

***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

**Réduction de l'exposition aux polluants particuliers  
en milieu de travail**

**Sicherer Umgang mit partikelförmigen Schadstoffen  
aus betrieblicher Sicht**

**Reduction of exposure to particulate pollutants in the workplace**

---

**Communications orales / Vorträge / Oral Contributions**



## **Polluants particuliers : sécurité dans l'emploi des produits en milieu de travail**

L'une des exigences centrales de toute une série de décrets et de directives est le recours à des produits et procédés présentant le moins de risques possible. Si cette exigence se conçoit bien, elle est parfois difficile à mettre en pratique, notamment pour les substances se présentant sous forme de particules.

Le colloque fera le point sur les derniers développements en matière de captage, de ventilation, d'organisation et de protection individuelle. Il faut souligner à cet égard les progrès réalisés dans le domaine des techniques et de leurs applications : techniques de mesure en général, utilisation de gaz traceurs, étude des risques d'empoussièrement liés aux produits, études sur modèles, bancs d'essai, en particulier, et travaux de normalisation ayant trait à ces différents aspects. On insistera plus particulièrement sur les problèmes posés par le respect des exigences relatives au choix de produits le moins dangereux possible. Il s'agit là d'une démarche dont on peut attendre une amélioration notable de la prévention, puisqu'elle consiste à intervenir très en amont dans l'emploi des produits.

En ce qui concerne les aérosols, on peut distinguer deux types de situations occasionnant la formation de poussière :

- utilisation d'un produit sous forme pulvérulente,
- mise en œuvre d'un procédé occasionnant un dégagement de poussières (tronçonnage, meulage, réaction chimique ou thermique, par exemple) ou modifiant la granulométrie des produits (broyage, par exemple).

Pour les entreprises, la difficulté consiste à évaluer, en présence de poussières, si la quantité et le degré de division de ces poussières présente un risque pour le personnel et quel est le potentiel de risque. La notion de produit dangereux constitue déjà une difficulté en soi, lorsque des substances ou préparations qui ne sont pas classées dangereuses par les directives sont utilisées de façon telle qu'elles donnent lieu à un dégagement de produits présentant des pro-

priétés dangereuses. Les effets sur la santé des produits solides lorsqu'ils se présentent sous forme d'aérosols tiennent à la présence d'une certaine forme ou fraction de poussières. Pour ce qui est des mesures préventives applicables, du domaine d'application des valeurs limites atmosphériques des polluants particuliers et des limites de détection des aérosols nocifs, il importe de disposer de définitions et de conventions homogènes, et d'appliquer des démarches standardisées. Ce colloque pourrait contribuer à faire progresser le système de classification et d'étiquetage des produits d'une part, et la mise en œuvre de mesures de protection appropriées d'autre part, afin que

- les données scientifiques soient utilisées à bon escient et
- les prescriptions de prévention des risques professionnels appliquées efficacement.

L'un des principaux problèmes est que, dans l'état actuel des choses, on ne fait pas toujours la différence entre les cas où la réglementation produits dangereux ne s'applique qu'à la forme pulvérulente, voire à une seule fraction du produit pulvérulent, et les cas où elle porte également sur le produit non pulvérulent. Le problème se pose notamment pour les poussières de quartz (fraction alvéolaire), l'aluminium, le magnésium, ainsi que pour l'application de la valeur limite pour les poussières totales (fractions alvéolaire/inhalable).

Pour favoriser l'utilisation de produits et de procédés comportant un moindre risque d'empoussièrement, il importe de donner aux entreprises et aux organismes chargés des contrôles une information préalable et des aides pour l'évaluation des risques : informations sur les risques inhérents aux substances (banques de données), sur la probabilité de dégagement des produits à certains postes de travail (scénarios d'exposition), ainsi que sur les risques d'empoussièrement liés aux produits (indice standardisé).

## **Sicherer Umgang mit partikelförmigen Schadstoffen aus betrieblicher Sicht**

An zentraler Stelle in den verschiedensten Richtlinien und Verordnungen steht die Forderung nach Einsatz weniger gefährlicher Arbeitsstoffe und -verfahren. Sie ist unmittelbar einsichtig, ist aber z.T. im konkreten Einzelfall schwer umzusetzen. Dies gilt im besonderen Maße für partikelförmige Stoffe.

Neuentwicklungen zu Absaugung, Lüftung, Organisation und Persönliche Schutzausrüstungen werden

im Rahmen dieses Symposiums detaillierter behandelt. Allgemein gilt, dass in diesem Zusammenhang weitreichende Weiterentwicklungen von Techniken und Anwendungen auf dem Vormarsch sind. Als Beispiele sind zu nennen: Messtechnik allgemein, Tracergas-Technik, Ermittlung des Staubungsverhaltens, Prüfstands- und Modell-Untersuchungen und die dazu flankierende Normung. An dieser Stelle wird auf die Forderung und deren Umsetzung,

weniger gefährliche Stoffe einzusetzen, näher eingegangen. Hiermit kann eine wesentliche Verbesserung im Hinblick auf das Risiko beim Umgang erwartet werden, da damit am Beginn des Umgangs mit einem Stoff angesetzt wird.

In Bezug auf Aerosole kann zwischen zwei Fällen der Staubentstehung unterschieden werden:

- Ein Produkt wird nicht kompakt, sondern in staubender Form in den Verkehr gebracht.
- Bearbeitung eines Erzeugnisses und dadurch bedingte Staubentstehung, z.B. durch Trennen, Schleifen bzw. durch chemische oder thermische Reaktionen oder die Korngrößenverteilung wird durch das Bearbeitungsverfahren geändert, z.B. beim Mahlen.

Die Betriebe haben die Schwierigkeit, beim Auftreten von Stäuben zu beurteilen, ob von der Menge und Feinheit der auftretenden Stäube Gefahren für die Beschäftigten ausgehen und wie hoch das Gefahrenpotential ist. Schwierigkeiten bereitet bereits der Gefahrstoffbegriff, wenn es darum geht, dass Zubereitungen oder Erzeugnisse, die nicht gefährlich im Sinne der Richtlinie sind, so verwendet werden, dass Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften freigesetzt werden. Gesundheitliche Wirkungen fester Stoffe in Aerosolform sind an das Vorliegen einer bestimmten Staubfraktion und -form geknüpft. Die Ableitung von Schutzmaßnahmen, der Geltungsbereich der Partikel-Luftgrenzwerte und die Nachweismöglich-

keiten gesundheitsgefährlicher Aerosole bedürfen in diesem Zusammenhang einheitlicher Definitionen und Konventionen bzw. standardisierter Vorgehensweisen. Durch dieses Symposium könnte eine Weiterentwicklung des Systems der Einstufung und Kennzeichnung sowie der daran gekoppelten Schutzmaßnahmen angeregt werden, damit

- zum einen wissenschaftliche Vorgaben korrekt umgesetzt und
- zum anderen Arbeitsschutzvorschriften zielgerichtet angewendet werden können.

Wesentlich ist, dass gegenwärtig nicht in jedem Fall konsequent unterschieden wird, ob Regelungen des Gefahrstoffrechts nur auf die Staubform bzw. sogar nur auf eine bestimmte Staubfraktion zutreffen oder ob sie auch auf den kompakten Feststoff anzuwenden sind. Aktuelle Stoffbeispiele sind Quarz-A-Staub, Aluminium, Magnesium und der Allgemeine Staubgrenzwert (A/E).

Um das Ziel zu erreichen, weniger staubende Produkte und Verfahren einzusetzen, müssen den Betrieben und der Aufsicht Vorinformationen und Hilfsmittel zur Gefährdungsbeurteilung an die Hand gegeben werden. Beispiele sind Informationen zum stoff-inhärenten Risiko (Stoffdatenbank), zur Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Stoffen bei bestimmten betrieblichen Situationen (Expositionsszenarien) sowie eine standardisierte Kennzahl zum Staubungsverhalten.

## Safe use of hazardous particulates from the company's viewpoint

The requirement of using less hazardous substances and processes is a core element of various directives and orders. Although the intention is clear, practical application is another matter, especially in connection with particulates.

Recent developments in the fields of capture and ventilation technology, work organisation and personal protective equipment will be dealt with in greater detail during the presentation. It can generally be stated that modern techniques and applications are progressing in this domain. Examples include measurement technology in general, tracer gas technology, determination of dust levels, test benches, investigations using models, and standardisation. In this presentation, consideration is given to the use of less hazardous substances, a requirement which can indeed lead to a considerable reduction in risk, as it starts off at the very source.

As far as aerosols are concerned, two types of dust production can be distinguished:

- a product placed on the market is not in compact but in dust form
- dust is generated during product processing, e.g. during cutting, grinding or by chemical or thermal reaction, or the particle size distribution changes as a result of processing, as for instance in the case of milling.

Companies have difficulties in estimating whether or not, in terms of quantity and fineness, the occurring dust is hazardous for the employees and if so, how high the risk potential is. The term "hazardous substance" does in itself represent a problem, especially if preparations or products which are not hazardous under the terms of the directive are used in such a way that substances with hazardous properties are released. Health effects of solid materials in aerosol form depend on the presence of a certain dust fraction or form of dust. Protective measures, the scope of atmospheric limit values for particles and the possibilities of detection of hazardous aerosols call for harmonised definitions and conventions or standardised approaches. This symposium is suited to trigger the further development of a classification and marking system and of associated protective measures such as help in

- implementing scientific concepts correctly and
- applying occupational health and safety provisions in a targeted way.

It must be stressed that it is not always possible to decide whether the provisions of the laws and regulations on hazardous substances apply to a certain form of dust or even to a certain dust fraction only, or whether they also cover the compact solid. Recent examples are respirable quartz dust, aluminium,

magnesium, and the exposure limit for total dust (respirable/inhalable).

To ensure that less dusty substances and processes are used, it is necessary to provide companies and supervisory bodies with information on and instruments for risk assessment. This could be information

on the substance-inherent risk (substance database), on the probability that certain substances occur in connection with defined workplace situations (exposure scenarios), and standardised characteristics relating to the dustiness of products.

## Réduction de l'exposition aux poussières de bois en milieu de travail

L'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP) a pour mission notamment de conseiller les entreprises sur les moyens techniques à prendre pour améliorer les conditions de travail de leurs salariés.

Le secteur de la charpente-menuiserie est directement concerné par la réduction de l'exposition aux polluants particuliers car le travail du bois génère des émissions importantes de poussières qui, si elles ne sont pas captées, peuvent engendrer des maladies professionnelles très graves tel le cancer des sinus de la face.

Or, le secteur bois du BTP est essentiellement composé de petites entreprises de moins de 5 salariés auxquelles leurs capacités d'investissement ne permettent pas de s'équiper des matériels les plus performants.

De plus, une installation performante peut aussi être la source d'émissions sonores importantes et parallèlement d'une surconsommation électrique notable.

Il est possible cependant pour ces entreprises d'améliorer les installations existantes en limitant les investissements tout en obtenant une bonne efficacité d'aspiration.

Il faut pour cela respecter certaines règles simples évoquées ci-dessous:

- Veiller au bon affûtage des outils
- Capturer les poussières au plus près de leur source d'émission
- Estimer le débit nécessaire du ventilateur en fonction du nombre des machines utilisées simultanément
- Réduire les pertes de charge dans le réseau d'aspiration

- Transporter les poussières dans les gaines en évitant tout dépôt
- Asservir l'ouverture et la fermeture des buses de chaque machine à leur mise en marche ou à leur arrêt
- Implanter les machines demandant le plus grand débit le plus près des collecteurs principaux
- Placer le ventilateur et les sacs filtrants hors de l'atelier
- Changer certaines habitudes de travail
- Entretien de l'installation

Ces différents principes peuvent être appliqués à une installation existante et servir de base à un cahier des charges en vue d'une installation nouvelle. Dans ce cas, le choix d'un type d'aspiration doit être fait en tenant compte des particularités de l'atelier : matériaux utilisés, techniques employées, importance de certains travaux générant les poussières les plus fines, etc.

Enfin, certains postes sont particulièrement générateurs de poussières comme les ponceuses à bande ou les machines portatives. Ces postes doivent être, dans la mesure du possible, isolés du reste de l'atelier et la protection individuelle sera alors l'ultime recours pour pallier ces inconvénients.

Notons toutefois que certaines machines neuves, fixes telles les défonceuses à commande numérique ou portatives, ne font pas l'objet à la conception d'une réflexion suffisante sur la captation des poussières émises. Dans le cadre de l'intégration de la sécurité à la conception, souhaitons que les constructeurs en prennent conscience afin que les entreprises ne supportent pas les coûts de mise à niveau de leur matériel neuf.

## Verminderung der Exposition gegenüber partikelförmigen Schadstoffen am Arbeitsplatz

Der Berufsverband für Arbeitsschutz im Hoch- und Tiefbau (OPPBTP) hat insbesondere die Aufgabe, die Unternehmen bei den technischen Maßnahmen zu beraten, die zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen ihrer Beschäftigten zu ergreifen sind.

Für den Bereich der Zimmermannsarbeiten und des Türen- und Fensterbaus ist eine Verminderung der Exposition gegenüber partikelförmigen Schadstoffen von besonderer Bedeutung, da beim Arbeiten mit Holz eine beträchtliche Staubentwicklung anfällt, die, wenn keine Staubabscheidung vorgenommen wird, zu schwerwiegenden Berufskrankheiten, wie z.B. Nebenhöhlenkrebs im Gesichtsbereich, führen kann. Der Holzverarbeitende Bereich im Hoch- und

Tiefbau setzt sich im Wesentlichen aus Kleinbetrieben mit weniger als fünf Beschäftigten zusammen, denen es ihr Investitionspotenzial nicht gestattet, sich die leistungsfähigsten Maschinen zu beschaffen. Darüber hinaus kann eine leistungsfähigere Anlage auch zu einer beträchtlichen Lärmentwicklung und obendrein zu einem deutlich höheren Stromverbrauch führen.

Allerdings haben diese Betriebe die Möglichkeit, die bestehenden Anlagen zu verbessern und trotz begrenzter Investitionen eine gute Entstaubungsleistung zu erreichen.

Dazu sind einige im Folgenden aufgeführte einfache Regeln zu beachten:

- Die Werkzeuge müssen scharf geschliffen sein.
  - Staub ist möglichst dicht an der Emissionsquelle abzusaugen.
  - Der erforderliche Luftrate ist nach der Zahl der gleichzeitig verwendeten Maschinen zu bemessen.
  - Druckverluste im Absaugnetz sind zu verringern.
  - Stäube sind unter Vermeidung jeglicher Ablagerungen in den Ableitungen zu entfernen.
  - Das Öffnen und Schließen der Absaugorgane jeder Maschine ist an ihre Inbetriebnahme oder Abschaltung zu koppeln.
  - Maschinen mit der höchsten Absaugleistung sind in unmittelbarer Nähe der Hauptsammelleitung aufzustellen
  - Ventilator und Filtersäcke sind außerhalb der Werkstatt unterzubringen.
  - Bestimmte Arbeitsgewohnheiten sind zu verändern.
  - Die Anlage muss ausreichend gewartet werden.
- Diese unterschiedlichen Regeln können auf eine vorhandene Anlage angewandt werden oder als Grundlage für die Erstellung eines Lastenhefts für eine Neuanlage dienen. Im letzteren Fall ist das Ab-

saugverfahren entsprechend den besonderen Gegebenheiten in der Werkstatt auszuwählen: verwendete Materialien, angewandte Techniken, Bedeutung bestimmter Arbeiten, bei denen Feinstäube anfallen usw.

Auch sind bestimmte Arbeitsplätze besonders staubträchtig, z.B. beim Einsatz von Bandschleifmaschinen oder tragbaren Geräten. Diese Arbeitsplätze sind im Rahmen des Möglichen von der übrigen Werkstatt abzutrennen. Persönliche Schutzmittel sind dann der letzte Weg zur Verringerung dieser Belastungen.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass in der Planungsphase bestimmter neuer Maschinen, wie z.B. festinstallierter oder tragbarer Häcksler, leider keine ausreichenden Überlegungen zur Erfassung der anfallenden Stäube angestellt werden.

Wir wünschen uns, dass den Herstellern klar wird, dass Arbeitssicherheit in die Entwicklungsphase integriert werden muss, damit die Betriebe nicht die Kosten der Nachrüstung ihrer neuen Geräte zu tragen haben.

## **Reducing hazards from exposure to wood dust in the work environment**

Our organisation, the OPPBTP, in charge of occupational risk prevention in the construction sector, plays mainly the role of a safety consultant as regards the technical means required for the improvement of working conditions in firms.

In the construction industry, the carpentry sector is directly concerned by the reduction of exposure to airborne particulate contaminants. Woodworking produces significant dust emissions that, unless properly collected, can generate very serious occupational diseases such as carcinoma of the frontal sinuses.

This sector consists mainly of small firms with less than five employees, and with investment capacities that do not allow them to acquire the most efficient equipment. Moreover, such an equipment can also be the source of high noise emissions and a notable over-consumption of electrical power.

It is possible, however, for these firms to improve existing workshops with only limited investment required to achieve efficient capture of airborne dust. For this, a few simple rules must be followed:

- Keep tools properly sharpened
- Capture dust as close as possible to the source of emission
- Assess the fan flow rate required according to the number of machines operating simultaneously
- Reduce pressure drops in the exhaust system

- Avoid dust deposits in ductwork
- Connect the on-off of the suction nozzle to the start and stop buttons of the machine concerned
- Install the machines requiring the highest flow rates as close as possible to the main dust collectors
- Locate fan and filter bags outside the workshop
- Modify work practices
- Maintain the equipment in good working order.

These principles can be applied to existing equipment and used as a basis for new equipment specifications. In this case, the type of exhaust equipment should be chosen according to workshop characteristics: materials and techniques to be used, proportion of activities generating very fine dust particles, etc.

Certain items of equipment such as band grinders or portable machines are particularly important sources of dust emission. Whenever possible, they should be isolated from the remaining zones of the workshop, and personal protective equipment be used as a last resort.

However, there is not enough thought going into dust capture systems when designing new machinery, either as regards fixed systems, such as NC routers, or portable units. Manufacturers need to be more aware of the importance of integrating safety at the design stage, so that firms do not have to bear the cost of upgrading brand new equipment.



## Présentation et évaluation de nouveaux systèmes de ventilation des lieux de travail

Les systèmes de ventilation des lieux de travail comprennent des dispositifs de captage (aspiration) des produits dangereux au point d'émission et des dispositifs de ventilation générale des locaux. Le captage des polluants au point d'émission est destiné à les empêcher de se répandre dans l'atmosphère. Pour améliorer l'efficacité du captage, on a remplacé les systèmes d'aspiration utilisés dans le passé par des systèmes beaucoup plus performants prenant en compte certains effets dus à la mécanique des fluides.

En cas d'émissions diffuses de produits, ou lorsque le captage à la source ne suffit pas, il est nécessaire de prévoir une ventilation générale adaptée aux particularités du local. Les flux d'air (apports d'air neuf) jouent à cet égard un rôle décisif.

L'objectif est d'empêcher que les polluants ne se répandent dans tout le local, et de débarrasser l'air du local des polluants qui s'y sont dégagés. Cette règle s'applique plus généralement à l'ensemble des subs-

tances pouvant être présentes dans le local (substances irritantes ou constituant une gêne olfactive, par exemple), ainsi qu'à des nuisances comme la chaleur ou l'humidité.

Compte tenu de la présence fréquente de flux thermiques au-dessus de surfaces chaudes (machines, moteurs, appareils, etc.), des systèmes de ventilation spécifiques ont été mis au point : ils tirent parti de ces flux thermiques pour diriger les polluants ou les nuisances du sol vers le plafond, où leur évacuation par le système d'extraction d'air peut être assurée sans difficulté. Ces systèmes remplacent les dispositifs de soufflage et d'extraction en partie haute utilisés jusqu'à présent. Ils se caractérisent par une efficacité nettement améliorée, et par des débits d'air nettement plus faibles.

L'auteur présentera ces nouveaux systèmes de ventilation et les résultats obtenus lors de leur utilisation.

## Erfahrungen mit neuen Systemen der Lufttechnik in Arbeitsräumen

Zu den Systemen der Lufttechnik gehören die Einrichtungen zur Erfassung (Absaugung) von Gefahrstoffen an der Emissionsstelle und zur Belüftung der Arbeitsräume (Raumlüftung). Durch die Erfassung der Gefahrstoffemissionen soll vermieden werden, dass Gefahrstoffe in die Atemluft gelangen können. Zur Verbesserung der Erfassungswirkung wurden die aus der Vergangenheit bekannten sog. Absaugtrichter oder Absaughauben durch neue hochwirksame Erfassungssysteme ersetzt. Besondere Effekte der Strömungsmechanik wurden hierbei berücksichtigt.

Treten diffuse Gefahrstoffemissionen auf, oder lassen sich Gefahrstoffe nicht ausreichend erfassen, ist eine auf die jeweiligen Verhältnisse abgestimmte Raumlüftung erforderlich. Hierbei spielt die Luftführung (Zuluftführung) im gesamten Raum eine ausschlaggebende Rolle.

Ziel einer effektiven Luftführung ist es zu sichern, dass sich die Gefahrstoffe nicht im gesamten Raum verbreiten und freigesetzte Gefahrstoffe aus der

Raumluft sicher abgeführt werden können. Dies gilt in gleicher Weise auch für andere Stoffströme oder Lasten wie z. B. Geruchs- oder Reizstoffe, Wärme- oder Feuchtlasten.

Unter Berücksichtigung von häufig vorhandenen Thermikströmen oberhalb warmer Oberflächen (Maschinen, Motoren, Apparaturen usw.) wurden Luftführungssysteme entwickelt, die unter Nutzbarmachung dieser Thermikströme Stoffströme oder Lasten vom Boden aus in Richtung der Raumdecke führen und somit über die Raumabluft leicht entfernt werden können. Die für diese spezielle Luftführung entwickelten Lüftungssysteme ersetzen die bisher bekannten Systeme mit der Zu- und Abluft von der Raumdecke aus. Diese neuen Luftführungssysteme zeichnen sich durch eine deutlich verbesserte Lüftungswirkung bei gleichzeitig geringerem Luftvolumenstrom aus.

Neben den neuen Systemen der Lufttechnik werden insbesondere die Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz vorgestellt.

## Experience gained from the use of new workplace ventilation systems

The term ventilation systems covers devices for the capture of hazardous substances at the source of emission and systems for workplace ventilation (in-

door ventilation). The capture of emitted pollutants is aimed at preventing the presence of hazardous substances in breathing air. To improve capture effi-

ciency, the exhaust hoods were replaced by modern, highly-efficient exhaust systems. The latter take account of particular fluidic effects.

Whenever diffuse pollutant emissions occur or hazardous substances cannot be collected sufficiently, use has to be made of ventilation measures which must be well adapted to individual room conditions. Air flow patterns (supply air flow patterns) for the entire room play a central role in this respect.

An efficient air flow pattern aims at avoiding the spreading of hazardous substances all over the room and at making sure that hazardous substances emitted into workplace air are removed safely. This principle applies also to other substances or stressors, such as smelling or irritating agents, heat or

humidity.

Newly designed air conduction systems make use of the thermal currents that frequently occur right above hot surfaces (machines, motors, apparatus); these currents help transport substances or stressors from the floor to the ceiling from where they can easily be removed via the exhaust air. The new ventilation systems, especially designed for this type of air flow pattern, replace the conventional air conduction systems with supply and exhaust air from the ceiling. The new systems have proved to be considerably more efficient at a lower air volume flow.

The presentation is intended to introduce the new generation of ventilation systems and to present the experience gained from their practical application.

*C. FELTEN, M. KÜPPERS, Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen, Technischer  
Aufsichtsdienst, Ottenser Hauptstraße 54, D-22765 Hamburg, Deutschland  
T. MISSEL, Labor für Arbeits- und Umwelthygiene, Aternstraße 41, D-30167 Hannover,  
Deutschland*

## **Evaluation et réduction de la pollution microbiologique dans les installations de tri des déchets**

Au cours des dernières années, diverses raisons ont compliqué l'évaluation de la pollution de l'air des lieux de travail par des agents biologiques et l'établissement de corrélations avec l'efficacité des mesures de protection mises en place (ventilation, mesures d'hygiène). La plupart des méthodes reposent sur une analyse spécifique en laboratoire.

Les auteurs ont mis au point une nouvelle méthode de surveillance directe des moisissures dans l'air des lieux de travail par comptage en continu des particules selon leur fraction granulométrique ; cette méthode est applicable même pour des concentrations assez élevées. A partir de cette méthode a été élaboré un système de protection associant des me-

ures de ventilation, d'hygiène et d'organisation et destiné à réduire l'exposition des travailleurs des installations de tri des déchets. Ce système de protection, qui prend en compte à la fois les valeurs limites et l'état de l'art, assure globalement la sécurité de cette catégorie de travailleurs. L'efficacité des mesures est évaluée par l'enregistrement quasi simultané des fractions de moisissures dans l'atmosphère des lieux de travail. Le nombre de particules comptées est converti directement en ufc/m<sup>3</sup>.

Les auteurs présentent les différentes mesures de ventilation, d'hygiène et d'organisation et les différents niveaux de protection assurés.

## **Bestimmung und Verminderung luftgetragener biologischer Arbeitsstoffe in der Abfallwirtschaft**

Während der letzten Jahre war die Ermittlung mikrobiologischer Luftverunreinigungen zur Bestimmung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen, Lüftungstechnik oder Hygienemaßnahmen umständlich. Die meisten Methoden benötigen dafür eine spezielle Analyse im Labor. Wir beschreiben nun eine neue Methode zur direkten Aufzeichnung von Schimmelpilzkonzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz durch die kontinuierliche korrelierte Partikelzählung in Staubfraktionen in der Arbeitsplatzluft. Das Verfahren arbeitet auch bei höheren Staubkonzentrationen, wie man sie in der Abfallsortierung antrifft. Aufgrund dieser Methode wurden

Konzepte für Schutzmaßnahmen (Lüftungstechnische Maßnahmen, Hygienemaßnahmen und organisatorische Maßnahmen) entworfen, um die Exposition der Beschäftigten zu reduzieren. Dabei werden Richtwertkonzepte mit Konzepten, die den Stand der Technik und weitgehend konstante Arbeitsbedingungen bewirken, kombiniert. Die Wirksamkeit der Maßnahmen wird über quasisimultane Zählung der Schimmelpilzkonzentration dokumentiert. Die Anzahl der gezählten Partikel wird direkt als KBE/m<sup>3</sup> (KBE = koloniebildende Einheit) angegeben.

Im Vortrag werden unterschiedliche Schutzmaßnahmen und Schutzniveaus präsentiert.

## **Measures to assess and reduce microbiological pollution in waste sorting plants**

In recent years, the assessing biological air pollutants at the workplace and the efficiency of protective measures such as ventilation or hygiene measures was a particularly difficult task. Most methods are affording a special laboratory analysis.

In this contribution, we present a new method of direct monitoring of mould fungi in the air at the workplace by continuous correlated particle counting of dust fractions in the air at the workplace even at higher concentrations. Based on this method we created protective concepts (ventilation / hygiene /

organisational measures) to reduce the exposure of workers in waste sorting plants by combining limit values and state of the art techniques; these provisions now ensure, largely safe working conditions. The efficiency of the measures is ascertained by quasi simultaneous recording of the mould fungi fraction in the workplace atmosphere. The number of particles counted is directly translated into cfu/m<sup>3</sup>. The various ventilation, hygiene and organisational measures are presented along with the levels of protection.

## **Performances des installations de dépoussiérage industrielles : confrontation de mesures effectuées sur banc d'essai et sur le terrain**

Très répandue dans l'industrie et le secteur tertiaire, la filtration est un moyen d'élimination des polluants atmosphériques de nature particulaire (aérosols). Les dispositifs de filtration sont des éléments constitutifs des équipements de protection collectifs (installations de dépoussiérage centralisées) et individuels (masques de protection respiratoire) dont il est nécessaire de connaître les performances afin de garantir la qualité de l'air des ambiances de travail et la protection des opérateurs. L'évaluation des performances de ces dispositifs se pose dès la conception (choix des médias, de la technologie de décolmatage en fonction de la pollution traitée) ainsi qu'à la mise en service de l'installation et en cours d'exploitation. Un banc d'essai a été conçu afin de suivre l'évolution des performances d'un média plan de  $\Phi$  130 mm, en termes d'efficacité de filtration et de perte de charge, soumis à des cycles de colmatage et de décolmatage. Des essais ont été conduits avec un média filtrant en fibres de polyester, utilisé pour la fabrication des manches filtrantes des dépoussiéreurs de l'industrie de la transformation du bois. La face filtrante présente un traitement thermique limitant l'adhésion du gâteau de particules. Le colmatage du média est obtenu au moyen d'un aérosol de particules d'alumine, présentant un diamètre médian en masse égal à  $2,6 \mu\text{m}$  ( $\sigma_g = 1,4$ ), généré à l'amont du filtre. La régénération du média est effectuée par la technique de l'à-coup de pression à contre courant "on line". Pour cela de l'air comprimé est envoyé à l'aval du filtre pendant un temps très bref (0,1 s) tout

en maintenant le débit de filtration.

Parallèlement, des mesures ont été effectuées sur un pilote de dépoussiéreur de  $11000 \text{ m}^3/\text{h}$ , disposant de 37 manches fabriquées à partir de ce média. De la même manière qu'en laboratoire il a été procédé au suivi de la perte de charge et de l'efficacité de séparation en cours de fonctionnement. Deux techniques ont été mises en œuvre afin de mesurer l'efficacité : par comptage optique et par traçage avec un aérosol de fluorescéine échantillonné au moyen d'un impacteur en cascade.

Les résultats obtenus sur banc d'essai ont permis de mettre en évidence l'influence des différents traitements appliqués à la surface de filtration afin de limiter l'adhésion du gâteau. Les résultats des mesures effectuées en laboratoire sur média plan ont été comparés à ceux obtenus sur le terrain et montrent :

- Une efficacité très élevée du média obtenue après colmatage, et ce indépendamment de la nature même du média ; l'efficacité étant contrôlée essentiellement par le gâteau de particules.
- Une augmentation importante de la concentration aval en particules lors du décolmatage, due à la fois à la baisse momentanée de l'efficacité par la suppression partielle du gâteau de particules et au relargage de particules par l'installation.

Les tests réalisés au laboratoire à partir de médias filtrants plans permettent d'obtenir une assez bonne représentation des performances d'un dépoussiéreur industriel.

## **Leistungsfähigkeit industrieller Entstaubungsanlagen – Vergleich von Messungen im Labor und vor Ort**

Die Luftfiltration ist eine in der Industrie und dem Tertiärsektor sehr verbreitete Technik zur Beseitigung luftgetragener Schadstoffpartikel (Aerosole). Filter sind Bestandteile kollektiver (Zentraler Entstaubungsanlagen) und individueller (Atemschutzmasken) Schutzvorrichtungen, deren Leistungsfähigkeit bekannt sein muss, um die Luftqualität am Arbeitsplatz und den Schutz der Beschäftigten zu gewährleisten. Eine Bewertung der Leistungsfähigkeit dieser Ausrüstungsgegenstände ist bei der Planung (Wahl des Filtermediums und der Abreinigungstechnologie in Abhängigkeit von der Staubbelastung) wie auch bei der Inbetriebnahme und während dem laufenden Betrieb der Anlage von großer Wichtigkeit.

Ein Prüfstand wurde entwickelt, um den Druckabfall

und den Leistungsverlauf eines Flachfilters von 130 mm Durchmesser während Beladungs- und Reinigungszyklen zu verfolgen. Es wurden Versuche mit einem Filtermaterial aus Polyesterfasern, das üblicherweise zur Herstellung von Filtereinsätzen für Entstaubungsanlagen der Holz-Industrie verwendet wird, durchgeführt. Die Filteroberseite wird zur Verhinderung von Partikelanbackungen wärmebehandelt. Die Beladung des Filtermaterials erfolgt mit einem vor dem Filter erzeugten Tonerdepunkt-Aerosol, dessen Massendurchmesser im Median  $2,6 \mu\text{m}$  ( $\sigma_g = 1,4$ ) beträgt. Das Filter wird während des Betriebes durch einen pulsierenden Gegenstrom regeneriert. Dazu wird bei gleichbleibendem Filterdurchsatz für sehr kurze Zeit (0,1 s) Pressluft hinter den Filter eingeblasen.

Parallel dazu wurden Messungen an einem (Pilot-) Holzstaubabscheider mit einem Durchsatz von 11 000 m<sup>3</sup>/h, der mit 37 aus diesem Material gefertigten Filtereinsätzen ausgerüstet war, vorgenommen. Genau wie im Labor wurden der Druckabfall und die Trennleistung während des Betriebs verfolgt. Zur Messung der Trennleistung wurden zwei Methoden entwickelt: Die eine beruht auf einer optischen Partikel-Zählung, die andere auf der Verfolgung eines Tracer-Aerosols aus Fluoreszein-Partikeln mit Hilfe eines Kaskadenimpaktors.

Anhand der Prüfstandergebnisse konnte aufgezeigt werden, wie sich die unterschiedlichen Behandlungen der Filteroberseite zur Verhinderung von Partikelanbackungen auswirken.

Die Gegenüberstellung der Laborergebnisse mit den im Feld ermittelten Resultaten zeigt:

- eine sehr hohe Trennleistung des Filters nach dem Zusetzen unabhängig von der Art des Filtermaterials, da die Wirksamkeit durch den Partikelkuchen bestimmt wird;
- eine deutliche Zunahme der Partikelkonzentration hinter dem Filter bei der Reinigung, die auf einen vorübergehenden Rückgang der Trennleistung zurückzuführen ist, dies sowohl wegen der Teilentfernung des Partikelkuchens als auch wegen der erneuten Freisetzung von Partikeln aus der Anlage;
- den Einfluss der Behandlung der Filteroberfläche zur Verminderung des Anhaftens des Kuchens.

Die mit Flachfiltern durchgeführten Laborversuche vermitteln eine recht gute Vorstellung von der Leistungsfähigkeit einer industriellen Entstaubungsanlage.

## Performance of industrial dust collectors: comparison between laboratory and on-site measurements

Air filtration is a technique widely used for removing airborne particles, both in industry and the tertiary sector. Filters are components of collective and personal protective equipment such as industrial dust collectors and respirators. Their performance must be known to guarantee both the quality of air in working environments and the protection of workers. Its determination is essential for dust collector design (choice of filter media and unclogging technique according to dust properties) and for the control of the filter equipment in operation.

A test bench was built to monitor both the pressure drop and the efficiency of a plane filter media (130 mm diameter), subjected to clogging and cleaning cycles. Tests were carried out on a filter made of polyester fibres. This media is commonly used to manufacture baghouse filters for the wood-working industry. The filtering face was submitted to thermal treatment to limit particle adhesion. Clogging was performed with an aerosol of alumina particles with a mass median diameter of 2.6 μm ( $\rho_g = 1.4$ ) generated upstream of the filter. The technique of filter regeneration employed was that of on-line pulse jet cleaning, where a brief pulse (0.1 s) of compressed air is injected downstream at counter flow, while maintaining the filtration air flowrate.

At the same time, measurements were performed on

a wood dust collector (capacity 11,000 m<sup>3</sup>/h), with 37 baghouse filters manufactured from this filter media. As in the laboratory, pressure drop and filtration efficiency were determined with the equipment in operation. Two techniques were applied to measure efficiency: one using an optical particle counter, the other using a tracer aerosol of fluorescein particles sampled upstream and downstream using a cascade impactor.

Results obtained on the test rig show the influence of the surface treatment of the filter media during the cleaning phase which minimises dust cake adhesion.

Two main results were obtained, both with the plane filter media and the wood dust collector:

- a very high filtration efficiency of the clogged filter material, which appeared quite independent of the filter properties but controlled by the dust cake,
- a large increase in downstream particle concentration during the cleaning process, highlighting a momentary drop in filtration efficiency due to dust cake removal and particle emission from the clogged filter.

Tests carried out in the laboratory on a plane filter media gave a satisfactory representation of the performance of an industrial dust collector.

*E. WAHLMÜLLER, PROFACTOR GmbH, Wehrgrabengasse 1-5, A-4400 Steyr, Österreich*<mailto:briss@pr-steyr.ac.at>

*W. HÖFLINGER, Institute for Chemical Engineering, Fuel and Environmental Technology, Vienna University of Technology, Getreidemarkt 9/159, A-1060 Wien, Österreich*

## **Recyclage de l'air extrait après séparation des brouillards de fluides d'usinage : problèmes de maintenance des équipements de filtration**

Les fluides d'usinage jouent un rôle essentiel dans l'usinage et le travail des métaux. Compte tenu de leurs propriétés chimiques, ces fluides ont des effets dangereux notables sur le personnel exposé, mais aussi sur les équipements d'usinage et sur l'environnement. Le dégagement d'aérosols et de vapeurs provenant de ces fluides dans les locaux de travail est en général limité par les protecteurs enveloppant la machine et par des installations d'extraction. Quarante-vingt dix pour cent des systèmes de ventilation installés recyclent l'air extrait dans les locaux de travail après séparation des brouillards d'huile. Pour éviter que ce processus ne devienne lui-même une source importante de contamination de l'air par les fluides d'usinage, il faut recourir à des systèmes de filtration à haute performance. La présente étude porte sur l'évolution des performances des séparateurs de brouillards entre deux interventions de maintenance.

Il s'agit d'une étude de terrain menée dans 4 entreprises d'usinage et couvrant 11 dispositifs de séparation : précipitateurs électrostatiques, filtres en fibres, séparateurs à plaques frittées et séparateurs centrifuges. Les filtres étaient installés sur 16 machines d'usinage (fraiseuses, tours, perceuses, meuleuses). L'évaluation de l'équipement de filtration était fondée sur la mesure des concentrations de vapeurs et d'aérosol de fluide d'usinage en amont et en aval de cet équipement, juste avant et juste après l'intervention de maintenance. Les mesures de concentration étaient effectuées par échantillonnage isocinétique selon les documents BIA 3110 et VDI 2066. Les analyses prenaient aussi en compte toutes les données pertinentes concernant le procédé étudié : nature de l'opération d'usinage, capotage de la machine, type d'installation d'extraction, détails du programme de maintenance du séparateur. En revanche, il n'y avait pas d'échantillonnage individuel au poste de travail.

Les mesures effectuées ont révélé que l'exposition aux fluides d'usinage en suspension dans l'air des postes de travail était due principalement au recyclage de l'air extrait dans les locaux. Seule la moitié des filtres étudiés était en mesure d'assurer des concentrations inférieures à  $1 \text{ mg/m}^3$  pour l'aérosol de fluide d'usinage, et à  $20 \text{ mg/m}^3$  pour l'ensemble

aérosol et vapeurs dans la gaine d'extraction. Aucun des systèmes de filtration ne permettait jamais d'atteindre la valeur seuil fixée en Allemagne pour le recyclage de l'air dans les locaux de travail, à savoir  $2 \text{ mg/m}^3$  pour l'ensemble aérosol et vapeurs, et cela même immédiatement après l'intervention de maintenance. Or, une comparaison avec les données de la littérature a indiqué que les séparateurs qui ont fait l'objet de cette étude n'étaient exposés qu'à des concentrations d'aérosols et de vapeurs de fluides d'usinage légèrement supérieures à la moyenne.

Les meilleures performances ont été réalisées par les précipitateurs électrostatiques, qui exigeaient aussi les fréquences de maintenance les plus élevées. Les séparateurs à fibres avaient une efficacité médiocre lorsque la périodicité de changement de filtre était la plus faible. Ce sont les filtres à plaque frittée qui assuraient la meilleure rétention des aérosols à la fin de l'intervalle entre deux interventions de maintenance, alors qu'ils étaient déjà presque colmatés. La plus forte concentration d'aérosol en aval du séparateur juste après l'intervention de maintenance a été observée avec les séparateurs centrifuges.

Les conditions de fonctionnement des entreprises étudiées étaient très différentes et n'étaient pas significatives par rapport au type d'opération d'usinage. Outre le type de séparateur, ce sont le type de fluide d'usinage, la charge en particules liquides dans la gaine amont et la durée de fonctionnement de l'installation d'extraction qui ont été identifiés comme les paramètres les plus significatifs pour la fréquence de maintenance des équipements de filtration. En dehors de la fréquence de cycles opératoires particuliers (par exemple gros travaux faisant appel à des huiles de distillation directe pour la lubrification), l'étude a mis en évidence la grande importance des fortes concentrations de particules solides dans l'air extrait (par exemple dans le cas du meulage) et des dispositions particulières mises en œuvre pour le captage des émissions.

Les résultats montrent clairement que seule une démarche intégrée combinant des mesures appliquées à tous les stades du processus est de nature à satisfaire aux exigences d'hygiène et sécurité du travail dans des conditions économiquement acceptables.

## **Rezirkulation von Abluft aus Maschinenabsaugungen erfordert pflichtgemäß gewartete KSS Nebelabscheidersysteme**

Kühlschmierstoffe (KSS) sind unverzichtbare Fertigungshilfsstoffe bei allen Arten von Metallbearbeitungsprozessen. Da KSS aufgrund ihrer Inhaltsstoffe meist gefährliche Arbeitsstoffe sind, ist der Einsatz für die mit dem Umgang betrauten Personen, aber auch für Maschinen und Anlagen und die Umwelt mit einer Reihe von Risiken verbunden. Zur Begrenzung der Arbeitsluftbelastung durch KSS Aerosol- und Dampfemissionen der Metallbearbeitungsprozesse ist meist die Installation von Erfassungs-, Absaug- und Abscheidanlagen unumgänglich. Bei 90% der installierten Anlagen wird die Abluft nach der KSS Nebelabscheidung in den Arbeitsraum rezirkuliert. Um der Gefahr vorzubeugen, dass die Absauganlage selbst zur Quelle für KSS Aerosol- und Dampfemissionen wird, ist auf die Wirksamkeit der Filtersysteme besonders Bedacht zu nehmen. Aufgabenstellung dieser Arbeit war die Untersuchung der Änderung des Abscheideverhaltens von industriellen KSS Nebelfiltersystemen mit zunehmender Betriebszeit im Wartungsintervall.

In der durchgeführten Feldstudie, welche sich über vier metallbearbeitende Industriebetriebe erstreckte, wurden 11 verschiedene Fabrikate von KSS Nebelabscheidern untersucht. Die Filter umfassten elektrostatische Abscheider, Faserfilter, Sinterelementfilter und Zentrifugalkraftabscheider. Die Filtersysteme waren an insgesamt 16 unterschiedlichen, spannenden Metallbearbeitungsprozessen installiert und teilten sich auf die Verfahren Fräsen, Drehen, Bohren und Schleifen auf. Die Bewertung der Nebelabscheidersysteme erfolgte auf der Basis von roh- und reingasseitigen Messungen der KSS Aerosol- und Dampfkonzentration in der Absaugluft, unmittelbar vor und nach der Filterwartung. Die Probenahme erfolgte isokinetisch entsprechend BIA 3110 bzw. VDI 2066. Darüber hinaus wurden alle für die KSS Nebelentstehung und -abscheidung relevanten Faktoren des untersuchten Prozesses bei der Beurteilung des Abscheideergebnisses berücksichtigt. Diese Faktoren umfassen Daten der Bearbeitungsmaschine, den Grad der Maschineneinhausung bzw. die Konfiguration der KSS Nebelerfassung, die Eigenschaften des eingesetzten KSS und die Parameter der Absaugung und Abscheidung, welche insbesondere die an diesen Anlagen durchgeführten Wartungsmaßnahmen und -zeiträume einschließt. Personenbezogene Messungen der Arbeitsluftkonzentration wurden nicht durchgeführt.

Die Messungen belegen, dass die Rückführung von Absaugluft nach der Abscheidung in den Arbeitsraum eine bedeutende Quelle für KSS Aerosol- und Dampfbelastung in der Arbeitsluft darstellt. Nur mit der Hälfte der untersuchten Filtersysteme am Stand der Technik konnten Reingaskonzentrationen von  $1 \text{ mg/m}^3$  für KSS Aerosol und  $20 \text{ mg/m}^3$  für die Summe aus KSS Aerosol und Dampf unterschritten werden. Der für Deutschland gültige Grenzwert für Hallenluftrückführung nach der Abscheidung von  $2 \text{ mg/m}^3$  für die Summe aus KSS Aerosol und Dampf wurde von keinem einzigen Filtersystem, zu keinem Zeitpunkt des Wartungszyklus, d.h. auch unmittelbar nach der Wartung, erreicht. Ein Vergleich mit Daten aus der Literatur zeigt, dass die untersuchten Filtersysteme nur geringfügig höheren Emissionsbelastungen ausgesetzt waren.

Die beste Abscheideleistung erreichten elektrostatische Abscheider, welche jedoch die kürzesten Wartungsintervalle erforderten. Faserfiltersysteme erzielten mittlere Abscheidegrade bei geringster Servicehäufigkeit. Bei Sinterelementfiltern wurde das Maximum der Aerosolabscheidung am Ende des Wartungszeitraumes, wenn die Filterelemente beinahe verstopft waren, erreicht. Die höchsten Reingaskonzentrationen an KSS Aerosol unmittelbar nach erfolgter Filterwartung wurden an Zentrifugalkraftabscheidern gemessen.

Die Prozessbedingungen an den untersuchten Bearbeitungsplätzen waren stark unterschiedlich und nicht charakteristisch für den Typ des Metallbearbeitungsverfahrens. Neben dem Typ des Nebelabscheidersystems sind vor allem die Eigenschaften des verwendeten KSS, die KSS Konzentration in der Absaugluft vor dem Abscheider und die tägliche Betriebsstundenzahl für die erforderliche Wartungshäufigkeit des Filtersystems von besonderer Bedeutung. Darüber hinaus hat auch die Frequenz spezieller Arbeitsgänge, bspw. Schruppen an Anwendungen die nicht-wassermischbare KSS einsetzen, die Höhe von Feststoffbelastungen in der Absaugluft, bspw. bei Schleifprozessen, und die Gestaltung der Emissionserfassung einen großen Einfluss.

Die Ergebnisse der Untersuchungen bestätigen, dass nur ein Maßnahmensystem, basierend auf einer ganzheitlichen Betrachtung aller Komponenten der Prozesskonfiguration, die Einhaltung der bestehenden Grenzwerte innerhalb wirtschaftlicher Grenzen möglich macht.

## **Recirculation of ventilated air after separating MWF emissions requires correctly maintained filtering equipment**

Metalworking fluids (MWFs) are essential process materials for any kind of metalworking and metal

treatment application. Due to their hazardous chemical nature the use of MWFs has a considerable im-

pact on exposed employees, but also on machining equipment and the environment. MWF aerosol and vapour emissions into the work space are usually limited by machine enclosures as well as suction plants. 90% of the systems installed recirculate ventilated air back into the work room after demisting. Preventing the process from becoming a serious source of airborne MWF exposure itself requires high-performance filtering systems. The aim of this work was to investigate changes in demister performance with maintenance time.

Within this field study, investigations were performed in four metalworking industries covering 11 different demister products (electrostatic precipitators, fibre filters, sinter plate element demisters and centrifugal force separators). The filters were installed at 16 metal machining processes including milling, turning, drilling and grinding applications. The assessment of the filtering equipment was based on upstream and downstream measurements of MWF aerosol and vapour loads, immediately before and after servicing. Concentrations were measured using isokinetic sampling according to BIA 3110 and VDI 2066. In addition, all relevant data about the process investigated, including metalworking application, machine enclosure, suction plant and details about the demister maintenance programme, were considered in the analysis. Personal sampling of the present workplace concentration was not included.

The measurements identify recirculation of ventilated air back into the work room as a major source of workplace exposure to airborne MWF. Only half of the filters investigated were capable of achieving less than  $1 \text{ mg/m}^3$  for the MWF aerosol and  $20 \text{ mg/m}^3$  for the sum of MWF aerosol and vapour,

respectively, in the exhaust duct. None of the filter systems reached the German threshold limit value for work room recirculation of  $2 \text{ mg/m}^3$  for the sum of MWF aerosol and vapour load at any time – even immediately after servicing. A comparison with data found in the literature shows that the demisters investigated in this field study were responsible for slightly higher upstream MWF emission loads.

The best separation performance was achieved by electrostatic precipitators, which involved the highest maintenance rates. Fibre demisters showed medium separation efficiencies at the lowest servicing rates. Sinter plate element filters retained the highest amount of aerosols at the end of the maintenance interval when they were nearly clogged. The highest downstream MWF aerosol loads after servicing were measured at centrifugal force separators.

The process conditions at the sites investigated differed greatly and were not characteristic regarding the type of the metal working application. Besides the type of demister system, the type of MWF in use, the liquid load in the upstream duct, and the running time of the suction plant were identified as most relevant for the maintenance rate of the filtering equipment. In addition, the frequency of particular operating cycles, e.g. rough work at processes using straight oils for lubrication, the occurrence of high solid particle concentrations in the ventilated air, e.g. at grinding processes, and the individual arrangement to capture the emissions was found to be highly relevant.

From the results, it is clear that only an integrated approach which includes measures covering the complete process configuration can meet occupational health and safety requirements within economic limitations.



## **Influence de l'humidité des roches sur l'empoussièremment et mise en pratique d'un ensemble de mesures techniques de lutte contre les poussières dans les mines à ciel ouvert**

Dans le but d'approfondir notre connaissance de l'influence de l'humidité des roches sur l'empoussièremment lors des travaux miniers, des essais ont été réalisés dans différents bassins miniers. L'attention s'est en particulier portée sur les effets liés à la baisse de l'empoussièremment avec l'augmentation du taux d'humidité des roches. Une hypothèse a été avancée concernant la proportionnalité des taux d'empoussièremment à l'humidité relative des roches. Sur cette base, des formules nouvelles exprimant cette proportionnalité ont été proposées. La recherche théorique et les essais effectués en laboratoire,

dans des carrières à ciel ouvert et dans une usine de traitement des sels de potassium ont confirmé une bonne corrélation entre les formules théoriques et les résultats pratiques. Cela a permis d'élaborer un ensemble de moyens techniques de lutte contre les poussières d'une efficacité de l'ordre de 90-92 %. Cet ensemble se fonde sur l'humidification préalable des roches lors des travaux miniers, l'utilisation de mousse à expansion élevée pour encoffrer les sources de pollution et la ventilation conventionnelle des zones de travail de l'usine de traitement.

## **Einfluss der Gesteinsfeuchte auf die Staubbildung und praktische Staubbekämpfungsmaßnahmen am Abbauort**

Zur Vertiefung unserer Kenntnisse über den Einfluss der Gesteinsfeuchte auf die Staubbildungsraten bei Bergbauarbeiten wurde in verschiedenen Bergbaurevieren eine Reihe von Versuchen durchgeführt. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Untersuchung der Abnahme der Staubkonzentration in der Atemluft mit steigender Gesteinsfeuchte. Als Arbeitshypothese wurde ein umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen der Staubbildungsrate und der relativen Feuchte des Gesteins angenommen. Auf dieser Grundlage wurden mathematische Gleichungen zur Beschreibung dieses Verhältnisses vorgeschlagen. Theoretische Überlegungen und Versuche

in Laboratorien, im Tagebau und einer Aufbereitungsanlage für Kaliumsalze haben die gute Korrelation zwischen dem mathematischen Ansatz und den praktischen Ergebnissen am Arbeitsplatz bestätigt. Auf dieser Basis konnten Methoden zur Staubbekämpfung mit einem Wirkungsgrad von etwa 90-92% erarbeitet werden. Die Maßnahmen beinhalten die Befeuchtung des Gesteins vor Bergbauarbeiten, die Verwendung von Leichtschaum zur Einschließung von Staubquellen und als dritte Stufe generell die Belüftung von Arbeitsplätzen in Aufbereitungsanlagen.

## **The influence of rock humidity on dust content and development of efficient technical measures for dust control in open-cast mining**

In order to improve our knowledge of the influence of rock moistening on dust content during mining operations, a series of experiments have been carried out in different ore fields. Attention is paid to study the effect of dust concentration decrease in ambient air with increasing of moistening of mining rocks. The hypothesis of inverse proportionality of dustiness to the relative humidity of rocks has been made, and theoretical equations describing this effect have been proposed. The theoretical research and experiments performed in the laboratory, open pit mining

and a potassium salt dressing plant, confirmed a good correlation between the theoretical equations and practical results obtained in working conditions. On the basis of these findings a dust control complex with a dust suppression efficiency of about 90% to 92% has been developed. It includes the preliminary humidification of mining rocks, the use of high-expansion foam to enclose dust sources, and general ventilation of working areas in the dressing plant.

## Mesures de prévention des risques pour la santé liés à l'utilisation de poudre antimaculage dans l'impression offset à feuilles

**Situation initiale :** Les poudres antimaculage sont utilisées, dans le procédé d'impression offset à feuilles, pour prévenir les problèmes liés à l'humidité de l'encre à la sortie des feuilles.

Ces poudres sont constituées d'amidon, de carbonate de calcium ou de sucre, la taille médiane des particules variant entre 10 et 50 µm. La répartition granulométrique est très variable selon les fabricants.

Véhiculée par l'air de transport des feuilles, la poudre antimaculage est appliquée dans la presse, entre le dernier groupe d'impression et la sortie des feuilles. Différents facteurs peuvent conduire à ce que cette procédure entraîne un empoussièrément relativement important des postes de travail.

Les risques suivants peuvent en résulter :

- Risque d'incendie et d'explosion, lorsque la poudre se dépose dans le local et sur la machine
- Effets sur l'homme, en particulier du fait de l'action mécanique des particules déposées dans les alvéoles pulmonaires (bronchite chronique).

De plus, on peut observer des effets biologiques dus aux spores de moisissures (fièvre des humidificateurs), dans le cas des poudres constituées d'amidon, qui tient lieu de milieu nutritif, ou une action allergisante (asthme du boulanger).

**Etude de la qualité des poudres et de la méthode de poudrage :** Compte tenu des conditions aérodynamiques du poudrage et du mode d'action de la poudre, les particules de taille inférieure à 10 µm ne contribuent pas aux effets utiles de la poudre ; or elles sont pour une large part responsables de l'empoussièrément. En pratique cependant, de grandes quantités de poudre très fine sont utilisées.

Les essais d'impression avec différents types de poudres ont donné les résultats suivants :

- sur les supports imprimés, les poudres relativement grossières n'occasionnent pas de dégâts significativement plus importants que les poudres fines correspondantes
- un pourcentage élevé de particules fines ne se traduit pas par une amélioration de la qualité d'impression
- les poudres contenant un fort pourcentage de particules fines tendent à produire plus de poussières.

**Mesures de prévention :** Un procédé d'impression (utilisation d'encres séchant aux UV) permet de renoncer complètement au poudrage. Le poudrage étant cependant toujours utilisé, on peut recommander les mesures de prévention suivantes :

- réduction du pourcentage de particules fines (< 10 µm)
- réduction de la quantité de poudre utilisée, par optimisation des appareils de poudrage
- réduction des émissions de poudre, grâce à des systèmes de captage
- information et instruction des opérateurs

**Certification par le centre d'essai du Comité technique des industries papetières et graphiques :** Ce centre d'essai a mis au point une méthode de mesure de l'empoussièrément provoqué par les poudres utilisées sur les presses offset à feuilles. Il a établi des critères dont le respect permet la certification des machines comme faiblement polluantes. Ces critères sont d'ores et déjà respectés par deux constructeurs.

## Druckbestäubungspuder im Bogenoffsetdruck - Maßnahmen der Prävention gegen gesundheitliche Gefahren

**Die Ausgangslage:** Druckbestäubungspuder werden im Bogenoffsetdruck eingesetzt, um Probleme bei der Bogenauslage durch die feuchte Druckfarbe zu vermeiden. Sie bestehen aus Stärke, Kalziumcarbonat oder Zucker und werden mit unterschiedlichen Medianwerten von 10 bis 50 µm eingesetzt. Dabei ist die Korngrößenverteilung der Puder verschiedener Hersteller durchaus unterschiedlich.

Der Druckbestäubungspuder wird innerhalb der Druckmaschine zwischen letztem Druckwerk und Bogenauslage von Blasluft getragen auf den Druckbogen aufgebracht. Aufgrund verschiedener Einflussfaktoren führt dies zu einer teilweise starken Verstaubung der Arbeitsplätze.

Hieraus können sich im wesentlichen folgende Gefährdungen ergeben:

- Brand- und Explosionsgefahr durch Ablagerungen in Raum und Maschine
- Einwirkungen auf den Menschen, insbesondere in Form von mechanischer Wirkung durch Ablagerung von Partikeln auf den Lungenbläschen (chronische Bronchitis)

Darüberhinaus kann eine biologische Wirkung durch Schimmelpilzsporen mit Druckbestäubungspuder aus Stärke als Nährmedium (Befeuchterlunge) oder eine allergisierende Wirkung (Bäcker-Asthma) auftreten.

**Untersuchung der Puderqualitäten und Bestäubungsverfahren:** Die aerodynamischen Zusammenhänge bei der Druckbestäubung und die Funktionsweise des Puders lassen den Schluss zu, dass feine Puderpartikel unterhalb einer Korngröße von 10 µm nicht zum Nutzeffekt des Druckbestäubungspuders beitragen sowie wesentlich für die Verstaubung der Umgebung verantwortlich sind. In der Praxis werden jedoch häufig sehr feine Puder in großen Mengen eingesetzt.

Druckversuche mit unterschiedlichen Pudern haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Größere Puder rufen keine signifikant schwereren Schäden der Druckerzeugnisse hervor als die jeweils feineren Puder.
- Ein erhöhter Feinkornanteil im Puder führt nicht zu einer Verbesserung der Qualität des Druckerzeugnisses.
- Puder mit einem hohen Feinkornanteil neigen stärker zur Verstaubung.

**Maßnahmen der Prävention:** Durch ein spezielles Verfahren (Druck mit UV-trocknenden Farben) kann

ganz auf den Puder verzichtet werden. Da das herkömmliche Verfahren jedoch auch weiterhin eingesetzt werden wird, sind als geeignete Präventionsmaßnahmen zu empfehlen:

- Reduzierung des Feinkornanteils (< 10 µm)
- Reduzierung der eingesetzten Pudermenge durch Weiterentwicklung der Pudergeräte
- Vermindern von Puderemissionen durch Absauganlagen
- Informationen und Handlungsanleitungen für den Drucker

**Zertifizierung durch die Prüfstelle des Fachausschusses Druck und Papierverarbeitung:** Bei der Prüfstelle des Fachausschusses Druck und Papierverarbeitung wurde ein Verfahren zur Messung der Luftstaubbelastung durch Druckbestäubungspuder an Bogenoffset-Druckmaschinen entwickelt. Es wurden Kriterien festgelegt, deren Einhaltung die Zertifizierung einer Maschine als staubemissionsarm ermöglicht. Diese Kriterien konnten bereits von zwei Maschinenherstellern eingehalten werden.

## Anti set-off spray powders in sheet-fed offset printing - Measures for the prevention of health hazards

**The problem:** Spray powders are used in sheet-fed offset printing to reduce problems in the delivery section caused by humid printing ink. They consist of food starches, calcium carbonate or sugar and are used in various particle diameters ranging from 10 to 50 µm. Anti set-off spray powder is applied to the printed sheet by an air stream that directs the powder. This in combination with several factors leads to the emission of flying powder and the accumulation of dust at the workplace.

The following main hazards can stem from the above mentioned effect:

- fire and explosion hazard caused by dust accumulation in rooms and machinery
- health hazards for the printer; especially chronic bronchitis caused by accumulation of particles in the alveolar area of the airways

Furthermore, there could be biological effects due to the mould using anti set-off spray powder made of food starches as a nourishment ground (humidifier lung) or allergic effects due to sensitisation (baker's asthma).

**Studies on the quality of anti set-off spray powder and on spraying methods:** Aerodynamic effects during powder spraying and the action required of the powder mean that powder particles of diameters less than 10 µm are useless to ensure correct spraying and are the main reason for the accumulation of dust at the workplace. However, in practice, anti set-off spray powders of small particle sizes are used in large amounts. Tests with various powders led to the following results:

- using anti set-off spray powder with increased

particle sizes does not damage the printed sheets more than using spray powder with reduced particle sizes

- the quality of a printing result can not be increased by using spray powder with a higher proportion of small particles; on the contrary, this kind of spray powder causes a greater accumulation of dust at the workplace.

**Preventive measures:** A new technique in offset printing (UV-drying printing ink) does not require the use of anti set-off spray powder. However, as the traditional technique will not disappear in the short term preventive measures are recommended:

- reducing the amount of particles with diameters less than 10 µm
- reducing the amount of powder used by improving the spraying units
- minimisation of powderfly and dust emission by installing an exhaust system
- information and "codes of good practice" for the printer

**Certification by the Testing and certifying centre of the Technical committee of the printing and paper industry:** The Testing and certifying centre of the Technical committee of the printing and paper industry has developed a method for measuring the amount of dust in the air at the workplace caused by the anti set-off spray powder used in sheet-fed offset printing presses. The fulfilment of certain criteria leads to the certification of a machine as "low dust emission". These criteria have already been fulfilled by two manufacturers of sheet-fed offset printing presses.

**Réduction de l'exposition aux polluants particuliers  
en milieu de travail**

**Sicherer Umgang mit partikelförmigen Schadstoffen  
aus betrieblicher Sicht**

**Reduction of exposure to particulate pollutants in the workplace**

**Posters / Posterbeiträge**



## **Exposition aux substances dangereuses dans les grandes cuisines. Evaluation et prévention. Influence des systèmes d'amenée d'air sur la concentration de substances dangereuses aux postes de travail et conséquences pratiques**

Dans les cuisines industrielles, les polluants émis lors des opérations de cuisson, friture et passage au grill peuvent présenter des risques pour la santé du personnel. Pour prévenir ces risques, il faut des systèmes efficaces de soufflage et d'extraction d'air.

L'air pollué est évacué par des hottes d'aspiration ou des dispositifs d'extraction en plafond. En raison de la faible action en profondeur de ces éléments, la perturbation du flux thermique qui se forme au-dessus des équipements de cuisson provoque une dispersion des polluants. Une mauvaise conception du système d'apport d'air peut favoriser le renvoi dans les zones de travail de ces polluants non captés.

Dans le cadre d'un projet FSA, on a étudié en conditions réalistes l'influence de différents systèmes d'apport d'air sur la concentration des polluants aux postes de travail. C'est l'écoulement laminaire avec bouches d'air à faible induction placées à proximité du sol qui a provoqué la plus faible pollution des zones de travail où se trouvaient des équipements de cuisson, suivi par l'écoulement laminaire avec bou-

ches d'air à faible induction placées au plafond. Dans les conditions expérimentales retenues, c'est avec l'écoulement mixte que l'on a observé la plus forte pollution.

Ces résultats ont été pris en compte dans la directive VDI 2052 "Installations de ventilation pour cuisines". Avec l'écoulement laminaire, qui permet de réduire la pollution, on peut concevoir et réaliser des systèmes travaillant avec de moindres volumes d'air.

Actuellement, on trouve couramment dans le commerce et sur les lieux de travail des bouches d'air en plafond à faible induction et de grandes dimensions. Elles permettent de gagner de la place et, de ce fait, tendent à supplanter les bouches à faible induction situées près du sol. Du fait de leurs caractéristiques particulières d'écoulement et d'installation et des exigences hygiéniques supplémentaires qu'elles impliquent, ces bouches en partie basse nécessitent une réflexion approfondie au cas par cas. Des exemples de réalisation sont présentés.

## **Gefahrstoffe in gewerblichen Küchen – Ermittlung und Prävention. Einfluss der Zuluftführung auf die Schadstoffbelastung von Arbeitsplätzen in gewerblichen Küchen und praktische Umsetzung**

Die bei den Koch-, Brat-, Grill- und Frittierprozessen entstehenden Schadstoffe können für das in gewerblichen Küchen arbeitende Personal ein Gesundheitsrisiko darstellen.

Als Präventionsmaßnahme bietet sich die wirksame Be- und Entlüftung der Küche an.

Die Entlüftung erfolgt über Küchenlüftungshauben bzw. Küchenlüftungsdecken. Wegen der geringen Tiefenwirkung dieser Erfassungselemente führt eine Störung des sich über den Kochgeräten ausbildenden Thermikstromes zu einer Ausspülung von Schadstofflasten. Durch die Art der Belüftung, d.h. Zuluft-einbringung, kann der Rücktransport dieser nicht erfassten Schadstofflasten in die Arbeitsbereiche beeinflusst werden.

Im Rahmen eines FSA-Projektes wurde der Einfluss verschiedener Zuluftführungen auf die Schadstoffbelastung von Arbeitsplätzen unter praxisnahen Versuchsbedingungen untersucht. Schichtenströmung mit induktionsarmen bodennahen Luftauslässen führte zur geringsten Schadstoffbelastung der den

Kochgeräten zugeordneten Arbeitsbereiche, gefolgt von Schichtenströmung mit induktionsarmen Deckenluftauslässen. Mischströmung führte unter den Versuchsbedingungen zu den vergleichsweise höchsten Belastungen der Arbeitsbereiche.

Diese Ergebnisse fanden auch ihren Niederschlag in der VDI-Richtlinie 2052 „Raumlufttechnische Anlagen für Küchen“. Wegen der lastmindernden Wirkung der Schichtenströmung kann mit reduzierten Luftmengen geplant und ausgelegt werden.

Induktionsarme großflächige Deckenluftauslässe werden in der Praxis mittlerweile standardmäßig angeboten und eingesetzt. Wegen der platzsparenden Unterbringung in der Decke haben sich diese gegenüber induktionsarmen bodennahen Luftauslässen durchgesetzt. Induktionsarme bodennahe Luftauslässe erfordern wegen deren besonderer Ausström- und Aufstellcharakteristika, sowie zusätzlicher hygienischer Anforderungen detaillierter Überlegungen im Einzelfall. Ausführungsbeispiele werden dargestellt.

## **Dangerous substances in commercial kitchens.**

### **Assessment and preventive measures. Influence of supply air systems on dangerous substance concentrations at workplaces in commercial kitchens and practical application**

Dangerous substances generated during the cooking, frying and grilling processes may present a health risk for the personnel of commercial kitchens. Effective ventilation systems are an important preventive measure.

Exhaust air is drawn off by kitchen air extraction hoods or air extraction ceilings. Due to the low penetrative effect of these elements, a disturbance of the thermal flow above the kitchen appliances leads to distribution of pollutants. Even though undesired, these pollutants may be carried back into the working areas by an inadequate supply air system.

The influence of several different supply air systems on hazardous substance concentrations was examined under practical conditions within a FSA project. Displacement ventilation with low-induction air outlets close to floor level was found to produce the lowest concentration of hazardous substances in the

working areas of the kitchen appliances, followed by displacement ventilation with low-induction ceiling outlets. Mixed ventilation led to the highest concentrations in the working areas under experimental conditions.

These results have been considered in Guideline VDI 2052 "Ventilation equipment for kitchens". Due to the load-reducing effect of displacement ventilation we can now calculate with less air.

Low-induction large-sized ceiling outlets have become standard in practical use in the meantime. Because they are very space-saving they have won through against low-induction outlets close to floor level. Low-induction outlets integrated into the floor demand very detailed and individual planning as well as additional hygienic requirements because of their particular emission and installation features. Practical examples are shown.

*D. BRAUN, K. DRYSCH, A. WALTER, F.W. SCHMAHL, Universitätsklinikum Tübingen, Institut für Arbeits-, Mund- und Kieferheilkunde, Wilhelmstraße 27, D-72074 Tübingen, Deutschland*

*W. LINDEMANN, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Tübingen, Wilhelmstraße 27, D-72074 Tübingen, Deutschland*

## **Efficacité des systèmes d'aspiration localisée des poussières dans les laboratoires dentaires**

**Introduction** : Les prothésistes dentaires sont exposés à toutes sortes d'aérosols : poussières d'acrylates, de quartz et de céramique, poussières de métaux et d'alliages métalliques. Les dermites de contact et les affections respiratoires (y compris des pneumoconioses) sont des maladies professionnelles fréquentes chez les prothésistes. Compte tenu des opérations d'enlèvement de matière pratiquées (meulage, polissage, sablage), l'émission de poussières ne peut être entièrement évitée au poste de travail. La plupart des poussières émises ont des propriétés toxiques, fibrogènes, cancérogènes, irritantes et/ou allergisantes ; l'exposition est le plus souvent combinée. Un captage efficace à proximité de la source a donc une grande importance pour la prévention des maladies. L'étude a porté sur la conception technique, l'efficacité et la maintenance des systèmes d'aspiration localisée dans les conditions habituellement rencontrées aux postes de travail des prothésistes dentaires.

**Méthode** : On a étudié l'efficacité des systèmes d'aspiration localisée dans un laboratoire privé et un laboratoire universitaire, en mesurant la vitesse d'air à différentes distances de la buse d'aspiration. Les résultats ont été comparés avec les valeurs de référence correspondantes, établies par le BIA (institut de sécurité du travail des caisses allemandes d'assurance accident) dans des conditions standardisées.

**Résultats** : L'étude a porté sur 36 systèmes d'aspiration localisée différant par leur équipement technique, leur état de maintenance et leur année de fabrication. Dans un laboratoire, un quart seulement des postes de travail étaient équipés d'une aspiration locale, dans l'autre tous en étaient équipés. L'efficacité de près de la moitié des systèmes était inférieure à la

valeur de référence la plus basse établie par le BIA pour une distance de 100 mm par rapport au point d'émission. Les manquements les plus fréquents étaient les suivants : sacs de récupération des poussières trop pleins, dépôt de poussières et de corps étrangers sur les grilles de ventilation et dans les conduits d'extraction d'air, canalisations bouchées, cassettes filtrantes endommagées. Une baisse de vitesse d'air n'était pas identifiée à son début par les capteurs de pression différentielle ; ce n'est que lorsque le circuit d'air était complètement bloqué que le système se mettait à l'arrêt. Le personnel de laboratoire et les personnes qui ont effectué les mesures ont pu remédier à la plupart des manquements techniques constatés. Un programme de maintenance détaillé a alors été mis en place : un simple anémomètre est utilisé pour contrôler la vitesse d'air selon un planning préétabli, et les valeurs relevées sont documentées. Lorsque la vitesse d'air à 100 mm de distance descend sous la valeur critique de 0,2 m/s, les sacs de récupération de poussières doivent être changés et le circuit de passage de l'air doit être entièrement vérifié.

**Conclusion** : En ce qui concerne l'état des dispositifs d'aspiration, des défauts considérables ont été constatés dans les laboratoires sur lesquels a porté l'étude. Aux postes des prothésistes dentaires, l'aspiration localisée est habituellement la seule mesure de prévention applicable, en dehors des mesures de protection individuelle. La prévention de l'exposition à toute une série de poussières inhalables potentiellement dangereuses et de la contamination cutanée par les particules les plus lourdes ne peut être assurée que par des systèmes d'aspiration très performants, faisant l'objet d'une maintenance régulière.

## **Wirkungsgrad lokaler Absaugungen in zahntechnischen Laboratorien**

**Einleitung**. Zahntechniker sind gegenüber einer Vielzahl von Aerosolen wie Acrylat-, Quarz- und Keramikstäuben sowie Stäuben von Metallen und Metalllegierungen ausgesetzt. Kontaktdermatitiden und Erkrankungen der Atemorgane einschließlich Pneumokoniosen sind häufige arbeitsbedingte Erkrankungen bei Zahntechnikern. Bedingt durch materialabtragende Arbeiten wie Schleifen, Polieren und Sandstrahlen kann eine Emission von Stäuben in die Arbeitsplatzumgebung nicht völlig vermieden

werden. Der Großteil der Stäube hat toxische, fibrogene, karzinogene, irritative und allergene Eigenschaften und tritt meist als Kombinationsbelastung auf. Die wirksame Exfiltration der Stäube nahe der Emissionsquelle ist daher von großer Bedeutung für die Krankheitsprävention. Ziel der Studie war die Ermittlung von technischer Ausstattung, Wirkungsgrad und Wartungszustand lokaler Absaugungen an Arbeitsplätzen von Zahntechnikern unter Routinebedingungen.



**Methodik.** Der Wirkungsgrad lokaler Absaugungen in einem gewerblichen und einem universitären Dentallabor wurde mittels Messung der Luftgeschwindigkeit in unterschiedlichen Entfernungen zum Ansaugrüssel untersucht. Die Ergebnisse wurden mit entsprechenden Referenzwerten, die unter standardisierten Bedingungen durch das BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, Sankt Augustin, Deutschland) ermittelt worden waren, verglichen.

**Ergebnisse.** 36 Einzelplatzabsaugungen mit unterschiedlicher technischer Ausstattung und unterschiedlichem Wartungszustand und Herstellungsjahr wurden untersucht. In einem Dentallabor waren nur ein Viertel der Arbeitsplätze, im anderen Labor alle Arbeitsplätze mit einer lokalen Absaugung ausgestattet. Der Wirkungsgrad von etwa der Hälfte der untersuchten Systeme lag unter dem niedrigsten BIA-Referenzwert für eine 100 mm Arbeitsentfernung. Häufige Mängel waren: überfüllte Staubfangsäcke, Fremdkörper- und Staubablagerungen in den Lüftungsgittern und Abluftkanälen, verstopfte Rohrleitungen und beschädigte Filterkassetten. Ein beginnender Abfall der Luftgeschwindigkeit wurde von den Differenzdrucksensoren nicht erkannt, erst

bei vollständig blockiertem Luftstrom schaltete sich das System ab. Die meisten technischen Mängel konnten durch das Labor- und Messpersonal behoben werden. Als Konsequenz wurde ein detailliertes Wartungskonzept eingeführt: Mit einem einfachen Anemometer wird eine regelmäßige Kontrolle der Luftgeschwindigkeit nach Plan durchgeführt, die Werte werden dokumentiert. Wenn die Luftgeschwindigkeit in 100 mm Entfernung unter einen kritischen Wert von 0,2 m/sec fällt, müssen die Staubfangsäcke ausgetauscht und die luftführenden Teile komplett überprüft werden.

**Schlussfolgerung.** Die Studie deckte erhebliche Mängel am Zustand der Absaugungen in den untersuchten zahntechnischen Laboratorien auf. An einem normalen Zahntechnikerarbeitsplatz ist eine lokale Absaugung die einzige verfügbare – nicht persönliche – Arbeitsschutzmaßnahme. Deswegen kann die Prävention der Exposition gegenüber einer Vielfalt von einatembaren, potenziell gesundheitsgefährdenden Stäuben als auch der Hautkontamination durch schwerere Partikel nur durch ein hoch wirksames und kontinuierlich gewartetes System sichergestellt werden.

## Efficiency of local dust extraction systems in dental laboratories

**Introduction.** Dental technicians are exposed to various air contaminants such as dusts from acrylic plastics, silica, ceramics, and pure and alloyed metals. Diseases of the respiratory system, including pneumoconiosis, and contact dermatitis, are frequent work-related diseases in dental technicians. Due to the grinding, polishing and sand-blasting activities involved, the emission of dusts into the workplace environment cannot be completely avoided. Most of the dusts are toxic, fibrogenic, carcinogenic, irritative, and/or allergenic, and usually of multiple hazardous nature. Efficient extraction of the dusts close to the emission source is of great importance for disease prevention. The aim of the study was to obtain data on the technical performance, effectiveness and state of maintenance of local exhaust systems at dental technicians' workplaces under routine conditions.

**Methods.** The efficiency of local dust extraction systems at a private and a university dental laboratory was investigated by air velocity measurements at various distances from the suction nozzle. The results were compared to reference systems tested under standardised conditions by the BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, Sankt Augustin, Germany).

**Results.** 36 single filter exhaust systems, different in technical performance, state of maintenance and year of construction, were investigated. Only a quarter of all workplaces were equipped with a local exhaust system in one dental laboratory, against all

workplaces in the other laboratory. The efficiency of about half of the systems investigated was under the lowest BIA reference value for a 100 mm working distance. Frequent sources of failure were: overfilled dust collecting filter bags, material and particle deposits in air grilles and exhaust air ducts, clogged air pipes, and damaged filter cassettes. Pressure sensing devices did not indicate the start of a fall in air velocity; only in the case of a totally blocked air stream was the system switched off. Most of the technical defects could have been repaired by the laboratory and measuring personnel. As a result, a detailed maintenance concept was introduced. Using only a simple anemometer, a regular verification of the air flow is performed and recorded. If the air velocity at a distance of 100 mm falls below a critical value of 0.2 m/sec, the filter bags have to be exchanged and the system completely checked.

**Conclusion.** The study revealed a considerable number of defects on the local exhaust systems in the dental laboratories investigated. At a typical dental technician's workplace the local dust extracting system is the only - non-personal - protective device available. Prevention of exposure to a diversity of inhalable particulate hazards as well as to skin contamination by heavier particles can therefore only be ensured by a highly efficient and continuously maintained system.

## **Des solutions techniques visant à réduire les concentrations de substances nocives en milieu de travail**

Peu promue par les médias et insuffisamment soutenue par les pouvoirs publics, la recherche roumaine dans le domaine de la protection de la vie et de la santé a réussi à survivre et à obtenir la reconnaissance mondiale au plus haut niveau. On peut ainsi mentionner toute une série de succès enregistrés par l'Institut National de Recherche et de Développement pour la Sécurité du Travail à Genève, Budapest et Londres à l'occasion des manifestations internationales qui ont eu lieu cette année et qui ont intéressé le monde scientifique et le monde des affaires. Cette année, aux foires de Genève et de Budapest, une médaille d'argent a été décernée au brevet concernant le "filtre humide à mousse". Ce filtre combine le principe de la colonne d'absorption et celui d'un cyclone de dépolluage utilisé pour la rétention et la récupération éventuelle des poussières

fines et pour la rétention et la neutralisation des gaz résiduels. A la Foire Internationale des Inventions organisée à Londres par la BBC, la recherche roumaine a obtenu la médaille d'or pour le brevet concernant la "colonne d'absorption pour les gaz résiduels avec des concentrations réduites d'oxydes d'azote". La solution technique proposée permet la neutralisation des oxydes d'azote à des concentrations réduites sans transfert d'agents polluants vers d'autres secteurs de l'environnement, avec possibilité d'obtenir des sous-produits récupérables. L'originalité des solutions techniques proposées a été appréciée, tout comme le souci de protéger les êtres humains et l'environnement. Cette conception unitaire constitue l'image de marque de l'Institut National de Recherche et de Développement pour la Sécurité au Travail.

## **Technische Lösungen zur Schadstoffminderung am Arbeitsplatz**

Die in den Medien kaum bekannte und von den Behörden unzureichend unterstützte rumänische Forschung auf dem Gebiet des Schutzes des Lebens und der menschlichen Gesundheit hat es verstanden zu überleben und sich auf höchster Ebene weltweite Anerkennung zu sichern.

So ist an eine ganze Reihe von Erfolgen zu erinnern, die dem Nationalen Institut für Forschung und Entwicklung im Arbeitsschutz in Genf, Budapest und London bei internationalen Veranstaltungen, die in diesem Jahr stattfanden, vorgelegt wurden und bei der gesamten wissenschaftlichen Fachwelt, wie auch bei der Wirtschaft, auf Interesse gestoßen sind.

Auf den diesjährigen Messen in Genf und Budapest erhielt das Patent über den "Feuchtschaumfilter" eine Silbermedaille.

Dieser Filter vereint das Prinzip einer Absorptionskolonne mit dem eines Entstaubungszyklons und kann sowohl zum Rückhalten von Feinstäuben (einschließlich einer möglichen Rückgewinnung) als

auch zum Rückhalten und zur Neutralisation von Restgasen verwendet werden.

Auf der von der BBC veranstalteten Internationalen Erfindermesse in London erhielt die rumänische Forschung die Goldmedaille für das Patent der "Absorptionssäule für Restgase mit geringen Stickoxidkonzentrationen".

Die dabei vorgeschlagene technische Lösung ermöglicht die Neutralisation der Stickoxide in geringen Konzentrationen ohne Übertragung von Schadstoffen auf andere Umweltfaktoren und gestattet außerdem die Gewinnung recycelbarer Nebenprodukte. Die Originalität der technischen Lösungen fand genauso viel Anklang wie die Bemühungen um den Schutz der Menschen und der Umwelt. Das diese beiden Konzepte verbindende ganzheitliche Denken entspricht den Grundvorstellungen des Nationalen Instituts für Forschung und Entwicklung im Arbeitsschutz.

## **Technical solutions aimed at reducing the concentration of harmful substances in the work environment**

Receiving little coverage in the media and inadequately supported by the public authorities, Romanian research in the field of the protection of human life and health has nevertheless managed to survive and to obtain world recognition at the highest level. Worthy of mention in this respect is the string of

successes recorded by the Romanian National research and development institute for Labour protection in Geneva, Budapest and London at the international events that took place this year, and which caught the interest of the scientific and business communities alike.

This year, a silver medal was awarded to the patent concerning the “wet foam filter” at the Geneva and Budapest exhibitions. This filter combines the principle of the absorption column and that of a dust removal cyclone used both to collect and possibly recover the fine dust and to collect and neutralise the residual gases. At the International exhibition of inventions organised in London by the BBC, Romanian research obtained the gold medal for the patent concerning the “absorption column for residual gases with reduced nitrogen oxide concentrations”.

The technical solution proposed allows neutralisation of nitrogen oxides at reduced concentrations without transferring polluting agents to other sectors of the environment, and offers the possibility of obtaining recoverable by-products.

The originality of the technical solutions proposed was appreciated, as was the concern to protect both human life and the environment. This dual concern is characteristic of the approach adopted by the National research and development institute for Labour protection.

## **Comportement en service de filtres haute efficacité décolmatables pendant la filtration de silice pyrogénée**

Le problème de la filtration des poussières ultrafines alvéolaires n'est pas résolu à l'échelle industrielle. Or, il est aujourd'hui établi que même des matériaux chimiquement inertes peuvent avoir une action toxique lorsqu'ils se présentent sous forme de particules ultrafines ; une attention croissante doit par conséquent être accordée aux particules de taille inférieure à 100 nm. Cette nouvelle donnée a conduit dernièrement à fixer des exigences plus sévères en matière d'émissions de particules et à exiger la mise en œuvre de techniques de filtration adaptées pour les poussières nanométriques. Les performances exceptionnelles des filtres à particules, associées à un nouveau système de décolmatage, les prédestinent à être utilisés pour la filtration industrielle des poussières fines.

Dans ce contexte, des tests ont été réalisés à l'échelle pilote sur un nouveau module filtrant décolmatable appartenant à la classe de filtres H13. Le système de filtration, constitué de modules filtrants haute capacité à base de fibres artificielles, sans dispositif d'es-

placement, fait appel à une technique de décolmatage particulière. Les modules filtrants, empilés verticalement, peuvent être décolmatés en ligne. La nouvelle technique mise en œuvre assure un décolmatage intensif avec un faible flux d'air et une faible consommation d'énergie.

Pour les tests, on a utilisé comme poussière ultrafine une silice pyrogénée, à savoir un dioxyde de silicium hautement dispersé constitué, dans sa forme pulvérolente, de particules élémentaires de taille moyenne égale à 12 nm environ, avec une surface BET de  $200 \pm 25 \text{ m}^2/\text{g}$ . On a étudié le comportement en service de l'ensemble du système en établissant les variations de pression différentielle en fonction de la vitesse d'arrivée de l'air, de l'intensité du décolmatage et du moment où celui-ci intervient. Les caractéristiques de la poussière et les performances du filtre ont été établies d'après les concentrations en amont et en aval du filtre et les distributions du nombre de particules par taille.

## **Betriebsverhalten abreinigbarer Schwebstofffilter bei der Filtration von pyrogener Kieselsäure**

Die effiziente Abscheidung ultrafeiner, lungengängiger Feinstäube ist bisher großtechnisch nicht gelöst. Insbesondere dem Größenbereich mit Durchmessern kleiner als 100 nm kommt in Zukunft immer mehr Bedeutung zu, da selbst chemisch träge Materialien, die als ultrafeine Partikel vorliegen, toxisch wirken können. Die Neubewertung dieser Tatsache führte in jüngster Vergangenheit zu verschärften Partikelimmissionsstandards, denen mit angepasster Rückhaltetechnik von Stäuben im Nanometerbereich entsprochen werden muss. Die außerordentliche Abscheideleistung von Schwebstofffiltern in Verbindung mit einem neuartigen Abreinigungssystem prädestinieren diese für die industrielle Filtration von Feinstäuben.

Dazu wurde ein neuentwickeltes, abreinigbares Schwebstofffiltermodul der Filterklasse H13 im Pilotmaßstab getestet. Das Filtersystem besteht aus hochbelastbaren, abstandshalterlosen Schwebstofffiltermodulen auf Kunstfaserbasis und einer speziell

angepassten Abreinigungstechnik. Die Filtermodule sind vertikal übereinander angeordnet und können online abgereinigt werden. Kennzeichen der neuen, angekoppelten Abreinigungstechnik ist eine hohe Abreinigungsintensität bei niedrigem Spülluft und Energieverbrauch.

Als praxisrelevanter ultrafeiner Teststaub wurde pyrogene Kieselsäure verwendet, ein hochdisperses Siliciumdioxid, das als Pulver mit mittlerer Primärteilchengröße von ca. 12 nm und einer BET-Oberfläche von  $200 \pm 25 \text{ m}^2/\text{g}$  vorliegt. Untersucht wurde das Betriebsverhalten des gesamten Systems anhand des Differenzdruckverlaufes unter Variation der Parameter Anströmgeschwindigkeit, Abreinigungsintensität und Abreinigungszeitpunkt. Zur Erfassung von Teststaubeigenschaften und Abscheideleistung wurden die Roh- und Reingaskonzentration sowie die Anzahlhäufigkeitsverteilung bestimmt.

## Recleanable HEPA filters during the filtration of pyrogenic silicic acid

Efficient separation of ultrafine respirable dusts has not yet been achieved on a large technical scale. In particular, diameter ranges smaller than 100 nm will gain importance in the future, as even chemically inert materials in the form of ultrafine particles may have a toxic effect. Recently, a re-evaluation of this fact led to stricter particle emission standards. To comply with these standards, an appropriate technology for the collection of dusts in the nanometer range is required. The extraordinary separation efficiency of HEPA filters in combination with a novel cleaning system makes them the natural choice for the industrial filtration of fine dusts.

A newly developed, cleanable HEPA filter model of the filter category H13 has been tested on a pilot scale. The filter system consists of highly loadable, spacer-free HEPA filter modules based on plastic fi-

bers and a specially adapted cleaning technology. The filter modules are arranged vertically and may be cleaned online. The new, coupled cleaning technology is characterised by a high cleaning intensity with low cleaning air and energy consumption.

A highly dispersed silica, pyrogenic silicic acid, was used for the tests; this is a powder with a mean primary particle size of about 12 nm and BET surface area of  $200 \pm 25 \text{ m}^2/\text{g}$ . The operating behaviour of the entire system was investigated on the basis of the differential pressure behaviour at variable face flow velocities, cleaning intensities, and cleaning times. To determine the test dust properties and separation efficiencies, the raw and clean gas concentrations and the frequency distributions were determined.

## Dispositifs de captage des poussières de bois - Règles de sécurité du travail

**Evaluation de la zone de travail :** En Autriche, les dispositions relatives à la sécurité et à la santé au travail ont été adaptées à celles de l'espace économique européen par la loi sur la protection des salarié(e)s (AschG, ArbeitnehmerInnenschutzgesetz). Depuis quelques années, les exigences en matière d'évaluation des postes de travail sont au centre des discussions. Pour certains, il s'agit là d'une démarche lourde et inutile, dont ils ne voient pas l'intérêt.

On tend à l'heure actuelle vers un déplacement des compétences en prévention : moins de pouvoirs publics, plus de responsabilité aux entreprises. Ou, pour reprendre un mot d'ordre trop souvent entendu : moins d'Etat, plus de privé.

**Economie et prévention :** La directive cadre européenne 89/391 pour l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail ne comprend pas seulement des articles de loi, mais aussi un exposé préalable des motifs ayant conduit à l'adoption de la directive. On y explique les objectifs poursuivis par le conseil et le contexte général dans lequel se situent ces objectifs.

Le nombre d'accidents du travail et de maladies professionnelles est considéré comme trop élevé et l'état de la prévention comme insuffisant. On craint par ailleurs que dans le cadre du marché intérieur, une situation de concurrence ne s'instaure au détriment de la sécurité et de la santé au travail, entraînant des charges accrues pour les économies nationales. Il importe que la sécurité et la santé au poste de travail ne soient pas exclusivement subordonnées à des considérations d'ordre microéconomique.

**Captage des poussières et des copeaux de bois :** Le captage doit être systématique en cas d'usinage par enlèvement de matière (travail du bois, utilisation de machines manuelles, postes de meulage manuel, par exemple) :

- La machine (l'installation) doit être si possible encoffrée. Il est en tout état de cause indispensable de capter les poussières (les copeaux) à la source.
- Au niveau de la buse de raccordement à la machine à bois (interface avec le système de captage), la vitesse d'air doit être d'au moins 20 m/s (28 m/s lorsque les copeaux sont humides).
- En cas de recyclage de l'air dans le local de travail, la teneur résiduelle en poussières ne doit pas dépasser 0,2 mg/m<sup>3</sup> (0,1 mg/m<sup>3</sup> en cas d'usinage et de transformation intensifs de bois de hêtre ou de chêne).
- Si l'installation de captage n'est pas conçue pour un fonctionnement simultané de toutes les machines qui y sont raccordées, il doit y avoir des vannes d'isolement actionnables automatiquement.
- Il est recommandé de n'utiliser que des installations de captage ayant satisfait aux essais et portant les marquages suivants :  
H2 pour la séparation de poussières de bois, assurant un respect de la teneur maximale en poussières résiduelles de 0,2 mg/m<sup>3</sup>.  
H3 pour la séparation de poussières de bois, assurant un respect de la teneur maximale en poussières résiduelles de 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

## Absauganlagen für Holzstaub - Grundsätze für sicheres Arbeiten

**Evaluierung der Arbeitsbereiche:** Die Bestimmungen über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit wurden in Österreich durch das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) an den Europäischen Wirtschaftsraum angepasst. Seit mehreren Jahren sorgen die gesetzlichen Grundlagen über die Evaluierung von Arbeitsplätzen in den betroffenen Kreisen für Gesprächsstoff. Der Standpunkt, die Erfüllung dieser Bestimmungen wäre aufwendig und sinnlos, zeigt, dass deren Bedeutung noch zu wenig verstanden wird.

Den angestrebten Veränderungen liegt eine Verlagerung der Kompetenzen im Arbeitnehmerschutz zu Grunde: weg von staatlichen Einrichtungen hin zu einer Zuständigkeit in den Betrieben selbst. Oder, um es mit einem schon allzu oft gehörten Schlagwort auszudrücken: weniger Staat, mehr Privat.

**Arbeitnehmerschutz und Volkswirtschaft:** Die vom Europäischen Rat erlassene Rahmenrichtlinie

89/391 zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer enthält nicht nur den Text in Form der Artikel, sondern ihr vorangestellt auch die Gründe, die zum Erlassen dieser Richtlinie in Erwägung gezogen wurden. Darin wird erläutert, welche Ziele der Rat verfolgte und in welchen systematischen Zusammenhängen diese stehen. Die Zahl der Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten wird als zu hoch betrachtet und der gegenwärtige Stand des Arbeitnehmerschutzes wird als nicht ausreichend bewertet. Als weitere Gefahr wird erkannt, dass im Rahmen des zu erwartenden Binnenmarktes eine Konkurrenzsituation entstehen kann, die zu Lasten der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes geht, wodurch eine höhere Belastung der Volkswirtschaften der einzelnen Staaten hervorgerufen wird. Daraus ergibt sich als Zielsetzung, Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz nicht rein betriebswirtschaftlichen Überlegungen unterzuordnen.

**Absaugung von Holzstaub und Holzspänen:** Absaugung ist grundsätzlich notwendig, und zwar bei allen spanabhebenden Bearbeitungsverfahren, z.B. an Holzbearbeitungsmaschinen, Handmaschinen und Handschleifplätzen:

- Wenn möglich, ist eine Kapselung der Maschine (Anlage) anzustreben. Jedenfalls ist die Erfassung des Staubes (der Späne) direkt an der Entstehungsstelle erforderlich.
- Am Anschlussstutzen der Holzbearbeitungsmaschinen (der Schnittstelle zum Saugleitungssystem) ist eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 20m/s erforderlich, bei feuchten Spänen mindestens 28m/s.
- Bei Luftrückführung in den Arbeitsraum ist ein Reststaubgehalt von max. 0,2 mg/m<sup>3</sup> sicherzu-

stellen, bei erheblichem Umfang der Be- und Verarbeitung von Buchen- und Eichenholz 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

- Wenn die Absauganlage nicht für den gleichzeitigen Betrieb alle angeschlossenen Maschinen ausgelegt ist, müssen Absperrschieber vorhanden sein, die automatisch betätigt werden können.
- Es wird empfohlen, nur geprüfte Absauganlagen einzusetzen. Folgende Prüfzeichen sind geeignet:  
H2 Geeignet zur Abscheidung von Holzstaub, Reststaubgehalt von 0,2 mg/m<sup>3</sup> sicher eingehalten.  
H3 Geeignet zur Abscheidung von Holzstaub, Reststaubgehalt von 0,1 mg/m<sup>3</sup> sicher eingehalten.

## Wood dust extraction systems – Occupational safety principles

### Evaluation of the work zone

The provisions relative to occupational health and safety have been adapted in Austria to those of the European economic area by the law on the protection of employees (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz, AschG). The requirements concerning the evaluation of work stations have been the focal point of discussions for a number of years. Certain consider it a complex and useless task and therefore see no advantage.

At the present time, there is a tendency towards a shift in prevention competence: less on the part of the public authorities, more responsibility on firms. Or, to quote a phrase that is too often heard: less state and more private sector intervention.

### Economy and prevention

European framework directive 89/391 intended to improve the health and safety of workers in their occupational setting includes not only legal texts but also an introductory review of the motives leading to the adoption of the directive. The objectives pursued by the Council and the general context and scope of these objectives are explained.

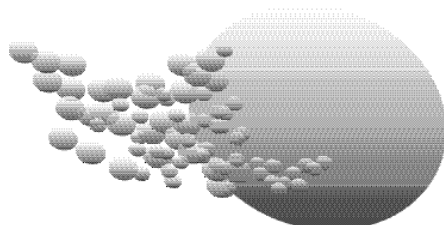
The number of work accidents and occupational diseases is considered too high and the state of prevention inadequate. It is, furthermore, feared that within the context of the internal market, a situation of competition may develop to the detriment of health and safety at work, leading to increased costs for national economies. It is important that health and

safety at the work station is not exclusively subordinate to micro-economic considerations.

### Wood shaving and dust extraction

Extraction must be systematic in the case of machining by removal of the material (e.g. woodworking, use of hand-held tools, manual grinding stations):

- . The machine (plant) must, if possible, be enclosed. Whatever the case, dust (and shavings) must be extracted at source.
- . At the outlet coupling of woodworking machines (interface with the extraction system), air velocity must be at least 20 m/s (28 m/s when the shavings are damp).
- . In the case of recirculation of air in the workshop, the residual dust content must not exceed 0.2 mg/m<sup>3</sup> (0.1 mg/m<sup>3</sup> in the case of intensive machining and processing of beech or oak wood).
- . If the extraction plant has not been designed for simultaneous operation with all the machines coupled to it, automatically-controlled stop valves must be fitted.
- . Only extraction plants having satisfactorily undergone testing and bearing the following marks should be used:  
H2 for separation of wood dusts, ensuring respect of a maximum residual dust content of 0.2 mg/m<sup>3</sup>.  
H3 for separation of wood dusts, ensuring respect of a maximum residual dust content of 0.1 mg/m<sup>3</sup>.



**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