

# Abbau von Pharmazeutika durch Bioremediation in Abwasser

**Tobias Stalder**

Bachelor-Thesis, Studienrichtung Umwelttechnologie

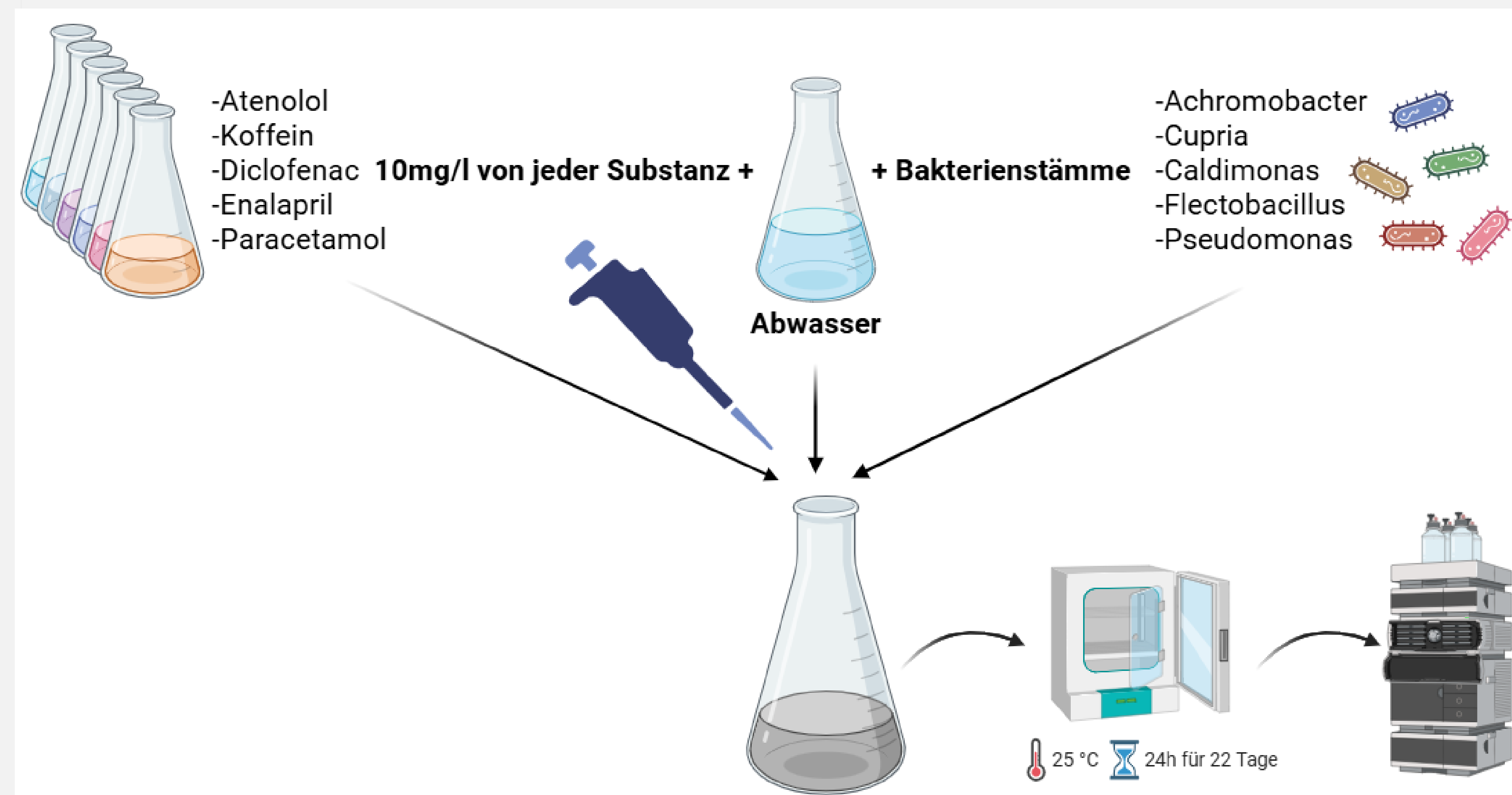
Experte: Alexandre Jousset

Verantwortlicher: Marcel Suleiman

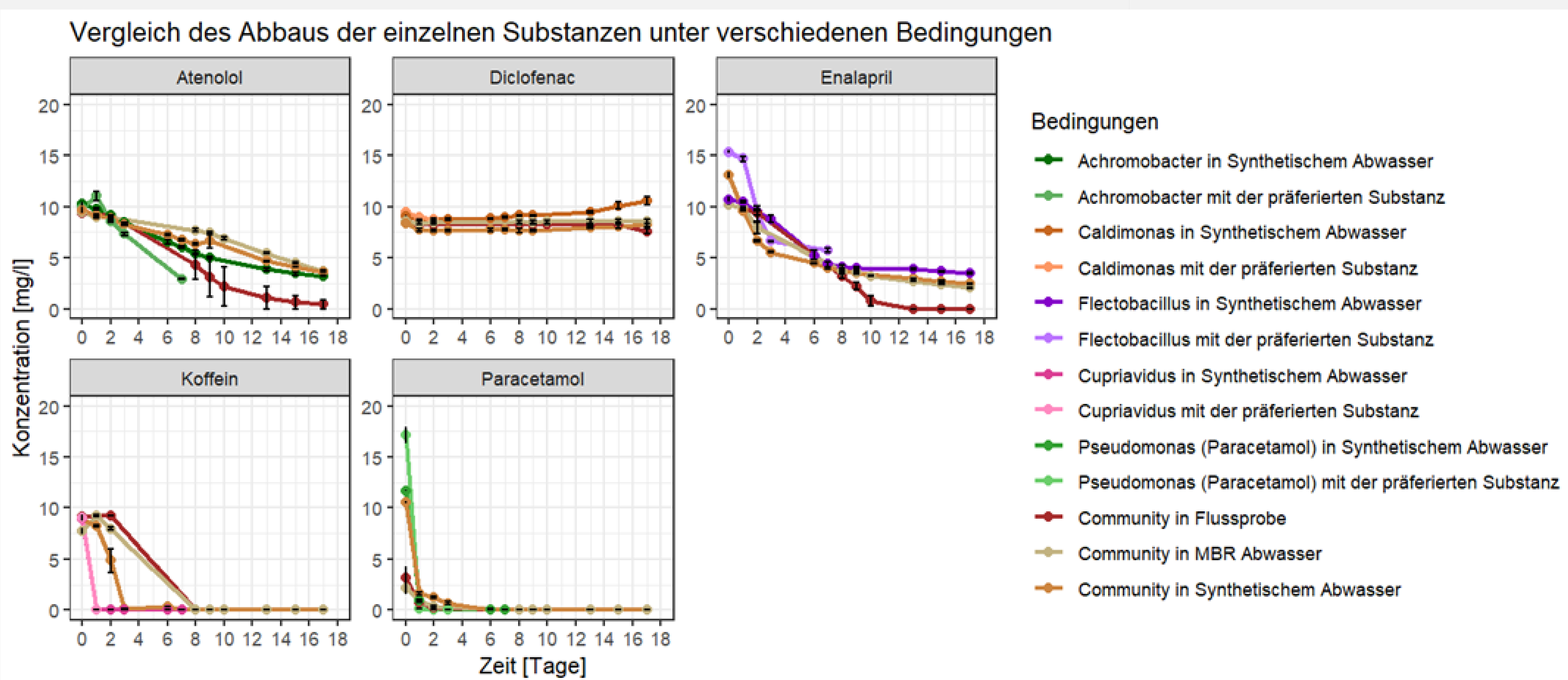


**Kurzfassung:** Pharmazeutika gelangen in grossen Mengen über Abflüsse in Kläranlagen, wobei nicht alle Stoffe vollständig eliminiert werden können. Somit gelangen diese biologisch aktiven Stoffe in kleinen Mengen in verschiedene Ökosysteme, mit unbekanntem Konsequenzen. Mittels Bioremediation, bei den Mikroben zur Reduktion schädlicher Stoffe eingesetzt werden, wird ein Ansatz verfolgt, um die Abbauraten der Schadstoffe effizienter zu gestalten (Kumar et al., 2011). Ziel der Arbeit war es, potenzielle mikrobielle Stämme zu isolieren und zu charakterisieren, welche bestimmte Pharmazeutika abbauen können. Ferner sollte aus diesen Stämmen eine mikrobielle Gemeinschaft gebildet werden, um die Untersuchungssubstanzen Atenolol, Koffein, Enalapril, Paracetamol und Diclofenac simultan abzubauen. Die mikrobielle Gemeinschaft bestand aus den Bakterienstämmen *Achromobacter sp.*, *Cupriavidus pauculus*, *Flectobacillus longus*, *Pseudomonas nitroreducens strain Atecer2S* und *Caldimonas sp.*, wobei alle, mit Ausnahme von *Caldimonas sp.*, ihre Ziel-Substanz innerhalb von wenigen Stunden bis Tagen abbauen konnten. Mittels 16S rRNA Gen Sequenzierung wurden die Dynamiken der synthetischen Gemeinschaft näher analysiert, wobei diese Resultate noch ausstehen. Es konnten bereits Zusammenhänge zwischen der DNA-Konzentration über die Zeit und den Abbauraten festgestellt werden: Bei höheren Abbauraten war die DNA-Konzentration jeweils hoch, gegen Ende der Messreihe zeigte sich jeweils das Gegenteil. Die in dieser Arbeit entwickelten mikrobiellen Gemeinschaften wären potenziell in der Lage zur Unterstützung in der Abwasserbehandlung eingesetzt zu werden, um Schadstoffe effizient abzubauen und für sauberes Abwasser zu sorgen. Dadurch könnten biologische Systeme in der Umwelt besser geschützt werden. Zusätzlich könnte eine Verschärfung der gesetzlichen Reglemente durch die Politik zur Verbesserung beitragen. Dennoch besteht weiterhin Forschungsbedarf in diesem Gebiet (Taheran et al., 2016).

**Lösungskonzept:** Zuerst wurden die isolierten Stämme bezüglich ihrer Fähigkeit zum Abbau des präferierten Arzneimittels erfolgreich in synthetischem Abwasser getestet. Anschliessend wurden diese isolierten Bakterienstämme einzeln und als Community an einem Arzneimittelstoffgemisch in synthetischem Abwasser ausgesetzt und die Abbaueffizienz in den Proben analysiert, wobei nur minimale Unterschiede festgestellt wurden. Danach konnte die zuvor erfolgreichste angesetzte Community an zwei realen Abwässern ausgesetzt werden, wie es in *Abbildung 1* grafisch dargestellt wurde. Zuletzt wurden noch DNA-Quantifizierungen durchgeführt und noch eine Sequenzierung gestartet, wobei ein absolutes Ergebnis angestrebt wurde bezüglich der Veränderung der Gemeinschaft über die Zeit in der Probe. Damit liess sich das biologische Verhalten besser erklären und ein biotechnologischer Einsatz optimaler einschätzen. In *Abbildung 2* wurden somit alle fünf Versuchsversionen pro Arzneimittel grafisch dargestellt, um einen direkten Vergleich zu ermöglichen.



*Abbildung 1:* Versuchsaufbau einer bakteriellen Gemeinschaft (Community), die simultan mehreren pharmazeutischen Substanzen in Abwasser ausgesetzt wurden. Diese Probe wurden anschliessend für 22 Tage bei 25°C inkubiert und die Abbauraten der Substanzen mittels der HPLC regelmässig gemessen.



*Abbildung 2:* Vergleich des Abbaus eines jeweiligen Pharmazeutikums unter fünf verschiedenen Bedingungen. Zum einen die präferierte Substanz mit dem dazugehörigen Bakterienstamm an sich, des Weiteren der Bakterienstamm alleine mit einem Arzneimittelgemisch in synthetischem Abwasser, danach alle fünf Bakterien als Community in einem Arzneimittelstoffgemisch in synthetischem Abwasser, anschliessend eine solche Community in einem Arzneimittelgemisch in MBR-Abwasser und nicht zuletzt eine solche Community in einem Arzneimittelgemisch in Flussabwasser von Berlin. Dunkelgrün steht für Atenolol, Orange für Diclofenac, Violett für Enalapril, Pink für Koffein, Hellgrün für Paracetamol und die Brauntöne für die drei Communities. Für diese fünf Plots wurden jeweils aus den drei Communities die einzelnen Arzneimittel auf die fünf Plots verteilt, sodass beispielsweise die Abbaurate von Atenolol in den drei Communities alle in dem Plot von Atenolol aufgezeigt und somit der Vergleich zwischen den fünf Bedingungen vereinfacht werden konnte.

**Zusammenfassung:** Abschliessend lässt sich sagen, dass der simultane Abbau der Substanzen Atenolol, Koffein, Enalapril und Paracetamol durch die erstellte mikrobielle Gemeinschaft in realem Abwasser möglich ist und sich somit das Ziel erreicht wurde. Der Abbau von Diclofenac erwies sich hingegen als weniger effizient, da das Bakterium *Caldimonas* nach ein bis zwei Tagen mit dem Abbauprozess jeweils stoppt, weshalb in diesem Fall mehr bezüglich der biotischen und abiotischen Faktoren erforscht werden muss. Langfristig sollten strengere Richtlinien für die Verwendung solcher Arzneimittel eingeführt werden, um die Produktionsmengen zu senken und die Umwelt besser zu schützen. Darüber hinaus wäre eine Analyse empfehlenswert, bei der die jeweils effektivsten Techniken zur Entfernung jeder einzelnen Substanz in Kläranlagen ermittelt werden. Dabei sollten auch die Herstellungs- und Betriebskosten einschliesslich des Energieverbrauchs berücksichtigt werden, um den grösstmöglichen ökologischen sowie ökonomischen Nutzen zu erzielen. Insgesamt besteht in diesem Forschungsfeld weiterhin ein grosser Bedarf an vertiefter wissenschaftlicher Untersuchung.