

Aus der Professur für Wasserwirtschaft
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der Dissertation

Umgang mit stark verschmutztem Niederschlagswasser aus Siloanlagen

„Von der Verschmutzungs-Quelle bis zur Behandlung am Beispiel einer Biogasanlage“

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von M.Sc. Michael Cramer
aus Rostock

Verteidigung am 22. September 2021

Due to the raw materials stored on site, stormwater from silo facilities has a high organic and nutrient load that must be treated before discharge to surface or groundwater. Due to the entirely different composition of this wastewater compared to urban runoff, completely new evaluation criteria and treatment systems must be developed for this. During the test period, strong fluctuations in the wastewater composition were observed. Measurements showed both very heavily polluted effluents with organic loads above $12,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ contents above $800 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, and $\text{PO}_4\text{-P}$ contents of $380 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, and effluents with COD concentrations above $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ and correspondingly low nutrient contents. The main sources of contamination are crumb losses from the wheel loader during transport, windswept dried substrates, and silage effluents resulting from lactic acid fermentation during storage. Frequent cleaning operations have a strong impact on reducing pollution and are strongly recommended. This shows that stormwater runoff from silage facilities is more comparable to domestic wastewater, but has the same dynamics as rainwater.

However, results showed that the stormwater has good biological treatability due to its high organic content, but also may contain a high amount of inert or poorly degradable COD, depending on the substrates stored on site. Facing all concerns, a proper process design based on a trickling filter operating in a sequence-batch-reactor-mode was developed. Both, aerobic and anaerobic steps allow a good treatability regarding COD reduction, nitrification and denitrification as well as enhanced biological phosphorous removal. One main advantage is the ability to sustain long starvation periods with no inflow.

The aim of the research project was to define the technical basis for the treatment of stormwater runoff and to be able to offer the biogas plant operators a reliable stormwater treatment process that is suitable for approval.

Niederschlagswasser aus Siloanlagen hat aufgrund der vor Ort gelagerten Rohstoffe eine hohe organische und Nährstoffbelastung, die vor der Einleitung in Oberflächen- oder Grundwasser behandelt werden muss. Aufgrund der vollkommen anderen Zusammensetzung dieses Abwassers im Vergleich urbanen Abflüssen, müssen hierfür vollkommen neue Bewertungskriterien und Behandlungssysteme entwickelt werden. Während des Versuchszeitraums wurden starke Schwankungen in der Abwasserzusammensetzung beobachtet. Die Messungen zeigten sowohl sehr stark belastete Abwässer mit organischen Frachten über $12.000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalten über $800 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ und $\text{PO}_4\text{-P}$ -Gehalten von $380 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ als auch Abwässer mit CSB-Konzentrationen von über $300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ und entsprechend niedrigen Nährstoffgehalten. Hauptverursacher der Verunreinigungen sind die Krümelverluste des Radladers beim Transport, Windverwehungen von getrockneten Substraten und die durch eine Milchsäuregärung während der Lagerung entstehenden Silageabflüsse. Häufige Reinigungsvorgänge haben einen starken Einfluss auf die Reduzierung der Verschmutzung und werden dringend empfohlen. Dies zeigt, dass das Niederschlagswasser aus Siloanlagen eher mit häuslichem Abwasser vergleichbar ist, jedoch die gleiche Dynamik wie Regenwasser aufweist.

Ergebnisse zeigten, dass das Niederschlagswasser aufgrund seiner hohen organischen Inhaltsstoffe biologisch gut Behandelbarkeit ist, enthält aber auch unter Umständen einen hohen Anteil an inertem oder schwer abbaubarem CSB, abhängig von den vor Ort gelagerten Substraten. Unter Berücksichtigung aller Aspekte wurde ein geeignetes Verfahrenskonzept auf Basis eines Tropfkörpers entwickelt, der im Sequenz-Batch-Reaktor-Verfahren arbeitet. Sowohl die aerobe als auch die anaerobe Stufe ermöglichen eine gute Reinigungsleistung hinsichtlich CSB-Reduktion, Nitrifikation und Denitrifikation sowie eine verbesserte biologische Phosphorentfernung. Ein wesentlicher Vorteil ist die Fähigkeit, lange Hungerperioden ohne Zufluss zu überstehen.

Ziel des Forschungsprojektes war es, die technischen Grundlagen für die Behandlung von Regenwasserabflüssen zu definieren und den Biogasanlagenbetreibern ein zuverlässiges und genehmigungsfähiges Verfahren zur Regenwasserbehandlung von Siloanlagen anbieten zu können.