

Projektsteckbrief Förderprogramm des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen		Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Förderprogramm	Ressourceneffiziente Abwasserbeseitigung NRW II – Förderbereich 6 Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Abwasserbeseitigung	
Antragstitel	„BePAK – Bewertung von Verfahren zum Nachweis von Pulveraktivkohle im Kläranlagenablauf“	
Laufzeit	29.09.2016 – 31.12.2017	
Bewilligungsempfänger		Ansprechpartner
Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) der RWTH Aachen University		Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp (ISA)
Institut für Ecopreneurship (IEC), Fachhochschule Nordwestschweiz		
		Prof. Dr.-Ing. Thomas Wintgens (IEC)
Zielsetzung und Anlass des Vorhabens		
<p>Beim Einsatz von Pulveraktivkohle (PAK) auf Kläranlagen (KA) ist das Erreichen eines nahezu PAK-freien Ablaufs wesentlich hinsichtlich einer weitreichenden Spurenstoffelimination. Allerdings fehlen bislang Verfahren zum quantitativen Nachweis der PAK im KA-Ablauf; so sind bspw. Summenparameter, wie Trübung oder AFS, nicht für eine Differenzierung zwischen PAK und weiteren Abwasserinhaltsstoffen geeignet. Aufgrund der fehlenden Nachweismethoden existiert bislang noch kein Grenzwert für PAK im Kläranlagenablauf.</p>		
Projektdurchführung		
<p>In den hier durchgeführten Untersuchungen wurden die Schwarzgradbestimmung, die thermogravimetrische Analyse (TGA) und das Gradienten-Verfahren erstmals unter gleichen Bedingungen an gleichen Proben zur Bestimmung der PAK-Konzentrationen in Abläufen kommunaler Kläranlagen untersucht, sodass eine vergleichende Betrachtung der Ergebnisse erfolgen konnte. Die Aufkonzentrierung der PAK und weiterer Feststoffe erfolgte durch Druckfiltration von max. 1 l Proben (Ablauf Nachklärung). Die verwendeten Proben stammten aus dem Ablauf Nachklärung dreier großtechnischer Kläranlagen, die zur Einstellung definierter PAK-Konzentrationen (0,0–1,0 mgPAK/l) durch Aufstocken mit PAK versetzt wurden und einer unter PAK-Dosierung betriebenen halbtechnischen Versuchsanlage.</p> <p>Innerhalb der vergleichenden Untersuchungen zur Schwarzgradbestimmung wurden, in Abweichung zum Verfahren nach METZGER (2010) mit Membranfiltern, die kostengünstigeren Glasfaserfilter eingesetzt, da in Voruntersuchungen zum Vergleich beider Filterarten im Hinblick auf die Abweichungen von den Sollwerten (definierte PAK-Konzentrationen) ähnliche Ergebnisse erzielt wurden. Die Bestimmung der PAK-Gehalte erfolgte durch eine Probandenbefragung mit insgesamt 50 Personen aus dem Bereich der Siedlungswasserwirtschaft.</p> <p>Die Ermittlung der PAK-Gehalte durch die TGA und das Gradienten-Verfahren erfolgte auf Basis von Kalibriergeraden, die für die einzelnen von zwei Chargen einer Probenahme (1. Ebene), beide Chargen einer Probenahme (2. Ebene), beide Chargen von insgesamt drei Probenahmen an einer Kläranlage (3. Ebene) und beide Chargen von drei Probenahmen an allen drei Kläranlagen (4. Ebene) erstellt wurden. Hinsichtlich einer möglichen Anwendung der PAK-Nachweisverfahren in der Praxis ohne eine Kalibrierung bei jeder Probenahme sind die Ergebnisse ab der 3. Ebene relevant, also auf der Ebene, auf der eine kläranlagenspezifische Kalibrierung erfolgte.</p>		
Wesentliche Ergebnisse		
<p>Es konnte gezeigt werden, dass die Unterschiede in den Bewertungen (Schwarzgradbestimmungen) der einzelnen Probanden und auch einzelner Untergruppen (Geschlecht, Brillenträger, Alter, Beruf) als eher gering zu bewerten sind. Auch die Wahl des filtrierten Volumens (100 oder 250 ml) beeinflusst die Güte der Ergebnisse nur unwesentlich; die zu bewertende Probe selbst (Abwassermatrix der einzelnen KA) hat hingegen bedeutenden Einfluss auf die Abweichungen der Angaben einer Schwarzgradbestimmung vom tatsächlichen PAK-Gehalt. Die im Rahmen der Untersuchungen bestimmte all-gemeine untere Anwendungsgrenze des Verfahrens der Schwarzgradbestimmung liegt bei 0,4 mgPAK/l. Aufgrund der großen Spannweiten der Angaben und teilweise nahezu durchgängiger Unterschätzungen des PAK-Gehalts kann das Verfahren der Schwarzgradbestimmung jedoch nur als praktikable Screening-Methode für eine erste Abschätzung des PAK-Abtriebs herangezogen werden. Auf Basis dessen können ggf. weitere Maßnahmen, wie die kurzfristige Anpassung der Betriebsführung oder perspektivisch</p>		

auch die Notwendigkeit einer quantitativen Analyse, entschieden werden.

Die Ergebnisse der TGA weisen bei 0,1 mgPAK/l eine höhere Streuung auf als bei höheren Konzentrationen; somit liegt die Bestimmungsgrenze des Verfahrens etwa bei 0,1 mgPAK/l. Die TGA ist eine etablierte robuste Methode zur Gehaltsbestimmung in Feststoffen durch Massenverluste. Aufgrund der geringeren Einwaagemöglichkeiten mussten die hier verwendeten Filter geteilt werden, was höhere Streuungen bzw. Inhomogenitäten in den Messungen begründen könnte. Das Gradienten-Verfahren weist bei 0,1 mgPAK/l mit ca. 30 % relativer Abweichung eine für Feststoffe übliche Wiederholpräzision, weshalb die Bestimmungsgrenze bei < 0,1 mgPAK/l liegen wird. Die geringeren Streuungen beim Gradienten-Verfahren im Vergleich zur TGA sind durch die höhere Einwaage und die damit verbundene größere Homogenität der Probe und die höhere Messgenauigkeit (0,01–0,10 % gegenüber 0,2 % bei der TGA) zu begründen.

Maßnahmen zum Wissenstransfer

Malms, S.; Krahnstöver, T.; Linnemann, V.; Wintgens, T.; Montag, D.; Pinnekamp, J.; Benstoem, F (2017): Evaluation of Methods for Quantifying Activated Carbon in Effluents of Wastewater Treatment Plants, 10th IWA Micropol & Ecohazard Conference 2017, Vienna

Malms, S.; Benstoem, F.; Krahnstöver, T.; Linnemann, V.; Montag, D.; Pinnekamp, J.; Wintgens, T. (2017): Entwicklung von Verfahren zum Nachweis von Pulveraktivkohle im Kläranlagenablauf, 12. Aachener Tagung Wassertechnologie, 24.-25.10.2017, Eurogress Aachen

MALMS, S.; KRAHNSTÖVER, T.; MONTAG, D.; WINTGENS, T.; BENSTÖM, F.; FISCHER, J.; SEGADLO, S.; SCHUMACHER, S., PINNEKAMP, J.; LINNEMANN, V. (2018): Bewertung von Verfahren zum Nachweis von Pulveraktivkohle im Kläranlagenablauf – BePAK. Abschlussbericht zum gleichnamigen Forschungsvorhaben, gefördert vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Fazit / Erkenntnisse für die Zukunft

Im Hinblick auf kläranlagenspezifische sowie kläranlagenübergreifende Kalibrierungen der Methoden (TGA und Gradienten-Verfahren) sollten weitere Messserien durchgeführt werden, wobei ein Fokus auf den Schwankungsbreiten der Kalibrierparameter liegen sollte und in diesem Zusammenhang bspw. abgeklärt werden sollte, ob und wie sich die Schlammzusammensetzung mit saisonalen Einflüssen verändert.

Die Kosten für die Bestimmung des PAK-Gehalts betragen, abhängig von der Auslastung der Analysengeräte, zwischen 42 und 53 € je Doppelbestimmung für die TGA und zwischen 33 und 77 € je Doppelbestimmung für das Gradienten-Verfahren. Für die Schwarzgradbestimmung, die ggf. jedoch nur zu einer ersten Abschätzung des PAK-Gehalts herangezogen werden kann, müssen je Doppelbestimmung etwa 6 € angesetzt werden.