



Messstrategien für Nanopartikeln (unter besonderer Berücksichtigung der CNT)

Dirk Dahmann, Bochum

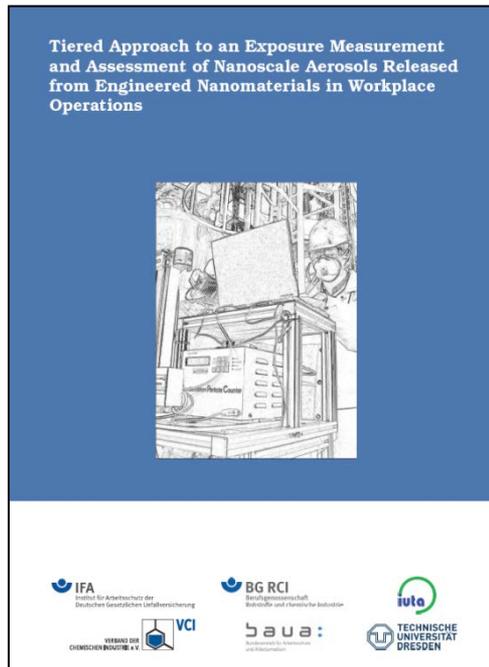
Dahmann, Messstrategien

08.10.2012

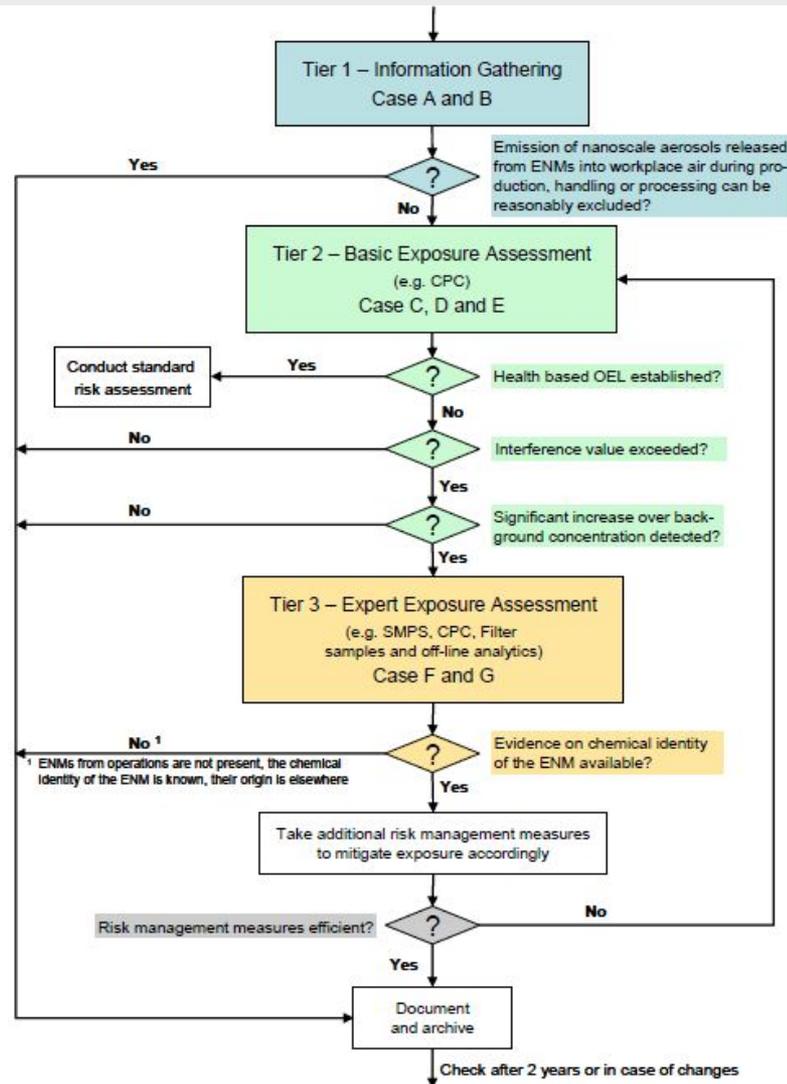
Inhalt

- Einführung: das „VCI-Konzept“
- NanoGEM – ein Deutsches Forschungsprojekt
- Standardarbeitsanweisungen
- Oberhalb des Hintergrundes? („Tier 2“)
- Expertenbewertung! („Tier 3“)
- Zusammenfassung

Das „VCI-Konzept



<https://www.vci.de/Downloads/Tiered-Approach.pdf>



NanoGEM – ein deutsches Forschungsprojekt

Webseite: http://www.nanogem.de/cms/nanogem/front_content.php

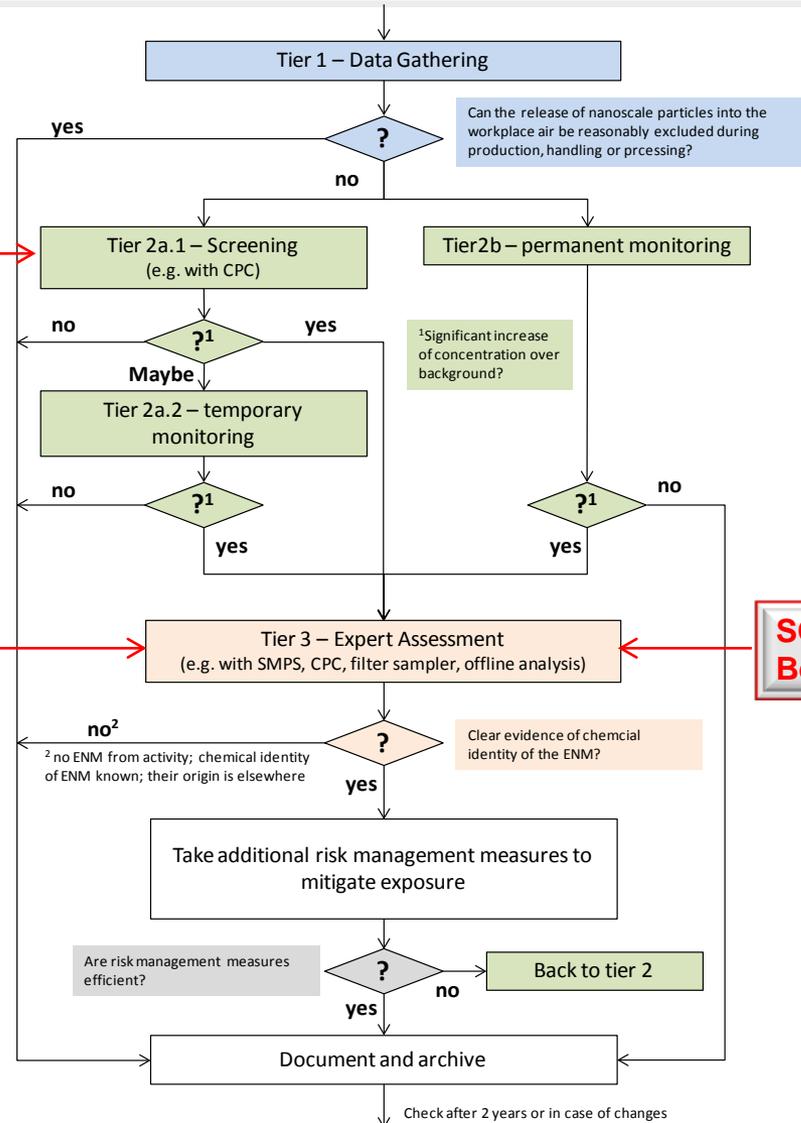
- „Ziel von nanoGEM ist es, einen Beitrag zur allgemeinen Sicherheit der Nanotechnologie in Deutschland zu leisten, die Akzeptanz dieser Technologie durch Aufklärung zu verbessern und letztlich die ökologischen und wirtschaftlichen Erfolgsaussichten der Nanotechnologie zu fördern.
- Mit 6.4 Millionen Euro Fördersumme vom BMBF und der Industrie ist nanoGEM das größte Projekt, das vom BMBF im Rahmen der NanoCare-Ausschreibung gefördert wird!“
- Unter anderem werden Vorschläge zur Expositionsmessung erarbeitet.

Das nanoGEM-Konzept

**SOP M
Übersichts-
messungen**

**SOP M
Sammelnde
Probenahme**

**SOP M Experten-
Bewertung**



Die Struktur des nanoGEM SOP-Rasters

Haupt-SOPs („M“)

- SOP-M-Übersichtsmessungen: Durchführung orientierender Messungen („Screening“) für nanoskalige Aerosole (Tier 2)
- SOP-M-Expertenbewertung („Expanded Measurement“): Messung der inhalativen Exposition gegenüber nanoskaligen Produktstäuben und ultrafeinen Aerosolen am Arbeitsplatz einschließlich der Hintergrundkonzentration (Tier 3)
- SOP-M-Sammelnde Probenahme („Sampling“): Sammelnde Probenahme von luftgetragenen Nanoobjekten für die anschließende bildgebende Analyse (Tier 3)

Unter-SOPs – Instrumente („S“)

- SOP-S-SMPS(TSI): Verfahren für die Partikel-Messung mit dem Scanning Mobility Particle Sizer (TSI Model 3936)
- Etc....(insgesamt 10 Instrumente derzeit – Liste offen)

SOP-M-Übersichtsmessungen: Durchführung orientierender Messungen („Screening“) für nanoskalige Aerosole (Tier 2)

- **Hauptabsicht**: „Eine Entscheidung ob eine Expertenbewertung **(Tier 3) notwendig** ist oder ob die Emissionen nanoskaliger Aerosole aus künstlich hergestellten Nanomaterialien (ENP) in die Luft am Arbeitsplatz während deren Herstellung, Verwendung oder Verarbeitung **vernünftigerweise ausgeschlossen** werden kann.“
- **Konzept**:
 - Detaillierte **Beschreibung der Bedingungen** (Arbeitsplatz, Messtechnik etc.)
 - **Bestimmung der Hintergrundkonzentration** und deren Charakterisierung (Durchschnitt, Standardabweichung etc.) entweder an der lokalen Emissionsquelle oder im Atembereich der Exponierten
 - **Ermittlung** von entweder der **Emissions Konzentration** (siehe oben) oder der **Expositions Konzentration** (siehe oben)
 - **Vergleich** mit dem Hintergrund (auch die jeweiligen Messunsicherheiten!)
 - **Entscheidung**, ob die Notwendigkeit von weitergehenden Messungen (Tier 3) **vernünftigerweise ausgeschlossen** werden kann
 - Ein **detailliertes Datenblatt**, wird während der Untersuchungen ausgefüllt

SOP-M-Übersichtsmessungen: Durchführung orientierender Messungen („Screening“) für nanoskalige Aerosole (Tier 2)

Bestimmung der Hintergrundkonzentration (Quelle oder Exposition):

- Verwendung derselben Messdauer zur Bestimmung des Hintergrundes und der nachfolgenden Bestimmung der Emissions- oder Expositionskonzentrationen (Vorschlag: 45 Minuten)
- Aufteilen dieser Messdauer in mehrere Perioden gleicher Länge zur Bestimmung der Standardabweichung der Konzentrationsmittelwerte (Beispiel: 9x5 min)
- Berechnung der mittleren Hintergrundkonzentration und deren Standardabweichung
- Spezifikation und Dokumentation der Arbeitsbedingungen (möglichst mit einem Querverweis zum betreffenden industriellen Arbeitsbereich) einschließlich einer Begründung warum diese Bedingungen als repräsentativ erachtet werden.

SOP-M-Übersichtsmessungen: Durchführung orientierender Messungen („Screening“) für nanoskalige Aerosole (Tier 2)

Bestimmung von Emissions- oder Expositionskonzentrationen (Messergebnis)

- Wiederholung der Prozesse zur Bestimmung der Hintergrundkonzentration mit identischen Messparametern
- Berechnung der korrigierten Emissions-oder Expositionskonzentration („Nettosignal“) (Differenz zum Hintergrund)

Vergleich der Standardabweichungen von Hintergrundkonzentration und Messergebnis

Dokumentation anderweitig signifikanter Quellen von ultrafeinen Partikeln

Signifikanzprüfung:

- Wenn das Nettosignal die dreifache Standardabweichung der Hintergrundkonzentration übersteigt, dann ist eine weitergehende Untersuchung (Tier 3) erforderlich.

SOP-M-Übersichtsmessungen: Durchführung orientierender Messungen („Screening“) für nanoskalige Aerosole (Tier 2)

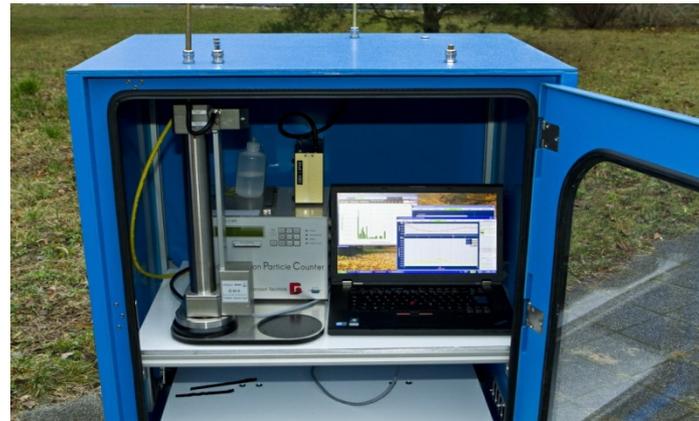
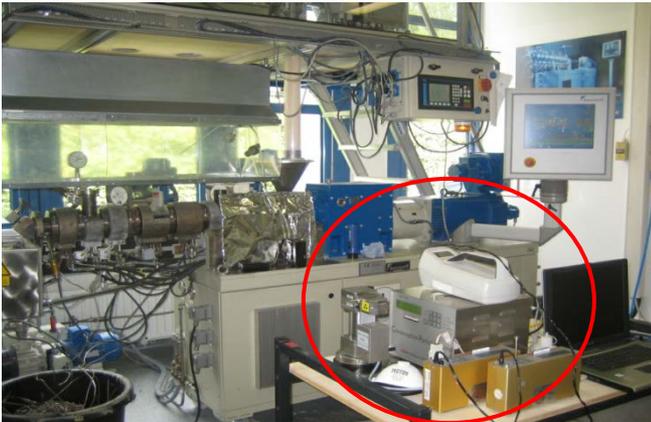
Unter welchen Bedingungen werden Tier-3-Messungen empfohlen?

1. Wenn die Emissions- oder Expositionskonzentration **signifikant über der Hintergrundkonzentration** liegt **ODER**
2. Wenn die **Streuung der Hintergrundkonzentration** für eine aussagekräftige Bewertung der Messergebnisse zu hoch ist **ODER**
3. Wenn der **methodische Ansatz** sich als nicht *passend* erwiesen hat (eine entsprechende Diskussion wird im Datenblatt-Anhang verpflichtend vorgesehen) etwa weil die verwendeten Messinstrumente sich als nicht ausreichend erwiesen haben oder weil sich die vorgefundenen Querempfindlichkeiten nicht haben beherrschen lassen

SOP-M-Übersichtsmessungen: Durchführung orientierender Messungen („Screening“) für nanoskalige Aerosole (Tier 2)

- Neben der klaren Vorgabe für die Notwendigkeit weitergehender Messungen hat die Screeningmethode sicher auch das Potenzial für die Bereitstellung belastbarer Messergebnisse im Vorfeld von Tier 3 Messungen (etwa für die Gefährdungsbeurteilung)!
- Beispiel: „Muss unser Betrieb befürchten, dass bei der Verwendung des Produktes „Nano-XY“ Nanopartikeln in der Luft am Arbeitsplatz auftreten?“
- Die Frage der Belastbarkeit für die Quantifizierung der Expositionskonzentration muss aber noch diskutiert werden!

SOP-M-Expertenbewertung („Expanded Measurement“): Messung der inhalativen Exposition gegenüber nanoskaligen Produktstäuben und ultrafeinen Aerosolen am Arbeitsplatz einschließlich der Hintergrundkonzentration (Tier 3)



- Messung der Konzentration und Partikelgrößenverteilung mit SMPS, CPC, NSAM oder Aerosolspektrometer, APS (offene Liste)
- Hintergrundkonzentration muss betrachtet werden
 - Aktivitäten mit und ohne Nanomaterialien und zwar parallel außerhalb der betreffenden Anlage und an den Arbeitsplätzen ODER
 - Bestimmung der Hintergrundkonzentration während der Aktivitäten jedoch abseits der Lokalität (sog. „Far-field-measurements“) ODER
 - Bestimmung der Hintergrundkonzentration zeitlich vor und während der Aktivitäten
- Zusätzlich sammelnde Probenahme für bildgebende Verfahren (NAS or TP) z. B. für CNTs

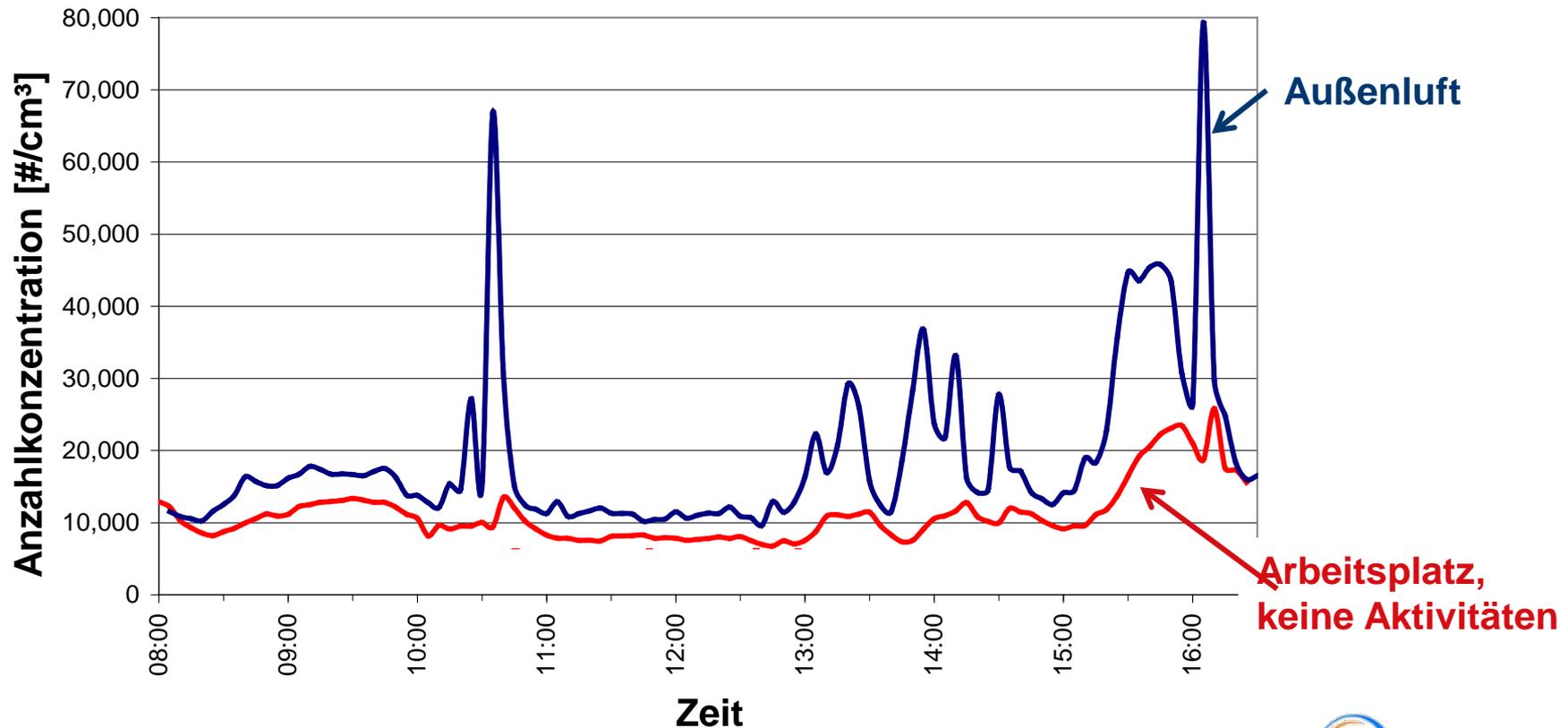
SOP-M-Sammelnde Probenahme („Sampling“): Sammelnde Probenahme von luftgetragenen Nanoobjekten für die anschließende bildgebende Analyse (Tier 3)



Wesentliche Inhalte:

- Sammelnde Probenahme für die morphologische oder chemische Charakterisierung von ENPs
→ Qualitative Trennung von der Hintergrundmatrix
- Sammelnde Systeme (ESP, TP)
- Wahl des Substrat Materials (z.B. Si-Wafer, TEM-grid)
- Durchführung repräsentativer Probenahmen

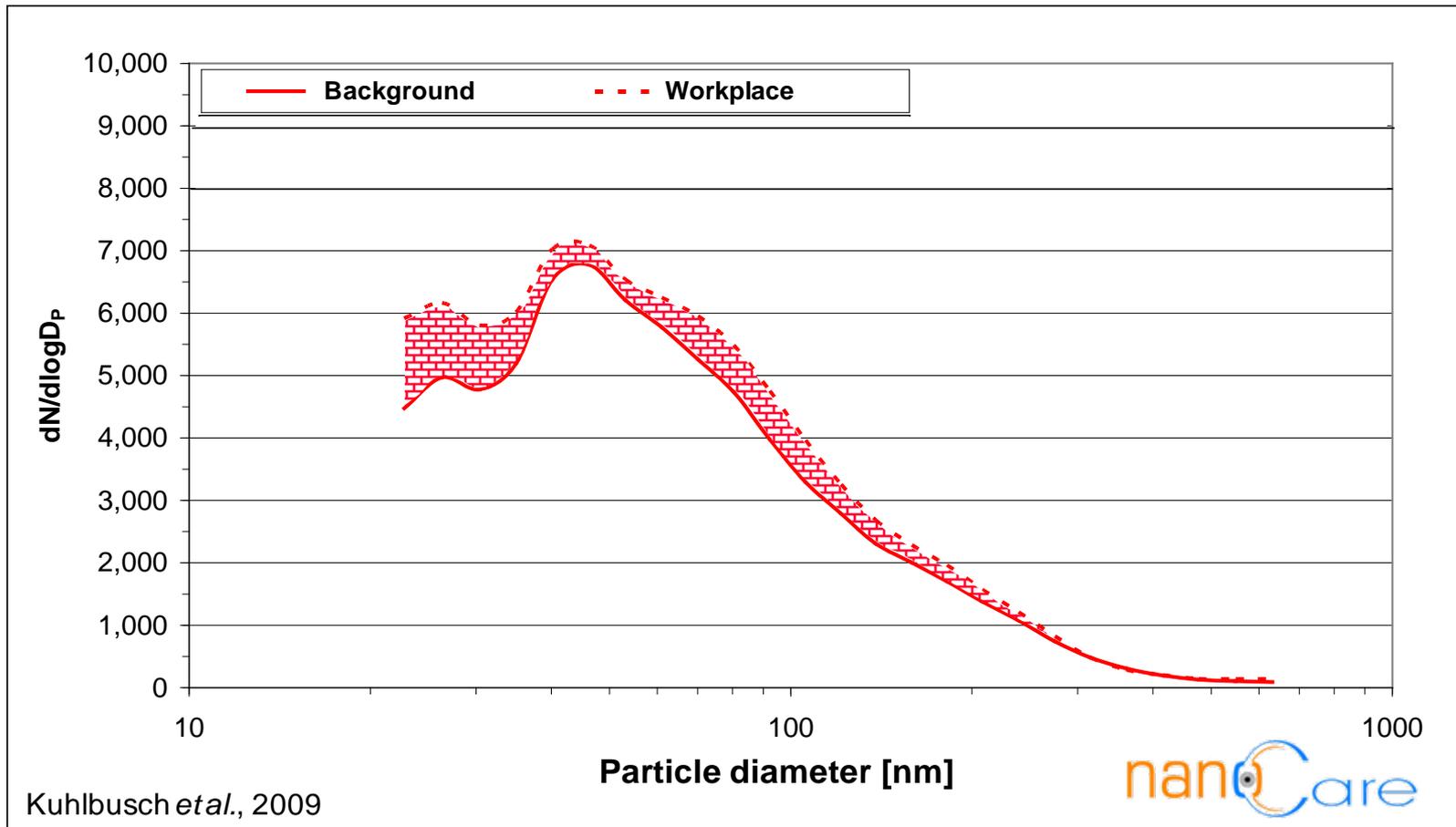
Erste Messergebnisse (tier 3) zeitgleiche Hintergrundbestimmung



Kuhlbusch *et al.*, 2009

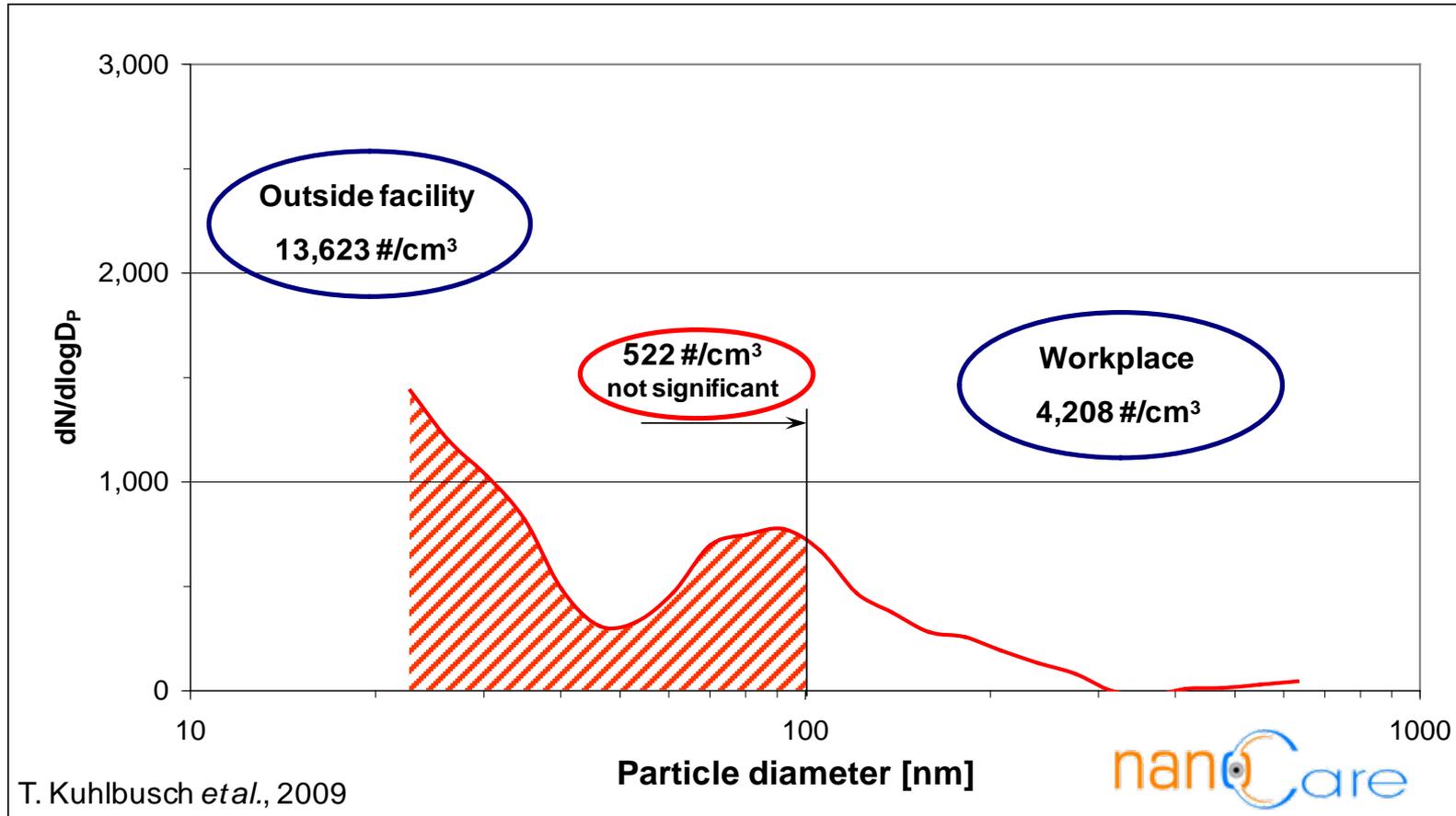
Erste Messergebnisse (tier 3)

Hintergrund und Arbeitsplatz: Partikelgrößenverteilung



Erste Messergebnisse (tier 3)

Emittierte Partikelgrößenverteilung



Bedeutung für die Messpraxis

1. Die SOPs stehen im Internet zur Verfügung und können heruntergeladen werden.
2. Man sollte sie anwenden, um Erfahrungen zu sammeln (insbesondere das Screening Verfahren)
3. Das gesamte Konzept wird in die internationale Normung eingebracht.

Herzlichen Dank an:

- Christof Asbach¹, Thomas A.J. Kuhlbusch¹, Heinz Kaminski¹, Burkhard Stahlmecke¹, Sabine Plitzko², Uwe Götz³, Matthias Voetz⁴, Heinz-Jürgen Kiesling⁴, Dirk Dahmann⁵

1 Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) e.V., Duisburg, Germany

2 Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Berlin, Germany

3 BASF SE, Ludwigshafen, Germany

4 Bayer Technology Services GmbH (BTS), Leverkusen, Germany

5 Die Kollegen des IGF

SPONSORED BY THE



Federal Ministry
of Education
and Research

**An Sie für Ihre
Aufmerksamkeit!**