

TÄTIGKEITSPARALLELE DIAGNOSTIK BEI BERUFLICHER EXPOSITION GEGENÜBER NANOPARTIKELN UND NEUEN MATERIALIEN – II



Michaela MITTMANN-FRANK¹, Hendrik BERGER¹, Annette KRAEGELOH², Matthias HANNIG³, Gunther WENNEMUTH⁴ und Axel BUCHTER¹

¹Institut und Poliklinik für Arbeitsmedizin der Universität des Saarlandes und Präventivmedizinisches Zentrum für arbeits- und umweltbedingte Erkrankungen,

Leiter: Univ.-Prof. Dr. med. Axel Buchter,

Universitätsklinikum des Saarlandes, 66421 Homburg/Saar

²Leibniz-Institut für Neue Materialien gGmbH, INM, Campus D2 2, 66123 Saarbrücken

³Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, Universitätsklinikum des Saarlandes, 66421 Homburg/Saar

⁴Institut für Anatomie und Zellbiologie der Universität des Saarlandes, Universitätsklinikum des Saarlandes, 66421 Homburg/Saar

EINLEITUNG

Eine Exposition gegenüber ultrafeinen Stäuben – zurückzuführen auf natürlich freigesetzte und unbeabsichtigt erzeugte nanoskalige Partikel – ist seit langem bekannt. Neu dagegen ist die Exposition gegenüber gezielt industriell synthetisierten Nanomaterialien. Vor dem Hintergrund eines solch speziellen und sehr heterogenen Expositionsspektrums erfolgte nach ausführlicher Individual-Diagnostik eine tätigkeitsparallele Untersuchung bei Beschäftigten in der chemischen Nanotechnologie.

METHODEN

Neben spirometrischen Untersuchungen¹ im Tagesverlauf wurde jeweils vor und nach der Tätigkeit exhaled breath condensate (EBC) zur Analyse der spezifischen Biomarker H₂O₂ und pH (sowie IL-6, IL-8, IFN- γ , IL-12p70, VEGF und LTB₄) gewonnen². Ferner erfolgte die Bestimmung des exhalieren Stickstoffmonoxid (eNO)³. Gleichzeitig erfolgten Partikelmessungen mit einem tragbaren Kondensationspartikelzähler⁴, der die Gesamtpartikelanzahl in einem Größenbereich von 10 – 1.000 nm in einem Konzentrationsbereich von bis zu 10⁵ pt/cm³ bestimmt. Ziel war es, bei einem Kollektiv von 10 Personen, die überwiegend langjährig (im Durchschnitt 11 Jahre) mit der Herstellung, Oberflächenmodifikation und Weiterverarbeitung oxidischer Nanomaterialien mit Primärpartikelgrößen < 10 bis 100 nm beschäftigt sind, Hinweise für eine tätigkeitsparallele Dynamik der untersuchten Parameter unter Berücksichtigung aktueller Partikelkonzentrationen zu verifizieren.

ERGEBNISSE

Die arbeitsparallele Spirometrie zeigte keine eindeutige Dynamik der statischen und dynamischen Lungenvolumina. Die eNO-Werte lagen in einem Bereich zwischen 7 und 54 ppb, individuell reproduzierbar und tageszeitunabhängig. Erhöhte eNO-Werte korrelierten mit klinischen Symptomen (einer obstruktiven Atemwegserkrankung) und Vorliegen von Sensibilisierungen (auf ubiquitäre Inhalations- und Soforttyp-Allergene). Die Werte für H₂O₂ – Marker für die Aktivität des oxidativen Stoffwechsels – lagen in einem Bereich zwischen 0 und 1.060 nmol/l und stiegen im Tagesverlauf bei der Hälfte des Kollektivs an. Der EBC-pH – Marker der Atemwegsazidifikation – lag bei unserem Kollektiv zwischen 4,8 und 8,4, ohne konsistente zirkadiane Dynamik (Abb. 1).

Partikelmessungen während relevanter Tätigkeitsabläufe ließen Aussagen zu Spitzenkonzentrationen im Vergleich zu Hintergrundkonzentrationen zu. Bei Raumkonzentrationen zwischen 4. - 10.000 pt/cm³ Luft kam es bei vorsichtigem Umfüllen von kleinsten Mengen Nanopartikel-haltiger Pulver zu keinem Anstieg der Partikelkonzentration, dagegen bei Anwendung größerer Mengen zu kurzzeitigen Maxima bis 15.700 (innerhalb des laufenden Abzugs) bzw. 16.400 pt/cm³ (ohne Abzug). Spitzenkonzentrationen bis 140.000 pt/cm³ waren beim Spritzlackieren (Abb. 2 & 3) mit nanopartikulären Lacken zu dokumentieren, wobei der Anwender eine Atemschutzhaube mit Frischluftzufuhr trug (Abb. 4), innerhalb der – auch beim Spritzlackieren – nur Konzentrationen < 10 pt/cm³ gemessen werden konnten (Abb. 5). Mindestens 30 Minuten nach den über Sekunden anhaltenden Maxima wurden immer noch Konzentrationen bis 28.000 pt/cm³ im Raum gemessen, hinweisend auf eine mögliche inhalative Belastung des Anwenders, sollte die Atemschutzhaube frühzeitig entfernt werden (Abb. 6). U.a. Zirkonium konnte raster- und transmissions-elektronenmikroskopisch (aus Raumluftproben) detektiert werden (Abb. 7 – 9).

SCHLUSSFOLGERUNG

Bei dem derzeitigen Tätigkeitsprofil des Kollektivs waren keine relevanten Spitzenkonzentrationen zu dokumentieren – mit Ausnahme des Spritzlackierens – hier sind effektive personenbezogene Schutzmaßnahmen erforderlich und auch wirksam. Entsprechend der derzeitigen Exposition zeigten sich keine Hinweise auf eine relevante und konsistente tätigkeitsparallele Dynamik der untersuchten Parameter.

¹Flow Screen Jaeger, Hoechberg, Germany
²TURBO DECCS, Ital Chill, Parma, Italy, ECOcheck, FILT GmbH, Berlin und ECOVent, VIASIS Healthcare, Hoechberg, Germany
³Nioxmno, Aerocrine, Bad Homburg, Germany
⁴CPC 3007, TSI GmbH, Aachen, Germany

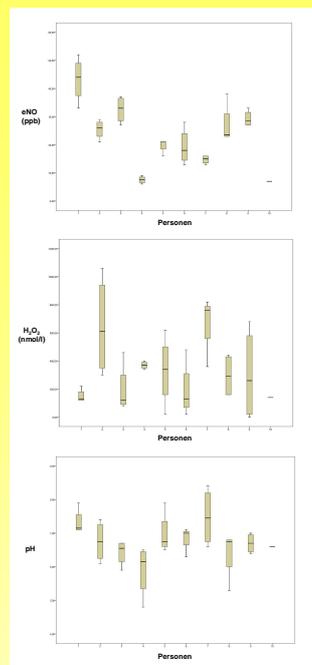


Abb. 1: eNO-, H₂O₂- und pH-Analysen.



Abb. 2 und 3: Spritzlackieren mit nanopartikulären Lacken.



Abb. 4: Atemschutzhaube mit Frischluftzufuhr. Abb. 5: Partikel-Konzentrationsmessung innerhalb der Haube.

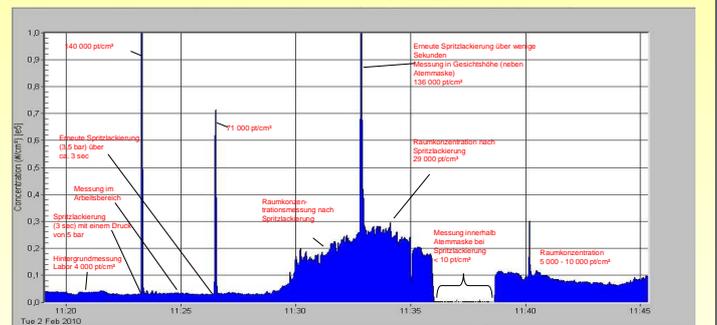


Abb. 6: Messprofil beim Spritzlackieren mit nanopartikulären Lacken.

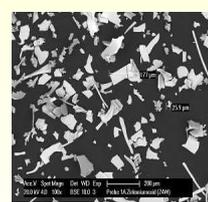


Abb. 7: REM: ZrO₂.

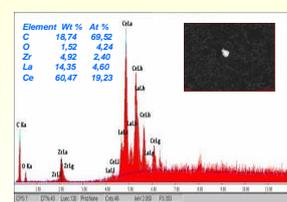


Abb. 8: Elementanalyse: Nachweis von Zirkonium, Cerium und Lanthan.



Abb. 9: TEM: Nanopartikuläres ZrO₂, Referenzmaterial.

Die Untersuchungen wurden vom Ministerium für Wirtschaft und Wissenschaft und der Universität des Saarlandes gefördert.

LITERATUR

Baur X, Barbinoval L (2007) Messung von exhalierendem Stickstoffmonoxid. Dtsch Ärztezt 104, (12): 790-796.
Dekhuijzen PN, Aben KK, Dekker I, Aarts LP, Wielders PL, van Herwaarden CL, Bast A (1996) Increased exhalation of hydrogen peroxide in patients with stable and unstable chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. Vol 154:3: 813-816.
Kostikas K, Papotheadorou G, Psathakis K, Panagou P, Loukides S (2003) Oxidative stress in expired breath condensate of patients with COPD. Chest 124: 1373-1380.
Mittmann-Frank M, Berger H, Buchter A (2009) Arbeitsmedizinisches und präventivmedizinisches Untersuchungsprogramm bei Exposition mit Nanopartikeln und speziellen oder neuen Materialien. Zbl Arbeitsmed 59: 336-343.
Nowak D, Kasielski M, Ahtczak A, Pietras T, Bialasiewicz P (1999) Increased content of thiobarbituric acid – reactive substances and hydrogen peroxide in the expired breath condensate of patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: no significant effect of cigarette smoking. Respir Med 93: 389-396.
Olin AC, Rosengren A, Thelle DS et al (2006) Height, age and atopy are associated with fraction of exhaled nitric oxide in a large adult general population sample. Chest 130: 1319-1325.
Paget-Brown A, Ngamtrakulpanit L, Smith A, Bunyan D, Hom S, Nguyen A, Hunt JF (2006) Normative data for pH of exhaled breath condensate. Chest 129: 426-430.