

## N<sub>2</sub>O: experiencias danesas

A partir de numerosas mediciones, se ha confirmado que el óxido nitroso es el mayor factor climático en el funcionamiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales.

A partir de 2025, su emisión estará regulada por ley en Dinamarca. Se esperan cambios similares en la UE y a escala mundial.

## Campaña de medición del Ministerio de Medio Ambiente danés

- Factor de emisión nacional: 0,84 % N<sub>2</sub>O-N por t<sub>entrante</sub>
- Fuerte variación estacional y dependiente del proceso
- Mediciones a largo plazo absolutamente necesarias
- Las emisiones pueden reducirse comprendiendo el proceso

measure  
to kN<sub>2</sub>O<sub>w</sub>

## La medición del óxido nitroso, paso clave hacia un tratamiento de las aguas residuales neutro para el clima

### El reto mundial

El clima y la protección del medio ambiente figuran entre las principales preocupaciones de la industria del agua, y no solo desde que el debate público sobre el cambio climático cobró impulso. En todo el mundo se observan medidas para hacer más sostenible el sector y reducir los efectos negativos sobre el clima. En este contexto, la emisión de gases de efecto invernadero en las estaciones depuradoras de aguas residuales también está cobrando protagonismo.

En Dinamarca ya se presta especial atención a las emisiones de óxido nitroso, pero también se observan medidas en otros países. Por ejemplo, en su documento estratégico "Road to Net Zero 2030", la empresa de servicio público británica Anglian Water identificó el óxido nitroso como el factor individual más importante en el presupuesto de emisiones de la empresa, con un peso de casi la mitad de las emisiones de Alcance<sup>1</sup>. Este orden de magnitud es bastante común según los estándares internacionales.



Fig. 1: La depuradora de 750.000 PE Lynetten, situada en el puerto de Copenhague.

### Formación de óxido nitroso en la estación depuradora

El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) tiene un alto potencial de calentamiento global (=273 CO<sub>2</sub>eq<sup>2</sup>) y puede generarse en el tratamiento biológico de aguas residuales como subproducto de la nitrificación y desnitrificación<sup>3</sup>. Según el informe del IPCC de 2019, se supone un factor de emisión del 1,6 % de N<sub>2</sub>O-N por t<sub>entrante</sub> para una "estación depuradora de aguas residuales media".

No obstante, el  $N_2O$  depende en gran medida del proceso, y en estudios anteriores se han encontrado factores de emisión de entre el 0 y el 20 %, dependiendo de la configuración y las condiciones locales. Además, suele observarse una fuerte variación estacional, y medidas específicas como el ajuste de la aireación pueden lograr a veces reducciones significativas<sup>4</sup>.

### Medición de óxido nítrico directamente en el proceso

El sistema de  $N_2O$  en aguas residuales es único por su capacidad para medir el óxido nítrico disuelto directamente en el proceso. Proporciona datos en línea continuos y permite detectar tendencias a corto y largo plazo, así como correlaciones con otros parámetros del proceso. De este modo, puede utilizarse para optimizar el control del proceso con el fin de reducir las emisiones. Además, la concentración medida se utiliza para calcular las emisiones de  $N_2O$  basándose en la desorción de aire. El método para calcular las emisiones se ha validado mediante comparación directa con mediciones de gases de escape en varias estaciones depuradoras de aguas residuales, se ha examinado científicamente<sup>5</sup>, y se considera el más avanzado para los operadores de todo el mundo.

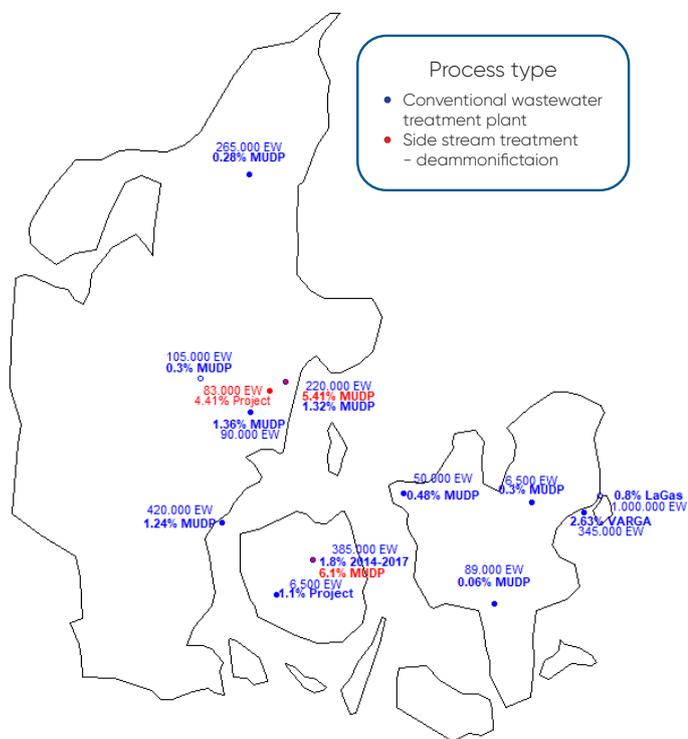


Fig. 2: Resumen de los factores de emisión confirmados en Dinamarca, basado en la campaña de medición de la Agencia Danesa de Protección del Medio Ambiente y en proyectos seleccionados. Unidad: %  $N_2O-N$  por  $T_{entrante}$ ; MUDP: campaña de medición de la Agencia Danesa de Protección del Medio Ambiente, LaGas ([www.lagas.dk](http://www.lagas.dk)), Varga ([www.projekt-varga.dk](http://www.projekt-varga.dk))

### Acción a través de la medición

La disponibilidad de un método viable ha dado lugar a iniciativas de políticas sectoriales en Dinamarca. Esfuerzos similares pueden observarse en todo el mundo, por ejemplo en Reino Unido, Países Bajos, Estados Unidos y Nueva Zelanda. Con el objetivo de conseguir un sector del agua neutro desde el punto de vista climático y energético para 2030, el gobierno danés ha pedido a los operadores de estaciones depuradoras de aguas residuales que presenten datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para mejorar los datos de referencia, se puso en marcha una medida de financiación para realizar una campaña de medición a gran escala. El informe de 2020 resume las mediciones a largo plazo (al menos 1 año) de 9 estaciones depuradoras de aguas residuales danesas y determina el factor de emisión nacional del 0,84 %. Sin embargo, también se encontraron aquí grandes diferencias entre las distintas estaciones depuradoras de aguas residuales y las configuraciones de los procesos. Concretamente, los procesos que funcionaban con una carga elevada para el tratamiento de los licores de fango mostraron un aumento de las emisiones (véase la fig. 2).

Basándose en estos estudios, el gobierno danés tiene previsto introducir un valor límite para las emisiones de óxido nitroso en las estaciones depuradoras de aguas residuales con más de 30 000 h-e en 2025. Se está estudiando la ampliación a estaciones de 10 000 h-e. La estructura detallada del cálculo de tasas y los requisitos de información aún no están claros en el momento de redactar este informe.

### La optimización de los procesos como objetivo

No obstante, está claro que un factor de emisión por sí solo no puede utilizarse para desarrollar medidas de reducción del óxido nitroso. En su lugar, el estudio concluye con la recomendación de ampliar las mediciones en línea existentes y realizar nuevos estudios sobre la relación entre la carga de aguas residuales, la estrategia de aireación, el volumen y la edad de los lodos y las emisiones de óxido nitroso. Más allá del potencial para reducir las emisiones, esto puede permitir una mejor comprensión de los procesos biológicos y aumentar la eficiencia y estabilidad de los procesos.

### La economía de la optimización climática: neutralidad energética y climática

El ahorro de electricidad basado en la reducción de la aireación puede tener un impacto negativo en la formación de óxido nitroso, dependiendo de las condiciones del emplazamiento. Además, las emisiones causadas por la compra de electricidad disminuirán considerablemente en el futuro, a medida que aumenten las energías renovables. Por lo tanto, siempre hay que tener en cuenta el efecto climático global a la hora de optimizar una estación depuradora.

La reducción del óxido nitroso mediante la optimización de los procesos puede ser un método rentable para lograr mejoras significativas. Teniendo en cuenta los costes de adquisición y funcionamiento de la medición permanente, se calculó un precio de mitigación de aproximadamente 2 €/t CO<sub>2</sub>eq para la estación depuradora de aguas residuales de Avedøre, por ejemplo<sup>7</sup>. En esta estación, podría conseguirse una reducción de hasta el 75 % de las emisiones de óxido nitroso mediante cambios en los procesos.

Los operadores de varios cientos de estaciones depuradoras de aguas residuales de todo el mundo controlan actualmente el óxido nitroso disuelto como parámetro de proceso en línea, y muchos están aplicando estrategias de mitigación sobre esta base. Con este creciente corpus de experiencia práctica, el sector dispone de las herramientas y los conocimientos necesarios para lograr un tratamiento de aguas residuales neutro desde el punto de vista climático.

**Autor: Dr. Bastian Piltz, Unisense Environment A/S**

#### Literatura:

<sup>1</sup> Anglian Water, "Our net zero strategy to 2030",

<https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/household/environment/net-zero-2030-strategy-2021.pdf>

<sup>2</sup> IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", 2019.

<sup>3</sup> M. J. Kampschreur, H. Temmink, R. Kleerebezem, M. Jetten, and M. C. M. van Loosdrecht, "Nitrous oxide emission during wastewater treatment", *Water Res.*, vol. 43, no. 17, pp. 4093-4103, 2009.

<sup>4</sup> V. Vasilaki, T. M. Massara, P. Stanchev, F. Fatone, and E. Katsou, "A decade of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) monitoring in full-scale wastewater treatment processes: A critical review", *Water Res.*, vol. 161, pp. 392-412, 2019,

<sup>5</sup> C. Baresel, S. Andersson, J. Yang, & M.H. Andersen, (2016). "Comparison of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions calculations at a Swedish wastewater treatment plant based on water concentrations versus off-gas concentrations", *Advances in Climate Change Research*, 7(3), 185-191.

<sup>6</sup> Umweltbehörde Dänemark (MUDP), "Lattergaspulje - Dataopsamling på måling og reduktion af lattergasemissioner fra renseanlæg", 2020.

<sup>7</sup> Umweltbehörde Dänemark (MUDP), "VARGA - Vandressource Genvindingsanlæg", 2023

Sensor de proceso de óxido nitroso para optimización del tratamiento de aguas residuales en línea, reducción de gases de efecto invernadero a bajo coste y contabilidad fiable de la sostenibilidad

**Unisense Environment A/S**

**Web:** [www.unisense-environment.com](http://www.unisense-environment.com)

**LinkedIn:** [Unisense Environment](#)

**E-mail:** [sales@unisense.com](mailto:sales@unisense.com)

**Telefon:** +45 8944 9500

**Office hours:**

Monday–Thursday 8 am to 4 pm (CET)

Friday 8 am to 3.30 pm (CET)

measure   
to kN<sub>2</sub>Ow 