

Beladungskontrolle bei einem Aktivkohlefilter zur Elimination von VOC aus Abluft

Diplomand



Simon Grundler

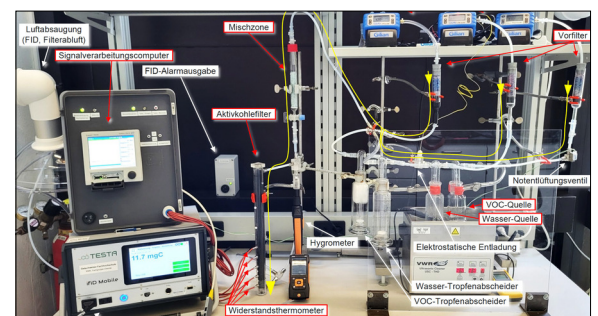
Ausgangslage: Flüchtige organische Verbindungen (VOC) können unter anderem bei der Verwendung von Reinigungs- und Lösemitteln in die Luft gelangen. In industriellen Anwendungen gelten Grenzwerte für VOC in der Abluft, die je nach Prozess nur mit einer Abluftreinigungsanlage eingehalten werden können. Aktivkohlefilter eignen sich für diese Aufgabe, weil sie VOC in ihrer Porenstruktur adsorbieren. Die Aufnahmekapazität eines Aktivkohlefilters ist jedoch begrenzt. Im Betrieb wird der Zustand eines Aktivkohlefilters häufig über die VOC-Konzentration am Filterausgang beurteilt. Wird dort eine erhöhte Konzentration gemessen, ist die nutzbare Kapazität des Filters bereits weitgehend erschöpft. Für einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb wäre deshalb eine Beladungsanzeige sinnvoll, die den Zustand des Filters bereits während des Betriebs anzeigt. Daraus ergeben sich zwei zentrale Aufgaben dieser Arbeit: Einerseits müssen VOC kontrolliert und reproduzierbar in einen Luftstrom eingebracht werden. Andererseits soll eine Methode entwickelt werden, mit der der Beladungszustand eines Aktivkohlefilters während des Betriebs abgeschätzt werden kann.

Vorgehen: Für die Untersuchungen wurde ein Versuchsstand aufgebaut, mit dem definierte VOC-belastete Luftströme erzeugt und einem Aktivkohlefilter zugeführt werden konnten. Die VOC-Anreicherung erfolgte über Waschflaschen, wobei DMM (Dipropylenglykol-Dimethylether) und PGDA (Propylenglykoldiacetat) als VOC verwendet wurden. Der Versuchsstand erlaubte die Einstellung unterschiedlicher VOC-Konzentrationen, Feuchtegehalte der Zuluft und GHSV-Werte (Gas Hourly Space Velocity). Als Methode zur Beladungskontrolle wurde die Erfassung der Wärme gewählt, die durch die exotherme VOC-Adsorption an der Aktivkohle entsteht. Der Aktivkohlefilter wurde dazu mit mehreren Pt100-Widerstandsthermometern ausgestattet. Mit Messstellen innerhalb und ausserhalb des Filterbetts wurde die Temperaturentwicklung entlang des Filters relativ zur Zuluft erfasst.

Ergebnis: Es wurde gezeigt, dass sich im Aktivkohlefilter eine Wärmefront entlang der Filterzonen bewegt, die mit der zunehmenden Beladung des Filters korreliert. Die durch die VOC-Adsorption entstehende Temperaturverteilung kann somit als Indikator für den Beladungszustand genutzt werden. Dieser Zusammenhang wurde bei Versuchen mit DMM und PGDA, VOC-Konzentrationen von 2 bis 7 g/m³ sowie GHSV-Werten von 1'500 bis 2'000 h⁻¹ beobachtet. In allen diesen Versuchen wurde die Zuluft vorgängig auf eine relative Feuchte von 10 bis 20% entfeuchtet. Für eine kontinuierliche Bewertung der Filterbeladung wurde die Temperaturverteilung über die Filterzonen bekannten Beladungszuständen des Filters zugeordnet. Daraus wurde ein

Beladungsmodell entwickelt, das aus der aktuellen Wärmeverteilung die Filterbeladung ableitet. Das Modell wurde mit Versuchen unter den genannten Rahmenbedingungen erstellt und anschliessend validiert. Für die Validierung ergab sich ein Unsicherheitsbereich der Beladungsprognose von rund $\pm 15\%$. Damit konnte gezeigt werden, dass die thermische Beladungskontrolle unter den untersuchten entfeuchteten Betriebsbedingungen eine quantitative Abschätzung der Filterbeladung ermöglicht. Die wichtigste Grenze der Methode ist die Luftfeuchtigkeit. Bei den untersuchten VOC-Konzentrationen führte eine erhöhte relative Feuchte, insbesondere 70% rF, zu dominierenden Temperaturveränderungen im Filterbett.

Fotografie der Versuchsanlage mit Beschriftung in Rot und Weiss, gelber Pfeil: grobe Richtung des Luftstroms
Eigene Darstellung

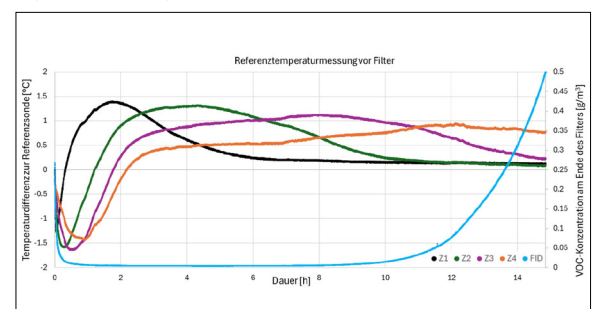


Aktivkohlefilter mit Widerstandsthermometern in unterschiedlicher Anordnung
Eigene Darstellung



Darstellung des Temperaturverlaufs der Filterzonen als Differenz zur Referenztemperatur und VOC-Konz. am

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll

Korreferent

Dr. Adrian Schneider, Kanadevia Inova

Themengebiet

Energy and Environment