



UMTEC

Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC besteht aus vier Fachgruppen: Wasser und Abwassertechnik, Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Abfall und Ressourceneffizienz sowie Geruch. Rund 15 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen- und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

In der Fachgruppe Wasser und Abwassertechnik entwickeln wir Lösungen für die Behandlung von verschmutztem Abwasser mit starkem Praxisbezug. Dafür untersuchen wir Prozesse, prüfen Verfahren und bilanzieren Stoffflüsse. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus unseren Projekten mit Industrieunternehmungen und Umweltämtern zurück.

Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Wasser sind Naturwissenschaftler und Ingenieure von der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, der ETH Zürich oder anderen Hochschulen. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

Mikroverunreinigungen im Toilettenabwasser von Flugzeugen – 2. Abbauehemmung und 3. Ozonung

Hintergrund und Projektziele

Quartäre Ammoniumverbindungen (QAV) sind oberflächenaktive, biozide Wirkstoffe. Sie werden in diversen Produkten als Desinfektionsmittel und in grossen Mengen eingesetzt. Unter anderem kommen QAV-Verbindungen im Toilettenfluid von SR Technics vor, welches zur Geruchsreduktion in den Swiss Flugzeugtoiletten eingesetzt wird.

Hohe Konzentrationen von QAV können in der Biologie von Kläranlagen zu Problemen führen. Die bis heute im Abwasser gemessenen QAV-Konzentrationen sind aber zu niedrig, um effektiv grössere Probleme auf einer Kläranlage auszulösen. In Versuchen wurde zudem gezeigt, dass QAV in Kläranlagen zu 90 % eliminiert werden und dabei vornehmlich an Feststoffe adsorbieren und sich daher an den Klärschlamm anlagern.

In den Laborversuchen der vorliegenden Studie wurde die Abbauehemmung des Toilettenfluid von SR Technics auf unterschiedliche Belebtschlämme untersucht (Task 2). In Laborversuchen wurde zudem der Effekt von Ozon auf die QAV-Verbindungen gemessen (Task 3).



Abbildung 1; Nitrifikationshemmtest mit Belebtschlamm und Abwasser aus den Flugzeugen

Task 2 - Nitrifikationshemmtests

Aufgrund der Sensibilität der Nitrifikanten ist eine allfällige Beeinflussung der Bakterien durch QAV von grosser Bedeutung. Bei der Nitrifikation wird Ammonium zu Nitrat oxidiert, damit dieses anschliessend bei der Denitrifikation eliminiert werden kann. Da QAV in grossen Mengen als Biozide eingesetzt werden, kommt ihnen bei der Abwasserreinigung vermehrt Relevanz zu. Aufgrund der Sensibilität von Nitrifikanten hinsichtlich QAV ist von einer grossen Bedeutung bei der Stickstoffentfernung auszugehen.

Mit einem angepassten Nitrifikationshemmtest konnten die Auswirkungen der Schadstoffe einfach und zeitnah detektiert werden. Dieses Testsystem bot sich an, um potentielle hemmende Proben, wie Toilettenfluid oder Abwasser, zu identifizieren. Der Hauptuntersuchungs-Parameter war dabei die Abbaurrate von Ammonium. Wurden die Nitrifikanten gehemmt, zeigte sich das sofort in einer verminderten Ammoniumabbaurrate. Zusätzlich wurden weitere allgemeine Parameter wie Trockensubstanz, chemischer Sauerstoffbedarf, Temperatur und pH erfasst. Im Projekt wurde jeweils ein Referenz-SBR-Ansatz (kein Toilettenfluid, TF) mit 2-3 weiteren Ansätzen, welchen mit TF aufgestockt worden waren, verglichen.

Resultate Nitrifikationshemmtests: Die Resultate über alle Versuche zeigen konsistente Resultate. Mit steigender Toilettenfluid-Konzentration nahm auch die Hemmung des Belebtschlammes bezüglich Ammoniumabbau zu. Versuche mit gleichem Belebtschlamm lagen bei gleicher Toilettenfluid-Konzentration in einem ähnlichen Bereich.

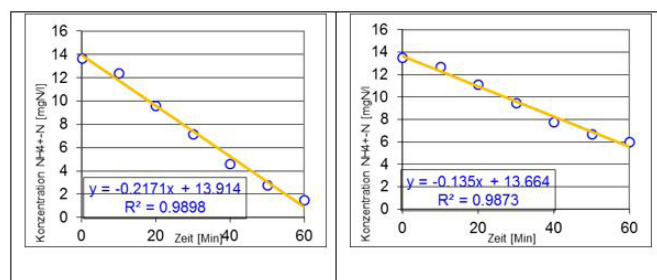


Abbildung 2; Abbau von Ammonium bei 0% TF (links) zu 1% TF (rechts) im Belebtschlamm-Ansatz

Über alle Versuche zeigt sich eine Hemmung der Belebtschlämme von 26-71% sobald 1% Toilettenfluid in den Ansatz dosiert wurde. Die Konzentrationen an QAV bei 1% entsprachen ca. 50-80 µg/l und waren vergleichbar mit den Resultaten aus der Literatur zu der Abbauehemmung. Aufgrund der Verdünnung des T55-Abwassers mit anderem Abwasser aus dem Flughafen sinken die QAV-Konzentrationen aber in der Kläranlage Kloten Opfikon in den Bereich von 0.1 µg/l QAV, und somit in einen für den Ammonium-Abbau unproblematischen Bereich.

Task 3: Ozonungsversuche

Ozon ist neben Pulveraktivkohle ein Verfahren, welches zur Reduktion von Mikroverunreinigungen eingesetzt wird. Durch die Behandlung von Abwasser mit Ozon kann eine grosse Bandbreite an Mikroverunreinigungen um mindestens 80% eliminiert werden. Die Kläranlage Kloten Opfikon wird derzeit umgebaut und neu anstatt mit Belebtschlamm mit dem effizienteren Nereda Verfahren betrieben. Zudem wird die ARA mit einer Ozonungsstufe aufgerüstet, die Umbauten werden voraussichtlich noch bis 2021 andauern.

Die Ozonungsversuche wurden im Labormasstab durchgeführt. Die Ozondosierung wurde anhand der Nitrit- und DOC-Werte der einzelnen Probe eingestellt und führte zum Teil zu hohen Verdünnungen, da eine Ozon-Stocklösung und kein Ozon-Gas verwendet wurde.



Abbildung 3; Labor-Ozonierungsanlage

Im Projekt wurde neben dem im SBR-Verfahren abgebauten Abwasser auch rohes Abwasser, wie es aus dem Kanal Kloten-Opfikon entnommen wurde, ozoniert. Zudem wurde Abwasser zusätzlich mit Toilettenfluid aufgestockt und anschliessend an das SBR-Verfahren ozoniert.

Resultate Ozonung: Die von der EAWAG gemessenen QAV Konzentrationen lagen, anschliessend an die Ozonung (0.5-0.6 g O₃ / g DOC), unter der Bestimmungsgrenze. Das Fazit der Behandlung mit Ozon: QAV-Verbindungen können durch eine Ozonbehandlung vollständig eliminiert werden.

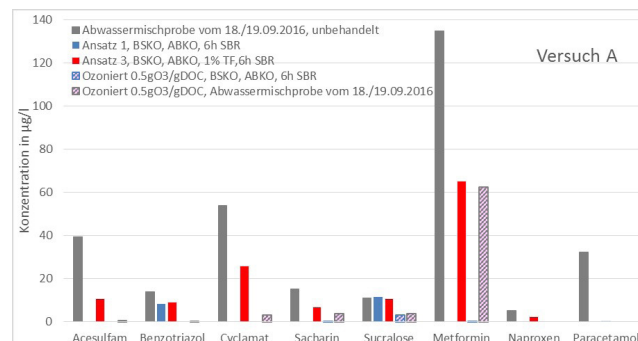


Abbildung 4; allgemeine MV vor und nach der Ozonung

Die vom Gewässerschutzlabor des AWEL gemessenen MV, welche schon bei normalen ARA-Bedingungen einen schlechten Abbau aufwiesen, wiesen diesen schlechten Abbau auch noch unter der Zugabe von TF auf (Benzotriazol, Sucralose, Mecoprop).

Ausblick

Da bis jetzt keine nennenswerten Probleme (Hemmung der biologischen Reinigung) auf der ARA Kloten-Opfikon beobachtet wurden und der Ausbau der ARA geplant ist, sind momentan keine zusätzlichen Massnahmen hinsichtlich der jetzigen QAV-Konzentrationen nötig. Die Feststoffabtrennung auf der T55 Station wird weitergeführt. Da die Fluggesellschaft «Swiss» ihr QAV-belastetes Sanitärkonzentrat tendenziell exportiert, würde es sich aber gemäss dem Vorsorgeprinzip empfehlen, dieses durch ein QAV-freies Produkt zu ersetzen.

Kontakt

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll, Tel. 055 222 48 60 (Sekretariat)

HSR Hochschule für Technik Rapperswil ■ Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC ■ Oberseestrasse 10 ■ CH-8640 Rapperswil