



Doctoral Thesis

Dynamisches Verhalten der mesophilen anaeroben Schlammstabilisierung

Author(s):

Tschui, Manfred

Publication Date:

1989

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000569015> →

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. 8958

Dynamisches Verhalten der mesophilen anaeroben Schlammstabilisierung

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
MANFRED TSCHUI
dipl. Chem.-Ing. ETH
geboren am 26. Juni 1956
von Derendingen, Solothurn

Angenommen auf Antrag von
PD. Dr. Willi Gujer, Referent
Prof. Dr. Werner Stumm, Korreferent

W. Gujer
9. 2. 90

Zürich 1989

Zusammenfassung

Ausgehend von den heutigen Vorstellungen über den anaeroben mesophilen Abbau von organischen Substanzen wird ein biokinetisches Modell zur Beschreibung der mesophilen Schlammfäulung von Frischschlamm auf Kläranlagen formuliert. Das Modell stellt den Ablauf der Fäulung den mikrobiologischen Kenntnissen entsprechend als mehrstufigen Abbauprozess dar. Für die Umsetzung des Modells in ein Simulationsprogramm wurden als Ausgangslage kinetische Daten aus der Literatur verwendet.

Die Kalibrierung der verwendeten Modellparameter wurde aufgrund der durchgeführten Belastungsversuche vorgenommen. Angepasst werden mussten insbesondere die kinetischen Daten der litotrophen Methanogenese, um den aufgrund thermodynamischer Überlegungen und auch im Experiment bestätigten tiefen Konzentrationsbereich beschreiben zu können, in welchem ein vollständiger anaerober Abbau abläuft.

Wie die Simulation der durchgeführten Laborversuche zeigt, können die Experimente mit der Modellrechnung in guter Übereinstimmung nachvollzogen werden. Sämtliche wichtigen Prozesszusammenhänge und Prozesskopplungen sind im Modell berücksichtigt und das Verhalten der Fäulung bei Störungen einzelner oder mehrere Prozesse wird wirklichkeitsnah aufgezeigt. Die realitätsnahe Darstellung der Fäulprozesse mit dem Modell erlaubt es, die Modellaussagen auf die Wirklichkeit zu übertragen.

Aus den durchgeführten Belastungsversuchen geht hervor, dass die Schlammfäulung gegenüber Stossbelastungen unempfindlich ist, vorausgesetzt das System weist eine genügende Pufferkapazität auf. An der Bildung einer ausreichenden Pufferkapazität im System ist massgeblich der organische Stickstoffgehalt im zu stabilisierenden Frischschlamm beteiligt. Für eine Versäuerung der Fäulung muss die Fäulung über eine längere Zeitspanne massiv überlastet werden, kurzzeitige Stossbelastungen werden vom System üblicherweise aufgefangen.

Obwohl die Wasserstoffkonzentration eine wichtige Regelgrösse des anaeroben Abbaus ist, kann die Wasserstoffmessung nur bedingt zur Beurteilung des Zustandes der Schlammfäulung eingesetzt werden. Bedingt durch seine sehr kurze, mittlere Aufenthaltszeit bewirken schon kleine Störungen eine kurzzeitige Anreicherung im System, welche allerdings sofort wieder abklingt. Die Bestimmung der flüchtigen organischen Säuren ermöglicht demgegenüber dezidiertere Aussagen auf allfällige Überlastungen und eignet sich deshalb besser als Kontrollgrösse.

Abstract

A biokinetic model for anaerobic mesophilic digestion of raw sludge from domestic wastewater treatment is formulated based on today's understanding of the processes involved. The model includes the degradation of particulate and dissolved substrates in several sequential and parallel processes as well as reactor pH, gas production and -composition. The application of the model in the form of a simulation program is based on kinetic information as derived from the microbiological and thermodynamic literature.

The calibration of the model relies on dynamic experiments in a laboratory scale reactor and required especially the adjustment of the kinetic parameters for the lithotrophic methanogenesis. Thermodynamic considerations together with experimental evidence were the basis of these adjustments.

The simulation of a wide variety of dynamic experiments verified the model and give support to the conclusion that the model considers the most important processes involved. Perturbations of the laboratory reactor, of individual processes as well as process sequences compare well with theoretic predictions. The successful description of mesophilic digestion experiments under severe external transients suggests that the model may be applied for the description of full scale processes.

Transient experiments indicate, that mesophilic digestion is not severely affected by shockloads, given that a sufficiently high pH buffercapacity is available in the reactor. The buffercapacity in the digested sludge is primarily built up in the context of the degradation of organic nitrogen components present in the influent. Acidification of a digester may require a severe overload of the system over several days. Shortterm shockloads are usually tolerated by the system without significant consequences.

The concentration of dissolved hydrogen is an important controlparameter for many anaerobic growth processes. For the evaluation of the state of anaerobic digestion this parameter is however not very useful. As a consequence of the short mean residence time of dissolved hydrogen in the reactor, even small perturbations of the digester yield significant fluctuations in its concentration, which are of short duration however. Volatile fatty acids give better indication of developing problems and should be preferred as a controlparameter.