

iuta aktuell

Sonderausgabe: Luftreinhaltung & Filtration



03 / 2019

Abscheideverhalten von Elektretfiltern

Wirksamkeit von PM_x-Filtern

Sensoren für die Luftqualität

Neue Prüfstände und Messgeräte

iuta aktuell iuta.de

Untersuchung des Abscheideverhaltens von Elektretfiltern

Partikelfilter finden heutzutage Anwendung in zahlreichen Gebieten, sei es zur Verbesserung der Raumluftqualität, zum Schutz von Komponenten oder zur Verringerung von Emissionen. Häufig fällt dabei die Wahl auf Elektretfilter, die eine hohe Abscheideeffizienz mit geringem Druckverlust verbinden. Ein Nachteil ist jedoch, dass die auf den Fasern gespeicherte Ladung durch Exposition gegenüber Partikeln, Gasen oder Luftfeuchte schnell abgebaut wird. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt des IUTA und des Lehrstuhls für Mechanische Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern wurde die Abscheideeffizienz in Abhängigkeit verschiedener Parameter wie Partikelladung, Temperatur, Feuchte und Aerosolmaterial untersucht sowie verschiedene Entladungsmethoden verglichen.

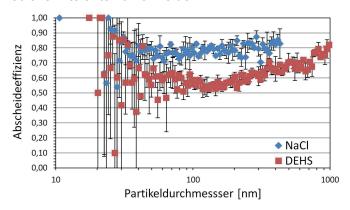
In dem zum 31. Juli 2019 abgeschlossenen Projekt konnte gezeigt werden, dass für manche Filtertypen gravierende Unterschiede zwischen der nach EN 779 verwendeten Entladung durch Tränken in flüssigem Isopropanol und der neuen Entladungsmethode nach ISO 16890 bestehen, bei der die Filter in mit Isopropanoldampf gesättigter Luft entladen werden. Es konnten verschiedene Hypothesen zur Ursache der Unterschiede widerlegt, jedoch bisher keine allgemeingültige Erklärung abgeleitet werden.



Kammer zur Entladung von Filtern in mit Isopropanoldampf gesättigter Luft

Darüber hinaus wurden deutliche Unterschiede bei der Abscheidung von Partikeln aus Kaliumchlorid (KCI) und Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat (DEHS) gefunden, die beide nach ISO 16890 als Prüfaerosole verwendet werden können. Von dieser Diskrepanz berichtet auch die Industrie regelmäßig, jedoch war die Ursache bisher unbekannt. Im Rahmen des Projekts

konnte gezeigt werden, dass weder unterschiedliche Ladungszustände oder Partikelmorphologien noch dielektrische Eigenschaften ausschlaggebend sind, sondern dass DEHS im Gegensatz zu KCI bereits in geringen Mengen zu einer Teilentladung des Filters führt. Ziel zukünftiger Arbeiten muss es sein, die standardisierten Prüfmethoden weiter zu optimieren, um solche Artefakte zu vermeiden.



Fraktionsabscheidegrade eines Elektretfilters, ermittelt mit NaCl- und DEHS-Prüfaerosolen

Die Projektpartner bedanken sich für die Unterstützung durch den projektbegleitenden Ausschuss und hoffen auf eine weitere Zusammenarbeit, um offene Fragen in möglichen Folgeprojekten mit enger Anbindung an die Industrie zu klären.

Autor: Dr. Stefan Schumacher

Das IGF-Projekt 19145 N der Forschungsvereinigung Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Weitere Informationen: www.iuta.de/vernetzung/igf-forschungsprojekte/

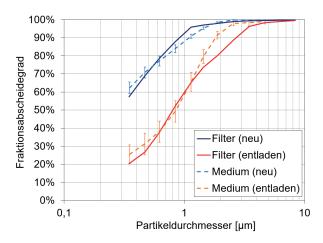


Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Feinstaubreduktion

Nach zwei Jahren Bearbeitung durch den Lehrstuhl für Nanopartikel-Prozesstechnik (Prof. Dr.-Ing. Frank Schmidt) der Universität Duisburg-Essen und das IUTA konnte das IGF-Projekt "Untersuchung der Wirksamkeit von Filtern der allgemeinen Raumlufttechnik zur Reduzierung von Feinstaubkonzentrationen, ins-

besondere PM₁, PM_{2,5} und PM₁₀" zum 30. Juni 2019 erfolgreich abgeschlossen werden. Ein Ziel war es, zu untersuchen, ob die aufwändige Entladung gemäß ISO 16890 statt an konfektionierten Filtern auch mit geringerem Aufwand am Filtermedium durchgeführt werden kann. Zusätzlich sollte ermittelt werden, ob die ISO 16890 das Langzeitverhalten von Luftfiltern realitätsnah abbildet.

Es zeigte sich, dass eine 24-stündige Behandlung von Medienproben mit IPA-Dampf zu gleichen Fraktionsabscheidegraden wie bei einer Konditionierung von Filterelementen mit IPA-Dampf führen kann. Für verschiedene Filter und die entsprechenden Medienproben wurden anschließend die ePM_x-Klassen berechnet, wobei sich eine gute Übereinstimmung zeigte. Die ePM₁- und ePM_{2,5}-Klassenwerte wiesen maximal eine Abweichung von 5 %-Punkten auf.



Fraktionsabscheidegrade nach ISO 16890 für Filtermedien und konfektionierte Filter im Neuzustand und nach Entladung mit Isopropanol (IPA)

Zusätzlich wurden Filter in Betriebsanlagen mit Außenluft beladen und Druckverluste sowie Fraktionsabscheidegrade in bestimmten Intervallen ermittelt. Die Filter wiesen ein sehr unterschiedliches Verhalten in Abhängigkeit vom Beladungszustand auf. Der Vergleich mit einem real gealterten Filter zeigte, dass auch hier Medientests aussagekräftige Ergebnisse zum Realverhalten im Hinblick auf die ePM₁-und ePM_{2 s}-Klassen liefern.

Es wurde darüber hinaus untersucht, wie stark sich die Verwendung von unterschiedlichen lokalen Partikelgrößenverteilungen in der Umgebungsluft zur Berechnung der ePM_x-Klasse auf die Klassierung auswirkt. Da die in der Norm verwendeten standardisierten Volumenverteilungsfunktionen der Partikelgröße keine repräsentativen Ergebnisse für den jeweiligen Standort liefern, können die Ergebnisse lediglich als Grundlage für eine vergleichende Bewertung unter-

schiedlicher Filter herangezogen werden. Autoren: Dr.-Ing. Stefan Haep, Dipl.-Ing. Thomas Engelke

Das IGF-Projekt 19095 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Weitere Informationen: www.iuta.de/vernetzung/igf-forschungsprojekte/



Kostengünstige Sensoren zur Messung der Luftqualität an Arbeitsplätzen und Schulen

Kostengünstige Luftqualitätssensoren sind in den vergangenen Jahren z. B. im Rahmen von Bürgerbeteiligungsprojekten sehr populär geworden. Sie bieten darüber hinaus aber auch in verschiedensten Anwendungen im Bereich der Überwachung der Luftqualität neue Möglichkeiten.



Sensoren zur Überwachung der Luftqualität sind Gegenstand von zwei Forschungsprojekten am IUTA

Im Rahmen eines Projekts für die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) konnte das IUTA bereits die vielfältigen Möglichkeiten, aber auch die Grenzen von Feinstaubsensoren bei der Überwachung der Konzentration alveolengängigen Staubs (A-Staub) an Arbeitsplätzen zeigen. Der Schwerpunkt in diesem Projekt lag allerdings auf der Einordnung der Anwendbarkeit wissenschaftlicher Messtechnik

zur Überwachung der A-Staub-Konzentration. In einem neuen Projekt für die europäische Normungsbehörde CEN soll nun die Eignung der Sensoren im Rahmen pränormativer Forschung eingehend untersucht werden. Ein besonderes Augenmerk der Untersuchungen liegt dabei auf der Frage nach der Mindestgröße der Partikel, damit diese detektierbar sind und ob auch die Exposition gegenüber Nanomaterialien nachgewiesen werden kann. Die Erkenntnisse der Studie sollen schließlich in eine Technische Spezifikation einfließen.



Komponenten eines kostengünstigen Feinstaubsensors

Neben dem Einsatz an Arbeitsplätzen wird in einem von Umweltbundesamt geförderten Projekt die Entwicklung eines mobilen Multiparameter-Messsystems zur Untersuchung der Innenraumluftqualität in Schulen vorangetrieben. Zunächst werden dazu die Genauigkeit, Grenzen und Querempfindlichkeiten zahlreicher Sensoren für Feinstaub und verschiedene Schadgase im Labor überprüft. Eine Auswahl der Sensoren soll dann in eine Messbox integriert werden, die in mehrwöchigen Feldkampagnen in zwei Schulen erprobt wird. Durch eine App-basierte Darstellung der Daten sollen die Schüler direkt an den Messungen teilhaben können und so das Bewusstsein für Fragen rund um die Raumluftqualität gefördert werden.

Autoren: Dr.-Ing. Christof Asbach, Dr. Stefan Schumacher

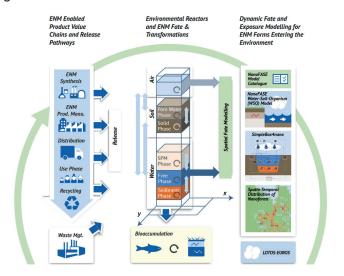
Die Projekte wurden mit Mitteln der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA, Projekt-Nr. F 2405) und des Umweltbundesamts (FKZ: 3717 62 205 0) gefördert.





Untersuchungen zum Verhalten und Verbleib synthetischer Nanomaterialien in der Umwelt

Synthetische Nanomaterialien werden in immer größeren Mengen hergestellt und können in jeder Phase ihres Lebenszyklus in die Umwelt gelangen. Im Rahmen des von der Europäischen Union im "Horizont-2020-Programm" geförderten Projekts "Nanomaterial Fate and Speciation in the Environment" (NanoFASE) wurden Fragestellungen rund um die Freisetzung synthetischer Nanomaterialien und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt untersucht. Das von einem Konsortium aus über 40 Partnern bearbeitete Projekt ging Ende September 2019 mit einer großen Abschlusskonferenz zu Ende.



Clickable Framework zum Verhalten und Verbleib von Nanomaterialien in der Umwelt (Quelle: www.nanofase.eu)

IUTA hat in diesem Projekt die Leitung für das Arbeitspaket "Verhalten und Verbleib von Nanomaterialien in der Atmosphäre" übernommen. In den Laboren des IUTA wurden atmosphärische Reaktionen zwischen Titandioxid- sowie Ceroxid-Nanomaterialien und Stickoxiden nachgestellt und die entsprechenden Reaktionsraten bestimmt. Parallel wurden von einem französischen Partner die Freisetzungsraten von Nanomaterialien in die Atmosphäre an zwei Industrieanlagen und vom IUTA an einer Müllverbrennung gemessen. Sämtliche experimentellen Daten flossen bei einem niederländischen Partner in ein großflächiges Modell ein, das die Ausbreitung, Deposition sowie chemische Reaktionen der Partikel über ganz Europa bestimmt. Dieses Modell ist wiederum rückgekoppelt an ein umfassenderes Modell, das auch die Umweltkompartimente Boden und Wasser behandelt. Die Ergebnisse für die Atmosphäre zeigen, dass bei den

aktuellen Produktionsraten und dem derzeitigen Stand des Wissens bezüglich der Freisetzung und möglicher Reaktionen nur sehr geringe Konzentrationen und Einflüsse auf die Atmosphärenchemie zu erwarten sind. Das Projekt konnte allerdings auch weiterhin bestehende erhebliche Wissenslücken bezüglich der Freisetzungsraten und Reaktionen anderer als der untersuchten Nanomaterialien aufdecken.



Versuchsaufbau zur Bestimmung atmosphärenchemischer Reaktionen mit luftgetragenen Nanomaterialien

Die Erkenntnisse der Studie und insbesondere die Notwendigkeit eines vereinheitlichten Vorgehens bei der Bestimmung der Freisetzungs- und Reaktionsraten wurden in einem White Paper zusammengefasst. Autor: Dr.-Ing. Christof Asbach

Das Projekt NanoFASE wurde mit Mitteln aus dem Förderprogramm Horizont 2020 (Forschung und Innovation, Grant No. 64600) der Europäischen Union gefördert. Weitere Informationen: www.nanofase.eu



Neue Prüfstände und Messgeräte im Bereich Luftreinhaltung & Filtration

Untersuchungen der reaktiven, katalytischen und adsorptiven Wechselwirkungen zwischen gasförmigen und partikularen Schadstoffen mit Filtermedien bei Temperaturen bis 250 °C bilden einen Forschungsschwerpunkt im IUTA. Unter bestimmten Umständen können korrosionsfördernde Bedingungen innerhalb eines Prüfstandes zum Angriff oder gar zur Zerstörung der Materialoberflächen und Aggregate führen (z. B. bei hohen Feuchten, sauren oder basischen Gasbestandteilen, katalytisch reaktiven Partikeln oder

löslichen Salzpartikeln). Um weiterführende Untersuchungen bei diesen Bedingungen durchführen zu können, investierte das IUTA in einen **Prüfstand für Multieffektfiltermedien mit Multigas- und Partikelkonditionierung**, der hinsichtlich Materialauswahl, Gaskonditionierung, Partikeldispergierung, Pumpen- und Ventilatortechnologie, Befeuchtungseinheit sowie Dichtigkeit für Versuche unter den genannten Bedingungen ausgelegt ist.

Gegenwärtig ist ein Trend erkennbar, die serielle Verschaltung von mehreren Apparaten durch kombinierte bzw. hybride Technologien abzulösen. In der Rauchgasreinigung betrifft das die Ablösung von Absorbern (z. T. mehrstufige Wäscher) durch eine Quasitrockensorption, bei der Adsorbensgemische in das Rauchgas eingedüst werden. Ein weiteres Beispiel liefern die Raumluft- und Automobiltechnik: Dort kommen zunehmend Multieffektfilter zum Einsatz, die es ermöglichen, sowohl gas- als auch partikelförmige Schadstoffe in einem kompakten Multieffektfilter abzuscheiden.

Vor diesem Hintergrund forscht IUTA nicht nur an der Optimierung und Neuentwicklung von hybriden Filtersystemen, sondern vor allem auch an der Entwicklung besserer Tests und Prüfmethoden u. a. für einen verbesserten Verbraucherschutz. Um die entsprechenden Versuchsreihen ausführen zu können, wurde ein Multikomponentenmessgerät zur Online-Bestimmung der Gesamt-Quecksilber-, Hg₀-, SO₂-, NO-, NO₂-, NH₃-, CO-, CO₂-, HCI- und H₂O-Konzentrationen in Gasströmen beschafft.

Seit einigen Jahren befasst sich das IUTA mit der Untersuchung und Beurteilung des Stofftransportes in Koaleszenzfiltern, insbesondere in Druckluftkoaleszenzfiltern. Diese erfüllen die Aufgabe, Öltröpfchen, die bei der Komprimierung der Luft als Prozessmedium eingebracht werden oder entstehen, aus der Druckluft zu entfernen.

Für die technische und wissenschaftliche Bewertung des Prozesses ist die messtechnische Erfassung sowohl der Rohgas- als auch der Reingaskonzentration (diese setzen sich jeweils aus der Tröpfchenphase sowie der Dampfphase des Öls zusammen) bei ausreichender zeitlicher Auflösung erforderlich. Zur Erfüllung dieser Messaufgabe wurde ein Messgerät zur Erfassung der Summe der Kohlenwasserstoffe in hoch- und mittelkonzentrierten Aerosolen (Hochtemperatur-Flammen-lonisationsdetektor) erworben, das es ermöglicht, auch die Tröpfchenphase bei Temperaturen bis 400 °C zu erfassen.

Das Thema Feinstaub rückte in den letzten Jahren in den Medien verstärkt in den Vordergrund. Wie bereits erwähnt, sind seit Kurzem neben einer hochpreisigen Messtechnik, die beispielsweise an Forschungseinrichtungen oder Landesumweltämtern für Messungen verwendet wird, auch preisgünstige Feinstaubsensoren erhältlich, die teilweise weniger als 20 € kosten. Diese können u. a. in engmaschigen Sensornetzwerken oder bei der Expositionsüberwachung von Arbeitsplätzen eingesetzt werden. Um die Leistungsfähigkeit und Genauigkeit dieser Sensoren wissenschaftlich fundiert bewerten zu können, hat das IUTA als Referenz ein zertifiziertes, eignungsgeprüftes Feinstaub-Aerosolspektrometer beschafft.

IUTA charakterisiert in mehreren FuE-Projekten luftgetragene Partikel, um beispielsweise die Abscheideleistung von Partikelfiltern oder die Leistungsfähigkeit von Aerosolmesstechnik zu untersuchen. Dabei spielt die Partikelgröße in der Regel eine wesentliche Rolle. Bei der Untersuchung einzelner Transport- oder Depositionsprozesse sowie zur Charakterisierung von Aerosolmesstechnik ist es nötig, monodisperse, d. h. Partikel des gleichen Äquivalenzdurchmessers, einzusetzen. Üblicherweise liegen die verwendeten Prüfaerosole in einer relativ breiten (polydispersen) Partikelgrößenverteilung vor. Um aus polydispersen Prüfaerosolen ein monodisperses Aerosol extrahieren zu können, hat das IUTA einen aerodynamischen Aerosolklassierer zur Bereitstellung monodisperser luftgetragener Partikel erworben, der es erlaubt, Partikel im Größenbereich von 25 nm bis 5 µm zu klassieren.

Die Geräteinvestitionen wurden durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Förderprogramms "FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen – Innovationskompetenz", INNO-KOM-Modul "Investitionszuschuss wissenschaftlich-technische Infrastruktur" gefördert.



IMPRESSUM

Redaktion: C. Asbach, T. Engelke, S. Schumacher, S. Haep, D. Bathen

Herausgeber: Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Bliersheimer Str. 58 – 60, 47229 Duisburg

Vorstand: Prof. Dr.-Ing. Dieter Bathen (Wissenschaftlicher Leiter); vertretungsberechtigt gemäß § 26 BGB: Dr.-Ing. Stefan Haep (Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer), Dipl.-Ing. Jochen Schiemann (Stellv. Vorstandsvorsitzender und Geschäftsführer)

IUTA ist An-Institut der Universität Duisburg-Essen, Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) sowie Mitglied der Johannes-Rau-Forschungsgemeinschaft e.V. (JRF).



Foto auf dem Titelblatt: Prüfstand für Raumluftfilter nach ISO 16890 in der Halle 5 des IUTA. Weitere Informationen zu den abgedruckten Artikeln sowie weitere Projektberichte finden Sie auf der Website www.iuta.de

FÖRDERHINWEIS

Das Institut für Energie- und Umwelttechnik erhält vom Land Nordrhein-Westfalen im Auftrag des Ministeriums für Kultur und Wissenschaft eine Zuwendung im Rahmen der institutionellen Förderung.

Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen

