

Behandlung und Desinfektion von mikrobiell verunreinigtem Trink- und Brauchwasser mittels Anodischer Oxidation

[Menapace H., Staber W., Adam J.]

Am Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik erfolgten in den letzten Jahren intensive Forschungstätigkeiten im Bereich der elektrochemischen Behandlung von flüssigen Medien (z.B. kommunale und industrielle Abwässer, Öl-Wasser-Gemische und Emulsionen). In mehreren Einzelprojekten wurde nun die Desinfektionswirkung der sogenannten Anodischen Oxidation zur Abwasserbehandlung sowie zur Brauchwasser- und möglichen Trinkwasseraufbereitung untersucht.

Problemstellung und mögliche Einsatzbereiche der Anodischen Oxidation zur Desinfektion

In Mitteleuropa werden tausende Hütten und Unterkunftshäuser im hochalpinen Bereich (exponierte Lage) betrieben. Im Hinblick auf die sensiblen Ökosysteme und der Tatsache, daß viele Hütten sehr oft oberhalb von Einzugsbereichen der Trinkwassergewinnung liegen, können dort anfallende Abwässer nicht unbehandelt entsorgt werden. Eine biologische Stufe alleine (mangelnde Abbauvorgänge bei fallenden Temperaturen) ist aber oftmals nicht ausreichend. Auf der Häuslalm (1.524 m Seehöhe) im Hochschwabgebiet wurde daher in einem von der FA19A geförderten Pilotprojekt der biologischen Reinigung eine Desinfektionslage mit Diamantelektroden nachgeschaltet. Die Optimierung der Desinfektionsleistung wurde dabei vom Institut wissenschaftlich begleitet.

In einem weiteren Projekt sollte die bakteriologische Belastung in kontaminiertem Quellwasser (Karstgebiet) mittels Diamantelektroden beseitigt werden, um wieder eine Trinkwasserqualität gemäß den Vorgaben der TWVO zu erzielen. Bei beiden Problemstellungen wurden Proben gezogen und durch die Anodische Oxidation behandelt. Die Desinfektionswirkung der Methode für Abwässer konnte bereits zuvor in einem Gutachten erfolgreich bestätigt werden [1].

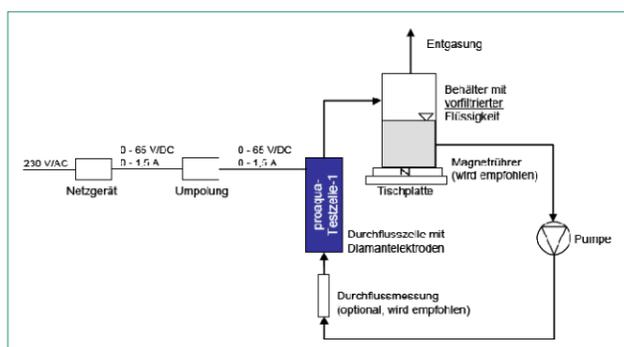


Abb. 1: Versuchsaufbau mit der pro aqua-Testzelle für den Batch-Betrieb

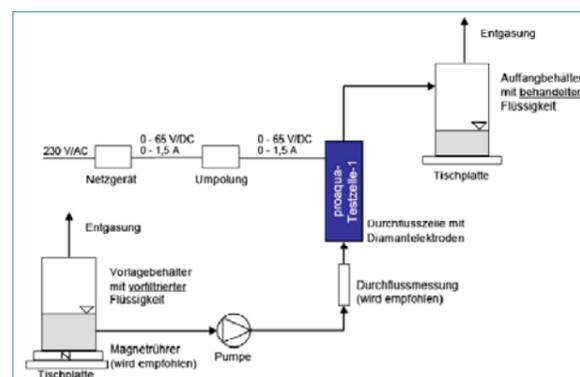


Abb. 2: Versuchsaufbau mit der pro aqua-Testzelle für den kontinuierlichen Betrieb

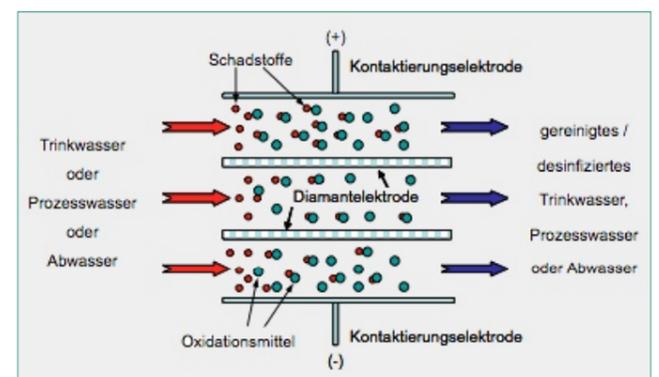


Abb. 3: Schematischer Aufbau und Wirkungsweise der für die Versuche genutzten pro aqua Durchflußzelle

Verfahrensprinzip

Mittels bordotierter Diamantelektroden können durch Anlegen von Gleichstrom an der Elektrodenoberfläche Oxidationsmittel (äußerst reaktive OH-Radikale und Ozon – vgl. Abb. 3) gebildet werden. Diese Verbindungen können in weiterer Folge Bakterien und andere organische Inhaltsstoffe im Wasser abbauen und es somit desinfizieren. Im Arbeitsblatt W 229 des DVGW wird dieses Verfahren unter dem Begriff „Chlorelektrolyseanlagen“ zur Herstellung von Desinfektionsmittel aufgeführt [2].

Anlagenaufbau

Für die Desinfektionsversuche wurden zwei unterschiedliche Versuchsanordnungen herangezogen. Die Abb. 1 zeigt den Aufbau für einen Batch-Versuch, hierbei wird das zu behandelnde Medium aus einem Vorlagentank bezogen und mehrmals im Kreis über die Zelle mit den Diamantelektroden geführt. Über die angelegte Gleichspannung kommt es in der Durchflußzelle zur Produktion von diversen Oxidationsmittel direkt (in situ) aus dem durchströmenden Medium. Im speziellen Anwendungsfall der Trinkwasserentkeimung wird das produzierte Oxidationsmittel (OH-Radikale, Ozon) dann zur Desinfektion genutzt. Diese Fahrweise bietet sich vor allem dann an, wenn hochkontaminierte Abwässer behandelt werden, bei denen die Kontaktzeit eines Durchlaufes für die Behandlung nicht ausreicht. Neben dem Batch-Betrieb wurden auch Versuche im Durchflußbetrieb – das zu behandelnde Wasser wird also nur einmal in der Durchflußzelle behandelt – durchgeführt. Diese Betriebsweise bietet sich bei kontinuierlich anfallenden, minderbelasteten Medien an.

Versuchsprogramm

Für den Nachweis der Desinfektionswirkung wurde unter Laborbedingungen der Abbau der folgenden Parameter abgetestet:

- Escherichia coli, Enterokokken & Coliforme Keime
- Koloniebildende Einheiten (KBE) bei 22 °C und 37 °C

Versuchsergebnisse

Bei den Versuchen mit dem Abwasser der Almhütte konnte in Abhängigkeit von Durchflußrate und Stromdichte eine deutlich Desinfektionswirkung erzielt werden. Bei den Versuchen mit dem kontaminierten Quellwasser konnten die Bestimmungsgrenzen der untersuchten Parameter unterschritten werden und die behandelten Wässer entsprechen – im Rahmen des Untersuchungsumfanges – der Trinkwasserverordnung [3]. Anhand der Behandlungsergebnisse kann man daher davon ausgehen, daß eine kontinuierliche Fahrweise des Durchflußreaktors (Stromdichte von 36,92 mA/cm² bei einer Durchflußrate von 43,5 L/h) für einen entsprechenden Behandlungserfolg ausreichend ist [4].

Tab. 1 zeigt die mikrobiologische Untersuchung des Karlsruher Abwassers vor und nach der Behandlung mit der pro aqua Durchflußzelle.

Tab. 1: Mikrobiologische Parameter – DVGW-Untersuchung (Unfiltrierter Kläranlagenablauf, Temperatur: 20°C, Volumen des behandelten Abwassers: 2500 mL, Durchfluß: 50L/h, Spannung: 60V Stromstärke: 0,5A, Versuchszeit: 100min

Parameter	Einheit	Abw. unbehandelt	Abw. behandelt
Escherichia coli	MPN/100 mL	2.807	< 1
California Keime	MPN/100 mL	15.600	< 1
Enterokokken	MPN/100 mL	2.120	< 1
Koloniezahl (36°C)	MPN/100 mL	76.970	< 1

Literatur

- [1] Maier, Dietrich: Untersuchung zur Wirkung des von der Fa. pro aqua Diamantelektroden Produktion GmbH entwickelten AOP-Verfahrens bei der Reinigung von Karlsruher Abwasser. Karlsruhe: DVGW, 2008.
- [2] Arbeitsblatt W 229: Verfahren zur Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor und Hypochloriten. DVGW, Ausgabe 05/2008
- [3] Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TWV), ausgegeben am 21.08.2001
- [4] Menapace Hannes: Behandlung kontaminierten Quellwassers mittels Anodischer Oxidation. Endbericht, Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben. 2009

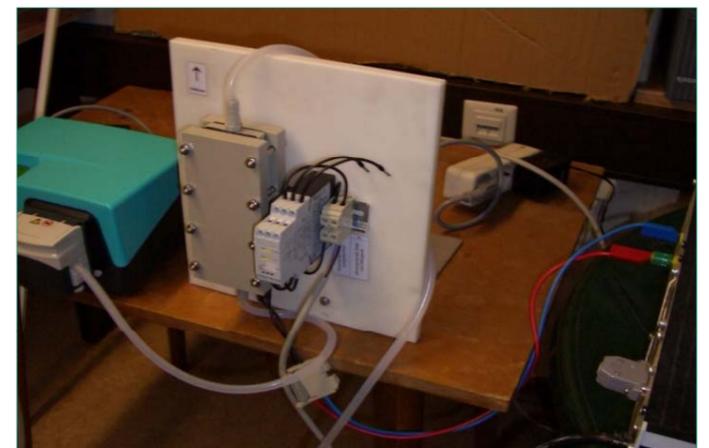


Abb. 4: Durchflußzelle und Umpoleinrichtung