



Chemische Charakterisierung ultrafeiner Partikel

Motivation und Ziele

Ultrafeine Partikel (UFP) werden definiert als Partikel mit einem Durchmesser im Bereich von 1 nm bis 100 nm. In zahlreichen Publikationen der letzten Jahre wurde auf potenzielle klima- und gesundheitsschädliche Auswirkungen dieser Partikel hingewiesen. Die chemische Analyse von UFP ist derzeit kaum möglich. Aufgrund ihrer geringen Größe und Masse stößt man an die Grenze der Empfindlichkeit und räumlichen Auflösung der analytischen Messmethoden. Im Rahmen dieses Projektes sollte der aktuelle Kenntnisstand bezüglich der chemischen Charakterisierung ultrafeiner Partikel durch die Auswertung nationaler und internationaler Fachliteratur erfasst und bewertet werden. Zudem sollten Expertengespräche im Bereich der Partikelanalytik geführt werden, um einen umfassenden Überblick zu erhalten. In Zusammenarbeit mit den beauftragten Projektpartnern sollten verschiedene Messmethoden auf ihre Eignung zur chemischen Analyse von UFP überprüft und neue Messkonzepte entwickelt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts lag auf der Entwicklung und Etablierung eines Messverfahrens zur Bestimmung von 6PPD/6PPD-Q in Feinstaubproben. Diese Substanzen gelangen durch den Reifenabrieb in die Umwelt und können toxisch für einige aquatische Organismen sein. Die Erfassung der Konzentrationen von 6PPD/6PPD-Q in der Luft ist entscheidend, um ein besseres Verständnis für die Umweltrelevanz von Reifenabrieb zu erlangen.

Ergebnisse

In enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Haisch an der Technischen Universität München wurden verschiedene Verfahren zur Charakterisierung der chemischen Zusammensetzung von UFP untersucht. Es wurde dabei ein neues Messverfahren zur Bestimmung von mittel- bis schwerflüchtigen Inhaltsstoffen von UFP entwickelt und getestet. Nach der Sammlung der ultrafeinen Partikel auf den Folien eines mehrstufigen Impaktors wurden die Analyten entweder durch Thermodesorption oder Laserdesorption verflüchtigt. Die Ionisierung erfolgte mithilfe einer innovativen Ionenquelle (SICRIT) unter Atmosphärendruck, gefolgt von einer Messung mittels hochauflösender Massenspektrometrie (Orbitrap). Die SICRIT-Ionenquelle ermöglicht eine sanfte Ionisierung der enthaltenen Stoffe, wodurch die Molekülstruktur weitgehend erhalten bleibt. Dies erlaubt eine anschließende Identifizierung, auch von unbekannt Substanzen ("non-target-Analysen"). Sowohl Thermodesorption als auch Laserdesorption wurden grundsätzlich als geeignet befunden. Die Analyse mittels Laserdesorption-SICRIT-MS eignet sich zudem sehr gut für das Monitoring der Partikelzusammensetzung und deckt im täglichen Betrieb in Zusammenschluss mit Raman-Spektroskopie die qualitative Analyse gut ab. Zur weiteren Charakterisierung der UFP-Proben wurden Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse eingesetzt, um morphologische und elementanalytische Informationen zu gewinnen. Zusätzlich wurden organische Aerosolkomponenten durch Extraktion mittels HPLC-Fluoreszenzspektroskopie und HPLC-MS analysiert. Diese Verfahren ermöglichen eine quantitative Analyse und können als Referenzmesstechniken dienen.

Für die Bestimmung von 6PPD/6PPD-Q in Feinstaubproben wurden ebenfalls verschiedene Messverfahren am Lfu getestet. Die besten Ergebnisse wurden bei der Extraktion der Filterproben mit Acetonitril erzielt. Die anschließende Analyse der Extrakte erfolgte mittels Flüssigchromatographie gekoppelt mit hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS).

Relevanz

Zur Vertiefung des Verständnisses bezüglich der gesundheitlichen und ökologischen Bedeutung von UFP sind spezielle Messverfahren zur chemischen Charakterisierung dieser Partikel unerlässlich, deren Optimierung bzw. Entwicklung weiterhin erforderlich ist. Mit Hilfe des entwickelten und validierten Messverfahrens für 6PPD/6PPD-Q als Marker für Reifenabrieb können Untersuchungen zum Verbleib von Reifenabrieb in der Umwelt durchgeführt werden, um zu verstehen, welche ökologischen und toxikologischen Effekte von Reifenabrieb ausgehen können.