

Ultrafeine Partikel im Abgas von Humankremationsanlagen

Dipl.-Ing. Martin Köhler, Dr.-Ing. Andrea Ohle, Prof. Dr.-Ing. Michael Beckmann // TU Dresden, Professur für Energieverfahrenstechnik // 01062 Dresden
Sebastian Steinau, Frank Tettich // Grimm Aerosol Technik Ainring GmbH & Co. KG // Dorfstrasse 9, 83404 Ainring
Dipl.-Ing. Sven Graf // VMT Verfahrens- und Messtechnik GmbH // Am Fürstenhuther Stollen 13, 07318 Saalfeld

Motivation

Der Anteil an Kremationen (Feuerbestattungen) nimmt in Deutschland seit Jahren zu und umfasst bereits mehr als 65 % aller Bestattungen. Dieser Trend trifft ebenso auf das europäische Ausland zu. Bundesweit werden ca. 160 Anlagen mit jeweils zwei bis drei Ofenlinien betrieben, womit ein Abgasausstoß von ca. 870 Mio. m_n^3 pro Jahr verbunden ist. Da Krematorien meist eine zentrale städtische Lage und nur eine geringe Kaminhöhe aufweisen, kommt den dort erzeugten Emissionen im Hinblick auf die Luftqualität eine signifikante Bedeutung zu. Grenzwerte für Feinstaub oder die Anzahl ultrafeiner Partikel (UFP) existieren nicht und es sind bisher auch keine systematischen Untersuchungen bekannt, welche Partikelemissionen in Krematorien auftreten. Daher kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht beurteilt werden, ob es sich bei Krematorien um nennenswerte Feinstaubquellen handelt. Um diese Lücke zu schließen, wurden die reingasseitigen UFP-Konzentrationen in insgesamt zehn Krematorien unterschiedlichen Bau- bzw. Modernisierungsjahres und mit verschiedenen Abgasreinigungstechnologien gemessen.

Ergebnisse

Die maximalen UFP-Konzentrationen liegen bei $6,52 \cdot 10^8$ Partikel pro cm^3 und werden bei Krematorien mit Flugstromverfahren gemessen, die über vergleichsweise alte Filteranlagen verfügen. Abgasreinigungen desselben Aufbaus mit deutlich besser gewarteten Filteranlagen zeigen Konzentrationen die bis zu fünf Größenordnungen unter diesen Werten liegen. Insgesamt scheinen Flugstromverfahren zu geringeren Konzentrationen zu führen als Verfahren mit katalytischen Filtern. Bei Festbettadsorbieren und Chemosorptionsfiltern ist eine abschließende Bewertung aufgrund der geringen Anzahl von aufgenommen Messwerten nicht möglich (Tab. 1, Abb. 2, Abb. 3).

Tabelle 1: Übersicht über die aus den UFP-Messungen generierte Datengrundlage

	Chemosorptionsfilter	Festbettadsorber	Katalytischer Filter	Flugstrom	Flugstrom*
Anzahl der Datensätze	1	1	7	16	2
letzte Revision in Jahre	k.A.	k.A.	< 0,5	< 0,5	ca. 4
mittlere UFP-Konzentration in $1/cm^3$	$1,06 \cdot 10^6$	$1,19 \cdot 10^3$	$4,09 \cdot 10^6$	$4,93 \cdot 10^5$	$4,26 \cdot 10^7$
maximale UFP-Konzentration in $1/cm^3$	$4,68 \cdot 10^6$	$9,31 \cdot 10^3$	$5,21 \cdot 10^7$	$5,85 \cdot 10^6$	$6,52 \cdot 10^8$
Kremationsdauer in min	72	70	63-85	41-110	65-95

* Die letzte Revision der Filteranlagen dieser Krematorien lag ca. 4 Jahre zurück. Sie standen kurz vor der nächsten Revision.

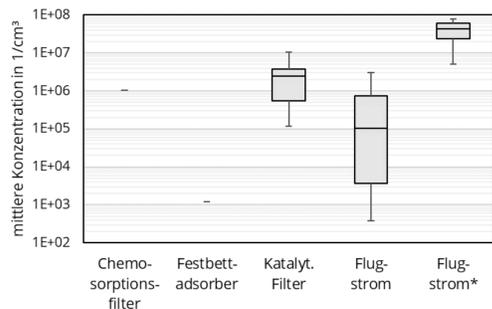


Abbildung 2: mittlere UFP-Emissionen von Krematorien mit verschiedenen Abgasreinigungstechnologien

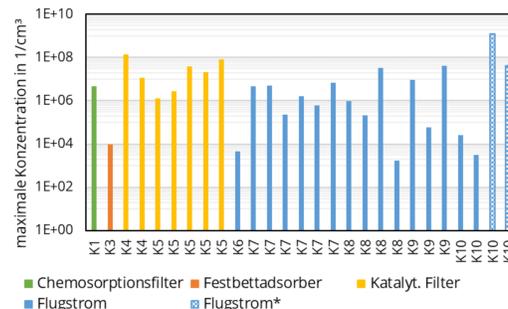


Abbildung 3: maximale UFP-Emissionen von Krematorien mit verschiedenen Abgasreinigungstechnologien

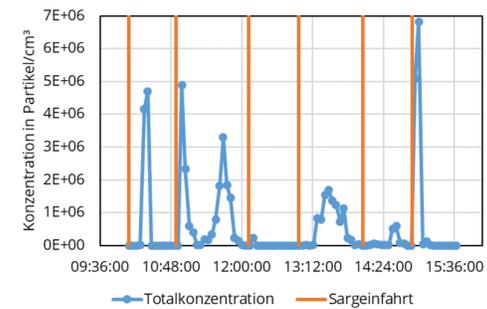


Abbildung 4: Beispielhafter zeitlicher Verlauf der UFP-Konzentration im Reingas eines Krematoriums

Methode

Die UFP-Messung erfolgte mit einem SMPS+C-System und einer Heißgasentnahmesonde der Fa. GRIMM Aerosol Technik Ainring GmbH & Co. KG.

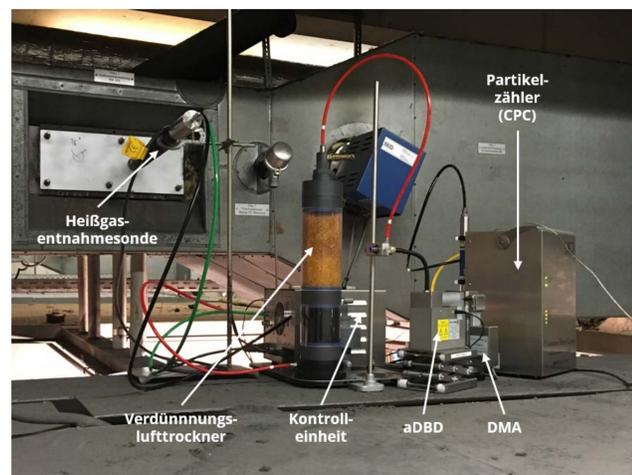


Abbildung 1: Fotografie des Messaufbaus

Entsprechend des instationären Verbrennungsprozesses, der in Kremationsöfen stattfindet, sind auch die ermittelten UFP-Konzentrationen im Reingas nicht konstant, sondern zeigen ausgeprägte Peaks. Eine Systematik lässt sich hierbei nur eingeschränkt erkennen (Abb. 4):

- Innerhalb der ersten 5 - 15 Minuten nach der Sargeinfahrt war bei allen Kremationen ein Konzentrationspeak erkennbar. Da die Verbrennung des Leichnams zu dieser Zeit noch nicht eintritt, muss der Peak auf die Verbrennung des Sarges selbst zurückgeführt werden.
- Bei einem Großteil aller erfassten Kremationen trat ein weiterer Konzentrationspeak nach 30 - 45 Minuten nach Einfahrt des Sarges auf. Hierbei ist zu vermuten, dass dieser aufgrund der Verbrennung des Leichnams entsteht.
- Die Höhe der Peaks folgte dabei keinem erkennbaren Schema.

Fazit

Ozgen et al. [1] haben Messungen in Müllheizkraftwerken, Holz-Pelletöfen mit nachgeschaltetem Aerozyklon sowie Öl- und Gasbrennern ohne Abgasreinigung durchgeführt und geben Werte zwischen $1,4 \cdot 10^4$ - $3 \cdot 10^4$ Partikel pro cm^3 (MHKWs) und $2 \cdot 10^7$ Partikel pro cm^3 (Holzpellet-Öfen) an. Schneider et al. veröffentlichten Werte von $1 \cdot 10^8$ bis $1 \cdot 10^9$ Partikel pro cm^3 hinter prototypischen Holzpellet-Öfen [2]. Die in Krematorien ermittelten UFP-Konzentrationen liegen ebenfalls in diesem Bereich. Dies weist auf einen insgesamt guten Abscheidegrad der Filteranlagen bei entsprechender Wartung hin. Dadurch, dass die Emissionen aus Krematorien aber nur kurzzeitige Spitzen zeigen, sind die von ihnen ausgehenden Immissionen ebenfalls vergleichbar zu anderen Quellen im urbanen Raum [3].

Literatur: [1] Ozgen, S., et al. 2012. Ultrafine particle emissions for municipal waste-to-energy and residential heating boilers. Rev Environ Sci Biotechnol. 2012, 11, S. 407-415.
[2] Schneider, F., et al. 2010. On-line Nanoparticle Size Distribution Measurements of a 15 kW Pellet Burner. Chem. Eng. Trans. 2010, 22, S. 227-232.
[3] Lonati, G., et al. 2010. Particle number concentrations at urban microenvironments. Chem Eng Trans. 2010, 22, S. 137-142.