

Einleitung

Ziel des „nanolab“ ist es, der Jugend die Nanotechnologie näherzubringen und das Thema verantwortungsbewusst und zukunftsorientiert zu diskutieren. Dazu werden u.a. eine Reihe von Messgeräten zur Bestimmung von Nanopartikeln in der Luft vorgestellt, die zugrunde liegenden Messprinzipien erläutert und Messungen der Innenraumluft während der Laborführungen durchgeführt. Zusätzlich werden in einer geschlossenen Kunststoffbox verschiedene Experimente zur Partikelbildung vorgeführt.

Verbrennungsprozesse stellen eine wichtige Quelle von Nanopartikeln dar. Im Zeitalter der Nanotechnologie kommt eine mögliche Exposition durch nanoskalige Materialien an Arbeitsplätzen im Bereich der Nanotechnologie hinzu. Hierbei kann es bei der Herstellung, Verarbeitung und Verwendung von synthetischen Nanopartikeln ohne die entsprechenden Schutzmassnahmen zu ungewollter Exposition kommen. Hierzu werden Ergebnisse aktueller Arbeitsplatzmessungen gezeigt.

Messung der Größenverteilung von Nanopartikeln

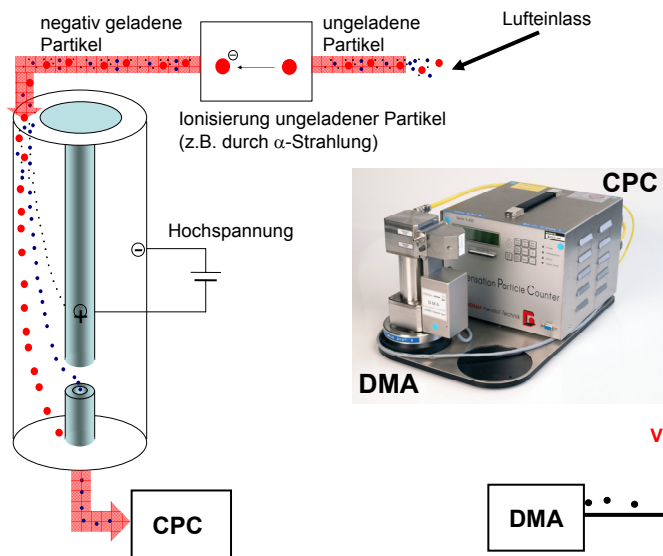


Abb. 1: Prinzip der Differentiellen Mobilitätsanalyse (DMA)

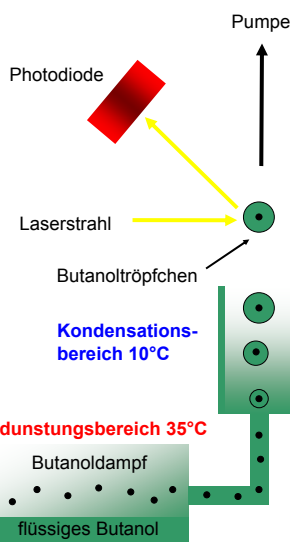


Abb. 2: Prinzip eines Kondensationskernzählers (CPC)

1. Trennung der Partikel durch Differentielle Mobilitätsanalyse (DMA)

Geladene Aerosolpartikel können im elektrischen Feld abgelenkt werden. Ihre Beweglichkeit hängt von der Masse und der Ladung ab. Je größer das Verhältnis von Masse zu Ladung, desto langsamer bewegen sich die Partikel in Richtung des elektrischen Feldes. Durch Veränderung des elektrischen Feldes gelangen jeweils Partikel einer bestimmten Größe durch den Auslass zum CPC und werden dort gezählt. Alle übrigen Partikel prallen gegen die Innenelektrode (Abb. 1).

2. Detektion der Partikel mit Kondensationskernzähler (CPC)

Aerosolpartikel spielen bei der Wolkenbildung eine wesentliche Rolle. Durch Kondensation von Wasserdampf an ihrer Oberfläche bilden sich Wolkentröpfchen und evtl. Niederschlag. Anstatt Wasser wird beim CPC (Abb. 2) ein Alkohol (n-Butanol) verdampft. Der Dampf kondensiert auf den Partikeln und es bilden sich Alkoholtröpfchen, die mit einem Laser und einer Photodiode detektiert werden. Die kleinsten Nanopartikel, die mit diesem Verfahren gemessen werden können, liegen im Bereich von 5 nm.

Demonstrationsexperimente zur Nanopartikelbildung in einer Kunststoffbox

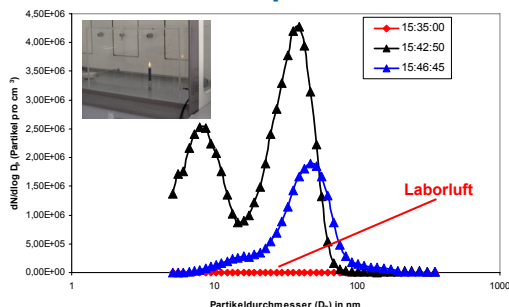


Abb. 3: Partikelbildung durch eine brennende Kerze

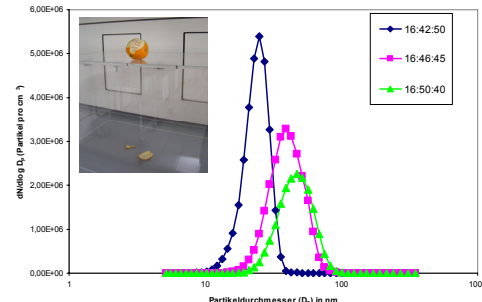


Abb. 4: Partikelbildung durch Emissionen einer Orangenschale

Arbeitsplatzmessungen im Bereich der Nanotechnologie

Insgesamt wurden 6 Betriebe untersucht, die sich mit der Synthese, Verarbeitung und Anwendung von Nanopartikeln beschäftigen, sowie eine Schweißerei und eine Druckerei. Dazu wurden Messungen der Außenluft und der Hintergrundbelastung außerhalb der Arbeitszeit mit Arbeitsplatzmessungen während Tätigkeiten mit Nanopartikeln verglichen. Ergebnis: Es konnten keine deutlich erhöhten Partikelkonzentrationen durch die Nanopartikelherstellung und Verarbeitung beobachtet werden (Tab. 1), dagegen überwiegen oft andere Quellen von nanoskaligen Partikeln (z. B. Ölheizung, Schweißen, Verbrennungsmotoren) die gemessenen Nanopartikelkonzentrationen.



Tabelle 1: Mittlere Partikelanzahl (cm⁻³) bei Arbeitsplatzmessungen

Arbeitsplatzbeschreibung	Hintergrundmessung	Arbeitszeit
Herstellung von Dispersionen	7.900	13.700
Partikelfilter-Prüfstand	5.800	19.200
Lackversiegelung (Werkstatt 1)	32.600	41.300
Lackversiegelung (Werkstatt 2)	196.000	zu hohe Hintergrundwerte
Herstellung von Nanomaterialien	700	Mörsem v. Pulver: 1.200 Öffnen v. Behältern: 22.000
Herstellung von Kohlenstoffnanoröhren	< 10	1.200 - 2.500
Schweißen	213.000	271.000
Druckerei	3.800	12.300

Literatur: R. Winterhalter, K. Berlin, S. Dietrich, W. Matzen, R. Schierl, H. Fromme: Messung von synthetischen Nanopartikeln und Ultrafeinstaub an ausgewählten Arbeitsplätzen. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, 72 (2012) Nr. 9, S. 359-366

Danksagung

Das nanolab wird vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit und der Bayerischen Sparkassenstiftung gefördert. Die Arbeitsplatzmessungen wurden durch das Bayerische Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie und Frauen gefördert.