

# Mesure de l'air en sortie de biologie: configuration et utilité

Adriano Joss

GRESE / AquaPro, 9 Juin 2022

## Sommaire :

- Description de l'appareil de mesure
- Pourquoi mesurer l'oxygène dans l'air de sortie de la biologie ?
- Autres systèmes de mesure intéressants

## MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE - ÉQUIPEMENT

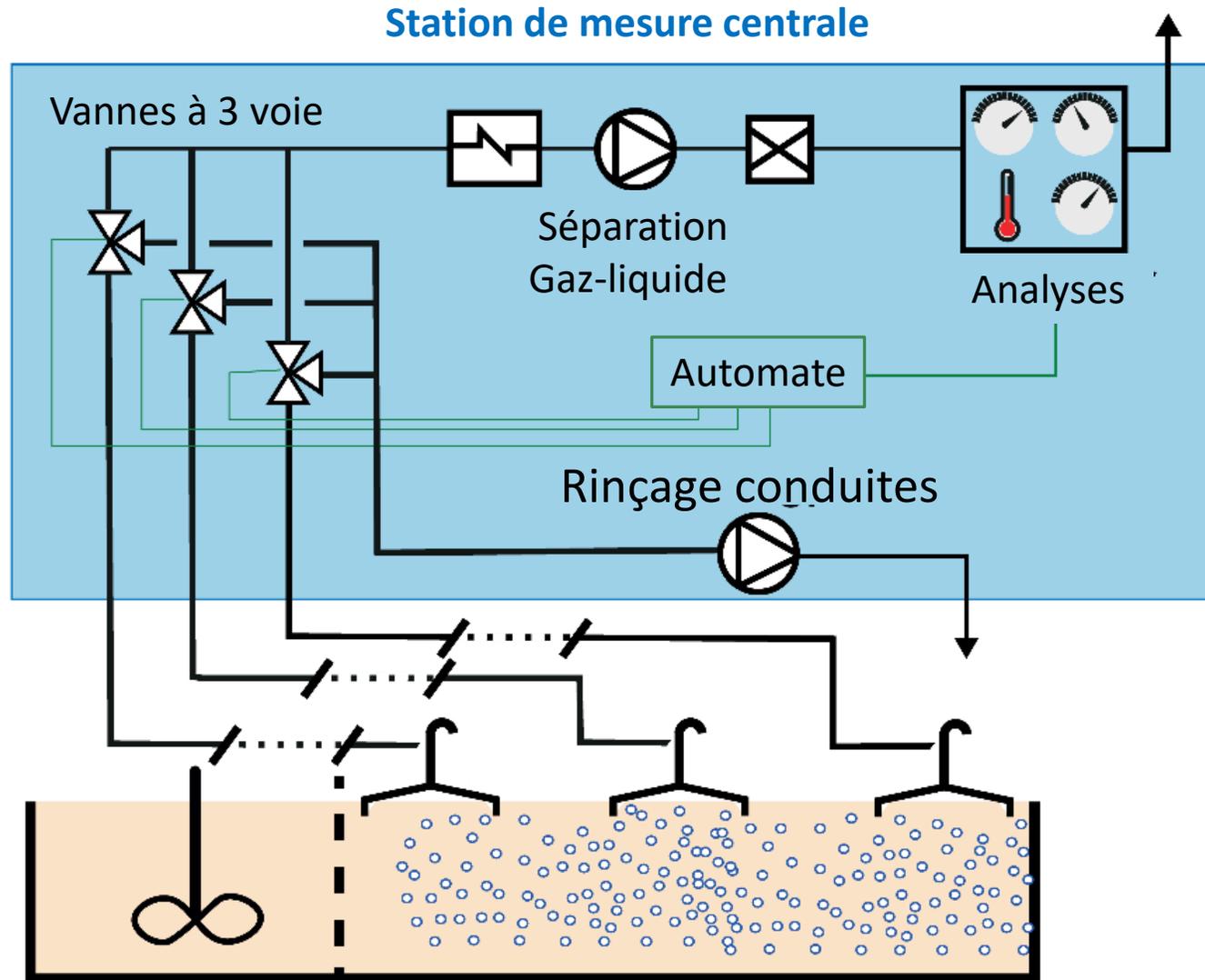


Foto Wenzel Gruber



Foto Manuel Layer

# MESURE DE L'AIR SORTIE BIOLOGIE - ÉQUIPEMENT



Composants :

- Hotte d'évacuation
- Tuyau de raccordement
- Station de mesure centrale
- Vannes
- Séparation gaz-liquide
- Analyseur
  - $N_2O$
  - $O_2$
  - $CH_4$
  - ...

## MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE - ÉQUIPEMENT

- Tuyau de raccordement : PU 5 mm (max. 500 m longueur par raccord)
- Vanne à 3 voies et pompe de rinçage : Le débit de gaz constant empêche le gel et permet un temps de mesure court (1 minute)
- Intervalle de mesure : 1 minute avec jusqu'à 15 points de mesure par appareil
- Séparation gaz-liquide : séparation des condensats ou de la mousse en plusieurs étapes
- Analyseur: mesure simultanée d'au maximum 4 composants
- Contrôle de qualité simple avec gaz de calibrage, calibration automatique
  
- **Automatisation: peu d'entretien, robuste, haute résolution + haute qualité des données**
  - Typiquement: 1 an de mesure avec moins de 10 jours d'interruption de mesure

# MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE - DOCUMENTATION

Méthode publiée en open source (64 documents):

<https://opendata.eawag.ch/dataset/off-gas-monitorng-system-for-wwtp>

- 01\_System\_Description
- 02\_P&ID
- 03\_Wiring\_Diagram
- 04\_Components
- 05\_Software
- 06\_Technical\_Drawings
- 07\_Data\_Evaluation



Pos	Anzahl	Bezeichnung/Gegenstand	Zeichnung Nr	Dimension	Material	Lieferant
1	4	Haubenzuschnitt	103 0632 0001		PE	
2	4	Lasche	103 0632 0002		PE	
3	4	Zarge	103 0632 0003		PE	
4	4	Mantelrohr aussen		Ø110 x 4.3 L1110	PE	
5	1	Stützen mit Verschraubung Ø63		367.740.16.1	PE	Geberit
6	1	Rohrstück		Ø63x3.8 L50	PE	

Blatt	Formel	Datum	Name	Massstab	Medium	Betriebsstemp.	Inhalt	Material
01	A3	06.10.2017	Ch	1:10				PE
Gezeichnet		01.09.2010	Ch					
Geprüft		01.09.2010	Ch					
Änderung								
Änderung								
Änderung								
Änderung								
Änderung								
Änderung								

**Gashaube ohne Muffen**

Kunststoffverarbeitung und Apparatebau AG	Lehrstrasse 20 8317 Tuggenwil Tel. 052 355325 Fax 052 355326 http://www.kva.ch	Zeichnung Nr.	Index
		103 0632 0000	0

Das Urheberrecht an dieser Zeichnung, die dem Empfänger überreicht, überträgt sich, vorbehalt unserer Firma, Ohne unsere schriftliche Genehmigung darf die Zeichnung weder kopiert, noch veröffentlicht, noch in irgendeiner Weise oder zugänglich gemacht werden.

## MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE - ANALYSE DES DONNÉES

- Emission de gaz hilarant :  $\text{Charge}_{\text{N}_2\text{O-N}} = \text{concentration}_{\text{N}_2\text{O-N,air,sortie}} \cdot \text{Flux}_{\text{air}} \text{ [kgN/h]}$
  - Transfert d'oxygène : selon DWA-M 209 (norme allemande «Messung der Sauerstoffzufuhr von Belüftungseinrichtungen in ARA»)
    - $\alpha\text{OTE} = \frac{c_{\text{O}_2,\text{air,entrée}} - c_{\text{O}_2,\text{air,sortie}}}{c_{\text{O}_2,\text{Luft}}} \cdot 100 \text{ [%]}$
    - $\alpha\text{OTR} = \frac{\alpha\text{OTE} \cdot \text{Flux}_{\text{air}} \cdot \rho_{\text{O}_2,\text{air}}}{100} \text{ [gO}_2\text{/h]}$  ( $\rho_{\text{O}_2,\text{air}}$  = densité O<sub>2</sub> dans l'air = 0.299 kgO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup><sub>air</sub>.)
- Données d'exploitation nécessaires pour l'évaluation ( $\text{Flux}_{\text{Air}}$ , température de l'eau, etc.)

## MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE - OPÉRATION + MAINTENANCE + COÛTS

- Système robuste : pas de capteurs dans le liquide  
= pas de sonde à nettoyer  
= pas de recalibrage régulier
- Coût total pour 1 an de campagne de mesure :
  - Montage et démontage : 10'000 CHF
  - Location d'appareils de mesure : 20'000 CHF
  - Encadrement:
    - contrôle + entretien 5'000 CHF
    - évaluations intermédiaires 5'000 CHF
    - conseil / optimisation STEP 0 – 25'000 CHF
  - Rapport final 5'000 CHF

-----

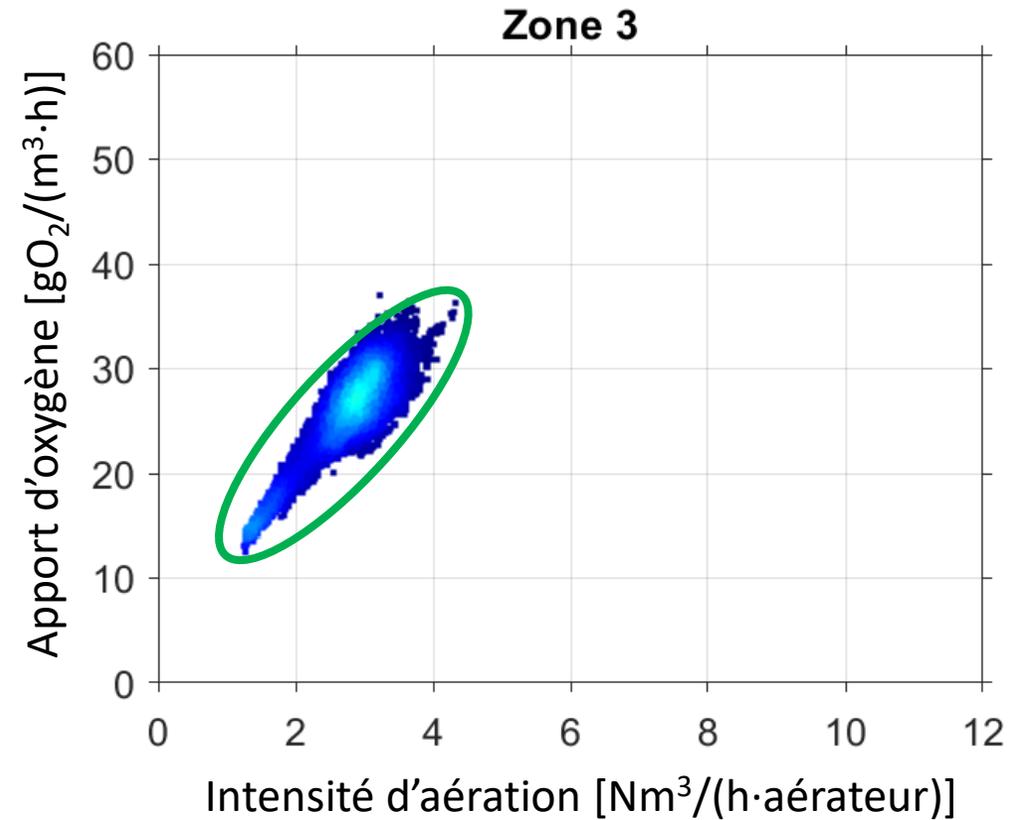
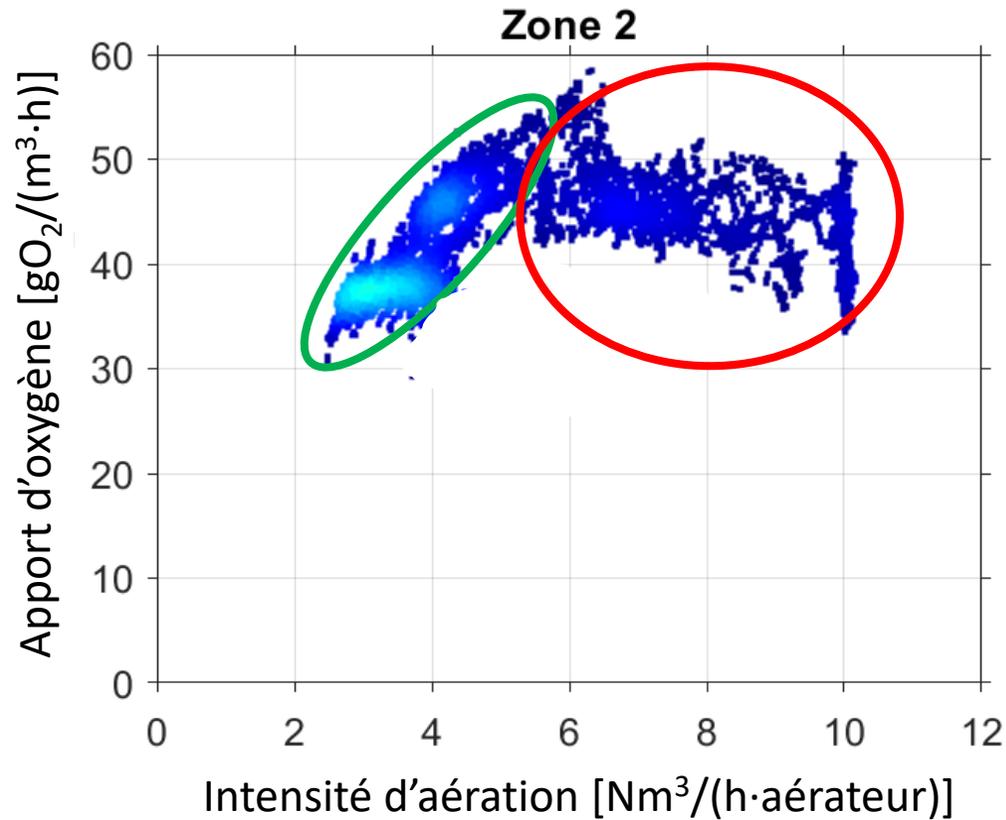
**45'000 – 70'000 CHF**

\* Approximativement

## Sommaire

- Description de l'appareil de mesure
- **Pourquoi mesurer l'oxygène dans l'air en sortie de biologie ?**
- Autres systèmes de mesure intéressants

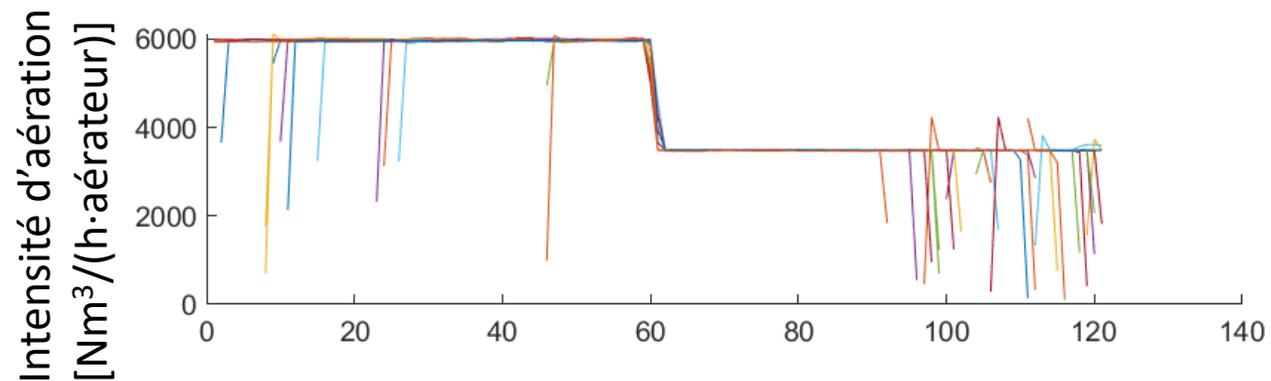
# MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE – OXYGENE, STEP DE HOFEN (SG)



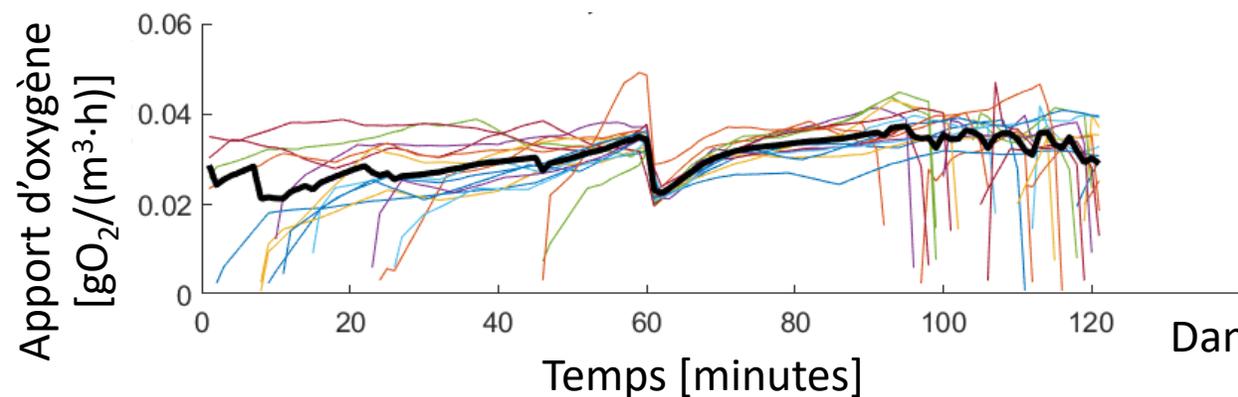
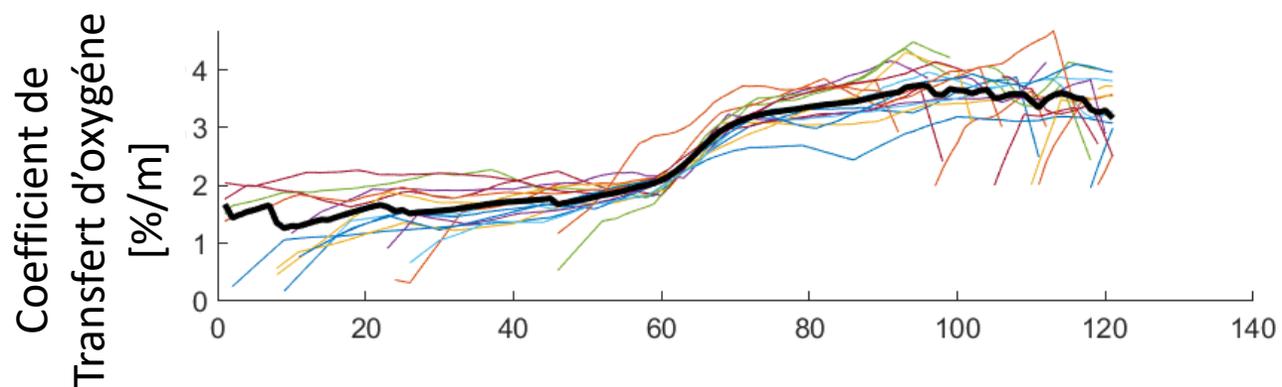
Plage de fonctionnement efficace

Plage de fonctionnement inefficace

# MESURE DE L'AIR SORTIE BIOLOGIE – OXYGENE, STEP DE BIRS (BL)



Aération réduite de moitié



Apport d'oxygène inchangé

# PRIX INFRAWAT 2021 : OPTIMISATION DE LA STEP DE HOFEN

**STEP de 80'000 Equivalent-Habitant:**

Volume des réacteurs biologique: 103 L/P

**Après optimisation:**

Energie d'aération: 11.4 kWh/(P·a)

Taux d'autosuffisance électrique: 130% (sans co-digestion)

Dénitrification: 70%

Facteur d'émission de N<sub>2</sub>O: 0.2%



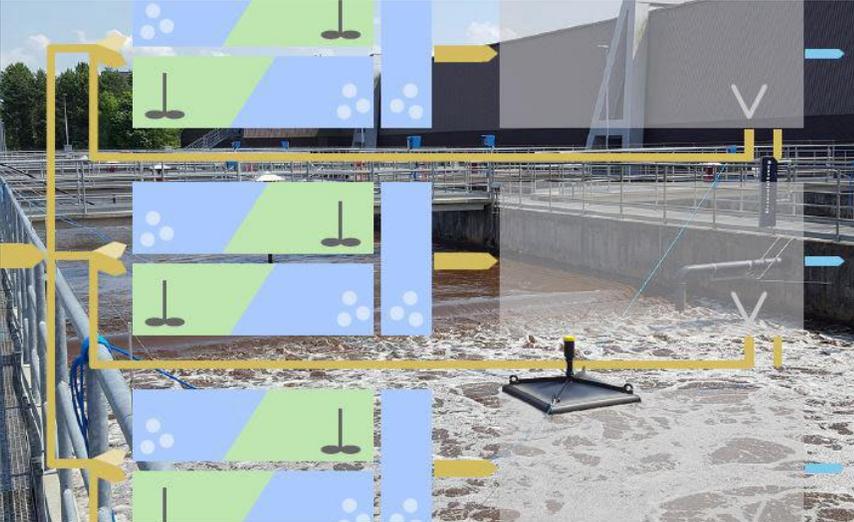
Abb. 1: (v. l. n. r.): Filippo Lombardi (Präsident InfraWatt), Hanspeter Bauer (Leiter Abwasserbetriebe der Entsorgung St. Gallen), Daniel Braun (ETH Zürich, Labor für Umweltingenieurwissenschaften), Heinz Habegger (Präsident, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA). (Foto: InfraWatt, Fabrice Nobs)

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute  
Association suisse des professionnels de la protection des eaux  
Associazione svizzera professionisti dell'ambiente delle acque  
Swiss Water Association



## Dynamische Regelung von Abwasserreinigungsanlagen

Leitfaden zur dynamischen Prozessregelung und Prozessüberwachung



2019

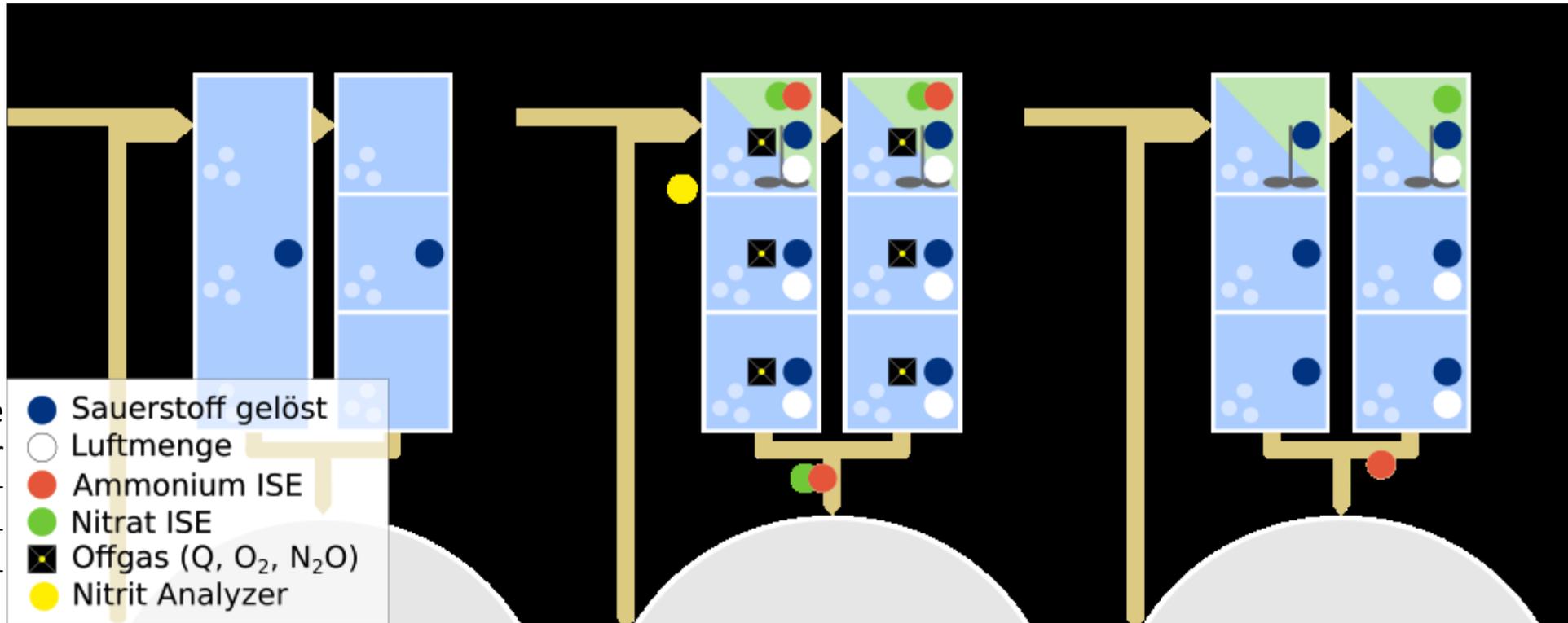


# PRIX INFRAWAT 2021 : OPTIMISATION DE LA STEP DE HOFEN

Avant l'optimisation

Pendant l'optimisation

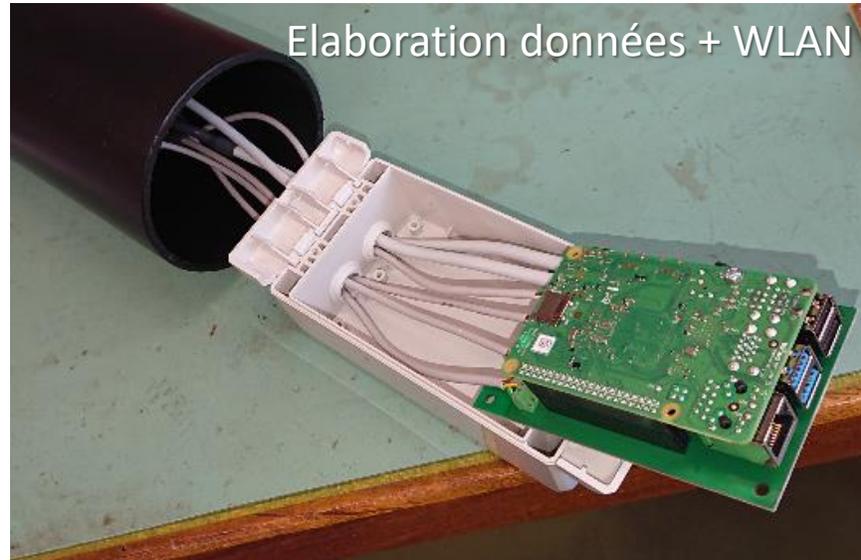
Après l'optimisation



## Sommaire:

- Description de l'appareil de mesure
- Pourquoi mesurer l'oxygène dans l'air de sortie de la biologie ?
- **Autres systèmes de mesure intéressants**

# MESURE DU DEBIT D'AIR SUR LES HOTTES D'EVACUATION



- **Tube de mesure du débit d'air,** développement interne ETHZ (Daniel Braun, Lucien Biolley)
- **Éléments:**
  - Chauffage (pas de condensation)
  - 3 débitmètres thermiques
  - élaboration des données
  - Emetteur WLAN
- Application:
  - Vérification du débit d'air
  - Comparaison de l'état des membranes d'aération début / fin du bassin

## MESURE DE L'AIR EN SORTIE BIOLOGIE - APPAREIL DE MESURE SIMPLIFIÉ



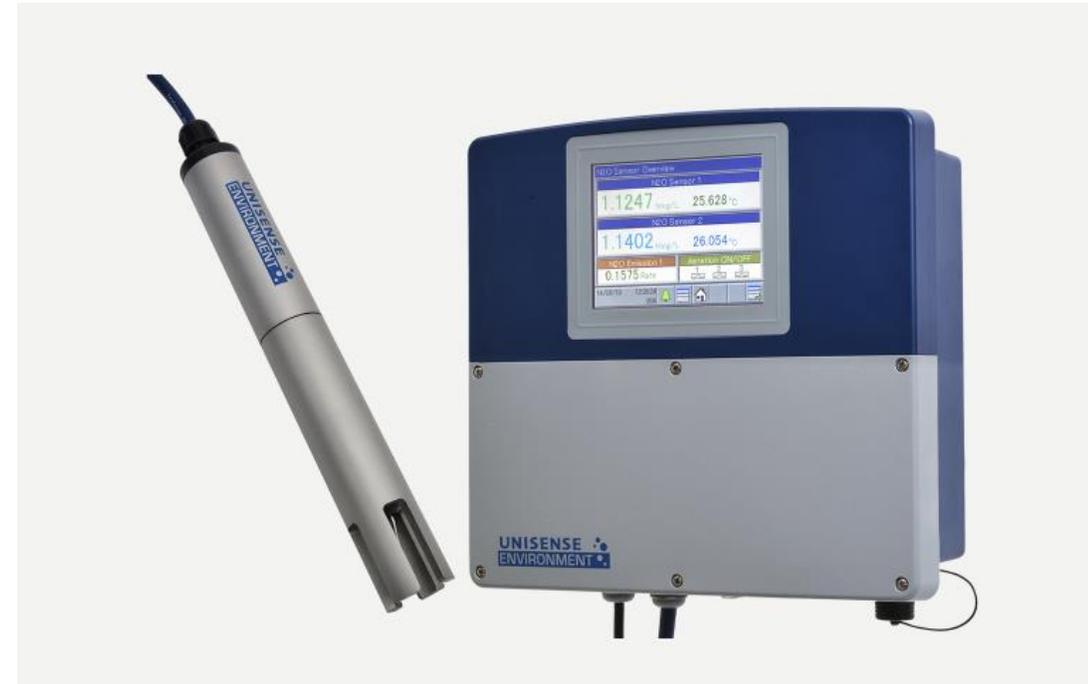
Foto LUIW

- **Variante minimale**  
de 1 à 3 hottes d'évacuation
  - Montage simple sur le bord du réacteur
- Application:
  - Mesurer le transfert d'oxygène
  - Déterminer l'état des aérateurs à membrane (nécessité d'une maintenance)

## ALTERNATIVE: MESURE DE N<sub>2</sub>O EN SOLUTION

Fournisseur Unisense "N<sub>2</sub>O wastewater system"

- Mesure de N<sub>2</sub>O dans la phase liquide N<sub>2</sub>O
- Émissions de N<sub>2</sub>O : transfert liquide – gaz à calculer
- Coût d'acquisition : **~10'000 CHF par sonde**
- Durée de vie garantie de **4 mois**, ensuite remplacement du capteur nécessaire (~1'000 CHF)
- Calibration: tous les 2 mois, ou  $\Delta T \geq 3^\circ\text{C}$
- 1 seul site de mesure possible par sonde
- Exploitation et maintenance coûteuses en cas de sondes multiples



<https://unisense-environment.com/products/n2o-wastewater-system/>

## Conclusions:

- Appareil de mesure de l'air vicié: robuste mais coûteux à l'achat.
- Séparation gaz-liquide importante pour un fonctionnement fiable.
- La mesure de l'apport d'oxygène: grand potentiel d'optimisation de l'exploitation
  - Optimisation de l'aération
  - Maintenance ciblée des aérateurs
  - Elimination optimisée de l'azote

Merci pour votre attention!  
Questions ?



STEP de Hofen (SG)