



Pulveraktivkohledosierung und Ultrafiltration Halbtechnische Pilotierung am Standort Neuss



EINFÜHRUNG UND UNTERSUCHUNGSZIELE

Der Einsatz einer Ultrafiltrationsmembran als Barriere für partikuläre Schadstoffe bietet beste Voraussetzungen für den vorgeschalteten Einsatz von Pulveraktivkohle (PAK) zur Adsorption von gelösten Mikroschadstoffen, da diese an der Membran vollständig zurückgehalten wird. Gleichzeitig bildet die mit PAK kompatible Membran (DuPont™ IntegraTec™ PES, nominale Porengröße $0,02 \mu\text{m}$) eine Barriere für Pathogene, Mikroplastik und sonstige partikuläre Feststoffe, sodass sich hiermit mehrere Aufbereitungsziele vereinen lassen.

BESCHREIBUNG DER VERFAHRENSKETTE

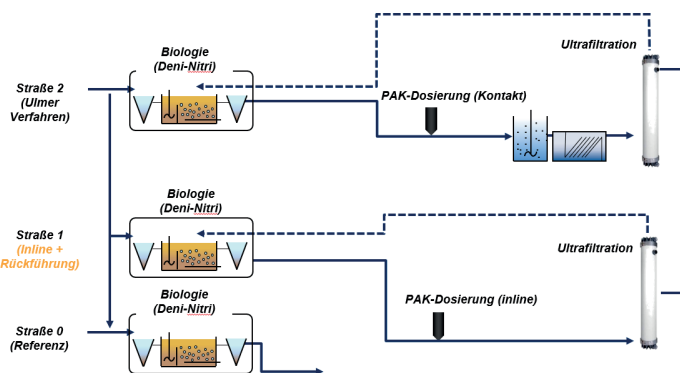
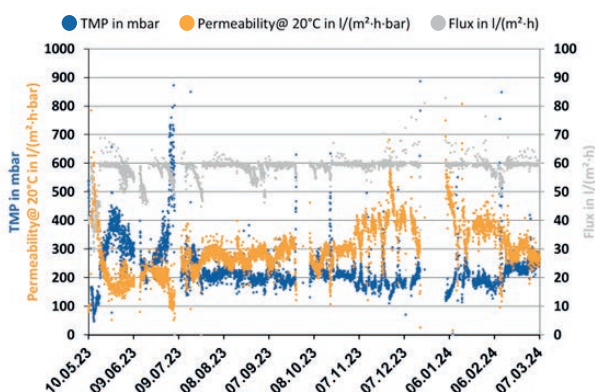


Abbildung 1: Verfahrensschema der Pilotanlage

BETRIEB

Die Halbtechnische Biologie erzeugt Wasserqualitäten, welche nur knapp Ablaufqualitäten von Großkläranlagen nahekomen. Die PAK-Rückführung in den Belebtschlammprozess stabilisiert den Prozess und führt teilweise zu verbesserten Eliminationen.

Die Membran erreicht trotz herausfordernder Zulaufmatrix einen stabilen Betrieb mit für Abwasser hohen Permeabilitäten. Das Fouling inkl. PAK-Deckschicht ist gut reversibel. Die Membran zeigt im Pilotierungszeitraum keine Integritäts Einschränkungen in Hinblick auf den Kontakt mit PAK.



Belebtschlammverfahren: drei halbtechnisch ausgeführte konventionelle Belebtschlammverfahren (~500 L/h je Straße) reinigen Abwasser biologisch.

Vergleich von zwei Verfahrensvarianten: ein modifiziertes Ulmerverfahren und ein Inline-Dosierverfahren, bei welchem kein zusätzlicher Kontaktreaktor benötigt wird.

Ultrafiltrationsmembran: PAK und sonstige Partikel werden durch eine Ultrafiltrationsmembran zurückgehalten. Die teilbeladene Pulveraktivkohle wird in die biologische Stufe rezirkuliert.

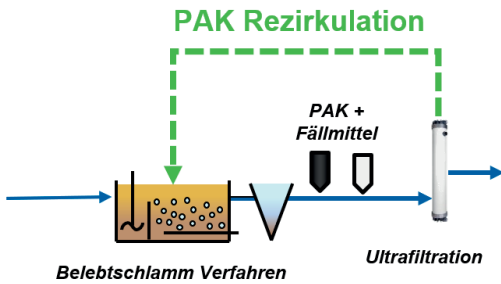
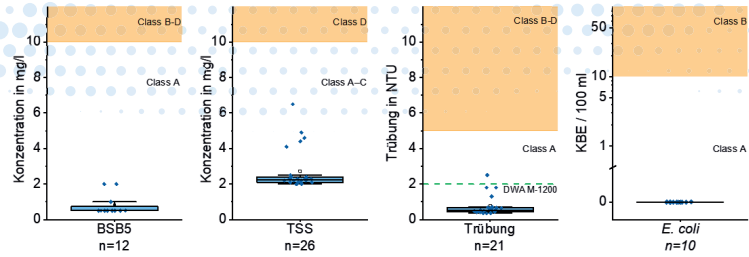


Abbildung 2: Pilotanlage Ultrafiltration: Zu sehen sind zwei halbtechnische Module (Sonderanfertigungen), ausgestattet mit der DuPont™ IntegraTec™ Multibore Membran mit je $3,2 \text{ m}^2$ aktiver Membranfläche im PAK-Inline-Dosierverfahren zur Behandlung von 192 L/h je Modul.

ERGEBNISSE

Sehr gute Wasserqualität

Die Membran ermöglicht trotz herausfordernder Zulaufmatrix (hohe Fracht an gelöstem Kohlenstoff) eine sehr gute Ablaufqualität in Bezug auf eine Vielzahl physikalisch-chemischer Qualitätsparameter. Die Anforderungen gemäß Tabelle 2 der EU Verordnung 2020/741 werden erfüllt.



Spurenstoffe effizient eliminieren mit PAK+UF

Eine achtzig prozentige Spurenstoffelimination ist abhängig von der gewählten Aktivkohledosis und der zur Verfügung stehenden Kontaktzeit der Kohle mit dem Abwasser. Die innovative Verfahrensführung „inline-Dosierung mit Rückführung teilbelasteter Aktivkohle“ ermöglicht das Erreichen der geforderten Elimination mit Aktivkohledosen von nur ca. 0,8 mgPAK/mgDOC (Zimmermann et al. 2024). Für etablierte Verfahren werden Dosierungen von mindestens 1,0 bis 2,0 mgPAK/mgDOC empfohlen (DWA M 285-2).

Breitbandwirkung bei Rückhalt mikrobiologischer Indikatororganismen und Gene

Durch den Größenausschluss der Membran wird ein Großteil der partikulär im Abwasser vorliegenden Pathogene bzw. deren Indikatoren durch die Membran zurückgehalten. Der Rückhalt der Bakteriophagen über das Gesamtsystem aus Belebtschlammverfahren, PAK-Dosierung und Membranfiltration konnte die Validierungsanforderungen für EU class A mit LRV 6 nicht erfüllen – eine Einzelfallbetrachtung wird empfohlen. Voraussichtlich wird eine nachgeschaltete UV Desinfektion notwendig sein.

E. coli	C. perfringens Sporen	Antibiotikaresistente Bakterien	Bakteriophagen	Antibiotikaresistenzgene
Nicht nachweisbar	Nicht nachweisbar	Nicht nachweisbar	Niedrige Konzentration	Niedrige Konzentration bis nicht nachweisbar

FAZIT

Die Verfahrenskombination aus Adsorption an Pulveraktivkohle mit anschließender Membranfiltration ist für den Einsatz zur Spurenstoffelimination sehr gut geeignet und reduziert in der hier demonstrierten Verfahrensvariante den Flächenbedarf und den Betriebsmittelbedarf im Vergleich zur aktuell besten verfügbaren Technik (Ulmer Verfahren) deutlich. Ökonomische und ökologische Bewertungen zeigen vergleichbare Ergebnisse zu Verfahrensalternativen zur synergistischen Behandlung von Spurenstoffen und Desinfektion für die Wasserwiederverwendung, selbst, wenn das hier vorgestellte Verfahren zur erfolgreichen Validierung um eine UV Desinfektion erweitert werden muss.

LITERATURVERWEISE

- bschlussbericht des Verbundvorhabens „FlexTreat“ (gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Fördermaßnahme WavE (Förderkennzeichen 02WV1561). Den Bericht demnächst unter www.bmbf-wave.de verfügbar.

STANDORT

KA Neuss

STAND

09/24

BETRIEB DURCH

- SA, RWTH Aachen University
- inge GmbH / DuPont Water Solutions, Greifenberg

KONTAKT

Max Zimmermann, Christian Staaks



<https://bmbf-wave.de/Verbundprojekte+nach+Themenfeldern/Kommunales+Abwasser/FlexTreat.html>

<https://www.flextreat.rwth-aachen.de/cms/~unany/flextreat/>

