

# Österreichische Gesellschaft für Arbeitsmedizin (ÖGA) Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) Gemeinsame wissenschaftliche Jahrestagung

## Vorträge

### Biologische Einwirkungen

#### VI: Geeigneter Atemschutz im Gesundheitsdienst

##### Frank Haamann

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hamburg  
*Atemschutz, Gesundheitsdienst, luftübertragbare Infektionserreger:* Zum Schutz vor luftgetragenen Infektionserregern ist geeignete persönliche Schutzausrüstung zu verwenden. Bisher wurde der herkömmliche Mundschutz (Mund-Nase-Schutz, OP-Maske) verwendet. Der Mundschutz ist jedoch keine geeignete persönliche Schutzausrüstung. Zur Prävention der Inkorporation einatembarer Krankheitserreger sind nur filtrierende, am Gesicht anliegende Atemschutzmasken (z. B. FFP2) oder andere Atemschutzgeräte mit filtrierender Wirkung geeignet.

*Gefährdungsermittlung:* Nicht immer ist die Verwendung einer FFP2-Filtermaske erforderlich. Deshalb ist – soweit möglich – eine Gefährdungsabschätzung und -bewertung erforderlich. Aus dieser leitet sich dann der geeignete Atemschutz (ggf. auch Schutz der Augenschleimhäute) ab.

Der Atemschutz für die Beschäftigten im Gesundheitsdienst wurde bisher nicht ausreichend beachtet, die Schutzmaßnahmen waren ungenügend. Zur Prävention von Tuberkulose, Grippe oder von SARS ist filtrierender Atemschutz erforderlich. Ein neues Regime im Umgang mit luftgetragenen Erregern ist unerlässlich. Zum Schutz der Beschäftigten wurde ein Gesamtkonzept erarbeitet. Dieses Konzept wird vorgestellt.

Bei Exposition zu Erregern, die in (größeren) Tröpfchen ausgehustet werden, ist die Verwendung des herkömmlichen Mundschutzes möglich, wenn eine Tätigkeit nicht in unmittelbarer Nähe zum Patienten stattfindet (z. B. Essen bringen).

Bei Exposition zu Erregern, die in fein verteilter einatembarer Form (z. B. auf Staub oder in Tröpfchenkernen) auftreten, ist filtrierender Atemschutz unerlässlich! Dazu ist erforderlich zu wissen, welche Krankheitserreger in dieser Form frei werden.

Bei bestimmten Tätigkeiten besteht eine erhöhte Gefährdung für die Beschäftigten: Bei Arbeiten in der unmittelbaren Nähe von Patienten (z. B. beim Bronchoskopieren) sollte daher filtrierender Atemschutz immer verwendet werden, wenn luftgetragene Krankheitserreger auftreten können.

In bestimmten Arbeitsbereichen ist von vornherein eine erhöhte Gefährdung zu vermuten. So sind Beschäftigte in Aufnahmeambulanzen oder Krankenwagenfahrer erhöht exponiert.

Bei Auftreten einer Epidemie mit bekannten, luftgetragenen Infektionserregern sind erhöhte Wachsamkeit und die Verwendung des geeigneten Atemschutzes in besonderem Maße erforderlich.

*Schutzmaßnahmen:* Die Schutzmaßnahmen zum Schutz vor luftgetragenen Krankheitserregern beschränken sich nicht nur auf die Verwendung von Atemschutzmasken. Wirksamen Schutz bietet nur ein Maßnahmenbündel.

#### V2: Welche arbeitsmedizinische Betreuung brauchen Medizinstudenten?

##### Klaus Schmid, Hanka Wallaschofski, Hans Drexler

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg

Die Biostoffverordnung gilt ausdrücklich auch für Studenten. Eine Gefährdungsanalyse ergab, dass Studierende bereits zu Beginn des Studiums Kontakt zu biologischem Material haben (z. B. Krankenpflege- oder Biochemiepraktikum). Aus diesem Grund werden seit Oktober 2002 alle Studenten der Medizinischen Fakultät bei Beginn ihres Studiums arbeitsmedizinisch untersucht.

Als Untersuchungsumfang wurde im Einvernehmen mit der Landesunfallkasse und dem Gewerbeaufsichtsamt ein modifizierter G42 durchgeführt. Die Untersuchung beinhaltet eine ausführliche Anamnese, Impfbuchkontrolle, Hautstatus der Hände, kleines Blutbild und Untersuchungen auf Hepatitis-B- (HBV), Hepatitis-C- (HCV) und, auf Wunsch, HI-Virus. Bisher nichtimmunisierten Studenten wird die kostenlose Impfung gegen HBV angeboten (Kombinationsimpfung gegen HAV und HBV gegen Zuzahlung). Die Studenten erhalten ein Merkblatt über Schutzmaßnahmen, Mutterschutzrichtlinien, Verhalten nach Nadelstichverletzung und allgemein empfohlene Schutzimpfungen.

Im Zeitraum von Oktober 2002 bis Oktober 2003 wurden insgesamt 668 Studenten der Human-, Zahn- bzw. Molekularen Medizin der Universität Erlangen-Nürnberg untersucht. Die Mehrzahl von ihnen (78 %) befand sich in den vorklinischen Semestern (1–4). Zum Untersuchungszeitpunkt waren 60,0 % der Studenten (n = 401) bereits vollständig, weitere 9,1 % (n = 61) unvollständig gegen HBV geimpft. Bei 0,9 % der Studenten (n = 6) konnte eine durchgemachte Hepatitis B festgestellt werden. Von den bereits vollständig gegen HBV geimpften Studenten (n = 401) konnten bei 17 (4,2 %) keine Antikörper gegen HBV nachgewiesen werden, bei weiteren 53 Studenten (13,2 %) wurde ein Antikörpertiter unter 100 IU/l festgestellt. Somit war bei 17,5 % der bereits vollständig gegen HBV geimpften Studenten eine Auffrischungsimpfung erforderlich. Antikörper gegen HCV ließen sich bei 4 Studenten mittels ELISA nachweisen. Der Befund konnte jedoch in keinem Falle bestätigt werden.

Eine im Kindes- oder Jugendalter erfolgte Hepatitisimpfung ist kein Garant für einen ausreichenden Impfschutz. Unsere Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit einer arbeitsmedizinischen Betreuung der Medizinstudenten. Die Untersuchung sollte zu Beginn des Studiums erfolgen.

### V3: Auffällige Befunde in der Hepatitisserologie bei Kompostwerkern

Jürgen Büniger<sup>1</sup>, Bernhard Schappler-Scheele<sup>2</sup>, Ernst Hallier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Georg-August-Universität Göttingen, <sup>2</sup> Gewerbeärztlicher Dienst des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie

Kompostarbeiter und andere Beschäftigte in der Abfallwirtschaft sind beim Umgang mit Bioabfällen gegenüber potentiell infektiösem Material exponiert. Verletzungen an Einwegkanülen wurden beobachtet. Im Rahmen einer fünfjährigen Kohortenstudie zu Gesundheitsrisiken von Kompostwerkern wurden auch die Antikörpertiter gegen Hepatitis-A- (HAV), Hepatitis-B- (HBV) und Hepatitis-C-Virus (HCV) bei Beschäftigten in Kompostwerken untersucht.

123 Kompostwerker aus 42 Betrieben und 48 Beschäftigte des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie (Kontrollgruppe) nahmen 1996/97 und 2001 an der Studie teil. Die Datenerhebung umfasste u. a. die Anamnese, den Impfstatus und eine Hepatitisserologie.

Im Beobachtungszeitraum traten bei 6 nicht geimpften Kompostwerkern, aber bei keiner Kontrollperson HAV-Serokonversionen auf ( $p < 0,08$ ; Fisher's exact test, zweiseitig). Von 41 gegen HBV geimpften Kompostwerkern waren 5 Non-Responder (12 %). Auch bei 2 der 6 geimpften Kontrollpersonen (33 %) waren nach der Impfung keine anti-HBs-Antikörper messbar. Eine Kontrollperson hatte bereits vor Studienbeginn eine chronische Hepatitis B. Bei einem Kompostwerker und einer Kontrollperson fanden sich HCV-Antikörper. Die Zahl der Viruskopien lag aber unter der Nachweisgrenze.

Die nicht impfbedingten Serokonversionen für HAV weisen auf ein eventuell erhöhtes Hepatitis-A-Risiko für Kompostwerker hin. Anamnestisch hatte aber keiner der Betroffenen klinische Zeichen einer Hepatitis bemerkt. Die Zahl der HBV-Non-Responder ist im Vergleich zu Literaturdaten ( $< 5\%$ ) ungewöhnlich hoch und weist am ehesten auf nicht korrekt durchgeführte Immunisierungen hin.

Initiiert und gefördert vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie

### V4: Evidenzbasierte Begutachtung im Berufskrankheitenverfahren am Beispiel der Tbc

Albert Nienhaus

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

Die BGW führt Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Begutachtung von Berufskrankheiten durch. Dabei werden die in den Gutachten aufgeführten Entscheidungskriterien mit dem aktuellen Erkenntnisstand epidemiologischer Studien bzw. mit der vorherrschenden Experteneinschätzung verglichen. Erfahrungen aus dem Qualitätssicherungsverfahren werden am Beispiel der Tbc erläutert.

In einer Analyse von 150 Akten wurden die Entscheidungskriterien bei verschiedenen BK-Akten zur Tbc ermittelt. Überprüft wurde vor allem, welcher wissenschaft-

liche Beleg für die Entscheidung geltend gemacht wurde. Im Rahmen einer Literaturrecherche wurde das verfügbare Wissen zur beruflich verursachten Tbc zusammengestellt und überprüft, ob dieser Wissensstand bei der Begutachtung berücksichtigt wurde.

Die bisherige Begutachtung ist nicht wissenschaftlich. Aktuelle Studien werden nicht berücksichtigt. In 150 Gutachten fand sich nur eine einzige Literaturstelle, die zudem veraltet ist. Die bisherige Begutachtungspraxis entspricht nicht den Anforderungen einer evidenzbasierten Begutachtung.

Die Analyse der Begutachtung der Tbc im Berufskrankheitenverfahren belegt die Notwendigkeit für qualitätssichernde Maßnahmen. Prinzipien für eine evidenzbasierte Begutachtung müssen entwickelt und an die Gutachter herangetragen werden. Die Entwicklung eines Begutachtungsleitfadens unter Mitwirkung der Experten auf dem jeweiligen Gebiet kann den Gutachtern bei der Erstellung wissenschaftlich begründeter Gutachten helfen.

### V5: Dosis-Wirkungs-Beziehung der inhalativen Endotoxinexposition bei experimentell und beruflich exponierten Personen

Monika A. Rieger<sup>1</sup>, Monika Raulf-Heimsoth<sup>2</sup>, Verena Liebers<sup>2</sup>, Thomas Brüning<sup>2</sup>, Matthias Nübling<sup>3</sup>, Michael Lohmeyer<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Universität Wuppertal, <sup>2</sup> BGFA, Ruhr-Universität Bochum, <sup>3</sup> Freiburger Forschungsstelle für Arbeits- und Sozialmedizin, <sup>4</sup> Mikrobiologisches Labor Dr. Balfanz – Dr. Lohmeyer, Münster

Die berufliche Endotoxinexposition ist charakteristisch für Arbeitsplätze u. a. in der Entsorgungs- und Landwirtschaft, der Textil- und metallverarbeitenden Industrie sowie der Klima- und Lüftungstechnik. Als Beitrag zur aktuellen internationalen Diskussion hinsichtlich gesundheitsbasierter Grenzwerte sollten eine mögliche Dosis-Wirkungs-Beziehung und Adaptationseffekte im Vergleich von experimentell und beruflich exponierten Personen untersucht werden.

Die Endotoxinexposition erfolgte praxisnah im Bereich von Kläranlagen (Kammerfilterpressenhalle, Sandfang) während anfallender Tätigkeiten und wurde mittels standardisierter Verfahren (TRBA 405, BIA-Merkblatt 9450) erfasst. Untersucht wurden Probandenpaare, d. h. junge gesunde männliche Studenten ohne Hintergrundbelastung (Wohnumfeld, Nebentätigkeit) ( $n = 10$ , davon 3 Atopiker) im Vergleich zu Klärwerkern ( $n = 8$ , davon 1 Atopiker) verschiedener Kläranlagen ( $n = 3$ ) über eine Arbeitsschicht. In Vollblut, Serum und Nasallavage wurden immunologische Parameter (u. a. Albumin, IL-1<sup>2</sup>, IL-5, IL-6, IL-8, sCD14, NO, ECP) zu drei Zeitpunkten untersucht: vor Beginn der Schicht, nach Schichtende sowie 16 Stunden nach Ende der Schicht. Zusätzlich erfolgte eine Lungenfunktionsuntersuchung und eine beschwerdenbezogene standardisierte Befragung.

Die Endotoxinexposition auf den Kläranlagen betrug zwischen 3 und 1039 EU/m<sup>3</sup>. Bei einer allgemein großen Streuung der Werte fanden sich Unterschiede zwischen den Gruppen vor allem in folgenden Parametern der Nasallavage: NO, IL-8, IL-1<sup>2</sup>. Im Serum bestanden Unterschiede hinsichtlich sCD14 und IL-1<sup>2</sup>, wobei die Werte der Klärwerker jeweils höher lagen als die der Studierenden (Ausnahme: IL-1<sup>2</sup> im Serum).

Unterschiede zwischen Klärwerkern und Probanden in der Ausgangskonzentration (vor Schicht) wie auch im Reaktionsmuster auf die Exposition über die Schicht deuten auf einen Adaptationseffekt durch die berufliche Exposition hin. Ob dieser Effekt als protektiver oder pathogener Mechanismus zu deuten ist, bleibt auf der Grundlage der vorliegenden Daten offen.

Ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission liegt vor.

Mit Unterstützung der Lieselotte und Dr. Karl-Otto Winkler Stiftung für Arbeitsmedizin

## Organische Lösemittel

### V6: Akute zentralnervöse Wirkungen eines Aromatengemischs

*Axel Muttray<sup>1</sup>, Peter Martus<sup>2</sup>, Sandra Schatrup<sup>1</sup>, Edmund Müller<sup>1</sup>, Otfried Mayer-Popken<sup>1</sup>, Johannes Konietzko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, <sup>2</sup>Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie der FU Berlin

Die akuten Wirkungen von Solvent naphtha auf das zentrale Nervensystem des Menschen sind bisher kaum untersucht worden. Unsere Fragestellung lautete, ob eine Belastung mit 50 ppm entsprechend dem Grenzwert der TRGS 900 akute zentralnervöse Effekte verursacht.

Im Paralleldesign wurden je 12 männliche, gesunde, nicht-rauchende Studenten (20–32 Jahre) mit 50 ppm Solvent naphtha (überwiegend C8-C10-Aromaten) oder mit Raumluft (Kontrollgruppe) über 4 Stunden in einer Kammer exponiert. Vor (intraindividuelle Leerwerte) und am Ende der Exposition wurden eingesetzt: Reaktionstest, Vigilanztest (Müggenburg 33, Wiener Testsystem), quantitative EEG-Analyse mit Ableitung des EEG bei geschlossenen und geöffneten Augen und während des Color-Word-Stress(CWS)-Tests, visuell evozierte Potentiale und Fragebögen zum Befinden. Die statistische Analyse erfolgte mit Mann-Whitney-Tests.

Im Vigilanztest war die Reaktionszeit nicht verändert, der Median der Treffer war bei Exposition mit Solvent naphtha um 1 niedriger ( $p = 0,07$ ). Der Median der falsch-positiven Treffer war um 1,5 ( $p = 0,02$ ) höher. Im EEG bei geschlossenen Augen nahm die spektrale Leistung im delta-, theta- und beta-Band z. T. signifikant zu und im  $\alpha_2$ -Band z. T. signifikant ab. Bei geöffneten Augen und beim CWS-Test nahm sie vor allem im  $\alpha_2$ -Band, aber z. T. auch in den beta-Bändern signifikant zu. Der Geruch von Solvent naphtha wurde als unangenehm empfunden. Die anderen Tests ergaben keine klaren Effekte.

Die Veränderungen im Vigilanztest und im EEG bei geschlossenen Augen deuten auf einen diskreten sedierenden Effekt hin, den wir als nicht advers beurteilen. Außer organischen Lösungsmitteln können auch Ethanol und zentral wirksame Medikamente auf Rezeptoren im ZNS wirken. Die EEG-Veränderungen bei Belastung mit Solvent naphtha sprechen dafür, dass Interaktionen im Falle von Alkoholkonsum oder einer Einnahme verschiedener Medikamente möglich sind.

Die Studie wurde vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften gefördert.

### V7: Herzkreislaufparameter als Beanspruchungsindikatoren bei lösemittel-exponierten Siebdruckern

*Irina Böckelmann<sup>1</sup>, Beate Peter<sup>1</sup>, Eberhard Alexander Pfister<sup>1</sup>, Brigitte Peters<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institut für Arbeitsmedizin und Hygiene, <sup>2</sup>Institut für Biomathematik und Medizinische Informatik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Neurotoxische Effekte der Lösemittel-exposition wurden in verschiedenen experimentellen und epidemiologischen Studien beschrieben, jedoch sind die Einflüsse auf den Herzrhythmus kaum und bei Siebdruckern überhaupt nicht untersucht. Es sind aber Wirkungen im autonomen Nervensystem mit Auswirkungen auf den Herzrhythmus wie bei anderen neurotoxischen Expositionen zu erwarten. Möglicherweise muss auch in modernen Siebdruckwerkstätten mit solchen Effekten gerechnet werden.

Die Studie schloss 38 männliche und weibliche lösemittel-exponierte Arbeiter von Siebdruckereien ein. Als Kontrollgruppe stand ein Kollektiv aus 45 Probanden ohne neurotoxische Exposition zur Verfügung. Es wurden 29 alters- und geschlechtsgemachte Paare (Drucker – Kontrollperson) untersucht. Die Geschlechtsverteilung (Männer: 14 Paare; Frauen: 15 Paare) war gleich. Die Untersuchung der Herzfrequenzvariabilität (HRV) sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich wurde durch eine Analyse im Phasenraum (Lorenz-Plot) und durch fortlaufende Blutdruckmessungen ergänzt. Die Daten wurden aus 24-h-EKG-Aufzeichnungen gewonnen. Der zweidimensionale Scatter- bzw. Lorenz-Plot geht aus aufeinanderfolgenden RR-Abständen hervor.

Es zeigte sich eine Einschränkung des Herzrhythmus nicht nur tagsüber, sondern auch in der Nacht, da die Lorenzbreite der exponierten Siebdrucker ( $124,3 \pm 32,2$  ms) deutlich geringer ( $p = 0,015$ ) als die der Kontrollgruppe ( $185,0 \pm 102,0$  ms) war. Die Lösemittelbelasteten haben einen signifikant höheren systolischen Blutdruck ( $130,5 \pm 9,0$  mmHg) vs. Kontrollgruppe ( $116,8 \pm 13,5$  mmHg). Bei der Einteilung in Expositionsgruppen verschiedener Intensität (schwach, mittel und stark) wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gesichert. In einem multivariaten Vergleich (Principal Component Test) ergaben sich gruppenbezogene tendenzielle Unterschiede im Gesamtscore ( $p = 0,056$ ).

Der verminderte Herzrhythmus und der höhere systolische Blutdruck der Lösemittel-exponierten spricht für eine Vagusdepression bei den langjährigen Siebdruckern. Bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen und gutachterlichen Stellungnahmen entsprechend exponierter Arbeitnehmer sollte auf diesen Effekt geachtet werden. Der Pathomechanismus und eine mögliche Reversibilität sind noch zu klären.

### V8: Längsschnittstudie zur Neurotoxizität von organischen Lösungsmittelgemischen

*Andreas Ihrig, Andreas Riemenschneider, Michael C. Dietz, Gerhard Triebig*

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin des Universitätsklinikums Heidelberg

Im Rahmen einer Feldstudie im Zeitraum von 1993 bis 2002 wurden Arbeitnehmer mit beruflicher Lösungsmittel-gemischexposition 3-mal ausführlich untersucht. Ziel der erneuten Untersuchung war es, die in den Erstuntersuchungen festgestellten neuropsychologischen Veränderungen im Längsschnitt weiter abzuklären.

Das ursprüngliche Kollektiv besteht aus 225 lösungsmittel-gemischexponierten männlichen Arbeitnehmern aus verschiedenen Berufsgruppen. In der zweiten Untersuchung wurden 169 und in der dritten 51 Beschäftigte untersucht. Diese Auswertung bezieht sich auf die 51 Probanden, die zu allen drei Zeitpunkten an der Studie teilnahmen.

Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Ausführliche Anamnese (insbesondere Exposition und Alkoholkonsum)
- körperliche Untersuchung
- Einschätzung der Lösungsmittelexposition
- Arbeitsmedizinisch-Neurotoxisches Evaluierungssystem (ANES)

Die in der Erst- und Zweituntersuchung gefundenen signifikanten neuropsychologischen Effekte konnten im dritten Untersuchungsschritt nicht nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse in den neuropsychologischen Testverfahren unterscheiden sich nur geringfügig von den früheren Befunden. Beschäftigte mit höherer LM-Exposition sind im Trailmaking-Test B (70 vs. 59 s) langsamer. Von ihnen werden im Mittel etwas mehr Beschwerden im Q18 angegeben (3,6 vs. 2,4). Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant.

Auf Gruppenbasis sind leichte lösungsmittelassoziierte neuropsychologische Effekte festzustellen.

Neuropsychologische Auffälligkeiten haben im Beobachtungszeitraum nicht zugenommen.

ANES ist für die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen von lösungsmittel-exponierten Beschäftigten im Längsschnitt anwendbar.

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) in St. Augustin.

### V9: Blinzelfrequenz als Indikator irritativer Spitzenbelastungen durch organische Lösemittel (2-Ethylhexanol)

*Ernst Kiesswetter, Michael Schäper, Christoph van Thriel, Meinolf Blaszkewicz, Andreas Seeber*

Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund

Irritationen der oberen Atemwege und der Augen sind häufig berichtete Symptome bei Belastungen der Raumluft durch flüchtige Kohlenwasserstoffe. In MAK-Spitzenwertfestlegungen wird die irritative Potenz von Lösemitteln berücksichtigt. Es ist aber festzustellen, dass ein Mangel an realitätsnahen Untersuchungen mit objektiven Irritationsindikatoren besteht. Die Studie untersucht die Verwertbarkeit eines leicht wahrnehmbaren Verhaltensphänomens, dem Augenblinzeln, als Indikator irritativer Arbeitsstoffbelastungen. Neben Dosis-Wirkungs-Beziehungen werden Adaptation und Akkumulation untersucht und Modelle mit konstanten und variierenden Arbeitsstoffkonzentrationen (Spitzenbelastungen) verglichen.

Zwei Studien mit jungen männlichen Freiwilligen (jeweils  $n = 24$ ) wurden mit inhalativer Exposition gegenüber 2-Ethylhexanol im Expositions-labor ausgeführt. Die Teilnehmer der Studien wurden entsprechend selbstberichteter chemischer Empfindlichkeit (sMCS) klassifiziert. Drei Expositionsniveaus wurden bei variabler (Versuch A) oder konstanter (Versuch B) 4-Stunden-Exposition realisiert (zeitgewichtetes Mittel = 1,5, 10, 20 ppm; MAK 2-Ethylhexanol 50 ppm). Das Augenblinzeln wurde elektrophysiologisch (EMG) neben anderen physiologischen Parametern mit einem tragbaren System aufgezeichnet und

online überwacht. Statistische Auswertungen betrafen die Intensität der Exposition, den Zeitverlauf der Exposition und den Suszeptibilitätsfaktor.

Die Studien zeigen hoch signifikante Zusammenhänge zwischen Blinzelfrequenz und Expositionshöhe. In dem Modell variabler Arbeitsstoffexposition folgt die Blinzelfrequenz den kurzzeitigen Veränderungen in den Expositionsspitzen. In beiden Expositionsmodellen wurde im Verlauf der 4-stündigen Exposition keine Anpassung, sondern eine bedeutsame Zunahme der Blinzelfrequenz beobachtet. Der Suszeptibilitätsfaktor zeigt einen signifikanten Zusammenhang zur Stärke subjektiver Irritationseinschätzungen, aber nicht zur Blinzelfrequenz.

Bei gleicher mittlerer Exposition über 4 Stunden führen variable Expositionen mit Spitzenbelastungen zu Irritationsreaktionen in einer Stärke, wie sie bei konstanten Expositionen nicht auftreten. Die Augenblinzelfrequenz, aufgezeichnet mit einem tragbaren System, scheint sowohl ein praktikabler objektiver als auch empfindlicher Biomarker zur Prüfung irritativer organischer Lösemittel-expositionen im Schichtverlauf zu sein.

## Arbeitsmedizinische Aspekte der Metallbearbeitung

### VI0: Kühlschmiermittelexposition

#### und Beschwerden bei Metallarbeitern

*Marcus Bauer, Thomas Muth, Silvester Siegmann, Klaus Siegmund, Christine Feier, Anja Linnemeier, Tatjana Burchardt, Elisabeth Borsch-Galetke*

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

In der Metallbearbeitung eingesetzte wassergemischte Kühlschmierstoffe (KSS) sind als Quelle einer Keimexposition bekannt und wirken auf Haut und Atemwege der Arbeitnehmer. Die vorliegende Studie untersucht den Zusammenhang zwischen der Exposition und den Beschwerden der Arbeitnehmer.

Die Arbeitsbereiche wurden durch ein semiquantitatives Screening von 94 KSS-Proben auf Schimmelpilze und Bakterien mittels Dip-Slides ausgewählt. An 7 Messtagen erfolgten in unmittelbarer Nähe der Maschinen Luftmessungen auf KSS-Aerosole, Schimmelpilze, Bakterien und Endotoxine. Als Expositionsmaß wurde das Produkt aus Fremdstoffkonzentration und Tätigkeitsdauer an der Maschine (PKD) verwendet. Die arbeitsplatzbezogenen Daten und Beschwerden von 35 Arbeitnehmern wurden mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens im Rahmen der ärztlichen Anamnese erfasst.

Bei der Hälfte der auswertbaren KSS-Aerosol-Messungen ( $n = 6$ ) zeigten sich MAK-Wert-Überschreitungen ( $> 10 \text{ mg/m}^3$ ). Die Schimmelpilz-Raumluftkonzentration betrug im Mittel  $491 \text{ KBE/m}^3$  (Min  $286 \text{ KBE/m}^3$ ; Max  $791 \text{ KBE/m}^3$ ), die Bakteriengehalte lagen ebenfalls niedrig (MW  $495 \text{ KBE/m}^3$ ; Min  $125 \text{ KBE/m}^3$ ; Max  $1186 \text{ KBE/m}^3$ ). Die Endotoxinmesswerte unterschritten an allen 7 Messtagen den Richtwert von  $50 \text{ EU/m}^3$  deutlich (MW  $2,2 \text{ EU/m}^3$ ; Min  $0,8 \text{ EU/m}^3$ ; Max  $4,6 \text{ EU/m}^3$ ). Die Beschäftigten arbeiteten im Mittel schon 20 Jahre im Betrieb und 9,5 Jahre an ihrer Maschine (Min 0,2 Jahre; Max 27 Jahre). 23 % der Befragten ( $n = 8$ ) leiden unter Pollinosis, ein Drittel ( $n = 12$ ) gibt mindestens ein im Zusammenhang mit der

Arbeit oft oder sehr oft auftretendes Symptom an. Die vier häufigsten sind: Nasenjucken/Fließschnupfen/Niesen (17,1 % des Kollektivs), behinderte Nasenatmung (11,4 %), Augenjucken/Augentränen (8,6 %), Hautjucken/Hautrötung/Quaddelbildung (5,7 %). Ein Zusammenhang zwischen der Exposition, d. h. dem PKD und der Anzahl der Symptome ließ sich nicht nachweisen. Dies gilt für KSS-Aerosole, Schimmelpilze, Bakterien und Endotoxine.

Ein Drittel der Arbeitnehmer gibt arbeitsplatzbezogene, überwiegend nicht allergologisch zu erklärende Beschwerden an. Auch wenn diese nicht im kausalen Sinne auf die Höhe und Dauer der Exposition zurückgeführt werden können, bedürfen diese Arbeitnehmer der besonderen Betreuung durch den Arbeitsmediziner.

### VII: Beruflich verursachte Erkrankungen bei der Metallbearbeitung

*Olaf Hagemeyer<sup>1</sup>, Thomas Rabente<sup>2</sup>, Martin Butz<sup>1</sup>, Dorothea Koppisch<sup>1</sup>, Heinz Otten<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG),

<sup>2</sup> Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

9,4 % aller bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften Versicherten (4,026 Mio) waren 2002 in der Metallindustrie in 138 640 Unternehmen tätig. Die Studie charakterisiert die aktuelle Entwicklung beruflich verursachter Erkrankungen infolge der Metallbearbeitung. Aus den Ergebnissen werden Hinweise auf die Prävention abgeleitet.

Auswertung der Berufskrankheitendokumentation (BK-DOK) beim HVBG von 1980 bis 2002 und des BK-Buches der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft.

18,6 % aller Arbeitsunfälle (Jahr 2001), 22,6 % aller beruflich verursachten Erkrankungen, 28,8 % aller Berufskrankheiten sowie 18,6 % aller Todesfälle infolge einer Berufskrankheit resultierten im Jahr 2002 aus der Metallbearbeitung. In 3 % traten beruflich verursachte Erkrankungen bei Frauen auf (184 Fälle, davon 125 Hautkrankheiten). Die häufigsten beruflich verursachten Erkrankungen bei Männern sind Lärmschwerhörigkeiten (49 %, n=2710), asbestverursachte Erkrankungen (23 %, n = 1287) und Hautkrankheiten (19,1 %, n = 1059) (zusammen: 91 % aller Erkrankungen). 35 % aller toxisch-irritativen obstruktiven Atemwegserkrankungen werden durch die Metallbearbeitung verursacht. Asbestverursachte Krebserkrankungen nehmen ebenso zu wie Hauterkrankungen (1980: 0,2 Fälle/1000 Versicherte, 2002: 0,26 Fälle/1000 Versicherte). Lärmschwerhörigkeit und toxisch-irritative obstruktive Atemwegserkrankungen sind auf hohem Niveau konstant häufig. Wichtigste Verursacher von Hauterkrankungen sind Kühlschmierstoffe (ca. 60 %) und von toxisch-irritativen obstruktiven Atemwegserkrankungen Schweißrauche (ca. 50 %). In Betrieben mit über 1000 Mitarbeitern werden BK-Feststellungsverfahren vergleichsweise weniger oft erforderlich. Die erforderlichen Leistungen für berufliche Erkrankungen und Unfälle inkl. Folgekosten betragen 1,4 Mrd. Euro (je geleisteter Arbeitsstunde € 0,25).

- Die Metallbearbeitung ist mit überdurchschnittlichen Gesundheitsrisiken verbunden.
- Die Erkrankungen betreffen hauptsächlich das Gehör, die Haut und die Atemwege/Lungen/Pleura.
- Verursacher sind hauptsächlich Lärm, Kühlschmierstoffe, Schweißrauche und Asbeststaub.
- Das Potential primärpräventiver Maßnahmen ist nicht ausgenutzt.

### VI2: Ergebnisse einer Studie zur möglichen Beeinflussung der Lungenfunktion durch Kühlschmierstoffe

*Karl Hochgatterer<sup>1</sup>, Andreas Markom<sup>2</sup>, Hanns Moshammer<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Arbeitsmedizinisches Zentrum Perg, <sup>2</sup> Österreichische Akademie für Arbeitsmedizin, <sup>3</sup> Institut für Umweltmedizin der Universität Wien

Die vorliegende Studie ist Teil eines umfangreichen Projektes zum Thema Kühlschmierstoffe, das seitens der AUVA an eine Arbeitsgruppe vergeben wurde, und sollte belegen, dass gegenüber Kühlschmierstoffdämpfen-exponierten Mitarbeitern in der Metallindustrie und jenen, die nicht exponiert sind, signifikante Unterschiede in der Lungenfunktion erwartet werden können.

Im Abstand von einem Jahr wurde jeweils in zwei großen Unternehmen der Metallindustrie die Lungenfunktion von Exponierten und Nichtexponierten erhoben. Jedes Mal wurden Exponierte und Nichtexponierte nach Alter, Größe und Gewicht gepaart. Wegen der zu erwarteten Überlagerung der Effekte der Kühlschmierstoffexposition durch Zigarettenrauch wurden in die Analyse nur Nichtraucher einbezogen.

Sowohl im ersten als auch im zweiten Durchgang der Lungenfunktionsuntersuchung wurde festgestellt, dass der PEF bei den Exponierten signifikant besser als bei den Nichtexponierten ist. FVC und FEV<sub>1</sub> waren im Durchschnitt bei den Nichtexponierten besser, allerdings nicht signifikant. FEV<sub>1</sub>/FVC%, MEF50 und MEF25 waren im ersten Durchgang bei den Nichtexponierten signifikant besser, im zweiten Durchgang waren die Werte zwar im Durchschnitt besser, signifikant allerdings nur der MEF50.

Der signifikant bessere PEF bei den Exponierten kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen „Healthy-Worker-Effekt“ zurückgeführt werden. Da der MEF50, der von den Mitarbeitern am wenigsten beeinflusst werden kann, in beiden Untersuchungsreihen bei den Exponierten signifikant schlechter war als bei den Nichtexponierten, kann auf eine Beeinflussung der peripheren Atemwege durch Kühlschmierstoffe geschlossen werden. Um auch Schlüsse hinsichtlich der Expositionshöhe bzw. -dauer und einer Beeinflussung der Lungenfunktion feststellen zu können, müssten weitere Forschungsprojekte durchgeführt werden.

### VI3: Wertigkeit verschiedener Verfahren zum Nachweis einer Sensibilisierung gegen Schimmelpilze aus dem Bioaerosols an Kühlschmierstoff-exponierten Arbeitsplätzen im Getriebebau

*Astrid Heutelbeck<sup>1</sup>, Susanne Luthin<sup>2</sup>, Petra Tucholla<sup>1</sup>, Dirk Müller<sup>2</sup>, Jens Thiemich<sup>3</sup>, Gabriela Förster<sup>3</sup>, Reinhard Nöring<sup>3</sup>, Isabel Warfolomeow<sup>1</sup>, Hartmut Dunkelberg<sup>2</sup>, Thomas Schulz<sup>1</sup>, Ernst Hallier<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Arbeits- und Sozialmedizin der Georg-August Universität Göttingen,

<sup>2</sup> Allgemeine Hygiene und Umweltmedizin der Georg-August-Universität Göttingen, <sup>3</sup> Gesundheitsschutz Volkswagen AG Kassel Baunatal,

<sup>4</sup> Sachgebiet Biologische Noxen, Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft

Kühlschmierstoffe (KSS) kommen bei bohrenden und spanabhebenden Prozessen in der Metallverarbeitung zum Einsatz. Im Zusammenhang mit KSS-exponierten Tätigkeiten werden immer wieder obstruktive Atemwegsbeschwerden beschrieben, die sowohl durch die verschiedenen KSS selbst als auch durch Bestandteile einer möglichen mikrobiellen Kontamination ausgelöst werden können.

Ziel der Untersuchung war es, die Wertigkeit kommerzieller und eigener Analyseverfahren bei der Überprüfung einer Sensibilisierung durch Schimmelpilze des Bioaerosols an KSS-exponierten Arbeitsplätzen (AP) im Getriebebau bei Beschäftigten mit vorbestehender Atemwegssymptomatik zu überprüfen.

Untersucht wurde nach den BIA-Empfehlungen die Luft an fünf AP im Getriebebau mit möglicher Bioaerosolentwicklung. An vier dieser AP bestand eine direkte Exposition mit wasserlöslichen Kühlschmierstoffen, an einem AP eine unmittelbare Nachbarschaft zu einer „Waschmaschine“ zur Entfettung von Metallteilen. Aus der Luft dieser AP konnten Schimmelpilze kultiviert und differenziert werden. Die anschließend aus den Reinkulturen gewonnenen Extrakte wurden gelelektrophoretisch aufgetrennt. Die Seren der Exponierten wurden sowohl mittels Immunoblot als auch ergänzend mit einem kommerziellen Test (Pharmacia CAP-Rast®) auf spezifische IgE-vermittelte Reagibilität gegen die am jeweiligen AP detektierten Schimmelpilze untersucht.

Die Luftmessungen ergaben den Nachweis von Aspergillus-, Penicillium- und Cladosporium-Spezies. Mit dem kommerziellen Testverfahren konnte in keinem Fall eine IgE-vermittelte Sensibilisierung gegen die jeweiligen Schimmelpilzspezies nachgewiesen werden, dagegen zeigte sich im Immunoblot bei vier der fünf Arbeiter eine Reagibilität gegen mindestens einen der dort in den Luftmessungen detektierten Schimmelpilze.

An den untersuchten AP im Getriebebau fanden sich Schimmelpilze mit sensibilisierendem Potential im Bioaerosol. Der kommerzielle Test stellte in dieser Untersuchung kein geeignetes Mittel zur Überprüfung einer IgE-vermittelten Sensibilisierung der exponierten Arbeiter dar, dagegen konnte bei vier von fünf der atemwegssymptomatischen Arbeiter mittels Immunoblot eine spezifische Reaktion detektiert werden. Bei unklaren Atemwegsschwerden an Arbeitsplätzen in der Metallindustrie sollte daher bei negativem Befund mit kommerziellen Testverfahren auch mittels Immunoblot eine IgE-vermittelte Sensibilisierung gegen Komponenten des Bioaerosols am Arbeitsplatz überprüft werden.

**VI4: Häufigkeit einer Metallallergie bei Auszubildenden vor Tätigkeitsaufnahme und bei Metallarbeitern mit berufsbezogenen Hauterkrankungen**

*Reinhard Nöring<sup>1</sup>, Gabriela Förster<sup>1</sup>, Astrid Heutelbeck<sup>3</sup>, Elfriede Schilling<sup>1</sup>, Heidrun Dietrich<sup>1</sup>, Joachim Stork<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Gesundheitsschutz Werk Kassel der Volkswagen AG, <sup>2</sup> Gesundheitswesen AUDI AG, <sup>3</sup> Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Göttingen

Ziel der Untersuchung war es, die Häufigkeit einer Metallallergie bei Auszubildenden in Metallberufen vor Beginn der gewerblichen Tätigkeit und zum Vergleich bei Metallarbeitern mit berufsbezogenen Hauterkrankungen zu ermitteln, um dadurch Rückschlüsse auf den Stellenwert einer Metallallergie für die Entstehung von Berufsdermatosen zu ermöglichen.

Auf freiwilliger Basis erfolgten Epikutantests auf Chrom, Kobalt und Nickel bei 190 Auszubildenden (64 weibliche und 126 männliche) eines Metallbetriebs mit insgesamt ca. 16 000 Arbeitnehmern vor Aufnahme ihres Ausbildungsverhältnisses. Verglichen wird die Prävalenz der Metall-

sensibilisierungen der Auszubildenden mit der dokumentierten Häufigkeit einer Metallsensibilisierung bei 777 arbeitsmedizinisch betreuten Handekzempatienten (124 weibliche und 652 männliche) desselben Betriebs in den Jahren 1991 bis 2000 (siehe Tabelle).

Handekzempatienten zeigen keine häufigere Sensibilisierung gegen Chrom, Kobalt und Nickel als Auszubildende in Metallberufen vor Ausbildungsbeginn. Die Ergebnisse sprechen gegen eine wesentliche Bedeutung einer Metallsensibilisierung bei der Genese von Hand- und Unterarmekzemen in industriellen Metallberufen.

	männlich (%)	weiblich (%)
<b>Handekzempatienten (n = 777)</b>	Cr (2)	Cr (3)
	Co (2)	Co (7)
	Ni (3)	Ni (27)
<b>Auszubildende (n = 190)</b>	Cr (1)	Cr (8)
	Co (3)	Co (17)
	Ni (2)	Ni (31)

**Gesundheitsschutz bei Einsatz neuer Technologien**

**VI5: Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre – Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit**

*Peter Angerer<sup>1</sup>, Andreas Prechtl<sup>1</sup>, Marc Wittmann<sup>2</sup>, Dennis Nowak<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der LMU München, <sup>2</sup> Generation Research Program, Humanwissenschaftliches Zentrum der LMU, Bad Tölz

Zur Verhinderung von Bränden wird in geschützten Räumen der Stickstoffanteil angehoben und damit der Sauerstoffanteil bis zu 13 Vol.% abgesenkt. Im Schutzbereich arbeiten zeitweise Personen. Gegenstand der Untersuchung war die Wirkung einer zweistündigen Tätigkeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre auf die körperliche, psychomotorische und geistige Leistungsfähigkeit.

Aus zwei Bevölkerungsstichproben im Alter von 18–30 und 45–65 Jahren wurden bei insgesamt 109 Probanden beiderlei Geschlechts die Aufnahmekriterien in Form einer Vorsorgeuntersuchung geprüft. Bei 13 Probanden wurden ärztliche Bedenken geäußert, 96 wurden in die Studie eingeschlossen und 89 nahmen an den Untersuchungen teil.

Jeder Proband hielt sich an drei aufeinanderfolgenden Werktagen kontinuierlich für je 2 Stunden in einem Versuchsraum, gelegen auf ca. 500 m Höhe, auf, in dem die Raumluft in 6 unterschiedlichen Reihenfolgen folgende Sauerstoffkonzentrationen enthielt: 20,9 Vol.%, 15,9 Vol.% und 13,8 Vol.%. Die Zuordnung der Probanden zu den Reihenfolgen erfolgte randomisiert und doppelt verblindet.

Während der 2 Stunden wurde u. a. mehrfach die Sauerstoffsättigung im peripheren Blut gemessen, eine Ergometerbelastung mit 1 W/kg KG durchgeführt und folgende Leistungen getestet: Reaktionszeit, Belastbarkeit/Reaktion auf Stress, Kurz- und Langzeitgedächtnis, Aufmerksamkeit und Konzentration, basale kognitive Leistungsgeschwindigkeit und logisches Denken.

Alle Probanden durchliefen alle Expositionen ohne klinische Komplikationen. Die Sauerstoffsättigung sank bei

den jungen Probanden von im Mittel 97 % bei 20,9 Vol.% auf 92 % bei 15,9 Vol.% und 89 % bei 13,8 Vol.%, bei den älteren entsprechend von 96 % auf 91 % und 88 %. Bei der Ergometrie stieg mit absteigender Sauerstoffkonzentration die mittlere Herzfrequenz von 118 auf 123 und 129 S/min (Junge) bzw. von 110 auf 115 und 121 S/min (Ältere). Sämtliche psychometrische Test blieben von der Sauerstoffreduktion unbeeinflusst.

Ein zweistündiger aktiver Aufenthalt in Räumen mit 15,9 und 13,8 Vol.% Sauerstoff in der Luft führte – nach Ausschluss potentiell gefährdeter Personen – zu keiner akuten Erkrankung. Die kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit verringerte sich mit sinkender Sauerstoffsättigung im peripheren Blut. Dennoch war keine der untersuchten kognitiven und psychomotorischen Teilleistungen durch die Sauerstoffreduktion beeinträchtigt. Die Ergebnisse sprechen für die Sicherheit dieser neuen Technologie unter den empfohlenen Vorsichtsmaßnahmen.

#### **VI16: Elektromyographisch ermittelte „physiologische Kosten“ bei der Texteingabe mit einer konventionellen und einer ergonomischen Tastatur**

*Erwin Keller, Helmut Strasser*

Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen

Infolge eingeschränkter Pronationsmöglichkeiten der angewinkelten Unterarme im Vergleich zu den gestreckten Armen erfordert die Schreibhaltung an konventionellen Tastaturen oftmals ein Abspreizen der Oberarme sowie eine ulnare Abduktion der Hände, um die in einer Ebene liegenden, parallel angeordneten Tastenreihen zu erreichen. Weil dabei das gesamte Hand-Arm-Schulter-System in statischer Weise gehalten werden muss, können bei länger dauernder Texteingabe vorzeitige Ermüdung und Verspannungen der Muskulatur nicht ausgeschlossen werden. Mit elektromyographischen Methoden lässt sich ermitteln, was der Organismus an Muskelaktivierung aufwenden muss, um bei gegebenen Arbeitsverhältnissen eine manuelle Aufgabe zu verrichten. Dieses „Mehr oder Weniger“ an „physiologischen Kosten“, die beim Umgang mit unterschiedlich gestalteten Arbeitsmitteln zu „bezahlen“ sind, ist allerdings nur mit mehrkanaligen Ableitungen der wichtigsten, in den Arbeitsvollzug involvierten Muskeln verlässlich zu quantifizieren. In einer vergleichenden Untersuchung war zu prüfen, inwieweit im Vergleich zu einer Standardtastatur die Teilung des Tastenfeldes in zwei Halbtastaturen mit einem frontalen Öffnungswinkel und einer leicht dachziegelartigen lateralen Neigung der beiden Hälften zu einer Entlastung der bei der Texteingabe vornehmlich statisch beanspruchten Muskelgruppen führt.

Zehn Testpersonen hatten über mehrere Stunden dauernde standardisierte Arbeitsversuche zu absolvieren. Sechs, jeweils 10 Minuten lange Blöcke mit ununterbrochener Texteingabe, alternierend mit der konventionellen und der ergonomischen Tastatur, waren durch 5 Minuten lange Pausen bzw. (nach 3 Blöcken) durch eine 15 Minuten lange Pause voneinander getrennt, um Transfereffekte zu vermeiden. Aus den elektromyographischen Aktivitäten EA von 8 Muskeln des Hand-Arm-Schulter-Systems während der Arbeitsphasen und den danach gemessenen maximalen Aktivitäten EA<sub>max</sub> wurden standardisierte sEA-Werte gebildet, so dass die Muskelbeanspruchung in Prozent ausgedrückt werden konnte.

Es zeigte sich ein deutliches „Mehr“ an physiologischen Kosten bei der Arbeit mit der Standardtastatur gegenüber der ergonomischen Variante (bis zu etwa 25 %) beim M. trapezius pars descendens, der mithin für die Fixierung der Schulter zuständig ist, und beim vorderen Teil des Deltamuskels (M. deltoideus pars clavicularis), der in die Anteversion des Oberarmes involviert ist. Es waren jedoch keine konsistenten, den Tastaturen eindeutig zuschreibbaren Ergebnisse beim akromialen und spinalen Teil des Deltamuskels feststellbar. Die positiven Effekte der ergonomischen Tastatur sind beim Bizeps ebenfalls deutlich und statistisch signifikant sowie auch bei den, die Position der Hand bestimmenden Muskelgruppen (M. pronator teres, M. flexor carpi ulnaris und M. extensor digitorum). Die Effekte ließen sich auch in den Wiederholungen replizieren.

Durch die elektromyographischen Messungen belegt werden, dass die Benutzung der ergonomischen Tastatur mit einer quantifizierbaren physischen Entlastung verbunden ist. Eine vergleichende subjektive Beurteilung der Normal- und der Testtastatur durch die 10 Probanden ergab ebenfalls deutliche Vorteile für das ergonomische Modell, vor allem in den Beurteilungen am Ende der Tests, d. h. nach den Arbeitserfahrungen mit beiden Modellen.

#### **VI17: Tunnelbau im Überdruck: Neuer Trockenspritzbeton mit alten Staubproblemen**

*Georg Praml, Andrea Lorenz-Hartmann*

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München

Neuentwickelte Betonrezepturen führten zu Spritzbetontrockenmischungen, die – arbeitshygienisch von eminenter Bedeutung – auch ohne chemische Zusatzstoffe die geforderte hohe Frühfestigkeit zeigen. Mit technologischen Optimierungen wurde im Labor unter atmosphärischen Bedingungen im Vergleich zu früher die Staubentwicklung deutlich verringert. Nach vielen Jahren zunehmenden Einsatzes von Nassspritzbeton kommt der manuell aufgetragene Trockenspritzbeton aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Flexibilität wieder zur Verwendung. An einer Tunnelbaustelle der Münchner U-Bahn (Überdruck zum Messzeitpunkt 0,45 bar) sollte die Staubbelastung der Arbeitnehmer unter Baustellenbedingungen bestimmt werden.

Am Führerhaus des Vortriebsbaggers (Entfernung zur Ortsbrust ca. 8 m) wurde ein Probenahmegerät mit BIA-Kopf für die A-Fraktion, eines mit BIA-Kopf für die E-Fraktion und ein Streulichtmessgerät (Miniram PDM-3) für die Registrierung des Zeitverlaufs befestigt. Der Düsenführer trug ein weiteres Streulichtmessgerät.

Über eine Probenahmezeit von 120 min (80 min mit mäßiger Staubentwicklung während Ausbruch, Matten legen und Bogen stellen, 40 min Spritzen der Sohle mit zwei Düsen) ergab sich die A-Fraktion zu 4,6 mg/m<sup>3</sup> und die E-Fraktion zu 22,5 mg/m<sup>3</sup>. Die Belastung des Düsenführers während des Spritzens lag – indirekt über den Vergleich der Streulichtmessgeräte bestimmt; das Tragen weiterer Probenahmegeräte war nicht zumutbar – etwa in doppelter Höhe.

Wie schon früher dargestellt, zeigt die Staubentwicklung beim Spritzen einen hohen örtlichen Gradienten; üblicherweise entfernt positionierte Probenahmegeräte unterschätz-

zen die Belastung der Düsenführer erheblich. Die Situation war durch Vortrieb in Mergel und dadurch bedingten geringen Luftverlust durch die Ortsbrust verschärft – in Lockergestein würde der Staub im Wesentlichen auf diesem Weg abtransportiert. Bei der Auslegung der Lüftungsparameter muss solchen geologischen Besonderheiten Rechnung getragen werden, weil sich die Staubbelastung sonst trotz der technologischen Verbesserungen nicht von der vor 15 Jahren unterscheidet.

#### **V18: Belastung und Beanspruchung durch Schwermetalle in der Hartmetallverarbeitung mittels „Hardmill-Technik“**

**Thomas Rebe<sup>1</sup>, K. Osterhage<sup>1</sup>, Wolfgang Rosenberger<sup>1</sup>, Uwe Johansson<sup>1</sup>, Michael Bader<sup>1</sup>, H. Sengstschmid<sup>2</sup>, Renate Wrbitzky<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Abteilung Arbeitsmedizin,

<sup>2</sup> Anger GmbH, Traun

Die „Hardmill-Technik“ ist ein neuartiges Fräsverfahren zur Bearbeitung von gesinterten Hartmetallwerkstücken. Im Rahmen einer Querschnittstudie sollte die Belastung und Beanspruchung von hartmetallstaubexponierten Mitarbeitern nach einer Umstellung auf dieses Verfahren geprüft werden.

Insgesamt 31 Mitarbeiter aus 4 Arbeitsbereichen eines hartmetallverarbeitenden Betriebes (Pulvermischung, Spanabhebung, Vorsinterung, Spanabhebung Nachsinterung, Verwaltung) wurden hinsichtlich ihrer inneren und äußeren Belastung durch Kobalt, Nickel und Wolfram untersucht. Anamnestisch erfasst wurden biometrische Daten und gesundheitliche Beschwerden, darüber hinaus erfolgte eine körperliche Untersuchung (Hautveränderungen, Lungenauskultation) sowie eine Spirometrie.

Die Ergebnisse des Biomonitorings zeigen im Mittel eine Zunahme der inneren Belastung durch Kobalt und Nickel über die Arbeitsschicht hinweg (Co-[U] vor Schicht: 10,6 µg/l, nach Schicht: 27,9 µg/l, Ni-[U] vor Schicht: 2,3 µg/l, nach Schicht: 2,9 µg/l). Die höchsten Belastungen fanden sich im Bereich der Pulvermischung. Anamnestisch wurden Allergien, Hauterkrankungen, Asthma und Atembeschwerden im Zusammenhang mit der beruflichen Tätigkeit angegeben. Bei der körperlichen Untersuchung fielen keine allergischen Hautveränderungen auf, es ließen sich lungenfunktionsanalytisch keine signifikanten Unterschiede bei den Mitarbeitern der vier Arbeitsbereiche ermitteln.

Die Belastung durch Schwermetalle beim Einsatz der „Hardmill-Technik“ liegt in einer mit anderen Fertigungstechniken vergleichbaren Größenordnung. Im Rahmen der Querschnittstudie zeigten sich keine auffälligen Befunde bei der körperlichen Untersuchung, die sich als spezifische Beanspruchungsreaktion durch Hartmetallstäube bewerten lassen.

### **Atemwege – Stäube**

#### **V19: Akutes respiratorisches Erkrankungsrisiko nach Feinstaubbelastung**

**Manfred Neuberger<sup>1</sup>, Michael Schimek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Umwelthygiene der Medizinischen Universität Wien, <sup>2</sup> Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation, Universität Graz

Untersuchung akuter Auswirkungen von Kurzzeitbelastungen mit Feinstaub (PM<sub>2.5</sub>), wie sie während eines Jahres

in der Außenluft in Wien auftreten, auf die stationäre respiratorische Morbidität nach Alter und Geschlecht

Zeitreihenanalyse von 366 Tagesmittelwerten von PM<sub>2.5</sub>, Begleitschadstoffen, Störfaktoren und aller Hospitalisationen nach Aufnahmetag und Entlassungsdiagnose (ICD 490–496) mit semiparametrischen generalisierten additiven Modellen (GAM).

Während eines Jahres schwankte die Konzentration von PM<sub>2.5</sub> um einen Mittelwert von 18,6 µg/m<sup>3</sup> und erreichte Spitzenwerte bis 96,4 µg/m<sup>3</sup>. Nach Zunahme von PM<sub>2.5</sub> um 10 µg/m<sup>3</sup> kam es zu einer Zunahme respiratorischer Spitalsfälle (vor allem COPD und Asthma), die insgesamt bei über 65-Jährigen nach 2 Tagen bei Männern mit 5,5 % und nach 3 Tagen bei Frauen mit 5,6 % Signifikanz erreichte. In der Altersgruppe von 14–65 Jahren war kein signifikanter Einfluss auf respiratorische Spitalsfälle feststellbar. Im Kindesalter war dieser Einfluss nach jeweils 2–4 Tagen nur bei Mädchen signifikant und betrug bei 1- bis 6-Jährigen 8 % und bei 7- bis 14-Jährigen 6,3 %.

Die empfindlichste Bevölkerungsgruppe für akute respiratorische Feinstaubwirkungen sind Mädchen, gefolgt von über 65-Jährigen. Menschen im arbeitsfähigen Alter sind weniger empfindlich. Trotzdem sollten auch die derzeit österreichischen Staubgrenzwerte am Arbeitsplatz in Hinblick auf Risikogruppen abgesenkt werden.

#### **V20: Einfluss einer Feinstaubbelastung durch Schweißarbeiten im Karosserierohbau auf die Lungenfunktion**

**Michael Spallek<sup>1</sup>, Michael Bieneck<sup>1</sup>, Renate Wrbitzky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Gesundheitsschutz Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover,

<sup>2</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Abt. für Arbeitsmedizin

Beeinflusst die Luftbelastung durch Fein- und Ultrafeinstäube an Schweißarbeitsplätzen im Karosserierohbau die Lungenfunktion der Mitarbeiter? Gibt es zusätzlich Hinweise für eine besondere gesundheitliche Belastung der Mitarbeiter durch das Schweißen verzinkter Bleche?

Untersucht wurden 104 Mitarbeiter des Karosserierohbaus mit überwiegender Schweißertätigkeit in der Nutzfahrzeugherstellung und 77 nicht staubbelastete Mitarbeiter aus der Fahrzeugmontage des gleichen Werkes als Kontrollgruppe mittels Anamnese, Bodyplethysmographie und klinischer Untersuchung. Die Untersuchungen erfolgten jeweils zu Beginn und Ende einer Frühschicht. Zusätzlich wurde die Fein- und Ultrafeinstaubbelastung an repräsentativen Schweiß- und Montagearbeitsplätzen mittels SMPS-Messungen erfasst sowie bei der Untersuchungsgruppe ein Biomonitoring auf Zink (Urin) durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit der MHH Hannover.

Die SMPS-Messdaten zeigen typische Schweißrauche mit Partikelanteilen in Fein- wie auch im Ultrafeinstaubbereich. Es fand sich keine nachweisbare Beeinträchtigung der Lungenfunktion vor/nach der Schicht bei den schweißrauchexponierten Mitarbeitern. Ein wesentlicher Einfluss der Staubbelastung konnte unter den geltenden arbeitshygienischen Bedingungen nicht nachgewiesen werden. Es gibt keine Hinweise auf arbeitsbedingte Unterschiede der Lungenfunktion zwischen Schweißern und Montagearbeitern; hier dominieren vielmehr individuelle Besonderheiten, v. a. die Rauchgewohnheiten. Auch im Biomonitoring zeigte sich keine vermehrte Zinkbelastung aufgrund des Schweißens verzinkter Bleche.



Durch zeitgemäße technische und persönliche Schutzmaßnahmen ist bei Karosserieschweißarbeiten trotz einer typischen Fein- und Ultrafeinstaubbelastung durch die Schweißbrauche eine Beeinflussung der Lungenfunktion der Mitarbeiter vermeidbar. Es ist auch keine erhöhte Belastung durch das Verarbeiten bestimmter Bleche nachweisbar. Bei den Vorsorgeuntersuchungen und Beratungen dieser Mitarbeiter muss in Bezug auf eine mögliche Atemwegsbeeinträchtigung verstärkt auf den Einfluss individueller Rauchgewohnheiten hingewiesen werden.

**V21: Sputum-Screening auf Lungenkrebs unter asbestexponierten Arbeitnehmern – Korrelation von semiautomatisierter Sputumzytometrie (ASC) und konventioneller Zytologie (CY) mit der Enddiagnose**

*Nicola Kotschy-Lang<sup>1</sup>, Felix Nensa<sup>2</sup>, Gabriele Richartz<sup>3</sup>, Stasis Philippou<sup>3</sup>, Theodoros Topalidis<sup>4</sup>, Zita Atay<sup>4</sup>, John A. Nakhosteer<sup>2</sup>, Wolfgang Marek<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Klinik für Berufskrankheiten Falkenstein, <sup>2</sup>RIDTELC, Forschungsinstitut für Frühdiagnose und Therapie des Bronchialkarzinoms, Augusta Krankenhaus, Bochum, <sup>3</sup>Institut für Pathologie, Augusta Krankenhaus, <sup>4</sup>Institut für Zytologie, Hannover

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurden die Korrelationen zwischen semiautomatisierter Sputumzytometrie (ASC) und konventioneller Zytologie (CY) mit der Enddiagnose eines Bronchialkarzinoms an ehemals asbestexponierten Arbeitnehmern im Hinblick auf ein Lungenkrebs-Screening untersucht.

Nach einer konventionellen Röntgenthoraxuntersuchung in 2 Ebenen wurde Sputum nach Kochsalzinduktion oder als 3-Tage-Sputum in Saccomanno-Lösung von 630 Patienten mit Asbestose gewonnen und zu Monolayer-Ausstrichpräparaten verarbeitet. Zwei Objektträger wurden für die ASC nach saurer Hydrolyse mittels Thionin und 2 für die CY nach Papanicolaou gefärbt. ASC-suspekte Proben mit einem MG > 0,1 wurden mittels CY überprüft. Im Falle einer schwergradigen Dysplasie oder höhergradigen Veränderungen wurde den Patienten eine eingehende Tumordiagnostik empfohlen.

60 von 630 Proben (9,4 %) waren ASC-suspekt, MG  $0,161 \pm 0,09$ . Davon wurden 4 durch CY als tumorverdächtig klassifiziert, 16 als CIS oder schwere Dysplasie, weitere 12 enthielten mittelgradige oder leichte dysplastische Veränderungen, 27 waren normal oder inflammatorisch

und 1 inadäquat. 563 Proben wurden von der ASC als benigne klassifiziert (MG  $0,06 \pm 0,03$ ) und lediglich 7 als inadäquat.

In einer Untergruppe von 113 ASC von Patienten mit tumorsuspekten anamnestischen Angaben (wie Hämoptysen, unerklärter Gewichtsverlust in den letzten 6 Monaten, subfebrilen Temperaturen, Nachtschweiß) wurde bei ASC-unauffälligen Proben eine zusätzliche CY-Überprüfung durchgeführt. Dabei wurden durch die CY 2 Proben als schwere Dysplasie eingestuft, 11 als leichte oder mittelgradige Dysplasie, 97 normal oder inflammatorisch, lediglich 3 als inadäquat.

Vorläufig konnten 5 Patienten mit Lungenkrebs identifiziert werden (Prävalenz 0,79 %), darunter 4 Plattenepithelkarzinome und 1 Mesotheliom. Alle waren positiv in der ASC und wurden von der CY als „high grade lesions“ bestätigt.

Der Einsatz von ASC und CY sollte nun in Form einer kontrollierten prospektiven randomisierten Studie gemeinsam mit einem radiologischen Verfahren („low dose“ CT und/oder digitale Projektionsradiographie) an Arbeitnehmern mit Asbestose mit erhöhten Lungenkrebsrisiko überprüft werden.

**V22: Vergleichende Kohlengruben-A-Staubmessungen auf fünf Steinkohlenbergwerken in den USA unter Einsatz von deutscher und amerikanischer Staubmesstechnik. Analyse der Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit der Messergebnisse im Kontext differenter Risikomodelle für die Entwicklung einer Pneumokoniose**

*Sebastian F. Büchte<sup>1,2</sup>, Chuck Burggraf<sup>3</sup>, Oliver Langefeld<sup>4</sup>, Bill McClure<sup>1</sup>, Peter Morfeld<sup>2</sup>, Claus Piekarski<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>RAG Coal International Aktiengesellschaft, <sup>2</sup>Institut für Arbeitswissenschaften der RAG Aktiengesellschaft, <sup>3</sup>RAG American Coal Holding, Inc., <sup>4</sup>Institute für Bergbau, Technische Universität Clausthal

Zur Ableitung von Grenzwerten für Kohlengruben-A-Staub stehen sowohl deutsche als auch amerikanische Studien zur Verfügung. Ziel dieser Studie ist es, die Vergleichbarkeit der Kohlengruben-A-Staubexpositionserhebung in den USA mit der in Deutschland zu untersuchen und damit Hinweise zur Übertragbarkeit von Exposition-Response-Modellen für die Bergarbeiterpneumokoniose zu geben.

**Anzeige**

In Streben von fünf Steinkohlenbergwerken sind gravimetrische Staubmessungen mit dem deutschen Messgerät MPGII und dem amerikanischen Messgerät CPSU durchgeführt worden. Die ortsbezogenen Messungen mit beiden Geräten erfolgten gemäß dem deutschen Staubmessplan, parallel wurde personenbezogen mit der CPSU gemessen. Insgesamt wurden Staubmessungen während 37 Schichten im Zeitraum Juli bis August 2002 durchgeführt. Die Messergebnisse wurden nach Gerät, Staubmessort und Staubmessstrategie verglichen (Minimum, Maximum, arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung). Für den Vergleich erfolgt die Bildung entsprechender Quotienten und Differenzen. Regressionsmodelle zur Vorhersage von personenbezogenen Staubbelastungswerten auf der Grundlage der ortsfesten Messungen wurden entwickelt.

Im Mittel lag die mit dem MPGII im Streben ortsbezogen gemessene Staubkonzentration bei  $4,0 \text{ mg/m}^3$  (MPGII) bzw. mit  $3,2 \text{ mg/m}^3$  (CPSU). In der Umgebung des Walzenfahrers wurde im Mittel  $1,9 \text{ mg/m}^3$  (CPSU) personenbezogen gemessen. Eine multiple lineare Analyse der Quotienten zeigte systematische Unterschiede zwischen den Bergwerken. Der Vergleich ortsbezogener und personenbezogener Messungen ergab, dass im Mittel die ortsbezogenen Messungen um den Faktor 1,9 (MPGII) bzw. 1,7 (CPSU) erhöht waren.

### V23: Erste Ergebnisse einer Studie zum Einfluss der Kohlengruben-A-Staubexposition auf die Lungenfunktion von Bergleuten im Saarbergbau

*Peter Morfeld<sup>1</sup>, Konrad Lamper<sup>2</sup>, Michael Emmerich<sup>2</sup>, Hans R. Reischig<sup>2</sup>, Sebastian F. Büchte<sup>1</sup>, Claus Piekarski<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Institut für Arbeitswissenschaften der RAG Aktiengesellschaft, <sup>2</sup> Arbeitsmedizinisches Zentrum Hirschbach, Deutsche Steinkohle AG, <sup>3</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln

Die Entstehung nichtmaligner Erkrankungen der Atmungsorgane aufgrund untertägiger Staubbelastungen aus dem Steinkohlenbergbau ist unstrittig; dies schließt auch die Beeinträchtigung der Lungenfunktion ein. Jedoch ist die quantitative Expositions-Response-Beziehung nicht hinreichend bekannt, insbesondere bei Vorliegen höherer Quarzanteile. Ziel der vorliegenden Querschnittsstudie ist es, den Grad der Beeinträchtigung der Lungenfunktion genauer einzugrenzen.

580 Steinkohlenbergleute des Saarbergbaus wurden in den Jahren 1984 und 1985 für eine Längsschnittstudie rekrutiert. Sie nahmen bis Ende 1998 an insgesamt 2708 arbeitsmedizinischen Untersuchungen mit großer Lungenfunktionsprüfung teil. Als Kontrollkollektiv wurden zwischen 1980 und 1986 166 Arbeiter rekrutiert, die keine oder nur geringe Staubbelastungen aufwiesen. Diese stellten insgesamt 927 medizinische Datensätze mit großer Lungenfunktion im Längsschnitt. Es wird eine Querschnittsanalyse des jeweils letzten Datensatzes der Kollektive durchgeführt (multiple lineare Regression).

Regressionsanalysen unter Berücksichtigung von Alter, Zigarettenkonsum, ggf. Körpergröße und der kumulierten Exposition gegenüber Kohlengruben-A-Staub sowohl zu sollwertbezogenen als auch zu absoluten Lungenfunktionsgrößen belegen den ungünstigen Einfluss des Inhalationsrauchens, aber auch der Kohlengruben-A-Staubexposition. FEV<sub>1</sub> und VC sinken relativ zum EGKS-Sollwert um im

Mittel 10 % bzw. 12 % bei einer Kohlengruben-A-Staubbelastung von etwa 100 Staubjahren, absolut im Durchschnitt um 0,4 l/s bzw. 0,6 l. Die bodyplethysmographischen Messgrößen IGV (intrathorakales Gasvolumen) und Rt (bronchialer Strömungswiderstand) erweisen sich als weniger sensitiv, wobei das IGV nur in Abhängigkeit vom Zigarettenkonsum steigt und sich für den Rt lediglich bei gleichzeitiger Adjustierung für einen Streuungsgrad (1/0, ILO 1980 ein gewisser Anstieg mit der Kohlengruben-A-Staubexposition darstellt).

Diese Querschnittsstudie bestätigt somit grundsätzlich den auch in anderen Studien gefundenen Einfluss der Kohlengruben-A-Staubexposition auf die Lungenfunktion. Einschränkend ist anzumerken, dass die Expositionsschätzung verbesserungswürdig ist, so dass die Größenordnung der berichteten Wirkungen noch unsicher bleibt. Weitergehende Erkenntnisse sind zudem von einer Longitudinalanalyse der Kollektive zu erwarten.

## Umweltmedizin

### V24: Bodenkontamination an einem Produktionsstandort für Agrochemikalien in Paulinia, Brasilien – eine Gefahr für die Mitarbeiter?

*Michael Nasterlack<sup>1</sup>, I. Bessa<sup>2</sup>, M. G. Ott<sup>3</sup>, Andreas Zober<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Abteilung Arbeitsmedizin und Gesundheitsschutz, BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, <sup>2</sup> Medicina Ocupacional, BASF S.A., Brazil, <sup>3</sup> Medical Department, BASF Corporation, USA

An einem vor kurzem erworbenen Produktionsstandort der BASF in Brasilien, an dem früher auch chlororganische Insektizide hergestellt und formuliert worden waren, besteht eine noch vom vorigen Betreiber herrührende Boden- und Grundwasserkontamination. Besorgnisse über damit verbundene Gesundheitsgefahren wurden zuerst in der benachbarten Wohnbevölkerung, später auch von den Mitarbeitern geäußert. Eine gezielte Untersuchung aller Mitarbeiter am Standort sollte dieser Besorgnis Rechnung tragen.

Die relevanten gesundheitlichen Endpunkte Leber, Schilddrüse sowie zentrales und peripheres Nervensystem wurden anhand der bekannten Belastungssituation definiert. Unter Beteiligung externer Fachspezialisten wurden 208 von 211 wählbaren Mitarbeitern ausführlich klinisch, sonographisch, laborchemisch und mit einem Symptomfragebogen untersucht. Die historische und aktuelle berufliche Exposition sowie außerberufliche Belastungen wurden mit einer Job-Exposure-Matrix erfasst.

Die Häufigkeit auffälliger Untersuchungsergebnisse bei den Mitarbeitern entsprach den anhand der Literatur abgeleiteten Erwartungswerten für die Allgemeinbevölkerung. Die multivariate Statistik zeigte schwache Beziehungen von Leberparametern und unspezifischen Symptomen zu einzelnen historischen beruflichen Expositionen sowie starke Beziehungen zu lebensstil- und personenbezogenen Faktoren. Es gab keine Hinweise auf Gesundheitsstörungen, die mit dem bloßen Aufenthalt auf dem kontaminierten Gelände assoziiert waren.

Die vorliegende Bodenbelastung hat keine erkennbaren Gesundheitseffekte bei den Mitarbeitern am Standort

verursacht, die zusätzlich beruflich gegenüber den infrage kommenden Substanzen exponiert waren. Es ist in Übereinstimmung mit der Literatur zu folgern, dass es auch bei relativ deutlichen Bodenbelastungen nicht leicht zu einer gesundheitsrelevanten Aufnahme von chlororganischen Verbindungen kommt.

### V25: Elektronenmikroskopie von Nanostäuben am Arbeitsplatz und in der Umwelt

**Klaus Rödelberger, Stefan Podhorsky, Bernd Brückel und Hans-Joachim Woitowitz**

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS) der Justus-Liebig-Universität Gießen

Nanostäube aus ultrafeinen Primärteilchen (PT) mit Durchmesser  $< 100$  nm bedürfen zunehmender Aufmerksamkeit in der umwelt- und arbeitsmedizinischen Toxikologie. Erhöhte Wirksamkeit besteht aber nicht nur für freie PT. Auch Aggregate und Agglomerate (A+A) dieser PT sind zu berücksichtigen. Bei Prüfstandversuchen konnte eine elektronenmikroskopische Analysenmethode (TEM) entwickelt werden, die neben Größe und Anzahl der Teilchen in der Luft auch die Zusammensetzung von A+A und die Gesamtzahl aller PT dokumentieren ließ. Anwendungen dieser Methode werden vorgestellt.

Schweißrauche wurden im Kesselbau und in der Werftindustrie beim Lichtbogenhand- und Metall-Inertgasschweißen von Bau-, Edelstahl und Aluminium analysiert. Bei der Wartung von Bussen und Lastwagen sowie im Straßenverkehr wurde Dieselruß erfasst und mit einer Rußprobe aus dem 19-Stäube-Versuch von Pott und Roller verglichen. Kernporenfilter wurden mit einatembaren (E-)Staub und für die TEM-Auswertung beaufschlagt. Diese erfolgte bei 40 000facher Vergrößerung nach direkter und indirekter Präparation – d. h. an einem aus der wässrigen Suspension des E-Staubes beaufschlagten Filter.

Die Massenkonzentration des E-Staubes erreicht  $13 \text{ mg pro m}^3$  im Schiffbau und  $14 \text{ mg/m}^3$  im Kesselbau. Dieselruß-Messungen am Arbeitsplatz und im Straßenverkehr führen stets zu Werten unter der Nachweisgrenze von einigen  $100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Bei direkter Präparation resultieren bis zu  $89 \times 10^9 \text{ A+A/m}^3$  im Schiffbau,  $74 \times 10^9 \text{ A+A/m}^3$  im Kesselbau,  $39 \times 10^9 \text{ A+A/m}^3$  bei der Kfz-Wartung und  $5,7 \times 10^9 \text{ A+A/m}^3$  im Straßenverkehr. Ein A+A enthält im Schiff- und Kesselbau im Mittel bis zu 57 und 310 PT, bei der Fahrzeugwartung 36 und im Straßenverkehr 15 PT. Bei indirekter Präparation von Schweißrauch bilden sich nach Ultraschallbehandlung große Konzentrationen kleiner A+A von 7 bis 13 PT. Bei Konzentrationen über  $1 \text{ } \mu\text{g/ml}$  kommt es zu großen kompakten A+A, die dem Bodensatz einer gesättigten Lösung vergleichbar sind. Dies gilt auch für den Dieselruß aus dem 19-Stäube-Versuch, der sich weder in der Größe der PT von etwa 50 nm noch in der Größe der A+A von im Mittel 21 PT in der Suspension von Ruß aus Luftproben unterscheidet.

Als relevante Nanostäube unterscheiden sich Schweißrauche und Ruße kaum in der Größe der PT, wohl aber in deren Konzentration, der Größe der A+A, der Dichte und dem aerodynamischen Durchmesser. In Suspension ( $< 1 \text{ } \mu\text{g/ml}$ ) ist die Größe beider A+A ähnlich. Intratracheal getesteter und luftgetragener Dieselruß unterscheiden sich kaum. Allerdings enthält die verabreichte Suspension über  $1 \text{ mg/ml}$  große kompakte A+A, aus denen sich kleine A+A nur langsam freisetzen können.

### V26: Untersuchung von Proteinaddukten als Biomarker einer ernährungsbedingten Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Acrylamid

**Michael Bader, Wolfgang Rosenberger, Renate Wrbitzky**  
Medizinische Hochschule Hannover, Abteilung Arbeitsmedizin

Der Gehalt an Acrylamid in thermisch behandelten Lebensmitteln wird seit etwa zwei Jahren wissenschaftlich intensiv untersucht. Aufgrund der kanzerogenen Eigenschaften des Acrylamids kann eine erhöhte Gefährdung von Personen vermutet werden, die in größeren Mengen frittierte und gebackene Lebensmittel verzehren. Im Rahmen einer Querschnittstudie sollte geprüft werden, ob individuelle Ernährungs- und Rauchgewohnheiten einen Einfluss auf die innere Belastung mit Acrylamid haben.

An der Studie nahmen insgesamt 400 Personen teil. Durch einen Fragebogen wurden neben allgemeinen biometrischen Angaben insbesondere die Ernährungs- und Rauchgewohnheiten erfragt. Von jedem Probanden wurde eine Blutprobe hinsichtlich der Konzentration an N-(2-Carbamoyl-ethyl)-valin (CbEV, Acrylamid-Addukt) und N-2-Cyanoethylvalin (CEV, Acrylnitril-Addukt, Rauchermarker) untersucht. Die Analyse erfolgte nach einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) empfohlenen Verfahren mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie.

Die mittlere Konzentration des CbEV betrug bei Nichtrauchern etwa  $25 \text{ pmol/g}$  Globin. Raucher wiesen Adduktgehalte von bis zu  $260 \text{ pmol/g}$  Globin auf (Mittelwert:  $86 \text{ pmol/g}$  Globin), die Abhängigkeit des Adduktgehaltes von der Anzahl gerauchter Zigaretten war statistisch signifikant. N-2-Cyanoethylvalin war bei Nichtrauchern nur in wenigen Einzelfällen nachweisbar, Raucher zeigten mittlere Adduktkonzentrationen von etwa  $50 \text{ pmol/g}$ . Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen individuellen Ernährungsgewohnheiten und der Konzentration an CbEV festgestellt werden.

Im Gegensatz zum Anstieg der Adduktkonzentration nach inhalativer Acrylamidaufnahme durch das Rauchen scheint eine orale Aufnahme nicht zu einer messbaren Zunahme an Proteinaddukten zu führen. Das gesundheitliche Risiko durch die Aufnahme von Acrylamid mit der Nahrung könnte demnach erheblich geringer sein, als es bisherige Abschätzungen auf der Basis inhalativer Belastungen vermuten lassen.

### V27: Starke Assoziationen zwischen Umweltpartikeln und Blutparametern bei Senioren

**Wolfgang Guth<sup>1</sup>, Peter Höpfe<sup>1</sup>, Joel Schwartz<sup>2</sup>, Michael Spannagel<sup>3</sup>, Fabian Geiger<sup>1</sup>, Rudolf Schierl<sup>1</sup>, Dennis Nowak<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der LMU München, <sup>2</sup> Harvard School of Public Health, Dept. of Environmental Health, Boston, MA, USA, <sup>3</sup> Medizinische Klinik, Abteilung für Hämostaseologie, LMU München

Ziel der Studie war der wissenschaftliche Nachweis, ob die im Münchener Raum in der Umwelt auftretenden Partikelkonzentrationen (Feinstaub/Ultrafeinstaub) zu akuten Veränderungen von sechs ausgewählten Entzündungs- und Gerinnungsmarkern im Blut bei einer vermuteten Risikogruppe (Senioren) führen.

Wir führten eine longitudinale Kohortenstudie an 52 Senioren (41 weiblich, 11 männlich, mittleres Alter 78 Jah-

re) durch, die in bzw. der Nähe eines Münchner Seniorenheimes lebten. Von Juli 2000 bis Juli 2001 konnten wir von jedem Probanden 20 venöse Blutproben (ca. alle 2 Wochen) auf Fibrinogen, CRP, PAI, Prothrombinfragmente F1+2, Faktor XIII und von-Willebrand-Faktor analysieren. Tägliche Messungen der PM10- und PM2.5-Konzentrationen erfolgten im Park des Seniorenheimes, Messungen der Ultrafeinstaubkonzentrationen (UF) ca. 3 km davon entfernt. Als statistisches Analyseverfahren mit Adjustierung für Trends, Jahreszeit, Wochentag und Temperatur (PET) wählten wir GLM-Modelle (Generalized Linear Models).

Die Partikelkonzentrationen lagen für PM2.5 bei 1–81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , für PM10 bei 1–92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und für UF bei 2000 bis 98 000 Partikel/ $\text{cm}^3$ . Es zeigten sich signifikante CRP-Erhöhungen in Assoziation zu den PM2.5-Werten des Vortages (+ 16,9 %, CI + 0,6 %/+ 36,6 %) und zu UF-Werten als 24-h-Mittel vor der jeweiligen Messung (+ 28,4 %, CI + 5,2 %/+ 56,7 %). Für Fibrinogen ergaben sich signifikante positive Assoziationen zu den PM10-Werten (+ 3,6 %, CI + 1,1 %/+ 6,1 %) und zu den PM2.5-Werten (+ 3,7 %, CI 1,1 %/6,4 %) des jeweiligen Messtages. Für die Prothrombinfragmente F1+2 fanden sich signifikante Abfälle für PM10, PM2.5 und UF-Werte des Messtages und für UF-Werte des Vortages. Auch für die übrigen drei Gerinnungsparameter zeigten sich signifikant negative Assoziationen bei ansteigenden PM-Konzentrationen.

Die stark positiven Assoziationen von CRP und Fibrinogen zu den Partikelkonzentrationen deuten auf die Auslösung inflammatorischer Prozesse hin, wobei vorwiegend PM2.5 und Ultrafeinstaub eine Rolle zu spielen scheinen. Weitergehende Studien sind notwendig, um den Pathomechanismus mit den Abnahmen der anderen Blutmarker genauer aufzuklären.

Die Studie wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen gefördert.

## Biomonitoring

### V28: Innere und äußere PAK-Belastung bei Beschäftigten in der Herstellung von Feuerfestmaterialien vor und nach der Einführung einer neuen Bindepechsorte

**Ralf Preuss<sup>1</sup>, Johannes Müller<sup>1</sup>, Horst Christoph Broding<sup>1</sup>, Thomas Merz<sup>1</sup>, Franz Müller<sup>2</sup>, Hans Drexler<sup>1</sup>, Jürgen Angerer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, <sup>2</sup> Didier-Werke AG, Wiesbaden

Im Rahmen eines vom HVBG geförderten deutschlandweiten Forschungsprojektes wurde eine innerbetriebliche Interventionsmaßnahme arbeitsmedizinisch begleitet. Dabei wurde die bisher verwendete Bindepechsorte gegen ein neues Pech (Carbores<sup>®</sup>) ausgetauscht. Ziel der Untersuchung war es, mit Hilfe von „ambient“ und „biological monitoring“ festzustellen, ob und in welchem Ausmaß sich die äußere und innere Belastung der Beschäftigten durch die Umstellung der Produktion verändert.

Es wurden 28 Arbeiter vor und 33 nach Einführung der neuen Bindepechsorte untersucht. 18 dieser Probanden wurden sowohl vor als auch nach der Umstellung unter-

sucht. Zur Erfassung der 16 luft- und partikelgetragenen EPA-PAK wurden personenbezogenen Raumluftmessungen durchgeführt. Die innere Belastung der Beschäftigten wurde anhand der Ausscheidung von hydroxylierten Metaboliten des Naphthalins, des Phenanthrens und des Pyrens im Urin bestimmt.

Die Luftmessungen zeigten, dass sich das PAK-Profil der Arbeitsplätze nach der Intervention gravierend verändert hat. Insbesondere die höhermolekularen PAK wie z. B. das Benzo[a]pyren waren nur noch in Ausnahmefällen nachweisbar (Median vorher: 0,15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nachher: < 0,07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dafür sind die als leichter flüchtig bekannten Komponenten Naphthalin, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren und Anthracen auf das 2- bis 35fache angestiegen, was im Hinblick auf das seit 2001 als potentiell krebserregend eingestufte Naphthalin kritisch zu bewerten ist. Bei der Untersuchung der inneren Belastung wurden im Median 4fach höhere Naphthol- und 5fach höhere Hydroxyphenanthrenausscheidungen gefunden. Die 1-Hydroxypyrenkonzentrationen im Urin blieben unverändert. Bedingt durch eine deutliche Hautresorption und das Rauchverhalten konnten bei Pyren und Naphthalin keine Zusammenhänge zwischen äußeren und inneren Belastungsparametern beobachtet werden.

Es konnte gezeigt werden, dass durch den Austausch des alten gegen das neue Bindepech eine deutliche Reduktion der meisten krebserregenden PAK in der Luft der Arbeitsplätze und damit eine Verbesserung im vorbeugenden Gesundheitsschutz der Beschäftigten erreicht wurde, die äußere und innere Belastung durch leichter flüchtige PAK ansteigt, wobei das kürzlich als krebserregend erkannte Naphthalin arbeitsmedizinische Probleme aufwirft, und bei PAK-Belastung die Kombination aus „ambient“ und „biological monitoring“ einen unverzichtbaren Bestandteil der Prävention darstellt

### V29: Biologisches Belastungsmonitoring und Effektmonitoring von Dicarbonsäureanhydrid-Expositionen bei der Großspulenfertigung

**Thomas Göen<sup>1</sup>, Alice Müller-Lux<sup>1</sup>, Margret Böckler<sup>2</sup>, Wolfgang Zschiesche<sup>2</sup>, Thomas Kraus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeitsmedizin der RWTH Aachen, <sup>2</sup> Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln

Dicarbonsäureanhydride werden weitverbreitet als Härter in Epoxidharzen verwendet. Aufgrund ihres hohen Sensibilisierungspotentials besteht ein dringender Bedarf an präventiver Diagnostik. Ziel der Studie war die Beantwortung der Frage, welche Beiträge ein biologisches Belastungsmonitoring sowie ein biologisches Effektmonitoring bei der Risikoabschätzung für Dicarbonsäureanhydrid-exponierte Beschäftigte leisten können.

In der Studie wurden 15 männliche Beschäftigte untersucht, die bei der Großspulenfertigung mit dem Dicarbonsäureanhydrid MTHPA Umgang hatten. Die Luftbelastung lag im Bereich von 0,02 und 0,05  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Mit einem standardisierten Fragebogen wurde die individuelle gesundheitliche Beeinträchtigung erfasst. Für das Biomonitoring wurden am Ende der Schicht Spontanurinproben (n = 15) und Blutproben (n = 11) gewonnen. In den Urinproben wurden mit einem GC-(NCD)-MS-Analyseverfahren die Anhydridmetabolitenkonzentrationen bestimmt. Der MTHPA-spezifische IgE-Status wurde mit einem

kommerziellen ELISA-Verfahren (UniCap, Pharmacia) ermittelt.

Neben dem MTHPA-Metaboliten wurden im Urin der Beschäftigten auch die Metabolite der Anhydride MHHPA und THPA nachgewiesen. Die Konzentrationsbereiche lagen im Bereich 44–599 nmol/mmol Kreatinin (MTHPA), 12–117 nmol/mmol (MHHPA) sowie 6–68 nmol/mmol (THPA). In 5 der 11 Blutproben wurde anhand der IgE-Konzentrationen eine Sensibilisierung gegenüber MTHPA festgestellt. Expositionsassoziierte atemwegsbezogene Symptome wurden von allen Sensibilisierten, aber auch von der Mehrzahl der Nichtsensibilisierten angegeben. Eine Korrelation zwischen aktueller Belastung und erworbener Sensibilisierung bestand nicht.

Die hohe Sensibilisierungsrate (45 %) bestätigt das besondere Gefährdungspotential der Dicarbonsäureanhydride. Zudem weist die Symptombhäufung auf die Notwendigkeit der Optimierung präventiver Maßnahmen hin. Das biologische Belastungsmonitoring trug entscheidend dazu bei, die tatsächliche Expositionssituation zu erfassen. Für eine korrekte Risikoabschätzung sind allerdings Längsschnittuntersuchungen erforderlich.

### V30: Biological Monitoring bei beruflicher Exposition gegenüber Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) – Erste Erfahrungen mit dem Parameter 3-Hydroxybenzo[a]pyren

*Bernd Roßbach<sup>1</sup>, Margret Böckler<sup>2</sup>, Karin Ortlepp<sup>3</sup>, Reinhard Lange<sup>4</sup>, Franz Müller<sup>5</sup>, Stephan Letzel<sup>1</sup>, Hans Drexler<sup>6</sup>, Jürgen Angerer<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>IASUM, Universität Mainz, <sup>2</sup>BG Feinmechanik und Elektronik, Köln, <sup>3</sup>PPS Personal-, Produktions- und Servicegesellschaft mbH, Salzgitter, <sup>4</sup>Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, Heuchelheim, <sup>5</sup>Didier-Werke AG, Wiesbaden, <sup>6</sup>IPASUM Universität Erlangen-Nürnberg

In einer durch den Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) geförderten Studie wird derzeit deutschlandweit die beruflich bedingte PAK-Belastung von Beschäftigten aus verschiedenen Branchen untersucht. Ziel dieser Studie ist neben einer eingehenden Erhebung der branchenspezifischen Exposition mittels etablierter Parameter der äußeren und inneren Belastung auch die Überprüfung der Eignung neuer Biomarker zur Expositionserfassung. Zu diesen zählt das im Urin ausgeschiedene 3-Hydroxybenzo[a]pyren, ein Benzo[a]pyrenmetabolit, der im Verlauf der Studie erstmals bei einem größeren Kollektiv erfasst wird.

Grundlage der Betrachtungen bilden erste Ergebnisse von 66 Beschäftigten, die in drei verschiedenen Gewerken (Kokerei, Herstellung von Graphitelektroden und Herstellung von Feuerfestmaterialien) tätig waren. Bei allen Beschäftigten erfolgte die Bestimmung der äußeren Belastung durch personenbezogene Erfassung der Arbeitsplatzkonzentrationen von Benzo[a]pyren (BaP) und 15 weiteren PAK. Im Rahmen eines Biological Monitoring wurden in Nachsichtharnproben der Probanden neben dem Parameter 3-Hydroxybenzo[a]pyren (3-OH-BaP) auch der Pyrenmetabolit 1-Hydroxypyren (1-OHP) quantifiziert.

Die Luftmessungen ergaben für das Untersuchungskollektiv BaP-Belastungen zwischen  $< 0,03$  und  $38,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Median 0,65). In den Harnproben wurden 1-OHP-Gehalte zwischen 0,36 und  $279,63 \mu\text{g}/\text{g}$  Kreatinin (Median

7,39) ermittelt. Gleichzeitig fanden sich 3-OH-BaP-Konzentrationen zwischen  $< 0,7$  und  $114,2 \text{ ng}/\text{g}$  Kreatinin (Median 2,1).

Die Bestimmung der äußeren Belastung offenbarte zum Teil erhebliche PAK-Expositionen. Als Folge zeigt der Parameter 1-OHP für das Untersuchungskollektiv eine beträchtliche PAK-Aufnahme an, die statistisch signifikant mit der äußeren Belastung korreliert [ $r_p$  (BaP-1-OHP) = 0,767;  $p < 0,01$ ;  $n = 66$ ]. Die Ausscheidung des Metaboliten 3-OH-BaP liegt im Vergleich der Medianwerte etwa 3500fach niedriger als die des 1-OHP und damit in einem analytisch deutlich schwerer zugänglichen Bereich. Signifikante Zusammenhänge insbesondere mit dem Parameter 1-OHP sprechen dabei für die Validität des eingesetzten Verfahrens, das im Gegensatz zur Bestimmung von 1-OHP eine direkte Abschätzung der inneren Belastung mit dem Kanzerogen BaP gestattet.

### V31: Nachweis von toxischen Stoffen am Arbeitsplatz durch Analyse der menschlichen Ausatemluft mittels Massenspektrometrie

*Siegfried Praun<sup>1</sup>, Johannes Villinger<sup>1</sup>, Egmont Baumgartner<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>V&F medical development GmbH, Absam, Österreich,

<sup>2</sup>Arbeitsmedizinisches Zentrum Hall, Österreich

Vorgestellt wird der Einsatz eines Multikomponentengasanalyzers auf der Basis Massenspektrometrie, der Online- und Offline-Messungen von organischen und anorganischen Verbindungen in der menschlichen Ausatemluft ermöglicht. Der Nutzen hinsichtlich Einfachheit, verbunden mit neuer Aussagekraft im Bereich der Arbeitsmedizin wird anhand von Beispielen diskutiert.

Die Anwendung eines Ionen-Molekül-Reaktion (IMR)-Massenspektrometers (MS) wird mittels einer Online-Messung und zweier Offline-Messungen vorgestellt. Bei Online-Messungen wird direkt in das IMR-MS ausgeatmet und die selektierten Moleküle werden kontinuierlich aufgezeichnet. Für Offline-Messungen atmen die Personen in Proberöhrchen aus Glas, die mittels Autosampler-IMR-MS analysiert werden.

a) Online: Nach der Exposition zu einem Gasgemisch aus Propen, 1,3-Butadien, Benzol und Toluol wird deren Abbau aus der Ausatemluft bis in den untersten ppb-Bereich gemessen, womit Rückschlüsse auf die Clearance dieser Verbindungen ermöglicht werden.

b) Offline: Die Exposition zu den Lösungsmitteln Aceton, Diethylether und Dimethylformamid in einem pharmazeutischen und einem glasverarbeitenden Betrieb zeigen mit zunehmender Dauer ansteigende Konzentrationen in der Ausatemluft der exponierten Arbeiter. Die Werte erreichen, abhängig vom Zeitraum der Belastung, 10 bis 80 % verglichen mit jenen in der Umgebungsluft. Der positive Einfluss der Mittagspause bzw. der Nachtruhe konnte durch das Absinken dieser Verbindungen aufgezeigt werden.

Die Einfachheit des vorgestellten Verfahrens, beginnend von der Probenahme bis hin zur analytischen Detektion toxischer Verbindungen zeigt ein neue, nichtinvasive Bestimmungsmethode im Bereich der Arbeitsmedizin auf. Damit können aufwendige Blut- und Harnanalysen reduziert und neue Informationen über zeitabhängige Belastungen erzielt werden.

### V32: Biomonitoring zur Erfassung der Poly-HDI-Exposition

Fang Yu, Xaver Baur

Zentralinstitut für Arbeitsmedizin der Universität Hamburg

Anders als monomeres HDI werden Poly-HDI aus dem modernen Härter für Spritzlackieren im bisherigen konventionellen Ambientmonitoring aufgrund messtechnischer Schwierigkeiten selten erfasst. Es soll daher ein geeignetes Biomonitoring-Verfahren zur Erfassung dieser Poly-HDI-Exposition als Alternative zur Luftanalytik entwickelt werden.

Härter, Urin von Spritzlackierern und Schleifern sowie Urin von freiwilligen Testpersonen, die unter Laborbedingung gegen Poly-HDI exponiert waren, wurden untersucht. Die Proben wurden hydrolysiert, die freigesetzten monomeren Amine (1,6-HDA) wurden extrahiert und derivatisiert. Nach der GC-Auftrennung wurde das 1,6-HDA-Derivat mittels EI/PCI/NCI-MS nachgewiesen.

Poly-HDI aus dem Härter oder aus dem Schleifstaub konnten nach saurer Hydrolyse in 1,6-HDA gespalten werden. In den Urinproben von Spritzlackierern und Schleifern, die mit HDI-Härtern (1,6-HDI-Gehalt < 0,5 %) arbeiteten, konnten nach der Hydrolyse 1,6-HDA gemessen werden, was auf die körperliche Aufnahme von Polyisocyanaten hindeutete. In Arbeitsplatzsimulationen konnte nach einer 2-stündigen Exposition gegen diesen Härter bei 5 ppb (= MAK für HDI) ein 1,6-HDA-Spiegel um 20 µg/g Kreatinin gemessen werden. Die Kinetikuntersuchung deutete auf eine kurze Halbwertszeit von ca. 2 h für Poly-HDI hin.

Ein routinemäßiges Biomonitoring für die Poly-HDI-Belastung ist praktikierbar und sinnvoll aufgrund der Problematik der Luftanalytik. Damit diese Technik in der Präventionspraxis häufiger eingesetzt wird, braucht man einen neuen Referenzwert für die Poly-HDI-Belastung. Der dürfte nach unserer Hochrechnung für einen 8-Stunden-Arbeitstag am Schichtende unter 30 µg/g Kreatinin liegen.

## Gefahrstoffe

### V33: Exposition gegenüber N,N-Dimethylformamid an unterschiedlichen Arbeitsplätzen bei der Herstellung von Polyacrylfasern

Heiko U. Käfferlein<sup>1,2</sup>, Kristina Hennebrüder<sup>1</sup>, Thomas Brüning<sup>2</sup>, Hans Drexler<sup>1</sup>, Jürgen Angerer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Friedrich-Alexander Universität Erlangen, <sup>2</sup> Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin, Ruhr-Universität Bochum

N,N-Dimethylformamid (DMF) ist hepatotoxisch und ein weit verbreitetes organisches Lösungsmittel. Aufgrund seiner Fähigkeit, über die Haut resorbiert zu werden, ist ein biologisches Monitoring Voraussetzung zur Bestimmung der Exposition. Ziel der Studie war es, die Exposition der Beschäftigten gegenüber DMF in der Polyacrylfaserherstellung an verschiedenen Arbeitsplätzen mittels einer analytischen Methode zur Bestimmung der effektiven Dosis (hier: Hämoglobinaddukte) zu ermitteln.

Die DMF-Expositionen am Arbeitsplatz wurden mittels der Bestimmung von Hämoglobin(Hb)-Addukten in einer Gruppe von 35 Beschäftigten aus allen Bereichen der

Polyacrylfaserherstellung durch Gaschromatographie und Massenspektrometrie bestimmt. Die Kalibrierung sowie die Bestimmung der Präzisionen und Richtigkeit der Methode wurden unter Verwendung von sog. Dipeptidstandards durchgeführt.

Abhängig von der Konzentration (25 und 100 nmol/g Globin) lagen die Präzisionen in der Serie und von Tag zu Tag (n = 8) für die entwickelte Methode bei ≤ 13,2 %, während die relative Widerfindung (n = 5, 50 und 200 nmol/g) zu > 95 % bestimmt wurde. Die Nachweisgrenze dieser Methode betrug 0,5 nmol/g Globin (S/N 3). Hb-Addukte des DMF im Bereich zwischen 21,3 und 464,9 nmol/g Globin konnten im Blut der Beschäftigten identifiziert werden (Median 121,2 nmol/g). Es wurden keine Unterschiede in den Median-Adduktkonzentrationen zwischen Rauchern (129,7 nmol/g, n = 18) und Nichtrauchern (117,7 nmol/g, n = 16) sowie zwischen Arbeitern im Nassspinnverfahren (134,5 nmol/g, n = 8) und im Trockenspinnverfahren (141,9 nmol/g, n = 12) gefunden. Die niedrigsten Werte (Median n = 15) wurden bei Beschäftigten in der Fasernachbehandlung analysiert, während bei direkt am Spinnverfahren beschäftigten Arbeitern (n = 14) Hb-Adduktkonzentrationen von 122,8 nmol/mg Globin gefunden wurden. Die höchsten Konzentrationen wurden bei Arbeitern nachgewiesen, die an offenen Systemen arbeiteten und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit besaßen, dermal gegenüber DMF exponiert zu sein (n = 7).

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass grundsätzlich alle Arbeitsschritte bei der Polyacrylfaserherstellung mit einer Exposition gegenüber DMF verbunden sind. Dabei ist vor allem die dermale Exposition ein wichtiger Aufnahmeweg und kann als ursächlich für die zum Teil hohen Expositionen am Arbeitsplatz angesehen werden. Mit der Messung von Hämoglobinaddukten ist es in Zukunft möglich, die DMF-Exposition von Beschäftigten am Arbeitsplatz sicher zu erfassen.

### V34: GENICA-Studie: Einfluss von Gen-Umwelt-Interaktionen auf das Brustkrebsrisiko

Beate Pesch<sup>1</sup>, Sylvia Rabstein<sup>1</sup>, Volker Harth<sup>1</sup>, Christiane Pierl<sup>1</sup>, Yon Ko<sup>2</sup>, Hans-Peter Rihs<sup>1</sup>, Christian Baisch<sup>3,4</sup>, Hiltrud Brauch<sup>3</sup>, Ute Hamann<sup>4</sup>, Christina Justenhoven<sup>3</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup> für das GENICA-Konsortium

<sup>1</sup> Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA), Bochum, <sup>2</sup> Johanniter-Krankenhaus, Bonn, <sup>3</sup> Dr. Margarete Fischer-Bosch-Institut für Klinische Pharmakologie, Stuttgart, <sup>4</sup> Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg

Obwohl Brustkrebs die häufigste Tumorerkrankung bei deutschen Frauen ist, sind kaum Fremdstoffe am Arbeitsplatz als berufliche Risikofaktoren bekannt. Ziel dieser Auswertung ist die Abschätzung der Risiken beruflicher Belastungen durch Lösemittel im Zusammenhang mit Sequenzvariationen in Genen des Fremdstoffwechsels.

Im Rahmen des Deutschen Humangenomprojektes führte die interdisziplinäre Studiengruppe „Gene-Environment Interaction and Breast Cancer in Germany“ (GENICA) eine bevölkerungsbezogene Fall-Kontroll-Studie mit 688 Fällen und 724 Bevölkerungskontrollen durch. Berufliche Belastungen wurden anhand der Berufsbiographien mit einer Job-Expositions-Matrix (FinJEM) ermittelt. Sequenzvarianten von Genen des Fremdstoffmetabolismus wurden für CYP1A1, CYP1B1, CYP2E1, GSTM1, GSTP1, GSTT1, NAT1, NAT2 bestimmt.



Jemals exponiert gegenüber Lösemitteln waren nach der Bewertung der Berufsbiographien mit einer JEM insgesamt 67 Fälle (10 %) und 55 Kontrollen (8 %) aus der Studienregion Bonn. Lösemittelexposition erwies sich als signifikanter Risikofaktor für die Entstehung von Brustkrebs (OR 1,5; 95 %CI 1,0–2,3). Die Effekte der Lösemittelexposition zeigten Modifikationen durch die Genotypen der Variante CYP1A1 3801 T > C. Heterozygote hatten dabei kein erhöhtes Risiko durch Lösemittel.

Lösemittelbelastung, bewertet mit einer JEM, konnte als Risikofaktor für Brustkrebs ermittelt werden. Genetische Suszeptibilitätsfaktoren können diese Effekte modulieren, jedoch müssen die Zufallseffekte durch Stratifizierung und multiples Testen berücksichtigt werden.

### V35: Mortalität in einer Kohorte italienischer Zellstoff- und Papierfabrikarbeiter

*Giorgio Assennato<sup>1</sup>, Donato Sivo<sup>1</sup>, Lucia Bisceglia<sup>1</sup>, Gigliola de Nichilo<sup>1</sup>, Stefano Bruno<sup>1</sup>, Klaus Golka<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Abteilung für Arbeitsmedizin, Klinik für Innere Medizin und Öffentliches Gesundheitswesen, Universität Bari, Italien, <sup>2</sup> Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund

In einer Zellstoff- und Papierfabrik wurde an einer historischen Kohorte eine Studie durchgeführt, um einen möglichen Zusammenhang zwischen einer erhöhten Mortalität und beruflicher Exposition zu untersuchen.

Es wurden angestrebt, alle Personen zu untersuchen, die jemals in der Zellstoff- und Papierfabrik in Foggia, Süditalien, im Zeitraum zwischen dem 01. 01. 1965 und dem 31. 03. 2000 beschäftigt waren. Die Kohorte war definiert aufgrund der von der Firma zur Verfügung gestellten persönlichen Daten, die Informationen zu demographischen Variablen und dem Berufsleben enthielten. Im Rahmen einer Zensusuntersuchung am 31. 03. 2000 wurde erhoben, ob der Mitarbeiter lebte. Bei verstorbenen Mitarbeitern wurde die Todesursache anhand des Totenscheins erhoben. Die Kodierung der Todesursachen erfolgten gemäß ICD-9 durch medizinisches Personal. SMR (standardisierte Mortalitätsraten) wurden mit Hilfe der Software Stata 8 berechnet. Als Referenzwerte wurden die Daten der Allgemeinbevölkerung aus der Region Apulien hinsichtlich Todesursache, Geschlecht, Alter und jahresspezifischen Todesraten verwendet. 95 %-Konfidenzintervalle wurden auf der Basis der Poisson-Verteilungen der beobachteten Todesfälle berechnet. Insgesamt wurden 54 265 Personenjahre untersucht. 203 Personen konnten nicht verfolgt werden. 91 Arbeiter gingen beim Follow-up verloren. 11 % der Arbeiter wurden von der Analyse ausgeschlossen. Es wurden insgesamt 2367 Personen in die Kohorte eingeschlossen, von denen 990 (41,8 %) verstorben waren. 60 Arbeiter wurden von der Analyse ausgeschlossen, da sie weniger als 6 Monate beschäftigt oder bereits vor Studienbeginn verstorben waren. Bei 72 weiteren Arbeitern war es nicht möglich, Informationen über die Todesursache zu beschaffen. Diese wurden mit 799,9 entsprechend ICD-9 codiert.

Die durchschnittliche Expositionsdauer betrug 24,3 (7,6) Jahre, der Median betrug 25,5 Jahre. Bei Männern wurde eine Übersterblichkeit für alle Ursachen (SMR = 112; 95 % KI 104,9–119,8), für Hirntumore (SMR = 296; 95 % KI 100,6–412,0) und für gastrointestinale Tumore (SMR = 126,8; 95 % KI 100,7–159,7) beobachtet. Hinsichtlich der Krebsmortalität wurden die höchsten Werte in der letzten 5-Jahresperiode, d. h. für den Zeitraum zwischen 1995 und

2000, beobachtet. In diesem Zeitraum betrug die standardisierte Mortalitätsrate 132 (95 % KI 114,1–153,0).

Die Daten zeigen, in Übereinstimmung mit der Arbeit von Matanoski et al. (Am J Ind Med 33 (1998) 354–365), ein vermehrtes Auftreten von Tumoren im Bereich des Gehirns und des Magen-Darm-Traktes.

### V36: Genpolymorphismen und Lungenkrebsrisiko in Abhängigkeit vom Rauchkonsum als Paradigma kanzerogener PAH-Einwirkung

*Joachim Schneider, Ulrike Bernges, Monika Philipp, Hans-Joachim Woitowitz*

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin des Klinikums der Justus-Liebig Universität, Gießen

Erforschung des Zusammenwirkens nicht arbeitsbedingter Schadstoffe mit individuellen genetischen Suszeptibilitätsfaktoren. Unterschiedliche individuelle Empfindlichkeiten gegenüber Einwirkungen von kanzerogenen PAH werden durch Polymorphismen fremdstoffmetabolisierender Enzyme (CYP1A1, 1B1, GSTM1, T1, P1) erklärt. Das Lungenkrebsrisiko in Abhängigkeit vom Rauchkonsum als Paradigma kanzerogener PAH-Einwirkung soll nach Analyse der Genpolymorphismen abgeschätzt werden.

Mittels Real-time-PCR-Methode wurden bei n = 446 Patienten mit Lungenkrebs und n = 662 Kontrollpersonen in genomischer DNA mit Hilfe fluoreszierender Hybridisierungssonden die Polymorphismen von CYP1A1, CYP1B1, GSTM1, GSTT1 und GSTP1 bestimmt. Schmelzkurvenanalysen dienten zur Identifizierung der verschiedenen Genotypen.

Das Lungenkrebsrisiko stieg mit zunehmendem Zigarettenrauchkonsum an. Stratifizierte Analysen der Genpolymorphismen und des Rauchkonsums ergaben für starke Raucher (> 60 pack-years) folgende erhöhte Risiken bei Nachweis mindestens eines varianten Allels: CYP1A1 T6235C: OR = 27,74 (95 %-CI = 4,34–177,25), CYP1A1 A4889G Position: OR = 33,23 (95 %-CI = 3,11–354,99), CYP1B1: OR = 418,70 (95 %-CI = 45,45–3856,89), GSTP1 varianten Allels: OR = 50,56 (95 %-CI = 15,52–164,79). Die Risiken für den GSTM1-null-Genotyp betragen OR = 112,08 (95 %-CI = 23,02–545,71) und für den GSTT1-Null-Genotyp OR = 158,49 (95 %-CI = 17,75–1415,06). Die Risikoberechnungen für die jeweiligen Wildtypen lagen in gleicher Höhe.

Die Polymorphismen vom CYP1A1, CYP1B1, GSTM1, GSTT1 oder GSTP1 zeigten keinen modifizierenden Effekt auf das Lungenkrebsrisiko und den kumulativen Rauchkonsum.

## Psychosoziale Faktoren und Gesundheit

### V37: Differentialdiagnostisches Management von Patienten mit chronischer Müdigkeit

*Alfred Barth, Christian Wolf*

Klinische Abteilung Arbeitsmedizin, Universität Wien

Wir berichten über das differentialdiagnostische Management von Patienten, die mit der Verdachtsdiagnose „Chronische Fatigue Syndrome“ (CFS) an einer arbeitsmedizinischen Ambulanz vorstellig geworden sind. Ziel war die Optimierung des diagnostischen Prozederes sowie die Gewinnung von Aufschlüssen hinsichtlich der Ursachen der Beschwerden.



67 Patienten wurden an die Ambulanz der Abteilung für Arbeitsmedizin mit der Verdachtsdiagnose CFS überwiesen. Bei allen Personen wurde eine internistische, eine psychiatrische und eine neurologische Abklärung an der hiesigen Universitätsklinik durchgeführt.

Es zeigte sich, dass die Verdachtsdiagnose zum überwiegenden Teil nicht bestätigt werden konnte. Nur 30 % der Patienten entsprachen den Diagnosekriterien. Zum einen war dies auf die schlechte Nichterfüllung der Basis-kriterien zurückzuführen, zum anderen auf psychiatrische Erkrankungen, die ein CFS ausschließen (Depressionen mit psychotischen Symptomen, Substanzmissbrauch etc). Neurologische und internistische Ausschlussgründe waren weitaus seltener. Bei jenen Patienten, die den CFS-Kriterien entsprechen, besteht eine hohe Komorbidität zu psychiatrischen Erkrankungen. Der psychiatrischen Untersuchung muss ein zentraler Stellenwert in der CFS-Abklärung eingeräumt werden. Es gibt somit Gründe für die Annahme, dass es sich beim CFS um eine psychiatrische Erkrankung handelt.

### **V38: Berufliche und außerberufliche Risikofaktoren des Burn-out-Syndroms**

*Ulrich Bolm-Audorff<sup>1</sup>, Amelia Isic<sup>2</sup>, Jens Laubner<sup>2</sup>, Dieter Zapf<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Landesgewerbeamt Wiesbaden, <sup>2</sup> Institut für Psychologie der Universität Frankfurt/M.

Die Häufigkeit und berufliche bzw. außerberufliche Risikofaktoren des Burnout-Syndroms wurde in einer Zufallsstichprobe der Bevölkerung gemessen.

Es handelte sich dabei um eine standardisierte Befragung von 405 Personen, die durch eine Zufallsstichprobe aus der Erwerbsbevölkerung der Städte Frankfurt/Main und Wiesbaden ermittelt wurden, zur Häufigkeit des Burn-out-Syndroms mit Hilfe des Maslach Burn-out Inventory in der deutschen Fassung von Büssing und Perrar (1992) sowie zur Häufigkeit von beruflichen und außerberuflichen Risikofaktoren.

Die Prävalenz des Burn-out-Syndroms lag bei 18 %. Signifikante berufliche Risikofaktoren für das Burn-out-Syndrom waren die Anzahl von Überstunden pro Monat, Zeitdruck am Arbeitsplatz sowie Konflikte mit Arbeitskollegen und Vorgesetzten, während Arbeiten in einem Nebenjob sowie die Dauer des Arbeitsweges und die Art des Verkehrsmittels keinen signifikanten Einfluss hatten. Signifikante außerberufliche Risikofaktoren waren Konflikte mit Familienmitgliedern, Nachbarn und Freunden, während Alter, Geschlecht, sozialer Status, Familienstand und Anzahl der Kinder keine signifikante Rolle spielten. Personen mit Burn-out-Syndrom waren signifikant häufiger und länger arbeitsunfähig und in ärztlicher Behandlung, u. a. wegen psychischer Erkrankungen.

Das Burn-out-Syndrom hat nach der vorliegenden Studie eine hohe Prävalenz und verursacht wegen der erhöhten Arbeitsunfähigkeitshäufigkeit und -dauer erhebliche Kosten. Die Möglichkeiten der Prävention und die langfristigen Folgen des Burn-out-Syndroms sollten daher näher untersucht werden.

### **V39: Auswirkungen von Dauernachtschicht im Vergleich zu Wechselschicht auf kognitive und psychomotorische Leistungsfähigkeit**

*Raluca Petru<sup>1</sup>, Marc Wittmann<sup>2</sup>, Dennis Nowak<sup>1</sup>, Bodo Birkholz<sup>3</sup>, Peter Angerer<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Umweltmedizin der LMU München, <sup>2</sup> Generation Research Program, Humanwissenschaftliches Zentrum der LMU, Bad Tölz, <sup>3</sup> Audi AG, Ingolstadt

Es sollte geklärt werden, ob kognitive und psychomotorische Fähigkeiten, die für die Arbeits- und Verkehrssicherheit relevant sind, durch die Arbeit in Dauernachtschicht stärker beeinträchtigt werden als durch die Arbeit in der Früh-Spät-Wechselschicht, ferner, ob chronobiologischer Typ und Alter die Beziehung zwischen Schicht und Leistung beeinflusst.

Untersucht wurden 44 männliche Arbeiter, 20 aus der Früh-Spät-Wechselschicht während der Frühschicht (WS) sowie 24 aus der Dauernachtschicht (NS) jeweils während einer Schicht: Der chronobiologische Typ wurde mittels D-MEQ ermittelt. Zu Beginn und zum Ende der Schicht wurden visuelle Analogskala zu Wachheit, Basler Befindlichkeitsskala, „d2“ Aufmerksamkeits- und Belastungstest sowie Reaktionstest, Linienverfolgungstest und Wiener Determinationstest aus dem computerunterstützten Wiener Testsystem eingesetzt.

Bei den WS-Arbeitern waren die Morgentypen stärker vertreten, bei den NS-Arbeitern die Abendtypen: In WS arbeiteten 7 Morgen-, 13 Neutral- und 0 Abendtypen; in NS waren es 1 Morgen-, 15 Neutral- und 8 Abendtypen. Bei den Leistungstests unterschieden sich WS-Arbeiter und NS-Arbeiter weder am Schichtanfang noch am Schichtende. Im Verlauf der Schicht verbesserten sich in beiden Schichtgruppen Konzentrationsleistung, Sorgfalt und Belastbarkeit. Lerneffekte durch Wiederholung der Tests waren in beiden Gruppen gleich stark. Der chronobiologische Typ hatte weder für sich allein noch im Zusammenspiel mit der Schichtart einen Einfluss auf die Leistung. Die jüngeren Probanden erzielten deutlich bessere psychomotorische und kognitive Leistungswerte, sowohl zu Anfang als auch am Ende der jeweiligen Schicht. Im Zusammenspiel mit der Schichtart hatte das Alter keinen Einfluss. Die Leistungsfähigkeit war auch unabhängig vom Wochentag.

Die Ergebnisse dieser Studie sprechen dafür, dass Morgentypen eher die Tagschicht und Abendtypen die Dauer-

## Anzeige

nachtschicht vorziehen. Unter der Voraussetzung freiwilliger Wahl scheint Arbeit in Dauernachtschicht im Vergleich zur Wechselschicht keinen negativen Einfluss auf die kognitive und psychomotorische Leistungsfähigkeit zu haben. Anhand der eingesetzten Messinstrumente gibt es somit keinen Hinweis, dass Dauernachtschicht im Vergleich zur Früh-Spät-Wechselschicht das Risiko eines Arbeits- oder Wegeunfalls erhöht.

**V40: Arbeitsfähigkeit bei Pflegepersonal in Europa – eine wissenschaftliche Anwendung des Arbeitsfähigkeitsindex in der europäischen NEXT-Studie\***

*Hans-Martin Hasselhorn, Bernd H. Müller und die NEXT-Studiengruppe*

Bergische Universität Wuppertal

Der in den kommenden Jahrzehnten – v. a. demographisch bedingte – steigende Pflegebedarf in Europa erfordert, dass Pflegepersonal künftig länger als bisher im Berufsleben aktiv sein wird. Gemeinhin wird angenommen, dass die Pflegearbeit allein schon aus physischen Gründen nicht ein volles Berufsleben hindurch ausgeübt werden kann. In diesem Beitrag wird die Arbeitsfähigkeit von Pflegepersonal in 10 europäischen Ländern untersucht.

Im Rahmen der Europäischen NEXT-Studie (nurses' early exit study; <http://www.next-study.net>; [www.next-study.net](http://www.next-study.net)) wurden 39 689 Pflegende in 10 Ländern (B, D, F, FIN, I, N, NL, PL, UK, SK) mittels Fragebogen befragt. Von 33 491 Personen lagen die Daten für den in Finnland entwickelten Arbeitsfähigkeitsindex („work ability index“, WAI) vor, der die Arbeitsfähigkeit in 7 unterschiedlichen „Dimensionen“ erfasst und sich als prädiktiv in Bezug auf u. a. vorzeitigen Berufsausstieg erwiesen hat. Die möglichen Werte des WAI rangieren von 7 (keine Arbeitsfähigkeit) bis 49 (höchste Arbeitsfähigkeit).

Der WAI-Mittelwert für das gesamte Kollektiv lag bei 39,1. Er war am höchsten in Norwegen (42,0) sowie den Niederlanden (41,4). Dort wurden auch für zahlreiche psychosoziale und physische Arbeitsindikatoren deutlich günstigere Werte gefunden. Der WAI war am niedrigsten in Polen (36,3), Frankreich (37,8) und Deutschland (37,9). Diese deutlichen Unterschiede waren in allen Altersgruppen zu finden. Erwartungsgemäß nahm der WAI mit zunehmendem Alter ab. In Italien war diese Abnahme am geringsten, dort hatten ältere Pflegende im Mittel einen relativ hohen WAI. Allerdings lag der Anteil der über 50-Jährigen in Italien lediglich bei 12,1 % des gesamten italienischen Kollektivs (u. a. wegen des „healthy worker effect“). Im Gegensatz zu Italien war die Abnahme des WAI am ausgeprägtesten in Finnland. Dort erzielten die ältesten Berufsgruppen sehr niedrige WAI-Werte; ihr Anteil im nationalen Kollektiv war dagegen vergleichsweise sehr hoch (33,2 %), sie hatten eine sehr hohe Arbeitszufriedenheit und wollten ihren Beruf nicht verlassen.

Die Arbeitsfähigkeit ist ein Maß für heutige und künftige Ressourcen im Gesundheitsdienst. Sie ist dort hoch, wo günstige Arbeitsbedingungen vorherrschen. Das Beispiel Finnland zeigt, dass Pflegende auch bis ins höhere Alter weiter (zufrieden) arbeiten können (und wollen), selbst wenn sie eine niedrige Arbeitsfähigkeit haben. Eine Evaluation der dortigen Arbeitsumstände für Ältere könnte Ansatzpunkte für hiesige Interventionen liefern. Die

Ergebnisse legen ferner nahe, dass das WAI-Instrument auch für die betriebsärztliche Anwendung sinnvoll ist. Gegenwärtig wird im deutschsprachigen Raum ein Netzwerk der WAI-Anwender aufgebaut.

\*Unterstützt von der EU und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BauA, Berlin

**V40a: „Effort-Reward-Imbalance“ und Gesundheit bei Pflegepersonal in Europa – Untersuchung eines Stressmodells in der europäischen NEXT-Studie\***

*Hans-Martin Hasselhorn, Bernd H. Müller und die NEXT-Studiengruppe*

Bergische Universität Wuppertal

Siegrists „Modell beruflicher Gratifikationskrisen“ („effort reward imbalance model“, ERI) hat sich in den letzten 10 Jahren zu einem der weltweit führenden Arbeitsstressmodelle entwickelt. In ihm wird postuliert, dass ein Ungleichgewicht zwischen dem, was der Beschäftigte gibt (Arbeitskraft, Arbeitsinhalt) und dem, was er erhält (Anerkennung, Gehalt und soziale Statuskontrolle), die Wahrscheinlichkeit für körperliche und psychische Krankheit erhöht. Ein hohes Ungleichgewicht wird erwartet bei Umbruchsituationen einerseits in Gesellschaften (z. B. Polen, Slowakei), andererseits aber auch – wie wir postulieren – in Wirtschaftssektoren. So derzeit ist in zahlreichen europäischen Ländern ein Umbruch im Gesundheitsdienst zu beobachten. Die europäische NEXT-Studie eröffnet die Möglichkeit, den Einfluss von ERI auf die Gesundheit von Pflegenden umfassend zu untersuchen.

Im Rahmen der europäischen NEXT-Studie (nurses' early exit study; <http://www.next-study.net>; [www.next-study.net](http://www.next-study.net)) wurden 29 521 Pflegende in 7 Ländern (B, D, F, I, NL, PL, SK) mittels Fragebogen befragt. Dabei wurde ERI in der 23-Item-Kurzform erfasst, körperliche Gesundheit durch den SF36 („general health“, 5 Items, niedrigstes Quartil) und Burn-out mittels Copenhagen Burn-out Inventory, CBI, (6 Items, höchstes Quartil). (Chi2, Log. Regression kontrolliert für Alter).

Ein kritisches ERI-Ungleichgewicht (ERI-Quotient > 1) lag vor in Polen bei 24 % der Antwortenden, Deutschland: 21 %, Italien: 18 %, Slowakei: 13 %, Frankreich 9 %, Belgien: 6 %, Niederlande: < 1 % (Chi2  $p < 0,0001$ ). In Deutschland (n = 3565) hatten Pflegende mit einem hohen Ungleichgewicht (oberes ERI-Tertil) gegenüber Personen ohne Ungleichgewicht (unteres Tertil) ein 4,8fach höheres Risiko für schlechte körperliche Gesundheit (95 %-KI: 3,9–5,9) und ein 9,5faches für Burn-out (95 %-KI: 7,5–12,1). In Belgien, Frankreich, Italien und den Niederlanden lagen diese Werte in ähnlichem Bereich, in Polen und der Slowakei v. a. für Burn-out niedriger (alle  $p < 0,001$ ).

Der Anteil derer, die ein (kritisches) hohes ERI-Ungleichgewicht berichteten, war erwartungsgemäß sehr hoch in Polen und der Slowakei. In Deutschland und Italien dagegen waren die Befunde überraschend und sind bei solch großen Kollektiven in dieser Ausprägung bisher noch nicht beobachtet worden. Die Befunde weisen dort auf eine hochgradige Krise innerhalb der Pflegeprofessionen hin. Die starken Assoziationen mit Gesundheitsindikatoren deuten darauf hin, dass sich dieses Ungleichgewicht in schlechterer körperlicher und v. a. psychischer

Gesundheit widerspiegelt. Dies könnte Konsequenzen für die betriebsärztliche Betreuung nicht nur im Gesundheitsdienst haben.

\* Unterstützt von der Europäischen Kommission (QLK6-CT-2001-00475) und dem ESF Scientific Programme Social Variations in Health Expectancy in Europe

#### **V41: Die Sommerferien-Studie: Eine Untersuchung zum Effekt von Erholungsphasen auf potentielle psychobiologische Indikatoren von chronischem Stress**

*Simon Kaluza, Hans-Martin Hasselhorn, Friedrich Hofmann*

Bergische Universität Wuppertal

Arbeitsstress wird nicht nur mit gesundheitlichen, sondern auch mit bedeutenden betriebs- und nationalökonomischen Folgen verbunden. Zudem ist Arbeitsstress oft mit einer Einschränkung des Wohlbefindens und einem erheblichen Verlust an Lebensqualität assoziiert. In dieser Studie soll untersucht werden, inwiefern sich verschiedene physiologische Parameter als Indikatoren für chronische psychosoziale Arbeitsbelastungen eignen. Die Hypothese ist: Sollten biologische „Stressmarker“ existieren, dann lassen sie sich insbesondere durch den Vergleich von Messungen vor und nach längeren Erholungsphasen (z. B. Ferien) bei besonders belasteten Berufsgruppen entdecken. Hier bot sich die Messung vor und nach den Sommerferien bei Lehrern an, die einer eigenen Analyse zufolge im Vergleich zu anderen Berufsgruppen besonders psychisch belastet sind.

Bei 14 Lehrern und 18 Lehrerinnen (Nichtraucher, Alter:  $49,8 \pm 6,5$  Jahre) wurden an jeweils zwei Terminen vor (Messungen 1 und 2) und nach (Messungen 3 und 4) den Sommerferien Blutproben entnommen. Ferner wurden an vier Zeitpunkten Herzfrequenzvariabilitätsmessungen durchgeführt und an 5 Zeitpunkten Speichelkortisolprofile erstellt. Zusätzlich wurden Fragebögen ausgefüllt. Folgende Blutparameter wurden gemessen: LDL- und HDL-Cholesterin, Gesamtcholesterin, Fibrinogen, Fructosamin, HbA1c, Testosteron, Triglyzeride und kleines Blutbild. Wir berichten über die Ergebnisse der Blutanalysen. Zur Auswertung wurden Varianzanalysen (GLM-Messwiederholungen) der Messungen 1 und 2 sowie der Messungen 2 und 3 durchgeführt (kontrolliert für Alter und Geschlecht). Gemäß unserer Hypothese dürften sich die Messwerte von Messung 1 und 2 nicht signifikant unterscheiden, zwischen 2 und 3 müssten sie dagegen signifikant sein.

Die Darstellung erfolgt nach: Parameter, Ergebnis Messung 1/2 (Ergebnis Messung 2/3):

- HDL-Cholesterin  $p = 0,580$  ( $p = 0,332$ );
- LDL-Cholesterin  $p = 0,836$  ( $p = 0,672$ );
- Gesamtcholesterin  $p = 0,157$  ( $p = 0,666$ );
- Fibrinogen  $p = 0,006$  ( $p = 0,285$ );
- Fructosamin  $p = 0,022$  ( $p = 0,029$ );
- HbA1c  $p = 0,289$  ( $p = 0,450$ );
- Testosteron  $p = 0,351$  ( $p = 0,798$ );
- Triglyzeride  $p = 0,784$  ( $p = 0,619$ ).

Die Ergebnisse aus den Varianzanalysen zeigen für keinen der hier aufgeführten Parameter eine Übereinstimmung mit der aufgestellten Hypothese. Folglich scheint nach unseren Ergebnissen keiner der verwendeten Parameter einen Indikator für chronischen Stress darzustellen. Wir sehen

uns in unserer diesbezüglichen zurückhaltenden Einschätzung bestätigt (diese wird in internationalen Fachkreisen im Zwiegespräch oft geteilt). Die Ergebnisse der Herzfrequenzvariabilitätsmessungen und der Speichelkortisolprofile müssen abgewartet werden.

#### **Übersichtsreferate zu arbeitsmedizinischen Themen**

#### **V42: Sehen bei schlechtem Licht – Voraussetzungen, Störungen und geeignete Testverfahren**

*Helmut Wilhelm*

Universitäts-Augenklinik, Tübingen

Sehtests erfolgen normalerweise bei optimalen Lichtbedingungen, nach DIN bei  $160\text{--}320\text{ cd/m}^2$  und bei hohem Kontrast. Die Alltagswirklichkeit sieht anders aus. Sehen im Grenzbereich unserer Wahrnehmungsmöglichkeiten wird sehr häufig verlangt, nicht nur im Straßenverkehr.

Im Grenzbereich ist eine Zusammenarbeit von Zapfen und Stäbchen erforderlich, um mesopisches Sehen zu gewährleisten. Störungen im Bereich der Sinneszellen und Adaptationsstörungen sind zwar selten, aber ein optimales mesopisches Sehen ist nur bei guter optischer Abbildung möglich. Falsche Refraktion, trockenes Auge und Katarakt sind die häufigsten Probleme. Blendung tritt unter diesen Bedingungen besonders stark auf und wird zum zusätzlichen Problem.

Dieser Vortrag beinhaltet eine Übersicht über die Physiologie des Sehens bei schlechtem Licht und gibt Hinweise zu ergonomischen Verbesserungen, z. B. Vermeidung blaugrüner Kontrollleuchten. Außerdem geht es um die Möglichkeiten der Prüfung des Sehens im Grenzbereich und die Probleme der kommerziell verfügbaren Verfahren Mesotest und Nyktotest. Alternative und neue Verfahren wie der Straylight-Meter nach van den Berg oder der Freiburger Visus- und Kontrasttest werden vorgestellt.

#### **V43: Neue molekulare Methoden zur Bestimmung von genetischen Suszeptibilitätsfaktoren**

*Volker Harth<sup>1,2</sup>, Beate Pesch<sup>1</sup>, Sylvia Rabstein<sup>1</sup>, Christiane Pier<sup>1</sup>, Hans-Peter Rihs<sup>1</sup>, Georg Johnen<sup>1</sup>, Yon Ko<sup>3</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA), Bochum, <sup>2</sup> Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund, <sup>3</sup> Johanner-Krankenhaus, Bonn

Genesequenzvariationen (insbesondere SNPs) und Expositionen gegenüber Schadstoffen können bei der Entstehung von arbeitsbedingten Erkrankungen zusammenwirken. Diese Gen-Umwelt-Interaktion ist eine zentrale Zielstellung molekular-epidemiologischer Studien. In den letzten Jahren hat sich das Spektrum der Nachweisverfahren von SNPs wesentlich gewandelt. Ihre Anwendbarkeit im Rahmen der Arbeits- und Umweltmedizin soll hier vergleichend geprüft werden.

Verschiedene neuartige Analysemethoden wurden in den letzten Jahren von unserer Arbeitsgruppe im Rahmen mehrerer Studien etabliert und validiert. Dabei werden die Standards der Good Epidemiology (GEP) und Good Laboratory Practices (GLP) eingehalten. Mit Hilfe von

„Real-time-PCR-Methoden“ konnte eine Vielzahl von SNPs in den Genen fremdstoffmetabolisierender Enzyme untersucht werden. Diese Ergebnisse wurden anschließend mittels Sequenzierung validiert. In Gegenüberstellung zur klassischen RFLP-Methode wurden Kosten, Probendurchsatz, DNA-Verbrauch und Datenqualität evaluiert.

Der Vergleich bestätigte die Anwendbarkeit der Real-time-PCR-Methoden unter GEP- und GLP-Kriterien. Die Vorteile liegen vor allem in geringeren Kosten, höherem Probendurchsatz sowie einer besseren Reproduzierbarkeit. Die Anwendung neuer „High-throughput-Methoden“ wie Pyrosequencing, MALDI-TOF und SNP-Chip-Arrays versprechen zudem eine weitere Kostensenkung und Steigerung des Durchsatzes.

Moderne Verfahren zur Bestimmung der genetischen Suszeptibilität haben die aufwendigen RFLP-Methoden abgelöst. Hochdurchsatzverfahren eignen sich für großangelegte Untersuchungen auf „fully integrated platforms“. Kleinere Probenzahlen können auch mit Real-time-PCR-Methoden untersucht werden. Der Stellenwert der genetischen Suszeptibilität und der Nachweis molekularer Marker im Tumorgewebe nehmen in der arbeitsmedizinischen Forschung wesentlich an Bedeutung zu.

#### **V44: Qualitätssicherung in der betriebsärztlichen Betreuung**

*Detlef Glomm<sup>1</sup>, Dietmar Groß<sup>2</sup>, Wolfgang Panter<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> BAD, Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH Meldorf,

<sup>2</sup> Bau-BG Hannover, AMD-Zentrum Cottbus, <sup>3</sup> Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH Duisburg

Im Rahmen eines modernen Qualitätsmanagements gewinnt die Qualitätssicherung in allen Bereichen der Medizin – folglich auch in der Arbeitsmedizin – an Bedeutung. Ziel dieses QS-Systems ist es, den qualitätsgerecht arbeitenden Betriebsarzt für Nutzer und Betreiber erkennbar auszuweisen (Gütesiegel).

Der Berufsverband (VDBW) entwickelte eine moderne Prüfmethodik und gründete zu deren Umsetzung die „Gesellschaft zw. QS in der betriebsärztlichen Betreuung“ (GQB). In einer externen Güteprüfung werden im Peer-Review-Prinzip die 85 Items des Prüfinstruments von besonders erfahrenen und speziell aus- und fortgebildeten Arbeitsmedizinern (Auditoren) geprüft und bewertet.

Das Qualitätssicherungssystem war seit 1999 bei mehr als 60 Güteprüfungen (ca. 250 geprüfte Ärzte) sowohl bei großen werksärztlichen Diensten als auch bei kleinen arbeitsmedizinischen Praxen in der Lage, die Qualität der betriebsärztlichen Betreuung abzubilden. Allein durch die Selbstbewertung kann bereits ein Benefit von 70–80 % des möglichen Qualitätszuwachses angenommen werden.

Für eine flächendeckende Umsetzung dieses QS-Systems sind flankierende Maßnahmen erforderlich. Nur wenn der Markt Qualität fordert, wird sich dieses System durchsetzen. Das Interesse anderer Fachgebiete sowie von Arbeitsmedizinern auf europäischer Ebene darf als positives Signal für die Zukunft gewertet werden.

#### **V45: Belastungen mit metall(oid)organischen Spezies und ihre toxikologische Relevanz**

*Albert W. Rettenmeier*

Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin, Universitätsklinikum Essen

Begünstigt durch Fortschritte in der Speziesanalytik haben Belastungen mit organischen Derivaten von Metallen und

Metalloiden und deren Auswirkungen auf die Gesundheit in den letzten Jahren eine zunehmende Aufmerksamkeit erfahren. Diese Belastungen sind einerseits auf anthropogene und geogene Emissionen von Organometall(oid)en zurückzuführen, andererseits können diese Stoffe in biologischen Systemen aus anorganischen Metall(oid)verbindungen produziert werden. Bekannte Beispiele für den industriellen Einsatz von Organometall(oid)en stellen die frühere Verwendung von Bleitetraalkylen in Vergaserkraftstoffen oder die Applikation von Organozinnverbindungen als Antifoulingmittel dar. Biogenen Ursprungs sind u. a. die durch mikrobielle Aktivität in marinen Sedimenten entstehenden Methylderivate des Quecksilbers oder die auch im menschlichen Organismus gebildeten methylierten Arsen- und Selenmetaboliten. Anthropogene und geogene Emissionen wie auch die biogene Produktion tragen zur Belastung des Menschen mit metall(oid)organischen Spezies bei. Wie jüngste Querschnittsuntersuchungen der Essener Forschergruppe „Metall(oid)-organische Verbindungen in der Umwelt“ gezeigt haben, lassen sich organische Derivate von Arsen, Antimon, Bismut, Blei, Germanium, Quecksilber, Selen und Zinn aufgrund des ubiquitären Vorkommens dieser Stoffe oder ihrer Vorläufer in Harnproben der Allgemeinbevölkerung nachweisen.

Der Entdeckung bzw. Herstellung metall(oid)organischer Verbindungen folgte unmittelbar die Erkenntnis, dass diese Stoffe biologische Systeme schädigen können. Den erwünschten bioziden Effekten einiger Organometalle (z. B. Organoquecksilbersalze, Tributylzinnoxid) bei der Bekämpfung von Mikroorganismen oder Algen stehen seit der ersten Synthese einer metalloiddorganischen Verbindung durch Cadet im Jahre 1760 teilweise viel beachtete Intoxikationsfälle gegenüber, die das hohe human-toxische Potential dieser Stoffe dokumentieren. Aktuelle toxikologische Fragestellungen ergeben sich u. a. aus Beobachtungen, wonach die auch im Organismus gebildeten Methylderivate des Arsens in vitro eine höhere Genotoxizität aufweisen als anorganische Arsenverbindungen und daher – entgegen bisherigen Vorstellungen – möglicherweise substantiell zur Tumorbildung bei Arsenexposition beitragen. Gleichfalls noch spekulativ sind gegenwärtig die toxikologischen Implikationen, die aus der Biomethylierung von Metall(oid)en durch die bakterielle Flora im Verdauungstrakt, die vor kurzem für Bismut nachgewiesen wurde, folgen.

Angesichts der wachsenden Bedeutung, die metall(oid)-organische Verbindungen bei vielen technischen Prozessen gewonnen haben und des daraus resultierenden zunehmenden Eintrags in die Umwelt werden sich Arbeits- und Umweltmediziner in Zukunft verstärkt mit den von dieser Stoffgruppe ausgehenden gesundheitlichen Risiken befassen müssen.

#### **Arbeitsphysiologie**

#### **V46: Die Auswirkungen von Ausdauertraining auf orthostatische Intoleranz**

*Robert Winker, Hugo W. Rüdiger*

Klinische Abteilung für Arbeitsmedizin der Universität Wien

Thema dieses Vortrags ist ein neues Phänomen – orthostatische Intoleranz (OI) – das eine wesentliche Bedeutung für die arbeitsmedizinische Tätigkeit hat. OI stellt eine

wesentliche Einschränkung des Wohlbefindens und der beruflichen Leistung dar. Außerdem ergibt sich beim Vorliegen von OI ein erhebliches Sicherheitsrisiko in manchen Berufen. Im Rahmen des Vortrags wird eine Studie vorgestellt, die sich mit der Fragestellung der Auswirkungen von Ausdauertraining auf OI beschäftigt. Da körperliches Training den Muskeltonus erhöht, wird es als Therapiemöglichkeit bei OI vorgeschlagen. Systematische Untersuchungen über die Auswirkungen von Ausdauertraining auf OI lagen bis heute noch nicht vor.

Im Rahmen einer Interventionsstudie wurden junge Bundesheersoldaten, bei denen OI diagnostiziert wurde, untersucht. Die Teilnehmer wurden in eine Versuchs- (VG) und eine Kontrollgruppe (KG) eingeteilt. Die Probanden der VG trainierten mit ihrer individuellen Trainingsherzfrequenz über 12 Wochen. Am Ende des Trainings wurden die körperliche Leistungsfähigkeit sowie eventuelle Verbesserungen der orthostatischen Beschwerden und Änderungen der Herzfrequenz sowie des Noradrenalinanstiegs in einer neuerlichen Kipptischuntersuchung festgestellt.

Die Untersuchung ergab signifikante Verbesserungen der orthostatischen Beschwerden aufgrund des körperlichen Ausdauertrainings. Ebenso konnten signifikante Unterschiede bei der Kipptischuntersuchung nach dem Training zwischen VG und KG festgestellt werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass kontrolliertes Ausdauertraining eine echte Therapiealternative zu Beta-Blockern darstellt.

#### **V47: Belastung und Beanspruchung von ärztlichem Personal in Notaufnahmen und Intensivstationen durch unterschiedlich lange Arbeitsschichten**

*Detlev Jung<sup>1,2</sup>, Stefan Heigenmooser<sup>1</sup>, Stefan Letzel<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, <sup>2</sup> Betriebsarzt ZDF Mainz

Das Arbeitszeitgesetz begrenzt die tägliche Arbeitszeit. Die Studie untersucht die Ermüdung und Minderung der Konzentrationsfähigkeit durch Arbeitszeiten, die 8 Stunden überschreiten. Dies hat möglicherweise Auswirkungen auf die persönliche Sicherheit in der Klinik und auf dem Nachhauseweg sowie auch auf die Sicherheit der Patienten.

Fünf Ärztinnen und 12 Ärzte im Alter zwischen 28 und 37 Jahren, die dauerhaft im Schichtdienst in kurzen (8 h) wie auch in längeren (11–12 h) Schichten arbeiteten, wurden an je zwei kurzen und langen, Tag- wie Nachtschichten (insgesamt 8 Schichten) vor, während und nach der Schicht bezüglich ihrer Konzentrationsfähigkeit und Befindlichkeit untersucht. Als Messinstrumente dienten der Nitsch-Test zur Erfassung der subjektiven Befindlichkeit und der Color-Word-Stress-Test (CWST, Teil des Swedish Performance Evaluation System, SPES) zur Messung von Reaktionszeit und Fehlerquote. Außerdem wurden Herzfrequenz und Blutdruck gemessen.

Insbesondere am Ende der Schichten wichen weder die Ergebnisse der objektiv messbaren Tests (z. B. Blutdruck und Puls nach 8 h Nachtschicht 132/74 mmHg, 71/min, nach 12 h 129/78 mmHg, 67/min) noch das subjektive Befinden nach Schichten von 8 h von denen nach Schichten von 11–12 h signifikant ab. Es konnten daher keine Hinweise auf eine vermehrte Ermüdung nach längeren Schichten gefunden werden.

Minderung des Konzentrationsvermögens und eine vermehrte Ermüdung werden zur Begründung der im Arbeitszeitgesetz vorgegebenen Begrenzung der täglichen Arbeitszeit angegeben. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützen diese Argumentation nicht.

#### **V48: Macht Nachtdienst müde? Physiologische Parameter bei Ärzten nach dem Bereitschaftsdienst**

*Barbara Wilhelm<sup>1</sup>, Anja Widmann<sup>1</sup>, Cornelia Köhler<sup>1</sup>, Wilhelm Durst<sup>1</sup>, Jürgen Vogt<sup>2</sup>, Gerhard Otto<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Steinbeis-Transferzentrum Autonomes Nervensystem und Sicherheitsstudien, Tübingen, <sup>2</sup> Betriebsärztlicher Dienst, Klinikum Kempten,

<sup>3</sup> Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Referat 5.7 Arbeitsmedizin, Arbeitssicherheitsorganisation, München

Tagesschläfrigkeit als Risikoquelle für mögliche Fehlentscheidungen ist besonders in der ärztlichen Versorgung von Patienten unerwünscht. Arbeitsbedingungen in diesem Bereich sind in der jüngsten Zeit zu Recht in der Diskussion. Bereitschaftsdienst und der damit verbundene Schlafentzug führen typischerweise zu erhöhter Tagesschläfrigkeit. Diese Problematik sollte mit einem objektiven Verfahren untersucht werden.

34 Ärzte/Ärztinnen wurden unter Normalbedingungen (T) sowie nach nächtlichem Bereitschaftsdienst (N) am Vormittag mit dem pupillographischen Schläfrigkeitstest (PST, AMTech) untersucht. Beim PST werden sog. Schläfrigkeitwellen der Pupille mittels Infrarot-Video-Pupillographie im Dunkeln detektiert. Dies ist ein in der Schlaforschung und Schlafmedizin etabliertes Verfahren zur objektiven Schläfrigkeitserfassung. Zielparameter ist der natürliche Logarithmus des PUI (lnPUI), dabei stehen höhere Werte für stärkere Schläfrigkeit. Die subjektive Müdigkeit wurde anhand der Stanford-Schläfrigkeits-Skala (SSS) und einer visuellen Analogskala (VAS) erfasst. Vergleiche der Bedingungen wurden mit dem Wilcoxon-Test durchgeführt.

Unter Nachtschichtbedingung war ein deutliches Schlafdefizit feststellbar (Differenz N-T: Median 3 h, Minimum 0 h, Maximum 7 h,  $p < 0,001$ ). Die Probanden waren unter beiden Bedingungen vor der morgendlichen PST-Messung praktisch gleich lange wach gewesen (Differenz Median -0,25 h, Min. -4 h, Max. 20 h,  $p = 0,2$ ). Der lnPUI lag nach der Nachtschicht höher als unter Tagschichtbedingung (Differenz N-T: Median 0,19, Min. -0,71, Max. 1,29,  $p = 0,03$ ).

#### **Anzeige**

Die Zunahme der physiologisch gemessenen Schläfrigkeit korrelierte mit der Veränderung des subjektiven Befindens (PUI-Diff/SSS-Diff, Spearman Rho 0,41,  $p = 0,02$ ; PUI-Diff/VAS-Diff, Spearman Rho 0,38,  $p = 0,02$ ).

In der vorliegenden Studie ergab sich eine deutliche Zunahme physiologisch gemessener Schläfrigkeit bei Ärztinnen und Ärzten nach dem Bereitschaftsdienst, obwohl die Untersuchten während der Nacht im Durchschnitt immerhin etwa 4 Stunden schlafen konnten. Dass diese Schlafpausen am frühen Morgen möglich waren, dürfte sich auf die Ergebnisse günstig ausgewirkt haben.

Die Studie wurde durchgeführt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Ernährung und Verbraucherschutz. Wir danken dem Klinikum Kempten für die Unterstützung.

#### **V49: Wie müde macht Tunnelbau? Pupillographische Schläfrigkeitswerte nach unterschiedlicher Schichtdauer**

*Wilhelm Durst<sup>1</sup>, Anja Widmann<sup>1</sup>, Barbara Wilhelm<sup>1</sup>, Gerhard Otto<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Steinbeis-Transferzentrum Autonomes Nervensystem und Sicherheitsstudien, Tübingen, <sup>2</sup> Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Referat 5.7 Arbeitsmedizin, Arbeitssicherheitsorganisation, München

Da Schläfrigkeit eine wesentliche Ursache von Arbeitsunfällen ist und ihre Vermeidung ein Anliegen von Arbeitsschutzmaßnahmen darstellt, sollte erstmals mit einer objektiven Methode das Ausmaß der Schläfrigkeit am Arbeitsplatz unter besonderen Schichtbedingungen untersucht werden.

34 Arbeiter im Tunnelbau wurden zu Beginn, nach 8 Stunden und nach 12-stündiger Tagschicht (10 h plus insgesamt 2 h Pausen) mit dem pupillographischen Schläfrigkeitstest (PST) gemessen. Beim PST (AMTech) werden sog. Schläfrigkeitwellen der Pupille mittels Infrarot-Video-Pupillographie im Dunkeln detektiert. Dies ist ein standardisiertes, normiertes Verfahren, mit dem man seit Jahren in der Schlafforschung und Schlafmedizin Tagesschläfrigkeit bzw. Wachheit bei Gesunden und Patienten objektiv erfasst. Zielgröße war der natürliche Logarithmus des PUI (lnPUI). Die Messwerte steigen mit zunehmender Schläfrigkeit an.

Der Unterschied des lnPUI (mittags minus morgens, mittlere Differenz 0,42) zwischen der Morgenmessung und der Mittagmessung war signifikant (Wilcoxon-Test, zweiseitig, Median der Differenz 0,34, Min. -0,29, Max. 1,20,  $p < 0,001$ ). Die Klassifizierung gemäß vorliegender Normierung ergab einen Anteil auffällig schläfriger Messergebnisse von mindestens 50 %. Zwischen den Werten der Mittag- und Abendmessung war kein Unterschied nachweisbar (Wilcoxon-Test, zweiseitig, Median der Differenz -0,05, Minimum -0,61, Maximum 0,74,  $p = 0,42$ ).

Bei 50 % der Bauarbeiter, die in Tagschicht unter Tage tätig waren, wurde bereits nach einer Arbeitszeit von 8 Stunden eine massive Einschlafgefährdung festgestellt. Bis zum Ende der 12-stündigen Arbeitszeit (mit gleichmäßig verteilter Pausenzeit von 2 Stunden) blieben die Schläfrigkeitswerte auf diesem hohen Niveau.

Es stellt sich die Frage, ob und wie der massiven Schläfrigkeit mit besonderer Gestaltung von Pausen oder einer kürzeren Schichtdauer vorgebeugt werden könnte.

Die Studie wurde durchgeführt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Ernährung und Verbraucherschutz. Wir danken der ARGE Olympiapark für ihre Unterstützung des Forschungsvorhabens und allen Teilnehmern der Firma Vahostav für ihre Mitwirkung.

#### **V50: Schlafverhalten und Schläfrigkeit bei LKW-Fernfahrern. Fragebogenerhebung und pupillographische Untersuchungen**

*Lutz-Dietrich Müller<sup>1</sup>, Ute Brehme<sup>1</sup>, Klaus Drysch<sup>1</sup>, Friedrich W. Schmahl<sup>1</sup>, K. Dietz<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Tübingen,

<sup>2</sup> Institut für Medizinische Biometrie der Universität Tübingen

Die Schläfrigkeit von Fernfahrern und das Einnicken am Steuer stellen ein gravierendes Problem der Verkehrs- und Arbeitssicherheit dar. Das Ziel der vorliegenden Studie war, Schlafqualität und -quantität in dieser Berufsgruppe sowie Häufigkeit und Begleitumstände von Schläfrigkeit und Einnicken während der Fahrtätigkeit zu analysieren. Außerdem wurde durch eine detaillierte Erhebung der Schlafanamnese die Häufigkeit eines Schlafapnoesyndroms mit seinen Auswirkungen auf die Tagesvigilanz ermittelt.

In einer Querschnittsstudie wurden 256 LKW-Fernfahrer von Januar bis Mai 2003 an Raststätten der Bundesautobahn 8 mittels Fragebogen anonym über ihr allgemeines und berufsbezogenes Schlafverhalten befragt. Zur Feststellung vermehrter Tagesmüdigkeit wurde der Epworth Sleepiness Scale angewandt, bei 104 der Befragten wurde zusätzlich ein pupillographischer Schläfrigkeitstest durchgeführt. Weitere Schwerpunkte waren Schläfrigkeit/Einnicken am Steuer, das Unfallgeschehen, arbeitsmedizinische Betreuung und Vorsorgeuntersuchungen aus Eigeninitiative.

Über 40 % der Befragten gaben an, in den letzten 12 Monaten am Steuer eingenickt zu sein, bei einem Drittel von ihnen lag die Häufigkeit bei  $> 20$  Ereignissen. Bei 5,5 % der Interviewten muss vom Vorliegen eines Schlafapnoesyndroms ausgegangen werden; im Vergleich zu den übrigen nickten sie signifikant häufiger am Steuer ein. Ein pathologischer Pupillen-Unruhe-Index fiel bei 8 % der Untersuchten pupillographisch auf. Private Vorsorgeuntersuchungen ließen über 63 % der Studienteilnehmer regelmäßig durchführen. Hingegen gaben annähernd 80 % der Befragten an, arbeitsmedizinisch nicht betreut zu werden.

Die Studie zeigte, dass bei Fernfahrern unregelmäßige Nachtarbeit, schlechte Schlafhygiene, Schlafdefizite und Einnicken während der Fahrtätigkeit häufig vorkommen. Zur Prävention der erheblichen Personen- und Sachschäden, wie sie bei Unfällen mit LKW-Beteiligung vielfach beobachtet werden, sollte für Fernfahrer daher eine regelmäßige arbeitsmedizinische Betreuung nach dem berufs-genossenschaftlichen Grundsatz G 25 gewährleistet sein. Dieser sollte um eine detaillierte Befragung nach Zeichen schlafbezogener Atmungsstörungen erweitert werden.

#### **Physikalische Faktoren**

##### **V51: Phototoxische Makulopathie bei Schweißern**

*Richard Maier, Robert Winker, Hugo W. Rüdiger*

Klinische Abteilung Arbeitsmedizin der Universität Wien

Die phototoxische Makulopathie ist eine Erkrankung mit hoher Dunkelziffer sowie unklarer Pathophysiologie und Inzidenz. Als Berufserkrankung ist die phototoxische Makulopathie in Österreich nicht anerkannt. Das Thema ist bisher nur in Kasuistiken abgehandelt worden, Studien mit repräsentativen Patientenzahlen fehlen. Diese Fall-Kontroll-Studie untersucht den Zusammenhang zwischen

Schweißen und subklinischer phototoxischer Makulopathie, besonders im Hinblick darauf, ob die heute verwendeten Schutzmaßnahmen zeitgerecht sind.

Es wurden 100 Schweißer eines Großbetriebes arbeitsmedizinisch und ophthalmologisch untersucht. Neben einer klinischen Untersuchung und einer genauen Arbeitsanamnese wurde eine ophthalmologische Untersuchung durchgeführt mit Visusbestimmung, Spaltlampenuntersuchung und Elektretinogramm. Als Kontrollgruppe sind 100 Mitarbeiter des selben Betriebes, die keine Schweißarbeiten durchführen, untersucht worden.

Die Ergebnisse der Studie geben eine klare Antwort auf ein bisher nur in Kasuistiken abgehandeltes Thema. Auch der diagnostische Wert des Elektretinogramms in der Vorsorge der phototoxischen Makulopathie wird präsentiert.

### **V52: Häufigkeit und diagnostische Standardisierung des beruflich bedingten „vibrationsbedingten Weiss-Finger-Syndroms“**

*G. Eckhardt, S. Ziegler, Wolf Osterode, Erich Minar, Hugo W. Rüdiger*

Klinische Abteilung Arbeitsmedizin der Universität Wien

Ziel dieser Studie ist, die Häufigkeit des beruflich bedingten „vibrationsbedingten Weiss-Finger (VWF)-Syndroms“ bei Patienten mit der Diagnose primäres Raynaud-Syndrom zu evaluieren. Die Diskrepanz zwischen wenigen Neuanzeigen als Berufskrankheit pro Jahr gegenüber einer relativ häufigen Vibrationsbelastung bei Arbeitnehmern lässt auf eine hohe Dunkelziffer des VWF schließen. Ein weiteres Ziel ist die Suche nach neuen spezifischen Verfahren in der Diagnostik des VWF-Syndroms, auch um damit exaktere Kriterien zur Erleichterung der Entscheidung bei Entschädigungsforderungen aufstellen zu können.

Patienten mit bisher als idiopathisch diagnostiziertem Raynaud-Phänomen wurden einer Mikrozirkulationsprüfung mittels Laser-Doppler-Flowmetrie und Anemometrie in Verbindung mit einem geeigneten Provokationstest unterzogen. Weiter wurde eine detaillierte Berufsanamnese erhoben sowie eine Blutabnahme mit Bestimmung der Viskosität und der vasoaktiven Peptide durchgeführt.

Ein beträchtlicher Anteil (16,7 % von bisher 100 ausgewerteten) Raynaud-Patienten wiesen eine bisher noch nicht diagnostizierte Vibrationsbelastung im Sinne eines VWF-Syndroms auf. Die Blutflussmessung in den Hautkapillaren mit Laser-Doppler zeigte nach Provokation mittels Blutsperrung eine signifikante Verlängerung der maximalen reaktiven Hyperämie bei VWF-Patienten gegenüber Patienten mit idiopathischen Raynaud-Phänomen.

In den Blutuntersuchungen zeigte sich eine Erhöhung der Vollblutviskosität sowie eine Erniedrigung der Plasmaviskosität bei VWF-Patienten gegenüber einer Kontrollgruppe.

Es bestätigt sich die Annahme, dass bei relativ vielen Patienten mit Raynaud-Phänomen ursächlich eine berufliche Vibrationsbelastung zu finden ist.

Unsere Ergebnisse bestätigen weiter die Hypothese, dass in der Pathogenese des VWF-Syndroms neben der vasospastischen Komponente die Endothelschädigung durch hochfrequente Vibrationen eine wesentliche Rolle spielt. Dadurch bietet die Laser-Doppler-Anometrie in Kombination

mit einem geeigneten Provokationstest eine nützliche nicht-invasive Methode zur objektiven Diagnostik des VWF.

### **V53: Hörschwellenverschiebungen und deren Restitution als physiologische Kosten von Heavy Metal, Techno und klassischer Musik**

*Frank Körner, Hartmut Irl, Helmut Strasser*

Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen

Zur Klärung der Frage, ob nach der Energieäquivalenz gleich beurteilte akustische Belastungen mit unterschiedlicher Frequenz- und Zeitstruktur nicht doch zu verschiedenen Wirkungen führen und somit ein unterschiedliches Gefährdungspotential für das menschliche Gehör in sich bergen, wurden drei verschiedenartige Musikbelastungen untersucht. Die Schalldosis war jedoch jeweils gleich und entsprach einem Beurteilungspegel von 85 dB(A) über 8 Stunden. Im Gegensatz zu früheren Studien, bei denen neben Heavy Metal auch bereits klassische Musik untersucht wurde, waren bei dieser Studie dominante Blasinstrumentkompositionen anstelle von Streichinstrumentpassagen vertreten. Damals betrug die audiometrisch messbaren Vertäubungen der klassischen Musik nur ¼ derjenigen, die von Heavy Metal verursacht wurden. Hinsichtlich der „physiologischen Kosten“, die das Gehör für die vorausgegangenen akustischen Belastungen zu „bezahlen“ hat, unterschied sich Heavy Metal wiederum nicht von Industrielärm.

In Versuchsreihe 1 (VR 1) wurden 10 Probanden mit einem Medley typischer Heavy-Metal-Musik eines Expositionspegels von 94 dB(A) über 1 Stunde (h) beschallt. Diese Schallkonserve, die bereits in einer früheren Studie Anwendung fand, diente als Referenz- bzw. Vergleichsbasis. Die Exposition in VR 2 betrug ebenfalls 94 dB(A) über 1 h, wobei eine Zusammenstellung sog. Techno-Musik der Berliner „Loveparade“ aus dem Jahre 2001 gewählt wurde. In VR 3 wurden die Probanden mit einer für klassische Musik repräsentativen Schallkonserve mit ebenfalls 94 dB(A) über 1 h beschallt. Die auralen Wirkungen der Expositionen wurden anhand der Hörschwellenverschiebungen ( $TTS_2$ ) innerhalb 2 Minuten nach Belastungsende und während des Restitutionsverlaufs bis zum Zeitpunkt des Wiedererreichens der Ruhehörschwelle ( $t(0 \text{ dB})$ ) gemessen. Ferner wurde mit der Fläche unter der Restitutionskurve, den Integrated Restitution Temporary Threshold Shifts (IRTTS), ein Summenwert der „physiologischen Kosten“ ermittelt.

Übereinstimmend mit früheren Studien zeigte sich erneut, dass eine energieäquivalente Beurteilung akustischer Belastungen fatale Fehleinschätzungen zur Folge haben kann. So führte die Belastung durch Techno-Musik zwar zu vergleichbaren IRTTS-Werten wie Heavy Metal als Referenzbelastung. Allerdings waren die Beanspruchungshöhe und der Erholungsverlauf durch eine völlig andere Charakteristik gekennzeichnet. Techno-Musik hatte zwar signifikant niedrigere  $TTS_2$ -Werte zur Folge. Dieser positive Effekt wurde jedoch durch eine erhebliche Verlängerung der Restitutionszeit ( $t(0 \text{ dB})$ ) völlig zunichte gemacht, so dass es alles in allem sogar zu einer Verschlechterung kam. Das Risiko, langfristig mit einem Gehörschaden rechnen zu müssen, steigt natürlich, wenn das Gehör Tag für Tag Vertäubungen durch den Lärm im beruflichen Alltag erfährt, die mit noch nicht völlig abgeklungenen Restitutionsprozessen koinzidieren. Die akustische Be-

lastung bei Techno- und Heavy-Metal-Musik ist meist auch viel höher als die hier aus ethischen Gründen auf 94 dB/1 h limitierte Testbelastung.

Hinsichtlich der klassischen Musik konnten die Ergebnisse der früheren Studie – trotz anderer Zusammenstellung und Instrumentierung der Kompositionen – bestätigt werden. Auch in dieser Untersuchung beliefen sich die physiologischen Kosten von klassischer Musik auf nur  $\frac{1}{4}$  derjenigen von Heavy Metal, obwohl keiner der Probanden klassische Musik zu seiner „Lieblingsmusikrichtung“ erklärt hatte. In der Regel wurde sogar Heavy Metal favorisiert. Daraus wird deutlich, dass ein häufig in die Ergebnisse audiologischer Studien hineininterpretierter Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung von Schallereignissen und deren Einfluss auf die auralen Wirkungen angezweifelt werden muss.

#### **V54: Beanspruchung beim Schieben von Krankenhausbetten**

*Nenad Kralj, Andreas Wittmann, Friedrich Hofmann*

Bergische Universität Wuppertal

Im Bereich der Krankenpflege arbeitet überwiegend weibliches Personal, meist im gebärfähigen Alter. Dementsprechend hart treffen die Beschäftigungsverbote des Mutterschutzgesetzes die Arbeitgeber im Gesundheitsdienst.

Ziel der Studie war es zum einen, die Belastungen und Beanspruchungen beim Bewegen eines Krankenhausbettes zu bestimmen, zum anderen aber auch herauszufinden, inwiefern das Schieben von Krankenhausbetten mit den Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes konform ist.

In dieser Studie wurden Beanspruchungen in Prozent der maximal möglichen Körperkraft in Anlehnung an die DIN 33411 „Körperkräfte des Menschen“ angegeben. Eine so durchgeführte Beanspruchungsbestimmung hat den Vorteil, dass für ein großes Kollektiv ohne personenbezogene Messungen genaue Vorhersagen zur tatsächlichen Beanspruchung getroffen werden können.

Legt man für die Definition der Beanspruchung die maximal benötigte Kraft im Verhältnis zur maximal von Frauen aufzubringenden Kraft zugrunde, so zeigte sich, dass das Schieben moderner Krankenhausbetten eine Tätigkeit ist, die in nahezu allen vorkommenden Fällen eine Beanspruchung von mehr als 50 % der maximalen Körperkraft des 5. Perzentils bei Frauen nach DIN 33411 erfordert.

Dies zeigt, dass schon das Schieben eines mit einem durchschnittlich schweren Patienten (80 kg) beladenen Bettes eine schwere körperliche Arbeit ist. Eine Beschäftigung von werdenden Müttern mit dieser Tätigkeit ist demnach durch § 4 Satz 1 des Mutterschutzgesetzes untersagt. Allenfalls das Bewegen eines leeren Bettes durch zwei Pflegekräfte ist nach den zu Grund gelegten Richtlinien keine schwere körperliche Arbeit. Da allerdings das leere Krankenhausbett eine „Last“ darstellt, die weit höher ist, als die vom Gesetzgeber als Grenzlast angegebenen 10 kg, ist auch diese Tätigkeit aus Sicht der Verfasser für werdende Mütter abzulehnen.

Dieser Widerspruch, dass leere Betten de iure nicht bewegt werden dürfen, da sie selbst die Last sind, leicht beladene Betten zum Patiententransport aber bewegt werden dürfen, stößt verständlicherweise bei den Anwendern des Gesetzes auf wenig Verständnis. Daher sind für eine sinnvolle Umsetzung des Mutterschutzgesetzes neue Ansätze gefordert.

#### **V55: Sind unsere gegenwärtigen arbeitsmedizinischen Erst- und Nachuntersuchungen für Arbeiten in Überdruck ausreichend?**

*Birgitta Kütting, Andrea Otto, Hans Drexler*

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Ziel unserer Untersuchung ist es zu prüfen, ob die vorgeschriebenen arbeitsmedizinischen Untersuchungen für Druckluftarbeiten ausreichen, um rechtzeitig Risiken für eine Dekompressionskrankheit wie ein offenes Foramen ovale zu erkennen. Ein offenes Foramen ovale ist mit einer Inzidenz von 25 % in der Allgemeinbevölkerung die häufigste Form eines kardialen Rechts-Links-Shunts. Meistens ist ein offenes Foramen ovale asymptomatisch, allerdings erhöht es bei Arbeiten unter Druckluft das Risiko eines Dekompressionsunfalls deutlich. So wurde für Taucher mit offenem Foramen ovale in Relation zur Vergleichsgruppe eine Risikoerhöhung um den Faktor 4,5 beschrieben.

Exemplarisch wird über den Fall eines 44-jährigen Tunnelarbeiters berichtet, der in den vergangenen 15 Jahren wiederholt unerklärbare Dekompressionszwischenfälle erlitten hat. Anfänglich waren die klinischen Symptome diskret, später traten Synkopen und neurologische Ausfälle auf. Keiner seiner Schichtkollegen litt unter ähnlichen Symptomen, die Exposition erfolgte mit Standarddruckprofilen. Jährliche, regelmäßige Nachuntersuchungen ergaben keine gesundheitliche Bedenken. Erst eine umfassende Diagnostik, veranlasst infolge eines schweren Druckluftunfalls, konnte durch eine transösophageale Echokardiographie bei dem ansonsten gesunden Mann ein offenes Foramen ovale detektieren.

Im G 31 werden zwar unter der Rubrik „dauerhafte gesundheitliche Bedenken“ Erkrankungen oder Veränderungen des Herzens oder Kreislaufs mit Einschränkung der Leistungs- oder Regulationsfähigkeit angeführt, mit den geforderten und erwünschten Untersuchungen lässt sich ein offenes Foramen ovale allerdings nicht diagnostizieren.

Bei Druckluftbeschäftigten, die unter Standarddruckverhältnissen unerwartet Dekompressionszwischenfälle erleiden, sollte nach entsprechender notfallmedizinischer Versorgung vom zuständigen Betriebsarzt umgehend eine transösophageale Echokardiographie veranlasst werden, um frühzeitig einen kardialen Rechts-Links-Shunt zu diagnostizieren. Der G 31 sollte u. E. durch den Hinweis erweitert werden, dass in allen Fällen von Dekompressionszwischenfällen unklarer Genese ein kardialer Rechts-Links-Shunt, insbesondere ein offenes Foramen ovale, in die diagnostische Erwägung gezogen werden muss.

#### **Betriebliche Prävention**

#### **V56: Gesundheitspädagogik in der Prävention von Berufsdermatosen**

*Hans Joachim Schwanitz*

Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück

Können Schulungsmaßnahmen durch Pädagogen erfolgreich in der primären, sekundären oder tertiären Prävention von Berufsdermatosen eingesetzt werden?



Es wurden vier Interventionsstudien durchgeführt: Zur Primärprävention des „Friseurekzems“ wurde je eine kontrollierte Interventionsstudie in Osnabrück (n = 73) und Hannover (n = 122) durchgeführt. Zur Sekundärprävention wurden 2 kontrollierte Interventionsstudien für hautkranke Friseure (n = 215 versus 87) bzw. Altenpfleger (n = 102 versus 107) konzipiert und realisiert. Zur Tertiärprävention wurde eine offene Interventionsstudie für unmittelbar von der Berufsaufgabe bedrohte Versicherte (n > 1000) seit 1994 umgesetzt.

In der Primärprävention zeigen sich nach 1 Jahr Unterschiede zugunsten der Interventionsgruppe bezüglich des praktizierten Hautschutzverhaltens, nach 2 Jahren hinsichtlich des Hautzustandes.

Beide Studien zeigen signifikante Vorteile für die Interventionsgruppe nach 1 Jahr bzw. nach 5 Jahren.

Ein Berufsverbleib ist 1 Jahr nach Durchführung der Maßnahme für über 60 % der Versicherten dokumentiert, mehr als 60 % der Teilnehmer haben noch Hautveränderungen.

Gesundheitspädagogik kann erfolgreich in der Primärprävention von Berufsdermatosen eingesetzt werden. In der Sekundär- und Tertiärprävention sind Schulungsmaßnahmen hilfreiche Ergänzungen berufsdermatologischer Maßnahmen. Eine Übertragbarkeit dieses Konzepts auf andere Berufskrankheiten erscheint Erfolg versprechend.

#### **V57: Risikofaktorprofile bei Einstellungsuntersuchungen**

*Michael Spallek<sup>1</sup>, Mirko Bernardi<sup>1</sup>, Renate Wrbitzky<sup>2</sup>, Joachim Stork<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Gesundheitsschutz, Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover, <sup>2</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Abteilung für Arbeitsmedizin, <sup>3</sup> Gesundheitsschutz Audi AG Ingolstadt

Gezielte Prävention im betrieblichen Umfeld erfordert neben genauer Kenntnis der Arbeitsplatzsituation und daraus resultierender Belastungen oder Gefährdungen auch Informationen über evtl. vorhandene individuelle Risikofaktoren der Mitarbeiter. Für betriebliche Kollektive gibt es dazu bereits einige Informationen. Unzureichend ist bislang der Kenntnisstand über die Verteilung bestimmter Risikofaktoren oder chronischer Erkrankungen bei Neueinstellungen und die daraus bereits zu Beginn eines Arbeitsverhältnisses resultierenden arbeits- und präventivmedizinischen Konsequenzen.

Bei Einstellungsuntersuchungen für die Automobilproduktion wurde besonderer Augenmerk auf die Erfassung chronischer Erkrankungen (Herz-Kreislauf-System, Bewegungsapparat etc.), auf die Erfassung der Risikofaktoren Rauchen, Übergewicht (BMI > 25) und arterielle Hypertonie (RR > 140/95 mmHg) bzw. deren Konstellation zueinander gelegt. Die arbeitsmedizinischen Einschätzungen des aktuellen Leistungsvermögens bzw. notwendige Einschränkungen der Einsatzmöglichkeiten wurden miterfasst. Die Daten der Einstellungsuntersuchungen werden nach Abschluss der Auswertung mit einer gleichartigen Erhebung bei bereits mehrjährig beschäftigten Industriearbeitern verglichen.

Insgesamt (n = 1167, 28,9 +/- 6,6 Jahre) zeigt sich in diesem relativ jungen Kollektiv ein hoher Anteil individueller Risikofaktoren (Rauchen M = 52,5 %, W = 50,4 %, Übergewicht M = 27,3 %, W = 19,4 %, Hypertonus M = 22 %,

W = 5,8 %). 22,7 % der Männer und 12,9 % der Frauen bieten 2 oder mehr dieser Risikofaktoren. Hinzu kommen deutliche Auffälligkeiten bei der Visusbestimmung (M = 55,1 %, W = 64 %). Bei den vorbekannten chronischen Erkrankungen sind Allergien und Hautprobleme deutlich vor Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen vertreten. Weniger als 5 % der Männer und Frauen geben anamnestisch Störungen am Stütz- und Bewegungsapparat an; arbeitsmedizinisch werden aber bei 11,2 % der Männer und 17,3 % der Frauen diesbezüglich funktionelle Störungen diagnostiziert, die in Konsequenz auch zu relevanten Tätigkeitseinschränkungen führen.

Die Zwischenergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit, schon von Beginn eines Arbeitsverhältnisses an gezielt nach durch Prävention beeinflussbaren individuellen Risikofaktoren bzw. Funktionsstörungen zu suchen und betriebliche Maßnahmen konsequent darauf abzustimmen. Zusätzlich ist durch adäquaten Einsatz und Arbeitsplatzgestaltung dafür zu sorgen, dass nachteilige Arbeitsplatzeinflüsse vermieden werden. Die Daten zeigen zudem im Hinblick auf den demographischen Wandel nachhaltigen Handlungsbedarf für Betriebs- und Werkärzte.

#### **V58: Management der Schlafapnoe bei Beschäftigten eines Verkehrs- und Versorgungsunternehmens am Beispiel der Wuppertaler Stadtwerke AG**

*Martin Weskott*

Wuppertaler Stadtwerke AG, 032 Gesundheitsschutz

Ziel war die Untersuchung von Beschäftigten mit hoher beruflicher Anforderung an die Vigilanz zur Sicherstellung von Fahrdiensttauglichkeit und Verkehrssicherheit oder Anlagensicherheit, frühestmöglicher Erstdiagnose schlafbezogener Atemregulationsstörungen, Verkürzung des therapiefreien Intervalls und die Prävention vermeidbarer Verkehrsunfälle mit Omnibus und Schwebbahn.

Bei den 2½-jährigen arbeitsmedizinischen Untersuchungsterminen erfolgte eine gezielte anamnestische Befragung inkl. Epworth-Score-Fragebogen zur Früherkennung von Vigilanzstörungen bei Fahrpersonal, Kraft- und Wasserwerkpersonal. Bei Hinweis auf schlafbezogene Atemregulationsstörung erfolgte ambulantes Apnoe-Screening und begleitende Funktionstests von Atmung und Kreislauf. Bei positivem Befund erfolgte stationäre Schlaflabor Diagnostik und Therapie.

Von rund 400 untersuchten Beschäftigten war die Anamnese in 42 Fällen auffällig, bei 35 dieser Beschäftigten wurde eine obstruktive Schlafapnoe (ICD10: G43.7) erstdiagnostiziert und therapiert. 25 davon waren KOM-/Schwebbahnfahrer, 4 Leitstandsfahrer. In 25 Fällen konnte eine vollständige Tauglichkeit für die bisherige Tätigkeit wiedererlangt werden. Fahrdienstuntauglichkeiten wurden von vorher 9 Monaten auf 2 Monate reduziert.

Das ambulante Apnoe-Screening durch den Betriebsarzt eines Verkehrs- und Versorgungsunternehmens in Verbindung mit gezielter Weiterbetreuung in einem Schlaflabor führen zu einer strukturellen Verbesserung der frühen Erstdiagnostik und Behandlung der obstruktiven Schlafapnoe und ist geeignet zur Prävention vermeidbarer Verkehrsunfälle. Darüber hinaus ist es für das Unternehmen wirtschaftlich effektiv.

### V59: Erfahrungsbericht zu einem betrieblichen Gesundheitsförderungsprogramm bei Auszubildenden in einem Großbetrieb

**Michael Busch**

Werkärztlicher Dienst der DaimlerChrysler AG am Standort Stuttgart-Untertürkheim

Auszubildende sind für betriebliche Gesundheitsförderungsprogramme eine Zielgruppe mit hoher Bedeutung. In der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, inwieweit ihnen wichtige Inhalte der Präventivmedizin nahegebracht werden können.

Bei der DaimlerChrysler AG in Stuttgart beginnen jährlich 340 Heranwachsende eine technische bzw. kaufmännische Berufsausbildung. Diese werden im 1. Lehrjahr in einer Halbtagesveranstaltung in Gruppen von 15–30 Teilnehmern durch einen Werksarzt/ärztin und eine Krankenschwester/Arzthelferin geschult. Die dabei angesprochenen Themen sind je nach Ausbildungszeit „Lärm und Gehörschutz“, „Hautbelastung und Hautschutz“, „Rückengerechtes Verhalten“, „Richtige Ernährung“, „Umgang mit Stress“ und „Ergonomische Bildschirmarbeitsplatzgestaltung“. Unterrichtsbestandteile sind anatomische Kunststoffmodelle, CD, Videos, Gruppenarbeit und praktische Übungen. Im Anschluss an die Unterrichtseinheiten erfolgte eine anonyme Nachbefragung u. a. zu den angesprochenen Themen, dem pädagogischen Konzept und dem Lerneffekt.

Die Nachbefragung im Jahr 2003 erbrachte in Schulnoten ausgedrückt Werte zwischen 1,2 und 1,6 bei den technischen Auszubildenden und zwischen 1,8 und 2,0 bei den kaufmännischen Auszubildenden. Auch bei den befragten Unterrichtskräften ergab sich eine positive Rückmeldung.

Ziel der betrieblichen Gesundheitsförderung bei Auszubildenden ist es, Verhaltensänderungen bereits in einer frühen Lebensphase anzustoßen. Das Schulungskonzept zeigt, dass bei Auszubildenden Verständnis für verhaltensprävalente Themen geweckt werden kann. Dies ist die Voraussetzung, riskante Verhaltensweisen noch rechtzeitig zu korrigieren.

### V60: Sekundäre Individualprävention (SIP) bei Friseuren mit arbeitsbedingten Hauterkrankungen

**Albert Nienhaus, Dana Piepkorn**

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

Friseure sind eine Berufsgruppe, bei der arbeitsbedingte Hauterkrankungen am häufigsten auftreten. Die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) führt deshalb ein Programm zur Sekundären Individual-Prävention (SIP) bei Friseuren mit Hautbeschwerden durch. Das SIP-Programm soll Hilfestellung bieten, dass Friseure trotz der Hautveränderungen ihrer Tätigkeit weiter nachgehen können. Die Wirkung dieser Schulungen und begleitenden Betriebsberatungen bezüglich des Hautpflege- und Hautschutzverhaltens der Teilnehmer sowie des Hautzustandes wird evaluiert. Die Ergebnisse dieser Evaluation werden vorgestellt.

Zwischen 1997 und 2002 nahmen 2437 Friseure an dem Präventionsprogramm teil. Die Ausprägung der Hautveränderungen sowie die Verwendung von Hautschutzmitteln wurden vor und 12 Monate nach den Schulungen erfasst. Für die Auswertung stehen Daten von 635 Friseuren (26 %) zur Verfügung.

Der Anteil der Friseure mit schweren Hautveränderungen verringerte sich von 49 % auf 11 %. Der Anteil der Friseure, die regelmäßig Handschuhe bei ausgewählten Tätigkeiten tragen, erhöhte sich von 33 % auf 76 %. Der Anteil der Friseure, die regelmäßig Hautpflege betreiben, erhöhte sich von 41 % auf 73 %.

Die Daten liefern Hinweise darauf, dass mit dem SIP-Programm die berufsbedingten Hautveränderungen bei Friseuren reduziert werden können, was ihnen erlaubt, trotz Hauterkrankung ihren Beruf weiter auszuüben.

### Wandel des Arbeitslebens und Arbeitsfähigkeit

#### V61: Evaluierung gesundheitlicher Effekte einer altersgerechten Schichtplanreform

**Manfred Lindorfer<sup>1</sup>, Andreas Faux<sup>1</sup>, Rudolf Karazman<sup>1,2</sup>, Irene Kloimüller<sup>2</sup>, J. Gärtner<sup>3</sup>, I. K.-Morawetz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Wirtschafts-Universität Wien, <sup>2</sup>Institut für betriebliche Gesundheitsförderung, I.B.G., <sup>3</sup>XIMES GmbH, Wien, <sup>4</sup>AMZ worklab Chemiepark Linz

Anlässlich einer Schichtplanreform, die in einem großen österreichischen Chemiebetrieb begleitet wurden, wurden die gesundheitlichen Auswirkungen eines an ältere Mitarbeiter angepassten Schichtplans an Arbeitern zweier chemischer Anlagen untersucht.

Da es sich dabei um einen Betrieb mit mehreren ähnlichen chemischen Anlagen und einer homogenen Mitarbeiterstruktur handelt, war es möglich, diese gesundheitlichen Effekte auch im Detail zu analysieren.

Die angewendeten Methoden waren: HumanWork Index (Arbeitsbewältigungs-Index/Work Interest Scale), Shift Work Index, Work-Life-Survey, Evaluierung von Kultur und Organisation, Occupational Stress Questionnaire, Fragebogenerhebung vor der Schichtplanreform, nach 6 Monaten und nach 12 Monaten.

Verbesserungen des Gesundheitszustands wurden in vielen Bereichen festgestellt, z. B. Verbesserung

- von Schlaf und Regeneration (speziell zwischen den Nachtschichten)

- von Lebensqualität und Sinnfindung im Privatleben
- des Arbeitsbewältigungsindex um 2,5 Punkte
- von Arbeitsfreude/Arbeitsinteresse (Human Work Index)

Die Zufriedenheit mit der Arbeitszeit/dem Schichtplan und gesundheitlichen Effekte dieser Schichtplanreform waren deutlich nachweisbar und hielten auch 12 Monate nach der Schichtplanreform an.

Die Kombination aus Reduktion der Arbeitszeit, Verbesserung des Schichtplans, Reduktion der Nachtarbeit sowie ein partizipatives Vorgehen bei der Schichtplanerstellung mit hoher Zustimmung der Belegschaft ergaben ein gutes Modell, wie Schichtarbeit auch an die Bedürfnisse älterer Mitarbeiter angepasst werden kann.

#### V62: Herzfrequenzvariabilität – ein geeigneter Indikator für die biopsychosoziale Fitness von Auszubildenden?

**Andrea Otto<sup>1</sup>, Michael Mück-Weymann<sup>2</sup>, Thomas Merz<sup>1</sup>, Ulrich Funke<sup>3</sup>, Hans Drexler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, <sup>2</sup>Euromed Clinic Fürth, <sup>3</sup>Gesundheitswesen AUDI AG Ingolstadt

Ist die Messung der Herzfrequenzvariabilität (HFV) eine geeignete Methode zur Erfassung der biopsychosozialen Fitness von Auszubildenden?

Ziel der Untersuchung war es zu prüfen, welche Faktoren die Herzfrequenzvariabilität als Globalindikator biopsychosozialer Fitness bzw. kardiovaskulärer Morbidität beeinflussen.

In einer deutschen Automobilfirma wurde ab September 2001 ein neues Ausbildungsmodell mit versetzten Ausbildungszeiten eingeführt, ohne dass bisher bei Jugendlichen für diesen Ausbildungsmodus gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse über Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden vorliegen. Die im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie bei den Azubis gewonnenen HFV-Daten wurden von uns hinsichtlich Unterschieden zwischen dem herkömmlichen (Normalschicht) und dem neuen Ausbildungsmodell (versetzte Ausbildungszeiten) sowie möglicher Einflussfaktoren analysiert. Als Messinstrumentarium kamen HFV-Messgeräte der Firma Polar, standardisierte und validierte sowie ein selbstentworfenen ärztlicher Fragebogen zum Einsatz. Zusätzlich wurden klinische und Laborparameter erfasst. Die HFV-Messung erfolgte in vier zeitlich aufeinanderfolgenden Phasen (Liegen, Stehen, Sitzen mit Normalatmung, Sitzen mit Taktatmung) über insgesamt 12 Minuten.

An den Untersuchungen nahmen 476 Probanden teil. Das mittlere Alter lag bei 17,5 Jahren (Range: 15–27 Jahre), 86 % waren männlichen, 14 % weiblichen Geschlechts. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Ausbildungssystemen sowie ein Einfluss von Alter, psychischer Konstitution, Häufigkeit und Intensität körperlicher Beschwerden, Ernährungszustand, Alkoholkonsum, Medikamenteneinnahme, sportlicher Aktivität und allgemeiner Lebenszufriedenheit auf die HFV fand sich bei der ersten Erhebung nicht. Es zeigte sich jedoch ein Geschlechterunterschied mit einer höheren HFV bei den männlichen Probanden bei gleichzeitig stärker ausgeprägter depressiver und körperlicher Beschwerdesymptomatik der weiblichen Azubis. Außerdem zeigte sich teilweise eine Beeinflussung der HFV durch das Rauchen sowie durch die durchschnittliche Schlafdauer und -zufriedenheit.

Mittels der HFV-Messung lassen sich bereits bei Jugendlichen Geschlechterunterschiede sowie eine Beeinflussung durch das Gesundheitsverhalten (Rauchen, Schlaf) nachweisen. Im weiteren Verlauf der Studie sollen alters- und geschlechtsspezifische HFV-Normwerte zur Validierung der Methode in dieser Altersgruppe abgeleitet werden.

### **V63: Zu Unterschieden in der Belastung und Beanspruchung von gleichaltrigen aktiven und stationär psychotherapeutisch behandelten Lehrkräften**

**Ralf Wegner<sup>1</sup>, Peter Berger<sup>2</sup>, A. Krause<sup>2</sup>, Xaver Baur<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ordinariat und Zentralinstitut für Arbeitsmedizin Hamburg,

<sup>2</sup> Hardtwaldklinik II, Bad Zwesten

Lehrkräfte gehen häufiger als andere Berufstätige vorzeitig in den Ruhestand, zumeist wegen neurotisch-psychosomatischer Diagnosen. Berufliche Rehabilitationen in geeigneten Kliniken sollten einer solchen Dienstunfähigkeit vorbeugen. Zu untersuchen war, ob sich bei psychisch erkrankten Lehrkräften im Vergleich mit noch aktiven Lehrerinnen und Lehrern besondere Belastungen ergeben, aus denen Hinweise für eine gezieltere Prävention abgeleitet werden können.

Untersucht wurden alle Lehrkräfte, die in einer psychotherapeutisch ausgerichteten Rehabilitationsklinik im Zeitraum von gut 2 Jahren behandelt wurden ( $n = 91$ , mittleres Alter  $51,0 \pm 6,0$  Jahre, 30 Männer, 61 Frauen). Zum Vergleich dienten die Daten von 91 nach dem Zufallsprinzip geschlechts- und altersgleich ausgewählten Personen eines Kollektivs zuvor befragter aktiver Lehrkräfte. Die Ergebnisse der Fragenkomplexe, u. a. zu Arbeitszeit, Klassenstärke, Lärmbelastung, Problemen mit Schulleitung, Kollegium etc. sowie die Resultate des Maslach-Burn-out-Inventars (MBI) wurden zwecks besserer Vergleichbarkeit z-transformiert und die Differenz (bezogen auf die Standardabweichung des Gesamtmittelwertes) zwischen Untersuchungs- und Vergleichskollektiv berechnet. Der statistische Vergleich erfolgte mittels t-Test (unverbundene Stichproben).

Zwischen den Kollektiven ergaben sich hochsignifikante Unterschiede ( $p < 0,001$ ) für die Belastungsfaktoren Probleme mit der Schulleitung (Diff. 0,76), mit den Eltern (0,68), Klassenlärm (0,59) und Probleme mit dem Kollegium (0,51). Klassenstärke und Dauer der Arbeitszeit bei Vollzeitbeschäftigten blieben ohne Einfluss. Die mit dem MBI erhobene Erschöpfung differierte erheblich zwischen den Kollektiven ( $1,12$ ;  $p < 0,001$ ), ebenso die MBI-Faktoren Leistungseinschätzung und Distanziertheit (jeweils 0,73;  $p < 0,001$ ). Die Einstufung der Zufriedenheit mit dem Beruf und der Identifikation mit der Schule ( $-0,59$  bzw.  $-0,53$ ) wies ebenfalls hochsignifikante Unterschiede auf (jeweils  $p < 0,001$ ).

Weder die Dauer der Arbeitszeit noch die Klassenstärke werden von den Rehabilitanden im Vergleich mit aktiven Lehrkräften als belastend(er) erlebt, vielmehr kommt den psychosozialen Faktoren eine erhebliche Bedeutung zu. Daneben ist der Klassenlärm nicht zu vernachlässigen. Hieraus resultieren eine verringerte Berufszufriedenheit sowie erhöhte Erschöpfung. Schulleitung und Kollegium sollten stärker in den Wiedereingliederungsprozess nach erfolgter stationärer psychotherapeutischer Behandlung eingebunden werden, z. B. durch professionelle Supervision.

#### **V64: Reaktivierungsuntersuchungen dienstunfähiger Lehrkräfte – ein geeignetes Mittel der Tertiärprävention?**

**Andreas Weber<sup>1</sup>, Dieter Weltle<sup>2</sup>, Peter Lederer<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facharzt für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin-Umweltmedizin, Erlangen,

<sup>2</sup> Diplom-Physiker, Rathsberg, <sup>3</sup> Gesundheitsamt Erlangen-Höchstadt

Die Reaktivierung frühpensionierter lebens- und berufserfahrener Lehrkräfte wird von Seiten der Politik nicht nur als eine geeignete Maßnahme gegen den drohenden Lehrermangel, sondern auch als erfolgversprechende Strategie zur Reduktion von Versorgungsausgaben angesehen. Ziel unserer Studie war es, neue Erkenntnisse zur beruflichen Reintegration dienstunfähiger Pädagogen zu gewinnen bzw. zu prüfen, ob amtsärztliche Reaktivierungsuntersuchungen ein effektives Instrument der Tertiärprävention darstellen.

In einer prospektiven Totalerhebung (gesamter Freistaat Bayern, Zeitraum 1997–1999) wurden alle Begutachtungen zur Frage der Reaktivierung frühpensionierter Lehrkräfte evaluiert. Die Analyse umfasste u. a. soziodemographische/berufliche Merkmale, Morbiditätsspektrum, Rehamaßnahmen und Leistungsbeurteilung. Datengrundlage bildete ein standardisierter, anonymisierter Er-

hebungsbogen. Die Auswertung erfolgte mit Mitteln der deskriptiven Statistik.

Von den erfassten 1465 Lehrkräften waren 64 % ( $n = 939$ ) Frauen, 36 % ( $n = 526$ ) Männer. Das mediane Lebensalter lag bei 53 Jahren (Range: 31–63 Jahre), der Anteil der über 60-Jährigen betrug 5,5 %. 22 % der Frühpensionierten waren als Schwerbehinderte anerkannt. In 77 % der Fälle hatte der Dienstherr das Verfahren zur Reaktivierung veranlasst. 57 % ( $n = 835$ ) hatten wenigstens eine medizinische, 13 % ( $n = 190$ ) berufliche Rehamaßnahmen absolviert. Als Hauptdiagnosen dominierten mit einem Anteil von 59 % psychische und psychosomatische Erkrankungen, vor Muskel/Skelett- (12 %) und Herz/Kreislauf-Leiden (7 %) sowie Malignomen (5 %). In 33 % der Fälle lag Multimorbidität vor. 93 % ( $n = 1360$ ) der Untersuchten wurden weiterhin als dienstunfähig eingestuft, in lediglich 7 % ( $n = 105$ ) wurde eine Reaktivierung befürwortet.

Frühpensionierte Lehrkräfte kehren nur in Ausnahmefällen in den Schuldienst zurück.

Reaktivierungsuntersuchungen sind hinsichtlich Aufwand und Ertrag zu hinterfragen. Gleiches gilt bezüglich der Ergebnisqualität interventioneller und rehabilitativer Maßnahmen zur Wiederherstellung der seelischen Gesundheit.

#### **V65: Arbeitslosigkeit als Risikofaktor für die psychische und physische Gesundheit**

**Andrea Egger, Richard Maier**

Klinische Abteilung Arbeitsmedizin der Universität Wien

Vor dem theoretischen Hintergrund des biopsychosozialen Modells nach Frankenhäuser (1986) werden die psychischen und physischen Auswirkungen von Arbeitslosigkeit aufgezeigt. Ziel dieser Untersuchung ist, eine Bestandsaufnahme psychischer und physischer Merkmale bei arbeitslosen Menschen im Bezug auf die Dauer ihrer Arbeitslosigkeit zu statuieren. Dabei soll erfasst werden, welche psychischen Voraussetzungen Arbeitslose haben, die schnell wieder eine Anstellung finden, im Vergleich zu solchen, die im Laufe der Untersuchung arbeitslos bleiben. Wir gehen davon aus, dass Arbeitslosigkeit als Life-Event zu verstehen ist und somit mit einer enormen Stressbelastung, mit reduzierter körperlicher Leistungsfähigkeit, gesteigertem Kortisolspiegel und negativer kognitiver Bewertung (kognitive Verzerrung) der Situation einher geht. Auf der Grundlage der aus der Untersuchung gewonnenen Ergebnisse werden Maßnahmen erarbeitet, die es den Betroffenen erleichtern sollen, wieder ins Berufsleben zurückzukehren.

100 langzeitarbeitslose und 100 kurzzeitarbeitslose Menschen wurden über den Arbeitsmarktservice Wien rekrutiert und an der Ambulanz der Abteilung Arbeitsmedizin internistisch und psychologisch untersucht.

Es zeigte sich mit zunehmender Dauer der Arbeitslosigkeit eine deutliche Verschlechterung in der psychischen und physischen Befindlichkeit. Die Leistungsfähigkeit sinkt und die kognitive Bewertung der Situation ist als negativistisch zu beurteilen. Die Annahmen des biopsychosozialen Modells sind zu bestätigen.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse zeigt sich, dass die zu setzenden Maßnahmen sowohl auf psychischer als auch auf physischer Ebene ansetzen müssen, um die Lebensqualität und das physische Wohlbefinden der Betroffenen zu steigern und um so diese Menschen erfolgreich in den Arbeitsmarkt zu reintegrieren.