

# SAA APM 01: Vorgehensweise bei Messungen von luftgetragenen nano- und ultrafeinen Objekten an Arbeitsplätzen im Rahmen von NanoCare

## Datum

26. August 2008

## Version

1.1 Deutsch

## Inhalt

1	Zweck	2
2	Hinweise	2
3	Grundlagen	2
4	Messstrategie	3
	4.1 Vorgehensweise bei Messungen	4
5	Geräte	5
6	Messung	5

# SAA APM 01: Vorgehensweise bei Messungen von luftgetragenen nano- und ultrafeinen Objekten an Arbeitsplätzen im Rahmen von NanoCare

## 1 Zweck

Zweck dieser Standardarbeitsanweisung ist die Beschreibung der Partikelmessungen (Partikelanzahl- und/oder -oberflächenkonzentration) an Arbeitsplätzen zum speziellen Nachweis von freigesetzten Produktnanopartikeln (inkl. submikroner Agglomerate). Es werden die Messstrategie und die Vorgehensweise bei den Messungen, so wie sie im Rahmen des NanoCare-Projekts verwendet wurden, beschrieben. Ziel dieser Standardarbeitsanweisung ist nicht die Beschreibung der eingesetzten Messgeräte und deren Umgang.

Die Anwendung der eingesetzten Messgeräte wird in gesonderten (hier als Beispiel SAA APM 04 bis SAA APM 08) Standardarbeitsanweisungen erläutert.

Die Auswertung der ermittelten Messdaten wird in der Standardarbeitsanweisung SAA APM 02 beschrieben, die Mindestanforderungen an den Bericht in SAA APM 03.

## 2 Hinweise

Diese Standardarbeitsanweisung bezieht sich in Terminologie und Definitionen auf die ISO/TS 27687:2008-08 *Nanopartikel - Terminologie und Definitionen*.

Als Vorarbeiten und Grundlage dienen die Arbeiten von:

- Kuhlbusch, T. A. J. et al.: *Measurements of nanoscale TiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in workplace environments – Method and results*, Environmental Sciences and Technology, eingereicht 2009
- Kuhlbusch, T. A. J., Fissan, H., Asbach, C.; *Nanotechnologies and Environmental Risks, Nanomaterials: Risks and Benefits*; Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Faro, Portugal, Eds.: Linkov, I., Steevens, J., ISBN: 978-1-4020-9490-3; 233-246; 2009
- Elder, A. et al.: *Human Health Risks of Engineered Nanomaterials; Nanomaterials : Risks and Benefits*, Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Faro, Portugal, Eds.: Linkov, I., Steevens, J., ISBN: 978-1-4020-9490-3; 3-30; 2009

aus denen diese Standardarbeitsanweisung entwickelt wurde.

Des Weiteren erfolgten die Arbeiten in Anlehnung an die ISO/TR 27628:2007-02 *Arbeitsplatzatmosphäre – Ultrafeine, nanoteilige und nanostrukturierte Aerosole – Charakterisierung und Bewertung der Inhalationsexposition* und geht über diese ISO hinaus.

## 3 Grundlagen

Zum Nachweis der Freisetzung von Nanopartikeln an Arbeitsplätzen wurde eine Messstrategie entwickelt, die eine Kombination von Online-Messverfahren und mikroskopischen/spektroskopischen Verfahren vorsieht. Die Verfahren dienen dabei zur Bestimmung von Partikelkonzentrationen, Partikelgrößen und der Inhaltsstoffe. Hinsichtlich des Einsatzes am Arbeitsplatz, muss darauf geachtet werden, dass die Messungen repräsentativ sind. Absolute Werte (z. B. Partikelanzahlkonzentrationen inkl. Hintergrundkonzentration) werden im Rah-

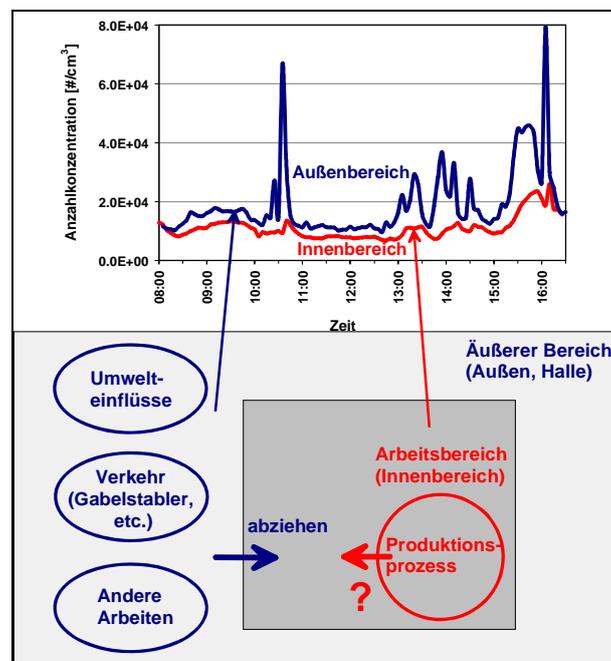
# SAA APM 01: Vorgehensweise bei Messungen von luftgetragenen nano- und ultrafeinen Objekten an Arbeitsplätzen im Rahmen von NanoCare

men dieser Untersuchungen von NanoCare nicht näher betrachtet.

## 4 Messstrategie

Die Arbeitsplatzmessungen werden in Form von Kampagnen durchgeführt. Hierbei werden parallel Messungen am Arbeitsplatz und an einem Vergleichsstandort zur Bestimmung der Hintergrundbelastung durchgeführt. Diese SAA ist nur anwendbar für Fälle, in denen eine Freisetzung im Konzentrationsbereich von  $> 1.000 \text{ Partikel/cm}^3$  (oder  $> 10 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ) stattfindet. Im Falle der Bestimmung von geringeren Konzentrationen muss auf andere Verfahren zurückgegriffen werden. Bei Konzentrationsmessungen von  $> 10^6 \text{ Partikel/cm}^3$  ist aufgrund der Agglomerationsgeschwindigkeiten eine gesonderte Messstrategie zu verfolgen.

Es wird davon ausgegangen, dass Partikel vom Außenbereich oder einer Vergleichsstation (z. B. andere Halle) in den zu vermessenden Arbeitsbereich gelangen und somit das Messergebnis beeinflussen können, siehe Abbildung 1. Der Einfluss von Außen ist beispielsweise abhängig von verschiedenen Umwelteinflüssen, von anderen Arbeitstätigkeiten (Schweißarbeiten, Reinigungsarbeiten, usw.) und auch Emissionen von anderen Fahrzeugen (gas- oder dieselbetriebene Gabelstapler, LKW, usw.). Generell gilt die Vorgabe, dass eine Vergleichsstation repräsentativ für die Bestimmung der Hintergrundbelastung des eigentlich zu untersuchenden Arbeitsbereichs sein soll. Spezielle Ereignisse in der Nähe des Vergleichsstandorts, die großen Einfluss auf die Datenauswertung haben, müssen identifiziert werden. Eine Differenzierung der Konzentrationen von Produktnanopartikeln und produktionsbezogenen anderen nanoskaligen Partikeln erfolgt, wenn möglich, durch eine Messung des Prozesses ohne Nanopartikelzusatz im Vergleich zu einer Messung mit Nanopartikelzusatz. Wenn dieses nicht möglich ist, erfolgt die Bestimmung entsprechend dem folgenden Ansatz.



**Abbildung 1:** Einfluss der vom Außenbereich infiltrierenden Partikel auf den Arbeitsbereich (Kuhlbusch, T. A. J., Asbach, C., Kaminski, H., Fissan, H.: Strategies for the determination of engineered nanoparticles in work places, EAC, Salzburg, 2007)

# SAA APM 01: Vorgehensweise bei Messungen von luftgetragenen nano- und ultrafeinen Objekten an Arbeitsplätzen im Rahmen von NanoCare

## 4.1 Vorgehensweise bei Messungen

- Zeitabgleich aller für die Messungen vorgesehenen Messgeräte/PCs/Laptops.
- Orientierende Messungen mit einem geeigneten Partikelzählgerät (z. B. CPC) zur Festlegung des Messstandorts am Arbeitsplatz für den Innenbereich und eines Vergleichsstandorts (evtl. Außenbereich oder andere Halle). Bei der Auswahl der Messstandorte sind zusätzliche Partikelquellen, insbesondere Rauchen, zu vermeiden.
- Aufbau aller Messgeräte am zuvor festgelegten Vergleichsstandort und Durchführung von Vergleichsmessungen der Messgeräte zur Qualitätskontrolle. Dauer der Vergleichsmessungen mindestens 1 Stunde, wenn möglich 8 Stunden oder mehr. Falls die Messgeräte nicht mehr als 15 km zum Messstandort transportiert werden müssen, sind Vergleichsmessungen im Labor ausreichend, um die Datenqualität zu gewährleisten.
- Umbau der Messgeräte für die Messungen am Arbeitsplatz in den Arbeitsplatzbereich, die Messgeräte für den Außenbereich bleiben am Vergleichsstandort.
- Im Regelfall gleichzeitige Durchführung von Messungen **ohne Arbeitsaktivität** bzw. mit Arbeitsaktivität ohne Nanopartikelzusatz am Arbeitsplatz im Innenbereich und am Vergleichsstandort im Außenbereich. Eine zeitlich repräsentative Probenahme erfolgt entsprechend den untersuchten Arbeitsprozessen. Wenn möglich, sollte die Probenahmezeit mindestens 2 Stunden betragen.
- Im Messprotokoll sollten Besonderheiten/Ereignisse (Gabelstapleraktivitäten, Reparaturarbeiten in der Nähe, usw.), welche während der Messung eventuell auftreten, protokolliert werden. Videoaufzeichnungen sind sinnvoll.
- Im Regelfall gleichzeitige Durchführung von Messungen **mit Arbeitsaktivität** mit Nanopartikelzusatz am Arbeitsplatz im Innenbereich und am Vergleichsstandort im Außenbereich. Eine zeitlich repräsentative Probenahme erfolgt entsprechend den untersuchten Arbeitsprozessen. Wenn möglich, sollte die Probenahmezeit mindestens 2 Stunden betragen.
- Über die Arbeitsaktivität ist ein Protokoll zu führen. Im Messprotokoll sollten Arbeitsvorgänge und besondere Ereignisse (Verschütten, Sackplatzer, usw.) und Besonderheiten/Ereignisse (Gabelstapleraktivitäten, Reparaturarbeiten in der Nähe, usw.), die während der Messung eventuell auftreten, protokolliert werden.
- Rückbau der Messgeräte für den Arbeitsplatzbereich zum Vergleichsstandort. Erneute Durchführung von Vergleichsmessungen aller Messgeräte zur Qualitätskontrolle am Vergleichsstandort. Dauer der Vergleichsmessungen mindestens 1 Stunde, wenn möglich 8 Stunden oder mehr. Falls die Messgeräte nicht mehr als 15 km zum Laborstandort zurück transportiert werden müssen, sind Vergleichsmessungen im Labor ausreichend, um die Datenqualität zu gewährleisten.

# SAA APM 01: Vorgehensweise bei Messungen von luftgetragenen nano- und ultrafeinen Objekten an Arbeitsplätzen im Rahmen von NanoCare

## 5 Geräte

Für die Bestimmung der Partikelanzahl- bzw. Oberflächenkonzentration und deren Größenverteilung ist die minimal detektierbare Partikelgröße von  $\leq 15$  nm einzuhalten. Der Größenbereich der mindestens abgedeckt werden muss, ist 15 bis 750 nm (elektrischer Mobilitätsdurchmesser). Für bildgebende Verfahren (TEM, REM, EDX,...) sind geeignete Probenträger zu beproben. Zur Gesamtbewertung lungengängiger Partikel werden Online-Messgeräte für Partikel  $> 1 \mu\text{m } d_{ae}$  eingesetzt.

Mögliche Messgeräte:

Online-Partikelmessgeräte (submikrone Partikel):

- SMPS Scanning Mobility Particle Sizer
- FMPS Fast Mobility Particle Sizer
- NSAM Nanoparticle Surface Area Monitor
- CPC Condensation Particle Counter

Online-Partikelmessgeräte (mikrone Partikel):

- Optische Partikelmonitor (z. B. WELAS, PCS)
- APS Aerodynamic Particle Sizer

Sammelgeräte:

- NAS Nanometer Aerosol Sampler
- ESP Elektrostatischer Präzipitator

Erfassung meteorologischer Daten:

- Temperatur, Feuchte, Druck am Arbeitsplatz
- Meteorologische Daten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Niederschlag, Feuchte) der Außenluft, wenn Vergleichsmessstation an der Außenluft.

## 6 Messung

- Alle Messergebnisse der Partikelmessgeräte (z. B. FMPS, NSAM, CPC) sind bei den Auswertungen auf eine einheitliche Mittelungsdauer anzupassen beispielsweise 5 Minuten oder 10 Minuten Mittelwerte.
- Der Startzeitpunkt der quasi-kontinuierlichen Messungen, z. B. des SMPS, ist zu synchronisieren.
- Protokollführung
  - Protokollierung der Probenahme- und Messparameter (inkl. meteorologische Bedingungen)

## SAA APM 01: Vorgehensweise bei Messungen von luftgetragenen nano- und ultrafeinen Objekten an Arbeitsplätzen im Rahmen von NanoCare

- Protokollierung von Auffälligkeiten bei den Messgeräten während der Messungen und der Gerätwartung
- Protokollierung der Arbeitszeiten- und -aktivitäten
- Protokollierung der Events (Zeiten und Arten der Ereignisse)