



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Waarom treedt er geen massale vissterfte meer op?

Verbetering kwaliteit gezuiverd rioolwater door verwijdering organische microverontreinigingen

Maarten Nederlof

Versnellingsprogramma medicijnresten uit rwzi-effluent
Vissennetwerk, 23 november, Utrecht

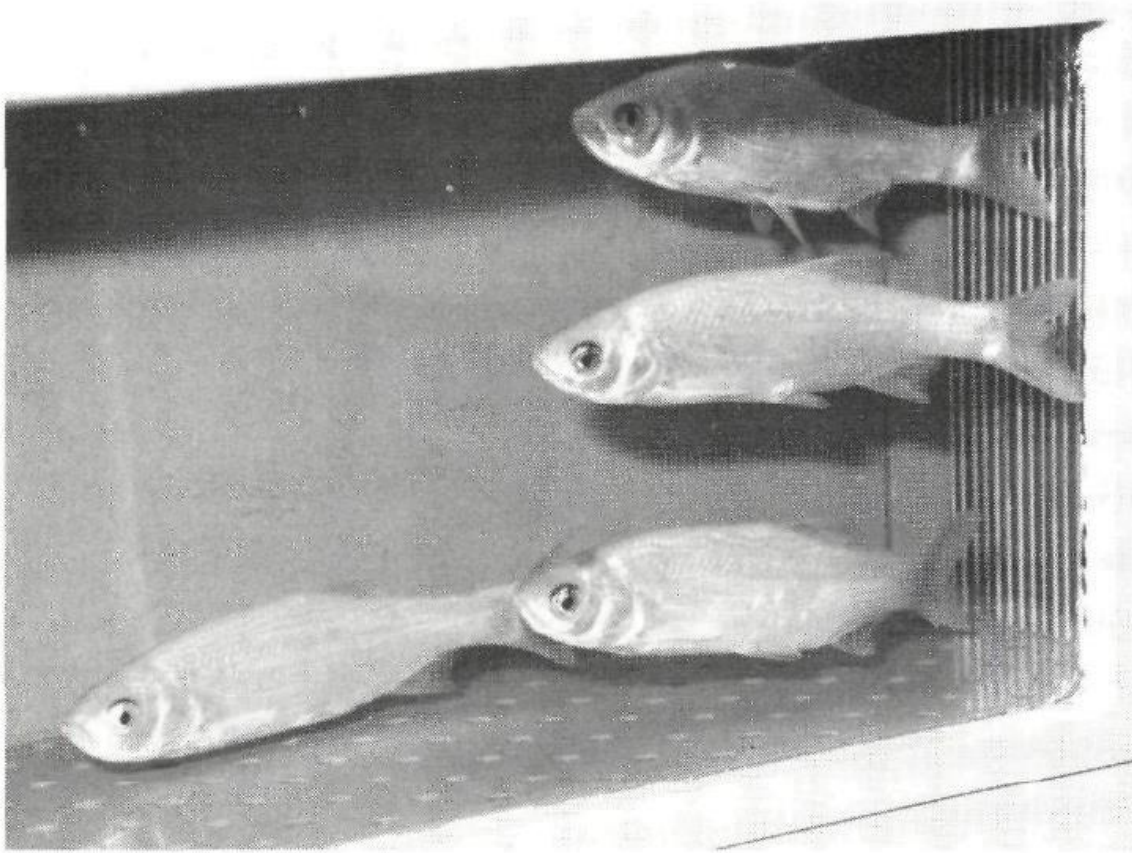


Overzicht

- Terug in de tijd, Waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch..
- Rioolwaterzuivering door de jaren heen..
- Resterende uitdagingen in de waterkwaliteit
- Volgende stap in rioolwaterzuivering: de 4^e trap
- Wat doen we als waterschappen in Nederland
- Wat voor regelgeving komt er op ons af?
- Hoe monitoren we de effecten dan wel?
- Vraag aan de zaal, discussie, vragen

Terug in de tijd.. H2O artikel uit 1989 (!)

Afb. 4 - Arena-visbezwakingssysteem op meetstation Lobith van de Dienst Binnenwateren/RIZA. Vier goudwindes bezwaken continu de kwaliteit van het passerende Rijnwater.



Afb. 5 - Schematische voorstelling van het vluchtgedrag van de goudvinde.



J. Botterweg, C. van de Guchte en L.W.C.A. van Breemen:
Bio-alarmsystemen: een aanvulling op de traditionele bewaking van de waterkwaliteit.

Effect van toxische stoffen op gedrag van vissen

Bewaking oppervlaktewater

Bij DBW/RIZA ligt het accent vooralsnog op de bewaking van het oppervlaktewater.

De keuze van de systemen voor meetstation Lobith sluit nauw aan op de ontwikkelingen in het Duitse net van meetstations langs de Rijn. In gezamenlijk overleg is in eerste instantie gekozen voor een vis-rheotaxissysteem, het Arena bassin naar het ontwerp van Juhnke en Besch [1971] en een watervlooiensysteem naar het ontwerp van Knie [1978]:

- Het visbewakingssysteem.

Het gekozen visbewakingssysteem is gebaseerd op positieve rheotaxis, de eigenschap van vissen die in stromend water leven om tegen de stroom in te

een sterke strooming inzwemmen. Bij een plotselinge achteruitgang van de waterkwaliteit wordt dit zwemgedrag verstoord en raken de vissen het rooster achterin de testkamer. Het aantal aanrakingen wordt geregistreerd. Bij vier achtereenvolgende overschrijdingen van een alarmniveau wordt automatisch een watermonster genomen [Tekening: Kerren Umwelttechnik].

zwemmen. Bij een ernstige verontreiniging van het water zwemmen de vissen in verschillende richtingen om aan de stof te ontkomen of raken zodanig verzwakt dat het zwemmen tegen de stroom in niet meer mogelijk is. De waarneming van dit gedrag gebeurt in een testkamer waar voortdurend rivierwater doorheenstroomt.

Een aantal malen per uur wordt de stroomsnelheid in de testkamer kunstmatig versneld tot ca. 0,3 m/sec. Tijdens deze testperiode meten drukgevoelige snaren achterin de testkamer of de vissen nog in staat zijn tegen deze stroom in te

zwemmen (afb. 3). De korte testperiodes (2 min.) worden door langere (10 min.) rustperiodes afgewisseld. Het aantal malen dat de vissen de snaren raken in de testperiode wordt geteld en aan het einde van elke testperiode geregistreerd. Er kan een alarmniveau worden ingesteld waarbij, nadat in vier opeenvolgende testperioden een grenswaarde is overschreden, automatisch een watermonster wordt genomen.

In het systeem worden vier vissen tegelijkertijd geplaatst. Om aanpassing te voorkomen blijven de vissen slechts één

Massale vissterfte verleden tijd!?



Effect van rioolwater: geknapte persleiding..

50 jaar rioolwaterzuivering in Nederland

- Jaren '70 van de vorige eeuw Wet Verontreiniging Oppervlaktewater, bouw rioolwaterzuiveringen (rwzi's).
- Nu 314 rwzi's in Nederland
- Nu '3 trappen'
 - 1^e trap: verwijdering sediment
 - 2^e trap: verwijderen BZV (Biologisch Zuurstof Verbruik)
 - 3^e trap: verwijderen stikstof en fosfaat (bestrijding eutrofiëring)
- Wettelijk geregeld via Activiteitenbesluit Milieubeheer (BAL Omgevingswet)
- Aanscherping normen voor nutriënten via KaderRichtlijnWater (KRW)
- Aandacht voor ammoniumpieken en zuurstofdips..
- 4^e trap voor verwijdering medicijnresten en andere opkomende stoffen?

Betonnen bakken met actief slib en bezinkers



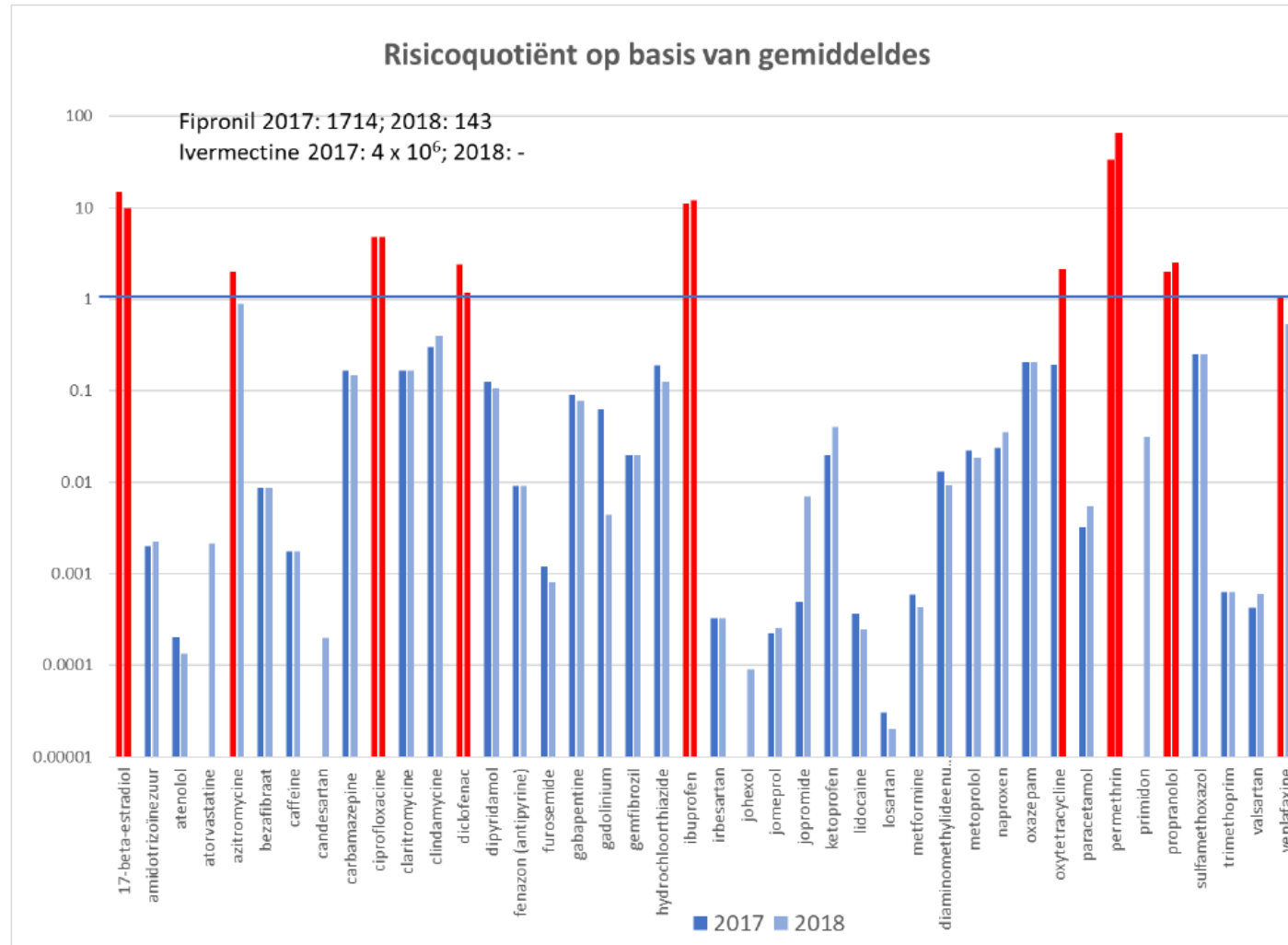
RIVM briefrapport 2016 (update 2020)

- Mogelijke effecten van geneesmiddelen zijn bijvoorbeeld gedragsverandering, weefselschade en effecten op de voortplanting van waterorganismen waardoor het ecosysteem als geheel verstoord kan raken. De omvang van het milieurisico kan niet precies in kaart worden gebracht omdat slechts van een fractie van de werkzame stoffen gegevens over hoeveelheden en effecten in het milieu bekend zijn. Of geneesmiddelen momenteel daadwerkelijk verantwoordelijk zijn voor schade aan het ecosysteem in het water is dus niet duidelijk

Er zijn geen normen voor medicijnresten

- Klassiek LC50 met veiligheidsfactoren van 10-100
- Nu PNEC's: predicted no effect concentrations op basis van laboratoriumproeven
- Veel variatie: geen standaard, geen wettelijke status
- Door RIVM gebruikt als 'risicogrens'

Risicogrenzen worden overschreden (o.a. diclofenac en azitromycine)

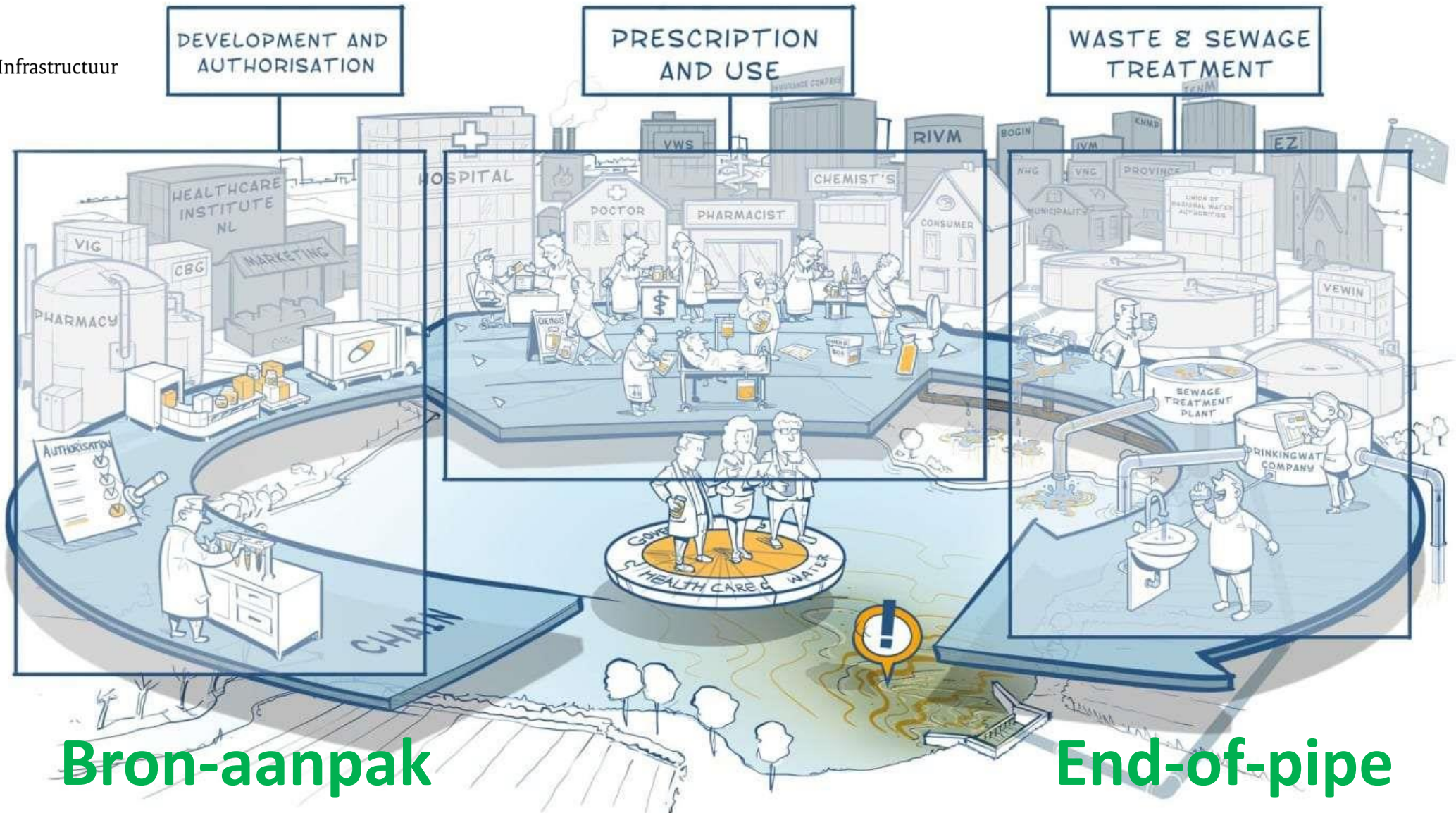


Figuur 7. Risicoquotiënten op basis van jaargemiddelde concentraties in oppervlaktewater. Blauw = risicoquotiënt < 1, dus concentratie beneden de risicogrenzen. Rood = risicoquotiënt > 1, dus concentratie hoger dan risicogrenzen. Resultaten voor fipronil en ivermectine in figuur 6 en 7 in tekstblok aangegeven vanwege de hoogte van de getallen.

Landelijke ketenaanpak medicijnresten uit water



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat



Stowa hotspot analyse Rwzi's (model berekening, 2017)

Toename concentratie in benedenstrooms gelegen oppervlaktewater

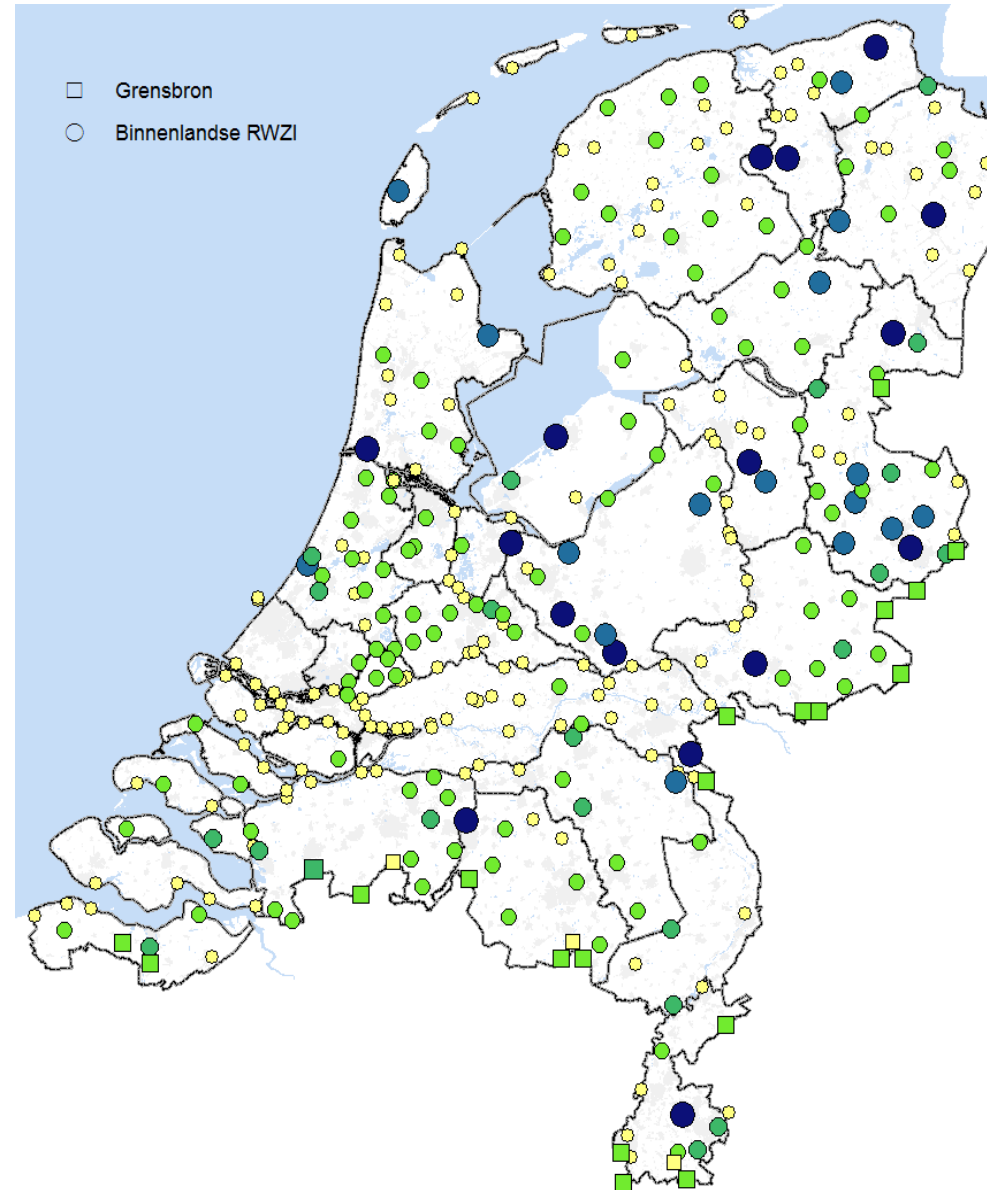
Conclusie:

± 150 van de 314 rwzi's
geen significant effect

Aanname:

< 1 µg/l no effect
aquatic ecosystem

± 100 hotspot rwzi's



Tweede criterium
Invloed drinkwaterbron

Aanwezigheid medicijnresten in water, een voorbeeld

Medicijnrest	Metformine ($\mu\text{g/l}$)	Diclofenac ($\mu\text{g/l}$)
Rioolwater	64-100	0,33-0,59
RWZI-effluent	0,4-1,7	0,19-0,40
Oppervlaktewater bovenstrooms rwzi	0,25-0,68	0,01-0,08
Oppervlaktewater benedenstrooms rwzi	0,30-1,04	0,06-0,22
Maas	< 0,5 (0,83 max)	< 0,04
Drinkwater	0,3 (max)	< 0,01



Metformine: PNEC = $780 \mu\text{g/l}$
 Drinkwater richtwaarde $196 \mu\text{g/l}$
 Diclofenac PNEC= **$0,05 \mu\text{g/l}$**
 Drinkwater richtwaarde $7,5 \mu\text{g/l}$

Niet relevant voor humane toxiciteit?
 European River Memorandum: $< 0,1 \mu\text{g/l}$
 Indicator parameter Drinkwaterbesluit: $1 \mu\text{g/l}$

Verwijdering medicijnresten door bestaande rwzi's

- Stoffen die biologisch afbreekbaar zijn worden goed verwijderd (paracetamol, metformine..)
- Stoffen die slecht biologisch afbreekbaar zijn (zoals diclofenac) worden nauwelijks verwijderd
- Verwijderingsrendement voor medicijnresten varieert daarom van 0-100%
- Rwzi's zijn niet gebouwd voor verwijdering medicijnresten



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Versnellingsprogramma

medicijnresten uit rwzi-afvalwater 'lerend implementeren'

Prestaties aanvullende zuivering
Meten effect op de waterkwaliteit



Doel programma, gezamenlijke opgave

- Set rwzi's waar we als eerste mee aan de slag gaan om te **versnellen**
- **Effect bepalen van genomen maatregelen** op effluent en oppervlaktewaterkwaliteit, **verdiepen**
- Omslag **van stofgericht naar effectgericht werken**, **verbreden**



Overzicht (bewezen) technologieën (Stowa rapport 2017-36)

Technologie	%	kosten	energie	Neven-producten
Poederkool (PACAS)	++	++	+/-	++
Actieve kool filtratie	++	+/-	+/-	++
Oxidatie Ozon + filtratie	+++	+	+	- (bromaat)
UV/H2O2	+++	+	-	+/-
Membraanfiltratie (NF)	++(+)	+/-	-	- (concentraat/brijn)
Natuurlijke zuivering	+	++	++	++

Desinfectie!?

Opmerking: Combinatie van technieken (bijvoorbeeld PACAS en ozon) kan aantrekkelijk zijn voor verwijdering breed palet aan organische microverontreinigingen

Versnellingsprogramma 1^e tranche (12 waterschappen, 14 rwzi's <2023)

Sommige plannen aangepast (o.a. rwzi's Dinther en Hapert)

OZONE

Wervershoof
(Hollands Noorderkwartier)

Horstermeer
(Amstel Gooi en Vecht)

Houten
Woerden
(De Stichtse Rijnlanden)

De Groote Lucht
(Delfland)

Winterswijk
(Rijn en IJssel)

Dinther
(Aa en Maas)

Soerendonk
(De Dommel)

EERSTE TRANCHE TOT EN MET 2023



PACAS

Leiden Noord
(Rijnland)

Groesbeek
(Rivierenland)

Oijen
(Aa en Maas)

Hapert
(De Dommel)

Simpelveld
(Waterschap Limburg)



Gedeeltelijk
gefinancierd door
Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Eerste full scale PACAS installatie geopend in 2021 (Hoogheemraadschap Rijnland)

Opening PACAS rwzi Leiden-Noord
op 30 September 2021



In bedrijf sinds medio 2022,
na enige technische uitdagingen

Rwzi's Wervershoof (HHNK) en Houten
(HDSR) volgden...



Grote inspanning op (effect) monitoring

- Chemische analyses: Influent, effluent en oppervlaktewater (gidsstoffen)
- Brede screening opkomende stoffen
- Ecotoxiciteit mbv bio-assays: in effluent and oppervlakte water
- Verwijdering andere componenten? (nutriënten, pathogenen, AMR)



Lerend implementeren in Community of Practice en Gebruikersgroepen

- Actieve kool toepassingen (ontwerp/onderhoud/bedrijfsvoering, type kool)
- Oxidatie met ozon (ontwerp, modellering, bromaat vorming)
- Meten en Monitoring, data opslag en analyse (chemische analyse, bio-assays)



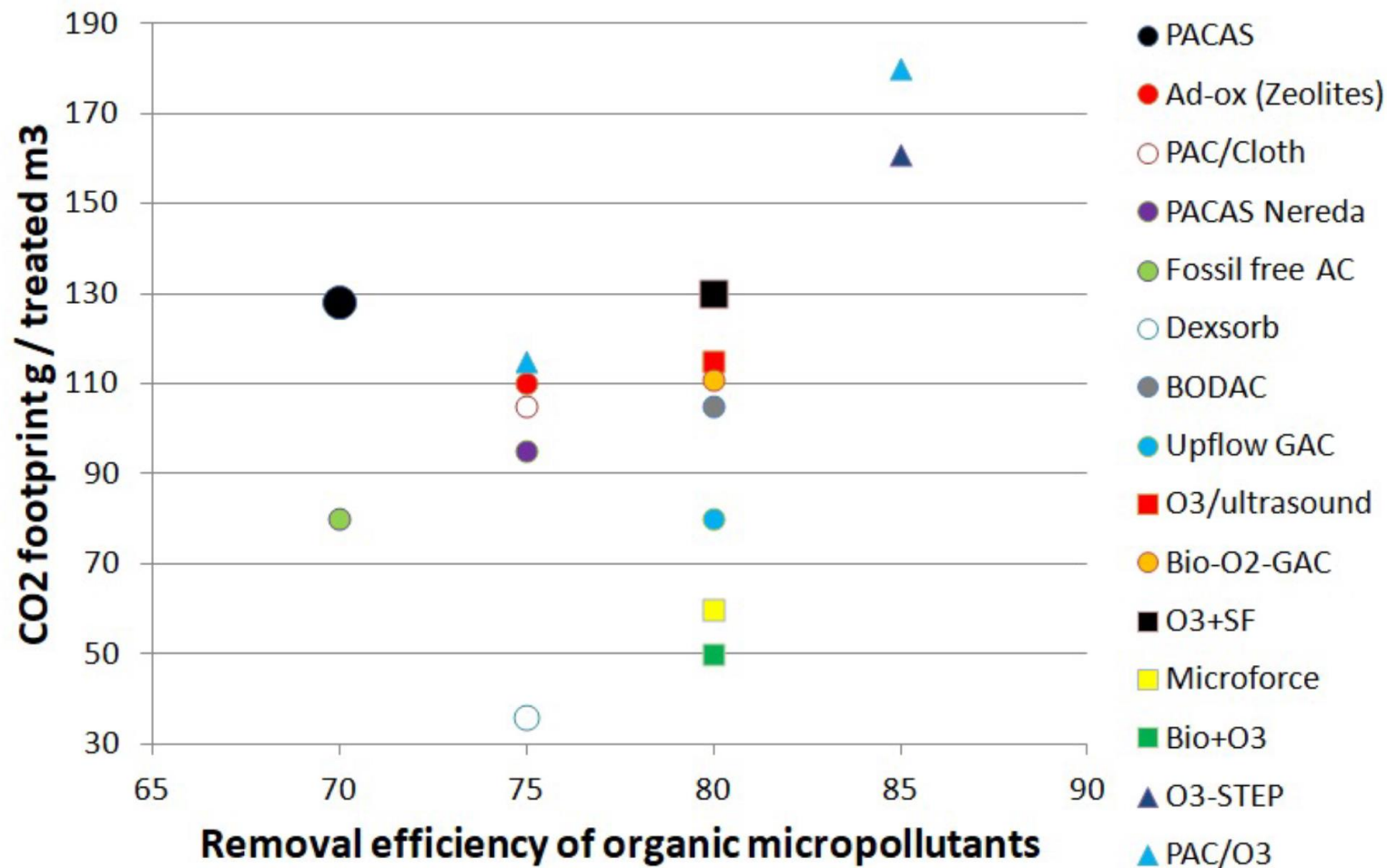
Aandachtspunten bij verdere implementatie

- Vorming van bromaat bij toepassing van oxidatie met ozon
- CO₂ foot print, energiegebruik
- Kosten
- Verwijderen breed spectrum aan organische microverontreinigingen?
- Normering?

	Eenheid	PACAS	Ozon+zandfilter	GAK ^{***}
CO ₂ footprint	g CO ₂ /m ³ *	116	119	325
Kosten	€/m ³ *	0,05	0,17	0,26
Verwijderingsrendement gidsstoffen Min I&W	% **	70-75%	80-85%	80-85%

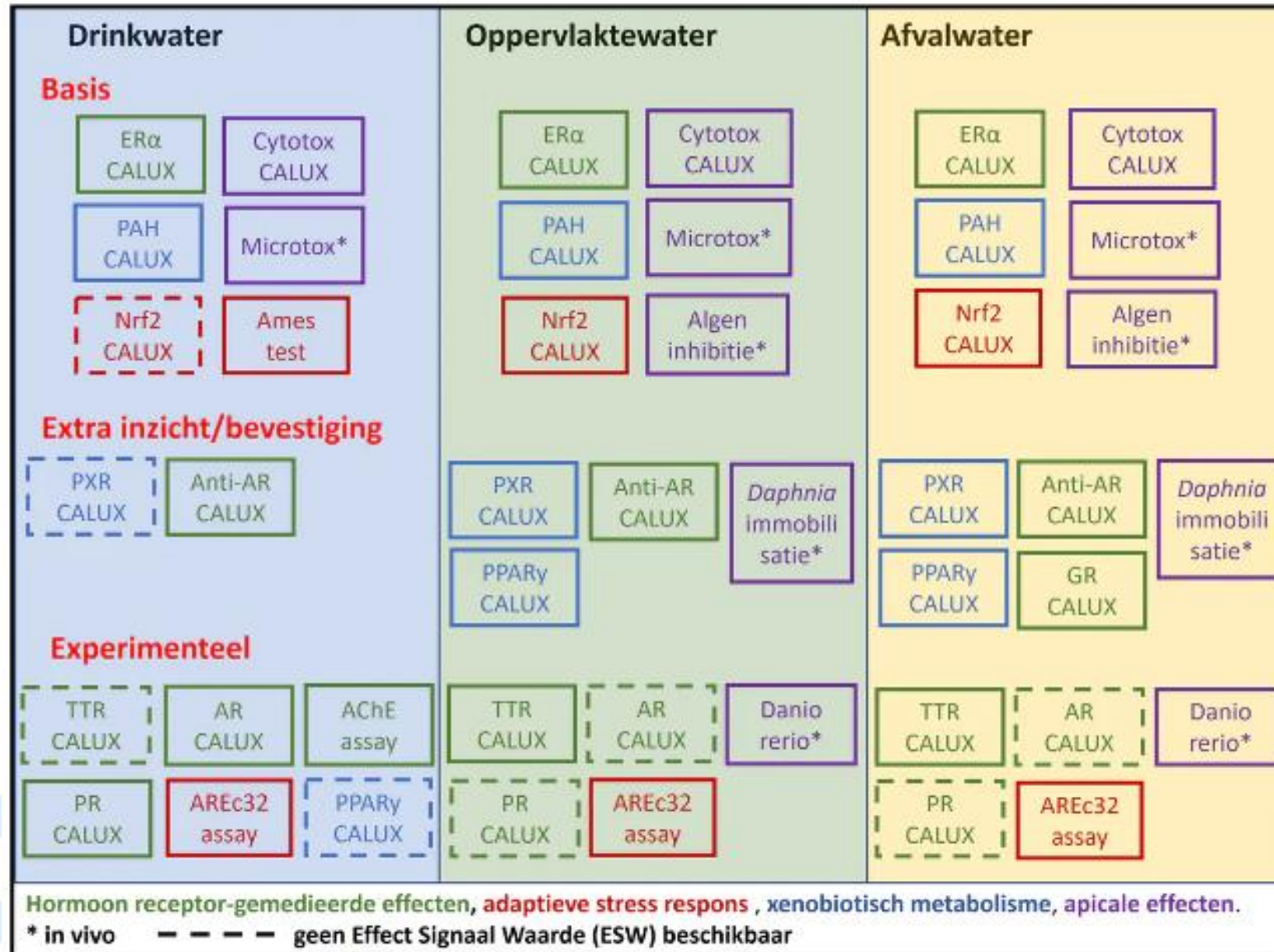
- Ideale techniek nog niet beschikbaar? -> innovatie nodig..!

Voorlopige resultaten haalbaarheidsstudies innovatieve technologie





Monitoren effect met behulp van bio-assays





Concept Richtlijn Stedelijk Afvalwater

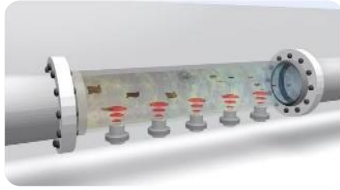
- 2035: rwzi's > 100.000 i.e. voorzien van 4^e trap
- 2040: rwzi's die risico vormen voor ontvangend oppervlaktewater
- Vereist rendement 80% verwijdering van een selectie van stoffen (met name medicijnresten en stoffen uit vaatwastabletten)
- Uitbreiding vergunningplicht indirecte lozingen (verontreinigingen tegenhouden aan de bron)
- Meetverplichting voor prioritaire stoffen, microplastics, antibiotica-resistentie



Uitbreiding lijst van prioritaire stoffen

- O.a. Diclofenac (met strenge norm van $0,04 \mu\text{g/l}$)
- Verwijderen in rwzi..
- Voltaren uit de vrije verkoop!?





Take home

- Er zijn veel ontwikkelingen; onderzoek én realisatie!
- Lerend implementeren!
- Aandacht voor duurzaamheidsaspecten, bio-effectmetingen, CO2 footprint etc
- Waterschappen staan voor een keuze: op welke rwzi, welke techniek?
- Handreiking nodig voor implementatie!?
- Volgende stap: Hergebruik effluent!!
- Van afval naar schone bron..



Benieuwd naar jullie reacties... Vragen?

- Rioolwaterzuivering als wasmachine van de samenleving?
- Hoe kunnen we wenselijkheid van aanvullende maatregelen aantonen met een 'bio-alarmsysteem 2.0' voor vis?



m.nederlof@wrij.nl