



Charakterisierung eines Propan-Russ-Generators

E. Barthazy, O. Stetzer, C. Derungs, S. Wahlen, U. Lohmann

ETH Zürich, Institut für Atmosphäre und Klima, Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich
(eszter.barthazy@env.ethz.ch/+41 44 6331058)

Russpartikel nehmen unter den anthropogenen Aerosolen eine herausragenden Stellung ein. Ihre Wechselwirkung mit Strahlung wie auch ihre Fähigkeit unter bestimmten Bedingungen als Kondensationskeime zu dienen zeigen ihre Bedeutung für die Wolken- und Niederschlagsphysik sowie für Strahlungsantrieb und Klimawandel. Die Produktion von Russ für Laborstudien ist anspruchsvoll. Man verwendet entweder richtige Motoren die sowohl teuer wie auch gross und sperrig sind, oder Russgeneratoren die typischerweise einen gasförmigen Brennstoff verbrennen, deren Ausstoss aber nicht unbedingt mit dem realen Ausstoss eines Motors übereinstimmt. In dieser Arbeit soll ein Russgenerator vorgestellt werden, der je nach Brennbedingungen ein reines Russ-Aerosol oder ein Gemisch von Russ und PAK-Tröpfchen erzeugen kann

Der Russgenerator CAST (Combustion Aerosol Standard) ist ein Propan-Diffusionsbrenner. Die Flamme wird etwas oberhalb des Brenners mit Stickstoff gelöscht um den Verbrennungsprozess zu unterbrechen und einen Partikelstrom entstehen zu lassen. Indem das relative Verhältnis von Propan zu Sauerstoff im Brenner variiert wird, können Brennbedingungen mit einem C/O-Verhältnis von etwa 0.21 (mager) bis 1.4 (fett) erzeugt werden wobei die stöchiometrische Verbrennung bei C/O=0.3 liegt. Durch variieren des totalen Flusses von Propan und Sauerstoff kann die Flammenhöhe verändert werden. Da das Löschen mit Stickstoff auf einer fixen Höhe über dem Brenner stattfindet, werden kleine Flammen weit oben, gegen die Spitze der Flamme gelöscht und hohe Flammen tief unten innerhalb der Flamme. Somit lässt sich die Herkunft des Aerosols auf zwei Arten steuern: Einerseits kann die Chemie der Flamme beeinflusst werden (C/O-Verhältnis), andererseits lässt sich die relative Lage innerhalb der Flamme wo die Aerosole extrahiert werden einstellen. Damit lassen sich Aerosolströme variabler Anzahlkonzentration, Grössenverteilung

und chemischer Zusammensetzung erzeugen.

Der Aerosolstrom des Russbrenners wird auf verschiedene Weise analysiert. Es wird sowohl die Anzahlkonzentration und die Grössenverteilung der Partikel wie auch die chemische Zusammensetzung des Aerosolstroms bestimmt. Bei der Grössenverteilung zeigt sich, dass je nach Position innerhalb der Flamme (bei einem konstanten C/O-Verhältnis) die Verteilung bimodal oder unimodal ist. Im oberen Teil der Flamme ist die Verteilung unimodal, mit einem Modalwert von ca. 110 nm. Gegen die Flammenbasis wird die Verteilung bimodal mit dem grossen Modus bei 110 nm und dem kleinen Modus bei maximal 40 nm. Vergleiche mit der Literatur erhärten die Vermutung, dass es sich beim grossen Modus um Russpartikel und beim kleinen Modus um kondensierte Tröpfchen polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) handelt. Die Position des Überganges von unimodalen zu bimodalen Grössenverteilungen hängt vom C/O-Verhältnis des Brenngasgemisches ab. Bei fetter Flamme werden sehr viel mehr PAK-Tröpfchen beobachtet als bei magerer Flamme.

Die Anzahlkonzentration wurde mit zwei verschiedenen Kondensationszählern bestimmt. Während ein Butanol-Kondensationszähler die Konzentration der Partikel zuverlässig über den gesamten Bereich der Brennbedingungen mass, zeigte ein Wasser-Kondensationszähler ein anderes Verhalten. Im Bereich der unimodalen Grössenverteilungen stimmten die Zählraten beider Geräte überein. Im Bereich der bimodalen Grössenverteilungen brach die Zählrate des Gerätes mit Wasser um einen Faktor von ca. 10^4 – 10^5 stark ein. Dies verdeutlicht zweierlei: (1) Der Wasser-Kondensationszähler ist offensichtlich nicht geeignet um frische Abgase zu messen und (2) ist dies eine Bestätigung dafür, dass es sich beim kleinen Modus um PAK handelt, denn dieses ist extrem hydrophob.

Zur chemischen Untersuchung wurden Filterproben auf Quarzfiltern genommen. Mit einem thermo-optischen Verfahren (Sunset Laboratories) wurde der Gehalt an organischem (OC) und elementarem Kohlenstoff (EC) bestimmt. Es zeigt sich, dass der tiefste Gehalt an OC (ca. 15%) dort aus der Flamme kommt, wo der grosse (Russ-)Modus am stärksten entwickelt ist. Je tiefer unten die Russprobe aus der Flamme kommt, desto mehr PAK ist vorhanden und desto höher der OC-Gehalt der Probe (bis ca. 58%). Beim organischen Kohlenstoff auf den Filtern in diesem Bereich handelt es sich wohl um PAK. Ganz an der Flammenspitze, wo der Russmodus bereits langsam verschwindet, beobachtet man ebenfalls einen erhöhten OC-Gehalt von bis zu 30%. Dieser organische Kohlenstoff kann nicht PAK sein.

Die bimodal Grössenverteilung des CAST-Aerosols ist ähnlich zu den bimodalen Verteilungen die unter bestimmten Bedingungen im Abgas von Diesel-Motoren beobachtet werden. Dies gibt uns Zuversicht, dass der CAST-Russ, mit gewissen Ein-

schränkungen, als realistischer Russ-Ersatz im Labor verwendet werden kann.