

## Institut für Arbeitsmedizin

### ■ Direktor: Prof. Dr. Renate Wrbitzky

Tel.: 0511/532-9301 • E-Mail: wrbitzky.renate@mh-hannover.de • www.mh-hannover.de/210.html

## Forschungsprofil

Das Institut für Arbeitsmedizin befasst sich mit aktuellen Themen der arbeits- und umweltmedizinischen Toxikologie, insbesondere mit der Entwicklung und Anwendung von Biomonitoring- und Luftmessverfahren zur Etablierung bzw. Überwachung arbeitsmedizinischer Grenzwerte. Besondere Schwerpunkte sind die Bestimmung von Proteinaddukten krebserzeugender Stoffe als Langzeit-Dosismarker sowie die Untersuchung neurotoxischer Organophosphate. Weiterhin werden aktuelle arbeitsmedizinisch-klinische Fragestellungen bearbeitet, z.B. zum Schnittstellenmanagement zwischen Arbeits- und Rehabilitationsmedizin und zur Gesunderhaltung von Mitarbeitern vor dem Hintergrund des demographischen Wandels in der Arbeitswelt.

## Forschungsprojekte

### Untersuchungen zur Berylliumexposition in Verkehrsflugzeugen

#### Einleitung

Die potentielle Gesundheitsgefährdung von Fluggesellschaften und Passagieren in Verkehrsflugzeugen ist aktuell Gegenstand arbeitsmedizinischer, politischer und öffentlicher Diskussionen. Nachdem zunächst der Begriff „Aerotoxisches Syndrom“, ein Beschwerdebild, dessen Ursache in einer Exposition gegenüber Trikresylphosphaten vermutet wird, geprägt wurde, ist 2010 die Bezeichnung „sick aeroplane syndrome“ eingeführt worden. Hierunter werden von den Autoren unterschiedliche Krankheitsbilder verstanden, die auf physikalische, biologische und chemische Noxen in Flugzeugen zurückzuführen seien. In diesem Zusammenhang wird auch eine Exposition gegenüber Beryllium (Be) vermutet, da dieses Leichtmetall im Flugzeugbau Verwendung findet.

Untersuchungen der Innenraumluft von Flugzeugen hinsichtlich Beryllium wurden in der wissenschaftlichen Literatur bislang nicht publiziert. Insgesamt liegen wenige Erkenntnisse über die Luftkonzentration an Beryllium in Innenräumen vor. Auch hinsichtlich beruflicher Expositionen gegenüber Be sind auf nationaler Ebene nur wenige Daten veröffentlicht worden.

Beryllium (Be), CAS-Nr.: 7440-41-7, zählt zu den Leichtmetallen der Erdalkaligruppe des Periodensystems. Das sehr harte und spröde Metall mit der Ordnungszahl 4 und einer Atommasse von 9,012 u wird vorwiegend in Form von Legierungen, u. a. in der Luft- und Raumfahrttechnik verwendet. Funkenfrei Werkzeuge, die insbesondere in explosionsgefährlichen Arbeitsbereichen eingesetzt werden, enthalten Kupfer-Beryllium-Legierungen. Metallisches Beryllium kommt im Wesentlichen in der Röntgen- und Kerntechnik zur Anwendung.

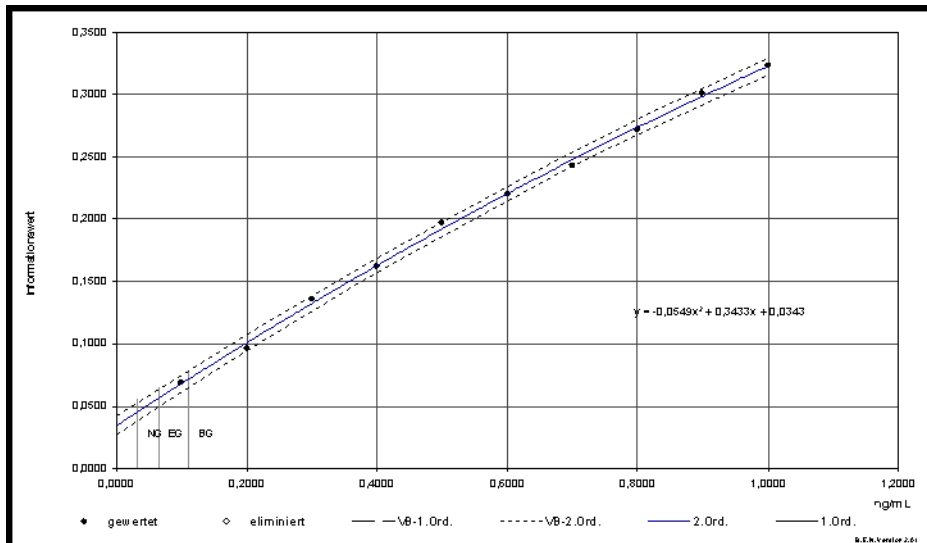
Beryllium und seine anorganischen Verbindungen sind als sehr giftig und beim Menschen als krebserzeugend (K 1) eingestuft. Als nicht maligne Erkrankung durch akute und chronische Exposition gegenüber Be ist vor allem die Berylliose zu nennen. Die American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) führt in ihrer aktuellen Liste (2011) einen Luftgrenzwert (TLV) von 50 ng/m<sup>3</sup> für Beryllium. Ein nationaler Luftgrenzwert (TRGS 900, MAK-Werte-Liste der DFG) liegt gegenwärtig nicht vor.

**Ziel der Studie**

Ziel dieser Arbeit war es, durch Luftmessungen während verschiedener Flugphasen eines Verkehrsflugzeuges quantitative Erkenntnisse über den Eintrag bzw. die Verteilung von Beryllium in die Flugzeugkabine durch das Lüftungssystem zu erhalten. Der Optimierung der Probenahme durch die Konstruktion entsprechender Halterungs- und Befestigungssysteme, insbesondere der vibrationsgedämpften Filterpositionierung, wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Im Rahmen der Analytik wurde ein Mirowellenaufschlussverfahren mit anschließender Untersuchung der Proben mittels Atomabsorptionsspektrometrie (Graphitrohr-AAS) entwickelt und validiert.

**Methoden**

Zunächst wurden die Probenahmebedingungen in einem am Boden stehenden Flugzeug getestet. Die Auswahl der Messpunkte orientierte sich zum Einen an den Lüftungstechnischen Voraussetzungen und zum anderen an sicherheitsrelevanten Fragen. Das Cockpit des untersuchten Flugzeugtyps wird nach Turbinenstart ausschließlich über die linke Turbine direkt mit 100 % Frischluft versorgt. Der restliche Innenraum wird von beiden Turbinen über sogenannte Packs und das Mixmanifold (Mischeinheit) belüftet. Die Kabinenluft wird anschließend über einen Partikelfilter (HEPA-Filter) geleitet und mit einem Anteil von ca. 40 bis 60 % als sogenannte recycled air wieder in die Kabine geleitet. Bei abgeschaltete Turbinen erfolgt die Luftversorgung entweder über das Hilfstriebwerk (apu = auxillary pressure unit) oder gegebenenfalls über die sogenannte ground air, die flughafenseitig zur Verfügung gestellt wird. Vor und während eines Pilotentrainings mit 50 direkt aufeinanderfolgenden Start- und Landevorgängen wurden im Cockpit und im Küchenbereich des Flugzeugs mit durchflussstabilen Pumpen (600 L/h) Luftproben auf Mischcellulosefiltern Durchmesser: 37 mm, Porenweite 0,8 µm über Zeiträume von 1 bis 6 h gesammelt. Die beaufschlagten Filter wurden mit einem Gemisch aus 2 Vol.-Teilen Salpetersäure (65 %) und 1 Teil Salzsäure (25 %) in einer Mikrowelle bei 200 °C unter Druck aufgeschlossen. Die klaren Lösungen wurden mittels Graphitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS) analysiert. Die Quantifizierung erfolgte gegen eine externe Kalibrierung (Siehe Abbildung 1).



**Abb. 1:** Beryllium-Kalibrierung 0,1 bis 1,0 ng/mL

**Ergebnisse**

In den untersuchten Proben wurde kein Beryllium nachgewiesen. Dabei wurden verschiedene Betriebszustände des Flugzeugs betrachtet. Aufgrund der damit verbundenen unterschiedlichen Probenahmezeiten lagen die Nachweisgrenzen

je nach Probenvolumen zwischen 0,12 und 2 ng/m<sup>3</sup>. Damit liegen die Nachweisgrenzen im Bereich typischer Außenluftkonzentrationen des Berylliums (urban air USA: <0.1 to 6.7 ng/m<sup>3</sup>, Gütersloh 1995: Durchschnitt 0,012, max. 0,4 ng/m<sup>3</sup>).

Die im Rahmen der Methodenoptimierung durchgeführten vergleichenden Untersuchungen verschiedener Aufschlussverfahren zeigten, dass der Berylliumgehalt in den Luftproben mit dem beschriebenen Säureaufschluss quantitativ erfasst wurde.

### **Diskussion**

Die Luftmessungen wurden in verschiedenen Betriebszuständen des Flugzeugs durchgeführt. Zunächst wurde lediglich der Turbinenstart am Boden messtechnisch betrachtet. Darauf folgte die Untersuchung eines Kurzstreckenfluges. Danach wurde unter erheblicher technischer Beanspruchung des Fluggerätes das Pilotentraining während 50 Start- und Landevorgängen erfasst. In keiner der Situationen wurde Beryllium nachgewiesen, so dass ein Berylliumeintrag in die Kabinenluft dieses Flugzeuges ausgeschlossen werden konnte. Untersuchungen weiterer Flugzeuge folgen, um die Datenlage zu erweitern.

■ **Projektleitung:** Rosenberger, Wolfgang; **Förderung:** Industrie

## **Weitere Forschungsprojekte**

### **Demografiemanagement in Klein- und Mittelunternehmen der Region: Innovationsplattform für alter(n) srelevantes Wissen (InnovAging), Gesunderhaltung von Mitarbeitern vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und der damit verbundenen verlängerten Lebensarbeitszeit**

■ **Projektleitung:** Gesamtprojekt: von Mitschke-Collande, Peter (Prof. Dr. rer. pol.), Fischer, Gisela (Prof. Dr. med.), Institut für Arbeitsmedizin: Prof. Dr. med. Renate Wrbitzky; Kooperationspartner: Leibniz Universität Hannover, Fachhochschule Hannover, Hochschule für Musik, Theater und Medien, Hannover Leibniz-Akademie Hannover, Stiftung Universität Hildesheim, Industrie- und Handelskammer Hannover, Bundesverband mittelständische Wirtschaft, Handwerkskammer Hannover, Förderverein Pro Hannover Region, Wirtschaftsclub Langenhagen e.V., Verein Deutscher Ingenieure e.V., Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V., Verband deutscher Unternehmerinnen e.V. Landesgruppe Niedersachsen, Universal Design GmbH, Holtmann Messe+Event GmbH, Innovationsnetzwerk Niedersachsen, Sprengel Museum Hannover, Region Hannover, Projekt LernZeitAlter; **Förderung:** Europäische Union, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)

### **Entwicklung von Analysemethoden zur Bestimmung von Aluminium und anderen Metallen in der Luft am Arbeitsplatz**

■ **Projektleitung:** Rosenberger, Wolfgang; **Förderung:** Sachmittelförderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### **Exposition von Flugpersonal gegenüber phosphororganischen Verbindungen**

■ **Projektleitung:** Rosenberger, Wolfgang; **Förderung:** Industrie

### **Schnittstellenmanagement zwischen Arbeits- und Rehabilitationsmedizin zur Verbesserung von arbeitsplatzorientierten Rehabilitationen sowie der nachfolgenden Wiedereingliederung in die Arbeitswelt und Reduktion von Arbeitsunfähigkeitszeiten im Rahmen des Gesamtprojektes „JobReha“ (Arbeitsplatzorientierte Rehabilitation)**

■ **Projektleitung:** Gutenbrunner, Christoph (Prof. Dr. med.), Schwarze, Monika (Dr. P.H.); Institut für Arbeitsmedizin: Wrbitzky, Renate (Prof. Dr. med.), Rebe, Thomas (Dr. med.); Kooperationspartner: Koordinierungsstelle Angewandte

Rehabilitationsforschung (KoReFo); Spallek, Michael (Dr. med.) - EUGT e.V., Klinik für Rehabilitationsmedizin; Förderung: Deutsche Rentenversicherung Braunschweig-Hannover

### Originalpublikationen

Korinth G, Schaller KH, Bader M, Bartsch R, Göen T, Rossbach B, Drexler H. Comparison of experimentally determined and mathematically predicted percutaneous penetration rates of chemicals. Arch Toxicol; 2012;86(3):423-430

#### Übersichtsarbeiten

Tschernitschek H, Geurtsen W, Wrbitzky R. Zahnärztliche Betreuung von Patienten mit Multiple Chemical Sensitivity (=MCS). DZZ; 2011;66(2):119-123

Tschernitschek H, Geurtsen W, Wrbitzky R. Zahnärztliche Betreuung von Patienten mit Multiple Chemical Sensitivity (=MCS). DZZ; 2011;66(12):913-917

#### Buchbeiträge, Monografien

Rebe T, Netz-Piepenbrink S, Rosenberger W, Wrbitzky R. Änderungen von Katecholaminausscheidungen im Urin von Motorradfahrern durch Erfahrung/Gewöhnung und sportliche Aktivitäten. In: Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Triebig Gerhard[Hrsg.]: Dokumentation: 51. Wissenschaftliche Jahrestagung 09.-12. März 2011 in Heidelberg; Hauptthemen: Nanotechnologie als arbeitsmedizinische und umweltmedizinische Herausforderung. Aktuelle Entwicklungen zum Biomonitoring in der Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. Aachen: Geschäftsstelle der Dt. Ges. für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, 2011. S. 282-286

Rosenberger W, Müller JU, Wrbitzky R, Netz-Piepenbrink S, Bader M, Haissler J, Triebig G. Untersuchungen zur Validität von N-Methylvalin als Biomarker einer Formaldehydexposition - Ergebnisse einer Expositions-kammerstudie. In: Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Triebig Gerhard[Hrsg.]: Dokumentation: 51. Wissenschaftliche Jahrestagung 09.-12. März 2011 in Heidelberg; Hauptthemen: Nanotechnologie als arbeitsmedizinische und umweltmedizinische Herausforderung. Aktuelle Entwicklungen zum Biomonitoring in der Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. Aachen: Geschäftsstelle der Dt. Ges. für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, 2011. S. 252-257

Rosenberger W, Wrbitzky R, Bader M. Untersuchung von Triaryl- und Trialkylphosphaten in filterdeponiertem Kabinenluftstaub eines Verkehrsflugzeugs. In: Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Triebig Gerhard[Hrsg.]: Dokumentation: 51. Wissenschaftliche Jahrestagung 09.-12. März 2011 in Heidelberg; Hauptthemen: Nanotechnologie als arbeitsmedizinische und umweltmedizinische Herausforderung. Aktuelle Entwicklungen zum Biomonitoring in der Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. Aachen: Geschäftsstelle der Dt. Ges. für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, 2011. S. 437-442

#### Abstracts

2011 wurden 8 Abstracts publiziert.

#### Weitere Tätigkeiten in der Forschung

Rosenberger, Wolfgang: Sachverständiger für den Arbeitskreis „Luftanalysen“ der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).