

Behandlungsverfahren für den Abbau von Arzneimitteln und Industriechemikalien in Abwässern [Menapace H. M.]

Problemstellung

Aufgrund ihrer Anwendungszielsetzung sollen Arzneimittel möglichst stabil sein (Lagerfähigkeit, Persistenz, Erreichung des Wirkortes, Stabilität von oral verabreichte Medikamente gegen gewisse Enzyme, damit sie durch den sauren pH-Wert im Magen nicht hydrolysiert werden). Wegen ihres polaren Aufbaues sind Arzneimittel in wässriger Phase hoch mobil, sie werden vom Organismus nach der Einnahme absorbiert und in metabolischen Reaktionen umgesetzt. Trotzdem kommt es zum Ausscheiden von signifikanten Mengen dieser aktiven Substanzen über die Fäkalien und in weiterer Folge zum Eintrag in Oberflächen- und Grundwässer. Die Freisetzung von hormonaktiven Substanzen birgt z.B. das Risiko von Antibiotikaresistenzen. Das Ziel des Forschungsprojektes, welches derzeit am Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik durchgeführt wird, besteht nun in der möglichst vollständigen Eliminierung pharmazeutischer Substanzen sowie Komplexbildner (Abb. 1) aus diversen Abwässern.

Kurzfassung

Durch das Projekt sollen die genannten Abwasserinhaltsstoffe durch eine Kombination von zwei Verfahren (anodische Oxidation, Ozonierung) behandelt werden. Dabei soll eine möglichst vollständige Oxidierung der Inhaltsstoffe (im Idealfall zu CO₂ und H₂O) erreicht werden. Dies geschieht mittels Ozon und durch anodische Oxidation produzierte Oxidationsmittel (z.B. OH-Radikale), welche in den beiden Reaktoren gebildet und mit dem Abwasser in Kontakt gebracht werden. Für das Forschungsprojekt, das für einen Zeitraum von 2,5 Jahren ausgelegt ist, werden zwei Versuchsanlagen aufgebaut. In der ersten Phase erfolgen Versuche auf einer Laborversuchsanlage, in der zweiten Phase soll dann eine Technikumsanlage am Gelände einer Kläranlage in Betrieb gehen. Parallel hierzu erfolgen Versuche mit Branchenabwässern (Chemische Industrie, Krankenhäuser) auf der Labor-versuchsanlage. Aus den gewonnenen Daten soll z.B. abgeleitet werden, ob eine zentrale Reinigung (Kläranlage) oder eher eine dezentrale Installation (Betrieb) ökologisch und ökonomisch sinnvoller erscheint.

Phase 1

In der ersten Phase des Projektes (vgl. Abb. 2) geht es darum, den Nachweis der Eliminierbarkeit der zu behandelnden Substanzen zu erbringen. Hierzu wurde eine modular aufgebaute Laborversuchsanlage (Abb. 3) konzipiert und in den Laborräumlichkeiten des IAE installiert. Im Jänner diesen Jahres wurden erste Vorversuche mit EDTA-Lösungen und synthetischem Abwasser durchgeführt. Der Abbau des Komplexbildners wurde nach der Behandlung über eine komplexometrische Titration erfaßt. Nach dem Erhalt einiger „Richtwerte“ erfolgte in einer weiteren Versuchsreihe die Behandlung von realem und synthetischem Abwässern. Diesen wurde ein „Cocktail“ an Medikamenten und Komplexbildnern zugesetzt und somit eine Ausgangskonzentration von 50 µg/L der zu behandelnden Substanzen vorgegeben. Die Prozeßparameter wie Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und Redox-Potential werden während der laufenden Behandlung online über Sensoren erfaßt und an eine zentrale Meßdatenerfassung weitergeleitet.



Abb. 3: Laborversuchsanlage mit Anodischer Oxidation (links), Prototyp der Ozonierungseinheit (mitte), optischer Vergleich unbehandeltes synthetisches Abwasser mit behandeltem (rechts).

In der ersten Projektphase werden die Grundlagen und Ausgangsdaten für eine Optimierung der Verfahrenskombination nach einer Maßstabsvergrößerung (scale up) auf eine Technikumsanlage geschaffen. So erfolgt in dieser Projektphase unter anderem die Untersuchung auf Abhängigkeiten des Abbaus von der Verfahrensreihenfolge und diversen Prozeßparametern wie Stromdichte und Durchflußrate. Weiters werden in dieser Phase konstruktive Modifikationen an den beiden Reaktoren durchgeführt und die Auswirkung auf den Abbauprozess untersucht. Beide eingesetzte Verfahren stellen jeweils eine bedeutende Neuerung auf dem Sektor der elektrochemischen Abwasserbehandlung dar. So wird für die anodische Oxidation eine Diamantelektrode eingesetzt, deren Trägermaterial aus einem technischen Kunststoff gefertigt wurde. Bei der ebenfalls eingesetzten Ozonierung erfolgt die Ozonproduktion mittels Elektrolyse aus Na₂SO₄. Die Spannung liegt dabei bei ca. 15 V.

Phase 2

In der zweiten Projektphase – welche im Herbst 2007 startet – soll basierend auf den Erkenntnissen der Laborversuchsanlage eine Technikumsanlage im Bypass des Ablaufes einer kommunalen Kläranlage errichtet werden. Dort soll die Abwasserbehandlung in größerem Maßstab (geplant 2- 4 m³/h) durchgeführt und die Haltbarkeit der Elektroden über einen längeren Betrieb hin untersucht werden. Parallel dazu werden auf der Laborversuchsanlage Branchenabwässer (Leiterplattenerzeuger, LKH) behandelt.

Erste Ergebnisse

Von Versuchen mit gespicktem Abwasser wurden Proben gezogen und dem Umweltbundesamt zur Analyse (Arzneimittel, Komplexbildner) übergeben. In Abb. 4 und 5 sind Teile der ersten Analyseergebnisse dargestellt.

Verfahren	Ozonierung / Anodische Oxidation	
Anwendung auf	Pharmazeutika	Industriechemikalien
Grenzwerte / Rechtlicher Rahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Derzeit noch keine einschlägigen Grenzwerte • In Zukunft sind solche allerdings zu erwarten 	<ul style="list-style-type: none"> • In QZV Chemie OG bereits Grenzwerte (EDTA & NTA) • Zielzustand soll bis 2015 erreicht werden • Wasserarrahmenrichtlinie (WRRL)

Abb. 1: Projektgrundlagen

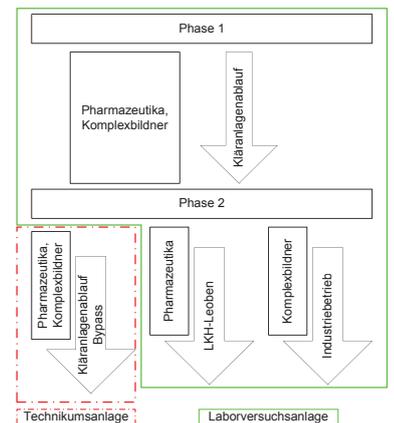


Abb. 2: Projektablauf

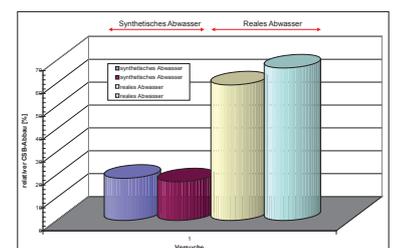


Abb. 4: CSB-Abbau (gespicktes Abwasser), Behandlung mit 1,65 A (37,5 mA/cm²)

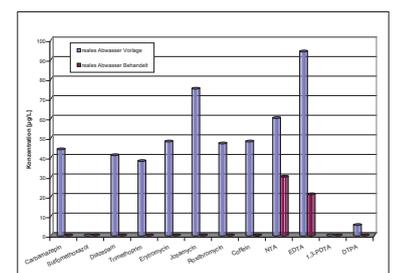


Abb. 5: Abbau der Leitsubstanzen (gespicktes Abwasser), Behandlung mit 37,5 mA/cm², κ = 2,06 mS/cm