

Einfluss von Feuchte auf Elektretfilter: Direkte Numerische Simulation

D. Stoll, S. Antonyuk

Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, RPTU Kaiserslautern-Landau,

Gottlieb-Daimler-Str. 44, 67663 Kaiserslautern, Deutschland

E-Mail des korrespondierenden Autors: daniel.stoll@mv.rptu.de

Filter aus Vliesstoffen werden für die Abscheidung infektiöser Aerosol-Partikel sowie auch Staub in mobilen Luftreinigern, partikelfiltrierenden Halbmasken und in Anlagen für Raumluftechnik verwendet. Das Ziel ist dabei, die Qualität der Raumluf zu verbessern und gleichzeitig eine Immissions- bzw. Emissionsminderung zu gewährleisten. Seit der COVID-19 Pandemie hat die Relevanz dieser Filter zugenommen, besonders im Hinblick auf die Abscheidung infektiöser Aerosolpartikel (für den Infektionsschutz). Die Mehrheit dieser Filter wird aus elektrostatisch aufgeladenen Vliesstoffen hergestellt. Dadurch wirken zusätzlich elektrostatische Abscheidemechanismen, um die Filtereffizienz zu verbessern. Die Effizienz ist daher maßgeblich abhängig von dem vorhandenen elektrischen Feld, welches an den Faseroberflächen wirkt. Es gibt Effekte, die bisher nicht ausreichend untersucht wurden, wie beispielsweise der Einfluss von Feuchtigkeit in Form von abgeschiedenen Tropfen auf das elektrische Feld und die Effizienz. Beispielsweise Halbmasken können während des Tragens, aufgrund der nahezu gesättigten ausgeatmeten Luft und zusätzlich durch die Freisetzung von Tröpfchen beim Sprechen, Husten oder Niesen, mit der Zeit von innen befeuchtet werden.

In diesem Beitrag wurden der Einfluss der Feuchte in Elektret-Filtern auf die Abscheidung mit numerischen Simulationen untersucht. Zur Durchführung der Simulationen wurde zur vollaufgelösten Berechnung der Strömung in der Mikrostruktur eines Filtermittels eigens ein CFD-Code DNSLab auf Basis der Direkten Numerischen Simulation (DNS) entwickelt [1,2,3]. In der Studie wurden Probenausschnitte von Elektret-Vliesstoffen mit variiertes Faserdurchmesserverteilung, Porosität und Oberflächenladungsdichte generiert. Das elektrische Feld um die Fasern herum wurde berechnet, um die elektrostatischen Wechselwirkungen zwischen Fasern und Partikel zu berücksichtigen.

Es wurden zwei grundlegende Möglichkeiten der Feuchtigkeitsabscheidung bzw. Feuchtigkeitsablagerung an den Fasern (in grau abgebildet) untersucht, welche in Abbildung 1 dargestellt sind. Dabei wurde eruiert, ob die Flüssigkeit eine Art Film um die Fasern (Abb. 1 links) oder ob sie sich primär in den Kontaktpunkten zwischen den Fasern ablagert (Abb. 1 rechts).

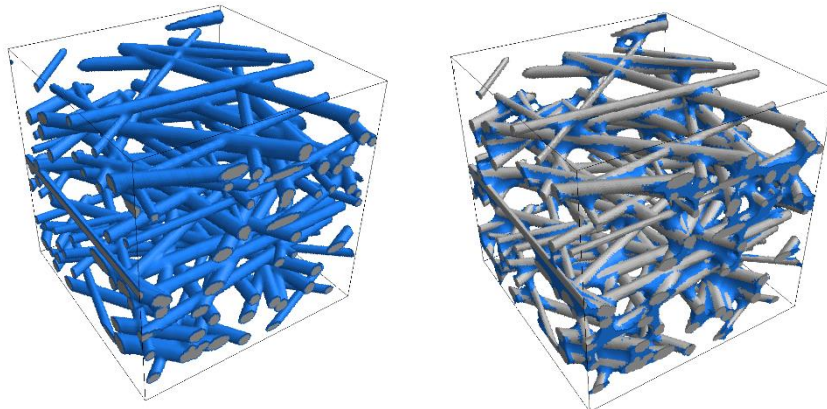


Abbildung 1: Ablagerung von Feuchtigkeit (Wasser) als Film (links) und in den Kontaktpunkten zwischen den Fasern (rechts) an einem Elektret-Vliesstoff in DNSLab.

In der Arbeit wurde der Zusammenhang zwischen der Wassermenge, der Verteilung von Wasser (siehe Abb.1) und dem Einfluss auf das vorhandene elektrische Feld, sowie die resultierende Filtereffizienz untersucht.

KEYWORDS

Aerosolabscheidung, Elektret, Direkte Numerische Simulation, Feuchtigkeit, Elektrisches Feld, Filtereffizienz

- [1] Schriftreihe des Lehrstuhls für Mechanische Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern, 2011, Band 5, ISBN : 978-3-941438-82-8
- [2] Kerner, M.; Schmidt, K.; Hellmann, A.; Schumacher, S.; Pitz, M.; Asbach, C.; Ripperger, S.; Antonyuk, S. Numerical and experimental study of submicron aerosol deposition in electret microfiber nonwovens, *Journal of Aerosol Science* 122 (2018) 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2018.05.004>.
- [3] M. Kerner, K. Schmidt, S. Schumacher, C. Asbach, S. Antonyuk, Electret Filters—From the Influence of Discharging Methods to Optimization Potential, *Atmosphere* 12 (2021) 65. <https://doi.org/10.3390/atmos12010065>.