

Korngrößenverhalten der Edelmetalle im Ultrafein- und Grobstaubbereich

Jürgen Müller

*Umweltbundesamt
Paul-Ehrlich-Str. 29, 63225 Langen*

Die Partikelgrößen im Ultrafeinbereich (Partikel kleiner als 200 nm) wurden untersucht, indem Edelmetalldrähte elektrisch erhitzt und die Korngröße der gebildeten Metallpartikel mit einem „Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)“ gemessen wurde. Zur Untersuchung der Korngrößen im Grobstaubbereich (Partikel größer als 200 nm) wurde Schwebstaub der Außenluft größenfraktioniert gesammelt und die einzelnen Massenfraktionen mittels ICP-MS analysiert.

An die Edelmetalldrähte (Pt, Pd, Au, Ag) von 10 cm Länge und 1 mm Durchmesser wurden 220 V angelegt, was eine ausreichende Erhitzung bewirkte, um Metallatome zum Verdampfen zu bringen. Im Verlauf der Abkühlung auf Zimmertemperatur bilden sich aus mehreren Atomen Cluster, die analog zum Schalenmodell der Atomhülle und des Atomkerns entsprechend magischer Zahlen zu stabiler Bildung gebracht werden (Mc Clurg 1998). Durch Koagulation von Clustern und der Kondensation von Metallatomen auf der Oberfläche entstehen sogenannte Primärpartikel, die eine Größe zwischen 2 und 10 nm aufweisen. Bei einem Durchmesser von 2 nm handelt es sich um etwa 1000 Atome pro Partikel. Diese Anfangsbildung der Partikel geschieht in einem Zeitraum von ca. 100 ms. Falls die Partikel diese Größe erreichen, findet ein Partikelwachstum durch Koagulation der Primärpartikel statt. Die Koagulation ist proportional zur Partikelanzahl im Quadrat, d.h. je mehr Partikel vorhanden sind, desto schneller erfolgt die Aggregation zu größeren Partikeln. Im Fließgleichgewicht halten sich schließlich Teilchenzahlbildung und Teilchenzahlabbau die Waage.

Im durchgeführten Experiment wurden für Pt, Pd, Au und Ag Primärpartikelpopulationen unterhalb 10 nm gebildet. Im Falle von Au und Ag wurde ein weiteres Teilchenzahlmaximum bei 160 bzw. 180

nm Größe beobachtet. Für Pt und Pd wurde dies unterhalb der gemessenen Teilchengröße von 200 nm nicht festgestellt.

Weiterhin wurde mit einem 8-Stufenimpaktor in Stadtluft der Schwebstaub größenfraktioniert gesammelt. Die Analyse der einzelnen Partikelgrößenfraktionen erfolgte mittels ICP-MS. Bei allen vier Elementen wurden auch Massenanteile bei Partikelgrößen unterhalb 0,6 µm nachgewiesen. Bei Ag wurden weitere Maxima bei 1 µm und 5 µm sowie 10 µm festgestellt. Im Falle von Au bei 4 und 10 µm.

Die Maxima von Pt und Pd im Grobstaubbereich, von Zereini et al.(2001) mit empfindlicheren Analysenmethoden nachgewiesen, waren bei der hier angewandten Methode mittels Salpetersäureaufschluss und ICP-MS-Detektion nur unzureichend nachweisbar.

REFERENCES

1. Mc Clurg, R.B. „Nucleation of Nanoscale Metal Clusters“ c/o First Joint ESF-NSF Symposium in Edinburgh (ISSN1436-509X, 1998)
2. Zereini, F. et al. C/o Environmental Science and Technology, Vol. 35, No. 10 (2001)