

## Umwelthygiene

# Künstliche Mineralfasern

### Einschätzung der Gesundheitsgefahr für Kinder und Erwachsene

Von Ursel Heudorf

Aus dem Gesundheitsamt der Stadt Frankfurt am Main (Leiterin: Ltd. Med.-Direktorin Dr. M. Peters)

Durch die Presseberichte über die Neueinstufung der kanzerogenen Potenz künstlicher Mineralfasern ist die Diskussion über mögliche Gesundheitsschäden durch diese Baumaterialien wieder aufgeflammt. Eltern sind um ihre und die Gesundheit ihrer Kinder besorgt; vereinzelt werden Forderungen nach umfassenden Sanierungen - wie bei Asbest - gestellt. Kinderärzten, die in dieser Situation um Rat gefragt werden, soll im folgenden eine umfassende aktuelle Information zur Problematik der Mineralfasern gegeben werden.

#### Herstellung und Verwendung künstlicher Mineralfasern

Künstliche mineralische Fasern (KMF) sind Faserprodukte, die aus verschiedenen amorphen Silikaten durch technische Verarbeitungsprozesse hergestellt werden. Je nach ihren Hauptausgangprodukten, d. h. Glas, Steine oder Schlacken, werden Glas-, Stein- oder Schlackenfasern unterschieden. In Deutschland wurde die Produktion von Glasfasern bereits vor über 100 Jahren begonnen. Mit verschiedenen Verfahren (Zieh-, Schleuder- und Blasverfahren) können aus allen Hauptausgangprodukten lose Fasern, Wollen und Endlosfasern hergestellt werden. Hauptverwendungszweck der künstlichen Mineralfasern sind neben dem Brandschutz, die Wärme- und Schallsisolierung. Glas-, Stein- und andere Wollen werden in (Bau-)Platten, Matten, Spritzputzen, Filzen und Dichtungen zur Dämmung von Decken, Wänden und Dächern sowie von Rohr- und Lüftungslösungen eingesetzt.

**Staubbelastung.** Relativ frühzeitig wurden zur Verbesserung der Produktqualität Bindemittel bei der Herstellung verwendet, wodurch auch die Staubbelastung am Arbeitsplatz deutlich vermindert wurde. Im Vergleich mit Asbest finden sich in den Produkten aus künstlichen mineralischen Fasern größere Anteile von längeren und insbesondere dickeren Fasern, was zu einem schnelleren Absinken der Fasern und damit einer geringeren Faserbelastung in der Atemluft führt und eine geringere Inhalierbarkeit und damit ein niedrigeres potentielles Erkrankungsrisiko als Asbest zur Folge hat.

#### Kanzerogene Potenz von Fasern

Nach heutigen Kenntnissen wird die kanzerogene Potenz der natürlichen und künstlichen Mineralfasern, d. h. von Asbesten, aber auch verschiedenen künst-

lich hergestellten Mineralfasern, im wesentlichen von der Fasergeometrie sowie der Beständigkeit im Körper verursacht (Muhleu. Pott 1991, Pott et al. 1989). Fasern mit > 5 µm Länge und einem Längen-Breiten-Verhältnis von > 3 gelten als „kritische Fasern“. Bei der Analyse und Bewertung von Asbestfasern wird diese Definition zugrunde gelegt (VDI Richtlinie 3492, Blatt 1 und 2), bei Mineralfasern werden darüber hinaus Fasern mit Durchmessern < 1 µm und < 3 µm unterschieden.

#### Mögliche Gesundheitsrisiken durch künstliche Mineralfasern

Unter der Hypothese der Abhängigkeit der kanzerogenen Potenz von der Faserstruktur waren bei den Arbeitern in der Mineralfaser-Produktion prinzipiell die gleichen Krankheitsbilder wie bei den Arbeitern in der Asbestindustrie zu erwarten: Lungenfibrose und -karzinom und Mesotheliome.

**Epidemiologische Studien.** Während in einigen arbeitsmedizinischen epidemiologischen Studien ein schwach erhöhtes Bronchialkrebsrisiko gefunden wurde, wurde in zahlreichen anderen Studien kein eindeutiger Einfluß der Mineralfaser-Belastung am Arbeitsplatz auf die Lungenfibrose-, Bronchialkarzinom- und Mesotheliomrate festgestellt. Insgesamt können aus den vorhandenen epidemiologischen

Tab. 1 a: Einstufung der Mineralfasern durch die MAK-Kommission

<b>III A:</b>	<b>Eindeutig als krebserzeugend ausgewiesene Arbeitsstoffe</b>
<b>III A 1:</b>	Stoffe, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste zu verursachen vermögen.
<b>III A 2:</b>	Stoffe, die bislang nur im Tierversuch sich nach Meinung der Kommission eindeutig als krebserzeugend erwiesen haben, und zwar unter Bedingungen, die der möglichen Exposition des Menschen am Arbeitsplatz vergleichbar sind, bzw. aus denen Vergleichbarkeit abgeleitet werden kann.
<b>III B:</b>	<b>Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential</b>
Faserstäube wurden nach folgenden Kriterien eingestuft:	
<b>III A 1:</b>	positive Befunde aus epidemiologischen Untersuchungen
<b>III A 2:</b>	positive Befunde aus Inhalationsversuchen (oft gestützt durch weitere Untersuchungen mit intraperitonealer, intrapleuraler oder intratrachealer Verabreichung)
<b>als ob</b>	eindeutig positive Befunde (signifikant erhöhte Tumorraten) aus Versuchen mit intraperitonealer, intrapleuraler oder intratrachealer Verabreichung
<b>III A 2:</b>	fragliche Befunde aus Inhalationsversuchen oder aus Versuchen mit intraperitonealer, intrapleuraler oder intratrachealer Verabreichung oder keine Daten
<b>III B:</b>	negative Befunde aus Versuchen mit intraperitonealer Applikation, die auch durch sonstige Befunde wie geringe Beständigkeit gestützt werden

(nach: Deutsche Forschungsgemeinschaft 1993)

**Tab. 1 b: Einstufung anorganischer Faserstäube**

Faserstaub	Epidemiol.	Kanzergenität*				Einstufung	Einstufungs-begründung
		inhal.	i. tr.	i. p.	i. pl.		
Aluminiumoxid					+	als ob III A 2	Eindeutig positive i. pl.-Versuche
Attapulgit/ Palygorskit	?	+		+	+	III A 2	Positiver Inhalationsversuch
Calcium-Natrium-Metaphosphat			?	?		III B	Datenlage nicht ausreichend
Calciumsulfat (Gips)			?	-		MAK-Wert 6 mg/m <sup>3</sup>	Negativer i. p.-Test bei sehr geringer Beständigkeit
Dawsonit					+	als ob III A 2	Eindeutig positive i. pl.-Versuche
Erionit	+	+		+	+	III A 1	Kanzergenität in epidemiol. Studien nachgewiesen
Glasfasern	?	?	+	+	+	als ob III A 2	Gesamtheit der Befunde
Halloysit					?	III B	Datenlage nicht ausreichend
Kaliumtitanatverbindungen		+	?	+	+	III A 2	Positiver Inhalationsversuch in Verb. mit pos. Befunden aus den anderen Studien
Keramikfasern		+		+	?	III A 2	Positiver Inhalationsversuch
Magnesium/Oxid-Sulfat			?	?		III B	Datenlage nicht ausreichend
Nematolith/Brucit				?	?	III B	Datenlage nicht ausreichend
Schlackenwolle	?	?		?	?	III B	Datenlage nicht ausreichend
Sepiolith	?	?		?	?	III B	Datenlage nicht ausreichend
Siliciumcarbid			+	+	+	als ob III A 2	Positive i. p., i. pl. und i. tr.-Versuche, s. hohe Bio-beständigkeit
Steinwolle	?	?	?	+	?	als ob III A 2	Positive i. p.-Versuche
Wollastonit	?	?		-	?	evtl. MAK-Wert	Negativer i. p.-Test bei geringer Bio-beständigkeit

+ pos. Befund(e)

- neg. Befund(e)

? Befund(e) nicht bewertbar

\* inhal. = inhalatorisch; i. tr. = intra-tracheal; i. p. = intra-peritoneal; i. pl. = intrapleural (nach: Deutsche Forschungsgemeinschaft 1993)

Atemluftbelastungen der Arbeiter der Mineralfaserindustrie sein.

**In Tierversuchen** wurde für verschiedene künstliche Mineralfasern eine kanzerogene Potenz sowohl im Inhalationstest als auch bei intraperitonealer Applikation bestätigt (Pott et al. 1989). Die Interpretation und die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Intra-Peritoneal-Versuchen auf den Menschen wurde unter Hinweis auf die extrem unphysiologische Verabreichung der Fasern teilweise in Frage gestellt (Grimm, 1990). Gleichwohl wird dieser Test von vielen Wissenschaftlern angewandt, da auch Tierversuche, z. B. mit Ratten, nicht unbedingt vergleichbar mit der Situation beim Menschen sind. So ist die natürliche Lebensdauer der Ratten u. U. zu kurz, um eine kanzerogene Wirkung inhalierter Fasern festzustellen. Darüber hinaus sind die anatomischen Größenverhältnisse in den oberen und unteren Atemwegen von Ratten sehr von denen des Menschen unterschieden, so daß in Inhalationsversuchen bei Ratten gerade die langen kanzerogenen Fasern aufgrund der räumlichen Verhältnisse in den oberen Atemwegen zurückgehalten werden und kaum in die Lunge gelangen können.

Für die Durchführung und Bewertung des Intraperitonealtests bei Ratten spricht, daß seine Aussagen bei Asbest-Untersuchungen zumindest qualitativ mit den Ergebnissen epidemiologischer Studien übereinstimmen. Deshalb wird diesem Test, solange andere Daten fehlen, bei der präventivmedizinischen Beurteilung neuer Mineralfaser-Produkte eine hohe Bedeutung zuge-messen (Fischer 1991 a).

**Neueinführung durch die MAK-Kommission.** Seit 1980 sind künstliche Mineralfasern mit einem Durchmesser < 1 µm in die Gruppe III B der MAK-Liste eingestuft, d. h. „Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Material“. 1993 wurde in Würdigung aller inzwischen vorhandener Daten aus epidemiologischen Studien und Tierversuchen eine Neueinstufung sämtlicher anorganischer Faserstäube in der MAK- und BAT-Werte-Liste vorgenommen (DFG 1993). In Tabelle 1 a und 1 b sind die Einstufungskriterien, die Versuchsergebnisse und die Beurteilung der Kommission zusammengefaßt.

Prinzipiell wurden dort aus Gründen des Gesundheitsschutzes alle Fasern wegen ihrer potentiell kanzerogenen Wirkung - auch wenn keine oder nicht verwertbare Daten zur Kanzerogenität vorlagen - in Gruppe III B eingestuft. Waren darüber hinaus positive Befunde aus Tierversuchen oder epidemiologischen Untersuchungen vorhanden, wurde die entsprechende Faserart in die Gruppe A, d. h. „eindeutig als krebserzeugend ausgewiesene Arbeitsstoffe“ eingeordnet.

arbeitsmedizinischen Studien die genannten gesundheitlichen Risiken weder eindeutig nachgewiesen noch sicher ausgeschlossen werden (Grimm 1983). Ursache dieses deutlichen Unterschieds zur außerordentlich starken, in zahlreichen epidemiologischen Studien eindeutig nachgewiesenen Gesundheitsgefährdung der Asbestarbeiter könnte einerseits eine geringere krebsauslösende Wirkung der künstlichen Mineralfasern, andererseits aber auch die geringere

## Asbest-Belastung

Für Asbest wurden, ausgehend von den Ergebnissen arbeitsmedizinischer epidemiologischer Studien bei hoher Faserbelastung, Risikoextrapolationen für Asbestexpositionen in Umweltkonzentrationen durchgeführt: das Mesotheliom- und Lungenkrebsrisiko bei einer lebenslangen Faserbelastung mit 100 Fasern/m<sup>3</sup> wurde mit < 2/100 000 Exponierte angegeben (*Air Quality Guidelines for Europe, WHO, 1987*). Für eine fünfjährige hohe Asbestfaserbelastung von 1000 F/m<sup>3</sup> im Kindesalter wurde ein Risiko über die gesamte Lebenszeit von 0,36/100 000 errechnet (*Bundesärztekammer, 1991*). (Zum Vergleich: tatsächliche tödliche Unfälle im Alter von 11 bis 15 Jahren in der BRD 37/100 000.) Eine ähnliche quantitative Risikoabschätzung ist jedoch bei dem derzeitigen Kenntnisstand über die KMF-Produkte nicht durchführbar.

Folgende Erkenntnisse sprechen jedoch für ein deutlich niedrigeres Risiko durch Mineralfaser- als durch Asbestprodukte (*Muhle 1991*): In Mineralfaserprodukten sind inhalierbare Fasern zu einem geringeren Anteil als bei Asbestprodukten vorhanden. Künstliche Mineralfaserbündel können nicht wie Asbestfasern in extrem feine und inhalierbare Elementarfasern aufspalten. Die Beständigkeit künstlicher Mineralfasern ist in der Regel im Körper wesentlich kürzer als die von Asbest. In epidemiologischen Untersuchungen konnte bei Arbeitern der Mineralfaserherstellung und -verarbeitung keine krebsauslösende Wirkung der Mineralfasern festgestellt werden.

## Schädigungs-Symptome

Der unmittelbare Umgang mit Mineralfaserprodukten (beim Einbau, Hobby etc.) führt jedoch bei vielen Menschen zu Haut- und Schleimhautreizungen und Hautjucken. Diese werden durch die in den Produkten vorhandenen groben Fasern mit Durchmessern > 10 µm (bei empfindlichen Personen evtl. auch > 5 µm) hervorgerufen, die die äußere Haut durchdringen und verletzen können. Fasern dieser Geometrie können nicht inhaliert werden und somit keinen Krebs der Atemwege auslösen. Zur Vermeidung solcher akuter Wirkungen wurden jedoch beim Umgang mit Mineralfaserprodukten besondere Schutzmaßnahmen empfohlen, u. a. das Tragen locker sitzender Kleidung und geeigneter Handschuhe, gutes Eincremen der Haut, Vermeidung von Staubentwicklung durch Verwendung von Messern statt Sägen zum Bearbeiten der Mineralfaserprodukte und sofortige feuchte Raumreinigung nach Beendigung der Arbeiten (*Tiesler, 1993*).

## Faserbelastung in der Raumluft durch Mineralfasern

Unter der Regie des Bundesgesundheitsamtes und des Umweltbundesamtes wurde eine große Untersuchung zur tatsächlichen Faserbelastung in Wohn-, Aufenthalts- und Büroräumen durchgeführt, in denen Mineralwollen verwendet worden waren (*Tiesler, 1993*). In der Regel werden Mineralwoll-Erzeugnisse zur Wärmedämmung hinter Verkleidungen eingebaut und gegen den Raum hin abgedichtet. Problematisch können unverkleidet und sichtbar eingebaute Mineralwoll-Erzeugnisse sein, die wegen ihres direkten Kontaktes zum Innenraum und wegen des hohen Verhältnisses der Mineralwoll-Oberfläche zum Innenraum-Volumen das höchste Potential der Feinstaubabgabe besitzen. Um gerade extrem ungünstige Verhältnisse zu untersuchen, wurden für diese Studie schwerpunktmäßig Räume ausgewählt, in denen Mineralwoll-Erzeugnisse zu Schallschutzzwecken sichtbar und unverkleidet eingebaut waren.

**Meßmethodik:** Die Untersuchungen wurden während normaler oder simulierter Raumnutzung, teilweise auch bei simulierten Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt. Mes-

sungen in der Außenluft wurden gleichzeitig mit den Innenraumluftmessungen vorgenommen. Bei Messung und Auswertung wurde entsprechend der VDI-Richtlinie 3492, Blatt 1 und 2, verfahren. Die Nachweisgrenze liegt bei etwa 100 Fasern/m<sup>3</sup>; die Ergebnisse wurden gesondert für Fasern < 1 µm und < 3 µm Durchmesser angegeben. Für die statistischen Berechnungen wurden bei Meßwerten unter der Nachweisgrenze konventionsgemäß 50 F/m<sup>3</sup> eingesetzt. Um das Ausmaß der tatsächlichen Faserfreisetzung aus den künstlichen Mineralfaser-Produkten gegenüber der „Hintergrundbelastung“ durch andere Faserstäube abgrenzen zu können, wurden Produktfasern und sonstige anorganische Fasern getrennt ausgewertet (Tab. 2).

**Ergebnisse.** Trotz der bewußt vorgenommenen Auswahl ungünstiger Verhältnisse konnten bei 70 % aller Messungen keine produktbedingten Fasern mit einem Durchmesser unter 1 µm und bei 20 % der Messungen keine produktbedingten Fasern unter 3 µm Durchmesser über der Nachweisgrenze von ca. 100 F/m<sup>3</sup> festgestellt werden. Die Mittel-, Median- und Maximalwerte der Produktfasern unter 1 µm lagen in der Innenraumluft in etwa im gleichen Bereich wie in der Außenluft (Zuluft), während die produktbedingten Fasern mit einem Durchmesser < 3 µm eine etwa auf das Doppelte erhöhte Konzentration in der Innenraumluft im Vergleich zur Außenluft aufwiesen (*Tiesler, 1993*). Werte, die deutlich über den statistisch erfaßten Durchschnittswerten lagen, waren eindeutig auf bestimmte extrem ungünstige Situationen zurückzuführen: zum einen handelte es sich um einen Teil eines Bürogebäudes mit weichem Bodenbelag aus textilem Filz, zum anderen um einen bezugsfertigen Neubau, in dem noch Restarbeiten mit Mineralwolle-Erzeugnissen ausgeführt wurden (*Detting, 1993*).

**Fasern-Konzentration.** Insgesamt zeigen die Werte, daß die Faserfreisetzung aus eingebauten Mineralwoll-Erzeugnissen in Wohn-, Aufenthalts- und Büroräumen

- in der Regel nicht erhöht ist, wenn die Wärmedämmungen ordnungsgemäß durchgeführt wurden,

- in der Regel mäßig erhöht sind, wenn die eingebauten Mineralwoll-Erzeugnisse im Luftaustausch mit dem Innenraum stehen (z. B. Akustikdecken ohne funktionsfähigen Rieselschutz),

**Tab. 2: Anorganische Fasern (Produktfasern sowie sonstige anorganische Fasern) in Innenräumen mit Mineralfaserprodukten und in der Außenluft**

	Mittelwert F/m <sup>3</sup>	Mittelwert + Std. abw. F/m <sup>3</sup>	Median P 50 F/m <sup>3</sup>	Maximalwert F/m <sup>3</sup>
<b>Durchmesser unter 1 µm:</b>				
<i>Innenraumluft</i>				
Produktfasern	122	284	50	1250
sonst. anorgan. Fasern	498	1204	300	5150
<i>Außenluft</i>				
Produktfasern	92	236	UNG*	900
sonst. anorgan. Fasern	337	620	280	1550
<b>Durchmesser unter 3 µm:</b>				
<i>Innenraumluft</i>				
Produktfasern	572	1390	223	5650
sonst. anorgan. Fasern	2612	6270	1350	31800
<i>Außenluft:</i>				
Produktfasern	338	804	110	2400
sonst. anorgan. Fasern	1795	2953	1600	6300

Innenraumluft: 134 Messungen; Außenluft: 39 Messungen

\* UNG = unter der Nachweisgrenze; Std. abw.: Standardabweichung (nach *Tiesler 1993*)

**Tab. 3: Empfehlung von Vorsorgemaßnahmen beim Einbau und der Verwendung von Mineralfaser-Produkten**

**In der Produktgestaltung:**

- Der Anteil feiner ( $D < 1 \mu\text{m}$ ) und freisetzbarer Fasern soll minimiert werden, z. B. durch Beschichtungen.
- Eine entsprechende Produktkennzeichnung soll sichergestellt sein.

**Beim Einbau und der Bauunterhaltung:**

- Auf Mineralfaser-Spritzputze sollte ganz verzichtet werden.
- Das Schneiden auf der Baustelle soll vermieden werden; die Produkte sollen möglichst im Herstellungsbetrieb vorgeschnitten und die Ränder durch Beschichtung abgedichtet werden.
- Die Bauten sind so zu gestalten, daß eine Staubabgabe in Aufenthaltsräume nach dem Einbau vermieden wird.
- Der sich bei Reparaturen entwickelnde Faserstaub soll anschließend entfernt und beschädigte Beschichtungen sollen erneuert werden.
- Unterlagen über den Einbau faserhaltiger Produkte müssen über die ganze Lebensdauer des Gebäudes einsehbar sein.

(nach Fischer 1991 a)

- im Einzelfall jedoch deutlich erhöht sein können bei erkennbaren bautechnischen Mängeln oder bei vorübergehenden baulichen Eingriffen.

**Sanierungsmaßnahmen.** Da bei fachgerechter Verarbeitung eine deutliche Faserfreisetzung offensichtlich zu vernachlässigen ist, sieht das Bundesgesundheitsamt keine Notwendigkeit für die Sanierung ordnungsgemäß eingebauter Dämmstoffe aus Glas- und Mineralwollfasern (Fischer, 1991 b). Dennoch werden unter dem Gebot der Risikominimierung Vorsorgemaßnahmen beim Einbau und der Verwen-

**Zusammenfassung:** Produkte aus künstlichen Mineralfasern werden zur Wärmedämmung und Schallsolierung verwandt. Bei der Verarbeitung dieser Produkte und nach nicht sachgemäßem Einbau können Fasern freigesetzt werden. Obwohl prinzipiell alle Fasern einer bestimmten Geometrie und Biobeständigkeit Tumore auslösen können, wurde in arbeitsmedizinisch-epidemiologischen Studien keine kanzerogene oder tumorauslösende Wirkung der Mineralfaser-Produkte festgestellt. Da jedoch in Tierversuchen mit künstlichen Mineralfasern Tumore induziert werden können, werden sie als kanzerogen eingestuft und entsprechende Vorsichtsmaßnahmen bei ihrer Verarbeitung vorgeschlagen. Umfangreiche Messungen in Räumen, in denen Mineralfaser-Produkte eingebaut waren, zeigen in aller Regel keine erhöhte Faserbelastung in der Raumluft, weshalb allgemeine Sanierungsmaßnahmen nicht empfohlen werden.

**Schlüsselwörter:** Künstliche Mineralfasern, Krebsrisiko, Vorsorge

**Literatur:**

Air Quality Guidelines for Europe: Hrsg: WHO Regional Publications, European Series Nr. 23. Asbestos, Copenhagen, 182 - 199 (1987).  
Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste 1993. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. VCH, Weinheim, 92 ff. (1993).  
Dettling, F.: Innenraumbelastungen durch eingebaute Mineralwolle-Produkte. Vortrag auf dem Kolloquium „Faserförmige Stoffe“ der KRdL im VDI und DIN, Fulda, September 1993.  
Fischer, M.: Risikoproblematik faserförmiger Stäube. In: Fischer, M. (Hrsg.): Beurteilung der Krebsgefahr durch Asbest und andere faserige Feinstäube. Institut für Wasser-Boden-Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, 7, Berlin 1991 a.  
Fischer, M.: Zur Kanzerogenität von Glas- und Mineralwollfasern. Bundesgesundheitsblatt, 456 (1991 b).  
Grimm, H.-G.: Befunde am bronchopulmonalen System bei Beschäftigten in der industriellen Herstellung und Weiterverarbeitung künstlicher mineralischer Fasern. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. 177; 188 - 236 (1983).  
Grimm, H.-G.: Zur kanzerogenen Potenz mineralischer Fasern auf der Basis tierexperimenteller Ergebnisse. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Betriebsmedizin, Sonderheft 14, 5 - 83 (1990).

dung faserförmiger mineralischer Dämmstoffe empfohlen (Tab. 3) (Fischer, 1991 a).

**Risikobewertung**

Durch faserförmige Stoffe einer bestimmten Geometrie können Lungenfibrosen und -karzinome sowie Mesotheliome ausgelöst werden. Aus arbeitsmedizinischen Untersuchungen mit zahlreichen Erkrankungsfällen nach langjährigen hohen Asbestfaserbelastungen am Arbeitsplatz ist die kanzerogene Wirkung von Asbestfasern für den Menschen zweifelsfrei belegt. Durch Extrapolation in den um mehrere Zehnerpotenzen niedrigeren Bereich meßbarer Umweltbelastung wird ein allgemeines, umweltbedingtes Mesotheliom- und Krebsrisiko durch Asbestfasern von bis zu 2/100 000 Exponierte angenommen. Die Verwendung von Asbest wurde inzwischen verboten, Richtlinien zur Asbestsanierung wurden erlassen.

Eine humankanzerogene Wirkung durch künstliche Mineralfasern wurde bisher in epidemiologischen Untersuchungen nicht sicher nachgewiesen, aufgrund von Tierversuchen muß jedoch ebenfalls von einer kanzerogenen Potenz der künstlichen Mineralfasern ausgegangen werden. Ein Erkrankungsrisiko durch künstliche Mineralfasern in der Atemluft kann derzeit nicht errechnet werden, es liegen jedoch viele Hinweise für ein deutlich niedrigeres Krebsrisiko als bei Asbest vor. Da bei fachgerecht eingebauten Mineralfaserprodukten relevante Faserfreisetzungen in die Raumluft nicht auftreten, werden - im Gegensatz zur Situation bei Asbest - umfassende Sanierungsmaßnahmen nicht empfohlen. Aus Vorsorgegründen sollten aber bestimmte Vorsichtsmaßnahmen bei der unmittelbaren Verarbeitung von Mineralfaserprodukten eingehalten werden.

**Summary: Man made mineral fibers - health risk estimation for children and adults**

Products made of man made mineral fibers (MMMMF) are widely used for heat insulation and sound absorption. All fibers with defined size and biological stability potentially are carcinogenic, and in animal tests the carcinogenicity of MMMMF has been proved. Studies in industrial medicine, however, showed no elevated cancer risk for workers producing MMMMF. Nevertheless, special recommendations for the handling with these materials have been established. Normally release of fibers from MMMMF-products in place is neglectable, so there is no need for removing correctly installed MMMMF-products.

**Keywords:** Man made mineral fibers (MMMMF), cancer risk, prevention

Kalker, U.: Asbest in Schulen. Welche Gefahr droht den Kindern? Kinderarzt 22, 1839 - 1849 (1991).  
Muhle, H., Pott, F.: Faserige Stäube - Tierexperimentelle Ergebnisse. In: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN: Krebszerzeugende Stoffe in der Umwelt. Herkunft, Messung, Risiko, Minimierung. VDI Verlag, Düsseldorf, 273 - 292 (1991).  
Pott, F., Roller, M., Ziem, U., Reiffer, F. J., Bellmann, B., Rosenbruch, M., Huth, F.: Carcinogenicity studies on natural and man-made fibres with the intraperitoneal test in rats. In: Bignon, J., Peto, J., Saraci, R. (Hrsg): Non-Occupational Exposure to Mineral Fibres (IARC Sci. Publ. No 90) Intern. Agency for Research on Cancer, Lyon, 173 - 179 (1989).  
Tiesler, H.: Dämmstoffe aus Mineralwolle - Herstellung, Verwendung, Toxikologie. In: Gefahrstoffe 1993, Universum, Wiesbaden, 5 - 19 (1993).  
Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer: Belastung der Bevölkerung durch Asbest. Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer. Dt. Ärzteblatt 88, 1339 - 1344 (1991).