

I J. L. Berna, G. Cassani, C.-D. Hager, N. Rehman, I. López, D. Schowanek, J. Steber, K. Taeger and T. Wind

# Anaerobic Biodegradation of Surfactants – Scientific Review

The anaerobic biodegradation of surfactants is used as an acceptability criterion in some environmental pieces of legislation (eco-label, risk assessment, etc.), without a proper evaluation of the relevance of such a characteristic. Available screening test methods to assess the anaerobic biodegradation do not simulate the real conditions prevailing in these anaerobic compartments but rather reflect more stringent conditions, due to the high test substance/biomass ratio, possibility of inhibitory effects and limited possibility for adaptation. Therefore positive results are indicative of a similar behaviour under environmental conditions, while a negative result cannot be necessarily interpreted as inherent anaerobic recalcitrance. The majority of surfactants entering the environment will be exposed to and degraded under aerobic conditions, and only less than 20% will potentially reach temporarily anaerobic environmental compartments. In contrast to the well documented adverse effects observed in the absence of aerobic biodegradation, the lack of anaerobic biodegradation does not seem to be correlated with any apparent environmental problem for most compartments after more than 40 years of widely use of such products. The scientific review concluded that anaerobic biodegradability does not have the same environmental relevance as the aerobic one. Anaerobic biodegradability should not, therefore, be used as a pass/fail property for the environmental acceptability of surfactants which are readily biodegradable under aerobic conditions.

**Key words:** Surfactant, anaerobic biodegradation, anaerobic biodegradability, wastewater treatment, screening tests, simulation tests, sediment, monitoring data

**Anaerober Abbau von Tensiden – Wissenschaftliche Übersicht.** Der anaerobe Abbau von Tensiden wird häufig – ohne wissenschaftliche Bewertung der Relevanz einer solchen Kenngröße – als ein Akzeptanzkriterium in einigen umweltrelevanten Teilen von Verordnungen (Ecolabel, Risikoabschätzungen, etc.) genutzt. Bekannte Screening-Testmethoden zur Abschätzung des anaeroben Abbaus simulieren nicht reale Verhältnisse, die in anaeroben Kompartimenten vorherrschen, sondern spiegeln aufgrund des hohen Testsubstanz/Biomasse-Verhältnisses sowie möglicher Inhibitionseffekte und begrenzt möglicher Adaption deutlich strengere Bedingungen wider. Folglich weisen in Screening-Tests positive Abbauergebnisse auf ein ähnliches Verhalten unter Umweltbedingungen hin, während ein negatives Ergebnis nicht unbedingt als inhärent anaerobe „Hartnäckigkeit“ zu interpretieren ist. Die Mehrzahl der in die Umwelt eingetragenen Tenside wird aeroben Bedingungen exponiert und unter diesen auch abgebaut. Nur weniger als 20% der Tenside erreichen eventuell temporär anaerobe Umweltkompartimente. Im Gegensatz zu gut dokumentierten negativen Effekten, die in Ermangelung von aerobem Abbau beobachtet werden, scheint für die meisten Kompartimente ein mangelnder anaerober Abbau – auch nach mehr als 40 Jahren weitem Gebrauch entsprechender Tenside – nicht mit irgendeinem ersichtlichen Umweltproblem assoziiert werden zu kön-

nen. Dieser wissenschaftliche Übersichtsartikel schlussfolgert, dass die anaerobe Abbaubarkeit nicht von gleicher Relevanz einzustufen ist wie die aerobe. Daher sollte die anaerobe Abbaubarkeit nicht als ein Entscheidungskriterium zur Umweltakzeptanz von Tensiden genutzt werden, die unter aeroben Bedingungen leicht biologisch abbaubar sind.

**Stichwörter:** Tenside, anaerober Abbau, anaerobe Abbaubarkeit, Abwasserbehandlung, Screening-Tests, Simulationstests, Sediment, Daten-Monitoring

## Table of Contents

	Foreword and Position Paper	313
1	Introduction	314
2	Executive Summary	314
	Environmental relevance of anaerobic biodegradability of surfactants	
3	Surfactants in Europe Production/Consumption	317
4	Definitions	317
	Anaerobic biodegradation	
5	Anaerobic Compartments	318
	5.1 Overview	
	5.2 Terrestrial	
	5.3 Aquatic	
	5.3.1 Water	
	5.3.2 Sediment	
	5.3.3 'Extreme' habitats	
	5.3.4 Groundwater	
	5.4 Wastewater treatment	
	5.5 Landfill	
	5.6 Animals	
6	Existing Methods	319
	6.1 Screening tests	
	6.1.1 Anaerobic screening tests based on gas volume measurement only	
	6.1.2 Anaerobic screening tests based on gas production measurement in the gas and the liquid phase	
	6.1.3 Predictive value of anaerobic biodegradation screening test data	
	6.2 Simulation tests	
	6.2.1 Introduction to anaerobic simulation tests	
	6.2.2 Test systems	
	6.2.2.1 <sup>14</sup> C-Anaerobic digester simulation test	
	6.2.2.2 Anaerobic transformation test in aquatic sediment systems (OECD guideline 308)	
	6.2.2.3 Continuously operated anaerobic reactors	