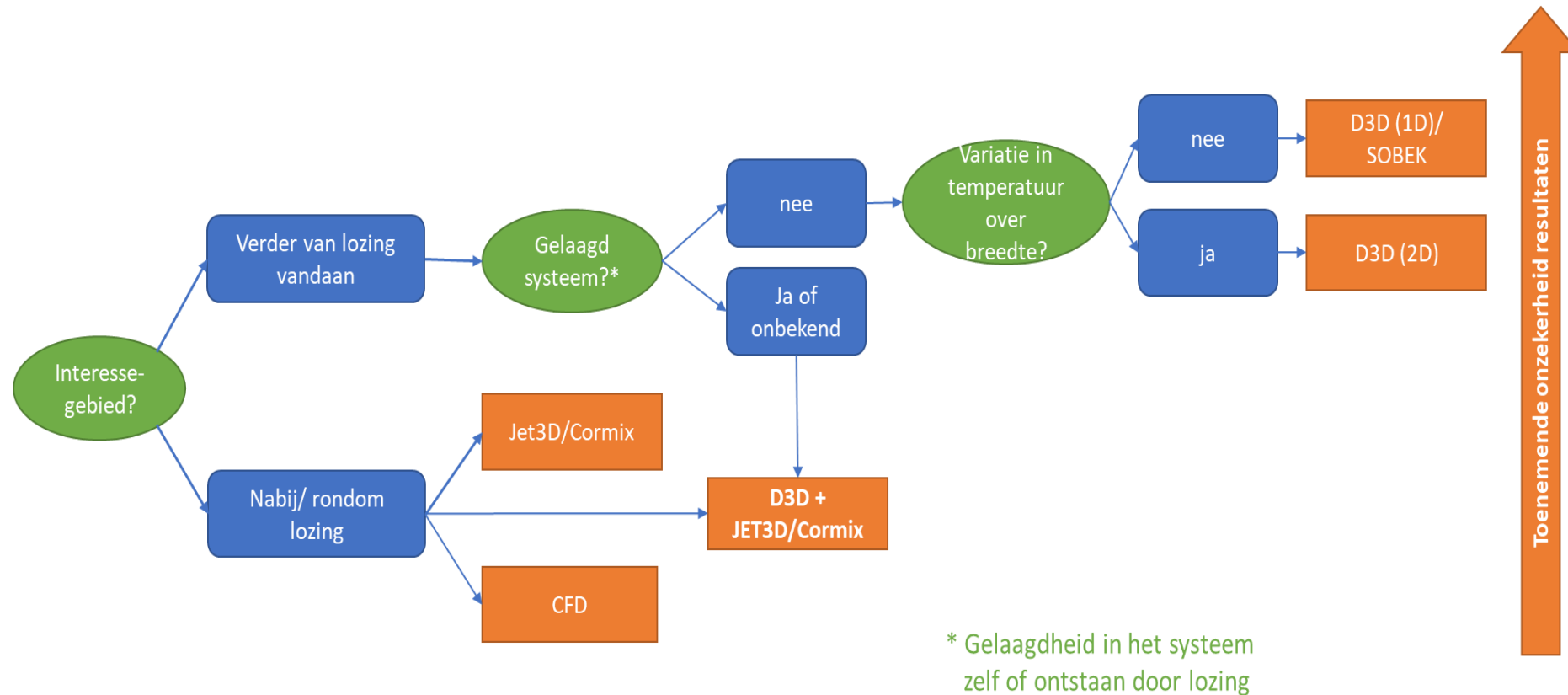
effecten TEO; stand van zaken kennis

Memo met voorbeelden: Opwarming ondiepe meren



Scenario	Warmtelast (MW)	Afkoeling toplaag (°C)	Afkoeling onderlaag (°C)
TEO _{ref}	1,75	3.5 - 4.0	4.5 - 5
1/2TEO	0,88	2	2.5
2TEO	3,50	8-9	10

Memo met werkwijze 3D modelleren



Kunnen we temperatuurverandering door TEO voorspellen?

- We hebben tools en voorbeelden om een inschatting van temperatuurverandering door TEO te maken
- Gelaagde systemen vragen een 3D aanpak
 - Lokaal: Modelleren lozing
 - Regionaal: Modelleren verspreiding
 - Aandachtspunt: Temperatuurmodellering vraagt (nu nog) ondersteuning van experts

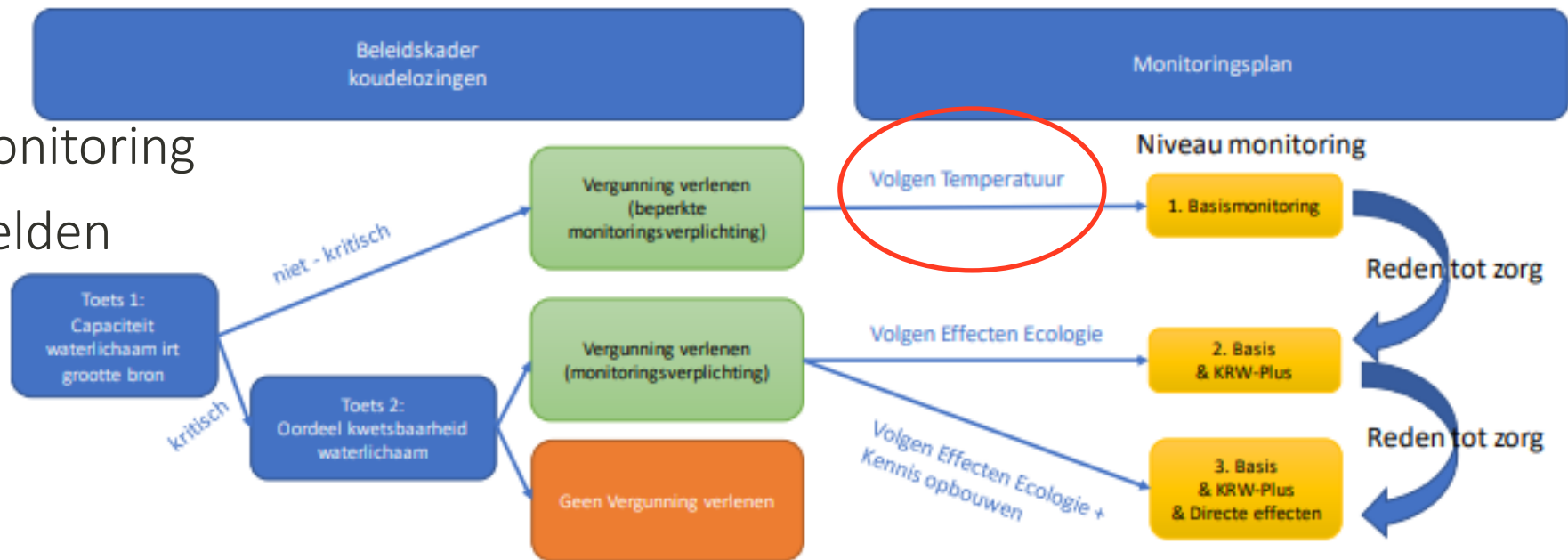
Kennisvragen & kennistoepassing

- Hoe goed is de voorspelling van gemengde en gelaagde systemen?
 - Validatie van tools voor verschillende typen systemen
 - Kennis(bank) opbouwen met praktijkmetingen
 - Valideren van modelinstrumentarium
- Wanneer treedt gelaagdheid op?
 - Is er een eenvoudige tool voor inschatting gelaagdheid?
- Is er een eenvoudiger instrument dan 3D modelleren voor gelaagde systemen?



Hoe geef je de monitoring van effecten TEO vorm?

Handreiking monitoring
Praktijkvoorbeelden



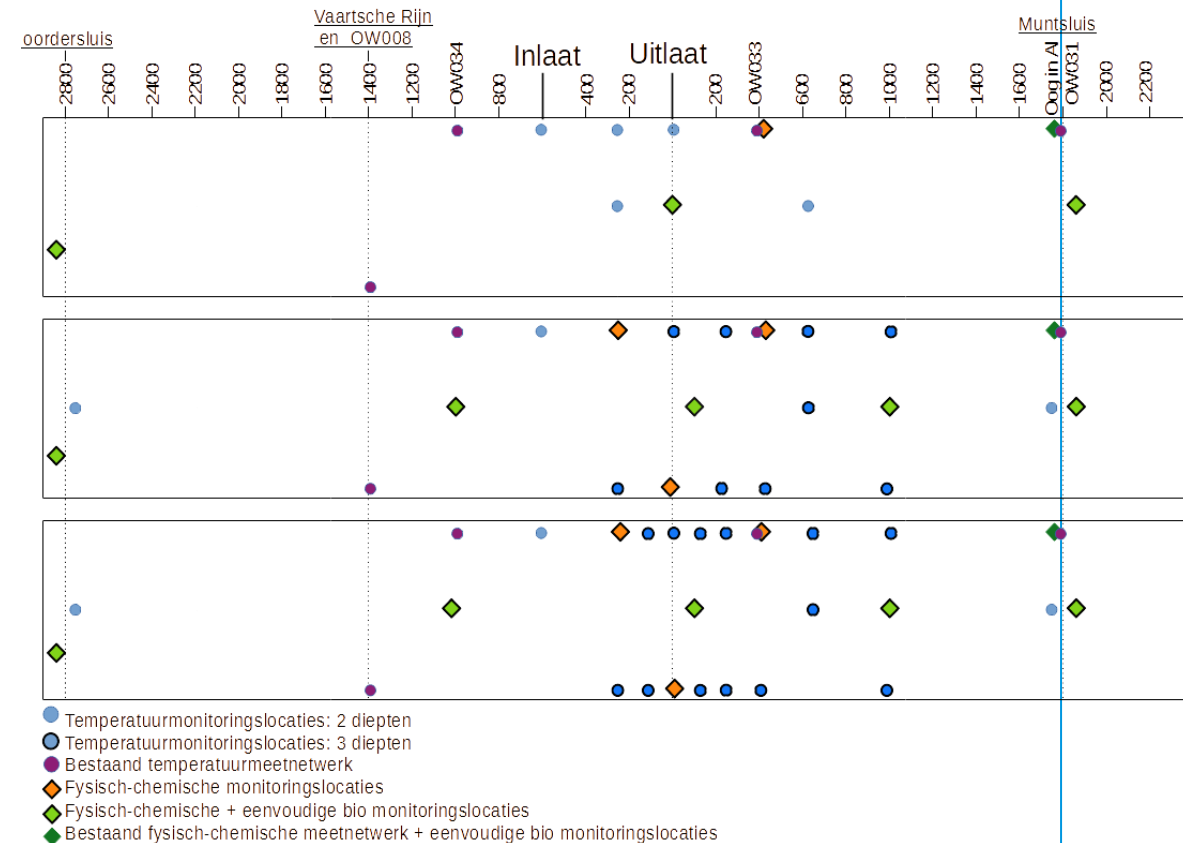
Monitoring doel & aanvliegroutes

- Doel van monitoring:
 - Kennis opbouwen over effecten van TEO op ecologie
 - Koudelozingen
 - Filters
 - Stroming
 - Wanneer bereikt een watersysteem een grens (omslagpunt)
 - Wettelijk: geen achteruitgang in KRW-waterlichamen
 - Validatie van modellen als kennisdragers
- Methode
 - Lab
 - Mesocosms , ecologisch
 - Veld (multi stressoren, met name pluim)

Monitoring Wat?

WARMINGUP

- Welke indicatoren?
 - Met welk doel ga je monitoren (effecten, validatie,...)?
 - Wat verwacht je qua veranderingen (afh van systeem)
 - Wat en hoe ga je monitoren?
- Voor aquathermie, eerste stappen met monitoring in het veld:
 - Merwedekanaal
 - Systeembeschrijving: wat verwachten we?
 - Koudelozing:
 - Temperatuur -> zo ja:
 - Andere parameters, beginnend met fysisch-chemisch
 - Monitoring biologie oa ivm KRW-waterlichaam
 - Mogelijk proeftuin
 - Beoordelingskader resultaten, positief versus negatief
 - Handelingsperspectief



Monitoring Hoe & kennisvragen

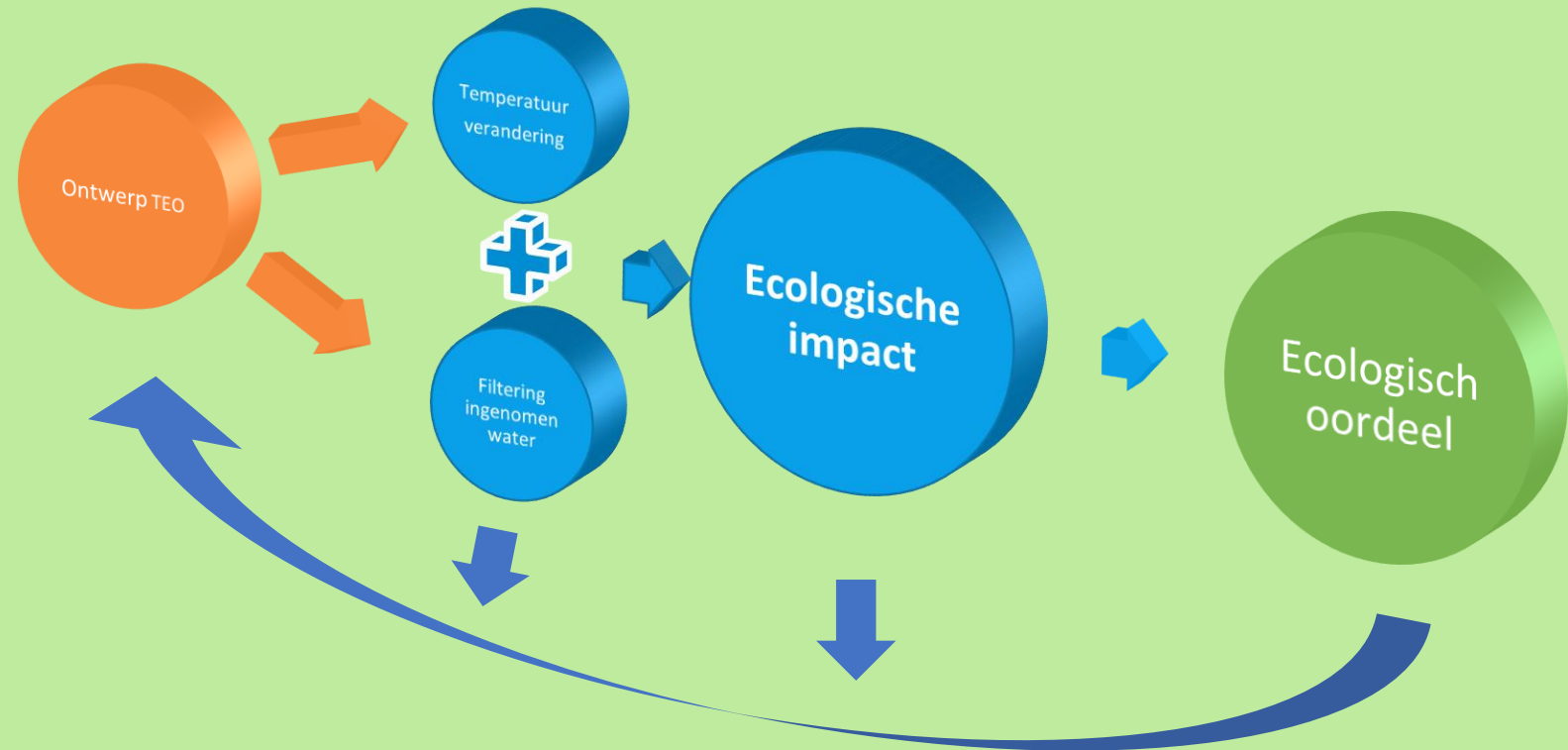
Hoe geef je de monitoring van effecten TEO vorm?

- Goede monitoring vraagt nadenken over
 - Het doel van de monitoring (kennisontwikkeling, validatie, effectmetingen)
 - De specifieke locaties, hiervoor zijn handvatten beschikbaar

Kennisvragen & kennistoepassing

- Zijn er alternatieve meetmethoden?
 - Om kosten te verlagen
 - Om meer inzicht in indicatoren van ecologische veranderingen te krijgen
- Hoe zorgen we dat de data van monitoring bijdraagt aan kennisopbouw
- Hoe zorgen we dat monitoren op representatieve locaties daadwerkelijk van de grond komt?
- Inzet lab en mesocosms voor ecologische kennisvragen: hoe kunnen deze methoden ingezet worden?

Filtering ingenomen water



Mitigerende maatregelen/ kansen en/ of (innovatieve) monitoring

Kunnen we invloed van filters door TEO voorspellen?

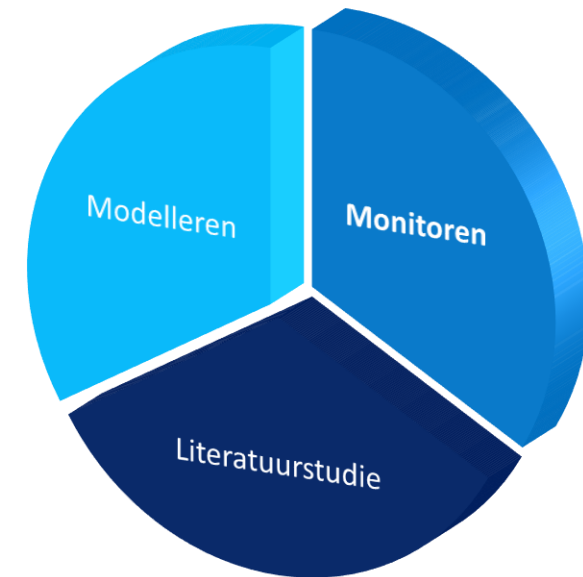
- Welke mechanismen veroorzaken schade?
- Welke soorten zijn kwetsbaar voor filtering?
- Hoe groot is schade door filtering?
- Is de voorspelling voldoende nauwkeurig?

Literatuurstudie

- Effecten van filters

Monitoring

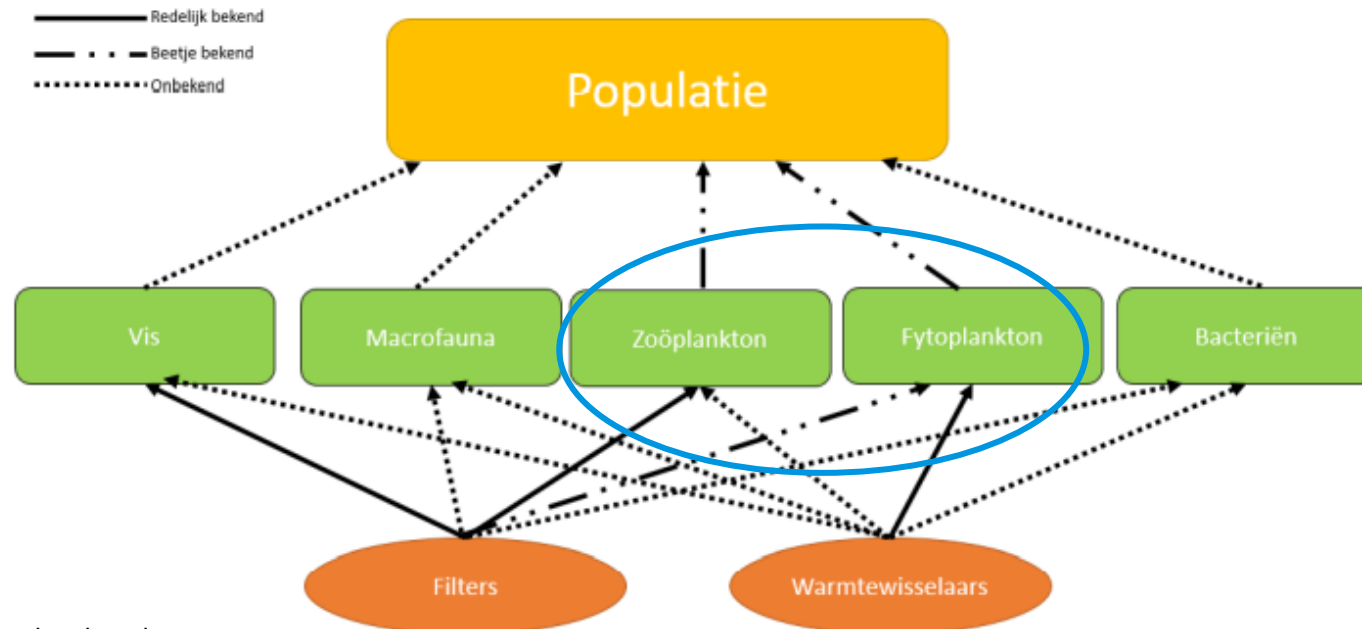
- Monitoring van 3 waterschappen



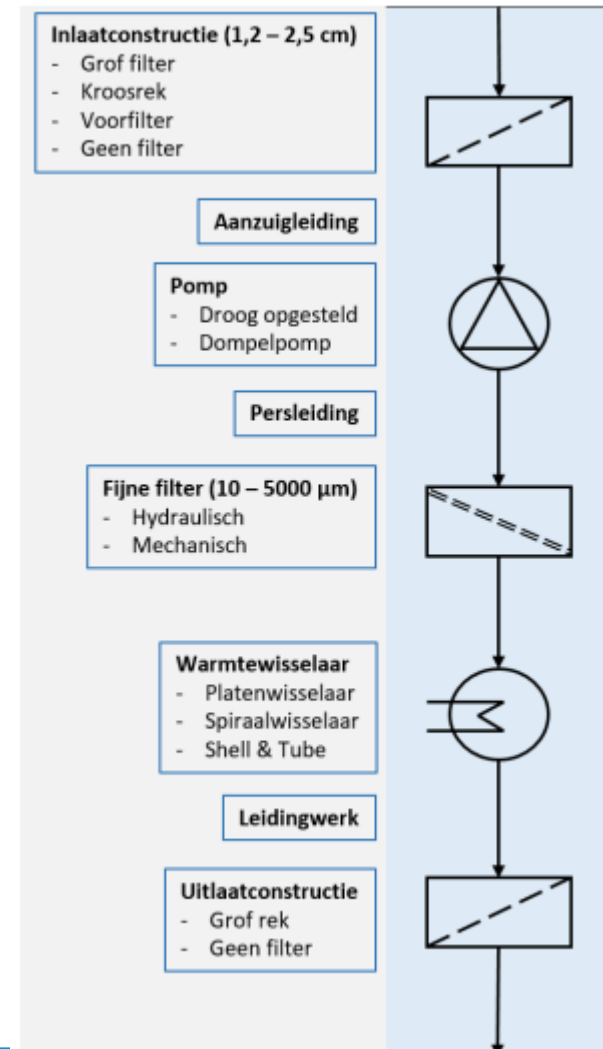
Literatuurstudie naar effecten filtering

WARMING^{UP}

- Geen literatuur over TEO, alle kennis van installaties als energiecentrales.
- Schade door trek, schuif, drukkrachten en versnelling
- Maaswijdte fijnfilter en schoonmaakmethode bepalend voor schade
- Zooplankton en fytoplankton kwetsbaarste soorten
 - Tot 30% schade, maar dat is met hogere temperatuur en chlorering
- Doorwerking op populatie- systeemniveau onbekend
(muv enkele onderzoeken bij koelwatercentrales)



effecten TEO; stand van zaken kennis



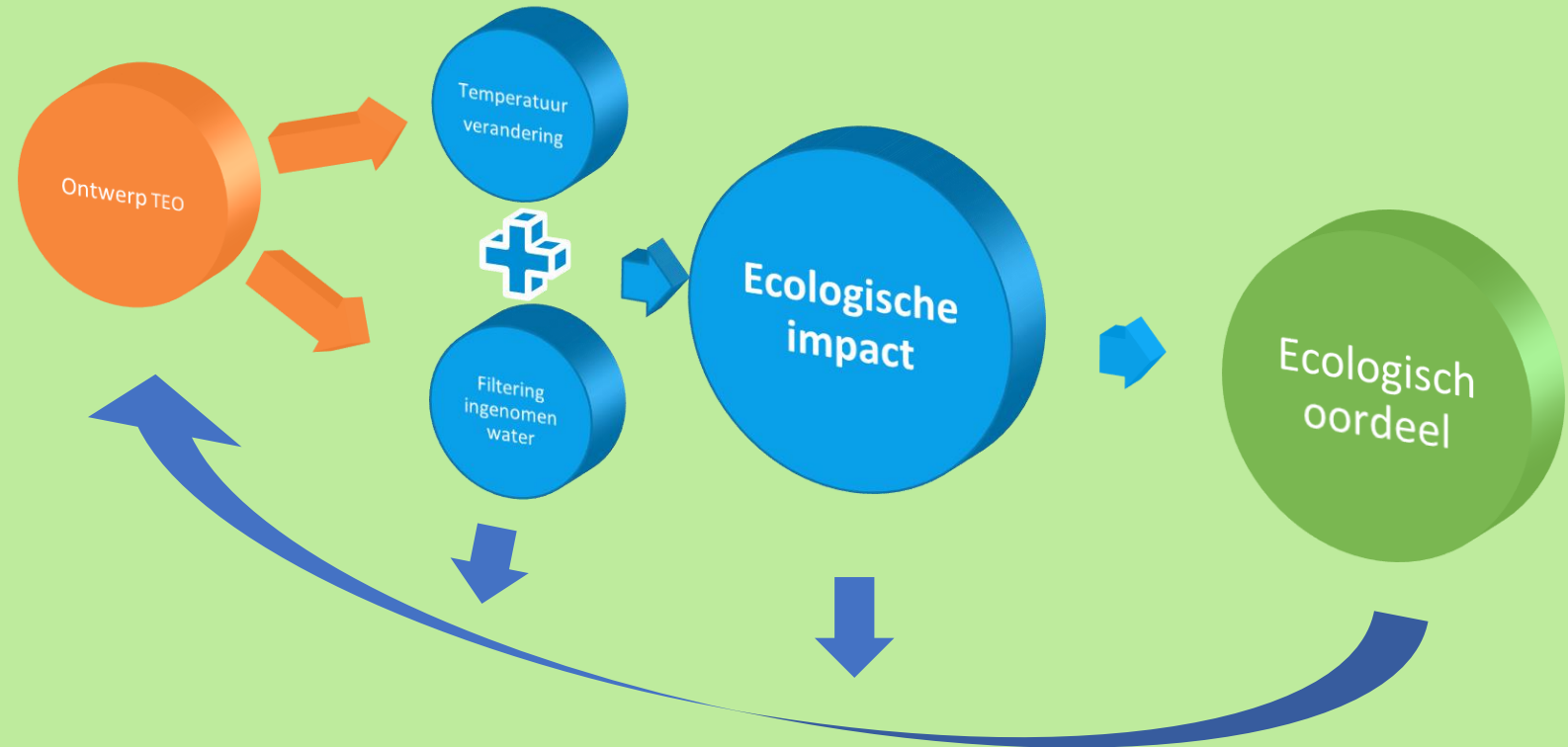
- Kunnen we invloed van filters door TEO voorspellen?

Kennisvragen & kennistoepassing

- In hoeverre zijn de resultaten representatief voor een TEO-installatie?
- Hoe werkt de schade door filters door in het ecosysteem
 - Wat is de hersteltijd van een populatie?
- Hoe kunnen we een optimaal filter ontwerpen?
- Analyse data impact filters van waterschappen? Is er meer/ andere data nodig?
Resultaten nog onbekend



Ecologische impact



Mitigerende maatregelen/ kansen en/ of (innovatieve) monitoring

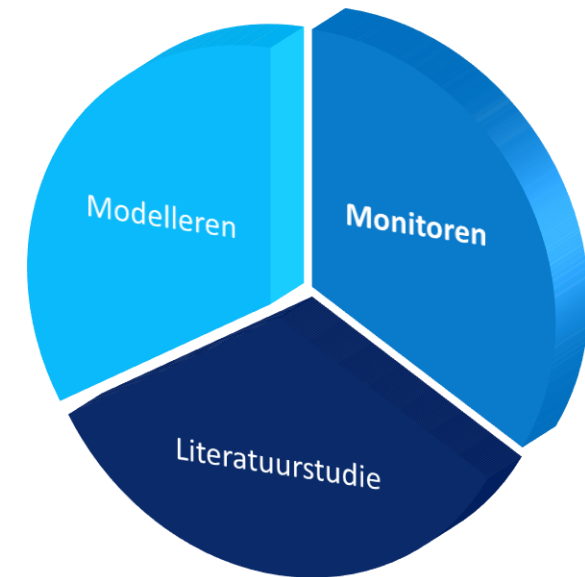
Wat is de ecologische impact van afkoeling en filtering?

Literatuurstudie

- Ecologische impact temperatuurverandering

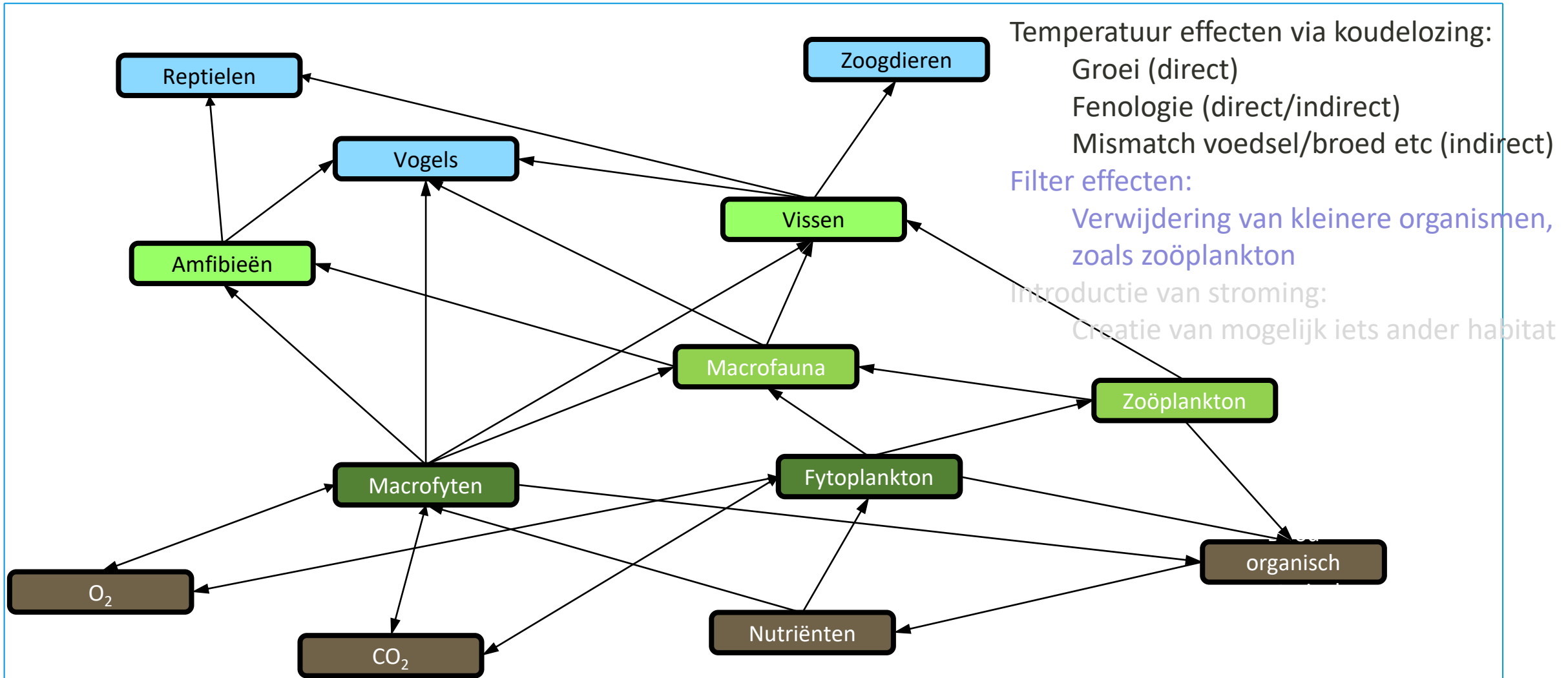
Modelleren

- Ecologisch modelleren

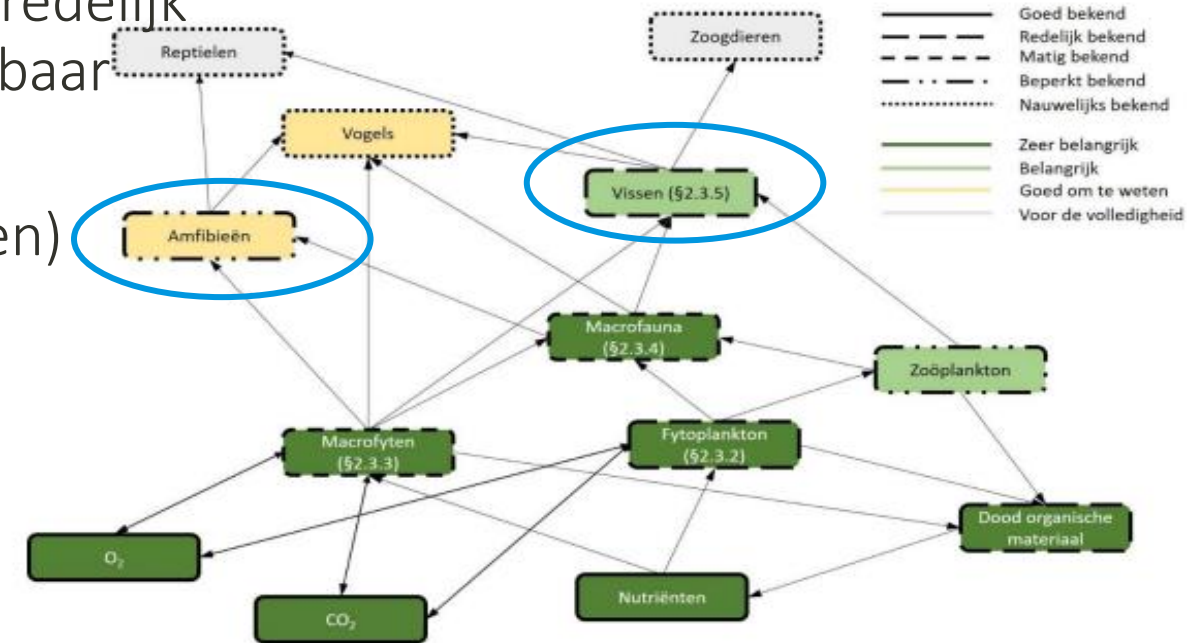


Aquathermie en ecologisch functioneren

WARMING^{UP}



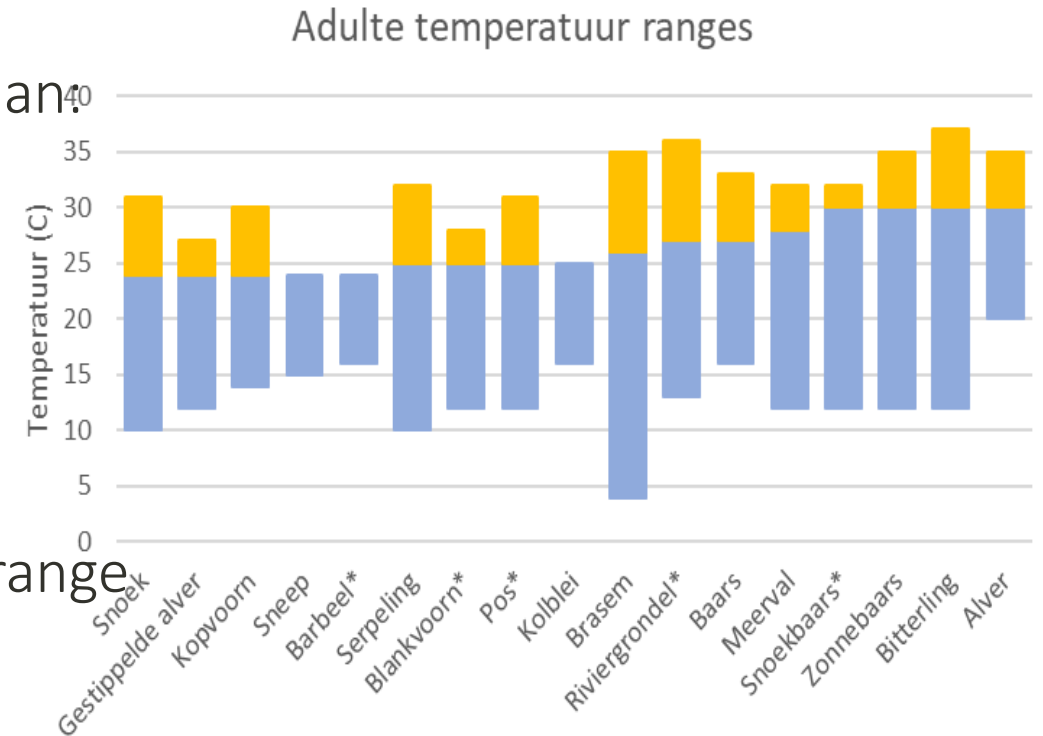
- O₂, CO₂ bekend
- Fysisch-chemisch: systeem afhankelijk, maar redelijk bekend, alhoewel nog niet makkelijk bevraagbaar
- Effecten ecologie (fytoplankton, macrofyten, macrofauna, vissen)
 - Groeisnelheden
 - Fenologie
 - Soortensamenstellingen
 - Mortaliteit -> koude schokken (macrofauna)
 - Samenspel van de verschillende elementen



Terugkoppeling naar handreiking vergunningverlening

Kunnen we de verwachte effecten relateren aan:

- Toegestane grootte mengzone
- Temperatuur mengzone
- Minimale lozingstemperatuur
- 4°C (mengzone) -> voor vissen binnen hun range
- Vissen zoeken zelf optimale temperatuur
- Minimum terugloostemperatuur in voorjaar aan te bevelen, ivm voortplanting en ontwikkeling



Wat is de ecologische impact van afkoeling?

- Relatie temperatuur en ecologie
 - Effecten op chemische waterkwaliteitsparameters relatief goed bekend (O₂, CO₂)
 - Fytoplankton, macrofyten, macrofauna, minder info beschikbaar
 - Amfibieën en vissen adaptief
- Kennis over doorwerking effecten in voedselweb ontbreekt
- Temperatuurgradient door koudelozing maakt ecosysteem robuuster, temperatuurschokken ongewenst

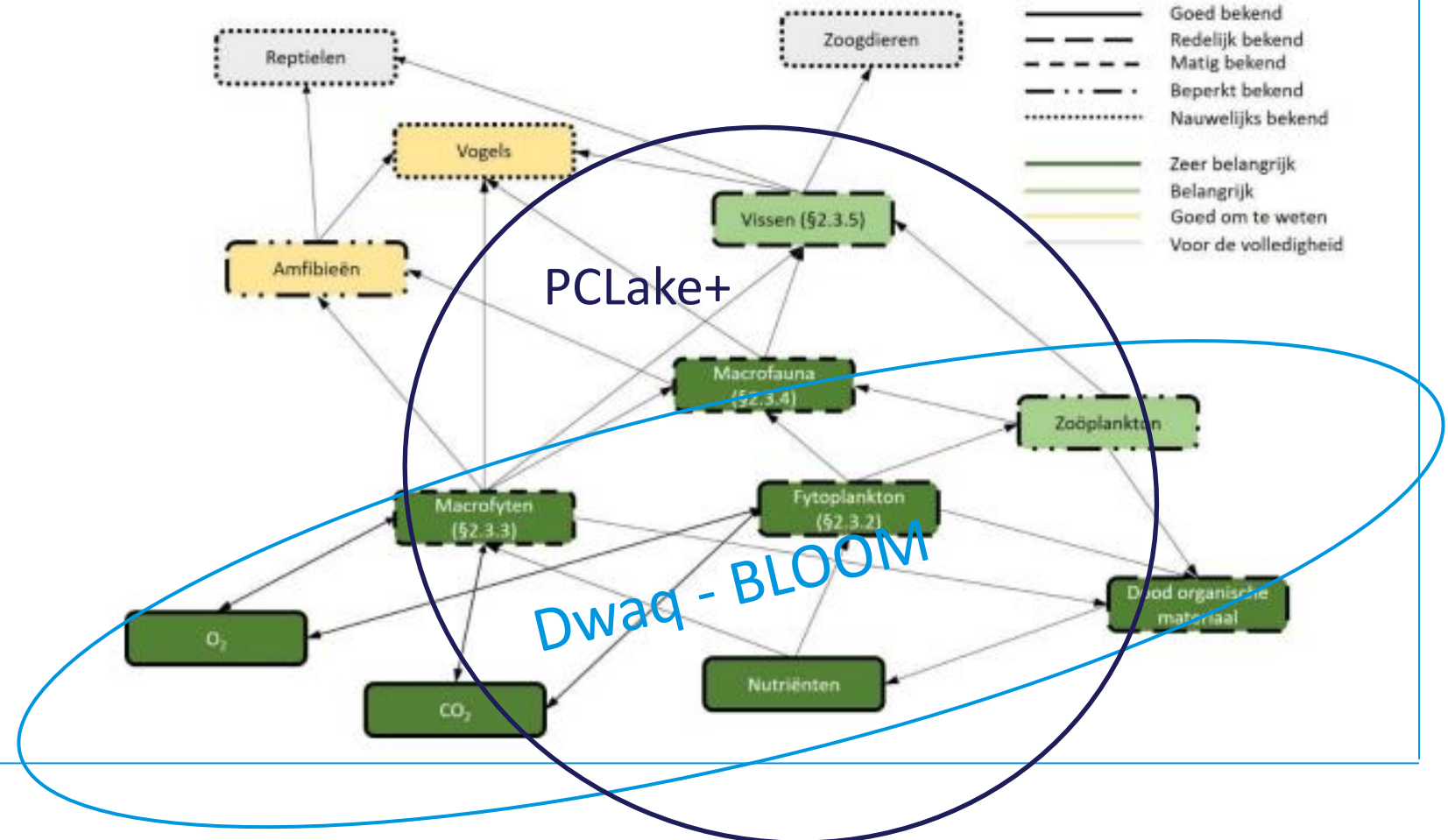
Kennisvragen & kennistoepassing

- Wat is de natuurlijke variatie van een watersysteem?
- Kunnen we koudelozingen zo inzetten dat negatieve effecten op paai, ontwikkeling en groei beperkt worden en dat tijdens warme perioden koudelozingen gebruikt kunnen worden als refugia? -> ruimtelijke differentiatie!
- Hoe kunnen we impact kwantificeren?
- Hoe beïnvloeden verandering in soorten het ecosysteem?

Ecologische impact TEO

Kunnen we de ecologische impact van een TEO op voedselwebniveau bepalen?

Monitoren
Modelleren



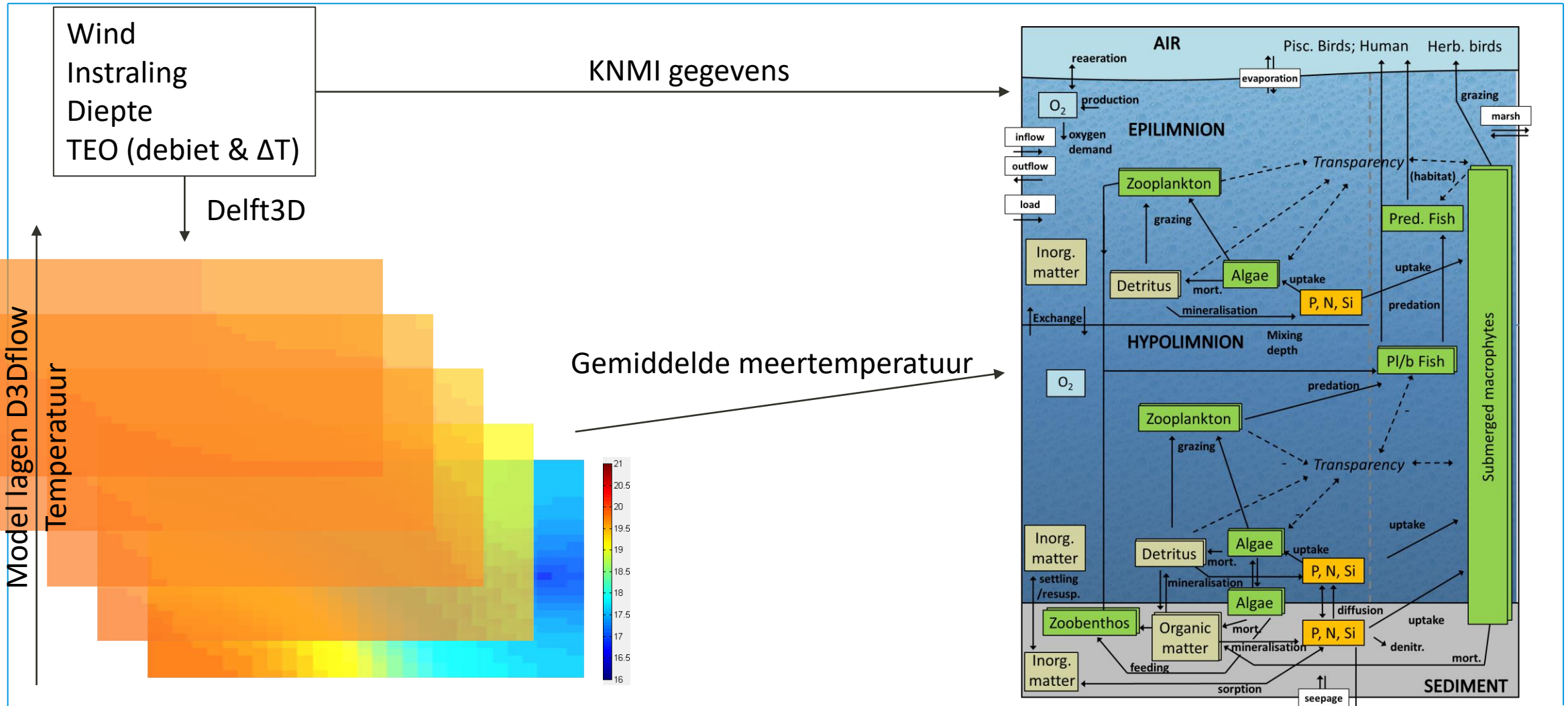
Modelwater voor modellering

WARMING^{UP}

- Klein, geïsoleerd water (150*150m)
- 2m diep
- TEO van mid mei tot en met oktober
- Lozing nabij bodem
- Inname nabij oppervlakte

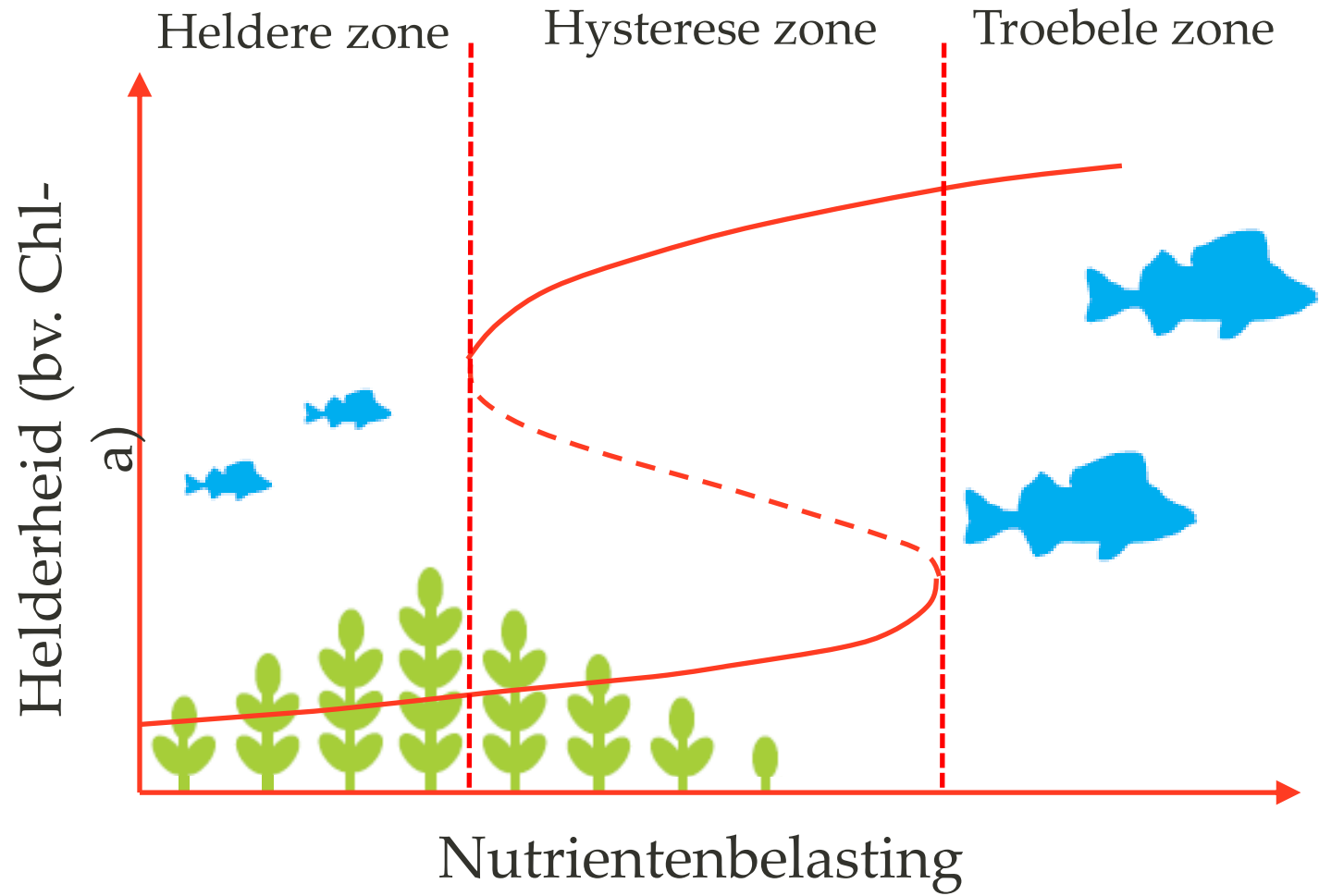
- TEO met filters
 - Literatuurstudiewaarden

Ecologische modellering



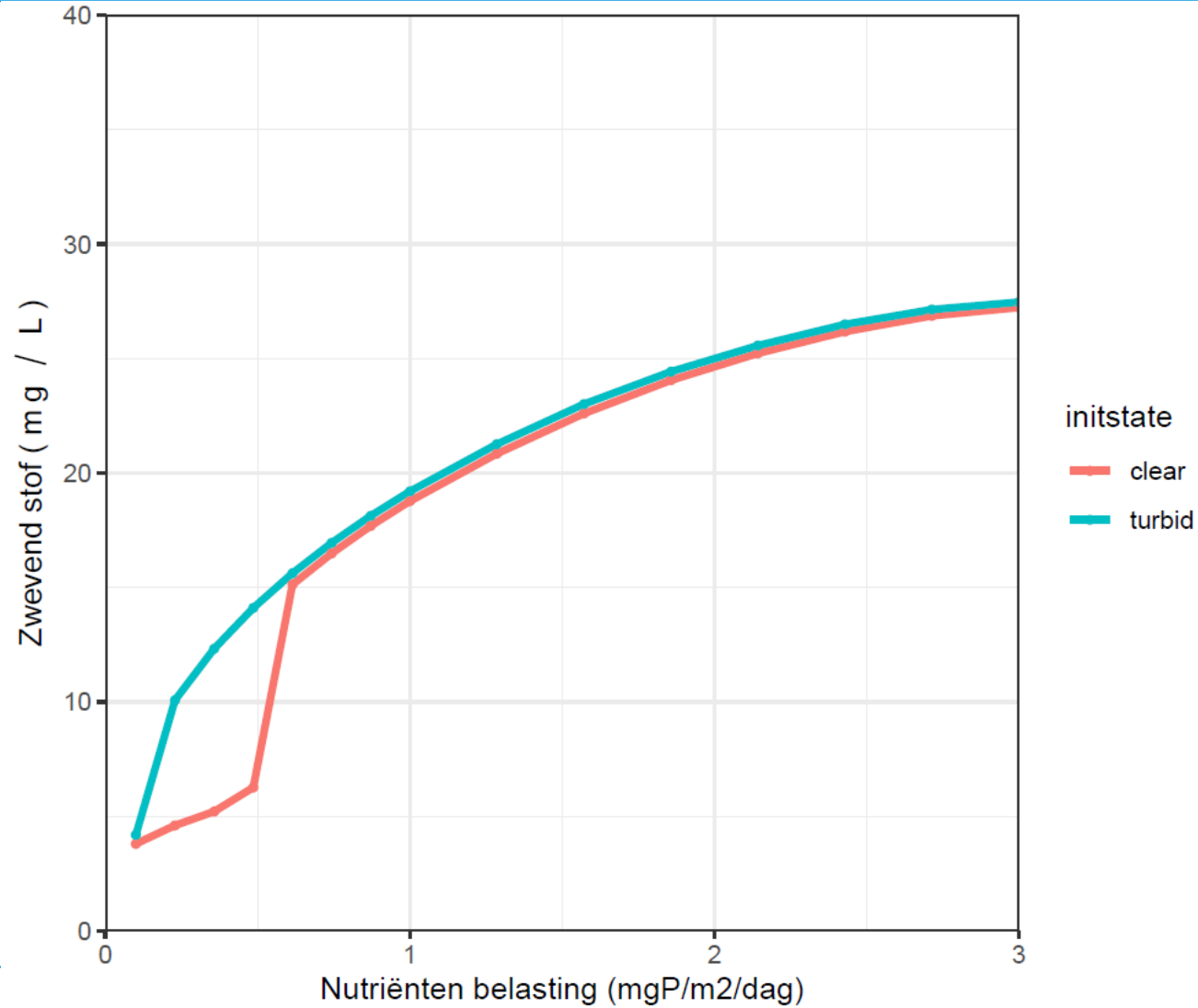
Kantelpunten van meren

WARMING^{UP}



Kantelpunten in PCLake+ met TEO

WARMING^{UP}

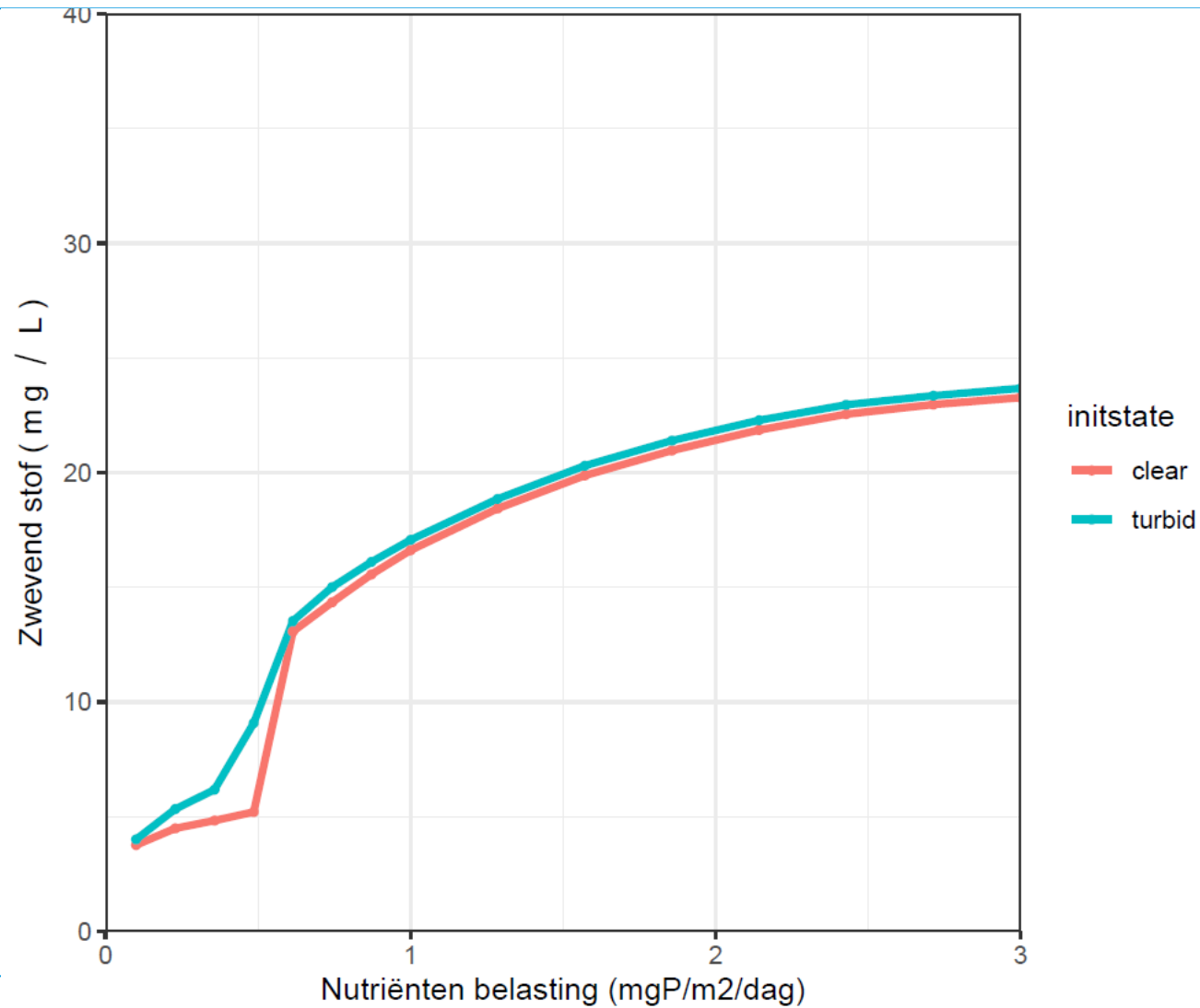


- TEO
 - $\Delta T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 0 \text{ m}^3/\text{uur}$

initstate
— clear
— turbid

Kantelpunten in PCLake+ met TEO

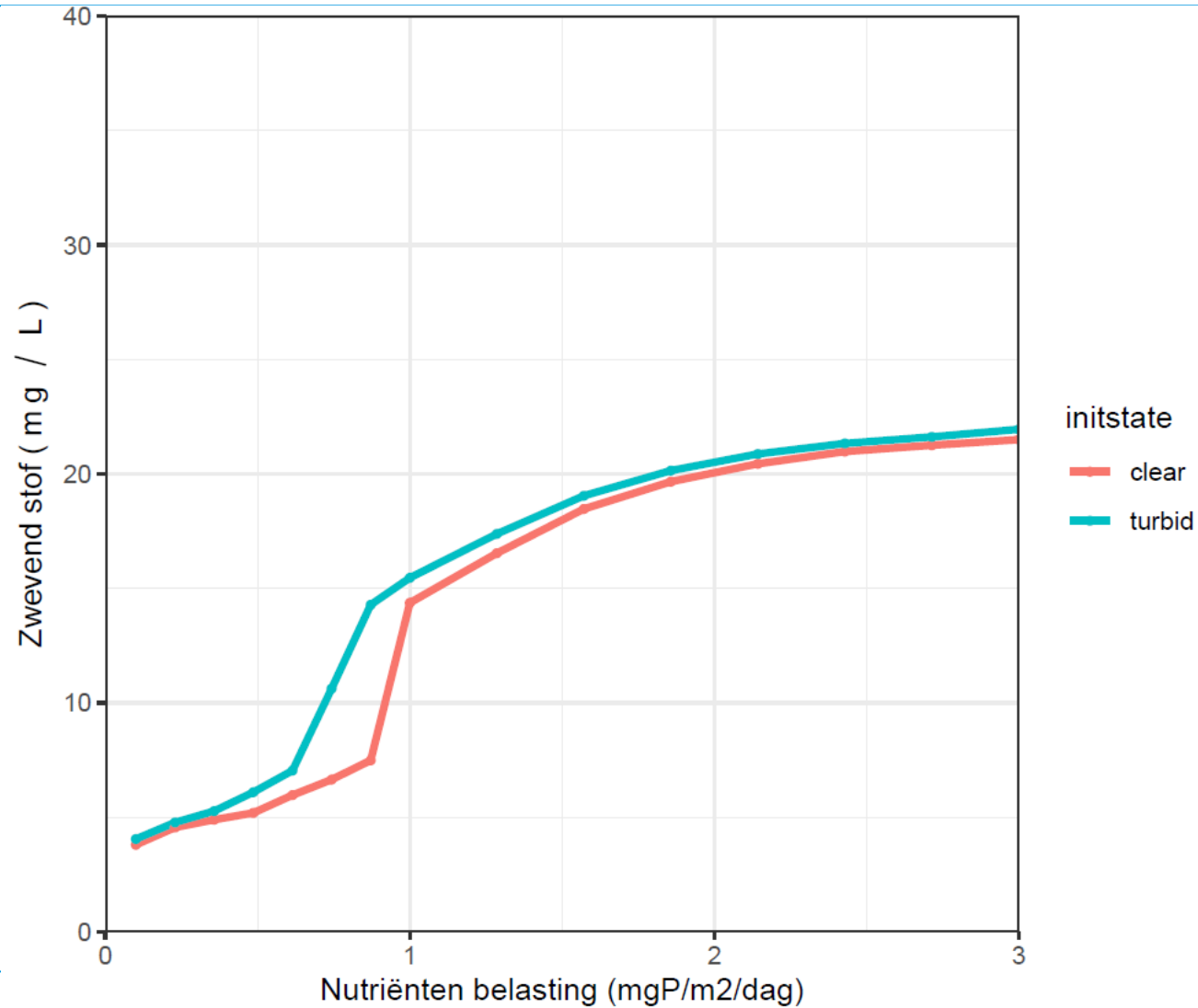
WARMING^{UP}



- TEO
 - $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 75 \text{ m}^3/\text{uur}$

Kantelpunten in PCLake+ met TEO

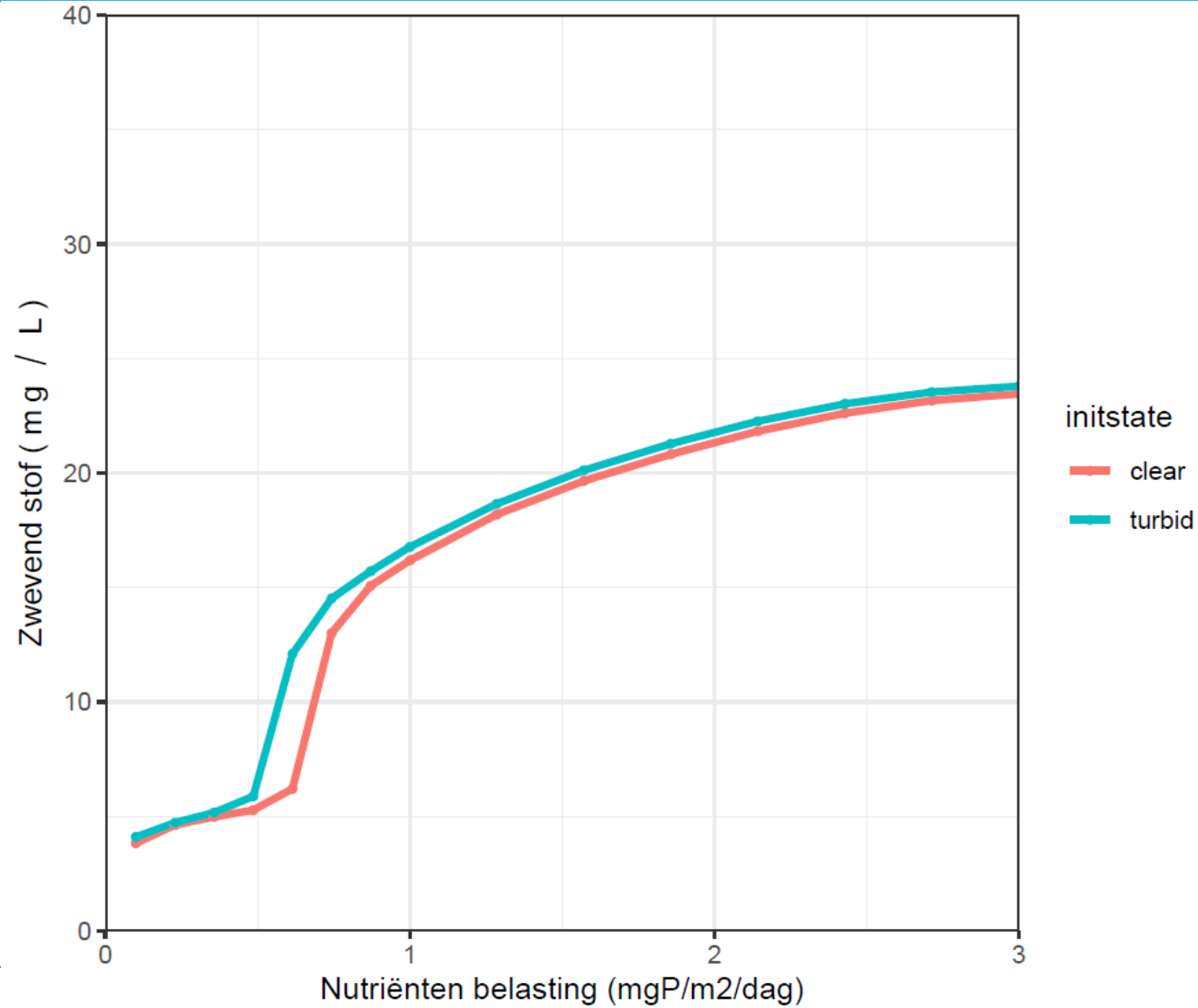
WARMING^{UP}



- TEO
 - $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 150 \text{ m}^3/\text{uur}$

Kantelpunten in PCLake+ met TEO

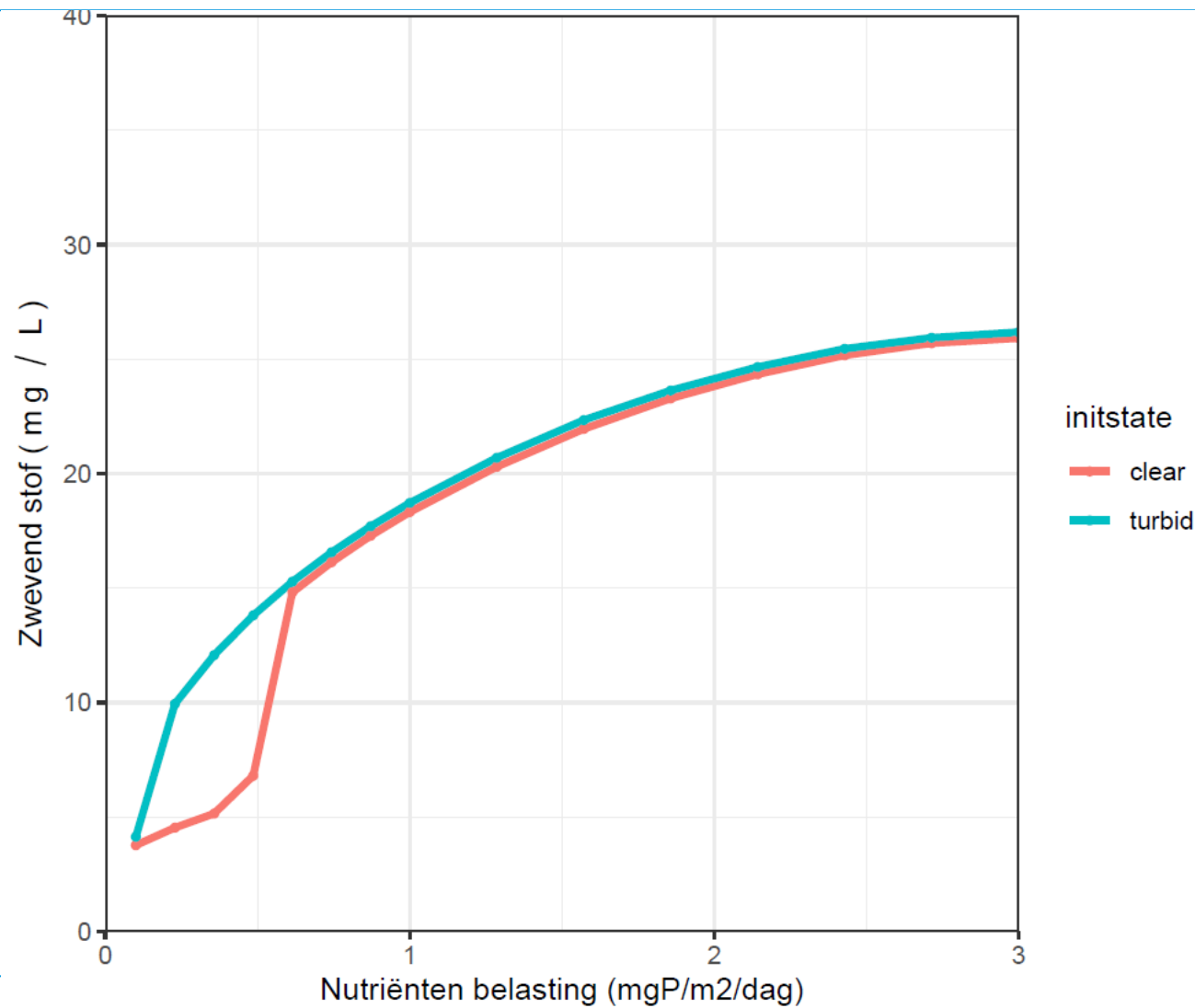
WARMING^{UP}



- TEO
 - $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 150 \text{ m}^3/\text{uur}$
 - Alleen filters

Kantelpunten in PCLake+ met TEO

WARMING^{UP}



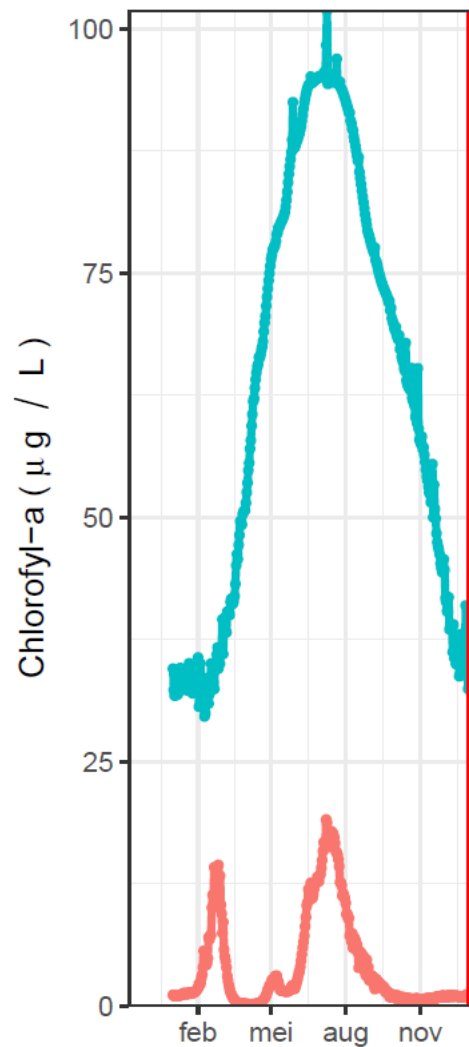
- TEO

- $\Delta T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- $Q = 150 \text{ m}^3/\text{uur}$
- Alleen temperatuur

- Conclusie:

- Stabieler watersysteem, groot effect van filtering

Jaar 0
geen TEO

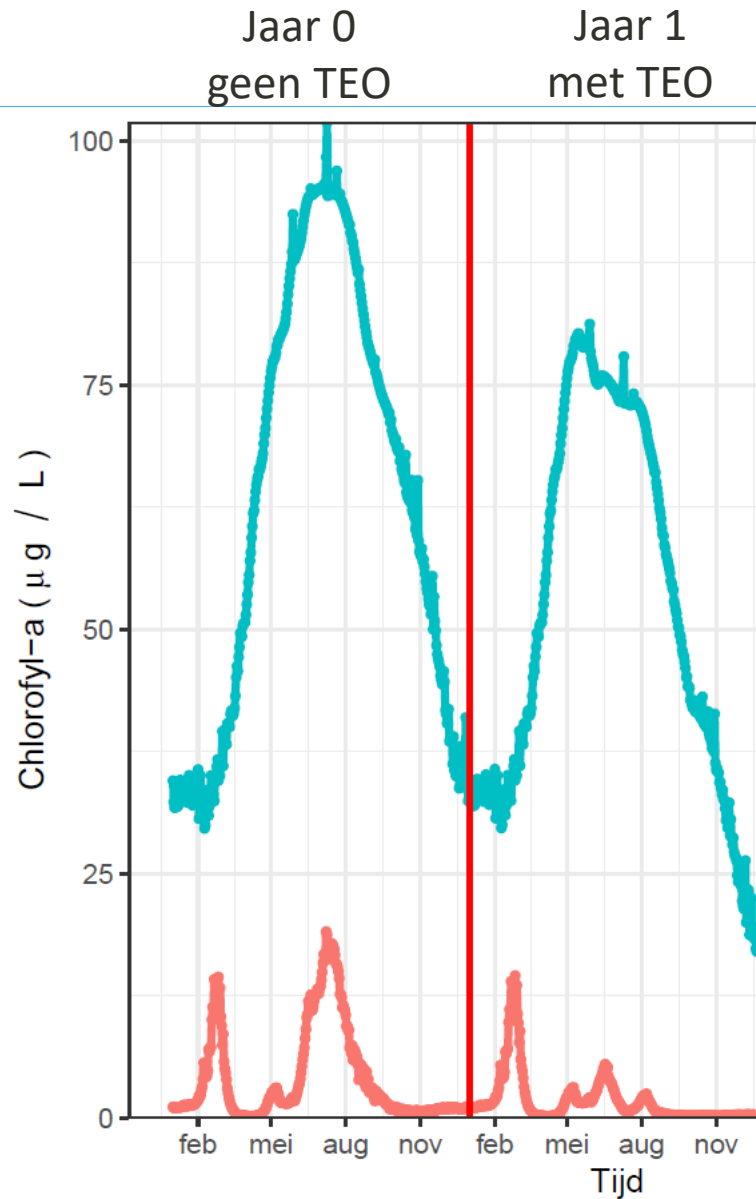


effecten TEO; stand van zaken kennis

- TEO
 - $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 75 \text{ m}^3/\text{uur}$
- P belasting: $0.5 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{dag}$
- Filterschade: 21%

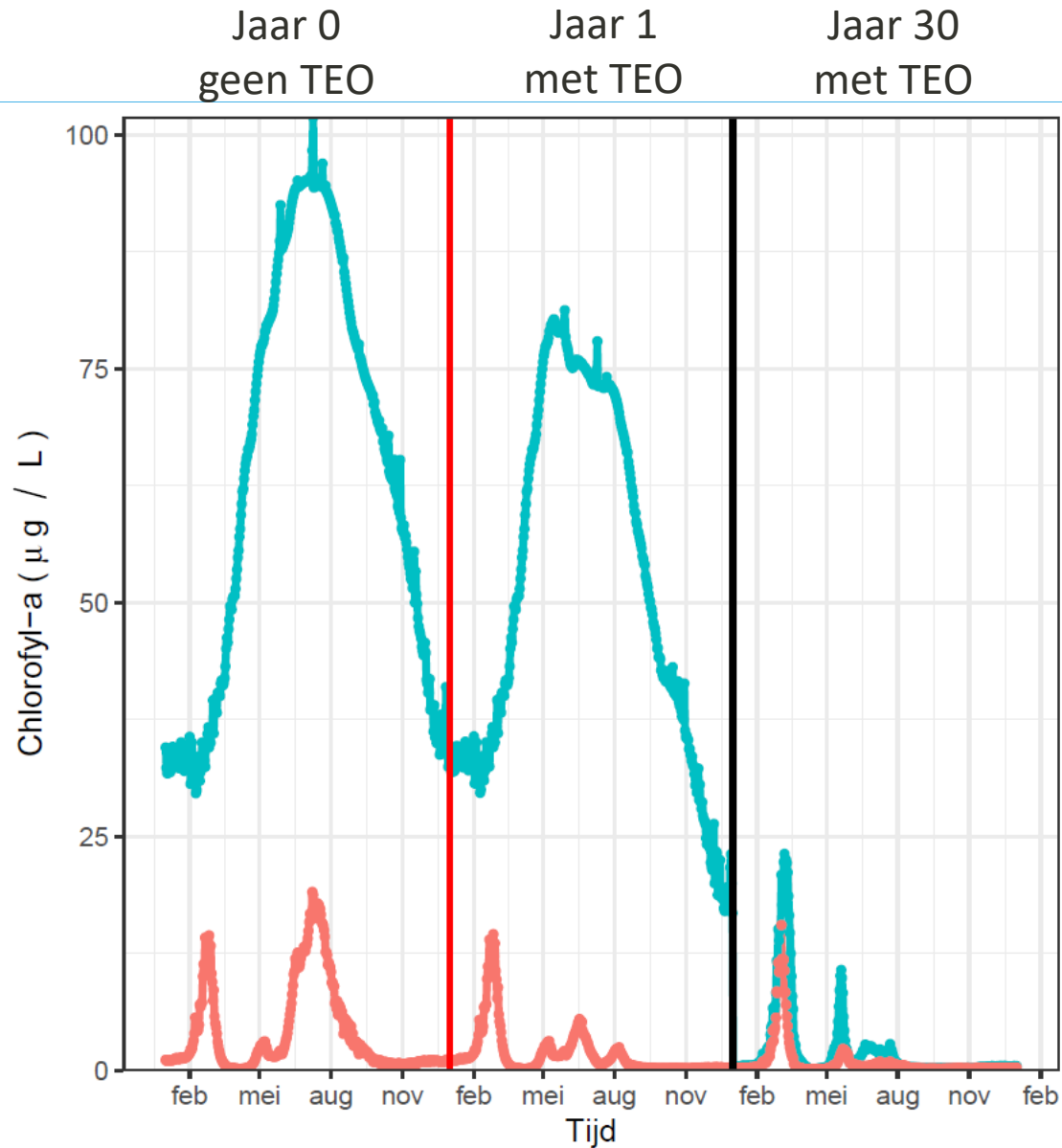
initstate

- clear
- turbid

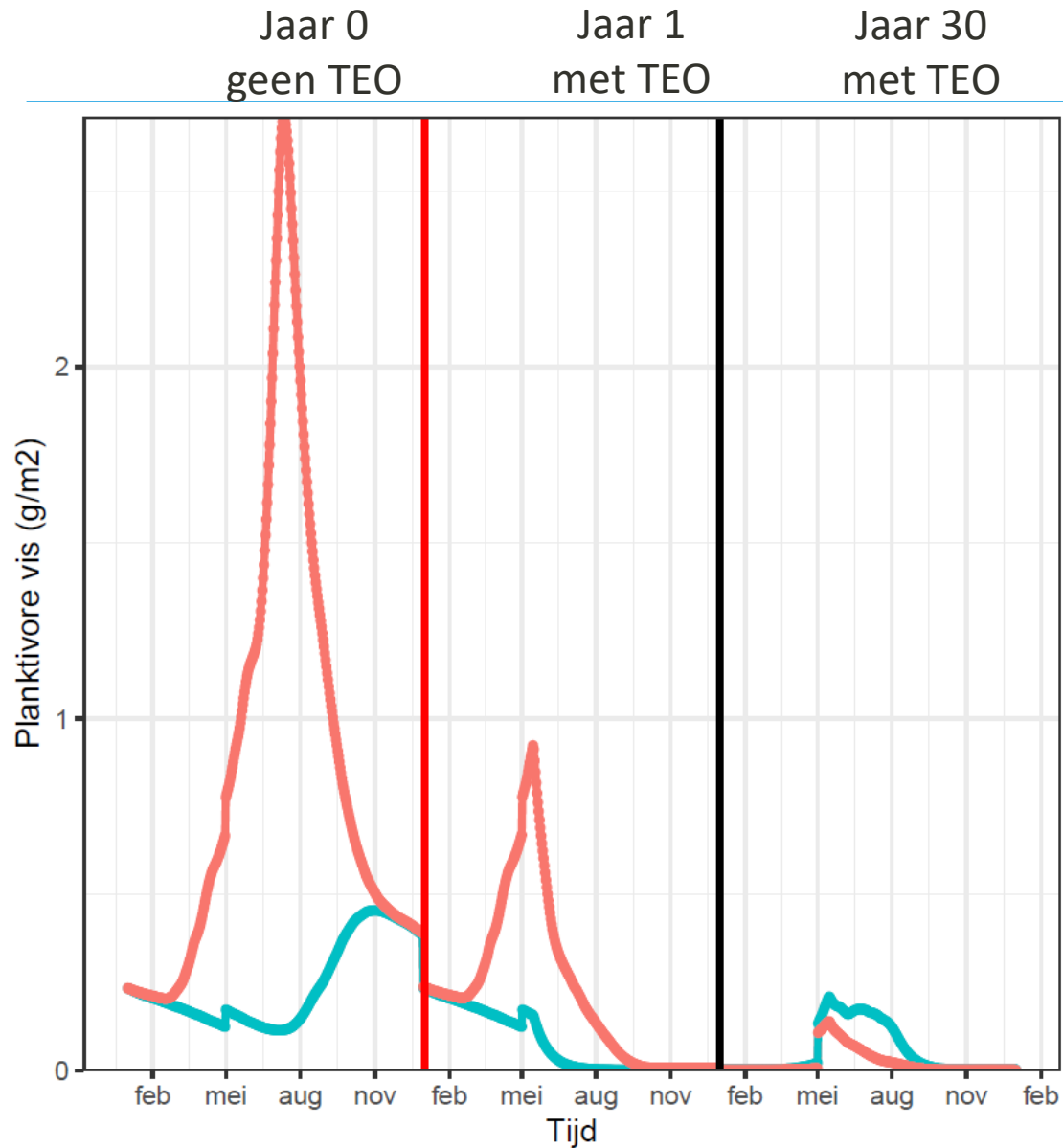


effecten TEO; stand van zaken kennis

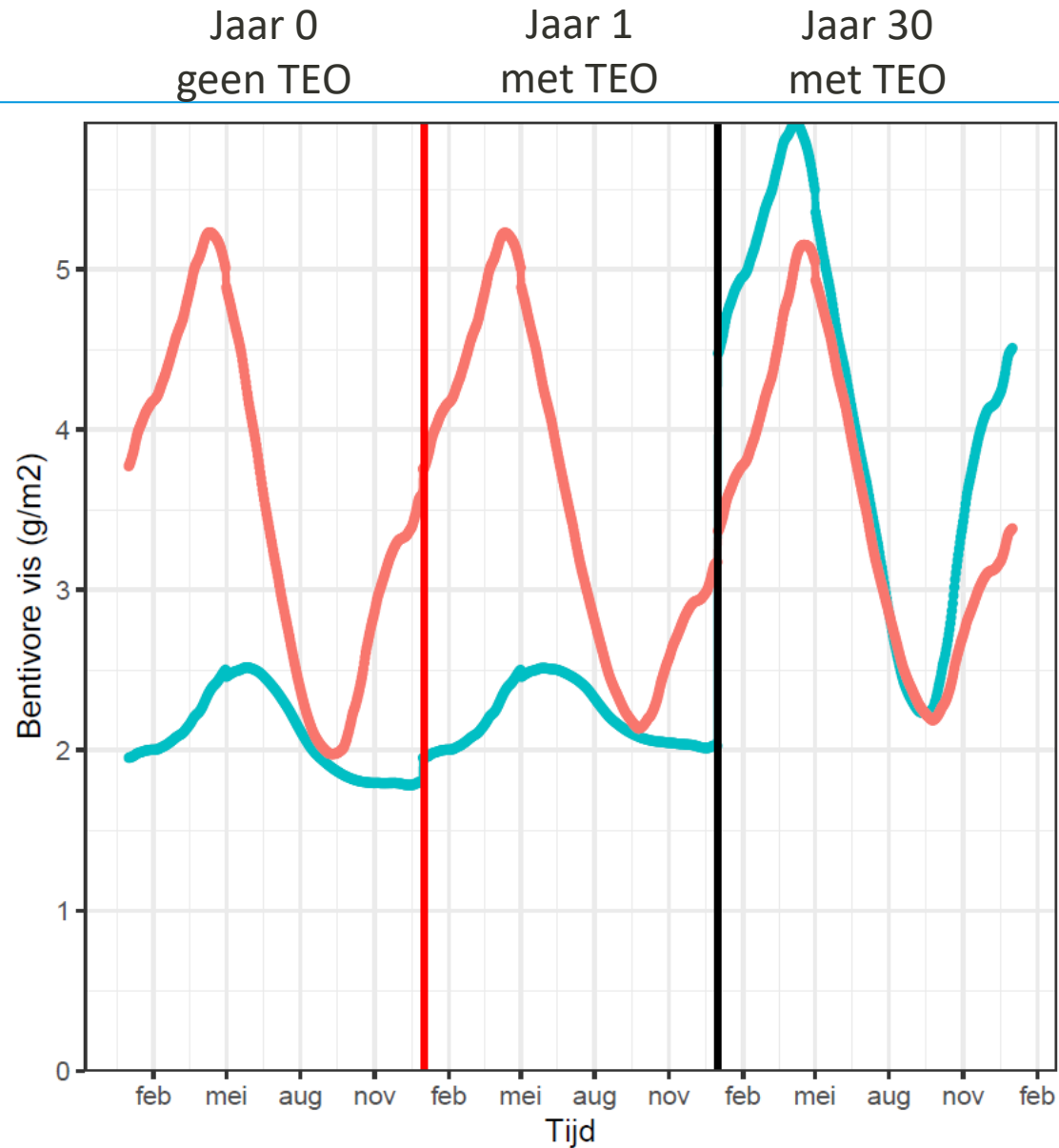
- TEO
 - $\Delta T = 10\text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 75\text{ m}^3/\text{uur}$
- P belasting: $0.5\text{mg}/\text{m}^2/\text{dag}$
- Filterschade: 21%



- TEO
 - $\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 75 \text{ m}^3/\text{uur}$
- P belasting: $0.5 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{dag}$
- Filterschade: 21%



- TEO
 - $\Delta T = 10\text{ }^\circ\text{C}$
 - $Q = 75\text{ m}^3/\text{uur}$
- P belasting: $0.5\text{ mg}/\text{m}^2/\text{dag}$
- Filterschade: 15%



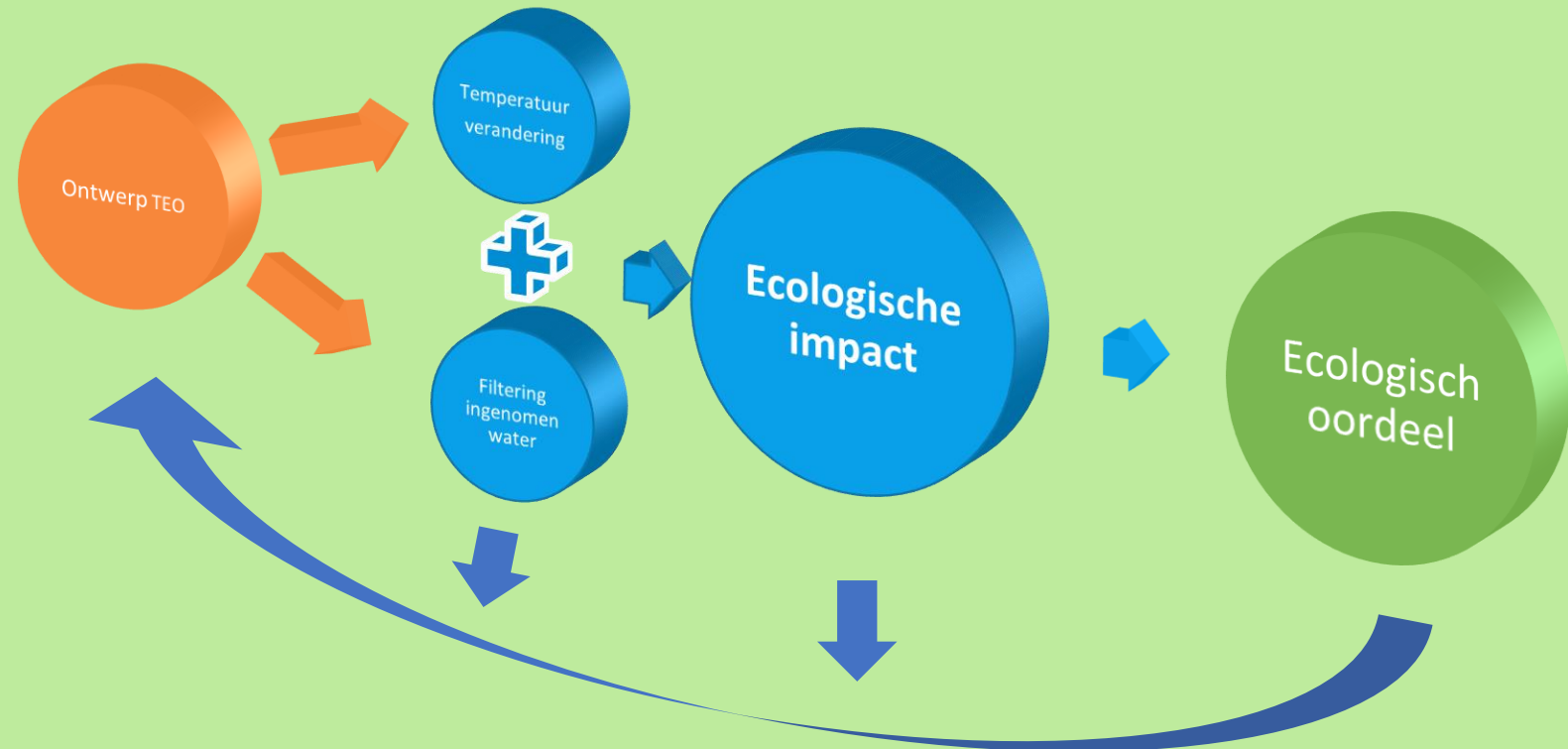
effecten TEO, status van zaken KEMIS

- TEO
 - $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - $Q = 75\text{ m}^3/\text{uur}$
- P belasting: $0.5\text{ mg}/\text{m}^2/\text{dag}$
- Filterschade: 0%

Wat is de ecologische impact van afkoeling?

- Belangrijkste resultaat:
 - Ecologische modellering is opgezet, principe staat
 - Toename van weerstand tegen omslagen → afhankelijk van TEO
 - Korte en lange termijn impact → ook hoger in het voedselweb
- Open kennisvragen:
 - Hoe reageren andere watersystemen op de effecten van temperatuur en filters (diepere systemen)
 - Hoe is de ruimtelijke impact van afkoeling en filters op de ecologie (noodzaak 3D modellering)
 - Hoe reageren specifieke soorten en soortgroepen op filters en temperatuur (noodzaak populatiemodellen)
 - Selectieve impact op soorten (fitness, life-history)
 - Verschuivingen in timing (fenologie)

Kansen



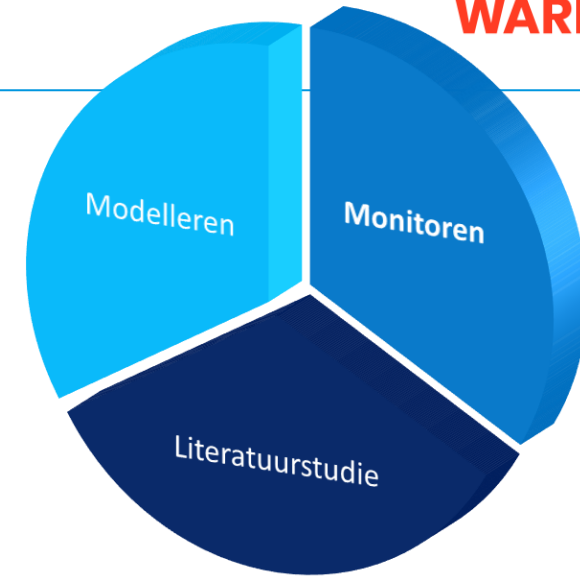
Mitigerende maatregelen/ kansen en/ of (innovatieve) monitoring

Mitigerende maatregelen/ kansen

WARMING^{UP}

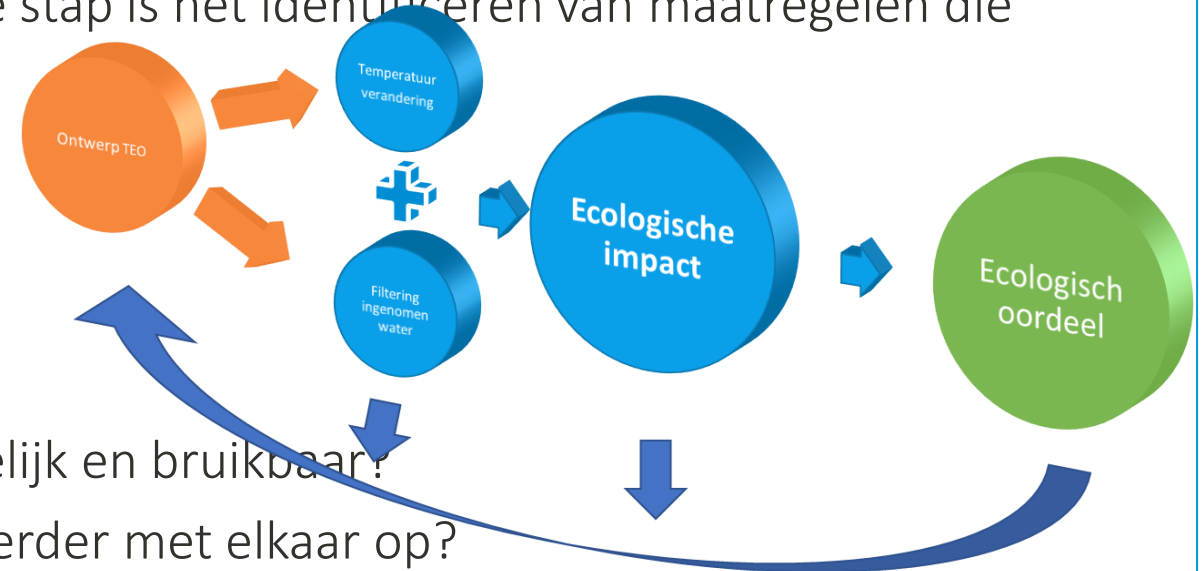
Welke kansen zijn er om effecten te sturen?

- Filtering
 - Ander type filter en/of schoonmaakmechanisme
 - Maaswijdtes
 - Ander type warmtewisselaar
- Temperatuur:
 - Gelaagdheid beïnvloeden (door menging, vormgeving uitlaat)
 - Stroming beïnvloeden met ontwerp
 - Spelen met temperatuur en lozingsdebiet
- Ecologie actief beïnvloeden
 - Stikstofverwijdering
 - P-verwijdering



Voor de toekomst:

- Door monitoring op locatie van effecten filters en temperatuurverandering kan impactvoorspelling worden verbeterd
 - Validatie numeriek modelinstrumentarium, temperatuur en ecologisch
- Update handreiking tbv beoordeling effecten
- Handelingsperspectief: Belangrijke volgende stap is het identificeren van maatregelen die effecten sturen



- Hoe maken we ontwikkelde kennis toegankelijk en bruikbaar?
- Hoe bouwen we de kennis in de toekomst verder met elkaar op?

Mitigerende maatregelen/ kansen en/ of (innovatieve) monitoring

Vragen?

Contact?

- Ida: Ida.deGroot@deltares.nl

WarmingUp.info
contact@warmingup.info

