



Steve Schwendener

Diplomand	Steve Schwendener
Examinator	Prof. Dr. Michael Burkhardt
Experte	Prof. Dr. Markus Boller, aQa.engineering, Wallisellen, ZH
Themengebiet	Wasseraufbereitung

## Biologischer Abbau von drei Spurenstoffen im Bioreaktor

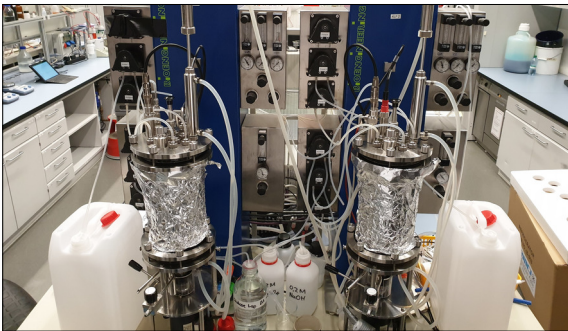


Abb. 1: 3.7 l Bioreaktoren während des kontinuierlichen Betriebs. Eigene Darstellung

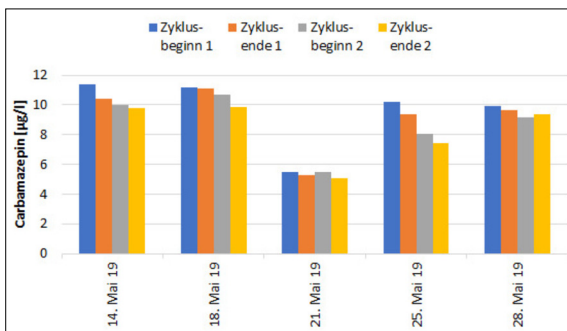


Abb. 2: Carbamazepinkonzentrationen zum Zyklusbeginn und -ende in beiden Bioreaktoren an den fünf Messtagen. Eigene Darstellung

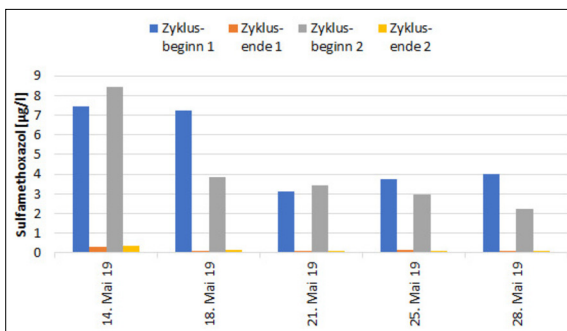


Abb. 3: Sulfamethoxazolkonzentrationen zum Zyklusbeginn und -ende in beiden Bioreaktoren an den fünf Messtagen. Eigene Darstellung

**Einleitung:** Zur Entfernung von Verunreinigungen aus dem häuslichen und industriellen Abwasser durchläuft es drei Reinigungsstufen einer Abwasserreinigungsanlage (ARA). Die mechanische, biologische und chemische Stufe entfernen einen Grossteil aller Belastungen. Allerdings werden Mikroverunreinigungen (Spurenstoffe) im µg/l bzw. ng/l Bereich kaum zurückgehalten und daher über ARAs in die Oberflächengewässer eingebracht. Solche Spurenstoffe können zum Beispiel Medikamentenreste, Reinigungsmittel oder Biozide darstellen. Um Mikroverunreinigungen zu mehr als 80 % entfernen zu können, werden ausgewählte ARAs mit einer vierten Reinigungsstufe ausgerüstet. Wirtschaftliche und betriebstechnisch relevante Verfahren sind die Ozonung und die Aktivkohlebehandlung.

In dieser Arbeit wird anhand von drei ausgewählten Spurenstoffen ermittelt, ob diese in der biologischen Reinigungsstufe abgebaut werden. Die drei Stoffe Carbamazepin (Epileptikum), Diclofenac (Schmerzmittel) und Sulfamethoxazol (Antibiotikum) wurden dem synthetischen Abwasser beigemischt.

**Vorgehen:** Um die Abbaubedingungen von Spurenstoffen unter Laborbedingungen zu untersuchen, wurde die biologische Reinigungsstufe einer ARA mit Bioreaktoren simuliert. Durch Referenzversuche mit synthetischen Abwasser gemäss OECD Richtlinie 303A wurden erste Erkenntnisse zum generellen Abbauverhalten gesammelt. Durch die Messung von Summenparametern wie NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Gesamtphosphor und CSB wurde der Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorabbau bilanziert. Daraus wurden Versuchsparameter für einen SBR-Betrieb (Sequencing-Batch-Reactor) des Bioreaktors über mindestens zwei Wochen definiert. Eine programmierte Schrittkette regelte sämtliche Versuchsparameter wie die Belüftung, pH-Regelung, Rührgeschwindigkeit, Temperatur sowie die Zu- und Ablaufpumpen. Somit wurden sämtliche Vorgänge automatisch ausgeführt.

Nach dem erfolgreichen kontinuierlichen Betrieb über drei Wochen wurde anschliessend während zwei Wochen jeweils eine Spurenstofflösung mit Carbamazepin, Diclofenac und Sulfamethoxazol dem Reaktorinhalt vollautomatisch zugesetzt (je Spurenstoff 8 µg/l im Bioreaktor). Mittels Analysen von je einer Probe zum Zyklusbeginn sowie -ende wurde ermittelt, wie hoch der Rückgang der drei Spurenstoffe ausfiel.

**Ergebnis:** Während des kontinuierlichen Betriebs der Bioreaktoren ohne Spurenstoffe wurde der NH<sub>4</sub>-N von 12 auf 0.5 mg/l abgebaut. Der NO<sub>3</sub>-N war im Ablauf mit unter 2.5 mg/l abgebaut, der CSB von 850 auf 100 mg/l.

Die Nitrifikation scheint durch die Spurenstoffzugabe gehemmt worden zu sein. Die Abbauraten vom Carbamazepin lagen im Durchschnitt bei 4.9 % im Bioreaktor 1, im Bioreaktor 2 bei 6.5 %. Das Diclofenac wurde im Bioreaktor 1 zu 7.4 % und im Bioreaktor 2 zu 10.7 % abgebaut. Das Sulfamethoxazol wurde sehr gut abgebaut und erreichte in beiden Bioreaktoren eine Abbauraten von über 95 %. Gegen Versuchsende stellte sich die Nitrifikation wieder ein. Der Gesamtphosphor- und CSB-Abbau wurde nicht beeinflusst.