



Mikroverunreinigungen eliminieren durch elektrochemische Oxidation

Mikroverunreinigungen (MV) stellen die Abwasserreinigung vor grosse Herausforderungen. Auf konventionellen Anlagen werden diese Stoffe nur ungenügend zurückgehalten. Um die Freisetzung zu verhindern, muss aufgerüstet werden. Neben der Ozonierung und der Behandlung mit Aktivkohle stellt die Elektrolyse eine vielversprechende Alternative dar.

Ursprung der Mikroverunreinigungen

Die chemische Industrie hat über die vergangenen Jahrzehnte eine unüberschaubare Anzahl von synthetischen organischen Stoffen in Umlauf gebracht, die sowohl im täglichen Gebrauch als auch in der Industrie Anwendung finden. Über die Siedlungsentwässerung und die kommunale Abwasserreinigung gelangt eine grosse Anzahl dieser Stoffe in die Oberflächengewässer. Typische Konzentrationen bewegen sich im Bereich von ng/l bis µg/l pro Einzelstoff, weswegen die Stoffe in der Gruppe der Mikroverunreinigungen (MV) zusammengefasst werden. Die Summe der Einzelstoffkonzentrationen beläuft sich teilweise auf mehrere Hundert µg/l.

UMTEC Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

Wir sind für Sie da

Unsere Kernkompetenz liegt in der klassischen Umwelttechnik, die zur Behandlung von Abwasser, Abfall und Abluft eingesetzt wird. Wir entwickeln für unsere Auftraggeber innovative Verfahren und Produkte zur Minimierung von Umweltauswirkungen. Die langjährige Erfahrung aus unseren Projekten, zusammen mit Industrieunternehmungen und Umweltämtern, sichert den Erfolg. Sprechen Sie uns an!

Unser Team

Rund 20 Ingenieure und Naturwissenschaftler aus den Bereichen Maschinen- und Verfahrenstechnik, Umwelt- und Geowissenschaften und Chemie betreuen die Entwicklungsprojekte. Unsere Mitarbeitenden sind Absolventen der OST Ostschweizer Fachhochschule, der ETH Zürich oder anderer Hochschulen und arbeiten als Projektleiter am UMTEC. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

Unsere Infrastruktur

Das Labor für Umweltanalytik und das Geruchslabor sind mit modernen Geräten für Prozessstudien und zum Nachweis und zur Identifikation von Spurenstoffen und Gerüchen eingerichtet. Für Geländearbeiten besitzen wir Einrichtungen zur Probenahme und Umweltüberwachung. Daneben verfügen wir über ein in der Schweiz einzigartiges Labor für mechanische Verfahrenstechnik, mit Geräten zur Zerkleinerung, zur Klassierung und zur Sortierung. Bei konkreten Problemen stehen Ihnen unsere Experten mit ihrer langjährigen Erfahrung kompetent zur Seite.

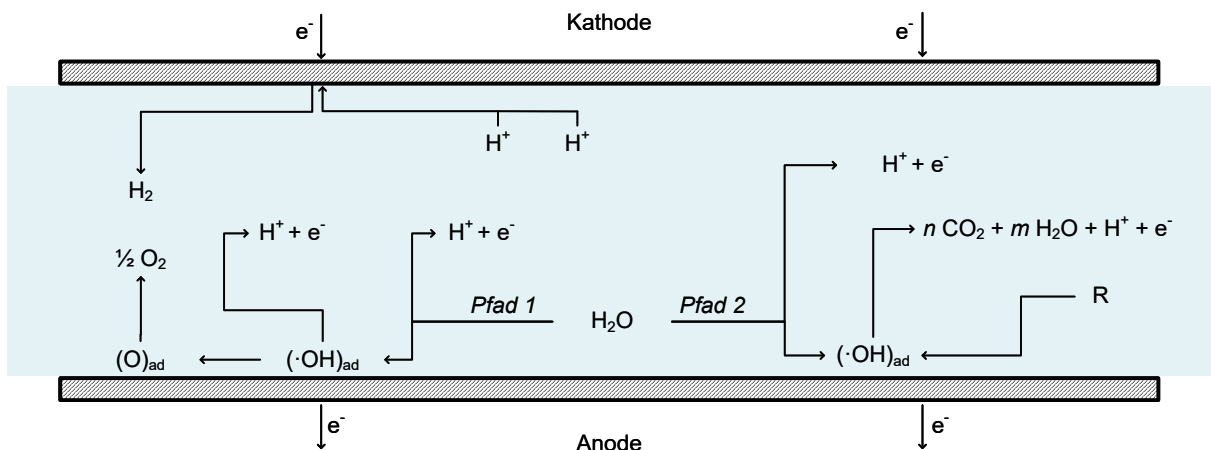
Umweltrelevanz

Obwohl die auftretenden Konzentrationen sehr klein sind, sind sie ausreichend hoch, um das ökologische Gleichgewicht in Oberflächengewässern negativ zu beeinflussen. Die relevantesten MV sind jene Stoffe, die eine grosse Wasserlöslichkeit und eine geringe Sorptionsneigung aufweisen, sowie biologisch schwer-abbaubar oder nicht-abbaubar (persistent) sind. Aufgrund von diesen Eigenschaften werden sie in konventionellen Abwasserreinigungsanlagen kaum zurückgehalten.

Von besonderer Umweltrelevanz sind Stoffe wie Biozide, Pflanzenschutzmittel (PSM) und Arzneimittel, da diese bereits in der Anwendung eine (beabsichtigte) Wirkung auf Organismen haben. Untersuchungen in Schweizer Gewässern haben gezeigt, dass MV vielerorts zu finden sind. Besonders betroffen sind kleine und mittlere Fließgewässer in dicht besiedelten Gebieten.

Wir erforschen
technische Probleme
nicht. Wir lösen sie!

Reaktionswege bei der Elektrolyse von Wasser



Elektrochemischer Schadstoffabbau

Der Abbau von organischen Stoffen in einer Elektrolysezelle wird durch die Zersetzung von Wasser an der Anode ausgelöst. Das Wasser zerfällt in einem ersten Schritt in $\cdot\text{OH}$ und $\cdot\text{H}$. Das $\cdot\text{OH}$ sorbiert lose an der Anodenoberfläche. Die sorbierten $\cdot\text{OH}$ sind sehr reaktiv. Es stehen nun zwei Reaktionswege zur Verfügung:

1. Bildung von Sauerstoff

Die Abgabe von einem Proton und einem Elektron und darauffolgend die Reaktion mit einem zweiten Sauerstoffatom. Es bildet sich molekularer Sauerstoff (Sauerstoffbildung). Siehe Abbildung Reaktionspfad 1.

2. Oxidation von Organik

Die Reaktion mit dem gelösten organischen Stoff R unter Bildung von Wasser und Kohlendioxid (Mineralisation). Siehe Abbildung Reaktionspfad 2.

In beiden Fällen wandern die freien Protonen zur Kathode. Dort werden sie reduziert und bilden Wasserstoffgas.

Die Sauerstoffbildung und die Oxidation von Organik stehen in Konkurrenz zueinander, wobei die Sauerstoffbildung hier eine unerwünschte, aber unvermeidbare Nebenreaktion darstellt. Spezielle Anodenwerkstoffe begünstigen die Mineralisation von Organik und behindern die Bildung von Sauerstoff, was sich positiv auf die Abbaueffizienz auswirkt.

Entwicklung am UMTEC

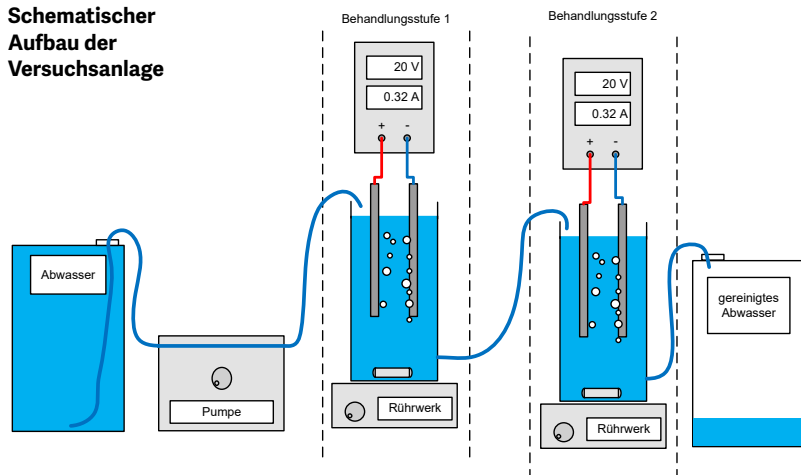
Der Einsatz von Elektrolyseprozessen zur Behandlung von hochbelasteten Industrieabwässern stellt einen bekannten Anwendungsfall der Technologie dar. Durch die Anwendung zur Behandlung von Spurenstoffen eröffnen sich jedoch neue Möglichkeiten:

- Keine Zugabe von Chemikalien – Die Oxidationsmittel werden direkt im Abwasser erzeugt.
- Die Betriebsmittel beschränken sich auf elektrischen Strom.
- Die Leistung kann über den Strom stufenlos geregelt werden.

Ergebnisse

Die am UMTEC durchgeführten Untersuchungen zeigten großes Potential des Verfahrens. Die Beschichtung der Anodenoberfläche stellte sich als entscheidender Erfolgsfaktor heraus. Durch die Verwendung von High-Tech Werkstoffen können Mikroverunreinigungen aus dem kommunalen Abwasser wirkungsvoll eliminiert werden. Die Technik wurde am Abwasser verschiedener ARA der Region erprobt. Die vorgeschriebene Reinigungsleistung von 80% wurde problemlos erreicht.

Schematischer Aufbau der Versuchsanlage



UMTEC INSTITUT FÜR UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Kontakt

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll
 UMTEC Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik
 OST – Ostschweizer Fachhochschule,
 Campus Rapperswil-Jona
 Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil
 +41 58 257 48 60, umtec@ost.ch