



Doctoral Thesis

Trägereffekte bei der Behandlung von Industrieabwässern in anaeroben Biofilm-Flie遥ettreaktoren

Author(s):

Mol, Nuri

Publication Date:

1992

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000695792> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 10 023

**TRÄGEREFFEKTE BEI DER BEHANDLUNG
VON INDUSTRIEABWÄSSERN IN
ANAEROBEN BIOFILM -
FLIESSBETTREAKTOREN**

Abhandlung

zur Erlangung des Titels

Doktor der Technischen Wissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

NURI MOL

Dipl.-Ing. TU Berlin

geboren am 10. August 1954

in Istanbul / Türkei

Angenommen auf Antrag von

Herrn Prof. Dr. J.R. Bourne, Referent

Herrn PD Dr. I.J. Dunn, Korreferent

Zürich 1992

Zusammenfassung

Bei der anaeroben Behandlung von zwei unterschiedlichen Industrieabwässern mit einstufigen Biofilm-Fliessbettreaktoren wurden acht verschiedenartige Trägermaterialien getestet. Das Reaktorsystem für Brauereiabwässer bestand aus fünf parallel geschalteten Fliessbettreaktoren mit den Trägertypen Bims, Quarzsand, Schiefer, Anthrazit H100 und Aktivkohle F100 (alle mit einer Partikelgrösse von 0.3 mm). Bei der Behandlung von Brüdenkondensat aus der Celluloseverarbeitung wurden in sechs parallel geschalteten Reaktoren die Trägertypen Quarzsand, Bims, Schiefer, Anthrazit H200 (0.8 mm, nicht-porös!), Siran (makroporös) und Aktivkohle F200 (0.8 mm, porös!) eingesetzt. Die Reaktorsysteme wurden über zwei Jahre kontinuierlich betrieben und in drei typischen Phasen charakterisiert: Adhäsion - Biofilmbildung und -wachstum auf den Trägerpartikeln; Reaktorleistungen und Betriebsstabilität bei organischen Schocks durch Substratüberlastung; Reaktorleistungen bei toxischen Schockbelastungen mit Phenol. Wichtige Trägereigenschaften wurden im Zusammenhang mit den Abbauleistungen evaluiert. Stationäre Abbau- und Gasproduktionsraten wurden nach ca. 100 d erreicht. An allen Testträgerpartikeln wurde ein Biofilmbewuchs nachgewiesen. Der durch stufenweise Erhöhung des Substratzulaufstroms eingeleitete Substratüberschuss führte in allen Reaktoren zu höheren Reaktionsraten. Die Abbau- bzw. Gasproduktionsraten lagen im Reaktorsystem für Brauereiabwässer zwischen 26 und 33 kg COD/m³ d bzw. 8.8 und 11.7 m³ CH₄/m³ d, beim Brüdenkondensat zwischen 0.6 und 20 kg COD/m³ d bzw. 0.63 und 7.2 m³ CH₄/m³ d. Die hydraulische Verweilzeit wurde in dieser Phase zwischen 3 und 33 h variiert. Am Reaktorsystem für Brauereiabwässer wurde am Biofilmsystem von porösen Trägern Aktivkohle und Anthrazit 2-4 mal höhere Biomassekonzentrationen im Vergleich zu den Biofilmsystemen an nicht-porösen Materialien Bims, Quarz und Schiefer festgestellt. Am Reaktorsystem für Brüdenkondensat wurden während der organischen Schockbelastung am Biofilmsystem von nicht-porösen Mineralträgern Bims, Quarz, Schiefer und makroporösem Siran in jeder Belastungsstufe höhere Abbau- und Gasproduktionsraten festgestellt, im Vergleich zu Aktivkohle F200 sowie Anthrazit H200 wurden dabei 2 - bis 3 mal höhere Biomassekonzentrationen gemessen. Auf Siranpartikeln wurde die

VII

höchste Biomassekonzentration gemessen, wobei die Abbauleistungen im Bereich von nicht-porösen Trägern lagen.

Während der dynamischen Phenolbelastung im kontinuierlichen Betrieb zeigten Aktivkohle und Anthrazit höhere Phenoladsorptionskapazitäten im Vergleich zu nicht-porösen Trägern sowie makroporösem Siran. Aufgrund der höheren Biomassekonzentration gegenüber den nicht-porösen Trägern gingen die Gasproduktions- und Abbauraten am Biofilmträgersystem von Aktivkohle F100 und Anthrazit H100 für Brauereiabwässer trotz höherer Phenoladsorption nur geringfügig zurück. An den nicht-porösen Trägern wurde durch das Biofilmwachstum eine erhöhte Phenoladsorptionskapazität beobachtet. Am Reaktorsystem für Brüdenkondensat wurde während dynamischer Phenolbelastungen am Biofilmsystem der Mineralträger Bims, Quarz, Schiefer und Siran eine geringere Adsorptionskapazität gegenüber dem porösen Träger Aktivkohle F200 beobachtet. Wegen der geringeren Biomassekonzentration wurde am Biofilmsystem von Aktivkohle F200 eine grössere Abnahme von Abbau- und Gasproduktionsraten gegenüber nicht-porösen Mineralträgern verursacht. Die hohe Adsorptionskapazität von porösen Kohleträgern erwies sich kurzzeitig günstig für die Betriebsstabilität. Negative Langzeiteffekte müssen jedoch berücksichtigt werden, wenn toxische Substanzen in hohen Konzentrationen irreversibel am Biofilmträgersystem dieser Materialien zurückgehalten werden und die Biologie nachhaltig stören.

Die unterschiedlichen Trägerverhalten an zwei verschiedenen Abwässern haben gezeigt, dass Trägereffekte im Gesamtkomplex Abwasser-Mikroorganismen-Trägermaterial beurteilt werden müssen. Bei bekannter Problemstellung kann zumindest die Dauer der Vorversuche aufgrund früherer Betriebserfahrungen wesentlich verkürzt werden.

VIII

Abstract

Eight different biofilm fluidized bed carrier materials were investigated for the treatment of two wastewaters. The reactors for brewery wastewater were comprised of five fluidized bed reactors operating in parallel with pumice, quartz sand, shale, anthracite and activated carbon (all with a particle size of 0.3 mm). The treatment of condensate from cellulose manufacture was investigated with six reactors in parallel, using non-porous pumice, quartz sand, shale, anthracite (0.8 mm, non-porous), macro-porous glass (0.6 mm Siran) and porous activated carbon (0.8 mm). The anthracite and activated carbon for the two wastewaters were different types and sizes from the same supplier. Continuous operation for two years, allowed information to be obtained on startup, long-term performance, stability under shock loading of wastewater, and on the influence of phenol shocks as an example of a toxic component.

Steady state rates of methane production and COD reduction were obtained for all eleven reactors about 100 days after inoculation. Steady-state rates for the brewery wastes were in the range of 26 to 33 kg COD/m³ d and for the condensate in the range of 0.6 to 20 kg COD/m³ d, with corresponding gas production rates in the range of 8.8 to 11.7 m³ CH₄/m³ d for the brewery wastes and 0.63 to 7.2 m³ CH₄/m³ d for the condensate respectively. The residence times were in the range of 3 to 33 h, and the highest rates were obtained with the shortest residence times and correspondingly highest effluent concentrations.

With brewery waste, stepwise increases in influent flow, during periods of 4 residence times, resulted in higher degradation rates and methane production rates. The porous activated carbon gave the highest rates and lowest effluent concentrations for brewery waste, retaining two to four times more biomass than the non-porous carriers.

For the reactors receiving condensate, the non-porous carriers pumice, quartz sand, shale and the macro-porous glass (Siran) performed best, owing to 2-3 times higher biomass concentrations than the carriers anthracite and activated carbon. The macro-porous glass (Siran) exhibited the highest biomass retention but gave similar performance to the pumice, quartz sand, and shale.

Experiments with phenol shocks showed that the porous anthracite and activated carbon carriers had much higher phenol adsorption capacities in comparison to the other carriers. For the brewery waste, owing probably to

the higher biomass content, the rates of gas production and degradation of the anthracite and activated carbon carriers decreased less than those of the other carriers, even though the amount of phenol adsorbed was much greater. On the glass (Siran), pumice, quartz sand, and shale carriers the adsorption of phenol was increased by the presence of biomass. With the condensate reactors, the phenol shocks caused the rates of gas production and degradation of the activated carbon carrier to decrease more than on the other carriers, apparently because of the lower biomass concentration. Although the high adsorptive capacity of the activated carbon proved to be effective in adsorbing phenol during short-term experiments, negative long-term effects on the biology must be expected if toxic substances in high concentration are irreversibly adsorbed on carriers.

The differing performance of the various carriers with the two wastewaters demonstrated that the carrier effects must be evaluated for the specific water treatment situation.