

KLÄRANLAGENSIMULATION IM HALB GESCHLOSSENEN SYSTEM MIT MASSENBILANZ

PRÜFUNG VON TRANSFORMATION UND LÖSUNGSVERHALTEN VON METALLEN NACH OECD-LEITLINIE 29 - T/D-TESTSYSTEM ETABLIERT

Kläranlagensimulation Fragestellung

Modellkläranlagen bieten prinzipiell die Möglichkeit das Verhalten von Substanzen (Abbau, Sorption an Klärschlamm und Austrag in Oberflächengewässer) unter kontrollierbaren aber realitätsnahen Bedingungen zu untersuchen. Besteht die Notwendigkeit sehr geringe Substanzkonzentrationen zu erfassen, wie dies z. B. bei Bioziden oder Pharmazeutika der Fall ist, oder sind Massenbilanzen von Interesse, können ^{14}C -markierte Testsubstanzen eingesetzt werden. Klassische Modellkläranlagen sind aber offene Systeme, die damit die Anforderungen für den Einsatz von ^{14}C -markierten Testsubstanzen nicht erfüllen.

Versuchsanlagen und Versuchsbedingungen

Im Fraunhofer IME stehen Modellkläranlagen vom Typ Husmann Unit (OECD 301A) als halbgeschlossene Systeme zur Verfügung, in denen ^{14}C -markierte Substanzen getestet werden können. Die quantitative Beprobung der Gasphase neben Einlauf, Auslauf und Klärschlamm ermöglicht, anders als in offenen Simulationseinheiten, eine Massenbilanz. Dafür wird die Gasphase des Belüftungsbeckens und des Absetzbeckens über eine Saugpumpe durch Gasfallen geleitet und quantitativ erfasst. Über den Auslauf wird Raumluft zum Druckausgleich und Gasaustausch nachgeführt. Somit entspricht die Gasphase in ihrer Zusammensetzung und den Druckverhältnissen nahezu der Gasphase eines offenen Systems über der wässrigen Matrix. Bei Bedarf ist es so auch möglich, das Verflüchtungsverhalten von Testsubstanzen in der Modellkläranlage zu erfassen. Nutzt man den unspezifischen Nachweis von Radioaktivität über LSC (Liquid Scintillation Counting) für die Quantifizierung von ^{14}C -Molekülen in der aufgefangenen Gasphase, so erreicht man aufgrund der hohen Sensitivität der Methode, je nach spezifischer Aktivität der Testsubstanz, für die Mineralisation Bestimmungsgrenzen im unteren Nanogrammbereich.

Prüfung von Transformation und Lösungsverhalten von Metallen

Als Konsequenz der Umsetzung der REACH-Verordnung sind für viele Metalle und Metallverbindungen Daten zu Stoffeigenschaften vorzulegen. Neben dem Standardtest zur Wasserlöslichkeit (OECD-Richtlinie 105) ist für solche Stoffe teilweise eine Untersuchung von Transformation und Lösungsverhalten gemäß OECD-Leitlinie 29 (Chemicals Testing Monograph No. 29: Guidance Document on Transformation/Dissolution of Metals and Metal Compounds in Aqueous Media, 2001) erforderlich. Das Dokument beschreibt ein Testsystem, das ermöglicht zu untersuchen, in welchem Ausmaß und mit welcher Geschwindigkeit Metalle oder schwerlösliche Metallverbindungen in wässrigen Medien lösliche Ionen oder andere metallhaltige Spezies bilden. Die Testbedingungen sollten repräsentativ für die Situation in der aquatischen Umwelt sein (Lösungen mit pH-Werten im Bereich 5.5 bis 8.5 auf Basis von rekonstituiertem Wasser nach ISO 6341). Gelöste Metallspezies werden zu definierten Zeitpunkten nach Filtration durch einen $0,2\ \mu\text{m}$ -Membranfilter bestimmt.

Am Fraunhofer IME wurde ein T/D-Testsystem etabliert, das die Anforderungen der Leitlinie erfüllt. Wenn erforderlich, kann auch eine speziespezifische Elementanalyse angeboten werden (beispielsweise Trennung durch Ionenchromatographie und Kopplung mit einer elementspezifischen Detektion mittels ICP-OES oder ICP-MS). Die Untersuchungen können mit ökotoxikologischen Fragestellungen gekoppelt werden. Alle Tests werden gemäß Bedingungen der Guter Laborpraxis (GLP) angeboten.



Figure 1: T/D-testing at Fraunhofer IME

SEWAGE TREATMENT SIMULATION IN A SEMI-CLOSED SYSTEM WITH MASS BALANCE

TRANSFORMATION/DISSOLUTION-TESTING ACCORDING TO OECD GUIDANCE 29 - ESTABLISHMENT OF A T/D TEST SYSTEM FOR METALS

Sewage treatment simulation – Objectives

In theory, model treatment plants make it possible to study the behavior of substances (decomposition, sorption on sewage sludge and discharge into surface water) under controlled but realistic conditions. Should it be necessary to detect very small concentrations of substances (e.g. in the case of biocides or pharmaceuticals), or if its mass balance is of interest, ^{14}C -labeled test substances may be used. However, conventional model treatment plants are open systems and therefore do not fulfill the requirements for the use of ^{14}C -labeled test substances and the calculation of mass balance.

Test facility and conditions

Model sewage-treatment plants of the Husmann Unit type (OECD 301A) are used as semi-closed systems in which it is possible to test ^{14}C -labeled test substances. The quantitative testing of the gas phase as well as the influent, effluent and sewage sludge makes it possible to obtain a mass balance. To do this, the gas phase in the aeration and sedimentation tanks is passed through absorption tubes via a suction pump and then analyzed quantitatively. Ambient air is sucked in through the outlet to equalize the pressure and replace the gas. Thus, with regard to its composition and pressure conditions, the gas corresponds closely to the gas phase in an open system. Wherever required, it is also possible to measure the volatility behavior of test substances in the model treatment plant in this way. If nonspecific detection of radioactivity by liquid scintillation counting (LSC) is used for the quantification of ^{14}C molecules in the captured gas phase, the high sensitivity of the method permits detection limits for mineralization in the nanogram range, depending on the specific activity of the test substance.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Markus Simon
Tel: +49 2972 302-213
markus.simon@ime.fraunhofer.de

Transformation/dissolution-testing according to OECD Guidance 29

Following the implementation of the REACH directive, it is necessary to submit data concerning the properties of numerous metals and metal compounds. In addition to solubility testing according to OECD guideline 105, it may also be necessary to test such compounds according to Chemicals Testing Monograph No. 29: Guidance Document on Transformation/Dissolution of Metals and Metal Compounds in Aqueous Media (2001).

The guidance document describes a test system that determines the rate and extent to which metals and sparingly-soluble metal compounds can produce soluble available ionic and other metal-bearing species in aqueous media. The test conditions should be representative for those generally occurring in the aqueous environment (solutions with pH values in the range 5.5 to 8.5 based on reconstituted water according to ISO 6341). Dissolved metal species are measured after passing through a 0.2 μm -membrane filter.

At Fraunhofer IME, a T/D test system has been established that fulfills these guidance requirements. If appropriate, species-specific elemental analysis can be offered, e.g. separation by ion chromatography and coupling with element-specific detection by ICP-OES or ICP-MS. Tests are performed in compliance with Good Laboratory Practice (GLP) regulations.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Heinz Rüdell
Tel: +49 2972 302-301
heinz.ruedel@ime.fraunhofer.de