

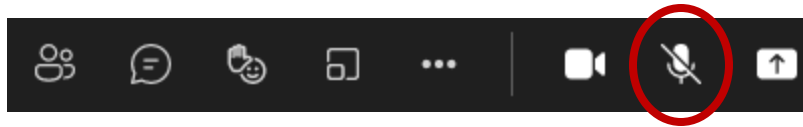
N₂O als Klimaproblem auf der Kläranlage



Technisches

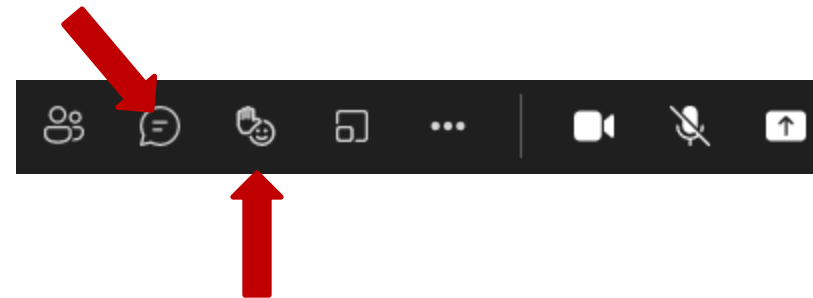
- Bitte schalten Sie die Kamera aus (ausser Referenten & bei Fragen)

- Schalten Sie sich stumm



- Um eine Frage zu stellen:

- Jederzeit im Chat
- Nach der Präsentation die Hand heben



- Eine Aufzeichnung der Vorträge und die Folien werden im Nachgang geteilt

Agenda

Dauer: 10:00 - 11:45 (CET)

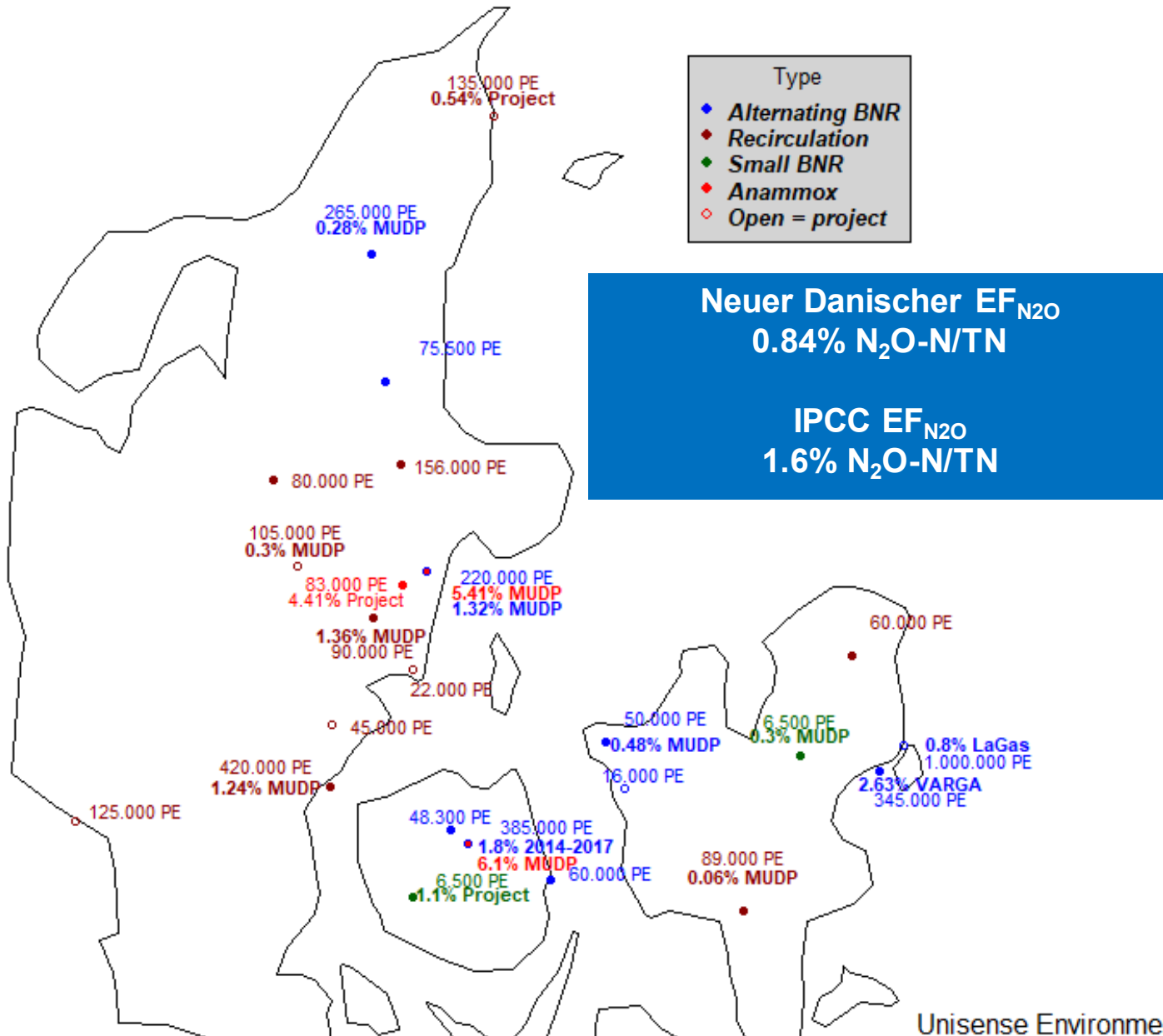


Time	Sprecher
20+5 min	Arne Freyschmidt (ISAH Hannover)
20+5 min	Jan-Philipp Schnack (TBZ Flensburg)
20+5 min	Bastian Piltz (Unisense Environment)

Mitigation von Lachgas auf der Kläranlage Avedøre, Kopenhagen



N₂O Gesetzgebung – Dänemark



- Umfangreiche Messkampagne in 2020
 - Festlegung eines EF
- Ab 2025 – Meldung & Reduktion der Emission für KA >30.000 EW
- Besteuerung von CO₂ vorgesehen



**Ministry of Environment
of Denmark**
Environmental
Protection Agency

● N₂O sensor

- 350.000 EW Alternierende Belüftung

- Ammonium basierte Steuerung
- Kontrollierte Nitrifikations- & Denitrifikationszeiten

LT11
LT12

- N₂O Messung 2018 – 2022

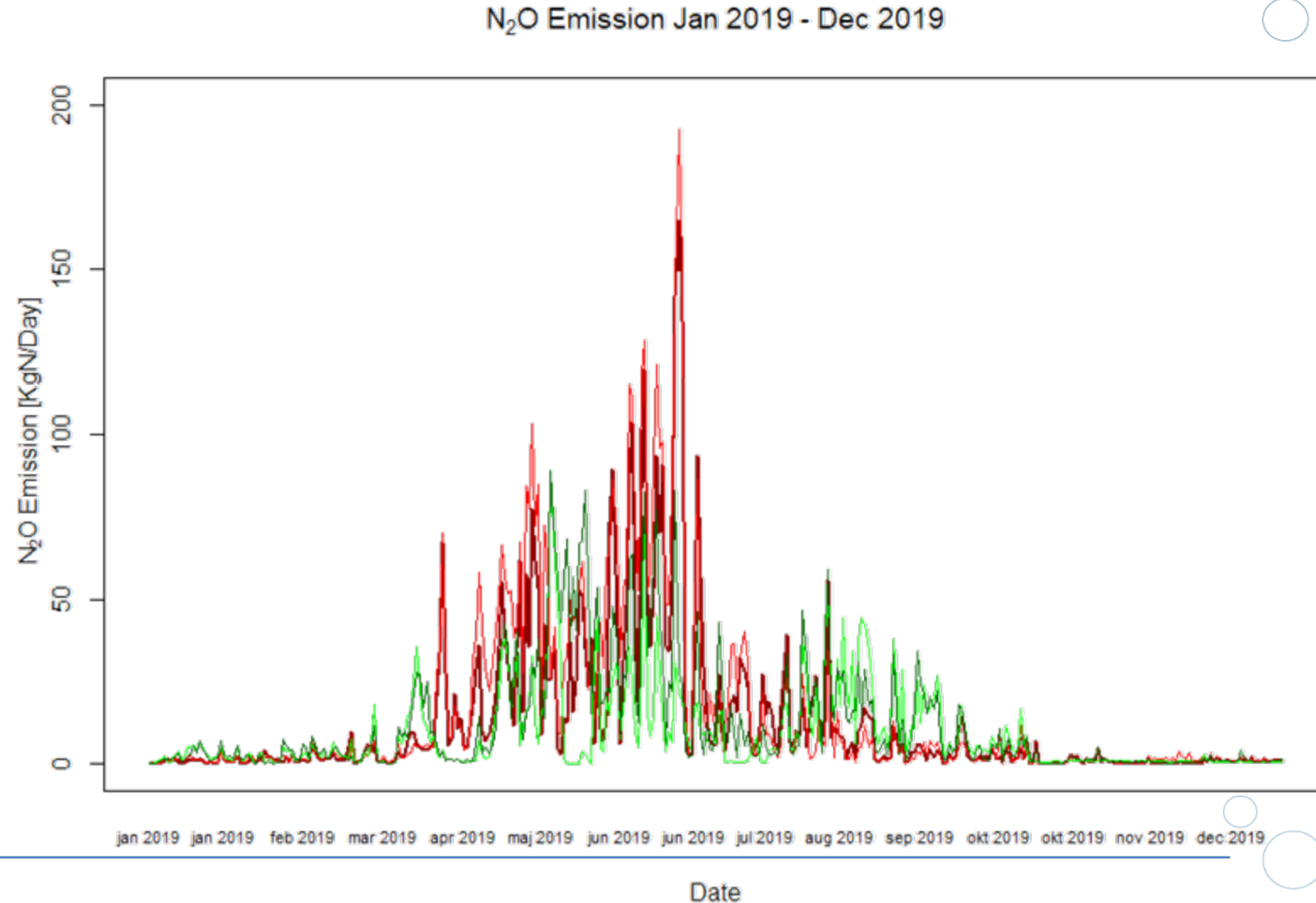
- Online Messung gelöstes N₂O in 4 Becken
- LT11&12 - Referenz
- LT31&32 - Mitigation

LT31
LT32



N₂O Emissionen Grundzustand

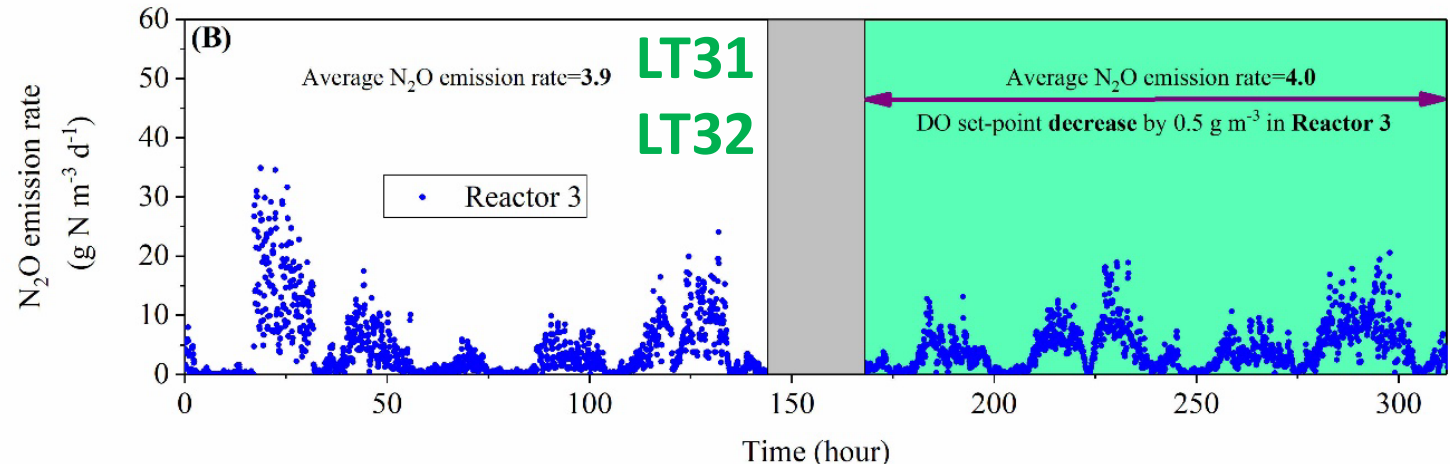
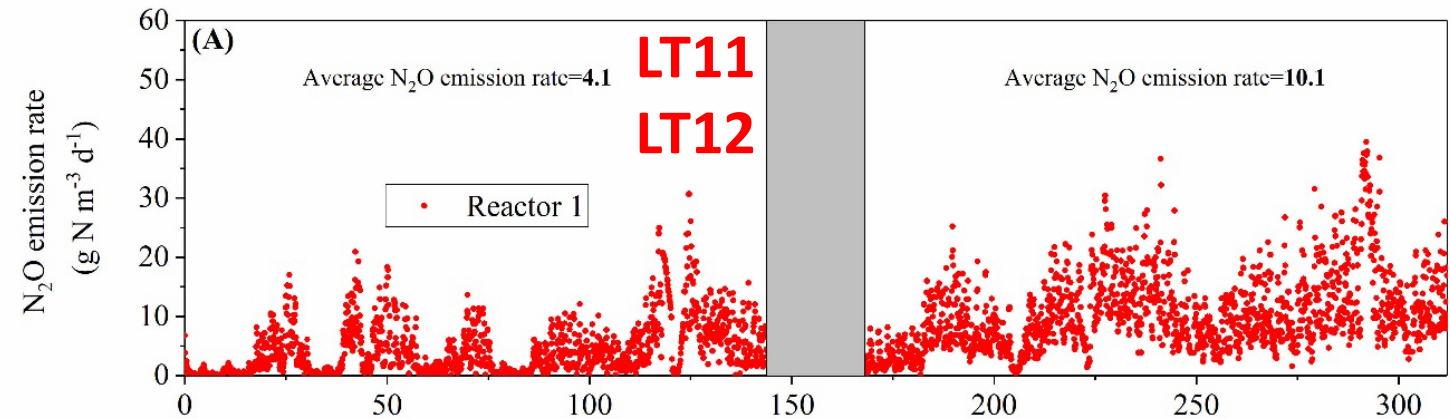
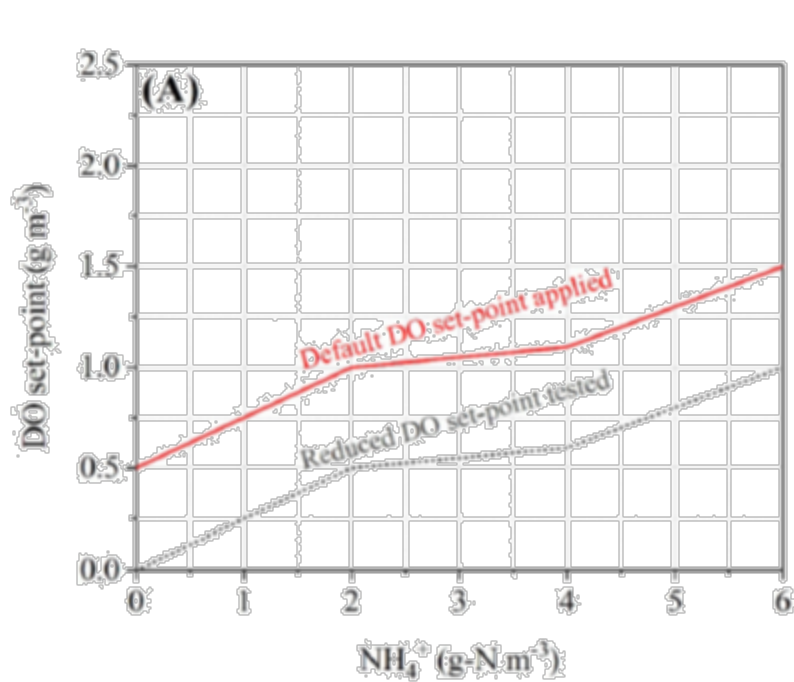
- N₂O Emissionen 2019
 - Mittelwert: 12.57 KgN/Tag
 - Spanne: 0 – 192 KgN/Tag
 - 90% in den Monaten April - Juni
- 18,396 T CO₂-eqv emittiert
 - $EF_{N_2O\ Load} = 3.33\%$



Erste Mitigation – Ergebnisse 2019

- Reduktion des O₂-Sollwert mindert N₂O Emission um **60% (Simultane N/DN)**
- Aerobe Phasen um **13% verlängert**
- Anoxische Phasen um **33% verlängert**

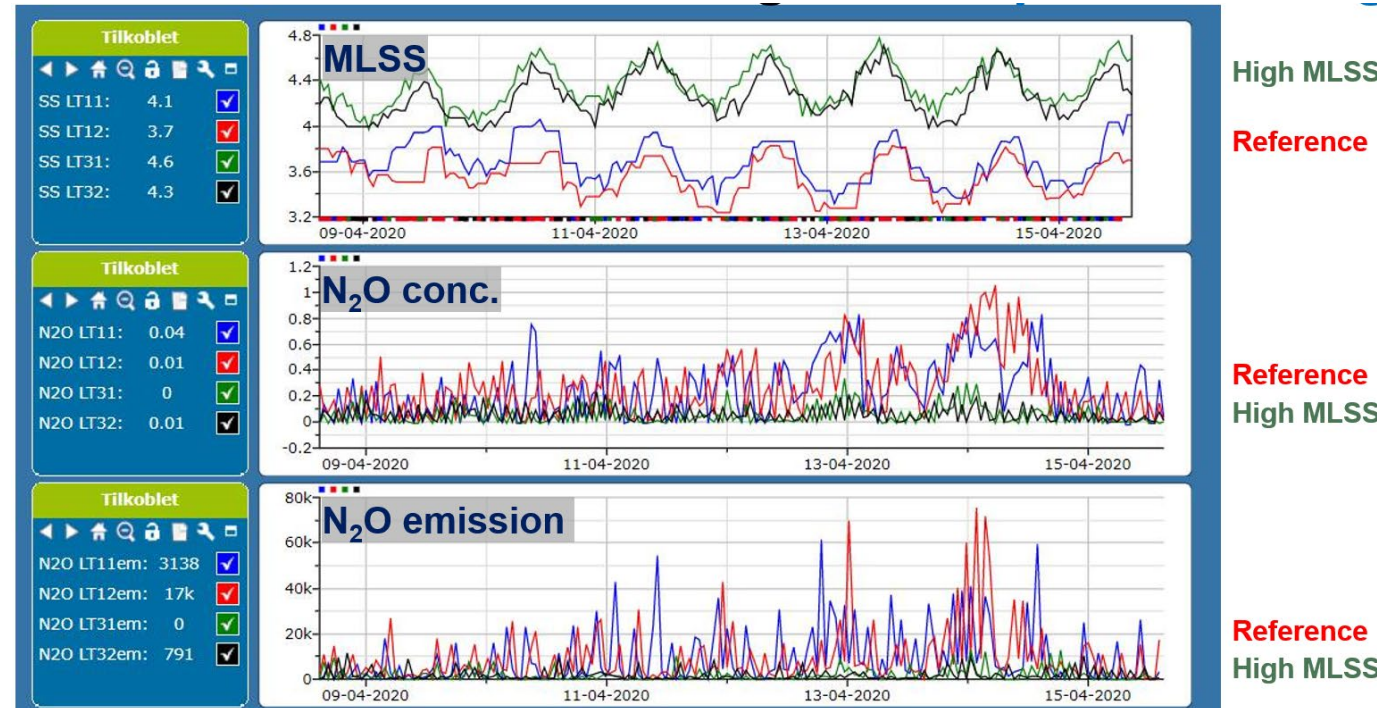
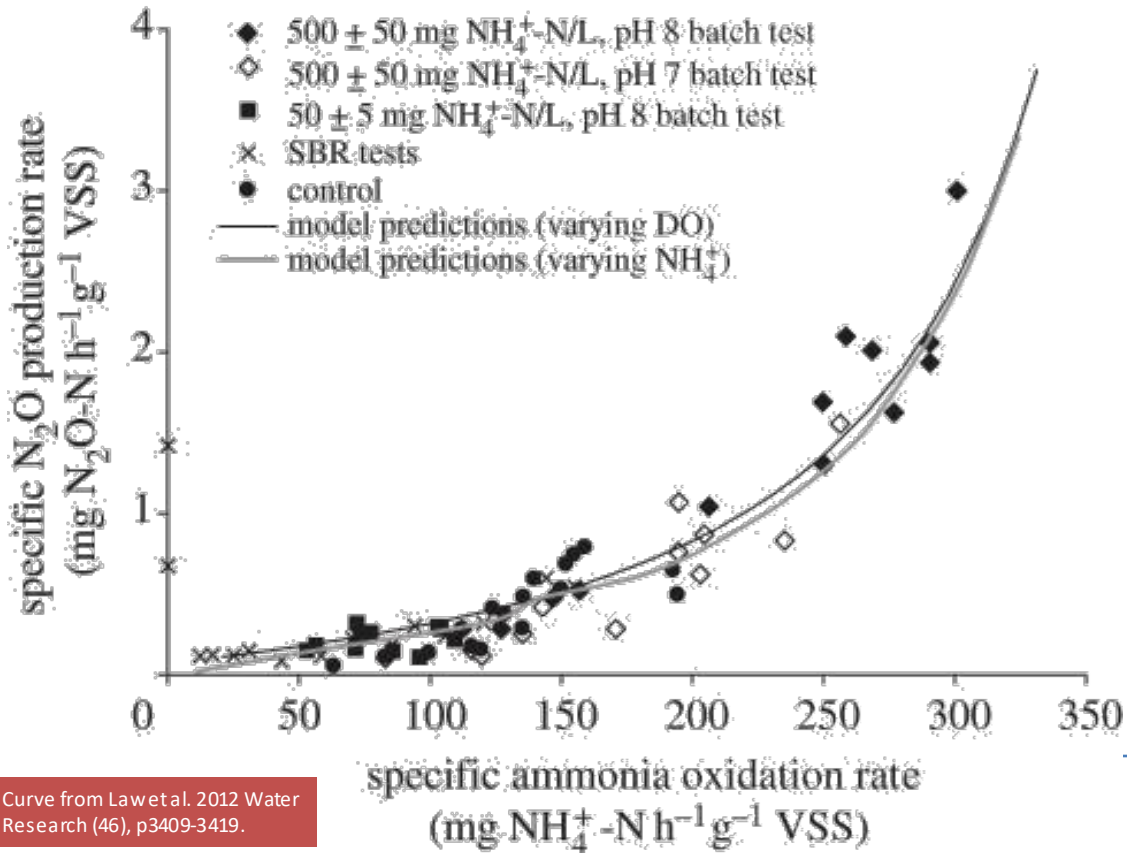
Problem: Zu geringe DN Kapazität



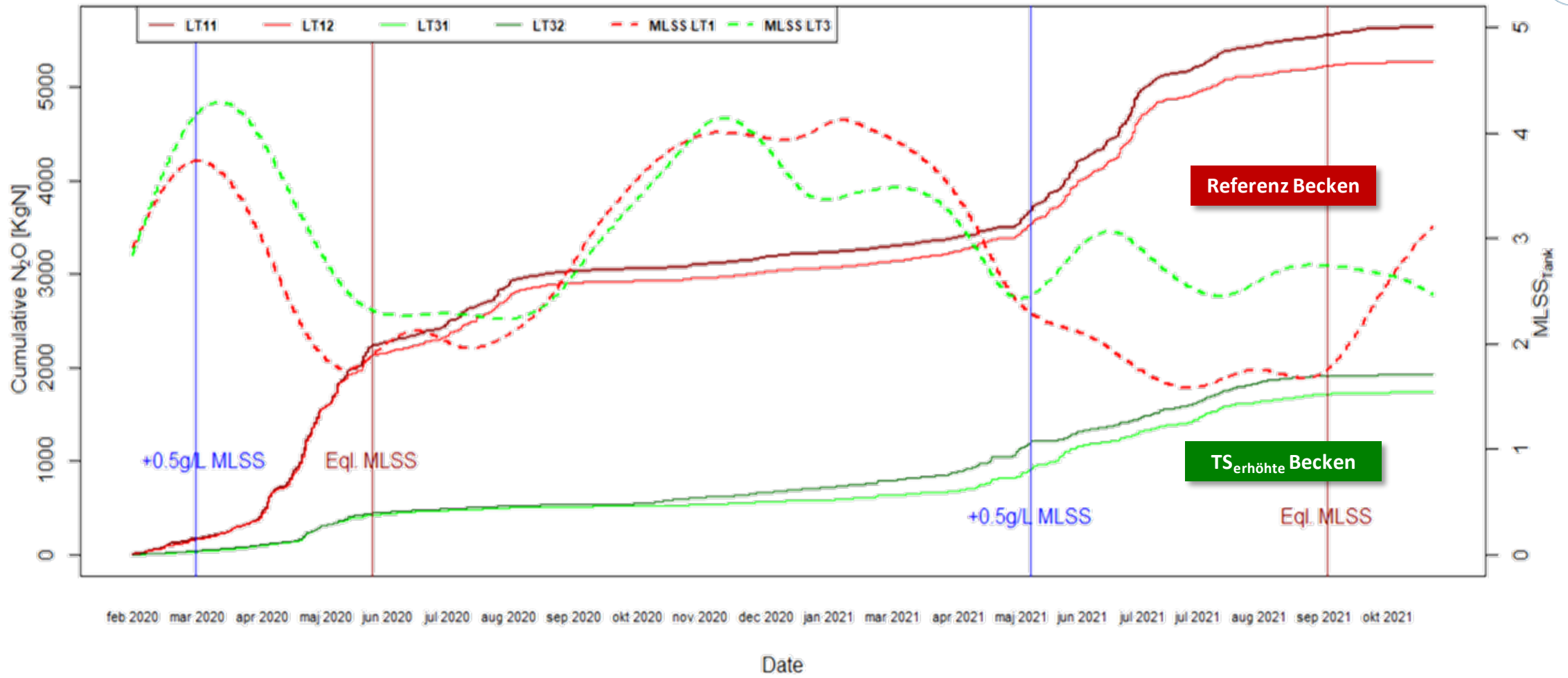
Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes – 2019

Hoher NH_4 Umsatz führt zu N_2O Bildung

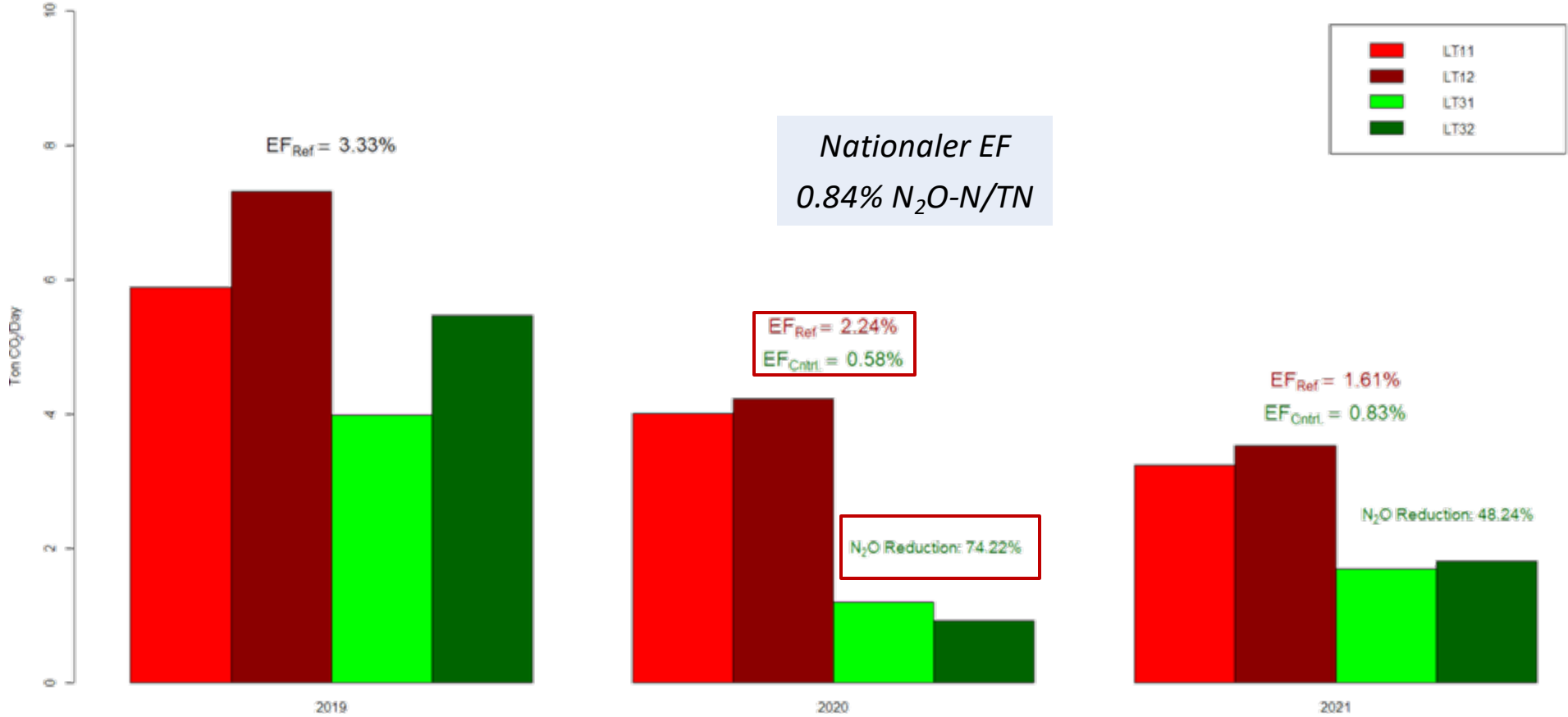
- Erhöhung des TS für 2 Wochen
- Signifikante N_2O Reduktion



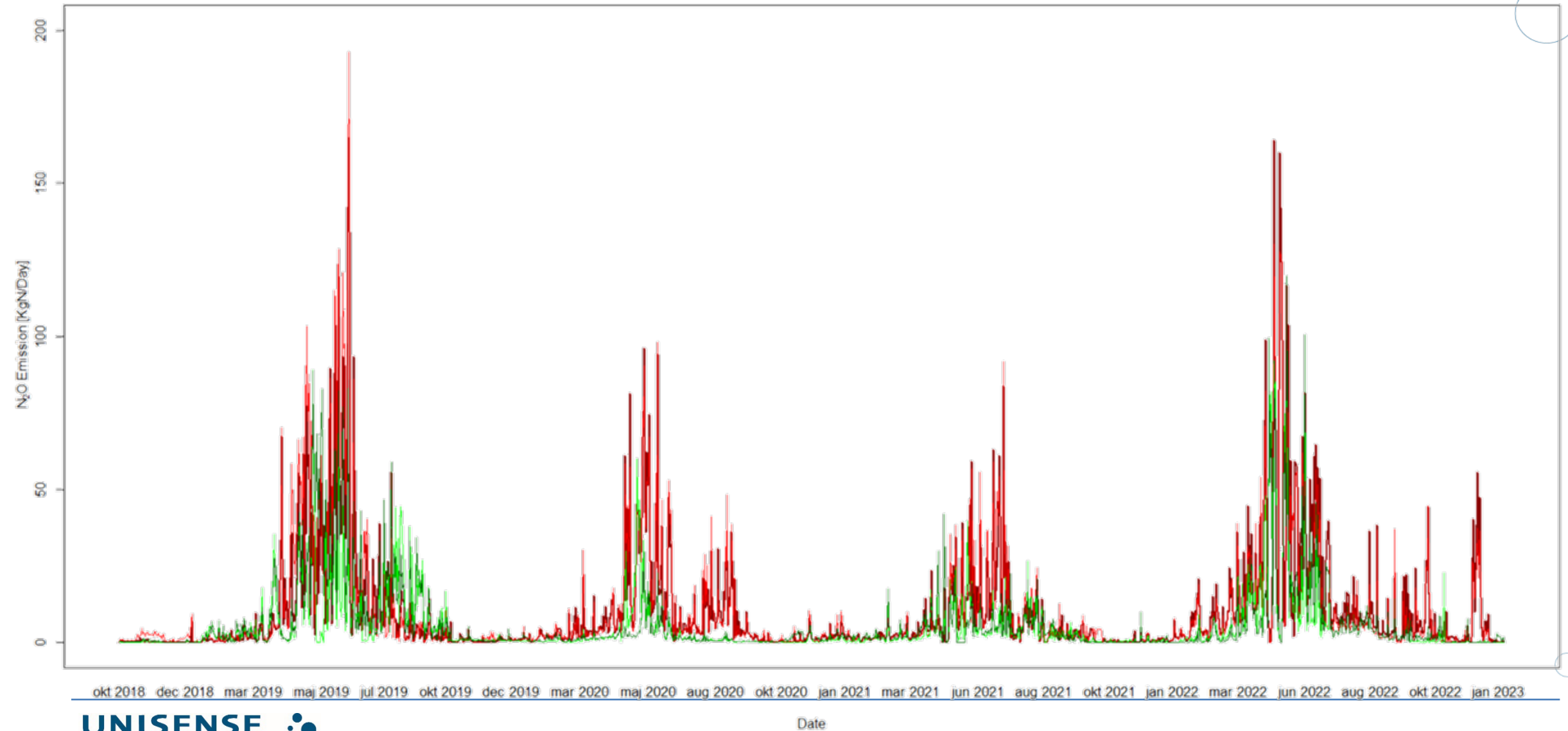
Effekt des erhöhten Trockensubstanzgehaltes



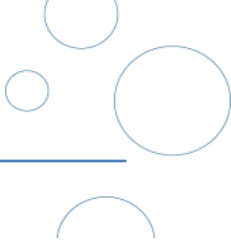
Emission in CO₂-Equivalenten & Emissionsfaktoren



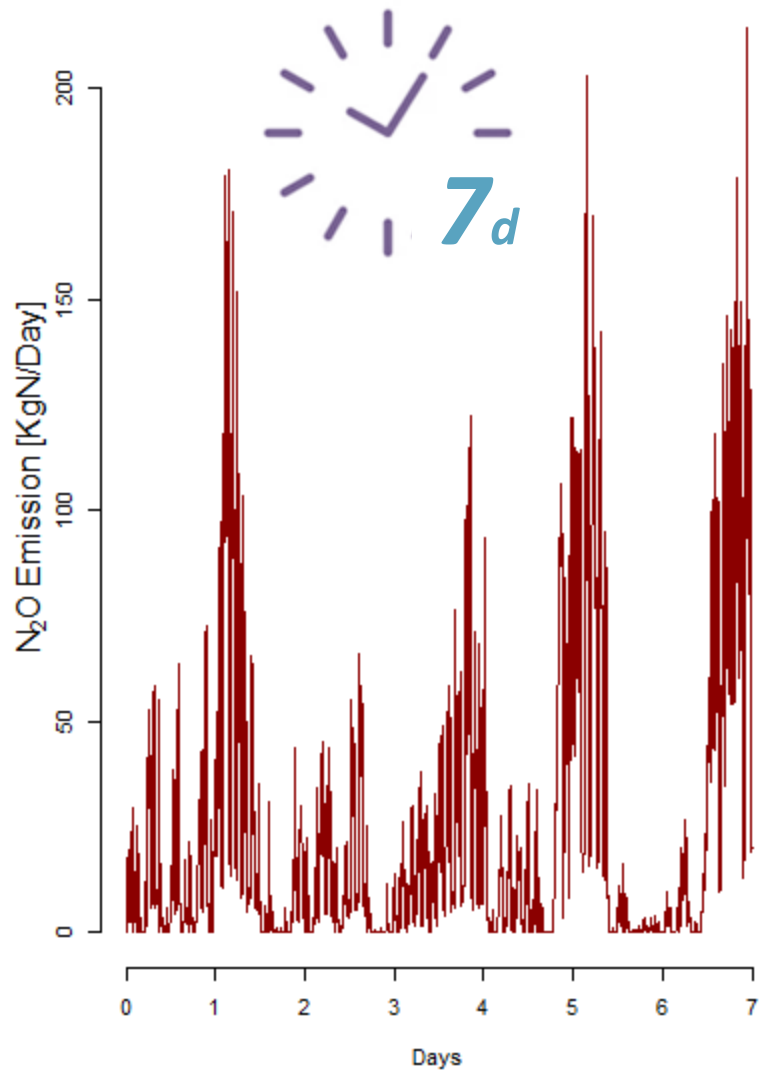
N₂O Emission 2018 - 2022



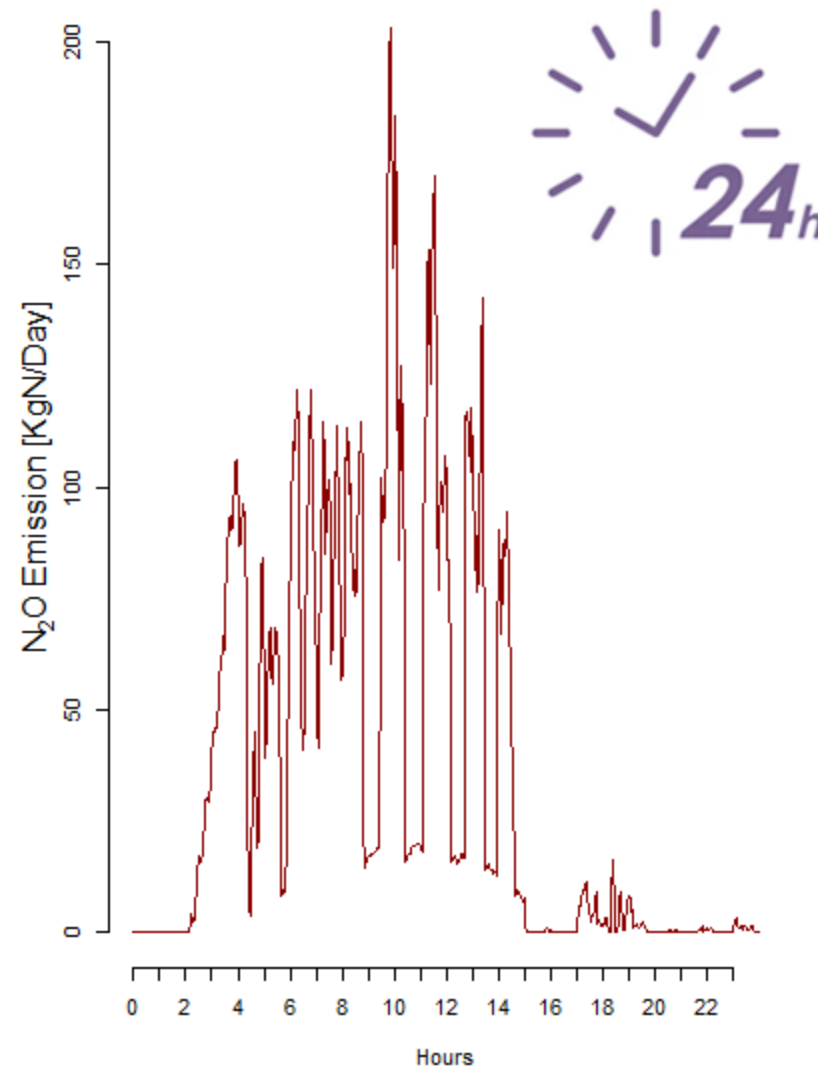
Kurzfristige Dynamik der N₂O Emission



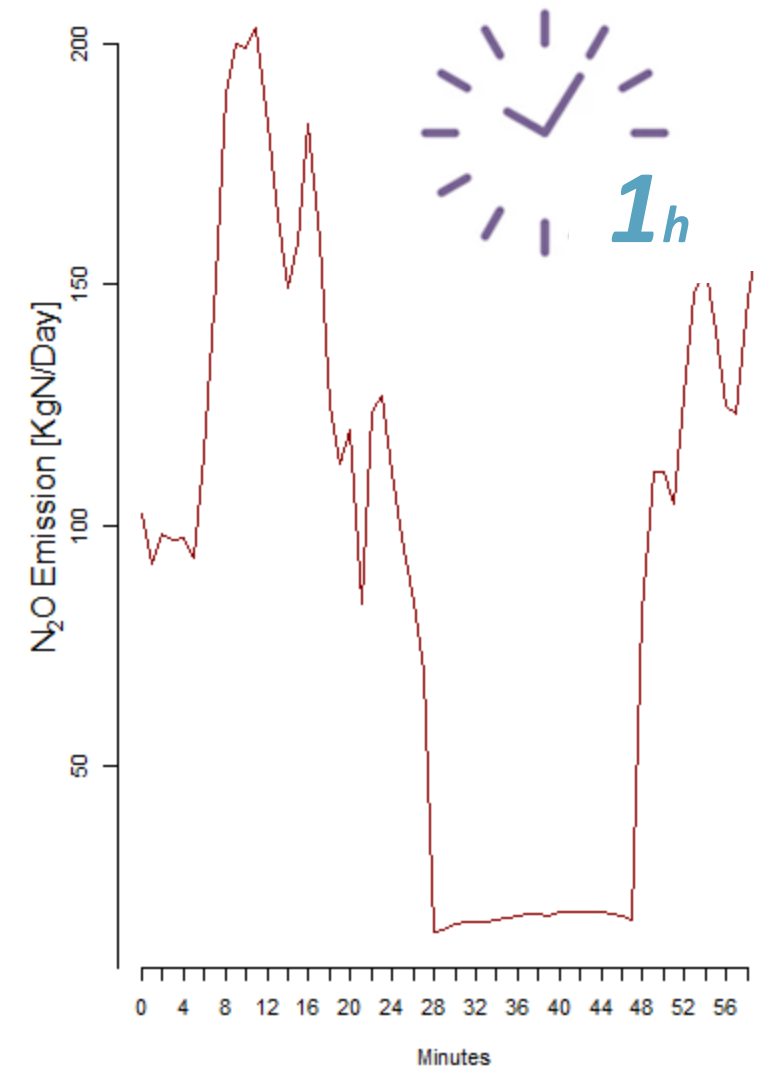
1 Week N₂O Emission July 2019



1 Day N₂O Emission July 2019



1 Hour N₂O Emission July 2019



Dynamik in der Bakteriengemeinschaft – Link zum N₂O ?

Water Research 219 (2022) 118563



Contents lists available at ScienceDirect

Water Research

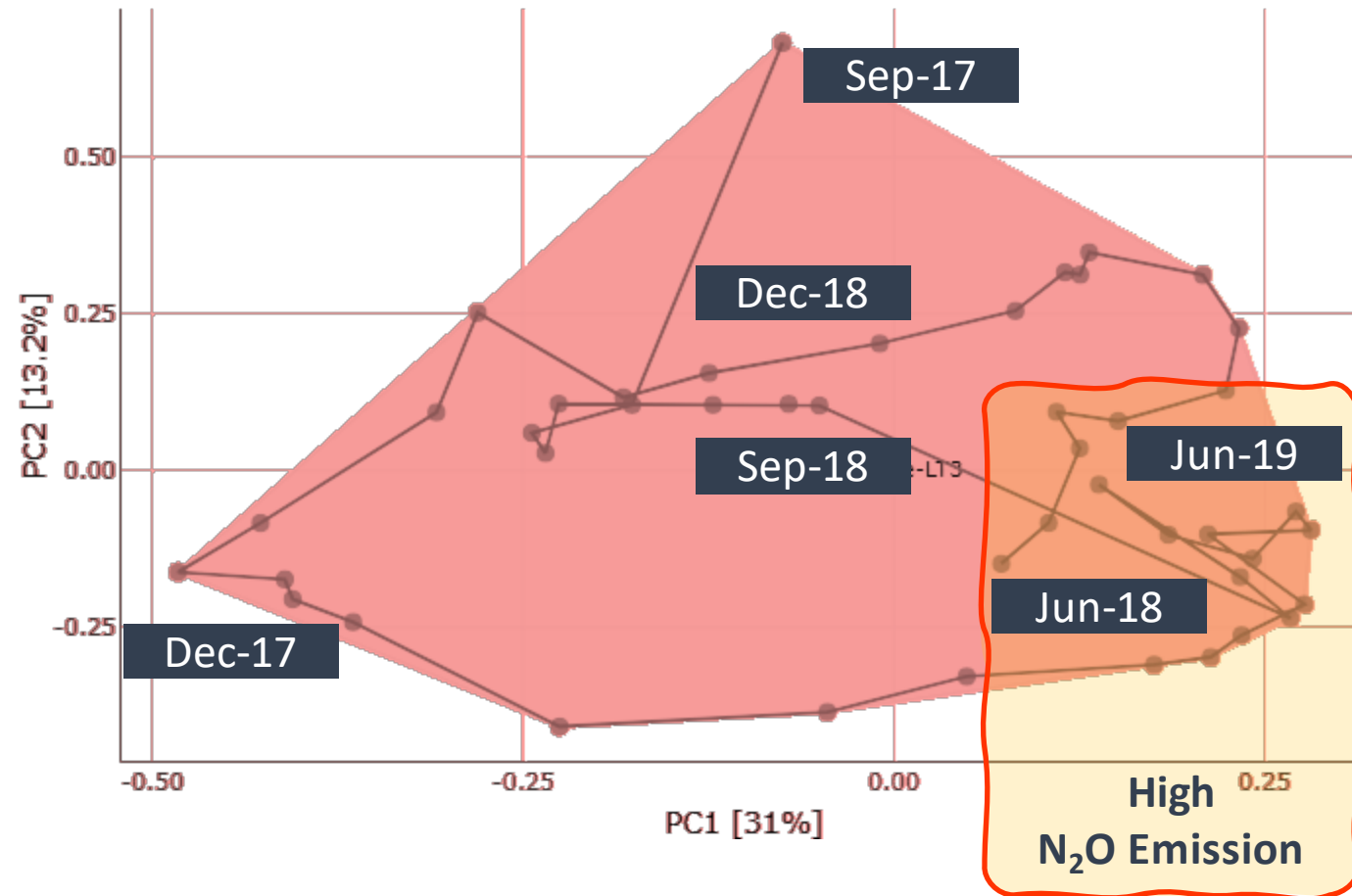
journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres



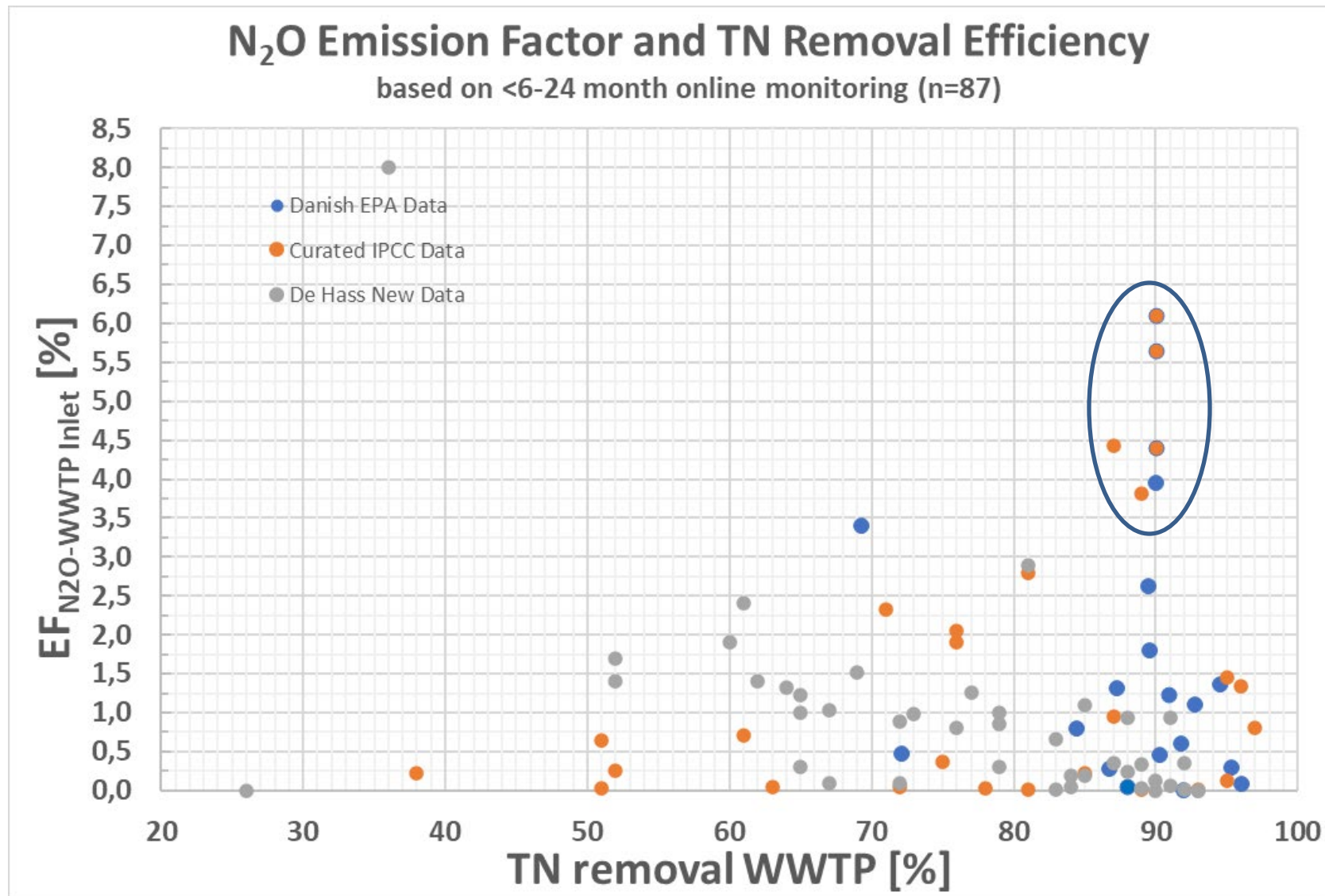
Exploring the microbial influence on seasonal nitrous oxide concentration in a full-scale wastewater treatment plant using metagenome assembled genomes

- Abwasserparameter allein konnten den Jahrestrend nicht erklären
- Geringe negative Korrelation mit Nitrit oxidierenden und N₂O reduzierenden Bakterien
- Keine klaren Änderungen der Gemeinschaft im Bezug auf N₂O Konzentrationen

Höhere DNA Probenmenge in Verbindung mit Langzeitmessung metabolischer Aktivität benötigt

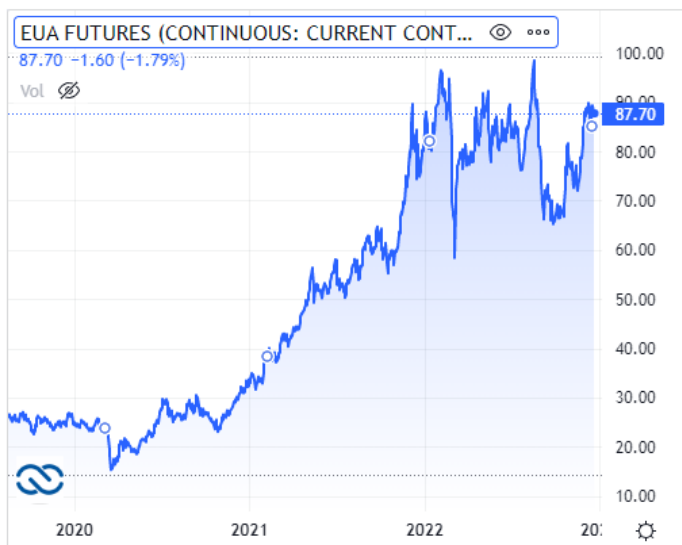
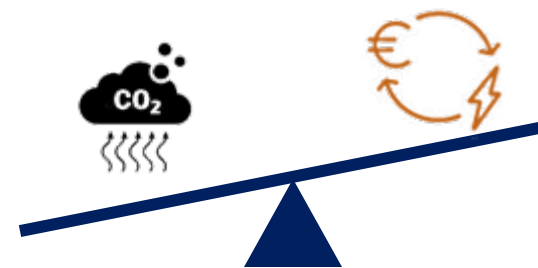


Zusammenhang Reinigungsgrad zu Emission?




Neuartige,
energieeffiziente
Prozesse

- Börsenkurs für CO₂ Zertifikate: 93 €/ton
- Dänischer Klimarat schlägt ab 2030 eine CO₂ Steuer von 100-200 €/ton vor
- Aus dem Projekt errechnete Mitigationskosten: 1,2 €/ton



Nitrogen load in the inlet:	3.650 kg T-N/day
Emission factor (EF _{N2O}):	2,6 % N ₂ O-N/T-N _{influent}
Yearly cost for N ₂ O related actions (leave empty if unknown):	10.000 EUR/year
Influent load	304.167 PE (T-N)
	3.650 kg T-N/day
	1.332 tons T-N/year
Annual cost of N ₂ O related actions:	10.000 EUR/year
Theoretical N ₂ O emissions based on EF _{N2O} :	96,36 kg N ₂ O-N _{influent} /day
	35,17 tons N ₂ O-N _{influent} /year
	16.470 tons CO ₂ eq. influent/year
Averted CO ₂ eq. at 50% emission reduction:	8.235 tons CO ₂ eq. influent/year
Carbon shadow price per ton averted CO ₂ eq. (at 50% mean reduction):	1,21 EUR/ton CO ₂ eq. averted

- **Tieferes Prozessverständnis durch Online N₂O Messung**
 - Hohe jährliche N₂O-Emissionen, ungleichmässig verteilt
 - Muster schwer zu erklären, Hinweise auf Änderungen in der Bakteriengemeinschaft
 - Starke Dynamik in der N₂O Bildung, kein Zusammenhang zur Reinigungsleistung
- **Prozesskontrolle zur signifikanten Reduktion von N₂O**
 - Spezifischer NH₄⁺ Umsatz und O₂-Sollwert haben signifikanten Einfluss
 - Bis zu 75% Reduktion der Emission über Kontrolle des TS und der Belüftung
 - Erreichen/Unterschreiten des Nationalen Emissionsfaktors

An aerial photograph of an industrial complex, likely a power plant or refinery, situated on a peninsula. The facility includes several large white buildings, tall smokestacks emitting white plumes, and numerous circular tanks. To the right, several wind turbines are visible on the water's edge. In the foreground, there is a marina with several boats docked. The background shows a large body of water and a distant shoreline.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen ?!

UNISENSE 
ENVIRONMENT 

Auf dem Weg zur klimaneutralen Abwasserreinigung

Danke für Ihre Teilnahme!

bp@unisense.com

Relationship of Concentration - Emission

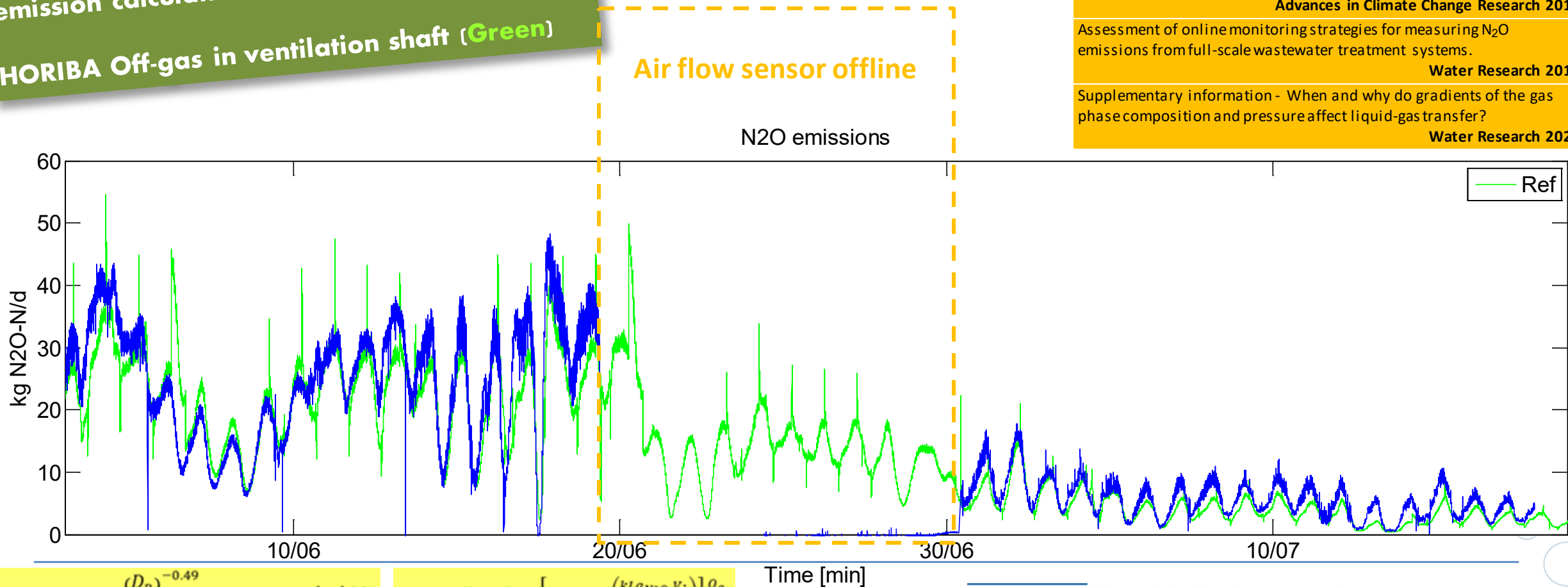
Fully covered Käppala WWTP (700.000 PE)
 N₂O Wastewater Sensor in aeration field +
 emission calculations (Blue)
 HORIBA Off-gas in ventilation shaft (Green)

Key Validation Papers

Comparison of nitrous oxide (N₂O) emissions calculations at a Swedish wastewater treatment plant based on water concentrations versus off-gas concentrations
Advances in Climate Change Research 2016

Assessment of online monitoring strategies for measuring N₂O emissions from full-scale wastewater treatment systems.
Water Research 2016

Supplementary information - When and why do gradients of the gas phase composition and pressure affect liquid-gas transfer?
Water Research 2020



$$k_L a_{N_2O\ 20^\circ C} = \left\{ \frac{D_R}{D_L} \right\}^{-0.49} \times 34500 \times (v_g)^{0.86}$$

$$r_{N_2O} = H_{N_2O} S_{N_2O} \left[1 - \exp\left(\frac{k_L a_{N_2O} V_L}{H_{N_2O} Q_g} \right) \right] \frac{Q_g}{V_L}$$