

## 5.6 Forschungsbedarf

Hauptaugenmerk sollte bei weiteren ingenieurtechnisch ausgerichteten Forschungsarbeiten auf der weitergehenden Elimination von Steroiden aus dem Abwasser liegen, da E1, E2, E3, EE2 und ME die Hauptverursacher der Estrogenität von Kläranlagenabläufen sind (DESBROW ET AL., 1998, RODGERS-GRAY ET AL., 2000) und damit ein besonderes Risiko für die im anschließenden Vorfluter befindlichen Organismen darstellen.

Das hier als statischer Batch-Versuch durchgeführte aerob-thermophile Experiment sollte analog zum anaerob-mesophilen Experiment als semikontinuierlicher Durchlaufversuch mit einem täglich den Reaktor durchlaufenden Massenstrom an Rohschlamm durchgeführt werden. Während der Einfahrphase könnte die Biozönose an die Zielsubstanzen adaptieren und möglicherweise bessere Eliminationsleistungen erzielen.

Die Kompostierung als aerobe Stabilisierungsart sollte zukünftig unter Variierung verschiedener Randparameter untersucht werden, ebenso die simultan-aerobe Klärschlammstabilisierung einschließlich eines Feststoffzulaufes, um dieses Verfahren besser mit anderen vergleichen zu können.

Außerdem sollten Kombinationsverfahren wie die vorgeschlagene anaerob-thermophile bzw. mesophile Hochlaststufe mit aerob-psychrophiler Nachstabilisierung auf ihre Eliminationsleistung untersucht werden. Eine Evaluation und Optimierung speziell der o.g. Kombination sollte mit dem Ziel erfolgen, dass die AP-Vorläufersubstanzen in der anaeroben Stufe vollständig zu AP abgebaut werden, welche in der anschließenden aerob-psychrophilen Stufe eliminiert werden können. Damit wäre ein Höchstmaß an Gesamteliminationsleistung bezüglich der AP und der APX erreicht.

Bei zukünftigen Untersuchungen vor allem auf großtechnischen Kläranlagen sollten stets auch der partikuläre Zulauf, Sandfang-, Fettabscheider- und eventuell das Rechengut betrachtet werden. Bei Untersuchungen von Abwässern oder/und Klärschlämmen, die zumindest z. T. aus Urin oder/und Faeces gebildet werden, sollten möglichst auch die (wichtigsten) Konjugate der Steroide analysiert werden. Dasselbe gilt grundsätzlich auch für Zwischenprodukte des mikrobiellen Abbaus von Zielsubstanzen (z. B. APEC). Zwischen Abbau und Elimination kann letztendlich nur durch die quantitative Bestimmung der Abbauprodukte unterschieden werden. Allerdings würde bei der Vielzahl an Zielanalyten die aufwendige Analytik zu erheblichen Kosten führen. Die teilweise extreme Matrixbelastung von Abwasser- und Klärschlammproben erfordert zum sicheren qualitativen und quantitativen Nachweis der Zielsubstanzen auch bei sehr geringen Konzentrationen (unterster ppt-Bereich) den Einsatz einer GC/MS/MS oder einer LC/MS/MS. Dies ist mit einem erheblichen (zusätzlichen) finanziellen, personellen und technischen Aufwand verbunden, der bei der Planung von Untersuchungen und/oder der Auswahl von Zielanalyten berücksichtigt werden muss.

Die Implementierung der Elimination von EAS in Belebtschlamm-simulationsmodelle ist wünschenswert. Die dafür notwendigen Konstanten und Parameter sowie die jeweilige Abbau- bzw. Eliminationskinetik (0. oder höherer Ordnung) müssten in Batch-Versuchen unter realitätsnahen Randbedingungen ermittelt und nach Implementierung anhand weiterer Versuche verifiziert werden. Die dynamische Simulation gestattet dann die Optimierung der Reinigungsprozesse in Bezug auf die effektive Elimination von EAS und die Prognose der Auswirkungen auf die Ablaufkonzentrationen bei Zulaufschwankungen.