

Bachelorarbeit

Thema: Untersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit von Industrieabwasser aus einem neuartigen Kautschukextraktionsprozess

Studies on the biodegradability of industrial wastewater from a novel rubber extraction process

Bearbeiterin: Melle Christin Ahlers

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Tränckner

Datum: 30.09.2022

Zusammenfassung

Im neuartigen Taraxagum[®]-Prozess zur Gewinnung von Naturkautschuk fallen Prozesswässer an (Continental Reifen Deutschland GmbH, 2022). Dabei ist es im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft das Ziel, das Prozesswasser durch die Gewinnung von Biogas während der anaeroben Aufbereitung als Ressource zu nutzen und es anschließend in den Prozesskreislauf zurückzuführen. Im Rahmen des Projektes „Wasser- und Stoffstrommanagement für den Taraxagum(R)-Prozess“ wurde eine anaerobe Versuchsanlage betrieben. In der vorliegenden Bachelorarbeit wird untersucht, inwiefern sich organische Inhaltsstoffe des Zu- und Ablaufes in anaeroben und aeroben Batch-Versuchen unter Laborbedingungen biologisch abbauen lassen. Die Ermittlung des Biogaspotenzials und der Abbauratenkonstante sowie die Aufstellung der Fraktionen des chemischen Sauerstoffbedarfs (COD) waren wesentliche Bestandteile. Die Datenaufbereitung und -auswertung erfolgte mit der Open-Source-Software R (RStudio: Integrated Development Environment for R, 2022).

In den anaeroben Batch-Versuchen, die in Anlehnung an die VDI 4630 (2016) durchgeführt wurden, wurden Druckmesszellen der Firma ANKOM zur Erfassung der Gasproduktion eingesetzt (Ankom Technology, 2022). Die Zuläufe weisen ein hohes Biogaspotenzial von 621 LN kgVS-1 auf. Da die Abbauratenkonstanten mit 0.15 bis 0.42 d⁻¹ hoch sind, ist von einem schnellen Abbau und somit einer geringen Verweilzeit im Reaktor auszugehen (Mähnert, 2007).

Aus den Sauerstoffkonzentrationen, die während des aeroben Batch-Tests erfasst wurden, wurden Sauerstoffverbrauchsraten (OUR) berechnet (Ekama, Dold und Marais, 1986, Melcer et al., 2003). Aus den Untersuchungen hat sich ergeben, dass eine Einteilung der Fraktionen durch horizontale Geraden nach Melcer et al. (2003) die komplexen biologischen Abbauvorgänge nicht ausreichend beschreibt. Statt einer COD-Fraktionierung nach Activated Sludge Model No. 1 (ASM 1) (Henze et al., 1987), wurde eine vereinfachte COD-Fraktionierung unter der Annahme, dass der schwer abbaubare COD (χ iCOD) gänzlich gelöst vorliegt, durchgeführt. Während im Zulauf durchschnittlich 63 % des

COD abbaubar sind, sind es im Ablauf durchschnittlich nur 22 %. Außerdem konnte festgestellt werden, dass im aeroben Batch-Versuch nicht signifikant mehr COD abgebaut wurde als im anaeroben Batch-Versuch. Die angewandte Methodik des aero-ben Batch-Tests wies Schwächen auf und sollte daher angepasst werden. Die ermittelten Daten bilden die Grundlage für die nachfolgende modellbasierte Konzeptentwicklung der Prozesswasserbehandlung.

Abstract

Process water is produced in the novel Taraxagum[®]-process for the extraction of natural rubber (Continental Reifen Deutschland GmbH, 2022). In terms of sustainable recycling management, the process water is to be used as a resource by gaining biogas during anaerobic treatment. It is returned into the process cycle. As part of the concept development an anaerobic model reactor was operated. In this bachelor thesis laboratory methods on the anaerobic and aerobic degradability of the inflow and outflow of the model reactor are done and evaluated. The determination of the maximum biogas yield and the utilization rate constant as well as the fractionation of the chemical oxygen demand (COD) are essential parts. The data preparation and evaluation are implemented with the open-source-software R (RStudio: Integrated Development Environment for R, 2022).

In the anaerobic batch test pressure measuring cells from the company ANKOM were used to record the gas production (Ankom Technology, 2022). The batch test was carried out based on VDI 4630 (2016). A maximum biogas yield of 621 L-N kgVS-1 was determined for the inflow. Since the utilization rate constant are high at 0.15 to 0.42 d⁻¹, rapid degradation and thus a short residence time in the reactor can be assumed (Mähner, 2007, Gunaseelan, 2004).

Oxygen utilization rates (OUR) were calculated from the oxygen concentrations recorded during the aerobic batch test (Ekama, Dold and Marais, 1986, Melcer et al., 2003). A classification of fractions by horizontal straight lines (Melcer et al., 2003), does not adequately describe the complex biodegradation processes (Spanjers and Vanrolleghem, 2016). Instead of COD fractionation according to ASM 1 (Henze et al., 1987), a simplified COD fractionation assuming that the slowly degradable COD (xsCOD) is entirely dissolved was performed. In the inflow 63 % of the COD is degradable, in the outflow still 22 %. Furthermore, it was possible to determine that in the aerobic batch test not significantly more COD was degraded than in the anaerobic batch test. The applied methodology of the aerobic batch test had weaknesses and should be adapted. The determined data form the basis for the following model-based concept development of the process water treatment.