



MV-Elimination durch Elektrolyse 1/3

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 Konzen-

trationen bewegen sich im Bereich von ng/l bis µg/l pro Einzelstoff, weswegen die Stoffe in der Gruppe der Mikroverunreinigungen (MV) zusammengefasst werden. In Summe können sie aber mehrere Hundert µg/l ausmachen.

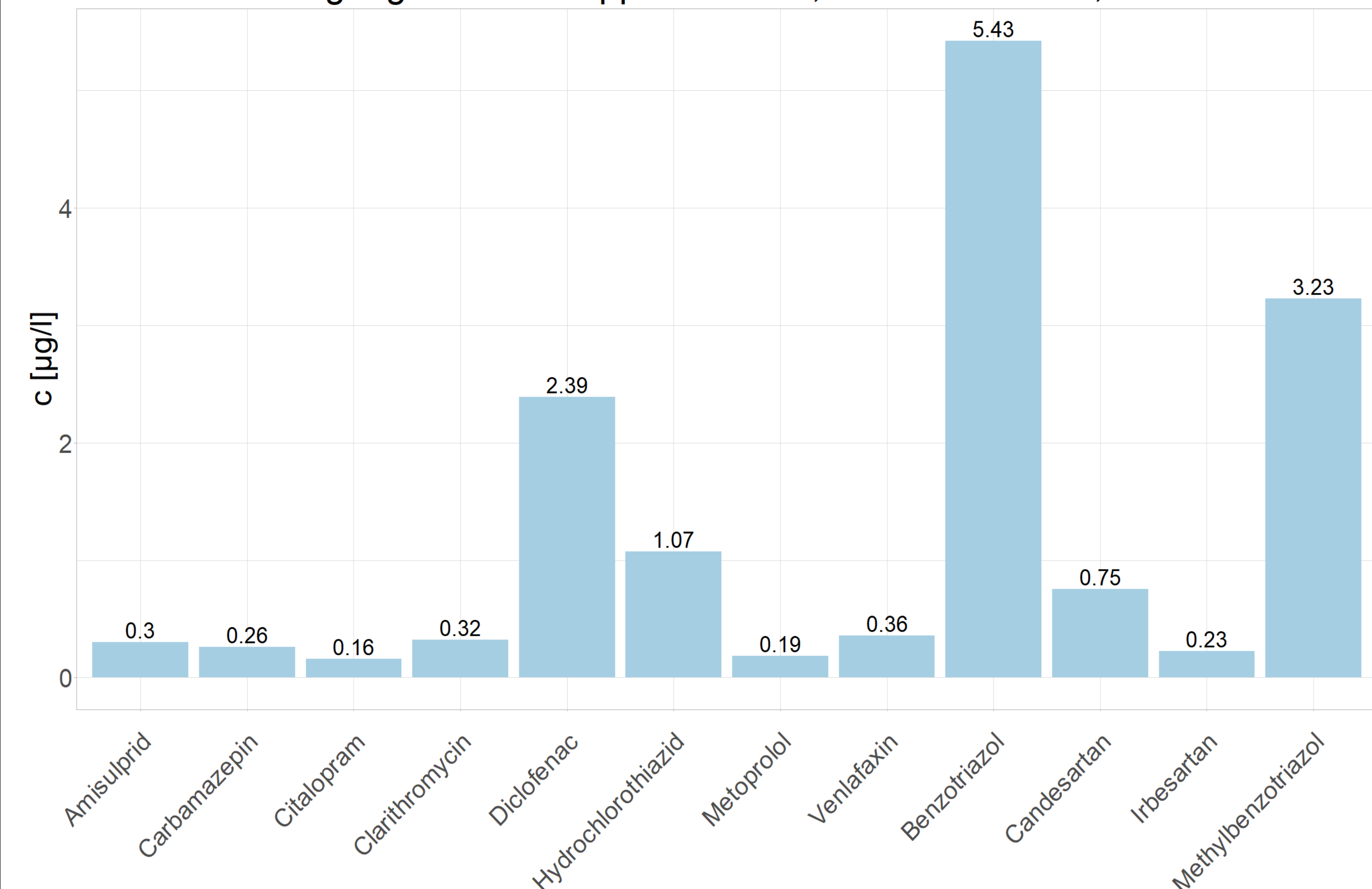
Umweltrelevanz

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 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.

Mikroverunreinigungen
im Abwasser.
Analyse: AWEL Zürich

Mikroverunreinigungen: ARA Rappeswil-Jona, Nachklärbecken, 27.01.2022





MV-Elimination durch Elektrolyse 2/3

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.

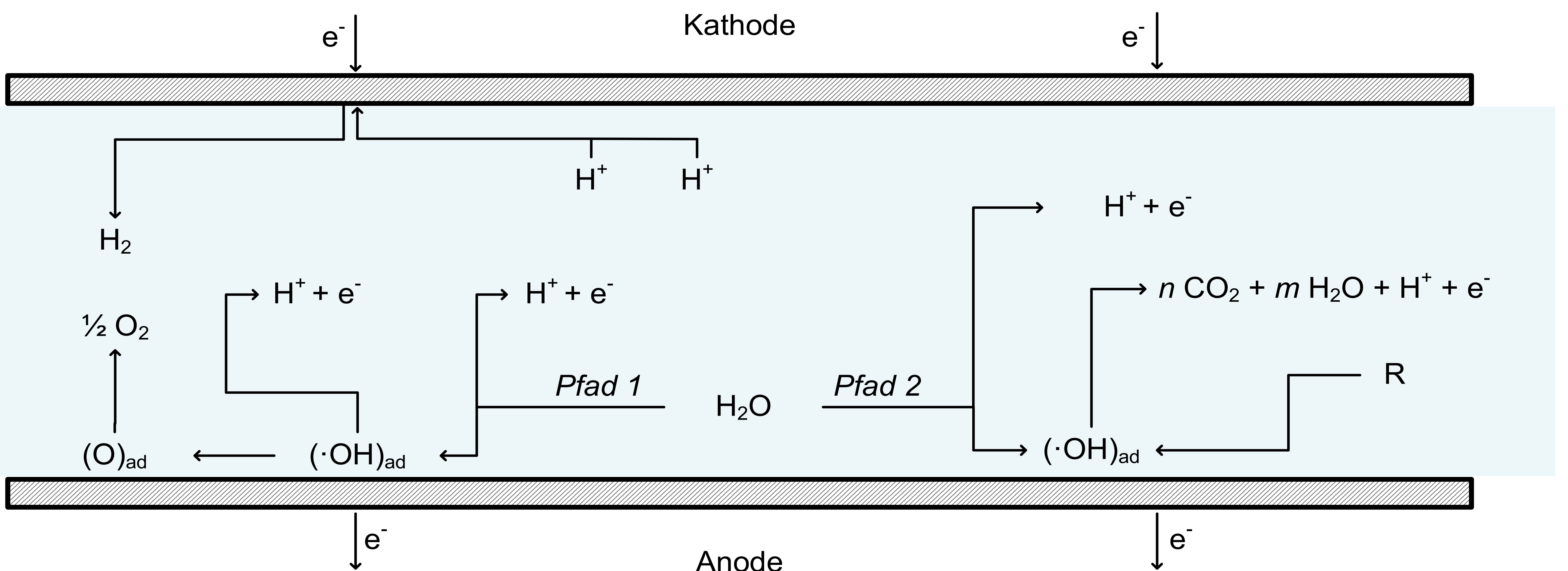
2. Oxidation von Organik

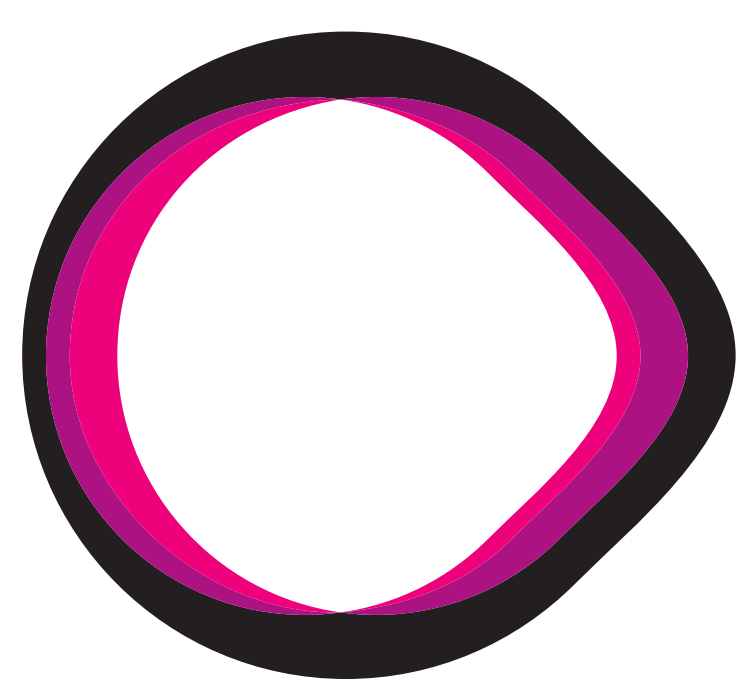
Die Reaktion mit dem gelösten organischen Stoff R unter Bildung von Wasser und Kohlendioxid (Mineralisation). Siehe Abbildung Reaktionspfad 2.

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.

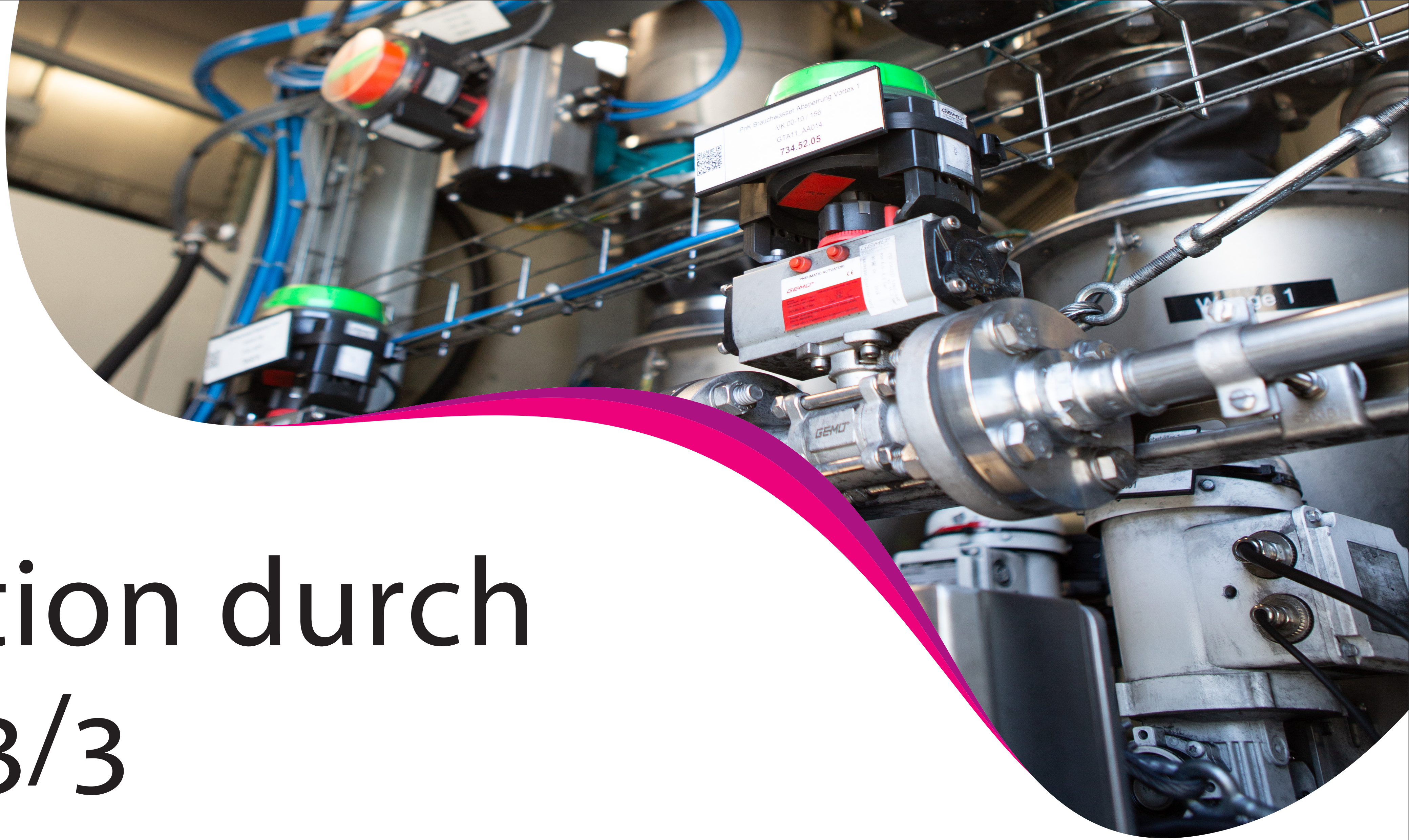
Reaktionswege bei der Elektrolyse von Wasser





OST

Ostschweizer
Fachhochschule



MV-Elimination durch Elektrolyse 3/3

Entwicklung am KMN

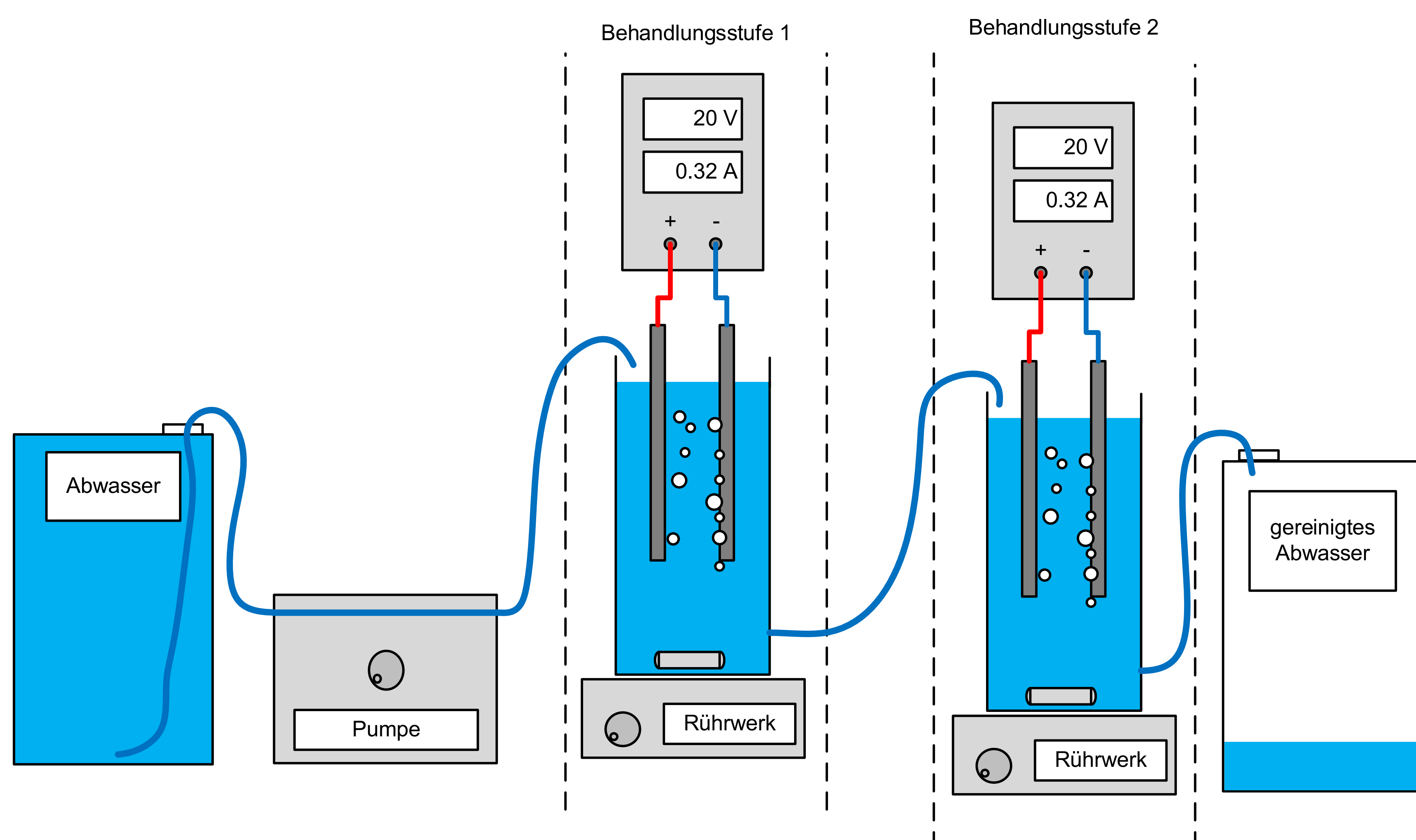
Der Einsatz von Elektrolyseprozessen zur Behandlung von hochbelasteten Industrieabwässern stellt einen bekannten Anwendungsfall der Technologie dar. Durch die Anwendung zur Behandlung von Spurenstoffen eröffnen sich jedoch neue Möglichkeiten:

- 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 KMN 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



Kontakt

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll

058 257 43 11 / jeanmarc.stoll@ost.ch