



## Erfolgskontrolle der adsorptiven Abwasserreinigung mittels biologischer Wirktests

In Baden-Württemberg wurden in den letzten Jahren mehrere Kläranlagen unterschiedlicher Größenordnung um eine adsorptive Reinigungsstufe zur gezielten Spurenstoffelimination erweitert. Mittels verschiedener Messprogramme konnte bislang der Nachweis erbracht werden, dass durch die Anwendung der Aktivkohle auf den Kläranlagen eine Vielzahl von den heute bekannten Spurenstoffen in nennenswertem Umfang aus dem Abwasser entfernt wird. Für Verbindungen, die bereits im biologisch gereinigten Abwasser in Konzentrationen unterhalb der analytisch bedingten Bestimmungsgrenzen vorliegen, kann eine zusätzliche Verringerung nicht nachgewiesen werden. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese Substanzen im Abwasser nicht enthalten sind. So hat beispielsweise die Untersuchung von Abwasserproben aus dem Klärwerk Mannheim mittels E-Screen-Assay gezeigt, dass durch die zusätzliche Behandlung des biologisch gereinigten Abwassers eine Minderung der östrogenen Gesamtaktivität im Abwasser nachweisbar ist. Allerdings ließ sich der im Abwasser auftretende östrogene Effekt nicht mit den mittels Einzelstoffanalytik bestimmten Konzentrationen der für die Wirkung bislang bekannten, relevanten Substanzen erklären. Dies macht deutlich, dass in diesem Fall im Abwasser weitere, analytisch nicht erfasste östrogen wirksame Substanzen enthalten waren. Diese Problematik betrifft nicht nur östrogen wirksame Substanzen, sondern auch Stoffe mit anderen Wirkmechanismen, wie z. B. genotoxische Chemikalien. Zudem gilt es in diesem Zusammenhang zu beachten, dass durch den analytischen Nachweis von Einzelsubstanzen kombinatorische Effekte der gemessenen Stoffe sehr stark unterschätzt werden können. So hat sich beispielsweise in Untersuchungen gezeigt, dass in der Einzelstoffprüfung bestimmte Konzentrationen von Clofibrinsäure und Carbamazepin jeweils 1 bzw. 16 % der im Versuch eingesetzten Daphnien bewegungsunfähig machten, wohingegen die in der gleichen Konzentration gemischten Wirkstoffe 95 % der Testorganismen immobilisierte. Dies belegt, dass Mischungen von Stoffen höhere biologische Aktivitäten aufweisen können als die Wirkung ihrer Einzelstoffe erwarten lässt.

Mit Hilfe von biologischen Wirktests ist es möglich, die Wirkung aller Substanzen als „Summe“ zu betrachten. Ziel des Vorhabens ist es daher, die Verbesserung der Abwasserqualität durch die zusätzliche Behandlung von biologisch gereinigtem Abwasser mit Aktivkohle anhand solcher Tests mit unterschiedlichen Endpunkten bezüglich toxischer als auch hormoneller Wirkung am Beispiel des Klärwerks Mannheim nachzuweisen. Darüber hinaus soll überprüft werden, ob die eingesetzten Testverfahren sensitiv genug sind, um den Erfolg der weitergehenden Abwasserreinigung zu detektieren. Dies würde es erlauben, diese Testsysteme zukünftig zur

Überprüfung des Erfolgs durch die Anwendung von Aktivkohle an anderen Kläranlagenstandorten anzuwenden.

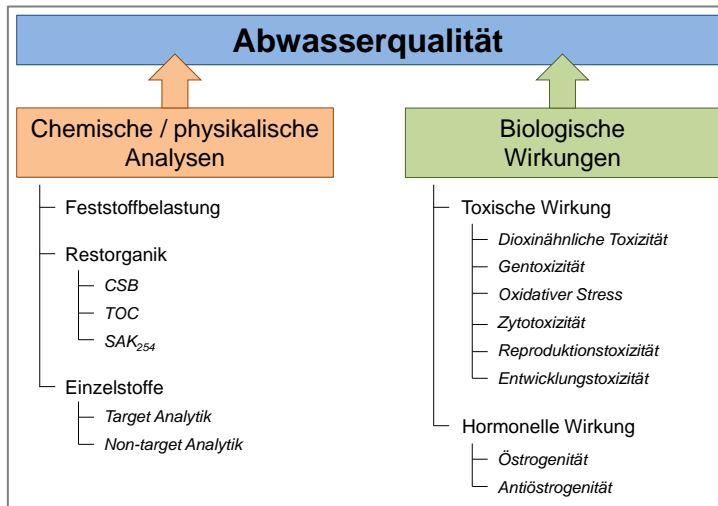


Abbildung 1: Durchgeführte Untersuchungen zur Bewertung der Abwasserqualität

Begleitend zu den biologischen Untersuchungen ist vorgesehen, die Abwasserproben, welche mittels der Wirktests untersucht werden, einem sogenannten Non-target-Screening zu unterziehen, um das Ergebnis der biologischen Testverfahren verifizieren zu können. Diese Art der Analyse ermöglicht es, im Unterschied zur gezielten Einzelstoffanalytik, auch unbekannte und unerwartete Substanzen ausfindig zu machen. Sollten sich in den Abwasserproben mögliche Auffälligkeiten bzgl. deren hormoneller oder toxischer Wirkung

ergeben, so können im Nachgang des Screenings, unbekannte Stoffe durch Vergleiche mit Massenspektren einer Datenbank identifiziert werden. Eine zusätzliche Messung von Referenzsubstanzen erlaubt darüber hinaus eine Bestätigung der Identifikation als auch eine Quantifizierung von Einzelsubstanzen. Mit Hilfe des Non-target-Screenings soll zudem die qualitative Zusammensetzung der verschiedenen gereinigten Abwässer beschrieben werden sowie die Art von Substanzen hinsichtlich deren chemisch-physikalischer Eigenschaften charakterisiert werden, die mit Aktivkohle aus biologisch gereinigtem Abwasser eliminiert werden.

Die Non-Target-Analytik erlaubt es allerdings nicht, Substanzen, welche in sehr geringen Konzentrationen vorliegen (wenige ng/L) und eine Wirkung hervorrufen, ausfindig zu machen (bspw. Östrogene). Daher wird, in Abhängigkeit der Ergebnisse der biologischen Wirktests, beabsichtigt, zusätzlich einzelne, bekannte Substanzen zu analysieren, von denen bekannt ist, dass sie für eine bestimmte Wirkung verantwortlich sind. Die Kenntnis über die Konzentrationen dieser Substanzen nach den verschiedenen Reinigungsstufen erlaubt es somit, Bezüge zwischen der Entnahme von Einzelsubstanzen und der Minderung von Wirkpotenzialen herzustellen.

**Mittelgeber:** [Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg](#)

**Projektpartner:** [Zweckverband Landeswasserversorgung](#)  
[Universität Tübingen](#)  
[Stadtentwässerung Mannheim](#)

**Projektleitung:** [Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg](#)

**Kontakt:** [M. Sc. Johanna Neef](#) [johanna.neef@koms-bw.de](mailto:johanna.neef@koms-bw.de)  
[Dr.-Ing. Steffen Metzger](#) [steffen.metzger@koms-bw.de](mailto:steffen.metzger@koms-bw.de)

**Laufzeit:** 01/2015 - 11/2015