

# Asbest in Schulen

## Welche Gefahr droht den Kindern?

Von Ursel Kalker

Ökopädiatrie

Seit einigen Jahren werden Eltern, Lehrer und Kinder immer wieder durch Meldungen über Asbestfunde in Schulen oder anderen öffentlichen Gebäuden aufgeschreckt. Große Sanierungsmaßnahmen werden eingeleitet, dennoch stellen sich Eltern und Lehrer oft die bange Frage, ob diese Maßnahmen tatsächlich geeignet sind, die Kinder vor asbestbedingten Erkrankungen im späteren Leben ausreichend zu schützen. Die Bevölkerung hat in der Regel keine Möglichkeit, sich umfassend über die Asbestproblematik zu informieren, was häufig das Unbehagen verstärkt, nicht ausreichend informiert zu sein.

Auch bei Ärzten besteht oft Unsicherheit in der Einschätzung der Gesundheitsgefahr durch Asbest. Dieser Artikel soll einen Beitrag zur besseren Information und zur adäquaten Bewertung leisten. Nach einem kurzen Blick auf die Geschichte der Asbestverwendung werden die berufsbedingten Erkrankungen durch Asbest geschildert. Anschließend wird die Problematik aufgezeigt, von der Gefährlichkeit der hohen Asbeststaubbelastungen am Arbeitsplatz auf die potentielle Gefahr der niedrigen (low-level) Asbestbelastungen in der Umwelt zu schließen.

Die Risikoanalysen der amerikanischen Umweltbehörde EPA von Anfang der 80er Jahre werden vorgestellt, die zu umfangreichen Sanierungsmaßnahmen in Schulen in Amerika, aber auch in anderen Ländern, z. B. in Deutschland geführt hatten. Nach Risikovergleichen der Gefahr durch Asbest mit anderen Gefahren, denen Kinder in unserer Gesellschaft ausgesetzt sind, wird abschließend die aktuelle wissenschaftliche Literatur zur Asbestproblematik aus verschiedenen Ländern dargestellt.

### Beschreibung des Minerals und Geschichte seiner Verwendung

Asbestminerale sind natürliche Bestandteile der Erdkruste und wurden bereits früh wegen ihrer Materialeigenschaften verwendet und geschätzt. Das aus dem Griechischen stammende Wort „asbestos“, d.h. unauflöslich, unvergänglich, bezeichnet die wichtigsten Eigenschaften von Asbest wie Nichtbrennbarkeit, Hitzebeständigkeit, chemische Beständigkeit, Beständigkeit gegen Fäulnis und Korrosion, Isolierfähigkeit.

Vor etwa 100 Jahren begann die großindustrielle Förderung und Nutzung von Asbest. Unter den damaligen Arbeitsbedingungen ohne jegliche Schutzmaßnahmen waren die Arbeiter Asbestfaserkonzentrationen von mehreren 10 Millionen Fasern/m<sup>3</sup> Luft ausgesetzt. Asbestbedingte Lungenerkrankungen waren die Folge (Schmolz 1989, *Wissenschaftlicher Bericht der Bundesärztekammer 1991*).

### Asbestbedingte Erkrankungen – in der Arbeitswelt

Bis heute sind 3 asbestbedingte Krankheitsbilder beschrieben und als Berufskrankheiten anerkannt: die Asbestose, das asbestbedingte Lungenkarzinom und das Mesotheliom (Schmolz 1989) (Tab. 1).

Aus dem Gesundheitsamt der Stadt Frankfurt am Main (Amtsleiterin Dr. med. M. Peters)

	Asbestose	Lungenkrebs	Mesotheliom
Erstbeschreibung:	1927	1930	1960
als Berufskrankheit anerkannt:	1936	1943	1977
auslösende Fasermenge:	sehr hoch	hoch	evtl. niedrig
notwendige Expositionszeit:	Jahre bis Jahrzehnte	10 bis 20 Jahre	evtl. kurz
Latenzzeit	> 10 Jahre	ca. 25 Jahre	> 15 bis 20 Jahre
Einfluß des Rauchens	nein	sehr stark	nein
Schätzungen für die USA*:			
Mortalitätsrate/Jahr	2000	4000–6000	1200–2000
noch zu erwartende Todesfälle von 1980 bis 2009:	60.000	55.000 bis 128.000	19.000 bis 79.000

\* Schätzung: 1980 waren 2 Millionen US-Arbeiter am Arbeitsplatz asbeststaubexponiert, 10 Millionen Amerikaner hatten in den zurückliegenden Jahren mit Asbest gearbeitet.

Tab. 1: Asbestbedingte Erkrankungen (nach Schmolz 1989)

### Asbestose

Die Asbestose, eine Fibrose von Lungengewebe und Pleura wurde 1927 erstmals beschrieben. Voraussetzung für ihre Entstehung ist eine über Jahre bis Jahrzehnte dauernde Exposition gegenüber sehr hohen Faserkonzentrationen.

Asbestosen wurden ausschließlich bei Asbestarbeitern beschrieben, außerhalb der Exposition am Arbeitsplatz sind niemals Asbestosefälle bekannt geworden. Zusätzliches Rauchen verschlechtert die Lungenfunktion bei Asbestose, aber beeinflusst offenbar nicht die Entwicklung der Erkrankung (Schmolz 1989).

### Lungenkrebs

Asbestbedingte Lungenkrebserkrankungen treten nach langer Expositionszeit von 10 bis 20 Jahren bei hohen Faserkonzentrationen nach einer durchschnittlichen Latenzzeit von 25 Jahren auf. Auch hier sind ausschließlich beruflich Exponierte betroffen. Die Sterblichkeit an asbestbedingtem Lungenkrebs wird durch Zigarettenrauchen deutlich erhöht. Nimmt man für einen nicht-rauchenden, beruflich nicht asbestexponierten Arbeiter ein Lungenkrebsrisiko von 1 an, so erhöht sich dieses durch Rauchen auf 10,85 (Selikoff 1979).

Das Risiko eines asbestexponierten Nichtrauchers beträgt 5,16, es wird durch zusätzliches Rauchen auf 53,2 erhöht (Selikoff 1979). Inwieweit eine Asbestose – mit oder ohne Rauchen in der Anamnese – die Entstehung einer asbestbedingten Lungenkrebserkrankung fördert, ist noch unklar. Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen sind widersprüchlich (Edelman 1990).

## Asbestbedingte Mesotheliome

Tumoren des Rippen- oder Bauchfells traten auch nach kürzeren Expositionszeiten von wenigen Monaten auf. Überwiegend handelte es sich hierbei um besonders staubige Arbeitsplätze.

Das asbestbedingte Mesotheliom bei Asbestarbeiten wurde erstmals 1953 beschrieben (Weiss 1953). Wenige Jahre später wurden Mesotheliome auch bei Anwohnern von asbestverarbeitenden Betrieben (Wagner 1960) und bei nicht beruflich exponierten Familienangehörigen von Asbestarbeitern beschrieben (die über die asbestkontaminierte Arbeitskleidung mit hohen Asbestfaserkonzentrationen in Kontakt kommen konnten) (Newhouse 1965).

**Risiko.** Es wird geschätzt, daß 70 bis 80% aller asbestbedingten Mesotheliome durch berufliche Asbest-Exposition ausgelöst werden. Die mittlere Latenzzeit beträgt 30 Jahre, nie aber unter 15 Jahren. Das Alter bei der Erstexposition hat keinen Einfluß auf die Latenzzeit, das Risiko steigt aber exponentiell mit der Zeit seit Expositionsbeginn, so daß bei einer Exposition in der Kindheit mit einem höheren Risiko gerechnet werden muß als bei einer späteren Exposition. In den letzten 4 Jahrzehnten ist bei den Männern eine deutliche Zunahme asbestbedingter Mesotheliome zu verzeichnen, nicht jedoch bei den Frauen (Davis 1986). Da angenommen werden kann, daß das Mesotheliom bei zunehmender Bekanntheit auch häufiger diagnostiziert wird, ist die fehlende Zunahme asbestbedingter Mesotheliome bei Frauen um so erstaunlicher. Aus der Tatsache, daß keine offensichtliche Zunahme des Mesothelioms bei Frauen gefunden werden kann, wird der Schluß gezogen, daß das nicht-berufsbedingte Asbestrisiko extrem gering sein muß (Davis 1988).

Die Kanzerogenität von Asbest ist also aus der Arbeitsmedizin zweifelsfrei erwiesen. Gesetzlich festgelegte Arbeitsschutzmaßnahmen wurden in den einzelnen Ländern mit großer Zeitverzögerung vorgeschrieben, so daß viele Arbeiter lange und unnötigerweise noch hohen, krankheitsauslösenden Asbestkonzentrationen ausgesetzt waren (Nicholson, Wagner). Auch nach der inzwischen geregelten Einschränkung der Verwendung von Asbest als Bau- und Arbeitsstoff ist wegen der langen Latenzzeit nach amerikanischen Schätzungen noch über Jahre mit Tausenden von asbestbedingten Todesfällen zu rechnen (s. Tab. 1).

### Probleme der Risiko-Extrapolation für Asbestbelastungen außerhalb des Arbeitsplatzes

Trotz dieser eindeutigen Erkenntnisse über Asbestbelastung am Arbeitsplatz und Krebsentstehung ist die Beziehung zwischen einer niedrigen Asbestexposition und Krebs bisher nicht bewiesen, wird aber für Risikoanalysen und Risikoschätzungen angenommen und vorausgesetzt (Utell, 1990, Tesseraux 1990).

Die Abschätzung der Gefährlichkeit von Asbest durch Faserkonzentrationen, der die Allgemeinbevölkerung in der Umwelt ausgesetzt ist und die in der Regel um 1000- bis 10.000fach unter den bei den Arbeitsbedingungen vorgefundenen liegt, ist schwierig und mit vielen Unsicherheiten belastet. In der neuesten Literatur wird die Kanzerogenität niedriger, atembare Asbestfaserkonzentrationen in der Luft in Zweifel gezogen (Davis 1988, Mossman 1990).

### Verschiedene Arten von Asbest

Die Toxizität von Asbestfasern ist von der chemischen Zusammensetzung und ganz besonders von der Fasergeometrie abhängig. Die natürlich vorkommenden Asbestminerale Chrysotil, Amosit, Krokydolith, Anthophyllit,

Tremolit und Aktinolit lassen sich nach ihrer chemischen Zusammensetzung (vorherrschendes Kation), sowie der Kristall- und Faserstruktur in Amphibol- und Serpentinaste einteilen (Schmolz 1989). Der Amphibolasbest Krokydolith (Blauasbest) ist wesentlich toxischer als der wesentlich häufiger vorkommende Serpentinaste Chrysotil (Weißasbest).

**Auch die Fasergeometrie** beeinflusst die Toxizität außerordentlich stark: Fasern mit einer Länge  $< 2 \mu\text{m}$  waren in Tierversuchen nie kanzerogen, die stärkste krebsauslösende Wirkung hatten stets Fasern mit einer Länge von ca.  $8 \mu\text{m}$  und einem Durchmesser von  $< 0,25 \mu\text{m}$ . Fasern mit  $> 5 \mu\text{m}$  Länge und einem Längen-Breitenverhältnis von  $> 3$  gelten als „kritische Fasern“. Mesotheliome sind am ehesten mit Fasern einer Länge von mehr als  $5 \mu\text{m}$  und mit einem Durchmesser von weniger als  $0,1 \mu\text{m}$  assoziiert, während Lungenkarzinome am ehesten von Fasern  $> 10 \mu\text{m}$  und mit einem Durchmesser von  $> 0,15 \mu\text{m}$  verursacht werden (Lippmann 1988).

### Problematik der Analysenverfahren

Erst in den letzten Jahren wurden Verfahren entwickelt und standardisiert, mit denen kleine Mengen Asbestfasern einer bestimmten chemischen Struktur und definierter Geometrie differenzierend festgestellt werden können. Heute ist in der Bundesrepublik Deutschland die Messung durch Faserabscheidung aus einer entsprechenden Luftmenge auf goldbedampften Kernporenfiltern und raster-elektronen-mikroskopischer Auswertung der Filterprobe bei 2000facher Vergrößerung standardisiert (VDI-Richtlinien).

Demgegenüber konnte mit den älteren Methoden der Staubpartikelzählung und dem Wiegen des Feinstaubes nicht zwischen Asbest- und anderen Stäuben unterschieden werden, und unterschiedliche Faserstrukturen konnten nicht berücksichtigt werden (Robock 1983). Schätzungen über frühere Asbeststaubkonzentrationen an Arbeitsplätzen müssen demnach ungenau sein. Sie schwanken zwischen 1 bis 50 und mehr Millionen Fasern/ $\text{m}^3$ . Trotz dieser Einschränkungen sind sie heute die bestmögliche Ausgangsbasis für eine Risikoabschätzung.

### Gefahren asbestbedingter Erkrankungen – Risikoanalysen

1980 ermittelte die EPA die asbesthaltigen Materialien in Schulen und führte eine Risikoanalyse für die Gebäudenutzer durch (Support Document 1980). Es wurde geschätzt, daß 3.000.000 Schüler und 250.000 Erwachsene (Lehrer, Reinigungsfachkräfte, Hausmeister, Verwaltungsangestellte etc.) in 8500 Schulen schwachgebundenen Asbestprodukten ausgesetzt waren. Über die kommenden 30 Jahre wurde mit 1000 (100 bis 7000/30 Jahre) vorzeitigen asbestbedingten Sterbefällen gerechnet, 90% dieser Todesfälle betrafen ehemalige Schüler, die als Kinder mit diesen Asbestmaterialien in Berührung kamen. Aufgrund dieser Risikoanalysen wurden die EPA-Richtlinien für die Sanierung asbesthaltiger Bauteile und Gebäude erarbeitet (s.u.). Messungen des Asbestfasergehalts in der Luft wurden für diese Risikoabschätzung und Sanierungsanleitung nicht herangezogen.

Spätere Risikoanalysen, die sich auf Angaben von tatsächlich in Schulräumen gemessenen Asbestfaserkonzentrationen in der Raumluft beziehen konnten und deren Schätzungen somit besser fundiert waren, kamen auf ein deutlich geringeres Risiko als die EPA (Royal Commission 1984, Doll 1985). Von 1983 bis 1986 wurden 7 Studien zum potentiellen Risiko asbestinduzierter Lungenkrebskrankungen und von Mesotheliomen publiziert (Lit. bei Mossman 1989).

## Sinnvolles Umdenken

Doch es ist festzustellen, daß viele Autoren in verschiedenen Ländern der Welt zu einer ähnlich kritischen Wertung der Asbestsanierung kommen. Nach Auswertung der Risikoanalysen und der epidemiologischen Daten, die kein Ansteigen der Mesotheliomkrankungen bei nicht beruflich Asbestexponierten anzeigen, sowie der Luftmeßergebnisse von Asbestkonzentrationen in der Innenraumluft und in der Außenluft wird von vielen Experten ein Umdenken gefordert. Das für einen fraglichen und zweifelhaften Erfolg ausgegebene Geld sollte nach ihrer Ansicht mit der heutigen Kenntnis für notwendige und sinnvollere Projekte der Krankheitsprävention und des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ausgegeben werden (Fergusson 1990, McDonald 1990, Schettler 1990) (s. auch Zitate im Kästchen).

## Andere Risiken

Angesichts der Tatsache, daß jährlich mehrere Hundert Kinder in der Bundesrepublik Deutschland im Straßenverkehr umkommen, erscheinen Verkehrsberuhigungsmaßnahmen und eine Verbesserung der Schulwegsicherung vordringlich. Im vergangenen Jahr starben in der Bundesrepublik Deutschland mehr als tausend zumeist junge Menschen am Drogenkonsum; die Präventionsmaßnahmen und Rehabilitationsmöglichkeiten müßten dringend verbessert werden.

## Literatur

- Battelle Columbus Division, Price Associates, Alliance Technologies Corporation, Energy Technology Consultants and Midwest Research Institute: Assessing Asbestos in Public Buildings (EPA Contr. No. 68-02-4294, draft report for the Exposure Evaluation Division, 1989)
- Bundesgesundheitsamt: Gesundheitsgefahren durch Asbest und andere faserige Feinstäube in der Umwelt. Bundesgesundheitsblatt 26 Nr. 10, Oktober 1983
- Bundesgesundheitsamt: Asbest und Passivrauchen (pers. Mitteilung) (1991)
- Chen, Y., Pederson, L. L., Lefcoe, N. M.: Exposure to Environmental Tobacco Smoke (ETS) and Serum Thiocyanate Level in Infants. Arch. Environ Health 45: 163-167 (1990)
- Chilmonczyk, B. A., Knight, G. J., Palomaki, G. E., Pulkkinen, A. J., Williams, J., Haddow, J. E.: Environmental Tobacco Smoke Exposure during Infancy. Amer. J. Publ. Health 80: 1205-1208 (1990)
- Committee on Environmental Hazards: Asbestos Exposure in Schools. Pediatrics 79: 301-305 (1987)
- Corn, M., Crump, K. E., McFee, D., Lee, R.: in Vorbereitung
- Crumps, K. S.: Asbestos, Carcinogenicity, and Public Policy (letter) Science 248: 799 (1990)
- Dähr (persönliche Mitteilung) (1991)
- Davis, J. M. G., McDonald, J. C.: Low level exposure to asbestos: is there a cancer risk? Brit. J. Industr. Med., 505-508 (1988)
- Deutsche Herz-Präventions-Studien (DHP-Surveys) Programmreport 1989. Bundesminister für Forschung und Technologie (1989)
- Doll, R., Peeto, J.: Effects on Health of Exposure to Asbestos, Health and Safety Commission. London, Her Majesty's Stationary Office (1985)
- Edelman, D. A.: Does Asbestosis increase the risk of lung cancer? Int. Arch. Occup. Environ. Health 62: 345-349 (1990)
- Greenberg, R. A., Baumann, K. E., Glover, L. H., Strecher, V. J., Kleinbaum, D. G., Haley, N. J., Stedman, H. C., Fowler, M. G., Loda, F. A.: Ecology of passive smoking by young infants. J. Pediatr. 114: 774-780 (1989)
- Humble, C., Croft, J., Gerber, A., Casper, M., Hames, C. G., Tyroler, H. A.: Passive Smoking and 20-year Cardiovascular Disease Mortality among Nonsmoking Wives, Evans, County, Georgia. Amer. J. Publ. Health 80: 599-601 (1990)
- Institut für Bautechnik: Spritzasbest und ähnliche Asbestprodukte. Berlin (1986 u. 1989)
- Lippmann, M.: Asbestos Exposure Indices. Environmental Research 46: 86-106 (1988)
- MacLure, M., Ben-Abraham, R., Bryant, M. S., Skipper, P. L., Tannenbaum, S. R.: Elevated Blood Levels of Carcinogens in Passive Smokers. Amer. J. Publ. Health 79: 1381-1384 (1989)
- Mossmann, B. T., Gee, J. B. L.: Asbestos-related Diseases. New Engl. J. Med. 320: 1721-1730 (1989)
- Mossmann, B. T., Bignon, J., Corn, M., Seaton, A., Gee, J. B. L.: Asbestos: Scientific developments and Implications for Public Policy. Science 247: 294-301 (1990)
- Mossmann, B. T., Bignon, J., Corn, M., Seaton, A., Gee, J. B. L.: Asbestos, Carcinogenicity, and Public Policy. (letter) 248: 799-801 (1990)

Etwa ein Drittel aller Todesfälle in der Bundesrepublik Deutschland sind durch Zigarettenkonsum bedingt; eine wirkungsvollere und umfassendere Raucherprävention bereits im Schulalter ist erforderlich. Ganz vordringlich aber ist ein Schutz der Nichtraucher vor dem Passivrauchen, das objektiv um Größenordnungen gefährlicher ist als die in Gebäuden auftretenden Asbestkonzentrationen in der Atemluft (bga 1987, Repace 1987).

Damit soll die Gesundheitsgefahr im durch Asbest keineswegs verharmlost werden. Asbest ist zweifelsfrei ein kanzerogener Stoff, der in bestimmten Bereichen der Arbeitswelt mehr Menschen das Leben gekostet hat und wegen der langen Latenzzeiten immer noch weiter kosten wird als irgendein anderer Arbeitsstoff (Fergusson 1990).

Ärzte sollen den verantwortlichen Politikern und der Bevölkerung das Gesundheitsrisiko der Asbestexposition im Vergleich mit anderen vermeidbaren und unfreiwillig eingegangenen Risiken klar darlegen.

Nur so können rationale Entscheidungen für einen sinnvollen Gesundheitsschutz der Kinder und der Bevölkerung allgemein getroffen werden, die u.U. auch unpopulär oder schwer durchsetzbar sein können (z.B. Nichtraucherschutz, Verkehrspolitik). Die Bewertung und Bewältigung gesundheitlicher Risiken sind letztlich immer Aufgaben eines gesamtgesellschaftlichen Entscheidungsprozesses.

- Newhouse, M. L., Thompson, C. H.: Mesothelioma of pleura and peritoneum following exposure to asbestos in the London area. Brit. J. industr. med. 22: 261-269 (1965)
- Repace, J. L., Lowrey, A. H.: Risk assessment methodologies for passive smoking-induced lung cancer. Risk Anal. 10: 27-37 (1990)
- Robock, K.: Vergleich verschiedener Meßverfahren im Hinblick auf die Verhältnisse am Arbeitsplatz, in: Fischer, M., Meyer, E. (Hrsg.): Zur Beurteilung der Krebsgefahr durch Asbest. bga-Schriften 2/84. MMV Medizin Verlag München, S. 143-150 (1984)
- Royal Commission in Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario: Asbestos in Buildings: Part IV Report of the Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Canada, Ontario Ministry of the Attorney general. Toronto, Queens Printer for Ontario, Vol. 2 (1984)
- Rylander, E., Pershagen, G., Curvall, M., Kazemi-Vala, E.: Exposure to Environmental Tobacco Smoke and Urinary Excretion of Cotinine and Nicotine in Children. Acta Paediatr. Scand. 78: 449-450 (1989)
- Sandler, D. P., Comstock, G. W., Helsing, K. J., Shore, D. L.: Deaths from all Causes in Non-Smokers Who Lived with Smokers. Amer. J. Publ. Health 79: 163-167 (1989)
- Schmolz, G.: Die kanzerogene Wirkung von Asbest. Öff. Gesundh.-Wes. 51: 614-620 (1989)
- Sellkoff, J., Hammond, E. C.: Asbestos and Smoking. J. Amer. Med. Assoc. 242: 458 (1979)
- Support Document for Proposed Rule on Friable Asbestos-Containing Materials in School Buildings: Health Effects and Magnitude of Exposure. US Environmental Protection Agency (EPA), EPA report no. 560/12-80-003, Office of Testing and Evaluation, Office of Pesticides and Toxic Substances. Government Printing Office, October (1980)
- Tesseraux, I., Lommel, A., Ollroge, I., Kappas, A. D., Koss, G.: Human Risk Assessment of Carcinogens from an Administrative Perspective. Regul. Toxicol. Pharmacol. 63-67 (1990)
- Utell, M. J., Samet, J. M.: Environmentally mediated disorders of the respiratory tract. Med. Clin. North Am. 74: 291-306 (1990)
- VDI-Richtlinien 3492: Messen anorganischer faserförmiger Partikel in der Außenluft. Rasterelektronenmikroskopische Verfahren
- Wagner, J. C., Sleggs, C. A., Marchand, P.: Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. Brit. J. Industr. Med. 17: 260-271 (1960)
- Weiss, A.: Pleurakrebs bei Lungenasbestose, in vivo morphologisch gesichert. Med. Wochenschr. 3: 93-94 (1953)
- Weill, H., Hughes, J. M.: Asbestos as a public health risk: Disease and Policy. Ann. Rev. Publ. Health 7: 717-792 (1986)
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer: Belastung der Bevölkerung durch Asbest. Empfehlungen des wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer. Deutsches Ärzteblatt 88: C 1339-1344 (1991)

Anschrift der Verfasserin:

Dr. med. Ursel Kalke, Gesundheitsamt, Postfach 102121, 6000 Frankfurt/Main 1

Ausgehend von den hohen Asbeststaubbelastungen an Arbeitsplätzen wurde auf die in öffentlichen Gebäuden und Schulräumen gemessene und um mehrere Zehnerpotenzen niedrigere Asbestbelastung umgerechnet; die Mortalitätsdaten von asbestexponierten Arbeiten wurden auf zu erwartende Mortalitäten bei diesen niedrigeren Konzentrationen extrapoliert.

Unter der Annahme einer Asbestbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> über 5 Jahre, beginnend im Alter von 10 Jahren mit einer angenommenen Lebenszeit von 75 Jahren wurde das jährliche Mortalitätsrisiko nach Asbestbelastung in Schulen auf 0,02 bis 0,37 je Million Exponierter errechnet (Tab. 2; Lit. bei *Mossmann* 1989).

Das Bundesgesundheitsamt berechnete bei einer angenommenen Asbestbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> über das ganze Leben eine Mortalität von 10 je Million Exponierter (*bga* 1983).

Ursache	jährliche Sterberate/Million
Asbest in Schulen*	0,02-0,37**
Flutkatastrophen	2
Flugzeugunfälle (1979)	6
Ertrinken (5-14 Jahre)	27
Häusliche Unfälle (1-14 Jahre)	60

\* Daten aus 6 publizierten Untersuchungen (Lit. bei *Mossmann* 1989)  
 \*\* Jährliches Mortalitätsrisiko unter der Annahme einer Asbestbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> über 5 Jahre, beginnend im Alter von 10 Jahren mit einer angenommenen Lebenszeit von 75 J.

**Tab. 2: Publierte Schätzungen des Sterberisikos in den USA an verschiedenen Ursachen** (nach *Weill* 1986)

### Risiko von Asbest in Raumluft

**Doch die tatsächlich gemessenen Asbestfaserbelastungen in der Atemluft**, selbst in Gebäuden mit schadhafte asbesthaltigen Baumaterialien, lagen deutlich unter der für die Risikoanalysen angenommenen Faserkonzentrationen von 1000 Fasern/m<sup>3</sup>. Asbestfasermessungen in der Raumluft amerikanischer Verwaltungsgebäude zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen Gebäuden mit schadhafte und unbeschädigten asbesthaltigen Baumaterialien. Auffällig ist der durchschnittliche Fasergehalt von 240 F/m<sup>3</sup> in 71 amerikanischen Schulen mit asbesthaltigen Baumaterialien. Dies könnte Ausdruck der sehr intensiven Gebäudenutzung durch Schüler sein, die immer wieder von Lehrern berichtet wird (Türenschiagen, Anrempeln gegen Wände etc.). Der mittlere Asbestfasergehalt in der Innenraumluft in amerikanischen Gebäuden mit asbesthaltigen Baumaterialien war nicht höher als der Mittelwert in der Außenluft an Straßen (*Mossmann* 1990, *Crump* 1990) (Tab. 3).

	Gebäude	Proben	Asbest-
	n	n	fasern/m <sup>3</sup> Mittelwert
Verwaltungsgebäude			
ohne Asbest*	6	42	0
mit unbeschädigtem Asbest*	6	42	70
mit beschädigtem Asbest*	37	256	80
Schulen	71	328	240
Universitäten (Minnesota)	34	170	30
Öffentl. Gebäude (Maryland)	72	91	90
Außenluft (Stadt, Straßen)		48	390

\* Unterschiede der Konzentrationen in den verschiedenen Gebäuden nicht signifikant. Lit.: *Crump* 1990, *Mossmann* 1990a, Com. In Vorbereitung, Battelle Columbus Division 1989)

**Tab. 3: Durchschnittliche Konzentrationen von Asbestfasern > 5 µm Länge/m<sup>3</sup> in Innenräumen und in der Außenluft**

Dem Argument, die Messungen stellten jeweils nur Augenblickssituationen dar und könnten demnach keine sichere Gefährdungsabschätzung darstellen, wurde entgegengehalten, daß die Innenraumluftmessungen insgesamt mehr als 1000 Proben umfaßten, die jeweils über 2 Tage während des Normalbetriebs durchgeführt wurden (*Crump* 1990). Demnach ist das tatsächliche Risiko durch Asbest in Raumluft geringer als 0,002 bis 0,37 je Million Exponierter, wie es in Tab. 2 unter der Annahme einer Faserbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> angegeben ist.

### Vergleich mit anderen Risiken

Die errechneten und geschätzten Risiken bei niedrigen Asbestexpositionen wurden mit anderen Risiken in unserer Gesellschaft verglichen (*Weill* 1986) (Tab. 2).

Das Mortalitätsrisiko durch eine angenommene Asbestbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> in Schulen ist demnach 160- bis 3000fach niedriger als beispielsweise das durch tödliche Unfälle von Kindern im Haus. Nach einer Schätzung des Bundesgesundheitsamtes ist das Krebsrisiko durch eine kontinuierliche (24stündige) Asbestbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> über das ganze Leben größenordnungsmäßig vergleichbar mit dem Risiko, das durch das Rauchen von 2 Zigaretten/Jahr hervorgerufen wird (*bga* 1983). Gleichzeitig wird betont: „Ein solcher quantitativer Vergleich bedeutet nicht, daß ein freiwillig eingegangenes Risiko und eine Umweltbelastung die gleiche gesundheitspolitische Qualität haben“ (*bga* 1983).

Freiwillig eingegangenen Risiken (z.B. Rauchen) und unfreiwillig in Kauf genommene Risiken (z.B. Asbest in der Raumluft) sind schwierig zu vergleichen und unterschiedlich zu bewerten. Das Risiko durch eine Asbestbelastung in der Raumluft kann im Grunde auch nicht mit dem Risiko durch häusliche Unfälle verglichen werden, da alle möglichen Sicherheitsvorkehrungen dieses Risiko vermindern, aber niemals sicher ausschließen können, solange Kinder neugierig ihre Umwelt erkunden, ihre Kraft und Geschicklichkeit erproben.

### Vergleich mit Passivrauchen

Ein Vergleich des asbestbedingten Gesundheitsrisikos mit dem Risiko des Passivrauchens ist jedoch sehr wohl möglich. Dem Nebenstromrauch ist man in der Regel unfreiwillig ausgesetzt, und das Gesundheitsrisiko durch Passivrauchen wäre durch bestimmte Nichtrauchererschutzregelungen gut vermeidbar. In neueren amerikanischen Veröffentlichungen wird zunehmend auf das Lungenkrebsrisiko durch Passivrauchen aufmerksam gemacht (*Sandler* 1989, *Maclure* 1989). Auch das Mortalitätsrisiko an Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist für passivrauchende Ehefrauen von Rauchern in Abhängigkeit von der Menge der passiv mitgerauchten Zigaretten erhöht (*Humble* 1990).

Ein großer Anteil der Kinder, selbst Neugeborene, werden durch Passivrauchen belastet und damit der Gefahr eines späteren Lungenkrebses ausgesetzt (*Chilmanczyk* 1990, *Chen* 1990, *Greenberg* 1990, *Rylander* 1990). In der Bundesrepublik Deutschland rauchen 27,6% aller Frauen und 44,5% der Männer im Alter von 25 bis 69 Jahren, mit einer noch leicht zunehmenden Tendenz zwischen 1984 und 1988 (DHP-Surveys, 1987 und 1990). Mit einem großen Anteil passiv rauchender Kinder muß deswegen gerechnet werden.

Einer Studie des Bundesgesundheitsamtes zufolge besteht kein Zweifel daran, daß Schüler durch Passivrauchen zu Hause deutlich mehr gefährdet sind als durch den 10jährigen Besuch einer Schule mit einer Asbestfaserbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup>.

Das Lungenkrebsrisiko durch Passivrauchen wird nach Schätzungen des Bundesgesundheitsamtes auf 1,8/1000 geschätzt und ist damit mehr als 100fach höher als das Mesotheliomrisiko durch eine Asbestbelastung von 1000 Fasern/m<sup>3</sup> (bga 1987).

### Administrative Maßnahmen im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes

Ausgehend von den Risikoanalysen der EPA 1980 (Support Document 1980) wurden Richtlinien für die Asbestermittlung und Sanierung in US-amerikanischen Schulen entwickelt. Durch gezielte Raumbeglehnungen (Inspektion) sollten asbesthaltige Baumaterialien gegebenenfalls durch Materialanalysen identifiziert werden (Identifikation). Hierüber sollten die Lehrer, Eltern und zuständige Behörden informiert werden.

**Drei Sanierungsverfahren** für asbesthaltige Materialien wurden vorgeschlagen: Entfernung, Verfestigung und Beschichtung, räumliche Trennung. Auslöser für eine Sanierung war ausschließlich das Vorhandensein von zugänglichen Asbestprodukten. Auf Luftproben wurde verzichtet (Committee on Environmental Hazards 1987).

Diese Prinzipien wurden auch für die Bundesrepublik Deutschland übernommen. Sanierungen in Schulen wurden nach den in der Broschüre „Spritzasbest und ähnliche Asbestprodukte“ (VDI 1986, novelliert 1989; Asbestrichtlinie) beschriebenen Regeln durchgeführt. Die Schulen wurden von Fachkräften begangen und auf die Art der Asbestverwendung, die Art, den Oberflächenzustand und mögliche Beeinträchtigungen des Asbestmaterials, sowie auf die Zugänglichkeit durch die Nutzer des Raums hin untersucht. Den einzelnen Parametern wurden bestimmte Bewertungszahlen zugeordnet.

Je nach Summe der Punktezahl wurde eine Sanierung als dringend erforderlich, erforderlich oder langfristig vorzumerken eingestuft (Abb. 1). Raumluftmessungen sind in diesen Bewertungsrichtlinien wie auch bei den EPA-Richtlinien nicht vorgesehen.

Wurden jedoch aus anderen Gründen Raumluftmessungen auf Asbest durchgeführt, wurden in jedem Fall die Schulen sofort geschlossen, wenn Faserkonzentrationen in der Luft von > 1000 Fasern/m<sup>3</sup> gemessen wurden. D.h. Faserkonzentrationen, die den oben zitierten Risikoabschätzungen zugrunde liegen, wurden aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes nicht toleriert, sondern mußten stets unterschritten werden.

### Das Problem der Nachtspeicheröfen

Ein durch die Regeln der oben zitierten Broschüre „Spritzasbest“ nicht geregelter Fall einer möglichen Asbeststaubexposition ist die potentielle Asbestfaserfreisetzung durch den Betrieb asbesthaltiger Nachtspeicheröfen. Bis ca. 1975 wurden in Elektro-Nachtspeicheröfen zur Dämmung (Bodenisolation) Materialien mit einem geringen Asbestanteil (ca. 2%) verwendet. Dies war aus Gründen des Brandschutzes auch vorgeschrieben. Der Aufbau dieser Nachtspeicheröfen schließt eine mögliche Asbestfaserfreisetzung in die Raumluft während des Betriebs nicht völlig aus.

Nach Medienmeldungen im Herbst 1990 über asbesthaltige Nachtspeicheröfen wurden viele Öfen von besorgten Menschen ausgetauscht. Es ist nicht auszuschließen, daß gerade durch nicht sachgemäßen und nicht fachmännischen Austausch größere Mengen Asbestfasern freigesetzt und Menschen unnötigerweise gefährdet wurden.

Zeile	Gruppe	Asbestprodukte – Bewertung der Dringlichkeit einer Sanierung	
		Bewertung*	Bewertungszahl
		Gebäude: .....	
		Raum: .....	
		Produkt: .....	
1	I	Art der Asbestverwendung	
2		Spritzasbest .....	20
3		Asbesthaltiger Putz .....	10
4		Leichte asbesthaltige Platten .....	5
		Sonstige asbesthaltige Produkte .....	5-20
5	II	Asbestart	
6		Blauasbest .....	2
		Sonstiger Asbest (weiß, grau) .....	0
7	III	Oberflächenzustand des Asbestproduktes/Struktur	
8		Aufglockerte Faserstruktur .....	10
9		Feste Faserstruktur ohne oder mit nicht ausreichend dichter Oberflächenbeschichtung .....	4
		Beschichtete, dichte Oberfläche .....	0
10	IV	Oberflächenzustand des Asbestproduktes/Beschädigung	
11		Starke Beschädigungen .....	6
12		Leichte Beschädigungen .....	3
		Keine Beschädigungen .....	0
13	V	Beeinträchtigung des Asbestproduktes von außen	
14		Produkt ist durch direkte Zugänglichkeit (Fußboden bis Greifhöhe) Beschädigungen ausgesetzt .....	10
15		Am Produkt werden gelegentlich Arbeiten durchgeführt .....	10
16		Produkt ist mechanischen Einwirkungen ausgesetzt .....	10
17		Produkt ist Erschütterungen ausgesetzt .....	10
18		Produkt ist starken klimatischen Wechselbeanspruchungen ausgesetzt .....	10
19		Produkt liegt im Bereich starker Luftbewegungen im Raum mit dem asbesthaltigen Produkt sind starke Luftbewegungen vorhanden .....	7
20		Am Produkt kann ein unangenehm-geruchlicher Belag auftreten .....	3
21		Das Produkt ist von außen nicht beeinträchtigt .....	0
22	VI	Durch das Asbestprodukt beeinträchtigter Raum – Raumnutzung	
23		Regelmäßig von Kindern, Jugendlichen und Sportlern benutzter Raum .....	25
24		Dauernd oder häufig von sonstigen Personen benutzter Raum .....	20
25		Zur selten benutzter Raum .....	15
		Nur selten benutzter Raum .....	8
26	VII	Durch das Asbestprodukt beeinträchtigter Raum	
27		Lage des Produktes	
28		Immerbar im Raum	0
29		in Lüftungssystem	25
30		(Auskleidung oder Ummantelung undichter Kanäle) für den Raum	25
31		hinter einer abgehängten undichten Decke oder Bekleidung, ...	25
32		hinter einer abgehängten dichten Decke oder Bekleidung, hinter staubdichter Unterlängung oder Beschichtung, außerhalb dichter Lüftungskanäle .....	0
33		Summe der Bewertungspunkte .....	
34		Sanierung: Dringend erforderlich .....	≥ 80
35		Erforderlich .....	70-79
36		Langfristig vormerken .....	<70

\* Zutreffendes bitte ankreuzen. Wurden innerhalb einer Gruppe mehrere Bewertungen angekreuzt, darf bei der Summenbildung (Zeile 30) nur eine – die höchste – Bewertungszahl berücksichtigt werden.

Abb. 1: Schwachgebundene Asbestprodukte – Formblatt für die Bewertung der Dringlichkeit einer Sanierung (Spritzasbest und ähnliche Asbestprodukte, 1989)

Da die – asbesthaltigen – Nachtspeicheröfen im rechtlichen Sinne nicht als Gebäudeteile gelten, kann auf sie nicht die Asbestrichtlinie von 1989 angewandt werden, die ausschließlich den Sanierungsbedarf schwachgebundener Asbestprodukte (Spritzasbest) in Gebäudeteilen regelt.

Einzelne Bundesländer haben durch Erlass die Überprüfung der Nachtspeicheröfen mittels Glasfaseroptik und Staubprobennahme oder Abklatschprobe vorgeschrieben, eine unter Experten umstrittene Methode. Eine bundesweite Regelung zur Beurteilung und Sanierung asbesthaltiger Nachtspeicheröfen steht noch aus und wird für Herbst 1991 erwartet.

**Um die potentielle Gefährdung von Menschen zu ermitteln**, die sich in mit diesen asbesthaltigen Nachtspeicheröfen behetzten Räumen aufhalten, wurden Raumluftmessungen bei laufendem Betrieb durchgeführt. Bereits 1983 kam das Bundesgesundheitsamt nach Messungen an asbesthaltigen Nachtspeicheröfen zu dem Schluß, „daß wirklich kritische Gerätetypen (hinsichtlich einer Asbestfaserfreisetzung, d. Verf.) bisher nicht festgestellt werden konnten“ (bga 1983).

**Eine exemplarische Messung der Faserfreisetzung von Nachtspeicheröfen in Schulräumen** wurde in Frankfurt bereits 1987 durchgeführt. In der über 8 Stunden einen halben Meter vom Heißluftaustritt gesammelten Luft wurden 0 Asbestfasern/m<sup>3</sup> festgestellt. Weitere Untersuchungen in Frankfurt am Main im Dezember 1990 an Nachtspeicheröfen verschiedener Typen und Firmen erbrachten Faserkonzentrationen zwischen 0 und 400 Fasern/m<sup>3</sup> in der Raumluft. Einem zugezogenen Asbestsachverständigen waren aus zahlreichen Messungen keine Werte über 1000 Fasern/m<sup>3</sup> bekannt (Därr 1991).