

SAFE

Sättigungsüberwachung von Aktivkohle-Filtern anhand elektrischer Eigenschaften

Programm / Ausschreibung	FORTE, FORTE, FORTE - Kooperative F&E-Projekte KFE 2024	Status	laufend
Projektstart	01.01.2026	Projektende	30.06.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	30 Monate
Keywords	ABC-Filter; Aktivkohle-Sättigung; Messtechnik; Machine Learning		

Projektbeschreibung

Aktivkohle ist das am häufigsten eingesetzte Adsorptionsmittel für die Filterung von gesundheitsschädlichen gasförmigen Chemikalien aus der Atemluft und ist eine Standardkomponente von ABC-Luftfiltern. Bei Vorhandensein eines Schadstoffs in der durchgeleiteten Luft adsorbiert Aktivkohle den entsprechenden Stoff, bis ihre Oberfläche gesättigt ist. Hiernach sinkt die Reinigungswirkung drastisch und es kommt zum Filterdurchbruch. Im Gegensatz zu mechanisch filternden Abscheidern (Faserfiltern) ist die zunehmende Belegung von Aktivkohlefiltern nicht durch eine Änderung des Luftwiderstands erkennbar. Trotz intensiver Forschungsaktivität im Bereich der Gas-Sensorik stehen professionellen Anwendern in Österreich aktuell keine Sensorsysteme für die Restaktivitätsüberwachung von Aktivkohlefiltern für den ABC-Schutz zur Verfügung. Besondere Herausforderungen bei der Entwicklung einer entsprechenden Sensorik sind Robustheit, Sensitivität, Störanfälligkeit, Stromverbrauch, Herstellungskosten pro Filtereinheit und Nachrüstbarkeit. Für ein zuverlässiges Monitoring des Sättigungszustands ist jedenfalls eine einzelne punktuelle Messung im Filter nicht ausreichend, sondern die Aktivkohle-Belegung muss zumindest an mehreren Stellen entlang des Filters und über den Filterquerschnitt verteilt, überwacht werden.

Im Rahmen des Projekts SAFE sollen zwei Sensortechnologien für eine derartige Überwachung getestet werden: 1) Electronic Impedance Tomography (EIT) und 2) Feld-Effekt-Transistor (FET)-Sensoren. Beide Technologien, EIT und FET, detektieren hochsensitiv Leitfähigkeitsänderungen von Oberflächen, wie sie beispielsweise bei der Adsorption von Chemikalien an Aktivkohle auftreten. EIT und FET sollen letztlich in einer Filterkartusche kombiniert eingesetzt werden, um die fortschreitende Filterbelegung zu verfolgen. Es soll geprüft werden, ob dadurch eine höhere Zuverlässigkeit bzw. Ausfallsicherheit erreicht werden kann bzw. eine effizientere Überwachungslösung realisiert werden kann als durch den Einsatz jeweils einer Technologie allein. Mithilfe einer ebenfalls zu entwickelnden KI-gestützten Auswertesoftware sollen die komplexen Messdaten automatisiert interpretiert werden.

Im Fokus des Projekts steht der mobile Einsatz der entwickelten Sensorik in einem ABC-Schutzfahrzeug, aber auch der stationäre Einsatz in Luftfilteranlagen von militärischen sowie zivilen Gebäuden & Anlagen wird berücksichtigt. Ziel des Projekts ist die Validierung des Sensorikkonzepts in Laborumgebung (TRL4). In einem Testaubau soll hierfür die Einwirkung von etablierten Kampfstoffsimulantien sowie relevanten Umwelteinflüssen (v.a. Luftfeuchtigkeit, Umgebungstemperatur, Abgase) auf verschiedene Aktivkohlefiltermaterialien getestet und die Reaktion der Sensorik darauf untersucht werden.

Abstract

Activated carbon is the most commonly used adsorbent for filtering harmful gaseous chemicals from air and is a standard component of CBRN air filters. If a pollutant is present in air that is passed through activated carbon, it adsorbs the substance in question until its surface is saturated. Hereafter, the filtration efficiency drops drastically and a filter breakthrough occurs. In contrast to mechanically filtering materials (fiber filters), the increasing saturation of activated carbon filters cannot be detected by a change in its resistance to airflow (pressure drop). Despite intensive research in the field of gas sensors, sensor systems for monitoring the residual activity of activated carbon filters for ABC protection are currently not available to professional users in Austria. Major challenges in the development of a corresponding sensor technology are robustness, sensitivity, susceptibility to failure, power consumption, manufacturing costs per filter unit and suitability for retrofitting. In any case, a single point measurement in the filter is not sufficient. The activated carbon saturation must be monitored at least at several points along the filter and across the filter cross-section.

Within project SAFE, two sensor technologies for this kind of monitoring shall be tested: 1) electronic impedance tomography (EIT) and 2) field-effect transistor (FET) sensors. Both technologies, EIT and FET sensors, detect changes in surface conductivity with high sensitivity, which occur e.g. upon adsorption of chemicals onto activated carbon. Eventually, EIT and FET sensors shall be used in combination in a filter cartridge to track the progressive filter saturation. It shall be tested whether higher reliability or fail-safety can be achieved by this approach or whether a more efficient monitoring solution can be implemented than by using one of the two technologies alone. The complex measurement data shall be interpreted automatically using AI-supported evaluation software, which is also supposed to be developed within the activity.

The project focuses on the mobile use of the developed sensor system in a CBRN protection vehicle, but the stationary use in air filter systems in military and civilian buildings and facilities is also taken into account. The aim of the project is to validate the sensor concept in a laboratory environment (TRL4). For this purpose, the exposure of activated carbon filter materials to established chemical warfare agent simulants as well as relevant environmental influences (especially atmospheric humidity, ambient temperature, exhaust gases) in a test setup shall be tested and the response of the sensor system to these influences shall be investigated.

Projektkoordinator

- FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH

Projektpartner

- Bundesministerium für Landesverteidigung
- Attophotonics Biosciences GmbH