



## Bestimmung des löslichen Anteils der A-Fraktion - Eine Hilfe zur Beurteilung der Gefährdungssituation am Arbeitsplatz

Sabrina Schäfer<sup>1</sup>, Markus Mattenklott<sup>2</sup> und Dirk Walter<sup>1</sup>  
*Sabrina.Schaefer@anorg.chemie.uni-giessen.de*

### Einleitung

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hat die alveolengängige Fraktion (A-Fraktion) des Allgemeinen Staubgrenzwertes in die Kanzerogenitätskategorie 4 eingestuft und zugleich den MAK-Wert von 1,5 mg/m<sup>3</sup> auf 0,3 mg/m<sup>3</sup> abgesenkt.<sup>[1]</sup> Die wissenschaftsbasierte Ableitung des Grenzwertes bezieht sich auf granuläre biobeständige Stäube (GBS).<sup>[2]</sup> Für eine Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz ist die Kenntnis des realen GBS-Anteiles, d. h. des biobeständigen Anteiles, innerhalb der A-Fraktionen hilfreich.

Da die Biobeständigkeit von Partikeln in vivo nicht ohne Weiteres zu bestimmen ist, soll für die Überprüfung der Staubbelastung an Arbeitsplätzen die stark vereinfachte Annahme, dass die Biobeständigkeit näherungsweise der Löslichkeit entspricht, zu leicht überprüfbareren Ergebnissen führen. Für die Löslichkeitsversuche wurden vier unterschiedliche Lösungsmittel ausgewählt und zugleich ein gut reproduzierbares Gemenge aus unterschiedlich löslichen Stäuben präpariert und charakterisiert, um einen Standard zur Bestimmung der Einflussfaktoren für die Löseversuche zu erhalten.

### Experimentelle Untersuchungen

Das Standardgemenge wurde aus gleichen Massenanteilen Natriumchlorid, Calciumsulfat-Dihydrat, Calciumcarbonat, Titandioxid, Eisenoxid und Carbon Black Printex 90 hergestellt. Die anschließende Charakterisierung erfolgte elektronenmikroskopisch und thermoanalytisch.<sup>[3,4]</sup> Die einzelnen Komponenten des Standardgemenges sowie das Gemenge selbst wurden abgewogen (ca. 20 mg) und auf einen vorher getrockneten und gewogenen Polycarbonatfilter (Ø 47 mm, Porenweite 0,4 µm) aufgebracht und mit 20 mL Lösungsmittel gewaschen. Als Lösungsmittel wurden dest. Wasser, 1 mol/L Essigsäure, Ethanol und 0,1 mol/L EDTA-Dinatriumsalz-Lösung gewählt. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit wurde jeder Versuch zehn mal wiederholt.

### Ergebnisse

Thermogravimetrische Untersuchungen bezüglich der Komponenten Eisenoxid, Titandioxid und Natriumchlorid ergeben keine Masseänderung im untersuchten Temperaturbereich. Entsprechende Masseverluste werden hingegen bei den Komponenten Calciumsulfat-Dihydrat, Calciumcarbonat und Carbon Black detektiert. Die detektierten Massenverluste helfen bei der Quantifizierung des löslichen Anteils des Standardgemenges.

DSC-Messungen der Kristallwasserabgabe von Gips (CaSO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O) zu Anhydrit (CaSO<sub>4</sub>) eignen sich zur Überprüfung der Homogenität des Standardgemenges. Die Elementverteilungsbilder (EDX-Mapping) (Abbildung 1) ermöglichen die Unterscheidung zwischen einzelnen Komponenten, wie z. B. CaSO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O und CaCO<sub>3</sub>.

Auf diese Weise lässt sich eine gleichmäßige Verteilung aller Komponenten im Standardgemenge überprüfen.

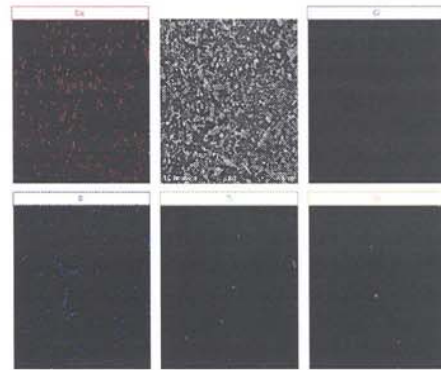


Abbildung 1: Verteilung ausgewählter Elemente im Standardgemenge

Ein wichtiger Schritt zur Bestimmung der unterschiedlichen Staublöslichkeiten bestand in der Überprüfung der Beständigkeit handelsüblicher in der Praxis für Staubmessungen verwendeter Filtermaterialien (Glasfaser, Polycarbonat und Cellulosemischester) gegenüber den eingesetzten Lösungsmitteln. Glasfaser- und Polycarbonatfilter werden gegenüber Wasser, verd. Essigsäure und Ethanol kaum angegriffen, wohingegen Cellulosemischesterfilter ~1 % ihrer Masse verlieren. Außerdem hat es sich gezeigt, dass es zur Standardisierung von Vorteil ist die Filter vor den Löseversuchen einheitlich zu trocknen, damit eventuell aufgenommene Luftfeuchtigkeit entfernt wird.

Nach der Wahl des Filtertyps wurden verschiedene Porenweiten der Polycarbonatfilter (0,8 und 0,4 µm) getestet. Dabei stellte sich heraus, dass Filter mit einer Porenweite von 0,8 µm aufgrund ihrer nahezu vollständigen Durchlässigkeit gegenüber dem verwendeten Titandioxid ungeeignet sind. Selbst bei Filtern mit einer Porenweite von 0,4 µm werden nur 48 % Titandioxid und 56 % Eisenoxid zurückgehalten.

### Zusammenfassung

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich ein gut reproduzierbares Standardgemenge darstellen und charakterisieren lässt. Allerdings ergeben sich Probleme bei den Löseversuchen des Gemenges und deren Einzelkomponenten, die sich im Wesentlichen auf die Verwendung handelsüblicher Filter zurückführen lassen.

- [1] DFG. MAK- und BAT-Werte Liste. Wiley-VCH, Weinheim; 2012.
- [2] H. Greim, *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft* 2012, 71, 409.
- [3] S. Schäfer, M. Mattenklott, D. Walter, *Proceedings, GEFTA-STK-Joint Meeting on Thermal Analysis and Calorimetry*, Saarbrücken, 2012, 60.
- [4] S. Schäfer, M. Mattenklott, D. Walter, *Proceedings, 20. Ulm-Freiburger Kalorimetrietage*, Freiberg, 2013, 92.

Gefördert durch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

JUSTUS-LIEBIG-



<sup>1</sup>Gefahrstofflaboratorien Chemie und Physik am Institut für Arbeitsmedizin der Justus-Liebig-Universität, Aulweg 129, 35392 Gießen

<sup>2</sup>Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin