

*Poussières, fumées et brouillards
sur les lieux de travail :*
risques et prévention

*Stäube, Rauche und Nebel
am Arbeitsplatz:*
Risiken und Prävention

*Dusts, fumes and mists
in the workplace:*
risks and their prevention

COLLOQUE INTERNATIONAL - INTERNATIONALES KOLLOQUIUM - INTERNATIONAL SYMPOSIUM

Toulouse (France) 11 - 13 juin 2001



COMITÉ AISS CHIMIE
IVSS SEKTION CHEMIE
ISSA CHEMISTRY SECTION



COMITÉ AISS RECHERCHE
IVSS SEKTION FORSCHUNG
ISSA RESEARCH SECTION

Particules ultrafines et poussières spécifiques

Ultrafeine Partikel und spezifische Stäube

Ultrafine particles and specific dusts

Communications orales / Vorträge / Oral Contributions

Particules ultrafines au poste de travail et dans l'environnement : une toxicité très variable

Nos études ont porté sur l'évaluation des effets de l'inhalation de particules ultrafines présentes dans l'air des lieux de travail et en environnement urbain. Pour simuler l'exposition sur les lieux de travail, nous avons utilisé des fumées de Téflon (PTFE, polytétrafluoroéthylène) ultrafines (granulométrie moyenne proche de 18 nm) ; ces fumées étaient obtenues en portant du PTFE à 486 °C dans un four tubulaire. Nous cherchions à établir les mécanismes fondamentaux de l'action toxique de ces fumées, ce qui pouvait se révéler utile à la compréhension des effets potentiels des particules ultrafines présentes dans l'air ambiant. L'administration de ces fumées à des rats par inhalation, à faible concentration (50 microgrammes par mètre cube) et pendant de courtes périodes, s'est traduite par une forte toxicité pulmonaire et un certain degré de mortalité. Nous avons observé que les mêmes particules, dans les mêmes conditions d'exposition, ne sont pas toxiques lorsqu'elles sont produites sous argon, et que les constituants de la phase gazeuse des produits de dégradation thermique du PTFE ne sont pas toxiques non plus lorsqu'ils sont produits dans l'air. Seule la combinaison de particules ultrafines et de "constituants gazeux" du PTFE produits dans l'air se révèle fortement toxique, ce qui pourrait indiquer l'existence d'un mécanisme de transport des composés en phase gazeuse par adsorption sur les particules ultrafines. Nous avons également constaté qu'une fois les particules ultrafines déposées, leur migration transépithéliale se produit rapidement, ce en quoi elles diffèrent grandement des particules plus grosses. La toxicité pulmonaire extrême des fumées ultrafines de PTFE pourrait être totalement prévenue par l'adaptation des animaux, obtenue par de courtes périodes d'exposition (5 min) pendant les trois jours précédant l'exposition de 15 min. Cela met en évidence le rôle possible des antécédents individuels dans la susceptibilité aux effets aigus des particules ultrafines. En 4 min environ, des particules de PTFE ultrafines (18 nm) s'agglomèrent pour former des particules de plus de 100 nm (estimation prévisionnelle), qui n'ont plus d'effets toxiques sur les animaux exposés.

Des particules de carbone ultrafines présentant les caractéristiques qui leur permettent de servir de substitut aux particules présentes dans l'environnement ont été produites par décharge électrostatique. Leur diamètre médian était proche de 26 nm, avec un écart-type géométrique compris entre 1,4 et 1,7. Pour les particules de carbone ultrafines, une concentration de l'ordre de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ équivaut à 1×10^6 particules/ cm^3 . Des études multi-groupes (huit groupes) par inhalation ont été menées sur des

rats jeunes (10 semaines) et âgés (22 mois), sensibilisés par inhalation d'endotoxine puis exposés à des particules ultrafines de carbone avec et sans ozone. Le traitement des résultats par analyse de variance (ANOVA) à trois critères de classification a mis en évidence des effets inflammatoires différents sur les poumons des animaux âgés et sur ceux des animaux jeunes. Chez les rats jeunes, les particules de carbone ultrafines induisaient, lorsqu'elles étaient inhalées seules, un effet faible qui s'additionnait aux effets de l'endotoxine et de l'ozone ; toutefois l'ozone, qui à lui seul provoquait aussi un effet significatif sur le poumon, n'avait pas un effet totalement additif en cas de pré-traitement par l'endotoxine. Chez les rats âgés, les particules de carbone ultrafines ne provoquaient pas de réaction à elles seules, mais elles agissaient en synergie avec l'ozone ; les effets de ces deux agents en combinaison étaient additifs chez les rats sensibilisés par endotoxine. L'analyse par chimioluminescence spontanée ou stimulée par PMA (phorbol acetate, myristate) de cellules obtenues par lavage a confirmé que, chez les rats âgés, l'interaction significative entre particules de carbone ultrafines et ozone provoque un stress oxydatif. Une différence frappante a été notée entre rats jeunes et rats âgés : l'exposition combinée aux particules de carbone ultrafines et à l'ozone après sensibilisation par endotoxine induisait, dans les cellules pulmonaires inflammatoires obtenues par lavage, une réaction de chimioluminescence stimulée (traduisant une libération de ROS, c'est-à-dire reactive oxygen species : espèces réactives de l'oxygène) neuf fois plus importante chez les rats âgés que chez les rats jeunes. Cela veut dire que, dans les conditions d'exposition considérées, le risque d'atteinte pulmonaire oxydative est plus élevé pour un organisme âgé.

Ces études ont permis d'établir la grande variabilité des effets des différentes particules ultrafines, ces effets pouvant être très toxiques, voire mortels, dans certaines conditions d'exposition professionnelle et relativement bénins lorsque les particules sont inhalées dans l'air ambiant. Toutefois, les populations exposées dans ces deux cas sont très différentes, les travailleurs constituant un groupe en bonne santé de façon générale tandis que la population générale inclut un nombre significatif de personnes âgées ou très jeunes présentant des altérations du système cardiorespiratoire. D'après nos résultats, il pourrait y avoir, pour ces sous-populations exposées aux particules ultrafines en environnement urbain, un risque accru d'effets nocifs à des concentrations qui sont sans effet sur des sujets en bonne santé.

Ultrafeine Partikel am Arbeitsplatz und in der Umgebungsluft: hoch toxisch bis harmlos?

Wir beurteilten die Wirkungen eingeatmeter ultrafeiner Partikel, wie sie am Arbeitsplatz und in der Stadtluft auftreten. Als Arbeitsplatz-aerosol verwendeten wir ultrafeine Teflon®-Rauche (Polytetrafluorethylen, PTFE) mit einer mittleren Partikelgröße von ca. 18 nm, die durch Erhitzen von PTFE in einem Röhrenofen auf 486°C erzeugt wurden. Dies, um Grundfragen ihrer Toxizität zu beurteilen, die zum Verständnis potenzieller Wirkungen ultrafeiner Stoffe in der Umgebungsluft beitragen könnten. Atmeten Ratten diese Rauche in niedriger Konzentration (50 µg/m³) kurze Zeit ein, kam es zu hochgradiger Lungenvergiftung und zu einem letalen Ausgang. Wir stellten fest, dass ultrafeine Teflon®-Rauchpartikel bei Erzeugung in einer Argon-Schutzgasatmosphäre, appliziert bei gleichen Expositionsbedingungen, ebenso wenig toxisch sind wie die Bestandteile der Gasphase von Teflon®-Rauch. Erst die Kombination ultrafeiner Partikel und der Gasphase, erzeugt in der Luft, verursacht die hohe Giftigkeit. Dies lässt eine Trägerfunktion der ultrafeinen Partikel für adsorbierte Inhaltsstoffe der Gasphase denken. Wir stellten außerdem eine schnelle Wanderung der ultrafeinen Partikel durch das Epithel nach ihrer Ablagerung fest, offensichtlich ein wichtiger Unterschied zu größeren Partikeln. Die extrem hohe Lungentoxizität der ultrafeinen Teflon®-Rauche konnte vollständig verhindert werden, wenn die Tiere an den drei Tagen vor der 15-minütigen Exposition durch kurzzeitige Expositionen von jeweils 5 Minuten Dauer an diese Belastung gewöhnt wurden. Daraus wird die potenzielle Bedeutung der Vorgeschichte vor der Exposition für die Empfindlichkeit gegenüber den akuten Wirkungen ultrafeiner Partikel deutlich. Eine rund 4-minütige Alterung der ultrafeinen 18 nm-Teflon®-Partikel führt zu ihrer vorhergesagten Koagulation zu Partikeln von >100 nm, die bei exponierten Tieren nicht mehr toxisch wirkten.

Ultrafeine Kohlenstoffpartikel wurden durch elektrische Funkenentladung erzeugt und charakterisiert, um als Ersatz für Partikel in der Umwelt dienen zu können. Der zahlenmäßige Mittelwert des Durchmessers der ultrafeinen Kohlenstoffpartikel betrug ca. 26 nm bei geometrischen Standardabweichungen von 1,4-1,7. Bei den ultrafeinen Kohlenstoffpartikeln entsprechen rund 100 µg/m³ 1×10^6 Partikeln/m³. Inhalationsstudien an mehreren Gruppen (8 Gruppen) wurden bei jungen (10 Wochen alten) und älteren (22 Monate alten) Ratten durchgeführt, die durch eine Endotoxin-Inhalation sensibilisiert

worden waren und anschließend gegenüber ultrafeinen Kohlenstoffpartikeln mit und ohne O₃ exponiert wurden. Die Auswertung der Ergebnisse mit Hilfe einer dreifachen Varianzanalyse (ANOVA) ergab verschiedene Entzündungserscheinungen in der Lunge alter wie junger Ratten. Bei den jungen Tieren induzierte die alleinige Aufnahme von ultrafeinen Kohlenstoffpartikel geringfügige Effekte, die sich zu den Auswirkungen des Endotoxins und des Ozons addierten. Obwohl Ozon allein auch eine signifikante Wirkung hervorrief, spielte es in der mit Endotoxin sensibilisierten Lunge eine weniger als additive Rolle. Bei den alten Ratten riefen ultrafeine Kohlenstoffpartikel allein keine Reaktion hervor, zeigten jedoch zusammen mit Ozon synergistische Effekte. In den mit Endotoxin sensibilisierten Lungen der alten Ratten waren die Wirkungen der ultrafeinen Kohlenstoffpartikel in Kombination mit Ozon additiv. Die spontane und die mit PMA stimulierte Chemilumineszenz ausgewaschener Zellen dieser Tiere bestätigte die signifikante Interaktion zwischen ultrafeinen Kohlenstoffpartikeln und Ozon bei der Entstehung von "oxidant stress" bei den alten Ratten. Ein auffälliger Unterschied zwischen den jungen und den alten Ratten bestand darin, dass die kombinierte Exposition der mit Endotoxin sensibilisierten Tiere gegenüber ultrafeinem Kohlenstoff/Ozon bei den entzündlichen Lungenlavagezellen der alten Ratten zu einer neunmal höheren Chemilumineszenzreaktion (Hinweis auf Freisetzung einer reaktiven Sauerstoffspezies [ROS]) führte. Das bedeutet unter diesen Expositionsbedingungen ein größeres Risiko für den gealterten Organismus im Hinblick auf oxidative Lungenschäden.

Die Studien zeigen das breite Toxizitätsspektrum verschiedener ultrafeiner Partikel, die unter bestimmten Arbeitsplatzbedingungen potenziell hoch toxisch und tödlich, unter Umgebungsbedingungen dagegen eher gutartig sein können. Allerdings unterscheiden sich auch die Populationen dieser beiden Situationen deutlich: eine im Allgemeinen gesunde Gruppe am Arbeitsplatz steht einer beträchtlichen Zahl von Mitgliedern der Gesamtbevölkerung mit beeinträchtigter Herz-Lungen-Funktion im hohen Alter, sowie sehr junge Menschen gegenüber. Auf der Grundlage unserer Ergebnisse könnte für diese, den Umweltbedingungen ausgesetzten Untergruppen durchaus ein erhöhtes Risiko bestehen, von ultrafeinen Partikeln in der Stadt beeinträchtigt zu werden, bei Konzentrationen, die bei Gesunden keine Wirkungen hervorrufen.

Workplace and ambient ultrafine particles: from very toxic to benign?

We evaluated effects of inhaled ultrafine particles encountered at the workplace and in the urban air. As a workplace aerosol, we used ultrafine Teflon® (polytetrafluoroethylene, PTFE) fumes (median particle size ~18 nm) generated by heating PTFE in a tube furnace to 486°C to evaluate basic principles of their toxicity which might be helpful in understanding potential effects of ambient ultrafines. Short-term inhalation of these fumes at low concentration (50 µg/m³) by rats resulted in high pulmonary toxicity and in lethality. We found that ultrafine Teflon® fume particles when generated in an argon atmosphere are not toxic at these exposure conditions and that Teflon® fume gas phase constituents generated in air are not toxic either, only the combination of both ultrafine particles and the gas phase when generated in air causes the high toxicity, possibly suggesting a carrier mechanism of the ultrafine particles for adsorbed gas phase compounds. We also found a rapid translocation of the ultrafine particles across the epithelium after their deposition, which appears to be an important difference from larger-sized particles. The extreme pulmonary toxicity of the ultrafine Teflon® fumes could be completely prevented by adapting the animals with short 5-min. exposures on three days prior to the 15-min. exposure. This shows the potential importance of pre-exposure history for the susceptibility to acute ultrafine particle effects. Aging of the ultrafine 18 nm Teflon® particles for about 4 mins. leads to their predicted coagulation to > 100 nm particles which no longer caused toxicity in exposed animals. Ultrafine particles of carbon were generated by electric spark discharge and characterized to be used as surrogates for environmental particles. The count median diameter of the ultrafine carbon particles was ~26 nm, with geometric standard deviations of 1.4-1.7. For the ultrafine carbon particles, ~100 µg/m³ is equivalent to 1 x 10⁶ particles/cm³. Multigroup (eight groups) inhalation studies were performed in young (10 weeks) and aged (22 months) rats sensitised with endotoxin inhalation followed by exposures to ultrafine carbon particles

with and without O₃. Analysis of the results by a three way ANOVA showed different pulmonary inflammatory effects in old and young rats. In the young animals, the ultrafine carbon particles induced a small effect when inhaled alone which was additive to the effects of endotoxin and ozone; however, although ozone alone also caused a significant effect, ozone was less than additive in the endotoxin sensitised lung. In the aged rats, ultrafine carbon particles alone did not cause a response whereas it was synergistic with the effects of ozone; in the endotoxin sensitised lungs of the aged rats, the effects of ultrafine carbon particles in combination with ozone were additive. Spontaneous and PMA stimulated chemiluminescence of lavaged cells from these animals confirmed the significant interaction between ultrafine carbon particles and ozone to cause oxidant stress in the aged rats. A striking difference between the young and old rats was that combined ultrafine carbon/ozone exposure of the endotoxin sensitised animals resulted in a nine-fold greater stimulated chemiluminescence response (indicating ROS release) of the inflammatory lung lavage cells from the old rats. This implies a greater risk of the aged organism for oxidative lung injury under these exposure conditions.

These studies show the wide range of toxicities of different ultrafine particles, with a potential of being highly toxic and lethal under certain workplace conditions to being rather benign under environmental conditions. However, exposed populations for both situations are also quite different, a generally healthy group for the workplace vs. a significant number of people in the general population with compromised cardiorespiratory systems at old age, as well as the very young. Based on our results, these environmentally-exposed subpopulations may well be at increased risk to be adversely affected by urban ultrafine particles at levels which do not induce effects in healthy people.

Acknowledgement: These studies were supported by HEI Research agreement no 95-11

Développement durable des nanotechnologies – Risques d'exposition professionnelle

Les effets spécifiques des particules ultrafines (moins de 100 nm) sur la santé font aujourd'hui l'objet d'un débat. Dans le même temps se développe dans de nombreux domaines d'application une nouvelle technologie dont l'une des caractéristiques est de faire appel aux nanoparticules : la nanotechnologie. Techniquement, l'intérêt des nanoparticules tient à leur surface importante, ainsi qu'aux effets quantiques qui leur sont associés. Des nanoparticules peuvent se former au cours des processus de transformation de gaz en particules. Pour détecter les nanoparticules, on utilise des compteurs de particules ou des analyseurs de la distribution du nombre des particules suivant leur taille. Dans les cas où la concentration en nombre des particules est très élevée, il se forme par coagulation des particules plus grosses ou agglomérats. Des nanoparticules indésirables de dif-

férents types peuvent être contenues dans les gaz émis au cours de différents processus (soudage, fusion, combustion, en particulier dans le cas des moteurs diesel). La production de nanoparticules se fait souvent en vase clos; le dégagement de nanoparticules est alors assez improbable. En l'absence de capotage, il peut y avoir des nanoparticules au poste de travail, mais même lorsqu'une protection est mise en place, il peut être utile de contrôler l'exposition aux nanoparticules au poste de travail. Les auteurs rendront compte de différents processus de production de nanoparticules et des risques éventuels d'exposition au poste de travail. Une analyse du risque d'émission sera présentée pour une installation de fabrication de capteurs à base de nanostructures, ainsi que pour une installation de production de noir de carbone.

Nachhaltige Entwicklung der Nanotechnologie – Arbeitsplatzbelastungen

Ultrafeine Partikel mit Partikelgrößen unter 100 nm werden zur Zeit im Hinblick auf spezifische gesundheitliche Effekte diskutiert. Auf der anderen Seite entwickelt sich eine neue Technologie, die Nanotechnologie, in vielen unterschiedlichen Anwendungsbereichen, die unter anderem mit Nanopartikeln arbeitet. Nanopartikel sind technisch wegen ihrer großen Oberfläche und des Auftretens von Quanteneffekten von Interesse. Nanopartikel treten besonders auf, wo Gas-zu-Partikelumwandlungsprozesse involviert sind. Partikelzähler oder Partikelgrößenanalytoren werden zur Detektion von Nanopartikeln eingesetzt. In Fällen, wo die Anzahlkonzentration sehr groß ist, bilden sich durch Koagulation größere Partikel oder Agglomerate. Unerwünschte Nanopartikel unterschiedlicher Art können

in Abgasen von z. B. Schweiß- oder Schmelzprozessen wie auch von Verbrennungsprozessen, z. B. bei Dieselmotoren, erwartet werden. Prozesse zur Produktion von Nanopartikeln werden häufig ummantelt sein, so dass Freisetzungen von Nanopartikeln eher unwahrscheinlich sind. Bei offenen Prozessen können Nanopartikel am Arbeitsplatz auftreten. Aber auch an ummantelten Prozessen ist es sinnvoll, die Belastung mit Nanopartikeln am Arbeitsplatz zu überprüfen. Wir werden über verschiedene Nanopartikel-Herstellungprozesse und die möglichen Belastungen am Arbeitsplatz berichten. Eine Emissionsrisikoanalyse wird für einen Aufbau, der nanostrukturierte Sensoren herstellt, und für eine Ruß-Produktionsanlage durchgeführt.

Sustainable development of nanotechnology – Occupational exposure risk

Ultrafine particles with sizes below 100 nm are claimed to cause specific health hazards. On the other hand, nanotechnology dealing specifically with nanoparticles is developing in many different application areas. Nanoparticles are of interest because of their large surfaces and the occurrence of quantum effects. Nanoparticles may occur where gas to particle conversion processes are involved. Particle counters and/or number size analysers must be used for the detection and quantification of nanoparticles. If number concentrations are high they readily form larger particles or agglomerates by coagulation. Unwanted nanoparticles of different kinds must be ex-

pected in the fumes of welding or smelting processes as well as in combustion exhaust gases from diesel engines. Although most processes used for the production of nanoparticles are or will be enclosed, it is of interest to check the occupational exposure with respect to nanoparticles. Exposure at other workplaces may look different since some processes likely to emit nanoparticles are not enclosed. Our presentation will describe different nanoparticle production processes and the exposure risk at the corresponding workplaces. Emission risk analysis will be performed in a unit producing nanostructured sensors and in a carbon black production plant.

Aérosols ultrafins sur les lieux de travail : conventions et exemples concrets

Le terme d'aérosols ultrafins s'applique en principe aux aérosols constitués de particules de taille inférieure à 100 nm. Certains éléments donnent à penser que ces aérosols présentent des risques particuliers pour la santé lorsqu'ils sont peu solubles ou insolubles. Des particules ultrafines se forment notamment comme produits de condensation lors de réactions chimiques ou thermiques. On en citera quelques exemples : fumées de soudage, fumées de métaux, noirs de carbone, silice amorphe ou émissions de moteurs diesel.

En Allemagne, le BIA (Institut de sécurité du travail des caisses d'assurance accident) conduit, en colla-

boration avec les caisses, une campagne de mesurage à certains postes de travail de l'industrie, afin de recueillir des données métrologiques sur les aérosols formés lors de divers processus. Dans ce cadre, les répartitions granulométriques (ordre de grandeur : 10 à 500 nm) et les concentrations d'aérosols sont déterminées à l'aide d'un Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS). Les auteurs feront le point sur cette campagne métrologique et présenteront des résultats intéressants. Un autre aspect étudié est celui de l'efficacité de divers appareils filtrants de protection respiratoire contre les aérosols ultrafins.

Ultrafeine Aerosole an Arbeitsplätzen - Konventionen und Beispiele aus der Praxis

Unter ultrafeinen Aerosolen sollen Aerosole mit Partikelgrößen unter 100 nm verstanden werden. Es gibt Hinweise darauf, dass von ihnen eine besondere Gesundheitsgefährdung ausgeht, wenn sie schwer löslich oder unlöslich sind. Ultrafeine Teilchen entstehen insbesondere als Kondensationsprodukte bei thermischen und chemischen Reaktionen. Beispiele sind Schweißrauche, Metallrauche, technische Ruße, amorphe Kieselsäure oder partikelförmige Dieselmotoremissionen.

Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit - BIA führt zusammen mit den gewerblichen Berufsgenossenschaften in Deutschland ein

Messprogramm an ausgesuchten industriellen Arbeitsplätzen durch, um messtechnische Informationen über die bei verschiedenen Arbeitsverfahren auftretenden ultrafeinen Aerosole zu sammeln. Dazu werden die Partikelgrößenverteilungen zwischen etwa 10 nm und 500 nm und die Konzentrationen dieser Aerosole mit einem Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) bestimmt. Über den Stand dieses Messprogrammes wird berichtet, interessante Messergebnisse werden vorgestellt. Ein weiterer Aspekt beschäftigt sich mit der Schutzwirkung verschiedener filternder Atemschutzgeräte gegen ultrafeine Aerosole.

Ultrafine particles in workplaces - Conventions and practical examples

Ultrafine particles, defined as particles smaller than 100 nm, are suspected of being hazardous to health if they are insoluble or poorly soluble. Such ultrafine particles are increasingly used for industrial and high-tech applications and also result from thermal and chemical reactions in the form of condensation products. Examples include welding fumes, metal fumes, carbon black, amorphous silica and particulate diesel engine emissions.

The German Institute of Occupational Safety (BIA) is carrying out a project on the measurement of ultrafine aerosols in selected industrial workplaces in co-operation with the statutory accident prevention and insurance institutions for industry in Germany.

The aim of this project is to obtain data on the ultrafine aerosols occurring in various technical processes. To achieve this, particle size distributions between approximately 10 nm and 500 nm and the concentrations of these aerosols are measured by means of a Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS). A report is given on the (current) state of this project and interesting results are presented. Furthermore, the subject of the protection efficiency of various filtering respiratory protective devices is discussed.

B. WEHNER, A. WIEDENSOHLER, C. KOZIAR, D. WEISE, Institut für Troposphärenforschung, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig, Deutschland
J. GARTZKE, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und –Medizin, Nöldnerstrasse 40/42, D-10317 Berlin, Deutschland

Propriétés des aérosols présents dans l'environnement des postes de soudage d'un chantier naval en fonction de la taille des particules

Des résultats de recherche récents indiquent que les particules d'aérosol de diamètre inférieur à 100 nm peuvent avoir des effets nocifs sur la santé. On pense que ces effets dépendent principalement de la concentration en nombre des particules d'aérosol présentes dans l'environnement. Les particules les plus petites (diamètre < 100 nm) contribuent de façon significative à cette concentration en nombre, alors que leur part dans la concentration en masse est généralement négligeable. En environnement de travail, il est donc fondamental de mesurer la concentration en nombre et la distribution granulométrique en nombre des particules de diamètre < 100 nm pour estimer le risque pour la santé.

Les mesures présentées ici ont été effectuées sur un chantier naval en Allemagne et ont porté notamment sur les propriétés des aérosols aux postes de soudage. On a établi les distributions granulométriques en nombre entre 3 et 800 nm et prélevé des échantillons sur impacteur (5/12 étages). Ces échantillons ont été analysés : distribution granulométrique en masse totale, composition élémentaire distribuée

selon la taille (analyse PIXE), teneur en carbone élémentaire et organique. Les mesures ont été effectuées à différentes distances du soudeur au travail.

La plus forte concentration de particules en masse a été le plus souvent observée entre 142 et 420 nm. La différence entre le niveau de fond sur le chantier naval et les échantillons de fumées de soudage était de 3 ordres de grandeur environ. Les éléments dominants étaient Fe, K, Mn et Zn, suivis par Ti, S et Cu. Leur concentration en masse, comme leur distribution granulométrique en masse, variait avec la distance par rapport au soudeur.

Le maximum de concentration en nombre a été observé pour un diamètre de 10 nm environ pendant les heures de la matinée où la plupart des soudeurs étaient simultanément au travail. Pendant les postes de nuit où le nombre de salariés présent est plus restreint, les concentrations de particules étaient significativement plus faibles et le diamètre moyen variait entre 100 et 300 nm.

Größenaufgelöste Charakterisierung der Aerosoleigenschaften am Schweißarbeitsplatz in einer Schiffswerft

Aktuellen Forschungsergebnissen zufolge haben Aerosolpartikel mit Durchmessern unter 100 nm möglicherweise einen negativen Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Dieser Effekt hängt wahrscheinlich hauptsächlich von der Anzahlkonzentration des vorhandenen Aerosols ab. Besonders kleine Partikel (< 100 nm) tragen entscheidend zur Gesamtanzahlkonzentration bei, während ihr Beitrag zur Partikelmasse i.A. vernachlässigbar ist. Deshalb sind Messungen der Partikelanzahlkonzentration im Größenbereich unter 100 nm notwendig um ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit abzuschätzen.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Messungen in einer Schiffswerft in Deutschland durchgeführt. Speziell wurden dabei die Aerosoleigenschaften in der Umgebung eines Schweißers bestimmt. Dazu wurden Anzahlgrößenverteilungen von 3 bis 800 nm gemessen sowie Impaktorproben genommen (5/12-stufig). Die Impaktorproben wurden hinsichtlich Gesamtmasse (Größenverteilung), größenaufgelöster elementarer Zusammensetzung (PIXE-

Analyse), sowie elementarem und organischem Kohlenstoff untersucht. Die Messungen wurden in verschiedenen Abständen zum Schweißer an seinem Arbeitsplatz durchgeführt.

Die höchste Massenkonzentration wurde in den meisten Fällen im Größenbereich von 140 bis 420 nm gefunden. Der Unterschied zwischen Messungen im Hallenhintergrund und solchen direkt im Schweißrauch betrug etwa drei Größenordnungen. Als die wichtigsten Elemente wurden Fe, K, Mn und Zn gefunden, gefolgt von Ti, S und Cu. Die entsprechenden Massenkonzentrationen sowie die Massengrößenverteilungen variieren mit dem Abstand vom Schweißer.

Das Maximum in der Anzahlkonzentration wurde bei 10 nm in den Morgenstunden gefunden, wenn die meisten Schweißer gleichzeitig arbeiten. Während der Nachtschicht, wenn weniger Arbeiter anwesend sind, sind die Partikelkonzentrationen deutlich niedriger und der mittlere Durchmesser liegt zwischen 100 und 300 nm.

Size-segregated aerosol characteristics in the welding environment of a shipyard

Recent results indicate that negative consequences for human health are possibly caused particularly by aerosol particles smaller than 100 nm in diameter. It is believed that these effects mainly depend on the number concentration of the environmental aerosol. Small aerosol particles (< 100 nm) contribute significantly to number concentration, but their contribution to particle mass is usually negligible. Measurements of particle number concentrations and number size distributions below 100 nm in the working environment are thus essential to estimate consequences for human health.

In this investigation, aerosol measurements were performed at a shipyard in Germany. In particular, aerosol characteristics were determined at welding workplaces. Number size distributions in the size range between 3 and 800 nm were determined, and impactor samples (5/12 stages) were taken. The impactor samples were analysed for total mass size

distribution, size-resolved elemental composition (PIXE analysis), elemental and organic carbon. The measurements were carried out at varying distances to the welder at his/her workplace.

The highest particle mass concentration was most frequently found in the size range from 140 to 420 nm. The difference between background samples in the shipyard and those taken in the welding fumes was about three orders of magnitude. The dominating elements were found to be Fe, K, Mn, and Zn, followed by Ti, S, and Cu. Their mass concentration and their mass size distribution vary with the distance to the welding individual.

The maximum in number concentration was found around 10 nm in size during the morning hours when most welders are working simultaneously. During the night shift, when less workers were present, particle concentrations were significantly lower and the mean diameter varied between 100 and 300 nm.

M. F. SPALLEK, Leitender Werkarzt, Gesundheitsschutz Volkswagen Nutzfahrzeuge, Brieffach 2594, Postfach 21 05 80, D-30405 Hannover, Deutschland

Effets sur la santé des particules contenues dans les gaz d'échappement des moteurs diesel : état actuel des connaissances

Les dangers liés aux gaz d'échappement des moteurs diesel, en particulier le risque éventuel de cancer du poumon, sont depuis de nombreuses années au centre du débat sur les effets des gaz d'échappement automobiles. Après plus de 40 années de recherche intensive, tant toxicologique qu'épidémiologique, il n'a cependant pas été possible de proposer une évaluation quantitative fiable d'un éventuel risque pour la santé lié aux émissions de moteurs diesel, que ce soit en milieu de travail ou, à plus forte raison, dans l'environnement, où les niveaux d'exposition sont

beaucoup plus faibles.

Ces dernières années, le débat scientifique s'est déplacé de la question d'un éventuel risque pour la santé résultant des particules de noir de carbone à celle des effets éventuels des poussières fines les plus diverses. L'auteur fera le point des connaissances sur les effets des émissions de moteurs diesel sur l'environnement et sur la santé compte tenu des questions de médecine environnementale et des aspects techniques, en particulier des derniers développements de la technologie des moteurs.

Aktueller Kenntnisstand zur gesundheitlichen Wirkung der Emission und Immission von Dieselrußpartikeln

Bei der Betrachtung möglicher Auswirkungen von Automobilabgasen auf die menschliche Gesundheit dominiert seit Jahren die Diskussion über die Gefährlichkeit von Dieselmotorabgasen und hierbei insbesondere die Frage nach einem möglichen Lungenkrebsrisiko. Nach mehr als 40 Jahre intensivster Forschungen toxikologischer als auch epidemiologischer Art ist es aber bislang noch nicht gelungen, ein mögliches Gesundheitsrisiko durch Dieselmotor-emissionen an Arbeitsplätzen oder für deutlich niedriger belastete Umweltsituationen zuverlässig zu

quantifizieren.

In den letzten Jahren hat sich die wissenschaftliche Diskussion von der speziellen Betrachtung einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch Dieselrußpartikel hin zur gesundheitlichen Relevanz verschiedenster partikulärer Feinstäube hin verschoben. In diesem Beitrag soll ein Überblick über den aktuellen Wissensstand zur Umwelt- und Gesundheitsrelevanz von Dieselmotorabgasen aus umweltmedizinischer und technischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung neuerer Motortechnologien gegeben werden.

Current knowledge of the health effects of diesel particles in ambient air

Over the last decades, there has been an ongoing discussion on the health effects of automotive exhaust components, in particular concerning diesel exhaust and the risk of lung cancer. More than 40 years of intensive toxicological and epidemiological research has been unable to quantify a potential health risk due to diesel exhaust emissions at the workplace or in environmental settings with a significantly lower exposure.

Today, scientific discussion is switching from the health hazards due to diesel particles to the relevance to health of the various fine dust particles. This paper will give a brief overview of the current state of information available on the health effects of diesel exhaust with respect to new engine technologies and questions of occupational and environmental health.

Evaluation de l'exposition professionnelle aux fumées Diesel. Noyaux carbonés urinaires utilisés comme marqueur biologique

Diverses recherches ont révélé la présence de fibres d'amiante dans les urines de travailleurs exposés. Ces fibres, dans leur grande majorité, semblent provenir de leur ingestion directe (eau potable...) ou indirecte (clearance mucociliaire des poumons). Toutefois, certaines études réalisées sous des conditions draconiennes afin d'éviter toute contamination ont montré une corrélation entre le nombre de fibres présentes dans les urines et le nombre contenu dans l'air ambiant des travailleurs exposés. Une des voies possibles du passage des fibres des alvéoles pulmonaires aux urines passerait par leur phagocytose par les macrophages alvéolaires. La migration des macrophages à travers le système lymphatique, sanguin et finalement l'excrétion de leur contenu via les reins expliquerait la présence de fibres dans les urines. Ce mécanisme de clearance ne serait pas spécifique aux fibres d'amiante mais pourrait être emprunté pour tout type de particules insolubles ultrafines capables

d'atteindre les régions alvéolaires. Les particules Diesel, composées carbonées ultrafines ($<1\mu\text{m}$), semblent être des candidates idéales.

Les données toxicologiques actuelles semblent montrer que l'indice d'exposition aux fumées Diesel soit l'utilisation des noyaux carbonés des particules Diesel elle-mêmes. La détermination de ces noyaux dans les urines des travailleurs exposés serait le moyen ultime d'éviter tout problème de spécificité rencontré par les indices d'exposition utilisés jusqu'alors (carbone élémentaire, HAP, nitropyrene, etc.). Le comptage des noyaux phagocytés pourrait être fait via l'utilisation des méthodes de microscopie électronique (TEM) ou de façon indirecte par l'analyse du contenu en fullerènes dans les urines par HPLC.

Les résultats pilotes et les premières conclusions de cette étude seront présentés.

Beurteilung der Dieselrußbelastung am Arbeitsplatz – Kohlenstoffkern im Urin als Biomarker

In früheren Forschungsarbeiten konnten im Urin exponierter Arbeitnehmer Asbestfasern nachgewiesen werden. Der größte Teil dieser Fasern geht vermutlich auf die direkte Ingestion (z.B. mit dem Trinkwasser) und die indirekte Ingestion (über die mukoziliäre Clearance der Lungen) zurück. Unter drastischen Bedingungen durchgeführte Studien, in denen eine Kontamination des Urins verhindert werden sollte, ergaben jedoch eine Korrelation zwischen dem Fasergehalt im Urin der Beschäftigten und ihrer Faserexposition. Ein mögliches Bindeglied für den Transport der Fasern aus der Lunge bis in den Urin könnte die alveoläre Makrophagen-Phagozytose mit anschließendem Übergang in das Lymphsystem und Ausscheidung in der Blase sein. Dieser Eliminationsmechanismus ist nicht für Asbestfasern spezifisch und könnte auf alle ultrafeinen, unlöslichen Partikel übertragen werden, die bis in die Lungenal-

veolen vorzudringen vermögen. Als ultrafeine Kohlenstoffpartikel scheinen Dieselrußteilchen dafür in Frage zu kommen.

Der derzeitige toxikologische Kenntnisstand spricht für die Verwendung des Kohlenstoffkerns der Dieselpartikel als maßgebliches Expositions-kriterium zur Beurteilung der Gesundheitsgefährdung exponierter Personen. Die Analyse des Kohlenstoffkerns im Urin exponierter Arbeitnehmer scheint die beste Möglichkeit zu sein, Spezifitätsprobleme zu vermeiden, wie sie im Falle anderer Expositionstracer (z.B. elementarem Kohlenstoff, PAH, 1-Nitropyren usw.) auftreten. Die Auszählung phagozytierter Kerne könnte durch Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) oder indirekt durch HPLC Bestimmung von Fullerenen im Urin erfolgen.

Es werden Ergebnisse von Pilotstudien und erste Schlussfolgerungen vorgelegt.

Assessment of occupational exposure to diesel fumes. Urinary carbon core as a biological marker

Previous research has shown the presence of asbestos fibres in the urine of exposed workers. Most of these fibres are believed to come from direct ingestion (e.g. through drinking water) and indirect ingestion (from pulmonary mucociliary clearance). However, studies performed under harsh conditions intended to prevent urine contamination have shown a correlation between workers' urinary fibre content and workers' fibre exposure. One of the possible pathways leading the fibers from the lung to the urine might be alveolar macrophage phagocytosis, transfer by the lymphatic system, and elimination in the bladder. This clearance mechanism is not specific to asbestos fibres and could be extended to any ultrafine insoluble particulate able to reach the al-

veolar lung region. As an ultrafine carbon particulate, diesel particles seem to be a suitable candidate. Present toxicological knowledge supports the use of the carbon core of diesel particles as the most relevant index of exposure to assess the health risk of exposed people. The analysis of carbon core in exposed workers' urine seems to be the ultimate way to avoid the specificity problems encountered with other exposure tracers (e.g. elemental carbon, PAHs, 1-nitropyrene, etc.). Phagocytised cores could be counted using transmission electron microscopy (TEM) or indirectly by HPLC analysis of urinary fullerene content.

The initial results and conclusions of the study will be presented.

Particules ultrafines et poussières spécifiques

Ultrafeine Partikel und spezifische Stäube

Ultrafine particles and specific dusts

Posters / Posterbeiträge

Exposition aux poussières, fumées de soudage et aérosols de solvants et de peintures dans les établissements de formation

Les entreprises assurant des tâches de formation et les établissements scolaires ont une fonction d'exemple, auprès des jeunes en formation, pour ce qui est de la sécurité et de la santé au travail. En coopération avec l'Institut de sécurité du travail des caisses allemandes d'assurance accident (BIA), nous avons étudié entre 1996 et 2000, dans des entreprises affiliées à la Caisse Administration, l'exposition aux poussières de bois, aux fumées de soudage, aux aérosols de solvants et de peintures dans les cabines de peinture et aux poussières dans des ateliers de formation aux métiers du bâtiment. Cette étude a fait apparaître une situation satisfaisante à bonne en matière de prévention.

Poussières de bois : Le respect de la valeur limite en vigueur depuis 1996 (TRK, concentration technique indicative = 2 mg/m^3) pose des problèmes importants. On note une exposition considérable à des poussières de hêtre ou de chêne, cancérogènes. Dans près de 20 % des prélèvements provenant de plus de 50 entreprises, des dépassements de la valeur limite ont été observés.

Fumées de soudage : Les concentrations de fumées constituées de particules ultrafines se situent presque toutes en dessous de la valeur limite pour les pous-

sières totales (6 mg/m^3). Les émissions de NO_x lors du soudage autogène et de l'oxycoupage sont particulièrement élevées. Les dépassements de valeurs limites sont dus ici à l'exiguïté des locaux, associée à un nombre trop élevé d'apprenants, ainsi qu'à des installations de ventilation trop anciennes, voire défectueuses.

Aérosols de solvants et de peintures : Les apprenants ne se tiennent qu'une heure par jour en moyenne dans les cabines de peinture des ateliers de formation. L'indice d'évaluation I prévu par les TRGS 403 (Règles techniques produits dangereux Evaluation des mélanges de substances) est donc respecté dans tous les cas.

Poussières du bâtiment : La valeur limite pour les poussières totales, de 6 mg/m^3 (fraction alvéolaire), est respectée dans les ateliers du bâtiment. Les pics dépassant 20 mg/m^3 enregistrés lors du balayage, du tamisage de mortier ou des travaux de démolition peuvent être évités par le recours au travail par voie humide ou à l'air libre.

Les données, présentées à l'aide de photos et d'illustrations, permettent une évaluation claire des risques liés aux polluants atmosphériques aux postes de travail des établissements de formation.

Stäube, Schweißbrauche und Lösemittel/Lackaerosole in Ausbildungseinrichtungen

Ausbildungsbetriebe und schulische Einrichtungen stellen im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheitsschutz eine herausgehobene Vorbildfunktion für junge Menschen dar. Zusammen mit dem Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit BIA wurde von 1996-2000 in entsprechenden Mitgliedsbetrieben der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft die Exposition an Holzstaub, Schweißrauch, Lösemittel- und Lackaerosolen in Spritzkabinen und Staub in Lehrwerkstätten des Baubereichs untersucht. Als Ergebnis kann den Einrichtungen eine zufriedenstellende bis gute Sichtweise im Arbeitsschutz ausgestellt werden.

Holzstaub: Die Einhaltung des seit 1996 geltenden Luftgrenzwertes (TRK = 2 mg/m^3) macht größere Probleme. Es besteht in erheblichem Umfang Umgang mit krebserzeugendem Buchen- und Eichenholzstaub. In rund 20% der untersuchten Proben aus über 50 Betrieben, die repräsentativ für einen Schichtmittelwert stehen, wurden Grenzwertüberschreitungen beobachtet.

Schweißbrauche: Die als ultrafeine Partikel vorliegenden Rauchkonzentrationen liegen fast aus-

schließlich unterhalb des allgemeinen Staubgrenzwertes (6 mg/m^3). Auffällig hoch sind die NO_x -Emissionen beim Autogenschweißen und Brennschneiden. Verantwortlich für Grenzwertüberschreitungen sind hier enge Räumlichkeiten mit zu vielen Auszubildenden und eine zum Teil veraltete bzw. defekte technische Lüftung.

Lösemittel und Lackaerosole: In Spritzkabinen von Malerlehrwerkstätten halten sich Auszubildende nur durchschnittlich eine Stunde am Tag auf. Dadurch wird der Beurteilungsindex I nach TRGS 403 (Technische Regel für Gefahrstoffe zur Beurteilung von Stoffgemischen) sicher eingehalten.

Baustaub: Der allgemeine Staubgrenzwert von 6 mg/m^3 (A-Staub) wird in den Bauhallen eingehalten. Expositionsspitzen von mehr als 20 mg/m^3 entstehen beim Fegen, Sieben von Mörtel, Abbrucharbeiten, welche durch Nassbearbeitung oder Auslagerung vermieden werden können. Durch Fotos und Abbildungen werden die Daten anschaulich präsentiert und ergeben eine klare Beurteilung über Gefährdungen durch luftgetragene Gefahrstoffe an Ausbildungsarbeitsplätzen.

Dusts, welding fumes and solvents/paint aerosols in training centres for apprentices

From the safety and health point of view, training centres and educational facilities should be an outstanding example for young people. For the period 1996-2000, the Verwaltungs-BG and the BIA carried out an investigation in member companies of this BG with a view to assessing the exposure of apprentices to wood dust, welding fumes, solvents and paint aerosols in spraying booths, and dust in building trades training centres.

Wood dust

Complying with the limit value in force since 1996 (TRK = 2 mg/m³) is quite a problem. There is a high degree of exposure to carcinogenic beech and oak wood dust. The limit value was exceeded for about 20% of the samples taken in more than 50 companies and was representative of a work shift mean concentration.

Welding fumes

The ultrafine particles in welding fumes are almost all under the limit value for total dust (6 mg/m³). NO_x emissions at autogenous welding and cutting

workplaces are conspicuously high. Exceeding the limit value results from too many apprentices working in small premises with sometimes antiquated or defective ventilation systems.

Solvents and paint aerosols

On average, apprentice painters only stay one hour per day in spraying booths. This is the reason why the evaluation index set in TRGS 403 (Technical regulations on the evaluation of mixtures of substances) is securely observed.

Building site dusts

The limit value of 6 mg/m³ for total dust (respirable dust) is respected in training premises for the building trades. Exposure peaks of more than 20 mg/m³ measured during sweeping, sieving and demolition operations can be avoided by wet treatment or evacuation.

Vividly presented with photographs and illustrations, the data gives a clear view of the risks from airborne hazardous substances at apprentice workplaces.

Comparaison inter-laboratoires internationale sur la mesure du carbone dans les suies Diesel

Les données toxicologiques actuelles semblent accréditer l'utilisation des noyaux carbonés des particules Diesel comme l'indice le plus approprié pour l'évaluation de l'exposition et des risques pour la santé des travailleurs. L'utilisation d'un tel indice d'exposition rend nécessaire l'existence d'une méthode d'échantillonnage et d'analyse capable de donner des résultats fiables et reproductibles susceptibles de mener à la détermination d'une relation dose-réponse. L'analyse du noyau carboné des particules Diesel appelé aussi "carbone élémentaire" (CE) est effectuée à l'aide d'un four où les composés organiques adsorbés en surface (CO) sont désorbés thermiquement sous atmosphère inerte. Le CE est ensuite déterminé par combustion du résidu dans un gaz contenant de l'oxygène sous forme de CO₂ (ou de CH₄ après réduction). Une telle détermination est fortement dépendante de la méthode utilisée et de ses paramètres techniques (température et durée de désorption, charge des filtres...) d'autant plus que le CE n'est pas un composé chimique identifié mais un agrégat de composés non volatils richement carbonés.

Depuis 1995 une série de comparaisons inter-laboratoires a été organisée afin d'étudier les paramètres influençant les dispersions inter et intra-laboratoire

(type d'échantillons, paramètres techniques...). Plus de 10 laboratoires de 5 pays européens ont participé à cinq comparaisons ces dernières années. Les échantillons analysés provenaient aussi bien d'atmosphères expérimentales (tunnels de dilution) que d'atmosphères de travail (tunnels, place de travail) ou encore de l'environnement (urbain, suburbain...). A l'exception d'une comparaison, les laboratoires ont utilisé leurs propres méthodes analytiques et dans un autre cas des conditions de température et de durée de désorption ont été imposées aux laboratoires participants.

Les résultats montrent que les comparaisons inter-laboratoires sont relativement bonnes en regard de la norme européenne EN 482 (1994). Toutefois, en raison d'une très faible dispersion intra-laboratoire, les différences inter-laboratoires sont statistiquement significatives. Certains facteurs d'influence sur la dispersion ont été identifiés mais des recherches complémentaires devront être menées afin de mieux comprendre les différences observées.

Un résumé des comparaisons inter-laboratoires sera présenté comprenant les principaux résultats obtenus ainsi que quelques recommandations pour une procédure standardisée.

Internationale Ringversuche zur Kohlenstoffmessung in Dieselrußpartikeln

Das derzeitige toxikologische Wissen spricht dafür, zur Beurteilung der Gesundheitsgefährdung exponierter Personen, den Kohlenstoffkern der Dieselrußpartikel als aussagekräftigster Expositionsparameter heranzuziehen. Es muss deshalb eine Probenahme- und Analysenmethode zur Verfügung stehen, die zur Erstellung einer Dosis-Wirkungs-Beziehung reproduzierbare und zuverlässige Ergebnisse liefert. Die Analyse des auch als "elementarer Kohlenstoff" (EK) bezeichneten Kohlenstoffkerns der Partikel erfolgt in einem Ofen, wo die die Partikel umhüllenden organischen Verbindungen (CO) durch Erhitzen der Probe unter Schutzgas thermisch desorbiert werden. Anschließend wird durch das Verbrennen der verbliebenen Partikel in Luft oder einem sauerstoffhaltigen Gas der EK als CO₂ (oder nach Reduktion als CH₄) bestimmt. Eine derartige Bestimmung ist stark "methodenabhängig", da der "elementare Kohlenstoff" kein reiner chemischer Stoff, sondern eine undefinierte Zusammenlagerung von kohlenstoffhaltiger nicht flüchtiger Verbindungen ist.

Seit 1995 haben eine Reihe von Ringversuchen stattgefunden, um die Streuung der Ergebnisse zwischen verschiedenen Labors und innerhalb desselben Labors für unterschiedliche Probenotypen und unter verschiedenen Bedingungen zu untersuchen. Mehr als 10 Laboratorien aus 5 europäischen Staaten nahmen in den letzten Jahren an 5 Ringversuchen teil. Die Proben wurden entweder unter Versuchsbedingungen aus verdünnten Dieselmotoremissionen oder in unterschiedlichen Umgebungen (Stadt, Tunnel, Vorort, Arbeitsplatz) gewonnen. Von einem der Ringversuche abgesehen verwendeten die Laboratorien jeweils ihre eigene Analysenverfahren und -geräte. In einem Fall wurden drei Desorptionstemperaturen und -zeiten vorher festgelegt und allen teilnehmenden Labors vorgegeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Vergleich zwischen den Labors im Hinblick auf die Europäische Norm EN 482 (1994) recht gut ausfällt. Wegen einer sehr geringen Streuung der laborinternen Ergebnisse sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Labors jedoch statistisch signifikant. Obwohl bei die-

sen Versuchen relevante Einflussgrößen für die Streuung der Ergebnisse zwischen den Labors festgestellt wurden, sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um die zwischen den Labors verzeichneten Unterschiede besser verstehen zu können.

Es werden eine Gesamtübersicht über diese Ringversuche mit einer Erörterung der wichtigsten relevanten Ergebnisse sowie einige Empfehlungen für ein standardisiertes Verfahren vorgestellt.

International round robin tests on the measurement of carbon in diesel exhaust particulates

Present toxicological knowledge supports the use of carbon core of the diesel particles as the most relevant index of exposure to assess the health risk of exposed people. It is therefore necessary to have a method of sampling and analysis which would give reproducible and reliable results transferable to a dose-response relationship. The analysis of the carbon core of the particles which is also called the "elemental carbon" (EC) is done in an oven where the organic compounds coated on the particulates (OC) are thermally desorbed by heating the sample under an inert gas. EC is then determined by combustion of the remaining particles, in air or in a gas containing oxygen and measured as CO₂ (or as CH₄ after reduction). Such a determination is strongly "method dependent" since the "elemental carbon" is not a pure chemical compound but an undefined aggregate of non-volatile compounds.

Since 1995 a series of round robin tests has been organised to investigate the inter- and intra-laboratory dispersion of results on different types of samples and in different conditions. More than 10 laboratories from five European countries participated in five round robin tests during the last

years. The samples were either collected in experimental conditions from diluted diesel engine emissions, or collected in different environments (urban, tunnel, suburban or occupational). Except for one round robin test, the laboratories used their own analytical procedure and devices and in one case three desorption temperatures and durations were predetermined and imposed to all the participating laboratories.

Results show that the comparison between laboratories is fairly good with regard to European standard EN 482 (1994). However, due to a very small dispersion of the results within laboratories, the differences are statistically significant between laboratories. Although relevant factors of influence for the dispersion of results between laboratories have been detected by these tests, further research is still needed to better understand the differences observed between laboratories.

An overall summary of these round robin tests with a review of the main relevant findings will be presented with some recommendations for a standardised procedure.

Evaluation de l'exposition professionnelle au manganèse contenu dans les fumées de soudage en fonction de la taille des particules

Il est très difficile d'évaluer par biomonitorage, c'est-à-dire par mesure des taux sanguins, l'exposition individuelle ou collective au manganèse présent dans les fumées de soudage. Cette difficulté tient à l'absence de corrélation entre contrôle d'ambiance et contrôle biologique. La présente étude a porté sur les compartiments biologiques suivants : sang, sérum, urine, cheveux et salive. Le taux sanguin de Mn, paramètre fondamental en surveillance biologique, est très peu corrélé ($r = 0,36$) à la teneur en Mn des particules inhalables présentes dans les fumées de soudage, ainsi qu'au ratio Mn/Fe de ces particules, paramètre de référence pour ce qui est de l'exposition externe.

La présence de manganèse dans les fumées de soudage étant établie de manière indubitable, et l'exposition attestée, entre autres, par les taux sanguins de Mn, on a étudié la distribution granulométrique des particules dans ces fumées (soudage MAG d'aciers faiblement alliés) en nombre et en masse, ainsi que la composition des fumées. Tant en nombre (analyse par TDMPs) qu'en masse (impacteur Berner à 12 étages), ce sont les particules de dimension inférieure au micron qui prédominent (à plus de 90 %), avec un diamètre aérodynamique de l'ordre de 10 nm en nombre et de 300 nm en masse. La technique PIXE a été utilisée pour l'analyse de Mn, Fe et des autres éléments dans les différentes classes granulométriques. Par rapport à l'élément Fe, la teneur en

Mn augmente de façon inversement proportionnelle à la taille des particules.

Pour la mesure de routine des particules présentes dans les fumées de soudage, on a utilisé pour les prélèvements stationnaires et individuels un impacteur à trois étages (Respicon™ de la société Hund, Wetzlar, Allemagne) ; les résultats ont été comparés à ceux de mesures des poussières totales effectuées en parallèle. Dans le but d'assurer des conditions de prélèvement individuel réalistes, on a modifié les casques/écrans de soudeur de façon à prélever derrière le protecteur, directement dans la zone respiratoire. On recherchait dans les différentes fractions granulométriques les éléments Mn, Fe, Zn et Cu en routine par AAS. En outre, on dosait ces métaux dans les compartiments biologiques retenus pour l'étude et l'on mesurait les paramètres biochimiques importants du point de vue de l'exposition (récepteur de transferrine, ferritine, céruloplasmine, etc.). A ce jour, il n'a été établi de corrélation entre exposition externe et interne que pour le taux salivaire de Mn ($r = 0,56$). Compte tenu des résultats obtenus jusqu'à présent, il convient, si l'on veut améliorer et, autant que possible, individualiser la surveillance biologique de l'exposition au manganèse, d'étudier en détail la toxicodynamique de l'exposition aux fumées de soudage sous l'aspect de l'absorption des différentes fractions granulométriques dans le poumon.

Arbeitsmedizinische Bewertung einer Mangan-Belastung durch Schweißrauch in Abhängigkeit von der Partikelgröße

Die arbeitsmedizinische Bewertung einer Mn-Belastung durch Schweißrauche mittels Biomonitoring ist, sowohl für eine individuelle als auch eine gruppenbezogene Expositionsbeurteilung, auf Grund mangelnder Korrelation zwischen Air- und Biomonitoring nur sehr schwierig durchführbar. In der vorliegenden Studie werden Blut, Serum, Urin, Haar und Speichel als biologische Kompartimente zur Bewertung einer Mn-Exposition durch Schweißrauche eingesetzt. Der Mn-Gehalt im Blut als ein fundamentaler biomonitorischer Parameter korreliert nur sehr gering ($r = 0,36$) mit dem Mn-Gehalt einatembarer Schweißrauchpartikel bzw. mit ihrem Mn/Fe-Verhältnis als Bezugsparameter für die äußere Belastung.

Wegen der durch Schweißrauch jedoch eindeutig nachgewiesenen Mn-Belastung, wie z.B. durch den Mn-Gehalt im Blut nachweisbar, wurde die Partikel-

größen-Verteilung im Schweißrauch (MAG-Schweißen niedriglegierter Stähle) sowohl in ihrer Anzahl als auch in der Masse sowie ihrer Elementzusammensetzung untersucht. Sowohl in der Anzahl (Bestimmung mittels TDMPs) als auch in der Masse (mittels 12stufigem Berner Impaktor) überwiegen die Partikelgrößen im Submikron-Bereich; bei der Anzahl mit einem aerodynamischen Durchmesser um 10 nm und bei der Masse um 300 nm (jeweils > 90%). Die Bestimmung des Mn, Fe und der anderen Elemente in den verschiedenen Partikelgrößenklassen erfolgte mittels PIXE-Technik. Der Mn-Gehalt steigt im Verhältnis zum Fe reziprok zur Partikelgröße.

Für die Routinemessung der Schweißrauchpartikel wurde, sowohl zur stationären als auch zur persönlichen Messung, ein 3stufiger Impaktor (Respicon™, Fa. Hund, Wetzlar, Deutschland) eingesetzt und mit

parallel durchgeführten Gesamtstaubmessungen verglichen. Für eine praxisnahe persönliche Schweißrauch-Probenahme wurden die Schweißhelme/-schirme so umgebaut, daß die Probenahme hinter dem Schutz im unmittelbaren Atembereich erfolgte. Die erhaltenen Partikelfractionen wurden routinemäßig mittels AAS auf Mn, Fe, Zn und Cu untersucht. Ergänzend dazu erfolgte die Bestimmung der Metalle in o.g. Kompartimenten und zusätzlich dazu expositionsrelevante klinisch-chemische Parameter (z.B. Transferrinrezeptor, Ferritin, Coeruloplasmin

u.a.m.). Bis jetzt wurde andeutungsweise eine Korrelation ($r = 0,56$) zwischen äußerer und innerer Belastung nur für den Mn-Gehalt im Speichel gefunden. Auf Grund der derzeitigen Ergebnisse ist für eine bessere, möglichst auch individuelle biomonitorische Bewertung einer Mn-Belastung zunächst die Toxikodynamik der Schweißrauchexposition in bezug auf das Absorptionsverhalten der verschiedenen Partikelgrößen in der Lunge detailliert zu untersuchen.

Evaluation of occupational exposure to the manganese contained in welding fumes according to particle size

It is very difficult to measure individual or collective occupational exposure to the manganese present in welding fumes by means of biomonitoring, i.e. measuring levels in the blood. This difficulty stems from the absence of a correlation between atmospheric control and biological control. The present study focussed on the following biological compartments: blood, serum, urine, hair and saliva. The Mn blood level, a basic parameter in biological monitoring, has very little correlation ($r = 0.36$) with the Mn content of the inhalable particles present in welding fumes, and with the Mn/Fe ratio of these particles, a reference parameter for external exposure.

As the presence of manganese in welding fumes was established beyond a doubt and exposure confirmed by, among others, the Mn blood levels, the composition of the fumes was studied as was the size distribution of the particles contained in these fumes (low-alloy steel MAG welding) in terms of number and mass. Both as regards number (TDMPS analysis) and mass (12-stage Berner impactor), it was particles of less than micron size which predominated (more than 90%); the aerodynamic diameter was about 10 nm in number and 300 nm in mass. The PIXE technique was used to analyse the Mn, Fe and other elements in the different particle size

classes. Compared to Fe, the increase in Mn content was inversely proportional to particle size.

Regarding the routine measurement of the particles present in the welding fumes, a three-stage impactor (Respicon™ of the company Hund, Wetzlar, Germany) was used for the stationary and personal sampling; the results were compared to those of total dust measurements carried out in parallel. With a view to ensuring realistic personal sampling conditions, the welding helmets and shields were modified so as to enable sampling inside the protective device, directly in the breathing zone. Mn, Fe, Zn and Cu were routinely analysed in the different particle size fractions by AAS. In addition, these metals were quantitatively analysed in the biological compartments retained for the study, and important biological parameters from the exposure point of view (transferrin receptor, ferritin, ceruloplasmin, etc.) were measured. At the time of writing, no correlation has been found between external Mn exposure and internal Mn dose, except for saliva ($r = 0.56$). To improve and, as far as possible, to individualise biological monitoring of manganese exposure, and given the results obtained until now, the toxicodynamics of exposure to welding fumes should be studied in detail from the angle of the absorption of the different particle size fractions in the lung.

D. DAHMANN, Institut für Gefahrstoff-Forschung der Bergbau Berufsgenossenschaft, Waldring 97, D-44789 Bochum, Deutschland
G. RIEDIGER, BIA, Alte Heerstrasse 111, D-53754 Sankt Augustin, Deutschland

Essais interlaboratoires d'analyseurs granulométriques de mobilité des particules

A côté de l'échantillonnage et du dosage gravimétrique ou en masse des aérosols dans l'air des lieux de travail, la mesure des distributions granulométriques en nombre revêt une importance croissante, notamment pour les particules dites ultrafines, c'est-à-dire de diamètre de mobilité très inférieur à 1 µm.

Les organismes chargés de la prévention des maladies professionnelles tels que les caisses mutuelles d'assurance accident (BG) en Allemagne et l'AUVA en Autriche ont commencé à étudier cette fraction particulière qui suscite actuellement de nombreuses discussions.

Contrairement à ce qui se passe pour les mesures d'empoussièrement traditionnelles, où toute l'Europe utilise des échantillonneurs conformément aux conventions définies dans l'EN 481, la communauté scientifique n'a pas encore d'avis unanime sur les instruments et procédures à utiliser pour la détermination des aérosols de particules ultrafines.

Les analyseurs granulométriques de mobilité des particules ou SMPS® (scanning mobility particle sizer), fabriqués par TSI Inc., sont assez largement utilisés. Toutefois, comme il n'existe pas de source primaire pour l'étalonnage de ces instruments, qui par ailleurs coûtent fort cher et ne peuvent donc pas

être utilisés pour les mesures de routine, il n'est pas facile de disposer de données pour le contrôle de qualité de ces analyseurs.

A la réunion annuelle des instituts européens de recherche sur les poussières qui s'est tenue en 1999, il a été décidé de soumettre ce type d'instrument à une expérience interlaboratoires informelle dans les installations d'essais diesel de l'IGF (institut de recherche sur les substances dangereuses) de Dortmund.

Les gaz d'échappement sont produits par un moteur de 45 kW tournant à 4200 tr/min et équipé d'un frein magnétique. Ce mélange aérosolisé passe par un dispositif réglable de répartition du flux, puis est envoyé dans un conduit en Y de 20 m de longueur environ. Le débit d'air dans le conduit peut être porté jusqu'à 250 m³/min grâce à un ventilateur.

Les mesures par SMPS ont été effectuées dans une chambre d'échantillonnage de 20 m³, avec une vitesse d'écoulement de l'ordre de 0,1 m/s. On a vérifié que l'aérosol restait homogène pendant plusieurs heures. Dix instruments SMPS ont été testés, en faisant varier les concentrations en nombre, les distributions en nombre et la composition de l'aérosol.

Les auteurs présentent les résultats de ces essais comparatifs.

Interlabor Vergleichsmessungen mit Mobility Particle Sizern

Neben der gravimetrischen oder massenbasierten Probenahme und Bestimmung von Aerosolen in der Luft an Arbeitsplätzen erlangt die Messung ihrer Anzahl-Größenverteilung rasch zunehmende Bedeutung. Dies gilt insbesondere für die sogenannten ultrafeinen Partikeln deutlich unterhalb eines Mobilitätsdurchmessers von 1 µm.

Institutionen wie die deutschen Berufsgenossenschaften und die österreichische AUVA, die für die Prävention von Berufskrankheiten verantwortlich sind, haben mit Untersuchungen dieser neuerdings diskutierten Partikelfraktion begonnen.

Zum Unterschied zu den traditionellen Staubmessungen, bei denen Probenahmegeräte gemäß der wohldefinierten Konventionen der EN 481 europaweit verwendet werden, gibt es in der wissenschaftlichen Fachwelt derzeit keine einheitliche Meinung, welche Instrumente und Verfahren zur Bestimmung der ultrafeinen Partikeln verwendet werden sollten.

Die von der Firma TSI Inc. hergestellten sogenannten Scanning Mobility Particle Sizers (SMPS)TM werden derzeit vorwiegend verwendet. Es existieren

jedoch keine primären Kalibrierstandards für diese Geräte, und da sie verhältnismäßig teuer sind und aus diesem Grund nicht als „Routineverfahren“ gewertet werden können, sind Daten zur Qualitätssicherung hierfür verhältnismäßig selten.

Während des letzten „Jahrestreffens Europäischer Staubforschungsinstitute“, 1999, ist daher beschlossen worden, einen Internationalen Ringversuch für MPS-Geräte in der Diesel Prüfkammer des IGF (Institut für Gefahrstoff-Forschung), Dortmund, Deutschland, auszurichten.

Dabei wird ein 45 kW (bei 4200 upm) Diesel-Saugmotor, der mit einer Wirbelstrombremse ausgerüstet ist, zur Erzeugung von Abgas verwendet. Diese Aerosol Mischung wird nach Passieren eines regulierbaren Flussteilungssystems in einen Y-förmigen Staubkanal von ca. 20 m Länge geleitet. Das Strömungsvolumen im Kanal ist durch einen Lüfter bis zu einer Höhe von 250 m³/min regelbar.

Die MPS-Vergleichsmessungen fanden in einer ca. 20 m³ großen Probenahmekammer als Teil des Staubkanals bei einer Strömungsgeschwindigkeit

von etwa 0.1 m³/sec statt. Das Aerosol ist unter diesen Bedingungen nachgewiesenermaßen über mehrere Stunden homogen. Eine Gesamtzahl von ca. 10 MPS-Geräten ist zum Einsatz gekommen. Das Aero-

sol wurde hinsichtlich Anzahl-Konzentration, Verteilung und Zusammensetzung variiert. Über die Ergebnisse der Vergleichsmessungen wird berichtet.

Interlaboratory experiments with Mobility Particle Sizers

Besides gravimetric and mass-based sampling and determination of aerosols in workplace air, measurement of number size distributions is rapidly gaining importance, especially for so-called ultrafine particles with mobility diameters well below 1 µm.

Institutions responsible for the prevention of industrial diseases like the German Berufsgenossenschaften and the Austrian AUVA have started to investigate this newly discussed particle fraction.

Unlike the field of traditional dust measurement where samplers for the well-defined conventions of EN 481 are used Europe-wide, there is currently no unambiguous opinion within the scientific community regarding which instruments and procedures should be used for the determination of ultrafine aerosols.

The so-called Scanning Mobility Particle Sizers (SMPS)TM, manufactured by TSI Inc., are in fairly common use. However, as no primary source is available for the calibration of these instruments and as they are quite expensive and therefore can not be

considered as "routine", quality control data for such instruments are not readily available.

During the last Annual meeting of dust research institutes in 1999, it was decided to perform an informal interlaboratory experiment for MPS devices at the diesel test chamber of IGF (Institute for research on hazardous substances) in Dortmund, FRG.

A 45 kW (at 4200 rpm) engine fitted with an eddy current brake was used to produce exhaust fumes. After passing an adjustable flow partitioning device, this aerosol mixture was fed into a y-shaped duct system about 20 m in length. The airflow within the ducts was adjustable by a ventilator operating up to 250 m³/min.

The MPS measurements took place in the 20 m³ sampling chamber at a flow velocity of about 0.1 m/sec. The aerosol proved homogeneous over several hours. A total of about 10 MPS devices were used. The aerosol was varied in terms of number concentrations, distributions, and composition.

The results of the comparative tests will be presented.

Mesure des concentrations de particules diesel aux postes de travail

Au cours des dernières années, les fumées des moteurs diesel ont suscité un intérêt croissant, car plusieurs études d'exposition ont établi que les effets nocifs des particules ne tiennent pas seulement à leur composition chimique, mais peuvent également être dus à de grandes quantités de petites particules (< 100 nm) chimiquement inertes.

Aux postes de travail, on trouve souvent un aérosol contenant à la fois des fumées de moteurs diesel et des particules provenant d'autres sources. Dans les échantillons prélevés, si l'on considère la masse, les particules diesel ne représentent généralement qu'une faible part de la masse totale, alors que les fumées diesel l'emportent généralement par le nombre de particules. Il se peut donc que le nombre et la distribution granulométrique des particules soient des paramètres plus importants que les traditionnel-

les concentrations en masse pour la mesure de l'exposition.

Cette étude portera sur l'exposition aux particules émises par les moteurs diesel à différents postes de travail. Des échantillons de ces particules seront prélevés dans une mine de fer et dans un garage d'autobus.

Les concentrations de particules alvéolaires seront mesurées par une méthode gravimétrique, tandis que la morphologie, la distribution et les concentrations de particules seront étudiées par microscopie électronique à balayage et par analyseur de mobilité électrique à balayage (SMPS) avec compteur de noyaux de condensation (CPC). Une analyse du carbone élémentaire sera également effectuée.

Les résultats obtenus sur les deux lieux de travail considérés seront discutés et comparés.

Messungen von Dieselrußpartikeln am Arbeitsplatz

In den letzten Jahren haben Dieselabgase wachsendes Interesse gefunden, da mehrere Untersuchungen ergeben haben, dass nicht nur die chemische Zusammensetzung eines Partikels, sondern möglicherweise auch hohe Konzentrationen kleiner, chemisch inerte Partikel (<100 nm) negative Gesundheitsfolgen haben können.

Am Arbeitsplatz enthält die Luft sowohl Dieselabgase als auch Partikeln anderer Herkunft. Dieselrußpartikel in entsprechenden Luftproben machen gewöhnlich nur einen kleinen Teil der Gesamtmasse aus, während die Dieselabgase im Allgemeinen zahlenmäßig überwiegen. Deshalb sind die Zahl und die Größenverteilung der Partikel bei der Messung der Exposition vermutlich wichtigere Parameter als die traditionelle Massenkonzentration.

Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Exposition gegenüber Partikeln aus Dieselmotoren am Arbeitsplatz. Proben von Dieselabgasen sollen in einem Eisenbergwerk und einer Bus-Reparaturwerkstatt gewonnen werden.

Die Proben werden mit einem gravimetrischen Verfahren auf die Konzentration lungengängiger Stäube sowie mittels Rasterelektronenmikroskopie (SEM) und Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) mit Kondensationspartikelzähler (CPC) im Hinblick auf die Morphologie, die Größenverteilung und die Partikelkonzentrationen analysiert. Außerdem wird der elementare Kohlenstoff bestimmt.

Die Ergebnisse der beiden Arbeitsplätze werden erörtert und verglichen.

Measurements of diesel particles at workplaces

During recent years diesel fumes have attracted increasing interest because several exposure tests have shown that not only the chemical composition of a particle, but possibly also a large amount of small, chemically inert, particles (< 100 nm) may cause negative health effects.

In workplaces, the aerosol consists of both diesel fumes and particles from other sources. Diesel particles in such samples usually constitute only a small share of the total mass, whereas the diesel fumes generally dominate in terms of numbers. The number and size distribution of the particles may therefore be more important parameters when measuring exposure than traditional mass concentrations.

The aim of this study is to investigate the exposure to particulates from diesel engines in workplaces. Airborne diesel samples will be collected in an iron mine and at a bus garage.

The samples will be studied by a gravimetric method for respirable dust concentrations, and by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) with Condensation Particle Counter (CPC) to investigate the morphology, size distribution, and particle concentrations. Elemental carbon analysis will also be performed.

The results from the two workplaces will be discussed and compared.

Evaluation des risques pour la santé dus aux substances dangereuses émises lors du soudage

Le soudage et les techniques connexes donnent lieu au dégagement de polluants atmosphériques à des concentrations pouvant dépasser les valeurs limites admissibles et comporter des risques pour la santé. Ces polluants, qualifiés de "produits présentant des risques pour la santé" dans les prescriptions de prévention allemandes sur le soudage, l'oxycoupage et les techniques connexes (VBG 15), sont classés substances dangereuses.

Pour déterminer les mesures de protection de la santé à mettre en œuvre, il convient de procéder à une évaluation des risques, conformément au § 5 de la loi allemande sur la prévention des risques professionnels. Compte tenu des polluants formés, il s'agit

en l'occurrence d'une évaluation des risques liés aux effets chimiques de ces produits.

L'auteur fera l'inventaire des facteurs à prendre en compte pour cette évaluation des risques dus aux produits dangereux dans le soudage et les techniques connexes :

- facteurs liés aux procédés
- facteurs liés au mode d'action des produits
- facteurs liés aux postes de travail

Il entend en outre proposer aux entreprises une démarche d'évaluation des risques liés aux polluants et une aide pour le choix des mesures de protection à mettre en œuvre.

Bewertung der Gefährdung durch Schadstoffe beim Schweißen

Beim Schweißen und bei verwandten Verfahren entstehen atembare luftverunreinigende Stoffe. Diese Stoffe können in unzuträglicher Konzentration (Überschreiten der Grenzwerte) zu einer Gesundheitsgefährdung führen. In der deutschen Unfallverhütungs-Vorschrift "Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren" (VBG 15) werden sie mit dem Begriff "gesundheitsgefährliche Stoffe" bezeichnet und zählen zu den Gefahrstoffen.

Für die Festlegung von Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit ist entsprechend § 5 des ArbSchG eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln. Da beim Schweißen und bei verwandten Verfahren eine Reihe von Schadstoffen – die Gefahrstoffe im Sinne

der GefStoffV sind – entstehen, ist hier eine Beurteilung der Gefährdung durch die chemische Einwirkung dieser Stoffe notwendig.

Auf diesem Poster sollen die zu Grunde liegenden Faktoren

- verfahrensspezifische Faktoren
- wirkungsspezifische Faktoren
- arbeitsplatzspezifische Faktoren

für eine Gefährdungsbeurteilung durch Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren dargestellt werden. Darüber hinaus soll ein Weg für die Beurteilung der Gefährdung durch Schadstoffe als Hilfe für die Betriebe aufgezeigt werden, um die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen festzulegen.

Evaluation of health hazards caused by hazardous substances in welding

Respirable air polluting substances are generated in welding and allied processes. These substances at intolerable concentrations (above the limit values) may be injurious to health. In the German accident prevention regulation "Welding, cutting and allied processes" (VBG 15), they are referred to as "substances hazardous to health" and are regarded as hazardous substances.

As laid down in § 5 of the ArbSchG (law on occupational safety and health), occupational hazards must be assessed with a view to determining the measures required for health protection. Since welding and allied processes generate a number of hazardous substances, as defined by the GefStoffV (hazardous substances order), an evaluation of the

hazards caused by the chemical effects of these substances is necessary.

On this poster, the basic factors

- process-specific factors
- effects-specific factors
- workplace-specific factors

for evaluating health hazards caused by hazardous substances in welding and allied processes will be presented.

The presentation will go on to describe a method to help companies evaluate the health hazards caused by hazardous substances, especially by welding fumes, so that they can choose appropriate protective measures.

*D. WAKE, D. MARK, Health and Safety Laboratory, Sheffield S3 7HQ, United Kingdom
A. D. MAYNARD, NIOSH, Cincinnati, OH45226-1998, USA*

Aérosols de particules ultrafines aux postes de travail

Les particules ultrafines, c'est-à-dire de diamètre inférieur à 100 nm, sont soupçonnées d'être plus fortement toxiques que les particules de granulométrie plus élevée, du fait de leur très grande surface spécifique. On sait que les particules ultrafines présentes dans l'environnement proviennent principalement des gaz d'échappement des véhicules et de la formation de particules secondaires par nucléation ; en revanche, la prévalence et les niveaux de concentration de ces particules aux postes de travail sont très peu connus. L'auteur décrit les résultats d'une étude menée dans diverses entreprises du Royaume-Uni pour évaluer l'utilisation, la production et la maîtrise des aérosols de particules ultrafines, ainsi que l'exposition des travailleurs.

Une première étape de cette étude a consisté à identifier, dans un grand nombre d'entreprises britanniques,

les procédés entraînant l'utilisation, la production ou le dégagement de particules ultrafines. En dépit de l'intérêt qui se manifeste actuellement au niveau international pour ces particules, le nombre de secteurs concernés au Royaume-Uni s'est finalement révélé assez faible. Dans neuf d'entre eux, il a été possible de recueillir des informations utiles sur les concentrations de particules ultrafines, notamment lors de la production et de l'utilisation de poudres ultrafines, y compris les poudres agglomérées constituées de particules primaires ultrafines et de sous-produits ultrafins qui impliquent la production de fumées métalliques. La deuxième phase de l'étude a consisté à effectuer quelques mesures dans les entreprises sélectionnées : distribution granulométrique pondérée en nombre (analyseur SMPS) et concentrations en nombre des particules (CPC portable).

Ultrafeine Aerosole am Arbeitsplatz

Ultrafeine Partikel, d.h. Teilchen mit einem Durchmesser unter 100 nm, stehen im Verdacht, aufgrund ihrer im Vergleich mit größeren Partikeln extrem großen spezifischen Oberfläche, verstärkt toxische Wirkungen hervorzurufen. Während ultrafeine Partikel in der Umgebungsluft bekanntermaßen vorwiegend auf Fahrzeugemissionen und die Bildung sekundärer Teilchen durch Kernbildung zurückgehen, ist über die Prävalenz und die Größenordnung ultrafeiner Partikelkonzentrationen am Arbeitsplatz sehr wenig bekannt. In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse eines Projektes zur Erfassung der Herstellungsprozesse und der Verwendung ultrafeiner luftgängiger Teilchen, sowie deren Überwachung und die Exposition gegenüber diesen Partikeln in einer Reihe von Industriezweigen im Vereinigten Königreich beschrieben. In der ersten Phase wurde eine umfassende Recherche

in britischen Industrieunternehmen durchgeführt, um Prozesse zu ermitteln, bei denen ultrafeine Partikel verwendet, produziert und/oder freigesetzt werden. Ungeachtet des derzeitigen weltweiten Interesses an ultrafeinen Partikeln hat sich das Branchenspektrum im Vereinigten Königreich als recht begrenzt erwiesen. Immerhin wurden aber neun Branchen ermittelt, die nützliche Informationen über den Verwendungsgrad ultrafeiner Stäube liefern können. Dazu gehören die Produktion und Verwendung ultrafeiner Stäube, darunter auch agglomerierte Pulver mit ultrafeinen Primärpartikeln und ultrafeine Nebenprodukte mit Herstellung von Metallrauchen. In der zweiten Phase wurden in den gefundenen Industriezweigen einige Messungen zur zahlengewichteten Größenverteilungen mit einem SMPS und von Partikelkonzentrationen mit Hilfe eines tragbaren CPC vorgenommen.

Ultrafine aerosols in the workplace

Ultrafine particles, i.e. particles with diameters less than 100 nm, have been suspected of causing enhanced toxic effects associated with their extremely high surface area compared with larger particles. Whilst ultrafines in the ambient atmosphere are known to be derived mainly from vehicle exhaust emissions and from the formation of secondary particles by

nucléation, very little is known about the prevalence and magnitude of ultrafine particle concentrations in the workplace. This paper describes the findings of a project to assess the use, generation, control and exposure of ultrafine airborne particles in a number of industries in the UK.

In the first phase, an extensive search of UK industries

was carried out to identify those processes where ultrafine particles are used, produced and/or generated. Despite current international interest in ultrafine particles, the range of industries within the UK has proved to be relatively limited. Nevertheless, nine industries have been identified as providing useful information about levels of ultrafine particles. They include ultrafine powder production and use, including

those agglomerated powders with ultrafine primary particles and ultrafine by-products involving the production of metal fumes. In the second phase, limited measurements have been made of number-weighted size distributions in the industries identified using the SMPS and of particle number concentrations using a portable CPC.

Résultats d'un projet international de réduction des émissions des moteurs diesel actuellement utilisés dans la construction de tunnels (projet VERT)

Les moteurs diesel sont difficiles à remplacer, dans la construction de tunnels. Aujourd'hui encore, l'émission de particules par ces moteurs reste si élevée que la ventilation ne suffit pas à assurer le respect des valeurs limites. Etant donné l'importance des chantiers de construction de tunnels en Suisse, en Allemagne et en Autriche, alors que le législateur impose de réduire les émissions des moteurs diesel, il a fallu trouver des solutions techniques applicables, si possible, très rapidement et très largement. Dans le cadre du projet VERT, on a donc étudié de nombreuses possibilités de traitement des gaz d'échappement, tant en conditions expérimentales que sur le terrain. Le recyclage des gaz d'échappe-

ment ou l'utilisation de carburants spéciaux ne constituant pas une solution et le catalyseur à oxydation présentant plus d'inconvénients que d'avantages, c'est l'utilisation de différents types de filtres à particules qui a été retenue. Une attention particulière a été accordée, dans ce cadre, à la séparation des particules ultrafines (nanoparticules) < 500 nm. Ce projet a principalement permis d'établir que le traitement des gaz d'échappement au moyen de filtres à particules est faisable, économiquement raisonnable et contrôlable sur le terrain, et qu'il représente le seul moyen d'assurer une protection efficace des salariés et de l'environnement.

VERT - Verminderung der Emissionen von Real-Dieselmotoren im Tunnelbau

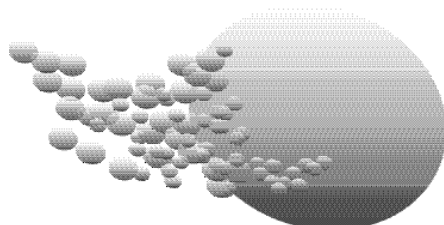
Dieselmotoren sind im Tunnelbau kaum zu ersetzen. Die Partikelemission auch heutiger Motoren ist noch derart hoch, dass die kritischen Grenzwerte am Arbeitsplatz durch Belüftung allein nicht eingehalten werden können. Im Hinblick auf große Tunnelvorhaben in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich und auch auf Grund des Minimierungsgebotes bei Dieselruß (DME) mussten technische Lösungen gefunden werden, die sich möglichst sofort und allgemein anwenden lassen. Im Rahmen des Projektes VERT wurden daher zahlreiche Möglichkeiten der Abgasnachbehandlung in Prüfstandsversuchen und in Feldeinsätzen untersucht. Während Abgasrück-

führung und der Einsatz spezieller Treibstoffe keine Lösung darstellen und der Oxidationskatalysator wegen der überwiegenden Nachteile abzulehnen ist, hat sich die Verwendung von Partikelfiltern unterschiedlicher Systeme weitgehend bewährt. Besondere Beachtung wurde dabei der zuverlässigen Abscheidung von Ultrafeinstaub (Nanopartikeln) < 500 nm geschenkt. Hauptergebnis des Projektes ist, dass die Abgasnachbehandlung mit Partikelfiltern machbar, kostengerecht und auch im Feld kontrollierbar ist und ein wirksamer Arbeitnehmer- und Umweltschutz nur damit erreicht werden kann.

VERT - Findings of the international project to reduce the emission values of existing diesel engines in tunnel construction

Diesel engines are difficult to replace in tunnel construction. The particle emissions even of "state of the art" engines are so high that the critical workplace limits cannot be achieved by mere ventilation. With regard to big tunnel projects in Switzerland, Germany and Austria and keeping in mind the demand to minimise the emissions of diesel particles, technical solutions with an instant and general application had to be found. Within the scope of the project VERT several measures of exhaust gas after-treatment were investigated, both in the laboratory and in field tests. While exhaust gas re-circulation

and the use of special fuels did not yield satisfying results, and the oxidation converter had to be rejected because of numerous disadvantages, the use of different particle filter systems was mostly successful. Particular attention was focussed on the very reliable filtration of ultrafine dust particles (nanoparticles) under 500 nm. The VERT proved that after-treatment of exhaust gas with particle filters is feasible, cost effective and controllable in the field, and is the only way to ensure the efficient protection of workers as well as of the environment.



Secrétariat / Sekretariat / Secretariat

Renseignements / Auskünfte / Information

Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)
Colloque AISS Poussières 2001
30, rue Olivier Noyer, F-75680 PARIS CEDEX 14 (France)
Tel. : +33 (0) 1 40 44 31 19 Fax : +33 (0) 1 40 44 30 99
E-mail : skornik@inrs.fr

Inscriptions / Anmeldungen / Registration

“AMPLITUDES”

20, rue du Rempart Saint Etienne, F-31000 Toulouse (France)
A l'attention de Nathalie ITIE
Tel : +33 (0) 5 62 30 17 98 Fax : +33 (0) 5 62 30 17 85
E-mail : nathalie@amplitudes.com



COMITÉ AISS CHIMIE
IVSS SEKTION CHEMIE
ISSA CHEMISTRY SECTION



COMITÉ AISS RECHERCHE
IVSS SEKTION FORSCHUNG
ISSA RESEARCH SECTION