Die Überwachung von Lachgas als wichtiger Schritt zur klimaneutralen Abwasserbehandlung

-Erfahrungen aus Dänemark-

Klima- und Umweltschutz gehören zu den originären Aufgaben der Wasserwirtschaft – und das nicht erst seitdem die öffentliche Klimadebatte an Fahrt aufgenommen hat. Weltweit lassen sich in den letzten Jahren jedoch verstärkt Investitionen in Maßnahmen erkennen, die den Sektor nachhaltiger machen, und negative Auswirkungen auf das Klima reduzieren sollen. In diesem Zusammenhang rücken auch die Emission von Treibhausgasen auf Kläranlagen immer mehr in den Fokus. In Dänemark wird seit einigen Jahren besonderes Augenmerk auf die Emission von Lachgas gelegt, aber auch in anderen Ländern wird die Herausforderung gesehen. Das britische Versorgungsunternehmen Anglian Water z.B. hat in seiner kürzlich veröffentlichten Strategie "Road to net zero 2030" Lachgas als den größten Einzelfaktor im Kohlenstoffbudget des Unternehmens identifiziert, der fast die Hälfte der Scope-1-Emissionen (in CO_2-Äquivalenten) ausmacht [1].

Abb. 1: Die 350.000 EW Kläranlage Lünetten, gelegen im Hafen von Kopenhagen

Lachgas (N_2O) hat ein hohes Treibhauspotential (=298 CO_2 eq [2]) und kann in der biologischen Abwasserreinigung auf verschiedenen Wegen als Nebenprodukt von Nitrifikation und Denitrifikation produziert [3]. Laut des IPCC Berichts von 2019 wird für eine „durchschnittliche Kläranlage" ein Emissionsfaktor von 1,6% N_2O-N pro TN_{Zulauf} angenommen. Allerdings sind die Bildung und Emission von N_2O stark prozessabhängig, und in bisherigen Studien sind Emissionsfaktoren von nahe 0 bis zu über 20%, je nach Konfiguration und den lokalen Gegebenheiten, gefunden worden. Weiterhin wird meist eine starke saisonale Variation über das Jahr beobachtet, und durch gezielte Maßnahmen wie z.B. Anpassung der Belüftung lassen sich teilweise signifikante Reduktionen erreichen [4].

Das von Unisense Environment entwickelte N_2O-Abwassersensorsystem ist einzigartig in seiner Fähigkeit, gelöstes Lachgas direkt in der Prozessflüssigkeit zu messen. Es liefert kontinuierlich Online-Daten an das Kontrollzentrum des Betreibers. Dies ermöglicht die Erkennung kurz- und langfristiger Trends, Auslöser, sowie Korrelationen mit anderen Prozessparametern und kann für die Entwicklung verbesserter Prozesskontrollen und gezielter Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen genutzt werden. Darüber hinaus kann die gemessene Konzentration zur Berechnung der entsprechenden N_2O-Emissionen auf der Grundlage von Luftstripping-Modellen verwendet werden. Dadurch erhalten die Betreiber qualitativ hochwertige Daten für die interne und externe Berichterstattung. Die Methode zur Emissionsberechnung wurde durch den direkten Vergleich mit Abgasmessungen in einer unterirdischen Kläranlage validiert [5], wissenschaftlich untersucht und wird von Betreibern auf der ganzen Welt genutzt.

Der jüngste Fokus auf Lachgas und die Verfügbarkeit einer praxistauglichen Methode hat in Dänemark zu sektorweiten politischen Initiativen geführt. Ähnliche Bemühungen sind auf der ganzen Welt zu beobachten, z.B. in Großbritannien, den Niederlanden und Neuseeland. Auch in Deutschland gewinnt das Thema immer mehr an Aufmerksamkeit (s. Veröffentlichung der DWA Merkblätter M 230-1 und 230-2). Im Zusammenhang mit dem Ziel eines klima- und energieneutralen Wassersektors bis 2030 hat die dänische Regierung die Betreiber von Kläranlagen aufgefordert, im Rahmen eines „Pariser Modells" Daten über die aktuellen und prognostizierten Emissionen von Treibhausgasen einzureichen.

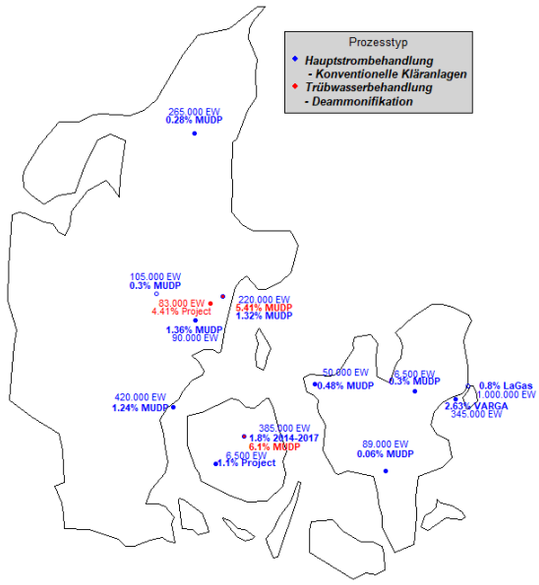

Abb. 2: Übersicht gemessener Emissionsfaktoren in Dänemark, basierend auf der Messkampagne des dänischen Umweltamtes und ausgewählten Projekten. Einheit: % N_2O-N pro TN_{Zulauf}; MUDP: Messkampagne der dänischen Umweltschutzbehörde, LaGas (www.lagas.dk), Varga (www.projekt-varga.dk)

Um die Ausgangsdatenlage zu verbessern, wurde im Jahr 2018 eine Fördermaßnahme aufgelegt, um eine breit angelegte Messkampagne zu realisieren. Der daraus entstandene Bericht aus dem Jahr 2020 fasst Langzeitmessungen (mindestens 12 Monate) von 9 dänischen Kläranlagen zusammen und hat einen neuen nationalen Emissionsfaktor von 0,84% bestimmt [6]. Allerdings wurden auch hier große Unterschiede zwischen den Kläranlagen und Prozesskonfigurationen festgestellt. Insbesondere die unter Hochlast betriebenen Prozesse zur Behandlung von Trübwasser (z.B. Deammonifikation) zeigten in der Untersuchung erhöhte Emissionen (s. Abb. 2).

Ausgehend von diesen Untersuchungen plant die dänische Regierung, nach 2025 eine Besteuerung von Lachgasemissionen auf Kläranlagen mit mehr als 30.000 EW einzuführen. Die detaillierte Vorgehensweise zur Berechnung der Abgaben ist derzeit noch unklar. Die Berichterstattung soll aber jetzt schon als Motivationsfaktor zur Reduktion der Emissionen wirken, da die Versorger natürlich gerne Daten melden würden, die zeigen, dass sie die geforderten Grenzwerte einhalten.

Laut dänischer Umweltschutzbehörde kann ein Emissionsfaktor allein nicht dazu verwendet werden, allgemeine Maßnahmen zur Reduzierung der Lachgasemissionen von einzelnen Kläranlagen zu entwickeln. Stattdessen schließt die Studie mit der Empfehlung, bestehende Online-Messungen auf Lachgas auszuweiten und weitere Studien über die Beziehung zwischen Abwasserlast, Belüftungsstrategie, Schlammvolumen und -alter und Lachgasemissionen durchzuführen. Über das Potential der Emissionsreduktion hinaus kann dadurch oftmals ein besseres Verständnis der biologischen Prozesse erreicht-, und die Prozesseffizienz und -stabilität erhöht werden. Betreiber von mehreren hundert Kläranlagen auf der ganzen Welt überwachen derzeit gelöstes Lachgas als Online-Prozessparameter, und viele setzen auf dieser Grundlage Minderungsstrategien um. Mit dieser wachsenden Zahl praktischer Erfahrungen verfügt der Sektor nun über die Instrumente und das Wissen, um eine wirklich klimaneutrale Abwasserbehandlung zu erreichen

Literatur:

1. Anglian Water, "Our net zero strategy to 2030," https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/household/environment/net-zero-2030-strategy-2021.pdf
2. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories," 2019.
3. M. J. Kampschreur, H. Temmink, R. Kleerebezem, M. Jetten, and M. C. M. van Loosdrecht, "Nitrous oxide emission during wastewater treatment," Waterv Res., vol. 43, no. 17, pp. 4093–4103, 2009.
4. V. Vasilaki, T. M. Massara, P. Stanchev, F. Fatone, and E. Katsou, "A decade of nitrous oxide (N_2O) monitoring in full-scale wastewater treatment processes : A critical review," Water Res., vol. 161, pp. 392–412, 2019,
5. C. Baresel, S. Andersson, J. Yang, & M.H. Andersen, (2016). "Comparison of nitrous oxide (N_2O) 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.
6. Umweltbehörde Dänemark (MUDP), "Lattergaspulje - Dataopsamling på måling og reduktion af lattergasemissioner fra renseanlæg," 2020.

Author: Dr. Bastian Piltz Unisense Environment A/S Tueager 1, 8200 Aarhus, Dänemark