



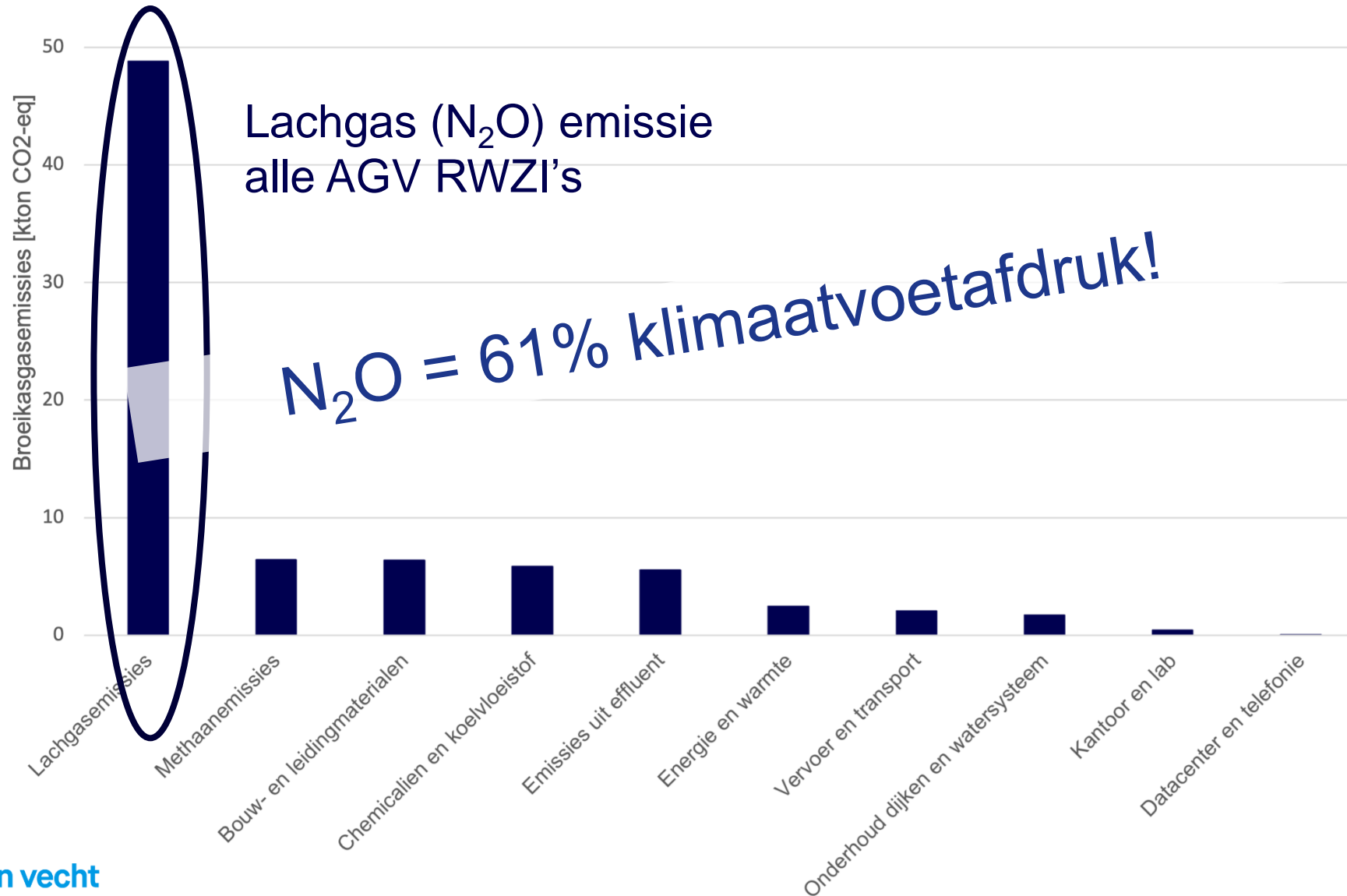
Artificial Intelligence (AI) Processturing voor Lachgas (N₂O) Emissiereductie RWZI Amsterdam West

Marcel Zandvoort,
Bas Jacobs
Alex van der Helm

Symposium Lachgas op rwzi's, 12 maart 2024

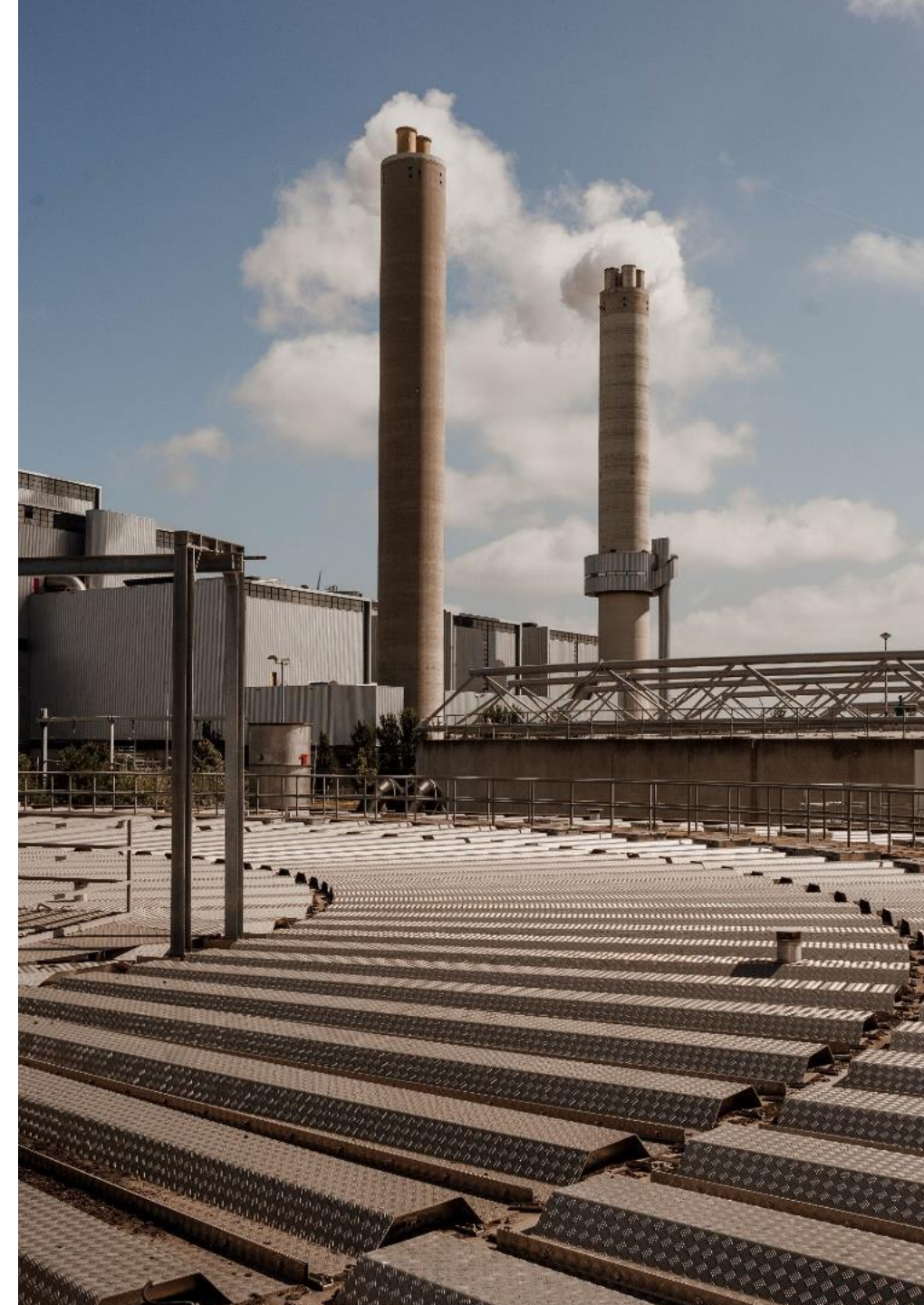
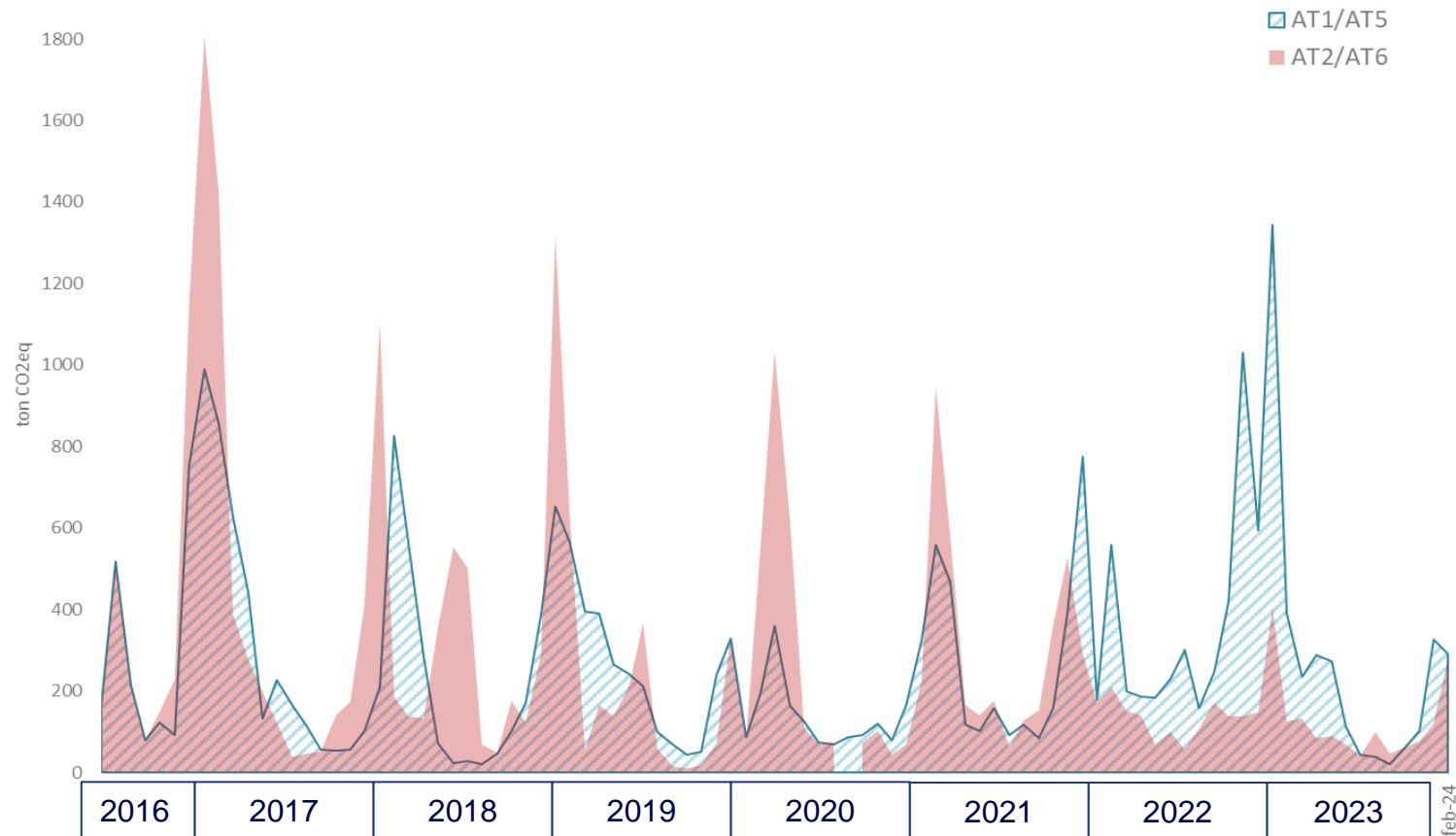


klimaatvoetafdruk AGV 2022



Real-time N₂O sinds 2016

- Afgasmetingen (zuivering overdekt)
- Veel sensoren (onderzoekstraat)

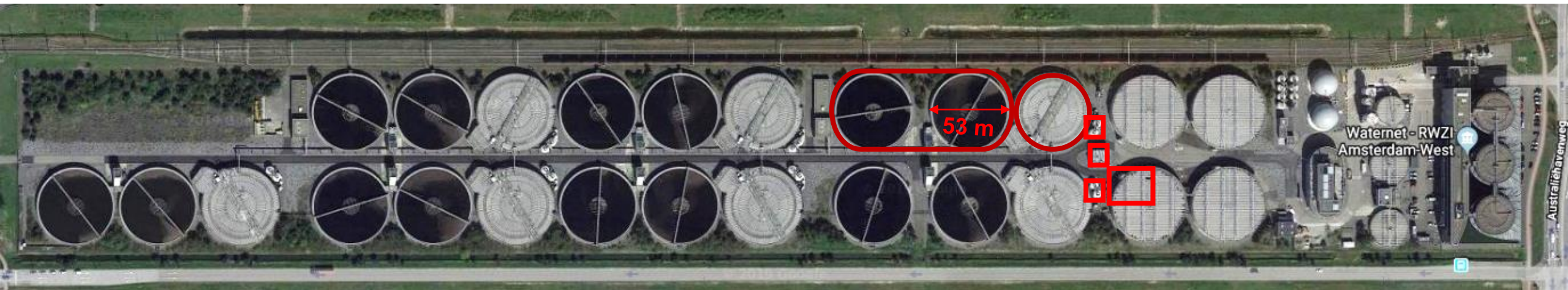


Onderzoekstraat

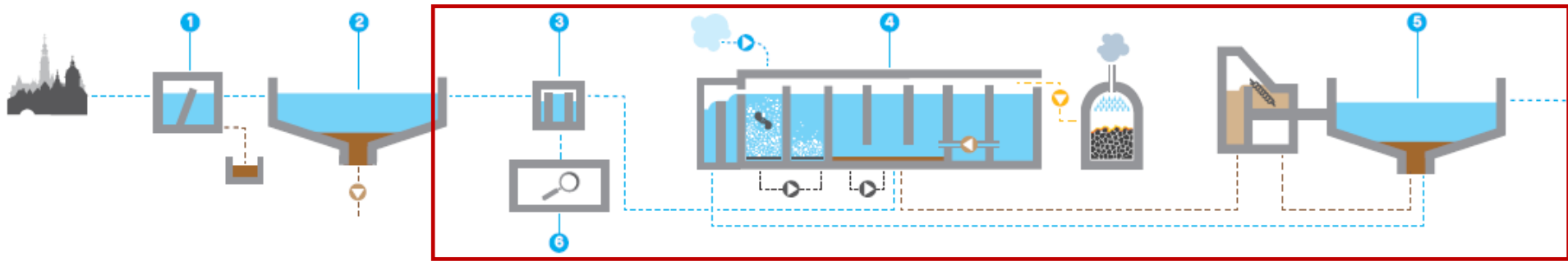
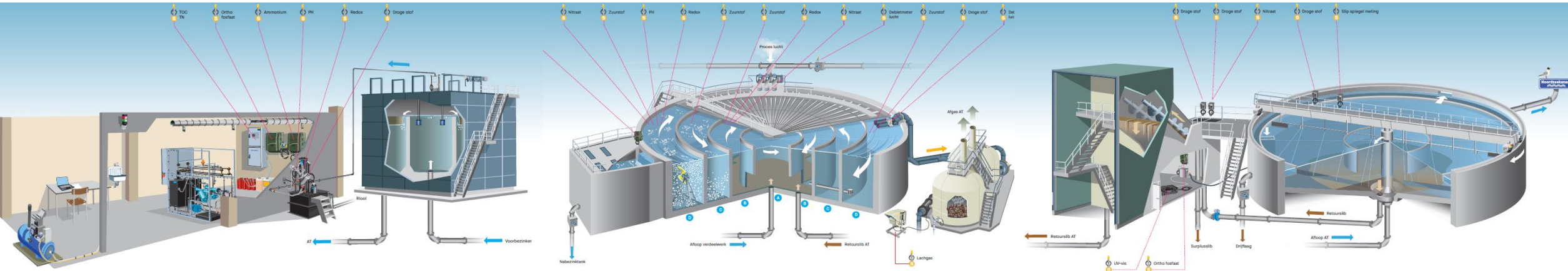
Doel: Reductie lachgasemissie en
elektriciteitsverbruik beluchting

Extra sensoren

Zuiveringsoptimalisatie met
Artificial Intelligence (AI)



Onderzoekstraat



Waarom AI met Reinforcement Learning?

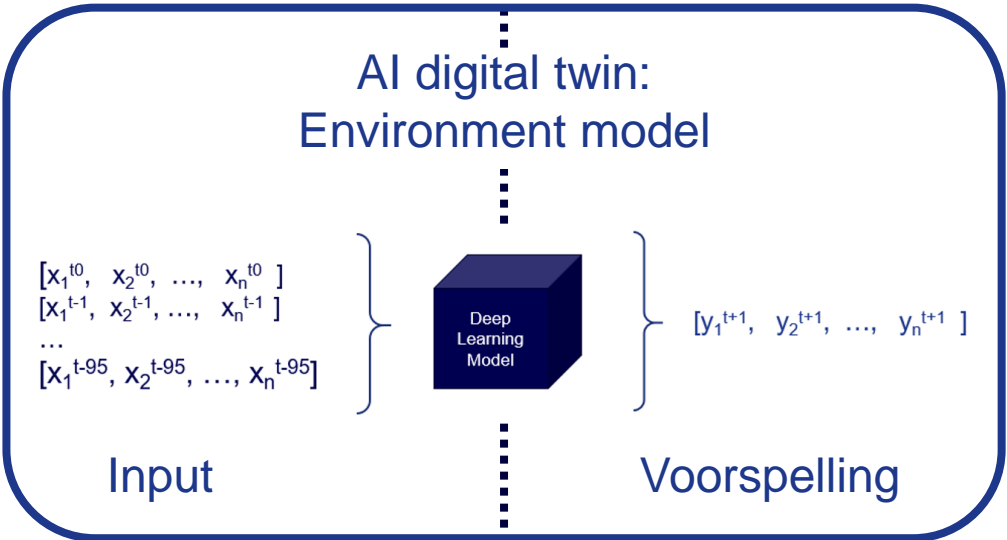
Digitale tweeling van het proces is AI model puur op basis van data:

- Om rekening te houden met alles wat in de praktijk afwijkt van de theorie
- Omdat de theoretische basis van N₂O emissie nog onvolledig is en onvoldoende gevalideerd

Control agent is AI model getraind met Reinforcement Learning (RL):

- Om efficiënt het enorm aantal mogelijkheden te verkennen wanneer het proces anders aangestuurd wordt (dan in het verleden)
- Omdat een AI RL model zeer snel de geleerde optimale aansturing kan bepalen en daarmee bruikbaar voor real-time toepassingen in de praktijk

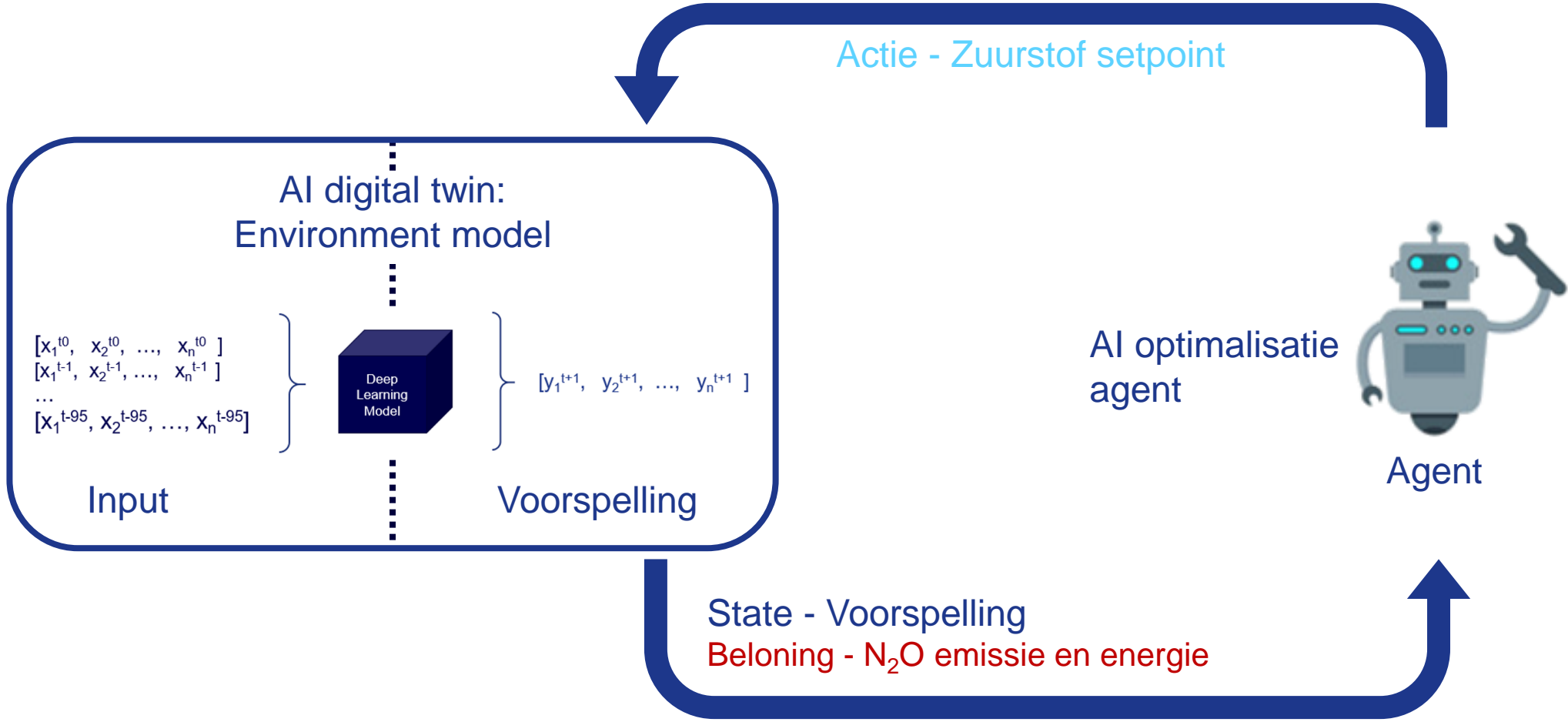
AI digital twin



Procesmodel
Nabije toekomst voorspelling

AI control agent training

Reinforcement learning



AI control agent live



Zuurstof setpoint

AI optimalisatie agent

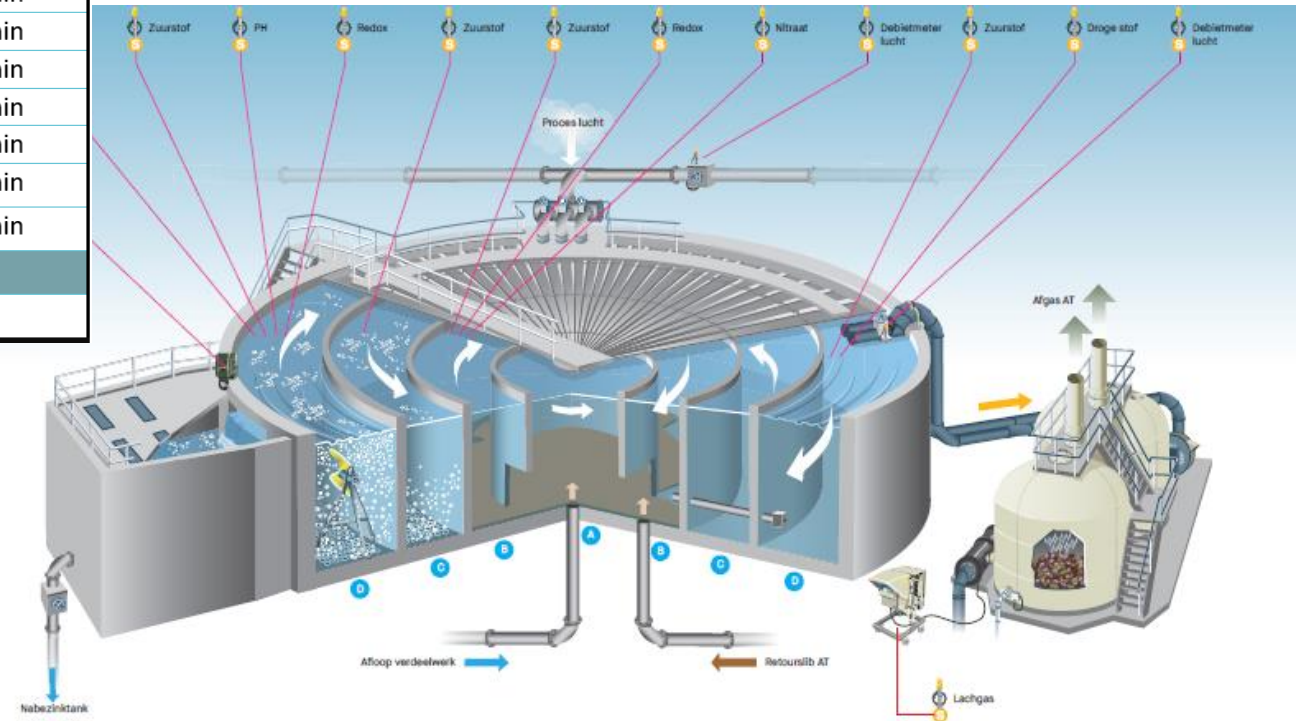


Agent

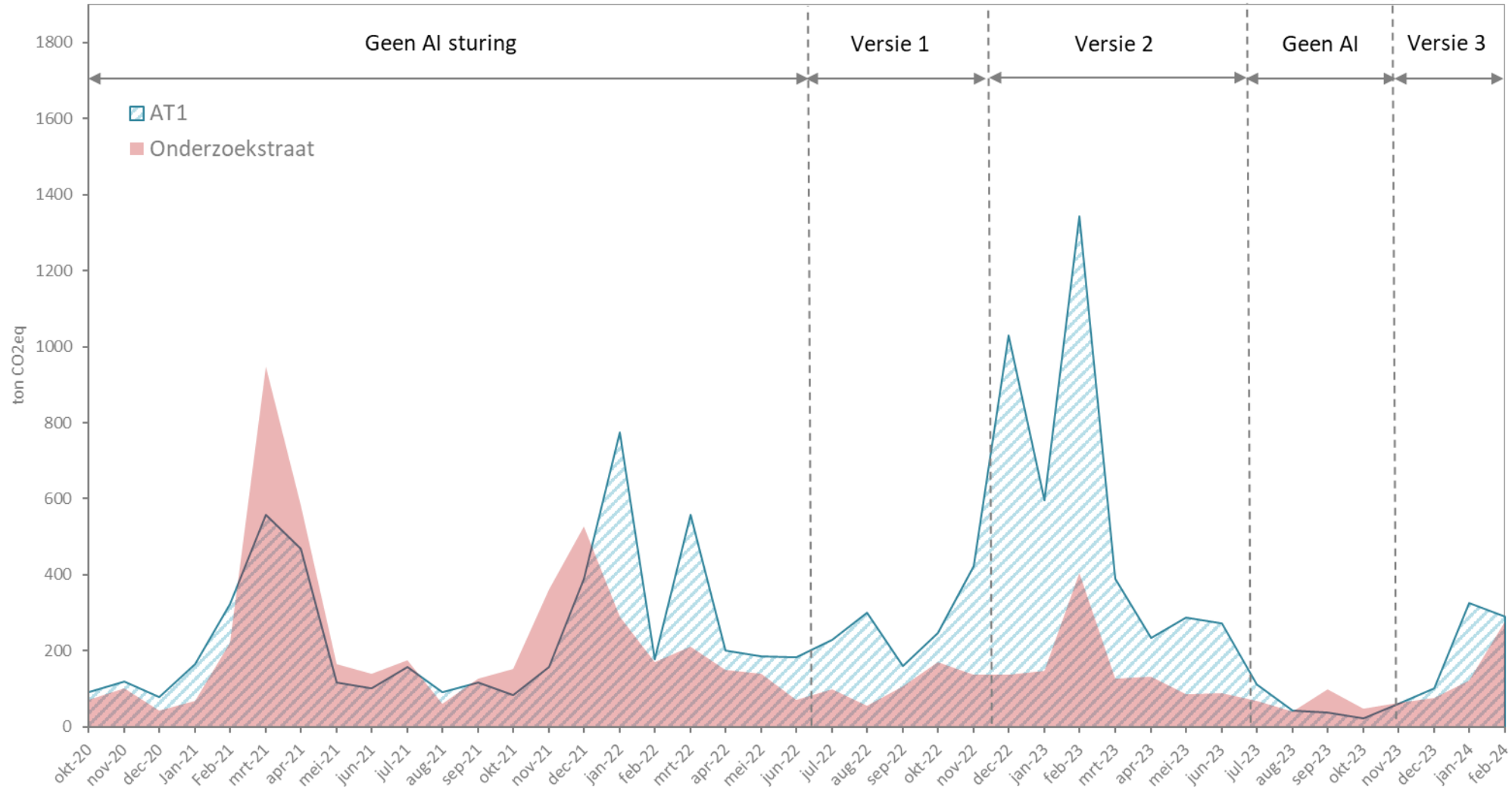
Real-time data

Model input

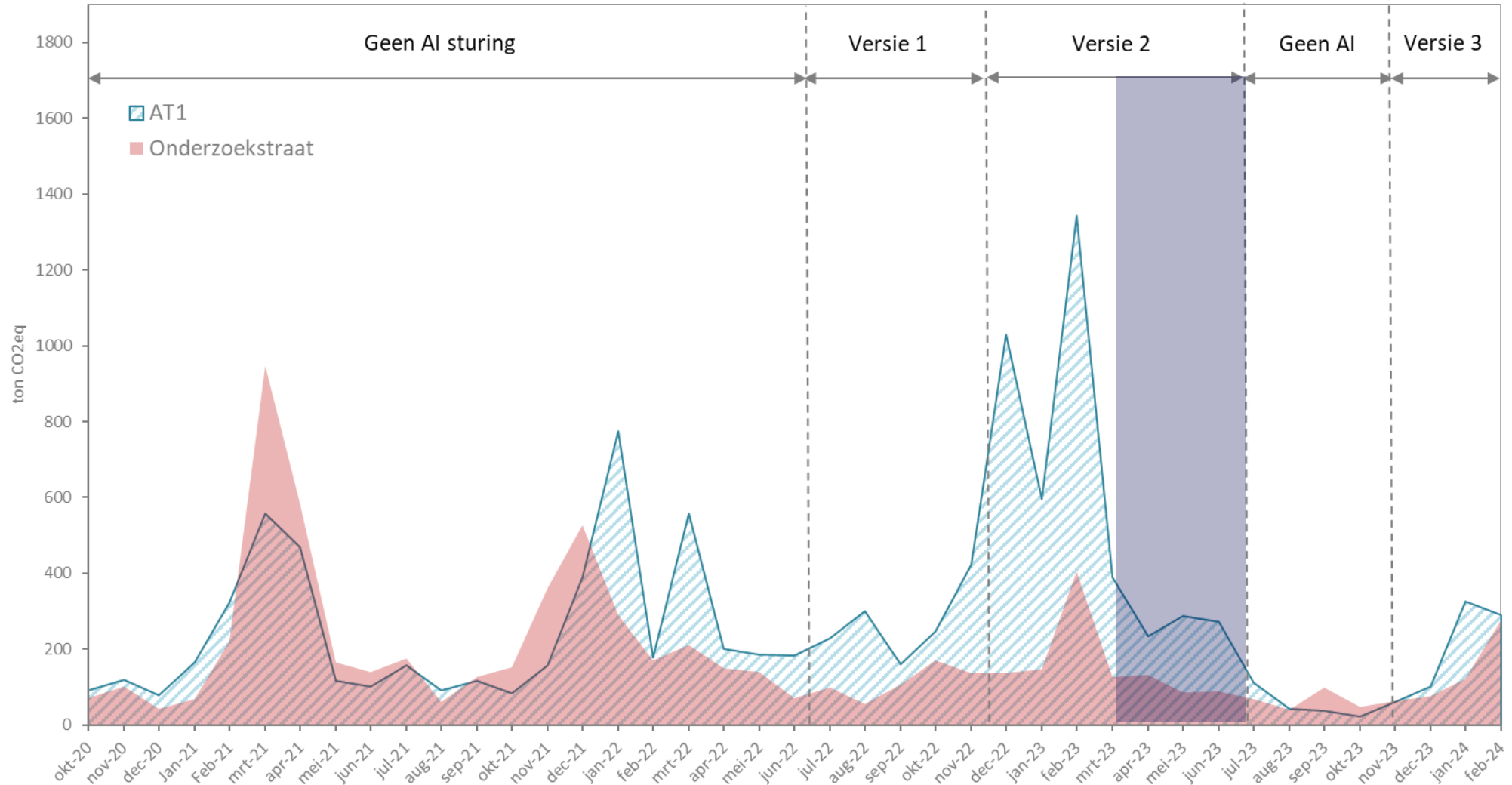
Parameter	Unit	Number of actual sensors	Number of model inputs/outputs	Input length	Granularity
Sensor					
Influent flow	m ³ /h	1	1	1 day	1 min
Airflow estimation	m ³ /h	1	1	1 day	1 min
Energy AT2	kW	7	1	1 day	1 min
Valves own FCT	%	1	1	1 day	1 min
NO3-NIT	kg/h	1	1	1 day	1 min
O2	mg/l	1	1	1 day	1 min
NH4	kg/h	1	1	1 day	1 min
Dry Solids	mg/l	1	1	1 day	1 min
Out N2O mass flow	kg/h	1	1	1 day	1 min
Control recirculation	m ³ /h	5	3	1 day	1 min
Temperature (FCT)	°C	1	1	1 day	1 min
Influent derivative	-	-	1	1 day	1 min
Redox NIT	mV	1	1	1 day	1 min
Redox DNT	mV	1	1	1 day	1 min
Actuator					
O2 setpoint	mg/l	1	1	1 (actual value)	-



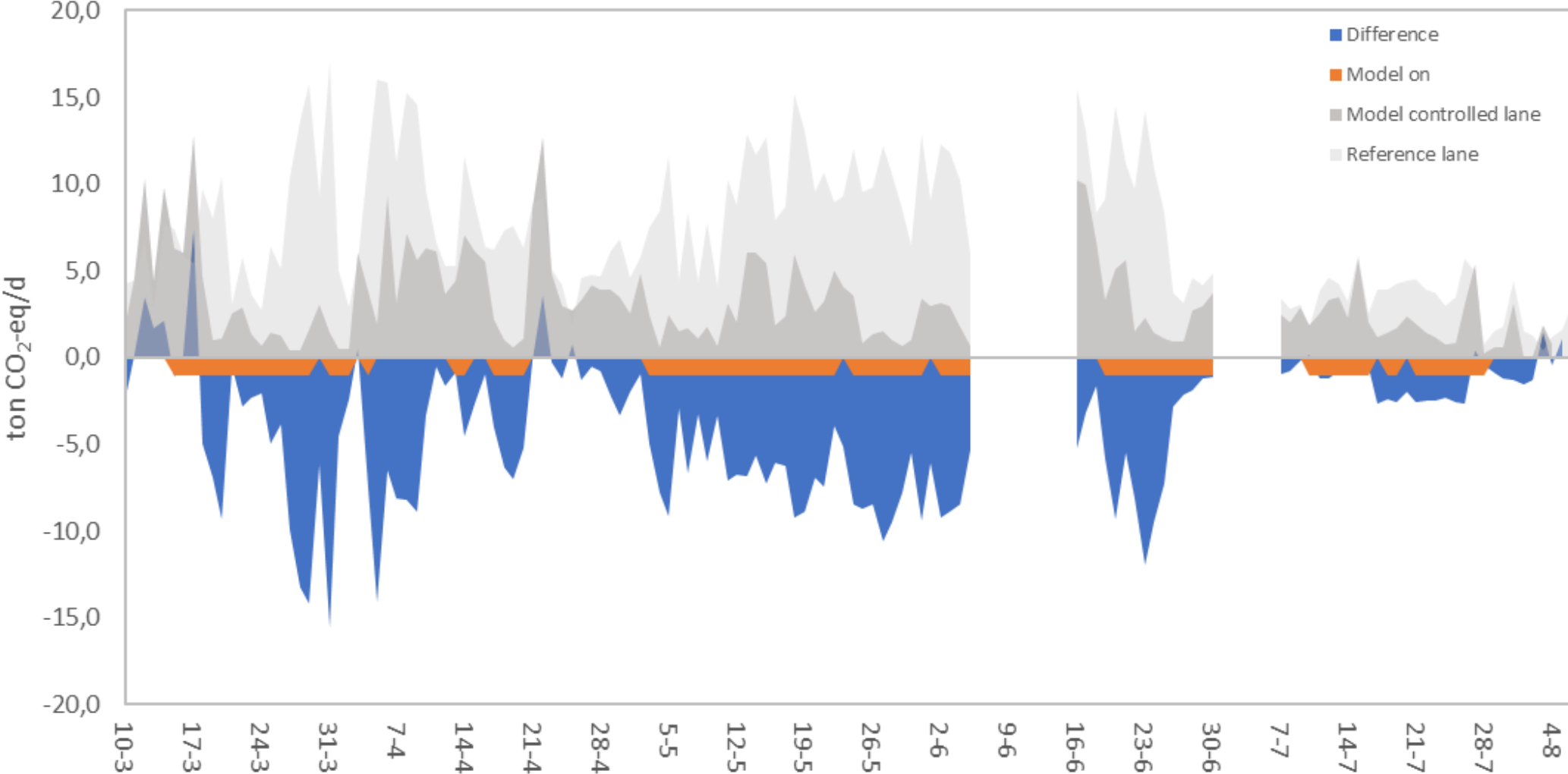
Effect AI sturing



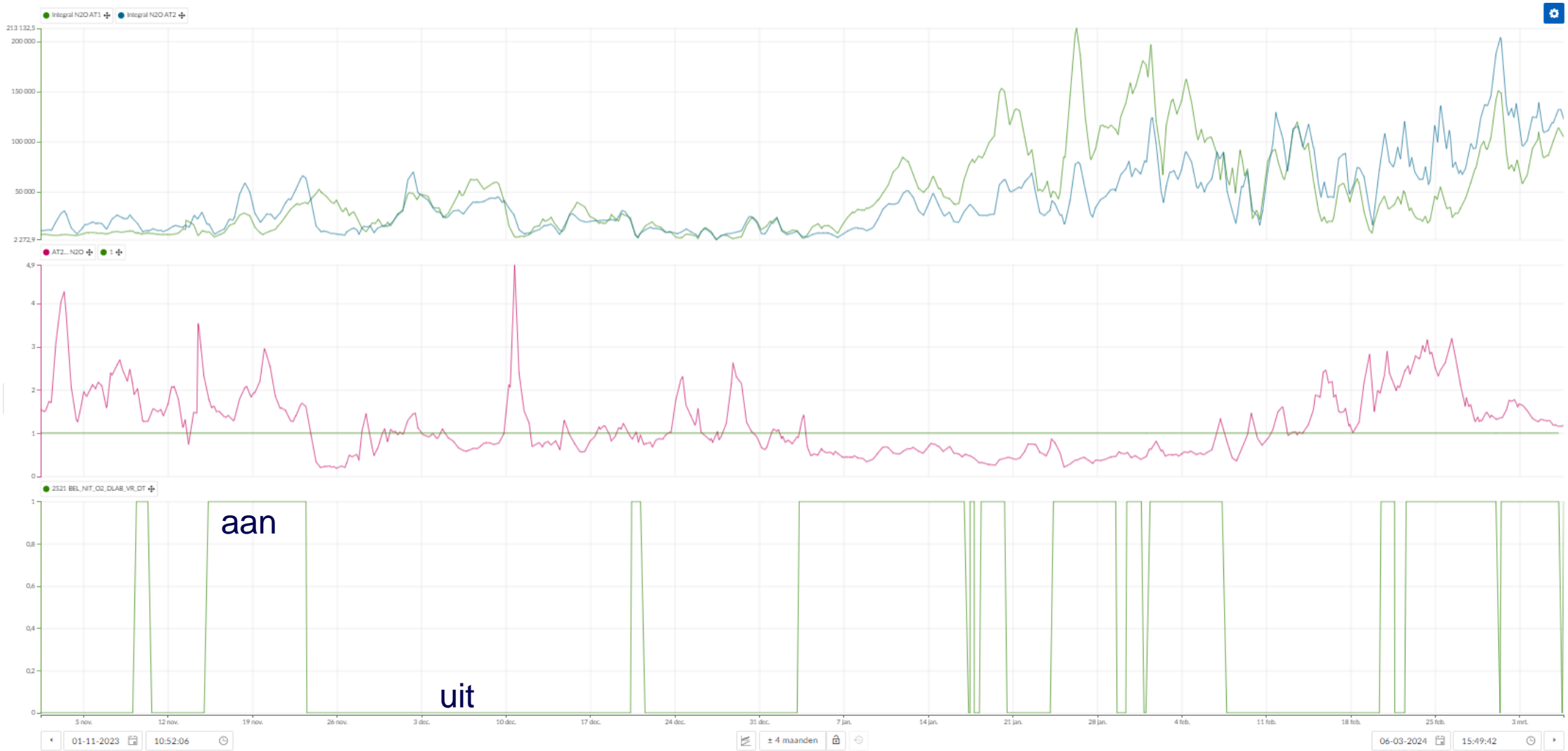
Effect AI sturing



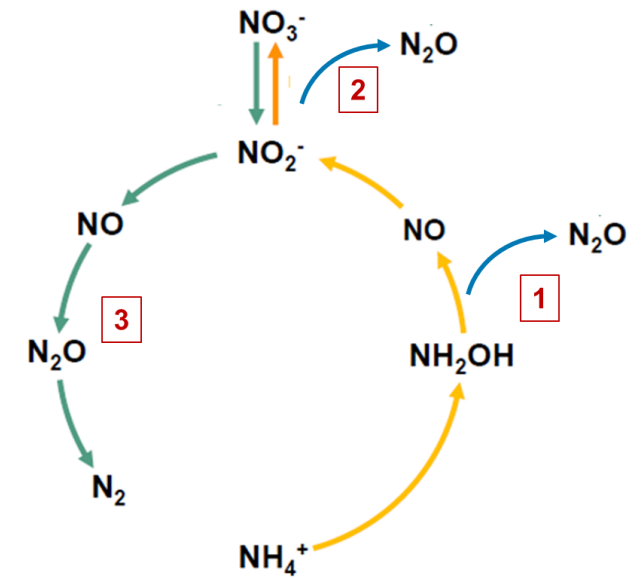
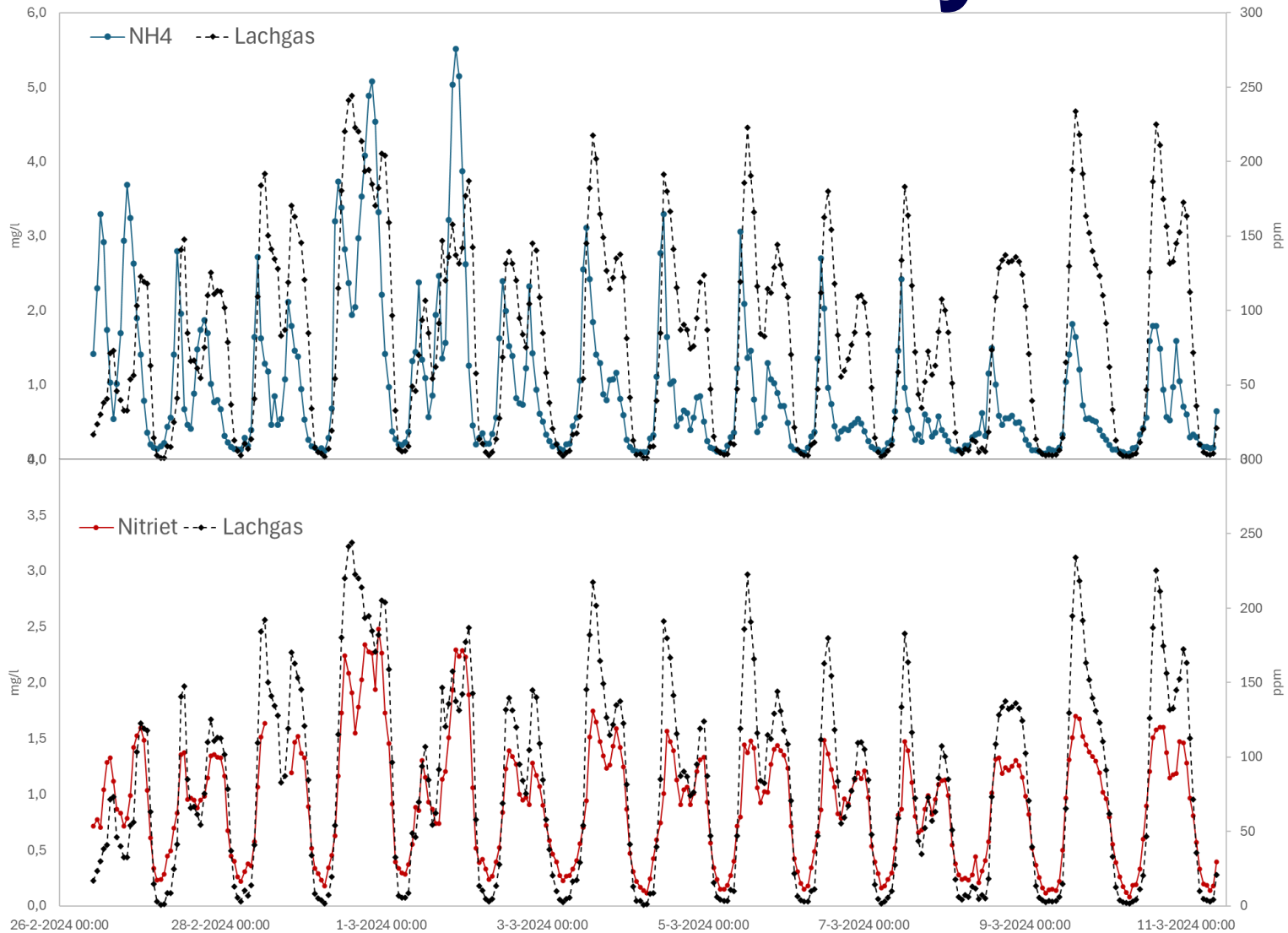
AI control aan/uit



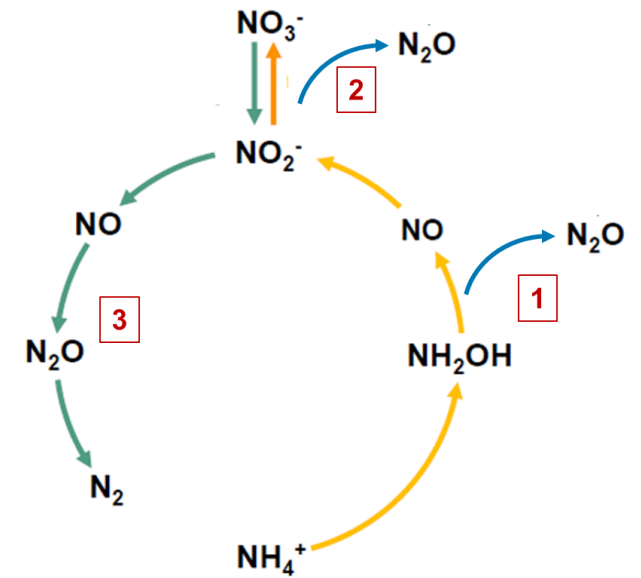
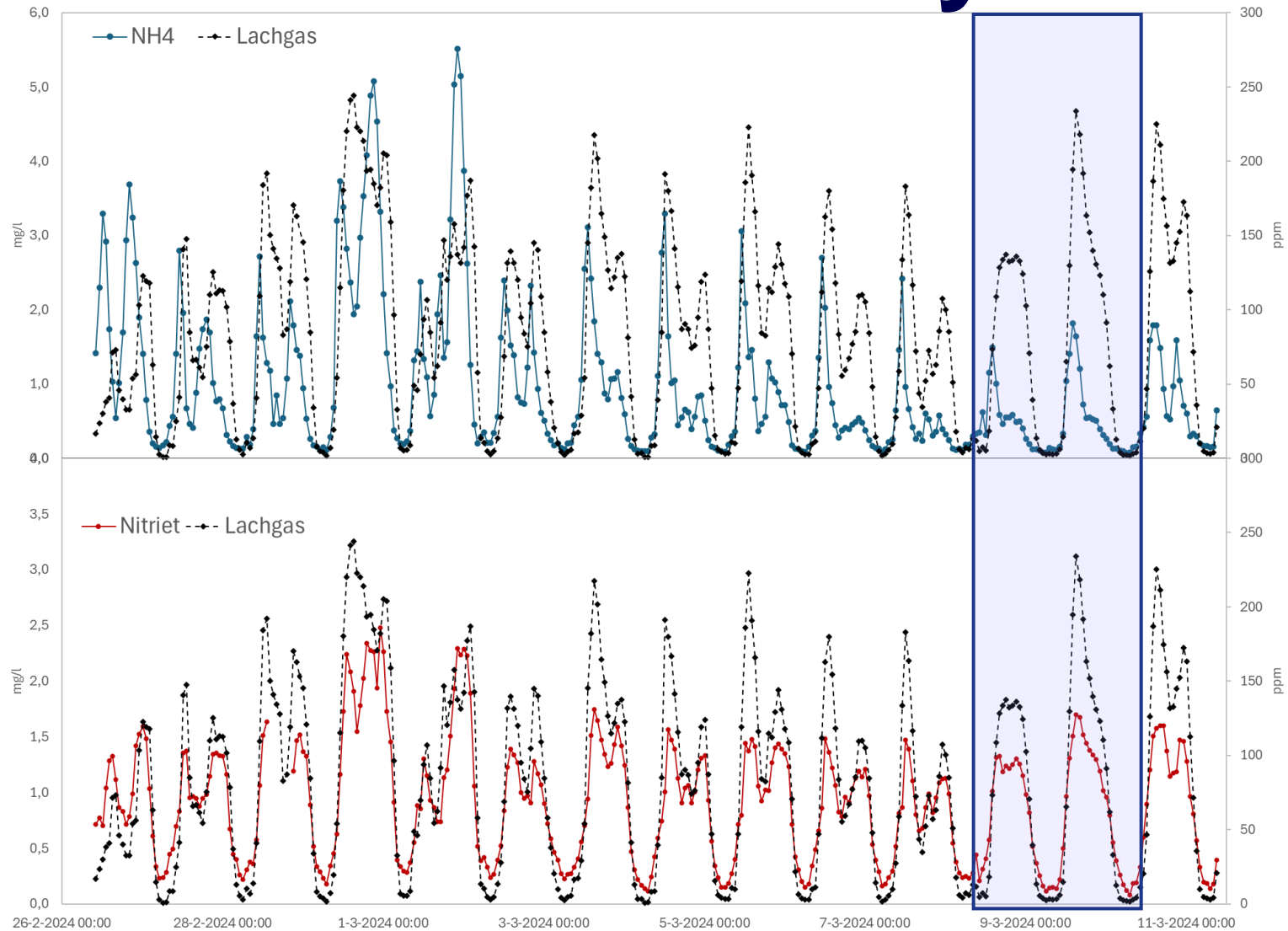
Winter 2024; AT1 vs. onderzoekstraat



Nitriet/nitraat analyzer



Nitriet/nitraat analyzer



Lessons learned

- Lange adem is nodig;
 - Praktijk is weerbarstig
 - Opzetten robuuste model infrastructuur kost tijd, maar loont.
- Modelsturing;
 - N₂O emissies kunnen worden verlaagd door processturing
 - Lange termijn effecten (continu) sturen met het model op N₂O emissie en biomassa samenstelling moeilijk vast te stellen.
- Getrainde agent kan het zuiveringsproces goed en veilig sturen



Toekomst

- Waterfase N₂O referentie meting
- Verder ontwikkelen van de modelsturing
- Modelsturing constant(er) aan
- Stip op de horizon; uitbreiden naar alle zuiveringstraten



Voorspellen van N₂O Emissies op rwzi Amsterdam West met biokinetische modellering

- Studie van KWR Water Research Institute, Waternet and TU Delft.

KWR

TU Delft

waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

- Biokinetische modellen beperkt geschikt voor het voorspellen van seizoensvariaties.
- Inzicht in de actieve N₂O vormingsroutes tijdens seizoensvariaties.
- Belangrijke parameters gerelateerd aan onderliggende processen van N₂O emissie piek vastgesteld.
- KWR zet fundamenteel onderzoek voort naar modellering van N₂O emissies in Amsterdam West.





Science of The Total Environment

Volume 917, 20 March 2024, 170370



Limitations of a biokinetic model to predict the seasonal variations of nitrous oxide emissions from a full-scale wastewater treatment plant

Siddharth Seshan^{a, b}  , Johann Poinapen^a, Marcel H. Zandvoort^c, Jules B. van Lier^b, Zoran Kapelan^b

^a KWR Water Research Institute, Nieuwegein, the Netherlands

^b Section Sanitary Engineering, Department of Water Management, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands

^c Waternet, Amsterdam, the Netherlands

Scan to access
the paper!

