

# Strukturuntersuchung von Tiefenfiltern mittels Röntgenmikroskopie

Reiner ZIELKE<sup>1</sup>, Wolfgang TILLMANN<sup>1</sup>, Kevin HOPPE<sup>2,3</sup>, Markus THOMMES<sup>2</sup>,  
Damian PIELOTH<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> RIF e.V., Dortmund

<sup>2</sup> TU Dortmund, Lehrstuhl Feststoffverfahrenstechnik, Dortmund

<sup>3</sup> Hochschule Anhalt, Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik, Köthen

Kontakt E-Mail: [reiner.zielke@rif-ev.de](mailto:reiner.zielke@rif-ev.de)

## Kurzfassung

Für die Abtrennung von Partikeln aus einem Gasstrom mit geringer Beladung sowie in Anwendungen, in denen ein hoher Abscheidegrad erforderlich ist, sind Tiefenfilter das Mittel der Wahl. Die Qualität des Filtrationsprozesses wird durch ihren Abscheidegrad sowie den resultierenden Druckverlust bestimmt. Beide Parameter sind stark mit der Struktur des zu wählenden Filtermediums verknüpft und werden durch dieses bestimmt. Informationen zur Filterstruktur und zu den eingelagerten Partikeln und deren geometrischen Eigenschaften sind daher für eine Weiterentwicklung des Filtermaterials unumgänglich.

Für die Untersuchungen der Filterstrukturen sind hochauflösende Messungen notwendig. Bei der konventionellen Computertomografie ist die Auflösung durch die Probengeometrie eingeschränkt. Eine Anpassung der Probengeometrie ist jedoch aufgrund des Filteraufbaus nicht möglich. Daher wird die Röntgenmikroskopie, welche durch eine zusätzliche optische Vergrößerung das Auflösungsvermögen steigert, eingesetzt. Zur Trennung der Filterstruktur von den Partikeln werden zusätzlich zu konventionellen Teststäuben, Partikeln aus Materialien mit einem hohen Kontrast eingesetzt. Im Rahmen des Beitrages werden die Ergebnisse an Tiefenfiltern vorgestellt und mit konventionellen Messungen verglichen.

Reiner ZIELKE 1, Wolfgang TILLMANN 1, Kevin HOPPE 2,3, Markus THOMMES 2, Damian PIELOTH 2,3  
 1) RIF e.V., Dortmund; 2) TU Dortmund, Lehrstuhl Feststoffverfahrenstechnik, Dortmund;  
 3) Hochschule Anhalt, Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik, Köthen  
 Kontakt E-Mail: reiner.zielke@rif-ev.de

## Motivation

Für die Abtrennung von Partikeln aus einem Gasstrom mit geringer Beladung sowie in Anwendungen, in denen ein hoher Abscheidegrad erforderlich ist, sind Tiefenfilter das Mittel der Wahl. Die Qualität des Filtrationsprozesses wird durch ihren Abscheidegrad sowie den resultierenden Druckverlust bestimmt. Beide Parameter sind stark mit der Struktur des zu wählenden Filtermediums verknüpft und werden durch diese bestimmt. Informationen zur Filterstruktur und zu den eingelagerten Partikeln und deren geometrischen Eigenschaften sind daher für ein Verständnis des Betriebsverhaltens und eine Optimierung notwendig.

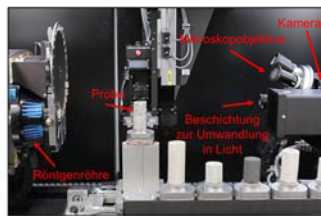
- Polyestermaterial
- Porosität: 98 %
- Faserdurchmesser: 25 µm
- Dicke: 25 mm



In den Versuchen verwendeter Testfilter

## Vermessung der Filter mit Hilfe eines Röntgenmikroskops

Für die Untersuchungen der Filterstrukturen sind hochauflösende Messungen notwendig. Bei der konventionellen Computertomografie ist die Auflösung durch die Probengeometrie eingeschränkt. Eine Anpassung der Probengeometrie ist jedoch aufgrund des Filteraufbaus nicht möglich. Daher wird die Röntgenmikroskopie, welche durch eine zusätzliche optische Vergrößerung das Auflösungsvermögen steigert, eingesetzt.



Source: LWT X-ray Laboratory, TU Dortmund

Source: www.zeiss.com  
 Minimum achievable voxel 70nm

## Vermessung des unbeladenen Filters



Der Filter wurde mit einer Energie von 50 KV sowie einer Voxelauflösung von 30 µm, bedingt durch die Vermessung des gesamten Filters, vermessen. Teilbereiche können jedoch wesentlich höher aufgelöst werden.

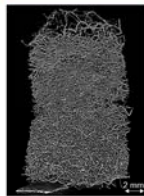
## Vermessung des beladenen Filters

Zur Separation der Staubpartikel vom Filter, wurden die Staubpartikel mit einem Kontrastmittel versehen. Die Röntgenmikroskopieaufnahme rechts zeigt die Verteilung der Partikel in dem links vermessenen Filter.

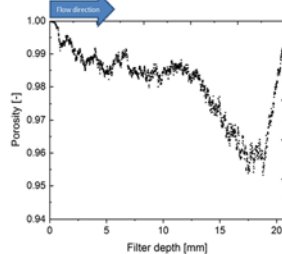
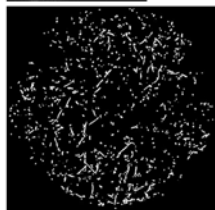


Anhand der CT-Aufnahme des unbeladenen Filters kann die Porosität des Filters in Abhängigkeit der Filtertiefe ermittelt werden. Die Untersuchung mit dem Staubpartikel ermöglicht eine Korrelation der Partikelgröße zur Filtertiefe und somit zur Porosität des Filters. Diese Vorgehensweise kann zur Bewertung der Effektivität von Filtern und zur Optimierung eingesetzt werden.

## Bestimmung der Porosität des unbeladenen Filters



Für die Porositätsbestimmung wurden 2d-Schnitte für unterschiedliche Filtertiefen mit Hilfe der Bilderverarbeitung ImageJ aufbereitet und bezüglich ihres Faseranteils ausgewertet. Somit kann der Aufbau des Filters, wie im Diagramm dargestellt, exakt beschrieben werden.



## Zusammenfassung und Ausblick

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Computertomografie zur Untersuchung von un- und beladenen Filtersystemen geeignet ist und somit eine weitere effektive Methode zur Entwicklung und Anpassung von Tiefenfiltern zur Verfügung steht. Die aktuellen Arbeiten liegen bei der Vermessung von unterschiedlich beladenen Filtern, der Ermittlung von Kennwerten, die in Modelle und Simulationen einfließen. Basierend auf den Simulationen erfolgt dann eine Optimierung und praxismgerechte Anpassung der Filtersysteme. Die Ziele der Optimierung liegen neben der Steigerung des Abscheidegrades auch bei der Reduzierung des Druckverlustes und somit bei der Energieeinsparung.

## Kontakt



RIF Institut für Forschung und Transfer e.V.  
 Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20  
 44227 Dortmund  
 Tel. +49 231 9700-101  
 Fax. +49 231 9700-460  
 Web: www.rif-ev.de • Mail: kontakt@rif-ev.de

RIF e.V.  
 Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Reiner Zielke  
 Zerstörungsfreie Prüfverfahren

Tel. +49(231)755-7303  
 Mail reiner.zielke@rif-ev.de

Vertretend: Prof. Dr. H. Helmrich, Prof. Dr.-Ing. J. Bollmann, Prof. Dr.-Ing. W. Tillmann  
 Geschäftsführung: Dr. S. Bölsch, M. Seel • AG Dortmund VR 3998 • USt-IdNr. DE 164 222 304