

Kurzmeldungen

Dioxin in Muttermilch

In der Muttermilch japanischer Frauen wurden hohe Konzentrationen von gesundheitsschädlichem Dioxin entdeckt. Der Dioxin-Gehalt sei so hoch, daß Säuglinge bis zum 26-fachen der empfohlenen Tageshöchstdosis aufnehmen könnten, teilte das japanische Gesundheitsministerium kürzlich mit. In Japan wird ein Großteil des Hausmülls verbrannt, wobei große Mengen Dioxin-Partikel freigesetzt werden können. Dioxin kann Hautschäden, Funktionsstörungen der Leber, Schwächen des Immun- und Nervensystem und sogar Krebs auslösen.

Energie- und Umweltmanagement an der Fachhochschule Pinkafeld

Das Burgenland hat beim Fachhochschulrat einen Antrag auf Zulassung eines FH-Studienganges für Energie- und Umweltmanagement in Pinkafeld eingebracht. Das Studium soll acht Semester dauern und ist vorläufig für 45 Studierende konzipiert. In Pinkafeld kann man derzeit bereits Gebäudetechnik studieren.

Liapor-Gruppe beteiligt sich an Leca

Die zur deutschen Liapor-Gruppe gehörende Liapor-Beteiligungen GmbH. Wien hat sich zu 50% an der im Eigentum der Wietersdorfer Industrie-Beteiligungs-GmbH. befindlichen Österreichische Leca GmbH. beteiligt. Die Geschäftsführung des gemeinsamen Unternehmens übernehmen Ing. Franz Geierregger von Leca und Günter Regvart von der Liapor-Gruppe. Die beiden bekannten Blähtonhersteller aus Deutschland und Österreich wollen künftig das vorhandene technische Know-how zusammenführen und ausbauen. Forschung und Produktentwicklung werden konzentriert sowie Marketing- und Werbemaßnahmen gebündelt. Die neuen Partner planen, die Vertriebsaktivitäten in den südosteuropäischen Ländern Ungarn, Slowenien und Kroatien zu intensivieren.

Forschung



Eine eben erschienene Studie des IBO faßt den aktuellen Wissensstand zusammen

von Michael Gann

Seit die Wissenschaft Ende der siebziger Jahre erkannte, daß der Werkstoff Asbest, der in den Jahrzehnten zuvor in einer Fülle von technischen Anwendungen intensiv eingesetzt wurde, kanzerogen ist, begann auch die Öffentlichkeit, sich mit den Problemen der faserigen Baumaterialien auseinanderzusetzen. Viele durch die bekanntgewordenen Gesundheitsprobleme sensibilisierte Konsumenten bewerteten in der Folge nicht nur Asbest als gesundheitsschädlich, sondern pauschal auch alle anderen Arten von Fasermaterialien. Dies war ein Grund für das IBO, sich in einer Studie mit der wissenschaftlich-toxikologischen Literatur zu diesem Thema zu beschäftigen und den aktuellen Stand des Wissens festzuhalten.

Fasern und Faserstäube werden toxikologisch nach abnehmender Größe (aerodynamischer Durchmesser¹) in drei Kategorien eingeteilt. Der *Nasen-Rachen-Kehlkopfstaub* wird im Bereich der oberen Atemwege abgelagert und tritt in den Verdauungstrakt über; er erlangt toxikologisch keine Bedeutung. Die zweite Fraktion wird als *Tracheo-Bronchialstaub* bezeichnet und im Bereich der mittleren und unteren Atemwege abgelagert. Die Entfernung dieser Fasern erfolgt über den Lungenschleim und durch Aushusten bzw. Übertritt in den Verdauungstrakt. Auch dem Tracheo-Bronchialstaub wird toxikologisch keine besondere Bedeutung beigemessen. Die dritte Fraktion wird als *Alveolarstaub* oder *lungengängiger (alveolengängiger) Staub* bezeichnet. Diese Gruppe ist wegen der geringen aerodynamischen Durchmesser in der Lage, bis in die Alveolen (Lungenbläschen) vorzudringen. Die Wissenschaft ist sich darin einig, daß der Alveolarstaub die toxikologisch relevanteste Staubfraktion darstellt, weil dieser am weitesten in das Lungengewebe eindringt, wo Reinigungsmechanismen nur noch unzureichend, bzw. lediglich auf zellulärer Basis (Makrophagen) aktiv werden können.

Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat eine allgemeingültige Definition von Faserstäuben herausgegeben, wonach diese Stäube sind, „die künstliche oder natürliche anorganische Mineralfasern außer Asbest mit einer Länge größer 5 µm, einem Durchmesser kleiner 3 µm und einem Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis, das größer als 3 zu 1 ist, enthalten.“ Die maximale Länge einer solchen Faser liegt bei etwa 100 µm. Eine Faser, die diesen Kriterien entspricht, wird als WHO-Faser bezeichnet und als alveolengängig eingestuft.

Fasereigenschaften im Körper

Die Glas-, Stein- und Schlackenwollfasern zur Gebäudedämmung zählen zur großen Gruppe der künstlichen Mineralfasern (KMF). 1988 wurde in einer Veröffentlichung der International Agency for Research on Cancer (IARC) die Isolierwolle in Stufe 2b eingestuft. Das bedeutet, daß möglicherweise die Gefahr der Kanzerogenität bei Exposition mit diesen Fasern besteht. Laboruntersuchungen hatten nachgewiesen, daß einige Mineralfasern unter bestimmten Voraussetzungen Gewebe schädigen können. In zahlreichen Zell- und Tierexperimenten wurde gezeigt, daß dabei der Faserlänge und dem Durchmesser der Faser bei direktem Kontakt mit Zellen eine entscheidende Rolle zukommt. Es wurde gefunden, daß das schädigende Potential bei zunehmender Faserlänge steigt, längere Fasern jedoch bevorzugt abgebaut werden. Dünnere Fasern zeigen die höchste Toxizität bei zunehmender Faseranzahl mit ähnlicher Längenverteilung. Neben den Faserabmessungen ist die mit der chemischen Zusammensetzung korrelierte Biopersistenz ein weiterer entscheidender Faktor für eine Schädigung des Gewebes. Reibetests an der Haut mit Glas- und Steinwollfasern unterschiedlicher Durchmesser zeigten signifikante Hautveränderungen in Form von Erythemen.

Eigenschaften von künstlichen Mineralfasern

Schwierigkeiten in der Studiererstellung

Die Interpretation der Resultate vieler älterer Studien in Hinblick auf die Bedeutung für den Menschen ist nicht ohne weiteres möglich, da in diesen Experimenten entscheidende Interaktionen des Körpers nach Inhalation der Fasern wie Ablagerung, Verlagerung in andere Gewebe und Entfernungsmechanismen umgangen werden. Inhalationsstudien simulieren die häufigste Form der Faserexposition am besten, zwischen den einzelnen Tierespezies zeigt sich jedoch eine unterschiedliche Sensibilität der Tumorinduktion bei Faserkontakt. Die intraperitoneale Injektion (in das Peritoneum, Bauchfell) ist die sensitivste Methode oder Faseruntersuchung in vivo, es muß aber beachtet werden, daß bei einer Intoxikation gar keine Fasern in dieser Körperregion auftreten. Das Bauchfell ist derart sensibel, daß auch als harmlos klassifizierte Substanzen hier eine Reaktion zeigen.

Auch synergistische Effekte mit anderen Substanzen fanden oft zu geringe Berücksichtigung. In Reihenuntersuchungen an Arbeitern in fasererzeugenden Betrieben, vor allem am Anfang der Entwicklung der verschiedenen Verfahrenstechniken zur Herstellung von künstlichen Mineralfasern, zeigte sich eine erhöhte Standard-Mortalitätsrate (SMR) für das Bronchuskarzinom. Da die Arbeiter nachweislich auch eindeutig kanzerogenen Stoffen wie Arsen, Asbest und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, die am Arbeitsplatz vorhanden waren, ausgesetzt wurden, kann aber auf eine eindeutige Korrelation mit den erzeugten Mineralfasern nicht geschlossen werden. Weiters fehlen in älteren Studien Angaben über Rauchgewohnheiten bzw. Lebensführung der Arbeiter und über Faserkonzentrationen am Arbeitsplatz. Diese wichtigen Einflußgrößen werden erst in neueren Studien berücksichtigt. Untersuchungen mit modernem Studiendesign, von denen es noch nicht viele gibt, könnten klarere Ergebnisse bringen.

Ergebnisse der Studien

Biobeständigkeit

Hinsichtlich der Biobeständigkeit zeigt eine Untersuchung an ehemaligen Arbeitern, daß in den meisten Fällen im Lungengewebe keine KMF nachgewiesen werden konnten. Die inhalierten Fasern waren im Lungengewebe für einen analytischen Nachweis nicht ausreichend biobeständig und vermutlich bereits vorher abgebaut. Die Biopersistenz für die Isolierwollfasern in der menschlichen Lunge wird in der Literatur mit unter 11 Jahren angegeben.

Gerade in diesem Bereich hat es in den letzten Jahren Fortschritte gegeben. Die Erfindung eines neuen Fasertyps, der durch geeignete Phasenzusammenset-

zung eine erheblich verbesserte Biolöslichkeit erreicht, leitete eine neue Entwicklung auf diesem Sektor ein und reduzierte die Halbwertszeit für viele Faserarten drastisch.

Kanzerogenität

Für die Entstehung von Mesotheliomen (bösartigen Tumoren des Brustfells) bei Exposition mit Glas-, Stein- oder Schlackenwollfasern läßt sich in Kohortstudien kein erhöhtes Risiko nachweisen. Es gibt auch keine eindeutigen Beweise, daß eine Exposition mit Glas-, Stein- oder Schlackenwollfasern Lungenfibrose, Schädigungen des Brustfells oder unspezifische Erkrankungen des Respirationstraktes verursacht.

Mutagenität und Gentoxizität

Die von einigen Autoren aufgezeigte Gentoxizität der Glasmikrofasern in Nagerzellverbänden gab Anlaß zu einigen Erklärungsmodellen, beispielsweise daß sich die Fasern nach Eintritt in die Zelle in der Kernregion ansammeln und während der Zellkernteilung mit der stattfindenden

Toxikologische Eigenschaften von künstlichen...

Fortsetzung von Seite 5

Chromosomenverschiebung interferieren. Ergebnisse anderer Studien weisen auf die Möglichkeit der Bildung von Sauerstoffradikalen bei Kontakt der Faser mit der Zellmembran hin. Diese Interaktionen zwischen der Faser und der Zelle sind möglicherweise für die Genotoxizität und/oder die Entstehung mesothelialer Tumore von Bedeutung. Wichtig ist zu erwähnen, daß KMF in der Bildung von Sauerstoffradikalen aufgrund fehlender Eisen-Komplexe weniger effektiv sind als natürliche Mineralfasern wie beispielsweise Asbest. Eine Studie kommt nach Mutagenitätsuntersuchungen am Bakterium *S. Typhimurium TA 100* zum Schluß, daß Glutathion als Radikalfänger eine wichtige protektive Rolle bei der Reduktion von oxidativem Streß durch KMF-Aktivierung spielt.

In einer anderen Studie wurde auch der Zusammenhang von oxidativem Streß und Tabakrauch hergestellt. Es wird von einer überdurchschnittlichen Zunahme von DNA-Schäden durch oxidativen Streß, ausgelöst durch Sauerstoffradikale von neutrophilen Granulozyten und Makrophagen nach KMF-Aktivierung im Zusammenspiel mit anderen Chemikalien, insbesondere Tabakrauch, berichtet.

Rechtliche Einstufungen

In Österreich sind KMF seit Jahren in die MAK-Werteliste III B eingestuft, wobei die in dieser Liste angeführten Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential sind. Da es nach Ansicht der MAK-Wertekommission zu wenige Informationen über das krebserzeugende Potential von KMF gibt, um eine Umstufung oder eine Herausnahme aus der Liste zu rechtfertigen, ist dies im Sinne einer Als-ob-Einstufung zu betrachten: KMF werden vorsichtshalber so behandelt, als ob sie krebserzeugendes Potential hätten - bis eindeutige Ergebnisse vorliegen. Es gilt eine maximale Faserkonzentration von 500 000 Fasern/m³.

In Deutschland wurde in die 1994 erschienene Technische Richtlinie im Umgang mit Gefahrenstoffen (TRGS) 905 der sogenannte KI (Kanzergenitätsindex) eingeführt, der über die Faserzusammensetzung berechnet wird. Liegt der KI über

40, so wird die Faser als derartig löslich eingestuft, daß sie von jedem Krebsverdacht freigesprochen wird, wobei jeder unter 40 liegende KI als kanzerogen nach Kategorie 1, 2 oder 3 nach GefStVO (Gefahrenstoffverordnung) einzustufen ist. Das Konzept selbst ist wissenschaftlich nicht unumstritten und nunmehr Bestandteil der dritten Verordnung zur Änderung der GefStVO (1998):

Der Arbeitgeber hat der Behörde mindestens 14 Tage vor Umgang mit künstlichen Mineralfasern dies anzuzeigen, wenn nicht eines der geforderten Kriterien nach Anhang V Nr. 7.2 bis 7.4 der Gefahrenstoffverordnung erfüllt ist. Entsprechen die Produkte einem der Kriterien, werden sie freigezeichnet und die Meldung an die Behörde unterbleibt.

Die Regelung orientiert sich an die EU-Richtlinie 97/67/EG von 1997. Die EU regelt in dieser Richtlinie in der Anmerkung Q, daß die Einstufung von KMF als kanzerogen nicht zwingend ist, wenn nachgewiesen wird, daß bei einem von vier genannten Tests (Inhalationsbiopersistenztest; Intratrachealbiopersistenztest; geeigneter Intraperitonealtest; Langzeitinhalationstest) die geforderten Kriterien erbracht werden. Die Anmerkung Q wird im Jahre 2002 überprüft werden, nachdem die Kommission die wissenschaftliche Entwicklung der fünf Jahre seit Inkrafttreten der Richtlinie (1997–2002) ausgewertet hat. In den USA wurden von EPA (Umweltschutzbehörde) und OSHA (Arbeitsmedizinische Behörde) Glasfasern als berufsrelevante Emission deklariert.

Zusammenfassung

- Es ist aus unterschiedlichen konzeptionellen Gründen schwierig, die Ergebnisse aus Injektions- bzw. Inhalationsstudien zu quantifizieren. Das Injektionsmodell ist möglicherweise zu sensitiv, das Inhalationsmodell nicht sensitiv genug.
- Es gibt keine ausreichenden Hinweise, daß die Glas-, Stein- oder Schlackenwolleexposition beim Menschen zu Mesotheliomen, fibrinogenen Lungenerkrankungen, Schädigungen des Brustfells oder unspezifischen Erkrankungen des Respirationstraktes einschließlich des Bronchuskarzinoms führt.
- Die Biopersistenz von Fasern im Lungengewebe ist aufgrund moderner Herstelltechniken gesunken.
- Als Unterschiede zwischen Asbest und

KMF kann man daher festhalten: Die KMF sind besser löslich und damit weniger biobeständig als Asbestfasern, die Löslichkeit nimmt innerhalb der Gruppe der KMF in folgender Reihe ab: Glaswollefaser > Steinwollefaser > Keramikfaser. Diese Aufzählung kann man – umgekehrt gelesen – auch als Reihung in der toxikologischen Bedeutung innerhalb der KMF sehen.

- Bei Asbestfasern findet in vivo eine Längsspaltung statt, die zu einer Vermehrung der Anzahl kritischer Fasern führt. KMF brechen hingegen immer quer zur Längsachse, es kommt nicht zur Erhöhung der Anzahl kritischer (schädigender) Fasern.
- Wegen der Unzulänglichkeiten in älteren Untersuchungen sind die Ergebnisse moderner Untersuchungen abzuwarten.
- Zur Beurteilung des möglichen gesundheitsschädigenden Einflusses der KMF muß auch die Faserkonzentration am Arbeitsplatz berücksichtigt werden. Die aktuellen arbeitsmedizinischen Daten weisen sehr niedrige Faserkonzentrationen in den modernen Fabriken aus. Weiters sind die KMF-Konzentrationen in mit Isolierwolle gedämmten Gebäuden bei richtiger Verarbeitung äußerst niedrig und können nicht als Gesundheitsrisiko angesehen werden.

Kommentar

Die Forschung auf diesem Gebiet läuft weiter und bedient sich zunehmend moderner, deutlich differenzierender Studiendesigns. Es ist jedoch zu bezweifeln, daß wesentliche neue Erkenntnisse erarbeitet werden können, mit denen unter Einbeziehung der neuen Fasertechnologien und moderner Evaluierung der Studiendaten ein Beweis für eine besondere toxikologische Relevanz von KMF erbracht werden kann. Für die rechtliche Einstufung bleibt abzuwarten, wie die Kommission der Europäischen Union in der Neuregelung der Richtlinie 97/67/EG die wissenschaftliche Literatur bewerten wird.

¹ Der aerodynamische Durchmesser entspricht rechnerisch einer, auf eine Kugelform reduzierten, Faser mit der gleichen Sinkgeschwindigkeit in ruhender und laminarer Strömung wie eine Kugel der Dichte 1,0 kg/l und dient als Vergleichsgröße.