

„Wir erforschen technische Probleme nicht.
Wir lösen sie!“ UMTEC



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 – 1. Literaturrecherche und Grundlagen

Hintergrund und Projektziele

Das in Flugzeugen anfallende Toilettenabwasser wird auf dem Flughafen Zürich mittels Tanklastwagen zur Toilettenstation (T55) transportiert. Hier werden die Feststoffe abgetrennt und das Abwasser wird anschliessend belüftet, bevor es über Nacht dosiert in den Kanal zur Kläranlage Kloten Opfikon eingeleitet wird (~20 m³/Nacht). Die Toilettenstation wurde im Sommer 2015 saniert.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes auf Initiative der Flughafen Zürich AG wurden die Eigenschaften und die Wirkung des Flugzeugabwassers genauer untersucht. Der Fokus lag dabei auf den Folgen einer möglichen direkten Einleitung der belasteten Toilettenabwässer in die Vorklärung der ARA Kloten-Opfikon, ohne Vorbehandlung (Belüftung) in der T55 Station: Kann ein negativer Effekt auf die Biologie der ARA beobachtet werden, resp. schädigen die konzentrierten Mikroverunreinigungen (z.B. quartäre Ammoniumverbindungen, QAV) die Biologie auf der ARA? In Gesprächen mit Experten und im Rahmen einer Literaturrecherche wurde die Situation ausgeleuchtet.

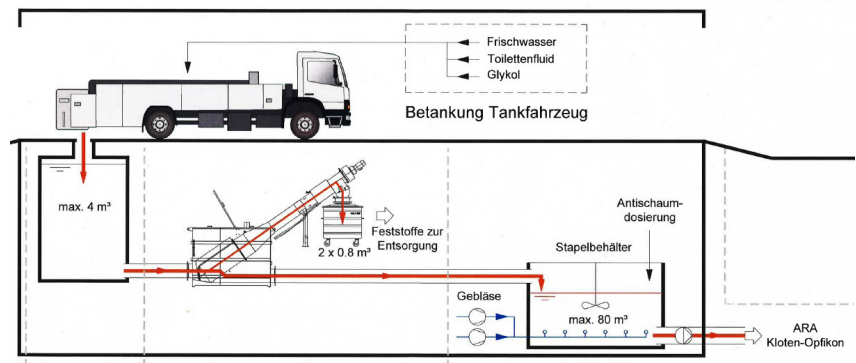


Abbildung 1; Tanklastwagen liefert Abwasser von einem Flugzeugtoiletentank in der T55 Station an.
(Grafik: HOLINGER AG)

Flugzeugtoiletten und quartäre Ammoniumverbindungen

Um dem Geruch in Flugzeugtoiletten entgegenzuwirken, werden den Toiletten Sanitärkonzentrate zugeführt. Diese Konzentrate enthalten biozide Verbindungen, wie QAV, welche das bakterielle Wachstum hemmen und so Gerüchen vorbeugen. Diese Substanzgruppe wird sowohl als Desinfektionsmittel als auch als Schutzmittel in grossen Mengen verwendet. QAV werden meist in Kombination mit einem weiteren bioziden Wirkstoff eingesetzt. Die QAV sind teilweise nicht in der Biozidprodukteverordnung (VBP) aufgeführt, da sie vielfach nicht als eigentlicher biozider Wirkstoff bezeichnet werden, sondern als unterstützender Wirkstoff. Gemäss VBP handelt es sich aber eindeutig um biozide Wirkstoffe. QAV sorbieren stark an Feststoffen und werden laut Literatur gut (~90 %) in der ARA eliminiert. Die Situation auf dem Flughafen Zürich mit seinen stark konzentrierten und mit unterschiedlichsten Mikroverunreinigungen angelieferten Toilettenabwässern ist eine spezielle Situation, die im vorliegenden Projekt untersucht wurde.

Biozide Wirkung in der Kläranlage

In den Kläranlagen ist die biozide Wirkung, welche durch die Einleitung von mit Sanitärkonzentraten behandeltem Abwasser eintreten kann, unerwünscht. Um Spitzenfrachten zu vermeiden wird das Flugzeugabwasser deshalb vor der Kläranlage Kloten-Opfikon in die kommunale Kanalisation eingeleitet, was die Wirkung der Biozide in Folge der Verdünnung stark reduziert. Die Verdünnung findet zuerst bei der Einleitung in den Sammelkanal Kloten während dem Nachtminimum von 0–6 Uhr statt (TW = 40-50 l/s). Auf der ARA wird dieses Abwasser mit dem Zulauf aus dem Sammelkanal Opfikon (Nachtminimum bei TW von 0–6 Uhr = ebenfalls 40-50 l/s) nochmals verdünnt.



Abbildung 2; T55, Belüftungsbecken auf der T55 Toilettenstation

Untersuchungen von Strichproben

In einer ersten Grundlagenanalyse wurden verschiedenen Probenahmestandorte (T55, ARA) hinsichtlich der Konzentrationen von allgemeinen Mikroverunreinigungen (AWEL) und QAV im besonderen (EAWAG) untersucht.

Messen von Mikroverunreinigungen im Gewässerschutzlabor AWEL: Zu den filtrierten Wasserproben wurden isotonenmarkierte, interne Standards zugegeben und die Proben mit Reverse Phase Flüssigchromatographie aufgetrennt und mit hochauflösender Massenspektrometrie bestimmt.

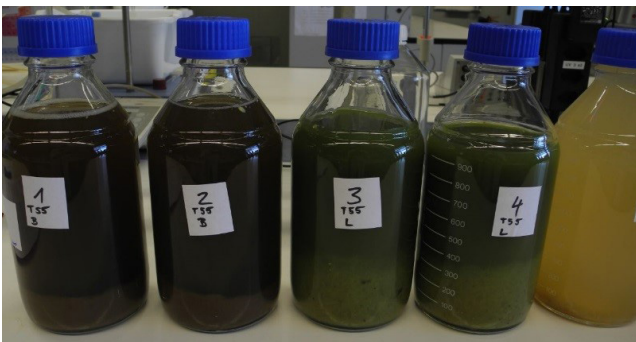


Abbildung 3; Proben aus der T55 Station

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

Messen von quartären Ammoniumverbindungen im Abwasser und Schlamm (EAWAG): Die Analyse der QAV ist eine grosse Herausforderung, da QAV schwer von Kunststoffen und Edelstahl zu trennen sind. Im Rahmen des Projektes wurde eine Methode erarbeitet, mit welcher sich die Flughafen-Proben untersuchen lassen. Die hoch-auflösende Massenspektrometrie (HRMS) gekoppelt mit der Flüssigchromatographie war die geeignete Messmethode.

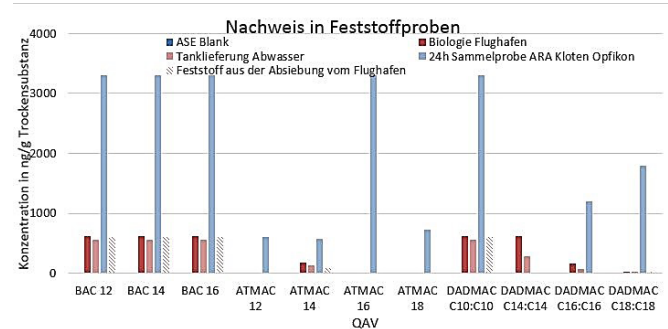


Abbildung 4; Resultate der Feststoffuntersuchung auf QAV

Resultate: Die Analyse der organischen Mikroverunreinigungen zeigte, dass viele Pharmazeutika in grossen Mengen im Toilettenabwasser wie auch im gesamten Abwasser des Flughafens Zürich (Zulauf ARA) vorhanden sind. Eine Elimination zwischen der Station T55 und dem Zulauf der ARA findet, wenn überhaupt, nur in kleinem Masse statt. Eine genaue Aussage kann nicht gemacht werden, da die Massenströme des Flughafens nicht ausreichend bekannt sind. Das Abwasser aus der Toilettenstation T55 (20 m³/d) wird mit Abwasser des gesamten Flughafens (1'620 m³/d) und dem zweiten Kanalzufluss aus der Gemeinde Kloten Opfikon stark verdünnt.

Es wurde festgestellt, dass weitere Quellen von Mikroverunreinigungen auf dem Flughafen vorhanden sind. Bei den QAV wurden zum Teil sehr hohe Konzentrationen im Zulauf zu der Kläranlage Kloten Opfikon detektiert. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die T55 Station nicht der Hauptemittent von QAV ist, sondern weitere QAV-Quellen auf dem Flughafenareal vorhanden sind. Die ersten Analysen zeigten die grossen Schwankungen der Stichproben auf, die Resultate dienen daher nur zur qualitativen Übersicht. Die Wiederfindungsrate war nicht optimal und die Analysemethode muss weiter optimiert werden.

Ausblick

Im weiteren Verlauf des Projektes sind biologische Tests geplant um die Hemmung der Biologie mit Sanitärkonzentraten zu überprüfen. Zudem wird analysiert, in wie weit sich eine Ozonung zur Vorbehandlung des Abwassers auf der Station T55 eignen würde.

Projektpartner

Flughafen Zürich, Holinger Ingenieure AG, Kläranlage Kloten Opfikon, AWEL, EAWAG. Das Projekt wurde finanziell durch das BAZL unterstützt.