

Masterarbeit

Thema: Operation and testing of a granular activated carbon adsorption of micropollutants

Bearbeiter: Nancy Bhatti

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Tränckner

Datum Abgabe: 28.02.2025

Zusammenfassung

Das Vorhandensein von Arzneimitteln in den Gewässern in besorgniserregenden Mengen stellt eine erhebliche Bedrohung für das Leben im Wasser dar. Das von den Kläranlagen ohne quaternäre Behandlung abgegebene Wasser stellt eine wichtige Punktquelle dar. Die Einbeziehung der quaternären Behandlung als vierte Stufe der Wasseraufbereitung wurde als eine Notwendigkeit der Zeit angesehen. In dieser Studie wurde eine Pilotanlage mit körniger Aktivkohle zur Entfernung von Mikroverunreinigungen wie Arzneimittelrückständen, Pestiziden, Röntgenkontrastmitteln und anderen Spurenstoffen getestet und die Effizienz des Aktivkohlefilters bewertet. Das Projekt begann am 19. April 2024 mit dem Durchfluss des gereinigten Abwassers in den GAK-Filter im Pilotmaßstab und endete am 4. November 2024 mit der letzten Probenahme. Insgesamt wurden 43 Mikroverunreinigungen auf ihre Entfernung durch die GAK-Pilotanlage hin untersucht. In Anbetracht der Tatsache, dass die Konzentration der Gruppe der 20-PFAS und einiger anderer Mikroverunreinigungen unter der LOQ lag, wurden die restlichen 20 Mikroverunreinigungen bis zu den 14103-Bettmengen analysiert. Bei der Bewertung der Entfernungseffizienz wurde festgestellt, dass neun der 20 MP bis zu einem Volumen von 14103 Betten Entfernungsraten von mehr als 80 % aufwiesen. Der biologische Abbau war ebenfalls an der Entfernung von MP beteiligt, und in den GAK-Schichten wurde auch eine Desorption beobachtet. Betrachtet man die Durchbruchkurven dieser MP in Anhang II, so wurde die GAK durch 4 MP bei unterschiedlichen Bettvolumina erschöpft. Die Adsorption durch GAK erwies sich als ungeeignetes Entferungsverfahren für MP mit geringer Affinität zu GAK, wie Röntgenkontrastmittel und Trifluoressigsäure, die entweder geringe oder negative Entfernungsraten aufwiesen. Bei den Arzneimittelrückständen wurden mit Ausnahme von Sulfamethoxazol und Venlafaxin durchschnittliche Entfernungsraten von mehr als 80 % festgestellt.

Andere Parameter wie CSB, pH-Wert, Temperatur und Adsorptionsspektrum wurden ebenfalls im Labor gemessen, um die Unterschiede zwischen dem Zulauf und dem Ablauf des GAK-Filters zu überprüfen. Bei bestimmten Gelegenheiten wurden auch Ammonium- und Nitratstickstoff entlang des GAK-Bettes analysiert, um einen Einblick in die vorherrschenden Prozesse innerhalb des GAK-Bettes zu erhalten. Anhand der isothermen Langmuir-Parameter aus der Literatur wurde die Standzeit des GAK-Bettes für sieben zufällig ausgewählte MP berechnet, die in dieser Studie verwendet wurden.

Summary

The presence of pharmaceuticals in the water bodies in alarming amounts is causing significant threats to aquatic life. The water released by the sewage treatment plants without quaternary treatment acts as a major point source. The incorporation of quaternary treatment as the fourth stage of water treatment has been considered a need for the time. In this study, a pilot plant of granular activated carbon was tested for the removal of micropollutants such as drug residues, pesticides, x-ray contrast agents, and other trace substances and to evaluate the efficiency of the GAC filter. This project started with the flow of treated wastewater into the pilot scale GAC filter on 19th April 2024, and its end was marked on 4th November 2024 with the last time collecting the samples. A total of 43 micropollutants were considered to be analyzed for their removal by the GAC-pilot plant. Considering that the concentration of the group of 20-PFAS and a few other MPs was lower than LOQ, the remaining 20 MPs were analyzed till the 14103-bed volumes. In the evaluation of removal efficiency, it was found out that out of 20 MPs, nine have shown removal rates of more than 80% till 14103-bed volumes. Biodegradation has also taken part in the removal of MPs, and desorption was also observed in GAC layers. Looking at the breakthrough curves of these MPs given in Appendix II, GAC was exhausted by 4 MPs at different bed volumes. Adsorption by GAC was proved to be not a suitable removal method for MPs with low affinity for GAC, such as X-ray contrast agents and trifluoroacetic acid, which have either shown low or negative removal rates. As for the drug residues, average removal rates of more than 80% were observed, except for sulfamethoxazole and venlafaxine.

Other parameters such as COD, pH, temperature, and adsorption spectrum were also measured in the laboratory to check the differences in the influent and effluent of the GAC filter. On certain occasions, ammonium nitrogen and nitrate nitrogen were also analyzed along the GAC bed to have insight into the prevailing processes inside the GAC bed. Using the Langmuir isotherm parameters from the literature, the service life of the GAC bed for seven random MPs used in this study was calculated.