

Abstract

Rapid urbanisation and energy security issues raise the demand for higher space/energy-efficient wastewater treatment plants (WWTPs). To meet this need, chemical enhanced primary treatment (CEPT), physical enhanced primary treatment (PEPT), and their combination have been applied as effective tools. Enhanced primary treatment (EPT) aims to reduce load in biological treatment which contributes approximately 70% of energy consumption in WWTPs. CETP using conventional inorganic coagulants/flocculants, such as aluminium-based, can remove particulate pollutants efficiently. However, they can harm human health and the environment, besides microorganisms employed in the biological treatment and anaerobic digestion for biogas production. Thus, natural-based flocculants have received much attention in recent years due to their harmlessness to the environment, associated with their high biodegradability and capabilities as flocculants, which are being demonstrated in recent studies.

This study was conducted at a real municipal WWTP (10,000 EP) in Bösau, Stuttgart, Germany. The cationic starch was used for the pilot-scale tests due to its natural-based properties and higher performance than other flocculants, which were observed in the lab-scale tests consisting of polyacrylamide and chitosan. The research subject was wastewater after the grit/grease chamber (PLTWW) and the primary sedimentation tank (PST). A drum microscreen (MS) was employed as PEPT, receiving wastewater with a flow rate of $0.5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Various configuration was carried out by changing the inflow load, microscreen size (100 and 20 μm), presence of the flocculant, and presence of a sedimentation tank after flocculation. Furthermore, the quality of retentate, the efficiency of the MS in terms of backwash, and concentration factors were analysed to evaluate the effectiveness of all configurations.

The results showed that MS without flocculation removed 70% of TSS and 50% of total chemical oxygen demand (TCOD) from the PLTWW. The addition of the cationic starch increased the removal rates by 30%, achieving 100% of TSS and 88% of TCOD removal with the 20 μm MS from the PLTWW. In addition, the combination of flocculation and 20 μm MS achieved 100% TSS removal from the effluent of PST, which is generally hard to make flocs due to the low particle load. Besides, a sedimentation tank was installed after flocculation to compare the performance between sieving and settling, resulting in 78% TSS and 63% TCOD removal by the settling.

This study provides the potential of combining natural-based flocculants and MS for future energy/area-efficient WWTPs, by replacing PST and biological treatment and enhancing sludge utilisation.

Zusammenfassung

Das herkömmliche Vorklärbecken (VKB) entfernt 50 bis 70% der Gesamt suspendierten Feststoffe (GSF). Die rasche Verstärkerung und Fragen der Energiesicherheit erhöhen jedoch den Bedarf an platz- und energieeffizienter Abwasserbehandlung (ABW). Um diesem Bedarf gerecht zu werden, wurden die chemisch unterstützte Erstbehandlung (CUE), die physikalisch unterstützte Erstbehandlung (PUE) und deren Kombination als wirksame Instrumente eingesetzt. Bei der CUE werden herkömmliche anorganische Koagulierungs-/Flockungsmittel, z. B. auf Aluminiumbasis, eingesetzt, um partikelförmige Schadstoffe wirksam zu entfernen. Sie können jedoch für die menschliche Gesundheit und die Umwelt schädlich sein. Außerdem können sie die Aktivität von Mikroorganismen beeinträchtigen, die bei der biologischen Behandlung und anaeroben Vergärung zur Biogaserzeugung eingesetzt werden. Daher haben pflanzenbasierte Flockungsmittel in den letzten Jahren aufgrund ihrer Unbedenklichkeit für die Umwelt in Verbindung mit ihrer hohen biologischen Abbaubarkeit und ihren Fähigkeiten als Flockungsmittel, die in jüngsten Studien nachgewiesen wurden, viel Aufmerksamkeit erhalten.

Diese Studie wurde in einer kommunalen Kläranlage (10.000 EP) in Büsnau, Deutschland, durchgeführt. Für die Versuche im Pilotmaßstab wurde kationische Stärke verwendet, da sie auf natürlichen Eigenschaften beruht und leistungsfähiger ist als andere Flockungsmittel, die in Laborversuchen mit Polyacrylamid und Chitosan beobachtet wurden. Das Forschungsobjekt war das Abwasser nach dem Sand- und Fettabscheider und dem VKB. Als PUE wurde ein Trommelmikrosieb (MS) eingesetzt, das Abwasser mit einer Durchflussmenge von $0,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ aufnahm. Es wurden verschiedene Konfigurationen durchgeführt, indem die Zulaufbeladung, die Mikrosiebgröße (100 und $20 \mu\text{m}$), die Anwesenheit des Flockungsmittels usw. verändert wurden.

MS ohne Flockung entfernte 70% der GSF und 50% des Gesamtchemischen Sauerstoffbedarfs (GCSB). Durch die Zugabe von kationischer Stärke wurden die Entfernrates um 30% erhöht, so dass mit dem $20 \mu\text{m}$ MS 100% der GSF und 88% des GCSB entfernt werden konnten, was der Einleitungsnorm für GCSB in Deutschland entspricht. Darüber hinaus erreichte die Kombination aus Flockung und $20 \mu\text{m}$ MS konstant 100% der GSF-Entfernung aus dem Abwasser von VKB, das aufgrund der geringen Partikelbelastung in der Regel nur schwer Flocken bilden kann. Außerdem wurde nach der Flockung ein Absetzbecken installiert, um die Leistung von Sieb- und Absetzverfahren zu vergleichen. Das Ergebnis: 78% der GSF und 63% des GCSB wurden durch Ausfällen entfernt. Darüber hinaus wurden die Qualität des Retentats, die Effizienz des MS in

Bezug auf Rückspülung, Konzentrationsfaktoren usw. analysiert, um die Wirksamkeit aller Konfigurationen zu bewerten.

Diese Studie zeigt das Potenzial der Kombination von natürlich basierten Flockungsmitteln und MS für zukünftige energie-/ flächeneffiziente ABW auf, durch den Ersatz des VKB und der biologischen Behandlung sowie einer Verbesserung der Schlammverwertung.