

# VERGLEICH UND WEITERENTWICKLUNG VON WASSER/SEDIMENT-LABORTESTSYSTEMEN

## COMPARISON AND IMPROVEMENT OF LABORATORY WATER/SEDIMENT TEST SYSTEMS

### Hintergrund und Ziele

Seit 2002 werden in der Stoffregulation Tests gemäß der OECD Richtlinie 308 „Aerobic and Anaerobic Transformation in Aquatic Sediment Systems“ gefordert. Praktisch genauso lange werden die Nachteile der Testmethode diskutiert:

(i) Die Kombination von Abbau und Adsorption, die es unmöglich macht, kompartimentspezifische Prozesse zu bestimmen; (ii) ein unrealistisch niedriges Wasser/Sediment-Verhältnis (W/S) von 3:1, das eine vorwiegend anaerobe Sedimentschicht erzeugt; (iii) der Stofftransport zwischen den Phasen allein durch Diffusion. Die Ableitung kompartimentspezifischer Halbwertszeiten ist kaum möglich, wird aber dennoch gefordert und anhand der experimentell erhobenen (ungeeigneten) Daten berechnet.

In den letzten Jahren werden immer häufiger auch Tests nach OECD Richtlinie 309 gefordert. Bei diesen Tests wird mit sehr hohen W/S-Verhältnissen unter komplett aeroben Bedingungen gearbeitet. Die Richtlinie lässt W/S-Verhältnisse von 1.000:1 bis zu 100.000:1 zu und unterscheidet sich damit signifikant von der OECD 308. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse zwischen beiden Methoden scheint unmöglich.

Vor diesem Hintergrund wurde das CEFIC-Forschungsvorhaben ECO-18 initiiert, um bestehende Daten aus 308 und 309 besser auswertbar zu machen und mit einer verbesserten Teststrategie belastbarere Daten zum Abbau von Substanzen in Wasser/Sedimentsystemen zu erzielen. Dazu wird ein umfangreicher Datensatz experimentell erhoben und anschließend mit einem neu zu entwickelnden Modellansatz ausgewertet, um die relevanten Prozesse (Sorption, Bioabbau) getrennt sichtbar zu machen.

### Projektbeschreibung

Um die Lücke zwischen 308 und 309 zu schließen, wurden in einem Satz von vier unterschiedlichen Methoden vier Referenzsubstanzen untersucht, deren Eigenschaften einen möglichst weiten Bereich von Sorption und Abbaubarkeit abdecken sollten. Alle Tests wurden mit zwei unterschiedlichen natürlichen

Sedimenten durchgeführt (Fig. 1), so dass letztlich ein Datensatz von 32 komplexen Tests erzeugt wurde. Die eingesetzten Testsysteme lassen sich wie folgt charakterisieren: (1) OECD 308 Standard (W/S = 3:1); (2) OECD 308 modified (W/S = 10:1, gerührte Wasserphase); (3) OECD 309 modified (W/S = 100:1, gerührtes System); (4) OECD 309 Standard (W/S = 1.000:1, gerührtes System). Der im Projekt zu entwickelnde Modellansatz ermöglicht im optimalen Fall eine Testsystem-unabhängige Auswertung des Substanzabbaus.

### Ergebnisse und Fazit

Die Durchführung des experimentellen Teils des Vorhabens ist abgeschlossen. Zurzeit erfolgt die Auswertung der Daten. Die ausgewählten Referenzsubstanzen weisen wie gewünscht eine große Bandbreite im Transformationsverhalten auf. Insgesamt scheinen die modifizierten Testsysteme eine höhere Abbauleistung zu bieten. Beim 308 mod kann dies durch die bessere Versorgung der oberen Sedimentschicht mit Sauerstoff (Fig. 2) sowie die vergrößerte Sedimentoberfläche und die gerührte Wasserphase erklärt werden. 309 mod enthält im direkten Vergleich mit der 309 eine um den Faktor 10 erhöhte Biomasse. Allerdings zeigte sich im Lauf der Studie, dass bei den gerührten Testsystemen Probleme durch eine signifikante Zerkleinerung des Sediments durch die Rührer auftreten können, was die Auswertung erheblich komplexer macht.

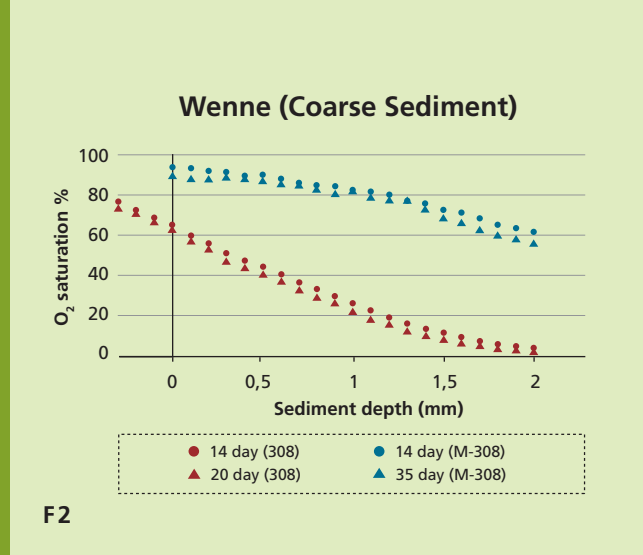
Die Bildung gebundener Rückstände und Mineralisierung sind konkurrierende Prozesse. Die Modellierung mit dem erzeugten Datensatz dauert an.

### Auftraggeber / Sponsor

The European Chemical Industry Council (CEFIC);  
The Long-Range Research Initiative (LRi)

### Kooperationspartner / Cooperation partner

PD Dr. K. Fenner, Eawag, Dübendorf, Schweiz;  
T. Juncker, ECT Oekotoxikologie GmbH, Flörsheim



## Background and aims

OECD guideline 308 concerning “Aerobic and Anaerobic Transformation in Aquatic Sediment Systems” has been used extensively since 2002 in the context of different legislative frameworks. However, several shortcomings have been identified and discussed, including the combination of degradation and sorption, which does not allow the location and mechanism of degradation to be defined, the unrealistic water/sediment ratio of 3:1, which leads to the formation of large anaerobic areas in the sediment, and the diffusion-driven substance transport in the test system. It is therefore difficult to derive a compartment-specific degradation half-life using the OECD 308 test, but current regulations simply ignore these limitations. More recently, the OECD 309 test for biodegradation in aerobic natural waters has become more important. It is performed using low sediment concentrations under fully-aerobic conditions. Furthermore, water/sediment ratios between 1000:1 and 100000:1 are used, so the test conditions are distinct from those used with the OECD 308 test. The comparison of results from both tests is therefore impossible. Against this background, the aim of the CEFIC-funded project ECO18 is to understand the value and information content of the current OECD 308 and 309 tests and to develop an improved testing strategy to obtain robust degradation data in water/sediment systems. An experimental approach is combined with advanced data analysis to disentangle the major processes (sorption and biodegradation).

## Approach

To bridge the gap between the OECD 308 and 309 tests, a suite of four different water/sediment systems was used to investigate the behavior of four reference substances with varying sorption properties and biodegradability in two different natural sediments (Fig. 1): (1) the OECD 308 standard protocol (water/sediment ratio = 3:1); (2) a modified OECD 308 protocol (water/sediment ratio = 10:1, stirred water phase); (3) a modified OECD 309 protocol (water/sediment ratio = 100:1,

stirred system); and (4) an OECD 309 standard protocol (water/sediment ratio = 1000:1, stirred system). Therefore, the project comprised 32 individual tests, and varying the test systems allowed relevant processes to be understood much better, helping to improve the experimental setup and address some of the current drawbacks of OECD guideline 308. Finally, the advanced parameter estimation techniques, developed using the CEFIC project dataset, should provide a tool to generate degradation data that is not dependent on the test system.

## Results and conclusions

Biodegradation experiments with all four test systems have been completed and the analysis of experimental data is currently underway. The selected reference substances showed a wide range of behaviors, as initially intended. Overall, the results suggest that the modified 308 and 309 test systems provide better biodegradation potentials. For the modified 308 test system, this reflects the enhanced oxygen supply to the thinner sediment layer (Fig. 2), the larger interfacial area and the stirred water phase. Increased degradation in the modified 309 test system reflects the greater amount of biomass compared to the standard 309 test. However, the sediment is ground over time by the stir bars in the stirred systems, thus unexpectedly increasing their intricacy. Our data further indicate that the formation of non-extractable residues competes with mineralization. The underlying mechanisms will be explored further during data analysis.

## Contact / Ansprechpartner

Dr. Dieter Hennecke  
 Tel: +49 2972 302 - 209  
 dieter.hennecke@ime.fraunhofer.de

Figure 1: OECD 308 test system using two different sediments.  
 Figure 2: Oxygen depletion in the upper sediment layer in 308 compared to 308 mod.